دليل المعلم

علوم الأرض والبيئة

الصف العاشر

الفصل الدراسي الأول

10

الناشر

المركز الوطني لتطوير المناهج

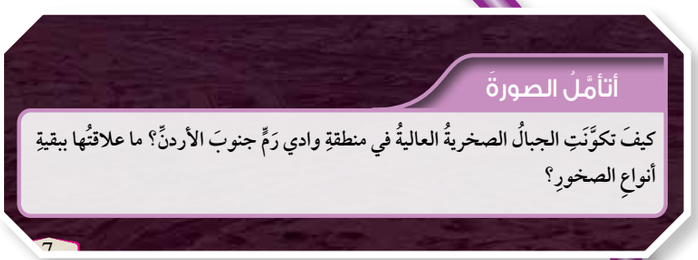
يسر المركز الوطني لتطوير المناهج، ووزارة التربية والتعليم – إدارة المناهج والكتب المدرسية، استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الكتاب عن طريق العناوين الآتية: هاتف: 8-5/4617304، فاكس: 4637569، ص. ب: 1930، الرمز البريدي: 11118، أو بوساطة البريد الإلكتروني: scientific.division@moe.gov.jo

بِنية كتاب الطالب: دورة التعلُّم الخماسية

صممت وحدات كتاب الطالب وفق دورة التعلم الخماسية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتُوفِّر لهم فرصًا عديدة للاستقصاء، وحل المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا. وتتضمن ما يأتي:

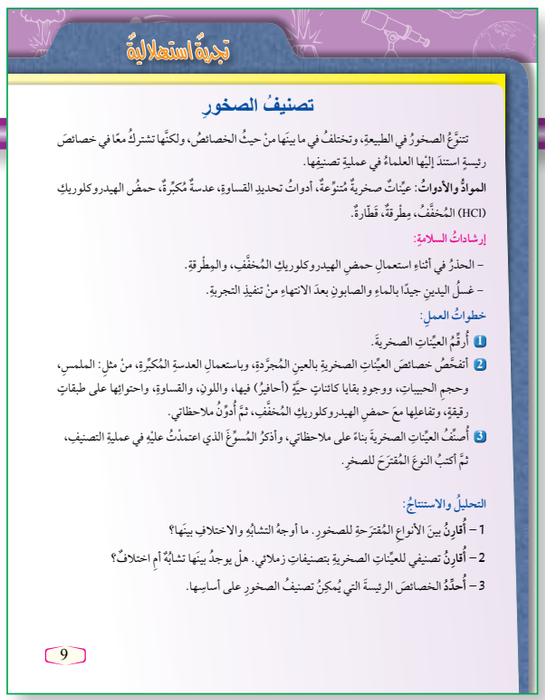
1 التهيئة Engagement:

إثارة فضول الطلبة الطبيعي ودافعيتهم للبحث والاستكشاف، وتنشيط المعرفة السابقة بالموضوع.



2 الاستكشاف Exploration:

مشاركة الطلبة في الموضوع؛ ما يمنحهم فرصةً لبناء فهمهم الخاص. ويجمع الطلبة في هذه المرحلة بيانات مباشرة تتعلق بالمفهوم الذي يدرسونه عن طريق إجراء أنشطة عملية متنوعة وجاذبة، منها ما يعتمد المنحى التكاملي (STEAM) الذي يساعد الطلبة على اكتساب مهارات العلم.


تجربةٌ استهلاليةٌ

تصنيفُ الصخورِ

تتنوَّعُ الصخورُ في الطبيعةِ، وتختلفُ في ما بينَها منْ حيثُ الخصائصُ، ولكنَّها تشتركُ معًا في خصائصَ رئيسةٍ استندَ إليْها العلماءُ في عمليةِ تصنيفِها.

الموادُّ والأدواتُ: عيِّناتٌ صخريةٌ مُتنوِّعةٌ، أدواتُ تحديدِ القساوةِ، عدسةٌ مُكبِّرةٌ، حمضُ الهيدروكلوريكِ (HCl) المُخفَّفُ، مِطرَقةٌ، قَطَّارةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ في أثناءِ استعمالِ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، والمِطرَقةِ.
- غسلُ اليدينِ جيدًا بالماءِ والصابونِ بعدَ الانتهاءِ منْ تنفيذِ التجربةِ.

خطواتُ العملِ:

1. أرقِّمُ العيِّناتِ الصخريةَ.
2. أتفحَّصُ خصائصَ العيِّناتِ الصخريةِ بالعينِ المُجرَّدةِ، وباستعمالِ العدسةِ المُكبِّرةِ، منْ مثلِ: الملمسِ، وحجمِ الحبيباتِ، ووجودِ بقايا كائناتٍ حيَّةٍ (أحافيرُ) فيها، واللونِ، والقساوةِ، واحتوائِها على طبقاتٍ رقيقةٍ، وتفاعلِها معَ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، ثمَّ أدوِّنُ ملاحظاتي.
3. أصنِّفُ العيِّناتِ الصخريةَ بناءً على ملاحظاتي، وأذكرُ المُسوِّغَ الذي اعتمدتُ عليْهِ في عمليةِ التصنيفِ، ثمَّ أكتبُ النوعَ المُقترَحَ للصخرِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أُقارِنُ بينَ الأنواعِ المُقترَحةِ للصخورِ. ما أوجهُ التشابُهِ والاختلافِ بينَها؟

2 – أُقارِنُ تصنيفي للعيِّناتِ الصخريةِ بتصنيفاتِ زملائي. هلْ يوجدُ بينَها تشابُهٌ أمِ اختلافٌ؟

3 – أُحدِّدُ الخصائصَ الرئيسةَ التي يُمكِنُ تصنيفُ الصخورِ على أساسِها.

9

5 التقويم Evaluation:

التحقق من تعلُّم الطلبة وفهمهم للموضوع، ومنح المعلِّم فرصة لتعرّف نقاط القوة والضعف لدى طلبته.

مراجعةُ الوحدةِ

السؤال الأول:
أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

1. من الصخورِ النارية الجوفية:
   أ - الأنديزيتُ. ب- البازلتُ.
   ج- الريوليتُ. د - الغرانيتُ.
2. أقلُّ الصخورِ وفرةً بالسليكا هي الصخورُ:
   أ - القلويةُ. ب- المتوسطةُ.
   ج- العاليةُ. د - فوقَ العاليةِ.
3. الصخرُ الذي يتفاعلُ بشدَّةٍ مع حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ هو:
   أ - الصخرُ الجيريُّ. ب- الجبسُ.
   ج- الملحُ الصخريُّ. د - الدولوميتُ.
4. الصخرُ الرسوبيُّ الذي يقلُّ حجمُ حبيباتِهِ عن (1/256 mm) هو:
   أ - الصخرُ الرمليُّ. ب- الكونغلوميريتُ.
   ج- البريشيا. د - الغضارُ.
5. من الصخورِ الرسوبيةِ الكيميائيةِ الحيويةِ:
   أ - الصخرُ الرمليُّ. ب- الصخرُ الجيريُّ.
   ج- صخرُ الكوركيا. د - صخرُ الغضارِ.
6. من الصخورِ المتحوِّلةِ غيرِ المتورِّقةِ صخرُ:
   أ - الفايس. ب- الشيست.
   ج- الأردواز. د - الرخام.

السؤال الثاني:
أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هو مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

أ - .....: صَهْيَرٌ سليكاتيٌّ يتكوَّنُ معظمُهُ من السليكا، ومنْ غازاتٍ أهمُّها بخارُ الماءِ.

ب- .....: أحدُ أشكالِ الصخورِ النارية، يوجدُ قربَ سطحِ الأرضِ، وهوَ مُتبايِنُ الشكلِ منَ الأعلى.

ج- .....: عمليةٌ يتمُّ فيها ترابطُ الحبيباتِ، وتتشبَّعُ منْ ترسُّبِ الموادِّ المعدنيةِ التي تحملُها المحاليلُ المائيةُ في الفراغاتِ الموجودةِ في الرسوباتِ.

د - .....: تراكيبُ صغيرةٌ تنتجُ بفعلِ مياهِ الأنهارِ، أو الأمواجِ البحريةِ، أو الرياحِ، وتكونُ محفوظةً على سطحِ طبقةِ الصخرِ الرسوبيِّ.

هـ- .....: صخورٌ تتشكَّلُ نتيجةَ تبريدِ الماغما ببطءٍ في باطنِ الأرضِ.

السؤال الثالث:
ما الفرقُ بينَ القواطعِ النارية والمتشكِّلاتِ النارية؟

السؤال الرابع:
أفسِّرُ كلًّا ممَّا يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ - تمتازُ الصخورُ النارية السطحيةُ بأبوراتِها صغيرةَ الحجمِ التي لا تُرى بالعينِ المجرَّدةِ.

ب- لا يُعدُّ نسيجُ صخرِ الأوبسيديانِ نسيجًا ناعمًا.

ج - تمتازُ الصخورُ القلويةُ بلونِها الفاتحِ، في حينِ تمتازُ الصخورُ العاليةُ بلونِها الغامقِ.

هـ- لا يوجدُ نسيجٌ متورِّقٌ في صخورِ الكوارتزيتِ.

السؤال الخامس:
أقارنُ بينَ كلِّ زوجٍ ممَّا يأتي:

أ - الماغما واللابةُ منْ حيثُ اماكنُ وجودِهما، ومكوِّناتُهما.

ب- التحوُّلُ الإقليميُّ والتحوُّلُ التماسيُّ منْ حيثُ عاملُ التحوُّلِ المؤثِّرِ، ومساحةُ الصخورِ المتحوِّلةِ.

35

مراجعةُ الوحدةِ

السؤال السادس:
أوضِّحُ كيفيةَ تكوُّنِ النسيجِ الفقاعيِّ.

السؤال السابع:
أُصنِّفُ الصخورَ النارية الآتيةَ تبعًا لمحتواها منَ السليكا، منَ الأكثرِ إلى الأقلِّ:
الغابرو، البيريدوتيتُ، الغرانيتُ، الديوريتُ.

السؤال الثامن:
أقوِّمُ العبارةَ الآتيةَ:
"يحتوي الصخرُ الرمليُّ على معادنَ تختلفُ عنِ المعادنِ المكوِّنةِ للصخرِ الأصليِّ بسببِ حدوثِ تجويةٍ كيميائيةٍ للصخرِ الأصليِّ."

السؤال التاسع:
أستنتجُ: ما الذي يُمكِنُ استخلاصُهُ عنِ البيئاتِ الرسوبيةِ عندَ دراسةِ تتابعٍ طبقيٍّ مُكوَّنٍ منْ صخرِ الكونغلوميراتِ؟

السؤال العاشر:
أوضِّحُ: كيفَ تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ؟

السؤال الحادي عشر:
عثرَ أحدُ الجيولوجيينَ على اثرِ تشقُّقاتٍ طينيةٍ على سطحِ إحدى الطبقاتِ، علامَ يُمكِنُ أنْ يستدلَّ منْ وجودِها؟

السؤال الثاني عشر:
أرتِّبُ الصخورَ المتحوِّلةَ الآتيةَ منَ الأكثرِ درجةِ تحوُّلٍ إلى الأقلِّ منها:
الشيست، الغليسُ، الناييس، الأردواز.

السؤال الثالث عشر:
أستنتجُ: لماذا يُمكِنُ رؤيةُ البلوراتِ المتكوِّنةِ لصخرِ الناييسِ بالعينِ المجرَّدةِ، ولا يُمكِنُ تمييزُها في صخرِ الأردواز؟

السؤال الرابع عشر:
أذكرُ أسماءَ ثلاثةِ صخورٍ توجدُ في الأردنِّ، محدِّدًا استخدامَ كلٍّ منْها.

36

3 الشرح والتفسير Explanation:

تقديم محتوى يتسم بالتنوع في أساليب العرض، ويضم العديد من الصور والأشكال التوضيحية والرسوم البيانية المرتبطة بالموضوع؛ ما يمنح الطلبة فرصةً لبناء المفهوم.

الدرس 1

الصخورُ النارية
Igneous Rocks

الفكرةُ الرئيسة:
تتكوَّنُ الصخورُ الناريةُ نتيجةَ تبريدِ الماغما أو اللابة وتبلُّرِها، وتُصنَّفُ بناءً على مكانِ تبلُّرِها إلى صخورٍ ناريةٍ جوفيةٍ، وصخورٍ ناريةٍ سطحيةٍ.

نتاجاتُ التعلُّم:
- أبيِّنُ وجودَ ثلاثةِ أنواعٍ منَ الصخورِ تتكوَّنُ منها القشرةُ الأرضيةُ.
- أتعرَّفُ أنواعَ الصخورِ الناريةِ.
- أصنِّفُ الصخورَ الناريةَ وأشكالَها في الطبيعةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:
دورةُ الصخورِ Rock Cycle
الماغما Magma
اللابةُ Lava
الصخورُ الناريةُ الجوفيةُ Intrusive Igneous Rocks
الصخورُ الناريةُ السطحيةُ Extrusive Igneous Rocks
النسيجُ Texture
نسيجٌ خشنُ الحبيباتِ Coarse Grained Texture
نسيجٌ ناعمُ الحبيباتِ Fine Grained Texture
النسيجُ الزجاجيُّ Glassy Texture
النسيجُ الساقيُّ (البورفيريُّ) Porphyritic Texture
النسيجُ الفقاعيُّ Vesicular Texture

دورةُ الصخورِ Rock Cycle

استفادَ الإنسانُ منَ الصخورِ ومكوِّناتِها المعدنيةِ على مرِّ العصورِ؛ إذ استخدمَها في بناءِ مسكنِه، وصنعِ أسلحتِه، واستخرجَ منها العديدَ منَ العناصرِ، مثلَ: الحديدِ، والنحاسِ. وقد اهتمَّ العلماءُ قديمًا وحديثًا بدراسةِ الصخورِ والمعادنِ، وبحثوا في خصائصِها، وأماكنِ وجودِها، وكيفيةِ نشأتِها. وزادَ هذا الاهتمامُ في ظلِّ التقدُّمِ العلميِّ.

بوجهٍ عامٍّ، صنَّفَ العلماءُ صخورَ القشرةِ الأرضيةِ بحسبِ طريقةِ نشأتِها وتكوُّنِها إلى ثلاثةِ أنواعٍ رئيسةٍ، هيَ: الصخورُ الناريةُ Igneous Rocks، والصخورُ الرسوبيةُ Sedimentary Rocks، والصخورُ المتحوِّلةُ Metamorphic Rocks.

ترتبطُ هذهِ الأنواعُ الثلاثةُ بعلاقاتٍ متبادلةٍ عنْ طريقِ العملياتِ الجيولوجيةِ المختلفةِ؛ إذ يتغيَّرُ كلُّ نوعٍ منها إلى الآخرِ في دورةٍ تُسمَّى دورةَ الصخورِ Rock Cycle، انظرِ الشكلَ (1) الذي يُمثِّلُ هذهِ الدورةَ.

الشكلُ (1): دورةُ الصخورِ في الطبيعةِ.
أحدِّدُ ما المرحلةَ التي يجبُ أنْ تمرَّ بها الصخورُ جميعُها لتشكِّلَ الصخورَ الناريةَ؟

تنشأُ بعضُ أنواعِ الصخورِ الناريةِ في باطنِ الأرضِ منْ تبلُّرِ الماغما Magma، وهيَ مُصْهَرٌ يتكوَّنُ معظمُهُ منَ السليكا، ومنْ غازاتٍ أهمُّها بخارُ الماءِ. عندما تتعرَّضُ الصخورُ الناريةُ المتكوِّنةُ في باطنِ الأرضِ لعملياتٍ جيولوجيةٍ تعملُ على رفعِها، فإنَّها تتكشَّفُ على سطحِ الأرضِ، وتَحدُثُ عليها عمليتا التجويةِ والتعريةِ، انظرِ الشكلَ (2)؛ ما يؤدي إلى تفتُّتِ الصخورِ، وتكوُّنِ الفتاتِ الصخريِّ الذي قدْ يُنقَلُ بفعلِ الرياحِ أو الماءِ إلى أماكنَ أخرى تُسمَّى أماكنَ الترسيبِ، فيستقرُّ فيها، ويتراكمُ مُشكِّلًا الرسوباتِ بعمليةٍ تُسمَّى الترسيبَ. وحينَ تُدفَنُ الرسوباتُ، وتتراكمُ، فإنَّها تتصلَّبُ مكوِّنةً الصخورَ الرسوبيةَ.

عندَ تعرُّضِ الصخورِ الرسوبيةِ المتكوِّنةِ لضغطٍ وحرارةٍ عاليَيْنِ دونَ درجةِ الانصهارِ، فإنَّها تصبحُ صخورًا مُتحوِّلةً. وقدْ تتصهَّرُ هذهِ الأنواعُ الثلاثةُ عندَ دفنِها في أعماقٍ كبيرةٍ بباطنِ الأرضِ نتيجةَ الحرارةِ العاليةِ، فتتشكَّلُ الماغما مرَّةً أخرى.

الشكلُ (2): صخورٌ تعرَّضَتْ لعملياتٍ تجويةٍ وتعريةٍ.

✓ **أتحقَّقُ:** ما الفرقُ بينَ الفُتاتِ الصخريِّ والرسوباتِ؟

تكوُّنُ الصخورِ الناريةِ Igneous Rocks Formation

تنشأُ الصخورُ الناريةُ منْ تبريدِ الماغما وتبلُّرِها في باطنِ الأرضِ، تتراوحُ درجاتُ حرارةِ الماغما بينَ (700 °C ، 1300 °C). وعندما تخرجُ الماغما منْ باطنِ الأرضِ إلى سطحِها، فإنَّها تُسمَّى اللابةَ Lava، وهيَ تمتازُ عنِ الماغما بفقدانِها كميةً كبيرةً منَ الغازاتِ التي كانتْ ذائبةً فيها.

تختلفُ أنواعُ الصخورِ الناريةِ المتكوِّنةِ باختلافِ نوعِ الماغما المتكوِّنةِ لها، علمًا بأنَّ أكثرَ العناصرِ الرئيسةِ شيوعًا في الماغما هيَ العناصرُ الشائعةُ نفسُها في صخورِ القشرةِ الأرضيةِ: الأكسجينُ، والسليكونُ، والألومنيومُ، والحديدُ، والكالسيومُ، والصوديومُ، والبوتاسيومُ، والمغنيسيومُ. ونظرًا إلى وفرةِ عنصرِ السليكا في الماغما؛ فإنَّ أكسيدَ السليكا SiO_2 هوَ أكثرُ المُركَّباتِ المتكوِّنةِ للصخورِ الناريةِ. فما أنواعُ الصخورِ الناريةِ؟ كيفَ صنَّفَها العلماءُ؟

مهمٌّ تتكوَّنُ الماغما والقشرةُ الأرضيةُ منْ عناصرَ رئيسةٍ كما في النصِّ المجاورِ.

أتذكَّرُ:
ما العلاقةُ بينَ نسبةِ عنصرَيِ الأكسجينِ والسليكونِ في الماغما ووفرةِ المعادنِ السليكاتيةِ في صخورِ القشرةِ الأرضيةِ؟ أُناقِشُ معلِّمي وزملائي في النتائجِ التي أتوصَّلُ إليها.

4 التوسع Elaboration:

تزويد الطلبة بخبرات إضافية لإثارة مهارات الاستقصاء لديهم، عن طريق إشراكهم في تجارب وأنشطة جديدة تكون أشبه بتحدٍّ يُفضي إلى التوسع في الموضوع، أو تعميق فهمه.

الإثراءُ والتوسعُ

الصوفُ الصخريُّ Rockwool

تدخلُ الصخورُ في صناعةِ العديدِ منَ المُنتَجاتِ التي يستعملُها الإنسانُ في حياتِهِ اليوميةِ. ومنْ هذهِ المنتجاتِ الصوفُ الصخريُّ، وهوَ مادةٌ عازلةٌ تمتازُ بمقاومتِها الحرائقَ بسببِ درجةِ انصهارِها العاليةِ، وبقدرتِها على العزلِ الحراريِّ والعزلِ الصوتيِّ؛ لذا تُستخدَمُ في عزلِ جدرانِ المباني، وفي صناعةِ بعضِ الأدواتِ الكهربائيةِ، مثلِ المكيِّفاتِ والثلاجاتِ، فضلًا عنِ استخدامِها في الزراعةِ.

يُصنَعُ الصوفُ الصخريُّ عنْ طريقِ صهرِ صخرِ البازلتِ في أفرانٍ خاصةٍ تصلُ فيها درجةُ الحرارةِ إلى (1600 °C)، ثمَّ تُحرَّكُ الصهارةُ على نحوٍ دائريٍّ في عجلةِ الغزلِ بسرعةٍ كبيرةٍ. وفي أثناءِ ذلكَ يُسلَّطُ عليها تيارٌ هوائيٌّ شبيهٌ بما في آلةِ غزلِ الحلوى، فتنتجُ خيوطٌ رفيعةٌ متشابكةٌ، ثمَّ تُجمَّعُ بأشكالٍ مختلفةٍ.

تشيرُ الدراساتُ إلى أنَّ الصوفَ الصخريَّ آمنٌ، وغيرُ مُضِرٍّ بصحةِ الإنسانِ. وصناعةُ الصوفِ الصخريِّ هيَ منَ الصناعاتِ الواعدةِ المُجدِيةِ اقتصاديًّا، ويوجدُ في الأردنِّ عددٌ منْ مصانعِ الصوفِ الصخريِّ التي تُنتِجُ أنواعًا مختلفةً منهُ.

الكتابةُ في الجيولوجيا
أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ عنِ استخداماتٍ أُخرى لصخرِ البازلتِ، مُبيِّنًا فوائدَهُ الاقتصاديةَ، ثمَّ أكتبُ مقالةً عنْ ذلكَ.

عناصر محتوى الدرس

يشمل الدرس عناصر متنوعة، عرضت بتسلسل بنائي واضح؛ ما يسهل تعلم الطلبة المفاهيم والمعارف والأفكار الواردة في الدرس.

الفكرة الرئيسة

تتضمن تلخيص المفاهيم والأفكار والمعارف التي سيتعلمها الطالب خلال الدرس

الفكرةُ الرئيسةُ:
تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ نتيجةَ تصخُّرِ الرسوبياتِ على شكلِ طبقاتٍ متتاليةٍ.

شرح محتوى الدرس

شرح محتوى الدرس بعبارات بسيطة تراعي الفئة العمرية وخصائص الطلبة النمائية. ونظم الشرح بحيث تشتمل على عناوين رئيسة يتفرع منها عناوين ثانوية وأحيانًا تندرج عناوين فرعية من العناوين الثانوية وتظهر بألوان مختلفة.

الصخورُ الرسوبيةُ
Sedimentary Rocks

تكوُّنُ الصخورِ الرسوبيةِ Sedimentary Rocks Formation

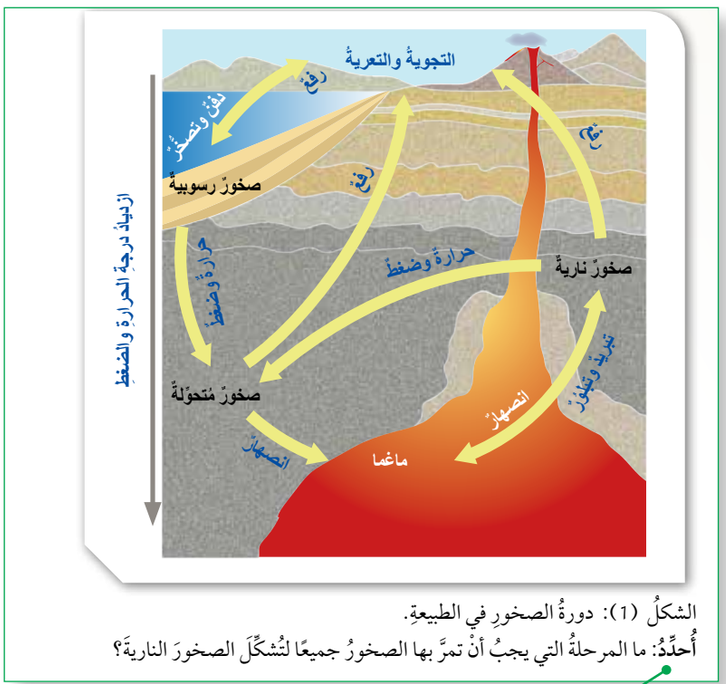
تعرَّفْتُ سابقًا أنَّ الصخورَ الرسوبيةَ هيَ أحدُ أنواعِ الصخورِ التي تتشكَّلُ منْها القشرةُ الأرضيةُ.

تغطّي الصخورُ الرسوبيةُ ثلاثةَ أرباعِ سطحِ اليابسةِ تقريبًا، وتُشكِّلُ نحوَ 5 % منْ حجمِ الصخورِ الكليِّ في القشرةِ الأرضيةِ، ويُمثِّلُ وجودُها أهميةً كبيرةً في حياتِنا. ولكنْ، كيفَ يتكوَّنُ هذا النوعُ منَ الصخورِ؟

يبدأُ تكوُّنُ الصخورِ الرسوبيةِ منْ عمليةِ التجويةِ التي تعملُ على تكسيرِ الصخورِ والمعادنِ المُكوِّنةِ لها، وتفتيتِها، وتحليلِها، أنظرُ الشكلَ (12). يُمكِنُ تقسيمُ التجويةِ إلى نوعيْنِ رئيسيْنِ، هما: التجويةُ الفيزيائيةُ (الميكانيكيةُ) التي ينتجُ منْها فُتاتٌ صخريٌّ مُشابهٌ في خصائصِهِ للصخورِ الأصليةِ، وتحدثُ غالبًا في المناطقِ الصحراويةِ الجافةِ، والتجويةُ الكيميائيةُ التي تؤدي إلى تكوُّنِ معادنَ جديدةٍ تختلفُ في خصائصِها عنِ المعادنِ المُكوِّنةِ للصخرِ الأصليِّ، وهيَ تحدثُ غالبًا في المناطقِ الرطبةِ ذاتِ درجاتِ الحرارةِ المرتفعةِ.

الصور والأشكال

صور واضحة ومتنوعة تحقق الغرض العلمي.



الشكلُ (1): دورةُ الصخورِ في الطبيعةِ.
أُحدِّدُ: ما المرحلةُ التي يجبُ أنْ تمرَّ بها الصخورُ جميعًا لتُشكِّلَ الصخورَ الناريةَ؟

أسئلة الأشكال

أسئلة إجاباتها تكون من الصورة لتدريب الطلبة على التحليل.

تصنيفُ الصخورِ الرسوبيةِ Classification of Sedimentary Rocks

تُصنَّفُ الصخورُ الرسوبيةُ تبعًا لكيفيةِ تكوُّنِها إلى ثلاثةِ أنواعٍ رئيسةٍ، هيَ: الصخورُ الرسوبيةُ الفُتاتيةُ Clastic Sedimentary Rocks التي تنشأُ منْ ترسُّبِ الفُتاتِ الصخريِّ الناتجِ منَ التجويةِ الفيزيائيةِ. والصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ Chemical Sedimentary Rocks التي تنشأُ منْ ترسُّبِ الموادِّ الذائبةِ في أحواضِ الترسيبِ، مثلِ البحارِ، بعدَ زيادةِ تركيزِها. والصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ الحيويةُ Biochemical Sedimentary Rocks التي تنشأُ منْ تراكُمِ بقايا الكائناتِ الحيةِ الصُّلْبةِ؛ الحيوانيةِ أوِ النباتيةِ، وتصخُّرِها.

المفاهيم والمصطلحات

تظهر مظللة وبخط غامق؛ للتركيز عليها وجذب انتباه الطالب لها.

نشاط

خبرات عملية تكسب الطالب مهارات ومعارف متنوعة ومنها ما هو على المنحى التكاملي (STEAM).

نشاطٌ

تمييزُ حجومِ النجومِ وعلاقتُها بالسطوعِ

أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يُمثِّلُ مُخطَّطًا يُبيِّنُ العلاقةَ بينَ سطوعِ النجومِ وحجومِها السطحيةِ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أُصنِّفُ النجومَ إلى فئاتٍ حجميةٍ.

2 – أَصِفُ العلاقةَ بينَ حجمِ النجمِ وسطوعِهِ.

3 – **أتوقَّعُ**: ما مقدارُ سطوعِ نجمٍ درجةُ حرارتِهِ منخفضةٌ وحجمُهُ كبيرٌ؟ أُحدِّدُ موق

المهارات

تحدي قدرات الطلبة في مجال التفسير، والتحليل، ومعالجة المعلومات؛ لذا فهي تنمي قدراتهم على التأمل، والتفكير، والاستقصاء، لتحقيق مفهوم التعلم مدى الحياة

الربط بـ

تقدم معلومات بغرض التكامل مع المباحث الأخرى أو ربط تعلم الطالب مع مجالات الحياة؛ ليصبح تعلمه ذا معنى.

الربطُ بالكيمياءِ

* تتفاعلُ أيوناتُ الكالسيومِ (Ca^{2+}) معَ مجموعةِ الهيدروكسيدِ الأيونيةِ (OH^-) لتكوينِ مُركَّبِ هيدروكسيدِ الكالسيومِ ($Ca(OH)_2$)؛ إذْ يتفاعلُ مُركَّبُ هيدروكسيدِ الكالسيومِ وثاني أكسيدِ الكربونِ (CO_2) لتكوينِ كربوناتِ الكالسيومِ ($CaCO_3$) والماءِ (H_2O) وفقَ المعادلتيْنِ الآتيتيْنِ:

توظيف التكنولوجيا

تُسهم التكنولوجيا اسهامًا فاعلا في تعلم العلوم، وتساعد على استكشاف المفاهيم الجديدة. ويحفز توافر أدوات التكنولوجيا التأمل والتحليل والتفكير لدى الطالب.

أبحثُ:

تُعَدُّ المحاليلُ المائيةُ الحارةُ (الحرمائيةُ) أحدَ عواملِ التحوُّلِ المُؤثِّرةِ في الصخورِ. مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ

أفكر

تنمية مهارات التفكير

أفكِّرُ تتكوَّنُ الماغما والقشرةُ الأرضيةُ منْ عناصرَ رئيسةٍ كما في النصِّ المجاورِ.
أُفكِّرُ.

أسئلة مراجعة الدرس

أسئلة متنوعة مرتبطة بالفكرة الرئيسة والمفاهيم والمصطلحات والمهارات.

مراجعةُ الدرسِ

1. أذكرُ العواملَ التي تُسهمُ في تحوُّلِ الصخورِ.
2. **أُفسِّرُ**: لماذا لا يُعَدُّ صخرُ الرخامِ صخرًا مُتورِّقًا؟
3. **أُقارِنُ** بينَ التحوُّلِ بالدفنِ والتحوُّلِ التَّماسيِّ منْ حيثُ العواملُ المُؤثِّرةُ في كلٍّ منْهُما.
4. **أستنتجُ**: إذا تعرَّضَتِ الصخورُ لمحاليلَ مائيةٍ حارَّةٍ جدًّا، فماذا يحدثُ لها؟
5. **أتوقَّعُ**: إذا تعرَّضَتْ صخورُ الشيستِ لضغطٍ وحرارةٍ إضافيْنِ، فماذا يحدثُ لها؟

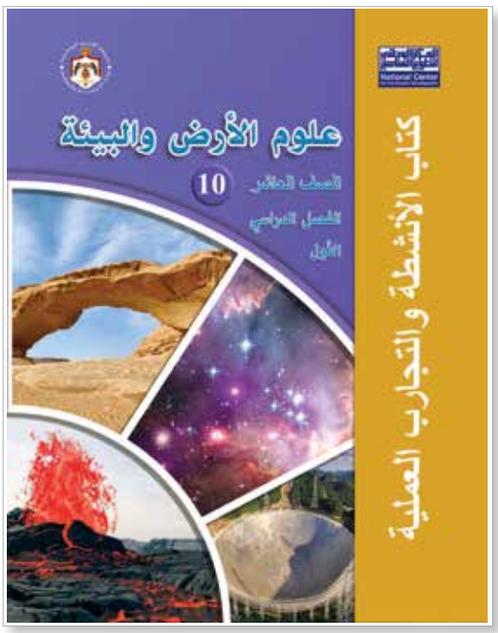
تقويم تكويني

أسئلة للتحقق من مدى فهم الطلبة أثناء سير التعلم (تقويم تكويني).

أتحقَّقُ: أذكرُ أسماءَ ثلاثةِ معادنَ تتوافرُ في الأردنِّ، مُحدِّدًا استخدامًا واحدًا لكلٍّ منْها.

بِنية كتاب الأنشطة والتجارب العملية

يخصص كتاب الأنشطة والتجارب العملية لتسجيل الملاحظات ونتائج الأنشطة والتمارين التي ينفذها الطلبة، وما يتعلمونه بشكل رئيس في الدروس. ويتضمن كتاب الأنشطة والتجارب العملية توجيهات للطلبة بشأن ما يجب القيام به. ويسهم في تقديم تغذية راجعة مكتوبة حول تعلم الطلبة وأدائهم.



أوراق عمل خاصة بالأنشطة الموجودة في كتاب الطالب.

تتضمن أوراق العمل المواد والأدوات اللازمة لإجراء النشاط، وإرشادات السلامة الواجب اتباعها في أثناء إجراءات التنفيذ. وتُوضَّح فيها إجراءات العمل مع وجود أماكن مخصصة لتدوين الملاحظات والنتائج التي توصَّل إليها الطلبة. وتتضمن بعض أوراق العمل صورًا توضيحية لبعض الإجراءات التي توجِب ذلك.

تجربة إثرائية

نمذجةُ مبدأ عملِ الثقبِ الأسودِ

الخلفيةُ العلميةُ:

تولّدُ الثقوبُ السوداءُ منِ احتضارِ النجومِ الضخمةِ
الأقلّ- كتلةَ الشمسِ أضعافًا
ا صغيرًا. غيرَ أنّهُ توجدُ ثقوبٌ
ل حجمُها حجمَ النظامِ الشمسيِّ
اذيةِ هذهِ الأجرامِ حدًّا هائلًا لا
شكالِ المادةِ أوِ الطاقةِ بالإفلاتِ

الأسودِ.

جيتانِ كبيرتا الحجمِ، كرتانِ زجاجيتانِ صغيرتا الحجمِ، مِقَصٌّ.

لمِقَصِّ.
رةِ الزجاجيةِ الكبيرةِ أرضًا؛ تجنُّبًا لإصابةِ القَدمِ.

طعةِ القماشِ.
ضاءَ الخارجيَّ بمَدِّ قطعةِ القماشِ أفقيًّا حتّى تصبحَ مشدودةً منْ جميعِ الاتجاهاتِ،
ثنائيةَ الأبعادِ.
كرةٍ زجاجيةٍ، ثمَّ أضعْ الكرةَ الزجاجيةَ الكبيرةَ على أحدِ أطرافِ قطعةِ القماشِ، ثمَّ
سطحِ قطعةِ القماشِ في مسارٍ مستقيمٍ حتّى تستقرَّ في المنتصفِ، مُلاحِظًا انحناءَ
الكرةِ.

الوحدةُ 2: النجومُ. 25

تجربة إثرائية

تعرُّفُ الصخورِ

الخلفيةُ العلميةُ:

تُصنَّفُ الصخورُ إلى ثلاثةِ أنواعٍ رئيسةٍ، هيَ: الناريةُ، والرسوبيةُ، والمُتحوِّلةُ. ولكلِّ نوعٍ منْها خصائصُ تُميِّزُهُ عنْ غيرِهِ منَ الأنواعِ الأُخرى بناءً على طريقةِ تكوُّنِهِ؛ فالصخورُ الناريةُ تتكوَّنُ نتيجةَ تبريدِ الماغما أوِ اللّابةِ وتبلوُرِ معادِنِها، والصخورُ الرسوبيةُ تنتجُ منْ تجمُّعِ الفتاتِ الناجمِ عنْ عملياتِ التجويةِ الفيزيائيةِ، أوْ تجمُّعِ بقايا الكائناتِ الحيَّةِ، أوْ ترسُّبِ المعادنِ منَ المحاليلِ المشبعةِ على شكلِ طبقاتٍ، وهذهِ المعادنُ تتكوَّنُ منْ تفاعلِ الأيوناتِ الناتجةِ منَ التجويةِ الكيميائيةِ للصخورِ التي تنقلُها المياهُ إلى أحواضِ الترسيبِ. أمّا الصخورُ المُتحوِّلةُ فتنتجُ عندما تتعرَّضُ الصخورُ للحرارةِ، أوِ الضغطِ، أوِ الاثنيْنِ معًا

الانصهارِ.

ريةِ إلى أنواعِها الثلاثةِ بناءً على خصائصِها المشتركةِ.

ت، بازلتُ، ريوليتُ، غابرو، شيستُ، نايسُ، رخامُ، صخرٌ رمليٌّ، صخرٌ جيريٌّ،
إلى10، عدسةٌ مُكبِّرةٌ، حمضُ الهيدروكلوريكِ (HCl) المُخفَّفُ، مِطرقةٌ، قَطّارةٌ
صخريةٍ منَ البيئةِ المحليةِ إنْ لمْ تتوافرِ العيِّناتُ الصخريةُ المُشارُ إليْها)، جدولُ

الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، والمِطرقةِ.
لماءِ والصابونِ بعدَ الانتهاءِ منْ تنفيذِ التجربةِ.

الوحدة 1: الصخورُ. 12

تجارب إثرائية.

يشتمل كتاب الأنشطة والتجارب العملية على تجارب إثرائية، منها ما يُعمِّق فهم الطلبة لموضوع الدرس، ومنها ما يتيح للطلبة فرصة التوسع في المعرفة في موضوع ما.

محاكاةُ لأسئلةِ اختبارات دولية

السؤالُ الأولُ:

أرادَتْ إحدى البلدياتِ بناءَ مَعْلَمٍ تذكاريٍّ في مركزِ المدينةِ لجعلِها أكثرَ جمالًا، وقدْ قرَّرَتِ استخدامَ الرخامِ في بنائِهِ، ولكنَّ أحدَ أعضائِها رفضَ هذا القرارَ، وطلبَ إلى الأعضاءِ استبدالَ صخرِ الغرانيتِ بالرخامِ، مُبرِّرًا طلبَهُ بهطولِ كثيرٍ منَ الأمطارِ الحمضيةِ على المدينةِ بسببِ وجودِ مصانعَ عديدةٍ حولَها:
هلْ كانَ اقتراحُ عضوِ البلديةِ مناسبًا وصحيحًا؟ أُفسِّرُ إجابتي.

السؤالُ الثاني:

يمتازُ البحرُ الميتُ بالملوحةِ الشديدةِ لمياهِهِ، وتنوُّعِ الأملاحِ فيهِ، مثلِ: ملحِ الطعامِ، وكلوريدِ البوتاسِ، وبروميدِ المغنيزِ. غيرَ أنَّهُ يعاني تبخُّرَ مياهِهِ بمعدلاتٍ عاليةٍ؛ ما يعني انخفاضَ منسوبِها بعدَّةِ أمتارٍ منَ الزمنِ. بناءً على ذلكَ، أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ - كيفَ سيؤثِّرُ معدَّلُ التبخُّرِ العالي في تركيزِ الموادِّ الذائبةِ في البحرِ الميتِ؟

ب- ماذا تُسمّى الموادُّ الناتجةُ منَ التبخُّرِ التي تتجمَّعُ في قاعِ البحرِ الميتِ؟

ج - أُنشِئُ مُخطَّطًا يُوضِّحُ العملياتِ التي تؤدي إلى تكوُّنِ صخرٍ نتيجةَ عمليةِ التبخُّرِ.

د - ما نوعُ الصخرِ الذي قدْ يتكوَّنُ؟ أُفسِّرُ إجابتي.

الوحدةُ 1: الصخورُ. 17

محاكاةُ لأسئلةِ اخت

السؤالُ الأولُ:

تعيشُ سارةُ في مدينةٍ كبيرةٍ، وهيَ تحبُّ رصدَ النجومِ وعلمَ الفَلَ
المجالِ، وقدِ اعتادَتْ أنْ تُراقِبَ النجومَ ليلًا، وتمضي وقتًا مع
في السماءِ في دفترٍ خاصٍّ زيَّنَتْهُ بصورِ النجومِ والمجرّاتِ. مرّ
والمجموعاتِ النجميةِ؛ ولشغفِها الكبيرِ بها، فقدْ أرادَتْ أنْ تشت

1. زارَتْ سارةُ صديقَتَها في الريفِ. وعندَ رصدِها النجومَ ليلًا
تراها في المدينةِ. سببُ ذلكَ هوَ أنَّ:
أ - القمرَ أكثرُ سطوعًا في الريفِ.
ب- هواءَ المدينةِ مُلوَّثٌ بالغبارِ والأتربةِ على نحوٍ أكثرَ منهُ
ج - القمرَ أكثرُ سطوعًا في المدينةِ، ولكنَّ الضوءَ الصادرَ عن
د - إضاءةَ المباني الكثيرةِ في المدينةِ تحدُّ كثيرًا منْ رؤيةِ ال

2. اللونُ الغالبُ على النجومِ التي تراها سارةُ في أثناءِ رصدِها
أ - الأزرقُ. ب- الأبيضُ. ج - الأحمرُ.

3. يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ كوكبةً نجميةً رسمَتْها سارةُ في دفترِ م
أ - الدبُّ الأصغرُ.
ب- العقربُ.
ج - الثريا.
د - البروجُ.

السؤالُ الثاني:

يُبيِّنُ الشكلُ التالي العلاقةَ بينَ ألوانِ النجومِ ودرجاتِ حرارتِها و
(أ) ودرجةِ حرارتِهِ في العمودِ (ب)، ثمَّ أصِلُهُ بسطوعِهِ في
حجومِها:

لونُ النجمِ	درجةُ الحرارةِ
أحمرُ	مرتفعةٌ
أصفرُ	متوسطةٌ
أزرقُ	منخفضةٌ

الوحدةُ 2: النجومُ. 29

أسئلة اختبارات دولية أو على نمطها.

يتضمَّن كتاب الأنشطة والتجارب العملية عددًا من أسئلة الاختبارات الدولية أو على نمطها، لأنها تُركِّز على إتقان العمليات واستيعاب المفاهيم، والقدرة على توظيفها في مواقف حياتية واقعية، ولتشجيع المعلِّم على بناء نماذج اختبارات تحاكي هذه الأسئلة؛ لما لها من أثر في إثارة تفكير الطلبة، ما قد يُسهِم في جعل التفكير العلمي المنطقي نمط تفكير للطلبة في حياتهم اليومية.

دليل المعلّم

يُقدّم الدليل نظرة عامة عن كل وحدة في كتاب الطالب والدروس المكوّنة لها. ويعرض الدرس وفق نموذج تدريس مكون من ثلاث مراحل، ينفذ كل منها من خلال عناصر محددة. وتبدأ كل وحدة بمصفوفة نتاجات تتضمن نتاجات الوحدة والنتاجات السابقة واللاحقة المرتبطة بها؛ لتعين المعلّم على الترابط الرأسي للمفاهيم والأفكار، ولتساعده في تصميم أنشطة التعلّم والتعليم في الوحدة وتنفيذها.

مراحل نموذج التدريس

1 تقديم الدرس

تقديم الدرس يشمل ما يأتي:

- **الفكرة الرئيسة:** التوضيح للمعلّم كيفية عرض الفكرة الرئيسة للدرس.
- **الربط بالمعرفة السابقة:** يُقصَدُ به تنشيط التعلُّم السابق للطالب، الذي يُعدُّ أساسًا ليتعرَّف تنظيم المعلومات، وطرائق ترابطها. ويُقدِّم الدليل مقترحات عدَّةٍ لهذا الربط، وينتهج أساليب متنوعة تختلف باختلاف موضوع الدرس.

2 التدريس

التدريس يشمل ما يأتي:

- **المناقشة**

يُقدِّم الدليل للمعلِّم مقترحات لمناقشة الطلبة في موضوع الدرس، مثل الأسئلة التي تمهِّد للحوار بين المعلِّم وطلبته، وتُقدِّم إجابات مقترحة لها، تنمح المناقشة الطلبة فرصةً للتعبير عن آرائهم، وتُعلِّمهم تنظيم أفكارهم، وحسن الإصغاء، واحترام الرأي الآخر، وتزيد من ثقتهم بأنفسهم.

- **بناء المفهوم**

تنوعت طرائق بناء المفهوم بالدليل وذلك بحسب طبيعة المفهوم. ويُقدِّم الدليل أفكارًا مقترحة لبناء المفاهيم الواردة في كتاب الطالب.

- **استخدام الصور والأشكال**

تُنمّي الصور والأشكال الثقافة البصرية، وتُوضِّح المفاهيم الواردة في الدرس. يُبيِّن الدليل للمعلِّم كيفية توظيفه الصور والأشكال في عملية التدريس، ويُرشِده إلى كيفية الإفادة منها في تحفيزهم على التفكير.

- **إضاءة للمعلِّم**

معلومة للمعلِّم تُسهِم في إعطائه تفصيلات محددة عن موضوع ما. وقد تُسهِم الإضاءة في تقديم إجابات لأسئلة الطلبة التي تكون غالبًا خارج نطاق المعلومة الواردة في الكتاب.

---

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

- وجّه الطلبة إلى فكرة الدرس الرئيسة لاستخلاص المفهوم منها.

* ما التكيُّف؟ * ما الانقراض؟

الربط بالمعرفة السابقة:

- اسأل الطلبة عن مجموعات بعض الحيوانات، والنباتات وأوجه التشابة والاختلاف في ما بينها.

المناقشة:

نظِّم نقاشًا بين الطلبة عن مفهوم الطفرات، يتضمَّن طرح الأسئلة الآتية عليهم:

- ما المقصود بالطفرات؟ لا تستبعد أيًّا من إجابات الطلبة، ووظِّفها في التوصُّل إلى مفهوم الطفرات.

بناء المفهوم: التدفق الجيني

اطلب إلى الطلبة توضيح مفهوم التدفق الجيني، مُعزِّزين إجاباتهم بأمثلة مناسبة، ثم ناقِشهم في ما يتوصَّلون إليه؛ لاستنتاج أنَّ التدفق الجيني هو انتقال الجينات التي يحملها أفراد من مجتمع إلى آخر بسبب الهجرة، مثل: حبوب اللقاح التي تنتشر في مناطق جديدة، والأشخاص الذين ينتقلون إلى مدن أو بلدان جديدة.

استخدام الصور والأشكال:

- اطلب إلى الطلبة دراسة الشكل المجاور، ثم اطرح عليهم الأسئلة الآتية:

* ما ألوان الحلازين التي في الشكل؟ احسُبْ نسبة الحلازين ذوات اللون الزاهي.

ألوان الحلازين التي في الشكل، هي: الأزرق، والأحمر، والأخضر، والبُنّي.

إضاءة للمعلِّم

من آليات التطوُّر: الانجراف الجيني.

تؤدي بعض الكوارث الطبيعية (مثل: الزلازل، والبراكين، والفيضانات) إلى موت عدد كبير من الكائنات الحية عشوائيًّا، فتقلُّ احتمالات ظهور صفة معينة، في حين تزداد فرص ظهور صفات أُخرى بسبب ظهور جاميتات الآباء الذين مُنِحوا فرصة للتكاثر بنجاتهم من هذه الكوارث.

أخطاء شائعة

قد يكون لدى بعض الطلبة بناء معرفي غير صحيح، يذكر الدليل هذه الأخطاء.

أخطاء شائعة

قد يعتقد بعض الطلبة خطأً أنَّ تطوُّر سلالات من كائن حيٍّ يؤدي إلى اختفاء سلالاته الأصلية؛ لذا أخبِرهم أنَّ هذه المعلومة غير صحيحة بدليل ظهور سلالات بكتيريا مُقاوِمة لمضاد حيوي ما، وبقاء بعضها غير مُقاوِم له أحيانًا.

طريقة أخرى للتدريس

يقدم الدليل مقترحات لتدريس المفهوم بأكثر من طريقة. ويمكن للمعلِّم الاستفادة من تنوع الطرائق المقدمة لتدريس مفهوم ما في خططه العلاجية؛ لمعالجة ضعف بعض الطلبة، إضافةً إلى إمكانية الإفادة منها في تقديم المفهوم بطرائق تنسجم مع خصائص الطلبة وذكاءاتهم المختلفة.

طريقة أخرى للتدريس

ربَّما يجد بعض الطلبة صعوبة في فهم التدفق الجيني؛ لذا يمكن توضيح المفهوم باستخدام الرسوم. يمكنك استخدام الشكل الآتي في تدريس المفهوم:

نشاط سريع

يسهم هذا النشاط في التنسيق بين الموقف التعليمي وأحد المواقف في الحياة العملية، ويستثير قدرات الطلبة، ويُخفِّف جانب الملل لديهم.

نشاط سريع:

- أحضر قطعة من الكرتون سوداء اللون، ومجموعة من الخرز الأسود، وأُخرى من الخرز الفضي.

معلومة إضافية

تُسهِم المعلومات الإضافية في توسيع مدارك الطلبة.

معلومة إضافية

من الأدلة التي ساقها العلماء على تطوُّر الكائنات الحية:

٦- علم الأجنَّة المقارن: يشير هذا العلم إلى أنَّ الكائنات الحيَّة قريبة الصلة بعضها من بعض تمرُّ بمراحل متشابهة من التطوُّر الجنيني كما في الشكل الآتي:

تعزيز

معلومات تُعزِّز فهم موضوع الدرس، فضلًا عن اقتراح طرائق متنوعة لتعزيز المفهوم.

تعزيز:

بيِّن للطلبة أنَّ نظرية التوازن المتقطع تعرَّضت للنقد السلبي؛ ذلك أنَّه لا توجد أمثلة تُدلِّل على حدوثها.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمواد الدراسية

يُبيِّن الدليل للمعلِّم القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمواد الدراسية والموضوع المرتبط بها، ويبين له أهمية كل مفهوم في حياة الطلبة، وفي بناء شخصية متكاملة متوازنة لكل منهم.

القضايا المشتركة والمفاهيم العابرة

* **قضايا بيئية (ترشيد الاستهلاك):**

الفت انتباه الطلبة إلى أنَّ الأردن بلد لا يوجد فيه مصادر مائية صالحة للشرب، وأنَّه يعتمد على مياه الأمطار في ذلك؛ لذا يجب على كل فرد الاقتصاد في استهلاك الماء عند استعماله، ثم اذكر لهم أمثلة على ذلك.

3 التقويم

التقويم يشمل ما يأتي:

- إجابات أسئلة مراجعة الدرس.
- إجابات أسئلة الوحدة.

التقويم في كتاب الطالب

روعي التقويم في كتاب الطالب وكتاب الأنشطة والتجارب العملية ودليل المعلم؛ للتحقق من فهم الطلبة، ويدعم التقويم الإنجازات الفردية، ويتيح للطلبة فرصة التأمل في تعلمهم، ووضع أهداف لأنفسهم. ويوفر التغذية الراجعة والتحفيز والتشجيع لهم. ويُوظَّف في التقويم استراتيجيات تلبي حاجات الطلبة المتنوعة. وفق ما يأتي:

أتحقق

أسئلة للتحقق من مدى فهم الطلبة أثناء سير التعلم (تقويم تكويني).

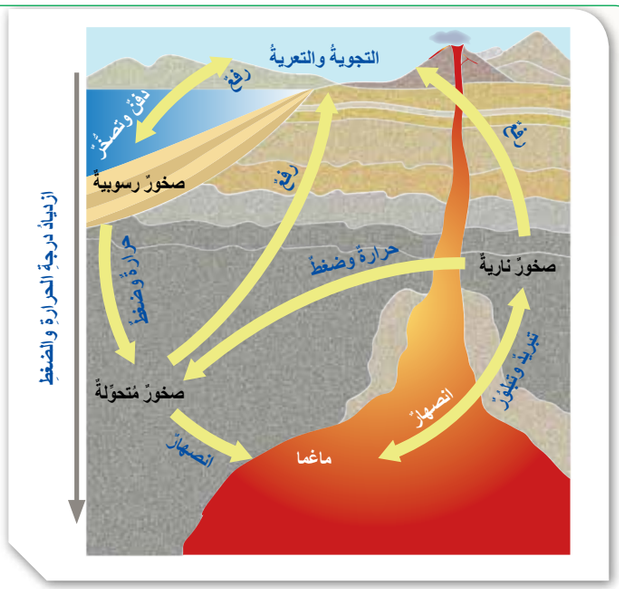
✓ **أتحقَّقُ:** أذكرُ أسماءَ ثلاثةِ معادنَ تتوافرُ في الأردنِّ، مُحدِّدًا استخدامًا واحدًا لكلٍّ منْها.

مراجعة الدرس

أسئلة متنوعة مرتبطة بالفكرة الرئيسة للدرس والمفاهيم والمصطلحات والمهارات المتنوعة.

مراجعةُ الدرسِ

1. أذكرُ العواملَ التي تُسهِمُ في تحوُّلِ الصخورِ.
2. **أُفسِّرُ:** لماذا لا يُعَدُّ صخرُ الرخامِ صخرًا مُتورِّقًا؟
3. **أُقارِنُ** بينَ التحوُّلِ بالدفنِ والتحوُّلِ التَّماسيِّ منْ حيثُ العواملُ المُؤثِّرةُ في كلٍّ منْهُما.
4. **أستنتجُ:** إذا تعرَّضَتِ الصخورُ لمحاليلَ مائيةٍ حارَّةٍ جدًّا، فماذا يحدثُ لها؟
5. **أتوقَّعُ:** إذا تعرَّضَتْ صخورُ الشيستِ لضغطٍ وحرارةٍ إضافيَّيْنِ، فماذا يحدثُ لها؟



الشكلُ (1): دورةُ الصخورِ في الطبيعةِ.

أُحدِّدُ: ما المرحلةُ التي يجبُ أنْ تمرَّ بها الصخورُ جميعًا لتُشكِّلَ الصخورَ الناريةَ؟

أسئلة الأشكال

أسئلة إجاباتها تكون من الصورة لتدريب الطلبة على التحليل.

مراجعةُ الوحدةِ

السؤالُ السادسُ:

أُوضِّحُ كيفيةَ تكوُّنِ النسيجِ الفقاعيِّ.

السؤالُ السابعُ:

أُصنِّفُ الصخورَ الناريةَ الآتيةَ تبعًا لمحتواها منَ السليكا، منَ الأكثرِ إلى الأقلِّ:

الغابرو، البيريدوتيتُ، الغرانيتُ، الديوريتُ.

السؤالُ الثامنُ:

أُقوِّمُ العبارةَ الآتيةَ:

"يحتوي الصخرُ الرمليُّ على معادنَ تختلفُ عنِ المعادنِ المُكوِّنةِ للصخرِ الأصليِّ بسببِ حدوثِ تجويةٍ كيميائيةٍ للصخرِ الأصليِّ."

السؤالُ التاسعُ:

أستنتجُ: ما الذي يُمكِنُ استخلاصُهُ عنِ البيئاتِ الرسوبيةِ عندَ دراسةِ تتابعٍ طبقيٍّ مُكوَّنٍ منْ صخرِ الكونغلوميراتِ؟

السؤالُ العاشرُ:

أُوضِّحُ: كيفَ تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ؟

السؤالُ الحادي عشرَ:

عثرَ أحدُ الجيولوجيينَ على آثارِ لتشقُّقاتٍ طينيةٍ على سطحِ إحدى الطبقاتِ، علامَ يُمكِنُ أنْ يستدلَّ منْ وجودِها؟

السؤالُ الثاني عشرَ:

أُرتِّبُ الصخورَ المُتحوِّلةَ الآتيةَ منَ الأكثرِ درجةَ تحوُّلٍ إلى الأقلِّ منْها:

الشيستُ، الفيليتُ، النايسُ، الأردوازُ.

السؤالُ الثالثَ عشرَ:

أستنتجُ: لماذا يُمكِنُ رؤيةُ البلّوراتِ المُكوِّنةِ لصخرِ النايسِ بالعينِ المُجرَّدةِ، ولا يُمكِنُ تمييزُها في صخرِ الأردوازِ؟

السؤالُ الرابعَ عشرَ:

أذكرُ أسماءَ ثلاثةِ صخورٍ توجدُ في الأردنِّ، مُحدِّدًا استخدامَ كلٍّ منْها.

مراجعة الوحدة

أسئلة متنوعة مرتبطة بالمفاهيم والمصطلحات والمهارات والأفكار العلمية الواردة في الوحدة.

التقويم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية

يشمل التقويم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية على ما يأتي:

أسئلة الاختبارات الدولية

محاكاةٌ لأسئلةِ اختباراتٍ دوليةٍ

السؤالُ الأولُ:

أرادَتْ إحدى البلدياتِ بناءَ مَعْلَمٍ تذكاريٍّ في مركزِ المدينةِ لجعلِها أكثرَ جمالًا، وقدْ قرَّرَتِ استخدامَ الرخامِ في بنائِهِ، ولكنَّ أحدَ أعضائِها رفضَ هذا القرارَ، وطلبَ إلى الأعضاءِ استبدالَ صخرِ الغرانيتِ بالرخامِ، مُبرِّرًا طلبَهُ بهطلِ كثيرٍ منَ الأمطارِ الحمضيةِ على المدينةِ بسببِ وجودِ مصانعَ عديدةٍ حولَها.
هلْ كانَ اقتراحُ عضوِ البلديةِ مناسبًا وصحيحًا؟ أُفسِّرُ إجابتي.

.....

.....

.....

السؤالُ الثاني:

يمتازُ البحرُ الميتُ بالملوحةِ الشديدةِ لمياهِهِ، وتنوُّعِ الأملاحِ فيهِ، مثلِ: ملحِ الطعامِ، وكلوريدِ البوتاسِ، وبرومِ المغنيزِ. غيرَ أنَّهُ يعاني تبخُّرَ مياهِهِ بمعدلاتٍ عاليةٍ؛ ما يعني انخفاضَ منسوبِها بعدَ مدَّةٍ منَ الزمنِ. بناءً على ذلكَ، أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ - كيفَ سيُؤثِّرُ معدَّلُ التبخُّرِ العالي في تركيزِ الموادِّ الذائبةِ في البحرِ الميتِ؟

.....

.....

ب- ماذا تُسمّى الموادُّ الناتجةُ منَ التبخُّرِ التي تتجمَّعُ في قاعِ البحرِ الميتِ؟

.....

.....

ج - أُنشِئُ مُخطَّطًا يُوضِّحُ العملياتِ التي تؤدي إلى تكوُّنِ صخرٍ نتيجةَ عمليةِ التبخُّرِ.

.....

.....

.....

.....

د - ما نوعُ الصخرِ الذي قدْ يتكوَّنُ؟ أُفسِّرُ إجابتي.

.....

.....

أسئلة التحليل والاستنتاج

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أُقارِنُ بينَ الأنواعِ المُقترَحةِ للصخورِ. ما أوجهُ التشابُهِ والاختلافِ بينَها؟

أوجهُ التشابُهِ:.....

.....

أوجهُ الاختلافِ:.....

.....

2. أُقارِنُ تصنيفي للعيِّناتِ الصخريةِ بتصنيفاتِ زملائي. هلْ يوجدُ بينَها تشابُهٌ أمِ اختلافٌ؟

أوجهُ التشابُهِ:.....

.....

أوجهُ الاختلافِ:.....

.....

3. أُحدِّدُ الخصائصَ الرئيسةَ التي يُمكِنُ تصنيفُ الصخورِ على أساسِها.

.....

.....

.....

التقويم في دليل المعلِّم

1 تقديم الدرس

الربط بالمعرفة السابقة:

التجوية والتعرية:

راجِع الطلبة في مفهومي التجوية والتعرية قبل البدء بشرح دورة الصخور، وذلك بعرض صورتين لنوع من الصخور؛ إحداهما تُمثِّل تعرُّض الصخر للتجوية، والأُخرى لم تتعرض لعوامل التجوية، ثم اسألهم:

- لماذا يختلف الصخر في الصورتين؟
- ما تأثير عوامل الجو في الصخر؟
- ماذا يُقصَد بالتجوية؟
- ماذا يحصل للفتات الصخري بعد تكوُّنه نتيجة التجوية؟
- ما الفرق بين التجوية والتعرية؟

الربط مع المعرفة السابقة

استراتيجيات التقويم:

التقويم المعتمد على الأداء

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- التقديم: عرض منظم مخطط يقوم به الطالب.
- العرض التوضيحي: عرض شفوي أو عملي يقوم به الطالب.
- الأداء العملي: أداء الطالب مهام محددة بصورة عملية.
- الحديث: تحدث الطالب عن موضوع معين خلال مدة محددة.
- المعرض: عرض الطالب إنتاجه الفكري والعملي.
- المحاكاة/ لعب الأدوار: تنفيذ الطالب حوارًا بكل ما يرافقه من حركات.
- المناقشة/ المناظرة: لقاء بين فريقين من الطلبة يناقشون فيه قضية ما، بحيث يتبنى كل فريق وجهة نظر مختلفة.

الورقة والقلم

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- الاختبار: طريقة منظمة لتحديد مستوى تحصيل الطالب معلومات ومهارات في مادة دراسية تعلَّمها قبلًا.

التواصل.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- المؤتمر: لقاء مخطط يعقد بين المعلّم والطالب.
- المقابلة: لقاء بين المعلّم والطالب.
- الأسئلة والأجوبة: أسئلة مباشرة من المعلّم إلى الطالب.

الملاحظة

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- الملاحظة المنظمة: ملاحظة يخطّط لها من قبل، ويحدّد فيها ظروف مضبوطة، مثل: الزمان، والمكان، والمعايير الخاصة بكل منهما.

مراجعة الذات

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- يوميات الطالب: كتابة الطالب ما قرأه، أو شاهده، أو سمعه.
- ملف الطالب: ملف يضم أفضل أعمال الطالب.
- تقويم الذات: قدرة الطالب على تقييم أدائه، والحكم عليه.

أدوات التقويم:

- قائمة الرصد
- سلم التقدير العددي
- سلم التقدير اللفظي
- سجل وصف سير التعلم
- السجل القصصي

المهارات

يشتمل كتاب الطالب على مهارات متنوعة:

مهارات القرن الحادي والعشرين

يشهد العالم تحولات وتغيرات هائلة ما يتطلب مستويات متقدمة من الأداء والمهارة، والتحول من ثقافة المستوى الأدنى إلى ثقافة الجودة والإتقان، ومن ثقافة الاستهلاك إلى ثقافة الإنتاج. يعد إكساب الطالب مهاراتِ القرن الحادي والعشرين ركيزة أساسية لتحقيق مفهوم التعلم مدى الحياة.

- التعلم الذاتي.
- التفكير الابتكاري.
- التفكير والعمل التعاوني.
- التفكير الناقد.
- التواصل.
- المعرفة المعلوماتية والتكنولوجية.
- المرونة.
- القيادة.
- المبادرة.
- الإنتاجية.

مهارات العلم

العمليات التي يقوم بها الطلبة أثناء التوصل إلى النتائج والحكم والتحقق من صدقها، وتسهم ممارسة هذه المهارات في إثارة الاهتمامات العلمية للطلبة؛ ما يدفعهم إلى مزيد من البحث والاكتشاف.

- الأرقام والحسابات.
- استعمال المتغيرات.
- الاستنتاج.
- التجريب.
- تفسير البيانات.
- التواصل.
- التوقع.
- طرح الاسئلة.
- القياس.
- الملاحظة.

مهارات القراءة

تعد القراءة عملية عقلية يمارس فيها الفرد عِدَّة مهارات. وتهدف مهارات القراءة بوجه عام إلى تنمية البنى المعرفية وحصيلة المفردات العلمية والذكاءات المتعددة، وتعزيز الجوانب الوجدانية والثقة بالنفس والقدرة على التواصل الفاعل، وتنمية التفكير العلمي والإبداعي.

- الاستنتاج.
- التسلسل والتتابع.
- التصنيف.
- التلخيص.
- التوقع.
- الحقيقة والرأي.
- السبب والنتيجة.
- الفكرة الرئيسة والتفاصيل.
- المشكلة والحل.
- المقارنة.

المهارات العلمية والهندسية

تنمّي هذه المهارات قدرات الطالب على عرض أعماله وأفكاره بدقة وموضوعية، وتبريرها والبرهنة على صدقها، وعرضها بطرائق وأشكال مختلفة، وتبادلها مع الآخرين، واحترام الرأي الآخر. وتؤكد هذه المهارات أهمية إحداث الترابط المرغوب فيه بين المواد الدراسيّة المختلفة، ومع متطلبات التفكير الناقد والإبداعيّ.

- استخدام الرياضيات.
- الاعتماد على الحجة والدليل العلمي.
- بناء التفسيرات العلمية وتصميم الحلول الهندسية.
- تحليل وتفسير البيانات.
- التخطيط وإجراء الاستقصاءات.
- تطوير واستخدام النماذج.
- الحصول على المعلومات وتقيمها وإيصالها.
- طرح الأسئلة وتحديد المشكلات.

استراتيجيات التدريس وأساليب داعمة في التعلُّم

يعتمد اختيار استراتيجية التدريس أو الأسلوب الداعم على عوامل عدة، منها: النتاجات، وخصائص الطلبة النمائية والمعرفية، والإمكانات المتاحة، والزمن المتاح.

التعلّم التعاوني Collaborative Learning:

عمل الطلبة ضمن مجموعات لمساعدة بعضهم بعضًا في التعلّم؛ تحقيقًا لهدف مشترك أو واجب ما؛ على أن يبدي كل طالب مسؤولية في التعلُّم، ويتولى العديد من الأدوار داخل المجموعة.

التفكير الناقد critical thinking:

نشاط ذهني عملي للحكم على صحة رأي أو اعتقاد عن طريق تحليل المعلومات وفرزها واختبارها بهدف التمييز بين الأفكار الإيجابية والأفكار السلبية.

حل المشكلات Problem Solving:

استراتيجية تقوم على تقديم قضايا ومسائل حقيقية واقعية للطلبة، ثم الطلب إليهم تمحيصها ومعالجتها بأسلوب منظم.

أكواب إشارة المرور Traffic Light |Cups:

يستخدم هذا الأسلوب للتدريس والمتابعة باستعمال أكواب متعددة الألوان (أحمر، أصفر، أخضر)، بوصف ذلك إشارة للمعلّم في حال احتاج الطلبة إلى المساعدة. يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون طرحه على المعلّم من دون أن يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهام المنوطة بهم. أما اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

فكّر، انتق زميلًا، شارك Think- Pair- Share:

أسلوب يستخدم لعرض أفكار الطلبة، وفيه يطرح المعلّم سؤالًا على الطلبة، ثم يمنحهم الوقت الكافي للتفكير في الإجابة وكتابة أفكارهم في ورقة، ثم يطلب إلى كل طالبين مشاركة بعضهما بعضًا في الأفكار، ثم عرضها على افراد المجموعات.

الطاولة المستديرة Round Table:

يمتاز هذا الأسلوب بسرعة تجميع أفكار الطلبة؛ إذ يكتب المعلّم أو أحد أفراد المجموعة سؤالًا في أعلى ورقة فارغة، ثم يُمرّر أفراد المجموعة الورقة على الطاولة، بحيث يضيف كل طالب فقرة جديدة تمثّل إسهامًا في إجابة السؤال، ويستمر ذلك حتى يطلب المعلّم إنهاء ذلك. بعدئذٍ، ينظّم أفراد المجموعة مناقشة للإجابات، ثم تعرض كل مجموعة نتائجها على بقية المجموعات.

دراسة الحالة:

تعتمد هذه الاستراتيجية على إثارة موضوع أو مفهوم ما للنقاش، ثم يعمل الطلبة في مجموعات على جمع البيانات وتنظيمها، وتحليلها للوصول إلى إيضاحٍ كافٍ للموضوع أو تحديد أبعاد المشكلة واقتراح حلول مناسبة لها.

بطاقة الخروج Exit Ticket:

يمثّل هذا الأسلوب مهمة قصيرة ينفّذها الطلبة قبل خروج المعلّم من الصف، وفيها يجيبون عن أسئلة قصيرة محددة مكتوبة في بطاقة صغيرة، ثم يجمع المعلّم البطاقات ليقرأ الإجابات، ثم يعلّق في الحصة التالية على إجابات الطلبة التي تمثّل تغذية راجعة يستند إليها في الحصة اللاحقة.

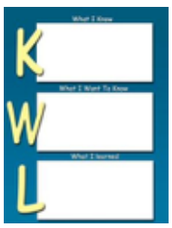
اثنِ ومرّر Fold and Pass:

أسلوب يجيب فيه الطلبة أو أفراد المجموعات عن سؤال في ورقة، ثمّ تُمرّر الورقة على طلبة الصف بعد ثنيها، وتستمر العملية حتى يّصدر المعلّم للطلبة إشارة بالتوقّف، ثم يقرأ أحد افراد المجموعة ما كُتب في الورقة بصوت عال. وبهذا يتيح للمعلّم جمع معلومات عن إجابات الطلبة، ويتاح للطلبة المشاركة بحرية أكبر، وتقديم التغذية الراجعة، وتقويم الآخرين عندما يقرأون إجابات غيرهم.

كنت أعتقد، والآن أعرف I Used to Think, But Now I know:

أسلوب يقارن فيه الطلبة (لفظًا، أو كتابةً) أفكارهم في بداية الدرس بما وصلت إليه عند نهايته، ومن الممكن استخدامه تقويمًا ذاتيًّا يتيح للمعلّم الاطلاع على مدى تحسن التعلم لدى الطلبة، وتصحيح المفاهيم البديلة لديهم، وتخطيط الدرس التالي، وتصميم خبرات جديدة تناسب تعلمهم بصورة أفضل.

جدول التعلُّم (What I already Know/ What I Want to Learn / What I Learned):



يعتمد على محاور أساسية ثلاثة وهي:

- ماذا أعرف؟ وهي خُطوة مهمة لفهم الموضوع الجديد وإنجاز المهمات، فالمتعلِّم يحدِّد إمكاناته حتى يتمكن من استثمارها على أحسن وجه.
- ماذا أريد أن أتعلم؟ وهي مرحلة تحديد المهمة المُتوقَّع إنجازها أو المشكلة التي ينبغي حلها.
- ماذا تعلمت؟ وهي مرحلة تقويم ما تعلَّمهُ الطالب من معارف ومهام وأنشطة.

طريقة فراير Frayer Method:

يتطلب هذا الأسلوب إكمال الطلبة (فرادى، أو ضمن مجموعات) المنظم التصويري الآتي:

الطلاقة اللفظية:

يستخدم هذا الاسلوب لتعزيز عمليتي المناقشة والتأمّل، وفيه يتبادل أفراد المجموعة الأدوار بالتحدث عن الموضوع المطروح، والاستماع لبعضهم بعضًا مدَّة محددة من الوقت.

التعلم بالتعاقد:

تعتمد هذه الاستراتيجية على إشراك الطلبة إشراكًا فعليًّا في تحمّل مسؤولية تعلمهم، تبدأ بتحديد ما سيتعلمونه في فترة زمنية محددة. ويتم من خلال هذه الاستراتيجية عقد اتفاق محدد بين المعلم وطلبته يتضح فيه المصادر التعليمية التي سيلجأ إليها الطلبة خلال عملية بحثهم، وطبيعة الأنشطة التي سيجرونها، وأسلوب التقويم وتوقيته.

السقالات التعليمية (Instructional Scaffolding):

تجزئة الدرس إلى أجزاء صغيرة؛ ما يساعد الطلبة على الوصول إلى استيعاب الدرس، أو استخدام الوسائط السمعية والبصرية، أو الخرائط الذهنية، أو الخطوط العريضة، أو إيماءات الجسد أو الروابط الإليكترونية وغيرها من الوسائل التي تعد بمثابة "السقالات التعليمية" التي تهدف إلى إعانة الطالب على تحقيق التعلم المقصود .

التعلُّم المقلوب (Flipped Learning):

استعمال التقنيات الحديثة وشبكة الإنترنت على نحوٍ يسمح للمعلِّم بإعداد الدرس عن طريق مقاطع الفيديو، أو الملفات الصوتية، أو غير ذلك من الوسائط؛ ليطَّلِع عليها الطلبة في منازلهم (تظلُّ متاحة لهم على مدار الوقت)، باستعمال حواسيبهم، أو هواتفهم الذكية، أو أجهزتهم اللوحية قبل الحضور إلى غرفة الصف. في حين يُخصَّص وقت اللقاء الصفي في اليوم التالي لتطبيق المفاهيم والمحتوى العام الذي شاهدوه، وذلك في صورة سلسلة من أنشطة التعلُّم النشط، والأنشطة الاستقصائية، والتجريبية، والعمل بروح الفريق، وتقييم التقدُّم في سير العمل.

تمايُز التدريس والتعلُّم

Differentiation of Teaching and Learning

يهدف التمايُز إلى الوفاء بحاجات الطلبة الفردية، ويكون في المحتوى، أو في بيئة التعلُّم، أو في العملية التعليمية التعلُّمية، ويُسهِم التقييم المستمر والتجميع المرن في نجاح هذا النهج من التعليم.

يكون التمايُز في أبسط مستوياته عندما يلجأ المعلِّم إلى تغيير طريقة تدريسه؛ بُغْيَةَ إيجاد فرص تعلُّم لطالب، أو مجموعة صغيرة من الطلبة.

يُمكِن للمعلِّم تحقيق التمايُز عن طريق أربعة عناصر رئيسة، هي:

1. **المحتوى Content:** ما يحتاج الطالب إلى تعلُّمه، وكيفية حصوله على المعلومة.
2. **الأنشطة Activities:** الفعاليات التي يشارك فيها الطالب؛ لفهم المحتوى، أو إتقان المهارة.
3. **المُنتَجات Products:** المشاريع التي يتعيَّن على الطالب تنفيذها؛ للتدرُّب على ما تعلَّمه في الوحدة، وتوظيفه في حياته، والتوسُّع فيه.
4. **بيئة التعلُّم Learning environment:** عناصر البيئة الصفية جميعها.

أمثلة على التمايُز في المحتوى:

- تقديم الأفكار باستعمال الوسائل السمعية والبصرية.
- الاجتماع مع مجموعات صغيرة من الطلبة الذين يعانون صعوبات؛ لإعادة تدريسهم فكرةً، أو تدريبهم على مهارة؛ أو توسيع دائرة التفكير ومستوياته لدى أقرانهم المُتقدِّمين Advanced students.

أمثلة على التمايُز في الأنشطة:

- الإفادة من الأنشطة المُتدرِّجة التي يمارسها الطلبة كافةً، ولكنَّهم يُظهِرون فيها تقدُّمًا حتى مستويات معينة. وهذا النوع من الأنشطة يُسهِم في تحسُّن أداء الطلبة، ويتيح لهم الاستمرار في التقدُّم، مراعيًا الفروق الفردية بينهم؛ إذ تتباين درجة التعقيد في المستويات التي يصلها الطلبة في هذه الأنشطة.
- تطوير جداول الأعمال الشخصية (قوائم مهام يكتبها المعلِّم، وهي تتضمَّن المهام المشتركة التي يتعيَّن على الطلبة كافةً إنجازها، وتلك التي تفي بحاجات الطلبة الفردية).
- تقديم أشكال من الدعم العملي للطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة.
- منح الطلبة وقتًا إضافيًا لإنجاز المهام؛ بُغْيَةَ دعم الطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة، وإفساح المجال أمام الطلبة المُتقدِّمين Advanced students للخوض في الموضوع على نحوٍ أعمق.

أمثلة على التمايُز في الأعمال التي يؤديها الطلبة:

- السماح للطلبة بالعمل فرادى أو ضمن مجموعات صغيرة؛ لتنفيذ المهام المنوطة بهم، وتحفيزهم على ذلك.

أمثلة على التمايُز في بيئة التعلُّم:

- تطوير إجراءات تسمح للطلبة بالحصول على المساعدة عند انشغال المعلِّمين بطلبة آخرين، وعدم تمكُّنهم من تقديم المساعدة المباشرة لهم.
- التحقُّق من وجود أماكن في غرفة الصف، يُمكِن للطلبة العمل فيها بهدوء، ومن دون إلهاء، وكذلك أماكن أُخرى تُسهِّل العمل التعاوني بين الطلبة.

ملحوظة: يعتمد التمايُز في التعليم على مدى استعداد الطلبة، ومناحي اهتماماتهم، وسجلّات تعلُّمهم.

طريقة أُخرى للتدريس التحوُّل بالدفن

- وضِّح للطلبة مفهوم التحوُّل بالدفن، والفرق بينه وبين التحوُّل الاقليمي، مُستعمِلًا استراتيجية لعب الأدوار.
- اطلب إلى اثنين من الطلبة محاكاة نوعي التحوُّل، بحيث يعرض كلٌّ منهما خصائص كل نوع، وأوجه التشابه والاختلاف بينهما.
- ساعِد الطالبينِ على كتابة سيناريو عن الموضوع.

- طريقة أخرى للتدريس.

نشاط سريع الصخور النارية في الأردن:

وجِّه الطلبة – ضمن مجموعات– إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أنواع الصخور النارية المُتكشِّفة في الأردن، ثم إعداد عرض تقديمي عنها، مُعزَّزًا بالصور، ثم عرضه أمام الزملاء في الصف.

- نشاط سريع.

- مشروع الوحدة.

مشروع الوحدة

صخور الأردن:

- وجِّه الطلبة إلى عمل جدارية فسيفسائية على مدخل المدرسة، أو أحد جدرانها الرئيسة، بحيث تُمثِّل توزُّع الصخور الرئيسة في الأردن، مستخدمين فيها منحى STEAM في التدريس، ذلك بربط العلوم بالتكنولوجيا و الهندسة والفن و الرياضيات.
- وزِّع الطلبة إلى أربع مجموعات، ثم حدِّد مهام كلٍّ منها على النحو الآتي:

المجموعة الأولى: البحث في شبكة الإنترنت عن أماكن تكشُّف الصخور الرئيسة في الأردن، وعمل عرض تقديمي يتضمَّن أنواعها، وأماكن تكشُّفها، وأهميتها الاقتصادية.

المجموعة الثانية: جمع العيِّنات الصخرية المطلوبة من البيئة الأردنية، وذلك بالبحث عنها في منطقة سكنهم، أو زيارة قسم الجيولوجيا في إحدى الجامعات الأردنية القريبة منهم، أو مصانع بيع الرخام والحجر المجاورة لهم.

المجموعة الثالثة: تصميم خريطة الأردن باستعمال جهاز الحاسوب، وتحديد أماكن تكشُّف الصخور الرئيسة عليها.

توظيف التكنولوجيا:

في ظل التسارع الملحوظ الذي يشهده العالم في مجال التكنولوجيا، والتوجهات العالمية لمواكبة مختلف القطاعات والمجالات، بما في ذلك قطاع التعليم، فقد تضمَّن كتاب الطالب وكتاب الأنشطة والتمارين دروسًا تعتمد على التعلُّم المتمازج (Blended Learning) الذي يربط بين التكنولوجيا وطرائق التعلُّم المختلفة، وأنشطةً وفق المنحى التكاملي (STEAM) تُعدُّ التكنولوجيا المحور الرئيس فيها .

عند توظيف المعلِّم للتكنولوجيا، يتعيَّن عليه مراعاة ما يأتي:

- التحقُّق من موثوقية المواقع الإلكترونية التي يقترحها على الطلبة؛ يوجد العديد من المواقع التي تحتوي على معلومات علمية غير دقيقة.
- زيارة الموقع الإلكتروني قبل وضعه ضمن قائمة المواقع الإلكترونية المقترحة؛ إذ تتعرَّض بعض المواقع الإلكترونية أحيانًا إلى القرصنة الإلكترونية واستبدال الموضوعات المعروضة.
- إرشاد الطلبة إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة التي تنتهي عادة بأحد الاختصارات الآتية: (org .edu .gov.).

توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع الصخر الزيتي، علمًا بأنَّه يُمكِنك إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

شارِك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams) ، أو استعمِل أيَّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

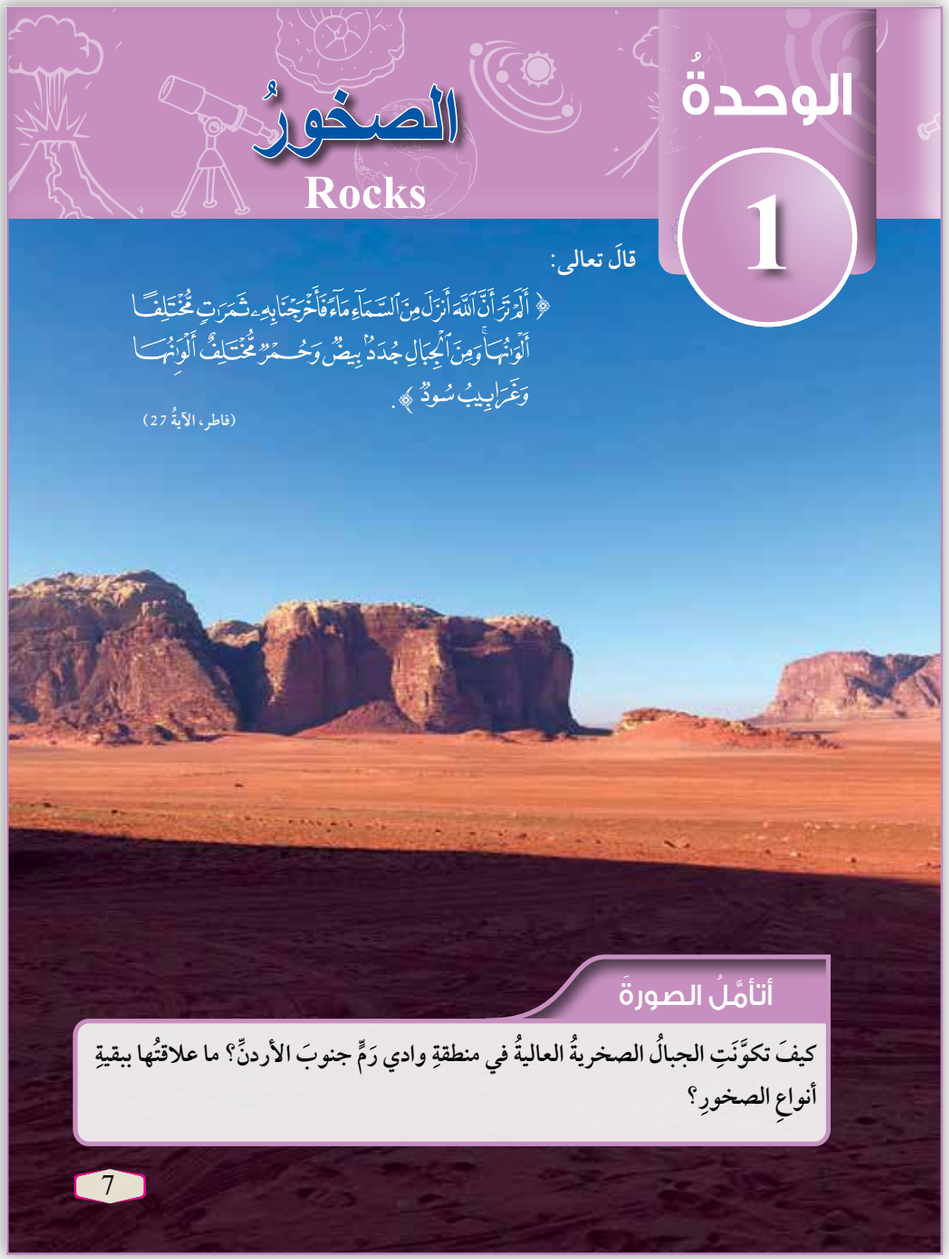
الوحدة الأولى

الوحدة الأولى: الصخور (Rocks)

تجربة استهلالية: تصنيف الصخور.

الدرس	النتاجات	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: الصخور النارية.	• يبيّن وجود ثلاثة أنواع من الصخور تتكوَّن منها القشرة الأرضية. • يتعرَّف أنواع الصخور النارية. • يُصنِّف الصخور النارية وأشكالها في الطبيعة.	◦ تصنيف الصخور. ◦ علاقة معدَّل التبريد بحجم البلّورات.	3
الثاني: الصخورُ الرسوبيةُ	• يتعرَّف كيف تتكوَّن الصخور الرسوبية. • يُصنِّف الصخور الرسوبية. • يُوضِّح معالم الصخور الرسوبية.	◦ الصخور الرسوبية الكيميائية.	2
الثالث: الصخور المُتحوِّلة.	• يُتقن تحديد العوامل التي تؤدي إلى تكوُّن الصخور المُتحوِّلة. • يُصنِّف الصخور المُتحوِّلة. • يُقارِن بين أنواع الصخور المُتحوِّلة من حيث الخصائص. • يُبيِّن دور الصخور في دعم الاقتصاد المحلي.		2

النتاجات السابقة	الصف	النتاجات اللاحقة	الصف
• يتعرَّف مفهوم الصخر. • يذكر أمثلة على معادن وصخور شائعة.	الرابع	• يُبيِّن أصل النفط، والغاز الطبيعي، والصخر الزيتي (الصخور المُولِّدة لها)، وخطوات تكوُّنها. • يشرح المِمال الحراري للأرض، وعلاقته بتشكُّل النفط، والغاز، والصخر الزيتي.	الأول الثانوي
• يُعدِّد بعض أنواع الموارد المعدنية.	**الخامس**	• يُتقِن قراءة خريطة جيولوجية لمنطقة، مُستخدِمًا الرموز، ومقياس الرسم.	الثاني الثانوي
• يُفسِّر كيف تُغيِّر العمليات الجيولوجية الخارجية سطح الأرض. • يربط بين العمليات الجيولوجية والترسيب. • يُناقِش كيفية تنوُّع الصخور الرسوبية. • يُناقِش بالدليل بطء حدوث عمليتي التعرية والترسيب.	**السادس**		
• يُحدِّد مفهوم الطبقة، وتتابع الطبقات الرسوبية رأسيًّا.	**السابع**		
• يفهم دور العمليات الجيولوجية في توزيع الموارد المعدنية في الماضي والحاضر. • يربط بين تكوُّن الموارد المعدنية وبيئات تكوُّن الصخور المختلفة.	**الثامن**		
• يُصنِّف المعادن إلى مجموعاتها الرئيسة. • يتعرَّف مفهوم التبلور. • يربط وجود المعادن في الطبيعة مع الصخور التي توجد فيها. • يُوضِّح بالبيانات عالميًّا القيمة الاقتصادية للمعادن؛ كالذهب، والماس، والياقوت، وغيرها.	**التاسع**		



إضاءة للمُعلِّم

جبال رم:

يقع وادي رم على على بُعْد 60 km شمال شرق مدينة العقبة. وهو يمتاز بوجود جبال عِدَّة، منها: جبل رم، وجبل أم عشرين. تتكشَّف في جبال وادي رم العديد من الصخور؛ ففي الأسفل تتكشَّف صخور الغرانيت التي تتبع معقد العقبة (Aqaba Complex) من حقبة ما قبل الكامبري ويقع فوقها صخور تكوين أم عشرين التي قدَّر الجيولوجين أعمارها في العصر الكامبري ويفصل بين صخور الغرانيت وصخور تكوين أم عشرين سطح لا توافق.

تتكوَّن صخور تكوين أم عشرين من صخور رملية بنية محمرة تعلوها صخور بيضاء اللون، ترجع إلى تكوين الديسي التي تتألَّف من معدن الكوارتز. وقد توصَّل الباحثون الذين درسوا الصخور الرملية في جنوب الأردن، ومنها صخور وادي رم، إلى أنَّ بيئة الترسيب التي سادت المنطقة في أثناء ترسيب الصخور الرملية، هي بيئة نهرية متشعبة، مع تقدُّم البحر في بعض الأوقات، وبخاصة في أثناء ترسيب رمال الديسي البيضاء؛ ما أدّى إلى وجود بيئة بحرية ضحلة.

أتأمَّلُ الصورةَ

صخور جبال رم:

- وجِّه الطلبة إلى تأمُّل الصورة في مقدمة الوحدة، وإجابة السؤال الآتي في بند (أتأمَّل الصورة):

كيف تكوَّنت الجبال الصخرية العالية في منطقة وادي رم في جنوب الأردن؟

- الاستماع إلى إجابات الطلبة، ومناقشتها لاستنتاج أنَّ جبال رم العالية قد ترسَّبت قبل ملايين السنين على شكل طبقات رسوبية تعاقبت عليها البيئات الرسوبية بين البيئة الانتقالية الشاطئية والبيئة القارية النهرية التي كانت سائدة في العصر الكامبري والعصر الأردوفيسي الأسفل.
- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

ما علاقة صخور وادي رم الرسوبية ببقية أنواع الصخور؟

- أخبر الطلبة أنَّه توجد صخور نارية غرانيتية أسفل الصخور الرسوبية، وأنَّهم سيتعرَّفون في هذه الوحدة العلاقة بين أنواع الصخور المختلفة.

◄ المناقشة:

غرابيب سود:

- اطلب إلى الطلبة قراءة الآية الكريمة في بداية الوحدة، ثم ناقِشهم في معناها المُتعلِّق بالجبال ومُكوِّناتها.
- أخبر الطلبة أنَّ المُفسِّرين، ومنهم ابن كثير والقرطبي، بيَّنوا أنَّ هذه الآية ترينا قدرة الله في النبات والجماد، وأنَّ الله تعالى يُخبِرنا فيها بقدرته المُتمثِّلة في خَلْق الجبال بألوان مختلفة، واحتواء بعضها على طرائق؛ أيْ خطوط واضحة منفصل بعضها عن بعض، وأنَّ الجبال ذات ألوان مختلفة؛ بِيض وحُمْر، فضلًا عن خَلْق جبال شديدة السواد.

الفكرة العامـة:

أنواع الصخور:

- اعرض أمام الطلبة عيِّنات صخرية متنوعة، ثم اسألهم:

– ما هذه العيِّنات؟

إنَّها عيِّنات صخرية.

– مِمَّ تتكوَّن الصخور؟

تتكوَّن الصخور من معادن.

– هل تتشابه المعادن في خصائصها؟

لا، لا تتشابه المعادن في خصائصها؛ فهي متنوعة.

- استمع إلى إجابات الطلبة، ثم ناقِشهم فيها لاستنتاج أنَّ الصخور متنوعة في خصائصها، وأنَّ العلماء صنَّفوها إلى ثلاثة أنواع بناءً على آليَّة تكوُّنها.
- أخبر الطلبة أنَّهم سيتعرَّفون في هذه الوحدة أنواع الصخور المختلفة.

مشروع الوحدة

صخور الأردن:

- وجِّه الطلبة إلى عمل جدارية فسيفسائية على مدخل المدرسة، أو أحد جدرانها الرئيسة، بحيث تُمثِّل توزُّع الصخور الرئيسة في الأردن، مستخدمين فيها منحى STEAM في التدريس، ذلك بربط العلوم بالتكنولوجيا و الهندسة والفن و الرياضيات.
- وزِّع الطلبة إلى أربع مجموعات، ثم حدِّد مهام كلٍّ منها على النحو الآتي:

المجموعة الأولى: البحث في شبكة الإنترنت عن أماكن تكشُّف الصخور الرئيسة في الأردن، وعمل عرض تقديمي يتضمَّن أنواعها، وأماكن تكشُّفها، وأهميتها الاقتصادية.

المجموعة الثانية: جمع العيِّنات الصخرية المطلوبة من البيئة الأردنية، وذلك بالبحث عنها في منطقة سكنهم، أو زيارة قسم الجيولوجيا في إحدى الجامعات الأردنية القريبة منهم، أو مصانع بيع الرخام والحجر المجاورة لهم.

المجموعة الثالثة: تصميم خريطة الأردن باستعمال جهاز الحاسوب، وتحديد أماكن تكشُّف الصخور الرئيسة عليها.

الفكرةُ العامةُ:

تُصنَّفُ الصخورُ تبعًا لآليةِ تكوُّنِها إلى صخورٍ ناريةٍ، وصخورٍ رسوبيةٍ، وصخورٍ مُتحوِّلةٍ.

الدرسُ الأولُ: الصخورُ الناريةُ.

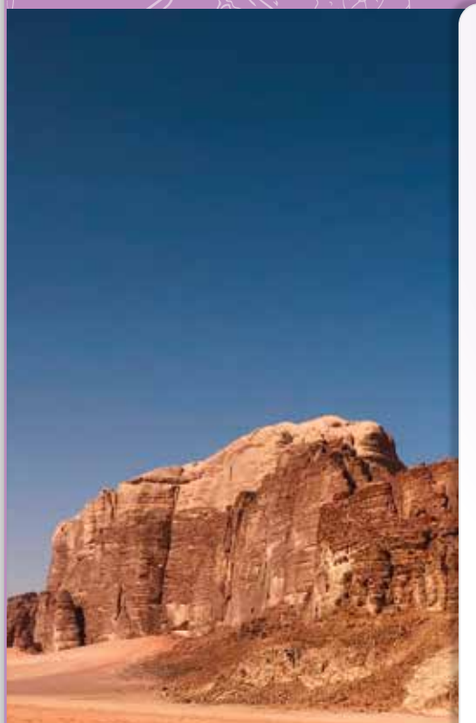
الفكرةُ الرئيسةُ: تتكوَّنُ الصخورُ الناريةُ نتيجةً لتبريدِ الماغما أو اللّابةِ وتبلوُرِهما، وتُصنَّفُ بناءً على مكانِ تبلوُرِها إلى صخورٍ ناريةٍ جوفيةٍ، وصخورٍ ناريةٍ سطحيةٍ.

الدرسُ الثاني: الصخورُ الرسوبيةُ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ نتيجةَ تصخُّرِ الرسوباتِ على شكلِ طبقاتٍ متتاليةٍ.

الدرسُ الثالثُ: الصخورُ المُتحوِّلةُ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تتكوَّنُ الصخورُ المُتحوِّلةُ منْ صخورٍ ناريةٍ، أوْ رسوبيةٍ، أوْ مُتحوِّلةٍ تـعرَّضَتْ لِعواملَ عِـدَّةٍ، منْـهـا: الضغـطُ، والحرارةُ، والمحاليلُ الحرمائيةُ.



المجموعة الرابعة: رسم خريطة الأردن في المكان المختار، بناءً على تصميم المجموعة الثالثة.

- بعد إنجاز هذه المهام، اطلب إلى الطلبة البدء بتنفيذ الجدارية باستعمال العيِّنات الصخرية، وتثبيتها على الخريطة.
- بعد الانتهاء من عمل الجدارية، اطلب إلى الطلبة تقديم العرض التقديمي أمام زملائهم في المدرسة؛ لتعريفهم بالصخور الموجودة في الأردن.

تجربةٌ استهلاليةٌ

تصنيفُ الصخورِ

تتنوَّعُ الصخورُ في الطبيعةِ، وتختلفُ في ما بينَها منْ حيثُ الخصائصُ، ولكنَّها تشتركُ معًا في خصائصَ رئيسةٍ استندَ إليْها العلماءُ في عمليةِ تصنيفِها.

الموادُّ والأدواتُ: عيِّناتٌ صخريةٌ مُتنوِّعةٌ، أدواتُ تحديدِ القساوةِ، عدسةٌ مُكبِّرةٌ، حمضُ الهيدروكلوريكِ (HCl) المُخفَّفُ، مِطرقةٌ، قَطّارةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ في أثناءِ استعمالِ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، والمِطرقةِ.
- غسلُ اليدينِ جيدًا بالماءِ والصابونِ بعدَ الانتهاءِ منْ تنفيذِ التجربةِ.

خطواتُ العملِ:

1. أُرقِّمُ العيِّناتِ الصخريةَ.
2. أتفحَّصُ خصائصَ العيِّناتِ الصخريةِ بالعينِ المُجرَّدةِ، وباستعمالِ العدسةِ المُكبِّرةِ، منْ مثلِ: الملمسِ، وحجمِ الحبيباتِ، ووجودِ بقايا كائناتٍ حيَّةٍ (أحافيرُ) فيها، واللونِ، والقساوةِ، واحتوائِها على طبقاتٍ رقيقةٍ، وتفاعلِها معَ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، ثمَّ أُدوِّنُ ملاحظاتي.
3. أُصنِّفُ العيِّناتِ الصخريةَ بناءً على ملاحظاتي، وأذكرُ المُسوِّغَ الذي اعتمدْتُ عليْهِ في عمليةِ التصنيفِ، ثمَّ أكتبُ النوعَ المُقترَحَ للصخرِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 – أُقارِنُ بينَ الأنواعِ المُقترَحةِ للصخورِ. ما أوجهُ التشابُهِ والاختلافِ بينَها؟

2 – أُقارِنُ تصنيفي للعيِّناتِ الصخريةِ بتصنيفاتِ زملائي. هلْ يوجدُ بينَها تشابُهٌ أمِ اختلافٌ؟

3 – أُحدِّدُ الخصائصَ الرئيسةَ التي يُمكِنُ تصنيفُ الصخورِ على أساسِها.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

***التفكير: الأدلة والبراهين.**

أخبرِ الطلبة – في أثناء تنفيذ الخطوة الثالثة من التجربة الاستهلالية– أنَّه يتعيَّن عليهم ذكر الدليل الذي اعتمدوه في التصنيف؛ لأنَّ تقديم الدليل يضفي قوة ومصداقية على التصنيف، ويُؤكِّد صحة اختيارهم.

التحليل والاستنتاج:

1. ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد بناءً على العيِّنات المستخدمة، ولكن قد يجد الطلبة أنَّ جميع العيِّنات صلبة، وأنَّها تتكوَّن من معادن، وأنَّ بعض الصخور تتشابه في ما بينها، وأنَّ بعضها الآخر يختلف في الخصائص المدروسة، مثل: اللون، والملمس، والتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف.
2. ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد بحسب تصنيفات كل مجموعة.
3. قد يُحدِّد الطلبة بعض الخصائص (مثل وجود الأحافير في بعض الصخور أو النسيج) على أساس أنَّها من الخصائص الرئيسة التي تستخدم في التصنيف.

تجربة استهلالية

الهدف:

تصنيف عيِّنات صخرية إلى مجموعات رئيسة بناءً على الخصائص المتشابهة بينها.

المهارات العلمية:

الملاحظة، المقارنة، التصنيف، التواصل.

إرشادات السلامة:

- اطلب إلى الطلبة توخي الحذر في أثناء استخدامهم لحمض الهيدروكلوريك المخفف والمطرقة. وغسل أيديهم جيدًا بالماء والصابون . بعد الانتهاء من تنفيذ التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أحضر عيِّنات صخرية تُمثِّل أنواع الصخور الثلاثة (النارية، والرسوبية، والمُتحوِّلة)، أو عيِّنات من الصخور الآتية من المنطقة التي يسكن فيها الطلبة: الغرانيت، البازلت، الرخام، الصخر الجيري، الصخر الرملي (يُمكِنك استعمال عيِّنات صخرية أُخرى بحسب المتوافر منها في مختبر المدرسة).
- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم وزِّع العيِّنات على كلٍّ منها؛ على أنْ تكون العيِّنات جميعها متشابهة، ومُمثِّلة لأنواع الصخور الثلاثة.
- ساعِد الطلبة – في الخطوة الأولى– على ترقيم العيِّنات، بحيث يُعطى نوع الصخر نفسه رقمًا واحدًا في المجموعات كلها.
- أخبِر الطلبة أنَّه يتعيَّن عليهم دراسة العيِّنات، وكتابة ملاحظاتهم ونتائجهم في الصفحة الرابعة من كتاب الأنشطة والتجارب العملية، ثم تصنيف هذه العيِّنات بناءً على ملاحظاتهم، والمعيار الذي يقترحونه.

إذا صنَّف الطلبة العيِّنات إلى مجموعات الصخور المعروفة بناءً على خبراتهم السابقة، فوافِقهم على ذلك، وناقِشهم في المعيار الذي اعتمدوه في هذا التصنيف.

- تابع الطلبة في أثناء تنفيذ النشاط، وساعِدهم على تحديد الخصائص، ومقارنتها.

استراتيجية التقويم: المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير 1	2	3	4
1	يُطبِّق إرشادات السلامة في أثناء إجراء التجربة.				
2	يتفحَّص العيِّنات الصخرية بصورة صحيحة.				
3	يُصنِّف العيِّنات الصخرية وفق المعيار الذي اختاره.				
4	يُقارِن بين العيِّنات المُصنَّفة.				
5	يُحدِّد الخصائص الرئيسة للصخور التي تُصنَّف على أساسها.				

الدرسُ 1

الصخور النارية
Igneous Rocks

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

تكوُّن الصخور النارية:

- اعرض أمام الطلبة فلمًا عن بركان ثائر، وإنْ لم يتوافر فاعرض صورة لبركان، ثم اسألهم:

– ماذا يخرج من البركان؟

يخرج من البركان لابة (صخور مصهورة).

– ماذا سوف يحدث للماغما (اللابة) التي خرجت من باطن الأرض؟

سوف تبرد، وتتصلَّب، ثم تتحوَّل إلى صخر.

– ماذا تُسمّى هذه الصخور؟

ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد، مثل:

تُسمّى هذه الصخور الصخور النارية، أو الصخور البركانية.

– هل تتكوَّن جميع الصخور النارية من تبريد اللابة على سطح الأرض؟

ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد.

– أخبر الطلبة أنَّهم سيتعرَّفون أنواع الصخور النارية وآليَّة تكوُّنها في هذا الدرس.

ملحوظة: يُمكِن عرض فكرة الدرس الرئيسة بعد تدريس مفهوم دورة الصخور، والمفاهيم المُتعلِّقة بها.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

التجوية والتعرية:

راجِع الطلبة في مفهومي التجوية والتعرية قبل البدء بشرح دورة الصخور، وذلك بعرض صورتين لنوع من الصخور؛ إحداهما تُمثِّل تعرُّض الصخر للتجوية، والأُخرى لم تتعرض لعوامل التجوية، ثم اسألهم:

- لماذا يختلف الصخر في الصورتين؟
- ما تأثير عوامل الجو في الصخر؟
- ماذا يُقصَد بالتجوية؟
- ماذا يحصل للفتات الصخري بعد تكوُّنه نتيجة التجوية؟
- ما الفرق بين التجوية والتعرية؟

◄ الفكرة الرئيسة:

تتكوَّنُ الصخورُ النارية نتيجةً لتبريدِ الماغما أو اللّابةِ وتبلوُرِهما، وتُصنَّفُ بناءً على مكانِ تبلوُرِها إلى صخورٍ نارية جوفية، وصخورٍ نارية سطحية.

◄ نتاجاتُ التعلُّم:

- أُبيِّنُ وجودَ ثلاثةِ أنواعٍ منَ الصخورِ تتكوَّنُ منْها القشرةُ الأرضيةُ.
- أتعرَّفُ أنواعَ الصخورِ النارية.
- أُصنِّفُ الصخورَ النارية وأشكالَها في الطبيعةِ.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

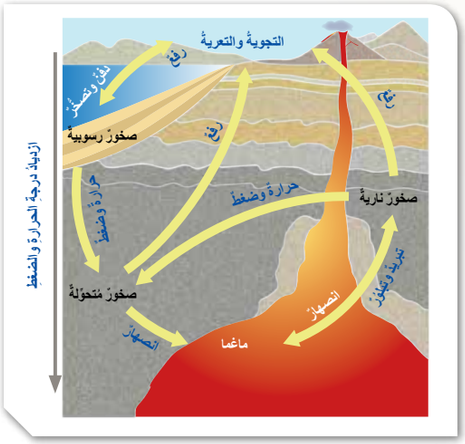
دورةُ الصخورِ	Rock Cycle
الماغما	Magma
اللّابةُ	Lava
الصخورُ النارية الجوفية	
Intrusive Igneous Rocks	
الصخورُ النارية السطحية	
Extrusive Igneous Rocks	
النسيجُ	Texture
نسيجٌ خشنُ الحبيباتِ	
Coarse Grained Texture	
نسيجٌ ناعمُ الحبيباتِ	
Fine Grained Texture	
النسيجُ الزجاجيُّ	Glassy Texture
النسيجُ السماقيُّ (البورفيريُّ)	
Porphyritic Texture	
النسيجُ الفقاعيُّ	Vesicular Texture

دورةُ الصخورِ Rock Cycle

استفادَ الإنسانُ منَ الصخورِ ومُكوِّناتِها المعدنيةِ على مَرِّ العصورِ؛ إذْ استخدمَها في بناءِ مسكنِهِ، وصنعِ أسلحتِهِ، واستخرجَ منْها العديدَ منَ العناصرِ، مثلَ: الحديدِ، والنحاسِ. وقدِ اهتمَّ العلماءُ قديمًا وحديثًا بدراسةِ الصخورِ والمعادنِ، وبحثوا في خصائصِها، وأماكنِ وجودِها، وكيفيةِ نشأتِها. وزادَ هذا الاهتمامُ في ظلِّ التقدُّمِ العلميِّ.

بوجهٍ عامٍّ، صنَّفَ العلماءُ صخورَ القشرةِ الأرضيةِ بحسبِ طريقةِ نشأتِها وتكوُّنِها إلى ثلاثةِ أنواعٍ رئيسةٍ، هيَ: الصخورُ النارية Igneous Rocks، والصخورُ الرسوبيةُ Sedimentary Rocks، والصخورُ المُتحوِّلةُ Metamorphic Rocks.

ترتبطُ هذهِ الأنواعُ الثلاثةُ بعلاقاتٍ متبادلةٍ عنْ طريقِ العملياتِ الجيولوجيةِ المختلفةِ؛ إذْ يتغيَّرُ كلُّ نوعٍ منْها إلى الآخرِ في دورةٍ تُسمّى دورةَ الصخورِ Rock Cycle، أنظرُ الشكلَ (1) الذي يُمثِّلُ هذهِ الدورةَ.



الشكلُ (1): دورةُ الصخورِ في الطبيعةِ.

أُحدِّدُ: ما المرحلةُ التي يجبُ أنْ تمرَّ بها الصخورُ جميعًا لتُشكِّلَ الصخورَ النارية؟

2 التدريس

◄ بناء المفهوم:

دورة الصخور:

- اعرض أمام الطلبة مُخطَّط دورة الصخور، أو الشكل (1) من كتاب الطالب، ثم اسألهم:

– ما أنواع الصخور التي تظهر في الشكل؟ الصخور النارية، والرسوبية، والمُتحوِّلة.

– ماذا تُمثِّل الأسهم في الصورة؟ تُمثِّل الأسهم في الصورة عمليات متنوعة تعمل على تغيير الصخور فيها من شكل إلى آخر، مثل: التجوية، والتعرية، والتصخُّر، والانصهار.

– كيف تتحوَّل الصخور النارية إلى صخور رسوبية؟ تتعرَّض الصخور النارية إلى عمليات تجوية وتعرية. وعندما تنتقل إلى أحواض الترسيب تترسَّب، ثم تتصلَّب بمرور الزمن، فتصبح صخورًا رسوبيةً.

- أخبر الطلبة أنَّهم سيتعرَّفون في هذا الدرس أنواع الصخور الثلاثة، وكيفية تكوُّن كل منها.

حل سؤال الشكل (1):

يجب أنْ تمر الصخور بمرحلة الانصهار حتى تصبح صخورًا نارية بعد تبريدها وتبلورها مرَّةً أُخرى.

تنشأُ بعضُ أنواعِ الصخورِ الناريةِ في باطنِ الأرضِ منْ تبلوُرِ الماغما Magma، وهيَ صُهَيْرٌ يتكوَّنُ معظمُهُ منَ السليكا، ومنْ غازاتٍ أهمُّها بخارُ الماءِ. عندما تتعرَّضُ الصخورُ الناريةُ المُتكوِّنةُ في باطنِ الأرضِ لعملياتٍ جيولوجيةٍ تعملُ على رفعِها، فإنَّها تتكشَّفُ على سطحِ الأرضِ، وتَحْدُثُ عليْها عملياتُ التجويةِ والتعريةِ، أنظرُ الشكلَ (2)؛ ما يؤدي إلى تفتُّتِ الصخورِ، وتكوُّنِ الفُتاتِ الصخريِّ الذي قدْ يُنقَلُ بفعلِ الرياحِ أوِ الماءِ إلى أماكنَ أُخرى تُسمّى أماكنَ الترسيبِ، فيستقرُّ فيها، ويتراكمُ مُشكِّلًا الرسوبياتِ بعمليةٍ تُسمّى الترسيبَ. وحينَ تُدفَنُ الرسوبياتُ، وتتراكمُ، فإنَّها تتصلَّبُ مُكوِّنةً الصخورَ الرسوبيةَ.

عندَ تعرُّضِ الصخورِ الرسوبيةِ المُتكوِّنةِ لضغطٍ وحرارةٍ عاليَيْنِ دونَ درجةِ الانصهارِ، فإنَّها تصبحُ صخورًا مُتحوِّلةً. وقدْ تنصهرُ هذهِ الأنواعُ الثلاثةُ عندَ دفنِها في أعماقٍ كبيرةٍ بباطنِ الأرضِ نتيجةَ الحرارةِ العاليةِ، فتتشكَّلُ الماغما مَرَّةً أُخرى.

الشكلُ (2): صخورٌ تعرَّضَتْ لعملياتِ تجويةٍ وتعريةٍ.

✓ **أتحقَّقُ:** ما الفرقُ بينَ الفُتاتِ الصخريِّ والرسوبياتِ؟

تكوُّنُ الصخورِ الناريةِ Igneous Rocks Formation

تنشأُ الصخورُ الناريةُ منْ تبريدِ الماغما وتبلوُرِها في باطنِ الأرضِ. تتراوحُ درجاتُ حرارةِ الماغما بينَ (700 °C - 1300 °C). وعندما تخرجُ الماغما منْ باطنِ الأرضِ إلى سطحِها، فإنَّها تُسمّى اللّابةَ Lava، وهيَ تمتازُ عنِ الماغما بفقدانِها كميَّةً كبيرةً منَ الغازاتِ التي كانَتْ ذائبةً فيها.

تختلفُ أنواعُ الصخورِ الناريةِ المُتكوِّنةِ باختلافِ نوعِ الماغما المُكوِّنةِ لها، علمًا بأنَّ أكثرَ العناصرِ الرئيسةِ شيوعًا في الماغما هيَ العناصرُ الشائعةُ نفسُها في صخورِ القشرةِ الأرضيةِ: الأكسجينُ، والسليكون، والألومنيومُ، والحديدُ، والكالسيومُ، والصوديومُ، والبوتاسيومُ، والمغنيسيومُ. ونظرًا إلى وفرةِ عنصرِ السليكا في الماغما؛ فإنَّ أكسيدَ السليكا SiO_2 هوَ أكثرُ المُركَّباتِ المُكوِّنةِ للصخورِ الناريةِ.

فما أنواعُ الصخورِ الناريةِ؟ كيفَ صنَّفَها العلماءُ؟

أفكِّرُ

تتكوَّنُ الماغما والقشرةُ الأرضيةُ منْ عناصرَ رئيسةٍ كما في النصِّ المجاورِ.

أُفكِّرُ:

ما العلاقةُ بينَ نسبةِ عنصرَيِ الأكسجينِ والسليكونِ في الماغما ووفرةِ المعادنِ السليكاتيةِ في صخورِ القشرةِ الأرضيةِ؟ أُناقِشُ مُعلِّمي وزملائي في النتائجِ التي أتوصَّلُ إليْها.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **المهارات الحياتية: الإتصال**

وضح للطلبة في أثناء تنفيذ بند أفكر إلى أن مهارة الإتصال تتحقق عندما يناقشون معلمهم وزملائهم في النتائج التي يتوصلون إليها، حيث يتم من خلالها تبادل الآراء والأفكار والقناعات والمشاعر للوصول من خلالها إلى فهم مشترك للمفهوم أو القضية المراد دراستها.

✓ **أتحقَّقُ:**

الفتات الصخري: نواتج عمليات التجوية والتعرية قبل وصولها إلى عمليات الترسيب وتراكمه.

الرسوبيات: تجمُّع الفتات الصخري، وتراكمه في أحواض الترسيب، بعد نقله عن طريق عوامل التعرية المختلفة.

◄ **بناء المفهوم:**

الماغما واللابة:

اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما الفرق بين الماغما واللابة؟

الماغما تحتوي على نسبة أكبر من الغازات، ودرجة حرارتها أكبر من درجة حرارة اللابة، وهي توجد في باطن الأرض، في حين توجد اللابة على سطح الأرض.

معلومة إضافية

نسب العناصر المُكوِّنة للقشرة الأرضية:

وجِّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن نسب العناصر المُكوِّنة للقشرة الأرضية، ثم عمل جدول يُحدِّد هذه النسب من الأكثر إلى الأقل.

الأكسجين: 46 ٪، السليكون: 27.7٪، الألومنيوم: 8.1٪، الحديد: 5٪، الكالسيوم: 3.6٪، الصوديوم: 2.8٪، البوتاسيوم: 2.6٪، المغنيسيوم: 2.1٪، عناصر أُخرى: 1.5٪.

أفكِّرُ

المعادن السليكاتية:

- اطرح السؤال الآتي على الطلبة بعد تنفيذ الإثراء السابق:

– ما العلاقة بين نسبة عنصري الأكسجين والسليكون في الماغما ووفرة المعادن السليكاتية في صخور القشرة الأرضية؟

- استمع إلى إجابات الطلبة، ثم ناقشهم فيها لاستنتاج أن عنصري الأكسجين والسليكون يُمثِّلان نحو 73.7 ٪ من نسبة العناصر في الماغما؛ لذا، فإنَّ معظم القشرة الأرضية تتكوَّن من معادن سليكاتية، تُمثِّل 92 ٪ تقريبًا من المعادن، علمًا بأنَّ أكثر المعادن السليكاتية وفرة في الأرض هي الفلسبار والكوارتز.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

التبلور:

ذكِّر الطلبة أنَّ الصخور تتكوَّن من معادن، وأنَّ المعادن تتشكَّل نتيجة تبلورها من الماغما، أو من المحاليل، ثم اسألهم: ماذا يعني التبلور؟

التبلور: عملية تترتَّب فيها الذرات والجزيئات في بناء هندسي منتظم ومتكرر صُلْب يُسمّى البلورة.

◄ المناقشة:

تصنيف الصخور:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3) والشكل (5)، ثم وضِّح لهم الفرق بين الصخور النارية الجوفية والصخور النارية السطحية، مُركِّزًا على أنَّ اللابة تتدفق من البراكين، وتتحرك على السطح، وأنَّ الماغما توجد في باطن الأرض.
- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– في رأيكم، أيُّهما سوف تبرد بصورة أسرع: الماغما أم اللابة؟

اللابة.

– لماذا؟

لأنَّها ستتعرَّض لعوامل الجو، وقد تُلامِس المياه السطحية.

– ماذا يحدث عندما تبرد الماغما أو اللابة؟

تتبلور، وتتشكَّل بلّورات المعادن.

– في رأيكم، أيُّ بلّورات المعادن تختلف في الحجم: البلّورات المُتكوِّنة في باطن الأرض أم تلك التي تتبلور من اللابة على السطح؟ لماذا؟

- استمع إلى إجابات الطلبة، ثم ناقشهم فيها لاستنتاج أنَّ البلّورات التي تتكوَّن في باطن الأرض تكون أكبر حجمًا من تلك التي تتبلور من اللابة على السطح.
- أخبِر الطلبة أنَّهم سيُصنِّفون لاحقًا الصخور النارية بحسب حجم الحبيبات.

معلومة إضافية

الصخور النارية.

وجِّه الطلبة إلى البحث في شبكة الإنترنت عن توزيع الصخور النارية في العالَم، ونسبة المُتكشِّف منها على سطح الأرض.

- تُمثِّل الصخور النارية والصخور المُتحوِّلة ما نسبته 95٪ من مجمل صخور القشرة الأرضية. أمّا الصخور

الشكلُ (3): صخورٌ ناريةٌ سطحيةٌ تكوَّنَتْ منْ تبلوُرِ اللّابةِ على سطحِ الأرضِ.

الشكلُ (4): صخرُ البازلتِ الذي يُعَدُّ أحدَ الصخورِ النارية السطحيةِ المُتكشِّفةِ في الأردنِّ.

تُصنَّفُ الصخورُ الناريةُ بحسبِ أماكنِ تبلوُرِها إلى صخورٍ ناريةٍ جوفيةٍ وصخورٍ ناريةٍ سطحيةٍ. فالصخورُ التي تنشأُ نتيجةَ تبريدِ الماغما ببطءٍ في باطنِ الأرضِ تُسمّى الصخورَ النارية الجوفية Intrusive Igneous Rocks، ومنْ أمثلتِها صخرُ الغرانيتِ. أمّا الصخورُ التي تنشأُ بفعلِ تبريدِ اللّابةِ بصورةٍ سريعةٍ على سطحِ الأرضِ فتُسمّى الصخورَ النارية السطحية Extrusive Igneous Rocks، أنظرُ الشكلَ (3)، ومنْ أمثلتِها صخورُ البازلتِ.

تتكشَّفُ الصخورُ النارية الجوفيةُ في جنوبِ الأردنِّ، وبخاصةٍ الصخورُ الغرانيتيةُ. أمّا الصخورُ النارية السطحيةُ، ولا سيما الصخورُ البازلتيةُ، فتوجدُ في مناطقَ عِدَّةٍ منَ الأردنِّ، مثلِ: المناطقِ الشماليةِ الشرقيةِ، والمناطقِ الوسطى، أنظرُ الشكلَ (4).

✓ **أتحقَّقُ**: **أُفسِّرُ** سببَ اختلافِ اللّابةِ عنِ الماغما بالرغمِ منْ أنَّهُما يُمثِّلانِ صخورًا مصهورةً.

المُتكشِّفة على سطح الأرض فمعظمها رسوبية، ونسبتها تبلغ نحو 75٪ من الصخور المُتكشِّفة، في حين تُمثِّل الصخور النارية المُتكشِّفة على سطح الأرض ما نسبته 15٪ فقط.

نشاط سريع الصخور النارية في الأردن:

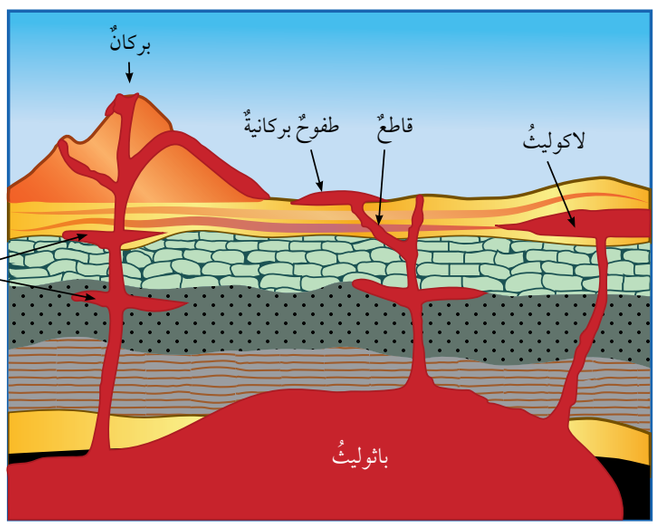
وجِّه الطلبة – ضمن مجموعات– إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أنواع الصخور النارية المُتكشِّفة في الأردن، ثم إعداد عرض تقديمي عنها، مُعزِّزًا بالصور، ثم عرضه أمام الزملاء في الصف.

✓ **أتحقَّق**: لأن الصخور المصهورة (الماغما) تفقد جزءًا من الغازات الذائبة فيها، وتقل درجة حرارتها عندما تخرج من باطن الأرض إلى سطح الأرض، في ما يُعرَف باللابة.

أشكالُ الصخورِ الناريةِ Igneous Rocks Landforms

توجدُ الصخورُ الناريةُ الجوفيةُ بأشكالٍ مختلفةٍ في الطبيعةِ، مثلِ: الباثوليثِ Batholith، وهوَ أكبرُ الأجسامِ الصخريةِ الجوفيةِ، وقدْ يمتدُّ إلى مئاتِ الكيلومتراتِ، واللاكوليثِ Laccolith، وهوَ أحدُ أشكالِ الصخورِ الناريةِ الأصغرُ حجمًا منَ الباثوليثِ، ويوجدُ قربَ سطحِ الأرضِ، ويكونُ مُدبَّبَ الشكلِ منَ الأعلى. ومنْها أيضًا القواطعُ الناريةُ Dykes، وهيَ صخورٌ ناريةٌ تتبلورُ في الشقوقِ الصخريةِ أوِ الصدوعِ، وتقطعُ الصخورَ بشكلٍ عموديٍّ أوْ مائلٍ، ويُطلَقُ عليْها اسمُ المُندَسَّةِ الناريةِ Sill إذا كانَتْ أفقيةً مُوازيةً للطبقاتِ.

أمّا الصخورُ الناريةُ السطحيةُ فتوجدُ على شكلِ براكينَ مختلفةِ الأنواعِ، أوْ في صورةِ طفوحٍ بركانيةٍ (حَرّاتٌ) Flood Basalts، وهيَ صخورٌ تتصلَّبُ منَ اللّابةِ المُتدفِّقةِ منَ الشقوقِ، وتمتدُّ إلى مساحاتٍ واسعةٍ، أنظرُ الشكلَ (5) الذي يُبيِّنُ أشكالَ الصخورِ الناريةِ في الطبيعةِ.



الشكلُ (5): أشكالُ الصخورِ الناريةِ السطحيةِ والجوفيةِ في الطبيعةِ.
أُقارِنُ بينَ الباثوليثِ واللاكوليثِ منْ حيثُ الحجمُ.

حل سؤال الشكل (5):

الباثوليث أكبر حجمًا من اللاكوليث.

توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع أشكال الصخور النارية، علمًا بأنَّه يُمكِنك إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

شارِك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams) ، أو استعمِل أيَّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

◄ استخدام الصور والأشكال:

أشكال الصخور النارية:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (5)، ثم اسألهم:

– ما أشكال الصخور النارية التي تتكوَّن في باطن الأرض؟

أشكال الصخور النارية التي تتكوَّن في باطن الأرض: الباثوليث، واللاكوليث، والقاطع، والمندسة النارية.

– ما أشكال الصخور النارية التي تتكوَّن على سطح الأرض؟

أشكال الصخور النارية التي تتكوَّن على سطح الأرض: البراكين، والطفوح البركانية.

– ما أكبر أشكال الصخور النارية؟

أكبر أشكال الصخور النارية: الباثوليث.

– ما الفرق بين القاطع والمندسة النارية؟

القاطع: صخور نارية تملأ الشقوق، وتكون بشكل مائل أو رأسي.

المندسة: صخور أفقية موازية للطبقات.

عمل نموذج

أشكال الصخور النارية:

وجِّه الطلبة إلى عمل نموذج يُمثِّل أحد أشكال الصخور النارية باستعمال مواد من البيئة المحلية، مثل: الإسفنج والصلصال، ثم عرضه أمام الزملاء في الصف.

طريقة أخرى للتدريس — أشكال الصخور النارية

- اعرض أمام الطلبة مقطع فيديو يُمثِّل أشكال الصخور النارية في الطبيعة.
- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم اطلب إلى أفراد كل مجموعة اختيار أحد هذه الأشكال، ثم البحث عن خصائصه في كتاب الطالب وشبكة الإنترنت.
- وجِّه أفراد كل مجموعة إلى عرض ما يتوصَّلون إليه على زملائهم في المجموعات الأُخرى.
- اعرض أمام الطلبة الشكل (5)؛ لربط المعلومات بعضها ببعض.

التجربة 1

الهدف:

تحديد العلاقة بين سرعة تبريد الماغما أو اللابة وحجم البلّورات الناتجة في الصخور النارية الجوفية والسطحية.

المهارات العلمية:

الملاحظة، المقارنة، الاستنتاج، التفسير.

إرشادات السلامة:

اطلب إلى الطلبة تطبيق الأمور الآتية: ارتداءُ النظّارةِ الواقيةِ والقُفّازيْنِ قبلَ البدءِ بتنفيذِ التجربةِ، الحذرُ منِ انسكابِ الماءِ الساخنِ على الجسمِ، غسلُ اليدينِ جيدًا بالماءِ والصابونِ بعدَ استخدامِ مادةِ كبريتاتِ النحاسِ، والحذرُ عندَ استخدامِ الوعاءيْنِ الزجاجييْنِ؛ خشيةَ الإصابةِ بجروحٍ في حالِ كسرِ أحدهما أوْ كليْهما.

الإجراءات والتوجيهات:

- وجِّه الطلبة للرجوع إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- وضِّح للطلبة في الخطوة الأولى أنَّ كمية المادة التي يُمكِن إذابتها تزداد بزيادة درجة الحرارة، وذكرهم بمفهوم المحلول المشبع.
- نفِّذ التجربة سلفًا لأنَّ تبلور كبريتات النحاس يستغرق أكثر من يوم.
- يُمكِنك عرض نتائج التجربة على الطلبة؛ ليتمكنوا من إجابة أسئلة التحليل.

النتائج المتوقعة:

- تبلور كبريتات النحاس
- اختلاف حجم البلورات في الوعاء نتيجة اختلاف درجات الحرارة.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

*** بناء الشخصية: إدارة الوقت.**

– الفت انتباه الطلبة – في أثناء تنفيذ الخطوة السادسة من التجربة– إلى أهمية إدارة الوقت، والإفادة منه على أفضل وجه.

التجربة 1

علاقةُ معدَّلِ التبريدِ بحجمِ البلّوراتِ

تمتازُ الصخورُ الناريةُ الجوفيةُ بكبرِ حجمِ بلّوراتِها، خلافًا للصخورِ الناريةِ السطحيةِ التي تمتازُ بصغرِ حجمِ بلّوراتِها، وذلكَ اعتمادًا على سرعةِ تبريدِ الماغما أو اللّابةِ.

الموادُّ والأدواتُ:

كبريتاتُ النحاسِ ($CuSO_4$)، ماءٌ ساخنٌ، خيطٌ قطنيٌّ، قلمُ رصاصٍ، وعاءانِ زجاجيانِ سعةُ كلٍّ منْهُما (300 ml)، ثلّاجةٌ أوْ حافظةُ حرارةٍ، عدسةٌ مُكبِّرةٌ، ساعةُ توقيتٍ، ميزانُ حرارةٍ، نظّاراتٌ واقيةٌ، قفافيزُ حراريةٌ، ملعقةٌ فلزّيةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- ارتداءُ النظّارةِ الواقيةِ والقُفّازيْنِ قبلَ البدءِ بتنفيذِ التجربةِ.
- الحذرُ منَ انسكابِ الماءِ الساخنِ على الجسمِ.
- غسلُ اليدينِ جيدًا بالماءِ والصابونِ بعدَ استخدامِ مادةِ كبريتاتِ النحاسِ.
- الحذرُ عندَ استخدامِ الوعاءيْنِ الزجاجييْنِ؛ خشيةَ الإصابةِ بجروحٍ في حالِ كسرِ أحدهما أوْ كليْهما.

خطواتُ العملِ:

1. بالتعاونِ معَ زملائي، أُحضِّرُ محلولًا مشبعًا منْ كبريتاتِ النحاسِ في الوعاءيْنِ باستخدامِ الماءِ الساخنِ.
2. أضعُ أولًا في كلِّ وعاءٍ (100 ml) منَ الماءِ الساخنِ، ثمَّ أُضيفُ تدريجيًّا كميّاتٍ متساويةً منْ كبريتاتِ النحاسِ في الوعاءيْنِ.
3. أُحرِّكُ المحلولَ في الوعاءيْنِ بالملعقةِ حتّى يصبحَ المحلولُ في الوعاءيْنِ مشبعًا.
4. أضعُ في كلِّ وعاءٍ خيطًا مربوطًا بقلمٍ، وأجعلُ الخيطَ يتدلّى في الوعاءِ، بحيثُ ينغمرُ كلا الخيطيْنِ في المحلولِ المشبعِ، ثمَّ أطلبُ إلى زميلي تدوينَ الوقتِ ودرجةِ الحرارةِ في غرفةِ المختبرِ.

5. أتركُ أحدَ الوعاءيْنِ يبردُ في درجةِ حرارةِ الغرفةِ، وأضعُ الوعاءَ الآخرَ في الثلّاجةِ، أوْ في الحافظةِ الحراريةِ.
6. أُراقِبُ تشكُّلَ البلّوراتِ على جوانبِ الوعاءيْنِ، وعلى الخيطِ في كلٍّ منْهُما، ثمَّ أُدوِّنُ الوقتَ الذي بدأتْ فيهِ البلّوراتُ تتشكّلُ، وأحرصُ على مراقبةِ عمليةِ تبريدِ الوعاءيْنِ في مُدَدٍ مُحدَّدةٍ.
7. ألاحِظُ المحلولَ الذي بردَ على نحوٍ أسرعَ، ثمَّ أُدوِّنُ نتائجي.
8. أرسمُ شكلَ البلّوراتِ التي أُشاهِدُها، ثمَّ أكتبُ وصفًا لها.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُقارِنُ** بينَ حجمِ البلّوراتِ في الوعاءيْنِ.
2. أحسُبُ الوقتَ الذي استغرقَهُ تبلوُرُ كبريتاتِ النحاسِ في الوعاءيْنِ.
3. **أستنتجُ** العلاقةَ بينَ حجمِ البلّوراتِ وسرعةِ التبلوُرِ.
4. **أُفسِّرُ:** لماذا تمتازُ البلّوراتُ التي تبردُ سريعًا بصغرِ حجمِها؟

التحليل والاستنتاج:

1. حجم البلّورات في الوعاء الذي برد في درجة حرارة الغرفة أكبر من حجم البلّورات التي بردت في الثلاجة.
2. ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد، ولكنَّ تبلور كبريتات النحاس في الوعاء الموجود في درجة حرارة الغرفة سيستغرق وقتًا أكبرَ.
3. كلما زادت سرعة التبلور قلَّ حجم البلّورات الناتجة.
4. تكون البلّورات التي تبرد سريعًا صغيرة الحجم؛ لأنَّها لا تحصل على الوقت الكافي لنموها.

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

أداة التقويم: سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		1	2	3	5
1	يُطبِّق إرشادات السلامة في أثناء إجراء التجربة.				
2	يُحضِّر محلولًا مشبعًا من كبريتات النحاس في الوعاءين، مُتتبِّعًا خطوات التجربة بدقةٍ.				
3	يُدوِّن بدقةٍ ملاحظاته على الوعاءين ضمن مُدَدٍ مُحدَّدة.				
4	يرسم البلّورات في الوعاءين رسمًا صحيحًا.				
5	يستنتج العلاقة بين سرعة التبلور وحجم البلّورات.				
6	يُفسِّر سبب التغيُّر في حجم البلّورات تبعًا لسرعة التبريد.				

صخرُ الغرانيتِ. صخرُ الريوليتِ.

تصنيفُ الصخورِ الناريةِ Classification of Igneous Rocks

أشرْنا سابقًا إلى أنَّ الصخورَ الناريةَ تُصنَّفُ بحسبِ مكانِ تبلوُرِها إلى صخورٍ ناريةٍ جوفيةٍ تنشأُ في باطنِ الأرضِ، وصخورٍ ناريةٍ سطحيةٍ تنشأُ على سطحِ الأرضِ، ولكنَّ العلماءَ يُصنِّفونَ الصخورَ الناريةَ أيضًا بناءً على خصائصَ أُخرى، منْها: النسيجُ، والتركيبُ الكيميائيُّ والمعدنيُّ.

أولًا: النسيجُ Texture

يصفُ النسيجُ Texture حجمَ البلّوراتِ، وشكلَها، وترتيبَها في داخلِ الصخرِ. وهوَ يرتبطُ بسرعةِ تبريدِ الماغما الذي يعتمدُ على مكانِ تبلوُرِ الصخرِ الناريِّ؛ فالصخورُ الناريةُ الجوفيةُ تمتازُ عامةً بكبرِ حجمِ بلّوراتِها، لذلكَ يكونُ نسيجُها خشنَ الحبيباتِ Coarse Grained Texture، في حينِ تمتازُ الصخورُ الناريةُ السطحيةُ ببلّوراتٍ صغيرةِ الحجمِ لا تُرى بالعينِ المُجرَّدةِ، فيكونُ نسيجُها ناعمَ الحبيباتِ Fine Grained Texture، أنظرُ الشكلَ (6).

عندَ تعرُّضِ اللّابةِ المنسابةِ على سطحِ الأرضِ لتبريدٍ سريعٍ جدًّا، فإنَّ البلّوراتِ لا تتكوَّنُ فيها. وعوضًا عنْ ذلكَ، ترتبطُ ذرّاتُها بعضُها ببعضٍ عشوائيًّا، وتتصلَّبُ مُكوِّنةً نسيجًا زجاجيًّا Glassy Texture، أنظرُ الشكلَ (7).

الشكلُ (6): صخرُ الغرانيتِ الذي يمتازُ بحبيباتِهِ الخشنةِ، وصخرُ الريوليتِ الذي يمتازُ بحبيباتِهِ الناعمةِ.

أُفسِّرُ: لماذا يُعَدُّ نسيجُ الريوليتِ نسيجًا ناعمَ الحبيباتِ؟

الشكلُ (7): النسيجُ الزجاجيُّ في صخرِ الأوبسيديانِ.

حل سؤال الشكل (6):

لأنَّ بلّورات الريوليت صغيرة الحجم، ولا تُرى بالعين المُجرَّدة.

◄ عرض عملي:

النسيج الناعم والنسيج الخشن:

- اعرض أمام الطلبة عيِّنتين صخريتين تُمثِّلان صخر الغرانيت والريوليت، ثم أخبرهم باسم كل منهما.
- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– أيُّ هاتين العيِّنتين يُمكِن رؤية المعادن المُكوِّنة لها؟

يُمكِن رؤية المعادن المُكوِّنة لصخر الغرانيت.

– أين يتبلور صخر الغرانيت؟

يتبلور صخر الغرانيت في باطن الأرض.

– أين يتبلور صخر الريوليت؟

يتبلور صخر الريوليت على سطح الأرض.

- اطلب إلى بعض الطلبة لمس العيِّنتين في المناطق غير المصقولة، ثم اسألهم:

– أيُّ العيِّنتين ملمسها خشن؟ أيُّهما ملمسها ناعم؟

ملمس الغرانيت خشن، وملمس الريوليت ناعم.

- أَدِرْ نقاشًا مع الطلبة لاستنتاج أنَّ نسيج الصخور ذات بلّورات المعادن المرئية يكون خشنًا، وأنَّ نسيج الصخور ذات بلّورات المعادن غير المرئية يكون ناعمًا.

إضاءة للمُعلِّم

الأوبسيديان:

الأوبسيديان صخر بركاني يمتاز بنسيجه الزجاجي، ولونه الأسود. وهو يتكوَّن بسبب التبريد السريع جدًّا؛ ما يؤدي إلى تشكُّله بسرعة قبل أنْ تتبلور المعادن داخله. وقد يعتقد بعض الطلبة أنَّ لونه يدل على احتوائه على نسبة عالية من الحديد والمغنيسيوم، ولكنَّ دراسة تركيبه الكيميائي أظهرت أنَّه غني بالسليكا، وهو يوجد على حواف اللابة الريوليتية المتدفقة على سطح الأرض.

◄ بناء المفهوم:

النسيج السماقي:

- اعرض أمام الطلبة عيِّنة صخرية نارية تحوي نسيجًا سماقيًّا، أو صورةً تُمثِّله، ثم اسألهم:

– قارِن بين بلّورات هذا الصخر من حيث الحجم.

توجد بلّورات كبيرة مرئية منه، وأُخرى صغيرة غير مرئية.

– بناءً على معرفتك بكيفية تكوُّن النسيج الخشن والنسيج الناعم، أين تكوَّنت البلّورات الصغيرة والكبيرة في هذا الصخر في رأيك؟

تكوَّنت البلّورات الصغيرة على سطح الأرض، وتكوَّنت البلّورات الكبيرة في باطن الأرض.

- وضِّح للطلبة أنَّ هذا النسيج يُسمّى نسيجًا سماقيًّا، وأنَّه يتكوَّن في باطن الأرض، وعلى سطحها.

معلومة إضافية

صخر الخفاف:

- أخبِر الطلبة أنَّه يوجد نوعان لصخر الخفاف، هما: صخر البيومس (pumice rock)، وصخر السكوريا (scoria rocks).
- وجِّه الطلبة إلى البحث عنهما في مصادر المعرفة المناسبة، ثم كتابة تقرير عنهما يُبيِّن الفرق بينهما.

صخرا البيومس والسكوريا هما من الصخور النارية، ولهما نسيج فقاعي، ويُسمَّيان صخر الخفاف بسبب كتلتهما القليلة نسبةً إلى بقية الصخور النارية. يمتاز صخر البيومس بلونه الفاتح، واحتوائه على نسبة أكبر من السليكا؛ لأنَّ تركيبه الكيميائي مشابه لتركيب صخر الريوليت، في حين يمتاز صخر السكوريا بلونه الغامق، وهو يُشبِه في تركيبه الكيميائي صخر البازلت.

نشاط سريع أنسجة الصخور النارية:

- أحضِر للطلبة مجموعة من عيِّنات صخور نارية، تُمثِّل نسيجًا خشنًا، وناعمًا، وزجاجيًّا، وفقاعيًّا، وسماقيًّا، ثم اطلب إليهم – ضمن مجموعات– تحديد النسيج وتعريفه في كل منها.

✓ **أتحقَّقُ:** عندما يحدث تبريد سريع جدًّا للابة، فإنَّ الذرات المُكوِّنة لها لا تُشكِّل بلّورات لعدم توافر الوقت الكافي لذلك؛ ما يؤدي إلى ارتباط الذرات بعضها ببعض عشوائيًّا، مُكوِّنةً نسيجًا زجاجيًّا.

الشكلُ (8): النسيجُ السماقيُّ الذي يمتازُ بوجودِ بلّوراتٍ كبيرةِ الحجمِ محاطةٍ ببلّوراتٍ صغيرةِ الحجمِ.

الشكلُ (9): النسيجُ الفقاعيُّ الذي يمتازُ بوجودِ ثقوبٍ في الصخرِ الناريِّ نتيجةَ خروجِ الغازاتِ.

مِنَ الأنسجةِ الأُخرى المشهورةِ في الصخورِ النارية **النسيجُ السماقيُّ (البورفيريُّ)** Porphyritic Texture، الذي يظهُر نسيجُ الصخرِ فيهِ على شكلِ بلّوراتٍ كبيرةٍ مرئيةٍ محاطةٍ ببلّوراتٍ صغيرةٍ غيرِ مرئيةٍ. وقدْ عزا الجيولوجيونَ سببَ تكوُّنِ هذا النسيجِ إلى تبريدِ الماغما على مرحلتيْنِ؛ الأولى يحدثُ فيها تبريدٌ بطيءٌ للماغما في باطنِ الأرضِ، فتتشكَّلُ بلّوراتٌ كبيرةُ الحجمِ. والثانيةُ يحدثُ فيها تبريدٌ سريعٌ للماغما قربَ سطحِ الأرضِ، أوْ تبريدٌ سريعٌ للّابةِ على سطحِ الأرضِ، فتتبلورُ بلّوراتٌ صغيرةٌ تتجمَّعُ حولَ البلّوراتِ الكبيرةِ المُتشكِّلةَ سابقًا، أنظرُ الشكلَ (8).

أمّا **النسيجُ الفقاعيُّ** Vesicular Texture فيتكوَّنُ نتيجةً لخروجِ الغازاتِ مِنَ اللّابةِ وهيَ على سطحِ الأرضِ، فتتكوَّنُ مجموعةٌ مِنَ الفجواتِ أوِ الثقوبِ التي تُميِّزُ هذا النسيجَ، وهوَ ما يُمكِنُ أنْ نَلحظَهُ في صخرِ الخفافِ، أنظرُ الشكلَ (9).

✓ **أتحقَّقُ:** كيفَ يتكوَّنُ النسيجُ الزجاجيُّ؟

ثانيًا: التركيبُ الكيميائيُّ والمعدنيُّ Chemical and Mineral Composition

تُصنَّفُ الصخورُ الناريةُ بناءً على نسبةِ السليكا والتركيبِ المعدنيِّ إلى أربعةِ أنواعٍ رئيسةٍ، هيَ: الصخورُ الفلسيةُ Felsic Rocks، والصخورُ المتوسطةُ Intermediate Rocks، والصخورُ المافيةُ Mafic Rocks، والصخورُ فوقَ المافيةِ Ultramafic Rocks، أنظرُ الشكلَ (10) الذي يُبيِّنُ العلاقةَ بينَ التركيبِ المعدنيِّ، ونوعِ الصخورِ، ومكانِ التبلوُرِ.

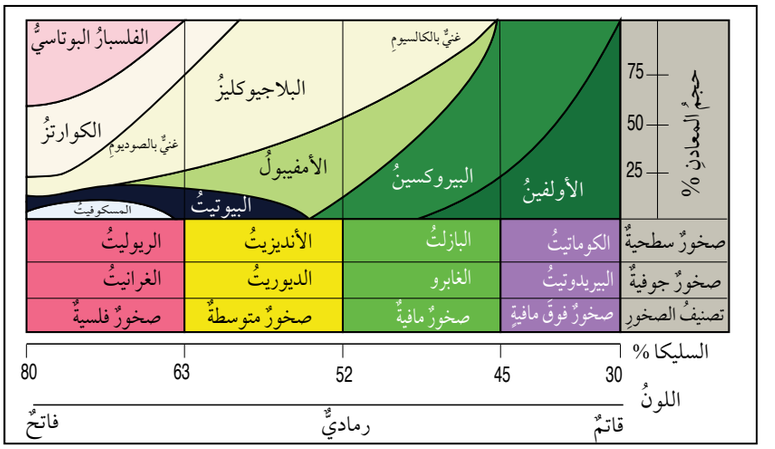
أمّا **الصخورُ الفلسيةُ** فهيَ صخورٌ ناريةٌ تحتوي على معادنَ غنيةٍ بالسليكا، مثلِ: الفلسبارِ البوتاسيِّ، والمسكوفيتِ، والكوارتزِ. وهيَ تمتازُ بألوانِها الفاتحةِ، ومنْ أشهرِ صخورِها: الغرانيتُ، والريوليتُ.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

المعادن السيليكاتية:

- ذكِّر الطلبة بمجموعات المعادن السليكاتية التي درسوها سابقًا، مُبيِّنًا لهم ما يأتي:

مجموعتا الأوليفين والبيروكسين غنيتان بعنصري الحديد والمغنيسيوم. أمّا مجموعة **الأمفيبول** فهي مجموعة سليكاتية غنية أيضًا بالحديد والمغنيسيوم، ولكن قد يدخل عنصر الكالسيوم في تركيب معادنها التي أشهرها معدن الهورنبلند. في حين تحتوي مجموعة **المايكا** على عنصر الحديد، والمغنيسيوم، والبوتاسيوم، والصوديوم. ومن أمثلتها: معدن البيوتيت، ومعدن المسكوفيت. وأمّا مجموعة معادن **الفلسبار** فتُصنَّف إلى نوعين رئيسين، هما: الفلسبار البوتاسي مثل الأرثوكليز (Orthoclase)، والفلسبار الصودي الكلسي مثل (البلاجيوكليز Plagioclase) مثل: الألبيت (Albite) الغني بالصوديوم، والأنورثيت (Anorthite) الغني بالكالسيوم. والكوارتز الذي يتكوَّن من ثاني أكسيد السليكون (SiO_2).



الشكلُ (10): تصنيفُ الصخورِ النارية بحسبِ تركيبِها المعدنيِّ، ونسبِ السليكا فيها، وأمثلةٌ على كلِّ نوعٍ منَ الصخورِ الجوفيةِ والصخورِ السطحيةِ.

وأمّا **الصخورُ المتوسطةُ** فهيَ صخورٌ ناريةٌ تحتوي على معادنَ سليكاتيةٍ متوسطةِ الغنى بالسليكا، وتكونُ ألوانُها بينَ الفاتحِ والغامقِ. وهيَ تتكوَّنُ منْ معادنِ البلاجيوكليزِ الصوديِّ، والبيوتيتِ، والأمفيبولِ. ومنَ الأمثلةِ على هذهِ الصخورِ: صخورُ الديوريتِ، وصخورُ الأنديزيتِ.

وأمّا **الصخورُ المافيةُ** فهيَ صخورٌ غامقةُ اللونِ بسببِ احتوائِها على معادنَ غنيةٍ بالحديدِ والمغنيسيومِ، مثلِ: معادنِ البلاجيوكليزِ الكلسيِّ الصوديِّ، ومعادنِ البيروكسينِ، والأمفيبولِ. ومنَ الأمثلةِ على هذهِ الصخورِ: صخورُ الغابرو، وصخورُ البازلتِ.

وأمّا **الصخورُ فوقَ المافيةِ** فهيَ صخورٌ قاتمةٌ (شديدةُ الاسوادِ) تحتوي على نسبةٍ منخفضةٍ منَ السليكا، وتتكوَّنُ في مجملِها منْ معادنِ الأوليفينِ، والبيروكسينِ. ومنْ أشهرِ الأمثلةِ عليْها: صخورُ البيريدوتيتِ، وصخورُ الكوماتيتِ، أنظرُ الشكلَ (11) الذي يُمثِّلُ صخرَ البيريدوتيتِ.

الشكلُ (11): صخرُ البيريدوتيتِ الذي يُعَدُّ أحدَ الصخورِ فوقَ المافيةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُصنِّفُ صخرَ الديوريتِ بناءً على تركيبِهِ المعدنيِّ، مُبيِّنًا المعادنَ المُكوِّنةَ لهُ.

نشاط سريع أنواع الصخور النارية:

- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعطِ كل مجموعة عيِّنات صخرية نارية تشمل الأنواع الأربعة ما أمكن، ثم اطلب إلى أفراد المجموعات تصنيف هذه العيِّنات، بحسب لونها والمعادن المُكوِّنة لها، إلى أنواعها الرئيسة: الفلسية، والمتوسطة، والمافية، وفوق المافية.
- اطلب إلى أفراد المجموعات التأكُّد من تصنيفهم بالرجوع إلى الشكل (10)، ومقارنة اسم الصخر بالمجموعة التي ينتمي إليها.

✓ **أتحقَّقُ:** يُصنَّف صخر الديوريت بحسب تركيبه المعدني إلى صخور متوسطة، ويتكوَّن من معدني البلاجيوكليز والأمفيبول، وقد يحتوي على البيوتيت، أو البيروكسين، أو الكوارتز.

◄ استخدام الصور والأشكال:
تصنيف الصخور النارية:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (10)، ثم اسألهم:

– ما أنواع الصخور النارية اعتمادًا على تركيبها المعدني؟

أنواع الصخور النارية اعتمادًا على تركيبها المعدني: الصخور الفلسية، والصخور المتوسطة، والصخور المافية، والصخور فوق المافية.

- عيِّن على الشكل هذه الأنواع، ثم اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– ما نوع الصخر الجوفي المُمثِّل للصخور الفلسية؟

نوع الصخر الجوفي المُمثِّل للصخور الفلسية هو الغرانيت.

– مِمَّ يتكوَّن صخر الغرانيت؟

يتكوَّن صخر الغرانيت من الفلسبار البوتاسي (الأرثوكليز)، والكوارتز، والبلاجيوكليز الغني بالصوديوم، ومعدني البيوتيت والمسكوفيت.

– هل لون الصخور فوق المافية فاتح أم غامق؟

لون الصخور فوق المافية غامق.

– لماذا؟

لأنَّها تحتوي على معدني الأوليفين والبيروكسين الغنيين بعنصري الحديد والمغنيسيوم.

ملحوظة: يُمكِن للمُعلِّم طرح أسئلة متنوعة عن الصخور التي في الشكل لاستنتاج خصائص كل نوع منها.

إضاءة للمُعلِّم

الصخور الفلسية والصخور المافية:

كلمة (Felsic) تعني الماغما، أو الصخور النارية الغنية بالسليكا والبوتاسيوم، وهي تتألَّف من مقطعين: (Fel) الذي هو اختصار لمعدن الفلسبار(Feldspar)، و(sic) الذي هو اختصار لمعدن الكوارتز أو السليكا (Silica). أمّا كلمة (Mafic) فتعني الماغما، أو الصخور النارية الغنية بالحديد والمغنيسيوم، وهي تتألَّف من مقطعين: (Ma) الذي هو اختصار للمغنيسيوم (Magnesium)، و (fic) الذي هو اختصار للحديد.

مراجعة الدرس

3 التقويم

1 صخور نارية جوفية، وصخور نارية سطحية.

2 عندما يتعرَّض الصخر الناري لعمليات تجوية وتعرية، ثم يترسَّب الفتات الصخري الناتج في أحواض الترسيب، ثم يتصخَّر، فإنَّه يتحوَّل إلى صخر رسوبي.

3 يكون صخر البازلت في باطن الأرض على شكل ماغما، وما إنْ تصعد إلى السطح، وتتعرَّض لعوامل الجو، حتى تبدأ اللابة المتدفقة على السطح بالتبريد السريع، وتتبلور المعادن المُكوِّنة لها، وتتصلَّب، مُشكِّلة صخر البازلت.

4 حبيبات صخر الغرانيت كبيرة مرئية، ونسبة السليكا فيه عالية، ولونه فاتح. أمّا صخر الأنديزيت فحبيباته صغيرة غير مرئية، ونسبة السليكا فيه متوسطة، ولونه بين الفاتح والغامق.

5 يُصنَّف صخر البيريدوتيت بأنه فوق مافي؛ لذا، فإنَّ الصخر المكافئ له داكن اللون. وهو يتكوَّن من معدني الأوليفين والبيروكسين، ونسبة السيلكا فيه قليلة، ولكنَّه يختلف عنه بأنَّ نسيجه غير مرئي؛ لأنَّه تكوَّن على سطح الأرض.

6 ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد، ولكن يجب أنْ يحتوي النموذج على ما يأتي:

لابة على سطح الأرض، وعمليات تبريد سريعة، وتبلور للمعادن، ثم تكوُّن الصخر السطحي.

مراجعةُ الدرسِ

1. **أُصنِّفُ** الصخورَ النارية بحسبِ مكانِ تبلوُرِها.
2. **أُوضِّحُ** كيفَ يُمكِنُ أنْ يصبحَ الصخرُ الناريُّ صخرًا رسوبيًّا.
3. **أَتتبَّعُ** مراحلَ تكوُّنِ صخرِ البازلتِ منْ لحظةِ وجودِهِ في باطنِ الأرضِ حتّى تصلُّبِهِ على سطحِ الأرضِ.
4. **أُقارِنُ** بينَ صخريِ الغرانيتِ والأنديزيتِ منْ حيثُ: حجمُ الحبيباتِ، ونسبةُ السليكا، واللونُ.
5. **أستنتجُ** خصائصَ صخرٍ تكوَّنَ على سطحِ الأرضِ، وكافأَ في تركيبِهِ تركيبَ صخرِ البيريدوتيتِ.
6. **أُصمِّمُ** نموذجًا يُوضِّحُ كيفيةَ تكوُّنِ الصخورِ النارية السطحيةِ على سطحِ الأرضِ.

*** التفكير: التحليل.**

الفت انتباه الطلبة – في أثناء حل أسئلة التحليل والاستنتاج– إلى أنَّ مهارة المقارنة هي إحدى مهارات التفكير التي تستخدم في التحليل، وأنَّه يتعيَّن عليهم في أثناء التحليل تفحُّص المعلومات، وتفكيكها إلى أجزائها الرئيسة، ثم تحديد أوجه التشابه والاختلاف بينها؛ للتوصُّل إلى استنتاجات منطقية صحيحة.

الدرسُ 2
الصخورُ الرسوبيةُ
Sedimentary Rocks

الفكرةُ الرئيسةُ:
تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ نتيجةَ تصخُّرِ الرسوبياتِ على شكلِ طبقاتٍ متتاليةٍ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أتعرَّفُ كيفَ تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ.
- أُصنِّفُ الصخورَ الرسوبيةَ.
- أُوضِّحُ معالمَ الصخورِ الرسوبيةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

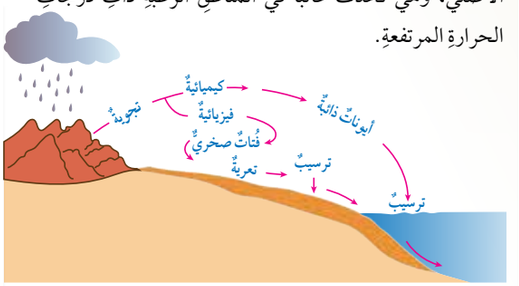
الرسوبياتُ	Sediments
التصخُّرُ	Lithification
التراصُّ	Compaction
الالتحامُ	Cementation
الصخورُ الرسوبيةُ الفُتاتيةُ	Clastic Sedimentary Rocks
الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ	Chemical Sedimentary Rocks
الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ الحيويةُ	Biochemical Sedimentary Rocks
الطبقيةُ المُتدرِّجةُ	Graded-Bedding
علاماتُ النيمِ	Ripple Marks
التشقُّقاتُ الطينيةُ	Mud Cracks

تكوُّنُ الصخورِ الرسوبيةِ Sedimentary Rocks Formation

تعرَّفْتُ سابقًا أنَّ الصخورَ الرسوبيةَ هيَ أحدُ أنواعِ الصخورِ التي تتشكَّلُ منْها القشرةُ الأرضيةُ.

تغطّي الصخورُ الرسوبيةُ ثلاثةَ أرباعِ سطحِ اليابسةِ تقريبًا، وتُشكِّلُ نحوَ 5 % منْ حجمِ الصخورِ الكليِّ في القشرةِ الأرضيةِ، ويُمثِّلُ وجودُها أهميةً كبيرةً في حياتِنا. ولكنْ، كيفَ يتكوَّنُ هذا النوعُ منَ الصخورِ؟

يبدأُ تكوُّنُ الصخورِ الرسوبيةِ منْ عمليةِ التجويةِ التي تعملُ على تكسيرِ الصخورِ والمعادنِ المُكوِّنةِ لها، وتفتيتها، وتحليلِها، أنظرُ الشكلَ (12). يُمكِنُ تقسيمُ التجويةِ إلى نوعيْنِ رئيسيْنِ، هما: التجويةُ الفيزيائيةُ (الميكانيكيةُ) التي ينتجُ منْها فُتاتٌ صخريٌّ مُشابهٌ في خصائصِهِ للصخورِ الأصليةِ، وتحدثُ غالبًا في المناطقِ الصحراويةِ الجافةِ، والتجويةُ الكيميائيةُ التي تؤدي إلى تكوُّنِ معادنَ جديدةٍ تختلفُ في خصائصِها عنِ المعادنِ المُكوِّنةِ للصخرِ الأصليِّ، وهيَ تحدثُ غالبًا في المناطقِ الرطبةِ ذاتِ درجاتِ الحرارةِ المرتفعةِ.



الشكلُ (12): مراحلُ تكوُّنِ الصخورِ الرسوبيةِ بفعلِ عملياتِ التجويةِ، والتعريةِ، والترسيبِ.
أُحدِّدُ: أينَ تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ؟

نشاطٌ سريعٌ التجويةُ الفيزيائيةُ والتجويةُ الكيميائيةُ:

- وزِّعِ الطلبةَ إلى مجموعاتٍ، ثمَّ أعطِ كلَّ مجموعةٍ مطرقةً، وحمضَ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفَ، وعيِّنتيْنِ صخريتيْنِ تُمثِّلانِ صخريَ الرملِ والجيرِ.
- اطلبْ إلى أفرادِ المجموعاتِ إضافةَ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ إلى العيِّنتيْنِ، وملاحظةَ تفاعلِه معهما، ثمَّ استخدامَ المطرقةِ في تفتيتِ جزءٍ منَ العيِّنتيْنِ.
- اطرحْ على الطلبةِ السؤالينِ الآتييْنِ:

– ما نوعُ التجويةِ التي تمَّتْ محاكاتُها في الحالتيْنِ؟

تمَّتْ محاكاةُ التجويةِ الفيزيائيةِ باستعمالِ المطرقةِ، ومحاكاةُ التجويةِ الكيميائيةِ باستعمالِ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ.

– هلْ تتأثَّرُ الصخورُ جميعُها بدرجةِ التجويةِ نفسِها؟

لا، لا تتأثَّرُ الصخورُ جميعُها بدرجةِ التجويةِ نفسِها؛ فالصخورُ الجيريةُ – مثلًا – تتأثَّرُ بالتجويةِ الكيميائيةِ، في حينِ لا يتأثَّرُ بها الصخرُ الرمليُّ.

حلُّ سؤالِ الشكلِ (12):

تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ في أماكنِ الترسيبِ، مثلِ: البحارِ، والبحيراتِ.

الدرسُ 2
الصخورُ الرسوبيةُ
Sedimentary Rocks

1 تقديمُ الدرسِ

الفكرةُ الرئيسةُ:

الصخورُ الرسوبيةُ:

- اعرضْ أمامَ الطلبةِ صورةً لتتابعٍ طبقيٍّ منَ الصخورِ الجيريةِ أوِ الرمليةِ (بحسبِ الصخورِ الشائعةِ في المنطقةِ)، ثمَّ اسألْهم:

– ماذا تشاهدونَ في الصورةِ؟ نشاهدُ في الصورةِ طبقاتٍ من الصخورِ.

– هلْ توجدُ الصخورُ جميعُها على شكلِ طبقاتٍ؟ ستتنوَّعُ إجاباتُ الطلبةِ، وتتعدَّدُ.

- أُدِرْ نقاشًا معَ الطلبةِ لاستنتاجِ أنَّ الصخورَ الرسوبيةَ توجدُ على شكلِ طبقاتٍ متتاليةٍ.

الربطُ بالمعرفةِ السابقةِ

تكوُّنُ الصخورِ الرسوبيةِ:

- ذكِّرِ الطلبةَ بدورةِ الصخورِ التي تعرَّفوها في الدرسِ السابقِ، بطرحِ الأسئلةِ الآتيةِ عليهم:

– ما الأنواعُ الثلاثةُ للصخورِ؟ الأنواعُ الثلاثةُ للصخورِ، هي: الناريةُ، والرسوبيةُ، والمُتحوِّلةُ.

– ما العملياتُ التي تتعرَّضُ لها الصخورُ قبلَ أنْ تصبحَ صخورًا رسوبيةً؟ العملياتُ التي تتعرَّضُ لها الصخورُ قبلَ أنْ تصبحَ صخورًا رسوبيةً، هي: التجويةُ، والتعريةُ، والنقلُ، والترسيبُ.

– ماذا نعني بالتجويةِ؟

التجويةُ: عمليةٌ جيولوجيةٌ خارجيةٌ تتفتَّتُ فيها الصخورُ وتتحلَّلُ على سطحِ الأرضِ؛ نتيجةً لتأثيرِ العواملِ الجويةِ السائدةِ، منْ دونِ حدوثِ نقلٍ للفتاتِ الصخريِّ منْ مكانِه.

– ما المقصودُ بالتعريةِ؟ **التعريةُ**: عمليةٌ جيولوجيةٌ خارجيةٌ تُنقَلُ فيها نواتجُ التجويةِ منْ مكانِها إلى أحواضِ الترسيبِ بفعلِ عواملِ التعريةِ، مثلِ: الرياحِ، والمياهِ الجاريةِ.

– ماذا يُقصَدُ بالترسيبِ؟ **الترسيبُ**: عمليةٌ جيولوجيةٌ يتراكمُ فيها الفتاتُ الصخريُّ أوِ المعادنُ الذائبةُ وبقايا الكائناتِ الحيةِ في أحواضِ الترسيبِ بفعلِ الجاذبيةِ.

2 التدريسُ

استخدامُ الصورِ والأشكالِ:

الصخورُ الرسوبيةُ:

- وجِّهِ الطلبةَ إلى دراسةِ الشكلِ (12)، ثمَّ تتبَّعْ معهم مراحلَ تكوُّنِ الصخورِ الرسوبيةِ، بدءًا بمرحلةِ تجويةِ الصخورِ الأصليةِ، ومرورًا بتعريتِها ونقلِها، وانتهاءً بترسيبِها في حوضِ الترسيبِ.

✓ **أتحقَّقُ:** التجوية الفيزيائية تعمل على تفتيت الصخر من دون حدوث تغيُّر في التركيب الكيميائي للصخر، أمّا التجوية الكيميائية فتعمل على تحلُّل المعادن المُكوِّنة للصخور، وإنتاج معادن جديدة.

أفكِّرُ **التجوية بفعل الكائنات الحية:**

- وجِّه كل طالب إلى الإجابة عن السؤال الآتي وحده، ثم مشاركة زملائه في إجابته:

– ما علاقة الكائنات الحية بالتجوية الكيميائية، والتجوية الفيزيائية؟

تُؤثِّر الكائنات الحية في الصخور، وتعمل على تجويتها تجوية فيزيائية؛ إذ تُؤثِّر جذور النباتات – مثلًا– في أثناء نموها في تفتُّت الصخور، وكذلك تفعل الحيوانات في أثناء بناء جحورها. وبالمثل، تعمل بعض الكائنات الحية على تجوية الصخور تجوية كيميائية، مثل إفراز جذور النباتات مواد حمضية تذيب الصخور الجيرية في أثناء نموها. ويؤدي تحلُّل بقايا الكائنات الحية على تكوُّن حمض الكربونيك الذي يذيب الصخور، ويُحلِّلها.

استخدام الصور والأشكال:

تكوّن الصخور الرسوبية:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (13)، ثم اطرح عليهم الأسئلة الآتية:

– ما تأثير تراكم الرسوبيات بعضها فوق بعض في الأحواض الرسوبية؟

يؤدي تراكم الرسوبيات بعضها فوق بعض في الأحواض الرسوبية إلى حدوث تراصٍّ لها، وتقليل حجم الفراغات بين الحبيبات.

– ما تأثير ترسُّب المواد الذائبة في الفراغات الموجودة بين الحبيبات؟

يؤدي ترسُّب المواد الذائبة في الفراغات الموجودة بين الحبيبات إلى ترابط هذه الحبيبات بعضها ببعض.

– ما تأثير هذه العمليات في الرسوبيات؟

تتسبَّب هذه العمليات في تصلُّب الرسوبيات وترابطها.

– ماذا تُسمّى هذه العمليات؟

تُسمّى هذه العمليات عمليات التصخُّر.

أفكِّرُ يُقسِّمُ بعضُ الجيولوجيينَ التجويةَ إلى ثلاثةِ أنواعٍ: كيميائيةٍ، وفيزيائيةٍ، وحيويةٍ؛ إذْ تُسهِمُ الكائناتُ الحيةُ في تجويةِ الصخرِ.

ما علاقةُ الكائناتِ الحيةِ بالتجويةِ الكيميائيةِ، والتجويةِ الفيزيائيةِ؟

أُناقِشُ مُعلِّمي وزملائي في النتائجِ التي أتوصَّلُ إليْها.

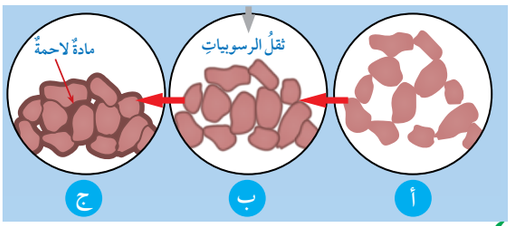
يُؤثِّرُ نوعُ التجويةِ في نوعِ الصخرِ الرسوبيِّ المُتكوِّنِ، ولا تبقى الموادُّ الناتجةُ منْ عملياتِ التجويةِ في مكانِها غالبًا؛ إذْ تُحرِّكُها عمليةُ التعريةِ عنْ طريقِ أحدِ عواملِ التعريةِ، مثلِ: المياهِ الجاريةِ، والرياحِ، والجليدياتِ، وتنقلُها إلى أماكنِ الترسيبِ (حوضُ الترسيبِ)، حيثُ تُلقى حمولتَها بعمليةِ الترسيبِ، ثمَّ تتراكمُ الرسوبياتُ Sediments، وتتصلَّبُ مُكوِّنةً الصخورَ الرسوبيةَ بمرورِ الزمنِ.

✓ **أتحقَّقُ:** فيمَ يختلفُ أثرُ التجويةِ الفيزيائيةِ في الصخورِ عنْها في التجويةِ الكيميائيةِ؟

تحوُّلُ الرسوبياتِ إلى صخورٍ رسوبيةٍ

Transform of Sediments into Sedimentary Rocks

قدْ يتوارِدُ إلى الذهنِ السؤالُ الآتي: كيفَ تتحوَّلُ الرسوبياتُ إلى صخورٍ رسوبيةٍ؟ فيجابُ عنِ السؤالِ المطروحِ بالقولِ: تتعرَّضُ الرسوبياتُ إلى مجموعةٍ منَ العملياتِ، تعملُ على تكوينِ الصخورِ الرسوبيةِ، في ما يُعرَفُ بعملياتِ التصخُّرِ Lithification . فعندما تتراكمُ الرسوبياتُ فوقَ بعضِها على شكلِ طبقاتٍ، وبعدَ مُضِيِّ آلافِ السنينَ أوْ ملايينَ منْها، يعملُ الضغطُ الناتجُ منْ ثقلِ الرسوبياتِ على تقليصِ الفراغاتِ بينَ الحبيباتِ، فتصبحُ أقلَّ حجمًا، ويقلُّ سُمْكُ الطبقاتِ، في ما يُعرَفُ باسمِ التراصِّ Compaction. وقدْ تتخلَّلُ المحاليلُ المائيةُ الفراغاتِ الموجودةَ في الرسوبياتِ، فترسِّبُ بعضُ الموادِّ المعدنيةِ التي تحملُها بينَ الفراغاتِ؛ ما يؤدي إلى ترابطِ الحبيباتِ، والتحامِ بعضِها ببعضٍ، فتتحوَّلُ إلى مادةٍ صخريةٍ. وتُسمّى هذهِ العمليةُ الالتحامَ Cementation، أنظرُ الشكلَ (13) الذي يُمثِّلُ عملياتِ التصخُّرِ.



الشكلُ (13): عملياتُ التصخُّرِ في الصخورِ الرسوبيةِ.
أ - الرسوبياتُ الأصليةُ.
ب- الرسوبياتُ بعدَ تعرُّضِها للتراصِّ.
ج- الرسوبياتُ بعدَ تعرُّضِها للالتحامِ.

✓ **أتحقَّقُ:** ما المقصودُ بعملياتِ التصخُّرِ؟

معلومة إضافية

المادة اللاحمة:

- وجِّه كل طالب إلى البحث في شبكة الإنترنت عن أنواع المواد اللاحمة التي تربط الحبيبات في الصخور الرسوبية، ثم كتابة تقرير مُعزَّز بالصور عنها، ثم قراءته أمام الزملاء في الصف.

تتكوَّن المواد اللاحمة من عِدَّة مواد ذائبة، مثل: السليكا، وكربونات الكالسيوم، وأكاسيد الحديد.

✓ **أتحقَّقُ:** عمليات التصخُّر: عمليات تعمل على تحوُّل الرسوبيات إلى صخر رسوبي، وهي تشمل عمليتي التراصِّ، والالتحام.

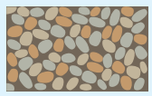
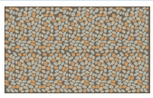
تصنيفُ الصخورِ الرسوبيةِ Classification of Sedimentary Rocks

تُصنَّفُ الصخورُ الرسوبيةُ تبعًا لكيفيةِ تكوُّنِها إلى ثلاثةِ أنواعٍ رئيسةٍ، هيَ: الصخورُ الرسوبيةُ الفُتاتيةُ Clastic Sedimentary Rocks التي تنشأُ منْ ترسُّبِ الفُتاتِ الصخريِّ الناتجِ منَ التجويةِ الفيزيائيةِ. والصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ Chemical Sedimentary Rocks التي تنشأُ منْ ترسُّبِ الموادِّ الذائبةِ في أحواضِ الترسيبِ، مثلِ البحارِ، بعدَ زيادةِ تركيزِها. والصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ الحيويةُ Biochemical Sedimentary Rocks التي تنشأُ منْ تراكُمِ بقايا الكائناتِ الحيةِ الصُّلْبةِ؛ الحيوانيةِ أوِ النباتيةِ، وتصخُّرِها.

الصخورُ الرسوبيةُ الفُتاتيةُ Clastic Sedimentary Rocks

تنشأُ الصخورُ الرسوبيةُ الفُتاتيةُ بفعلِ تراكُمِ الفُتاتِ الصخريِّ الناتجِ منْ عملياتِ التجويةِ الفيزيائيةِ للصخورِ المختلفةِ المُتكشِّفةِ على سطحِ الأرضِ، وهيَ تُصنَّفُ تبعًا لحجمِ حبيباتِها إلى أنواعٍ منَ الصخورِ، أشهرُها الصخرُ الرمليُّ. ويُبيِّنُ الجدولُ (1) العلاقةَ بينَ حجمِ الحبيباتِ ونوعِ الصخرِ الرسوبيِّ الفُتاتيِّ.

الجدول (1): العلاقةُ بينَ حجمِ الحبيباتِ ونوعِ الصخرِ الرسوبيِّ الفُتاتيِّ.

حجمُ الحبيباتِ	اسمُ الراسبِ	النسيجُ	اسمُ الصخرِ
2 mm <	الحصباءُ.		صخرُ الكونغلوميريتِ Conglomerate، أو البريشيا Breccia.
1/16 mm – 2 mm	الرملُ.		الصخرُ الرمليُّ Sandstone.
1/256 mm - 1/16 mm	الغرينُ.		الصخرُ الغرينيُّ Siltstone.
< 1/256 mm	الطينُ.		صخرُ الغضارِ Shale. الصخرُ الطينيُّ Mudstone.

نشاط سريع صخور البترا:

- وجِّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن مدينة البترا، وتحديد موقعها، ونوع صخورها.

تقع البترا جنوب مدينة عمّان، وتبعد عنها 225 km، وتتكوَّن من صخور رملية فتاتية مُلوَّنة تكوَّنت في بيئة قارية بالعصر الكامبري، وتعلوها صخور بيضاء تشكَّلت في العصر الأردوفيسي الأسفل.

طريقة أخرى للتدريس تصنيف الصخور النارية

- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعطِ كل مجموعة عيِّنة من صخر الغرانيت الذي تعرَّض للتجوية، وعيِّنة من الصخر الرملي، ومطرقة.
- اطلب إلى أفراد كل مجموعة تفتيت صخر الغرانيت إلى قطع صغيرة بالمطرقة (مراعين تعليمات السلامة العامة)، ثم اطرح عليهم السؤال الآتي:
  - ما نوع التجوية التي تعرَّض لها صخر الغرانيت؟

◄ مناقشة:

تصنيف الصخور الرسوبية:

- ناقِش الطلبة في العلاقة بين التجوية وأنواع الصخور الرسوبية، بطرح الأسئلة الآتية عليهم:

– ما الخصائص التي تشترك فيها الصخور الرسوبية جميعها؟

الخصائص التي تشترك فيها الصخور الرسوبية جميعها: الترسُّب على شكل طبقات، واحتواؤها على أحافير.

– ما علاقة نوع التجوية بنوع الصخر الرسوبي؟

يؤدي تراكم نواتج أحد أنواع التجوية إلى تكوُّن نوع مُحدَّد من الصخور الرسوبية.

– ما نوع الصخور التي تنشأ بفعل تراكم الفتات الصخري الناتج من التجوية الفيزيائية؟

نوع الصخور التي تنشأ بفعل تراكم الفتات الصخري الناتج من التجوية الفيزيائية: الصخور الرسوبية الفتاتية.

◄ تفسير الجدول:

الصخور الرسوبية الفتاتية:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (1)، ثم أخبرهم أنَّه يُستخدَم في تصنيف الصخور الرسوبية الفتاتية، ثم اطرح عليهم الأسئلة الآتية:

– ما معيار تصنيف الصخور الفتاتية؟

معيار تصنيف الصخور الفتاتية هو حجم الحبيبات.

– ما نوع الصخر الذي ينتج من تراكم حبيبات يتراوح حجمها بين (1/16 mm) و (1/256 mm)؟

نوع الصخر الذي ينتج من تراكم حبيبات يتراوح حجمها بين (1/16 mm) و (1/256 mm) هو صخر الغرين.

– كيف يُمكِن تمييز صخر الغضار من الصخر الرملي؟

يُمكِن تمييز صخر الغضار من الصخر الرملي بما يأتي:

- مشاهدة الحبيبات في الصخر الرملي بالعين المُجرَّدة، في حين لا يُمكِن تمييز الحبيبات في صخر الغضار.
- نعومة ملمس الغضار لصغر حجم حبيباته.

نشاط سريع **البريشيا والكونغلوميرات:**

- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعطِ كل مجموعة عيِّنتين تُمثِّلان صخري البريشيا والكونغلوميرات، أو صور لهما، ثم اطلب إلى أفراد المجموعات تفحُّص العيِّنتين، وتحديد أوجه التشابه والاختلاف بينهما.

أوجه التشابه:

كلا الصخرين يتكوَّن من حبيبات كبيرة الحجم (أكبر من 2 mm).

أوجه الاختلاف:

صخر البريشيا حبيباته مزواة، أمّا صخر الكونغلوميرات فحبيباته مستديرة، وليس لها حواف.

إضاءة للمُعلِّم

تبلور المعادن وتجويتها:

تتبلور المعادن في الماغما في درجات حرارة مختلفة اعتمادًا على درجات انصهارها؛ إذ تتبلور أولًا المعادن ذات درجات الانصهار العالية. وأول المعادن تبلورًا هو الأوليفين، ثم البيروكسين، وآخرها تبلورًا هو الفلسبار البوتاسي والكوارتز.

وجد العلماء أنَّ المعادن التي تتبلور في درجات الحرارة العالية هي أكثر تأثُّرًا بالتجوية الكيميائية من المعادن التي تتبلور في درجات الحرارة المنخفضة؛ لذا يُعَدُّ معدن الأوليفين من أقلِّ المعادن استقرارًا على سطح الأرض، في حين يُعَدُّ معدنا الكوارتز والفلسبار البوتاسي من أكثر المعادن استقرارًا على سطح الأرض. وهذا يُفسِّر سبب تكوُّن معظم الصخور الرسوبية الفتاتية (مثل الصخر الرملي) من الكوارتز والفلسبار البوتاسي.

أ- الكونغلوميريتُ. ب- البريشيا.

الشكلُ (14): صخرُ الكونغلوميريتِ، وصخرُ البريشيا اللذانِ يزيدُ حجمُ حبيباتِ كلٍّ منْهُما على (2mm).

منَ الأمثلةِ على الصخورِ الرسوبيةِ الفُتاتيةِ التي يزيدُ حجمُ الحبيباتِ فيها على (2mm): صخرُ الكونغلوميريتِ Conglomerate، وصخرُ البريشيا Breccia. يمتازُ صخرُ الكونغلوميريتِ منْ صخرِ البريشيا باستدارةِ حبيباتِهِ، ويعزو الجيولوجيونَ سببَ ذلكَ إلى نقلِ الفتاتِ الصخريِّ المُكوِّنِ لهُ مسافةً طويلةً منْ مكانِ تجويةِ الصخرِ الأصليِّ حتّى مكانِ الترسيبِ؛ ما يؤدي إلى حَتِّ حوافِ الحبيباتِ كما في الشكلِ (14/أ)، خلافًا لصخرِ البريشيا ذي الحبيباتِ المزواةِ الذي لمْ تُنقَلْ حبيباتُهُ، أنظرُ الشكلَ (14/ب).

أ- الصخرُ الرمليُّ. ب- صخرُ الغضارِ.

الشكلُ (15): الصخرُ الرمليُّ، وصخرُ الغضارِ اللذانِ يقلُّ حجمُ حبيباتِ كلٍّ منْهُما عنْ (2mm).
أُقارِنُ بينَ الصخرِ الرمليِّ وصخرِ الغضارِ منْ حيثُ حجمُ الحبيباتِ.

أمّا الصخرُ الرمليُّ فيمتازُ بحبيباتِهِ جيدةِ الاستدارةِ، التي يُمكِنُ رؤيتُها بالعينِ المُجرَّدةِ كما في الشكلِ (15/أ)، خلافًا لحبيباتِ صخرِ الغضارِ التي لا يُمكِنُ تمييزُها بسببِ صِغرِ حجمِها، أنظرُ الشكلَ (15/ب).

حل سؤال الشكل (15):

حجم حبيبات الصخر الرملي أكبر من حجم حبيبات صخر الغضار؛ إذ يتراوح حجم حبيبات الصخر الرملي بين (1/16 mm) و (1/256 mm)، في حين يقل حجم حبيبات صخر الغضار عن 1/256 mm.

الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ Chemical Sedimentary Rocks

تعرَّفْتُ في صفوفٍ سابقةٍ أنَّ منْ نواتجِ التجويةِ الكيميائيةِ إذابةَ بعضِ المعادنِ التي تُكوِّنُ الصخورَ، وتأخذُ شكلَ أيوناتٍ تُنقَلُ معَ الماءِ إلى حوضِ الترسيبِ، حيثُ تتفاعلُ معَ بعضِها مُكوِّنةً موادَّ جديدةً، مثلَ كربوناتِ الكالسيومِ. وعندما يزدادُ تركيزُ هذهِ الموادِّ، ويصبحُ الماءُ مشبعًا بها، فإنَّها تترسَّبُ، وتتراكمُ. وبمرورِ الزمنِ تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ، التي منْها بعضُ أنواعِ الصخورِ الجيريةِ، مثلُ: الترافرتينِ؛ والملحِ الصخريِّ، وصخرِ الجبسِ، أنظرُ الشكلَ (16).

الشكلُ (16): صخرُ الجبسِ الذي يُعَدُّ أحدَ الصخورِ الرسوبيةِ الكيميائيةِ.

الربطُ بالكيمياءِ

* تتفاعلُ أيوناتُ الكالسيومِ (Ca^{2+}) معَ مجموعةِ الهيدروكسيدِ الأيونيةِ (OH^-) لتكوينِ مُركَّبِ هيدروكسيدِ الكالسيومِ ($Ca(OH)_2$)؛ إذْ يتفاعلُ مُركَّبُ هيدروكسيدِ الكالسيومِ وثاني أكسيدِ الكربونِ (CO_2) لتكوينِ كربوناتِ الكالسيومِ ($CaCO_3$) والماءِ (H_2O) وفقَ المعادلتيْنِ الآتيتيْنِ:

$$Ca^{2+} + 2(OH^-) \longrightarrow Ca(OH)_2$$

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

تترسَّبُ كربوناتُ الكالسيومِ الناتجةُ في حوضِ الترسيبِ (البحرُ). وبمرورِ الزمنِ تتراكمُ هذهِ الرسوباتُ، وتتصلَّبُ مُكوِّنةً صخورًا جيريةً، أنظرُ الشكلَ (17).

يُمكِنُ تعرُّفُ خصائصِ الصخورِ الرسوبيةِ الكيميائيةِ بتنفيذِ التجربةِ الآتيةِ.

* المعادلتانِ للاطِّلاعِ فقطْ.

الشكلُ (17): الصخورُ الجيريةُ التي تتكوَّنُ نتيجةَ ترسُّبِ كربوناتِ الكالسيومِ وتصلُّبِها في البحارِ.

الربطُ بالكيمياءِ

تفاعل الأيونات:

- راجِع الطلبة في بعض المفاهيم الكيميائية (مثل: الأيون، والمُركَّب الأيوني) عند الحديث عن تكوُّن كربونات الكالسيوم التي يؤدي تراكمها وتراصُّها إلى تكوُّن الصخور الجيرية.

يُطلَق على الذرة أو الجزيء المشحون كهربائيًّا اسم الأيون، ويكون عدد الإلكترونات والبروتونات فيه غير متساوٍ. وبناءً على ذلك، تُقسَّم الأيونات إلى أيونات سالبة، وأُخرى موجبة.

عندما ترتبط الأيونات بعضها ببعض بروابط أيونية تتشكَّل مُركَّبات أيونية متعادلة الشحنة، مثل تفاعل أيون الصوديوم الموجب مع أيون الكلوريد السالب، فينتج مُركَّب أيوني هو كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) المتعادل:

$$Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$$

◄ تعزيز:

الترسيب الكيميائي:

- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– كيف تتكوَّن الصخور الرسوبية الكيميائية؟

تتكوَّن الصخور الرسوبية الكيميائية نتيجة انتقال أيونات المعادن الناتجة من التجوية الكيميائية إلى أحواض الترسيب، ومنها المحيطات، وينتج من تفاعلها مواد جديدة، مثل كربونات الكالسيوم. وعندما يزداد تركيزها، ويصبح الماء مشبعًا بها، فإنَّها تترسَّب، ثم تتصلَّب بمرور الزمن، وتتحوَّل إلى صخور.

– ما العامل الذي يُسبِّب ترسُّب كربونات الكالسيوم في الماء؟

العامل الذي يُسبِّب ترسُّب كربونات الكالسيوم في الماء هو زيادة درجة الحرارة؛ إذ إنَّها تعمل على تحرير ثاني أكسيد الكربون، ثم زيادة قاعدية الماء، فتترسَّب كربونات الكالسيوم.

– ما العوامل الأُخرى التي قد تؤدي إلى زيادة تركيز الأيونات الذائبة في الماء ثم إشباعها وترسُّبها؟

العوامل الأُخرى التي قد تؤدي إلى زيادة تركيز الأيونات الذائبة في الماء ثم إشباعها وترسُّبها: التبخُّر.

– اذكر أمثلة على صخور رسوبية كيميائية تتكوَّن نتيجة التبخُّر.

من الأمثلة على الصخور الرسوبية الكيميائية التي تتكوَّن نتيجة التبخُّر: الملح الصخري، والجبس.

التجربة 2

الهدف:

تعرُّف خصائص الصخور الرسوبية الكيميائية.

المهارات العلمية:

الملاحظة، المقارنة، الاستنتاج، التفسير.

إرشادات السلامة:

اطلب إلى الطلبة توخي الحذر في اثناء استخدامهم لحمض الهيدروكلوريك المخفف والمطرقة. وغسل يديهم جيدًا بالماء والصابون بعد الانتهاء من تنفيذ التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- وجِّه الطلبة إلى كتابة ملاحظاتهم ونتائجهم في الصفحة العاشرة من كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- أخبر الطلبة أنَّه يتعيَّن عليهم في الخطوة الرابعة استخدام اللغة الإنجليزية في البحث عن صور المعادن تحت المجهر، واستخدام اسم المعدن باللغة الإنجليزية مع جمل أُخرى، مثل: (under cross-polarized light)؛ أي تحت الضوء المستقطب المتقاطع، و(under plane-polarized light)؛ أي تحت الضوء المستقطب المستوي.
- الفت انتباه الطلبة – في الخطوة الخامسة– إلى اختلاف لون المعدن عند دراسته تحت المجهر باستعمال الضوء المستقطب المستوي عنه في حال استخدام الضوء المستقطب المتقاطع، وأنَّ العديد من المعادن لا تظهر خصائصهاعند استخدام الضوء المستقطب المستوي، وإنَّما تظهر بلا ألوان.
- تجوَّل بين الطلبة في أثناء تفحُّص العيِّنات، وبخاصة عند استخدام حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف، ثم ناقِشهم في ما كتبوه من ملاحظات، واشرح لهم كيفية الحصول على صور للعيِّنات تحت المجهر.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. من الصعب تمييز العيِّنات الصخرية بناءً على حجم الحبيبات باستعمال العدسة المُكبِّرة والعين المُجرَّدة؛ لأنَّ حجم الحبيبات صغير جدًّا.
2. الصخر الجيري يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف بصورة كبيرة، ثم يتفاعل معه الدولوميت بصورة أقلَّ، ثم يتفاعل معه الجبس بصورة أقلَّ ممّا سبق، في حين لا يتفاعل معه الملح الصخري.
3. صخر الدولوميت هو الأكثر قساوة، يليه الصخر الجيري، فالملح الصخري، فالجبس.
4. تصنيف الصخور بعد دراستها تحت المجهر هو أكثر دقة؛ لأنَّ حبيبات الصخور الرسوبية الكيميائية دقيقة من حيث الحجم، فلا يُمكِن تميزها بالعين المُجرَّدة أو العدسة المُكبِّرة. أمّا البلّورات كبيرة الحجم فتظهر تحت المجهر، وتظهر لها خصائص أُخرى جديدة؛ ما يتيح تصنيف الصخر بدقة أكبر.

التجربةُ 2

الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ

الموادُّ والأدوات:

صخورٌ رسوبيةٌ كيميائيةٌ مختلفةٌ (ملحٌ صخريٌّ، جبسٌ، دولوميتُ، صخرٌ جيريٌّ)، حمضُ الهيدروكلوريكِ (HCl) المُخفَّفُ، عدسةٌ مُكبِّرةٌ، مِطرقةٌ، قَطّارةٌ، أدواتُ تحديدِ القساوةِ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- الحذرُ في أثناءِ استعمالِ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، والمِطرقةِ.
- غسلُ اليدينِ جيدًا بالماءِ والصابونِ بعدَ الانتهاءِ منْ تنفيذِ التجربةِ.

خطواتُ العملِ:

1 - أتفحَّصُ العيِّناتِ الصخريةَ بالعينِ المُجرَّدةِ، وباستعمالِ العدسةِ المُكبِّرةِ، ثمَّ أُدوِّنُ لونَ الصخرِ ونسيجَهُ.

2 - أضعُ قطرةً منْ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ على كلِّ عيِّنةٍ صخريةٍ، مُلاحِظًا ما يحدثُ، ثمَّ أُدوِّنُ ملاحظاتي.

3 - أفحصُ قساوةَ العيِّناتِ الصخريةِ (أيُّها قاسٍ؟ أيُّها ليِّنٌ؟)، ثمَّ أُدوِّنُ ملاحظاتي.

4 - أستخدمُ شبكةَ الإنترنتْ في الحصولِ على صورٍ لشرائحَ رقيقةٍ (Thin Sections) تظهرُ تحتَ المِجْهرِ المستقطبِ، وتُمثِّلُ كلَّ صخرٍ منَ الصخورِ التي فُحِصَتْ.

5 - أُلاحِظُ المعادنَ المُكوِّنةَ للصخورِ في هذهِ الصورِ منْ حيثُ حجومُها وألوانُها، ثمَّ أُدوِّنُ ذلكَ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1 - **أستنتجُ**: باستعمالِ العينِ المُجرَّدةِ أو العدسةِ المُكبِّرةِ، هلْ يُمكِنُ تصنيفُ الصخورِ الرسوبيةِ الكيميائيةِ بناءً على حجمِ الحبيباتِ؟ أذكرُ السببَ.

2 - **أُقارنُ** بينَ العيِّناتِ الصخريةِ؛ أيُّها تفاعلَتْ معَ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ بصورةٍ كبيرةٍ؟ أيُّها لمْ تتفاعلْ معَ هذا الحمضِ؟

3 - **أُقارنُ** بينَ العيِّناتِ الصخريةِ منْ حيثُ القساوةُ.

4 - **أُفسِّرُ**: أيُّهما أكثرُ دقَّةً: تصنيفُ الصخورِ بعدَ دراستِها تحتَ المِجْهرِ أَمْ بالعينِ المُجرَّدةِ والعدسةِ المُكبِّرةِ؟

تُصنَّفُ الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ تبعًا لتركيبِها الكيميائيِّ منَ المعادنِ؛ إذْ إنَّ لكلِّ صخرٍ رسوبيٍّ كيميائيٍّ مُكوِّناتٍ معدنيةً خاصةً بِهِ، مثلَ الملحِ الصخريِّ الذي يتكوَّنُ بصورةٍ رئيسةٍ منْ معدنِ الهاليتِ. تمتازُ الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ بحبيباتِها الناعمةِ التي لا يُمكِنُ تمييزُها بالعينِ المُجرَّدةِ، وهيَ تختلفُ في خصائصِها، مثلِ: القساوةِ، واللونِ، وشِدَّةِ التفاعلِ معَ الحموضِ.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		1	2	3	5
1	يُطبِّق إرشادات السلامة في أثناء إجراء التجربة.				
2	يتفحَّص العيِّنات الصخرية بصورة صحيحة.				
3	يُحضِر من شبكة الإنترنت صورًا لشرائح رقيقة تحت المجهر المستقطب تُمثِّل العيِّنات الصخرية المدروسة.				
4	يُدوِّن بدقةٍ ملاحظاته على المعادن الظاهرة تحت المجهر.				
5	يتوصَّل إلى التصنيف الصحيح للصخور الرسوبية الكيميائية.				

الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ الحيويةُ
Biochemical Sedimentary Rocks

تتكوَّنُ هذهِ الصخورُ منْ رسوباتٍ نتجَتْ بفعلِ عملياتٍ حيويةٍ؛ إذْ تأخذُ الكائناتُ الحيةُ البحريةُ المعادنَ الذائبةَ في الماءِ لتُكوِّنَ الجزءَ الصُّلْبَ منْ أجسامِها. وعندَ موتِ هذهِ الكائناتِ، فإنَّ هياكلَها الصُّلْبةَ ترسَّبُ في قاعِ حوضِ الترسيبِ. وبمرورِ الزمنِ تتراكمُ هذهِ الرسوباتُ، وتتصخَّرُ مُكوِّنةً صخورًا رسوبيةً كيميائيةً حيويةً.

منْ أهمِّ أنواعِ هذهِ الصخورِ: صخرُ الفوسفاتِ الذي يتكوَّنُ منْ تراكمِ بقايا عظامِ الكائناتِ البحريةِ، وصخرُ الفحمِ الحجريِّ الذي يتكوَّنُ منْ تحوُّلِ بقايا النباتاتِ نتيجةَ دفنِها في أعماقٍ كبيرةٍ، وصخرُ الطباشيرِ الذي يتكوَّنُ في معظمِهِ منْ بقايا أصدافٍ مجهريةٍ لكائناتٍ حيةٍ مُكوِّنةٍ منْ كربوناتِ الكالسيومِ، وصخرُ الكوكينا الذي يتكوَّنُ منْ بقايا أصدافِ الكائناتِ الحيةِ، وصخرُ الصُّوّانُ الذي ينتجُ منْ تجمُّعِ أصدافٍ سليكاتيةٍ لكائناتٍ حيةٍ دقيقةٍ مثلِ الدياتومِ في البيئاتِ البحريةِ، أنظرُ الشكلَ (18) الذي يُبيِّنُ بعضَ أنواعِ الصخورِ الرسوبيةِ الكيميائيةِ الحيويةِ.

الشكلُ (18): بعضُ أنواعِ الصخورِ الرسوبيةِ الكيميائيةِ الحيويةِ.

أ- الكوكينا.

ب- الصُّوّانُ.

توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع أنواع الصخور الرسوبية، علمًا بأنَّه يُمكِنك إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

شارِك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams) ، أو استعمِل أيَّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

الأحافير:

- راجِع الطلبة في مفهوم الأحفورة، بطرح السؤالين الآتيين عليهم:

– ما الأحفورة؟

الأحفورة: بقايا أو آثار لكائنات حية عاشت قديمًا، وحُفِظت في الصخور الرسوبية.

– كيف تتكوَّن الأحفورة في الصخور الرسوبية؟

عندما يموت الكائن الحي ذو الهيكل الصُّلْب، ويسقط في قاع حوض الترسيب بفعل الجاذبية، تتراكم عليه الرسوبيات، وتتحلَّل فيه المادة الرخوة بفعل عوامل التحلُّل (الأكسجين، والبكتيريا الهوائية). ومع استمرار عملية الترسيب، تتصلَّب الرسوبيات، ويتكوَّن الصخر الرسوبي، مُحتفِظًا في داخله بالجزء الصُّلْب للكائن الحي في صورة أحفورة.

إضاءة للمُعلِّم

الصخور الجيرية:

تُصنَّف الصخور الجيرية، بحسب آلية تكوُّنها، إلى نوعين:

- صخور رسوبية كيميائية تترسَّب بطرائق مختلفة؛ فمنها ما يترسَّب في مياه البحار الاستوائية والمدارية الحارة نسبيًّا، ومنها ما يترسَّب بسبب خروج المياه الحارة من باطن الأرض، ومنها ما يترسَّب في الكهوف في صورة صواعد وهوابط.
- صخور رسوبية كيميائية حيوية تتكوَّن من تراكم أصداف الكائنات الحية الميتة في البحار، ثم ترتبط ببلّورات من كربونات الكالسيوم التي ترسَّبت في أثناء تراكم أصداف الكائنات الحية والتصخُّر.

معلومة إضافية

الفوسفات:

وجِّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن صخور الفوسفات، وكيفية تكوُّنها، وأماكن وجودها في الأردن.

الفوسفات: صخور رسوبية كيميائية حيوية، تتكوَّن من بقايا عظام الكائنات البحرية، وتتكوَّن صخور الفوسفات من معدن الأباتيت (فوسفات الكالسيوم). يُستخرَج الفوسفات في الأردن من مناجم عِدَّة، مثل: الشيدية، والحسا، والوادي الأبيض.

المفاهيم الشائعة غير الصحيحة

الطبقات الصخرية: يعتقد بعض الطلبة خطأً أنَّ الصخور الرسوبية هي الصخور الوحيدة التي توجد على شكل طبقات.

- اعرض على الطلبة صورًا لصخور نارية سطحية، مثل: البازلت، والرماد البركاني، ثم اطلب إليهم ملاحظة الطبقات المُتشكِّلة.
- بيِّن للطلبة أنَّ الرماد البركاني – مثلًا– يخرج من البراكين، ويتراكم على شكل طبقة، ثم تتشكَّل طبقات متنوعة عند تكرار الأمر.
- وضِّح للطلبة أنَّ آليَّة تكوُّن الطبقات في الصخور الرسوبية تختلف عنها في الصخور النارية السطحية.

◄ تقويم المعرفة الجديدة:

وجِّه الطلبة إلى البحث في شبكة الانترنت عن صور لصخور نارية سطحية، مثل: البازلت، والرماد البركاني، وملاحظة الطبقات المُتشكِّلة منها.

معلومة إضافية

التطبُّق المتقاطع:

- اطلب إلى الطلبة البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أنواع التطبُّق، وبخاصة التطبُّق المتقاطع (cross bedding)،ثم إعداد عرض تقديمي عنه.

التطبُّق المتقاطع: أحد أنواع التطبُّق الذي تكون فيه الطبقات مائلة نسبةً إلى بعضها، وهو ينتج من الترسيب بفعل التيارات المائية أو الهوائية متغيرة الاتجاه عند مصابِّ الأنهار، أو في الكثبان الرملية. ويستفاد من دراسة هذا التطبُّق في معرفة بيئة الترسيب، واتجاه التيارات المائية والهوائية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

معالم الصخور الرسوبية:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (19) الذي يُمثِّل بعض معالم الصخور الرسوبية، ثم اطرح عليهم الأسئلة الآتية:

– بماذا يمتاز التطبُّق المُتدرِّج في الشكل (أ)؟

يمتاز التطبُّق المُتدرِّج في الشكل (أ) بوجود الحبيبات الكبيرة في الأسفل، والحبيبات الصغيرة في الأعلى.

معالمُ الصخورِ الرسوبيةِ Features of Sedimentary Rocks

تنفردُ الصخورُ الرسوبيةُ بمعالمَ عِدَّةٍ تُميِّزُها عنْ غيرِها منَ الصخورِ، ويستفيدُ منْها الجيولوجيونَ في تعرُّفِ بيئةِ تكوينِها. منْ أهمِّ هذهِ المعالمِ:

التطبُّقُ Bedding

تمتازُ الصخورُ الرسوبيةُ بوجودِها على شكلِ طبقاتٍ متتاليةٍ مختلفةِ السُّمْكِ. ومنْ أشهرِ أنواعِ التطبُّقِ التطبُّقُ المُتدرِّجُ Graded Bedding؛ فكلَّما اتَّجهْنا إلى أسفلِ الطبقةِ ازدادَ حجمُ الحبيباتِ المُكوِّنةِ لها.

المحتوى الأحفوريُّ Fossil Content

تمتازُ الصخورُ الرسوبيةُ منْ بقيةِ أنواعِ الصخورِ الأُخرى بقدرتِها على الاحتفاظِ بالأحافيرِ، وهيَ بقايا وآثارٌ لكائناتٍ حيةٍ عاشَتْ في ما مضى، وقدِ استفادَ منْها العلماءُ في تعرُّفِ تاريخِ الطبقاتِ الجيولوجيِّ، والبيئاتِ، والمناخِ السائدِ وقتَ تكوُّنِها.

علاماتُ النيمِ Ripple Marks

تُعرَّفُ علاماتُ النيمِ Ripple Marks بأنَّها تموُّجاتٌ صغيرةٌ تكوَّنَتْ بفعلِ مياهِ الأنهارِ، أوِ الأمواجِ البحريةِ، أوِ الرياحِ، وحُفِظَتْ على بعضِ سطوحِ طبقاتِ الصخورِ الرسوبيةِ. وقدِ استدلَّ الجيولوجيونَ منْ توافرِ علاماتِ النيمِ في الصخورِ الرسوبيةِ على بيئةِ الترسيبِ التي سادَتِ المنطقةَ (هلْ هيَ نهريةٌ أمْ بحريةٌ شاطئيةٌ ضحلةٌ؟)، وعلى اتجاهِ التيارِ الناقلِ.

التشقُّقاتُ الطينيةُ Mud Cracks

تنتجُ التشقُّقاتُ الطينيةُ Mud Cracks عندما تجفُّ الرسوباتُ الطينيةُ، فتنكمشُ المعادنُ المُكوِّنةُ لها مُسبِّبةً وجودَ تشقُّقاتٍ. وعندَ ترسُّبِ موادَّ مختلفةٍ عنْها تمتلئُ الشقوقُ بتلكَ الموادِّ، وتحتفظُ بشكلِها. تشيرُ هذهِ التشقُّقاتُ إلى تعرُّضِ الرسوباتِ للجفافِ، أنظرُ الشكلَ (19) الذي يُمثِّلُ بعضَ المعالمِ المُميِّزةِ للصخورِ الرسوبيةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** ما أكثرُ المعالمِ المُميِّزةِ للصخورِ الرسوبيةِ؟

أ- التطبُّقُ المُتدرِّجُ.

ب- علاماتُ النيمِ.

ج- التشقُّقاتُ الطينيةُ.

الشكلُ (19): بعضُ المعالمِ المُميِّزةِ للصخورِ الرسوبيةِ.

– كيف يتشكَّل التطبُّق المُتدرِّج؟

يتشكَّل التطبُّق المُتدرِّج بترسُّب الحبيبات الكبيرة بفعل الجاذبية، ثم تترسَّب الأصغر، فالأصغر فوقها.

– أين تتشكَّل علامات النيم وتشقُّقات الطين؟

تتشكَّل علامات النيم في البيئات النهرية، أو في المناطق الشاطئية، في حين تتشكَّل تشقُّقات الطين عند جفاف الرسوبيات الطينية.

✓ **أتحقَّقُ:** تكوّنها على شكل طبقات، واحتوائها على أحافير في داخلها.

مراجعةُ الدرسِ

1. أُوضِّحُ كيفَ تُصنَّفُ الصخورُ الرسوبيةُ الفُتاتيةُ، ثمَّ أذكرُ مثالًا على صخرٍ رسوبيٍّ فُتاتيٍّ.
2. **أُقارِنُ** بينَ الصخورِ الرسوبيةِ الفُتاتيةِ والصخورِ الرسوبيةِ الكيميائيةِ منْ حيثُ طريقةُ التكوُّنِ.
3. أُوضِّحُ العلاقةَ بينَ التعريةِ وتكوُّنِ الصخورِ الرسوبيةِ الفُتاتيةِ.
4. **أستنتجُ**: ماذا يُمكِنُ أنْ يستخلصَ الجيولوجيونَ منْ وجودِ التطبُّقِ المُتدرِّجِ في إحدى الطبقاتِ الرسوبيةِ؟
5. **أُفسِّرُ** العبارةَ الآتيةَ:

"تُسهِمُ عمليةُ الالتحامِ في زيادةِ قوَّةِ الصخرِ الرسوبيِّ."

مراجعة الدرس

3 التقويم

1. تُصنَّف الصخور الرسوبية الفتاتية بناءً على حجم الحبيبات، ومن أمثلتها الصخر الرملي.
2. تتكوَّن الصخور الرسوبية الفتاتية نتيجة تراكم الفتات الصخري الناتج من عمليات التجوية الفيزيائية والتعرية في أحواض الترسيب، في حين تتشكَّل الصخور الرسوبية الكيميائية من ترسُّب المعادن الذائبة في الماء عند وصولها إلى حالة الإشباع، وهي تتكوَّن بسبب التجوية الكيميائية للصخور.
3. تعمل التعرية على نقل الفتات الصخري الناتج من التجوية من أماكن تجويته إلى أحواض الترسيب بفعل عوامل التعرية (النقل)، مثل: المياه الجارية، والرياح، والجليديات. ونتيجةً لتراكم الفتات الصخري وتصخُّره بمرور الزمن؛ تنتج الصخور الرسوبية الفتاتية.
4. قد يستخلص الجيولوجيون من ذلك حدوث انخفاض لسرعة التيار المائي؛ ما أدّى إلى فقدانه الحبيبات الكبيرة، فالأصغر، فالأصغر كما يحدث عند مصابِّ الأنهار. وكذلك حدوث قلب للطبقات نتيجة الحركات التكتونية عندما تكون الحبيبات الكبيرة في الأعلى والحبيبات الصغيرة في الأسفل.
5. تُسهِم عملية الالتحام في زيادة قوة الصخر الرسوبي؛ لأنَّ المواد اللاحمة تملأ الفراغات بين الحبيبات، وتربط بعضها ببعض؛ ما يزيد من قوة الصخر، ومن تماسكه.

الدرسُ 3

الصخورُ المُتحوِّلة
Metamorphic Rocks

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

الصخور المُتحوِّلة:

- اعرض على الطلبة عيِّنتين صخريتين؛ إحداهما لصخر جيري، والأُخرى لرخام، ثم اسألهم:

– ما اسم هذين الصخرين؟

اسم هذين الصخرين: الصخر الجيري، والرخام.

– ما نوع الصخر الجيري؟

نوع الصخر الجيري: صخر رسوبي.

– ما نوع صخر الرخام؟

ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد. وقد يجيب بعض الطلبة بأنَّه صخر مُتحوِّل.

- أَدِرْ نقاشًا مع الطلبة لاستنتاج أنَّ الصخر الجيري يتحوَّل إلى صخر الرخام عند تعرُّضه لعوامل التحوُّل، ثم أخبِرهم أنَّهم سيتعرَّفون الصخور المُتحوِّلة في هذا الدرس.

◄ الربط بالمعرفة السابقة

تكوُّن الصخور:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– كيف تتكوَّن الصخور النارية والصخور الرسوبية؟

تتكوَّن الصخور النارية نتيجة تبريد وتبلور المعادن من الماغما، أمّا الصخور الرسوبية فتتكوَّن نتيجة ترسُّب الفتات الصخري، أو بقايا الكائنات الحية، أو ترسُّب المواد الذائبة في أحواض الترسيب.

2 التدريس

◄ المناقشة:

التحوُّل والانصهار:

- اطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– تُعَدُّ الحرارة أحد العوامل المُؤثِّرة في تكوُّن الصخور النارية والصخور المُتحوِّلة، ما الاختلاف في تأثيرها في كل منهما؟

لتكوُّن الصخور النارية، يجب أنْ تكون الحرارة أعلى من درجة انصهار المعادن المُكوِّنة للصخور الأصلية، بحيث يحدث انصهار ثم تبريد وتبلور. ولتكوُّن الصخور المُتحوِّلة، يجب أنْ تكون الحرارة أقلَّ من درجة انصهار المعادن المُكوِّنة للصخور الأصلية، بحيث تُؤثِّر في ترتيب معادن الصخور وإعادة تبلورها، أو نمو بلّوراتها.

◄ تعزيز:

عوامل التحوُّل:

- اطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– ما العوامل التي قد تؤدي إلى تحوُّل الصخر؟

العوامل التي قد تؤدي إلى تحوُّل الصخر: الحرارة، والضغط، والمحاليل الحارة.

– ما العمليات الجيولوجية الأرضية التي تُنتِج عوامل التحوُّل؟

الحرارة: تنشأ الحرارة عن ملامسة الماغما للصخور في أثناء اندفاعها، أو دفن الصخور إلى أعماق كبيرة في باطن الأرض. **الضغط:** ينشأ الضغط عن حركة الصفائح المتقاربة، أو الدفن في أعماق كبيرة بباطن الأرض. **المحاليل الحارة:** تنشأ المحاليل الحارة عن السوائل الموجودة في الماغما، أو المياه الجوفية القريبة من الماغما.

الدرسُ 3
الصخورُ المُتحوِّلة
Metamorphic Rocks

◄ الفكرة الرئيسة:

تتكوَّنُ الصخورُ المُتحوِّلةُ منْ صخورٍ ناريةٍ، أوْ رسوبيةٍ، أوْ مُتحوِّلةٍ تعرَّضَتْ لعواملَ عِدَّةٍ، منْها: الضغطُ، والحرارةُ، والمحاليلُ الحرمائيةُ.

◄ نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أُحدِّدُ العواملَ التي تؤدي إلى تكوُّنِ الصخورِ المُتحوِّلةِ.
- أُصنِّفُ الصخورَ المُتحوِّلةَ.
- أُقارِنُ بينَ أنواعِ الصخورِ المُتحوِّلةِ منْ حيثُ الخصائصُ.
- أُبيِّنُ دورَ الصخورِ في دعمِ الاقتصادِ المحليِّ.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

التحوُّلُ	Metamorphism
تحوُّلٌ بالدفنِ	Burial Metamorphism
تحوُّلٌ إقليميٌّ	Regional Metamorphism
تحوُّلٌ بالتَّماسِّ	Contact Metamorphism
تورُّقٌ	Foliation
غيرُ مُتورِّقٍ	Non-Foliated

أنواعُ التحوُّلِ Types of Metamorphism

درسْتُ سابقًا في موضوعِ (دورةُ الصخورِ) أنَّ الصخورَ تنصهرُ، ثمَّ تتحوَّلُ إلى ماغما عندَ تعرُّضِها لدرجاتِ حرارةٍ عاليةٍ أكبرَ منْ درجةِ انصهارِ المعادنِ المُكوِّنةِ لها. ولكنْ، إذا كانَتْ درجةُ الحرارةِ التي تتعرَّضُ لها الصخورُ أقلَّ منْ درجةِ الانصهارِ، فإنَّها تتحوَّلُ إلى صخورٍ منْ نوعٍ آخرَ.

يُعرَّفُ التحوُّلُ Metamorphism بأنَّهُ التغيُّرُ الذي يطرأُ على نسيجِ الصخرِ، أوْ تركيبِهِ المعدنيِّ، أوْ كليْهِما وهوَ في الحالةِ الصُّلْبةِ، مُنتِجًا بذلكَ صخورًا جديدةً تُعرَفُ باسمِ الصخورِ المُتحوِّلةِ Metamorphic Rocks. فما عواملُ التحوُّلِ؟ ما أنواعُ التحوُّلِ؟

تُعَدُّ الحرارةُ أحدَ أهمِّ عواملِ التحوُّلِ، وهيَ تنشأُ نتيجةَ دفنِ الصخرِ الأصليِّ في أعماقٍ كبيرةٍ بباطنِ الأرضِ، أوْ بسببِ ملامسةِ الصخرِ ماغما مُندفِعةً منْ باطنِ الأرضِ، حيثُ تعملُ الحرارةُ على إضعافِ الروابطِ الكيميائيةِ بينَ الأيوناتِ والذرّاتِ المُكوِّنةِ للمعادنِ، ثمَّ تسهيلِ حركةِ الأيوناتِ وانتقالِها منْ معدنٍ إلى آخرَ، فتتكوَّنُ معادنُ جديدةٌ؛ ما يتسبَّبُ في تكوُّنِ صخرٍ مُتحوِّلٍ جديدٍ.

أمّا العاملُ الثاني فهوَ الضغطُ الذي ينشأُ إمّا بسببِ الدفنِ في باطنِ الأرضِ، (كلَّما ازدادَ العمقُ ازدادَ الضغطُ بفعلِ وزنِ الصخورِ الواقعةِ فوقَها)، وإمّا بسببِ تصادُمِ الصفائحِ الأرضيةِ المُتقارِبةِ التي تتسبَّبُ في تكوُّنِ السلاسلِ الجبليةِ. تُسهِمُ المحاليلُ المائيةُ الحارةُ (الحرمائيةُ) أيضًا بفاعليةٍ في عملياتِ التحوُّلِ؛ إذْ تساعدُ على إعادةِ تبلوُرِ المعادنِ المُكوِّنةِ للصخرِ.

توجدُ أنواعٌ مُتعدِّدةٌ منَ التحوُّلِ، يعتمدُ كلٌّ منْها على عاملٍ التحوُّلِ المُؤثِّرِ فيها. ومنْ هذهِ الأنواعِ: التحوُّلُ بالدفنِ، والتحوُّلُ الإقليميُّ، والتحوُّلُ التَّماسيُّ، والتحوُّلُ الحرمائيُّ.

التحوُّلُ بالدفنِ Burial Metamorphism

يحدثُ التحوُّلُ بالدفنِ Burial Metamorphism نتيجةَ دفنِ الصخورِ الرسوبيةِ في أعماقٍ كبيرةٍ بباطنِ الأرضِ، حيثُ تتعرَّضُ الصخورُ لدرجاتِ حرارةٍ وضغطٍ مرتفعيْنِ؛ ما يتسبَّبُ في بدءِ عمليةِ التحوُّلِ، ثمَّ إنتاجِ صخورٍ مُتحوِّلةٍ.

التحوُّلُ الإقليميُّ Regional Metamorphism

يحدثُ التحوُّلُ الإقليميُّ Regional Metamorphism مصاحبًا لحدودِ الصفائحِ الأرضيةِ المُتقاربةِ؛ إذْ يُؤثِّرُ الضغطُ والحرارةُ المرتفعانِ في مساحةٍ واسعةٍ منَ الصخورِ، ما يتسبَّبُ في إعادةِ تبلوُرِ المعادنِ المُكوِّنةِ لها، وتكوينِ معادنَ جديدةٍ، فتنتجُ صخورٌ جديدةٌ تمتازُ بنسيجِها الذي يكونُ على شكلِ طبقاتٍ رقيقةٍ بسببِ تأثيرِ الضغطِ والحرارةِ.

منْ أشهرِ الصخورِ المُتحوِّلةِ التي تنجمُ عنِ التحوُّلِ الإقليميِّ: صخورُ الشيستِ، وصخورُ النايسِ، أنظرُ الشكلَ (20) الذي يُمثِّلُ أحدَ هذهِ الصخورِ.

الشكلُ (20): صخرُ الشيستِ الذي يتكوَّنُ نتيجةَ التحوُّلِ الإقليميِّ.

التحوُّلُ التَّماسيُّ Contact Metamorphism

يحدثُ التحوُّلُ بالتَّماسِّ Contact Metamorphism عندما تُلامِسُ الماغما المُندفِعةُ منْ باطنِ الأرضِ - في أثناءِ حركتِها- صخورًا قديمةً تكونُ قريبةً منْها، أوْ تمرُّ خلالَها، فترتفعُ درجةُ حرارةِ الصخورِ؛ ما يؤدي إلى حدوثِ تغيُّرٍ في تركيبِها المعدنيِّ، فتتحوَّلُ إلى صخورٍ منْ نوعٍ آخرَ.

يكونُ التحوُّلُ التَّماسيُّ محدودًا مقارنةً بالتحوُّلِ الإقليميِّ، ومنْ أمثلتِهِ الرخامُ الذي ينتجُ منْ تحوُّلِ الصخرِ الجيريِّ كما في الشكلِ (21).

✓ **أتحقَّقُ:** كيفَ يحدثُ التحوُّلُ التَّماسيُّ؟

الشكلُ (21): صخرُ الرخامِ الذي يتكوَّنُ نتيجةَ التحوُّلِ التَّماسيِّ.

نشاط سريع الضغط الموجه والتحوُّل:

- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعطِ كل مجموعة صلصالًا (معجونةً)، وورقًا شفّافًا بلاستيكيًّا؛ لتوضيح تأثير الضغط في تحوُّل الصخور.
- اطلب إلى أفراد المجموعات عمل كرات صغيرة متساوية من الصلصال، ثم ترتيبها فوق الورقة، ثم وضع ورقة ثانية فوق كرات الصلصال، ثم وضع كتب فوق الكرات بالتدريج، وملاحظة التغيُّر في شكل الصلصال.
- وضِّح لهم أنَّ كرات الصلصال تُمثِّل صخرًا، وأنَّ ثقل الكتب يُمثِّل الضغط الموجه المشابه لضغط طبقات الصخور؛ ما يؤدي إلى ترتيب معادن الصخر، وتحوُّله.

✓ **أتحقَّقُ:** عندما تلامس الماغما صخورًا في أثناء حركتها، فإنَّها ترفع درجة حرارة تلك الصخور. وإذا كانت درجة الحرارة المُؤثِّرة أقلَّ من درجة انصهار المعادن المُكوِّنة للصخور، فإنَّه يحدث تغيُّر في التركيب المعدني لتلك الصخور، فتتحوَّل إلى صخور من نوع آخر.

◄ بناء المفهوم:

التحوُّل الإقليمي:

- اعرض أمام الطلبة صورة أو مقطع فيديو يُمثِّل صفائح أرضية متقاربة عند نطاق الطرح، ثم اسألهم:

– أيُّ المناطق يُمكِن أنْ يحدث فيها تحوُّل؟

ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد. إجابة مُحتمَلة: من المناطق التي قد يحدث فيها تحوُّل: مناطق احتكاك طرف الصفيحة الغاطسة مع الصفيحة الأُخرى، أو المناطق القريبة من انصهار الصفيحة الغاطسة.

– ما عوامل التحوُّل الناتجة في كل منها؟ الضغط والحرارة ينتجان من احتكاك الصفيحة الغاطسة بالصفيحة الثانية، وتنتج الحرارة قرب انصهار الصفيحة الغاطسة في الأسفل.

– هل المناطق التي ستتأثَّر بالتحوُّل صغيرة أم كبيرة؟ المناطق التي ستتأثَّر بالتحوُّل كبيرة.

– لماذا يُطلَق على هذا النوع من التحوُّل اسم التحوُّل الإقليمي؟ يُطلَق على هذا النوع من التحوُّل اسم التحوُّل الإقليمي؛ لأنَّه يمتد إلى مساحات كبيرة.

◄ المناقشة:

التحوُّل بالدفن:

- اطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– ما عوامل التحوُّل المُؤثِّرة في التحوُّل بالدفن والتحوُّل الإقليمي؟ عوامل التحوُّل المُؤثِّرة في التحوُّل بالدفن والتحوُّل الإقليمي: الضغط، والحرارة.

- لماذا يختلف نوعي التحول بالرغم من تشابه عوامل التحول؟ يُؤثِّر الضغط والحرارة في نوعي التحوُّل بالرغم من اختلافهما؛ لأنَّ الضغط والحرارة المُؤثِّرين في التحوُّل الإقليمي كميتهما أكبر، ويمتدان على مساحات واسعة. أمّا التحوُّل بالدفن فتكون فيه درجة الحرارة والضغط أقلَّ نسبيًّا، فيحدث تحوُّل بسيط محدود للمعادن المُكوِّنة للصخر.

طريقة أُخرى للتدريس التحوُّل بالدفن

– وضِّح للطلبة مفهوم التحوُّل بالدفن، والفرق بينه وبين التحوُّل الاقليمي، مُستعمِلًا استراتيجية لعب الأدوار.

– اطلب إلى اثنين من الطلبة محاكاة نوعي التحوُّل، بحيث يعرض كلٌّ منهما خصائص كل نوع، وأوجه التشابه والاختلاف بينهما.

– ساعِد الطالبينِ على كتابة سيناريو عن الموضوع.

أبحث:

المحاليل المائية الحارة:

وجِّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن التحوُّل الحرمائي (Hydrothermal Metamorphism) الذي ينتج من تأثير المحاليل المائية الحارة، ثم كتابة تقرير عنه، أو إعداد عرض تقديمي بسيط يُوضِّح المفهوم.

تتفاعل المياه الساخنة المصاحبة للماغما مع الصخور القريبة، فتُغيِّر من التركيب الكيميائي والمعدني للصخور، وينتج من ذلك خامات اقتصادية مصاحبة لهذا النوع من التحوُّل، مثل الذهب.

استخدام الصور والأشكال

درجات التحوُّل:

- وجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (22) الذي يُمثِّل تأثير التغيُّر في درجة الحرارة والضغط في الصخور، ثم وضِّح لهم أنَّه يُمثِّل العلاقة بين درجة الحرارة (المحور السيني) والضغط والعمق (المحور الصادي)، ثم اسألهم:

– ماذا يحدث للصخر إذا دُفِن على عمق 10 km، وتعرَّض لدرجة حرارة 200 °C؟

إذا دُفِن الصخر على عمق 10 km، وتعرَّض لدرجة حرارة 200 °C، فإنَّه يتحوَّل إلى صخر منخفض درجة التحوُّل.

– ماذا يحدث إذا بقي الصخر في العمق نفسه، وتعرَّض لدرجة حرارة تصل إلى 400 °C؟

إذا بقي الصخر في العمق نفسه، وتعرَّض لدرجة حرارة تصل إلى 400 °C، فإنَّه سيتحوَّل إلى صخر جديد متوسط درجة التحوُّل.

– برأيك، ما نوع الصخر المُتكوِّن عند درجة حرارة 400 °C، وضغط أقلّ من 200 ميغاباسكال؟

نوع الصخر المُتكوِّن عند درجة حرارة 100 °C، وضغط أقلّ من 200 ميغاباسكال: صخر الغضار الرسوبي.

- اختر أكثر من نقطة على الشكل، ثم ناقِش الطلبة فيها لاستنتاج أنَّ التغيُّر في درجة الحرارة والضغط يُؤثِّر في درجة تحوُّل الصخور.

إضاءة للمُعلِّم

المعادن الدالة:

يُطلَق على المعادن التي تدل على درجة تحوُّل الصخور الأصلية اسم المعادن الدالة (Index Minerals)، مثل: الكلوريت، والإبيدوت، والجارنت، والإستوروليت، والكاينيت، والسلمنيت.

تمتاز كل درجة من درجات التحوُّل بنوع معين من المعادن. فمثلًا، في درجة التحوُّل المنخفضة يكون معدن الكلوريت الأخضر اللون هو المعدن الدال؛ لذا يغلب على لون صخر الأردواز اللون الأخضر. أمّا وجود الجارنت فيدل على درجة تحوُّل بين المتوسطة والعالية، في حين يدل وجود معدن السلمنيت على درجة تحوُّل عالية.

نشاط سريع **درجات التحوُّل:**

- وجِّه الطلبة إلى البحث في شبكة الإنترنت عن خصائص صخر الأردواز، والفيليت، والشيست، والنايس، ولا سيما ما يتعلَّق بحجم حبيباتها. ثم اطلب إليهم تصنيفها بحسب حجم حبيباتها، ودرجات تحوُّلها.
- أَدِرْ نقاشًا مع الطلبة لاستنتاج أنَّ حجم حبيبات الصخور المُتحوِّلة يزداد بزيادة درجة التحوُّل؛ نتيجة زيادة درجة حرارتها.

أتحقَّقُ: تمتاز درجة التحوُّل المنخفضة بتفاوت درجة الحرارة والضغط؛ إذ تتراوح درجات الحرارة بين (200 -350) °C عندما يكون الضغط صفرًا. وبزيادة الضغط تقل درجة الحرارة. يتراوح الضغط بين (300-620) MPa عندما تكون درجة الحرارة صفرًا، وبزيادة درجة الحرارة يقل الضغط.

حل سؤال الشكل (22): صخور النايس.

أبحثُ:

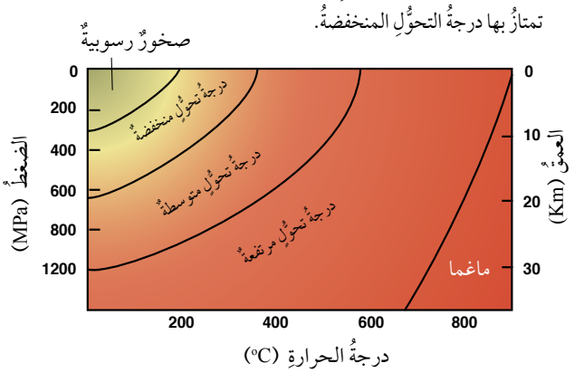
تُعَدُّ المحاليلُ المائيةُ الحارةُ (الحرمائيةُ) أحدَ عواملِ التحوُّلِ المُؤثِّرةِ في الصخورِ. مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ، أُحدِّدُ كيفَ تعملُ هذهِ المحاليلُ على تحوُّلِ الصخورِ، مُبيِّنًا علاقتَها بأنواعِ التحوُّلِ الأُخرى.

درجاتُ التحوُّلِ Grades of Metamorphism

تتعرَّضُ الصخورُ المُتحوِّلةُ لدرجاتٍ مختلفةٍ منَ الحرارةِ، أوِ الضغطِ، أوْ كليْهما معًا؛ ما يؤدي إلى تكوُّنِ صخورٍ مُتنوِّعةٍ تختلفُ عنْ بعضِها في التركيبِ المعدنيِّ والنسيجِ، ويُسمّى هذا الاختلافُ درجاتِ التحوُّلِ. فمثلًا، عندما يتعرَّضُ صخرُ الغضارِ Shale الرسوبيُّ إلى ضغطٍ وحرارةٍ قليلَيْنِ نسبيًّا، بحيثُ تتراوحُ درجةُ الحرارةِ بينَ (200 °C - 320 °C)، ويكونُ الضغطُ منخفضًا، فإنَّهُ يتحوَّلُ إلى صخرٍ آخرَ يُسمّى الأردوازَ Slate، وتكونُ درجةُ التحوُّلِ في هذهِ الحالةِ منخفضةً، أنظرُ الشكلَ (22) الذي يُبيِّنُ درجاتِ التحوُّلِ المختلفةَ وعلاقتَها بالحرارةِ والضغطِ.

عندَ زيادةِ درجةِ التحوُّلِ يتكوَّنُ صخرٌ جديدٌ يُسمّى الفيليتَ Phyllite، وهوَ يختلفُ عنْ صخرِ الأردوازِ بزيادةِ حجمِ بلّوراتِ المعادنِ المُكوِّنةِ لهُ. وعندما تكونُ درجةُ التحوُّلِ متوسطةً يتكوَّنُ صخرُ الشيستِ Schist الذي يمتازُ بنسيجِهِ المُتورِّقِ، وتصبحُ المعادنُ المُكوِّنةُ لهُ أكبرَ حجمًا، ويُمكِنُ رؤيتُها بالعينِ المُجرَّدةِ. أمّا في درجاتِ التحوُّلِ العليا فإنَّ المعادنَ تتمايزُ على شكلِ تتابعاتٍ لشرائطَ غامقةٍ وفاتحةِ اللونِ، ويتكوَّنُ صخرُ النايسِ Gneiss، وتتكوَّنُ فيهِ معادنُ جديدةٌ مثلُ الأمفيبولِ.

أتحقَّقُ: أَصِفُ منَ الشكلِ الآتي درجاتِ الحرارةِ والضغطِ التي تمتازُ بها درجةُ التحوُّلِ المنخفضةُ.



الشكلُ (22): درجاتُ التحوُّلِ في الصخورِ المُتحوِّلةِ.
أستنتجُ: أيُّ الصخورِ تتكوَّنُ في أعلى درجةِ تحوُّلٍ؟

تصنيفُ الصخورِ المُتحوِّلةِ Classification of Metamorphic Rocks

تُصنَّفُ الصخورُ المُتحوِّلةُ تبعًا لنسيجِها ومُكوِّناتِها المعدنيةِ إلى مجموعتيْنِ رئيستيْنِ، هما: الصخورُ المُتحوِّلةُ المُتورِّقةُ Foliated Metamorphic Rocks، والصخورُ المُتحوِّلةُ غيرُ المُتورِّقةِ Non-Foliated Metamorphic Rocks.

الصخورُ المُتحوِّلةُ المُتورِّقةُ Foliated Metamorphic Rocks

صخورٌ تتكوَّنُ بتأثيرِ الحرارةِ المرتفعةِ والضغطِ المُوجَّهِ Directed Pressure، وهوَ الضغطُ الذي لا يكونُ متساويًا في الاتجاهاتِ جميعِها، ويُرافِقُ عادةً عمليةَ التحوُّلِ الإقليميِّ Regional Metamorphism. في هذا النوعِ منَ التحوُّلِ تترتَّبُ بلّوراتُ بعضِ المعادنِ المُكوِّنةِ للصخرِ بشكلٍ مُتعامِدٍ معَ اتجاهِ الضغطِ المُؤثِّرِ فيهِ، فتظهرُ المعادنُ على شكلِ طبقاتٍ رقيقةٍ، ويُعرَفُ هذا النسيجُ باسمِ التورُّقِ Foliation، ويُعَدُّ صخرُ الشيستِ واحدًا منَ الصخورِ المُتورِّقةِ.

عندَ زيادةِ الضغطِ والحرارةِ تنفصلُ المعادنُ الغامقةُ عنِ المعادنِ الفاتحةِ، فيظهرُ الصخرُ على شكلِ شرائطَ مُميَّزةٍ فاتحةٍ وغامقةِ اللونِ، ومنْ أمثلتِهِ صخرُ النايسِ، أنظرُ الشكلَ (23).

الصخورُ المُتحوِّلةُ غيرُ المُتورِّقةِ Non- Foliated Metamorphic Rocks

صخورٌ تتكوَّنُ بتأثيرِ الحرارةِ المرتفعةِ والضغطِ المنخفضِ، أوِ الضغطِ المحصورِ Uniform Pressure، وهوَ الضغطُ المتساوي في الاتجاهاتِ جميعِها، وهيَ تنشأُ عادةً منَ التحوُّلِ التَّماسيِّ قربَ اندفاعاتِ الماغما، أوِ التحوُّلِ الإقليميِّ. يمتازُ هذا النوعُ منَ الصخورِ باحتوائِهِ على معادنَ ذاتِ بلّوراتٍ متساويةٍ في الحجمِ، مثلِ بلّوراتِ الكوارتزِ والكالسيتِ، ولها نسيجٌ غيرُ مُتورِّقٍ Non-Foliated.

بوجهٍ عامٍّ، يتكوَّنُ هذا النوعُ منَ الصخورِ المُتحوِّلةِ منْ معدنٍ واحدٍ فقطْ، ومنْ أمثلتِهِ صخرُ الرخامِ الناتجُ منْ تحوُّلِ الصخرِ الجيريِّ الذي يتكوَّنُ منْ معدنِ الكالسيتِ، وصخرُ الكوارتزيتِ الناتجُ منْ تحوُّلِ الصخرِ الرمليِّ الذي يتكوَّنُ منْ معدنِ الكوارتزِ، أنظرُ الشكلَ (24).

✓ **أتحقَّقُ:** لماذا يُعَدُّ صخرُ الشيستِ صخرًا مُتورِّقًا؟

الشكلُ (23): عندَ تعرُّضِ الصخورِ، مثلِ الغرانيتِ، لضغطٍ مُوجَّهٍ كبيرٍ في التحوُّلِ الإقليميِّ، يعادُ ترتيبُ المعادنِ المُكوِّنةِ للصخرِ الأصليِّ، فيتحوَّلُ إلى نوعٍ جديدٍ منَ الصخورِ هو النايسُ.

الشكلُ (24): صخرُ الكوارتزيتِ الذي ينتجُ منْ تحوُّلِ الصخرِ الرمليِّ عندَ تعرُّضِهِ لحرارةٍ مرتفعةٍ في التحوُّلِ التَّماسيِّ.

نشاط سريع الصخور المُتحوِّلة المُتورِّقة:

- وزِّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أعطِ كل مجموعة صلصالًا (معجونةً)، وورقًا شفّافًا بلاستيكيًّا، وحبيبات من الأرز الأمريكي طويل الحبة.
- اطلب إلى الطلبة خلط الصلصال بالأرز، ثم صنع كرات صغيرة متساوية في الحجم، ثم ترتيبها فوق الورقة، ثم وضع ورقة ثانية فوق كرات الصلصال، ثم وضع كتب فوق الكرات تدريجيًّا، وملاحظة التغيُّر في اتجاه حبيبات الأرز. سيُلاحِظ الطلبة أنَّ امتداد حبات الأرز سيكون متعامدًا مع اتجاه الضغط.
- وضِّح للطلبة أنَّ الأرز في كرات الصلصال يُمثِّل ترتيب المعادن في الصخر؛ نتيجة الضغط الموجه، وأنَّه يُمثِّل نسيج التورُّق.

✓ **أتحقَّقُ:** لأنَّ المعادن المُكوِّنة لصخر الشيست مصفوفة على شكل طبقات رقيقة، وهذا الاصطفاف يُمثِّل النسيج المُتورِّق؛ لذا، فهو يُعَدُّ صخرًا مُتورِّقًا.

◄ تعزيز:

تكوُّن النايس:

- أحضِر عيِّنتين صخريتين تُمثِّلان صخر الغرانيت وصخر النايس، ثم أخبِر الطلبة أنَّ صخر الغرانيت يتحوَّل إلى صخر النايس عندما يتعرَّض لضغط وحرارة عاليين.
- اطلب إلى الطلبة ملاحظة نسيج الصخرين، ثم اسألهم:

– صِفْ ترتيب بلّورات المعادن في الصخرين.

البلّورات في صخر الغرانيت تكون مبعثرة في الصخر، أمّا البلّورات في صخر النايس فتكون على شكل أشرطة للمعادن الفاتحة والغامقة.

– ما أثر الضغط والحرارة في صخر الغرانيت؟

يعمل الضغط والحرارة على إعادة ترتيب البلّورات في صخر الغرانيت، بحيث تنفصل المعادن الغامقة عن المعادن الفاتحة، فيتكون صخر النايس على شكل شرائط مُميَّزة فاتحة وغامقة اللون.

◄ بناء المفهوم:

الصخور المُتحوِّلة غير المُتورِّقة:

- اطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– لماذا سُمِّي هذا النوع من التحوُّل بهذا الاسم؟

سُمِّي هذا النوع من التحوُّل بهذا الاسم؛ لأنَّ النسيج فيه لا يظهر على شكل طبقات رقيقة.

– ما نوع التحوُّل الذي يُشكِّل النسيج غير المُتورِّق؟

نوع التحوُّل الذي يُشكِّل النسيج غير المُتورِّق: التحوُّل التماسي.

– ما عامل التحوُّل المُؤثِّر في هذا النوع من التحوُّل؟

عامل التحوُّل المُؤثِّر في هذا النوع من التحوُّل هو الحرارة.

– كيف تُؤثِّر الحرارة في الصخر؟

تعمل الحرارة على إضعاف الروابط بين الذرات، ونمو بلّورات المعادن.

– اذكر مثالًا على هذا النوع.

من الأمثلة على هذا النوع: الصخر الرملي الذي يتحوَّل إلى كوارتزيت.

نشاط سريع استعمالات الصخور:

- اكتب على اللوح مجالات عِدَّة لاستعمالات الصخور، مثل: البناء، والزراعة، والمواد الإلكترونية، والدواء، والطاقة، ثم اطلب إلى الطلبة قراءة النص في الصفحة (32) من كتاب الطالب، وتصنيف الصخور بحسب مجالات استعمالاتها.
- ناقِش الطلبة في ما تُوصِّل إليه، مُؤكِّدًا أنَّ الأردن يزخر بالعديد من الصخور ذات القيمة الاقتصادية التي يُمكِن استغلالها.

الربط بالتاريخ:

استعمالات الصخور قديمًا:

وجِّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن استعمالات الشعوب القديمة للصخور، ثم إعداد عرض تقديمي، أو تقرير مُعزَّز بالصور، ثم مناقشته أمام الزملاء.

من الصخور التي استُعمِلت قديمًا صخور الصوان الأوبسيديان التي صنع منها الإنسان أسلحته المختلفة.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا البيئية: التنمية المستدامة.**

أخبِر الطلبة في أثناء الحديث عن الأهمية الاقتصادية للصخور أنَّ مفهوم التنمية المستدامة يعني استغلال الموارد الطبيعية (مثل: الصخور، والمعادن)، بحيث تلبّي حاجات الحاضر؛ شرط عدم المساس بقدرة الأجيال القادمة على الوفاء بحاجاتها.

توظيف التكنولوجيا

ابحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع الصخر الزيتي، علمًا بأنَّه يُمكِنك إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

شارِك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو تطبيق التواصل الاجتماعي (الواتس آب)، أو إنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams) ، أو استعمِل أيَّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

الأهميةُ الاقتصاديةُ للصخورِ

The Economic Importance of Rocks

تُمثِّلُ الصخورُ وما تحويهِ منْ معادنَ أهميةً كبيرةً للإنسانِ في حياتِهِ اليوميةِ، وكلَّما حدثَ تطوُّرٌ تكنولوجيٌّ زادَتِ الحاجةُ إلى الصخورِ؛ إذْ يستفادُ منْها في العديدِ منْ مناحي الحياةِ، مثلُ استخدامِ الصخرِ الجيريِّ والغرانيتِ في مجالِ البناءِ، واستخدامِ الصخرِ الرمليِّ في صناعةِ الزجاجِ، واستخدامِ السليكون في الصناعاتِ التكنولوجيةِ الحديثةِ، ولا سيما الحواسيبُ، وهوَ عنصرٌ يُستخرَجُ منَ المعادنِ السليكاتيةِ (المُكوِّنُ الرئيسُ للصخورِ الناريةِ)، ومنَ الصخورِ الرمليةِ الرسوبيةِ.

أمّا الصخورُ التي تحوي المعادنَ والفلزّاتِ ففيها كثيرٌ منَ الخاماتِ الطبيعيةِ، مثلُ: خاماتِ الحديدِ، والنحاسِ، والذهبِ، وكذلكَ النفطُ، والغازُ الطبيعيُّ، والصخرُ الزيتيُّ.

يوجدُ في الأردنِّ العديدُ منْ أنواعِ الصخورِ والخاماتِ المعدنيةِ، مثلُ: صخرِ الفوسفاتِ الذي يُستخدَمُ في صناعةِ الأسمدةِ الزراعيةِ، وفي صناعةِ حمضِ الفسفوريكِ، ويوجدُ في مناطقَ عِدَّةٍ منَ المملكةِ، منْها: الحسا، والشيديةُ؛ والصخرِ الزيتيِّ الذي يُستخدَمُ في إنتاجِ الطاقةِ، ويوجدُ في العديدِ منَ المناطقِ، مثلِ: اللجونِ، وعطاراتِ أُمِّ غدرانَ، أنظرُ الشكلَ (25)؛ والرملِ الزجاجيِّ الذي يُستخدَمُ في صناعةِ الزجاجِ والصناعاتِ الإلكترونيةِ، ويوجدُ في مناطقَ عِدَّةٍ منْ جنوبِ المملكةِ، مثلِ رأسِ النقبِ؛ وصخورِ البازلتِ التي تُستخدَمُ في صناعةِ الصوفِ الصخريِّ، وفي البناءِ، وتوجدُ في مناطقَ مُتعدِّدةٍ، مثلِ تلِّ بورما جنوبَ عمّانَ؛ والصخرِ الجيريِّ الذي يُستخدَمُ في البناءِ، وفي صناعاتٍ عِدَّةٍ مثلِ صناعةِ الأسمنتِ؛ وصخورِ الجبسِ التي تُستخدَمُ في عملِ التصاميمِ (الديكورُ)، وفي صناعةِ الأسمنتِ، وتوجدُ في مناطقَ عِدَّةٍ، مثلِ الأزرقِ شرقيَّ المملكةِ.

يوجدُ في الأردنِّ أيضًا العديدُ منَ المعادنِ التي تحويها الصخورُ، مثلُ: معدنِ الكوارتزِ الذي يُستخدَمُ في الصناعاتِ الإلكترونيةِ؛ ومعدنِ الزركونِ (يوجدُ في الصخورِ الرمليةِ) الذي يُستخدَمُ في صناعةِ قوالبِ

الربطُ بالتاريخِ

استخدمَ الإنسانُ قديمًا الصخورَ بطرائقَ مختلفةٍ. أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ عنْ أنواعِ هذهِ الصخورِ، وكيفيةِ معالجتِهِ إيّاها، ومجالاتِ استعمالِهِ لها.

الشكلُ (25): الصخرُ الزيتيُّ الذي يتوافرُ بكميّاتٍ اقتصاديةٍ في وسطِ الأردنِّ وشمالِهِ.

الصَّبِّ ومعاجينِ الأسنانِ؛ والنحاسِ (يوجدُ في معدنِ الملاكيتِ، ومعدنِ الأزوريتِ) الذي يُستخدَمُ في صناعةِ الأسلاكِ الكهربائيةِ، ويوجدُ في منطقةِ فينانَ، وخربةِ النحاسِ ، أنظرُ الشكلَ (26)؛ ومعدنِ الكاؤلينِ الذي يُستخدَمُ في صناعةِ السيراميكِ، ويوجدُ في الصخورِ الطينيةِ المُتكشِّفةِ جنوبَ المملكةِ، مثلَ منطقةِ بطنِ الغولِ؛ والذهبِ الذي يُستخدَمُ في الصناعاتِ الإلكترونيةِ، ويوجدُ في وادي أبي خشيبةَ جنوبَ المملكةِ، معَ صخورٍ بركانيةٍ تُسمّى الكوارتزَ بورفيري.

الشكلُ (26): معدنُ الملاكيتِ أحدُ خاماتِ النحاسِ في منطقةِ فينانَ جنوبَ الأردنِّ.

✓ **أتحقَّقُ**: أذكرُ أسماءَ ثلاثةِ معادنَ تتوافرُ في الأردنِّ، مُحدِّدًا استخدامًا واحدًا لكلٍّ منْها.

مراجعةُ الدرسِ

1. أذكرُ العواملَ التي تُسهِمُ في تحوُّلِ الصخورِ.
2. **أُفسِّرُ**: لماذا لا يُعَدُّ صخرُ الرخامِ صخرًا مُتورِّقًا؟
3. **أُقارِنُ** بينَ التحوُّلِ بالدفنِ والتحوُّلِ التَّماسيِّ منْ حيثُ العواملُ المُؤثِّرةُ في كلٍّ منْهُما.
4. **أستنتجُ**: إذا تعرَّضَتِ الصخورُ لمحاليلَ مائيةٍ حارَّةٍ جدًّا، فماذا يحدثُ لها؟
5. **أتوقَّعُ**: إذا تعرَّضَتْ صخورُ الشيستِ لضغطٍ وحرارةٍ إضافيينِ، فماذا يحدثُ لها؟

✓ **أتحقَّقُ:**

معدن الكوارتز: يُستعمَل في الصناعات الإلكترونية.

معدن الزركون: يُستعمَل في صناعة قوالب الصَّبِّ.

معدن النحاس: يُستعمَل في صناعة الأسلاك الكهربائية.

نشاط سريع

الصخور الصناعية:

وجِّه الطلبة – ضمن مجموعات– إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن أحد الصخور المُتكشِّفة في الأردن، ثم إعداد عرض تقديمي يتضمَّن معلومات عن نوع الصخر، وخصائصه، واستعمالاته، وأماكن وجوده في الأردن مُعزَّزًا بالصور، ثم عرضه أمام الزملاء.

مراجعةُ الدرسِ

3 التقويم

1. الحرارة، الضغط، المحاليل المائية الحارة.
2. لأنَّ نسيج الرخام غير مُتورِّق (لا تصطفُّ معادنه على شكل طبقات رقيقة)؛ إذ تكون بلّورات معدن الكالسيت المُكوِّنة له متساوية في الحجم ومتداخلة.
3. يُؤثِّر الضغط والحرارة في الصخور تأثيرًا كبيرًا في التحوُّل الإقليمي، وتُؤثِّر الحرارة في الصخور تأثيرًا كبيرًا في التحوُّل التماسي..
4. قد يحدث تفاعل بين الصخر والأيونات المُكوِّنة للمحاليل المائية الحارة؛ ما يؤدي إلى تغيُّر التركيب الكيميائي والمعدني للصخور، وتحوُّلها.
5. سيحدث انفصال للمعادن الغامقة عن المعادن الفاتحة على شكل أشرطة، وتتحوَّل صخور الشيست إلى صخر النايس.

الصوف الصخري Rockwool

الجيولوجيا والصناعة

الهدف

تعرُّف بعض الاستعمالات الصناعية للصخور النارية، مثل صخر البازلت.

إضاءة للمُعلِّم

البازلت:

تتكشَّف صخور البازلت في شمال شرق الأردن، وتغطي مساحة $12000\ km^2$، وهي جزء من الهضبة البازلتية (حرَّة الشامة) التي تمتد من شمال غرب المملكة العربية السعودية إلى جنوب شرق سوريا. وتتراوح أعمار حرَّة الشام بين (25) مليون عام و(4) آلاف عام تقريبًا.

تمتاز صخور البازلت في الأردن بالانسيابات البركانية، وبوجود أنفاق بركانية (Lava Tunnels) وبراكين مخروطية (Volcanic Cones)، وهي توجد في أماكن متنوعة، مثل: جبل عنيزة، ومنطقة جرف الدراويش، وجبل رماح، والأرتين.

يتكوَّن البازلت الموجود في الأردن من معادن رئيسة، هي: الأوليفين، والفلسبار البلاجيوكليزي، والبيروكسين؛ ومن معادن ثانوية، مثل: الزيوليت، والكالسيت.

إجراءات وتوجيهات:

- وزِّع على الطلبة موضوعات متنوعة للبحث (مثل: المواد التي تُصنَع منها العوازل، وفوائد عزل المباني، وأنواع المواد العازلة) قبل شرح الإثراء والتوسع (الصوف الصخري).
- ناقِش الطلبة – بعد شرح الإثراء والتوسع– في ما تعرَّفوه في الإثراء والتوسع، مُبيِّنين معًا أهمية صخر البازلت والصوف الصخري في عمليات العزل، وبخاصة عزل المباني.

الصوفُ الصخريُّ Rockwool

تدخلُ الصخورُ في صناعةِ العديدِ منَ المُنتَجاتِ التي يستعملُها الإنسانُ في حياتِهِ اليوميةِ. ومنْ هذهِ المنتجاتِ الصوفُ الصخريُّ، وهوَ مادةٌ عازلةٌ تمتازُ بمقاومَتِها الحرائقَ بسببِ درجةِ انصهارِها العاليةِ، وبقدرتِها على العزلِ الحراريِّ والعزلِ الصوتيِّ؛ لذا تُستخدَمُ في عزلِ جدرانِ المباني، وفي صناعةِ بعضِ الأدواتِ الكهربائيةِ، مثلِ المكيِّفاتِ والثلّاجاتِ، فضلًا عنِ استخدامِها في الزراعةِ.

يُصنَعُ الصوفُ الصخريُّ عنْ طريقِ صهرِ صخرِ البازلتِ في أفرانٍ خاصةٍ تصلُ فيها درجةُ الحرارةِ إلى (1600 °C)، ثمَّ تُحرَّكُ الصهارةُ على نحوٍ دائريٍّ في عجلةِ الغزلِ بسرعةٍ كبيرةٍ. وفي أثناءِ ذلكَ يُسلَّطُ عليْها تيارٌ هوائيٌّ شبيهٌ بما في آلةِ غزلِ الحلوى، فتنتجُ خيوطٌ رفيعةٌ متشابكةٌ، ثمَّ تُجمَّعُ بأشكالٍ مختلفةٍ.

تشيرُ الدراساتُ إلى أنَّ الصوفَ الصخريَّ آمنٌ، وغيرُ مُضِرٍّ بصحةِ الإنسانِ. وصناعةُ الصوفِ الصخريِّ هيَ منَ الصناعاتِ الواعدةِ المُجدِيةِ اقتصاديًّا، ويوجدُ في الأردنِّ عددٌ منْ مصانعِ الصوفِ الصخريِّ التي تُنتِجُ أنواعًا مختلفةً منْهُ.

الكتابةُ في الجيولوجيا

أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ عنِ استخداماتٍ أُخرى لصخرِ البازلتِ، مُبيِّنًا فوائدَهُ الاقتصاديةَ، ثمَّ أكتبُ مقالةً عنْ ذلكَ.

34

الكتابة في الجيولوجيا

وجِّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن كميات إنتاج الصوف الصخري في الأردن؛ لتحديد فوائده الاقتصادية للدولة، ثم ناقِشهم في ما يتوصَّلون إليه حيال استعمالات البازلت وفوائده الاقتصادية، واربط ذلك بموضوع الدرس.

السؤال الأول:

أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ في ما يأتي:

1. منَ الصخورِ الناريةِ الجوفيةِ:
   أ - الأنديزيتُ. ب- البازلتُ.
   ج- الريوليتُ. د - الغرانيتُ.
2. أقلُّ الصخورِ وفرةً بالسليكا هيَ الصخورُ:
   أ - الفلسيةُ. ب- المتوسطةُ.
   ج- المافيةُ. د - فوقَ المافيةِ.
3. الصخرُ الذي يتفاعلُ بشِدَّةٍ معَ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ هوَ:
   أ - الصخرُ الجيريُّ. ب- الجبسُ.
   ج- الملحُ الصخريُّ. د - الدولوميتُ.
4. الصخرُ الرسوبيُّ الذي يقلُّ حجمُ حبيباتِهِ عنْ (1/256 mm) هوَ:
   أ - الصخرُ الرمليُّ ب- الكونغلوميريتُ.
   ج- البريشيا. د - الغضارُ.
5. منَ الصخورِ الرسوبيةِ الكيميائيةِ الحيويةِ:
   أ - الصخرُ الرمليُّ. ب- الصخرُ الجيريُّ.
   ج- صخرُ الكوكينا. د - صخرُ الغضارِ.
6. منَ الصخورِ المُتحوِّلةِ غيرِ المُتورِّقةِ صخرُ:
   أ - النايسِ. ب- الشيستِ.
   ج- الأردوازِ. د - الرخامِ.

السؤال الثاني:

أملأُ الفراغَ في ما يأتي بما هوَ مناسبٌ منَ المصطلحاتِ:

أ - .....: صُهَيْرٌ سليكاتيٌّ يتكوَّنُ معظمُهُ منَ السليكا، ومنْ غازاتٍ أهمُّها بخارُ الماءِ.

ب-.....: أحدُ أشكالِ الصخورِ الناريةِ، يوجدُ قربَ سطحِ الأرضِ، وهوَ مُدبَّبُ الشكلِ منَ الأعلى.

ج-.....: عمليةٌ يتمُّ فيها ترابطُ الحبيباتِ، وتنتجُ منْ ترسُّبِ الموادِّ المعدنيةِ التي تحملُها المحاليلُ المائيةُ في الفراغاتِ الموجودةِ في الرسوبياتِ.

د - .....: تموُّجاتٌ صغيرةٌ تنتجُ بفعلِ مياهِ الأنهارِ، أوِ الأمواجِ البحريةِ، أوِ الرياحِ، وتكونُ محفوظةً على سطحِ طبقةِ الصخرِ الرسوبيِّ.

هـ- .....: صخورٌ تنشأُ نتيجةَ تبريدِ الماغما ببطءٍ في باطنِ الأرضِ.

السؤال الثالث:

ما الفرقُ بينَ القواطعِ الناريةِ والمُندَسّاتِ الناريةِ؟

السؤال الرابع:

أُفسِّرُ كلًّا ممّا يأتي تفسيرًا علميًّا دقيقًا:

أ - تمتازُ الصخورُ الناريةُ السطحيةُ ببلّوراتِها صغيرةِ الحجمِ التي لا تُرى بالعينِ المُجرَّدةِ.

ب- لا يُعدُّ نسيجُ صخرِ الأوبسيديانِ نسيجًا ناعمًا.

ج - تمتازُ الصخورُ الفلسيةُ بلونِها الفاتحِ، في حينِ تمتازُ الصخورُ المافيةُ بلونِها الغامقِ.

هـ- لا يوجدُ نسيجٌ مُتورِّقٌ في صخورِ الكوارتزيتِ.

السؤال الخامس:

أُقارنُ بينَ كلِّ زوجٍ ممّا يأتي:

أ - الماغما واللّابةُ منْ حيثُ أماكنُ وجودِها، ومُكوِّناتُها .

ب- التحوُّلُ الإقليميُّ والتحوُّلُ التَّماسيُّ منْ حيثُ عاملُ التحوُّلِ المُؤثِّرِ، ومساحةُ الصخورِ المُتحوِّلةِ.

مراجعةُ الوحدةِ

السؤال الأول

1. د. الغرانيت.
2. د. فوق المافية.
3. أ. الصخر الجيري.
4. د. الغضار
5. ج. الكوكينا.
6. د. الرخام

السؤال الثاني

أ. الماغما.

ب. اللاكوليث.

ج. الإلتحام.

د. علامات النيم.

هـ. الصخور النارية الجوفية.

السؤال الثالث:

القواطع تكون مائلة أو عمودية بينما المندسات تكون أفقية.

السؤال الرابع:

أ. بسبب تبريدها السريع فلا يتوفر الوقت الكافي لنمو البلوات.

ب. لأنَّ نسيج صخر الأوبسيديان نسيج زجاجي لا يحتوي على بلّورات، في حين يتكوَّن النسيج الناعم من بلّورات صغيرة الحجم لا تُرى بالعين المُجرَّدة.

ج. لأنَّ الصخور الفلسية تحتوي – في معظمها– على معدني الكوارتز والفلسبار، وهما من المعادن ذوات الألوان الفاتحة، في حين تحتوي الصخور المافية على نسبة عالية من المعادن الغنية بالحديد والمغنيسيوم، مثل الأوليفين، فيصبح لونها غامقًا.

د. لأنَّ صخر الكوارتزيت يتكوَّن نتيجة التحوُّل التماسي، الذي يكون فيه عامل التحوُّل هو الحرارة، لا الضغط؛ فلا يؤدي إلى تكوُّن النسيج المُتورِّق.

السؤال الخامس:

أ. الماغما صخور مصهورة موجودة في باطن الأرض، وهي تحوي نسبة عالية من الغازات، وبخاصة بخار الماء. أمّا اللابة فهي صخور مصهورة موجودة على سطح الأرض، وقد فقدت كميات كبيرة من الغازات التي كانت محصورة فيها.

ب. الضغط والحرارة هما عامل التحوُّل في التحوُّل الإقليمي الذي يحدث على مساحات واسعة من سطح الأرض. أمّا عامل التحوُّل الرئيس المُؤثِّر في التحوُّل التماسي فهو الحرارة. وهذا التحوُّل يُؤثِّر في مساحات قليلة من سطح الأرض.

السؤال السادس:

يتكوَّن النسيج الفقاعي بسبب خروج الغازات من اللابة وهي على سطح الأرض، فتتكوَّن فيه مجموعة من الفجوات أو الثقوب نتيجةً ذلك.

السؤال السابع:

الغرانيت، الديوريت، الغابرو، البيريدوتيت.

السؤال الثامن:

عبارة غير صحيحة؛ يحتوي الصخر الرملي على معادن مشابهة للمعادن المكونة للصخر الأصلي لأنه تكون بفعل تراكم الفتات الصخري الناتج من عمليات التجوية الفيزيائيةعلى الصخر الأصلي لا التجوية الكيميائية.

السؤال التاسع:

تعرُّض الصخر قبل تصلُّبه لعمليات تجوية فيزيائية، ثم نقل الفتات الصخري مسافات طويلة قبل ترسُّبه وتصلُّبه في حوض الترسيب.

السؤال العاشر:

تنتقل أيونات المعادن الناتجة من التجوية الكيميائية إلى أحواض الترسيب، مثل المحيطات، وينتج من تفاعلها مواد جديدة. وعندما يزداد تركيز تلك المواد، ويصبح الماء مشبعًا بها، فإنَّها تترسَّب، وتتصلَّب بمرور الزمن، وتتحوَّل إلى صخور.

مراجعةُ الوحدةِ

السؤال السادس:

أُوضِّحُ كيفيةَ تكوُّنِ النسيجِ الفقاعيِّ.

السؤال السابعُ:

أُصنِّفُ الصخورَ الناريةَ الآتيةَ تبعًا لمحتواها منَ السليكا، منَ الأكثرِ إلى الأقلِّ:

الغابرو، البيريدوتيتُ، الغرانيتُ، الديوريتُ.

السؤال الثامنُ:

أُقوِّمُ العبارةَ الآتيةَ:

"يحتوي الصخرُ الرمليُّ على معادنَ تختلفُ عنِ المعادنِ المُكوِّنةِ للصخرِ الأصليِّ بسببِ حدوثِ تجويةٍ كيميائيةٍ للصخرِ الأصليِّ."

السؤال التاسعُ:

أستنتجُ: ما الذي يُمكِنُ استخلاصُهُ عنِ البيئاتِ الرسوبيةِ عندَ دراسةِ تتابعٍ طبقيٍّ مُكوَّنٍ منْ صخرِ الكونغلوميراتِ؟

السؤال العاشرُ:

أُوضِّحُ: كيفَ تتكوَّنُ الصخورُ الرسوبيةُ الكيميائيةُ؟

السؤال الحادي عشرَ:

عثرَ أحدُ الجيولوجيينَ على آثارٍ لتشقُّقاتٍ طينيةٍ على سطحِ إحدى الطبقاتِ، علامَ يُمكِنُ أنْ يستدلَّ منْ وجودِها؟

السؤال الثاني عشرَ:

أُرتِّبُ الصخورَ المُتحوِّلةَ الآتيةَ منَ الأكثرِ درجةَ تحوُّلٍ إلى الأقلِّ منْها:

الشيستُ، الفيليتُ، النايسُ، الأردوازُ.

السؤال الثالثَ عشرَ:

أستنتجُ: لماذا يُمكِنُ رؤيةُ البلّوراتِ المُكوِّنةِ لصخرِ النايسِ بالعينِ المُجرَّدةِ، ولا يُمكِنُ تمييزُها في صخرِ الأردوازِ؟

السؤال الرابعَ عشرَ:

أذكرُ أسماءَ ثلاثةِ صخورٍ توجدُ في الأردنِّ، مُحدِّدًا استخدامَ كلٍّ منْها.

السؤال الحادي عشر:

يُستدَل من وجودهاعلى أنَّ المنطقة قد تعرَّضت للجفاف؛ ما أدّى إلى حدوث تشقُّقات للرسوبيات الطينية.

السؤال الثاني عشر:

النايس، الشيست، الفيليت، الأردواز.

السؤال الثالث عشر:

لأنَّ صخر النايس يتكوَّن في درجات تحوُّل عالية تسمح لنمو المعادن بحيث تُرى بالعين المُجرَّدة، خلافًا لصخر الأردواز الذي يتكوَّن في درجة تحوُّل منخفضة عن صخر الغضار، فتكون بلّوراته صغيرة.

السؤال الرابع عشر:

الغرانيت: يُستعمَل في البناء.

الصخر الرملي: يُستعمَل في صناعة الزجاج.

الصخر الجيري: يُستعمَل في صناعة الأسمنت.

تجربة إثرائية

تعرُّف الصخور.

الهدف: تصنيف عيِّنات صخرية إلى أنواعها الثلاثة بناءً على خصائصها المشتركة.

المهارات العلمية الملاحظة، المقارنة، التصنيف.

ارشادات السلامة

- اطلب إلى الطلبة توخي الحذر في اثناء استخدامهم لحمض الهيدروكلوريك المخفف والمطرقة. وغسل يديهم جيدًا بالماء والصابون بعد الانتهاء من تنفيذ التجربة.

الإجراءات والتوجيهات:

- وجِّه الطلبة إلى كتابة ملاحظاتهم ونتائجهم في الصفحة الثانية عشرة من كتاب الأنشطة والتجارب العملية في أثناء تنفيذ التجربة.
- وفِّر للطلبة عيِّنات تتوافق مع العيِّنات الموجودة في جدول تصنيف الصخور المرفق، أو من ضمنها، واحرص على توفير عيِّنة واحدة – على الأقل – لكل نوع من الصخور.
- تجوَّل بين الطلبة في أثناء تفحُّص العيِّنات، وناقِشهم في ما كتبوه من ملاحظات، وساعِدهم على تعرُّف العيِّنات المختارة.
- وجِّه الطلبة – بعد تحديدهم أسماء صخور العيِّنات الصخرية، وتحديد أنواعها– إلى البحث في شبكة الإنترنت عن خصائص تلك الصخور، وجمع صور لها؛ للتحقُّق من صحة ما توصَّلوا إليه، وكتابة أيِّ إضافات تتعلَّق بخصائص الصخر في جدول التصنيف.

التحليل والاستنتاج:

١. • من حيث القساوة:
- الرخام: أكثر قساوة. - الصخر الجيري: قاسٍ.
- صخر الطباشير: لين.
• من حيث التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المُخفَّف:
- جميع العينات تتفاعل مع الحمض بصورة جيدة.

2. النايس: المعادن المُكوِّنة له أكبر حجمًا، وهو يوجد على شكل أشرطة غامقة وفاتحة، ويصعب كسره.

الشيست: المعادن المُكوِّنة له أقلُّ حجمًا، وهو يمتلك نسيجًا مُتورِّقًا، ويُمكِن كسره على امتداد معادنه غامقة اللون مثل المايكا.

3. بسبب الاختلاف في مُكوِّناتها المعدنية، وطرائق نشأتها.

4. اللون؛ فقد تمتلك مجموعة من الصخور اللون والملمس نفسيهما، وقد تتشابه العديد من الصخور في ملمسها الناعم، أو ملمسها الخشن.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سُلَّم تقدير.

الرقم	المعيار	التقدير			
		1	2	3	4
1	يُطبِّق إرشادات السلامة في أثناء إجراء التجربة.				
2	يتفحَّص خصائص العيِّنات الصخرية (مثل: اللون، والقساوة) بصورة صحيحة.				
3	يتوصَّل إلى اسم الصخر ونوعه باستعمال جدول تصنيف الصخور.				
4	يتعاون مع زملائه في المجموعة.				
5	يتوصَّل إلى أقل الخصائص الصخرية تمييزًا للصخور.				

محاكاة لأسئلة اختبارات دولية

السؤال الأول:

نعم، اقتراح عضو البلدية مناسب وصحيح؛ لأنَّ صخر الرخام يتكوَّن من كربونات الكالسيوم التي تتفاعل مع الحموض. ولأنَّ المنطقة تمتاز بكثرة الأمطار الحمضية فيها؛ فإنَّ التمثال سيتأثَّر بتلك الحموض بمرور الزمن، خلافًا لصخر الغرانيت الذي لا يتأثَّر بها، فيكون استعماله أفضل.

السؤال الثاني:

أ . سيزيد من تركيز المواد الذائبة في مياه البحر الميت..

ب. رسوبيات.

جـ. • زيادة درجة الحرارة • تبخُّر • زيادة تركيز المواد الذائبة
• إشباع • ترسيب للمواد الناتجة وتراكمها
• تصلُّبها وتحوُّلها إلى صخور رسوبية.

د . صخر رسوبي كيميائي؛ لأنَّه يتكوَّن من تراكم المواد الناتجة من تفاعل الأيونات في المياه، وزيادة إشباع المياه بها.