DR. AYESH MAHMOUD ZAITOUN

الدكتور عايش محمود زيتون

# الاتجاهات العالميّة المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها

الشروق

# الاتجاهات العالـمّية المعاصرة
# في
# مناهج العلوم وتدريسها

# الاتجاهات العالـمّية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها

تأليف

**الدكتور عايش محمود زيتون**

كلية العلوم التربوية

الجامعة الأردنية

2010

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2010/2/429)

371.3
زيتون، عايش محمود
الاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها/ عايش محمود زيتون. - عمان: دار الشروق، 2009
( ) ص
ر.إ.: 2010/2/429
الواصفات: المقررات الدراسية//طرق التعلم//أساليب التدريس// العلوم/
● تم إعداد بيانات الفهرسة الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية
يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفة ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى

ISBN 978-9957 - 00 - 439- 2

● الاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها .
● تأليف : الدكتور عايش محمود زيتون .
● الطبعة العربية الأولى : الإصدار الأول 2010 .
● جميع الحقوق محفوظة © .

دار الشروق للنشر والتوزيع
هاتف : 4618190 / 4618191 / 4624321 فاكس : 4610065
ص.ب : 926463 الرمز البريدي : 11118 عمان – الاردن
Email : shorokjo@nol.com.jo

دار الشروق للنشر والتوزيع
رام الله – المصيون : نهاية شارع مستشفى رام الله
هاتف 2975632 - 2991614 - 2975633 فاكس 02/2965319
Email : shorokpr@palnet.com

جميع الحقوق محفوظة، لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات أو نقله أو إستنساخه بأي شكل من الأشكال دون إذن خطّي مسبق من الناشر.

**All rights reserved**. No Part of this book may be reproduced, or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without the prior permission in writing of the publisher.

■ الاخراج الداخلي وتصميم الغلاف وفرز الألوان و الأفلام :
**دائرة الإنتاج / دار الشروق للنشر والتوزيع**
هاتف : 4618190/1 فاكس 4610065 / ص .ب . 926463 عمان (11118) الأردن

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2010/2/429)

371.3
زيتون، عايش محمود
الاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها/ عايش محمود زيتون. - عمان: دار الشروق، 2009
( ) ص
ر.إ.: 2010/2/429
الواصفات: المقررات الدراسية//طرق التعلم//أساليب التدريس// العلوم/
● تم إعداد بيانات الفهرسة الأولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية
يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفة ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى

ISBN 978-9957 - 00 - 439- 2

● الاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها .
● تأليف : الدكتور عايش محمود زيتون .
● الطبعة العربية الأولى : الإصدار الأول 2010 .
● جميع الحقوق محفوظة © .

دار الشروق للنشر والتوزيع
هاتف : 4618190 / 4618191 / 4624321 فاكس : 4610065
ص.ب : 926463 الرمز البريدي : 11118 عمان – الاردن
Email : shorokjo@nol.com.jo

دار الشروق للنشر والتوزيع
رام الله – المصيون : نهاية شارع مستشفى رام الله
هاتف 2975632 - 2991614 - 2975633 فاكس 02/2965319
Email : shorokpr@palnet.com

جميع الحقوق محفوظة، لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات أو نقله أو إستنساخه بأي شكل من الأشكال دون إذن خطّي مسبق من الناشر.

**All rights reserved**. No Part of this book may be reproduced, or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without the prior permission in writing of the publisher.

■ الاخراج الداخلي وتصميم الغلاف وفرز الألوان و الأفلام :
**دائرة الإنتاج / دار الشروق للنشر والتوزيع**
هاتف : 4618190/1 فاكس 4610065 / ص .ب . 926463 عمان (11118) الأردن

# الإهداء

## إلى أمي وأبي

## ﴿رب ارحمهما كما ربياني صغيراً﴾

# المحتويات


المقدمة 15

الفصل الأول

## مقدمة في المناهج

## Introduction to Curriculum

التمهيد 21

مفهوم المنهاج 22

أسس المنهاج 26

عناصر المنهاج 27

تنظيمات المنهاج 36

الفصل الثاني

## الخصائص المميزة لمناهج العلوم

## Characteristics of Science Curriculum

المدخل 47

العلم 48

العلم في الوثائق الدولية 50

طبيعة العلم 55

المسعى العلمي 67

الاستقصاء العلمي 81

الأنشطة العلمية 90

المختبر 97

عمليات العلم 99

حل المشكلة 101

العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS) 103
العلم والرياضيات والتكنولوجيا 106
الثقافة العلمية 109

الفصل الثالث

## مجالات الأهداف في مناهج العلوم

## Domains of Objectives in Science Curriculum

التقديم 115
أهداف العلوم: منظور تاريخي 116
أثر البحث في أهداف العلوم 119
مجالات الأهداف في تدريس العلوم 125
المجال المعرفي (المعرفة والفهم) 126
مجال عمليات العلم (الاستكشاف والاكتشاف) 132
المجال الإبداعي (التصور والابتكار) 137
مجال الاتجاهات والقيم (المشاعر والقيم) 138
مجال التطبيقات والارتباط بالتكنولوجيا (الاستخدام والتطبيق) 145
مجال الرؤية العالمية: رؤية العلم وتاريخه كمسعى إنساني 146

الفصل الرابع

## تطور مناهج العلوم وتوجهاتها

## Development and Trends of Science Curriculum

المدخل 149
تطور مناهج العلوم: منظور تاريخي 150
بدايات جذور التربية العلمية (1900-1930) 151
التربية التقدمية والتربية العلمية (1930-1950) 155
العصر الذهبي للتربية العلمية (1950-1977) 159

الجدل حول المناهج والكتب والعودة إلى الأساسيات (1977-1983) 169
الأمة في خطر (1983- الثمانينيات) 171
العلم للجميع (2000 وما بعد) 181
توجهات مناهج العلوم 184
الثقافة العلمية 184
نظرية التعلم: البنائية 188
تصميم منهاج العلوم وتنفيذه 195

الفصل الخامس

## الثقافة العلمية

## Scientific Literary

المقدمة 227
الثقافة العلمية: منظور تاريخي 228
أبعاد الثقافة العلمية 232
الثقافة العلمية الوظيفية 232
الثقافة العلمية المفاهيمية والإجرائية 233
الثقافة العلمية المتعددة الأبعاد: سياقات العلم 236
الثقافة العلمية الإسمية 237
مكونات وعناصر الثقافة العلمية 238
المشروع 2061 239
المعايير الوطنية للتربية العلمية 241
رؤية تروبرج للثقافة العلمية 241
رؤية بول ديهارت هيرد للثقافة العلمية 244
رؤية كوليت وشيابتا للثقافة العلمية 245
الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA) والثقافة العلمية 247
منحى ساسكاتشوان والثقافة العلمية 256

عادات العقل 277
القيم والاتجاهات 277
الحساب والتقدير 280
التحكم اليدوي والملاحظة 281
مهارات الاتصال والتواصل 281
مهارات الاستجابة الناقدة 282

الفصل السادس

## إصلاح مناهج العلوم
## Science Curriculum Reform

المقدمة 287
دواعي الإصلاح 288
افتراضات الإصلاح 302
الأفكار الموحدة في حركات الإصلاح 306

الفصل السابع

## حركة العلم والتكنولوجيا والمجتمع STS
## Science, Technology, and Society (STS) Movement

المدخل 309
نشأة (STS): منظور تاريخي 310
طبيعة (STS) وخصائصه 313
أهداف (STS) 318
مجالات وموضوعات (STS) 321
تعليم (STS) 333
دور المعلم في (STS) 336

## الفصل الثامن
## المشروع 2061
## Project 2061


| | |
|---|---|
| المقدمة | 339 |
| المشروع (2061) : العلم لجميع الأمريكيين (SFAA) - العلم للجميع | 340 |
| مراحل المشروع (2061) | 344 |
| أطلس الثقافة العلمية | 350 |
| محتوى المشروع (2061) | 357 |
| المشروع (2061): معالم الثقافة العلمية (BFSL) | 361 |
| طبيعة العلم (NOS) | 364 |
| طبيعة الرياضيات (NOM) | 378 |
| طبيعة التكنولوجيا (NOT) | 386 |
| مشروع المجال والتتابع والتنسيق | 397 |


## الفصل التاسع
## المعايير الوطنية للتربية العلمية NSES
## National Science Education Standards


| | |
|---|---|
| التمهيد | 403 |
| نظرة عامة | 404 |
| لماذا المعايير الوطنية للتربية العلمية | 406 |
| أهداف العلوم في المدرسة | 409 |
| المعايير الوطنية للتربية العلمية: منظور تاريخي | 410 |
| تنظيم المعايير الوطنية للتربية العلمية | 412 |
| مبادئ المعايير الوطنية للتربية العلمية | 414 |
| مفاهيم ومصطلحات في المعايير الوطنية للتربية العلمية | 417 |
| المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) | 420 |

معايير تدريس العلوم 423
معايير التطوير المهني لمعلمي العلوم 429
معايير التقييم 441
معايير المحتوى 449
معايير البرنامج 486
معايير النظام 488
معايير التربية العلمية للولاية 493
نموذج معايير محتوى العلوم لولاية كولورادو 493
الغايات الوطنية للتعليم: أمريكا 2000 525
مناهج علوم للمراحل الثلاث: الابتدائية والمتوسطة والثانوية 531

الفصل العاشر

## تحليل مناهج العلوم في ضوء المعايير

## Analysis of Science Curriculum in Light of the Standards

المقدمة 547
مفهوم التحليل 548
أغراض تحليل المحتوى وأهدافه 549
تحليل المحتوى: الخطوات والإجراءات 552
مفاهيم في تحليل المحتوى 553
منظورات ومعايير مقترحة في تحليل منهاج العلوم 556
معيار الخطوط العريضة لمنهاج العلوم 556
معيار عناصر المنهاج 569
معيار طبيعة العلم 571
معيار العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS) 573
معيار المنحى البيئي 575
معيار أهداف وغايات تدريس العلوم 577

معيار الأنشطة العلمية والمخبرية 591
معيار الأسئلة التقويمية 593
معيار الثقافة العلمية 596
منظور المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) 597
تقويم المنهاج وتطويره 605

المراجع 609

# المقدمة

ثمة **حكمة تربوية** تقول: إذا أردت أن تحقق رخاء لمدة عام، فقم **بتنمية الحبوب**، وإذا أردت أن يكون الرخاء لمدة عشر سنوات، فإن عليك أن **تنمي الأشجار**، وإذا أردت أن تحقق رخاء لفترة مئة عام في كل **المجتمع**، فعليك أن تنمي **الإنسان**".

والإنسان هو وسيلة التنمية وأداتها وغايتها. **والتعليم** هو ركيزة التنمية البشرية والقوة الدافعة **وجواز السفر للمستقبل** في ضوء شح الموارد الطبيعية. **والتعلم Learning أساس المعرفة knowledge**، **والمعرفة** سلطة وقوة **Knowledge is power**، والقوة هي الحياة. **والتربية من أجل التنمية المستدامة**، هي الإعداد ليس فقط للحياة، لكنها هي الحياة بكامل أبعادها؛ الماضي بخبراته وعبره، والحاضر بواقعه ومشكلاته، والمستقبل بتوقعاته وتحدياته في القرن الحادي والعشرين.

**وإذا أردنا أن نعيش في القرن الحادي والعشرين**، فعلينا أن نتحدث بـ(**لغة**) و(**علم**) و(**تكنولوجيا**) القرن الحادي والعشرين وثورته التكنولوجية المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية. وكما أن الفرد لا يستطيع أن يرتدي الملابس التي كان يرتديها في سن الطفولة التي كانت تلائمه، فإنّ أي **نظام تعليمي تربوي** لا يستطيع أن ينجح في مقاومة الحاجة إلى **تغيير وإصلاح ذاته** عندما يتغير ويتطور وينمو كل شيء من حوله، وتظهر مستجدات وتحديات عالمية معاصرة؛ مما يتطلب **الإصلاح والمراجعة، وإعادة التفكير والتنظير والتنظيم والتأهيل** لمواجهة المتغيرات والمستجدات المعاصرة المذهلة في شتى المجالات الاقتصادية والاجتماعية والثقافية والسياسية. وإذا كان الوقت المناسب لزراعة **الشجرة والإصلاح** قبل عشرين عاماً، فإنّ الوقت المناسب الثاني للإصلاح هو الآن وليس غداً.

لقد أصبح **إصلاح التعليم وتطويره بعامة، والتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها** بخاصة، في كثير من الدول أولوية وطنية، ويسعى المسؤولون والمربون إلى

تقييمه وتقويمه وإعادة النظر والتفكير فيه وإصلاحه. والحديث عن الإصلاح ذو شجون وشؤون، وقد تغلب شؤونه شجونه. ففي غمرة التغيرات المتسارعة المذهلة في العلم، والمعرفة، والانترنت، والتكنولوجيا، والاقتصاد، والمجتمع...، وامتداد **المنافسة** عالمياً من **التجارة** إلى **الأفكار** التي تقود **البحوث، والمختبرات، والمصانع**، ثمة اتفاق وإجماع واسع وقناعة تامة لدى مربي العلوم والجمعيات العلمية المهنية العالمية على أن الأهداف والغايات التقليدية للتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها أصبحت في الماضي، وانتهت مدتها وصلاحيتها، واستنفدت أغراضها وبالتالي ثمة حاجة ملحة وحتمية **لإصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم** ببرامج علوم واستراتيجيات تدريس لا بد من ابتكارها لحياة القرن الحادي والعشرين.

وفي سياق هذا، أكدت جهود **إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم العالمية** على **المستقبل**، وبناء المعرفة من حيث بناؤها، وفهمها، والاحتفاظ بها،واستخدامها، وتنمية **الثقافة العلمية Scientific Literary**، وقدرات الاستقصاء العلمي، والتصميم التكنولوجي، ومهارات حل المشكلة **Problem Solving**، والقدرة على اتخاذ القرارات في **المنظور الشخصي والاجتماعي**، وتعرف المخاطر، والتكيف مع التغير في العلم وتطبيقاته، وزيادة ثقة المجتمع بقيمة المعرفة والأفكار والعلم والتكنولوجيا والتكيف معها وتداخلاتها المتبادلة مع البيئة والمحافظة عليها والحد من تدهورها.

لقد ظهرت **حركات إصلاحية عالمية عدة في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها** إلى حيّز الوجود، وأصبحت ذات اهتمام واسع النطاق لدى دول العالم، إلا أن أهم وأوسع وثائق الإصلاح في العلوم عالمياً يتمثل في **المشروع 2061، والعلم للجميع، ومعالم الثقافة العلمية، والمعايير الوطنية للتربية العلمية NSES، والعلم والتكنولوجيا والمجتمع STS، والبيئة STSE.**

هذا، وعلى الرغم من الاختلافات والاجتهادات بين هذه الوثائق والحركات الإصلاحية، إلا أنها جميعاً ركزت على **الجودة والنوعية** في تدريس العلوم الفعال المتناغم مع **الرؤية المستقبلية** البعيدة المدى لمناهج العلوم وتدريسها الموصوفة (المحددة) في الوثائق الإصلاحية جميعها.

وتتضمن **جودة تعليم العلوم** ونوعيته وفاعليته، ما يجب على الفرد المتعلم (الطالب) أن يعرفه ويكون قادراً على عمله أو أدائه، وجودة برامج العلوم، ونوعية استراتيجيات تدريسها، وجودة النظام الداعم لها **ولمعلمي العلوم**، وجودة ممارسات التقييم في ضوء تقدم تعلم الطالب، وجودة النظام التربوي برمته والسياسات التربوية. وفي هذا كله، ينبغي **لمعلمي العلوم** أن يمتلكوا المعرفة النظرية والعملية، والقدرات في العلوم، والتعلم، والتعليم؛ إذ إن ممارساتهم التدريسية وأفعالهم تتأثر بمدى عمق **فهمهم، وتوقعاتهم، ومعتقداتهم حول الطلبة وعلاقاتهم معهم.**

لقد قامت **حركات الإصلاح** في ضوء **افتراضات ومسلمات** عدة من أبرزها أن الرؤية الجديدة المستقبلية البعيدة المدى، تتطلب تغييرات كبيرة في النظام التعليمي التربوي، وأن ما يتعلمه الطلبة يتأثر بدرجة كبيرة بـ **(كيف) يتم تعليمهم**، والمسعى العلمي، والمحتوى العلمي. هذا بالإضافة إلى أنّ **فهم** الطلبة **(يُبنى)** بشكل نشط من خلال العمليات الاستقصائية الفردية والتعاونية. وفي هذا **توجيه للتعلم والتعليم البنائي (البنائية) Constructivism** الذي يحدد دور المعلم بالدور الموجه الميسر، أو المساند، أو المنمذج، وتوجيه لاستراتيجيات التدريس والأساليب والنماذج المنبثقة من أفكارها **(البنائية)** وتوجهاتها وعلى قمتها **الاستقصاء العلمي وحل المشكلة.**

وفي حركات الإصلاح، ثمة **معتقدات ورؤى معاصرة عالمية** محورية، **وأفكار موحدة Unifying Themes**، أثرت في هذه الحركات ووثائقها الإصلاحية وسياقها، وقد تم تبينها كقواسم إصلاحية مشتركة في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها من أبرزها: **البنائية، والثقافة العلمية، وطبيعة العلم NOS**، والمنهاج التكاملي المتداخل الفروع، والاستقصاء العلمي، وحل المشكلة، والتفكير الناقد، والتقييم **(البديل)** الحقيقي، وتعليم العلوم من أجل **الفهم** في ضوء بناء المعرفة، وميول الطلبة واهتماماتهم، وأنشطة التعلم الحقيقية ذات الصلة بحياة الطلبة الواقعية.

وفي هذا السياق، تتمثل الفكرة الأساسية لهذا الكتاب في بحث ودراسة **الاتجاهات العالمية المعاصرة وتوجهاتها في مناهج العلوم وتدريسها** وبخاصة تلك الموصوفة (المحددة) في **حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**

بشكل خاص؛ وذلك ليتاح لنا تعميق النظر إلى **واقع التعليم** في بلداننا من **منظور ومعايير** هذه الحركات الإصلاحية العالمية المعاصرة، **وكيفية قراءة الحلول** التي اختيرت لمواجهة تلك المشكلات والقضايا المنهاجية في النظم والبيئات (التعليمية) التربوية المتقدمة. **فالحكمة ضالة المؤمن**، أنّى وجدها فهو أحق الناس بها.

وإذا كان **الرائد لا يكذب أهله**، فإنّ **التقييم التربوي** لمناهج العلوم وتدريسها بخاصة، يتطلب وصف **واقع التعليم** وتشخيصه، وتبيان إيجابياته وسلبياته، وأمراضه وآفاته. وفي هذا تتجه المجتمعات الحية المتطورة وبخاصة المجتمعات الصناعية المتقدمة، والدول النامية أولى وأجدر بذلك، إلى تقييم حصاد المجتمع وتقويمه، إذ إنها ترى أن حياتها في **تفوقها**، وأن تفوقها رهن **بتميزها** وامتيازها، وأن **امتيازها** يتوقف أساساً على **مستوى التعليم وجودته Quality** الذي يوفر الخبرة لأبنائها، **وبناء** إنسانها في عالم المنافسة والصراع، وبالتالي تنمية المجتمع ونهوضه. وفي هذا فإنه لا بد من **قرع الجرس**، **وهز النخلة**، ابتداء برغبة وثقة وقناعة وإرادة بيد، وإن وهن العظم منها، ﴿**تساقط عليك رطباً جنياً**﴾.

إن هذه **الرؤى والمعتقدات** المحورية **والأفكار الموحدة** في حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، توجه بوصلة البحث إلى متن الكتاب وفصوله؛ وفي هذا جاء الكتاب مبوباً في عشرة فصول؛ يقدم **الفصل الأول** مفهوم المنهاج وأسسه وعناصره وتنظيماته والانعكاسات التربوية المترتبة على ذلك، وذلك كأرضية ومدخل تمهيدي وخلفية نظرية أساسية وتأسيسية في البحث والتفكير في مناهج المواد (المباحث) الدراسية التعليمية بعامة والعلوم بخاصة على مبدأ (**والضد يظهر حسنة الضد**)؛ مما يوجه البوصلة إلى **الفصل الثاني** الذي يبحث في **الخصائص المميزة لمناهج العلوم** التي من أبرزها: العلم، وطبيعة العلم NOS، والمسعى العلمي، والاستقصاء العلمي، وعمليات العلم، والأنشطة العلمية، والمختبر، وحل المشكلة، والعلاقات المتداخلة المتبادلة بين العلم والرياضيات والتكنولوجيا والمجتمع.

أما **الفصل الثالث**، فيبحث في **مجالات الأهداف في مناهج العلوم وتدريسها** المتمثلة في: المعرفة والفهم، والاستكشاف والاكتشاف، والإبداع، والمشاعر والقيم، والاستخدام والتطبيق، ورؤية العلم وتاريخه كمسعى إنساني. **ويستقصي الفصل**

**الرابع تطور مناهج العلوم ومحطاتها** الرئيسية من المنظور التاريخي، **وتوجهاتها** الرئيسية الحديثة المتمثلة في: **الثقافة العلمية**، ونظرية التعلم- **البنائية**، وتصميم منهاج العلوم وتنفيذه.

ويبحث **الفصل الخامس** بشكل خاص في **الثقافة العلمية** (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية) كغاية نهائية في إصلاح مناهج العلوم وتدريسها، وذلك من حيث مفهومها، وأبعادها الوظيفية، والمفاهيمية، والإجرائية، والإسمية. كما يعالج الفصل مكونات وعناصر الثقافة العلمية، وبعض الرؤى والمعتقدات والاجتهادات المشكلة للثقافة العلمية والشخص المثقف علمياً وتكنولوجياً. أما **الفصل السادس**، فيتناول ابتداء **إصلاح مناهج العلوم** من حيث دواعيها ومبرراتها، وافتراضاتها والأفكار الموحدة والقواسم الإصلاحية المشتركة بينها كالبنائية، والثقافة العلمية، وطبيعة العلم، والاستقصاء العلمي، وحل المشكلة، والمنهاج ( التكاملي) المتعدد الفروع، والتقييم الحقيقي، وتعليم العلوم من أجل الفهم.

أما **الفصل السابع**، فيبحث في العلاقة المتبادلة المتداخلة بين **العلم، والتكنولوجيا** كوجهين لعملة واحدة، **والمجتمع (STS)** من حيث نشأته، وطبيعته وخصائصه، وأهدافه، ومجالاته وموضوعاته، وتعليمه، ودور المعلم في تعليم برامج (STS) وموضوعاته. ويعالج **الفصل الثامن** حركة إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها العالمية المعاصرة المتمثلة في **المشروع 2061**، **والعلم للجميع، ومعالم الثقافة العلمية**، ومشروع المجال والتتابع والتنسيق.

ويبحث **الفصل التاسع** في **المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** وبشكل خاص: معايير تدريس العلوم، ومعايير التطوير المهني لمعلمي العلوم، ومعايير التقييم، ومعايير المحتوى، ومعايير البرنامج، ومعايير النظام. كما يقدم الفصل **نموذجاً خاصاً لمعايير المحتوى للولاية State**، وولاية **كولورادو Colorado** أنموذجاً لما يجب على جميع الطلبة أن يعرفوا ويكونوا قادرين على عمله في العلوم كناتج من نواتج التعلم المدرسي.

أما **الفصل العاشر**، فيتناول **تحليل مناهج العلوم في ضوء بعض المنظورات والمعايير** المقترحة من مثل: معيار الخطوط العريضة للمنهاج، ومعيار عناصر المنهاج،

ومعيار طبيعة العلم، ومعيار STS، ومعيار المنحى البيئي، ومعيار أهداف تدريس العلوم، ومعيار الأنشطة العلمية والمخبرية، ومعيار الأسئلة التقويمية، ومعيار الثقافة العلمية، **ومنظور المعايير الوطنية للتربية العلمية NSES**، مما يؤدي في نهاية التحليل والمطاف إلى تقييم المنهاج وتقويمه وتطويره.

وأخيراً، لا يسعني إلا أن أعبر عن عظيم شكري وتقديري للباحثين والدارسين جميعهم في هذا الميدان الذين تعلمت منهم أو اقتبست عنهم بعض أفكارهم ونتائج دراساتهم وبحوثهم، والشكر موصول أيضاً إلى طلبتي جميعهم حيثما كانوا ووجدوا الذين كانوا عوناً وحافزاً لي في القراءة والبحث والتنقيب **والاستقصاء** في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. وكذلك الشكر والتقدير الخاص إلى عائلتي (**فالنشيدُ على المسرّة**) لصبرهم ودعمهم المتواصل، وتهيئة الجو المناسب للتفكير والبحث والقراءة والكتابة وإخراج هذا الكتاب بمشيئة الله إلى حيز الوجود كثمرة علمية آتت أكلها بعد مسيرة **علمية ورحلة أكاديمية جامعية طويلة، وهن العظم فيها، واشتعل الرأس شيباً، وبلغت من العمر عتياً.**

وفي مسك الختام إن شاء الله، ولمّا كان هذا الكتاب محصلة جهد إنساني ناقص (فالكمال لله وحده سبحانه وتعالى)، فإن لسان حالي يردد دائماً ما جاء في الأثر: إني رأيت أنه لا يكتب أحد كتاباً في يومه إلا قال في غده: لو غير هذا لكان أحسن، ولو زيد هذا لكان يستحسن، ولو قدم هذا لكان أفضل، ولو ترك هذا لكان أجمل، وهذا من أعظم العبر، وهو دليل على استيلاء النقص على جملة البشر. ولكن، **لكل مجتهد نصيب**، ويكفينا من **القلادة ما يحيط بالعنق، والمسن الذي يشحذ ولا يقطع.**

**﴿نرفع درجات من نشاء وفوق كل ذي علم عليم﴾.**

**المؤلف**

**الأستاذ الدكتور عايش محمود زيتون**

**كلية العلوم التربوية**

**الجامعة الأردنية**

## الفصل الأول

# مقدمة في المناهج

# Introduction to Curriculum

### التمهيد Prologue

لقد كثر الحديث في موضوع المناهج عالمياً، وإقليمياً، ومحلياً، بحيث أصبح المتحدث (المؤلف) لا يعرف هل يستطيع أن يضيف شيئاً جديداً أو أنه يلوك كلاماً في المناهج قيل قبله. وإذا كان الكلام (في المناهج) بعضه من بعض، فإنّه لا بأس من تحريك مفاهيمه ومفرداته ومعالجتها حتى لو كان ذلك من قبيل تحريك الماء الراكد. وفي هذا، نبدو وكأننا نُعيد صدى القول المأثور: (**ما أرانا نقول إلاّ مُعاراً، أو مُعاداً من لفظنا مكروراً**).

وإذا كان لكل مجتهد نصيب، «**وفوق كل ذي علم عليم**»، فإنّه يكفينا في هذا من **القلادة ما يُحيط بالعنق، والمسن الذي يشحذ ولا يقطع**. وفي هذا، يُعد هذا الفصل مدخلاً تمهيدياً، وخلفية نظرية، ونقطة انطلاق أساسية في البحث والتفكير في مناهج المواد (المباحث) الدراسية التعليمية بعامة، والاتجاهات العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها بخاصة، وذلك على مبدأ (**والضدّ يظهر حُسنه الضدّ**).

قد يختلف التربويون مبدئياً في تحديد مفهوم المنهاج باختلاف نظرياتهم التربوية، وخلفياتهم الأكاديمية بعامة، والمواد (التخصصية) الدراسية التي تعلموها أو يعلمونها بخاصة؛ وذلك لأنّ لكل منهاج من فروع المعرفة العلمية والإنسانية **طبيعته** (ونكهته) الخاصة به **تميزه عن غيره من فروع المناهج التعليمية** الأخرى. وتشمل هذه الطبيعة **المنهجية** لهذا الفرع أو ذاك ومحتواه وميادينه، وأهدافه وأغراضه، ونتاجاته التعلمية، وأسسه، وعناصره، وتنظيماته، وتوجهاته، وأخلاقيات العمل فيه، **وطبيعة البحث وأساليب التفكير** فيه، وغير ذلك مما يرى التربويون

ومختصو المناهج والعلميون في دراسته وتدريسه أنه ضروري لفهم ذلك المنهاج فهماً جيداً لتحقيق أهدافه المنشودة وأغراضه المتوخاة، ونتاجاته التعلميّة. إلاّ أنّ ثمة اتفاقاً عاماً في أدبيّات المناهج والبحث Research ودراساته على تحديد المفاهيم والمبادئ العامة والافتراضات الأساسية التي يستند إليها المنهاج وبخاصة تلك المتمثلة **بأسس المنهاج، وعناصره، وتنظيماته**. وفي هذا، يهدف هذا الفصل إلى البحث في مفهوم المنهاج، وأسسه، وعناصره، وتنظيماته، **والانعكاسات التربوية** المترتبة على ذلك بوجه عام، وذلك تمهيداً وانطلاقاً إلى توجيه **بوصلة البحث** إلى الخصائص المميزة لمناهج العلوم وتدريسها من جهة، والتوجهات العالمية المعاصرة الحديثة في إصلاح مناهج العلوم وتدريسها من جهة أخرى.

## مفهوم المنهاج Curriculum Concept

إنّ كلمة (المنهاج) يعني فيما يعنيه الطريق الواضح، وفي التربية يعني **التعلم والتعليم**. وكلمة المنهاج الأجنبية **Curriculum** تعني مضمار سباق الخيل؛ أمّا اصطلاحاً، فيتضمن (**المنهاج**) **الطريق الواضح في التعلم والتعليم**. وفي هذا، نُظر إلى المنهاج تقليدياً كبرنامج دراسي، أو كمقرّر رسمي، أو كمحتوى Content، أو كخطة تربوية للتعلم والتعليم، أو كمجموعة من المعارف Knowledge والمعلومات المتراكمة مع الزمن، التي تبناها (ويتبناها) المجتمع لتعليم أبنائه وتربيتهم.

وفي هذا، أصبح (المنهاج) تقليدياً يُطلق على مجموعة المعارف (الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ) أو المعلومات التي تعمل المدرسة جاهدة على إكسابها للطلبة؛ من أجل إعدادهم للحياة العملية، وتنمية قدراتهم بالإلمام بخبرات الآخرين والاستفادة منها. وحيث إنّ هذه المعلومات والمعارف تم (ويتم) تنظيمها في مُقررات (أو مواد) دراسيّة منفصلة **Disciplines**، وعلى أيدي مختصين وخبراء فيها، لذا يصبح **المفهوم التقليدي** (أو ما يسمّى المنهاج القديم) **هو مجموعة المواد أو (المقررات) الدراسية المنفصلة التي يتم توزيعها (تعليمها وتعلمها) على سنوات الدراسة المدرسية ومراحلها (الروضة، والأساسية، والثانوية)** وحسب الأنظمة التربوية المختلفة، ويتعيّن على الطلبة (كمنهاج مركزي) دراستها وتعلمها وذلك **بغض النظر** عن حاجاتهم وميولهم ورغباتهم وقدراتهم واستعداداتهم وقابلياتهم أو مدى ملاءمتها للحياة الواقعية (الحقيقية) التي يعيشونها. و عليه؛ أصبح (**المنهاج**) **تقليدياً** مرادفاً لمفهوم

المقرّر أو المقررّات (الفروع) الدراسية Disciplines. وفي هذا، تنوعت أسماء المناهج حسب المادة أو المبحث؛ فثمة منهاج اللغة العربية، ومنهاج التربية الإسلامية، ومنهاج التاريخ، ومنهاج الجغرافيا؛ وفي العلوم منهاج الفيزياء، ومنهاج الأحياء، ومنهاج الكيمياء، ومنهاج علوم الأرض. وبقي هذا المفهوم سائداً لدى المعلمين والطلبة وأولياء الأمور على حدّ سواء وبخاصة في **النظم التربوية المركزية** والدول المسمّاة الدول النامية. وعليه؛ ترتب (ويترتب) على هذا المفهوم التقليدي للمنهاج (الذي أُعدّ حديثاً في وقته) في مناهج المواد الإنسانية بعامة، **ومناهج العلوم** بخاصة، **نتائج سلبيّة انعكست على طبيعة العلم (والعلوم) ومناهجها واستراتيجيات تدريسها وتقويمها** تمثلت (وتتمثل) بالآتي:

1. تصبح **المعرفة العلمية Scientific Knowledge مطلقة في صحتها**؛ وبالتالي غير قابلة للتعديل أو التغيير لكنها تنمو بالإضافة والتراكمية.

2. **تُبنى مناهج العلوم على مفهوم معرفي معلوماتي** ضيق للمنهاج، وذلك من خلال تركيزها على المادة الدراسية (**المحتوى المعرفي**) باعتبارها ثمرة ناضجة لجهود العلماء والإنسانية وبالتالي إهمال الأسس والعناصر الأساسية الأخرى في بناء مناهج العلوم وتصميمها.

3. **تصبح مهمة معلم العلوم نقل المادة العلمية وتلقينها** للطلبة دون مناقشة فكرية؛ وبالتالي تصبح طريقة المحاضرة (الإلقاء والتلقين) هي **الطريقة الشائعة** في تلقين المادة العلمية وتدريس العلوم؛ مما يعني إهمال دور المتعلم (الطالب) وسلبيته، وجمود عقله، وتعطيل تفكيره في العملية التعليمية – التعلمية.

4. **تقتصر أساليب التقويم على قياس كمية المعلومات التي يحفظها** الطالب أو يستطيع استرجاعها، وبالتالي تستجر العمليات العقلية الدنيا، وتهمل العمليات العقلية العليا في تفكير الطالب وتعلمه وفقاً للتصنيفات المختلفة للأهداف التربوية في المجال المعرفي أو (العقلي). وهكذا يصبح **الكتاب المدرسي** المصدر الأساسي (الوحيد) للمعارف والمعلومات العلمية التي أصبحت (وتصبح) هدفاً في حدّ ذاتها، يتولى معلم العلوم شرحها وتبسيطها والتعليق عليها، ويقوم الطلبة بحفظها، أو صمّها، وتعمل الامتحانات على قياسها واستظهارها.

وعليه؛ وضمن هذا المفهوم (التقليدي) للمنهاج، يترتب عليه **آثار وانعكاسات تربوية (سلبيّة)** في المناهج بعامة، ومناهج العلوم بخاصة، تتعلق بالطلاب، والمعلمين،

والمدرسة، والبيئة التعليمية، والمادة الدراسية، والأهداف، واستراتيجيات التدريس والتقويم، ونظريات التعلم، وطبيعة المنهاج من حيث تخطيطه وتصميمه وتنفيذه.

وتأسيساً على ما تقدم؛ ثمة عوامل عدّة ساعدت على تطور مفهوم المنهاج وظهور مفهوم المنهاج الحديث. ومن هذه العوامل ظهور الصناعة وتقدّمها، وبحوث العلوم النفسية، ونتائج الدراسات والبحوث النفسية - التربوية، ونظريات التعلم (السلوكية والمعرفية والبنائية)، والتغير الذي طرأ على أهداف التربية والمدرسة، وطبيعة المنهاج نفسه الذي (يتأثر بالطالب والبيئة والمجتمع والثقافة والنظريات التربوية)، والثورة التكنولوجية (المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية)، والعولمة، وحركات إصلاح المناهج بعامة، ومناهج العلوم والرياضيات والتكنولوجيا بخاصة. كل ذلك أدّى إلى ظهور أفكار تربوية - نفسية جديدة تمثلت بالتركيز على **نمو الطالب وشخصية المتعلم** في جوانبها جميعا نمواً متكاملاً، والاهتمام بحاجات المتعلم وميوله ورغباته واستعداداته (الفروق الفردية)، والعمل على تفعيل دور الطالب (المتعلم) وإيجابيته في أثناء التعلم، ومشاركته فيه، وبناء معرفته. وفي مناهج العلوم بشكل خاص، يتم التركيز على **أنشطة تشغيل اليدين Hands - On Activities**، **وتشغيل العقل (الفكر) Minds - On**، **وتشغيل الرأس (الدماغ) Heads - On** معاً.

وفي ضوء هذه الأفكار، تم التعبير عن مفهوم **المنهاج الحديث** في أدبياته على أنه **مجموع الخبرات التربوية (أو الخبرات المربيّة) التي تهيؤها المدرسة للطلاب داخلها أو خارجها بهدف مساعدتهم على النمو الشامل المتكامل**؛ أي النمو في جميع الجوانب (العقلية، والانفعالية، والنفسحركية، والاجتماعية، والدينية، والثقافية، والجسمية، والحركية، والفنية، والنفسية) نمواً متكاملاً يؤدي إلى (تعديل) سلوكهم أو أفكارهم، أو وجدانهم، **وبناء معارفهم** بمساندة المعلم؛ وذلك لتحقيق الأهداف التربوية المنشودة أو الغايات المنشودة.

وضمن هذا المفهوم، تتضمن **الخبرات التربوية (المربيّة) المعارف Knowledge، والمهارات Skills، والاتجاهات Attitudes، والقيم Values**؛ أي خبرات تربوية معرفية (معارف)، ونفسحركية (مهارات)، وانفعاليّة (اتجاهات وقيم)؛ إنّها ما يفعله أو (يقوم) به الطالب لكي يتعلم أو (يبني) معرفته، وليس ما يفعله المعلم لتعليم الطالب واكتساب معرفته. وفي هذا يترتب على هذا المفهوم الحديث للمنهاج انعكاسات واستنتاجات تربوية نفسية عديدة تتمثل في بعض منها في أن الحياة

المدرسية تصبح مواقف تعليمية - تعلميّة تشمل **إيجابية الطالب المتعلم**، والمعلم، والبيئة المدرسية، وثقافة المجتمع بحيث ينتج (المنهاج) كمحصلة من تداخل هذه العوامل أو العناصر وتفاعلاتها مثنى وثلاث ورباع؛ ممّا يؤدي في نهاية التحليل إلى انعكاسات تربوية إيجابية تتمثل في تأثير (المنهاج) في المادة الدراسية، والطلاب، والمعلم (معلم العلوم)، والمدرسة، والبيئة المدرسية والمحليّة سواء بسواء. وهكذا تُصبح التربية كما يتردد في أدبيّات المناهج أنها لم تعد قاصرة على الإعداد للحياة فقط، بل إنها (الحياة) بكامل أبعادها؛ الماضي بخبراته وعبره، والحاضر بواقعه ومشكلاته، والمستقبل بتوقعاته وتحدياته.

وفي مناهج العلوم، أصبح **العلم طريقة Method منظمة في التفكير Way of Thinking والاستقصاء Inquiry والاكتشاف Discovery**، وأصبحت **المعرفة العلمية** نسيجاً متكاملاً من المفاهيم Concepts، والمبادئ Principles، والنظريات العلمية التي يكوّنها العالم (والعالم الصغير - الطالب) في ضوء ملاحظاته ومشاهداته المنظمة، وتجاربه العلمية المضبوطة (بطرق العلم وعملياته) لفهم الظواهر الطبيعية (**فهم العالم الطبيعي**) التي يسعى لاكتشافها وتطويرها في ظل منهجية بحثية واضحة في التفكير والبحث والتطبيق. **فالعالم** (**أو الطالب**) يحدّد المشكلة، ويجمع المعلومات، ويفرض الفرضيات ويختبرها، ويتوصل إلى النتائج. وعليه؛ اعتبرت **الطريقة** في (التفكير والبحث) معياراً أو محكاً لتحديد مدى علميّة المعرفة (الإنسانية) أو (العلميّة) المكتشفة. وهكذا، وكما يُفترض، تُبنى مناهج العلوم على **اعتبار** (**العلم**) **والعلوم تكاملاً بين المادة Knowledge، والطريقة Method، والتفكير Thinking**؛ وذلك على مبدأ أهمية المعرفة العلمية لتقدم العلوم وبناء المعرفة العلمية التراكمية وتطبيقاتها، وأهمية **الطريقة والتفكير في الوصول إلى تلك المعرفة** Way of knowing **وفهم الوجود** (**العالم الطبيعي**) **Natural World**.

وعليه؛ لم تعد المادة العلمية (الدراسية) في مناهج العلوم في الحاضر غاية في حدّ ذاتها، ولم تُهمل أيضاً؛ بل هي وسيلة يستفيد منها الطالب (المتعلم) ويوظفها ويستخدمها في حياته كقاعدة معرفية تزوده بالحد الأدنى من المعارف العلمية التي ينبغي أن يعرفها (يفهمها) ويكون قادراً على معالجتها واستخدامها وبالتالي تحقيق **ثقافة علميّة، ورياضية، وتكنولوجية** في ظل مجتمع صناعي تكنولوجي

معلوماتي في القرن الحادي والعشرين وألفيته الثالثة بواقعها ومشكلاتها وتحدياتها المستقبلية.

## أسس المنهاج Curriculum Foundations

تجمعُ أدبيات المناهج والبحث Research تقليدّياً على **أسس المناهج الرئيسية** (الأربعة)، وبالتالي العوامل المؤثرة في بناء المنهاج وتصميمه بما فيها مناهج العلوم. وهذه الأسس الأربعة هي:

### 1. الأساس الفلسفي للمنهاج:

عند قيام مخططي ومصمّمي المناهج ومطويريها بعملية **تخطيط المناهج وتصميمها وتطويرها**، يُفترض أنهم يأخذون بالمفهوم الشامل (الحديث) للمنهاج، ويلتزمون بالاعتماد على أسس ومبادئ فلسفية، ونفسية، واجتماعية، ومعرفية للتربية، تتفاعل فيما بينها، وتتكامل، وتؤثر في مكونات المنهاج وتنظيماته. ففي الأسس الفلسفية للمنهاج، **تعتمد عملية تخطيط المنهاج وتصميمه على فلسفة تربوية اجتماعية** تُحدّد الإطار النظري والتصوّر العام للعملية التربوية. وهي تعد **المصدر الأول** الذي تُشتق منه الأهداف التي يُبنى على أساسها المنهاج بهدف إيجاد إنسان (مواطن) متكامل، ومتوازن، وفاعل في الخبرات التربوية والإنسانية، ومستجيب (بعقلانية) للقضايا والمشكلات الحياتية (المحلية، والإقليمية، والعالمية) بفاعلية واقتدار، وبالتالي يكون معدّاً ومؤهلاً للحياة في زمن غير الزمن الذي نشأ وترعرع وتعلم (وتربى) فيه؛ وذلك على مبدأ ما يرد في الأدبيات بأنّ **التربية هي فن صناعة المواطن (الإنسان) وتشكيله**، وبما وصلنا من حكمة تتضمن تعليم أبنائنا غير ما تعلمناه، فقد خلقوا لزمانٍ غير زماننا الذي نعيبه (والعيبُ فينا) بوجه عام.

### 2. الأساس النفسي للمنهاج:

ينبثق هذا الأساس (النفسي) من اعتبار **الطالب (المتعلم)** أساساً مهماً جداً يُبنى ويصمّم عليه المنهاج الدراسي. وعليه؛ ينبثق هذا الأساس من مراعاة حاجات الطالب المتعلم الأساسية من جسمية ونفسية، ومن مراعاة مفاهيم الأسس النفسية، ونمو الطلاب ومطالبهم، وخصائص نموهم في مبادئ وأسس النمو، وحاجاتهم،

ورغباتهم واهتماماتهم وميولهم، ومشكلاتهم، وقدراتهم، واستعداداتهم، وقابلياتهم، والفروق الفردية بينهم. هذا بالإضافة إلى مراعاة مبادئ **عملية التعلم والتعليم** وانعكاساتها على المنهاج تخطيطاً وتصميماً وتنفيذاً.

### 3. الأساس الاجتماعي للمنهاج:

ينطلق هذا الأساس (الاجتماعي) من مراعاة **حاجات المجتمع** المتغير في كل من **متغيراته** الحضارية التي تشمل: البيئة الطبيعية، والسكان، والنظام الاجتماعي، ومنظومة القيم، والثورة التكنولوجية المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية وذلك في ضوء المتغيرات العالمية التي تؤثر في المتغيرات المجتمعية ومطالبه وحاجاته. وفي هذا يعتبر الأساس الاجتماعي **التقدم العلمي والتكنولوجي** حاجة اجتماعية أساسية ترتبط بالتربية العلمية والتكنولوجية لأبناء المجتمع؛ لذا تبنى مناهج العلوم لتلبي حاجات المجتمع وتعزز إمكانات تطوره وتقدمه الحضاري.

### 4. الأساس المعرفي للمنهاج:

ينبثق هذا الأساس (المعرفي) من **طبيعة المادة المعرفية** نفسها؛ أي طبيعة المبحث من حيث **طريقة بنائه، والبحث فيه، ومنطقه، وتتابع مفاهيمه وتكاملها، وتسلسلها، وأسلوب البحث والتقصيّ والتفكير بذلك المبحث أو (العلم)**. وفي هذا فإنّ مناهج العلوم تختلف جوهرياً وتتميز عن المواد (المباحث) الدراسية الأخرى، إذ يعد (الأساس المعرفي) أساساً مهماً ومميزاً بشكل يتطلب تحديده والتركيز عليه؛ وذلك لأن لكل فرع من فروع المعرفة طبيعته الخاصة به تميزه عن غيره من فروع المعارف الإنسانية الأخرى. وتشمل هذه الطبيعة (العلم) نفسه، والبنية التركيبيّة له، وميادينه، وأهدافه، ومراحل تطوره، والمسلمات التي يرتكز عليها، وأساليب البحث والتفكير فيه، وغير ذلك مما يرى المختصون في العلوم وتدريس مناهجها أنه ضروري لفهم (العلم) والعلوم فهماً جيداً كما سيتبّين ذلك في فصول الكتاب القادمة.

## عناصر المنهاج Curriculum Elements

يتضح من مراجعة أدبيّات المناهج والبحث Research أن بنية المنهاج بما فيها مناهج العلوم، تتكون **كنظام رباعي متكامل ومتفاعل من أربعة عناصر** أو مكونات

أساسية مترابطة ومتداخلة ومتفاعلة، حيث يؤثر كل عنصر فيها في العنصر الآخر ويتأثر به، وهي تقليدياً كالآتي:

(1) الأهداف **Amis (A)**

(2) المحتوى **Content (C)**

(3) الطريقة **Method (M)**

(4) التقويم **Evaluation (E)**

وقد جُمعت تقليدياً كنظام رباعي للمنهاج في كلمة (ACME). هذا، ويتبيّن من هذا النظام الرباعي للمنهاج ما يأتي:

**أولاً**: إنّ هذه العناصر أو المكونات تُشير إلى أن ثمة **أربعة أسئلة** رئيسة طرحت وتطرح تقليدياً، ويجب أن تطرح؛ وبالتالي لابدّ من الإجابة عنها عند بناء المنهاج بشكل عام، ومناهج العلوم بشكل خاص، وهي:

1. **لماذا نعلّم؟ Why we teach?** ويشير هذا السؤال إلى الأهداف (أو نتاجات التعلم) المراد تحقيقها.
2. **ماذا نعلّم؟ What we teach?** ويشير هذا السؤال إلى المحتوى (المحتوى العلمي) أو المادة الدراسية التي سنعملها.
3. **كيف نعلم؟ How we teach?** ويشير هذا السؤال إلى الاستراتيجيات والطرائق والأساليب والمناحي، والخبرات التربوية، والأنشطة التعلمية، والوسائل والتقنيات التعليمية والتكنولوجية المستخدمة لتحقيق الأهداف ونتاجات التعلم.
4. **كيف يمكن الحكم على النتائج؟ How well?** ويشير هذا السؤال إلى أساليب وأدوات التقويم وتقنياته المتبعة للتحقق من مدى تحقق الأهداف ونتاجات التعلم.

وفي هذا السياق، يمكن إضافة **سؤال خامس وسادس** يتعلقان بـ: **مَنْ نعلم؟ ومتى نعلم؟** وهذان السؤالان يشيران إلى الطالب المتعلم لمعرفة خصائصه، وحاجاته، وميوله واهتماماته، واستعداداته، ورغباته، وقابلياته من جهة، والوقت والزمن المناسب (وكميته) للتعلم والتعليم من جهة أخرى.

**ثانياً:** تترابط العناصر أو المكونات (الأربعة) المذكورة فيما بينها ترابطاً وثيقاً وتكاملياً؛ بمعنى أن كل عنصر أو مكوّن يتفاعل ويؤثر في العناصر الأخرى ويتأثر بها مثنى وثلاث ورباع.

**ثالثاً:** يتطلب هذا النظام الرباعي للمنهاج تناول كل عنصر من عناصره بشيء من التعليق؛ لأنه لا يقدّم لنا أي إرشاد أو توجيه حول مصادر هذه العناصر ومحتوياتها وذلك على النحو التالي.

### أولاً: الأهداف: Aims

تختلف مستويات الأهداف في أدبيات المناهج؛ منها ما يُصنف بالغايات Goals العامة العريضة البعيدة المدى التي يأخذ تحقيقها فترة زمنية طويلة كما في (أهداف المجتمع)؛ ومنها ما يصنف بالأغراض Aims /Purposes الأقل عمومية من الغايات، ومداها أقصر من مدى الغايات، وتندرج تحتها أهداف التربية، وأهداف المراحل التعليمية؛ ومنها ما يُصنف (تقليدياً) بالأهداف الخاصة (السلوكية) Behavioral التعليمية التي تصف الأداء المتوقع أن يصبح الطالب المتعلم قادراً على أدائه بعد الانتهاء من دراسة برنامج أو درس معيّن، وتندرج تحتها أهداف المنهاج، والأهداف الخاصة بالمواد الدراسية التعليمية.

وعليه؛ **المجتمع** له أهداف، ووسيلة تحقيقها هي **(التربية)**؛ بمعنى أن تشتق أهداف التربية من أهداف المجتمع. ووسيلة التربية في تحقيق أهدافها هي **(المدرسة)** بمراحلها الثلاث (الروضة، والأساسية، والثانوية). وهذا يتطلب أن تكون أهداف المنهاج نابعة من أهداف المدرسة وتتسق معها. وفي هذا فإن تحديد أهداف المنهاج يتم في ضوء أهداف المدرسة، وهذه تحددّها أهداف التربية التي تُشتق من أهداف المجتمع حسب المخطط المبسط الآتي:

**أهداف المجتمع ⇦ أهداف التربية ⇦ أهداف المدرسة ⇦ أهداف المنهاج**

**أما مصادر اشتقاق الأهداف، فمن أبرزها الآتي:**

1. **فلسفة المجتمع وحاجاته** وأهدافه وثقافته ومنظومة القيم فيه.
2. **أهداف المرحلة التعليمية.**
3. **خصائص الطلبة المتعلمين** وحاجاتهم، وميولهم، ومشكلاتهم، ومستوى نضجهم، وقدراتهم، وطرائق تفكيرهم وأنماط تعلمهم...الخ.

4. **وجهات نظر الخبراء والمختصين** في المادة الدراسية (المبحث) والتربويين على حدّ سواء.

5. **المتطلبات المعرفية والتقنية لعصر العولمة، والثورة التكنولوجية** (المعرفية، والمعلوماتية، والكبيوترية).

هذا، وللأهداف أهمية كبرى يتمثل أبرزها في المنهاج نحو **اختيار المحتوى Content والخبرات التربوية** (العقلية، والنفسحركية، والانفعالية)، كما تقدّم مستويات لما يُعلم، وكيف يعلم، وأدوات وأساليب تقييمها وتقويمها.

## ثانياً: المحتوى Content

إنّ اختيار محتوى المنهاج ينبغي أن يتم في ضوء دراسة المجتمع، والمتعلم، وطبيعة العملية التربوية. ولهذا لا يعتبر اختيار المحتوى **(المحتوى العلمي)** عملية سهلة؛ فالمادة الدراسية تشمل عادة مجالات عدة، وكل مجال يشمل موضوعات، ولكل موضوع محاور رئيسة وأخرى فرعية، وهذه تتضمن بدورها **أشكال المعرفة العلمية وأنماطها المتضمنة في الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والنظريات العلمية**...الخ.

وفي السياق، تذكر أدبيات المناهج أنّ عملية اختيار المحتوى لها معايير يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار، ومن أبرز هذه **المعايير** أن يكون المحتوى مرتبطاً بالأهداف، وصادقاً وله دلالة وبخاصة فيما يتعلق بإكساب الطالب المتعلم **طبيعة المادة (العلوم) وطريقة التقصّي والبحث** فيها، وأن يرتبط (المحتوى) بالواقع الثقافي والحياتي الذي يعيش فيه المتعلم، ووجود توازن بين شمول المحتوى وعمقه، مع مراعاة حاجات المتعلمين الطلبة، وميولهم، وقدراتهم، واستعداداتهم، وقابلياتهم.

إنّ **معايير اختيار المحتوى** السابقة، كالارتباط بالأهداف، والصدق والدلالة، والصلة بالواقع، ومراعاة حاجات الطلبة وميولهم، وشمول وعمق المحتوى، تعتبر أيضاً معايير لاختيار الخبرات التربوية والأنشطة التعلمية العلمية Science Activities بحيث تعمل على تحقيق الأهداف المتضمنة في المجالات الثلاثة: المعرفية، والوجدانية، والنفسحركية.

أمّا بالنسبة إلى تنظيم محتوى **المنهاج** وأنشطته، فتشير أدبيات المناهج إلى وجود اتجاهين في **تنظيم محتوى المنهاج**، وهما: التنظيم المنطقي، والتنظيم السيكولوجي.

ويعني **التنظيم المنطقي** لمحتوى **المنهاج** تنظيم المادة لذاتها لا لأي اعتبار آخر؛ أي حسب الترتيب المنطقي للمادة نفسها. ولعلّ مركز الاهتمام في هذا التنظيم ينصب على حقائق المادة، ومفاهيمها، ومبادئها الأساسية. وفي مناهج العلوم، وربما ينسحب على مناهج المواد الدراسية الأخرى، فقد كانت المناهج التقليدية أو القديمة منطقية التنظيم. لذا، كان يطلق على المناهج **المواد الدراسية المنفصلة**.

أما **التنظيم السيكولوجي** لمحتوى المنهاج، فيدور حول المتعلم؛ إذ إنه - بعكس التنظيم المنطقي - لا يتضمن بالضرورة صفات الترتيب المطلق والمعرفة البحتة، بل تكون غايته (التنظيم السيكولوجي) هي **مراعاة حاجات المتعلمين (الطلبة) وميولهم** ورغباتهم وقدراتهم ونمائهم وفروقاتهم الفردية. ومع ذلك، لا بأس من الاستعانة بهذين التنظيمين (**المنطقي والسيكولوجي**) في بناء محتوى مناهج العلوم وتصميمها، ويتم التركيز على أحدهما في ضوء أهميته، ومناسبته لأعمار المتعلمين، أو تخصص المتعلم في فرع من فروع المعرفة العلميّة بوجه عام.

**وعليه؛ ثمة ثلاثة معايير ينبغي مراعاتها في تنظيم محتوى المنهاج، وهي:**

1. **الاستمرارية Continuity**، وتشير إلى **العلاقة (الرأسية)** بين العناصر الأساسية أو الخبرات التربوية المتماثلة في علاقتها مع الزمن؛ أي استمرار الأثر الناتج من كل منها فيدعمه، ويزيد الأثر الناتج من خبرة مماثلة لاحقة، كما في هدف تنمية التفكير العلمي أو اكتساب علميات العلم في مناهج العلوم وتدريسها.
2. **التتابع (أو التسلسل) Sequence**، بمعنى أن تكون **الخبرات التربوية مترابطة ومنظمة ومتتابعة**، وبالتالي لها صلة بالاستمرارية. وهذا يعني بالضرورة بناء خبرات تربوية لاحقة متتالية، تُبنى فوق خبرات سابقة بحيث تكون تلك الخبرات اللاحقة لها أثر عميق وأوسع كما في اكتساب **المفاهيم الكبرى** وتنميتها في مناهج العلوم كالطاقة، والصحة، والخلية...الخ. ولعلّ المنهاج الحلزوني يحقق فكرة التتابع والتسلسل في عرض المفاهيم والمبادئ الدراسية والتدرج في تعقيدها وزيادة عمقها مع التقدم في سنوات تعليمية لاحقة أو من صف إلى صف أو من مرحلة تعليمية إلى أخرى.
3. **التكامل Integration**، بمعنى أن تكون الخبرات التربوية متنوعة ومتكاملة؛ وفي هذا يُشير (التكامل) إلى **العلاقة الأفقية** بين الخبرات التربوية في

مناهج المواد الدراسية العلمية (كالأحياء والكيمياء مثلاً) أو غيرها بحيث تتكامل فيها الخبرات (أفقياً) وتحقق الأهداف التربوية بأقصى صورة ممكنة.

**ولضمان تنظيم محتوى المنهاج أو الخبرات التربوية جيداً**، فإنّه يلزم مراعاة بعض المعايير في المناهج بعامة، ومناهج العلوم بخاصة كما في: تحقق تراكمية التعلم (العلم) واستمراره، وتحقق مبدأ التكامل، والربط بين الفروع المختلفة، والتوازن بين التنظيمين: المنطقي والسيكولوجي، والاستمرارية في تنظيم المحتوى والخبرات التعليمية، ووجود بؤرة (أو مفهوم أو محور كبير) يتمركز حوله المحتوى والخبرات التعليمية، مع إتاحة المحتوى والخبرات التعليمية لاستخدام أكثر من طريقة للتعلم.

## ثالثاً: الطريقة: Method

وتتضمن الطريقة، وأنشطة التعلم العلمية، والوسائل التعليمية والتكنولوجيا التعلمية **Learning technology**. وفي هذا يصعب الفصل بين المحتوى (العلمي) والطريقة؛ فثمة علاقة وثيقة ومتبادلة ومتداخلة بين الطريقة والمحتوى. والمعلم **(معلم العلوم) هو الذي يقوم بمعالجة محتوى المنهاج** عن طريق ما يستخدمُ من طرائق وأساليب ومناح مختلفة في التدريس، وما يقدّم من أنشطة تعلمية ووسائل تعليمية وتكنولوجية مُعينة لتحقيق الأهداف التربوية المنشودة **ونتاجات التعلم Learning Outcomes المتوخاة.**

هذا، ويصعب بطبيعة الحال، أن نقترح طريقة أو أسلوباً أو منحىً (أو وصفة طبية علاجية) مثلى تصلح لتحقيق الأهداف جميعها والغايات المنشودة في مناهج العلوم وتدريسها. فقد تكون طريقة ما فعالة وناجحة في موقف تعليمي - تعلمي معيّن، وغير فاعله في موقف تعليمي - تعلمي آخر؛ وما يلائم معلماً ما قد لا يلائم غيره من المعلمين. هذا بالإضافة إلى **اختلاف أنماط التعليم Teaching Style لدى المعلمين، وأنماط التعلم Learning Style لدى الطلبة المتعلمين**، وبالتالي تباين الأداء المفضل لدى الفرد المتعلم (الطالب) لتنظيم ما يراه وما يدركه حوله، وأسلوبه في تنظيم خبراته في ذاكرته وبنائها، وأساليبه في استدعاء ما هو مخزون في الذاكرة، والاختلافات الفردية (بين الطلبة) في أساليب الإدراك والتذكر والتخيل والتفكير، والفروق الموجودة بين الطلبة في طريقتهم للحفظ والفهم والاستيعاب،

واستخدام البيانات وأنماط التفضيلات المعرفية لديهم ومعلميهم في معالجة المعلومات العلمية والأنشطة التعلمية التي تقدم إليهم. ومع ذلك، ثمة مدى واسع من الاستراتيجيات والطرق والأساليب والمناحي والنماذج والوسائل التعليمية والتكنولوجية المساعدة التي يمكن لمعلم العلوم أن يختارها أو يستخدمها (أو يسترشد بها) لتحقيق الأهداف التربوية في مناهج العلوم وتدريسها بمجالاتها الثلاثة: المعرفية (العقلية)، والنفسحركية (المهارات)، والوجدانية(الاتجاهات والقيم). وأساليبه ونماذجه.

هذا، ويتوقف اختيار **استراتيجية وطريقة التدريس وأساليبه ونماذجه** على عوامل عدّة أو (معايير) يمكن أن يكون من أبرزها ما يأتي:

1. **المرحلة التعليمية التي يعلم فيها المعلم (معلم العلوم).**
2. **مستوى الطلبة المتعلمين ونوعيتهم.**
3. **الهدف المنشود أو (النتيجة) المتوخاة من التدريس.**
4. **طبيعة المادة (أو المحتوى) الدراسية.**
5. **نظرة (وفلسفة) المعلم للعملية التعليمية - التعلمية (النظرية السلوكية مقابل النظرية البنائية) ومعتقداته التربوية والتعليمية.**

أمّا بالنسبة إلى **الأنشطة العلمية** Science Actvities التعلمية، فهي كل نشاط علمي تعليمي (أو تجربة مخبرية) يقوم به الطالب المتعلم أو المعلم (معلم العلوم) أو كلاهما، بغرض تعلم العلوم أو تعليمها سواء كان هذا النشاط (العلمي) داخل المدرسة أم خارجها طالما أنه يتم تحت إشراف المعلم (والمدرسة) وبتوجيه منه. من هنا، ينبغي تقديمها بشكل يثير عقل المتعلم (الطالب) ويتحداه، وتهيئة مواقف تعليمية - تعلمية مثيرة تسبب ما يُسمى (**الصدمة الفكرية**) للطالب لغرض البحث العلمي والتقصيّ والاكتشاف في ضوء **طبيعة العلم والعلوم الاستقصائية كمادة، وطريقة، وبحث وتفكير.**

وعليه؛ يُراعى في اختيار الأنشطة العلمية وتصميمها وبمساندة الوسائل التعليمية والتكنولوجية أن تكون على مستويات تعليمية - تعلمية علمية مختلفة؛ مما يتطلب معلم العلوم أن يحدّد نوع النشاط ومستواه وفقاً لأهداف التعلم ونوع الطلبة ومستواهم سواء بسواء. وفي هذا تقع الأنشطة العلمية المقترحة بوجه عام ضمن **أنواع الأنشطة العلمية** الثلاثة الآتية:

1. **أنشطة علمية عامة** للطلبة جميعهم، وهدفها تعليم المفاهيم والمبادئ لجميع الطلبة انطلاقاً من خبرات المتعلم نفسه (السابقة)، بحيث تقود إلى تعلم (بناء) المفاهيم والمبادئ العلمية بوجه عام.
2. **أنشطة علمية تعزيزية** للطلبة جميعهم، وهدفها تثبيت (تعميق) وتعزيز تعلم المفاهيم والمبادئ العلمية التي تعلمها (ويتعلمها) الطالب.
3. **أنشطة علمية إغنائية**، وهي أنشطة يقوم بها (بعض) الطلبة، وهدفها تجاوز المعرفة العلمية التي حصل عليها الطالب إلى معرفة علمية جديدة وراء معرفة كتاب العلوم (المقرّر).

هذا، ولتحقيق الأنشطة العلمية لأهدافها، وفي ضوء حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها، فإنّه ينبغي تنفيذ الأنشطة العلمية التعلمية من خلال الخبرات الحسيّة المباشرة؛ أي **بتشغيل اليدين** Hands - On، **وتشغيل العقل (الفكر)** Minds On -، **وتشغيل الرأس (الدماغ)** Heads - On. وفي هذا تكون مستويات الأنشطة الاستقصائية (للبحث والتقصي والتفكير) على مستويات ثلاثة، هي: **مبنيّة Structured، أو موجهة Guided، أو حرّة (مفتوحة) Open**. ويتم تقديمها إمّا من خلال طرح (الأسئلة البحثية) Research questions التي لا يوجد لها جواب محددّ واضح يمكن تحديده (مباشرة) في الكتاب، أو من خلال عرض أو تقديم (مشكلة) أو (إشكالية) للطلبة تسبب الإثارة والصدمة (الفكرية)، وبالتالي حبّ الاستطلاع والفضول (الطبيعي) العلمي وحفزهم لمتابعة النشاط العلمي – التعلمي.

## رابعاً: التقويم: Evaluation

يُعدّ التقويم، كعنصر أساسي من عناصر المنهاج، مكوناً أساسياً في مناهج العلوم وتدريسها؛ نظراً لأهميته في **(التغذية الراجعة)** للمنهاج من جهة، وتحديد مقدار ما تحقق ويتحقق من الأهداف التعليمية والغايات التربوية المنشودة أو المتوخاة والتي ينتظر منها أن تنعكس إيجابياً على الفرد المتعلم (الطالب) والعملية التربوية من جهة أخرى.

كما يعد **تقويم أداء المعلم (معلم العلوم)** ركناً مكملاً ومهماً في العملية التعليمية- التعلمية؛ لما له من تأثير قوي مباشر في **أدائه التعليمي وممارساته التدريسية**، وفي الفرد المتعلم (الطالب) في تعديل سلوكه (من خلال التعلم) أو فكرة

أو وجدانه. هذا، وتجمع أدبيات المناهج ومنشوراتها على **حتمية تقويم التعلم (والمنهاج) في العلوم** لمعرفة مدى تحقق الأهداف المتوخاة، وتعزيز عناصر القوة في العملية التربوية وإقرارها ومكافأتها، ومعالجة عناصر الضعف والثغرات فيها لتحسين تدريس العلوم ورفع سويته ونوعيته. ويتضمن تقويم التعلم في مناهج العلوم وتدريسها، تقويم **نتاجات التعلم Learning outcomes** في العلوم، وتحديد مقدار ما يتحقق من الأهداف التعليمية المنشودة أو المرسومة في المجالات التربوية الثلاثة: المعرفية (العقلية)، والنفسحركية، والوجدانية المتعلقة بما يأتي:

1. تقويم اكتساب (تحصيل) الطلبة **للمعرفة العلمية** بأشكالها وأنماطها المختلفة.
2. تقويم امتلاك (اكتساب) الطلبة **لعمليات العلم** ومهاراته المختلفة.
3. تقويم امتلاك الطلبة **لطرق العلم** وتطبيقها في الأنشطة العلمية وحل المشكلات، والاستقصاء العلمي، والتفكير العلمي.
4. تقويم **العمل المخبري والمهارات المخبرية** وما يرافقها من الأنشطة العلمية.
5. تقويم **الاتجاهات والميول** والاهتمامات العلمية.
6. تقويم أداء المعلم **(معلم العلوم)**.
7. تقويم مدى تحقق **الثقافة العلمية (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية)**، وعادات العقل (الفكر) الأساسية، ومجالات الإبداع العلمي لدى الطلبة؛ وذلك في ضوء مناهج العلوم التي انبثقت من **حركات إصلاح مناهج العلوم العالمية** المعاصرة.

أمّا بالنسبة إلى **تقويم (المنهاج) بما فيه مناهج العلوم**، فإن التقويم (الشامل) للمنهاج يتطلب (تقويمه) في مجالات وجوانب شتى يمكن أن يكون من أبرزها ما يأتي:

1. **تقويم نمو الطلبة** وذلك باعتبار أنّ (النمو) هو هدف التربية، وتظهر آثاره في نواحٍ متعددة من مثل: اكتساب (بناء) المعرفة، والمهارات، والاتجاهات، والقيم.
2. تقويم نمو الطلبة في **القدرة على البحث والتقصيّ والتفكير** في المادة (المبحث).
3. تقويم نمو الطلبة في **المهارات العلمية أو العمليات العلمية (العقلية)** الأساسية والتكاملية.

4. تقويم اتجاهات الطلبة (العلمية) وميولهم واهتماماتهم (في العلوم).

5. تقويم مدى تمثل الطلبة **للقيم** المتضمنة في المنهاج.

6. **تقويم كتاب العلوم المدرسي، ودليل المعلم، ودليل الطالب** والأنشطة العلمية والمخبرية على حدّ سواء.

7. تقويم (النمو) العام للطلبة عقلياً، واجتماعياً، وانفعالياً، وبالتالي تقويم **التكيف الشخصي والاجتماعي** للطالب المتعلم.

8. تقويم **أداء المعلم** / معلم العلوم بوسائل وأدوات مختلفة لتحديد مدى فاعلية تدريسه وانعكاس (أدائه) وممارساته التدريسية والمهنية على أداء طلابه وتعلمهم وتقدمهم في عملية التعلم.

9. **تقويم المدرسة** باعتبارها المؤسسة التربوية التي تهيئ البيئة التعليمية والمناخ المناسب لنمو الطلبة.

10. تقويم **أثر المنهاج (أو مناهج العلوم) في البيئة والمجتمع**، وذلك باعتبار أنّ **المدرسة في كل بيت، وكل بيت في المدرسة**، وأنّ (المدرسة) هي المصب الذي يُفترض أن تظهر فيه آثار المنهاج المدرسي بطريقة مباشرة أو غير مباشرة؛ وقد يتأتى ذلك من خلال تقويم كفاءة الخريجين **(المخرجات)** في عملهم، وقدرتهم على التكيف في الحياة، والاستجابة لمتطلبات المجتمع وحاجاته.

وفي هذا كله، يتبيّن مما سبق مدى (الشمول) الذي يمكن أن يتضمنه تقويم المنهاج (منهاج العلوم)؛ إذ إن كل مجال أو جانب من جوانب التقويم يتطلب (بحثياً) دراسات وبحوث عديدة خاصة، وبخاصة أنها تتعلق مبدئياً **بنواتج Products التعلم ومخرجاته**، ونمو الطلبة، ومعلم العلوم، والخبرات التربوية والأنشطة العلمية، والمدرسة... الخ التي يُنتظر أن تظهر جلّها في البيئة والمجتمع سواء بسواء.

## تنظيمات المنهاج Curriculum Organization

يتطلب **تخطيط المنهاج** بداية التعرف على مجال المنهاج (العلوم مثلاً)، وتحديد الأهداف، والمحتوى، وتنظيم الخبرات التربوية (التعليمية)، وتحديد طرائق التدريس والوسائل التعليمية والتكنولوجية، والتقويم، والتجريب، وتنفيذ المنهاج، وتقويمه.

ويُنظم المنهاج / منهاج العلوم بتنظيمات وتصميمات مختلفة ومتعددة وفقاً لمحوريته أو تركيزه إمّا حول **المعرفة، أو المتعلم، أو المجتمع، أو خليط** منها. وتُشير أدبيات المناهج ومنشوراتها إلى أن ثمة تنظيمات مختلفة من المناهج، مع ملاحظة أنه لا يوجد تنظيم منهاجي نقي خالص؛ بمعنى أنّ ثمة تداخلاً ولو بسيطاً بينها؛ مما يتطلب تبيان بعض الخصائص المميّزة (الجوهرية) لها ومحدّداتها (قصورها) وما يترتب عليها. ومن هذه **التنظيمات**: منهاج المواد الدراسية المنفصلة، ومنهاج النشاط، ومنهاج الوحدات، والمنهاج المحوري، والمنهاج التكنولوجي.

## أولاً: منهاج المواد الدراسية المنفصلة Subject - Matter Curriculum

يتمحور منهاج المواد الدراسية المنفصلة حول (المعرفة) ليكوّن مواد (مباحث) دراسية منفصلة من مثل: منهاج الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض وغيرها. ولهذا اعتبر هذا التنظيم من أقدم تنظيمات المنهاج وأكثرها انتشاراً في العالم. وعليه؛ فإنّ المنهاج يتمركز حول (**المعرفة**) **العلميّة Knowledge**، وأساس التنظيم المنهاجي هو اتباعه التنظيم المنطقي؛ أي منطق المادة نفسها الذي يحدّده المتخصصون فيها. ومن أمثلة هذا المنهاج في مناهج الرياضيات مثلاً: الحساب، والجبر، والهندسة؛ وفي مناهج اللغة العربية: القواعد، والقراءة، والنصوص، والتعبير؛ وفي العلوم الاجتماعية: التاريخ والجغرافيا... الخ.

وتشير أدبيات المناهج إلى أنّ من **خصائص هذا المنهاج (منهاج المواد الدراسية المنفصلة)** أنه يُنظم حقائق المادة ومفاهيمها ومبادئها تنظيماً منطقياً؛ ويركز اهتمامه على شرح المعلومات واستيعابها وذلك بتزويد الطلبة بأكبر قدر ممكن من المعلومات والمعرفة العلمية بغض النظر عن وظيفيتها؛ ويتم تخطيطه مقدماً، وتتم الأنشطة التعليمية (العلمية) بمعزل عن المقررّات (المباحث) الأخرى؛ وبالتالي لا يأخذ تكامل أهداف التعلم بعين الاعتبار، وذلك باعتبار التربية عملية تربوية مقصودة ومستمرة، وفيها يُنظر إلى **أهداف التعلم نظرة متكاملة تتكامل** فيها الأهداف المعرفية، والوجدانية، والنفسحركية. كلّ هذا أدّى إلى تسمية **المنهاج منهاج المواد الدراسية التقليدي Traditional Subject - Matter Curriculum**.

وقد أدّت كل تلك الخصائص إلى نتائج وانعكاسات (سلبية) غير تربوية؛ ممّا جعل مختصي المناهج يبذلون مجهودات كبيرة لتحسين منهاج المواد الدراسة

المنفصلة بهدف تلاشي أوجه القصور والمحدّدات التي تمت الإشارة إليها. وقد أدّى ذلك إلى ظهور مناهج المواد الدراسية (المنفصلة) المحسنة التالية:

**1. منهاج المواد المترابطة:**

في هذا المنهاج يبقى تنظيم الموضوعات منفصلة، باستثناء ما يتفق معلموها على إيجاد نوع من الترابط بينها؛ بمعنى أنه قد يحدث شيء من **تنظيم بعض المفاهيم المشتركة وتقويتها، ويحدث نوع من التكامل بين فروع المعرفة المختلفة**، إلاّ أنه في الوقت نفسه تظل الموضوعات منفصلة، ويكون الترابط، كما يبدو، ظاهرياً ويكاد لا يمت للمحتوى بصلة قوية بوجه عام.

**2. منهاج الإدماج:**

يسمّى هذا المنهاج **منهاج المجالات الواسعة**؛ وفيه يمكن إدماج فروع العلوم المختلفة (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض، والفلك) في مجال أو ميدان واحد يسمّى (**العلوم العامة**) General Science، وكذلك فروع اللغة العربية في مجال (**فنون اللغة**)، وفروع الرياضيات (الحساب والجبر والهندسة) في مجال (**الرياضيات**)، والتاريخ والجغرافيا والتربية الوطنية في مجال (**العلوم الاجتماعية**) وهكذا دواليك.

ومع هذا الإدماج، إلاّ أنه يلاحظ في واقع المناهج (العلوم العامة مثلاً) أنّ الفواصل، وإن قلّت نسبيّاً، لا تزال قائمة بين هذه التجمعات والموضوعات العلمية المختلفة.

**3. منهاج التكامل:**

يعد هذا المنهاج **منهاجاً وسطاً بين انفصال المادة الدراسية وإدماجها**؛ إذ إنه يعترف بالمواد المنفصلة، وفي الوقت نفسه يتخطى حدودها عند الضرورة وفي أثناء العملية التدريسية. وعليه؛ يقدم هذا المنهاج فرصاً مفتوحة أمام الطلبة ليختاروا مشكلات أو مواقف حياتية يقومون بمعالجتها تحت توجيه المعلم وإشرافه. وفي أثناء معالجة المشكلة، يمكن للطلبة أن يقوموا بانتقاء أجزاء من المواد الدراسية يشعرون بالحاجة إليها، ثم يقومون بدراسة أجزاء المواد التي انتقوها بحيث (تتكامل) **Integration** أمامهم هذه المواد مع معالجة المشكلة وقيامهم بأوجه الأنشطة المتعددة.

## ثانياً: منهاج النشاط Activity (Experience) Curriculum

يتمركز منهاج النشاط (أو منهاج الخبرة) حول **الطالب (المتعلم)** مقابل منهاج المواد المنفصلة الذي يركز اهتمامه على (المادة الدراسية) نفسها. وعليه؛ وكما يدل الاسم، فإنّ منهاج النشاط يوجه عنايته الكبرى إلى **الأنشطة (العلمية)** Science Activities التي يقوم بها الطلبة، وما تتضمنه هذه الأنشطة من خبرات تربوية (مربية) متنوعة، تؤدي في النهاية إلى تعلمهم تعلماً مرغوباً به، وإلى (نموهم) نمواً متكاملاً. ولتحقيق ذلك، ينبغي أن يكون **المعلم (معلم العلوم)** مُعداً إعداداً أكاديمياً وتربوياً ومهنياً وبيداغوجياً من جهة، وأن تتمركز الأنشطة (العلمية) على تعلم الطالب المتضمن تشغيل اليدين، **وتشغيل العقل (الفكر)**، **وتشغيل الرأس** معاً من جهة أخرى.

وفي هذا السياق، تذكر أدبيات المناهج بعض **خصائص منهاج النشاط** المتمثلة في أنّه يُنظم مبدئياً حول المتعلم (التنظيم السيكولوجي)؛ ويتمركز جلّ اهتمامه حول (المتعلم)؛ ومحتواه يتحدد في ضوء **ميول الطلبة واهتماماتهم وحاجاتهم**؛ ويتخطى الحدود أو الحواجز الفاصلة بين المواد الدراسية؛ والمعلومات فيه ليست غاية في ذاتها، بل وظيفية، ولا يُعدّ المنهاج مُقدّماً (خطوطه العريضة تعد سلفاً)؛ ويعتمد على العمل الجماعي التعاوني والتخطيط المشترك؛ **وطريقة حل - المشكلات Problem Solving** هي (الطريقة) السائدة في هذا المنهاج بوجه عام.

وفي هذا، **تتماشى طريقة حل - المشكلات مع طبيعة عملية التعلم** لدى الأفراد المتعلمين (الطلبة)؛ إذ تقتضي أن يوجد لدى الطالب (المتعلم) هدف أو غرض يسعى لتحقيقه. وعليه؛ فإن استخدام معلم العلوم وإثارته لمشكلة علمية (أو موقف مُشكل) أو (سؤال علمي محيّر) كمدخل للأنشطة العلمية يكون دافعاً أو حافزاً داخلياً لدى الطالب **للتفكير والبحث والاستقصاء العلمي**، وبالتالي متابعة النشاط لحل المشكلة المبحوثة. كما تجمع الطريقة (حل - المشكلات) في إطار واحد مفهوم **العلم (المادة، والطريقة، والتفكير)**؛ فالمعرفة العلمية وسيلة للتفكير العلمي ونتيجة له في الوقت نفسه. كما تتضمن الطريقة اعتماد (المتعلم) على نشاطه الذاتي، وبالتعاون مع زملاء آخرين من حين إلى آخر، تمكنه من اكتشاف المفهوم أو المبدأ أو الطريقة وحل المشكلة وتطبيقها في مواقف تعليمية أو حياتية أخرى؛ مما يؤدي بالنهاية إلى تحقيق ذاته، وتنمية التفكير العلمي لديه. وهذا كله يجعل بعض التربويين يُطلقون

عليه منهاج حل - المشكلات **Problem - Solving Curriculum** تمييزاً له عن المنهاج القائم على حل المشكلات **Problem - based Curriculum**.

ومن **التطبيقات على منهاج النشاط**، منهاج المشروع (أو المشروعات) **Project Curriculum** الذي يُعد الصورة الأكثر شيوعاً في المنهاج. وعملياً، يُعتبر (المشروع) في أدبيات المناهج وطرائق تدريسها، وبخاصة في مناهج العلوم، (منهاجاً) و(طريقة) في التدريس؛ وبالتالي يُنظر إليه كتنظيم منهاجي، وصورة تطبيقية لمنهاج النشاط والخبرة.

ولكي يكون (**المشروع**) **Project** وحدة من الإجراءات التعليمية التطبيقية (العملية) يجب أن يكون ذا أهمية يحس (المتعلم) به كارتباطه بحاجاته أو ميوله أو اهتماماته الاجتماعية؛ وأن يكون له **هدف تعليمي - تعلمي** واضح، يعمل بمثابة الدافع ليحقق الغرض منه ويوجهه؛ وأن يشترك في تنظيمه الطلبة (المتعلمون) تحت إشراف المعلم وتوجيهه؛ وبالتالي يشتمل على التقصّي والبحث لمواجهة (المشكلات) وحلّها، كما في على سبيل المثال، دراسة **مشكلات البيئة (التلوث)** في المنطقة وبحثها.

هذا، ويعد **اختيار المشروع نقطة الانطلاق الأهم في مراحل المشروع** (اختياراً، وتخطيطاً، وتنفيذاً، وتقويماً)؛ مما يتطلب (المعلم) ومعلم العلوم بشكل خاص، مراعاة بعض **المعايير عند اختيار المشروع** كما في: أن يتفق (المشروع) مع ميول الطلبة وحاجاتهم؛ وأن يتناسب مع مستوى الطلبة وقدراتهم واستعداداتهم؛ وأن يؤدي إلى إكساب الطلبة خبرات تربوية متعددة الجوانب؛ وأن يساعد بالتالي على (نمو) الطلبة نمواً متكاملاً في النواحي العقلية، والوجدانية، والنفسحركية، والجسمية، والاجتماعية؛ وأن يكون **مُجمل المشروعات متنوعة ومتزنة ومتوازنة** في ضوء إمكانيات المدرسة وظروفها واهتمامات الطلبة ومعلميهم سواء بسواء. وهذا كله يتطلب **تقويم المشروع** تقويماً مستمراً منذ بدايته وحتى نهايته وذلك في ضوء معاييره ومحكاته الآنفة الذكر.

وبوجه عام، ومن حيث كون منهاج النشاط (تنظيماً) منهاجياً من تنظيمات المنهاج، وكتقويم عام له، فإنه في ضوء أدبيات المناهج وطرائق تدريسها، يراعي مفهوم الخبرات التربوية (المباشرة) والبيئة، ويراعي الترابط الأفقي (مع محدوديته بمراعاة الترابط الرأسي)، ويتخطى الحواجز الفاصلة بين المواد الدراسية، ويراعي

الأساس السيكولوجي (النفسي) والفلسفي في تنظيمه، والأسس المبدئية في التقويم من حيث كونها **عملية تشخيصية - علاجية، وشمولية، واستمرارية، وتعاونية** بين الطالب (المتعلم) والمعلم وأولياء الأمور على حدّ سواء.

### ثالثاً: منهاج الوحدات Unit Curriculum

ظهر منهاج الوحدات أو كما يُسمّى أحياناً (**منهاج الوحدات الدراسية**) كتنظيم من تنظيمات المناهج، لمعالجة بعض القصور أو المحدّدات في المناهج التقليدية كما في محاولة إبراز وحدة المنهاج، وتوكيد وحدة المعرفة (العلمية)، وربط (التربية والتعليم) بالحياة، وإيجابية الطالب (المتعلم) ونشاطه في اكتساب المعرفة أو بنائها.

وكما ذكر عن منهاج النشاط (كتنظيم، وطريقة في التدريس)، فإنّ مختصي المناهج وطرائق تدريسها يرون أنّ **الوحدة هي (تنظيم) خاص في المادة الدراسية و(طريقة)** في التدريس، تضع الطلبة (المتعلمين) في مواقف تعليمية - تعلمية متكاملة، بحيث تستجر اهتماماتهم وتثيرها، ويتطلب منهم (نشاطاً) متنوعاً يؤدي بالنهاية إلى مرورهم في خبرات تربوية معينة، لتحقيق الأهداف التربوية المنشودة أو المتوخاة. وقد أطلق بعضهم عليه (**منهاج الوحدات**)، بينما أطلق عليه آخرون (الوحدات الدراسية) دون ذكر كلمة المنهاج.

ولتحقيق ذلك، **ينظم المنهاج (تخطيطياً) في صورة عدد من الوحدات**، مما يتطلب أن يكون لها مرجع (أو دليل) وحدة يساعد المعلم / معلم العلوم ويوجهه تربوياً ومهنياً لتدريس الوحدة. هذا، وتقوم (الوحدات) على مبادئ وأسس من أبرزها **التكامل المعرفي**، والعلاقة بين الحياة المدرسية وخارجها، والاهتمام (بالنشاط)، وشمولية الخبرات التربوية (المعرفية، والوجدانية، والنفسحركية)، ومبادئ التقويم الأساسية (الشمولية، والاستمرارية، والتعاونية). وفي السياق، ثمة نوعان من الوحدات، هما:

#### 1. الوحدات القائمة على المادة الدراسية: Subject - Matter Unit

وتعتبر، كما يشير الاسم، **المادة الدراسية** المحور الرئيسي لهذا النوع من الوحدات. وقد يُشار إليها (بمنهاج المواد الدراسية)؛ وفي هذا تشترك بمسمّى (المادة الدراسية) مع منهاج المواد الدراسية المنفصلة، إلاّ أنها تختلف في أنّ المعلومات تعالج

نواح مهمة في حياة الطلبة، وبالتالي فإن المعلومات (وظيفية)؛ كما أنها لا تتقيد بالتنظيم السيكولوجي (النفسي) للمادة، ولا بالحدود أو الحواجز الفاصلة بين فروع المادة أو بين مادة تعليمية وأخرى. وثمة صور مختلفة للوحدات القائمة على المادة الدراسية، كما في: وحدات تدور حول (موضوع) من موضوعات المادة الدراسية – كالطاقة في حياة الإنسان؛ أو وحدات تدور حول (مشكلة) من المشكلات وتوضع بصيغة سؤال بحثي كما في (مشكلة المواصلات) أو (حوادث السير) أو أثر (النفط) في حياة الناس؛ أو وحدات تدور حول تعميم أو (مبدأ) أو قاعدة (علمية) كما في (تكاثر النباتات خضرياً أو بذرياً) أو (يؤثر الإنسان في البيئة ويتأثر بها).

### 2. الوحدات القائمة على الخبرة: Experience Unit

ويشير هذا النوع من الخبرات كما يدل الاسم، إلى جعل (**الخبرات**) محور ارتكازها. ولتحقيق ذلك، يتطلب أن تتاح الفرصة أمام الطلبة للقيام بأكبر قدر من (**الأنشطة**) **العلمية** بحيث يتم ربط الأنشطة بحاجاتهم، وميولهم، أو مشكلاتهم. وبهذا تتفق إلى حدّ بعيد مع **منهاج النشاط Activity Curriculum.**

وتتطلب **الوحدات القائمة على** (**الخبرات**) توافر بعض (المعايير) التي من أبرزها: **أن تكون الوحدة مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بحاجات الطلبة ومشكلاتهم** (المتغيرة وفقاً لنموهم، والظروف البيئية والاجتماعية والثقافية التي يمرون بها)؛ وأن يقوم المختصون والخبراء بوضع الخطوط العريضة وبناء الهيكل العام لعدد من الوحدات مع التركيز على أهداف كل وحدة؛ وأن يقوم الطلبة بالاختيار من هذه الوحدات، ثم يشتركون مع معلميهم في تخطيط جوانب الوحدة مسترشدين بالخطوط العريضة التي وضعها الخبراء والمختصون؛ وأن يكون التركيز في هذه الوحدات على (**الأنشطة**) **العلمية** المتنوعة، وبالتالي مراعاة الفروق الفردية بين الطلبة المتعلمين.

وفي هذا ثمة **اعتبارات ينبغي مراعاتها عند التخطيط لوحدة ما** من أبرزها كما توثقها أدبيات المناهج وطرائق تدريسها، ما يأتي: تشخيص ميول الطلبة وتحديد حاجاتهم؛ وتحديد أهداف الوحدة؛ واختيار (محتوى) الخبرات التربوية وتنظيمها (بالاستمرارية، والتتابع، والتكامل) بحيث تتماشى مع الأهداف المنشودة؛ وتحديد

طرائق التدريس والوسائل التعليمية والتكنولوجية التي تساهم في تحقيق الأهداف؛ وتحديد أساليب التقويم للتحقق من مدى تحقيق أهداف الوحدة الموضوعة.

هذا، ولكل وحدة مرجع (دليل) يسمى (**مرجع أو دليل الوحدة**) سواء كانت قائمة على **المادة الدراسية أم على الخبرة**. ومرجع الوحدة (أو الدليل) يخص المعلم / معلم العلوم وليس (الطالب)، ويعتبر مرشداً وموجهاً للمعلم توجيهاً تربوياً ومهنياً لأداء مهماته ورسالته؛ وذلك للتغلب على المشكلات التي قد تواجهه عند تنفيذ الوحدة. ويزود مرجع (دليل) الوحدة المعلم بالبيانات اللازمة عن الوحدة من حيث أهدافها، والأنشطة المناسبة لتنفيذها، وطرائق التدريس الملائمة، والوسائل التعليمية التكنولوجية التي ينبغي استعمالها، وأساليب التقويم الواجب اتباعها، والمراجع والكتب التي يمكن الرجوع إليها والاستعانة بها بما فيها القراءات الخاصة بالمعلم والطالب على حدّ سواء.

### رابعاً: المنهاج المحوري Core Curriculum

يتبيّن من العرض السابق لتنظيمات المنهاج، أنّ **المناهج تطورت وتغيرت تدريجياً من حيث تنظيماتها** عن طريق تهذيبات وتعديلات طرأت ابتداءً على (منهاج المواد الدراسية المنفصلة) أو ما سمّي (المنهاج التقليدي)؛ ممّا أدّى إلى ظهور منهاج المواد المترابطة ثم منهاج الإدماج (أو منهاج المجالات الواسعة) ثم منهاج التكامل (وسط بين المنهاجين السابقين)، ولكنها لم تحقق الأهداف المنشودة أو المتوخاة.

وبعد ذلك، ظهر منهاج الوحدات (**أو منهاج الوحدات الدراسية**) الذي استهدف إزالة الفواصل أو الحواجز بين المواد الدراسية في الوقت الذي أتاح الفرصة أمام الطلبة للقيام (بالأنشطة) العلمية المختلفة؛ بمعنى أنّه قلّل من التركيز على المادة وزاد من اهتمامه بالطالب (المتعلم) عن **طريق (الأنشطة) العلمية** التي يهيؤها المنهاج (الوحدات) له. وبهذا أدخل منهاج الوحدات الدراسية (النشاط) على مناهج المدرسة واعتبرته جزءاً لا يتجزأ من مناهجها بعد أن كان يقدّم (أي النشاط) بصورة ثانوية. وعليه؛ ظهر منهاج النشاط كردّ فعل مباشر للمنهاج التقليدي؛ إذ إنه نقل بؤرة الاهتمام من المادة إلى المتعلم، وجعله محور العملية التربوية من خلال الاهتمام بحاجاته وميوله ورغباته اهتماماً كبيراً، وقد انتشر (منهاج النشاط) وطبق في **المدارس الابتدائية** بشكل خاص، بالتزامن مع (منهاج الوحدات)؛ وبذلك أصبحت

**المرحلة الابتدائية** ميداناً خصباً تطبيقياً لمنهاجي الوحدات والنشاط المتمثل بمنهاج (المشروعات). كلّ هذا أدّى إلى طرح تساؤل يتعلق بمدى صلاحية تطبيق هذين المنهاجين في **المدرسة الثانوية**، وبخاصة أنّ هذه المناهج تركز تركيزاً كبيراً على ميول الطلبة ورغباتهم مما يؤدي إلى عدم الاهتمام (بالمجتمع) بالدرجة الكافية في حين أن طلبة المدرسة الثانوية على أبواب التعليم الجامعي والانخراط في الحياة داخل المجتمع؛ مما يتطلب التركيز في المنهاج المقترح للمدرسة الثانوية على **المجتمع واتجاهاته ومشكلاته**. وقد أدّى هذا الطرح إلى **التفكير في منهاج يعمل على إشباع حاجات الفرد وميوله في إطار اجتماعي** مع الاستفادة في الوقت نفسه من النجاح الذي حققته المدرسة الابتدائية بتطبيق منهاج الوحدات ومنهاج النشاط (المشروعات). كلّ ذلك مهد الطريق لظهور **المنهاج المحوري**.

هذا، وعلى الرغم من اختلافات مختصي المناهج في تعريفات المنهاج المحوري، إلاّ أنه يظل يمثل نقله نوعية كبيرة من تنظيمات المنهاج التقليدية إلى تنظيمات المنهاج الحديث؛ إذ إنّه يضع في اعتباره **المتعلم، والخبرات التربوية، والمجتمع** سواء بسواء. ومن هذا المنطلق أو المفهوم، يتخذ المنهاج المحوري من حاجات الطلبة ومشكلاتهم وربطها بحاجات المجتمع ومشكلاته محوراً تدور حوله العملية التعليمية ويكسب نوع التعليم الذي يقدم صفة (العمومية)؛ مما جعل النظم التربوية التي تطبق هذا المنهاج تخصص وقتاً **للدراسات (التخصصيّة) بجانب الأوقات المخصصة للدراسات (العامة)** التي يركز عليها المنهاج (البرنامج) المحوري.

ومن **خصائص ومميزات المنهاج المحوري** كما تذكرها أدبيات المناهج، أنه استطاع التخلص من العيوب الرئيسة لمنهاج المواد التي انحصرت في (إهمال المتعلم والمجتمع والأنشطة، والفصل بين المواد، والتركيز على المعلومات). كما استطاع التخلص من مثالب منهاج النشاط التي انحصرت في إهمال المجتمع، والتركيز المبالغ فيه على ميول الطلبة. هذا، بالإضافة إلى أن محتوياته تتحدّد في ضوء **حاجات الطلبة** العامة ومشكلاتهم المشتركة في **إطار اجتماعي**؛ ويطلب من الطلاب جميعهم دراسته، ولا يتقيد بالحدود والحواجز الفاصلة بين المواد؛ ويقوم العمل فيه على أساس التخطيط المشترك لكنّه يتطلب وقتاً طويلاً لدراسته، وإعداداً خاصاً للمعلم / معلم العلوم، وذلك نظراً لتنوع الموضوعات الدراسية (العامة والخاصة) التي يندر

أن يلم بها معلم واحد دون إعداد أكاديمي وتربوي مهني مسبق وعلى درجة عالية من الكفاءة والكفاية المهنية.

### خامساً: المنهاج التكنولوجي Technoloy Curriculum

بالإضافة إلى ما سبق من تنظيمات المناهج، ثمة تنظيمات منهاجية أخرى فرضتها التطورات في المناهج وطرائق تدريسها مع يصاحبها من تغيرات تربوية أبرزها (الأهداف) التربوية المنشودة أو المتوخاة، بالإضافة إلى التطورات العالمية الاقتصادية والاجتماعية والسياسية، وعلى رأسها **الثورة التكنولوجية** (المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية) وتطبيقاتها، **وحركات إصلاح المناهج بعامة، وإصلاح مناهج العلوم والرياضيات** بخاصة. وقد ظهر من جملة هذه التحولات والتطورات مسميّات جديدة لتنظيمات منهاجية جديدة ومنها **المنهاج التكنولوجي**.

وفي هذا السياق، تشير أدبيات المناهج إلى أنّ المنهاج التكنولوجي منهاج منظم ومخطط يُبنى بأسلوب علمي، ويتم تجريبه وتعديله (تقويمه) طبقاً للبيانات المجمعة إلى أن يصل إلى صورة تضمن نجاحه وفاعليته. وفي هذا تتم الاستعانة **بالتكنولوجيا التربوية (الكمبيوتر التعليمي والتكنولوجيا التربوية)** لتصميم المواقف التعليمية - التعلمية وتنظيمها وتنفيذها من جهة، وتقويم أثرها في الطلبة بدلالة نواتج التعلم Learning Outcomes وأهدافه من جهة أخرى.

ومن **صور المنهاج التكنولوجي وتطبيقاته التعليم المبرمج؛ والتدريس بمساعدة الكمبيوتر Computer - aided Instruction (CAI)**؛ والنظام الشخصي للتدريس Personalized System of Instruction (PSI)؛ والتدريس الوصفي الفردي Individually Prescribed Instruction (IPI) في المرحلة الابتدائية؛ **والتعليم عن بُعد Distance Education**؛ **والتعليم (والتعلم) الإلكتروني E-Learning** بوجه عام. ولعلّ هذا المنهاج (التكنولوجي) والصور الأخرى له الآنفة الذكر، تمهد الطريق إلى بدايات **تركيز مناهج العلوم والتربية العلمية** على الجانب التكنولوجي كمكوّن أساسي مطلوب في تحقيق هدف **الثقافة العلمية** (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية) كما سيتبيّن ذلك في فصول الكتاب القادمة. وفي هذا، ثمة أسئلة مفتوحة من بينها: **كيف أنّ مناهج العلوم واستراتيجيات تدريسها يمكن أن يعاد تصميمها للاستفادة من التكنولوجيا الحديثة وتطبيقاتها؟ وما أفضل**

(أنسب) **الطرائق والأساليب والمناحي الفعالة لاستخدام هذه التكنولوجيا؟** وهل يمكن للتكنولوجيا الحديثة أن تستخدم بفاعلية لتحسين التعلم والتعليم، والتقصّي والاكتشاف، ومهارات حل - المشكلة لدى الطلبة على اختلاف مستوياتهم وخلفياتهم الثقافية والعرقية؟ لعلّ مثل هذه الأسئلة ومشتقاتها يمكن مناقشتها أو معالجتها في ثنايا فصول الكتاب القادمة.

# الفصل الثاني

# الخصائص المميّزة لمناهج العلوم

# Characteristics of Science Curriculum

## المدخل: Introduction

لكل منهاج من فروع المعرفة الإنسانية طبيعته الخاصة به تميزه عن غيره من فروع المناهج التعليمية الأخرى. وتشمل هذه الطبيعة المنهجية لهذا الفرع أو ذاك ومحتواه ونواتجه، وأهدافه، وطرقه وعملياته، واتجاهاته وتوجهاته، وأساليب البحث والتفكير، وأخلاقيات العمل فيه، وغير ذلك مما يرى المختصون والباحثون في دراسته وبحثه أنه ضروري لفهم ذلك المنهاج فهماً جيّداً لتحقيق أهدافه ونتاجاته التعلميّة وأغراضه المتوخاة.

وعليه؛ ثمة مفاهيم أساسيّة وطبيعة ذات نكهة وطعم خاص تتميز بها العلوم وتتردّد في أدبيّات التربية العلميّة **Science Education** ومناهج العلوم وتدريسها. ومن هذه المفاهيم: العلم Science، وطبيعة العلم Nature of Science، والمسعى العلمي Scientific Enterprise، والطبيعة الاستقصائية للعلوم (الاستقصاء العلمي) Scientific Inquiry، وعمليات العلم Science Processes، والمختبر Laboratory، والأنشطة العلمية Science Activities، وحل المشكلة Problem Solving، والثقافة العلميّة Scientific Literacy.

هذا، بالإضافة إلى أنّ ثمة مفاهيم علميّة أخرى ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالعلم وتدريس العلوم في ظل حركات إصلاح مناهج التربية العلمية العالمية المعاصرة ومناهج العلوم وتدريسها كما في: العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)، والعلم والرياضيات والتكنولوجيا. وفي هذا، يأتي هذا الفصل لإلقاء الضوء على هذه المفاهيم المميّزة لمناهج العلوم وتدريسها وبحثها من منظور الاتجاهات والتوجهات **Trends** العالمية المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها.

## العلم: Science

يُقال في الأدبيّات: إنّ أهم ما اكتشفه الإنسان هو (**العلم**) نفسه! ﴿**عَلَّمَ الإِنسَانَ مَا لَمْ يَعْلَم**﴾. والعلم **Science** كلمة مشتقة من الفعل اللاتيني Scire ويعني **ليعرف to know** والكلمة اللاتينية Scientia، وتعني (**المعرفة**) **Knowledge**، أي عكس (الجهل)، **والضد يُظهر حسنه الضد**. ويتضمن (العلم) جسماً منظماً من المعرفة Body of knowledge، أو الطريقة Method في الدراسة أو البحث المكرسة لتطوير هذا الجسم من المعرفة الذي يتعلق بفهم العالم الطبيعي (الوجود) Natural world والذي يتم اكتسابه من خلال **الملاحظة المنهجية المنظمة والتجريب Experimentation**.

وفي الأدبيات والحقول والميادين الدراسية، ثمة تمييز في مصطلحات العلم؛ منها ما يُسمّى **العلوم الصلبة Hard Sciences**، **والعلوم الناعمة Soft Sciences**. ومثل هذه المصطلحات غالباً ما تتم الإشارة إليها بالعلوم الطبيعية، والعلوم الاجتماعية على الترتيب. فالفيزياء، والكيمياء، والأحياء، والجيولوجيا هي أشكال من العلوم الصلبة؛ بينما العلوم من مثل: الأنثروبولوجيا، والتاريخ، والاجتماع، وعلم النفس تدعى أحياناً العلوم الناعمة. أمّا الرياضيات، حيث يعتقد الكثيرون على نطاق واسع، أنها علم، إلاّ أنها ليست كذلك. إنها أقرب إلى **المنطق Logic**؛ لأنّ اكتساب المعرفة فيها لا يعتمد على البحث الامبريقي. ومع ذلك، فإنّ (**الرياضيات**) **هي** (**ملح**) **العلوم**، **واللغة العالمية Universal Language** لجميع العلوم.

هذا، وترد في الأدبيات **تعريفات** مختلفة للعلم؛ ومنها على سبيل المثال، تعريف من منظور الغاية Goal والعمليات Process. وفي هذا، يعرف العلم بأنه **الملاحظة المنظمة Systematic observation للأحداث والظروف والظواهر الطبيعية**، وذلك من أجل اكتشاف الحقائق حولها، وتكوين قوانين Laws، ومبادئ Principles تستند إلى هذه الحقائق. وهو (العلم) الجسم المنظم من المعرفة Organized body of knowledge من مثل هذه الملاحظات التي يمكن أن يتم التحقق منها Verification أو اختبارها (فحصها) tested من خلال التحرّيات Investigation والاستقصاء Inquiry. إنه (العلم) أي فرع (علمي) خاص لهذا الجسم المنظم من المعرفة من مثل: الأحياء، والفيزياء، والكيمياء، والجيولوجيا، والفلك.

**والعلم نشاط (ذهني) فكري Intellectual Activity** يقوم به الإنسان، والمصمّم لاكتشاف المعلومات Information حول العالم الطبيعي حيث يعيش الإنسان؛ ولاكتشاف السبل التي فيها هذه المعلومات يمكن أن تنظم في نموذج ذي معنى. والهدف الرئيس من العلم يتمثل في جمع الحقائق والبيانات Data، والغرض النهائي للعلم يتمثل في تمييز النظام أو الترتيب الموجود بين هذه الحقائق المختلفة بغرض **الوصف Description والتفسير Interpretation، والتنبؤ Prediction، والضبط (التحكم) Control**.

وعليه؛ يتضمن العلم ببساطة، تكوين الفرضيات واختبارها استناداً إلى الدليل الملاحظ. **والتجارب Experiments** مهمة حيثما يلزم ذلك، أو أنها قابلة للتطبيق، إلا أن وظيفتها تبسيط الملاحظة من خلال تفعيل الظروف المضبوطة.

وتأسيساً على ما تقدم؛ يتبيّن من مراجعة مفهوم العلم Science في أدبيات التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها أنّ مفهوم العلم له **ثلاثة منظورات** أو جوانب **(المعرفة، والطريقة، والتفكير)**، هي:

**الأول: العلم بناء معرفي (مادة) Knowledge**، ويتضمن (العلم) جسماً منظماً من المعرفة العلمية المتينة، وتشمل: الحقائق Facts، والمفاهيم Concepts، والمبادئ Principles، والقوانين Laws، والنظريات Theories العلمية التي تساعدنا على وصف وتفسير الظواهر الطبيعية والكونية وفهم الوجود والتنبؤ بها والتحكم بها (ضبطها). ويوصف أصحاب هذا الرأي بأنهم ينظرون إلى العلم من وجهة النظر التقليدية التي تركز على **الجانب المعرفي للعلم**. وقد يترتب على ذلك أن بناء مناهج العلوم قد تبنى على مفهوم معرفي ضيق للمنهاج، وذلك من خلال تركيزها على المادة الدراسية (المحتوى العلمي)، وبالتالي إهمال العناصر الأساسية الأخرى في بناء مناهج العلوم وتصميمها.

**الثاني: العلم طريقة Method في البحث وأسلوب في التفكير Way of thinking**، ويتضمن أنّ العلم طريقة في التفكير والبحث والتحرّي Investigation والاستقصاء Inquiry والاكتشاف Discovery. والمعرفة العلمية نسيج متكامل من المفاهيم والأفكار والمبادئ العلمية يكونها الباحث (العالم) في ضوء ملاحظاته المنظمة، وتجاربه العلمية المضبوطة والأدّلة لفهم الظواهر الطبيعية وغيرها التي يسعى لاكتشافها وتطويرها في ظل **منهجية بحثية** واضحة في **التفكير والبحث والتطبيق**.

**الثالث: العلم مادة Knowledge وطريقة Method وتفكير Thinking والوصول إلى المعرفة Way of knowing**، وفي هذا توكيد على تكامل جوانب العلم ومنظوراته الثلاثة (**المعرفة، والطريقة، والتفكير**)؛ مما يتطلب واضعي مناهج العلوم ومخطيطيها ومصمّيميها ومطويريها أن يأخذوا ذلك المنظور بعين الاعتبار كأساس وموجه لبناء مناهج العلوم القائمة على **التفكير Thinking Curriculum** وبخاصة في ظل **حركات إصلاح التربية العلمية العالمية** وتوجهاتها المعاصرة في مناهج العلوم وتدريسها.

وفي ضوء ما سبق، يمكن أن يُستخلص من تعريفات العلم ومنظوراته أنّ العلم يمكن أن يعرف أو يحدّد بطبيعته (**طبيعة العلم**)، وأنّه **مسعى إنساني** يتكون من نواتج العلم (الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والنظريات)، وعمليات (مهارات) العلم (الأساسية والتكاملية)، والاتجاهات والقيم. ويؤثر (العلم) بشكل خاص في الأهداف الوطنية في ضوء حركات إصلاح مناهج العلوم العالمية المتمثلة بتحقيق **الثقافة العلمية Science Literacy** لجميع الطلبة المتعلمين وذلك من خلال مناهج علوم تؤكد التفكير ومبدأ (**القليل كثير**) **Less is More** لتحقيق هدف **الثقافة العلمية** لخريجي الثانوية جميعهم. وفي هذا، ثمة سؤال يطرح نفسه يتمثل بـ: **كيف يُنظر إلى العلم وطبيعته عالمياً وفي مناهج العلوم وتدريسها بشكل خاص؟**

## العلم في الوثائق العالميّة:

في بحث عالمي قام به (McComas and Olson, 2000) تم فيه تحليل ثماني وثائق عالمية من خمس دول، هي: الولايات المتحدة الأمريكية (أربع وثائق)، واستراليا، وبريطانيا، وكندا، ونيوزيلندا. وكان من أبرز هذه الوثائق **معالم الثقافة العلمية Benchmarks for Science Literacy** (AAAS, 1993)، **والمعايير الوطنية للتربية العلمية National Science Education Standards** (NRC, 1996). وفي ضوء تحليل الوثائق العالمية الثماني (43 جملة أو عبارة)، تم تجميع النتائج وتصنيفها في أربعة مجالات (أو أفرع) خاصة بالعلم، وهي:

**أولاً: المجال (الفرع): فلسفة العلم Philosophy of Science**

**ضم المجال (أو الفرع) الجمل والعبارات والافتراضات (18 جملة/عبارة) الآتية:**

- المعرفة العلمية ثابتة Stable (ظهرت في ثلاث وثائق - أمريكا/كاليفورنيا، واستراليا، وكندا).

- المعرفة العلمية **مؤقتة** Tentative (ثماني وثائق).
- العلم لا ينتهي Never be Finished.
- العلم يعتمد على البرهان (**الدليل**) الامبريقي Empirical Evidence.
- العلم يعتمد على المناقشات (الحجج) المنطقية Logical Arguments.
- العلم يقوم على **النزعة الشكيّة Skepticism**.
- العلم موضوعي Objective.
- العلم قابل **للاختبار** Testable.
- العلم يهدف لأن يكون متسقاً Consistent.
- العلم يهدف لأن يكون دقيقاً Precise.
- المعرفة العلمية تعتمد على **الملاحظة Observation.**
- المعرفة العلمية تعتمد على **الدليل التجريبي Experimental Evidence.**
- التغير في العلم ينتج من معلومات تستند إلى نظريات أفضل.
- المعرفة العلمية تستند إلى التحليل الدقيق (بعناية) Careful Analysis.
- هناك طرائق ومناح متعددة لعمل استقصاءات وتحرّيات علمية Investigations.
- العلم له حدود ومحدّدات Limitations.
- العلم محاولة **لتفسير الظواهر** Phenomena.
- لكي تتعلم **كيف يعمل العلم**، فإنّ بعض المصطلحات (**العمليات**) ضرورية وحيوية من مثل: الملاحظة، وصياغة الفرضيات، والنظريات، والاستدلال، والنماذج Models.

**ثانياً: المجال (الفرع): سوسيولوجية العلم Sociology of Science**

**ضم المجال (الفرع) الجمل والعبارات (ست جمل) الآتية:**

- جميع الحضارات يمكن أن تُساهم في العلم.
- العلم **مسعى إنساني Human Endeavor.**
- المعرفة العلمية الجديدة يجب أن تكتب (**وتنشر**) بوضوح.
- العلماء يتخذون قرارات أخلاقية (ثماني وثائق).

- العلماء يقومون **بالاحتفاظ بسجلات دقيقة**، ومراجعة الزملاء، وإعادة البحث للتحقق منها، وكتابة تقارير صحيحة (صادقة).
- العلماء يعملون تعاونياً.

**ثالثا: المجال (الفرع): علم نفس العلم Psychology of Science**

**ضم المجال (الفرع) الجمل والعبارات (أربع جمل) الآتية:**

- الملاحظات تعتمد على الرؤية النظرية Theory - Laden.
- العلماء يجب أن يكونوا **منفتحي العقل للأفكار الجديدة** New ideas.
- العلماء يجب أن يتمتعوا **بالأمانة (الفكرية) العلمية** Intellectually Honest.
- العلماء **مبدعون Scientists are Creative**.

**رابعاً: المجال (الفرع): تاريخ العلم History of Science**

**ضم المجال (الفرع) الجمل والعبارات (15 جملة) الآتية:**

- ثمة أفكار علمية جديدة غالباً ما تم رفضها Rejected.
- الماضي يضيء الممارسات العلمية الحاليّة Current Scientific Practice.
- التغير في العلم يحدث تدريجياً Gradually.
- التغير في العلم يحدث من خلال الثورات Revolutions.
- البحث في العلوم موجه بالأمثلة والمبادئ والنماذج Paradigms.
- البحث في العلوم موجه بالفائدة الوطنية National interests.
- العلم له **مضامين عالمية** Global implications.
- التكنولوجيا تؤثر في العلم.
- العلم جزء من **التقاليد الفكرية** Intellectual tradition.
- العلم جزء من **التقاليد الاجتماعية** (ثماني وثائق) Social tradition.
- العلم جزء من **التقاليد الثقافية** Cultural traditions.
- العلم له دور رئيسي في **التكنولوجيا**.
- العلم يكون في مركز المناقشات الجدلية العديدة.
- الأفكار العلمية تتأثر بالبيئة الاجتماعية والتاريخية.
- العلم **تراكمي البناء Cumulative**.

**وفي ضوء التحليل السابق، يمكن استخلاص الاستنتاجات الآتية:**

1. كان يُعتقد لفترة ما، أن العلم (أو طبيعة العلم) Nature of Science مرادف لفلسفة العلم، وقد تبيّن غير ذلك؛ إذ إنّ العلم يتشكل من أربعة أفرع (أو مكونات) متقاطعة ومتداخلة يمكن التعبير عنها بدوائر أربع، هي: **فلسفة العلم، وسوسيولوجية (علم اجتماع) العلم، وسيكولوجية (علم النفس) العلم، وتاريخ العلم.**
2. إنّ أفرع العلم الأربعة المتقاطعة والمتداخلة المكونة للعلم تضيف على فهمنا لطبيعة العلم أكثر مما مضى وفي فترات سابقة.
3. إذا أخذنا بعين الاعتبار الجمل والعبارات لكل فرع من أفرع العلم الأربعة (اعتبارياً)، فإنّه يمكن ترتيب **أفرع العلم** ومكوناته حسب الترتيب الآتي: **فلسفة العلم، وتاريخ العلم، وسوسيولوجية العلم، وسيكولوجية العلم**؛ مما يتطلب وظيفياً وتطبيقياً تضمين هذه الأفرع والمكونات بصورة تكاملية اندماجية في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.
4. ثمة اهتمام متزايد واضح بالإطار **الاجتماعي للعلم وسوسيولوجيته ومضامينه التربوية الاجتماعية** في مناهج العلوم وتدريسها بشكل خاص؛ فقد أجمعت الوثائق الثماني على هذا المضمون والإطار الاجتماعي للعلم، وقد ظهر ذلك واضحاً في توصيات حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها العالمية المعاصرة.
5. يمكن **التعبير عن التقاطع والتداخل لأفرع العلم الأربعة ومكوناته** بدوائر أربع يمثل فيها: فلسفة العلم (**42%**)، وتاريخ العلم (**35%**)، وسوسيولوجية العلم (**14%**)، وسيكولوجية العلم (**9%**)، آخذين بعين الاعتبار حجم دوائر الأفرع الأربعة وعدد الجمل والعبارات التي تنتمي إلى هذه الأفرع الأربعة.
6. أجمعت الوثائق الدولية على ثلاث جمل أو عبارات فقط، هي: **العلم مؤقت tentative، وأخلاقيات العلماء، والمضامين الاجتماعية للعلم**؛ وذلك على الرغم من وجود إجماع واضح فيما يتعلق بطبيعة العلم (NOS) المرتبط بمناهج العلوم وتدريسها وكتطبيق تربوي في تدريس العلوم، فإنه ينبغي أخذ ذلك كله في بناء مناهج العلوم وتدريسها (تخطيطاً، وتصميماً، وتنفيذاً) بشكل منظم وهادف انسجاماً مع العلم وطبيعته من جهة، والتوجهات العالمية المعاصرة في إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها من جهة أخرى.

وفي الاتجاه العام نفسه، يتبيّن أن العلم Science طبيعي Naturalistic، ونشاط اجتماعي Social activity، وإبداع Creative، ومؤقت Tentative، وله أدواته Tools، وافتراضاته Assumptions، وحدوده ومحدّداته Limit، وطرائق عدّة لبحثه Multiple Methods، بما لذلك كله من مضامين وتفرعات شبكية عدّة تتطلب اعتبارها في مناهج العلوم وتدريسها. وفي هذا، بيّنت أدبيات التربية العلمية اتفاقاً وإجماعاً Concensus على **الخصائص الأربع عشرة الآتية للعلم والمعرفة العلمية** (McComas, Cloug, and Almazroa, 2002)، وهي:

- المعرفة العلمية على الرغم من ثباتها النسبي ومتانتها durable، إلاّ أنها **قابلة للتعديل والتغيير (مؤقتة) Tentative.**
- المعرفة العلمية تعتمد بشدّة (ولكن ليس كلياً) على الملاحظة، والدليل التجريبي، والحجج المنطقية، والنزعة الشكيّة Skepticism.
- **ليس هناك طريقة واحدة** فقط لإجراء (العلم) والعمليات العلمية؛ ولهذا لا توجد طريقة عالمية واحدة (خطوة خطوة) ومنهجية واحدة للطريقة العلمية.
- العلم محاولة **لتفسير الظواهر الطبيعية Natural phenomena.**
- القوانين والنظريات تخدم أدواراً مختلفة في العلوم، ولهذا فإن على الطلبة إدراك أنّ النظريات لا تصبح قوانين علمية حتى مع وجود دلائل إضافية.
- **الناس من الحضارات جميعها** ساهمت (وتساهم) في تشييد صرح العلم وبنائه **(تراكمي).**
- المعرفة العلمية الجديدة يجب أن **تكتب وتُنشر** بدقة ووضوح في المجلات العلمية المتخصصة.
- العلماء يحتفظون **بسجلات دقيقة**، وتخضع لمراجعة الزملاء (العلماء)، وإعادة تجريبها وتدقيقها.
- الملاحظات تعتمد على الرؤية النظرية **(الملاحظات العلمية مثقلة بالنظرية)** Theory - Laden.
- العلماء **مبدعون (خلاّقون) Scientists are creative.**
- تاريخ العلم **يُظهر الصفة التطورية Evolutionary والثورية Revolutionary** للعلم (له طابع تطوري وثوري في نمو المعرفة العلمية).
- العلم جزء لا يتجزأ من **التقاليد الثقافية والاجتماعية.**

- **العلم والتكنولوجيا** يؤثر كل منهما في الآخر.
- الأفكار العلمية تتأثر بالبيئات الاجتماعية والثقافية التي تنبت فيها.

## طبيعة العلم: Nature of Science (NOS)

في ضوء مفهوم العلم وتعريفاته ومنظوراته ومكوناته السابقة وصلته الوثيقة بطبيعة العلم وخصائص المعرفة العلمية، ثمة أسئلة وتساؤلات عدّة تطرح نفسها في هذا الصدد لعّل من أبرزها: **ما صورة العلم التي تقدمها المناهج والكتب المدرسية في العلوم؟ وما مستوى فهم المعلمين (معلمي العلوم) والطلبة للعلم وطبيعته؟ وكيف يمكن قياس ذلك؟ وما انعكاسات ذلك الفهم على عملية تعلم وتعليم العلوم؟** وكيف **يمكن تحسين صورة العلم وبنيته لدى معلمي العلوم والطلبة على حدّ سواء؟** وما النتائج التي تمخضت عنها الدراسات والبحوث التربوية في فهم العلم وطبيعته؟ وما تطبيقاتها ومضامينها التربوية في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها وبخاصة في ظل حركات إصلاح التربية العلمية العالمية المعاصرة ومناهج العلوم وتدريسها؟ وما اتجاهات **وتوجهات البحث في طبيعة العلم** ومضامينها (الوظيفية) في التربية العلمية ومناهج العلوم؟

إنّ إعداد **الطالب المثقف علمياً** هدف رئيسي وغاية مستمرة للتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. وفي هذا فإن فهماً مناسباً لطبيعة العلم (NOS) مكون أساسي **للثقافة العلمية Science Literacy**. وفي الواقع، فإن هدف مساعدة الطلبة على فهم طبيعة العلم هو من الأهداف الأكثر كتابة وشيوعاً للتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. ومثل هذا الهدف، تم الاتفاق عليه من قبل غالبية العلماء Scientists والتربويين العلميين Science educators في العقود الماضية، وقد تم توكيده والتركيز عليه بصورة واضحة في حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها وبالتالي اعتباره من **الأفكار الموحّدة Unifying Themes** في مناهج العلوم وتدريسها.

وجملة **طبيعة العلم** تشير (نموذجياً) إلى **ابستمولوجيا العلم Epistemology of Science**، والعلم كطريقة في الوصول إلى المعرفة Way of knowing أو القيم Values والمعتقدات Beliefs المتأصلة في تطوير المعرفة العلمية (Abd-El-Khalick and Lederman,2000). وما وراء هذا الوصف أو الخصائص،

فلا يوجد ثمة اتفاق جامع مانع بين فلاسفة العلم، ومؤرخي العلم، والعلماء، والمربين العلميين على تعريف خاص محدّد لطبيعة العلم. وعدم الاتفاق هذا، ينبغي أن لا يؤدي إلى الإحباط أو القلق أو الدهشة، وذلك في ضوء الطبيعة المعقدة والدينامية له والمتعددة الأوجه **للمسعى العلمي Scientific Enterprise (SE)**.

لقد تغيرت **مفاهيم طبيعة العلم (NOS)** بتطور الحقول العلمية وميادينه عبر السنوات وبشكل خاص في ضوء تاريخ العلم، وفلسفة العلم، وعلم اجتماع العلم وسيكولوجيته. وهذه الحقول العلمية استقصت وبحثت المسعى العلمي بصورة منظمة. ولعلّ هذه التطورات أدّت بالتالي إلى تغيير الطرق والسبل وأساليب التفكير لدى المربين العلميين ومنظمات حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها لتعريف طبيعة العلم وبنيته وتحديد هويته بشكل أكثر وضوحاً كهدف رئيس من أهداف التربية العلمية والثقافية العلمية على حدّ سواء في القرن الحادي والعشرين.

وبحثياً، حظي مفهوم طبيعة العلم (NOS) باهتمام كبير عالمياً، وإقليمياً، ومحلياً في العقود الماضية. وفي هذا، حدّد ليدرمان (Lederman, 1992) **أربعة خطوط أو اتجاهات بحثية** مختلفة إلاّ أنها مرتبطة بحثياً بالنسبة إلى طبيعة العلم (NOS)، وهي:

**الأول: تقييم فهم الطلبة لطبيعة العلم**، وفي هذا الاتجاه البحثي لقياس وتقييم مدى فهم الطلبة لطبيعة العلم، بيّن البحث Research أن النتائج كانت منسجمة ومتوافقة وذلك بغض النظر عن الأداة المستخدمة في تقييم فهم الطلبة لطبيعة العلم. فنتائج البحث، بينت نموذجياً أن مفهوم طبيعة العلم لم يكتسبه الطلبة، ولم يكن واضحاً (أو ضعيفاً) لدى الطلبة بوجه عام. ولعلّ هذا الفهم الضعيف أو الساذج لطبيعة العلم يرجع إلى فقدان (أو ضعف) المعرفة في هذا الجانب من العلم، حتى لدى الطلبة ذوي القدرات العالية والطلبة الذين أبدوا اهتماماً كبيراً في العلم. وقد عزا الباحثون ذلك إلى أن المناهج لم تكن مبنية أو مصمّمة لمساعدة الطلبة على فهم طبيعة العلم، مما أدّى إلى ظهور الخط أو التوجه الثاني من البحث في طبيعة العلم.

**الثاني: تطوير واستخدام وتقييم المناهج المصمّمة لتحسين مفاهيم الطلبة لطبيعة العلم**، إن جهود الباحثين لتصميم، وتنفيذ، واختبار المناهج، كل ذلك كان لنقل مفاهيم دقيقة وصحيحة لطبيعة العلم لدى الطلبة. وفي هذا، تبيَّن أن الوحدات الدراسية، والمساقات، والمناهج الموجهة نحو هذا الهدف أظهرت تحسناً جوهرياً في علامات (تحصيل) الطلبة في الاختبارات البعدية التي قيمّت فهم

الطلبة لطبيعة العلم. وقد تبنت هذه المناهج **تاريخ العلم وفلسفة العلم والأساليب التدريسية** التي أكدّت مفهوم طبيعة العلم، وذلك لتعزيز الفهم المناسب لطبيعة العلم لدى الطلبة؛ إلاّ أن مثل هذه الجهود البحثية أغفلت **دور المعلم (معلم العلوم)** كمتغير في مثل هذا الفهم لطبيعة العلم. وفي هذا، استنتج الباحثون أن فهم الطلبة لطبيعة العلم قد تم بمعزل (أو مستقل) عن فهم المعلم لطبيعة العلم. وقد كان هذا الافتراض (أو الاستنتاج) في ضوء المنهاج المصمّم، والمواد التعليمية المناسبة وكيفية استخدامها، عندها يمكن للمعلمين أن يكونوا ناجحين في مساعدة الطلبة (أو طلبتهم) على تطوير الفهم المفاهيمي لطبيعة العلم.

وفي دراسات بعدية، تبيّن ثمة شكوك في مثل هذه الاستنتاجات. فعند اعتبار المتغيرات من مثل: الاختبار القبلي، وخبرة المعلم، والمعرفة المسبقة للطلبة حيث يتم ضبطها، فإن ذلك يؤدي إلى نتائج مشوشة أو غير حاسمة. وفي هذا وكما يبدو، فإنّ الوحدات الدراسية والمناهج المطورة تعطي نتائج مختلفة باختلاف المعلمين. وفي هذا، بدأ الباحثون يدركون **أهمية دور المعلم كمتغير وسيط ورئيسي في منهاج العلوم وتدريسه.** وثمة بحوث أخرى عديدة دعمت الزعم أو الفرضية التي مؤداها أن **فهم المعلم لطبيعة العلم، والميول والاهتمامات، والأنشطة الصفية** كلها تؤثر في تعلم الطالب لدرجة كبيرة، ممّا حول الانتباه باتجاه مدى فهم المعلمين (معلمي العلوم) لطبيعة العلم، وأدّى إلى ظهور الاتجاه والخط الثالث في البحث في فهم طبيعة العلم لدى المعلمين.

**الثالث: تقييم فهم المعلمين (معلمي العلوم) لطبيعة العلم، ومحاولة تحسينها،** لقد كانت الدراسات منسجمة في إظهار أن المعلمين لا يمتلكون فهما مناسباً (أو سليماً) لطبيعة العلم بوجه عام؛ فثمة نسبة كبيرة من المعلمين على سبيل المثال، اعتقدت أنّ المعرفة العلمية ليست مؤقتة، وثمة معلمون آخرون لا يزالون يحملون نظرة وضعيّة ومثالية للعلم. وضمن هذا الفهم أو المنظور في الخط والاتجاه الثالث من البحث في طبيعة العلم، تم تركيز الباحثين على تحسين فهم ومفاهيم المعلمين لطبيعة العلم.

لقد اهتم البحث Research في **تحسين فهم المعلمين لطبيعة العلم (NOS)** وذلك بتوجيه الافتراض أن فهم ومفاهيم المعلمين لطبيعة العلم تنعكس مباشرة على ممارساتهم التدريسية الصفية. وبمعنى آخر، تم الافتراض أن تحسين فهم رؤية المعلمين لطبيعة العلم كاف لتحسين وتعزيز فهم طبيعة العلم في أثناء التدريس

الصفي لهم وذلك بغض النظر عن (أو إهمال) بعض المتغيرات الأخرى من مثل: ضغوطات (معوقات) المنهاج، ونيات المعلمين وخبراتهم التدريسية؛ إلاّ أن هذا الافتراض لم يتم اختباره بوضوح. وفي هذا لعلّ الباحثين في الخط الرابع من البحث في طبيعة العلم، حاولوا توضيح العلاقة بين فهم المعلمين لطبيعة العلم وممارساتهم التدريسية. ولعلّ استكشاف هذا الخط والاتجاه البحثي في طبيعة العلم أمر ضروري لما له من تضمينات تربوية في مناهج العلوم وتدريسها.

**الرابع: تحديد العلاقة بين فهم المعلمين لطبيعة العلم وانعكاسات ذلك الفهم على ممارساتهم التدريسية، وفهم طلبتهم لطبيعة العلم**، لقد أشار البحث Research إلى أن العلاقة بين فهم المعلمين لطبيعة العلم وممارساتهم التدريسية أكثر تعقيداً مما اعتقد ابتداء؛ فثمة متغيرات أخرى عدة أظهرت أنها تحدّ من **ترجمة فهم المعلمين لطبيعة العلم** إلى **ممارسات تدريسية صفية**، ومن مثل هذه المتغيرات: **ضغوطات إنهاء (قطع) المنهاج أو تغطيته Content coverage، وإدارة الصف Classroom Management، والمبادئ التنظيمية، والقلق حول قدرات الطلبة ودافعيتهم Motivation، وضغوطات المدرسة، والخبرات التدريسية، وعدم الارتياح بفهم طبيعة العلم، وقلة المصادر التعليمية، والخبرات لتقييم فهم طبيعة العلم.**

وفي هذا كله، فإننا لا نعدو تقرير الحقيقة إذا ما قلنا: إنّ **المعلمين ليسوا باستطاعتهم تعليم شيء لا يملكونه أو لا يفهمونه**، ففاقد الشيء (كما يُقال) لا يعطيه. وعليه؛ ولكي يصبح المعلمون (معلمو العلوم) قادرين على نقل وترجمة الفهم السليم لطبيعة العلم كما هو معرّف في وثائق إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها (**العلم للجميع، ومعالم الثقافة العلمية، والمعايير الوطنية للتربية العلمية**)، فإنّ على المعلمين أنفسهم أن يمتلكوا **الفهم المفاهيمي السليم لطبيعة العلم والمسعى العلمي Scientific enterprise.** هذا بالإضافة إلى أنّ البحث يوصي على سبيل المثال، أن يتم التركيز على عوامل موقفية أخرى كما في: مدى دعم المدرسة، ودعم المنهاج اللذين يمكن أن ييسرا (أو يعسرا) ترجمة المعلمين لفهم طبيعة العلم إلى ممارسات صفية واقعية وحقيقية. وهذا كله، يتطلب بحث وتطبيق محاولات بحثية وميدانية وموقفية لتحسين فهم المعلمين لطبيعة العلم واحتمال ترجمته وانعكاسه على الممارسات التدريسية الصفية من جهة، وفهم الطلبة (طلبتهم) لطبيعة العلم وفقاً لحركات إصلاح المناهج في التربية العلمية وتدريس

العلوم من جهة أخرى. ولتحقيق ذلك، فإن ثمة دعوة (وصحوة) تتطلب من **الجامعات وبرامج إعداد المعلمين** (قبل وفي أثناء الخدمة) وتطويرهم المهني، اقتراح وتبني برامج إعداد معلمين مهنية متطورة تأخذ بعين الاعتبار هذه التوجهات البحثية الأربعة بعين الاعتبار، وتنسجم مع توصيات حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وذلك لتمكين المعلمين **فهم طبيعة العلم والمسعى العلمي** سواء بسواء، **وترجمة ذلك (الفهم)** في الغرف الصفية والميدانية، وانعكاسه على طلبتهم في ضوء الهدف العام المتمثل في تحقيق الثقافة العلمية. وعليه؛ فإنّ البحث في العوامل الأخرى التي تحسن (أو تحبط) ترجمة فهم ووجهات نظر المعلمين لطبيعة العلم إلى ممارسات تدريسية صفية ينبغي متابعتها ودراستها وبحثها.

وتأسيساً على ما تقدم، بدأ التحوّل في التربية العلميّة ومناهج تدريس العلوم بالمناداة **بتضمين طبيعة العلم (NOS) في مناهج العلوم وتدريسها** وذلك في ضوء حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. وقد تم التركيز على الانتقال والتحوّل من: **ما الذي يعرفه العلماء**، إلى السؤال الأهم: **كيف يعرف العلماء؟** وقد أظهر البحث والأدبيات Literature في تدريس العلوم في ثمانينيات القرن العشرين أنّ مناهج العلوم وتدريسها لا تقدم الخلفية الأساسية الجوهرية لفهم طبيعة العلم ومعناه؛ فقد لوحظ أن دروس العلوم وحصصها ركزت (وتركز) على المصطلحات العلمية أكثر من طبيعة (العلم) العلوم، وما تضمنه المنهاج والكتب من طبيعة العلم (NOS) كان ساذجاً أو غير مكتمل، وأن الطلاب لا يتعلمون من أين جاءت المعرفة أو **كيف يتم إنتاج المعرفة العلمية**. وقد تعرض هذا إلى مناقشات وجدالات ومن مستويات تربوية مختلفة حول دور طبيعة العلم في المدارس؛ ولهذا أكدّ الباحثون التربويون العلميون على الاقتراح الذي يرى أن التجربة (والأنشطة) العلمية داخل المدارس يجب أن تحتوي وتركز على (**كيفية**) **عمل العلم والعلوم** التي تتضمن **كيف يتم اكتشاف وتأسيس المعرفة العلمية**. وفي التسعينيات، ومن خلال المؤتمرات العالمية وحركات إصلاح المناهج تم طرح دور أكبر وأكثر فاعلية **للمضامين الاجتماعية للعلم** ضمن نطاق ومحتوى التربية العلمية، وتم تبني توجه طبيعة العلم (NOS) في تدريس العلوم في المدارس من قبل منظمات عالمية ومن بينها **الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA) في الولايات المتحدة الأمريكية.**

هذا، وقد وثقت دراسات عدّة محلية وعالمية المفاهيم البديلة أو الساذجة (أو الخاطئة) **Misconceptions** عند الطلبة حول طبيعة العلم. ومن هذه الدراسات على سبيل المثال، دراسة (Ryan and Aikenhead, 1992) التي طبقت على أكثر من ألفي طالب في المدارس الأساسية العليا. وقد توصلت الدراسة إلى أن معظم الطلاب يخلطون بين العلم والتكنولوجيا، وأن معظمهم كان لديه معرفة سطحية حول مدى تأثير العلم على جميع مناحي الحياة. وقد بينت نتائج الدراسة ما يأتي:

- حوالي (46%) من الطلاب كان لديهم نظرة أن العلوم هي نتيجة تأثيرات مجالات أخرى (غير علمية).
- أكدّ (17%) فقط من الطلاب الخاصية **الإبداعية والابتكارية للعلم** والمعرفة العلمية.
- اعتقد (19%) من الطلاب أن النماذج العلمية التي يتم تقديمها عبارة عن نسخ حقيقية وواقعية.
- اختار (9%) فقط النظرة الحالية التي ترى أن العلماء يستخدمون أي طريقة أو منهجية علمية تؤدي إلى نتائج إيجابية.
- عبّر (64%) من الطلاب عن علاقة هرمية مبسطة بكيفية تحول الفرضية إلى نظرية، وكيف تتحول النظرية بعد ذلك إلى قانون علمي، وذلك بالاعتماد على الأدلة أو البراهين التي يتم تقديمها.

وبالإضافة إلى ما سبق، ثمة عوامل عدّة داخل المدرسة تؤدي إلى تقديم (فهم) خاطئ (أو غير واضح) حول طبيعة العلم. وقد يرجع جزء منه إلى أن **معظم معلمي العلوم يهتمون بتعليم الحقائق والمعلومات العلمية أكثر من اهتمامهم بجعل الطلاب يهتمون بفهم العمليات والطرق التي تحصل في العلوم**؛ وهذا مؤشر حول (مدى) توجه وفهم المعلمين لطبيعة العلم وبنيته. فقد أكدت دراسات عدّة أن هناك تدنياً واضحاً في فهم طبيعة العلم لدى معظم المعلمين علماً بأن ثمة تحسناً قد طرأ لفهم طبيعة العلم في السنوات الأخيرة لدى معلمي العلوم بوجه عام.

وفي السياق، بحثت دراسة (McComas et al., 2000) **فهم طبيعة العلم ودوره وأهميته وانعكاساته** على التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها في مجالات عدّة من أبرزها ما يأتي:

1. **قيمة طبيعة العلم في التعليم والتعلم NOS for teaching and learning**،
إنّ من أهم الأسباب والمبررات لإدخال مفهوم طبيعة العلم في مناهج العلوم وتدريسها يتمثل بالفهم الخاطئ والمتدني لطبيعة العلم لدى المعلمين والطلبة على حدّ سواء؛ مما يسوغ تضمين **سوسيولوجية العلم (علم اجتماع العلم)** في المساقات وفي برامج إعداد المعلمين وتأهيلهم وتطويرهم المهني. وفي هذا الاتجاه، قدمت أدبيات البحث Research مبررات أخرى تدعم تضمين طبيعة العلم كهدف وغاية في تدريس العلوم. ومن هذه المسوغات والمبررات النظرة إلى **الفائدة أو المنفعة** التي ترى أنّ فهم **طبيعة العلم (NOS)** ضروري إذا ما أُريد للناس أن يعملوا (معنىً) للعلم من جهة، وإدارة الأشياء والمواد التكنولوجية والعمليات التي يصادفونها في الحياة من جهة أخرى. وتتصل هذه الفائدة **بالنظرة الديمقراطية** التي تتضمن أنّه ينبغي للناس فهم طبيعة العلم لعمل معنى **للقضايا العلمية - الاجتماعية Socio - scientific issues**، والمشاركة في **عملية اتخاذ القرار Decision - making process**. يضاف إلى ذلك الجانب الثقافي من حيث إنّ فهم طبيعة العلم ضروري لتقدير العلم كعنصر أساسي في الثقافة (العلمية) المعاصرة، وذلك بالتوازي والتزامن مع الجانب الأخلاقي المعنوي الذي يتطلب فهم طبيعة العلم في ضوء **الثورة التكنولوجية (المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية)**. ولعل هذا كله يؤدي بالتحليل الأخير وفي نهاية المطاف إلى دعم التعلم الناجح (الجيّد) للمحتوى العلمي Science content. هذا بالإضافة إلى أن طبيعة العلم (NOS) من **الأفكار الموحدّة Unifying Themes لجميع حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.**

2. **طبيعة العلم لتعزيز تعلم المحتوى العلمي Learning Science Content**،
وذلك على مبدأ وسياق أن فهم طبيعة العلم يساعد ويعزز تعلم محتوى العلوم واستيعابها. وهذا يتطلب أن يكون لدى الطالب صورة ونظرة دينامية حول العلم وبنيته. وفي هذا، لعل الأنشطة العلمية والخبرات الحسيّة المباشرة والتجارب العلمية التي يقوم بها الطلاب أنفسهم **بتشغيل اليدين** - Hands on **وتشغيل العقل (الفكر)** Minds - on **وتشغيل الرأس (الدماغ)** Heads - on معاً، تعمل على زيادة فهم الطلاب لعمل العلم وطرقه وعملياته وكيفية الوصول إلى المعرفة بأنماطها وأشكالها المختلفة.

3. **معرفة طبيعة العلم تعمل على زيادة فهم العلم Science Understanding**، فالأفراد الذين يعرفون طبيعة المعرفة العلمية يتوقع أن لا يكونوا في حيرة من أمرهم عند تعديل بعض المفاهيم العلمية أو تغييرها؛ فالعلم يصحح نفسه بنفسه، وحقائقه قابلة للتعديل والتغيير في ظل **الأدلة Evidence** المتوافرة الجديدة.

4. **طبيعة العلم يحسّن الميول والاهتمامات Interests في العلوم**، وبالتالي الرغبة والتوجه نحو موضوعات العلوم ودراستها، ومعرفة الإثارة في العلم، والمغامرات العلمية التي قام ويقوم بها العلماء للوصول إلى الحقائق العلمية.

5. **طبيعة العلم يعزّز القدرة على اتخاذ القرارات Decision making**، سواء كانت هذه القرارات متعلقة **بالمضامين والقضايا الاجتماعية** التي تهم الناس جميعهم، أم تلك المتعلقة بتمويل Funding البحوث العلمية والتكنولوجية ومراكز البحوث والجامعات. وفي سياق هذا، فإنّ بعض المفاهيم الخاطئة (أو الساذجة) التي يحملها بعض الأفراد (المواطنين) حول العلم وطبيعته يمكن أن يكون لها آثار سلبيّة فيما يتعلق بنتائج البحوث والمشروعات العلمية وبخاصة تلك التي لها مضامين اجتماعية، أو في تمويل البحوث في حدّها الأدنى.

6. **فهم طبيعة العلم يعزز (إيجابياً) استراتيجيات وطرائق تدريس العلوم Instructional strategies والمعرفة العلمية لدى المعلمين**، وبالتالي يؤثر في **السلوك التعليمي Teaching behavior (إيجابياً) والممارسات التدريسية** الصفية والميدانية، وتقويم تعلم الطلبة سواء بسواء. إنّ معرفة (فهم) المعلم لطبيعة العلم تؤثر (وتنعكس) إيجابياً على فهم الطلاب، وذلك كون المعلم له أهمية كبيرة وفاعلة توجيهاً أو تعزيزاً أو ميسراً أو منمذجاً للتعلم داخل غرفة الصف أو المختبر. ومعرفة المعلم لطبيعة العلم وفلسفته تمكّن المعلمين لمعرفة العلم الذي يعلمونه؛ وهذه المعرفة تؤثر في التحليل الأخير على جميع المجالات التعليمية ولها انعكاسات على فهم الطلبة لطبيعة العلم، وعكس ذلك يؤدي ويؤثر في المخرجات التعلمية - التعليميّة ونتاجاتها.

وفي هذا الصدد، صنف دبس Dibbs **السلوك التعليمي لمعلمي العلوم** وفقاً **لفهمهم لطبيعة العلم ومعتقداتهم إلى أربع فئات**، هي:

**الأولى**: تؤكد الأسلوب أو الخط التعليمي الذي يركز على **تعلم الحقائق والمعلومات العلمية والتحقق Verification** منها؛ وهذه الفئة من المعلمين

فئة اعتيادية – تقليدية في المدارس، وتتم الإشارة إليها **بالنوع التحققي** **Verificationst (V - type)**.

**الثانية:** تؤكد **المنحى الاستقرائي والملاحظة** في تعليم العلوم؛ وتتم الإشارة إليها **بالنوع الاستقرائي** **Inductivist (I - type)**.

**الثالثة:** تؤكد **منحى حل المشكلة في التعليم**، وتتم الإشارة إليها بنوع **حل المشكلة**، وبالتالي الإشارة إليها بـ: **Hypothetico - deductivist (H - type)**.

**الرابعة:** **ليس لها أسلوب محدّد في التعليم**، وتتم الإشارة إليها **بالنوع (O-type)**، وبالتالي لم تأخذ موقفاً محدداً من طبيعة العلم حسب معتقداتهم؛ مما يؤثر بدوره على فهم ومعتقدات طلابهم أيضاً.

**وكتطبيق تربوي في مناهج العلوم**، فإنه ينبغي لواضعي مناهج العلوم وتدريسها عند تخطيطها أو تطويرها في مراحل التعليم المختلفة (K–12) أن يأخذوا طبيعة العلم بعين الاعتبار **كفكر موحد Unifying Theme في تدريس العلوم** وبصورة أكثر جدّية مما هي عليه بحيث تعكس المناهج طبيعة العلم وبنيته **كمادة وطريقة وبحث** في تعلم العلوم **وعمل العلم Doing Science**، وتُبنى بموجبه الكتب والمراجع المدرسية على أساس التطبيقات والأنشطة الحسّية المباشرة الحقيقية وتشغيل اليدين Hands-On وتشغيل العقل (الفكر) Minds-On والتي تستند إلى دور فاعل نشط للطالب ليبني معرفته من جهة، ويتمثل طرق العلم وعملياته من جهة أخرى. وهذا يتطلب من معلمي العلوم ترجمة مفهوم طبيعة العلم بمادته وطرقه وعملياته واتجاهاته في سلوكهم التعليمي الصفي وتدريس العلوم وتحقيق الأهداف المنشودة. ولكي يتحقق ذلك، ومن ثم زيادة فهم المعلمين لطبيعة العلم وتحسينه، فإنه يتطلب إجراءات تربوية جوهرية في إدخال مساقات أكاديمية في برامج إعداد معلمي العلوم وتطويرهم المهني في كليات التربية والعلوم التربوية والمؤسسات (كليات العلوم) ذات العلاقة، وإدخال وحدات تدريسيّة تتعلق بطبيعة العلم وجوانبه المختلفة في برامج التأهيل والتدريب المهني التي تعقد لمعلمي العلوم في أثناء الخدمة على اختلاف تخصصاتهم ومستوياتهم الأكاديمية.

وتأسيساً على ما تقدم، يتبيّن مما سبق **دينامية العلم** وتغيّر وتعدّل مفهوم طبيعة العلم (NOS) ضمن منظور وتطور العلم والتفكير المنطقي المنظم حول العلم، وانعكاس ذلك على مجتمعات التربية العلمية وتعريفها لطبيعة العلم خلال العقود الماضية. ومن وجهة نظر ليدرمان (Lederman, 1998) فثمة فروقات في وجهات

النظر حول تعريف مفهوم طبيعة العلم لا تزال موجودة بين فلاسفة العلم ومؤرخيه ومربي العلوم والتي ليست ذات صلة وثيقة بتدريس العلوم في الصفوف (K–12). بينما ثمة مستوى مقبول عام بخصوص طبيعة العلم (NOS) يمكن إيصاله للطلبة (K–12) وصلة ذلك بحياتهم اليومية. وعلى هذا المستوى فلا توجد ثمة فروقات بين فلاسفة العلم ومؤرخيه ومربيه.

إن من بين **خصائص المسعى العلمي** المناظر لهذا المستوى العام، يتمثل في أنّ **المعرفة العلمية مؤقتة وقابلة للتعديل والتغيير Tentative - Subject To Change**، ومستندة **إلى الإمبريقية Empirical - Based**، وذاتية – متعلقة (مثقلة) بالنظرية والفاعل Subjective (Theory - Laden)، وتتضمن بالضرورة استدلالات بشرية، والتخيّل Immagination، والإبداع Creativity، ومتأصلة في المجتمع وثقافته. وفي هذا، ثمة جوانب مهمة ينبغي التفريق بينها، وهي: الملاحظات Observations والاستدلالات Inferences والعلاقات (أو الوظائف) بين النظريات العلمية والقوانين. وفي هذا، يقدم ليدرمان Lederman بعض الآراء ذات الاهتمام والصلة **بخصائص العلم والمعرفة العلمية ومضامينها في تدريس العلوم**، وهي:

1. يجب على الطلبة أن يكونوا واعين للفرق الجوهري بين **الملاحظة observation والاستدلال inference**؛ فالملاحظات هي جمل أو عبارات وصفية descriptive حول الظواهر الطبيعية التي يمكن الوصول إليها مباشرة directly أو مشاهدتها عن طريق الحواس senses (أو عن طريق أدوات الملاحظة)، وهذه الملاحظات يتم الاتفاق عليها بالإجماع بسهولة. فعلى سبيل المثال، عند رمي أشياء إلى أعلى، فإنّنا (نلاحظ) أنها ستعود إلى الأرض مرة أخرى. أمّا **الاستدلال**، فإن الأشياء تتجه كما يبدو، إلى الأرض بفعل الجاذبية الأرضية gravity، وفي هذا فإنّ الجاذبية هي استدلال في ضوء أنها يمكن تقييمها أو / وقياسها من خلال الدليل أو المؤثرات.
2. يتطلب الطلبة التمييز بين **القوانين العلمية والنظريات**؛ فالقوانين العلمية أكثر ثباتاً وقوة من النظريات العلمية، وعلى الرغم أنهما مختلفان، فإنه لا يتوقع أن يتحول أحدهما إلى الآخر. فالقانون وصف علاقة أو علاقات بين ظواهر يمكن مشاهدتها (أو تجريبها) كما في قانون بويل Boyle's Law الذي يربط ضغط الغاز بحجمه عند ثبوت درجة الحرارة. وفي المقابل، فإنّ النظريات **تفسيرات استدلالية inferred explanations** لظواهر يمكن مشاهدتها؛ فنظرية الحركة الجزيئية التي تفسّر قانون بويل مثال على ذلك. هذا

بالإضافة إلى أن النظريات هي نتاج منطقي للقوانين. والعلماء لا يطورون نظريات على أمل أن تصبح في يوم من الأيام قوانين؛ والنظريات العلمية نفسها تخدم وتؤدي دوراً مهماً في ذاتها من حيث إنها **تفسّر وتوجه الاستقصاءات والتحريات investigations** وتوليد مشكلات (أو أسئلة) بحثية جديدة في حقل من الحقول. فعلى سبيل المثال، نظرية الحركة الجزيئية تفسّر ظواهر ترتبط بالتغير الطبيعي للمادة، وأخرى ترتبط بمعدّل التفاعلات الكيميائية، وتظل ظواهر أخرى ترتبط بالحرارة وتحولاتها على سبيل المثال ليس إلاّ.

3. على الرغم أنّ المعرفة العلمية تعتمد أو تستند جزئياً أو مشتقة من الملاحظات حول العالم الطبيعي Natural world إلاّ أنها تتضمن **التخيّلات البشرية Human imagination والإبداع Creativity**. فالعلم (عكس ما يعتقده كثيرون)، ليس كله لا حياة فيه، وعقلاني، وأنشطة مرتبة ومنظمة؛ إنه (العلم) يتضمن **اختراع التفسيرات**، وهذا بدوره يتطلب إبداعات كبيرة من قبل العلماء.

4. المعرفة العلمية ذاتية **Subjective** أو منغمسة (مثقلة) في النظرية - Theory Laden؛ فتعليقات العلماء النظرية، والمعتقدات، والمعرفة السابقة، والتدريب، والخبرات، والتوقعات جميعها تؤثر في عمل العلماء. وهذه العوامل تشكل **مجموعة (تركيب) العقل (الفكر) للعالم** التي تؤثر بدورها في تقصّي وتحرّي العالم للمشكلات من جهة، وكيف أنّهم ينفذون استقصاءاتهم، وماذا يلاحظون (أو لا يلاحظون)، وكيف يعملون معنى لها، أو يفسّرون ملاحظاتهم من جهة أخرى. إنه عكس ما يتوقعه الكثيرون؛ فالعلم لا يبدأ من الملاحظات الحيادية neutral observation؛ فالملاحظات observations، والتحرّيات investigations مدفوعة ومحفوزة وموجهة guided، وتكتسب المعنى في ضوء الأسئلة questions أو المشكلات problems المطروحة. وهذه الأسئلة أو المشكلات بدورها مشتقة من (داخل) بعض المنظورات (ووجهات النظر) النظرية بوجه عام.

5. **العلم كمسعى إنساني Human Enterprise** تتم ممارسته في سياق ثقافة أكبر، فهو يؤثر ويتأثر بالعناصر المختلفة والأجواء **الفكرية للثقافة** السائدة في المجتمع أو المجتمعات. وهذه العناصر تتضمن (لكنها لا تقتصر عليها فقط) بنية المجتمع، وبنى القوة، والسياسة، والعوامل الاقتصادية

والاجتماعية، والفلسفة، والقيم. وهذه أمثلة ليس إلاّ، يمكن أن تؤثر لتوضيح كيف أنّ **العوامل الاجتماعية والثقافية** تؤثر في المعرفة العلمية. وفي هذا فإنّ موضوع (نظرية) **التطور Evolution** واضحة ورئيسية أو مركزية في العلوم **البيولوجية الاجتماعية Biosocial science**.

6. يتبيّن مما تقدم من ملاحظات وآراء، أنّ **المعرفة العلمية Scientific knowledge**، **ليست ولم تكن أكيدة أو مُطلقة في صحتها**. وهذه المعرفة المتضمنة الحقائق، والنظريات، والقوانين هي **مؤقتة Tentative وقابلة للتعديل والتغيير Subject to change**. ويدعي العلماء التعديل والتغيير في ضوء **الأدلة والبراهين evidence** الجديدة وذلك في ضوء التقدم في النظريات والتكنولوجيا أو التحول في برامج البحوث وتوجهاتها. وفي هذا ينبغي التوكيد أن (المعرفة المؤقتة) في العلم لا تنشأ فقط من الحقيقة المتضمنة أن المعرفة العلمية هي **استدلالية** inferential، **وابداعية** creative، ومتأصلة في المجتمع والثقافة. ففي الواقع، وعكس ما يتوقعه كثيرون، فإنّ الفرضيات العلمية، والنظريات، والقوانين (قد) لا يمكن البرهان عليها بصورة مطلقة.

7. مما ينبغي ملاحظته أنّ ثمة أفراداً يخلطون (أو يدمجون) بين **طبيعة العلم (NOS) وعمليات العلم Science Processes (SP)** التي تتسق أكثر مع **الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry**. هذا، وعلى الرغم أنهما متقاطعان ومتداخلان ومتفاعلان بطريقة مهمة، إلا أنه ينبغي التمييز بينهما. فعمليات العلم (SP) هي أنشطة (عقلية) ترتبط بجمع البيانات وتحليلها، وعمل الاستنتاجات. وفي هذا وعلى سبيل المثال، الملاحظة والاستدلال هما عمليات علمية، بينما طبيعة العلم (NOS) يشير إلى الابستمولوجيا الأساسية لأنشطة العلم.

وفي هذا كله، ومن منظور **إعداد المعلمين** (معلمي العلوم) **وبرامج التطوير المهني** لهم، فإنه ينتظر من المعلمين أن يمتلكوا فهماً مُعمقاً لـ (NOS) ولما يتوقعوا تعليمه وتعلمه. وفي هذا فإن جهود التطوير المهني وتدريبهم يجب أن تؤكد على كيف يمكن للمعلمين أن ييسّروا (بنجاح) أو يساندوا (يدعموا) تطوير فهم الطلبة (أو طلبتهم) لطبيعة العلم (NOS) ومسعاه العلمي، وعملياته، والاستقصاء العلمي سواء بسواء؛ إذ إنّه ليس من الصعب بمكان استخلاص أنّ المعلم الذي يفتقد (لا يمتلك) هذه

المفاهيم، والفهم الوظيفي وكيفية تعلمها، فإنه عندئذ، وكما يُتوقع، لا يستطيع أن ينسق أو يربط أنشطة تعلم العلوم، وبيئة التعلم، أو تقييم تقدم الطلبة كما هي واردة (ومطلوبة) في حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها العالمية المعاصرة.

## المسعى العلمي: Scientific Enterprise (SE)

يعد مفهوم المسعى (أو المشروع) العلمي من المفاهيم المعاصرة التي أخذت في الظهور بشكل بارز في أدبيّات التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. وقد تمت معالجة هذا المفهوم في حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها في وثيقة **معالم (ملامح) الثقافة العلمية Benchmarks for Science literacy**. وفي هذا تمت الإشارة إلى أن **المعرفة العلمية وطبيعة المسعى العلمي Nature of Scientific Enterprise (NOSE)** يشكلان **طبيعة العلم (NOS)** من منظور الثقافة العلمية كهدف رئيسي لخريجي طلبة المرحلة الثانوية. وفي هذا يتم التوكيد على ارتباط **المسعى العلمي** (SE) **بطبيعة العلم والثقافة العلمية** كغاية كبرى في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها العالمية المعاصرة في ضوء منهجية العلم كمادة وطريقة وبحث وتفكير.

وفي السياق، تساعد **منهجية العلم التجريبيّة والمنطقية** الفرد المتعلم (الطالب) على حل مشكلاته اليومية استناداً إلى الأدلّة العلمية، وتتطلب مهارات عقلية تحليلية ونقدية، وكذلك الوعي بأهمية العلم كمشروع (ومسعى) إنساني حيث يزيد **الوعي بمهنة المستقبل، واتخاذ القرارات المناسبة في المنظور الشخصي - الاجتماعي - العالمي**. وفي هذا فإنّ التساؤل وطرح الأسئلة Questioning، وجمع البيانات وتحليلها، والتوصل إلى الاستنتاجات، واتخاذ القرارات المناسبة هي مهارات أساسيّة للمسعى العلمي وفهم طبيعته. وفي هذا الصدد، ثمة خصائص يبيّنها البحث Research توضح **طبيعة المسعى العلمي (NOSE)** يمكن أن يكون من بينها الآتي:

- **الكون نظام مفتوح للإنسان**، ومن خلال العلم يمكن اكتشاف هذا الكون وفهمه.
- **الاكتشاف العلمي** يساعد على **تفسير الظواهر، والتنبؤ بها، والتحكم بها** (ضبطها) استناداً إلى المعرفة العلمية.

- **العلم نشاط اجتماعي Social Activity يؤثر في المجتمع ويتأثر به.**
- العلم عمل يشارك فيه أفراد (علماء) من ذوي الاختصاصات المختلفة من كل الأمم والثقافات رجالاً ونساءً.
- الاتصال والتواصل بين الباحثين (العلماء) بما في ذلك نشر المعلومات العلمية من خلال الرسائل واللقاءات، والمجلات والدوريات العلمية؛ وهذا بدوره يؤدي إلى تعرض البيانات والمعلومات والأفكار العلمية للنقد والمراجعة باستمرار.
- **كل فرع Discipline من فروع العلم** (الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض والفلك) له **بناء مفاهيمي** في مجال تنظيم البحث ونتائجه.
- **التساؤل وطرح الأسئلة، وجمع البيانات وتحليلها، والتوصل إلى الاستنتاجات هي مهارات أساسية للمسعى العلمي.**
- يعكس العلم **قيم المجتمع** ووجهات النظر فيه.
- يتأثر العلم **بتمويل** البحوث والدراسات العلمية.
- يضم تركيب المسعى العلمي **مؤسسات متعددة** من مثل: الجامعات، ومراكز البحوث، والمؤسسات الخاصة والعامة والصناعية.

وتأسيساً على ما تقدم، وفي ضوء حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، فإنّ الفهم المناسب **لطبيعة المسعى (المشروع) العلمي (NOSE)** هو عنصر أساسي في **تكوين الثقافة العلمية وتحقيقها**. وقد ضرب الأدب العلمي كبد الحقيقة في توكيده على **فهم العلم والتكنولوجيا** لدى جميع الناس. وقد أشارت التقارير والبحوث العلمية والوثائق المتعلقة بحركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها إلى تركيز الطالب على (حفظ) المعلومات، واستظهار الحقائق، وممارساتهم لبعض العمليات العلمية الروتينية كما في: الملاحظة، والقياس، واستخدام الميكروسكوب. وكناتج معاصر عالمي للتربية العلمية، أفرزت هذه التقارير والوثائق العلمية وأكدته حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، وذلك بالتركيز على (هدف) الثقافة العلمية (SL). وفي هذا فإن ثمة جزءاً من توصيف الثقافة العلمية يرى أنّ حياة القرن الحادي والعشرين ومنظور العلم والتكنولوجيا لا يمكن تحقيقها لدى الجميع **(العلم للجميع)** ما لم يتم **(فهم) العلم، والرياضيات، والتكنولوجيا،** واكتساب **عادات العقل (العلمية)** سواء بسواء.

وفي هذا كله، يتضمن **فهم العلم (NOS) فهم طبيعة العلم** الموصوف تحت مكونات ثلاثة من وجهة نظر **الجمعية الأمريكية للتقدم العلمي (AAAS)**، **وهي**:

1. **الرؤية العلمية للعالم The scientific world view**
2. **الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry**
3. **طبيعة المسعى العلمي Nature of Scientific Enterprise (NOSE)**

وعليه؛ فثمة حدّ أدنى مطلوب لفهم هذه المكونات الثلاثة لتحقيق غاية الثقافة العلمية. وفي هذا، ركزت حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها بصورة مبدئية وأساسية على تعزيز وتطوير فهم طبيعة العلم لدى طلبة الصفوف (k-12) في التربية العلمية وتدريس العلوم. وقد ترجع مبررات ذلك التركيز على فهم طبيعة العلم حيث المسعى العلمي جزء متأصل وأساسي فيه، **لمسوغات عامة** من أبرزها (Dass, 2005) ما يأتي:

1. **ثقافة علمية عريضة للجميع**؛ وهذا أمر مهم للمواطنة الفعالة في المجتمع الديمقراطي، وذلك في ضوء ازدياد الموضوعات والقضايا الاجتماعية - السياسية المرتبطة أو المستندة إلى العلم والتكنولوجيا؛ والمجتمعات الحديثة تواجه خيارات وقضايا ومتناقضات (أو معضلات) عديدة ناتجة من التقدم العلمي - التكنولوجي. **ومن أجل إصدار الأحكام واتخاذ القرارات**، وحل القضايا، والتصويت بذكاء، فإنّ مواطني الديمقراطيات المعاصرة عليهم أن يكونوا **مثقفين علمياً** من جهة، ومدركين لطبيعة المسعى العلمي من جهة أخرى. وفي هذا، يذكر البحث Research أن الفشل في تعليم طبيعة العلم بوضوح، يجعل معظم الطلبة يفهمون العلم فهماً ساذجاً (أو سطحياً) والأفكار العلمية بسيطة لديهم سواء بسواء. ومثل هؤلاء الناس، يفتقرون إلى المعرفة Knowledge الأساسية لاتخاذ القرارات (المناسبة) المبنيّة على العلم والاكتشافات الحديثة وتطبيقاتها. ففي المجتمع الذي يكون فيه العلم موجوداً (أو منتشراً) في كل مكان وفي كل حياته، فإنّ بعض الفهم أو المعرفة بقيمه وطرقه، وممارساته المدرسية، وفهم المسعى العلمي (NOSE)، يكون ضرورياً إذا ما أريد للمواطن الانخراط والمشاركة في القضايا والمشكلات التي تواجه المجتمع المعاصر.
2. **إعداد العلماء الذين يمكنهم توصيل طبيعة أعمالهم إلى غير العلماء بفاعلية**، في ضوء التأثير المتزايد والسريع للعلم في المجتمعات الحديثة في منتصف

النصف الأخير من القرن العشرين، بدأ العلماء مرة أخرى يؤدون خدمة كبيرة كمرشدين وموجهين لمستخدمي ومتخذي القرارات السياسية من جهة، وكموصلين وناقلين لأعمالهم العلمية إلى غير العلماء من جهة أخرى. وفي هذا فإنّ تواصلهم واتصالاتهم في الوقت الحاضر، يعد أكثر أهمية من أي وقت مضى وذلك لتأثيرهم في اتخاذ السياسات المناسبة، والتوكيد على مواصلة الدعم المادي، والدعم (التمويل) **Funding للبحث العلمي، وجذب عدد أكبر من الأفراد (الطلبة) للانخراط في المهن العلمية**. وعليه؛ لا يمكن تحقيق كل ذلك إذا ما فشل العلماء في مساعدة غير العلماء على فهم طبيعة أعمالهم، ومضامين وتضمينات إنجازاتهم من الناحية الاجتماعية. ولعلّ هذا يتضمن أن العلماء يجب أن يكون لديهم فهم واضح وعميق لطبيعة أعمالهم الفنية المعقدة قبل تمكنهم من إيصالها وتوصيلها بفاعلية إلى الآخرين.

3. **إعداد المعلمين لمراحل التعليم (k–12)** الذين يمكنهم المساهمة في النقطتيّن (الأولى والثانية) الآنفتي الذكر من خلال تدريس العلوم؛ فمعلمو علوم الصفوف ( k–12) يؤدون دوراً أساسياً في **تحقيق الثقافة العلمية للجميع** من جهة، وإعداد العلماء القادرين على إيصال طبيعة أعمالهم إلى غير العلماء من جهة أخرى. وفي هذا فإنّ انخراط معلمي العلوم في برامج إعداد المعلمين، عليهم المشاركة والانشغال في الخبرات التعلمية المصمّمة لتعزيز الفهم المناسب للجوانب الأساسية لطبيعة العلم. ويشير البحث إلى أنّ **الممارسات التدريسية للمعلمين، تتأثر بمعتقداتهم وفهمهم لطبيعة العلم**؛ فمعلم العلوم على سبيل المثال، الذي يعتقد أنّ المعرفة العلمية مؤقتة **Tentative** يميل على الأرجح لمساعدة الطلبة وتشجيعهم على مناقشة (ومراجعة) ملاحظاتهم أو أفكارهم في ضوء النظريات العلمية، بينما المعلم الذي يعتقد أنّ العلم كمية متراكمة (أو تجميع) من المعارف، يميل لأن يجعل طلبته يتبعون تعليمات الكتاب وخطواته في تصميم التجارب وتنفيذها والوصول إلى الجواب الصحيح. وعليه؛ فإن **فهم المعلمين لطبيعة المسعى العلمي يؤدي دوراً جوهرياً في خبرات تعلم العلوم المقدمة إلى الطلبة** والتي بدورها تؤثر في **فهم الطلبة للمسعى العلمي (NOSE)** أيضاً. وبالإضافة إلى تطور الفهم المناسب للمسعى العلمي، فإن **برامج إعداد المعلمين والتطوير المهني لهم**، يجب أن تقدم الفرص المناسبة لإشغال المعلمين وانخراطهم في خبرات تصميم التدريس التي تمكنهم من أن يعلموا بطرق وأساليب ومناخ

تيسر وتعزز الفهم نفسه لطبيعة المسعى العلمي لدى طلبتهم. وبعكس ذلك، وفي غياب خبرات تصميم التدريس المناسبة، فإن الممارسات التدريسية للمعلمين تظل قاصرة وانعكاساتها ضعيفة على فهم طلبتهم للمسعى العلمي وذلك على الرغم من فهم المعلمين لطبيعة المسعى العلمي.

هذا، وبالإضافة إلى الأسباب العامة الثلاثة الآنفة الذكر لتعلم وتعليم المسعى العلمي، فإنّ ثمة مبررات ومسوغات تربوية أخرى تؤكد على (متطلب) فهم المسعى العلمي (SE). ففي البحث Research وأدبياته، يذكر أنّ حيوية التقاليد العلمية وتأثيراتها الإيجابية في المجتمع، تعتمد على تقديم الأطفال والصغار وإبراز إنجازاته، وطرقه، وعمليات التفكير من قبل المعلمين الذين يفهمون ويقدرون العلم عالياً. ولعلّ إنجاز وتحقيق ذلك، يمكن أن يتحقق من خلال تضمين ودمج **تاريخ العلم وفلسفته History and Philosophy of Seience في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**، وتبيان أنهما يمكن أن يساهما في تحسين تعليم وتعلم العلوم، وذلك في ضوء الاعتبارات والملاحظات (Matthews,1994) الآتية:

1. **تاريخ العلم وفلسفته (HPS) يعمل على أنسنة العلوم**، وربطها في الاهتمامات الشخصية والثقافية والسياسية. وثمة أدلّة تجعل برامج العلوم أكثر جاذبية للطلبة، وبخاصة الإناث اللواتي (تاريخياً) ما يرفضن (أو يترددن) في اختيار ذلك.
2. **تاريخ العلم وفلسفته (HPS)** وبخاصة فيما يتعلق بالمنطق الأساسي (ماذا تعني بكذا وكذا)، والخبرات التحليلية في تدريس العلوم، يمكن أن تجعل صفوف العلوم أكثر تحدّياً، مما يعزز مهارات وقدرات **الاستدلال العلمي Reasoning والتفكير الناقد Critical Thinking**.
3. **تاريخ العلم وفلسفته (HPS)** يمكن أن يساهم في فهم أفضل **لموضوعات العلوم ومادتها**، إذ يمكن أن تساعد وتتغلب على كم كثير (بحر) من المفاهيم والمصطلحات والمعرفة العلمية التي لا معنى لها لدى الطلبة، وبخاصة عندما يردّد أو يسترجع (يستفرغ) الطلبة القوانين والمعادلات دون أن يعرفوا دلالاتها ومعانيها أو المفاهيم أو النظريات التي تحكمها أو تقع تحت مظلتها.
4. **تاريخ العلم وفلسفته (HPS)** يمكن أن يحسن **برامج إعداد المعلمين Teacher Education Program** وذلك بمساعدة المعلمين على تطوير فهم حقيقي للعلم ومكانته ودوره في المجال الفكري والاجتماعي. وثمة دليل في البحث

يبيّن أن فهم المعلمين ووجهات نظرهم حول طبيعة العلم، يؤثر في كيفية وطرق تعليمهم من جهة، وفي الرسالة العلمية التي يحاولون إيصالها إلى طلبتهم من جهة أخرى.

5. **تاريخ العلم وفلسفته (HPS) يمكن أن يساعد المعلمين على تقدير صعوبات التعلم لدى الطلبة**، حيث إنّ ذلك يغيّرهم أو يجعلهم يعدلون من ممارساتهم التدريسية في ضوء معرفتهم بالصعوبات التي واجهها بعض العلماء (تاريخياً) في التطوير العلمي والتغيّر المفاهيمي. والدراسات البحثية (العلمية) التاريخية يمكن أن تبيّن بعض **الصعوبات الفكرية والمفاهيمية** التي مرّت بها الحقول العلمية وفروعها في بداياتها الأولى؛ وهذه المعرفة يمكن أن تساعد على تنظيم منهاج العلوم وتصميمه وكيفية تنظيم دروس العلوم وتعليمها وتعلمها.

6. **تاريخ العلم وفلسفته (HPS)** يمكن أن يساهم في توضيح أكبر للتقييمات العديدة المتعلقة **بالمناظرات (والمجادلات) التربوية العلمية** المعاصرة التي يشترك فيها معلمو العلوم؛ ومن هذه المناظرات تلك المتعلقة بطرق التعليم (والتعلم) البنائي، والتربية العلمية المتعددة الثقافات، والعلوم لدى الإناث، والعلوم البيئيّة، والتعلم الاستقصائي، ومناهج (STS)، حيث تعلم ادعاءات وافتراضات حول تاريخ وابستمولوجيا العلم أو طبيعة المعرفة البشرية وإنتاجها ومصداقيتها. وبدون هذا الشحن والشحذ من **تاريخ العلم وفلسفته** أو بعضه في حدّه الأدنى، فإنّه قد يجعل المعلمين وممارساتهم التدريسية وانعكاساتها التعليميّة في نهاية المطاف والتحليل قد عادت سيرتها الأولى في الصفوف الدراسية.

وفي ضوء ما سبق، فإنّه من الواضح وكما ذكر آنفاً، أنّ **الفهم** المناسب لطبيعة المسعى (المشروع) العلمي من خلال **توظيف تاريخ العلم وفلسفته ودمجه في مناهج وتعليم العلوم** له فوائد ومضامين تربوية مفيدة لكل من المعلمين والطلبة سواء بسواء. ولعّل هذا يتطلب توضيح **الخصائص أو المكونات المشكلة لطبيعة المسعى (المشروع) العلمي (NOSE)** حيث اقترحت بعض الأدبيات (Dass, 2005) المكونات الآتية:

**أولا: مجالات طبيعة النشاط العلمي Scientific activity، والمعرفة Knowledge**؛ ويركز هذا الجانب على ماهيّة الطريقة العلمية Scientific method، ومفهوم النشاط العلمي، والمعرفة العلمية التي تشتق أو تتولد من

خلال النشاط العلمي، وكذلك تعرّف **الظروف التي يعمل بها العلماء**، وكيف يتوصلون إلى استنتاجاتهم، والإجابة عن أسئلتهم وتساؤلاتهم التي يواجهونها، وما مدى موضوعية الملاحظات العلمية، وما العلاقة بين النظريات العلمية والقوانين والفرضيات؟ وإلى أي مدى تتأثر نتائج البحث العلمي بتخيلات العلماء وإبداعاتهم؟ وإلى أي مدى تلعب دوراً في عمل العالم؟

**ثانياً: السياق الاجتماعي للنشاط العلمي**؛ ويركز هذا الجانب على العلاقة بين **النشاط العلمي والمجالات الاجتماعية للمواقف الاجتماعية** بما في ذلك المواقع الجغرافية، والمناخ السياسي، والمعتقدات الدينية، والقيم، والممارسات الثقافية، والظروف السياسية الاقتصادية.

**ثالثاً: المضامين المجتمعية Societal implications للنشاط العلمي**؛ وتتضمن تأثير النشاط العلمي، والمعرفة، والمنجزات العلمية على المجتمع، وكذلك تأثير العلم على الإنسان عبر التاريخ، وإلى أي مدى يؤثر العلم في حياة الإنسان المعاصر؟ وفي هذا يمكن القول: إنّ البشرية في العصر الحالي، متأثرة بشكل كبير جداً وملحوظ في **مناحي الحياة بالعلم Science والتكنولوجيا Technology**. وفي هذا الصدد، ثمة سؤال يفرض نفسه، هو: إلى أي مدى، وفي أي طرق وسبل أثر العلم (تاريخياً) على الحياة البشرية؟ وكيف يمكن مقارنة ذلك التأثير للعلم على البشرية في يومنا (أو عصرنا) هذا؟

**رابعاً: المضامين التدريسية وتوظيف (تطبيق) النشاط العلمي في المواقف التربوية**؛ ويتعلق هذا الجانب بتطبيق مكونات المسعى العلمي في مواقف صفية وتربوية، وبالتالي ببرامج إعداد المعلمين وتطويرهم المهني. هذا، وعلى الرغم أنّ المضامين التربوية ليست جزءاً أساسياً من طبيعة المسعى العلمي (NOSE) نفسه، إلاّ أنّ لها دوراً أو مكاناً مهماً في الجهود المبذولة لتطوير الفهم المناسب للمسعى العلمي، وبالتالي الإسهام في تشكيل **الثقافة العلمية** وتحقيقها. فالمعلمون الذين يتوقعون أن يصبحوا معلمين على أي مستوى من مستويات التعليم (k-12)، عليهم أن يطوروا فهماً مناسباً لطبيعة المسعى العلمي هم أنفسهم، ومن ثم تصميم تدريس العلوم ودروسها بطرق وأساليب ومناخ تعزز الفهم المناسب (للمسعى العلمي) لدى طلبتهم.

وعليه؛ ولكي يتكون لدى الطالب (المتعلم) الفهم المناسب للمسعى العلمي، فإنّه يتطلب بالضرورة **فهم طبيعة العلم (NOS)**، **والاستقصاء العلمي (SI)**، وتوظيف

أخلاقيات العلم في الحياة، وتعرّف (الطلبة) لهذه المفاهيم خلال المراحل التعليمية (k–12). ولهذا، تناولت وثيقة **معالم (ملامح) الثقافة العلمية** معايير لكل مرحلة تعليمية، إذا ما تحققت، فإنّه (كما يُفترض) ستؤدي إلى تحقيق نتاجات تعلم مرتبطة بالمسعى (المشروع) العلمي ابتداء من الروضة وانتهاء بالصف الثاني عشر (k–12).

وفي السياق، وفهم المسعى العلمي، ثمة سؤال يطرح نفسه، هو: **ما مدى (وواقع) فهم المسعى (المشروع) العلمي (SE)؟** لعلّ **رؤية وأفكار ألن ليشنر Alan Leshner، رئيس الجمعية الأمريكية للتقدم العلمي (AAAS)**، في مقابلته المنشورة في مجلة **القيادة التربوية** (Perkins - Gough, 2007) تلقي بعض الضوء على ذلك. وفي هذا يبيّن ليشنر Leshner **مدى فهم (وواقع) المسعى (المشروع) العلمي، ومستقبل الثقافة العلمية وأهميتها، والتحدّيات التي تواجه التربويين العلميين، وأفضل السبل لجذب الطلبة وإثارتهم في العلوم، وذلك في ضوء ومنظور الملاحظات والتعليقات والرؤى والأفكار الآتية:**

1. كل **القضايا الرئيسية major issues** المهمة في هذا الكون لها جذور مستندة إلى العلم والتكنولوجيا، فما هي بعض هذه القضايا؟ إنّ العلم والتكنولوجيا متأصلة ومؤثرة في كل مجريات حياة الناس اليومية، إلا أنهم لا يفكرون بها. ولعلّ معظم هذه القضايا الاستهلاكية هي **قضايا علمية Science issues** وبعضها قضايا في مجال **الرعاية الصحية Health care**. ففي مجال المشتريات على سبيل المثال، **كيف يميّز الإنسان أن المعالجة الطبية التي تلقاها كانت علمية وحقيقية أم أنها عبارة عن وهم وتضليل؟** وعلى فرض أنك ترغب في شراء لعبة فيديو لأحد أطفالك، فكيف ستقرّر شراء هذه اللعبة؟ هل لأنها مشهورة عند الناس؟ أو أنك ستجري محاكمة عقلية (وتقييم) تستند إلى المعلومات؟ وعند شرائك لمواد التجميل cosmetics، فهل ستهتم بسلامة المنتج وعدم وجود أضرار له أو سلبياته؟ وفي هذا كله، يحتاج الناس، الناس كلهم، معرفة الكثير عن **القضايا العلمية وتطبيقاتها** في الحياة لكي يكون المواطن قادراً وبفاعلية للمشاركة (كمواطن) في اتخاذ القرار (المناسب) الصحيح. فعلى سبيل المثال، قد لا يحتاج معظم الناس معرفة كافة التفاصيل عن بحوث **الاستنساخ Cloning والخلايا الجذعية Ctem Cells**، إلاّ أنهم بحاجة إلى معرفة كيف يتم ويتطور (وينمو) الجنين أو الإخصاب الخارجي وأطفال الأنابيب in vitro fertilization. والشيء

نفسه ينسحب على **تغيّر المناخ Climate change**، فكيف يمكن معرفة أنّ المناخ سيتغير نتيجة لازدياد درجة حرارة الأرض؟ إنك بحاجة إلى الوعي العلمي لتكون قادراً على اتخاذ القرار (أو القرارات) للتمييز بين **العلم واللاعلم** في شتى مجالات الحياة المعاصرة.

2. **ماذا يحتاج الناس لكي يميزوا بين العلم واللاعلم؟** إن الناس بحاجة إلى **معرفة (وفهم) أساسي للمسعى العلمي**، ومعرفة المبادئ الأساسية، ومعرفة حدود العلم ومحدداته، وطبيعة الادعاءات العلمية. وفي هذا، يتمثل الغرض من العلم (مبدئياً) بالإجابة عن أسئلتنا حول طبيعة العالم سواء رغبنا في تلك الإجابات أم لا. والعلم له حدوده ومحدداته؛ إنه يبحث عن الاستفسارات، والتنبؤات، والضبط (التحكم) حول **العالم الطبيعي Natural world**. وبعض العلماء ينتهكون القواعد والمبادئ عندما يقحمون العلم في مجالات **وقضايا أخلاقية** لا يمكن إخضاعها للبحث العلمي.

3. **هل يوجد لدى العامة مفاهيم وتصوّرات بديلة (خاطئة) misconceptions حول العلماء والمسعى العلمي؟** تبيّن من بعض الدراسات المسحيّة أن حوالي (70-90%) من سكان الولايات المتحدة الأمريكية يعتقدون أن فوائد العلم تفوق مخاطره. إلاّ أن المشكلة ثمة نسبة كبيرة من الأمريكيين ليس لديهم فكرة واضحة عمّا هو **(علم) what science is** و**لا علم Non - science**. وفي هذا تبيّن أن أكثر من (40%) من الأمريكيين اعتقدوا أن التنجيم Astrology هو علم، وأن ما يسمّى الحاسة السادسة Extrasensory Perception (**ESP**) قد تمت دراستها علمياً. وثمة فرق في غرفة الصف، حيث تقارن بين العلم، واللاعلم. والنظرية كمصطلح علمي، فإن (الشيء) لكي يصبح نظرية في العلم، فثمة آلاف الدراسات التي لابد من إجرائها، وتتطلب كميات ضخمة من **الملاحظات الامبريقية empirical** واختبار الفرضيات المتنوعة. وبهذا، لا يمكنك أن تقول (نظرية) ما لم تكن خاضعة لدراسات علمية صارمة. والعلماء يقولون نظرية علمية (نظرية الجاذبية الأرضية مثلاً) بعد خضوعها لأعمال ودراسات وبحوث أولية ضخمة قد لا تخطر على البال.

4. **ما النصيحة التي تسديها للمعلمين الذين يواجهون تحدّيات من الطلاب، وأولياء الأمور، ومجالس المدارس في تدريس بعض الموضوعات (كالتطور مثلاً)؟** إنّ المطلوب من المعلمين هو **التسلح بالعلم والمعرفة العلمية**. وعليهم

الاطلاع على المواقع الإلكترونية ذات العلاقة بدعم المعلمين كما في مشروعات **حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها** كما في **المشروع (2061)** على سبيل المثال برؤيته، وإرشاداته، وتوصياته.

5. تمثل **نظرية التطور تحدّياً للتربية العلمية**، وأحياناً تشير إلى **نوع من الصراع مع قيم المجتمع**، فهل هذا التوتر في تزايد؟ ثمة أفراد من **المجتمع العلمي Scientific community** قلقون من أن هناك توتراً متزايداً بين العلم والمجتمع. ولعلّ التوتر المتزايد ينبثق جزئياً من **التقدم العلمي** الهائل في حقول وميادين علمية كثيرة حيث أصبحت تتجاوز (وربما تنتهك) جوهر القيم الإنسانية. فعلى سبيل المثال، تزايد علمنا في الأحياء أدّى إلى انبثاق الحديث عن بدء حياة الإنسان، وجوهر الحياة، ونفس الإنسان.

6. كيف يؤثر **التوتر Tension بين العلم والمجتمع على تجنيد العلماء الجدد وتدريبهم؟** إن **المجتمع العلمي Scientific community** كما هو معروف، يسعى دائماً لاختيار أفضل الطلبة ذكاء وقدرة وإبداعاً في مجال العلوم. وفي هذا نهتم **بالنوعية Quality وليس بالكم** أو العدد. ولكن وجود طالب ذكي ألمعي في مجتمع متوتر (يتصارع) مع العلم يمكن أن يجعله يبتعد عن دراسة العلوم. ومن العوامل المؤثرة الأخرى تتمثل في (ضعف) **تمويل Funding البحوث العلمية**؛ وفي هذا ليس فقط ثمة صعوبة في ولوج المجتمع العلمي بل صعوبة حياتهم أيضاً، وصعوبة في المنافسة للحصول على تمويل البحوث العلمية لأغراض البحث، والاعتراف، والترقية، ووظائف الهيئات التدريسة والبحثية في الجامعات ومراكز البحوث العلمية. ولهذا، **إذا كان السياق في المجتمع العلمي صعباً أو متوتراً، فإنّ ذلك سيؤدي إلى تقليل وضعف الحماس للتوجه إلى المهن العلمية.**

إنّ هذا التوتر بين المجتمع والعلم قد يختلف من مجتمع إلى آخر وبخاصة فيما يتعلق بقضايا **القيم Values في المجتمع، والقضايا الأخلاقية**، والقضايا العملية والجدلية، والاتجاهات نحو فوائد العلم ومخاطره، والشكوك حول العلم والتكنولوجيا، كل ذلك وغيره يختلف (مبدئياً) باختلاف الثقافة والسياق الثقافي بوجه عام.

7. **هل يمكن أن نأخذ بجدية الادعاءات من أن الولايات المتحدة الأمريكية في (تراجع) في مجال العلم والتكنولوجيا؟ وإذا كان الأمر كذلك، فماذا سنفعل؟** يهتم السياسيون دائماً بهذا الأمر، ويهمهم أن يعرفوا مَنْ هي الدولة الأكثر

تقدماً في العلوم في العالم. وأرى أن الدولة التي تجعل **المسعى (المشروع) العلمي Scientific Enterprise هدفها هي الأكثر تقدماً في العالم**. وفي هذا فإنّ (تناقص) ميزانية البحث العلمي في الولايات المتحدة الأمريكية سينعكس بالتأكيد (سلباً) على مكانتها (المرموقة) العلمية. ففي الفترة التي تناقصت فيه ميزانية البحث العلمي في الولايات المتحدة، كانت الصين تزيد (وتدعم) ميزانية البحث العلمي؛ ففي عام 1992 كان ترتيب الصين (17) على مستوى العالم في دعمها للعلوم، إلاّ أنها اليوم هي ثالث دولة في العالم. كما أنّ الاتحاد الأوروبي الآن يتفوق على أمريكا في مجال **النشر العلمي**. ومهما يكن الأمر كون ذلك سيئاً أو جيداً، فإنّ على الولايات المتحدة أن تعمل بجد للمحافظة على **تفوقها وبريقها وألقها العلمي**. وخلاصة القول: إن **المسعى (المشروع) العلمي (SE) في أمريكا جيّد وقوي ومتين**، ويتطلب العمل بجّد واجتهاد للمحافظة عليه وتطويره باستمرار.

8. من المعروف أنّ **الجمعية الوطنية لتقدم العلوم (AAAS) وضعت معايير** للمراحل التعليمية بدءاً من رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر (12-k) من خلال **المشروع (2061) Project 2061**، فما هو الجديد في ذلك؟ لقد تم إعداد وتطوير المشروع (2061) بصورة علمية، ومن أولى منشوراته **العلم لجميع الأمريكيين** المتعلق بمعالجة السؤال المتضمن: **ماذا يجب على الطلبة أن يعرفوا ويكونوا قادرين على عمله عند تخرجهم في الثانوية العامة؟** والسؤال الثاني يتعلق بـ: ماذا يحتاج الطلبة لمعرفته في كل مرحلة؟ وعليه؛ تم عام 1993 نشر **معالم (ملامح) الثقافة العلمية**، وتمت ترجمة أهداف وغايات العلم للجميع إلى العلامات الدّالة على التعلم لمستويات التعليم المختلفة (K-12). كما أكمل المشروع (2061) أطلس Atlas يتضمن خرائط وطرائق ومعايير للمدرسة الابتدائية والمتوسطة والثانوية، وماذا ينبغي للطلبة أن يتعلموا **وكيف** يتعلموا على كل مستوى من مستويات الصفوف (12-k) التعليمية. وقد لاقت الخرائط الموضوعة استحسان المعلمين ومطوري المناهج ومصمّيميها مما جعل بعض الدول الأخرى العمل على تبنيها. وتم البحث مع زملائنا في الصين لترجمة المشروع (2061) إلى اللغة الصينية لاعتماده في تدريس العلوم. وحديثاً، يتم العمل على إيجاد أدوات تقييم من أجل معرفة ما إذا حقق الطلبة أهداف المشروع (2061) وغاياته ومعاييره، وكذلك التحقق من أن التقييم يتواءم مع الأهداف

والغـايات. هذا مع العلم أنّ المشـروع مطبق في وثائق ولايات عـديدة في أمـريكا، إلاّ أنه لمّا يتم بصـورة منظمـة التـحـقق من مـدى مـواءمـة الخطة والخريطة الخطية Strand map واتباعها بصورة جدية أم لا.

9. **هل تعتقد أنّ متطلبات اختبارات العلوم الجديدة وفق مقولة (لا ينبغي أن يُترك طفل أمريكي بدون تعليم) No child left behind** يمكن أن تؤثر في **معايير الولاية State وأهدافها؟** ساهمت الأكاديمية الوطنية للعلوم (NAS) National Academy of Science والمشروع (2061) وشاركا بصورة كبيرة لتأسيس خطوط عريضة وطنية لتعريف (وتحديد) المعرفة العلمية والمهارات التي يحتاجها الطلبة. ولكن هل الولايات States في الواقع توائم (وتطابق) معـاييـرها Standards بالمعـاييـر التي تمت مـأسـسـتـهـا بوسـاطة الأفـراد والتـربويين والعلمـاء والمؤسـسـات والمجـتـمع العلمي؟ مع الأسف (ربما) ليس جـمـيـع الولايات قـد وأمت أو تبنت ذلك. وفي هـذا علينا أن نتسـاءل: مـاذا تختبر الولاية؟ **وما هي معايير المناهج المطورة؟** لا أحد يستطيع أن يجادل في الأهداف العـامة لمقولة: **لا ينبغي أن يترك أي طفل أمريكي بدون تعليم**؛ إلاّ أنّ المهم هو ما يتعلق **بالتنفيذ والتطبيق**، وهذا يمكن أن يكون ابتداعياً أو خارجياً، ولكن يمكن أن نكون قد أعطينا كل ولاية حرية كبيرة لتعمل (وتطبق) ما تريد من جهة، وتفسّر مـعنى المقولة (لا يترك طفل أمريكي بدون تعليم) حسب فهمها واعتباراتها الخاصة من جهة أخرى.

10. وجـه **المشـروع (2061) نقـداً لكتب العلوم Science Textbooks، فـهل تحسنت كتب العلوم بعد هذا النقد؟** قام المشروع (2061) بعملية تقويم لكتب العلوم عـام 1999، وقـد تـبـيّن أنّ الكتب ومـراجـع العلوم آنذاك كـانت تغطي موضوعات علمية متعددة **بطريقة سطحية**، وكانت حقائق المعرفة العلمية غير مـترابطة ومملّة، ولا تـتـضـمن العمق الكافي مما سبّب **ملل الطلبة في تعلم العلوم**. وقـد تـبـيّن أن كـتب العلوم العـشـرة الشـائعـة الاسـتـخـدام في المدارس المتوسطة والثانوية غـيـر مـرضـيـة. وفي الواقـع، فـإنه مـن الصعـوبة بمكان معرفة ما إذا كان تقييمنا قد غيّر من واقع كتب العلوم ومراجعها أم لا. إلاّ أنه في الفـتـرة التي ظهر فيها المشـروع (2061)، فقد كـان مـصـدراً مهمـاً لأخذه بعين الاعتبار لمؤلفي كتب العلوم من جهة، والناشرين مـن جهـة أخرى. وفي هذا، يؤمل أن يكون التقويم الذي تم القيام به حافـزاً وموجهاً (ومـرشـداً) لمؤلفي كـتـب العلوم ومـتـبني المشـروع وذلك بـالنظر إلـى أننا نقـدم **التـربيـة**

**العلمية الحديثة** بقدر المستطاع. وفي هذا يسعى المشروع (2061) لاختبار المواد التعليمية ومدى مطابقتها وتواؤمها مع المعايير العلمية وذلك من خلال المركز الخاص بالمواد المنهاجية في العلوم.

11. **بالإضافة إلى المعايير والمواد التعليمية، فثمة مكون آخر مهم في التربية العلمية وهو المعلم The Teacher، فما هي المهارات التي يحتاجها معلم العلوم لجعل العلوم مادة ممتعة (ومثيرة) للطلبة؟** على الرغم أنني لست خبيراً في تأهيل المعلمين وتدريبهم، إلاّ أنك إذا سألت عالماً ناجحاً ما الذي دفعك لدراسة العلوم؟ ستكون إجابته: إنّه (**معلم العلوم**). ولا أعرفُ عالماً لا يثني على المعلم (أو يلومه) لدخوله أو اختياره لمهنته. إنّ السؤال الذي يُطرح، ليس فقط المؤهلات التي يحملها المعلم، بل كذلك **ما يقوم به (الممارسات) المعلم داخل غرفة الصف**. ومرة أخرى، فالاهتمام يتعلق بأهمية التعليم ليس فقط في **المحتوى العلمي Science content**، بل ما يتعلق **بالعلم Science** نفسه. فماذا يعني أن تتبع منهجية علمية في حياتك؟ وما الذي يعني أن تفكر حول الأشياء تفكيراً علمياً؟ إن معظم العلماء لديهم خبرات جيدة في البحث أو في حل المشكلات في مرحلة مبكرة من تعليمهم، وقد كانوا يستمتعون في دراسة العلوم؛ وفي الواقع فإنّ العلم ممتع، إلاّ أننا لا نكتفي بقول ذلك، بل علينا أن نُري الطلبة أنه (**ممتع**) كذلك.

وبالنسبة لي، فقد كان قراري وتوجهاتي كي أصبح (عالماً) **Scientist بفضل أستاذي** والخبرات البحثية في الدراسات الدنيا (البكالوريوس)، وقد كان أستاذي يشركني في بحوثه في المختبر في كل صغيرة وكبيرة تقريباً، وعلمني تحليل البيانات، ومناقشة النتائج وتفسيرها، ونشر البحوث. كما كنت أشاركه في أفكاره العلمية وفي حياته كعالم. وماذا يريد الشاب أكثر من ذلك؟! لقد كان **جوهر الخبرة يتمثل في (مُتعة) العلم وإثارته والخوض فيه.**

وفي المرحلة المتوسطة والثانوية، كثيراً ما نهتم للحصول على حقائق علمية محدّدة بينما نهمل لنري الطلبة **الإثارة في العلم وحل المشكلات في العلوم**. وفي العلوم وفروعها، يكون **الاكتشاف Discovery** أو إيجاد أمر ما، طريقة جيدة لنقل الطلبة لتعرف **الإثارة Excitement في العلوم والاكتشافات العلمية والاستمتاع في عمل العلم Doing science** بطرقه وعملياته. ولهذا، كلما كان تعريض الطلبة الصغار لحل المشكلات مبكراً، كان اهتمامهم أكثر في العلوم؛ إذ إنهم سيبنون على

هذه الخبرات فيما بعد. وهذا كله يتطلب من **معلم العلوم التركيز على الاستقصاء العلمي (SI)، وحل المشكلة (PS)، وتدريس العلوم المسليّة الممتعة المثيرة وبخاصة في مراحل التعليم المبكرة.**

12. ما **المجالات المثيرة في العلوم اليوم التي يمكن أن توجه الطلبة للعمل في مجال (مهن) العلوم؟** هذا الأمر قد يبدو صعباً؛ فالتقدم في العلوم الحياتية في العقدين الأخيرين مذهل ويكاد لا يُصدق. وبحوث الجينوم Genome والاكتشافات في علم الأعصاب والدماغ، والفيزياء، والكيمياء هي بحوث مذهلة واكتشافات ضخمة. وفي هذا، يجد الطلبة أحياناً صعوبة في الفيزياء كعلم مثير، لأنها تعتمد على الرياضيات المتقدمة أو الحديثة. لكن حضوري المكثف لمحاضرات في علم الفلك والكونيات ومراقبة حضور الصغار، فمع أنهم قد لا يفهمون التفاصيل بداية، إلاّ أنهم (**بفضول الصغار الطبيعي**) يرون الإثارة لدى العلماء عندما يكتشفون أصل الكون علمياً وما يبحثون عنه. وفي هذا فإن **الرحلات العلمية** للمتاحف يظهر اهتمام الصغار بالعلم ومثيراته، وهي خبرات جيدة ومثيرة الاهتمام لجعلهم يحبون العلم والتوجه نحو **المسعى العلمي (SE)** بمهاراته وقدراته وفوائده وحدوده ومحدّداته.

إن المفتاح لإلهام الطلبة لمتابعة **مهن ذات صلة بالعلوم** ليست في إظهار العلم لهم بأنه مثير وممتع فحسب، بل مساعدتهم على الانخراط والانهماك **في العلم والمسعى العلمي والمسعى البحثي Research enterprise.** ولعلّ في هذا يكفي الطلبة بعض المهارات في عمليات العلم كما في: صياغة الفرضيات، وتصميم التجارب، وتنفيذ التجربة، واكتشاف ما إذا كانت الفرضية صحيحة أم لا. إن نسبة كبيرة من التربية العلمية ومناهج العلوم المقدمة للطلبة، تركز على جعل **الطلبة (حفظة) للعلم وتذكر مفاهيمه وحقائقه** المتناثرة هنا وهناك والتي ستصبح (**منتهية الصلاحية**) **Expired** في بضع سنين، بينما ثمة تركيز قليل على (**التفكير**) **وكيفية التفكير كعالم، والإثارة في الاكتشافات العلمية.** ولهذا، لا بديل ولا مناص من خبرات **تشغيل اليدين والعقل والدماغ معاً** في البحث **Hands - on Research Experience.**

13. **نظراً للتنوع في مجتمعات الطلبة، كيف يمكن للتربية العلمية أن تصل إلى الطلبة الأقليات Minority students؟** إنّ المشكلة لطلبة الأقليات هي المشكلة نفسها للطلبة الآخرين. ونحن غالباً لا نشركهم في العلم المثير الممتع بطريقة ذات مضمون ومعنى وسياق شخصي لهم. ولديّ اعتقاد طفولي يتمثل

في أن الناس يربطون فقط الأشياء التي لها **معنى Meaningful** لهم بطريقة شخصية، وأنهم يكونون في حالة إثارة مبدئياً عندما يفهمون تلك الأشياء. إن **المفتاح لفهم المعلومات**، يتمثل بالقدرة على إدراك أنّ ذلك الشيء ذو علاقة بي. ولهذا، أعتقد أننا بحاجة أو بالأحرى **علينا أن نُري الطلبة جميعهم All students كيف أن العلم ذو معنى لهم**. وفي هذا فإن الطلبة عندما يخوضون في خبرات **عمل العلم Doing science**، وتشغيل اليدين من **المنظور الشخصي ذي المعنى لهم**، فإنّه من المرجح أن يكونوا محفوزين ومدفوعين (ومثارين) باتجاه العلم وإثارة العلم ومتعته؛ بينما لا يلقون انتباهاً ذا بال عندما نقول لهم أو نعلمهم بقولنا: **دعونا نعلمكم عن العلم وإثارته أو متعته.**

14. ما أهم **نصيحة (أو النصائح)** التي تعطيها **لمربي ومعلمي العوم (k-12) لمنح طلبتهم تربية علمية جيدة؟** تأكد أنه بغض النظر عن المحتوى العلمي (والتخصص) الذي تعلمه، إنك تعلم أيضاً عن **المسعى العلمي (SE)** - طرقه، وعملياته، وحدوده ومحدداته، وفوائده، ومخاطره؛ فأكبر فجوة في المعرفة العلمية لدى الكبار Adults ليس أنهم فقدوا تفاصيل **(DNA)**، بل يتمثل في أنهم **لا يعرفون (ما هو العلم؟)**. ففهم **طبيعة العلم (NOS) والمسعى العلمي والاستقصاء العلمي** أكثر أهمية من اكتساب ومعرفة تفاصيل (العلم) والمعرفة العلميّة.

## الاستقصاء العلمي: Scientific Inquiry (SI)

يرتبط الاستقصاء العلمي (SI) والمسعى العلمي (SE) ارتباطاً مباشراً وعضوياً **بطبيعة العلم (NOS)** وعملياته ومع الاتساق بالرؤية العلمية للعالم؛ فهي مكونات أساسية لطبيعة العلم حيث تندمج وتتكامل معاً، وتشكل خصوصية مميّزة للتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

**والاستقصاء العلمي** مفهوم أساسي وجوهري في العلم والعلوم. ولهذا، يتم وصف العلم **بالطبيعة الاستقصائية للعلم، والعلوم بالطبيعة الاستقصائية للعلوم**. وفي هذا فإنّ مفهوم الاستقصاء Inquiry من أكثر - إن لم يكن أكثر - المفاهيم والمصطلحات تكراراً وشيوعاً في أدبيّات التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. **والاستقصاء Inquiry في العلوم مثل التصميم Design في الهندسة والتكنولوجيا.**

ويرتبط بالاستقصاء العلمي بالضرورة **الأنشطة العلمية Science activities** و**المختبر Laboratory** الذي يعد القلب النابض في العلوم. والاستقصاء العلمي (SI) له جذوره الطبيعية في عقول الناس وفطرتهم؛ فعمل الملاحظات، وطرح الأسئلة Questioning، ومتابعة التحرّيات والتنقيب والاستقصاءات كانت ولا تزال المنحى الإنساني الطبيعي لفهم العالم الطبيعي (الوجود). ويعد الفضول (الطبيعي) الفطري curiosity الصفة الرئيسية للإنسان التي تدعو وتقود إلى الاستقصاء العلمي والنمو وتطور الثقافة الإنسانية.

وتشير أدبيات البحث Research إلى أنّ **الاستقصاء العلمي (SI) يتضمن طرح الأسئلة Asking questions** أو **ما يقوم به العلماء What scientists do**، أو أنه شكل من أشكال **التعلم الموجه ذاتياً Self - directed**، وجوهره ولبّه الفضول وحب الاستطلاع الطبيعي، ويتضمن عمليات العلم أو مهارات الاستقصاء (البحث) العلمي. والأسئلة المطروحة في مضمونها وجوهرها توصف بأنها أسئلة جيدة أو قابلة **للاختبار Testable** و**البحث Researchable** بحيث لا نجد (الجواب) مدوناً (أو مكتوباً) في الكتاب أو مراجع تدريس العلوم التي في متناول اليد بوجه عام.

وفي هذا السياق، يقول سكمان Suchman من رواد الاستقصاء، وبكلمات بسيطة معبّرة: إنّ **الاستقصاء inquiry هو (الطريقة) الطبيعية التي يتعلم بها الناس عندما يتركون لوحدهم يتعلمون، أو ما يقوم به الأطفال عندما يتركون وحدهم في البيت أو في حديقة المنزل يتعلمون**؛ فهم يطرحون الأسئلة، ويلاحظون، ويجمعون المعلومات، ويصنفون، ويقيسون، ويجربون، وينقلون ملاحظاتهم وأفكارهم إلى بعضهم بعضاً.

والاستقصاء في التعلم والتعليم **نشاط عملي Practical** و**فكري (عقلي) Intellectual** في آن واحد، **وجوهره (الفضول) Curiosity كعادة عقلية إنسانية في التعلم والتعليم** تتضمن طرح الأسئلة أو إثارة المواقف (المشكلة) العلمية المثيرة للانتباه وجذب فضول المتعلم (الطالب). وفي هذا يرتبط الاستقصاء بالعلم (كمادة، وطريقة، وتفكير). والعلم كاستقصاء أو العلم كعملية استقصائية، أو ما يقوم به العلماء، أو مهارات التفكير والبحث العلمي، فإنّها جميعاً تدل على تميّز مناهج العلوم بالاستقصاء وتوكيدها في عملية التعلم والتعليم في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها (زيتون،2007).

**وكتطبيق تربوي في مناهج العلوم وتدريسها**، فإنه يتطلب أن يتعلم الطلبة (المتعلمون) العلوم في **مواقف حياتية حقيقية Authentic** لامتلاك استراتيجية فاعلة في اكتساب المعلومات ونقلها وتنظيمها وتوزيعها واستخدامها وتطبيقها في حل المشكلات. وفي هذا، ينظر إلى استراتيجية الاستقصاء في تعلم وتعليم العلوم كمستويات ثلاثة متدرجة تُصنف وفقاً لدور المعلم أو المتعلم (الطالب) كما يأتي:

1. **الاستقصاء المبني (المنمط) Structured Inquiry**.
2. **الاستقصاء الموجه Guided Inquiry**.
3. **الاستقصاء الحرّ (المفتوح) Free (Open) Inquiry**.

وعليه؛ فإنّ على معلمي العلوم تصميم وإدارة بيئة التعلم والصفوف الاستقصائية التي تزود الطلبة بالوقت الكافي، والمكان المناسب، والمصادر التعليمية، والأمان المطلوب للتعلم الاستقصائي. وكذلك توفير الفرص للتعلم النشط وبناء المعرفة، والوصول إلى التجهيزات والأدوات والمصادر كلها حاسمة في التعلم الاستقصائي وقدرات الطلبة لتطبيق الاستقصاء العلمي (SI). وفي هذا فإنّ الإجابة عن التساؤلات والأسئلة الآتية تحدد (**الحكم**) على ما إذا كان صف العلوم أو النشاط العلمي أو برنامج العلوم يسوده **الاستقصاء العلمي** أم لا، وهي:

1. **هل ثمة فرص على مستويات مختلفة للاستقصاء والتحرّي** Investigation التي فيها يبني ويصمم (الطلبة) فيها **التجارب Experiments** التي تطور فهم المفاهيم والأفكار التي تم تحديدها في منهاج العلوم كمفاهيم وأفكار رئيسة مهمة؟
2. هل الطلبة **منخرطون (ومنهمكون)** في الاستقصاء العلمي بنشاط؟
3. هل ثمة فرص (تعلم) مناسبة لدى الطلبة لتشكيل وصياغة فرضياتهم؟
4. هل يطلب من الطلبة الانهماك في **طرح الأسئلة questioning**؟ وهل هم **فعلاً يقومون** بذلك؟
5. **هل الطلبة يقومون فعلاً بعمل العلم Doing science**؟ وهل هم على سبيل المثال، **يقومون فعلاً**: بالملاحظة observing، والقياس measuring، والاستدلال inferring، والمعالجة اليدوية (التحكم) manipulating، والتعريف (التحديد) identifying، وضبط المتغيرات controlling، والحساب الكمي quantifying، ومعالجة المتغيرات working with

variables، وجمع البيانات collecting data، والانشغال في التحليل engaging in analysis، والتعريفات الإجرائية operationally defining؟

6. هل الطلبة **يقومون بتصميم التجارب designing**، وينفذون، ويقدمون تجاربهم المضبوطة؟

7. هل **يطبق الطلبة المعرفة knowledge**، **والعمليات process** التي يتعلمونها؟

8. هل **الأخطاء(البديلة) المفاهيمية** misconceptions العامة التي يقع فيها الطلبة يتم تحديدها ومعالجتها؟

9. هل يستخدم الطلبة (تدريجياً) **مهارات (ومستويات) الاستقصاء العلمي**؟

10. هل ثمة **توازن balance بين الاستقصاء العلمي Scientific inquiry**، **والمحتوى content**، **والعمليات process**؟

وفي هذا كله، فإنه يتوقع أن يتشكل ما يُسمى **مجتمع الاستقصاء inquiry community** الذي يتطلب تغييراً جوهرياً في صفوف العلوم والعلاقة بين الطلبة والمعلمين، وبالتالي يكون دور المعلم المتجدد الميسّر أو المساند للتعلم، والمعايشة والمراعاة للخلفيات الثقافية والعرقية، والخبرات، وأنماط التعلم، وثقافات الطلبة، ومن ثم نمذجة الطرق العلمية في الاستدلال والمهارات والفهم وعادات العقل. ويقع ضمن هذا **جوّ الصف وبيئة التعلم الصفية والمدرسية** التي يشعر فيه الطلبة أنهم في بيئة نفسية آمنة لربط الأفكار وبنائها دون رهبة أو خوف أو أحكام تقلل (أو تستخف) بأفكارهم؛ فالاستقصاء العلمي يتضمن **التفكير Thinking**، **وضغوطات الوقت Time constrains التي تقف (عقبة) أمام طريق التعلم بعامة والاستقصاء العلمي بخاصة**.

وفي سياق الاستقصاء، يدرك الباحثون التربويون اليوم أنّ معظم الناس يتعلمون من خلال **الخبرات الشخصية Personal Experience** وذلك بربط المعلومات الجديدة بما يعرفونه أو يعتقدونه. كما أن المعلمين المتميزين والكتب والمراجع الجيدة ليست كافية؛ فالطلبة المتعلمون بحاجة إلى (بناء) معرفتهم وفهمهم (المعنى) من خلال **طرح الأسئلة questioning**، **وتخطيط التحرّيات investigations**، **وتنفيذ التجارب Experimentation**، **وتحليل البيانات**، **وإيصال Communicating النتائج والتواصل مع الآخرين**. كما أنهم بحاجة إلى توافر الفرص الكافية للتقدم من المحسوس concrete إلى تجريد abstract أفكارهم، وإعادة التفكير في

فرضياتهم، وإعادة التجارب وحل المشكلات. وباختصار، فإن الطلبة (يبنون) معارفهم ومفاهيمهم بنشاط actively، ويكونون مسؤولين عن تعلمهم كمبدأ أساسي في التعلم والتعليم بالاستقصاء العلمي.

وفي هذا الصدد، تدعو **المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** وحركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها إلى **التركيز على التعليم الاستقصائي - Inquiry based Teaching والتعلم الاستقصائي Inquiry - based Learning**، لتمكين الطلبة من المشاركة الفعلية في تعلم العلوم باستقصاء أسئلتهم وأفكارهم وتجريبها. **وكتطبيق تربوي في تدريس العلوم**، يمكن النظر إلى **الاستقصاء كمتصل Continuum**؛ ففي الممارسة الاستقصائية وفي أحد طرفي المتصل، يمكن استخدام أنشطة الاستقصاء المبني (أو المنمط) Structured inquiry وتجارب بنمطية كتاب الطبخ Cookbook style، وفي الوسط يمكن استخدام الاستقصاء الموجه Guided inquiry، وفي الطرف الآخر يمكن استخدام الاستقصاء الحرّ (المفتوح) Free (open) inquiry من خلال طرح الطلبة لأسئلتهم وأفكارهم. ولعلّ هذا هو الهدف أو الغاية النهائية التي يتوقع من معلم العلوم أن يسعى إلى تحقيقها حيث ينهمك الطلبة في **الاستقصاء العلمي الحقيقي وعمل العلم doing science** بطبيعته وصورته الاستقصائية كما يقوم به العلماء.

وفي البحث Research **ثمة اجتهادات وآراء أخرى في الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry (SI)**. وفي هذا، يرى ليدرمان Lederman أنّ الاستقصاء العلمي على الرغم أنّه ذو صلة وثيقة بعمليات العلم Science Process (SP)، إلاّ أنه يمتد وراء تطوير عمليات العلم كالملاحظة، والتصنيف، والتنبؤ، والاستدلال، والقياس، وطرح الأسئلة، وتحليل البيانات وتفسيرها. **فالاستقصاء العلمي** يتضمن عمليات العلم التقليدية، كما أنه يشير إلى توحيد ودمج هذه العمليات **بالمعرفة العلمية Scientific Knowledge، والاستدلال العلمي Reasoning، والتفكير الناقد Critical thinking** بغرض تطوير المعرفة العلمية. ومن وجهة نظر المعايير الوطنية للتربية الوطنية (NSES)، فإنه يتوقع من الطلبة أن يكونوا قادرين على تطوير الأسئلة العلمية، ومن ثم تصميم وتنفيذ التحرّيات والاستقصاءات التي تؤدي إلى الحصول على (أو جمع) البيانات الضرورية للوصول إلى **استنتاجات**

**conclusions** بالنسبة إلى السؤال (أو الأسئلة) المطروحة. وإذا لم يكن جميع الطلبة قادرين على تصميم وتنفيذ الاستقصاءات كلياً، فإنه بدلاً من ذلك، يتوقع أن يكون جميع الطلبة (على الأقل) قادرين على (فهم) الجانب العقلاني والمسوّغات rationale في الاستقصاءات، وقادرين على التحليل بصورة نقدية الادعاءات أو المزاعم المستخلصة من جمع البيانات. **فالاستقصاء العلمي (SI)** باختصار، يشير **إلى المنحى المنظم المستخدم من قبل العلماء للإجابة عن السؤال الذي يطرحونه أو يهتمون به**. وطلبة ما قبل الجامعة، وكذلك عامة الناس، تعتقد بوجهة نظر مشوشة (غير واضحة) للاستقصاء العلمي الناتجة أصلاً من المدرسة، والإعلام، والشكل العام للتقرير العلمي. ولعلّ هذه النظرة المشوشة تسمى **الطريقة العلمية The Scientific Method**. إنها تبدو كمجموعة من الخطوات الصارمة (المنضبطة) المتتابعة الخطوات، التي يتبعها العلماء عندما يحاولون الإجابة عن الأسئلة العلمية. وثمة وصف آخر يصف الطريقة أن على الطلبة أن يحفظوا، ويعيدوا، ويتبعوا خطوات على نمطية كتاب الطبخ لغرض النجاح. إن رؤية الإصلاحيين وإصلاح مناهج العلوم وتدريسها، تؤكد أنه لا **توجد طريقة واحدة (أو خطوات) متتابعة** محدّدة يتطلب اتباعها في جميع التحرّيات والاستقصاءات العلمية. وفي هذا، تؤكد وجهة النظر الحديثة أنّ **الأسئلة The questions هي التي توجه وترشد المنحى، وأنّ المناحي تختلف أو تتباين بدرجة كبيرة (أفقيا وعمودياً)** داخل وخارج حقول العلم والحقول الدراسية الأخرى (Lederman, 1998).

هذا، وبوجه عام، يمكن أن يأخذ الاستقصاء العلمي (SI) أشكالاً وأنماطاً بحثية عدّة: **وصفية descriptive، وارتباطية corelational، وتجريبيّة experimental**. فالبحث الوصفي نوع من البحث الذي غالباً ما يصف بدايات الخط في البحث **(الواقع) What is**. وهذا النوع من البحث يشتق المتغيرات والعوامل المهمة لموضوع أو بحث يهتم به الباحث. وسواء أدّى **(البحث الوصفي)** أو يؤدي إلى المناحي الارتباطية، فإن ذلك يعتمد على الحقل أو الفرع العلمي أو الموضوع. فعلى سبيل المثال، معظم بحوث التشريح والتصنيف هي بحوث وصفية في طبيعتها ولا تؤدي إلى البحث التجريبي أو الارتباطي بوجه عام. فالهدف في هذه البحوث ببساطة هو (الوصف) ليس إلاّ. ومن وجهة نظر أخرى، فثمة أمثلة كثيرة جداً في تاريخ البحث التشريحي قادت إلى أكثر من الوصف، ولعلّ الاكتشافات في الجهاز الدوري والدورة الدموية لِـ هارفي Harvey كانت وصفية في طبيعتها، إلاّ أنها قادت فيما بعد إلى

بحوث ارتباطية في التركيبات التشريحية.

إن **تصوّر طريقة علمية واحدة** جاءت نتيجة تصميم التجارب بصورة تقليدية اعتيادية على مدى فترة زمنية طويلة وبخاصة في كتب العلوم ومراجعها ومقرراتها المدرسية. ولهذا فإن مثل هذا البحث التجريبي لا يمثل بالضرورة الاستقصاءات العلمية. وعليه؛ تمخض عن ذلك وجهة نظر مشوشة وضيقة حول الاستقصاء العلمي، وتم تعزيزها (أو تغذيتها) لدى طلبة المدارس في مراحل الصفوف (k-12) المختلفة. وفي هذا كله، قد يكون الاستقصاء العلمي غامضاً في تطبيقه وواقعه في التربية العلمية وإصلاح مناهج العلوم وتدريسها. هذا، **وينظر إلى الاستقصاء العلمي (SI) واستخداماته من وجهات نظر ثلاث، هي:**

**الأولى:** يمكن أن **ينظر إلى الاستقصاء كمجموعة من المهارات set of skills** ليتم تعلمها من قبل الطلبة ودمجها مع أداءات الاستقصاء والتحرّيات العلمية.

**الثانية:** يمكن أن ينظر إلى **الاستقصاء كناتج معرفي cognitive outcome** يتطلب من الطلبة تحقيق ذلك. وبشكل خاص، فإن النظرة الحالية في إصلاح مناهج العلوم واضحة (على الأقل في ما يكتب أو في الكتابات) بالتفريق بين **أداء (إنجاز) الاستقصاء Inquiry performance** (أي ما يجب على الطلبة أن يكونوا قادرين عليه) وما يعرفه الطلبة عن الاستقصاء (أي ما يجب على الطلبة معرفته). فعلى سبيل المثال، إنه شيء واحد كما يبدو، أن يكون الطلبة قادرين على تهيئة وإعداد مجموعة ضابطة للتجريب، بينما ثمة فرق أو (اختلاف) لكي تجعل الطلبة قادرين على التوقع منهم لكي (يفهموا) الضرورة المنطقية المبرّرة للمجموعة الضابطة في التصميمات التجريبيّة. وفي هذا، ثمة فرق واختلاف بين عمل مجموعة ضابطة روتينياً، والمنطق العقلاني وراء عمل هذه المجموعة الضابطة في الاستقصاء العلمي. ومثل هذا الفرق أو الاختلاف البسيط، تمت ملاحظته في إصلاح المناهج؛ أي (**المعرفة مقابل العمل Know versus Do**) مما يتطلب تلافيه وإصلاحه.

**الثالثة: الاستعمال الثالث للاستقصاء Inquiry في وثائق الإصلاح** يتمثل في ربطه بشكل صارم **بالبيداغوجيا Pedagogy** مما قد يؤدي بالتالي إلى ما يوصف بتعكير (الماء) المفهوم وتشويهه. وبشكل خاص، ترى الحكمة الحالية أو تتبنى أنّ الطلبة يتعلمون أفضل من خلال منحى **التعلم الموجه استقصائياً**

**Inquiry - oriented teaching**. لقد اعتقد أن الطلبة يتعلمون المفاهيم العلمية أفضل من خلال **عمل العلم**؛ ومن هذا المنظور فإن الاستقصاء العلمي (SI) يُنظر إليه كمنحى تعليمي يستخدم لإيصال communicate المعرفة العلمية للطلبة (أو السماح للطلبة لبناء معارفهم) مقابل الناتج التربوي الذي يتوقع من الطلبة تعلمه (**التعلم حول وكيفية العمل**) **Learn about and learn how to do**. وفي الواقع فإنّ المعنى البيداغوجي للاستقصاء هو الذي يتم إيصاله (ربما دون دراية أو قصد) وتوصيله إلى معظم المعلمين في برامج التربية العلمية ووثائق إصلاح المناهج، بينما **المطلوب إيصال وتقديم الفهم الوظيفي Functional understanding لطبيعة العلم (NOS) والاستقصاء العلمي (SI) والمسعى العلمي (SE) كمفاهيم مهمة ومميّزة لمناهج العلوم وتدريسها**. وهذا كله يتطلب تعزيز وتحسين وجهات نظر الطلبة حول هذه المفاهيم بصورة مخططة واضحة بدلاً من (التوقع) كأثر جانبي side effect أو ضمني implicit أو ناتج ثانوي Secondary product في طرائق ومناحي تعليم العلوم. ولعلّ هذا المنحى الواضح (المخطط له) Explicit approach (مقابل المنحى الضمني Implicit approach) يستخدم التعليم الموجه نحو الجوانب المختلفة لطبيعة العلم (NOS)، والاستقصاء العلمي (SI)، والمسعى العلمي (SE) مع استخدام وتوظيف عناصر من تاريخ العلم وفلسفته لتحسين وتعزيز وجهات نظر الطلبة (والمعلمين) حول **طبيعة العلم والاستقصاء العلمي** (Lederman, 1998).

وتأسيساً على ما تقدم، فإنّ **الطبيعة الاستقصائية للعلم، والطبيعة الاستقصائية للعلوم** تميّز (ويجب) أن تميز مناهج العلوم وتدريسها عن المواد (المباحث) التعليمية الأخرى. **والاستقصاء العلمي (SI)** أكثر تعقيداً مما تظهره لنا الأفكار العامة الشائعة؛ فهو عملية تتطلب جهداً كبيراً ووقتاً كافياً وليست مثل الأفكار البسيطة التي تراه مجرد صنع عدد كبير من الملاحظات ثم تنظيمها؛ كما أنه أكثر مرونة وليس مجرد خطوات متتابعة صارمة التي تصفها الكتب المدرسية بالطريقة العلمية. وكذلك هو أكثر من مجرد القيام بالتجارب، فهو يتضمن **الإبداعية Creativity، والتخيل** أكثر مما يتوقعه البعض، ويتطلب **المنطق والأدلة الامبريقية التجريبية**.

ويرتبط الاستقصاء العلمي بالطريقة التي تعلم فيها العلوم وبرامجها، وثمة عوامل عديدة تتحكم في اختيار طريقة التدريس في مناهج العلوم وتدريسها. ومن

هذه العوامل: الهدف المنشود، ومستوى الطلبة ونوعيتهم، وأنماط تعلمهم، وطبيعة المادة، وتصورات المعلم ونظريته في التعلم، وغايته من تعليم العلوم. إلاّ أنّه تبقى **مُعتقدات المعلم وتصوراته عن الطلبة وكيفية تعلمهم والنظرية التعلميّة التي يتبناها لها الدور الحاسم في تدريس العلوم وتحقيق أهدافها**. فالنظرية تساعد معلم العلوم على تحديد الطريقة والأنشطة العلمية الأكثر فاعلية في تحفيز الطالب (المتعلم)، والأسلوب الأكثر فاعلية في تشكيل المعرفة لتعزيز التعلم، والتتابع الأكثر فاعلية لعرض المادة، والعمليات الأكثر فاعلية للتغذية الراجعة والتقييم.

وفي هذا الاتجاه، شهد البحث Research في مناهج العلوم وتدريسها تحولاً أساسياً في رؤيته **لعملية التعلم والتعليم**؛ وقد تمثل ذلك التحوّل من التركيز على العوامل الخارجية المؤثرة في تعلم الطالب إلى **التركيز على العوامل الداخلية** المؤثرة في التعلم وبخاصة ما يجرى داخل عقل الطالب (المتعلم) نفسه وكيفية اكتسابه المعرفة العلمية. وفي ضوء هذا وحركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها، تتطلب مناهج العلوم منظوراً جديداً لتعليم الطلبة العلوم، وتقويم مهاراتهم، وأدائهم، وعملياتهم، ونتائجهم يستند إلى **نظرية تعلميّة تعكس الصورة والطبيعة الاستقصائية للعلم** من حيث إنه **مادة، وطريقة في البحث، وأسلوب في التفكير**. وفي هذا، حلت **النظرية البنائية Constructivism Theory** محل **النظرية السلوكية**؛ وقد أثر ذلك في تخطيط مناهج العلوم وتطويرها وبنائها، وأصبحت الدعوة إلى مناهج علوم تقوم على **التفكير Thinking Curriculum**. كما أثر ذلك في استراتيجيات تدريس العلوم والطرق والنماذج التدريسيّة التي تنطلق من فكر البنائية للاستفادة منها وتوظيفها داخل صفوف العلوم.

وعليه؛ يرى **البنائيون أنّ المعرفة (تُبنى) بسبب نشاط المتعلم (الطالب)**، ولا يتم تلقينها من البيئة الخارجية، وتمثل عملية الوصول إلى المعرفة عملية (تكيف) قائمة على خبرة التعلم. كما أن التعلم يستند إلى عملية المقارنة بين الخبرة الجديدة والمعرفة التي تم تكوينها من الخبرات السابقة. **فالطالب (المتعلم) يبني Construct** معنىً لما يتعلمه بنفسه ذاتياً؛ **والتعلم عملية بنائية، وعملية نشطة، وغرضية التوجه**؛ ويتحقق للتعلم أفضل الظروف عندما يواجه المتعلم (بمشكلة) أو (مهمة) حقيقية واقعية Authentic.

**وكتطبيق تربوي في مناهج العلوم وتدريسها**، فإن ذلك يعني فيما يعنيه تصميم

المناهج وتطويرها في ضوء المناهج القائمة على التفكير والاستقصاء العلمي، والفكر البنائي، وتطوير المعلم البنائي وتأهيله، واستراتيجيات التدريس المنبثقة من فكر البنائية، وتهيئة البيئة الصفية البنائية، واستحداث أساليب تقييم وتقويم تجديدية تتواءم مع البنائية، وعرض المادة العلمية (المحتوى) في كتب العلوم ومراجعها والأنشطة العلمية بتوجيه (بنائي) تحفز الطالب على التفكير وبناء المعرفة. وهذا يعني التحوّل بمناهج العلوم وتدريسها من الطريقة الاعتيادية التقليدية إلى الاستراتيجية البنائية، وبالتالي الانسجام مع **طبيعة العلم الاستقصائية، والصورة الاستقصائية للعلوم**، ومن محورية المعلم إلى محورية (الطالب) المتعلم (الباني) للمعرفة؛ ومن أنشطة التعلم الفردية إلى أنشطة التعلم التعاوني.

## الأنشطة العلميّة: Science Activities

يرتبط الاستقصاء العلمي بأنشطة تعلم العلوم العلمية **Science Activities** الحسيّة المباشرة وخبراتها التربوية كمتطلب وميزة من مميزات مناهج العلوم وخصائصها. ويقصد بالأنشطة العلمية كل نشاط علمي تعلمي (أو تجربة مخبرية أو ميدانية) يقوم بها الطالب المتعلم أو المعلم (معلم العلوم) أو كلاهما، بغرض تعلم العلوم أو تعليمها سواء كان هذا النشاط العلمي داخل المدرسة أم خارجها طالما أنه يتم تحت إشراف المعلم (والمدرسة) وبتوجيه وتيسير أو مساندة أو نمذجة منه.

إنّ **الأنشطة العلميّة** المطلوبة في مناهج العلوم وتدريسها (استقصائياً) هي **الأنشطة العلمية الحسيّة المباشرة الحقيقية الواقعية (الوظيفية)** التي تقوم على مبدأ **تشغيل اليدين Hands - On**، **وتشغيل العقل** (الفكر) **Minds - On**، **وتشغيل** (الدماغ) **الرأس Heads - On** معاً (Haury and Rillero, 1994). لقد أصبح التعلم بتشغيل اليدين أسلوباً شائعاً مميزاً ومطلوباً في تعليم العلوم ومناهجها، وهو التعلم عن **طريق العمل Learning by Doing**. أمّا إذا اعتبرناه أمراً عابراً (أو تقليدياً)، فإننا بذلك نتجاهل ما حدث من اختراقات في مجال مناهج العلوم وحركات إصلاحها. فمن منظور التعليم المهني، إذا أردت أن تعلم شخصاً إصلاح سيارة على سبيل المثال، فإنه لابدّ من وجود سيارة (وكراج مناسب) ليتم إصلاحها؛ وإذا أردت تعليم شخص كيفية الطبخ، فعليك إدخاله إلى المطبخ ليتعلم ذلك؛ وبالطبع لا يمكنك أن تعلم فرداً السباحة في غرفة الصف أو المختبر. وهكذا تعليم العلوم؛ إنّه يمكن

تعليم العلوم وتعلمها بالطريقة نفسها؛ أي أنه يجب (**ممارسة**) **وتطبيق العلوم**. إن التعلم بتشغيل اليدين ليس شيئاً عابراً، وإنما هو أسلوب يمكّن الطلبة من التفكير والتفكير الناقد، وتطبيق ليس فقط ما تعلموه، وإنما طريقة (التعلم) نفسها بمواقف حياتية واقعية حقيقية.

وفي السياق، يرى مختصو المناهج وتدريسها أن أنشطة تشغيل اليدين لا تقتصر فقط على التحكم والمعالجة اليدوية للمواد والأجهزة (كما في المناهج الاعتيادية التقليدية)، بل أصبحت تتضمن البحث العميق في الأهداف والأدوات والأفكار والظواهر، وكذلك رسم المعنى والفهم من خلال التجربة. ومن المصطلحات المرادفة لمفهوم تشغيل اليدين هو **التعلم بالاستقصاء Inquiry Learning** (الصورة الاستقصائية للعلم) والتعلم العقلي **بتشغيل العقل (الفكر) Minds - On Learning**؛ إنها الطريقة التي يستطيع الطالب من خلالها ملاحظة وفهم العلوم على مبدأ **التعلم من أجل (الفهم)**؛ وبالتالي فإن مناهج العلوم وتدريسها لا يمكن أن توجد دون هذا النوع من التعلم. ويتطلب التعلم بأنشطة **تشغيل اليدين المشاركة النشطة الفعالة** من الطلاب لبناء المعرفة وتكوين المعنى بدلاً من أن يكونوا (تقليدياً) سلبيين للعلم والمعلومات العلمية. فالخبرات الحسية المباشرة بتشغيل اليدين يعزّز الفضول الطبيعي وحب الاستطلاع، والتفكير والبحث، وإجراء التجارب للحصول على المعرفة والفهم العلمي.

إنّ **معلمي العلوم** الذين **يتبنون منحى تعليم العلوم بأنشطة التعلم بتشغيل اليدين** كميزة لمناهج العلوم، لابد أنهم يدركون النتاجات والفوائد التي تعود على الطالب من استخدام وتوظيف هذا المنحى، وبالتالي أهمية جعل الطالب محور المنهاج القائم على التفكير. ولكن، ما هي آثار وانعكاسات التعلم المبني على الخبرات الحسية بأنشطة تشغيل اليدين كما يراها المدافعون (المتبنون) عن هذا المنحى والذين يعتبرونه الأكثر أهمية واختراقاً في تدريس العلوم وفهمها؟ إن تعلم الطلبة للعلوم بواسطة منحى تشغيل اليدين والعقل (الفكر) يجعلهم أكثر قدرة على التذكر والشعور بالإنجاز، والقدرة على نقل خبراتهم التعلميّة إلى مواقف أخرى واقعية حياتية، وجعل التعليم متعة للمعلم وللطالب وحتى للطلبة الذين يظنون أنهم ضعاف (تحصيلياً) أكاديمياً.

أما مطورو المناهج، فيرون أنّ الحكمة التربوية القائلة: **أسمعُ فأنسى، وأرى**

فأتذكر، وأعملُ فأفهم **I Do and I Understand** يعزّز فكرة تعلم العلوم بالعمل **Doing Science لا قراءة (أو دراسة) العلوم Studying Science** أو ما يعرفه العلماء. وهذا يتطلب تهيئة أنشطة تعلم علمية واقعية ووظيفية، ومخططة بشكل جيد، وخبرات غنية في مناهج وتدريس برامجها تمثل طريقة أو منحى تدريسياً (نوعياً) في التعلم والتعليم، ويظهر ذلك من خلال ما يأتي:

1. إيجاد **طلبة يعتمدون على الأدلة Evidence** والشواهد بدلاً من حصولهم على المعرفة من خلال قراءة الكتب والمراجع، والمعلم، والموسوعات؛ هذا إذا ما علمنا أن معظم الطلبة أو جلّهم يعيشون في بيئات صفية تسلطية، ولا يتاح لهم إلا بشكل يسير ممارسة صنع القرار؛ لأنهم جميعاً يخبرون ماذا عليهم أن يفعلوا ومتى يقوموا بذلك؛ ويكون هذا بشكل خاص في مناهج العلوم الاعتيادية التقليدية وفي نظم تربوية تقليدية (نامية) مركزية عديدة.
2. **تعزيز قدرات الطلبة على التفكير Thinking** وتقويتها من خلال تفسيراتهم للأحداث والظواهر التي قاموا بمشاهدتها واستقصائها، وليس مجرّد **(حفظ) الإجابات الصحيحة** التي تؤدي إلى **(خمول) العقل والتفكير** وبخاصة أن كثرة المعلومات وازدحامها يعيق التفكير.
3. **تشجيع الطلبة على تكوين أفكار Ideas وآراء خاصة بهم في تفسيراتهم** للمعلومات والظواهر، فثمة تفسيرات محتملة عدّة للظواهر أو الأحداث نفسها.
4. **إنّ قيام الطالب بالنشاط العلمي والتجريب يتيح له:**
   - التساؤل حول الأحداث والظواهر والمعلومات التي يتم الحصول عليها.
   - يزيد من **البحث عن الأسباب والتفكير بها.**
   - يقلّل من الاعتماد على **(سلطة المعرفة) والمعلم** ويصبح أكثر استقلالية في المستقبل.
5. إتاحة **الفرصة للطلبة للتعرض لخبرات مباشرة مع المواد والأشياء والظواهر يقوّي التعلم.** وفي المقابل، يمكن تعلم المعلومات من المحاضرات والكتب، إلاّ أن التعلم الذي يدوم ويتم نقله وتعلم المفاهيم بعمق لن يتكرّر إلاّ بالخبرة المباشرة. فمبرّر التعلم بطريقة أو منحى تشغيل اليدين هو تعميق (فهم) الطالب الوظيفي للمعرفة العلمية وبنائها، وإتاحة الفرصة للتقصّي

والاكتشاف، وبالتالي إيجاد المتعلم (الذاتي) المستقل. وفي هذا الاتجاه، ركز بياجيه Piaget على أهمية التعلم بالعمل وبخاصة في العلوم، وتحدث عن أهمية الخبرات في التعلم؛ فمن الممكن أن يحدث تعلم عندما يراقب الإنسان شخصاً يمارس (السباحة)، وهذا يشبه ما يقوم به (المعلم) عندما يُعلم **بطريقة العروض التوضيحية Demonstrations**، ولكن هذه الطرائق (أو المناحي) لا تعلم (**الإبداع**). لقد أوضحت بحوث بياجيه Piaget أهمية البيئة المادية الغنية بالمثيرات حول (الطفل)، واعتبرها مفتاح النمو المعرفي عند الطفل، وبالتالي ضرورة إتاحة الفرصة للطفل للعمل باليدين. كما أكد برونر Bruner **التعلم بالعمل Learning by Doing**. وفي هذا، ينبغي أن يتعلم الطالب الفيزياء كفيزيائي، إذ إنه لا يمكن لأي فرد أن يحسّن قدراته ومهاراته في الاستقصاء من غير الانهماك والانشغال Engaging في الاستقصاء العلمي نفسه. كما أكد **البنائيون Constructivists** أهمية التعلم بالعمل واستخدام اليدين حيث يعرفون (مبدئيا) التعلم بأنه (بناء) المعرفة من خلال الإحساس والخبرات السابقة **Prior knowledge**، والطلاب يحتاجون إلى تجريب ما تعلموه لتكوين (معنى) لهذا التعلم. وهذا ما تقوم به مختبرات العلوم وأنشطتها (البنائية) التي تتيح للطلبة بناء المعرفة من خلال العمل.

وفي السياق، أشار البحث Research في تدريس العلوم (Haury and Rillero, 1994) إلى فوائد أخرى وميزات عدة لطريقة **ومنحى تشغيل اليدين Hands - On والعقل Minds - On معاً من أبرزها**: اكتساب عمليات العلم ومهاراته، وزيادة تحصيل الطلبة العلمي، وتحسين الاتجاهات نحو العلوم، وزيادة مهارات المختبر والعمل المخبري والرسم وتفسير البيانات، وتحسين التطور اللغوي والقراءة لدى الطلبة، وتشجيع الإبداع في حل المشكلات، واستقلالية الطلبة، وحفز الطلبة ذوي التحصيل المتدني، واستفادة الطلبة من البيئات الفقيرة، وتقليل الملل في تعلم العلوم، وتحسين مهارات الاتصال، وجعل العلوم **ممتعة ومثيرة للطالب والمعلم**.

وإذا كانت النتائج (والفوائد) كذلك، فإن السؤال المطروح: **كيف يمكن لمنحى أنشطة تعلم العلوم وتشغيل اليدين والعقل معاً أن ينسجم (ويتلاءم) مع مناهج العلوم وبرامجها المستندة إلى الكتب (المنهجية) المدرسية؟**

يطالب العديد من المدارس والمدافعين عن منحى التعلم بأنشطة تشغيل اليدين

**Hands - On Learning** بالاستغناء عن الكتب المدرسية أو التقليل من الدور الذي تلعبه مثل هذه الكتب المستندة إلى عرض العلوم تقليدياً وبخاصة في المراحل الأساسية الابتدائية الدنيا. مقابل ذلك، فإن القوى التي تدعو للاحتفاظ بالكتاب المدرسي (وبخاصة في النظم التربوية المركزية النامية) قوى كبيرة؛ فسيطرة الكتاب المدرسي كترجمة إجرائية للمنهاج لا تزال كبيرة في معظم المدارس إن لم يكن كلها. وقد قررت بعض المدارس الاحتفاظ بالكتاب المدرسي مع استخدام أنشطة تشغيل اليدين لدعم ومساندة التعلم المعتمد على كتاب (العلوم) المدرسي من أجل تدريس العلوم.

ومن جهة نظر معلمي العلوم حول مسألة استخدام أنشطة تعلم العلوم بتشغيل اليدين بشكل يترافق مع كتاب (العلوم) المدرسي من أجل تعلم العلوم وتعليمها، فإنه يتمثل باستخدام الكتاب كإطار (عام) أساسي في تعلم وتعليم طلبة المرحلة الأساسية الدنيا؛ ولتدعيم وتوسيع ما قرأه الطلبة وما تعلموه من النقاشات الصفية، ومن أجل تنمية الفضول الطبيعي لديهم وحب الاستطلاع العلمي، وتحسين الدافعية حيث يمكن لمعلم العلوم إنشاء علاقة تربط بين المفاهيم والمعرفة الموجودة لدى الطلبة في أثناء تعلم مهارات العمل المخبري، واستراتيجيات حل المشكلة، ومهارات العمل (التعاوني) الجماعي. كما أن استخدام **الكتاب المدرسي مع الأنشطة العلمية** المدرسية يؤدي إلى إيجاد بيئة صفية تعليمية ناجحة في الغرفة الصفية أو المخبرية. وبهذا تكون **كتب العلوم (وهي ترجمة إجرائية لمناهج العلوم)** ليس لها قيمة ما لم تستعمل بشكل متزامن مع الأنشطة العلمية؛ فالمعلمون الذين يستعملون الكتب المدرسية فقط، يذكرون دائماً أن طلبتهم ضعيفو الدافعية نحو التعلم، بينما يذكر نظراؤهم المعلمون الذين يزودون طلبتهم بمواد وأنشطة تعلم علمية مناسبة ليتفاعلوا من خلالها في عملية الاستقصاء والاكتشاف، يجدون طلبتهم قد حققوا مستوى عالياً من التعلم والفهم وزيادة الدافعية.

أمّا خبراء مناهج العلوم وتدريسها، فيرون أن **الأنشطة العلمية** المتضمنة **تشغيل اليدين والعقل** معاً، ينبغي أن تستعمل بثلاث طرق مختلفة إذا ما استخدمت بشكل مقترن ومترابط مع كتب (العلوم) المدرسية، وهي:

1. **يجب أن يزود الطلبة بالمواد اللازمة (قبل) البداية بدراسة الموضوع (العلمي)**

**الجديد**، ويجب أن يعطوا الفرصة **لاستكشاف** الأنشطة والمواد بحرّية لتوليد وجذب أحكامهم، وحثهم على الأسئلة بالموضوع أو (المشكلة) المبحوثة المراد بحثها وتعلمها.

2. يجب أن تُستخدم (أنشطة التعلم وتشغيل اليدين) لدراسة المواضيع (والمفاهيم) المتضمنة في الكتاب المدرسي.

3. يجب أن يعطى الطلبة فرصة **لتصميم تجارب** جديدة تعتمد على المعرفة التي اكتسبوها. وفي هذا فإن المسألة هنا ليست التوافق ما بين الأنشطة العلمية والمنهاج المتمركز على الكتب، إنما التوافق ما بين التعلم المتمركز حول الطالب والموضوع الذي يتعلمه، وهذا بدوره يقود إلى تأسيس بيئة التعليم المناسبة التي تقود إلى **التعلم Learning**.

وإذا كانت عملية التعليم قائمة على **النظرية البنائية**، وكان هناك اهتمام وتركيز على الطالب، فإن المناهج التي تقوم على تشغيل اليدين **Hands - On Curricula** تكون أحد العناصر المهمة في عملية التعلم، وبالتالي يصبح الكتاب المدرسي مصدراً للاهتمام **بالأفكار** أكثر من كونه كلمات أو عبارات تحفظ. إن منهاج أنشطة تشغيل اليدين والعقل معاً يستخدم ليضع الطلاب بشكل أكبر في مراقبة وضبط تعلمهم من خلال تشجيعهم بشكل فردي (أو جماعي) للاستقصاء والتفكير في الظواهر المهمة ذات العلاقة. وهذا **يؤدي إلى أن (يبني) الطلبة أفكاراً جديدة تُضاف إلى المعرفة الموجودة لديهم**. كما يؤدي إلى أن يتحول دور المعلم من مجرد ناقل للمعلومات إلى دور يصبح من خلاله مدرباً وموجهاً وميّسراً (أو مسانداً) لعملية التعلم ويكون أكثر فاعلية في إيجاد التفكير الناقد الفعال.

وعندما تعرف **أنشطة تشغيل اليدين كاستقصاء Inquiry**، فإنها لا تنسجم أو لا تتلاءم بسهولة مع وضعية برنامج العلوم المتمركز على كتب (العلوم) المدرسية المنهجية. فبرامج العلوم في الكتب المدرسية (المفضلة) تشمل أحياناً بعض الأنشطة العملية والمواد التعليمية التي غالباً ما توجد في ملاحق الكتاب (أو في متنه) لتوضيح موضوع معين، غالبا ما تكون مثل هذه الأنشطة على نمط كتاب الطبخ Cookbook في طبيعتها وإجراءاتها. كما أن الطلبة يقومون بهذه الأنشطة **للتحقق Verification مما قيل لهم وليس ليستقصوا الأحداث أو الظواهر**. وفي هذا فإن مناهج العلوم في نظم تربوية عديدة (مركزية) تكون من هذا النوع من الكتب

والمناهج المدرسية. هذا بالإضافة إلى أن كتب (العلوم) المدرسية تحتوي بشكل أساسي على **كمية كبيرة من المعلومات (المحتوى) والتي تترك وقتاً غير كافٍ للتعمق في ممارسة خبرات الأنشطة الحسية واكتسابها**. وهذه الصفة لا تنسجم مع **توجهات حركة إصلاح مناهج العلوم** التي تؤكد سياسة **القليل كثير Less is More**. كما أن برامج العلوم ومناهجها في الكتب المدرسية وبرامج الأنشطة العلمية تمثل معتقدات مختلفة عن كيفية تعلم الطفل، وما هو المهم للتعلم، وكيف يحدث التعلم في الغرفة الصفية أو العمل المخبري.

وفي **البحث التربوي في أدبيات تدريس العلوم**، وجد أن حوالي (**80%**) من معلمي علوم المرحلة الأساسية (الصفوف 1-6) على مستوى الولايات المتحدة يستخدمون أنشطة تشغيل اليدين في تدريس العلوم؛ وأن (**90%**) من معلمي الصفوف (الرابع، والخامس، والسادس) يستخدمون **مرجعاً أو (الكتاب المدرسي) Textbook** في تدريس العلوم؛ كما بلغت النسبة المئوية لمعلمي الصفوف (الأول، والثاني، والثالث) الذين يستخدمون الكتاب المدرسي (**45%-79%**). وثمة نسبة عالية من معلمي العلوم الذين يستخدمون كتب (العلوم) المدرسية والأنشطة العملية معاً (Haury and Rillero, 1994). وفي هذا أشارت أدبيات أخرى إلى أن (**69%**) من معلمي صفوف (k-2) و (**72%**) من معلمي الصفوف (3-5) أنّ وجود أنشطة تشغيل اليدين في كتب العلوم المدرسية له تأثير في اختيارهم لكتب العلوم المدرسية، أمّا في مناهج العلوم للدول النامية فيكاد تكون النسب (**100%**) من جهة، وانعدام الاختيار للكتب المدرسية كون المناهج مركزية وطنية من جهة أخرى.

إن **المنهجية Methodology التي تقدم فيها أنشطة تشغيل اليدين** تؤدي إلى **وجود استجابة عقلية (فكرية) Minds - On** من الطلبة، وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة فهمهم للعلم واهتمامهم به إذا ما استخدموا الاستقصاء العلمي والطريقة العلمية في البحث والتفكير والتعلم. وفي هذا فإن حركة (**ضع الكتاب المدرسي جانباً**) هي رد فعل قوي ضد هيمنة كتب (العلوم) المدرسية في مناهج العلوم وتدريسها؛ فثمة نسبة لا بأس بها من المعلمين لديهم القدرة لعمل توازن ومواءمة بين أنشطة تشغيل اليدين والتدريس المعتمد على الكتاب المدرسي الذي يمكن أن يستخدم كمرجع للطلبة بحيث يزودهم بمعلومات وأمثلة فكرية وتطبيقات مختلفة في العلوم. إن أهداف التعليم تكون واضحة، ويكون التعلم معتمداً على الخبرات الحسية

المباشرة الحقيقية الواقعية عندما يكون **التركيز على عملية الاستقصاء العلمي (SI)** في التعليم، حيث يؤمل من مؤلفي (المناهج) وناشري الكتب والمراجع المدرسية أن يأخذوا بعين الاعتبار أهمية التزويد **بأنشطة نوعية لتشغيل اليدين والعقل معاً** لإثراء برامج الكتب المدرسية التي يفترض أنها (ترجمة) إجرائية لوثيقة المنهاج الرسمي الوطني وبخاصة في النظم التربوية (المركزية) في الدول النامية. ولعلّ **تصميم مناهج العلوم أو تخطيطها وتطويرها حول مركزية الطالب من جهة، وأنشطة تشغيل اليدين Hands-On وتشغيل العقل Minds-On من جهة أخرى،** يؤثر إيجابياً ويحقق الأهداف المنشودة من وراء تطبيقها في الغرف الصفية والمخبرية وبخاصة إذا ما علمنا أنّ ثمة دعماً واضحاً من معلمي العلوم، وخبراء المناهج، والبحث التربوي في أدبيات مناهج العلوم وتدريسها.

وفي السياق، يرتبط بأنشطة تشغيل اليدين والعقل واستراتيجيات تدريس العلوم **تكنولوجيا التعليم والتعلم Learning Technology**. وهذا توكيد على استخدام الوسائط التعليمية المتعددة، والتركيز على التكنولوجيا في مناهج العلوم واستراتيجيات تدريسها. ففي ضوء **الثورة التكنولوجية** (المعرفية، والمعلوماتية، والكبيوترية)، **والثقافة العلمية (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية)** كهدف رئيسي لتدريس العلوم وغاية من غاياته الكبرى، والعلاقة القوية المتداخلة والمتبادلة بين **العلم والتكنولوجيا والمجتمع** (STS)، تصبح تكنولوجيا التعليم والتعلم بشكل خاص ليست ضرورية أو أساسية فحسب، بل (**حتمية**) **في توظيفها وإدماجها وتفعيلها** في مناهج العلوم واستراتيجيات تدريسها إذا ما أريد لحركات إصلاح مناهج التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها أن تؤتي أكلها وثمارها في المختبرات العلمية.

## المختبر: The Laboratory

يُعدّ المختبر ميزة وخصيصة من **الخصائص المميّزة لمناهج العلوم وتدريسها**. وهو يرتبط مباشرة بأنشطة تعلم العلوم العلمية. وفي هذا، يُعد (المختبر) جزءاً لا يتجزأ في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. وهو (المختبر) **القلب النابض** في تدريس العلوم في مراحل التعليم المختلفة. ولذلك قيل: **إنّ العلم ليس علماً ما لم يصطحب بالتجريب والعمل المخبري**. ولهذا تولي الاتجاهات والتوجهات المعاصرة

الحديثة في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها (المختبر) وأنشطته العلمية المخبرية المرافقة أهمية كبيرة ودوراً بارزاً في برامج العلوم وتدريسها. ويتمثل هذا الدور بارتباط المختبر **بالأنشطة العلمية Science activities** ارتباطاً مباشراً وعضوياً بالمواد العلمية التعليمية المصاحبة للأنشطة المخبرية لتحقيق أهداف تدريس العلوم.

وفي السياق، ثمة إجماع في أدبيات التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها على أن المختبر وأنشطته العلمية المخبرية المرافقة تعمل على تحقيق أغراض وفوائد عدّة لدى الطلبة المتعلمين من أبرزها أنه يُتيح فرص التعلم عن **طريق العمل وعمل العلم Doing science**؛ واكتساب المهارات العلمية المناسبة (اليدوية، والتعليمية، والاجتماعية)؛ **وممارسة عمليات العلم Science processes** الأساسية والتكاملية؛ وتشكيل الاتجاهات Attitudes والميول والاهتمامات Interests العلمية وتنميتها وتقدير جهود العلماء؛ وإتاحة فرص التعلم الذاتي وبالتالي تحقيق طرق العلم وعملياته العلمية في استقصاء المعرفة والإجابة عن الأسئلة (البحثية) أو (المشكلة) وحل المشكلات.

وعليه؛ فإنّ المختبر بأنشطته العملية والتقنية، يزيل الحاجز بين **عمل الدماغ وتشغيل اليدين**، فهو (المختبر) تفاعل نشط بين الأفكار والتجارب، وفيه يتفاعل التفكير والأداء والتخطيط والتطبيق وحل المشكلات. وفي هذا، يقترح التربويون العلميون في مناهج العلوم وتدريسها **ثلاثة أنماط** أو نماذج يمكن تطبيقها في المختبر والعمل المخبري، وهي:

**النمط التعاوني Cooperative**، **والنمط التنافسي Competitive**، **والنمط الفردي Individual**. كما يميزون بين نوعين أو **أسلوبين من المختبر** من حيث الأداء والتنفيذ، وهما:

**الأول: المختبر التوضيحي: Illustrative Laboratory**، ويهدف إلى التحقق والتأكد من معلومات علمية سبق أن تعلمها الطالب بمساعدة المعلم غالباً. وفي هذا الأسلوب المخبري، يزود الطلبة عادة بخطوات إجراء المختبر والعمل المخبري (خطوة خطوة) وكذلك المواد والأدوات المخبرية النظرية والعملية. ولعلّ مثل هذا الأسلوب المخبري (التوضيحي) هو الأسلوب السائد (**الشائع**)

في تنفيذ الأنشطة المخبرية في معظم المدارس؛ مما يترتب عليه أن يفقد الطالب (المتعلم) اهتمامه في العلوم، وضعف تفكيره وجموده، وابتعاده عن (حقيقة) العلم.

الثاني: **المختبر الاستقصائي - الاستكشافي: Investigative - Discovery Laboratory**، ويهدف إلى تمكين الطالب (المتعلم) **بتقصيّ المعرفة العلمية** واكتشافها بمساعدة (محدودة) وتوجيه المعلم. وفي هذا، يكون دور الطالب هو الأساس والمحور في عملية **استقصاء العلم واكتشافه**، في حين يكون دور المعلم دور الموجه والتيسير Facilitator أو الإسناد في أثناء التجارب المخبرية. وعليه؛ فإن استخدام المختبر الاستقصائي - الاستكشافي هو المختبر الذي نتحدث عنه الذي ينسجم مع **التوجهات المعاصرة في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**.

ولتحقيق أهداف **المختبر الاستقصائي - الاستكشافي** وفوائده، يوضع الطالب (المتعلم) موضع (المكتشف)، ويقوم بتقصي العلم واكتشاف حقائقه ومفاهيمه ومبادئه من خلال تطبيق أنشطة تعلم العلوم والتجارب المخبرية (عملياً وعقلياً) بتشغيل اليدين Hands-On، وتشغيل العقل (الفكر) Minds-On، وتشغيل الرأس (الدماغ) Heads-On معاً. وفي هذا ينقل الطالب من الدور السلبي في المختبر التوضيحي إلى الدور الإيجابي في المختبر الاستقصائي - الاستكشافي، ويصبح مُشاركاً فعلياً في تعلم العلوم والاستقصاء والاكتشاف، وبناء المعرفة والتأمل فيها واستخدامها انسجاماً مع **التوجهات العالمية المعاصرة في التعلم والتعليم البنائي** في مناهج العلوم وتدريسها.

وفي سياق ذلك، فإنّ أنشطة تعلم العلوم وأنشطة العمل المخبري **المفتوحة النهاية Open - ended**، **والاستقصاء الموجه Guided inquiry**، **والدعوات الاستقصائية**، **وحل المشكلة**، جميعها تمهد السبيل لتلبية حاجات الطلبة واهتماماتهم العلمية بشكل أفضل في **عمل العلم Doing science**، **وفهم طبيعته**، وتوليد مشكلات وأسئلة علمية جديدة لبحثها واستقصائها. كما تهيئ الفرص لاستخدام واكتساب عمليات العلم بطرقه ومهاراته ودمجها وتكاملها مع المحتوى العلمي.

## عمليات العلم: Science Processes

تندمج وتتكامل عمليات العلم في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها مع **طرق العلم، والاستقصاء العلمي، وطبيعة العلم (كمادة، وطريقه، وتفكير)**. ولعمل العلم **Doing science** وإجراء الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية، يحتاج الفرد المتعلم (الطالب) إلى هذه العمليات (المهارات) العقلية الخاصة التي يُعتقد أنه ما لم يتمكن الطالب من امتلاكها وممارستها فعلاً، فإنّه سيواجه كثيراً من الصعوبات في استقصاء العلم وتنفيذ الأنشطة العملية المخبرية. وتسمى هذه **القدرات العقلية الخاصة عمليات (أو مهارات) العلم Science Processes أو مهارات الاستقصاء** (أو البحث) **العلمي Inquiry skills**، أو **مهارات التفكير Thinking Skills**، أو **المهارات المعرفية Cognitive skills**. وفي هذا **تعرف عمليات العلم** بأنها مجموعة من القدرات والعمليات العقلية الخاصة اللازمة لتطبيق طرق العلم والتفكير (والبحث) العلمي بشكل صحيح.

وفي السياق، يؤكد البحث Research أن **عمليات العلم هي أساس الاستقصاء والاكتشاف العلمي**، وهي تتميز بما يأتي:

1. إنها عمليات تتضمن مهارات (عقلية) محدّدة يستخدمها العلماء (والأفراد والطلبة) لفهم الظواهر الكونية والوجود.
2. إنها سلوك محدّد وممارسة (للعلماء) يمكن تعلمها واكتسابها والتدرب عليها.
3. عمليات يمكن تعميمها ونقلها في الحياة؛ إذ إنّ مشكلات الحياة اليومية يمكن تحليلها واقتراح الحلول المناسبة لها عند تطبيق عمليات العلم ومهاراتها.

وتقسم عمليات العلم إلى نوعين، هما: عمليات العلم الأساسية، وعمليات العلم التكاملية، وذلك على النحو الآتي:

1. **عمليات العلم الأساسية Basic Science Processes**، وهي (عشر) مهارات وعمليات علمية أساسية تأتي في قاعدة هرم تعلم العمليات، وهي: الملاحظة observation، والقياس measuring، والتصنيف classifying، والاستنتاج (الاستنباط) deducting، والاستقراء inducting، والاستدلال inferring، والتنبؤ predicting، واستخدام الأرقام using numbers، واستخدام العلاقات المكانية والزمانية using space - time relationships، والاتصال (التواصل) communicating.

2. **عمليات العلم التكاملية Integrated Science Processes**، وهي (خمس) عمليات علمية متقدمة، وأعلى مستوى من عمليات العلم الأساسية في هرم تعلم مهارات العمليات العلمية، وتسمّى أحياناً **عمليات العلم التجريبيّة**، وهي: تفسير البيانات interpreting، والتعريفات الإجرائية defining operationally، وضبط المتغيرات controlling variables، وفرض الفرضيات (الفروض) formulating hypotheses، والتجريب experimenting.

وعليه؛ فإنّ التربية العلمية التي يتطلبها الفرد أو يحتاجها (الطالب المتعلم) في ضوء توجهات مناهج العلوم العالمية المعاصرة وتدريسها ينبغي أن تهتم بالمجال الفكري للمتعلمين بشكل رئيسي، وعمليات (مهارات) العلم والبحث العلمي بشكل خاص لتربيتهم وإعدادهم **كيف يفكرون ويوظفون المعرفة العلمية لا كيف يحفظون** المقررات والمناهج الدراسية عن ظهر قلب دون فهمها أو تحريكها عقلياً أو استخدامها في الحياة. وضمن **معايير المحتوى ورؤية للعلم**، فإنّه يتطلب من الطلبة **دمج العمليات (عمليات العلم) Process مع المعرفة العلمية (المحتوى) Content للتوصل إلى (فهم) Understanding** أفضل للعلوم؛ إذ إنّ من خلالها يمارس (الطالب) عمليات العلم الأساسية والتكاملية (التجريبيّة) لفهم المفاهيم العلمية، وبناء المعرفة وتوظيفها وبالتالي الاعتماد على الذات المستقل في **الاستقصاء العلمي** والتفكير والبحث في مشكلات الحياة الواقعية ومعالجتها.

## حلّ المشكلة: Problem Solving

**المشكلة بالتعريف هي**: أي **موقف مُشكل، أو سؤال question، أو مهمة task**، أو مُثير stimulum، أو ظاهرة phenomenon، أو تناقض discrepancy والتي يكون تفسيرها (أو حلّها) **غير واضح (أو غير معروف)** في الحال. ولهذا، يتم الاهتمام والتركيز في مناهج العلوم وتدريسها على أداء الطالب وتصرفه تحت ظل مثل هذه الظروف والتحدّيات الموقفية التي تتطلب استدلالاً استراتيجياً Strategic reasoning، وبصيرة نافذة insightfulness، ومثابرة preseverance، وإبداعاً creativity، وحرفية مهنية craftsmanship لحلّ المشكلة المعقدة complex problem.

وفي هذا، يتداخل **حل المشكلة في العلوم مع الاستقصاء العلمي (SI) والاكتشاف Discovery وعمليات العلم**، لدرجة أن ثمة كثيراً من المربين والعلميين التربويين يعتبرون حل المشكلة جزءاً لا يتجزأ من التقصّي والاكتشاف العلمي، أو أنها امتداد لها وبالتالي يصعب التفريق بينهما وبخاصة إذا ما علمنا أن الاستقصاء العلمي والاكتشاف يتطلبان (موقفاً مُشكلاً) أو سؤالاً (بحثياً) يثير تفكير المتعلم (الطالب) ويتحدى عقله (فكره) بحيث يستجره ليبحث ويتقصّى ويتساءل ويجمع المعلومات، ويفسّر، ويستنتج، ويجرب للوصول إلى حل المشكلة.

وتكامل حل المشكلة مع الاستقصاء العلمي وممارسة عمليات العلم العقلية ومهاراته، ينسجم مع حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. وفي هذا، ينسجم حل المشكلة ومعالجتها، كميزة في مناهج العلوم وتدريسها، مع نظريات التعلم المعرفي، وتنطلق من **فكر البنائية** كونها تتضمن مشكلة (مهمة) ذهنية يصحبها عمليات من التفكير تحدث داخل عقل المتعلم (الطالب)؛ مما يجعل المشكلة (المهمة) العلمية ومستوى الحل ونوعيته يتحدد بطبيعة الأعمال الذهنية والأساليب التي يستخدمها (الطالب) في مواجهة المشكلة ومعالجتها. وهي عملية تفكيرية تنسجم مع التفكير العلمي، ويستخدم الطالب خلالها ما لديه من معرفة ومهارات سابقة للاستجابة لمتطلبات موقف معين ليس مألوفاً لديه، وتكون تلك الاستجابة عن طريق مباشرته عمل ما يستهدف حلّ الغموض أو اللبس أو التناقض الذي يتضمنه ذلك الموقف (المُشكل) أو (السؤال) المطروح.

وفي ضوء اعتبار حل المشكلة من الخصائص المميّزة لمناهج العلوم وتدريسها وتوجهات التربية العلمية العالمية المعاصرة، لهذا يتم التركيز عليها في تدريس العلوم، إضافة إلى كونها منسجمة مع حركات إصلاح مناهج العلوم تدريسها، ومنطلقة من فكر البنائية لمساعدة الطلبة على إيجاد الحلول للمواقف (العلمية) أو (المشكلة) في حياتهم بأنفسهم انطلاقاً من المبدأ الذي تستند إليه والذي يهدف إلى إتاحة الفرصة للطلبة **لعمل العلم Doing science والبحث والتنقيب والتساؤل والتجريب الذي يمثل قمة النشاط العلمي والمخبري الذي يقوم به العلماء.**

هذا، ويستند **حل المشكلة إلى أسس ومسوغات تربوية حديثة** يمكن أن يكون من أبرزها: أنها تتماشى مع طبيعة عملية التعلم لدى الأفراد **والانتقال من التعليم Teaching إلى التعلم Learning**؛ وتتشابه وتتداخل مع مواقف البحث (والتفكير)

العلمي؛ وتجمع جوانب العلم (مادة، وطريقة، وتفكير) في إطار واحد؛ وتحقق وظيفية أوجه التعلم سواء المتعلقة منها بالمعرفة العلمية أم بالعمليات العلمية المختلفة المناسبة. كما تتضمن اعتماد الفرد (المتعلم) على نشاطه الذاتي لتقديم الحلول للمشكلات (أو المهمات) العلمية المطروحة أو تلك التي يواجهها في حياته اليومية وتطبيقها في مواقف جديدة.

وفي تداخل وتكامل المفاهيم المميزة لمناهج العلوم واندماجها معاً في حلّ المشكلات، والاستقصاء العلمي والاكتشاف، وعمليات العلم، والأنشطة العلمية، والمختبر، **وممارسة العلم Doing science فعلاً (لا قولاً)**، فإنّها تنسجم جميعاً مع **البنائية والتعليم البنائي Constructivist Teaching** وافتراضاته الذي يسترشد بخمسة عناصر أساسية، هي:

1. **تنشيط المعرفة السابقة Activating Prior Knowledge**
2. **اكتساب (بناء) المعرفة Acquiring Knowledge**
3. **فهم المعرفة Understanding Knowledge**
4. **استخدام المعرفة Using Knowledge**
5. **الانعكاس والتأمل في المعرفة Reflecting on Knowledge**

وفي هذا كله، توكيد على انخراط (وانهماك) الطالب المتعلم ومشاركته الفعلية الحقيقية في **الأنشطة العلمية، ومهمات التعلم، والاستقصاء العلمي، وحل المشكلة**، وبالتالي **(التعلم) و (الفهم) من خلال العمل Learning through doing**، وتطبيق المعرفة ومهاراتها في مواقف حياتية واقعية. أمّا **دور المعلم**، فيتمثل في دور التوجيه والتيسير **facilitator**، أو **الإسناد (المساند) scaffolding**، أو **النمذجة modeling** وذلك من خلال توفير بيئة صفية (بنائية) تفاعلية حيث فيها الطالب (المتعلم) Learner، والمهام tasks، والمعلم teacher، والبيئة الصفية classroom environment **تتفاعل interaction (كيميائيا)** لبناء المعرفة، ويتم العمل فيها داخل مجموعات (تعاونية) صغيرة يتحدث فيها الطلبة مع بعضهم بعضاً؛ فيناقشون، ويقارنون، ويراجعون، ويقيمون، ويتفاعلون، ويتفاوضون مع المجموعات التعاونية الأخرى في بناء المعرفة، وفهمها، واستخدامها في نهاية المطاف والتحليل.

## العلم والتكنولوجيا والمجتمع: Science-Technology-Society (STS)

ثمة خصوصية وميزة أخرى لمناهج العلوم وتدريسها تتمثل في العلاقة القوية المتبادلة والمتداخلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع، والتي تنعكس بدورها على تصميم مناهج العلوم وتخطيطها وتطويرها. وقد عبّر عن هذه العلاقة في حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها **بحركة ومنحى: العلم - التكنولوجيا - المجتمع (STS)**.

والعلم نشاط ومسعى إنساني عالمي يهدف إلى وصف وفهم وتفسير الظواهر والأحداث ومحاولة ضبطها. والتكنولوجيا وليدة العلم، ومظهر من مظاهر تطبيقاته والترجمة الواقعية لمفاهيمه ومبادئه ونظرياته، وتنشأ (التكنولوجيا) من مشكلات تكيّف الإنسان مع البيئة المحيطة به، وقد تؤدي إلى مشكلات جديدة. **والتكنولوجيا** وثيقة الصلة بالعلم، وعلى **علاقة تفاعلية** معه، وكذلك مع **المجتمع** أيضاً، وتتطور بتطوره. **ويلتقي العلم والتكنولوجيا مع المجتمع في التطبيقات الاجتماعية** لكل من حلول المشكلات التي تثيرها التكنولوجيا والتفسيرات التي يسفر عنها الاستقصاء العلمي. **فالمجتمع يحتاج التكنولوجيا** التي توفرها تطبيقات العلم، وكل منهما يحتاج إلى دعم المجتمع ومساندته للعلماء وتمويل البحوث التي يقومون بها، وتتأثر التكنولوجيا بالقيود والحدود التي يضعها المجتمع أمامها.

لقد انبثقت **حركة العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS) من النظرة الاجتماعية للعلم والمعرفة العلمية Sociology of Science**، واصطلح على تسميتها في مناهج العلوم بحركة أو منحى العلم والتكنولوجيا والمجتمع نظراً للعلاقات والارتباطات القوية المتبادلة والمتداخلة بينها. وحيث إنّ هذه العلاقة لا تعمل بمعزل عن **البيئة Environment**، فقد تم تعديلها وتوسيعها لتشمل البيئة، وأصبحت العلاقة المتبادلة والمتداخلة القوية بين **العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع، والبيئة (STSE)** تؤثر في مناهج وبرامج العلوم وتدريسها وتنعكس على أنشطتها العلمية بمضامينها الاجتماعية والتكنولوجية والبيئية. ولتحقيق ذلك، فإن مناهج وبرامج (STSE) كما بينتها **الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم** (NSTA, 1993) تهدف إلى تمكين الطالب من تحديد المشكلات الواقعية، وإثارة دافعيتهم، وتوظيف موارد البيئة البشرية والمادية لحل هذه المشكلات. وكذلك التركيز على أثر العلم والتكنولوجيا على حياة الطلاب كأفراد، وزيادة الوعي المهني لديهم، والتوسع في عملية التعلم، والتركيز على العمليات ذاتياً، وتعرّف الطرق والآليات التي تجعل من العلوم والتكنولوجيا عناصر مؤثرة في المستقبل. وباختصار، **لإيجاد أو (إنتاج) الفرد (المواطن) المثقف علمياً**

وتكنولوجياً وبيئياً في ضوء المضامين الشخصية **Personal** والاجتماعية **Societal** سواء بسواء.

وفي هذا الصدد، اقترح (Yager, 1988) عدة معايير أو مواصفات لمناهج (STS) وبرامجها (فلسفة، وتصميماً، وتنفيذاً) من أبرزها إظهار المنهاج العلاقة بين العلوم والتكنولوجيا وتطور المعرفة العلمية وآثارها في المجتمع؛ وإبراز التصورات ووجهات النظر حول **قضايا المجتمع Social Issues** ومشكلاته، وإيجاد الأفراد المتعلمين الذين يفهمون ذواتهم ودورهم في المجتمع، وتشجيع التعلم الذاتي في العلوم، وتعزيز منظومة القيم الاجتماعية. وعليه؛ أصبح منحى (STS) من أوسع البرامج والمناهج انتشاراً في مناهج العلوم، وانعكست آثاره على مناهج العلوم عالمياً، وإقليمياً، ومحلياً تحت مسميات مختلفة من بينها: الأنشطة العلمية، والبحث، والعلم والمجتمع، والتربية البيئية، والتربية التكنولوجية بوجه عام.

أمّا بالنسبة إلى **موضوعات (STS) ومجالاتها**، فقد تعدّدت واختلفت مضامينها في المناهج العالمية، والإقليمية، والمحلية. ومع ذلك فإنّ من أبرز القضايا التي يمكن أن تعالجها برامج (STS) ومناهجها **قضايا محلية وعالمية** منها: السكان، والتلوث، والفقر، والغذاء، والزراعة، والمبيدات، والصحة، والطاقة، والأسلحة النووية، وتكنولوجيا الحرب، ومصادر المياه، والفضاء، والأرض، وتغيّر المناخ، وسوسيولوجيا العلم، والهندسة الوراثية، والجينات البشرية، والتطور التكنولوجي (المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية)، والمضامين الاجتماعية الأخرى للعلم والتكنولوجيا من مثل: الوراثة البشرية، وزراعة الأعضاء، وتجميد الأجنة، والإجهاض، والأمهات (الأرحام) المستعارة، وتنظيم (الحمل) النسل. وفي هذا يتساءل المرء: **إلى أي درجة تتضمن مناهج العلوم مثل هذه الموضوعات الرئيسية والفرعية ومضامينها الاجتماعية؟** أما آن الأوان لذلك للتكيف لحياة القرن الحادي والعشرين بمشكلاته الحالية وتحدياته المستقبلية؟ لعلّ هدف **الثقافة العلمية Science Literacy (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية)** لحركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها يعزز

وينميّ ذلك، ويعمل على تحقيق الهدف والغاية النهائية في مجتمع يؤثر ويتأثر بالعلم والتكنولوجيا ومضامينها الاجتماعية على حدّ سواء.

## العلم والرياضيات والتكنولوجيا (SMT):

## Science - Mathematics - Technolgy

من خصوصيات مناهج العلوم وإصلاحها ارتباط العلم، والرياضيات، والتكنولوجيا بعلاقة قوية لتحقيق هدف الثقافة العلمية **Science literacy**. فمشروع (2061) كرؤية مستقبلية بعيدة المدى لإصلاح مناهج العلوم وتدريسها، يعزّز ويعمل على تنمية الثقافة العلمية **(SL)** في العلوم والرياضيات والتكنولوجيا **(SMT)**، وبالتالي مساعدة الأفراد (المتعلمين) للعيش بسلاسة، وتأقلم وتكيف، وبحياة إنتاجية وبخاصة في ظل الثورات العلمية، والمعلوماتية، والكمبيوترية. ولتحقيق ذلك، يتطلب من مناهج العلوم وخبرائها ومختصيها تصميم المناهج ضمن هذه الرؤية الثلاثية من جهة، وكمية المادة (المحتوى) التي يتعلمونها من جهة أخرى؛ أي التحوّل من (الكم) إلى (النوع)، على مبدأ القليل كثير **Less is More**.

ولعلّ هذا يتطلب أن يكون إصلاح مناهج العلوم وتدريسها شاملاً **Comprehensive** وطويل المدى، وبحاجة إلى وقت، وجوهرياً إذا ما أُريد أن يبقى ويستمر بحيث يتمركز حول جميع الأطفال **All children**، وجميع الصفوف **All Grades**، وجميع المواد **All subjects**، وما يصاحب ذلك (بالطبع) من تبعات واستحقاقات جوهرية أخرى في تصميم المناهج، وإعداد المعلمين وتأهيلهم، واستراتيجيات التدريس، والتقويم، والسياسات التربوية، والنظام التربوي، والتكنولوجيا.

لقد قدمت توصيات المشروع **Science for all Americans (2061)** مبدئياً وصنفت في أربع مجموعات رئيسية؛ تعلقت المجموعة الأولى بطبيعة العلم، وطبيعة الرياضيات، وطبيعة التكنولوجيا جنباً إلى جنب مع المسعى (العلمي) الإنساني Scientific Enterprise؛ وتعلقت المجموعة الثانية بالمعرفة الأساسية في العالم من وجهة نظر العلم، والرياضيات، والتكنولوجيا؛ وتضمنت المجموعة الثالثة بما يجب أن يعرفه الطلاب (المتعلمون) عن الأحداث التي مرّت في تاريخ العلم، والمسعى العلمي الإنساني، وبعض الأدوات التي تستخدم للتفكير في كيف يعمل العالم؛ أما المجموعة

الرابعة فتضمنت عادات العقل (الفكر) والتفكير اللازمة للثقافة العلمية. وذلك كله باعتبار أنّ **العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا هي المحور الرئيس والمعالم الأساسية لتكوين (الثقافة العلمية) وتنميتها لدى الأفراد (المواطنين)** في نهاية الصف الثاني عشر.

وفي السياق، وحيث إنّ الطلبة سيصبحون أفراداً ناضجين بحقوقهم وواجباتهم في مجتمع ديمقراطي، فلابد أن يكون لهم (رأي) حول أساسيات العلم وتطبيقاته التكنولوجية، ولابد أن يتعرضوا لأربعة مجالات في **المسعى (المشروع) العلمي**، وهي: الوظيفة (المضامين) الاجتماعية للعلم، وفروع العلم، وأخلاقيات العلم، ودور العلم في الشؤون العامة. وهذه القضايا يصعب مناقشتها في مراحل التعليم المبكرة، لكن يمكن أن يتم إبرازها في المناهج وكتب العلوم المدرسية كلما تقدّم الطالب في المراحل (الصفوف) التعليمية في المدرسة. ومع مرور الوقت وبعد تخرج الطلبة في (الصف الثاني عشر) يستطيع الطلبة التحدث براحة حول طبيعة العلم والتكنولوجيا ومسعاهما، كما يستطيعون تفهم ما يُطرح في وسائل الإعلام والاتصال المختلفة حول القضايا العلمية، والتكنولوجية، والرياضية.

وفي هذا الاتجاه، أكد تقرير **الهيئة الوطنية لتعليم العلوم والرياضيات للقرن الحادي والعشرين** تحت عنوان **(قبل فوات الأوان)** أهمية العلوم والرياضيات في المناهج ودورهما الكبير في المنتجات، والخدمات، ومستوى المعيشة، والأمن الاقتصادي، والأمن العسكري... إلخ التي تدعم المجتمع وتمده بالحياة في البيت وحول العالم. فمن **العلوم والرياضيات تنشأ الاختراعات والابتكارات التكنولوجية** التي يحتاجها المجتمع، وتحتاجها الشركات والصناعات في الدول المتطورة الصناعية التكنولوجية للمشاركة بفاعلية في سوق الاقتصاد العالمي. وقد لخص التقرير (Glenn, 2000) أن إعداد الطلاب في العلوم والرياضيات بكلمة واحدة مختصرة هو أنّه (**غير مقبول**) **Unacceptable**؛ مما يتطلب مناهج العلوم وتدريسها أن تُصمم وتُعدّ بحيث تجذب اهتمام الطلاب للأفكار العلمية والرياضية، وتتحدّى تفكيرهم، وتوجيههم إلى المستوى المقبول في ضوء المعايير المعتمدة للعيش في حياتهم، والعمل في وظائفهم أو مهنهم، **والتكيف في حياة القرن الحادي والعشرين بمشكلاته وتحدياته التكنولوجية: المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية**. فالمشكلة

إذن، ليست تعليم أطفالنا فحسب، بل **كيف يتم تعليمهم وتعلمهم في العلوم والرياضيات** مستوى ونوعية بشكل خاص، إذ إنّ العلوم والرياضيات اعتبرا (تاريخياً) وارتبطا مباشرة **بالتقدم العلمي والتكنولوجي والاقتصاد** وبالتالي رفاه المجتمع ورخائه وتقدمه وتطوره.

وتأسيساً على ما تقدم، وفي ضوء **العلاقة المتداخلة بين العلم، والرياضيات، والتكنولوجيا**، قدّم **المشروع (2061) مبادئ ورؤية عامة في تعليم العلوم والرياضيات والتكنولوجيا لتحقيق الثقافة العلمية والرياضية والتكنولوجية** تتضمن الآتي:

1. **التعلم** يجب أن يتسق مع **طبيعة الاستقصاء العلمي (SI) لفهم العلوم والرياضيات والتكنولوجيا كطرق في التفكير والبحث والمعرفة**، مما يتطلب **معلمي العلوم** إجراء الآتي:
   - البدء بأسئلة حول الطبيعة.
   - انخراط الطلبة بأنشطة (ومهمات) التعلم العلمية.
   - التركيز على جمع **الأدلة** وتوظيفها.
   - تزويد الطلبة بالتصوّرات التاريخية.
   - الإصرار على **التعبير الواضح** في الاتصال والتواصل اللفظي والكتابي.
   - استخدام (تطبيق) منحى الفريق.
   - عدم الفصل بين المعرفة **وكيفية الوصول إليها**.
   - عدم التركيز أو (**التقليل**) من حفظ المفردات والمصطلحات الفنية.

2. **تعليم العلوم يجب أن يعكس القيم العلمية Scientific Values** من مثل حب الاستطلاع، والفضول، والإبداع، والتخيل، والقيم الجمالية. وفي هذا يتطلب من معلمي العلوم الاهتمام بـ:
   - تشجيع (ودعوة) الفضول وحب **الاستطلاع العلمي Scientific Curiosity**.
   - تشجيع **الإبداع** ومكافأته.
   - تشجيع روح **التساؤل وطرح الأسئلة Questioning**.
   - الابتعاد عن **التعنت والتمسك بالرأي**.
   - تشجيع الاستجابات الجمالية.

3. **خفض القلق في التعلم**، وذلك بتركيز المعلمين على:
- الاستفادة من فُرص النجاح والبناء عليه.
- تفعيل وتكثيف خبرات استخدام الأدوات.
- تشجيع الطالبات (الإناث) والأقليات على تعلم العلوم.
- التركيز على التعلم ضمن المجموعة أو الفريق.

4. **تعليم العلوم يجب أن يمتد خارج المدرسة**، فالطالب يتعلم من والديه، ومن أقاربه، وأقرانه، ومن المعلمين، ومن وسائل الاتصال (الإعلام) المكتوبة والمسموعة والمرئية والإلكترونية، ومن زيارة المتاحف، وحدائق الحيوان، ومن الرياضة، والطبيعة...الخ.

5. **التعلم يتطلب الوقت الكافي** وبخاصة في **تطبيق الاستقصاء العلمي وحل المشكلات**، لعمل الملاحظات، وجمع البيانات وتحليلها، واختبارها، وإجراء التجارب. وعليه؛ فإن **الوقت الكافي متطلب أساسي وإجباري للتعلم الاستقصائي في العلوم والرياضيات والتكنولوجيا ومشروعات العلوم** طويلة المدى لبناء المعرفة واكتسابها لدى الطلبة وفهمها واستخدامها.

## الثقافة العلميّة: Scientific Literacy

يرى التربويون العلميون في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها أن الأهداف والغايات التعليمية التربوية تتطور باستمرار نتيجة لتغير متطلبات المجتمع وظروفه الاجتماعية والثقافية والاقتصادية والسياسية، وذلك في ضوء تغيرات العصر ومستجداته السريعة، وتحولاته المتسارعة، وتوقعاته الآنية، وتحدياته المستقبلية. **وفي ضوء حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**، تم اقتراح وتوسيع **مجالات الأهداف في تدريس العلوم** (Yager, 2000)، وذلك على أمل الانعكاس الإيجابي على تصميم مناهج العلوم وتدريسها في **تحقيق هدف الثقافة العلمية** (**العلمية، والرياضية، والتكنولوجية**) في مجتمع متطور ومتقدم صناعي يتداخل فيه **ويتفاعل العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS)، والبيئة (STSE)**.

**وفي هذا السياق، تم تحديد ستة مجالات للأهداف في مناهج العلوم، وهي:**

**الأول**: مجال المعرفة والفهم Concept domain

**الثاني**: مجال العمليات (الاستكشاف والاكتشاف) Process domain

**الثالث**: مجال الإبداع Creativity domain

**الرابع**: المجال الوجداني (المشاعر والقيم) Feeling and Valuing (Affective domain)

**الخامس**: مجال التطبيق والارتباط بالتكنولوجيا (الاستخدام والتطبيق).

**السادس**: مجال رؤية العلم وتاريخه كمسعى إنساني World view domain

هذا، وتتداخل وتتكامل هذه المجالات في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها ليتم الاسترشاد بها في إعداد مناهج وبرامج العلوم وتطويرها من جهة، والمساعدة على تحقيق هدف **الثقافة العلمية** من جهة أخرى. وتتضمن الثقافة العلمية في حدّها الأدنى ما ينبغي للطلبة (k-12) أن يعرفوه، ويكونوا قادرين على عمله في **العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا**. وفي هذا، يقرر (Hurd, 1998) في ضوء تحليل وثائق إصلاح المناهج في العلوم والرياضيات والعلوم الاجتماعية واللغات والتكنولوجيا أن ثمة **خمس قضايا** عامة مشتركة مهمة، وهي: التركيز على جميع الطلبة **All students**، والثقافة **Literacy** كناتج من نواتج التعلم، والبنائية **Constructivism**، والبيداغوجيا Pedagogy، والتقويم البديل (الحقيقي) Authentic. ولعل **هذه القضايا تشكل القوة الدافعة للتغيير والإصلاح**؛ وذلك في ضوء أن الثقافة العلمية تتضمن التفكير الناقد Critical thinking، والقدرات المعرفية وفوق المعرفية Congitive and metacognitive abilities، وعادات العقل Habits of mind لبناء (الفهم) **Understanding** في الفروع المعرفية، والأفكار الموحدة لها، **وإيصال وتواصل Communicating** هذا الفهم وتقاسمه وتشاركه مع الآخرين لاتخاذ قرارات مبنية على المعلومات. وفي هذا كله توكيد على **تعليم العلوم من أجل (الفهم) Teaching science for understanding** وتحقيق هدف الثقافة العلمية، والثقافة الرياضية؛ والثقافة التكنولوجية لدى جميع خريجي طلبة المرحلة الثانوية حيث فيها يتم التأكيد على **المفاهيم المميزة لمناهج العلوم** وأبعادها المختلفة كما في: العلم كبناء منظم من المعرفة العلمية، وكطريقة في البحث والتقيب والاستقصاء العلمي والاكتشاف، وكطريقة تفكير والحصول على المعرفة، وطبيعة العلم، والمسعى العلمي، والعمليات العلمية، وحل المشكلات، والمختبر الاستقصائي، وأنشطة التعلم الحقيقية، والعلاقات المتبادلة المتداخلة بين العلم

والتكنولوجيا والمجتمع (STS) والبيئة (STSE)، والعلم والرياضيات والتكنولوجيا (SMT)، والاتجاهات والقيم، والوعي، والإبداع؛ وذلك لتمكين الطلبة جميعهم وتثقيفهم (**علمياً، ورياضياً، وتكنولوجياً**)، وبالتالي المشاركة الفعلية الفاعلة في **الحوارات، والمناقشات والمناظرات Debates ذات المنشأ العلمي، واتخاذ القرارات** (والمواقف) المناسبة في **السياقات الشخصية - المجتمعية** بفاعلية واقتدار، والعيش في القرن الحادي والعشرين في مجتمع صناعي تكنولوجي بواقعه ومشكلاته وتحدياته وثورته التكنولوجية: المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية.

وفي ضوء ما سبق وتأسيساً عليه، فإن إحداث التغييرات والتوجهات والتحولات الجديدة في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها من منظور حركات الإصلاح العالمية المعاصرة، تتطلب مبدئياً الإشارة إلى بعض المبادئ العامة والافتراضات الأساسية لأخذها بعين الاعتبار كما يشير البحث Research إلى ذلك (Goodrum, Hacking, and Rennie, 2001)، وهي:

**أولاً: الثقافة العلمية وتنميتها هي الغرض الرئيسي العام للتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.**

**ثانياً**: التغيير والتحول والتوجه يتطلب ردم الهوّة بين الصورة الواقعية Actual والصورة المثالية (المأمولة) Ideal المطلوبة لتعليم العلوم وتعلمها.

**ثالثاً: المعلمون (معلمو العلوم) هم المفتاح الرئيس للتغيير.**

**رابعاً**: التغيير يأخذ **وقتاً** Time وبحاجة إلى المصادر المادية **والتمويلية**.

**خامساً**: التعاون والتعاضد ضروري **للجودة والنوعية Quality** في تعليم العلوم.

وعليه؛ ثمة نتائج دراسات وبحوث عالمية عدّة، اقترحت وتقترح بعض **التوصيات** تحقيقاً لذلك التغير والتحول **تحقيقاً للثقافة العلمية وتنميتها** من أبرزها ما يأتي.

1. يتطلب **وزارات التربية والتعليم** وبمختلف السلطات المشرفة على التعليم، تعزيز أهمية التربية العلمية وبرامج العلوم وتأكيدها في المدارس وبخاصة فيما يتعلق بدورها المركزي في تحقيق الثقافة العلمية وتنميتها.
2. تمويل **برامج إعداد معلمي العلوم قبل الخدمة Preservice** بسخاء وبصورة

جوهرية، لتجديد وتعديل (أو تغيير) برامج الإعداد في الجامعات بصورة **تجديدية إبداعية**، ذلك مع ما يتطلب من **البيداغوجيا Pedagogy**، ونمذجة الممارسات التدريسية الجيدة (الممتازة) للمعلمين.

3. العمل على **مساعدة المعلمين على التطوير المهني المستمر** لهم، وبالتالي مساعدتهم على تدريس العلوم بتبني استراتيجيات وطرائق ومناحي تدريسية تساهم في تحسين **نتاجات التعلم Learning outcomes** التي تعمل على تنمية الثقافة العلمية وتحقيقها.
4. **تقديم المحفزات Incentives** لجذب أعداد كبيرة من الطلبة ذوي (الرغبة) والنوعية الجيدة إلى **برامج إعداد المعلمين** للانخراط في مهنة تعليم العلوم، والاحتفاظ بالمعلمين الأكفياء المهرة في المدارس.
5. الاستمرار في دعم **تطوير المعايير المهنية Professional standards** لتعليم العلوم من جهة، والتنفيذ الوطني لهذه المعايير من جهة أخرى.
6. تهيئة **المناخ التعليمي** المناسب، وتزويد المعلمين بالمصادر لتعليم العلوم بطرائق وأساليب مختلفة تعمل على تنمية الثقافة العلمية.
7. **إصلاح ممارسات التقييم** بحيث يخدم (التقييم) بفاعلية غرض تحسين التعلم. كما يجب أن يركز (التقييم) على نتاجات التعلم المقترنة بالثقافة العلمية.
8. **التركيز الوطني** على تعزيز مناحي التعاون والتعاضد لغرض البحث Research وجمع البيانات Data collection، والتجديد Innovation، **وتطوير المنهاج Curriculum development**، وتحسين مصادر التطوير المهني في التربية العلمية وتدريس العلوم.
9. **مراجعة نوعية تعليم العلوم** باستمرار وفي فترات زمنية منتظمة نسبياً، وتجديد واقع تعليم وتعلم العلوم، وتقييم الإجراءات التي تم اتخاذها للتعديل والتغيير المستمر لتحسين واقع التربية العلمية وتدريس العلوم وتحقيق الثقافة العلمية وتنميتها.

**ولتحقيق هدف الثقافة العلمية وتنميتها**، فإنه يتطلب تقديم العلم وبرامج العلوم التي تعمل على تعزيز تنمية الثقافة العلمية؛ وفي هذا فإنه يتوقع أن تتم بعض

التحولات والتوجهات والتغييرات الحديثة في استراتيجيات التعليم والتعلم. ومثل هذه التحولات والتوجهات ينبغي أن لا ينظر إليها من وجهة نظر أنها خاطئة أو صحيحة، بل من وجهة نظر درجة التوكيد ومستواه؛ أي من تأكيد **أقل Less emphasis إلى تأكيد أكثر More emphasis**. وفي هذا، ثمة **تحولات وتوجهات Trends جوهرية في الممارسات التدريسية للمعلمين وفي معتقداتهم ونظرياتهم** التعلمية مطلوبة بحيث لا تتضمن تغييرات شكلية أو استعراضية إنشائية أو تجميلية متناثرة هنا وهناك. وعليه؛ فإن تعليم العلوم لغرض **تنمية الثقافة العلمية** لا يتم بالطرق الاعتيادية التقليدية، بل يتطلب استراتيجيات وطرائق ومناخ تتمحور على جوهرية **تعلم الطالب (المتعلم) Student - centered** من جهة، ومستندة إلى الاستقصاء العلمي (SI) والمفاهيم الأخرى المميزة لمناهج العلوم من جهة أخرى. فالطلبة بحاجة إلى فرص حقيقية لتخطيط وتنفيذ استقصاءات وتحرّيات علمية واقعية وذات معنى لهم لغرض تنمية (فهم) العلم وطرقه وعملياته ومسعاه الإنساني. ومثل هذا الانخراط أو الانهماك في **عمل العلم Doing science** يؤدي إلى تعزيز الطلبة وإغناهم وبخاصة أولئك الذين يرغبون المتابعة للحصول على مهنة في العلوم، وبالتالي زيادة أعداد الطلبة جوهرياً الذين يتوقع أن يعتبروا بعض المهن ذات الارتباط العلمي والتكنولوجي. وفي هذا، ثمة بعض **التحولات والتوجهات Trends** المطلوبة، كما يقرّرها البحث Research لتحقيق **هدف الثقافة العلمية** وتنميتها لدى جميع الطلبة، وهي:

1. **التحول من تأكيد أقل Less emphasis** على تذكر الأسماء والتعريفات للمصطلحات العلمية، إلى **تأكيد أكثر More emphasis** على تعلم مفاهيم علمية أوسع يمكن تطبيقها على مواقف جديدة.
2. من **تغطية (قطع) Coverage موضوعات علمية كثيرة**، إلى دراسة (وتعلم) مفاهيم وأفكار علمية أساسية قليلة بعمق.
3. من **موضوعات علمية نظرية مجردة**، إلى محتوى علمي ذي معنى للطالب وخبراته واهتماماته.
4. من تقديم العلوم من خلال **الكلام، والكتاب، والعرض**، إلى توجيه الطلبة **للاستقصاء العلمي** النشط الممتد.
5. من الأسئلة لأغراض التسميع واسترجاع المعرفة العلمية التي تم اكتسابها،

إلى تزويد الطلبة **بفرص (تعلم) حقيقية واقعية** لأغراض المناقشات العلمية بين الطلبة أنفسهم.

6. من الطلبة الذين يقومون بحل الواجبات روتينياً، إلى **مجموعات التعلم التعاونية** المتعاضدة لتقصيّ المشكلات والقضايا العلمية.

7. من أنشطة التعلم العلمية التي تعمل على التوضيح **والتحقق Verification** من معرفة المحتوى العلمي، إلى أنشطة التعلم العلمية الحقيقية المفتوحة النهاية open - ended التي تستقصي مشكلات (أو أسئلة بحثية) ذات علاقة حقيقية بحياة الطالب.

8. من **إعطاء أجوبة للمعلم** حول المحتوى العلمي، إلى **إيصال وتوصيل Communicating** النتائج التي تم الحصول عليها في الاستقصاءات والتحريات العلمية.

9. من العلوم ممتعة أو مثيرة **لبعض** الطلبة، إلى العلوم ممتعة ومثيرة الاهتمام إلى الطلبة جميعهم.

10. من **تقييم ما تم تعلمه** بطريقة سهلة وميسرة، إلى **تقييم نتاجات التعلم Learning Outcomes** ذات القيمة والوظيفة العالية.

11. من تقييم **تذكر الحقائق والمصطلحات العلمية**، إلى تقييم **الفهم Understanding** وتطبيقاته في مواقف جديدة، ومهارات الاستقصاء، وتحليل البيانات، والاتصال.

12. من إجراء **امتحانات (اختيار من متعدد)** بعد الانتهاء من دراسة الموضوع لوضع علامات أو درجات للطلبة وعمل التقارير الروتينية، إلى **تقييم مستمر Ongoing assessment** للعمل والتعلم، والتغذية الراجعة المستمرة التي تساعد على تحسين التعليم وتقدم التعلم.

13. من **تعلم العلوم من الكتب المنهجية المقررة** بصورة رئيسية، إلى تعلم العلوم بصورة نشطة من خلال الفهم من مصادر التعلم المتعددة بما فيها المراجع، والإنترنت، وتقارير وسائل الإعلام والاتصال Media، والمناقشات، وأنشطة التعلم الاستقصائية القائمة على **تشغيل اليدين** Hands - On، **وتشغيل العقل** (الفكر) Minds - On، **وتشغيل الرأس** (الدماغ) Heads - On معاً.

# الفصل الثالث

# مجالات الأهداف في مناهج العلوم

# Domains of Objectives in Science Curricum

## التقديم: Introduction

التعليم مبدئياً هو عملية اتصال وتواصل **Communication Process**، ولكنه **ليس عملية بيع وشراء Selling - buying process**. وفي هذا فإنّ المعلم ليس هو الذي يبيع (البائع)، والطالب هو الذي يشتري (**المعلومات**) **Information** بين طرفي عملية الاتصال والتواصل. فثمة نوع من **التفاعل Interaction بين المعلم والطالب في الاتجاهين، وكذلك بين الطلبة أنفسهم**؛ فالطلاب لا يتعلمون فقط من المعلم، بل يتعلمون أيضاً من بعضهم بعضاً ومن شتى المجالات والاتجاهات. وكل عمل تعليمي يجب أن يكون له **هدف واضح** لا لبس فيه، **ومُرسل الرسالة (المعلم) يجب أن يعرف ويدرك لماذا يستخدم هذه القناة (أو الطريقة) لنقل المعرفة والمهارات في عملية التفاعل والاتصال**. فعمل التعليم وفعله هو قصدي ذو نيّة وموجه نحو الهدف أو الغرض Target - oriented. ولا تتم عملية (التفاعل والاتصال) قبل (فهم) الطالب الرسالة وفك شيفرتها وفهمها وبنائها والتأمل فيها وتوظيفها واستخدامها.

وفي سياق ذلك، **التربية عملية مخططة ومقصودة** تهدف إلى إحداث تعديلات أو تغييرات إيجابية مرغوبة اجتماعياً **في فكر المتعلم، ووجدانه، وسلوكه**. والأهداف الخاصة والغايات العامة حجر الزاوية في عملية التعلم والتعليم، وهي بمثابة التغيرات (التكتيكية والاستراتيجية) المراد إحداثها في أفكار المتعلمين (الطلبة) من خلال تيسير تعلمهم أو إسناده **وبناء معارفهم ومفاهيمهم نتيجة عملية التعلم**. ولكي تكون العملية التربوية عملاً علمياً منظماً وناجحاً، لابد أن تكون موجهة نحو تحقيق الأهداف التدريسية (الخاصة) والغايات الكبرى (العامة) المنشودة، مما

يتطلب وضوح **مجالات هذه الأهداف objectives والغايات Goals** وتبيانها ضماناً لتوجيه عملية التعلم والتعليم بطريقة منهجية منظمة، وبالتالي تحقيق الأهداف التدريسية المرسومة والغايات التربوية المنشودة. فالأهداف الخاصة والغايات العامة هما وجهان لعملة واحدة، وهما مترابطتان تربوياً ومنطقياً وذلك كون الأهداف التدريسية مشتقة ومستمدة من الغايات العامة بوجه عام.

ويرى التربويون في مناهج العلوم وتدريسها أنّ **مجالات الأهداف والغايات التعليمية التربوية تتغير وتتطور** باستمرار نتيجة لتغير متطلبات الحياة والمجتمع وظروفه الاجتماعية والثقافية والاقتصادية والسياسية، وذلك في ضوء تغيرات العصر ومستجداته العلميّة والتكنولوجية السريعة، وتحولاته المتسارعة، ومشكلاته الآنية، وتحدياته المستقبلية. **وفي ضوء حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، تم توسيع مجالات الأهداف** في مناهج العلوم وتدريسها. وفي هذا الفصل، تتجه بوصلة البحث إلى تحديد مجالات الأهداف المطورة وتوجهاتها على أمل انعكاسها الإيجابي على التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها وتوجهاتها العالمية المعاصرة نحو تنمية **الثقافة العلمية والرياضية والتكنولوجية** وتحقيقها كغاية كبرى لإصلاح مناهج العلوم وتدريسها.

## أهداف العلوم: منظور تاريخي

تتغير الأهداف والغايات التربوية نتيجة لتغير **متطلبات الحياة وحاجات المجتمع**، ونمو المعرفة تاريخياً وتطورها، وثورة العصر التكنولوجية المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية. وليس أدل على ذلك من **تقصّي الأهداف في تدريس العلوم** من المنظور التاريخي وتغيّرها وتطورها لمواجهة متطلبات الحياة والمجتمع على حدّ سواء.

وفي المنظور التاريخي، نحن الآن في القرن الحادي والعشرين وألفيته الثالثة، ولربما بدايات فترة أو حقبة عالمية معاصرة جديدة في تاريخ الإنسان. فكل طالب (متعلم) ابتداءً سيصبح بالغاً راشداً في هذا القرن، **فهل تعليم العلوم (والتربية العلمية) التي يتلقونها مناسبة (للطلبة) لمساعدتهم عل مواجهة تحدّيات القرن الحادي والعشرين وتوقعاته؟**

لقد استخدم التربويون العام 2000 كنقطة مرجعية **لتقييم الممارسات الحالية** في ضوء أهداف وغايات تدريس العلوم، وتحذير المواطنين من المشكلات الاقتصادية، والبيئية، والسكانية؛ ومن ثم طرح بعض التوصيات والاقتراحات التربوية التي ينبغي أن تكون التربية عليها. وبمرور العام ألفين 2000، فإنه كما يبدو، من الضروري تقييم الأهداف في مناهج العلوم وتطورها، وبالتالي عمل توصيات جريئة للتغيير والتحول في مناهج العلوم وتدريسها. ففي التسعينيات من القرن العشرين، تمت **مقارنة أداء طلبة الولايات المتحدة الأمريكية بأداء الطلبة في اليابان، وألمانيا، وروسيا، وقد كانت نتائج دراسات المقارنة (مخيّبة للآمال)** حيث تمثلت في ضعف أداء طلبة الولايات المتحدة في العلوم عن نظيراتها في الدول المتقدمة الأخرى. وفي هذا لم يكن (بالطبع) أداء طلبة الدول النامية أحسن حالاً بل كانت أسوأ بكثير من ذلك. كما أن نتائج دراسات المقارنة في أعوام سابقة في الفترة (1968-1996)، كان الاتجاه العام يتمثل في **انخفاض مستوى الأداء، والتحصيل المعرفي، والضعف الملحوظ في الاتجاهات نحو العلوم.**

وخلال فترة الثمانينيات والتسعينيات (1980-1995) من القرن العشرين، بدأت **المجتمعات العلمية Science communities** والحكومات عالمياً تتعرف على أهمية تطوير منظور عالمي لحل المشكلات ذات الصبغة البيئية، وخفض الأسلحة النووية، وتحديد الأخلاقيات المطلوبة في استخدام التكنولوجيا العالية، ووباء المخدرات الذي خرّب المجتمعات وبخاصة الغربية منها والأمريكية شمالها وجنوبها. وهذه المشكلات وغيرها من المشكلات العالمية، **جعلت الناس يفكرون عالمياً Globally وبشكل كلي جماعي.** وثمة حادث آخر في التسعينيات تمثل في دمقرطة أوروبا الشرقية والاتحاد السوفيتي، هذا مع العلم أنه لم يكن بالمقدور التنبؤ بما حدث، إلاّ أن ذلك زاد وسرّع ما يسمى **التفكير الديمقراطي** بوجه عام.

إنّ العالم في القرن الحادي والعشرين، يسيطر عليه **الاعتماد المتبادل Interdependence** في مجالات عدّة من بينها: الاقتصاد، والسياسة، والعلم، والتكنولوجيا، والبيئة، والأمن الفردي والوطني والعالمي سواء بسواء. وفي هذا، فإن تهديدات ومهدّدات البيئة ودمارها **وتغيّر المناخ Climate Change** يمكن أن يكون أشدّ إيلاماً وتأثيراً من الاعتداءات العسكرية. **والأمن الاقتصادي Economic security** يعتمد على قدرة كل دولة للمنافسة في سوق العمل والاقتصاد العالمي.

والتغيرات العلمية والتكنولوجية والتقدم سيستمر وسيؤدي إلى طرح مشكلات أكبر للفرد، والمجتمعات، والحكومات والدول على حدّ سواء. وفي هذا فإنّ الاتفاقات والتعاون مطلوب عالمياً إذا ما أريد حل المشكلات الحقيقية التي تواجه كوكبنا (الأرض) كما في على سبيل المثال لا الحصر، الجوع العالمي و(الفقر)، وتقليل مهدّدات البيئة، والاحتفاظ بمجتمعات عالمية متينة. وعليه؛ فإن **أهداف وغايات التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها** ينبغي أن تساهم بطريقة أو أخرى في الحل من جهة، ومواجهة متطلبات الفرد والمجتمع، والأرض ككل من جهة أخرى (Hassard, 2004).

وفي سياق واتجاهات وتوجهات حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها في ستينيات وثمانينيات القرن العشرين، حدثت **تغيّرات وتحولات وتوجهات Trends جوهرية في أهداف وغايات التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**. وفي هذا يلخص كايل (Kyle, 1988) **أبرز هذه التحولات والتوجهات** بما يأتي:

1. كانت **الغاية من مناهج العلوم وتدريسها في الستينيات** هي الحاجة لإعداد (إنتاج) **علماء ومهندسين** أكثر لحل المشكلات التي يتصورها المجتمع، وأصبحت (الغاية) والحاجة في الثمانينيات تتعلق **بالمشكلات الاجتماعية** الحالية المتجذرة في العلوم والتكنولوجيا.
2. **صمّمت مناهج وبرامج العلوم في الستينيات** لتواجه الغايات والأهداف للوقت **(الماضي)** في فروع العلوم كلها، واكتساب المعرفة بقي أو ظل مهماً وغاية قصوى؛ وفي الثمانينيات أصبحت الغاية والحاجة الملحة لتعرف **المشكلات الاجتماعية**، والمعرفة التي ينبغي أن تكون مهمة هي المعرفة المفيدة التي تساعد في حل المشكلات الاجتماعية.
3. **التحوّل من كون (العلم)** يعلم **كمعرفة متراكمة** أو متقدمة غايتها التفسير، وتعمل على إعداد (العلماء) أو علماء المستقبل، إلى **العلم والتكنولوجيا** باعتبارهما وسيلتينّ لتحسين المجتمع ورفاهه، وبهذا تعمل مناهج العلوم على **إعداد (مواطن) المستقبل.**
4. **العلم (والتربية العلمية) كان موجها توجيهاً للحاضر والماضي والمستقبل**، بينما العلم (والتربية العلمية) يجب أن يوجه إلى **(المستقبل)** وذلك في ضوء أهميته ودوره في حل المشكلات الاجتماعية.

5. ركزت مناهج العلوم وتدريسها على تطوير **المهارات المعرفية** (العمليات العلمية) في حين تركز مناهج العلوم ليس فقط على المهارات المعرفية فحسب، بل كذلك على المجال الوجداني، والأخلاقي، والجمالي أيضاً.

6. **نظر إلى العلم بمعزل عن القيم Value - Free**، وأنه علم امبريقي - تجريبي، بينما تحولت النظرة إلى **العلم بمنظومة القيم المجتمعية فيه**، وأن له أبعاداً أخلاقية ومعنوية.

7. **تطلب العلم التفكير الخطي Linear thinking** والتقاربي، وركز على مهارات الاستقصاء، وتم التحول والتركيز على **التفكير المنظم والتباعدي**، وعلى مهارات اتخاذ القرار.

8. **كانت غايات تدريس العلوم في الستينيات داخلية لأفرع العلوم المنفصلة** كل على حدة، بيمنا أصبحت (غايات) تدريس العلوم مشتقة من **التفاعل المتبادل** بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع **(STS)**.

وفي خلاصة التحليل، ظهرت حركات إصلاحية عالميّة في الولايات المتحدة الأمريكية في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، **ومنها المشروع (2061) - العلم لجميع الأمريكيين (SFAA)، ومعالم الثقافة العلمية Benchmarks for Science Literacy، والمعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** حيث تبنت **(الثقافة العلمية) كغاية رئيسية كبرى لمناهج العلوم وتدريسها في الصفوف (k-12)**.

## أثر البحث في أهداف العلوم:

تأسيساً على ما تقدم، تبيّن ثمة تأثيرات ومؤثرات في غاية الأهمية لنتائج البحث Research في أهداف وغايات تدريس العلوم وتوجهاتها. فقد تبيّن أنّ **المجتمع التربوي العلمي Science Education Community** يهتم باطراد بربط نتائج البحث بالتطبيق، والممارسات التدريسية في العلوم. فما تقوله البحوث المتضمنة عدداً كبيراً من البحوث تساعد معلم العلوم على التركيز على الهدف الرئيس والغاية العامة لمساعدة الطلبة جميعهم على **حل المشكلات Problem solving** في فروع العلوم المختلفة في الأحياء والكيمياء والفيزياء وعلوم الأرض. وفي هذا يتم طرح السؤال: **لماذا ينبغي اعتبار حل - المشكلة Problem solving هدفاً مهماً في تدريس العلوم في القرن الحادي والعشرين؟** فكما بيّن البحث

Research، فإن حل المشكلة يمكن المعلمين لإعطاء طلبتهم الفرص المناسبة **لإدماج وتكامل مهارات التفكير Thinking skills والعمليات** واستخدامها لحل المشكلات المختلفة. فعلى سبيل المثال لا الحصر، فإن معلم علوم الأرض يمكنه الاعتماد على ظواهر الأرض المحسوسة، وعلى الحقيقة التي يمكن فيها ربط القضايا والمشكلات ذات العلاقة بالأرض، والسماء، والماء، والهواء...، وهي كلها ذات قيمة واقعية وحقيقية للناس والأفراد والعاملين والمواطنين على السواء.

واعتماداً على البحث Research (Hassard, 2004)، فقد اقترح الباحثون في **العلم المعرفي Cognitive Science** بعض التوجهات في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها في المستقبل. وفي هذا **ثمة بعض الاتجاهات والتوجهات Trends** التي يعتقد بها الباحثون المعرفيون ذات المضامين المباشرة نتيجة لدراساتهم وبحوثهم والتي يمكن أن يكون من بينها ما يأتي:

**أولاً: أهداف وغايات تدريس العلوم تتطلب إعادة تعريفها وتوسيعها وتطويرها** لكي تعكس **التقدم التكنولوجي والحاجات المجتمعية Societal needs**. ولعلّ هذا الموقف يشير إلى أن التربية العلمية ومناهج العلوم يجب أن تركز انتباهها على إيجاد بيئات تعزز مفهوم **العلم للجميع (جميع المواطنين) Science for all citizens** بدلاً من كون العلم موجهاً نحو فئة من الناس ومهنة المستقبل.

**ثانياً: أهداف مناهج العلوم في المرحلة الأساسية المتوسطة وبشكل خاص في (الصفوف 4-8)** يجب أن تركز انتباهها على **اهتمامات (وميول)** الطلبة وقلقهم المتعلق بأثر العلم في المجتمع. فعلى سبيل المثال، فإن برامج العلوم في هذا المستوى تتضمن انخراط (انهماك) الطلبة في أنشطة البيئة المختلفة؛ إذ إن العلاقة بين العلم والمجتمع تتطلب التركيز على **اهتمامات وميول** Interests الطلبة في هذه الموضوعات. فاستقصاء الطلبة العلمي للتلوث Pollution بأنواعه المختلفة، وإعادة التدوير Recycling، وأسباب المرض، والنفايات Waste disposal، وأثر مصانع الطاقة على البيئة، أمثلة وموضوعات جيدة لإثارة اهتمامات الطلبة وقلقهم في العلوم. فالطلبة في هذا العمر وفي هذه المرحلة، لها أثرها على الطلبة، وذلك لأنها تتضمن

الفترة التي يفقد فيها الطلبة بعض الاهتمام في العلوم، مما يتطلب أن تكون برامج العلوم وتصميمات المناهج والتدريس تتمحور حول اهتمامات الطلبة وحاجاتهم وميولهم واستعداداتهم وقابلياتهم.

**ثالثاً: تفعيل مبدأ وفلسفة (القليل كثير) Less is more**، وفي هذا يرى الباحثون أن مساقات العلوم وبرامجها ينبغي أن تغطي موضوعات علمية أقل وبعمق أكبر. ولعلّ هذا يعطي المعلمين (والطلبة) الفرصة لتهيئة وإعداد (وتنفيذ) أنشطة ومهمات التعلم العلمية بصورة معمقة في **الاستقصاء العلمي وحل المشكلة**. وهذا يتطلب بالطبع الخروج عن التقليد المعروف في تدريس العلوم المتمثل بالانتقال من موضوع إلى موضوع (بسرعة أو سلق) وإعطاء انتباه قليل لهدف (فهم) العلم وبناء المعرفة. وفي هذا تذكير من أن **ضغوطات تغطية (قطع) المنهاج Curriculum Coverage تُعد من أكبر العقبات والمعوقات أمام (نوعية) مناهج العلوم وتحسينها وتحقيق أهدافها.**

**رابعاً: محتوى فروع (مباحث) العلوم Science disciplines يتطلب دمجها وتكاملها Integration**؛ فعلى سبيل المثال، حركة إصلاح مناهج العلوم وتدريسها المتمثلة بالمشروع (2061) أوصى بالتركيز على المنحى المتداخل الفروع **Interdisciplinary approach** في برامج العلوم ومناهجها. ولعلّ هذا يتطلب مساعدة الطلبة لكي يصبحوا قادرين على ربط حقول العلوم من خلال تصميم أنشطة ومهمات علمية متداخلة ومتكاملة في محتوى الفروع العلمية.

**خامساً: ثمة مضامين وتضمينات أخرى للبحث في أهداف برامج العلوم ومناهجها ذات علاقة بالنماء (النمو) Cognitive development** للطلبة كما في: أنماط تعلم الطلبة Learning styles، وأنماط التفضيلات المعرفية، واستراتيجيات فوق المعرفية...، مما يؤكد الحاجة إلى ربط نتائج البحث Research بالممارسات التطبيقية واتساقها مع مجالات الأهداف والغايات في برامج العلوم ومناهجها وتدريسها.

وتأسيساً على ما تقدم، وفي ضوء مصادر **المشروع (2061)، والمعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)**، وأدبيّات **البحث Research** (Martin et al., 1994) تم تحديد بعض **الأهداف والغايات الجديدة لتوجهات برامج وتدريس العلوم الفعال** من أبرزها ما يأتي:

**أولاً: العلوم يجب أن تعزّز تطوير شخصية المتعلم (الطالب)**، بحيث تساعد الطلبة على تحسين حياتهم، وأن يكون بمقدورهم أن يتعلموا **كيف (يتكيفون)** في مجتمع صناعي - تكنولوجي مستمر باطراد. وهذه الغاية تركز على السبل التي تعزز حبّ الاستطلاع والفضول للطالب، وأمانته، وتخيله، وتطوراته، واحترامه لذاته، والقدرة على المثابرة، واتخاذ القرارات، ويتكيف مع المتغيرات، ويتفحص القيم، ويفسّر منطقياً، ويطبق أخلاقيات العلم. كما تعكس هذه الغاية السبل المتعددة **للعلم والتكنولوجيا** التي تؤثر في حياة الفرد متضمنة في ذلك الاتجاهات والقدرات التي يحتاجها (الطالب) لكي يصبح مستهلكاً بمسؤولية، والمحافظة على جسم صحي، ويستخدم العلم في اتخاذ القرارات اليومية وحل المشكلات.

**ثانياً: المتعلمون (الطلاب) ينبغي أن يفهموا العلاقات المتبادلة والمتداخلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS)**؛ فمنهاج العلوم وبرامجها يجب أن تُعدّ الطلاب لأن يعلموا وظيفياً كمواطنين، وأن يتعاملوا بمسؤولية مع القضايا Issues ذات الأصل **الاجتماعي والتكنولوجي**. وفي هذا يجب أن يعطى الطلاب الفرص لتطوير قدرات أكثر **لفهم أثر العلم في القضايا ذات المضامين الاجتماعية**، والسبل التي تؤدي لتوقعاتنا نحو (المواطن) المسؤول في التفاعل الشخصي مع البيئة، والاستهلاك، واحترام البيئة وجمالها الطبيعي والمحافظة عليها.

**ثالثاً: يجب أن تطوّر العمليات العلمية والأكاديمية**، وفي هذا يجب أن تزود مناهج العلوم وبرامجها الطلاب بفرص لاكتساب المعرفة الأكاديمية، والمهارات، والعمليات التي يحتاجونها لحل المشكلات الشخصية من جهة، وللاستمرار في التعلم مدى الحياة من جهة أخرى. كما يجب توكيد تنمية **مهارات التفكير** لدى الطالب، وإعداد برامج العلوم للطلاب الذين يرغبون في متابعة مهنة ذات علاقة بالعلوم، بالمعرفة العلمية الأساسية، والمهارات الضرورية لدعم التعليم اللاحق لهم والمرتبط بحقول مهنهم أو وظائفهم. كما يُركز هذا الهدف على **ماذا يحتاج (الطالب)** لكي يصبح **مثقفاً تثقيفاً علمياً**؛ وفي هذا ينبغي للمنهاج أن يتضمن: **المعرفة، والمفاهيم، والمبادئ، والأفكار العلمية، والاتجاهات والقيم، وأخلاقيات العلم، والتفكير الناقد، ومهارات حل المشكلة** سواء بسواء.

**رابعاً: العلم يجب أن يعمل على توسيع الوعي المهني (الوظيفي) للمتعلم (الطالب)**، فمناهج العلوم وبرامجها يجب أن تعطي (جميع) الطلاب (وعياً) لطبيعة المهن والوظائف الآنية والمستقبلية في العلوم والتكنولوجيا. وفي هذا يجب تزويد الطلبة بفرص ذات علاقة لتطوير الوعي في كيف أنّ العلم مهم لوظائف ومهن معينة مختلفة. ويساعد هذا الهدف الطلاب بجعلهم يعرفون أن العلوم ذات علاقة بجميع حقول المهن والوظائف. كما أنه يتضمن اتجاهات إيجابية نحو المهن ذات العلاقة بالعلوم، وأن (الوعي) يمنح فرصاً لمهن النساء والأقليّات وذوي الحاجات الخاصة على السواء. وفي هذا ينبغي إعلام الطلاب حول المساهمات للمهن والوظائف المختلفة ذات العلاقة بالعلم التي تعود في نهاية التحليل إلى صالح المجتمع.

إنّ التوجهات والغايات الأربع السابقة الذكر تعكس تفسيرات وتوقعات لنتاجات ونواتج **Learning outcomes** تعلم العلوم ومخرجاته على المستوى العام الوطني، وتعتبر مهمة **عالمياً وإقليمياً ومحلياً** بشكل خاص في مناهج العلوم وتدريسها في ضوء حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها وتحقيق الثقافة العلميّة. وفي سياق هذه الغايات والتوجهات، يوسع كارن وصند Carin and Sund هذه التوجهات والغايات الأربع الرئيسية لتدريس العلوم في مجالات فرعية من الأهداف لتمكين الطالب (المتعلم) منها انطلاقاً من **مشروع التوليف (دمج المشاريع) Project Synthesis**، وهي:

**أولاً: التطوير (النمو) الشخصي Personal Development**، وفي هذا فإن الطالب (المتعلم):

- قادر لأن يظهر **سلوك المستهلك الفعال**، وهذا يتطلب امتلاك المهارات لتقويم نوعية النواتج، ودقة الإعلانات، والحاجات الشخصية للنواتج.
- يستخدم **ممارسات صحيّة** فعالة.
- معرفة الذات شخصياً وجسمياً.
- يمتلك مهارات متنوعة، وإجراءات لجمع المعلومات للاستعمال الشخصي.
- قادر لأن يتعلم عندما تقدم له أفكار ومعلومات جديدة.
- يستخدم **المعلومات والقيم لاتخاذ قرارات عقلانية وتقييم النتائج**.
- يدرك أن حياته تؤثر في **البيئة** وتتأثر بها.

- يدرك ويتقبل الطرق التي فيها يكون الأفراد ذوي خصوصيات خاصة (متميزة) بهم.
- يعي التغيرات المستمرة التي تحدث في أنفسهم.

**ثانياً: العلاقة المتداخلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع STS Interrelationships، وفي هذا فإنّ الطالب (المتعلم):**

- يدرك أنّ حل مشكلة واحدة يقود إلى إيجاد (توليد) مشكلات جديدة.
- يستخدم **المعلومات والقيم** لاتخاذ قرارات وتقييم النتائج لآخرين في المجتمع.
- يدرك أن بعض المعلومات (البيانات) **يمكن أن تفسّر بأكثر من طريقة** من قبل أشخاص وفقاً **لقيمهم وخبراتهم Values and Experiences**.
- يدرك الطرق والسبل التي غيّر بها **العلم والتكنولوجيا** حياتهم في الماضي والحاضر (والمستقبل) من خلال تغير الحياة والمهارات لديهم (محلياً وعالمياً).
- يمتلك حس المسؤولية الجماعية عن البيئة.
- يدرك أن العلم لا يقدم حلولاً سحرية أو أجوبة (جاهزة) سهلة، فبدلاً من ذلك فإن العمل (الجادّ) والصعب والعمليات العلمية هي متطلبات أساسية لحل المشكلات.

**ثالثاً: النمو الأكاديمي Academic Growth**، وفي هذا فإنّ الطالب (المتعلم):

يطوّر **معرفة وفهماً** للمعلومات والمفاهيم ومجموعة عريضة من الموضوعات المختارة من علوم الحياة، والأرض، والعلوم الطبيعية، حيث إنّه:

- يمكن لهذه المعلومات والموضوعات المتنوعة أن تستخدم للمساعدة على تطوير المهارات لتفسير المعلومات من البيئة.
- يمكن أن تستخدم للسبب نفسه كونها مُمتعة للطالب في نفس العمر الذي هو فيه.
- يطوّر **الاتجاهات، والقيم، وأخلاقيات العلم** لاستخدامها في اتخاذ القرارات ذات العلاقة.
- يتعلم **ليفكر** (نقدياً)، و (إبداعياً)، و (عقلانياً - منطقياً) التي تمكن حل المشكلات، وتعزّز التعلم طوال الحياة.

- يطور **المهارات الحركية (اليدوية)** التي يمكن استخدامها في معالجة الأجهزة والأدوات والتحكم بها.

**رابعاً: الوعي (المهني) الوظيفي: Career Awareness**، وفي هذا فإن الطالب (المتعلم):

- يدرك أن العلماء والفنيين هم أناس لهم خصائص وصفات شخصية وبشرية.
- يدرك **مجالات العمل والاستخدام والمهن والوظائف** ذات العلاقة بالعلم والعلوم للنساء، والأقليات، وذوي الحاجات الخاصة.
- يدرك أن **العلم والتكنولوجيا** لها علاقة بجميع ميادين الاستخدام والعمل.
- يعي **دور العلماء** وإنجازاتهم وإسهاماتهم في المجتمع.
- يطور **عادات العمل (والعقل)** ذات العلاقة بالعلم والعلوم.

وفي هذا كله، فإن الأهداف والغايات العريضة يمكن معالجتها وترجمتها في مناهج العلوم وبرامجها المدرسية وذلك بتنظيمها مبدئياً بخبرات شخصية ذات **علاقة اجتماعية Socially relevant للطالب (المتعلم)**؛ وتضمينها مدى مناسباً من المعرفة والطرق والمناحي التي تهيئ الطلبة لعمل التحليلات **للقضايا الشخصية والاجتماعية** بشكل تحليلي وتفكير ناقد؛ وتشجيع العلاقات لكي يفكر (الطلبة) ويعملوا بوسائل وسبل تعكس (فهمهم) لأثر العلم في حياتهم وفي العالم؛ وتشجيع الطلبة على تقدير العلم والعلماء؛ ومساعدة الطلبة وتيسير تعلمهم وإسنادهم في (بناء) المعرفة و(فهم) وتقدير نظام العالم الطبيعي وتقدير جماله. ولعّل هذا وذاك يسرع الخطى لتوجيه بوصلة البحث إلى مجالات الأهداف المطورة في برامج ومناهج العلوم وتدريسها.

## مجالات الأهداف في تدريس العلوم

تتغير الأهداف والغايات باستمرار كلما اكتسبنا معلومات جديدة حول تطور المتعلم (الطالب) **وكيف يتعلم**، وكذلك بتقدم العلوم والتكنولوجيا، وتغيّر طموحات الأفراد والمجتمع سواء بسواء. فالنظرة التقليدية إلى العلم، اعتبرت أنّ العلم عبارة عن معرفة الوجود التي تراكمت عبر السنين. وفي العقود الماضية، اعتبر العلم عبارة عن (**عمليات**) **Process** يستخدمها العالم لاكتشاف المعرفة الجديدة. ومع ذلك، فإن

ما هو معروف ومتفق عليه اليوم أن العلم أكثر من (**محتوى**) و (**عمليات**). لقد طور (Yager and McCormack,1989;Yager,2000) **تصنيفاً جديداً New Taxonomy للتربية العلمية وتدريس العلوم** وسّع فيه مجالات أهداف تدريس العلوم وبرامج العلوم ومناهجها، وأساليب التدريس، والتقويم، ومساعدة الطلبة على تحقيق (**الثقافة العلمية**) **Science Literacy** الضرورية للعيش في مجتمع صناعي تكنولوجي معاصر، وحل المشكلات القائمة لحياة مستقبلية أفضل.

وفي هذا السياق، اقترح ياجر Yager وياجر Yager وماكورماك McCormark ستة مجالات أساسية ينبغي أن تؤخذ بعين الاعتبار في أي منهاج علوم كأساس **لتوجهات وتصميم مناهج العلوم وبرامجها الجديدة**. كما يمكن للتربويين العلميين أن يأخذوها بعين الاعتبار كمقياس أو محك عند **تقويم برامج العلوم ومناهجها** المتوافرة حالياً. وفي هذا يعد التصنيف أو التصميم السداسي المقترح في برامج ومناهج التربية العلمية وأهداف تدريس العلوم كلها مهمة فرادى ومجتمعة إذا ما أردنا أن نعمل لصالح الطلاب (المتعلمين) لتحقيق الثقافة العلمية (SL) التي يحتاجونها للعيش في مجتمع القرن الحادي والعشرين بمشكلاته الحالية وتحدياته المستقبلية. وهذه المجالات هي:

**المجال الأول: المجال المعرفي (المعرفة والفهم):**

**Knowledge Domain (Knowing and Understanding)**

المعرفة العلمية هي الجانب المعرفي للعلم، وهي **نتاج التفكير والبحث العلمي** يتوصل إليها الباحثون (العلماء) عن طريق **الملاحظة، والاستقصاء، والبحث التجريبي**. وهي تتصف بالقدرة على وصف الأحداث والظواهر وتفسيرها، والتنبؤ بما سيحدث، وضبط الظواهر والتحكم بها. وتعتبر (**المعرفة العلمية**) مهمة وقاعدة أساسية في تدريس العلوم وتعلم الطلبة (لبناء) المعرفة، وخلفية ضرورية للتقدم العلمي والتكنولوجي؛ فهي الأساس القوي الذي يستند إليه صرح العلم وبنيانه. ولهذا اعتبرت هدفاً في التربية العلمية وتدريس العلوم التي تسعى لمساعدة الطلبة على بنائها واكتسابها بصورة وظيفية؛ وبالتالي فإن المعرفة العلمية التي يتلقاها الطالب ليست للإجابة عن الأسئلة فحسب، بل لابد لها من أن تؤدي إلى تعديل في

فكرة، ووجدانه، وسلوكه. وكذلك ينبغي أن تكون وثيقة الصلة والفائدة في حياته الشخصية ومشكلات المجتمع بكل أبعاده ومضامينه الاجتماعية. وعليه؛ فإنه عندما يشعر المتعلم (الطالب) أن ما يتعلمه ليس شيئاً غريباً أو منفصلاً عنه، بل يساعده على فهم نفسه وبيئته وما يحيط به من أشياء وحوادث وظواهر، فإنه عندئذ يتوقع أن يقبل على تعلم العلوم برغبة ودافعية فيسهل تعلم وبناء ما يعرفه.

وفي السياق، ترد في الأدبيات **أنواع مختلفة من المعرفة Knowledge المتداخلة والمتفاعلة** والتي تتعلق مبدئياً بـ **(ماذا) يعرف الطالب، و (كيف) يعرف، و (متى) و(لماذا) يعرف**. وهذه تناظر مبدئياً المعرفة التقريرية، والإجرائية، والسياقية كما يأتي:

### 1. المعرفة التقريرية Declarative Knowledge

وتتعلق **بمعرفة** أنّ (أو إنّ) **Knowing that**؛ وتتضمن **المعرفة الحقائقية Factual Knowledge**، **والمعرفة الفكرية (التصورية) المفاهيمية Conceptual Knowledge**. وفي هذا تتضمن معرفة الحقائق، والمصطلحات، والتفاصيل، وعناصر محدّدة، والتصنيفات والأقسام، والمفاهيم، والمبادئ، والنظريات. وتعتمد (المعرفة الحقائقية) على التدريس والممارسة، وطرائق التذكر أو معيناته، وأساليب التكرار وغير ذلك من الممارسات التدريسية؛ بينما يتطلب تحقق الأهداف المتعلقة **(بالمعرفة الفكرية)** التعليم المعتمد على العصف الذهني، والتنظيم البصري، وخرائط المفاهيم، وأساليب عرض الأمثلة المتعلقة بالمفاهيم، والمبادئ، والقوانين، والمقارنات، وطرح الأسئلة.

### 2. المعرفة الإجرائية Procedural Knowledge

وتتعلق بمعرفة (كيف) - المهارات **Knowing How**؛ وتتضمن **معرفة (المهارات) Skills، والعمليات، والإجراءات، والطرائق والأساليب** المتعلقة بمجال دراسي معيّن، وكذلك محكات الاستخدام المناسب لإجراءات معينة. وبهذا تتمثل في (دمج) وإعادة بناء وتجميع أو تمثل المعرفة التقريرية بحيث يمكن **استخدامها (إجرائياً)**. ويتطلب تحقق أهداف (المعرفة الإجرائية) التدرب الموجه المتضمن التغذية الراجعة Feedback، والتدرب الذاتي، وتقديم أساليب لتبسيط المهام وزيادة استقلالية (الطالب) المتعلم بحيث لا يحتاج إلى المساندة.

### 3. المعرفة السياقية Contextual Knowledge

وهي معرفة قرينيّة - سياقية **Contextual** ذات علاقة بتيسير أمور (الطالب) **مع العالم الواقعي**؛ فهي بالتالي تجيب عن أسئلة (**لماذا**) **يحدث أمر ما؟** و(**متى**) **يحدث**. كما تتضمن **المعرفة التطبيقية - التكنولوجية** المتعلقة بتطبيق المفاهيم والمبادئ، والقوانين العلمية في مجال معين من مجالات العلوم. وبهذا، فهي تتمثل في معرفة (**متى**) و(**كيف**) **تستخدم المعرفة التقريرية والمعرفة الإجرائية** في تحقيق (ناتج) تعلم معيّن. وفي هذا تستخدم أساليب التقويم الاعتيادي التقليدي عادة في قياس (ماذا) يعرف الطالب، أي (المعرفة التقريرية)؛ بينما التقويم البديل الحقيقي يهتم أيضاً بتقويم المعرفة الإجرائية والسياقية في ضوء أدلة وشواهد تبين ذلك.

### 4. المعرفة الدينامية Dynamic Knowledge

يطلق على **المعرفة الدينامية معرفة ما وراء المعرفة Metacognition Knowledge**. وتتضمن المعرفة الاستراتيجية والمعرفة المتعلقة بمهام معرفية بما في ذلك المعرفة السياقية، والمعرفة الشرطية، والمعرفة الذاتية Self - Knowing، **والتفكير حول التفكير**. وكل هذه الأنواع المختلفة من المعرفة متداخلة ومتفاعلة؛ فتنشيط أي منها يمكن أن يؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في الآخر، ذلك على الرغم من أن الطالب يمكن أن يستخدم هذه الأنواع المعرفية على حده.

هذا، وتضم **المعرفة العلمية المتضمنة في المجال المعرفي (المعرفة والفهم)، الأشكال والأنماط المعرفية** الآتية:

### 1. الحقائق العلمية Scientific Facts

تعرف الحقيقة العلمية بأنها **نتاج علمي مجزأ وخاص Specific لا يتضمن التعميم، وغير قابلة للنقاش والجدل في وقتها** (الأكسجين يساعد على الاشتعال)؛ إلاّ أنها بالطبع قابلة للتعديل والتغيير في ضوء **الأدلة والبراهين** العلمية الجديدة؛ ويمكن تكرار ملاحظتها أو قياسها، وبالتالي التحقق والتأكد من صحتها عن طريق الملاحظة، أو القياس، أو التجريب العلمي. وتتضمن الحقائق العلمية في تدريس العلوم، حيث يتم التركيز عليها في مناهج العلوم الاعتيادية التقليدية وتدريسها، **تذكر المعارف والمعلومات العلمية** التي تقع ضمن المصطلحات، والمفاهيم،

والاصطلاحات العلمية، والحوادث العلمية، وأسماء العلماء...الخ. وفي هذا تذكر بعض الأدبيات أن حوالي (90%) مما يتعلمه (الطالب) من المعلومات الحقائقية يتم فقدانه أو نسيانه مع الوقت، وبالتالي تعطي (الحقائق) دافعية قليلة لتعلم العلوم؛ ومن هنا تم التحوّل من **التركيز على (الحقائق)** إلى **التركيز على (المفاهيم) Concepts** من حيث تكوينها وبناؤها واستخدامها وظيفياً كهدف من أهداف تدريس العلوم.

### 2. المفاهيم العلمية Scientific Concepts

يعرف المفهوم العلمي مبدئياً بأنه ما يتكون لدى الفرد (المتعلم) من معنى وفهم يرتبط بكلمة أو مصطلح أو عبارة أو عملية معينة. وهو (المفهوم) يتكون من جزأين: **الاسم (الرمز أو المصطلح) والدلالة اللفظية**؛ ويتضمن التعميم. ولكل مفهوم علمي مجموعة من **الخصائص المميزة** التي يشترك فيها أفراد فئة المفهوم جميعهم وتميزه عن غيره من المفاهيم العلمية الأخرى. وله خصائص أخرى **متغيرة أو ثانوية**. وعملياً، تتكون المفاهيم العلمية (مبدئياً) من خلال **عمليات ثلاث**، هي: التمييز، والتنظيم (التصنيف)، والتعميم. وتكون المفاهيم العلمية ونموها عملية مستمرة تتدرج في الصعوبة من صف تعليمي إلى آخر، ومن مرحلة تعليمية إلى أخرى وذلك نتيجة لنمو المعرفة العلمية نفسها، ولنضج الطالب (بيولوجيا)، ونموه (عقليا)، وازدياد خبراته التعليمية.

وفي هذا تنمو **المفاهيم العلمية وتتطور تسلسلياً** من الغموض إلى الوضوح، ومن مفهوم غير دقيق (علمياً) إلى مفهوم دقيق علمياً، ومن المفهوم المحسوس إلى المفهوم المجرّد. ويواجه الطلبة (صعوبات) في تكوين المفاهيم العلمية بالطرق التعليمية (التقليدية) الاعتيادية، فهم بالتالي يحملون مفاهيم علمية بديلة أو ساذجة أو خاطئة **Misconceptions**؛ مما يتطلب اتباع استراتيجيات مختلفة في التغير المفاهيمي لتعديلها أو تغييرها.

### 3. المبادئ العلمية Scientific Principles

تتصف المبادئ العلمية بأنها عبارة أو جملة لفظية صحيحة علمياً تتضمن **التعميم العلمي على مجتمع الأشياء أو الظواهر التي يتضمنها المبدأ العلمي**، وبالتالي يوضح (المبدأ العلمي) صورة مكررة في أكثر من موقف أو حالة. وهو

(المبدأ) يتضمن (الحقيقة) أو الصحة العلمية، والمفاهيم العلمية كما في: المعادن تتمدد بالحرارة، والثدييات تتكاثر بالولادة على سبيل المثال.

### 4. القوانين العلمية Scientific Laws

يتميز القانون العلمي بأنه **عبارة لفظية صحيحة علمياً تتضمن التعميم، وعلاقة بين مفهومين أو أكثر، ويمكن التعبير عنه بصورة رمزية وكمية، وثابت لمدة طويلة** نسبياً؛ فالقانون العلمي حتى يصبح قانوناً علمياً يمر عبر دراسات وتجارب بحثية واختبارات طويلة جداً؛ ولهذا يوصف بالثبات (النسبي).

### 5. النظريات العلمية Scientific Theories

يمكن أن يعبّر عن النظرية العلمية بمجموعة من **التصورات الذهنية (العقلية) تتكامل في نظام معين يوضح العلاقة بين مجموعة من المبادئ والتعميمات العلمية أو العلاقات أو المتغيرات أو الظواهر**. وهي تكوينات فرضية **تفسّر ظاهرة** ما، وتتسم بالشمول الواسع، وتحتاج غالباً إلى التجربة والإثبات. وفي هذا لها أفكار وتصورات علمية لها ما يدلّل على صحتها، بينما جوانب أخرى منها لا تزال غير مثبتة، وبالتالي فإن قسماً من بنودها أو تعميماتها بحاجة إلى إثبات.

والنظريات العلمية صالحة للعمل بها مادام أنها ناجحة في **تفسير المشاهدات** والملاحظات جميعها التي تدخل في نظامها؛ أمّا إذا ظهر جديد يتناقض معها، فإمّا أن تعدّل بحيث تصبح ملائمة، أو ترفض كلية إن كانت النظرية غير قابلة للتعديل.

وفي خضم سياق المعرفة العلمية بأشكالها وأنماطها (الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والقوانين، والنظريات) ومنظور المجال المعرفي (المعرفة والفهم)، فإنّه يتطلب أن تتم **معالجة المعرفة العلمية من منظور العلم والمضامين الاجتماعية Science and Societal Issues**؛ وبالتالي التركيز على اجتماعية العلم وسوسيولوجيته في إطار الحاجات الشخصية للفرد (الطالب) من جهة، وحاجات المجتمع وقضاياه الاجتماعية من جهة أخرى. وهذا متطلب أساسي لإيجاد الفرد (الطالب) المواطن **المثقف علمياً واجتماعياً وتكنولوجيا** لتحقيق الثقافة العلمية كغاية نهائية في برامج العلوم ومناهجها وتدريسها التي ينتظر أن تأخذ بتلك الاعتبارات والقضايا الاجتماعية. وفي سياق تعلم المعرفة العلمية الأساسية وفهمها، فقد حدثت

**تحولات وتوجهات Trends** عالميّة جديدة يُفترض أن تؤخذ بعين الاعتبار في مناهج العلوم وتدريسها كما في:

1. التحوّل من **التعليم Teaching** إلى **التعلم Learning**.
2. التحوّل من **التعلم الفردي** Individual إلى **التعلم التعاوني** Cooperative Learning.
3. التحوّل من المواد التعليمية العلمية **المنفصلة Separate Subjects** إلى المواد **المتكاملة Integration of Subjects المترابطة في الاتساع والتعمق**.
4. التحول من **معرفة الموضوع** Subject Knowledge من خلال المعلم ومحاضراته (حصرّياً) إلى تطوير **الكفايات الفكرية والمهارات العقلية** لدى الطالب؛ لكي يستطيع أن يتعلم ذاتياً ومستقبلاً من مصادر المعرفة العلمية المختلفة؛ فالمعرفة مهمة ولكن ليست غاية بحدّ ذاتها، بل وسيلة (عربة) لتطوير مهارات وعمليات العلم وطرقه وتوظيفها بصورة منظمة للتعلم وبناء المعرفة، والتعاون، والأعمال، وحل المشكلات الآنية والمستقبلية.
5. التحوّل من استخدام **تكنولوجيا الاتصال والمعلومات** بصورة منفصلة في برامج التعليم وموضوعاتها المنفصلة إلى **استخدام تكنولوجيا الاتصال والمعلومات Information and Communication Technology (ICT) بصورة تكاملية** في مناهج التعليم وفي جميع المجالات؛ وذلك كونها أصبحت عنصراً مهماً في الحياة اليومية، وفي الاتصال، **والتعلم، والمهمات** التعليمية (الأكاديمية) والمهنية...الخ.
6. التحوّل من برامج إعداد المعلمين وتأهيلهم وتدريبهم الاعتيادية التقليدية إلى **برامج تجديدية** تتطلب **تغيير دور المعلم** في ضوء التوجهات العالمية في إصلاح مناهج العلوم وتدريسها وتحقيق الثقافة العلمية لدى جميع الطلاب.
7. التحوّل من التقويم الاعتيادي التقليدي إلى **التقويم البديل - الحقيقي الواقعي الأصيل**.

وتأسيساً على ما تقدم، يتبيّن أنّ المجال الأول (**المعرفة والفهم**) يركز على مفهومين (كبيرّين) أساسيّين، هما: **المعرفة Knowledge**، **والفهم Understanding**. **والمعرفة العلمية هي السلطة الأولى وتأسيس للفهم العلمي**. وهي (المعرفة) أساس الحياة، **والتعلم Learning أساس المعرفة، والمعرفة أساس القوة Knowledge is Power**، والقوة هي الحياة، والتربية Education هي

الإعداد ليس فقط للحياة، بل هي الحياة كلها بكامل أبعادها؛ الماضي بخبراته وعبره، والحاضر بواقعه ومشكلاته، والمستقبل بتوقعاته وتحدياته في ظل **الثورة التكنولوجية** (المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية) في القرن الحادي والعشرين.

وفي هذا كله، يتطلب تهيئة الطالب (المتعلم) لفهم العلوم حيث التحوّل في تدريس العلوم من **أجل الفهم Teaching Science for Understanding**. و(الفهم) يعني الإبداع أو الاختراع كما تم التعبير عنه أجنبياً **To understand is to invent**. **ويتطلب (الفهم) عمل العلم Doing science لا دراسة العلوم أو القراءة عنها**، وهو أيضاً **جوهر وقلب البنائية Constructivism** والتعليم البنائي Constructivist Teaching. وفي التعليم والتعلم البنائي يكون الطلبة نشيطين متعلمين Active learners بدلاً من كونهم (تقليدياً) سلبيين Passive، ويكون **معلمو العلوم ميسّرين Facilitators أو مساندين Scaffolders للتعلم** بدلاً من ناقلين Transmitters للمعرفة العلمية.

وعليه؛ يؤكد التعليم البنائي على **التعلم Learning لا التعليم Teaching**، ويقبل استقلالية الطالب (المتعلم) وذاتيته ومبادراته، وبناء معرفته ومفاهيمه، ويؤكد **التفكير Thinking**، **والفهم Understanding**، **والاستدلال Reasoning**، **وتطبيق المعرفة Applying Knowledge واستخدامها**. وفي هذا كله، فإنّ على الطلبة المتعلمين أن ينشطوا معارفهم السابقة Prior Knowledge بهدف التوسع في المعرفة وصقلها وبنائها، واكتسابها وفهمها، واستخدامها والتأمل فيها. ولعلّ أكثر أنشطة التعلم فاعلية لاستخدام المعرفة هي **الأنشطة العلمية الموجهة استقصائياً وأنشطة حل المشكلة**؛ إذ إن مثل هذه الأنشطة تشجع الطلبة وتدفعهم للاستمرار في الفحص والبناء على المعرفة وفهمها واستخدامها في ظل مجالات أهداف العلوم وتدريسها.

**المجال الثاني: مجال عمليات العلم (الاستكشاف والاكتشاف):**

**Process of Science Domain (Exploring and Discovery)**

لكي يتعلم الطلاب **كيف (يفكّر) العلماء (لا ما يعرفون)** ويعملون بالعلم، فإنه يتطلب استخدام عمليات العلم وتوظيفها في (بناء) المعرفة بالاستقصاء Inquiry والاكتشاف Discovery.

وفي هذا السياق، يشار إلى **عمليات العلم** بمسمّيات عدة منها: **مهارات العلم، ومهارات البحث العلمي، ومهارات الاستقصاء العلمي Inquiry Skills، ومهارات العمليات المعرفية Cognitive Processes الأساسية**. وتعرّف عمليات العلم بأنها مجموعة من القدرات والعمليات العقلية الخاصة اللازمة لتطبيق طرق العلم والتفكير العلمي بشكل صحيح. ويشير برونر Bruner إلى هذه العمليات بأنها عادات تعليمية؛ بينما يسميها جانييه Gagne قدرات متعلمة ومهارات (عقلية)؛ إذ إن القدرة على استخدام هذه العمليات (عمليات العلم) يتطلب الفرد (الطالب) تمثل المعلومات ومعالجتها، وإجراء خطوة (عقلية) وراء المعلومات الأساسية المعطاة. ويؤكد جانييه أن عمليات العلم هي **أساس الاستقصاء والاكتشاف العلمي**، وهي تتميز بعدد من الخصائص، هي:

- إنّها عمليات تتضمن مهارات عقلية محددّة يستخدمها العلماء (والأفراد والطلبة) لفهم الظواهر والأحداث الكونية والوجود.
- إنّها سلوك محدّد للعلماء، يمكن تعلمها والتدريب عليها.
- يمكن تعميمها ونقلها في الحياة؛ إذ إنّ العديد من مشكلات الحياة اليومية يمكن تحليلها واقتراح الحلول المناسبة لها عند تطبيق مهارات عمليات العلم. وفي هذا، يشار إلى تطورها وتنميتها لدى الطالب بـ (**التعلم**) **كيف يتعلم Learning how to Learn**.

وفي سياق ذلك، تقسم عمليات العلم إلى عمليات العلم الأساسية، وعمليات العلم (المتكاملة) أو التكاملية (زيتون، 2008)، وهي:

1. **عمليات العلم الأساسية Basic Science Processes** وهي عمليات علمية أساسية تأتي في قاعدة هرم تعلم العمليات، وتضم عشر عمليات علمية هي:

أ. **الملاحظة Observing** وهي انتباه مقصود منظم ومضبوط للظواهر أو الأحداث أو الأمور بغية اكتشاف أسبابها وقوانينها. وهي تتطلب تخطيطاً واعياً من قبل الفرد (الطالب)، وبالتالي تحتاج إلى تدريبات عملية لابد للطالب من التدريب عليها. كما تستلزم الفرد استخدام حواسة المختلفة أو الاستعانة بأدوات وأجهزة علمية أخرى. ولكي تودي الملاحظة هدفها في البحث والاستقصاء العلمي، يجب أن تكون: منظمة ومضبوطة؛ وموضوعية

ودقيقة؛ وشاملة لعدد من الحالات تحت ظروف مختلفة؛ وأن تسجل بأسرع ما يمكن عقب الملاحظة المباشرة. وعكس ذلك قيل: **إنك ترى، ولكن لا تلاحظ.**

ب. **القياس Measuring** تهدف عملية القياس إلى تدريب الطلبة على استخدام أدوات ووسائل القياس المختلفة بدقة في دراسة العلوم وتدريسها. وهي تشمل مهارات القياس المختلفة كما في قياس الأطوال، والأوزان، والحجوم، والحموضة، ودرجات الحرارة...، ومن أمثلة أدوات القياس المستخدمة في تدريس العلوم: المتر ومشتقاته، والموازين، وموازين الحرارة، والأواني (المخابير) المدرجة، والمجهر...إلخ. وهنا يجب التأكيد على (وحدات) القياس المستخدمة التي تخطئ فيها نسبة كبيرة من الطلبة. هذا، وتتضمن عملية القياس مهارات يدوية كاستخدام الأجهزة والأدوات العلمية، وأدوات التشريح، وتناول المواد الكيمائية ومعالجتها ...الخ.

ج. **التصنيف Classifying** تتضمن عملية التصنيف قيام الطلبة بتصنيف المعلومات والبيانات التي تم (ويتم) جمعها إلى فئات أو مجموعات معينة اعتماداً على خواص (**معايير**) مشتركة بينها. ومن أمثلة مهارات التصنيف التي قد يستخدمها الطالب، مهارات تصنيف الملاحظات والأفكار، أو الأشياء حسب الحجم (أو اللون، أو الشكل أو الوزن...) أو العمر، أو تصنيف النباتات حسب الورقة أو الزهرة أو جهاز التوصيل...الخ. وتتضمن مهارة التصنيف مهارات أخرى كما في مهارة (التمييز) للتمييز بين الأشياء المختلفة، ومهارة (المقارنة) لمعرفة الشبه والاختلاف بين الأشياء أو المواد المختلفة.

د. **الاستنباط أو الاستنتاج Deducting** وهي عملية عقلية يتم فيها الانتقال من **العام إلى الخاص**، ومن **الكليات إلى الجزئيات**، كأن يتوصل الطالب من (تعميم) علمي معروف - المعادن تتمدد بالحرارة - إلى نتائج جزئية خاصة من مثل: النحاس يتمدد بالحرارة.

هـ. **الاستقراء Inducting** وهي عملية عقلية يتم فيها الانتقال من **الخاص إلى العام**، ومن **الجزئيات (الأمثلة) إلى العموميات**، كأن يتوصل (الطالب) من ملاحظاته لحقائق (أمثلة) معينة أو حالات فردية منفصلة (الحديد يتمدد بالحرارة، والنحاس يتمدد بالحرارة، والرصاص يتمدد بالحرارة) إلى (تعميم) علمي - المعادن تتمدد بالحرارة.

و. **الاستدلال Inferring** وهي عملية تهدف إلى وصول المتعلم (الطالب) إلى نتائج معينة تعتمد على أساس من الأدلة والحقائق المناسبة الكافية. ومن هنا يحدث الاستدلال عندما يستطيع (الطالب) أن يربط **ملاحظاته ومعلوماته** المتوافرة عن ظاهرة ما **بمعلوماته السابقة** عنها، ثم يقوم بعد ذلك بإصدار (حكم) معين يفسّر به هذه الملاحظات أو يعممها. فإذا شاهدنا حيواناً لم نره من قبل، جسمه مغطى بالريش، فإنّنا نستدل أنه من الطيور، إذا إنّ لدينا معلومات سابقة تتمثل في أن غطاء الجسم بالريش من خصائص الطيور. وكذلك إذا شاهدنا أن بعض الدبابيس انجذبت إلى قطعة ما، فإننا نستدل أن تلك القطعة مغناطيس أو أنها مادة ممغنطة.

ز. **التنبؤ Predicting** وهي عملية عقلية تتضمن قدرة الطالب على استخدام معلوماته السابقة (أو الملاحظة) للتنبؤ بحدوث ظاهرة أو حادث ما في المستقبل. وعليه؛ فإن معرفة أو اكتشاف الطالب العلاقة بين الحرارة وتمدد المعادن، ستجعله قادراً على التنبؤ بأن قضبان السكك الحديدية (أو أسلاك التلفون أو الغسيل...) سوف تتمدد وتتقوس إذا مر عليها القطار ولم تكن هناك فراغات بين أجزاء السكة الحديدية.

ح. **استخدام الأرقام Using Numbers** وهي عملية عقلية تهدف إلى قيام الطالب **باستخدام الأرقام الرياضية** بطريقة صحيحة على القياسات والبيانات العلمية التي يتم الحصول عليها عن طريق الملاحظة أو الأدوات والأجهزة العلمية الأخرى. كما تتضمن هذه المهارة استخدام الرموز الرياضية والعلاقات العددية بين المفاهيم العلمية المختلفة.

ط. **استخدام العلاقات المكانية والزمانية - Using Space - Time Relation ships** وهي عملية عقلية مكملة لاستخدام الأرقام، تتطلب العلاقات الرياضية والقوانين والقواعد العلمية التي تعبر عن **علاقات مكانية أو زمانية** بين المفاهيم العلمية ذات العلاقة.

ي. **الاتصال Communicating** وتتضمن هذه العملية مساعدة الطالب على القيام **بنقل أفكاره أو معلوماته أو نتائجه العلمية** إلى الآخرين، وذلك من خلال ترجمتها إما شفوياً أو كتابياً إلى جداول أو رسومات بيانية أو لوحات علمية أو تقارير بحثية. كما تتضمن هذه العملية تدريب الطلبة على مهارات

التعبير العلمي بدقة ووضوح، وحسن الاستماع والإصغاء والمناقشة مع الآخرين، والقراءة العلمية الناقدة، ومهارة كتابة التقارير والبحوث العلمية.

**2. عمليات العلم المتكاملة (التكاملية) Integrated Science Processes**

وهي عمليات علمية متقدمة، وأعلى مستوى من عمليات العلم الأساسية في هرم تعلم العمليات العلمية، وهي تضم خمس عمليات هي:

أ. **تفسير البيانات Interperting Data** وتشمل عملية التفسير، تفسير المعلومات والبيانات التي جمعها (أو يجمعها) ولاحظها وصنفها الطالب. وكذلك، **تفسير البيانات والنتائج** التي توصل (أو يتوصل) إليها وذلك في ضوء المعلومات التي يمتلكها الطالب، أو الخلفية العلمية التي رجع (ويرجع) إليها.

ب. **التعريفات الإجرائية Defining Operationally** وتتضمن تعريف المفاهيم أو المصطلحات العلمية تعريفاً غير قاموسي (أو مفاهيمي)، بل تعريفاً إجرائياً إما: بتحديد (المفهوم أو المصطلح) بسلسلة من الإجراءات العملياتية، أو / **وبيان كيفية قياسه**.

جـ. **ضبط المتغيرات Controlling Variables** وهي عملية يقصد بها قدرة المتعلم (الطالب) على **إبعاد أثر العوامل (المتغيرات)** الأخرى - عدا العامل التجريبي بحيث يتمكن (الطالب) من الربط بين المتغير التجريبي (المستقل) وأثره في المتغير التابع. فإذا أراد الطالب أن يدرس أثر عامل (درجة الحرارة) في معدل تبخر السوائل، فإن عليه أن يعزل (يضبط) العوامل (المتغيرات) الأخرى التي تؤثر في معدل التبخر كما في: نوع السائل وكثافة، وسرعة الهواء، والرطوبة، وسعة سطح الإناء الموجود فيه السائل.

د. **فرض الفرضيات (الفروض) Formulating Hypotheses** وتتضمن قدرة الطالب على **اقتراح حل (تفسير) مؤقت** لعلاقة محتملة بين مغيرين أو أكثر، أو إجابة (محتملة) لسؤال (أو أسئلة) الدراسة أو المشكلة المبحوثة. ويشترط في اقتراح الفرضية، أن تكون **قابلة للاختبار Testable** والمعالجة والبحث.

هـ. **التجريب Experimenting** يعتبر (التجريب) أعلى العمليات العلمية وأكثرها تقدماً لأنها تتضمن عمليات العلم السابقة جميعها (**الأساسية والمتكاملة**). وهي تتطلب تدريب الطالب وقدرته على إجراء التجارب العلمية

بنجاح، بحيث تتكامل فيها **طرق العلم وعملياته** من حيث: التخطيط للقيام بالتجربة، وجمع البيانات، ووضع الفرضيات واختبارها، وضبط المتغيرات، ثم الوصول إلى النتائج وتفسيرها تفسيراً علمياً مناسباً، وإصدار الأحكام (الاستنتاجات) العلمية المناسبة وفقاً لنتائج الدراسة واستنتاجاتها. وفي هذا، يُطلق على عمليات العلم المتكاملة (التكاملية) عمليات العلم التجريبيّة.

**المجال الثالث: المجال الإبداعي (التصوّر والابتكار):**

**Creativity Domain (Imagining and Creating)**

يلاحظ أنّ مناهج العلوم وتدريسها (تقليدياً) تنظر إلى برامج العلوم وكتبها على أنّها مواد وأشياء يجب عملها للطلاب، ومساعدتهم على تعلم جسم من المعرفة العلمية وذلك باعتبار (العلم) تقليدياً أنه جسم منظم من المعرفة يهدف إلى فهم الوجود ليس إلاّ. وثمة انتباه قليل في حده الأدنى في مناهج العلوم وبرامجها لتطوير **خيال وتخيلات وتصوّرات الطلاب وإبداعاتهم وابتكاراتهم**. فعلى سبيل المثال، ثمة بعض **القدرات الإنسانية** المهمة المتعلقة بهذا **المجال (الإبداعي)**، وهي:

- التصوّر والتخيل، وإنتاج صور عقلية.
- جمع الأشياء والأفكار في طرق جديدة.
- إيجاد **استخدامات بديلة** أو غير عادية (مألوفة) للأشياء.
- حل مشكلات وحجايا.
- الادعاء بأشياء.
- الحلم Dreaming.
- تصميم أدوات وأجهزة وآلات.
- **إنتاج أفكار غير عادية.**

هذا مع العلم أن بحوث مجال الإبداع ودراسته عديدة جداً في الأدبيات لتطوير قدرات الطلبة الإبداعية، ولكن شيئا لمّا يحدث جوهرياً لإدخاله أو تضمينه في برامج ومناهج العلوم وتدريسها. ولهذا يُعد **المجال الإبداعي والتفكير الإبداعي** في العلوم من مجالات الأهداف التجديدية في مناهج العلوم وتدريسها. وفي هذا يرى العلماء (وهم ناتج من نواتج المجال الإبداعي) والتربويون العلميون أنّ تدريب

التلاميذ على اختلاف مستوياتهم التعليمية، **وتعليمهم مهارات التفكير الإبداعي وتنمية اتجاهاتهم الإبداعية** من الأغراض الأساسية في تدريس العلوم. وفي هذا الصدد، تكفي الإشارة إلى أن **تعليم وممارسة وتربية الأفراد (التلاميذ) المبدعين** في الدول المتقدمة صناعياً، كان من العوامل الرئيسية التي أدت إلى تفجر المعرفة العلميَّة، والتقدم العلمي والتكنولوجي في العصر الحديث. وعليه؛ إذا كان (الإبداع العلمي) والاهتمام بالمبدعين مهماً بالنسبة للمجتمعات المتقدمة صناعياً، فإنّه ينبغي أن تتزايد أهميته في الدول النامية وبالتالي يجب أن تفوق أهميته في الدول الصناعية المتقدمة.

ولتحقيق غايات تطوير الإبداع والتفكير الإبداعي وتنميته في مناهج العلوم وتدريسها، فإنّ ذلك يتطلب **تغييراً جوهرياً** في استراتيجيات وطرائق وأساليب ومناحي التدريس لدى معلمي العلوم. وفي هذا، **توصي أدبيّات البحث Research** باستخدام الأنشطة العلمية مفتوحة النهاية، والاستقصاء والاكتشاف، وحل المشكلة، واستخدام الأسئلة المتباعدة (المتشعبة)، والألغاز الصورية، والألعاب العلمية، وحفز (غصب) الدماغ، وفرض (اختلاق) العلاقات، وتأليف (تآلف) الأشتات، وتمثيل الأدوار، وكتابة الدعوات الاستقصائية. ولعلّ ذلك كله يتطلب معلم علوم مبدعاً، يُهيئ بيئة تعليمية - تعلمية مبدعة للطلبة (الموهوبين) تحقيقاً لأهداف وغايات مناهج العلوم وتدريسها التجديديّة الإبداعية.

**المجال الرابع: مجال الاتجاهات والقيم (المشاعر والقيم):**

**Attitudinal Domain (Feeling and Valuing)**

إن مشاعر الإنسان (والطلبة على حد سواء)، ومنظومة قيم المجتمع، ومهارات اتخاذ القرار بحاجة إلى أن يتم إعادة النظر إليها والبحث فيها لتتواءم مع الحاجات **الشخصية والمجتمعية وقضاياه الاجتماعية** المتجددّة في القرن الحادي والعشرين. وفي هذا **يتضمن مجال الاتجاهات** والقيم ما يأتي:

- تنمية اتجاهات إيجابية نحو العلم، وعلوم المدرسة، ومعلمي العلوم.
- تنمية اتجاهات إيجابية نحو الفرد (الطالب) نفسه بإمكاناتها وقدراتها على العمل وتحقيق المطلوب (المهمة).
- استكشاف العواطف والانفعالات الإنسانية.

- تنمية الحساسية إلى مشاعر وشعور الآخرين واحترامها.
- التعبير عن المشاعر الشخصية بطريقة بناءة.
- اتخاذ قرارات حول **القيم الشخصية**.
- اتخاذ قرارات تتعلق **بالقضايا الاجتماعية والبيئة**.
- تمثل **منظومة قيم المجتمع ومعتقداته**.

وفي هذا السياق، يؤكد المختصون بالتربية العلمية وتدريس العلوم، أن تكوين الاتجاهات العلمية وتنميتها لدى الطلبة هو من **الأهداف الرئيسية لتدريس العلوم**. وقد يرجع ذلك في جزء منه، إلى **دور الاتجاهات العلمية كموجهات للسلوك** يمكن الاعتماد عليها في التنبؤ بنوع السلوك (العلمي) الذي يقوم به الفرد (الطالب)؛ وكذلك اعتبارها **دوافع توجه الطالب** المتعلم لاستخدام طرق العلم وعملياته ومهاراته بمنهجية علمية في البحث والتفكير، وبالتالي ضرورتها في **تكوين العقلية العلمية**، إذ لا يستقيم التفكير العلمي بدونها.

هذا، ولا يوجد تعريف جامع مانع يعترف به المشتغلون بالتربية وعلم النفس للاتجاه. وليس أدل على ذلك من قائمة التعريفات التي ترد في البحوث التربوية - النفسية وتدريس العلوم. وباختصار، يلخص المؤلف الاتجاه كظاهرة نفسية - تربوية، بأنه عبارة عن **مجموعة من المكونات المعرفية، والانفعالية، والسلوكية** التي تتصل **باستجابة الفرد (أو الطالب) نحو قضية أو موضوع أو موقف... وكيفية تلك الاستجابات من حيث القبول (مع) أو الرفض (ضد)**. أما **الاتجاه العلمي** Scientific Attitude فهو مفهوم يرتبط بمعنى (العلم) وركائزه وأسسه، وهو يعبر عن محصلة استجابات الفرد (أو الطالب) نحو موضوع ما من موضوعات العلم، وذلك من حيث تأييد الفرد (الطالب) لهذا الموضوع (مع) أو معارضته له (ضد). ويلخص الأدب التربوي في تدريس العلوم (زيتون، 2008) **خصائص الاتجاهات في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها** بما يأتي:

1. **الاتجاهات متعلمة Attitudes are Learned** أي أن الاتجاهات ليست غريزية أو فطرية موروثة، بل إنّها متعلمة وحصيلة مكتسبة من الخبرات والآراء والمعتقدات، يكتسبها الفرد (الطالب) من خلال تفاعله مع بيئته المادية والاجتماعية. وهي (الاتجاهات) أنماط سلوكية يمكن اكتسابها وتعديلها بالتعلم والتعليم؛ وتتكون وتنمو وتتطور عند الطالب من خلال تفاعله مع بيئته

(البيت، والمدرسة، والمجتمع) وبالتالي فهي لذلك متعلمة معرفية يكتسبها الطالب بالتربية والتعلم عبر العملية التربوية والتنشئة الاجتماعية. ولذلك توصف بأنها نتاج التعلم، ومن هنا يبرز دور معلم العلوم في تكوينها وتنميتها لدى الطالب.

2. **الاتجاهات تنبئ بالسلوك Attitudes predict Behavior** تعمل الاتجاهات كموجهات للسلوك، ويستدل عليها من السلوك الظاهري للفرد (الطالب). فالطالب ذو الاتجاهات العلمية، يمكن أن تكون اتجاهاته لحد كبير (منبئات) لسلوكه العلمي.

3. **الاتجاهات اجتماعية Attitudes are Social** توصف الاتجاهات بأنها ذات أهمية شخصية - اجتماعية، تؤثر في علاقة الطالب بزملائه أو العكس. وهي (الاتجاهات) تقترح أن للجماعة دوراً بارزاً على السلوك الفردي، وأن الفرد (الطالب) ربما يؤثر في استجابة (سلوك) الطلبة الآخرين.

4. **الاتجاهات استعدادات للاستجابة A Readines to Respond** الاتجاه تحفز وتهيؤ للاستجابة، وبالتالي فإن وجود (تهيؤ أو تحفز) خفي (أو كامن) يُهيئ الشخص لتلك الاستجابة.

5. **الاتجاهات استعدادات للاستجابة عاطفياً Readiness to Respond Emotionally** إن ما يميز الاتجاهات عن المفاهيم النفسية الأخرى (كالمعتقدات والدوافع والآراء والقيم) **هو مكونها التقويمي** الذي يتمثل في **الموقف التفضيلي** أو (الميل) أو (النزعة) لأن يكون الفرد (الطالب) مع أو ضد شيء أو حدث أو شخص أو موقف ما. ومن هنا اعتبر المكون الوجداني (الانفعالي) أهم مكونات الاتجاه أو المكون الرئيسي للاتجاه.

6. **الاتجاهات ثابتة نسبياً وقابلها للتعديل والتغيير**، تسعى الاتجاهات بوجه عام، إلى المحافظة على ذاتها، لأنها متى تكونت وبخاصة تلك الاتجاهات المتعلمة في مراحل تعليمية مبكرة، فإنه يصعب تغييرها نسبياً لأنها مرتبطة بالإطار العام لشخصية الفرد وبحاجاته وبمفهومه عن ذاته. ومع ذلك، فهي (الاتجاهات) قابلة للتعديل لأنها مكتسبة ومتعلمة (معرفية).

7. **الاتجاهات قابلة للقياس Attitudes are Measurable** يمكن قياس الاتجاهات، على صعوبتها، وتقديرها من خلال **مقاييس الاتجاهات** ما دام أنها تتضمن **الموقف التفضيلي (التقويمي)** في فقرات المقياس، سواء من

خلال قياس **الاستجابات اللفظية** Claimed للطلبة أو من خلال قياس **الاستجابات الملاحظة** Observed لهم.

أما **المكونات السلوكية للاتجاهات العلمية** كهدف من أهداف تدريس العلوم، فيمكن اعتبار العناصر السلوكية التي تظهر في سلوك المتعلم (الطالب) ذي الاتجاه العلمي والعقلية العلمية، من أهم الوسائل والأساليب التي يمكن لمعلم العلوم أن يستخدمها لتحديد مستوى الاتجاهات العلمية وقياسها وتنميتها. ويذكر كوزلو ونيه Kozlow and Nay أن **المكونات السلوكية للاتجاهات العلمية** تتضمن ثمانية مكونات رئيسية وأخرى عناصر فرعية في سلوك الطلبة (المتعلمين) و(الباحثين) ذوي الاتجاهات العلمية والسلوك العلمي، وهي كما يأتي:

**1. العقلية الناقدة Critical Mindedness** يُظهر الطالب (أو الباحث العلمي) عقلية ناقدة في سلوكه العلمي عندما:

- ينظر إلى عدم الاتساق (أو التناقض) في الجمل والاستنتاجات.
- يستشير عدداً من المختصين والخبراء عندما يبحث عن المعلومات العلمية.
- يبحث عن برهان (دليل) امبريقي (مسحي-تجريبي) لدعم التفسيرات أو نقضها.
- يتحدى مدى صدق الجمل والآراء غير المدعومة علمياً.
- يسأل أسئلة تبدأ بـ: ماذا، وأين، ولماذا، ومتى، وكيف...؟

**2. تعليق الحكم Suspense of Judgement** يُظهر الطالب (أو الباحث) تعليق الحكم في سلوكه العلمي عندما:

- يعمم بمقدار ما يتوافر من البرهان (الدليل) المبرر.
- يجمع أكبر قدر ممكن من المعلومات قبل عمل الاستنتاجات.
- يدرك أن الاستنتاجات ما هي إلاّ استنتاجات أولية (مؤقتة).
- يراجع مصادر ومراجع متعددة قبل عمل الاستنتاجات.

**3. احترام البرهان (الدليل) Respect of Evidence** يُري الطالب (أو الباحث) احترام البرهان عندما:

- يبحث عن برهان (دليل) امبريقي (مسحي-تجريبي) لدعم التفسيرات أو نقضها.

- يجمع أكبر قدر ممكن من البيانات قبل عمل الاستنتاجات.
- يطالب بأن تكون **الاستنتاجات** منسجمة مع الحقائق.
- يقدم براهين (أدلة) مسحية - تجريبية لدعم عباراته أو جملة.

**4. الأمانة العلمية Scientific honesty** يُظهر الطالب (أو الباحث) الأمانة العلمية عندما:

- يكتب ملاحظاته حتى ولو كانت مناقضة لفرضياته.
- يعترف **بفضل الآخرين** وجهودهم.
- ينقل أفكار الآخرين بصدق.
- لا ينسب أفكار الآخرين لنفسه.
- يعتبر المعلومات (البيانات) المتوافرة جميعها عند عمل التعميمات والاستنتاجات.

**5. الموضوعية Objectivity** يُظهر الطالب (أو الباحث) الموضوعية عندما:

- يعتبر المعلومات المتوافرة جميعها، ليس فقط البيانات التي تدعم ملاحظاته أو فرضياته.
- يدون ملاحظاته حتى ولو كانت متعارضة مع فرضياته.
- يعتبر **الأفكار والملاحظات** المقدمة من الآخرين ويقيمها.
- لا يتحيز باختيار الأفكار إلاّ إذا كانت مدعومه بالأدلة والبراهين العلمية.
- يفحص جوانب المشكلة جميعها ويعتبر عدة حلول محتملة لها.
- يعتبر المواقف المؤيدة والمعارضة عند تقييم الموقف.

**6. الاستعداد لتغيير (تعديل) الآراء Willingness to Change Opinions**

يُظهر الطالب (أو الباحث) الاستعداد لتغيير آرائه وتعديلها عندما:

- يعترف بأن الاستنتاجات ما هي إلاّ استنتاجات أولية (مؤقتة).
- يدرك بأنّ **المعرفة العلمية** غير تامة (ناقصة).
- يعتبر الأفكار المقدمة من الآخرين وتقييمها.
- يقيم البرهان (الدليل) الذي يتناقض مع فرضياته.

- يغير (يعدل) فرضياته كلما اقتضى الأمر ذلك لتلائم البيانات الامبريقية.

**7. الانفتاح العقلي Open - Mindedness** يُري الطالب (أو الباحث) الانفتاح العقلي في سلوكه التعليمي عندما:

- يعتبر أفكار الآخرين ويقيمها.
- يقيم البرهان (الدليل) الذي يتناقض مع فرضياته.
- يقدر **نقد الآخرين** لأفكاره وآرائه (العلمية).
- يعتبر عدة خيارات محتملة عند استقصاء المشكلات العلمية.
- يعتبر **المواقف المؤيدة والمعارضة** عند تقييم الموقف أو إصدار الأحكام.
- يتقبل آراء الآخرين وأفكارهم وتفسيراتهم المدعومة حتى لو تعارضت مع آرائه وأفكاره.

**8. الاستطلاع والاستفسار (التساؤل) Curiosity and Questioning** يُري الطالب (أو الباحث) الاستطلاع والاستفسار في سلوكه العلمي عندما:

- يبحث عن عدم اتساق (أو انسجام) في الجمل والاستنتاجات.
- يستشير **المختصين والخبراء** عند تقصي المعلومات وبحثها.
- يبحث عن البرهان (الدليل) الامبريقي (المسحي-التجريبي) لدعم التفسيرات أو نقضها.
- يتحدى صدق الجمل والاستنتاجات غير المدعومة علمياً.
- **يسأل أسئلة** تبدأ ب: من، وأين، ولماذا، ومتى، وكيف...؟
- ينتبه إلى المواقف الجديدة ويبدي الرغبة في الاستفسار عن جوانب هذا الموقف الجديد واستطلاعه.

يلاحظ مما تقدم، أنّ **المظاهر السلوكية التي تظهر في سلوك الطالب (أو الباحث العلمي) ذي الاتجاهات العلمية، تختلف عن سلوك الشخص العادي** في بحث القضايا (العلمية) والمشكلات الحياتية. ومن هنا، يؤكد تدريس العلوم على **تشكيل الاتجاهات العلمية وتنميتها** لدى الطلبة وذلك نظراً لأهميتها في حياة الطالب، وتشكيل شخصيته العلمية، وتوجيه سلوكه والتنبؤ به؛ كما تُثير الاهتمام والرغبة (الميول) لديه وبالتالي الدافع لمتابعة العلوم ودراستها، واستخدام منهجية

علمية في البحث والتفكير العلمي، **وتكوين العقلية العلمية** للطالب (والباحث) سواء بسواء. هذا، وتشير خلاصة الدراسات والبحوث التربوية في تدريس العلوم إلى قدرة معلمي العلوم (والمدرسة) على لعب دور حاسم في تنمية الاتجاهات العلمية. ولهذا يقترح المربون ومختصو العلوم **برامج وأنشطة علمية وأساليب تدريسية** تجعل من الطالب عنصراً **مشاركاً وفاعلاً في عملية تعلم العلوم** متخذين من مناهج العلوم والكتب والمقررات الدراسية ومصادر التعليم المعاصرة الحديثة أساساً لتنمية الاتجاهات العلمية ومنظومة القيم لدى الطلبة.

وفي خضم سياق مجال الاتجاهات والقيم، وفي ضوء حركة إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، ومن **منظور المشروع (2061)**، فإنّ **الاتجاهات والقيم تضم: الأمانة، والفضول، وتوازن الانفتاح العقلي والشكية**، وهي كما يأتي:

**1. الأمانة: Honesty**، وهي قيمة وعادة من عادات العقل المرغوب تعلمها وتطويرها، ولكنها ليست وحيدة أو فريدة للأشخاص الذين يمارسون العلوم والرياضيات والتكنولوجيا؛ إلا أنها تقدر بشكل كبير في المجتمع العلمي، وأساسية لطريقة التفكير والعمل العلمي. وفي علوم المدرسة والرياضيات والتكنولوجيا ثمة فرص عديدة أمام الطلبة للإشارة إلى ما تعنيه الأمانة العلمية وكيف تقدر، فمثلاً:

- في **العلوم** دائماً تقدر وتسجل ماذا تلاحظ **وليس ماذا يجب، أو ما يريده المعلم أن يكون**، ولا تمسح ملاحظاتك.
- في **الرياضيات، لا تقم بتغيير إجاباتك التي حصلت عليها من الحسابات** كونها مختلفة عمّا حصل عليها زملاؤك أو الآخرون.
- في **التكنولوجيا**، إذ كان **تصميمك له محدّدات أو معوقات**، فقل (أو بيّن) ذلك.

**2. الفضول: Curiosity**، الأطفال والصغار وغيرهم من الطلبة لديهم فضول (طبيعي) حول الأشياء منذ ولادتهم. وبتنشئة فضول الطفل والمتعلم حول الظواهر الطبيعية والعلمية والرياضية والتكنولوجية، يستطيع المعلمون تعزيز سمة (قيمة) الفضولية وحب الاستطلاع، وبالإشارة إلى طرق الوصول إلى إجابات للأسئلة حول **كيف يعمل العالم**، سوف يرى الطلبة تدريجياً أنّ بعض طرق إشباع الفضول أفضل من الأخرى، وإن إيجاد الأسئلة الجيدة وحلولها عملية ممتعة ومثيرة للاهتمام.

**3. توازن الانفتاح العقلي والشكيّة: Open Mindedness and Skepticism.**
إنّ الانفتاح العقلي والشكيّة قد تكون صعبة على الطلبة مبدئياً، لأن هاتين الميزتين (القيمتين) متعاكستان؛ وحتى في العلوم نفسها، ثمة شدّ بين الانفتاح على النظريات الجديدة وعدم نبذ النظريات الحالية. ولهذا تعلم التوازن بينهما مطلوب؛ فالطلبة يسمعون التفسيرات حول كيف يعمل شيء ما حسب افتراضات الآخرين من معلمين أو طلبة، ولكنهم يجب أن يتعلموا أنه من المستحسن إجراء اقتراح معين، ولكن يجب أن يقام (دليل) جيد عليه.

إن الأطفال الذين هم **كالعلماء (العلماء الصغار)** يقترحون تفسيرات مختلفة، وبعضهم يحتاج للتحقق من أي الأفكار جيّدة أو هي الأفضل؛ وفكرة كل واحد يجب أن تقدر، والآراء المختلفة يجب أن تحترم وتؤخذ كغذاء فكري ومتعة للتفكير والإثارة.

## المجال الخامس: مجال التطبيقات والارتباط بالتكنولوجيا (الاستخدام والتطبيق)؛ Applications and Connections Domain (Using and Applying)

من الصعب جداً في الوقت الحاضر أن تُصمّم منهاجاً في العلوم أو تتبناه إذا كان هذا (المنهاج) لا يحتوي بعض **(المحتوى) العلمي، والمهارات، والاتجاهات** التي يمكن للطلاب استخدامها وتطبيقها في الحياة اليومية الواقعية. كما يصعب جداً فصل العلوم البحتة عن تطبيقاتها التقنية التكنولوجية. **فالتكنولوجيا** على اختلاف أنماطها وأشكالها واستخداماتها هي **وليدة offspring العلم**؛ ولهذا فإن الطلاب بحاجة لأن يصبحوا حساسين ومعرضين لهذه الخبرات التي يواجهونها في كل مكان ومقام والتي تعكس الأفكار التي تعكس العلوم التي تعلموها أو يتعلمونها في المدرسة. ومن هذه الأبعاد المتضمنة في هذا المجال **(التطبيقات)** ما يأتي:

- رؤية أمثلة **للمفاهيم العلمية** في الخبرات الحياتية.
- **تطبيق المفاهيم العلمية** التي تم ويتم تعلمها والمهارات المناسبة للمشكلات التكنولوجية اليومية.
- استخدام **العمليات العلمية** (العقلية) في حل المشكلات اليومية.
- **فهم المبادئ العلمية والتكنولوجية** في الأجهزة التكنولوجية المتوافرة في البيت.
- فهم تقارير الإعلام الجماهيري للتطورات العلمية وتقويمها.

- **اتخاذ قرارات** لها علاقة بصحة الجسم، والتغذية، ونمط الحياة اعتماداً على (العلم) بدلاً من الاعتماد على ما يسمعه من الآخرين من أفكار علمية خاطئة أو انفعالات عاطفية أحياناً.
- **إدماج العلوم في المواد والموضوعات الأخرى وتكاملها Integration.**

وفي هذا السياق ورؤيته، فقد تم التركيز على **العلاقة المتبادلة** والمتداخلة بين **العلم، والتكنولوجيا، والمتجمع** جنباً إلى جنب مع البيئة كحركة من حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها في الحركة الإصلاحية (العلم - التكنولوجيا - المجتمع STS)، والبيئة (STSE).

**المجال السادس: مجال الرؤية العالمية: رؤية العلم وتاريخه كمسعى إنساني:**

**Viewing Science and its History as Human Enterprise (World View Domain)**

يمكن دراسة المساعي العلمية والتكنولوجية من وجهة النظر الفلسفية، والتاريخية، والاجتماعية، والنفسية، والإنسانية Humanistic. والعلم والتكنولوجيا كجزء أساسي من أي حضارة، يجب أن يكون جزءاً أساسياً من نظام التعليم ( k-12) لكل طالب متعلم. وبالإضافة إلى اعتبار هذه الرؤى العالمية للعلم والتكنولوجيا كأساسيات واقعية في الحياة المعاصرة الحديثة، فإنّ ذلك يساعد على اكتساب **الوعي العلمي والتكنولوجي** والتهيئة **للوعي الوظيفي** والعمل أيضاً. وفي هذا ثمة أبعاد في هذا المجال يمكن أخذها بعين الاعتبار في مجال أهداف مناهج العلوم وتدريسها، وهي:

- دافعية العلماء، والمهندسين، والتكنولوجيين.
- تحليل وتطبيق المهارات Skills التي يحتاجها الطالب (المتعلم).
- تقصّي وتحرّي كيف أنّ **العلم والتكنولوجيا** تطورا عبر التاريخ.
- أخذ **الاستقصاء العلمي Inquiry** ومستوياته (المرنة) مقابل الثابتة بعين الاعتبار.
- تحليل المواد materials التي تؤثر في **العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)** في متابعة **(فهم) العالم الطبيعي Natural world** وفي تطوير تكنولوجيا جديدة.

- تحليل كيف أن **مفهوم العلم وبناءه التراكمي Cumulative** تغيّر وتطور عبر السنين الماضية.

وفي ضوء ما سبق، فإنّ **رؤية العلم ومناهج العلوم في (عين واحدة) أو مجال واحد من هذه المجالات الستة**، يحدّ الفرصة أمام الطلبة لتمثل العلم الحقيقي المثير للاهتمام، ويضيق ما تم توسعيه وتطويره وامتداده في إثراء أهداف ومجالات مناهج العلوم وإغنائها واتساعها في العالم المعاصر الحديث وتوجهاتها. وعليه؛ فإنّ العلم (الحقيقي) الجيّد هو الذي يمكن بلوغه أو الحصول عليه من خلال الاهتمام بالمجالات الستة مجتمعة وتفاعلاتها بعضها مع بعض (جملة وتفصيلاً) في عملية التعلم والتعليم؛ مما يتطلب **مراجعة مناهج العلوم وتصميمها** في ضوء هذه المجالات الستة لتحقيق **أهداف ونتاجات التعلم Learning outcomes** وغاية التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها الكبرى المتمثلة في **الثقافة العلمية، والرياضية، والتكنولوجية في المجتمع العلمي - التكنولوجي المعاصر**. وفي سياق هذا، فإن مجال التطبيق والارتباطات بلغة (التعلم) و(الفهم) يُعد من أهم مجالات الأهداف؛ ففي الواقع، فإن هذا المجال هو **المجال الذي يهم (ويناسب) الناس كلهم والأقرب إليهم تطبيقاً في الحياة اليومية الواقعية**؛ وتطبيقات العلم أساسية لحياة الناس بما فيها على سبيل المثال: الاتصال والتواصل، والنقل، والتغذية، والمساكن، والألبسة، والمهن، والعمل...الخ. وهذه المجالات تستخدم كدوافع طبيعية وكسياق context نحتاجه للانخراط في **العلم الحقيقي Real science وعمل العلم Doing science** وتحقيق الأهداف في مناهج العلوم وتدريسها في ضوء تطورها وتجدّدها وتوجهاتها العالمية المعاصرة.

# الفصل الرابع

# تطور مناهج العلوم وتوجهاتها

# Development and Trends of Science Curriculum

## المدخل: Introduction

يبيّن المنظور التاريخي في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها أن التغيرات والتحولات والتوجهات Trends في تدريس العلوم نتجت مبدئياً من **حاجات المجتمع ومتطلباته**. وفي هذا ثمة علاقة واضحة مبرّرة بين الحاجات الاجتماعية ونوعية المناهج والتدريس التي يتوجب على معلمي العلوم تقديمه في المدارس.

لقد أصبحت الحاجة إلى **التطوير Development والتغيير Change في مناهج العلوم وبرامجها ومشروعاتها** عالمياً واضحة في منتصف القرن العشرين. وقد شكل العديد من **العوامل والمؤثرات** ظروفاً أثرت في **تطوير مناهج العلوم وتوجهاتها، منها**: الضغوطات الاجتماعية، والنمو الصناعي والتكنولوجي للمجتمع، ومتطلبات الاقتصاد، وتفجر المعرفة العلمية، وبداية سباق الفضاء، والقفزات التكنولوجية في الأدوات والمواد التعليمية، والمفاهيم الجديدة عن تعلم الطلبة ونموهم، والاستياء من الطرائق والأساليب المستخدمة في تدريس العلوم. كل هذه العوامل وغيرها أدّى إلى إحداث **تطويرات وتغييرات وتوجهات جديدة** في مناهج العلوم وتدريسها. وفي سياق هذا، يرمي هذا الفصل إلى معالجة وتتبع تطور وتوجهات التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها من **المنظور التاريخي Historical Perspective** من جهة، وتبيان **اتجاهات وتوجهات Trends مناهج العلوم وتدريسها** من جهة أخرى.

## تطوّر مناهج العلوم: منظور تاريخي

## Development of Science Curriculum: Historical Perspective

يُعدّ المنظور التاريخي Historical Perspective في تقصّي التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها بالغ الأهمية: فمعرفة التاريخ شرط لتفسير الحاضر واستشراف المستقبل، مما يتطلب **قراءة الماضي ودراسته، وفهم الحاضر، والتنبؤ بالمستقبل**. ويبيّن المنظور التاريخي لتطور مناهج العلوم وبرامجها ومشروعاتها بعض حركات وتوجهات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم من حيث تطويرها وتحولاتها وتوجهاتها وتغييرها في ظل **عوامل داخلية وأخرى خارجية** نتجت مبدئياً عن حاجات المجتمع ومتطلباته بشكل خاص.

وفي السياق، قسّم البحث Research (Hassard, 2004) مراحل **تطور التربية العلمية وتوجهات مناهج العلوم وتدريسها** تاريخياً إلى ست مراحل، هي:

**الأولى: بدايات (جذور) التربية العلمية الحديثة (1900-1930).**

**الثانية: التربية التقدمية والتربية العلمية الحديثة (1930-1950).**

**الثالثة: العصر الذهبي للتربية العلمية (1950-1977).**

**الرابعة: الجدل حول المناهج (الكتب) والعودة إلى الأساسيات (1977-1983).**

**الخامسة: الأمة في خطر (1983-الثمانينيات).**

**السادسة: العلم للجميع (2000 وما بعد).**

وفيما يلي أبرز المحطات والأحداث في تطوّر التربية العلميّة، وأهم برامج مناهج العلوم وتدريسها ومشروعاتها السائدة في هذه المراحل الست العالمية **قراءة لماضيها، وفهماً لحاضرها، وتنبؤاً بمستقبلها متأثرة بما يحدث في المجتمع من تغييرات وتوجهات Trends** نتيجة مجموعة من القوى السياسية، والاجتماعية، والثقافية، والاقتصادية والتكنولوجية، والعالمية سواء بسواء.

## المرحلة الأولى: بدايات (جذور) التربية العلمية الحديثة (1900-1930):

## The Beginning of Modern Science Education (1900-1930)

تهتم الولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من الدول بمستويات متباينة، بالتربية العلمية **Science Education** وتدريس العلوم **Science Teaching**. وفي هذا تدعو اللجان الوطنية التربوية، والتربويون العلميون وغيرهم إلى تحديث مناهج العلوم وتدريسها، وتؤكد **العمليات العلمية** (العقلية)، **والثقافة العلمية (SL)** كغاية أساسية، وكذلك تؤكد منحى الخبرات الحسيّة المباشرة المتضمن تشغيل اليدين Hands - On، وتشغيل العقل (الفكر) Minds - On، والعلاقة المتبادلة المتداخلة بين **العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)**.

لقد أصبحت بعض (الأفكار) العلمية مُلحة أو مطلوبة (تاريخياً) خلال فترات تاريخية مختلفة؛ وذلك نظراً لقوى المتغيرات الاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية السائدة في تلك الحقب. وقد ظهرت حركات إصلاحية تطويرية - تجديدية لمناهج العلوم وتدريسها، وأدت بين فينة وأخرى إلى **توكيد زائد More Emphasis** على بعض جوانب المناهج، **وتوكيد أقل Less Emphasis** على جوانب أو أبعاد أخرى فيه.

وبوجه عام، نعرف القليل عن مناهج العلوم التي كانت سائدة في بداية الثمانينيات من عام 1800م. إلاّ أنه يمكن القول: إنّ التأكيد كان على ما يُسمى **الراءآت الثلاثة Three R's**، وهي: **القراءة Reading**، **والكتابة Writing**، **والحساب Arithmetic**، **والحفظ الصمّ Rote memorization**. وقد وجد العلم / العلوم في حينه، إلاّ أنّه لم يُدعم ماديّاً، ولم يكن تعاونياً - اجتماعياً بطبيعته. لذا، فإنّ الضغط الاجتماعي كان في حدّة الأدنى، وبالتالي لم (يضغط) على تعلم العلوم ومناهجها. هذا، وترجع جذور تعليم العلوم وما سمّي (المعاصر - الحديث) إلى الجزء الأخير من القرن التاسع عشر. وقد تأثر بالعديد من الفلسفات والتوصيات منذ سنوات وحتى الآن؛ وقد كان للعديد من الأفكار التي ساهمت في تشكيل تعليم العلوم المعاصر أصول في تلك الفترة كما في: تنظيمات مناهج العلوم، ومنهجية الاستقصاء، ودراسة الطبيعة، والعلوم في الابتدائية، والأهداف الاجتماعية لتدريس العلوم.

وفي العام 1895 عينت **جمعية التربية الوطنية** National Education Association (NEA) لجنة مكونة من اثني عشر عضواً من الأساتذة الجامعيين وعدداً مماثلاً من معلمي المدارس الثانوية. وبعد أربع سنوات أوصت اللجنة ببرنامج تعليم العلوم **للمرحلة الأساسية الابتدائية** (k-8) والمرحلة الثانوية (9-12) على النحو الآتي:

- **المدارس الأساسية الابتدائية (k-8):**
- دراسة الطبيعة **Nature Study** (حصتان في الأسبوع).
- **المدارس الثانوية (9-12) أربع حصص أسبوعياً:**
- الصف التاسع: الجغرافيا الطبيعية.
- الصف العاشر: الأحياء (علم النبات وعلم الحيوان) أو (علم النبات) أو (علم الأحياء).
- الصف الحادي عشر: الفيزياء.
- الصف الثاني عشر: الكيمياء.

**هذا، وكانت أهم أهداف تدريس العلوم في هذه المرحلة، هي:**

- التركيز على المواد / **المباحث (المنفصلة)**.
- تعليم الحقائق والمبادئ العلمية.
- تحضير الطلبة للدراسة في الكليات / الجامعات.

وفي هذا، ثمة تركيز محدود على (المهارات)، وطرق العلم، والطريقة العلمية، والاتجاهات العلمية، والمضامين الاجتماعية للعلم.

وعلى مستوى **علوم المرحلة الابتدائية**، سيطر اتجاهان (متناظران) على مناهج التعليم، هما: **دراسة الطبيعة Nature Study**، **وعلوم الابتدائية Elementary Science**. وقد كان منهاج دراسة الطبيعة متمركزاً حول الطفل Child-Centered لمساعدتهم وتطويرهم لحبّ الطبيعة. وقد ركز المحتوى بصورة أساسية على دراسة النبات والحيوان والبيئة مع تركيز المعلمين على دراسة البيئة المحلية. وقد تبنت معظم المدارس التقدمية في الولايات المتحدة الأمريكية اتجاه منهاج (**دراسة الطبيعة**)، فقد كان هناك (دليل) للدراسة، ومصادر للمعلم، وخطط تعليمية مكتوبة

للدروس موزعة تصف اتجاه دراسة الطبيعة. ونظراً لطبيعة المنهاج التقدمي، فقد كانت **حركة دراسة الطبيعة متعلقة بمفهوم تعليمي يتضمن (تعليم الطفل ككل)**. وكانت الحركة تربط بين المواضيع (المواد) الدراسية بحيث يُنظر إلى العلوم على أنها جزء مهم من الفنون واللغة والأدب.

وفي سياق ذلك، تذكر الأدبيات أنّ العلوم بدأت على شكل دراسة الطبيعة (الاتجاه المسيطر على العلوم في المدارس الابتدائية)؛ إذ كان الأطفال يقصدون **الرحلات الميدانية** في الحقول المجاورة وحول بعض البحيرات، ويعملون الملاحظات والمشاهدات، ويستخدمون الرسم والوصف حيث ساعدت إنجازاتهم في العلوم دراستهم للفنون واللغة. وقد وصل (المنهاج) ذروته في الفترة (1900-1910)؛ ولا تزال دراسة عناصر الطبيعة والبيئة قائمة حتى الآن، ولكنها تلاشت كحركة في ثلاثينيات القرن العشرين.

أمّا الاتجاه الآخر (البديل) للعلوم في المدرسة الابتدائية المتضمن **حركة علوم الابتدائية Elementary Science Movement**، فقد تم التركيز فيه على مناهج العلوم الأساسية، وتم طرح برنامج علمي موسع يشمل **العلوم الحياتية والعلوم الطبيعية**؛ وذلك للتوصل إلى برنامج مستمر (**k-8**) **يركز على محور تطوير الفهم للأفكار والمبادئ الأساسية في العلم**. ومما يجدر ذكره، أنّ (محتوى) العلوم الابتدائية قد تم تطويره من قبل لجنة من **أولياء الأمور والمربين** الذين وضعوا أو حدّدوا مبادئ وتعميمات (علمية) أساسية ينبغي أن يركز عليها صف بعد صف. ولعلّ هذه الطريقة لا تزال مسيطرة في مناهج (كتب) العلوم وأدلتها حتى الآن!! وقد شكلت اقتراحاتهم الأساس لبرامج العلوم الأساسية في البلاد، وتطورت قراءات العلوم لكل صف؛ وبالتالي أصبحت العلوم الأساسية أكثر (تجديداً) مقارنة بمنهاج (دراسة الطبيعة) الذي أضاف **خبرات حسيّة مباشرة** للطلبة بدراسة الطبيعة. أمّا بالنسبة إلى **الأهداف التطبيقية**، فقد بقيت كما هي حتى تطورت في المشروعات المنهاجية الإصلاحية في حقبة الستينيات والسبعينيات.

أمّا بالنسبة إلى **علوم المدارس الثانوية**، فقد كانت مناهج العلوم الثانوية خلال تلك الفترة حتى عام 1920 تحتوي على مواد لفصل دراسي واحد فقط ولصف واحد في موضوعات (**منفصلة**) مختلفة من مثل: علوم الفلك، والجيولوجيا،

والجغرافيا الطبيعية، والحيوان، وعلم وظائف الأعضاء وذلك خلال السنتين الأوليين في المدارس الثانوية. وبعد ذلك وخلال هذه الفترة، تطوّر تنظيم مناهج العلوم الثانوية في الصفوف (9-12) إلى مناهج (**العلوم العامة**)، و**الأحياء**، و**الفيزياء** ولمدة سنة كاملة (فصلين). ولعلّ هذا النموذج لا يزال (مبدئياً) سائداً حتى الآن.

ومن هنا، **قام معلمو علوم المرحلة الثانوية بتغيير أهدافهم في هذه المرحلة لتتضمن الطريقة أو العمليات، والاتجاهات، والتطبيقات**. كما كانت بعض أهدافهم العامة خلال هذه الفترة تشمل التفكير العلمي، وفهم الطريقة العلمية، وتنمية الاتجاهات نحو العلوم، وتركيز الاهتمام على التطبيقات العملية للمعرفة العلمية.

هذا، وقد كان **لحركة المدارس الثانوية (الدنيا) Junior High School** الأثر الأكبر على مناهج العلوم، وللانتقال من بيئة المدرسة الابتدائية إلى بيئة المدرسة الثانوية؛ فقد تقرّر **تعديل النظام التربوي المدرسي إلى المرحلة (6-3-3)**؛ بحيث أصبحت علوم الابتدائية مقتصرة فقط على المرحلة الابتدائية (K-6). وتم اقتراح **برنامج (العلوم العامة)** بدلاً من العلوم الطبيعية كمقرر (مساق) نهائي للطلبة الذين لا يرغبون إكمال الدراسة الثانوية. وهكذا وبالإعلان عن المدرسة الثانوية الدنيا Junior في العام 1920، أصبحت العلوم العامة مقتصرة على الصفيّن: السابع والثامن. وبقيت (العلوم العامة) مسيطرة على هذين الصفين لسنوات عدّة، هذا على الرغم من أن المدرسة الثانوية (الدنيا) كانت قد اقترحت للانتقال (أي مرحلة انتقالية) من المدرسة الابتدائية إلى المدرسة الثانوية؛ إلاّ أنه غلب على مناهجها مظهر وشخصية المدرسة الثانوية؛ فقد نُظم المعلمون وقسموا (ووزعوا) في دوائر من جهة، وحسب تخصصاتهم في المواد أو المباحث العلمية Disciplines التي يعلمونها من جهة أخرى.

وضمن الإطار العام لهذه المرحلة (1900-1930) من تطور مناهج التربية العلمية وبرامجها، ذكرت أدبيات علمية (Trowbridge et al., 2004) مظهراً آخر لمنهاج العلوم وأهدافها. ففي عام 1915 تحول التوكيد في تدريس العلوم إلى أهداف أعم وأشمل وأكبر من مجرد كونها لإعداد الطلبة لدخول الكليات أو الجامعات. وفي هذا اقترح تقرير لجنة الرابطة المركزية لمعلمي العلوم والرياضيات حول مقرّرات العلوم الموحدة للمدارس الثانوية، **التركيز على الأهداف الآتية**:

- ينبغي أن تقدّم العلوم معرفة علمية عن الطبيعة بحيث تساعدهم على الانسجام والتواؤم الأفضل مع الحياة اليومية.
- اعتماد الأنشطة العلمية ولأهداف محدّدة، وتحفيز الطلبة على القيام بها.
- مساعدة الطلبة على اختيار الوظائف (المهن) المستقبلية.
- تقديم طرائق ومناحٍ علمية بحيث تساعدهم على الحصول على معرفة علمية دقيقة.
- إتاحة الفرصة للطلبة لتحقيق فهم أوضح وأكبر وأكثر إمتاعاً بالحياة.

وفي العام 1918، أصدرت لجنة **إعادة تنظيم التعليم** الثانوي تقريراً يتعلق بالمبادئ الأساسية للتعليم الثانوي. وقد طالبت اللجنة في تقريرها مبدئياً بالتحوّل في هدف التعليم إلى (**التأهيل الاجتماعي**) **الشامل للطالب**؛ واقترحت بعض المبادئ العامة من بينها: **الصحة، والتعلم من أجل المهنة، والتربية الوطنية، والأخلاق، والتمكن من العمليات الأساسية**؛ ممّا أدّى إلى إعادة تنظيم الموضوعات والبرامج المدرسية لتحقيق هذه الأهداف. وفي العام 1924 بدأ معلمو العلوم استخدام التفكير العلمي كوسيلة لمساعدة الطلبة على تعلم المعرفة العلمية؛ ممّا تتطلب تدريس العلوم الاستناد إلى الملاحظة العلمية، والتجريب من أجل الوصول إلى الحقائق من جهة، وانسجاماً مع طبيعة العلم من جهة أخرى.

وبالانتقال من (**المحتوى**) إلى (**طبيعة الاستقصاء**) **تاريخياً في مناهج العلوم وتدريسها**، فقد بدأت أصوله وجذوره في تلك المرحلة بطيئة جداً؛ وذلك من خلال تشجيع الخبرات العملية، والخبرات المخبرية (المختبر)، ولم تتطور جذور (الاستقصاء) العلمي بشكل واضح في هذه المرحلة بوجه عام. إلاّ أنّه تغير وتطور **كفلسفة في مناهج العلوم وتدريسها** في فترة الخمسينيات والستينيات؛ إذ إن هذه الفترة تضمنت واحتضنت الحركة الإصلاحية الأولى لمناهج العلوم واستراتيجيات تدريسها.

### المرحلة الثانية: التربية التقدمية والتربية العلمية (1930-1950):

### Progressive Education and Science Education (1930-1950)

تعتبر هذه المرحلة فترة (استثنائية) من حيث النمو الاقتصادي والسياسي التي تأثرت بالحرب، **والكساد الاقتصادي الكبير Recession والتطور التكنولوجي**

السريع. وتم تعديل النظام التربوي **Educational System** من نظام مرحلتيْنْ (8-4) أي ثماني سنوات مرحلة ابتدائية، وأربع سنوات مرحلة ثانوية، إلى **نظام ثلاث مراحل دراسية (6-3-3)**؛ أي ست سنوات مرحلة ابتدائية، وثلاث سنوات **مرحلة إعدادية Junior high school**، وثلاث سنوات **مرحلة ثانوية Senior high school**. وفي هذا نظر إلى الطفل (المتعلم) في **المرحلة (الإعدادية) المتوسطة Middle School** إلى نموه الجسمي والعاطفي الانفعالي، مما يتطلب فترة **مدرسية (انتقالية) سميت المدرسة (المرحلة) الإعدادية Junior high school**.

لقد تطورت مناهج العلوم على مستوى المرحلة الابتدائية إلى برنامج سُمّي **القراءة حول العلوم Read about science**؛ لأنه اعتقد أن القراءة حول العلوم هي الطريقة السريعة والأكثر فاعلية **لتغطية (كم) كبير من المعلومات العلمية**. أما الاكتشاف والخبرات الحسية المباشرة وتشغيل اليدين فلم يتم الاهتمام بها ولم تؤخذ بعين الاعتبار. أمّا على مستوى **المرحلة الثانوية** فقد أصبح **الأحياء** هو المساق السائد (الشائع) لطلبة الصف العاشر مع بعض الاختيارات المتناثرة هنا وهناك في الكيمياء والفيزياء على مستوى الصفيّن الحادي عشر والثاني عشر. ولهذا أطلق على هذه الفترة **استخدام (الكتاب) Textbook**.

هذا، وقد تأثر تعليم العلوم بتقارير عدة خلال هذه الفترة؛ ففي العام 1932 ومن خلال مسح وطني للتعليم في المرحلة الثانوية حول الخطوط العامة لتدريس العلوم، ومقررات الدراسة، ومفرداتها، بيّن التقرير أنّ المعرفة التي يتم تعليمها في المدارس تفتقر إلى البنية النظرية المتماسكة، وأن تحديد المقررات للصفوف الدراسية غير واضح، وطرائق التدريس وأساليبه غير متناسقة؛ مما تطلب بالتالي الأخذ بعين الاعتبار العديد من التطبيقات المبدعة عند تكوين مناهج وبرامج جديدة؛ ومن بينها استخدام طرائق تدريس تستند إلى **حل المشكلات، واستخدام العروض التوضيحيّة**، والتنسيق بين العمل المخبري والمحتوى، والاستخدام الأوسع للوسائل المعينة.

وفي ضوء فترة **الكساد الاقتصادي الكبير** في تلك الفترة، أثار الكساد الاقتصادي في حينه شكوكاً وأسئلة تخص تدريس العلوم. وكان هناك إصدران مهمان؛ **الأول**: تضمن كتاب الجمعية الوطنية لدراسة التربية - برنامج لتدريس العلوم- الذي شدّد على أهمية المبادئ العلمية العامة التي تساعد الطلبة على تكوين فهم عميق

وأساسي للطبيعة؛ **والثاني** كتاب (**العلوم في التعليم العام**) الذي أصدرته **جمعية التربية التقدمية** Progressive Education Association (PEA) في العام 1938 حيث ركز التقرير على الاهتمام بـ (**حاجات**) **الطلبة وسيكولوجيتهم**، وذلك من خلال التوكيد على الأهداف التقدمية من مثل: العلاقات الشخصية الاجتماعية، والحياة الشخصية، والعلاقات الاقتصادية، والتفكير التأملي. كما أوصى ببرنامج ومنهاج يركز على **سيكولوجية الطالب** (المتعلم)، وبناء علاقة وطيدة بين العلم والحياة اليومية. وعليه؛ تضمنت **الأهداف الأساسية في العلوم** ما يأتي:

- اكتساب فهم للعلوم تمييزاً عن اكتساب (المعلومات) وحفظها.
- تطوير القدرات التفكيرية للطالب (المتعلم).
- تطوير مهارات خاصة، أو قدرات أخرى لحل المشكلة.
- تنمية الاتجاهات والميول والمواقف التي تكون ذات فائدة في حلّ المشكلات.

هذا، وقد زوّدت **حركة التربية التقدمية Progressive Education Movement** باتجاه بديل للمدارس التقليدية. وفي هذا يقول ديوي Dewey: إن **حركة التربية التقدمية تروق للعديد من المعلمين**؛ لأنها كانت قريبة من الأفكار الأمريكية الديمقراطية التي يخضع لها الناس أكثر من الإجراءات السائدة في المدارس التقليدية، كما أنها تعد **الطريقة الإنسانية** بالمقارنة مع القساوة التي غالباً ما تقترب من أساليب المدرسة التقليدية.

إن اتجاه **حركة التربية التقدمية** التي أثرت على التعليم بأكمله، لاقت استحساناً من معلمي العلوم؛ لأنها قدمت فكرتيْن؛ **الأولى: فكرة المنهاج المتمركز حول الطفل، والثانية: طريقة المشروع**. وهاتان الفكرتان بقيتا حتى اليوم مع الاختلاف في درجة التركيز عبر السنوات. فعلى سبيل المثال، في أواخر الستينيات والسبعينيات كان اتجاه (المناهج المتمركزة حول الطفل) سائداً وممثلاً في حركة التربية الإنسانية (الذي يُعرف أحياناً بالتربية الوجدانية)، وأفكار التربية الإنسانية في الوقت الحاضر مشابهة إلى حدّ بعيد للمعتقدات التقدمية في الثلاثينيات.

إن اتجاه **المناهج المتمركزة حول الطفل** هو نموذج يحتوي على مبادئ ومعتقدات حول **طبيعة التعلم، وأهداف التعليم**؛ إلاّ أنه تضاءل حالياً في التعليم الأمريكي. وباختصار، فقد أحدث **اتجاه التربية التقدمية الشرارة الأولى** التي ساهمت في

تنظيم مناهج العلوم وتدريسها المتمركزة حول **الطالب Student - Centered**. وقد كانت العلوم في المدارس التقدمية فرصة لإشراك الطلبة مباشرة بالخبرة مع الظاهرة العلمية، وربط العلم ليس فقط بالمشاعر، بل وبطبيعة العلم. **أما طريقة المشروع** فلم تكن فكرة غريبة لمعلمي العلوم، لكنها أعطت قوة دافعة من خلال حركة التربية التقدمية؛ فأية **فكرة علمية** يمكن أن تصلح كمركز تنظيمي للمشروع مادامت مشخصة ومحددّة الأهداف خلال تطبيق خطوات المشروع (أهدافاً، وتخطيطاً، وتنفيذاً، وتقويماً).

وفي نهاية هذه المرحلة، ثمة تركيز متزايد على **أهمية العلوم في التعليم العام**. وفي هذا أشار تقرير يتعلق بتعليم العلوم في المدارس الأمريكية في العام 1947 الذي أصدرته **الجمعية الوطنية لدراسة التعليم**، أشار إلى ما يأتي:

- تعليم العلوم يجب أن يبدأ مبكراً في خبرة الطفل.
- تعليم العلوم كله في **المراحل الأساسية والثانوية يجب أن يكون عاماً** حتى للطلاب الذين يخططون لدخول الكليات / الجامعات؛ وبالتالي يجب أن يدرسوا مواد عامة في علوم الأحياء والعلوم الطبيعية؛ مما يتطلب إعادة تنظيم مناهج العلوم في المدارس الثانوية.
- تطوير القدرات والكفايات اللازمة لاستخدام الطريقة العلمية لحل - المشكلات، وغرس الاتجاهات العلمية التي تتجاوز في أهميتها الأهداف الأخرى في تدريس العلوم.

وفي أدبيات أخرى، أوصى مؤتمر **منهاج المدرسة الثانوية** عام 1938 ولجانه المشكلة من العلماء والتربويين بتوسعة أهداف وغايات تدريس العلوم لتتضمن مساهمتها في التربية العامة، **وتنمية التفكير العلمي، وتوكيد (وظيفية) العلم**؛ وبالتالي تنظيم مناهج العلوم وتدريسها حول مبادئ العلم وأساسياته الواسعة. وفي بداية الحرب العالمية الثانية في الأربعينيات، أكدت بعض التقارير على التربية المتكيفة مع الحياة، وفي هذا وجه العسكريون نقداً لتدريس العلوم والرياضيات تتعلق بنقص **المهارات الأساسية** لدى المجندين، وضعف قدراتهم على **تطبيق** ما تعلموه في المجالات التكنولوجية الحربية. وهكذا أصبح نمو المعرفة العلمية نمواً متسارعاً في خطوات هائلة، إلاّ أن القليل منها انعكس جوهرياً على **(محتوى)** الكتب ومناهج العلوم المدرسية وتدريسها بوجه عام.

## المرحلة الثالثة: العصر الذهبي للتربية العلمية (1950-1977):

## The Golden Age of Science Education (1950-1977)

في بداية إطلاق الصاروخ الروسي والقمر الصناعي سبوتنك **Sputnik** في عام **1957**، تمت مراجعة المناهج التربوية وعلى رأسها مناهج العلوم وتدريسها. وقد عبّر كوليت وشيابيتا Collette and Chiappetta عن كتب العلوم بأنها: تفتقر إلى الصرامة، ويتم تعلمها بالتلقين الدوجماتي Dogmatically، وتركز على (المحتوى) Content - Oriented، وتفتقر إلى وحدة المفاهيم، وعفى عليها الزمن Outdated، وتتضمن أشياء قليلة مما هو معروف في المواد (المباحث) العلمية.

وفي سياق هذا، أصبحت الحاجة ملحة وحتمية إلى **التغيير في مناهج العلوم** وبرامجها وواضحة في منتصف القرن العشرين. ولقد أحدثت العديد من المؤثرات ظروفاً أثرت في المناهج؛ منها: التفجر المعرفي، والسباق نحو الفضاء، والتطورات التكنولوجية في الأدوات التعليمية، والمفاهيم الجديدة عن تعلم الطلبة ونموهم، والضغوطات الاجتماعية. وبوجه عام، كان أول مقررات العلوم وبرامجها في المدارس الثانوية التي تفاعلت مع هذه المؤثرات والضغوطات في الخمسينيات والستينيات يتمثل في برامج مقرر الفيزياء، ثم الكيمياء، ثم الأحياء، والعلوم في المدارس المتوسطة. ومعظم هذه المقررات والبرامج كانت مدعومة مالياً من **المؤسسة الوطنية للعلوم National Science Foundation (NSF)**.

وقد شهدت الفترة (1950-1977) **حركة كبيرة لإصلاح مناهج العلوم وتطويرها** حيث أنفقت مبالغ طائلة لتطوير مناهج العلوم وتأهيل المعلمين وتدريبهم، ولهذا أطلق عليها **العصر الذهبي لتعليم العلوم والتربية العلمية. وثمة من أطلق عليها (الثورة الأولى) في التربية العلمية وتدريس العلوم.** وفي هذا الصدد، قال بول ديهارت هيرد **Paul Dehart Hurd** (الأب الروحي للتربية العلمية): **إنّ مناهج العلوم الحالية لا تخدم حاجات المتعلم أو حاجات المجتمع، وبالتالي أصبحت الحاجة ماسة وملحة لِ (إصلاح) مناهج العلوم والرياضيات وليس (مراجعتها).**

وبعد الحرب العالمية الثانية، ثمة تقدم كبير في العلوم حددّت في أربع مراحل متسلسلة، هي: العصر الذري، والعصر الآلي Automation، وعصر الفضاء، وعصر الكمبيوتر. وهذه التغيرات مجتمعة أظهرت قناعة في أميركا أنها لم تكن تنتج من

العلماء والمهندسين ما يكفي لمواكبة التطورات. وهكذا أخذت **المؤسسة الوطنية للعلوم (NSF)** على عاتقها المناداة بطرح مشكلة النقص الواضح بالموارد البشرية في العلوم والهندسة، وذلك لعدم ملاءمة مناهج العلوم والهندسة للتغيرات، وحاجة المعلمين لمزيد من التأهيل والتدريب في مجال العلوم وأساليب تدريسها.

وفي نهاية الخمسينيات ركز المجتمع جل اهتمامه على **الحرب الباردة**. واتضح ذلك من المنافسة مع الاتحاد السوفيتي (وقتئذ) وبخاصة في النواحي التي ترتبط بشكل وثيق **بالعلوم والتكنولوجيا، والتسلح النووي، وغزو الفضاء**. هذا، وقد تغيّر كل شيء عندما أطلق **الاتحاد السوفيتي القمر الصناعي المشهور (سبوتنك) Sputnik** في أكتوبر/تشرين أول عام 1957. وقد **شعر الأمريكيون بالصدمة، وأُخذوا على حين غرّه، وكأنّ طائفاً طاف عليهم وهم نائمون!** لقد كان هذا الحدث العظيم بمثابة الشرارة والرصاصة الأولى التي أثرت على مسار تعليم العلوم والرياضيات في الولايات المتحدة الأمريكية. فقد كان العصر الذهبي لتعليم العلوم استجابة لتفوق السوفيت في العلوم والتكنولوجيا. ومع أنّ نشأة هذا العصر تعود جذوره إلى إطلاق **القمر (سبوتنك) Sputnik**، إلاّ أنه كان أيضاً بسبب الأزمة المتأصلة في **نوعية المعلمين والمناهج والمواد التعليمية**. وبعد سنوات عدة، وفي العام 1961 أعلن الرئيس الأمريكي (كندي) هدفاً وطنياً عندما قال في رسالة موجهة إلى الكونجرس بأن على أمريكا تكريس نفسها **لتحقيق الهدف وإنزال أول إنسان على سطح الأرض، وإعادته سالماً إلى الأرض** قبل انتهاء هذا العقد. وبالفعل تم (تحقيق) ذلك في 20 تموز عام 1969.

وفي خضم سياق هذه المرحلة، **تميزت برامج العلوم ومناهجها التي تمت إعادة بنائها وإصلاحها وتطويرها بمميزات عدّة من أبرزها** ما يأتي:

1. كان **مُعدّو إصلاح مناهج العلوم** من العلماء، والمختصين في الفيزياء والكيمياء والأحياء وعلوم الأرض. وقد كانت **رؤيتهم لتحديد البرامج واحتياجات المدارس** تعتمد على اهتمامات بحوثهم من جهة، وطبيعة العلم من جهة ثانية. فقد انتقدوا محتوى مناهج العلوم وبرامجها، وذكروا أنه على الرغم من تعليم الأحياء والكيمياء والفيزياء، إلاّ أن ثمة دليلاً على أنّ العلم في هذه الموضوعات كان (استعراضياً).

2. **اختيرت المناهج بتخطيط خلاصته تحقيق حاجات الطلبة**، واحتوى منهاج العلوم على المفاهيم والنظريات والقوانين، ونظمت على مبدأ أن دراسة العلم والعلوم هي الطريق إلى المعرفة. كما صمّمت **الأنشطة العلمية** في المناهج الجديدة بالتركيز على عمليات الملاحظة، والمقارنة، والاستدلال، والتقييم، والتجريب.

3. اعتقاد معدّي المناهج ومطوريها بأن الطلاب يمكن **حفزهم حفزاً داخلياً**؛ أي مدفعون ذاتياً للتعلم بسبب الأنشطة العلمية المثيرة في المنهاج وبرامجه. ولعلّ هذه الفكرة استندت إلى أفكار برونر Bruner في كتابه المشهور (**عملية التربية**) **The Process of Education** في الستينيات.

4. **أهداف تعليم العلوم وغاياته** كما تم تحديدها في مشاريع مناهج العلوم وبرامجها الجديدة، اختلفت عن أهداف تعليم العلوم سابقاً. وفي هذا وصف هيرد Hurd أنّ الأهداف (الجديدة) لتدريس العلوم انبثقت من التخطيط العلمي، والمشكلات الاجتماعية، والحاجات الفردية، والمشكلات الحياتية.

وتأسيساً على ما تقدم، فيما يلي أهم **المناهج والبرامج والمشروعات** التي تم إعدادها وتطويرها للمدارس الثانوية والمتوسطة (الإعدادية) والابتدائية في مناهج العلوم وتدريسها في **العصر الذهبي للتربية العلمية** كما تنشرها وتوثقها أدبيات وتدريس العلوم (Hassard, 2004; Trowbridge et al., 2004)، وهي:

### أولاً: مناهج العلوم للمدارس الثانوية (العليا): Senior High Schools

#### 1. الفيزياء: Physics

أ. مشروع لجنة دراسة العلوم الفيزيائية (PSSC):

**Physical Science Study Committee**

بدأ هذا المنهاج أو المشروع عام 1956، وكان موجهاً لطلبة الصف الثاني عشر. وتضمن كتاباً للطالب، ودليلاً للمختبر، ودليلاً للمعلم، ومجموعة من الأجهزة والأفلام والمقالات، وجميعها مترابطة بهدف إيجاد منهاج فعال. وقد تضمن الكتاب أربعة فصول تتحدث عن الكون (البصريات والموجات)، والميكانيكا، والكهرباء، والفيزياء الحديثة. وبهذا اختلف منهاج الفيزياء (الجديد) عن مناهج الفيزياء السابقة (التقليدية) بتغطيته موضوعات أقل وبعمق أكبر، والتركيز على الفيزياء

الأساسية، وزيادة في صعوبة المقرر مع حيويته، وتركيز أكبر على العمل المخبري، واهتمام أقل بالتطبيقات التكنولوجية.

**ب. مشروع الفيزياء (Project Physics (PP):**

ويسمّى مشروع هارفرد للفيزياء (Harvard Project Physics (HPP، حيث أعدّ المشروع **جامعة هارفرد Harvard University** الشهيرة عام 1962، وكان موجهاً بشكل خاص للطلبة المتوسطين في الصف الثاني عشر. وتضمنت المواد التعليمية في هذا المشروع كتاب الطالب، ودليل المعلم، ودليل الطالب، والتجارب، والأفلام والشفافيات والاختبارات، وكتيبات أخرى للمطالعة. كما تضمن محتوى المشروع/البرنامج ست وحدات دراسية، هي: مفاهيم الحركة، والحركة في السماء، والميكانيكا، والضوء والكهرومغناطيسية، والذرة، والنويات. وانطلقت فلسفة المشروع من أن الفيزياء للجميع، ومرونة المقرر للطالب والمعلم، واستثارة التعلم والتعليم لمن يعلمه أو يتعلمه.

**2. الكيمياء: Chemistry**

**أ. منحى الرابطة (الكيميائية) (Chemical Bond Approach (CBA:**

بدأ هذا البرنامج عام 1957، وكان موجهاً لطلبة الصف الحادي عشر. وفكرته الأساسية تبحث في (الرابطة الكيميائية) حيث تم توجيه الاهتمام إلى النماذج الذهنية لبنية المادة، والنظرية الحركية، والطاقة. كما وجد دليل للطالب وآخر للمختبر بالإضافة إلى المواد والأدوات التعليمية الأخرى.

**ب. دراسة مواد التربية الكيميائية (CHEM-Study):**

**Chemical Education Materials Study**

ظهر هذا المشروع عام 1959، وكان موجهاً لطلبة الصف الحادي عشر. واحتوى المنهاج على كتاب الطالب، ودليل التجارب والمختبر، ودليل المعلم، وسلسلة من الأفلام، والملصقات الجدارية.

**ج. منحى الكيمياء المتداخلة الفروع (IDATC):**

**Interdisciplinary Approaches To Chemistry**

أعدّ هذا المشروع جامعة ميريلاند عام 1972، لتزويد الطلبة بخلفية كيميائية مناسبة في المهارات الأساسية والمفاهيم الكيميائية التي عادة يتضمنها المنهاج

التمهيدي في الكيمياء المعدّ للمدارس الثانوية، وكذلك لتحسين اتجاهاتهم ومشاعرهم تجاه دراسة الكيمياء. ومّما يميز هذا المنهاج أنه **متداخل الفروع**؛ فقد تضمنت وحداته مضامين من الكيمياء العضوية وغير العضوية، والكيمياء الحيوية، والنواة، والكيمياء الأرضية، والعلوم البيئية، والعلوم الفيزيائية. هذا بالإضافة إلى أن البرنامج اشتمل على عدد من (الموديولات) Modules التي يؤكد كل منها على ناحية مختلفة من الكيمياء وعلاقتها بالعلوم الأخرى والمجتمع.

### 3. الأحياء: Biology

#### أ. دراسة منهاج علوم الأحياء (BSCS):

#### Biological Sciences Curriculum Study

أعدّ هذا المنهاج المعهد الأمريكي للعلوم البيولوجية في **جامعة كولورادو** عام 1958 . وقد كان موجهاً لطلبة الصفين: التاسع والعاشر بوجه عام، وبخاصة أنّ (**الأحياء**) كان له نصيب الأسد في عدد الطلبة المسجلين أو الملتحقين به؛ وذلك لقربه من (الإنسان)، وبعده عن التركيز على الرياضيات، وكون أحد متطلبات التخرج في المدرسة الثانوية هو دراسة مقرر / مساق واحد على الأقل في العلوم. وقد بلغت نسبة الطلبة الذين اختاروا (الأحياء) عام 1958 حوالي (68%).

وممّا **يميز منهاج الأحياء** أنه صدر منه **ثلاث نسخ (كتب) أو مقرّرات** سميت بلون غلافها، وهي:

1. **النسخة الزرقاء Blue Version** وركزت على المنحى الفسيولوجي - الكيمياء الحيوية.
2. **النسخة الصفراء Yellow Version** وركزت على الأحياء والموضوعات الأحيائية التقليدية.
3. **النسخة الخضراء Green Version** وركزت على المنحى البيئي - التطوري.

وهكذا تباينت هذه المناهج / المقررات **بالمنحى المستخدم، ودرجة التركيز والطريقة والمعالجة (الجزيئية، والخلوية، والبيئية) على الترتيب.** إلاّ أنها اشتركت جميعاً في **تسعة أفكار رئيسية (مفاهيم) كبرى**، هي:

1. تغيّر الكائنات الحية بمرور الزمن - التطور.

2. اختلاف النوع، ووحدة نمط الحياة للكائنات الحية.

3. الاستمرارية الوراثية للحياة.

4. الأسس البيولوجية للسلوك.

5. التكامل بين الكائنات الحية والبيئة.

6. التكامل بين التركيب والوظيفة.

7. التنظيم والاتزان الجسمي: المحافظة على الحياة مقابل التغيير.

8. **العلم: كعملية للبحث والاستقصاء.**

9. التاريخ الفكري للمفاهيم البيولوجية.

ويتبيّن مما سبق، أنّ **الأفكار السبعة الأولى والمفاهيم الأساسية** فيها ترتبط بالعلوم البيولوجية، بينما **الفكرتان الثامنة والتاسعة** ترتبطان وتتعلقان بالطريقة (العلم، والتاريخ).

هذا، واحتوت المقررات والبرامج البيولوجية على مواد تعليمية أخرى تمثلت بكتاب الطالب، ودليل المختبر، وقراءات إضافية، واختبارات، ومجموعات مخبرية (11 مجموعة) متنوعة ومتداخلة حول موضوع معيّن في الأحياء. ومن أشهر المواد المساندة في هذه البرامج والمناهج ما سمّي **الدعوات الاستقصائية Invitations to Inquiry**. وقد انعكست هذه المقرّرات / البرامج على مناهج الأحياء عالمياً، وتم تبنيها (أو تعديلها) في مناهج العلوم البيولوجية في دول عديدة؛ إذ تبيّن بحثياً أنها أكثر فاعلية من نظيراتها التقليدية في المدارس الثانوية.

**4. مشروعات أخرى:**

**أ. مشروع مفاهيم منهاج الهندسة (ECCP):**

**Engineering Concepts Curriculum Project**

تم إعداد هذا المشروع عام 1965، وكان موجهاً لطلبة الصفين: الحادي عشر والثاني عشر. وتركز مفاهيم المنهاج على المنطق، والكمبيوتر، والنماذج والطاقة. وتم نشرها في كتاب تحت عنوان: **العالم من صنع الإنسان The Man - Made World**.

**ب. نظام تعليم العلوم المفرّد (ISIS):**
**Individualized Science Instruction System**

أعدّ مشروع هذا النظام عام 1972، وكان موجهاً لطلبة الصفوف الأربعة: التاسع، والعاشر، والحادي عشر، والثاني عشر. وقد تضمن المنهاج ما يزيد على ثلاثين مساقاً صغيرة Minicourses في الفيزيا التطبيقية، والكيمياء، والأحياء، والصحة، وعلوم الأرض - الفضاء.

## ثانياً: مناهج العلوم للمدارس المتوسطة: Junior High (Middle) Schools

### 1. مقدمة في العلوم الطبيعية (IPS): Introductory Physical Sciences

أعد هذا المنهاج عام 1965، وتم تطويره للمدارس المتوسطة (الإعدادية) وللصفين: الثامن والتاسع بشكل خاص. وتضمن المنهاج مفهومين كبيرين من (الفيزياء والكيمياء) هما: المادة والطاقة. وبشكل خاص، احتوى موضوعات من مثل: الكتلة، وخصائص المادة، والذوبان، وفصل المواد، والعناصر والمركبات، والنشاط الإشعاعي، والذرة، والحرارة. كما رافق المنهاج دليل العمل المخبري للطالب، والأدوات والأجهزة التي تمكن الطالب من القيام بإجراء التجارب والأنشطة المخبرية بسلاسة.

### 2. مشروع منهاج علوم الأرض (ESCP): Earth Science Curriculum Project

أعدّ مشروع هذا المنهاج مبدئياً عام 1962، وكان موجهاً لطلبة الصفين: الثامن والتاسع. ويُستدل من محتواه أنّه اتبع **منحى تداخل الفروع**؛ إذ إنّه اشتمل على الجيولوجيا، والفلك، والطقس، والمحيطات. وتضمن بالإضافة إلى ذلك، دليلاً للعمل المخبري، والدراسات الميدانية (الحقلية)، ودليلاً للمعلم، والأجهزة المخبرية، والخرائط، وكتيبات للقراءة والمساندة. ومن المواد المساندة المهمة كتاب الطالب الذي عُرف بـ: **استقصاء الأرض Investigating the Earth**، وذلك توجيهاً للتركيز على العلم (كاستقصاء) في التفكير والبحث والوصول إلى المعرفة.

وقد استمرت برامج مشروعات علوم الأرض حتى نهاية الستينيات عام 1969، حيث ظهر إلى حيّز الوجود مشروعان آخران تعلقا (بالدراسات البيئية) و(إعداد

معلمي علوم الأرض) للتعامل مع المشكلات البيئية، نظراً لضعف (مشكلة) إعداد المعلمين لتعليم مشروع منهاج علوم الأرض من جهة، وبداية **حركة التربية البيئية Environmental Education (EE)** من جهة أخرى.

**3. دراسة منهاج العلوم المتوسطة (ISCS):**

**Intermediate Science Curriculum Study**

ظهر هذا المنهاج عام 1965، ويسمّى أيضاً **منهاج العلوم المتكاملة Integrated Science**. وقد كان موجهاً نحو الصفوف الثلاثة: السابع، والثامن، والتاسع. وتم بناء هذا المنهاج على افتراض أساسي يتضمن أن للعلوم بالمدارس المتوسطة (الإعدادية / الأساسية) وظيفة تعليمية عامة. ولهذا أعدّت منه **ثلاثة مستويات حسب الصفوف الدراسية المستهدفة**، وهي:

- **الصف السابع**، وتم التركيز فيه على الطاقة: صورها وخصائصها.
- **الصف الثامن**، وتم التركيز فيه على المادة: تركيبها وبناء النماذج.
- **الصف التاسع**، وتم التركيز فيه على المفاهيم البيولوجية، واستخدام العمل المخبري لمدة ستة أسابيع تأسيساً لخطة العمل وتطبيقاً فردياً للمنهاج.

**4. مشروعات أخرى:**

أعدّت مشاريع ومناهج علوم أخرى قصيرة المدى بهدف إعادة صياغة دراسة مناهج العلوم المتوسطة، ومن بينها ما يأتي:

- **مشروع منهاج العلوم التفاعلي (ISCP)**

**Interaction Science Curriculum Project**

- **أفكار واستقصاءات في العلوم (IIS)**

**Ideas and Investigations in Science**

- **الأنماط والعمليات في العلوم (PPS)**

**Patterns and Processes in Science**

## ثالثاً: مناهج العلوم للمدارس الابتدائية:

## Elementary Schools Science Curriculum

### 1. دراسة تحسين منهاج العلوم (SCIS):

### Science Curriculum Improvement Study

أعد هذا المنهاج عام 1961، وكان موجهاً للتلاميذ من صفوف الروضة وحتى الصف السادس الابتدائي (k-6). وقد ركز المنهاج بشكل أساسي على مفاهيم العلوم الطبيعية والأحيائية. ويهدف البرنامج إلى تطوير الثقافة العلمية (SL) التي تتضمن فهم المفاهيم العلمية الأساسية، وتطوير ملكة التفكير، ومهارات المختبر التي يتصف بها العالم. ويتطلب هذا المنهاج استخدام **الاكتشاف الموجه** Guided discovery من خلال دروس تعتمد (**دورة التعلم**) **Learning Cycle** المكونة من مراحل ثلاث، هي: **الاستكشاف Exploration**، **والإبداع Invention**، **والتطبيق Application**، وهي بدايات دورة التعلم التي تم تطويرها وتقديمها فيما بعد.

### 2. العلم: منحى العمليات (S-APA): Science: A Process Approach

ظهر هذا المنهاج عام 1963، وكان موجهاً للتلاميذ من صفوف الروضة وحتى الثامن (k-8). وهو برنامج فريد ومختلف من حيث إنّه يتمحور ويركز على عمليات العلم الأساسية (الملاحظة، والقياس، والتنبؤ، والتصنيف، والاستنتاج، والقياس...الخ)، وعمليات العلم المتكاملة/ التكاملية التجريبيّة (ضبط المتغيرات، والتفسير، والفرضيات، والتجريب). وتقدم فيه (المفاهيم العلمية) لخدمة العمليات العلمية فحسب. وقد انعكس هذا المنهاج على مناهج العلوم عالمياً وتبنته (أو عدلته) بعض دول العالم.

### 3. دراسة العلوم الابتدائية: Elementary Science Study (ESS)

أعدّ هذا المنهاج وظهر عام 1963 بالتزامن مع منهاج العلم - منحى العمليات. وقد كان موجهاً للتلاميذ من صفوف الروضة وحتى الثامن (k-8). وتضمن المنهاج وحدات تعليمية كاملة متكاملة ضمت مدى واسعاً من مفاهيم العلوم الأرضية، والفيزيائية، والأحيائية. وتألف (المنهاج) من (56) وحدة تشجع **الاستقصاء الموجه**، بحيث لم يصبح المعلم مقدماً للمعرفة أو نشرها.

في ضوء ما تقدم، يشير تفحص **مشروعات وبرامج مناهج العلوم في المدارس الثانوية في العصر الذهبي لتعليم العلوم**، أن ثمة **عناصر عامة مشتركة** فيها يمكن استنتاجها على النحو الآتي:

1. ثمة **تركيز أقل على التطبيقات الاجتماعية، والشخصية، والتكنولوجية** مقارنة بما كان سائداً في المناهج والمقرّرات التقليدية.
2. **توكيد أكبر على المفاهيم والأفكار المجرّدة** (أي بنية المادة العلمية) أكثر من العلوم التطبيقية (**العلوم البحتة مقابل العلوم التطبيقية**).
3. **العمق** في معالجة الموضوعات المختارة بعكس المدخل الموسوعي الذي يعني معرفة كل شيء.
4. بناء المناهج / المقررات حول موضوع أو **عدد قليل نسبياً من الموضوعات** العلمية الرئيسية.
5. ثمة دور مهم ومركزي **للعمل المخبري** وإعطاء الفرصة للطالب لممارسة العلم.
6. التركيز على استخدام **أساليب الاستقصاء العلمي Inquiry-Oriented والاكتشاف Discovery** التي يستخدمها العلماء.
7. استخدام الأساليب الكمية (الرقمية).
8. تضمين مفاهيم ومبادئ جديدة في موضوعات المناهج.
9. **رفع كفاءة معلمي العلوم** في المواد / المباحث والموضوعات العلمية والمهارات التدريبية (تأهيلاً وتدريباً) وتزويدهم بالخلفية العلمية والتربوية - النفسية اللازمة.
10. **أدوات ووسائل ومواد تعليمية متكاملة** (رزم تعليمية، موديولات، أجهزة وأدوات مخبرية، وسائل سمعية وبصرية، اختبارات، ومواد للقراءة الإضافية...) لدعم المناهج والمقررات وتدريسها.
11. **توكيد أقل على الوعي المهني** كهدف رئيسي من أهداف تدريس العلوم وغاياته.
12. التوجه مبدئياً نحو **إعداد الطلبة لدخول الكليات / الجامعات**.
13. تشابه نسبي إلى حد بعيد في التركيز والبنية بين مناهج المدارس الثانوية والمتوسطة بوجه عام.

بالإضافة إلى ما ذكر، فثمة توجهات **Trends** أساسية حدثت في هذه المرحلة (**العصر الذهبي للتربية العلمية**)، حيث حدث تحول وابتعاد جذري مثير عن منحى تعليم العلوم التقليدي الذي يركز على الحقائق العلمية وحفظ المعلومات بشكل خاص، ومن هذه **التوجهات العامة** ما يأتي:

1. من **كون كتاب العلوم Textbook السلطة والمصدر الأساسي للمعلومات** العلمية، إلى **المعلومات (البيانات) المخبرية Lab Data** كمصدر أولي أساسي للمعرفة Knowledge.
2. من التكنولوجيا اليومية المقدمة كعلوم as a science، إلى التركيز على العلوم البحتة Pure Sciences.
3. من موضوعات متعددة درست في العلوم بطريقة مقتضبة مختصرة Briefly، إلى **دراسة علوم معمقة ولموضوعات أقل**.
4. من **استخدام الأنشطة المخبرية للتحقق Verification** من مفاهيم ومعلومات تم تعلمها من الكتب، إلى **الأنشطة المخبرية** المتضمنة جمع المعلومات التي منها يتم اشتقاق تعلم المفاهيم العلمية.
5. من **التفكير الاستنتاجي Deductive Thinking** الذي تم التركيز عليه للوصول إلى (الإجابات) الصحيحة، إلى **التفكير الاستقرائي Inductive Thinking** الذي تم التركيز عليه للوصول إلى إجابات مقبولة ومؤقتة Tentative.
6. من **التعلم الصمّ (الحفظ) بالاستقبال** (بالتلقين والمحاضرة)، إلى التعلم **بالاكتشاف Discovery والاستقصاء Inquiry**.

## المرحلة الرابعة: الجدل حول المناهج والكتب، والعودة إلى الأساسيات (1977-1983):

## Textbook Controversies and Back - to - the - Basics (1977-1983)

تتسم هذه المرحلة مبدئياً **برد الفعل على الثورة العلمية** التي حدثت في مناهج العلوم (1957-1977). فمشاريع مناهج العلوم وبرامجها التي استحدثت نتيجة حركة إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم الأولى / العصر الذهبي لتعليم العلوم، تم تعديلها وتطويرها في السبعينيات بسبب **مؤثرات وعوامل وضغوطات اجتماعية** من مثل: **النمو السكاني، والتلوث، وأزمة الطاقة (حرب 1973)، والمشكلات الاقتصادية،**

**ونقص الموارد**. بيد أن ذلك لم يمنع من تعرضها لانتقادات وهجوم في أواخر السبعينيات. وثمة فكرتان أو حركتان ظهرتا على السطح في أثناء تلك الفترة أثرتا على تعليم العلوم، وهما: **الأولى**: عرفت باسم **العودة إلى "الأساسيات" - Back - to - Basics**، **والثانية**: تعلقت بالتساؤلات حول **مناهج / كتب العلوم Textbooks** من قبل الأفراد المواطنين، ومراقبي الكتب، والمجموعات الدينية. ولم تكن حركة العودة إلى الأساسيّات ردّ فعل لموجة مشاريع المناهج المطورة فحسب، بل كانت مناهضة (أو عدائية) نحو الحركة التقدميّة في المناهج التعليمية والتي ظهرت على السطح في أواخر الستينيات والسبعينيات **كحركة التعليم الإنسانية** التي تستند إلى الأسس النظرية في علم النفس الإنساني. فالحركة المحافظة اعتبرت المدارس التقدمية بمثابة أماكن أو مسارح (معادية) للثقافة أو ربما (الجريمة) تديرها مؤسسات تحرريّة. وليس أدل على ذلك من المناقشات والجدل الذي تم على مقرر الإنسان: **مساق للدراسة Man - A course of Study (MACOS)** في منابر الكونجرس الأمريكي؛ حيث أعدّ مساقاً كريهاً، وبغيضاً أدبياً ولا ينسجم مع المجتمع وثقافته على حدّ تعبير منتقدية.

ومهما يكن الأمر، فقد مولت **المؤسسة الوطنية للعلوم (NSF)** ثلاث دراسات كبيرة للردّ على التهم المتضمنة أنّ تعليم العلوم والرياضيات لم يتحسن نتيجة لمشاريع مناهج العلوم، ولتقييم أثر جهود تطوير المناهج في عقدي الستينيات والسبعينيات. **وهذه الدراسات الثلاث**، هي:

- مراجعة بحوث تعليم العلوم في الفترة ما بين 1954 و 1974.
- دراسة ديمغرافية لتقييم العوامل المهمة للتربويين العلميين المؤثرة في تعليم العلوم من مثل: الملتحقين / المسجلين في العلوم، والمعلمين، والمواد التعليمية...الخ.
- دراسة (حالات) من تعليم العلوم.

وبسبب حجم البيانات المتجمعة والكم الهائل من المعلومات، موّلت NSF دراسة رابعة سميت **مشروع التوليف (دمج المشاريع) Project Synthesis** في أواخر السبعينيات، وذلك **لتقييم واقع تدريس العلوم** من جهة، **ووضع مقترحات وإرشادات وتوجيهات لمستقبل التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها** من جهة أخرى. وقد اقترح المشروع **أربعة تجمعات هدفية كغايات لتضمينها في برامج العلوم المدرسية**، وهي:

- **العلم لتلبية الحاجات الشخصية.**
- **العلم لحلّ القضايا المجتمعية الراهنة.**
- **العلم للمساعدة في اختيار المهنة.**
- **العلم للمساعدة على الدراسة المستقبلية.**

أمّا الموجة الأخرى للجدل والخلاف التي حدثت في أثناء هذه الفترة، فقد كانت **قضية تعليم التطور Evolution** في المدارس العامة، والمفاهيم والأفكار الأخرى التي قد تؤثر في الاعتقادات والمعتقدات الدينية والقيم والأخلاق كما في تعليم ثقافة (الجنس)، والتكاثر في الإنسان، وتحديد النسل، والإجهاض، باعتبارها دروساً في مقررات الأحياء ومناهجه. وقد **بلغ السيل الزبى** عندما وصلت نظرية التطور لداروين Darwin إلى المحاكم في ولايات عدّة (محافظة / ليبراليّة) من الولايات المتحدة الأمريكية. وفي هذا تم تدقيق ومراجعة الكتب الدراسية وبخاصة الأحياء، وعلوم الأرض، والأدب، والدراسات الاجتماعية.

وفي نهاية السبعينيات، تم التوكيد في التعليم على **التركيز على (الأساسيات)**، وانتشرت الأدبيات بشعارات **العودة إلى الأساسيات Back - to - Basics**؛ فالمدارس وطلبتها بحاجة إلى تعليم الأساسيات وتعلمها، وبالتالي تضاءلت مكانة العلوم في المناهج وضعف بريقها عمّا كانت عليه في الستينيات. وبهذا أصبح الاهتمام المطلوب هو **التركيز على تعليم المهارات الأساسية (3Rs)، القراءة Reading، والكتابة Writing، والحساب Arithmetic**. وأضيف إليها **مهارة الاستلال Reasoning فأصبحت (4Rs)**. ولكن، هل تكفي هذه المهارات الأربع (أو الراءات) لعقد الثمانينيات؟ ولتحقيق ذلك، اقترحت **مهارات ثلاث أخرى عُرفت بـ (3Cs)**، وهي: **الاتصال والتواصل Communication، والكمبيوتر Computer، والحوسبة Computation**.

## المرحلة الخامسة: الأمة في خطر (1983 - الثمانينيات):

## A Nation at Risk (The 1980s)

لقد كان عام 1983 إلى حدّ ما مشابهاً في بعض النواحي لعام **القمر الصناعي السوفيتي Sputnik عام (1957)**. ففي عام 1957 كان الاهتمام الملاحظ من ناحية قصور الأمة (الأمريكية) في إعداد وتهيئة (**علماء ومهندسين**) لمواجهة تحدّي عصر

الفضاء. وفي عام 1983 كان الاهتمام الملاحظ من ناحية قدرة أمريكا على منافسة العالم في (**الاقتصاد**).

وفي تقرير (**الأمة في خطر**)، شكّل وزير التربية عام 1981 لجنة مؤلفة من ثمانية عشر (18) عضواً **لدراسة نظام التعليم في الولايات المتحدة، وتقديم مقترحات لإصلاحه بهدف تحقيق مستوى رفيع من التفوق والتميز لهذا التعليم.** وقد صدر التقرير الختامي للجنة في نيسان (1983) حيث لقي صدى واسعاً من الاهتمام من وسائل الإعلام كتقرير قومي عن **واقع التعليم في الولايات المتحدة.**

إنّ جوهر التقرير يتمثل في أنّ هدف **التفوق والتميز** في التعليم لم يعد مُحققاً؛ إذ إن ثمة توجهاً متزايداً وملحوظاً نحو التحصيل الأقل جودة، وقبول مستويات متدنية من أداء الطلاب، وبالتالي فإنّ هذا الواقع يهدّد الأمة الأمريكية بفقد مكانتها وتفوقها علمياً وصناعياً، وضياع أسواقها اقتصادياً؛ مما يعني ضعف ثقافتها وقيمها وبنائها الاجتماعي. وفي هذا تكفي الإشارة إلى أنّ التقرير ذكر ما معناه: **لو أنّ قوة معادية فرضت تعليماً متوسط الجودة، كالذي يتواجد اليوم، لاعتبر ذلك بمثابة مدعاة لإعلان الحرب! ولكن في الواقع، سمحنا بحدوث ذلك بأنفسنا؛ بل إننا في فترة هدرنا المكاسب التي حصلنا عليها في رفع مستوى التحصيل التعليمي لطلابنا خلال التحدّي الذي واجهناه في فترة إطلاق القمر الصناعي (سبوتنك). كما أننا فككنا أنظمة الدعم الضرورية لمساعدتنا في تحقيق هذه المكاسب. ونتيجة لذلك؛ فقد كنا نقوم بعملية مجرّدة من التفكير أحادية التوجه، وتعمل على تجريد التعلم من أسلحته ودعائمه!! إذا كان هذا الواقع التعليمي في** بلد صناعي تكنولوجي متطور، **فكيف يمكن أن يكون (التعليم) في النظم التربوية في الدول الأخرى وبخاصة النامية منها؟! وبهذا (قطعت جهيزة قول كل خطيب)!!**

هذا، ويواصل التقرير قوله: إنّ اليابان وبعض الدول الصناعية الأخرى، قد تولت أمر قيادة العلوم، والتكنولوجيا، والتجارة، والصناعة، والابتكار بدلاً من الولايات المتحدة؛ وهذا على الأرجح ناشئ عن استمرار المستوى المتوسط الجودة في المدارس.

ولما كان التقرير (خطراً) وصريحاً وذا أهمية كبيرة عالمياً وإقليمياً ومحلياً، فإنه أرتؤي أن نذكر بعض تفاصيله لتعرّف بعض التوجهات العالمية ومشكلات التعليم، وكيفية معالجتها وحلّها؛ وبالتالي إتاحة الفرصة لنا للنظر إلى الواقع التربوي

التعليمي بعين ثاقبة حادّة لتقييمه وتحسين نوعيته لمواكبة التطورات السياسية والاجتماعية والاقتصادية العالمية المتسارعة على قدم وساق.

وفي ضوء **مراجعة التقرير الختامي وفحصه**، يعرض التقرير بعض (**المخاطر**) **Risks** المتمثلة بالآتي:

1. التقرير **يخاطب الشعب الأمريكي**؛ وبالتالي فالمشكلة ليست مجرد قضايا تهم المدارس فحسب، بل هي قضية (أمة)؛ أمة ليس لديها من أداة **لتحقيق (التفوق والسبق والامتياز) إلاّ (التربية)و (التعليم)**.
2. **التاريخ لا يرحم الكسالى**، والمنافسة امتدت عالمياً من (**التجارة**) إلى (**الأفكار**) **التي تقود المختبرات، والمصانع، والبحوث**.
3. الخامات الجديدة **للتجارة الدولية**، هي: **المعرفة Knowledge** (المعرفة هي السلطة الأولى، وقوة)، **والتعلم Learning**، **والمعلومات Information**، **والذكاء Intelligence**.
4. القوة المعنوية للأمة **تتمثل في روحها وفكرها التي تربط نسيج حياتهم الاجتماعية**، وليس مجرد الصناعة والتجارة وحدها.
5. **التربية والتعليم Education** وحدها **طريق التفاهم المشترك حول القضايا** المتداخلة بين أبناء الوطن الواحد.

وفي هذا الصدد، ذكر التقرير عدداً من **مؤشرات الخطر Indications of the Risk التي توضح أبعاد الخطر الذي تواجهه الأمة، ومنها الآتي:**

1. **الطلاب الأمريكيون لم يحصلوا على المرتبة الأولى ولا المرتبة الثانية في** تسعة عشر اختباراً للمواد التعليمية، وقد كان ترتيبهم في المرتبة (الأخيرة) في سبع مرات أجريت فيها الاختبارات مقارنة مع نظرائهم في الدول الصناعية.
2. هناك (23) مليون أمريكي من البالغين **يعتبرون (أميين) من الناحية الوظيفية**، كما أن حوالي (13%) من الأمريكيين الذين بلغوا السابعة عشرة يمكن اعتبارهم (أميين) أيضاً، وأن الأميّة الوظيفية بين الأقليات Minorities تبلغ (الزُبى) حوالي (40%).
3. **متوسط تحصيل طلاب المدارس الثانوية** في أغلب الاختبارات الموضوعية المقنّنة أقل مما كان عليه منذ (26) سنة عندما أطلق القمر الصناعي (سبوتنك) عام 1957.

4. أكثر من نصف **الطلاب الموهوبين Gifted Students** لا يحققون مستوى تحصيلياً في المدارس يتفق مع ما أظهرته الاختبارات حول قدراتهم.

5. أظهرت الاختبارات التحصيلية لمجلس الكليات **انحداراً وتراجعاً مستمراً** في السنوات الأخيرة في **العلوم والرياضيات.**

6. انحدرت بشكل ملحوظ أعداد ونسب الطلاب الذين يحصلون على مستوى عالٍ من التحصيل في اختبار الالتحاق بالكليات (SAT).

7. كثيرٍ ممّن هم في سن السابعة عشرة لا يمتلكون **المهارات الفكرية العالية High Order Intellectual Skills** المتوقعة منهم؛ إذ إن حوالي (40%) منهم لا يستطيعون (الاستنتاج) من مادة مكتوبة، وأن حوالي (20%) فقط يستطيع كتابة موضوع بشكل مقنع يدافع عنه، وأن حوالي (33%) منهم يستطيع حلّ مسألة رياضية تتطلب عدداً من الخطوات الإجرائية.

8. أظهرت الاختبارات الوطنية لقياس **مستوى التحصيل في مواد العلوم** أن هناك انحداراً مستمراً في العلامات التي حصل عليها من هم في سن السابعة عشرة في الأعوام 1969 و 1973 و 1977.

9. زادت **المقررات العلاجية Remedial Courses** للطلبة الضعاف في مواد الرياضيات في الكليات الجامعية ذوات الأربع سنوات حوالي (72%)، وقد شكّلت تلك الاختبارات حالياً (25%) مقررات الرياضيات جميعها التي تدرس في تلك المؤسسات الجامعية؛ كما تبيّن أن متوسط التحصيل الدراسي لخريجي الكليات منخفض أيضاً.

10. **شكا قادة رجال الأعمال**، والعسكريون أن عليهم أن ينفقوا ملايين الدولارات على **برامج تعليمية علاجية** لتلافي القصور في المهارات الأساسية (القراءة، والكتابة، والتهجئة، والحساب).

11. ثمة **ادعاءات للتفوق والتميز والسبق**، ولكن هناك تدنياً واضحاً في المدارس والجامعات؛ فهناك نوع من التوتر والقلق بين الآمال والمخاوف والمثبطات.

12. **المعلم مُحاصر من الجميع؛ مما يتطلب دعم معلمي العلوم والرياضيات للوصول إلى مستوى التفوق والتميز المنشود؛ فالتفوق في التعلم يتطلب تنمية القدرات والمواهب، وإعادة بناء النظام التعليمي بجدية واضحة،**

ومجتمعاً دائم التعلم، والعلم للجميع (لكل الأمريكيين). وفي هذا لعلّ **الدعم الذي يقدمه (المجتمع) للتربية هو من أقوى الأدوات المتاحة لإصلاح التعليم وتطويره وتحسين نوعيته.**

أما **النتائج Findings التي توصل إليها التقرير** فقد تمثلت في قصور أربع نواحٍ في العملية التربوية، هي:

**محتوى التعليم Content، وتوقعات أداء الطلبة Expectation، والوقت Time المتاح للتعليم، والتدريس Teaching**. وبالنسبة إلى (المحتوى) Content، فقد عرّف بمواد التعليم؛ أي (المقرّرات) التي تدرس؛ وقد قامت اللجنة بتحليل محتويات نماذج من المقرّرات المستخدمة في المدارس الثانوية التي درسها الطلبة في الأعوام (1964-1969)، ومقارنتها بالمقررات التي درست في الأعوام (1967-1981). وقد توصلت اللجنة إلى نتيجة مهمة جداً ملخصها أنّ **المناهج أصبحت على (نظام الكافتيريا)**!؛ فقد عدّلت ونسقت وحذف منها إلى حدّ لم يعد لها هدف رئيسي. وهكذا كانت **توقعات الأداء للطلبة Expectation**، إذ **انخفضت الواجبات البيتية** لطلبة المدارس الثانوية العليا بحوالي (67%)؛ وبالتالي لا يستغرق إنجازه أكثر من ساعة. ومن المفارقة أن تقديرات المعلمين للطلبة قد ارتفعت في الوقت الذي انخفض فيه أداء الطالب المتوسط الأداء.

كما بيّن التحليل (التقرير) أنّ مقررات الرياضيات، والأحياء، والكيمياء، والفيزياء، والجغرافيا (الإجبارية) التي تبدأ من الصف السادس، والتي تدرس في عدد من الدول الصناعية، تستغرق من الوقت (ساعات التدريس المباشر) ثلاثة أضعاف الوقت الذي يتلقاه الطالب؛ ممّا أثر كل ذلك على متطلبات التخرج في المدرسة الثانوية العامة.

وبالنسبة إلى **الوقت Time المتاح للدراسة**، فقد أظهرت بعض نتائج الدراسة أن الطلبة الأمريكيين يقضون وقتاً أقل من غيرهم في الدراسة، وأن الوقت الذي ينفق في الصفوف الدراسية وفي أداء الواجبات البيتية غالباً ما يُنفق دون فاعلية. هذا بالإضافة إلى أن المدارس لا تقوم بما يكفي في مساعدة الطلبة على تنمية المهارات الدراسية للاستثمار الجيد للوقت المتاح أو لحفزهم على إنفاق وقت أكبر في العمل المدرسي. وفي هذا **أوصى (التقرير) بأن يبقى الطلاب في المدرسة مدة أطول** كل يوم

(من 6-7) ساعات يومياً، **وإطالة السنة المدرسية** لتصبح على الأقل (200) يوم في السنة بدلاً من (180) يوماً في ذلك الوقت، ويفضل أن تصل إلى (240) يوماً أو بين (200-220 يوماً) بوجه عام.

أما بالنسبة إلى **التدريس Teaching**، فقد كشف التقرير أنه لا ينجذب نحو مهنة التعليم العدد الكافي من الطلبة المقتدرين علمياً، وأن الحياة المهنية للمعلم غير مقبولة بوجه عام، وثمة نقص حاد خطر في معلمي مواد دراسية أساسية وبخاصة في **العلوم والرياضيات، ونوعية المعلمين** بوجه عام.

بناء على النتائج السابقة وغيرها مما ورد في التقرير، أوصت اللجنة الجهات المسؤولة على مستوى الولايات المتحدة **برفع متطلبات التخرج في المرحلة الثانوية** والحصول على شهاداتها، بحيث يشترط كحد أدنى للطلبة الراغبين في الحصول على الشهادة الثانوية أن يتمكنوا من **الأساسيات الخمس الجديدة خلال السنوات الأربع للدراسة بالمرحلة الثانوية، وهي:**

- أربع سنوات دراسة اللغة الإنجليزية.
- ثلاث سنوات دراسة الرياضيات.
- ثلاث سنوات دراسة العلوم.
- ثلاث سنوات دراسة الدراسات الاجتماعية.
- دراسة فصل دراسي في علوم الكمبيوتر.

وفيما يتعلق **بتدريس العلوم**، فقد **أوصى التقرير بمنهاج دراسي** يزوّد تدريس العلوم خريجي المدرسة الثانوية بمقدمة عمّا يأتي:

- **المفاهيم، والقوانين، وعمليات العلم الطبيعية والبيولوجية.**
- **طرق الاستقصاء العلمي والبحث والاستدلال العلمي.**
- **تطبيق المعرفة العلمية في الحياة اليومية.**
- **التطبيقات الاجتماعية والبيئية للتطور العلمي التكنولوجي.**

هذا، وأوصت اللجنة بأن تتبنى المدارس والكليات والجامعات مستويات أعلى وأكثر صرامة، وقابلة للقياس ذات توقعات أكبر لأداء الطلاب؛ وكذلك رفع شروط القبول فيها وتحسينها؛ إذ إن ذلك يؤدي بالطلاب إلى بذل قصارى جهدهم في التعلم، وبخاصة عند توافر البيئة التعليمية - التعلمية المناسبة.

كما أوصت اللجنة **بتحسين أوضاع المعلمين** من حيث برامج إعدادهم وتأهيلهم وتدريبهم؛ **وجعل التعليم مهنة** أكثر احتراماً ومكافأة كما في الرواتب، والعقود، والبيئة المدرسية، والحوافز المادية والمهنية، والمشاركة في تصميم البرامج، واختيار الكتب المرجعية...الخ. وهذا كله يتطلب (نوعية) خاصة ومستوى رفيعاً يتطلب توافره في (المعلمين) الذين سينخرطون في التعليم من حيث **الرغبة، والاستعداد، والقابلية، والقدرة والكفاءة** في مجال تعليمي معيّن. وفوق هذا وذاك، فإنّ إصلاح المناهج والتعليم يتطلب توفير (قيادات) **تربوية وعلميّة** متخصصة، وإرادة حقيقيّة (حتميّة) **للإصلاح، ومصادر للتمويل، وقيادات واعية بالمشكلة أو المشكلات التربوية بالبحث والتقييم لتحديد اتجاه بوصلة الإصلاح، ومعالجة الخلل فيه، وردم الهوّة أو الفجوة بين الواقع والمأمول.** وإذا كانت (المطالبُ) و(الإصلاحات) كباراً، تعبت في مرادها (العقول) الأجسامُ!

هذا، وضمن إطار هذه المرحلة الخامسة، **وتقرير الأمة في خطر وحتمية الإصلاح**، صدر تقرير آخر أكثر صلة بخصوص تعليم العلوم ومناهجها هو: **تعليم الأمريكيين للقرن الحادي والعشرين Educating Americans for the 21st Century** الذي أصدره **المجلس الوطني للعلوم National Science Board (NSB)**. لقد كان التقرير واضحاً بخصوص الهدف الرئيسي لتحسين العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا. وقد تضمن هذا الهدف تحسين ودعم أنظمة المدارس الابتدائية والثانوية في أنحاء الولايات المتحدة، بحيث يتم تزويد الشباب بمستوى جيد من التعليم في العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا قبل عام 1995. كما يتم قياسه وتقييمه بواسطة علامات تحصيلية ومستويات المشاركة؛ وبذا لا يكون قد تحقق أعلى مستوى وجودة في أي مكان في العالم فحسب، ولكنه يعكس أيضاً الحاجات الأساسية والمميزة للأمة الأمريكية.

وكوجهة نظر أخرى، اتهم بعض النقاد بأن التقرير (**وطني - حماسي**) أكثر مما ينبغي، وحافل بذكريات تاريخ الحرب الباردة، وسباق التسلح النووي، وغزو الفضاء. كما استخدم التقرير أيضاً لغة (**حركة العودة إلى الأساسيات**) مبيناً أنّ التعلم والتعليم يجب أن يعود إلى الأساسيات، إلاّ أن أساسيات القرن الحادي والعشرين هي ليست فقط القراءة، والكتابة، والحساب، ولكنها تتضمن الاتصال، ومهارات حل

المشكلات المعقدة، ومعرفة العلوم والتكنولوجيا. كما تم انتقاد التقرير لفشله في مخاطبة **التطبيقات الاجتماعية للعلوم، وأهمية الثقافة العلمية (SL)** في التعليم العام. واتهم آخرون المجلس الوطني للعلوم (NSB) بأنه تجاهل مواطن الضعف والخلل في محتوى مشاريع المناهج الدراسية في عقدي الستينيات والسبعينيات، وبدلاً من ذلك، أوصوا أن تكون **الموسسة الوطنية للعلوم (NSF)** القائد في تطوير المنهاج الدراسي وذلك بتعزيز المنهاج الجديد وتطويره.

ومهما تكن هذه الانتقادات أو التحفظات، فقد كان للتقرير أثر إيجابي، واستخدمه عدد من الجماعات كأساس منطقي لوضع منهاج جديد من جهة، والبحث عن تمويل من جهة ثانية. هذا، واقترح التقرير (**تعليم الأمريكيين للقرن الحادي والعشرين**) بأن العلوم من رياض الأطفال حتى الصف الثاني عشر ( k–12) يجب أن تُجدد، وأن تعليم العلوم والتكنولوجيا في المستويين: الأساسي والثانوي يجب أن ينتج عنه **النتاجات والمخرجات Outcomes** الآتية:

1. **القدرة على تشكيل أسئلة** عن الطبيعة، وإيجاد أجوبة اعتماداً على الملاحظة، وتفسير الظواهر الطبيعية.
2. تنمية قدرة الطلبة على **حل المشكلة، والتفكير الناقد Critical Thinking** في الحقول التعليمية جميعها.
3. **تنمية المواهب الأساسية للتفكير الإبداعي.**
4. الوعي لطبيعة التنوع الواسع للعلوم والتكنولوجيا المتعلقة بالمهن المتاحة للطلاب ذوي القدرات والاهتمامات المختلفة.
5. **المعرفة الأكاديمية الأساسية** ضرورية للدراسات المستقبلية من قبل الطلاب الذين يسعون للتخصص بالعلوم واتخاذ (العلوم) مهنة لهم.
6. نحتاج **المعرفة العلمية والتكنولوجية**، لتنفيذ المسؤوليات المدنية، وتحسين صحة الطلاب وحياتهم الشخصية، والمقدرة على التغلب على المشكلات والمصاعب الناتجة عن اتساع العالم التكنولوجي بشكل متزايد.
7. التمكن من وسائل **الحكم والتقييم** على قيمة المقالات التي تقدم نتائج علمية.

وأوصى التقرير أيضاً **بخطة منهجية من الروضة وحتى الصف الثاني عشر (k–12) على النحو الآتي:**

1. الصفوف من الروضة وحتى الصف السادس ( k–6): يجب أن يكون التركيز على الظواهر الطبيعية، مع إحداث توازن بين الظواهر الأحيائية والفيزيائية.

كما يجب أن يُدمج المنهاج مع باقي المواد ويتكامل معها وتنفيذه بالأنشطة العلمية التي تتطلب **تشغيل اليدين Hands - On**.

2. الصفان السابع والثامن (7-8): إن التركيز في المرحلة الوسطى يجب أن يكون على المفاهيم البيولوجية، والكيميائية، والفيزيائية المتعلقة **بالحاجات الشخصية Personal Needs** للمراهقين. كما يجب أن يركز المنهاج أيضاً على تطوير مهارات التحليل النوعي، والتجارب، ومراجع العلوم، والمصادر المجتمعية واستخدامها في عملية التدريس.
3. الصفوف التاسع وحتى الثاني عشر (9 - 12): يجب أن تقدم مادة الأحياء في **محتوى وسياق بيئي - اجتماعي**، وأن تتضمن الموضوعات الرئيسة كالصحة، والتغذية، والبيئة وإدارتها، وتكيف الإنسان مع البيئة، وينبغي أن يوجه **استقصائياً Inquiry - Oriented**. كما يجب أن يتم اختيار المشكلات في محيط اجتماعي - حيوي تتضمن قيماً واتجاهات واعتبارات أخلاقية أخرى. وبالنسبة إلى مادة الكيمياء فيجب أن تركز على صلات الإنسان والمجتمع بالكيمياء، وأن تتضمن مواضيع من الكيمياء الوصفية والنظرية. أما مقررات الفيزياء فيجب تصميمها لأعداد متنوعة ومختلفة من الطلاب، وأن تُبنى بالاعتماد على خبرات الطالب السابقة في الفيزياء بحيث يكون التركيز في الصفوف من التاسع إلى الحادي عشر (9 - 11) على **التطبيقات في العلوم والتكنولوجيا**، مع توفير المدارس مقررات مهنية تحضيرية ترتكز على التدريب في الصفين: الحادي عشر والثاني عشر (11 - 2) حيث يتم من خلالها إعطاء تدريبات متعددة في كل سنة.

وبسبب هذه التقارير والمقالات الأخرى الهادفة إلى **التعديل والتغيير والإصلاح**، تم البدء بتطبيق برامج ومناهج مدرسية على **المستوى المحلي Local**، **والولاية State**، **والوطني National**. وقد تلقت **المؤسسة الوطنية للعلوم (NSF)** مخصصات مالية من الهيئة التشريعية (الكونجرس) لتطوير مواد المناهج الدراسية مرة أخرى. فقد قامت هذه المؤسسة خلال الثمانينيات والتسعينيات بتمويل عدد من مشاريع تطوير المناهج وبخاصة في المستويات الابتدائية والمتوسطة. وقد تضمن عدد من المشاريع المموّلة جهوداً مشتركة من القطاعين العام والخاص. وفي معظم هذه المشاريع، تم انضمام ناشر أو مؤسسة تجارية مع فرق جامعية أو مراكز لتعليم العلوم (من مثل **BSCS**) وذلك لتطوير مناهج العلوم الدراسية. وبهذا يكون تعليم العلوم

في الثمانينيات قد مهّد الطريق وأعطى الفرصة لإعادة النظر، وتقديم التوصيات لتعليم العلوم نحو العام (2000). فمشروع **التوليف ودمج المشاريع Project Synthesis**، يمثل المنهج الأكثر شمولية لتحليل عملية تعليم العلوم وأهداف مناهج العلوم. وفي عام 1982 بدأت **الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA)** البحث عن التميز والتفوق في برامج تعليم العلوم ومناهجها. وبدأ هذا البرنامج بوساطة رئيس اللجنة (وقتئذ) روبرت ياجر R.Yager لتحديد البرامج النموذجية في تعليم العلوم، والمعايير المستخدمة في تحديد البرامج النموذجية كانت رغبة الولايات المحدّد بوساطة المجموعات الفرعية لدمج المشاريع (العلوم الابتدائية، والأحياء، والعلوم الطبيعية، والعلوم / التكنولوجيا / المجتمع والاستقصاء). وفي هذا تم استخدام **التجمعات الهدفية الأربعة: الحاجات الشخصية، والحاجات المجتمعية، واختيار المهنة، والدراسة المستقبلية**، ومن ثم اعتمادها لمخططات مفاهيمية تنظيمية لتحديد الغايات المرغوبة المتناقضة (**بين الواقع والمأمول**) لكل من علوم الأحياء، والعلوم الطبيعية، والاستقصاء، والعلم والتكنولوجيا والمجتمع، وذلك على النحو الآتي:

1. **الأحياء**، كان أساس هذا المجال هو دراسة الإنسان كجزء من الطبيعة، من خلال تحقيق **الأهداف** الآتية:
   - فهم الإنسان ككائن مميّز (ومختلف) عن بقية الكائنات الحية.
   - تقدير حاجة الإنسان لكي يبقى على اتصال مع طبيعتة الخاصة، ومع الطبيعة ككل.
   - تعلّم كيف نعيش بانسجام وتوافق مع الطبيعة، وتقليل التنافر (البُعد) بين البيئات الاجتماعية والطبيعية. ومن المفاهيم التي تم التوكيد عليها ضمن هذا المجال، هي: البيئة، والتشريح، والصحة وبخاصة تلك المتعلقة بالمخدرات والكحول والتبغ والأمراض.

2. **العلوم الطبيعية وعلوم الأرض**، لقد وجد أن المحتوى المقدم للطلبة ضيق، ويؤكد بشكل قليل على **القضايا الشخصية والاجتماعية**، وبشكل كبير يركز على الإعداد الأكاديمي للمتعلم؛ وبالتالي أوصى المشروع بأن يعمل المحتوى على تزويد الطلبة بالخبرات التي تلبي حاجاتهم الشخصية ولها علاقة بالقضايا الاجتماعية، ومعرفة المهن، والتوكيد على المشكلات المتعلقة بالعلوم الطبيعية.

**3. الاستقصاء Inquiry**، وجد أن استخدام هذه الاستراتيجية لا يزال قليلاً أو نادراً (أقل مما هو مطلوب)؛ فقد أشار عدد من المعلمين إلى أن هناك صعوبة في إدارة هذه الطريقة، وقلة توافر المواد والأدوات، في حين وجد عدد قليل من المعلمين يستخدمون هذه الطريقة في صفوفهم الدراسية. وعليه؛ أكد فريق المشروع على ثلاثة موضوعات تتعلق بالاستقصاء، هي: **مهارات عمليات العلم، وطبيعة الاستقصاء العلمي، وعمليات الاستقصاء الأساسية.**

**4. العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)**، وقد تضمن هذا المجال ثمانية موضوعات رئيسية تتعلق بالطاقة، والسكان، والهندسة الوراثية البشرية، ونوعية البيئة، واستخدام المصادر الطبيعية، والدفاع القومي والفضاء، وسوسيولوجية العلم، وآثار التطور التكنولوجي.

### المرحلة السادسة: العلم للجميع (2000 وما بعد):
### Science For All - The Year 2000 and Beyond

على الرغم من الجهود الحثيثة في مجال تطوير مناهج العلوم وتدريسها إلاّ أنها كما يبدو، لم تنجح كما ينبغي في جعل العلوم مادة قريبة وممتعة للطلبة. فقد برزت حركة جديدة في مناهج العلوم عنوانها الرئيسي: **العلم لجميع الطلبة Science For All Students** التي بدورها انبثق منها الدعوة إلى **الثقافة العلمية** حيث تقترب من المنحى الذي يهتم **بتداخل فروع المعرفة العلمية Interdisciplinary**. وقد كان من أهداف هذه الحركة الاهتمام بالقضايا الاجتماعية وربطها مع العلم والتكنولوجيا، وجعل الطلبة أكثر وعياً بدور العلوم في الحياة اليومية، وإيجاد طلبة مزودين بالمعرفة والثقافة العلمية، وتقديم العلوم للطلبة جميعهم.

وبتفحص عنوان هذه الحركة (**العلم/العلوم للجميع**)، يتبيّن ضمناً أنّ العلوم لم تكن لجميع الطلبة، بل كانت نسبياً لفئة من الطلبة الذين يُعدون أنفسهم للالتحاق بالكليات والجامعات ومن ذوي القدرات العالية وذلك في ضوء أهداف تعليم مساقات العلوم التي يتم تعليمها في المدارس الثانوية؛ أي إعداد الطلبة وتحضيرهم لمساقات العلوم الجامعية؛ فالطلبة الذين يدرسون هذه المساقات يدخلون الجامعة وهم يمتلكون معرفة مسبقة عن مواضيع هذه المواد، وبالتالي يتوقع أن يكون أداؤهم أفضل من الطلبة الذين لم يدرسوا هذه المساقات في المدرسة الثانوية؛ حيث إنّ

هناك تشابهاً كبيراً بين مساقات العلوم (الأحياء، والكيمياء، والفيزياء) التي تدرس في المدارس، ونظيرتها التي تدرس في الكليات والجامعات، ولكنها تتخذ منحى أبسط من الناحية النوعية والنظرية. ومن هنا يعتبر معلمو العلوم والطلبة مساقات العلوم المدرسية وكأنها **إعداد للطلبة لمساقات العلوم في الجامعة**. وفي هذا اعتقد أن الطلبة ذوي القدرات المرتفعة هم فقط الذين يستطيعون اجتيازها؛ أمّا الباقون من الطلبة فإنّهم يعتبرون علوم المدرسة (مسك الختام) آخر المطاف.

وفي بداية الثمانينيات قامت **الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA)** بدراسة برامج العلوم المقدمة للطلبة مثل دخولهم الكليات / الجامعات، وتوصلت إلى توصيات واستنتاجات يمكن اعتبارها بمثابة أهداف جديدة تضمن بعضها في دمج المشاريع والتركيز على أربع مجموعات هدفية تركز على الحاجات الشخصية، والقضايا المجتمعية، والإعداد الأكاديمي، والوعي والتوجه نحو المهنة المستقبلية. كما ظهرت إصلاحات عديدة في مناهج العلوم من أبرزها **المشروع (2061) - العلوم لجميع الأمريكيين (العلم للجميع)، والمجال والتتابع والتنسيق، والمعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** حيث تم بحثها ومناقشتها في فصول الكتاب القادمة.

هذا، وبالانتقال إلى القرن الحادي والعشرين (الألفية الثالثة)، تأثرت أهداف العلوم وغاياتها ليس فقط بالموضوعات والبرامج والحركات الإصلاحية السابقة، بل بعوامل أخرى أثرت بدورها على تعليم العلوم، آخذين بعين الاعتبار أنّ الولايات المتحدة ليس لديها **منهاج دراسي وطني مركزي**؛ بمعنى أن أي تغيير يتم في تطوير المناهج الدراسية يمكن أن يحدث في **الولايات States، وفي المناطق التعليمية Districts، والمدارس المحلية Local** بصورة اجتهادية فردية يتلاءم مع أوضاعها وأهدافها التعليمية. فعلى سبيل المثال، بعض المناطق التعليمية تعمل على أخذ مواقف بارزة في إدخال **البرامج المتعدّدة الثقافات Multicultural Education Program** في مدارسها حيث يكون فيها التعليم المتعدد الثقافات جزءاً من المنهاج الدراسي الكلي وليس ببساطة تقديم وحدة تعليمية هنا وهناك؛ وذلك كون الولايات المتحدة متعددة الأصول والمنابت والثقافات المختلفة. وفي هذا تشكلت جمعية تعليم العلوم المتعدّدة الثقافات عام 1989 لتتعامل مع **القضايا المتعلقة بالتعليم المتعدد الثقافات وأهدافها** حيث كان من أبرزها الآتي:

- البحث في القضايا، والبدء **ببرامج تتعلق بتعليم العلوم لطلاب من خلفيات ثقافية مختلفة**، وإثارة الدافعية لديهم لاعتبار العلوم مهنياً.

- إيقاظ وتنمية اهتمام الطلاب غير البيض والإناث في العلوم.
- إنشاء برامج تساعد وتؤهل معلمي العلوم للنجاح في الصفوف المتعددة الثقافات.
- البحث في التغيرات والترتيبات المطلوبة للقيام بها في منهاج العلوم ليوافق احتياجات الطلاب جميعهم.
- تعريف، وتوظيف، وإشراك المعلمين الحاليين للأقليات لأن يصبحوا قوىً مهمة في تعليم العلوم والتربية العلمية ومناهج تدريسها.

وفي السياق، تم دعم **مشكلات البيئة** وقضايا العديد من مشاريع المؤسسة (NSF) في نهاية الثمانينيات والتسعينيات لتطوير برامج العلوم في بيئات متعددة الثقافات. فبرامج تعليم العلوم تهتم بعدد من القضايا البيئية العلمية المجتمعية كتلوث الهواء، وارتفاع درجة حرارة الأرض عالمياً، وانحسار طبقة الأوزون، وإزالة الأحراج...الخ. كما أعدّ منحى **العلم - التكنولوجيا - المجتمع (STS) الجسر الذي يستخدمه المعلمون لربط الأفكار العلمية مع منفعتهم في المجتمع**، لتكون مادة العلوم إنسانية اجتماعية، ولجعل محتواها قريباً متعلقاً بالطلاب في المدارس الابتدائية والثانوية. كما أنه يعطي معنىً كمبدأ تنظيمي وموحد لفكر مناهج العلوم وتعليمها في ضوء التاريخ الحديث وحركات الإصلاح وتطوير مناهج العلوم وتدريسها. فحركة إصلاح مناهج العلوم (الأولى) في الخمسينيات والستينيات اعتمدت مركزية النظام الذي وجد أنه غير فعّال مع معظم الطلبة، بينما **حركة ومنحى (STS)** يجعلنا نتساءل: **ما علاقة العلوم في عالم الطالب؟** وكيف يستطيع العلم أن يساهم في توفير بيئة وحياة صحيّة؟ وما العلاقة بين الإنسان والبيئة؟ وكيف يمكن للعلم أن يكون في خدمة الإنسان؟ وما انعكاساته الاجتماعية؟ إن منحى (STS) لديه ميزة طبيعية تجبرنا على المواكبة وعلى ربط العلم بعالم الطلاب اليوم وبأحلام الغد وتوقعاتهم. هذا بالإضافة إلى البنية التي يتيحها لدمج بعض القوى الأخرى الرئيسة التي لها تأثير على تعليم اليوم والأمس والغد، كالبرامج المتعددة الثقافات، والتفكير التداخلي عبر الموضوعات، والأفكار (الكبرى) المفاهيمية، وقضايا البيئة (الإنسانية) العالمية. ولعلّ هذا كله وغيره، يحرّك بوصلة البحث

باتجاه تقصّي بعض التحولات والتوجهات Trends الإصلاحية العالمية المعاصرة في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

## توجهات مناهج العلوم Trends in Science Curriculum

على الرغم أنه قد لا يوجد اتفاق عالمي حاسم على غايات التربية العلمية، إلاّ أنّ ثمة إجماعاً عاماً لدى مربي العلوم ومختصي التربية العلمية ومناهج العلوم يظهر في منشورات وأدبيّات البحث Research Literature الحالي والمناقشات يتمركز حول **توجهات مناهج العلوم وتدريسها في ثلاثة مجالات رئيسية مهمة، هي:**

1. **الثقافة العلمية Scientific Literacy.**
2. **نظرية التعلم - البنائية Learning Theory - Constructivism.**
3. **تصميم منهاج العلوم وتنفيذه Science Curriculum Design and Implementation.** وفي هذا السياق تقدم هذه المجالات الثلاثة توجهات ورؤى وذخيرة قيمة في تطوير وبناء الأساس والأسس في مناهج العلوم وتوجهاتها العالمية المعاصرة الحديثة وذلك في ضوء **حركات إصلاح التربية العلمية** ومناهج العلوم وتدريسها عالمياً.

### الثقافة العلميّة: Scientific Literacy

تشير أدبيات الدراسات المسحية العالمية إلى أنّ الثقافة العلمية لدى الطلبة عموماً متدنية بوجه عام. ففي الدراسة المسحية العالمية عام 1989 أظهرت الدراسة أن ثمة **ضعفاً ملحوظاً في مستوى الثقافة العلمية** لدى الطلبة الأمريكيين والكنديين، وأسوأ مستوىً لدى طلبة الدول النامية. كما بينت الدراسة أن الطلبة بعامة ليس لديهم فهم جيّد للمبادئ الأساسية للعلم، والرياضيات، والتكنولوجيا. كما أنهم لا يحصلون على تعزيز وتنمية **القيم الايجابية للوعي العلمي Scientific awareness والمهارات Skills**. ومثل هذه الدراسة وغيرها من نتائج دراسات عدّة وأخرى في دول متقدمة صناعية تقترح ضرورة تغيير أهداف وغايات التربية العلمية ومناهج العلوم وتوجهاتها.

وعليه؛ يتفق المختصون بالتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها أنه لم يعد مناسباً تركيز تعليم العلوم فقط على الصفوة أو النخبة ومهندسي المستقبل، بل إضافة إلى ذلك فإنّ التربية العلمية يجب أن تركز على **الثقافة العلمية وتنميتها**

لدى جميع الطلبة **All students** بما فيهم المجموعات والأقليات الأقل حظاً والنساء بغض النظر عن الجنس، والعرق، والثقافة. ومن هنا تركز حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها - **المشروع (2061) - العلم للجميع، ومعالم الثقافة العلمية، والمعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** على غاية كبرى للتربية العلمية تتمثل في **تحقيق وتنمية الثقافة العلمية والرياضية والتكنولوجية** لدى جميع الطلبة. وفي هذا السياق، ثمة سؤال يطرح نفسه هو: كيف يبدو (أو يظهر) **هذا العلم الجديد new science؟** إنّ **مشروع تجميع المشاريع (مشروع التوليف) Project Synthesis** الذي طورته الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA) والجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS) أوصى **بأربع غايات للتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**، وهي:

**1. العلم لمواجهة الحاجات الشخصية Science for meeting personal needs**

فالتربية العلمية وبرامج مناهج العلوم وتدريسها يجب أن تعد الأفراد لكي تستخدم العلم لتحسين حياتهم الخاصة من جهة، وللتعامل (والعيش) مع عالم تكنولوجي متقدم يتطور ويتحسن (ويتعقد) باستمرار من جهة أخرى.

**2. العلم لحلّ القضايا المجتمعية الحالية**

**Science for resolving current societal issues**

التربية العلمية ومناهج العلوم وبرامجها يجب أن تعد وتنتج الفرد (المواطن) المطلع علمياً وتكنولوجيا للتعامل بمسؤولية مع جميع القضايا والمشكلات ذات العلاقة **بقضايا المجتمع ومشكلاته Science - related societal issues** واتخاذ القرارات المناسبة.

**3. العلم للمساعدة في اختيار المهنة**

**Science for assisting with career choices**

وفي هذا فإن على التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها أن تعمل على زيادة الوعي لدى الطلبة في **طبيعة وتنوع المهن والوظائف** المرتبطة بالعلم والتكنولوجيا المفتوحة أمام الطلبة من ذوي القدرات والاهتمامات والميول المختلفة.

### 4. العلم من أجل استكمال الدراسة المستقبلية

### Science for preparing for further study

على التربية العلمية وبرامج تعليم العلوم ومناهجها أن تزود الطلبة بخلفية (أرضية) قوية في العلوم وذلك كنقطة انطلاق أساسية لمتابعة دراساتهم العليا في الكليات الجامعية والجامعات.

**إنّ هذه الغايات Goals تزودنا بقاعدة وتوجهات مهمة لتصميم مناهج العلوم وبرامجها وتنفيذها وتقويمها** وذلك من منظور مبدئي أساسي وغاية كبرى تتمثل بتنمية الثقافة العلمية وتحقيقها لدى جميع الطلبة في ضوء الثورة المعرفية والمعلوماتية والكمبيوترية.

هذا، وعلى الرغم من صعوبة تعريف (أو تحديد) **الشخص (أو الفرد) المثقف علمياً A Scientifically Literate Person**، إلاّ أنّ بعض أدبيات البحث Research تقدم (مبدئياً) **وصفاً Description** يمكن أن يخدمنا ويوضح الصورة لنا **للشخص المثقف علمياً، ولعلّ من بينها ما يأتي:**

1. **يفهم طبيعة العلم (NOS) والمسعى العلمي (SI).**
2. **لديه معرفة أساسية** بالمفاهيم، والمبادئ، والقوانين، والنظريات العلمية، وقادر على تطبيقها بوسائل وطرائق وأساليب مختلفة.
3. يستخدم **عمليات العلم Science Processes** في حل المشكلات واتخاذ القرارات.
4. يدرك العلاقة المتداخلة بين **العلم والتكنولوجيا وتفاعلهما مع المجتمع (STS).**
5. يمتلك **مهارات مرتبطة بالعلم Science - related skills** تمكنه من تأدية عمله (أو وظيفته) بفاعلية، وفي الأنشطة الأخرى في أثناء فراغه، وتأدية أدوار أخرى ذات علاقة بالمجتمع.
6. يطور **ميولاً Interests** تقود إلى حياة غنية ورضى النفس، تتضمن التعلم وتعلم (العلم) طوال الحياة.

أمّا هيرد (Hurd, 1998) **كبير الباحثين التربويين العلميين** في الولايات المتحدة الأمريكية في **جامعة Stanford** الشهيرة، فيقول: إنّ **الثقافة العلمية** تتضمن التفكير الناقد، والقدرات المعرفية وفوق المعرفية، وعادات العقل Habits of Mind لبناء الفهم في الفروع المعرفية، والأفكار والمفاهيم الموحدة لها، وإيصال

وتواصل هذا الفهم وتقاسمه والمشاركة فيه وتمكين الآخرين لاتخاذ قرارات مبنيّة على المعلومات. وفي هذا، **يلخص هيرد Hurd الصفات الأساسية للشخص المثقف علمياً (إجرائياً) بالشخص الذي:**

**أولاً: يميّز:**

- الخبير expert من الشخص غير المطلع uninformed.
- النظرية theory من الدوغما (العقيدة) dogma.
- البيانات data من الخرافة myth والفلكلور folklore.
- **العلم** science من **اللاعلم (العلم الكاذب)** pseudo - science.
- الدليل evidence من الدعاية propaganda.
- الحقائق facts من الأساطير fictions.
- المعنى sense من اللامعنى nonsense.
- المعرفة knowledge من الرأي opnion.

**ثانياً: يدرك طبيعة العلم Nature of Science (NOS) من حيث:**

- تراكمي cumulative، ومؤقت tentative، والنزعة الشكيّة skeptitism.
- حدود ومحدّدات الاستقصاء العلمي (SI)، والتفسيرات السببيّة causal explanations.
- الحاجة إلى **الأدلة** الكافية والمعرفة لدعم (أو رفض) الادعاءات claims.
- أثر المجتمع في العلم والتكنولوجيا (STS) وتفاعلاتها.

**ثالثاً: يعرف:**

- كيفية تحليل البيانات ومعالجتها.
- بعض المشكلات ذات العلاقة بالعلم في **السياق الشخصي Personal contexts**، **والسياق الاجتماعي Social context** لها أكثر من إجابة واحدة مقبولة.
- **المشكلات الشخصية والاجتماعية** ذات الأبعاد المتعددة **المتداخلة الفروع Multidisciplinary** لها أبعاد سياسية، وقانونية، وأخلاقية.

ومثل هذه الصفات الأساسية (الإجرائية) ضرورية ولازمة لجميع الطلبة (والناس) في حوارات ومناقشات **القضايا issues** المختلفة المتقاطعة أو المتشابكة من جهة، **ولاتخاذ (موقف) أو مواقف (مسؤولة) في المناقشات والمناظرات Debates**

المتعلقة **بالعلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS) والبيئة (STSE)** من جهة أخرى، وذلك باعتبار الثقافة العلمية غاية كبرى لأهداف التربية العلمية ومناهج العلوم وبرامجها وتدريسها. وفي هذا توصي حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها المدارس بالتركيز على ما هو ضروري وأساسي لتكوين الثقافة العلمية وتنميتها، وتدريسها بفاعلية بدلاً من التركيز على تعليم كمية أكبر من **المحتوى العلمي وتغطية (قطع) أو إنهاء المادة / المنهاج coverage** في ضوء **فلسفة أو مبدأ (القليل كثير أو أحسن) Less is more** التي تتبنى مبدئياً الفكرة المتضمنة أنّ إتقان القليل (بعمق) أفضل أو أحسن من معرفة الكثير سطحياً.

## نظرية التعلم: البنائية Learning Theory: Constructivism

بيّن البحث Research أنّ من جهود الإصلاح التي أخذت تأخذ مكانها في حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها هو **التحوّل باتجاه التعليم البنائي Constructivist Teaching**. وفي هذا فإن بحث الجانب النظري وفهم الأسس النظرية للبنائية ومبادئها مهم وضروري للقادة التربويين والمعلمين ومصمّمي المناهج والتربويين ومتخذي القرارات والسياسيات التربوية ومربي العلوم على السواء.

وفي هذا السياق، يهدف الإصلاح التربوي المنظم في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها إلى تغيير المحتوى والاستراتيجيات التدريسية والممارسات التعليمية والتعلمية. ولعل الممارسات التعليمية البنائية في صفوف العلوم ودروسها يقصد منها طرح وتحقيق تحديات جديدة في استراتيجيات التدريس وتحسين نوعية تعلم الطلبة. وفي هذا تقود **البنائية Constructivism** إلى مُعتقدات جديدة حول **التميز والتفوق Excellence والإبداع Creativity** في التعليم والتعلم، **والتجديد Innovation** في أدوار المعلمين والطلبة في عملية التعليم والتعلم. والتربويون العلميون بوجه عام، يقبلون النظرية البنائية والتعليم والتعلم البنائي وتوجهاتها الفكرية وبالتالي التحوّل باتجاه **التعليم البنائي Constructivist Teaching والتعلم البنائي Constructivist Learning في تعليم العلوم وتعلمها. فما هي البنائية؟ وما هي مبادؤها وافتراضاتها وتضميناتها التربوية في مناهج العلوم وتدريسها؟**

يبيّن البحث Research أن **التعلم** عملية معقدة، ويتم بناؤه (فردياً) من قبل الفرد (الطالب) المتعلم. وقد قدّم البحث المعرفي Cognitive Research نتائج جيدة حول التعلم والتعليم. وفي هذا فإنه يتوقع من المعلمين أن لا يكونوا معلمين فحسب، بل يعتبروا أنفسهم طلاباً (متعلمين) Students of Learning؛ فهم بحاجة لأن يستمر تعلمهم طوال الحياة وبخاصة في الجوانب المعرفية لتعلم العلوم وتعليمها. ولهذا فإن فهم **كيف يتعلم الأطفال How children learn** أساسي لمساعدتنا ومعلمي العلوم على تعليم العلوم وتعلمها.

وفي هذا السياق، شهد البحث التربوي النفسي تحولاً جوهرياً في رؤيته لعملية التعليم بعامة وعملية التعلم بشكل خاص؛ وقد تمثل ذلك التحول من التركيز على **العوامل الخارجية** التي تؤثر في المتعلم (الطالب) إلى التركيز على **العوامل الداخلية** التي تؤثر في المتعلم ذاته وبخاصة ما يجري **داخل عقل المتعلم** (الطالب) بما في ذلك دماغه ومدركاته، وخبراته السابقة، ودافعيته، وأنماط تعلمه، وكيفية تنظيمه لبنيته المعرفية التي يواجه بها مواقف التعلم الجديدة وبخاصة ما يرتبط باكتساب **(بناء) المعرفة العلمية، وفهمها، واستخدامها، والانعكاس عليها**. وفي هذا يتطلب التركيز على عمليات التعلم المعرفية باعتبارها أساساً للتعلم (والفهم) ذي المعنى Meaningful learning وذلك استناداً إلى التحوّل والتركيز في تدريس العلوم من أجل **(الفهم)** في ضوء التعليم والتعلم البنائي.

وفي ضوء ذلك، تتضمن البنائية (مبدئياً) أنّ **المعرفة knowledge تُبنى constructed من الخبرة experience، والتعلم learning** تفسير شخصي personal interpretation للعالم، وهو عملية نشطة active process لعمل المعنى making - meaning المبني على الخبرة، ويجب أن يحدث في موقف حقيقي realistic setting، والاختبار Testing يجب أن يندمج ويتكامل مع المهمة Task في أنشطة التعلم غير المنفصلة. وهذا كله يتطلب ابتداع مناهج علوم وأساليب ونماذج تدريسية تتواءم مع عمليات التعلم لدى الأطفال والأفراد المتعلمين لتنشيط المعرفة، واكتسابها، وفهمها، واستخدامها في **المنظور الشخصي - الاجتماعي**، وتوظيفها (تطبيقها) في مواقف التعلم والتعليم الجديدة.

ويؤكد **التعليم البنائي على التفكير، والفهم، والاستدلال، وتطبيق المعرفة**، بينما لا يهمل المهارات الأساسية. إنه يعتمد على الفكرة التي ترى أن الطالب (المتعلم) يبني

معرفته نفسه بنفسه، مثله في ذلك مثل **النبات الذي يبني غذاءه بنفسه** من خلال عملية التركيب الضوئي بدلاً من إعادة إنتاج **reproduce** معرفة بعض الآخرين. وفي هذا، **لم يعد المعلم في الصف البنائي ناقلاً Transmitter** للمعرفة بل **مُيسّراً facilitator أو مسانداً scaffolder لعملية التعلم Learning Process**. ولهذا فإن على المعلم البنائي الميسّر أو المساند للتعلم عليه أن يضع في ذهنه أنّ بناء المعرفة **knowledge construction** تختلف لدى الطلبة المتعلمين باختلاف المعرفة السابقة prior knowledge والاهتمام interest ودرجة المشاركة. كما يدرك المعلم البنائي الماهر أن الطلبة يمكن أن يكون لديهم معرفة سابقة غير مكتملة Incomplete أو ساذجة أو بديلة أو خاطئة، إلاّ أنها جميعها توجه التصورات والمدركات وتساهم في بداية (الفهم) وتكوينه، وذلك انسجاماً ووفقاً **لاسترشاد البنائية والتعليم البنائي وممارساته التعلمية - التعليمية البنائية** بعناصر خمسة، هي:

1. **تنشيط المعرفة السابقة Activating Prior knowledge**
2. **اكتساب المعرفة Acquiring knowledge**
3. **فهم المعرفة Understanding knowledge**
4. **استخدام المعرفة Using knowledge**
5. **الانعكاس (والتأمل) في المعرفة Reflecting on knowledge**

وفي هذا كله، تنظر البنائية إلى التعلم كتنيجة لبناء عقلي Mental Construction؛ فالطلبة يتعلمون من خلال تنظيم ومواءمة المعلومات الجديدة مع المعلومات (الموجودة) أو السابقة التي يعرفونها. وفي هذا فإنّ الطلبة (والناس) بوجه عام، يتعلمون أفضل عندما **يبنون بنشاط (تعلمهم) وفهمهم**. كما أنّ التعلم في التفكير البنائي يتأثر **بالسياق context والمعتقدات beliefs والاتجاهات attitudes** للطالب (المتعلم). فالطلبة يشجعون لاختراع أو إبداع invent حلولهم من جهة، وفحص أفكارهم من جهة أخرى؛ إذ إنهم يعطون الفرصة للبناء على المعرفة المسبقة prior knowledge لهم. وباختصار، فإنّ البنائية والتعليم البنائي تعني وتتضمن (إجرائياً) في ضوء أدبيّات البحث Research (زيتون، 2007) **الأفكار المبدئية والتوجهات الآتية:**

- **التركيز على التعلم Learning لا التعليم Teaching.**

- تشجع وتقبل استقلالية الطالب (المتعلم) Autonomy وذاتيته ومبادراته initiatives.
- تنظر إلى الطلبة (المتعلمين) ككائنات حيّة لها إرادة **will** وغرض **purpose** وغاية **Goal**.
- تنظر إلى (التعلم) باعتباره عملية Process.
- تشجع الاستقصاء **inquiry** والتحرّي **investigation** لدى الطالب المتعلم.
- تعترف بالدور الحاسم للخبرة experience في التعلم.
- تغذي المتعلمين (الطلبة) بالفضول (الاستطلاع) الطبيعي Natural Curiosity.
- تأخذ النموذج العقلي mental model للمتعلم (الطالب) بعين الاعتبار.
- تؤكد الأداء **Performance** والفهم **Understanding** عند تقييم التعلم.
- ترتكز أساساً على مبادئ النظرية المعرفية Cognitive theory.
- تستخدم مصطلحات معرفية من مثل: يتنبأ، ويبتدع، ويحلّل...الخ.
- تعتبر (كيف) **How** يتعلم الطالب (المتعلم).
- تشجع الطلبة على المشاركة والانشغال (الانخراط) Engagement في الحوار والمناقشة مع زملائهم أو أقرانهم الآخرين.
- تدعم التعلم التعاوني Cooperative Learning.
- تشرك المتعلمين (الطلبة) في مواقف وأوضاع حقيقية واقعية.
- تؤكد السياق **Context** الذي يحدث فيه التعلم.
- تأخذ بعين الاعتبار مُعتقدات **beliefs** واتجاهات **attitudes** المتعلم.
- تزود الطلبة المتعلمين بالفرص لبناء **to construct** معرفة جديدة وفهم من خلال الخبرات الواقعية الحقيقية.
- تؤكد انهماك الطالب (المتعلم) والمعلم (كموجه، وميسّر، ومساند، ومنمذج) في المفاهيم وطرق الاستقصاء العلمي والتعلم من خلال العمل **Learning by doing** والتفسير.
- تؤكد التفكير، والفهم، والاستدلال، وتطبيق المعرفة، بينما لا تهمل المهارات الأساسية.

- تؤكد أنشطة تعلم العلوم الموجهة استقصائياً وحل المشكلة.

ولكي يتحقق ما سبق، فإن ثمة **خمسة عناصر متداخلة ومتفاعلة** ينبغي توافرها وتحقيقها في تطبيق البنائية والتعليم والتعلم البنائي؛ وتتمثل هذه العناصر المتفاعلة المتداخلة بـ: المعلم البنائي، والطالب (المتعلم) البنائي، وبيئة الصف البنائية، والمناخ المدرسي البنائي، والمنهاج البنائي. وفي هذا تم قبول البنائية والتعليم البنائي وإطراؤها في الأدبيات والبحث على نطاق واسع وانتشارها انتشار النار في الهشيم، والموافقة عليها في تعليم العلوم والرياضيات من قبل الأكاديميين والمربين والممارسين في بداية ثمانينيات القرن العشرين؛ فتوكيداتها وأفكارها السابقة ومعاييرها وأساليب ونماذج التدريس المنسجمة مع أفكارها أو المنبثقة من فكرها وتفكيرها تنسجم مع **توجهات حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها وتوجهاتها**.

وفي خضم هذا السياق، وتأسيساً على ما تقدم، **ترتكز البنائية** على عدد من **المبادئ الأساسيّة** حدّدها البحث Research كما يأتي:

1. **معرفة المتعلم السابقة prior knowledge** هي محور الارتكاز في **عملية التعلم Learning Process**، وذلك كون الفرد (المتعلم) يبني معرفته في ضوء خبراته السابقة.
2. **المتعلم يبني Construct معنى لما يتعلمه بنفسه بناء ذاتياً**، حيث يتشكل المعنى داخل بنيته المعرفية من خلال تفاعل حواسه مع العالم الخارجي، أو البيئة الخارجية من خلال تزويده بمعلومات وخبرات تمكنه من ربط المعلومات الجديدة بما لديه وبشكل يتفق مع المعنى العلمي الصحيح.
3. لا يحدث تعلم ما لم يحدث تغيير في بنية الفرد (المتعلم) المعرفية، حيث يتم **إعادة تنظيم الأفكار والخبرات** الموجودة بها عند دخول معلومات جديدة.
4. **التعلم Learning** يحدث على أفضل وجه عندما **يواجه الفرد (المتعلم) مشكلة أو موقفاً أو مهمة Task حقيقية واقعية**.
5. لا يبني المتعلم معرفته بمعزل عن الآخرين، بل يبنيها من خلال **التفاوض الاجتماعي Social Negotiation** معهم.

وفي ضوء هذه المبادئ، واعتماداً عليها وامتداداً لها، فإنّ أدبيات البنائية تؤكد **مبادئ البنائية** بتوافر ما يأتي:

- لابد أن يتناسب (التعلم) مع **حاجات الأفراد** المتعلمين واهتماماتهم.
- يجب أن تكون أهداف التعليم وغاياته **متطابقة** مع أهداف الأفراد المتعلمين.
- يجب أن يتطابق المجال المعرفي والمهام في بيئة التعلم مع المجال المعرفي والمهام في البيئة التي يجهزها الأفراد المتعلمون.
- أن **يتقلص دور المعلم Teacher role** مقارنة بأدوار الطلبة المتعلمين.
- يجب أن يتم تبادل الأفكار بين المتعلمين (الطلبة) مع أقرانهم أو زملائهم في المجموعة وذلك من خلال التفاوض والمفاوضة الاجتماعية.
- تفريد عملية التغذية الراجعة.

أمّا **افتراضات النظرية البنائية في التعلم المعرفي** فقد وثقها البحث Research كما يأتي:

**أولاً: التعلم عملية بنائية نشطة ومستمرة، وغرضية التوجه**، ويتضمن هذا الافتراض المفاهيم الآتية:

- **التعلم عملية بنائية Constructive Process.**
- **التعلم عملية نشطة Active Process.**
- **التعلم عملية غرضية التوجه Goal - oriented.**

**ثانياً:** تتهيأ للتعلم أفضل الظروف عندما يواجه المتعلم **بمشكلة أو مهمة حقيقية** واقعية.

**ثالثاً:** تتضمن **عملية التعلم إعادة بناء الفرد (المتعلم) لمعرفته** من خلال عملية تفاوض اجتماعي مع الآخرين.

**رابعاً: المعرفة السابقة Prior knowledge** شرط أساسي **لبناء تعلم ذي معنى Meaningful Learning.**

**خامساً:** الهدف الجوهري من عملية التعلم هو **إحداث تكيفات Adaptation** تتواءم مع **الضغوطات المعرفية Cognitive Constraints** الممارسة على خبرة الفرد (الطالب) المتعلم.

**وكتطبيق تربوي في مناهج العلوم وتدريسها**، فإن ذلك يعني ضرورة الاهتمام بالنظرية البنائية في المعرفة، واكتساب (اكتشاف) المعرفة وتشكيلها، وإعداد المعلم

البنائي في برامج إعداد المعلمين وتطويرهم المهني، والتركيز على دور المتعلم (الطالب) البنائي، وتهيئة البيئة البنائية، وتوظيف استراتيجيات وطرائق ونماذج وأنشطة تعلم بنائية في مناهج العلوم وبرامجها وكتبها، واستحداث أدوات وتقنيات تقويمية جديدة تتواءم مع أفكار البنائية، وطرح المادة العلمية (المحتوى العلمي) في تصميم مناهج العلوم وكتبها بلغة تستجر (الطالب) على التفكير واكتساب المعرفة وبنائها، وفهمها، واستخدامها، والتأمل فيها. وهذا كله يتطلب اهتماماً متزايداً في تصميم مناهج العلوم وتنفيذها وذلك من **منظور التعليم والتعلم البنائي والتحولات والتوجهات Trends** الآتية:

1. من معرفة موجودة **خارج المتعلم**، إلى معرفة موجودة **داخل المتعلم** نفسه.
2. من محورية المعلم، إلى **محورية (الطالب) المتعلم Student - centered**.
3. من كون **المتعلم سلبياً Passive** في تلقي المعلومات العلمية، إلى **المتعلم (الطالب) الإيجابي، والنشط، والاجتماعي، والمبدع**.
4. من الأنشطة الفردية، إلى أنشطة التعلم التعاوني والتفاوض الاجتماعي.
5. من البحث عن الإجابة الصحيحة (أو الجواب الصحيح وانتهاء النشاط أو العمل العلمي)، إلى أنه لا توجد إجابة صحيحة أو خاطئة، وبالتالي امتداد أنشطة التعلم والعمل العلمي وتمددها وتوليدها باستمرار.
6. من التعلم **التنافسي**، إلى **التعلم التعاوني** وتقبل آراء كل طالب (متعلم) وتقديرها ومناقشتها.
7. من **تذكر المعرفة**، إلى **تفسير المعرفة** (المفاهيم) **وتحريكها علمياً وعقلياً**.
8. من الاعتماد على الكتاب المدرسي أو المراجع المعتمدة في التدريس حصرياً، إلى **الطالب (المتعلم) الذي يبني معارفه ومفاهيمه** من مصادر تعليمية مختلفة ومتعددة.
9. من الاختبارات والامتحانات التي تقوم على الورقة والقلم، إلى استخدام بدائل مختلفة تجديدية في تقييم (الطالب) **كالتقويم البديل (الأصيل) الحقيقي**.
10. من بيئة صفية تقليدية اعتيادية، إلى **بيئة صفية بنائية**.
11. من **النظرية السلوكية Behavior Theory** إلى **النظرية البنائية Constructivism Theory**، والتركيز على عقل المتعلم (الطالب) وخبراته

السابقة وما يحدث فيه بما في ذلك دماغه ومدركاته، ومعرفته السابقة، ودافعيته، وفضوله الطبيعي، وأنماط تعلمه وتفضيلاته المعرفية.

هذا، ويترتب على هذه التوجهات Trends وغيرها، **تحولات وتغييرات جذرية في الأهداف ومناهج العلوم وتصميمها وتنفيذها** وأدوار كل من المعلم، والطالب، وبيئة التعلم، وتقييم التعلم سواء بسواء.

## تصميم منهاج العلوم وتنفيذه

## Science Curriculum Design and Implementation

تشير أدبيّات البحث Research Literature في مناهج العلوم وتدريسها إلى أن من أهم محدّدات وقصور (عقبات) مناهج العلوم وبالتالي تنفيذها، هو الاعتماد على **مرجع (كتاب) واحد** Single textbook، **وتغطية المنهاج Coverage وبخاصة في النظم التربوية المركزية في الدول النامية**، حيث غالباً ما يقدم الكتاب الحقائق تلو الحقائق لحفظها وتذكرها ومن ثم استرجاعها (وتقيؤها) regurgitated في الاختبارات والامتحانات المدرسية. **ولتحسين التربية العلمية وبرامج العلوم وتدريسها**، فإنه يتطلب ملاحظة ومراعاة ما يأتي:

- تغيير **العلاقة بين المعلم والكتاب (المرجع)**.
- تخطيط **أنشطة التعلم وتنفيذها** بغرض **التطوير والبناء المفاهيمي** والتعديل.
- تطوير مصطلحات مناهج العلوم ومفاهيمها وأفكارها وأنشطتها في **السياق التعليمي Context of Teaching**.
- مواءمة **تصميم مناهج العلوم** في ضوء حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها وتوجهاتها لتحقيق **الثقافة العلمية وتنميتها**.

ولتحقيق ذلك مبدئياً، وتنفيذ منهاج العلوم وتدريسها، فإنّه يتطلب من منظور تبني البنائية والتعليم والتعلم البنائي التركيز على عناصر عدة في تنفيذ المنهاج وتدريسه لعلّ من أبرزها العوامل الرئيسيّة الخمسة الآتية:

**الأول: بيئة الصف البنائية.**

**الثاني: دور المتعلم (الطالب) في التعلم البنائي.**

**الثالث: دور المعلم البنائي.**

**الرابع: استراتيجيات التدريس المنبثقة من فكر البنائية ومنطلقاتها.**

**الخامس: التقويم (البديل) الحقيقي.**

## بيئة الصف البنائية: Constructivist Classroom

يترتب على التحوّل من النظرية السلوكية Behaviorism إلى تبني النظرية البنائية **Constructivism** تحولات وتوجهات جذرية مهمة في مناهج العلوم وتدريسها (تصميماً وتنفيذاً). وفي هذا وصفت الأدبيات **بيئة الصف البنائية والتعليم البنائي بصفات من أبرزها: التمركز حول الطالب Student - Centered**، واستخدام المنحى العمليات Process approach، والتفاوض (المفاوضة) negotiation، والمعلم الميسّر (أو المساند) والباحث، والطلبة والمعلمون متفاعلون interaction، والتنظيم الديمقراطي، والسلطة Power والضبط Control يمكن تقاسمها والمشاركة فيهما في غرفة الصف البنائية والتعليم والتعلم البنائي، مما يتطلب **تغييراً جوهرياً** في أدوار كل من **المعلم (البنائي) والطالب المتعلم (البنائي)** سواء بسواء.

وعليه؛ يتطلب تنفيذ المنهاج التحول من البيئة الصفية الاعتيادية التقليدية إلى البيئة الصفية البنائية استحقاقات وتوجهات عديدة في تنفيذ منهاج العلوم وتدريسه من بينها مبدئياً **تغير (وتجدد) أدوار كل من المعلم والمتعلم**. وفي هذا يُوصي البحث Research **بتهيئة بيئة صف بنائية** تتصف بالآتي:

1. **بيئة صف تقبل استقلالية وذاتية (الطالب) وتشجعها**؛ فمن خلال احترام أفكار الطالب وآرائه، **وتشجيع التفكير المستقل Independent thinking** له يساعد المعلمون الطلبة لتحقيق هويتهم الفكرية العقلية. والطلبة الذين يطرحون الأسئلة والقضايا ثم يحاولون دراستها وبحثها وتحليلها يأخذون المسؤولية حول تعلمهم وتقدمهم في التعلم وبالتالي يصبحون قادرين على حل المشكلات.
2. **بيئة صف يطرح فيها المعلم أسئلة مفتوحة النهاية Open - ended** ويسمح بزمن انتظار (تفكير) كاف لتلقي الإجابات أو المقترحات أو التعليقات؛ **فالتفكير التأملي Reflective thinking** يأخذ وقتاً وغالبا ما يتم تشكيله

أو بناؤه من أفكار الآخرين وتعليقاتهم. وفي هذا تحدد الطرق التي يطرح بها المعلمون الأسئلة والطرق التي يستجيب الطلبة لها مدى نجاح الطالب في أنشطة الاستقصاء التي يقوم بها ويؤديها.

3. **بيئة صف تشجع مستويات التفكير العالية Higher - level thinking**: فالمعلم في بيئة الصف البنائية يتحدّى (عقول) الطلبة للوصول إلى ما وراء معرفة الحقائق وحفظ المعلومات؛ فهو يشجع الطالب على عمل ارتباطات وعلاقات لتلخيص المفاهيم من خلال **التحليل analysis**، **والتنبؤ predicating**، **والتبرير justifying**، **والدفاع defending عن آرائهم وأفكارهم وتعليقاتهم ونتائجهم**.

4. **بيئة صف ينشغل فيها الطلبة في الحوار والمناقشات والمناظرات debates العلمية مع المعلم ومع بعضهم بعضاً**؛ فالحوار الاجتماعي يساعد الطلبة على تعديل أو تغيير أو تعزيز أفكارهم ومقترحاتهم؛ فإذا ما أعطوا الفرصة لتقديم ما يفكرون به وسماع ما يقدمه الآخرون من أفكار؛ فإنه عندئذ يمكنهم أن يبنوا أساساً أو قاعدة لمعرفة شخصية ذاتية يفهمونها. ويكون ذلك فقط عندما يشعرون بدرجة من الراحة والأريحيّة في التعبير عن أفكارهم جيداً.

5. **بيئة صف تشجع الطلبة على الانخراط والإنهماك في الخبرات التي تتحدى الفرضيات من جهة، وتشجع المناقشات من جهة أخرى**؛ إذ إنّه عندما يسمح للطلبة لعمل تنبؤات، فإنه غالباً ما يولد الطلبة فرضيات مختلفة حول الظاهرة أو الظواهر الطبيعية. والمعلم البنائي يزود الطلبة فرصاً كافية لاختبار وفحص فرضياتهم وبخاصة من خلال **الاستقصاء Inquiry والمناقشات الجماعية** في الخبرات الحسية وتشغيل اليدين والعقل (الفكر) معاً.

6. **بيئة صف يستخدم فيها الطلبة البيانات الخام raw data والمصادر الأولية والمواد المادية المتفاعلة** لتزويد الطلبة بالخبرات بدلاً من استخدام بيانات الآخرين ومعلوماتهم والاعتماد عليها فقط، وتتضمن وضع الطلبة في مواقف حقيقية دائمة، ومساعدتهم عل توليد المجردات التي تربط الظاهرة (أو الظواهر) معاً.

## دور المتعلم في التعليم البنائي:

## Role of the Learner in Constructivist Teaching

يركز التعليم البنائي على **التعلم** باعتباره عملية Process، ويشجع ويقبل استقلالية الطالب المتعلم ومبادراته، وينظر إليه ككائن حي له إرادة وغرض وغاية. ويشجع **الاستقصاء العلمي والتحرّي وأنشطة تشغيل اليدين والعقل (الفكر)** معاً، ويدعم **التعلم التعاوني**، ويأخذ بعين الاعتبار **معتقدات واتجاهات ومعارف الطالب** (المتعلم) السابقة، ويتطلب تزويد الطلبة بالفرص الكافية لبناء المعارف الجديدة وفهم المعاني من خلال الخبرات وأنشطة التعلم الحقيقية الواقعية، ويفرض على المعلم دوراً ميسّراً أو مسانداً للتعلم. ولتحقيق ذلك وتنفيذاً للمنهاج، فإنه يتطلب من الطالب (المتعلم) دوراً (بنائياً) مميزاً ونشطاً في عملية التعلم والتعليم الموجه استقصائياً وفقاً لأفكار البنائية ومنطلقاتها. ومن **منظور تنفيذ المنهاج بنائياً**، يلخص البحث Research ثلاثة أدوار مميزة للطالب (المتعلم) البنائي، وهي:

**الأول: الفرد (المتعلم) النشط The active learner**، فالمعرفة والفهم يكتسبان بنشاط، والطالب المتعلم يناقش ويحاور، ويطرح أسئلة، ويضع فرضيات تنبؤية تفسيرية، ويستقصي ويتحرّى علمياً، ويأخذ مختلف وجهات النظر بدلاً من السماع أو القراءة أو القيام بالأعمال الروتينية الاعتيادية.

**الثاني: الفرد (المتعلم) الاجتماعي The social learner**. وفي هذا تُبنى **المعرفة والفهم اجتماعياً Socially**؛ فالطالب المتعلم لا يبدأ ببناء المعرفة بشكل فردي فحسب، وإنما بشكل اجتماعي عن طريق الحوار والمناقشة والتفاوض الاجتماعي Social negotiation مع الآخرين.

**الثالث: الفرد (المتعلم) المبدع The creative learner**، فالمعرفة والفهم يبتدعان ابتداعاً؛ فالطلبة المتعلمون يحتاجون لأن يبتدعوا المعرفة، ولا يكفي بافتراض دورهم النشط فقط، فكما قال بياجيه Piaget: **إنّ (الفهم) يعني الإبداع والاختراع.**

**ولتفعيل دور الطالب المتعلم في تنفيذ المنهاج**، فإن ثمة خمسة مبادئ (Brooks and Brooks, 1995) مهمة للتعلم البنائي، وهي:

1. **طرح مشكلات (حقيقية) وثيقة الصلة Relevant بالطالب**، وهذا بالطبع لا يعني أن الطلبة المتعلمين أحرار في دراسة كل ما يريدونه وفي أي وقت

يشاؤون كما يرى بعض التربويين، بل يتطلب معلم العلوم أن يخطط وينظم بحيث يكون الموضوع ذا أهمية فعلية واقعية للطلبة مما يجعلهم مهتمين به ويستجرهم للقيام بالاستقصاء العلمي وتحريه.

2. **بناء التعلم حول المفاهيم الرئيسية**، وبالتالي الابتعاد عن تجزئة المفاهيم وتقسيمها إلى أجزاء ومفاهيم صغيرة متناثرة والتركيز عليها كما يحدث في التعليم الاعتيادي التقليدي. وقد يؤدي هذا النوع من الممارسات التدريسية إلى **تشتيت الأفكار أو إحباط الطلبة** ومن ثم تطبيقها الخاطئ للحقائق المنفصلة المتناثرة هنا وهناك؛ وذلك لأن الطالب المتعلم لا يرى الصورة العامة للمفاهيم والأفكار الرئيسية والتي بعد تعلمها يمكن دراسة بعض تفاصيلها بعمق ورؤية الصورة الأولى ككل.

3. **بحث وتقدير آراء الطلبة وأفكارهم**، فآراء الطلبة وأفكارهم تكشف عن المفاهيم الحالية لهم وقدراتهم الاستدلالية. وفي هذا فإنه من الصعب تأطير التعلم البنائي وتفعيله دونما معرفة تفصيلية لما يفكر به الطلبة؛ ففقدان هذه المعرفة يمكن أن يؤدي بالمعلم لمعالجة مشكلات لا علاقة لها بالطلبة بينما ثمة مفاهيم بديلة (خاطئة) لدى الطلبة لم يتم بحثها أو معالجتها.

4. **تكييف المنهاج لمعالجة تصوّرات الطلبة وافتراضاتهم** وبخاصة فيما يتعلق **بمفاهيمهم البديلة (الخاطئة) misconceptions** مما يتطلب استخدام أنشطة تعلم تعمل على تعديل هذه المفاهيم علمياً أو تغييرها.

5. **تقييم تعلم الطلبة في السياق التعليمي**، وهذا يتطلب أن يكون الغرض الأساسي من التقييم هو مساعدة المعلم على معرفة ما إذا كان الطلبة أتقنوا (فهموا) المفاهيم التي تم تعلمها أو بناؤها. كما ينبغي أن تكون عملية التقييم مستمرة، وأن تتم مراقبة الطلبة منذ بدء التعليم لمعرفة مدى تقدمهم في التعلم، وإجراء الترتيبات والتعديلات على الدروس أو أنشطة التعلم حيثما يلزم ذلك؛ إذ إن ما نريد معرفته هو ما (**يفهمه**) الطلبة **بالفعل ومدى تقدمهم بالتعلم**.

## دور المعلم البنائي: Role of the Constructivist Teacher

فرضت البنائية والتعليم البنائي فلسفة جديدة في تصميم المناهج وتنفيذها، وأدّت إلى تغيير جوهري في دور المعلم وتنفيذ المنهاج. وفي هذا تتطلب من المعلمين

مبدئياً، دوراً جديداً متجدداً يختلف جوهرياً عن دورهم التقليدي الاعتيادي في تعليم العلوم. ويتمثل دورهم الأساسي في **تيسير التعلم وإسناده**، وتسهيل المعرفة وتوجيه الطلبة المتعلمين لبنائها، وذلك على مبدأ أن الفرد المتعلم (الإنسان) يمتلك قوة طبيعية على المعرفة، كما أن لديه قدرة طبيعية على امتلاك (طريقة) للحصول أو الوصول إليها، ومن ثم فإن **معلمي العلوم** مطالبون بتصميم وتبني استراتيجيات وطرائق ونماذج تدريسية تتسق وهذه المسلمات لتحقيق أهم **أهداف التعليم البنائي المتمثل في حل المشكلات، والتفكير الناقد، والاحتفاظ بالمعرفة، والفهم، والاستخدام النشط للمعرفة ومهاراتها**. ولتحقيق ذلك، يقدم البحث Research (زيتون، 2007) **المبادئ والتوجيهات التالية التي تقود عمل المعلم البنائي وتوجه ممارساته التدريسية**، وهي:

**1. توفير بيئة صفيّة بنائية تفاعلية**، وفي هذا وصفت صفوف العلوم البنائية التفاعلية التي فيها **الطالب** (المتعلم) **Learner**، **والمهام Tasks**، **والمعلم Teacher**، **والبيئة الصفية Classroom Environment تتفاعل Interaction** لبناء المعرفة بحيث يتم العمل فيها داخل مجموعات (تعاونية) صغيرة يتحدث فيها الطلاب مع بعضهم بعضاً، فيناقشون ويقارنون، ويراجعون، ويقيّمون، ويتفاعلون (ويتفاوضون) مع المجموعات التعاونية الأخرى. وفي هذا تتسم **بيئة الصف البنائية التفاعلية** التي يفترض أن يوفرها المعلم البنائي بأنّها:

- **متمركزة حول (تعلم) الطالب Student - Centered.**
- تستخدم منحى العمليات Process Approach.
- تتضمن التفاوض والمفاوضة Negotiation.
- **المعلم ميسّر Facilitator للتعلم، وباحث Researcher، ومساند (سقالة) Scaffolding ومنمذج Modeling للتعلم.**
- الطلاب والمعلمون متفاعلون Interaction.
- التنظيم **ديمقراطي** Demogratic.
- **السلطة والضبط** Control يمكن قياسها والمشاركة فيها من جميع الأطراف.
- توفير **الوقت الكافي لبناء المعرفة** الجديدة كونها تبنى بطريقة نشطة من قبل الطالب المتعلم؛ إذ إنّ طول الوقت (المناسب) يمنح الطلبة الفرصة الكافية

للتفكير في الخبرات الجديدة ووضعها في نسق واحد مع الخبرات الحالية أو الفهم الحالي.

**2. تصميم وتبني استراتيجيات تدريسية وممارسات تنطلق من فكر البنائية** ومعاييرها في التدريس الفعال كما في:

- التركيز على **التعلم Learning** أكثر منه على **التعليم Teaching**.
- التركيز على **نشاط الطالب المتعلم العقلي والجسمي كتطبيق فعلي للبنائية**، وتوجيه هذا النشاط نحو المزيد (التوسع) نحو التعلم.
- بيئة التعلم تتضمن مشكلات (أو مهام) حقيقية دائمة.
- ممارسة الطلاب **الاستقصاء العلمي** لحل المشكلات.
- بناء **مهارات التعلم الذاتي** لدى الطالب Self - learning skills.
- توفير مواقف تعليمية مريحة يكون الطلاب من خلالها قادرين على التعلم من خلال أنشطة التعلم والتعاون.
- **إثارة اهتمام الطلاب**، وتشجيع المشاركة وتبادل الأفكار وتوجيهها.
- التفاعل مع الطلبة المتعلمين لتشجيعهم على التفاعلات الاجتماعية.
- استخدام **أنشطة تشغيل اليدين** Hands - On **وتشغيل العقل (الفكر)** Minds-On **والرأس (الدماغ)** Heads-On مفتوحة النهاية المتضمنة طرح الأسئلة Questioning والتعلم التعاوني Cooperative Learning.
- تنوع أنشطة التعلم التي تشجع التفكير، والاستقصاء والاكتشاف ومعالجة **المهام والمشكلات الحقيقية Real problems.**
- توظيف أنشطة التعلم والنمو الذاتي في ميدان أساليب البحث والتعلم من أجل مزيد من التعلم والتوسع والامتداد فيه.
- **توظيف ما يعرفه (الطالب) المتعلم** لاكتشاف ما لا يعرفه.
- توفير وسائل لتوجيه الطالب في أثناء انشغاله وانهماكه في تعلم المهام التعلمية أو المشكلات الواقعية.
- التركيز على **المستويات العليا من التفكير والفهم** القائم على التأمل والتحليل والنقد بدلاً من التركيز على الحفظ واستظهار المعلومات أو استذكارها.

- توكيد الأنشطة التي تستجر **الفضول وحب الاستطلاع الطبيعي (العلمي)** لدى الطلبة فتحفزهم وتجذبهم إلى الانشغال والانهماك فيها.
- أنشطة تعلم تعتمد على **إعمال العقل والتفكير التأملي** الهادف إلى **الفهم** وتوكيد المعاني واستخدامها في ضوء طبيعة العلم والتكنولوجيا.
- تقبل (فشل) الطلاب واعتباره جزءاً من بيئة التعلم البنائي وممارساته.

**3. توفير بيئة تعلميّة وممارسات تعلميّة - تعليميّة تُنمّي مهارات عقلية وفردية واجتماعية مرغوبة كما** في العمل الجماعي، والعمل بروح الفريق، والقدرة على حل المشكلات، **وإعمال العقل والتفكير (الناقد) التأملي Reflective Thinking**، والعصف الذهني Brainstorming ، والدعم المتبادل الإيجابي، وتعلم كيف يتعلم، والتقييم الذاتي Self - Assessment، والعمل في المشروعات Projects.

**4. توظيف الخبرات السابقة للطلبة في المواقف التعلميّة - التعليميّة الجديدة،** وربطها بالتعلم الجديد لمساعدة الطالب على (بناء) الخبرات الجديدة المكتسبة بشكل ينتج تعلماً متميزاً مدمجاً بشكل سليم في البناء المعرفي Cognitive structure للطالب المتعلم.

**5. تعرّف خصائص الطلاب، وتوفير خبرات وأنشطة ومهمات ومواقف تعلمية** تتفق مع وهذه الخصائص وتطورها بشكل يجعلها أكثر ملاءمة لبناء مواقف تعلمية جديدة تقود إلى فتح أبواب (بحث) جديدة للتعلم. وفي هذا يكون دور المعلم البنائي ميسراً ومقتصراً على إدارة التعلم وتسهيله، وتقديم التعزيز المتنوع الداعم والمحفز الذي يستجر دافعية الطلاب ويحفزها للتفكير والبحث والاستقصاء، والمغامرات العلمية الصفية أو الميدانية خلال المشروعات البحثية سواء بسواء.

**6. يتطلب تحقيق التعليم الفعّال من منظور التعليم البنائي من المعلم البنائي** كما تقترحه أدبّيات البحث (Brooks and Brooks, 1993) تحقيق ما يلي:

- **المعلم البنائي يشجع ويتقبل ذاتية واستقلالية Autonomy الطالب المتعلم ومبادراته Initiative** والتعبير عنها بحرية تامة بعيداً عن الخوف من الإهمال أو الاستهزاء أو الانتقاد.
- **المعلم البنائي يستخدم مصادر البيانات الخام** Raw data والمصادر الرئيسية المادية اليدوية Manipulation المتفاعلة.

- المعلم البنائي **يستخدم مصطلحات معرفية** تعكس المنظور المعرفي للتعلم من مثل: التصنيف، والتحليل، والتنبؤ، والتخليق عند تحديد مهمات التعلم Learning Tasks ومشكلاته.
- المعلم البنائي يسمح لاستجابات الطلبة بتوجيه سير الدروس وتحفيزها وبتعديل استراتيجيات التدريس وتغيير المحتوى Content.
- المعلم البنائي **يستقصي فهم الطلاب للمفاهيم السابقة** قبل ربطها بالمفاهيم الجديدة.
- المعلم البنائي يشجع الطلاب على **الحوار والمناقشة والمناظرة** مع زملائهم والتعاون فيما بينهم وبين المفاهيم.
- المعلم البنائي يسعى **لتطوير الاستجابات Responses** الأولية المبدئية للطلاب وتشكيلها وإعادة صياغتها بصقلها وتهذيبها، ومن ثم الانطلاق في تقصيها وبحثها وفقاً لاهتمامات الطلبة وميولهم.
- المعلم البنائي يهيئ الفرص **لمشاركة الطلاب في الخبرات** التي تبدو متناقضة Discrepant مع مفاهيمهم أو أفكارهم ومن ثم تشجيع المناقشة وتطويرها.
- المعلم البنائي يسمح **بزمن انتظار (تفكير) Wait (Think) Time** كافٍ قبل طرح الأسئلة وتلقي الإجابات أو التعليقات.
- المعلم البنائي يعطي الطلاب الفرصة الكافية **لبناء العلاقات وإدراكها**، وإيجاد الاستعارات Metaphors والتشبيهات analogy.
- المعلم البنائي **يغذي Nurture ويعزّز الفضول Curiosity الطبيعي** وحب الاستطلاع العلمي لدى الطلاب من خلال استخدام **نماذج دورات التعلم Learning cycles**، وهو مصدر (واحد) من مصادر التعلم.

**7. استخدام استراتيجيات وأساليب وأدوات التقييم البديل الحقيقي Authentic:**
وفي هذا تم التعبير عن التقييم في غرفة الصف البنائية أنّ المعلم بدلاً من أن يقول للطالب: (**لا No**) عندما يجيب (الطالب) خطأ عن السؤال (أو الجواب المطلوب)، فإنّه يحاول **تعرّف الأفكار والمفاهيم الحالية Current concepts** التي يحملها ذلك الطالب. ومن خلال أسئلة المعلم التي يفترض أن تكون بدون **إصدار الأحكام Judgments**، فإنّ المعلم البنائي يحاول أن **يقود الطالب وييسّر تعلمه إلى بناء فهم** جديد واكتساب مهارات جديدة. وفي هذا يعتقد البنائيون أن التقييم يجب أن

يستخدم كأداة **Tool لتعزيز تعلم الطالب** من جهة، وفهم المعلم حول الفهم الحالي للطالب **وتحسين ممارسات التعليم** من جهة أخرى. ولهذا يجب أن لا يستخدم التقييم كأداة مساءلة تجعل بعض الطلاب يشعرون جيداً حول أنفسهم، بينما تسبب لآخرين الإحباط أو الهروب من التعلم. ومن أساليب وأدوات التقييم الحقيقي الملاحظة، والمقابلات، والمؤتمرات، وتقييم الأداء، والبورتفوليو، والتقييم الذاتي، وتقييم الأقران...الخ.

## استراتيجيات التدريس: Teaching Strategies

تتنوع استراتيجيات تدريس العلوم الحديثة وطرائقها وأساليبها ونماذجها تبعاً لتغير النظرة إلى **طبيعة عملية التعلم والتعليم** من جهة، **والتحوّل إلى المدرسة البنائية التي تؤكد (بناء) المتعلم (الطالب) لمعرفته، وفهمها، والاحتفاظ بها، واستخدامها، والتأمل فيها** من جهة أخرى. هذا، وعلى الرغم أنّ **البنائية نظرية في التعلم Learning** وليست نظرية في التعليم أو التدريس، وبالتالي لم تقدم استراتيجيات تدريسية معينة في حدّ ذاتها، إلاّ أنها تُعد بمثابة **خريطة طريق Road Map** تبين **الملامح والأفكار والمعايير للتعلم والتعليم (أو التدريس) الفعّال**. ومن هنا تعددت الاستراتيجيات والطرائق والأساليب والنماذج والمناحي التدريسية التي تنطلق من فكر البنائية ومعاييرها في **تصميم المنهاج وتنفيذه**.

ومع تعدد الاستراتيجيات والطرائق والنماذج التدريسية التي اقترحتها أدبيات البحث Research Literature (زيتون، 2007)، إلاّ أن معظمها إن لم يكن كلها، تتخذ من عناصر **الاستقصاء Inquiry** أساساً أو محوراً وجوهراً لها. والاستقصاء Inquiry يُعد من أكثر المصطلحات التي انتشرت (وتنتشر) في أدبيات البحث في المناهج والتدريس في العقود الماضية وفي حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

وفي هذا السياق، ترتبط **البنائية والتعليم والتعلم البنائي بالاستراتيجية الاستقصائية** من حيث الجوهر والتي اقترحها سكمان Suchman حيث حدّد (الاستقصاء) ببساطة **بما يقوم به الفرد (المتعلم) عندما يترك لوحده يتعلم؛ أو الطريقة التي يتعلم بها الأطفال (والناس على حدّ سواء) عندما يتركون وحدهم**

في البيت أو في حديقة المنزل يتعلمون، ويستقصون، ويجمعون المعلومات، ويصنفون، ويقيسون، ويجربون، ويكتشفون (ويبنون) المعرفة ويستخدمونها في مواقف جديدة.

**والاستقصاء Inquiry** في التعلم والتعليم نشاط **تحري عملي Practical وفكري عقلي Intellectual** في آن واحد، وجوهره الفضول الطبيعي وحبّ الاستطلاع Curiosity كعادة عقلية إنسانية في التعلم. ويتضمن **طرح الأسئلة Questioning** أو المواقف المشكلة المحيرة والمثيرة للانتباه وجذب فضول الطالب (المتعلم) واهتمامه وميوله التي هي بمثابة **الوقود Fuel للاستقصاء** والعملية البنائية سواء بسواء. ويرتبط الاستقصاء **بالعلم كمادة وطريقة وتفكير**. والعلم كعملية استقصائية ما يقوم به العلماء، ويؤكد العملية الاستقصائية في عملية التعلم والتعليم وكاستراتيجية تدريسيّة تنسجم وتنبثق من فكر البنائية والتعليم البنائي في مناهج العلوم وتدريسها. وفي هذا توصل البحث Research المتعلق **بالتعلم القائم على الاستقصاء Inquiry - based learning** إلى جملة من الاستنتاجات (Olsen and Loucks - Horsley, 2000) **المنسجمة مع فكر البنائية ومعاييرها في التعلم والتعليم (البنائي) الفعّال في العلوم**، وهي:

**1. فهم العلم Understanding science أكثر منه معرفة المعرفة الحقائقية Knowledge Facts**: فتركيز البحث Research على التعلم لأغراض **الفهم Learning for Understanding** الذي يتضمن اكتساب (بناء) المعرفة التي يمكن استعمالها وتطبيقها في مواقف جديدة. وفي هذا بيّن البحث أنّ الناس الذين يوصفون **بالخبراء Expertise** في حقل ما أنّ:

- لديهم قاعدة معرفية من الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ الأساسية.
- يدركون الحقائق والأفكار في السياق والإطار المفاهيمي.
- ينظمون المعرفة بطريقة تمكنهم من مراجعتها واستخدامها النشط وتطبيقها.
- لديهم إجراءات استقصائية تساعدهم على **الاستدلال Reasoning، والتفكير الناقد، وحل المشكلات** الجديدة بفاعلية واقتدار.

وفي هذا فإنّ المعرفة المكثفة والمنظمة جيداً لديهم تؤثر في ماذا يلاحظون وماذا ينظمون وبالتالي تمثل المعلومات في بيئاتهم وتفسيرها. وهكذا يؤثر التفاعل مع بيئاتهم في قدراتهم للتذكر، وللاستدلال، وحل - المشكلات. ولكي تستخدم المعرفة

ومهاراتها بصورة نشطة في مثل هذه المواقف والطرق، فإنه يجب أن تكون مترابطة ومنظمة حول **مفهومات علمية موحدة Unifying Concepts**. كما أن على الخبراء معرفة السياق الذي يمكن فيه تطبيق المعرفة النشط من جهة، ونقلها من سياق إلى آخر من جهة أخرى. ولعل هذا يعني في تدريس العلوم أنه لكي يكون الطالب (المتعلم) قادراً على استخدام (وتطبيق) ماذا يعرف، فإنّه يجب عليه (فهم) المفاهيم العلمية الأساسية، ويبني قاعدة معرفية قوية من المعلومات ومعرفة **كيفية How** تطبيق المعرفة بنشاط وفاعلية.

**2. يبني الطلاب (المتعلمون) المعرفة الجديدة والفهم على ما يعرفونه وما يعتقدونه**؛ فالطلاب لديهم مفاهيم حول الظواهر الطبيعية، وهذه المفاهيم تؤثر بدورها في تعلمهم انسجاماً مع أفكار البنائية ومنطلقاتها. وعندما تكون هذه المفاهيم مقبولة أو منسجمة مع ما يعرفه **المجتمع العلمي Scientific Community**، فإنّ هذه المعرفة (القبلية) غير الرسمية تشكل قاعدة أساسية لبناء الفهم عليها. ولكن ثمة طلاباً آخرين لديهم مفاهيم سابقة (ساذجة أو خاطئة أو بديلة) لا تنسجم مع الفهم العلمي الصحيح. وهذه المفاهيم والأفكار القبلية قد تكون مناسبة ومعقولة لحدّ ما في سياق ما محدد، لكن الطلاب يطبقونها بطريقة غير مناسبة في مواقف لا تعمل فيها هذه المفاهيم والأفكار. وغالباً ما يتمسك الطلاب بهذه المفاهيم والأفكار، **وقد تكون (مقاومة) للتغير المفاهيمي** وبخاصة عند استخدام استراتيجيات التدريس الإعتيادية التقليدية؛ مما يتطلب استخدام استراتيجيات تنطلق من فكر البنائية كاستراتيجية الاستقصاء، ودورات التعلم، والتغير المفاهيمي.

**3. يشكل الطلاب (المتعلمون) المعرفة الجديدة من خلال تعديل Modifying وصقل Refining مفاهيمهم الحالية Current Concept** ومن خلال إضافة مفاهيم جديدة لما يعرفونه. وفي هذا، يشير البحث Research في **التغير المفاهيمي** إلى أن الطلاب يغيّرون مفاهيمهم عندما يجدون (ويقتنعون) أنّ هذه المفاهيم غير كافية أو غير مرضية؛ أي عندما لا تستطيع أفكارهم ومفاهيمهم الحالية وصف أو تفسير حادث ما أو ملاحظة ما بطريقة مقنعة لديهم، وعندها **يعدّلون أو يغيرون مفاهيمهم** عندما يكتشفون البدائل التي تبدو **معقولة** Plausible أو مقبولة من جهة، وأكثر **فائدة واستخداماً** لهم من جهة أخرى.

كما تقترح بحوث أخرى أنّ متى وكيفية تغيير الطالب المتعلم لأفكاره تعتمد على نظرته إلى **الدليل evidence** (مع أو ضد) الأفكار المتنافسة. ولعلّ هذا له علاقة بوجهات نظر الطلاب للعلم والتفسيرات العلمية؛ فالطلاب غالباً ما يفكرون في العلم على أنه تجميع (جسم منظم) للحقائق ينبغي تذكرها، وأن التفسيرات ما هي إلاّ حوادث وتقارير منفصلة أو معزولة. وعندما تكون النظرة هكذا، فإنّ الاحتمالية تقل لدى الطلاب من أنهم سيسعون بنشاط لتحديد الدليل للتفسيرات المختلفة، أو تحديد دليل أقوى من أدلة أخرى، ومن ثم اتخاذ قرارات حول الدليل الأقوى؛ وبالتالي فإن أفكارهم حول الظواهر الطبيعية من غير المحتمل أن تتغير على مبدأ **الاستدلال Reasoning العلمي** الرصين.

**4. التعلم يتحقق بوساطة البيئة الاجتماعية Social Environment التي فيها يتفاعل Interact الطلاب (المتعلمون) مع الآخرين**؛ فالقول: إن الطالب (المتعلم) يبني معرفته بذاته لا تعني ولا تتضمن أنه يقوم بذلك بصورة فردية أو لوحده alone. فالبحث Research يشير إلى أن الطلاب المتعلمين يستفيدون من الفرص لتقوية أفكارهم وتمتينها وإيصالها إلى غيرهم، وتحدّي أفكار وآراء بعضهم بعضاً. وفي عمل هذا فإنهم بذلك **يعيدون (بناء) Reconstruct أفكارهم**، ويستفيدون أكثر كلما طورّوا تفسيرات (علمية) للملاحظات التي يشاهدونها حول الظواهر الطبيعية أو الأحداث أو المواقف المشكلة الأخرى من جهة، وتعرفوا فوائد التفاعل والتعاضد والتعاون الاجتماعي في التعلم والفهم وبناء المعرفة الجديدة من جهة أخرى.

**5. التعلم الفعال يتطلب مسؤولية الطلاب عن تعلمهم**، فالطلاب عليهم أن يتعلموا لإدراك متى يفهمون ومتى يحتاجون إلى معلومات أكثر لذلك. وهم بحاجة لأن يكونوا قادرين على **متى وكيف يسألون** كما في: ما نوع الدليل الذي أحتاجه لكي أعتقد في ذلك الزعم؟ وكيف يمكن بناء نظرياتي عن الطبيعة واختبارها بفاعلية؟ وفي هذا فإن المتعلمين الجيدين يربطون أفكارهم ويقارنونها بأفكار (أقرانهم) الآخرين، ويقدمون الأسباب (لماذا) يقبلون وجهة النظر هذه أو تلك ولا يقبلون غيرها. إنهم يوصفون **بالتفكير بتفكيرهم Metacognitive أو ما وراء (فوق) معرفتهم (تفكير التفكير)**؛ أي أنهم على وعي وقادرون على التأمل ومراقبة وتنظيم أفكارهم ومعارفهم. وفي هذا قدّرت البحوث قيمة وفائدة **التقييم الذاتي - Self Assessment في تطوير الفهم المفاهيمي ومراجعته**، وكذلك قدرات المتعلمين على

**الاستدلال Reasoning والتفكير الناقد Critical Thinking**. ويمكن أن يتحقق ذلك عندما يعطى الطلبة المتعلمون الفرص الكافية للتقييم الذاتي والتأمل والمراجعة والنقد، فإنهم عندئذ بمقدورهم فهم الغرض الرئيسي لتعلمهم ومن ثم اكتساب ما ينبغي اكتسابه والعمل باتجاهه وتحقيق الأهداف المتوخاة أو المنشودة.

**6. القدرة على استخدام وتطبيق المعرفة في مواقف جديدة (انتقال أثر التعلم) يتأثر بمدى فهم الطلاب لتعلمهم**؛ فلكي يستخدم الطالب ويطبق ما تعلمه، فإن عليه أن يحقق **العتبة Threshold** أو البداية والحدّ الأدنى من المعرفة، **وممارسة تطبيق المعرفة** في مواقف وسياقات مختلفة، ومن ثم الحصول على تغذية راجعة Feedback كيف أنه عمل وطبق ذلك. ولكي يكون بمقدور الطلبة المتعلمين استخدام ما تعلمونه في المستقبل، فإنهم (والناس) بحاجة خلال تعلمهم لفهم بعض المعلومات الخاصة، واستكشاف المفاهيم ذات العلاقة، **وعمل الارتباطات والعلاقات في أثناء التعلم بالعمل Learning by Doing** بما يعرفونه. إنّهم بحاجة إلى **مهمات تعلم Learning Tasks تتحداهم (فكرياً)** ولكن لا تصيبهم بخيبة الأمل والإحباط Frustration، وإلى فرص اجتماعية تعاونية لمعرفة مدى فائدة واستخدام ما تعلموه أو يتعلمونه، ورؤية أثره على الآخرين. وفي هذا يكونون ميّالين أكثر لتطبيق ما يعرفونه في مواقف حياتية جديدة إذا ما تعلموا استخلاص (وبناء) الأفكار والمفاهيم والمبادئ من خلال **خبرات التعلم الذاتية Personal Experience** الحسيّة المباشرة وعلى قمتها **أنشطة تشغيل اليدين والعقل (الفكر) والرأس (الدماغ)** سواء بسواء انسجاماً مع أفكار البنائية والاستقصائية على حدّ سواء.

وهكذا يتبيّن من هذه الاكتشافات والاستنتاجات من البحوث Research والدراسات ذات العلاقة في التعلم المعتمد على الاستقصاء الارتباط بأفكار البنائية ومعاييرها ومنطلقاتها، والانسجام مع الاستقصاء العلمي واستراتيجيته في تعلم العلوم وتعليمها. **فالمعايير تركز على (عمل) العلم Doing Science وفعله Verb** بدلاً من اسمه، وكذلك **التعلم من خلال العمل Learning by Doing بدلاً من القراءة عن (أو حول) العلم Studying science**. كما **يركز الاستقصاء على السؤال الموجه علمياً Scientifically - Oriented question والمشكلة Problem أو الظاهرة Phenomenon** والبدء بما يعرفه الطالب المتعلم، وجذبه وانشغاله بنشاط Active Engagement للبحث عن الإجابة والتفسير والحلّ. وهذا البحث أو

التقصّي (التحري) يتضمن بنشاط جمع المعلومات وتحليلها، وعمل استدلالات وتنبؤات (فرضيات) وإيجاد أو تعديل أو نبذ بعض التفسيرات Explanations.

وفي ضوء عمل الطلاب وما يقومون به فعلياً في مجموعات تعاونية Co-operative Groups لمناقشة الأفكار والأدّلة، ومقارنة النتائج بتوجيه المعلم ومساندته، فإنهم يربطون نتائجهم بالمعرفة العلمية لديهم فتتوسع Expantion وتتمدد معارفهم ومفاهيمهم. وهم وفيما يطوّرون قدراتهم على **طرح الأسئلة Questioning**، **والاستدلال Reasoning والتفكير (التأملي) الناقد** حول الظواهر الطبيعية والعلمية، فإنهم بذلك يكونون **مسؤولين Responsible عن تعلمهم**. كما يمكنهم استخدام معارفهم الواسعة وقدراتهم الاستقصائية لمعالجة أسئلة ومشكلات أخرى، وتطوير اختبارات لفحص التفسيرات لظواهر أخرى يهتمون بها أو يميلون إليها. وفي مثل هذه الطريقة، فإنّ **التعلم الفعّال** يتضمن **إعادة تنظيم المعرفة** وتعميقها وتمتينها **والاحتفاظ بها Retention وفهمهما**، واستخدامها بنشاط أمثل من جهة، ويصبح الطالب المتعلم ممتلكاً أفكاراً ومفاهيم وطريقة (استراتيجية) تفكير جديدة من جهة أخرى. **وبدون ذلك**، يصبح التعلم المدرسي خبرة عابرة يخبرها الطلبة خبرة مرور الكرام باستخدامات وتطبيقات قليلة أو نادرة في التفكير المستقبلي والعمل الحياتي على حد سواء.

هذا، وترتبط استراتيجية **الاستقصاء العلمي** باستراتيجية **التغيّر المفاهيمي Conceptual Change**. وفي هذا تعتمد استراتيجية التغيّر المفاهيمي على أفكار البنائية ومعاييرها أساساً لها؛ وتتضمن **عملية تعديل المفاهيم Modification أو تغييرها Change** الأفكار والمفاهيم الساذجة Naïve Ideas حول مفهوم من المفاهيم العلمية التي يحملها الطلبة المتعلمون بفهم أو مفهوم مقبول علمياً في المجتمع العلمي.

وعليه؛ فإنّ هذا يتطلب من المربين ومعلمي العلوم بشكل خاص، أن يعترفوا (وينطلقوا) مبدئياً بما **يحمله الطلبة من أفكار ومفاهيم (ساذجة)** من جهة، وتزويدهم بالفرصة والمكان المناسب لأن يشاركوا أفكارهم وآراءهم (اجتماعياً) مع أقرانهم الآخرين، ومن ثم التأمل فيها ومراجعتها **وتعديلها (أو تغييرها)** إن كان ذلك ضرورياً من جهة أخرى. وهكذا فإن **نقطة البداية والإنطلاق في التغير المفاهيمي، يجب أن تبدأ من الطلبة المتعلمين أنفسهم**، ومن الصور الذهنية والآراء والأفكار

البسيطة والمفاهيم الساذجة التي يحملونها، ثم تتم عملية تغيّر المفهوم تدريجياً (تطورياً) أو تغييره (ثورياً) بحيث تكون مقبولة وصحيحة علمياً **Scientifically accepted**. وفي هذا يتضمن **التغير المفاهيمي** الممكن إحداثه لدى الطلبة نوعين هما:

**الأول: التغيّر المفاهيمي التطوري**، ويتضمن إعادة بناء تدريجيّة للمعرفة من خلال آلية **التمثل Assimilation** والتوفيق بين مفاهيم الطالب والمفاهيم العلمية الجديدة.

**الثاني: التغير المفاهيمي الثوري**، ويتضمن إعادة بناء المعرفة من خلال آليّة **المواءمة Accomodation** أو الاستبدال المفاهيمي حيث يتعلم الطالب (المتعلم) مفاهيم جديدة مناقضة لمفاهيمه وذلك ضمن شروط وظروف معينة.

ومن استراتيجيات التغير المفاهيمي **النموذج** الذي اقترحه **بوسنر Posner** حيث يذكر بوسنر Posner أن تعلم الفرد والطالب (المتعلم) لمفاهيم جديدة مناقضة لمفاهيمه يتم من خلال **عملية الاستبدال المفاهيمي** التي تتطلب أربعة شروط، هي:

1. ينبغي على الطالب المتعلم أن يشعر **بعدم الرضا Dissatisfaction** أو الارتياح عن الأفكار أو المفاهيم (الساذجة) التي يحملها.
2. أن يبدو المفهوم الجديد واضحاً **ومعقولاً Plausible** وجديراً بالتصديق والأخذ به لحدّ ما.
3. أن يكون المفهوم الجديد **أكثر جاذبية Attractive** ويمكن تصديقه مبدئياً.
4. أن يكون المفهوم الجديد قادراً على **التفسير والتنبؤ وحل - المشكلات**.

وفي هذا كله، فإنّ الطلبة المتعلمين **يصبحون أكثر وعياً Awareness بآرائهم وأفكارهم ومفاهيمهم** الخاصة ومواجهتها، كما تجعلهم منشغلين Involve ومنخرطين بنشاط Actively في **مهمات التعلم** والمشاركة بآرائهم وأفكارهم اجتماعياً مع أقرانهم، ومراجعة نماذجهم وتصوّراتهم الفكرية حول كيفية عمل الأشياء، وربط ما يتعلمونه داخل بيئة الصف (البنائية) بمجالات حياتهم اليومية. كما تشجعهم على الاستمرار في التفكير حول المسائل والقضايا خارج أسوار الصف والمدرسة، والبحث عن أمثلة أخرى واستخدامات أنسب للأفكار والمفاهيم وتطبيقات

المفهوم الجديد في مواقف تعلمية جديدة أخرى. وهكذا يتبيّن أن العوامل المؤثرة في تعلم المفاهيم (تعديلها أو تغييرها) ضمن استراتيجية التغير المفاهيمي **تتضمن البنية المعرفية للطالب المتعلم، والبنية المعرفية للمادة، والتعلم القبلي**. وفي هذا يمكن للمعلم من خلال تغيّر دوره البنائي العمل على مساعدة الطالب ومساندته في التغير المفاهيمي لتعديل مفاهيمه الساذجة (أو المشوهة) أو الغامضة (البديلة أو الخطأ) بتمكينه من المعرفة المفاهيمية الصحيحة ومن تطبيق استراتيجية التغير المفاهيمي ومنظور البنائية وفكرها ومنطلقاتها ومعاييرها.

وفي **تنفيذ منهاج العلوم وتدريسه، تتداخل (وتندمج) استراتيجية حل المشكلات** وتتكامل مع **الاستقصاء العلمي**. وفي هذا ترجع استراتيجية حل - المشكلات ومعالجتها إلى نظريات التعلم المعرفي، وتنطلق من فكر البنائية كونها تتضمن **مشكلة (مهمة) ذهنية يصحبها عمليات من التفكير** تحدث داخل عقل الطالب (المتعلم)؛ مما يجعل المشكلة (المهمة) ومستوى الحل ونوعيته تتحدد بطبيعة الأعمال الذهنية والأساليب التي يوجهها (الطالب) في مواجهة المشكلة وحلّها. وفي عملية تفكيرية يستخدم (الطالب) خلالها ما لديه من معرفة ومهارات سابقة للاستجابة لمتطلبات موقف معين ليس مألوفاً له، وتكون تلك الاستجابة عن طريق مباشرته عمل ما يستهدف حلّ الغموض أو اللبس أو التناقض الذي يتضمنه ذلك الموقف. وقد يكون هذا التناقض على شكل افتقار للترابط المنطقي بين أجزائه أو وجود ثغرة أو خلل في مكوناته.

وهكذا تعتبر **استراتيجية حل - المشكلات** من الطرائق التي يتم التركيز عليها في تدريس العلوم؛ وذلك كونها منسجمة مع حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها، ومنطلقة من فكر البنائية لمساعدة الطلبة على إيجاد الحلول للمواقف المشكلة في حياتهم بأنفسهم انطلاقاً من مبدأ الطريقة التي تهدف إلى تشجيع الطلبة على البحث والتنقيب والتساؤل والتجريب الذي يمثل قمة النشاط العلمي الذي يقوم به العلماء. وعليه؛ يصبح **الغرض الأساسي من طريقة حل - المشكلات، هو مساعدة الطلبة على إيجاد الأشياء بأنفسهم ولأنفسهم** عن طريق القراءة العلمية، وتوجيه الأسئلة، وعرض المواقف (المشكلة) والوصول إلى حلها؛ فالمختصون مقتنعون بأن نجاح الطلبة في معالجة المشكلات والمواقف المشكلة وحلها سوف يعد الطلبة للنجاح في معالجة القضايا والمشكلات التي تصادفهم في حياتهم اليومية، وسوف تقترب

إلى أذهانهم صفات (العالم) الحقيقية. وفي ضوء **تداخل استراتيجية حل - المشكلات في العلوم مع طريقة التقصي والاكتشاف**، فإنّ كثيراً من المختصين في التربية العلمية يعتبرونها جزءاً لا يتجزأ من طريقة التقصّي والاكتشاف، أو أنها امتداد لها وبالتالي يصعب التفريق بينهما، وبخاصة إذا ما علمنا أن طريقة التقصّي والاكتشاف تتطلب (**موقفاً مشكلاً**) أو **سؤالاً تفكيرياً** يثير تفكير الطالب ويتحدى عقله (تفكيره) بحيث يستجره ليبحث ويتقصى ويتساءل ويجمع المعلومات، ويفسر، ويستنتج، ويجرب للوصول إلى حل - المشكلة.

هذا، وتركز مناهج العلوم الحديثة، تحقيقاً لأهداف تدريس العلوم واستراتيجيات تعليمها وتعلمها، على اكتساب الطلبة **المعرفة العلمية بطريقة وظيفية** وتقويمها **والاحتفاظ** بها، كما تركز على طرق العلم وعملياته في تعليم العلوم وتعلمها. ولتحقيق ذلك، يمكن أن **تساعد طريقة حل - المشكلات على اكتشاف المفاهيم والمبادئ العلمية** من قبل الطالب وتطبيقها، ومن ثم الاستفادة منها في مواقف تعليمية - تعلميّة جديدة. وفي سياق ذلك، فإن على **معلم العلوم أولاً أن يطبق (ويقتنع) في هذه الطريقة (طريقة حل - المشكلات)** وبالتالي يزود الطلبة بالإطار الذي تتم عمليات حل - المشكلة في نطاقه. فإذا استطاع المعلم تيسير ذلك وتحقيقه، فإن ذلك كفيل ببحث الحيوية والنشاط في المواد التعليمية، كما أن تشجيع الطلبة لتعرف المشكلات العلمية ومحاولة الوصول إلى حلها، يحتمل أن يستحوذ اهتماماتهم وميولهم وبناء اتجاهاتهم العلمية الإيجابية. هذا بالإضافة على أن **طريقة حل - المشكلات تتماشى مع الاتجاهات الحديثة في تدريس العلوم**، كما تستند إلى **أسس ومبررات تربوية حديثة** من أبرزها ما يأتي:

1. **تتماشى طريقة حل - المشكلات مع طبيعة عملية التعلم** لدى الأفراد المتعلمين (الطلبة) التي تقتضي أن يوجد لدى الطالب المتعلم (هدف) أو غرض يسعى لتحقيقه. وعليه؛ فإنّ استخدام معلمي العلوم وإثارتهم لمشكلة علمية (أو موقف مشكل) أو (سؤال علمي محيّر) كمدخل للدروس العلمية يكون دافعاً أو (حافزاً) داخلياً للتفكير المستمر ومتابعة النشاط التعليمي لحل -المشكلة.
2. **تتفق طريق حل - المشكلات وتتشابه مع مواقف البحث العلمي**، وبالتالي فإن هذه الطريقة تنمي روح التقصي والبحث العلمي لدى الطلبة، وتدربهم على

خطوات **الطريقة العلمية ومهارات البحث والتفكير العلمي**. وهذا بحد ذاته، **هدف** أساسي في التربية العلمية وتدريس العلوم، مما يجعل (وينبغي أن يجعل) معلمي العلوم يحاولون تحقيقه لدى طلبتهم، وذلك من خلال ممارساتهم الصفية والمخبرية في حل - المشكلات.

3. **تحقق طريقة حل - المشكلات وظيفية أوجه التعلم** سواء المتعلقة منها بالمعارف العلمية أم المهارات العلمية المختلفة المناسبة. وعليه؛ يحاول معلمو العلوم أن يجعلوا أداء (تحصيل) الطلبة للمعرفة العلمية وعمليات العلم وطرقه ومهاراته يتم في مواقف تعليمية - تعلمية (مشكلة) تحقق حل - المشكلات المبحوثة من خلال استخدام طريقة حل - المشكلات.

4. **تجمع طريقة حل - المشكلات في إطار واحد بين جوانب العلم بمادته وطريقته وتفكيره**؛ فالمعرفة العلمية في هذه الطريقة، وسيلة للتفكير العلمي ونتيجة له في الوقت نفسه. وعليه؛ يحاول المعلمون جهودهم في استخدام الطريقة وتطبيقها لمساعدة الطلبة على اتباع الأسلوب العلمي والاتجاه الاستقصائي - الاستكشافي لتحقيقه لدى طلبتهم وبالتالي الجمع بين **العلم بمادته knowledge، وطريقته Method ووسيلته في البحث والتفكير Way of thinking**.

5. **تتضمن طريقة حل - المشكلات في العلوم اعتماد الفرد المتعلم (الطالب) على نشاطه الذاتي** لتقديم حلول للمشكلات العلمية المطروحة. كما تمكن الفرد (الطالب) من اكتشاف المفهوم أو المبدأ أو الطريقة التي تمكنه من حل المشكلة المبحوثة وتطبيقها في مواقف مختلفة جديدة.

وفي هذا الصدد، يرى جانييه Gange أنّ حل - المشكلات يتضمن **عمليات عقلية وأكاديمية وتعليمية**، يكتشف المتعلم (الطالب) مجموعة من القواعد أو المبادئ المتعلمة والتي يمكن للفرد (الطالب) أن يطبقها للوصول إلى حل - مشكلات جديدة غير مألوفة. ولتوضيح ذلك على سبيل المثال، إذا **وضعت الجنادب (من الحشرات) في الماء فإنها تموت (مشكلة)**؛ فالمبدأ الذي يمكن أن يستخدم لإيجاد الحل هو أن الجنادب تحتاج إلى هواء للتنفس، والماء يحتوي على هواء (أكسجين) مذاب فيه، والجنادب تمتلك أعضاء خاصة لتنفس الهواء الجوي. وعليه؛ يكون المبدأ الجديد هو أنّ الأعضاء التنفسية التي تستخدم لتنفس الهواء الجوي ليست ذات فائدة تذكر لتنفس الهواء (الأكسجين) المذاب في الماء. ومن هنا فإنّ حل - المشكلات يتضمن

التفكير بقاعدة أو مبدأ علمي جديد في استخدام المبادئ والقواعد والمفاهيم العلمية التي تعلمها الفرد (الطالب) سابقاً.

وفي خضم سياق استراتيجية حل - المشكلات **Problem - Solving** واستراتيجية الاستقصاء العلمي **Scientific Inquiry** في تنفيذ منهاج العلوم، فإنّه يتداخل ويندمج ويتكامل معهما أسلوب التعلم القائم على المشروع - **Project based Learning (PBL)** أو التعلم القائم على المشكلات **Problem - based Learning (PBL)**. ويُعد أسلوب التعلم القائم على المشروع (أو المشكلات) منحى مبنياً على الاستقصاء **Inquiry - based Approach** حيث يكون الطالب فيه هو الباحث **Investigator** الذي يكتسب الخبرة بينما المعلم هو (المدرب) **Coach**. ولهذا المنحى خصائص عدّة، هي:

1. **المشكلات والظواهر الطبيعية** هي المحور الرئيسي المنظم والموجه للتعلم بحيث تكون غير نمطية ويمكن حلّها بأكثر من طريقة.
2. المشكلات هي **الأدوات** لتطوير مهارات حل المشكلة (الظاهرة) المبحوثة.
3. التعلم يتمركز حول الطالب المتعلم **Student - centered** وبالتالي فإنّ **الطالب نفسه الذي يحل المشكلة Problem - solver**.
4. التعلم يحدث ضمن **مجموعات التعلم Learning groups** التعاونية.
5. المعلم معزّز وميسّر **Facilitator** للتعلم، ومحفز وموجه له.

**ولمساعدة المعلم على توجيه أسلوب التعلم القائم على المشروعات (أو المشكلات)** PBL وتعزيزه وتيسيره، فإنه يمكن تنظيم (PBL) في ضوء ثلاث مراحل هي:

**الأولى: تقديم (عرض) المشكلة Problem Presentation**

وفيها **يواجه الطالب (المتعلم)** بمشكلة أو **(ظاهرة) حقيقية** في منهاج العلوم وبرامجه، ويمكن أن يكون ذلك بأساليب ومناح مختلفة كما في: خبرة ميدانية، أو فيلم، أو طرح سؤال، أو حالة دراسية، أو مناقشة مشكلة، أو موقف متعلق بالطلبة يهتمون به. وفي هذا، لابد للطالب أن يدرك واقعية المشكلة **(الحقيقية)** وتتم إثارته وحفزه للتفكير والمشاركة في حل المشكلة كما في: **ماذا أعرف عن هذه المشكلة؟** ومن أين أحصل على المعلومات؟ وكيف يمكن الوصول إليها؟ وماذا يمكن أن يكون (دوري) في مجموعات التعلم (التعاونية) لحل المشكلة؟

**الثانية: الوصول إلى المعلومات وتقييمها واستخدامها Data collection**

وفي هذه المرحلة يبدأ الطلبة فرادى ومجموعات بجمع المعلومات والبيانات من مصادر التعلم المختلفة كالكتب، والمراجع، والمعلمين، والمكتبة، والانترنت؛ ويقيمون هذه المعلومات (البيانات) الخام، ويصنفونها، ويبوبونها، لفرز الغث من السمين والذي يمكن أن يكون وظيفياً لحل المشكلة.

**الثالثة: حل المشكلة Problem solving**

وفي هذه المرحلة يفترض أن يتم التوصل إلى حل المشكلة، وذلك من خلال إيجاد حلول محتملة للمشكلة وتوليدها. وهذا يتطلب **فحصها واختبارها** لمعرفة مدى مناسبتها وصحتها، ومن ثم **تقدير الحلّ، وتقييم (الأداء) بتوجيه المعلم ومساعدته ومساندته في (بناء) المفاهيم والمبادئ العلمية، والمهارات (المكتسبة) المتعلقة بالمشكلة (الحقيقية) المبحوثة**. وهذا كله بالطبع يحتاج إلى (**الوقت**) الكافي الذي يتطلبه **التعلم القائم على المشكلات PBL**. ولتقييم التعلم، يمكن استخدام وسائل متعددة من بينها الاختبارات العلميّة، والتقارير، والتقييم الذاتي، وتقييم الرفاق، والمعلم، والتقييم الخارجي.

إنّه من حسن الحظ كما يشير البحث Research، إلى أن المعلمين قد حققوا تقدماً في تصميم التدريس القائم على أفكار البنائية ومنطلقاتها ومفاهيمها في التعلم. فالنظرة الحالية تصور الطالب أو تنظر إليه على أنه **نشط Active** في بناء المعرفة من خلال العمل واستخدام الأفكار Ideas. إضافة إلى ذلك، يرى البحث أن المعرفة في المنظور السياقي، وأن المتعلم يبني المعرفة من خلال حل المشكلات بمعنى وفهم. وعليه؛ فإنّ أفكار البنائية تسمح للمعلمين لإيجاد فرص مثيرة للطلاب لتعلم العلوم من خلال **العلم القائم على المشروع Project - based science**.

هذا، ويسمح تعلم العلم القائم على المشروع (PBS) للطلاب لتعلم العلوم من خلال (عمل) **العلم Doing science**. وكنتيجة فإنهم (أي الطلاب) يبنون فهمهم للعلوم من خلال العمل بأفكارهم واستخدامها. كما أنّ الطلاب في (PBS) ينشغلون في مشكلات أو ظواهر **واقعية حقيقية** تحاكي ما يقوم به العلماء. كما يسمح صف العلوم (PBS) للطلاب لمناقشة أفكارهم بحريّة، وتحدي أفكار الآخرين ومناظرتها

ومحاكمتها بحرية، وتجريب أفكارهم على حدّ سواء. وفي هذا فإنّ **العلم القائم على المشروع (PBS) يعمل على (تحقيق) ما يأتي:**

1. **يشجع الانشغال النشط active engagement**، إذ يهيئ (PBS) بيئة صف تمكن الطلاب من إيجاد أجوبة للمشكلات غير السطحية أو البدائية من خلال طرح الأسئلة وتهذيبها وصقلها، وعمل تنبؤات (فرضيات) وتصميم خطة أو تجربة، وجمع البيانات وتحليلها، ومناقشة الأفكار ومناظرتها، وإيصال الأفكار وتواصل النتائج مع الآخرين، وعمل الاستنتاجات conclusions، وطرح (توليد) أسئلة جديدة. وفي عمل هذا، فإنّ العلم القائم على المشروع هو **تعاوني cooperative**، يعطي الطلاب الفرص لتقاسم الأفكار ومناقشة الأسئلة والنتائج والاستنتاجات. وفي هذا ينبغي للطلاب أن يكونوا راغبين لتحدّي أفكار بعضهم بعضاً، وبالتالي المساعدة على توضيح أفكارهم وفهمها. وبطبيعة (PBS) التعاونية يعطي الطلاب **الفرص (لبناء) و(فهم) مفاهيم العلم من خلال العمل Doing science** انسجاماً مع التعليم البنائي ومنطلقاته.
2. **يمتد العلم القائم على المشروع (PBS) مع الزمن Extent over time**؛ فالمشروع يأخذ وقتاً بطبيعته وجهداً كبيراً عادة، فهو يحاكي (ويوازي) ما يقوم به العلماء، ولهذا فإن على الطلاب أن يتوافر لديهم **الالتزام Commitment والدافعية motivation** تجاه حلّ أو الإجابة عن أسئلة المشروع البحثية. وفي هذا يختلف المشروع عن التمرين exercise أو الأنشطة المصممّة لتوضيح مفهوم واحد ما؛ أما **المشروع Project فيتضمن مجموعة أو سلسلة من الأنشطة أو التمارين المصممة** لمساعدة الطلاب على تعلم المفاهيم والعمليات ذات العلاقة بإنجاز المشروع وتنفيذه.
3. **يهيئ (PBS) حل مشكلات واقعية ضمن سياق معين**، كما يحاول سدّ الفجوة وردم الهوّة بين الظواهر العلمية في صفوف العلوم **والخبرات الحياتية الواقعية الحقيقية**. فالأسئلة التي تطرح خلال الخبرات اليومية للطلاب تعطى لها أهمية من جهة، ومفتوحة للتقصّي والبحث من جهة ثانية. ففي كل يوم ثمة أسئلة مهمة يطرحها الطلاب يمكن أن تخدم كموجه وحافز للسير في المشروع، وتعطيه التماسك والقوة مع الوقت الممتد للمشروع. كما يمكن للتعليم القائم على المشروع أن يكون **متداخل الفروع Multidisciplinary** بحيث أن الطلاب يمكنهم استخدام الأفكار من أفرع (علوم وغيرها) متعدّدة

بوقت واحد؛ مما يساعد عندئذ على خفض الحواجز المصطنعة وتقليصها بين مجالات المواد الدراسية التعليمية المختلفة.

4. **يتضمن التعلم القائم على المشروع المفاهيم العلمية الرئيسية والعمليات Processes**: فعند استقصاء الطلاب المشكلة، فإنهم يطورون فهماً ذا معنى للمفاهيم العلمية التي تعد مؤشراً جيّداً على مدى مشاركتهم فيه من جهة، وتحديد قيمة المشروع المنفذ من جهة أخرى. كما أنّ **عمليات العلم Science process** التي يستخدمها (ويمارسها) الطلبة في بحث المشروع والإجابة عن الأسئلة يجب أخذها بعين الاعتبار. وهكذا يجمع (PBS) طرفي المعادلة في العلوم المتمثلة **بالمحتوى (المفاهيم) concepts والعمليات process** مما ينسجم مع توصيات المعايير الوطنية في التربية العلمية وحركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها.

5. **يؤدي أسلوب التعلم القائم على المشروع إلى سلسلة من النواتج Products** التي هي من **صنع الإنسان ونتاجاته**. فعند الانتهاء (أو إنجاز) المشروع فإن الطلاب يطورون سلسلة من النواتج أو المنتج الذي هو أصلاً من صنعهم artifacts أو صنع وعمل الطلاب. ويمكن تقاسم هذه النواتج ومشاركتهم مع أعضاء الصف الآخرين، والمعلمين، وأولياء الأمور، والمجتمع. وبهذا فإن تخليق هذه المنتجات وتقاسمها تجعل **أسلوب التعلم القائم على المشروع** أقرب إلى **العمل العلمي الحقيقي Real science**؛ إذ إنه لا يعلم الطلاب **حول العلم about science** بل يعطي الطلاب الفرصة **لفعل العلم وتعلم العلم Doing science**، وفي هذا دعوة Invitation لمعلمي العلوم لإعادة تقييم أنماط التعليم Teaching styles لديهم، واستكشاف وتقصّي أساليب ونماذج تدريسية جديدة تنسجم مع أفكار البنائية لتعليم العلوم وتعلمها، واستخدام أفكار الطلاب وآرائهم (التي يمكن تهذيبها وصقلها) والبناء عليها كمشروعات بحثية تتطلب دراستها وتعليم العلوم من خلالها؛ وذلك لأن أفكار ideas الطلاب أنفسهم تعتبر **نقطة انطلاق** (واهتمام وميول) قوية وحاسمة للبدء في المشروع **كوقود fuel لإثارة** الطلاب والانشغال والاستمرار (الالتزام) فيه لعمل العلم وتعلم العلوم والتقدم فيها. وفي هذا فإن **المعلم مدعو لتعزيز أسئلة الطلاب وتساؤلاتهم وأفكارهم والبناء عليها من مثل العصف الذهني brainstorming للأفكار وتقصّيها**، ومن ثم مساعدة الطلبة لصقلها وتهذيبها ومراجعتها، وتصميم الإجراءات وتحديدها. وبمجرد **تحديد المشروع**

وتنفيذه، فثمة أسئلة أخرى تتولّد منه لاستقصاءات أخرى، فالبحث (أو المشروع) يولّد بحثاً (مشروعاً) آخر، وهذا هو جوهر العلم وعمل العلماء.

وثمة استراتيجيات وأساليب ونماذج تدريسية أخرى منطلقة من فكرة البنائية والتعليم البنائي يمكن لمعلم العلوم استخدامها كما في: **دورات التعلم Learning Cycles**، و**خرائط المفاهيم Concept Maps**، و**التعلم التعاوني Cooperative Learning** بأساليبه ونماذجه المختلفة، حيث كل هذه الاستراتيجيات والأساليب والنماذج يتطلب تطبيقها وممارستها استخدام أدوات وأساليب التقويم (البديل) الحقيقي في **تصميم المنهاج وتنفيذه**.

## التقويم البديل الحقيقي: Alternative (Authentic) Evaluation

تتفق أدبيّات البحث Research في مناهج العلوم وتدريسها على حتمية تقويم التعلم من حيث نتاجاته ونواتجه ومخرجاته لتعرّف مدى تحقق الأهداف والغايات المتوخاة، وتعزيز عناصر القوة وإقرارها ومكافأتها، ومعالجة عناصر الضعف والثغرات فيها لتحسين نوعية التعلم والتعليم ورفع سويته؛ وذلك انسجاماً مع التوجهات والتحولات العالمية المعاصرة في إصلاح مناهج العلوم وتدريسها. إلاّ أن البحث في تدريس العلوم يشير إلى أن استراتيجيات التقويم في العلوم لمّا تنسجم مع عمليات نظرية التعلم والبنائية والتعليم البنائي وحركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

وفي هذا، أكدت **الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS)** أنّ أية محاولات لإصلاح مناهج العلوم وتدريسها يجب أن تتضمن إصلاح تقييم الطلبة باعتباره هدفاً رئيسياً في تنفيذ المنهاج. ولعلَّ أحدث التوجهات العالمية المعاصرة الحديثة في التقويم هو **التقييم البديل أو الحقيقي Alternative (Authentic) Assessment** الذي يستخدم لتقييم إنجازات الطلبة وأدائهم.

وفي السياق، يُعد **التقييم Assessment** من التحديات التي يواجهها معلم العلوم في الصف. كما أن الممارسات الصفية هي التي تجعل صفوف العلوم حيوية vital وفعالة effective. وفي هذا فإنّ تعزيز اختيار الطالب (المتعلم)، وعمليات التقييم، وتقييم الجانب الذاتي subjective للتعلم يجعل عملية التقييم Assessment

Process معقدة بوجه عام. وفي هذا فإن التقييم الصفي **Classroom assessment** جزء ومكوّن أساسي في التربية العلمية وتدريس العلوم. ويتضمن (التقييم) العملية المنظمة **systematic process** في جمع المعلومات عما:

- يعرفه الطالب **What a student knows**
- وقادر على عمله **Able to do**.
- ويتعلم لعمله **Learning to do**.

وبهذا، يكون الهدف الرئيسي للتقييم الصفي **ليس تقويم وتصنيف أداء الطالب**، بل لإعطاء معلومات كتغذية راجعة للتعليم **teaching**، وتحسين التعلم **learning**، ومراقبة تقدمّ الطالب **student progress** في تحصيل نتاجات التعلم Learning outcomes في نهاية الفصل أو السنة. وبهذا يعرف التقييم الصفي عموماً بأنه أي نشاط أو خبرة تزودنا بالمعلومات information حول تعلم (وتقدم) الطالب؛ فالمعلمون يتعلمون حول تقدم الطالب ليس فقط من خلال الامتحانات الرسمية formal tests والاختبارات والمشاريع، وحل المشكلات، بل أيضا من خلال الملاحظة المستمرة لحظة بلحظة لما يقوم به (أو يؤديه) الطلاب وينجزونه.

هذا، ولما كان ما يتعلمه الطالب داخليا **internal**، لذا فإنّ تقييم معرفة الطالب في العلوم، والمهارات، والاستراتيجيات، والاتجاهات تتطلب من المعلمين استخدام أساليب وأدوات ومناخ متعددة؛ فهم يطرحون الأسئلة، ويلاحظون الطلاب وهم منشغلون أو (منهمكون) في أنشطة التعلم والعمليات، وفحص مدى تقدم الطلاب. كما أنهم يشغلون الطلاب في **تقييم الأقران Peer-assessment وأنشطة التقييم الذاتي**. وبهذا فإنّ المعلومات التي يحصل عليها المعلم والطالب من الأنشطة تبين ماذا يحدث في الصف، مما يعني أن التقييم سيضم شيئاً لابد من عمله أو إجرائه.

وحيث إن التقييم جزء جوهري من تدريس العلوم، فإنه ينبغي التخطيط له، مع ملاحظة أن لا يخطط له في نهاية الوحدة؛ بل على المعلمين أن يختاروا أغراض ومناحي التقييم، والأدوات بما يتلاءم واستراتيجيات التدريس. ففي **تطوير مهمات التقييم Assessment tasks**، فإنه ينبغي للمعلمين تحديد:

- ماذا يقيمون؟ **What they are assessing**

- ولماذا يقيمون؟ **Why they are assessing**
- **وكيف يمكن استخدام معلومات التقييم؟**
- **ومن سيحصل على معلومات التقييم؟**
- **وما أنشطة التقييم أو المهمات** التي تسمح للطلاب أن يعرضوا أو (يوضحوا) تعلمهم بالطرق والوسائل الحقيقية Authentic؟ لعل الإجابة عن هذه الأسئلة ومشتقاتها، **يوجه بوصلة البحث Research إلى مواصفات التقييم الجيد أو الفعال Effective assessment الذي يساعد على التعلم Learning**. وفي هذا، يقدم مراجعة البحث Research وأدبياته بعض **خصائص التقييم (الفعّال)** المتضمن في التقييم **(البديل) الحقيقي**، وهي:

**أولاً: التقييم الفعال منسجم مع التدريس وجزء أساسي منه:** فالتقييم الفعال يتطلب من المعلمين دائما أن يكونوا مدركين للسؤال: ماذا أريد من طلابي أن يتعلموا؟ وكيف يمكنهم أن يبيّنوا لي أنهم تعلموا ذلك؟ كما أنّ كيف يقيّم المعلمون طلابهم يعتمد على ماذا يقيّمون، فهل يقيمون المعرفة التقريرية أو الإجرائية أو الاتجاهات أو عادات العقل؟

إن **المعرفة التقريرية Declarative knowledge** كما يبدو، هي أكثر بعد واضح للتعليم يمكن قياسه باستخدام أساليب وأدوات تقييمية تقليدية، إذا ما أراد المعلمون أن يقيّموا الحقائق وتذكرها أو استرجاعها. إلا أن تعزيز وتنمية **الثقافة العلمية Science literacy** لا يمكن تحقيقها من خلال تذكر واسترجاع الطالب للمعرفة التقريرية ذات العلاقة بالعلوم؛ ولعل الأهم من ذلك يتمثل بما يتعلق بفهم الطالب لهذه المعرفة، وقدرته على استخدامها والتأمل فيها وتطبيقها في المواقف الجديدة الحياتية.

وكذلك فإنّ الأساليب والأدوات التي تستخدم لتقييم المعرفة التقريرية لا تستطيع تقييم المهارات، والاستراتيجيات، والعمليات بفاعلية. فعلى سبيل المثال، فبدلا من محاولة تقييم استدلال عمليات الطالب من خلال النظر إلى الناتج (أو المنتج) النهائي، فإنّ المعلمين مدعوون (ومطالبون) لتقييم **المعرفة الإجرائية Procedural knowledge** من خلال **ملاحظة (مشاهدة) الطالب في أثناء أدائه العمل** وذلك بمناقشة استراتيجياتهم معهم في المؤتمرات، والمقابلات، وجمع المعلومات من خلال تأملات الطالب ومراجعته لذاته ولصحائفه (دفتر اليوميات) الذاتية.

أمّا **الاتجاهات Attitudes** و**عادات العقل Habits of mind** فلا يتم تقييمها بصورة مباشرة directly؛ إنها متضمنة في ما يقوم به (أو يفعله) الطالب وما يقوله. وفي هذا تصف أدوات التقييم نموذجياً السلوك الذي يعكس الاتجاهات أو عادات العقل لدى الأفراد (الطلبة) المتعلمين.

**ثانياً: التقييم الفعال يركز على المهمات الحقيقية Authentic tasks وعمليات تعلم العلوم Science learning process ذات المعنى Meaningful والسياق Context**، وفي هذا يجب أن تكون مهمات التقييم في العلوم حقيقية واقعية وذات معنى؛ أي تستحق أن يمتلكها الطالب لأهميتها الخاصة، لا أن يمتلكها الطالب ليريها أو يعرضها أمام المعلمين وغيرهم. وخلال التقييم، يكتشف المعلمون ما إذا كان الطلاب يستخدمون المعرفة، والعمليات، والمصادر بصورة فعالة لتحقيق الأغراض ذات الأهمية. ولهذا يصمم المعلمون مهمات تكرر السياق الذي يمكن أن تطبق فيه المعرفة في العالم خارج الصف الدراسي والمدرسة.

**ثالثاً: التقييم الفعال ذو أبعاد متعددة Multi - dimensional ويستخدم أدوات وطرائق وأساليب متعددة**؛ فالتقييم في العلوم يجب أن يعترف بطبيعة التعلم المعقدة والكلية لأغراض تحقيق الثقافة العلمية وتنميتها. ولجمع ملف عن تقدم progress كل طالب، يلجأ المعلمون إلى استخدام وسائل وأدوات مختلفة خلال مناسبات (وفرص) تعلم أنشطة التعلم الكثيرة جداً.

**رابعاً: التقييم الفعّال يقوم على معايير based on criteria يعرفها ويفهمها الطلاب**؛ وفي هذا يجب أن تكون معايير التقييم واضحة للطلاب قبل أي اختبار أو إعطاء وظيفة حتى يركزوا جهودهم وأعمالهم. كما ينبغي إشراك (انخراط) الطلاب في وضع معايير التقييم، وأن يفهم الطلاب بوضوح العمل (أو الإنجاز) الناجح لكل مهمة معطاة. كما أنّ نماذج من أعمال الطلاب السابقة وغيره من الأعمال (الإنجازات) المثالية تساعد الطلاب على **تطوير غايات التعلم الشخصية Personal Learning goals**. وفي هذا فإن تقييم كل مهمة يجب أن يختبر فقط **نتاجات التعلم Learning outcomes** التي تم تحديدها أو تعريفها للطلبة؛ وهذا يعني على سبيل المثال، أنّ اختبارات مهارات المختبر يجب أن تصمّم وتصحّح لجمع معلومات حول مهارات الطلبة المخبرية فقط لا للتعبير عن أفكارهم بفاعلية (أو إنشائية) في كتابة التقارير المخبرية على سبيل المثال.

**خامساً: التقييم الفعال عملية تعاونية collaborative تتضمن مشاركة الطلاب**؛ وفي هذا فإن الغرض النهائي من التقييم يتمثل في **تمكين الطلاب من تقييم أنفسهم to assess themselves**، وإعطاء الطلبة الفرصة والمسؤولية لتقييم أنفسهم بصورة تدريجية إلى تطوير استقلالية الطالب الذاتية كمتعلم مدى الحياة lifelong learner. كما أنّ التقييم يجب أن يتناقص بدلا من تعزيزه والاعتماد على ملاحظات وتقديرات وتعليقات المعلم لتوجيه التعلم أو وضع العلامات ولتصديق إنجازات الطلبة. وفي هذا يعزّز التقييم ما وراء معرفة الطلاب 'students metacognition فيساعدهم على إصدار أحكام حول تعلمهم، ويزوّدهم بمعلومات لتحديد الأهداف والمراقبة الذاتية **Self - monitoring**.

**هذا، ويمكن لمعلمي العلوم زيادة مسؤولية الطلاب عن التقييم من خلال:**

1. الطلب من الطلاب لتحديد واختيار **النواتج products** والأداءات **performances** التي تبين وتوضح تعلمهم.
2. إشراك الطلاب في تطوير **معايير التقييم** كلما كان ذلك ممكنا؛ وهذا بدوره يوضح الأهداف لأية وظيفة معطاة، ويزود الطلاب بالمصطلحات اللازمة لمناقشة أعمالهم بأنفسهم.
3. **إشراك الطلاب في تقييم الأقران peer - assessment** بطريقة غير رسمية informally في مؤتمرات الأقران peer conferences، ورسمياً formally من خلال قوائم الرصد.
4. منح الطلاب الفرص **لاستخدام أدوات tools للانعكاسات ومراجعة الذات والتقييم الذاتي** كما في: قائمة الرصد الذاتية Self - assessment، وصحائف الطلاب Journals (صحيفة أداء) التي يدون فيها (الطلاب) خبراتهم اليومية، وتحديد واختبار الأهداف، والتقييم الذاتي لبنود البورتفوليو.
5. **وضع بروتوكول معين للطلبة الراغبين في تحدّي تقييم المعلم** وبخاصة فيما يتعلق بالعلامات التي يضعها المعلم مقابل نظيرتها التي يضعها الطالب كما في تقييم الأعمال الكتابية للطالب من قبل المعلم والطالب ومقارنة علامات التقييم ومراجعتها.

**سادساً: التقييم الفعال يركز على ما تعلمه الطلاب ويمكنهم عمله أو القيام به:** يجب أن يكون التقييم منصفاً وعادلاً equitable، وأن يقدم فرصاً للنجاح **للطلاب جميعهم All Students**. فالتقييم الفعال يرى المعرفة، والمهارات، والاتجاهات، والاستراتيجيات لكل طالب، والتقدم الذي يحرزه الطالب بدلا من الاقتصار على تحديد النواقص أو المثالب (السلبيات) في التعلم. **ولتقييم ما تعلمه الطلاب وما هم قادرون على تعلمه يحتاج المعلمون لاستخدام استراتيجيات ومناحٍ متنوعة** كما في:

1. استخدام مدى واسع من **أدوات التقييم** لتقييم الأبعاد المختلفة لتعلم الطلاب مع تجنب الاعتماد على الذاكرة.
2. تزويد الطلاب **بفرص للتعلم مع التغذية الراجعة** لصقل أعمالهم وتهذيبها، مع تبيان أنّ ليس كل وظيفة يمكن أن تكون ناجحة أو أن تكون جزءاً من التقييم الختامي.
3. فحص الأعمال المختلفة للطلاب في **تقييم نتاجات التعلم** من جهة، وللتحقق من أن جميع البيانات أساس صادق لإجراء التعميمات (الأحكام) على تعلم الطلاب من جهة أخرى.
4. تطوير **صورة كاملة وتامة عن الطالب باستخدام جميع المعلومات** كما في استخدام التقييم المرجعي لنتاجات التعلم learning outcom - referenced assessment الذي يقارن أداء الطالب بالمعيار المحدّد مسبقاً، والتقييم المرجعي الذي يقارن أداء الطالب بأدائه السابق self - referenced assessment.
5. **تجنب استخدام التقييم (والعلامات) لضبط سلوك الطلاب في الصف Discipline**؛ فقد تبيّن بحثياً أنّ مثل هذا الإجراء أو العمل (خصم العلامات أو التهديد بها) **لا يقدم تغذية راجعة عن تعلم الطلبة** من جهة، **ويخفض دافعية الطلاب (أو يُحبطهم)** من جهة أخرى. إلا أنه يمكن وضع علامة (صفر) لعمل غير مكتمل أو منجز أحياناً، مع ملاحظة أنّ مثل هذه العلامة (الصفر) تؤثر (كقيمة متطرفة) في قيمة المتوسط الحسابي لعمل الطالب، وبالتالي لا تشير بدقة إلى تقييم أداء الطالب أو عمله بوجه عام.
6. السماح للطلاب كلما كان ذلك ممكناً لاختيار **كيف يمكنهم عرض Demonstration أعمالهم وكفاياتهم الأدائية.**

7. استخدام **أدوات تقييم مناسبة** لتقييم أعمال ونواتج الطلاب الفريدة (المتميزة) Unique، والعمليات، والأداءات.

**سابعاً: التقييم الفعال عملية مستمرة Ongoing and continuous**، فالتقييم المستمر في أثناء عملية التدريس يقدم للطلاب فرصاً جيدة للحصول على تغذية راجعة باستمرار، ولتعديل طرق ومناحي التعلم، وملاحظة **تقدم التعلم Learning progress** لديهم. ويمكن للمعلمين إجراء تقييم غير رسمي من خلال طرح الأسئلة وتقديم بعض الاقتراحات والتعليقات بين فينة وأخرى، وكذلك تقييم الطلاب رسمياً في مراحل متعددة في أثناء المشروعات العلمية أو الوحدات الدراسية. والتقييم المستمر يزوّد المعلم أيضاً بفرص مستمرة **لمراجعة التدريس Instruction**، **والمحتوى Content**، **والعمليات Processes**، **ومصادر التعلم Learning resources**.

ومن **أساليب التقييم البديل الحقيقي وأدواته** في هذا الصدد: الملاحظات، والمقابلات، وتقييم الأداء، والبورتفوليو، والتقييم الذاتي، وتقييم الأقران أو المجموعات، وصحائف الطلاب، وقوائم الرصد، ومؤشرات التقدير الوصفي، والعروض المرئية (كالملصقات، وخرائط المفاهيم، والرسومات، والنماذج)، وتقارير المختبر، وتقارير البحث Research reports (في كل مرحلة من مراحل البحث أو المشروع)، ومهمات القلم والورقة.

وفي هذا كله، **يُشير مجمل البحث Research إلى أنّ التقييم البديل الحقيقي تقييم يتصل بمهمات العالم الحقيقي، ويقاس التعلم Learning فيه بنوع الأداء performance** الذي يظهره الطالب (المتعلم) عند وضعه في موقف معين وليس من خلال قياس ما يخزنه في ذهنه من معلومات، وهذا النوع من التقييم (البديل الحقيقي) هو الذي يرتبط بالفهم كتوجه ومنحى في **تدريس العلوم من أجل الفهم Teaching Science for understanding**. وفي هذا التقييم (البديل الحقيقي) يحدّد معلمو العلوم المهمات Tasks التي على الطلبة القيام بها في البداية، وبعدها يتم تطوير المنهاج الذي يمكن الطلبة من القيام بتلك المهمات، وقد يتضمن المنهاج امتلاك الطلبة المعارف والمهارات الأساسية؛ فالمعارف والمهارات هي جزء من المنهاج، بينما في التقييم الاعتيادي التقليدي هي المنهاج.

وهكذا تتمثل **الخطوة الأولى في عملية التقييم البديل الحقيقي بتحديد نتاجات التعلم Learning outcomes** القياسية المرغوبة، ومن ثم إيجاد مهمات

Tasks متنوعة يقوم بها الطلبة أو يؤدونها لينجزوا ما يدل على تحقيقهم لهذه النتاجات القياسية المنشودة بحيث تكون هذه المهمات على شكل **أنشطة تعلم Learning activities** يقوم بها (يؤدونها) الطلبة المتعلمون، أو **مشروعات projects** ينفذونها، أو على شكل **مشكلات problems** تتطلب الحل بالحوار والمناقشة وتبادل الأفكار وتلاقحها والتعاون أو الاستقصاء والبحث. وفي هذا **يحاكي التقييم البديل الحقيقي الحياة الواقعية Real life**، وفيه الطالب (المتعلم) **يبني ويطبق**، وهو مبني من الطالب، ويقدم الدليل المباشر، ويعزز عملية التعلم؛ مقابل نظيره التقييم الاعتيادي التقليدي حيث **يختار الطالب الإجابة**، والتقييم مبتدع، والطالب فيه **يتعرف ويتذكر ويسترجع**، وهو مبني من قبل المعلم، ويقدم الدليل غير المباشر.

# الفصل الخامس

# الثقافة العلميّة

# Scientific Literacy

## المقدمة : Introduction

إذا أردنا أن نعيش في القرن الحادي والعشرين، فعلينا أن نتحدث بـ (لغة) و(علم) و(تكنولوجيا) القرن الحادي والعشرين بواقعه وتحدّياته وتوقعاته وثورته التكنولوجية (المعرفية والمعلوماتية والكمبيوترية) لتنمية **الثقافة العلمية** في العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا. وفي هذا، تذكر أدبيّات البحث أنّ **الثقافة العلمية Scientific Literacy بمفهومها الواسع**، هي: منظومة المعلومات الوظيفية **Functional information** المرتبطة **بالعلم، والرياضيات، والتكنولوجيا؛ وتفكير علمي Scientific thinking** في حل قضايا العلم ومشكلات التكنولوجيا؛ **وتفكير إبداعي Creative thinking** نحو تقبل الجديد والمستحدث في مجال الاكتشافات والاختراعات العلمية؛ **ومهارات (عقلية) علمية Science Processes**، ويدوية، واجتماعية، **ومهارات اتصال وتواصل Communication** في مجال العلم وتطبيقاته؛ وميول واهتمامات علمية **Interests**؛ وتقدير جهود العلم والعلماء؛ وقدرة على اتخاذ القرارات (المناسبة أو السليمة) ذات المنشأ والسند العلمي والتكنولوجي؛ كل ذلك في **إطار قيمي وأخلاقي يتماشى مع الإطار القيمي للمجتمع وثقافته**.

وفي سياق ذلك، تصبح الثقافة العلمية في إطارها العام هي الجهود التي تحرص على تقليص الفجوات العلمية والتكنولوجية والمعلوماتية داخل المجتمع وبخاصة في مجتمعات الدول النامية، وتُعنى بمعطيات العلوم ومنتجات التكنولوجيا وما تحدثه الحركة العلمية - التكنولوجية من آثار وانعكاسات على المستويات المعرفية والفكرية والسلوكية والقيمية والبيئية والاجتماعية والثقافية والاقتصادية، وغير ذلك من مكونات وملامح المجتمع المعاصر في توجهه العام نحو تحقيق **المجتمع العلمي Scientific Community** في حياة القرن الحادي والعشرين.

إن أهمية **الثقافة العلمية كهدف وغاية كبرى للتربية العلمية وتدريس العلوم**، تم الاعتراف بها عالمياً وإقليمياً ومحلياً وبخاصة في سياق ومنظور الوعي المجتمعي (وعي المجتمع) للعلم وتطبيقاته. ولعل **الوعي العلمي Science awareness** في المجتمع من الأهمية بمكان لعدة أسباب من أبرزها الآتي:

- لتطوير **المجتمع المثقف علمياً الذي يتعامل بمرونة مع التغيرات والتوجهات** التي يتطلبها العصر واحتياجاته وذلك في ضوء اتخاذ القرارات المبنية (المستندة) إلى المعلومات.
- لتشجيع الطلبة على **اختيار العلم وجذبهم لدراسته** من جهة، **واختيار مهنة** ذات علاقة بالعلم والعلوم من جهة أخرى.
- لتعزيز **النمو الاقتصادي وقيادته**، وتحسين **الرفاه الاجتماعي والبيئي** على حدّ سواء.

وفي هذا كله، يشعر أفراد المجتمع العلمي بأن العلم جزء مهم في حياتهم اليومية، وكيف أنه يساهم إيجابياً في تحسين حياتهم الاجتماعية والبيئة التي يعيشون فيها سواء بسواء.

ومن منظور **حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**، فإنه يتبيّن أنّ الهدف الموحّد لحركات الإصلاح يتمثل في **تحقيق الثقافة العلمية وتنميتها لدى جميع الطلبة All students**، إذ إنه لم يعد مناسباً تركيز تعليم العلوم على الصفوة (أو النخبة) لعلماء ومهندسي المستقبل، بل إضافة إلى ذلك فإنّ التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها يجب أن تركز على الثقافة العلمية لدى جميع الطلبة بما فيهم المجموعات والأقليات الأقل حظاً والنساء بغض النظر عن الجنس، والعرق، والثقافة. وفي هذا، يهدف هذا الفصل إلى البحث في الثقافة العلمية كفرض (وهدف) موحد للإصلاح وذلك في ضوء مفهومها وأبعادها ومختلف وجهات النظر في مكوناتها وعناصرها وبعض التجارب العالمية لدعمها وتنميتها وتحقيقها.

## الثقافة العلميّة: منظور تاريخي

## Scientific Literacy: Historical Perspective

ظهر مُصطلح الثقافة العلمية في أدبيّات التربية العلمية في أواخر خمسينيات القرن العشرين في الولايات المتحدة الأمريكية على يد كبير التربويين العلميين بول

ديهارت هيرد Paul DeHart Hurd في بحثه المنشور في مجلة القيادة التربوية **Educational Leadership** تحت عنوان: **معنى الثقافة العلمية في المدارس الأمريكية**. وقد استخدمه هيرد Hurd لوصف **(فهم العلم) وتطبيقاته في الممارسات الاجتماعية**. وتم التفاعل مع المصطلح بشدة من المختصين والمهتمين بالتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، إلاّ أنه لم يتم الاتفاق على معناه أو مفهومه بشكل دقيق.

وقد ظل الأمر كذلك حتى منتصف الستينيات، حيث اقترح ميلتون بيلا Milton Pella أنّ **الثقافة العلمية (كمفهوم)** تتضمن فهم المفاهيم (العلمية) الأساسية، وطبيعة العلم، وأخلاقيات العلم التي تضبط العلماء في أعمالهم، والعلاقات المتداخلة بين العلم والمجتمع، والعلم من خلال الإنسانيات.

وقد احتدم النقاش المكثف على تحديد **مفهوم الثقافة العلمية** في منتصف السبعينيات حيث زاد الجدل والمناظرة والنقاش على معنى المفهوم؛ واتسعت التعريفات والتفسيرات وتنوعت حيث ذكر جابل Gabel أنّ **الثقافة العلمية لها من المعاني والتعريفات الكثيرة التي تجعلها مضاهية لكل ما يتعلق بأهداف التربية العلمية وتدريس العلوم**، وتم تحديد **ثمانية أبعاد أو مجالات** لها، وهي:

- **تنظيم المعرفة Organization of knowledge**
- **العمليات الفكرية (العقلية) Intellectual process**
- **القيم والأخلاقيات Values and ethics**
- **العمليات والاستقصاء Process and inquiry**
- **المسعى الإنساني Human endeavor**
- **التفاعل بين العلم والتكنولوجيا Interaction of science and technology**
- **التفاعل بين العلم والمجتمع Interaction of science and society**
- **التفاعل بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع Interaction of science, technology, and society**

وفي هذا، تم التعليق على نموذج جابل Gabel بأنه يتضمن كل مجال من مجالات أهداف تدريس العلوم، وأنه يعني كل شيء يمكن عمله في العلوم بوجه عام.

هذا، وتعد فترة السبعينيات وبداية الثمانينيات الفترة الغنية بتعريفات الثقافة العلمية وتفسيراتها، وإن اختلفت الآراء والاجتهادات في تعريفها من تعريف إلى

آخر. وقد بلغ مفهوم الثقافة العلمية الزُبى وذروته في منتصف الثمانينيات في **حركة إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها المتمثل في المشروع (2061) - العلم للجميع**، حيث تم تعريف **الشخص المثقف علمياً** (مبدئياً) بالفرد الذي يعي أنّ العلم، والرياضيات، والتكنولوجيا متداخلة في المسعى الإنساني بقوتها وحدودها ومحدّداتها، ويفهم المفاهيم والمبادئ الأساسية في العلوم، ويألف العالم الطبيعي، ويدرك تنوعه ووحدته، ويستخدم المعرفة العلمية والطرق والسبل في التفكير واتخاذ القرارات للأغراض الفردية والاجتماعية. وتم تعزيز الثقافة العلمية في بداية التسعينيات امتداداً لمشروع (2061) بوثيقة **معالم وملامح (أو العلامات الدالة على) الثقافة العلمية Benchmarks for Science Literacy**، **والمعايير الوطنية للتربية العلمية National Science Education Standards (NSES)** كما سيتبيّن ذلك في فصول الكتاب القادمة.

وفي السياق التاريخي، يلخص بايبي (Bybee, 1999) أدبيّات البحث (تاريخياً) **لتعريفات الثقافة العلمية وتوجهاتها** في ستينيات وسبعينيات وثمانينيات القرن العشرين كما يظهر في الجدول (5-1).

**الجدول (5-1)**

**خصائص وتوجهات وتعريفات الثقافة العلمية تاريخياً في ستينيات وسبعينيات وثمانينيات القرن العشرين**

| الستينيات (1967) | السبعينيات (1974) | الثمانينيات (1988) |
|---|---|---|
| 1. العلاقات المتبادلة المتداخلة بين العلم والمجتمع.<br>2. أخلاقيات العلم.<br>3. طبيعة العلم.<br>4. المعرفة المفاهيمية.<br>5. العلم والمجتمع.<br>6. العلم في العلوم الإنسانية. | 1. طبيعة العلم.<br>2. المفاهيم العلمية.<br>3. عمليات العلم.<br>4. القيم العلمية.<br>5. العلم والمجتمع.<br>6. الميول والاهتمامات في العلم.<br>7. المهارات المرتبطة بالعلم. | 1. طبيعة الرؤية العلمية للعالم.<br>2. طبيعة المسعى العلمي.<br>3. عادات العقل العلمية.<br>4. العلم والشؤون الإنسانية. |

أمّا في حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها العالمية المعاصرة Contemporary Reform المتمثلة بوثيقتي: معالم (ملامح) الثقافة العلمية والمعايير الوطنية للتربية العلمية، فيوضحان تفاصيل الثقافة العلمية وتعريفاتها. والجدول (5-2) يلخص خصائص وتعريفات الثقافة العلمية وفقاً لهاتين الوثيقتين (المعالم Benchmarks، والمعايير NSES).

الجدول (5-2)

خصائص وتعريفات الثقافة العلمية المعاصرة وفقاً

للمعالم Benchmarks والمعايير NSES

| معالم الثقافة العلميّة (1993) Benchmarks (المعالم) | المعايير الوطنية للتربية العلمية (1996) NSES (المعايير) |
|---|---|
| 1. طبيعة العلم.<br>2. طبيعة الرياضيات.<br>3. طبيعة التكنولوجيا.<br>4. المكان المادي (البيئة الفيزيائية).<br>5. البيئة الحيّة.<br>6. الكائن البشري (الإنسان).<br>7. المجتمع الإنساني.<br>8. العالم (المصمّم) المصنّع.<br>9. العالم الرياضياتي.<br>10. المنظورات (الأبعاد) التاريخية.<br>11. الموضوعات (الأفكار) المشتركة.<br>12. عادات العقل. | 1. المفاهيم والعمليات الموحدّة.<br>2. العلم كعملية استقصائية.<br>3. العلوم (الطبيعية) الفيزيائية.<br>4. العلوم الحياتية (البيولوجية).<br>5. علوم الأرض والفضاء.<br>6. العلم والتكنولوجيا.<br>7. العلم في الجوانب الشخصية والاجتماعية.<br>8. تاريخ وطبيعة العلم. |

وتتضمن هذه الوثائق قواسم مشتركة وتداخلات واتساقات عامة في المحتوى وتعريفات الثقافة العلمية بوجه عام؛ فقد شارك مربو العلوم، ومعلمو العلوم، والعلماء، والمهندسون جميعهم في تطوير المعالم والمعايير. هذا بالإضافة إلى أن عملية تطوير هذه الوثائق تعرضت للتأمل والتفكير والنقد وبالتالي الموافقة

الاجتماعية من قبل الفئات المختصة في المجتمع. وفي هذا فإنه يتوقع من القادة التربويين استخدام توجهات وإرشادات وتوصيات هذه الوثائق في المراحل المتقدمة من إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها لتطوير **المناهج، والتدريس، والتقييم** وتحسينها مستوى ونوعية كما سيتبيّن لنا ذلك في فصول الكتاب القادمة.

## أبعاد الثقافة العلميّة: Dimentions of Scientific Literacy

يعتبر تحقيق الثقافة العلمية (SL) وتنميتها لدى الطلبة المتعلمين غاية أساسية كبرى تستمر معهم طوال الحياة. وفي هذا ينظر إلى الثقافة العلمية كهدف وسلسلة متصلة continuum يمكن أن يحقق فيها الطلبة مستويات مختلفة من هذا الهدف من مثل مستويات فهمهم للمفاهيم العلمية حيث إنها ليست ثنائية القطب؛ بمعنى تتحقق (الثقافة العلمية) أو لا تتحقق، فلكل متعلم (طالب) له فيها نصيب.

وفي سياق هذا، يُتوقع من **معلمي العلوم أن يكون لهم دور قيادي تربوي، والتزام مهني أخلاقي لفهم المجالات والأبعاد المختلفة للثقافة العلمية**. وهذه المجالات تتضمن: طبيعة العلم (NOS)، والعلوم الطبيعية، والحياتية، وعلوم الأرض، وطبيعة التكنولوجيا، والعلم في المجتمع، وتاريخ العلم. والجدولان (5-1) و (5-2) يزودان **إطاراً مفاهيمياً عاماً للمعالم Benchmarks والمعايير (NSES)** كما هي موثقة فيهما. كما يجب على معلمي العلوم فهم الأبعاد المختلفة المتعلقة بالتطبيقات الخاصة للمناهج، والتدريس، والتقييم. وفيما يلي بعض التفاصيل لأبعاد الثقافة العلمية وأنواعها (Bybee, 1999؛ تروبرج وزملاؤه، 2004)، وهي:

### أولاً: الثقافة العلمية الوظيفية:

### Functional Scientific Literacy: The Vocabulary of Science

تتضمن (الثقافة العلمية الوظيفية) كما تدل التسمية، المفردات أو المصطلحات Vocabulary أو الكلمات الفنية المرتبطة بالعلم والتكنولوجيا. وباعتبار العمر، ومرحلة النمو، والمستوى التعليمي، فإنّ على الطالب (المتعلم) أن يكون قادراً على كتابة وقراءة صفحات تتضمن مصطلحات علمية وتكنولوجية.

ولسنوات عدّة وبخاصة في الدول النامية، ركزت برامج العلوم المدرسية وبخاصة كتب العلوم (المركزية) بقوة على هذا البُعد ممّا أدّى إلى (تشويش) مفهوم الثقافة العلمية وتحقيقها. وهذا يتطلب من قادة ومربي العلوم إعادة التنظيم والتقليل من التركيز على المصطلحات (والتعريفات) العلمية (الحفظ)، وإعادة التوازن والتواؤم مع الثقافة العلمية وتنميتها. **وكتطبيق في مناهج العلوم**، قلّلت **المعالم Benchmarks والمعايير (NSES)** من هذه المصطلحات الفنية، ولعلَّ هذا يمثل الخطوة الأولى بالاتجاه الصحيح نحو المصطلحات العلمية المناسبة في برامج العلوم المنهجية في المدرسة.

### ثانياً: الثقافة العلمية المفاهيمية والإجرائية:

### Conceptual and Procedural Scientific Literacy: As a way of Knowing

يقدم البحث Research **الثقافة المفاهيمية والإجرائية كطريقة للوصول إلى المعرفة Way of knowing**. وتتمحور الثقافة المفاهيمية والإجرائية حول الأفكار الرئيسية **(المفاهيم الكبرى)** التي تشكل فرع العلم أو فروع العلوم: الطبيعية، والحياتية، وعلوم الأرض. وبهذا يشكل هذا البعد من الثقافة العلمية فهماً أكبر **للمفاهيم Concepts** التي تخدم كأساس للفرع أو الفروع العلمية Scientific disciplines. **وكتطبيق في تدريس العلوم**، فيما يلي مثال يوضح بعد الثقافة العلمية المفاهيمية.

**العلوم الحياتية (الصفوف: 9-12):**

**- معايير المحتوى والمفهوم المنظم: الخلية The Cell**

**كنتيجة لأنشطة الطلبة في الصفوف(9-12)، فإنّ جميع الطلبة سيطورون (فهماً) لـ:**

- الخلية The Cell.
- الأساس الجزيئي للوراثة.
- التطور البيولوجي.
- الاعتماد المتبادل بين الكائنات الحية.
- المادة، والطاقة، وتنظيم الكائنات الحية.

- الجهاز العصبي وسلوك الكائنات الحية.

وعليه؛ فإنّ (**المفاهيم**) **التي تؤسس وتشكل هذا المعيار**، هي:

- الخلايا لها تركيبات (عضيّات) تؤدي وظائف تكاملية في الخلية.
- معظم وظائف الخلية تتضمن تفاعلات كيميائية.
- الخلايا تخزن وتستخدم المعلومات information لتوجيه وظائفها.
- وظائف الخلية منظمة.
- الخلايا النباتية تتضمن الكلوروبلاست لغرض التركيب الضوئي.
- الخلايا يمكن أن تتمايز differentiation، والكائنات المعقدة يمكن أن تنمو وتتطور من توليد الخلايا وانقسامها وتمايزها.

أمّا بالنسبة إلى بعد **الثقافة العلمية الإجرائية (Procedural (SL**، فإنّ **الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry** يمثل ويوضح هذا البعد للثقافة العلمية الإجرائية. وفي المعايير (NSES) والمعيار المتعلق **بالعلم - كعملية استقصاء Science as inquiry** يقدم مثالاً يوضح **قدرات الاستقصاء العلمي Abilities of Scientific Inquiry** الممثلة لبعد **الثقافة العلمية الإجرائية** كما يأتي:

**العلم : كعملية استقصاء (الصفوف 9-12):**

**- معيار المحتوى والمنظم الإجرائي:**

**القدرات الضرورية لإجراء الاستقصاء العلمي:**

**كنتيجة لأنشطة الطلبة في الصفوف (9-12)**، فإنّ على **جميع الطلبة أن يكونوا قادرين على تطوير قدرات الاستقصاء العلمي، وفهم الاستقصاء العلمي**. وفي هذا فإنّ **القدرات الأساسية والمفاهيم المشكلة لهذا المعيار**، هي:

1. **تحديد الأسئلة Questions والمفاهيم Concepts** التي توجه الاستقصاءات والتحرّيات العلمية. وفي هذا، يجب على الطلبة أن يكونوا قادرين على صياغة الفرضيات **القابلة للاختبار Testable hypotheses**، ويحدّدوا الروابط المنطقية بين المفاهيم العلمية الموجهة لهذه الفرضيات، وتصميم التجربة (أو التجارب). كما عليهم أن يوضحوا الإجراءات، والقاعدة المعرفية،

والفهم المفاهيمي للاستقصاء العلمي.

2. **تصميم وتنفيذ الاستقصاءات العلمية**، يتطلب تصميم الاستقصاءات العلمية وتنفيذها تعريف المجالات المفاهيمية للاستقصاء، والأدوات المناسبة، واحتياطات الأمن والسلامة، والمساعدة على إجراءات حل المشكلات، وإرشادات حول استخدام التكنولوجيا، وتوضيح الأفكار الموجهة للاستقصاء العلمي، ومعلومات علمية أخرى يمكن الحصول عليها من مصادر أخرى غير الاستقصاء الفعلي. كما قد يشمل **الاستقصاء Inquiry** بعض القدرات الأخرى من مثل: تحديد السؤال وتوضيحه، والطريقة، والمتغيرات المستقلة والمضبوطة، وتنظيم البيانات وعرضها، ومراجعة الطريقة والتفسيرات، وعرض النتائج، وملاحظات الأقران وانتقاداتهم. هذا، وبغض النظر عن الاستقصاءات والتحرّيات والإجراءات، فإنّه ينبغي للطلبة استخدام **(الدليل) evidence**، **وتطبيق المنطق، وتكوين حجة (أو حجج) لتفسيراتهم المقترحة.**

3. **استخدام التكنولوجيا لتحسين الاستقصاءات والاتصال (والتواصل) Communications**، يجب أن يكون الطلبة قادرين على استخدام العديد من التقنيات كما في: الأدوات اليدوية، وأدوات القياس، والكمبيوتر كجزء ومكون أساسي متكامل مع الاستقصاءات العلمية. كما أن استخدام أجهزة الكمبيوتر لجمع البيانات وتحليلها وعرضها يعد عنصراً أساسيًّا في هذا المعيار.

4. **تشكيل وإعادة صياغة التفسيرات العلمية والنماذج** باستخدام المنطق والدليل، يجب أن تؤدي الاستقصاءات العلمية التي يقوم بها الطلبة إلى تشكيل التفسيرات أو النماذج؛ ففي عملية الإجابة عن السؤال (أو الأسئلة)، فإن على الطلبة الانخراط في المناقشات والمجادلات التي تؤدي إلى مراجعة تفسيراتهم وإعادة صياغتها. وفي هذا، يجب أن تستند المناقشات إلى المعرفة والمعلومات العلمية، واستخدام **المنطق Logic والدليل evidence** في استقصاءاتهم.

5. **فهم التفسيرات والنماذج البديلة وتحليلها**، يؤكد هذا المعيار **القدرات الناقدة Critical abilities** لتحليل الحجج والمناقشات وذلك من خلال مراجعة الفهم العلمي الحالي، ووزن الأدلة واعتبارها، وتفحص المنطق؛ وذلك

لإظهار أي التفسيرات والنماذج أفضل مع ملاحظة ثمة تفسيرات معقولة (مقبولة) أخرى إلا أنها ليس جميعها لها الوزن نفسه. وفي هذا، يجب على الطلبة اللجوء إلى معايير للتفسيرات العلمية لتحديد أي التفسيرات أحسن أو أكثر منطقية.

6. **شرح الحجة العلمية والدفاع عنها**، يجب على الطلبة في برامج العلوم المنهجية المدرسية أن يكونوا قادرين على تطوير القدرات المتعلقة بالطرق المناسبة في عرض أفكارهم وتوصيلها إلى الآخرين بنجاح بما فيها الكتابة، واتباع الطريقة والإجراءات، والتعبير عن المفاهيم، ومراجعة المعلومات، وتلخيص البيانات، واستخدام اللغة بصورة مناسبة، وتطوير المخططات والرسومات البيانية، وتوضيح التحليلات الإحصائية وتفسيرها، والتحدث بوضوح ومنطق، وتكوين حجة مقبولة، والاستجابة للتعليقات الناقدة من خلال استخدام البيانات والمعلومات الحالية، والمعرفة العلمية السابقة، والاستدلالات العلمية الحالية.

وفي هذا كله، فإنّ **الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry** يمثل **البُعد الإجرائي Procedural dimention** للثقافة العلمية. وأن المعيار: **العلم كعملية استقصائية Science as Inquiry** يلخص قدرات الاستقصاء وفهم الاستقصاء. هذا، وقد استخدم العلماء في الستينيات بعض المصطلحات تم التعبير عنها لتوضيح هذا الجانب بما يُسمى **عمليات العلم The Process of Science**؛ إلا أنه في الإصلاح العالمي المعاصر في التربية العلمية، فإن قدرات الاستقصاء العلمي قد تطورت وراء التأكيد المحدود على العمليات كما في: الملاحظة، والاستدلال، والفرضيات، والتجريب. فقدرات الاستقصاء العلمي السابقة تتضمن عمليات العلم، وكذلك التأكيد الأكبر على **القدرات المعرفية Cognitive abilities** كما في **استخدام المنطق logic والدليل evidence والمعرفة الحالية** الموجودة فعلاً، وذلك لبناء التفسيرات للظواهر الطبيعية المبحوثة.

### ثالثاً: الثقافة العلمية المتعددة الأبعاد: سياقات العلم:

## Multidimentional Scientific Literacy: The Contexts of Science

يمتد منظور الثقافة العلمية فهماً للعلم أبعد من المفردات أو المصطلحات والمفاهيم، والطرق الإجرائية **لفرع العلم Discipline** أو الفروع العلمية الطبيعية،

والحياتية، وعلوم الأرض. والغاية التربوية في تحقيق الثقافة العلمية تتضمن (فهم) العلم؛ وهذا يتطلب من معلمي العلوم مساعدة الطلبة على تطوير منظورات الطلبة للفروع العلمية المتضمنة على سبيل المثال، تاريخ الأفكار العلمية، وطبيعة العلم، ودور العلم في المجتمع.

وفي السياق، فإنّ أحد جوانب الثقافة العلمية المتعددة المتمركز حول فروع العلم، **تعرّف تاريخ وطبيعة العلم والتكنولوجيا**، وتوضحه في **السياق الاجتماعي Social Context**. فعلى سبيل المثال، على الطلبة أن يطوروا فهماً لتاريخ الأحياء، والكيمياء، والفيزياء وعلوم الأرض. هذا بالإضافة إلى أنّ عليهم أن يتعلموا حول العلم والتكنولوجيا والربط بينهما وبين القضايا والتحديات الاجتماعية. وثمة جانب آخر للثقافة العلمية المتعددة الأبعاد يتضمن **فهم العلم في المنظور الشخصي - المجتمعي** أو ما يسمى باختصار فهم العلاقة المتبادلة المتداخلة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع (**STS**) والبيئة (**STSE**). فالعلم موجود في المجتمع (كان ولا يزال) وسيبقى له ارتباطات بقضايا مجتمعية عديدة جداً في المجتمع الصناعي التكنولوجي. وكجزء أساسي في تحقيق الثقافة العلمية، يتضمن مساعدة الطلبة على تعرف حدود العلم ومحدّداته في السياق أو الحياة الشخصية والاجتماعية على حدّ سواء.

هذا، وتدمج النظرة إلى الثقافة العلمية الموصوفة هنا، الأبعاد المتضمنة الإيجابيات والمحدّدات، إلاّ أنه تاريخياً ثمة تضخيم لمنحى البعد الواحد في الثقافة العلمية كما في تضخم بنية الفرع العلمي والتركيز عليه في ستينيات القرن العشرين أو أفكار (STS) في الثمانينيات، أو أننا أكدنا أكثر على جانب من الثقافة العلمية كما في المصطلحات العلمية والتعريفات أو مهارات العلم. ومن هنا، فإنّ **الرؤية العالمية المعاصرة للثقافة العلمية** يجب أن تمثل توازناً balance مناسباً بين أنواع الثقافة العلمية وأبعادها: **الوظيفية Functional**، **والمفاهيمية Conceptual**، **والإجرائية Procedural**، **والمتعددة الأبعاد Multidimentional**.

### رابعاً: الثقافة العلمية الإسمية: Nominal Scientific Literacy

تحدد الثقافة العلمية الإسمية وتعرف المصطلحات والأمثلة على أنها علمية، وتشير إلى موضوعات ومعلومات ومعرفة وفهم غير صحيح (العلم من وجهة نظر

الطلبة والمعلمين)، ولها تصورات بديلة (أو خاطئة) عن المفاهيم والعمليات العلمية. كما تقدم تفسيرات غير دقيقة علمياً للظواهر والأحداث العلمية، وتشرح المبادئ العلمية بأسلوب سطحي ساذج بوجه عام.

وعليه؛ فإنّ **الثقافة العلمية الإسمية** تعني أن الطلبة يربطون المصطلحات terms والأفكار والقضايا issues بالمجال العام في العلم والتكنولوجيا ؛ إلاّ أن هذا الربط يمثل فهماً غير صحيح وتصورات لمفاهيم بديلة (أو خاطئة) وأفكاراً ونظريات ساذجة أو فهماً (ناقصاً) غير مكتمل. ولعل التعريف العام لمصطلح الأسمي **nominal** يقترح أن العلاقة بين (فهم) المتعلم (الطالب) وقدراته (كما وردت في المعالم والمعايير) هي متدنية (ضعيفة) وغير جوهرية؛ أي أن الفهم وفي أحسن الظروف، **فهم كلامي وقدرات كلامية** ليس إلاّ، وبالتالي لا يمثل ولا يحمل غاية أو العلاقة المنشودة في الثقافة العلمية. وفي هذا، فإنّ **على مربي العلوم والمشرفين ومطوري المناهج والمختصين ومعلمي العلوم**، عليهم واجب مهني وأخلاقي لتصميم برامج ومهمات وتنفيذها لمساعدة الطلبة المتعلمين للذهاب وراء (أو أبعد) مستويات الثقافة العلمية وأبعادها (الوظيفية والمفاهيمية والإجرائية والمتعددة الأبعاد). وفي هذا، يعني تحقيق الطلبة لمستويات عليا في الثقافة العلمية أنّ على جميع الطلبة أن يطوروا نتاجات مناسبة في **المعرفة knowledge**، **والمهارات skills**، **والقدرات abilities**، **والفهم understanding** المرتبطة بأبعاد الثقافة العلمية. ولعل مثل هذه النظرة، تفترض أنها تختلف جوهرياً عن التوكيد الزائد (أو المبالغ فيه) على بُعد واحد (أو ربما على جملة واحدة) التي غالباً ما يبحث عنها عندما يتم تعريف الثقافة العلمية وتحديدها وبخاصة أنّ **المعالم Benchmarks والمعايير (NSES)** تزودنا بتعريفات مفصلة للثقافة العلمية وأبعادها كغاية نهائية Goal في إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها العالمية المعاصرة.

## مكونات وعناصر الثقافة العلميّة:

### Components and Elements of Scientific Literacy

ثمة مناح وتصوّرات ومنظورات واجتهادات عدّة لمكونات وعناصر الثقافة العلمية وبالتالي الشّخص (أو الفرد) المثقف علميًا. وعلى الرغم من تباين هذه التصورات

والرؤى واختلافها (ظاهرياً)، إلاّ أنّ بينها قواسم وتقاطعات (جوهرية) مشتركة كبيرة يتفق جلّها على مكونات وعناصر محدّدة للثقافة العلمية وبخاصة على حتمية تنمية الثقافة العلمية وتحقيقها لدى جميع الطلبة في المجتمع الصناعي التكنولوجي المتطور في حياة القرن الحادي والعشرين. وفي هذا ثمة مناح وتصورات ورؤى **لمكونات الثقافة العلمية وعناصرها** ترد في أدبيات البحث Research من بينها ما يأتي:

**المشروع (2061)؛ Project (2061)**

المشروع (2061) عبارة عن **رؤية مستقبلية (عالمية) بعيدة المدى لإصلاح مناهج العلوم وتدريسها**؛ ويتضمن رؤية ما يجب على الطلاب جميعهم أن (يعرفوه) وأن **يكونوا (قادرين) على عمله في العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا في نهاية الصفوف (k-2) و (3-5) و (6 - 8) و (9 - 12)**. وفي هذا، يعزّز ويعمل على تنمية الثقافة العلمية المتضمنة: **الثقافة العلمية، والثقافة الرياضية، والثقافة التكنولوجية**؛ وذلك باعتبار **العلوم والرياضيات والتكنولوجيا هي عوامل التغيير**؛ فهي التي تسببه وتشكله، وتستجيب له، وبالتالي تحقق الأمن التربوي والاجتماعي والثقافي والاقتصادي والوطني سواء بسواء.

ويقدّم **المشروع (2061) مبادئ وموجهات عامة** (إرشادية)، وكل مبدأ يقترح بعض العناصر التي يجب تضمينها في الأهداف والغايات الجديدة في التربية العلمية وتدريس العلوم، ومنها ما يأتي:

1. **ما ينبغي أن (يعرفه) طلاب العلوم** يجب أن يتم تحديده بدقة وعناية شديدة.
2. تدريس العلوم يجب أن يشجع تنوّع الطلاب، وأن يخدم حاجات وميول جميع الطلاب وذلك بموجب معرفة وخبرات محورية عامة مشتركة لهم مع تنوع خلفياتهم.
3. الطلاب يجب أن **يتعلموا (مفاهيم) العلوم** بدلاً من تعلم قائمة من موضوعات العلوم المنفصلة.
4. **نواتج التعلم Learning outcomes** ينبغي أن يتم إنجازها وتحقيقها من خلال الممارسات التدريسية المناسبة التي تبدأ بـ (سؤال/مشكلة) وبظواهر وأحداث تهم الأطفال (أو لهم اهتمام بها)، وينبغي مساعدتهم وتوجيههم لإيجاد **(كيف) تعمل الأشياء (لا التعلم عن الأشياء وتوصيفها)**.

5. **منهاج العلوم وبرامجها** يجب أن يكون اختيارياً وذا علاقة، وأن لا يحاول أن (يغطي) جميع الطيف في موضوعات العلوم كلها.

6. **العلوم ينبغي أن تتكامل Integration** مع المواد (المباحث) الأخرى من مثل: الرياضيات والإنسانيات عندما يكون (التكامل) لا يجعل تعلم العلوم أكثر صعوبة.

7. غايات تعلم العلوم ينبغي أن تكون عامة دون الرجوع إلى تفصيلات موضوع (مبحث) معيّن في العلوم.

8. الطلاب يجب أن يتعلموا أن **العلم مؤقت Tentative** غير مطلق الصحة، وأنه **موجه نحو البرهان أو إقامة الدليل (الحجة)**، وهو توقعي، وإبداعي في الوقت نفسه.

9. مناهج العلوم ينبغي أن تتضمن (**محتوى**) يتعامل مع **القضايا الاجتماعية والتكنولوجية** بقدر الإمكان.

10. العلوم التي تُدرس في المدارس ينبغي أن تستند إلى (**معايير**) تربوية واضحة.

وفي ضوء هذه الأهداف والغايات، يُحدّد **المشروع (2061) الشخص المثقف علمياً Scientifically Literate Person ويعرفه بالشخص (أو الفرد) الذي:**

- يعي aware أنّ **العلم والتكنولوجيا والرياضيات** متداخلة ومتفاعلة في المسعى الإنساني، ولها إيجابيات كثيرة في الحياة، كما لها حدود ومحدّدات أيضاً.
- يفهم المفاهيم والمبادئ العلمية الرئيسية.
- يألف العالم الطبيعي، ويتعرّف تنوعه diversity ووحدته unity.
- يستخدم المعرفة العلمية والطرق العلمية في التفكير بغرض اتخاذ القرارات ذات **المضامين الشخصية والاجتماعية.**

وباختصار، وفي ضوء وثيقة معالم الثقافة العلمية (الجدول 5-2) المنبثقة من المشروع (2061)، يتبيّن أنّ **المعالم Benchmarks** تتضمن اثني عشر مكوناً، هي: طبيعة العلم، وطبيعة الرياضيات، وطبيعة التكنولوجيا، والمكان المادي، والبيئة الحية، والكائن البشري، والمجتمع الإنساني، والعالم المصنّع، والعالم الرياضياتي، والأبعاد التاريخية، والموضوعات (الأفكار) المشتركة، وعادات العقل كما سيتضح ذلك في فصول الكتاب القادمة.

## المعايير الوطنية للتربية العلمية:

## National Science Education standards (NSES)

اشتقت المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) انطلاقاً من المشروع (2061) وامتداداً لوثائقه ومنشوراته. وتهتم المعايير بتلبية حاجات **جميع الطلبة All students** من (**معرفة**) و(**عمل**) لكي يكونوا مثقفين علمياً في مراحل التعليم (k 12-) المختلفة وبالتالي تنمية الثقافة العلمية وتحقيقها. كما تؤكد القضايا الاجتماعية المرتبطة بالعلم، وتضمين قضايا العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS) وتوظيفها من المنظور **الشخصي والعلمي والاجتماعي والمهني**. وفي هذا تتضمن ستة معايير، هي: **معايير التدريس، والمحتوى، والتقييم، والتطوير المهني للمعلم، والبرنامج، والنظام.**

وباختصار، وفي ضوء **تنمية الثقافية العلمية لدى جميع الطلبة**، تتضمن المعايير (الجدول 5-2) ثمانية مكونات، هي: المفاهيم والعمليات الموحدة، والعلم كعملية استقصاء، والعلوم الطبيعية، والحياتية، وعلوم الأرض والفضاء، والعلم والتكنولوجيا، والعلم في المنظور الشخصي والاجتماعي، وتاريخ العلم وطبيعته. وسيتبيّن تفاصيل ذلك في فصول الكتاب القادمة.

### رؤية تروبرج للثقافة العلمية:

وصفت بعض أدبيات البحث Research **الشخص المثقف علمياً** بالفرد الذي يتصف بـ:

- لديه **معرفة knowledge** بالمفاهيم الأساسية، والمبادئ، والقوانين، والنظريات العلمية، وتطبيقها (وظيفياً) في الحياة بالطرق والسبل المناسبة.
- يستخدم **عمليات العلم Science Processes** في حل - المشكلات، واتخاذ القرارات، والطرق (الحياتية) الأخرى.
- يدرك **طبيعة العلم** (NOS) **والمسعى العلمي** Scientific enterprise.
- يفهم العلاقة القوية المتداخلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع **(STS)**.
- يطور (يمتلك) المهارات الأخرى المرتبطة بالعلم التي تمكنه سواء من القيام بأداء عمله أو وظيفته أو مهنته، أم في لحظات وأوقات راحته وتعامله مع الآخرين.

- يمتلك (**القيم**) و(**الاتجاهات**) المتناغمة مع قيم واتجاهات العلم التي تتواءم (اجتماعياً) مع منظومة قيم المجتمع.
- يطوّر **الاهتمامات والميول** التي تؤدي إلى حياة غنية راضٍ عنها والتي تتضمن العلم، والتعلم الذاتي المستمر مدى الحياة.

وفي سياق هذه العناصر المكونة للشخص المثقف علمياً واعتبارها عبارات بمثابة **مكونات للثقافة العلمية**، لخص تروبرج وزملاؤه (Trowbridge et at., 2004) **الإطار العام لميادين محتوى الثقافة العلميّة وعناصرها الأساسية** التي ينبغي للشخص (الفرد المواطن) المثقف ثقافة علمية ورياضية وتكنولوجية أن يعرفها ويكون قادراً على عملها في مكونات رئيسية ثلاثة، هي:

1. **اكتساب قاعدة معرفية Knowledge Base** منظمة في خمسة مجالات أو موضوعات هي: العلوم الفيزيائية، والعلوم الحياتية، وعلوم الأرض، والمفاهيم الموحّدة في العلوم، وطبيعة العلم والتكنولوجيا. ولعلّ هذه المجالات الخمسة توفر ما يُسمى **المعرفة حول (Know about)** أو (ماهيّة الأشياء) بتشابك المفاهيم الموحّدة وتداخلها من جهة، وربط ملامح (معالم) الثقافة العلمية بالمعايير الوطنية لتدريس العلوم (NSES) من جهة أخرى.

2. **تطوير المهارات والقدرات المتعلقة بالاستقصاء العلمي Scientific Inquiry والتصميم التكنولوجي Technology Design**. وهذا يشير إلى **كيفية التعامل مع الأشياء (Know - How)**، والاستقصاء في العلوم (مواز) ومثل التصميم في التكنولوجيا. وهذا يتطلب (**تعميق**) **الصورة الاستقصائية للعلم** لدى الطلبة المتضمنة في القدرات الآتية:
   - **تحديد (الأسئلة) و(المفاهيم)** الموجهة للاستقصاءات العلمية.
   - **تصميم الاستقصاءات العلمية وتنفيذها**.
   - استخدام التكنولوجيا تكاملياً مع الرياضيات للاستقصاءات العلمية.
   - صياغة التفسيرات العلمية باستخدام **المنطق (العقل) والأدلة العلمية**، وإعادة تشكيلها والنظر فيها في ضوء البيانات أو الأدلة المتوافرة.
   - **فهم التفسيرات** والنماذج البديلة وتحليلها، ووزن الأدلة وفحصها منطقياً وعقلياً.

- **شرح الحجة العلمية والدفاع عنها بحثياً** وبخاصة فيما يتعلق بعرض الأفكار والمفاهيم وتوصيلها وكتابتها بلغة (علمية) مناسبة.

كما **يتطلب تعميق قدرات التصميم التكنولوجي** لدى الطلبة المتضمنة في القدرات الآتية:

- تحديد المشكلات، **وتحسين التصاميم التكنولوجية** الحالية أو تغييرها.
- **اقتراح التصاميم**، والاختيار من بين الحلول البديلة من خلال إظهار مخططات فكرية (عقلية) لتقنية ما أو أسلوب ما.
- تنفيذ الحل المقترح الذي قد يحتاج مهارات تعتمد على نوع التكنولوجيا المستخدمة.
- **تقييم (الحل) وتبعاته**؛ أي اختبار الحل في ضوء الحاجات أو المعايير التي صمّم من أجلها.
- إيضاح المشكلة والعملية والحل من خلال عرض النتائج والتعبير عنها بأساليب مختلفة سواء كانت شفوية أم كتابية.

3. **فهم موسع للأفكار والقيم في سياق الأمور الشخصية، والتحدّيات الاجتماعية، والأبعاد التاريخية، والأبعاد الحضارية**. وهذه سياقات مهمة لتعليم العلوم وتعلمها؛ فهي تختص بمعرفة **أسباب حدوث الأشياء (Know Why)**، وتزودهم بمعانٍ عن الثقافة العلمية والمهارات العقلية. فالثقافة العلمية تضع العلم في سياقٍ التاريخ، والمجتمع، والقرارات الفردية، مما قد يؤدي بالطلبة إلى تطوير **مفاهيم وأفكار وقيم** خاصة بهم أو تعديل تصوراتهم البديلة (الخاطئة)، وتحسين فهمهم للعلم والتكنولوجيا في ظل مجتمع علمي صناعي متطور وتكنولوجي.

**وكتطبيق تربوي في مناهج العلوم وتدريسها**، يتبيّن مما سبق أنّ هذه المكونات الثلاثة تشكل طريقة متكاملة لتطوير الثقافة العلمية وعناصرها الأساسيّة (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية) وتنميتها بطريقة تكاملية؛ مما يتطلب عند ترجمة (المحتوى) إلى مناهج وبرامج في العلوم وتدريسها أن تُطبق هذه المكونات الثلاثة جميعها كاملة متكاملة لتنمية الثقافة العلمية وتحقيقها لدى جميع الطلبة All Students في الصفوف (k-12).

## رؤية بول ديهارت هيرد للثقافة العلمية: Paul DeHart Hurd

يقرر كبير الباحثين التربويين العلميين في الولايات المتحدة هيرد (Hurd, 1998) في **جامعة Stanford** في ضوء تحليل وثائق إصلاح المناهج في العلوم والرياضيات والعلوم الاجتماعية واللغات والتكنولوجيا أنّ ثمة خمس قضايا عامة مشتركة ومهمة هي: التركيز على جميع الطلاب All students، والثقافة Literacy كناتج من نواتج التعلم، والبنائية Constructivism، والتقويم (البديل) الحقيقي Authentic، والبيداغوجيا Pedagogy.

ولعلّ هذه القضايا الخمس تشكلّ القوة الدافعة للتغيير التربوي والتي لم تكن في حسبان الإصلاحيين من قبل؛ **فالثقافة العلمية تتضمن**: التفكير الناقد Critical Thinking، والقدرات المعرفية وفوق المعرفية Cognitive and Metcognitive abilities، وعادات العقل Habits of Mind لبناء الفهم في الفروع المعرفية، والأفكار والمفاهيم الموحدة لها، وإيصال وتواصل Communicating هذا الفهم وتقاسمه والمشاركة فيه وتمكين الآخرين لاتخاذ قرارات مبنية على المعلومات. وفي هذا يلخص هيرد Hurd **الصفات الأساسية للشخص المثقف علمياً (إجرائياً) بالشخص** الذي:

**أولاً: يميّز:**

- الخبير Expert من الشخص غير المطلع uninformed.
- النظرية Theory من الدوغما (العقيدة) Dogma.
- البيانات Data من الخرافة Myth والفلكلور Folklore.
- **العلم Science** من **اللاعلم (العلم الكاذب) Pseudo - Science**.
- **الدليل Evidence** من الدعاية Propaganda.
- الحقائق Facts من الأساطير Fiction.
- المعنى Sense من اللامعنى Nonsense.
- المعرفة Knowledge من الرأي Opnion.

**ثانياً: يدرك طبيعة العلم:**

- تراكمي Cumulative، ومؤقت Tentative، والنزعة الشكيّة Skeptitism.

- حدود ومحدّدات الاستقصاء العلمي، والتفسيرات السببيّة Causal Explanations.
- الحاجة إلى الأدلة الكافية والمعرفة لدعم (أو رفض) الادعاءات Claims.
- أثر المجتمع Society في العلم والتكنولوجيا **(STS)** وتفاعلاتها.

**ثالثاً: يعرف:**

- كيفية تحليل البيانات ومعالجتها.
- بعض المشكلات ذات العلاقة بالعلم في **السياق الشخصي Personal contexts**، **والسياق الاجتماعي Social** لها أكثر من إجابة واحدة مقبولة.
- **المشكلات الشخصية والاجتماعية** ذات الأبعاد المتعدّدة (المتداخلة) الفروع Multidisciplinary **لها أبعاد سياسية، وقانونية، وأخلاقية.**

ومثل هذه الصفات الأساسية ضرورية ولازمة لجميع الطلاب (والناس) في حوارات ومناقشات **القضايا Issues** المختلفة المتقاطعة من جهة، ولاتخاذ (موقف) في المناقشات والمناظرات Debate المتعلقة **بالعلم، والتكنولوجيا، والمجتمع، والبيئة** (STSE) من جهة أخرى، وذلك باعتبار **(الثقافة العلمية)** غاية كبرى لأهداف التربية العلمية وتدريس العلوم.

**رؤية كوليت وشيابتا للثقافة العلمية: Collette and Chiappetta**

ثمة أناس كثيرون حاولوا (ويحاولون) تعريف (وتحديد) الثقافة العلمية وعناصرها. وفي سياق هذا فإنّ أحسن طريقة لتعريف الثقافة العلمية يتمثل في وصف **الشخص (الفرد) المثقف علمياً Scientifically Literate Individual** ماذا يجب أن يكون قادراً على عمله. وبمفهوم واسع، يصف كوليت وشيابتا Collette and Chiappetta **الشخص المثقف علمياً** بأنه الذي يتحلى بالصفات الآتية:

1. **خلفية علمية متينة في المعرفة** (الحقائق، والمفاهيم، والنظريات العلمية)، والقدرة على تطبيقها.
2. **فهم واضح للمسعى العلمي** Scientific enterprise **وطبيعة العلم** (NOS).
3. اتجاه إيجابي نحو العلم والتكنولوجيا.
4. تقدير **قيم العلم والتكنولوجيا** من حيث كيف أنّ العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع تتأثر ويؤثر بعضها في بعض.

5. القدرة على استخدام **عمليات العلم** لحل المشكلات، واتخاذ القرارات اليومية.

6. القدرة على اتخاذ **أحكام قيمية Value judgement** وقرارات حول القضايا الاجتماعية ذات المنشأ العلمي.

7. اكتساب مهارات **عمليات العلم Process skills** التي تسمح له للقيام بعمله أو وظيفته في العمل، وفي وقت فراغه، وفي المجتمع بوجه عام.

8. امتلاك نظرة أفضل **وفهم أحسن لبيئته كنتيجة لتعلم العلم والعلوم.**

ولسوء الحظ، فإنّ معظم معلمي العلوم يتعاملون مع الحقائق، والمفاهيم، والنظريات العلمية بشكل خاص، بينما يُهملون (أو يتجاهلون) أهمية الجوانب والعناصر الأخرى (السابقة) للثقافة العلمية؛ مما يتطلب فهم الثقافة العلمية بمفهومها الواسع ومكوناتها المختلفة حيث يؤمل أن يعكس فهمهم وممارساتهم التدريسية على طلبتهم وذلك كهدف وغاية كبرى للتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

وفي السياق العام، ينظر اوزبورن (Osborne, 2000) إلى **الثقافة العلمية** من **أربعة تصورات أو منظورات**، هي:

**الأول: المنظور الثقافي Cultural**، ويتضمن تطوير الكفاءة والقدرة على قراءة، وفهم understanding القضايا issue ذات العلاقة بالعلم والتكنولوجيا المطروحة بوسائل الإعلام Media المختلفة.

**الثاني: المنظور النفعي (المنفعة) Utilitarian**، ويتعلق باكتساب المعرفة Knowledge، والمهارات skills، والاتجاهات attitudes الأساسية للمهنة career من مثل: العالم، والمهندس أو الفني.

**الثالث: المنظور الديمقراطي Democratic**، ويتضمن توسيع المعرفة، وفهم العلم المتضمن في العلاقة المتداخلة والمتبادلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS).

**الرابع: المنظورة الاقتصادي Economic**، ويتضمن تشكيل المعرفة، والمهارات الأساسية للنمو الاقتصادي، والمنافسة الفعّالة في السوق المحلي والعالمي.

وفي ضوء ما تقدم، وبالنظر إلى **التصورات والرؤى السابقة لمكونات وعناصر الثقافة العلمية وبالتالي الشخص المثقف علمياً في المجتمع**، يُستخلص مما سبق أنَّ ثمة اتفاقاً عاماً وقواسم مشتركة متقاطعة عدّيدة بين هذه الرؤى والمنظورات،

ولعلّ من أبرز هذه **العناصر والمكونات للثقافة العلمية** التي ينبغي أن يكتسبها ويلم بها ويتمكن منها الفرد المتعلم (الطالب) كي يصبح **مواطناً مثقفاً علمياً في المجتمع**، هي:

- **قاعدة معرفية أساسية** (مفاهيم العلم الأساسية) من عناصر الثقافة العلمية في مجالات وفروع العلم المعرفية (العلوم الطبيعية، والحياتية، وعلوم الأرض والفضاء)، والرياضيات والتكنولوجيا.
- **طبيعة العلم Nature of Science (NOS).**
- **قدرات الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry Abilities.**
- **قدرات التصميم التكنولوجي Technological Design Abilities.**
- العلاقات المتبادلة المتداخلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS) والبيئة (STSE).
- **مهارات عمليات العلم Science Processes Skills.**
- **الاتجاهات والقيم العلمية Attitudes and Scientific Values.**

هذا بالإضافة إلى الاتفاق على أهمية وظيفية (تطبيقات) هذه العناصر والمكونات وذلك لتمكين الفرد المتعلم (الطالب) لمواجهة العالم المحيط به بواقعه ومشكلاته وتحدياته **وقضاياه واتخاذ القرارات (المناسبة) حول القضايا والمشكلات ذات المنشأ (أو السند) العلمي من المنظور الشخصي والاجتماعي والعلمي والمهني** مما يصب في نهاية التحليل في مساعدة المتعلمين (الطلبة) على **التكيف مع التغيرات** المتسارعة اليوم وفي المستقبل.

## الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA) والثقافة العلميّة:

الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم **National Science Teachers Association (NSTA)** في الولايات المتحدة الأمريكية لها (باعٌ) وتاريخ طويل في دعم وتعزيز الثقافة العلمية Scientific Literacy لدى **جميع الطلبة All students**. ويستند موقف الجمعية (NSTA) من الثقافة العلمية إلى المعايير الوطنية للتربية العلمية **(NSES)** حيث يتلخص موقفها في: **معايير العلوم لجميع الطلبة Science Standards are for all students**؛ وهي (المعايير) أساسية لتحقيق المجتمع المثقف علمياً في المجتمع الصناعي التكنولوجي المتطور.

وحيث إننا في القرن الحادي والعشرين وألفيته الثالثة، فإنّ **الجمعية (NSTA)** تعيد التوكيد مرة تلو الأخرى على أهمية الثقافة العلمية لجميع الطلبة. وفي سياق ذلك، تقدم **الجمعية (NSTA) موقفها وقناعاتها** (NSTA, 2003) الآتية:

1. **معرفة العالم الطبيعي Natural world والتكنولوجي** يتغير ويتوسع ويمتد بسرعة مذهلة في وقت اكتساب المعرفة. وعليه؛ فإن ما ينبغي لمعلمي العلوم تعلمه وتعليمه لطلبتهم يتغير ويتأثر بتغير المعرفة أيضاً.
2. **معرفة كيف يتعلم الطلبة العلوم How Students Learn Science** يتغير، وهذه المعرفة الجديدة يجب أن توجه **التدريس instruction، والسياسات Policies، والبرامج Programs، والممارسات Practices** والتي تؤثر في تطوير المواد التعليمية ومصادرها، وتصميم برامج المناهج، وأدوات التقييم في العلوم التي يُعدّها المعلمون قبل الخدمة Pre-service وفي أثنائها In-service طوال المهنة.
3. **المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) تصف المحتوى العلمي Science Content** الأساسي الذي ينبغي لجميع الطلبة أن تتاح لهم الفرص ليتعلموه في ضوء استراتيجية الاستقصاء Inquiry في السياق والمحتوى العلمي.
4. **معرفة كيف يتعلم المعلمون (معلمو العلوم) المحتوى العلمي**، وكيف يمكنهم توجيه وتيسير تعلم الطلبة، وكيف يقيّمون تعلم طلابهم، يجب أن يقود (يوجه) **السياسيات، والبرامج، والممارسات** التي تؤسس التطوير المهني لمعلمي العلوم.
5. **التطوير المهني للمعلمين عملية مستمرة طوال المهنة**، وبالتالي تتطلب الدعم من النظام التربوي الذي يتعلم ويتكيف مع التغيرات البحثية والتكنولوجية.
6. **دعم التطوير المهني للمعلمين طوال المهنة**، يتطلب من الأنظمة الحالية التغير، والتكيف، والتمويل Funding للأنشطة المهنية، وإيجاد السبل والبنى الجديدة للتطوير المهني لهم.

وتأسيساً على ما سبق، وفي ضوء **قناعات الجمعية (NSTA)**، قدمت الجمعية **الملاحظات والمقترحات** التالية:

**1. التغيّرات المجتمعية Societal Changes**: لعلّ التغير السريع (المذهل) والواسع هو من الظواهر السائدة والمستمرة في المجتمعات (الحيّة) الحديثة المعاصرة. فالأفراد يعيشون (وسيعيشون) في عالم يتغير ويتطور من تعقيد إلى

تعقيد مما يجعل الأمور من الصعوبة بمكان للتنبؤ في المستقبل. هذا، وعلى الرغم من صعوبة التنبؤ في المستقبل مبدئياً، إلاّ أننا نعرف (ونتوقع) أن المستقبل سيتضمن تغييرات دراماتيكية تؤثر بدورها في المدرسة (التمدرس) **Schooling**، والتعليم **Teaching**، **والتعلم Learning**. وهذه التغييرات ستستند إلى التغيرات المذهلة في العلم والتكنولوجيا وتطبيقاتها، وتتطلب هذه التغيرات مستوى ونوعية جيدة لتعليم العلوم للصفوف (k-12).

**2. المعرفة العلمية تتغيّر Scientific Knowledge is Changing**: ثمة إجماع بين العلماء أن العالم في فترة تغيير سريع، والمعرفة العلمية ازدادت بوتيرة متصاعدة منذ القرن التاسع عشر والقرن العشرين. ومع بدايات القرن الحادي والعشرين، فإن هذه المعرفة تتزايد أكثر فأكثر وبسرعة مذهلة مما يصعب تحديدها ومجاراتها. ولعل هذا التغير يتضح في مجالات عديدة من أمثلتها **الهندسة الوراثية، وتكنولوجيا الكمبيوتر، وتطبيقات العلم وتكنولوجيته المذهلة**.

**3. كيف يتعلم الطلبة العلوم How Students Learn Science**: كما ذكر آنفاً، فإن معرفة **كيف يتعلم الطلبة يجب أن يقود (ويوجه) التدريس، والبرامج، والسياسات، والممارسات**. ولسوء الحظ، فإن في معظم الحالات نجد أن ممارسات المدرسة تستند إلى **فهم عملية التعلم Learning Process** بزمن مضى عليها ما يزيد على قرن من الزمن. وتأريخياً، منذ بدايات فترة ثورندايك Thorndike ومروراً بالخمسينيات والستينيات من القرن العشرين، وأفكار ديوي Dewey، وبرونر Bruner، وبياجيه Piaget وأتباعهم، حيث ركزوا على ضرورة **التعلم المتمركز حول الطفل Child - Centered** لمواجهة مبدأ ما سمّي : التدريب والممارسة - Drill and - Practice لفترة ثورندايك. ولسوء الحظ، فإن المناظرة والسجال debate هي بين ما يسمّى: **عملية التعلم Learning Process مقابل تذكر (حفظ) الحقائق واسترجاعها Recall of Facts**.

وفي العقود الثلاثة الماضية أو أكثر، تطور جسم ضخم من البحث المعرفي Cognitive Research وأدبيات ركزت على طبيعة العمليات البشرية في **التفكير والتعلم Thinking and Learning**. وقد دعم البحث Research أفكار بياجيه Piaget المتضمنة أنّ جميع الأفراد (المتعلمين) في مختلف أعمارهم (يبنون)

**Construct فهمهم من خلال المعالجة والعمل على خبراتهم ومعارفهم**؛ أي أنهم ببساطة، لا يستقبلون ويحتفظون بتفسيراتهم المقدمة لهم من السلطة الخارجية في عالمهم. هذا، بالإضافة إلى أن البحث Research يشير إلى أن **التعلم Learning ليس عملية تسجيل recording في شريط عقلي فارغ blank mental tape**، بل **يعتمد على ماذا يعرف الفرد (المتعلم) نفسه (المعرفة الموجودة لديه) Existing knowledge**. ولعلّ هذا البحث بالضرورة يؤدي إلى إحداث تغييرات في الطريقة التي يعلم المعلمون بها العلوم، وكذلك الطريقة التي يكونون مستعدين لمهنة تعليم العلوم، فالطلاب يأتون إلى الصف ومعهم **مفاهيمهم السابقة Preconceptions** المتعلقة بـ: **كيف يعمل العالم**؛ فإذا لم يتسنّ لفهمهم الأول لأن يؤدي إلى انخراطه (وانهماكه) في التعلم، فلربما يفشلون في اكتساب (بناء) المفاهيم الجديدة التي يتم تعليمها، أو أنهم سيتعلمونها فقط لأغراض الامتحان، ثم يتراجعون عنها خارج الصف (أو الامتحان) إلى مفاهيمهم السابقة (والعودُ أحمدُ!). ولهذا، فإنّ على معلمي العلوم العمل والانطلاق من أفكار و(فهم) الطلبة وأفكارهم الموجودة لديهم في استقصاءاتهم وتحرّياتهم العلمية.

**وفي السياق، ولتطوير الكفاية في الاستقصاء Inquiry، فإنه ينبغي للطلبة:**

- امتلاك **قاعدة معرفية علمية** أساسية معمقة.
- فهم الحقائق والأفكار في سياق **الإطار المفاهيمي Coceptual framework**.
- تعرّف المعرفة بطرق وسبل تيسر **استخدامها وتطبيقها (توظيفها)**. وفي هذا يجب على معلمي العلوم أن يزودوا طلبتهم بأنشطة وتحرّيات علمية استقصائية تتضمن **تشغيل (الجسم والعقل) اليدين والعقل (الفكر) والرأس** (الدماغ) معاً، وذلك لإتاحة فرص التعلم لهم لاكتساب (بناء) المعرفة، وفهمها، والاحتفاظ بها، والتأمل فيها، واستخدامها في المواقف الحياتية.

وفي خضم ذلك، فإن **منحى وراء المعرفة Metacognition** في التدريس يمكن أن يساعد الطلبة على تعلم كيفية أخذ المسؤولية عن تعلمهم من خلال تحديد أهداف التعلم وغاياته ومراقبة مدى التقدم في تحقيقه. وفي هذا يجب على معلمي العلوم أن يؤكدوا على **مهارات التفكير التأملي Reflective thinking skills**، **والتقييم الذاتي Self - assessment**، واستخدام أنواع وأدوات عدّة من أساليب

التقييم التكويني Formative assessment التي تزود الطلبة بتغذية راجعة توجههم إلى مراجعة وتعديل (وتهذيب) تفكيرهم وأفكارهم.

**4. ما ينبغي للطلبة تعلمه وفهمه: تزود المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)، ومعالم الثقافة العلمية (BFSL)** وصفاً للمحتوى العلمي الذي ينبغي للطلبة تعلمه، وفهمه، والقيام بعمله أو أدائه. وفي النصف الأول من القرن العشرين، كان التوكيد على اكتساب المعرفة والمعلومات، والقدرة على الحساب مع الانتباه القليل على حل المشكلات. **والمعايير والملامح** لخصّت أو حدّدت محتوى العلوم وأكدّت **تطوير (فهم) understanding المحتوى العلمي من خلال الاستقصاء Inquiry**. وهذا الاستقصاء يزوّد الطلبة بأنشطة تعلم علمية وعمليات التفكير والسياق Context الذي ينخرط فيها العلماء للوصول إلى المعرفة وتوسيع المعرفة البشرية وتطبيقاتها. وفي المعايير تتضمن **نواتج التعلم Learning outcomes** في معايير المحتوى لتطوير الطالب (المتعلم) المثقف ثقافة علمية ورياضية وتكنولوجية.

وفي سياق هذا، تعني **الثقافة العلمية** أنّ على الشخص أن يطرح الأسئلة، ويتوصل إلى النتائج، أو يحدّد الإجابات لأسئلة مشتقة من الفضول Curiosity والخبرات اليومية. كما تتضمن **(الثقافة العلمية)** قدرة الشخص على القراءة (بفهم) المقالات المتعلقة بالعلوم في الصحافة، والانخراط في المحادثات والمناقشات (والمناظرات) الاجتماعية حول مصداقية الاستنتاجات. **والثقافة العلمية** تتضمن أن الشخص يمكنه تعرّف **القضايا العلمية (الاجتماعية)** ذات العلاقة بالقرارات المحلية والوطنية، وتحديد الموقف (أو التعبير عن الموقف) الذي يستند إلى المعلومات العلمية والتكنولوجية. **والمواطن المثقف علمياً**، يجب أن يكون قادراً على تقويم نوعية المعلومات العلمية في ضوء جدارة مصدرها والطريقة المستخدمة في توليدها. كما تتضمن الثقافة العلمية الكفاءة لطرح وتقويم المناقشات والحوارات والمجادلات التي ترتكز إلى **الدليل evidence** لتطبيق الاستنتاجات واتخاذ المواقف والقرارات المناسبة.

**5. التقييم مكوّن أساسي في تعلم العلوم:** عندما تكون نواتج التعلم محدّدة وواضحة كما هي واردة في المعايير، فيمكن عندئذ استخدام التقييم كتغذية راجعة لتحسين عملية التعلم والتعليم، ومدى معرفة مدى تحقيق الطلبة لنتاجات التعلم

المرغوبة. وفي هذا، تُشير مراجعة البحث Research إلى أن **التقييم التكويني** المستخدم كتغذية راجعة لأفراد الطلبة، يعد من الاستراتيجيات الفعالة التي في متناول أيدي المعلمين لمعرفة **مدى تعلم (تقدم) الطلبة لتحقيق المعايير العالية**. ولكي يكون **التقييم التكويني** فعالاً، فإنّه ينبغي أن يستخدم لِـ:

- تشخيص المعرفة السابقة للطالب **Pre - existing Knowledge**.
- **تقييم (الفهم) العميق** وليس المعرفة السطحية أو الحقائق المنعزلة المتناثرة هنا وهناك.
- تطوير مهارات **التقييم الذاتي** لدى الطالب.
- تزويد تغذية راجعة، وليس مجرد وضع علامات (درجات) أو أي شكل آخر من أشكال المقارنات بين مستويات الطلبة.
- دعم المنظور (أو الرأي) الذي يرى أن **القدرة Ability** ليست ثابتة بل يمكن تطويرها وتحسينها وتنميتها.

كما أنّ **التقييم الختامي Summative assessment** (أو التقييم الواسع النطاق) أيضاً جزء جوهري في النظام التربوي. ومثل هذه التقييمات (أو الاختبارات)، يجب أن:

- تتواءم مع محتوى المنهاج الذي يختبرونه.
- يؤكد **(الفهم)** العميق.
- يزود نتائج يمكن أن تستخدم **كتغذية راجعة للمعلمين**.
- يقيّم الظروف أو فرص التعلم والتحصيل (العلمي) الأكاديمي.
- يصمّم لأن يعزز (ويعكس) **عملية التعلم Learning Process**.

**6. التطوير المهني لمعلمي العلوم يدعم تعلم العلوم:** إنّ معرفة كيف يمكن تيسير تعلم الطلبة، وكيفية تقييم تعلم الطلبة، وكيف يتعلم المعلمون، يجب أن **توجه السياسات، والبرامج، والممارسات** كما هي **موصوفة في المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)**. كما أن تلك المعرفة يجب أن تؤسس أيضاً النمو والتطوير المهني لمعلمي العلوم كعملية طوال الحياة (المهنة) والمسماة **معرفة المحتوى البيداغوجي Pedegogical Content Knowledge (PCK)**. وفي سياق ذلك، يبدأ التعلم المهني في برامج إعداد المعلمين قبل الخدمة حيث إن مساقات محتوى العلوم تزود

المعلمين بقاعدة علمية صلبة من المعلومات والمعرفة؛ والمساقات التربوية تزودهم بخلفية في علم النفس، والاجتماع، والمنظور التاريخي؛ ومساقات **طرائق تدريس العلوم** تمزج (تخلط) بين **البيداغوجيا والمحتوى العلمي (PCK)**. وبرنامج إعداد المعلمين قبل الخدمة يجب أن يؤكد على **الخبرات الميدانية (التربية العملية) Field Experiences** بالتنسيق مع المعلم (الأول) في المدرسة **لنمذجة المنحى القائم على المعايير Standards - based - approach**، وبالتالي فهم:

- كيفية تعزيز التعلم وفهمه.
- كيفية استخدام معرفة الطالب المسبقة والمعتقدات، **لتصميم دروس العلوم** التي تؤدي بالطلبة (لبناء) المعرفة.
- كيفية مساعدة الطلبة على تعلم وتعرّف متى أنهم يفهمون، ومتى أنهم بحاجة إلى معلومات أكثر، وتؤكيد متى يكون الطلبة متعلمين نشيطين Active learners بدلاً من متعلمين سلبيين Passive Learners.

وفي بدايات مهنة تعليم العلوم، ينبغي أن يكون هناك تطوير مهني مستمر ييسّر تقدم التعلم من **المعلم المبتدئ Novice إلى الخبير Expert**. وهذا التحسين المستمر يتضمن النمو المهني في المحتوى العلمي، والفهم المستمر لكيفية تعلم الطلبة. ومثل هذه الخبرات لمعلمي العلوم مهمة لتطوير الأفكار والمناحي الجديدة وتهذيبها وصقلها ذاتياً، كما أن دعم المعلمين الآخرين يعمل على تسهيل وتيسير هذه المناحي الجديدة.

**وتتضمن فرص التطوير المهني لمعلمي العلوم:**

- التعلم من **ممارساتهم التدريسية** كما في تحليل استراتيجيات التدريس وطرائقها ومناحيها من خلال البحث الإجرائي، والتفاعل والتواصل مع معلمي العلوم الآخرين.
- الالتحاق **ببرامج الدراسات العليا** التي تقدم مساقات في **العلوم والبيداغوجيا**.
- الاشتراك بالأنشطة خارج المدرسة.

هذا، ويجب على معلمي العلوم الاستماع لطلبتهم، حيث إننا نعرف اليوم عن **كيفية تعلم الأطفال** أكثر منه قبل عقد من الزمن. ومعلمو العلوم بحاجة إلى فرص لتجريب مناحٍ في صفوف العلوم وتلقي التغذية الراجعة لتقويم مدى تأثير ذلك على

تعلم الطلبة وفهم المفاهيم والعمليات. وفي هذا فإنّ دعم النمو المهني الشخصي الفردي للمعلم، وللإداريين، والهيئة التدريسية، والطلبة، يُعطي كل واحد منهم **الشعور بالقيمة والمكانة** ومن ثم زيادة كفاءته للمساهمة في إنجاح النظام التربوي ككل.

**7. برامج منهاج العلوم لجميع الطلبة الذين يتعلمون العلوم:** برامج منهاج العلوم المصمّمة جيداً التي تحدد ما ينبغي للطلبة تعلمه في الصفوف (k-12) تعمل فرقاً أو يكون لها أثر في تحصيل الطلبة. **وبرنامج العلوم الفعال** هو متعدد السنوات ويتضمن مبادئ التعلم، ويستند إلى استراتيجية تدريس العلوم **بالاستقصاء Inquiry - based** من قبل معلمي العلوم.

لقد أظهر تحليل المناهج في الدراسة الثالثة للعلوم والرياضيات افتقار المنهاج إلى نقطتيّن، هما: **التركيز Focus والتماسك Coherence**، وهما صفتان للمنهاج المعزّز لتحصيل الطلبة. وحيث إنّ تعلم الطلبة يتعزز عندما يتم انخراط (وانهماك) الطلبة من معارفهم المسبقة، فإنّ **المنهاج يجب أن يتمركز أو يتمحور حول المعرفة التي يمتلكها الطلبة نحو مهمات تعلم العلوم الجديدة** في الوحدات التعليمية أو مساق (مبحث) العلوم. ويحدث هذا فقط عندما يكون ثمة تماسك بين وحدات المحتوى العلمي أو المساق في الصف الواحد ومن سنة تعليمية إلى أخرى. وهذا التماسك، يتطلب أن **تُبنى مفاهيم العلوم على المفاهيم السابقة والخبرات**، وأن تلك الأفكار Ideas التي يرتبط بعضها ببعض تشكل نسيج الوحدة التعليمية المتكاملة المتماسكة، ومن وحدة إلى أخرى، ومن صف تعليمي إلى صف تعليمي آخر.

ولضمان **تماسك المنهاج**، فإن برنامج منهاج العلوم يجب أن يصمّم بحيث يمكن للطلبة أن يسيروا في خط تعليمي مستمر يمكن التنبؤ به خلال فترة تعليمية ولسنوات عدّة، ومواد المنهاج التعليمية يجب أن تكون ذات ارتباطات واضحة بالأفكار بحيث يعيها المعلمون والطلبة سواء بسواء.

هذا، ويعتمد تطوير الطلبة لفهم أعمق للمفاهيم العلمية على تماسك المنهاج، والمفاهيم والأفكار العلمية الرئيسية التي يجب أن تفهم بحيث تمكن الطلبة من ربطها معاً وتطبيقها في سياقات متعددة. ولتحقيق هذا الفهم العميق، يحتاج منهاج العلوم إلى **التركيز Focus**، وهي صفة تسمح للطلبة لقضاء وقت معقول على كل

موضوع topic. والمنهاج الذي يتصف بالتركيز يمكن تحقيقه إذا كانت الموضوعات محدودة على **مبدأ القليل كثير أو أحسن Less is more** واستراتيجية التدريس مصمّمة لـ:

- تقديم المحتوى باستخدام أمثلة متنوعة.
- موضوعة داخل **إطار مفاهيمي**.
- تزود فرصاً متعددة واستراتيجيات للاسترجاع وتطبيق (توظيف) المحتوى العلمي.

**8. الأنظمة الداعمة لتطوير الثقافة العلمية لجميع الطلبة All students**: من المعروف أن التعلم وتعلم العلوم لا يحدث في فراغ، بل يحدث في سياق غني وأكبر في المجتمع التعليمي. ولهذا فإنّ **تعليم الأطفال يتطلب بذل جهود النظام** كله لتحقيق هذا الغرض؛ فالمعلمون، والإداريون، والهيئة التدريسية، وصانعو السياسات، وأولياء الأمور، والمجتمع، والطلبة أنفسهم يشكلون هذا النظام. وكلهم جميعاً يساهمون بطريقة أو أخرى في تعلم الطفل، وبالتالي قياس مدى نجاحهم بمقدار ما يتعلم الطفل من العلوم، ومن المعرفة التي يمكن أن تساهم في نجاح الأطفال خارج المدرسة.

ومن أجل توفير الدعم المطلوب وتحقيقه، يتطلب من القيادات ومنسقي تحسين العلوم، وأنظمة العلوم (k-12) كما هي معرفة في **المعايير**، أن تقيّم وباستمرار مدى تقدمها ونجاحها. **والتعلم من هذه التقييمات**، وإجراء التعديلات، وتهذيب وصقل العمليات، يمكن أن تؤدي إلى تحسينات جوهرية. وكما أنّ المعلم يتعلم باستمرار من **نجاح وتقدم تعلم طلبته**، ومراجعة وتهذيب جهوده وتعليمه، فإنّ النظام نفسه ينبغي أن يتعلم ويستجيب أيضاً.

وفي السياق، يشير الدليل إلى أن البيانات الضرورية، والأنظمة التربوية يمكن (ويجب) أن تتعلم. ولهذا، فثمة عامل حاسم ومهم لتحسين تعلم العلوم في الصفوف (k-12) يتضمن وجود منهاج قائم على **التقييم** الواسع للنظام يعمل على مراقبة مدى تحسّن النظام وتقدمه. ولعل جمع البيانات عن تحصيل الطلبة فرادى وجماعات وفي مناطق جغرافية مختلفة يمكن أن تزودنا بأداة لتحسين جميع **عمليات النظام ومكوناته** من مثل: التمويل، والعبء التدريسي للمعلم، والمنهاج،

والسياسات، والتطوير المهني للمعلمين...الخ. إن تغيّر فهمنا الجديد لكيفية (**تعلم**) الأطفال للعلوم، **وكيف** (**يتعلم**) **المهنيون** لتيسير أو إسناد تعلم الطفل للعلوم، يعمل على تغيير نظرتنا إلى تعليم العلوم. واستخدام التقييم الواسع النطاق (التقييم الختامي) كأداة للتحسين، يزيد انتباهنا إلى **كيف** (**يتعلم**) **النظام**، ودراسة كيف أن الجمعية (**NSTA**) والمنظمات المهنية الأخرى تشجع تلك العمليات تساعد على تغيير التركيز لتحديد المجالات (المضيئة) الغنية التي تؤدي في نهاية التحليل إلى تحسين تعلم العلوم ونجاحها.

وفي دخولنا القرن الحادي والعشرين، يجب أن يكون **التغيير Change** أبلج وواضحاً في تعليم العلوم وتعلمها نظراً لنمو المعرفة نمواً متصاعداً والتكنولوجيا المرتبطة بالعلوم، وزيادة الطلب على الخريجين المؤهلين الذي يمكنهم من استعمال هذه التطورات واستخدامها في **فهم العلم واستخدام تطبيقاته في المنظور الشخصي الاجتماعي**. ومن منظور (احتمالية) النقص في معلمي العلوم المؤهلين الأكفياء لتعليم الأفراد المتزايدة، فإنّ الضغوط على مناهج العلوم وبرامجها والتربية العلمية تصبح أكثر وضوحاً. ولهذا فإن مناهج العلوم وتدريسها ضمن **النظام التربوي Educational System** تحتاج (وستحتاج) العناية الخاصة والدعم المستمر سواء بسواء لتنمية الثقافة العلمية وتحقيقها لدى جميع الطلبة.

### منحى ساسكاتشوان والثقافة العلميّة:

### Saskatchewan Education Approach

من وجهة نظر وتجربة (كندية) علمية أخرى، فإنّ منهاج العلوم وبرامجها وتدريسها المتعلقة **بالثقافة العلمية** وفقاً لمنحى ومدرسة ساسكاتشوان (مقاطعة في كندا)، يبتعد كثيراً عن المنهاج التقليدي الاعتيادي الموجه نحو (حفظ) الحقائق والمفاهيم واسترجاعها، **والتحوّل إلى منهاج علوم يركز على الثقافة العلمية للطالب**. وفي هذا، يتم تعريف **الثقافة العلمية Scientific Literacy** بجملة العوامل المشكلة لأبعاد (غايات) Goals الثقافة العلمية لدى الطلبة ( k-12). فالعلم مبدئياً جسم منظم من المعرفة في سياق عملية **الاستقصاء والاكتشاف Inquiry Discovery Process**. وهو (**العلم**) أداة **tool للمساعدة على تفسير، وتنبؤ، وضبط العالم الطبيعي**. ويتمثل المفتاح في تحقيق الثقافة العلمية في المعلومات في

السياق Context بحيث أنّ الحقائق، والمفاهيم، وعمليات العلم وطرقه مرتبطة ومندمجة Integrated تكاملياً مع الظواهر الطبيعية، وكذلك **القيم Values والاتجاهات Attitudes والميول Interests** المقترنة (تكاملياً) بالعلم ينبغي اعتمادها وأخذها بعين الاعتبار.

وبهدف تيسير هذا التحوّل والتغيير أو الاتجاه، فإنه يتطلب اعتماد استراتيجيات وطرائق تدريسية مناسبة؛ **فالتدريس التفاعلي Interaction Instruction والتعلم المستقل Independent Learning والتعلم من خلال الخبرة Experiential Learning** كلها ضرورية لتحقيق الثقافة العلمية وتنميتها لدى الطلبة (k–12) والمواطنين سواء بسواء.

ووفقاً **لمدرسة ساسكاتشوان**، فإنّ الغاية الرئيسية النهائية لمناهج العلوم وبرامجها هو **تطوير وتنمية الثقافة العلمية** لدى الطلبة ( k–12). وقد تم تعريف الثقافة العلمية بسبعة أبعاد (أو غايات Goals)؛ وهذه الأبعاد (الغايات) هي الأساس للمنهاج المدرسي الجديد. وعليه؛ فإنّ مشاركة الطلبة ( k–12) بنشاط Active Participation في برامج العلوم الموجهة نحو النشاط (القائمة على الأنشطة العلمية) **Activity - Oriented Science Program** ستجعل الطالب (المتعلم) قادراً على ما يأتي:

1. **فهم Understand** طبيعة العلم (NOS)، والمعرفة العلمية Scientific Knowledge كوسيلة فريدة في **الوصول إلى المعرفة (Knowing)**.
2. فهم، **وتطبيق مفاهيم العلم**، ومبادئه، وقوانينه، ونظرياته بدقة في **التفاعل مع المجتمع Society والبيئة Environment**.
3. استخدام **عمليات العلم Processes of Science** في حل المشكلات Solving Problems، **واتخاذ القرارات Making Decisions**، ومدّ الفهم وتوسيعه إلى مجالات حياتية أخرى.
4. فهم، وتقدير **المسعى العلمي، والتكنولوجي** المتصل والمتداخل، وعلاقتهما المتداخلة المتبادلة في سياق المجتمع والبيئة.
5. تنمية **مهارات التحكم Manipulative Skills** العديدة المقترنة بالعلم، والتكنولوجيا وبخاصة مع أنظمة القياس والمقاييس.
6. **التفاعل مع المجالات المختلفة للمجتمع، والبيئة** بطرق ووسائل منسجمة مع القيم (العلمية) المشكلة للعلم.

7. تطوير نظرة فريدة **للتكنولوجيا، والمجتمع، والبيئة** كنتيجة لتعلم العلوم، واستمرار هذه الميول، والاتجاهات طوال حياته.

**ولتحقيق ما سبق، ثمة ثلاثة جوانب مقترحة لمنهاج العلوم وبرامجه، وهي:**

**الجانب الأول:** ويشكل ما يُسمّى **التعلم الأساسي العام Common Essential Learnings** ويتمثل في **المنهاج المحوري Core Curriculum** في تعليم وتعلم المواد المدرسية في: فنون اللغة، والرياضيات، والعلوم، والعلوم الاجتماعية، والتربية الصحية، والتربية الفنية، والتربية الرياضية؛ مما يتطلب تنميط المنهاج بطريقة مندمجة وتكاملية لأقصى درجة ممكنة في المنهاج المحوري.

ويضم الجانب الأول المتضمن **التعلم الأساسي العام** المتأصل في المنهاج المحوري في البرنامج المدرسي ( k-12) الجوانب والمهارات الأساسية (الست) المتداخلة والمترابطة الآتية:

1. **الاتصال Communication**
2. **الأعداد Numeracy**
3. **التفكير الناقد والإبداعي Critical and Creative Thinking**
4. **الثقافة التكنولوجية Technological Literacy**
5. **القيم الشخصية، والاجتماعية، والمهارات Personal and Social Values and Skills**
6. **التعلم المستقل Independent Learning**

**وهذه المجالات والمهارات تتضمن:** المعرفة Knowledge، والمهارات Skills، والاتجاهات Attitudes، والقدرات Abilities والتي جميعها مجتمعة مهمة وأساسية لتعلم موضوعات المدرسة وموادها.

**الجانب الثاني:** ويتضمن **أبعاد (غايات Goals) الثقافة العلمية** التي تتحدّد بالعوامل المشكّلة لهذه الأبعاد كنواتج تعلم Learning Outcomes للطلبة الذين ينهون المدرسة الثانوية في مدارس ساسكاتشوان.

**الجانب الثالث:** ويضم **المعرفة العلمية Scientific Knowledge**، وفي هذا ثمة توقع من الطلبة (k-12) لاكتساب هذه المعرفة العلمية من خلال برامج العلوم الموجهة نحو النشاط.

وعليه؛ فإن العلم الأساسي العام، والعوامل الداخلية المشكّلة لأبعاد (غايات) الثقافة العلمية يتم تعليمها من خلال **محتوى Content الفروع العلمية**؛ وذلك لأن برنامج العلوم يؤكد استخدام حقول العلوم الواسعة لعلوم الأرض، والأحياء، والعلوم الطبيعية كمصادر للأنشطة Activities، والمعلومات Information، وذلك لتحقيق الجانبين: الأول والثاني وإنجازهما.

وتأسيساً على ما سبق، حدّد منحى (أو مدرسة) ساسكاتشوان **سبعة أبعاد (غايات) للثقافة العلمية Dimentions of Scientific Literacy**، هي:

**الأول:** طبيعة العلم Nature of science (NOS)

**الثاني:** المفاهيم الأساسية للعلم Key Science Concepts

**الثالث:** عمليات العلم Processes of Science

**الرابع:** العلاقة المتبادلة والمتداخلة بين: العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع، والبيئة Science - Technology - Society - Environment (STSE)

**الخامس:** المهارات العلمية والتقنية Scientific and Technical Skills

**السادس:** القيم العلمية Values that Underlie Science

**السابع:** الاتجاهات والميول العلمية Science - Related Interests and Attitudes

ومن منظور هذه الأبعاد والغايات، تم تعريف هذه الأبعاد (الغايات) السبعة وتوضيحها بسلسلة إجرائية من العوامل المشكلة لها وللمنهاج لتشكيل الثقافة العلمية وتحقيقها. وفيما يلي أبعاد (غايات) **الثقافة العلمية والعوامل المشكلة لها** وفقاً لمدرسة ساسكاتشوان التربوية.

### البعد الأول: طبيعة العلم (NOS): Nature of Science

**الشخص المثقف علميًا Scientifically Literate Person** يفهم Understand طبيعة العلم (NOS) والمعرفة العلمية Scientific Knowledge. والعلم عام وخاص؛ والخبرات العلمية يجب أن تشرك الطلبة في الجوانب الخاصة والحدسية للاستقصاء العلمي Scientific Inquiry (SI) والاكتشاف Discovery، وكذلك الجوانب الرسمية العامة Public للعلم. **وإجرائياً، يتضمن طبيعة العلم والمعرفة العلمية العوامل المشكلة ونتاجات التعلم Learning Outcomes** الآتية:

1. **عام/خاص Public/Private**: العلم يستند إلى **الدليل Evidence**، ويتطور بخاصة من الأفراد العلماء أو مجموعات العلماء، والذي بدوره تتم مشاركته مع عامة الناس أو الآخرين؛ مما يزود الأفراد الآخرين بالفرص لمحاولة تأسيس مصداقية وثبات الدليل العلمي. فعلى سبيل المثال، بعد أن يجمع العلماء وينظموا (يقيّموا) الدليل لأفكارهم، فإنهم ينشرون Publish الدليل والطريقة (المنهجية) التي تم اتباعها والوصول إلى النتائج، مما يمكن العلماء الآخرين للاطلاع والتحقق من مدى مصداقية النتائج (الأدلة) وثباتها. مقابل ذلك، فإن عدم نشر الدليل والإجراءات للحصول على براءة اختراع مثلاً، يعني أن مبدأ النشر قد تم انتهاكه Violated ولم يتحقق.

2. **تاريخي Historic**: يجب النظر إلى المعرفة العلمية السابقة في سياقها التاريخي، وبالتالي عدم التقليل من أهميتها من منظور المعرفة الحالية.

3. **كلي Holistic**: جميع فروع العلم متداخلة، وتكمل بعضها بعضاً؛ فبنية الجزيئات على سبيل المثال، موضوع ذو اهتمام لدى علماء الفيزياء، والكيمياء، والأحياء.

4. **قابل للتكرار Replicable**: يستند العلم إلى الدليل الذي يمكن تكراره والتوصل إليه من قبل علماء/أشخاص آخرين يعملون في أمكنة وأزمنة مختلفة تحت نفس الظروف. فعندما يعيد الطلبة إجراءات التجربة نفسها تحت نفس الظروف، فإنهم (أو يتوقع) أن يحصلوا على النتائج نفسها.

5. **امبريقي/تجريبي Empirical**: تستند المعرفة العلمية إلى التجريب **Experimentation أو الملاحظة Observation**. وفي هذا فإن قوة الجاذبية الأرضية يمكن تحديدها في المختبر Laboratory، وبالتالي فإن النظريات العلمية يجب دائماً أن يتم اختبارها بالتجريب أو المشاهدات (الملاحظات).

6. **احتمالي Probabilistic**: العلم لا يعمل تنبؤات أو تفسيرات مطلقة، كما في تنبؤات الطقس وفرص هطول الأمطار على سبيل المثال في اليوم أو الأسبوع القادم.

7. **فريد Unique**: طبيعة المعرفة العلمية والإجراءات لتوليد معرفة علمية جديدة هي فريدة وتختلف عن نظيرتها في حقول المعرفة الأخرى كما في

الفلسفة، أو مقارنة التنبؤ بالأحوال الجوية من قبل المتنبئين (المختصين) الجويين والأشخاص العاديين.

8. **مؤقت Tentative**: المعرفة العلمية قابلة للتغيير أو التعديل. وفي هذا لا يوجد ادعاء بالحقيقة المطلقة من جهة، ولا تقلل أو تضعف من قيمة المعرفة للشخص المثقف علمياً من جهة أخرى.

9. **مرتبط بالإنسان / الثقافة Human / Culture related**: المعرفة العلمية هي نتاج الإنسان والتفكير الإنساني (العقلي). وبهذا تتضمن تخيلات إبداعية، وتتشكل فيها المفاهيم والمعرفة كناتج من نواتج الثقافة الإنسانية.

**البعد الثاني: المفاهيم (الأساسية) للعلم: Key Science Concepts**

**الشخص المثقف علمياً يفهم، ويطبق بصورة صحيحة مفاهيم العلم المناسبة، والمبادئ، والقوانين، والنظريات وذلك بالتفاعل مع المجتمع والبيئة.** وفي هذا، فإنّ من بين **مفاهيم العلم الأساسية المشكلة للعلم ونتاجات التعلم**، هي:

1. **التغيّر Change**: ويعني العمليات التي تؤدي لأن تصبح مختلفاً، ويمكن أن يتضمن مراحل عدّة؛ فالكائن الحي ينمو، ويتغير من البيضة، إلى النضوج، ثم الموت؛ والنجوم تستخدم طاقتها وتتغير.
2. **التفاعل Interaction**: يحدث التفاعل عندما يتفاعل شيئان أو أكثر ويؤثر أحدهما في الآخر أو يتأثران معاً. ففي **النظام البيئي** على سبيل المثال، ثمة كائنات حية (حيوانية) تتنافس على الغذاء الموجود، والمكان، والتكاثر.
3. **النظام Orderliness**: وهذا تتابع منظم موجود في الطبيعة أو أنّه مفروض من خلال التصنيف Classification؛ فتركيب البلورات يمكن تحديدها بواسطة تقنيات الأطياف وذلك نظراً لترتيب ذراتها المنتظم.
4. **الكائن الحي Organism**: الكائن (الحي) شيء حي أو أنه كان حياً؛ والفيروس سواء أعدّ حياً أو لا، يشكل اهتماماً كبيراً للعلماء والاستقصاء للتدقيق وإنعام النظر إليه. والمتحَجرات التي يتم اكتشافها تقدم الدليل، والتفحص وتشير إلى أن ثمة كائنات حية كانت وانقرضت منذ زمن طويل.
5. **الإدراك الحسّي Perception**: ويتضمن الإدراك الحسّي / الملاحظة (أو القدرة على الفهم) المدخلات الحسيّة Sensory input للدماغ؛ فعلى سبيل

المثال، فإن تباطؤ الطائرة النفاثة (تدريجياً) يمكن أن يُضعف (حكم) الطيار خلال الهبوط أو الإقلاع.

6. **التناسق/التماثل Symmetry**: ويتضمن تكرار النمط داخل تركيب أكبر؛ فتركيب الجزيئات أو الكائنات الحية على سبيل المثال، تظهر خصائص التناسق أو التماثل.

7. **القوة Force**: وتتمثل في الدفع أو السحب؛ فوزن الشيء يقل على ارتفاعات أعلى.

8. **الكمية/الرقمية Quantification**: وتتضمن استخدام الأرقام (الكم) للتعبير عن معلومات علمية مهمة.

9. **إعادة النتائج Reproducing of Results**: إعادة (تكرار) الطريقة أو المنهجية نفسها ينبغي أن تنتج النتائج نفسها تحت (تماثل) نفس الظروف والشروط. وهذه خصيصة أساسية في التجارب العلمية.

10. **الأثر - النتيجة Cause - effect**: إنها علاقة بين الأحداث، وتدعم الاعتقاد بأن الظواهر الطبيعية لا تحدث عشوائياً؛ وبالتالي تمكننا من **التنبؤ** Prediction.

11. **التنبؤ Predictability**: **التنبؤ غرض من أغراض العلم**؛ ويمكن عمل التنبؤات العلمية من الأنماط السائدة في الطبيعة والتحكم بها بقدر الإمكانيات الإنسانية؛ فتفاعل الصوديوم مع الماء على سبيل المثال، يمكننا من التنبؤ بأن المحلول الناتج (NaOH) يغيّر ورقة عباد/دوار الشمس من اللون الأحمر إلى اللون الأزرق.

12. **المحافظة/الصيانة Conservation**: بفهم محدودية المصادر الطبيعية، وضرورة التعامل معها بوعي واقتصاد وترشيد، فإن ذلك يشكل الأساس لمبادئ البيئة الرئيسية للمحافظة عليها. والحفظ Conservation في الفيزياء، له معنى فريد كما في **المحافظة على الطاقة**؛ **وعزل البيوت والمنازل**، يمكن أن تقلل من كمية الطاقة التي نحتاجها لأغراض التدفئة في الشتاء؛ والمركبات الصغيرة ذات الاحتراق الداخلي، يمكن أن تقلل من استهلاك الطاقة.

13. **الطاقة - المادة Energy - matter**: ثمة علاقة تبادلية - متغيرة بين الطاقة والمادة؛ فعلى سبيل المثال، عند احتراق شمعة، فإن بعض الطاقة المختزنة في الشمع تنطلق على شكل حرارة وضوء.

14. **الدائرة Cycle**: أي أن بعض الأحداث أو الظروف تتكرر repeated كما في: دورة الماء Water cycle، ودورة النيتروجين Nitrogen cycle، وأن **التوازن** يخدم كأمثلة في هذه الدورات.

15. **النموذج Model**: وهو تمثيل لواقع (أو تركيب) حقيقي معيّن، أو حدث، أو مجموعة من الأحداث؛ ويهدف إلى **تيسير وفهم أفضل للمفاهيم المجرّدة** كما في **نموذج DNA** للعالمَيْن: كريك - واتسون Crik - Watson مما سهّل وساعد على فهم الوراثة.

16. **النظام System**: وهو عبارة عن مجموعة من الأجزاء (أو الأعضاء) المتناسقة المتداخلة التي تشكل النظام.

17. **الحقل Field**: ويمثل منطقة في الفضاء تتأثر ببعض القوى؛ فالأقطاب المغناطيسية (أو الكهربائية) المتشابهة تتجه إلى التنافر عند اقتراب بعضها من بعض، كما تعد الشمس المصدر لحقل الجاذبية الذي يملأ الفضاء، وحركة الأرض تتأثر بهذا الحقل.

18. **السكان/الجماعة Population**: مجموعة (أو جماعات) من الكائنات الحية تتشارك في صفات عامة مشتركة.

19. **الاحتمالية Probability**: وتمثل الدرجة النسبية لليقينية يمكن تعيينها على بعض الأحداث التي تحدث في فترة زمنية ما أو داخل ضمن تسلسل الأحداث. وفي هذا فإن احتمال حدوث بعض أنواع السرطانات يزداد باحتمال زيادة التعرض لجرعات من الإشعاع.

20. **النظرية Theory**: وهي عبارة عن مجموعة العبارات، والمعادلات، والنماذج (أو توفيقات منها) المترابطة داخلياً، وتخدم **لتفسير explain** مجموعة كبيرة ومتنوعة من الأشياء أو الحوادث كما في نظرية الذرة التي مرت بسلسلة من التغييرات والتهذيب والتشذيب والصقل.

21. **الدقة Accuracy**: تتضمن (الدقة) الاعتراف بأنه **لا يوجد يقين في القياس Measurement**، كما تتضمن الاستعمال الدقيق للأشكال المهمة.

فعلى سبيل المثال، فإن ساعة الوقت التي تقيس لأقرب (0.1) ثانية، قد لا تكون أداة مناسبة لتحديد الفترة الزمنية لانطلاق الشرارة/الومضة.

22. **الكينونات الأساسية Fundamental entities**: وتمثل وحدات تركيب أو وظيفة التي تفيد في تفسير بعض الظواهر؛ فالخلية وحدة التركيب، والوظيفة في الكائن الحي؛ والذرة هي وحدة التركيب (البناء) في الجزيء.

23. **عدم الاختلاف Invariance**: وهي تتضمن **الثبات Constant** حتى لو تغيرت أشياء أخرى، فالكتلة تبقى ثابتة في التفاعل الكيميائي.

24. **المقياس Scale**: يتضمن المقياس التغير في الأبعاد، وهذا يمكن أن يؤثر في بعض خصائص النظام؛ فعلى سبيل المثال، الطائرة المصنوعة من ورق دفتر الملاحظات يمكن أن تطير بصورة مختلفة عن طائرة (بالتصميم نفسه) مصنوعة من الورق المقوّى.

25. **الزمن - المكان Time - space**: وهو إطار رياضي يعد مناسباً لوصف الأشياء والأحداث.

26. **التطور Evolution**: ويتضمن سلسلة من التغييرات التي يمكن استخدامها لتفسير كيف أن الأشياء أصبحت كما هي، أو كيف يمكن أن تكون في المستقبل. وأعدّ بوجه عام، أنّه الانتقال من **البسيط Simple** إلى المعقد Complex كما في التطور العضوي، والنظريات العلمية.

27. **التكبير Amplification**: ويعني الزيادة في الحجم/المقدار في الظواهر التي يمكن تحديدها، فمكبر الصوت على سبيل المثال، يعمل على تضخيم الصوت أو شدته.

28. **التوازن (الاتزان) Equilibrium**: ويمثل حالة الاتزان التي تظهر بدون أن تتغير على المستوى (الدقيق) الميكروسكوبي كما في الاتزان الكيميائي على سبيل المثال.

29. **التحدّر/درجة الميل Gradient**: وهو وصف للخط Pattern أو للتباين Variation؛ ويتضمن الزيادة/النقص والاتجاه direction للتغير.

30. **الرنين Resonance**: وهو عمل داخل النظام والذي يسبب عملاً مشابهاً آخر داخل النظام الآخر؛ فالصندوق الخشبي المجوف يمكن أن يستخدم لتكبير الصوت لشوكة رنانة.

31. **الجوهري/الدلالة Significance**: وتمثل المعتقد الذي يرى أن الفروق الظاهرية تختلف (جوهرياً/بدلالة) عمّا هو متوقع التي يمكن أن تتسبب بالصدفة فقط.

32. **المصداقية Validation**: وتشير إلى أنّ العلاقات المتشابهة التي تم الحصول عليها بطريقتين أو أكثر تعكس تمثيلاً صادقاً للوضع (أو المشكلة) الذي تم بحثه أو استقصاؤه؛ فالكربون - 14 يمكن أن يستخدم لفحص مصداقية المواد الأثرية.

33. **الانتروبيا Entropy**: وهو عامل رياضي يعتبر مقياساً للطاقة غير المستفادة في نظام دينامي حراري؛ ويشير إلى العشوائية randomness أو عدم النظام disorder في مجموعة من الأشياء، ولا تنقص أبداً في النظام المغلق. فعلى سبيل المثال، عندما يذوب الصوديوم الصلب في الماء، فإن دقائقه تختفي وتتوزع عشوائياً.

### البعد الثالث: عمليات العلم: Processes of Science

**الشخص المثقف علمياً يستخدم عمليات العلم في حل المشكلات، واتخاذ القرارات، وفهم المجتمع بدرجة أكبر، والبيئة.** واكتساب عمليات العلم الأساسية والتكاملية تعمل على تيسير التعلم. وهي تمثل الوصول إلى البيانات ومعالجتها، وتطبيق المبادئ المعرفية لتحليل القضايا أو المشكلات المبحوثة.

وتمثل عمليات العلم العمليات والمهارات الآتية:

1. **التصنيف Classifying**: وهو إجراء منظم يستخدم لفرض نظام على مجموعة من الأشياء أو الأحداث كما في تصنيف الحيوانات في قبائل، أو ترتيب العناصر الكيميائية في الجدول الدوري.

2. **الاتصال (والتواصل) Communicating**: ويتضمن نقل المعلومات أو الأفكار من شخص إلى آخر كما في: كتابة التقارير Writing reports أو المشاركة في حلقة نقاش.

3. **الملاحظة والوصف Observing and Describing**: وهي كعملية أساسية من عمليات العلم، يتم فيها استخدام الحواس للحصول على المعلومات حول البيئة ووصفها.

4. **العمل تعاونياً Working Cooperatively**: ويتضمن مشاركة الفرد وعمله بصورة منتجة **Productively** كعضو من أعضاء فريق العمل العملي في ضوء أهداف الفريق/المجموعة وغاياتها.

5. **القياس Measuring**: ويتمثل في الأداة/الأدوات التي تستخدم للحصول على بيانات كمية مقترنة بخصائص الشيء أو الحدث. وفي هذا يمكن تحديد طول قضيب من المعدن إلى أقرب ميليمتر باستخدام جهاز/أداة القياس.

6. **التساؤل (طرح الأسئلة) Questioning**: ويتمثل بقدرة الطالب على **طرح الأسئلة** أو طرح النقاط لغرض التقصّي أو المناقشة. وعلى الطالب أن يكون قادراً على طرح الأسئلة وابتداعها مباشرة حول الأحداث التي يشاهدها؛ فعندما يلاحظ مجموعات الطيور المهاجرة، فثمة سؤال مباشر ينبغي طرحه يتمثل بـ: **لماذا تتجمع الطيور وتهاجر؟ وهل ثمة طيور تهاجر بصورة منفردة؟** وكيف أن الطيور تعرف أين تذهب؟ ومثل هذه الأسئلة ومثيلاتها، تتطلب التحدّي والاستقصاء العلمي **Scientific Inquiry**.

7. **فرض الفرضيات Hypothesizing**: وهي علاقة تنبؤية تفسيرية مؤقتة بين متغيرين أو أكثر تتطلب الاختبار (قبول الفرضية/رفضها) في ضوء جمع البيانات وتحليلها. فعمل تنبؤات حول أهمية المكونات المختلفة للبندول التي يمكن أن تؤثر في فترة التذبذب له مثال على تكوين الفرضيات، مما يتطلب بحثها أو اختبارها بالتحرّي والاستقصاء.

8. **الاستدلال Inferring**: ويضم (**الاستنتاج والاستقراء**) لتفسير الملاحظة/الملاحظات في ضوء الخبرات السابقة. فعلى سبيل المثال، عند ملاحظة المستنقعات المالحة تتضمن مجموعات مختلفة من الحشرات أكبر من نظيرتها في المستنقعات الأقل ملوحة أو العذبة، فإن الشخص/الطالب يمكن أن يستدل ثمة تغيّرات بسيطة في البيئة يمكن أن تؤثر في الجماعات Populations السكانية.

9. **استخدام الأرقام Using numbers**: ويتضمن العدّ، أو القياس للتعبير (الكمي) عن الأفكار، أو الملاحظات، أو العلاقات، وغالباً ما يُتمم عمل الكلمات كما في اللتر الذي يتضمن ألف ميليلتر.

10. **التنبؤ Predicting**: ويتضمن تحديد الناتج في المستقبل في ضوء الاعتماد على المعلومات السابقة. فمعرفة النتائج لعدد الأفراد في بيئة الخميرة في الساعات الأربع الأولى، يمكن (للطلبة) توقع عددها بعد خمس ساعات.

11. **ضبط المتغيرات Controlling Variables**: ويعتمد على تحديد وإدارة وضبط الظروف (التجريبيّة) التي يمكن أن تؤثر في وضع أو حدث ما. وكتطبيق أو مثال على ذلك، يمكن تحديد العوامل المؤثرة في نمو النبات، ومن ثم دراسة أثر إضافة سماد ما (بعد ضبط العوامل الأخرى) على نموه.

12. **تفسير البيانات Interpreting data: كغرض أساسي من أغراض العلم**، فإن التفسير للظواهر أو الأحداث الملاحظة (أو التجريبيّة) يؤدي إلى عمل التعميمات العلمية.

13. **تكوين النماذج Formulating models**: تستخدم النماذج لتمثيل شيء أو حدث، أو عمليات كما في عمل نموذج للخلية، أو (نموذج) جزيء DNA، أو عمليات الانقسام وخطواته.

14. **حل المشكلات Problem solving**: تتولد المعرفة العلمية وتُستخدم من خلال طرح الأسئلة المتعلقة بالعالم الطبيعي، وغالباً ما تستخدم فيها طرق البحث الكمي. وفي هذا فإن معرفة تقنيات إعادة تكوين DNA أدّى إلى تخليق بكتيريا تصنع الأنسولين.

15. **التحليل Analyzing**: ويضم فحص الأفكار العلمية والمفاهيم لتحديد جوهرها أو ماهيتها كما في تحديد ما إذا كانت الفرضية صحيحة (يمكن الدفاع عنها) فإنها تتطلب تحليل البيانات.

16. **تصميم التجارب Designing experiments**: ويتضمن عمل سلسلة من الإجراءات المنهجية كما في جميع البيانات، وتنظيمها، وتحليلها لتكون قاعدة لاختبار الفرضية / الفرضيات أو الإجابة عن الأسئلة المطروحة أو المبحوثة.

17. **استخدام الرياضيات Using mathematics**: باعتبار الرياضيات ملح العلوم، فإنها كعملية من عمليات العلم، تتطلب من الطلبة توظيفها وتطبيقها في التحرّيات والاستقصاءات العلمية حيثما يلزم العمل العلمي ويتطلب ذلك.

18. **استخدام العلاقات الزمانية - المكانية Using time - space relationship**: ثمة معياران مستخدمان لوصف موقع الأشياء أو الحوادث كما في تعرّف ووصف الطريق والزمان الذي تسلكه بعض الحيوانات الثديية المهاجرة.

19. **تكوين الإجماع Consensus making**: ويعني التوصل إلى اتفاق جماعي في الرأي عندما يكون ثمة تنوع في الآراء حول قضية ما. فحوارات ومناظرات ومناقشات الطلبة حول التخلص من الفضلات السميّة، اعتماداً

على البحث، يعطي الطلبة الفرصة المناسبة لتطوير رأي إجماعي لكيفية التخلص منها. وهذا ما يحدث مبدئياً بين جمهرة العلماء في دراساتهم وبحوثهم في التحليل الأخير ونهاية المطاف.

20. **التعريف الإجرائي Defining operationally**: ويتمثل في وصف الشيء أو الحدث (أو المتغير) **مفاهيميًا أو بسلسلة من الإجراءات**، وبيان **كيفية قياسه**. فالطلبة يمكنهم تحديد مفهوم ضغط الدم (المرتفع/المنخفض) مفاهيمياً، ومن ثم تبيان كيفية قياسه أو التعبير عنه (رياضياً) بكسر يمثل بسطه الضغط الانقباضي، ومقامه يمثل الضغط الانبساطي. كما يمكن التعبير عن الحمض acid بعملية تحويل لون ورقة عباد/تباع الشمس الزرقاء إلى اللون الأحمر.

21. **التركيب Synthesizing**: هو عكس التحليل (التفكيك)؛ ويتضمن جمع الأجزاء وتركيبها معاً لتكوين شيء جديد أو معقد بوجه عام. فموضوع علمي (أو تقرير) يكتبه الطالب يتكون من تركيب مجموعة عريضة من المعارف، والمهارات، والاتجاهات، والعمليات. كما أن البوليمرات Polymers يمكن إنتاجها وتكوينها من خلال توفيقات مختلفة من المونوميرات Monomers البسيطة. وتجميع الحموض الأمينية بطرق وترتيبات معينة تؤدي إلى تكوين البروتينات.

## البعد الرابع: العلاقة المتبادلة (المتداخلة) بين: العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع، والبيئة

**Science - Technology - Society - Environment (STSE) Relationships**

**الشخص المثقف علمياً يفهم، ويقدّر المسعى التداخلي بين: العلم، والتكنولوجيا، وكذلك علاقاتها المتبادلة وتأثيراتها في المجتمع، والبيئة.** وفيما يلي بعض العوامل المشكلة لهذا البعد (STSE):

1. **العلم والمجتمع Science and Technology**: ثمة فرق بين العلم والتكنولوجيا، على الرغم أنهما متداخلان (ووجهان لعملة واحدة) ويعتمدان على بعضهما بعضاً. **فالعلم** يهتم ويتعامل مع توليد، وتنظيم المعرفة المفاهيمية؛ **والتكنولوجيا** تتعامل مع **التصميم Design**، **والتطوير Development**، والتطبيق **Application** للمعرفة العلمية والتكنولوجية،

والتي غالباً ما تكون استجابة لمتطلبات المجتمع وحاجاتهم. **فاختراع الميكروسكوب** على سبيل المثال، أدّى إلى اكتشافات هائلة في الخلية.

2. **العلماء والتكنولوجيون هم بشر: Scientists and Technologists are Human**، خارج حقول تخصصاتهم، فإن العلماء والتكنولوجيين يمكن أن لا يظهروا كل (أو بعض) أبعاد الثقافة العلمية. والمهن في العلم، والتكنولوجيا مفتوحة أمام الناس جميعهم. وكمثال، فإن بحث الطلبة للسير الحياتية لبعض العلماء، يمكن أن يؤدي إلى تقدير العنصر البشري الإنساني في تطور العلوم (العلم) والتكنولوجيا.

3. **تأثير العلم والتكنولوجيا Impact of Science and Technology**: التطور العلمي والتكنولوجي لها تأثيرات مباشرة في حياة الأفراد كلهم. وبعض هذه التأثيرات مرغوبة، وبعضها غير مرغوب. وبعض التأثيرات المرغوبة يمكن أن يكون لها تأثيرات جانبية (كبعض العقاقير الطبية) غير مرغوبة. ومن حيث الجوهر، ثمة مبدأ مُقايضة بين **الفائدة (الربح) والخسارة**. فالزيادة في عدد السكان، تتطلب زيادة استهلاك الغذاء، والطاقة، والبضائع الأخرى؛ فبينما نسعى لزيادة مستوى المعيشة والرخاء لنا، فثمة استهلاك متزايد للمصادر، وتلويث البيئة يأخذ مجراه على قدم وساق.

4. **العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS)**: يمكن استخدام العلم، والتكنولوجيا لمراقبة نوعية البيئة وجودتها (نظافتها). فالمجتمع له القدرة، ويتحمل المسؤولة لزيادة **الوعي والتثقيف، وتنظيم نوعية البيئة**، وبالتالي **الحكمة** لاستخدام المصادر الطبيعية؛ وذلك لتحقيق وتوكيد نوعية الحياة له وللأجيال القادمة من بعده. وعليه؛ يتطلب من كل فرد المشاركة الفعلية والمسؤولية للمحافظة على (الطاقة) والبيئة سواء بسواء.

5. **فجوة الفهم العام Public Understanding Gap**: ثمة فجوة موجودة بين **المعرفة العلمية، والمعرفة التكنولوجية، والفهم العام** (من قبل الناس) لها. وهذا يتطلب جهوداً مشتركة ثابتة من العلماء، والتكنولوجيين، والمربين لتقليل هذه الفجوة في حدّها الأدنى. وكتطبيق على ذلك أو أمثلة ليس إلاّ، فثمة أناس يعتقدون (خطأً) أن الإشعاع يجعل (يسبب) الغذاء مشعاً؛ وأن دهن الحليب غالباً ما يعتبر أنه يحتوي على سعرات حرارية عالية؛ أو أن كثيراً من الناس يعتقدون أن التكنولوجيا هي ببساطة تطبيق العلم.

6. **المصادر للعلم والتكنولوجيا Resourses for Science and Technology**: العلم والتكنولوجيا يتطلبان مصادر مهمة جديرة بالاعتبار كما في: **المواهب talents**، **والوقت time**، **والمال Money (Funding)**. وكمثال على ذلك، فإن التقدم في استقصاء الفضاء يتطلب جهوداً مشتركة متظافرة (عالمية) للعمل معاً لتوفير الوقت، والمال، والمصادر للبحث والاستكشاف.

7. **مواقف مختلفة Variable Positions: المعرفة والتفكير العلمي** يمكن أن يُستخدما لدعم المواقف المختلفة ومساندتها. إنه من الطبيعي أن يختلف العلماء والتكنولوجيون مع بعضهم بعضاً، مع العلم أنهم قد يحدثون أو ينفذون نفس النظريات العلمية والبيانات. ولعلّ المناظرات Debate بين العلماء حول احتمالية الاندماج البارد Cold fusion يوضح المواقف المختلفة بين العلماء؛ وتقنيات الاحتراق (المضبوطة) في الحدائق العامة والمناظرات حولها مثال آخر على مواقفهم المختلفة التي تتطلب التقريب بينها ومساندتها.

8. **محددات العلم والتكنولوجيا Limitations of Science and Technology**: لا يستطيع **العلم والتكنولوجيا** أن يضمنا الحلول لأي مشكلة خاصة. وفي الواقع، فإن الحل النهائي لأية مشكلة أو جميع المشكلات ليس محتملة بوجه عام، لكن المحتمل هو الحلول الجزئية. وفي هذا فإنّ حلول المشكلات لا يتم بالضرورة بقوة التشريعات، أو بالتخصيصات المالية؛ إذ إن بعض المشكلات بعيدة الحل في ضوء مناحي العلم والتكنولوجيا المعروفة الآن. فالحلول التي تقترحها التكنولوجيا لحفظ المخلفات النووية لها محدّدات وحدود كثيرة، وفي أحسنها يمكن أن تكون فاعلة على المدى القصير حتى يجد (العلم والتكنولوجيا) الحلول الناجعة.

9. **التأثير الاجتماعي في العلم والتكنولوجيا Social influence on Science and Technology**: إن اختيار المشكلات التي يتم بحثها من قبل العلماء، والبحوث التكنولوجية تتأثر **بالاحتياجات والاهتمامات والدعم المادي للمجتمع**. ولعلّ بحوث الفضاء مقابل المشكلات الاجتماعية تصب في هذا الصدد، وتحدّد الأولويات في البحث وبخاصة فيما يتعلق باهتمامات المجتمع وحاجاته.

10. **التكنولوجيا مضبوطة من المجتمع Technology Controlled by society**: على الرغم أن العلم يتطلب الحرية لغرض الاستقصاء، فإن

**تطبيقات المعرفة العلمية لنواتج التكنولوجيا وممارساتها** يتحدد في التحليل الأخير من قبل المجتمع. **فالعلماء والتكنولوجيون** يتحملون المسؤولية لإعلام المجتمع العواقب التي يمكن أن تترتب على هذه التطبيقات. وعليه؛ فثمة حاجة ملحة لتعرف **عواقب الاختراعات العلمية والتكنولوجية** من قبل المجتمع، مما يجعل الدول أن تتخذ القرارات المناسبة واعتبارها في ضوء الدعم والتمويل في البحث العلمي والتكنولوجي كما في تكنولوجيا (الأحياء) البيولوجيا على سبيل المثال.

11. **العلم والتكنولوجيا والعوالم الأخرى Science, Technology, and other Realms**: مع أنّ ثمة خصائص واضحة بين المعرفة والعمليات التي تصف العلم والتكنولوجيا، فإن ثمة ارتباطات، وتداخلات مع عوالم المعرفة الإنسانية Human Knowledge وفهمها. فعدم اليقينيّة Uncertainty في العلم، وأثر **هوثورن Hawthorne Effect** على سبيل المثال في (البحث) والعلوم السيكولوجية (النفسية) تعبر عن أفكار متشابهة داخل عالم الفرع discipline نفسه.

## البعد الخامس: المهارات العلمية والتقنية

### Scientific and Technical Skills

**الشخص المثقف ثقافة علمية يطوّر مهارات (يدوية) تحكم تقترن بالعلم، والتكنولوجيا** كما في المهارات التالية التي تشكل هذا البعد (الخامس) من أبعاد الثقافة العلمية:

1. **استخدام أدوات التكبير Using Magnifying Instruments** كما في العدسات المكبّرة، والميكروسكوب (المجهر)، والتلسكوب، وجهاز العرض فوق الرأس Overhead Projector ...الخ؛ فعمليات التشريح تتم للحيوانات أو النباتات باستخدام أدوات التشريح الخاصة بها.
2. **استخدام البيئة الطبيعية Using Natural Environment**: يستخدم الطلبة البيئة الطبيعية بفاعلية، وبطرق مناسبة حساسة كما في: جمع البيانات أو العينات، وفحصها، أو إدخال أنواع كائنات حية جديدة في البيئة. وفي هذا يمكن للطلبة دراسة أنواع (أو بعض) الكائنات الحية في بركة ماء (حقيقية واقعية) من خلال: الملاحظة، والوصف، لفترة زمنية معينة أو على

فترات (كل أسبوع أو أسبوعين) حسب طبيعة المشكلة المبحوثة؛ وبعد جمع هذه العينات وفحصها، يمكنهم إعادة هذه العينات إلى بيئتها (البركة) الطبيعية.

3. **استخدام الأجهزة بصورة آمنة Using Equipment Safely**: يتطلب من الطالب استخدام الأدوات والأجهزة مبدئياً بصورة آمنة في المختبر المدرسي أو الميداني (الحقل) أو في خبراته اليومية. وهذا يجعل الطالب على سبيل المثال، أن يضع النظارات الوقائية دون أن يقول له المعلم ذلك عند العمل المخبري أو تقصي الأنشطة العلمية ذات العلاقة.

4. **استخدام الوسائل السمعية - البصرية Using audiovisual Aids**: فالطالب يستخدم الوسائل السمعية - البصرية بصورة مستقلة في الاتصال المتعلقة بالمعلومات والبيانات كما في على سبيل المثال: الرسومات drawings، والصور، والملصقات، والتلفزيون، والراديو، والمسجلات الصوتية، وأجهزة فوق الرأس، والكاميرات (لتسجيل أو توثيق ظاهرة طبيعية ما).

5. **التفاعل مع الكمبيوتر Computer Interaction**: يستخدم الطالب الكمبيوتر كأداة تفاعلية - تحليلية، لزيادة الإنتاجية Productivity وكامتداد للعقل البشري. وفي هذا تكون الأغراض التعليمية - التعلمية والبحثية والتفاعلية مع الكمبيوتر لا تعد ولا تحصى في عالمنا المعاصر.

6. **قياس المسافات Measuring distance**: يقيس الطالب المسافات بدقة باستخدام أدوات أو تقنيات معينة كما في على سبيل المثال: المسطرة لقياس الأبعاد والمسافات القصيرة، أو عصاة المتر لقياس أبعاد غرفة الصف، أو الشريط المتري لقياس المسافات البعيدة نسبياً...الخ.

7. **قدرات التحكم Manipulative ability**: وفي هذا يظهر الطالب القدرات لمعالجة الأشياء والتحكم بها **بمهارة وبراعة (يدوية وعقلية)** كما في استخدام المخبار المدرج لقياس (35)ملم من السائل، ومن ثم تفريغه في دورق وتسخينه على اللهب في المختبر.

8. **قياس الوقت Measuring Time**: وفي هذا يظهر الطالب مقدرة فائقة ومهارة دقيقة في قياس الزمن بأدوات مناسبة كما في: الساعة، أو الساعة الرملية، أو أداة أخرى (يبتدعها) ذات حركة منتظمة.

9. **قياس الحجم Measuring Volume**: يمكن للطالب قياس الحجم بطريقة مباشرة كما في استخدام المخابر المدرجة؛ كما يمكنه قياس الحجم بطريقة غير مباشرة من خلال تطبيق العلاقات الرياضية أو استخدام قاعدة أرخميدس لقياس حجوم الأجسام غير المنتظمة.

10. **قياس درجة الحرارة Measuring Temperature**: وفي هذا يقيس الطالب ويستخدم موازين الحرارة المختلفة لقياس درجات الحرارة في الأنشطة المخبرية والميدانية التي تتطلب ذلك.

11. **قياس الكتلة Measuring Mass**: يقيس الطالب بدقة الكتل بأجهزة وأدوات الكتلة ذات العلاقة كاستخدام الموازين balances لقياس الكتل لأقرب وحدة مستعملة.

12. **استخدام الأدوات الإلكترونية Using Electronic Instruments**: وفي هذا يمكن للطالب أن يستخدم الأدوات/الأجهزة الإلكترونية التي تبيّن الخصائص الطبيعية أو الكيميائية، أو مراقبة الوظائف البيولوجية بدرجة كبيرة من الدقة كما في علم سبيل المثال: الأميتر (لقياس التيار الكهربائي بالأمبير)، ومقياس الحموضة PH، والكاميرا.

13. **استخدام العلاقات الكمية Using Quantitative Relationships**: يستخدم الطالب المعادلات والتعبيرات الرياضية بصورة دقيقة من مثل: إيجاد حجم مكعب من الخشب طول ضلعه معروف...الخ.

## البعد السادس: القيم العلمية Values that Underlie Science

**الشخص المثقف علمياً يتفاعل مع المجتمع، والبيئة بطرق ووسائل متسقة مع القيم المشكّلة للعلم.** ومن هذه القيم ما يأتي:

1. **الرغبة في المعرفة والفهم Longing to know and Understand**: المعرفة مرغوبة وقوة، **والاستقصاء العلمي** الموجه نحو توليد المعرفة يستحق الاستثمار في الوقت لاكتشاف المعرفة وفهمها وتوظيفها كما في الطلب من مجموعة من الطلبة ما إذا كان باستطاعتهم أو بمقدورهم السير في مشروع (موضوع) علمي يهتمون به ويتطلب تحدياً فكرياً وعلمياً وميدانياً.

2. **التساؤل/طرح الأسئلة: Questioning**: التساؤل وطرح الأسئلة مهمة في دراسة العلوم وتدريسها بشكل خاص. وبعض الأسئلة ذات قيمة أكبر من غيرها من حيث إنها تقود إلى فهم أبعد من خلال الاستقصاء العلمي كما في طرح الطلبة لأسئلة وتساؤلات أبعد مما هو في كتب العلوم المنهجية لهم والتي تتطلب استقصاءات وبحوثاً علمية ذات قيمة نظرية أو تطبيقية.

3. **البحث عن المعلومات ومعانيها Search for data and their Meaning**: اكتساب المعرفة وترتيبها أو تنظيمها يُعد القاعدة للنظريات العلمية التي بدورها تعمل على تفسير أشياء كثيرة من الأحداث. ففي بعض الحالات، تمثل هذه المعلومات / البيانات **تطبيقات عملية للقيم الإنسانية البشرية**. كما تمكننا من تقييم المشكلة أو الوضع بدقة. ففي أنشطة التحدّي (والتحرّي) في العلوم، تسأل مجموعة من الطلبة حول حدوث الحدث الطبيعي، وتصمّم تجربة للإجابة عن السؤال. وفي هذا فإن بعض المتغيرات التي يمكن أن تؤثر في نتائج التجربة هو (الضبط)؛ وفيها يتم إجراء الملاحظات وتسجيلها، وجمع البيانات، ويتم تحليلها، واختبار الفرضيات، واعتمادها (في القبول أو الرفض) واستخدامها.

4. **إعطاء قيمة للبيئة الطبيعية Valuing Natural Environment**: حياتنا ومعيشتنا (والكائنات الحية الأخرى) تعتمد إلى حد كبير على قدرتنا على **المحافظة على التوازن في الطبيعة والمحافظة عليها**؛ ففي الرحلات الحقلية (الميدانية) ينبغي للطلبة الاعتناء بالبيئة وتقديرها، وتقدير نظمها البيئية ومكوناتها.

5. **احترام المنطق Respect for Logic**: **الاستدلالات الصحيحة ثم مصداقيتها** مهمة، وهذا يتطلب ضرورة أن تكون استنتاجاتنا واستنتاجات الطلبة وأعمالهم العلمية قابلة للتساؤل وطرح الأسئلة حولها؛ فالأخطاء منطقياً يجب تعرفها وتمييزها، والمعلومات يجب أن ينظر إليها بنقد وانتقاد **Critically** من منظور المنطق (العقلاني) المستخدم.

6. **اعتبار العاقبة / النتيجة Consideration of Consequence** وتُشير إلى **المراجعة الفكرية المستمرة** المتعلقة بأثر بعض الأعمال التي يمكن أن تؤثر في أمر أو عملية ما؛ فخطوات التجربة وإجراءاتها على سبيل المثال، يمكن أن تؤثر في نتائج التجربة أو نواتجها.

7. **الطلب لغرض التحقق Demand for Verification**: البيانات الداعمة يجب أن تكون (منشورة) في متناول العامة؛ والاختبارات التجريبيّة يجب القيام بها وتنفيذها لتقييم دقة ومصداقية النتائج التي تم الوصول إليها. فالتقارير الإعلامية، والبحث تتم مراجعتها بصورة نقدية، وتتم مقارنتها بمراجع ومصادر معلومات أخرى قبل أن يتم قبولها accepted أو رفضها rejected.

8. **اعتبار المبادئ Consideration of Premises**: إن المراجعة المتكررة (المكرورة) يجب القيام بها بما يخص الافتراضات الأساسية المتعلقة بالاستقصاء أو التحدّي الذي ظهر للعيان؛ ففي **المختبر الاستقصائي** المتعلق بمعدّل التفاعلات الكيميائية على سبيل المثال، يجب تفحص المتغيرات المضبوطة وفحصها. وكذلك يتطلب عمل فحص ناقد للعوامل المدعاة (أو المزعومة) التي تم اعتبارها كعوامل مسببة أو مفسّرة لانقراض الديناصورات.

## البعد السابع: الاتجاهات والميول العلمية:

## Science - Related Interests and Attitudes

**الشخص المثقف علمياً يطور وجهة نظر فريدة نحو العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع، والبيئة (STSE) كنتيجة لدراسة العلوم والتربية العلمية**، وتستمر هذه الاتجاهات والميول خلال حياته كلها. ومن هذه **الاتجاهات والميول** ما يأتي:

1. **الميول Interest**: وفيها يظهر الطالب اهتماماته وميوله (وشغفه) في العلوم ويرتاح في التعامل معها في فراغه وحياته العملية. فالطلبة والمعلمون الذين يقضون أوقاتاً طويلة خارج صفوف العلوم في المعارض العلمية، لابد أنهم يظهرون اهتمامات عالية في العلوم.

2. **الثقة: Confidence**: إن **خبرات الطلبة هي مقياس للرضا النفسي**، وذلك من خلال المشاركة في الأنشطة العلمية، وفهم النواتج العلمية واستخدامها. فالطلبة والمعلمون الذين يقرأون الأدب العلمي، يكونون مهتمين وشغوفين في مناقشة هذه الأدبيات العلمية مع زملائهم والآخرين.

3. **المتعلم المستمر Continuous Learner**: الفرد الذي يكتسب بعض المعرفة العلمية **ويستمر في خط المعرفة العلمي الاستقصائي**، يمكن أن يؤدي إلى أن يتمثل (يظهر) بأشكال عدّة؛ فالفرد (الطالب) المتعلم يمكن أن ينتمي إلى مجتمع التاريخ الطبيعي ليتعلم أكثر عن الحياة البرّية (البراري).

4. **التفضيل الإعلامي Media Preference**: وسائط الإعلام ومصادرها مختلفة ومتعددة؛ ويمكن للطالب اختيار وسيلة الإعلام الأكثر مناسبة له؛ ويعتمد ذلك على **المعلومات** التي يحتاجها من جهة، ومستوى معرفته (أو فهمه) الحالي من جهة أخرى. فعلى سبيل المثال، **الطلبة والمعلمون الذين يشاهدون برامج تلفزيونية ذات علاقة بالعلوم**، فإنهم يظهرون اهتماماً في العلم والعلوم. وعند القيام **بمشروع بحث في العلوم Science Project**، يمكن للطالب أن يحدّد مصادر المعلومات الأكثر مناسبة له. وقد يتضمن الاختيار وسائل إعلامية من مثل: برامج التلفزيون، ومقالات الصحف، والكتب، والمعارض العامة، والدوريات العلمية.

5. **الهواية Avocation**: الطالب يتابع هواية (أو أكثر) ذات علاقة بالعلوم؛ فعلى سبيل المثال، فإنّ متابعة الطالب لهواية علمية من مثل: مراقبة الطيور، أو الفلك، أو جمع العينات...، فإنه بذلك يظهر هواية قوية في العلوم.

6. **تفضيل الإجابة Response Preference**: **الطريقة التي يسلكها الناس أو ما يظهرونه من إجابات، تُعد مؤشراً على مدى رغبتهم أو اهتماماتهم** أو نضالهم (ومكافحتهم) لتحقيق الثقافة العلمية أم لا. فعلى سبيل المثال، فإن مثل هؤلاء الناس، يأخذون بعين الاعتبار الموضوعات والقضايا البيئية (الجدلية) كموضوعات مهمة من جهة، وموقف المرشحين منها في الانتخابات العامة الديمقراطية من جهة أخرى. والشيء نفسه ينسحب على القضايا المجتمعية الأخرى ذات العلاقة **بالمجتمع وقضاياه الاجتماعية**.

7. **المهنة Vocation**: وتتمثل في اختيار الطالب **مهنة ذات علاقة بالعلوم**؛ والمعلمون من خلال سلوكاتهم المنمذجة، يمكنهم تشجيع الطلبة في التربية العلمية، والحقول الأخرى ذات العلاقة بالعلوم.

8. **التفضيل التفسيري Explanation Preference**: الطالب يختار التفسير العلمي على التفسير اللاعلمي عندما يكون ذلك مناسباً لعمل ذلك. كما أن الطالب يتعرف أو يميز بعض الحالات أو الظروف التي يمكن فيها الاختيار أو التفضيل غير علمي؛ فالرجوع إلى المنطق في **المناظرات debate**، يظهر الطلاب التفكير المنطقي المشابه لنظيره (التفكير) العلمي.

9. **تقدير العلماء Valuing Contributors**: **الطالب يقدّر أولئك العلماء والتكنولوجيين** الذين ساهموا في بناء العلم وتشييد صرحه وتطبيقاته

التكنولوجية كما في على سبيل المثال: الأفراد أو الطلبة الذين يلبسون قمصاناً قصيرة عليها أسماء العلماء، أو يدافعون عنهم وعن إنجازاتهم العلمية أو التكنولوجية أو احترام معلميهم وتقديرهم عالياً.

## عادات العقل: Habits of Mind

في ضوء حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها العالمية المعاصرة وغايتها النهائية في تنمية **الثقافة العلمية** وتحقيقها، فإنّه ينبغي لجميع الطلبة **All students** انسجاماً وتكاملياً مع ذلك، أن يتعلموا ويستخدموا عادات العقل **Habits of Mind** ويحققوها جنباً إلى جنب تحقيق الثقافة العلمية؛ فهي تندمج وتتكامل معها في الهدف والغاية في **المعالم والمعايير** على حدّ سواء.

وفي سياق هذا، تتضمن عادات العقل ببساطة معرفة **كيفية How سلوك الفرد (الطالب) المتعلم بذكاء عندما يصادف وضعاً أو موقفاً لا يعرف (الجواب) عليه**، مما يتطلب التعامل معه بمهارات وعادات عقلية (ذهنية) معينة لمعالجته بحكمة واقتدار. وفي هذا، تذكر بعض الأدبيات العلمية أربع **عادات عقلية علمية رئيسية كبرى** (على الأقل) يتطلب تعلمها وتنميتها وهي: **حل المشكلة Problem Solving، والاستدلال Reasoning، والاتصال Communicating، والعلاقات والارتباطات بين الرياضيات والفروع الأخرى**. كما اعتبرت **الاتجاهات Attitudes والقيم Values والمهارات Skills** بمثابة عادات العقل المطلوب بناؤها وتنميتها لدى الطالب المتعلم؛ وذلك لارتباطها بشكل مباشر بنظرة الفرد العامة للمعرفة، وعملية التعلم، وطرق التفكير والعمل، وبالتالي تنمية الثقافة العلمية وتحقيقها لدى جميع الطلبة.

ومن **منظور المشروع (2061)**، فإنّ التوصيات المقدمة عن **عادات العقل** هي بمثابة **توجهات تجديدية إصلاحية في مناهج العلوم وتدريسها**، وبالتالي التركيز على مهارات (التفكير) لدى الطلبة كهدف وغاية جنباً إلى جنب تنمية الثقافة العلمية. وفي هذا **تتضمن عادات العقل المكونات الخمسة الآتية:**

### 1. القيم والاتجاهات: Values and Attitudes

ينبغي أن ترتبط مناهج العلوم وتدريسها بمعرفة الأفراد حول القيم المشتركة للعلماء، وعلماء الرياضيات، وعلماء الهندسة، **وتعزيز القيم الاجتماعية**، وتكوين

مُعتقدات متوازنة حول **القيمة الاجتماعية للعلم، والرياضيات، والتكنولوجيا، وتطوير (اتجاهات) إيجابية لدى الأطفال الصغار** تجاه تعلم العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا. وعليه؛ ينبغي **معرفة وتعزيز القيم والاتجاهات** الآتية وتقويتها لدى الطلبة، وهي:

أ. **معرفة القيم المتأصلة والملازمة للعلوم والرياضيات والتكنولوجيا**، فالعلوم والرياضيات والتكنولوجيا تشترك في قيم معينة يختلف بعضها في النوع والحدّة مع القيم في المجالات الإنسانية الأخرى كالأعمال التجارية مثلاً. ولفهم العلوم والرياضيات والتكنولوجيا، لابد من إدراك بعض القيم المرتبطة بها والمميزة لها، والتي يشترك بها الأشخاص الذين يعملون في هذه المجالات الثلاثة كما في: التحقق من صحة الفرضيات، والتنبؤ في العلوم، والبرهان في الرياضيات، **والتصميم في التكنولوجيا**. ومن هنا، نجد أن **المشروع (2061)** احتوى ثلاثة فصول متداخلة ومتكاملة حول **طبيعة العلم، وطبيعة الرياضيات، وطبيعة التكنولوجيا.**

ب. **تعزيز القيم الاجتماعية**، وهذا يتطلب وجود وعي وإدراك لتأثير التطور العلمي والتكنولوجي على (معتقدات) الناس ومشاعرهم كجزء أساسي من التربية العلمية لكل فرد. فالعلوم ترتكز على القيم اليومية للإنسان كالتساؤل، ومحاولة فهم العالم المحيط به؛ وهي تطبيق لقيم إنسانية أخرى من مثل: **الموضوعية، والنزاهة، والفضول، والانفتاح العقلي، والتشكك، والتخيل.** هذا، ولم يخترع العلماء هذه القيم، ولا يتمتعون وحدهم بها؛ إذ إنه إذا ما تم تعليم العلوم بشكل فاعل وهادف، فإنّه يُتوقع أن تكون النتيجة تعزيزاً للقيم والاتجاهات الإنسانية المرغوبة. وفي هذا الصدد، تكون التربية العلمية ومناهجها قادرة على **تعزيز وتقوية ثلاثة من الاتجاهات والقيم (الاستطلاع، والانفتاح، والتشكك)**، وهي:

1. **حب الاستطلاع (الفضول) Curiosity**، وهي من خصائص العلماء ويشاركهم في ذلك الأطفال الصغار الذين يدخلون المدرسة مُفعمين بالأسئلة والتساؤلات حول كل شيء يشاهدونه، لكنهم بالطبع يختلفون عن العلماء في أنهم لمّا يتعلموا كيف يجدون (يبحثون) الإجابات ويختبرونها علميًا. وفي هذا تقوي وتعزّز التربية العلمية حبّ الاستطلاع، وتلبي الفضول عند الأطفال، ومن ثم تعلمهم كيف يستثمرون هذه القيمة بشكل منتج بحيث تخدمهم والمجتمع على حدّ سواء.

2. **الانفتاح على الأفكار الجديدة Openness to new Ideas**، فالأفكار الجديدة أساسية لتطور العلوم والنشاط الإنساني؛ وبشكل عام فإن **الأفراد الذين يملكون عقولا (مُغلقة)، يُتوقع أن يفقدوا (متعة) الاكتشاف، والنمو العقلي السليم خلال حياتهم**، وبخاصة أنّ دور التربية العلمية لا يقتصر على إيجاد العلماء فحسب، بل يساعدهم على التعامل مع الأفكار التي قد تبدو متناقضة وجديدة والتي بدورها تشكل حالة عدم التوازن والتوتر، إلاّ أنها تساهم في النهاية في تكوين البنى المعرفية لديهم.

3. **التشكك والتساؤل Informed Skepticism**، كما تمتاز العلوم بالانفتاح على الأفكار الجديدة، فإنّها تمتاز أيضاً بالتساؤل والتشكك والنزعة الشكية. فمن الممكن أن تحظى الأفكار (أو النظرية) الجديدة باهتمام كبير، ولكنها نادراً ما تحصل على القبول في العلوم ما لم يُثبت أنصارها وجودها بالأدلّة من جهة، واتساقها المنطقي (العقلاني) مع المبادئ الأخرى من جهة ثانية، وقدرتها على توليد معرفة جديدة وتفسيرها. وفي هذا يمكن للتربية العلمية وتدريسها أن تساعد الطلبة على رؤية القيمة الاجتماعية للتشكك المنظم وإدراكها لإيجاد (التوازن) في عقولهم بين الانفتاح والتشكك.

جـ. **القيمة الاجتماعية للعلوم والرياضيات والتكنولوجيا**، من الأمور المهمة أن تؤدي القيم دوراً في عملية (التفكير) حول نتاجات عمليات التعلم؛ مما يتطلب تحديد **القيم العلمية** التي يمكن أن يتبناها الطلبة، وبالتالي من المهم جداً أن يقتنع كل طالب يتخرج في المدرسة بالأهمية الكبرى **للقيم الاجتماعية المرتبطة بالعلوم والرياضيات والتكنولوجيا**، مع ملاحظة عدم إغفال دور العلوم والرياضيات والتكنولوجيا في تقدم نوعية الحياة للإنسان وتحسينها؛ وهذا الأثر يتطلب أن يستوعبه الطلبة مع ما يصاحب ذلك كما يفترض، تمتع الطلبة بالتفكير الناقد حول المعرفة.

د. **الاتجاهات نحو تعلم العلوم والرياضيات والتكنولوجيا**، يلاحظ أنّ لدى طلبة المرحلة الأساسية وبخاصة (الابتدائية) اهتماماً عفوياً بالعلوم، والطبيعة، والأرقام بوجه عام. إلاّ أنّ عدداً كبيراً منهم يتخرجون في المدرسة وهم **(يهابون) الرياضيات، و(يملون) العلوم ويعتبرونها مواد مملّة وصعبة التعلم**، وينظرون إلى العلوم كنشاط تعليمي (أكاديمي) وطريقة لفهم العالم الذي

يعيشون فيه ليس إلاّ. وهذا الاتجاه يتسبب في **حرمان المجتمع من طاقات ومواهب** هؤلاء الطلبة؛ لذلك يقع على المدارس والمعلمين العبء الأكبر في تقوية الاتجاهات الإيجابية وتعزيزها بين الطلبة والعلوم. وقد يتم ذلك عن طريق حسن الاختيار والتصميم لمناهج المواد العلمية والرياضية التي تقدم للطلبة، والتركيز على التعلم التعاوني والاكتشاف وليس (حفظ) المفاهيم والمصطلحات، وبهذا يمكن أن (تتعدّل) الاتجاهات نحو العلوم إيجابياً ويتم الاهتمام بها.

### 2. الحساب والتقدير: Computation and Estimation

يلاحظ أنّ عملية الحساب سواء كانت باستخدام (العقل) أم باستخدام (الورق) أم بمساعدة (الآلة الحاسبة) أم (الكمبيوتر) لها دور مؤكد في حل المشكلات؛ مما يعني فيما يعنيه **التركيز على مهارات التفكير**. وتتضمن هذه المهارات: المهارات العددية الأساسية Basic Number، والمهارات الحسابية Calculator Skills، والتقدير Estimation.

وبالنسبة إلى المهارات العددية الأساسية، فإنّ كل إنسان في حياته يجب أن يستخدمها ويقوم بالتالي بعمل الحسابات البسيطة، ومهارات العد والحساب تتطلب بالضرورة القدرة على التذكر والاستدعاء للأرقام وبعض العمليات الحسابية بسرعة كالجمع، والطرح، والضرب، والقسمة، والكسور العشرية، والنسب والعلاقات بينها على سبيل المثال.

كما يحتاج كل إنسان في حياته اليومية وفي العمل (أو الوظيفة أو المهنة) لإجراء **عمليات (مهارات) حسابية باستخدام الآلات الحاسبة**؛ لأنها أسرع وتوفر الوقت، وأكثر دقة من الورق. ولكي تُصبح الآلة الحاسبة فاعلة في العمليات الحسابية ينبغي أن يرافقها عملية تعلم **لكيفية استخدامها** بما في ذلك إيجاد العمليات الرياضية الأربع، وحساب النسب المئوية، وتحديد قيم السرعة والزمن والمسافة، وحساب مساحات المثلث والمستطيل والدائرة، وإيجاد الحجوم، والمتوسطات الحسابية، وتحويل الوحدات. ولزيادة فاعلية استخدام الآلة الحاسبة ينبغي أن يتمكن كل فرد (متعلم) من **قراءة التعليمات الواردة في الكتالوج المرفق** بالآلة، واختيار عمليات حسابية لحل المسائل، والتمييز بين الوحدات، والتحويلات الرياضية، والتحقق من صحة الإجابات.

أما **التقدير Estimation** فينظر إليه على أساس الجواب التقريبي الذي يكون مفيداً كما هو الجواب الدقيق. ومن المهارات الخاصة بالتقدير يجب أن يمتلك كل فرد مهارات تقدير الأطوال والعرض والوقت، والمسافات، وقراءة الخرائط، والأحجام الحقيقية للأشياء...الخ.

### 3. التحكم اليدوي والملاحظة: Manipulation and Observation

كل شخص يحتاج إلى التعامل اليدوي مع أدوات ومواد معينة للتعامل مع التكنولوجيا والأمور الحياتية الأخرى. وفي هذا، وللوصول إلى الملاحظة المضبوطة **وللتعامل مع المعلومات يجب (ويتطلب) أن يكون لدى الشخص (الفرد المتعلم)** القدرة على الآتي:

- الاحتفاظ بدفتر أو **سجل لتسجيل الملاحظات** التي تم الحصول عليها ووصفها.
- **تخزين معلومات في الكمبيوتر** باستخدام الموضوعات، أو الأحرف الهجائية، أو الأعداد، أو الكلمات المفتاحية، واستخدام بعض ملفات بيانات الكمبيوتر واستخدامها، وبرامج الكمبيوتر.
- استخدام **أدوات القياس** (القياس، الطول، الحجم، الوزن).
- القدرة على تحديد الأرقام الواردة على المقاييس المترتبة وغيرها.
- إجراء الوصلات الكهربائية، وإغلاق الدوائر الكهربائية مع ملاحظة معرفة قواعد السلامة فيها.
- التعامل مع المواد (الخشب، الفخار، الورق) وغيرها، وعمل أشكال مختلفة منها.
- عمل محاليل للمواد وخلط مواد مختلفة.
- الإلمام ببعض (المهارات) اليدوية الأخرى في التعامل مع الكهرباء.

### 4. مهارات الاتصال والتواصل: Communication Skills

تحتاج **العلوم والرياضيات والتكنولوجيا** مهارات الاتصال والتواصل بشكل أساسي وتعمل على تعزيزها وتعميقها عند الأفراد. ومن **المهارات الأساسية** لكل إنسان والطلبة المتعلمين ما يأتي:

- القدرة على **التعبير الشفوي**، وفهم الأفكار وكتابتها، وإدخالها في البنية المعرفية وتوضيحها من خلال الأمثلة.
- الألفة مع **مفاهيم العلوم والرياضيات والتكنولوجيا** ومفرداتها.
- وضع **تفسيرات** للأشياء، وبيان الأسباب.
- **تنظيم المعرفة** في جداول أو رسومات بيانية.
- توضيح العلاقات من خلال الرسم البياني وقراءتها.
- كتابة خطوات (إجراءات) طريقة معينة.
- استخدام **العلاقات الرياضية**.
- إيجاد الأماكن على الخريطة ووصفها.
- المشاركة في حلقات النقاش العلمي وندواتها.

### 5. مهارات الاستجابة الناقدة: Critical - Response Skills

يجب أن تمكن مناهج التربية العلمية وتدريسها الطلبة من إدراك القضايا والمسائل التي تطرح وفهمها، وكذلك تمييز الشواهد والأدلة، وقبول ما يتسق مع المعرفة العلمية ورفض ما لا يتسق مع المنطق والعقلانية. وفي هذا **يجب أن يدرك الطلبة المتعلمون نقاط الضعف في القضايا الجدلية**، ومنها ما يأتي:

- عدم وضوح القضية الجدلية أو **الحجج** الواردة.
- عدم الاتساق في النتائج.
- **الخلط بين الحقائق والآراء**.
- الضبابية في الاستشهاد بآراء علماء أو أطباء أو معلمين مشهورين.
- عدم الاستناد إلى **الأدلة** والتجارب والبراهين.
- عدم ذكر النسب الحقيقية أحياناً **لغرض المبالغة**؛ كأن نعبّر ونقول: تسعة أطباء أسنان من عشرة (أي 90%) أوصوا بكذا وكذا...الخ.
- إظهار **التفسيرات والاستنتاجات** المقدمة على أنها الوحيدة التي تستحق الاهتمام وعدم ذكر أية احتمالات أخرى.

وفي سياق عادات العقل، ثمة ست عشرة (**16**) **عادة عقلية من عادات العقل** الأخرى اللازمة (للجميع - عامة للجميع) بعامة، والفرد المتعلم (الطالب) بخاصة

والتي **يمكن استخدامها وتوظيفها بذكاء للتعامل مع المواقف أو القضايا أو المشكلات التي لا يعرف جوابها بالحال ومعالجتها بحكمة واقتدار. وعادات العقل Habits of Mind** في أدبيّات البحث Research تعرف بأنها مجموعة من **المهارات، والاتجاهات، والقيم** التي تمكن الفرد (والطالب المتعلم) من بناء تفضيلات من الأداء أو السلوك الذكي بناء على المثيرات والمنبهات التي يتعرض (الفرد) لها بحيث تقوده إلى انتقاء عملية ذهنية (عقلية) أو أداء سلوك من مجموعة خيارات متاحة أمامه **لمواجهة موقف، أو قضية، أو مشكلة ما**، أو **تطبيق سلوك** بفاعلية، والمداومة على هذا المنهج. وهذا يعني في نهاية التحليل والمطاف أنّه **ينبغي لمناهج العلوم وتدريسها أن تعمل على تقوية عادات العقل وتعزيزها وتنميتها لدى الطلبة** (Costa and Kallick, 2001)، وهي:

**1. الإصرار (المثابرة): Persistence**

وتعني **الالتزام** بالمهمة/الموقف/المشكلة، وعدم الاستسلام بسهولة، والقدرة على تحليل عناصر المشكلة، ومن ثم تطوير نظام ووضع قاعدة أو استراتيجية لمواجهة الموقف وإنهاء المهمة.

**2. التحكم بالتهوّر (حسن التصرف وعدم الاندفاع):**

**Managing Impulsivity**

**وتعني (التفكير) قبل (التصرف) أو (رد الفعل)**؛ وبالتالي تتضمن دراسة الموقف/القضية والتفكير فيها قبل التصرف؛ وذلك من خلال **الرؤية و(التفكير)** بالناتج، ووضع خطة العمل قبل البدء بمعالجة الموقف وعدم التهوّر (والتناطح).

**3. الإصغاء بتفهم وتعاطف:**

**Listening with Understanding and Empathy**

الأفراد (الفعّالون) يعطون وقتاً أكبر وطاقة أكثر للتصرف بعقلانية مع (التعاطف) للاستماع جيداً قبل محاكمة الموقف/القضية.

4. **التفكير بمرونة: Thinking Flexibly**:

ويتضمن تغيير الأفكار والآراء وتعديلها في ضوء **البيانات (أو الأدلة)** الجديدة.

### 5. التساؤل (الاستفسار) وطرح المشكلات:

### Questioning and Posing Problems

إنّ حل المشكلة/القضية بطريقة فعالة يتطلب خبرة كافية بطرح الأسئلة لملء الفجوات بين ما يعرف (الفرد) وما لا يعرف.

### 6. التفكير والتوصيل بوضوح ودقة

### Thinking and Communicating with Clarity and Precision

الأفراد الأذكياء يكافحون من أجل توصيل ما يريدون قوله بدقة؛ وهم بذلك يستخدمون **لغة دقيقة، وتعبيرات محدّدة**، ويكافحون من أجل تجنب الإفراط في التعميم والحذف والتشويه، وبالتالي يسعون بدلاً من ذلك إلى دعم مقولاتهم بالتوضيح والمقارنات والقياسات الكمية والشواهد والأدلة حيثما يلزم الأمر ذلك.

### 7. جمع البيانات باستخدام الحواس جميعها:

### Gathering Data Through all Senses

يقوم الأفراد باستخدام كل الحواس من أجل الوصول إلى حل المشكلة؛ وهم بذلك يسعون إلى **تشغيل جميع حواسهم**، فيريدون الإمساك، واللمس، والتذوق، والشم، وتجربة الأشياء والأحداث بهدف تحقيق الفهم.

### 8. الخلق، والتصوّر، والتجديد: Creating, Imagining and Innovation

من طبيعة الأفراد الخلاقين أنهم يحاولون تصور حلول للمشكلات بطريقة مختلفة؛ فهم يتفحصون الإمكانيات البديلة من زوايا مختلفة، وتوليد منتجات وحلول وأساليب جديدة وذكية وبارعة إذا ما هيئت لهم الفرص لتطوير الطاقات.

### 9. الاستجابة بدهشة ورهبة: Responding with Wonderment and Awe

وتتضمن عاطفة الفرد لما يفعل واتجاه ما يفعله، وتقديره للشيء الذي يفعله؛ إذ إننا نود أن يكون طلابنا ذوي **فضول علمي وحب استطلاع**، وبالتالي يتمتعون بإيجاد الحل لوحدهم دون خوف أو رهبة أو تردد، ويسعون وراء المعضلات والأحاجي التي قد تكون لدى الآخرين أيضاً.

**10. الإقدام على مخاطر مسؤولة Taking Responsible Risks**

ويتضمن أن يكون لدى الفرد تقبل للإرباك وعدم التركيز، والمخاطرة بالفشل كجزء عادي من إجراءات معالجة الموقف/المشكلة.

**11. إيجاد الدعابة: Finding Humor**

ويتضمن تصوّر (الموقف) بوجهة نظر مرحة، وحالة تمنح الفرد أفضلية لحلّه.

**12. التفكير التبادلي: Thinking Interdependently**

ويعني أنّ التفكير التبادلي (**التعاوني**) مع الآخرين يكون أكثر قوة فكرياً ومادياً وتحصيلاً من **التفكير الفردي** أو لوحده.

**13. الاستعداد الدائم للتعلم المستمر: Learning Continuously**

وهو من صفة الناس (الأفراد) الأذكياء الذين هم في تعلم مستمر مفتوح، والذين يدركون أن الخبرة ليست معرفة كل شيء، بل معرفة مستوى العمل التالي الأكثر تعقيداً.

**14. التفكير ما وراء التفكير (التفكير حول التفكير):**

**Thinking About Thinking (Metacognition)**

ويعني القدرة على معرفة ما نعلم وما لا نعلم؛ **والتفكير حول التفكير** حيث يصبح الفرد أكثر إدراكاً لأفعاله ولتأثيرها على ذاته وعلى الآخرين.

**15. الكفاح من أجل الدقة: Strifing for Accuracy**

وتتضمن أن الأفراد الذين يقدرون الدقة يأخذون وقتاً كافياً لتفحص منتجاتهم؛ فهم يراجعون القواعد والمعايير التي ينبغي لهم الالتزام بها ليتأكدوا أن منتجاتهم النهائية تتواءم (بدقة) مع المعايير مواءمة تامة.

**16. تطبيق المعارف الماضية على أوضاع جديدة:**

**Applying Past Knowledge to new Situations**

وتتضمن أن الشخص الذكي يبدأ من **تجاربه ومعارفه السابقة** لديه للتهيؤ ومعالجة الموقف الجديد؛ وهو قادر على استخلاص (المعنى) من تجربة ما والسير

به قدماً، ومن ثم **تطبيقه على أوضاع / مواقف جديدة**.

هذا ومما يجدر ذكره، فإنّ على **معلمي العلوم** عندما يتعمدون أو يقصدون تبني **قيم عادات العقل Habits of Mind**، فإنّ تغييراً جوهرياً ينبغي أن يطرأ على تصميمات الأنشطة العلمية واختيار المحتوى والنشاط التي يمكن جميعها أن تساهم في تقوية عادات العقل وتعزيزها وتنميتها إيجابّياً؛ إذ إنّ الصفة المميزة للفرد (المتعلم) الذكي ليس فقط أن يكون لديه المعلومات، بل **يعرف كيف يعمل وفقها**. كما أنّ توظيف (عادات العقل) يتطلب بعض السمات المحدّدة للسلوك العقلاني الذي يعطي النتائج الفعالة؛ وهذه السمات خليط ومزيج من (**المهارات**) و(**الاتجاهات**) و(**القيم**) **والنزعات** المتمثلة بالآتي:

- **القيمة Value**، وتتضمن اختيار (وتوظيف) نماذج معينة من **السلوك العقلاني** أفضل أو بدلاً من سلوك آخر أقل فائدة أو إنتاجية.
- **النزعة/الميل Inclination**، وتتضمن الميل نحو **استخدام ذلك السلوك العقلاني** الذي تم تفضيله أو اختياره.
- **الحساسية Sensitivity**، وتتضمن إدراك الفرص وملاءمته لاستخدام السلوك العقلاني وتطبيقه.
- **المقدرة Capability**، وتتضمن **امتلاك المهارات الأساسية والمقدرة** لمسايرة السلوك العقلاني.
- **الالتزام Commitment**، ويتضمن الالتزام الجاد المستمر، والتأملات، لتحسين (الأداء) لنموذج السلوك العقلاني المبرّر.

وهذا كله يؤدي في نهاية التحليل إلى **توظيف عادات العقل بحكمة ورؤية لنماذج السلوك العقلاني**، مما يؤدي إلى نتائج فعالة ضمن ظروف الواقع والتحدّيات التي تتطلب استراتيجيات مبرّرة وجادّة إبداعية وبارعة في تحقيق الأهداف والغايات وعلى قمتها **الثقافة العلمية لدى جميع الطلبة All Students في الصفوف (k-12)** كغاية نهائية في حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

## الفصل السادس

# إصلاح مناهج العلوم

# Science Curriculum Reform

### المقدمة: Introduction

إنّ العصر الذي نعيشه اليوم هو عصر **المعرفة (والأفكار)، والتكنولوجيا**؛ ومن لا يملك المعرفة والتكنولوجيا يُعد خارج العصر؛ لذلك يجب أن يكون المجتمع البشري قادراً على اكتساب المعرفة والعلم والثقافة (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية)، وابتكار التكنولوجيا المادية وتصنيعها، ووضع النظم الاجتماعية المناسبة وتفعيلها وإعمالها لتحقيق نهضة الوطن، وتحوله من **مجتمع المعلومات إلى مجتمع المعرفة** والعلم وتطبيقاته وتحقيق الثقافة العلمية كغاية كبرى في إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

لعلّ المشكلة (الأساسية) المركزية لدى مُصلحي مناهج العلوم وتدريسها تتمثل في **جعل العلوم قابلة للفهم Understandable** وفي متناول اليد (الجميع) وحتى مُمتعة **Enjoyable** أيضاً **لجميع الطلبة All (k - 12) students**، وبخاصة أنّ العلوم نُظر (ويُنظر) إليها على أنها المنطقة (أو النادي) الذي يرتاده المحظوظون القلة؛ فثمة آراء في الأدبيّات ترى أنّ الناس يمكنهم **التعلم حول العلوم Learn about science** بدلاً من التعلم **كيفية عمل العلم How to do science**. وفي هذا تؤكد جهود إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها على المستقبل، واكتساب الثقافة العلمية، والاستقصاء العلمي، ومهارات حل المشكلة، والقدرة على اتخاذ القرارات، وتعرّف المخاطر، والتكيف مع التغير في العلوم (وفهمها)؛ وزيادة ثقة الناس (المجتمع) بقيمة المعرفة والعلم والتكنولوجيا والتكيف مع المجتمع وتداخلاتها المتبادلة مع البيئة (STSE) والمحافظة عليها.

وفي سياق ذلك، دخلت التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها في ثمانينيات وتسعينيات القرن العشرين عهداً جديداً وحركة إصلاحية جديدة واسعة النطاق. ففي عام 1981 نشر هارمز وياجر Harms and Yager نتائج **مشروع التوليف (مشروع التجميع أو دمج المشاريع) Project Synthesis** الذي استهدف مبدئياً نقطتين كبيرتين، هما: تقييم واقع التربية العلمية وتدريس العلوم، وتقديم توصيات وتوجهات حول مستقبل مناهج العلوم وتدريسها. وفي عام 1983 صدر **تقرير الأمة في خطر A Nation at Risk** المدّوي الذي اعتبر حدثاً **يوازي (قنبلة) إطلاق صاروخ سبوتنك Sputnik الروسي** في صدمته، وأهميته، ودوافعه، وآثاره على إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، وبالتالي **وجوبية (وحتمية) الإصلاح التربوي**. هذا بالإضافة إلى تقارير ودراسات وبحوث أخرى زادت على مئات التقارير أجمع جلّها على وجود **(أزمة) في التربية العلمية Science Education Crisis**؛ مما أدّى في نهاية التحليل إلى ظهور حركات إصلاحية في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها لتتواءم مع حاجات المجتمع ومتطلباته في القرن الحادي والعشرين بثورته التكنولوجية (المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية). وفي هذا، يهدف هذا الفصل مبدئياً إلى تعرف دواعي الإصلاح، وافتراضاته وأدبياته، وذلك تمهيداً لتوجيه بوصلة البحث في فصول الكتاب التالية (السابع، والثامن، والتاسع) إلى أهمّ حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها العالمية المعاصرة والمتمثلة: **بحركة العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)، والمشروع 2061 (العلم للجميع Science for all Americans، وملامح الثقافة العلمية Benchmarks for Science Literacy)، والمعايير الوطنية للتربية العلمية National Science Educaiton Standards (NSES).**

## دواعي الإصلاح

غالباً ما يقارن المربون الأمريكيون واقع التربية العلمية في الولايات المتحدة الأمريكية بنظيرتها في اليابان. وفي هذا عبّر **مربو العلوم Science educators، والعلماء Scientists، والسياسيون** عن قلقهم في برامج التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، وذلك في ضوء النتائج الجيدة والمرتبة العالية التي حصل عليها الطلبة اليابانيون في الاختبارات الدولية في الثمانينيات من جهة، والقوة الاقتصادية والتجارية المنافسة العالمية لليابان من جهة ثانية. ففي **تقرير الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS)** حيث قارنت فيه (واقع) التربية العلمية في أمريكا

بنظيرتها اليابانية، توصلت إلى أنّ التربية العلمية الأمريكية أقل مستوى من نظيرتها اليابانية. وفي هذا فإنّ التربية العلمية اليابانية أكثر نجاحاً ومستوى من نظيرتها الأمريكية **كماً ونوعاً Quantity and Quality**. فعلى سبيل المثال، ثمة زيادة ملحوظة في أعداد الطلبة اليابانيين المسجلين في المساقات العلمية المتقدمة Advanced Science Courses، ومستوى المتوسط الحسابي في التحصيل العلمي لدى الطلبة اليابانيين أعلى، وكذلك **مستوى الثقافة العلمية Scientific Literacy** لدى المجتمع الياباني. ولعلّ بعض هذا النجاح يرجع في جزء منه إلى فاعلية التربية والتعليم قبل الجامعة في اليابان من جهة، وخصائص التربية العلمية اليابانية وبرامجها من جهة ثانية. ومثل هذه العبارات التي تقارن واقع التربية العلمية ومناهج العلوم الأمريكية (لغير صالحها) بنظيرتها اليابانية كانت سائدة في ثمانينيات القرن العشرين. ولعلّ هذا المناخ العام (وغيره من دواعي الإصلاح) أدّى إلى حركات إصلاح جديدة (جوهرية) في مناهج العلوم وتدريسها في الولايات المتحدة الأمريكية وعلى رأسها المشروع (2061)، والمعايير الوطنية في الرياضيات والعلوم.

وعلى المستوى الوطني، قامت **المؤسسة الوطنية للعلوم National (NSF) Science Foundation** الأمريكية في منتصف السبعينيات من القرن الماضي، بتمويل ثلاث دراسات للردّ على الاتهامات المتضمنة أن تعليم العلوم والرياضيات لم يتحسن جوهرياً نتيجة لمشروعات مناهج العلوم من جهة، وتقييم أثر جهود تطوير المناهج في عقدّي الستينيات من جهة أخرى. وفي هذا الأثناء، وفي عام 1978 أظهر **التقييم الوطني الثالث للتقدم التربوي The Third National Assessment of Educational Process** تراجعاً في تحصيل الطلبة، وضعفاً في الاتجاهات العلمية بوجه عام. ونتيجة للكمّ الهائل من البيانات والمعلومات المتجمعة، حيث كانت **الأساس لمشروع التوليف (مشروع التجميع أو دمج المشاريع) Project Synthesis** كدراسة رابعة (لتحليل البيانات) موّلته (NSF) **لتقييم واقع تعليم العلوم، ووضع إرشادات وتوصيات لمستقبل التربية العلمية وتدريس العلوم**. وقد كشفت بعض نتائج الدراسة (Harms and Yager, 1981) ما يأتي:

- معظم إن لم يكن **كل معلمي العلوم (حوالي 90%) يؤكدون (ويركزون)** أهداف تدريس العلوم موجهة نحو **إعداد الطالب تعليمياً لصف العلوم** الذي يليه من جهة، أو لدراسة العلوم مستقبلاً في الكليات / الجامعات من جهة أخرى.

- **فوق (90%) من معلمي العلوم** يستخدم **الكتاب Textbook** (95%) من الوقت. وعليه؛ يصبح الكتاب/المرجع هو **مُخطط المساق Course outline**، والإطار المرجعي للعمل، ومرجع معالم الخبرات التربوية العلمية، والامتحانات، والرؤية العالمية للعلم والعلوم.
- **لا يوجد (عملياً) برهان (أو دليل) حاسم أنّ العلوم** يتم تعليمها بالخبرة الحسية المباشرة أو **تشغيل اليدين Hands - On** يمر بها الطالب (المتعلم).
- معظم إن لم يكن **كل معلمي العلوم يقدمون العلوم أو يعرضونها بطريقة المحاضرة، أو السؤال - الجواب**؛ ومثل هذين الأسلوبيّن يعتمدان بشكل رئيسي على المعلومات الموجودة في الكتاب/المرجع الذي تم (ويتم) اختياره.
- **أكثر من (90%) من معلمي العلوم** يرون أنّ **أهدافهم في تدريس العلوم** ترتبط بمحتوى معيّن، وأكثر من ذلك أن هذه الأهداف (ثابتة)، ونادراً ما يتم تغييرها أو تعديلها أو تطويرها.

وقد أدّت هذه النتائج وغيرها إلى التعبير عن **واقع تدريس العلوم (بالأزمة) Crisis**؛ ممّا جعل التربويين والعلماء يعتقدون بأن تعليم العلوم في الولايات المتحدة لم يرق إلى مستوى التوقعات بسبب طريقة بناء وتسلسل وتعليم مساقات العلوم، وقلة التناسق بينها في أضعف الإيمان. وعليه؛ اقترح المشروع **أربعة تجمعات هدفية مستقبلية لتضمينها في مناهج العلوم وتدريسها**، وهي:

1. **العلم لتلبية الحاجات الشخصية Personal Needs**، وذلك بهدف إعداد الطلبة لتوظيف العلوم وتحسين واقعهم وحياتهم، والتعايش والتكيف مع عالم يعتمد العلم والتكنولوجيا باطراد.
2. **العلم لحل القضايا المجتمعية Societal Needs**، وذلك بهدف إعداد المواطن القادر على إدراك قضايا المجتمع والتعامل معها، وإدراك العلاقة بين العلم وقضايا المجتمع، وتحمل المسؤولية في هذا الجانب.
3. **الوعي بالمهن المستقبلية Career Awareness**، وذلك بهدف إعداد الطلاب لاختيار المهنة التي يمكن أن تناسبهم في التوظيف (والعمل) المستقبلي في المهن وتوجهاتها، وتوظيفها في عالم العمل والتكنولوجيا.
4. **العلم للمساعدة على الدراسة المستقبلية Academic Preparation**، وذلك بهدف تزويد الطلبة بقاعدة معرفية أساسية في الحقائق، والمفاهيم،

والمبادئ، والقوانين، والنظريات العلمية والتكنولوجية المناسبة كأساس أكاديمي لاستكمال الدراسة المستقبلية في الكليات أو الجامعات.

وفي هذا السياق، تم بحث **الأزمة في التربية العلمية وتدريس العلوم** في المدارس الابتدائية والمتوسطة والثانوية، ونوقشت في طول البلاد وعرضها في بداية الثمانينيات خلال عامي 1982 و 1983 (Hofwolt, 1988). واتضحت الأزمة Crisis بالنتائج التي تم الوصول إليها من دراسات **المؤسسة الوطنية للعلوم (NSF)** التي تم إجراؤها في نهاية السبعينيات والتي وصفت تعليم العلوم وممارساته، وأظهرت أن **الممارسات التدريسيّة لم تتغير** منذ خمسينيات القرن العشرين، حيث أشارت النتائج إلى ما يأتي:

1. **الطريقة الشائعة في التدريس هي المناقشة والتسميع** والتي تتمثل في سيطرة المعلم ومحوريته في التعليم مع إعطاء بعض المعلومات بالإلقاء والمحاضرة. وقد كان **المصدر الأول للمعلومات هو الكتاب (المرجع) Textbook** بشكل أساسي.
2. **مناهج العلوم في المرحلة الثانوية كانت منظمة وفق الكتاب المرجعي Textbook** كمحور أساسي؛ فالكتاب يحدّد (محتوى) المساق أو المقرر والتقويم. وأهم قرار منهاجي يتخذه المعلم يتمثل في اختيار الكتاب (المرجع)، وبمجرد اختيار الكتاب يحاول المعلم عندئذ (تغطية) جميع محتويات الكتاب بنفس ترتيب فصوله في الغالب مع بعض الوسائل التعليمية المعينة الموجودة في دليل المعلم المصاحب.
3. النشاط الآخر الذي تم تحديده تمثل **بطريقة العرض Demonstration**. وقد كانت تنفذ في صفيّن من كل خمسة صفوف (40%) مرة أو أكثر في الأسبوع.
4. **تقارير الطلبة ومشاريعهم** كانت تستخدم مرة واحدة في الشهر أو أكثر في حوالي (50%) من الصفوف الدراسية في العلوم؛ أما الأساليب التدريسية الأخرى فكانت غير ممارسة على الأغلب.
5. **سيادة الكتاب المرجعي Textbook كمنهاج وقيادته للتعليم** كما يبدو، لم يشجع استخدام **مهارات وفنيّات الاستقصاء العلمي**؛ وقد تبيّن أن الطلبة نادراً ما ينشغلون في الأنشطة العلمية وبخاصة تلك الأنشطة التي تكون إجاباتها غير موجودة (أو غير محدّدة) في الكتاب أو لم يزودهم المعلم بها. كما أنّ

معظم الأنشطة المنفذة كانت عبارة عن التمارين الموجودة في الكتاب مع بعض التعليمات **للتحقق من المعلومات الموجودة في الكتاب** أو المقدمة من المعلم.

6. **التبرير الأساسي للعلوم على كل مستوى صفي تعليمي** كان هو الإعداد للصف الذي يليه، وأهداف التدريس كانت محدودة (مقتصرة) على المعومات وبعض العمليات الخاصة ليس إلاّ؛ والتقويم يتمثل في تحديد النجاح مع التأكيد على التعريفات والمجال المعرفي بشكل خاص.

7. **الوقت المصروف على الترتيبات التدريسيّة** لم يختلف جوهرياً بين المستويات الصفية المختلفة؛ فقد كان حوالي نصف الوقت (50%) يخصص لتنظيم الصفوف الدراسية على شكل مجموعات Groups، وحوالي ثلث (33%) الوقت لتنظيم الصفوف فردياً وبالتالي العمل بصورة فردية Individually.

8. **بقيت الممارسات التدريسية السابقة** شائعة لفترة طويلة، وانتشرت في صفوف العلوم الدراسية؛ وفي هذا تم وصف **(صف) العلوم التقليدي نموذجياً** بما يأتي:

- الطلاب **غير واعين للأهداف التدريسية**.
- معظم الأسئلة الصفيّة المطروحة كانت من قبل المعلم.
- الأسئلة موجهة نحو **الحقائق Fact - Oriented**.
- الأسئلة المطروحة غير مخططة (عشوائية).
- الفرص (فرص التعلم) ضعيفة أمام الطلاب للقيام **بأنشطة تشغيل اليدين Hands- On**، كما أنهم لا يخططون الأنشطة التي يهتمون بها أو يميلون للقيام بها.
- **الطريقة السائدة هي المحاضرة والمناقشة**.
- التقويم في الأغلب **ختامي لتسجيل العلامات** وتبيان مدى تقدم أو نجاح الطالب.
- نادراً ما يستخدم **التقويم التكويني Formative Evaluation**.
- الصف المثالي **يعكس تخطيطاً ضعيفاً من قبل المعلم**، ناهيك عن تتابع (تسلسل) المنهاج (المحتوى) كما هو في الكتاب (المرجع) Textbook.
- **المدخلات من قبل الطلاب** لها تأثير قليل على إجراءات تخطيط صفوف العلوم.

وفي دراسات لاحقة لاستقصاء آراء الطلاب، عبّر الطلاب عن الممارسات نفسها وواقع تدريس العلوم؛ فقد كان دورهم محدوداً في تدريس العلوم، وليس لهم دور في الاختيار (المعلم هو الذي يختار)، والكتاب له دور رئيسي واضح في تعلمهم العلوم، وهم غير راضين عن تعليم العلوم، ويرون دروس العلوم مُملّة Boring وغير مرحة، ومكاناً لا يرغبون أن يكونوا فيه، ولا يحبون دروس العلوم التقليدية، وأن المعلمين في دروس العلوم وصفوفها لا يعكسون القوة التي يمتلكونها باتخاذ القرارات في ضوء نتائج البحوث.

وفي السياق، بيّن ماكورماك (McCormack, 1992) بعض **المشكلات والقضايا والثغرات في مناهج العلوم وتدريسها** المنبثقة من حركة إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم الأولى، وهي:

1. وجد معلمو العلوم أنّ **تعليم مساقات (كتب) العلوم صعبة Difficult**؛ فأعداد الطلاب الكثيرة في صفوف العلوم، وعدم توفر الوقت الكافي للإعداد، والمواد والأدوات غير المناسبة، والمشكلات اللوجستية الأخرى...، جميعها عرقلت المعلمين من حيث تنفيذ وتطبيق تعليم الكتب بالطريقة التي تم اقتراحها (**الاستقصاء العلمي**) أو التي يجب أن يتعلم فيها العلوم كطريقة معيارية مقترحة في مناهج العلوم وتدريسها.
2. **المقررات والكتب المدرسية** كانت **تتمركز حول الموضوع (المبحث)** نفسه بشكل مفرط، حيث كانت موجهة نحو الطلاب (وهم قليلو العدد نسبيًا) الذين يخططون لأن يلتحقوا بالكليات والجامعات.
3. ثمة انتباه واضح وملحوظ **للنظرية والعلوم البحتة Theory and Pure Science** مع **التغاضي (أو حذف) التطبيقات في العالم الحقيقي الواقعي الحياتي.**
4. عدم ارتباط الكتب والمقررات المدرسية **بالنواحي الاجتماعية Social، والتاريخية، والأبعاد الإنسانية في العلوم.**
5. **الاستقصاء والاكتشاف** كما يبدو، كان غريباً أو لا تعرفها نسبة كبيرة من المعلمين، وقد نظروا إليها على أساس **أنها تأخذ وقتاً طويلاً** أو تأخذ إجراءات طويلة، كما أنها صعبة بالنسبة إلى الطالب المتوسط بوجه عام.
6. **الاختبارات المعيارية Standardized tests** لم تكن مبنية على أساس البرامج والمناهج الجديدة المقترحة وقتئذ؛ فالاختبارات كانت موجهة نحو الحقائق

العلمية، والحفظ والتذكر بشكل أساسي، وبالتالي تجاهلت بُعد العمليات الاستقصائية لمناهج العلوم. وفي هذا، بينت دراسات أخرى على مستوى الولايات المتحدة حول مدى استخدام طريقة الاستقصاء في صفوف العلوم، أنّ **المنحى الاستقصائي Inquiry** بالكاد يكون واضحاً؛ فالطلاب يصرفون معظم وقت الصف في الاستماع إلى المحاضرات، وإكمال أوراق العمل الموزعة عليهم، ويقومون **بأنشطة مخبرية توكيدية - توضيحيّة - تحققيّة**. كما بينت دراسات أخرى أن الطلاب لم ينجزوا جيداً في الاختبارات التقويمية الوطنية للمعرفة العلمية، وأنهم يحاولون عدم التسجيل في المساقات العلمية أو اختيار العلوم كمهنة في المستقبل. ولعلّ هذا مهدّ الطريق لظهور **تقرير (الأمة في خطر)** من جهة، وإبعاد العلوم البحتة وإدماجها في التكنولوجيا والمضامين الاجتماعية للعلم من جهة أخرى.

وفي العام (1983) صدر **تقرير أو كتاب (الأمة في خطر) A Nation at Risk** الذي كان بمثابة **قنبلة مدويّة وصاعقة** لاقت صدى واسعاً في شتى وسائل الإعلام، وانتشرت في أدبيات التربية ومناهجها وبحوثها وحواراتها انتشار النار في الهشيم؛ ممّا أدّى في التحليل الأخير إلى **وجوبية الإصلاح وحتمية إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**.

هذا، وواصلت الحملة الإعلامية الجماهيرية والأدبيات حديثها وحواراتها وبحوثها في طبيعة المشكلات وفقاً لتشخيصها من قبل التربويين العلميين والمختصين في التربية والمناهج. وفي هذا بيّن (Fitzsimmons and Kerpelman, 1994) بعض **العوامل التي فاقمت وأثرت في حدوث القلق المتزايد والاهتمام بالتربية العلمية وتدريس العلوم**، ومن بينها ما يأتي:

1. **نتائج أداء (تحصيل) الطلبة في العلوم**، لقد كان مستوى إنجاز (تحصيل) الطلاب ضعيفاً (أقل) مقارنة بنظرائهم الطلبة في الدول الغربية الصناعية وآسيا في التقويمات العالمية.
2. يبدو أن الولايات المتحدة بدأت **تفقد وتخسر التقدم التنافسي في الاقتصاد**؛ وجزء من هذه الخسارة له علاقة بالصناعات المكثفة التكنولوجية والخدمات.
3. **التطور الاقتصادي المستقبلي** يعتمد بشكل حاسم على إعداد قوى عاملة مناسبة لكي تخدم في الصناعات التكنولوجية، والمؤسسات الحكومية، والجامعات، والصناعات الصحيّة والمؤسسة العسكرية. ويرتبط بهذا الاهتمام

والقلق أن المواطن (المتوسط) العادي بحاجة إلى فهم العلوم والرياضيات بشكل أفضل؛ وذلك بغرض اتخاذ القرارات الذكية حول مثل هذه الموضوعات كالعناية الصحية وتكاليفها، والبيئة وتدهورها، ومجالات الاستخدام والمهن الوظيفية في ظل **مجتمع ديمقراطي صناعي - تكنولوجي** متقدم والذي يتطلب مواطناً مسلحاً بالمعرفة لكي يحلّل ويقيّم التطورات التكنولوجية والمعلوماتية وغيرها.

وفي ضوء ذلك، تم تحديد **خمس قضايا ومشكلات أساسية حدّدت القلق الذي يواجه تعليم العلوم والرياضيات، وهي:**

1. **أداء (تحصيل) الطلبة.**
2. **تحسين المجموعات الأقل تمثيلاً (الأقل حظاً).**
3. **المعلمون ونوعية التدريس.**
4. **المنافسة الاقتصادية والعلمية.**
5. **الثقافة العلمية Scientific Literacy.**

وفي هذا فإن معظم القلق كان موجهاً ضمنياً نحو إعداد العلماء، والمهندسين، والعمال الفنيين المهرة؛ ففي مجتمع يعتمد بصورة مكثفة ومتزايدة على التكنولوجيا حيث قضايا الصحة، والبيئة، والطاقة، والاتصالات، والمواصلات، والتربية تتطلب جميعها فهماً قوياً للمفاهيم العلمية والتكنولوجية، فإنّ القرارات التي يتم اتخاذها والتي يفترض أنها **مبنية على (المعلومات) تتطلب ثقافة علمية نوعية عالية** لدى أفراد المجتمع جميعهم. وفي سوق العمل والوظيفة حيث فيها المنافسة على الوظيفة مستمرة بالارتفاع، فإن الكفاية في العلوم والرياضيات ستكون أيضاً عاملاً مهماً في الحصول على العمل أو الوظيفة وعلى **الحركة والانتقال Mobility** التي فيها يمكن للفرد المواطن أن يغيّر عمله مرات عدّة في أثناء حياته. وفي هذا، فإن الآباء وأولياء الأمور ذوي الثقافة العالية، يدعمون ويشجعون على الأرجح أبناءهم للحصول على الكفايات العلمية والرياضية، معززين بذلك القدرات لدى المواطن لاتخاذ القرارات حول المسائل التكنولوجية المهمة دون الرجوع إلى الخبراء. وضمن هذا **المنظور الاجتماعي، دعمت المؤسسة الوطنية للعلوم (NSF)** مدى واسعاً من المبادرات المصمّمة لإصلاح التعليم ومناهجه وتحسين التربية العلمية وتدريس العلوم والثقافة العلمية والرياضية والتكنولوجية للمواطنين والأمة سواء بسواء.

وفي الاتجاه العام، قدّم تروبرج وزملاؤه (Trowbridge et al., 2004) بعض المؤشرات التي ساهمت بطريقة أو أخرى في إحداث الاهتمام الوطني بمناهج العلوم وتدريسها، وبالتالي أضافت دعماً متزايداً لإصلاح التعليم، ومن هذه المؤشرات **التراجع والانحدار في تعليم العلوم المتمثلة بتراجع:**

- عدد المسجلين أو الملتحقين بالعلوم في المدارس الثانوية.
- تعليم العلوم في المدارس الابتدائية.
- علامات الطلبة في اختبارات التحصيل في العلوم.
- أعداد الطلبة الذين يرغبون العمل في المهن ذات العلاقة بالعلوم والهندسة.
- عدد معلمي العلوم الأكفاء والأكفياء المؤهلين لتدريس العلوم.
- اتجاهات أفراد المجتمع نحو تعليم العلوم، واتجاهات الطلبة نحو العلم وميولهم واهتماماتهم بها.
- نوع التعليم، وكم التعليم في الولايات المتحدة مقارنة بالدول الصناعية الأخرى.

وممّا زاد الطين بلّة، وبلغ السيلُ الزُبى، ما توصلت إليه **خلاصة نتائج بعض البحوث التربوية** الوطنية الأمريكية(Krajcik, 1993) المنشورة في الثمانينيات في الأعوام(1981) و(1985) و(1986) و(1988) المتعلقة بالتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، حيث أشارت إلى **وضع أو واقع غير مشجع ومتدنٍ نسبياً لواقع التربية العلمية وتدريسها**؛ فقد تبيّن أن الطلبة (**وواقع تدريس العلوم**) **في مراحل التعليم** المختلفة على النحو الآتي:

- **لا يفهمون المفاهيم العلمية** الأساسية فهماً عميقاً.
- لا يربطون المفاهيم العلمية بالظواهر الكونية أو الوجود.
- **يحفظون المصطلحات والمفاهيم العلمية** دون فهم أو استيعاب.
- **يحفظون كيف يحلون المشكلة.**
- يحملون اتجاهات (علمية) سلبية نحو العلوم.
- **دافعيتهم ضعيفة** لتعلم العلوم مستقبلاً.
- **طريقتا المحاضرة والمناقشة هما أكثر أساليب تعليم العلوم شيوعاً** في مراحل التعليم المختلفة.

- الأنشطة العلمية (الخبرات الحسية المباشرة) **Hands - On Activities** في تراجع مستمر وبخاصة كلما ارتفعنا في المستوى الصفي التعليمي أو المرحلة التعليمية.
- تراجع في حبّ العلوم والاهتمام بها.
- **لا يتعلمون عن طبيعة العلم والتكنولوجيا والتكامل والتداخل مع قضايا المجتمع** ومشكلاته.

وفي خضم سياق دواعي **إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**، يقدم جيمس James **تبريرات ومسوغات أخرى دعت إلى إصلاح مناهج العلوم وتدريسها، ومن أبرزها الآتي:**

1. المشكلة في تعليم العلوم تتمركز في أنّ نسبة كبيرة من **معلمي العلوم غير كفؤة Incompetent** أو غير مُعدّة (**غير مؤهلة**) **تربوياً ومهنياً وتدريبياً** لتعليم العلوم.
2. **دافعية معلمي العلوم منخفضة لتعليم العلوم**؛ لأنهم لا يدركون (الإثارة) التي تشكّلها دراسة العلوم وتدريسها.
3. من الأسباب الرئيسة التي تحول دون تعليم العلوم جيّداً من قبل معلمي العلوم يتمثل في **ضعفهم في معرفة (المحتوى) أو المادة الدراسية** التي يعلمونها (وفاقد الشيء لا يعطيه).
4. **تدريب معلمي العلوم وتأهيلهم مهنياً** في أثناء الخدمة ضروري، إلا أنّ قلة منهم، وبخاصة معلمي المرحلة الابتدائية، يلتحقون بمساقات علوم في الجامعة.
5. المفتاح في **مشاركة العلماء Scientists في تدريب المعلمين وتأهيلهم** يتطلب تزويدهم بالخلفية والمعلومات الأساسية المطلوبة لتفعيلهم ومشاركتهم بالتدريب والتأهيل.
6. المشكلة في تعليم العلوم هو **الافتقار إلى منهاج (جيّد)**، مما يجب تعديله وتطويره وإصلاحه جذرياً.
7. من أسباب تطوير منهاج علوم جديد هو **إدخال أساليب علمية حديثة** مشتقة من روح العلم والتجارب المخبرية لتعليم العلوم.

8. تأهيل عدد محدّد **من المعلمين ذوي الدافعية العالية**، وتوزيعهم على المدارس يمكن أن يكونوا أنموذجاً لزملائهم المعلمين الآخرين من جهة، ودافعية لهم من جهة أخرى.

9. إذا تم **رفع دافعية المعلمين في أثناء التدريب والتأهيل** اللازمة والضرورية لتعليم العلوم، فإنهم سيجدون طريقة ما للحصول على المواد التعليمية اللازمة لتعليم العلوم.

10. **إصلاح مناهج العلوم وتدريسها، يمكن تحقيقه بالمصادر الموجودة والمتاحة** حاليا، إذا ما تم إعادة توزيعها وتفعيلها بفاعلية واقتدار وحكمة.

وفي الاتجاه العام، يرى هيرد (Hurd, 2000)، كبير التربويين العلميين في الولايات المتحدة، أنه منذ منتصف القرن العشرين وفي سياق حركة الإصلاح الأولى، ثمة **تغييرات ثورية جوهرية حدثت وأثرت في حركات إصلاح التربية العلمية وأثرت على طبيعة العلوم وممارساتها**، وكذلك بروز الاقتصاد العالمي، ومشكلات الطاقة، وتقدم العلوم والتكنولوجيا، وعالم العمل قد تغيّر أيضاً. ونحن الآن نعيش في عالم تغمره المعرفة، والانترنت التي تكاد تجعل الطلبة يستطيعون الحصول على جلّ المعلومات المعروفة في العلوم.

وفي غمرة كثرة التغيرات المتسارعة في العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع، والاقتصاد، قادت جهود جميع الدول الصناعية المتطورة عالمياً إلى إصلاح التربية العلمية وبرامجها وتدريسها. ففي الولايات المتحدة ودول أخرى، ثمة تغير محدود نسبي حدث على تعليم العلوم، هذا مع العلم ثمة **أعمال وتحسينات كثيرة طرأت على إصلاح التربية العلمية ومناهج وتدريس العلوم** من بينها: جعل المساقات (المقررات) الحالية أكثر صرامة، وإطالة اليوم المدرسي، **وتقليل حجم الصف Class size**، والطلب المتزايد على **الواجبات البيتية Homework**، ورفع متطلبات التخرج في المدرسة الثانوية، **وتركيز تدريس العلوم على مهارات الاستقصاء العلمي**، ومعايير المواد (المباحث) التعليمية. إلاّ أن هذه الأعمال والتحسينات لا تعكس وجهة نظر متماسكة في إصلاح مناهج العلوم، ولا تنسجم مع ثقافتنا المتغيرة وتبعاتها وما تتطلبه أو تتوقعه من الطلبة المتعلمين. وفي هذا كله، ثمة اتفاق واسع وقناعات لدى مربي العلوم على أن **الأهداف التقليدية للتربية العلمية قد انتهت مدتها أو صلاحيتها Expired**، وبالتالي ثمة حاجة ملحة وحتمية لمناهج وبرامج علوم جديدة

لابد من ابتكارها أو اختراعها لحياة القرن الحادي والعشرين. وفي هذا كله، يقترح **هيرد Hurd في ضوء رؤيته للتربية العلمية** في القرن الحادي والعشرين بعض الطرق والسبل التي يتوقع أن تساعد على رؤية جديدة للتربية العلمية من مثل: **تغيير الصورة عن العلم Changing image of science، وسياسات البحث في إصلاح العلوم، وتعلم كيف تتعلم Learning to Learn، والثقافة العلمية Scientific Literacy، وربط التربية العلمية بمكان العمل Workplace، وتحديث مناهج العلوم وتدريسها في ضوء رؤية جديدة للتربية العلمية.** وفي هذا دعوة لتركيز البحث في مجالات بحثية في التربية العلمية ذات علاقة ومضامين تربوية علمية في إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها من بينها الآتي:

- **مواءمة المنهاج Curriculum مع التعليم Teaching، والتقييم Assessment، والتركيز باتجاه التفكير التحليلي Analytical thinking.**
- تطوير جهود البحث في تربية الطفل بعامة والطفولة المبكرة بخاصة.
- **تحسين برامج إعداد المعلمين والتطوير المهني للمعلمين**، وزيادة الجهود في مجال تجنيد المعلمين (الأكفياء) والاحتفاظ بهم.
- **حفز (واستثمار) دافعية الطلبة على التعلم** مع تأكيد مسؤوليتهم عن تعلمهم.
- الاستعداد للصفوف التعليمية (12-k) المتضمنة طلبة من ذوي خلفيات وثقافات مختلفة ومتنوعة.
- **تعزيز ربط خبرات خارج المدرسة بخبرات التعليم** والتحصيل (العلمي) الأكاديمي في المدرسة.
- **فهم التغير والحراك (الديناميكي) في المنظومة السكانية**، والخبرات الفريدة خارج المدرسة، وما يحتاجه الطلبة للتعلم للنجاح وتحقيق الرفاه النوعي في الحياة.
- **تأكيد الإطار العام الأساسي في مجالات الحياة** المختلفة المتضمنة: الحياة الشخصية، والعلاقات الشخصية - الاجتماعية، والمدنية - الاجتماعية، والاقتصادية.

وفي هذا، **أكدت جهود إصلاح التربية العلمية العالمية على المستقبل، واكتساب الطلبة المعرفة Knowledge** (بناؤها، وفهمها، والاحتفاظ بها، واستخدامها، والتأمل

فيها)، وقدرات الاستقصاء العلمي، ومهارات حل المشكلة، واتخاذ القرارات في المنظور الشخصي - الاجتماعي، والتكيف مع التغيّر في العلم وتطبيقاته، والثقافة العلميّة Scientific Literacy.

وتأسيساً على ما تقدم من دواعٍ ومسوغات لإصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، ظهرت **حركة** إصلاح التربية العلمية وتدريسها **(الثانية)** في منتصف ثمانينيات وتسعينيات القرن العشرين؛ وقد **تميزت عن حركة الإصلاح (الأولى) في الستينيات بعدة نقاط عامة من أبرزها**(Bybee, 2004) ما يأتي:

**أولاً:** إصلاح مناهج العلوم في الستينيات بدأ على **مستوى المرحلة الثانوية**، ثم تقدم وتطور إلى مستوى المرحلة الابتدائية والمتوسطة، بينما الإصلاح في الثمانينيات شمل المراحل (k-12) جميعها معاً.

**ثانياً:** الشرارة التي أيقظت حركة الإصلاح الأولى كانت رئيسيّاً **إطلاق القمر الصناعي Sputnik**، بينما كان تقرير **(الأمة في خطر)** الرصاصة الموازية لإطلاق حركة الإصلاح الثانية.

**ثالثاً:** الهدف المُعلن لحركة الإصلاح الأولى **تعلق بإعداد المهندسين والعلماء**، بينما كان الهدف في حركة الإصلاح الثانية **المنافسة في (الاقتصاد) والاقتصاد العالمي.**

**رابعاً:** الهدف التعليمي والغاية الأساسية من تعليم العلوم في الحركة الإصلاحية الأولى تمثل في تزويد الطلبة **بثقافة علمية متخصصة في فروع العلوم** المختلفة، بينما كان الهدف العام من تعليم العلوم هو تنمية **الثقافة العلمية (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية)** في حركة الإصلاح الثانية.

**خامساً:** عدد المشاريع والبرامج والمناهج في حركة الإصلاح الأولى كان كثيراً نسبياً، مقابل عددها (القليل) في حركة الإصلاح الثانية.

**سادساً:** أعطت **ملامح (معالم) الثقافة العلمية (BFSL) والمعايير الوطنية للتربية العلميّة (NSES)** زخماً ودفعة إلا الأمام لإصلاح مناهج العلوم بحيث امتدت إلى التسعينيات وما بعد؛ بينما توقفت حركة الإصلاح الأولى في نهاية السبعينيات بانتهاء ما سمّي العصر الذهبي لتعليم العلوم.

وفي هذا السياق، وبالنسبة إلى أهداف وغايات تدريس العلوم في حركتي الإصلاح، فقد لخص كايل (Kyle, 1988) **التحولات والتوجهات Trends** التي حدثت في **الأهداف والغايات في حركتي إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم** وتدريسها على النحو الآتي:

**أولاً:** كانت الحاجة في الستينيات **لإعداد (إنتاج) علماء ومهندسين** أكثر لحلّ المشكلات التي يتصوّرها المجتمع؛ بينما كانت الحاجة في الثمانينيات تتعلق **بالمشكلات والقضايا الاجتماعية** الحالية المتأصلة في العلوم والتكنولوجيا من مثل: نفاد مصادر الطاقة، والخوف من الطاقة النووية، والهندسة (الوراثية) البشرية...الخ.

**ثانياً:** صمّمت مناهج علوم الستينيات لتواجه الغايات والأهداف للزمن الماضي في كل فروع العلوم، واكتساب المعرفة بقي ولا يزال مهماً؛ مقابل ذلك في الثمانينيات ثمة حاجة مُلحة **لتعرف المشكلات الاجتماعية**، والمعرفة التي ينبغي أن تكون مهمة هي **المعرفة المفيدة (الوظيفية)** التي تساعد على حل المشكلات والقضايا الاجتماعية.

**ثالثاً:** تم **تعليم العلم والعلوم كمعرفة متراكمة** أو متقدمة غايتها التفسير في الستينيات؛ وفي هذا كانت التربية العلمية تعمل على إعداد العلماء أو علماء المستقبل، بينما في الثمانينيات اعتبر العلم والتكنولوجيا كوسائل وأدوات لتحسين المجتمع؛ وفي هذا **تعمل التربية العلمية على إعداد (مواطن) المستقبل.**

**رابعاً:** في الستينيات كان العلم والتربية العلمية موجهين **للحاضر والماضي** المتوسط؛ بينما العلم والتربية العلمية موجهان توجيهاً نحو **المستقبل** وذلك في ضوء أهميتهما ودورهما في **حل المشكلات الاجتماعية** في الثمانينيات وما بعد.

**خامساً:** تركزت التربية العلمية على **تطوير المهارات المعرفية Congnitive Skills** في الستينيات؛ بينما ركزت التربية العلمية في الثمانينيات ليس على المهارات (العمليات) المعرفية فحسب، بل كذلك على **المجال الوجداني، والأخلاقي، والجمالي** أيضاً في تدريس العلوم.

سادساً: نظر إلى العلم على أساس أنه **متحرر من القيم Value - free**، وهو علم امبريقي - تجريبي في الستينيات؛ بينما ينظر إلى العلم في الثمانينيات **في ضوء القيم (العلمية)** كجزء أساسي فيه، وله **أبعاد أخلاقية ومعنوية.**

**سابعاً:** تطلب العلم التفكير الخطي **Linear thinking**، وركز على مهارات الاستقصاء في الستينيات؛ بينما يركز العلم في الثمانينيات على **التفكير الشامل، ومهارات اتخاذ القرار.**

**ثامناً:** غايات تدريس العلوم في الستينيات كانت **خاصة (داخلية) لفروع العلوم** المختلفة؛ بينما غايات تدريس العلوم في الثمانينيات مشتقة من التفاعل بين **العلم Science والتكنولوجيا Technology والمجتمع Society (STS) والبيئة Environment (STSE).**

## افتراضات الإصلاح

تبيّن أنّ معظم الدراسات والبحوث في الثمانينيات اعترفت وأجمعت ودعت إلى الإصلاح بفعل عاملَيْن قويَيْن كبيرَيْن، هما:

**الأول: المخاوف والقلق لدى (الأمريكيين) من تدهور (الاقتصاد) الأمريكي؛** مما قد ينعكس سلباً على رفاه المواطن محلياً ومركز (هيبة) أمريكا القوي عالمياً. وكلاهما يعتمدان مبدئياً وجوهرياً على **المسعى العلمي (العلم) والتكنولوجي (التكنولوجيا)** الأمريكي على حدّ سواء.

**الثاني: الاتجاهات والتوجهات Trends** العامة التي حدثت في **(تراجع) التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها** ومن أبرزها ما يأتي:

1. نتائج الاختبارات المتدنية.
2. تجنب الطلبة دراسة العلوم والرياضيات.
3. إحباط (وضعف) الهيئات التدريسية (المعلمين) في المدارس.
4. تصنيف نتائج الطلبة في مستوى متدنٍ في الاختبارات الدولية في العلوم والرياضيات.
5. تغطية وسائل الإعلام المختلفة (المرئية، والمسموعة، والمقرؤة) لقضايا التربية، وإبراز وجود **(نواقص) وضعف في التعليم وبخاصة في العلوم والرياضيات؛ كل** ذلك جعل الولايات المتحدة تصل إلى نتيجة وقناعة تامة وإدراك أنّ هناك **أزمة Crisis حقيقية في التعليم؛** وبالتالي لابُدّ ممّا ليس منه بُدّ؛ أي **(حتمية) الإصلاح، وإصلاح التربية العلمية والتكنولوجية (العلم**

والتكنولوجيا) لدى جميع لطلبة **All students** كأساس للثقافة العلمية في القرن الحادي والعشرين.

وفي ضوء الحاجة إلى الإصلاح التربوي بعامة وإصلاح مناهج العلوم بخاصة، ولكي يتم تحقيق ذلك، فإنّ **الإصلاح يجب أن يقوم ويستند إلى افتراضات ومبادئ مهمة وجوهرية من أبرزها ما يأتي:**

**أولاً: الإصلاح بالضرورة يحتاج إلى وقت طويل**؛ إذ إنّ العمليّات التربوية بطيئة بطبيعتها من جهة، ومن جهة أخرى فإنّ الإصلاح يكون موجهاً مبدئياً إلى الناس أكثر منه إلى السياسات والمؤسسات والعمليات، والذين (**يقاومون**) مبدئياً التغيير (الجذري) أو يستجيبون له ببطء وبخاصة فيما يتعلق بالاتجاهات والمعتقدات، وطرق عمل الأشياء بوجه عام.

**ثانياً: التعاون والتضامن أساسي ومطلوب من الجميع**، فلا أحد يدعي أنه يحتكر (الحكمة) وحده،والقدرة على الإصلاح، أو خوّلت له السلطة لذلك، أو يمتلك الإبداع لوحده، أو المصادر المختلفة اللازمة للإصلاح. فلابد إذن من تجميع الجهود وتقاسمها مع **المجتمع كله والمجتمع العلمي Scientific Community**. وفي هذا فإنّ المجتمع العلمي من العلماء، والمهندسين، وصانعي السياسة، والخبراء التربويين، ومخططي المناهج، ومختصي القياس والتقويم، والمشرفين، ومعلمي المدارس، وإداريي المدارس، ومجالس المدارس كلهم فرادى ومجتمعين لهم في ذلك نصيب؛ مما يتطلب بالضرورة جهود الجميع (**المجتمع والمجتمع العلمي**) **والمشاركة الإيجابية والدفع بالاتجاه نفسه نحو الإصلاح التربوي العلمي.**

**ثالثاً: المعلمون (معلمو العلوم) مركزيون في عملية الإصلاح**؛فعلى الرغم أن الأفكار الإبداعية الإصلاحية يمكن أن تأتي من مصادر متعدّدة، إلاّ أن المعلمين/معلمي العلوم لهم دور أساسي ومركزي في إصلاح مناهج العلوم وتدريسها؛ وذلك كونهم المنفذين في الميدان، والمطلعين بشكل مباشر وبخبرات تربوية مكثفة على ما يجري في داخل الصفوف والمدرسة وبيئة الطلاب سواء بسواء. **كما أنّ الإصلاح، إذا ما أُريد له أن ينجح، فلا ينبغي أن يُفرض من عل؛ أي من القمة إلى القاعدة بأوامر افعل كذا وكذا، ما لم يكن المعلم مقتنعاً ومشاركاً فعلياً في ذلك ويتحمل المسؤولية الشخصية والأدبية والأخلاقية والتربوية بمسؤولية أكبر من ذي قبل.**

**رابعاً: الإصلاح يجب أن يركز على تعلم العلوم لكل الأطفال**، إنّ الأخذ بواقع الحقائق الديمغرافية، والحاجات (والإنجازات) الوطنية، والقيم، والديمقراطية بعين الاعتبار، يصبح واضحاً صعوبة تجاهل التربية العلمية للمواطنين جميعاً. فاللغة، والجنس، والعرق، والخلفية الثقافية لم تعد عوامل تحدّد من هو الذي يجب أن يعمل (أو يمتهن) في العلوم والتكنولوجيا، ومَنْ لا يعمل؛ فالحرمان من التربية العلمية (الأقليات والنساء) قد يعني فيما يعنيه إعاقة هؤلاء الناس مدى الحياة؛ وبالتالي حرمان الأمة من العمال الموهوبين، والمبدعين، والمواطنين المطلعين، وهذه خسارة لا تتحملها الأمة. ولهذا **ينبغي تلبية حاجات الأطفال جميعهم من تعلم العلوم، فالعلم للجميع** (بعد أن كان حكراً على فئات معينة)، **ولكل واحد (مواطن) له منه نصيب.**

**خامساً: المناحي والنظرات الشاملة مطلوبة للإصلاح**، وفي هذا يجب أن تكون **مجهودات الإصلاح شاملة Comprehensive** وعلى **كل المستويات (الصفية)، وكل الموضوعات المدرسية، والاستحقاقات التربوية** المترتبة على كل ذلك من مثل: إعداد المعلمين وتأهيلهم وتطويرهم مهنياً، والكتب والمراجع، ومصادر التعليم والتكنولوجيا، والتجهيزات، والمختبرات، والمواد التعليمية، والاختبارات، والإدارات التربوية...الخ. كما ينبغي أن يكون كل ذلك كلاً متكاملاً حتى لا يعيق (أو يلغي) أحدها الآخر. وفي هذا، يجب أن يكون الإصلاح في مناهج العلوم وتدريسها شاملاً **كل المستويات من الروضة وحتى الصف الثاني عشر (12-k)، وجميع الموضوعات، ومتمركزاً حول جميع الطلاب All students.**

**سادساً: تهيئة الظروف الإيجابية للإصلاح**، إنّ حجم الإصلاح المتوقع كبير يتطلب تحقيق ظروف وشروط أساسية للتغيير والإصلاح المطلوب؛ فلا داعي أن نحث المعلمين والإداريين ليغيّروا ما بأنفسهم وبممارساتهم التدريسية وإداراتهم ثم **(نتجاهل) أو نغض الطرف عن العقبات والمعوقات الكثيرة** التي تعترض طريق عملهم؛ فثمة ظروف في المدارس هائلة ومتنوعة كالظروف السيكولوجية، والإدارية، والمهنية، والتجهيزات تُعيق مشاريع الإصلاح الرئيسية المتعلقة بالمناهج وتدريسها. **فالمعلمون، ومعلمو العلوم ليس لديهم وقت للتفكير (المبدع)**، وللدراسة، ولتنظيم المواد، وللتشاور مع الزملاء، وإرشاد الطلبة، وحضور المؤتمرات المهنية؛ والأكثر من ذلك، وربما الأدهى، أنه ليس

لهم مكاتب (مستقلة) خاصة بهم، أو حواسيب لحفظ السجلات ومعالجة المعلومات، ومعدّو مختبرات، والتواصل مع الخبراء التربويين؛ وكذلك الإداريون والمديرون بالكاد أحسن حالاً من المعلمين. كل هذا وذاك وغيره من **حواجز الإصلاح ومعوقاته** يجب أن يزول، وتُهيأ الظروف والشروط الإيجابية بحيث يتحقق الإصلاح بمساندة **الجميع (المجتمع والمجتمع العلمي) تحقيقاً للإصلاح المنظم في تعلم (وتعليم) العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا الأساسيّة لتنمية الثقافة العلمية وتحقيقها** لدى الطلبة المتعلمين في القرن الحادي والعشرين وثورته التكنولوجية المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية.

**وخلاصة القول**، وتأسيساً على ما تقدم في ضوء دواعي الإصلاح ومسوغاته، وافتراضاته، وأدبيات البحث Research، يتضح ثمة اتفاق على نطاق واسع وقناعات لدى المربين العلميين والجمعيات المهنية على أنّ **الأهداف والغايات التقليدية للتربية العلمية وأدواتها أصبحت في الماضي وانتهت مدتها وصلاحيتها واستنفدت أغراضها، وبالتالي ثمة حاجة ملحة (وحتمية) لإصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**. وفي هذا **أكدّت جهود إصلاح التربية العلمية العالمية على المستقبل**، واكتساب الطلبة المعرفة Knowledge (بناؤها، وفهمها، واحتفاظها، واستخدامها، والتأمل فيها)، **وعمل العلم Doing science، وقدرات الاستقصاء العلمي Inquiry، ومهارات حل المشكلة Problem Solving**، واتخاذ القرارات في المنظور الشخصي - الاجتماعي، وتعرّف المخاطر، والتكيف مع التغيّر في العلم وتطبيقاته، وزيادة ثقة الناس (المجتمع) بقيمة العلم والتكنولوجيا (كوجهيْن لعملة واحدة) وتداخلهما مع المجتمع والبيئة، وتنمية الثقافة العلمية وتحقيقها.

وفي نهاية التحليل، ظهرت عدّة حركات عالمية معاصرة لإصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها تمثلت في **حركات: العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)، والمشروع 2061 (العلم للجميع، ومعالم الثقافة العلمية)، والمعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)**. وتُعدّ هذه **الحركات الإصلاحية العالميّة المعاصرة أهم وأوسع الحركات الإصلاحية العلمية في التربية العلمية ومناهج وبرامج تدريسها وأكثرها انتشاراً** وتأثيراً على مستوى إعادة التفكير، والصياغة، والبناء والتصميم في مناهج العلوم وتدريسها بما يتواءم مع التقدم العلمي والتكنولوجي. هذا بالإضافة إلى عالميتها وشموليتها ليس فقط على مستوى الولايات المتحدة الأمريكية فحسب، بل امتدادها وتبنيها من قبل دول صناعية متقدمة أخرى ودول نامية وذلك انطلاقاً من

الأدوات والأفكار والتوصيات (القيّمة) التي قدمتها (وتقدمها) تلك الحركات الإصلاحية في مناهج التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها كما سيتبيّن في فصول الكتاب التالية.

## الأفكار الموحدّة في حركات الإصلاح
## Unifying Themes of Reform

أكدت جهود حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها على المستقبل. وفي هذا، ثمة حركات إصلاح عدّة ظهرت إلى حيز الوجود عالمياً، وأصبحت ذات اهتمام واسع النطاق لدى دول العالم. إلاّ أن أهم وثائق الإصلاح في العلوم عالميّاً يتمثل في: **المشروع (2061) Project 2061، والعلم للجميع Science for All، ومعالم الثقافة العلمية Benchmarks for Science Literacy، والمعايير الوطنية للتربية العلمية National Science Education Standards (NSES)**. هذا، وعلى الرغم من الاختلافات والفروقات والاجتهادات المتناثرة هنا وهناك بين هذه الوثائق والحركات الإصلاحية، إلاّ أنها جميعاً ركزت على **الجودة والنوعية Quality في تعليم العلوم الفعّال المتناغم مع الرؤية (المستقبلية)** البعيدة المدى لمناهج العلوم وتدريسها والموصوفة (المحدّدة) في الوثائق الإصلاحية جميعها.

وفي السياق، تتضمن **جودة تعليم العلوم ونوعيته ما يجب أن يعرفه الطالب، ويكون قادراً على عمله أو أدائه، وجودة برامج العلوم، ونوعية استراتيجيات تدريسها،** وجودة النظام الداعم لمعلمي العلوم، وجودة الممارسات التقييمية في ضوء تقدم تعلم الطالب، وجودة النظام التربوي برمته والسياسات التربوية. وفي هذا كله، ينبغي **لمعلمي العلوم أن يمتلكوا المعرفة النظرية والعملية، والقدرات Abilities في العلوم، والتعلم Learning، والتعليم Teaching**؛ إذ إن ممارساتهم التدريسية وأفعالهم تتأثر بمدى عمق فهمهم وتوقعاتهم ومعتقداتهم حول الطلبة وعلاقاتهم مهم.

لقد قامت حركات الإصلاح في ضوء افتراضات ومسلمات عدّة من أبرزها أن الرؤية الجديدة (المستقبلية) التي تتطلب تغييرات كبيرة في النظام (التعليمي) التربوي، وأنّ ما يتعلمه الطلبة يتأثر بدرجة كبيرة بـ **(كيف) يتم تعليمهم، والمسعى العلمي، والموضوع (المحتوى) العلمي**. هذا بالإضافة إلى أن **(فهم) الطلبة (يُبنى)**

بشكل نشط من خلال العمليات الفردية والجماعية (التعاونية)؛ وفي هذا توجيه للتعلم والتعليم القائم على البنائية Constructivism الذي يحدد دور المعلم بالدور الموجه الميسّر أو المساند أو المنمذج؛ وكذلك استراتيجيات التدريس والأساليب والنماذج المنبثقة من أفكارها وتوجهاتها لتحقيق الأهداف والغايات التربوية المنشودة أو المتوخاة.

وفي حركات الإصلاح، ثمة مُعتقدات ورؤى معاصرة عالمية محورية، وأفكار موحدّة Unifying Themes أثرت في هذه الوثائق الإصلاحية وسياقها، وقد تبنتها ودعمتها كقواسم إصلاحية مشتركة في مناهج العلوم وتدريسها بوجه عام، وهي:

- البنائية Constructivism.
- الثقافية العلمية Scientific Literacy.
- طبيعة العلم Nature of Science (NOS).
- المنهاج التكاملي المتداخل الفروع Interdisciplinary Integration Curriculum.
- الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry (SI).
- حل المشكلة Problem Solving.
- التفكير الناقد Critical Thinking.
- تعليم العلوم من أجل (الفهم) في ضوء ميول واهتمامات الطلبة، ومنظورات أنشطة التعلم والمحتوى العلمي ذات الصلة بحياة الطلاب الواقعية.
- العلاقة المتبادلة المتداخلة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS) والبيئة (STSE).
- التقييم (البديل) الحقيقي Authentic Assessment.

ولعلّ هذه الرؤى والمعتقدات المحورية والأفكار الموحدّة توجه بوصلة البحث إلى أهم وأوسع الحركات الإصلاحية العالمية المعاصرة في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

# الفصل السابع

# حركة العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)

# Science, Technology, and Society

# (STS) Movement

## المدخل: Introduction

إنّ العلاقة المتبادلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع علاقة متداخلة قديمة جديدة ومتجدّدة. وقد ظهرت حركة (أو منحى) العلم والتكنولوجيا والمجتمع مبدئياً من النظرة الاجتماعية للمعرفة (علم اجتماع المعرفة)، و اصطلح على تسميتها في التربية العلميّة **Science Education** ومناهج العلوم وتدريسها بحركة أو منحى **(STS) العلم Science، والتكنولوجيا Technology، والمجتمع Society (STS)**، لإيجاد وتقوية (وتوظيف) علاقات وارتباطات متبادلة ومتداخلة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع ذات أبعاد ثقافية، واجتماعية، واقتصادية، وأخلاقية، وسياسية، ودينية.

أمّا بالنسبة إلى مُصطلح Term **(STS)**، فقد ظهر من قبل جان زيمان John Ziman عام 1980 في كتابة الموسوم: **التعليم والتعلم حول العلم والمجتمع Teaching And Learning About Science And Technology**. وقد حدّد زيمان ziman عدّة مساقات Courses وعناوين ومشروعات خاصة متقاطعة في موضوعاتها، ارتبطت جميعها بالنظرة إلى العلم **(علم اجتماع العلم) بالسياق المجتمعي Social Context**؛ وهو نوع من المنهاج المصمّم لعمل المفاهيم والعمليات الموجودة في برامج العلوم التقليدية والدراسات الاجتماعية بحيث تصبح أكثر ملاءمة وذات علاقة بحياة الطالب المتعلم. وفي هذا، ظهرت مناهج وبرامج علوم ركزت على **فهم العلاقة المتبادلة المتداخلة بين (STS) ضمن السياق الاجتماعي**؛ فنظمت المؤتمرات والندوات وورش العمل لدراسة هذه القضايا وبحثها، وإعادة النظر في تنظيم التربية العلمية ومناهج العلوم وبرامجها وفق هذه الحركة (المنحى) وتوجهاتها، وتم طرح مساقات تعليمية لفهم هذه العلاقات المتداخلة، وبرامج

دراسات دنيا Undergraduat وعليا Graduate في بعض الكليات والجامعات الأمريكية الرائدة في هذا الموضوع.

وقد تجاوز الاهتمام في التربية العلمية ومناهج العلوم وبرامجها إطار **(STS)** وتعدّاه إلى **البيئة Environment** حيث لا تعمل بمعزل عن البيئة، وتكوين **حركة ومنحى (STSE)**؛ من أجل تكوين المعرفة، والفهم، والمهارات، والاتجاهات، والقيم للحدّ من سوء الإدارة، والاستخدام الأمثل للعلم والتكنولوجيا (كوجهيّن لعملة واحدة) بعد أن تنبّه العالم بمختلف اتجاهاته وتوجهاته إلى خطورة ما أصاب (ويصيب) البيئة من المشكلات البيئية التي أثرت في الماء، والهواء، والأرض، والمناخ، والموارد، والغذاء، والتصحر...الخ. وفي هذا **ترتكز حركة ومنحى** (STSE) **على ثلاثة مرتكزات**، هي:

- **طبيعة العلم والتكنولوجيا.**
- **العلاقة المتبادلة بين العلم والتكنولوجيا (وهما وجهان لعملة واحدة).**
- **السياق البيئي - الاجتماعي للعلم والتكنولوجيا.**

وقد تم الاهتمام بـ **(STS)** بصورة مكثفة في عام 1981 حيث خرج من رحم وإفرازات تقرير **مشروع التوليف (دمج المشاريع) Project Synthesis** الذي تمركز مبدئياً حول **أربعة تجمعات هدفية**، هي: العلم لتلبية الحاجات Personal Needs، والعلم لحل القضايا المجتمعية Societal Issues، والعلم للمساعدة على اختيار المهنة Career (Awareness) Choices، والعلم للمساعدة على الدراسة المستقبلية Preparing For Further Study. وفي هذا، يبحث هذا الفصل في حركة ومنحى **(STS)** والبيئة **(STSE)** من حث نشأته، وأهدافه، وطبيعته، وبرامجه ومجالات موضوعاته، وتعليمه، ومدى انعكاسها وتوظيفها في مناهج العلوم وتدريسها.

## نشأة (STS): منظور تاريخي

إن العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع **(STS)** علاقة قوية ومتبادلة ومتداخلة لا انفصام بينها: **فالعلم يؤثر في المجتمع ويتأثر به، والتكنولوجيا وليدة العلم**، وهي مبدئياً الجانب التطبيقي له، وهما وجهان لعملة واحدة. وتخدم (التكنولوجيا) المجتمع ويخدمها، وهي تزود العلم بأدواته، فهي عيونه وآذانه وأدواته. وهكذا تتوثق وتتبادل وتتداخل العلاقة بينها **(STS)**. وهو **(STS)** لا يعمل بالطبع بمعزل عن البيئة Environment، ممّا أدّى إلى تعديل مفهوم الحركة وتوسيعها وتركيزها على حركة ومنحى (STSE) بمفهومها الواسع.

وفي السياق التاريخي، ترجع الجذور التاريخية لحركة ومنحى **(STS)** إلى حركة إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم الأولى في أواخر ستينيات وأوائل سبعينيات القرن الشعرين. وقد نمت وترعرت مبدئياً من حركة **التربية البيئية (EE) Environmental Education**؛ ففي عام 1970 (يوم الأرض العالمي) بدأت عدّة جامعات أمريكية معروفة من مثل: **جامعة كورنيل Cornell وبنسلفانيا ستيت Penn State وستانفورد Stanford وستوني - بروك SUNY -Stony Brook**، بدأت رسمياً بتقديم برامج ومساقات خاصة في موضوعات ذات سياق اجتماعي يطلق عليها اليوم **(STS)**. كما فعلت مجموعة أخرى من الجامعات البريطانية نفسه. وبالتدريج، انتشرت فكرة **(STS)**، وبدأت الجامعات والمعاهد تقدم وتنفذ الفكرة نفسها.

وفي أواخر السبعينيات وأوائل الثمانينيات، ظهرت حركة **(STS)** مبدئياً من **إفرازات مشروع التوليف (مشروع التجميع أو دمج المشاريع) Project Synthesis** وخرجت من عباءته حيث كان من أغراضه وغاياته تهيئة الطلبة لاستخدام العلم لتحسين حياتهم الخاصة والتكيّف مع الحياة في عالم متطور صناعي وتكنولوجي، وتعليمهم للتعامل بمسؤولية مع قضايا التكنولوجيا والمجتمع، وكذلك التزود بمعرفة أساسية للتعامل بذكاء مع قضايا العلم والتكنولوجيا والمجتمع، وإعطاء الطلبة صورة دقيقة لمتطلبات وفرص المهن والوظائف في ميدان **(STS)**. وهكذا ظهرت حركة **(STS)** بصورة أكثر وضوحاً من عباءة وإفرازات مشروع التوليف / دمج المشاريع (Harms And Yager, 1981).

وفي الاتجاه نفسه، ثمة حدث آخر بارز ساهم في إخراج (وتبني) هذه الحركة تمثل بصدور تقرير الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم في الولايات المتحدة الأمريكية **National Science Teachers Association** (NSTA, 1982) المعنون: **العلم والتكنولوجيا والمجتمع: التربية العلمية لعقد الثمانينيات**. وقد بيّن ملخص التقرير أنّ غاية التربية العلمية لعقد الثمانينيات وما بعدها يتمثل بالثقافة العلمية لدى المواطنين؛ وعبّرت عن مفهوم **(STS)** بأنّه **يعني استخدام المعلومات العلمية والتكنولوجية والمهارات وتطبيقها عند اتخاذ القرارات الشخصية والمجتمعة**، بالإضافة إلى دراسة التداخل والتفاعل المتبادل بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع في سياق العلم المرتبط بالقضايا والمشكلات المجتمعية. ومن هنا، ظهرت مشاريع وبرامج

عديدة ومتعددة في (STS) في بداية الثمانينيات وأواسطها؛ فبدأت الجهود الأولية على مستوى الولايات المتحدة، وازدهر (STS) كنقطة تركيز واهتمام وهدف في برامج تعليم العلوم في المدارس ضمن أهداف جديدة وموديولات Modules مناهج جديدة، واستراتيجيات تعليم جديدة، وإعداد معلمين، وأشكال جديدة من التقويم.

وفي عام 1984، تبنّت جمعية (NSTA) توصية تضمنت أنه على الطلاب جميعهم في المرحلة الثانوية أن يتعرضوا (يدرسوا) مساقات (STS) تتراوح بين (15%) في الصفوف الدنيا و (25%) في الصفوف الأخرى. وانتشرت الحركة (STS)، وتمت الاستجابة والموافقة عليها وتطبيقها في الصفوف (k-12) جميعها وفي دوائر التربية والتعليم المختلفة. وعليه؛ لا دهشة إذا ما علمنا أنه في عام 1990 كانت برامج (STS) متوافرة في حوالي ألفي جامعة وكلية ومعهد، وفي ما يزيد على مئة دائرة رسمية أو قسم أو برامج رسمية متداخلة ومتعددة الفروع Interdisciplinary وفي آلاف المدارس الثانوية (Yager and Roy, 1993).

وفي الإطار الاجتماعي (المجتمعي) العام، ونظراً لارتباط هذه الحركة أو المنحى (STS) ارتباطا وثيقاً ومتداخلاً كما ذكر آنفاً بحركة التربية البيئية (EE) وصعوبة التفريق بينهما، فإنّ **مفهوم التربية البيئية(EE)** في ضوء الأدبيّات يتضمن اكتساب الطلبة المعلومات والمهارات، وتكوين القيم والاتجاهات والمدركات اللازمة لفهم العلاقة المتداخلة التي تربط (الإنسان) أو (المجتمع) وحضارته بمحيطه الحيوي الطبيعي، وتوضيح حتمية المحافظة على موارد البيئة وصيانتها، وضرورة حسن استغلالها وترشيد استهلاكها لصالح الإنسان وحفاظاً على حياته الكريمة ورفع مستويات معيشته؛ فهي تمنحه متطلبات الحياة الأساسية في المأكل، والمشرب، والتنفس، والسكن. وفي هذا، تتمثل غاياتها(EE) في **مجموعة القيم والمشاعر تجاه البيئة، والوعي البيئي، والمعارف، والمهارات، وتنمية الاتجاهات** لدى الأفراد (الطلبة) و(المجتمع) سواء بسواء؛ مما يجعل الطالب (المتعلم) أن يشعر بأنه عضو فاعل في (المجتمع)، وبالتالي **يتعامل مع بيئته بحكمة وعقلانية تحول دون إفساد البيئة** أو إتلاف مواردها أو استنزاف مواردها الطبيعة وتدهورها.

وفي سياق هذا، تم تضمين(EE) في سياق (STS) وحركته الإصلاحية في برامج التعليم ومناهجها، وتم **تطبيق ثلاثة اتجاهات مبدئياً** في هذا الصد، وهي:

**الأول: المنحى الاندماجي**، ويتضمن توجيه المواد الدراسية جميعها نحو قضايا البيئة ومشكلاتها؛ أي تضمين المناهج البُعد البيئي بموضوعات الدراسة.

**الثاني: منحى الوحدات الدراسية**، ويتضمن إعداد وحدة دراسية أو فصل أو جزء عن البيئة داخل إحدى المواد الدراسية أو أكثر. ويبدو أن العلوم البيولوجية والجغرافيا هي الأكثر ملاءمة لتحقيق ذلك بوجه عام.

**الثالث: المنحى المستقل**، ويقوم هذا المنحى على أساس وجود منهاج خاص بالبيئة يتناول الموضوعات والمشكلات والقضايا البيئية في سياقها الاجتماعي بحيث يزداد (المنهاج) تفصيلاً وتشعباً كلما ارتقى الطالب في الصف التعليمي خلال سنوات الدراسة (k-12).

## طبيعة (STS) وخصائصه

يتمثل المبدأ الأساسي في تعليم **(STS)** بمساعدة الطلبة المتعلمين على تطوير المعرفة knowledge والمهارات skills والصفات الفعالة **من أجل اتخاذ قرارات وعمل وإجراءات المواطنة المسؤولة** في موضوعات وأفكار وقضايا ومشكلات ذات علاقة بالعلم والتكنولوجيا. وفي ضوء آراء مربي العلوم، فإنّه يمكن تعلم الشيء الكثير حول تطوير مساقات ودروس **(STS)** وذلك بالنظر بالتوازي إلى حركة إصلاحية قريبة جداً منه وتكاد لا تنفصل عن **(STS)** وهي **حركة التربية البيئية Environmental Education (EE)**. وفي هذا بدأ اهتمام المختصين وذوي العلاقة بالتربية البيئية **(EE)** في نيسان (يوم الأرض العالمي) عام 1970، حيث تم الاعتراف والحاجة إلى برامج تربوية تعمل على **تطوير الوعي البيئي Environmental Awareness** والتقدير للبيئة ومنع تدهورها. وهؤلاء الناس، وهم يمثلون نسبة تتزايد يوماً بعد يوم من العلماء، والمعلمين، والمواطنين العاديين في العالم، مُهتمه وقلقه في الوقت نفسه حول التدهور الواضح في الجو، والمناخ، ومصادر المياه، والنطاق الحيوي، وأنظمة الأرض الأخرى. وعليه؛ بدأ مربو التربية البيئية بالتركيز على المواد التعليمية التي تمكن الطلبة من استكشاف البيئة المحلية، وتطوير المهارات، والقدرات التي تمكنهم من عمل ذلك وتنفيذه. وفي هذا فإنّ **(EE)** بالتوازي مع **(STS)** حيث لا انفصام بينهما، **تتضمن برامجها خصائص** عدّة من أبرزها ما يأتي:

- برامج التربية البيئية (EE) نموذجياً موجهة **نحو مشكلة - Problem Oriented**.
- تركز(EE) **على مواقف واقعية حقيقية في الحياة**.
- تساعد(EE) الطلبة على تطوير بدائل وخيارات ومهارات ليتم الاختيار من بينها.
- تمكن الطلبة من **اتخاذ القرارات والعمل حول القضايا Issues** والمشكلات Problems.
- تستخدم البيئة الواقعية للمدرسة وما حولها كسياق تعليمي - تعلمي.
- تتضمن **توضيح القيم Clarification Of Values** وإيضاحها لدى الأفراد.
- تلهم لزيادة قدرة الطلبة على تحسين وضع البيئة التي يعيشون فيها.

وفي هذا يتبيّن أنّ برامج (STS) توازي وتتمم برامج(EE)، وهما في واقع الأمر لا انفصام بينهما ويصعب الفصل أو التفريق بينهما. وقد أخذت برامج (STS) وهجها وقوتها بخروجها من **إفرازات وعباءة مشروع التوليف / دمج المشاريع Project Synthesis لتضمينها في مناهج التربية العلمية وتدريسها**. وفي هذا يصف مشروع التوليف برامج (STS) مبدئياً بما يأتي:

- تهيئ الطلبة لاستخدام العلم لتحسين حياتهم وبالتالي **التكيف مع العالم التكنولوجي** المستمر باطراد.
- تساعد الطلبة على استخدام العلم للتعامل بمسؤولية مع القضايا Issues ذات المنشأ العلمي والتكنولوجي.
- تزود الطلبة بالخبرات المناسبة فيما يتعلق **بالوظائف أو المهن ذات الصلة** بالعلوم والتكنولوجيا.

وهكذا يتضح أنّ برامج (STS) و(EE) تسيران جنباً إلى جنب وفي الاتجاه نفسه نحو الهدف العام، وتضع قدراً كبيراً على حل المشكلة، وتمكين الطلبة من اتخاذ القرارات وإجراءات العمل، وتطبيق العلم والمعرفة العلمية على قضايا ومشكلات واقعية حقيقية، وكذلك تؤكد الوعي (الوظيفي) المهني، وهي متضمنة ومندمجة معاً في مناهج التربية العلمية وتدريسها. وفي هذا السياق، ثمة **خصائص** عدّة تصف برامج (STS) (hassard, 2004)، وهي:

**أولاً: التوجه نحو المشكلة Problem - Oriented**، تعليم برامج (STS) و(EE) موجهة نحو المشكلات أو القضايا الحقيقية؛ فالطلبة المتعلمون غالباً ما يختارون المشكلة / القضية التي سيقومون باستقصائها أو تحرّيها على عكس ما هو واقع في معظم المدارس التقليدية الاعتيادية. وفي هذا يتضمن التعليم الموجه نحو المشكلة/القضية بُعدين مهمين في التعلم يصفان (STS)، وهما: **التوقع Anticipation والمشاركة Participation**.

**والتوقع Anticipation** في (STS) يتضمن أنّ الطالب سيكون قادراً على تطوير الكفاءة لمواجهة مواقف جديدة؛ والقدرة على التعامل مع المستقبل، والتنبؤ بالأحداث القادمة، وفهم عواقب العمل الحالي والمستقبلي. كما **يتضمن (التوقع) اختراع سيناريوهات المستقبل**، وتطوير مبدأ أن الإنسان وبخاصة المواطن العادي، يمكنه أن يؤثر في الحوادث المستقبلية.

**أما المشاركة Participation** ، فهي الجانب الآخر المتمم للتوقع؛ فالطلبة يجب أن يشاركوا بنشاط بالتعلم مباشرة. وفي هذا فإن علم النفس المعرفي طوّر أفكاراً قوية تقترح أن **المعرفة تُبنى Constructed** (البنائيّة **Constructivism**) من قبل المتعلم (الطالب)، ولا يتم نقلها من المعلم إلى الطالب. وفي هذا يتم التأكيد على **التعليم والتعلم البنائي** حيث تؤكد برامج (STS) المشاركة النشطة للطالب وذلك من خلال تصميم أنشطة واستراتيجيات الاستقصاء العلمي المتضمنة ابتداءً من تحديد المشكلة/ القضية وانتهاء باتخاذ القرار والعمل على حل المشكلة. وهكذا يتعلم الطلبة أن المشكلات والقضايا العالمية التي يعالجونها محلياً، ليس فقط ستكون مشابهة لنظيرتها المشكلات والقضايا العالمية الأخرى التي يواجهها الآخرون فحسب، بل إن **المشكلات المحلية لها مضامين وعواقب عالمية** أيضاً.

**ثانياً: أفكاره وموضوعاته متداخلة ومتعددة الفروع Multidisciplinary** وتتطلب **التفكير المتداخل Interdisciplinary Thinking**. فثمة موضوعات وقضايا وأفكار كثيرة جداً مقترحة من قبل المربين والجمعيات والأشخاص المهتمين لتضمينها في برامج (STS) و (EE) ومن بينها على سبيل المثال: موضوعات الصحة، والغذاء والزراعة، والطاقة، والأرض، والمياه، والموارد المعدنية، والصناعة والتكنولوجيا، والبيئة، وانتقال المعلومات، والأخلاقيات، والمسؤولية الاجتماعية. وهذه الموضوعات والأفكار تقع خارج الفروع العلمية التقليدية في الأحياء، والكيمياء،

والفيزياء، وعلوم الأرض، وبالتالي **تتطلب نظرة متداخلة متعددة الفروع والتفكير المتعدد المتشعب في الفروع المختلفة.**

وفي سياق ذلك، فإن الطلبة الذين يعالجون أي موضوع من الموضوعات الآنفة الذكر، يتطلبهم جمع البيانات / المعلومات من عدّة فروع علمية، وبالتالي وضع الطلبة في المجال أو الفضاء المتعددة الفروع والتفكير. فمحتوى الأحياء تتم رؤيته بمنظور علاقته بالكيمياء إذا ما الطالب استقصى أو تحرّى مشكلات تتعلق بالصحة؛ بيد أنه بالنظر إلى المشكلات، فإنّ الطلبة لن يكونوا مقتصرين فقط على فرع واحد من العلوم؛ فالفلسفة وعلم النفس حيث إن معظم مشكلات وقضايا **(STS)** و**(EE)** **تتضمن الأخلاقيات، والقيم، واتخاذ القرارات**، ستكون مهمة للطالب مثلها مثل علم النفس، والجغرافيا، والتاريخ، وعلم الاجتماع سواء بسواء.

**ثالثاً: ربط العلم بالمجتمع Relating Science To Society**، ثمة ملاحظة عامة في الأدبيات تقول: إن معظم الإصلاحات الكبيرة في منهاج العلوم نظرت إلى **داخل العلم والبحث العلمي** لغرض الإلهام، بينما مناهج **(STS)** و**(EE)** وبرامجها **تنظر إلى الخارج؛ أي من العلم إلى المجتمع** وذلك لمعرفة كيف هو العلم، أو يمكن أن يكون أو يُطبق. **ومعلم (STS) أو مطوّر المناهج ينظر عادة إلى القضايا المهمة أولاً** (من مثل: أمراض الإنسان، ومصادر المياه، والغذاء، والأشجار، والفضلات، والمبيدات الحشرية...الخ)، ثم يساعد الطلبة على استكشاف محتوى العلوم المناسبة ذات الصلة بالقضية أو المشكلة الاجتماعية. وفي هذا المعنى النسبي فإنّ **المحتوى العلمي** لا ينظر إليه منعزلاً كما في تعليم العلوم التقليدي الاعتيادي أو كما هو معروض في الكتب والمراجع، بل يقدم في **سياق حقيقي واقعي ذي صلة بحياة الطالب الشخصية والمجتمع الذي يعيش فيه** على حدّ سواء.

**رابعاً: الوعي العالمي Global Awareness**، يتضمن الوعي العالمي مبدئياً أنّ جميع الأشياء متصلة بعضها ببعض؛ بمعنى أن طبيعة الجو بمكان ما أو فوق مدينة نيويورك مثلاً يمكن أن يؤثر على الأشجار في البرازيل، أو أن إزالة وقطع الأشجار من غابات البرازيل يمكن أن يحدث تغييراً في (المناخ) أو درجة الحرارة في الشرق الأوسط، وهكذا دواليك. وباختصار، فإنّ الوعي العالمي ضمن برامج **(STS)** يرفع الشعار القائل: **اعمل محلياً، وفكّر عالمياً Act Locally, Think Globally** وبخاصة بالعواقب والنتائج المترتبة على أعمالنا. ولعلّ مفهوم **التفكير العالمي** ليس مفهوماً

غريباً عن الطلبة بوجه عام؛ إنه يعني لهم أموراً وأشياء كثيرة لعلّ من بينها ما يأتي:

- تفكير يبيّن كيف أنّ **أعمالنا وأفعالنا تؤثر على العالم**.
- يعني أنّ **العالم يجب أن يتعاون على حل المشكلات** التي نعاني منها اليوم بحيث أن عالم الغد يمكن أن يكون مكاناً أفضل.
- يعني أن نكون **متسقين ومتناغمين مع الثقافات العالمية الأخرى**، حيث إنّ كل مجموعة من المجموعات البشرية لها مشكلات وقضايا خاصة بها.
- التفكير بالعالم ككل، مع ملاحظة بعض الاختلافات هنا وهناك بالطبع وليس الخلافات والانقسامات التي تبعد الدول عن بعضها بعضا.

**خامساً: الصلة بحياة الطالب Relevance**، لعل أفضل طريقة لفهم (STS) هي مقارنة برامج (STS) بالبرامج التقليدية الاعتيادية. فبرامج (STS) موجهة عادة نحو مشكلة أو قضية، بينما برامج العلوم التقليدية تعتمد مبدئياً على المعلومات والمفاهيم في الكتب والمراجع العلمية أو أدلة المناهج. وبرامج (STS) تعتمد على المعلم الذي ينظر إليه **كميسّر Facilitator يعمل على تنظيم بيئة التعلم** حيث ينخرط الطلبة فعلياً بتحديد المشكلة / القضية وحلّها أو معالجتها. وبهذا فإن تعلم (STS) يتعامل كلياً مع المشكلات والقضايا ذات الصلة بحياة الطالب الواقعية وذلك من خلال مشاركة الطالب الفعلية النشطة في استقصاء وتحرّي المشكلات ذات الصلة بعالمه وحياته الشخصية والمجتمعية مع التركيز على المستقبل. وبهذا يصبح الطلبة على وعي بتحمل المسؤولية كمواطنين يحاولون المشاركة في (فهم) وحل المشكلات والقضايا ذات الصلة بحياتهم وحياة المجتمع والتفكير محلياً وإقليمياً وعالمياً على السواء.

**سادساً: أفكار وموضوعات (STS): Themes And Topics Of STS**، في ضوء خصائص مناهج وبرامج (STS)، فإنّه يضم أفكاراً وموضوعات وقضايا ومشكلات ذات صلة بحياة الطالب والمجتمع وذات اهتمام وطني وعالمي على مبدأ (العمل محلياً والتفكير عالمياً). وفي هذا الصدد، حدّد **مشروع التوليف / دمج المشاريع Project Synthesis ثماني قضايا ذات اهتمام وقلق عالمي**، وهي: **الطاقة، والسكان، والهندسة البشرية، ونوعية البيئة، واستخدام الموارد الطبيعية، والدفاع الوطني والفضاء، وسوسيولجية العلم، وآثار التطور التكنولوجي**. وحدّد المؤتمر المتعلق بالعلم والتكنولوجيا والحاجات البشرية في المستقبل الذي عقد في الهند في منتصف

الثمانينيات، حدّد موضوعات وقضايا عالمية متداخلة الفروع والاهتمام العالمي، وتتطلب الطلبة الذهاب وراء العلم ومحتواه التقليدي في الفروع العلمية، وهي: الصحة، والغذاء والزراعة، ومصادر الطاقة، واستخدام الأرض والماء والموارد المعدنية، والبيئة، والصناعة والتكنولوجيا، وانتقال المعلومات والتكنولوجيا، والأخلاقيات والمسؤولية الاجتماعية.

أمّا دراسة بايبي **Bybee** العالميّة في العام 1986، فقد حدّدت اثنتي عشرة قضية ومشكلة عالمية كموضوعات ومجالات مهمة ذات اهتمام وقلق عالمي تتطلب تضمينها في مناهج وبرامج (STS)، وهي: النمو السكاني، والجوع ومصادر الغذاء، وتكنولوجيا الحرب، ونوعية الهواء والجو، والموارد المائية، واستخدام الأرض، ونقص الطاقة، والمواد الخطرة، وصحة الإنسان والمرض، وانقراض النباتات والحيوانات، والموارد المعدنية، والمفاعلات النووية.

وفي هذا كله، يتبيّن أنّ هذه القضايا والمشكلات العريضة مُقلقة وذات اهتمام وقلق بالغ على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية، وبينها قواسم مشتركة وتتقاطع فيما بينها كثيراً، وتضم مجالات (مشكلات) فرعية عديدة تتطلب دراستها وبحثها ومعالجتها في مناهج وبرامج (STS) و (EE) وبالتالي تضمينها في مناهج التربية العلمية وتدريسها في ضوء حركة إصلاح مناهج العلوم وتحقيق أهدافها.

## أهداف (STS)

أيّاً كانت برامج (STS) ومناهجه، فإنّها تتداخل وتتشابك مع (STSE) لتشكل حركة (STSE) أو منحى بخصائص وأهداف وغايات عامّة مرغوبة أو منشودة. وفي هذا السياق، تعتبر الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA) أن تعلم العلوم وفق منظور الحركة ينتج متعلمين لديهم المفاهيم العلمية، وعمليات العلم ومهاراته. كما يؤثر هذا المنحى على القدرات الإبداعية للطلبة، ويحسن من اتجاهاتهم نحو العلوم وبخاصة أنّه يهتم بدراسة العالم الحقيقي وبيئته، والحياة اليومية، وحل المشكلات، ويسعى لإعداد (الطالب) للمستقبل باعتباره عامل تغيير في المجتمع. وهكذا تسعى حركة (STS) لإيجاد المواطن المتعلم القادر على حل مشكلاته، واتخاذ القرارات المدروسة، والتركيز على القضايا البيئية - المجتمعية المعاصرة، وإيجاد (المواطن) المطلع على قوانين المواطنة بحقوقها وواجباتها، وإرساء الثقافة العلمية

والتكنولوجية وتنميتها. ولتحقيق ذلك، فإن **برامج (STS) ومناهجها تتصف** وينبغي أن تتصف (NSTA,1993) بما يأتي:

- تمكن الطالب من تحديد المشكلات ذات الاهتمام أو التأثير المحلي وإثارة دافعيتهم.
- توظيف واستخدام **الموارد (البيئية) المحلية** سواء البشرية منها أم الماديّة التي يمكن أن توظف في حل المشكلات.
- **البحث النشط والمشاركة النشطة** من قبل الطلاب عن المعلومات التي يمكن توظيفها في **حل المشكلات الواقعية Real - Life Problems** الحقيقية.
- التوسع في عملية التعلم، وعدم اقتصارها على غرفة الصف والمدرسة.
- النظر إلى العلوم بأنها أكثر من مجرد مفاهيم أو (محتوى) يتعلمها (أو يحفظها) الطالب لأغراض الامتحانات.
- التركيز على **أثر العلم والتكنولوجيا** على حياة الطلبة كأفراد متعلمين.
- التركيز على **مهارات العمليات Process Skills** التي يمكن أن يستخدمها الطالب في حل المشكلات الشخصية.
- التركيز على **الوعي المهني Career Awareness** وبخاصة المهن المرتبطة بالعلوم والتكنولوجيا.
- تقديم فرص للطالب لاكتساب الخبرة في مجال القوانين والواجبات التي تلزمه (كمواطن) وتهيؤه **لاتخاذ دور المواطن المسؤول** وهم يحاولون حل المشكلات.
- تعرّف الطرق والآليّات التي تجعل من **العلوم والتكنولوجيا عناصر مؤثرة فاعلة** في المستقبل.
- التركيز على **عمليات التعلم ذاتياً Self - Learning Process**.

وفي ضوء ذلك، ترى الجمعية (NSTA) أنّ **(STS)** يهدف إلى **إعداد وإنتاج المواطن المثقف علمياً وتكنولوجياً (تقنياً)**؛ وبالتالي يُتوقع من **الفرد (الطالب) المثقف علمياً وتكنولوجياً أن يتصف** بما يأتي:

1. **توظيف المفاهيم العلمية والتكنولوجية في حل مشكلاته** اليومية، واتخاذ قرارات مسؤولة سواء في عالم العمل أو في حياته العادية، مع إدراك القيمة والقيم المترتبة على ذلك.

2. الانخراط في **الأنشطة الشخصية والمدنية بفاعلية** مع دراسة الخيارات المتاحة.

3. **يدافع عن قراراته وأفعاله** مستخدماً المنطق، والأدلة، والشواهد.

4. يستمتع بدراسة العلوم والتكنولوجيا بما فيهما من إثارة فردية أو جماعية.

5. يظهر حبّ الاستطلاع عن العالم الطبيعي وتقديره.

6. يبدي الاهتمام والفضول حول إنجازات الإنسان، والعلم، لفهم هذا العالم.

7. يوظف استراتيجيات وطرق (شكيّة) حكيمة تتصف بالمنطق في محاولة اكتشاف الكون وقوانينه.

8. **يقدّر البحث العلمي وقيمه وأخلاقياته**، وحل المشكلات تكنولوجيا.

9. يجمع، ويحلّل، ويقيّم مصادر المعرفة العلمية والتكنولوجية، ويستخدمها في حل المشكلات واتخاذ القرارات.

10. يميّز بين **الأدلة والشواهد العلمية والآراء الشخصية والمعلومات الحقيقية** وغير الحقيقية.

11. يظل **منفتح العقل في ضوء الأدلة والشواهد** العلمية الجديدة، ومرونة التعامل مع المعرفة العلمية والتكنولوجية وتغيراتها أو تعديلها.

12. يدرك أنّ **العلم والتكنولوجيا يمثلان مسعىً إنسانياً**.

13. يقدر، ويزن بين فوائد (ومثالب) التطور العلمي والتكنولوجي وتبعاته.

14. يتعرف نقاط القوة والضعف في العلم والتكنولوجيا في تحقيق رفاهية الإنسان.

15. يحلّل **التفاعل بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع**.

16. يربط العلم والتكنولوجيا مع المساعي الإنسانية الأخرى من مثل: الرياضيات، والتاريخ، والفنون، والإنسانيات.

17. يضع في اعتباره **الأبعاد السياسية، والاقتصادية، والأخلاقية** لكل من القضايا الشخصية والعالمية ذات الصلة بالعلوم والتكنولوجيا.

18. يقدّم تفسيراً للظواهر الطبيعية التي قد يختبر صدقها ومصداقيتها.

ولتحقيق ذلك، فإنّه يتطلب **(STS) إعادة التفكير والبناء والمراجعة** للمواد من مثل: المنهاج، والكتب المرجعية، وأدوات واستراتيجيات التعليم المستخدمة في تدريس

العلوم. كما يتطلب (STS) إعادة مواءمة الأهداف والغايات وتخصيص المصادر، وإعادة التعليم على جميع المستويات التربوية المختلفة من صانعي السياسات إلى المعلمين والآباء. ومثل هذا الإصلاح متطلب ضروري وأساسي سابق لتحقيق الأهداف والغايات من (STS) وبرامجه؛ إذ إن (STS) يعني (ويتطلب) **مشاركة الطلبة المتعلمين في الخبرات Experiences والقضايا Issues** ذات الارتباط المباشر بحياتهم؛ ويعمل (STS) على تمكين الطلبة بالمهارات Skills التي تجعلهم مواطنين نشيطين ومسؤولين من خلال استجاباتهم للقضايا التي تؤثر في حياتهم. كما أن خبرات التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها من خلال استراتيجية (STS) تعمل على إعداد (إنتاج) المواطن المثقف علمياً وتكنولوجياً وبالتالي القادر على اتخاذ **القرارات المسؤولة من المنظور الشخصي - الاجتماعي** وذلك من خلال توكيد وتحقيق أهداف (STS) الآتية:

1. **تدريس العلوم من خلال سياق (STS)** يحسّن اتجاهات ومواقف الطلبة نحو العلم وبالتالي (فهم) **الأفكار العلمية المتطورة.**
2. التعليم من خلال سياق (STS) يقلل من الفروق الجنسية (الجندر) بين الذكور والإناث في المواقف والاتجاهات الإيجابية نحو العلم.
3. يصبح **العلم أكثر معنى وفائدة للطالب (المتعلم)** عندما يوضع في سياق كيف يؤثر العلم في التكنولوجيا، وكيف توجه التكنولوجيا المجتمع.
4. تعليم العلوم باستخدام منحى (STS)، يعني أن معلمي العلوم يطبقون مناهج العلوم وبرامجها التي تعتمد تبعاً لأبعادهم الاجتماعية.
5. تعليم العلوم في سياق (STS) يحمل صور المعرفة بنيّة اجتماعية، فعلى الرغم أنها تؤكد الحقائق الأساسية والمهارات ومفاهيم العلم التقليدية، إلاّ أنها تعمل على **تكامل (ودمج) المحتوى العلمي** Science Content **مع السياقات الاجتماعية والتكنولوجية** بحيث يكون لها (معنى) لدى الطالب المتعلم في ضوء برامجه ومجالاته وموضوعاته.

## مجالات وموضوعات (STS)

تتطلب مناهج وبرامج (STS) إعادة النظر والتفكير في المواد التعليمية، والمقررات والموضوعات الدراسية، والوسائل التعليمية السمعية والبصرية والتكنولوجية، وبالتالي إعادة النظر في أهداف وغايات تدريس العلوم وفي التربية

والتعليم بشكل عام والسياسات التربوية وإعداد المعلمين ومعلمي العلوم بشكل خاص؛ إذ إن الخبرات العلمية التي يقدمها (STS) يُتوقع أن توجد الإنسان المثقف علمياً وتكنولوجياً والقادر على التكيف والتأقلم مع حياة القرن الحادي والعشرين.

وفي سياق هذا، يصبح (STS) ببرامجه ومناهجه من الحركات والمناحي الأكثر شيوعاً وثورية في مجال إصلاح مناهج التربية العلمية وتدريس العلوم. وفي هذا عقد (yager And Roy, 1993) المقارنات التالية بين **برامج ومقرّرات (STS) ونظيرتها التقليدية الاعتيادية** على مبدأ (**الضدّ يظهر حسنه الضد**)، وهي:

1. **تهتم برامج (STS) المثالية بتعريف وتحديد المشكلات** التي لها أثر أو اهتمام محلي بينما في البرامج التقليدية تكون مسحاً لمعظم المفاهيم الموجودة في المقررات المدرسية.

2. **توظيف المواد المحلية** (البشرية والمادية) لحل المشكلات في برامج (STS)، بينما توظف المختبرات والأنشطة المقترحة في الكتب وفي أدلة المختبر العملية في البرامج التقليدية.

3. يبحث الطلبة عن **المعرفة لتوظيفها** في برامج (STS) ومقرراتها، بينما يتمثل (يتعلم) الطلبة المعرفة العلمية من المعلم والكتب المقرّرة في البرامج التقليدية الاعتيادية.

4. تركز برامج (STS) على **الفضول وحبّ الاستطلاع** لدى الطلبة، مقابل التركيز على المعرفة العلمية وأهمية إتقانها في البرامج التقليدية.

5. تؤكد برامج (STS) على **عمليات العلم ومهاراته** التي تعتبر أدوات للعالم وعملياته، بينما يطبق العمليات والمهارات الأساسية، مع ضعف الاهتمام بالجانب التقويمي في البرامج التقليدية في هذا المجال.

6. تركز برامج (STS) على **الوعي المهني في مجال العلوم والتكنولوجيا**، بينما يكون الاهتمام قليلاً في هذا المجال في البرامج التقليدية.

7. **يزيد وعي الطلبة في التعامل مع قضايا المجتمع ومشكلاته** في برامج (STS)، بينما يتم التركيز على المشكلات التي يزودهم بها المعلم في البرامج التقليدية.

8. **العلوم خبرة مُمتعة للطلبة** في برامج (STS)، بينما ينظر إلى العلم على أساس أنه جسم معرفي مطلوب اكتسابه وتعلمه وحفظه في البرامج التقليدية.

9. يتعلم الطلبة **العلوم في سياق اجتماعي** بحيث يكون لها معنى اجتماعياً في برامج (STS)، مقابل تعلم العلوم في الصف كجزء من منهاج العلوم المدرسي في البرامج التقليدية.

10. **العلوم تركز على المستقبل** في برامج (STS)، مقابل تركيز العلوم على ما تم معرفته في الماضي في البرامج التقليدية.

11. يصبح الطلبة **واعين ومدركين لمسؤولياتهم (كمواطنين)** في معالجتهم للقضايا الاجتماعية التي يدرسونها في برامج (STS)، مقابل تركيز الطلاب على المشكلات التي يحدّدها لهم المعلم في البرامج التقليدية الاعتيادية.

وفي السياق، يُنظر إلى برامج (STS) وتقييمها في ضوء تصنيف يوسّع مجالات أهداف تدريس العلوم إلى خمسة مجالات بدلاً من النظرة الأحادية للبنية (المحتوى والعمليات) في برامج العلوم العادية المتمثلة في كتب العلوم وأدلتها. وفي هذا تركز برامج (STS) وموضوعاتها على خمسة مجالات لخصها (Yager and McCormack, 1989)، وهي: المفاهيم، والعمليات، والتطبيقات، والإبداع، والاتجاهات. وفي هذا يتميز الطلبة الذين يدرسون مقررات (STS) وبرامجها عن نظرائهم الطلبة الذين يدرسون البرامج والمناهج التقليدية الاعتيادية في المجالات الخمسة على النحو الآتي:

### 1. المفاهيم: Concepts

أ. يجد الطلبة في برامج (STS) أنها **مفيدة في حياتهم**، بينما يتعلم الطلبة المفاهيم في البرامج التقليدية ليتم اختبارهم فيها.

ب. ينظر الطلبة إلى المفاهيم على أنها **مهمة اجتماعياً للتفاعل مع المشكلات** في برامج (STS)، بينما ينظر الطلبة إلى المفاهيم في البرامج التقليدية على أنها تتكون نتيجة عملية التعلم.

جـ. تعلم المفاهيم يتم بفاعلية، ويتم **تعلم الطلبة بالخبرة والأنشطة** وليس للمفاهيم ذاتها في برامج (STS)، بينما يكون التركيز في صف العلوم التقليدي على مفاهيم يتعلمها الطلبة.

د. يحتفظ الطلبة بالمفاهيم التي يتعلمونها بالخبرة ويوظفونها في أوضاع مشابهة جديدة في برامج (STS)، مقابل الطلبة الذين يحتفظون بالمفاهيم لمدة قليلة، وبالتالي نادراً ما يتم توظيفها في البرامج التقليدية.

**2. العمليات: Process**

أ. عمليات العلم **مهارات عقلية يستخدمها الطالب بنفسه** في برامج (STS)، مقابل عمليات العلم كمهارات مقتصرة على العلماء.

ب. يشعر الطلبة أنّ عمليات العلم أساسية وضرورية لهم (للتعلم والتطوير) حاضراً ومستقبلاً في برامج (STS)، بينما يشعر طلبة المناهج الاعتيادية بأنها متطلب في الكتب ليس إلاّ.

جـ. يدرك الطلبة في برامج (STS) **العلاقة بين عمليات العلم وأثرها على الجانب التطبيقي في الحياة**، بينما يركز المعلم على العمليات لأنها متطلب دراسي في البرامج الأخرى.

د. ينظر الطلبة في برامج (STS) إلى العمليات كجزء حيوي فيما يعملون ويقومون به في صفوف العلوم، بينما ينظر الطلبة إلى البرامج الأخرى على أنها مجرّدة ومهارات غير قابلة لتعلمها أو تحصيلها.

**3. التطبيقات: Applications**

أ. يستطيع الطلبة إدراك أهمية العلوم في حياتهم اليومية في برامج (STS)، بينما لا يرى الطلبة قيمة لتوظيف العلوم التي تدرس في غرفة الصف في البرامج التقليدية.

ب. ينخرط الطلاب في **حل القضايا الاجتماعية** في برامج (STS)، مقابل أن الطلبة لا يرون قيمة للعلوم في حل المشكلات الاجتماعية في البرامج الأخرى.

حـ. **يبحث الطلاب عن المعلومات ويطبقونها** في برامج (STS)، بينما يحفظ ويستذكر الطلاب المعلومات التي يدرسونها في البرامج العادية الأخرى.

د. ينهمك الطلاب في **التطورات التكنولوجية**، ويرون من خلالها أهمية المفاهيم العلمية في برامج (STS)، بينما لا يرى الطلاب علاقة بين دراسة العلوم والتكنولوجيا في البرامج والمناهج التقليدية الأخرى.

### 4. الإبداع: Creativity

أ. يطرح الطلبة في برامج (STS) الكثير من **الأسئلة الإبداعية** التي بدورها تقود إلى تطوير الأنشطة وتنفيذها، بينما يطرح الطلبة في البرامج الأخرى أسئلة (تقليدية) قليلة.

ب. يطرح الطلبة في برامج (STS) أسئلة ذات اهتمام ذاتي لهم، ولزملائهم الآخرين، ولمعلميهم أيضاً، بينما نادراً ما يطرح الطلبة أسئلة (مثيرة) بحثية في البرامج الأخرى.

جـ. يتميز الطلبة بالمهارة في التعرف على **أسباب الظاهرة والآثار المترتبة في برامج (STS)**، بينما الطلبة الذين يدرسون البرامج العادية التقليدية قلّما يدركون أسباب الظاهرة وآثارها.

### 5. الاتجاهات: Attitudes

أ. يزداد اهتمام الطلاب من صف إلى صف في مقرّرات خاصة في برامج (STS)، بينما يضعف اهتمام الطلاب صفاً بعد صف بناء على نتائج تقييمات العلوم (الثالثة والرابعة والخامسة) التي أجرتها **الجمعية الوطنية لتقييم التقدم التربوي** National Assessment Of **Educational Progress (NAEP)** للبرامج الاعتيادية التقليدية.

ب. يصبح الطلبة أكثر فضولاً عن العالم المادي في برامج (STS)، بينما تتناقص لدى الطلبة الذين يدرسون البرامج الأخرى.

ب. ينظر طلبة برامج (STS) إلى **معلم العلوم كميسّر أو مرشد للعملية التعليمية**، بينما يرى طلبة البرامج الأخرى المعلم كمصدر للمعرفة.

د. يرى طلبة برامج (STS) **العلوم كطريقة للتعامل مع المشكلات**، بينما يرى طلبة البرامج العادية العلوم كمعلومات ينبغي تعلمها.

هـ. **تتطور الاتجاهات وتنمو لدى طلبة برامج (STS)**، بينما تضعف لدى الطلبة الذين يدرسون البرامج (التقليدية) العادية.

أمّا بالنسبة إلى برامج ومجالات وموضوعات وأفكار (STS) ذات الصلة، يقترح ياجر (yager, 1988) في هذا الصدد سبعة معايير أو خطوات يجب أن تتوافر في برامج (STS) ومناهجه (فلسفة، وتصميماً، وتنفيذاً)، وهي:

- إظهار (المنهاج) العلاقة بين العلوم والتكنولوجيا وتطور المعرفة العلمية وآثارها على المجتمع.
- إدراك العلاقة والتداخل والتشابك بين **العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع.**
- إيجاد الأفراد (الطلبة) المتعلمين الذين يفهمون ذواتهم ودورهم في المجتمع.
- إبراز التصوّرات **ووجهات النظر حول قضايا المجتمع ومشكلاته.**
- توسيع آفاق الطالب (المتعلم)، وعدم اقتصاره على تخصص محدد في العلوم.
- تشجيع الطلبة على الانخراط في **حل المشكلات وصنع القرارات.**
- تشجيع **التعلم الذاتي في العلوم، وتعزيز القيم الاجتماعية.**

وبالإضافة إلى ما سبق، ترى **الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA, 1993)** أن **تتصف برامج (STS) وموضوعاتها ومجالاتها وأفكارها بالصفات الآتية:**

1. يجب أن تتبع القضايا والمشكلات المدروسة (المبحوثة) التي يحدّدها أو يقترحها الطلبة، من خلال الاهتمام بها والأثر المحلي لها.
2. استخدام المصادر المحلية البشرية والمادية لتحديد المعلومات التي يمكن أن تستخدم في حل - المشكلات.
3. **مشاركة نشطة وفاعلة من الطلبة في البحث عن المعومات** التي يمكن أن تطبق على القضايا والمشكلات الحقيقية الواقعية في الحياة.
4. امتداد التعلم خارج الصف (أو المختبر) وأسوار المدرسة وحدودها.
5. التركيز على **أثر العلم والتكنولوجيا في الفرد** المتعلم (المواطن) نفسه.
6. ملاحظة أن المعرفة العلمية (**المحتوى العلمي**) هي أكثر منه مفاهيم علمية تقدم إلى الطلبة لتعلمها أو استذكارها في الاختبارات.
7. التركيز على مهارات عمليات العلم التي يمكن للطلبة استخدامها وتطبيقها في حل قضاياهم ومشكلاتهم.
8. التوكيد على **الوعي الوظيفي - المهني للطالب** وبخاصة تلك التي لها علاقة بالعلم والتكنولوجيا.
9. تهيئة الفرص أمام الطلبة **لمعايشة دور المواطنة** وهم يحاولون حل القضايا والمشكلات التي يحدّدونها أو يقترحونها هم أنفسهم.

10. **تحديد آثار العلم والتكنولوجيا في مناحي الحياة المختلفة** التي يحتمل أو يمكن أن يؤثرا فيها حاضراً ومستقبلاً.

11. **استقلال الطالب استقلالاً ذاتياً في عملية التعلم والتعليم** كلما تم تحديد قضية فردية شخصية.

وفي هذا السياق، تم عزل العلوم البحتة Pure Science وإدماجها في برامج تعليم العلوم في التكنولوجيا والمضامين الاجتماعية للعلم. كما تم الاعتماد على برامج ومقررات وموضوعات تشجع الطلبة على استقصاء وبحث قضايا محلية ووطنية من مثل: الطاقة، والتربة، والمحافظة على المياه. وتم التوكيد على قيام الطلاب بحل المشكلات ذات العلاقة بالعلم والتكنولوجيا والمجتمع. كما يمكن أن تركز على مجالات وموضوعات أخرى من مثل: الانفجار السكاني، والنفايات النووية، والكائنات الحية التي يمكن أو في طريقها للانقراض، وأن تشجع (البرامج) الطلاب **لاختيار عمل (وظائف) أو مهن في العلوم والتكنولوجيا**. كما يمكن للطلاب أن يبحثوا القضايا العلمية ذات العلاقة (والمضامين) الاجتماعية، والاقتصادية، والقانونية، والسياسية حيث يمكن أن يكون لهم دور في اتخاذ القرارات والتطبيقات للاكتشافات العلمية. وفي هذا ظهرت في التسعينيات برامج علوم وطنية عديدة اندرجت تحت مسميات وسياق(**STS**) كما في على سبيل المثال لا الحصر:

- **الكيمياء في المجتمع (الكيمياء والمجتمع) Chemistry In The Community** وهي طبعة ثانية وضعته جمعية الكيميائيين لمساعدة الطلاب على تعلم الكيمياء من جهة، وإبراز أثر الكيمياء في المجتمع من جهة ثانية.
- **فهم الكيمياء التربوية Chemical Education Understanding** وهي موجهة للطلبة في المرحلة المتوسطة، وتركز على منحى العلم والمجتمع (**STS**) من مثل: التسمّم toxicity، والحلول البيئية في المنزل، والمياه الأرضية، والكيماويات وأثرها في الناس والبيئة.

وفي هذا كله، **يصبح (STS) من أوسع المناهج والبرامج انتشاراً في مناهج التربية العلمية وتدريسها** في الولايات المتحدة الأمريكية وفي المرحلة الثانوية بشكل خاص. وقد أحدث ذلك انعكاسات على مناهج العلوم وبرامجها في دول عالمية أخرى، كما انعكست تأثيراته على مناهج العلوم المحلية في حركة إصلاح المناهج في التسعينيات حيث وردت في المناهج تحت مسمّيات مختلفة من بينها: الأنشطة

العلمية، والبحث، والعلم والمجتمع. هذا، واتخذ **(STS)** وحركته الإصلاحية في تدريس العلوم عالمياً ثلاثة مجالات رئيسة تم التعبير عنها مبدئياً بالتربية التكنولوجية، والتربية القائمة على منحى **(STS)**، والتربية البيئية **(EE)**.

وفي سياق الموضوعات والقضايا والمشكلات البيئية التي تتعامل معها برامج **(STS)** وتحاول معالجتها، ثمة **خمس مشكلات عالمية عرفت المشكلات الخمس بـ Problems (P's)** حيث تبدأ بالحرف **(p)**، وهي:

1. **الانفجار السكاني Population Explosion**.
2. **التلوث Pollution**.
3. **استخدام المبيدات الكيميائية Pesticides**.
4. **الفقر Poverty**.
5. **انتشار الأسلحة النووية Proliferation Of Nuclear Weapons**.

وفي دراسة عالمية مشهورة قام بها بايبي وماو Bybee and Mau في منتصف الثمانينيات عام 1986 لتقصّي **القضايا والمشكلات العالمية** ذات الصلة بموضوعات ومجالات وأفكار العلم والتكنولوجيا والمجتمع **(STS)** حيث تم تطبيق أداة (استبيان) **Questionnaire** على (262) مبحوثاً متخصصاً بالتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها، أفرزت الدراسة **اثنتي عشرة قضية عالمية وأخرى فرعية وثيقة الصلة بمناهج وبرامج (STS) ومجالاته وموضوعاته وأفكاره**، وتستحق تضمينها في مناهج التربية العلمية والعلوم، وهي:

1. **الجوع ومصادر الغذاء في العالم World Huger And Food Resourses**، وتضم: ضعف إنتاج الغذاء، وإهمال الزراعة، وكيفية المحافظة على المحاصيل الزراعية، وتلوث الغذاء.
2. **النمو (الانفجار) السكاني Population (Explosion) Growth**، وتضم: استهلاك الغذاء، والزيادة السكانية، والهجرة من الريف إلى المدن، وطاقة الحمل والاستيعاب للمساحة المتاحة ومشكلات التكدس.
3. **نوعية الهواء والغلاف الجوي Air Quality And Atmosphere**، وتضم: المطر الحمضي، وزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون، والدفء العالمي، وتدهور طبقة الأوزون، والدخان، والضبخن، والضوضاء.

4. **صحة الإنسان والمرض Human Health And Disease**، وتضم: الوقاية من الأمراض المعدية وغير المعدية، وأمراض العصر، وأمراض سوء (التغذية) واللياقة الجسمية والصحية، واللياقة العقلية والنفسية.

5. **نقص الطاقة Energy Shortages**، وتضم: ترشيد استهلاك الطاقة، وإنتاج البترول والوقود الأحفوري، وإنتاج الوقود التخليقي، واستغلال الطاقة الشمسية، واستغلال مصادر أخرى للطاقة الطبيعية من مثل: الرياح، والمدّ والجزر، والينابيع الحارة.

6. **استخدام (استنفاد) الأرض Land Use**، وتضم: تآكل التربة، والتصحر، وإزالة الغابات، واستعادة الأرض من البحار والبحيرات، ونمو المدن، وفقدان الحياة البرية، وتلوث التربة بالمبيدات والسموم.

7. **المواد الخطرة Hazardous Substances**، وتضم: النفايات، والمواد الكيميائية السامة المتداولة، والأصباغ التي تحتوي على الرصاص.

8. **المصادر المعدنية Mineral Resources**، وتضم: التعدين الجائر، وتكنولوجيا التعدين الحديث، وقاع البحر كمصادر للمعادن، والتعامل مع الخامات المنخفضة الجودة، وإعادة دورة المصنوعات المعدنية.

9. **المفاعلات النووية Nuclear Reactors**، وتضم: التحكم في النفايات النووية، وشروط الأمان، وتكاليف الإنشاء، والتحكم في طاقة الاندماج النووي، والتلوث الإشعاعي.

10. **الانقراض - انقراض النباتات والحيوانات Extinction Of Plants And Animals**، وتضم: اختلال التباين الجيني، واختلال التوازن الطبيعي.

11. **تكنولوجيا الحرب War Technology**، وتضم: التسلح النووي، والأسلحة الكيميائية، والأسلحة البيولوجية، والتخزين والنقل.

12. **المصادر المائية Water Resources**، وتضم: تلوث المياه السطحية والتخلص من النفايات، والمخزون المائي من حيث تكوينه والمحافظة عليه، وتوزيع (ترشيد) المياه في المجتمع، وتلوث المياه الأرضية، والتلوث بالأسمدة ومبيدات الآفات، والتلوث الحراري.

وفي **دراسة تحليليّة** قامت بها روزنثول Rosenthal عام 1983 **لتحليل أدبيّات العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)** المنشورة بين الأعوام (1962-1981)، تم

اقتراح بعض المجالات والموضوعات والمفاهيم لتضمينها في برامج **(STS)** ومناهج العلوم كما في: الاستنساخ Cloning، وأطفال الأنابيب، والأمهات (الأرحام) المستعارة، والأجنة المجمدة، ومشكلات الاستهلاك - المستهلك، وتحسين النسل، والقتل الرحيم، والهندسة الوراثية، والإيدز AIDS، والتطور، والأخلاقيات الحيوية Bioethics، والوراثة البشرية، وتاريخ العلم، والعلم الاجتماعي، وتنظيم الحمل، ونقل وزراعة الأعضاء، وإعادة تركيب DNA، والفقر، والبطالة، والزراعة، والصناعة، والتكنولوجيا. ولعلّ هذا كله تتم **معالجته من منظور التطور التاريخي - الاجتماعي للعلم، وطبيعة العلم الحديث، والعلاقات الاجتماعية - الثقافية للعلم، والمسؤوليات الاجتماعية في العلم، والتداخل والتفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)** وفقاً لظروف البيئة المحلية والمجتمع وثقافته.

وبيّنت الدراسة في بعض نتائجها في ضوء تحليل (227) بحثاً ومقالة علمية متعلقة بالعلم والمجتمع، أن نسبة البحوث أو المقالات المخصّصة حول (**العلم والمجتمع**) كانت 1.2% (1962-1966) و 2.9% (1967-1971) و 4.5% (1972-1976) و 2.4% (1977-1981). ولعلّ الارتفاع النسبي (4.5%) يرجع في جزء منه إلى حركة **(EE)** التي ظهرت في أواخر الستينيات والسبعينيات؛ ممّا أعطى مؤشراً، وبالتالي زخماً ودفعة لظهور حركة ومنحى **(STS)** ببرامجه ومناهجه وموضوعاته المختلفة لإصلاح مناهج العلوم وتدريسها.

وفي الاتجاه نفسه، حدّد مشروع التجميع (دمج المشاريع) **Project Synthesis ثمانية مجالات رئيسية مركزية لبرامج (STS) ومناهجها**، وهي:

1. **الطاقة Energy.**
2. **السكان Population.**
3. **الهندسة الوراثية البشرية Human Genetic Engineering.**
4. **نوعية البيئة Environmental Quality.**
5. **استخدام المصادر الطبيعية Use Of Natural Resources.**
6. **الدفاع القومي والفضاء National Defense And Space.**
7. **سوسيولجية العلم Sociology Of Science.**
8. **آثار التطوير التكنولوجي Effects Of Technological Development.**

وثمة مجالات عالمية أخرى وموضوعات متداخلة الفروع **Interdisciplinary Topics** حدّدها المؤتمر العالمي المنعقد في الهند عام 1985 لتضمينها في مناهج العلوم وبرامج **(STS)** وأفكاره مما يتطلب الطلبة الذهاب وراء العلم ومحتواه التقليدي في الفروع العلمية التقليدية الاعتيادية، وهي:

- الصحة **Health**.
- الغذاء والزراعة **Food And Agriculture**.
- مصادر الطاقة **Energy Resources**.
- استخدام الأرض والماء والمصادر المعدنية **Use Of Land, Water, And Mineral Resources**.
- البيئة **Environment**.
- الصناعة والتكنولوجيا **Industry And Technology**.
- نقل المعلومات والتكنولوجيا **Information Transfer And Technology**.
- الأخلاقيات والمسؤولية الاجتماعية **Ethics And Social Responsibility**.

وفي دراسة (chiang - Soong, 1993) المتعلقة بتحليل أحد عشر كتاباً ومرجعاً في تعليم العلوم (أربعة كتب علوم عامة، وثلاثة كتب أحياء، وكتابان في الكيمياء، وكتابان في الفيزياء بطبعات بين 1981-1986) **لتقصّي مدى تضمين مجالات وموضوعات وأفكار (STS) في هذه الكتب والمراجع**، بينت نتائج الدراسة أنّ النسب العامة المخصّصة لموضوعات **(STS)** كانت على الترتيب: العلوم العامة للصفوف 7-9 (7.45%)، والأحياء للصفوف 10-12 (5.09%)، والكيمياء للصفوف 10-12 (1.28%)، والفيزياء للصفوف 10-12 (0.95%). وهذه النتائج تشير إلى أن كتب العلوم الرئيسة تتضمن نسباً قليلة من موضوعات **(STS)**، وبالتالي ليست فاعلة في معالجتها لموضوعات **(STS)**. كما أظهرت النتائج أنه كلما زاد مستوى الصف التعليمي، فإن نسبة الصفحات التي تتناول **(STS)** تنخفض أو تتقلص عكس توصيات دراسات سابقة؛ وربما هذا ناتج عن زيادة محتويات الكتاب المتعلقة بالحقائق والمعلومات (على حساب (STS)) كلما زاد المستوى الصفي التعليمي. هذا مع العلم أنه لم يتم فحص نوعية **(STS)** في الكتب والمراجع المذكورة؛ مما يتطلب في التحليل الأخير **تحسين كتب العلوم ومراجعها في موضوعات (STS)** لمواجهة

معاييرها وتلبية مواصفاتها وتحقيق أهدافها وغاياتها في ضوء العلاقة التفاعلية بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع، والبيئة (STSE).

وفي دراسة أخرى (Aikenhead And Ryan, 1993) تم فيها استطلاع وتقييم آراء وتصوّرات خريجي المدرسة الثانوية في كندا **لموضوعات العلاقة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع** (ن=2330) في ثمانية مجالات رئيسة أخرى، هي: تعريفات العلم والتكنولوجيا، وأثر المجتمع على العلم والتكنولوجيا، وأثر العلم والتكنولوجيا على المجتمع، وأثر علوم المدرسة على المجتمع، وخصائص العلماء، والبناء الاجتماعي للمعرفة العلمية، والبناء الاجتماعي للتكنولوجيا، وطبيعة المعرفة العلمية. وقد غطت هذه المجالات الثمانية وبنودها الفرعية (كأداة بحث - استبيان) مئة وأربعة عشر (114) بنداً. وأظهرت الدراسة في بعض نتائجها نتائج غير مشجعة عبّر عنها خريجو الثانوية؛ إذ إنهم يرون أنّ **العلم بناء معرفي** وبالتالي لديهم **صعوبة لعمل تصوّر حقيقي لطبيعة العلم**، ويميلون لإعطاء فكرة قديمة عن العلاقة بين العلم والمجتمع (التكنولوجيا هي تطبيق العلم)، كما أن هناك صورة معينة لديهم لفهم الصورة الحقيقية للملاحظة العلمية، والنماذج، والفرضيات، والقوانين، والنظريات، والافتراضات، والقواعد الأساسية للعلم، **ويمتلكون ثقافة علمية متدنية** وبخاصة تلك المتعلقة **بالقضايا الاجتماعية المرتبطة بالعلم**، وثمة صعوبات لدى الطلبة لمناقشة القضايا المتعلقة بالتكنولوجيا الحديثة (مثل الصواريخ النووية)، ذلك لأن الأفكار التي يمتلكونها مرتبطة بالتكنولوجيا التقليدية.

وعلى المستوى المحلي، ثمة **مفاهيم بيولوجية ذات مضامين علمية اجتماعية تكنولوجية** أخذت طريقها في مناهج العلوم والكتب المنهجية وبرامج **(STS)**، ومن هذه المفاهيم على سبيل المثال: **الهندسة الوراثية Genetic Engineering**، والجينات، وأطفال الأنابيب، والاستنساخ Cloning، والأجنة المجمدة، والغذاء والتغذية، والصحة والمرض، وزراعة الأعضاء، وزراعة الجينات، والاستشارات الوراثية العائلية، والأمهات (الأرحام) المستعارة، والتبرع بالأعضاء البشرية، وصحة الإنسان، والزراعة، والسرطان، **والخلايا الجذعية Stem Cells**، والتقنيات الحيوية Biotechnology. هذا بالإضافة إلى أنّ ثمة قضايا ومشكلات بيئية أخرى محلية وعالمية تتداخل وتتكامل في برامج **(STS)** و **(STSE)** وتتطلب تضمينها في مناهجها وموضوعاتها وأفكارها كما في:

- الفقر والجوع العالمي.
- البطالة والتشرد.
- نواتج احتراق الوقود من وسائل المواصلات والنقل والمصانع.
- استعمال الأراضي للمشروعات البنائية والصناعية.
- الأمراض الناتجة أو المرتبطة بالصناعة (مثل: التسمم، والربو، وبعض أنواع السرطان).
- **تلوث المياه بالملوثات العضوية وغير العضوية.**
- **استنزاف مصادر المياه.**
- خطر الحروب وآثارها على البيئة.
- الهجرة نحو المدن والعواصم الكبيرة.
- **تغيّر المناخ (ارتفاع درجة حرارة الأرض) Climate Change.**
- فقدان جزء كبير من مياه الأمطار لعدم وجود السدود الكافية.
- المياه العادمة من المصانع.
- الضباب الدخاني وما يسببه من أمراض القلب والعيون والجهاز التنفسي.
- التسلح بأسلحة الدمار الشامل.
- استخدام المبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب.

وفي ضوء ما سبق، فإنّ هذه القضايا والمشكلات والموضوعات والمفاهيم الكبرى والأفكار تصلح وتستحق معالجتها وتضمينها في مناهج التربية العلمية وتعليمها وتعلمها في برامج **(STS)** وتداخلها وتكاملها مع **(STSE)** انسجاماً مع حركات إصلاح مناهج العلوم وتوجهاتها العالمية المعاصرة.

## تعليم (STS)

يرد في أدبيّات البحث Research أنّ ثمة أربعة جوانب أساسية أو خصائص لبرامج تعليم **(STS)** تتعلق بتعلم الطالب وتتطلب أخذها بعين الاعتبار (Aikenhead, 1994) في تعليم **(STS)**، وهي:

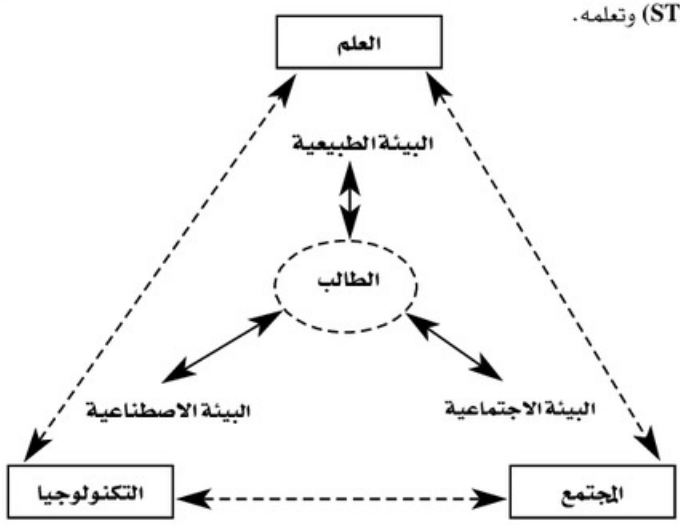
**الأول: الوظيفة Function**، وتتعلق **بالأهداف والغايات لتعليم العلوم** من خلال برامج **(STS)** كما في: المعرفة، والمهارات، والقيم، والاتجاهات من المنظور الشخصي - الاجتماعي.

**الثاني: المحتوى Content**، ويتعلق بالمحتوى (المادة التعليمية) الذي ينبغي تعليمه في برامج **(STS)** بنوعية: المحتوى العلمي science Content ومحتوى **(STS)**.

**الثالث: البنية التكاملية Integrated Structure**، وتتعلق بكيفية دمج وتكامل المحتوى العلمي ومحتوى **(STS)**.

**الرابع: التسلسل والتتابع Sequence**، ويتعلق بتصميم تدريس علوم **(STS)** حيث يفترض أن يبدأ تعليم **(STS)** من **عالم المجتمع وقضاياه ومشكلاته** وذلك بطرح سؤال أو مشكلة ذات صبغة مجتمعية تهم وتثير اهتمام الطالب من المنظور الشخصي والاجتماعي، ومن ثم حفزه للانخراط والانهماك بدروس **(STS)** وموضوعاته.

ومن الناحيتين **الوظيفية والتطبيقية**، فإنّ المبدأ الأساسي في تعليم وتعلم **(STS)** أنه **موجه نحو الطالب Student - Oriented** وبالتالي يتمركز حول اهتمامات الطالب Student - Centered. والشكل (1) يبيّن جوهر وأساس تعليم **(STS)** وتعلمه.




الشكل (1): جوهر تعليم **(STS)**

يلاحظ من الشكل (1) أنّ الطالب The Student المركز (في المنتصف) في حركة ومنحى وتوجه **(STS)**، وهو يكامل فهم شخصيته بين البيئات الثلاث، وهي:

- **بيئة الطالب، وتعنى بدراسة العالم الطبيعي Natural World.**
- **بيئة التكنولوجيا، وتعنى بدراسة وبناء وتكوين العالم الاصطناعي Artificially Constructed Environment.**
- **بيئة المجتمع، وتعنى بدراسة البيئة الاجتماعية Social Environment.**

وفي سياق هذا، يتبيّن أن الطلبة يحاولون جاهدين ويكافحون لفهم خبراتهم الحياتية اليومية. ولتحقيق ذلك مبدئياً، فإنهم يعملون معنىً من بيئتهم الاجتماعية، ومن البيئة الاصطناعية، وبيئتهم الطبيعية. ولعلّ **عمل المعنى Sense - Making** واضح في الشكل (1) من خلال الأسهم المتصلة، وفي الوقت نفسه يربط الطالب بكل من هذه البيئات الثلاث. وفي هذا فإن دراسة العالم الطبيعي Natural World هو ما ندعوه **بالعلم Science**، ودراسة العالم الاصطناعي Artificially Constructed Society يسمّى **التكنولوجيا Technology**، والمجتمع هو البيئة المجتمعية **(أو بيئة المجتمع)**. وتعليم العلوم من خلال **(STS)** يشير إلى التعليم حول العالم الطبيعي بطريقة تتضمن العلم في البيئة التكنولوجية والمجتمعية للطالب. وهذه الوظيفة واضحة في الخطوط المتقطعة في الشكل (1). وهذه الخطوط المتقطعة تحاول تركيب أو بناء بيداغوجي يتناغم مع الخطوط المتصلة بوجه عام. وبعبارة أخرى، فإن تدريس **(STS)** يهدف إلى **مساعدة الطالب على (عمل معنى) من خبراته الحياتية اليومية**، ويتحقق ذلك بطرق وسبل تدعم فضوله الطبيعي لدمج وتكامل فهمه الشخصي لبيئاته الثلاث: **الاجتماعية Social، والتكنولوجية Technological، والطبيعية Natural.**

أمّا المستطيل الذي يتضمن العلم Science في الشكل (1)، فيمثل المحتوى التقليدي للعلم، حيث إنّ منهاج العلوم التقليدي أو الاعتيادي يكون فيه تعليم محتوى العلوم بمعزل عن عالم الطالب التكنولوجي والمجتمع. مقابل ذلك، فإن في منهاج وبرنامج **(STS)** يربط هذا المحتوى العلمي Science Content ويدمج (ويتكامل) مع عالم الطالب اليومي بحيث يعكس جهود الطالب الطبيعية لعمل المعنى (الفهم) من هذه العوالم الثلاثة وذلك بتوجيه المعلم (لتعلم الطالب) وتيسيره أو إسناده.

## دور المعلم في (STS)

تناقش العلماء في العقود القليلة الماضية وتجادلوا في توجهاتهم ورؤاهم وأفكارهم حول مدى تضمين قضايا العلم والتكنولوجيا والمجتمع **(STS)** في مناهج العلوم وبرامجها؛ إلاّ أنهم اتفقوا بدون شك على **دور المعلم الحاسم ومعتقداته** في تنفيذ مناهج التربية العلمية وبرامجها في ضوء الحركات الإصلاحية العالمية المعاصرة. وفي هذا قيل: إنّ العلم لا يحدث (أصلاً) في فراغ؛ فالعلم يتفاعل Interact مع التكنولوجيا والمجتمع. ولتطوير إطار مفاهيمي للثقافة العلمية والتكنولوجية، فإنّ على المدارس ومعلميها التحرك وراء التركيز على اكتساب المعرفة، وبالتالي التركيز على **تطوير مهارات التعلم Learning Skills**، والقيم والأفكار العلمية. وعليه؛ فإنّ على الطلبة تعلم مفاهيم العلم الأساسية، والعمليات، ومهارات حل المشكلة، والتفاعلات المتبادلة المتداخلة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع **(STS)** في أثناء تطبيقهم لمعارفهم فيما **يهمهم ويثيرهم في المواقف الحياتية الحقيقية وقضاياها.**

وفي هذا الاتجاه، ثمة مجالان رئيسيان في معايير المحتوى ضمن المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) مكرسان لقضايا **(STS)**، هما:

- **العلم من المنظور الشخصي والاجتماعي Science In Personal And Social Perspectives.**

- **العلم والتكنولوجيا Science And Technology**، حيث دعيا برامج العلوم في المدارس (k-12) لتضمين وربط العلم والتكنولوجيا والقضايا الشخصية والمجتمعية في منظومة متداخلة ومتفاعلة في السياقات التعليمية والحياتية سواء بسواء. كما أن **المشروع (2061)** يتضمن قضايا **(STS)** في صقل وتنمية الثقافة العلمية وتحقيقها. وفي هذا فإنه من الواضح أن مجتمع التربية العلمية يقدّر منحى **(STS)** ودعوات تضمين **(STS)** في برامج العلوم المدرسية ودعمها وتنفيذها من قبل المعلمين.

وضمن هذا المنظور، فثمة علماء وتربويون ومختصون في التربية العلمية ومناهج العلوم يركزون على **دور المعلم في تنفيذ برامج (STS)** مما يتطلب التركيز ابتداءً على دور **إعداد المعلمين وتأهيلهم المهني** كسبيل آخر لتشجيع المعلمين ودعمهم

لتضمين (STS) في برامج تدريس العلوم في المدارس. وفي ضوء التطوير المهني لمعلمي العلوم، أشارت **حركة المعايير (NSES)** إلى أن على المعلمين أن يكونوا قادرين على استخدام وتطبيق الفهم العلمي والقدرات عندما يتعاملون مع القضايا والمشكلات من المنظور الشخصي والاجتماعي. وفي هذا يُوصي البحث Research أنّ معلمي العلوم بحاجة إلى **ربط (وتوظيف) العلم بالقضايا التكنولوجية والمجتمعية** بحيث يظهر ارتباط العلم الوثيق بالحياة الواقعية. وفي هذا ثمة مراجع وكتب ومصادر كثيرة في تدريس العلوم موجهة لخدمة المعلمين قبل وفي أثناء الخدمة تتضمن فصولاً وظيفية ومكرسة لـ (STS) لأغراض التأهيل والتدريب والتطوير المهني لمعلمي العلوم. وعليه؛ يؤدي المعلمون دون شك، وبالتالي معتقداتهم حول (STS) دوراً واضحاً وحاسماً في الأثر النسبي المحتمل في أجندة الإصلاح التربوي العلمي وربطها بالممارسات التدريسية الصفية.

وفي هذا الصدد، يعتقد على نطاق واسع أن **المعلم ومعتقداته مكون حاسم في إصلاح التربية العلمية**، حيث يذكر بايبي Bybee أنه ما لم يتحرك المعلمون وراء الواقع الحالي في تدريس العلوم، فإنّ الإصلاح قد يتداعى أو يضعف وبالتالي (ربما) يفقد أهدافه أو يفشل؛ وذلك لأن صانعي ومتخذي السياسات لا يأخذون بعين الاعتبار (أو يتجاهلون) العوامل المحلية كما في **المعلم The Teacher نفسه** من حيث **مُعتقداته Beliefs وقناعاته ونياته**. فإذا رغب مصلحو التربية العلمية التركيز على المعلم ودوره، فإن مُعتقدات المعلم ودورها يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في تنفيذ برامج الإصلاح، ومنها برامج (STS)؛ إذ إنّها مكون حاسم لما يحدث فعلياً في الصفوف التعليمية وبخاصة أن (**المُعتقدات**) **مؤشرات إلى قرارات المعلم** الفرد خلال حياته المهنية بوجه عام. **والمعتقدات يمكن أن تندمج ضمن مفاهيم ومكونات وجدانية أخرى** من مثل: الاتجاهات، والقيم، والأحكام judgments، والآراء، والأيدولوجية، والتصورات، والمفاهيم، والمواقف، والنظريات. وفي هذا يؤكد البحث Research على المعتقدات، ومعتقدات المعلم ودورها في تنفيذ برامج الإصلاح، وبرامج (STS)، حيث إنّها: تتساوى مع المعرفة وتمثيل وظيفي لها؛ وهي مكونات أساسية قبلية للاتجاهات Attitutes، والدافعية Motivation، والسلوك Behavior؛ وهي قناعات شخصية وترتبط بنظرية المعرفة للشخص نفسه، وتصف الارتباطات بين الأشياء والعزوات Attributes، مما تؤثر في التحليل النهائي على **الممارسات التدريسية الصفية وتنفيذ برامج (STS) والإصلاح التربوي العلمي**.

هذا، ولمّا كان **المعلمون عوامل اجتماعية حافزة**، ويمتلكون المعتقدات المتعلقة بالممارسات المهنية التي تؤثر بالعمل والسلوك، فإنّ معتقدات المعلم (معلم العلوم) يمكن أن تكون عاملاً حافزاً وتغييراً حاسماً في تمهيد الطريق وتنفيذ برامج الإصلاح العالمي المعاصر في مناهج العلوم وتدريسها. وهذا كله يتطلب ابتداءً أخذها بعين الاعتبار وتضمينها في برامج إعداد المعلمين وتأهيلهم المهني، وبخاصة أن معتقدات المعلم حول تضمين **(STS)** في برامج العلوم المدرسية عامل مهم وحاسم في تنفيذ برامج **(STS)** وتحقيق أهدافها في الصفوف الدراسية (Lumpe and Czerniak, 1998) حيث يمكن أن تساعد على تحقيق الآتي:

- تزود **تطبيقات ذات معنى للحياة الواقعية**.
- تساعد الطلبة لكي يصبحوا **مواطنين قادرين على اتخاذ القرارات**.
- بمثابة **الشرارة (أو الومضة)** التي توقظ اهتمامات الطلبة وميولهم.
- تستخدم **مواد الحياة اليومية** لتزويد الطلبة بخبرات مباشرة Direct Experiences.
- تساعد الطلبة على **تعلم مفاهيم العلوم Science Concepts** وفهمها وتوظيفها.

ولتحقيق ما سبق وتنفيذ برامج **(STS)** وموضوعاته، **يمكن لمعلم العلوم استخدام عدد من استراتيجيات وطرائق التدريس وأساليبها لعلّ من أبرزها استراتيجية الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry**، **واستراتيجية حل المشكلة Problem Solving**، **وأسلوب التعلم القائم على المشروع Project-Based Learning**، **والتعلم التعاوني Cooperative Learning**، وأسلوب دراسات الحالة Case Studies، **ومنحى إيضاح القيم Clarifying Values** كأن يواجه الطلبة بمواقف وأفكار متضاربة (مثل: النمو السكاني، وتنظيم النسل، وتجميد الأجنة، والأمهات المستعارة، والأغذية المعدّلة وراثياً، والهندسة الوراثية) ومحيّرة تتطلب منهم تحديد (وتوضيح) قيمهم في مثل هذه الموضوعات والقضايا الاجتماعية بشكل خاص (الموقف / القيمة) من المنظور الشخصي - الاجتماعي. كما يمكن استخدام أدوات وأساليب **التقييم (البديل) الحقيقي Authentic Assessment** التي تتواءم مع برامج **(STS)** ومجالاته وموضوعاته وأفكاره وأهدافه في ضوء إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

# الفصل الثامن

# المشـــروع (2061)

# The Project (2061)

## المقدمة: Introduction

يُعد المشروع (2061) جوهر وقلب حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها في الولايات المتحدة الأمريكية. وكحركة إصلاحية عالمية معاصرة في مناهج العلوم وتدريسها، فهو **يمثل رؤية مستقبلية عالمية بعيدة المدى للإصلاح التربوي العلمي في مناهج التربية العلمية وتدريسها**. وهو يتضمن مبدئياً رؤية ما يجب على **الطلبة جميعهم All students أن يعرفوه، وأن يكونوا قادرين على عمله في العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا في نهاية الصفوف: (k-2) و (3-5) و (6-8) و (9-12)**. وفي هذا، يعزز المشروع مبدأ وفلسفة العلوم للجميع، ويعمل على **تنمية الثقافة العلمية والرياضية والتكنولوجية وتحقيقها**؛ وذلك باعتبار العلوم والرياضيات والتكنولوجيا هي عوامل التغيير؛ فهي التي تسببه وتشكله، وتستجيب له، وبالتالي تحقق في نهاية التحليل والمطاف الأمن التربوي في التعلم والتعليم، والأمن الاجتماعي والثقافي والاقتصادي والعسكري والوطني سواء بسواء.

لقد اهتمت الولايات المتحدة الأمريكية بمبدأ **العلم للجميع والثقافة العلمية** على الرغم من تفوقها العلمي والتكنولوجي؛ إذ إنها اعتبرت ولا تزال تعتبر أن ثمة جهوداً يمكن (ويجب) أن تبذل من أجل تنمية الثقافة العلمية وجعل العلوم متاحة لجميع المواطنين وذلك للاعتقاد الراسخ أنّ **سبب التفوق والتميز العالمي** هو التقدم العلمي والتكنولوجي في المجتمع الصناعي التكنولوجي المتطور في القرن الحادي والعشرين. وفي هذا، يبحث هذا الفصل في المشروع الإصلاحي التربوي العلمي العالمي (2061) بوثائقه ومنشوراته وعلى رأسها: **العلم لجميع الأمريكيين (SFAA) Science For All Americans**، **ومعالم الثقافة العلمية(BFSL) Benchmarks for Science Literacy** ومدى انعكاسها على التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

## المشروع (2061): العلم لجميع الأمريكيين (SFAA) - العلم للجميع

**Project 2061: Science for All Americans (Science For All)**

قامت الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS) بالمبادرة بهذا المشروع (2061) في العام 1985، وهو العام الذي شوهد فيه المذنب هالي Halley ضمن المجال الأرضي. وهذه الظاهرة هي التي منحت المشروع اسمه تيمناً بظهوره ومشاهدته (بعد 76 سنة) في العام (2061)؛ إذ إنّ الأطفال الحاليين الذين سيشهدون عودة المذنب بعد (76) عاماً في العام (2061) سيبدأون أولى سنواتهم الدراسية عمّا قريب. **وهم أنفسهم الذين سيكونون في مراكز المسؤولية والقيادة في الولايات المتحدة في تلك الفترة التاريخية؛ مما يتطلب إعدادهم وتأهيلهم بثقافة علمية ورياضية وتكنولوجية مناسبة في المجتمع المتطور الصناعي التكنولوجي.**

وكما يظهر في عنوان المشروع (العلم لجميع الأمريكيين)، فإنّ فكرة (العلم للجميع) يُستخلص ويُستشف منها عدة استنتاجات من أبرزها ما يأتي:

1. **إنه اعتراف ضمني بأن العلم في الماضي لم يكن للجميع**، بل كان مُعدّاً ومبرمجاً لفئة أو (نخبة) معينة تهيئ نفسها للالتحاق في الكليات والجامعات. وهذا يعني فيما يعنيه أن نسبة أخرى من الطلبة المتعلمين أو أولئك الذين لم يحالفهم الحظ أو الأقل حظاً، قد مرّوا عبر العلوم وخبراتها مرور الكرام.
2. فكرة العلم للجميع تتضمن أنّ مناهج العلوم وبرامجها وتدريسها يجب أن تركز على **الخصائص الأساسية للطلبة المتعلمين**، وما يجب أن تكون عليه هذه المناهج، ومنها:

أ. **كل طالب (متعلم) يُعد متعلماً فريداً Unique Learner.**

ب. **هناك تنوّع وتباين كبير بين الطلبة المتعلمين** من حيث قدراتهم، وقابلياتهم، واستعداداتهم، وميولهم، واهتماماتهم؛ ومثل هذا التنوع يجب أن يقدر ويحترم ويقبل به ويؤخذ بعين الاعتبار في مناهج العلوم وتدريسها.

جـ. **برامج العلوم ومناهجها يجب أن تبنى وتقدم لتتواءم وحاجات الطلبة واهتماماتهم**، وليس فقط لأولئك الذين يعدون أنفسهم لدخول الكليات والجامعات أو الذين يرغبون باتخاذ العلوم مهنة لهم في المستقبل.

د. **برامج العلوم ومناهجها يجب أن تكون عامة للجميع** وليست حصريّة Exclusive على فئة معينة، بحيث أن الطلبة الذين ابتعدوا عن العلوم تقليدياً يمكن أن يعودوا إليه، و(العود أحمدُ).

3. فكرة العلم للجميع تتضمن أن ثمة شيئاً ما موجود ومتضمن فيه لكل فرد أو متعلم سواء بسواء؛ أي **لكل فرد متعلم نصيب في العلم.**

وضمن سياق هذا المنظور، يمثل المشروع (2061) رؤية مستقبلية بعيدة المدى لإصلاح مناهج العلوم وتدريسها؛ فهو عبارة عن جمل وعبارات تتضمن **ماذا يجب على الطلاب جميعهم All Students أن (يعرفوه) ويكونوا (قادرين) على عمله في العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا في نهاية الصفوف: الثاني، والخامس، والثامن، والثاني عشر.** وفي هذا، ثمة حاجة إلى إعداد الطلبة لاستخدام العلوم والتكنولوجيا لتحسين حياتهم، وللتكيّف مع المتغيرات (والتغيرات) التي تحدث في العالم المحيط بهم. وتعكس هذه الأهداف الوعي المنبثق للمساهمة في **تطوير مواطنين مثقفين علمياً، ويفهمون كيف يؤثر كل من العلم والتكنولوجيا والمجتمع ويتأثر بعضه ببعض**، وبالتالي يستطيعون أن يستخدموا هذا (الفهم) وهذه المعرفة في اتخاذ القرارات اليومية.

هذا، ويعزز **المشروع (2061)** ويعمل على تنمية الثقافة في العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا (الثقافة العلمية)، وبالتالي مساعدة الناس (المواطنين) على العيش بسهولة وسلاسة، وتأقلم وتكيّف، وبحياة إنتاجية وبخاصة في مجتمع تسوده الصناعة والتكنولوجيا. فإذا كان على طلابنا (الطلاب جميعهم) أن يتعلموا العلوم والرياضيات والتكنولوجيا بشكل جيد وفاعل في ظل هكذا مجتمع صناعي تكنولوجي، فإنه يجب أن نقلّل (نخفض) من كمية المواد التي يتعلمونها الآن؛ أي **التحوّل من الكم إلى النوع على مبدأ (القليل كثير Less is More).**

إن إصلاح المناهج يتم تشكيله برؤية معرفية دائمة، ومهارات نرغب من **جميع الطلبة All Students** أن يكتسبوها في الوقت الذي يصبحون فيه ناضجين كباراً، وينخرطون في الحياة الواقعية وتعقيداتها. لذا يجب أن تتم صياغة الغايات بحيث توضح الجوانب التعليمية المطلوبة وعلاقتها بالحياة اليومية للطلاب. والغايات العامة المشتركة لا تتطلب منهاجاً منظماً موحداً، ولا طرائق تدريسية واحدة، ولا مواد تعليمية واحدة؛ وذلك لأن المشروع (2061) هو أداة لتمكين المعلمين تصميم

الخبرات التعليمية لطلابهم بحيث يؤخذ بعين الاعتبار مستوى الولاية State، والمناطق Districts، وخلفيات الطلاب ونوعياتهم، واستعداداتهم، واهتماماتهم، والبيئات المحلية Local. كما أن إصلاح المناهج يجب أن يكون **شاملاً Comprehensive**، وطويل المدى، وبحاجة إلى وقت، وجوهرياً إذا ما أُريد له أن يظل ويستمر ويبقى. كما يجب أن يتمركز حول **جميع الأطفال All Children وجميع الصفوف All Grades وجميع المواضيع All Subjects**. وهذا يعني تفاعله مع الاستحقاقات الأخرى من مثل: المناهج، وإعداد المعلمين، وطرائق التدريس، والتقييم، والسياسات التربوية، والنظام التربوي، والتكنولوجيا ...الخ.

إنّ المحور الأساسي (والجوهر) في تعليم العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا يجب أن يتمركز حول النقطة الأساسية المتمثلة باكتساب **الثقافة العلمية (SL) Science Literacy**، وليس في تعليم المواد (الفروع) العلمية (المباحث) Disciplines المنفصلة كل على حده. وفي سياق هذا، يشير **المشروع (2061) إلى الشخص المثقف علمياً Scientifically Literate Person** بالشخص الذي:

1. يدرك أن **العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا تتداخل وتتكامل**، وتعتمد على بعضها بعضاً.
2. **يفهم** المفاهيم والمبادئ الأساسية للعلم.
3. **يتعايش مع العالم الطبيعي**، ويعترف (يُقرّ) بتنوعه، ووحدته، ويقدّر ذلك.
4. يستخدم **المعرفة العلمية، وطرائق التفكير العلمي** لتحقيق أهدافه الفردية (الشخصية)، والأهداف الاجتماعية.

كما أنّ **الشخص (والمواطن) المثقف علمياً ضمن الإطار العالمي يدرك أهمية العلم** من النواحي الآتية:

1. يزود الإنسانية بالمعرفة حول البيئة (المادية، والبيولوجية)، والسلوك الاجتماعي، لحل المشكلات المحلية والعالمية.
2. يشكل نوعاً من الاحترام والتقدير للطبيعة، مما يؤثر على قرارات استخدام التكنولوجيا.
3. **تعمل العادات العلمية للعقل على حل المشكلات** التي يواجهها الأفراد في حياتهم من خلال الأدلّة، والشواهد، والحجج المنطقية.

4. معرفة المبادئ التي ترتبط بالنظام؛ فمثلاً إعطاء الفرد القاعدة الصحيحة يمكنه من تقييم استخدام التكنولوجيا الحديثة وتطبيقاتها في البيئة والثقافة.

5. معرفة التكنولوجيا وبخاصة التطورات المستمرة واستخداماتها، تساعد الإنسانية على التعامل معها والقدرة على البقاء؛ مما يمكن الإنسانية من التعايش بسلام مع نفسها ومع البيئة.

وفي هذا السياق، تعرف **الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS) الأبعاد الرئيسية للثقافة العلمية** كما يأتي:

1. **الألفة مع العالم الواقعي**، وتمييز تنوعه، ووحدته.

2. **فهم** المفاهيم والمبادئ الرئيسية في العلوم.

3. إدراك بعض الطرق المهمة التي تعتمد فيها العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا على بعضها بعضاً.

4. معرفة أن **العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا** هي مشاريع إنسانية، وإدراك ما يعنيه ذلك بالنسبة إلى نقاط قوتها ومحدّداتها وحدودها.

5. استيعاب **طرائق التفكير العلمية**.

6. **استخدام المعرفة العلمية**، وطرائق التفكير لتحقيق الأغراض الشخصية (الفردية) والاجتماعية من المنظور الشخصي - الاجتماعي.

أمّا **الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم** (NSTA, 1990)، **فتصف الشخص المثقف علمياً وتكنولوجياً Scientifically and Technologically Literate** على النحو الآتي:

1. يستخدم **المفاهيم العلمية والتكنولوجية والقيم الأخلاقية** في حل المشكلات الحياتية اليومية التي تواجهه، ويتخذ قرارات مسؤولة سواء في العمل أم في أوقات خارج العمل.

2. ينشغل في الأعمال **والقضايا الشخصية Personal والمدنية Civic** وذلك بعد وزن (تقدير) النتائج المحتملة للخيارات الأخرى المطروحة وتقييمها.

3. يدافع عن القرارات والأعمال باستخدام النقاشات والحجج العقلانية القائمة على الدليل.

4. يتعامل مع العلم والتكنولوجيا للإثارة المتأصلة فيهما، والتفسيرات التي يقدمانها.

5. يظهر الفضول حول تقدير العالم الطبيعي والعالم المصنّع.
6. يطبق **النزعة الشكيّة Skepticism** والطرق، والاستدلال المنطقي، والإبداع في تحرّي العالم وتقصيه.
7. يقدر البحث العلمي، وحل المشكلات تكنولوجياً.
8. لديه القدرة على **تحديد، وجمع، وتحليل، وتقييم مصادر المعلومات العلمية والتكنولوجية**؛ ويستخدم هذه المصادر في حل المشكلات، واتخاذ القرارات، والإجراءات المناسبة.
9. يميّز الدليل العلمي التكنولوجي والآراء الشخصية والمعلومات التي لها مصداقية أو ليس لها مصداقية.
10. مُنفتح العقل للأدّلة والشواهد الجديدة، وللمعرفة العلمية والتكنولوجية التي تتصف بأنّها **مؤقتة Tentative**.
11. يدرك أنّ العلم والتكنولوجيا مساع إنسانية Human Endeavor.
12. يقيّم الفوائد والأضرار (المثالب) للتطور العلمي والتكنولوجي.
13. يدرك القوة والمحدّدات للعلم والتكنولوجيا في تقدم الإنسان وتطوره.
14. لديه القدرة على تحليل **التفاعل والتداخل بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS)**.
15. يعتبر المجالات السياسية، والاقتصادية، والأخلاقية **للعلم والتكنولوجيا** من **المنظور الشخصي والاجتماعي والعالمي**.
16. يقدّم تفسيرات للظواهر الطبيعية التي يمكن اختبارها (فحصها) للتحقق من مدى صدقيتها أم لا.

## مراحل المشروع (2061):

**يتضمن المشروع (2061) خطة ثلاثية من ثلاث مراحل، هي:**

**المرحلة الأولى:** وتتضمن **المعرفة العلمية، والمهارات، والاتجاهات** التي يجب على جميع الطلبة اكتسابها كنتيجة لتعلمهم المدرسي من الروضة حتى الصف الثاني عشر (k-12). وكذلك إيجاد العلاقات والروابط بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع، والتأكيد على مهارات التفكير العلمي، وطبيعة العلم، وطبيعة المسعى العلمي. وقد

تمت ترجمة هذه الأفكار في الوثيقة الأولى: **العلم لجميع الأمريكيين (العلم للجميع)** التي ظهرت عام 1989 بدعم من الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم (AAAS). وفي هذا تم تعريف وتحديد المحتوى، والتركيز على مواد الثقافة العلمية (العلم لجميع الأمريكيين)، وقد كان تشكيل اللجنة العلمية المنتج الرئيسي لهذه المرحلة. والهدف من هذه المرحلة هو إنشاء **تقارير قاعدة معرفية مفاهيمية** للإصلاح من خلال **تحديد المعارف Knowledge، والمهارات Skills، والاتجاهات Attitudes التي يجب أن يمتلكها جميع الطلبة كنتيجة لتعلمهم المدرسي في الصفوف (k–12).** وفي هذا تم **وضع المفاهيم الأساسية المفتاحية في ست مجموعات مفاهيمية، هي:**

1. **المفاهيم الأساسية في الفيزياء والكيمياء**، ومن الأمثلة عليها: التفاعلات الكيميائية والفيزيائية، ومبادئ الكوانتم، والكهرومغناطيسية، والظواهر الكهربائية، والبناء الذري.
2. **المفاهيم الأساسية في علوم الأرض والكواكب والفلك**، ومن الأمثلة عليها: الشمس وأهميتها، والأرض – إحدى كواكب المجموعة الشمسية، وشكل الأرض وحركتها، والموجات والرياح والمياه من عوامل التعرية.
3. **المفاهيم الأساسية في علم الحاسوب والمعلومات**، ومن الأمثلة عليها: المعلومات – مصدرها من البيانات، والأنواع المختلفة من المعلومات تنتج من البيانات نفسها، وتمثيل المعلومات بأشكال مختلفة (كالمعلومات الرقمية). ولضمان نجاح نظام المعلومات في العالم الحقيقي (الواقعي)، ينبغي أن يتضمن تصميم النظام كلاً من المنطق، وفهم القوى الاجتماعية، والمعتقدات الثقافية، والواقع الاقتصادي.
4. **المفاهيم الأساسية في الهندسة**، ومن الأمثلة عليها: المفتاح الرئيسي الأساسي لعملية الهندسة هو القدرة على التخطيط، وإدارة المشروع، ووضع نموذج (تصميم) للمفاهيم يساهم في حل المشكلات.
5. **المفاهيم الأساسية في علم الأحياء**، ومن الأمثلة عليها: بيولوجيا الإنسان، والبيئة الأحيائية، وبيئة الإنسان، وكيف يعمل الإنسان ككائن حي، وكيف يحافظ على صحته، وكيف يؤثر التلوث على مستقبل النوع البشري.
6. **المفاهيم الأساسية في التكنولوجيا**، ومن الأمثلة عليها: تطبيق المعرفة، واستخدام الأدوات والمهارات لحل المشكلات بطريقة علمية، وتوسيع قدرات

الإنسان، والاتصالات، وتكنولوجيا الحاسوب، والتكنولوجيا جزء من التقدم الاجتماعي، والتوكيد على التفاعل بين المجتمع والتكنولوجيا.

وقد انتهت المرحلة الأول بنشر وثيقة **العلم لجميع الأمريكيين (SFAA) - العلم للجميع** (SFAA) في عام 1989 (AAAS, 1989).

**المرحلة الثانية:** وهي مرحلة الصياغة التربوية. وفيها تركز الاهتمام على تنفيذ المقترحات من المرحلة الأولى لإصلاح تدريس العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا. كما تم التركيز على إيجاد **معايير الثقافة العلمية والاستقصاء العلمي والمسعى العلمي** من رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر (k-12). وقد ترجمت عملياً في الوثيقة الثانية للمشروع، وهي: **معالم الثقافة العلمية**. وفي هذا، تم تطوير ووضع نماذج للمنهاج التعليمي من مرحلة رياض الأطفال وحتى الصف الثاني عشر (k-12) وما ينبغي أن يتعلمه ويتقنه الطالب، ويكون قادراً على عمله في نهاية كل مرحلة من المراحل الأربع: الروضة - الثاني (k-2)، والثالث إلى الخامس (3 -5)، والسادس إلى الثامن (6-8)، والتاسع إلى الثاني عشر (9-12). هذا، وقد قسمت هكذا مراحل اعتبارياً كنقاط (**تفتيش وتقييم ومراجعة**) ليس إلاّ. وتم تصميم خطط لمناهج العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا، وتم تنفيذها في مدارس مختارة من الولايات المتحدة. وقد انتهت المرحلة بنشر الوثيقة المسمّاة: **معالم (أو ملامح) الثقافة العلميّة Benchmarks for Science Literacy (BFSL)** في عام 1993 (AAAS, 1993).

وفي هذا السياق، ظهرت وثيقة مهمة أخرى بعد وثيقة معالم الثقافة العلمية (BFSL) سميت **الطبعة الزرقاء للإصلاح Blueprints for Reform**، وتضمنت **اثني عشر مجالاً مرتبطة بوثيقة معالم الثقافة العلمية**. وقد تم ترتيب هذه المجالات هجائياً (بالانجليزية) كما يأتي:

1. **التقييم Assessment** وذلك لتحديد الحاجات الحالية والمستقبلية في مجال التقييم التي يتطلبها المنهاج. وهل نوع التعلم المُوصى به في **(SFAA)** يساعد أو يثبط بالممارسات التقييميّة الحالية؟ وذلك ابتداء من التقييم الصفي، وتقييم المدرسة للبرامج، ومتابعة التقدم التربوي على المستوى الوطني National، والولاية State. وهل وسائل التقييم وأدواته الجديدة تحدث فرقاً؟ وإذا كان الأمر كذلك، فماذا يؤخذ لتحقيق ذلك؟

2. **الأعمال والصناعة Business and Industry** وتتعلق بالطرق التي فيها يمكن المشاركة بين الأعمال والصناعة للمساهمة في تحقيق الثقافة العلمية. كما يتعلق الأمر بتهيئة الظروف للطلاب للانخراط في سوق العمل، والمؤسسات التكنولوجية، وتعميق الشراكة بين عالم العمل والتعليم. وهذا المبدأ دعت إليه حركة الثقافة العلمية في الولايات المتحدة الأمريكية.

3. **ارتباط المنهاج Curriculum Connection** هل ثمة روابط مفيدة بين العلوم الطبيعية، والرياضيات، والتكنولوجيا؟ وفي هذا، يتضمن هذا المجال التوكيد على الروابط بين العلوم الطبيعية، والعلوم الاجتماعية، والرياضيات، والتكنولوجيا، والفنون، والإنسانيات، وكيفية تدعيم هذه الروابط.

4. **المساواة Equity والسياسات Policies والممارسات Practices** التي يمكن أن تعيق تحقيق الثقافة العلمية لدى جميع الطلاب، ومن ثم السياسات والممارسات التي تعزز الثقافة العلمية، والتغييرات المرغوبة المحتملة لذلك.

5. **العائلة / أولياء الأمور والمجتمع Family and Community** ويتعلق هذا المجال بكيف (وما احتمال) استجابة العائلة / أولياء الأمور والمجتمعات للتوصيات المقترحة في **(SFAA)**؟ وما الدور الذي ينبغي أن تؤديه العائلة والمجتمع في دعم وتنفيذ توصيات معالم الثقافة العلمية (BFSL)؟ وما حجم الالتزام والمساندة المطلوبة منهم؟

6. **التمويل Finance** ويتعلق بضرورة البحث عن مصادر تمويل هذا المشروع المنبثق من الحركة الإصلاحية لمناهج العلوم وتدريسها والتربية العلمية، وكذلك تمويل تطبيق المشروع في المدارس.

7. **التعليم العالي Higher Education** ويتعلق بأهمية إحداث التغييرات في الجامعات والكليات بحيث تتلاءم مع التغييرات التي أحدثها (ويحدثها) المشروع (2061) في المدارس الثانوية، ولذلك يجب أن ترتبط نتاجات التعليم العالي وتتواءم مع مبادئ مشروع العلوم للجميع وبخاصة في الكليات المختصة بإعداد المعلمين وتأهيلهم المهني وتطويره.

8. **المواد والتكنولوجيا Materials and Technology** ويتم في هذا المجال تحديد الموارد المادية اللازمة والمصادر للتكنولوجيا الضرورية للتنفيذ الفاعل **لمشروع (2061) في إصلاح التربية العلمية ومناهج تدريس العلوم.**

9. **السياسة Policy** وفي هذا المجال تم الحديث عن ضرورة إحداث التغييرات في الأنظمة والقوانين والتعليمات بحيث تناسب المشروع (2061).

10. **البحث Research** ويتعلق بضرورة ارتباط البحث العلمي والتربوي مع الواقع ومساهمته في حل المشكلات الحقيقية الواقعية.

11. **هيكلة (تنظيم) المدرسة School Organization** وتتعلق بالتنظيم المدرسي المطلوب لتسهيل تطبيق مبادئ المشروع (2061) من حيث تقسيم المراحل التعليمية، والدور الجديد للمعلم، وضبط الموارد، والتقييم، وتنظيم الوقت وإدارته، والوصول بالمدرسة كمنظمة التعلم.

12. **إعداد المعلمين Teacher Education** ويتعلق هذا المجال بالتجديدات الواعدة المتوقعة في **إعداد معلمي العلوم والرياضيات والتكنولوجيا**، وكذلك التغييرات التي نحتاجها في برامج إعداد المعلمين لإعداد معلمي علوم مؤهلين بالمعرفة، والمهارات الضرورية لتنفيذ البرامج المستندة إلى المشروع (2061)، مما يتطلب كل ذلك تضمين برامج الإعداد والتطوير المهني للمعلمين المبادئ التي دعا (ويدعو) لها المشروع (2061).

وعليه؛ يتبيّن مما سبق أنّ **مجالات وثيقة الطبعة الزرقاء للإصلاح** موزعة في ثلاث مجموعات رئيسية، هي:

**الأولى: الأسس Foundation**، وتضم المجالات الأربعة: المساواة Equity، والسياسة Policy، والتمويل Finance، والبحث Research.

**الثانية: السياق المدرسي The School Context**، وتضم المجالات الأربعة: هيكلة (تنظيم) المدرسة School Organization، وارتباطات المنهاج Curriculum Connections، والمواد والتكنولوجيا Materials and Technology، والتقييم Assessment.

**الثالثة: البنية الداعمة The Support Structure**، وتضم المجالات الأربعة: إعداد المعلمين Teacher Education، والتعليم العالي Higher Education، والعائلة والمجتمع Family and Society، والأعمال والصناعة Business and Industry.

وهذه المجموعات الثلاث بموضوعاتها ومجالاتها الاثني عشر، هي **مكونات النظام التربوي** وبالتالي **تشكل النظام التربوي Educational System (12-k)**

العام. وهذا يعني أن **إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها** جزء أساسي وجوهري **لا يتجزأ من إصلاح النظام التربوي برمته**. وقد اعتبرت (الطبعة الزرقاء للإصلاح) صيغة أولية وتم نشرها على المواقع الإلكترونية لمشروع (2061) للاطلاع عليها من قبل المواطنين والمهتمين وذوي الاختصاص، وتقديم الاقتراحات والأفكار للجنة المشروع لدراستها وبحثها ومحاولة الاستفادة منها كتغذية راجعة في ضوء حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها ضمن منظور إصلاح النظام التربوي ( k–12 ) ككل. وبعد استشارات مكثفة من التربويين Educators، والعلماء Scientists، وصانعي السياسات Policy Makers، والمموّلين Funders، توصلت لجنة المشروع (2061) في ضوء أغراضه، إلى **حتمية فحص هذه المكونات والمجالات الاثني عشر المكونة للنظام التربوي ( k–12) اتساعاً وعمقاً لتحقيق الثقافة العلمية لدى جميع الطلبة All Students**.

**المرحلة الثالثة:** وهي مرحلة التنفيذ والتحول التربوي للمشروع (2061)؛ وهي مستمرة إلى القرن الحادي والعشرين وألفيته الثالثة. وتهدف هذه المرحلة إلى تنفيذ ما تم الحصول عليه أو إنتاجه من المرحلتين الأولى والثانية، من أجل رفع مستوى ونوعية التعليم في العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا كمحور أساسي للثقافة العلمية وأبعادها.

وقد تضمنت المرحلة تقييم المرحلتين السابقتين (الأولى والثانية)، وركزت على محاور عدّة من أبرزها: **إعداد المعلمين Teacher Education، ودور العلم في المجتمع، وأهمية دعم المجتمع ومؤسساته المختلفة للعلم، والبحث العلمي**. وفي هذا **أصبح التوجه العام الأساسي لمشروع (2061)** يتضمن النقاط الآتية:

1. **للتوكيد على الثقافة العلمية Scientific Literacy** ينبغي تغيير المناهج لتضمين محتوى أقل وذلك على مبدأ **القليل كثير Less is More Philosophy** وبالتالي معالجة كيفية ونوعية، ومشاركة أكبر (جوهرية) للمتعلم.
2. إعطاء المزيد من الاهتمام **للتكامل والترابط والتفاعل بين العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا**.
3. تقديم **المسعى الإنساني Human Enterprise** كمشروع (ومجال) اجتماعي له تأثيرات قوية على التفكير والعمل الإنساني.

4. اعتماد وتبني الطرائق العلمية في التفكير والبحث.

5. ارتباط التعليم المتعلق بالثقافة العلمية **بالاستقصاء العلمي Scientific Inquiry والأفكار العلمية.**

6. **التعليم ينبغي أن يبدأ بأسئلة بحثية عن الظواهر، وليس أجوبة يتم تعلمها** وحفظها.

7. ربط (وإشغال) أنشطة الطلبة باستخدامهم للفرضيات، وجمعهم البيانات، واستعمالهم الأدلّة، وتصميمهم للتحدّيات (التجارب) العلمية وتطبيق العمليات Processes.

هذا، وقد تُوجت المرحلة الثالثة للمشروع (2061) بوثيقة سميت **أطلس الثقافة العلمية** عام 2007.

## أطلس الثقافة العلمية: Atlas of Science Literacy

توجت المرحلة الثالثة لمشروع (2061) بوثيقة سميت أطلس الثقافة العلمية لدعم الأهداف والغايات (AAAS, 2007). وأطلس الثقافة العلمية مبدئياً عبارة عن مجلدين (1 و 2) يضمان **سلسلة خرائط مفاهيمية توضح كيف أن فهم الطلبة للأفكار Ideas والمهارات Skills يقود إلى تطوير الثقافة العلمية والرياضية والتكنولوجية لدى الطلبة في الصفوف ( k–12)**. وقد تم تطويره من المشروع (2061) لمساعدة المربين والمعلمين على فهم واستخدام الأهداف الخاصة في تعلم الطلبة. وبنيت خرائط الأطلس بناء على **أهداف التعلم في الصفوف ( k–12)** المقدمة في **المشروع (2061) - معالم الثقافة العلمية والعلامات الدالة عليها.**

لقد تم نشر أطلس (1) في العام 2001، وتبعه بعد ذلك بسنوات نشر أطلس (2) بمجلد آخر من قبل (AAAS) بالاشتراك مع(NSTA). وأطلس (1 و 2) يقدمان سلسلة خرائط لجميع الأهداف التي تمت التوصية بها في وثيقة معالم الثقافة العلمية واعتبرت أساسية في تعلم الطلبة. وفي هذا، يتبع تنظيم فصول الأطلس نفس تنظيم الفصول في كل من **وثيقتي المشروع (2061): العلم لجميع الأمريكيين (العلم للجميع)، ومعالم الثقافة العلمية.** وكل فصل من فصول الأطلس يتضمن مجموعة من الخرائط تقابل نظيرتها في فصول معالم الثقافة العلمية بوجه عام.

وكل خريطة يتبعها مناقشة عامة للموضوع، وملخص لمحتوى الخريطة، وملاحظات على الأفكار ذات العلاقة من وجهة نظر تاريخية. هذا، ويستخدم الأطلس على نطاق واسع من قبل المربين والمعلمين لأغراض فهم معالم الثقافة العلمية، وتصميم المنهاج، وتخطيط التدريس، وتطوير وتقويم مواد المنهاج، وبناء وتحليل التقييم، وتنظيم المصادر، وإعداد المعلمين وتأهيلهم المهني. وفي هذا فإنّ **سلسلة خرائط الأطلس (1 و 2) لا تقترح منهاجاً أو استراتيجيات تدريس خاصة بالمنهاج**، بل إنّها تقدم إطار عمل يقصد منه أن يكون **مصدر إلهام** لطرق وسبل متعددة ومختلفة **لتصميم وتنظيم الخبرات التعلمية Learning Experiences** في ضوء الظروف المحلية Local في المدارس بوجه عام.

**وفي السياق نفسه، يتضمن الأطلس جزأين (مجلدين)، هما:**

**الجزء الأول:** ويربط **غايات الثقافة Literacy goal وغايات التعلم Learning goals**. وضمن هذا الإطار، يشتمل على موضوعات مهمة في التربية العلمية لدعم الأهداف والغايات المتضمنة في:

- **المنهاج Curriculum،**
- **والتدريس Instruction،**
- **وإعداد المعلمين Teacher Preparation،**
- **وتطوير المواد التعليمية Development of Teaching Materials،**
- **والتقييم Assessment.**

**الجزء الثاني:** ويتمم الجزء الأول، ويتناول الموضوعات الآتية:

**1. طبيعة العلم Nature of Science (NOS)، ويضم:**

- **الرؤية العلمية للعالم Scientific World View**
- **الدليل Evidence، والاستدلال Reasoning في الاستقصاء Inquiry**
- **التحرّيات العلمية Scientific Investigations**
- **النظريات العلمية Scientific Theories**
- **تجنب التحيز في العلم Avoiding Bias in Science**
- **المجتمع العلمي The Scientific Community**
- **العلم والمجتمع Science and Community.**

2. طبيعة الرياضيات The Nature of Mathematics (NOM)، وتضم:

- طبيعة الرياضيات (NOM)
- العمليات الرياضية Mathematical Processes.
- النماذج الرياضية Mathematical Models.

3. طبيعة التكنولوجيا The Nature of Technology، وتضم:

- التكنولوجيا والعلم Technology and Science
- مُقيّدات الصناعة Design Constraints
- الأنظمة (المصنّعة) المصمّمة Designed Systems
- التفاعل بين التكنولوجيا والمجتمع Interaction of Technology and Society
- القرارات حول استخدام التكنولوجيا Decisions about Using Technology.

4. المكان المادي The Physical Setting، ويضم:

- النظام الشمسي Solar System
- النجوم Stars
- المجرّات والكون Galaxies and Universe
- المناخ والعوامل الجوية Weatherd Climate
- استخدام موارد الأرض Use of Earth's Resources
- التغير في سطح الأرض Changing in the Earth's Surface
- الصفائح التكتونية Plate Tectonics
- الذرات والجزيئات Atoms and Molecules
- حفظ المادة Conservation of Matter
- حالات المادة States of Matter
- التفاعلات الكيميائية Chemical Reactions
- انتقال الطاقة Energy Transformations
- قوانين الحركة Laws of Motion

- الأمواج Waves

- الجاذبية Gravity

- الكهرباء والمغناطيسية Electricity and Magnetism.

5. البيئة الحيّة The Living Environment، وتضم:

- تنوع الحياة Diversity of Life

- الخصائص الوراثية و DNA and Inherited Characterstics (DNA)

- الاختلاف (التنوع) في الخصائص الوراثية Variation in Inherited Characterstics

- وظائف الخلية Cell Functions

- الخلايا والأعضاء Cells and Organs

- الاعتماد المتبادل في الحياة Interdependence of Life

- تدفق المادة في الأنظمة البيئية Flow of Matter in Ecosystems

- تدفق الطاقة في الأنظمة البيئية Flow of Energy in Ecosystems

- التطور البيولوجي Biological Evolution

- الاختيار الطبيعي Natural Selection.

6. الكائن (الحي) البشري The Human Organism، ويضم:

- هوّية الإنسان Human Identity

- تطور (نمو) الإنسان Human Development

- الوظائف الأساسيّة Basic Functions

- الأمراض Diseases

- المحافظة على الصحة Maintaing Good Health

- التكيّف مع الضغوطات العقلية Coping with Mental Distress

- تشخيص ومعالجة الاضطرابات العقلية Diagnosis and Treatment of Mental Disorders.

7. المجتمع الإنساني (البشري) Human Society، ويضم:

- الوراثة والخبرات تشكل السلوك Heredity and Experience Shape Behavior
- الثقافة تؤثر في السلوك Culture Affects Behavior
- السلوك الجماعي Group Behavior
- التأثيرات في التغير الاجتماعي Influences on Social Change
- القرارات الاجتماعية Social Decisions
- الأنظمة السياسية والاقتصادية Political and Economic Systems
- النزاع الاجتماعي Social Conflict
- الاعتماد المتبادل (والتعايش) العالمي Global Interdependence.

8. العالم (المصنّع) المصمّم The Designed World، ويضم:

- تكنولوجيا الزراعة Agriculture Technology
- علم المواد Materials Science
- التصنيع Manufacturing
- موارد الطاقة Energy Resources
- تكنولوجيا الاتصال Communication Technology
- الحواسيب Computers
- تكنولوجيا الصحة Health Technology.

9. العالم الرياضياتي The Mathematical World، ويضم:

- الأعداد Numbers
- النسبة والتناسب Ratios and Proportionality
- التمثيل البياني Graphic Representation
- التمثيل الرمزي Symbolic Representation
- وصف التغير Describing Change
- الأشكال Shapes

- الاستدلال الإحصائي Statistical Reasoning
- الاستدلال Reasoning.

10- المنظورات (الأبعاد) التاريخية Historical Perspectives، وتضم:
- الثورة الكوبرنيكية Copernican Revolution
- الميكانيكا الكلاسيكية Classical Mechanics
- النسبيّة Relativity
- حركة القارات Moving the Continents
- الثورة الكيميائية The Chemical Revolution
- انشطار الذرة Splitting the Atom
- تفسير التطور Explaining Evolution
- اكتشاف الجراثيم Discovering Germs
- الثورة الصناعية The Industrial Revolution.

11. الموضوعات (الأفكار) المشتركة Common Themes، وتضم:
- الأنظمة Systems
- النماذج Models
- الثبات Constancy
- أنماط التغيير Patterns of Change
- المقياس Scale.

12. عادات العقل Habits of Mind، وتضم:
- القيم في العلوم Values in Science
- تصوّرات العامة للعلم Public Perception of Science
- الحساب والتقدير Computation and Estimation
- استخدام الأدوات والأجهزة Using Tools and Devices
- مهارات الاتصال (التواصل) Communication Skills
- ضبط (كشف) الخلل في المجادلات Detecting Flaws in Arguments.

بالإضافة إلى ما سبق، يتضمن الأطلس خرائط مفتاحية كبيرة لوثيقة معالم الثقافة العلمية حيث تتضمن فصولاً من وثيقة معالم الثقافة العلمية والمراحل التعليمية التي تناولتها الوثيقة بدءاً من المدرسة التأسيسية Primary School (رياض الأطفال إلى الصف الثاني k-2)، والمدرسة الابتدائية Elementary School (الثالث إلى الخامس 3-5)، والمدرسة المتوسطة Middle School (السادس إلى الثامن 6-8)، والمدرسة (العليا) الثانوية High School (التاسع حتى الثاني عشر 9-12).

أمّا **المصادر والأدوات Tools التي اعتمد عليها الأطلس** فهي: العلوم لجميع الأمريكيين **Science for All Americans (SFAA)**، **ومعالم الثقافة العلمية Science for Science Literacy (SFSL)**، **والمعايير الوطنية للتربية العلمية National Science Education Standards (NSES)**. كما تضمن الأطلس نتاجات المراحل التعليمية: فعلى سبيل المثال، في المرحلة الابتدائية يتطلب التركيز على **الملاحظة Observation والتجربة**، وفي المرحلة المتوسطة يكون التركيز على **الاكتشاف Discovery**، وفي المرحلة الثانوية يكون التركيز على **تاريخ العلم، والرؤية العلمية للعالم، وتطور المعرفة العلمية**.

كما يتضمن الأطلس سلسلة من الخرائط المفاهيمية لكل مجال من **مجالات طبيعة العلم (NOS)** من مثل: الرؤية العلمية للعالم، والاستقصاء العلمي **Scientific Inquiry**، والمحتوى العلمي **Science Content**، والمناخ والطقس، وتصميم النظام، والكون، والجاذبية، وتركيب المادة، والخلية، وفهم السلوك. كما يركز على إعداد المعلمين / معلمي العلوم والمحتوى العلمي، والرياضيات، والتكنولوجيا، وكذلك ضرورة تزويد المعلمين بالإعداد الجيد والكفايات اللازمة وبخاصة في **مجال استراتيجيات تدريس العلوم، ومصادر التعلم، والتخطيط، والتقييم، وتطبيق الثقافة العلمية Scientific Literacy**.

وفي ضوء ذلك، يستخدم المعلمون والمربون **خرائط أطلس الثقافة العلمية** على نطاق واسع لأغراض عدّة من أبرزها:

1. **فهم معالم الثقافة العلمية ومعاييرها** Understand Benchmarks and Standards.
2. **تصميم المنهاج** Design Curriculum.

3. تخطيط التدريس Plan Instruction

4. تطوير أو تقويم مواد المنهاج Develop or Evaluate Curriculum Materials

5. بناء وتحليل التقييم Construct and Analyze Assessment

6. إعداد المعلمين Prepare Teachers

7. تنظيم الموارد Organize Resources

وفي هذا كله، يجب التأكيد أنّ الأطلس (أطلس 1 وأطلس 2) لا يقدّم أو يقترح منهاجاً أو استراتيجيات خاصة لتدريس المنهاج، بل إنه يقدّم إطار عمل يقصد منه أن يكون مصدر إلهام لطرق وسبل عديدة مختلفة لتصميم وتنظيم خبرات التعلم وفقاً لظروف المدارس المحلية.

## محتوى المشروع (2061)

يحتوي المشروع (2061) - العلم لجميع الأمريكيين (SFAA) / العلم للجميع على خمسة عشر فصلاً تم تنظيمها وترتيبها حسب الوثيقة (AAAS, 1989) على النحو الآتي:

**الأول: طبيعة العلم Nature of Science (NOS)، ويتضمن:**

1. الرؤية العلمية للعالم The Scientific World View
2. الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry
3. المسعى العلمي The Scientific Enterprise

**الثاني: طبيعة الرياضيات The Nature of Mathematics، وتتضمن:**

1. الأنماط والعلاقات Patterns and Relationships
2. الرياضيات والعلم والتكنولوجيا Mathematics, Science, and Technology
3. الاستقصاء الرياضياتي Mathematical Inquiry

**الثالث: طبيعة التكنولوجيا The Nature of Technology، وتتضمن:**

1. التكنولوجيا والعلم Technology and Science

2. التصميم والأنظمة Design and Systems

3. قضايا في التكنولوجيا Issues in Technology

**الرابع: المكان المادي (البيئة المادية) Physical Settings، ويتضمن:**

1. الكون The Universe

2. الأرض The Earth

3. العمليات الجيولوجية التي تشكل الأرض Processes that Shape the Earth

4. تركيب المادة Structure of Matter

5. تحولات الطاقة Energy Transformation

6. الحركة Motion

7. قوى الطبيعة Forces of Nature

**الخامس: البيئة الحية The Living Environment، وتتضمن:**

1. تنوّع الأحياء Diversity of Life

2. الوراثة Heredity

3. الخلايا Cells

4. تداخل (تعايش) الأحياء Interdependence of Life

5. تدفق المادة والطاقة Flow of Matters and Energy

6. تطور الحياة Evolution of Life

**السادس: الكائن (الإنسان) البشري The Human Organism، ويتضمن:**

1. هوّية (وحدة) الإنسان Human Identity

2. نمو (تطور) الإنسان Human Development

3. الوظائف الأساسية Basic Functions

4. التعلم Learning

5. الصحة الجسمية Physical Health

6. الصحة العقلية Mental Health

السابع: المجتمع الإنساني (البشري) **Human Society**، ويتضمن:

1. التأثيرات الثقافية على السلوك Cultural Effects on Behavior
2. سلوك الجماعة Group Behavior
3. التغير الاجتماعي Social Change
4. التبادل (التجاري) في المجتمع Social Trade - off
5. النظم السياسية والاقتصادية Political and Economical Systems
6. الصراع المجتمعي Social Conflict
7. التداخل (والتعايش) العالمي Global Interdependence

الثامن: العالم (المصنّع) المصمّم **The Designed World**، ويتضمن:

1. الزراعة Agriculture
2. المواد والتصنيع Materials and Manufacturing
3. مصادر الطاقة واستخداماتها Energy Sources and Use
4. الاتصالات Communications
5. معالجة المعلومات Information Processing
6. تكنولوجيا الصحة Health Technology

التاسع: العالم الرياضياتي **The Mathematical World**، ويتضمن:

1. الأعداد Numbers
2. العلاقات الرمزية Symbolic Relationships
3. الأشكال Shapes
4. الشك Uncertainty
5. الاستدلال Reasoning

العاشر: المنظورات (الأبعاد) التاريخية **Historical Perspectives**، وتتضمن:

1. تغيّر فكرة أن الأرض هي مركز الكون.
2. توحيد الأجرام السماوية مع الأرض.
3. ربط المادة والطاقة مع الزمن والفضاء (الفراغ).

4. توسيع الزمن Extending Time

5. حركة القارات Moving the Continents

6. فهم النار Understanding Fire

7. انشطار الذرة Spliting the Atom

8. تغير تنوّع الأحياء Explaining the Diversity of Life

9. اكتشاف الجراثيم Discoving Germs

10. قوة الحصان Harnessing Power

**الحادي عشر: الموضوعات (الأفكار) المشتركة Common Themes، وتتضمن:**

1. النظم Systems

2. النماذج Modeles

3. الثبات والتغير Constance and Change

4. المقياس Scale

**الثاني عشر: عادات العقل Habits of Mind، وتتضمن:**

1. القيم والاتجاهات Values and Attitudes

2. الحوسبة (الحساب) والتقدير Computation and Estimate

3. التحكم والملاحظة Manipulation and Observation

4. الاتصال Communication

5. مهارات الاستجابة الناقدة Critical - Response Skills

**الثالث عشر: التعلم والتعليم الفعالان Effective Learning and Teaching، ويضمان:**

1. مبادئ التعلم Principles of Learning

2. تعليم العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا Teaching Science, Mathematics, and Technology

**الرابع عشر: إصلاح التربية Reforming Education، ويضم:**

1. الحاجة إلى الإصلاح The Need for Reform

2. مبادئ الإصلاح Reform Premises

**الخامس عشر: الخطوات التالية Next Steps، وتتضمن:**

1. مشروع 2061 Project 2061
2. أجندات للعمل An Agenda for Action
3. المستقبل The Future

هذا، وقد اعتبرت **موضوعات الفصول الثلاثة الأخيرة (13 و 14 و 15) الجسور Bridges نحو المستقبل، وعبور القرن الحادي والعشرين** وذلك بالتسلح بالثقافة العلمية (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية)؛ مما يوجه بوصلة البحث إلى الوثيقة الثانية لمشروع (2061) المتمثلة بمعالم الثقافة العلمية وملامحها والعلاقات الدالة عليها.

## المشروع (2061): معالم الثقافة العلمية (BFSL)

## Benchmarks for Science Literacy : Project 2061

لقد اشتملت رؤية المشروع (2061) للتعليم في القرن الحادي والعشرين على أربعة مجالات رئيسية، هي: الأهداف، والخبرات التعلمية، ودور المدرسة، والبيئة المدرسية.

1. **الأهداف Goals**، يتمثل الهدف الأساسي من تعلم العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا بتحقيق **هدف الثقافة العلمية Scientific Literacy**. ولكي يتحقق هذا الهدف، فإنّه يتطلب تعديل الوحدات الدراسية وإعادة صياغتها بحيث تساهم في تحقيق نتاجات تعلم الثقافة العلمية؛ وتقليل الكم المعرفي (على مبدأ القليل كثير) الذي كانت تركز عليه المناهج (التقليدية) الاعتيادية، وتمكن الطلبة من تعلم المهارات الأساسية التي تمكنهم من تحقيق أهداف الثقافة العلمية وتلبية حاجاتهم التعليمية واستثمار طاقاتهم.
2. **الخبرات التعلمية: Learning Experiences** وتتطلب ضرورة إعادة تصميم الوحدات الدراسية بحيث تتضمن تعدداً في استراتيجيات التدريس **(وروحها الاستقصاء العلمي)، وتنوعاً في الأنشطة العلمية Science Activities ومصادر التعلم، والتركيز في تدريس العلوم على منحى الأنشطة**

**والخبرات المباشرة وتشغيل اليدين Hands - On والعقل Minds - On** معاً الذي يمكنهم من استنتاج الغاية من دراستهم للعلم، والرياضيات، والتكنولوجيا والعلاقة بين هذه المواد، ودراسة مواد الفنون والإنسانيات، وتوظيف العلم في تفسير الظواهر الطبيعية، وحل المشكلات اليومية بحيث يتحقق الرضا النفسي لدى الطالب المتعلم.

3. **دور المعلم: Teacher's Role** وفي هذا ينبغي لمعلم العلوم تحمل المسؤولية في مجال التخطيط وتنفيذ المنهاج من الروضة وحتى الصف الثاني عشر(k-12)، وضرورة التركيز على عمل الفريق، وتبادل الخبرات بين المعلمين أنفسهم.
4. **البيئة المدرسية: School Environment** وتتطلب دعم هدف الثقافة العلمية، وزيادة **انفتاح المدرسة على المجتمع المحلي**، وتشجيع الطلبة والمعلمين على الانطلاق إلى مؤسسات المجتمع للمشاركة في أنشطته وفعالياته، وتطبيق المعرفة العلمية في الميدان، وتوظيف نتائج البحث العلمي.

وفي سياق ذلك، فإنّ المبدأ الأساسي كما يذكر المشروع (2061)، يتمثل في أنّه لا يتطلب من المدارس أن تعلم (تُغطي) محتوىً علمياً أكثر، إنما يتطلب **التركيز** على ما هو **ضروري وأساسي للثقافة العلمية مع تعليمه بعمق ومشاركة وفاعلية أكبر**. ومن هنا تم التركيز في توصياته على ما هو أساسي وضروري في الأفكار العلمية، والمهارات التي تشكل الثقافة العلمية.

هذا، وترتكز **معالم الثقافة العلمية (SFAA)** على المعتقد الذي يرى أن **الشخص المثقف ثقافة علمية** هو الذي يعي أن **العلوم والرياضيات والتكنولوجيا متداخلة ومتفاعلة ومتكاملة ويعتمد بعضها على بعض**؛ ويستوعب المفاهيم والمبادئ الأساسية في العلوم بقاعدة معرفية أساسية؛ ويألف ويطلع على العالم الطبيعي، ويدرك تنوعه ووحدته؛ وبالتالي يستخدم المعرفة العلمية، والطرق العلمية في التفكير والبحث **لأغراض شخصية (فردية) واجتماعية** سواء بسواء.

لقد قُدمت **توصيات المشروع (SFAA) مبدئياً في اثني عشر فصلاً أساسياً**، ونظمت وقسمت إلى أربعة موضوعات رئيسية أو مجموعات، هي:

1. **المجموعة الأولى وتضم الفصول (1-3)**، وتتعلق بطبيعة العلم، وطبيعة الرياضيات، وطبيعة التكنولوجيا جنباً إلى جنب مع المسعى الإنساني.

2. **المجموعة الثانية وتضم الفصول (4 -9)**، وتغطي المعرفة الأساسية في العالم من وجهة نظر العلم، والرياضيات، والتكنولوجيا.

3. **المجموعة الثالثة وتضم الفصول (10-11)**، وتتضمن ما يجب أن يفهمه الأفراد (المتعلمون) عن الأحداث التي حدثت في تاريخ العلم، والمسعى العلمي الإنساني، وبعض الأدوات التي استخدمت (أو تستخدم) للتفكير في كيف يعمل العالم.

4. **المجموعة الرابعة وتضم الفصل (12)** حيث تتضمن **عادات العقل (الفكر)** والتفكير الضرورية للثقافة العلمية والنجاح في الحياة الأكاديمية والعملية والاجتماعية.

وفي هذا الصدد، ينبغي معرفة أنّ هذه الموضوعات وتوصياتها إنّما تعكس تعريفاً عاماً للثقافة العلمية، وتم اختيارها على أساس أهميتها العلمية والإنسانية، ولم يُقصد بها أن تظل جامدة أو ثابتة لا تتغير مع الوقت، وتطبق على جميع الطلبة، مع ملاحظة أنها **لا تكوّن منهاجاً وطنياً مركزيا**، بل هي لمساعدة الولايات، والمناطق، والمدارس المحلية، والمختصين لكي (يبنوا) مناهجهم وبرامجهم التي تناسبهم والضرورية الأساسيّة لتحقيق الثقافة العلمية.وهكذا تم تقديم معالم (ملامح) الثقافة العلمية (**BFSL**) كأداة للمربين في كل ولاية، وكل منطقة تربوية **لاستخدامها في بلورة (وتصميم) المنهاج الذي يرونه مناسباً**.

إنّ **معالم الثقافة العلمية (BFSL) وثيقة (مُرافقة) و(مصاحبة) لوثيقة العلم للجميع (SFAA) تتضمن ما يجب أن يعرفه الطلاب، ويكونوا قادرين على عمله في العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا في نهاية الصفوف**: الثاني (2-k)، والخامس (3-5)، والثامن (6 -8)، والثاني عشر (9-12). وهذه نقاط ومحطات (ليس إلاّ) **لاختبار وتقييم مقدار التقدم في تحقيق الغايات المنشودة**.

ومن **الخصائص التي تميز وثيقة معالم الثقافة العلمية (BFSL)** كما وردت في أدبياتها ما يأتي:

1. تم إعدادها من قبل قطاع عريض من العلماء، والمربين الممارسين.
2. تختلف عن (المنهاج)، أو الإطار العام لمنهاج، أو تصميم منهاج، أو خطة لمنهاج؛ إنما هي **تراكم مجموعة من التوصيات والغايات الخاصة** التي يمكن أن تُنظم

حيثما يريدها الشخص، وبالتالي تحدّد نقطة الانطلاق والعمل للإنجاز المتقدم.

3. ترتكز على (**الجوهر**) **العام للتعلم** الذي يساعد ويساهم في تحقيق الثقافة العلمية للطلاب جميعهم، حيث يتم **التركيز والتشديد على** (**جميع All**) **الطلاب**.
4. تتجنب اللغة الفنية (الغامضة) ما استطاعت إلى ذلك سبيلاً إلاّ حيثما يلزم ذلك فقط، وتلقي الضوء (أو جزءاً منه) على كيفية تحقيق الأهداف والغايات المنشودة التي تمت التوصية بها.
5. تعتمد (الوثيقة) بصورة رئيسية على **نتائج البحوث والدراسات التربوية - النفسية** وبخاصة تلك المتعلقة بمناهج العلوم وتدريسها؛ فهي **ناتج Product** قابل للتطور، وهي واحدة من مجموعة أدوات صمّمها ونشرها المشروع 2061.
6. يتكون المتن من اثني عشر فصلاً هي نفسها الواردة في المشروع (2061) - العلم لجميع الأمريكيين (**SFAA**)/ العلم للجميع، وأربعة فصول أخرى كخلفية عامة للمشروع.
7. قُدمت الموضوعات في ثنايا الوثيقة ونُظمت تنظيماً بسيطاً بحيث تبيّن ما **يجب على** (**جميع**) **الطلبة أن يعرفوه، وأن يكونوا قادرين على عمله** وفق **تسلسل المراحل الأربع: (2-k)، و (3 -5)، و (6 -8)، و (9 - 12) لتحقيق الثقافة العلمية بمجالاتها الثلاثة: العلمية، والرياضية، والتكنولوجية.**

وعليه؛ ولمّا كانت **العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا** هي المحور الرئيس والمعالم الأساسية **لتكوين الثقافة العلمية** وتنميتها لدى الأفراد (المواطنين)، وبالتالي دفع (الأمة) باتجاه تنمية الثقافة العلمية وتحقيقها لدخول القرن الحادي والعشرين والتكيّف معه، فقد وجهت بوصلة البحث للتركيز على الموضوعات الثلاثة: (**طبيعة العلم**) و(**طبيعة الرياضيات**) و(**طبيعة التكنولوجيا**) وفقاً لمنظور ورؤية المشروع (2061) - معالم الثقافة العلميّة (AAAS, 1993).

**أولاً: طبيعة العلم: Nature of Science (NOS)** ويتضمن ثلاثة مجالات، هي كالآتي:

**المجال الأول: الرؤية العلميّة للعالم The Scientific World View**

طوّر الناس عبر التاريخ الإنساني أفكاراً محقّقة، وصادقة حول مواد الفيزياء، والأحياء، والعلوم النفسية والاجتماعية. وقد مكنت هذه الأفكار الأجيال المتعاقبة من تحقيق فهم شامل وموثوق للنوع البشري وبيئته. وقد كانت الطرق لتحقيق ذلك هي: **الملاحظة، والتحرّي، والتحقق، والتجريب**. وهذه الطرق والعمليات مرتبطة بطبيعة العلم وبنيته (NOS) الخاصة. وفي هذا، يشكل العلم، والرياضيات، والتكنولوجيا مسعىً علمياً يعطيها النجاح مع أن لكل منها طبيعته (ونكهته) الخاصة به؛ فدراسة العلوم يجب أن ترتبط بالمجتمع، ويتم توظيف العقل (الذكاء) الإنساني لتوضيح كيف يعمل هذا العالم؛ وبالتالي يجب أن يظهر في المنهاج الخاص بالثقافة العلمية ويكون أحد أهدافها، مما يتطلب أن نأخذ بعين الاعتبار النواحي الآتية:

1. عندما يدرك الناس **كيف يتعامل العلماء، وكيف ينجزون أعمالهم وبحوثهم**، ويتوصلون إلى الاستنتاجات العلمية ويدركون المحدّدات (القصور) التي تحكمهم، سوف يعرفون **كيف يتعاملون مع (الادعاءات)** ويستطيعون رفضها أو قبولها.
2. عندما يمتلك الناس **الإحساس والوعي الدقيق حول التعامل مع العلم** ومفاهيمه الأساسية كأساس للتعلم اللاحق، فإنّهم سوف يتابعون قصة العلم ومغامراته ودوره في حياتهم.
3. **التصوّر الذي يكونه الناس حول العلم وكيف يعمل**، هو غالباً تصوّر يشوبه التشويه، ولعل هذا الأمر مرتبط بتعلم العلوم (التقليدية) الاعتيادية وبخاصة عندما يتم التركيز على العلم على أنه جسم منظم من المعرفة العلمية (حقائق، ومفاهيم، ومبادئ، ونظريات)؛ بينما **دراسة العلوم كطريقة وبحث وتفكير للمعرفة هو الأساس** الذي يتطلب التركيز عليها في المنهاج (مادة وطريقة بحث وأسلوب تفكير).
4. **اكتشاف المعرفة العلمية حول هذا العالم** لا تقود بالضرورة إلى معرفة كيف يعمل العلم، ولا تحقق دراسة فلسفة العلم وسوسيولوجيا (اجتماعية) العلم لوحدهما الفهم العلمي للعالم.
5. **ضرورة التركيز في صفوف المرحلة الأساسية الأولى على التجريب للظواهر الطبيعية والاجتماعية، والاستمتاع بالعلوم واكتشافاته**، أما الاهتمام بالتجريد والمجرّدات فيكون مع تقدم الطلبة في العمر والنضج، مع ملاحظة

أن هذا لا يعني إهمال التجريد تماماً في مراحل العمر المبكرة؛ فمع زيادة التجريب في العلوم وزيادة التعقيد من خلال البحث والاستقصاء وتفسير النتائج سوف تنضج فكرة (التجريد).

وفي سياق هذا، فإنّ السؤال الذي يمكن تعزيزه عند الطلبة هو: **كيف تعلم أنّ هذا (شيء) صحيح؟**

كما يزودنا التاريخ بمنظور آخر حول **فهم كيف يعمل العلم**؛ مما يجعل الطلبة يلاحظون أن تقدم العلم والتكنولوجيا نتج (وينتج) من التراكم التدريجي للمعرفة عبر القرون. كما يجب أن يعرف الطلبة أنّ **العلماء أناس عاديون** (يأكلون، ويشربون، ويمشون في الأسواق...)، ويتمتعون بخصائص موجودة لدى الطلبة أنفسهم. ولكي يحدث هذا الفهم عند الطلبة، لابد من تزويدهم **بدراسة (حالات) من التاريخ العلمي** مع مجموعة من الوسائل المعينة كالوثائق والأفلام، وما ينطبق على العلوم ينطبق على الرياضيات والتكنولوجيا.

إن **رؤية العالم بمنظور علمي** لا يعني أنّ عمل العلماء منصب على المناقشة لكنهم حقيقة يعملون في العلم، وفي أثناء عملهم العلمي تظهر **مُعتقدات** عدّة لا يحملها دائماً غير العلماء، ومنها:

أ. العمل جنباً إلى جنب معظم الأوقات يمكن أن يوضح **كيف يعمل العالم**.

ب. **الكون نظام موحد**، والمعرفة التي تكتسب حول جزء منه يمكن تطبيقها (وتعميمها) على بقية الأجزاء الأخرى.

جـ. المعرفة ثابتة (**متينة**) نسبياً، لكنها **معرضة للتعديل والتغيير** في الوقت نفسه.

ولهذا، إذا تم عرض هذه (المعتقدات) للطلبة بأنها لا تقبل النقاش والجدل، فإنّه بالتالي لا يتحقق الكثير من الفائدة العلمية. وبالمقابل، يتطلب أن يوضح للطلبة أن جسم المعرفة العلمية يتميز بالثبات (النسبي) إلاّ أنه قابل للتعديل والتغيير، والعلم يصحح نفسه بنفسه لكن ببطء.

وفي هذا الصدد، ثمة سؤال يطرح نفسه، هو: **ما هو المطلوب من الطلبة تعلمه (الأهداف) بهذا الخصوص (الرؤية العلمية للعالم) من الروضة وحتى الصف الثاني عشر (12-k)** ؟وفي هذا (**توصي معالم الثقافة العلمية**) (AAAS, 1993) بالآتي:

**1. الصفوف من الروضة إلى الصف الثاني(k-2):**

يجب أن ينشغل التلاميذ من أول يوم في المدرسة في **التعلم Learning**، **وتكوين رؤية علمية للعالم** من خلال **تشجيعهم على طرح الأسئلة والبحث عن الإجابات**، وجمع الأشياء وقياسها وتصنيفها، وملاحظتها، وتنظيم ما تم جمعه وملاحظته، ومناقشة ما تم الحصول عليه (النتائج). كما يجب **التركيز على الأنشطة المثيرة (للفضول)**، وتعلم فكرة النظام الذي يسود الطبيعة. كما يحبذ أيضاً نقل التعلم من غرفة الصف أو المختبر إلى الساحة المدرسية أو إلى البيت لملاحظة ما يجري هنا وهناك. ومع **نهاية الصف الثاني يجب أن يتعلم التلاميذ ويعرفوا** ما يأتي:

أ. عندما يتم إنجاز بحث علمي في وقت مضى، يُتوقع أن يحصل على نتائج مشابهة له.

ب. البحوث العلمية تعمل بشكل عام بالمنهجية نفسها في أي مكان تُجرى فيه.

**2. الصفوف من الثالث إلى الخامس (3-5):**

يستمر التلاميذ في تقصّي العالم والبحث، ويُقوّى ذلك ويعزّز **بالتفسير**. وعندما يحصل التلاميذ على نتائج مغايرة في محاولاتهم التجريبية يجب أن يتم التركيز على تفسير السبب أو الأسباب وراء هذا الاختلاف أو الخطأ الذي يمكن أن يكون مردّه للأدوات أو غير ذلك؛ وهذا لا يعني دائماً أن التلاميذ قادرون على اكتشاف كل شيء بالتجارب المباشرة. **ومع نهاية الصف الخامس يجب أن يتعلم التلاميذ ويعرفوا** ما يأتي:

أ. نتائج البحوث العلمية المتشابهة نادراً ما تكون نفسها، وقد يعود هذا أحياناً لفروق غير متوقعة في الأشياء التي تم بحثها أو في الاختلافات غير الملاحظة في الطريقة المستخدمة، أو أحياناً لعدم دقة الملاحظة، مع ملاحظة أنه ليس سهلاً دائماً أن تقول (تفسّر) لماذا اختلفت النتائج.

**3. الصفوف من السادس إلى الثامن (6-8):**

يلاحظ أنّ معظم التلاميذ المراهقين في بداية هذه المرحلة **لديهم اهتمام مباشر بالطبيعة أكثر من فلسفة العلم**، لذلك يجب أن يستمروا في الانشغال في العلم والجانب العملي منه. وهذا سيؤثر بدوره على فهمهم للعالم فيما بعد. ومع **نهاية الصف الثامن يجب أن يتعلم التلاميذ ويعرفوا** الآتي:

أ. عندما تعطي البحوث المتشابهة نتائج مختلفة، فإنّ التحدّي العلمي هو الحكم على ما إذا كانت هذه الاختلافات دالة أو ليس لها قيمة، لكنها تتطلب المزيد من الدراسات لنقرّر ذلك، وحتى مع وجود النتائج نفسها والتشابه بينها فإنه لابد أن ينتظر العلماء محاولات وبحوث أخرى قبل قبولها.

ب. **المعرفة العلمية معرضة للتعديل** وبخاصة مع وجود النظريات والأفكار الحديثة.

جـ. بعض المعرفة العلمية قديمة جداً، لكنها لا تزال قابلة للتطبيق في الوقت الحالي.

د. بعض الأمور (أو القضايا) يصعب اختبارها أو فحصها بالطريقة العلمية، ومن ضمنها الأشياء التي بطبيعتها لا يمكن فحصها موضوعياً كتلك المتعلقة **بالأخلاق** أو التي لا يمكن أن تخضع للتجارب.

**4. الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر (9-12):**

يمكن أن تتضح المجالات المتعلقة برؤية العالم علمياً في الصفوف العليا بدراسة **المنحى التاريخي في العلم والاتجاهات الحالية في العلم**. ويمكن لدراسة الحالة أن توضح الجانب النظري والعملي والمحدّدات في العلم. ومع **نهاية الصف الثاني عشر يجب أن يعرف التلاميذ** ما يأتي:

أ. يفترض العلماء أن **الكون يحكمه نظام واحد من القواعد الأساسية**، وهذه القواعد تبدأ من البسيط إلى المعقد، ويتم اكتشاف هذه القواعد وتحديدها عادة بطريقة نظامية ومحكمة.

ب. من وقت إلى آخر، **يحدث تغيّر في النظرة العلمية حول كيف يعمل العالم**، وفي الغالب فإنّ المتغيرات التي تحدث في جسم المعرفة العلمية هي تعديلات بسيطة للمعرفة العلمية السابقة؛ فالتغير والاستمرارية سمتان للعلم.

جـ. مهما حاولت نظرية ما أن تتوافق مع الملاحظات، إلا أنه يمكن أن نجد طريقة جديدة تتوافق أكثر مع عدد أكبر من الملاحظات. وفي **العلم تتم عملية الاختبار والتنقيح والمراجعة للنظريات** القديمة والحديثة، وهي عملية مستمرة لا تنتهي. وهذه العمليات المستمرة تؤدي إلى **فهم أفضل إلى كيف يعمل العالم لكنها لا تؤدي إلى الحقيقة المطلقة**، وإعطاء القيمة لهذا المنحى يأتي من تحسين قدرة العلماء على تقديم تفسيرات علمية موثوقة وعمل تنبؤات دقيقة.

هذا، ومن منظور المشروع (2061) - العلم لجميع الأمريكيين / العلم للجميع، وفي ضوء الرؤية العلمية للعالم، فإن **العلماء يشتركون في مُعتقدات أساسية محدّدة واتجاهات علميّة** حول ما يعملونه، وكيف ينظرون إلى عملهم. وهذه (المعتقدات والاتجاهات) ترتبط بطبيعة العلم وما يمكن تعلمه عملياً حول العالم، وهي على النحو الآتي:

- **العالم قابل للفهم (ممكن فهمه) The World is Understandable.**
- **الأفكار العلميّة قابلة للتعديل والتغيير Subject to Change.**
- **المعرفة العلمية متينة وثابتة** (نسبيّاً) وتتغير وتتعدّل (ببطء) في ضوء **الأدلة العلمية Evidence** والشواهد الجديدة.
- لا يستطيع العلم أن يُعطي **إجابات كاملة للأسئلة كلّها.**

**المجال الثاني: الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry**

إن الاستقصاء العلمي أكثر تعقيداً مما تظهره لنا الأفكار العلمية الشائعة حوله، فهو:

- عملية عميقة تتطلب جهداً كبيراً، وليست مثل الأفكار البسيطة التي تراه مجرد طرح أو صنع عدد كبير من الملاحظات ثم تنظيمها.
- هو أكثر مرونة، وليس مجرد خطوات متتابعة صارمة والتي تصفها الكتب والمراجع المدرسية بالطريقة العلمية.
- هو **أكثر من مجرد القيام بالتجارب**، فهو يتضمن **الإبداعية، والتخيّل** أكثر مما يتوقعه البعض، ويتطلب **المنطق والحجج والأدلة الامبريقية - التجريبيّة.**

وفي سياق هذا، فإنّه على الرغم من أنّ الجهود الفردية لبعض الباحثين تسفر عن اكتشافات، إلاّ أن التقدم المستمر للعلم يعتمد على الناتج النهائي لكل هذه البحوث. وإذا **شارك الطلبة أنفسهم في الاستقصاء العلمي (لإعادة اختراع العجلة) بأنفسهم ولأنفسهم**، فإنّ الصورة التي سيصلون إليها ستكون صحيحة منطقياً وعقلانياً. وهذا يتطلب العودة إلى العمل المخبري (الاستقصائي) وأنشطته في المدارس؛ حيث إنّ التجارب العلمية في المدارس لا تشبه الواقع؛ **فالعلم هو الذي يقرّر السؤال (أو المشكلة) المراد استقصاؤه**، وماهيّة البيانات التي تجمع، وكيفية تنظيمها وليس الطالب المستقصي. كما أن (الوقت) في هذه المختبرات غير كافٍ ولا

يسمح بإعادة التجربة أو تفحص بعض إجراءاتها؛ كما لا يتم عرض النتيجة على الباحثين الآخرين لنقدها أو مناقشتها، بل تكون الإجابة الصحيحة معروفة مسبقاً وطوال الوقت. إلاّ أنه بالطبع يمكن تصميم مختبرات للطلبة تساعدهم على **تعلم طبيعة الاستقصاء العلمي**، وتتضمن خطوتين:

**الأولى:** تساعدهم على **التقليل من عدد التجارب المقرّرة**، لجعل الوقت مناسباً (وكافياً) لسبر الأسئلة بعمق أكبر، وتقصّي العديد من فنيّات وأساليب طريقة الإجراء، وتوفير فرص للطلبة لتعرّف الظواهر العلمية التي نسعى إليها.

**الثانية:** تقديم **استقصاءات للطلبة تقربه من العلم الحقيقي**؛ ومثل هذه الاستقصاءات (أو التحرّيات) يجب أن تكون أكثر طموحاً وتعقيداً؛ ويجب على الطلبة قبل التخرج في المدرسة الثانوية العمل بشكل فردي أو جماعي لتطبيق استقصاء علمي (بحث) واحد على الأقل حيث عليهم: صياغة السؤال، وتصميم المنحى المناسب، وتقدير الوقت، والتكاليف المتضمنة، وفحص المعدات، وإدارة سرعة التجربة، وكتابة التقرير، وأخيراً الاستجابة للنقد الموجه إليهم. ومثل هذه الاستقصاءات سواء كانت فردية أو جماعية تعاونية، فإنّها تستغرق أسابيع عدة أو أشهراً لإنجازها، وقد تحصل داخل المدرسة أو (ميدانياً) خارجها.

ولكي نحقق **استقصاء علمياً حقيقياً ومناهج علوم مبنية** على هذا الأساس، فإنه **لابد من (تقليل) عدد التجارب** من جهة، **وإتاحة المزيد من الوقت لطرح الأسئلة البحثية العميقة**، والانخراط الفعلي في العلم الحقيقي. وفي هذا، ثمة سؤال يطرح نفسه، هو: **ما هو المطلوب من الطلبة تعلمه بهذا الخصوص (الاستقصاء العلمي) من الروضة وحتى الصف الثاني عشر (k-12)؟** وفي هذا، **توصي معالم الثقافة العلمية** بما يأتي:

### 1. الصفوف من الروضة إلى الصف الثاني(k-2):

يجب أن ينشغل (ينهمك) الطلبة بفاعلية في الكشف عن الظواهر التي تستهويهم سواء في داخل الصف أم خارجه، ويجب أن ينخرطوا في بحوث مُسليّة ومثيرة في آن واحد. ومن الأمور المهمة والمشجعة أن يتحدث الطلبة عن ما شاهدوه وما فكروا فيهِ، وما الذي حيّرهم وأعجبهم. إلاّ أنه في الوقت نفسه، لا نتوقع أن يقدم التلاميذ

تفسيرات علمية دقيقة لملاحظاتهم ومشاهداتهم. ومع **نهاية الصف الثاني يجب أن يتعلم التلاميذ ويعرفوا** الآتي:

أ. يمكن للناس أن يتعلموا من الأشياء المحيطة بهم من خلال **الملاحظة Observation**، إلاّ أنهم يمكن أن **يتعلموا بالعمل أكثر**.

ب. الأدوات والأجهزة من مثل: موازين الحرارة، والمساطر، والموازين، والعدسات المكبرة.... يمكن أن تعطي **معلومات أكثر (دقة) من مجرد الملاحظة لوحدها**.

جـ. وصف الأشياء بدقة مهم في العلوم؛ لأنها تمكن الناس من مقارنة ملاحظاتهم مع بعضهم بعضاً.

د. عندما يقدّم الناس تفسيرات مختلفة للشيء الواحد، فإنّه من الطبيعي الرجوع إلى مزيد من الملاحظات الجديدة بدلاً من الجدل، ومن ثم الوصول إلى ما هو أصح وأدق.

**2. الصفوف من الثالث إلى الخامس (3-5):**

تتحسن الاستراتيجيات التي يستخدمها التلاميذ لاكتشاف ما حولهم كلما تم تنفيذ استقصاءات بسيطة بمفردهم أو ضمن مجموعات تعاونية صغيرة. وفي هذا يجب تشجيعهم على مزيد من الملاحظات الدقيقة والقياس بدقة أكبر، وتسجيل البيانات، والتعبير عن نتائجها برسومات أو لوحات، وإتاحة الوقت لهم لمزيد من المحاولات حتى تكون نتائجهم موثوقة. كما أن **مهارات العرض والتقديم أمام زملائهم التلاميذ** أمر مهم لتعزيز الاتصال والتواصل، والمناقشة الصفية والمناظرة العلمية. وفي هذا، تقترح بعض الدراسات البحثية بعض المحدّدات لما نتوقعه من التلاميذ في هذه المرحلة منها ما يأتي:

أ. **تصميم بعض التجارب** التي تتسم بالدقة والضبط لا يزال أقل في هذه المرحلة مقارنة بتلاميذ المدرسة المتوسطة.

ب. ثمة شكوك لدى التلاميذ حول **النظرية، والتفسير، والأدلة**؛ وهذه تشكل صعوبة في إيجاد تفسيرات منطقية.

جـ. تتحدث بعض الدراسات عن الكثير من الأشياء التي لا يتعلمها التلاميذ في المدارس اليوم، وعن إمكانية تعلمها لأشياء أخرى إذا تم توظيف التدريس الفعال.

د. يجب أن **يؤسس المعلم (معلم العلوم) عند التلاميذ الاتجاه لتقبل آراء وأفكار الآخرين حتى لو تعارضت مع تفسيراتهم**.

ومع نهاية الصف الخامس يجب أن يعرف التلاميذ ما يأتي:

أ. تتخذ البحوث العلمية أشكالا عدّة، تبدأ من الملاحظةObservation، وجمع العينات وتحليلها، وإجراء التجارب.

ب. يمكن أن تختلف النتائج في البحوث العلمية المتشابهة، وإذا كان الاختلاف كبيراً فيجب بحث الأسباب وتقصّيه.

جـ. **التفسيرات العلمية التي يقدمها العلماء** حول ماذا حدث في العالم، جاءت (وتجئ) من الملاحظة، والتفكير، وإذا وجدت تفسيرات مختلفة فإن هذا يقود العلماء إلى مزيد من الملاحظات.

د. العلماء لا يلقون اهتماماً **للادعاءات (والمزاعم)** ما لم تكن **مدعومة بالأدّلة**.

### 3. الصفوف من السادس إلى الثامن (6 - 8):

تتطلب هذه المرحلة تعلماً أكثر نظامية ومستوى أعقد في البحوث؛ فمثلاً بعض البحوث تتطلب أسابيع أو أكثر، كما تتطلب **عمليات علمية (تكاملية)** أعلى كما في: ضبط المتغيرات، وفرض الفرضيات واختبارها. وفي هذا فإن مع **نهاية الصف الثامن يحتاج التلاميذ لأن يعرفوا** الآتي:

أ. يختلف العلماء بطرق ومناحي دراساتهم لظاهرة ما، **ولا يتبعون خطوات (ثابتة) جامدة**، لكنهم يتفقون على جمع المعلومات المتعلقة بالمشكلة، واستخدام المنطق، وصياغة الفرضيات، والتفسير.

ب. وجود أكثر من متغير واحد في التجربة الواحدة يمكن أن يؤثر على النتائج إذا لم يتم ضبطها، لكن أحياناً **يمكن التغلب على المتغيرات الخارجية (الدخيلة)**، وهذا يتطلب جهداً تشاركياً في تصميم دقيق للتجربة.

جـ. توقع الناس حول ظاهرة ما أو تكوينهم لفكرة معينة نابعة من اعتقاد ما يمكن أن تؤثر على الملاحظة الدقيقة، ويدرك العلماء هذه المخاطر وأثرها على الموضوعية، ويحاولون تجنب ذلك في أثناء تصميم التجارب، وتفحص البيانات؛ ومن الجيّد وجود باحثين عدّة لدراسة ظاهرة واحدة في الوقت نفسه.

د. **الأفكار الجديدة** في العلوم يمكن أن تظهر من **نتائج غير متوقعة تفتح المجال** أمام دراسات وبحوث جديدة.

**4. الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر(9-12):**

تتحسن في هذه المرحلة **قدرة الطلبة على التعامل مع التجربة والفرضيات والعمليات العقلية** الأخرى. كما يمكن مناقشة التنبؤ العلمي في هذه المرحلة، وكذلك استخدام الإحصاء والاحتمالات. ومع **نهاية الصف الثاني عشر يحتاج الطلبة لأن يعرفوا** ما يأتي:

أ. **البحث يتم إجراؤه لأسباب عدّة** من مثل: اكتشاف ظاهرة جديدة، والتأكد (التحقق) من نتائج سابقة، واستخدام النظرية للتنبؤ، والمقارنة بين النظريات.

ب. تستخدم **الفرضيات** بشكل واسع في العلوم (**كعلاقة تنبؤية تفسيرية محتملة**).

جـ. يستطيع العلماء أحياناً ضبط الظروف التجريبية، لكن ليس دائماً؛ وقد يعود ذلك لأسباب علمية أو أخلاقية.

د. توجد اختلافات تقليدية في العلوم حول **ماذا تبحث وكيف**، لكنها تشترك في وجود اعتقادات أساسية حول قيمة الدليل والمنطق. وهناك اتفاق يتضمن أن **التقدم في العلوم يعتمد على الذكاء، والعمل الجاد الشاق، والتخيل،** (والحظ) أحياناً.

هـ. العلماء في أي مجموعة بحث يحاولون رؤية الأشياء بشكل متشابه يتفقون على الطريقة، ويبحثون (كما يُفترض) **مصادر التحيّز، وفي التصميم وتحليل البيانات.**

و. **الأفكار الجديدة التي لا تتوافق مع الأفكار السائدة المعروفة في العلوم** تواجه بنقد قوي، وتتم محاكمة النظريات في ضوء اتفاقها مع نظريات أخرى وتنبؤها بتفسيرات ونتائج جديدة.

ز. تحدّد الأفكار الجديدة في العلوم **ضمن السياق الذي أنتجها**، ويمكن رفضها من خلال التقييم العلمي، كما يمكن أن تنتج هذه الأفكار من نتائج غير متوقعة وتنمو ببطء.

وفي هذا السياق، **يتقاسم العلماء مُعتقدات أساسية واتجاهات** عامة من منظور المشروع 2061 - العلم للجميع تتلخص بالآتي:

- العلم يطلب الدليل العلمي Scientific Evidence.
- العلم مزيج من المنطق (والعقل) والتخيّل.
- العلم يُفسّر، ويتنبأ، ويضبط.
- العلماء يتعرفون التحيّزات ويحاولون تجنبها.
- العلم ليس سلطوياً (ليس له سلطة) Science is Not Authoritarian.

**المجال الثالث: المسعى العلمي: The Scientific Enterprise**

يُعد المسعى (أو المشروع) العلمي من أبرز معالم المعاصرة في هذا العالم؛ كما يشكل مسعىً علمياً **لفهم كيف يعمل هذا العالم** من جهة، ويساعد الطلبة على **فهم كيف يتم تنظيم العلم** من جهة أخرى.

وبما أن الطلبة سيصبحون أفراداً ناضجين في مجتمع ديمقراطي، فلابدّ أن يكون لهم رأي حول أساسيات العلم، والعلوم التطبيقية؛ وفي هذا، **لابد من تعرضهم لأربعة مجالات رئيسية في المسعى العلمي**، وهي:

1. **الوظيفة الاجتماعية للعلم.**
2. **فروع العلم Science Disciplines.**
3. **أخلاقيات العلم Science Ethics.**
4. **دور العلم في الشؤون العامة.**

ومثل هذه القضايا لا يمكن مناقشتها في مراحل التعليم المبكرة؛ إلاّ أنه يمكن إبرازها كلما تقدم الطالب في المراحل التعليمية في المدرسة. ومع مرور الوقت وبعد تخرج الطلبة، يمكنهم التحدث براحة حول طبيعة العلم ومسعاه، كما يستطيعون تفهم وفهم ما يطرح في وسائل الإعلام حول القضايا العلمية.

وفي سياق هذا، فإنّ **المسعى العلمي هو أحد المعالم الأساسية للعالم الحديث** الذي يميّز الوقت الحالي عن الزمن الماضي. ومن المهم للطلبة أن يفهموا كيف يتم تنظيم العلم، وهم محتاجون أيضاً لمظاهر أخرى من العمل العلمي من حيث تركيبته الاجتماعية، وقواعده وعاداته، وأخلاقه، ودور العلم في الشؤون العامة. ومثل هذه الأمور لا تتطلب نقاشاً واضحاً في الصفوف المبكرة، إلا أنّها ينبغي أن تظهر تدريجيا بتقدم الطلبة في المراحل التعليمية المختلفة حتى يشعروا بعد أن يتخرجوا

بالراحة عندما يتحدثون عن المصطلحات العامة حول الطبيعة، والعمل العلمي، وفهم المناقشات التي تدور حول القضايا العلمية في وسائل الإعلام المختلفة. والسؤال الذي يطرح نفسه في هذا الصدد، هو: **ما هو المطلوب من الطلبة تعلمه بهذا الخصوص (المسعى العلمي) من الروضة وحتى الصف الثاني عشر (k-12)؟** وفي هذا **توصي معالم الثقافة العلمية** بما يأتي:

### 1. الصفوف من الروضة إلى الصف الثاني (k-2):

مع **نهاية الصف الثاني يجب أن يتعلم التلاميذ ويعرفوا** ما يأتي:

أ. **كل شخص يستطيع أن يكتشف شيئاً عن الطبيعة** من خلال خبرته المتراكمة، ويخترع الأشياء والأفكار، وأن يقوم بالعمل العلمي.

ب. من المفيد في العمل العلمي وتعلم العلوم العمل ضمن فريق، ومشاركة النتائج مع الآخرين. وفي هذا فإنه من المهم أن يكون التلاميذ مقتنعين بأنه على الرغم من أنهم جزء من الفريق إلاّ أنهم أحرار في الوصول إلى نتائج مختلفة عن زملائهم في الفريق. وفي هذا، يذكر أنّ تعلم العلوم يبدأ من مرحلة الروضة ضمن **فرق أو مجموعات (تعاونية) صغيرة**، ويمكن للمعلمين والطلاب الأكبر سناً مساعدة هذه الفرق أو المجموعات بكيفية المشاركة حول تقرير ما يجب فعله، وجمع المعلومات وتنظيمها، وعمل الشروحات والمناقشات.

جـ. الكثير يمكن تعلمه عن الحيوانات والنباتات عن **طريق ملاحظتها عن قرب**، ولكن يجب معرفة احتياجات الكائنات الحية، وكيف يمكن توفير مثل هذه الاحتياجات في غرفة الصف.

### 2. الصفوف من الثالث إلى الخامس (3-5):

يمكن أن تقدم المعلومات الوظيفية لتعريف الطلاب بالعلم كمهنة لها تنوّع واسع في مستويات العمل وأنواعه عن طريق الأفلام، والكتب، وزيارات العلماء، وزيارة التلاميذ إلى المراكز العلمية والكليات والجامعات، والمختبرات الحكومية والصناعية التي تقدم فرص عمل متنوعة. ومع **نهاية الصف الخامس يجب أن يعرف التلاميذ** ما يأتي:

أ. **العلم مُغامرة**، ويمكن أن يكون الناس في أي مكان جزءاً منه كما حدث في القرون الماضية.

ب. **الاتصال والتواصل مهم في العمل العلمي**: فالعلماء عادة يتواصلون مع زملائهم العلماء لأهداف وغايات علمية متعددة حول أعمالهم العلمية.

جـ. العلم يتضمن أعمالاً متعددة ومختلفة، وهو بالتالي يشترك فيه الرجال والنساء ومن **خلفيات وثقافات وأعمار مختلفة**.

### 3. الصفوف من السادس إلى الثامن (6 - 8):

يجب أن يستمر المعلمون بعملية توضيح فرص العمل في مجال العلم عن طريق تقديم المعلومات حول العلم كمجال متنوع للعمل. وفي هذا، يحتاج التلميذ في سن المراهقة المبكرة إلى **رؤية الوظائف العلمية المتعلقة بالعلم** على أساس أنها خيار حقيقي لهم. وفي هذا المستوى يُتوقع أن تكون بحوث التلاميذ أكثر احترافاً ممّا هو متوقع منهم في المرحلة الأساسية الابتدائية. وفي **نهاية الصف الثامن يجب أن يعرف التلاميذ** ما يأتي:

أ. الإسهامات المهمة لتقدم **العلوم، والرياضيات، والتكنولوجيا** تم إنجازها من قبل أناس مختلفين في خلفياتهم وثقافاتهم وفي أوقات مختلفة.

ب. **النساء والأقليّات العرقية بسبب القيود على تعليمهم وفرص توظيفهم**، تم إهمالهم في الكثير من الأعمال الرسمية في المؤسسات العلمية، وأن القليل من الذين تخطوا هذه العقبات أهملت المؤسسات العلمية عملهم.

جـ. ليس من المهم (**مَنْ**) **الذي يقوم بالعلوم والرياضيات أو يخترع الأشياء** أو أين ومتى فعل ذلك، فالمعرفة والتكنولوجيا الناتجة عنها يمكن أن تكون مُتاحة لكل شخص في العالم.

د. **يتم توظيف العلماء** من قبل الجامعات والكليات، ومراكز البحوث، والوكالات الصناعية والتجارية، والمستشفيات، والكثير من المؤسسات الحكومية. وتشمل أماكن عملهم مكاتب وقاعات وغرف صفية ومختبرات ومزارع ومصانع ومواقع طبيعية تتراوح بين الفضاء وأعماق المحيطات.

هـ. في البحث الذي يشمل المواضيع الإنسانية **تتطلب (أخلاق) العلم** بأن تعلن المواضيع المحتملة بشكل كامل عن **الأخطار والفوائد المرتبطة بالبحث**، وحق العلماء برفض المشاركة. كما تقضي أخلاق العلم أيضاً أن لا يعرض العلماء زملاءهم في العمل (أو الطلاب أو الجيران) أو المجتمع لأخطار محتملة أو صحيّة دون معرفتهم وموافقتهم المسبقة. ويجب أن تُتخذ عناية معينة في

استخدام (الحيوانات) في البحث العلمي، لعدم قدرتها على اتخاذ الاحتياجات اللازمة.

و. **الحواسيب (الكمبيوترز) أصبحت لا تُثمن بمال في العلم**؛ لأنها تسّرع وتوسع قدرة الأشخاص (العلماء) على جمع البيانات وتخزينها وتضمينها، وإعداد تقارير البحث، ومشاركة البيانات والأفكار (النتائج) مع الباحثين في جميع أنحاء العالم.

ز. **السجلات الدقيقة والاحتفاظ بها والأجوبة مهمة** لتؤكد على مصداقية الباحث (العالم) أمام العلماء الآخرين والمجتمع على حدّ سواء.

**4. الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر (9-12):**

في هذه المرحلة يمكن للعلم والتاريخ أن يدعم بعضها بعضاً بإحكام أكثر. **وكطالب يدرس العلوم والرياضيات** يجب أن يواجه بعض الجذور الثقافية والتاريخية للمفاهيم التي يتعلمها. وبدراستهم تاريخ الثقافات والفترات التاريخية المختلفة يجب أن يجد الطلاب بأن العلوم والرياضيات غالباً ما أدّت (وتؤدي) الدور الرئيسي. وفي **نهاية الصف الثاني عشر يجب أن يعرف الطلاب** ما يأتي:

أ. **الثقافات العربية، والهندية، والصينية، واليونانية** القديمة مسؤولة عن الكثير من الأفكار العلمية، والرياضية، والاختراعات التكنولوجية.

ب. **العلم الحديث** يعتمد على تعليم الأفكار التقليدية المجمعة في أوروبا قبل حوالي خمسمائة سنة؛ والناس الآن ومن **جميع الثقافات** يساهمون في هذا العلم.

جـ. **التقدم في العلم والاختراع** يعتمد بشكل كبير على ما يحدث في المجتمع أيضاً، ويعتمد التاريخ غالباً على التطورات التاريخية والتكنولوجية.

د. **فروع العلم تختلف عن بعضها** في ما تدرسه والتقنيات التي تستخدمها والنتائج المرجوة منها، ولكنها **تشترك في أهداف وفلسفات مشتركة** وجميعها جزء من العمل العلمي نفسه. وعلى الرغم أن كل فرع يزود بالبناء المفاهيمي لتنظيم المعرفة ومتابعتها، إلاّ أنه يتم دراسة الكثير من المشكلات عن طريق العلماء باستخدام معلومات ومهارات كثيرة من الفروع العلمية. وهكذا ليس لفروع العلم حدود معينة، بل تتداخل ويتشابك بعضها مع بعض.

هـ. **العلماء يمكن أن يجمعوا المعلومات، والأفكار، والمهارات التحليلية** ليؤثروا على مواضيع الاهتمام العامة. ويمكن أن يساعد العلماء الأشخاص لفهم الأسباب المحتملة للأحداث، وتقدير تأثيراتها المحتملة ضمن نطاق خبراتهم الواسعة.

و. **العلماء يعملون ضمن السلوك الأخلاقي المهني**، والخداع (أو التزوير) نادر، وغالباً ما يتم كشفه عاجلاً أم آجلاً من قبل العمل العلمي نفسه. وعندما تكتشف مثل هذه الانتهاكات للتعاليم الأخلاقية العلمية، يتم إدانتها بشدّة من قبل المجتمع العلمي، ويجد المنتهك (المزوِّر) بعد ذلك صعوبة في إعادة كسب احترام (وثقة) العلماء الآخرين.

ز. **التمويل يؤثر في اتجاه العلم** بفضل القرارات التي تم اتخاذها لتمويل البحث، والتمويل يأتي من وكالات ومؤسسات حكومية فيدرالية ومؤسسات صناعية خاصة (القطاع الخاص) ومن الأفراد.

**ومن منظور المشروع 2061 - العلم لجميع الأمريكيين، والعلم للجميع**، فثمة خصائص ومظاهر أخرى للعلم يتقاسمها العلماء في ضوء أبعاد المسعى العلمي الفردية، والاجتماعية، والمهنية، وهي:

- **العلم نشاط اجتماعي معقد** Science is Complex Social Activity.
- **العلم منظم (من حيث المحتوى) في فروع** Disciplines، وتتم دراسته وبحثه في مؤسسات مختلفة.
- هناك **مبادئ أخلاقية (أخلاق) متعارف عليها** عموماً في تقصّي العلم والبحث فيه.
- العلماء **يشاركون في العمل العام** كمتخصصين (علماء) وكمواطنين.

**ثانياً: طبيعة الرياضيات The Nature of Mathematics (NOM) وتتضمن ثلاثة مجالات، هي:**

**المجال الأول: الأنماط والعلاقات Patterns and Relationships**

تعتمد الرياضيات على المنطق والإبداع، ويكمن جوهرها في جمالها وتحدّيها الفكري (العقلي). كما أنّ القيمة الرئيسية لها بالنسبة إلى الآخرين كالعلماء والمهندسين، تكمن في **كيفية تطبيقها** في مجال عمل كل منهم. ولأن الرياضيات تؤدي مثل هذا الدور المركزي في الثقافة (الحديثة) العصرية، فإن فهم طبيعة

الرياضيات ضروري للثقافة العلمية وتنميتها. ولتحقيق ذلك، يحتاج الطلبة لإدراك الرياضيات كجزء من المسعى العلمي، وفهم طبيعة التفكير الرياضي، لكي يصبحوا على دراية (ألفة) بالأفكار، والمهارات الرياضية الرئيسية. وتشترك الرياضيات كعلم في الأنماط والعلاقات، في العديد من الميزات التي تمتاز بها العلوم الأخرى؛ فهي كالعلوم والتكنولوجيا، تهدف للتوصل إلى الإجابة عن الأسئلة (المسائل والمشكلات) الأساسية وحل المشكلات العلمية. كما يتقاسم العلماء وعلماء الرياضيات قواعد علمية - رياضية وأخلاقيات عامة يتمتعون بها في المسعى العلمي والرياضي. وعليه؛ ثمة سؤال يطرح نفسه في هذا الصدد، هو: **ما هو المطلوب من الطلبة تعلمه بهذا الخصوص (الأنماط والعلاقات) من الروضة وحتى الصف الثاني عشر(k-12)؟** وفي هذا **توصي معالم الثقافة العلمية** (AAAS, 1989) بالآتي:

**1. الصفوف من الروضة إلى الصف الثاني (k-2):**

يفكر الأطفال في المراحل العمرية الأولى في قليل من المصطلحات المحدّدة جداً والمجردة، ولديهم اهتمام قليل في موضوعات كبيرة جداً كالرياضيات، والعلوم، والتكنولوجيا؛ إلاّ أنهم يستجيبون عادة إيجابياً إلى تحدّي تعلم الأرقام وكيفية معالجتها، وتعريف الأشكال، والأنماط البسيطة، وجمع وتصنيف الأشياء التي يجمعونها، وبناء (تركيب) الأشياء.

وفي وقت ما، يحتاج التلاميذ لمعرفة أن بعض أنواع الأفكار والنشاطات التي يتعاملون بها هي **رياضية، وبعضها علمية، وأخرى تكنولوجية.**

لقد تطورت الأنماط والعلاقات الرياضية على مرّ القرون كعملية نشطة ومنتجة؛ وربما يعود ذلك إلى كون **الرياضيات تستخدم في العديد من مجالات المسعى العلمي** أكثر من أي وقت مضى، وأصبحت أكثر ضرورة في الحياة اليومية. ولتحقيق الأهداف العامة للثقافة العلمية، فإن المهم للطلبة أن يفهموا أن الرياضيات هي دراسة للأنماط والعلاقات، وأن يصبحوا على دراية ببعض تلك الأنماط والعلاقات، وأن يتعلموا استعمالها في الحياة اليومية. وفي هذا ومع **نهاية الصف الثاني يجب أن يعرف التلاميذ** ما يأتي:

أ. **الدوائر، والمربعات، والمثلثات، والأشكال الأخرى**، يمكن أن توجد في الأشياء الموجودة في الطبيعة والأشياء التي يبنيها الناس.

ب. الأنماط يمكن صنعها من خلال وضع الأشكال المختلفة مع بعضها بعضاً أو أخذ هذه الأشكال على حده.

جـ. **الأشياء تتحرك، أو يمكن جعلها تتحرك** على طول الخط المستقيم أو الخط المنحني أو الدائري، أو جعلها تتحرك ذهاباً وإياباً أو في مسارات متعرجة.

**2. الصفوف من الثالث إلى الخامس (3-5):**

إن الاستراتيجية الأساسية للتعلم حلول طبيعة الرياضيات تكون من خلال معرفة ماذا نعمل في الرياضيات، والأرقام التي نستخدمها، والأشكال التي نستخدمها. ولعلّ هذا يتضمن ابتداءً عملية العدّ، والقياس، والتقدير، ورؤية أشكال الأشياء. وبعد ذلك، يتم التوسع والامتداد ليتضمن الجمع والطرح وغيرهما. كما يتم لاحقاً إجراء عمليات على الأرقام، والحصول على بيانات، ومقارنة مجموعتين (أو مجموعات) من هذه البيانات بعد أن يتم تحليلها. ومع **نهاية الصف الخامس يجب أن يعرف التلاميذ** ما يأتي:

أ. **الرياضيات هي دراسة لأنواع عديدة من الأنماط** التي تتضمن الأرقام، والأشكال، والعمليات التي تجرى عليها. وفي بعض الأحيان تدرس الأنماط لأنها تساعد على شرح **كيف يعمل العالم، وكيفية حل المشكلات العلمية**، وأحياناً بسبب الاهتمام بهذه الأنماط.

ب. **الأفكار الرياضية** يمكن أن تمثل بشكل محسوس (ملموس) وبشكل تخطيطي، وبشكل رمزي.

**2. الصفوف من السادس إلى الثامن (6-8):**

في هذه المرحلة يجب أن يكون لدى التلاميذ خبرة لا بأس بها في عمل الجداول، والرسومات البيانية، والمخططات الهندسية واستعمالها مع الرموز لوصف مدى واسع من الأنماط والعلاقات المختلفة. وفي هذا، يكون التلاميذ مستعدين الآن للتركيز بشكل أكبر من ذي قبل على **المظاهر (السمات) الإبداعية لحل المشكلة (المسألة) الرياضية**، وللبدء بتطوير إحساس حول كيف يستمر علماء الرياضيات بعملهم. كما يبدأ التلاميذ بالتأمل (والتفكير مليّاً) بماذا يعملون في الرياضيات؛ ومجموعات التلاميذ يجب أن تقترح (تخطط) حلولاً للمشكلات بشكل مستقل ثم تقارن هذه الحلول مع بعضها بعضاً، وتدافع عن حلولها، وتناقش الاختلافات فيما

بينها. ومع نهاية **الصف الثامن يجب أن يعرف التلاميذ** ما يأتي:

أ. **ليس هناك طريقة (واحدة) صحيحة لحل المسألة الرياضية**، والطرق المختلفة لها حسناتها ومثالبها.

ب. **الارتباطات المنطقية** يمكن أن توجد بين الأجزاء المختلفة من الرياضيات.

**3. الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر (9-12):**

بالإضافة إلى التأمل وخبرة الشخص في حل المسألة، أظهرت دراسات الحالة مدى التقدم الذي حصل في الرياضيات والذي أظهر بعض الميزات الرئيسية لكيفية عمل الرياضيات وأنواع الأنماط والعلاقات التي تنتج من عملية التقصّي (البحث) الرياضي. ومع **نهاية الصف الثاني عشر يجب أن يعرف الطلبة** ما يأتي:

أ. **الرياضيات هي دراسة للأنماط أو العلاقات**، بينما **العلوم الطبيعية معنية فقط بتلك الأنماط ذات العلاقة بالعالم الملاحظ**. وعلى الرغم أنّ الرياضيات بدأت منذ عهد بعيد في دراسة المشكلات العملية، إلا أنها حالياً تركز على المجردات من العالم المادي، وبعد ذلك على العلاقات الأكثر تجريداً بين هذه المجردات.

ب. كما في العلوم الأخرى، فإن (**البساطة**) تعتبر من إحدى القيم العليا في الرياضيات.

جـ. **النظريات والتطبيقات في العمل الرياضي** تؤثر في بعضها بعضاً؛ فأحياناً تؤدي مشكلة عملية إلى تطوير النظريات الرياضية الجديدة، وفي أغلب الأحيان تطورت الرياضيات من أجل اهتمامها الخاص بالتطبيقات العملية.

د. **الرياضيات الحديثة مستمرة في الإبداع (والابتكار)، والارتباطات بين الأجزاء** المختلفة من الرياضيات مستمرة الوجود.

**المجال الثاني: الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا (MST):**

إن معظم العمل في الرياضيات يُحفز ويُثار داخلياً من خلال المشكلات التطبيقية، كما تساهم العلوم والتكنولوجيا بشكل كبير بالتزويد بمثل هذه التطبيقات والمحفزات. والعلماء والمهندسون يحاولون في أثناء عملهم عمل بعض الرياضيات المفيدة بأنفسهم ولأنفسهم، أو قد يطلبون المساعدة من علماء الرياضيات من أجل

تطوير بعض الرياضيات الجديدة لإنجاز العمل. ومن جهة أخرى، فإن حاجات العلوم الطبيعية أو الحاجات التكنولوجية أدّت في أغلب الأحيان إلى صياغة الرياضيات الجديدة. وعليه؛ **ماذا يحتاج الطلبة لتعلمه بهذا الخصوص (الرياضيات والعلوم والتكنولوجيا) من الروضة وحتى الصف الثاني عشر (k-12)؟** وفي هذا، **توصي معالم الثقافة العلمية** بالآتي:

**1. الصفوف من الروضة إلى الثاني(k-2):**

على الرغم أنه لا توجد معالم (أو توصيات على هذا المستوى)، إلاّ أنه في المراحل المبكرة يقوم التلاميذ **بعمل الملاحظات، وجمع الأشياء وتصنيفها**، واستعمال الأدوات، وبناء الأشياء وتركيبها. كما يمارسون حسب مستوى النمو لديهم، العلوم، ويستخدمون التكنولوجيا. **وفي الممارسة المدرسية** ينبغي أن تساهم العلوم والتكنولوجيا في فهم قيمة الرياضيات؛ والرياضيات بدورها ينبغي أن تساعد في عمل العلوم والهندسة. وتتجلى فائدة الرياضيات في العلوم والتكنولوجيا وتكون واضحة للتلاميذ إذا ما قاموا بتجريبها (واختبارها) في أغلب الأحيان.

**2. الصفوف من الثالث إلى الخامس (3 -5):**

لا توجد معالم (توصيات) على هذا المستوى، لكنه يجب أن يصبح التفاعل أكثر تطوراً وتعقيداً كلما تقدم الطلبة في مستوى الصف التعليمي؛ فالرسم، وعمل الجداول، وإجراء القياسات، يجب أن تصبح شائعة لدى التلاميذ في **الاستقصاء وتصميم المشاريع**، وكذلك **استعمال المفاهيم الهندسية والرياضية** من مثل: العمود والحافة والحجم والجذور والأرقام السالبة. والمشكلات المقترحة لتحدّي التلاميذ قد تأخذ شكل المسابقات والألعاب، إلاّ أن بعضاً من هذه المشكلات يجب أن يؤخذ بشكل مباشر من العلوم والتكنولوجيا بشكل مدروس.

**3. الصفوف من السادس إلى الثامن (6-8):**

إن العلوم والتكنولوجيا سياقات غنية ومهمة بشكل خاص في تعلم قيمة الرياضيات، ولتطوير مهارات حل المسألة الرياضية؛ إلاّ أنها ليست الوحيدة في ذلك؛ فالفن، والموسيقى، والدراسات الاجتماعية، والألعاب الرياضية، وتعليم قيادة السيارات، والاقتصاد المنزلي، ومواضيع مدرسية أخرى...، تعتبر أماكن ملائمة

للتعلم بالإضافة إلى استخدام الرياضيات. ومع **نهاية الصف الثامن يجب على التلاميذ** معرفة ما يأتي:

أ. **الرياضيات هي مساعدة** (تقريباً) في كل نوع من أنواع **المسعى الإنساني (ملح العلوم) من القاعدة إلى القمة**؛ وبشكل خاص ساهمت (وتساهم) الرياضيات في تقدم العلوم والتكنولوجيا لآلاف السنوات ولا تزال تؤدي ذلك.

**4. الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر (9-12):**

الطلاب في هذا المدى من العمر يجب أن يتعرضوا إلى الأمثلة التاريخية **لكيفية مساهمة الرياضيات في تقدم العلوم والتكنولوجيا** والعكس بالعكس. وهذا ينبغي أن يعطي انتباهاً خاصاً لاستعمال النماذج الرياضية في كل من العلوم والتكنولوجيا؛ وبالتالي ينبغي أن يزود (المنهاج) الطلبة بفرص لفحص (اختبار) علاقة الرياضيات بكل من العلوم والتكنولوجيا. ومع **نهاية الصف الثاني عشر يجب أن يعرف الطلبة** ما يأتي:

أ. يساعد **النموذج الرياضي في التصميم التكنولوجي** من خلال تمثيل (تقليد أو محاكاة) **كيف يسلك النظام (المخطط) المقترح نظرياً**.

ب. **الرياضيات والعلوم** تشترك في العديد من القيم والمميزات: كالاعتقاد في الترتيب (التنظيم)، والأمانة، والانفتاح، وأهمية النقد من قبل الزملاء، والدور المهم الذي يلعبه الخيال (التصوّر والتأمل).

جـ. **تزود الرياضيات كلاً من العلوم والتكنولوجيا بلغة دقيقة لوصف الأجسام**، والأحداث، ولتمييز العلاقات بين المتغيرات، والمناقشة (المجادلة) بشكل منطقي.

د. **تحفز التطورات في العلوم والتكنولوجيا** في أغلب الأحيان **التجديدات (والإبداعات) في الرياضيات**، وذلك بتقديم أنواع جديدة من المشكلات لكي يتم حلّها. وبشكل خاص، فإنّ تطور تكنولوجيا الحاسوب (الذي يعتمد على الرياضيات) أدّى (ويؤدي) إلى توليد أنواع جديدة من المشكلات وطرق العمل في الرياضيات.

هـ. في أغلب الأحيان **تحفز التطورات في الرياضيات التجديدات (والابتكارات) في العلوم والتكنولوجيا**.

ماذا يفعل الرياضيون عندما يقومون بالحسابات الرياضية؟ **إن تعلم كيف يتم حلّ بعض المشكلات والمسائل الرياضية أمرٌ مهم للطلاب**، ولكنه لا يقودهم بشكل آلي إلى فهم واسع مُعمق لكيفية القيام **بالتحرّي (الاستقصاء) الرياضي**. وفي هذا يمكن وصف الرياضيات بدائرة (حلقة) التحرّي تتم بثلاث عمليات، هي:

1. **التمثيل Representation**، وتتضمن تمثيل الشيء (المادي) بالرموز أو الصيغة الرياضية.
2. **التحكم أو المعالجة Manipulation** وللقيام بالمعالجة، ثمة أمران يبدوان متعارضيّن للطلاب؛ **الأول**: يتمثل في أن هناك مجموعة من القواعد يجب اتباعها بدقة؛ **والثاني**: يتمثل في أن القواعد يمكن بناؤها أو تأسيسها.
3. **التأكد من معقولية الحل وصدقيته (Validation)**، وهو موضوع الحكم وليس نصاً مستشهداً به في الاستقصاء الرياضي الحقيقي. والحل الجيّد ينتج عنه اكتشافات رياضية أو أنّه يقود إلى نتائج عملية في العلوم، والهندسة، والطب، والأعمال...الخ. وكلما كان الحل أقل من (مُرض) أمكن مراجعة طريقة صياغة المسألة أو طريقة الحل. وفي هذا، **توصى معايير الثقافة العلمية بما يجب أن يعرفه الطلبة بهذا الخصوص (الاستقصاء الرياضي) من الروضة إلى الصف الثاني عشر (k-12)** بما يأتي:

### 1. الصفوف من الروضة إلى الثاني (k-2):

**الأشياء الملموسة (المحسوسة) توظف** لمساعدة التلاميذ على اكتشاف العلاقات الرمزية وتفسيرها. وعلى الطلاب أن يتحققوا من أن **الحروف والكلمات تصنع لغة (القراءة) و (الكتابة)**، وأن **الأرقام والأشكال تصنع لغة (الرياضيات). وعليه؛ يجب أن يعرف التلاميذ في نهاية الصف الثاني ما يأتي:**

أ. الأرقام والأشكال تستخدم للإخبار (التعبير) عن الأشياء.

### 2. الصفوف من الثالث إلى الخامس (3-5):

يشجع التلاميذ على وصف جميع أنواع الأشياء رياضياً بلغة الأرقام والأشكال والعمليات الإجرائية. وعليه؛ فإن **على التلاميذ في نهاية الصف الخامس أن يعرفوا** ما يأتي:

أ. الأرقام والأشكال والعمليات التي تُجرى عليها تساعد على **وصف الأشياء** حولنا، والتنبؤ بها أو عنها.

ب. عند استخدام الرياضيات، يجب **اختيار العمليات الرياضية المناسبة** للحصول على أفضل النتائج، ويجب الحكم عليها بكونها معقولة أو مفيدة.

### 3. الصفوف من السادس إلى الثامن (6-8):

في هذه المرحلة، يشجع التلاميذ على تعيين الأحرف للأشياء كأسماء مؤقتة لمناقشة هذه الأشياء عندما لا نعرف أسماء أخرى لها؛ وتعيين رمز لمجهول معين يمكن تعميمه على مجاهيل أخرى. وعلى التلاميذ أن يفحصوا حدود النماذج الرياضية في وصف الأحداث من حولنا والتنبؤ بها، وعليهم أن يضعوا معاييرهم للحصول على نتائج مُرضية ومناقشة الحكم عليها من حيث أهدافها، وأنه لا يوجد حل واحد صحيح في جميع الحالات؛ مما يؤدي إلى استخدام دائرة (حلقة) الرياضيات المكونة من **المحاولة، والتقييم، والمراجعة** مرة أخرى. ومن هنا، **يجب على التلاميذ أن يعرفوا في نهاية الصف الثامن** ما يأتي:

أ. **الرياضيون (علماء الرياضيات) يتعاملون مع الأشياء بأفكار مجرّدة** (رموز وخطوط مستقيمة)، وما يتوصلون إليه من نتائج تعتبر أفكاراً جديدة.

ب. عندما يستخدم الرياضيون القواعد المنطقية لتمثيل الأشياء، فإنه **يمكن التوصل إلى نتائج صحيحة أو غير صحيحة** بالنسبة إليها. واستخدام الرياضيات لحل المسألة يحتاج إلى اختيار العمليات المناسبة، وفحص الإحالات، وإذا كانت النتائج غير معقولة فيجب مراجعة بعض الخطوات.

### 4. الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر (9-12):

يكون الطلاب في هذه المرحلة غير متأكدين من أنه لا يوجد نموذج رياضي مفضل لأي مشكلة علمية أو تكنولوجية. ولهذا يجب تزويدهم بالفرص التي من خلالها يمكن التأكد من ذلك. ويمكن **النظر إلى الرياضيات كلعبة لها قواعد متغيرة**، ويمكن الحصول على نتائج كثيرة ومتعددة التطبيقات. وعليه؛ ومع **نهاية الصف الثاني عشر يجب أن يعرف الطلاب** الآتي:

أ. **التعامل مع الرياضيات يشبه إلى حدّ كبير اللعبة**؛ حيث يختار الرياضيون مجموعة مثيرة من القواعد، ويلعبون بناء على هذه القواعد لرؤية ماذا يمكن

أن يحدث، والنتائج المثيرة أكثر هي التي تكون أفضل، مع ملاحظة أن الشرط الوحيد لهذه القواعد أن لا تكون متعارضة.

ب. كثير من الذين يتعاملون مع الرياضيات يستخدمون **حلقة النمذجة Modeling Cycle** التي تتكون من خطوات ثلاث، هي:

- استخدام المجردات (**الرموز والصيغ**) للتعبير عن الأشياء والأفكار.
- المعالجة وفقاً لقواعد منطقية معينة.
- فحص (اختبار) لأي مدى كانت النتائج منسجمة مع الأشياء والأفكار الأصلية. وإذا كانت النتائج (غير جيدة)، فيجب عندئذ مراجعة الخطوات السابقة والبدء بحلقة أو دائرة جديدة.

## ثالثاً: طبيعة التكنولوجيا The Nature of Technology (NOT)

إن التكنولوجيا لها تاريخها الخاص وهويتها (الطبيعة) الخاصة بها، ووجدت حيثما وجد الإنسان. وهذه الطبيعة والتاريخ هي بعيدة إلى حدّ ما عن تاريخ العلوم والرياضيات في التاريخ، فقد سبقت العلوم وبشكل تدريجي منذ تشكيل أدوات الإنسان الأول. **وأصبحت تعتمد بشكل رئيسي على العلوم** من أجل التحكم فيما يحصل في هذا العالم. ولهذا يتطلب تضمينها في بناء المناهج وتصميمها واستخدامها من أجل الارتقاء بمستوى التعليم ونوعيته.

وفي الوقت الحاضر، أصبحت **التكنولوجيا تتميز بالعلاقة الترابطية مع العلوم والرياضيات**. وفي هذا، ثمة بعض الاقتراحات لفهم هذه العلاقة من جهة، وبعض التوصيات حول أي من المعرفة حول طبيعة التكنولوجيا ينبغي توافرها داخل النصوص العلمية (المناهج) من جهة أخرى. كما يركز على بعض الطرق حول التفكير فيما يتعلق بالتكنولوجيا، مما يساهم في استخدام هذه التكنولوجيا بشكل حكيم. وفي هذه تتضمن **طبيعة التكنولوجيا ثلاثة مجالات**، هي:

### المجال الأول: التكنولوجيا والعلم Technology and Science

التكنولوجيا مصطلح يحتمل أكثر من تعريف وأكثر من معنى؛ فقد كان يعني معرفة صنع الأشياء والفنون العلمية. وبعد ذلك **تحوّل المفهوم وتعدّل ليصبح الابتكارات الجديدة** التي يستخدمها الناس لأهداف وأغراض معينة. وقد تعود

التكنولوجيا أيضاً على بعض الأنشطة الإنسانية من مثل الزراعة، وفي بعض الأحيان تعود إلى المؤسسات الصناعية والعسكرية التي تستخدم الاختراعات. ومن خلال هذه المعاني فإن التكنولوجيا هي مظاهر اقتصادية سياسية وعرقية تعتمد أين يتم استخدام هذه التكنولوجيا، وحول موقف الناس من ناحية هذا الاستخدام. **وكتطبيق في مناهج العلوم، يمكن للطلبة البدء بتصميم بعض الأنشطة التكنولوجية**، حيث من خلال تصميم المشاريع التكنولوجية فإنّ الطلاب يستطيعون البدء في حلّ المشكلات المرتبطة مع مدى واسع من البيئة المتعلقة بالحياة الواقعية الحقيقية. والسؤال هنا، هو: **ما المطلوب من الطلبة تعلمه ومعرفته بهذا الخصوص (التكنولوجيا والعلم) من الروضة وحتى الصف الثاني عشر(k-12)؟** وفي هذا توصي **معالم الثقافة العلمية** بالآتي:

**1. الصفوف من الروضة إلى الثاني (k-2):**

الأطفال الصغار هم مستخدمون ومتمرسون في التكنولوجيا في الوقت الذي يدخلون فيه المدرسة؛ فهم يستخدمون السيارات، والأدوات المنزلية، ويركبون الدراجات الهوائية، ويتعاملون مع الألعاب المختلفة؛ وبهذا فهم مستكشفون ومخترعون من حيث إنهم يحبون صنع (تركيب وتفكيك) الأشياء. وعلى المدرسة إعطاء الفرصة للتلاميذ ليقوموا **باستخدام التكنولوجيا من خلال تصميم وبناء الأجهزة والأدوات في الأنشطة العلمية**. وهكذا تكون مهمة المدرسة ابتداء في **توجيه الطاقة الإبداعية (للتلاميذ)**، وزيادة الاستخدام (الهادف) للأدوات العملية التعليمية. ومع **نهاية الصف الثاني الأساسي فإنّ على التلاميذ أن يعرفوا** الآتي:

أ. **الأدوات يتم استخدامها من أجل عمل الأشياء بشكل أفضل أو بشكل أسهل وأيسر**، وتستخدم الأدوات في التكنولوجيا للمشاهدة، والقياس، وصنع الأشياء.

ب. عند **محاولة بناء (أو تصميم) أي شيء**، أو لجعل أي شيء يعمل بشكل أفضل، فمن المستحسن اتباع (التعليمات) إذا كانت التعليمات متوافرة، أو القيام بسؤال شخص قام بعمل هذا الشيء من قبل لتقديم المساعدة أو الاقتراحات.

**2. الصفوف من الثالث إلى الخامس (3-5):**

في هذه السنوات يجب البناء على المعرفة السابقة من خلال زيادة تعقيد المشاريع التصميميّة التي يقوم بها التلاميذ أو يحاولون بناءها. وفي هذا، ينبغي للتلاميذ **تحسين مهاراتهم في القياس، والحساب، ومهارات الاتصال**. كما أن الأنشطة التي تتطلب استخدام الأدوات من مثل: الميكروسكوب، والتلسكوب، والكاميرا، ومسجلات الصوت من أجل عمل المشاهدات والمقاييس هي ضرورية بشكل خاص لتعزيز أهمية اعتماد العلوم على التكنولوجيا. ومع **نهاية الصف الخامس الأساسي يجب على التلاميذ أن يعرفوا** الآتي:

أ. **الناس وفي جميع الأماكن قاموا باختراع واستخدام الأدوات**، ومعظم الأدوات التي نراها في الوقت الحاضر مختلفة عن الأدوات التي كانت موجودة في الماضي، ولكن معظم الأدوات الموجودة في الوقت الحاضر هي نسخ معدّلة عن الأدوات التي كانت تستخدم في الماضي.

ب. **التكنولوجيا تجعل العلماء قادرين على مشاهدة الأشياء الصغيرة جداً**، والأشياء التي تكون بعيدة جداً، أو الأشياء التي لا يمكن رؤيتها إلا بواسطة هذه التكنولوجيا، أو دراسة الحركة للأشياء التي تتحرك بسرعة كبيرة أو بالكاد تتحرك.

جـ. **أدوات القياس يمكن استخدامها لجمع معلومات دقيقة** من أجل عمل مقارنة علمية حول الأشياء والأحداث، ولتصميم الأشياء وتركيبها التي سوف تعمل بطريقة مناسبة.

د. **التكنولوجيا تقوم على توسيع القدرة وزيادتها عند الناس لتغيير العالم**، من أجل تشكيل أو جمع المواد أو نقل الأشياء من مكان إلى آخر، واستخدام أفضل للأيدي، والأصوات، والحواس. والتغيرات يمكن أن تكون من أجل الحصول على الغذاء، أو الدفاع عن النفس، أو من أجل الاتصال والتواصل والانتقال من مكان إلى آخر.

**3. الصفوف من السادس إلى الثامن (6-8):**

في هذه المرحلة يستطيع الطالب تطوير نظرة ورؤية أوسع حول التكنولوجيا، وكيف أنها تتشابه أو تختلف عن العلوم، حيث إن الطلاب لا يميزون بسهولة بين

العلوم والتكنولوجيا. وعندما يبدأ الطلاب التفكير حول مواقعهم الشخصية المحتملة، فإنه **ينبغي تقديمهم إلى مدى واسع من المهن والوظائف** التي تدخل فيها التكنولوجيا والعلوم كما في المهن الهندسية والمعمارية على سبيل المثال. ومع **نهاية الصف الثامن يجب أن يعرف الطلاب** ما يأتي:

أ. في الأوقات المبكرة، **المعلومات المتراكمة والتقنيات لكل جيل من العمال** قد تم تعليمها حول الوظيفة والعمل بشكل مباشر إلى الجيل الثاني من العمال اليوم. وفي الوقت الحالي، فإن **أساس المعرفة للتكنولوجيا** يمكن إيجاده في المكتبة، والمصادر الإلكترونية، وغالباً ما يتم تعليمه داخل الغرف الصفية.

ب. **التكنولوجيا مهمة جداً للعلوم** لمثل هذه الأهداف باعتبارها مناطق دخول إلى عدّة مهارات كجمع العينات، والبيانات، والمعالجات.

جـ. **المهندسون، والمهندسون المعماريون وآخرون الذين يدخلون مجالات التصميم والتكنولوجيا** يستخدمون المعرفة العلمية (العلوم) من أجل حلّ بعض المشكلات العلمية.

### 4. الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر (9-12):

بالإضافة إلى المشاركة في عدة مشاريع تصميم من أجل زيادة الفهم للتكنولوجيا، فإنّه ينبغي تقديم مساعدة للطلبة من أجل تطوير معنى أحسن وأفضل حول **العلاقة التي تربط التكنولوجيا بالعلوم**. ويمكن عمل هذا من خلال الاعتماد على الخبرات المتعلقة بالمشاريع ومن دراسة تاريخ العلوم والتكنولوجيا. **وبنهاية الصف الثاني عشر يجب على الطلبة أن يعرفوا** الآتي:

أ. **المشكلات التكنولوجية تعمل عادة على خلق حاجة للمعرفة العلمية الجديدة،** والتكنولوجيا الجديدة تجعل من الممكن للعلماء توسيع أفكارهم واتجاهاتهم.

ب. **الرياضيات، والإبداع، والمنطقية** هي متطلبات يحتاج إليها في تطور التكنولوجيا.

جـ. **تؤثر التكنولوجيا عادة على المجتمع بشكل مباشر أكثر من العلوم؛** لأن التكنولوجيا تعمل على **حلّ المشكلات العملية**، وتقوم على **خدمة الحاجات الإنسانية**، ويمكن أن تعمل على إيجاد وخلق مشكلات وحاجات جديدة.

**المجال الثاني: التصميم والأنظمة Design and Systems**

**الهندسة هي الحقل المهني الأقرب ارتباطاً مع التكنولوجيا**؛ ويقوم المهندسون بحل المشكلات بتطبيق المبادئ العلمية من أجل الوصول إلى غايات عملية. كما يقوم المهندسون على تصميم الأدوات والآلات والأنظمة من أجل تحقيق غايات محدّدة ومعينة مع الأخذ بطبيعة الحال **المعوقات والتمويل Funding** بهذا الخصوص. وباختصار، فإن الهندسة كان عليها أن تقوم بعمل التصاميم التكنولوجية والتكامل في بعض الأحيان مع هذه التصاميم. وربما أفضل طريقة لكي نصبح على معرفة ودراية مع طبيعة الهندسة والتصاميم هي في عمل بعض التصاميم، ولذلك يحتاج الطلاب إلى تطوير مهارات الرسم وعمل النماذج. وبشكل تدريجي، **كلما زادت مشاركة الطلاب في مشاريع أكثر تعقيداً، فإنهم سوف يواجهون بعض المعوقات**، وتصبح هناك حاجة للاعتماد على النفس بشكل أكبر للوصول إلى حل المشكلات التي تواجههم. وفي هذا فإن **التغذية الراجعة** يجب أن تكون مفهوماً تم تعلمه من خلال الأنظمة التكنولوجية، والطلاب لحدّ كبير سوف يواجهون هذه الأنظمة المتعلقة بالأحياء، والسياسة، والألعاب، والمحادثة، وحتى عندما يقوم هؤلاء الطلاب بتشغيل الأدوات والآلات، فإنه يجب عليهم التعلم أيضاً أن **التكنولوجيا لها آثار جانبية**، وأن الأنظمة التكنولوجية جميعها معرضة للفشل. وعليه؛ **ما المطلوب من الطلبة تعلمه بهذا الخصوص (التصميم والأنظمة) من الروضة وحتى الصف الثاني عشر (k-12)؟** وفي هذا **توصي معالم الثقافة العلمية** بالآتي:

**1. الصفوف من الروضة إلى الصف الثاني (k-2):**

يجب على التلاميذ الصغار البدء في التصميم وصنع الأشياء بواسطة أدوات بسيطة، واستخدام مواد متنوعة مع تحديد نقطة الاهتمام والحاجة بالنسبة إليهم. ومن ثم يمكن أن يقوموا بالتخطيط مع مساعدة ومساندة مناسبة، وبعد اكتسابهم الخبرة المناسبة، فإنّهم ربما يجدون مشروع التصميم القادم الذي سوف يقومون بعمله بسهولة أكثر وبثقة أكبر حول محاولة عمل هذا التصميم. **وبنهاية الصف الثاني الأساسي يجب على التلاميذ أن يعرفوا:**

أ. يستطيع الناس استخدام الأشياء، **وطرق صنع الأشياء لحلّ المشكلات.**

ب. يمكن أن يكون الأفراد وفي بعض الأحيان، قادرين على صنع تصاميم لجميع الأشياء.

### 2. الصفوف من الثالث إلى الخامس (3-5):

يجب أن يكون التلاميذ أكثر راحة وألفة فيما يتعلق بتطوير تصاميم وعمل تحليل للنتائج؛ **فكلما زادت خبرة التلميذ قلت حاجته للتوجيه**. كما يجب أن يدرك التلاميذ مبكراً أنّ الجهود التعاونية والمشتركة هي مهمة وقيمة في معرفة أخطاء التصميم، وعمل تصميم جيّد، وأن يشعروا بالمتعة بالتحديات التي تتطلب فهم التوضيح لأي مشكلة؛ وبالتالي إنتاج معايير لحلّ مقبول أو اقتراح حلول بديلة ثم محاولة تجريب أي حل تم اقتراحه، ومن ثم عمل تعديلات والبدء من جديد مع حلّ جديد. وفي هذا، **يجب على التلاميذ أن يعرفوا في نهاية الصف الخامس** الآتي:

أ. ليس **هناك تصميم كامل (أو تام)**؛ والتصاميم التي هي الأفضل من ناحية السلامة أو سهولة الاستخدام على سبيل المثال، يمكن أن تكون ذات مساوئ من ناحية أخرى كالكلفة المادية أو المظهر. وبعض المعالم (الصفات) عادة يجب التضحية بها من أجل الحصول على معالم أخرى جديدة.

ب. **التصميم الجيّد** يمكن أن يفشل في بعض الأحيان، ويمكن عمل بعض الإجراءات السابقة لأوانها من أجل تقليص احتمالية مشكلة الفشل.

جـ. حلّ مشكلة أو مسألة ما يمكن أن **يسبب (يولّد) مشكلة أخرى**.

### 3. الصفوف من السادس إلى الثامن (6-8):

الفكرة التي يجب تطويرها في هذه المرحلة المتوسطة تتمثل في أن المشكلات المعقدّة تتطلب ميكانيكيات تحكم، وعلى الطلاب معرفة عمل هذا التحكم. وفي هذا، ينبغي على الطلاب **محاولة اختراع بعض ميكانيكيات التحكم** التي لا ينبغي أن تكون بالضرورة ميكانيكية أو كهربائية والتي من الممكن أن تجعلها تعمل. ومع **نهاية الصف الثامن فإنه يجب على الطلاب أن يعرفوا** ما يأتي:

أ. **التصاميم** عادة تتطلب عمل حساب لبعض **المعوقات مثل الخطورة أو الجاذبية** أو خصائص بعض المواد المستخدمة في التصميم التي لا يمكن تجنبها. ومن المعوقات الأخرى (الاقتصادية، والاجتماعية، والسياسية، والأخلاقية) التي تحد أيضاً بعض الاختيارات.

ب. **التكنولوجيا جميعها لها تأثيرات جانبية** غير تلك التكنولوجيا التي نريدها داخل التصميم، وبعض هذه التأثيرات يمكن أن نتنبأ بها وبعضها يصعب

علينا التنبؤ بها، وفي كلتا الحالتين فإن هذه التأثيرات الجانبية يمكن أن تكون غير مقبولة لبعض الناس أو السكان.

جـ. جميع الأنظمة (تقريباً) التحكمية تملك **مُدخلات، ومُخرجات، وتغذية راجعة**. وجوهر التحكم هو في مقارنة المعلومات حول ما يحصل مع ما يريد الناس أن يحصل ومن ثم القيام بتعديلات مناسبة.

د. **الأنظمة يمكن أن تفشل**؛ لأنه لم يتم وضع (تركيب) أجزائها بشكل مناسب، وهي في بعض الأحيان يتم استخدامها لأشياء وبطرق غير التي كان من المنوي عملها من أجله.

**4. الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر (9 -12):**

يتم تقديم التحكم والتأثيرات في صفوف مبكرة، إلاّ أنه يجب أن يتحول وينتقل الطلاب إلى **مستويات أعلى من التفكير النقدي والإبداعي** من خلال تصاميم تتميز بأنها ذات متطلبات أكثر، وتتطلب المزيد من العمل التكنولوجي. ويجب أن يدرك الطلاب أن الأنظمة المصمّمة هي معرضة للفشل، ولكن يمكن تقليص مخاطر الفشل بواسطة عدة طرق من مثل: إعطاء وقت أكبر لتقديم التصميم، وبحوث أكثر، وتصاميم مساندة. كما يجب أن يدرك الطلاب أيضاً التحذيرات والاحتياطات، وأن التصاميم (البسيطة) هي المثالية. ومع **نهاية الصف الثاني عشر يجب على الطلاب معرفة** ما يأتي:

أ. في **تصميم جهاز أو عملية يجب إعطاء وتوضيح (الفكر والأفكار)**، والتركيز على كيف تتم صناعة هذا التصميم، وكيف سيعمل، وكيف يمكن المحافظة عليه، والاستمرار في عمله.

ب. **قيمة أي تكنولوجيا يمكن أن تختلف** (أو ينظر إليها) باختلاف الناس والوقت.

جـ. **الأنظمة المعقدّة (المتقدمة)** تعتمد في بعض الأحيان على **(التحكم)**، وبعض هذه التحكمات تعمل على تشغيل أجزاء معينة من النظام، وبعض أنظمة التحكم تعود على التحكم بأنظمة تحكم أخرى.

د. **تحليل المخاطرة** يتم استخدامها من أجل **تقليص الآثار الجانبية** التي لا نريدها لأي تكنولوجيا جديدة.

هـ. **كلما زادت الأجزاء والترابطات داخل الأنظمة** زادت إمكانية أن لا تعمل، والأنظمة المعقدة لديها أجزاء وتركيبات لاكتشاف الخلل والمراجعة وتجنب الأخطاء البسيطة وتعويضها.

و. **من أجل تقليص فرصة فشل النظام**، يتم إجراء **اختبار الأداء (أداء النظام)** عادة باستخدام نماذج مقاييس صغيرة، والمحاكاة الحاسوبية، والأنظمة المشابهة، أو بفحص الأجزاء التي يُعتقد أنها أقل مصداقية في النظام.

### المجال الثالث: قضايا في التكنولوجيا Issues In Technology

الناس مطالبون أكثر فأكثر لتقرير أي تكنولوجيا ينبغي تطويرها وكيفية استخدامها. ولعلّ جزءاً من الإعداد لتلك المسؤولية يتمثل بالمعرفة حول كيفية عمل التكنولوجيا وقضاياها من حيث **فوائدها (إيجابياتها) وأخطارها (سلبياتها) ومحدّداتها (قصورها)**. فمصالح المجتمع طويلة المدى تكون مخدومة بشكل أفضل عندما تخاطب (تعالج) قضايا رئيسية تتعلق باقتراحات لتقديم التكنولوجيا أو الحدّ منها قبل اتخاذ قرارات نهائية. وعليه؛ ينبغي أن **يتعلم الطلبة كيف يسألون أسئلة مهمة عن التأثيرات الفورية والبعيدة المدى للابتكارات التكنولوجية**؛ حيث إنّ البالغين اختلفوا حول الاستعمال (الحكيم) للتكنولوجيا. فالتعليم يجب أن يساعد الطلبة على تعلم التفكير الناقد حول القضايا التكنولوجية وبخاصة تلك التي تثار في المجتمع. وفي هذا، يمكن للمعلمين أن يساعدوا الطلبة على **اكتساب معرفة ناقدة، واتجاهات، وقيم حول التكنولوجيا المختلفة ونتائجها البيئية، والاجتماعية، والثقافية، والاقتصادية**. وعندما يقدّم المعلمون وجهات نظرهم الشخصية، فإنّ عليهم أن يقدموا وجهات النظر الأخرى البديلة، ويذكروا الشواهد والأدلة بإنصاف ومنطق، وقيم، حتى يتمكن الآخرون (الطلاب) من تحكيم ذلك ومعالجته واتخاذ القرار الذي يرونه مناسباً. ولكن **ما المطلوب من الطلاب تعلمه بهذا الخصوص (قضايا في التكنولوجيا) من الروضة إلى الصف الثاني عشر (12-k)؟ إن معالم الثقافة العلمية توصي** بالآتي:

#### 1. الصفوف من الروضة إلى الثاني (2-k):

يعطي تصميم المشاريع الفرص الكثيرة أمام الطلبة لحلّ المشكلات، واستخدام الأدوات بشكل جيد، وقياس الأشياء بدقة، وعمل تقديرات معقولة وحسابات بدقة،

والاتصال والتواصل بشكل واضح. كما تترك المشاريع الطلبة في تأمل تأثير اكتشافاتهم أو تصميماتهم التي ابتدعوها. ومع **نهاية الصف الثاني يجب على التلاميذ أن يعرفوا:**

أ. **الأفراد لوحدهم أو في مجموعات** دائما يخترعون طرائق جديدة لحلّ المشكلات ولعمل العمل، والأدوات وطرق عمل الأشياء التي اخترعها الأفراد تؤثر على كل سمات الحياة.

ب. عندما تريد مجموعة من الأفراد بناء **(تصميم) شيء أو تجريب شيء جديد**، يجب أن يفهموا مقدماً تأثيراته على الأفراد الآخرين.

### 2. الصفوف من الثالث إلى الخامس (3-5):

يمكن أن يصبح التلاميذ مهتمين في مقارنة التكنولوجيا الحالية بتلك (التكنولوجيا) في الأوقات والأزمنة السابقة، وكذلك التكنولوجيا التي يعيشونها مع نظيرتها في البلدان الأخرى. كما يمكنهم أن يتخيلّوا الحياة بدون التكنولوجيا أو ما يمكن أن تقدمه التكنولوجيا في المستقبل. وفي هذا فإنّ القراءة عن الحضارات والثقافات الأخرى السابقة سيصوّر الدور المركزي الذي أدّته وتؤديه التقنيات المختلفة. والطلاب يتدخلون في الحملات والقضايا المتعلقة بمناقشات توفير الطاقة، وتكرير المواد، والفضلات، والتلوث، والآثار الجانبية للتكنولوجيا. ومع **نهاية الصف الخامس يجب على التلاميذ معرفة** ما يأتي:

أ. **التكنولوجيا** كانت جزءاً من الحياة على الأرض منذ قدم الإنسان؛ وهي من مثل: اللغة والفنون والتجارة **جزء جوهري من الثقافة الإنسانية؛ فهي تشكل المجتمع، والمجتمع يشكلها**. وتوافر التكنولوجيا للناس تؤثر في (نوع) الحياة التي يعيشونها.

ب. **أي اختراع (تكنولوجي) من المحتمل أن يؤدي إلى اختراعات أخرى**؛ وبمجرد وجود الاختراع، من المحتمل أن يبتكر الناس طرائق استخدامه التي لم يتم تخيلها أو توقعها من قبل.

جـ. **القوانين العلمية والمبادئ الهندسية وخواص المواد وبنية التقنيات** يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار في **التصميم الهندسي لحل المشكلات**. كما يجب أن تؤخذ العوامل الأخرى بعين الاعتبار من مثل: التكلفة، والسلامة، والمظهر، والتأثيرات البيئية، وماذا سيحدث إذا ما فشل الحلّ سواء بسواء.

د. **التكنولوجيا لديها عيوب كثيرة بالإضافة إلى فوائدها.** والتكنولوجيا قد تساعد بعض الناس أو الكائنات الحية، وقد تؤذي الآخرين بشكل متعمد (كالأسلحة) أو بشكل غير متعمد (كالمبيدات). وعندما يحدث الأذى أو يبدو محتملاً، فإنّ الاختيارات يجب أن تتخذ أو يتم إيجاد الحلول الجديدة.

هـ. **بسبب القدرة على اختراع الأدوات والعمليات**، فإنّ الناس يؤثرون بشكل كبير على حياة الكائنات الحية الأخرى.

### 3. الصفوف من السادس إلى الثامن (6-8):

يجب على الطلبة أن يتفحصوا كيف كانت الحياة في الماضي في ظل ظروف تكنولوجية مختلفة؛ ممّا يتطلب إثراء فهمهم كيف **أنّ التكنولوجيا قد شكلت حياتهم وأساليب عيشهم وتعاملهم**. وفي هذا، ينبغي أن يعرفوا كيف أن تغييرات مهمة قد حدثت على حياة الناس عندما زودّتهم التكنولوجيا بغذاء أفضل، وماء أنقى، وسيطرة أحسن على مياه الصرف الصحي، والحرارة، والضوء، والنقل السريع...الخ. ودراسة الماضي يجب أن تحدث احتراماً وتقديراً لإنشاء الحضارات والثقافات السابقة. وفي **نهاية الصف الثامن يجب على الطلبة أن يعرفوا** الآتي:

أ. **القدرة البشرية لتشكيل المستقبل** تأتي من القدرة على توليد المعارف وتطوير تكنولوجيا جديدة والتواصل في الأفكار مع الآخرين.

ب. **التكنولوجيا لا تزود دائماً بالحلول الناجعة للمشكلات** أو تنجز الحاجات البشرية كلها.

جـ. طوال التاريخ، **نفذ الأفراد مفاخر تكنولوجية رائعة**، وبعض نسخها يصعب تكرارها بأدوات اليوم، وقد قدمت خدمات جيّدة في بعضها، واستعراضياً في بعضها الآخر.

د. **التكنولوجيا أثرت بقوة كبيرة على مجرى التاريخ**، وتواصل عمل ذلك؛ فهي بشكل كبير مسؤولة عن التقدم في الزراعة، والتصنيع، وتعزيز الصحة العامة والعلاج، والحرب، والنقل، ومعالجة البيانات، والاتصالات التي غيّرت جذرياً حياة الناس.

هـ. **التكنولوجيا الجديدة تزيد من بعض الأخطار وتقلل من بعضها الآخر**؛ فبعض التقنيات حسنّت من نوعية الحياة للعديد من الناس، وجلبت نفسها أخطاراً جديدة بحاجة إلى معالجة.

و. **نادراً ما تكون القضايا التكنولوجية بسيطة وأحادية الجانب**؛ فهي لا تحقق النتائج لطرف واحد فقط؛ ذلك أن الناس مختلفون في نظراتهم ورؤيتهم، واتجاهاتهم، وقيمهم، وثقافاتهم.

ز. **المجتمعات تؤثر في أي جوانب التكنولوجيا ينبغي أن تطوّر، وكيف تستخدم**؛ فالناس يتحكمون بالتكنولوجيا (والعلم) وبالتالي هم مسؤولون عن آثارها.

**4. الصفوف من التاسع إلى الثاني عشر (9-12):**

إن دراسات الحالة يمكن أن تكون طريقة مناسبة لفحص التأثيرات المرتبطة في **كيف يستجيب المجتمع للتكنولوجيا (الإيجابية) وآثارها الجانبية**، وذلك باستخدام التقنيات الجديدة أو الحدّ من استخدامها. وما ينبغي ذكره في هذا الصدد، يتمثل في تجنب المعلمين لتحويل مثل هذه الدراسات إلى مناسبة لترويج وجهة نظر دون غيرها؛ فالناس يميلون لحمل آراء قوية جداً لاستعمال التقنيات، وليس فقط للمفاعلات النووية والهندسة الوراثية. وعمل المعلم هنا ليس تزويد الطلبة (بالإجابات) حول التكنولوجيا بل بمقدار ونوع الأسئلة التي يسألونها عن التكنولوجيا وقضاياها المختلفة. ومع **نهاية الصف الثاني عشر يجب على الطلاب أن يعرفوا** ما يأتي:

أ. تؤثر **القوى الاقتصادية والاجتماعية بقوة على أي تقنيات تكنولوجية** ستطور وتستخدم، وتلك (التكنولوجيا) التي تسود، تتأثر بالعوامل مثل القيم الشخصية والمجتمعية، وقبول المستهلك، وقوانين براءة الاختراع، والقوانين المحلية والوطنية، ووسائل الإعلام، والمنافسة الاقتصادية، والحوافز الضريبيّة.

ب. **المعرفة التكنولوجية** ليست دائماً مشتركة بحرية **كالمعرفة العلمية** غير المرتبطة بالتكنولوجيا.

جـ. **في تقرير (تحديد) أي التكنولوجيا الجديدة تُقدم، وأي من الموجودة تُمنع، فثمة أسئلة تطرح حول المخاطر، والتكلفة، والفوائد، والبدائل** التي تحقق الغاية نفسها، ومن الذي يستفيد، ومن الذي يعاني؟ وما الأخطار المرتبطة باستخدام أو عدم استخدام التكنولوجيا الجديدة؟ وكم الخطورة ومَنْ في الخطر؟ وكم من البشر والمواد ومصادر الطاقة سنحتاج لبناء وتركيب وتشغيل

ومحافظة واستبدال التكنولوجيا الجديدة؟ ومن أين سنجيء بكل ذلك؟ وكيف يمكن للتكنولوجيا الجديدة أن تتخلص من فضلاتها، وكم تكون الكلفة؟

د. **النوع البشري (الإنسان) له تأثير كبير على الأنواع الأخرى تتمثل في:** تقليل مساحة الأرض المتاحة، والتدخل في مصادر الغذاء، وتغيير درجة الحرارة، وكيميائية المكان، وتقديم أنواع جديدة في النظم البيئية، وتغيير الكائنات الحية مباشرة من خلال **التعامل مع الجينات والهندسة الوراثية، والخلايا الجذعية.**

هـ. **الاختراعات الإنسانية** جلبت أخطاراً جديدة على الرغم أنّها حسّنت من الوجود الإنساني.

يستخلص مما سبق، أنّ **طبيعة التكنولوجيا تتضمن التحكم Control؛ ولها آثار جانبية Side effects دائماً؛ ويمكن لأنظمة Systems التكنولوجيا أن تفشل Fail؛ ويتفاعل النظام التكنولوجي بقوة مع النظام الاجتماعي Social System؛** ويفرض النظام الاجتماعي (تقييدات) على الانفتاح على التكنولوجيا؛ واتخاذ القرارات حول استخدام التكنولوجيا معقد Complex. كل ذلك مع **طبيعة العلم، وطبيعة الرياضيات**، يشكل محوراً رئيسياً مهماً من معالم الثقافة العلمية وملامحها (**العلمية، والرياضية، والتكنولوجية**)؛ وبالتالي **يشكل ما يجب أن يعرفه الطلبة جميعهم All Students ويكونوا قادرين على عمله في نهاية المراحل الدراسية الأربع: (k-2)، و (3-5)، و (6-8)، و (9-12) للحياة في القرن الحادي والعشرين والفيته الثالثة بتحدياتها واستحقاقاتها التكنولوجية المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية.**

## مشروع المجال والتتابع والتنسيق
## Scope, Sequence, and Coordination (SS&C)

بيّنت تقارير **الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA)** عام 1989 أنّ المشكلة الرئيسية مع **الفروع أو المباحث العلمية Science Disciplines** للمرحلة الثانوية: الأحياء، والكيمياء، والفيزياء، وعلوم الأرض والفضاء هي أنها **غير متناسقة**؛ فهي **مجرّدة ونظرية، ولا يتم إعطاء كل موضوع الوقت الكافي، ولا يتم استخدام منهجية صحيحة.** كما لا يتم إعطاء الطلبة الفرصة (**لفهم**) **العلوم**؛ إذ إنه تبيّن بحثياً أنه بإعطاء المزيد من الوقت والعروض يكون تعليم هذه المواد العلمية أكثر صلة بالطلاب وفاعلية.

وفي هذا السياق، لوحظ أنّ برامج العلوم الثانوية في بريطانيا، وأوربا، وروسيا، واليابان، والصين، تشمل بأن يأخذ الطلبة لعدة سنوات مواد الأحياء، والكيمياء، والفيزياء. وهذه الدول لا تعلم المزيد من العلوم لمزيد من الطلاب، بل يفعلون ذلك لغير الجامعيين الذين لا يُتوقع منهم أن يدخلوا الكليات والجامعات لمتابعة التعليم في العلوم.

وفي ضوء **تحليل مناهج العلوم في المرحلة الثانوية في الصفوف (9-12)**، تبيّن وجود قصور في تلك البرامج وبخاصة فيما يتعلق بثلاثة أساسيات، هي:

1. **المجالات** Scope
2. **التتابع** Sequence
3. **التنسيق** Coordination

وذلك مقارنة مع بعض الدول الآنفة الذكر. وعليه؛ **دعت الجمعية (NSTA)** في خطتها **الإصلاحية الجديدة** عام 1990 إلى ما يأتي:

1. **توزيع دراسة مواضيع العلوم** (الأحياء، والفيزياء، والكيمياء، وعلوم الأرض والفضاء) على ست (6) سنوات ولفترات طويلة، حتى يتقن الطلبة تعلم العلوم ويكونوا قادرين على مراجعة وإتقان المفاهيم والأفكار العلمية بنجاح من خلال مستويات عليا من التجديد.
2. **تسلسل التدريس من الخبرات المباشرة** حيث يبدأ من الصف السابع ويستمر لمزيد من التجريد والتفكير النظري الأعلى حتى يصل الطلبة الصف الثاني عشر.
3. **تنظيم المفاهيم والمبادئ العلمية** بحيث يدرك الطلبة **الاعتماد المتبادل بين الفروع العلمية المختلفة.**

وفي هذا، يؤمل بأن تعليم العلوم لكل الطلبة بطريقة منسقة من المحسوس إلى المجرد مع **تطبيقات عملية ووقت كافٍ** ليتمثل الطلبة المعلومات، أن الطالب و(مواطن) المستقبل سيعتمد على الأدلة والبراهين، وسيعرفون كيف ومتى يطرحون الأسئلة، وكيف يفكرون بطريقة نقدية، وكيف يتخذون قرارات مهمة استناداً إلى **الأسباب بدلاً من العواطف والانفعالات أو الخرافات.** وهكذا فإنّ جعل العلوم (والعلم)

مفهوماً ومتاحاً للجميع سيعني المزيد من العلماء والمهندسين الأفضل، وقد يشمل ذلك مجموعات الأقليات والنساء على حدّ سواء.

ويمثل هذا المشروع **(SS&C) جهداً إصلاحياً لإعادة هيكلة تعليم العلوم في المرحلة الثانوية (9 -12)** من خلال وضع برنامج علمي يمكن الطلبة من دراسة العلوم في كل عام أو مرحلة - الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض والفضاء - من الصف السابع إلى الصف الثاني عشر (ست سنوات). وقد كان الهدف الأساسي له هو **جعل العلوم (مفهومة)**؛ أي **تدريس العلوم من أجل الفهم** لجميع الطلبة. ولتحقيق ذلك، أكدّ المشروع أنه ينبغي أن ينشغل الطلبة بشكل نشط وفاعل في **اختبار (تجريب) الظواهر بدلاً من الحصول على المعلومات**، وبالتالي لابد أن يُعاد تشكيل المناهج وتصميمها بحيث تحتوي على موضوعات (قليلة) والتركيز على المفاهيم الرئيسية بدلاً من الحقائق البسيطة المتعددة وذلك على **مبدأ القليل كثير Less is More**، وإعطاء الفرصة والوقت الكافي لأن يتعلم الطلبة أنفسهم **والمشاركة الفعلية في التعلم وبناء المعرفة وفهمها والاحتفاظ بها واستخدامها.**

وفي هذا السياق، تم تطوير عدد من النماذج باستخدام هذا المشروع، وتم تجريبها في ولايات مختلفة من مثل: تكساس، وكاليفورنيا، وأيوا، وكارولينا الشمالية. ومن أمثلة هذه النماذج النموذج الذي يقترح بأن منهاج العلوم ينبغي أن يبدأ من قاعدة صلبة؛ أي من مرحلة (الوصف المنطقي) للظواهر إلى مرحلة الوصول إلى النظرية (من الصف السابع إلى الصف الثاني عشر). ويمثل الجدول (8-1) خلاصة ذلك.

**الجدول (8 - 1)**

**نموذج لمنهاج علوم من الصف السابع إلى الصف الثاني عشر**

| الصف / الموضوع | السابع | الثامن | التاسع | العاشر | الحادي عشر | الثاني عشر | المجموع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| الأحياء | 1 ساعة | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 360 |
| الكيمياء | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 396 |
| الفيزياء | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 396 |
| علوم الأرض | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 360 |
| المجموع ساعة/ الأسبوع | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 1512 |

وفي ضوء ذلك، يفترض هذا النموذج (أو المثال) المقترح أنه في مرحلتي الصف السابع والثامن **يقوم الطلبة بالوصف المنطقي للظواهر من خلال الخبرة أو المعرفة السابقة** التي يمتلكونها عن تلك الظواهر والتي تمكنهم من تسميتها أو ترميزها؛ وفي الصفيّن التاسع والعاشر **يقوم الطلبة بتجريب واكتشاف تلك الظواهر** من خلال الربط بين الخبرات السابقة والخبرات الحالية؛ وفي الصفيّن الحادي عشر والثاني عشر **يتوصل الطلبة إلى نظريات تفسّر تلك الظواهر**.

**أما المبادئ التي يقوم عليها المشروع (المجال، والتتابع، والتنسيق)** فتتمثل بالآتي:

1. **استخدام الأفكار المنظمة الموجهة من المشروع (2061)** لتوحيد الأنظمة، والنماذج، والثبات، وأنماط التغير، والتطور، والمقاييس في كل من الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض والفضاء، والتي يتم تعليمها في كل مرحلة (7 - 12).
2. **العلم قائم على (الاستقصاء) والشكيّة**؛ وبالتالي ينبغي لمناهج العلوم أن تساعد الطالب على أن يعرف **(كيف يتعلم)، وكيف يحصل على المعرفة**، وكيف يختبر ويطوّر تفكيره.
3. توكيد **العلاقة المتبادلة بين العلم (وتطبيقاته)، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS) والبيئة (STSE)**.
4. ينبغي أن **تعطى الفرصة للطلبة لبناء الأفكار (أو المفاهيم)** المهمة في العلوم، وتطويرها بعمق من خلال التحرّي والاستقصاء العلمي.
5. **المفردات والمصطلحات تستخدم لتسهيل الفهم وتعميقه**، وليس لتعلمها كمفردات (بحدّ ذاتها)، وتعطى للطالب (المتعلم)، بعد أن يجرب (ويختبر) الظواهر.
6. **المواد المقرّرة ليست مصدراً للمنهاج**، وإنما **تُستخدم كمراجع**؛ فالمواد وأدوات المختبر، وبرامج الفيديو، والمواد المطبوعة (كالكتب)، والقراءة الخارجية تساهم في جزء كبير من خبرة المتعلم (الطالب).
7. تزود الدروس بفرص لبناء **مهارات جمع البيانات**، والرسم، وحفظ السجلات، واستخدام اللغة والمهام (الواجبات) الشفوية أو المكتوبة.

8. من أهمية التعليم أنه يغني مهارات الشكيّة **Skepticism**، والتفكير الناقد، والاستدلال المنطقي، ومهارات (عمليات) التفكير كضبط المتغيرات، والاستدلال **Reasoning** وغيرها من العمليات العقلية التي ينبغي تعزيزها وتقويتها والاهتمام بها.

وفي ضوء هذه المبادئ الموجهة في المشروع، فقد تم إعداد مواد المشروع انطلاقاً من المرتكزات الآتية:

1. يتم تعلم العلوم وتعليمها من خلال مواد العلوم المتمثلة في: الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض والفضاء.
2. تؤخذ معرفة الطلبة القبلية وخبراتهم بعين الاعتبار وذلك وفق ما تكشفه تصوّراتهم. ولعلّ في هذا توجيه لاعتماد استراتيجيات ومبادئ التعلم البنائي وبعض نماذجه المتسقة مع ذلك والمنطلقة من أفكاره.
3. يقدّم (تتابع) المحتوى وتعلمه من الخبرات الحسيّة المباشرة وتشغيل اليدين **Hands - On Activities** إلى (الوصف) ثم إلى (التجريد) والتعبيرات (الكميّة) وتشغيل العقل **Minds - On** معاً.
4. معالجة عدد قليل من المفاهيم أو (المحتوى العلمي) والتركيز على تعلم الطلبة بفهم وعمق انطلاقاً من فلسفة القليل كثير **Less is More**.
5. ربط مواد العلوم السابقة بمجالات تعليمية (إنسانية) أخرى، وأخذ الحاجات الشخصية والمجتمعية والمهنية والمستقبلية بعين الاعتبار تنسيقاً وانسجاماً مع توصيات سابقة لمشروع التوليف ودمج المشاريع **Project Synthesis**.
6. توزيع دراسة وتعلم مواد العلوم خلال عدد من السنوات (ست سنوات) بدلاً من دراستها جميعاً مرة واحدة، وبالتالي التوصية بدراسة الطلبة جميعهم العلوم كل سنة لمدة ست سنوات دراسية متتابعة.

وهذه المبادئ والمرتكزات والأفكار، تنسجم وتتناغم مع الفكرة الأساسية للمشروع الإصلاحي (SS&C) المتمثل بالمجال **Scope**، والتتابع **Sequence**، والتنسيق **Coordination**، وتتكامل بوجه عام مع مبادئ وإرشادات وتوصيات ورؤى المشروع (2061) المستقبلية المتمثلة بوثيقتيه، وهما: العلم لجميع الأمريكيين / العلم

للجميع (SFAA)، ومعالم (ملامح) الثقافة العلمية (BFSL) والعلامات الدّالة عليها، مما يوجه بوصلة البحث في التحليل الأخير ونهاية المطاف إلى حركة المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES).

# الفصل التاسع

# المعايير الوطنية للتربية العلميّة (NSES)

# The National Science Education Standards

## التمهيد: Prologue

في عالم مملوء بمنتجات **الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry** أصبحت الثقافة العلمية ضرورية لكل فرد معاصر يعيش في القرن الحادي والعشرين. فكل فرد (مواطن) يحتاج إلى **استخدام المعلومات العلمية Scientific Information لعمل خيارات تواجهه في الحياة اليومية المعاصرة**؛ ويحتاج ذلك أيضاً لكي يكون قادراً على الانخراط والانشغال بذكاء في المناقشات والمجادلات والمناظرات العامة المتضمنة العلم والتكنولوجيا. وفي هذا فإنّ كل فرد يستحق ويتطلب منه المشاركة في تحقيق الإثارة في العلوم، وتحقيق المطالب الشخصية التي تنبثق من التعلم والفهم حول العالم الطبيعي (الوجود) Natural World.

هذا، وتتزايد أهمية **الثقافة العلمية Scientific Literacy** يوماً بعد يوم في أمكنة العمل؛ فالأعمال والوظائف الجديدة المتجددة تتطلب مهارات متقدمة تمكن الأفراد لكي يكونوا قادرين على **التعلم Learning**، **والاستدلال Reasoning**، **واتخاذ القرارات، وحل المشكلات**. وفي هذا فإنّ فهم العلم وعملياته وطرقه يساهم جوهرياً في تكوين هذه المهارات. وثمة دول عديدة تستثمر بقوة لإيجاد قوى عاملة مثقفة علمياً وتكنولوجيا وذلك للبقاء في **السوق (الاقتصاد) العالمي والمنافسة في (الأفكار)** مع الدول المنافسة الأخرى.

وفي ضوء أدبيّات **المعايير الوطنية للتربية العلمية NSES** (NRC,1996)، تقدم (المعايير) **رؤية Vision مستقبلية للثقافة العلمية** لدى المجتمع؛ فهي تبيّن ما **يحتاجه الطالب (المتعلم) ليعرف Need to Know، ويفهم Understand، ويكون قادراً على عمله Able to do لكي يكون مثقفاً علمياً Scientifically Literate في**

الصفوف الدراسية المختلفة (K-12). إنّها (المعايير) تصف النظام التربوي Educational System الذي يكون فيه جميع الطلبة All Students يظهرون ويحققون مستويات عالية من الأداء، حيث المعلمون (معلمو العلوم) مخولون لاتخاذ القرارات اللازمة للتعلم الفعال Effective Learning، ويركزون مع طلبتهم على تعلم العلم، وتعزيز ذلك من خلال النظام التربوي ككل الذي يعمل على تغذية التحصيل والأداء على حدّ سواء. وفي هذا تشير حركة المعايير إلى المستقبل Future بمشكلاته وتحدياته المستقبلية. وعليه؛ يبحث هذا، الفصل في المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) على المستوى الوطني (القومي) National ومستوى الولاية The State في ضوء الظروف المحلية Local ومتطلباتها ومدى انعكاسها على مناهج العلوم وتدريسها.

## نظرة عامة: Overview

اشتقت المعايير الوطنية للتربية العلمية (NRC, 1996) انطلاقاً وامتداداً لروح المشروع (2061) ووثائقه ومنشوراته المتمثلة بالعلم للجميع، ومعالم (ملامح) الثقافة العلمية. وفي هذا، يمكن اختصار هدف ونيّة المعايير The Standards في جملة واحدة، هي: معايير العلم لجميع الطلاب Science Standards for all Students. وهذه الجملة تتضمن: التميز والتفوق Excellence، والمساواة Equity. والمعايير تنطبق على جميع الطلاب بغض النظر عن العمر، والجندر، والثقافة، والخلفية العرقية، والإعاقة، والطموح، والميول، أو الدافعية في العلوم Motivation in science. والطلاب المختلفون سيحققون (الفهم) في طرق وأساليب مختلفة، كما أنهم يحققون درجات مختلفة من العمق والاتساع في فهم العلم وذلك في ضوء الاهتمامات والميول، والقدرات والسياق. إلاّ أنّ جميع الطلبة يمكنهم تطوير المعرفة Knowledge، والمهارات Skills الموصوفة في المعايير The Standards علماً أن بعضاً منهم يمكنه الذهاب وتحقيق ما وراء ذلك ما استطاع إلى ذلك سبيلاً.

وبتوكيد المعايير على التميّز والمساواة، فإنّها تؤكد الحاجة لإعطاء الطلبة الفرصة الكافية لتعلم العلوم. وفي هذا فإن الطلاب لا يستطيعون تحقيق مستويات عالية من الأداء Performance بدون معلمي علوم مهرة ومهنيين، وتوفير وقت كاف، ومنظومة

تعليمية جيدة، وبيئة تعلم جيدة، ومصادر تعليمية مناسبة من المجتمع والبيئة المحيطة بالمدرسة. ولعل تحقيق هذا وذاك، تقع مسؤوليته على النظام التربوي Educational System الذي يحتضن مناهج التربية العلمية وتدريس العلوم.

إن **تنفيذ المعايير يتطلب تغييرات رئيسية جوهرية في مناهج العلوم وتدريسها** في النظام التربوي وبخاصة في النظم التربوية في الدول النامية. وفي هذا، تستند المعايير إلى المبدأ المتضمن أنّ **العلم عملية نشطة Science is an active process**؛ **وتعلم العلم والعلوم يتضمن ما يقوم به الطلبة، لا ما يقوم به الآخرون (المعلمون) ويقدمونه (كطبخة جاهزة) لهم**. ولهذا فإن **أنشطة تشغيل اليدين Hands - On Activities** والخبرات المباشرة أساسية لكنها ليست كافية، بل ينبغي أن تدعم مع خبرات **تشغيل العقل (الفكر) Minds - On والرأس (الدماغ) Heads - On** أيضاً.

كما أنّ **المعايير The Standards** تدعو إلى أكثر من أنّ العلم عملية استقصاء Sciences as process حيث فيها يتعلم الطلبة مثل هذه العمليات من مثل: **الملاحظة Obesrvation، والاستدلال Reasoning، والتجريب Experimentation**. وفي هذا فإن **الاستقصاء Inquiry** محوري ومركزي في تعلم العلم. فعندما ينشغل (وينهمك) الطلبة في الاستقصاء، فإنهم يصفون الأشياء، والحوادث، ويطرحون الأسئلة، ويبنون تفسيراتهم، ويختبرونها ضد المعرفة الحالية، كما أنهم يوصلون Communicating أفكارهم وينقلونها إلى (زملائهم) الآخرين. إنهم (أي الطلاب) يحدّدون افتراضاتهم، ويستخدمون **التفكير الناقد Critical Thinking والمنطقي Logical**، ويأخذون بعين الاعتبار التفسيرات البديلة. وفي هذه الطريقة، يطور الطلاب بنشاط فهمهم للعلم من خلال ربط المعرفة العلمية بالاستدلال والمهارات التفكيرية.

وفي هذا السياق، فإنّ أهمية الاستقصاء لا تتضمن أن جميع المعلمين عليهم متابعة أو اتباع طريقة واحدة في تعليم العلوم؛ فكما أن الاستقصاء العلمي له عدة أوجه ومستويات، كذلك المعلمون عليهم استخدام استراتيجيات وأساليب ومناح مختلفة لتطوير الفهم والقدرات الموصوفة (المحدّدة) في المعايير.

هذا، وينبغي أن لا ينظر إلى المعايير على أنها تتطلب منهاجاً خاصاً Specific Curriculum؛ فالمنهاج يتضمن طريقة تنظيم المحتوى، وطرائق تقديمه في الصف. والمحتوى المتضمن (أو المطوّر) في المعايير يمكن أن يُنظم ويقدم بتأكيدات ومنظورات وتصورات مختلفة في مناهج العلوم المختلفة. وهي (المعايير) تقدم مستويات

ومحكات Criteria للناس على المستوى **المحلي Local**، ومستوى **الولاية State**، والمستوى **الوطني National** حيث يمكنهم الحكم على الأعمال المطلوبة التي يمكن أن تخدم رؤية المعايير في ضوء غاية **المجتمع المثقف علمياً Scientifically Literate Society**. إنّها (المعايير) تتضمن التنسيق، والاتساق، والتماسك في سبيل تطوير مناهج التربية العلمية وتدريسها. وإذا كان على الناس أن يأخذوا على عاتقهم المخاطر باسم تحسين مناهج وتدريس العلوم، فإنهم يفترضون أنّه ستتم مساعدتهم من قبل السياسيين والمعنيين في النظام التربوي كله. وبتحريك ممارسات المعلمين والإداريين المتميزة إلى الخط الأمامي والمواجهة في التربية العلمية، فإنّ **المعايير The Standards** تأخذ مناهج التربية العلمية وتدريسها ما وراء الضغوطات (والمعلومات) الحالية من جهة، ونحو رؤية مستقبلية مشتركة من جهة أخرى.

وفي الاتجاه العام، ثمة مئات من الناس شاركوا في تطوير المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) ، وإداريو المدارس، والآباء، ومطورو المناهج، والهيئات التدريسية في الجامعات، والعلماء، والمهندسون، وموظفو الحكومة. وقد أخذ هؤلاء المشاركون بعين الاعتبار جهود الإصلاحات التربوية العلمية السابقة، وتمت مراجعة المعايير من قبل آلاف الأشخاص، مما أدّى إلى عمليات تفاعلية انتهت بإجماع عام عريض حول عناصر التربية العلمية ومناهجها المطلوبة التي تسمح وتؤدي بالتالي إلى تحقيق **التفوق والتميز Excellence**. وباستكمال الحوارات والمناقشات بين واضعي المعايير على المستوى الوطني والولاية والمستوى المحلي، أدّى كل ذلك وضمن أنّ المعايير تطورت لتلبية حاجات الطلبة والتربويين والمجتمع سواء بسواء. وفي هذا، ينظر إلى المعايير كفهم ديناميكي مفتوح دائماً للمراجعة والتطوير وإعادة الرؤية والتفكير وإجراء التعديلات حسبما تقتضيه الظروف والحاجات والمتطلبات المعاصرة والمستقبلية.

## لماذا المعايير الوطنية للتربية العلمية؟

### Why National Science Education Standards?

في ضوء أدبيّات ومنشورات المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)، فقد صُمّمت المعايير لتوجيه وإرشاد الولايات المتحدة الأمريكية نحو (تحقيق) **المجتمع**

المثقف علمياً **Scientifically Literate Society**. وكما جاء في منشورات المعايير (NRC, 1996)، فإن **المعايير The Standards** هي رؤية تصف الشخص المثقف علمياً، وتقدم مستويات ومحكمات Criteria للتربية العلمية ومناهج تدريسها التي تسمح لتلك الرؤية لكي تصبح حقيقة واقعة. وعليه؛ **لماذا الثقافة العلمية مهمة؟**

بادئ ذي بدء، إنّ فهم العلم يعني ويحقق ويتواءم مع **المتطلبات الشخصية Personal Fulfillment والإثارة Excitement** حيث إنّ الفوائد ينبغي أن يتشارك فيها الجميع. **وثانياً**، إنّ الناس يواجهون بازدياد بأسئلة في حياتهم اليومية تتطلب معلومات عن الطرق العلمية في التفكير؛ وذلك لاتخاذ القرارات المستندة إلى المعلومات (العلمية). **وثالثاً**، إن الحكم الجماعي العام للناس يحدّد كيف يمكننا إدارة المصادر التي نتشارك فيها كما في: الهواء، والماء، والأرض، والغابات الوطنية. **ورابعاً**، إن الفهم والقدرة يمكن أن يعززا قدرات جميع الطلبة للانخراط في أعمال ووظائف منتجة في المستقبل. فمجتمع الأعمال يتطلب عمالاً وفنيين مهرة بحيث إنهم مستعدون وقادرون على التعلم، والاستدلال، والتفكير الإبداعي، واتخاذ القرارات، وحل المشكلات. هذا بالإضافة إلى أنّ الاهتمامات المتعلقة بالمنافسة الاقتصادية (العالمية) تركز على الأهمية المركزية للعلوم والرياضيات التي تسمح لنا بالاستمرار بالمنافسة في **الاقتصاد والأفكار على المستوى العالمي**.

إنّ **مصطلح Standard** له معان عدّة؛ ومعايير التربية العالمية هي مستويات ومحكات Criteria للحكم على **الجودة أو النوعية To judge quality** من حيث:

1- **جودة / نوعية ما يجب أن يعرفه الطلبة What Students Know ويكونوا قادرين على عمله Able to do.**
2- **جودة برامج العلوم Quality of Science Programs التي تزود الطلبة بفرص لتعلم العلوم.**
3- **جودة تدريس العلوم Quality of Science Teaching.**
4- **جودة النظام Quality of the System** الذي يدعم معلمي العلوم وبرامج العلوم.
5- **جودة الممارسات التقييمية والسياسات Quality of Assessment Practices and Policies** ذات العلاقة بتعلم وتعليم العلوم.

6- **الحكم على (مدى) التقدم To Judge Progress نحو الرؤية الوطنية للتعلم، وتعليم العلوم** في نظام يعزز **التميّز والتفوق Excellence** الذي يُتخذ كشعار يجتمع حوله المصلحون، وذوو العلاقة بإصلاح مناهج التربية العلمية وتدريسها.

وفي سياق ذلك، فإنّ **السمة المميزة للنظام التربوي (الأمريكي)** أنه **لا مركزي**؛ أي محلي Local يقع تحت السيطرة والضبط المحلي Local Control حيث إنّ مجالس التربية Boards of Education والمعلمين هم الذين يتخذون القرارات المتعلقة بماذا يجب أن يتعلّمه الطلبة. **والمعايير الوطنية (NSES) تتضمن مستويات ومعايير Criteria** يتم من خلالها **الحكم Judgment** واتخاذ القرار من قبل المسؤولين والرسميين على المستوى المحلي Local، أو الولاية State لتقرير المنهاج Curriculum، وأنشطة التعلم والتطوير المهني، وتقييم البرامج المناسبة لها. والمعايير الوطنية تشجع السياسات التي تساعد على **التنسيق والانسجام والتماسك** في برامج التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. إنها تسمح لأي فرد للتحرك قدماً في الاتجاه نفسه وبدعم مباشر من السياسات العامة أو النظام نفسه سواء بسواء. وفي هذا، ثمة نقاط مضيئة بارزة تحدث في صفوف تدريس العلوم حتى بدون وجود المعايير؛ إنها تحدث وتمارس لأن (بعض) المعلمين / معلمي العلوم أنفسهم يرغبون بالعمل على الرغم من الممارسات التقليدية الاعتيادية العامة. فثمة معلمون يصرفون جزءاً من أموالهم على شراء مواد تعليمية تعلمية في تدريس العلوم، ويعرفون أن الطلبة يتعلمون أفضل بالتحرّي والاستقصاء العلمي، ويعلمون خارج أوقات الدوام الرسمي، ويتجاهلون التركيز على المفردات أو المصطلحات الفنية العلمية المكثفة في كتب العلوم ومراجعها، ويشجعون الطلبة على ممارسة الاستقصاء العلمي وتطبيقه. كما أنهم يصمّمون مساقات العلوم التي يدرسونها بحيث تحاكي حياة الطلبة ومعايشتها وذلك بدلاً من إعداد الطلبة وتهيئتهم لدراسة العلوم مستقبلاً في الجامعات بشكل خاص.

إن **تنفيذ المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) يعزز الممارسات التدريسية والسلوك التعليمي** لمثل هؤلاء المعلمين المميزين، ويعطيهم الاعتراف والدعم الذي يستحقونه على السواء. وكذلك مديرو المدارس الذين يوفرون الدعم المادي للرحلات الميدانية Field Trips، والآباء الذين يشترون الأجهزة والأدوات العلمية، وناشرو الكتب والمراجع الذين يهتمون بالكتب والمراجع أكثر وبالتقييم الحقيقي (على الرغم

من انتشار سوق الأسئلة الموضوعية)، كلهم جميعاً وفرادى يتم الاعتراف بهم وتشجيعهم والأخذ بأيديهم سواء بسواء. وفي هذا كله، تضيف المعايير الوطنية (NSES) **وتبني تراكمياً (مداميك) على الممارسات والبقع المضيئة في التفوق والتميز** وذلك **على الرغم من الصعوبات والمعوقات والضغوطات الراهنة في المدارس** والنظم التربوية.

### أهداف العلوم في المدرسة: Goals for School Science

إنّ أهداف وغايات العلوم في المدرسة في ظل المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) تهتم بتعليم الطلبة وإكسابهم القدرة على:

- **تقدير الخبرة والإثارة في تعلم العلوم**، وإثراء معارفهم العلمية لفهم العالم الطبيعي.
- استخدام **العمليات العلمية Scientific Processes** والمبادئ العلمية المناسبة في اتخاذ القرارات الشخصية.
- المشاركة بذكاء في **المناقشات والحوارات والمناظرات العامة** التي تدور حول الموضوعات ذات **العلاقة بالعلوم والتكنولوجيا**.
- زيادة **إنتاجيتهم الاقتصادية** من خلال استخدام المعرفة، والفهم، والمهارات المميزة للشخص المثقف ثقافة علمية في أثناء حياتهم المهنية.

ولعلّ هذه الأهداف والغايات تحقق **المجتمع المثقف علمياً**. وفي هذا، تحدد **معايير المحتوى Content Standards** ماذا ينبغي للشخص المثقف علمياً أن **يعرف Know**، **ويفهم Understand**، **ويقدر على عمله Able to do** لتحقيق الثقافة العلمية بعد ثلاث عشرة سنة من دراسة العلوم؛ بينما المعايير الأخرى، وهي: **معايير التقييم Assessment**، **والتدريس Teaching**، **والمعلم Science Teacher**، **والبرنامج Program** تصف **الظروف والشروط اللازمة لترجمة وتحقيق هدف** وغاية الثقافة العلمية لجميع الطلبة والتي تم وصفها في معايير المحتوى.

هذا، ويتعلم طلاب المدارس التي تنفذ وتطبق المعايير حيث ينشغلون بنشاط في الاستقصاء العلمي الذي يجذبهم ويثير ميولهم واهتماماتهم. وفي هذا، يؤسس الطلبة **قاعدة معرفية Knowledge Base** لفهم العلوم. وفي هذه المدارس أيضاً، يكون لدى المعلمين القدرة والتمكن من اتخاذ القرارات التي تتعلق بـ: **ماذا يتعلم**

**الطلبة، وكيف يتعلمونه، وكيف يمكن تخصيص واستعمال المصادر.** فالمعلمون والطلبة معاً ويداً بيد، سيكونون أعضاء في تجمع يرتكز على تعلم العلوم بينما تتم تغذيته وإذكاؤه ودعمه من قبل النظام التربوي ككل. وعند إلقاء النظرة على الواقع، نجد أن طلبة اليوم لم يحققوا هذه المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) في معظم المدارس؛ إذ إن تنفيذ المعايير وتطبيقها يتطلب فترة زمنية طويلة المدى تتسم بالالتزام، والإرادة، والثقة بالتغيير والإصلاح التربوي.

## المعايير الوطنية للتربية العلمية: منظور تاريخي

### NSES: Historical Perspectives

ثمة بعض المحطات الرئيسية المتعددة التي مرّت بها المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) من المنظور التاريخي لتحديد الغايات وتطويرها. فقد بدأ الاهتمام بالمعايير الوطنية في عام 1989 عندما وافقت جمعية الحكام الوطنية على أهداف التعليم، ودعم ذلك رئيس الولايات المتحدة الأمريكية، وتم تشكيل لجنة (وضع أهداف التعليم الوطني).

وفي السياق، كان أول ظهور للمعايير في العام 1989، عندما أقرّ مختصو ومربو الرياضيات نشر وثيقتيْن، هما:

**الأولى: معايير المناهج والتقويم للرياضيات في المدرسة**

Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics

وذلك من قبل المجلس الوطني لتدريس الرياضيات National (NCTM, 1989) Council of Teachers of Mathematics.

**والثانية: كل واحد مُهم** Everybody Counts، وهي وثيقة موجهة إلى الأمة الأمريكية حول تعليم الرياضيات في المستقبل وذلك من قبل المجلس الوطني للبحوث National Research Council (NRC, 1989).

وفي هذا، كانت خبرات (NCTM) مهمة جداً في تطوير المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)؛ كما أنها بينت أن المشاركة في تطوير المعايير ينبغي أن تفتح أبوابها أمام جميع المهتمين وبخاصة أولئك الذين يهمهم تحقيق أهدافها وغاياتها.

**والمعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) لها خلفيات إصلاحية ومسوغات** ومبرّرات سابقة لها؛ ومن أبرزها إصدار تقرير **الأمة في خطر A Nation at Risk** عام 1983 الذي طالب بإعادة النظر في النظام التربوي في الولايات المتحدة الأمريكية والعمل على (حتمية) إصلاحه. وفي ثمانينيات القرن العشرين ثمة جمعيات ومراكز مهنية وتربوية أخرى دعت إلى **إصلاح مناهج التربية العلمية** وتدريسها من مثل الجمعيات والمراكز الآتية:

- **الجمعية الأمريكية للكيمياء (ACS)** American Chemical Society
- **دراسة مناهج العلوم البيولوجية (BSCS)** Biological Sciences Curriculum Study
- **مركز التطوير التربوي (EDC)** Education Development Center
- **المركز الوطني لمصادر العلوم (NSRC)** National Science Resources Center
- **مركز مصادر التعليم المهني (TERC)** Technical Education Resources Center

وفي عام 1989 **ومن خلال المشروع (2061)**، نشرت الجمعية الأمريكية لتقدم العلوم **(AAAS)** وثيقتي:

- **العلم لجميع الأمريكيين / العلم للجميع (SFAA) Science for All Americans**
- **ومعالم الثقافة العلمية (BFSL) Benchmarks for Science Literacy**،

حيث تم تحديد الثقافة العلمية كهدف وغاية لكل خريجي المدارس الثانوية. كما أصدرت **الجمعية الوطنية لمعلمي العلوم (NSTA)** مشروعها عن المجال، والتتابع، والتنسيق (SS&C) الذي تبنى تطوير محتوى العلوم في المرحلة الثانوية.

وفي ربيع عام 1991 كتب رئيس جمعية (NSTA) عاكساً إجماع المجلس، كتب إلى رئيس الأكاديمية الوطنية للعلوم National Academy of Science (NAS) وإلى رئيس المجلس الوطني للبحوث (NRC) لتنسيق تطوير المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES). وقد تم تشجيع (NRC) من الجمعيات والمؤسسات الوطنية المختلفة وقياداتها ذات العلاقة بالعلوم، والمؤسسات الرسمية التربوية (وزارة التربية)

لأداء دور رئيسي في جهود **تطوير المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** في: **المحتوى Content**، **والتدريس Teaching**، **والتقييم Assessment**. ولتحقيق ذلك، تم دعم المشروع (المعايير) مادياً من قبل دائرة التربية (وزارة التربية) Department of Education والمؤسسة الوطنية للبحوث National Science (NSF) Foundation.

وعليه؛ تم تكوين اللجان ذات العلاقة تحت إشراف لجان وطنية متعددة، حيث ظهرت النسخة الأولية الأولى من تطوير المعايير في خريف عام 1993 . ثم بدأ العمل على إنتاج النسخة الكاملة قبل النهائية (المسودة) من المعايير، وتم إخراجها بصورتها النهائية في أيار عام 1994، وتم عرضها على فئات مختارة من مجموعات متخصصة، من أجل تعرف انتقاداتهم ومراجعاتهم على هذه المعايير وتقديم مقترحاتهم.

وبعد ذلك، تم تحليل العديد من المقترحات المقدمة لتحسين النسخة قبل النهائية (المسودة)، ثم إعداد وثيقة المعايير التي تمت مراجعتها بشمولية كوثيقة عامة وذلك في نهاية عام 1994 . وقد تم توزيع أكثر من أربعين ألف نسخة من هذه الوثيقة على حوالي ثمانية عشر ألف فرد، ومئتيْن وخمسين مجموعة. وقد تم مرة أخرى فحص الملاحظات والتعليقات وتحليلها لكثير من هؤلاء الأفراد وتلك المجموعات الذين راجعوا هذه الوثيقة، وتم استخدامهم لإعداد الصورة (الوثيقة) النهائية للمعايير الوطنية عام 1995، ونشرها (إشهارها) عام 1996 (NRC, 1996).

## تنظيم المعايير الوطنية للتربية العلمية: Organization of NSES

صُمّمت وثيقة المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) بحيث أن الأشخاص المختلفين يمكنهم قراءة المعايير بطرق مختلفة؛ فالمعلمون على سبيل المثال، ربما يرغبون بقراءة **معايير التعليم Teaching Standards**، **والمحتوى Content**، **والبرنامج Program** قبل أن يتحولوا إلى **معايير التطوير المهني Professional Development**، **والتقييم Assessment**، **والنظام System** . بينما مختصو السياسات يمكنهم قراءة **معايير النظام والبرنامج** أولاً، والهيئات التدريسية في التعليم العالي يمكنهم قراءة التطوير المهني للمعلمين ومعايير التعليم أولاً قبل التحول إلى قراءة بقية المعايير.

**وبالنظر إلى المستقبل**، فإن تنفيذ المعايير عملية كبيرة وجوهرية، ويمكن أن تمتد لسنوات طويلة عديدة. وفي هذا فإنه يمكن من خلال الجهود المشتركة والمتواصلة من الجميع يمكن تحقيقها. فالتغيير يمكن أن يحدث على المستوى المحلي، وعلى مستوى الأفراد المختلفين، والمدارس، والمجتمعات الذين هم جميعاً سيجدون السبيل للإصلاح وبمستويات إصلاح مختلفة، وبتركيزات وتأكيدات مختلفة أيضاً. ومع ذلك، وفي **ضوء الرؤية المشتركة للمعايير**، فإنه يمكن أن نتوقع تحركاً هادفاً مع الوقت يقود للإصلاح بثقة وإرادة وتصميم. وفي هذا، يمكن القول: **إنّه لا يمكن لمجموعة واحدة أن تنفذ المعايير**؛ فالتحدّي يمتد إلى كل واحد في النظام بما فيه: المعلمون، والإداريون، ومعلمو العلوم، والمربون، ومصمّمو المناهج، ومختصو القياس والتقويم، ومجالس المدارس المحلية، ودائرة التربية (وزارة التربية) والحكومة. كما أنها تمتد إلى أولئك الذين هم **خارج النظام** الذين لهم تأثير في مناهج التربية العلمية بما فيهم: الطلبة، وأولياء الأمور، والعلماء، والمهندسون، ورجال الأعمال، ودافعو الضرائب، والمشرعون، والرسميون الآخرون العامون. وكل هؤلاء الناس وغيرهم، لهم دور فريد خاص يُتمم بعضهم بعضاً ويكمل عملهم أعمال الآخرين لتحسين جودة التعليم والتعلم ونوعية مستواه الذي نقدمه لفلذات أكبادنا التي تمشي على الأرض.

إنّ الجهود المتوقعة والموضوعة لتحقيق الرؤية لمناهج التربية العلمية وتدريسها مقدماً، تتطلب بالطبع **الوقت الكافي والتمويل**، مما يتطلب **العمل الآن (وليس غداً)** **وغرس الشجرة، وهزّ النخلة لتؤتي أكلها** وتحقق غاياتها في تنمية الثقافة العلمية وتحقيقها.

**لقد تم تنظيم المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) في ستة معايير، هي:**

- **معايير تدريس العلوم Standards for Science Teaching**
- **معايير التطوير المهني للمعلمين**

**Standards for Professional Development for Teachers of Science**

- **معايير التقييم Standards for Assessment in Science Education**
- **معايير المحتوى Standards for Science Content**
- **معايير البرنامج Standards for Science Education Program**
- **معايير النظام Standards for Science Education System**

وفي هذا التنظيم، **تمثل معايير المحتوى Content Standards** بوجه عام، ماذا يجب على الطلبة أن يعرفوا ويكونوا قادرين على عمله لتحقيق الثقافة العلمية. أمّا المعايير الأخرى، فتمثل مبدئياً الظروف والشروط التي تهيئ وتؤسس لترجمة ذلك الهدف والغاية (الثقافة العلمية) إلى واقع حقيقي. وثمة من **ينظم المعايير ويرتبها بترتيب ونسق**: معايير التدريس، والتقييم، والمحتوى، وذلك للتركيز على المعيارين الأوليّن (التدريس والتقييم - كوجهيّن لعملة واحدة)، والتقليل من ردّ الفعل العام المتمثل بالمبالغة التقليدية على المحتوى حيث يُنظر إلى (المحتوى) بشكل خاص تقليدياً والتركيز على تدريسه عادة ومن ثم اعتبار التقييم. وفي هذا، يوضع التدريس أولاً، لأنه أقل المعايير جدلاً أو أكثرها أهمية، والتقييم ثانياً، لأنه يساعدنا على معرفة مدى تقدم التعلم وبلوغ الأهداف، وفي الوقت نفسه يعمل على إعادة تشكيل التدريس والمنهاج سواء بسواء. كما نظمت قوائم (جداول) مقارنة جيدة للتغييرات والتحولات والتوجهات **Trends** العالمية المعاصرة وذلك بالإشارة إلى **تأكيد أقل Less emphasis on** على ما يحدث الآن أو حالياً (**الواقع**)، **والتأكيد أكثر More emphasis on** على ماذا يجب أن يكون (**المأمول**) في ضوء المعايير الوطنية للتربية العلميّة.

## مبادئ المعايير الوطنية للتربية العلمية: Principles of NSES

إنّ المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) هي معايير لجميع الأمريكيين أو (**العلم للجميع**)، حيث إنّ المساواة Equity هي مبدأ أساسي في المعايير، ويجب أن تشمل جميع مجالات التربية العلمية. ومن جهة أخرى، فإنّ المعايير الوطنية هي دليل مسؤول لإيجاد **واعداد المجتمع المثقف علمياً Scientifically Literate Society**. هذا، ولأن المعايير تقدم رؤية للثقافة العلمية التي تتطلب التغيير في النظام التربوي، فإنّه يتوقع أن ثمة أفراداً مختلفين سيقرأون المعايير لأغراض مختلفة، مما يتطلب **التمعن بالمبادئ والتعريفات التالية** التي تم الاسترشاد بها في تطوير المعايير (NSES)، وهي:

**1. العلم لجميع الطلبة (العلم للجميع) Science is for All students**: يعد هذا المبدأ أحد مبادئ المساواة Equity، والتميّز والتفوق Excellence. ولهذا فإنّ العلوم في المدارس يجب أن تكون للجميع؛ أي بغض النظر عن العمر، والجندر، والعرق، والخلفية الثقافية، والإعاقات، والاتجاهات، والطموحات، والاهتمامات،

والدوافع Motivation نحو العلوم؛ إذ يجب أن يُعطى الجميع الفرصة لأن يكون لهم نصيب في العلوم ويحققوا مستوىً عالياً من الثقافة العلمية. وفي هذا، تفترض المعايير إشراك جميع الطلبة وإعطاءهم الفرص في تحدّيات تعلم العلوم، وكذلك مستويات (الفهم) والقدرات التي ينبغي على جميع الطلبة تطويرها أو تحقيقها.

وفي الصورة المثالية، **يتضمن التميز والتفوق** أنّ جميع الطلبة يمكنهم **(فهم)** العلوم إذا ما أعطوا الفرصة؛ **فمعايير المحتوى تصف مُخرجات ما ينبغي للطلبة معرفته، والقدرة على أدائه والقيام به.** والطلبة يحققون الفهم بطرق وسبل مختلفة وبعمق مختلف أيضاً في إجاباتهم عن الأسئلة المتعلقة بالعالم الطبيعي. كما أن الطلبة يحققون المخرجات (الأهداف) في معدلات أو مستويات مختلفة أو متفاوتة وبعضهم ربما يحقق ذلك قبل بعضهم بعضاً. بيد أنّ الجميع يجب أن يُعطى الفرصة بصور وأشكال وخبرات مختلفة في سنوات المدرسة لتطوير (الفهم) ذي العلاقة بالمعايير وذلك على **مبدأ تدريس العلوم من أجل الفهم Teaching Science For Understanding.**

**2. تعلم العلوم عملية نشطة Learning Science is an Active Process:**
يتضمن هذا المبدأ أن تعلم العلوم هو شيء أو عملٌ يقوم به (أو يعمله) الطلاب، وليس **ما يُعمل (أو يُقدم) لهم من قبل الآخرين (أو المعلمين)**. وفي تعلم العلوم، يصف الطلاب الأشياء والحوادث، ويطرحون الأسئلة، ويكتسبون (يبنون) المعرفة، ويبنون التفسيرات للظواهر الطبيعية، ويختبرون (يفحصون) هذه التفسيرات بطرق مختلفة، ويتواصلون ويوصلون Communicate أفكارهم إلى الآخرين.

**وفي المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)**، فإنّ مصطلح العملية النشطة يتضمن الأنشطة اليدوية **والخبرات العملية المباشرة Hands - On**، **والأنشطة العقلية (الفكرية) Minds - On**. فأنشطة تشغيل اليدين، وهي بحدّ ذاتها تعد أنشطة تقليدية تحققية، غير كافية ما لم تُصطحب بالخبرات العقلية (الفكرية) معاً ويداً بيد. فتعلم العلوم يجب أن يتضمن دراسات وبحوثاً وأنشطة مبنيّة على **الاستقصاء Inquiry - Oriented** التي يتفاعل فيها الطلاب مع المعلم ومع بعضهم بعضاً. وفي هذا، يؤسس الطلاب ارتباطات المعرفة المسبقة لديهم Prior Knowledge في العلوم والمعرفة العلمية المتوافرة في مصادر المعرفة المختلفة؛ فهم

يطبقون محتوى العلم في مواقف جديدة ويطرحون أسئلة أخرى، وينشغلون في حل المشكلات، ويخططون، ويتخذون القرارات. وفي هذا فإن التأكيد على مبدأ تعلم العلوم النشط يعني فيما يعنيه، التحوّل والابتعاد عن تقديم (عرض) المعلم للمعلومات **وتغطية (مبدأ قطع المنهاج)** موضوعات العلوم أو المنهاج. وفي هذا فإن المنظور التقليدي المتضمن تغطية موضوعات العلوم ومفرداته ومفاهيمه، وأن المعلومات موجودة في الكتاب المنهجي، كل ذلك لا **ينسجم (أو يتعارض) ويتناقض** مع الغرض الرئيسي المتضمن **مبدأ تعليم وتعلم العلوم من أجل الفهم Teaching Science for understanding**.

**3. علوم المدرسة تعكس التقاليد الثقافية والفكرية التي تصف ممارسات العلم المعاصر**؛ فلتطوير معرفة غنية للعلم والعالم الطبيعي، فإنّه يجب على الطلبة أن **يألفوا ويستخدموا الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry**، وقواعد الدليل (الأدلة)، وطرق طرح الأسئلة Questioning، واقتراح التفسيرات. كما أن علاقة **العلم بالرياضيات والتكنولوجيا، وفهم طبيعة العلم** يجب أن يكون جزءاً أساسياً لا يتجزأ من ثقافة تعليمهم وتعلمهم العلوم.

وثمة هدف واضح للمعايير الوطنية يتمثل بتأسيس وتحقيق مستوى عالٍ من **الثقافة العلمية**؛ وجزء أساسي من الثقافة العلمية هو اكتساب قاعدة معرفية، وفهم المفاهيم المرتبطة بالعلوم الحياتية والطبيعية وعلوم الأرض والفضاء. كما أن الثقافة العلمية تتضمن **فهم طبيعة العلم (NOS)، والمسعى العلمي (SE)، ودور العلم في ضوء المنظور الشخصي الاجتماعي**. وفي هذا، تعترف المعايير (NSES) ثمة أفراد كثيرون وحضارات ساهمت في مأسسة تقاليد العلم، وتمت ممارسة العلم في ثقافات مختلفة. وفي هذا فإن **العلم هو طريقة الوصول إلى المعرفة Way of Knowing** التي تتصف بالمعايير التجريبيّة، والمناقشات المنطقية، والمراجعة الشكيّة؛ مما ينبغي للطلبة أن يطوروا (الفهم) لمعرفة ما هو علم ممّا هو ليس علماً، وماذا يمكن للعلم أن يقدر عليه ولا يقدر عليه، وكيف أنّ العلم يساهم في الثقافة وتشكيلها.

**4. تحسين التربية العلمية جزء من الإصلاح المنظم للتعليم**؛ الأهداف الوطنية والمعايير تساهم في بدء المبادرات على المستويات المحلية Local ومستوى الولاية State؛ كما أن جهود الإصلاح على المستوى الوطني والمحلي يتمم بعضها بعضاً. وفي داخل النظام التربوي، يمكن رؤية مناهج التربية العلمية كنظام فرعي

يتضمن مكونات فريدة ضمن هذا النظام. **وتتضمن هذه المكونات**: الطلبة، والمعلمين، والمدارس، والمديرين، والمشرفين التربويين، ومجالس المدارس، وبرامج إعداد المعلمين وتأهيلهم في الكليات والجامعات، والكتب والمراجع، وناشري الكتب، وأولياء الأمور، والعلماء، والمهندسين، ومتاحف العلوم، والأعمال والصناعة، والمشرعين. والمعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) **تزود الرؤية ووحدة الغرض المطلوبة** لكي تركز جميع هذه المكونات بفاعلية على المهمة الأساسية للتربية العلمية المتمثلة بتحسين وتجويد التربية العلمية وتدريس العلوم لدى **جميع الطلبة All Students** مع توفير الثبات ومرونة الاستمرارية المطلوبة على المدى البعيد للتغيرات والتحولات **والتوجهات Trends** الطويلة المدى التي نحتاجها.

## مفاهيم ومصطلحات في المعايير الوطنية للتربية العلمية: Concepts and Terms in the NSES

تتضمن المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) بعض المفاهيم والمصطلحات والتعريفات الخاصة التي استخدمتها وتبنتها المعايير على الرغم من شيوعها وانتشارها بكثرة في الأدبيّات التربوية كما في: الثقافة العلمية، والمحتوى والمنهاج، والمعرفة والفهم، والاستقصاء، والعلم والتكنولوجيا.

**الثقافة العلمية: Scientific Literacy**، الثقافة العلمية هي **المعرفة Knowledge**، **والفهم Understanding للمفاهيم العلمية، والعمليات Processes المطلوبة لاتخاذ القرارات الشخصية، والمشاركة في الشؤون المدنية والثقافية والإنتاجية والاقتصادية**. كما تتضمن (الثقافة العلمية) أنواعاً معينة من القدرات الأخرى. وفي المعايير الوطنية للتربية العلمية تحدّد **معايير المحتوى Content Standards الثقافة العلمية**. وفي السياق، يعني الشخص المثقف علمياً أنّه القادر على طرح السؤال، وإيجاد الجواب أو تحديد الأجوبة المشتقة من الفضول المتعلقة بالخبرات اليومية. إنها (الثقافة العلمية) تعني أن الشخص لديه القدرة على الوصف، والتفسير، والتنبؤ بالظواهر الطبيعية. كما تقتضي (الثقافة العلمية) أن يكون الشخص قادراً على قراءة المقالات العلمية المنشورة في الصحف (بفهم)، والانشغال في المناقشات والمجادلات والمناظرات Debates والحكم على مدى مصداقية الاستنتاجات. كما تتضمن (الثقافة العلمية) أن الشخص يمكنه تحديد **القضايا**

العلمية **Scientific Issues** المتعلقة بالقرارات المحلية Local والوطنية National، ومن ثم التعبير عن موقفه وتحديده استناداً إلى المعلومات المبنية على المعرفة العلمية والتكنولوجية. والفرد (المواطن) المثقف علمياً يجب أن يكون قادراً على تقييم وتقويم نوعية المعلومات العلمية اعتماداً على مصدرها والطرق المستعملة في الوصول إليها. وفي هذا، تتضمن **الثقافة العلمية الكفاءة** في طرح وتقويم المناقشات والحوارات المستندة إلى **الدليل Evidence**، وتطبيق الاستنتاجات من هذه المناقشات بطريقة مناسبة.

وفي هذا كله، يُظهر الأفراد ثقافتهم العلمية بطرق مختلفة كما في استخدام المصطلحات الفنية بطريقة صحيحة، وتطبيق المفاهيم العلمية والعمليات العلمية. وفي الغالب، فإنّ الأفراد يمتلكون ثقافة علمية بمستويات مختلفة وفي مجالات مختلفة أيضاً كما في فهم مفاهيم العلوم الحياتية ومصطلحاتها، بينما يفهمون بدرجة أقل مفاهيم العلوم الفيزيائية ومصطلحاتها. وفي هذا فإن **الثقافة العلمية لها درجات وأشكال وأبعاد متعددة**، تمتد وتتوسع على امتداد حياة الفرد / الشخص وليس فقط خلال سنوات المدرسة؛ إلا أن الاتجاهات والقيم Values التي يتم اكتسابها وتنميتها نحو العلم في سنوات المدرسة الأولى، تظل حاسمة Critical في تطوير الثقافة العلمية وتشكيلها في المستقبل.

**المحتوى والمنهاج Content and Curriculum**، يعرف محتوى العلوم المدرسية School Science Content بدرجة فضفاضة ليتضمن الكفاءات والقدرات والفهم في العلوم. **ومعايير المحتوى ليست منهاجاً في العلوم**؛ فالمنهاج مبدئياً هو طريقة تقديم المحتوى، ويتضمن البنية Structure، والتنظيم Organization، والتوازن Balance، واستراتيجيات وأساليب تقديم المحتوى العلمي في غرفة الصف. كما أنّ معايير المحتوى ليست دروس علوم أو صفوف علوم أو مساقات الدراسة، أو برامج العلوم المدرسية؛ فمكونات المعايير التي تم وصفها يمكن أن تنظم بتركيزات وتأكيدات ومنظورات مختلفة في مناهج مختلفة. والأفكار التنظيمية في معايير المحتوى لم يقصد بها أن تستخدم كمنهاج، وبدلاً من ذلك، فإنّ **المدى، والتتابع، والتنسيق للمفاهيم Concepts، والعمليات Process، والموضوعات Topics** قد تركت لأولئك الذين يصمّمون وينفذون المناهج في برامج العلوم. والمناهج غالباً ما تدمج موضوعات من المواد (المباحث) الدراسية المختلفة من مثل: العلوم الحياتية والطبيعية، ومن معايير المحتوى المختلفة كما في العلوم الحياتية، والعلم من المنظور

الشخصي والاجتماعي، ومن المواد المدرسية المختلفة كما في العلوم والرياضيات، والعلوم واللغات والفنون، أو العلم والتاريخ.

**المعرفة والفهم: Knowledge and Understanding**، يتضمن تنفيذ المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) في تدريس العلوم اكتساب المعرفة العلمية، وتطوير الفهم وذلك على **مبدأ تدريس العلوم من أجل الفهم**. والمعرفة العلمية تُشير إلى الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والقوانين، والنظريات، والنماذج العلمية التي يمكن أن يتم اكتسابها (وبناؤها) بطرائق وأساليب ومناح متعددة. مقابل ذلك، فإنّ **(فهم) العلوم** يتطلب من الفرد المتعلم (الطالب) إدماج بنًية معقدة لأنواع المعارف بما فيها أفكار العلم، والعلاقات بين الأفكار، وأسباب هذه العلاقات، والطرق لاستخدام الأفكار بغرض تفسير وتنبؤ الظواهر الطبيعية الأخرى، والطرق لتطبيقها Application في مواقف مختلفة. وفي هذا، يتضمن **الفهم القدرة على استخدام المعرفة Ability to use knowledge**، وتقتضي القدرة التمييز بين الأفكار العلمية والأفكار غير العلمية. ويتطلب تطوير الفهم (ويفترض) أن الطلبة ينشغلون بانهماك ونشاط في الأفكار العلمية ولهم خبرات متعددة مع العالم الطبيعي.

**الاستقصاء: Inquiry**، يشير **الاستقصاء العلمي (SI)** إلى الطرق والأساليب المتنوعة التي من خلالها يدرس العلماء العالم الطبيعي، ويقترحون التفسيرات استناداً إلى **الدليل Evidence** المشتق من أعمالهم. كما يشير (الاستقصاء) إلى أنشطة تعلم الطلبة التي يطورون فيها **المعرفة Knowledge، والفهم Understanding للأفكار العلمية**، وكذلك فهم **كيفية دراسة العلماء للعالم الطبيعي**.

**والاستقصاء هو نشاط متعدد الوجوه؛ يتضمن عمل الملاحظات، وطرح الأسئلة، وفحص الكتب ومصادر المعلومات لمعرفة ما هو معروف، وتخطيط التحرّيات والاستقصاءات، ومراجعة ما هو معروف في ضوء الدليل التجريبي**، واستخدام الأدوات لجمع البيانات وتحليلها وتفسيرها، واقتراح الأجوبة والتفسيرات والتنبؤات، وتقرير النتائج وإيصالها إلى الآخرين. وفي هذا، يتطلب الاستقصاء تحديد الافتراضات، واستخدام التفكير الناقد والمنطقي، والأخذ بعين الاعتبار التفسيرات المختلفة. والطلاب ينشغلون في مجالات وجوانب وأوجه الاستقصاء المختلفة في ضوء معرفتهم الطرق العلمية للوصول إلى معرفة العالم الطبيعي؛ إلاّ أنّ عليهم أن يكونوا قادرين على **تطوير القدرة والكفاءة لتنفيذ الاستقصاءات الكاملة** والتحرّيات العلمية بحرية.

هذا، وعلى الرغم أنّ **المعايير (NSES) تؤكد الاستقصاء**، إلا أنه يجب أن لا يفسّر ذلك على أنها المنحى الوحيد في تعليم وتعلم العلوم. وفي هذا فإن على المعلمين أن يستخدموا استراتيجيات مختلفة لتطوير المعرفة، والفهم، والقدرات الموصوفة في المعايير. إن **تنفيذ أنشطة تشغيل اليدين Hands-On** وحدها لا يضمن الاستقصاء الحقيقي، ولا قراءة (فهم) العلوم المتناغمة مع الاستقصاء ما لم يُصطحب ذلك **بتشغيل العقل (الفكر) Minds - On**، **والرأس (الدماغ) - Heads On** معاً. إن تحقيق الفهم والقدرات الموصوفة بمعايير المحتوى يصعب تحقيقها باستراتيجية (أو وصفة) واحدة (وحيدة) مما يعني تنوّع استراتيجيات التدريس وأساليبها ونماذجها في ضوء الأهداف والغايات المنشودة.

**العلم والتكنولوجيا: Science and Technology**، إن التمييز الأساسي بين العلم والتكنولوجيا كما استخدم في المعايير، يتمثل في **الهدف أو الغاية: فهدف العلم هو فهم العالم الطبيعي، وهدف التكنولوجيا هو عمل تعديلات Modifications في العالم لمواجهة حاجات الناس. والتكنولوجيا كتصميم Design في المعايير يوازيها (أو مثل) الاستقصاء Inquiry في العلوم.**

**والعلم والتكنولوجيا مترابطان ومتداخلان، وهما وجهان لعملة واحدة.** وفي هذا فإنّ لكل مشكلة غالباً ما يكون لها جوانب علمية وتكنولوجية. فالحاجة إلى الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بالعالم الطبيعي تدفع إلى تطوير المنتجات التكنولوجية، وكذلك فإن الحاجة التكنولوجية يمكن أن تشحذ وتدفع إلى البحث العلمي، وهكذا دواليك. والمنتجات التكنولوجية على سبيل المثال **(من القلم إلى الكمبيوتر)** تزودنا بالأدوات Tools التي تعزز فهم العالم الطبيعي. وفي هذا كله، فإنّ استخدام تكنولوجيا Technology في المعايير الوطنية، يجب أن لا يتم خلطها بتكنولوجيا التعليم Instructional Technology التي تزود الطلبة والمعلمين بأدوات مثيرة من مثل الكمبيوتر لتنفيذ الاستقصاء واكتساب المعرفة، وفهمها، واستخدامها.

## المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES):

### National Science Education Standards

اشتقت المعايير الوطنية للتربية العلمية **(أو حركة المعايير)** انطلاقاً وامتداداً لروح المشروع (2061) ووثائقه ومنشوراته، وهي:

- العلم لكل الأمـــريكيين (العلم للجـــمـــيع): **Science for All (SFAA) Americans**
- ومعـالم (ملامح) الثقـافة العلمـية: **Benchmarks for Science (BFSL)، Literacy**

حيث تم تحديد الثقافة العلمية كهدف وغاية لكل خريجي المدارس الثانوية. وكما ذكر سابقاً، فقد بذلت جهود كبيرة في إعداد المعايير منذ بدايات تسعينيات القرن الماضي، وساهمت فيها جميع الجهات المعنية بالتقدم العلمي ومناهج التربية العلمية وتدريسها، ومنها:

- المؤسسة الوطنية للعلوم **(NSF)**، National Science Foundation.
- والمجلس الوطني للبحوث **(NRC)**، National Research Counci.
- والمركز الوطني لمصادر العلوم **(NSRC)**، National Science Resources Center.
- والجمعية الأمريكية لتقدم العلوم **(AAAS)** American Association for the Advancement of Science،
- والجمعية الوطنية لمعلمي العلوم **(NSTA)** National Science Teachers Association،
- والأكاديمية الوطنية للعلوم **(NSA)**، National Academy of Science.

حيث نشرت (**الأكاديمية الوطنية للعلوم - المطبعة الأكاديمية**) المعايير في العام 1996 (NRC, 1996).

هذا، وتهتم المعايير بتلبية حاجات الطلبة جميعهم **All Students** من معرفة، وعمل، وقدرة لكي يكونوا مثقفين علمياً في مراحل الدراسة المختلفة **(k-12)**. ولا تقتصر المعايير على مرحلة معينة ولا على عمر محدّد أو عرق بعينه، وإنّما (المعايير) موجهة إلى جميع الطلبة بغض النظر عن العمر، والجنس، والعرق، والخلفية الثقافية. ويمكن لهؤلاء الطلبة جميعهم أن ينجزوا درجات مختلفة من سعة فهم وعمق للمعرفة، وقدرة على العمل والأداء وفقاً لفروقاتهم الفردية، وميولهم واهتماماتهم، وقدراتهم، واستعداداتهم، وقابلياتهم؛ فكل واحد منهم (**فريد**) Unique، وله من العلم والثقافة العلمية نصيب.

لقد شارك قطاع عريض متنوع من الأفراد في إعداد هذه المعايير، منهم: المعلمون، والإداريون، والآباء، ومخططو المناهج، وأساتذة الجامعات، والعلماء،

والمهندسون؛ واعتمدوا على خبراتهم الواسعة المتنوعة ونتائج البحوث والدراسات في التعليم والتعلم. وفي هذا إشارة واضحة على **عالمية المعايير**، حيث يمكن اعتبارها **محكات Criteria لتحسين (جودة) مناهج التربية العلمية وتدريس العلوم** وتقويمها ورفع سويتها (مستوى ونوعية) على المستويات: **العالمية International**، **والوطنية National**، **والولاية State**، **والمحلية Local**. وهكذا عُمّمت المعايير (NSES) من أجل تحقيق مجتمع مثقف ثقافة علمية. وهذا أمر ليس بالهيّن أو السهل، إذ يتطلب تغييرات كبيرة وجوهرية في النظم التربوية. ولهذا يتوقع أن يلجأ إلى هذه المعايير ليتم الاسترشاد والاهتداء بها ليس فقط المعلمون، بل المعنيون التربويون وغيرهم من ذوى الاهتمام حسب تخصصاتهم ورغباتهم في أي من تلك المعايير سواء ما يتعلق بالثقافة العلمية أم باستراتيجيات وطرائق تدريسها وتقويمها، أم بإعداد معلم العلوم أم بالسياسات التعليمية ونظم التعليم.

لقد أجابت **المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** على خمسة أسئلة أساسية متدرجة والتي بدورها وجهت المجالات الكبرى لهذه المعايير، وهذه الأسئلة الخمسة، هي:

**الأول: ماذا يجب على الطلبة أن يعرفوا، ويكونوا قادرين على عمله أو أدائه؟**

**الثاني: ماذا يجب على معلمي العلوم أن يعرفوا، ويكونوا قادرين على أدائه؟**

**الثالث: كيف يمكن إجراء تقييم مناسب لفهم الطلبة وقدراتهم؟**

**الرابع: كيف تهيئ برامج المدرسة الفرص للطلبة جمعيهم في تعليم العلوم؟**

**الخامس: ماذا يجب على النظام التربوي عمله لمساندة برامج العلوم بالمدرسة طبقاً للمعايير الوطنية للتربية العملية؟**

وعليه؛ ثمة **أربعة مبادئ ومنطلقات قادت (وتقود) المعايير الوطنية للتربية العلمية** (NSES)، وهي:

**الأول: العلوم لجميع الطلاب**، وذلك بغض النظر عن العمر، والجنس، والعرق، والخلفية الثقافية، والطموحات، والدافعية. وهذا (المبدأ) يرتبط بمبدأ المساواة Equity.

**الثاني: تعلم العلوم عملية نشطة تتمركز حول البحث والاستقصاء العلمي**؛ فالطالب نفسه هو الذي يصل إلى المعرفة لا أن تقدم جاهزة أو مطبوخة له؛

فهو يستقصي ويتحرّى، ويبحث، ويجمع المعلومات، وينظمها، ويختبرها، ويفسّرها، ويوصلها (وأفكاره) إلى الآخرين بكل ما للاستقصاء من معنى في البحث والتفكير.

**الثالث: تحقيق مستويات عالية من الثقافة العلمية**، ويتمثل ذلك في فهم الطالب لدور العلم، والتكنولوجيا في حياة الفرد والمجتمع (STS)؛ وبتوكيد أقل على المحتوى وفهم أعمق ومعالجة أفضل، وتوظيفها من المنظور الشخصي، والعلمي، والاجتماعي، والمهني.

**الرابع: تطوير تدريس العلوم (إصلاح التربية العلمية) جزء لا يتجزأ من التطوير (والإصلاح) التربوي العام**؛ ويشمل التطوير كل المعنيين في التربية من معلمين، وطلبة، ومديرين، ومشرفين تربويين، ومجالس المدارس، وبرامج إعداد المعلمين وتربيتهم، والكتب والمراجع، ومناهج العلوم وتدريسها.

**وفي سياق ذلك، نُظمت المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) في ستة مجالات (معايير)، هي:**

**الأول: معايير تدريس العلوم Science Teaching Standards**

**الثاني: معايير التطوير المهني لمعلمي العلوم Science Teachers Standards**

**الثالث: معايير التقييم Assessment Standards**

**الرابع: معايير المحتوى Science Content Standards**

**الخامس: معايير البرنامج Program Standards**

**السادس: معايير النظام System Standards**

### المجال الأول: معايير تدريس العلوم: Science Teaching Standards

إنّ تدريس العلوم نشاط معقد؛ وهو يقع في صميم رؤية مناهج التربية العلمية وتدريسها التي مثلت **بالمعايير The Standards**. وتزود معايير التدريس لإصدار الأحكام حول مدى التقدم نحو هذه الرؤية؛ فهي (المعايير) تصف ماذا يجب على جميع المعلمين فهمه وعمله، من أجل تحقيق تدريس العلوم بدرجة أفضل. وفي هذا فإنّ معلمي العلوم وسطاء التعليم والتعلم، ولكنهم لا ينبغي أن يكونوا الوحيدين المسؤولين عن إصلاح تدريس العلوم؛ فهم بحاجة لأن يعملوا ويتعاونوا مع زملائهم كونهم متعلمين نشطين، ومع السياسات الداعمة لتدريس العلوم الجيد. هذا

بالإضافة إلى أن الطلبة المتعلمين يجب أن يتقبلوا ويشاركوا في المسؤولية عن تعلمهم. ومعلم العلوم الجيّد الفعال يهيئ بيئة تعلمية - تعليمية مناسبة بحيث يعمل جميع الطلبة مع بعضهم بعضاً كمتعلمين نشطين فعالين يتعلمون عن العالم الطبيعي والمبادئ العلمية المطلوبة للتعرف والفهم وفقاً لهذه المعايير.

ولتدريس العلوم في ضوء ما ورد في **المعايير The Standards**، فإنّه يجب على معلمي العلوم أن يمتلكوا **المعرفة النظرية Theoretical والعملية Practical**، **والقدرات Abilities**، **والتعلم Learning**، **وتعليم العلوم Science Teaching**. وفي هذا فإنّهم بحاجة إلى **دعم قوي من النظام التربوي Education System إذا ما أُريد تحقيق الأهداف الواردة في المعايير**.

لقد وضعت **معايير تدريس العلوم** في ضوء الافتراضات والمسلمات الخمس الآتية، وهي:

1. تتطلب الرؤية الجديدة لتدريس العلوم في ضوء هذه **المعايير تغييرات كبيرة في النظام التربوي التعليمي** بوجه عام، مما يتطلب توفير الوقت والفرص والمصادر لتحقيق تلك الرؤية.
2. **ما يتعلمه الطلبة يتأثر بدرجة كبيرة بـ (كيف) يتم تعليميهم How they are taught.**
3. **السلوك التدريسي لمعلمي العلوم يتأثر** بشكل كبير بمدى **فهمهم لطبيعة العلم (NOS)، والمسعى العلمي (SE)، والموضوع العلمي (المحتوى) للتعليم والتعلم.**
4. **فهم الطلبة يُبنى بشكل نشط Actively Constructed** من خلال العمليات الفردية والاجتماعية (التعاونية). وفي هذا توجيه للتعلم والتعليم القائم على **البنائية Constructivism**.
5. **سلوك المعلمين وأفعالهم (ممارساتهم)** يتأثر بمدى **عمق فهمهم الطلبة وعلاقاتهم معهم.**

## المعايير: The Standards

إن تقسيم تدريس العلوم إلى مكونات منفصلة يبسط جداً العملية (التدريسية) المعقدّة؛ ومع ذلك فإن بعض التقسيمات مطلوبة من أجل وضع المحكات Criteria لغرض تدريس العلوم الجيّد الفعال. وبقبول ذلك، فثمة تداخل وقواسم مشتركة في

هذا وذاك؛ هذا بالإضافة إلى أن معايير تدريس العلوم ليست من السهولة بمكان من معالجة الفهم Understanding والقدرات Abilities التي يمكن للمعلمين الفعالين أن يحققوها أو يظهروها. وعليه؛ **تركز معايير تدريس العلوم على الجودة والنوعية Quality** المقترنة بتعليم العلوم الجيّد مع الرؤية لمناهج التربية العلمية وتدريسها الموصوفة والمحدّدة في المعايير.

تبدأ معايير التدريس بالتركيز على الخطة الطويلة المدى التي يؤديها المعلمون. ومن ثم تتجه البوصلة نحو **تيسير التعلم Facilitating Learning**، **والتقييم Assessment**، **والبيئة الصفية Classroom Environment**. وأخيراً تعالج معايير التدريس **دور المعلم Theacher's Role** في مجتمع المدرسة School Community. والمعايير قابلة للتطبيق على جميع المستويات الصفية (الصفوف All grades)، لكن التعليم يختلف عبر كل مستوى صفي بحيث يعكس القدرات والاهتمامات Interests للطلبة وفقاً لأعمارهم المختلفة.

هذا، وسيجد المعلمون في طول البلاد وعرضها، ثمة ضعف نسبي في ممارساتهم التدريسية أو أنها على الأقل **دون المستوى (الاجتماعي) والتربوي المطلوب**. كما سيجدون ثمة مستويات ومحكات مطلوبة منهم تقترح ممارسات تدريسية جديدة. وفي هذا فإن التغيير يتطلب وقتاً ويحدث مبدئياً على المستوى المحلي، ويتأثر بمتغيرات عدّة من بينها: الفردية، والمدارس، والمجتمعات، مما ينعكس كل ذلك على **الإصلاح Reform**، ومعدّل التقدم، واختلاف التركيز. فعلى سبيل المثال، يمكن للمعلم المبتدئ أن يركز على تطوير المهارات في إدارة البيئة التعلمية بدلاً من التخطيط الطويل المدى؛ بينما مجموعات المعلمين من ذوي الخبرات يمكنهم العمل معاً لتطوير آليّات جديدة لتقييم التحصيل العلمي لدى الطلبة. وعليه؛ فإن التحرك (الفعل) مطلوب، والسير قدماً (ثابت الخطى) نحو **رؤية تدريس العلوم الموصوفة في المعايير** حيث يُعد مُهماً إذا ما أردنا أن يكون الإصلاح التربوي العلمي عاماً ومستمراً ناجحاً ودائماً لتحقيق الأهداف والغايات المنشودة والمرسومة على حدّ سواء. **وفيما يلي معايير تدريس العلوم.**

**معيار التدريس (أ): Teaching Standard (A) يخطط معلمو العلوم برامج وأنشطة في العلوم مبنية على الاستقصاء Inquiry - Based لطلابهم**؛ وبعمل ذلك فإنّ المعلمين:

1. يطورون إطاراً للعمل للغايات والأهداف السنوية الطويلة المدى والقصيرة المدى.

2. **يختارون المحتوى العلمي ويكيفونه، ويصمّمون المناهج وفقاً لاحتياجات طلابهم من حيث اهتماماتهم Interests، ومعرفتهم Knowledge، وفهمهم Understanding، وقدراتهم Abilities، وخبراتهم Experiences.**

3. يختارون استراتيجيات التدريس والتقييم التي تدعم تطوير فهم الطلاب وتغذي (إذكاء) مجتمع تعلم العلوم Community of Science Learners.

4. يعملون مع زملائهم والمعلمين الآخرين الذين يعملون بمختلف المستويات الصفية والمواد (المباحث) المختلفة.

**معيار التدريس (ب): Teaching Standard (B): معلمو العلوم يوجهون وييسّرون التعلم Facilitate Learning**؛ وبعمل ذلك فإنّ المعلمين:

1. يركزون ويدعمون **الاستقصاءات Inquires** ويتفاعلون مع الطلبة.

2. يديرون حديثاً وديّاً علميّاً بين ومع الطلبة حول **الأفكار العلمية Scientific Ideas.**

3. يتحدون الطلبة **لتقبل المسؤولية والمشاركة** فيها حول تعلمهم.

4. يدركون ويتجاوبون مع **تنوّع الطلبة، ويشجعون الطلبة كافة للمشاركة في تعلم العلوم.**

5. يشجعون وينمذجون **مهارات الاستقصاءات، والفضول Curiosity، والانفتاح** على الأفكار الجديدة والبيانات، **والشكيّة Skepticism** التي تصف العلوم وتميزها.

**معيار التدريس (ج): Teaching Standard (C): معلمو العلوم يستخدمون التقييم المستمر Ongoing Assessment لتعليمهم وتعلم طلبتهم**؛ وبعمل ذلك فإنّ المعلمين:

1. يستخدمون طرائق متعددة، ويجمعون البيانات عن فهم الطلبة وقدراتهم بشكل منظم.

2. يحلّلون بيانات التقييم لتوجيه **التعليم Guide Teaching والتعلم Learning.**

3. توجيه الطلبة في **التقييم الذاتي Self - Assessment.**

4. يستخدمون بيانات / معلومات الطلبة وملاحظاتهم حول التعليم، والتفاعل مع زملائهم **للتأمل وتطوير ممارساتهم التدريسية.**

5. **يستخدمون بيانات الطلبة، وملاحظاتهم حول التعليم، وتفاعلاتهم مع** الزملاء لكتابة تقارير مفصلة عن تحصيل الطلبة، وفرص التعلم إلى الطلبة، والمعلمين، وأولياء الأمور، ومتخذي القرارات، وعامة الناس.

**معيار التدريس (د): Teaching Standard (D) يوفر معلمو العلوم للطلبة ويديرون بيئة تعلم Learning Environment مناسبة من حيث الوقت، والمكان، والمصادر التي يحتاجها الطلبة في تعلم العلوم**؛ وبعمل ذلك فإنّ المعلمين:

1. يوفرون الوقت الكافي (للطلبة) الذي يمكنهم من الانشغال والانخراط في إجراء التحرّيات والاستقصاءات الممتدة داخل المدرسة وخارجها.
2. إيجاد بيئة داعمة ومرنة لعمل الطلبة في استقصاء العلوم.
3. التأكد من توفير بيئة عمل وتعلم مناسبة من حيث الأمان والسلامة.
4. جعل مصادر التعلم في العلوم من: أدوات، ومواد، ووسائل، ومصادر تكنولوجية متاحة وفي متناول الطلبة.
5. تحديد واستخدام مصادر التعلم خارج المدرسة وكيفية الوصول إليها كما في: الكتب والمراجع، والمجلات، والاتصال الإلكتروني والإنترنت.
6. إعطاء الفرصة للطلبة للمشاركة في إعداد وتصميم بيئة التعلم.

**معيار التدريس (هـ): Teaching Standard (E) يعمل معلمو العلوم على تطوير مجتمعات تعلم العلوم Communities of Science Learners تعكس الاستقصاء العلمي الحقيقي، والاتجاهات، والقيم المجتمعية التي كلها تقود إلى تعلم العلوم**؛ وبعمل ذلك فإنّ المعلمين:

1. يظهرون، ويدعمون، **ويحترمون الأفكار العلمية** المتنوعة الأخرى، والمهارات، والخبرات المختلفة لجميع الطلبة.
2. يمكنون الطلبة بحيث يكون **لهم رأي (صوت) مهم وجوهري في القرارات** المتعلقة بالمحتوى العلمي والسياق التعليمي، وجعل الطلبة يتحملون مسؤولية التعلم وذلك على مبدأ **التنوع والاختلاف في الرأي** (والرأي الآخر)، وقدرة جميع الطلبة على تعلم العلوم.
3. تشجيع وإذكاء التعاون بين الطلبة.
4. بناء وتيسير المناقشات والحوارات المستمرة الرسمية منها وغير الرسمية ضمن فهم مشترك عام للقواعد الأساسية للمناقشات والمجادلات والمناظرات العلمية.

5. تقديم النمذجة والتركيز على مهارات **Skills** واتجاهات **Attitudes** وقيم **Values** الاستقصاء العلمي.

**معيار التدريس (و): Teaching Standard (F) يشارك معلمو العلوم بنشاط وفاعلية في التخطيط والتطوير المستمر لبرامج العلوم المدرسية؛** وبعمل ذلك فإنّ المعلمين:

1. **يخططون ويطورون برامج العلوم المدرسية.**
2. يشاركون في القرارات المتعلقة بتوزيع (تخصيص) الزمن اللازم لتنفيذ البرنامج، وتوفير مصادر التعلم في المدرسة بالمشاركة مع المجتمع المحلي.
3. يشاركون بشكل تام في تخطيط وتنفيذ **استراتيجيات نموهم المهني Professional Growth** وتهيئة الفرص لهم ولزملائهم لتحقيق ذلك.

وفي ضوء ما سبق، يتبيّن أنّ **المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** توكد **التغييرات والتحولات والتوجهات Trends الآتية في تدريس العلوم** كما هي موضحة في الجدول (9-1).

**الجدول (9-1): التغييرات والتوجهات في تدريس العلوم**

| تأكيد أقل على: Less Emphasis On | تأكيد أكثر على: More Emphasis On |
|---|---|
| 1. معاملة الطلاب عامة، والاستجابة لهم (كمجموعة) ككل. | 1. معاملة الطلاب بوصفهم أفراداً مختلفين في حاجاتهم، وميولهم، وقدراتهم، وخبراتهم. |
| 2. تنفيذ المنهاج (حرفياً) بصرامة. | 2. اختيار المنهاج وتبنيه (بمرونة). |
| 3. التركيز على اكتساب الطلاب للمعلومات. | 3. التركيز على (فهم) الطلاب، وتوظيف المعرفة والأفكار العلمية، والعمليات الاستقصائية. |
| 4. تقديم المعرفة العلمية من خلال المحاضرة، والكتاب، والعرض. | 4. توجيه الطلاب نحو الاستقصاء العلمي النشط الممتد. |
| 5. استخدام الأسئلة في التدريس لتسميع (وحفظ) المعلومات المكتسبة. | 5. تهيئة الفرص للمناقشات والمناظرات العلمية بين الطلاب. |
| 6. اختبار الطلاب بالمعلومات (الحقائق) في نهاية الوحدة أو الفصل. | 6. تقييم (فهم) الطلاب للمعلومات بشكل مستمر. |
| 7. الحفاظ على مسؤولية المعلم وسلطته والتحكم في تعلم الطلبة. | 7. مشاركة الطلاب في تحمل مسؤولية تعلمهم. |
| 8. دعم التنافس بين الطلبة. | 8. دعم المجتمع الصفي، والتعاون، والمسؤولية المشتركة، والاحترام. |

## المجال الثاني: معايير التطوير المهني لمعلمي العلوم:
## Science Teachers Standards

تقدم المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) رؤية في تعلم العلوم وتعليمها، حيث تهيئ لجميع الطلبة الفرص لكي يصبحوا مثقفين علمياً Scientifically Literate. وضمن هذه الرؤية، فإنّ **معلمي العلوم هم مهنيون Professionals ومسؤولون عن تطورهم (الذاتي) المهني، وضمان المهنية التعليمية واستمرارها**. وفي هذا، تقدم المعايير **محكات Criteria للحكم** على مدى جودة ونوعية فرص التطوير المهني للمعلمين التي يحتاجونها لتنفيذ المعايير الوطنية للتربية العلمية. وفرص التطوير المهني للمعلمين يجب أن تكون مشابهة للتطوير المهني لنظرائهم المعلمين والمهن التعليمية الأخرى. ولكي تكون معلماً جيداً وفعالاً، فإنّ التطوير المهني للمعلم يتطلب أن يظل (التطوير المهني) عملية مستمرة تمتد من **خبرات قبل الخدمة Preservice في الجامعة وفي أثناء الخدمة Inservice** وحتى انتهاء (طوال) المهنة، أو يقضي الله أمراً كان مفعولاً.

والعلم كما هو معروف، يتغير ويتطور بسرعة مذهلة؛ وله امتداد وتداخل واضح في المجتمع وقضاياه ومشكلاته، مما يتطلب المعلمين الفرص المستمرة للتطور والنمو المهني المستمر لبناء فهمهم وقدراتهم معاً. كما أن على المعلمين أن يطوروا الفهم في كيف أن الطلبة المختلفين في ميولهم واهتماماتهم، وقدراتهم وخبراتهم يكونون (يبنون) الأفكار العلمية، وكيف يمكن للمعلم أن يدعم جميع الطلبة ويوجههم. كما يحتاج المعلمون الفرص للدراسة والانشغال في البحث في تعليم العلوم وتعلمها، ومشاركة زملائهم في ذلك.

وفي السياق، تقدم المعايير **محكات ومؤشرات لهيئات التدريس في الجامعات وكليات العلوم والتربية العلمية مبدئياً عن برامج إعداد المعلمين وتأهيلهم المهني**. كما أن هذه المعايير محكات لصانعي السياسة على المستوى الوطني National ومستوى الولاية State الذين يحدّدون السياسات والممارسات كما في **متطلبات ترخيص المعلمين وإجازاتهم**، والمخصصات المالية لدعم التطوير المهني للمعلمين. وفي هذا فإن السياسات يجب أن تتغير بحيث يصبح التطوير المهني مستمراً وفعالاً ومركزياً في حياة المعلم المهنية.

إن جهود الإصلاح الحالية في مناهج التربية العلمية وبرامجها تتطلب **تغييراً جوهرياً في كيف يتم تعليم العلوم، وتغييراً في ممارسات التطوير المهني للمعلمين** على

جميع المستويات. وحالياً، ثمة تطوير مهني يتضمن (محاضرات) لنقل المحتوى العلمي، والتأكيد على التدريب الفني والتعليم. فعلى سبيل المثال، مساقات العلوم في الدراسات الجامعية الدنيا (البكالوريوس) تقدم العلم كجسم منظم من المعرفة العلمية (الحقائق والمفاهيم والقوانين) التي تتطلب معرفتها (وحفظها) بدلاً من أن **العلم طريقة للتفكير Way of thinking والوصول إلى المعرفة Way of knowing** حول العالم الطبيعي. كما أن مختبرات العلوم في معظم الكليات تركز على **التحقق Verification من (صحة) المعلومات** ونادراً ما تعلم **العلم كعملية استقصاء Science as inquiry**. هذا بالإضافة إلى أن مساقات إعداد المعلمين وأنشطتها في طرق تدريس العلوم غالباً ما تركز على المهارات الفنية بدلاً من اتخاذ القرار، والنظرية، والاستدلال Reasoning. وإذا أردنا تحقيق الإصلاح، فإن التطوير المهني للمعلمين يجب أن يتضمن خبرات التعلم النشط للمعلمين قبل الخدمة، والممارسين لبناء المعرفة، والفهم، والقدرات. وفي هذا فإن رؤية العلم، وكيف يتم تعلمه، كما هو موصوف في المعايير، لا يمكن ترجمته في المدارس ما لم يكن المعلمون أنفسهم (معلمو العلوم) قد مرّوا وحققوّا الخبرات نفسها. فبرامج إعداد المعلمين قبل الخدمة، وأنشطة التطوير المهني للمعلمين الممارسين يجب أن تنمذج تدريس العلوم الجيد (الفعال) كما هو موصوف ومحدّد في معايير تدريس العلوم.

**وفي هذا السياق، ثمة أربعة افتراضات ومسلمات تؤطر معايير التطوير المهني لمعلمي العلوم، وهي:**

1. **التطوير المهني لمعلمي العلوم عملية مستمرة مدى الحياة**، تمتد من خبرات قبل الخدمة وفي أثنائها وحتى انتهاء الخدمة المهنية.
2. **تغيير النظرة التقليدية (الاعتيادية) في التطوير والنمو المهني لمعلمي العلوم من التدريب على مهارات وأساليب فنية ينقل المعلم بها المعرفة العلمية لطلبته إلى توفير فرص النمو والتطوير المهني، والتعلم من خلال البحث والاستقصاء.**
3. النظرة التقليدية الاعتيادية المتعارف عليها في التطوير المهني لمعلمي العلوم يجب أن تتغير من **التدريب الفني Technical Training** على مهارات معينة إلى **الفرص التي تهيئ النمو الفكري والمهني للمعلم Intellectual Professional Growth**، وارتباط ذلك **بواقع المدرسة وعمل المعلم فيها**.

4. إتاحة الفرص أمام معلمي العلوم ليس فقط للتدريس، وإنّما **المشاركة الفاعلة في تخطيط البرنامج والمنهاج، والأنشطة، ورسم السياسة التعليمية** وارتباط ذلك بالسياق المدرسي.

## المعايير: The Standards

يمكن تلخيص المعايير الثلاثة الأولى في عناصر ثلاثة، هي: **تعلم العلوم Learning Science، والتعلم لتدريس العلوم Learning to Teach Science، وتعلم كيف تتعلم Learning to Learn**. أمّا المعيار الرابع فيعالج مبدئياً خصائص وجودة (نوعية) برنامج التطوير المهني على جميع المستويات. **وفيما يلي معايير التطوير المهني لمعلمي العلوم.**

**معيار التطوير المهني (أ): Professional Development Standard (A)**

**يتطلب التطوير المهني لمعلمي العلوم تعلم أساسيات (محتوى) العلوم من خلال منظور طرق الاستقصاء العلمي وعلمياته.** وفي هذا فإنّ خبرات تعلم العلوم لدى المعلمين تستوجب الآتي:

1. **الانخراط بالبحث والتقصّي النشط** لدراسة الظواهر الطبيعية علمياً، وجمع البيانات وتحليلها وتفسيرها بما يتسق مع الفهم العلمي.
2. دراسة القضايا والأحداث والمشكلات والموضوعات المهمة في العلوم التي تلقى اهتماماً وميولاً من لدى المشاركين.
3. تعريض المعلمين إلى **أدبيّات العلم، ووسائل الاتصال، ومصادر العلم التكنولوجية** التي تساهم في إغناء معلوماتهم وإثرائها وامتدادها.
4. البناء على فهم المعلمين الحالي للعلم، وقدراتهم، واتجاهاتهم وتنميتها.
5. **التركيز على العمليات، والنواتج في فهم العلم من خلال الاستقصاء.**
6. تشجيع ودعم المعلمين في جهودهم للتعاون مع زملائهم المعلمين.

وفي هذا فإن من الأسئلة المطروحة ما يتعلق بـ: ماذا يجب أن يعرف معلم العلوم؟ وماذا يعني لو عرف المعلم معلومات كثيرة أو قليلة؟ إنّ معيار عدد الساعات المعتمدة التي يدرسها الطالب المعلم في الجامعة مؤشر غير كاف للتعبير عما تعلمه المعلم؛ إذ إنه ينبغي لمعلم العلوم الاستمرار في تعلمه طوال خدمته (مهنته) التعليمية، ولا يقف عند الحد الذي تعلمه في الجامعة.

ولتحقيق متطلبات المعايير وتلبيتها، فإنّ على معلمي العلوم جميعهم أن يكون لديهم **قاعدة معرفية علمية** أساسية قوية ومكثفة وكافية لهم لتحقيق:

- **فهم طبيعة الاستقصاء العلمي**، ودورها المركزي في العلوم، وكيفية استخدام مهارات وعمليات الاستقصاء العلمي.
- فهم الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ الأساسية في مواد (مباحث) العلوم الأساسية.
- **القدرة على عمل الارتباطات المفاهيمية بين العلوم المختلفة، والرياضيات، والتكنولوجيا، والموضوعات** (المواد) الدراسية الأخرى (أفقياً وعمودياً).
- استخدام الفهم العلمي، والقدرة عند التعامل مع **القضايا الشخصية والمجتمعية Personal and societal issues**.

**معيار التطوير المهني (ب): Professional Development Standard (B)**

**يتطلب التطوير المهني لمعلمي العلوم تكامل المعرفة في العلوم، والتعلم، والبيداغوجيا، والطلاب، كما يتطلب تطبيق المعرفة في تدريس العلوم**؛ وبالتالي فإنّ خبرات التعلم لمعلمي العلوم تستوجب الآتي:

1. **ربط وتكامل جميع الجوانب المتصلة بالعلم Science بالتربية العلمية (البيداغوجيا Pedagogy)**.
2. **التعامل مع مواقف تعليمية واقعية - حقيقية**، تمكن من خلالها تطبيق معرفتهم ومهاراتهم في السياقات المناسبة.
3. الانطلاق من **حاجات المعلمين بوصفهم متعلمين**، والبناء على معارفهم العلمية، والمحتوى، والتعليم، والتعلم.
4. اعتماد **الاستقصاء والتأمل، ونتائج البحوث، والنمذجة، والممارسات الموجهة** لبناء الفهم، ومعرفة تدريس العلوم، وتعلم كيفية تدريس العلوم.

**إنّ تدريس العلوم الفعال أكبر من معرفة المحتوى العلمي Science Content** ومعرفة بعض استراتيجيات التدريس. فمعلمو العلوم الماهرون لديهم فهم خاص وقدرات معينة تمكنهم من دمج المحتوى العلمي والمنهاج والتعلم والتعليم والطلاب. ومثل هذه المعرفة، تسمح للمعلمين لتوجيه مواقف التعلم وفقاً لحاجات الطلاب الفردية والجماعية؛ وهذه المعرفة الخاصة تسمى **معرفة المحتوى البيداغوجي**

**Pedagogical Content Knowledge (PCK)**. وهي التي تميّز (معرفة) معلم العلوم من معرفة العلماء؛ إنها عنصر واحد تحدّد وتعرّف معلم العلوم المهني. **فمعرفة المعلم** تكون منظمة من **منظور (تعليمي)**، وتستخدم قاعدة أساسية لمساعدة الطلبة على فهم مفاهيم محدّدة؛ بينما **معرفة العالم Scientist** تكون منظمة من **منظور (بحثي)** وتستخدم كأساس لبناء معرفة جديدة في ميدان التخصص.

إنّ **معرفة المحتوى البيداغوجي (PCK)** هي مجموعة من الصفات الخاصة التي تساعد على نقل معرفة المحتوى إلى الآخرين، وتساعد الطالب (المتعلم) على فهم المحتوى بطريقة تشكل له (معنى) بالنسبة إليه. وفي هذا اعتبر (PCK) ذات أهمية خاصة كونها تمثل المزج (التقاطع) **بين المحتوى Content**، **والبيداغوجيا Pedagogy**. وفي المعايير (NSES) تم **التركيز على أساليب التعليم، والمحتوى العلمي، وتعلم الطلبة، وتفاعل (تقاطع) المحتوى مع الأساليب (PCK)**. هذا بالإضافة إلى المعرفة المتينة في العلوم، فإنّه يجب على معلمي العلوم اكتساب معرفة صلبة في نظريات التعلم وبما يتعلق بكيفية حدوث التعلم وكيف يتم توجيهه وتيسيره وإسناده ونمذجته. فالتعلم عملية نشطة من خلالها يمكن المتعلم (الطالب) فردياً أو تعاونياً، أن يحقق الفهم في ضوء التوجه في تدريس العلوم من أجل (الفهم).

**والتعليم الفعال Effective Teaching** يتطلب من المعلمين معرفة كيف أنّ الطلاب من ذوي الأعمار المختلفة يمكن أن يعرفوا ويكونوا قادرين على عمله أو أدائه، وكيف يمكنهم أنّ يتعلموا أموراً أخرى بالكفاح والجدّ والاجتهاد. وفي هذا فإن على المعلمين أن يتوقعوا (المفاهيم البديلة) أو الفهم الخطأ لدى الطلبة والحكم على مدى مناسبة المفاهيم لمستوى النمو التطوري (العقلي) لطلابهم. بالإضافة، فإنّ على معلمي العلوم أن يطوروا فهمهم في كيف أنّ الطلاب ذوي الخلفيات المختلفة، والخبرات، والدافعية، وأنماط التعلم، والقدرات، والاهتمامات والميول يتعلمون العلوم. وهذا يتطلب المعلمين استخدام تلك المعرفة لاتخاذ القرارات الفعالة حول أهداف التعلم، واستراتيجيات التدريس، ومهمات التقييم، والمواد التعليمية سواء بسواء.

كما أن **معلمي العلوم الفعالين Effective Teachers** يمتلكون استراتيجيات تدريس واسعة تجعل طلابهم مشغولين ومنهمكين في تعلم العلوم، ولديهم القدرة على اختيار وتحديد أنشطة التعلم العلمية المناسبة لطلابهم لتعزيز (فهم) العلوم. وفي هذا فإن **الاستقصاء Inquiry** أساسي وضروري لتعليم العلوم الفعال.

وبالتعاون مع زملائهم، فإن **على المعلمين التأمل والتفكير في ممارساتهم التدريسية والتطبيقية** بصورة فاعلة كما في على سبيل المثال، **طرح الأسئلة والتساؤلات الآتية**:

- **كيف يجب أن يتم تقديم أنشطة المختبر وتمارينه؟**
- هل هذه التجربة مناسبة للطلاب من حيث الفهم والقدرات لديهم؟
- ما نوع البحث الذي يحتاجه الطلاب للقيام به من أجل مدّ الفهم لديهم وتوسيعه؟
- هل وحدة المنهاج مناسبة لهذه المجموعة من الطلاب (الخامس الأساسي مثلاً)؟
- هل هذه الدراسة تقدم للطلاب الفرصة الكافية لاختراع وتصميم تجاربهم؟
- هل يشارك الطلاب جميعهم بصورة متساوية؟

وضمن هذا المنظور، فإن **التقييم Assessment** أداة مهمة في استقصاء أهداف التعلم والتعليم وتبيان مدى تقدمه. ففي الممارسات التدريسية الصفية اليومية، فإن المعلمين الماهرين هم **مشخصون Diagnosticians** يفهمون أفكار الطلبة ومعتقداتهم واستدلالاتهم. وهم كمعلمين فعالين، يعرفون الأهداف الأساسية للتقييم التربوي، وكيف ينفذون ويفسّرون استراتيجيات التقويم وأدواته وأساليبه.

أما بالنسبة إلى تعلم **كيفية تعليم العلوم**، فإنّ تطوير معرفة المحتوى البيداغوجي (PCK) تتطلب من معلمي العلوم أن يكون لديهم القدرة والفرصة لدمج المعرفة وتطوير نظرة تكاملية تتعلق بتعليم العلوم وتعلمها. ومعرفة (PCK) من قبل المعلمين تعكس ماذا يعرف عن التعلم لدى الطلبة من خلال الخبرة المستمرة على الرغم من عدم كفايتها. كما يتطلب من كل معلم علوم أن يكون لديه الفرصة للانشغال والمشاركة في المكونات الفردية (العلوم، والتعلم، والبيداغوجيا) لمعرفة المحتوى البيداغوجي (PCK) وعمل الدمج والمزج (التقاطع) بينها.

وفي هذا السياق، فإنّ المؤسسات (والجامعات) والناس ذوي العلاقة في التطوير المهني للمعلمين مدعوون للعمل معاً ومع المعلمين في دمج معرفتهم بالخبرات. فعلى سبيل المثال، فإن على أعضاء الهيئات التدريسية في الجامعات أن يعملوا معاً؛ فأستاذ مساق العلوم في الجامعة يمكن أن يدعوا أساتذة في كليات التربية للمشاركة في المناقشات المنظمة المصمّمة لمساعدة الطلبة على تبيان تأملاتهم وكيف

أنهم تعلموا أو يتعلمون مفاهيم العلوم. كما أن المدارس يمكنها الدخول في مناقشات هذه الأمور مع الجامعات أيضاً. وكذلك بالنسبة إلى مراكز العلوم، والصناعة، والمنظمات يجب أن تشارك في أنشطة وبرامج التطوير المهني للمعلمين.

هذا، ومن أقوى الروابط بين تعليم العلوم والتعلم يمكن أن يكون من خلال الممارسات المعمقة في الخبرات الميدانية، وتعليم الفريق، والبحث التعاوني، وتدريب الأقران. **والخبرات الميدانية Field Experiences** تبدأ في برامج إعداد المعلمين وتطويرهم المهني قبل الخدمة وتستمر مدى الحياة في مهنة التعليم.

وثمة نسبة لا بأس بها من المعلمين ينفذون أنشطة التعلم بمفاهيم مسبقة Preconceptions حول تعليم العلوم. وفي الحدّ الأدنى، فإن خبراتهم في تعلم العلوم حدّدت وشكلت تعليم العلوم لديهم؛ فهم (أي المعلمون) **يعلمون بالطريقة التي تعلموا فيها**. بينما معلمو علوم آخرون، لديهم أنماط تعليم، واستراتيجيات، ونظرات وأفكار حول التعلم والتعليم خاصة بهم. وعندما يكون لدى المعلمين الوقت والفرصة لوصف أفكارهم حول التعلم والتعليم، وعمل البحث حول تعليمهم، والمقارنة، ومراجعة الآراء، فإنهم عندئذ على الأرجح سيفهمون برنامج تدريس العلوم المثالي.

**وخبرات التعلم لدى المعلمين قبل الخدمة والمعلمين الممارسين (في الخدمة)**، يجب أن **يتضمن استقصاء الأسئلة والصعوبات والهموم التي يطرحها المعلمون**؛ ولعلّ التقييم Assessment مثال على ذلك. والمعلمون يجب أن يعطوا الفرصة لمشاهدة المعلمين الممارسين الماهرين (الخبراء) في الصفوف الدراسية وأدوات وأساليب التقييم التي يستخدمونها وتقييمها. إنهم بحاجة إلى **فرص واقعية حقيقية** لموازنة المنهاج والتقييم في اختيار مهمات التقييم وتطويرها، وتحليل البيانات المتجمعة وتفسيرها. كما أنهم بحاجة إلى المعلمين الماهرين للتعاون على تقييم أعمال الطلاب وأدائهم وتطبيق المعايير.

**وأنشطة التطوير المهني** للمعلمين تهيئ الفرص أمام المعلمين لمواجهة ومعرفة طرق جديدة في التفكير، والمناقشة، والنقد، والاستكشاف، والمجادلة، والمناظرة Debate، ومحاولة تجريب أساليب ومناح جديدة في مواقف مختلفة، وأخذ التغذية الراجعة في استخدام الأفكار الجديدة، والمهارات، والأدوات، والتأمل في التجارب والخبرات في تدريس العلوم، ومن ثم المراجعة والمحاولة مرة أخرى. وفي هذا كله،

فإن تعلم (المعلم) مشابه لتعلم الطلاب؛ والتعلم لتعليم العلوم يتطلب من المعلم طرح الأسئلة، ومتابعة الإجابات، وتفسير المعلومات المتجمعة، واقتراح التطبيقات، ومن ثم ملاءمة التعلم الجديد في صورة أكبر في تدريس العلوم.

وفي السياق، فإنّ هذه الاقتراحات المتعلقة بالتطوير المهني للمعلمين قبل الخدمة وفي أثنائها **لا تقترح أو (تفرض) نمطاً أو بنية معينة أو برنامجاً في التطوير المهني للمعلمين**؛ إذ يمكن تحقيقها في المساقات الجامعية، أو ندوات المعلمين الجدد، أو مجموعات العمل والبحث الإجرائي، أو شبكة (انترنت) المعلم، أو التأهيل وورشات العمل، أو **الإقامة Residency في مراكز العلوم**، فالمهم التركيز على **الموقف التعلمي Learning Situation** المهم وليس بنية البرنامج أو نمطه.

**معيار التطوير المهني (ج): Professional Development Standard (C)**

**التطوير المهني لمعلمي العلوم يتطلب الفهم والقدرة على التعلم مدى الحياة.** وفي هذا فإنّ أنشطة التطوير المهني للمعلمين تستوجب:

1. تهيئة فرص منتظمة للتعرض إلى اختبارات فردية وجماعية للاستفادة من نتائجها في الممارسات التدريسية والمهنية.
2. تهيئة فرص توفر **تغذية راجعة Feedback للمعلمين حول تدريسهم**؛ وذلك لفهم، وتحليل، وتطبيق ما أسفرت عنه التغذية الراجعة لتحسين ممارساتهم التدريسية.
3. **تهيئة الفرص للمعلمين للتعلم**، واستخدام الأدوات والأساليب لأغراض التأمل الذاتي، والتأمل مع الزملاء، والإطلاع على المجلات، وتقويم التعلم باستخدام الحقيبة التقويمية (البورتفوليو).
4. **تبادل الخبرات بين قطاع عريض من الزملاء المعلمين**، والاستفادة من ذوي الخبرات المهنية الممتازين والمشرفين البارزين في تدريس العلوم.
5. تهيئة الفرص **للوصول إلى البحوث التربوية ونتائجها**، والاستفادة منها في تعلم العلوم وتعليمها.
6. **تهيئة الفرص للتعلم**، واستخدام مهارات البحث للوصول إلى معرفة جديدة في العلوم، وتدريس العلوم، ومهارات تعلم العلوم مدى الحياة.

إنّ **الوظيفة الأساسية للمعلم هي تعزيز التعلم وتيسيره، أو إسناده، أو نمذجته**. وضمن هذا المبدأ، فإنّ المعلمين أنفسهم هم **متعلمون Learners** ويكرسون أنفسهم كمتعلمين. والتعلم مدى الحياة لدى المعلمين أمر ضروري لأسباب عدّة من أبرزها المحافظة والإطلاع على ما استجد في **العلوم والتربية العلمية Science Education وتدريس العلوم**. كما أن المعلمين عندما يتخرجون في الجامعة، فإنّ **برامج إعداد المعلمين قبل الخدمة لا تقدم لهم الفهم الكامل للعلوم كافة التي يحتاجونها مستقبلاً طوال حياتهم المهنية**، وبالتالي فهم يحتاجون بالضرورة لاستكمال تعلمهم ونموهم المهني واستمراره في المحتوى العلمي وبيداغوجيا التعليم على حدّ سواء. هذا بالإضافة إلى أن حاجات طلبة اليوم واهتماماتهم تختلف بالطبع عن حاجات طلبة الغد، حتى أن المستخدمين الحاليين يطلبون من المستخدمين (العمال) تطوير أنفسهم وتطوير أطر المشكلات، وتصميم مهماتهم، والتفكير بنقد، والعمل سويّة يداً بيد. وفي هذا كله، علينا عدم إغفال أن **معايير ترخيص المعلمين تتجدّد وتتطور باستمرار على مستوى الولاية State، والمنطقة District، والمستوى المحلي Local**.

كما أنّ عملية التعليم نفسها عملية معقدة؛ فهي تتطلب التعلم المستمر، والتأمل الذاتي المستمر، والمعرفة الجديدة New Knowledge، والمهارات، واستراتيجيات التدريس التي تنبثق من مصادر عدة من بينها: البحث Research، وصفوف الممارسات التدريسية الجيّدة الفعالة ودروسها، والزملاء، والمشرفون التربويون، والتأمل الذاتي في تعليم وتعلم الطلاب في الغرف الصفية والأنشطة العلمية والعمل المخبري والميداني. وهكذا يساهم المعلمون باستمرار وبدرجة كبيرة في تقديم القاعدة المعرفية في التعليم والتعلم. **والمعرفة Knowledge أساسية للتعلم مدى الحياة**؛ فمنذ الأيام الأولى في التعليم، فإن **على المعلمين اعتبار أن التعليم مهنة (Profession) تتطلب التعلم والنمو المهني المستمر**، وهم يطورون مهاراتهم من أجل تحليل حاجات التعلم والأنماط من خلال التأمل (والانعكاس) الذاتي - Self Reflection، والطلب النشط من الزملاء ذوي الخبرة لتحسين مهارات التعلم والتعليم لديهم. وفي هذا فإنّ على معلمي العلوم استخدام **المعايير The Standards وتوقعات المناطق التعليمية** لتحديد الأهداف الشخصية، وأخذ المسؤولية على عاتقهم من أجل تطورهم المهني.

وعليه؛ يتم التأكيد على **مهارات التعلم** لغرض التعلم مدى الحياة (تعلم كيف تتعلم). ولهذا فإنّ اكتساب المهارات للتعلم المستمر يجب أن يكون مكوناً واضحاً لا

لبس فيه في جميع خبرات التعلم. وفي هذا، **يحتاج المعلمون للتأمل الذاتي** حيث يمكن أن يكون من **أدواته وأساليبه**: المذكرات اليومية Journals، والتسجيلات الصوتية Audiotapes، والتسجيلات الصورية Videotapes، والبورتفوليو **Portfolio التي يحتاجها المعلم للتعلم الآني والمستقبلي**. كما يمكن استخدام أدوات أخرى للتأمل من مثل: ملاحظات الأقران Peer Observations، والتدريب Coaching، ومراقبة (مشاهدة) المعلمين المبتدئين في المواقف الصفية وخارجها. ويمكن للمعلمين أيضاً تشكيل مجموعات دراسة Study Groups أو عمل ورشات (غير رسمية) مع بعضهم بعضاً، واستخدام الشبكة (الانترنت) العنكبوتية والاتصال **والتواصل Communication** مع الآخرين.

ولكي يصبح المعلم معلماً يتعلم طوال الحياة، فإنّه يتطلب أن يكون المعلمون بمقدورهم تناول مصادر التطوير المهني للمعلمين، والوقت اللازم لاستخدامها. وتضم مثل هذه المصادر: المساقات الرسمية وغير الرسمية التي تهيؤهم لأن يكونوا مطلعين على العلم الحديث، **وبيداغوجيا التعليم**، والوصول إلى البحث في المناهج، والتعليم، والتقييم المنشور في الأدبيات والمجلات والدوريات المهنية والاجتماعات المهنية ووسائل الإعلام والتكنولوجيا للوصول إلى قاعدة البيانات من أجل تحليل التعليم وملاحظة المعلمين الآخرين. إن القيام **بالبحث القائم على الغرفة الصفية Classroom - Based Research هو وسيلة وأداة قوية وجيدة لتحسين الممارسات التدريسية**. ولعل هذا البحث يتضمن: طرح الأسئلة المتعلقة **بكيف يتعلم الطلبة العلوم؟** ومن ثم محاولة (استخدام) طرق وأساليب ومناح جديدة في التعليم، وتقييم تحصيل وأداء نواتج تعلم الطلبة من استخدام هذه الأسأليب والمناحي. وتنفيذ مثل هذه البحوث يتطلب المصادر التعليمية والموارد المالية والوقت.

**معيار التطوير المهني (د): Professional Development Standard (D)**

**برامج التطوير المهني لمعلمي العلوم تتطلب أن تكون برامج مترابطة ومتماسكة ومتكاملة ومتناسقة**. وفي هذا فإنّ **نوعية برامج التطوير المهني للمعلمين قبل الخدمة** وفي أثنائها تستوجب:

1. **أهداف وغايات واضحة تستند إلى رؤية تعلم العلوم، وتدريس العلوم، والنمو المهني للمعلم** بحيث تكون منسجمة (متطابقة) مع المعايير الوطنية للتربية العلمية **(NSES)**.

2. **التكامل والتنسيق بين مكونات البرنامج**؛ لبناء الفهم، والقدرات والمهارات مع الوقت، وتعزيزها باستمرار، وممارستها في مواقف جديدة.
3. توفير البدائل والخيارات التي تتناغم مع **طبيعة تطوير النمو المهني لمعلم العلوم**، واهتمامات الفرد والجماعة، ومع حاجات المعلمين ذوي المستويات المختلفة من الخبرة المهنية والكفاءة والكفاية.
4. **التعاون بين الأفراد المعنيين في البرامج** من معلمين، وتربويين، وأساتذة (مربي) المعلمين، ومديرين، وعلماء، وصانعي السياسة، ورجال الأعمال، وآباء، ومنظمات مهنية وعلمية، وتقدير وجهات نظرهم وخبراتهم المتباينة.
5. الأخذ بعين الاعتبار **تاريخ وثقافة وتنظيم البيئة المدرسية**.
6. **تقييم البرنامج باستمرار ومراجعته** واستقطاب آراء جميع المشاركين وذوي العلاقة بالبرنامج، وتقديم تغذية راجعة لتحسين البرنامج وتطويره، والتحقق من فائدته المرجوة للمعلمين.

التطوير المهني للمعلمين كما يبدو معقد؛ فثمة علم واسع يجب أن يعرفه المعلمون (معلمو العلوم)، ويكونوا قادرين على عمله أو أدائه. وثمة معاهد وكليات وجامعات عديدة ومختلفة تساهم في برامج إعداد المعلمين وتأهيلهم قبل الخدمة وفي أثنائها. **ومعلمو العلوم قبل الخدمة والممارسون**، فإن برامج التطوير المهني لديهم غالباً ما تكون **توفيقات عشوائية** تضم: المساقات، والمؤتمرات، وخبرات في البحث، وورشات العمل، وفرص الإنترنت، والخبرة (العملية) الميدانية، والتدريب والمراقبة. إلاّ أن المطلوب من هذه البرامج التطويرية المهنية أن تكون منسقة، ومنظمة، ومتماسكة، وهادفة. وفي هذا فإن **برامج التطوير المهني للمعلمين وممارساتها، تتطلب التركيز على رؤية مناهج التربية العلمية وتدريسها كما تقدمها المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)**. فالانتباه الشديد والتركيز يجب أن يكون على المستويات المختلفة، وهي: الولاية، والمنطقة، والجامعة، والمدرسة لتجميع (وللمة) وملاءمة أجزاء وأقسام برامج التطوير المهني معاً ويداً بيد لتحقيق مجموعة الغايات والأهداف المشتركة. كما يتطلب تنسيق برامج التطوير المهني لمعلمي قبل الخدمة آليّات واستراتيجيات **لارتباط وتكامل مساقات العلوم، ومساقات البيداغوجيا، والخبرات (الميدانية) الأكلينيكية Clinical Experiences في المدارس والصفوف الدراسية**. ومثل هذا التنسيق مطلوب أيضاً في **برامج التطوير المهني للمعلمين الممارسين Practicing Teachers** الذين غالباً ما تقدم لهم العروض من مصادر مختلفة من مثل: المنطقة التي تتبعها المدرسة، والمدارس نفسها، والجمعيات المهنية، والاتحادات، والأعمال والصناعة، ومراكز الخدمة في المنطقة، وشركات النشر،

والجامعات المحلية، ومختبرات البحث القريبة، والمتاحف، ووكالات الولاية والحكومة الفيدرالية.

إنّ فرص التطوير المهني للمعلمين يجب أن تعد وتصمّم ليس للمهارات الفنية فحسب، بل لابد أن تعمل على **تعميق وإغناء الفهم Understanding والقدرات المهنية**. وأنشطة التطوير المهني يجب أن تمتد على فترة طويلة وضمن استراتيجيات طويلة المدى لتزويد المعلمين بالفرص لصقل وتهذيب معرفتهم، وفهمهم، وقدراتهم باستمرار وذلك بالتنسيق المتكامل مع وبين المصادر المختلفة المسؤولة عن برامج التطوير المهني لمعلمي العلوم.

إن **نجاح برامج التطوير المهني لمعلمي العلوم الممارسين في أثناء الخدمة** يعتمد على التنظيم الديناميكي للتدريس كما في المناخ الذي يسمح بالتغيير والمخاطرة، والعلاقات الجيدة بين معلمي المدرسة والآخرين، وأشكال الاتصال والتواصل، ومشاركة المعلمين الجدد أو المبتدئين والممارسين الخبراء الذين يرغبون في تطبيق الأفكار الجديدة كجزء من التطوير والنمو المهني لهم. ولتحقيق ذلك، فإنّ المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) توكد رؤيتها في **إحداث التغييرات والتحولات والتوجهات Trends** في التطوير المهني لمعلمي العلوم كما يبيّنها الجدول (9-2).

**الجدول (9-2): التغييرات والتوجهات في التطوير المهني لمعلمي العلوم**

| تأكيد أقل على: Less Emphasis On | تأكيد أكثر على: More Emphasis On |
|---|---|
| 1. نقل المعرفة والمهارات بالتلقين والمحاضرات. | 1. الاستقصاء في التعليم والتعلم. |
| 2. تعلم العلوم من خلال المحاضرة والقراءة. | 2. تعلم العلوم من خلال البحث والتحرّي والاستقصاء. |
| 3. الفصل بين العلوم ومعرفة التدريس. | 3. التكامل بين العلوم وطرائق تدريسها. |
| 4. الفصل بين النظرية والتطبيق (الممارسة). | 4. التكامل بين النظرية والممارسة في الواقع المدرسي. |
| 5. التعلم المنفرد (الفردي). | 5. التعلم الجماعي (التعاوني). |
| 6. دروس منفصلة مجزأة كل منها لأداء مهمة. | 6. خطط متماسكة ومترابطة طويلة المدى. |
| 7. مساقات وورش عمل. | 7. تنوّع في أنشطة التطوير المهني. |
| 8. الاعتماد على الخبرة الخارجية. | 8. الخلط (المزج) بين الخبرات الخارجية والداخلية. |
| 9. معلم العلوم بوصفه فنّياً Technician | 9. معلم العلوم بوصفه مفكراً وممارساً متأملاً. |
| 10. المعلم مستهلك للمعلومات المهنية المتعلقة بالتدريس. | 10. المعلم كمنتج للمعرفة عن التدريس. |
| 11. المعلم تابع Follower. | 11. المعلم قائد تربوي Leader. |
| 12. المعلم هدف Target للتغيير. | 12. المعلم مصدر وميسّر للتغيير. |

## المجال الثالث: معايير التقييم: Assessment Standards

تحدّد معايير تقييم التربية العلمية مبادئ التقييم لقياس وتحليل تحصيل الطلبة على مستوى الولاية والمستوى الفيدرالي، والفرص المتاحة لهم لتعلم العلوم، وتقييم المعلمين، والبرامج التعليمية سواء بسواء. ولهذا تُعد معايير التقييم على درجة كبيرة من الأهمية لأسباب ومسوغات عدّة من أبرزها ما يأتي:

1. **تقدّم محكات Criteria للحكم على مدى التقدم Progress نحو رؤية التربية العلمية المتضمنة الثقافة العلمية للجميع Scientific Literacy for All.**
2. تحدّد تحصيل (أداء) الطلاب والفرص الممنوحة لهم لتعلم العلوم.
3. تخدم **كموجهات وإرشاد لتطوير مهمات التقييم وممارساته وسياساته.**
4. **تقييم المعلمين والبرامج**، وفي هذا تطبيق بالتساوي على تقييم الطلبة والمعلمين والبرامج وممارسات التقييم الختامية والتكوينية، والتقييمات الصفية، وعلى مستويات واسعة النطاق والتقييمات الخارجية. ومن خلال هذا التقييم، **توفر معايير التقييم تغذية راجعة Feedback** يتعرف من خلالها الطلبة على مدى تحقيقهم لتوقعات معلميهم وأولياء أمورهم؛ كما يتعرف المعلمون (معلمو العلوم) أيضاً على مدى تقدم طلابهم في التعلم؛ وتتعرف الولاية State كذلك على مدى فاعلية المعلمين والبرامج العلمية؛ ويتعرف راسمو السياسات التعليمية على مدى نجاح سياساتهم. وبذلك، يمكن لهذه التغذية الراجعة أن تؤدي إلى تغيير في السياسات، وتطوير المعلم، وتحسين مستوى الطلبة في تعلم العلوم.

**والتقييم عملية منظمة متعددة الخطوات والجوانب**؛ وتتضمن جمع البيانات وتحليلها وتفسيرها واتخاذ العمل والإجراءات. وتتكون هذه العملية من المكونات الأربعة الآتية، وهي:

1. **استخدام البيانات Data Use** ويتم جمعها لِـ: تخطيط التعليم، وتوجيه التعلم Guide Learning، وحساب العلاقات، وعمل المقارنات، والمؤهلات والترخيص، والتعليم المتقدم، وتطوير النظرية التربوية، ورسم (تشكيل) السياسة ومراقبة آثارها، وتوزيع (تخصيص) المصادر، وتقييم نوعية المناهج والبرامج والممارسات التدريسية.

2. **جمع البيانات Data Collection** وذلك لوصف ومعرفة تحصيل (أداء) الطلاب واتجاهاتهم، وإعداد (ونوعية) برامج المعلمين وخصائصها، وتخصيص المصادر، وأدوات السياسة.

3. **طرق جمع البيانات Methods to collect data** كما في الاختبارات التقليدية (الورقة والقلم)، واختبارات الأداء، والمقابلات، وملف الإنجاز/الأعمال Portfolio، وملاحظة البرامج والطلبة والمعلمين في الصف، وتحليل كشوف العلامات، ومراجعة المواد التعليمية من قبل الخبراء.

4. **مستخدمو البيانات Users of data** وهم: المعلمون، والطلبة، والإداريون التربويون، وأولياء الأمور، وعامة الناس، وراسمو السياسات، والكليات والجامعات، والأعمال والصناعة، والحكومة.

إنّ الرؤية الحديثة للتقييم تنظر إلى **عملية التقييم وعملية التعلم بوصفهما** وجهيْن لعملة واحدة؛ فالطرق المستخدمة في جمع البيانات تحدد بشكل دقيق **ماذا يجب أن يعلم المعلم، وماذا يجب أن يتعلم الطلبة**. وهذا يحتم استخدام طرق مختلفة لجمع بيانات التقييم بدلاً من الاقتصار على طريقة تقليدية واحدة؛ ومن هذه الطرق **ملف الإنجاز (أو الأعمال) Portfolio**. كما تؤكد الرؤية الحديثة استخدام الطلبة للمعرفة العلمية في مواقف شبيهة لتلك المواقف التي يتوقع أن يواجهونها في المستقبل خارج الغرفة الصفية؛ وهي مواقف تقترب من موقف العالم الحقيقي وهو يزاول عمله. كما تؤكد أن تقييم تحصيل وأداء الطلاب يجب أن يتم في ضوء (نوعية) البرامج المستخدمة وما تقدمه من فرص التعلم.

وكما أن **مربي العلوم Science Educators** يغيرون طريقة تفكيرهم حول التربية العلمية الجديدة، فإنّ متخصصي القياس والتقويم التربوي يعترفون بالتغييرات أيضاً. والاعتراف بأهمية التقييم في الإصلاح التربوي المعاصر حفز البحث والتطوير وتنفيذ (تطبيق) طرق وأساليب جديدة في جمع البيانات وأخرى في الحكم على نوعية البيانات وجودتها. ولعل هذه التغييرات والتحولات في نظرية التقييم والممارسات تنعكس على معايير التقييم.

وضمن هذا السياق، فإنّ **التقييم Assessment والتعلم Learning** هما وجهان لعملة واحدة؛ فالطرق المستخدمة لجمع البيانات التربوية تحدّد بلغة قابلة للقياس،

**ماذا يجب على المعلم أن يعلم، وماذا يجب على الطلبة أن يتعلموا**. وفي هذا فإنه يُتوقع عندما يتعرض الطلبة لتقييم ما، فإنه يتوقع أن يتعلموا من هذا الموقف (أو التمرين) التقييمي. كما أن جميع نواتج التحصيل العلمي كما في: القدرة على الاستقصاء، والفهم العلمي للعالم الطبيعي، وفهم العلم وتطبيقاته كلها يمكن قياسها بطرق وأدوات وأساليب متعددة كما في **الأداء Performance**، **وسجلات الإنجاز Portfolio**، والامتحانات التقليدية الاعتيادية (الورقة والقلم) أيضاً. وعليه؛ تتضمن معايير التقييم تأكيداً مستمراً على قياس فرص التعلم، وتحصيل الطلبة يمكن تفسيره فقط في ضوء جودة (نوعية) البرامج العلمية التي مرّوا بها واختبروها.

وثمة تغيير آخر في اتجاهات وتوجهات التربية العلمية يتعلق بما يُسمّى **التقييم (الأصيل) الحقيقي Authentic Assessment**. وهذه الحركة تدعو إلى تمارين وتطبيقات قريبة جداً من مقاصد نواتج تعلم مناهج التربية العلمية وتدريسها. والتقييم الحقيقي يتطلب من الطلبة أن **يطبقوا (يوظفوا) المعرفة العلمية والاستدلال في مواقف مشابهة جداً للمواقف الحياتية الواقعية (الحقيقية)** التي يمكن أن يواجهونها خارج الصف من جهة، وتقترب جداً من المواقف الفعلية التي يتبيّن فيها كيف يقوم العلماء بعملهم من جهة أخرى. وفي السياق، ثمة تغيير مفاهيمي آخر في نظام التقييم التربوي له مضامين جوهرية في تقييم العلوم وهو: الصدق Validity الذي يتضمن ليس فقط صدق (مصداقية) وجودة البيانات التربوية فحسب، بل يتعلق بتفسير البيانات ومضامينها التربوية والمجتمعية.

وفي هذا كله، **تفترض معايير التقييم Assessment Standards** أن الولايات States، والمناطق التعليمية Districts يمكن أن تطور آليّات لقياس تحصيل (أداء) الطلاب كما هي محدّدة وموصوفة في معايير المحتوى، وقياس فرص تعليم العلوم كما هي محدّدة في معياري: برامج العلوم، ونظام العلوم. وعليه؛ إذا ما تم اتباع المبادئ التي تحكم معايير التقييم، فإن نتائج التقييم المحلية يمكن أن يكون لها قيمة ومعنى مشترك مع المعايير الوطنية وذلك بغض النظر عن استخدام إجراءات وآليات تقييم مختلفة وفي مستويات محلية مختلفة. ولعل هذا مقابلة (أو مقارنة) للنظرة التقليدية للتقييم التربوي الذي يسمح عادة بالمقارنات فقط عندما تستند إلى نماذج موازية أو مكافئة للاختبار نفسه. **وفيما يلي معايير التقييم.**

**معيار التقييم (أ): Assessment Standard (A) التقييمات يجب أن تكون منسجمة مع القدرات التي يتم اتخاذها.** وهذا يتطلب أن:

1. تكون التقييمات مُصمّمة بشكل مقصود (**مخططة وليست عفوية**).
2. ترتبط التقييمات بالأهداف بشكل واضح وجلي.
3. تكون **العلاقة بين اتخاذ القرارات والبيانات واضحة.**
4. تحدد إجراءات التقييم.

وفي هذا، تتضمن عملية التخطيط تحديد أهداف التقييم، ونوعية البيانات التي يتم جمعها، وعدد المدارس التي يشملها التقييم، وعدد الطلاب، ووصف طريقة جمع البيانات وتفسيرها، وكيفية اتخاذ القرارات في ضوء هذه البيانات، ووصف هذه القرارات. إن كل جزء (أو خطوة) من عملية التقييم يجب أن يكون منسجماً ومتصلاً مع الأجزاء الأخرى؛ مما يؤدي إلى التوصل إلى حلقة من الاستنتاجات ذات العلاقة ببعضها بعضاً، والتي تساهم جميعها في نجاح العملية التقييميّة؛ فعلى سبيل المثال، لا تقاس كفاءة المعلم فقط من خلال تحصيل طلابه، وإنما باعتماد معايير أخرى لعملية التعلم، وكفايته في العمل، وتعاونه مع زملائه المعلمين، ونموه المهني.

**معيار التقييم (ب) Assessment Standard (B) التقييم يشمل التحصيل والفرص المتاحة للتعلم،** وفي هذا فإنّ:

1. بيانات التحصيل المتجمعة **تركز على المحتوى العلمي الذي يهم الطلاب لأن يتعلموه.**
2. البيانات المتجمعة لفرص التعلم تركز على المؤشرات الأقوى.
3. إعطاء انتباه متساوٍ لتقييم فرص التعلم، وتقييم تحصيل الطلاب.

وفي هذا، تشمل بيانات التقييم **التحصيل Achievement والفرص المتاحة لتعلم العلوم Opportunity to Learn Science**. وهذا يتطلب أن يكون الاهتمام متساوياً لكل من تقييم فرص التعلم وتقييم تحصيل الطلبة؛ فالبيانات التي تتعلق بفرص التعلم تركز على المؤشرات القوية للتعلم. ولذلك يجب أن لا يقتصر التقييم على ما يتذكره الطالب من معلومات، بل يتعدى ذلك إلى تقييم:

1. **فهم المعلومات، والقدرة على الاستقصاء Ability to inquire.**
2. معرفة **وفهم** الحقائق العلمية، والمفاهيم، والمبادئ، والقوانين، والنظريات.

3. القدرة على **الاستدلال العلمي**.
4. القدرة على **استخدام العلوم في اتخاذ القرارات الشخصية والقرارات ذات العلاقة بالقضايا المجتمعية**.
5. القدرة على **الاتصال والتواصل العلمي** الفعال.

وفي السياق، يتطلب التذكير أن نظرية القياس التربوي والممارسات طورت بحيث تقيس مبدئياً معرفة الطالب Student Knowledge بالمادة العلمية (مادة الموضوع) Subject Matter ليس إلاّ، ممّا عزّز الثقة لدى المربين ومحلّلي السياسات بأدوات التقييم المصمّمة لقياس مدى إتقان الطلاب للمعلومات العلمية وحفظها واسترجاعها بدلاً من تصميمها **لقياس (فهم) العالم الطبيعي أو قدراتهم على الاستقصاء Ability to Inquire**. وفي هذا، ثمة اختبارات علوم تقيس وتقيّم ما يسمّى **المعرفة الخاملة Inert Knowledge** المتضمنة المعلومات والمعارف المنعزلة والمتناثرة هنا وهناك بدلاً من قياس وتقييم **المعرفة النشطة Active Knowledge** التي تتصف بالثراء والتنظيم والبناء والاستخدام. وفي هذا، ينبغي أن تضم عمليات التقييم جميع نواتج التعلم، وتقييم قدرة الطلبة على تنظيمها وبنائها وفهمها واستخدامها بدلاً من تقييم حفظها واسترجاعها (وتقيؤها).

**وعلى المستوى الصفي**، فثمة بعض **المؤشرات القوية** التي تُشير إلى فرص التعلم ومعرفة المعلم المهنية التي تضم من بينها: معرفة المحتوى العلمي، والمعرفة البيداغوجية وفهم الطلاب؛ ومدى تنسيق المحتوى والتعليم والتطوير المهني والتقييم؛ والوقت المتوافر أمام المعلمين للتعليم وللطلبة لتعلم العلوم؛ ومدى توافر المصادر التعليمية للطلاب للانخراط في الاستقصاء؛ ونوعية المواد التعليمية الموجودة. وهذا يعني أن ينصبّ الاهتمام على هذه المؤشرات والشروط التي تساعد على تحقيق الأهداف ومنها توفير الوقت الكافي للطلاب لكي يتعلموا بالاستقصاء، ورفع الكفاءة والكفاية المهنية للمعلم وبخاصة فيما يتعلق بالمعرفة الأكاديمية والتربوية (البيداغوجيا) وأدوات التقييم البديلة الحقيقية لمساعدة الطلبة على تعلم (وفهم) العلوم وتقييم نواتجها لتوجيه التعليم والتعلم في نهاية التحليل والمطاف.

**معيار التقييم (ج): Assessment Standard (C) نوعية البيانات التي يتم جمعها تتفق بشكل جيد مع الإجراءات (القرارات والأعمال) المعتمدة**. وهذا المعيار يستوجب أن:

1. تكون أدوات **التقييم مناسبة فعلاً** لما نريد قياسه **(صدق الأداة)**.
2. تكون أدوات التقييم أو مهامه حقيقية وموثوقاً بها **(مهمات التقييم أصيلة)**.
3. **تتسم أدوات التقييم بالثبات**؛ حيث يمكن قياس أداء الطالب في اثنين أو أكثر من المهمات التي تقيس الأداء نفسه لنرى مدى الاتفاق (الثبات) بينهما.
4. يكون لدى الطلبة فرص كافية لعرض ما قاموا بتحصيله أو إنجازه أو أدائه.
5. تعطي أدوات التقييم ومهامه بيانات مستقرة بما فيها الكفاية للوصول إلى القرارات نفسها إذا ما استخدمت في أوقات مختلفة من مثل ملاحظة سلوك المعلم التعليمي أو نوعية تدريسه مرات مكرورة للوصول إلى حكم معين؛ فإذا حصل اتساق في السلوك خلال هذه المرات المكرورة، يكون الحكم أكثر دقة، ويمكن الاعتماد عليه.

**معيار التقييم (د): Assessment Standard (D) ممارسات التقييم يجب أن تكون عادلة Fair**. وهذا يستوجب:

1. تكون **أدوات التقييم ومهامه عادلة في محتواها، وعملياتها، وتحليل نتائجها، ومتحرّرة من أي تحيّز Bias** نحو جنس أو عرق أو ثقافة؛ فالافتراضات التي تعكس منظورات أو تجارب مجموعة معينة بذاتها، يمكن أن تؤدي إلى صرف انتباه الطالب (أو مجموعة الطلاب) عن المهمة المقصودة؛ وبالتالي يجب أن تمثل المجموعات كلها في عملية التقييم.
2. تُستخدم أدوات التقييم الواسعة النطاق الوسائل والأساليب الإحصائية لتحديد (التحيّز) الذي من المحتمل أن يوجد بين المجموعات الفرعية.
3. **تتنوع أدوات التقييم ويتم تعديلها** لمراعاة تنوّع المجموعات التي يطبق عليها بما في ذلك الطلاب الذين لديهم عجز طبيعي (أو جسمي) أو صعوبات في التعلم (اللغة) من ذوي الحاجات الخاصة.
4. مهمات التقييم يجب أن تقدم في **سياقات مختلفة**، وللطلاب من ذوي الاهتمامات والخبرات المختلفة، وذلك دون النظر إلى خبرات مجموعات معينة على أساس الجندر، والعرق، واللون.

**معيار التقييم (هـ): Assessment Standard (E) الاستدلالات التي يتم الوصول إليها من خلال بيانات التقييم المتعلقة بتحصيل الطلاب وفرص التعلم يجب أن تكون دقيقة ومتينة**. وهذا (المعيار) يتطلب وجود مسلمات واضحة يعتمد عليها

في تحليل نتائج التقييم، وأن تستند هذه المسلمات إلى إطار نظري متين يساعد على تفسير النتائج والوصول إلى الاستدلالات الرصينة.

وفي ضوء معايير التقييم، وحيث إنّ التقييم جوهري في تدريس العلوم، فإنه ينبغي التخطيط له، وعلى المعلمين أن يختاروا (ويحدّدوا) أغراض وأدوات التقييم بما يتلاءم واستراتيجيات التدريس وأهدافه؛ **ففي تطوير مهمات التقييم Assessment Tasks فإنه ينبغي لمعلمي العلوم تحديد:**

- **ماذا يقيمون؟ What they are assessing**
- **ولماذا يقيمون؟ Why they are assessing**
- **وكيف يمكن استخدام معلومات التقييم وبياناته؟**
- **ومن سيحصل على معلومات التقييم؟**
- **وما أنشطة التقييم أو المهمات التي تسمح للطلاب أن يعرضوا أو (يوضحوا) تعلمهم بالطرق والوسائل الحقيقية؟**

كما أنّ **التقييم الصفي Classroom Assessment** مكون أساسي في مناهج العلوم وتدريسها؛ إذ إنه (أي التقييم) عملية منظمة في جمع البيانات عمّا يعرفه الطالب What Student Knows، وقادر على عمله Able to do، ويتعلم لعمله Learning to do. وبهذا يكون الهدف الرئيسي للتقييم الصفي ليس تقويم وتصنيف أداء الطالب، **بل لإعطاء معلومات كتغذية راجعة للتعليم Teaching، وتحسين التعلم Learning، ومراقبة تقدم الطالب Student Progress في تحصيل نتاجات التعلم Learning Outcomes**. فالمعلمون يتعلمون حول مدى تقدم الطالب ليس فقط من خلال الامتحانات الرسمية والاختبارات، والمشاريع، وحل المشكلات، بل أيضاً من خلال الملاحظة المستمرة لحظة بلحظة لما يقوم به أو يؤديه الطلاب وينجزونه.

وفي ذلك كله، **يمكن لمعلمي العلوم أن يستخدموا نتائج التقييم بطرق متعددة ولأغراض وأهداف متعددة** أيضاً يمكن أن يكون من بينها ما يأتي:

1. **تحسين وتطوير الممارسات التدريسية الصفية Improving Classroom Practicies.**
2. **تخطيط المنهاج Planning Curriculum** ويتمثل هذا في اختيار المحتوى العلمي، وأنشطة تعلم العلوم، واتخاذ القرارات بما يتعلق بمدى:

- ملاءمة المحتوى العلمي Science Content.
- اهتمام الطلاب في المحتوى Student interest in the content.
- فاعلية أنشطة تعلم العلوم في تحقيق نواتج التعلم المرغوبة.
- فهم وتطوير قدرات الطلبة واستفادتهم من أنشطة التعلم والتمارين المخبرية.

3. تطوير وتوجيه **التعلم الذاتي** لدى الطلبة، وهذا يتطلب ابتداءً من الطلبة أن يتعرفوا الأهداف والغايات من تعلم العلوم، والقدرة على التقييم الذاتي وفهمه، وعمل التأملات والانعكاسات الذاتية على ما يتعلمونه. وفي هذا يتطلب من المعلمين أن يعاملوا الطلاب كمتعلمين جدّيين، بينما هم **مراقبون ومدربون Coaches بدلاً من (قضاة) لإصدار الأحكام**، وأن يوجهوا الطلاب للتفكير في الممارسات العلميّة الجيّدة كمتعلمين ذاتياً Self - Directed Learners.

4. كتابة التقارير التي تصف **مدى تقدم الطلبة Student Progress** وتحصيلهم العلمي وأدائهم.

5. **إجراء البحوث في العملية التعليمية - التعلمية** لتحديد على سبيل المثال، الظروف المناسبة لتحسين تعلم الطلاب، وأساليب التدريس الأكثر فاعلية. كما يمكن للإدارات التعليمية على مستوى الولاية والمنطقة والبلاد عامة أن تستفيد من معايير التقييم لرسم سياسة التعليم ودراسة أثرها، وإجراء المقارنات والمساءلة، وتحديد درجة التقدم نحو الأهداف التعليمية والغايات المنشودة أو المتوخاة.

ولتحقيق ذلك، فإنّ **المعايير الوطنية للتربية العلميّة (NSES)** تؤكد الرؤية في **إحداث التغييرات والتحولات والتوجهات Trends في معايير التقييم** كما تظهر في الجدول (9-3).

الجدول (9-3): التغييرات والتوجهات في معايير التقييم

| تأكيد أقل على: Less Emphasis On | تأكيد أكثر على: More Emphasis On |
|---|---|
| 1. تقييم ما يسهل قياسه.<br>2. تقييم المعرفة والمعلومات المنفصلة أو المجزأة (غير المترابطة).<br>3. تقييم المعرفة العلمية (التحصيل الدراسي فقط).<br>4. تقييم ما يعرفه الطالب.<br>5. تقييم ختامي من قبل المعلم.<br>6. أدوات تقييم يعدّها خبراء القياس فقط (التقييم الخارجي).<br>7. التقييم التقليدي الاعتيادي. | 1. تقييم ما هو أكثر أهمية وفائدة.<br>2. تقييم المعرفة والمعلومات ذات البنية المفاهيمية المتينة والاهتمام بفهمها واستدلالاتها.<br>3. تقييم الفهم العلمي، والفرص المتاحة للتعلم.<br>4. تقييم ما يعرفه وما لا يعرفه الطالب.<br>5. تقييم دائم من قبل الطلاب أنفسهم (التقييم الذاتي) ومن قبل الآخرين.<br>6. أدوات تقييم يشترك في إعدادها المعلمون.<br>7. التقييم البديل (الأصيل) الحقيقي. |

## المجال الرابع: معايير المحتوى Science Content standards

تُلخص **معايير المحتوى (المعرفة) Knowledge، و(الفهم) Understanding، و(القدرات) Abilities التي يجب على كل طالب (معرفته)، و(فهمه)، و(قدرته) على عمله، وتطويرها وتنميتها كنتيجة للخبرات التعليمية.** وهذه رؤية واحدة للرؤية الشاملة لتعليم العلوم التي تشمل أيضاً (تدريس العلوم) و(تقييم العلوم)؛ فلكي يكون معيار المحتوى مفيداً يجب أن يؤخذ بالاشتراك مع المعايير الأخرى. وتعتبر هذه **المعايير مجموعة كاملة متكاملة من المخرجات للطلبة**، وهي ليست وصفاً مسبقاً للمنهاج. وتغطي معايير تصميم (المحتوى) الدراسي لمناهج العلوم من الروضة إلى الصف الثاني عشر (k-12) ثمانية معايير أو محاور، هي:

**الأول: دمج مفاهيم العلم وعملياته**

**Unifying Concepts and Processes in Science**

**الثاني: العلم كعملية استقصاء Science as Inquiry**

**الثالث: العلوم الفيزيائية Physical Science**

**الرابع: علم الحياة (الأحياء) Life Science**

**الخامس: علوم الأرض والفضاء Earth and Space Science**

**السادس: العلم والتكنولوجيا Science and Technology**

**السابع: العلم من منظور شخصي واجتماعي Science in Personal and Social Perspectives**

**الثامن: تاريخ وطبيعة العلم History and Nature of Science**

وفي هذه المعايير الثمانية، فإنّ المعيار الأول يقدّم للطلبة جميعهم في الصفوف (k–12)، بينما تتوزع المعايير السبعة الأخرى على المراحل التعليمية الثلاث (k–4)، و(5–8)، و(9–12) وفقاً لطبيعة كل مرحلة تعليمية.

### المعيار الأول: دمج مفاهيم العلم وعملياته

### Unifying Concepts and Processes Standard

يُقدّم هذا المعيار مواءمة ودمجاً واسعاً للمفاهيم الكبرى والعمليات في مواد العلوم لمساعدة الطالب على فهم العالم الطبيعي. كما يتم التركيز على هذا المعيار عند أي مرحلة (جميع المراحل)، ولكن يجب أن يكون دائماً مرتبطاً بضبط (المخرجات) لمعايير المحتوى الأخرى. ويضم هذا المعيار **دمج المفاهيم والعمليات** (توحيدها) على ما يأتي:

1. **النظم، والترتيب، والتنظيم Systems, Order, and Organization**
2. **الدليل، والنماذج، والتفسير Evidence, Models, and Explanation**
3. **التغير، والثبات، والقياس Change, Constancy, and Measurement**
4. **التطور والتوازن Evolution and Equilibrium**
5. **الشكل والوظيفة Form and Function**

**أولاً: النظم، والترتيب، والتنظيم: Systems, Order, and Organization**

النظام هو مجموعة من الأشياء أو الأجزاء (أو الأعضاء – جهاز الهضم مثلاً) التي تربطها علاقة ما، وتشكل وحدة واحدة. أما الترتيب فيشير إلى (سلوك) وحدات المادة والأشياء والكائنات الحية والأحداث في العالم بطريقة يمكن وصفها (إحصائياً) أو (سببيّاً). ويشير التنظيم إلى التفكير أو النظر إلى الأشياء على أنها تقع في مستويات أو فئات مختلفة.

**وكنتيجة للأنشطة التي يقوم بها الطلاب جميعهم في الصفوف ( k-12 ) كلّها**، فإنّ على جميع الطلاب أن يكونوا (**قادرين**) على أن يطوروا فهماً وقدرات منظمة مع المفاهيم والعمليات (**دمج مفاهيم العلم وعملياته**) كما يأتي:

1. **العالم الطبيعي** من حولنا معقد بشكل كبير بحيث يصعب اكتشافه وفهمه مرة واحدة؛ لذلك يقوم العلماء والطلاب بدراسة (أجزاء) محدّدة منه.
2. **النظام** مجموعة من الأشياء أو الأجزاء ذات العلاقة أو المكونات من الكل.
3. **التنبؤ** استخدام المعرفة لتفسير الملاحظات والتغيرات وشرحها.
4. **الترتيب (سلوك) وحدات المادة**، والأشياء، والأحداث، والكائنات الحية في الكون.
5. نوعية ومستويات التنظيم تقدم طرائق مفيدة من التفكير في العالم.
6. الهدف من هذا المعيار يتمثل **بالتفكير والتحليل في بنود النظام**؛ مما يساعد الطلاب على الاحتفاظ بالأثر.

**ثانياً: الدليل، والنماذج، والتفسير:**

**Evidence, Models, and Explanation**

يتألف الدليل من ملاحظات وبيانات تُبنى عليها التفسيرات العلمية. أما النماذج فهي بناءات أو أنساق أولية تمثّل الأشياء أو الأحداث الحقيقية، ولها قوة تفسيرية تساعد العلماء والباحثين على (**فهم**) كيف تفعل (تعمل) الأشياء الحقيقية. وتأخذ النماذج أشكالاً مختلفة؛ فقد تكون بناءات مادية، أو خططاً مكتوبة، أو معادلات رياضية، أو محاكاة حاسوبية أو بناءات عقلية. ويشير التفسير إلى دمج المعلومات العلمية المتوافرة والدليل الجديد الناتج من ملاحظات معينة أو تجارب أو نماذج في (عبارات) منطقية. هذا، وتستخدم مصطلحات مختلفة لوصف التفسير من مثل: الفرضية (علاقة تنبؤية تفسيرية)، والافتراض (المسلمة)، والقانون، والنظرية.

**وكنتيجة للأنشطة التي يقوم بها الطلاب جميعهم في الصفوف (k- 12)، فإنّ عليهم جميعاً أن يكون قادرين على تطوير فهم وقدرات منظمة مع مفاهيم العلم وعملياته كما يأتي:**

1. **النماذج هي مخططات أو تراكيب بنائية** تتوافق وتترابط مع الشيء الحقيقي أو الحدث أو التصنيف فتوضحه وتقوي تفسيره.

2. يساعد **النموذج** العلماء والمهندسين على **فهم كيف تعمل الأشياء**.

3. يتخذ النموذج أشكالاً عدّة، تتضمن البناءات العقلية، والمعادلات الرياضية، أو المحاكاة الحاسوبية ...الخ.

4. يجب **تنمية اتجاهات وجدانية** لدى الطلبة، وذلك من خلال تطوير القدرة على تحمل النقد.

**ثانياً: التغير، والثبات، والقياس: Change, Constancy, and Measurement**

التغير كما يدل الاسم، يشير إلى عملية تحدث على الأشياء وخصائصها كالتغير في خواص المادة، وموقع الجسم، والحركة، وشكل النظام ووظيفته، والتفاعلات المتبادلة بين النظام وعبرها، وتحولات الطاقة؛ وقد يكون التغير كميّاً (رقمياً) أو كيفياً (نوعياً). مقابل ذلك، فإن الثبات يشير إلى بقاء الأشياء وخواصها عل حالها (ثابتة) دون تغيير. أما القياس فإنه يتضمن إعطاء قيمة رقمية للتغير الذي حدث، وفي هذا يكون **للرياضيات** دور في قياس مثل هذا التغير بدقة زيادة أو نقصاناً.

**وكنتيجة للأنشطة التي يقوم بها الطلاب في الصفوف (k-12)، فإنّ عليهم جميعاً أن يكونوا قادرين على تطوير فهم وقدرات منظمة مع المفاهيم (الكبرى) والعمليات العلمية كما يأتي:**

1. على الرغم أنّ الكثير من الأشياء تميل إلى التغير، إلاّ أن بعض خصائص الأشياء تتميز بثباتها (سرعة الضوء مثلاً).

2. **التفاعل مع أو من خلال النظام** ينتج التغير، وهذا التغير يتفاوت في معدله، وقياسه، ونمطه، واتجاهه، ودوراته.

3. **تنتقل الطاقة، وتتغير المادة**؛ ولكن عند القياس فإنّ مجموع الطاقة والمادة في الأنظمة يبقى نفسه.

4. **الرياضيات** أساسية وضرورية للقياس.

5. يتم استخدام أنظمة قياس مختلفة لأهداف وغايات مختلفة، والأمر المهم هو معرفة متى تستخدم نظاماً ما.

6. التدريج يتضمن فهم أن اختلاف الخصائص والصفات أو العلاقات في النظام يمكن أن يتغير.

7. المعدّل يتضمن مقارنة كمية بأخرى.

**رابعاً: التطور والتوازن: Evolution and Equilibrium**

يتضمن التطور سلسلة التغيّرات المتصلة والمتسلسلة (أو المتقطعة) التي يرجع إليها الشكل الحاضر للأشياء ووظيفتها؛ وكأن الحاضر ينهض من مواد وأشكال كانت سابقة في الماضي. أما التوازن فيمثل حالة فيزيائية تحدث بين قوى عدّة، تتوزع خلالها الطاقة بشكل منتظم قدر الإمكان.

**وكنتيجة للأنشطة التي يقوم بها الطلبة في الصفوف (k-12) كلها، فإنّ عليهم جميعاً أن يكونوا قادرين على أن يطوروا فهماً وقدرات منظمة مع المفاهيم والعمليات كما يأتي:**

1. **التطور** سلسلة تغيّرات بعضها تدريجي وبعضها يكون من حين إلى آخر.
2. الفكرة العامة من التطور هي أنّ **الحاضر يظهر ويتشكل من الماضي.**
3. **الاتزان** هو حالة فيزيائية يكون عندها حدوث القوى والتغيرات في الاتجاهات المتعاكسة (لغرض الاتزان).

**خامساً: الشكل والوظيفة: Form and Function**

الشكل والوظيفة مظهران متكاملان للأشياء، والكائنات الحية، والأنظمة في الطبيعة؛ وكل منهما يعتمد على الآخر ويتحدد في ضوئه؛ وبالتالي تتواءم الوظيفة مع الشكل.

**وكنتيجة للأنشطة التي يقوم بها الطلبة في الصفوف (k-12)، فإنّ على الطلبة جميعهم أن يكونوا قادرين على تطوير فهم وقدرات منظمة مع المفاهيم (العلمية) و(العمليات) العقلية كما يأتي:**

1. الشكل والوظيفة تعتبر الهيئات المتممة للأجسام والكائنات الحية.
2. هيئة أو شكل الجسم أو النظام هي في العادة تعود للاستخدام أو العمليات أو الوظائف.
3. **الوظيفة تعتمد على الهيئة (التركيب).**
4. فهم الهيئة والوظيفة يطبق بمستويات مختلفة من التنظيم.
5. على الطلاب أن يكونوا قادرين على **تفسير الوظيفة بالعودة إلى الشكل، وتفسير الشكل بالعودة إلى الوظيفة؛** بمعنى **تكامل وتكيف بين الشكل والوظيفة Structure and Function.**

### المعيار الثاني: العلم كعملية استقصاء Science as Inquiry Standards

في ضوء رؤية المعايير، فإنّ الاستقصاء Inquiry خطوة تقع وراء العلم كعملية استقصاء حيث يتعلم الطلاب مهارات كالملاحظة، والاستدلال، والتجريب. **والاستقصاء كعملية Process في تعلم العلوم** تسير بخطوات متتالية (غير جامدة) بشكل منطقي في حل المشكلة، أو عرض موقف مُشكل مثير، وتحليل الموقف، ووضع الفرضيات وتجريبها، والتوصل إلى الحل الصحيح، وتطبيق المعلومات، ومن ثم تثبيت هذه المعلومات بحيث يكون (الطالب) المتعلم فيها محوراً للعملية التعليمية من خلال مروره بمواقف تعليمية - تعلمية وقراءات خارجية تستوجب منه التفكير والمناقشة والاستنتاج والتصميم بتوجيه المعلم وإرشاده ومساندته. وفي هذا، تتضمن الرؤية الجديدة للعلم في ضوء هذا المعيار خطوة متقدمة على الفكرة التي ترى أن العلم عملية، وبالتالي يجمع الطالب بين المعرفة العلمية وعمليات العلم عند استخدامه التفسير العلمي، والتفكير الناقد لينمّي فهمه للعلوم. ولهذا، فإنّ انخراط الطلاب وانشغالهم في **الاستقصاء العلمي** يساعدهم على تطوير ما يأتي:

**أ. فهم المفاهيم العلمية Understanding of Scientific Concepts.**

**ب. إدراك كيف نعرف، وماذا نعرف في العلوم.**

**جـ. فهم طبيعة العلم Understanding of the NOS.**

**د. امتلاك المهارات الضرورية لتجعله مستقصياً حراً عن العالم الطبيعي.**

**هـ. الميل لاستخدام المهارات، والقدرات، والاتجاهات المرتبطة بالعلوم.**

كما يتضمن الاستقصاء طرح الأسئلة، والتخطيط، وإدارة الاستكشاف، واستخدام المواد والأدوات والتقنيات المناسبة لجمع البيانات، والتفكير الناقد والتفكير المنطقي حول العلاقات بين الأدلّة العلمية وتفسيراتها، وبناء وتحليل التفسيرات البديلة، ونقل المناقشات العلمية. وفي هذا، يكون الهدف من الاستقصاء العلمي هو امتلاك عمليات العلم التي هي العمليات العقلية والأدوات للوصول إلى المعرفة العلمية وفهم العالم الطبيعي Natural World.

### الصفوف (4-k):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها التلاميذ من الروضة إلى الصف الرابع (4-k)، فإنّ على جميع التلاميذ أن يكونوا قادرين على أن يطوروا ما يأتي:**

1. **القدرات الضرورية لتنفيذ الاستقصاء العلمي**: وتضم القدرات والمهارات الآتية:

أ. يكون التلميذ قادراً على **الإجابة عن الأسئلة التي يطرحها** من خلال ملاحظاته ومشاهداته بإشراك المعرفة العلمية التي يمتلكها، وكذلك من خلال البحث في مصادر المعرفة الأخرى.

ب. يخطط ويدير الاستكشاف البسيط، وفي السنوات الأولى يعتمد الاستكشاف على الملاحظة، وكلما نما التلميذ كان أقدر على تصميم التجارب ليجيب فيها عن أسئلته.

جـ. يوظف الأجهزة والأدوات البسيطة للحصول على البيانات، كما يطور (التلميذ) مهارات استخدام الأدوات البسيطة.

د. يستخدم البيانات في التفسيرات المقبولة.

هـ. ينقل الاكتشاف والتفسير؛ ويعمل التلاميذ على تطوير قدراتهم على تقبل النقد لأعمالهم.

2. **مظاهر تنفيذ الاستقصاء العلمي**: وتضم المظاهر والملامح الآتية:

أ. يتضمن الاستكشاف عملية طرح التساؤلات (والأسئلة)، والإجابة عنها مع مقارنة ما يقوله العلماء.

ب. يستخدم العلماء طرائق مختلفة من الاستكشاف، وهذا يعتمد بدوره على نوع السؤال المطروح، وتتضمن هذه الأسئلة وصف الأجسام، والأحداث، والكائنات الحية، والتصنيف، والتجارب.

جـ. يطور العلماء **التفسيرات العلمية** مستخدمين في ذلك الملاحظات والمعرفة العلمية، علماً بأن التفسيرات الصحيحة تعتمد على الأدلة الجديدة من الاستكشاف.

د. يعمل العلماء على جعل استكشافاتهم مفهومة من قبل الآخرين.

هـ. يراجع العلماء نتائج علماء آخرين.

إنّ **تدريس العلوم بالاستقصاء** Inquiry يعطي الفرصة لمعلمي العلوم أن يطوروا قدرات تلاميذهم لعمل (ممارسة) الاستقصاء من جهة، وزيادة فهمهم للعلوم من جهة أخرى. وفي سنوات الدراسة الأولى يكون التلاميذ قادرين على استكشاف مواد الأرض، والكائنات الحية، والخصائص. ومن هذه الخبرات يطورون المفاهيم

والمفردات اللغوية، ومهارات الاستقصاء على حدّ سواء. كما أن التعلم من خلال الاستقصاء لا يشمل تعلم المعرفة العلمية فقط، وإنما يشمل أيضاً **مهارات (الاتصال)، وتبادل الأفكار مع الآخرين**. وفي هذه المرحلة، يبدأ التلميذ بتطوير قدراته العقلية في الاستقصاء، ويكون قادراً على تصميم التجربة ذات المتغير الواحد؛ بينما يجد التلاميذ صعوبة في هذه المرحلة في التجارب كعملية لاختبار الأفكار، والمنطق في التعامل مع الدليل لتشكيل التغيير. أما الاستقصاء الكامل فيشمل طرح الأسئلة والتساؤلات البسيطة، وإكمال الاستكشاف، والإجابة عن التساؤلات، وعرض النتائج للآخرين.

## الصفوف (5 - 8):

يجب تزويد التلاميذ في هذه الصفوف (5 - 8) **بفرص الاستقصاء بجزأيه الكلي والجزئي**. ففي الاستقصاء الكلي يبدأ التلاميذ بالسؤال، ثم تصميم الاستكشاف، وجمع الأدّلة، وتشكيل إجابة عن السؤال، والتواصل (والاتصال) مع الآخرين، ومناقشتهم بما تم التوصل إليه. أمّا في الاستقصاء الجزئي فيتم اختيار شكل أو نوع عملية الاستقصاء، وتصميم الاستكشاف، وتطوير شروح استناداً للأدلة العلمية المستوحاة من الأنشطة الصفية، وتحليل التفسيرات البديلة.

**ويبدأ التلميذ في هذه المرحلة بتعرف العلاقة بين الدليل والتفسير**، ويفهم أن الخلفية النظرية والمعرفية تقود تصميم الاكتشاف، ونوع الملاحظات، والبيانات التي تم جمعها. وتطوّر التجارب والاكتشافات خلفيتهم المعرفية؛ إلاّ أنّ التلاميذ يجدون صعوبة في تحديد المتغيرات وضبط أكثر من متغير واحد في التجربة الواحدة، كما يجدون صعوبة في فهم تأثير المتغيرات المختلفة في التجربة من مثل المتغيرات التي لا يظهر تأثيرها (الدخيلة) أو لها تأثير عكسي.

أما **معلم العلوم، فعليه معرفة أن التلميذ في هذه المرحلة يحاول التركيز على الدليل الذي يؤكد وجهة نظره (أو بياناته)، ويتجاهل الأدلة الأخرى**؛ وأن يتحدّى معرفة التلاميذ ومعتقداتهم، ويعمل على تعديلها بأفكار علمية صحيحة، وأن يقدم أنشطة تعلم تمكن التلاميذ من تشكيل فهم عن السؤال الاستقصائي، وعن الطريقة، والأدوات، والبيانات التي يمكن جمعها؛ وأن يدرك أن الخلفية المعرفية تقود السؤال، وما يمكن عمله للإجابة عن السؤال بحيث يكون سؤال الطالب متوقعاً وذا معنى؛ وأن يشجع التلاميذ على إعادة جمع البيانات مرات عدّة للتحقق من صحتها، ومشاركة المجموعات الأخرى بهذه البيانات؛ وأن يوجه (المعلم) التقارير والمناقشة

نحو السؤال المطروح تحديداً، وإتاحة الفرصة أمام التلاميذ لاستخدام اللغة في تبادل الأفكار والتواصل مع الآخرين؛ واستخدام استراتيجيات مختلفة كالكتابة، والرسم، وإتمام الخرائط المفاهيمية، وعمل صحائف، وتصميم برامج كمبيوتر بطريقة تسمح للتلميذ بالحصول على تغذية راجعة بناء على ما تم التوصل إليه.

**وتندرج تحت هذا المعيار القدرات والمفاهيم الآتية:**

1. **القدرات الضرورية لتنفيذ الاستقصاء العلمي:** وتضم القدرات والمهارات الآتية:

أ. **تعرّف الأسئلة** التي يمكن الإجابة عنها من خلال الاستكشاف (البحث) العلمي.

ب. **تصميم الاكتشاف العلمي وإدارته.**

جـ. **استخدام الأدوات الملائمة** والتقنيات لجمع البيانات، وتحليلها، وتفسيرها.

د. تطوير الأوصاف، والتفسيرات، والتنبؤات، والنماذج باستخدام (الدليل).

هـ. **التفكير بشكل ناقد ومنطقي** لإيجاد علاقات بين الدليل والتفسيرات أو الاستنتاجات المنطقية.

و. الوعي بالتنبؤات والتفسيرات البديلة وتحليلها.

ز. **استخدام الرياضيات** في جوانب الاستقصاء العلمي كلها.

ح. ربط الإجراءات العلمية مع التفسيرات، وإيصال الطرق المخبرية، والملاحظات، وتلخيص النتائج ومناقشة الآخرين بكفاءة.

2. **مظاهر فهم الاستقصاء العلمي:** وتضم المظاهر والملامح الآتية:

أ. تنوّع الأسئلة يتطلب ويؤدي إلى تنوّع في الاستكشافات العلمية.

ب. **المعرفة العلمية والفهم** يقودان ويوجهان الاستكشافات العلمية.

جـ. **الرياضيات مهمة** في كل أوجه وجوانب الاستقصاء العلمي.

د. **التكنولوجيا المستخدمة لجمع البيانات** توجه الدقة، وتسمح للعلماء (والباحثين) بتحليلها وإعطاء قيم للنتائج المستخرجة.

هـ. **التفسيرات العلمية تؤكد على الدليل Evidence**، وتقوم على **حجج منطقية راسخة**، وتستخدم المبادئ، والنماذج، والنظريات العلمية لتفسير الظاهرة حتى يتقبلها جمهور العلماء، ويستخدمونها حتى يتم دعمها أو دحضها من قبل عالم آخر واستبدالها بتفسيرات أخرى أفضل.

و. **يتطور العلم ويتقدّم من خلال الشك والتشكك**؛ فطرح الأسئلة واستقصاء تفسيرات العلماء الآخرين جزء لا يتجزأ من الاستقصاء العلمي.

ز. التفسيرات العلمية **تنتج وتولّد أفكاراً جديدة وظواهر أخرى** للدراسة والبحث؛ **فالاستقصاء يؤدي (يولّد) إلى استقصاء جديد.**

## الصفوف (9 - 12):

يجب تزويد الطلاب في هذه المرحلة (9 - 12) بفرص استقصاء لتطوير قدراتهم من خلال الاشتراك بالبحث والتطوير العلمي، واستخدام المهارات العقلية والجسمية المرتبطة بالاستقصاء العلمي. وفي هذا، **تصف المعايير القدرات والملامح لفهم الاستقصاء وتنفيذه**؛ والاستقصاء عمل جماعي (تعاوني) كبير لمواصلة البحوث حول الظواهر الطبيعية. وعلى الطلاب أن يفهموا أن التجربة توجه المبادئ، والأفكار التي يتم اختيارها واختبارها؛ وكذلك فهم أن التعامل مع النتائج يتم بالمنطق وليس حسب معرفتهم السابقة؛ والتحدّي الأهم هو جعل الاستقصاء ذا معنى.

وعلى **معلم العلوم** أن يمارس أساليب مختلفة كالخريطة المفاهيمية مثلاً لتعديل المعلومات عن التفسير الذي يحاول الطلاب تقديمه؛ وأن يساعد (الطلاب) على بناء التفسير، ويقدّر تفسيراتهم وتفسيرات العلماء؛ وكذلك سؤال الطلاب عن التفسيرات التي يمكن أن تدّل عليها بياناتهم، وعن مدى الدقة فيها؛ ومناقشة النتائج والتحاور معهم والتي يتوقع أن توضح المبادئ وتزيد من فهم الطلاب للعلوم، ومن ثم تبادل الخبرات بين الصفوف. وتندرج تحت هذا المعيار **القدرات والمفاهيم الآتية:**

1. **القدرات الضرورية لتنفيذ الاستقصاء العلمي**: وتضم القدرات والمهارات الآتية:

أ. تعريف الأسئلة والمفاهيم التي توجه بحوث العلوم.

ب. يحدد العلاقات بين المبادئ التي تقود النظرية وتصميم التجربة.

جـ. تصميم البحوث العلمية بعضها ببعض وربطها عن طريق تحضير الأدوات اللازمة واحتياطات الأمان والسلامة؛ واستخدام التكنولوجيا؛ وتوضيح الأفكار التي تقود الاستقصاء والمعرفة العلمية؛ وعرض النتائج والمناقشات ومراجعة التفسيرات العلمية.

د. القدرة على تشكيل التفسيرات وتعديلها والنماذج باستخدام الأدلة العلمية.

هـ. القدرة على تحليل التفسيرات العلمية.

و. **القدرة على (الجدال)، والدفاع عن الرأي، والقدرة على الاتصال الفعّال:** وهذا يتطلب مهارات عدّة من مثل: استخدام الرسومات، والتكلم والمناقشة بمنطق ووضوح، والشرح والتفسير، والاعتراض الموجّه، والإصغاء للملاحظات الدقيقة.

2. **مظاهر فهم الاستقصاء العلمي:** وتضم المظاهر والملامح الآتية:

أ. العلماء يجرون تحرّيات علمية بسبب الرغبة في اكتشاف وجه آخر من العلم، ووصف الظواهر، والتنبؤ، والتحكم بها.

ب. **التكنولوجيا** ساعدت (وتساعد) على تحليل البيانات بدقة عالية.

جـ. **الرياضيات** لها دور مهم في الاستقصاء العلمي.

د. **التفسيرات العلمية** يجب أن تكون منطقية، ومرتكزة على الأدلّة والبراهين، وعلى قاعدة علمية أيضاً.

هـ. نتائج **الاستقصاء العلمي** يجب أن تكون خاضعة للجدال، والحوارات، والمناقشات المنطقية، وأن يتم الربط بين الظاهرة الطبيعية والبناء التاريخي للمعرفة العلمية.

بناء على ما سبق، ومن **منظور الرؤية الإصلاحية الحديثة لمعايير التربية العلمية (NSES)**، فإنّ **معايير الاستقصاء تؤكد الرؤية في إحداث التغييرات والتحولات والتوجهات Trends في معايير العلم كعملية استقصاء** كما يتضح في الجدول (9 - 4).

الجدول (9 - 4): التغييرات والتوجهات في معايير العلم كعملية استقصاء

| تأكيد أقل على: Less Emphasis On | تأكيد أكثر على: More Emphasis On |
|---|---|
| 1. الأنشطة تقدم للإيضاح أو التحقق من صحة المحتوى العلمي.<br>2. التحرّيات محدّدة لدرس (حصة) واحد.<br>3. عمليات العلم خارج السياق العلمي.<br>4. التوكيد على عمليات العلم المنفردة كالملاحظة والاستدلال.<br>5. الحصول على الجواب.<br>6. العلم كاستكشاف وتجريب.<br>7. تقديم إجابات لأسئلة حول المحتوى العلمي.<br>8. عمل الطلاب فرادى أو كمجموعات لإيجاد الجواب دون الدفاع عن النتائج.<br>9. عمل تحرّيات قليلة لتغطية قدر (كمية) أكبر من المحتوى العلمي.<br>10. إنهاء الاستقصاء مع الوصول إلى النتيجة (الجواب).<br>11. إدارة (التحكم) في المواد والأدوات.<br>12. إيصال المعلومات، وأفكار الطالب ونتائجه إلى المعلم. | 1. الأنشطة للتحرّي، ولتحليل أسئلة المحتوى.<br>2. التحرّيات ممتدة لفترات زمنية أطول.<br>3. عمليات العلم ضمن سياقها العلمي.<br>4. عمليات العلم المتعدّدة.<br>5. استخدام الدليل، والمراجعة والتفسير.<br>6. العلم (كجدال) وتفسير.<br>7. إيصال (المعلومات) تفسيرات العلم.<br>8. عمل الطلاب كمجموعات تحليل وبناء المعلومات والدفاع عن النتائج.<br>9. عمل تحرّيات أكثر لتنمية الفهم والمهارات وقدرات الاستقصاء ومعرفة المحتوى العلمي.<br>10. تطبيق نتائج الاستقصاءات في المناقشات العلمية وتفسيرها، وتوليد أفكار جديدة.<br>11. إدارة الأفكار والمعلومات وتفسيرات العلم.<br>12. إيصال المعلومات والأفكار والنتائج إلى زملاء الصف والآخرين ومناقشتها. |

## المعيار الثالث: العلوم الفيزيائية Physical Science Standards

هذا المعيار يصف المادة المعرفية، ويركز على الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والنظريات، والنماذج الضروري (معرفتها)، و(فهمها)، و(استخدامها)، كما يأتي:

### الصفوف (k–4):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها تلاميذ صفوف هذه المرحلة ( k–4)، فإنّ على جميع التلاميذ الصغار أن يكونوا قادرين على أن يطوروا ما يأتي:**

1. خواص الأشياء والمواد: Properties of Objects and Materials

أ. المواد لها خواص خاصة بها، يمكن ملاحظتها من مثل: الحجم، والوزن، والشكل، واللون، ودرجة الحرارة، والقدرة على التفاعل مع المواد الأخرى.

وهذه الصفات يمكن قياسها من خلال أدوات قياس خاصة من مثل: المسطرة، وميزان الحرارة...الخ.

ب. تتكون المواد من مادة أو أكثر؛ ويمكن للمواد أن تتصف أو توصف من خلال المواد المكونة لها، كما يمكن التمييز بين الأشياء أو تصنيفها تبعاً لمكوناتها.

جـ. يمكن للمواد أن توجد بأكثر من حالة فيزيائية، ويمكن أن تتحول من حالة إلى أخرى (الصلابة، والسيولة، والغازية) بالتسخين أو التبريد.

2. **موقع وحركة الأشياء: Position and Motion of Objects**

أ. يمكن وصف موضع لجسم ما من خلال تعيينه لجسم آخر.

ب. حركة الشيء (الجسم) توصف بأنها تتبع مسيرته خلال فترة من الزمن.

جـ. يتغير موقع وحركة شيء ما من خلال (سحبه) أو (دفعه)، ومقدار التغير يرتبط بمقدار قوة الدفع أو السحب.

د. ينشأ الصوت من اهتزاز الأجسام، ويعتمد مستوى الصوت على شدّة الاهتزاز.

3. **الضوء والحرارة والكهربائية والمغناطيسية:**

**Light, Heat, Electricity, and Magnetism**

أ. **يسير الضوء في خطوط مستقيمة حتى يقابل جسماً ما**؛ فإمّا أن ينعكس من خلال (مرآة)، وإمّا أن ينكسر من خلال (عدسة)، وإمّا أن يمتص من خلال الأجسام.

ب. تنتج الحرارة بطرق مختلفة؛ منها الاحتراق، والاحتكاك، أو من خلال مزج مادة بمادة أخرى؛ ويمكن أن تنتقل الحرارة من مادة إلى أخرى (بالتوصيل).

جـ. تتجاذب المغانط (أو المغناطيسات) وتتنافر مع بعضها بعضاً ومع المواد الأخرى.

## الصفوف (5 - 8):

**نتيجة للأنشطة التي يقوم بها تلاميذ صفوف هذه المرحلة (5 -8)، فإنّ على جميع التلاميذ أن يطوروا فهماً في خواص المادة وتغيراتها، والحركة والقوة، وتحوّل الطاقة كما يأتي:**

1. خواص المادة وتغيراتها:

**Properties and Changes of Properties in Matter**

أ. **المادة لها خواص مميزة** من مثل: الكثافة، ودرجة الغليان، والذائبية؛ وهي ترتبط وتتعلق بكمية المادة في العينة واعتماداً على أي منها يمكن فصل مجموعة من المواد المرتبطة معاً.

ب. **تتفاعل المواد كيميائياً** بطرق خاصة مع غيرها لتكوّن مركبات بصفات جديدة.

جـ. **العناصر الكيميائية** لا تتجزأ في أثناء التفاعلات المخبرية كالتسخين، والتفاعل مع الحمض، والتعرض للتيار الكهربائي.

د. يوجد أكثر من مئة عنصر معروف ترتبط لتنتج عدداً هائلاً من المركبات التي تدخل في تركيب الكائنات الحية والجمادات.

2. الحركة والقوة: **Motions and Forces**

أ. حركة الجسم يمكن وصفها بالموضع واتجاه الحركة والسرعة؛ ويمكن قياسها وتمثيلها بيانياً.

ب. الجسم الذي لا يتعرض لقوة يستمر بالحركة بشكل ثابت وبخط مستقيم.

جـ. إذا أثرت أكثر من قوة على جسم متحرك في خط مستقيم، فإن إحدى القوى تُلغي تأثير القوة الأخرى؛ وهذا يعتمد على الاتجاه، وحجم هذه القوى.

3. تحول الطاقة: **Transfer of Energy**

أ. الطاقة صفة لكثير من المواد ترتبط بالضوء، والحرارة، والكهرباء، والحركات الميكانيكية، والصوت، والذرات، وطبيعة المواد الكيميائية؛ وهي تنتقل (تتحول) بطرق عدّة.

ب. الحرارة تنتقل بطرق تنبؤية، من أجسام أسخن إلى أجسام أبرد إلى أن يصبح الجسمان متساويين في درجة الحرارة.

جـ. الضوء يتفاعل مع المادة بالنقل من خلال الانعكاس، والانكسار، والامتصاص؛ ولرؤية الجسم لابد أن يخرج منه أشعة ضوئية (تنعكس عنه أو ترتد) وتدخل العين.

د. الدوائر الكهربائية تقدم وسيلة نقل لطاقة الإلكترونات عند التسخين، والإضاءة، والصوت، والتغيرات الميكانيكية.

هـ. **الشمس هي المصدر الرئيسي للطاقة المتغيرة على سطح الأرض.**

و. الشمس تفقد طاقة من خلال إشعاع الضوء، وكمية قليلة من هذا الإشعاع يصل إلى الأرض، وينقل الطاقة من الشمس إلى الأرض.

ز. طاقة الشمس تصل كضوء مع أطوال موجية مختلفة مكونة من الضوء المرئي، والأشعة تحت الحمراء، والأشعة فوق البنفسجية.

حـ. في معظم التفاعلات الكيميائية والنووية تنتقل الطاقة من أو إلى النظام، وكل أشكال الطاقة تدخل ضمن هذا الانتقال.

## الصفوف (9 - 12):

**على الطالب في هذه المرحلة (9 - 12) أن يربط بين الصفات المرئية والمجهرية للمادة.** وهذا التطور في الفهم يتطلب السير في أربعة اتجاهات، هي:

1. الظواهر المرئية.
2. العالم الدقيق للذرات.
3. المعادلات الكيميائية والرموز.
4. العلاقة بين صفات المادة وبنائها.

**أمّا المفاهيم والمبادئ الأساسية الموجهة التي يتضمنها هذا المعيار للصفوف (9 - 12) فهي كالآتي:**

### 1. تركيب الذرات: Structure of Atoms

أ. **تتكون المادة من دقائق تعرف بـ (الذرات)**؛ وهي تتكون من دقائق أصغر لها خواص قابلة للقياس من مثل الشحنة، والكتلة؛ ولكل ذرة نواة موجبة يدور حولها إلكترونات سالبة وقوى التجاذب بين النواة والإلكترونات تحافظ على تماسك الذرة.

ب. تتكون نواة الذرة من البروتونات، والنيوترونات، وإذا حدث أن كان لعنصر ذرات بعدد مختلف من النيوترونات تسمى (النظائر).

جـ. مفهوم الاندماج والانشطار النووي.

د. النظائر المشعة.

### 2. خواص المادة وتركيبها: Structure and Properties of Matter

أ. تتفاعل الذرات مع بعضها بعضاً إما بانتقال الإلكترونات أو بالمشاركة فيها.

ب. يتكون العنصر من نوع واحد من الذرات، وتتركب العناصر استناداً إلى العدد الذري فيها في الجدول الدوري، ويتضح في الترتيب وخواصها الفيزيائية والكيميائية.

جـ. الروابط بين الذرات.

د. الخواص الفيزيائية للمركبات تعكس طبيعة ترتيب الذرات فيها.

هـ. حالات المادة الثلاث: الصلبة، والسائلة، والغازية مختلفة بسبب اختلاف المسافات والزوايا بين الذرات المكونة لها.

و. ترتبط ذرات الكربون مع بعضها بعضاً في سلاسل وحلقات وشبكات متفرعة.

**3. التفاعلات الكيميائية: Chemical Reactions**

أ. تحدث التفاعلات الكيميائية حولنا باستمرار.

ب. يمكن للتفاعلات الكيميائية أن تكون ماصة أو طاردة للطاقة.

جـ. أنواع التفاعلات الكيميائية.

د. العوامل المحفزة تعمل على زيادة سرعة التفاعل.

**4. القوى والحركة: Motions and Forces**

أ. تتغير حركة الأجسام من حركتها عندما تؤثر فيها محصلة قوى، وقوانين الحركة تستخدم لوصفها.

ب. قانون الجذب العام.

جـ. القوى الكهربائية قوى تنتج بين أي جسميّن مشحونيّن.

د. القوى الكهربائية بين جسمين مشحونين أقوى من قوى الجذب بينهما.

هـ. الكهرباء والمغناطيسية وجهان للقوى الكهرومغناطيسية.

**5. تحولات الطاقة وزيادة عدم النظام:**

**Conservation of Energy and Increase in Disorder**

أ. الطاقة لا تفنى ولا تستحدث من العدم، ولكنها تتحول من صورة إلى أخرى.

ب. للطاقة أشكال مختلفة (وضع، حركة، كيميائية، كهربائية).

جـ. الحرارة تؤدي إلى زيادة الحركة العشوائية واهتزاز الذرات والجزيئات.

**6. التفاعل بين المادة والطاقة: Interactions of Energy and Matter**

أ. تنتقل موجات الطاقة عندما تتفاعل مع المادة.

ب. الموجات الكهرومغناطيسية تكون نتيجة لتسارع جسم مشحون.

جـ. كل نوع من الذرات أو الجزيئات يمكنه أن يكسب أو يخسر الطاقة بكمّيات متفاوتة.

د. المواد الموصلة والعازلة وشبه الموصلة للكهرباء.

**المعيار الرابع: علم الحياة: Life Science Standards**

يصف هذا المعيار المادة المعرفية في الأحياء، ويركز على الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والنظريات الواجب (معرفتها)، و(فهمها)، و(تطبيقها) ، كما يأتي:

**الصفوف ( k-4):**

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها التلاميذ في هذه المرحلة ( k- 4)، فإنّه يجب على جميع التلاميذ أن يكونوا قادرين على أن يطوروا ما يأتي:**

**1. خواص الكائنات الحية: Characteristics of Organisms**

أ. تحتاج الكائنات الحية احتياجات معينة من غذاء، وماء، وهواء...الخ، وتعيش فقط حيث يمكن أن تتوافر احتياجاتها، وهناك بيئات ومساكن مختلفة تناسب وتلائم الكائنات الحية.

ب. كل نوع من النباتات أو الحيوانات له تركيب داخلي يتناسب ووظائف معينة.

جـ. سلوك الكائن الحي يتأثر بمؤثرات داخلية (الجوع) أو خارجية (تغير في البيئة).

**2. دورة حياة الكائنات الحية: Life Cycles of Organisms**

أ. النباتات والحيوانات كلها لها دورة حياة تتضمن الولادة، والتطور، والنضج، والتكاثر، والموت. وتختلف تفاصيل هذه الدورة باختلاف الكائن الحي.

ب. تبقى الكائنات الحية (الحيوانات والنباتات) بالقرب من أبويها.

جـ. ترث الكائنات الحية الكثير من صفاتها من آبائها، ولكن بعض صفاتها تنشأ من تفاعل الكائن الحي مع البيئة، ولا يتم توريث هذه الصفات المكتسبة.

3. **الكائنات الحية وبيئاتها: Organisms and Environments**

أ. تعتمد الحيوانات في غذائها على النباتات أو على حيوانات تعتمد في غذائها على النباتات.

ب. سلوك الكائن الحي له علاقة وثيقة بطبيعة البيئة التي يعيش فيها بأنواع الكائنات في هذه البيئة وأعدادها، ومدى وفرة الطعام والمصادر الأخرى بما فيه خصائص البيئة الفيزيائية.

جـ. الكائنات الحية كلها تسبب تغيراً في البيئة التي تعيش فيها، وبعض هذه التغيرات ضارة وبعضها الآخر مفيد.

د. **يعتمد الإنسان على البيئة الطبيعية والبيئة المشيّدة**، ويغيرها بطريقة إما أن تكون ضارة أو نافعة له ولغيره من الكائنات الحية الأخرى.

## الصفوف (5 - 8):

**نتيجة للأنشطة التي يقوم بها تلاميذ صفوف هذه المرحلة (5 - 8)**، فإنّ عليهم جميعاً أن يطوروا (**فهماً**) **حول التركيب، والوظيفة في النظام الحي**، والتكاثر والوراثة، والنظام والسلوك، والمجتمعات والأنظمة البيئية، والتنوع والتكيف في الكائنات الحية؛ مع ملاحظة أنّ التكيف (التأقلم) يُعتبر (مشكلة) بالنسبة للتلاميذ في هذه المرحلة. أمّا الموجهات لهذا المعيار فهي كالآتي:

1. **التركيب والوظيفة في الأنظمة الحية:**

**Structure and Function in Living Systems**

أ. النظام الحيوي في أي مستوى يظهر **طبيعة التكامل بين التركيب والوظيفة** (الخلية، والنسيج، والعضو، والجهاز، والكائن الحي، والنظام البيئي).

ب. تتكون الكائنات الحية كلها من خلايا، والخلية وحدة التركيب للكائنات الحية.

جـ. **الخلية تقوم بالوظائف الضرورية لاستمرار الحياة**، وتنقسم لإنتاج خلايا متماثلة جديدة.

د. خصوصية الخلية؛ تقوم كل خلية بوظيفة.

هـ. للإنسان أجهزة: الجهاز الهضمي، والتنفسي، والتناسلي، والدوري، والإخراج، والمناعة.

و. المرض هو خلل أو فشل في التركيب أو الوظيفة في الكائن الحي.

2. **الوراثة والتكاثر: Reproduction and Heredity**

أ. التكاثر (الجنسي واللاجنسي) من صفات الكائنات الحية؛ وهو مهم لاستمرار وجود النوع وعدم انقراضه.

ب. **الأنثى تنتج البويضات، والذكر ينتج الحيوانات المنوية**؛ والنباتات الزهرية تتكاثر جنسياً.

جـ. الكائن الحي الناضج (البالغ) يبدأ بإنتاج البويضات والحيوانات المنوية، وتحمل الصفات الوراثية من الأم والأب.

د. الأفراد تشبه والديها، ولكنها ليست متماثلة (متطابقة) تماماً مع أي منهما.

هـ. الكائن الحي يحمل صفات تركيبيّة خاصة تنتقل من جيل إلى جيل.

و. **المعلومات الوراثية Genetic Information تحمل على جينات Genes** على كروموسومات في كل خلية (كل جين يحمل صفة واحدة). وكل صفة وراثية تحدد بجينيّن أو أكثر، وخصائص الكائن الحي توصف باعتماد العبور أو التداخل بين الصفات؛ وبعض الصفات الوراثية ينتج من التفاعل مع البيئة.

3. **التنظيم والسلوك: Regulation and Behavior**

أ. الكائنات الحية ينبغي لها أن تكون قادرة على اكتساب واستخدام المصادر (النمو، والتكاثر، والمحافظة على الاتزان الداخلي) مع العيش بتغيرات ثابتة للبيئة الخارجية.

ب. **تنظيم البيئة الداخلية يتطلب الإحساس بالبيئة الداخلية، وتغيّر الأنشطة الفسيولوجية**، للمحافظة على الظروف ضمن مدى مطلوب لاستمرار الحياة.

جـ. السلوك استجابة الكائن الحي للبيئة الداخلية أو المؤثرات البيئية، ويتطلب التواصل والتعاون على مستويات عدّة: الخلوية، والعضوية، والكائن الحي بأكمله.

د. الاستجابة السلوكية مجموعة من الأحداث تُحدّد إما بالوراثة أو بالخبرة.

هـ. سلوك الكائن الحي ينشأ من خلال التكيف (التأقلم) مع البيئة.

4. **السكان والنظام البيئي: Population and Ecosystems**

أ. التجمع السكاني يتكون من أفراد الأنواع التي تعيش معاً في مكان وزمان معيّن.

ب. كل السكان يعيشون معاً، والعوامل الفيزيائية التي يتفاعلون معها تكوّن النظام البيئي Ecosystem.

جـ. السكان من الأحياء يمكن تصنيفها حسب الوظيفة التي تقوم بها في النظام البيئي.

د. النباتات وبعض الأحياء الدقيقة (**منتجات**)، والحيوانات (**مستهلكات**)، والبكتيريا والفطريات (**محلّلات**).

هـ. **الشبكة الغذائية تصف العلاقة بين المنتجات Producers، والمستهلكات Consumers، والمحلّلات Decomposers في النظام البيئي**؛ وفي النظام البيئي مصدر الطاقة هو الشمس، وتحوّل بفعل النباتات إلى مركبات عضوية من خلال **البناء الضوئي Photosynthesis**، وتنتقل هذه الطاقة ضمن الشبكة الغذائية من كائن حي إلى آخر.

و. عدد الكائنات الحية في النظام البيئي يعتمد على المصادر المتوافرة والعوامل الحيوية.

5. **التنوّع والتكيف في الكائنات الحية:**

**Diversity and Adaptations of Organisms**

أ. ملايين الأنواع من الحيوانات والنباتات، والكائنات الدقيقة تعيش في الوقت الحاضر.

ب. التطور البيولوجي في الأنواع تطور من خلال عمليات مخرجة عبر العديد من الأجيال.

جـ. العديد من الأنواع تغيّر صفاتها **للتكيف (التأقلم) الذي يتطلب الاختيار الطبيعي؛ ويتطلب التكيف تغيّراً في التركيب، والسلوك** اللذيْن يحفزان البقاء ونجاح التكاثر في بيئة معينة.

د. انقراض النوع يحدث عندما لا تتلاءم التغيرات البيئية مع صفات الكائن الحي (أي لا يتكيّف).

هـ. الأحافير تدل على انقراض أنواع كثيرة.

## الصفوف (9 - 12):

في صفوف هذه المرحلة (9 - 12) تتوسع المعرفة، وتتضمن بناء ووظيفة (DNA)، ونظريات مثل نظرية التطور. وتتمثل الموجهات في هذا المعيار على النحو الآتي:

1. الخلية: **The Cell**

أ. الخلية ومكوناتها.

ب. معظم عمليات الخلية تتضمن تفاعلات كيميائية.

جـ. **الخلية تخزن معلوماتها على (DNA) ثم تستخدمها للقيام بوظائفها.**

د. وظائف الخلية منتظمة، وهذا التنظيم يتيح للخلية تنظيم عمليات النمو والانقسام.

هـ. النباتات تحتوي على الصبغة الخضراء، وتقوم بعملية البناء الضوئي.

و. الخلايا مختلفة عن بعضها في الشكل، والحجم، والوظيفة.

2. الأساس الوراثي للجزيئات: **Molecular Basis of Heredity**

أ. وظيفة الـ DNA ومكوناته.

ب. معظم خلايا الإنسان تحتوي على زوجين من (22) كروموسوماً، وهناك زوجان (**XX في الأنثى و XY في الذكر**) يحدّدان الجنس.

جـ. التغير في DNA يكون لحظيّاً وبمعدلات قليلة، وهو عادة لا يحدث تغيراً في الخلايا بل في خلايا الجراثيم.

3. التطور البيولوجي: **Biological Evolution**

أ. أنواع الكائنات الحية تتطور باستمرار.

ب. التنوع الكبير في الكائنات الحية ناتج عبر ملايين السنين.

جـ. الملايين من أنواع النباتات والحيوانات مرتبطة بأصول مشتركة.

د. تصنيف الكائنات الحية يعتمد على مدى الارتباط بينها.

4. الاعتماد المتبادل للكائنات الحية: **Interdependence of Organisms**

أ. الطاقة تنبعث من خلال عملية البناء الضوئي والتحلّل.

ب. الكائنات الحية متعاونة ومتنافسة في النظام البيئي.

جـ. موارد البيئة محدودة بالنسبة لتكاثر الكائنات الحية.

د. هناك آثار سلبية لزيادة النمو السكاني كالتلوث وغيرها.

5. المادة، والطاقة، والتنظيم في الكائنات الحية:
**Matter, Energy, and Organization of Living Systems**

أ. المواد كلها تتجه نحو التنظيم.

ب. الطاقة اللازمة للحياة مشتقة من الشحن، وتخزن في النباتات على شكل روابط كيميائية.

جـ. الروابط الكيميائية تحتوي على طاقة وهي ناتجة من تكسر الروابط.

د. توزيع الكائنات الحية محدد بتوافر المادة، والطاقة، وقدرة المجتمع البيئي على إعادة تدوير الموارد.

هـ. المادة، والطاقة مندفعة من خلال الخلية والكائنات الحية، وبين الكائنات الحية والبيئة المحيطة، وهي محفوظة في كلتا الحالتيْن.

6. سلوك الكائنات الحية: **Behavior of Organisms**

أ. الكائنات الحية المتعددة الخلايا لها جهاز عصبي معقد.

ب. **الكائنات الحية لها تصرّفات (سلوك) تستجيب فيها للتغيرات الخارجية والداخلية.**

جـ. التصرفات الحياتية للكائنات الحية متطورة.

د. التصرفات الحياتية متصلة بالجوانب النفسية والفلسفية.

## المعيار الخامس: علوم الأرض والفضاء

## Earth and Space Science Standards

يضم هذا المعيار الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والنظريات المهمة للطلاب جميعهم (لمعرفتها)، و(فهمها)، و(استخدامها)، وذلك كما يأتي:

### الصفوف ( k–4):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها تلاميذ صفوف هذه المرحلة (k–4)، فإنّه يجب أن يكونوا قادرين على أن يطوروا ما يأتي:**

1. خواص مواد الأرض: **Properties of Earth Materials**

أ. مواد الأرض هي: الصخور الصلبة، والتربة، والمياه، والهواء في الغلاف الجوي؛ وهذه المكونات تختلف في الخصائص الكيميائية والفيزيائية، مما يجعل تنوعاً في الفوائد المرجوة منها.

ب. للتربة خواص في اللون، والنسيج، ومدى نفاذيتها للماء، وكذلك تتنوع في قابليتها لزراعة النباتات ونموها.

جـ. تقدم الأحافير دلائل على الحياة القديمة والبيئة التي كانت سائدة فيما مضى.

2. الأجسام في السماء: Objects in the sky

أ. الشمس، والقمر، والنجوم، والسحب، والطيور، والطائرات كلّها لها خصائص في الموضع، والحركة بما يمكن مشاهدته ووصفه.

ب. تعطي الشمس الضوء والحرارة الضرورية لبقاء درجة الحرارة ملائمة على سطح الأرض.

3. التغيرات في الأرض والسماء: Changes in Earth and Sky

أ. يتغير سطح القشرة الأرضية، وبعض هذه التغيرات يتم خلال عمليات بطيئة (التعرية والتجوية)، وبعضها يتم خلال عمليات سريعة (البراكين، والزلازل، والانزلاقات).

ب. يتغير الطقس من يوم إلى آخر وخلال الفصول، ويمكن أن يقاس (الطقس) بقياسات كمية (درجة الحرارة، واتجاه الرياح).

جـ. للأجسام في السماء أنماط من الحركة.

## الصفوف (5 - 8):

يضم محتوى العلوم لصفوف هذه المرحلة (5 - 8) تركيب نظام الأرض، وتاريخ الأرض، والأرض في النظام الشمسي. وأحد أهم أهداف تدريس العلوم في هذا المستوى يتمثل في **تكوين (فهم) لدى التلميذ حول الأرض، والنظام الشمسي** كمنظومة مترابطة ومتناوبة. وقد يمتلك التلاميذ في هذا المستوى نظرية أو فكرة واضحة عن الجاذبية، وشكل الأرض، وموقع الأرض، والشمس؛ إلاّ أنّ معظم التلاميذ ربما غير قادرين على استخدام نماذج في تفسير مراحل القمر وتوضيحه، وتصحيح تفسيرات جدول الفصول تكون أكثر صعوبة لديهم. والموجهات في هذا المعيار كالتالي:

1. تركيب نظام الأرض: Structure of Earth System

أ. الأرض محاطة بغلاف جوي؛ قشرة ستار، ولب.

ب. صفائح الأرض، وقاع المحيط تتسع استجابة لحركة الستار؛ والأحداث الجيولوجية من مثل: الهزات الأرضية، والبراكين، وبناء الجبال تنشأ من حركة هذه الصفائح.

جـ. تشكل الأرض نتيجة لقوى التوحد، والبناء، والهدم.

د. التربة تتكون من حبيبات (فتات الصخور)، ومواد عضوية، وتوجد في طبقات كل منها وتختلف صفاتها عن الأخرى.

**هـ. الماء يغطي معظم سطح الأرض (دورة الماء في الطبيعة).**

و. الغيوم تتكون من تكاثف بخار الماء، وتؤثر في الحياة على سطح الأرض.

ز. هواء الجو يتكون من النيتروجين، والأكسجين، وغازات أخرى وبخار الماء.

ح. الأنماط السائدة في الغلاف الجوي تؤثر في الطقس والمناخ، وأكثر ما يؤثر هو مياه المحيط.

ط. الأحياء يؤدون أدواراً في النظام الأرضي.

2. **تاريخ الأرض Earth's History**

3. **الأرض في النظام الشمسي Earth in the Solar System**

## الصفوف (9 - 12)

يركز المحتوى في صفوف هذه المرحلة على **الطاقة، والعمليات الجيوكيميائية**. ولعلّ التحدث في هذا المستوى يتمثل في مساعدة الطلاب على (فهم) المحتوى من خلال عرض أدلّة مفهومة من مصادر مختلفة، وتطوير تفكير الطلاب وتنميته. والتجارب في هذا المجال تكاد تكون غير متاحة نسبيّاً؛ ولهذا تتم ممارسة الاستقصاء من خلال أسئلة متنوعة (مثيرة للتفكير) يمكن الإجابة عنها باستخدام البيانات، والمعرفة العلمية، وطرق الربط والتفسير المختلفة. **وكنتيجة للأنشطة التي يقوم بها الطلاب في هذه المرحلة (9 - 12)، فإنه يجب على الطلاب أن يكونوا قادرين على أن يطوروا ما يأتي:**

1. **الطاقة في نظام الأرض: Energy in the Earth System**

أ. الأرض لها مصادر داخلية مختلفة للطاقة: داخلية كالجاذبية الأرضية، وخارجية كالشمس.

ب. انتقال الطاقة الحرارية الداخلية يؤدي إلى حدوث ضغط في الصفائح ممّا يغير سطح الأرض.

جـ. تسخين الأرض وغلافها بسبب الشمس يؤدي إلى حدوث الرياح، وتيارات الأمواج.

د. يُحدد المناخ العام بالطاقة المنتقلة من الشمس بالقرب من سطح الأرض.

2. الدورات الجيوكيميائية: **Geochemical Cycles**

أ. الأرض تحتوي على عدد محدد من العناصر الكيميائية، وهي تتحرك ضمن المخزون الأرضي، وتعتبر جزءاً من الدورة الجيوكيميائية.

ب. حركة المواد من خلال مخزونها تكون بسبب الطاقة الداخلية للأرض، وهذا يغير الصفات الكيميائية والفيزيائية للمادة.

3. تطور النظام الأرضي: **Origin and Evolution of the Earth System**

أ. الشمس، والأرض، والكواكب الشمسية كافة مكونة من غبار بارد وغازات.

ب. العمر الجيولوجي يمكن أن يُحسب بدراسة الصخور وتحلّل العناصر المشعة.

جـ. التفاعل بين الأرض الصلبة، والغلاف الجوي، والكائنات الحية تظهر نتائجه في تطور نظام الأرض مثل الزلازل والبراكين.

4. تطور الكون: **Origin and Evolution of the Universe**

أ. أصل الكون شكّل السؤال الأكبر في العلوم.

ب. تكون النجوم والمجرات.

جـ. النجوم تنتج طاقة من التفاعلات النووية (اندماج الهيدروجين).

## المعيار السادس: العلم والتكنولوجيا Science and Technology Standards

يوضح هذا المعيار **العلاقات بين العالم الطبيعي والعالم غير الطبيعي (المصنّع)** من خلال (**فهم**) **علاقة العلم بالتكنولوجيا** امتداداً إلى تنمية قدرة الطلاب على الاستقصاء العلمي؛ وبالتالي يمنح (الطلاب) فرصة لتطوير قدراتهم على التصميم؛ **فالعلم كاستقصاء يوازي التكنولوجيا كتصميم**؛ أي أن **الاستقصاء Inquiry للعلم كالتصميم Design للتكنولوجيا**. وفي هذا، ينبغي معرفة أن هذا المعيار ليس تربية تكنولوجية، وإنما يؤكد العلاقة بين العلم والتكنولوجيا لمعرفتها، وفهمها، واستخدامها، وذلك على النحو الآتي:

### الصفوف (4-k):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها تلاميذ صفوف هذه المرحلة (4-k)، فإنّ على جميع التلاميذ أن يكونوا قادرين على أن يطوروا الآتي:**

1. قدرات التصميم التكنولوجي: **Abilities of Technological Design**

أ. تطوير قدراتهم على شرح المشكلة مستخدمين لغتهم الخاصة.

ب. وصف أفكارهم ونقلها.

جـ. تطوير قدرات العمل الفردي والتعاوني، واستخدام أدوات وتقنيات مناسبة.

د. تقييم نتائجهم أو حلولهم للمشكلات، وتقييم حلول غيرهم؛ وبالتالي القدرة على تغيير التصميم بناء على نتائج التقييم.

هـ. قدراتهم في الاتصال الشفوي والكتابي وبالصور أيضاً.

2. فهم العلم والتكنولوجيا:

**Understanding about Science and Technology**

أ. العلم طريقة **Method** للإجابة عن أسئلة حول العالم الطبيعي.

ب. عمل الناس على حلّ المشكلات من خلال اختراع الأدوات والتقنيات لحلّها.

جـ. العلماء والمهندسون يعملون كفريق مع أفراد آخرين متعاونين لإنجاز أشياء كثيرة؛ ولعلّ هذا الفهم يركز على عمل الفريق والاندماج فيه.

د. يندمج الرجال والنساء بمختلف الأعمار والخلفيات في عمل علمي - تكنولوجي.

هـ. الأدوات تساعد على أداء أفضل في الملاحظة والقياس.

3. قدرات التمييز بين الأشياء الطبيعية والأشياء من صنع الإنسان:

أ. بعض الأشياء توجد بشكل طبيعي وبعضها الآخر من صنع الإنسان.

ب. الأشياء يمكن تصنيفها إلى أشياء حيّة وأخرى غير حيّة.

## الصفوف (5 - 8):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها صفوف هذه المرحلة (5 - 8)، فإنه يجب على الطلبة أن يكونوا قادرين على أن يطوروا ما يأتي:**

1. قدرات التصميم التكنولوجي: **Abilities of Technological Design**

أ. تحديد مشكلات ملائمة لتصميم تكنولوجي.

ب. تصميم حل أو ناتج.

حـ. تقييم التصاميم التكنولوجية الكاملة ونواتجها.

د. مناقشة إجراءات تصميم تكنولوجي مع (الزملاء) الآخرين.

**2. فهم العلم والتكنولوجيا:**

**Understanding about Science and Technology**

أ. **الاستقصاء Inquiry للعلم، كالتصميم Design للتكنولوجيا.**

ب. العديد من الأشخاص ومن ثقافات وخلفيات مختلفة قدموا (ويقدمون) مساهمات في العلم والتكنولوجيا.

جـ. العلم والتكنولوجيا تأثيرهما متبادل.

د. يندر وجود الحلول المصمّمة بشكل تام وكامل ومتقن.

هـ. التصاميم التكنولوجية لها مُحدّدات.

و. الحلول التكنولوجية لها فوائد مقصودة وتداعيات غير مقصودة.

## الصفوف (9 - 12):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها طلبة صفوف هذه المرحلة (9 - 12)، فإنّه يجب على جميع الطلاب أن يكونوا قادرين على أن يطوروا الآتي:**

**1. قدرات التصميم التكنولوجي: Abilities of Technological Design**

أ. **العلم والتكنولوجيا لا ينفصلان**؛ إذ إنّه لا يوجد تقدم للعلوم بدون تطوير الفهم للتكنولوجيا.

ب. **الإنجازات العلمية جزء من التقدم التكنولوجي.**

جـ. تطوير مفاهيم أدق عن العلاقة بين العلم والتكنولوجيا، لتلافي الأخطاء المفاهيمية.

د. القدرة على التصميم التكنولوجي.

هـ. دراسة الأعمال التكنولوجية للآخرين.

و. **تعريف المشكلات، والحاجات، والتصميمات التكنولوجية اللازمة لحلّها.**

ز. اقتراح خطة للتصميم، والقدرة على تصميم النماذج.

ح. فحص الحلول بالنسبة للهدف المصمّم من أجله.

ط. امتلاك المهارات اللازمة لوضع الحلول باستخدام التكنولوجيا من مثل: القص، والتشكيل، وربط المواد، واستخدام الحاسوب.

ي. تقييم نتائج التصميمات التكنولوجية أمام زملائهم ومعلميهم بطرق مختلفة.

2. **فهم العلم والتكنولوجيا**

**Understanding about Science and Technology**

أ. العلماء في فروع المعرفة المختلفة يسألون أسئلة مختلفة، ويستخدمون أساليب مختلفة في البحث.

ب. العلم دائماً يتطور بالتقدم التكنولوجي القادر على حل المشكلات.

جـ. **الابتكار، والخيال، والمعرفة من متطلبات العمل في حقل العلوم والهندسة.**

د. **العلم والتكنولوجيا مهمان لأسباب عدة:** منها تلبية حاجات المجتمع المختلفة، وحل مشكلاته، والاستقصاء العلمي ضروري لفهم طبيعة العلم وبنيته.

هـ. المعرفة التكنولوجية ليست عامة بسبب براءة الاختراع (والأمن الوطني)، ولا تكون عامة إلاّ عندما تُنشر في المجلات والدوريات المتخصصة، وتناقش في الأوساط المختصة.

## المعيار السابع: العلم من منظور شخصي واجتماعي

## Science in Personal and Social Perspectives Standards

إنّ أحد أهم أهداف تدريس العلوم هو أن **يعطى الطالب وسائل للفهم، والتفاعل مع القضايا الشخصية والاجتماعية.** وفي هذا، يمنح هذا المعيار الطلبة فهماً مرتبطاً بمهارات القدرة على صنع القرار واتخاذه من المنظورين: الشخصي والاجتماعي (كمواطن) على النحو الآتي:

### الصفوف (4-k):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها تلاميذ صفوف هذه المرحلة (4-k)، فإنّ عليهم أن يكونوا قادرين على تطوير ما يأتي:**

1. **الصحة الشخصية: Personal Health**

أ. الأمن والطمأنينة احتياجات أساسية للإنسان؛ حيث يتضمن الأمن الابتعاد عن المخاطر، بينما تتضمن الطمأنينة الشعور بالثقة وعدم التوتر والعدل.

ب. يتحمل الأفراد بعضاً من المسؤولية حول صحتهم، وعلى التلاميذ أن يتعلموا كيف يحافظون على صحتهم، وتتضمن معرفتهم هذه معرفة كيفية اتقاء الأمراض.

جـ. **التغذية أمر ضروري للصحة، وعلى التلاميذ فهم ضرورة التنوع الغذائي،** ومعرفة الغذاء الجيد.

د. هناك مواد ضارة بالصحة من مثل:السجائر (التدخين)، والكحول، والمخدرات، والاستخدام المفرط في تناول الأدوية.

2. **الخصائص والتغيرات في السكان:**

**Characteristics and Changes in Population**

أ. التجمع السكاني مجموعة من الأفراد يعيشون في منطقة محدّدة، وأحد أهم خصائص التجمع السكاني هو الكثافة السكانية (الأفراد بالنسبة لمساحة المنطقة).

ب. قد يزيد أو يقل عدد السكان، ولكنه في الغالب يزيد ما لم تؤثر عليه عوامل مختلفة كالأمراض والأوبئة.

3. **أنواع المصادر: Types of Resources**

أ. المصادر هي الأشياء التي نأخذها من البيئة الحية وغير الحية لتلبية احتياجات السكان وأغراضه.

ب. **بعض المصادر أساسية من مثل:** الهواء، والماء، والتربة؛ وبعضها يتم إنتاجه من مصادر أساسية كالطعام، والوقود، ومواد البناء، وبعضها غير مادي كالجمال والأمن والهدوء والطمأنينة.

جـ. كثير من المصادر محدودة وغير متجدّدة، ويمكن العمل على الاستفادة منها لمدة أطول وذلك بالتدوير أو تقليل الاستخدام.

4. **التغيرات في البيئة: Changes in Environments**

أ. البيئة هي كل ما يحيط بالفرد أو الكائن الحي مؤثراً ومتأثراً به.

ب. التغير في البيئة يكون طبيعياً أو بتأثير الإنسان، وبعض هذه التغيرات إيجابي وبعضها سلبي.

جـ. بعض هذه التغيرات سريع وبعضها بطيء.

5. العلم والتكنولوجيا في التحدّيات المحلية:

**Science and Technology in Local challenges**

أ. يستمر الناس في اختراع وسائل تجمع تجعل من حياتهم أكثر يسراً وسهولة، ولابد أن لهذه الاختراعات آثارها السلبية أو الإيجابية على الأفراد.

ب. **يساهم كل من العلم، والتكنولوجيا في تحسين نوعية الطعام وكميته، وتحسين المواصلات، والصحة، والاتصالات**؛ إلاّ أن فوائد العلم والتكنولوجيا هذه ليست مُتاحة لكل الناس في العالم.

## الصفوف (5 - 8):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها تلاميذ صفوف هذه المرحلة (5 - 8)، فإنّه يجب أن يكونوا قادرين على أن يطوروا ما يأتي:**

1. الصحة الشخصية: **Personal Health**

أ. التمارين المنتظمة مهمة للمحافظة على صحة الجسم.

ب. احتمال حدوث الحوادث، ووجود المواد الضارة يفرض الحاجة إلى منع الجروح.

جـ. تطوير واستخدام احتياجات السلامة، وإدراك الخطورة في القرارات الشخصية.

هـ. **الكحول، والمهدئات الأخرى مواد ضارة للجسم، وقد تؤدي إلى الإدمان.**

و. الجنس نشاط إنساني طبيعي يتطلب الفهم، ومن الوسائل الشائعة لنقل الأمراض.

ز. البيئة الطبيعية يمكن أن تحوي مواد (الرادون، والرصاص) مؤذية للإنسان.

2. السكان والمصادر والبيئات: **Populations, Resources, and Environments**

أ. المنطقة المكتظة بالسكان يمكن أن تؤذي البيئة بسبب الاستخدام الفائض للمواد.

ب. أسباب التدهور البيئي واستنزاف المصادر تختلف من منطقة إلى أخرى ومن بلد إلى بلد.

3. المخاطر الطبيعية: **Natural Hazards**

أ. العمليات الداخلية والخارجية للأرض تسبب مواد ضارة وأحداثاً يمكن أن تدّمر الحياة الإنسانية والبرية.

ب. المخاطر الطبيعية تشمل الزلازل، والبراكين، وانزلاق الصفائح، والحرائق، والفيضانات، والعواصف... الخ.

جـ. الأنشطة الإنسانية يمكن أن تسرّع من التغيرات الطبيعية.

د. المخاطر الطبيعية يمكن أن تشكل تحدّياً شخصياً أو اجتماعياً.

4. **المخاطر والمنافع: Risks and Benefits**

أ. تستخدم النتائج لتحديد الخيارات المناسبة لتقليل المخاطر.

ب. يجب أن يفهم الطلبة **المخاطر المرتبطة بالأضرار الطبيعية، والمخاطر الكيميائية، والمخاطر البيولوجية، والمخاطر الاجتماعية، والمخاطر الشخصية.**

جـ. **القرارات الشخصية المهمة والمجتمعية** تعمل على أساس إدراك المخاطر والمنافع.

5. **العلم والتكنولوجيا في المجتمع: Science and Technology in Society**

أ. العلم يؤثر في المجتمع من خلال معرفته ونظرته إلى العالم.

ب. الإجراءات التي يستخدمها العلماء تؤثر في طريقة تفكير العديد من أفراد المجتمع.

جـ. **التحديات المجتمعية تطرح الأسئلة للبحث العلمي** الذي يتأثر بالتمويل المجتمعي.

د. العلماء والمهندسون يعملون في أماكن مختلفة كالجامعات، ومراكز البحوث، والمصانع، والوكالات والمؤسسات العامة والخاصة.

هـ. **التكنولوجيا تؤثر في المجتمع** من خلال عملياتها ومنتجاتها.

و. **الحاجات المجتمعية، والاتجاهات، والقيم تؤثر في اتجاه التطور التكنولوجي.**

ز. **العلم والتكنولوجيا** لهما دور كبير في النمو الاقتصادي والاجتماعي.

ح. **العلماء والمهندسون لهم أخلاقيات** تفرض عليهم إعلام المبحوثين بالمخاطر والمنافع المرتبطة بهذه البحوث قبل الموافقة على المشاركة في هذه البحوث.

ط. العلم لا يستطيع الإجابة عن الأسئلة كلها، وكذلك التكنولوجيا لا تستطيع حل كل المشكلات الإنسانية التي تواجه الحاجات البشرية.

## الصفوف (9 - 12):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها الطلبة في هذه المرحلة (9 - 12)، فإنه يجب أن يكونوا قادرين على تطوير ما يأتي:**

1. صحة الفرد وصحة المجتمع: **Personal and Community Health**

أ. الكوارث يمكن أن تسبب المرض وعدم القدرة على الحياة، والإنسان يملك الوسائل التي تمكنه من التغلب عليها.

ب. **أعراض المرض تعتمد على نوعه، وعلى مقاومة الجسم.**

جـ. اختيار الفرد للرشاقة يحكمه عوامل عدة مثل العادات، والمعتقدات.

د. اختيار الغذاء المتوازن.

هـ. طرائق تحديد النسل، والناحية الجنسية.

و. التصرفات والمزاج يمكن أن تتغير، ويصبح مفيداً أو ضاراً حسب الدوافع لهذا التغيير، والعقاقير يمكن أن تكون خطرة وتسبب الأمراض.

ز. توافر مقومات الصحة الأساسية في مرحلة الطفولة.

2. النمو السكاني **Population Growth**

أ. النمو السكاني يتحكم به عوامل عدة مثل معدلات المواليد والوفيات، والهجرة؛ والنمو السكاني له أثر كبير على البيئة.

ب. **حجم العائلة يتحدد بعوامل عدة** مثل التعليم، وعمل المرأة، وتكلفة تربية الأطفال، والعامل الديني.

جـ. عدد السكان لا يتحدد فقط بمحدودية المكان، بل بمحدودية الموارد والتكنولوجيا التي يمكن أن تؤدي دوراً إيجابياً أو سلبياً.

3. المصادر الطبيعية **Natural Resourses**

أ. النمو السكاني مستمر في استهلاك الموارد البيئية لتلبية حاجاته.

ب. المصادر على الأرض ليست منتهية؛ إذ إن زيادة الاستهلاك يؤدي إلى إيجاد مصادر جديدة.

جـ. النظام الطبيعي يمكن أن يُعد أو يُهيأ لتلبية حاجات الإنسان والتكنولوجيا.

4. نوعية البيئة: **Environmental Quality**

أ. **النظام البيئي قادر على المحافظة على اتزانه**، ولكن تدخل الإنسان قد يسبب الضرر.

ب. مواد المجتمع الإنساني تؤثر على الدورات الفيزيائية والكيميائية للأرض.

حـ. نوعية البيئة تتأثر بعوامل عدة منها: النمو السكاني، والاستهلاك الكبير للمواد، والاقتصاد.

5. **المخاطر الطبيعية والمخاطر من صنع الإنسان:**

**Natural and Human - Induced Hazards**

أ. الإنسان يمكن أن يتأثر بالتعديل الطبيعي الذي يتم في الأرض.

ب. نشاطات الإنسان تؤثر في حدوث المخاطر مثل الفضلات، واستهلاك المصادر وغيرها.

جـ. الزلازل والبراكين سريعة التأثير؛ إلا أن هناك ظواهر أخرى مؤثرة ولكنها بطيئة مثل التآكل، وعمليات الترسيب وغيرها مما يؤثر على المجتمع بطرق سلبية.

د. التصميمات البيئية تقدم فائدة للمجتمع، ولكن يمكن أن تكون لها أضرار مما يتطلب أخذ ذلك بعين الاعتبار ودقة في وزن الأمور وتقديرها.

6. **العلم والتكنولوجيا والتحديات المحلية والإقليمية والعالمية:**

**Science and Technology in Local, National, and Global Challenges**

أ. العلوم والتكنولوجيا يمكن أن تتنبأ بما يمكن أن يحدث وليس بما عليه أن يحدث، وهذا يشمل قرارات الإنسان بالنسبة إلى استخدام التكنولوجيا.

ب. **فهم المبادئ الأساسية عن العلوم والتكنولوجيا** يقدم مناقشة نشطة حول الاستقصاء والسياسة في العلوم المختلفة والتحديات التي لها علاقة بالتكنولوجيا؛ أمّا فهم العلوم لوحدة فليس قادراً على تحليل هذا التحديات.

جـ. **التقدم بالعلوم والتكنولوجيا** يمكن أن **يتأثر بالقرارات الاجتماعية.**

د. هناك أثر كبير للناس والبيئة المحيطة بهم.

هـ. يجب عرض البحوث الجديدة في مجال العلوم والتكنولوجيا القادرة على الإجابة عن الأسئلة مثل ما هي الأخطار؛ ويتعلم الطلبة كيف يمكن للعلم والتكنولوجيا الإجابة عن هذه الأسئلة وأهميتها.

## المعيار الثامن: تاريخ وطبيعة العلم

## History and Nature of Science Standards

يحتاج الطلاب ضمن هذا المعيار إلى فهم انعكاسات تاريخ العلم على العلم نفسه وأنه مستمر في التغيير؛ وكذلك معرفة الدور الذي تؤديه العلوم في تطوير التقنيات المختلفة، وذلك على النحو الآتي:

### الصفوف (k-4):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها تلاميذ صفوف هذه المرحلة ( k-4)، فإنّه يجب على التلاميذ أن يكونوا قادرين على أن يطوروا ما يأتي:**

1. **العلم مسعى إنساني: Science as a Human Endeavor**

أ. مارس الإنسان العلم، والتكنولوجيا منذ القدم.

ب. خلال تاريخ العلم والتكنولوجيا الطويل تم تسجيل مشاركات متنوعة بين الرجال والنساء.

جـ. على الرغم أن المحاولات التي قام بها الرجال والنساء مكنتهم من الكشف عن الكثير من الأشياء، إلاّ أنه بقي الكثير مما لم يعرف أو يكتشف بعد؛ فالعلم مسعى لا يمكن أن ينتهي.

د. **كثير من الناس يتخذون العلم مستقبلاً (مهنة) لهم، ويقضون عمرهم في البحث والدراسة**، وكثير من الناس يحققون السعادة من خلال انشغالهم بالعلم.

### الصفوف (5 - 8):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها تلاميذ صفوف هذه المرحلة (5 - 8)، فإنّ على جميع التلاميذ أن يكونوا قادرين على تطوير ما يأتي:**

1. **العلم مسعى إنساني: Science as a Human Endeavor**

أ. رجال ونساء من خلفيات اجتماعية وعرقية وثقافية مختلفة ينخرطون في أنشطة العلم والهندسة والمجالات المرتبطة بهما.

ب. بعض العلماء يعملون في فرق، وبعضهم لوحده، لكنهم جميعاً يتواصلون فيما بينهم.

جـ. العلم يتطلب قدرات متنوعة مثل المجال الدراسي.

د. **العلم مشروع إنساني حقيقي، ويعتمد العمل العلمي على سمات إنسانية** أساسية كالتفكير العلمي والمنطقي والتخيل والمهارة والإبداع، وعادات عقلية أخرى كالأمانة العلمية والقيم والاتجاهات.

2. **طبيعة العلم: Nature of Science (NOS)**

أ. العلماء يكونون تفسيراتهم للطبيعة ويختبرونها بالملاحظة، والتجريب، والنماذج النظرية والرياضية.

ب. **معظم الأفكار العلمية الرئيسية لها دعم تجريبي** على الرغم أنها (من حيث المبدأ) قابلة للتعديل والتغيير.

جـ. **العلماء يغيرون أفكارهم عن الطبيعة عندما يواجهون أدلة تجريبية جديدة وشواهد جديدة** لا تطابق التفسيرات الموجودة.

د. تقييم نتائج الاستكشافات العلمية، والتجارب، والملاحظات، والنماذج النظرية من قبل العلماء جزء لا يتجزأ من الاستقصاء العلمي.

3. **تاريخ العلم: History of Science**

أ. أفراد كثيرون ساهموا في تقاليد العلم.

ب. يمارس العلم من قبل أفراد مختلفين في خلفياتهم وثقافاتهم.

جـ. تتبع مسار العلم يوضح الصعوبات التي واجهها العلماء في أفكارهم وإبداعاتهم.

## الصفوف (9 - 12):

**كنتيجة للأنشطة التي يقوم بها الطلبة في هذه المرحلة (9 - 12)، فإنّ على جميع الطلبة أن يكونوا قادرين على أن يطوروا الآتي:**

1. **العلم مسعى إنساني: Science as a Human Endeavor**

أ. للإنسان مساهمة في العلوم من حيث البحث كفرد أو كفريق للإجابة عن الأسئلة، أو أخذ الموضوع كهواية.

ب. العلماء يتحلون بالأخلاق مثل: الصدق والأمانة، وإعطاء تقرير عن الطرق والنتائج، ونشر النتائج (قد تحدث بعض الانتهاكات).

2. طبيعة المعرفة العلمية: **Nature of Scientific Knowledge**

أ. العلوم مميزة من حيث إنّها تستخدم المعايير، والمنطق، والجدال، والبحث عن التفسير لطبيعة العلم.

ب. **التفسير العلمي يجب أن يكون محتوياً على دليل ملاحظ ومجرّب**، وقدرة على التنبؤ الدقيق المنطقي، ويتم نشر هذا التفسير (البحث).

جـ. الأفكار العلمية تتميز بقابليتها على التغير إذا ظهرت أدّلة جديدة ناقضتها أو بينت (أثبتت) عدم صحتها.

3. المنظور التاريخي: **Historical Perspectives**

أ. العلوم الحديثة تتبع الصناعة في الغرب، ولكن في المجتمعات غير الأوروبية يتم تطوير أفكار علمية تحل مشكلات الناس من خلال التكنولوجيا.

ب. **الطلاب يمكن أن يتعلموا عن العلوم بدراسة أعمال العلماء، وطريقة تطويرهم للمعرفة العلمية**، ممّا كان له أثر في العلوم والمجتمع (نظرية الذرة، وقوانين نيوتن، ونظرية الأحياء الدقيقة).

جـ. المنظور التاريخي للعلوم يكشف أن المعرفة العلمية متغيرة، وتتعدّل عبر الزمن ومبنية على المعارف التي سبقتها.

وبناء على ما تقدّم حول **معايير المحتوى (الثمانية) في العلوم**، ولكي تتحقق هذه المعايير ابتداءً من دمج مفاهيم العلم وعملياته وانتهاءً بتاريخ وطبيعة العلم، فإنّه يجب أن يتماشى **استخدامها وتطبيقها** جنباً إلى جنب مع **معايير تدريس العلوم، ومعايير تقييم التربية العلمية**؛ إذ إنّ استخدام المحتوى العلمي الجديد مع تدريس وتقييم تقليديّين لن يحقق الأهداف والغايات الوطنية المنشودة من حركة إصلاح مناهج العلوم وتدريسها.

ومن جهة أخرى، فإن ثمة **ثلاثة محكات تتحكم في اختيار المحتوى العلمي Selection of science Content** وهي:

**الأول**: أن يكون **المحتوى في العلوم دقيقاً وملائماً لحاجات الطلبة** في صفوف التدريس جميعها في المراحل الثلاث: (K-4)، و(5 - 8)، و(9 - 12).

**الثاني**: أن **يتناسب (المحتوى) مع مراحل نمو الطالب وقدراته** مع توكيد التجريد في التفكير وهو يتقدّم من صف دراسي إلى آخر.

**الثالث:** أن يكون (**المحتوى**) **قابلاً للتنفيذ من قبل معلمي العلوم، والمشرفين التربويين، ومخططي المناهج**. وعليه؛ يمكن إضافة (أو تعديل) المحتوى في المعايير الثمانية على ألاّ يؤثر ذلك في إعاقة أو منع تعلم المفاهيم الأساسية التي تم تحديدها للطلبة جميعهم في المعايير الثمانية.

**وفي هذا كله، تؤكد المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) الرؤية في إحداث التغييرات والتحولات والتوجهات في معايير المحتوى العلمي** كما تتضح في الجدول (9-5).

**الجدول (9-5): التغييرات والتوجهات في معايير محتوى العلوم**

| تأكيد أقل على: Less Emphasis On | تأكيد أكثر على: More Emphasis On |
|---|---|
| 1. معرفة الحقائق العلمية والمعلومات.<br>2. دراسة المادة العلمية لذاتها.<br>3. فصل المعلومات عن عمليات العلم.<br>4. تغطية موضوعات علمية كثيرة.<br>5. الأنشطة العلمية تؤكد المحتوى العلمي.<br>6. يتم عمل الطلاب بحصة واحدة.<br>7. مهارات العمليات خارج السياق العلمي.<br>8. الوصول إلى إجابة واحدة.<br>9. تقديم استنتاجات دون الدفاع عنها.<br>10. انتهاء الاستقصاء بانتهاء التجربة.<br>11. إيصال النتائج إلى المعلم.<br>12. إدارة المواد والمعّدات.<br>13. تنفيذ الاستقصاء كمجموعة من الإجراءات والعمليات. | 1. فهم المفاهيم العلمية وقدرات الاستقصاء.<br>2. ربط المادة العلمية بالتكنولوجيا والمنظور الشخصي والاجتماعي وتاريخ العلم وطبيعته.<br>3. تكامل المعرفة العلمية بعمليات العلم.<br>4. تغطية عدد أقل من المفاهيم العلمية الأساسية.<br>5. الأنشطة تتطلب استخدام الاستقصاء العلمي.<br>6. عمل الطلاب لفترة أطول ويمتد خارج الصف.<br>7. مهارات العمليات ضمن السياق العلمي.<br>8. استخدام الدليل، وبحث وتحليل أسئلة العلم.<br>9. تقديم استنتاجات مبرّرة والدفاع عنها.<br>10. بحث أكثر وتوليد أسئلة جديدة للتحرّي والاستقصاء.<br>11. إيصال النتائج إلى الزملاء للتفاعل معها ومناقشتها.<br>12. إدارة الأفكار والمعلومات.<br>13. تنفيذ الاستقصاء كاستراتيجية تدريسية، وقدرات وأفكار ليتم تعلمها. |

### المجال الخامس: معايير البرنامج Program Standards

تشمل معايير برنامج التربية العلمية ستة معايير؛ وتهتم المعايير الثلاثة الأولى (أ، ب، جـ) بتنظيم البرنامج، والمعايير الثلاثة الأخرى (د، هـ، و) تصف الشروط الضرورية لتنظيم البرنامج. وهي على النحو الآتي:

**معيار البرنامج (أ): Program Standard (A) جميع عناصر البرنامج يجب أن تتسق مع بعضها بعضاً ومع المعايير الوطنية الأخرى للتربية العلمية**، وذلك من أجل تحقيق الأهداف بشكل واضح. وهذا يتطلب ما يأتي:

1. **وجود أهداف واضحة ومحدّدة** لتوجه عملية بناء وتنفيذ وتقييم عناصر البرنامج.
2. **اختيار وحدات ومفردات المساقات** بناء على أسس منهجية محدّدة كما في تحديد خبرات الطلبة السابقة، وتسلسل الموضوعات، وتجنب تكرارها.
3. مناسبة **طرائق وأساليب التدريس واتساقها مع الأهداف.**
4. تماشي **سياسات تقييم الطلاب مع التوقعات المرتقب حدوثها** لدى الطلاب دون التركيز على (حفظ) المعلومات.
5. توفير نظم داعمة للبرنامج كالوقت، والمواد، وفرص تطوير المعلمين، والتمويل.

**معيار البرنامج (ب): Program Standard (B) أن يكون برنامج العلوم ملائماً لحياة الطلاب، ومرتبطاً مع المواد الدراسية الأخرى، ومؤكداً على الأسلوب الاستقصائي.** وهذا يتطلب أن:

1. يشمل البرنامج **معايير المحتوى (الثمانية) جميعها.**
2. يكون المحتوى مناسباً لحياة الطلاب.
3. يرتبط البرنامج مع باقي المواد الدراسية خارج العلوم.
4. **يتبنى البرنامج المنحى الاستقصائي.**

**معيار البرنامج (جـ): Program Standard (C) يجب أن يتم التنسيق بين برنامج العلوم وبرنامج الرياضيات حتى يتمكن الطالب من فهم واستخدام الرياضيات في دراسة العلوم.** ويمكن تحقيق ذلك من خلال:

1. اهتمام الطالب بعملية جمع البيانات.

2. معالجة البيانات بشكل رياضي للتوصل إلى القوانين ثم الرياضيات.

3. وصف وتفسير الظواهر بناء على معلومات كميّة.

4. استخدام بيانات حقيقية من تجارب العلوم في مسافات الرياضيات.

**معيار البرنامج (د): Program Standard (D) يضمن البرنامج تهيئة المصادر الملائمة والكافية للتنفيذ من مثل: المعلم الكفء، والزمن الكافي، والمواد، والأجهزة، والمجتمع المحلي المساند.** ولتحقيق ذلك لابد من مراعاة الآتي:

1. **إتقان المعلم (معلم العلوم) المحتوى (العلمي) الأكاديمي وطبيعة العلم.**

2. استخدام **استراتيجيات وطرائق ومناحي تدريس مختلفة في تدريس العلوم.**

3. الامتداد بالأنشطة خارج الصف.

4. الاستخدام الواسع للتجهيزات المخبرية.

**معيار البرنامج (هـ): Program Standard (E) جميع الطلاب في برنامج العلوم يجب أن تكون لهم فرص متساوية لدراسة العلوم.** وهذا يتطلب تنويع الفرص للطلاب (بما فيهم ذوو الحاجات الخاصة) لتحقيق تعلم أفضل للعلوم تحقيقاً لشعار **(العلم للجميع).**

**معيار البرنامج (و): Program Standard (F) تعمل المدارس بوصفها مجتمعات وتشجع المعلمين وتساندهم وهم ينفذون برامج فاعلة في العلوم.** وهذا يتطلب ما يأتي:

1. **تدعم المدارس وتؤكد الجهود الإصلاحية لبرنامج العلوم.**

2. تشجع المدارس المعلمين وتساندهم لإجراء البحوث حول إصلاح تدريس العلوم.

3. تساند المدارس المعلمين على إنشاء شبكات لإصلاح تدريس العلوم، والتعاون مع الجامعات ومراكز العلوم والجمعيات العلمية المختلفة لأغراض التطوير.

وفي هذا كله، **تؤكد المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) الرؤية في إحداث التغييرات والتحولات والتوجهات Trends في معايير برنامج التربية العلمية** كما هو مبيّن في الجدول (9 - 6).

الجدول (9 - 6): التغييرات والتوجهات في معايير برنامج التربية العلمية

| تأكيد أقل على: Less Emphasis On | تأكيد أكثر على: More Emphasis On |
|---|---|
| 1. تطوير برامج العلوم في الصفوف المختلفة بشكل مستقل عن بعضها. | 1. تطوير برامج العلوم بشكل كلي للصفوف كلها (k-12). |
| 2. استخدام التقييم بمعزل عن المناهج والتدريس. | 2. استخدام التقييم موازياً للمنهاج والتدريس. |
| 3. استخدام المصادر الموجودة، والكتب الموجهة بالمحاضرة. | 3. استخدام المصادر المتعدّدة الهادفة، والكتب الموجهة استقصائياً. |
| 4. تغطية واسعة لمعلومات غير مترابطة. | 4. دراسة ظواهر علمية لها علاقة بحياة الطلاب. |
| 5. معاملة العلوم كمواد معزولة عن المواد الأخرى. | 5. ربط العلوم بالمواد الدراسية الأخرى كالرياضيات. |
| 6. فرص العلوم موجهة نحو مجموعة واحدة. | 6. تحديات العلوم موجهة لجميع الطلاب. |
| 7. قرارات التعيين مقتصرة على الإداريين. | 7. إشراك المعلمين في قرارات التعيين. |
| 8. معاملة المعلمين كمعزولين. | 8. معاملة المعلمين كمهنيين ومطورين. |
| 9. المعلم تابع. | 9. المعلم قائد، ومتخذ قرارات. |
| 10. تشجيع المنافسة. | 10. تشجيع الزمالة والتعاون كفريق. |

### المجال السادس: معايير النظام System Standards

الوظيفة الأساسية لمعايير النظام تتمثل بشكل رئيسي في **تثقيف المواطنين علمياً**. وثمة جهات عديدة تشترك في بناء هذا النظام من أبرزها: **المنظمات الوطنية National Organizations**، **والقطاع الخاص Private Sector**، **والحكومة Government**. وهي تشكل أنظمة فرعية Subsystems تصب في النظام العام؛ وبالتالي فإنّ التنسيق بينها يعد قوة ومساندة فاعلة للتغيير والتطوير، بينما التعارض (أو التناقض) يؤدي إلى إعاقة التطوير والإبداع. وتتضمن معايير النظام الآتي:

**معيار النظام (أ): System Standard (A) يتضمن رؤية عامة تشترط أن تكون السياسات التي تحكم تدريس العلوم أن تتماشى مع المعايير الأخرى للتربية العلمية (معايير تدريس العلوم، ومعايير التقييم، ومعايير المحتوى العلمي)، بينما تسمح بالتكيّف وفقاً للظروف المحلية.**

**معيار النظام (ب): System Standard (B) ويتضمن تنسيقاً عبر النظام:** تحتاج السياسات التي تحكم تدريس العلوم إلى أن تكون منسقة داخل وعبر الوكالات والمؤسسات والمنظمات ذات العلاقة للتنسيق بين كليات العلوم، وكليات العلوم التربوية لتخطيط ووضع برامج لإعداد معلمي العلوم.

**معيار النظام (جـ): System Standard (C)** ويتضمن الاستمرارية: تحتاج السياسات التربوية أن تستقر وتستمر بعض الوقت لضمان الاستمرارية الضرورية لإحداث التغييرات المطلوبة نتيجة لتطبيق المعايير، ومن ثم قياس وتقييم السياسات مع الوقت.

**معيار النظام (د) System Standard (D) ويتضمن الموارد:** يجب أن تتم مساندة السياسات بالموارد والمصادر المناسبة لتحقيق الإصلاح التربوي المطلوب (من مثل توفير المعلم الكفء، والمنهاج الجيد، والتجهيزات، والوقت الكافي).

**معيار النظام (هـ): System Standard (E) ويتضمن العدالة:** يجب أن تحقق السياسات العدالة والمساواة بين الطلبة بمختلف جنسهم، وقدراتهم، وخلفياتهم الاجتماعية والاقتصادية.

**معيار النظام (و) System Standard (F) ويتضمن التأثيرات غير المتوقعة:** يجب مراجعة أدوات السياسات التربوية من حين إلى آخر لمواجهة التأثيرات غير المتوقعة على الممارسات التدريسية للمعلمين في الصفوف الدراسية المختلفة.

**معيار النظام (ز): System Standard (G) ويتضمن المسؤولية الشخصية:** الأفراد والمنظمات المسؤولة عن الإصلاح التربوي معنيون جميعهم بتحقيق الرؤية الجديدة لحركة الإصلاح التي تعبّر عنها **المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** بخطة عامة إرشادية لمنهاج العلوم، ولكنها لا تحدّده ولا تمركزه (**فالمناهج ليست مركزية**)، بل **يتم تكييفه وفقاً للولاية State، أو المنطقة District، أو البيئة المحلية Local.**

ولتحقيق ما سبق، تؤكد **معايير نظام التربية العلمية (NSES) التغييرات والتوجهات Trends على مستوى النظام الوطني Federal System** كما هو مبيّن في الجدول (9 - 7).

الجدول (9 - 7): التغييرات والتوجهات في معايير النظام على المستوى الوطني

| تأكيد أقل على: Less Emphasis On | تأكيد أكثر على: More Emphasis On |
|---|---|
| 1. مساعدات مالية لتصميم مناهج لا تتماشى مع المعايير الوطنية.<br>2. مساعدات مالية لتدريب عدد قليل من المعلمين مهنياً.<br>3. مؤسسات تعمل مستقلة في مجال تدريس العلوم.<br>4. دعم البرامج والأنشطة التي لا تخضع للمعايير.<br>5. الجهود الفيدرالية المستقلة عن الولاية والمنطقة.<br>6. مشاريع قصيرة المدى. | 1. مساعدات مالية لتصميم مناهج تتماشى مع المعايير الوطنية.<br>2. مساعدات مالية لتدريب قطاع واسع من المعلمين مهنياً تتماشى مع المعايير.<br>3. مؤسسات ومنظمات تنسق فيما بينها في مجال تدريس العلوم.<br>4. دعم البرامج والأنشطة التي تنفذ المعايير على مستوى الولاية والمنطقة.<br>5. التنسيق بين الجهود الثلاثة.<br>6. مشاريع طويلة المدى. |

كما تؤكد معايير نظام التربية العلمية التغييرات والتوجهات **Trends** على مستوى نظام الولاية **State System** كما هو موضح في الجدول (9 - 8).

الجدول (9 - 8): التغييرات والتوجهات في معايير النظام على مستوى الولاية

| تأكيد أقل على: Less Emphasis On | تأكيد أكثر على: More Emphasis On |
|---|---|
| 1. المبادرات الفردية لإصلاح تدريس العلوم.<br>2. تمويل برامج وورش ذات علاقة طفيفة بمعايير إصلاح التربية العلمية.<br>3. التقييم المرتبط بالمحتوى العلمي التقليدي للعلوم.<br>4. الأساليب القائمة (التقليدية) في إعداد المعلمين.<br>5. تأهيل وتدريب المعلمين وفق المتطلبات التقليدية. | 1. تنسيق الجهود المشتركة لإصلاح تدريس العلوم.<br>2. تمويل مناهج مصمّمة على معايير الإصلاح.<br>3. التقييم المرتبط بمعايير المحتوى العلمي.<br>4. الأساليب المنسجمة مع حركة الإصلاح وفق المعايير.<br>5. تأهيل وتدريب المعلمين وتطويرهم وفق قدراتهم في العلوم، وأساليب التدريس، والمعايير. |

وكذلك تؤكد **معايير نظام التربية العلمية (NSES) التغييرات والتوجهات Trends** على مستوى نظام المنطقة **District System** كما هو مبيّن في الجدول(9-9).

**الجدول (9-9): التغييرات والتوجهات في معايير النظام على مستوى المنطقة**

| تأكيد أقل على: Less Emphasis On | تأكيد أكثر على: More Emphasis On |
|---|---|
| 1. ورش تدريبيّة فنية قصيرة المدى في أثناء الخدمة. | 1. تطوير مهني مستمر لدعم المعلمين في أثناء الخدمة. |
| 2. سياسات لا تستند إلى الإصلاح الذي تحدده المعايير الوطنية. | 2. سياسات مُصمّمة لدعم التغييرات الإصلاحية ومساندتها. |
| 3. شراء مراجع وكتب علوم تقليدية. | 3. تبني وشراء مراجع وكتب تنسجم مع المعايير. |
| 4. الاختبارات المقنّنة غير المرتبطة بالمعايير. | 4. التقييم (الجديد) المرتبط بالمعايير. |
| 5. دور الإدارات المدرسية في تحديد ما ينبغي تطويره في التربية العلمية. | 5. دور المعلمين أنفسهم في ما ينبغي تطويره وكفاءة في التربية العلمية. |
| 6. تمركز السلطة في المستويات العليا في النظام التعليمي. | 6. تمركز السلطة في المستويات التي تنفذ المعايير. |
| 7. تجاهل مجلس المدرسة للتغييرات في المناهج والتدريس، والتقييم. | 7. دعم مجلس المدرسة لإصلاحات مناهج العلوم ومساندتها وفقاً للمعايير. |

هذا، **وتختتم المعايير الوطنية للتربية العلميّة (NSES)** بتقديم **التحدّي Challenge** بعد أن قدمت **رؤية جديدة مستقبلية بعيدة المدى لإصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**. وفي سياق هذا، تذكر المعايير أنّه على الرغم أنّ **معلمي العلوم قد اشتركوا في تطوير هذه المعايير، لدورهم المركزي في تنفيذها**، إلاّ أنه ليس من العدل أن يتولوا وحدهم المسؤولية ليقع العبء الأكبر على كاهلهم، فيدٌ واحدة لا تصفق. فكل **المجتمع العلمي التربوي (مطورو المناهج، ومشرفو العلوم والمناطق، وصانعو السياسة، ومختصو القياس والتقويم، والعلماء، ومعلمو العلوم) مسؤول ومشارك، ولهم في ذلك نصيب**. ويجب عليهم أن يتحملوا المسؤولية فرادى ومجموعات؛ لتحقيق الرؤية الإصلاحية الجديدة لهذه المعايير الوطنية للتربية العلمية. وكل واحد شارك بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، ويتحمل جانباً من

المسؤولية في إصلاح مناهج العلوم وتدريسها. وبعمل ذلك، يتراكم ويتعاظم التجديد والإصلاح **بالنوعية والتفوق والتميز**، وتتحقق **الثقافة العلمية** للمواطنين في القرن الحادي والعشرين بواقعه وتحدياته وثورته التكنولوجية المعرفية والمعلوماتية والكمبيوترية.

وفي إدراك كل ذلك، فإنّ **المعايير الوطنية للتربية العلمية NSES** (NRC, 1996) تدعو **الجميع** لتحمل نصيبهم في التطوير، والتجديد، والتنفيذ، والتقييم، الإصلاح وذلك على النحو الآتي:

- **الطلاب Students** ليضعوا أهدافهم في ضوء المعايير وغاياتهم الشخصية وخبراتهم التي تلبي حاجاتهم (لفهم) العالم الطبيعي Natural World.
- **معلمو العلوم Science Teachers** لاستخدام المعايير كقاعدة وأساس لتحسين المحتوى العلمي، والتدريس، والتقييم.
- **مشرفو العلوم Supervisors** لاستخدام المعايير لتنفيذ خطة طويلة المدى لتحسين تدريس العلوم على مستوى الولاية State والمستوى المحلي Local.
- **التربويون العلميون** Science Educators لتغيير البرامج في الكليات والجامعات وتطوير المواد والبرامج المثالية المنسجمة مع هذه المعايير.
- **إداريو المدارس School Administrators** لتركيز الانتباه على الحاجة للمواد، والأجهزة، والتطوير المهني للمعلمين المتناغمة مع هذه المعايير.
- **الأفراد العاملون في المتاحف**، وحدائق الحيوان، ومراكز العلوم، لاستخدام المعايير كفرصة للتضامن والتعاون في تحسين وإغناء بيئة تعلم العلوم للطلاب.
- **الآباء والمجتمع المحلي**، لاستخدام هذه المعايير للمساهمة والمساندة في تطوير التربية العلمية لأبنائهم، وللعمل على إيجاد نوعية عالية المستوى في برامج العلوم المدرسية.
- **العلماء والمهندسون**، لاستخدام المعايير للعمل مع الكوادر المدرسية، وأخذ المبادأة لاستمرارية تحسين برامج العلوم المدرسية ونوعيتها ومستواها.
- **رجال الأعمال والصناعة**، لاستخدام المعايير لمساعدة المدارس ومعلمي العلوم بالإرشاد والتوجيه، والمصادر لتطوير برامج العلوم النوعية في المدارس.
- **المشرفون والمسؤولون العامون**، لوضع السياسات وأولويات التمويل التي تنسجم مع هذه المعايير. **فالتحدي كبير وجوهري، ولكنه قابل للتحقيق**

Achievable وبلوغ الأهداف والغايات المرسومة على جميع المستويات: الوطنية National، والولاية State، والمحليّة Local، مما يوجه بوصلة البحث إلى معايير التربية العلمية على مستوى الولاية The State كمثال ونموذج لمعايير محتوى العلوم بولاية كولورادو Colorado State الأمريكية.

# معايير التربية العلميّة للولاية

## The State Science Education Standards

### نموذج معايير محتوى العلوم لولاية كولورادو

### Colorado Model Content Standards for Science

اشتقت معظم الولايات States من الولايات المتحدة الأمريكية الخمسين معايير خاصة بها منبثقة من مبادئ وروح الحركات الإصلاحية للتربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها. وكمثال ونموذج، حدّدت ولاية كولورادو Colorado State الأمريكية (وسط غرب) وتبنت معايير المحتوى في العلوم كنموذج خاص بها، حيث حدّدت فيها ماذا يجب على جميع الطلبة All Students أن يعرفوا Should Know ويكونوا قادرين على عمله في العلوم Able to do in science كناتج من نواتج التعلم المدرسي. وفي نموذج معايير المحتوى، تم تحديد التوقعات Expectations لكل مرحلة من مراحل التعليم في الصفوف: (k-4) و(5-8) و(9-12). وهذه المعايير تعكس توقعات ونتاجات تعلم عالية، وتلخص مستوى المعرفة Knowledge والمهارات Skills التي يحتاجها المواطنون جميعهم للمشاركة بصورة منتجة في فعاليات المجتمع التكنولوجي الذي يزداد تطوراً وتقدماً علمياً وتكنولوجياً يوماً بعد يوم. كما تقدم اقتراحات خاصة لأولئك الطلبة الذين يرغبون في متابعة دراستهم في العلوم بعد المرحلة الثانوية وذلك وفقاً لميولهم واهتماماتهم Interests، ودافعيتهم Motivation، وحاجاتهم Needs وأهدافهم وغاياتهم المهنية والوظيفية (Colorado Content Standards, 1995).

وفي ضوء حركات إصلاح مناهج التربية العلمية وتدريسها المتضمنة: العلوم لكل الأمريكيين (العلم للجميع) (SFAA)، ومعالم (ملامح) الثقافة العلمية (BFSL)، والمعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)، انبثق نموذج معايير المحتوى في العلوم

لولاية كولورادو Colorado من مبادئ وروح هذه الحركات الإصلاحية العلمية لتحديد المستوى المعرفي في العلوم، والكفاءة Proficiency المطلوبة من جميع الطلبة في الولاية (كنموذج في معايير المحتوى) والتي ينبغي اكتسابها في التعلم (والتعليم) المدرسي. ويتمثل الغرض الأساسي في ذلك بتمكين جميع الطلبة لتطبيق المعلومات والمعرفة العلمية، والعمليات العلمية وتوظيفها في القضايا والمشكلات الواقعية الحقيقة بصورة آمنة وأخلاقية.

لقد تضمنت معايير المحتوى في ولاية كولورادو Colorado ستة معايير بغض النظر عن ترتيبها وأهميتها النسبية وأولوياتها التعليمية. وبوجه عام، تركز المعايير: الأول، والخامس، والسادس على التقصّي والتحرّيات العلمية Scientific investigations، والتطبيقات Applications، والارتباطات Connections التي تتطلب معالجتها وتعليمها من خلال تعليم المادة العلمية Subject Matter المتضمنة في العلوم الطبيعية Physical Sciences، والحياتية Life Sciences، وعلوم الأرض / الفضاء Earth / Space Sciences (المعايير: الثاني، والثالث، والرابع). وفي هذا، وعلى الرغم أن المعايير مقدمة بصورة منفصلة، إلاّ أنها تمثل التوقعات والارتباطات المتداخلة المطلوب تحقيقها لدى جميع الطلبة.

إن تنظيم معايير المحتوى في ستة معايير لا تتضمن ولا تعني في أي حال من الأحوال أنّ العلم (العلوم) القائم على المعايير Standards - Based Science يجب أن يتم تعليمه في وحدات منفصلة أو مساقات تتضمن هذه المفردات أو العناوين العلمية. فكفاءة الطالب (المتعلم) في العلوم يمكن دعمها وتعزيزها في المساقات المنظمة بطرق مختلفة من مثل: المنحى التكاملي Integrated Approach، والمنحى المتداخل Interdisciplinary Approach، والتدريس المبني على الأفكار العلمية الرئيسية، وذلك بما فيه تعليم المواد (المباحث) العلمية الخاصة تقليدياً واعتيادياً. هذا، وبغض النظر عن كيفية تنظيم العلوم، فإنّ هذه المعايير تحدد بشكل خاص المعرفة المحورية Core والمهارات التي ينبغي لجميع الطلبة All Students اكتسابها والاحتفاظ بها واستخدامها (تطبيقها).

هذا، وعلى الرغم أنّ معايير المحتوى تتضمن توقعات عالية من جميع الطلبة، إلاّ أنه يمكن تحقيقها فقط عندما يتم تعليم العلوم لجميع الطلبة بصورة مناسبة وفاعلة وعلى مستويات الصفوف جميعها؛ فالمعايير بأنشطتها العلمية مُصمّمة ومخططة

بأن يتم تعليمها وتفعيلها على جميع مستويات الصفوف ابتداء من الاستكشافات الأولية في الروضة Kindergarten (KG) إلى أنشطة العلوم المتسلسلة في جميع المستويات الصفية الأخرى. وفيما يلي معايير المحتوى في العلوم **كمثال ونموذج تبنته ولاية كولورادو Colorado State** في مدارسها انطلاقاً من مبادئ وروح حركات إصلاح مناهج التربية العلمية وتدريسها وحركة المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES).

**المعيار الأول: Standard (1)**

**الطلاب يفهمون Understand عمليات الاستقصاء (التحدّي) العلمي Processes of Scientific Investigations، ويصمّمون Design، وينفذون، ويتواصلون Communicate، ويقيّمون هذه الاستقصاءات (التحدّيات).**

نجد في حياتنا اليومية أننا (أنفسنا) نجمع المعلومات والبيانات ونقيمّها، ونتساءل ونتعجب حول النماذج وتنظيماتها، ونبتدع ونخترع التفسيرات المحتملة كيف أن الأشياء أو مثل هذه الأشياء تعمل، ونناقش الأفكار مع الآخرين. وهذه الأعمال التي هي من الصفات والأنشطة التي يختص بها الإنسان، تعكس من حيث جوهرها **ما يفكر به (العلماء) وما يقومون به. والاستقصاء العلمي Scientific Inquiry** غالباً ما يبدأ **بسؤال Question أو مشكلة Problem** وينتهي عادة أو في الغالب بأسئلة ممتدة أخرى أو تحدّيات (استقصاءات) علمية أخرى تتطلب الاستقصاء والتحرّي. ومثل هذه الاستقصاءات العلمية يمكن أن تتضمن استقصاءات وتحرّيات علمية ميدانية Field Studies طويلة المدى، أو أنها غير خاضعة للتجريب المباشر في المختبر.

**والاستقصاء Inquiry** في الغرف الصفية يساعد الطلبة على تطوير قاعدة علمية ومنهج علمي مفيد في المعرفة العلمية، وعملية الاتصال باستخدام الرياضيات بصورة متزايدة، وطرق مفاهيمية في أثناء انتقالهم في المستويات الصفية ومن صف تعليمي إلى صف تعليمي آخر. وبالإضافة إلى ذلك، فإن **الاستقصاء العلمي يعمل على حفز اهتمام الطلبة وإثارة ميولهم واهتماماتهم والإبداع لديهم**. كما أن تصميم وتنفيذ الاستقصاءات والتحرّيات العلمية يشجع الطلبة على تفسير وتحليل وتقييم ما يعرفونه أو يتعلمونه؛ **أي كيف يعرفون ذلك، وكيف تتم الإجابة عن الأسئلة**. فالمعرفة والمهارات ذات الصلة بالاستقصاء العلمي

تمكن (الطلبة) **فهم كيف يعمل (طبيعة) العلم**، كما أنّها طرق قوية لهم لبناء فهمهم للحقائق العلمية، والمفاهيم، والمبادئ، والتطبيقات الموصوفة بها العلوم في المعايير الأخرى وبخاصة المعايير (الثاني، والثالث، والرابع). ولكي يفهم الطلبة العالم من حولهم، فهم بحاجة إلى فرص تعلم مناسبة لمتابعة و(تقصّي) الأسئلة ذات العلاقة بهم، وليتعلموا كيف ينفذون الاستقصاءات. وفي هذا فإنّ بعض الاستقصاءات العلمية يمكن تقصيّها فقط من خلال استخدام نماذج وذلك في حالة أنّ الحوادث الحقيقية غير متوافرة أو لا تتكرر.

وتأسيساً على ما سبق، فيما يلي ما **ينبغي على الطلبة تعلمه، وأن يكونوا قادرين على عمله في مراحل المستويات الصفية (k–12) المختلفة.**

## الصفوف (k–4):

**في الصفوف ( k–4) يتضمن ما ينبغي أن يعرفه الطلبة، ويكونوا قادرين على عمله،** هو الآتي:

1. **طرح الأسئلة Asking Questions**، وكتابة الفرضيات Hypotheses التي يمكن معالجتها (اختبارها) من خلال الاستقصاءات والتحرّيات العلميّة.
2. اختيار الأجهزة البسيطة واستخدامها لجمع البيانات ذات العلاقة بالاستقصاء كما في على سبيل المثال: أدوات الطول، والحجم، والكتلة، وموازين الحرارة، والساعات، والمكبرات، والمجاهر، والحاسبات، والكمبيوترز.
3. استخدام البيانات القائمة على **الملاحظة Observation** لبناء التفسير المعقول ذي المعنى.
4. القدرة على **الاتصال والتواصل Communicating** حول الاستقصاءات والتفسيرات.

## الصفوف (5–8):

**في ضوء اتساع معرفة الطلبة العلمية ونموها في المستويات الصفية (5–8)، فإنّ ما ينبغي أن يعرفه الطلبة، ويكونوا قادرين على عمله** يتمثل في الآتي:

1. تحديد وتقييم **التفسيرات البديلة Alternative Explanations** والإجراءات Procedures.
2. استخدام الأمثلة لتوضيح / عرض أن الأفكار العلمية تستخدم لتفسير الملاحظات السابقة، وللتنبؤ بحوادث مستقبلية من مثل: أنشطة تغير القشرة الأرضية، والهزات الأرضية المستقبلية.

3. **طرح الأسئلة، وعمل الفرضيات** التي تقود إلى تبني طرق مختلفة في الاستقصاءات العلمية كما في على سبيل المثال: التجريب، وجمع العينات، وبناء النماذج، ومراجعة أدبيات العلم.

4. تكوين **خطة مكتوبة Written Plan لاستقصاء علمي.**

5. استخدام أدوات مناسبة، وتكنولوجيا، ووحدات قياس لجمع وتنظيم البيانات.

6. **تفسير البيانات وتقييمها وذلك لعمل الاستنتاجات.**

7. إيصال نتائج الاستقصاءات التي قاموا بها بطرق ووسائل مناسبة كما في: التقارير المكتوبة، والتقديمات الشفوية، والعروض التصويرية، والرسومات البيانية.

8. استخدام الوحدات المترية Metric Units في القياس، والحساب، وفي تقرير النتائج.

9. تفسير وتوضيح أنّ الاستقصاءات العلمية (أحياناً) تتمخض عن نتائج غير متوقعة، وتؤدي إلى طرح أسئلة جديدة واستقصاءات أخرى.

10. إعطاء أمثلة في كيف أن التعاون والتعاضد يمكن أن يكون ذا فائدة في حل المشكلات العلمية ومشاركة النتائج.

## الصفوف (9 - 12):

**بتطور معرفة الطلبة وتقدمهم في المستويات الصفية (9 - 12)، يتضمن ما يجب أن يعرفه الطلبة في الصفوف (9 - 12) ويكونوا قادرين على عمله الآتي:**

1. طرح الأسئلة، وفرض الفرضيات واستخدام **المعرفة العلمية السابقة Prior Scientific Knowledge** لهم والمساعدة وتوجيه نموهم وتطورهم.

2. تكوين خطة مكتوبة للعمل للاستقصاءات العلمية، والدفاع عنها.

3. **اختيار واستخدام التكنولوجيا** المناسبة لجمع ومعالجة، وتحليل البيانات، وعمل تقارير لهذه الاستقصاءات.

4. تحديد مصادر الخطأ الرئيسية (أو عدم التأكد) في الاستقصاء العلمي، كما في على سبيل المثال: أجهزة القياس، والطريقة والإجراءات.

5. **القدرة على بناء ومراجعة التفسيرات العلمية**، والنماذج باستخدام الأدلة، والمنطق، والتجريب المتضمنة تحديد المتغيرات وضبطها.

6. القدرة على **الاتصال Communicating** وتقييم **التفكير العلمي** الذي يقود إلى بعض التفسيرات الخاصة.

7. تعرّف التفسيرات البديلة والنماذج وتحليلها.

8. تفسير وتوضيح الفرق بين النظرية العلمية والفرضية العلمية.

بالإضافة إلى ما سبق، فإن **الطلبة الذين يرغبون في متابعة دراسة العلوم بعد المرحلة الثانوية**، فإن ما يجب أن **يعرفوه ويكونوا قادرين على عمله**، يمكن أن يتضمن ما يأتي:

1. تصميم وتنفيذ **استقصاءات علمية متقدمة Advanced** إما بصورة فردية أو كعضو في فريق يمكن أن يمتد العمل فيه عدة أيام أو عدة أسابيع.

2. الاستمرار في **التمرين والتطبيق على مهارات الاستقصاء** وذلك في ضوء نمو معرفتهم العلمية وتطورها في **المحتوى والعمليات** في الدراسات والبحوث المستقبلية.

## المعيار الثاني: Standard 2

**العلوم الطبيعية Physical Sciences: يعرف الطلبة ويفهمون الخصائص المشتركة، والأشكال، والتغيرات في المادة والطاقة (التركيز على: الفيزياء Physics والكيمياء Chemistry).**

**أولاً: يعرف الطلبة أنّ المادة Matter لها خصائص معينة ترتبط بمكوناتها وبنيتها.**

كل فرد منا له خبرة بالمادة بأشكال وطرق ووسائل مختلفة. ومثل هذه الخبرات تساعد الطالب على بناء فهم للتشابهات والاختلافات في خصائص المادة. وخبراتهم الخاصة تساعد الطلبة على **فهم الخصائص المشتركة** كما في: الصلابة، والقوة، واللون، والشكل، وحالات المادة (الصلبة، والسائلة، والغازية). إن معرفة وملاحظة خصائص المادة وبنيتها ومكوناتها جميعها تساعد (الطلبة) على الأخذ بعين الاعتبار الاستعمالات المختلفة للمادة، والحصول عليها، وحدودها ومحدداتها في عالمنا اليوم.

**الصفوف (k–4):**

**في الصفوف (k–4) ما ينبغي على التلاميذ معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله** يتضمن الآتي:

1. **فحص، ووصف، وتصنيف، ومقارنة الأشياء المادية** من حيث الخصائص الطبيعية (من مثل: حالة المادة، والحجم، والشكل، وبنيتها، والمرونة، واللون).
2. قياس الخصائص الطبيعية للأشياء (كما في على سبيل المثال: الطول، والكتلة، والحجم، ودرجة الحرارة).
3. تكوين مخاليط Mixtures، وفصلها اعتماداً على الفروقات في خصائصها (كما في على سبيل المثال: الملح والرمل، برادة الحديد والتربة، والزيت والماء).

**الصفوف (5 - 8):**

**في ضوء نمو معرفة الطالب العلمية، يتضمن ما ينبغي معرفته في الصفوف (5 –8) وأن يكونوا قادرين على عمله الآتي:**

1. **فحص** Examining، **ووصف** Describing، **ومقارنة** Comparing، **وقياس** Measuring، **وتصنيف** Classifying الأشياء اعتماداً على **الصفات الطبيعية المشتركة والخصائص الكيميائية** (كما في على سبيل المثال: حالات المادة، والكتلة، والحجم، والتغير الكهربائي، ودرجة الحرارة، والكثافة، ودرجات الغليان، ودرجة الحموضة pH، والمغناطيسية، والذائبية).
2. **تصنيف، وفصل المادة** من حيث: العناصر، والمركبات، والمخاليط، والذرات Atoms، والجزيئات Molecules (كما في على سبيل المثال: النحاس عنصر، والماء مركب، والهواء مخلوط).
3. **تطوير نماذج Models** بسيطة؛ لتفسير الخصائص الملاحظة للمادة (كما في على سبيل المثال: استخدام نموذج الجسيمات لتفسير الذائبية للمادة).

**الصفوف (9 - 12):**

**بنمو المعرفة لدى طلبة الصفوف (9 - 12)، فإنّ ما ينبغي لهم معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. **فحص، ووصف، وقياس، وتصنيف، وتنبؤ Predicting** الخصائص المشتركة للمواد (كما في على سبيل المثال: الشحنة الكهربائية، والتفاعل الكيميائي،

والحموضة، والتوصيل الكهربائي، والإشعاع، والعلاقات في الجدول الدوري).

2. **وصف، وفحص الخصائص**، ومكونات عينات للمادة باستخدام النماذج Models (كما في على سبيل المثال: بنية الذرة والجزيء، والجدول الدوري).
3. **فصل المواد Separating Substances** اعتماداً على خصائصها الطبيعية والكيميائية، (كما في على سبيل المثال: تفاعلاتها الكيميائية، ودرجة الذوبان، ودرجة الغليان).
4. **استخدام المعادلات الكيميائية** (شفوياً وكتابياً) لربط التغيرات الملاحظة في المادة بتكوينها وبنيتها.

**ثانياً: يعرف الطلبة أن الطاقة Energy تظهر بأشكال مختلفة، ويمكن أن تنتقل وتتحول من شكل إلى آخر (تحولات الطاقة).**

الطاقة مفهوم أساسي ومركزي في العلوم؛ وذلك لأن التفاعلات الطبيعية تتضمن تغييرات وتحولات في الطاقة. والطلبة بحاجة إلى فهم أن جميع الحوادث الطبيعية تتضمن **تحولات في الطاقة أو تغير الطاقة من شكل إلى آخر**. وعندما يحدث تغير في الطاقة، بعضها يتحول إلى طاقة حرارية Heat. ومعرفة أشكال الطاقة وتحولاتها ضروري وأساسي للتفسير، والتوضيح، والتنبؤ، والتأثير في التغيرات التي تحدث من حولنا وفي عالمنا اليوم.

## الصفوف (4-k):

**في الصفوف (4-k) ما ينبغي للتلاميذ معرفته، وما يجب أن يكونوا قادرين على عمله** يتضمن الآتي:

1. **تعرّف أنّ الطاقة** (كما في على سبيل المثال: الضوء، والحرارة، والحركة، والصوت، والميكانيكا) يمكن أن تؤثر في الأشياء العامة، وهي متضمنة في الحوادث العامة.
2. **عمل ملاحظات Observations**، وجمع البيانات (الكمية) المرتبطة بالطاقة، والحركة، والتغير (كما في على سبيل المثال: الوقت لانصهار مكعب من الجليد).
3. **مقارنة البيانات الكمية Quantities** المرتبطة بحركة الطاقة والتغير من خلال بناء نماذج بسيطة أو عمل لوحات Charts (كما في على سبيل المثال: لوحة تبين زمن الذوبان).

### الصفوف (5 - 8):

**بنمو معارف الطلبة في الصفوف (5 - 8)، يتضمن ما ينبغي للطلبة معرفته، وما يجب أن يكونوا قادرين على عمله الآتي:**

1. **قياس الكميات المرتبطة بأشكال الطاقة Energy Forms** (كما في على سبيل المثال: درجات الحرارة، والكتلة، والسرعة، والمسافة، والشحنة الكهربائية، والتيار الكهربائي وفرق الجهد / الفولت).
2. **وصف العلاقات النوعية Qualitative والكمية Quantitative** وذلك باستخدام **البيانات Data والملاحظات Observations والرسومات Graphs** المرتبطة بانتقال الطاقة وتحولاتها (كما في على سبيل المثال: سرعة الشيء مقابل ارتفاع الانحدار؛ وطول الخيط مقابل طبقة درجة النغم للصوت).

### الصفوف (9 - 12):

**بتقدم معارف الطلبة في الصفوف (9 - 12)، يتضمن ما ينبغي للطلبة في الصفوف (9 - 12) معرفته، وما يجب أن يكونوا قادرين على عمله، ما يأتي:**

1. **تحديد (تعريف) Identifying، وقياس Measuring، وحساب Calculating، وتحليل Analyzing** العلاقات الكمية المتضمنة في أشكال الطاقة (كما في على سبيل المثال: انتقال الحرارة إلى نظام يتضمن الكتلة، والحرارة النوعية، والتغير في درجة حرارة المادة).
2. تحديد، وقياس، وحساب، **وتحليل العلاقات النوعية والكمية المرتبطة بتحولات الطاقة** (كما في على سبيل المثال: التغيرات في درجات الحرارة، واللزوجة، والطاقة الكامنة، والطاقة الحركية، والتوصيل، والحمل، والإشعاع وفرق الجهد، والتيار الكهربائي).

**ثالثاً: فهم أنّ التفاعلات يمكن أن تنتج تغيرات في النظام System، وأن المجموع الكمي للمادة والطاقة يبقى ثابتاً (لا يتغير).**

التفاعلات بين المادة والطاقة تفسّر التغيرات الملاحظة في الحوادث التي نصادفها يومياً. وفهم كيف أن المادة Matter والطاقة Energy تتفاعل توسع مدارك الطلبة ومعارفهم حول العالم الطبيعي، وتسمح لهم لمراقبة وملاحظة وتفسير مدى واسع من التغيرات، وبالتالي التنبؤ بالتغيرات الطبيعية والكيميائية المستقبلية. وفي هذا، يكتسب الطلبة **الفهم العملي Practical والمفاهيمي Conceptual** لقوانين حفظ المادة والطاقة على السواء.

### الصفوف (k–4):

**في الصفوف (k–4) فإنّ ما يجب على الطلبة أن يعرفوا ويكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. **ملاحظة Observing، ووصف Describing مكونات النظام** (كما في على سبيل المثال: الماء الموجود في مرطبان مغلق؛ والماء الموجود في مرطبان مفتوح؛ والثبات في مربى النباتات).
2. **وصف، وملاحظة التغير** (كما في على سبيل المثال: انصهار مكعب من الجليد، ونمو البلورات، واحتراق شمعة، والتحطم الميكانيكي) من حيث بداية الظروف، ونوع التغير، والنهاية / نهاية الظروف، واستخدام الكلمات، والمخططات، والتوضيحات التصويرية.
3. **التنبؤ Predicting بالتغيرات وما لا يتغير** عندما تخضع المادة لتأثير خارجي (كما في على سبيل المثال: الدفع أو السحب، إضافة حرارة أو نزع حرارة، تقسيم الطين إلى قطع صغيرة أو جزيئات، وذوبان مكعب من الجليد، وتغيير طابة من الطين إلى جسم مسطح).

### الصفوف (5 – 8):

**بتقدم الطلبة في المعرفة في الصفوف (5 – 8)، فإنّ ما يجب على الطلبة أن يعرفوا ويكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. تحديد وتصنيف **العوامل المسبّبة للتغيير داخل النظام** (كما في على سبيل المثال: القوة، والضوء، والحرارة).
2. **تحديد، وتنبؤ ما الذي يمكن أن يتغير أو يبقى** كما هو عندما تخضع المادة إلى قوة خارجية أو تغير الطاقة (كما في على سبيل المثال: غلي سائل، ومقارنة القوة، والمسافة، والعمل المتضمن في الآلات البسيطة).
3. **ملاحظة، وجمع البيانات** لدعم مفهوم حفظ الكتلة داخل النظام المغلق (كما في على سبيل المثال: تفاعلات الترسيب، وتكوين المخلوطات، وإنتاج الغاز).
4. وصف، وقياس (على سبيل المثال: درجات الحرارة، والكتلة، والحجم، ودرجة انصهار المادة)، وحساب الكميات قبل وبعد التغير الطبيعي أو الكيميائي داخل النظام (كما في على سبيل المثال: تغيرات درجات الحرارة، وتغير الكتلة، والحرارة النوعية).

5. وصف، وقياس (على سبيل المثال: الزمن، والمسافة، والكتلة، والقوة)، وحساب الكميات التي تصف الأشياء المتحركة وتفاعلاتها داخل النظام (كما في على سبيل المثال: القوة، والسرعة، والتسارع، والطاقة الكامنة، والطاقة الحركية).

## الصفوف (9 - 12):

**بتقدم معارف الطلبة في الصفوف (9 - 12)، يتضمن ما يجب أن يعرفوه، وأن يكونوا قادرين على عمله ما يأتي:**

1. **تحديد، ووصف، وتفسير التغيرات الطبيعية والكيميائية المتضمنة في حفظ المادة والطاقة Conservation of Matter and Energy** (كما في على سبيل المثال: تأرجح البندول / الزنبرك، والتفاعلات الكيميائية، والتفاعلات النووية).
2. ملاحظة، وقياس، وحساب الكميات لتوضيح **مبدأ حفظ المادة والطاقة** في التغيرات الكيميائية (كما في: الحامض - القاعدة، والترسيب، والتأكسد - الاختزال، والتفاعلات) والتفاعلات الطبيعية للمادة (كما في: القوة والشغل، والكهرباء).
3. **وصف، وتنبؤ التغيرات الكيميائية** (كما في: الاحتراق، والتفاعلات الكيميائية البسيطة)، والتفاعلات الطبيعية للمادة (كما في على سبيل المثال: اللزوجة، والقوة، والشغل، والكهرباء).

وبالإضافة إلى ما ذكر / المعيار الثاني لطلبة الصفوف (9 - 12)، **فإنّ الطلبة الذين يرغبون في متابعة دراسة العلوم ما بعد هذه المعايير**، فإنّ ما **يجب عليهم أن يعرفوه، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يتضمن الآتي:

1. **ربط معارفهم السابقة وفهمهم** لخواص المادة بالخصائص الملاحظة للمواد والتكنولوجيا (كما في على سبيل المثال: الموصلات الحرارية / الكهربائية المتقدمة أو العالية، والخلايا الكهربائية الضوئية، وصناعة الخزف).
2. **نمذجة الجوانب الكمية في التفاعلات الكيميائية والطبيعية** (كما في: معدّل التفاعلات، والمعادلات الكيميائية، وظاهرة الكهرباء المغناطيسية، والثبات والدينامية، والكيمياء الكهربائية).
3. **تطبيق المعرفة والفهم للتفاعلات الكيميائية والطبيعية** لاستكشاف العوامل التي تؤثر أو تتحكم بالتغير (كما في على سبيل المثال: ثابت الاتزان، والحركة، والحرارة الديناميكية).

4. **التمييز بين الأنواع المختلفة للثبات Constancy** (كما في: الثبات والاتزان الديناميكي، والتماثل Symmetry، والحركة المنتظمة أو التسارع)، والأنواع المختلفة للتغيّر (كما في على سبيل المثال: الاتجاهات النوعية والكمية، والتغير الدائري، والأنظمة (الفوضوية) غير المشكلة).

## المعيار الثالث: Standard 3

**العلوم الحياتية Life Sciences: يعرف الطلبة ويفهمون الخصائص، وتركيب الكائنات الحية، وعمليات الحياة، وكيف أن الكائنات الحية تتفاعل مع بعضها بعضاً ومع بيئتها (التركيز على: الأحياء - التشريح، والفسيولوجيا، والنبات، والحيوان، وعلم البيئة).**

**أولاً: يعرف الطلبة ويفهمون خصائص الكائنات الحية، وتنوّع الحياة، وكيف أن الكائنات الحية تتفاعل مع بعضها بعضاً ومع بيئتها.**

وكنتيجة لدراسة الطلبة لأنواع مختلفة من الكائنات الحية وأمكنة معيشتها، فإنّ الطالب يكتسب فهماً أفضل للعالم الذي يعيش فيه. والطلبة بطبيعتهم، لديهم **فضول واستطلاع طبيعي Curiosity حول الحياة والتنوّع الكبير في الكائنات الحية**. وفي هذا، يقود فضولهم الطبيعي إلى دراسة الكائنات الحية وكيف أنها تتفاعل مع هذا العالم. ومن خلال دراسة التشابهات والاختلافات بين الكائنات الحية، يتعلم الطلبة أهمية التصنيف كأداة يستخدمها العلماء. وكمواطنين، وفي المستقبل، يحتاج الطلبة للتفكير، وعمل قرارات حول التنوّع والانقراض لبعض الكائنات الحية سواء كانوا في مجتمعاتهم المحلية أم في هذا العالم.

### الصفوف (4-k):

**في الصفوف (4-k) فإنّ ما يجب على التلاميذ معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله، يتضمن الآتي:**

1. **يميّز بين الكائنات الحية Living والأشياء غير الحية Non living things.**
2. **تصنيف Classifying** مجموعات من الكائنات الحية بالنسبة إلى بعض الخصائص المختارة (كما في على سبيل المثال: وجود العمود الفقري مقابل عدم وجوده).

3. **وصف Describing** الحاجات الأساسية (كما في: الغذاء، والماء، والهواء، والمأوى، والمكان) لكائن أو للكائنات الحية.

4. إعطاء أمثلة كيف أن **الكائنات الحية تتفاعل مع بعضها بعضاً** ومع الأجزاء / المكونات غير الحية في المكان الذي تعيش فيه.

### الصفوف (5 - 8):

**بتقدم الطلبة في معارفهم في الصفوف (5 - 8)، فإنّ ما يجب أن يعرفوه، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يتمثل بالآتي:

1. بناء واستخدام **نظام التصنيف Classification System** المبني على تركيب الكائنات الحية.

2. وصف أهمية **تكيّفات Adaptations النبات والحيوان** من خلال استخدام أمثلة محلية.

3. إيجاد وتفسير **السلاسل الغذائية Food Chain** والشبكات الغذائية Web Chain.

4. تفسير وتوضيح **التفاعل والتداخل (والاعتماد المتبادل)** بين المكونات الحيّة وغير الحية في **النظام البيئي Ecosystem**.

### الصفوف (9 - 12):

**بتقدم معارف الطلبة في الصفوف (9 - 12)، يتضمن ما يجب أن يعرفه الطلبة، وأن يكونوا قادرين على عمله**، ما يأتي:

1. استخدام وإنتاج عدد من **أنظمة التصنيف للكائنات الحية** (كما في: تضيف الممالك الخمس، والتصنيف القائم على السلوك).

2. تنبؤ ووصف **التفاعلات بين الجماعات Populations والأنظمة البيئية**.

3. تفسير كيف أن (على سبيل المثال: التركيب، والسلوك) الكائن الحي يحدّد **دوره Nich Role في البيئة Environment**.

4. تفسير كيف أن **التغيرات في النظام البيئي** يمكن أن تؤثر في التنوع البيولوجي، وكيف أن هذا التنوع يساهم في **اتزان النظام البيئي وتوازنه**.

5. **تحليل الاتزان الديناميكي للأنظمة البيئية**، متضمنة التفاعلات بين الكائنات الحية والمكونات غير الحية (كما في على سبيل المثال: إزالة الغابات

الاستوائية يرتبط بتناقص الأمطار في العالم، وثورات البراكين تؤثر في النظام البيئي المحلي).

**ثانياً: معرفة الطلبة وفهم العلاقات المتداخلة (المتبادلة) للمادة والطاقة في الأنظمة الحيوية Living Systems.**

الطلبة من الخبرة، يعرفون أن عليهم أن يأكلوا الطعام لكي يبقوا على قيد الحياة. وكنتيجة لدراستهم الطاقة وتحولاتها وتغيراتها في أنظمة الكائنات الحية، فإنّ على الطلبة فهم أن **الشمس هي المصدر الأساسي والأخير للطاقة** في الكائنات الحية. إنهم يتعلمون لماذا المادة والطاقة مهمة وحاسمة وبحاجة ماسة لها باستمرار للعيش وللحياة. **والكائنات الحية التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي (النباتات) أساسية وحاسمة لجميع الكائنات الحية مما يتطلب المحافظة عليها.** وإذا تغيّر مكون واحد أو أكثر في النظام البيئي، فإنّ جميع المكونات الأخرى تتأثر بطريقة أو أخرى. ومن خلال دراسة العلاقات المتبادلة والمتداخلة بين الكائنات الحية، يتعلم الطلبة أنهم باستطاعتهم أن يؤثروا جوهرياً في الكائنات الحية.

## الصفوف (4-k):

**في الصفوف (4-k) فإن ما يجب على التلاميذ معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يتضمن الآتي:

1. تعرف أن **النباتات الخضراء تحتاج طاقة من أشعة الشمس**، ومواد خام أخرى مختلفة (للعيش) لكي تبقى على قيد الحياة، والحيوانات تتغذى على النباتات وعلى كائنات حية أخرى لكي تعيش وتبقى على قيد الحياة أيضاً.
2. معرفة **العلاقات المتبادلة (المتداخلة) بين الكائنات الحية** من خلال تتبع سير المادة والطاقة في السلسلة الغذائية.

## الصفوف (5 - 8):

**بنمو معارف الطلبة في الصفوف (5 - 8)، فإن ما يجب على الطلبة أن يعرفوه، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يتضمن الآتي:

1. **وصف العمليات الأساسية** للتمثيل الضوئي، والتنفس وأهميتهما للحياة (كما في على سبيل المثال: عمل مربى ياسبة أو مربى مائي مع عمل تغييرات كما في حجب الضوء).

2. مقارنة ومقابلة **الشبكات الغذائية** بين وداخل الأنظمة البيئية المختلفة (كما في على سبيل المثال: الأراضي العشبية، والتندرا، والمياه).

3. **وصف الطرق** (كما في: الهضم، ونقل الغذاء في الجهاز الدوري) التي فيها تستطيع الكائنات الحية العديدة الخلايا الحصول على الغذاء والمواد الأخرى إلى خلاياها.

4. **تفسير إعادة التدوير Recycling** للمواد من خلال تحديد الطريق التي تمر بها المادة المهمة للحياة (كما في على سبيل المثال: متابعة / تتبع دورة المياه في نظام بيئي).

5. **وصف دور الكائنات الحية في تحليل وإعادة تدوير الكائنات الحية الميتة** (كما في على سبيل المثال: دور البكتيريا في تحليل وإعادة تدوير المادة من الحيوانات الميتة).

## الصفوف (9 - 12):

**بتقدم معارف الطلبة في الصفوف (9 - 12)، يتضمن ما يجب على الطلبة معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله**، ما يأتي:

1. مقارنة ومقابلة **عمليات التمثيل الضوئي Photosynthesis والتنفس Respiration** (كما في على سبيل المثال: من حيث **الطاقة Energy والنواتج Products**).

2. تفسير كيف أنّ **جزيئات صغيرة** يمكن أن تُبنى لتكون جزيئات كبيرة داخل **الكائنات الحية** (كما في على سبيل المثال: الحموض الأمينية هي الوحدات البنائية للبروتينات، وغاز ثاني أكسيد الكربون والماء هما المادة الرئيسية لبناء السكر من خلال عملية التمثيل الضوئي).

3. **تفسير كيف أنّ الجزيئات الكبيرة** (كما في: النشا، والبروتين) تتحطم إلى جزيئات صغيرة، وتستخدم **كمصدر للطاقة أو كوحدات بنائية** في الكائنات الحية.

4. تفسير كيف أنّ **الطاقة** تستخدم **لأغراض الصيانة والإصلاح، والنمو، وتطوير الأنسجة** (كما في على سبيل المثال: تكوين / إنتاج خلايا جلد جديدة تتطلب الطاقة).

5. وصف **إعادة تدوير المادة**، وحركة وتغير الطاقة خلال النظام البيئي (كما في على سبيل المثال: بعض الطاقة تشتت إلى حرارة في أثناء انتقالها عبر السلسلة الغذائية).

**ثالثاً: معرفة وفهم كيف أن جسم الإنسان يعمل، والعوامل التي تؤثر في تركيباته ووظائفها، وكيف أن هذه التركيبات والوظائف يتم مقارنتها بنظيرتها في الكائنات الحية الأخرى.**

يهتم الطلبة بالتعلم حول أجسامهم، وكيف يربطون ذلك بيولوجياً مع الكائنات الحية الأخرى. فدراسة **التركيب والوظيفة Structure and Function**، وتنظيم الجسم، والنمو والتغير، وصيانة الكائنات الحية، يعزّز فهم الطلبة في النمو الإنساني، والصحة، والأمراض. ومعرفة مثل هذه المجالات يمكن أن يساعد الطلبة على اتخاذ خيارات تتعلق بالتغذية، والتمرينات، وعوامل أخرى يمكن أن تؤثر في كيف أن جسومهم تعمل وظيفياً.

### الصفوف (k–4):

**في الصفوف (k–4) فإنّ ما يجب أن يعرفه التلاميذ، وأن يكونوا قادرين على عمله،** يتضمن:

1. **وصف أجهزة الإنسان** (كما في على سبيل المثال: الجهاز الهضمي، والتنفسي، والدوري، والعظمي، والعضلي).
2. وصف **متطلبات الغذاء الأساسية** للإنسان كما هي في الهرم الغذائي.
3. وصف **دورات الحياة لبعض الكائنات الحية** المختارة (كما في على سبيل المثال: الضفدعة، والدجاج، والفراشة، والفجل، ونبات الفاصوليا).

### الصفوف (5 - 8):

**بنمو معارف الطلبة في الصفوف (5 - 8)، فإنّ ما يجب أن يعرفه الطلبة، وأن يكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. وصف **المكونات الملاحظة للخلية ووظائفها** (كما في على سبيل المثال: الغشاء الخلوي، والنواة، والسيتوبلازم، والكلوروبلاست، وحركة الجزيئات داخل الخلية وخارجها).

2. مقارنة ومقابلة **التركيبات الأساسية ووظائفها** لأنواع مختلفة من الخلايا (كما في على سبيل المثال: خلايا لكائنات حية وحيدة الخلايا موضوعة في ماء بركة، والأوليا، وخلايا البصل، وخلايا بطانة فمّ الإنسان).

3. وصف نمو وتطور عدد من الكائنات الحية (كما على سبيل المثال: التطور / النمو الجنيني للإنسان ككائن حي فقاري).

4. وصف **التركيبات Structures والوظائف Functions لأجهزة جسم الإنسان Human body systems.**

5. **وصف وإعطاء أمثلة لأمراض** (غير قابلة للانتقال) وأخرى قابلة للانتقال (كما في على سبيل المثال: أمراض القلب، وجدري الطيور).

**الصفوف (9 - 12):**

**بتقدم معارف الطلبة في الصفوف (9 - 12)، فإنّ ما يجب أن يعرفه الطلبة، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يتضمن الآتي:

1. وصف **العضيّات الخلوية Cellular Organelles ووظائفها** (كما في على سبيل المثال: علاقة الرايبوسومات بتكوين البروتينات، ودور الميتوكندريا في إنتاج الطاقة وتحولاتها).

2. تمييز المستويات التنظيمية (**الخلايا، والأنسجة، والأعضاء**) ودورها داخل الكائن الحي.

3. مقارنة ومقابلة **الخصائص والمعالجات لمشكلات طبية** مختلفة (كما في على سبيل المثال: المسبّبة للعدوى، والوراثية).

4. **تفسير وظائف جسم الإنسان** من حيث **التفاعل بين أعضاء الأجهزة** المكونة من تركيبات خاصة تعمل على المحافظة على الصحة (كما في على سبيل المثال: عملية الاتزان، والتغذية الراجعة في جهاز الغدد الصمّاء).

5. إعطاء أمثلة لتفسير **العلاقة بين التركيب والوظيفة** في الكائنات الحية.

6. وصف نمطية وعملية **التكاثر والنمو** في عدد من الكائنات الحية (كما في على سبيل المثال: دودة الأرض، والدجاج، والإنسان).

**رابعاً: يعرف الطلبة ويفهمون كيف أن الكائنات الحية تتغير عبر الزمن من منظور التطور والوراثة.**

يدرس الطلبة المفهوم العلمي للتطور البيولوجي - التغير في جماعات الكائنات الحية عبر الزمن؛ وذلك لفهم **التنوّع Diversity** والعلاقة داخل العالم الحي. فالاستقصاء في التطور البيولوجي يفسّر الطرق أو السبل التي من خلال العمليات الطبيعية تؤدي لإنتاج **التنوع الحيوي للكائنات الحية**. وهذا مفهوم بيولوجي أساسي موحّد في العلوم البيولوجية، ويمكنه أن يفسّر ملاحظات كثيرة ومتنوعة يمكن استخلاصها وملاحظتها في عالم الكائنات الحية.

وبشكل خاص، فإنّ دراسة **التطور البيولوجي** يطرح تساؤلات عدّة تتعلق **بالتنوع الحيوي Biodiversity**، والتكيف **Adaptation**، والوراثة **Genetics**، **والطفرات Mutations**، **والسجّل الجيولوجي**، وبالتالي **الوحدة Unity في (خلق) الكائنات الحية** سواء على المستوى الجزيئي Molecular أم على مستوى الكائن الحي Whole - Organism . وفي هذا، فإنّ **معيار المحتوى هذا لا يحدّد أو لا يوجه توقعات الطلبة ذات العلاقة بأصل الحياة.**

## الصفوف (4-k):

**في الصفوف (4-k) فإنّ ما يجب أن يعرفه التلاميذ، وأن يكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. تحديد **الصفات العامة المشتركة** لأفراد الكائنات الحية على اختلاف أنواعها (كما في على سبيل المثال: الأبناء يشبهون الآباء).
2. تعرّف ثمة فروقات في المظهر (**الشكل الخارجي**) بين الأفراد للجماعات (أو المجموعات) نفسها.
3. **تحديد صفات النباتات والحيوانات** التي تساعد على العيش في بيئة معينة ما.
4. وصف أمثلة لكائنات (حيّة) منقرضة اعتماداً على أدلة المتحجرات (كما في على سبيل المثال: الديناصورات).

## الصفوف (5 - 8):

**بنمو معارف الطلبة في الصفوف (5 - 8)، يتضمن ما يجب على الطلبة معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله، الآتي:**

1. وصف الغرض الذي من أجله **تنقسم الخلايا الجسمية، والخلايا الجنسية.**
2. وصف دور **الكروموسومات والجينات في الوراثة** (كما في على سبيل المثال: التحكم في الصفات الوراثية، والكروموسومات مكونة من جينات).
3. وصف **الدليل الذي يظهر التغيرات** Changes أو **الثبات** Constancy في مجموعات / جماعات الكائنات الحية عبر الزمن الجيولوجي.

## الصفوف (9 - 12):

**بتقدم معارف الطلبة ونموها في الصفوف (9 - 12)، يتضمن ما يجب على الطلبة معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله، الآتي:**

1. مقارنة ومقابلة الغرض، وعمليات **انقسام الخلية** (الانقسام غير المباشر / المتساوي Mitosis)، والانقسام الاختزالي (المنصف) Meiosis لإنتاج الخلايا الجنسية.
2. إعطاء أمثلة لبيان كيف أنّ بعض **الصفات يمكن توريثها أو وراثتها**، بينما **صفات أخرى تكون نتيجة لتفاعل الجينات مع البيئة** (كما في على سبيل المثال: سرطان الجلد يحدث نتيجة لتعرض الجلد لأشعة الشمس بصورة كبيرة ومكثفة، أو نتيجة الاتصال بمواد كيميائية مسرطنة).
3. وصف كيف أنّ **DNA يعمل كعربة للوراثة**، وكمصدر للتنوع الوراثي الذي يمكن أن **يتأثر بالانتخاب الطبيعي Natural Selection**.
4. وصف كيف أن **الطفرة Mutation**، والاختيار الطبيعي، وانعزال التكاثر Reproductive Isolation يمكن أن تؤدي إلى **تكوين أنواع Species جديدة، وتفسير التنوع البيولوجي على الأرض.**
5. تفسير لماذا أن **الاختلاف (التباين) Variation** داخل الجماعات يحسّن من فرص الحياة والبقاء لأنواع الكائنات الحية في ظل ظروف بيئية جديدة.
6. وصف **التركيب العام والوظيفة للجين Gene (DNA)، ودوره في الوراثة وبناء البروتينات** (كما في على سبيل المثال: تضاعف DNA، ودور RNA في تكوين البروتينات).

7. **حساب الاحتمالية Probability** التي يمكن للفرد أن يرث صفة وراثية واحدة (كما في على سبيل المثال: عندما يكون الأبوان حاملين للصفة أو للمرض).

وبالإضافة إلى ما تم ذكره (المعيار الثالث) لطلبة الصفوف (9 - 12)، فإنّ **الطلبة الراغبين في متابعة دراسة العلوم ما بعد هذه المعايير**، فإن ما **يجب عليهم أن يعرفوه، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يتضمن الآتي:

1. وصف كيف أنّ **الأنظمة البيئية Ecosystems** يمكن (عبر الزمن الطويل) أن تبقى ثابتة؛ وإذا ما تغيرت بعوامل كما في التغير المناخي، فإنها تقود إلى الثبات أو الاستقرار Stability .
2. تفسير (**التخصص Specializations**) التي تسمح لأنواع مختلفة من الخلايا لتأدية وظائف مختلفة أو متنوعة.
3. وصف كيف أنّ **الاتزان Homeostasis** تتم المحافظة عليه داخل الكائن الحي عندما تتغير البيئة (كما في على سبيل المثال: العلاقة بين مستوى السكر وإفراز الأنسولين، وتوازن ثاني أكسيد الكربون والأكسجين في الجسم).
4. وصف دور **طفرة الجين Gene Mutation الذي يؤدي إلى انقسام الخلية الذي لا تتم السيطرة عليه** (كما في على سبيل المثال: **السرطان Cancer**).
5. تفسير دور **التعرض لعوامل معينة** (كما في التعرض الكيميائي، والبيولوجي، والإشعاعي) التي يمكن أن تزيد من **معدّل الطفرات**، وبالتالي زيادة حدوث السرطان، والأمراض الأخرى.
6. تحديد **درجة القرابة بين الكائنات الحية أو الأنواع** من خلال تقدير التشابه في تتابع الحموض النووية، والتي في الغالب تقترب من تشابه التصنيفات المستندة إلى التشابهات التشريحية.
7. تفسير كيف أن **معدّل التغير في البيئة** يمكن أن يتخطى قدرة الكائنات الحية للاستجابة (رد الفعل) للتغير، مما يؤدي إلى **انقراض Extinction النوع**.

## المعيار الرابع: Standard 4

**علوم الأرض / الفضاء Earth / Space Science: يعرف الطلبة ويفهمون العمليات والتفاعلات في أنظمة الأرض، والتركيب والديناميكية للأرض والأشياء**

الأخرى في الفضاء (التركيز على: الجيولوجيا، والأرصاد الجوية، والفلك، والمحيطات).

أولاً: يعرف الطلبة ويفهمون مكونات الأرض، وتاريخها، والعمليات الطبيعية التي أدّت إلى تشكيلها.

بدراسة الأرض، ومكوناتها، وتاريخها، والعمليات التي أدت إلى تشكيلها، يكتسب الطلبة فهماً أفضل للكوكب الذي يعيشون عليه. فأشكال اليابسة، والمصادر، والحوادث السنوية كما في: الهزات الأرضية، والفياضانات، والثورات البركانية، تؤثر جميعاً في أمكنة وتجمعات السكان. والحياة عبر العصور الجيولوجية، كانت ولا تزال، تتأثر بالتغيرات التي تحدث بمعدّلات مختلفة في القشرة الأرضية. ومعرفة تركيب، ومكونات الأرض يزودنا بقاعدة أساسية لعمل واتخاذ القرارات. وفهم الحوادث الجيولوجية كما في الخبرات الأرضية وثوران البراكين تسمح للطلبة لاتخاذ قرارات مسؤولة، وتقييم النتائج، والتنبؤ بالتأثير الذي قد يحدث في الحوادث المستقبلية.

## الصفوف (4-k):

في الصفوف (4-k)، فإنّ ما يجب أن يعرفه التلاميذ، ويكونوا قادرين على عمله، يتضمن الآتي:

1. وصف الأنواع والاستعمالات المختلفة لمواد الأرض (كما في على سبيل المثال: الصخور، والتربة، والمعادن).
2. تعرف أن المتحجرات Fossils دليل على الحياة في الماضي.
3. تحديد الخصائص الأساسية لسطح الأرض (كما في على سبيل المثال: الجبال، والأنهار، والسهول، والتلال، والمحيطات).
4. وصف العمليات الطبيعية التي تغيّر سطح الأرض (كما في على سبيل المثال: الأحوال الجوية، والانجراف، وتراكم الجبال، والأنشطة البركانية).
5. تعرف أن البشر يتأثرون بالحوادث الطبيعية (كما في على سبيل المثال: الهزات الأرضية، والبراكين، والفيضانات).

## الصفوف (5 - 8):

**بنمو معارف الطلبة في الصفوف (5 - 8)، يتضمن ما يجب أن يعرفه الطلبة، ويكونوا قادرين على عمله، الآتي:**

1. **تفسير كيف تتشكل المعادن، والصخور، والتربة.**
2. تفسير كيف أنّ المتحجرات تتشكل، وتستخدم كدليل على أن الحياة تغيرت عبر الزمن.
3. **نمذجة العمليات الطبيعية** التي تعمل على **تشكيل سطح الأرض** (كما في على سبيل المثال: العوامل الجوية، والانجراف، وتراكم الجبال، وأنشطة البراكين).
4. تفسير **توزيع ومسببات الحوادث الطبيعية** (كما في على سبيل المثال: الهزات الأرضية، والبراكين، وانهيار الصخور والتراب).

## الصفوف (9 - 12):

**بتقدم الطلبة في معارفهم ونموها في الصفوف (9 - 12)، يتضمن ما يجب على الطلبة معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله، الآتي:**

1. وصف **تركيب ومكونات الأرض الداخلية.**
2. استخدام نظرية الصفائح التكتونية (تشوّه أديم الأرض) Tectonic Theory لتفسير العلاقات بين الهزات الأرضية، والبراكين، وسلسلة تلال المحيطات المتوسطة، وخنادق البحار العميقة).
3. **استخدام الدليل** (من مثل: المتحجرات، وطبقات الصخور، ومحاور الجليد، وتواريخ وقياسات الأشعة) لاستقصاء كيف أنّ الأرض تغيرت أو بقيت كما هي عبر فترات زمن قصيرة أو طويلة (كما في ثوران بعض البراكين).
4. تقييم مدى **إمكانية التنبؤ والضبط للحوادث الطبيعية** (كما في على سبيل المثال: الهزات الأرضية، والفيضانات، والانهيالات).
5. تحليل **الكلفة (الفوائد والعواقب)** لاستكشاف المصادر الطبيعية، والتطور، والاستهلاك.

**ثانياً: يعرف الطلبة ويفهمون الخصائص العامة للجو، والعمليات الأساسية للطقس.**

يعد جو الأرض مهماً وحيوياً للحياة. **فالشمس والجو (الغلاف الجوي) يؤثران في كل مناحي الحياة بما فيه الإنتاج في العمل، وعرض الغذاء، واستخدام الطاقة، والتفاعل، ونوعية البيئة، وصحة الإنسان وسلامته.** والاختيارات التي نقوم بها المرتبطة بالطقس، تتراوح من ارتداء الثياب (الملابس) إلى قرارات لأوضاع معقدة بما فيها الاستعداد والتحضير للطقس والأحوال الجوية السيئة أو الخطرة. والإعداد والاستجابة لظروف الطقس المختلفة تتطلب المعرفة بكيفية تأثير انتقال الطاقة في التغيرات الجوية. وكلما عرفنا أكثر عن الطقس، تزداد الفرص لاتخاذ قرارات مبنية على المعلومات لمعرفة التأثيرات المتوقعة.

### الصفوف (k–4):

**في الصفوف (k–4)، فإنّ ما يجب أن يعرفه التلاميذ، ويكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. **تعّرف أنّ الشمس مصدر أساسي ورئيسي لحرارة الأرض وإضاءتها.**
2. تعرف كيف أن **أنشطتنا اليومية تتأثر بأحوال الطقس** (كما في على سبيل المثال: أنواع الملابس، وخطط السفر، وأنشطة الاستجمام).
3. وصف **حالات وظروف الطقس الحالية من خلال جمع البيانات وتسجيلها** (كما في على سبيل المثال: درجات الحرارة، وكميات الأمطار، وكميات الغيوم وتوزيعها).

### الصفوف (5 - 8):

**بنمو معارف الطلبة في الصفوف (5 - 8)، يتضمن ما يجب على الطلبة معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله،** الآتي:

1. **وصف المكونات الأساسية**، والخصائص، وتركيب الجو (كما في على سبيل المثال: مدى وتوزيع درجات الحرارة، والضغط في الطبقات السفلى والطبقات العليا من الغلاف الجوي).

2. ملاحظة **Observing**، وقياس **Measuring**، وتسجيل **Recording** **التغيرات في ظروف الطقس وأحواله** (كما في على سبيل المثال: الرطوبة، ودرجات الحرارة، والضغط الجوي، وأنواع الغيوم، والرياح، والأمطار).

3. تفسير كيف أن **دوران وجريان الطقس (الأحوال الجوية)** وتغيرات أحواله تتأثر بشكل رئيسي بفعل حرارة الشمس (كما في على سبيل المثال: انتقال الطاقة بالإشعاع، والحمل، والتوصيل).

4. وصف **أنظمة الطقس المحلية والوطنية** (كما في على سبيل المثال: الجبهات، والكتل الهوائية، والعواصف).

## الصفوف (9 - 12):

**بتقدم الطلبة في معارفهم ونموها في الصفوف (9 - 12)، يتضمن ما يجب على الطلبة معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله، الآتي:**

1. تحليل التركيب، والتغيرات في **الغلاف الجوي (الجوّ)**، وأهميتها للحياة والأرض.

2. تفسير وتحليل **نمطية الطقس العام من خلال جمع البيانات، وتبويبها بيانياً، وتفسيرها.**

3. وصف كيف أن **انتقال الطاقة داخل الغلاف الجوي يؤثر في الطقس** (كما في على سبيل المثال: دور التوصيل، والإشعاع، والحمل، وحرارة التكثيف في الغيوم، والأمطار، والرياح، والعواصف).

4. استقصاء **وتفسير حدوث العواصف** وتأثيراتها في **المجتمعات البشرية والبيئة.**

5. وصف وتفسير العوامل التي يمكن أن تؤثر في الطقس والمناخ (كما في على سبيل المثال: القرب من المحيطات، والرياح السائدة، وثوران البراكين، واحتراق الوقود الحجري).

**ثالثاً: الطلبة يعرفون المصادر الرئيسية للماء واستخداماته، وأهميته، ونمطية دورات الحركة له في البيئة.**

الماء في العالم حيوي للحياة **﴿وجعلنا من الماء كل شيء حي﴾**. والتغيرات البسيطة أو الكبيرة التي تحدث على ماء الأرض لها آثار عميقة أو كبيرة على وجود

الإنسان ومعيشته. **ولأجل المحافظة على المياه (كمية ونوعية) للحياة اليومية**، فإنّ إدارة الموارد المائية بحكمة تعد عاملاً حاسماً في ذلك. وبزيادة السكان، ونمو الاقتصاد العالمي، يصبح الماء أكثر أهمية على الصعد المختلفة وبخاصة الصعيدين: **السياسي والاقتصادي**. ومعرفة خصائص الماء، وتأثيراته في الطقس، ومدى توافره أو وجوده، ضروري لفهم أهميته في الحياة. ومعرفة محيطات الأرض مهمة لفهمنا كيف تؤثر في الطقس، والمناخ، والحياة. إنه من الأهمية بمكان فهم دورات الماء، حيث إن **كمية الماء على الأرض محدودة**.

## الصفوف (4-k):

**في الصفوف ( 4-k)، فإنّ ما يجب أن يعرفه التلاميذ، ويكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. تحديد **المصادر الرئيسية للماء** (كما في على سبيل المثال: المحيطات، والمناطق الجليدية، والأنهار، والمياه الجوفية، والجو).
2. تحديد، ووصف **الحالات (الصلبة، والسائلة، والغازية)** التي يمكن أن يوجد فيها الماء على الأرض.
3. تعرّف **أهمية الماء واستخداماته** (كما في على سبيل المثال: مياه الشرب، والغسيل، والري).

## الصفوف (5 - 8):

**بنمو معارف الطلبة في الصفوف (5 - 8)، يتضمن ما يجب أن يعرفه الطلبة، ويكونوا قادرين على عمله،** الآتي:

1. تقصّي، ومقارنة **خصائص الماء وسلوكه في حالاته الثلاث**: الصلبة، والسائلة، والغازية.
2. وصف **توزيع مياه العالم ودوراته** من خلال المحيطات، والجبال الجليدية، والأنهار، والمياه الجوفية، والجو.
3. وصف مكونات **الخصائص الطبيعية للمحيطات** (كما في على سبيل المثال: التيارات، والأمواج، وخصائص أرضية المحيط، والملوحة).

## الصفوف (9 - 12):

**بتقدم الطلبة في معارفهم ونموها في المستويات الصفية (9 - 12)، فإنّ ما يجب على الطلبة معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. تحديد، وتفسير **العوامل المؤثرة في نوعية المياه** التي نحتاجها للبقاء على قيد الحياة.
2. تحديد، وتحليل الكلفة (الفوائد والعواقب) لاستخدام (**استنزاف**) مصادر المياه.
3. تفسير **التفاعلات بين الماء ونظم الأرض** الأخرى (كما في على سبيل المثال: المحيط الحيوي Biosphere، واليابسة، والجو).
4. تفسير **العلاقات المتبادلة بين دورات** المحيطات، والطقس، والمناخ.

**رابعاً: الطلبة يعرفون تركيب النظام الشمسي Solar System، ومكوناته، وتفاعلات الأشياء في الكون Universe، وكيف يتم استكشاف الفضاء.**

ملاحظة السماء والتفكير بها دائماً تخلب العقل البشري (الألباب)، وكذلك الثقافات والحضارات الإنسانية. هذه الملاحظات أدّت إلى تطوير طرق وسبل لقياس الوقت، والتنبؤ بالظواهر الطبيعية. وجميع الأجسام في الفضاء، بما فيها الأرض، تتأثر بالقوى المؤثرة في النظام الشمسي وفي الكون. **ودراسة الكون يعزز** فهمنا لأصل الأرض، ومكانتها في الكون، ومستقبلها. ومعظم ما نعرفه عن الغلاف الجوي للأرض، والنظام الشمسي، يرجع إلى دراسات وبحوث استكشاف الفضاء. **والمجتمع الحديث يستفيد من التكنولوجيا المتقدمة التي يتم تطويرها لاستكشاف الفضاء** والرابوطات، والاتصالات، والأقمار الصناعية، والرقائق المستخدمة في الكمبيوتر، والأجهزة الإلكترونية الأخرى. ومعرفة الكون، واستكشاف الفضاء في الماضي يمكن أفراد المجتمع من **اتخاذ القرارات المبنية على المعلومات** حول مستقبل استكشاف الفضاء.

## الصفوف (k–4):

**في الصفوف (k–4)، فإنّ ما يجب أن يعرفه التلاميذ، ويكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. وصف ما يمكن **ملاحظته بالعين المجردة في الليل والنهار في السماء** (كما في على سبيل المثال: الشمس، والقمر، والنجوم، والأبراج / مجموعات النجوم).
2. وصف **حركة الأرض حول الشمس**، بما فيه مفاهيم النهار، والليل، والسنة.
3. تعرّف خصائص الفصول / فصول السنة.
4. تعرّف **المكونات الأساسية للنظام الشمسي** (كما في على سبيل المثال: الشمس، والكواكب، والأقمار).
5. وصف حادث من حوادث **استكشاف الفضاء**؛ رحلات فضائية برجال فضاء أو بدون رجال فضاء.

## الصفوف (5 - 8):

**بنمو معارف الطلبة في المستويات الصفية (5 - 8)، يتضمن ما يجب أن يعرفه الطلبة، وأن يكونوا قادرين على عمله**، الآتي:

1. وصف المكونات الأساسية، والتركيب، والحجم، **والنظريات لأصل النظام الشمسي**.
2. تفسير أثر **الحركة النسبية** ومكان الشمس، والأرض، والقمر (كما في على سبيل المثال: فصول السنة، والكسوف والخسوف، وأوجه القمر، والمدّ والجزر).
3. **مقارنة الأرض بالكواكب الأخرى** (كما في على سبيل المثال: الحجم، والمكونات، والمسافة النسبية من الشمس).
4. تحديد **التكنولوجيا المطلوبة لاستكشاف الفضاء** (كما في على سبيل المثال: التلسكوب، ومنظار التحليل الطبيعي / المطياف، وأنظمة دعم الحياة).

## الصفوف (9 - 12):

**بتقدم الطلبة في معارفهم ونموها في المستويات الصفية (9 - 12)، فإنّ ما يجب على الطلبة معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يتضمن الآتي:

1. تفسير الأسباب، **ونمذجة الأطوال** المختلفة للنهار، والفصول، وأوجه القمر.
2. وصف **أثر الجاذبية** في الحركات الملاحظة في النظام الشمسي وما وراءه.
3. وصف **الإشعاع الكهربائي - المغناطيسي** الذي ينتج من الشمس والنجوم الأخرى (كما في على سبيل المثل: الأشعة السينية، والأشعة فوق البنفسجية، والضوء المرئي، والأشعة تحت الحمراء، والاستقبال اللاسلكي).

4. **مقارنة الشمس مع النجوم الأخرى** (كما في على سبيل المثال: الحجم، واللون، ودرجة الحرارة).

5. تحديد، ووصف **أثر تكنولوجيا الفضاء الحديثة على الحياة اليومية** (كما في على سبيل المثال: كمبيوترز متقدمة يوماً بعد يوم، والإحساس البعيد، والصور الطبية).

وبالإضافة إلى ما تقدم ذكره في (المعيار الرابع) لطلبة المستويات الصفية (9 - 12)، **فإنّ الطلبة الذين يرغبون في متابعة دراسة العلوم إلى ما بعد هذه المعايير، فإنّ ما يجب عليهم أن يعرفوه، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يتمثل بالآتي:

1. تفسير **العلاقة والتفاعلات بين الكائنات الحية وأنظمة الأرض** (كما في على سبيل المثال: الغلاف الجوي، والمحيط الجيولوجي، والمحيط المائي).
2. **التنبؤ بتغيرات المناخ المحتملة وآثارها** اعتماداً على البيانات الحالية والسابقة.
3. تحديد، **وتنبؤ المخاطر الطبيعية** باستخدام البيانات تاريخياً.
4. وصف دورة حياة النجم.
5. وصف الدليل الذي يدعم النظريات العلمية السابقة والحالية المتعلقة بأصل الكون.

## المعيار الخامس: Standard 5

**يعرف الطلبة ويفهمون العلاقات المتداخلة (المتبادلة) بين: العلم Science، والتكنولوجيا Technology، وأنشطة الإنسان، وكيف أنها تؤثر في العالم.**

يتشكل العالم الذي نعيش فيه بطرائق وأساليب **التقدم العلمي والتكنولوجي وتطبيقات العلم، وأنشطة الإنسان**. فالعلم والتكنولوجيا تهيئ علاقات وارتباطات مفيدة بين العالم الطبيعي والعالم المصنع. ومنذ اختراع الأدوات الحجرية، فإنّ تطبيقات التكنولوجيا زودتنا، وتزود البشرية بالقدرة على تعديل البيئة وتكييفها. وكون أن التقدم العلمي والتكنولوجي يؤثر في جميع الأنظمة الحية وغير الحية، فإنّه من الحيوي والمهم أن **يتعلم الطلبة ويفهموا العلاقات المتداخلة والمتبادلة بين: العلم، والتكنولوجيا، والأنشطة الإنسانية.**

**الصفوف (k–4):**

**في الصفوف (k–4)، فإنّ ما يجب أن يعرفه التلاميذ ويكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. تعرّف التنوع، والمصادر التي تزودنا بها **الأرض والشمس** (كما في على سبيل المثال: التربة، والبترول، والمعادن، والطب، والغذاء).
2. **اختراع جهاز يعالج مشكلة يومية** (أو مهمة)، وإيصال وتواصل المشكلة (أو المهمة)، والتصميم، والحل.
3. وصف أنشطة ذات علاقة بالمصادر التي يمكنهم المشاركة فيها والتي تفيد مجتمعهم المحلي (كما في على سبيل المثال: **إعادة التدوير، وحفظ المياه**).
4. تحديد **المهن التي تستخدم العلم والتكنولوجيا**.

**الصفوف (5 - 8):**

**بنمو معارف الطلبة في المستويات الصفية (5 - 8)، يتضمن ما يجب أن يعرفه الطلبة، وأن يكونوا قادرين على عمله،** الآتي:

1. استقصاء، ووصف مدى استخدام الإنسان **للمصادر المتجدّدة Renewable Resourses** وغير المتجددة (كما في على سبيل المثال: الغابات، والوقود الأحفوري).
2. وصف **الفوائد والعواقب المحتملة من إدخال التكنولوجيا** (كما في على سبيل المثال: تسلق الجبال بالدراجات الهوائية، والخليوي، وأجهزة المناداة).
3. وصف كيف أنّ **استخدام التكنولوجيا** يمكن أن تساعد في حل مشكلة فردية أو مجتمعية (كما في على سبيل المثال: الأجهزة التي تركب في السيارة لتقليل التلوث الهوائي).
4. وصف كيف أن الناس يستخدمون **العلم، والتكنولوجيا في مهنهم**.

**الصفوف (9 - 12):**

**بتقدم الطلبة في معارفهم ونموها في المستويات الصفية (9 - 12)، فإنّ ما يجب على الطلبة معرفته، وأن يكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. **تحليل الفوائد، والمحدّدات، والكلفة، والعواقب المتضمنة في استخدام التكنولوجيا أو المصادر** (كما في على سبيل المثال: الأشعة السينية، والكيماويات في الزراعة، واحتياطات الغاز الطبيعي).

2. تحليل كيف أن **إدخال تكنولوجيا حديثة** أثرت أو يمكن أن تؤثر في أنشطة الإنسان (كما في على سبيل المثال: اختراع التلسكوب، وتطبيقات الاتصالات الحديثة).

3. عرض وتبيان **العلاقة بين العلوم، والتكنولوجيا** (كما في على سبيل المثال: إنشاء وبناء الجسور، أو صناعة أحذية للركض).

4. وصف **استخدام التكنولوجيا في مهنة ما**.

**أمّا الطلبة الذين يرغبون في متابعة دراسة العلوم إلى ما بعد المعايير، فإنّ ما يجب عليهم أن يعرفوه، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يمكن أن يتضمن الآتي:

1. تطبيق معارفهم وفهمهم **للتفاعلات الكيميائية والفيزيائية**، لتفسير التكنولوجيا الحالية والمتوقعة مستقبلاً (كما في على سبيل المثال: الليزر، وفوق الصوتية، والمواد العالية التوصيل، والآلات الناسخة).

2. استكشاف **الجوانب العلمية والتكنولوجية للمشكلات المعاصرة** (كما في على سبيل المثال: قضايا متصلة بالغذاء، ونوعية الهواء، والمصادر الطبيعية).

## المعيار السادس: Standard 6

**يفهم Understand الطلبة أنّ العلم يتضمن طريقة خاصة (منهجية) للوصول إلى المعرفة Way of Knowing، ويفهمون الارتباطات العامة المشتركة بين المواد (المباحث) العلمية Scientific Disciplines.**

المجتمعات البشرية تساءلت منذ أمد بعيد، عن ملاحظة، وجمع البيانات، وقدمت تفسيرات للظواهر العلمية. **والدليل العلمي** والمعرفة تتميز عن الطرق الأخرى التي توصلنا إلى المعرفة وذلك من حيث **(المعايير) أو المنهجية (العلمية)** التي ينبغي اتباعها. وتضم المعايير استخدام المعايير الأمبريقية (التجريبية)، وقواعد الأدلة، والبنية المنطقية، والتفكير العقلاني، والتساؤل / طرح الأسئلة، والانفتاح على النقد. والمواد (المباحث) العلمية تختلف عن بعضها في مضمونها، وفنيات الاستخدام فيها، والنواتج المبتغاة فيها؛ لكنها تشترك في غرض عام يتمثل في **تفسير Explain وتنبؤ Predict الحوادث والظواهر وضبطهما Control**. هذا مع العلم أن بعض النظريات بقيت سائدة لفترة من الزمن، ولا تزال تستخدم؛ إلاّ أن بعض الادعاءات المعرفية تغيرت وتعدلت بفعل الدليل العلمي؛ فالتغير Change، والاستمرارية Continuity، والاستقرار Stability هي صفات للعلم.

هذا، وعلى الرغم أن اكتساب المعرفة العلمية بمفاهيمها، وقوانينها، ونظرياتها أساسية في العلم، إلاّ أنها لا تقود بالضرورة إلى **فهم Understanding كيف أن العلم نفسه يعمل How Science Works**. وفي هذا فإن الطلبة بحاجة ماسة لفهم أن العلم يقوم بحبك جوانب مختلفة للعلم معاً ودعم بعضها بعضاً. ولتحقيق التماسك بين أفكار العلم ومفاهيميه المتضمنة في الظواهر الطبيعية، فإنّ الأفكار العلمية كالتغير، والأنظمة، والنماذج، والتنظيم تعد مهمة ومفيدة بدرجة عالية. **فالأفكار Themes** يمكن أن تتضمن وتربط كميات كبيرة من البيانات، **والدليل Evidence** في العلم يمكن استخدامه لتحقيق التكامل بين العلم والمواد / المباحث الأخرى.

## الصفوف ( 4-k):

في **الصفوف ( 4-k)، فإنّ ما يجب أن يعرفه التلاميذ، ويكونوا قادرين على عمله،** يتضمن الآتي:

1. يتعرف أنّ **التجربة العلمية عندما يتم تكرارها تحت الظروف نفسها**، فإنها تعمل بالطريقة (النتائج) نفسها.
2. **مقارنة المعرفة التي تم الحصول عليها بالخبرة المباشرة، والمعرفة** التي تم الحصول عليها بطريقة غير مباشرة Indirectly (كما في على سبيل المثال: مقارنة أطوال التلاميذ في الصف، ومقارنة النتائج ببيانات مشابهة تم الحصول عليها في صف آخر أو مدرسة أخرى).
3. تحديد نمطيات ملاحظة، وتغيرات في حياتهم، **والتنبؤ بحوادث مستقبلية** تعتمد على هذه النمطية (كما في على سبيل المثال: نمطية فصول السنة الأربعة).
4. ملاحظة، ووصف المكونات، **والعلاقات المتداخلة (المتبادلة) في نظام مبسط** (كما في على سبيل المثال: تتبع جريان الماء في مربى مائي، والمصفاة، والمضخة).
5. مقارنة **نموذج Model بما يمثله هذا النموذج** (كما في على سبيل المثال: مقارنة خريطة للمدرسة بالمدرسة الحقيقية، ونموذج للأرض بالأرض نفسها).

## الصفوف (5 - 8):

**بنمو معارف الطلبة في المستويات الصفية (5 - 8)، فإنّ ما يجب أن يعرفه الطلبة، وأن يكونوا قادرين على عمله**، يتضمن الآتي:

1. تفسير لماذا أنّ **التجربة (المضبوطة)** تعطي النتائج نفسها عند تكرارها.
2. إعطاء أمثلة تبين كيف أن **المعرفة العلمية تتغيّر** في ضوء المعرفة المكتسبة الجديدة، وتعديل المعرفة السابقة (كما في على سبيل المثال: استكشاف الفضاء).
3. وصف **مساهمات العلماء من حضارات مختلفة** في تقدم العلم.
4. **تحديد، ومقارنة، وتنبؤ المتغيرات والظروف المرتبطة بالتغير** (كما في على سبيل المثال: المناخ، والسكان، والحركة).
5. تحديد، وتوضيح **الدورات الطبيعية** داخل الأنظمة (كما في على سبيل المثال: الماء، وحركة الكواكب، والتغيرات الجيولوجية، والمناخ).
6. **استخدام النموذج للتنبؤ بالتغير** (كما في على سبيل المثال: محاكاة الكمبيوتر).

## الصفوف (9 - 12):

**بتقدم الطلبة في معارفهم ونموها في المستويات الصفية (9 - 12)، فإنّ ما يجب على الطلبة أن يعرفوه، ويكونوا قادرين على عمله**، يتضمن الآتي:

1. **تقييم وسائل الاتصال المطبوعة والمرئية لأغراض الدليل العلمي، والتحيزات،** أو الآراء.
2. تفسير أن **طريقة الوصول إلى المعرفة، تتضمن النقد، وعملية اجتماعية** (كما في على سبيل المثال: المراجعة من قبل الأقران، والانفتاح للنقد، والمجادلات العلمية، والشكيّة).
3. **استخدام الرسومات البيانية، والمعادلات، أو أي نماذج أخرى**، لتحليل الأنظمة المتضمنة التغير والثبات (كما في على سبيل المثال: مقارنة مقاييس الأزمنة الجيولوجية بإطارات أزمنة أقل).
4. تحليل ومقارنة **نماذج التغير الدائري** كما تستخدم داخل وبين المباحث العلمية (كما في على سبيل المثال: دورة الماء، والحركة الدورانية، والأمواج الصوتية، ودورات الطقس).

5. **تحديد، وتنبؤ علاقات السبب - النتيجة Cause - Effect داخل النظام** (كما في على سبيل المثال: أثر درجة الحرارة في حجم الغاز، وأثر مستوى ثاني أكسيد الكربون في البيوت الزجاجية / الدفيئة، وأثر تغير الغذاء عند قاعدة الهرم الغذائي).
6. تحديد، ووصف **ديناميكيات الأنظمة الطبيعية** (كما في على سبيل المثال: أنظمة الطقس، والأنظمة البيئية، وأجهزة الجسم، والتوازن الديناميكي للأنظمة / الأجهزة).
7. تحديد، واختبار **نموذج لتحليل الأنظمة المتضمنة التغير والثبات** (كما في على سبيل المثال: تعبير رياضي لسلوك الغاز، وبناء نظام مغلق كما في المربى المائي).
8. تفسير **نموذج أسيّ Exponential Model** (كما في على سبيل المثال: مقياس الحموضة pH، والنمو السكاني).
9. **تنقية** (تشذيب) الفرضية اعتماداً على البيانات المتجمعة عبر الزمن (كما في على سبيل المثال: النظريات والفرضيات المتعلقة بانقراض الديناصورات).

**أمّا الطلبة الذين يرغبون في متابعة العلوم إلى ما بعد هذه المعايير، فإنّ ما يجب عليهم أن يعرفوه، ويكونوا قادرين على عمله**، يمكن أن يتضمن الآتي:

1. ربط ظاهرة ذات مقياس صغير بأخرى ذات خصائص ومقاييس كبيرة (كما في على سبيل المثال: ربط قوى الجزيئات المتداخلة بالخصائص الطبيعية).
2. **متابعة التطور في اختراع، أو نظرية، أو اكتشاف، لبيان طبيعة العلم الديناميكية Dynamic Nature of Science.**

## الغايات الوطنية للتعليم: أمريكا 2000

### National Education Goals: America 2000

**يُعد نظام التعليم الأمريكي أنموذجاً للأنظمة التربوية غير المركزية** حيث يترك **مبدئياً للولايات States والمقاطعات (المناطق) Districts والمدارس المحلية Local مساحة واسعة ومرونة كبيرة للتطوير والعمل التربوي** بوجه عام. وفي هذا فإنّ مسؤولية التعليم في الولايات المتحدة الأمريكية متروكة لكل ولاية ومقاطعة / منطقة أو الإدارة المحلية **ومجالس المدارس School Boards**؛ إذ إنّ الحكومة الأمريكية

(الفيدرالية) **Federal Government لا تحدد ماذا يجب أن يتعلم الطالب (المتعلم) الأمريكي، وماذا يجب أن يكون مستواه في أي مادة تعليمية في مستويات الصفوف التعليمية.** إلا أن دائرة التربية (وزارة التربية والتعليم) **Department of Education** في الحكومة الفيدرالية **تضع الخطوط العريضة والتوجهات العامة للتعليم** كما في حركات الإصلاح التربوي العلمي، والمعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES) والخطط الوطنية البعيدة المدى National Goals.

ومن **منظور حركات الإصلاح التربوية الوطنية**، تُعد **الغايات الوطنية للتعليم: أمريكا 2000، من الحركات الإصلاحية الوطنية لتحسين التعليم في الولايات المتحدة الأمريكية.** وفي هذا، كان للسياسيين نصيب ودور كبير في تحديد الغايات الوطنية للتعليم كأساس للعام (2000) والقرن الحادي والعشرين. وفي تركيزهم وتأكيدهم على **نوعية التعليم وجودته منذ الطفولة وخلال الحياة**، اتفق الرئيس الأمريكي في العام 1989 مع حكام الولايات على أهداف وغايات وطنية للتعليم الأمريكي والتي يجب أن تؤسس (وتتحقق) عام 2000م. وفي عام 1994 أصبحت الغايات الوطنية قانوناً عندما قرّر الكونجرس الأمريكي مرسوم الغايات الوطنية للتعليم: أمريكا 2000. وفي هذا تم تحديد **غايات التعليم الوطنية National Goals في العام 2000** على النحو الآتي:

**أولاً: الجهوزية للتعلم Ready to Learn**: جميع الأطفال الأمريكيين سيبدأون المدرسة ويكونون (جاهزين) للتعلم.

**ثانياً: إتمام المدرسة School Completion**: يرتفع معدّل التخرج في المدارس الثانوية ومستوى تأهيلهم بنسبة (90%) على الأقل؛ (مما يُشير إلى أن نسبة التسرب كانت مرتفعة نسبيّاً).

**ثالثاً: تحصيل الطلبة والمواطنة Student Achievement and Citizenship يكون بمقدور الطلبة في نهاية المراحل الدراسية (k-4) و(5 - 8) و(9 - 12) كفاءة في الموضوعات الدراسية** التي تشمل: اللغة الإنجليزية، والعلوم والرياضيات، والتربية الوطنية، واللغات الأجنبية، والاقتصاد، والفنون، والتاريخ والجغرافيا. وفي هذا فإنّ على كل مدرسة أن تتأكد أن **جميع الطلبة يتعلمون لاستخدام عقولهم (التفكير)** جيداً وذلك للتهيؤ لأن يكونوا

مواطنين صالحين، وللتعلم المستمر، والاستخدام المنتج في **الاقتصاد** الحديث حيث **التنافس الاقتصادي العالمي** على أشدّه.

**رابعاً: التطوير المهني للمعلمين Teacher Education and Professional Development**: للمعلمين في طول البلاد وعرضها الحق بدخول البرامج التدريبيّة والتأهيلية المهنية المستمرة لاكتساب المعرفة وتحسين المهارات المهنية التي يحتاجونها لتعليم الطلبة وإعدادهم للقرن الحادي والعشرين.

**خامساً: الرياضيات والعلوم: Mathematics and Science: يكون ترتيب طلبة الولايات المتحدة (الأول) فيما يتعلق بالتحصيل في العلوم والرياضيات.**

**سادساً: التعلم مدى الحياة: Adult Literacy and Life - Long Learning**: يكون كل أمريكي بالغ متعلماً ومثقفاً، ويمتلك المعرفة والمهارات اللازمة للمنافسة في الاقتصاد العالمي، ويمارس حقوق المواطنة وواجباتها بمسؤولية تامة.

**سابعاً: بيئة تعليمية آمنة: Safe, Disciplined and Alcohol - Drug - Free Schools**: تكون كل مدرسة في أمريكا خالية من المخدرات، والعنف، والأسلحة، والمشروبات الكحولية؛ وبالتالي تتوافر فيها بيئة تعليمية - تعلمية (تربوية) ملائمة (وآمنة) للتعليم والتعلم.

**ثامناً: مشاركة أولياء الأمور: Parental Participation**: كل مدرسة تحفز وتفعل مشاركة الآباء وأولياء الأمور لتعزيز نمو الأطفال الاجتماعي، والعاطفي، والأكاديمي.

وفي السياق العام، وفي العام (2000) صدر تقرير **الهيئة الوطنية لتعليم العلوم والرياضيات للقرن الحادي والعشرين**، حيث تم قرع جرس الإنذار بشدّة، واتضح ذلك من عنوانه: **قبل فوات الأوان Before It's Too Late**. فقد ركز التقرير على **أهمية العلوم والرياضيات في القرن الحادي والعشرين ودورهما الكبير في المنتجات، والخدمات، ومستوى المعيشة، والأمن الاقتصادي، والأمن العسكري التي تدعم الأمة وتمدّها بالحياة في البيت وحول العالم**. ومنهما (**العلوم والرياضيات**) تنشأ الاختراعات التكنولوجية التي تحتاجها الشركات والصناعة للمشاركة بفاعلية في السوق (الاقتصاد) العالمي.

وفي سياق ذلك، لخص التقرير (Glenn, 2000) أنّ الإعداد الحالي (والتعليم) الذي يتلقاه الطلاب في الولايات المتحدة في **العلوم والرياضيات بكلمة واحدة أنه غير مقبول Unacceptable**. فقد أظهرت التقارير المتعلقة بإنجازات الطلاب في الدراسة الدولية الثالثة للعلوم والرياضيات **TIMSS**، وفي اختبار **التقييم الوطني للتقدم التربوي (NAEP) صورة قاتمة** تفيد بضعف هذه الإنجازات؛ وبالتالي فإنّ الأطفال يفقدون القدرة على مواجهة تحدّيات القرن الحادي والعشرين؛ لأننا نخفق في جذب اهتمام أبنائنا للأفكار العلمية والرياضية، ولا نوجههم إلى المستوى المطلوب الذي يحتاجونه للعيش في حياتهم، أو العمل في وظائفهم ومهنهم، ولا تتحدّى تفكيرهم بعمق كاف. وفي هذا، (**قطعت جهيزة قول كل خطيب!!**).

وفي السياق، ثمة **أربعة أسباب مهمة وضرورية** وثابتة **تؤكد حاجة الأبناء لاكتساب الكفاءة والجدارة في العلوم والرياضيات**، وهي:

1. **التغير السريع والتقدم المتزايد في الاقتصاد العالمي** وأماكن العمل التي تتطلب انتشاراً واسعاً للمعرفة، والقدرات، والمهارات المتعلقة بالعلوم والرياضيات.
2. **حاجة المواطنين إلى العلوم والرياضيات** في صنع واتخاذ قراراتهم اليومية.
3. العلوم والرياضيات ترتبط بشكل معقد **بمصالح الأمة (الأمنية)**.
4. **القيمة الجوهرية والعميقة للمعرفة العلمية والرياضيات تشكل وتحدّد الحياة**، تاريخاً وثقافة؛ فالعلوم والرياضيات هي المصادر الأساسية للتعلم الدائم، وتقدم الحضارة.

وفي ضوء الأداءات المتعلقة بالطلاب من حيث إنّهم لا **ينجزون جيداً في العلوم والرياضيات** بشكل يمكنهم من قيادة مستقبلهم، فإنّ ثمة **خمسة عوامل أساسية مجتمعة معاً تدفع إلى العمل قبل فوات الأوان Before It's Too Late**، وهذه العوامل هي:

1. **ركزت جهود الإصلاح انتباه (الأمريكيين) على التعليم كقضية وطنية تهم الجميع.**
2. هناك **تغير ديمغرافي قادم في قوى التعليم**، إذ إنّ نسبة كبيرة من المعنيين بالتعليم سيتقاعدون مستقبلاً، وبالتالي يوفرون فرصة للتخطيط، وعمل تغيرات وتغييرات في صميم التعليم نفسه.

3. تستطيع المدارس الآن أن تضع **موضع التطبيق ما تعلمه المربون في الجيل الماضي عن المناهج وتدريسها** (المعايير، والتعليم الفعال، والمواصفات العالية، والأهداف والتدريس، والتقييم، وكيف يتعلم التلاميذ...الخ).

4. الأمة الآن لديها **مصادر فائضة من المال لاستثمارها في التعليم.**

5. الجيل الصاعد من **خريجي الجامعات يظهرون** ثانية اهتماماً متزايداً باتخاذ **التعليم مهنة، أو احترافاً لها.**

وبهذا يكون التقرير قد قدّم رسالتيّن: **الأولى**: تفيد أنّ الطلاب يجب أن يطوروا إنجازاتهم في العلوم والرياضيات إذا أرادوا النجاح والفلاح في عالم اليوم (القرن الحادي والعشرين)، وإذا أرادت البلاد أن تبقى في موقع المنافسة في الاقتصاد العالمي المتكامل. **والثانية**: تكمن في إيجاد **الحل اليوم وليس غداً قبل فوات الأوان**؛ حيث إن الطريق المباشر لتطوير وتحسين إنجازات العلوم والرياضيات للطلاب جميعهم هو **تحسين تعليم العلوم والرياضيات ورفع سويته ونوعيته**. ولهذه الغاية، تم **اقتراح ثلاثة أهداف أساسية والاستراتيجيات (الآليّة) التنفيذية لذلك**، وهي:

**الأول: تأسيس نظام مستمر لتطوير نوعية تعليم الرياضيات والعلوم من الروضة وحتى الصف الثاني عشر (k-12). وهذا يتطلب سبع استراتيجيات عمل لتنفيذ هذا النظام**، وهي:

1. **يجب على كل ولاية State** أن تباشر حالاً بتقييم الحاجات كاملاً لتحديد ما **يحتاجه المعلمون في مدارسهم، وحياتهم المهنية** إذا أرادوا تحقيق تعليم مرتفع النوعية.

2. **المعاهد الصيفية** يجب أن تؤسس لتلبية ومعالجة الحاجات التطويرية العالية المستوى التي تم تحديدها.

3. تكوين نواة لمعلمين يعملون **باستراتيجية الاستقصاء**، ونقل الخبرة لغيرهم لإغناء معلوماتهم ومهاراتهم التدريسية.

4. **تدريب القيادات** مطلوب لإعداد أشخاص يسهلون عمل المعاهد الصيفية، ومجموعات الاستقصاء على حد سواء.

5. يجب **تخصيص (انترنت) للمعلمين**، ليتمكنوا من استعمالها، ويسهموا في توسيع قاعدة المعلومات فيما يتعلق بتعليم العلوم والرياضيات.

6. مجالس التنسيق غير الحكومية يجب أن **تجتمع وتنسق مع بعضها بعضاً** لتحضر لتجميع المبادرات السابقة وما يتبع ذلك وتقييم الإنجازات.

7. **جميع الولايات والمناطق المحلية** يجب أن تبدأ بمنح مكانة وعمل برامج حافزة؛ لدعم التطوير المهني والمثالي والذي سيؤثر في إنجازات الطلاب العالية، وزيادة الجاذبية نحو التعليم كمهنة.

**الثاني: زيادة أعداد معلمي العلوم والرياضيات، وتطوير نوعية الإعداد. وهذا يتطلب ثلاث استراتيجيات لتنفيذه، هي:**

1. استراتيجية مباشرة تعرّف وتحدّد **الإعداد النموذجي والمثالي للمعلم**.

2. استراتيجية لإيجاد طرق **لجذب المزيد من المرشحين المؤهلين للتعليم** من بين طلاب الجامعات والمدارس الثانوية وخريجي الجامعات الجدد.

3. إيجاد (15) خمس عشرة **أكاديمية تعليم علوم ورياضيات مختارة** لتدرب سنوياً حوالي ثلاثة آلاف شخص أكاديمي، وتجنيدهم لمدة سنة لإعطاء مساقات ودورات مكثفة في **طرق تدريس العلوم والرياضيات الفعّالة**.

**الثالث: تطوير بيئة العمل، وجعل مهنة التعليم أكثر جاذبية لمعلمي العلوم والرياضيات من الروضة وحتى الصف الثاني عشر (k-12)؛ وهذا يتطلب أربع استراتيجيات لتنفيذه، هي:**

1. الحاجة إلى **برامج مركزة لمساعدة معلمي العلوم والرياضيات المبتدئين** للتأقلم وتأهيلهم، وإيجاد علاقة بينهم، وتقسيمهم إلى مجموعات استقصائية للبحث.

2. **مشاركة القطاع الخاص في الدعم والمساندة، وإيجاد بيئة تعلم مهنية للمعلمين**؛ وهذه الجهود تعزز التعليم وتحسنه بالمواد، والأجهزة، والتسهيلات.

3. الحوافز سواء على شكل جوائز مالية أم زيادة رواتب أم دعم معنوي، **يحتاج إليها المعلمون** لتشجيعهم الاستمرار بالتعليم وتحسين مهاراتهم.

4. جعل **رواتب المعلمين أكثر منافسة**، وبشكل خاص لمعلمي العلوم **والرياضيات** الذين يجمعون بين الإعداد الجيّد والمهارات، وتقديم الأجور العالية لهم في القطاع الخاص.

وينتهي التقرير بتقديم **التحدّي للجميع**، بأن يشعروا بالمسؤولية الشخصية للتعبير عن الرؤية الجديدة عن تعليم العلوم والرياضيات، والأخذ بزمام المبادرة لتنفيذ ما ورد من أهداف واستراتيجيات لتحسين نوعية التعليم وإصلاحه لمواجهة القرن الحادي والعشرين بواقعه، ومشكلاته، وتحدياته المستقبلية، وثورته التكنولوجية (المعرفية والمعلوماتية والكمبيوترية).

## مناهج علوم للمراحل الثلاث: الابتدائية والمتوسطة والثانوية
## Elementary, Middle, and High School Science Curriculum

فيما يلي أمثلة ونماذج مبسطة ليس إلاّ، لمناهج وبرامج علوم لمراحل التعليم الثلاث: الابتدائية، والمتوسطة، والثانوية تم اقتراحها في ضوء جهود حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها من جهة، وتوافقها مع المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)، ومعالم (ملامح) الثقافة العلمية (BFSL) من جهة أخرى (Hassard, 2004; Trowbridge et al., 2004).

### أولاً: التصاميم الجديدة لمناهج العلوم والصحة في المدارس الابتدائية (1989): New Designs for Elementary School Science and Health

هذا المنهاج (أو المشروع) موجه لتلاميذ الروضة وحتى الصف السادس الابتدائي (k-6). ويتمثل الهدف الأساسي له أن يتعلم التلاميذ عن **العلم والتكنولوجيا والصحة**؛ وذلك لفهم هذه المفاهيم واستخدامها في حياتهم اليومية، وليتم إعدادهم كمواطنين للمستقبل بحيث تركز التربية العلمية في علوم المرحلة الابتدائية على الاهتمام **بحب الاستطلاع Curiosity والفضول الطبيعي** لدى الطفل، وأن تسمح له لاستكشاف البيئة المحيطة به، وتحسّن وتنميّ تفسيرات الأطفال عن عالمهم، وتطور الفهم لديهم واستخدامهم للتكنولوجيا، وتساهم بإعطائهم الفرصة لتشكيل وتطوير منظورهم الشخصي والاجتماعي. وقد **تضمنت توصيات هذا المنهاج أو المشروع للعلوم في المرحلة الابتدائية ثلاثة مجالات، هي:**

**الأول: إطار منهاج العلوم والصحة في المرحلة الابتدائية**

**Curriculum Framework**

لقد أشارت التوصيات في هذا المجال إلى أهمية أن تحقق التربية العلمية من خلال مناهج العلوم في المرحلة الابتدائية الأهداف الآتية:

1. تطور أساساً علمياً وتكنولوجياً ومعرفة صحيّة.
2. تطور فهماً أساسياً وقدرة على استخدام طرق الاستقصاء العلمي.
3. تعمل على بناء المواطن القادر على اتخاذ القرارات المسؤولة تجاه القضايا الاجتماعية ذات العلاقة بالعلم والتكنولوجيا والصحة.
4. تساهم في تلبية الحاجات الشخصية للطلبة.
5. تعمل على تنمية المهن في العلوم والهندسة والصحة لدى الطلبة.
6. تطور السلوك المسؤول (الصحي) عن الصحة ومنع الأمراض.

كما اعتمد المطورون في وصفهم لإطار هذا المنهاج على مجموعة من خصائص الطلبة من مثل:

- الدافعية لدى الطلبة.
- تطور المراحل والمهام التي تؤثر في التعلم.
- الأنماط التعلمية Learning Style المختلفة لدى الطلبة.
- الطلبة لديهم تفسيرات وشروحات (مفاهيم)، واتجاهات، ومهارات، وإحساسات عن العالم.

**الثاني: النموذج التعليمي:** Instructional Model

اعتمد النموذج التعليمي لهذا المنهاج على **النظرية البنائية في التعلم لمساعدة (الطلبة)** على إعادة تعريف وتوضيح وتنظيم وإتقان المفاهيم الأولية لديهم من خلال تفاعلهم مع بعضهم بعضاً ومع البيئة المحيطة بهم. ويتكون هذا النموذج من خمس مراحل (5E's) هي: الانشغال، والاستكشاف، والتفسير، والتوسيع، والتقييم.

**الثالث: تكامل التكنولوجيا مع العلوم في المرحلة الابتدائية:**

يرى فريق هذا المنهاج (المشروع) أن تكنولوجيا التعليم تؤدي دوراً مهماً في برامج التربية العلمية وتدريس العلوم. ولكي **تتكامل التكنولوجيا مع تعليم العلوم في المرحلة الابتدائية**، ينبغي أن يكون الكمبيوتر والانترنت جزءاً أساسياً في العملية التدريسية. وقد كانت فكرة إيجاد بيئة تعلميّة موجهة نحو التكنولوجيا من الأفكار الرئيسية لهذا المنهاج والتي تساهم في تنمية مهارات الاستماع، والكتابة، والتعامل مع الأجهزة والأدوات، واستخدام الإنترنت، والمهارات الاجتماعية من خلال عمل

الطلاب في **مجموعات التعلم التعاوني**. والتكامل بين **العلوم والتكنولوجيا والصحة** يستطيع أن يوجد ويبني برامج علمية في المرحلة الابتدائية تساهم ليس فقط في تعلم الطلبة عن العالم المحيط بهم، بل يتعلمون كذلك عن أنفسهم على حد سواء.

أمّا **مناهج العلوم المقترحة للمرحلتين المتوسطة والثانوية**، فقد كانت على النحو الآتي (Trowbridge et al., 2004):

**أولاً: العلم والتكنولوجيا في المدرسة المتوسطة:**

**Middle School Science and Technology**

طورت هذا المشروع لجنة دراسة **منهاج العلوم البيولوجية (BSCS)** عام 1989 بدعم من **المؤسسة الوطنية للعلوم (NSF)**. وهو برنامج كلّ متكامل صدرت طبعته الأولى عام 1991 لمساعدة معلمي العلوم على تحقيق الأهداف والغايات الآتية:

1. **تطوير (فهم)** طلاب المدارس المتوسطة للمفاهيم، والمهارات، الأساسية المتعلقة بالعلم والتكنولوجيا.
2. تحسين مشاركة الأقليات Minorities في صفوف العلوم ونجاحها.
3. تطوير فهم الطلاب عن كيفية **ارتباط العلوم والتكنولوجيا بحياتهم**.
4. تنمية **التفكير الناقد، وقدرات حل المشكلة**.

هذا، واتصف المشروع أو البرنامج بسبع خصائص جعلت منه برنامجاً مميزاً في العلم والتكنولوجيا وذلك استناداً إلى نتائج البحوث والدراسات الحديثة في مناهج العلوم وتدريسها، ونظريات التعلم المعاصرة؛ وهذه الخصائص هي:

- يكامل المنهاج بين **فروع العلم Science Discipliens**.
- يدمج المنهاج التكنولوجيا.
- يستخدم المنهاج النموذج التدريسي **دورة التعلم المسماة (5E's)**.
- يشمل المنهاج على استراتيجيات **التعلم التعاوني Cooperative Learning**.
- يقدم مجموعة من الاستراتيجيات (**كالاستقصاء Inquiry** مثلاً) لمواكبة الحاجات المتنوعة للطلاب.
- يتواءم التصميم التعليمي للبرنامج مع **أنماط التعلم Learning Styles** المختلفة للطلاب.
- يقدر البرنامج **دور التقييم** باعتبار الطلاب مسؤولين عن تعلمهم.

ولتوضيح ما سبق، وبالتالي تحقيق الأهداف المرجوة والغايات المنشودة، تركز الوحدات الدراسية للمنهاج على **الأسئلة البحثية وما يناظرها** من أبعاد ذات علاقة بالمنهاج كما في على سبيل المثال:

1. **كيف يتغيّر عالمي؟** ويشير إلى توكيد المنهاج على الأبعاد الشخصية للعلم والتكنولوجيا.
2. كيف نوضح **أنماط التغيير؟** ويشير إلى طبيعة التفسيرات العلمية.
3. كيف **نعدّل أنماط التغيير؟** ويشير إلى حل المشكلات التكنولوجية.
4. كيف **نغيّر أنماطاً معينة؟** ويشير إلى العلم والتكنولوجيا في المجتمع (STS).

**ثانياً: بصائر: منهاج قائم على الاستقصاء للمدارس المتوسطة:**

**Insights: An Inquiry - Based Middle School Curriculum**

يعكس هذا المنهاج (1999) الرؤية الجديدة لمناهج العلوم وتدريسها من حيث التعليم والتعلم، والمحتوى، والتقييم الممثلة بحركة المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES). ويحتوي المنهاج على ستة موديولات Modules يمكن أن تعلم إما في الصف السابع أو الثامن. وصمّم كل موديول Module ليستغرق تدريسه عشرة أسابيع حيث يركز على مفاهيم ومبادئ علمية أساسية، وعلى مفاهيم مشتركة ومتقاطعة في الفيزياء، والإنسان، والصحة، والأحياء، وعلوم الأرض والفضاء. وتم إعداد كل موديول ليتمحور حول موضوع ذي أهمية للطلاب المراهقين في هذه المرحلة، ويحقق الآتي:

1. **تطوير مهارات عالية المستوى من التفكير الناقد Critical Thinking والتفكير الإبداعي Creative Thinking** ضمن منظور التعلم التعاوني الجماعي.
2. تعزيز قدرات الطلاب على تشكيل الأسئلة وطرحها بحيث تكون ذات معنى، وذلك من خلال فضول الطلاب وميولهم واهتماماتهم.
3. تعزيز استخدام الطرائق التجريبية في إجراء الأنشطة والتجارب.
4. دعم الاحتياجات والاهتمامات المختلفة والمتنوعة للطلاب على اختلاف نوعياتهم، وقدراتهم، وخلفياتهم الثقافية.

وعليه: تم تحديد موضوعات الموديولات واختيارها اعتماداً على أهميتها وصلتها الوثيقة **بالمراهقين** وقدرتها على دعم خبرات التعلم وذلك بالتركيز على محتوى علمي مناسب وعلاقته بالتكنولوجيا. ومن هذه الوحدات: وحدة مصمّمة للحركة، والموسيقى في أذني، وأنت ما تأكل، وإشباع حاجاتنا، والطاقة - مصدر القوة، وكيف نعرف ما نعرف؟

ويتكون **المنهاج من أربعة مكونات**، هي: دليل المعلم، وكتاب القراءة الأساسي، وكتاب الطالب، ودليل الجانب العملي والمواد المستخدمة. ولمساعدة معلم العلوم على تنفيذ **المنهاج القائم على الاستقصاء**، تم تنظيم الموديولات حول ثلاثة جوانب عمل؛ **الأول**: يتضمن إطار عمل التعلم والتعليم؛ **والثاني**: إطار عمل للتفكير العلمي وعمليات العلم؛ **والثالث**: إطار عمل التقييم. والطريقة المستخدمة بشكل ثابت خلال إجراءات المنهاج هي **مجموعات التعلم التعاوني**؛ نظراً لأهمية العمل التعاوني في حياة الطلبة المراهقين والرضا الذي يحصلون عليه من خلال المساهمة والعمل في مجموعات تعاونية أكبر.

### ثالثاً: برنامج أسس وتحدّيات لتشجيع التعليم القائم على التكنولوجيا:

### Foundations and Challenges to Encourage Technology-Based Education

طوّر هذا البرنامج من قبل الجمعية الأمريكية للكيمياء American Chemical Society (**ACS**) بدعم من **المؤسسة الوطنية للعلوم (NSF)** ليتم تعليمه لطلبة صفوف: السادس، والسابع، والثامن. ويتكون البرنامج من (24) موديولاً تعليمياً تم إعدادها على مبدأ **التعليم (البيني) المتداخل الفروع Interdisciplinary** بحيث يسمح للطلاب الاشتراك في استكشاف العلوم التي تشكل ميولاً واهتماماً لهم وترتبط بحياتهم. وفيما يلي عينة من الأسئلة والعناوين لموديول Module من موديولات البرنامج:

- ما العلم الذي تستند إليه **التمارين الرياضية**؟ ويتعلق هذا السؤال بتقصّي كيفية المحافظة على اللياقة البدنية.
- **كيف تنتشر الأمراض**؟ وكيف يمكن السيطرة عليها؟ ويتعلقان بالأمراض المعدية.
- كيف تعمل **المواد والتصميم** معاً لإنتاج تجميع فعال؟ ويتعلق بالتجميع.
- ما الذي تتطلبه **المحافظة على مياه الشرب**؟ ويتعلق بنظافة الماء.

- كيف تستخدم الطاقة؟ وكيف تحافظ على مصادرها؟ ويتعلقان بمستقبل الطاقة.
- ما الدور الذي تؤديه المواد المضافة في الطعام الذي نأكله ويتم هضمه؟ ويتعلقان بالمواد المضافة في غذائنا.
- كيف يتم نقل المعلومات وإيصالها والتخاطب بها؟ ويتعلق باستخدام المعلومات.

**رابعاً: علوم الحياة للمدارس المتوسطة: Middle School Life Science**

يغطي هذا المنهاج (2000) موضوعات قليلة لكنها معمقة على مبدأ القليل كثير **Less is More**، وتناسب مستوى الصف السابع؛ وذلك لإعطاء الوقت الكافي لممارسة الطلبة للأنشطة العلمية الاستقصائية. أمّا الاستراتيجية المستخدمة في تدريس البرنامج فهي دورة التعلم **Learning Cycle** المكونة من ثلاث مراحل، هي:

1. الاستكشاف **Exploration Phase**.
2. تطوير المفهوم **Concept Introduction (Invention)**.
3. تطبيق المفهوم **Concept Application** على العالم الحقيقي.

**ويتألف المنهاج من سبع وحدات تغطي الموضوعات الحياتية المختلفة، وهي:**

1. الأنظمة البيئية.
2. تركيب الجسم.
3. الأغذية والهضم.
4. أجزاء الجسم الأساسية.
5. أجهزة التحكم في الجسم.
6. التغيرات الجسمية.
7. الوراثة Genetics.

ويتخلّل هذه الوحدات **الموضوعات الصحية** المهمة الأخرى حيث تم دمجها فيها كالمخدرات، والكحول، ومنع التدخين، والبلوغ، والتكاثر في الإنسان، والعضلات، والتغذية، والسلامة. وقد تم تطوير هذا المنهاج / البرنامج لاحقاً بحيث تم التركيز على **عمليات العلم، والمفاهيم الحياتية الأساسية**، وتوضيح **دورة التعلم**، **وربط فروع العلوم بعضها ببعض**، وتبيان **إجراءات التقييم** لمختلف أنشطة التعلم العلمية.

**خامساً: مشروع منهاج علوم الحياة للصفوف المتوسطة:**

**Middle Grades Life Science Curriculum Project (HumBio)**

يتمحور مشروع هذا المنهاج بشكل أساسي حول العلوم الحياتية والعلوم السلوكية بحيث تتواءم مع **حاجات الطلاب المراهقين وميولهم** في أعمار (12 - 14) سنة في الصفوف: السادس، والسابع، والثامن الأساسية. وقد شارك المعلمون في تطوير المنهاج لمواءمته مع استراتيجيات وأنماط تدريسهم من جهة، ووفقاً لمتطلبات وحاجات طلبتهم (**المراهقين**) من جهة أخرى.

ويتألف المنهاج من وحدات تعليمية (مرنة) تهدف أساساً إلى تحسين علوم الحياة لدى الطلبة المراهقين، **ومنع** (**السلوك**) الذي ينطوي على مخاطر كبيرة لديهم. وتُدرس كل وحدة مع أنشطتها بحوالي ثلاثة أسابيع وباستراتيجية **التعلم التعاوني Cooperative Learning** المناسبة مع المستوى الصفي (للمراهقين) والرضا الذي يحصلون عليه من المشاركة بمجموعات تعلم تعاونية. **أمّا موضوعات وحدات المنهاج**، فهي:

1. الهضم والتغذية.
2. الجهاز الهضمي.
3. حياة الخلايا.
4. الوراثة.
5. الدورة الدموية.
6. جسمك المتغير.
7. التكاثر.
8. التربية الجنسية.
9. البيئة.

**وقد هدفت هذه الوحدات بمجموعها وتداخلها وأنشطتها الجماعية (التعاونية) إلى تحقيق ما يأتي:**

1. تقديم المعلومات بطرق ومناح متعددة (سمعية، ومرئية، ومكانية) لمواءمة **أنماط التعلم Learning Styles** المتعدّدة لدى الطلبة (المراهقين).

2. حفز **مهارات التفكير الناقد، ومهارات حل المشكلة** من خلال التطبيقات العملية الصحية والبيئية والقضايا الاجتماعية.

3. زيادة **الوعي الصحي وبخاصة في الأمراض العصرية** من مثل: أمراض القلب والشرايين، والرئتين، والوقاية والمحافظة عليها.

4. عرض **أنشطة علمية وتجارب محاكاة Simulation** في السياق المخبري والتي يصعب أن تتوافر خارجه.

**سادساً: برنامج علوم الفيزياء التمهيدي:**

**Introductory Physical Science (IPS)**

يركز هذا البرنامج (1999) على العلوم الفيزيائية التي يُنظر إليها كعلوم صعبة، من حيث دراسة المادة التي يفترض أن تقود الطلبة في الصفيّن: الثامن والتاسع إلى النموذج الذري. ولهذا يبدأ البرنامج بتقديم خبرات تعليمية - تعلمية كثيرة **ترتبط مباشرة بحياة الطلاب (المراهقين)**. وتم تخصيص بعض جوانب المنهاج للعمل التجريبي وإجراء التجارب؛ وبالتالي ربط النتائج مع (فهم) الطلبة لطبيعة المادة. كما يحتوي المنهاج على مجموعة كبيرة مختارة من (**المشكلات**) بعضها سهل وقصير لبناء الثقة لدى الطالب، وبعضها الآخر أكثر تقدماً. وقد تميز بناء المنهاج بتدريس **محتوى أقل وبعمق أكبر Less is More**، وإشراك الطلبة في الأنشطة، والتعلم التعاوني، والمنظورات التاريخية التي كلّها تتفق مع المعايير الإصلاحية لمناهج العلوم وتدريسها.

**ولهذه الغاية، يتكون المنهاج من اثني عشر فصلاً وعنواناً يمكن أن تمتد إلى أكثر من سنة دراسية، وهي:**

1. الحجم والكتلة.
2. تغيرات الكتلة في الأنظمة المغلقة.
3. خواص المواد.
4. الذائبيّة.
5. فصل المخلوطات.
6. العناصر والمركبات.
7. النشاط الإشعاعي.

8. النموذج الذري.

9. حجوم وكتل الجزيئات والذرات.

10. الشحنات الكهربائية.

11. الذرات والشحنة الكهربائية.

12. الخلايا والتيارات الحاملة للشحنة.

**سابعاً: علم الأحياء: المنحى الإنساني: Biology: A Human Approach**

تم تطوير هذا البرنامج (1997) من قبل لجنة **دراسة منهاج العلوم البيولوجية (BSCS)** ليناسب جميع الطلبة لسنة كاملة للصفيّن: التاسع أو العاشر. وتم اعتماد استراتيجية **التعلم التعاوني Cooperative Learning كأسلوب تدريسي لتقليل اعتماد الطلاب على المعلم من جهة، ولزيادة مسؤوليتهم عن تعلمهم من جهة أخرى**؛ وذلك بالتركيز على العناصر الأساسية للتعلم التعاوني من مثل: مهارات العلاقات في العمل، والاعتماد المتبادل الإيجابي، والأدوار، والمسؤولية الفردية، والقيادة المشتركة، واستقلال المجموعة، والتقييم الذاتي الجماعي.

**ويتألف المنهاج من مجموعة من العناصر**، هي: كتاب الطالب، ودليل المعلم، وكتاب المعلم للمصادر، ودليل للتنفيذ. ومن أهداف المنهاج بشكل رئيسي، هو إغناء الخلفية العلمية للمعلم والطالب (المتعلم) سواء بسواء. وبشكل خاص، **يحقق المنهاج عدداً من الأهداف لكل من الطلبة والمعلمين يمكن تلخيصها** بما يأتي:

- تقليل الاعتماد على المنهاج المركزي، والمساعدة على التنوع في استخدام الخطط التعليمية والموارد التكنولوجية (الأقراص العلمية، والمحكاة الحاسوبية، ومختبرات الحاسوب).
- التقليل إلى أبعد حدّ ممكن من **أساليب (الإلقاء والتلقين) المحاضرة**، وتفعيل استخدام الأنشطة العلمية المخبرية، والبرمجيات التعليمية.
- **التركيز على اعتبار العلم (مادة، وطريقة بحث، وتفكير)**.
- استبعاد (أو اختصار) المواد العلمية المعقدة (التي تنفّر الطلاب)، وتقوية روح الاستقلالية في اتخاذ القرارات في التدريس.
- استخدام **التقييم الذاتي البديل** ذي المعنى كاختبارات الأداء، والمهارات.

أما بالنسبة إلى الطلبة، فإنه يُتوقع ضمن مكونات هذا المنهاج وملحقاته، أن يساهم في تحمّل الطلبة مسؤولية أكبر عن تعلمهم، وكذلك فهم المفاهيم الأحيائية، ودور الإنسان وتفاعلاته مع البيئة، واستخدام مهارات الاستقصاء، وتنمية التفكير الناقد وحل المشكلات، واستخدام التقنيات التكنولوجية التعليمية؛ وبالتالي فهم التطبيقات الشخصية **Personal** والاجتماعية **Social** والتكنولوجية **Technology** لعلم الأحياء.

ولتحقيق كل ما سبق، **جاءت وحدات المنهاج الست (المحتوى) منظمة ومرتبة على النحو الآتي:**

- **النشوء:** أنماط التغيير في الأنظمة الحيوية ونتائجها.
- **التوازن البدني:** المحافظة على التوازن الحركي في الأنظمة الحية.
- **الطاقة، والمادة، والتنظيم:** العلاقات بين الأنظمة الحية.
- **الاستمرارية:** التكاثر، والوراثة في الأنظمة الحية.
- **التطور:** النمو والتباين في الأنظمة الحية.
- **البيئة:** التفاعل والاعتماد المتبادل بين الأنظمة الحية.

هذا، ويعتبر جوهر الوحدات الست أفكاراً موحّدة **Unifying Themes** تشكل البنية الأساسية (لمحتوى) المنهاج الذي استند إلى فكرتيْن أساسيتين هما: **العلم والإنسانية**؛ أي ربط دراسة الأحياء بالنواحي الإنسانية المختلفة؛ **والعلم كاستقصاء Science as Inquiry**؛ ولهذا تم اعتماد **نموذج تدريس بنائي (5 E's)** لاستخدام المعرفة والخبرات السابقة للمتعلم والتأسيس عليها في بناء المعرفة الأحيائية وفهمها.

### ثامناً: الكيمياء في المجتمع: Chemistry in The Community

طورت هذا المنهاج (1998) **الجمعية الأمريكية للكيمياء (ACS)** بدعم من **(NSF) لطلبة المرحلة الثانوية**. وتمركز (المنهاج) حول المشكلات الاجتماعية والتكنولوجية؛ إلاّ أنه يختلف عن بقية المناهج من حيث تركيزه على **اتخاذ القرارات**؛ إذ إنه تم تنظيم الأنشطة جميعها باعتبارها أنشطة علمية تتطلب عملية صنع القرار، أو تلك التي تتطلب حل المشكلات في **المواقف الشخصية والاجتماعية**

**ومحيط العمل**. هذا بالإضافة إلى أنه يتماشى مع المعايير من حيث المحتوى، والعلوم والتكنولوجيا، والكيمياء وتاريخ العلوم وطبيعتها.

وقد اتخذ المنهاج من مبدأ (**أحتاج أن أعرف**) لتقديم أسس الكيمياء الذي يغطي سنة دراسية لعدد كبير من الطلاب الذين يخططون لمتابعة (مهن) غير علمية، وبهذا **تكمن أهداف المنهاج بما يأتي:**

1. إدراك **دور الكيمياء في (المجتمع)** وفي حياتهم الشخصية والمهنية.
2. تطبيق مبادئ الكيمياء وأسسها منطقياً بشأن **المشكلات الحياتية** التي يتوقع أن تواجههم وتتطلب (العلوم والتكنولوجيا) بشكل خاص.
3. إدراك حدود ومحدّدات العلوم والتكنولوجيا.

ولتحقيق هذه الأهداف، نُظمت وحدات المنهاج الثماني بحيث تمركزت كل وحدة **حول (قضية) تكنولوجية ذات علاقة بالكيمياء يصادفها (الطالب) والمجتمع** على حدّ سواء، وتتطلب القدرة على **اتخاذ القرار وأخذ المنظومة القيميّة المجتمعية** بعين الاعتبار. **والوحدات الثماني هي:**

1. الحاجة إلى الماء.
2. الحفاظ على المصادر الكيميائية.
3. البترول للبناء أو للحرق؟
4. التغذية.
5. الكيمياء النووية في عالمنا.
6. الكيمياء، والهواء، والطقس.
7. الصحة: المخاطر والخيارات.
8. التصنيع الكيميائي: الوعود والتحدّيات.

### تاسعاً: الفيزياء الفاعلة Active Physics

طوّر هذا المنهاج (1998) **المؤسسة الوطنية للعلوم (NSF)** كبديل يناسب طلبة المدارس الثانوية الذين لا **يدرسون الفيزياء** في الصفوف: التاسع، والعاشر، والحادي عشر، والثاني عشر (9 - 12). ويعد المنهاج من أوائل المناهج المطوّرة في المدارس الثانوية؛ ولذلك يُسمى أحياناً (**الفيزياء أولاً**).

ويعتمد المنهاج **التعلم التعاوني** كطريقة في تعليم وتعلم أنشطة المنهاج. كما تشكل طريقة حل - المشكلات المتعلقة بالتطبيقات التكنولوجية عنصراً أساسياً في المنهاج؛ حيث يطلب المنهاج من الطلبة استكشاف طريقة تفكيرهم بشأن هذه المواقف الحياتية.

هذا، وصمّمت وحدات المنهاج الست لتكون وحدات مستقلة ومرنة، تسمح للمعلمين بتغيير تتابعها، أو حذفها كاملة، أو عدم إكمال بعض فصولها إذا ما رأت حكمة المعلم ذلك ووفقاً للظروف والمواقف التعليمية المختلفة. **وتضم هذه الوحدات الموضوعات الآتية:**

1. الرياضة.
2. النقل.
3. البيت.
4. الصحة والطب.
5. الاتصالات والمعلومات.
6. التنبؤات.

**عاشراً: علم الأنظمة الأرضية: Global Systems Science (GSS)**

وهو منهاج (2000) متداخل التخصصات أُعد لطلبة المدارس الثانوية جميعهم من الصف التاسع وحتى الثاني عشر (9 - 12). ويركز المنهاج على كيف أنّ العلماء من حقول مختلفة يعملون معاً لفهم المشكلات المهمة والتي لها تأثيرات عالمية، وبالتالي يعكس (المنهاج) **العلم كمادة وطريقة وبحث، والتداخل المفاهيمي، وطبيعته التطبيقية.**

ويتألف المنهاج تعليمياً من دليل المعلم، ودليل الطالب الذي تركز أجزاؤه (الثمانية) على ناحية مختلفة من التغيرات البيئية، وتستجر أربعة جوانب تتعلق بـ: نظرة عالميّة جديدة، ومشكلات بيئية أساسية، والأنظمة الأرضية ومسبباتها، والحلول الممكنة. وبهذا **يُشرك المنهاج الطلبة في عملية التعلم** من خلال أدائهم الأنشطة والتجارب سواء في الصف أم في البيت؛ من أجل إيجاد حلول لبعض المشكلات البيئية العالمية، وذلك من خلال أربعة أفكار أساسية **(نظرة عالمية جديدة)** مُدمجة ومستمرة في المنهاج تتعلق بأنّ للأرض بيئات متنوعة وهي: الكوكب الذي

نسميه البيت، وفهم الأرض أفضل إذا فكرنا فيها بشكل أنظمة، وكل شيء يرتبط بأشياء أخرى، وكيف نحافظ على الحياة وعلى الأرض. **وفي هذا تضمنت وحدات المنهاج الموضوعات الآتية:**

1. الحياة والمناخ.
2. تغيّر الأنظمة البيئية.
3. انسياب الطاقة.
4. استخدام الطاقة.
5. تغير المناخ.
6. معالجة ثقب طبقة الأوزون.
7. فقدان التنوّع البيولوجي.
8. الأثر السكاني.

**حادي عشر: علم الأحياء: سياق مجتمعي Biology: A Community Context**

دعم هذا المنهاج (1998) من قبل (**NSF**) ليتناسب مع طلبة المرحلة الثانوية (9 - 12) جميعهم. ويتمركز المنهاج حول **الأنشطة المخبرية** بما فيها **المفاهيم الأساسية لمناهج الأحياء التقليدية في وحداته الثماني، وهي:**

1. المادة والطاقة للحياة.
2. الأنظمة البيئية المتداخلة.
3. السكان.
4. الاتزان البدني: الجسم في التوازن.
5. الوراثة.
6. السلوك والجهاز العصبي.
7. التنوع الأحيائي.
8. الكائنات الحية.

ويستخدم المنهاج استراتيجية تدريسية تحاكي **طريقة الاستقصاء العلمي**. وتبدأ كل وحدة باستقصاء **أولي** موجه بشريط مصوّر قصير يقدّم الفكرة الأساسية، ويطلب من الطلاب التفكير فيها، وإيجاد حلول للمشكلات الأحيائية. وبعد التفكير،

والقراءة، وتقاسم ما تعلموه، تبدأ مناقشاتهم في مؤتمر خاص بهم للتوصل إلى اقتراح الحلول، وتحديد الاستقصاءات التي يرغبون استكشافها في المرات القادمة. وهذا كله يتطلب حفظ السجلات، والملاحظات، والكتابة لفهم (أو تصحيح المفاهيم البديلة أو الخطأ) المفاهيم الأحيائية وتطبيقها في المواقف الحياتية الأخرى.

**ثاني عشر: بصائر في علم الأحياء Insights in Biology**

هذا منهاج (1998) أحياء تمهيدي مُعَد لطلبة المدارس الثانوية للصفيّن: التاسع أو العاشر. ويتكون (المنهاج) من خمسة أجزاء أو وحدات؛ كل وحدة فيه تتضمن الوصف، والنتاجات التي يتوقع من الطلبة أن يكونوا قادرين على أدائها. **وهذه الوحدات الخمس هي:**

1. السمات والأقدار.
2. ماذا عن الأرض.
3. مشكلة الحياة.
4. مخططات العدوى.
5. المراحل المختلفة خلال العمر.

ويمكن استخدامها كأساس لمنهاج علم الأحياء الكامل أو يمكن استخدامها فردياً كملاحق للمنهاج.

وفي هذا، صمّم المنهاج بحيث يقدم المفاهيم الأحيائية ضمن سياق الموضوعات الرئيسية التي **توضح أهمية علم الأحياء وتطبيقاته**، وكذلك إبراز المرونة فيه لدمج المفاهيم والمعلومات الجديدة، والمحتوى الذي أدّى إلى التقدم في علوم الأحياء والتكنولوجيا. أما الاستراتيجية المستخدمة في تعليم المنهاج فهي تعتمد على الاستقصاء، وموجهة نحو **الأنشطة وتشغيل اليدين Hands-On والعقل Minds-On** معاً، وبناء النماذج، والتحليل الكمي لحلقة وصل بين التفكير النمطي والتفكير العملي ضمن منظور التعليم التعاوني.

كما تم تصميم كل وحدة لتأخذ حوالي ستة أسابيع تعليمية لتقصّي الأنشطة حسب **أهميتها العلمية، والتكنولوجية، وعلاقتها الشخصية والاجتماعية**. وتشتمل كل وحدة على دليل للمعلم مع خلفية علمية ذات صلة بالموضوع المبحوث، وأدوات تقييم،

وإطار عمل تدريسي للتعلم والإدارة، ودليل الطالب؛ كل ذلك ليؤدي في نهاية التحليل إلى (**فهم**) **لأساس المعرفة الأحيائية، وفي سياقات وتطبيقات حياتية يومية ترتبط بالمشكلات الاجتماعية والأخلاقية، والاقتصادية**؛ وبالتالي بمسؤولية اتخاذ القرار بشأن صحة الطالب الشخصيّة والبيئية على حدّ سواء.

**ثالث عشر: علم الأرض في المجتمع - فهم بيئتنا**

**Earth Science in the Community -Understand our Environment (Earth Comm)**

تم إصدار هذا المنهاج بصورته النهائية عام 1999 . وهو يتألف من خمس وحدات؛ وكل وحدة مؤلفة من ثلاثة فصول ترتبط بفكرة أساسية مشتركة كما يأتي:

**الأولى: علم نظام الأرض**، وتضم: مجتمعك في النظام الأرضي، والتنبؤ بالتغيرات والتعامل معها، والتأثيرات خارج أجواء الأرض وتأثيرها على مجتمعك.

**الثانية: الأرض السائلة**، وتضم: الجو والغلاف الجوي فوق مجتمعك، والطقس ومجتمعك، والمحيطات ومجتمعك.

**الثالثة: الطبقة الباطنية المتحركة للأرض**، وتضم: الطبقة الباطنية المتحركة للأرض تحت مجتمعك، وشكل وتضاريس الأرض لمجتمعك، والبراكين والزلازل ومجتمعك.

**الرابعة: المصادر الأرضية**، وتضم: المصادر والأنظمة الأرضية لمجتمعك، والموارد المعدنية ومجتمعك، ومصادر المياه ومجتمعك.

**الخامسة: الأوساط البيئية والحياتية الحركية**، وتضم: التحليل الأرضي ومجتمعك، والحدود المائية (الشواطئ) ومجتمعك، والحياة في مجتمعك.

أما الطريقة المستخدمة في تنفيذ المنهاج فتعتمد على **تحدّيات استقصائية لها مضامين اجتماعية**، حيث يطلب من الطلبة استخلاص الأفكار والتصوّرات الأساسية من خلال الأنشطة الجماعية الموسعة، واستخدام **نموذج دورة التعلم** بمراحلها المختلفة لتحقيق الأهداف والغايات المنشودة للمنهاج التي ترى أن المعرفة بعلم الأرض يعزّز (الفهم) بالبيئة، واتخاذ القرارات التي تؤثر في نوعية الحياة، وإدارة الموارد والبيئة؛ **مما يتطلب خدمة الأرض وإدامتها والحفاظ عليها ومنع تدهورها**.

يُستخلص ممّا تقدم من مناهج وبرامج ومشروعات علوم مقترحة للمرحلتين: المتوسطة والثانوية، أنّها ركزت على **أفكار ونتاجات تتواءم مع حركات إصلاح التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها**، ولعل من أبرزها (Trowbridge et al., 2004) **أنّها قدمت المعلومات في سياق الحاجات الشخصية، والمشكلات الاجتماعية المرتبطة بالعلم والتكنولوجيا**؛ وتوسيع (وتوكيد) **استراتيجيات الاستقصاء العلمي** لتشمل **اتخاذ القرار**؛ **وشمول الأنشطة المخبرية المرتكزة على تشغيل اليدين والعقل معاً**، والتركيز على العلاقات المتداخلة **والاعتماد المتبادل بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS)**؛ وتوكيد **تكامل الفروع العلمية وتداخلها لفهم العلم والتكنولوجيا**؛ **وإيجابية دور المعلمين (معلمي العلوم)** في تحديد المناهج وتبنيها، وتعديلها على **مستوى الولاية State أو المنطقة District أو البيئة المحلية Local لتجسيد الرؤية الإصلاحية وتطبيقها في صفوفهم الدراسية وتقييم نتائجها في ضوء هدف وغاية الثقافة العلمية وتحقيقها.**

## الفصل العاشر

# تحليل مناهج العلوم في ضوء المعايير

# Analysis of Science Curriculum

# In Light of the Standards

### المقدمة: Introduction

قد يختلف التربويون مبدئياً في تحديد مفهوم المنهاج باختلاف نظرياتهم التربوية، وخلفياتهم الأكاديمية، والمواد الدراسية (التخصصية) التي تخصصوا فيها أو يعلمونها بخاصة؛ وذلك لأن لكل منهاج من فروع المعرفة طبيعته الخاصة به تميزه عن غيره من فروع المناهج التعليمية الأخرى. إلاّ أن ثمة اتفاقاً عاماً في أدبيات البحث Research على مبادئ عامة وافتراضات أساسية يستند إليها المنهاج والمتمثلة (مبدئياً) بأسس المناهج، وعناصرها، وتنظيماتها.

وفي ضوء ذلك، تم التعبير عن **مفهوم المنهاج** في أدبياته على أنّه **مجموع الخبرات التربوية (أو الخبرات المربيّة) التي تهيؤها المدرسة للطلبة داخلها أو خارجها** بهدف مساعدتهم على النمو الشامل المتكامل في جميع الجوانب (العقلية، والوجدانية، والنفسحركية، والاجتماعية، والدينية، والجسمية، والحركية، والثقافية، والفنية، والنفسية) نمواً متكاملاً يؤدي إلى **تعديل سلوكهم، وفكرهم، ووجدانهم، وبناء معارفهم Knowledge Construction وفهمها، والاحتفاظ بها، واستخدامها**، بمساعدة المعلم ومساندته وذلك لتحقيق الأهداف والغايات (النتاجات) التربوية المنشودة أو المتوخاة. وضمن هذا المفهوم، تتضمن الخبرات التربوية (أو المربية) في حدّها الأدنى الخبرات التربوية المعرفية (المعارف) **Knowledge**، والخبرات التربوية المهارية (المهارات) **Skills**، والخبرات التربوية الوجدانية (الاتجاهات) **Attitudes** والقيم **Values**.

وفي سياق هذا، يتكون المنهاج ومنهاج العلوم بخاصة، من عناصر عدّة تتمثل في **الأهداف، والمحتوى، والطريقة (الوسائل والأنشطة)، والتقويم**. ويتم بناؤه على أسس

فلسفية، ونفسية، واجتماعية، ومعرفية وفقاً **لطبيعة العلم (كمادة، وطريقة، وتفكير)**؛ مما يتطلب ارتباط عناصر منهاج العلوم بأسسه، وتنظيماته، وتوظيفها (تطبيقها) في **تحليل مناهج العلوم وكتبها وأدلتها العلمية**. وفي هذا، تُعد كتب العلوم المدرسية وأدلتها (المحتوى) **ترجمة عملية - ميدانية لمناهج المعلوم** وبخاصة في النظم التربوية المركزية في الدول النامية. ولدراسة وبحث تحليل مناهج العلوم والكتب المدرسية وأدلتها، يمثل **تحليل المحتوى Content Analysis** (أو المضمون) **أداة من أدوات البحث العلمي وأسلوباً منظماً من مناهج البحث العلمي وأساليبه وتقنياته**؛ إذ إنه من أكثر مناهج البحث العلمي استخداماً في تحليل المناهج والكتب المدرسية وأدلتها؛ وذلك لتعرّف **توجهات واتجاهات المادة وتشخيصها**، وتحديد خصائصها بطريقة علمية منهجية منظمة وليست استناداً إلى انطباعات ذاتية أو معالجات عشوائية؛ وذلك بهدف تشخيص، وتقييم، وتطوير وإثراء مناهج العلوم (وثائقها وكتبها وأدلتها)، وتقديم بعض التوصيات والمقترحات والإجراءات لتطويرها (مستوى ونوعية) لتواكب مستجدات العصر وهدف وغاية الثقافة العلمية وتحقيقها في ظل **الثورة التكنولوجية (المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية)** العالمية المعاصرة. وفي هذا، يهدف الفصل إلى توجيه بوصلة البحث إلى إلقاء الضوء على مفهوم تحليل مناهج العلوم وكتبها في ضوء **معايير الخصائص المميزة لمناهج العلوم وحركة المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)**، ومدى انعكاس ذلك (التحليل) على تقييم مناهج العلوم وتقويمها وتخطيطها وتطويرها.

## مفهوم التحليل

يعني التحليل في أبسط صورة **التفكيك، وهو عكس (التركيب) Synthesis** على مبدأ **(الضدّ يظهر حسنه الضد)**. وفي هذا، يعني (التحليل) Analysis تفكيك (الشيء) إلى عناصره ومكوناته وتركيباته، ومن ثم إيجاد العلاقة بين هذه الأجزاء. **وتحليل المنهاج يعني تفكيكه إلى أسسه، وعناصره، وتنظيماته، ومكوناته**؛ أي عكس عملية إعداد المنهاج. وفي هذا يقول بوسنر (Posner, 2004) في كتابة تحليل المنهاج **Analyzing the Curriculum**: إنّ **تحليل المنهاج عمل يشبه عمل التحرّي Detective work** أكثر منه **عمل كتابي - مكتبي Clerical Work**؛ وهو (تحليل

المنهاج) يعني تشريح المنهاج **Curriculum Anatomy** أو تمزيق المنهاج **Tease a Curriculum** إلى عناصره ومكوناته وفحصه (مجهرياً) **Microscopically**.

ولتوضيح ما سبق، نأخذ على سبيل المثال (والتوضيح) لا الحصر، **جسم الإنسان Human Body كنموذج للتحليل لأغراض التوضيح والفهم ليس إلاّ**؛ وذلك من منظورات (ومعايير) مختلفة يحدّدها المحلّل نفسه وفقاً لأهدافه وأغراضه. فجسم الإنسان يمكن أن يحلّل (يفكك) حسب **منظور (معيار) الأجهزة Systems** إلى عشرة أجهزة هي: الجلد، والهيكل العظمي، والهيكل العضلي، والجهاز العصبي، وجهاز الغدد الصماء، والجهاز الدوري، والجهاز التنفسي، والجهاز الهضمي، والجهاز البولي، والجهاز التناسلي. وإذا استخدمنا **منظور (معيار) العضو Organ**، فإنّ الجهاز الهضمي على سبيل المثال، يمكن أن يحلّل أو يفكك إلى الأعضاء الآتية: الفم، والبلعوم، والمريء، والمعدة، والأمعاء الدقيقة، والأمعاء الغليظة، والغدد اللعابية، والكبد، والبنكرياس. وعند تطبيق **منظور (معيار) النسيج Tissue**، فإنّ المعدة (كعضو) يمكن تحليلها إلى أنسجة طلائية، وعضلية، وضامة، ووعائية. وفي استخدام **منظور (معيار) الخلية Cell**، فإنّ النسيج يمكن تحليله إلى خلايا Cells عضلية، وعظمية، وعصبية، وتكاثرية. والخلية نفسها يمكن تحليلها وتفكيكها إلى **عضيّات Organelles** من مثل: الشبكة الاندوبلازمية، وأجسام جولجي، والميتوكندريا، والرايبوسومات...الخ. وتحلّل العضيّات إلى مركبات كربوهيدراتية، ودهنية، وبروتينية...؛ وتحلل المركبات إلى عناصرها الأولية الكيميائية من مثل: الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين...الخ. ولعلّ في هذا كله، يتضح التحليل (التفكيك) وفق منظورات ومعايير وأهداف معينة يتطلب تطبيقها مبدئياً في تحليل مناهج العلوم وكتبها وأدلتها وفقاً لأغراض تحليل المحتوى وأهدافه؛ مما أطلق على تحليل المنهاج **تشريح المنهاج The Anatomy of a Curriculum**.

## أغراض تحليل المحتوى وأهدافه Purposes of Content Analysis

يُعدّ تحليل المحتوى **كأداة Instrument (Tool) ومنهجية (طريقة) بحث Research Methodology** من أكثر الأدوات والأساليب استخداماً في تحليل المناهج والكتب المنهجية (التعليمية) المدرسية وأدلتها؛ وذلك لتبيان **توجهات Trends واتجاهات (المناهج) المواد التعليمية وتشخيصها، وتحديد خصائصها**

**بمنهجية علمية** منظمة وليس استناداً إلى انطباعات ذاتية أو معالجات عشوائية، **بهدف تشخيص المناهج (الوثيقة، والكتب، والأدلة)، وتقييمها، وتطويرها، وتحسينها، وتقديم التوصيات والمقترحات والإجراءات لتطويرها** لتواكب توجهات العصر ومتطلباته وتحدياته وبخاصة فيما يتعلق بالمعايير العالمية في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها في ظل التحولات المتسارعة في المناهج والتدريس وتحقيق الثقافة العلمية، والرياضية، والتكنولوجية.

هذا، وتتضح **أغراض تحليل المحتوى وأهدافه** في الأهمية القصوى لمنهجية تحليل المحتوى في مجال المناهج الدراسية بعامة، وعند استخدامها في مناهج العلوم بخاصة في تحقيق أغراض وأهداف نهائية من أبرزها ما يأتي:

1. تبيان **مدى توافق مناهج العلوم مع بعض المعايير العامة** كالأسس، والعناصر، والتنظيمات المنهاجية التي ينبغي لمناهج العلوم الالتزام بها.
2. مدى التزام **مناهج العلوم بالمعايير الخاصة** بها المستمدة بشكل خاص من **طبيعة العلم (NOS) كمادة Knowledge، وطريقة بحث Method، وأسلوب في التفكير Way of Thinking.**
3. **تحديد مدى التزام منهاج العلوم الدراسي** الذي يتناوله التحليل وفق كل منظور (معيار) من المنظورات (المعايير) المعتمدة في التحليل سواء أكانت معايير عامة تتعلق بأي منهاج دراسي، أم معايير خاصة تتعلق بمناهج العلوم وكتبها وأدلتها في ضوء **الخصائص المميزة لمناهج العلوم ومنظورات (معايير) التحليل المعتمدة.**

وضمن هذه الأغراض العامة وإطارها وسياقها، يبيّن البحث Research (طعيمة، 2004) بعض أهداف تحليل المحتوى (النوعي والكميّ) الأكثر أهمية في تحليل الكتب (وكتب العلوم) المدرسية وأدلتها، وهي:

1. **استكشاف وتشخيص أوجه القوة والضعف** في الكتب المدرسية والمواد التعليمية المستخدمة، وتعزيز نقاط القوة، ومعالجة نقاط الضعف، وتقديم أساس لمراجعتها، وتعديلها، وتطويرها حيثما يلزم الأمر ذلك.
2. تزويد المؤسسة التربوية (وزارة التربية والتعليم) وبخاصة في النظم التربوية المركزية السائدة في الدول النامية، **بالمعلومات والنتائج البحثية** التي تم التوصل إليها.

3. تقديم **الإرشادات والتوجهات** التي يمكن أن تساعد المؤلفين، والمحرّرين، ودور النشر والناشرين في إعداد الكتب / كتب العلوم المدرسية الجديدة وفق المنظورات والمعايير البحثية المستندة إلى نتائج البحث العلمي ومنهجية تحليل المحتوى.

4. **تقديم مواد مساعدة في عملية برامج الدراسة ومناهجها ككل**، وفي إعداد المعلمين (معلمي العلوم) وتطويرهم مهنياً، والإداريين، والتربويين، وفي اختيار الكتب المدرسية ومراجعها Textbooks (وبخاصة في النظم التربوية اللامركزية) والمواد التعليمية الأخرى.

5. **بحوث التحليل (الكمي) بمعالجاتها الوصفية الاستدلالية ومؤشراتها** لها قيمة كبيرة في نتائج بحوث تحليل المحتوى ومصداقيتها والوثوق بها في **اتخاذ قرارات معالجة الخلل أو الضعف في المناهج وتطويرها.**

6. تبيان التوجهات **Trends والاتجاهات العامة والخاصة** للمناهج والمواد التعليمية السائدة في (المحتوى) وتشخيصها بمنهجية علمية بعيدة عن الانطباعات العامة الشخصية أو المعالجات العشوائية التي لا تستند إلى منهجية البحث العلمي.

7. التأكد من **مدى تحقق الأهداف والغايات (النتاجات) التعلمية التعليمية** المنشودة أو المتوخاة.

وتأسيساً على ما تقدم، **يتصف تحليل المحتوى بخصائص معينة** تصفه أدبيات البحث بأنه: **أسلوب للوصف Descriptive** (وصف للواقع، وتفسيره، والتنبؤ به)، وأسلوب **موضوعي Objective** (كأداة ومنهجية في البحث)، **ومنظم Systematic**، **وكمي Quantitative** (يمكن التعبير عنه كميّاً وإحصائياً واستدلالياً)، **وعلمي Scientific** (كأسلوب أو منهج من مناهج البحث العلمي)، ويتناول **الشكل والمضمون Form and Content**. ويتعلق **بظاهر النص Manifest Content** حيث يهتم ببحث المضمون الظاهر للمادة ودراستها، وتحليل المعاني؛ إلاّ أنه لا يتعمق في دراسة نوايا المؤلف أو تتبع مقاصده أو قراءة مابين السطور متعسفاً في استخراج الدلالات أو تحميله ما لم يحتمله؛ كما يستخدم في مناهج العلوم وتدريسها والعلوم الإنسانية في ضوء خطوات منهجية بحثية وإجراءات تتوافق ومناهج البحث التربوي العلمي (طعيمة، 2004).

## تحليل المحتوى: الخطوات والإجراءات
## Content Analysis: Methods and Procedures

يمكن استخدام تحليل المحتوى كأداة (Tool) Instrument من أدوات البحث لجمع البيانات **Data Collection** في مناهج البحث العلمي، وكمنهجية **Research Methodology** بحثية أخرى من مناهج البحث وفقاً لمفاهيمه، وأسسه، ومنهجيته. وفي هذا، يمكن تطويع وتبني تحليل المحتوى كمنهجية وفقاً لمنظورات مناهج البحث التربوي التاريخي **Historical** (الماضي What Was)، أو الوصفي **Descriptive** (الحاضر What is)، أو التجريبي **Experimental** (المستقبل What will be). وهذا يتطلب (إجرائياً) من حيث المبدأ، تكوين خمسة فصول (تقليدياً)، وهي:

- مشكلة البحث (خلفيتها وأهميتها) **The Problem**.
- الإطار النظري والدراسات ذات الصلة **Review of Related Literature**.
- طريقة البحث والإجراءات **Research Methodology and Procedures**.
- النتائج **Results**.
- المناقشة **Discussion**.
- المراجع **References**.
- الملاحق (إن وجدت) **Appendices**.

وعليه؛ يمكن **الاسترشاد والاهتداء في منهجية تحليل المحتوى** بتلك الخطوات والإجراءات المبدئية العامة مع بعض الاختلافات المفاهيمية والاجتهادات أو التعديلات هنا وهناك وذلك على النحو الآتي:

1. **تحديد مشكلة البحث**، ويتم ذلك بصورة تقريرية **Declarative** أو بصيغة **سؤال رئيسي Question**. وفي هذا، يمكن تحديد عناصر (أسئلة) المشكلة الفرعية، واستخلاص الفرضيات البحثية والصفرية إذا اقتضى البحث (التحليل) وذلك بموازاة وسياق المفاهيم البحثية التي ترد في هذا المجال من مثل: تعريفات (مصطلحات) البحث المفاهيمية والإجرائية، وحدود البحث ومحدّداته، وافتراضاته، وأهميته.

2. اختيار (أو تحديد) **مجتمع البحث وعينته**، وقد يشمل المجتمع عدّة كتب أو الكتاب كله أو بعضه (وحدات أو فصول) على سبيل المثال.

3. **تحديد فئات التحليل Categories ووحداته Units** طبقاً لنوعية المضمون وكميته وأهدافه والمشكلة المبحوثة وفرضيات البحث وأسئلتهاوأهدافها.

4. **إيجاد صدق التحليل وثباته Validity and Reliability**.

5. **إجراء عملية التحليل**.

6. **تبويب البيانات المتجمعة أو (النتائج)** وجدولتها حسب ما تقتضيه البيانات وأهداف البحث.

7. **المعالجات الإحصائية (الوصفية والاستدلالية)**، واستخراج المؤشرات والتوجهات الخاصة بالتحليل، والقيام بعمليات الاستنتاج والاستقراء (الاستدلال) ومحاكمة ذلك في ضوء أسئلة البحث وفرضياته وأهدافه.

8. **مناقشة النتائج وتفسيرها**، وملاحظة ذلك في ضوء الإطار النظري للبحث والدراسات ذات الصلة، ومحددات البحث وحدودة، واستخلاص **التوصيات Recommendations** استناداً إلى نتائج البحث واستنتاجاته.

9. **كتابة المراجع وتوثيقها** في المتن وفي قائمة المراجع وفقاً لنمط آلـ **(APA) American Psychological Association** أو أي نمط توثيقي معتمد آخر.

10. **الملاحق (أو الملحقات)**، وتوضع عادة بعد قائمة المراجع حسب الأصول البحثية المتعارف عليها أو المعتمدة.

## مفاهيم في تحليل المحتوى Concepts in Content Analysis

ثمة بعض المفاهيم البحثية التي تتطلب تقديمها أو توضيحها مبدئياً في بحوث تحليل المحتوى وإجراءاته، ومنها ما يأتي:

### أدوات التحليل: Instruments ( Tools) of Content Analysis

تعرّف أداة البحث بأنها الوسيلة التي يتم بها جمع البيانات (أو المعلومات). وفي هذا، ثمة بعض الأدوات البحثية التي يمكن أن تستخدم في بحوث تحليل المحتوى وفقاً لطبيعة المشكلة المبحوثة وأهدافها، ومنها الآتي:

1. **تحليل المحتوى Content Analysis**، ويمكن استخدامه بشكل منفرد أو مع أدوات بحثية أخرى حسب المشكلة المبحوثة وأهدافها.
2. **الاستبيان** (الاستبانة أو الاستمارة) **Questionnaire**.
3. **المقابلة Interview**، ومنها:
   - المقابلة المفتوحة Unstructured (Open)
   - المقابلة المقيّدة Structured
   - أو استخدام النوعين معاً حسب طبيعة مشكلة التحليل وأهدافها.

هذا، ويمكن تسجيل المقابلة على (كاسيت) أو (فيديو) وتحليلها فيما بعد. وفي هذا السياق، يمكن **مقابلة الأفراد الذين لهم علاقة بالمنهاج والكتب المدرسية وأدلتها** كما في: واضعي وثيقة المنهاج، وأعضاء المناهج، والمؤلفين، والفريق الوطني المشرف على تأليف الكتب، والتربويين (المعلمين، والمشرفين، ومديري المدارس)، والطلبة (الفئة المستفيدة)، وأولياء الأمور، والخبراء المستقلين في المناهج والتدريس، وأعضاء الهيئة التدريسية ذوي العلاقة في الكليات والجامعات، وأعضاء مجلس التربية والتعليم، وواضعي الفلسفة التربوية.. الخ.

## فئات التحليل ووحداته: Categories and Units of Content Analysis

تشير **فئة التحليل Category** ببساطة إلى العناصر الرئيسية أو الثانوية التي يتم وضع (وحدات) التحليل فيها والتي يمكن وضع كل صفة من صفات (المحتوى) فيها وتُصنف على أساسها كما في على سبيل المثال لا الحصر: أهداف معرفية، ووجدانية، ومهارية، أو تصنيف الأسئلة التقويمية في (فئات) التحليل لمستويات بلوم الستة (المعرفة، والفهم، والتطبيق، والتحليل، والتركيب، والتقويم) للأهداف المعرفية.

أمّا **وحدات التحليل Units**، فتختلف من باحث إلى آخر وفقاً **لطبيعة ومشكلة البحث وأهدافه**؛ فقد تكون (**وحدة التحليل**) واحدة أو أكثر مما يأتي:

- **الكلمة** (أو رمز أو مصطلح أو مفهوم)، وهي بذلك أصغر وحدات التحليل.
- **الجملة أو الجملة المفيدة** سواء أكانت هذه الجملة بسيطة مكتملة المعنى وذات دلالة، أم مركبة لا يكتمل المعنى إلاّ بما يلحق بها.
- **الموضوع أو الفكرة Theme** التي تدور حول (فكرة) أو (قضية) محدّدة.
- **السطر Line** في المادة التعليمية أو غيرها.

- **الدرس**، كما في تقصّي مدى تضمين الكتاب للعلاقات المتبادلة بين (STS).
- مقاييس **المساحة والزمن**.
- **السؤال**، كما في الأسئلة التقويمية الموجودة في نهاية الفصل أو الوحدة.
- **النشاط الواحد** أو الأنشطة العلمية Science Activities.
- الفقرة **Paragraph** التي لها معنى معين أو مستقل.
- الشخصية **Character**، كما في الاتجاهات العلمية المتعلقة بتقدير العلماء وجهودهم البحثية في تشييد بناء العلم وصرحه.
- **استخدام أكثر من وحدة لتحليل المحتوى** في ضوء مشكلة التحليل وأهدافها.

وفي هذا كله، ينبغي **معرفة السياق Context** الذي ترد فيه وحدات التحليل وفئاته، واستخلاص الدلالات ذات العلاقة حسب مشكلة التحليل وطبيعتها وأهدافها.

## الصدق والثبات: Validity and Reliability

تتطلب أدوات البحث الكمي والنوعي إيجاد الصدق والثبات لها وذلك لرفع مصداقيتها والوثوق بها. وفي **البحوث الكمية** ربما يسهل إيجاد الصدق والثبات من خلال لجان التحكيم (الصدق الظاهري وصدق المحتوى) واستخدام الطرق والمعادلات الإحصائية المناسبة حسب طبيعة الأداة والهدف منها. أمّا في **بحوث تحليل المحتوى**، فثمة مشكلات في دراسات تحليل المحتوى لأسباب عدّة من أبرزها أنّ بعض الباحثين قد لا يهتم بالصدق والثبات ظناً منه أنّ مجرد (حصر) الظواهر وأمانة الرصد في ضوء معدلات التكرار للظواهر قد يكفي للدلالة على الصدق والثبات معتمدين في ذلك على حسهم الشخصي. هذا بالإضافة إلى أن بعض الباحثين قد يقصر مهمة إيجاد الصدق والثبات على مرحلة معينة من مراحل دراسته أو بحثه، علماً أن ذلك يمتد ليستغرق مختلف مراحل البحث سواء عند التصميم المنهجي أو اختيار العينة أو حساب التكرارات أو تحليل البيانات أو مناقشتها وتفسيرها (طعيمة، 2004).

هذا، ويمكن التحقق من **صدق أداة تحليل المحتوى**، إذا توافرت للباحث أمور عدّة من أبرزها (**دقة منهجية التحليل وسلامتها**) كما في:

- التعريف الدقيق لفئات التحليل، ووحداته (وحدات التحليل).
- الحصر الوافي لمعدلات (تكرار) الظاهرة أو الظواهر.

- الإجراءات المنهجية الصحيحة في البحث (سلامة الإجراءات).
- الدقة في اختيار العينة الخاصة بمادة التحليل ومدى تمثيلها لمجتمع البحث.

وفي السياق، وعند **تطوير استبيان (أو استمارة)** للتحليل بمجالات رئيسية وفرعية على سبيل المثال، يمكن إيجاد صدق الأداة (استمارة التحليل) من خلال الصدق الظاهري Face Validity أو صدق المحتوى Content Validity بعرضها على لجنة تحكيم متخصصة حسب الأصول البحثية المعتمدة.

أمّا **ثبات التحليل Reliability**، فثمة بعض المعادلات الإحصائية الشائعة في البحوث التي يمكن استخدامها لإيجاد الثبات من بينها على سبيل المثال **الثبات عبر الزمن (التحليل وإعادة التحليل) والثبات عبر الأشخاص.**

## منظورات ومعايير مقترحة في تحليل منهاج العلوم

تم توجيه بوصلة التحليل إلى تقديم بعض المنظورات والمعايير والاجتهادات والتصوّرات المقترحة التي يمكن للباحثين وذوي العلاقة من الدارسين اعتبارها في عملية تحليل مناهج العلوم وكتبها وأدلتها. ومثل هذه المنظورات والمعايير يمكن توظيفها (تطبيقها) وفقاً لعملية التحليل نفسها وأهدافها المنشودة. وفي هذا، تم اعتماد وثيقة المنهاج **Curriculum Document**، وكتاب الطالب **Student Textbook**، ودليل المعلم **Teacher Guide** مبدئياً كترجمة إجرائية ميدانية في المدارس لتنفيذ المنهاج وتطبيقه وتحليله. وفيما يلي بعض المنظورات والمعايير والتصوّرات الاجتهادية المقترحة التي يمكن أخذها بعين الاعتبار في عملية تحليل مناهج العلوم وكتبها وأدلتها وذلك وفقاً لأغراض المحلّل وطبيعة التحليل وأهدافه.

### معيار الخطوط العريضة لمنهاج العلوم:

### Science Curriculum Guidelines Standard

يقوم هذا المنظور على (معيار) **الخطوط العريضة Guidelines لمنهاج العلوم** حيث تضم وثيقة **منهاج العلوم** (لأغراض تحليل المنهاج) جزأين هما: الخطوط العريضة لمناهج العلوم في مرحلتي التعليم الأساسي والثانوي، ومنهاج العلوم لمرحلتي التعليم الأساسي والثانوي وذلك **كمعالم Benchmarks** أو ملامح بقصد توفير أسس ومنطلقات (معايير) يتم الاسترشاد بها في وضع مناهج العلوم، وتصميم الخبرات التربوية التي يمكن أن تتضمنها هذه المناهج. كما تقدم معايير

أخرى في تأليف كتب العلوم المنهجية المدرسية، مما يمكن معلم العلوم للاسترشاد بها في عملية التعليم والتعلم. وعليه؛ ثمة خطوط عريضة مقترحة في مناهج العلوم في مرحلة التعليم الأساسي، وهي:

**أولا: أسس مناهج العلوم: ثمة أربعة أسس (تقليدية) تقوم عليها مناهج العلوم، وهي:**

**1. الأساس الفلسفي:**

من **الأسئلة التحليلية التي يمكن للباحث المحلّل طرحها تحت هذا الأساس الفلسفي لأغراض التحليل** ما يأتي:

- ما الأساس الفلسفي (**فلسفة التربية والتعليم**) **للتربية العلمية وتدريس العلوم؟**
- **ما مسوغات تدريس العلوم** في مرحلة التعليم الأساسي (والثانوي)؟
- هل يتضمن قانون التربية والتعليم فلسفة التربية والتعليم؟
- ما مدى تركيز فلسفة التربية على **أهمية المعرفة العلمية؟**
- هل تم التركيز في فلسفة التربية على **منهجية البحث في العلوم؟**
- هل تحض الفلسفة على العلاقة المتداخلة بين **العلم، والتكنولوجيا، والمجمع (STS) والبيئة (STSE)؟**

**2. الأساس النفسي:**

**من الأسئلة التحليلية التي يمكن طرحها تحت الأساس النفسي في التحليل:**

- ما مدى استناد **منهاج العلوم** على الأساس النفسي المعتمد؟
- هل تلبي التربية العلمية **حاجات الطالب** (المتعلم) الأساسية؟
- هل نظمت الخبرات التعليمية بحيث **تلائم استعدادات الطلبة وميولهم؟**
- هل بنيت الخبرات التعليمية في المناهج بحيث تلائم **قدرات الطلبة وقابلياتهم؟**
- هل تحقق الخبرات التعليمية **المشاركة الذاتية للطالب** (المتعلم)؟
- ما مدى استغلال الخبرات التعليمية لطاقات الطالب (المتعلم) في عملية التعلم؟
- هل يوفر (المنهاج) **أنشطة تعلم العلوم الاستقصائية؟**
- هل يراعي المنهاج **الفروقات الفردية** بين الطلبة المتعلمين؟

### 3. الأساس الاجتماعي:

من الأسئلة التحليلية التي يمكن طرحها تحت الأساس الاجتماعي في التحليل:

- هل يبرز الأساس الاجتماعي أهمية التقدم العلمي والتكنولوجي كحاجة أساسية اجتماعية؟
- هل يرتبط التقدم العلمي - التكنولوجي بحاجات المجتمع؟
- هل بنيت مناهج العلوم لتلبية حاجات المجتمع؟
- هل عزّزت (المناهج) إمكانات تطور المجتمع وتقدمه الحضاري؟
- هل تم اعتبار المشكلات والقضايا المجتمعية ذات الأساس العلمي - التكنولوجي؟
- ما مدى التركيز على العلوم كثقافة أساسية رياضية تكنولوجية لجميع الناس؟
- ما مدى تأكيد المنهاج على فهم المشكلات البيئية والصحية والسكانية ومعالجتها؟

### 4. الأساس المعرفي:

للعلم والعلوم طبيعة خاصة تختلف (وتتميز) عن بقية المواد التعليمية الأخرى. وفي سياق هذا، ثمة أسئلة أساسية عديدة يمكن طرحها لأغراض التحليل من بينها:

- هل يعكس (المنهاج) طبيعة العلم كمادة، وطريقة، وتفكير؟
- هل يعكس (المنهاج) بنية العلم والمعرفة العلمية وخصائصها المتميزة؟
- هل يعكس (المنهاج):
  - نواتج المعرفة العلمية بأشكالها وأنماطها المختلفة؟
  - طرق العلم؟
  - عمليات العلم (الأساسية والمتكاملة)؟
  - الاتجاهات (والميول) العلمية؟
  - أخلاقيات العلم (والعلماء)؟
- ما مدى التركيز على طبيعة العلم وبنيته؟ وما أهميتها (أولوياتها) النسبيّة؟
- هل يبرز المنهاج الطبيعة الاستقصائية للعلم وتعلم العلوم (كجوهر أساسي في التعليم والتعلم البنائي)؟

- ما مدى تركيز المنهاج على **الثقافة العلمية، والرياضية، والتكنولوجية؟**
- ما مدى التركيز على **الاتجاهات والتوجهات المعاصرة في مناهج العلوم** وتركيزها؟
- هل يربط (المنهاج) مفاهيم العلم وأفكاره وعملياته **بالتطبيقات التقنية والرياضية؟**
- ما مدى مواكبة (المنهاج) **للثورة التكنولوجية** (المعرفية، والمعلوماتية، والكمبيوترية)؟
- ما مدى تضمين (المنهاج) **لفروع العلم الأساسية** (فلسفة العلم، وتاريخ العلم، وسوسيولجية العلم، وسيكولوجية العلم)، وما أهميتها (أولوياتها النسبيّة؟

**ثانياً: الأهداف: أهداف تدريس العلوم:**

- ما **النتاجات التعلمية Learning Outcomes** الأساسية العامة المرغوبة التي يسعى (المنهاج) إلى تحقيقها؟
- ما مدى تضمين النتاجات التعلمية وتمثيلها في مناهج العلوم، وكتبها، واستراتيجيات وطرائق تدريسها؟
- **ما مدى تعميق (منهاج العلوم) الإيمان بالله سبحانه وتعالى الخالق** من خلال:
  - التبصر بالكون ومكوناته؟
  - تعرف المفاهيم والقوانين التي تحكمه؟
  - **الشواهد القرآنية والأحاديث النبوية** والتراث العلمي العربي والإسلامي؟
  - هل يظهر المنهاج المفاهيم والأفكار العلمية الرئيسية **بصورة وظيفية؟**
  - ما مدى تركيز المنهاج على **التطبيقات العلمية والتقنية** في المهن المختلفة؟
  - هل يبين المنهاج تمثل **القيم والاتجاهات** بصورة وظيفية من خلال المظاهر والمؤشرات السلوكية لها؟
  - ما مدى إكساب المنهاج الطلبة للميول والاهتمامات العلمية بصورة وظيفية؟
  - هل يكسب المنهاج الطلبة **عمليات العلم** الأساسية والتكاملية؟
  - ما مدى إكساب المنهاج الطلبة **المهارات** اليدوية، والأكاديمية، والاجتماعية بصورة وظيفية؟

- ما مدى تركيز المنهاج على اكتساب **الثقافة التكنولوجية**؟ وهل يركز على **الآثار المتبادلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS)**؟
- هل يقدم المنهاج لتعرف المناهج العلمية للعلماء العرب والمسلمين ومنجزاتهم وتقديرها؟
- هل يتضمن المنهاج تقدير **جهود العلماء، ودورهم** (وأخلاقياتهم) في تقدم العلم والحضارة الإنسانية؟
- هل يحقق المنهاج **الثقافة العلمية (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية)** كناتج من نواتج مناهج العلوم وتدريسها؟

**ثالثاً: بناء المنهاج ومكوناته:**

**من الأسئلة التحليلية التي يمكن طرحها في بناء منهاج العلوم ومكوناته ما يأتي:**

- هل يركز منهاج العلوم في الصفوف الأساسية على **التعلم من البيئة**؟
- هل ينمّي القدرة على **فهم البيئة والتعامل** معها (المحافظة عليها) بحكمة ورشاد؟
- هل تم التركيز على علاقة الطالب (الطفل) المتعلم بالأشياء والظواهر الطبيعية المحسوسة في بيئته؟
- هل تم تقديم **خبرات تعليمية (بيئية)** تتضمن علاقة الطفل (المتعلم) بالبيئة؟
- ما مدى إبراز المنهاج لعلاقة العلم بالتكنولوجيا من خلال إبراز التطبيقات اليومية والتاريخية للعلم وانعكاساتها على المجتمع؟
- هل يعرّف المنهاج في الصفوف الأساسية المختلفة ببعض **المهن المتصلة بالعلم** لمساعدته نحو المهنة التي تناسبه؟
- ما مدى تعريف المنهاج بمشاهير العلماء لمساعدة الطالب (المتعلم) في اكتساب الاتجاهات العلمية وتقدير جهود العلماء وحفزه على أن يحذو حذوهم؟
- كيف تم **عرض (تقديم) المادة العلمية**؟
- كيف تم تقديم **أنشطة تعلم العلوم؟ وتشغيل اليدين؟ وتشغيل العقل؟ وتشغيل الرأس (الدماغ)؟**

- ما مدى تركيز المنهاج على **العمليات العلمية Science Processes**؟
- هل (وكيف) تم **بناء المفاهيم والأفكار العلمية** من خلال أنشطة تعلم العلوم المختلفة التي (يقوم) بها الطالب؟
- ما المحاور الأساسية والفرعية التي بُني عليها منهاج العلوم؟
- هل يكون المنهاج **رزمة تعليمية متكاملة** (الكتاب المقرر، دليل المعلم، دليل الطالب، الوسائل التعليمية التكنولوجية - شفافيات، أفلام، عينات، لوحات، الكمبيوتر، الانترنت، CD's ...)؟

**رابعاً: الأهداف الخاصة والكفايات:**

- **ما الأهداف** التي يتوقع المنهاج تحقيقها بعد دراسة مناهج العلوم؟
- **ما أشكال المعرفة العلمية** وأنماطها المتوقع تحقيقها لدى الطلبة؟
- ما **المفاهيم (الكبرى) الموحدة Unifying Concepts والأفكار العلمية** التي يسعى المنهاج إلى تحقيقها؟
- ما النتاجات الخاصة التي يسعى منهاج العلوم إلى تحقيقها؟
- ما قدرة المنهاج على إكساب الطالب القدرة على **تفسير الظواهر الطبيعية** المتعلقة بالمفاهيم الكبرى؟
- ما قدرة المنهاج على إكساب الطالب القدرة على **توظيف المعرفة العلمية** المتعلقة بالمفاهيم في حل - المشكلات التي تواجهه في حياته؟
- ما مدى إكساب المنهاج الطلبة المهارات العملية، والأكاديمية، والاجتماعية؟
- ما قدرة المنهاج على إكساب الطالب **الأداء والسلوك والمهارات العقلية العلمية والاجتماعية** المتمثلة في: كفايات الاتصال، وكفايات التفاعل الاجتماعي، وكفايات العمليات العلمية؟

**خامساً: الخطة الدراسية:**

- كيف تم توزيع الحصص الدراسية الأسبوعية في العلوم؟
- ما الأهمية (النسبة) المئوية لعدد الحصص في الصفوف الدراسية؟
- هل عدد الحصص كافية لإنهاء (قطع) المنهاج؟
- هل تمت مراعاة فلسفة **القليل كثير Less is more**؟
- هل ثمة حصة (أو حصص) **مخصّصة للعمل المخبري وأنشطته المرافقة**؟
- ما مدى تضمين المنهاج **الجانب التطبيقي العملي** في الخطة الدراسية؟

### سادساً: كتب العلوم وأدلتها ومواصفاتها: Science Textbooks

**ثمة مواصفات خاصة لكتب العلوم وأدلتها إضافة إلى المواصفات العامة التي تتصف بها كتب المباحث (المواد) التعليمية الأخرى.** وفي هذا، ثمة أسئلة تحليلية **يمكن طرحها**، كما في:

- ما مدى **ارتباط محتوى الكتاب بأهداف** المنهاج؟
- ما مدى مطابقة المادة العلمية للمقرر الدراسي في المنهاج؟
- **ما مدى ارتباط المحتوى العلمي للكتاب** بـ:
  - كتب العلوم الأخرى ارتباطاً متداخلاً وتكاملياً؟
  - مواد الكتب الأخرى المقرّرة للصف التعليمي نفسه؟
- هل يتضمن الكتاب (المقرر) **أنشطة تعلم العلوم والتجارب المخبرية اللازمة** باعتبارها جزءاً أساسياً يتكامل مع المادة العلمية؟
- هل أعدت نسخة خاصة بمعلم العلوم (**دليل المعلم**)؟
- ما الإرشادات والتعليمات والتوجيهات المتضمنة في الدليل لكيفية تدريس مادة الكتاب العلمية؟
- هل تم إعداد كتاب خاص بالطالب (**دليل الطالب**) **لأنشطة تعلم العلوم؟**
- **هل عرض (تقديم) المادة العلمية في الكتاب:**
  - يثير التفكير الاستقصائي؟ أو يؤكد التحقق من المعلومات؟
  - ينوع في الطرائق والأساليب والمناحي التدريسية؟
  - **يتلاءم وطبيعة التعليم والتعلم البنائي؟**
  - يتلاءم مع **طبيعة العلم كمادة، وطريقة، وتفكير؟**
  - تناسب قدرات الطلبة ومستوياتهم؟
- هل يبرز الكتاب الطبيعة المتطورة (**الديناميكية**) للعلم؟
- هل يراعى الكتاب الدقة والحداثة في تقديم العلم والمعرفة العلمية؟
- هل يراعي الكتاب الطبيعة **التراكمية Cumulative** للعلم والمفاهيم العلمية؟
- هل تقدم المفاهيم والمصطلحات الجديدة في **سياق شخصي - اجتماعي** ذي معنى؟

- ما مدى تضمين الكتاب للمفاهيم والأفكار العلمية ذات **التطبيقات العملية** التي يتعلمها الطالب؟
- ما مدى إبراز الكتاب للعلاقة المتبادلة والمتداخلة بين **العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS) والبيئة (STSE)**؟
- هل يبرز الكتاب الجوانب الكمية في الأشياء والظواهر والعلاقات؟
- هل يقدم الكتاب النظرية العلمية باعتبارها (تفسيراً) لظاهرة طبيعية رئيسية تحتوي مدى واسعاً من الملاحظات والمشاهدات؟
- هل يعزز الكتاب النتائج والاستنتاجات العلمية بالشواهد والأدلة العلمية ويتجنب تقديمها باعتبارها آراء ومعتقدات؟
- ما مدى تضمين الكتاب **للأنشطة والتدريبات التقويمية**؟
- هل ينتهي كل فصل أو وحدة **بأسئلة تقويمية هادفة، وشاملة، ومتنوعة، ومثيرة للتفكير**؟
- ما مدى تضمين الكتاب **للأشكال والصور التوضيحية**، والبيانات، والجداول، واللوحات، والرسومات، والإحصاءات الحديثة المناسبة؟
- هل يستخدم الكتاب الألوان الهادفة لتوضيح المفاهيم والأفكار العلمية والأشكال؟
- هل تم اعتماد **مفردات وثيقة المنهاج** أساساً في تحديد محتوى الكتاب؟
- هل يتضمن الكتاب في نهايته كشافاً Index ومسرداً بالمصطلحات العلمية Glossary؟
- **مقدمة الكتاب، هل:**
  - تعطي فكرة عامة عن **أهداف الكتاب**؟
  - توضح أسلوب الكتاب **وطريقة عرض المادة العلمية**؟
  - تشير إلى الفلسفة التي بُني عليها المنهاج؟
  - تشير إلى حاجات الطلبة واتجاهاتهم؟
  - تشير إلى خصائص نمو الطلبة؟
- **مناسبة لغة الكتاب، من حيث ما مدى:**
  - مناسبة لغة الكتاب لمستوى الطلبة؟

- خلو الكتاب من الحشو والإسهاب؟
- توفير عنصر التشويق في عرض المادة العلمية؟
- **استثارتها وحفزها للتعلم الذاتي؟**
- تماسك جمل الكتاب وفقراته؟
- خلوها من الأخطاء اللغوية والنحوية والمطبعية؟

- **شكل الكتاب وإخراجه، من حيث ما مدى:**
- مناسبة حجم الكتاب وعدد صفحاته للمقرر الدراسي؟
- إبراز العناوين الرئيسية والفرعية بشكل بارز؟
- مناسبة حجم الحرف (البنط) في الطباعة لمستوى الطلبة وأعمارهم؟
- تعبير الرسومات على الغلاف عن محتوى الكتاب؟
- ورق الكتاب من نوعية جيدة؟
- جذب الشكل الخارجي للكتاب اهتمام الطلبة؟
- تجليد الكتاب وتصميم غلافه؟

- **المراجع، من حيث ما مدى:**
- تضمينه المراجع الحديثة والقراءات الإضافية؟
- توثيق الآيات القرآنية والأحاديث النبوية الشريفة؟
- وجود كشاف Index ومسرد بالمصطلحات العلمية Glossary في نهاية الكتاب؟
- توافر المراجع المعتمدة في مكتبة المدرسة؟

**أمّا بالنسبة إلى دليل المعلم، فثمة أسئلة عديدة يمكن طرحها، كما في:**

- **إلى أي درجة ينجح دليل المعلم في توجيه وإرشاد معلم العلوم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً لتحقيق أهداف المنهاج (منهاج العلوم)؟**
- **هل هناك توافق أو اتساق (انسجام) بين كتاب العلوم ودليل المعلم؟**
- **ما الاستراتيجيات والطرائق والأساليب والمناحي** التي يقترحها دليل المعلم لاتباعها في التدريس؟ وهل الأساليب فعالة؟

- هل يوضح الدليل كيفية التعامل مع الفروقات الفردية بين الطلبة؟
- إلى أي درجة يوجه الدليل (المعلم) إلى الاهتمام بمهارات التفكير وأنماطه؟
- **ما مدى التزام الأهداف الواردة في دليل المعلم بكل من معايير:**
  - أنماط التفكير المختلفة؟
  - عمليات العلم؟
  - مستويات بلوم المعرفية؟
- **إلى أي درجة ينجح الدليل في مساعدة معلم العلوم على:**
  - تحديد الأهداف التعليمية؟
  - تحديد المفاهيم والأفكار العلمية؟
  - زيادة خلفية المعلم العلمية؟
  - تبيان كيفية إجراء بعض التقنيات المخبرية؟
  - تقديم مقترحات لتنفيذ دروس العلوم؟
  - الإجابة عن أسئلة الفصل / الوحدة؟
  - تحديد الأدوات والمواد اللازمة لأنشطة العلوم المخبرية؟
  - تقديم إرشادات السلامة والأمان في المختبر أو في أثناء إجراء الأنشطة؟
- **إلى أي درجة يوجه الدليل (المعلم) إلى الاهتمام بمهارات التفكير والاستقصاء العلمي من حيث:**
  - تحديد مهارات العلم والتفكير العلمي؟
  - توضيح أنماط التفكير المختلفة وتنميتها؟
  - تقديم أساليب ناجعة لتنمية الطلبة فيها؟
  - تقييم النمو المتحقق لدى الطلبة؟
- **إلى أي درجة ينجح الدليل في توجيه المعلم على التركيز على أنشطة العلوم الواقعية الحقيقية ذات الصلة بحياة الطلاب والبيئة؟**
- **إلى أي درجة ينجح الدليل في مساعدة (المعلم) على تناول أساليب ومناحٍ واضحة في تعلم العلوم:**
  - لبناء المعرفة والمفاهيم والأفكار العلمية؟
  - تطوير (فهم) الطلبة فيها؟

- اكتساب **عمليات العلم ومهاراته؟**
- الإشارة إلى أخطاء الطلبة المفاهيمية أو مفاهيمهم البديلة؟
- تنفيذ دروس العلوم في ضوء الفروقات الفردية بين الطلبة؟
- ربط عناصر المعرفة المقدمة بعضها مع بعض؟

- **ما مدى مساعدة الدليل (المعلم) من حيث:**
  - فهم (الكتاب) واستخدامه؟
  - اشتماله على دروس نموذجية؟
  - اشتماله على معلومات (وأنشطة) إضافية يستثمرها المعلم في الصف؟
  - تضمنه على إجابات نموذجية للأسئلة أو التدريبات؟
- ما مدى تضمين دليل المعلم أدوات وأساليب **التقييم البديل الحقيقي؟**
- ما مدى استفادة المعلمين (معلمي العلوم) من أدلة المعلمين؟
- ما مدى **نجاح دليل الطالب (وأنشطته المرافقة) في توجيه الطالب تربوياً وتيسير تعلمه وتقدمه لتحقيق الأهداف والغايات والنتاجات التعلمية** المنشودة أو المرسومة كما تتطلبها وزارة التربية والتعليم؟

**سابعاً: الأساليب، والوسائل التكنولوجية، والأنشطة:**

**ثمة أسئلة تحليلية عديدة يمكن طرحها، كما في:**

- **هل تمت مراعاة اختيار استراتيجيات** التدريس التي تركز على الدور النشط في التعلم للطالب؟
- هل تعكس استراتيجيات وطرائق وأساليب التدريس **التعلم والتعليم البنائي** في العلوم؟
- هل تم إبراز دور الطالب المتعلم النشط (الفعال) في الأنشطة والتجارب المخبرية والحوار والبحث عن المعرفة والتعلم الذاتي؟
- هل خصص **لمعلم العلوم الدور الميسّر/المساند/المنمذج** في تعليم العلوم وتعلمها؟
- هل **الاستقصاء / الاكتشاف العلمي** واضح في **توجيه تعلم المفاهيم العلمية، وتنمية المهارات، والاتجاهات، والقيم العلمية المرغوب بها؟**

- ما مدى مراعاة التركيز على **العمليات Processes والطرق Methods العلمية** بما يتناسب مع قدرات الطلبة؟

- **هل هناك خطة مناسبة عند تقديم الدروس العلمية في ضوء:**
  - **طبيعة المادة العلمية؟**
  - الموقف التعليمي؟
  - قدرات الطلبة؟
  - إثارة الطلبة وحفزهم على التفكير في السؤال أو المشكلة؟
  - توظيف الخبرات السابقة للطالب؟
  - تنظيم الخبرات بالتدريج في بناء المفهوم أو تطويره؟
  - سبر المفاهيم البديلة (الخاطئة) ومعالجتها؟
  - توظيف التقويم التكويني المستمر والكشف عن نواحي الضعف ومعالجتها؟
- هل تمت مراعاة **الفروقات الفردية** بين الطلبة **بتنويع الأساليب وأنشطة التعلم** بما يتلاءم وقدراتهم الجسمية والعقلية والنفسية؟
- ما مدى مراعاة توفير مناخ صفي تعليمي مناسب لمساعدة الطلبة على اكتساب المعرفة وبنائها، والمهارات، وتنمية الاتجاهات والقيم؟
- **ما أشكال (أنماط) الوسائل المعينة الإيضاحية التكنولوجية التعليمية** المتضمنة كما في: الصور، والرسومات، والأشكال البيانية، والجداول، والأفلام، و CD...الخ؟ وما مدى وضوحها، وحداثتها، ودقتها، وتنوعها، وارتباطها بمحتوى المادة التعليمية ودروسها؟
- هل تمت مراعاة اختيار الوسائل التعليمية البسيطة لتوضيح المفاهيم العلمية الأساسية وتعلمها؟
- هل تم اعتماد **البيئة المحلية امتداداً لصفوف العلوم** وتوظيف مصادرها، ومراعاة التقدير والمحافظة عليها؟
- هل تنمي الوسائل التكنولوجية قدرات الطلبة على التعامل مع الأجهزة والأدوات العلمية واكتساب المهارات؟
- ما مدى اعتبار **تكنولوجيا التعليم والوسائل التعليمية** المختلفة جزءاً متكاملاً لا يتجزأ من منهاج العلوم؟
- **هل تم تقديم أنشطة تعلم العلوم بالمنحى الاستقصائي أو التحققي؟**

- هل تهيئ الأنشطة **تشغيل اليدين والعقل والدماغ معاً؟**
- ما مدى تنوع الأنشطة العلمية لمواجهة حاجات الطلبة وقدراتهم ومستوياتهم؟
- **ما العمليات والطرق العلمية** التي تستجرها أنشطة تعلم العلوم؟
- ما مدى مساهمة أنشطة تعلم العلوم تحقيق أهداف تدريس العلوم ونتاجاتها؟
- هل عرضت الأنشطة والتجارب المخبرية في الكتاب في سياق معالجة موضوع الدرس ولخدمة أهداف محدّدة؟
- **هل الأنشطة العلمية والمخبرية ذات صلة حقيقية وواقعية بحياة الطالب** (المتعلم)؟

**ثامناً: تقييم المنهاج وتطويره:**

فيما يلي بعض **الأسئلة التحليلية - التقويمية التي يمكن طرحها** في هذا الصدد، كما في:

- كيف يمكن تقدير درجة **تمثل الطلبة للمعرفة العلمية وتوظيفها؟**
- ما درجة امتلاك الطلبة لمهارات **عمليات العلم** الأساسية والتكاملية؟
- ما قدرة الطلبة على تحليل **المشكلات والقضايا الاجتماعية** ذات الصلة بالعلوم واتخاذ القرارات المناسبة؟
- ما درجة تمثل الطلبة **للاتجاهات، والميول، والقيم العلمية المرغوبة؟**
- ما قدرة الطلبة على **تصميم وتنفيذ الأنشطة العلمية؟**
- ما درجة مشاركة الطلبة الفعلية في أنشطة تعلم العلوم والمختبر؟
- ما درجة تمثل الطلبة لكفايات الاتصال، وكفايات التفاعل الاجتماعي، وكفايات العمليات العلمية؟
- **ما مستوى فهم الطلبة لطبيعة العلم كمادة، وطريقة بحث، وأسلوب في التفكير؟**
- ما درجة فهم الطلبة للعلاقة المتبادلة والمتداخلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع؟
- ما مدى مساهمة أنشطة التعلم في **الوعي البيئي** لدى الطلبة والمحافظة عليها وعلى مصادرها؟
- هل (وكيف) تم **تحقيق الثقافة العلمية** لدى الطلبة؟

## معيار عناصر المنهاج: Curriculum Elements Standard

ثمة منظور ومعيار آخر مقترح يمكن اعتماده وتوظيفه في عملية تحليل المنهاج، وذلك من خلال النظر إلى منهاج العلوم كنظام رباعي مكون من عناصر أربعة أساسية يتم في ضوئها طرح الأسئلة التحليلية ذات العلاقة المتضمنة مبدئياً: **لماذا نعلم (الأهداف)؟ وماذا نعلم (المحتوى)؟ وكيف نعلم (الطريقة)؟ وكيف يمكن الحكم على النتائج (التقويم)؟** وفي هذا يمكن تحليل كتب العلوم وأدلتها ضمن **منظور ومعايير مكونات المنهاج وعناصره** كما يأتي:

**1. الأهداف Aims**: وتشمل مبدئياً أسئلة تحليلية تتعلق بـ:

أ. الأهداف في **المجال المعرفي** (العقلي) **Cognitive Domain**، وتضم مجالات (وأسئلة) فرعية تتعلق بالمعرفة العلمية، والعمليات العلمية (العقلية)، وطرق العلم والتفكير.

ب. الأهداف في **المجال الوجداني Affective Domain**، وتشمل المجالات والأسئلة الفرعية المتضمنة المظاهر السلوكية والمؤشرات المكونة للاتجاهات، والقيم، والميول، وتقدير جهود العلماء.

جـ. الأهداف في **المجال النفسحركي (المهاري) Psychomotor Domain**، وتضم المجالات والأسئلة الفرعية المتضمنة المهارات اليدوية، والمهارات الاجتماعية، والمهارات الأكاديمية التعليمية.

د. مدى الاتساق بين الأهداف الواردة في كتاب العلوم المقرر ونظيرتها الواردة في دليل المعلم.

هـ. مدى نجاح **دليل المعلم في توجيه وإرشاد المعلم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً** في تحقيق الأهداف.

**2. المحتوى Content: ويتضمن طرح أسئلة تحليلية رئيسية يشتق منها أسئلة فرعية تتعلق بما يأتي:**

أ. **طبيعة المحتوى العلمي Science Content** ومدى ارتباطه بأهداف المنهاج.

ب. **أشكال المعرفة العلمية وأنماطها ودرجة شيوعها** (كما في: الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والقوانين، والنظريات) وأهميتها النسبيّة.

جـ. **نوع المعرفة (تقريرية، إجرائية، اتجاهية، سياقية)** ودرجة شيوعها أو التركيز عليها.

د. كيفية عرض **(تقديم) المادة العلمية والخبرات التعليمية**، ومدى مساهمتها في تحقيق النمو الشامل للطالب (المتعلم) في المجالات الثلاثة: المعرفية، والوجدانية، والمهارية.

هـ. **طرق العلم والتفكير وعملياته.**

و. تنظيم محتوى المنهاج (منطقي، سيكولوجي نفسي).

ز. المداخل التي تقدم بها الموضوعات العلمية **(المدخل المفاهيمي، المدخل التاريخي، المدخل التكنولوجي، المدخل البيئي).**

ح. مدى مراعاة موضوعات المحتوى للعمل المخبري وأنشطته المخبرية.

ط. **العمليات (العقلية) العلمية Science Processes.**

ي. مهارات **الاستقصاء العلمي Inquiry Skills وحل المشكلات.**

ك. **دليل المعلم** وأبعاده في ضوء خطة الكتاب المقرر والمنهاج الرسمي المعتمد.

ل. مدى تضمين المحتوى العلمي **لأنشطة تعلم العلوم (تشغيل اليدين والعقل والرأس معاً).**

م. مدى ارتباط المحتوى العلمي بأسس المنهاج (الأربعة) وتفاصيلها، وتوظيفها (تطبيقها) في تحليل المنهاج.

ن. **الثقافة العلمية Scientific Literacy ومكوناتها وأبعادها من حيث:**

- القاعدة (العلمية) المعرفية.
- قدرات ومهارات الاستقصاء العلمي.
- قدرات ومهارات التصميم التكنولوجي.
- طبيعة العلم: كطريقة، وبحث، وتفكير.
- العلاقة المتبادلة والمتداخلة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS) والبيئة (STSE).

**3. الطريقة Method: وتتضمن طرح أسئلة تحليلية أساسية يشتق منها أسئلة فرعية تتعلق بما يأتي:**

أ. **الاستراتيجيات والطرائق والأساليب والمناحي المقترحة لتدريس المنهاج وتحقيق أهدافه.**

ب. الوسائل التكنولوجية التعليمية - التعلمية المساندة للمنهاج كما في: الصور، والرسومات، والجداول، واللوحات، والبيانات، والأفلام، والكمبيوتر، والانترنت...الخ.

جـ. الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية والميدانية.

**4. التقويم: Evaluation ويتضمن أسئلة تحليلية تتعلق بأنواع الأسئلة التقويمية ومستوياتها العقلية، وإنتاجيتها الفكرية، ومدى استمراريتها ومساهمتها في تحقيق وبلوغ الأهداف المنشودة أو المتوخاة.**

5. **مدى ارتباط عناصر المنهاج (منهاج العلوم)** بأسسه الأربعة (الفلسفية، والنفسية، والاجتماعية، والمعرفية) وتوظيف ذلك بتحليل المنهاج.

6. **مدى (وكيفية) تنظيم المنهاج (منهاج العلوم) في ضوء تنظيمات المناهج المختلفة (المواد الدراسية المنفصلة، ومنهاج النشاط، ومنهاج الوحدات، والمنهاج المحوري، والمنهاج التكنولوجي، والمنهاج القائم على المشكلات، والمنهاج القائم على التفكير، والمنهاج التكاملي).**

7. **مدى نجاح دليل المعلم في توجيه المعلم وإرشاده تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً في ضوء عناصر المنهاج وتنظيماته؟**

## معيار طبيعة العلم: Nature of Science Standard

تبين أدبيات التربية العلمية أن العلم له طبيعة خاصة به تميزه عن غيره من فروع المعرفة الإنسانية الأخرى. وتشمل هذه الطبيعة **البنية التركيبيّة للعلم، وطرقه، وعملياته، وأساليب البحث والتفكير فيه، وأخلاقياته.** وفي هذا، يمكن للمحلّل أن يقوم **بتحليل المنهاج من منظور ومعيار طبيعة العلم** وذلك بطرح أسئلة رئيسية وأخرى فرعية مشتقة منها في عملية التحليل التي يمكن أن تتضمن أسئلة تحليلية كما في:

- هل (وكيف) يظهر المنهاج (الكتاب) طبيعة العلم وبنيته إجرائياً المتمثلة في:
  - نواتج العلم Science Products؟
  - عمليات العلم Science Processes؟
  - طرق العلم Science Methods؟
  - الاتجاهات والميول Scientific Attitudes / Interests؟
  - أخلاقيات العلم (والعلماء) Science Ethics؟
- هل يظهر (الكتاب) المحتوى العلمي طبيعة العلم كمادة، وطريقة بحث، وأسلوب في التفكير؟
- هل يبيّن أهداف العلم (الوصف، والتفسير، والتنبؤ)؟
- هل (وكيف) يعكس خصائص العلم والمعرفة العلمية المتمثلة بـ:
  - القابلية للتعديل والتغيير؟
  - يصحح نفسه بنفسه؟
  - الشمولية والتعميم؟
  - تراكمي البناء؟
  - نشاط إنساني عالمي؟
  - الدقة والتجريد؟
  - مدقق؟
  - تأثيره في المجتمع وتأثره به؟
- هل (وكيف) يعكس فروع العلم المتضمنة: فلسفة العلم، وتاريخ العلم، وعلم اجتماع العلم، وعلم نفس العلم؟
- هل يعكس العلاقة المتبادلة المتداخلة بين: العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع (STS)؟
- ما مدى تضمين المشكلات والقضايا والمفاهيم ذات المضامين الاجتماعية؟
- ما مدى تقديم المفاهيم والأفكار من منظورها وتطورها التاريخي؟
- إلى أي درجة ينجح دليل المعلم في توجيه وإرشاد المعلم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً لتحقيق فهم طبيعة العلم وبنيته؟

- ما مدى انسجام دليل الطالب (وأنشطته المرافقة) في توجيه الطالب وتيسير تعلمه وتقدمه في التعلم لتحقيق فهم طبيعة العلم (مادة، وطريقة، وتفكير)؟

## معيار العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS): STS Standard

ثمة علاقة قوية متبادلة ومتداخلة بين العلم، والتكنولوجيا، والمجتمع. وفي هذا يمكن للباحث المحلّل أن يعتمد منظور ومعيار(STS) لتحليل المنهاج من منظور (STS) وذلك ضمن مجالاته الرئيسية والفرعية، ومن ثم تكوين مجموعة الأسئلة التحليلية في ذلك كما في:

- ما درجة تضمين (المنهاج / الكتاب) العلاقات المتبادلة والمتداخلة بين (STS)؟
- ما الصور التي يظهر بها (المنهاج / الكتاب) العلاقات المتبادلة بين (STS)؟
- ما درجة تضمين العلاقات المتبادلة بين (STS) والبيئة (STSE)؟
- ما مدى نجاح دليل المعلم في توجيه المعلم تربوياً، وسلوكيا، ومهنيا لإكساب الطلبة فهم العلاقات المتبادلة والمتداخلة بين (STS)؟
- هل يعكس دليل الطالب وأنشطته المرافقة العلاقة المتبادلة والمتداخلة بين (STS)؟ وما مدى نجاحه في ذلك؟

ولأغراض التحليل، تقترح أدبيات البحث Research بعض المجالات الرئيسية والأسئلة الفرعية التي يمكن أن تتضمنها وذلك على النحو الآتي:

1. الآثار الإيجابية للعلم والتكنولوجيا والمجتمع، وتضم أسئلة تحليلية كما في:

- هل (وكيف) يظهر (المنهاج / الكتاب) الآثار الإيجابية للعلم والتكنولوجيا والمجتمع؟
- ما مدى الانتفاع (وكيف) بالفوائد التطبيقية للعلم والتكنولوجيا في مناحي الحياة المختلفة في المجتمع؟
- ما مدى مساعدة العلم والتكنولوجيا في التفكير الاجتماعي واتخاذ القرارات الاجتماعية ذات الصلة بهما؟
- كيف يؤثر العلم والتكنولوجيا (العلماء والتكنولوجيون) في الرفاه الاقتصادي؟
- هل (وكيف) يساهم (STS) في قدرات ومهارات اتخاذ القرارات؟

- هل تظهر أنشطة **تعلم العلوم العلاقة المتبادلة والمتداخلة بين (STS)**؟
- هل يظهر دور العلم في تعديل الأفكار والمعتقدات الخاطئة وتغييرها؟
- هل يقدم الإرشادات والتوجيهات الصحيحة لمحافظة الطلبة على صحة جسومهم؟
- هل يتضمن **المفاهيم البيئية** الأساسية ذات العلاقة **بالوعي البيئي**؟
- هل يتضمن (وكيف) **المحافظة على البيئة ومصادرها**؟
- هل يحتوي على **مهن أو وظائف (وعي وظيفي - مهني)** ذات صلة بالعلوم والتكنولوجيا؟
- كيف يساهم العلم والتكنولوجيا في معالجة **المشكلة السكانية** (المحلية والعالمية)؟
- هل يقدم **المادة العلمية (المحتوى) من المنظور الشخصي - المجتمعي**؟
- هل ثمة إشارات تبين أن العلم والتكنولوجيا من التقاليد الاجتماعية والثقافية محليا وعالمياً؟

**2- الآثار السلبية للعلم والتكنولوجيا والمجتمع، وفي هذا ثمة أسئلة تحليلية كما في:**

- هل يشير **(المنهاج / الكتاب) إلى المشكلات** التي قد تلحق بالكائنات الحية في النظم البيئية؟
- هل يشير إلى المشكلات التي قد تلحق بالعناصر غير الحية في النظم البيئية؟
- هل ثمة إشارات إلى أثر العلم والتكنولوجيا في **الحروب وآثارها السلبية**؟
- هل ثمة إشارات إلى **مشكلات استنزاف المياه**؟
- هل هناك إشارات إلى استنزاف موارد الطاقة والثروات الطبيعية؟
- هل يشير إلى مشكلات **التلوث في البيئة**؟
- هل يبيّن أثر التكنولوجيا في زيادة نسبة **البطالة**؟

**3. أثر المجتمع في العلم والتكنولوجيا؛ وفي هذا ثمة أسئلة تحليلية كما في:**

- هل ثمة إشارات تبيّن **دور الإنسان في التقدم العلمي التكنولوجي**؟
- هل يقدم أمثلة تظهر **تقدير المجتمع للعلماء وجهودهم**؟
- هل يبيّن مقدار **دعم المجتمع والمؤسسات** لبحوث العلم والتكنولوجيا؟

- ما الإشارات التي يقدمها لتبيان موقف المجتمع من البحوث العلمية والمنجزات التكنولوجية؟
- هل يشير إلى أن العلم والتكنولوجيا هما أنشطة مجتمعية إنسانية وحضارية عالمية؟

**4. العلاقة المتبادلة بين العلم والتكنولوجيا؛ وفي هذا ثمة أسئلة تحليلية كما في:**

- هل يشير (المنهاج / الكتاب) إلى أهمية العلم والمعرفة العلمية الأساسية ودورها في تصنيع الأجهزة التكنولوجية وأدواتها؟
- هل يبيّن دور التكنولوجيا (آذان وعيون العلم) في تحقيق الاكتشافات العلمية؟
- ما مدى وضوح العلاقة بين الاستقصاء العلمي والتصميم في التكنولوجيا (قدرات الاستقصاء العلمي والتكنولوجي)؟
- هل من أمثلة أو إشارات تبين أن العلم والتكنولوجيا يؤثر كل منهما في الآخر؟

**5. محدّدات العلم والتكنولوجيا؛ وفي هذا ثمة أسئلة تحليلية كما في:**

- هل ثمة إشارات تشير إلى محدودية العلم أو عجزه عن تقديم التفسيرات لبعض الظواهر والمشكلات والأحداث؟
- هل يشير إلى أمثلة وحالات تبيّن عجز التكنولوجيا لتقديم الحلول لبعض المشكلات؟

## معيار المنحى البيئي: Environmental Approach Standard

يمكن تحليل المنهاج من المنظور والمعيار البيئي الذي يتضمن المفاهيم البيئية، والمشكلات البيئية، والمحافظة على البيئة ومواردها الطبيعية وذلك لتحقيق الوعي البيئي والثقافة (التربية) البيئية. وفي هذا، ثمة مجالات وأسئلة رئيسية وأخرى فرعية يمكن للباحث المحلّل اعتبارها كما في:

- ما درجة تضمين (المنهاج / الكتاب) عناصر الوعي البيئي والثقافة (التربية) البيئية؟
- ما مدى نجاح دليل المعلم في توجيه المعلم وإرشاده تربوياً، وسلوكيا، ومهنيا في إكساب الطلبة الوعي البيئي والتربية البيئية؟

- هل (وكيف) نجح دليل الطالب وأنشطته المرافقة في تحقيق الوعي البيئي والمحافظة على البيئة ومواردها؟

**أما بالنسبة إلى المجالات البيئية، فيمكن أن تضم الآتي:**

**المجال الأول: المفاهيم البيئية: Environmental Concepts** وتتضمن أسئلة كما في:

- ما مدى **تضمين (المنهاج / الكتاب) المفاهيم البيئية الأساسية** كما في: البيئة، والنظام البيئي، والنظم البيئية ومكوناتها، وأنواع البيئات، والسلاسل الغذائية، والتلوث، ودورات العناصر، والاتزان البيئي؟

**المجال الثاني: المشكلات البيئية Environmental Problems** وتتضمن على سبيل المثال:

- **ما مدى تضمين (المنهاج / الكتاب) المشكلات البيئية المحلية والعالمية** كما في: التلوث، والنمو السكاني، والغذاء، والفقر، والمبيدات، وصحة الإنسان، والمياه، والأرض، والهواء، والنفايات، وإزالة الأشجار، والتصحر، واستنزاف الثروات الطبيعية، والانقراض، والطاقة، وانتشار الأسلحة النووية، وطبقة الأوزون، والمطر الحمضي، ونواتج احتراق الوقود من وسائل المواصلات والمصانع، واستنزاف الثروات البحرية والحيوانية، والبطالة والتشرد والهجرات القسرية، والهجرة نحو المدن والعواصم الكبيرة، والأمراض الوبائية وتلك المرتبطة بالصناعة.

3. **المجال الثالث: المحافظة على البيئة ومواردها الطبيعية، وفي هذا ثمة أسئلة تحليلية كما في:**

- **ما مدى تضمين الطرق والأساليب والمناحي المختلفة للمحافظة على البيئة ومواردها الطبيعية** كما في:
  - تخصيص حاويات لفرز النفايات المنزلية؟
  - تشجيع **الصناعات التدويرية Recycling**؟
  - استخدام أجهزة تنقية (فلاتر)؟
  - مراعاة الحماية عند القيام بالمشاريع؟
  - سن قوانين وتشريعات للمحافظة على البيئة وحمايتها؟

- نشر الوعي الصحي والبيئي؟
- التوعية السكانية؟
- **المحافظة على (المياه) و(الهواء) و(الأرض)؟**
- المحافظة على الحياة البرية؟
- دعم الجمعيات والمؤسسات التي تعمل على حماية البيئة؟
- التوعية الإعلامية والتربوية للمواطن؟
- وضع أجهزة تنقية في المصانع وعوادم السيارات؟
- **الحفاظ على مصادر المياه من التلوث؟**
- إيجاد أماكن خاصة للصناعات بعيدة عن التجمعات السكانية؟
- تنقية المياه العادمة ومياه الصرف الصحي؟
- التخلص من الفضلات بطرق صحية وأقل ضرراً؟
- إيجاد صناعات بديلة غير ملوثة؟
- استغلال الأراضي الزراعية وتطويرها (**العودة إلى الأرض**)؟

## معيار أهداف وغايات تدريس العلوم:

## Aims and Objectives of Science Teaching Standard

المعرفة العلمية هي الجانب المعرفي (العقلي) للعلم، وهي نتاج التفكير والبحث العلمي، يتوصل إليها الباحثون (العلماء) عن طريق الملاحظة والتجريب العلمي. وهي تتصف بالقدرة على وصف الظواهر وتفسيرها، والتنبؤ بما سيحدث، وضبط الظواهر والتحكم بها. وتعد المعرفة العلمية مهمة وضرورية في أهداف تدريس العلوم، وخلفية أساسية **للتقدم العلمي والتكنولوجي**؛ فهي الأساسي القوي الذي يقوم عليه صرح العلم وبنيانه وتكنولوجيته. وفي هذا، اعتبرت (المعرفة العلمية) هدفا رئيسياً في مناهج العلوم وتدريسها يسعى تدريس العلوم لمساعدة الطلبة على اكتسابها (وبنائها) والاحتفاظ بها واستخدامها (تطبيقها وتوظيفها) . وعليه؛ يمكن أن **يتضمن التحليل طرح أسئلة رئيسية** تتعلق بمجالات الأهداف الرئيسية والفرعية، كما في:

**أولاً: اكتساب (بناء) المعرفة العلمية، وتتضمن أسئلة تحليلية تتضمن:**

1. **أنماط المعرفة العلمية** ودرجة شيوعها وأهميتها النسبية (**الحقائق، والمفاهيم، والمبادئ، والقوانين، والنظريات العلمية**).
2. **العمليات (العقلية) العلمية** ودرجة شيوعها وأولوياتها.
3. **طرق العلم** والتفكير والبحث فيه ومؤشراتها السلوكية.
4. **أنماط التفكير** (الاستنتاجي، والاستقرائي، والاستدلالي، والتقاربي، والتباعدي المتشعب، والناقد، والإبداعي، والتأملي، والرياضي).
5. **نوع المعرفة** (تقريرية، وإجرائية، واتجاهية، وسياقية، ومدى التركيز عليها ودرجة شيوعها وأهميتها النسبية).

**ثانياً: التفكير العلمي وتنميته: Scientific Thinkinking**

يؤكد التربويون العلميون بالإجماع أن أحد أهداف مناهج العلوم وتدريسها يتمثل **بتعليم الطلبة كيف يفكرون، لا كيف يحفظون المناهج والكتب المقررة عن ظهر قلب دون فهمها واستيعابها أو توظيفها في الحياة**. ولتحقيق ذلك، ينبغي أن يركز تدريس العلوم على مساعدة الطلبة ومساندتهم على اكتساب الأسلوب العلمي وأنماط التفكير والطريقة في البحث والتفكير والاستقصاء العلمي **وعمل العلم Doing Science** بدلاً من دراسة (حول) العلم وحفظ المعلومات واسترجاعها. وفي هذا، يمكن أن يتضمن التحليل تحديد **أنماط التفكير وكيفية تحقيقها ومؤشراتها السلوكية المتداخلة**، وهي:

1. التفكير الاستنتاجي Deductive thinking
2. التفكير الاستقرائي Inductive thinking
3. التفكير الابداعي Creative thinking
4. التفكير الناقد Critical thinking
5. التفكير العلمي Scientific thinking
6. التفكير التقاربي Convergent thinking
7. التفكير التباعدي Divergent thinking
8. التفكير التحليلي Analytical thinking

9. التفكير الاستدلالي Inferential thinking

10. التفكير المنطقي Logical thinking

11. التفكير فوق المعرفي Metacognitive thinking

### ثالثاً: عمليات العلم: Science Processes

يؤكد التربويون في التربية العلمية أن اكتساب عمليات العلم هدف رئيسي من أهداف مناهج العلوم وتدريسها. وهي (عمليات العلم) تتكامل مع طرق العلم والتفكير والبحث العلمي. وتعرف بأنها مجموعة من القدرات والعمليات العقلية الخاصة اللازمة لتطبيق طرق العلم والتفكير العلمي بشكل صحيح. وتتضمن مهارات عقلية (أساسية وتكاملية) يستخدمها العلماء والأفراد (الطلبة) لفهم الظواهر الكونية والوجود، ويمكن تعلمها وتعميمها ونقلها في الحياة. وفي هذا، يمكن للمحلّل **اعتماد عمليات العلم ضمن منظور أهداف تدريس العلوم لتحليل (المنهاج / الكتاب) المحتوى العلمي وذلك في ضوء الأسئلة الرئيسية الآتية:**

- **ما درجة تضمين (المنهاج / الكتاب) لعمليات العلم الأساسية والمتكاملة** (في مرحلة التعليم الأساسي)؟ **وما درجة شيوعها وأهميتها النسبية؟**
- **هل تتوافق** (أو تنسجم) مع العمليات العلمية الواردة في وثيقة **المنهاج الرسمي المعتمد؟**
- **ما مدى نجاح دليل المعلم في توجيه المعلم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً** لإكساب الطلبة عمليات العلم الأساسية والمتكاملة؟
- **ما مدى نجاح دليل الطالب وأنشطته المرافقة** في عكس عمليات العلم، وتوجيه الطالب تربوياً لتيسير تعلمه وتقدمه في امتلاك عمليات العلم؟
- ما **أنواع العمليات العلمية** ودرجة شيوعها وأهميتها النسبّية التي تتضمنها الأنشطة العلمية والبحثية والميدانية؟

**وفي هذا، تضم عمليات العلم نوعين من العمليات، هما:**

1. **عمليات العلم الأساسية Basic Science Processes** وهي: الملاحظة، والقياس، والتصنيف، والاستنتاج، والاستقراء، والاستدلال، والتنبؤ،

واستخدام الأرقام، واستخدام العلاقات المكانية والزمانية، والاتصال.

2. **عمليات العلم المتكاملة (أو التكاملية) Integrated Science Processes**
وهي: تفسير البيانات، والتعريفات الإجرائية، وضبط المتغيرات، وفرض الفرضيات، والتجريب.

**ولأغراض التحليل وأهدافه، فيما يلي بعض المؤشرات السلوكية (التحليلية) لبعض عمليات العلم التي ترد في (المنهاج / الكتاب) المحتوى العلمي وممارستها لدى الطلبة:**

**الملاحظة Observing: يمارس الطالب (المتعلم) عملية الملاحظة عندما:**

- يميز خصائص الأشياء ويتعرف إليها من حيث اللون، والحجم، والشكل، واللمس وذلك عن طريق استخدام حاسة أو أكثر من حواسه المختلفة.
- استخدام واحدة أو أكثر من الحواس المختلفة في التمييز بين الأشياء.
- استخدام أدوات وأجهزة للملاحظة (العدسات، المجهر).
- يبيّن تغيرات واضحة أو ملموسة في الأشياء أو الحوادث.
- يبين أوجه الشبه أو الاختلاف بين الأشياء.

**التصنيف Classifying: يصنف الطالب عندما:**

- يجمع أو يصنف الأشياء أو المواد من خلال خصائصها أو وظائفها العامة.
- يرتب الأشياء أو المواد ترتيباً معيناً حسب خصائصها أو قيمتها.
- يجد مجموعات باستخدام صفة واحدة أو صفات عدّة.

**القياس Measuring: يمارس الطالب القياس عندما:**

- يجري قياسات مختلفة من مثل قياس الأطوال والأوزان المختلفة.
- يستخدم أدوات قياس معيارية مختلفة كما في استخدام المتر، والمسطرة، واليارد، والساعة، والميزان، والمنقلة...الخ.
- يستخدم أشياء مألوفة كوحدات كيفية معيارية لإيجاد القيم الرقمية.
- يعمل نماذج أو رسومات تقديرية.
- يستخدم المعاينات أو المعايرة البسيطة والأساليب الفنية التقديرية.

- يستخدم وحدات القياس بصورة صحيحة.

**الاتصال Communicating: يمارس الطالب الاتصال عندما:**

- يصف الأشياء أو الحوادث بدقة علمية.
- يعرف مفهوماً أو مصطلحاً علمياً تعريفاً إجرائياً كلما لزم الأمر.
- **يجدول البيانات ويمثلها بيانياً.**
- يسجل المعلومات (البيانات) تسجيلاً دقيقاً كلما احتاج إلى ذلك.
- يركب نماذج أو معارض بدقة ما أمكن ذلك.
- يرسم الخرائط والأشكال والصور العلمية بدقة ووضوح.
- **ينقل مفاهيمه وأفكاره العلمية** التي يحصل عليها إلى الآخرين شفوياً أو كتابياً.
- ينقل (أو ينشر) النتائج العلمية التي يحصل عليها إلى الآخرين شفوياً أو كتابياً.
- يستمع إلى الأفكار والمفاهيم العلمية للآخرين ومناقشتهم فيها.
- يكتب التقارير العلمية المتعلقة بالبحث أو الأنشطة المخبرية أو الميدانية.
- يبدي آراءه المدعمة بالأدلة والشواهد وإقناع الآخرين.

**الاستدلال Inferring: يمارس الطالب الاستدلال عندما:**

- يميز بين الملاحظة والاستنتاج.
- يفسّر المعلومات أو البيانات العلمية المسجلة.
- يفسّر المعلومات التي تم الحصول عليها بطريقة غير مباشرة.
- يتنبأ (أو يتوقع) وقوع الأحداث أو الأشياء من خلال المعلومات المتوافرة.
- يعمل فرضيات من المعلومات المتوافرة لديه.

**التجريب Experimenting: يمارس الطالب التجريب عندما:**

- يصمّم تجربة أو نشاطاً علمياً بمتغيرات مضبوطة.
- يصوغ فرضية ويستخدم العمل المخبري وعمليات العلم المختلفة في الاستقصاء والبحث لاختبار فرضية.

- يقوم فعلاً بإجراء أنشطة تعلم العلوم مخبرياً أو ميدانياً.

### رابعاً: المهارات العملية Practical Skills

تتكامل أهداف مناهج العلوم وتدريسها في مساعدة الطلبة على اكتساب المعرفة العلمية، وطرق العلم، وعملياته، ومهاراته العملية المناسبة. وتحدد المهارة بالقدرة المكتسبة التي تمكن الفرد المتعلم (الطالب) من إنجاز ما توكل إليه من أعمال بكفاءة وإتقان بأقصر وقت ممكن وأقل جهد وعائد أوفر. وتتضمن **المهارات العملية** في تعلم العلوم **مهارات يدوية، وأكاديمية تعليمية، واجتماعية**. وفي هذا، يمكن للمحلّل **اعتماد المهارات العملية ضمن منظور أهداف تدريس العلوم لتحليل (المنهاج / الكتاب) المحتوى العلمي في ضوء الأسئلة الرئيسة الآتية:**

- **ما درجة تضمين (المنهاج / الكتاب - المحتوى العلمي) للمهارات العملية؟ وما درجة شيوعها وأهميتها النسبية؟**
- **ما درجة نجاح دليل المعلم في توجيه المعلم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً** لإكساب الطلبة المهارات العملية؟
- **ما درجة نجاح دليل الطالب وأنشطته المرافقة في توجيه الطالب وتيسير تعلمه** وتقدمه في التعلم لاكتساب المهارات العملية؟
- **ما المهارات العملية ودرجة شيوعها وأهميتها النسبية** المتضمنة في أنشطة تعلم العلوم المختلفة؟

**ولتحقيق ذلك، يمكن النظر إلى المهارات العملية في عملية التحليل كما يأتي:**

**1. المهارات العملية اليدوية: Manipulation، وتتضمن الجوانب والصور التي يمكن للطلبة ممارستها والتحكم بها ومعالجتها كما في:**

- استخدام الأجهزة والأدوات العلمية في الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، وعلوم الأرض والفضاء والتعامل معها (صيانتها والمحافظة عليها) كما في استخدام المجهر، وأدوات التشريح، والموازين، والأجهزة المعايرة والقياس...الخ.
- إجراء التجارب والأنشطة العلمية العملية والمخبرية والمشاريع الميدانية.
- المهارات (اليدوية) الأساسية في تشريح الكائنات الحية.
- المهارات الأساسية في التحضيرات المجهرية الأحيائية.

- المهارات الأولية في رسومات الأحياء، والفيزياء، والكيمياء، وعلوم الأرض والفضاء.
- المهارات الأساسية في عمل بعض الوسائل التقنية المناسبة.
- عمل النماذج العلمية.
- استنبات البذور والنباتات والعناية بها.
- تربية الحيوانات والدواجن في البيت أو المزرعة والعناية بها.

**2. المهارات التعليمية - التعلمية (الأكاديمية)، وتضم الصور التي يمكن للطالب ممارستها في التعليم والتعلم كما في:**

- اختيار المراجع والمصادر العلمية وتحديد المادة العلمية فيها.
- استخدام الدوريات والمجلات العلمية بصورة صحيحة وفاعلة.
- القراءة العلمية بصورة فاعلة والمبنية على الفهم والنقد والتحليل واستخلاص الأفكار العلمية منها.
- **مهارات تنظيمية تتمثل في تصميم الجداول الإحصائية**، واللوحات، والرسومات البيانية والخرائط العلمية وفهمها بصورة تحليلية ناقدة.
- قراءة البيانات الإحصائية والرسومات البيانية العلمية.
- التعبير عن الملاحظات والمشاهدات العلمية بالرسم أو شفوياً أو تحريرياً.
- استخدام اللغة العلمية (الصحيحة) المناسبة.
- استخدام الحاسوب التعليمي في إعداد الدروس العلمية والمواد العلمية وتعلمها.
- استخدام الإنترنت والتعليم والتعلم الإلكتروني.

**3. المهارات الاجتماعية: Social Skills، وتضم الصور التي يمكن للطالب ممارستها واكتسابها كما في:**

- **مهارات الاتصال والتواصل العلمي.**
- العمل مع زملائه (أو أقرانه) الآخرين.
- **مهارات التعاون** في المجموعات التعاونية الصغيرة.
- العمل في فريق.
- الاشتراك في الجمعيات والنوادي والمعارض العلمية سواء داخل المدرسة أم

خارجها.

**4. المهارات الحياتية Everyday Life Skills**، وتضم المهارات التي يمكن للطالب ممارستها واكتسابها كما في:

- المهارات الصحيّة (الصحة) **Health Skills**.
- المهارات الغذائية (الغذاء) **Food Skills**.
- المهارات الوقائية (الوقاية) **Precaution Skills**.
- المهارات البيئية (البيئة) **Environmental Skills**.
- المهارات العلمية اليدوية **Manipulation Skills**.

## خامساً: الاتجاهات والميول والقيم العلمية:

يرى المختصون في مناهج العلوم وتدريسها أن تكوين الاتجاهات والميول والقيم العلمية وتنميتها في المجال الوجداني من الأهداف الرئيسية التي تسعى التربية العلمية وتدريس العلوم لتحقيقها لدى الطلبة. وقد يرجع ذلك في جزء منه، إلى دورها العلمي **كموجهات للسلوك** يمكن الاعتماد عليها في التنبؤ بنوع السلوك (العلمي) الذي يقوم به الفرد (الطالب) المتعلم. وكذلك باعتبارها **دوافع ومعتقدات** توجه (الطالب) لاستخدام طرق العلم، وعملياته، ومهاراته بمنهجية علمية في **البحث والتفكير والاستقصاء العلمي**، وبالتالي ضرورتها في **تكوين العقلية العلمية**، إذ لا يستقيم التفكير العلمي بدونها. وفي هذا، يمكن للمحلّل **اعتماد الاتجاهات، والميول، والقيم العلمية كهدف ومنظور (معيار) لتحليل (المنهاج / الكتاب) المحتوى العلمي في ضوء الأسئلة الرئيسة الآتية:**

- **ما درجة تضمين (المنهاج / الكتاب) للاتجاهات العلمية ومكوناتها (مؤشراتها) السلوكية؟**
- **ما درجة تضمين الميول العلمية ومكوناتها (مؤشراتها) السلوكية؟**
- **ما درجة تضمين القيم العلمية ومكوناتها (مؤشراتها) السلوكية؟**

**ولأغراض التحليل وأهدافه، يمكن اعتماد المكونات الرئيسية والمؤشرات السلوكية للاتجاهات، والميول، والقيم العلمية التالية في عملية التحليل.**

### أولاً: الاتجاهات العلمية: Scientific Attitudes

وتضم المكونات والمؤشرات السلوكية الرئيسية والفرعية التي تظهر على سلوك الطالب (المتعلم). وتقترح السؤال التحليلي الآتي:

**هل (وكيف) يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على تنمية الاتجاهات العلمية ومؤشراتها السلوكية لدى الطالب المتعلم؟** وهل نجح دليل المعلم في توجيه المعلم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً في تحقيق ذلك؟ وفي هذا، ثمة مكونات رئيسية وأخرى مؤشرات أو صور سلوكية يمكن أن يتضمنه المحتوى العلمي وتظهر على سلوك الطالب تتعلق بالأسئلة التحليلية الآتية:

**1. العقلية الناقدة Critical Mindedness: هل (وكيف) يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**

- النظر إلى عدم الاتساق (أو التناقض) في الجمل والاستنتاجات؟
- استشارة المختصين والخبراء عند البحث عن المعلومات العلمية؟
- البحث عن برهان امبريقي (مسحي - تجريبي) لدعم التفسيرات أو نقضها؟
- يتحدى مدى صدق الجمل والآراء غير المدعومة علمياً؟
- يسأل أسئلة تبدأ بـ: ماذا، وأين، ولماذا، ومتى، وكيف؟

**2. تعليق الحكم Suspense of Judgement: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**

- التعميم بمقدار ما يتوافر من البرهان المبرر؟
- جمع أكبر قدر ممكن من المعلومات قبل عمل الاستنتاجات؟
- إدراك أن الاستنتاجات ما هي إلاّ استنتاجات أولية (مؤقتة)؟
- مراجعة مصادر ومراجع متعددة قبل عمل الاستنتاجات؟

**3. احترام البرهان Respect of Evidence: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**

- البحث عن برهان امبريقي (مسحي - تجريبي) لدعم التفسيرات أو نقضها؟
- جمع أكبر قدر ممكن من البيانات قبل عمل الاستنتاجات؟
- المطالبة بأن تكون الاستنتاجات منسجمة مع الحقائق؟
- تقديم براهين مسحية - تجريبية لدعم عباراته أو جمله؟

**4. الأمانة العلمية Scientific Honesty: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**

- **كتابة ملاحظاته حتى ولو كانت مناقضة لفرضياته؟**
- الاعتراف بفضل الآخرين وجهودهم؟
- نقل أفكار الآخرين بصدق؟
- عدم نسب أفكار الآخرين لنفسه؟
- اعتبار المعلومات (البيانات) المتوافرة جميعها عند عمل التعميمات والاستنتاجات؟

**5. الموضوعية Objectivity: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**

- اعتبار المعلومات المتوافرة جميعها وليس فقط البيانات التي تدعم ملاحظاته أو فرضياته؟
- تدوين ملاحظاته ولو كانت متعارضة مع فرضياته؟
- اعتبار الأفكار والملاحظات المقدمة من الآخرين وتقييمها؟
- عدم التحيز باختيار الأفكار إلاّ إذا كانت مدعومة بالأدلة والبراهين العلمية؟
- فحص جوانب المشكلة جميعها واعتبار عدة حلول محتملة لها؟
- اعتبار المواقف المؤيدة والمعارضة عند تقييم الموقف؟

**6. الاستعداد لتغيير (تعديل) الآراء Willingness to Respect opinions: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**

- الاعتراف بأن الاستنتاجات ما هي إلا استنتاجات أولية أو مؤقتة؟
- الإدراك بأن المعرفة العلمية غير تامة (ناقصة)؟
- اعتبار الأفكار المقدمة من الآخرين وتقييمها؟
- تقييم البرهان الذي يتناقض مع فرضياته؟
- تغيير (تعديل) فرضياته كلما اقتضى الأمر ذلك لتلائم البيانات الامبريقية (المسحية - التجريبية)؟

**7. الانفتاح العقلي Open-Mindedness: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**

- اعتبار أفكار الآخرين وتقييمها؟

- تقييم البرهان الذي يتناقض مع فرضياته؟
- **تقدير نقد الآخرين لأفكاره وآرائه العلمية؟**
- اعتبار عدة خيارات محتملة عند استقصاء المشكلات العلمية؟
- اعتبار المواقف المؤيدة والمعارضة عند تقييم الموقف أو إصدار الأحكام؟
- تقبل آراء الآخرين وأفكارهم وتفسيراتهم المدعومة حتى لو تعارضت مع آرائه وأفكاره؟

**8. الاستطلاع والاستفسار (التساؤل) Curiosity and Questioning: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**

- البحث عن عدم الاتساق أو الانسجام في الجمل والاستنتاجات؟
- استشارة المختصين والخبراء عند تقصي المعلومات وبحثها؟
- البحث عن البرهان الامبريقي (المسحي - التجريبي) لدعم التفسيرات أو نقضها؟
- تحدي صدق الجمل والاستنتاجات غير المدعومة علمياً؟
- طرح أسئلة تبدأ بـ: من، وأين، ولماذا، ومتى، وكيف؟
- الانتباه إلى المواقف الجديدة، وإبداء الرغبة في الاستفسار عن جوانب هذا الموقف الجديد واستطلاعه؟

**ثانياً: الميول العلميّة: Scientific Interests**

**وتتضمن المكونات والمؤشرات السلوكية الرئيسية والفرعية التالية التي تظهر على سلوك الطالب (المتعلم). وتقترح السؤال التحليلي الآتي:**

**هل (وكيف) يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على تنمية الميول العلمية لدى الطالب المتعلم؟**

**وهل نجح دليل المعلم في توجيه المعلم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً في تحقيق ذلك؟**

**وفي هذا، ثمة مكونات أساسية وأخرى مؤشرات وصور سلوكية يمكن أن يتضمنه المحتوى العلمي وتظهر على سلوك الطالب تتعلق بالأسئلة التحليلية التالية.**

**1. ملء الفراغ بالأنشطة العلمية: هل (وكيف) يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**

- **القيام بالهوايات العلمية؟**
- مشاهدة برامج التلفزيون العلمية؟
- صنع أدوات وأجهزة علمية بسيطة؟
- امتلاك الألعاب العلمية؟
- عمل لوحات ورسومات ونماذج ذات طابع علمي؟
- القيام بهواية التصوير العلمي (للكائنات الحية والموجودات الأخرى)؟

2. **التوسع الحر في القراءات العلمية: هل يساعد (الكتاب- المحتوى العلمي) على:**
- قراءة موضوعات علمية برغبة واهتمام؟
- استعارة (ومطالعة) المجلات والكتب العلمية المختلفة؟
- **القراءة عن العلم والعلماء وسير حياتهم؟**
- القراءة عن الاختراعات والاكتشافات العلمية؟
- التردد (باستمرار) على المكتبة والمكتبات العامة لتقصّي موضوعات العلوم ودراستها؟

3. **استطلاع القضايا والمسائل العلمية: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**
- الاهتمام بأخبار الاكتشافات العلمية والميل إليها؟
- الاهتمام بقضايا غزو الفضاء؟
- الاستفسار (باستمرار) عن المعلومات العلمية والظواهر الطبيعية والبيولوجية الإضافية؟
- **إظهار الاستطلاع والفضول العلمي؟**

4. **الالتحاق بالجمعيات والنوادي العلمية: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي) على:**
- الاشتراك في الجمعيات العلمية المدرسية؟
- الاشتراك في النوادي العلمية؟
- التطوع للعمل في النوادي العلمية؟
- زيارة المعارض ومراكز البحوث العلمية؟

- حضور المحاضرات والندوات العلمية؟

5. **مناقشة الموضوعات العلمية وإثارتها: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي)** على:

- الدفاع عن العلم والعلماء؟
- **مناقشة الموضوعات ذات الطابع العلمي؟**
- الاهتمام بالقضايا العلمية المنشورة في الصحف والمجلات والكتب العلمية؟
- الكتابة في الصفحة العلمية في مجلة الحائط (العلمية) في المدرسة أو في الصحف والمجلات؟
- **إثارة أو مناقشة القضايا العلمية ذات المضامين الاجتماعية** كالهندسة الوراثية، وأطفال الأنابيب، وتجميد الأجنة، والتبرع بالأعضاء وزراعتها ...الخ؟

6. **جمع النماذج والعينات من البيئة: هل يساعد (الكتاب- المحتوى العلمي)** على:

- تربية (أو الاعتناء) بالكائنات الحية (الحيوانية والنباتية) في البيت أو حديقة المنزل؟
- جمع عينات من الصخور والمعادن من البيئة المحلية؟
- القيام بالرحلات الحقلية - الميدانية العلمية؟
- جمع (وتصبير) عينات نباتية وحيوانية من البيئة؟
- التفاعل (إيجابياً) مع عناصر جديدة وغريبة في البيئة ومحاولة بحثها واستكشافها؟
- المشاركة في حملات النظافة والمحافظة على البيئة ومصادرها؟

7. **الاهتمام بالعمل المخبري وأنشطته العملية المرافقة: هل يساعد (الكتاب - المحتوى العلمي)** على:

- القيام (والارتياح) **بإجراء التجارب العلمية؟**
- القيام بتجارب وأنشطة عملية (طوعية) في البيت؟
- مساعدة المعلم في إجراء العروض والتجارب العلمية؟
- البقاء في المختبر مدة أطول من المدة المقررة للمختبر؟
- المشاركة في إعداد مشغل أو زاوية العلوم في المدرسة؟

### ثالثاً: القيم: Values

القيم **Values** هي **معتقدات (قوية)** أو مواقف أو موضوعات أو أنشطة تنمو وتستقر في المجتمع من قبل الأفراد فيه، وتصبح **(معايير) ومؤشرات لقياس سلوكهم وتصرفاتهم** كما في قيم: العدل، والصدق، والأمانة، والكرم، والحق، والفضيلة، والخير، والصبر، والجمال، والإحسان، والوطنية...الخ. وفي هذا، تقوم القيم بدور **(الدافع) أو (المحرك) للسلوك (الإيجابي)**، وبالتالي تدعو أفراد المجتمع إلى اختيار هذا الفعل وترك ذلك إلى تفضيل هذا السلوك على غيره. والقيم في مجموعها هي **(قيم تربوية)**؛ وتتضمن (القيم) قيماً عديدة ومتنوعة تفرض على المحلّل البحث عنها في المنهاج أو الكتاب كخبرات تعليمية (وقيم تربوية) عامة مرغوبة اجتماعياً، وذلك من خلال **طرح السؤال الرئيسي:**

**ما مجالات (وأنواع) القيم المتضمنة في (الكتاب - المحتوى العلمي) التي يتوقع أن تظهر في سلوك الطالب (المتعلم)؟ وهل نجح دليل المعلم في توجيه المعلم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً في تحقيق ذلك؟**

وفي هذا، ثمة مجالات وقيم عديدة متضمنة فيها يحاول المحلّل البحث عنها في المنهاج أو الكتاب في العلوم تتمثل في **المجالات والأنواع القيمية المختلفة المتضمنة فيها ومدى تعميقها وتعزيزها، وهي مجالات:**

1. **القيم الدينية والأخلاقية:** وفي هذا يتطلب تحديد أنواع القيم، ومدى تعزيز وتعميق القيم الفرعية المتضمنة كما في:

- **الإيمان (بالله سبحانه وتعالى) وبعناصره:** الملائكة، والكتب، والرسل، واليوم الآخر، والقضاء والقدر.
- **شعائر العبادة التي بني عليها الإسلام** (الشهادتان، والصلاة، والزكاة، والصوم، والحج لمن استطاع إليه سبيلاً).
- **قيم:** العدل، والصدق، والأمانة، والحلم، والصبر، والتواضع، والإحسان، والكسب الحلال، والاعتدال في الإنفاق، والوفاء بالعقود، وإيفاء الكيل أو الميزان.

2. **القيم العلمية:** وتضم قيماً علمية كما في: طلب العلم، والموضوعية، واحترام (تقدير) العلماء وجهودهم، والموضوعية، والإبداع والابتكار، والعقلانية، والمجادلة

(بالتي هي أحسن)، والتفكير الناقد، والتفكير العلمي، والتعلم الذاتي (حب التعلم)، واتخاذ القرار، والتأمل، والاتصال والتواصل العلمي، والأمانة العلمية.

3. **القيم الاجتماعية: وتضم قيماً اجتماعية** كما في: التعاون، واحترام القوانين والأنظمة والتعليمات، واحترام الوقت، واحترام المرأة، وحسن الجوار، والكرم، والشجاعة، وإغاثة الملهوف، وتقدير العمل.

4. **القيم الوجدانية، كما في قيم**: العاطفة، والرضا، وضبط النفس، والتفاؤل، ونبذ الجمود والتزمت، والجرأة الأدبية، والروح المعنوية.

5. **القيم الجمالية**، كما في قيم: الألوان والظلال، والأصوات والأنغام، والفنون، والزينة، والزخرفة، والتذوق (العلمي) الجمالي، والتوازن.

6. **القيم المدنية**، كما في: الحرية، وحق الملكية، والمواطنة، والمساواة، والتنمية.

7. **قيم العولمة**: كما في: الاستهلاكية، والانصهار الثقافي، والاتصال والمعلوماتية، والتكنولوجيا، والصراع الحضاري، والاقتصاد المعرفي.

8. **قيم صحية - غذائية**، كما في: النظافة (بشتى أنواعها ومجالاتها)، والفحص الطبي، والوقاية من الأمراض، وممارسة الرياضة، وتنظيم الأسرة، وتناول الأطعمة المفيدة، وتنوع الوجبات الغذائية، وغسل الخضار والفواكه، والمحافظة على الأغذية.

9. **قيم بيئية**، كما في: الوعي البيئي، والتربية البيئية، والتلوث (ومعالجته)، والمحافظة على البيئة ومصادرها الطبيعية، والتخلص من النفايات، وتقليم الأشجار وتنظيفها، وزراعة الأرض، واستخدام العلاجات والمبيدات الزراعية بعناية، والمحافظة على (الماء، والهواء، والأرض)، والمشاركة في حملات تنظيف المدرسة والقرية أو المدينة، والمحافظة على النظافة (البيت، والمدرسة، والشارع، والبلدة).

## معيار الأنشطة العلمية والمخبرية: Science Activities Standard

الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية جزء لا يتجزأ من مناهج العلوم وتدريسها. وفي هذا، يمكن للمحلّل **اعتماد منظور (معيار) الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية**

لتحليل المنهاج (الكتاب - المحتوى العلمي) وذلك في ضوء طرح أسئلة رئيسية تحليلية وأخرى فرعية تتعلق بذلك كما في:

- ما درجة تضمين (المنهاج / الكتاب) للأنشطة العلمية والتجارب المخبرية؟ وهل نجح دليل المعلم في توجيه المعلم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً في تنفيذها وتحقيق أهدافها؟ وما مدى نجاح دليل الطالب وأنشطته المرافقة في توجيه الطالب وتيسير وتقدم تعلمه في تحقيق الأهداف والنتاجات التعلمية المنشودة؟

ولأغراض التحليل، ثمة أسئلة تحليلية عديدة يمكن طرحها كما في:

1. ما أنواع الأنشطة العلمية المتضمنة في الكتاب - المحتوى العلمي؟ (تعليمية، تعزيزية، إثرائية).
2. ما أنماط الأنشطة العلمية؟ (إجراء تجربة، عروض عملية، مشاهدات (حقلية) في الطبيعة، مشاهدة أفلام، زيارة متحف، زيارة مصنع / مؤسسة، إعداد نموذج رسم أو وسيلة، قراءة صورة (أو رسم أو خريطة)، إعداد جداول، رسومات بيانية، إعداد تقرير بحث، مناظرة علمية، حل مشكلة ...الخ).
3. ما العمليات العلمية (الأساسية والتكاملية) التي تستجرها الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية؟ وما درجة شيوعها وأهميتها النسبية؟
4. ما المهارات العملية التي تستجرها الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية؟ (يدوية، أكاديمية، اجتماعية).
5. كيف يتم عرض الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية؟ (تحققي، استقصائي، بحث).
6. ما مدى تركيز الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية على أنشطة تشغيل اليدين والعقل والدماغ؟
7. ما معايير الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية من حيث:
   - ملاءمتها (تحقيقها) للأهداف التعليمية؟
   - ملاءمتها لمستويات الطلبة وقدراتهم وفروقاتهم الفردية؟
   - تحفيزها (إثارتها) للطلبة؟
   - طريقة عرضها؟
   - من يقوم وينفذ النشاط؟

- صلتها وواقعيتها بالنسبة إلى الطلبة؟
- مراعاة حاجات الطلبة وميولهم؟
- علاقتها بالبيئة (تصنيع أدواتها وتجهيزاتها)؟
- تنوعها ودقتها ووضوحها؟
- إبرازها لدور الطالب النشط؟
- دور المعلم فيها؟

8. **ما أنماط التفكير التي تستجرها الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية؟** (استنتاجي، استقرائي، استدلالي، تحليلي، تقاربي، تباعدي، إبداعي، منطقي، فوق معرفي...الخ).
9. **ما طرق العلم والبحث (مؤشراتها السلوكية)** التي تستجرها الأنشطة العلمية والتجارب المخبرية؟

## معيار الأسئلة التقويمية: Evaluative Questions Standard

يفترض في الأسئلة التقويمية مع أدوات وأساليب التقويم الأخرى أن تساهم في تحقيق الأهداف المنشودة. وفي المنهاج (الكتاب) ترد الأسئلة التقويمية في بداية الوحدة أو الفصل، أو في سياق (تخلل) المادة التعليمية أو في نهاية الوحدة/ الفصل / الدرس. **ولأغراض التحليل، يمكن للمحلّل أن يطرح الأسئلة الآتية:**

**ما درجة تضمين (المنهاج / الكتاب) للأسئلة التقويمية؟ وهل (وكيف) تساهم في تحقيق الأهداف والغايات المنشودة أو المتوخاة؟ وهل نجح دليل المعلم في توجيه المعلم تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً في تحقيق ذلك؟ وما مدى نجاح دليل الطالب وأنشطته المرافقة في توجيه الطالب وتيسير تعلمه وتقدمه في التعلم، وتقييم تعلمه** في ضوء الأهداف والغايات والنتاجات التعلمية المنشودة؟

ولأغراض التحليل، وتقصّي هذه الأسئلة ومشتقاتها، يمكن **تحليل المنهاج (الكتاب-المحتوى العلمي) بطرائق وأساليب عدة ومن منظورات فرعية مختلفة (فرادى أو مجتمعة) من أبرزها الآتي:**

**1. حسب نوع التقويم:**

- **هل الأسئلة التقويمية:**
  - تشخيصيّة **Diagnostic** (في بداية الوحدة / الفصل)؟
  - تكوينية **Formative** (في سياق المادة التعليمية)؟
  - ختامية **Summative** (في نهاية الوحدة / الكتاب)؟

وما دلالة كل ذلك وأهمية؟ وكيف تساهم (الأسئلة التقويمة) في تقييم التعلم وتصحيح مجراه وتقدمه؟

**2. حسب نوع المجال Domain:**

- **ما نوع المجال Domain والهدف الذي تستجره الأسئلة التقويمية؟ هل هو المجال (الهدف) المعرفي (العقلي) Cognitive؟ أو المجال الوجداني (الانفعالي) Affective؟ أو المجال النفسحركي Psychomotor؟ وما دلالة ذلك وأهميته؟ وكيف تساهم (الأسئلة التقويمية) في تقييم تعلم الطلبة وتصحيح مسيرته وتقدمه؟**

**3. حسب أنواع الأسئلة:**

**ما نوع الأسئلة التقويمية الآتية؟**

- المقالية (الإنشائية) قصيرة الإجابة أو طويلة الإجابة؟
- الأسئلة الموضوعية (الصواب / الخطأ، والتكميل، والمطابقة، والاختيار من متعدد)؟
- كتابة التقارير؟
- مسائل رياضية / حسابية؟
- معادلات كيميائية؟
- رسومات؟
- تدريبات على أجهزة أو أدوات؟
- تحريرية أو شفوية؟

**4. حسب عمليات العلم:**

- ما العملية (أو العمليات) العلمية العقلية التي تستجرها الأسئلة التقويمية؟ وهل هي عمليات علمية أساسية أو تكاملية أو مزاوجة بينها؟
- هل تنسجم مع متطلبات المرحلة التعليمية وتحقيق أهدافها وغاياتها المنشودة؟
- **ما المستويات العقلية للأسئلة التقويمية المتضمنة في عمليات العلم؟**

**5. حسب تضيف بلوم Bloom:**

- **ما المستويات العقلية التي تستجرها الأسئلة التقويمية وفقاً لتصنيف بلوم؟ وما أهميتها النسبية ودرجة شيوعها؟ وما دلالتها وانعكاساتها على الطلبة؟**
- **ما العلاقة بين نوع التقويم** (التشخيصي، التكويني، الختامي) والمستويات العقلية الستة التي تستجرها الأسئلة وفقاً لتصنيف بلوم؟ **وكيف يمكن اختبار ذلك أو فحصه؟**

**6. حسب أنماط التفكير:**

- **ما أنماط التفكير التي تستجرها الأسئلة:**
  - **التفكير المتقارب (التقاربي) Convergent thininking؟**
  - **التفكير المتشعب (التباعدي) Divergent thinking؟**

**7. حسب إنتاجية التفكير:**

- **ما إنتاجية التفكير التي تستجرها الأسئلة؟**
  - **منتج تفكيرياً (مفتوح الإجابة)** Productive thinking (open- ended- questions)؟
  - **غير منتج تفكيرياً (مغلق الإجابة)** Unproductive thinking (Close - ended questions)؟

**8. حسب الأسئلة التحريرية والشفوية:**

- **ما نوع الأسئلة التي تستجرها الأسئلة التقويمية؟**
  - تحريرية (وذلك باعتبار أن إجابتها تتطلب إجابات مكتوبة - مقالية أو موضوعية)؟

- شفوية (وذلك باعتبار أن إجابتها تتطلب إجابات لفظية أو أنشطة علمية عملية يقوم بها الطالب)؟

**9. حسب الأنشطة العلمية:**

وفي هذا يمكن طرح الأسئلة الآتية:

- **ما العمليات العلمية (الأساسية والتكاملية) التي تستجرها الأنشطة العلمية ومستوياتها العقلية؟ وما أهميتها النسبية؟**
- **ما الأسئلة التقويمية المتضمنة في الأنشطة العلمية** من حيث: أنواع التقويم، ومجالاته، وأنواع الأسئلة، والمستويات العقلية التي تستجرها، وأنماط التفكير وإنتاجية الأسئلة؟ وما مدى مساهمتها في تحقيق الأهداف التربوية والغايات المنشودة أو المتوخاه؟ وما انعكاساتها على تعلم الطلبة؟

## معيار الثقافة العلميّة: Scientific Literacy Standard

تتوجه حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها نحو تحقيق هدف **الثقافة العلمية (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية)** لدى الأفراد (الطلبة) المتعلمين؛ وذلك باعتبار **العلوم والرياضيات والتكنولوجيا هي عوامل التغيير**؛ فهي التي تسببه، وتشكله، وتستجيب له، وبالتالي تحقق الأمن التربوي والاجتماعي والثقافي والاقتصادي والوطني على حدّ سواء.

**وفي ضوء أهداف وغايات مناهج العلوم وتدريسها**، فإنّ الإطار العام لمناهج العلوم ينبغي أن يبنى وينظم ميادين محتوى الثقافة العلمية التي ينبغي للفرد (الطالب) المتعلم (المواطن) **المثقف ثقافة علمية ورياضية وتكنولوجية أن يعرف ويكون قادراً على عمله في المكونات الرئيسية الآتية، وهي:**

**الأول: قاعدة معرفية Knowledge base** منظمة في خمسة مجالات أو موضوعات في العلوم، هي: العلوم الفيزيائية، والعلوم البيولوجية، وعلوم الأرض، **والمفاهيم الموحدة Unifying Concepts في العلوم**، وطبيعة العلم والتكنولوجيا.

**الثاني: قدرات ومهارات الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry.**

**الثالث: قدرات ومهارات التصميم التكنولوجي Technology Design.**

الرابع: العلم: كطريقة Method، وبحث Research، وتفكير Way of thinking.

الخامس: العلاقة المتبادلة (المتفاعلة) بين: (STS) العلم Science، والتكنولوجيا Technology، والمجتمع Society.

ولأغراض تحليل المنهاج، فإنه يتطلب من المحلّل طرح أسئلة تحليلية رئيسية وأخرى فرعية تتضمن مكونات الثقافة العلميّة وأبعادها كما في:

- ما مدى اشتمال أو تضمين (المنهاج) مكونات الثقافة العلمية بمجالاتها (أو موضوعاتها) المختلفة؟ وما مدى نجاح دليل المعلم في توجيه المعلم توجيهاً تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً لتنمية الثقافة العلمية وتحقيقها؟
- ما المهارات والقدرات المتعلقة بالاستقصاء العلمي التي يحاول (المنهاج) تطويرها وتنميتها لدى الطلبة؟
- ما المهارات والقدرات المتعلقة بالتصميم التكنولوجي التي يحاول (المنهاج) تطويرها وتنميتها لدى الطلبة؟
- هل (وكيف) يقدم (المنهاج) العلم: كطريقة، وبحث، وتفكير؟
- هل (وكيف) يظهر (المنهاج) المجالات والصور المتضمنة في العلاقات المتداخلة بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع (STS)؟
- كيف يقدم (المنهاج) مفاهيم العلم وأفكاره وقيمة من المنظور الشخصي - المجتمعي والحضاري (العالمي)؟

وفي السياق، ومما يجدر ذكره، فإنّ كل سؤال من هذه الأسئلة التحليلية يُعد في حد ذاته سؤالاً بحثياً رئيسياً كبيراً (أو مُشكلة)، مما يتطلب معالجته وتحليله في ضوء مكوناته الفرعية وعناصره ووفقاً لأغراض التحليل وأهدافه والتحقق من مدى تحقيق الثقافة العلمية كهدف وغاية نهائية كبرى في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

## منظور المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES):

## National Science Education Standards Perspective

في ضوء حركات إصلاح مناهج العلوم وتدريسها، والمشروع Project 2061 (2061)، والعلم للجميع (SFAA)، ومعالم الثقافة العلمية (BFSL) وملامحها،

والمعايير الوطنية (العالمية) للتربية العلمية (NSES)، فقد بنيت مناهج العلوم على أساس التعليم القائم على المعايير Standards - based Education. وفي هذا، تمت الاستفادة من حركات إصلاح مناهج العلوم ومعاييرها على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية.

**ولأغراض التحليل، فإنه يمكن للمحلّل أن يطرح أسئلة رئيسية تحليلية عديدة في ضوء تنظيم المعايير الوطنية (العالمية) للتربية العلمية (NSES) وتوجهاتها** وذلك على النحو التالي:

**ما درجة توافق (انسجام) مناهج العلوم مع المعايير الوطنية (العالمية) للتربية العلمية NSES؟ وهل نجح دليل المعلم في توجيه المعلم توجيهاً تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً في ذلك؟**

وفي ضوء ذلك، وكمجموعة معايير عالمية منهاجية كاملة ومتكاملة، يمكن بحث واستقصاء عملية التحليل ومقارنتها وتطويرها من منظورات المعايير الرئيسية والفرعية الأخرى في ضوء **المعايير العالمية للتربية العلمية (NSES)**، وذلك كما يأتي:

**1. منظور معايير تدريس العلوم: Science Teaching Standards**

**من الأسئلة التحليلية وفق هذا المنظور والمعايير ما يأتي:**

- هل ثمة مؤشرات تبين أن معلمي العلوم يخططون برامج وأنشطة علمية لطلابهم مبنية على الاستقصاء العلمي؟
- هل يوجه معلمو العلوم وييسّرون (أو يساندون أو ينمذجون) التعلم؟
- هل يستخدم معلمو العلوم التقييم المستمر في تعلم وتعليم طلابهم؟
- هل يهيئ المعلمون بيئات تعلمية - تعليمية مناسبة لطلابهم؟
- هل يعمل المعلمون على بناء مجتمعات تعلم العلوم تعكس:
  - الاستقصاء العلمي Scientific Inquiry؟
  - الاتجاهات العلمية Scientific Attitudes؟
  - القيم المجتمعية Social Values؟

- ما مدى مشاركة معلمي العلوم بنشاط وفاعلية في تخطيط برامج العلوم في المدرسة وتطويرها؟
- هل يعامل المعلمون الطلبة بوصفهم أفراداً ذوي حاجات، وميول، وقدرات، وخبرات مختلفة؟
- هل تم اختيار المنهاج وتبنيه بمرونة؟
- ما مدى تركيز (المنهاج) على **فهم الطلبة وتوظيف المعرفة والأفكار العلمية والعمليات الاستقصائية؟**
- هل تم توجيه الطلبة نحو **الاستقصاء العلمي النشط الممتد؟**
- هل ثمة فرص يهيؤها المنهاج للمناقشات والمناظرات العلمية بين الطلبة؟
- ما مدى تقييم فهم الطلبة للمعلومات بشكل مستمر؟
- ما مدى مشاركة الطلبة في **تحمل مسؤولية تعلمهم؟**
- ما مدى دعم مجتمع الصف من حيث (التعاون، والمسؤولية المشتركة والاحترام)؟

**2. منظور معايير التطوير المهني لمعلمي العلوم:**

**Science Teachers Standards**

من **الأسئلة التحليلية وفق هذا المنظور والمعايير** ما يأتي:

- **ما مدى امتلاك (وفهم) معلمي العلوم لأساسيات (محتوى) العلوم من خلال طرق الاستقصاء العلمي وعملياته؟**
- ما مدى انخراط المعلمين في **البحث والاستقصاء النشط** لدراسة الظواهر الطبيعية علمياً؟
- ما مدى تركيز المعلمين على **العمليات والنواتج في فهم العلم** من خلال الاستقصاء؟
- هل يتضمن **التطوير المهني للمعلمين تكامل المعرفة في العلوم، والتعلم، والبيداغوجيا، والطلبة؟**
- هل ثمة فرص متوافرة للمعلمين تتطلب الفهم والقدرة على التعلم طوال الحياة؟
- هل برامج التطوير المهني للمعلمين برامج مترابطة، ومتكاملة، ومتناسقة؟

- ما مدى التوكيد على الاستقصاء في التعليم والتعلم؟
- هل ثمة تأكيدات في تعلم العلوم من خلال البحث والاستقصاء؟
- هل هناك تكامل بين العلوم واستراتيجيات وطرائق تدريسها؟
- هل تم التكامل بين النظرية والتطبيق (الممارسة) في الواقع المدرسي؟
- ما مدى التركيز على التعلم (التعاوني) الجماعي؟
- هل ثمة تنوع في أنشطة التطوير المهني للمعلمين؟
- هل ثمة شواهد على أن معلم العلوم:
  - منتج للمعرفة عن التدريس؟
  - قائد تربوي Leader؟
  - مصدر وميسّر للتغيير؟

**3. منظور معايير التقييم: Assessment Standards**

من الأسئلة التحليلية وفق هذا المنظور والمعايير ما يأتي:

- ما مدى انسجام التقييم مع القرارات التي يتم اتخاذها والتي تتطلب أن تكون:
  - مصمّمة (مخططة) بشكل مقصود وليس عفوياً؟
  - مرتبطة بالأهداف بشكل واضح؟
  - إجراءات التقييم محدّدة؟
  - العلاقة بين اتخاذ القرارات والبيانات واضحة؟
- ما مدى شمولية التقييم في التحصيل والفرص المتاحة لتعلم العلوم في:
  - فهم العلوم (أنماط المعرفة العلمية)؟
  - ممارسة الاستقصاء العلمي؟
  - القدرة على الاستدلال العلمي؟
  - استخدام العلوم في القرارات الشخصية والقضايا المجتمعية؟
- ما نوعية البيانات التي يتم جمعها ومدى انسجامها مع الإجراءات والقرارات والأهداف المعتمدة المستوجبة كما في:
  - مناسبة أدوات التقييم لما يراد قياسه (الصدق)؟
  - الموثوقية والاستقرار والثبات؟

- إعطاء فرص (للطالب) لعرض ما تم تحصيله أو إنجازه؟
- أصيلة Authentic؟
- هل ممارسات التقييم عادلة (أدوات وممارسات)؟
- ما مدى دقة الاستدلالات التي يتم الوصول إليها من خلال بيانات التقييم؟
- **هل (وكيف) يستخدم معلمو العلوم معايير (نتائج) التقييم في:**
  - **تحسين الممارسات التدريسية؟**
  - تخطيط برنامج العلوم (المحتوى، والأنشطة، والعمليات)؟
  - كتابة التقارير التي تصف تقدم تعلم الطلبة؟
  - إجراء البحوث في العملية التعليمية؟
  - هل يتم التوكيد على تقييم ما هو أكثر أهمية وفائدة؟
- هل يتم تقييم المعلومات ذات البنية المفاهيمية والاهتمام بفهمها واستدلالاتها؟
- هل يتم **تقييم الفهم العلمي والفرص المتاحة للتعلم؟**
- هل يتم تقييم ما يعرفه وما لا يعرفه الطالب (المتعلم)؟
- ما مدى التركيز على أدوات وأساليب **التقييم الحقيقي البديل؟**

### 4. منظور معايير المحتوى: Content Standards

من **الأسئلة التحليلية وفق هذا المنظور والمعايير** ما يأتي:

- ما مدى **دمج المفاهيم والعمليات معاً** في محتوى العلوم؟
- هل **محتوى العلوم مبني على الاستقصاء العلمي** فهماً وعملاً؟
- **هل الاستقصاءات والتحرّيات العلمية:**
  - تتجه من التحقق إلى الاستقصاء والتحرّي العلمي؟
  - ممتدة لفترات زمنية أطول؟
  - تؤكد العمليات ضمن السياق العلمي؟
  - تتضمن عمليات العلم الأساسية والتكاملية؟
  - تهيئ عمل الطلبة كمجموعات تعاونية وبناء المعلومات والدفاع عنها؟
  - تنمي قدرات الاستقصاء وفهم المحتوى العلمي؟
  - واقعية وحقيقية ذات صلة بالطلبة وحياتهم؟

- **هل يركز محتوى العلوم (الفيزيائية، والحياتية، وعلوم الأرض والفضاء) على: (المعرفة) الأساسية، و(الفهم)، و(القدرات) التي يجب على كل طالب (متعلم) معرفته، و(فهمه)، و(قدرته) على عمله وتطويرها وتنميتها كنتيجة للخبرات التعليمية - التعلمية؟**
- هل تم أخذ (المحتوى) في ضوء معايير تدريس العلوم والتقييم كرؤية شاملة لتعليم العلوم؟
- **هل يشمل المحتوى على فهم العلم والتكنولوجيا والقدرة على التصميم التكنولوجي؟**
- **ما مدى ربط (محتوى) العلوم بـ:**
  - التكنولوجيا؟
  - **المنظور الشخصي - الاجتماعي** للعلم صحياً، وسكانياً، وبيئياً؟
- هل يساعد (محتوى) العلوم على التطور والتقدم وتنمية قدرات ومهارات اتخاذ القرارات؟
- هل يؤكد (محتوى) العلوم على تكامل المعرفة العلمية وعمليات العلم؟
- هل يغطي (محتوى) العلوم **موضوعات أقل وبعمق وفهم أكبر؟**
- هل أنشطة تعلم (محتوى) العلوم تتطلب استخدام الاستقصاء العلمي؟
- هل (محتوى) العلوم مبني على المنظور التاريخي للعلم وطبيعته؟
- ما مدى تأكيد (محتوى) العلوم على التطوير المستمر المتتابع لفهم الظواهر وتفسيرها وربطها بالخبرات اليومية في ضوء نمو الطلبة ومستوياتهم؟
- هل (محتوى) العلوم **قابل للتنفيذ (ميدانياً)** من قبل المعلمين والطلبة؟
- هل محتوى العلوم (المادة العلمية) مبسطة وخالية من الأخطاء ومقدمة بشكل يحفز الطلبة على التشويق والإثارة الفكرية والتعلم؟
- هل ثمة تكامل بين مجالات (محتوى) العلوم جميعها واستخدامه بما يتوافق مع التدريس والتقييم؟

### 5. منظور معايير البرنامج: Program Standards

من الأسئلة التحليلية وفق هذا المنظور والمعايير ما يأتي:

- **هل عناصر برنامج العلوم متسقة مع بعضها بشكل كلي للصفوف (12-k) ومع المعايير الوطنية الأخرى للتربية العلمية لتحقيق الأهداف** التي تتطلب:
  - وجود أهداف واضحة ومحدّدة؟
  - اختيار وحدات (الكتاب) ومفرداته بناء على أسس منهجية محدّدة؟
  - **مناسبة طرائق التدريس مع الأهداف؟**
  - تماشي سياسات التقييم مع التوقعات والنتاجات التعلمية المتوقعة؟
  - توفير نظم داعمة (الوقت، والمواد، والتمويل، وتطوير المعلمين) للبرنامج؟
- **ما مدى ملاءمة برنامج العلوم لحياة الطلبة من حيث:**
  - ارتباطه بالمواد الدراسية الأخرى (خارج العلوم)؟
  - اشتماله على معايير (المحتوى)؟
  - مناسبته لحياة الطلبة وواقعيته؟
  - تبنيه للمنحى الاستقصائي؟
- **ما مدى التنسيق بين برنامج العلوم وبرنامج الرياضيات من خلال:**
  - اهتمام الطالب بعملية جمع البيانات؟
  - معالجة البيانات رياضياً؟
  - وصف وتفسير الظواهر بناء على بيانات كميّة؟
  - استخدام بيانات حقيقية من تجارب العلوم في مساقات الرياضيات؟
- **ما مدى تضمين برنامج العلوم وتهيئته للمصادر الملائمة والكافية للتنفيذ من** مثل:
  - المعلم الكفء؟
  - الزمن (الوقت) الكافي؟
  - المواد التعليمية، والأدوات، والأجهزة؟
  - المجتمع المحلي المساند؟

- هل يقدم برنامج العلوم للطلاب جميعهم فرصاً متساوية لدراسة العلوم تحقيقاً لشعار (**العلم للجميع**)؟
- **ما مدى قيام المدارس (بوصفها مجتمعات تشجع المعلمين وتساندهم) بـ:**
  - **دعم وتأكيد الجهود الإصلاحية لبرنامج العلوم؟**
  - مساندة المعلمين لإجراء البحوث الإصلاحية في تدريس العلوم؟
  - مساعدة المعلمين على إنشاء شبكات لإصلاح تدريس العلوم؟
  - **التعاون مع الجامعات ومراكز البحوث والجمعيات العلمية المهنية لأغراض التطوير؟**
- ما مدى استخدام التقييم بموازاة المنهاج والتدريس؟

### 6. منظور معايير النظام: System Standards

من **الأسئلة التحليلية وفق هذا المنظور والمعايير** ما يأتي:

- **هل ثمة منظمات أو جهات (محلية، وطنية، حكومية، قطاع خاص) تنسق فيما بينها للإسهام في بناء النظام لتثقيف (المواطنين) علمياً؟**
- هل هناك رؤية عامة تشترط أن تكون **السياسات التربوية** التي تحكم تدريس العلوم **متناسقة مع (المعايير) الأخرى للتربية العلمية** بينما تسمح بالتكيّف وفقاً للظروف المحلية؟
- **ما مدى استقرار السياسات التربوية وتخطيطها؟**
- هل ثمة مواد مساندة للسياسات والمصادر المناسبة لتحقيق الإصلاح التربوي (كما في توفير المعلم الكفء، والمنهاج الجيد، والتجهيزات، والوقت...الخ)؟
- هل تحقق السياسات العدالة والمساواة بين الطلبة باختلاف جنسهم، وقدراتهم، وخلفياتهم الاجتماعية والاقتصادية والثقافية؟
- هل تتم **مراجعة السياسات التربوية** من حين إلى آخر لمواجهة التأثيرات غير المتوقعة على الممارسات التدريسية للمعلمين في الصفوف الدراسية المختلفة؟
- هل الأفراد والمنظمات ذات العلاقة بالإصلاح التربوي **جميعهم معنيون بتحقيق الرؤية (الجديدة) لحركة الإصلاح التي تعبر عنها المعايير الوطنية للتربية العلمية (NSES)** بخطة عامة إرشادية توجيهية لمنهاج العلوم؟

- هل هناك مخصّصات أو مساعدات مالية (كافية) لتصميم مناهج العلوم وفقاً للمعايير الوطنية؟
- **ما مدى تعاون الجميع** (المعلمين، والطلبة، والمشرفين، وإداريي المدارس، والتربويين، والعلماء، والمهندسين، والجامعات، ومراكز البحوث، ورجال الأعمال، والصناعة، والوزارات، وواضعي السياسات التربوية، والمشرعين...الخ) في **إنجاح النظام التربوي، وتصميم مناهج العلوم وتنفيذها لتحقيق الأهداف والغايات المنشودة أو المتوخاة؟**

## تقويم المنهاج وتطويره: Curriculum Evaluation

يعد تحليل المحتوى كأداة بحثية ومنهجية بحث علمية كما ذكر سابقاً، من الأساليب الأكثر استخداماً في تحليل المناهج والكتب المنهجية المدرسية وأدلتها؛ وذلك بغرض **تبيان توجهات واتجاهات (وواقع) المناهج والمواد التعليمية وتشخيصها (قوتها لتعزيزها، وضعفها لمعالجتها)، وتقييمها وتطويرها لتواكب التوجهات العالمية المعاصرة ومتطلبات العصر وتحدياته الآنية والمستقبلية وبخاصة فيما يتعلق بالمعايير العالمية للتربية العلمية Science Education ومناهج العلوم وتدريسها**. ومن هنا، يعتبر **تحليل المنهاج والكتب المنهجية (كترجمة إجرائية ميدانية للمناهج) خطوة من الخطوات المؤدية في نهاية التحليل والمطاف إلى تقييم المنهاج وتقويمه وتطويره.**

وفي سياق التقويم، تتعدد الاستراتيجيات والطرائق والأدوات لتقويم المنهاج وتطويره. ولعل نماذج التحليل ومنظوراته (ومعاييره) السابقة الذكر، تساعد بطريقة أو أخرى على تقييم المنهاج وكتبه وأدلته ومعرفة مدى تحقيق الأهداف والغايات المرسومة أو المتوخاة. ومع تعدد وتنوع المناهج والأساليب البحثية والاجتهادات التي يمكن اتباعها أو اقتراحها في هذا الصدد، إلاّ أنه في ضوء عمليات التحليل ومنهجيتها ومعاييرها العلمية، فإنّه يمكن النظر إلى تقويم المنهاج من حيث المبدأ في مدى تحقيق الأهداف والغايات المنشودة والعناصر والأسس الأخرى المساعدة على تقويمه وتطويره من خلال **المنظورات (والمعايير) الرئيسية التقويمية الآتية (مبدئياً) المتمثلة في تقويم مناهج العلوم من خلال تقويم** ما يأتي:

1. **درجة تمثل الطلبة للمعرفة العلمية** من حيث: بناؤها، وفهمها، والاحتفاظ بها، واستخدامها، والانعكاس عليها.

2. **فهم طبيعة العلم (NOS)** مادة **Knowledge**، وطريقة بحث **Research Method**، وأسلوب في التفكير **Way of thinking**.

3. مدى **امتلاك الطلبة لعمليات العلم** ومهاراته الأساسية والتكاملية واستخدامها.

4. درجة تمثل الطلبة **للاتجاهات والميول العلمية والقيم** من منظور ثقافة المجتمع.

5. مدى تمثل **فهم الطلبة** للعلاقة المتبادلة المتداخلة بين **(STS) العلم Sceience**، **والتكنولوجيا Technology**، **والمجتمع Society**، **والبيئة (STSE)**.

6. قدرة الطلبة على **تحليل المشكلات والقضايا الاجتماعية Social issues** ذات الصلة بالعلوم واتخاذ القرارات المناسبة.

7. مدى **تنمية الثقافة العلمية (العلمية، والرياضية، والتكنولوجية) وتحقيقها Scientific Literacy** لدى الطلبة في ظل منظور الثورة التكنولوجية (المعرفية، والمعلوماتية، والتكنولوجية) المعاصرة.

8. قدرة الطلبة على **تصميم وتنفيذ الأنشطة العلمية من منظور تشغيل اليدين Hands - On**، **وتشغيل العقل (الفكر) Minds - On**، **وتشغيل الدماغ (الرأس) Heads - On معاً**.

9. درجة تمثل الطلبة **لكفايات الاتصال Communication وكفايات التفاعل الاجتماعي Social Interaction**، **وكفايات العمليات التعليمية والعلمية**.

10. مدى تمثل الطلبة **للوعي الصحي والبيئي**، والمحافظة على الصحة والغذاء والبيئة ومصادرها.

11. مدى تمثل الطلبة واستخدام (واكتساب) **المهارات الحياتية Everyday Life Skills** كما في: المهارات الصحية، والمهارات الوقائية، والمهارات الغذائية، والمهارات البيئية، والمهارات العلمية اليدوية.

12. **تقويم تحصيل الطلبة Achievement** وأدائهم **Performance** لمكونات المنهاج ومجالاته الثلاثة (المعرفية، والوجدانية، والمهارية) المتمثلة مبدئياً في:

المعرفة Knowledge، والمهارات Skills، والاتجاهات Attitudes، والقيم Values ومقارنة ذلك بالمعايير الدولية (العالمية) المعتمدة عالمياً.

13. تقويم عناصر المنهاج المتمثلة في الأهداف والغايات ونتاجات التعلم Learning outcomes، والمحتوى العلمي Science content، واستراتيجيات وطرائق وأساليب تدريس المنهاج (الأساليب، والوسائل التكنولوجية، والأنشطة العلمية)، وأدوات وأساليب التقويم Evaluation البديلة الحقيقية.

14. مدى انسجام المنهاج مع معايير الأسس التي تم بناؤه عليها، وهي: الأسس الفلسفية، والنفسية، والاجتماعية، والمعرفية لطبيعة العلم والعلوم (تعلمها وتعليمها).

15. مدى انسجام المنهاج مع معايير تنظيمات المناهج المعاصرة، وانعكاس ذلك على الطلبة من حيث التحصيل وتحقيق أهداف التعليم ونتاجات التعلم والثقافة العلمية في نهاية المطاف والتحليل.

16. تقويم دليل المعلم (معلم العلوم) وتبيان مدى نجاحه في توجيه المعلم وإرشاده تربوياً، وسلوكياً، ومهنياً في تحقيق الأهداف والغايات والنتاجات التعلمية المنشودة.

17. تقويم دليل الطالب وأنشطته العلمية المرافقة ومدى نجاحه في توجيه الطالب وتيسير تعلمه وتقدمه في التعلم لتحقيق الأهداف والغايات والنتاجات التعلميّة المرسومة.

18. تقويم المنهاج ومقارنته (محاكمته) بالمعايير العالمية للتربية العلمية (NSES) من منظورات ومعايير تدريس العلوم، ومعايير التطوير المهني لمعلمي العلوم، ومعايير التقييم، ومعايير المحتوى، ومعايير برامج العلوم، ومعايير النظام التربوي.

وتأسيساً على ما تقدم، وفي ضوء نتائج تقويم (وتحليل) المنهاج، والكتب المنهجية وأدلة المعلمين وأدلة الطلبة، وانعكاس ذلك كله على الفئات المستفيدة (الطلبة، والمعلمين، والمجتمع)، فإنّه يمكن عندئذ إصدار الأحكام المبنية على البحث والتحليل

والأدلّة والتقويم المنهجي العلمي على المنهاج وكتبه المنهجية التعليمية لتعزيز عناصر قوته، ومعالجة عناصر ضعفه، وتطويره بالتعديل أو التكييف أو التغيير (جملة وتفصيلاً) لمواكبة الاتجاهات العالمية والتوجهات Trends المعاصرة في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها بما يتواءم مع مُعتقدات المجتمع وفلسفته وثقافته.

# المراجع References


إبراهيم، فوزي، والكلزة، رجب (2000). **المناهج المعاصرة**. الطبعة جديدة ومنقحة. منشأة المعارف بالإسكندرية، الإسكندرية، جمهورية مصر العربية.

تروبرج، ل. وزملاؤه (2004). **تدريس العلوم في المدرسة الثانوية: استراتيجيات تطوير الثقافة العلمية**. الطبعة الأولى. ترجمة محمد جمال الدين وزملائه، دار الكتاب الجامعي - العين، دولة الإمارات العربية المتحدة.

زيتون، عايش محمود (2008). **أساليب تدريس العلوم. الإصدار السادس**. دار الشروق للنشر والتوزيع، عمّان، الأردن.

زيتون، عايش محمود (2007). **النظرية البنائية واستراتيجية تدريس العلوم**. الإصدار الأول. دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

زيتون، عايش محمود (1991). **طبيعة العلم وبنيته: تطبيقات في التربية العلمية**. الطبعة الثانية. دار عمّار للنشر والتوزيع، عمّان، الأردن.

زيتون، عايش محمود (1987). **تنمية الإبداع والتفكير الإبداعي في تدريس العلوم**. الطبعة الأولى. دار عمّار للنشر والتوزيع، عمّان، الأردن.

زيتون، عايش محمود (1988). **الاتجاهات والميول العلمية في تدريس العلوم**. الطبعة الأولى. دار عمّار للنشر والتوزيع، عمّان، الأردن.

زيتون، كمال (2002). **تدريس العلوم للفهم: رؤية بنائية**. الطبعة الأولى. عالم الكتب، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

طعيمة، رشدي (2004). **تحليل المحتوى في العلوم الإنسانية: مفهومة، أسسه، استخداماته**. دار الفكر العربي، مدينة نصر، القاهرة، جمهورية مصر العربية.

Abd - El - Khalick, F. and Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education, 22 (7) : 665-701**.

Aikenhead, G. (1994). **What is STS science teaching**? In: Solomon, J. and Aikenhead, G. (eds.). STS Education: International perspectives on reform: Teachers College.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). **Science for All Americans: Project 2061**. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). **Benchmarks for Science Literacy: Project 2061**. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (2007). **Project 2061: Atlas of Science Literacy.**

Bybee, R. (2004). **Science curriculum reform in the United States**. Available: http://www.nas.edu/rise/backg3a.htm.

Bybee, R. (1999). **The contemporary reform of science education**. Issues in Science Education, National Science Education Leadership, NSTA (pp. 1-14),

Chiang - Soong, B. (1993). **STS in most frequently used textbooks in U.S. secondary schools**. In: Yager, R.E. (ed.). The science, technology, society movement. What research says to the science teacher, Vol. 7. National Science Teachers Association (NSTA).

Collette, A. and Chiappetta, E. (1984). **Science instruction in the middle and secondary schools.** Times - MOSBY college Publication, St. Louis.

Colorado Content Standards. (1995). **Colorado Model Content Standards: Science**. Adopted 05/10/1995.

Costa, A. and kallick, B. (2000). **Habits of mind: A developmental series**. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Dass, P.M. (2005). Understanding the nature of scientific enterprise (NOSE) through a discourse with its history: The influence of an undergraduate history of

science course. **International Journal of Science and Mathematics Education, 3 :87-115.**

Fitzsimmons, S.J. and Kerpelman, L.C. (1994). **Teacher enhancement for elementary and secondary science and mathematics: Status, Issues, and Problems**. Abt. Associates, Inc. Center for science and technology policy studies. Cambridge, Massachusetts.

Glenn. J. (2000). **Before It's Too Late: A report to the nation from the National Commission on Mathematics and Science Teaching for the 21st Century.** http//www.ed.gov/inits/math/glenn/toolate-exeecsum.html.

Harms, N. and Yager, R. eds. (1981). **What research says to the science teacher**. Vol. 3, Washington, D.C.: National Science Teachers Association (NSTA).

Harms, N.C. (1981). **Project Synthesis: Summary and implications for teachers: In: What research says to the science teacher**. Vol. 3, ed. N.C. Harms and R.E. Yager. Washington, D.C.: National Science Teachers Association (NSTA).

Harms, N.C. (1977). **Project Synthesis: An interpretive consolidation of research identifying needs in natural science education. A proposal prepared for the National Science Foundation (NSF)**. Boulder, CO, University of Colorado.

Hassard, J. (2004). **Minds on science (on line).** Georgia State University, Atlanta, GA 30303, U.S.A.

Haury, D. and Rillero, P. (1994). **Perspectives of hands - on science teaching**. ERIC, CSMEE, The ERIC Clearinghouse for Science, Matematics, and Environmental Education, Columbus, OH, U.S.A.

Hofwolt, C.A., (1988). **What can teachers do to increase their effectiveness in the science classroom? Are their methods and instructional strategies that are more effective than what teachers currently use**? In: Holdzkom, D. and Lutz, P. (eds). Research within Reach. Science Education: A Research - guided response to the concerns of educators.

Hurd, P.D. (1998). Sicence literacy: New minds for a changing world. **Science Education, 82 :407-416**.

Hurd, P.D. (2000). Science education for the 21st century. **School Science and Mathematics, 100 (6): 282-288**.

Krajcik, J.S. (1993). **Learning Science by doing science**. In: Yager, R.(ed.), 1993. The science, teachnology, society movement: What Research says to the science teacher, Vol. 7, NSTA.

Kyle, W.C. (1988). **What became of the curriculum development projects of the 1960s? How effective were they, what did we learn from them that will help teachers in todays schools?** (pp. 3-24). In: Holdzkom. D. and Lutz, P.B. (eds.), 1988. Research within reach: Science Education.

Lederman, N.G. (1992). Students' and teachers' conceptions of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching, 29, 331-359**.

Lederman, N.G. (1998). **The state of science education: Subject matter without context**. http:www.chem.vt.edu/confchem/1998/lederman/lederman.html.

Lumpe, J.T., Haney, J.J., and Czerniak (1998). Science teacher beliefs and intentions to implement science - technology - society (STS) in the classroom. **Journal of Science Teacher Education, 9 1 :(1-24)**.

Martin, Jr. E. et al. (1994). **Teaching science for children**. Ally and Bacon, Boston, MA, U.S.A.

Matthews, M. (1994). **Science teaching: The role of history and philosophy of science**. New York: Routledge Press.

McComas, W.F., Clough, M.P., and Almazroa, H. (2000). **The role and character of the nature of science in science education**. In W.F. McComas (ed.) The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies, 3-39, 1998 kluwer Academic Publishers, Printed in the Netherlands.

McComas, W.F. and Olson, J. (2000). **The nature of science in international science education standards documents**. In W.F. McComas (ed.) The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies, 41-52, kluwer Academic Publishers, Dodrecht, Boston, London.

McCormack, A. (1992). **Trends and issues in science education**. In: Cheek, D. et al., (eds.): Science Curriculum - Research Handbook: Practical guide for k - 12 science curriculum, Kraus International Publications, Millwood, NY.

Moss, D. (2001). Examining students conceptions of the nature of science. **International Journal of Science Education, 23 (8) : 771-790.**

National Council of Teachers of Mathematics, NCTM. (1989). **Curriculum and Evaluation Standards for school Mathematics.** Reston, VA: NCTM.

National Commission on Excellence in Education (NCEE). (1983). **A Nation at Risk: The imperative for educational reform**. Washington, D. C., U.S. Government Printing Office.

National Research Council (NRC). (1996). **National Science Education Standards**. Washington, D.C.: National Academy Press.

National Research Council (NRC). (1989). **Everybody counts: A report to the nation of the future of mathematics education.** Washington, D.C.: National Academy Press.

National Science Teachers Association (NSTA) Position Statement (2003). **Beyond 2000 - Teachers of science speak out :An NSTA lead paper on how all students learn science and the implications to the science education community**. Adopted by the Board of Directors, February 2003 References.

National Science Teachers Association (NSTA). (1990). **Science / Technology / Society: A new effort for providing appropriate science for all**. NSTA position statement, Approved by NSTA Board of Directors, July 1990.

National Science Teachers Association (NSTA). (1990). **Qualities of a scientifically and technologically literate person**. NSTA Task Force Report, March 1990.

National Science Teachers Association (NSTA). (1992). **Scope, sequence, and coordination of secondary school science.** Vol. 1. The content core: A guide for curriculum developers. Washington, D.C.: NSTA.

Osborne, J. (2000). **Science for citizenship**. In: Good Practice in science teaching, (eds.) Monk, M. and Osborne, J.: Open University Press, UK.