ـــ الفصل الأول ـــ

{ تركيب الخلية و وظائفها }
{ التراكيب الخلوية و العضيات }

* أنواع الخلية :

- الخلايا هي الوحدات الأساسية لجميع المخلوقات الحية .
- للخلايا أحجام و أشكال مختلفة على حسب الوظيفة التي تؤديها .
- تشترك جميع الخلايا في صفات مشتركه مثل (الغشاء البلازمي ـ المادة الوراثية ـ تحليل الجزيئات لإنتاج الطاقة).
- تنقسم الخلايا إلى قسمين هما : أنظر شكل 1-1 صفحة 12

1- خلايا حقيقية النواة : أكبر حجما وتحتوي على (نواة بداخلها مادة وراثية DNA) و عضيات محاطة بأغشية (لكل عضي وظيفة محددة).

2- خلايا بدائية النواة :ليس لها نواة أو عضيات محاطة بأغشية .

- معظم المخلوقات الحية خلايا حقيقية النواة وبعضها بدائية النواة مثل بعض المخلوقات الحية وحيدة الخلية مثل البكتريا البدائية .

} وظيفة الغشاء البلازمي {أنظر شكل 2-1 صفحة 14

- الغشاء البلازمي : هو حاجز رقيق مرن فاصل بين الخلية وبيئتها . ذو نفاذية اختيارية لتنظيم مرور المواد من وإلى الخلية .
- النفاذية الاختيارية : صفة مهمة في تركيب الغشاء البلازمي ينظم كمية ونوعية ووقت المواد التي تدخل إلى الخلية وتخرج منها .

} تركيب الغشاء البلازمي {أنظر شكل 3-1 صفحة 14

- جزيء الدهن الواحد يتكون من (سلسلة جلسرول وثلاث سلاسل من الأحماض الدهنية).
- الدهون المفسفرة تتكون من (سلسلة جلسرول وسلسلتين من الأحماض الدهنية ومجموعة فوسفات).
- يتركب الغشاء البلازمي من طبقتين من الدهون المفسفرة المزدوجة التي تشكل ما يشبه الشطيرة (بحيث تكون الرؤوس القطبية بفعل مجموعة الفوسفات إلى الخارج وإلى الداخل منجذبة إلى الماء وذيول الأحماض الدهنية غير القطبية في الجزء الأوسط نافرة من الماء).- تجمُّع الجزيئات الدهنية بهذه الطريقة يشكل حاجزاً سطحه قطبي وأوسطه غير قطبي (لذلك لا تمر المواد الذائبة في الماء بسهولة لأن وسط الغشاء غير القطبي يعيقها).

* مكونات الغشاء البلازمي الأخرى : أنظر شكل 3-1 صفحة 14

- يوجد على الغشاء البلازمي بروتينات بعضها :

1- على السطح الخارجي وتسمى (المستقبلات) ترسل إشارات إلى داخل الخلية .
2- على السطح الداخلي تقوم بربطه مع تراكيب الدعم الداخلية لإعطاء الخلية شكلها المحدد.
3- يخترق الغشاء كله وتسمى (البروتينات الناقلة) بحيث تشكل قنوات تنتقل عبرها المواد مثل (الكولسترول والبروتينات والكربوهيدرات)وبالتالي تساهم في النفاذية الإختيارية .

- يوجد على الغشاء البلازمي كولسترول غير قطبي ينفر من الماء بين الدهون المفسفرة ويساعد على منع التصاق ذيول الأحماض الدهنية ببعضها وبالتالي يساهم في سيولة الغشاء البلازمي .
- يوجد على الغشاء البلازمي كربوهيدرات تساعد على معرفة الإشارات الكيميائية مثلا (تساعد الخلايا المقاومة للمرض على تمييز الخلايا الضارة وتهاجمها).

ملاحظة :

النموذج الفسيفسائي المائع : أنظر شكل 4- 1 صفحة 16

- بسبب تكون الغشاء البلازمي من طبقتين مزدوجة من الدهون المفسفرة فإن الغشاء البلازمي وما يحتويه من مكونات تتحرك بشكل ثابت وينزلق بعضها فوق بعض داخل طبقة الدهون المزدوجة .

}السيتوبلازم والهيكل الخلوي {أنظر شكل 5- 1 صفحة 17

العضيات داخل الخلية ليست سابحة في السيتوبلازم بل تدعمها شبكة من الخيوط البروتينية تسمى الهيكل الخلوي (الذي يساعد على حركة الخلية وأنشطتها الأخرى).

يتركب الهيكل الخلوي من :

1- الأنيبيبات الدقيقة : وهي اسطوانية طويلة مجوفة من البروتين تكون هيكلاً صلباً للخلية وتساعد في حركة المواد داخل الخلية .

2- الخيوط الدقيقة : وهي خيوط بروتينية رفيعة تساعد على إعطاء الخلية شكلها وتمكن الخلية أو جزء منها على الحركة .

} تراكيب الخلية {أنظر شكل 6- 1 صفحة 18

تحتوي الخلية حقيقية النواة على عضيات مختلفة لكلٍ منها دور ووظيفة محددة منها:

***النواة :** أنظر شكل 7- 1 صفحة 19

- **وظيفتها** تنظم عمليات الخلية .
- وتحتوي بداخلها على نوية ومادة وراثية على شكل) DNAتخزن فيها المعلومات الوراثية) وتحاط بغشاء نووي مزدوج عليه ثقوب يسمح بمرور المواد عبره من وإلى النواة .

*** الرايبو سومات :** أنظر شكل 8 - 1 صفحة 20

- **وظيفتها** إنتاج البروتين . الذي يستخدم داخل الخلية أو ينتقل إلى خلايا أخرى .
- وهي عضيات غير محاطة بأغشية تصنع في النوية داخل النواة وتوجد إما سابحة في السيتوبلازم أو ملتصقة بالشبكة الاندوبلازمية الخشنة .

*** الشبكة الاندوبلازمية** : أنظر شكل 8 - 1 صفحة 20

عبارة عن قنوات وأكياس متصلة ومتداخلة محاطة بغشاء مزدوج وهي كثيرة الإنثناءات لتعطيها مساحة سطح أكبر لإنجاز عمل أكثر .

ولها نوعان هما :

1- الشبكة الأندوبلازمية الخشنة : وهي تنتج عندما ترتبط بها الرايبوسومات وهي تعد مواقع لإنتاج البروتينات والدهون.

2- الشبكة الأندوبلازمية الملساء :وهي الشبكة بدون أن ترتبط بها الرايبوسومات

وظيفتها إنتاج الكربوهيدرات والدهون المعقدة مثل (الدهون المفسفرة) كما تعمل في خلايا الكبد على إزالة السموم الضارة من الجسم .

*** جهاز جولجي:** أنظر شكل 9 - 1 صفحة 21

عبارة عن أغشية متراصة

وظيفتها : بعد أن ينتقل إليها البروتين المصنع في الرايبوسومات تغلفه داخل أكياس تسمى الحويصلات التي تلتصق بالغشاء البلازمي لنقله خارج الخلية .

***الفجوات :** أنظر شكل 10 - 1 صفحة 22
عبارة عن حويصلات محاطة بغشاء .
- في الخلية النباتية كبيرة لتخزين (الماء - الغذاء - الفضلات - ومواد أخرى).
في الخلية الحيوانية إن وجدت فهي صغيرة جداً .

***الأجسام المحللة (الليسوسومات):** أنظر شكل 11 - 1 صفحة 22
في الخلية الحيوانية فقط وهي عبارة عن حويصلات محاطة بأغشية تحتوي على أنزيمات لهضم الغذاء والبكتيريا والفيروسات التي تدخل الخلية .
وقد تلتحم بالفجوة العصارية وتطرح فيها أنزيمات لهضم الفضلات التي بداخلها ويمنع الغشاء المحيط بها الأنزيمات من تحليل الخلية .

***المريكزات (السنتريول):** أنظر شكل 12 - 1 صفحة 23
في الخلايا الحيوانية وخلايا الأوليات وهي عبارة عن مجموعة من الأنيبيبات الدقيقة على شكل أزواج تلعب دوراً في إنقسام الخلية .

***الميتوكندريا :** أنظر شكل 13 - 1 صفحة 23
عضي له غشاء خارجي أملس وغشاء داخلي كثير الطيات و الأنثناءات ليعطيها مساحة سطح أكبر
وظيفة الميتوكندريون هو تكسير الروابط بين جزيئات السكر لإنتاج الطاقة.

***البلاستيدات :** أنظر شكل 14 - 1 صفحة 24
في الخلية النباتية فقط ولها عدة أنواع وهي :
1- البلاستيدات الخضراء : تحتوي على صبغة الكلوروفيل بداخل الثايلاكويدات التي تتكون من أقراص الجرانا التي تمتص الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية بعملية البناء الضوئي .
2- البلاستيدات الملونة : تحتوي على أصباغ حمراء أو صفراء أو برتقالية لإعطاء الأوراق والأزهار والفواكه ألوانها .
3- البلاستيدات عديمة اللون : لتخزين النشا والدهون والبروتين .

***الجدار الخلوي :** أنظر شكل 15 - 1 صفحة 25
في الخلايا النباتية والفطريات وبعض الخلايا بدائية النواة .
عبارة عن شبكة من الألياف السميكة تحيط بالغشاء البلازمي من الخارج لحماية الخلية وتوفير الدعامة والقوة .
في النباتات الجدار الخلوي يحتوي على مادة كربوهيدراتيه معقدة تسمى (السليلوز) يعطي النبات الدعامة للوصول إلى ارتفاعات مختلفة .

***الأهداب والأسواط :** أنظر شكل 16 - 1 صفحة 25 وجدول 1 - 1 صفحة 26
تتكون من انيبيبات دقيقة تمتد خارج الغشاء والبلازمي مرتبة في نمط (2+9) في محيط دائري مع تسع مجموعات مزدوجة تحيط بأنيبيبتين منفردتين في المركز تستخدم للحركة والتغذية .
- **الأهداب :** زوائد قصيرة كثيرة العدد .
- **الأسواط :** اطول من الأهداب وأقل عدداً .
- **ملاحظة :** قد توجد الأهداب في خلايا ثابتة غير متحركة مثل الخلايا المبطنة للجهاز التنفسي للإنسان .

*** لتلخيص تراكيب الخلية** أنظر جدول 1 - 1 صفحة 26

الجدول 1–1	خلاصة تراكيب الخلية		
تركيب الخلية	مثال	الوظيفة	نوع الخلية
الجدار الخلوي		حاجز غير مرن يعطي الدعامة والحماية للخلية النباتية.	الخلايا النباتية وخلايا الفطريات وبعض الخلايا البدائية النواة.
المريكزات		عضيات تظهر على شكل أزواج وتؤدي دورًا في انقسام الخلية.	الخلايا الحيوانية ومعظم خلايا الأوليات.
البلاستيدات الخضراء		عضيات لها غشاء مزدوج وثايلاكويدات وتحوي المادة الخضراء، ويتم فيها عملية البناء الضوئي.	الخلايا النباتية فقط.
الأهداب		امتدادات من سطح الخلية تساهم في الحركة والتغذية، وسحب المواد نحو سطح الخلية.	بعض الخلايا الحيوانية وخلايا الأوليات والخلايا البدائية النواة.
الهيكل الخلوي		إطار هيكلي للخلية داخل السيتوبلازم.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
الشبكة الإندوبلازمية		غشاء كثير الطيات وهو موقع تصنيع البروتين.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
الأسواط		امتدادات تساهم في الحركة والتغذية.	بعض الخلايا الحيوانية والخلايا البدائية النواة وبعض الخلايا النباتية.
جهاز جولجي		أغشية أنبوبية متراصة ومسطحة تقوم بتصنيع البروتين وتغليفه لنقله خارج الخلية.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
الأجسام المحللة		حويصلة تحتوي على إنزيمات هاضمة تحلل المواد الخلوية الزائدة.	الخلايا الحيوانية فقط.
الميتوكندريون		عضية محاطة بغشاء يوفر الطاقة للخلية.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
النواة		مركز السيطرة في الخلية، وتحتوي على تعليمات مشفّرة لإنتاج البروتينات وانقسام الخلية.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
الغشاء البلازمي		حاجز مرن ينظم حركة المواد من الخلية وإليها.	جميع الخلايا الحقيقية النواة.
الرايبوسومات		عضيات تُعد موقعًا لبناء البروتينات.	جميع الخلايا .
الفجوات		حويصلة محاطة بغشاء لتخزين مؤقت للمواد.	الخلايا النباتية تحوي فجوة كبيرة أما الخلايا الحيوانية فتحوي القليل من الفجوات الصغيرة الحجم.

} العضيات عندما تعمل {أنظر صفحة 27

فكرة الموضوع أن العضيات في الخلية كل عضي يؤدي دور محدد وأن هذه العضيات تعمل معاً وتتكامل أدوارها للقيام بالوظائف الخلوية .

} كيمياء الخلية {

تتكون خلايا المخلوقات الحية من مركبات عضوية يدخل في تركيبها الكربون كعنصر أساسي .

} الكيمياء العضوية { أنظر شكل 17 - 1 صفحة 29

- لأهمية عنصر الكربون خُصص لمركباته فرع في الكيمياء يسمى بـ (الكيمياء العضوية) .
- لذرة الكربون في مدارها الخارجي 4 الكترونات تكون من خلالها 4 روابط تمكنها من الارتباط معاً على صورة سلاسل مستقيمة أو متفرعة أو على صورة مركبات حلقية .

} الجزيئات الكبيرة { أنظر جدول 2 -1 صفحة 30

*** الجزيئات الكبيرة (المبلمرات) :**

هي جزيئات كبيرة مكونة من مجموعة من الوحدات الأساسية (مونومرات) والتي ترتبط معاً بسلسلة من الروابط المشتركة (التساهمية) .

*** تنقسم المركبات الحيوية الكبيرة إلى اربع مجموعات هي (الكربوهيدرات - الدهون - البروتينات - الأحماض النووية)**

} الكربوهيدرات { أنظر شكل 18 - 1 و 19 - 1 صفحة 31

- تتركب كيميائياً من (C و H وO) بنسبة (1 : 2 : 1)
- صيغتها العامة هي (CH_2O)n حيث n :هي عدد وحدات CH_2O في السلسلة ويتراوح عدد n من 3 - 7 وحدات .
- وهي مصدرا أساسي للطاقة .

وتنقسم إلى 3 أقسام هي :

أ - سكريات احادية : تتكون من جزيء واحد فقط من السكر الأحادي .

مثل : 1- الجلكوز
2- الفركتوز
3- الجالكتوز

ب - سكريات ثنائية : تتكون من ارتباط جزيئين من السكر الأحادي .

مثل : 1- السكروز (سكر المائدة).
2 - اللاكتوز (سكر الحليب) .
3 - المالتوز (سكر الشعير) .

ج - سكريات عديدة : تتكون من ارتباط عدد كبير من الجزيئات من السكر الأحادي .

مثل : 1- الجلايكوجين : على الكبد والعضلات كمخزن للطاقة .
2 - السليلوز : في جدار الخلية النباتية على شكل ألياف ليعطيها الدعم .

- ملاحظة : الكايتين هو سكر عديد يحتوي على النيتروجين ويوجد في صدفة الروبيان وسرطان البحر وبعض الحشرات والجدار الخلوي للفطريات .

} الدهون { أنظر شكل 20 - 1 صفحة 33

- تتكون من وحدات أساسية تسمى (الأحماض الدهنية و الجلسرول)
- تتركب هذه الوحدات كيميائيا من (C،H، O) .
- تعتبر كمخزن للطاقة .
- أمثلة : 1 - الشحوم .
2 - الزيوت .
3 - الشمع : (الذي يوجد في خلايا النحل وعلى أوراق النباتات لمنع فقدان الماء)
- للدهون نوعان هما :

أ ـ الدهون المشبعة : غالباً صلبة في درجة الحرارة العادية مثل الدهون الحيوانية وفيها ترتبط سلسلة ذرات الكربون ببعضها بروابط أحادية .
ب ـ الدهون غير المشبعة : غالباً سائلة في درجة الحرارة العادية مثل الزيوت النباتية وهي نوعان :
1 ـ دهون غير مشبعة : تحتوي على رابطة ثنائية واحده بين ذرات الكربون .
2 ـ دهون غير مشبعة عديدة : تحتوي على أكثر من رابطة ثنائية بين ذرات الكربون .

* **ـ الدهون المفسفرة** : تدخل في تركيب الغشاء البلازمي للخلية وبما أنها لاتذوب في الماء (كارهه للماء) فهي تعمل كحاجز في الأغشية الخلوية .

* **السيترويدات :** مثل
1 ـ الهرمونات
2 ـ الكولسترول : الذي يدخل في إنتاج دهون ضرورية أخرى وفيتامينD و هرمونات الأستروجين و التستوستيرون.

} البروتينات { أنظر شكل 21 - 1 صفحة 33

ـ تتكون من وحدات أساسية تسمى (الأحماض الأمينية)
ـ تتركب هذه الوحدات كيميائياً من (N, O, H ,C) وأحياناً (S) .
ـ هنالك حوالي 20 حمض أميني مختلفة (تختلف باختلاف المجموعة الوظيفية المتغيرة) .
ترتبط الأحماض الامينية معاً بروابط ببتيدية (بين مجموعة الأمين ومجموعة الكاربوكسيل) لتكون البروتينات .
ـ **ملاحظة :** أنظر شكل 21 - 1 صفحة 33
يتكون الحمض الأميني من ذرة كربون مركزية تتصل بها ذرة هدروجين (H- (ومجموعة كاربوكسيل (COOH-) ومجموعة أمين (NH_2 -) ومجموعة متغيرة (R -)

***وظيفة البروتين :** يشكل 15% من كتلة الجسم ويساهم في معظم وظائفه ويوجد قرابة 10000 نوع من البروتين في الجسم حيث :
1 ـ يدخل في تركيب الشعر والأظافر والجلد والعضلات .
2 ـ تساهم في الدعم .
3 ـ تساهم في النقل (نقل المواد داخل الخلية أو بين الخلايا) .
4 ـ توصيل الإشارات داخل الخلية وبين الخلايا .
5 ـ تعمل كعوامل مساعدة (محفزة) تزيد من سرعة التفاعلات الكيميائية (مثل الأنزيمات).

} الأنزيمات { أنظر شكل 23 -1 صفحة 35

ـ الأنزيمات : هي نوع من البروتينات تعمل كعوامل مساعدة (محفزة) .
* **المحفز :** هو مادة تقلل طاقة التنشيط التي يتطلبها بدء التفاعل الكيميائي وتعمل على تسريع التفاعل ولا تستهلك فيه ولا تزيد من كمية نواتج التفاعل .
ـ الأنزيمات تختلف عن العوامل المساعدة في كونها متخصصة بنوع واحد أو عدد قليل من التفاعلات ولا ينتج عنها تفاعلات غير مرغوب فيها .
ـ تساهم الأنزيمات بربط المواد المتفاعلة ببعضها بعد ارتباط المواد المتفاعلة بالأنزيم في (الموقع النشط) وبعد أن يتم التفاعل فيما بينها تتحرر المواد الناتجة عن الأنزيم .(أنظر شكل 24 -1 صفحة 34).
ـ يتأثر عمل الأنزيمات بعوامل أخرى مثل (الرقم الهيدروجيني PH ودرجة الحرارة) .
فالحرارة المثلى لإنزيمات الإنسان عند 37م .

} الأحماض النووية { أنظر شكل 24 - 1 صفحة 36

- تعتبر كمخزن للمعلومات الوراثية .
- تتكون من وحدات أساسية تسمى (النيوكليوتيدات) وهي ستة أنواع .
- تتركب هذه الوحدات كيميائياً من (P ,N, O, H, C)
- يتركب النيوكليوتيد الواحد من (مجموعة فوسفات وقاعدة نيتروجينية وسكر رايبوز) .
- للأحماض النووية نوعان هما :

1 - الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (DNA) .
2 - الحمض النووي الرايبوزي (RNA) .

- ويتكون الحمض النووي DNA او RNA نتيجة إتحاد سلسلة من النيوكليوتيدات بحيث يرتبط سكر الرايبوز في نيوكليوتيد بمجموعة الفوسفات في نيوكليوتيد أخرى وتبقى القاعدة النيتروجينية خارج السلسلة لتكوين روابط هيدروجينيه مع قواعد نيتروجينية أخرى في نيوكليوتيدات في سلسلة أخرى .

*** ملاحظة :**

ادنيوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) : هو نيوكليوتيد يحتوي على ثلاث مجموعات من الفوسفات . وهو المخزن للطاقة التي تستخدمها الخلايا .
حيث تتحر الطاقة عندما تتكسر الروابط بين مجاميع الفوسفات الثانية والثالثة .

ـــ الفصل الثاني ـــ
} الطاقة الخلوية {
} كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة {

تستخدم المخلوقات الحية الطاقة للقيام بوظائفها الحيوية ولكن كيف تحصل عليها ؟

} تحولات الطاقة {

*** قوانين الديناميكا الحرارية :**

1) القانون الأول (قانون حفظ الطاقة):
أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث بل تتحول من شكل لآخر .

2) **القانون الثاني :** انه عند تحول الطاقة من شكل لآخر فإنه يفقد (يتحول) جزء منها إلى طاقة حرارية . (وعلى ذلك فكمية الطاقة القابلة للاستخدام تتناقص تدريجيا في السلسلة الغذائية) .

*** ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية :** أنظر شكل 2 2 صفحة 51

أ) المخلوقات ذاتية التغذية : هي التي تصنع غذائها بنفسها وهي إما بـ :

1) البناء الضوئي : مثل النباتات التي تحول الطاقة الضوئية من الشمس إلى طاقة كيميائية .

2)البناء الكيميائي : مثل بعض المخلوقات التي تستخدم مركبات غير عضوية مثل (كبريتيد الهيدروجين) مصدراً للطاقة .

ب) المخلوقات غير ذاتية التغذية : مثل معظم المخلوقات الحية التي تحتاج إلى ابتلاع الطعام وهضمه للحصول على الطاقة .

} عملية الأيض {أنظر شكل 3 -2 صفحة 52

***عملية الأيض :** هي التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلية الحية .

***مسار الأيض :** هي سلسلة التفاعلات الكيميائية التي تعد المواد الناتجة فيها مواد متفاعلة في التفاعل التالي .

***أنواع مسارات الأيض :** نوعان هما :

أ ـ مسارات بناء (مثل عملية البناء الضوئي) : تحتاج إلى طاقة ويتم فيها تحويل الجزيئات الصغيرة إلى جزيئات كبيرة (حيث تستخدم الطاقة الضوئية في تحويل H_2o وCo_2 إلى سكر جلكوز و O_2.

ب ـ مسارات هدم : (مثل التنفس الخلوي): يتحرر (ينتج) عنها طاقة ويتم تحويل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة . (حيث يستخدم الـ O_2 في تحليل المواد العضوية (الجلكوز مثلاً)إلى H_2o و Co_2 وينتج عن ذلك طاقة) .

ATP } وحدة الطاقة الخلوية {

للطاقة أشكال مختلفة (ضوئية ـ ميكانيكية ـ حرارية ـ كيميائية ....الخ) ويتم تخزين الطاقة في المخلوقات الحية على شكل طاقة كيميائية في مركب الـ (ATP) التي تستخدم في التفاعلات المتنوعة .

***تركيب جزيء الطاقة ATP (أدينوسين ثلاثي الفوسفات) :** أنظر شكل 4 - 2 صفحة 53

هوعبارة عن ينوكليوتيد يتكون من (قاعدة نيتروجينية] أدنين [وسكر رايبوز و 3 مجموعات فوسفات).

***وظيفة جزيء الطاقة ATP :** أنظر شكل 4 - 2 صفحة 53

عندما تنكسر الرابطة في جزيء ATP بين مجموعة الفوسفات الثالثة والثانية يتحرر جزء كبيره من الطاقة وينتج جزيء يسمى (ADP) أدينوسين ثنائي الفوسفات ومجموعة فوسفات حرة وعندما تنكسر الرابطة في جزيء ADP بين مجموعة الفوسفات الثانية والأولى يتحرر جزء قليل من الطاقة وينتج جزيء يسمى (A M P) أو أدينوسين أحادي الفوسفات .ومجموعة فوسفات حرة أخرى ونظراً لأن الطاقة الناتجة من هذا التفاعل قليلة فإن معظم التفاعلات الخلوية تتضمن جزيئات ADP, ATP

} عملية البناء الضوئي {

ـ تحدث في المخلوقات ذاتية التغذية وفيها يتم صنع مركبات عضوية مثل السكر وتتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في البلاستيدات الخضراء حسب المعادلة التالية :

$$6Co_2 + 6H_2o \xrightarrow{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

ـ تتم عملية البناء الضوئي في مرحلتين هما :

1ـ التفاعلات الضوئية : تعتمد على الضوء ويتم فيها امتصاص الطاقة الضوئية و تحويلها إلى طاقة كيميائية على شكل (NADPH و ATP)

2 ـ التفاعلات اللاضوئية : لا تعتمد على الضوء بل تستخدم مركبات (ATP و NADPH) التي نتجت من التفاعلات الضوئية في إتمام باقي التفاعلات وصنع سكر الجلكوز ومنه يتكون النشا والبروتينات والدهون والأحماض النووية .

} المرحلة الأولى : التفاعلات الضوئية {

*** البلاستيدات الخضراء :** أنظر شكل 5 - 2 صفحة 56

عضيات كبيرة تشبه القرص وتحتوي على جزيئين هما :

1 - الجزء الأول : الثايلاكويدات وهي مجموعة من الأغشية على شكل أكياس متراصة في رزم تسمى الجرانا (فيها تحدث التفاعلات الضوئية).

2 - الجزء الثاني : اللُحمه (الحشوة) وهي سائل يملأ الفراغات المحيطة بالجرانا (فيها تحدث التفاعلات اللا ضوئية)

*** الأصباغ :** هي جزيئات ملونة تمتص الضوء وتوجد في أغشية الثايلاكويدات في البلاستيدات الخضراء .

- يوجد أنواع مختلفة من الأصباغ كل نوع يمتص أطوالاً موجية محددة .

1 - الكلوروفيل بنوعيه (A وB) : يزداد إمتصاصه للطيف الضوئي المحصور بين الأزرق والبنفسجي . ويعكس الطيف الأخضر لذلك نشاهد الجزء المحتوى من النباتات على الكلوروفيل باللون الأخضر .

2- مجموعة الكاروتينات مثل (صبغة بيتا كاروتين) : تمتص الطيف في المناطق الخضراء والزرقاء وتعكسه في المناطق الصفراء والبرتقالية والحمراء (مثل الموجوده في الجزر والبطاطا الحلوة) .

- ملاحظة : أنظر شكل 7 - 2 صفحة 57

يمكن أن يظهر اللون الأصفر والأحمر والبرتقالي في الأوراق في فصل الخريف عندما يتحلل الكلورفيل فتصبح الأصباغ الأخرى أكثر وضوحاً .

} نقل الالكترون {

ويتم ذلك على غشاء التايلاكويد الذي يمتاز بمساحة سطح كبيرة توفر مساحة لازمة للاحتفاظ بأعداد كبيرة من الجزيئات الناقلة للإلكترون .

*** خطوات نقل الإلكترون :** أنظر شكل 8 - 2 صفحة 59

1 - يوجد نظامان ضوئيان هما (I وII) .

2 - الطاقة الضوئية في النظام الضوئي II تحفز الإلكترونات .

3 - الطاقة الضوئية في النظام الضوئي II تحلل الماء إلى (إلكترون + أيون هيدروجين H^+ (بروتون) + أكسجين O_2 كناتج غير مستخدم) .

4 - تنتقل الإلكترونات المحفزة من النظام الضوئي IIإلى جزيء مستقبل للإلكترون على غشاء الثايلاكويد .

5 - ينتقل الجزيء المستقبل للالكترونات عبر سلسلة من النواقل إلى النظام الضوئيI .

6 - بوجود الضوء يقوم النظام الضوئيI بنقل الإلكترونات إلى بروتين يسمى فيرودوكسين (يتم تعويض الإلكترونات المفقودة في النظام الضوئي Iبالكترونات من النظام الضوئي II).

7 - ينقل بروتين الفيرودوكسين الإلكترونات إلى ناقل الإلكترون + NADP مكوناً الجزيء المخزن للطاقة NADPH .

*** الأسموزية الكيميائية :**

يتم إنتاج جزيء ATP بالتزامن مع نقل الإلكترون بعملية تسمى الأسموزية الكيميائية .

خطواتها :

1 - عند تحلل الماء تتراكم أيونات الهيدروجين H^+ في الجانب الداخلي للثايلاكويد .

2 - نظراً لإرتفاع تركيز أيونات H^+ داخل الثايلاكويد وانخفاض تركيزها في اللحمه .

3 - تنتقل أيونات H^+ إلى اللحمه عبر قنوات أيونية في الغشاء تسمى (أنزيمات بناء الطاقة) .

4 - تقوم أنزيمات بناء الطاقة بمساعدة أيونات H^+ بتكوين جزيء ATP من جزيء ADP

} المرحلة الثانية : التفاعلات اللا ضوئية (حلقة كالفن){

*** خطواتها :** أنظر شكل 9 - 2 صفحة 61

1 - الخطوة الأولى : (عملية تثبيت الكربون): 6 +$6Co_2$ جزيئات من سكر الرايبولوز ثنائي الفوسفات(خماسي الكربون) 6 جزيئات من مركب سداسي الكربون غيرمستقر يتحلل إلى 12 جزيء (ثلاثي الكربون) يسمى 3 - حمض جلسرين أحادي الفوسفات (PGA -3)

2- الخطوة الثانية :

يتحول (PGA - 3) بانتقال الطاقة إليه من ATP وNADPH إلى جزيء عالي الطاقة يسمى جليسر الدهيد 3 - الفوسفات (G3P) .

3- الخطوة الثالثة :

يخرج جزيئان من (G3P) من الحلقة ويتحدان معاً لتكون الجلكوز ومنه تتكون مركبات عضوية أخرى مثل النشا والبروتينات وغيرها .

4 - الخطوة الرابعة :

تتحول العشرة المتبقية من (G3P) بواسطة أنزيم يسمى روبيسكو إلى ست جزيئات من سكر الرايبولوز - 5 - احادي الفوسفات الذي يتحول إلى ست جزيئات من سكر الرايبولوز - 1,5 - ثنائي الفوسفات والتي تدخل في دور جديدة من حلقة كالفن حيث تتحد مع ست جزيئات من Co_2 مره أخرى .

} مســارات بديــلة {

في البيئة التي لا يوجد فيها كمية كافية من الماء أو Co_2 تقل قدرة النبات الذي يقوم بعملية البناء الضوئي على تحويل الطاقة الضوئية إلى كيميائية فيلجأ النبات إلى مسارات بديلة في عملية البناء الضوئي منها :

*** نباتات C4 :**

لها مسار يسمى مسار C4 مثل (نبات قصب السكر والذرة) وفيه يتم تثبيت Co_2 وربطه مع مركبات رباعية الكربون بدلاً من ثلاثية الكربون وتغلق ثغورها في الأيام الحارة حيث يسمح هذا المسار باستهلاك كمية كافية من Co_2 وتقليل فقدان الماء .

*** نباتات CAM :**

لها مسار يسمى أيض حمض كروسيلي (CAM) ويحدث في النباتات التي تختزن الماء وتعيش في الصحراء أو المستنقعات المالحة ومنها (الصبار - السحلب - الأناناس) وفيه يتم السماح لـ Co_2 بالدخول إلى الأوراق ليلاً فقط في الجو البارد الرطب ثم تثبته في مركبات عضوية وفي النهار يتحرر ويدخل حلقة كالفن حيث يسمح هذا المسار باستهلاك كمية كافية من Co_2 وتقليل فقدان الماء

} التنفس الخلوي {

ومنه تحصل المخلوقات الحية على الطاقة وفيه تتحلل المركبات الكربونية مثل الجلكوز إلى Co_2 و H_2o وطاقة (على شكل ATP) حسب المعادلة التالية : (عكس البناء الضوئي).

$$6H_2o + 6Co_2 \quad 6O_2 + C_6H_{12}O_6 + \text{طاقة}$$

- يمر التنفس الخلوي بمرحلتين هما : أنظر 11 - 2 صفحة 63

1 - التنفس اللاهوائي (التحلل السكري) : يحدث في السيتوبلازم و لا يتطلب وجود O_2

2- التنفس الهوائي : يحدث في حشوة الميتوكندريا ويتطلب وجود O_2 ويشمل (حلقة كربس ونقل الإلكترون).

} التحلل السكري {

يتم في السيتوبلازم بمعزل عن O_2 حيث يتحلل جزيء الجلكوز إلى جزيئين من بيروفيت ويتكون جزيئان من ATP وجزيئان من NADH .

*** خطوات التحلل السكري :** أنظر شكل 12 - 2 صفحة 64

1 ـ تنفصل مجموعتان من الفوسفات من جزيئين من ATP وترتبط مع الجلكوز (السداسي الكربون) الذي يتحلل إلى مركبين كل منهما ثلاثي الكربون .

2 ـ بعد إضافة مجموعتا الفوسفات تتحد الإلكترونات وأيونات H+ مع جزيئين من +NAD فيتحول إلى جزيئات من NADH .

3 ـ تتحول المركبات ثلاثية الكربون إلى جزئين من بيروفيت وينتج عن ذلك أربع جزيئات ATP

ملاحظات :

1 ـ جزيء +NAD يشبه + NADP (الذي يستخدم في البناء الضوئي) فكلاهما ناقل للإلكترون .

2 ـ لازالت معظم الطاقة مخزنه في البيروفيت .

} التنفس الهوائي {

} حلقة كربس (دوره TCA (حلقة حمض الستريك {

تحدث في حشوة الميتوكندريا بوجود O_2 حيث يتحول البيروفيت عبر سلسلة من التفاعلات إلى Co_2 .

*** خطوات حلقة كربس :** أنظر شكل 13- 2 صفحة 65

1 ـ قبل أن تبدأ حلقة كربس يتفاعل البيروفيت مع مرافق إنزيم ـ أ (CO-A) وينتج مركب وسطي ثنائي الكربون يسمى اسيتيل مرافق الإنزيم ـ أ ويتحرر غاز Co2 ويتحول +NAD إلى NADH ثم يدخل اسيتيل مرافق الإنزيم ـ أ إلى الميتوكندريا .

2 ـ تبدأ حلقة كربس بارتباط اسيتيل مرافق الإنزيم ـ أ مع مركب رباعي الكربون وينتج عن ذلك مركب سداسي الكربون يسمى (حمض الستريك)

3 ـ يتحلل حمض الستريك في سلسلة الخطوات اللاحقة من التفاعل إلى (جزيئين من Co2 + جزيء واحد 3 + ATPجزيئات NADH + جزيء واحد $FADH_2$) ثم يعاد تكوين حمض الستريك ليدخل في حلقة جديدة .

ملاحظات :

1 ـ جزيء FAD يشبه جزيء +NAD وجزيء +NADP فجميعها ناقلة للإلكترون .

2 ـ الناتج النهائي من جزيء واحد سكر (2 بيرو فيت) هو: 6 جزيئات Co_2 + جزيئان ATP + 8 جزيئات NADH + جزيئان $FADH_2$.

} سلسلة نقل الإلكترون {

تعد الخطوة النهائية في التنفس الهوائي وفيها يتم إنتاج معظم جزيئات ATP

*** خطواتها :** أنظر شكل 14 - 2 صفحة 66

1- تتحرر الإلكترونات من نواقل الإلكترون NADH و $FADH_2$ التي تتحول إلى +NAD و FAD وتنتقل من بروتين لآخر على طول غشاء الميتوكندريا .

2- وتحرر أيونات الهيدوجين (+H) ويتم ضخها من الحشوة إلى الحيز بين الغشاء عبر الغشاء الداخلي للميتوكندريا .

3- وبالأسموزية الكيميائية (المشابهة للأسموزية في البناء الضوئي) تعود أيونات H+ من الحيز بين الغشائي (الأكثر تركيزاً من H+) إلى الحشوة (الأقل تركيزاً من H+) مروراً بجزيئات أنزيم بناء ATP .

4 ـ يعد الأكسجين O_2 المستقبل النهائي للإلكترون حيث تنتقل الإلكترونات والبروتونات إلى O_2 لإنتاج الماء .

5 ـ أخيراً ينتج عن عملية نقل الإلكترون 24 جزيء من ATP (كل جزيء NADH يعطي 3 جزيئات ATP وكل جزيء $FADH_2$ يعطي جزيئين ATP) .

وإجمالاً في المخلوقات حقيقية النواة كل جزيء جلكوز يعطي 36 جزيء ATP .

} التنفس اللاهوائي {

- او ما يسمى (التحليل السكر) أو (التخمر) يحدث في السيتوبلازم بمعزل عن الأكسجين وينتج عنه فقط جزيئان ATP ويستهلك في ذلك جزيئات NAD+ ، لذلك بانتهاء جزيئات NAD+ يتوقف التفاعل .
- **وللتخمير نوعان هما :**

*** تخمر حمض اللاكتيك (حمض اللبن) :** انظر شكل 15 - 2 صفحة 67

- يحدث في العضلات وفي بعض المخلوقات الدقيقة (في تخمير اللبن والجبن والقشطة) .
- في العضلات الهيكلية وعند القيام بمجهود إضافي يتم تحويل البيروفيت إلى حمض لاكتيك بمعزل عن الأكسجين فيتجمع حمض اللاكتيك في العضلة مسبباً إجهادها

***التخمر الكحولي :** أنظر شكل 15 - 2 صفحة 67

يحدث في فطر الخميرة وبعض أنواع البكتيريا وهو نفس تخمر حمض اللاكتيك ولكن النتائج هنا هو كحولي ايثيلي بدلاً من حمض اللاكتيك .

} عملية البناء الضوئي والتنفس الخلوي {

هي أهم المسارات الأيضية وهي عمليتان متعاكستان فالمواد الناتجة من عملية البناء الضوئي هي مواد متفاعلة في عملية التنفس الخلوي والعكس بالعكس حسب المعادلة التالية :انظر شكل 16-2 صفحة 69

$$6O_2 + C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[\text{تنفس خلوي}]{\text{بناء ضوئي}} 6H_2O + 6CO_2$$

ـــ الفصل الثالث ـــ

} التكاثر الخلوي {

}النمو الخلوي {

تنمو الخلايا إلى أقصى حجم لها ثم تتوقف عن النمو ثم تنقسم .

} حدود حجم الخلية {

- يبلغ قطر معظم الخلايا أقل من 100 (100 µm ميكرومتر)($\frac{1}{1000000}$ م = 1 ميكرومتر)

فلماذاحجمها صغير ؟؟

*** نسبة مساحة السطح إلى الحجم :** أنظر شكل 1 - 3 صفحة 82

- الذي يحدد حجم الخلية هو نسبة مساحة سطحها (الذي يغطيه الغشاء البلازمي) إلى حجمها .
- كلما كبر حجم الخلية قلت مساحة سطحها إلى حجمها وبالتالي وجدت صعوبة في الحصول على الغذاء والتخلص من الفضلات وكلما صغر حجم الخلية زادت مساحة سطحها إلى حجمها وبالتالي تستطيع البقاء بسهولة .

*** الإتصال الخلوي :**

وهو حاجة بروتينات التواصل الخلوي للحركة بداخل الخلية فكلما كبر حجم الخلية قد تقل سرعة إيصال الإشارات وحركة المواد المرسلة للعضيات المختلفة للقيام بوظائفها على أتم وجه .

}دورة الخلية {

- عندما تصل الخلية إلى أقصى حجم لها فإنها تنقسم (تتكاثر) عبر دورة نمو وانقسام تسمى دورة الخلية .

- دورة الخلية تمر بثلاث مراحل هي : أنظر شكل 2 - 3 صفحة 84

1- الطور البيني : يتضمن نمو الخلية وتضاعف مادتها الوراثية DNA)) وينقسم إلى ثلاث مراحل فرعية .

2- الانقسام المتساوي : فيه تنقسم نواة الخلية ومادتها الوراثية وينقسم إلى أربع مراحل فرعية .

3- انقسام السيتوبلازم : فيه ينقسم السيتوبلازم مكوناً خلية جديدة حيث يبدأ قبل نهاية الانقسام المتساوي .

- تختلف فترة دورة الخلية على حسب نوع الخلايا فبعضها يستغرق 8 دقائق وبعضها يوم واحد وبعضها عام كامل .(ولكن الغالبية مابين 12 - 24 ساعة تقريباً) .

***ملاحظة :** الخلايا حقيقية النواة تمر بدورة الخلية للتكاثر إما بدائية النواة فتتكاثر بطريقة تسمى (الانشطار الثنائي) .

} مراحل الطور البيني {

يتضمن ثلاث مراحل فرعية هي :

أ- مرحلة النمو الأول (G1) : هي الفترة ما بعد انقسام الخلية مباشرة وفيها تنمو الخلية وتتهيأ (تستعد) لتضاعف DNA . (بعض الخلايا مثل الخلايا العضلية والعصبية تتوقف عند هذه المرحلة .

ب - مرحلة بناء وتضاعف DNA(S) : هي الفترة التي يتم فيها نسخ المادة الوراثية .

- الكروموسوم : هو تراكيب تحتوي على المادة الوراثية DNA التي تنتقل من جيل لآخر من الخلايا .

- الكروماتين : هي المادة الوراثية DNA الممتدة على شكل خيوط رفيعة داخل النواة والتي تظهر عند صبغ الخلية . أنظر شكل 3 - 3 صفحة 83

ج - مرحلة النمو الثاني (G2) : وفيها تستعد الخلية للانقسام المتساوي لانقسام نواتها حيث(يبدأ بناء البروتين لإنتاج الأنيبيبات الدقيقة اللازمة لعملية الإنقسام).

{ الانقسام المتساوي و انقسام السيتوبلازم }

} الإنقسام المتساوي {

- يحدث في الخلايا الجسمية ويتضمن 4 مراحل فرعية هي :

أ- المرحلة الأولى (الطور التمهيدي) : أنظر شكل 4 - 3 صفحة 87 و 5 - 3 صفحة 88

ويحدث فيها الآتي :

1- ترتبط الكروماتيدات مع بعضها وتتكثف إلى كروموسومات .

- الكرومايتد الشقيق : هو كل نصف من الكروموسوم والذي يحمل نسخة متطابقة من DNA

- السنترومير :هو التركيب الذي في منتصف الكروموسوم والذي يجمع بين الكروماتيدان الشقيقان .

2- ثم تختفي النوية .

3- ثم تتكون الخيوط المغزلية (وهي انيبيبات دقيقة)

4- ثم تتكون المريكزات التي تنتقل إلى قطبي الخلية (عبارة عن أنيبيبات توجد الخلية الحيوانية فقط) .

5- ثم يختفي الغلاف النووي .

6- ثم ترتبط الخيوط المغزلية في طرف مع الكروميتيدات الشقيقة عند السنترومير وفي الطرف الآخر بالمريكزات عند قطبي الخلية .(وبالتالي تضمن كل خلية الحصول على نسخة من المادة الوراثية DNA) .

ب - المرحلة الثانية (الطور الاستوائي) : أنظر شكل 7 - 3 صفحة 89

وفيه يتم سحب الكروميتدات الشقيقة بواسطة الخيوط المغزلية (للجهاز المغزلي) إلى مركز الخلية ثم ترتيبها واصطفافها على خط استواء الخلية .

ج ـ المرحلة الثالثة (الطور الإنفصالي) :

تتباعد الكروماتيدات وتسحب إلى اقطاب الخلية .

وذلك بسبب أن الخيوط المغزلية تقصر فتسحب الكروميتدات الشقيقة من منطقة السنترومير مما يؤدي إلى انفصالها إلى كروموسومين متطابقين ثم تسحب الكروموسومات إلى أقطاب الخلية بواسطة الخيوط المغزلية والبروتينات الحركية .

د ـ المرحلة الرابعة والنهائية (الطور النهائي) : أنظر شكل 8 - 3 صفحة 91

يحدث فيها الآتي :

1- تصل الكروموسومات إلى أقطاب الخلية وتقل كثافتها .

2- ثم يبدأ تكون غشائين نوويين .

3- ثم تبدأ النويات في الظهور .

4- ثم يتحلل الجهاز المغزلي (حيث يستخدم لبناء أجزاء متنوعة من الهيكل الخلوي) .

} انقسام السيتوبلازم {أنظر شكل 9 - 3 صفحة 91

وفيه ينقسم السيتوبلازم وينتج عن ذلك خليتان تحتويان على نواتين متطابقتين .

ـ في الخلية الحيوانية : يحدث ذلك بالتخصر وهو بسبب ضغط الأنيبيبات الدقيقة على السيتوبلازم

ـ في الخلية النباتية : لأن غشائها البلازمي مغطى بجدار صلب فيحدث ذلك بتكوين (الصفيحة الوسطى) ثم تتكون الجدر الخلوية على جانبي الصفيحة الوسطى .

} تنظيم دورة الخلية {

تنظم البروتينات الحلقية (السايكلينات) دورة الخلية الطبيعية .

} دورة الخلية الطبيعية {

يتحكم في دورة الخلية آلية تتضمن بروتينات وأنزيمات خاصة .

*** دورالبروتينات الحلقية (السايكلينات)** : أنظر شكل 10 - 3 صفحة 93

ـ توجد بروتينات تسمى البروتينات الحلقية وأنزيم يسمى الأنزيم المفسفر المعتمد على البروتين الحلقي (أنزيم CDK).

ـ ارتباط البروتين الحلقي مع أنزيم CDK يرسل إشارات .

ـ هذه الإشارات تنظم بدء وانتهاء مراحل دورة الخلية المختلفة (حيث يرتبطان معاً لإرسال إشارة لبدء طور النمو الأول G1 مثلاً ويرتبطان لإرسال إشارة لبدء تضاعف DNA وهكذا يشكلان نظام نقاط فحص لضبط النوعية في دورة الخلية).

} دورة الخلية غير الطبيعية {أنظر شكل11- 3 صفحة 94

عندما يفشل نظام نقاط الفحص في دورة الخلية في تنظيم دورة الخلية عندها لا تستجيب الخلايا لآليات التنظيم وتنتج حالة تسمى (السرطان) .

ـ السرطان هو انقسام الخلية بشكل غير منظم . هذا يؤدي إلي تكاثرها ومزاحمتها و ضغطها على خلايا النسيج وبالتالي توقف النسيج عن العمل .

*** أسباب مرض السرطان :**

ـ يسبب ذلك الطفرات أو التغيرات في جينات الـ DNA الذي يسيطر على إنتاج البروتينات (عادة يتم إصلاح التغيرات الجينية أو التلف بأنظمة إصلاح ولكن إذا فشل نظام الإصلاح تكون النتيجة هي تكون الخلايا السرطانية).

ـ هنالك مواد وعوامل تسبب السرطان تسمى المواد المسرطنة (المسرطنات) .

- يساعدنا على التقليل من خطر الإصابة بالسرطان هو تجنب التعرض للمسرطنات .

أمثلة :

1- المواد الكيميائية مثلاً الاسبست حيث يتم إزالتها من المباني وأماكن العمل .
2- التدخين بالامتناع عنه.
3- الإشعاعات فوق البنفسجية من الشمس باستخدام مستحضرات طبية .
4- الأشعة السينية (X-Ray) : بلبس معطف الرصاص لعامل الأشعة .

*** وراثة السرطان :**

- يتطلب تحول الخلايا غير الطبيعية إلى خلايا سرطانية حدوث تغير واحد في المادة الوراثية DNA
- بتقدم السن يزداد حدوث هذه التغيرات .
- والفرد الذي يرث تغيراً واحداً أو أكثر من أحد والديه يكون معرضا للإصابة بالسرطان بنسبة أعلى من الشخص الذي لا يرث هذه التغيرات .

} موت الخلية المبرمج {

هو موت الخلية وفق نظام محدد . وتتم في جميع الخلايا الحيوانية .

أمثلة :

1- في الإنسان أثناء نمو يد الإنسان أو قدمه تحتل الخلايا الفراغات بين الأصابع ويمر هذا النسيج بعملية الموت المبرمج طبيعيا في الوقت الملائم فلا يتكون النسيج .
2- في النبات مثل موت الخلايا الذي ينتج عنه تساقط الأوراق فيفصل الخريف
3- موت الخلايا التي تتلف مادتها الوراثية والتي يمكن أن تؤدي إلى حدوث خلايا سرطانية.

}الخلايا الجذعية {

- في المخلوقات الحية عديدة الخلايا كل مجموعة من الخلايا متخصصة في وظائف محددة (الجلد - القلب .....الخ)

- الخلايا الجذعية : أنظر شكل 12 - 3 صفحة 97

هي خلايا غير متخصصة تنمو لتصبح خلايا متخصصة إذا وضعت في ظروف مناسبة . ويتمكن أن تبقى لعدة سنوات وهي تنقسم . ولها نوعان هما :

أ- الخلايا الجذعية الجنينية :

هي كتلة الخلايا التي عددها (100 - 150 خلية) والناتجة بعد تلقيح الحيوان المنوي للبويضة . وحين تفصل خلية من هذه الكتلة يمكن أن تنمو وتتخصص إلى أنسجة وأعضاء مختلفة .

- ملاحظة : أثارت أبحاث الخلايا الجذعية الجنينية الكثير من الجدل بسبب اعتبارات أخلاقية حول مصدر هذه الخلايا .

ب - الخلايا الجذعية المكتملة النمو :

هي خلايا جذعية مكتملة النمو توجد في الأنسجة المختلفة للحفاظ على النسيج أو إصلاحه .
(المولود الجديد لديه خلايا جذعية مكتملة النمو لذلك يعتبر مصطلح مضلل في بعض الأحيان)

*** أمثلة على إستخداماتها :**

1- عام 1999م استخدم باحثون خلايا جذعية عصبية لعلاج نسيج عصبي تالف لفأر .
2- عام 2000م قام فريق آخر باستخدام خلايا جذعية بنكرياسية لإستعادة وظيفة بنكرياس لفأر مصاب بالسكر .

- ملاحظة : تثير أبحاث هذا النوع من الخلايا جدلاً أقل من الخلايا الجذعية الجنينية بسبب أمكانية الحصول على موافقة المتبرعين بها .

} التكاثر الجنسي والوراثة {
} الانقسام المنصف (الاختزالي){

- يحدث في الخلايا الجنسية وينتج عنه الأمشاج (الجاميتات) أحادية المجموعة الكروموسومية (1n) .

}الكروموسومات والعدد الكروموسومي {

- كل إنسان يحمل صفات وراثية أنتقلت إليه من والديه (لون الشعر - الطول - لون العيون ....الخ)
- الذي يحدد الصفات الوراثية هو المادة الوراثية DNA الذي يتكون من مئات من الجينات هذه الجينات تتحكم في الصفات الوراثية .

*** الكروموسومات المتماثلة :** أنظر شكل 1 - 4 صفحة 110

هو زوج من الكروموسومات إحداهما من الأب والآخر من الأم يحمل جينات صفات محددة على الموقع نفسه .

- تحتوي خلية جسم الإنسان على 46 كروموسوم على شكل أزواج (23 زوج) في كل زوج كروموسومين احدهما من الأب والآخر من الأم .
- وكل كروموسوم جيناته تحمل الصفات نفسها وفي الموقع نفسه . ولها نفس الطول وموقع السنترومير (مثلاً يقع جين التحكم في شحمة الأذن في الموقع نفسه على الكروموسوم المماثل).

*** الخلايا الأحادية والثنائية المجموعة الكروموسومية :**

أ - الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية(1n) : هي الخلية التي تحتوي على نصف العدد من الكروموسومات ، مثل الأمشاج (الجاميتات) التي ينتجها الإنسان سواء (حيوان منوي او بويضة) حيث يحتوي كل جاميت على نصف العدد من الكروموسومات (23 كروموسوم)

ب - الخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) : هي الخلية التي تحتوي العدد الكامل من الكروموسومات مثل اللاقحة التي تنتج عن اتحاد الحيوان المنوي بالبويضة بعملية الإخصاب وتحتوي على (46كروموسوم) احدهما من الأب والآخر من الأم

*** ملاحظات :** انظر شكل 2 -4 صفحة 111

1- ينتج عن الانقسام المنصف الأمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية (1n)
2- ويحدث في الخلايا الجنسية (التراكيب الجنسية) وهو نوع من الانقسام الخلوي تُختزل فيه عدد الكروسومات إلى النصف وذلك بانفصال الكروموسومات المتماثلة .

***مراحل الانقسام المنصف (الاختزالي): مرحلتين هما :**

}المرحلة الأولى من الانقسام المنصف I {

- قبل الدخول في الانقسام المنصف تدخل الخلية في (الطور البيني) وفيه تنمو الخلية ويتضاعف الـ DNA .
- ثم تمر المرحلة الأولى من الانقسام المنصف بأربع مراحل (أطوار) فرعية هي :

*** الطور التمهيدي الأول I** : أنظر شكل 3 - 4 و 4 - 4 صفحة 112

تحدث نفس الخطوات التي في الطور التمهيدي للانقسام المتساوي ولكن يضاف إليها التالي :

1 - عندما تتكثف الكروموسومات تكّون أزواج بعملية (التصالب) أو التشابك حيث يرتبط كل كروموسومين على امتداد طوليهما .

2 ـ ثم تحدث عملية العبور الوراثي أو الجيني (هي عملية تبادل الاجزاء بين الكروموسومات المتماثلة).

*** الطور الاستوائي الاول I :** أنظر شكل 5 ـ 4 صفحة 114
تحدث نفس الخطوات التي في الطور الاستوائي للانقسام المتساوي ولكن هنالك فرق هو :
ـ في الانقسام المتساوي تصطف الكروموسومات **المفردة** التي تحتوي على كروماتيدات شقيقة على طول خط استواء الخلية .
ـ في الانقسام المنصف تصطف الكروموسومات **المتماثلة** على صوره أزواج .

***الطور الانفصالي الاول I :** أنظر شكل 5 ـ 4 صفحة 114
تحدث نفس الخطوات التي في الطور الانفصالي للانقسام المتساوي ولكن هنالك فرق هو :
ـ في الانقسام المتساوي تنفصل الكروماتيدات الشقيقة إلى أقطاب الخلية .
ـ في الانقسام المنصف يُسحب كل زوج كروموسومي إلى أقطاب الخلية ويبقى كل واحد من الكروموسومات المتماثلة مكون من كروماتيدين شقيقين .

*** الطور النهائي الأول I :** أنظر شكل 5 ـ 4 صفحة 114
تحدث نفس الخطوات التي في الطور النهائي للانقسام المتساوي ولكن هنالك فرق هو :
ـ انه يبقى كل كروموسوم مكون من كروماتيدين شقيقين ولكن قد تكون الكروماتيدات الشقيقة غير متطابقة بسبب عملية العبور الوراثي التي حدثت في الطور التمهيدي .

*** ملاحظات** :
1ـ تستمر العملية وتحدث مرحلة انقسام السيتوبلازم كالتي تحدث في الانقسام المتساوي (بالتخصر في الخلية الحيوانية وبالصفيحة الوسطى في الخلية النباتية).
2 ـ قبل الدخول في المرحلة الثانية من الانقسام المنصف II تدخل الخلية في الطور البيني ولكن لا يتضاعف فيها الـ DNA .

} المرحلة الثانية من الانقسام المنصف II {

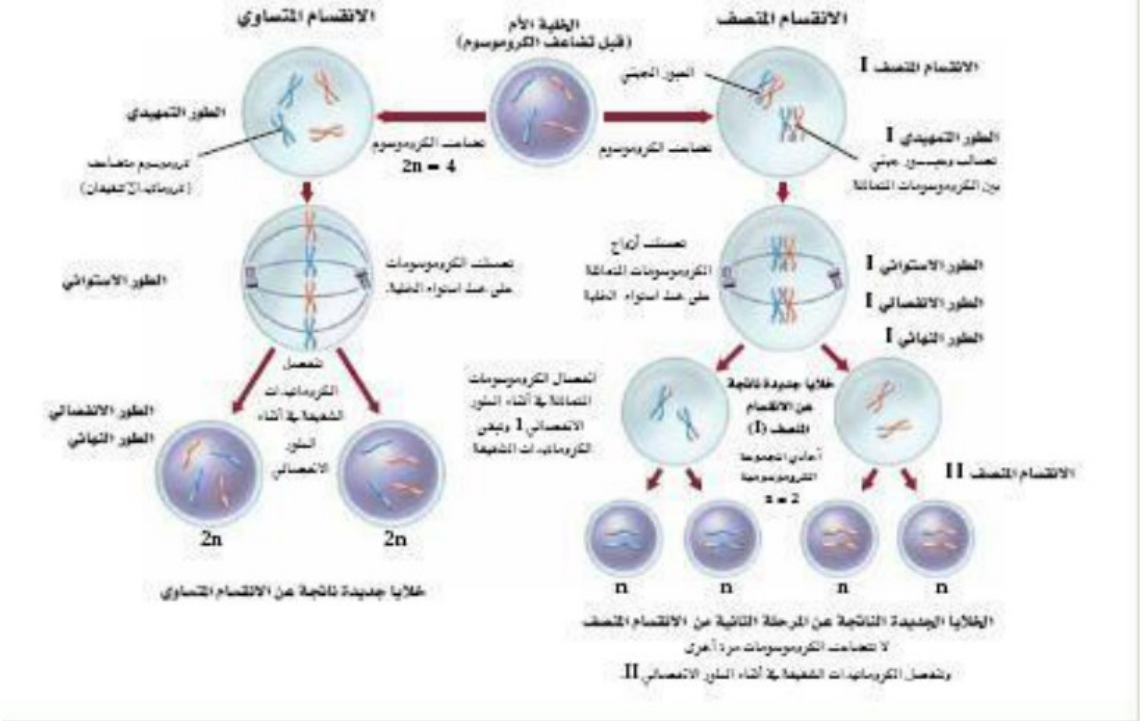
*** مراحل هذا الانقسام :** أنظر شكل 5 ـ 4 صفحة 114
ـ تحدث نفس المراحل التي في الانقسام المتساوي : وهي
1ـ تمهيدي ثاني II 2ـ استوائي ثاني II 3ـ انفصال ثاني II 4ـ نهائي ثاني II
ـ ولكن لأن الـ DNA لم يتضاعف يكون الناتج هو4 خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (1n)

***الانقسام المنصف والتنوع الوراثي :** أنظر شكل 6 ـ 4 صفحة 115
ـ كلما كان ترتيب الكروموسومات على خط استواء الخلية مختلف نتجت أربع أمشاج ذات مجموعات مختلفة من الكروموسومات .
ـ ويحدث التنوع الوراثي أيضاً نتيجة العبور الوراثي ثم ينتج التنوع الوراثي عن عملية الإخصاب .

*** للمقارنة بين الانقسام المنصف والانقسام المتساوي :** أنظر جدول 1 ـ 4 صفحة 116

الجدول 1—4 الانقسام المنصف والانقسام المتساوي

الانقسام المنصف	الانقسام المتساوي
تحدث مرحلتان في أثناء الانقسام المنصف: المرحلة الأولى والثانية.	تحدث مرحلة واحدة في أثناء الانقسام المتساوي.
يتضاعف DNA مرة واحدة قبل المرحلة الأولى من الانقسام المنصف.	يحدث تضاعف DNA في أثناء الطور البيني.
تحدث عملية التصالب بين الكروموسومات المتماثلة في أثناء الطور التمهيدي I.	لا يحدث تشابك أو تصالب بين الكروموسومات المتماثلة.
ينتج عن الانقسام أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (1n) في كل دورة خلية.	ينتج عن الانقسام خليتان متطابقتان في كل دورة خلية.
الخلايا الجديدة غير متطابقة وراثيًا بسبب عملية العبور الجيني.	الخلايا الجديدة متطابقة وراثيًا.
يحدث الانقسام المنصف في الخلايا الجنسية.	يحدث الانقسام المتساوي في الخلايا الجسمية فقط.
يدخل الانقسام المنصف في إنتاج الأمشاج وتوفير التنوع الوراثي في المخلوقات الحية.	يدخل الانقسام المتساوي في النمو وتعويض الخلايا التالفة.



*مقارنة بين التكاثر الجنسي واللاجنسي :

تتكاثر بعض المخلوقات لاجنسياً والبعض الآخر جنسياً والبعض الآخر يحدث فيه كلا النوعين .

1- في التكاثر اللاجنسي : يرث الفرد نفس صفات الأم فتنتج أفراد مطابقة للأم .
2- في التكاثر الجنسي : ترث الأفراد الناتجة صفات من الأب ومن الأم وهذا يؤدي إلى إنتاج سلالة جديدة وتنوع وراثي .

}الوراثة المندلية {
}كيف بدأ علم الوراثة {

*** علم الوراثة :** هو العلم الذي يدرس انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء .
- عام 1866م اختار مندل نبات البازلاء لدراسة الوراثة عليه للأسباب التالية :
1- سهولة زراعته ونموه وإنتاجه المستمر لأفراد تحمل شكلاً واحداً من الصفة .
2- يتكاثر بالتلقيح الذاتي (الأمشاج المذكر تلقح الأمشاج المؤنثة في الزهر نفسها)
3- يمكن أن يتكاثر بالتلقيح الخلطي يدوياً .

} وراثة الصفات {

***تجربة مندل :** أنظر شكل 7 - 4 صفحة 119

بازلاء صفراء البذور تنتج دائما بذور صفراء (نقية) YY

بازلاء خضراء البذور تنتج دائما بذور خضراء (نقية) yy

الجيل الأول (هجين) F1

~~بازلاء صفراء البذور Yy~~ = تلقيح خلطي

الجيل الثاني F2

تلقيح ذاتي — قام بزراعة البذور — بازلاء — ~~3 صفراء البذور YY~~ او Yy
1 خضراء البذور yy

*** الملاحظات والاستنتاجات من التجربة :**
1- أن كل صفة لها شكلان يتحكم في كل شكل عامل يسمى (الجين المتقابل).
2- الصفة السائدة : هي الصفة التي ظهرت في الجيل الأول F1 (الجين المسئول عنها هو الجين السائد).
3- الصفة المتنحية: هي الصفة التي لم تظهر في الجيل الأول F1 (الجين المسئول عنها هو الجين المتنحي)
4- جين الصفة السائدة يرمز له بأول حرف من الكلمة الانجليزية التي تدل عليه (حرف كبير Y وجين الصفة المتنحية بالحرف نفسه ولكنه (حرف صغير y).
5- كل صفة تمثل بجينين متقابلين أي بحرفين ويسمى (الطراز الجيني) وهو المسئول عن تكوين الطراز الشكلي (المظهري) وهي الصفة التي نراها بالعين .
[لايشير الطراز الشكلي دائما إلى نوع الجينات فالبذور الصفراء لها طرازان جينيان (YY) أو (Yy)] .
6- متماثل الجينات (النقي) : هو المخلوق الذي يحمل زوجاً من الجينات المتقابلة المتشابهة لصفة محددة (أما سائدان YYأو متنحيان yy).
7- غير متماثل الجينات (الهجين أو الخليط) : هو المخلوق الذي يحمل زوجاً من الجينات المتقابلة المختلفة لصفة محددة (احدهما سائد والآخر متنحي Yy).

*** قانون انعزال الصفات :** أنظر شكل 8 - 4 صفحة 121

[أن كل صفة تمثل بزوج من الجينات المتقابلة ينفصلان (ينعزلان) عند الانقسام المنصف بحيث يحتوي كل مشيج (جاميت) على جين واحد فقط من هذا الزوج] .
- تتحد الجينات المتقابلة مرة أخرى عند الإخصاب .

***التلقيح أحادي الصفة :** أنظر شكل 9 - 4 صفحة 122
وهي عملية التلقيح التي يحدث فيها التزاوج بين جينات صفة واحدة لنباتين مختلفين .
- في الجيل الأول F1 نتجت بذور صفراء هجين (Yy).
- في الجيل الثاني F2 عندما قام بالتلقيح الذاتي نتجت بذور صفراء وخضراء بنسبة (3 : 1) والطرز الجينية المحتملة هي yy , Yy , YY بنسبة (1 : 2 : 1).

***التلقيح ثنائي الصفة :** أنظر شكل 10 - 4 صفحة 122
وهي عملية التلقيح التي يحدث فيها التزاوج بين جينات صفتين أو أكثر لنباتين مختلفين .
- حيث قام مندل بتلقيح بازلاء بذورها صفراء مستديرة (نقية) طرازها الجيني YY RR مع بازلاء بذورها خضراء مجعدة (نقية) طرازها الجيني yy rr .
فنتج الجيل الأول بازلاء بذورها صفراء مستديرة (هجين) طرازه الجيني YyRr
- صفة اللون الأصفر سائدة على الأخضر وصفة الاستدارة سائدة على المجعدة .

*** قانون التوزيع الحر:** أنظر إلى شكل 12 - 4 صفحة 124
إذا تزاوج فردان يختلفان في أكثر من زوج من الصفات المتقابلة فإن كل زوج من الجينات الخاصة بهذه الصفات يتوزع توزيعاً حراً أو مستقلاً (عشوائياً) عند تكوين الجاميتات (الأمشاج)
- استنتج مندل هذا القانون بعد ما لاحظ التالي :
1- لاحظ مندل أن صفة الاستدارة ليست ملازمة للون الأصفر حيث ظهرت بذور خضراء مستديرة .
2- لاحظ مندل أن صفة التجعد ليست ملازمة للون الأخضر حيث ظهرت بذور صفراء مجعدة .
3- إذاً كل صفة تتوزع حرة (مستقلة) عن الأخرى .

}مربع بانيت {

الذي وضعه الدكتور ريجينالد بانيت عام 1900هـ حيث سهل تتبع الطرز الجينية المحتملة .
***مربع بانيت - التلقيح أحادي الصفة :** أنظر شكل 11 - 4 صفحة 124
لتجربة استطاعة ثني اللسان .
***مربع بانيت - التلقيح ثنائي الصفة :** أنظر شكل 12 - 4 صفحة 124

} الاحتمالات في الوراثة {

- على حسب مبدأ الاحتمالات . قد لاتتطابق البيانات الحقيقية مع النسب المتوقعه .
- لذلك لم تكن نتائج مندل مساوية تماماً للنسبة (1 : 3 : 3 : 9) في شكل 12 - 4 صفحة 124
ومع ذلك فإن عدد كبيراً من الأبناء يطابقون النتائج المتوقعة .

} ارتباط الجينات وتعدد المجموعات {

يعد عبور الجينات (العبور الجيني) مصدراً للتنوع الوراثي .

} التراكيب الجينية {

***التراكيب الجينية الجديدة :**

هو مزيج من الجينات التي تنتج عن العبور الجيني والتوزيع الحر لها .

- يمكن حسابها بهذه المعادلة : (2^n) حيث n : عدد أزواج الكروموسومات .

أمثلة :

1- نبات البازلاء (تحتوي على 7 أزواج من كروموسومات 2^7= 128 للمشيج الذكري + 128 للأنثوي إذا النتائج (128 ×128) أو (16384) .

2- الإنسان (2^{23} ×2^{23}) أو (أكثر من 70 ترليون).

} ارتباط الجينات {أنظر شكل 13 - 4 صفحة 127

***الجينات المرتبطة :** هي الجينات التي تقع بالقرب من بعضها على الكروموسوم نفسه .

- عادة تنتقل هذه الجينات معاً (كقطعة واحدة) أثناء الانقسام المنصف لذلك (لا ينطبق عليها قانون مندل الثاني [التوزيع الحر])
- أحياناً لاتنتقل معاً بل يمكن أن تنفصل أثناء العبور الوراثي في الانقسام المنصف

*** خرائط الكروموسومات :** أنظر شكل 14 - 4 صفحة 127

- خريطة الكروموسومات هي ترتيب الجينات على الكروموسوم .
- أول خريطة كانت عام 1913م لذبابة الفاكهة.
- يتم رسم الخريطة باستخدام بيانات العبور الجيني .
- كلما زاد تكرار حدوث عملية العبور الوراثي ازداد تباعد الجينات عن بعضها .
- وكلما ازدادت التباعد بين الجينات ازدادت نسبة عملية العبور .
- وحدة خريطة واحدة : هي المسافة بين جينين على الكروموسوم .

}تعدد المجموعة الكروسومية {

***المخلوقات متعددة المجموعة الكروموسومية :**

هو المخلوق الذي تحتوي خلاياه على مجموعة كروموسومية أو أكثر إضافية على المجموعة الثنائية التي يحملها . 15 - 4 صفحة 129

أمثلة :

1- ديدان الأرض والأسماك (3n) ولكن في الإنسان يعد ذلك قاتلاً .

2- القمح (6n) 3 الشوفان (6n- 4 قصب السكر(8n)

- ولوحظ أن النباتات متعددة المجموعة الكروموسومية كبيرة في الحجم وأكثر صلابة وحيوية .

ـــــ الفصل الخامس ـــــ

}الوراثة المعقدة والوراثة البشرية {

}الأنماط الأساسية لوراثة الإنسان {

يمكن توضيح وراثة صفة ما لعدة أجيال بواسطة مخطط السلالة .

} اختلالات وراثية متنحية {أنظر جدول 1- 5 صفحة 142

***الصفة المتنحية :** تظهر إذا كان الفرد متماثل الجينات المتنحية لتلك الصفة (كلا الجينين متنحيين) ولا تظهر إذا كان يحمل على الأقل جين سائد لتلك الصفة .

*** حاملاً للصفة :** هو الفرد الذي يكون غير متماثل الجينات لاختلال وراثي متنح (يحمل جين سائد وآخر متنحي للصفة) لا تظهر عليه الأعراض ولكنه حامل للصفة .

*** أمثلة على اختلالات وراثية متنحية :** أنظر جدول 2 - 5 صفحة 143

أ ـ التليف الكيسي ج ـ الجلاكتوسيميا
ب ـ المهاق د ـ مرض تاي ـ ساكس

} اختلالات وراثية سائدة {

هي الإختلالات التي سببها جينات سائدة .
اذاً الشخص السليم هو الذي تكون جيناته المتماثلة لهذه الصفة متنحية .

*** أمثلة على اختلالات وراثية سائدة :** أنظر جدول 3 ـ 5 صفحة 144

أ ـ مرض هنتنجتون 2ـ عدم نمو الغضروف (القمأة)

} مخطط السلالة {

***مخطط السلالة :** أنظر شكل 1 ـ 5 صفحة 145

هو مخطط يبين تاريخ العائلة يستخدم لدراسة الأنماط الوراثية لصفة محددة عبر أجيال عدة ويمكن استخدامه لتوقع الاختلالات في الأبناء القادمين .

*** طريقة اعداد المخطط :** أنظر شكل 1 ـ 5 صفحة 145

1 ـ يمثل الذكور بمربعات والإناث بدوائر.
2ـ الذين تظهر عليهم الصفة (المرض) مربعات أو دوائر مظللة باللون الغامق .
3ـ الذين لا تظهر عليهم الصفة (المرض) مربعات أو دوائر غير مضللة باللون الغامق.
4 ـ الذين لا تظهر عليهم الصفة و لكنهم حاملين للمرض بمربعات أو دوائر نصفها مظلل بالغامق
5 ـ الخط الأفقي بين الرموز يشير إلى الآباء ، و الأبناء أسفل منهم
6 ـ تستخدم الأرقام الرومانية لترقيم الأجيال (I,II)
7 ـ تستخدم الأرقام الانجليزية لترتيب الأولاد حسب ولادتهم
ـ ماذا يعني (II3) في شكل 1ـ 5 صفحة 145 ؟؟

{ تحليل مخطط السلالة }

* انظر إلى شكل 2ـ5 صفحة 146 لمرض وراثي متنحي (مرض تاي ـ ساكس)
* انظر إلى شكل 3ـ5 صفحة 146 لمرض وراثي سائد(مرض تعدد الأصابع)
ـ حلل هذا المخطط ثم حاول ان تستنتج الطرز الجينية للآباء و الأبناء .

*** استنتاج الطرز الجينية من (مخطط السلالة) :**

1 ـ يمكن للمستشار الوراثي تحديد الطرز الجينية للعائلة بدراسة الطرز الشكلية (المظهرية) للعائلات .
2 ـ يمكن للمستشار الوراثي تحديد النمط (الصفة) الوراثي هل هو سائد أو متنحي .
فالصفة السائدة تظهر في الطراز الشكلي بينما الصفة المتنحية لا تظهر إلا اذا كان الفرد متماثل الجينات المتنحية (أي يحمل جينان متنحيان أحدهما من الأب و الآخر من الأم) .

*** توقع الاختلالات :**

تتبع الاختلالات الوراثية في الإنسان أمر صعب لأن كل جيل يحتاج إلى عقود حتى يكتمل .
لذا فا الاحتفاظ بسجلات للعائلات يساعد العلماء على تحليل مخطط السلاله ومن ثم توقع الاختلالات .

} الأنماط الوراثية المعقدة {

لا تنطبق الوراثة التي وصفها مندل على وراثة الصفات المعقدة .

}السيادة غير التامة {

*** السيادة غير التامة (الناقصة) :**

هو نمط وراثي معقد حيث ينتج طراز شكلي وسطي مختلف يجمع بين صفات الآباء .

*** مثال :** أنظر شكل 4 - 5 صفحة 149

((تزاوج نبات شب الليل ذو الأزهار الحمراء RR مع ذو الأزهار البيضاء rr))

حيث نتج الجيل الأول (F1) غير متماثل الجينات (غير نقي) (هجين) طرازه الشكلي مختلف فالأزهار لونها وردي .

} السيادة المشتركة {

*** السيادة المشتركة :**

هو نمط وراثي معقد يحدث عندما لا يسود جين على آخر. ويظهر أثر كلا الجينين عندما يكون الطراز الجيني لصفة ما غير متماثل الجينات .

أمثلة :

أ ـ مرض أنيميا الخلايا المنجلية : أنظر شكل 5 - 5 صفحة 150

وهو مرض ينتج عن تغير في الهيموجلوبين (البروتين المكون لخلايا الدم الحمراء) فتصبح ذات شكل منجلي وهذا يقلل فاعليتها على نقل الأكسجين .

ـ الأفراد غير متماثلين الجينات (غير النقيين) دمائهم تحمل خلايا دم حمراء طبيعية ومنجلية في الوقت نفسه .

ب ـ مرض أنيميا الخلايا المنجلية والملاريا : أنظر شكل 5 - 5 صفحة 150

لوحظ في أفريقيا أن الأفراد غير متماثلي الجينات لمرض أنيميا الخلايا المنجلية يكثر عددهم ؟ وهم أعلى مقاومة لمرض الملاريا .

لذلك يعيشون ويورثون صفة الأنيميا المنجلية ولذلك يستمر المرض في التزايد .

} الجينات المتعدد المتقابلة {

*** الجينات المتعددة المتقابلة :**

هو وجود أكثر من جينين متقابلين لصفة معينة .

*** أمثلة :**

أ ـ فصائل الدم : نظام (ABO) : أنظر شكل 6 - 5 صفحة 151

1 ـ فصائل الدم هي (O, AB , B , A) .

2ـ تحدد بثلاث أشكال من الجينات المتقابلة (علامات) (I^A و I^B سائدان) و(i متنحي).

3ـ فصيلة الدم A طرازه الجيني ($I^A I^A$ نقي) (I^A i هجين).

ـ فصيلة الدم B طرازه الجيني ($I^B I^B$ نقي) (I^B i هجين).

ـ فصيلة الدم AB طرازه الجيني $I^A I^B$.

ـ فصيلة الدم O طرازه الجيني ii .

4ـ العامل الريزيسي (RH) : وهو بروتين على خلايا الدم .

حيث أن RH^+ سائد على RH^- .

ب ـ لون الفراء للأرانب : أنظر شكل 7 -5 صفحة 152

يسيطر على لون فراء الأرانب أربع جينات هي :

1ـ الجين Cأسود سائد على c أبيض متنحي .

2 ـ الجين c^{ch} الشانشيلا سائد على c^hالهيميلايا متنحي .

3ـ إذا تسلسل السيادة هو : من اليسار لليمين .

$$C > c^{ch} > c^{h} > c$$

} تفوق الجينات {

*** تفوق الجينات :** هو عندما يوجد جين يخفي صفة جين آخر .

*** مثال** : لون فراء الكلاب : أنظر شكل 8 - 5 صفحة 153

يختلف لون الفراء من الأصفر إلى الأسود ويتدرج من الغامق إلى الفاتح ،
ويتحكم في لون الفراء مجموعات من الجينات المتقابلة :

1 - E (صبغة غامقة) سائد على e (لا توجد صبغة) .

2- B (درجة اللون الغامق) من الصبغة سائد على b .

- الجين e يخفي آثار الجين B

} تحديد الجنس {أنظر شكل 9 - 5 صفحة 153

- تحتوي الخلايا الجسمية على 46 كروموسوم (23 زوج)
- 22 زوج تسمى الكروموسومات الجسمية .
- زوج واحد يسمى الكروموسومات الجنسية وهي التي تحدد الجنس (ذكر أم أنثى) ، و كروموسوات هذا الزوج على نوعين هما: X و Y : (الأنثى XX) و (الذكر XY)

ويحدد ذلك نوع الحيوان المنوي الذي يلتقي بالبويضه عند الإخصاب .

} تعويض الجرعة - تبديل الكروموسوم{ أنظر شكل 9 - 5 صفحة 153

- الأنثى تحتوي على 22 زوج من الكروموسومات الجسمية + زوج من الكروموسومات الجنسية هو (XX).
- الذكر يحتوي على 22 زوج من الكروموسومات الجسمية + زوج من الكروموسومات الجنسية هو (XY) .
- بما أن كروموسوم X أكبر من Y فهو يحمل عدد جينات أكثر .

ولتعويض الجرعة (الفرق) ، في الأنثى يتوقف عمل أحد كروموسومات X في كل خلية جسمية أنثوية .

*** توقف عمل الكروموسوم :** أنظر شكل 10 - 5 صفحة 154

- ألوان فرو قط الكاليكو سببها توقف العمل العشوائي لكروموسوم X .
- ألوان الفرو تعتمد على كروموسوم X النشط .
- البقع البنية سببها توقف كروموسوم X الذي يحمل الجين المسؤول عن لون الفرو الأسود .
- البقع السوداء سببها توقف كروموسوم X الذي يحمل الجين المسؤول عن لون الفرو البني

*** أجسام بار :** أنظر شكل 11 - 5 صفحة 154

هو تركيب غامق اللون في النواة وهو عبارة عن كروموسوم X المتوقف عن العمل في الأنثى .

- سمي بجسم بار نسبة إلى العالم الكندي موري بار حيث شاهد كروموسومات X التي توقفت عن العمل في إناث قطط الكاليكو .

} الصفات المرتبطة مع الجنس {

*** الصفات المرتبطة مع الجنس :**

هي صفة تتحكم فيها جينات محمولة على الكروموسوم الجنسي X .

- وبما أن للذكور كروموسوم X واحد فإن الصفات المتنحية المرتبطة مع الجنس تظهر فيهم وأما الإناث فالكروموسوم X الثاني قد يمنع أو يقلل ظهور الصفة المتنحية .
- مثل عمي اللونين الأحمر والأخضر - نزف الدم (الهيموفيليا).

*** عمى اللون الأحمر - الأخضر :** أنظر شكل 12 - 5 صفحة 155

- مرض مرتبط بالجنس يكثر في الذكور ويقل في الإناث .
- الشخص المصاب لا يستطيع التمييز بين اللونين الأحمر والأخضر .
- جين اظهار هذا المرض متنحي محمول على الكروموسوم X .
- ادرس مربع بانيت لأم حاملة للمرض ($X^B X^b$) و أب سليم ($X^B Y$) .

*** نزف الدم (هيمو فيليا) :**

مرض مرتبط بالجنس يكثر في الذكور ويقل في الإناث .
- الشخص المصاب عند الجروح يتأخر تجلط الدم مما يسبب استمرارية النزيف .

وعادة يموت في سن مبكرة (حتى أكتشف البروتين الضروري لتجلط الدم وأعطى للمرضى ولكن الأمراض التي تنتقل مع نقل الدم مثل الكبد الوبائي من النوع C و الإيدز اخذت تنتقل لهم حتى عام 1990 حيث أكتشفت طرق أكثر أمناً لنقل الدم .
- جين أظهار المرض متنحي محمول على الكروموسوم X .

*** الصفات المتأثرة بالجنس :**

هي صفة تتحكم فيها جينات محمولة على الكروموسومات الجسمية ولكنها تتأثر بالجنس .
- مثلاً مرض الصلع (سائد في الذكور ومتنحي في الإناث) . فيكفي ليظهر في الرجل أن يكون غير متماثل (غير نقي) بينما في الأنثى لا يظهر إلا إذا كانت متماثلة الجينات المتنحية (نقية) .

} الصفات المتعددة الجينات {

*** الصفة متعددة الجينات :**

هي الصفة التي تنتج عن تفاعل جينات متعددة .
- أمثلة : (لون الجلد - لون العيون - طول القامة - نمط بصمة الإصبع) .
- **لون الجلد** :أنظر شكل 13 - 5 صفحة 156

لاحظ أن هذا النوع من الصفات عند رسم منحني تكرار الجينات يكون المنحني شبيه بالجرس (حيث الطرز الشكلية في الوسط أكثر من الطرز الشكلية في الأطراف)

} التأثيرات البيئية {

- يمكن للعوامل البيئية أن تؤثر في الطرز الشكلية للفرد .

أمثلة :

1 - قابلية الإصابة بمرض القلب وراثية ولكن تتأثر بالعوامل البيئية من غذاء ورياضة .
2 - معظم النباتات الزهرية لا تنتج أزهاراً من دون أشعة الشمس وقد تفقد أوراقها لنقص الماء .
3 - **القطه السيامية** شكل 14 - 5 صفحة 157

الجين المسؤول عن إنتاج لون الصبغة في الفرو يعمل في البرد فقط .
(لذا تكون المناطق الأبرد في جسم القط أغمق لوناً من المناطق الأدفأ حيث يكون إنتاج الصبغة متوقفاً) .

} دراسة التوائم { أنظر شكل 15 - 5 صفحة 158

التوائم المتطابقة متماثلة وراثياً . هي تساعد العلماء على فصل التأثيرات الجينية عن التأثيرات البيئية .
- الصفة التي تظهر بكثرة في التوائم المتطابقة تتحكم فيها الوراثة .
- الصفة التي تظهر بشكل مختلف في التوائم المتطابقة تتأثر بالبيئة بشكل قوي
- نسبة التوائم الذين تظهر فيهم صفة معينة تسمى معدل التوافق .
- الفروق الكبيرة بين التوائم الشقيقة والتوائم المتطابقة تبين حجم التأثير الوراثي .

} الكروموسومات و وراثة الإنسان {

يمكن دراسة الكروموسومات باستخدام المخطط الكروموسومي .

} المخطط الكروموسومي {

***المخطط الكروموسومي :** أنظر شكل 16 - 5 صفحة 159

هو رسم دقيق تترتب فيه الكروموسومات المتماثلة تنازلياً حسب حجمها .

- حيث يمكن التقاط صورة واضحة بالمجهر للكروموسومات عندما تتكثف في الطور الإستوائي ويصبح كل كروموسوم مكون من كروماتيدين شقيقين .
- شكل 16 - 8 صفحة 231: لاحظ في المخطط الكروموسومي أن الـ 22 زوج من الكروموسومات الجسمية متطابقة في الذكر والأنثى وزوج الكروموسومات الجنسية لا يتطابق .

} القطع الطرفية (التيلوميرات) {

* **القطع الطرفية :** هي الأغطية الواقية التي تغطي أطراف الكروموسومات وتتكون من DNA مرتبط مع بروتين و لها دور في الهرم و الشيخوخة .

} عدم انفصال الكروموسومات {

***عدم انفصال الكروموسومات :** أنظر شكل 17 - 5 صفحة 161

هو أن لا تنفصل الكروماتيدات الشقيقة بالشكل الصحيح أثناء الانقسام الخلوي فتنتج أمشاج تحتوي على أعداد غير طبيعية من الكروموسومات .

- أما أن يحدث نقص أو زيادة لعدد الكروموسومات في الأمشاج المتكونه ، فعندما يخصب مشيج مشيجاً آخر تتكون اللاقحة التي تكون بالنسبة لذلك الزوج من الكروموسومات اما :
  (ثلاثية المجموعة الكروموسومية أو أحادية المجموعة الكروموسومية) .
- عادة هذه الاختلالات تكون قاتلة .

*** أمثلة :**

أ - متلازمة داون : أنظر شكل 18 - 5 صفحة 162

- يحدث في الأناث والذكور .
- يزداد اصابة المواليد بزيادة عمر الأم (حيث يزداد 6 % في الأمهات اللاتي تزيد أعمارهن عن 45) .
- سببه اضافة كروموسوم جسمي إلى الزوج رقم 21 لذلك تسمى (ثلاثية المجموعة الكروموسومية 21) .
- اعراضه (تأخر عقلي - اضطراب قلبي - قوام قصير)

ب - مرض تيرنر : أنظر جدول 4 - 5 صفحة 162

- يحدث في الإناث فقط .
- سببه نقصان أحد الكروموسومات الجنسية فتصبح الانثى X بدلاً من XX.

ج - مرض كلينفلتر : أنظر جدول 4 - 5 صفحة 162

- يحدث في الذكور فقط
- سببه زيادة كروموسوم X الى الكروموسومات الجنسية فيصبح الذكر XXY بدلاً من XY.

} الفحص الجنيني {

هي الفحوصات التي تجري أثناء الحمل للأجنه لتتأكد من عدم وجود اختلالات وراثية .

- أنظر جدول 5 - 5 صفحة 163 لمعرفة أنواع الفحوصات وفوائدها .

ـــــ الفصل السادس ـــــ

}الوراثة الجزيئية {
}المادة الوراثية {

تطلب اكتشاف DNA بوصفة شفرة وراثية إجراء العديد من التجارب .

} اكتشاف المادة الوراثية {

- المعلومات الوراثية محمولة على الكروموسومات .
- الكروموسوم يتكون من DNA وبروتين .
- حاول العلماء على مدى سنوات تحديد مصدر المعلومات هل هو (البروتين أم الـ DNA)

*** العالم جريفيث عام 1928م :** أنظر شكل 1 - 6 صفحة 176

أجرى جريفيث تجربة على سلالتين من بكتيريا المكورات السبحية الرئوية هما :

أ - سلالة ملساء (S) : محاطة بغلاف من السكريات تسبب مرض التهاب الرئة .

ب - سلالة خشنة (R) : غير محاطة ولا تسبب المرض .

- خطوات التجربة : أنظر شكل 2 - 6 صفحة 177

1- حقن الفأر بالسلالة (S) الحية فمات الفار .

2- حقن الفأر بالسلالة (R) الحية فبقى الفأر حياً .

3- حقن الفار بالسلالة ((S الميتة (بواسطة الحرارة) فبقى الفأر حياً .

4- حقن الفأر بخليط من السلالة ((S الميتة وسلالة (R)الحية فمات الفأر .

الاستنتاج :

استنتج جريفيث أن هنالك تحول من البكتيريا (R) الخشنة إلى البكتيريا (S) الملساء (كانت هذه بداية البحوث في عوامل التحول).

* العالم أفري عام 1944م :

أكتشف هو وزملاؤه الجزيء الذي حول البكتيريا من السلالة R إلى السلالة S .

- خطوات التجربة :

1- عزل أفري من خلايا البكتريا S الميتة جزيئات مختلفة مثل (DNA وبروتين و دهون) .

2- عرض خلايا البكتريا (R) إلى هذه الجزيئات كل على حدة .

3- لاحظ أن البكتريا (R) التي تعرضت إلى DNA تحولت إلى بكتريا S والأخرى لم تتحول .

- الاستنتاج :

أستنتج أفري أنه عندما قام جريفث بقتل البكتريا S تحررت منها جزيئات الـ DNA وانتقلت إلى البكتريا R مما أدى إلى تحولها إلى البكتريا S .

* العالمان هيرشي وتشيس عام 1952م:

- وفرا دليلاً حاسماً على أن الـ DNA هو عامل التحول .
- اجريا تجربتهما على الفيروس الآكل للبكتريا هذا الفيروس يتكون من(بروتين + DNA فقط)
- وهو لا يستطيع أن يتكاثر بمفرده بل يجب أن يحقن مادته الوراثية داخل خلية حية .
- استعملا العلامات المشعة لتتبع الـ DNA والبروتين ومنها :

1- الفسفور المشع P^{32}: لان الـ DNA يحتوي على الفسفور فسيصبح مشعاً بينما لن يصبح البروتين مشعاً .

2- الكبريت المشع S^{35}: لأن البروتين يحتوي على كبريت فسيصبح مشعاً بينما لن يصبح الـ DNA مشعاً .

*** خطوات التجربة :** أنظر شكل 3 - 6 صفحة 178

1- تم تقسيم الفيروسات إلى مجموعتين الأولى ذات فسفور مشع (DNA مشع).
والثانية ذات كبريت مشع (بروتين مشع) وجعلاهما تهاجمان البكتريا.

2- فحصت البكتريا المصابة في المجموعة الأولى ووجد أن المادة المشعة (DNA) للفيروس حقنت داخل الخلية ثم تكاثرت الفيروسات وخرجت وهي تحتوي على فسفور مشع ^{32}P
((إذا الـ DNA هو الذي يحمل المعلومات الوراثية)).
3- فحصت البكتريا المصابة في المجموعة الثانية ووجدت المادة المشعة (البروتين للفيروس) بقيت خارج الخلية البكتيريه ثم تكاثرت الفيروسات وخرجت .

- الإستنتاج :

اذا الـ DNA وليس البروتين هو المسؤول عن حمل المعلومات الوراثية التي تنتقل من جيل لآخر في الفيروسات .

} تركيب DNA {

***النيوكليوتيدات :** أنظر شكل 4- 6 صفحة 179

- الذي حدد التركيب الأساسي للنيوكليوتيدات هو عالم الكيمياء الحيوية ليفين .
- كما درسنا في الفصل الأول الأحماض النووية نوعين هما :

1- DNA يتكون من نيوكليوتيدات تحتوي على(سكر خماسي رايبوز منقوص الأكسجين و مجموعة فوسفات و أحدى أربع قواعد نيتروجينية هي : سايتوسين C, جوانين G, أدنين A, ثايمين T) .
2- RNA يتكون من نيوكليوتيدات تجتوي على (سكر خماسي رايبوز ومجموعة فوسفات واحدى اربع قواعد نيتروجينية هي : سايتوسين C , جوانين G, ادنين A , يوراسيل U)

- ملاحظات :

1- الجوانين G والادنين A : قواعد نيتروجينية ثنائية الحلقات وتسمى قواعد البيورين .
2- السايتوسين C والثايمين T واليوراسيل U : قواعد نيتروجينية أحادية الحلقات وتسمى قواعد بيريميدين .

***** العالم تشارجاف :** أنظر شكل 5 - 6 صفحة 180

- حلل السايتوسين والجوانين والثايمين والادنين في ألـ DNA لأنواع مختلفة وتوصل إلى أن (كمية السايتوسين تساوي كمية الجوانين وكمية الأدنين تساوي كمية الثايمين)
- فاستنتج قاعدة سماها (قاعدة تشارجاف) : وهي G=C و A = T.

أو (كمية البيورينات تساوي كمية البيريميدينات) .

***** تشتت الأشعة السينية :** أنظر شكل 6 - 6 صفحة 180

- استخدم ويلكنز وفرانكلين تقنية تسمى (تشتت الأشعة السينية) حيث يتم تصويب الأشعة السينية (X- Ray) على جزيء الـ DNA .
- تم إلتقاط الصورة المشهورة بـ (الصورة رقم 51) والتي وضحت أن الـ DNA عبارة عن جزيء مزدوج من سلسلتين من النيوكليوتيدات الملتفة حول بعضها حلزونياً .

***** العالمان واطسن وكريك :** أنظر شكل 7 - 6 صفحة 181

- شاهدا صورة فرانكلين لتشتت الأشعة السينية واستخدام بيانات فرانكلين و تشارجاف ثم قاسا عرض الجزيء الحلزوني والمسافة بين القواعد النيتروجينية .
- ثم قاما بعمل نموذج للـ DNA اشتمل على الخصائص التالية :

1- سلسلتين تتكونان من سكر الرايبوز منقوص الأكسجين وفوسفات بشكل متبادل .
2- يرتبط الساتيوسين مع الجوانين بثلاث روابط هيدروجينية.
3- يرتبط الثايمين مع الأدنين برابطتين هيدروجينيتين .

*** تركيب :DNA**

- يشبه السلم الملتوي حيث أن :

1- السكر منقوص الأكسجين والفوسفات المتبادل يمثل (حاجز السلم).

2- أزواج القواعد النيتروجينية (T ,A , G , C) تمثل (درجات السلم) .

- كمية قواعد البيريميدينات تساوي كمية قواعد البيورينات (C+T=G+A)

*** الترتيب (ترتيب سلسلتا DNA)** أنظر شكل 8 - 6 صفحة 182

- يمكن ترقيم سلسلتي DNA بترقيم ذرات الكربون في جزيئات السكر مثلاً 5'(خمسة شرطة)
- ترقم السلسلة الأولى على عدد جزيئات السكر ثم ترقم السلسلة الثانية الموازية في الإتجاه المعاكس ويسمى ذلك (المتوازي المتعاكس) فمثلاً الأولى من5' إلى 3' بينما الأخرى من3' إلى5' .

*** تركيب الكروموسوم:** أنظر شكل 9 - 6 صفحة 183

- جزيء الـ DNA يوجد في المخلوقات الحية :

1- بدائية النواة : في السيتوبلازم على شكل حلقة .

2- حقيقية النواة : في النواة على شكل سلسلة .

- يتكون الكروموسوم الواحد في الإنسان من (51 إلى 245مليون نيوكليوتيد) ولو بسطت 140مليون نيوكليوتيد بخط مستقيم لأصبح طولها 5 سم . فكيف تترتب داخل خلية مجهرية ؟
- تلتف سلسلة DNA على مجموعة من البرونينات تسمى الهيستونات مكونة جسيماً نووياً يسمى (نيوكليوسوم) حيث تنجذب الشحنة السالبة لمجموعة الفوسفات في الـ DNA مع الشحنة الموجبة للهيستونات .
- ثم تجتمع النيوكليوسومات معاً لتكون أليافاً كروماتينية يلتف بعضها على بعض مكونة الكروموسوم.

} تضاعف DNA {

يتضاعف DNA بتكوين سلسلة جديدة متممة للسلسلة الأصلية .

} تضاعف DNA شبه المحافظ {

التي أقتراحاها العالمان واطسن وكريك .

*** التضاعف شبه المحافظ :** أنظر شكل 10 - 6 صفحة 184

هو أن يتضاعف جزيء DNA إلى جزيئين كل جزيء يتكون من سلسلة أصلية وسلسلة جديدة .

*** خطوات (مراحل) التضاعف شبه المحافظ :** أنظر شكل 11 - 6 صفحة 185

ثلاث مراحل هي (فك الالتواء - ارتباط القواعد في أزواج - إعادة ربط السلاسل)

أ- فك الالتواء :

1- يتم فصل سلاسل الحلزون المزدوج للـ DNA إلى سلسلتين منفردتين إحداهما تسمى الرئيسية والأخرى الثانوية) بواسطة أنزيم فك الالتواء (هيليكيز).

2- ولضمان بقاء السلسلتين منفصلتين ترتبط بالـ DNA بروتينات تسمى (البروتينات المرتبطة مع السلاسل المنفردة) ثم يتم اضافة قطعة صغيرة من RNA تسمى (قطعة RNA الأولية أو البادىء) بواسطة أنزيم RNA البادىء .

ب - ارتباط القواعد في أزواج :

1- يحفز أنزيم بلمرة DNA اضافة النيوكليوتيدات المناسبة لسلسلتي الـ DNA بحيث يكون ارتباط القواعد النيتروجينية كالتالي (A مع T و C مع G)

2- تصنع السلسلتان بطريقتين مختلفتين :
- السلسلة الرئيسية : يزداد طولها عندما يتم فك الالتواء في اتجاه شوكة التضاعف حيث يتم انتاج السلسلة باضافة النيوكليوتيدات بشكل متواصل إلى النهاية .
- السلسلة الثانوية : يزداد طولها في عكس اتجاه شوكة التضاعف حيث يتم انتاج السلسلة بشكل غير متواصل (متقطع) وفي صورة قطع تسمى (قطع أوكازاكي) ثم يتم ربط قطع اوكازاكي ببعضها بواسطة أنزيم ربط DNA (حيث يبلغ طول كل قطعة من أوكازاكي نحو 100 - 200 نيوكليوتيد) .
* **ملاحظة :** بما أن احدى السلاسل تصنع بشكل متواصل والاخرى بشكل غير متواصل فإن تضاعف DNA يسمى شبه المتقطع أو (شبه المحافظ)

ج - إعادة ربط السلاسل :
- بواسطة أنزيم بلمرة DNA يتم اضافة النيوكليوتيدات واستبدال قطعة RNA البادي بنيوكليوتيد .
- ثم يقوم أنزيم ربط DNA بربط السلسلتين معاً .

{ DNA و RNA والبروتين }

تنسخ شفرات DNA في صورة RNA الذي يتحكم بدوره في بناء البروتين .

{ المبدأ الأساسي }

* **جزي DNA :** عبارة عن شريط مزدوج من سلسلتين حلزونيتين داخل النواة .
* **جزي RNA :** عبارة عن شريط من سلسلة واحدة (منفردة (غالباً)).

- لـ RNA ثلاث أنواع هي : أنظر جدول 2 - 6 صفحة 187
1- RNA الرسول (mRNA) : وهو سلسلة طويلة من النيوكليوتيدات وهي المتممه لأحدى سلاسل DNA .
2- RNA الرايبوسومي (rRNA) : وهو الذي يرتبط مع البروتينات في السيتوبلازم لبناء الرايبوسومات .
3- RNA الناقل (tRNA) : وهو قطع صغيرة من النيوكليوتيدات تنقل الأحماض الأمينية إلى الرايبوسومات .

{ عملية صنع البروتين }

ملخص مختصر جداً لعملية صنع البروتين :

1- تنفصل سلسلتا DNA عن بعضهما .
2- تعمل احدى السلسلتين (كقالب) لتكوين RNA المراسل (mRMA) الذي يحمل الشفرة الوراثية (الكودون) نفسها الموجودة على DNA .
3- ينفصل mRNA ليخرج إلى السيتوبلازم عبر ثقوب الغشاء النووي ويستقر على أحد الرايبوسومات الموجودة على الشبكة الأندوبلازمية .
(الرايبوسوم هو المصنع الذي يتم فيه صنع البروتين)
4- الحمض RNA الناقل (tRNA) يحمل حمضاً أمينيا في طرف وشفرة وراثية على الطرف الآخر .
5- يرتبط كل tRNA بمكان ما على mRNA على حسب شفرته .
6- تتحد الأحماض الأمينية المحمولة على tRNA بروابط ببتيدية مكونة سلسلة من الأحماض الأمينية أي مكونة (بروتين) .

* شرح مفصل لعملية صنع البروتين *

*** أولاً : عملية النسخ :** أنظر شكل 12 - 6 صفحة 188

1- ينفك التواء DNA جزئياً في النواة .
2- ثم يرتبط به أنزيم بلمرة RNA الذي يحفز بناء RNA المراسل (mRNA).
بحيث كلما انفكت سلسلة DNA قام أنزيم بلمرة RNA ببناء mRNA في الاتجاه 3' إلى 5'
3- تسمى السلسلة التي يقرؤها انزيم بلمرة RNA بـ (السلسلة الأساسية)،
وتسمى السلسلة mRNA التي صنعها بـ (السلسلة المتممة لنيوكليوتيدات DNA)
4- تُصنع نسخةmRNA في الاتجاه 5' إلى 3' (حيث يحل اليوراسيل U بدلاً من الثايمين T عند بناء mRNA) .
5- أخيراً يتحرك m RNA من النواة إلى السيتوبلازم عبر الثقوب النووية .

*** ثانياً معالجة RNA** :

أ - المعالجة الأولى : التخلص من الانترونات .

((وجد العلماء أن شفرة mRNA أقصر من شفرة DNA ما السبب ؟))
1- وجد العلماء أن DNA يحتوي على قطع مشفرة فعالة تسمى (الاكسونات) وقطع أخرى غير مشفرة تسمى(الانترونات).
2- عندما يتم تصنيع mRNA فإنه يحتوي على شفرات DNA كلها ويسمى (mRNAالأولي) وقبل خروجه إلى السيتوبلازم يتم إزالة الانترونات لذلك يبدو اقصر من DNA.

ب - المعالجة الثانية :

1- إضافة غلاف واقٍ على النهاية 5' لـ mRNA يساعد على التعرف على الرايبوسومات .
2- إضافة ذيل مكون من نيوكليوتيدات الأدنين عند النهاية 3' (غير معروف أهمية حتى الآن)

*** الشفرة (الكود) :** أنظر شكل 13 - 6 صفحة 189

- وجد العلماء أن شفرة DNA مكونه من ثلاث قواعد نيتروجينية .
- هذه الشفرة الثلاثية القواعد النيتروجينية في DNA و mRNAتسمى الشفرة الوراثية أو (الكودون)
- الشفرة الوراثية (الكودون) هو الطريقة الوحيدة التي يختلف فيها DNA بين المخلوقات الحية
- لاحظ في شكل 13 - 9 صفحة 261 : ان هناك كودونات أخرى تسمى كودونات انتهاء (وهي ثلاثة) وكودون واحد بدء (كودون AUG) يحمل الميثيونين .

*** ثالثاً : الترجمة :** أنظر شكل 14 - 6 صفحة 190

1 - بعد أن يخرج mRNA إلى السيتوبلازم ترتبط النهاية 5' بالرايبوسوم .
2 - يتشكل RNA الناقل (tRNA) و ينطوي على شكل ورقة البرسيم ثم يتم تنشيطه بانزيم يعمل على ربط حمض أميني على النهاية 3' و في منتصف الشريط يوجد كودون مكون من ثلاث قواعد نيتروجينية يسمى الكودون (شفرة) المضاد .
3 - كل كودون (شفرة) مضاد يتمم كودون على mRNA .
4 - بينما تقرأ كودونات DNA و RNA من 5' إلى 3' فإن الكودونات المضادة تقرأ من 3' إلى 5' .

*** دور الرايبوسوم :** انظر شكل 14 - 6 صفحة 190

- يتكون الرايبوسوم من وحدتين منفصلتين .
- يقوم mRNA بربط الوحدتين معاً و ينتج الرايبوسوم الفعال .

- عندما يرتبط mRNA مع الرايبوسوم يتحرك tRNA مع كودونه المضاد UAC و يرتبط مع كودون البدء (AUG) الذي يحمل المثيونين على mRNA على النهاية 5' .
- يحتوي الرايبوسوم على أخاديد (شقوق) تمثل مواقع (موقع A ، موقع P ، موقع E) يدخل فيها tRNA تمهيداً لارتباط كودونه مع كودونات mRNA (يدخل أول tRNA في الموقعP وباقي tRNA يكون دخولها من الموقع A و يكون الخروج من الموقع E)
- ثم يعمل جزء من RNA الرايبوسومي rRNA عمل انزيم محفز لتكوين رابطة حيث يتحرك و يربط الحمض الأميني لـ tRNA في الموقع P مع الحمض الأميني لـ tRNA في الموقع A
- يستمر الرايبوسوم في الحركة والربط بين الأحماض الأمينية على شكل سلسلة حتى يدخل في الموقع A كودون انتهاء (حيث يشير إلى انتهاء تصنع البروتين) . حيث لايوجد لهذا الكودون كودون مضاد على tRNA .
- اخيراً يتحرر mRNA من آخر tRNA تم ترجمته ثم تتفكك وحدات بناء الرايبوسوم منهية بذلك بناء البروتين .

} التنظيم الجيني والطفرة {

تنظم الخلية التعبير الجيني ويمكن أن تؤثر الطفرات في هذا التعبير .

} التنظيم الجيني في الخلايا بدائية النوى {

***التنظيم الجيني :** هو قدرة المخلوق الحي على التحكم في اختيار أي الجينات تنسخ استجابة للبيئة .

***المنطقة الفعالة :** هي المنطقة التي تتحكم في نسخ الجينات استجابة للبيئة في المخلوقات بدائية النوى.

- تضم المنطقة الفعالة الآتي (المشغل - والمحفز - وجين منظم - وجين لتشفير البروتين) .

المشغل : (قطعة من DNA لبدء النسخ و إيقافه)

والمحفز: (قطعة من DNA تمثل مكان بداية ارتباط DNA بإنزيم بلمرة RNA)

} التنظيم الجيني في الخلايا حقيقة النوى {

- تنظيم وتركيب خلايا حقيقية النوى اعقد من بدائية النوى وهذا يزيد من تعقيد نظام التحكم في النسخ .

*** التحكم في عملية النسخ :**

- تتم من خلال بروتينات تسمى عوامل النسخ ولها مجموعتان هما :

أ - المجموعة الأولى (عوامل النسخ): عبارة عن مركبات معقدة تنظم أنزيم بلمرة RNA وتوجه ارتباطه بالمنظم .

ب - المجموعة الثانية (بروتينات منظمة): وهي تساعد على التحكم في سرعة النسخ .

- **ملاحظة :** تركيب DNA المعقد الملتف حول الهستونات يعد منظماً لأن تعقيده يوفر بعض التثبيط لعملية النسخ .

*** تداخل RNA :** أنظر شكل 15 - 6 صفحة 194

- احدى طرق التنظيم وتتم كالتالي :

1- بواسطة أنزيم يسمى المقطع يتم تقطيع قطع صغيرة من RNA ثنائي السلسلة هذه القطع الصغيرة الثنائية تسمى (جزيئات RNA المتداخلة الصغيرة) .

2- ترتبط جزيئات RNA المتداخلة مع بروتين معقد يكسر سلسلة واحدة من السلسلتين ويبقى واحده .

3- ترتبط السلسلة المتبقية (الناتجة عن جزئ RNA المتداخل الصغير) و البروتين المعقد مع مقاطع محدد ومتسلسلة على mRNA في السيتوبلازم وتؤدي إلى تقطيع mRNA ومنع ترجمته

} الطفرات {

*** الطفرة :** هي تغير دائم في DNA الخلية .

* أنواع الطفرات :

تتراوح الطفرات بين تغيير في القواعد النيتروجينية وإزالة مقاطع كبيرة من الكروموسومات .

من أنواعها : أنظر جدول 3 - 6 صفحة 196

أ - طفرات الاستبدال (النقطية) حيث يتم استبدال زوج من القواعد النيتروجينية بآخر .

ولها نوعان :

1- الحساسة(المؤثرة): حيث تتغير الشفرة الوراثية (الكودون) للحمض الأميني مسببة خلل ما.

2- غير الحساسة (غير مؤثرة): حيث يتغير كودون الحمض الاميني بكودون توقف فتتوقف . الترجمة مبكراً (غالباً ينتج عنها بروتينات لا تعمل بشكل طبيعي).

ب - طفرات الإزاحة : لها نوعان هما :

1- طفرات الإضافة : حيث يتم كسب نيوكليوتيد ضمن تسلسل القواعد النيتروجينية .

2- طفرات الحذف : حيث يتم خسارة نيوكليتويد ضمن تسلسل القواعد النيتروجينية .

***ملاحظات :**

1- في بعض الأحيان ترتبط الطفرات بمرض أو خلل وراثي . فمثلاً اظهرت الدراسات أن مرض الكابتونيوريا (تغير لون البول إلى الأسود) مصابون بنسبة عالية من طفرات الإزاحة والطفرات الحساسة .

2- متلازمة الكروموسوم الهش X : انظر شكل 16 6 صفحة 196

حيث ينتج ذلك عن وحدات CGG مكررة اضافية قريبة من نهاية الكروموسوم X مما يجعل المنطقة المكررة هشة تتدلى من الكروموسوم.

* أسباب الطفرات :

أ - اضافة قاعدة خطأ بواسطة أنزيم بلمرة DNA وعادة يتم تصحيح الخطأ ويفلت من التصحيح ما نسبه 1 : بليون . (مثل الطفرات الاستبدال النقطية)

ب - عوامل مسببة للطفرات مثل (بعض المواد الكيميائية والاشعة) .

1 - حيث أن لبعض المواد الكيميائية تركيب يشبه النيوكليوتيدات والتي من الممكن أن تحل محل أحد النيوكليوتيدات وبالتالي توقف عملية نسخ وتضاعف DNA بصورة صحيحة (حيث استخدمت لمعالجة فيروس HIV المسبب للإيدز) .

2- تعد أشعة X من العوامل المسببة للطفرات حيث تكسب DNA طاقة .

3- تحتوي أشعة الشمس الفوق بنفسجية ((UV على طاقة أقل من أشعة X ولكنها يمكن أن تجعل قواعد الثايمن المتجاورة ترتبط معاً متلفتاً الـ DNA أنظر شكل 17 - 6 صفحة 198

*طفرات الخلايا الجسمية والجنسية :

أ - طفرات الخلايا الجسمية : إذا حدثت طفرة فإن هذا الخلل يصبح جزء من الترتيب الوراثي للخلية ومن ثم ينتقل إلى الخلايا الجديدة المستقبلية (ولكنه لا ينتقل من جيل لآخر) .

ودرسنا سابقاً أن الطفرة التي تجعل دورة الخليةغير منضبطة تؤدي إلى السرطان .

ب - الطفرات الجنسية : إذا حدثت فإن هذا الخلل ينتقل إلى أبناء المخلوق الحي .

} الهندسة الوراثية {

***الهندسة الوراثية :** أنظر شكل 18 - 6 صفحة 199
هي تقنية تتضمن التحكم في جزيء DNA لأحد المخلوقات الحية بواسطة إضافة DNA خارجي من مخلوق حي آخر .
- تتضمن دراسة DNA وتعديله عمليات (قطع بإنزيمات القطع وعزل القطع ، و ربطها مع جزيئات DNA خارجية و تحديد التسلسل) أنظر جدول 4 - 6 صفحة 200
- **من الامثلة :** أُدخل بروتين الإضاءة الخضراء (الموجودة طبيعياً في نوع من قناديل البحر) في يرقات البعوض وبالتالي تحقق الباحثون من أن DNA الخارجي ارتبط مع المادة الوراثية للبعوض .

}التقنيات الحيوية{

***التقنيات الحيوية :** هي استعمال الهندسة الوراثية لإيجاد حلول لمشكلات محددة .
***المخلوقات المعدلة وراثياً :** هي مخلوقات تم تعديلها بواسطة الهندسة الوراثية من خلال إدخال جين ما من مخلوق حي آخر (مثل يرقات البعوض في المثال السابق) .

* الحيوانات المعدلة وراثياً :

- حيث استعملت الفئران وذبابة الفاكهة والدودة الاسطوانية .
- المواشي ومنها الماعز لإنتاج بروتين لمنع تخثر الدم أثناء العمليات الجراحية .
- إنتاج ديك رومي مقاوم للأمراض .
- إنتاج أسماك تنمو سريعاً .
- وقد تصبح مستقبلاً مصدراً يستخدم في مجال زراعة الأعضاء .

* النباتات المعدلة وراثياً : أنظر شكل 19 - 6 صفحة 201

- إنتاج نباتات مقاومة للحشرات والآفات الفيروسية .
- إنتاج نباتات مقاومة لمبيدات الأعشاب والحشرات مثل (الذرة وفول الصويا والقطن)
- إنتاج نبات فستق وفول صويا لا يسبب تفاعلات حساسية لمستهلكيها .

* البكتريا المعدلة وراثياً :

- إنتاج بكتيريا منتجة للانسولين و هرمونات النمو ومذيبة لخثرات الدم .
- إنتاج بكتريا تبطيء من تكون بلورات الثلج على المحاصيل الزراعية عند الصقيع .
- إنتاج بكتريا تزيل بقع النفط وتحلل القمامة .

} مشروع الجينيوم البشري { أنظر شكل 20 - 6 صفحة 202

***الجينيوم البشري :** هو معرفة جميع المعلومات الوراثية (المحتوى الجيني) في خلية بشرية .
ولذلك بتحديد تسلسل وترتيب 3 مليارات نيوكليوتيد تقريباً تشكل DNA البشري ، و تحديد الجينات البشرية البالغ عددها من 20,000 إلى 25,000 جين..
- أيضاً تم دراسة المحتوى الجيني لمخلوقات حية أخرى .
- أقل من 2% فقط من نيوكليوتيدات الجينيوم البشري تشفر جميع البروتينات في الجسم .
- أي ان الجينيوم يحتوي على سلاسل من القواعد النيتروجينية (غير المشفرة) ليس لها وظيفة مباشرة .