شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج البحرينية

مذكرة حيا 316

تاريخ نشر الملف على موقع المناهج: 2023-11-22 06:50:11

التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثالث الثانوي

روابط مواد الصف الثالث الثانوي على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الثالث الثانوي والمادة أحياء في الفصل الثاني

1	شرح درس المناطق الحيوية المائية مقرر علوم البيئة علم 201، علم 801
2	شرح درس تنوع المفصليات مقرر حيا 317
3	شرح درس الحبليات الفقارية مقرر حيا 317
4	شرح درس الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم مقرر حيا 316
5	شرح درس التراكيب والعضيّات الجزء الثاني

مملكة البحرين

وزارة التربية والتعليم

مدرسة الهداية الخليفية الثانوية

مقرر الأحياء (4)

حيا 316

الخلية والوراثة

إعداد معلم المادة الاستاذ

إسلام حسني حسن منصور

الفهـــــــــرس

الفصل	الدرس	الموضوع
الفصل الأول	1-2	الغشاء البلازمي
	1-3	التراكيب والعضيات
الفصل الثاني	2-1	كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة؟
	2-2	البناء الضوئي
	2-3	التنفس الخلوي
الفصل الثالث	3-1	الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم
	3-2	الانقسام المنصف
	3-3	الوراثة المندلية وارتباط الجينات
الفصل الرابع	4-1	الأنماط الوراثية المعقدة
	4-2	الكروموسومات والوراثة في الإنسان
	4-3	المادة الوراثية DNA
	4-4	DNA و RNA و البروتين

الغشاء البلازمي

الغشاء البلازمي

هو حد فاصل رقيق مرن بين بين الخلية وبيئاتها يسمح بمرور المواد الغذائية إلى الخلية والتخلص من الفضلات والمواد الأخرى

ملحوظة

يوجد الغشاء البلازمي في جميع أنواع الخلايا سواء كانت بدائية النواة أو حقيقية النواة.

وظيفة الغشاء البلازمي

أحد التراكيب المسئولة عن حفظ الاتزان الداخلي للخلية (الاتزان الداخلي ضروري لبقاء الخلية)

النفاذية الاختيارية

من الصفات المهمة المميزة للغشاء البلازمي حيث يسمح الغشاء الخلوي بمرور بعض المواد إلى الخلية ويمنع أخرى حسب حاجة الخلية ويتوقف ذلك على تركيب الغشاء البلازمي.

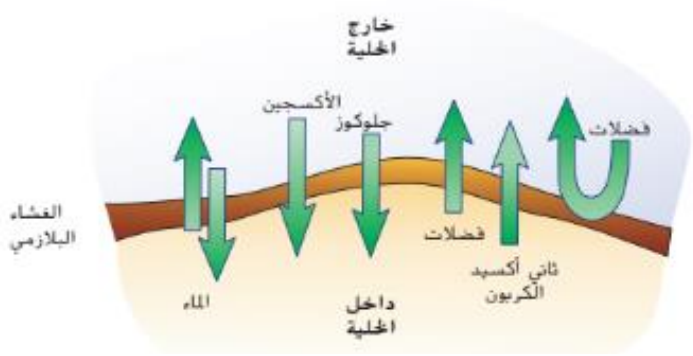
من خلال الشكل المقابل أجب عما يلي:

1- أي المواد يسمح لها الغشاء البلازمي بالخروج فقط؟

.....

2- أي المواد يسمح لها الغشاء البلازمي بالخروج والدخول؟

.....



تركيب الغشاء البلازمي

يتكون معظم الجزئيات في الغشاء البلازمي من **الليبيدات المفسفرة**

يتكون جزيء الليبيد المفسفر من

1- الجليسرول
2- سلسلتي حمضين دهنيين
3- مجموعة فوسفات

شكل الجزيء

الفرق بين جزيء الليبيد والليبيد المفسفر

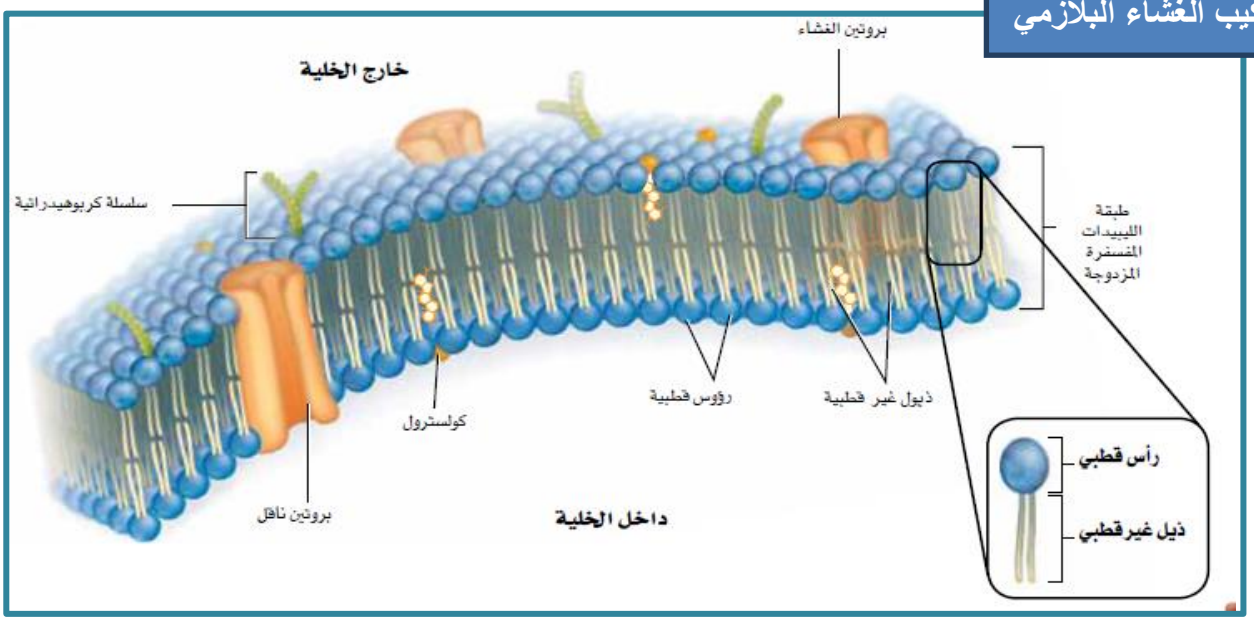
جزيء الليبيد	جزيء الليبيد المفسفر
يتكون من: 1- جليسرول 2- ثلاث من سلاسل الأحماض الدهنية	يتكون من: 1- جليسرول 2- سلسلتين من أحماض دهنية 3- مجموعة فوسفات

س: ما أهمية أن تكون الليبيدات في الغشاء البلازمي ليبيدات مفسفره؟

ملحوظة يتكون الغشاء البلازمي من طبقة الليبيدات المفسفرة المزدوجة (حيث تترتب فيه طبقتان من الدهون المفسفرة ذيلا مقابل ذيل)

ترتيب الدهون المفسفرة في الغشاء البلازمي تسمح بأن يبقى الغشاء قائما في بيئة مائعة

شكل وتركيب الغشاء البلازمي



طبقة الليبيدات المفسفرة المزدوجة

*** جزيء الليبيد المفسفر يكون على شكل رأس قطبي (ينجذب الرأس القطبي إلى الماء لأنه قطبي أيضا) له ذيلان من الأحماض الدهنية غير قطبيين (يتنافران مع الماء).**

*** طبقتا جزيئات الليبيدات المفسفرة تكون على شكل شطيرة بحيث تكون ذيول الأحماض الدهنية في الوسط (الجزء الداخلي من الغشاء البلازمي) في حين تكون رؤوس الليبيدات المفسفرة للخارج (تواجه البيئة المائعة خارج وداخل الخلية)**

*** هذا الترتيب لجزيئات الليبيدات المفسفرة في الغشاء البلازمي يجعل سطح الغشاء قطبي ومنتصفه غير قطبي وبالتالي تكون الرؤوس القطبية هي الأقرب لجزيئات الماء بينما الذيول غير القطبية هي الأبعد عن جزيئات الماء**

*** هذا الترتيب السابق لجزيئات الليبيدات المفسفرة في الغشاء البلازمي مهم لأداء الغشاء البلازمي لوظيفته (النفاذية الاختيارية) كالتالي:**

المواد الذائبة في الماء لن تتحرك بسهولة خلال الغشاء البلازمي لأن منتصفه غير القطبي يعقها ولهذا يفصل الغشاء البلازمي بين البيئة الداخلية والخارجية للخلية.

مكونات أخرى للغشاء البلازمي

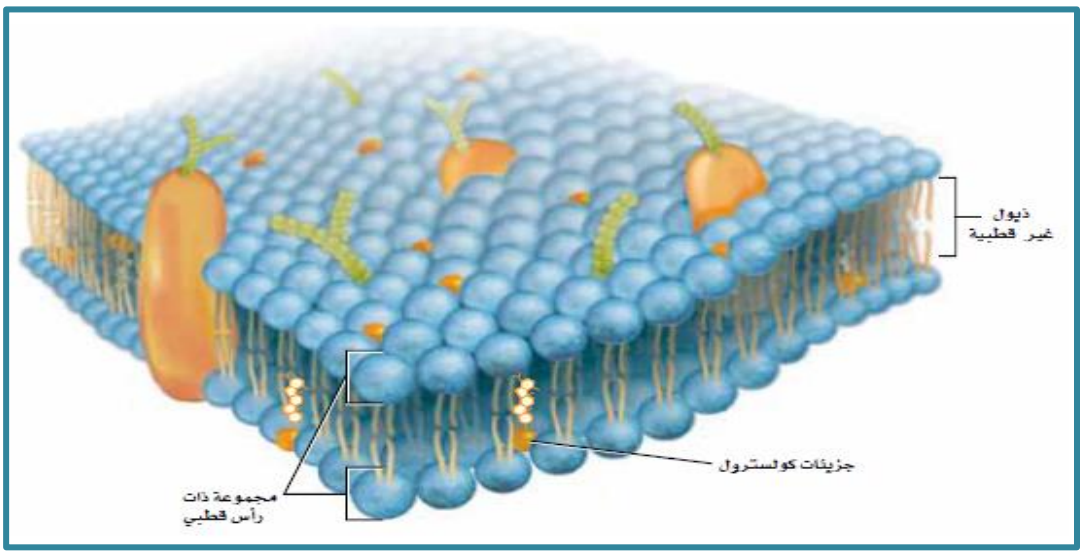
المكون		الأهمية
البروتين	المستقبلات	توجد على السطح الخارجي للغشاء البلازمي وترسل إشارات إلى داخل الخلية مثل مستقبلات الفيروس والهرمونات
	الداعمة	توجد على السطح الداخلي للغشاء البلازمي وتصل بين الغشاء والتراكيب الخلوية الداخلية مما يعطي للخلية شكلها المميز
	الناقلة	تمتد إلى الغشاء بأكمله أو تجتازه لتكون قنوات يمر من خلالها المواد التي تحتاج إليها الخلية إلى الداخل وتخرج من خلالها الفضلات إلى خارج الخلية (لذلك يساهم هذا النوع من البروتينات في خاصية النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي)
الكوليسترول (غير قطبي)		يوجد بين الليبيدات المفسفرة (لأن الماء يعمل على طرده) والكوليسترول يساعد على منع التصاق ذيول الأحماض الدهنية ببعضها البعض مما يساهم في ميوعة الغشاء البلازمي
الكربوهيدرات		لها دور في تثبيت الغشاء والتعرف على الأجسام الغريبة

النموذج الفسيفسائي المائع للغشاء البلازمي

تكون الليبيدات المفسفرة بحرا تسبح فيه الجزيئات حيث يكون جميع مكونات الغشاء البلازمي في حركة دائمة وينزلق بعضها فوق بعض.

تتحرك الليبيدات المفسفرة جانبيا داخل الغشاء وتتحرك مكونات أخرى كالبروتينات خلال الليبيدات المفسفرة.

وبسبب وجود مواد مختلفة في الغشاء البلازمي يتشكل نمط فسيفسائي على سطح الخلية



التراكيب والعضيات

السيتوبلازم والهيكل الخلوي

السيتوبلازم: مادة شبه سائلة تسبح فيها العضيات داخل الخلية

الهيكل الخلوي: شبكة داعمة مكونة من خيوط بروتينية طويلة تكون إطارا عمليا للخلية تتعلق به العضيات

وظيفة الهيكل الخلوي

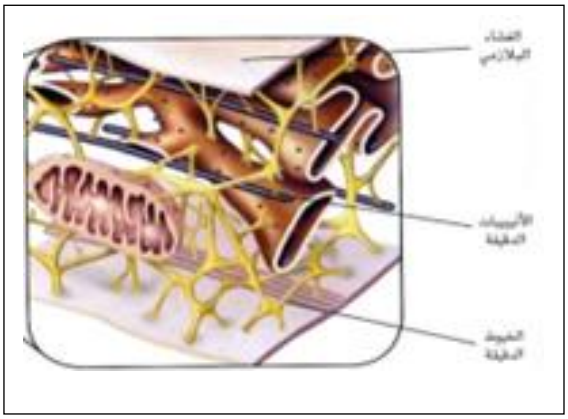
1- تدعيم الخلية

2- له دور في حركة الخلية ونشاطاتها الأخرى

تركيب الهيكل الخلوي

1- الأنيبيبات الدقيقة

2- الخيوط الدقيقة

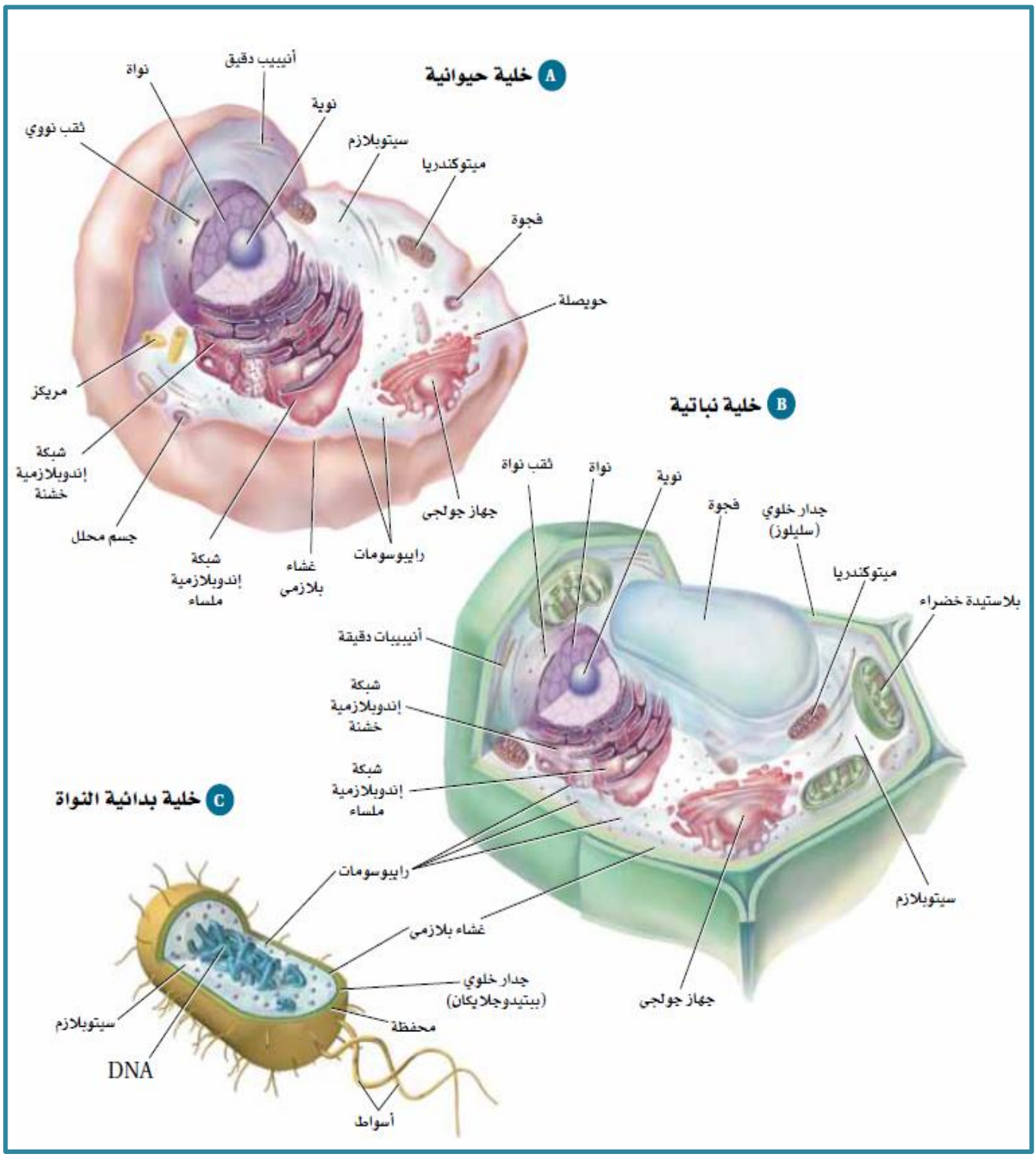


مقارنة بين الأنيبيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة

وجه المقارنة	الأنيبيبات الدقيقة	الخيوط الدقيقة
الوصف والتركيب	تراكيب اسطوانية طويلة جوفاء من البروتين	خيوط بروتينية طويلة
الوظيفة	1- تشكل هيكلا صلبا للخلية 2- تساعد على حركة المواد داخل الخلية	1- تعطي الخلية شكلها 2- تمكن الخلية أو جزء منها من الحركة

ملحوظة: تنزلق الأنيبيبات والخيوط الدقيقة بعضها فوق بعض فتتجمع وتتفرق مما يساهم في حركة الخلية والعضيات

مقارنة بالرسم بين مكونات الخلية النباتية والحيوانية والخلية بدائية النواة



في الشكل السابق تعرف على العضيات التي تميز كلا من الخلايا النباتية فقط والتي تميز الخلايا الحيوانية فقط؟

عضيات تميز الخلايا النباتية فقط	عضيات تميز الخلايا الحيوانية فقط
.....	.....
.....	.....

تراكيب الخلية

- في خلايا حقيقيات النواة تستطيع عضيات الخلية القيام بعمليات كيميائية مختلفة في الوقت نفسه وفي أجزاء مختلفة من السيتوبلازم ---- علل ----- (لأن كل عضية محاطة بغشاء خاص بها)

- تقوم العضيات بالعمليات الخلوية الضرورية كبناء البروتين وتحويل الطاقة وهضم المواد الغذائية وإخراج الفضلات وانقسام الخلية لذلك لكل عضية تركيب مميز حسب الوظيفة التي تقوم بها كالتالي:

النواة

وظيفة النواة

1- تنظم العمليات الحيوية للخلية

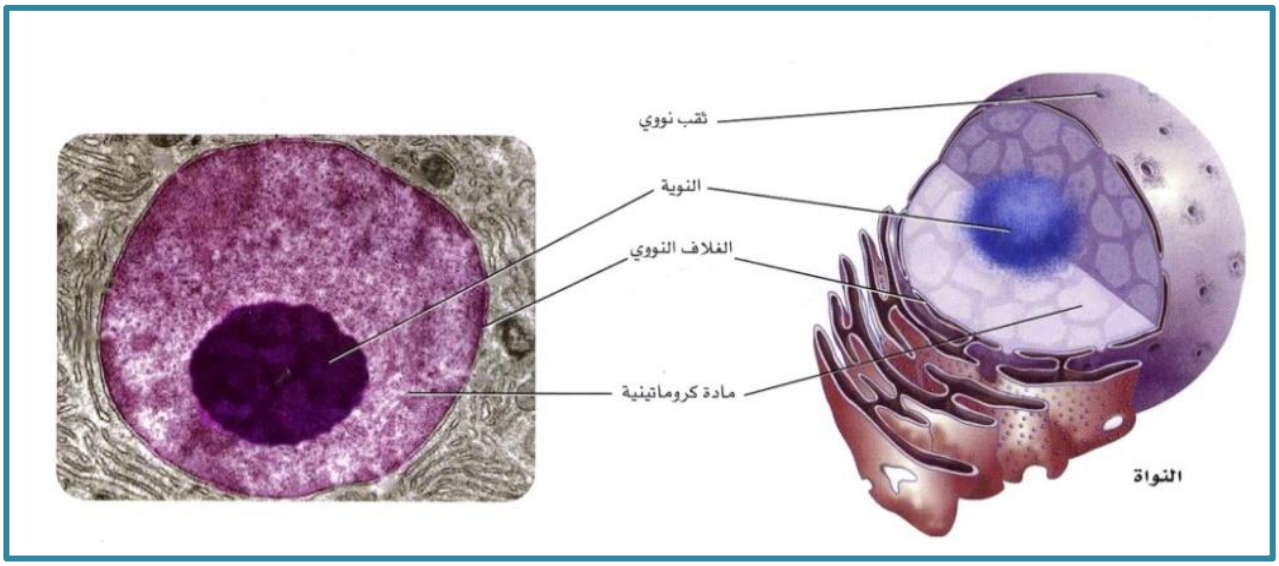
2- تحتوي على DNAالذي يخزن المعلومات التي تستعمل في بناء البروتين اللازم لنمو الخلية وتكاثرها ووظيفتها

تركيب النواة

1- تحتوي النواة على الغلاف النووي وهو غشاء مزدوج يحيط بالنواة ويشبه الغشاء البلازمي غير أنه (به ثقوب تسمح للمواد كبيرة الحجم بدخول النواة والخروج منها)

2- كذلك المادة الكروماتينية التي تنتشر داخل النواة وهيDNA معقد مرتبط مع البروتين

3- تحتوي النواة بداخلها على عضية صغيرة تسمى النوية (يتم فيها إنتاج الرايبوسومات)



الرايبوسومات

الوظيفة: إنتاج البروتين

التركيب: تتركب من البروتين وDNA

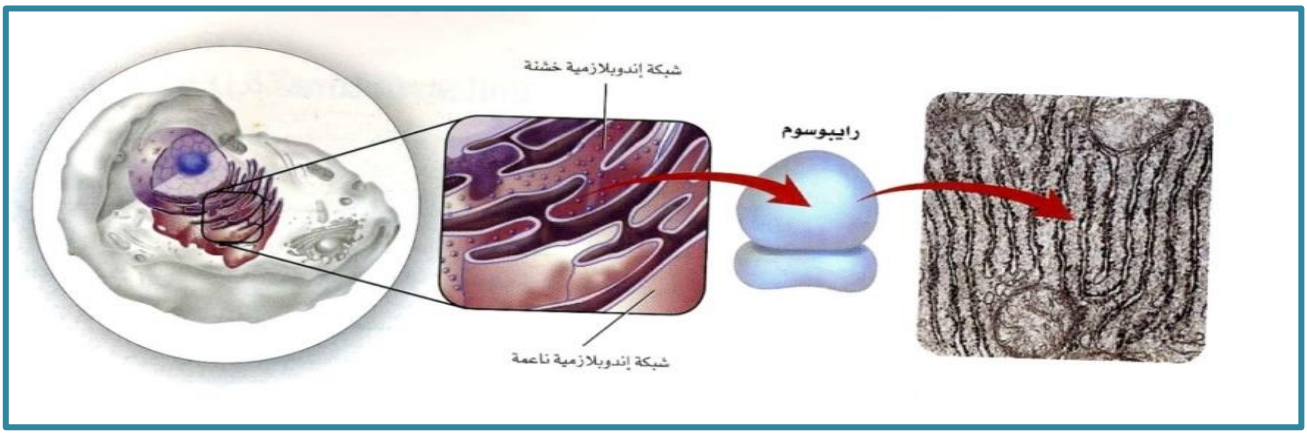
ملحوظة هامة جدا

لا تحاط الرايبوسومات بغشاء كسائر العضيات في الخلية

ويتم إنتاج الرايبوسومات في النوية

أنواع الرايبوسومات ووظائفها

الرايبوسومات الحرة	الرايبوسومات المرتبطة
تسبح بحرية في السيتوبلازم	ترتبط بالسطح الخارجي للشبكة الإندوبلازمية الخشنة حيث تشبه البروزات على سطحها
تنتج بروتينات تستعمل داخل سيتوبلازم الخلية	تنتج بروتينات تحاط بغشاء أو تستعملها خلايا أخرى



الشبكة الإندوبلازمية هي نظام من الأغشية مكون من أكياس مطوية وقنوات متصلة ومتداخلة

الوظيفة مواقع لبناء البروتين والدهون

ملحوظة وجود الطيات والثنيات في الشبكة الإندوبلازمية يعطيها مساحة سطح أكبر لتنجز الوظائف الخلوية

أنواع الشبكة الإندوبلازمية ووظائفها

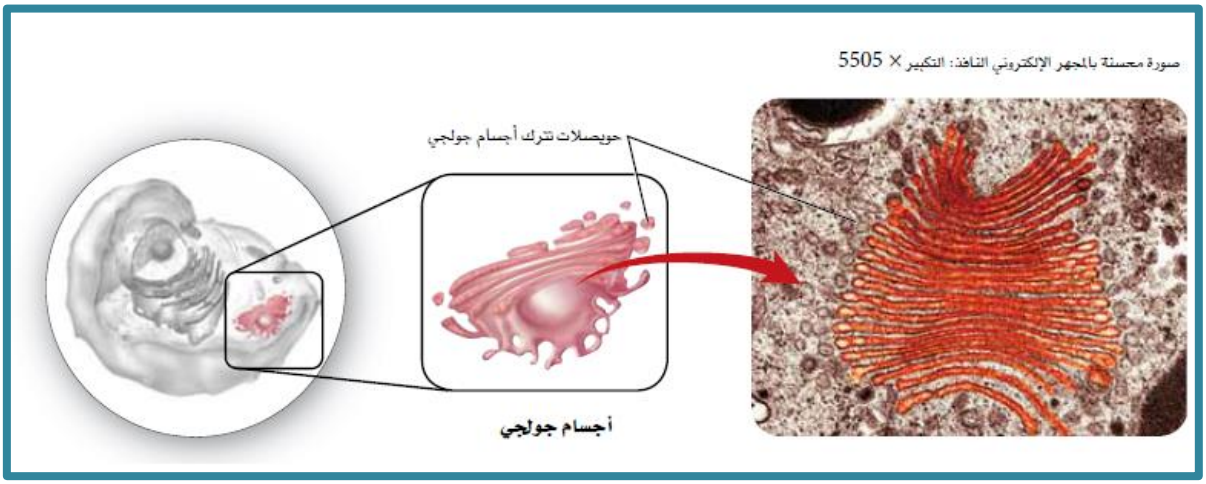
الشبكة الإندوبلازمية الخشنة	الشبكة الإندوبلازمية الملساء
تبدو عليها نتوءات وهي الرايبوسومات	يخلو غشائها الخارجي من الرايبوسومات
تنتج البروتين الذي يرسل إلى الخلايا الأخرى	1- تكون سطحا لتصنيع الكربوهيدرات والليبيدات بما فيها الليبيدات المفسفرة 2- تعمل في خلايا الكبد على إزالة السموم الضارة من الجسم

أجسام جولجي

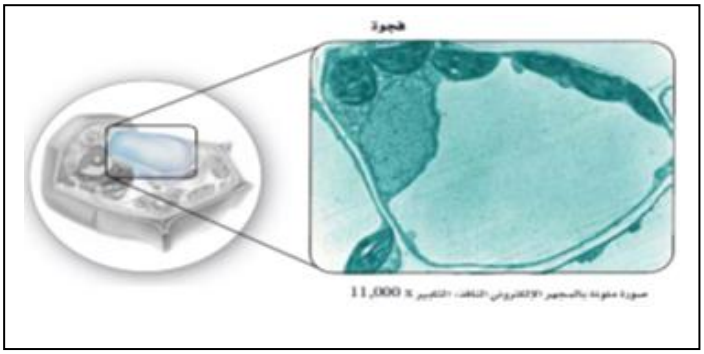
الوصف والتركيب تتكون من أغشية أنبوبية مسطحة متراصة

الوظيفة ينتقل إليها جزء من البروتين الذي تنتجه الشبكة الإندوبلازمية الخشنة حيث تعدل هذه البروتينات وتصنفها وتعبئها داخل أكياس تسمى الحويصلات

ملحوظة تندمج هذه الحويصلات بعد ذلك بالغشاء البلازمي لكي تطلق البروتين خارج الخلية



الفجوات



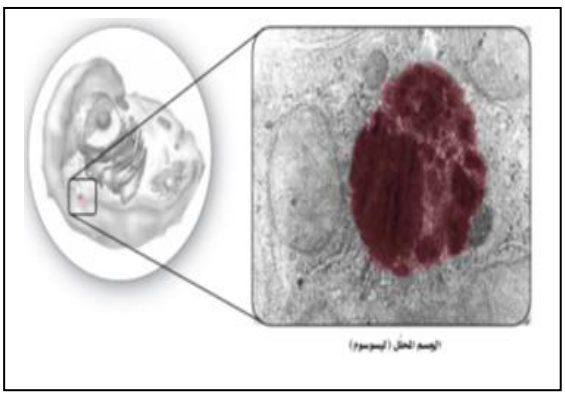
الوصف والتركيب: حويصلات محاطة بغشاء

الوظيفة: تخزن المواد بشكل مؤقت في السيتوبلازم

وجود الفجوات في الخلايا

الخلايا النباتية	الخلايا الحيوانية
توجد على شكل كيس حيث تقوم بالوظائف التالية: تخزين المواد الغذائية - تخزين الإنزيمات - تخزين بعض المواد التي تحتاج إليها الخلية – بعضها يخزن الفضلات	عادة لا تحتوي على فجوات وإن وجدت فإنها تكون أصغر بكثير من الموجودة في الخلية النباتية

الأجسام المحللة (الليسوسومات)



الوصف والتركيب: حويصلات محاطة بأغشية تحتوي على مواد هاضمة

الوظيفة:
تساعد في تحليل وهضم العضيات والمواد الغذائية الزائدة
تهضم البكتيريا والفيروسات التي تدخل الخلية

طريقة عملها:
تندمج الأجسام المحللة بفجوات
ثم تلقي إنزيماتها في هذه الفجوات لتهضم الفضلات داخلها

ملحوظة: الغشاء المحيط بالأجسام المحللة يمنع إنزيماتها الهاضمة من تحليل الخلية

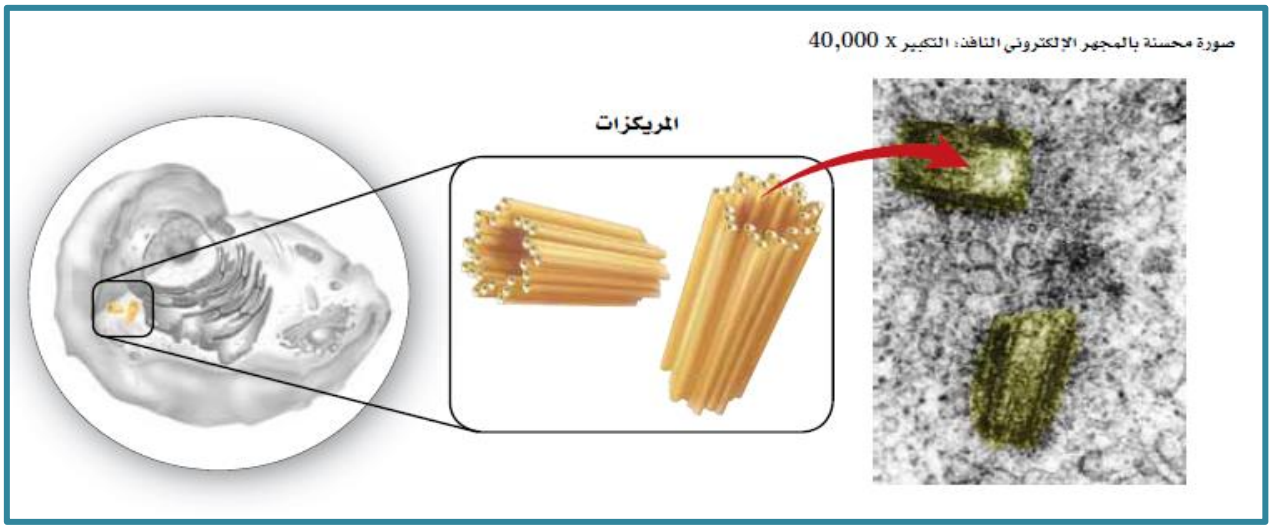
المريكزات (السنتريول)

الوصف والتركيب

مجموعة من الأنيبيبات الدقيقة توجد بالقرب من النواة في سيتوبلازم الخلايا الحيوانية وفي معظم الأوليات.

الوظيفة

تؤدي دورا في انقسام الخلية



الميتوكندريا

مصانع إنتاج الطاقة في الخلية

الوصف والتركيب

عضية محاطة بغشاءين أحدهما خارجيا والاخر داخليا كثير الطيات يزود الميتوكندريا بمساحة سطح كبيرة تساعدها في اداء وظيفتها.

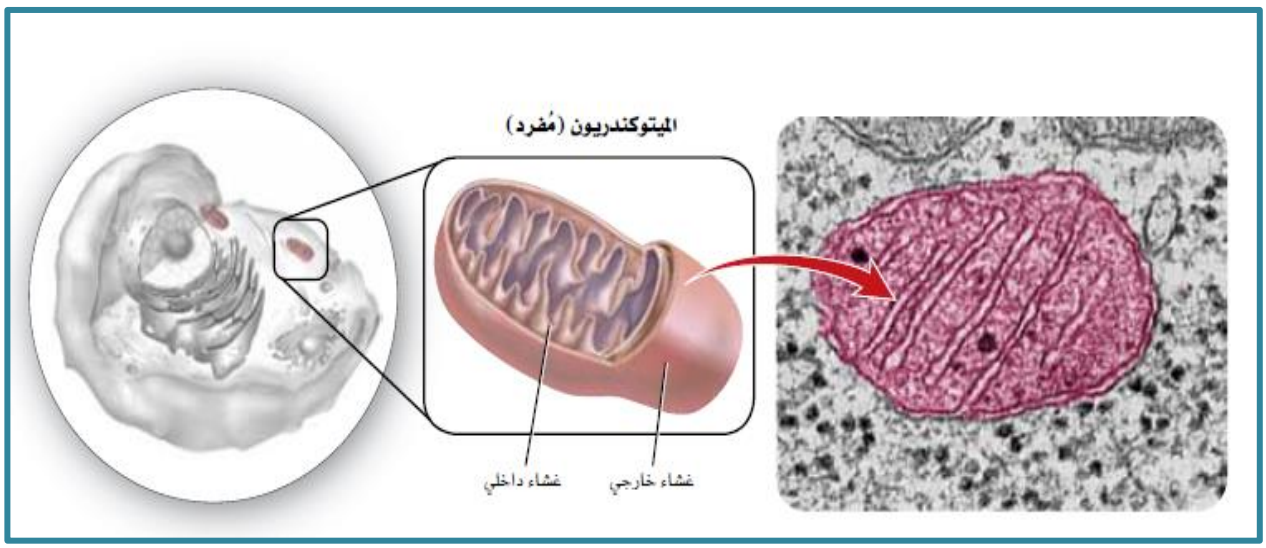
كما توجد حشوة في الوسط يتم فيها عملية إنتاج الطاقة.

الوظيفة

تحول الوقود وخصوصا السكريات إلى طاقة تخزن في مركبات أخرى تستعملها الخلية في اداء وظائفها

ملحوظة

مفرد الميتوكندريا هي الميتوكندريون



البلاستيدات الخضراء

توجد في خلايا النبات وبعض الخلايا حقيقية النواة كالطحالب

التركيب

عضية محاطة بغشاءين أحدهما خارجي والاخر داخلي تحتوي بداخلها على حبيبات تسمى الجرانا وهي تتكون من أقراص متراصة فوق بعضها تسمى الثايلاكويدات تحتوي الثايلاكويدات على صبغة الكلوروفيل خضراء اللون التي تمتص طاقة ضوء الشمس.

الوظيفة

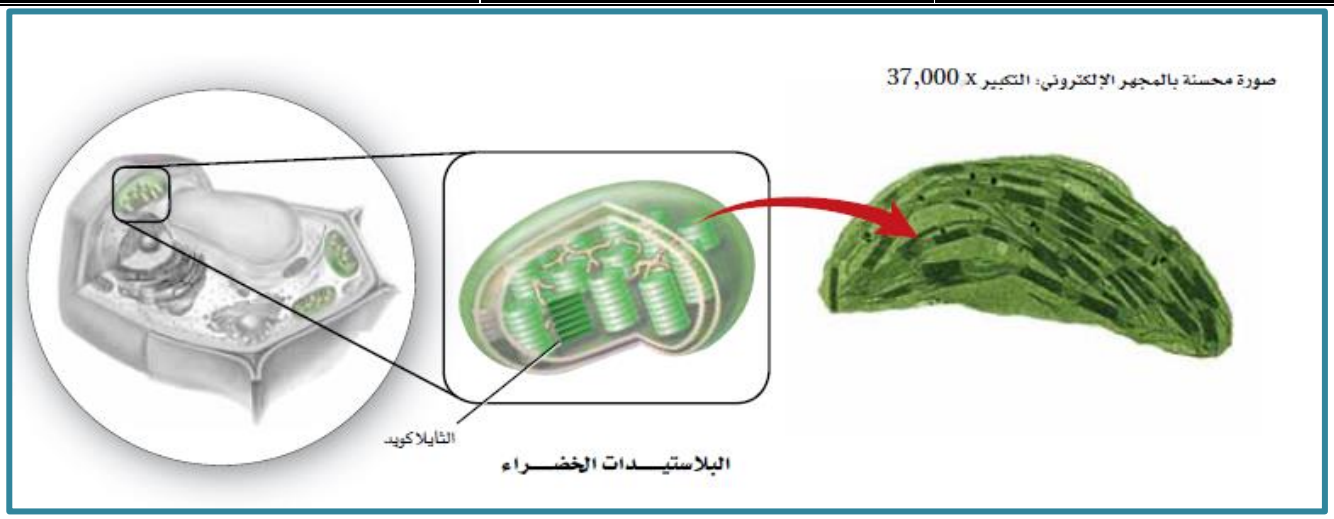
تمتص الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية من خلال عملية البناء الضوئي.

ملحوظة

مادة الكلوروفيل الخضراء هي التي تكسب سيقان وأوراق النباتات لونها الأخضر.

أنواع البلاستيدات الخضراء ووظائفها

البلاستيدات الخضراء	البلاستيدات البيضاء (عديمة اللون)	البلاستيدات الملونة
تحتوي على أصباغ الكلوروفيل خضراء اللون	لا تحتوي على أصباغ	تحتوي على أصباغ حمراء أو برتقالية أو صفراء
وظيفتها: القيام بعملية البناء الضوئي	وظيفتها: تخزين النشا والدهون	وظيفتها: تجميع طاقة الضوء إعطاء تراكيب النبات لونها كالأوراق والأزهار



الجدار الخلوي

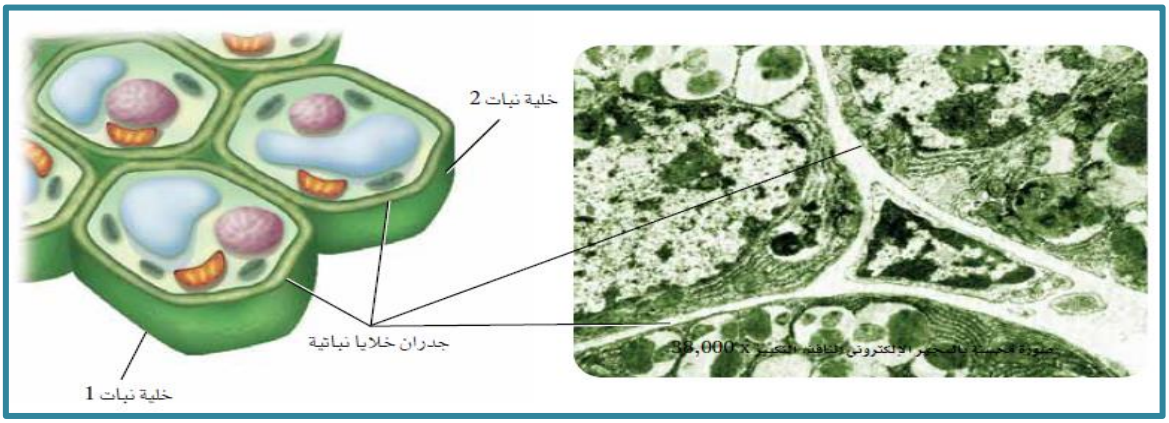
أحد التراكيب في الخلايا النباتية

الوصف والتركيب

شبكة من الألياف السميكة الصلبة تحيط بالغشاء البلازمي من الخارج يتكون في النباتات من كربوهيدرات يسمى السليلوز يكسب الجدار خصائصه غير المرنة.

الوظيفة

يعمل على حماية الخلية وتدعيمها (يساعد على وصول النباتات الى ارتفاعات مختلفة تتراوح بين حشائش وأشجار)



الأهداب والأسواط

التركيب

تتكون الأهداب والأسواط من أنيبيبات دقيقة مرتبة في نمط (9+2) أي تسعة أزواج من الأنيبيبات تحيط باثنين من الأنيبيبات الدقيقة، تحتوي الأهداب والأسواط في الخلايا بدائية النواة على سيتوبلازم محاط بغشاء بلازمي ويتكون كل منهما من وحدات من البروتين.

مقارنة بين الأهداب والأسواط

المقارنة	الاهداب	الاسواط
الوصف	زوائد قصيرة كثيرة العدد تشبه الشعر حركتها تشبه حركة المجاديف في القارب	اطول من الاهداب واقل عددا للخلية سوط او سوطان فقط حركتها تشبه حركة الأهداب
اماكن وجودها	بعض الخلايا الحيوانية – خلايا الاوليات الخلايا بدائية النواة توجد في بعض الخلايا الثابتة وغير متحركة	بعض الخلايا حيوانية الخلايا بدائية النواة بعض الخلايا النباتية

أهداب على سطح البراميسيوم

بكتيريا لها أسواط

ملخص تراكيب الخلية

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

في ضوء فهم التراكيب الموجودة في الخلية يصبح من السهل معرفة كيفية عمل هذه التراكيب معا

مثال تصنيع البروتين

- **يبدأ في النواة على حسب المعلومات التي يحتويها DNA حيث يتم نسخ RNA من DNA الذي يحمل المعلومات الوراثية.**
- **تقوم النوية بإنتاج الرايبوسومات.**
- **يغادر RNAالرايبوسومات النواة الى السيتوبلازم من خلال الثقوب الموجودة في الغلاف النووي.**
- **ينتج كل من RNA الرايبوسومات معاً البروتين.**

ملحوظة

كل بروتين يتكون على سطح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة له وظيفة محددة:

1- يصبح جزء من الغشاء البلازمي.

2- قد ينتقل الى خلية اخرى.

3- قد ينتقل إلى عضيات أ تصنيع البروتين خرى.

4- كما تنتج الرايبوسومات الحرة بروتينا تستخدمه الخلية نفسها.

ملحوظة

تنتقل معظم البروتينات الي تصع على سطح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة الى جهاز جولجي فيتم:

- يعبئ جهاز جولجي البروتينات في حويصلات لنقلها الى عضيات اخر او خارج الخلية.

- تستعمل العضيات البروتين للقيام بالعمليات الحيوية الأخرى.

مثال: - الليسوسومات تستعملها في عمل الانزيمات الهاضمة.

- الميتوكندريا تستعملها في عمل الانزيمات لإنتاج الطاقة.

.

الفصل الثاني
الطاقة الخلوية

كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة؟

تحولات الطاقة

الطاقة: هي القدرة على إنجاز عمل

ملحوظة: يحدث العديد من التفاعلات والعمليات الكيميائية في خلايا الجسم باستمرار.

الديناميكا الحرارية: دراسة تدفق الطاقة وتحولها في الكون.

قوانين الديناميكا الحرارية

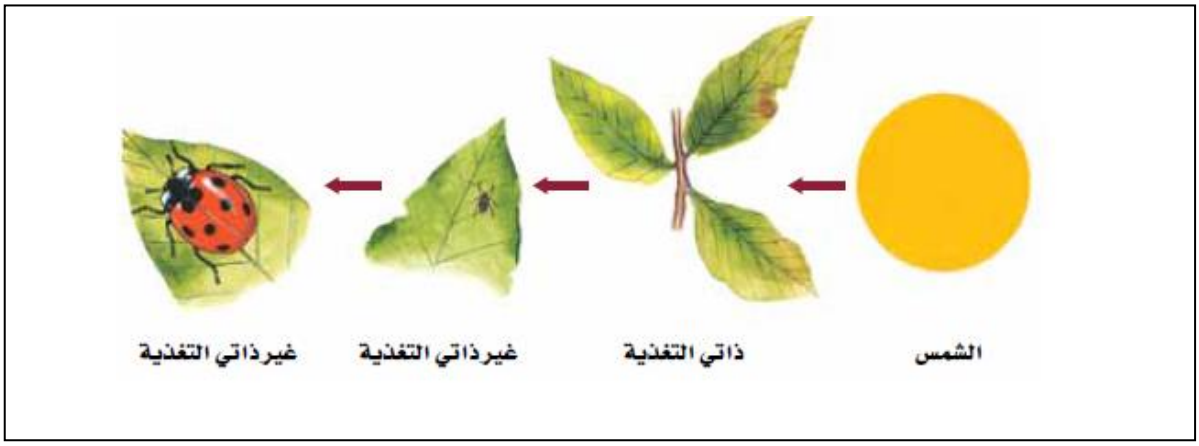
القانون الأول (قانون حفظ الطاقة): الطاقة لا تفنى ولا تستحدث، ولكن يمكن أن تتحول من شكل لآخر.

أمثلة:
- عندما نأكل --- تتحول الطاقة المختزنة في المواد الغذائية إلى طاقة كيميائية.
- عندما نركض أو نركل الكرة ---- تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية.
- تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في عملية البناء الضوئي.

القانون الثاني للديناميكا الحرارية: عدم تحول الطاقة دون حدوث فقدان للطاقة القابلة للاستعمال.

مثال: في سلاسل الغذاء تتناقص الطاقة القابلة للاستعمال على نحو مستمر عند الانتقال نحو المستويات الغذائية الأعلى

ملحوظة: الطاقة التي تفقد تتحول إلى طاقة حرارية.



ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية

المخلوقات ذاتية التغذية (هي مخلوقات حية قادرة على صنع غذائها بنفسها)		المخلوقات غير الذاتية التغذية (هي مخلوقات حية تحتاج إلى بلع الطعام و هضمه للحصول على الطاقة)
ذاتية التغذية الكيميائية (تستعمل المواد غير العضوية ومنها كبريتيد الهيدروجين كمصدر للطاقة)	**ذاتية التغذية الضوئية** (تقوم بتحويل الطاقة الضوئية للشمس إلى طاقة كيميائية)	**مثال** حشرة المن ـ الدعسوقة
مثال: بعض أنواع البكتيريا	**مثال:** النباتات	

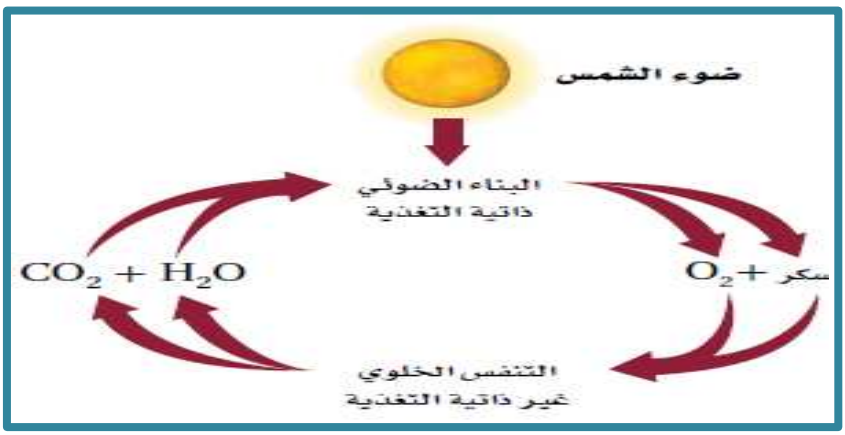
عملية الايض: جميع التفاعلات الكيميائية في الخلية

مسارات الايض: هي سلسلة التفاعلات الكيميائية التي يعد ناتج أحد التفاعلات فيها المادة المتفاعلة للتفاعل التالي.

تضم مسارات عملية الايض كلا من عمليتي: البناء والهدم

عملية الهدم	عملية البناء
فيها تتحرر الطاقة عن طريق تحليل الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات صغيرة	فيها تستعمل الطاقة الناتجة من عملية الهدم لبناء جزيئات كبيرة من جزيئات صغيرة
مثال: عملية التنفس الخلوي فيها تتحلل المواد العضوية كسكر الجلوكوز في وجود الأكسجين لإطلاق الطاقة اللازمة للخلية وينتج ثاني أكسيد الكربون والماء	**مثال: عملية البناء الضوئي** تتحول فيها الطاقة الضوئية من الشمس إلى طاقة كيميائية تخزن في جزيئات سكر الجلوكوز والتي تنتقل إلى مخلوقات حية أخرى عند استهلاك هذه الجزيئات

ملحوظة: ينتج عن العلاقة بين عمليتي الهدم والبناء تدفق مستمر للطاقة في المخلوق الحي.



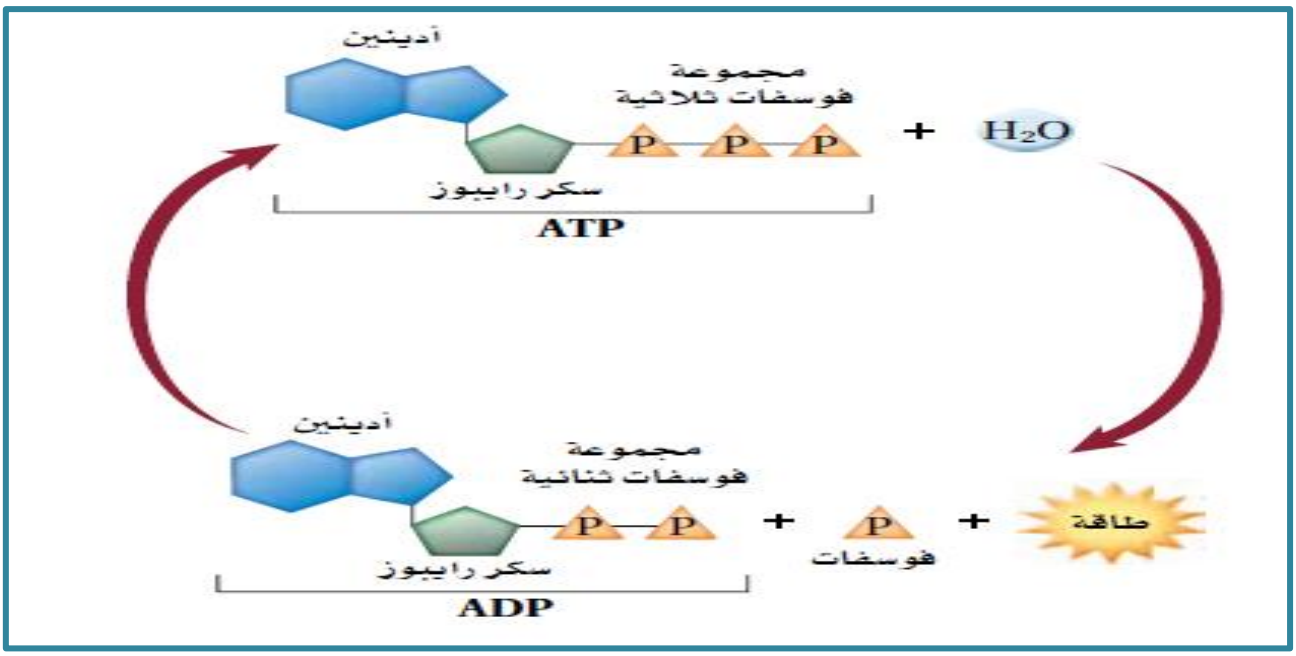
ATP وحدة الطاقة الخلوية: (الأدينوسين ثلاثي الفوسفات)

هو من أهم الجزيئات الحيوية التي تزود الخلايا بالطاقة الكيميائية التي تستعملها الخلايا في التفاعلات المتنوعة.

تركيب جزيء الطاقة

يتركب جزيء الطاقة من:

قاعدة أدينين + سكر رايبوز + ثلاث مجموعات فوسفات



ملحوظة هامة

يعد جزيء ATP أهم جزيئات الطاقة في الخلية حيث يمتاز ب

1- من الجزيئات الأكثر وفرة في الخلايا.

2- يوجد في جميع أنواع المخلوقات الحية.

وظيفة جزيء الطاقة (ATP)

- يطلق جزيء ATPالطاقة عندما تنكسر الرابطة بين مجموعة الفوسفات الثانية والثالثة مكونا جزيء يدعى أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) ومجموعة فوسفات حرة.

$$ATP \longrightarrow ADP + P + E$$

- تستخدم هذه الطاقة في العمليات الحيوية المختلفة داخل الخلية.
- يعاد تخزين الطاقة مرة ثانية في الرابطة الفوسفاتية عندما يرتبط جزيء ADP مع مجموعة فوسفات ليتكون جزيء ATP.
- يمكن أن يتحول جزيء ADP داخل الخلية إلى ATP والعكس بإضافة أو سحب مجموعة فوسفات.
- أحيانا يمكن أن يفقد جزيء ADP مجموعة فوسفات إضافية متحولا إلى AMP ولكن الطاقة المنطلقة تكون قليلة جدا مقارنة بتحول جزيء ATP إلى جزيء ADP لذلك فإن معظم تفاعلات الخلية تعتمد على تحول ATP إلى ADP.

البناء الضوئي

- معظم المخلوقات الحية ذاتية التغذية ومنها النباتات قادرة على صنع المركبات العضوية مثل سكر الجلوكوز بواسطة عملية البناء الضوئي.
- في عملية البناء الضوئي يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كما في المعادلة التالية:

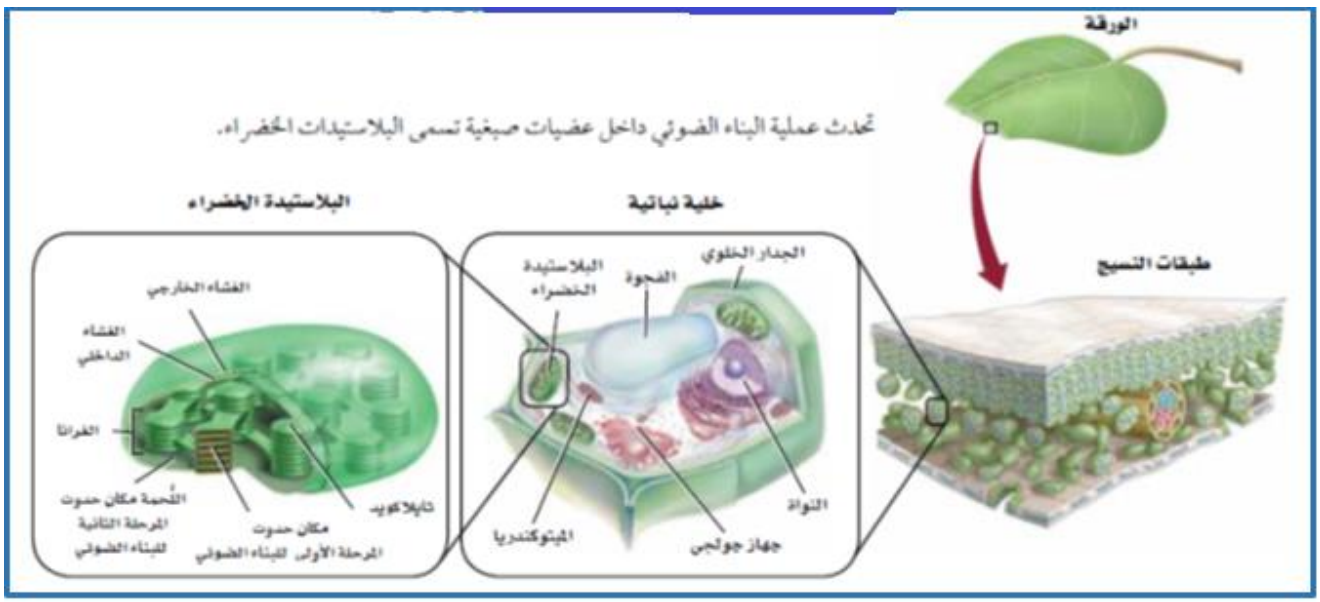
$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

- تحدث عملية البناء الضوئي على مرحلتين هما:

المرحلة الأولى: التفاعلات الضوئية	المرحلة الثانية: التفاعلات اللاضوئية
تحدث معتمدة على الضوء	لا تعتمد على الضوء
وفيها يتم امتصاص الطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة كيميائية على شكل ATP وNADPH	يتم استعمال جزيئات ATP و NADPH التي تشكلت في المرحلة الأولى لصنع سكر الجلوكوز

ملحوظة

عندما ينتج سكر الجلوكوز يتحد مع جزيئات سكر جلوكوز أخرى لتكوين جزيئات أكبر وهي عبارة عن كربوهيدرات معقدة مثل النشا.



المرحلة الأولى: التفاعلات الضوئية

- تحتوي النباتات على عضيات خاصة تمتص الطاقة الضوئية لإنتاج جزيئات تخزن الطاقة هما: ATP وNADPH لاستعمالها في التفاعلات اللاضوئية وهي البلاستيدات الخضراء.

البلاستيدات الخضراء

عضيات كبيرة تمتص الطاقة الضوئية في المخلوقات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي.

- توجد البلاستيدات الخضراء في النباتات وخصوصاً في خلايا الأوراق.
- البلاستيدات هي عضيات تشبه القرص وتحتوي على جزأين ضروريين لعملية البناء الضوئي هُما:

الثايلاكويدات	الستروما
وهي مجموعة أغشية مُسطحة تشبه الكيس تنتظم في رزم متراصة تُسمى الجرانا وتحدث التفاعلات الضوئية في الثايلاكويدات.	وهي سائل يملأ الفراغات المحيطة بالجرانا، وتُشكّل موقع حدوث التفاعلات اللاضوئية في المرحلة الثانية من عملية البناء الضوئي.

الأصباغ

هي الجزيئات الملونة التي تمتص الضوء وتوجد في أغشية الثايلاكويدات في البلاستيدات الخضراء

- تُسمى الجزيئات الملونة التي تمتص الضوء بالأصباغ وتوجد في أغشية الثايلاكويدات في البلاستيدات الخضراء. وتختلف الأصباغ في قدرتها على امتصاص أطوال موجات محددة من الضوء.
- ومن الصبغات الموجودة الكلوروفيل (a) والكلوروفيل (b) ويختلف تركيبه من جزيء إلى آخر مما يسمح لجزيئات الكلوروفيل بامتصاص الضوء من مناطق محددة في الطيف الضوئي المرئي.
- وعموماً يمتص الكلوروفيل الضوء من منطقة الطيف الأزرق – البنفسجي، ويعكس الضوء في المنطقة الخضراء من الطيف

لذلك يرى الإنسان أجزاء النبات التي تحتوي على الكلوروفيل باللون الأخضر.

لاحظ ما يلي

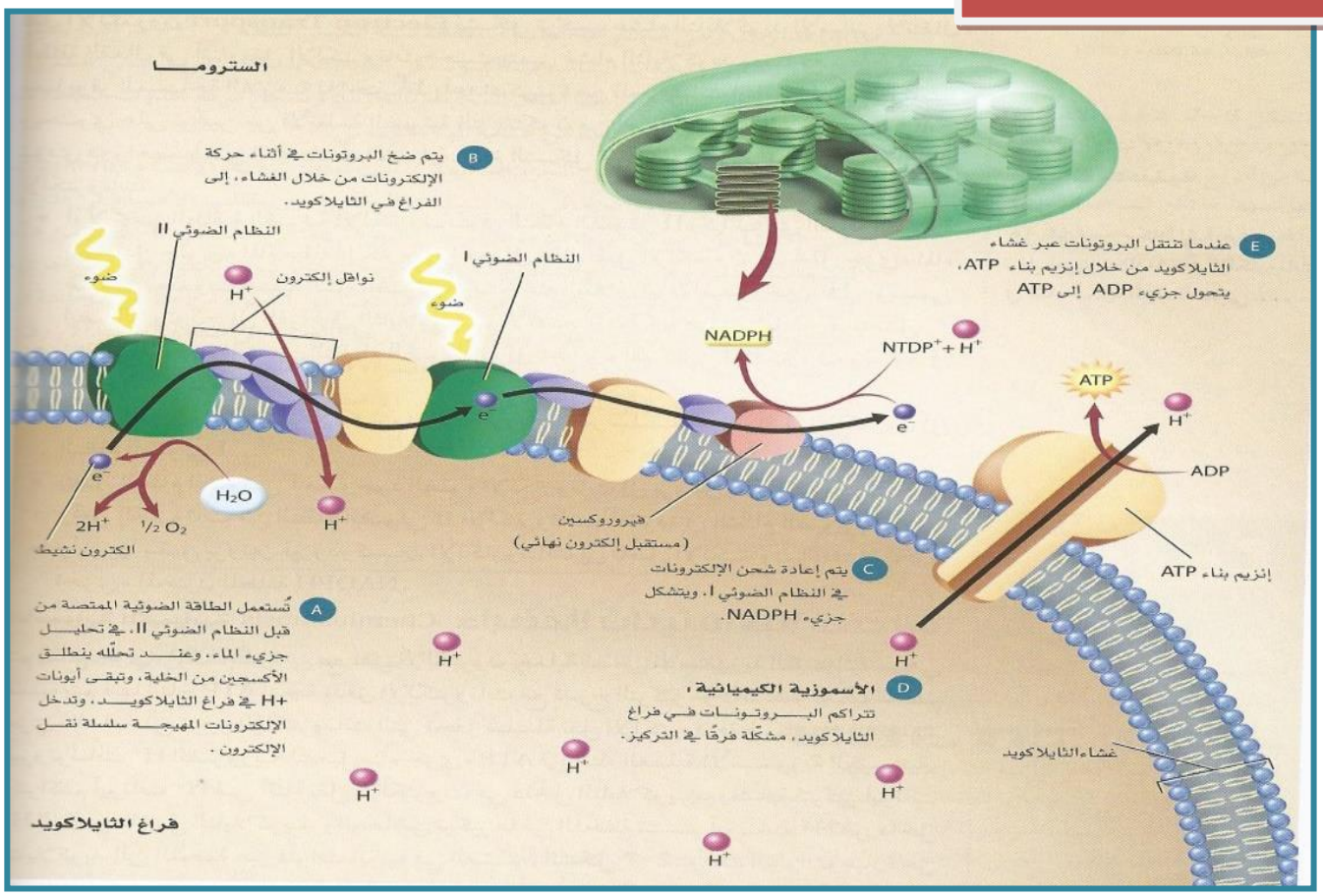
- تِحتوي معظم المخلوقات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي على صبغات إضافية بالإضافة إلى الكلوروفيل، تسمح للنباتات بامتصاص الطاقة الضوئية الإضافية من مناطق أخرى من الطيف المرئي.
- من ضمن هذه الأصباغ مجموعة الأصباغ الكاروتينية ومنها صبغة بيتا-كاروتين التي تمتص الضوء من المناطق الزرقاء والخضراء من الطيف في حين تعكس أكثر الضوء من المناطق الصفراء والبرتقالية والحمراء.
- تنتج مجموعة الأصباغ الكاروتينية ألوانا معينة: كلون الجزر والبطاطا الحلوة.
- تُعد صبغة الكلوروفيل من الأصباغ الأكثر شيوعاً ووفرة من الأصباغ الأخرى في الأوراق، لذلك تمنع ظهور ألوان الأصباغ الأخرى.

نقل الإلكترون

س/ علل، يشكل تركيب غشاء الثايلاكويدات الأساس الفعال لانتقال الطاقة في أثناء انتقال الإلكترونات؟

1. حيث يتميز غشاء الثايلاكويدات بمساحة سطح كبيرة مما يوفر المساحة اللازمة للاحتفاظ بأعداد كبيرة من الجزيئات الناقلة للإلكترونات.
2. ويحتوي على نوعين من الأنظمة الضوئية التي تتكون من أصباغ تمتص الضوء، وبروتينات تؤدي دوراً مهماً في التفاعلات الضوئية.

خطوات سلسلة نقل الإلكترون



- أولاً تُحفز الطاقة الضوئية الإلكترونات في النظام الضوئي الثاني**II**، وتؤدي الطاقة الضوئية إلى تحلل جزيء الماء مطلقاً إلكتروناً واحداً إلى نظام نقل الإلكترون.

ملحوظة

تحلل جزيء الماء ضروري لحدوث عملية البناء الضوئي وينتج عنه انطلاق أيون الهيدروجين +H ويسمى أيضاً البروتون ويذهب إلى الفراغ في الثايلاكويد والأكسجين O_2 بوصفه ناتجاً غير مستعمل.

سؤال مهم

س/ ماذا ينتج عن تحلل جزيء الماء؟
ج/ 1- إلكترون ينطلق إلى نظام نقل الإلكترون.
2- أيونات الهيدروجين +H (البروتون) يدخل فراغ الثايلاكويد.
3- أكسجين O2 يخرج خارج الخلية (يعتبر ناتج ثانوي عن عملية البناء الضوئي).

- تنتقل الإلكترونات من النظام الضوئي الثاني إلى الجزيء المستقبل للإلكترون في غشاء الثايلاكويد.
- ينتقل الجزيء المستقبل للإلكترون عبر سلسلة من نواقل الإلكترون إلى النظام الضوئي الأول.
- ينقل النظام الضوئي الأول (مع وجود الضوء) الإلكترونات إلى بروتين يدعى فيرو دوكسين.
- تحل إلكترونات من النظام الضوئي الثاني الإلكترونات المفقودة في النظام الضوئي الأول**I**.
- أخيراً ينقل بروتين فيرو دوكسين الإلكترونات إلى ناقل الإلكترون $NADP^+$ مكوناً الجزيء المختزن للطاقة **NADPH**.

ملحوظة

الفيرودوكسين يسمى مستقبل إلكتروني نهائي.

الاسموزية الكيميائية

(هي عملية يتم فيها إنتاج ATP نتيجة تدفق الإلكترونات مع تدرج التركيز).

- **يتم إنتاج جزيء يسمى (ATP) بالتزامن مع نقل الإلكترون بعملية تسمى الأسموزية الكيميائية.**
- **لا تقتصر أهمية تحطم جزيء الماء على توفير الإلكترونات التي تحفز سلسلة نقل الإلكترون فقط، بل بهدف تقديم البروتونات H^+ الضرورية لتفعيل بناء جزيء (ATP) في أثناء العملية الأسموزية الكيميائية.**
- **تتراكم أيونات الهيدروجين (أثناء نقل الإلكترون)، في داخل الثايلاكويد، ونتيجة لتركيز أيونات الهيدروجين العالي داخل الثايلاكويد وانخفاض تركيزها في الستروما تنتشر أيونات هيدروجين من داخل الثايلاكويد إلى الستروما عبر قنوات أيونية في الغشاء، وهذه القنوات عبارة عن إنزيمات تُسمى إنزيمات بناء الطاقة ويتشكل في أثناء انتقال أيونات هيدروجين عبر إنزيمات (ATP) جزيء (ATP) في الستروما.**

ملحوظة هامة

على الرغم من تزود جزيئات NADPH - ATP الخلايا بكميات كبيرة من الطاقة إلا أنها جزيئات غير مستقرة بصورة كافية حتى تخزن الطاقة لفترات زمنية طويلة

المرحلة الثانية: دورة كلفن

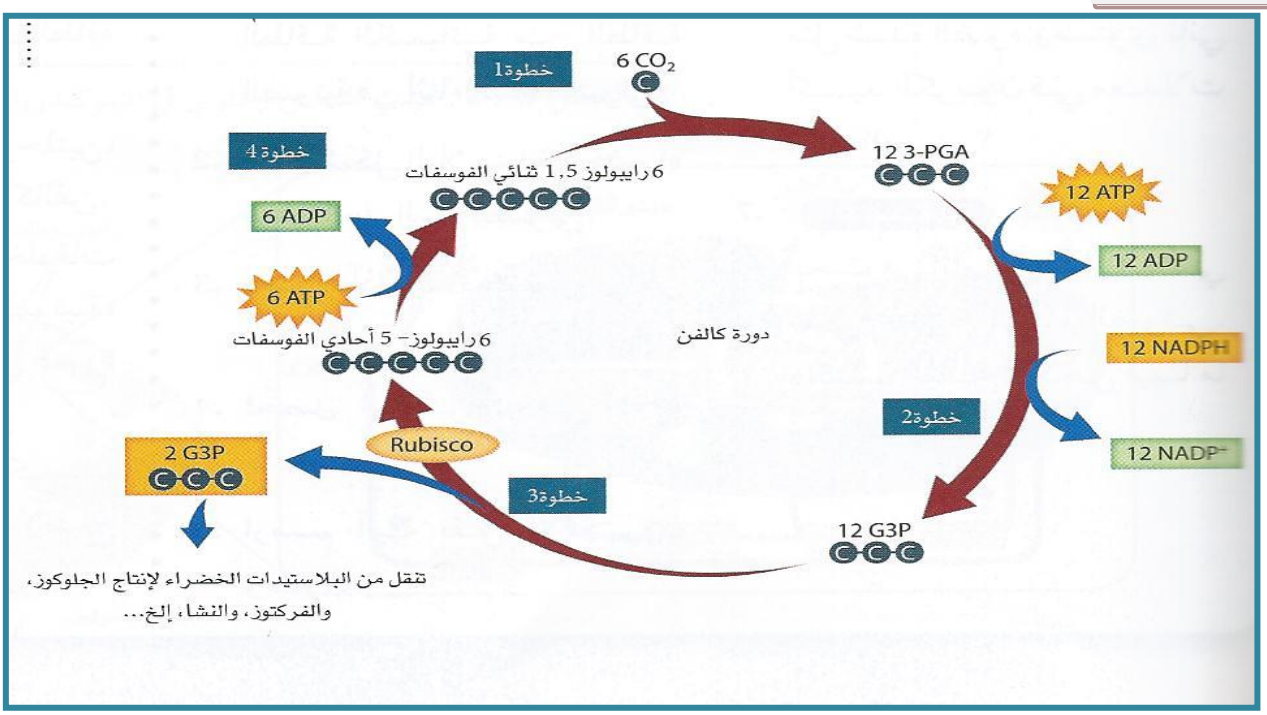
أهميتها

يتم فيها تخزين الجزيئات العضوية مثل سكر

ملحوظة

يشار إلى التفاعلات في دورة كالفن بالتفاعلات غير المعتمدة على الضوء.

خطوات دورة كلفن



- تُسمى الخطوة الأولى من دورة كالفن ب (تثبيت الكربون)، وفيها تتحد ست جزيئات من ثاني أكسيد الكربون مع ستة مركبات خماسية الكربون (ريبولوز 1و5 ثنائي الفوسفات) لتشكل اثني عشر جزيئاً (ثلاثي الكربون) يُسمى 3- حمض جليسرين أحادي الفوسفات (3-PGA) ويسمى اتحاد ثاني أكسيد الكربون مع الجزيئات العضوية تثبيت الكربون.
- في الخطوة الثانية يتم نقل الطاقة الكيميائية المختزنة في جزيئات (ATP) و (NADPH) إلى جزيئات حمض جليسرين الفوسفات (3-PGA) لتكوين جزيئات عالية الطاقة تسمى جليسرألدهايد-3 فوسفات (G3P) في حين يوفر جزيء (NADPH) أيونات الهيدروجين والإلكترونات.
- في الخطوة الثالثة يترك جزيئان من جليسر ألدهايد-3 فوسفات الدورة ليستعملان في إنتاج الجلوكوز ومركبات عضوية أخرى.
- في آخر خطوة من دورة كالفن يحول إنزيم روبسكو الجزيئات العشر المتبقية من (G3P) إلى ست جزيئات خماسية الكربون تسمى رايبولوز 5- أحادي الفوسفات والتي تتحول فيما بعد إلى ستة من جزيئات رايبولوز 5و1 ثنائي الفوسفات.
- تتحد هذه الجزيئات مرة أخرى مع جزيئات جديدة من ثاني أكسيد الكربون لإعادة الدورة مرة أخرى.

أهمية إنزيم روبيسكو

يُعد إنزيم روبيسكو واحداً من أهم الإنزيمات الحيوية، لأنه يحول جزيئات ثاني أكسيد الكربون غير العضوية إلى جزيئات عضوية تستعملها الخلية بالإضافة إلى استعمال السكر الناتج عن دورة كالفن مصدراً للطاقة فالنبات يستعمله بوصفه وحدات بناء أساسية في الكربوهيدرات المعقدة، ومنها السيليلوز الذي يوفر الدعم للنبات.

مسارات بديلة

- البيئة التي لا تتوافر فيها كميات كافية من الماء أو ثاني أكسيد الكربون تقلل من مقدرة المخلوق الحي الذي يقوم بعملية البناء الضوئي على تحويل الطاقة الضوئية لكيميائية.
- النباتات التي تعيش في بيئة جافة وحارة تتعرض لفقدان كميات كبيرة من الماء، مما يؤدي للتقليل من عملية البناء الضوئي.

طرائق بديلة لعملية البناء الضوئي تمكنها من تحويل الطاقة إلى حدها الأقصى:

نباتات C4

مسار C4: (هو أحد المسارات التكيفية التي تساعدها في الحفاظ على عملية البناء الضوئي بأقل حد ممكن من فقدان الماء)

- يحدث هذا المسار في نبات مثل: قصب السكر والذرة والأناناس (نباتات C4).

لم تفسر

تسمية نبات C4 بهذا الاسم؟

بسبب تثبيتها لثاني أكسيد الكربون مع مركبات رباعية الكربون بدلاً من مركبات ثلاثية الكربون أثناء دورة كالفن.

خصائص نباتات C4

1. لها تعديلات تركيبية مهمة تتعلق بترتيب الخلايا في الأوراق.
2. تبقي ثغورها مغلقة في الأيام الحارة.
3. تنتقل المركبات الرباعية الكربون لخلايا خاصة حيث يدخل ثاني أكسيد الكربون دورة كلفن مما يسمح باستهلاك كمية كافية من ثاني أكسيد الكربون ويقلل كمية الماء المفقودة.

التنفس الخلوي

نظرة عامة على التنفس الخلوي

التنفس الخلوي

هو العملية التي تحصل المخلوقات الحية من خلالها على الطاقة

وظيفة التنفس الخلوي

جمع الالكترونات من المركبات الكربونية مثل الجلوكوز.

ملحوظة

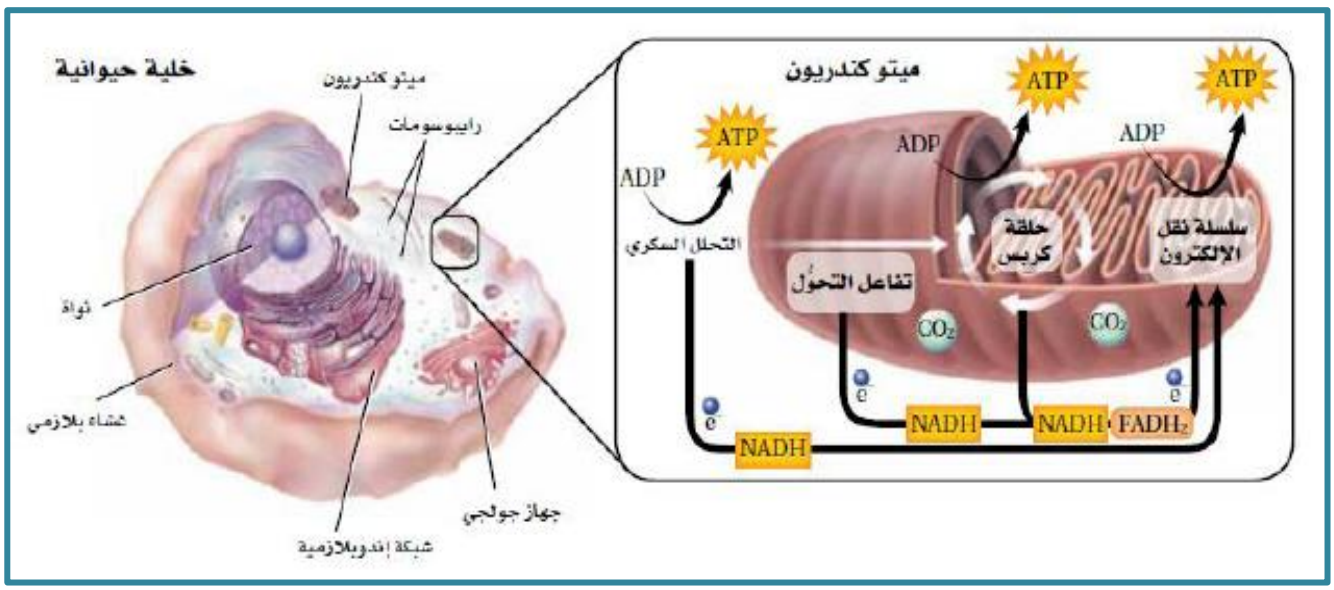
الطاقة الناتجة من عملية التنفس الخلوي تستعمل لإنتاج جزيء ATP الذي يستعمل في تزويد الخلايا بالطاقة لتؤدي وظائفها.

معادلة التنفس الخلوي

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

ملحوظة

- معادلة التنفس الخلوي هي عكس معادلة البناء الضوئي.
- يحدث التنفس الخلوي في الميتوكندريا التي تشكل مصنع الطاقة للخلية.

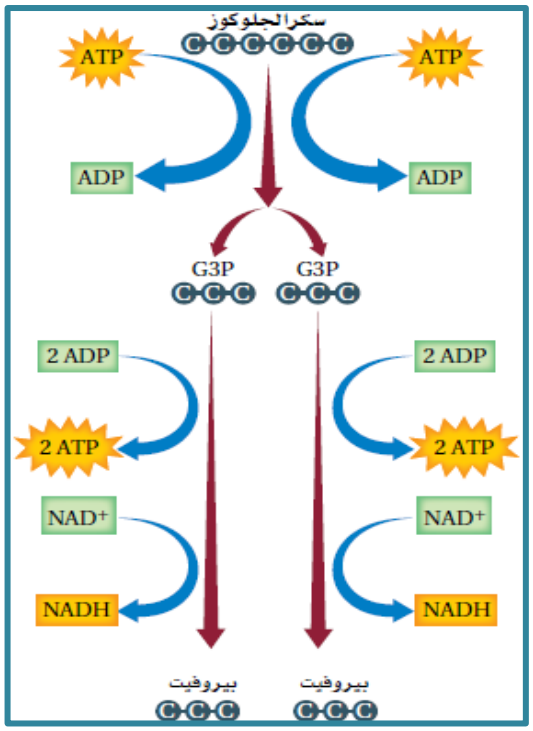


مراحل عملية التنفس الخلوي

يحدث التنفس الخلوي على مرحلتين هامتين هما:

التنفس الخلوي اللاهوائي (التحلل السكري)	التنفس الخلوي الهوائي (ويشمل دورة كريبس ونقل الإلكترون)
لا يتطلب وجود أكسجين	تتطلب هاتان العمليتان الأكسجين.

أولا: التنفس اللاهوائي (التحلل السكري)



في هذه العملية، يتحلل جزيء الجلوكوز في السيتوبلازم ويتكون جزيئان من ATPوجزيئان من NADH مقابل كل جزيء من جزيئات الجلوكوز التي تتحلل.

خطوات التحلل السكري

1. تتحد مجموعتين فوسفات مع جزئ الجلوكوز (نتيجة تحلل جزيئين من ATP).
2. ينشطر جزئ الجلوكوز السداسي الكربون إلى مركبين ثلاثيي الكربون يسمى كل واحد منهما (جليسر ألدهيد فوسفات) G3P .
3. تضاف مجموعتان فوسفات لكل مركب ثلاثي الكربون (جليسر ألدهيد فوسفات G3P) وتتحد الإلكترونات وأيونات الهيدروجين (H^+) مع جزيئين (NAD^+) لتكوين جزيئين NADH .
4. تتحول المركبات الثلاثية الكربون إلى جزيئي بيروفيت (حمض البيروفيك) وفي الوقت نفسه يتم إنتاج أربع جزيئات ATP .

ملحوظة

ينتج عن عملية التحلل السكري 2 جزيئ من ATP فقط وليس 4

لأن جزيئين استهلكا في بداية عملية التحلل لشطر جزئ الجلوكوز إلى مركبين ثلاثية الكربون .

ثانيا: التنفس الهوائي

أ- دورة كريبس

دورة حمض الستريك او دورة حمض الكربوكسيل الثلاثي – (TCA)

(هي سلسلة التفاعلات التي يتحلل فيها البيروفيت لغاز ثاني اكسيد الكربون داخل حشوة الميتوكندريا)

ملحوظة

- معظم الطاقة الناتجة من تحلل سكر الجلوكوز لا تزال محتواه في جزيئان البيروفيت.
- يتم نقل البيروفيت في وجود الاكسجين لحشوة الميتوكندريا.

قبل بدء دورة كريبس

1- يتفاعل البيروفيت مع مرافق الإنزيم أ (CoA) لتكوين وسيط ثنائي الكربون يسمى أسيتيل مرافق الإنزيم أ (أسيتيل CoA)

2- يتحول NAD^+ إلى NADH.

3- ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2.

4- ينتقل أسيتيل مرافق الإنزيم أ (أسيتيل CoA) إلى حشوة الميتوكندريا.

نواتج ما قبل دورة كريبس لكل جزيء جلوكوز

1- 2 جزيء من ثاني أكسيد الكربون (CO_2)

2- 1- 2 جزيء من NADH

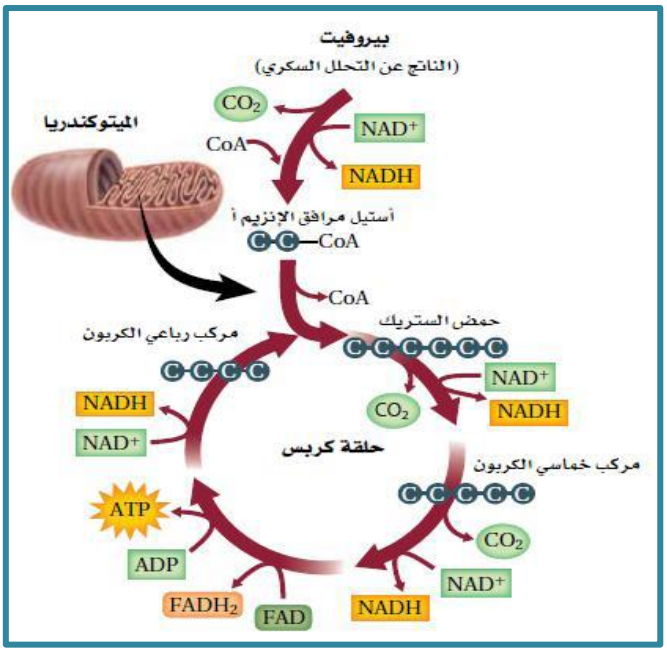
خطوات دورة كريبس:

1- يتحد (أسيتيل CoA) مع مركب رباعي الكربون ليتكون مركب سداسي الكربون هو حمض الستريك.

2- يتحلل حمض الستريك على عدة خطوات من السلسلة.

3- يُطلق جزيئين من ثاني أكسيد الكربون CO_2، وثلاث جزيئات من NADH وجزيء واحد ATP، وجزيء واحد من $FADH_2$.

4- في نهاية الدورة يتم إنتاج أسيتيل مرافق الإنزيم أ (أسيتيل CoA)، وحمض الستريك وتستمر الدورة.



ملحوظة

ذرات الهيدروجين التي يتم انتزاعها أثناء الدورة يستقبلها نوعين من النواقل الكيميائية هما:

NAD^+ والذي يتحول إلى NADH, وكذلك FAD والذي يتحول إلى $FADH_2$

لأن جزيء سكر الجلوكوز يعطي جزيئين من البيروفيت أثناء التحلل السكري يساهمان في دورتي كربس فيكون الناتج النهائي

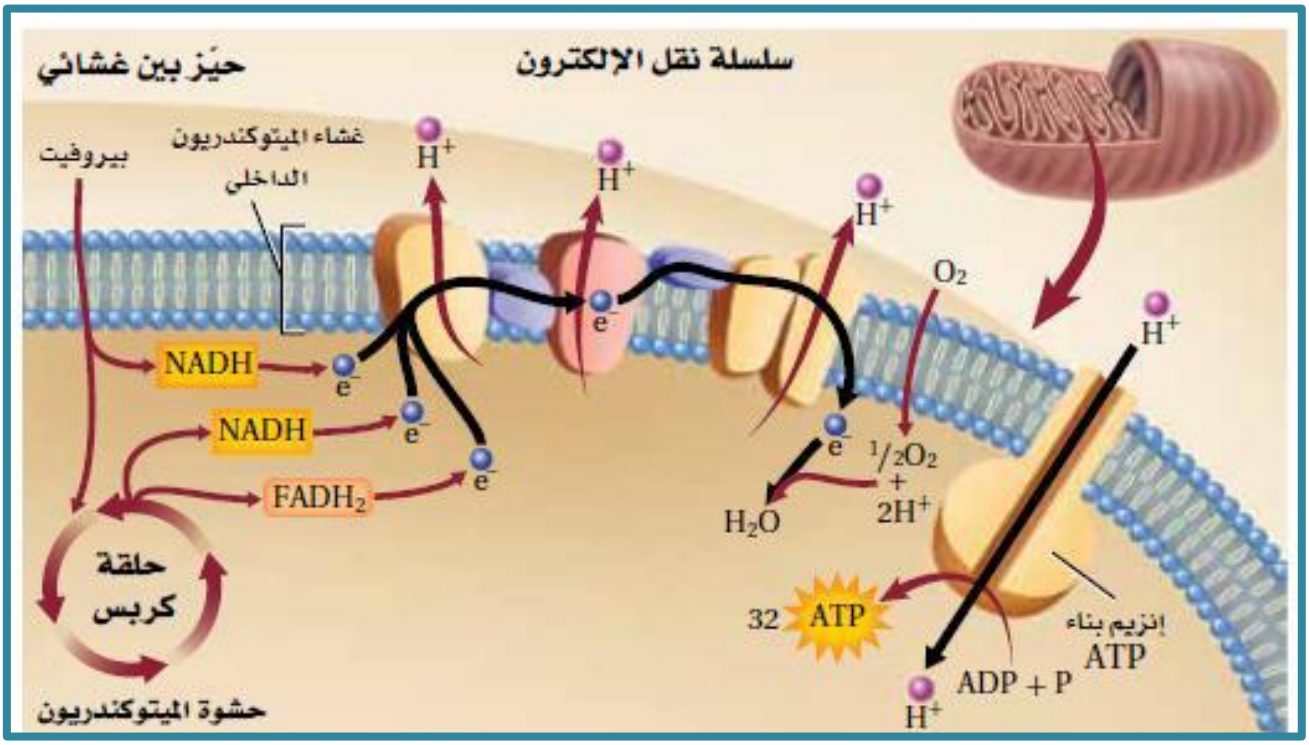
الناتج النهائي لدورة كريبس فقط لكل جزيء سكر جلوكوز (بدون التفاعلات ما قبل دورة كريبس)		الناتج النهائي لدورة كريبس فقط لكل جزيء سكر جلوكوز (مع التفاعلات ما قبل دورة كريبس)	
6 جزيات NADH	2جزئ $FADH_2$	8 جزيات NADH	2جزئ $FADH_2$
4 جزيات CO_2	2جزئ ATP	6 جزيات CO_2	2جزئ ATP

ملحوظة

يستمر عمل NADH و$FADH_2$ ليؤديا دورا مهما في المرحلة التالية من التنفس الخلوي (نقل الإلكترون)

(ب) نقل الإلكترون

(هي الخطوة الأخيرة في تحطم الجلوكوز والنقطة التي يتم فيها إنتاج معظم جزيئات ATP حيث تستعمل الإلكترونات عالية الطاقة وايونات الهيدروجين من جزيئات FADH2 وNADH التي يتم إنتاجها في دورة كربس لتحويل جزيئات ADPإلى ATP).



خطوات سلسلة نقل الإلكترون:

- تطلق جزيئات $FADH_2$ و$NADH$ الإلكترونات وتتحول إلى نواقل الإلكترونات FAD وNAD^+.
- تنتقل الإلكترونات على طول غشاء الميتوكندريا من بروتين لآخر.
- تتحرر ايونات الهيدروجين H^+ إلى حشوة الميتوكندريا.
- يتم ضخ ايونات الهيدرجين H^+ من حشوة الميتوكندريا عبر الغشاء الداخلي لها إلى الحيز بين الغشاءين.
- تنتشر ايونات الهيدروجين عائدة عبر الغشاء الداخلي بالمرور عبر جزيئات إنزيمات بناء ATP مما يحفز تحويل ADP إلى ATP بعملية الأسموزية الكيميائية.
- تنتقل البروتونات والإلكترونات إلى الأكسجين لتكوين الماء.

ملحوظة

- تتشابه عمليتا نقل الإلكترون والأسموزية الكيميائية في عملية التنفس الخلوي مع نظيراتها في البناء الضوئي.
- يعد الأكسجين المستقبل النهائي للإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترون في عملية التنفس الخلوي حيث تنقل البروتونات والإلكترونات إلى الأكسجين لتكوين الماء.

هام جدا

كل جزئ NADH يعطي 3 جزيئات من ATP وكل جزئ $FADH_2$ يعطي 2 جزيئات من ATP

ملحوظة مهمة جدا

في المخلوقات حقيقية النواة ينتج كل جزيء من سكر الجلوكوز 36 جزئ من ATP

التنفس اللاهوائي (التخمر)

(ويقصد به أن الخلايا وبعض المخلوقات الحية تستطيع النمو والتكاثر في غياب الأكسجين حيث تستمر في إنتاج ATP من خلال التحلل السكري).

تقوم بالتنفس اللاهوائي

مثال

بعض الخلايا تعمل لفترة زمنية قصيرة في *مستويات منخفضة من الأكسجين*

بعض المخلوقات الحية اللاهوائية

أهم المشكلات الناتجة عن الاعتماد على التحلل السكري وحده في الحصول على الطاقة

- قلة الطاقة الناتجة عن التحلل السكري (حيث كل جزئ من سكر الجلوكوز ينتج 2 ATP).
- تتوقف عملية التحلل السكري عند استهلاك جميع جزيئات NAD^+ المحدودة داخل الخلية (خاصة إذا لم تحدث عملية تسد النقص في هذه الجزيئات).

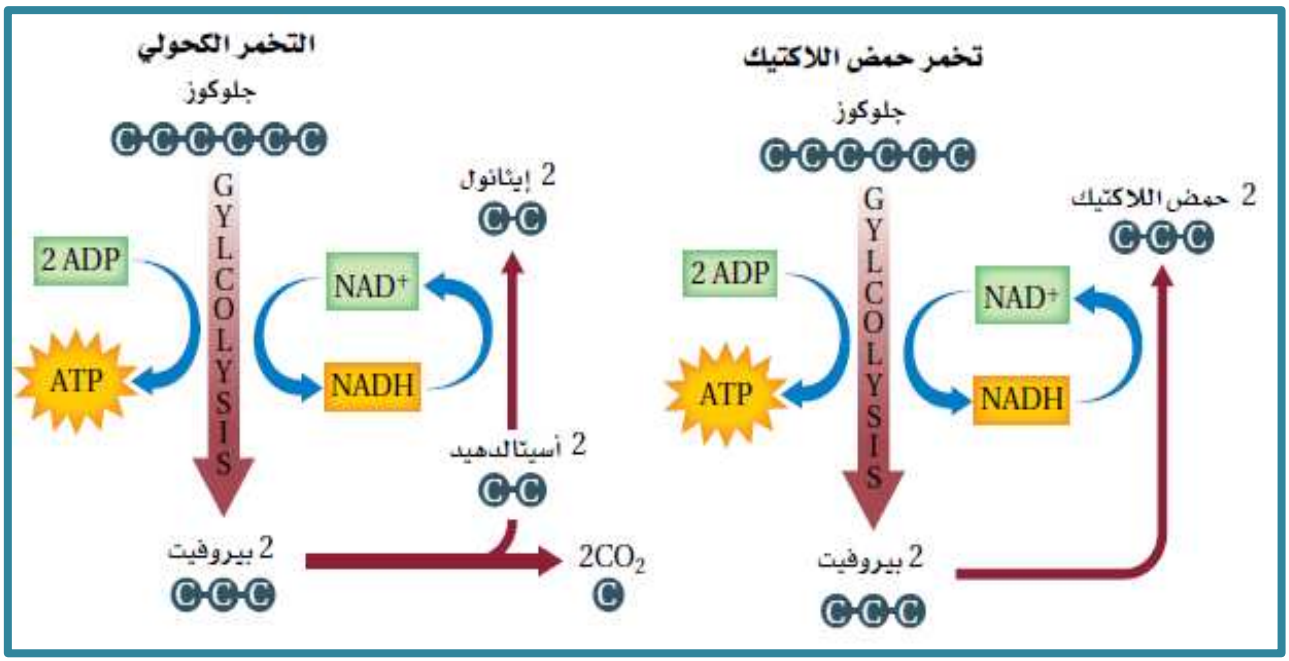
ملحوظة

تلجأ هذه المخلوقات والخلايا إلى مسار يتبع التحلل السكري هو التنفس اللاهوائي (التخمر)

عملية التخمر — يحدث في السيتوبلازم.

أهميتها: تعيد تزويد الخلية بجزيئات NAD^+ اللازمة لاستمرار التحلل السكري في غياب الأكسجين وانتاج كمية قليلة من جزيئات ATP التي تمد الخلية بالطاقة.

أنواع التخمر: - يوجد نوعين من التخمر هما: تخمر حمض اللاكتيك والتخمر الكحولي.



	تخمر حمض اللاكتيك	التخمر الكحولي
التعريف	تحول الإنزيمات البيروفيت الناتج عن التحلل السكري إلى حمض اللاكتيك	يتحول البيروفيت إلى الكحول الإيثيلي (إيثانول) وثاني أكسيد الكربون
الميكانيكية	يشتل على نقل الإلكترونات عالية الطاقة والبروتونات من NADH وتتحول إلى NAD^+	يشتمل على نقل الإلكترونات عالية الطاقة والبروتونات من NADH وتتحول إلى NAD+
مكان الحدوث	يحدث في العضلات الهيكلية عندما تقل كمية الأكسجين الواصلة إليها نتيجة القيام بالتمارين الرياضية المجهدة كذلك في المخلوقات الحية الدقيقة التي تستعمل في إنتاج أطعمة معينة مثل الجبن واللبن	يحدث في الخميرة وبعض أنواع البكتيريا

ملحوظة

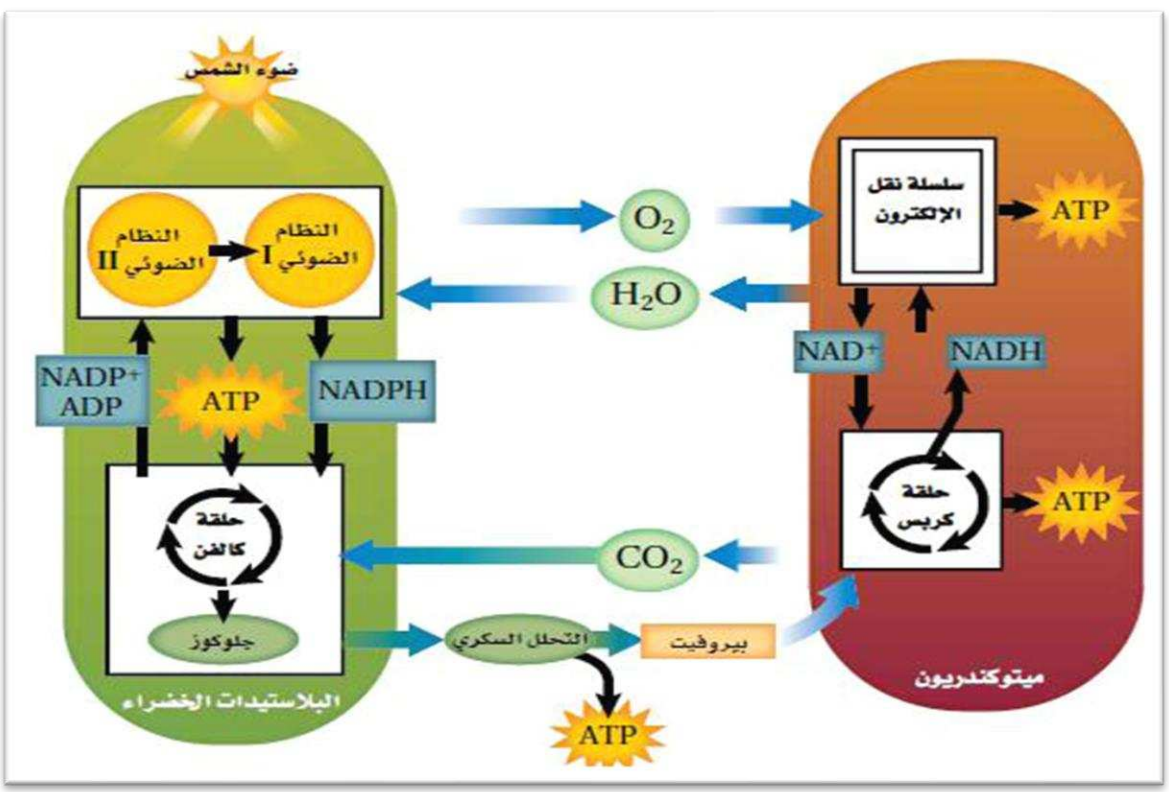
عندما يتجمع حمض اللاكتيك في الخلايا العضلية يرهق العضلات وتشعر بالألم

البناء الضوئي والتنفس الخلوي:

- عمليتان مهمتان تستعملهما الخلايا للحصول على الطاقة.
- هما مسارات ايضية تنتج الكربوهيدرات الايضية وتحللها.

1- المواد الناتجة من عملية البناء الضوئي هي: الجلوكوز والأكسجين وهي المواد المتفاعلة التي تتطلبها عملية التنفس الخلوي.

2- المواد الناتجة من عملية التنفس الخلوي هي: الماء وثاني أكسيد الكربون وهي المواد المتفاعلة اللازمة لعملية البناء الضوئي.



الفصل الثالث

التكاثر الخلوي والوراثة

الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم

دورة الخلية

عندما تصل الخلية إلى أكبر حجم لها فهي بين أمرين: فإما أن تنقسم، وإما أن تتوقف عن النمو.

ملحوظة

انقسام الخلية هو طريقة الخلية في التكاثر ـ تتكاثر الخلايا عبر دورة نمو وانقسام تسمى دورة الخلية

دورة الحياة

هي مراحل النمو التي يمر بها المخلوق الحي في إثناء حياته

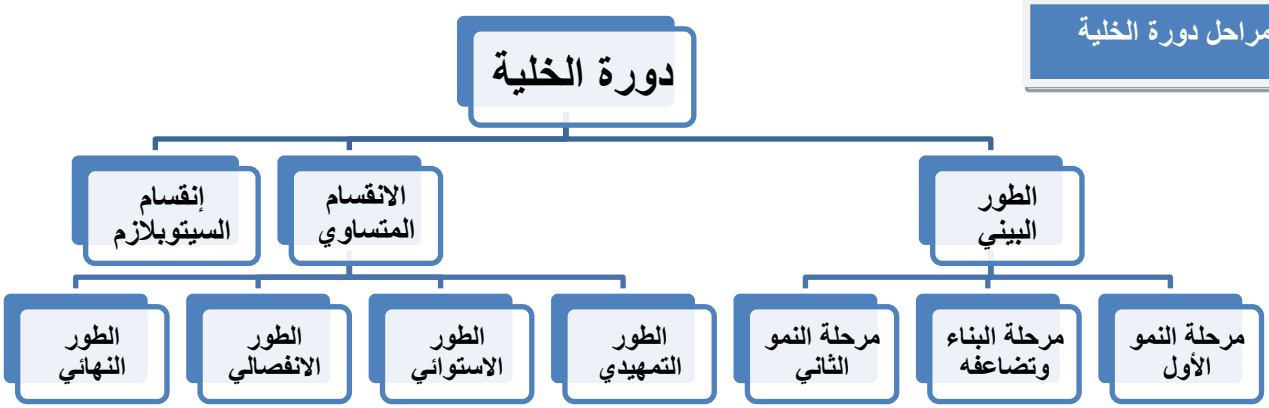
دورة الخلية

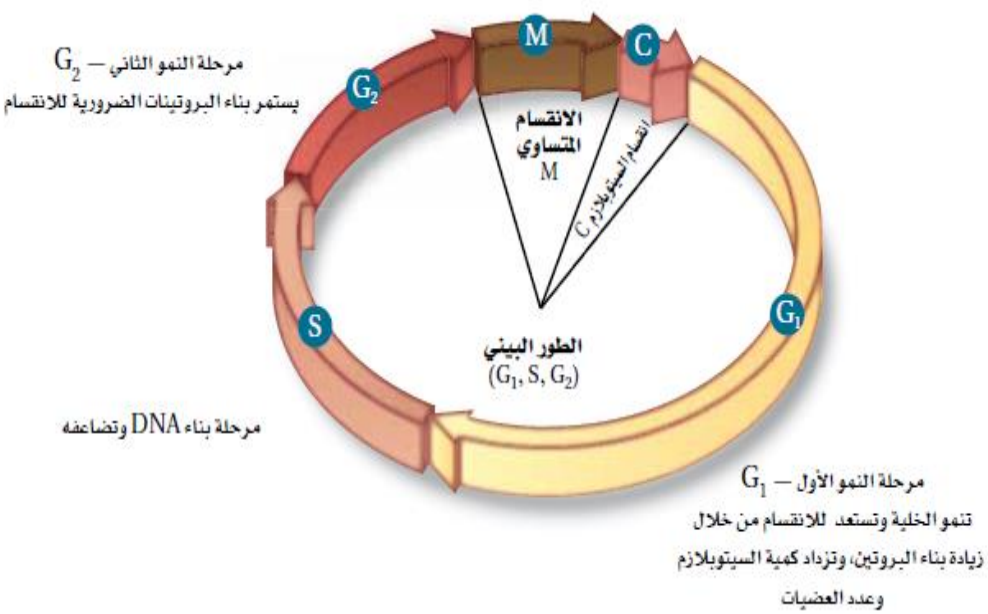
هي دورة تمر بها الخلية لتصبح خليتين

ملحوظة

عند تكرار دورة الخلية باستمرار تكون النتيجة استمرار إنتاج خلايا جديدة.

مراحل دورة الخلية





ملحوظة

في الطور البيني تنمو الخلية وتستعد للانقسام من خلال زيادة بناء البروتين وزيادة كمية السيتوبلازم وعدد العضيات وتقوم بوظائفها الخلوية وتضاعف مادتها الوراثية DNA.

تختلف دورة حياة الخلية اعتمادا على نوع الخلية.

- بعض الخلايا حقيقية النواة تكمل دورة حياتها في 8 دقائق في حين قد تستغرق خلايا أخرى عامها الأول.
- معظم الخلايا الحيوانية الطبيعية والنشطة تستغرق حوالي 12: 24 ساعة لتكمل دورتها وبعض خلايا الجسم تكمل دورة حياتها في يوم واحد تقريبا.

الانقسام المتساوي

أثناء الانقسام المتساوي يحدث ما يلي:

1. انفصال المادة الوراثية المتضاعفة وتستعد الخلية للانقسام إلى خليتين.
2. يعد انفصال المادة الوراثية المتضاعفة DNA عامل أساسي للانقسام المتساوي لأنه يسمح للمعلومات الوراثية في الخلية بالانتقال إلى الخلايا الجديدة المتلاصقة، وينتج عن ذلك خليتين متطابقتين وراثيا تسمى كل واحدة بنوية.

أهمية الانقسام المتساوي:

- يزيد من أعداد الخلايا في المخلوقات عديدة الخلايا في أثناء نمو صغارها لتصبح بالغة.
- يسمح بتعويض الخلايا التالفة فتنقسم خلايا جلد الإنسان عندما يتعرض لجرح بواسطة الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم بتكوين خلايا جلد جديدة.

مراحل الانقسام المتساوي: يتكون الانقسام المتساوي من أربع مراحل هي:

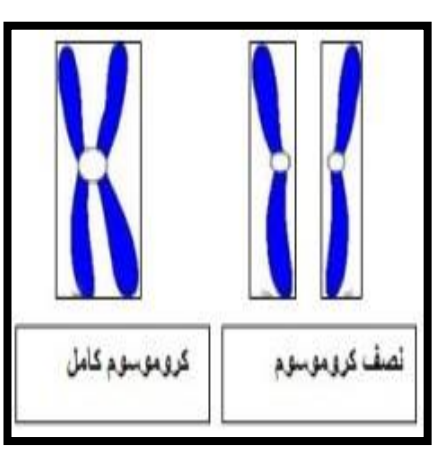
1. الطور التمهيدي. 2. الطور الاستوائي. 3. الطور الانفصالي. 4. الطور النهائي

الطور التمهيدي

تسمى المرحلة الأولى من الانقسام المتساوي التي تقضي فيها الخلية المنقسمة أطول فترة بالطور التمهيدي.

أهم ما يحدث في الطور التمهيدي:

1. ترتبط الكروماتيدات معاً لتأخذ الكروموسومات شكل X.
2. كل كروموسوم مفرد يحتوي على المادة الوراثية التي سبق وأن تضاعفت في الطور البيني.
3. كل نصف من الكروموسوم X يسمى الكروماتيد الشقيق كما في الصورة المجاورة.



الكروماتيدات الشقيقة

تراكيب تحتوي نسخاً متطابقة من DNA

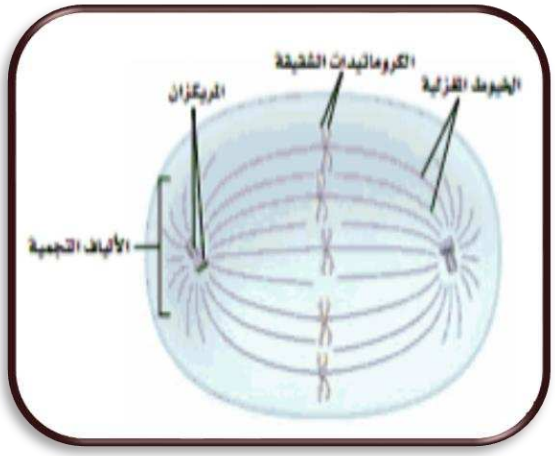
السنترومير

تركيب في الكروموسوم يربط الكروماتيدات الشقيقة معاً

أهمية السنترومير

له دور مهم؛ لأنه يضمن انتقال نسخة كاملة من DNA المتضاعف إلى الخلايا البنوية في نهاية دورة الخلية.

5- تبدأ النوية مع استمرار الطور التمهيدي في الاختفاء.
6- وتبدأ الخيوط المغزلية في التشكل في السيتوبلازم.
7- تهاجر المريكزات إلى قطبي الخلية ومنها يخرج نوع من الأنيبيبات الدقيقة تسمى الألياف النجمية ولها شكل يشبه النجم.



ملحوظة

توجد المريكزات في الخلايا الحيوانية وبعض خلايا الطلائعيات.

8- يختفي الغلاف النووي عندما يوشك الطور التمهيدي على الانتهاء.

الجهاز المغزلي

هو التركيب الذي يشتمل على الخيوط المغزلية والمريكزات والألياف النجمية.

أهميته

تنظيم حركة الكروموسومات قبل انقسام الخلية

ملحوظة هامة

لا تعد المريكزات جزء من الجهاز المغزلي في الخلايا النباتية.

9- ترتبط الخيوط المغزلية بالكروماتيدات الشقيقة في كل كروموسوم على جانبي السنترومير ثم ترتبط بالأقطاب المتقابلة للخلية.

س: ما أهمية ارتباط الخيوط المغزلية بالسنترومير وبالأقطاب المقابلة للخلية؟

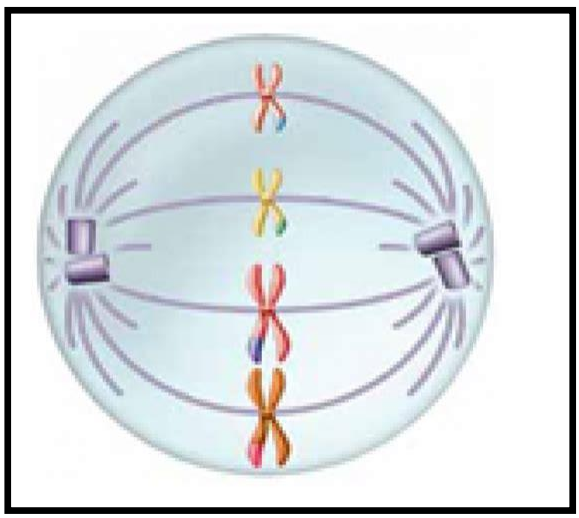
يضمن تلقي كل خلية جديدة نسخة كاملة من المادة الوراثية DNA

الطور الاستوائي

المرحلة الثانية من الانقسام المتساوي وهي أقصر مرحلة.

أهم ما يحدث به:

- تعمل البروتينات الحركية على سحب الكروماتيدات الشقيقة إلى خط استواء الخلية، ثم تصطف في الوسط، أو على خط استواء الخلية (وهي سبب تسمية هذا الطور).

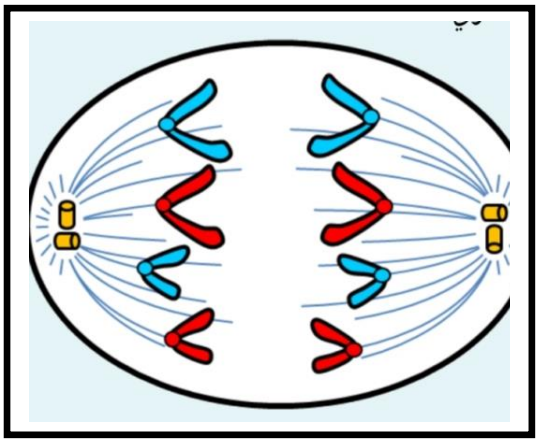


لاحظ ما يلي

عندما ينتهي الطور الاستوائي بنجاح فإنه يضمن حصول الخلايا الجديدة على نسخ دقيقة وصحيحة من الكروموسومات.

الطور الانفصالي

المرحلة الثالثة من مراحل الانقسام المتساوي.



أهم ما يحدث به:

1- يتم سحب الكروماتيدات وتباعدها عن بعضها البعض.

2- تبدأ الأنيبيات الدقيقة للجهاز المغزلي في القصر.

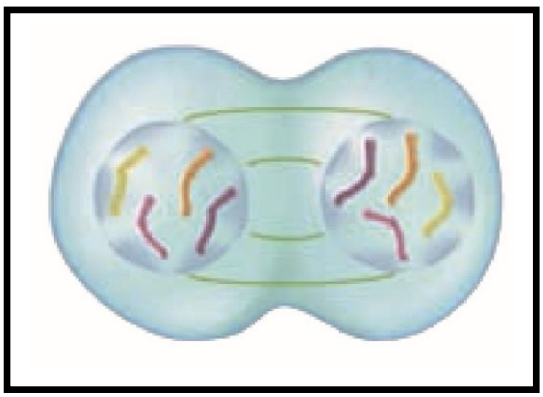
3- هذا القصر يؤدي إلى سحب سنترروميرات الكروماتيدات الشقيقة، ويؤدي إلى انفصالها لتصبح كروموسومات متطابقة.

4- تنفصل جميع الكروماتيدات الشقيقة في الوقت نفسه.

5- في نهاية الطور الانفصالي تقوم الأنيبيبات الدقيقة بمساعدة البروتينات بسحب الكروموسومات في اتجاه في اتجاه أقطاب الخلية.

الطور النهائي

المرحلة النهائية في الانقسام المتساوي.



أهم ما يحدث بها

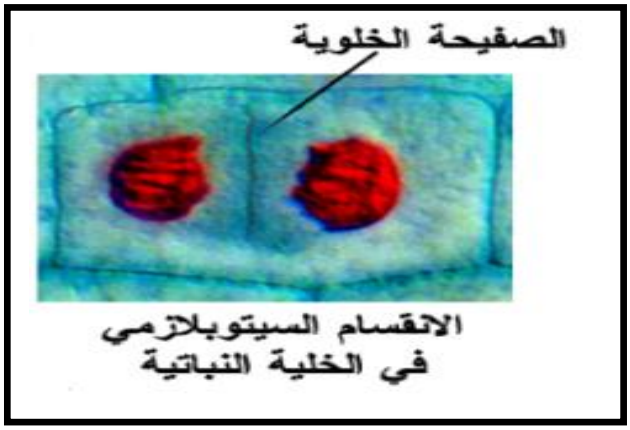
1- تصل الكروموسومات إلى أقطاب الخلية وتصبح أقل كثافة.
2- يبدأ تكوين غشاءين نوويين وتعود النوية إلى الظهور.
3- يتحلل الجهاز المغزلي.
4- تعيد الخلية تدوير بعض الأنيبيات الدقيقة لبناء أجزاء مختلة من الهيكل الخلوي.

ملحوظة

عملية الانقسام المتساوي لم تكتمل بانتهاء الأطوار الأربعة.

إنقسام السيتوبلازم

- عند انتهاء الانقسام المتساوي، تبدأ عملية انقسام السيتوبلازم.
- ينتج عن هذه العملية خليتان تحتويان نواتين متطابقتين.
- في الخلايا الحيوانية تستعمل الخيوط الدقيقة للضغط على السيتوبلازم مما يؤدي إلى تخصره.
- في الخلايا النباتية يتشكل تركيب جديد بين نوى الخلايا البنوية يسمى الصفيحة الخلوية، ثم يتكون جدار خلوي على جانبي الصفيحة الخلوية.
- عند اكتمال الجدار الخلوي الجديد، تنتج خليتين متطابقتين وراثياً.



الانقسام السيتوبلازمي في الخلية النباتية

الانقسام السيتوبلازمي في الخلية الحيوانية

الخلايا بدائية النواة

تنقسم بواسطة **الانشطار** الثنائي كالتالي:

- أولاً: تتضاعف مادتها الوراثية DNAوتلتصق النسختان بالغشاء البلازمي.
- بعد أن ينمو الغشاء البلازمي: تنسحب جزيئات DNA الملتصقة بعيداً.
- أخيراً: تتم الخلية انشطارها منتجة خليتين بدائيتي النواة جديدتين.

الانقسام المنصف

الكروموسومات والعدد الكروموسومي

- لكل شخص صفات انتقلت إليه عن طريق والديه.
- كل خاصية مثل لون الشعر أو الطول أو لون البشرة تسمى صفة وراثية.
- توجد المعلومات الخاصة بكل صفة وراثية على الكروموسومات الموجودة في نوى الخلايا.
- يترتب DNA (المادة الوراثية) في أجزاء تسمى الجينات وهي تتحكم في إنتاج البروتينات.
- يحتوي كل كروموسوم على مئات الجينات.
- يؤدي كل جين دورا مهما في تحديد خصائص الخلية ووظائفها.

الكروموسومات المتماثلة

تحتوي كل خلية من جسم الإنسان على 46 كروموسوم (يساهم كل واحد من الوالدين بـ 23 كروموسوم) فتكون النتيجة 23 زوج من الكروموسومات.

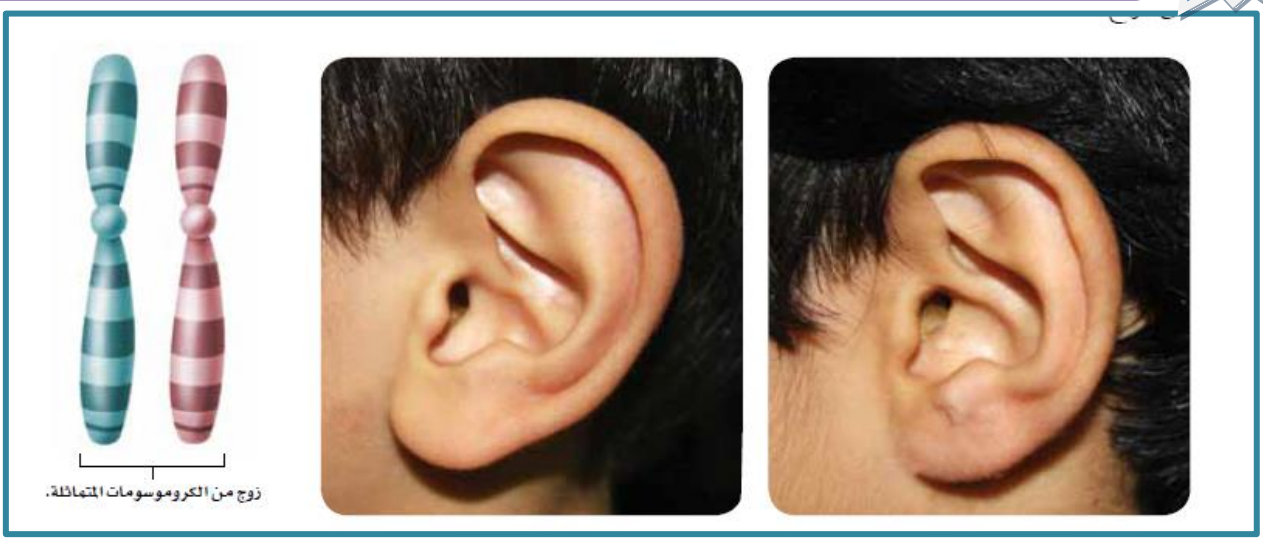
الكروموسومات المتماثلة	زوج من الكروموسومات أحدهما من أحد الأبوين والثاني من الأب الآخر

أهم ما يميز الكروموسومات المتماثلة

1. لهما نفس الطول.
2. لهما نفس موقع السنترومير.
3. يحملان الجينات التي تتحكم في الصفات الوراثية نفسها.

ملحوظة

يرمز الجينان المتقابلان على الكروموسومين المتماثلين لنفس الصفة، إلا أنهما قد لا يعبران عن الصفة الشكلية تماما.
مثال : صفة شحمة الأذن يقع الجين المسئول عن الصفة على نفس الموقع من الكروموسومين المتماثلين.



الخلايا أحادية وثنائية المجموعة الكروموسومية

الخلايا أحادية العدد الكروموسومي (الأمشاج): هي خلايا جنسية تحمل نصف عدد الكروموسومات (n)

أهميتها

تنتجها المخلوقات الحية بهدف الحفاظ على ثبات عدد الكروموسومات من جيل لاخر .

ملحوظة

يختلف عدد الكروموسومات من نوع لاخر ففي الإنسان مثلا يحمل كل مشيج 23 كروموسوم

(سواء كان البويضة أو الحيوان المنوي) ويرمز لعدد الكروموسومات في خلايا المشيج بالرمز (n)

عملية الإخصاب

هي العملية التي يتحد فيها مشيج مذكر أحادي المجموعة الكروموسومية (n) مع مشيج اخر مؤنث أحادي (n)

الخلايا ثنائية العدد الكروموسومي (الخلايا الجسمية): الخلية التي تحتوي على عدد الكروموسومات كاملة (2n).

ملحوظة

العدد (n) يصف عدد أزواج الكروموسومات في المخلوق الحي.

مثال: تحتوي خلايا جسم الإنسان على 23 زوج من الكروموسومات

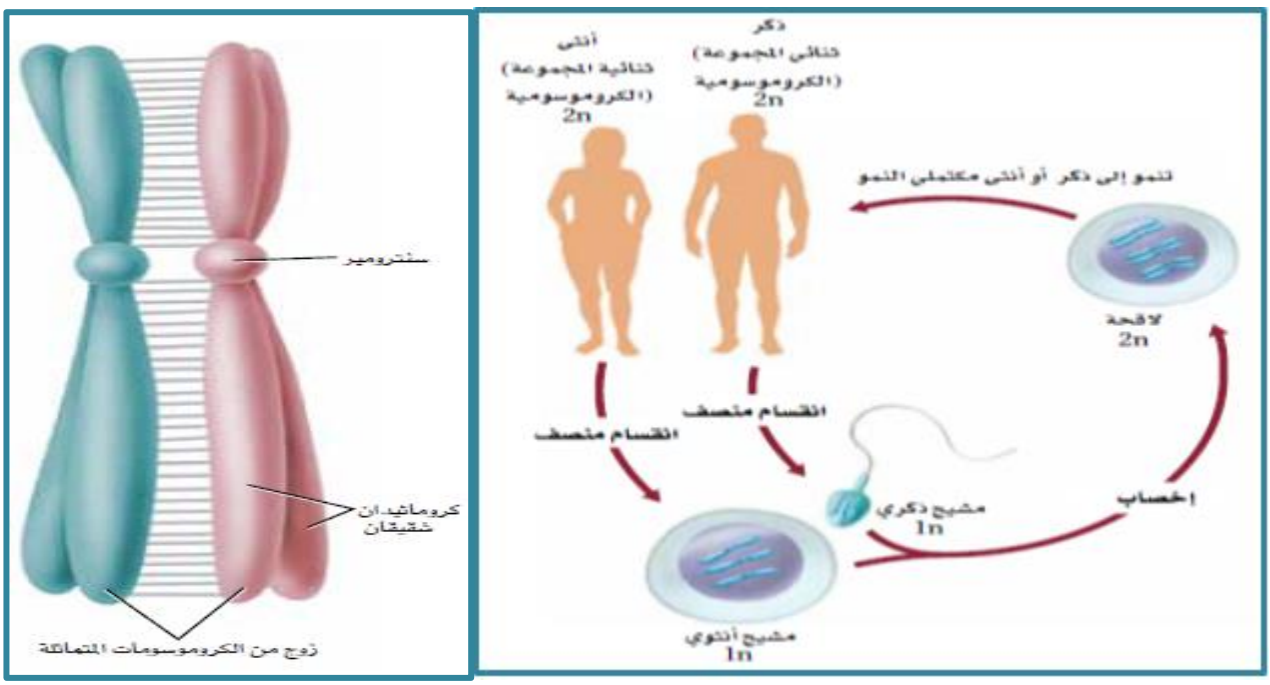
الانقسام المنصف

هو نوع من أنواع الانقسام الخلوي الذي يختزل فيه عدد الكروموسومات إلى النصف

مكان حدوثه

يحدث في التراكيب الجنسية للمخلوقات الحية التي تتكاثر جنسيا .

(حيث يتم فصل الكروموسومات المتماثلة في الخلايا ثنائية العدد الكروموسومي (2n) لتكوين كروموسومات أحادية المجموعة الكروموسومية (n) تسمى الأمشاج)



مراحل الانقسام المنصف

يتضمن مرحلتين متتاليتين من انقسام الخلية هما : الانقسام المنصف الأول (I) --- الانقسام المنصف الثاني (II)

أولا : الانقسام المنصف الأول (I)

يتم وفق الخطوات التالية :

1- الطور البيني

تقوم فيه الخلية بعدد من العمليات الايضية المتنوعة مثل : تضاعف DNA - بناء البروتين

2- الطور التمهيدي الأول (I)

ويتم فيه ما يلي :

- **تصبح الكروموسومات المتضاعفة مرئية وواضحة وتتكون من كروماتيدات شقيقة.**
- **تتكاثف الكروموسومات المتماثلة وتبدأ بتكوين أزواج بواسطة عملية الاقتران.**

عملية الاقتران	هي عملية ارتباط كل كروموسومين متماثلين جيدا على امتداد طوليهما خلال الطور التمهيدي الأول

- **يحدث تبادل بين أجزاء الكروموسومات المتماثلة فيما يعرف بـ العبور الجيني .**
- **تنتقل المريكزات إلى أقطاب الخلية المتقابلة .**
- **تتشكل خيوط المغزل وترتبط بالكروماتيدات الشقيقة عند القطع المركزية (السنترومير).**

3- الطور الاستوائي الأول (I)

ويتم فيه ما يلي :

- **تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة عند خط استواء الخلية.**
- **ترتبط الخيوط المغزلة مع سنترومير كل كروموسوم من الكروموسومات المتماثلة .**

4- الطور الانفصالي الأول (I)

ويتم فيه التالي :

- **تنفصل الكروموسومات المتماثلة ويتم سحب كل زوج بواسطة خيوط المغزل إلى القطب المقابل للخلية .**
- **لذا ينخفض عدد الكروموسومات ليصبح (n) بدلا من (2n) بعد انفصال الكروموسومات المتماثلة .**

ملحوظة

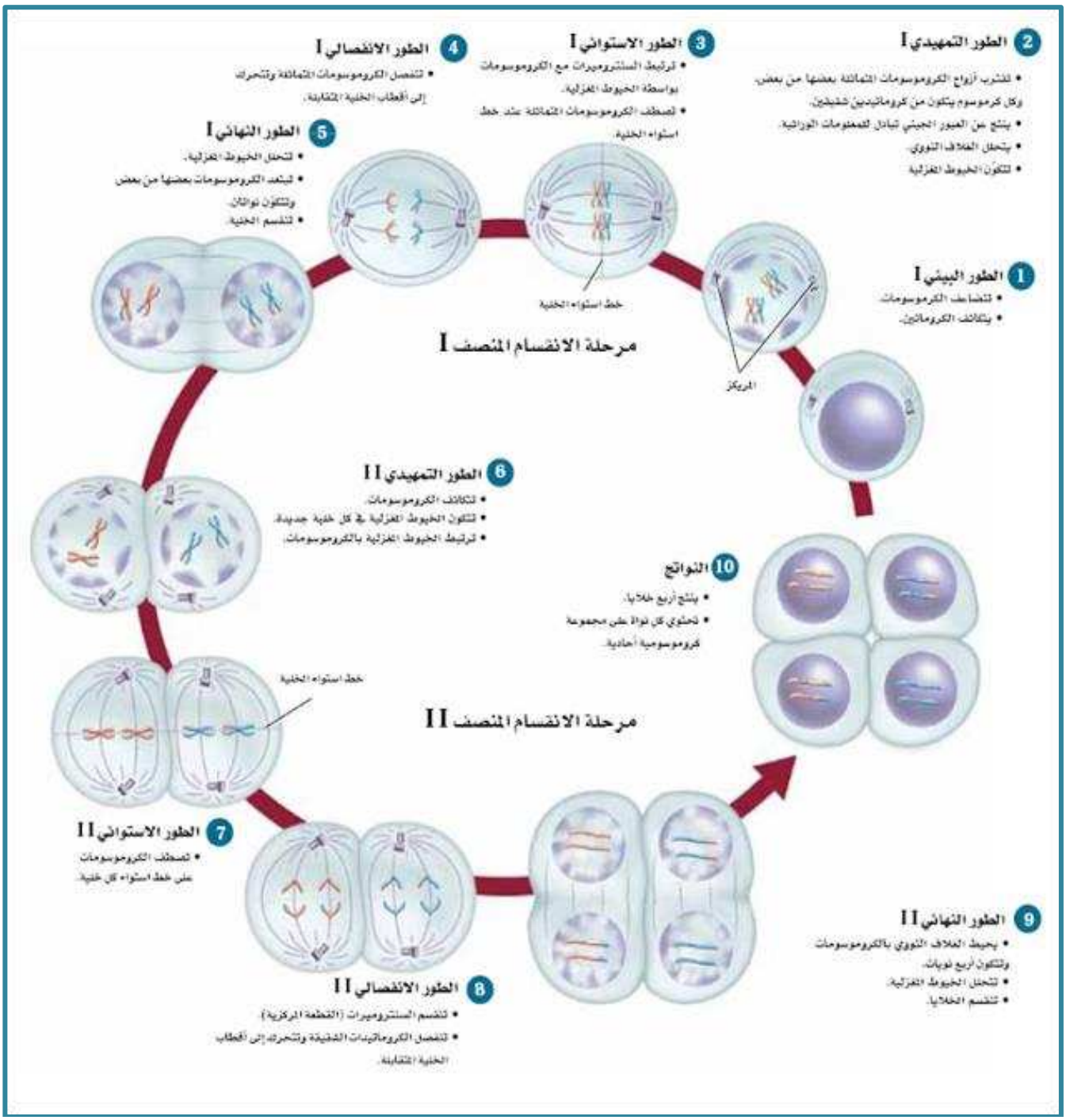
هنا تنفصل الكروموسومات المتماثلة أما في الانقسام المتساوي تنفصل الكروماتيدات الشقيقة.

5- الطور النهائي الأول (I)

ويتم فيه التالي :

- تصل الكروموسومات المتماثلة المحتوية على الكروماتيدات الشقيقة إلى أقطاب الخلية المتقابلة .
- يصبح كل قطب من أقطاب الخلية يحتوي على زوج واحد فقط من أزواج الكروموسومات المتماثلة الأصلية .

صورة الانقسام المنصف



لاحظ ما يلي

- أثناء الطور النهائي الأول (I) تبدأ عملية انقسام السيتوبلازم مكونة تخصر في الخلية الحيوانية وجدار خلوي في الخلية النباتية.
- بعد انقسام الخلية قد تمر الخلايا الناتجة بطور بيني قبل بداية الانقسام الثاني دون تضاعف DNA .
- في بعض الأنواع تصبح الكروموسومات غير ملتفة ويظهر الغشاء النووي ويعاد تشكيل النواة في أثناء الانقسام النهائي الأول (I).

ثانيا : الانقسام المنصف الثاني (II)

يشبه الانقسام المتساوي غير أن الخلية تدخل الانقسام ولديها نصف عدد الكروموسومات (n) ويمر بالأطوار التالية:

2- الطور التمهيدي الثاني (II)

ويحدث فيه التالي:

- تتكثف الكروموسومات.
- يتشكل الجهاز المغزلي.

1- الطور الاستوائي الثاني (II)

ويحدث فيه التالي: تصطف الكروموسومات عند خط استواء الخلية بواسطة خيوط المغزل.

3- الطور الانفصالي الثاني (II)

ويحدث فيه التالي: يتم سحب الكروماتيدات الشقيقة بخيوط المغزل بعيدا عن بعضها تجاه أقطاب الخلية.

4- الطور النهائي الثاني (II)

ويحدث فيه التالي: يتكون الغشاء النووي، و ينقسم السيتوبلازم وينتج أربع خلايا أحادية العدد الكروموسومي (n) تسمى الأمشاج .

أهمية الانقسام المنصف

- إنتاج الأمشاج في المخلوقات التي تتكاثر جنسيا.
- توفير التنوع الوراثي في المخلوقات الحية.
- الحفاظ على ثبات عدد الكروموسومات في خلايا النوع.

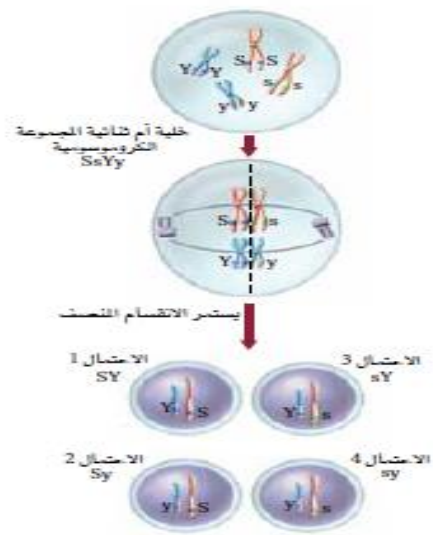
عملية الانقسام المنصف تنتج التنوع (وسائل التنوع الوراثي):

1- حدوث العبور الجيني في الطور التمهيدي الأول

2- اتحاد الأمشاج بصورة عشوائية في عملية الإخصاب.

3- الاصطفاف العشوائي للكروموسومات على خط استواء.

ملحوظة : الخلية في نهاية الطور التمهيدي الأول ينتج عنه أربعة أمشاج ذات مجموعات كروموسوميه مختلفة.

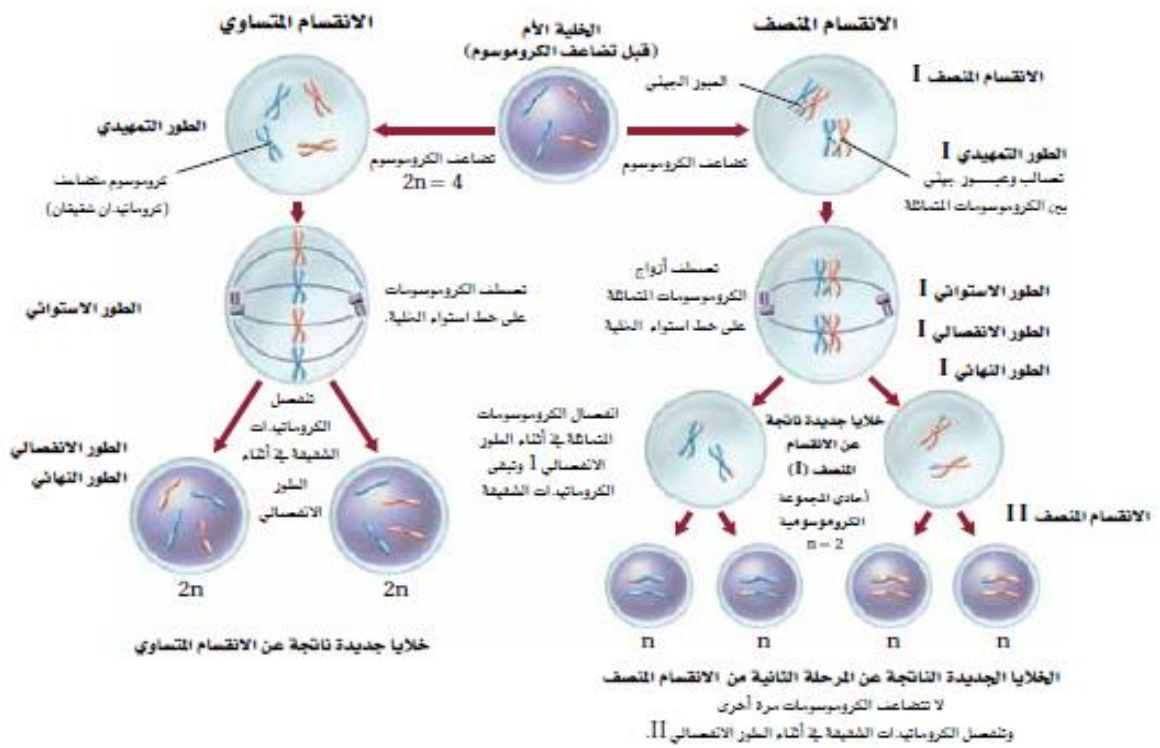


■ الشكل 6—4 الترتيب الذي تصطف به أزواج الكروموسومات المتماثلة يوضح كيف ينتج التنوع الوراثي في الخلايا الجنسية.

مقارنة بين الانقسام المتساوي والمنصف

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.



الوراثة المندلية وارتباط الجينات

كيف بدأت الوراثة؟

عام 1866 نشر العالم جريجور مندل أبحاثه المتعلقة بالوراثة وعملياتها الحسابية والتي أجراها على نبات البازلاء.

كان مندل موفقا في اختيار نبات البازلاء لأنه يتميز بما يلي:

1. سهولة زراعته وسرعة نموه (قصر دورة حياته).
2. إنتاجه المستمر لأبناء تحمل شكلا واحدا من الصفة.
3. يسهل التحكم في طريقة تلقيحه (ذاتي – خلطي).

التلقيح الذاتي: هو اتحاد مشيج مذكر (حبة لقاح) بمشيج مؤنث (بويضة) من الزهرة نفسها، أو لزهرة اخرى على نفس النبات.

التلقيح الخلطي: هو اتحاد مشيج مذكر (حبة لقاح) من زهرة نبات مع مشيج مؤنث (بويضة) من زهرة نبات اخر من نفس النوع.

علم الوراثة: هو علم يهتم بدراسة الصفات الوراثية وكيفية انتقالها من الاباء للأبناء.

ملحوظة : يعرف العالم مندل بأبي الوراثة (تتبع الصفات الوراثية المختلفة في نباتات البازلاء التي زرعها ثم حلل نتائج تجاربه وكون فرضية تتعلق بتوارث الصفات).

توارث الصفات:

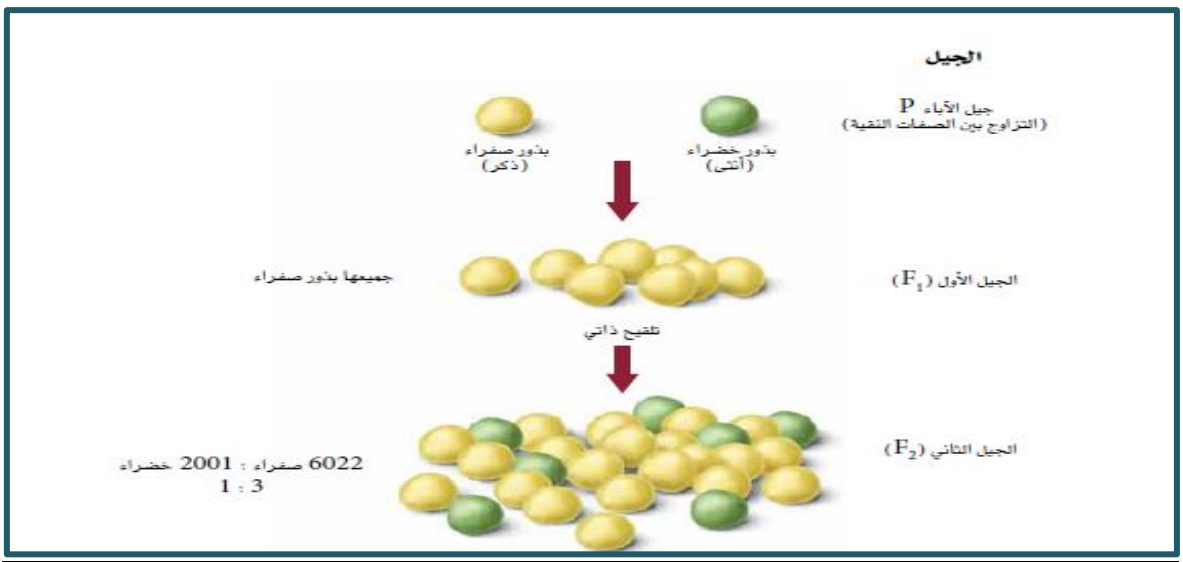
- لاحظ مندل أن سلالات معينة في نبات البازلاء تنتج أشكالاً محددة من الصفة جيلا بعد جيل.

  مثال: بعض السلالات تنتج بذورا خضراء دائما وبعضها ينتج بذورا صفراء دائما.

- قام مندل بعمل تلقيح خلطي بين السلالتين (عن طريق نقل حبوب اللقاح من زهرة نبات أخضر البذور إلى عضو التأنيث في زهرة نبات أصفر البذور).

ملحوظة: أزال مندل الأعضاء المذكرة من زهرة النبات أصفر البذور لمنع حدوث التلقيح الذاتي.

- أطلق مندل على النبات أصفر وأخضر البذور اسم الاباء ورمز لها بالرمز (P).



الجيل الأول والجيل الثاني:

1- عندما قام مندل بزراعة البذور الناتجة عن تزاوج الآباء كانت جميع الأبناء صفراء البذور (سمى الأفراد الناتجة هذه الجيل الأول).

> **ملحوظة** : صفة البذور الخضراء اختفت تماما في الجيل الأول.

2- قام مندل بزراعة أفراد الجيل الأول ذات البذور الصفراء ولقحها ذاتيا ثم فحص الأزهار الناتجة عن هذا التلقيح وسماها بالجيل الثاني.

3- لاحظ مندل ظهور بذور صفراء وخضراء بنسبة 3: 1 على الترتيب.

4- درس مندل سبع صفات مختلفة في نبات البازلاء وهي: (لون البذور – لون الأزهار – لون القرون – شكل البذور وملمسها – شكل القرون – طول الساق – موقع الزهرة).

5- لاحظ مندل أن جميع الأفراد الناتجة عن تزاوج أفراد الجيل الأول تظهر النسبة 3: 1.

أزواج الجينات:

استنتج مندل أنه لابد من وجود شكلين لصفة البذور في نبات البازلاء هما الأصفر والأخضر وكل شكل فيها مرتبط مع عامل اخر يسمى **الجين المتقابل**.

الجين المتقابل (الأليل): (هو الشكل البديل لجين مفرد لصفة محددة ينتقل من جيل إلى اخر).

أي أن: جين البذور الصفراء وجين البذور الخضراء هما شكلان مختلفان ***لجين مسؤول عن صفة واحدة هي لون البذور.***

كذلك استنتج مندل أن:

نسبة 3: 1 التي ظهرت في النتائج تدل على وجود الجينات المتقابلة في صورة أزواج في كل من النباتين.

أطلق مندل على شكل الصفة التي ظهرت في الجيل الأول اسم: الصفة السائدة (لون البذور الصفراء) وأطلق على شكل الصفة التي منعت من الظهور في الجيل الأول اسم: الصفة المتنحية (لون البذور الخضراء).

الصفة السائدة: هي الصفة التي تظهر في جميع أفراد الجيل الأول، الناتجين من تزاوج فردين أبويين يحملان الصفة المتقابلة في صورة نقية.

الصفة المتنحية: هي الصفة التي تختفي تماما في أفراد الجيل الأول، الناتجين من تزاوج فردين أبويين يحملان الصفة المتقابلة في صورة نقية.

السيادة: هي الصفة التي تسود وتطغى على الصفة الاخرى، (في تجربة مندل اللون الأصفر سائد على الأخضر).

الجين السائد: هو الجين الذي يمنع الجين المقابل له من إظهار الصفة عند اجتماعهما معا.

(في تجربة مندل اللون هو الأصفر).

> **ملحوظة:** يرمز للجين السائد بالحرف الأول من اسم الصفة كبير (جين البذور الصفراء Y).

الجين المتنحي: هو الجين الذي لا يظهر أي تأثير عند اجتماعه مع الجين السائد.

(في تجربة مندل اللون هو الأخضر).

> **ملحوظة:** يرمز للجين المتنحي بنفس الحرف الأول لجين الصفة السائدة المقابلة، ولكن صغير (جين البذور الخضراء y).

سؤال: متى يتحكم الجين المتنحي إذا في إظهار الصفة؟
الجواب: عندما يجتمع مع جين متنحي اخر (أي يحكم الصفة جينين متنحيين).

الصفة النقية: هي الصفة التي يحكمها جينين متماثلين وقد تكون سائدة أو متنحية.

مثال: البذور الصفراء متماثلة الجينات (البذور الخضراء المتماثلة الجينات)

ملحوظة: في هذه الحالة يطلق على الفرد متماثل الجينات.

الصفة الهجينة: هي الصفة التي يحكما جينين مختلفين أحدهما سائد والاخر متنحي وهي لا تكون إلا سائدة.

ملحوظة: في هذه الحالة يطلق على الفرد غير متماثل الجينات.

مثال: صفة لون البذور الصفراء مختلفة الجينات.

الطرز الجيني والطرز الشكلي:

الطرز الجيني: هو أزواج الجينات المتقابلة في المخلوق الحي.

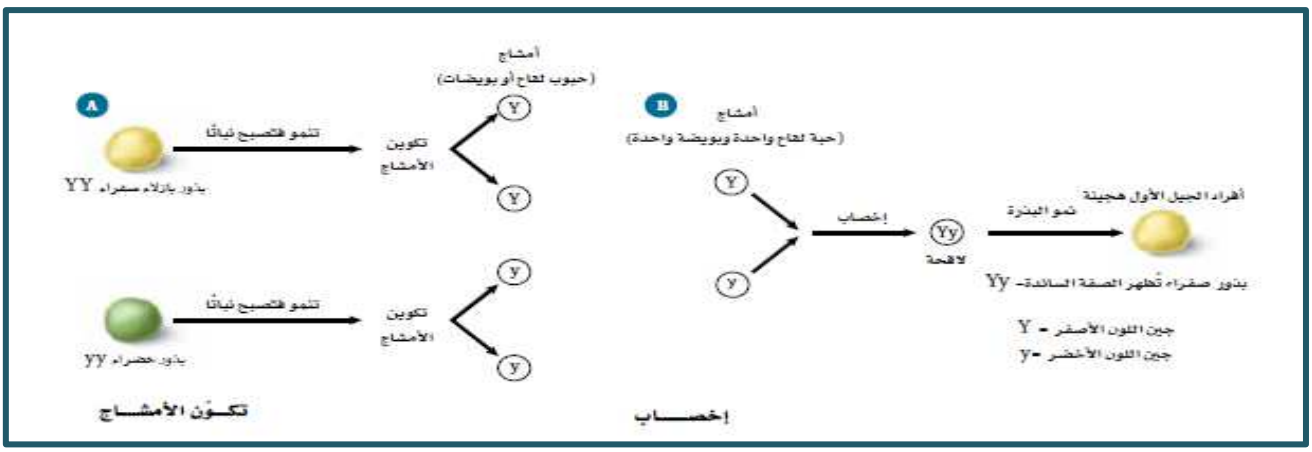
مثال: الطرز الجيني في حالة النباتات الصفراء البذور والطرز الجيني في حالة النباتات صفراء البذور. (YY).

الطرز الشكلي: الشكل الظاهري لأزواج الجينات المتقابلة، (الصفات الظاهرة على الفرد).

مثال: الطرز الشكلي لنبات بازلاء تركيبه الجيني - هو: بذور طرزها الجيني (yy) فهي خضراء اللون.

القانون الأول لمندل (قانون انعزال الصفات) ينص على:

(الجينات المتقابلة للصفة الواحدة تنفصل في أثناء الانقسام المنصف وتتحد مرة عند تكوين الأمشاج).

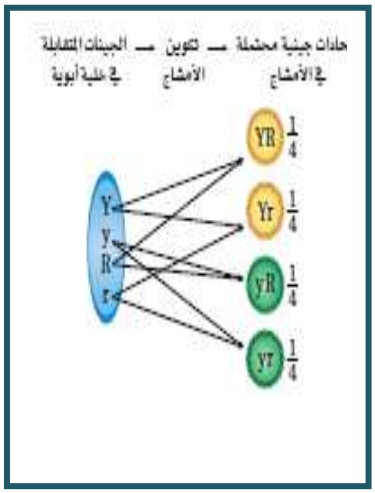


يتبين من خلال الشكل أن:

1- انفصلت الجينات عن بعضها عند تكوين الجاميتات في الاباء، في أثناء عملية الإخصاب Yy.
2- اتحدت الجينات المتقابلة لإنتاج الطرز الجيني، وطرزه الشكلي سيكون بذور صفراء هجينة Yy .
3- سيكون جميع أفراد الجيل الأول لهم الطرز الجيني نفسه.

القانون الثاني لمندل (قانون التوزيع الحر) ينص على:

(تتوزع الجينات المتقابلة بشكل عشوائي أثناء تكوين الأمشاج حيث تتوزع الجينات على الكروموسومات المنفصلة بشكل حر أثناء عملية الانقسام المنصف).



مثال: الفرد الأبوي الذي يحتوي على التركيب الجيني التالي:

(أحمر الأزهار هجين أصفر البذور هجين) YyRr ينتج عن التوزيع العشوائي

للجينات كما في الشكل المقابل أربع أنواع من الجاميتات لكل من الفرد

الأبوي المذكر والفرد الأبوي المؤنث باحتمالات متساوية.

- **عند التلقيح الذاتي للنبات يكون هناك احتمال التقاء أي من الجاميتات**

الأربعة للفرد المذكر مع أي من الجاميتات الأربعة للفرد المؤنث.

نتج عن التلقيح الثنائي

تسع طرز جينية مختلفة هي:

YYRR – YYRr – Yyrr – YyRR – YyRr – Yyrr – yyRR – yyRr – yyrr

أحصى منها أربع طرز شكلية مختلفة هي:

315: صفراء مستديرة - 108: خضراء مستديرة - 101: صفراء مجعدة - 32: خضراء مجعدة

بنسب تقريبية للطرز الشكلية: 1:3:3:9 على الترتيب (بنسبة 1:3 لكل صفة على حدة).

مربع بانيت:

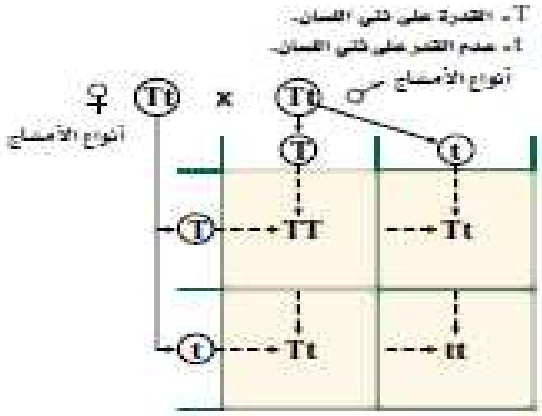
مربع يتم عمله لتوقع الأبناء المحتملين والناتجين عن تلقيح بين طرزين جينيين معروفين.

أهميته: سهل تتبع الطرز الجينية المحتملة الناتجة عن التزاوج بين فردين أبويين.

مربع بانيت والتلقيح الأحادي

- افترض أن كلا الوالدين يستطيع تثني لسانه وأنهما غير متماثلي T كما بالشكل القدرة علماً أن ثني اللسان صفة سائدة ويرمز لها بالرمز (Tt) فما الطرز المحتملة لأبنائهما؟

■ الشكل 11—4 تعد قدرة الشخص على ثني لسانه صفة سائدة. ويلخص مربع بانيت احتمالات ارتباط الجينات الخاصة بصفة ثني اللسان.



في مربع بانيت السابق:

1- يتحدد عدد مربعات بانيت بعدد أنواع الجينات المختلفة التي ينتجها كل واحد من الفردين الأبويين (مربعين × مربعين) لأن كل فرد من الأبوين ينتج نوعين مختلفين من الأمشاج.
2- توضع أمشاج الفرد المذكر أفقيا بينما توضع أمشاج الفرد المؤنث رأسيا.
3- تكتب احتمالات اتحاد الجاميت المذكر مع الجاميت المؤنث داخل كل مربع.
4- عدد الطرز الجينية داخل المربعات 3 وهي:

(في مربع الأول) TT + (في مربعين) Tt + (في مربع الأخير) tt

أي بنسبة 1 :2: 1

5- نسبة الطرز الشكلية لصفة ثني اللسان من عدمه هي: 3 : 1 بالترتيب .

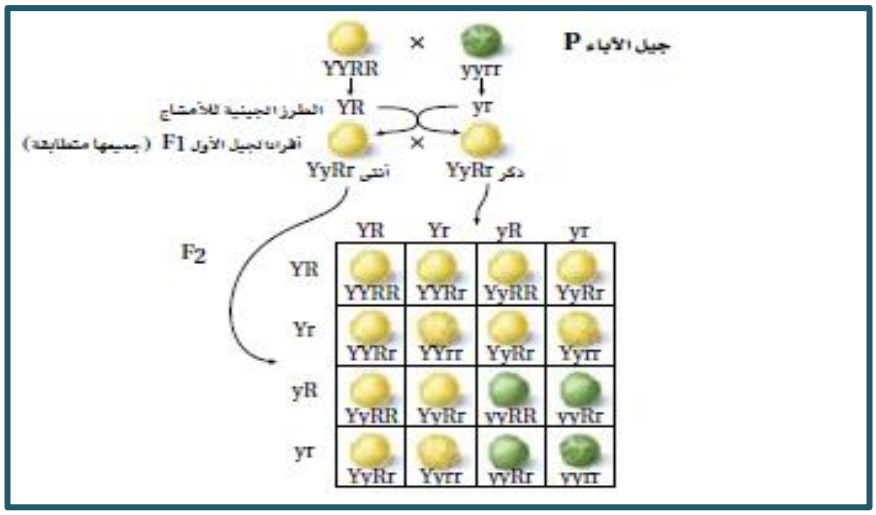
من خلال مربع بانيت المقابل نلاحظ أن نسبة الطرز الشكلية الناتجة هي:

9 صفراء مستديرة إلى 3 خضراء مستديرة إلى 3 صفراء مجعدة إلى 1 خضراء مجعدة (9: 3: 3: 1)

وهي نفس النسبة التي حصل عليها مندل عندما أجرى هذا التلقيح عمليا

(تطابقت بيانات مندل مع النسبة المتوقعة من مربع بانيت)

مربع بانيت والتلقيح الثنائي:



الاحتمالات في الوراثة:

علم الوراثة هو علم مبني على الاحتمال، لذلك قد لا تتطابق البيانات الحقيقية بدقة مع النسب المتوقعة، (لذلك لم تكن نتائج مندل دقيقة من حيث الحصول على النسبة (9: 3: 3: 1) ومع ذلك فإن عدد كبير من الأبناء الناتجين عن التلقيح يطابقون النتائج المتوقعة من مربع بانيت.

التراكيب الجينية الجديدة:

(اتحاد الجينات الجديد الناتج عن العبور الجيني والتوزيع الحر).

* حساب التراكيب الجينية المحتملة للجينات الناتجة عن التوزيع الحر:

يمكن حسابها من القانون: (عدد أزواج الكروموسومات n : حيث 2^n)

مثال: يحتوي نبات البازلاء على سبعة أزواج من الكروموسومات لذا فإن التراكيب المحتملة هي: 2^7 , (أي 128 تركيبا جينيا محتملا).

ولما كان أي مشيج مذكر احتمال أن يلقح أي مشيج مؤنث فإن عدد التراكيب المحتملة بعد عملية الإخصاب هي

(128×128) أو 16,384 تركيب جيني.

مثال: عدد التراكيب المحتملة في الإنسان بعد عملية الإخصاب ($2^{23} \times 2^{23}$) أي أكثر من 70 ألف بليون.

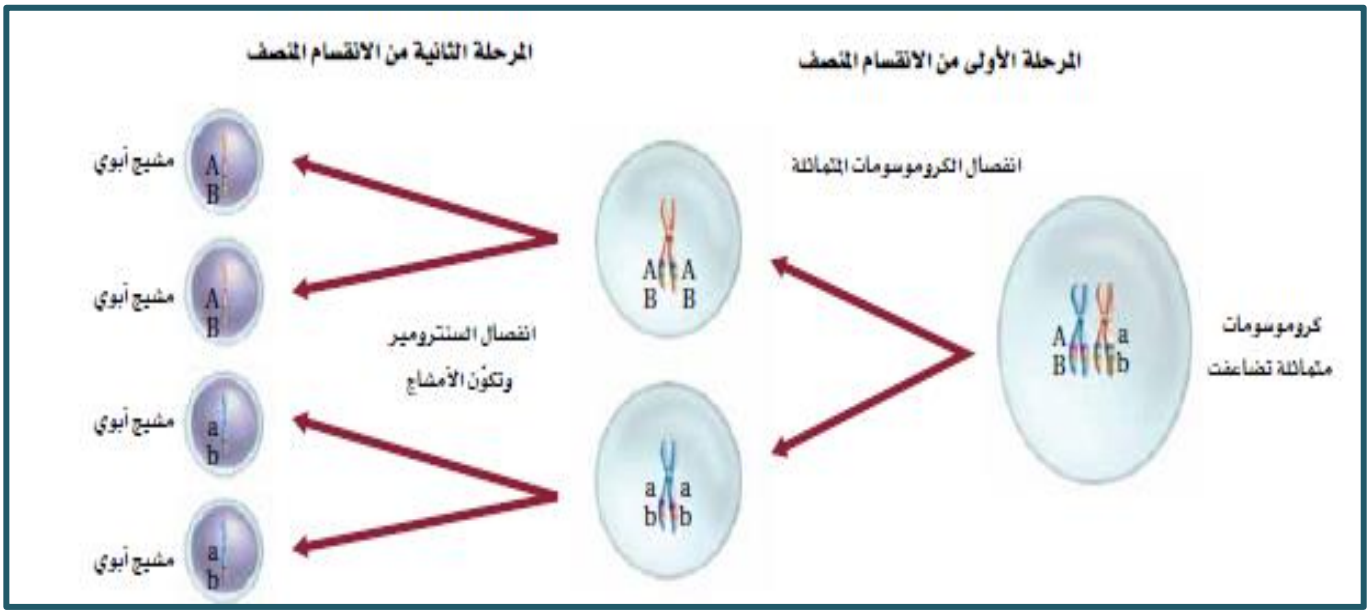
ملحوظة: هذا العدد بخلاف التراكيب الجينية الجديدة الناتجة عن العبور الجيني.

الارتباط الجيني:

الجينات المرتبطة: (هي الجينات التي يقع بعضها قرب بعض على الكروموسوم نفسه).

ملحوظة: عادة ما تنتقل هذه الجينات مع بعضها ككتلة واحدة في أثناء تكوين الأمشاج (لذلك تعد الجينات المرتبطة استثناء من قانون مندل للتوزيع الحر).

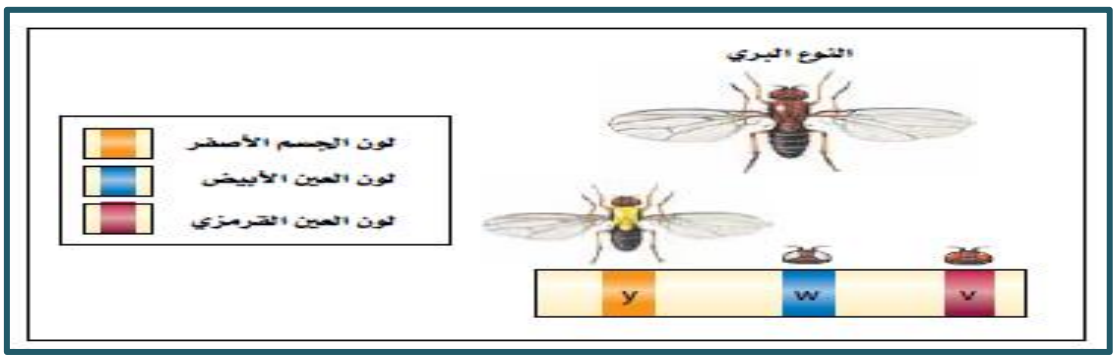
لاحظ ارتباط الجينات في الصورة التالية



ملحوظة: تمت دراسة ارتباط الجينات لأول مرة باستعمال حشرة ذبابة الفاكهة وأكدت الآف عمليات التلقيح أن الجينات المرتبطة تنتقل معاً في أثناء عملية الانقسام المنصف.

سؤال: هل الجينات المرتبطة تنتقل دائما ككتلة واحدة أثناء الانقسام المنصف ؟
الجواب: استنتج العلماء أن الجينات المرتبطة يمكن أن تنفصل بسبب حدوث العبور الوراثي.

الخرائط الكروموسومية: (يقصد بها: هي رسم تخطيطي يوضح ترتيب الجينات على الكروموسوم).



لاحظ ما يلي

1- تم عمل الخرائط الكروموسومية باستعمال بيانات عملية العبور الجيني.

2- تحدث عملية العبور الجيني في الجينات المتباعدة أكثر من الجينات المتقاربة.

3- نشرت الخرائط الكروموسومية لأول مرة عام 1913م باستعمال بيانات من الاف عمليات التلقيح التي تم اجراؤها على ذبابة الفاكهة.

4- لا تمثل نسب خريطة الكروموسوم المسافات الحقيقية على الكروموسوم، ولكنها تمثل المواقع النسبية للجينات.

5- إذا تكرر حدوث العبور الجيني أصبحت الجينات أكثر تباعدا.

6- المسافات النسبية بين أزواج الجينات ترتبط بعدد مرات تكرار حدوث العبور الجيني بينها.

7- تسمى وحدة القياس المستخدمة في تقدير المسافة بين موقع جينين على الكروموسوم الواحد وحدة خريطة واحدة (وتسمح هذه بنسبة عبور مقدارها 1%).

8- الجينات المتباعدة بصورة أكثر لها تكرار أكبر لحدوث العبور الجيني.

تعدد المجموعة الكروموسومية:

(ويقصد بها: وجود مجموعة كروموسوميه إضافية واحدة أو أكثر في المخلوق الحي).

ملحوظة: معظم أنواع المخلوقات الحية ثنائية المجموعة الكروموسومية 2n.

المخلوق الحي ثلاثي المجموعة الكروموسومية مثلا يرمز له بالرمز (3n) وتعني احتواءه على ثلاث مجموعات كروموسوميه كاملة.

المخلوقات الحية وتعدد المجموعات الكروموسومية:

في الحيوانات: نادر الحدوث (يحدث أحيانا في ديدان الأرض – الأسماك الذهبية)

في الإنسان: حدوثه يعد قاتلا ومميتا.

في النبات: واحد من كل ثلاث أنواع من النباتات الزهرية متعدد المجموعة الكروموسومية تقريبا ومن أمثلة ذلك:

أهم ما يميز النباتات متعددة المجموعة الكروموسومية: تمتاز بالقوة وكبر الحجم.

نبات القمح	6n
نبات الشوفان	6n
قصب السكر	8n
القهوة	4n

الفصل الرابع
الوراثة البشرية والوراثة الجزيئية

الأنماط الوراثية المعقدة

*** لا تتبع الوراثة المعقدة الأنماط الوراثية التي وصفها مندل..

1- السيادة غير التامة:

(هي حالة وراثية لا يسود فيها أحد الجين المتقابلين على الاخر، ولكن يشترك الجينان معا في إظهار الصفة عند اجتماعهما معا)

ملحوظة: هذه الحالة الوراثية يشكل فيها الطراز الشكلي غير متماثل الجينات المتقابلة طرازا شكليا وسطا بين الطرازين الشكليين المتماثلين الجينات المتقابلة

الطُرز الجينية والشكلية: (نبات شب الليل أحمر الأزهار RR) و (نبات شب الليل أبيض الأزهر WW) و

(نبات شب الليل وردي الأزهار RW).

مثال: وضح على أسس وراثية ناتج تزاوج نبات شب الليل أحمر الأزهار مع اخر أبيض الأزهار لكل من الجيل الأول والثاني؟

الحل:

P	أحمر	أبيض
	RR	WW
G	R	W
F1	RW	
الطرز الشكلية	100% الأزهار وردية	

P	وردي	وردي
	RW	RW
G	R W	R W
F2	RR	RW RW WW
الطرز الشكلية	25% أحمر	50% وردي 25% أبيض

2- السيادة المشتركة:

(هي نمط وراثي معقد فيه يظهر الجين المتنحي أثره عند اجتماعه مع الجين السائد المقابل له).

مثال: مرض أنيميا الخلايا المنجلية الوراثي.

(مرض وراثي ينشأ نتيجة خلل في الجين المسؤول عن تكوين بروتين خلايا الدم الحمراء (الهيموجلوبين) حيث يتحول شكل الخلايا من الشكل القرصي الطبيعي إلى الشكل المنجلي أو الهلالي حيث تتراكم في الأوعية الدموية الصغيرة مسببة غلق الدورة الدموية وعدم القدرة على نقل الأكسجين بشكل فعال).

الطرز الجيني والشكلي:

SS : شخص سليم, (خلايا دمه الحمراء قرصية وتنقل الأكسجين بشكل طبيعي).

Ss: شخص حامل للمرض, (لديه خلايا حمراء طبيعية وخلايا منجلية في الوقت نفسه, هذا الشخص يمكن أن يعيش حياة طبيعية ولكنه يصاب بالمرض عند بذل مجهود عنيف أو عندما يتعرض لنقص أكسجين).

ss : شخص مريض, (خلايا دمه الحمراء منجلية بشكل حرف C ولا تنقل الأكسجين بشكل طبيعي, وغالبا هذا الشخص يموت قبل سن البلوغ).

مرض أنيميا الخلايا المنجلية ومرض الملاريا:

لاحظ العلاقة

ملحوظة: يزيد جين مرض أنيميا الخلايا المنجلية من مقاومة الجسم لمرض الملاريا في الأشخاص غير متماثلي الجينات.

لذلك: يلجأ سكان المناطق التي ينتشر فيها مرض الملاريا إلى العيش والتزاوج من هؤلاء الأفراد لنقل الصفة إلى أبنائهم ليصبحوا مقاومين للمرض وهذا هو السبب الرئيسي في زيادة انتشار المرض في إفريقيا.

إذا: يزداد عدد المصابين بمرض الخلايا المنجلية ويقل عدد المصابين بمرض الملاريا المسبب للوفاة.

3- الجينات المتعددة المتقابلة:

(هي حالة وراثية فيها يتحكم في الصفة أكثر من جينين متقابلين في جميع أفراد النوع غير أن الفرد لا يرث من أبويه سوى جينين اثنين فقط)

أمثلة: - وراثة فصائل الدم في الإنسان - وراثة لون الفراء في الأرانب.

مثال1/ فصائل الدم في الإنسان:

O , AB , B , A هي أربع فصائل للدم في الإنسان يتحكم فيها 3 جينات هي I^A , I^B , i

ملحوظة: فصائل الدم تعد مثالا على كل من: السيادة التامة وانعدام السيادة والجينات المتعددة المتقابلة.

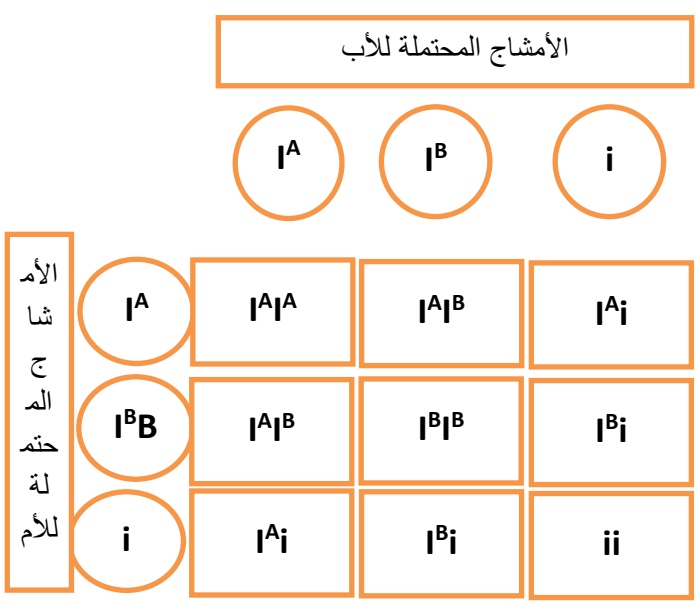
ملحوظة :

I^A , I^B سائدين على الجين i

I^A , I^B بينهما سيادة مشتركة

الطرز الجينية والمظهرية :

الطرز الشكلية (الفصائل)	الطرز الجينية	
الفصيلة A	I^AI^A	I^Ai
الفصيلة B	I^BI^B	I^Bi
الفصيلة AB	I^AI^B	
الفصيلة O	ii	



عامل ريزيس Rh:

(هو بروتين في الدم سمي على اسم القرد الريزيسي الذي أجريت عليه الدراسات).

ملحوظة: يورث هذا العامل من الاباء إلى الأبناء.

أنواعه: يوجد منه نوعين هما: (سائد) Rh^+ و (متنحي) Rh^- .

مثال2/ لون الفراء في الأرانب: تسيطر 4 جينات على لون الفراء في الأرانب وهي: -

أي أن: $C > c^{Ch} > c^h > c$ تظهر تسلسلا سياديا كالتالي : C , c^{Ch} , c^h , c

C (جين اللون كامل) سائد على c^{ch} (الشانشيلا) سائد على ch سائد على (الهيمالايا) c (الأمهق)

الطرز الجينية والشكلية: (4 طرز شكلية يقابلها 10 طرز جينية).

ملحوظة: يظهر المزيد من ألوان الفراء بسبب التفاعل بين جين لون الفراء وجينات أخرى.

الطرز الشكلي	الطرز الجيني
اللون كامل	$CC - Cc^{ch} - Cc^h - Cc$
الشانشيلا	$c^{ch}c^{ch} - c^{ch}c^h - c^{ch}c$
الهيمالايا	$C^hc^h - c^hc$
الأمهق	cc

4- تفوق الجينات:

(هي حالة وراثية فيها يخفي جين متنحي اثار جين اخر سائد)

مثال: لون الشعر في كلاب اللابرادو.

ملحوظة: يتحكم في الصفة مجموعتين من الجينات المتقابلة هي:

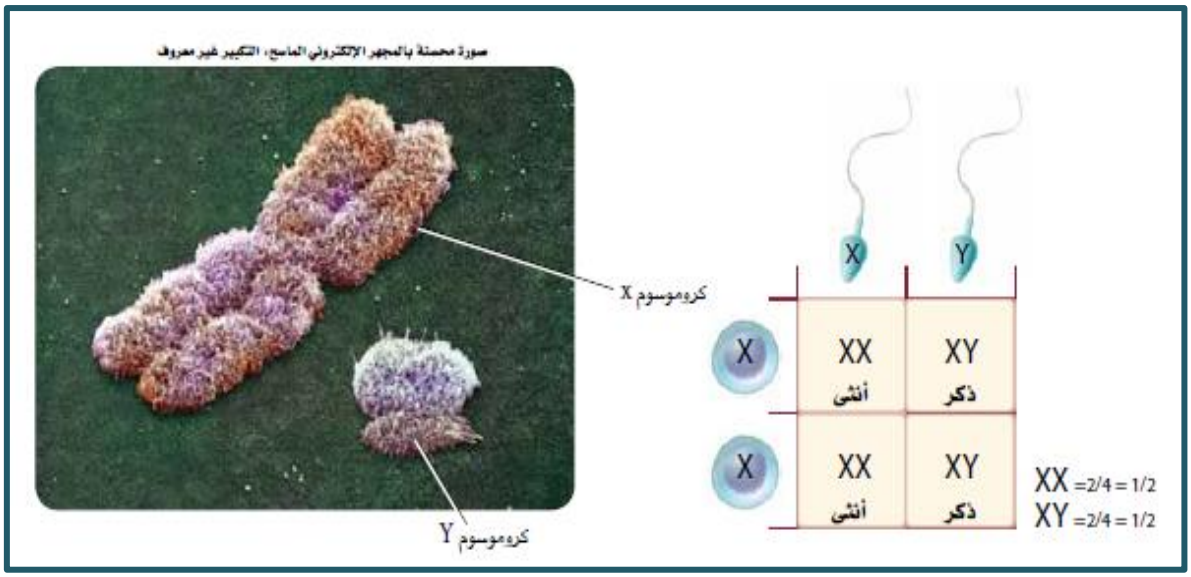
E : الجين السائد يحدد ما إذا كان الشعر ذو لون أسود أم لا - B الجين السائد يحدد درجة سواد الصبغة .

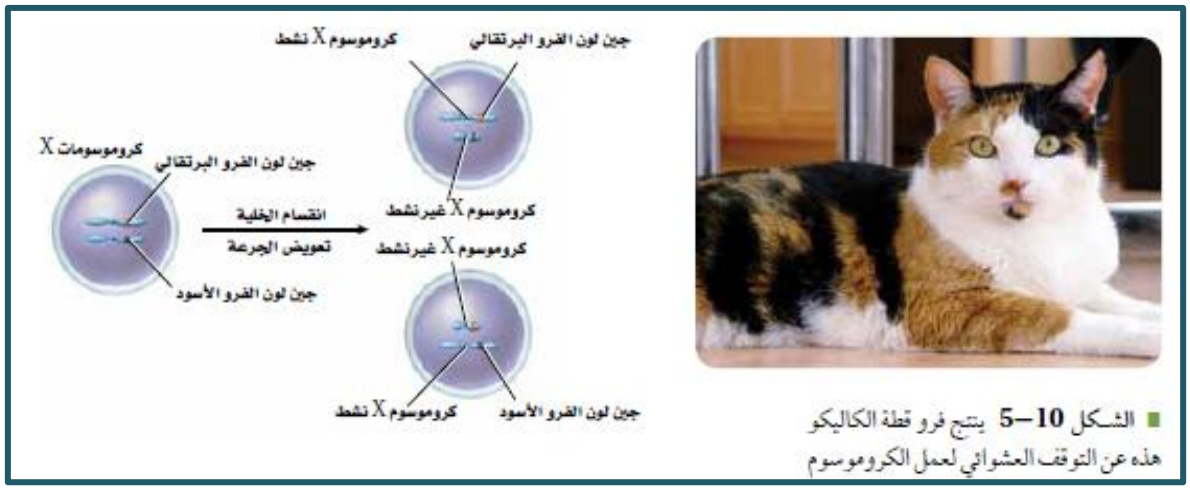
الطرز الجينية والمظهرية:

الطرز الجينية	الطرز الشكلي	الصبغ
EEBB-EEBb-EeBB-EeBb	أسود	يوجد الصبغ الأسود في فراء الكلاب
EEbb-Eebb	بني (شيكولاته)	
eeBB-eeBb	أصفر	لا يوجد الصبغ الأسود في فراء الكلاب
eebb	أبيض	

5- تحديد الجنس:

- تحتوي كل خلية في جسمك على 46 كروموسوم (23 زوج) ماعدا الأمشاج تحتوي على نصف هذا العدد.
- 22 زوج من هذه الكروموسومات تسمى الكروموسومات الجسمية.
- الزوج الثالث والعشرون يسمى الكروموسومان الجنسيان وهما يحددان جنس الفرد حيث يكونان متشابهان في الأنثى ويرمز لهما بالرمز (XY) , ويكونان مختلفان في الذكر ويرمز لهما بالرمز (XX).
- يتحدد جنس الأبناء بنوع الحيوان المنوي الذي يخصب البويضة كالتالي:





■ الشكل 10–5 ينتج فرو قطة الكاليكو هذه عن التوقف العشوائي لعمل الكروموسوم

6- تعويض الجرعة:

- لأنثى الإنسان 22 زوج من الكروموسومات الجسمية وزوج من الكروموسومات الجنسية متشابه (XX).
- لدى الذكور 22 زوج من الكروموسومات الجسمية وكروموسومان جنسيان مختلفان (XY).
- الكروموسوم X كبير ويحمل عددا من الجينات المختلفة اللازمة لنمو الذكور والإناث مقارنة بالكروموسوم Y الصغير والذي يحمل جينات مرتبطة بتطور الصفات الذكرية بشكل أساسي.
- يوجد لدى الذكر جرعة واحدة X فقط.
- لدى الأنثى كروموسومان جنسيان لذا تبدو أن لديها جرعتين من كروموسوم X.
- لموازنة الفرق في الجرعة بين الذكر والأنثى يتوقف أحد الكروموسومان عن العمل في كل خلية جسمية في جسم الأنثى.

- هذا يُعرف بتعويض الجرعة أو تعطيل الكروموسوم في جميع خلايا جسم الإناث ويتم بشكل عشوائي.

ملحوظة: تعطل الكروموسوم، يحدث تعويض الجرعة في جميع الثدييات.

*** لون الفراء في قطط الكاليكو:**

- اللون البرتقالي فيها ناتج عن تعطل X.

- البقع السوداء ناتجة عن تعطل كروموسوم الحامل X لجين اللون الأسود.

أجسام بار:

جسم بار / هو كروموسوم X المعطل داخل خلايا جسم الإناث فقط.

ملحوظة: في عام 1949 اكتشف العالم موري بار تركيبا كثيفا أسود اللون في النواة في إناث قطط الكاليكو سمي فيما بعد جسم بار.

(يوجد جسم بار في إناث البشر).

7- الصفات المرتبطة بالجنس:

- هي الصفات التي تكون جيناتها محمولة على الكروموسوم الجنسي X.

ملحوظة: يتحكم في الصفة المرتبطة بالجنس جين واحد فقط في الذكر (لأن لديه كروموسوم جنسي واحد) بينما في الأنثى يتحكم في الصفة جينين (لأن الأنثى لديها كروموسومان جنسيان).

لذلك: فإن الصفة المتنحية المرتبطة بالجنس تكون في الذكور أكثر من الإناث لاحتمال أن يكون الجين الثاني في الأنثى سائد فيخفي أثر الجين المتنحي.

أمثلة على صفات مرتبطة بالجنس/

1- عمى اللونين الأخضر والأحمر (صفة متنحية مرتبطة بالجنس):

الشخص المصاب بهذا المرض لا يستطيع التمييز بين اللونين الأحمر والأخضر.

الطراز الجيني	الطراز الشكلي
X^BY	ذكر طبيعي
X^bY	ذكر مصاب
X^BX^B	أنثى طبيعية
X^BX^b	أنثى حاملة للمرض
X^bX^b	أنثى مصابة

ملحوظة: في هذه الحالة يرث المولود الذكر الصفة من أمه بينما المولودة الأنثى ترث الصفة من كلا الأبوين.

* وضح على أسس وراثية ناتج تزاوج رجل سليم من مرض عمى الألوان بامرأة حاملة للمرض؟

P : X^BY × X^BX^b

G : X^B ، Y ، X^B ، X^b

F_1 :	X^B	Y
X^B	X^BX^B	X^BY
X^b	X^BX^b	X^bY

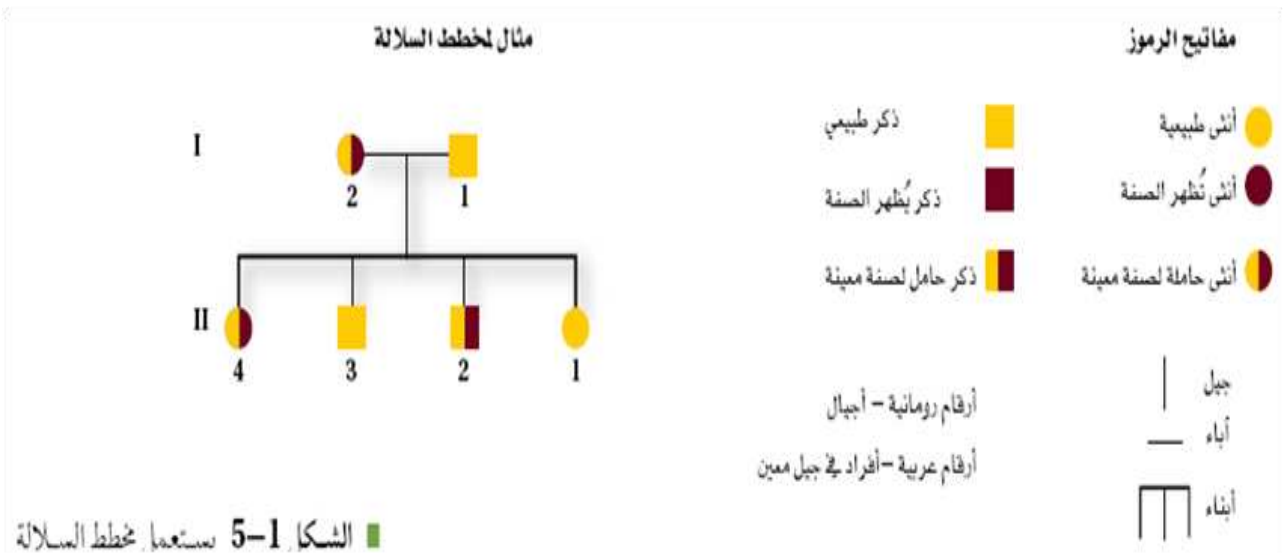
2- مرض نزف الدم (هيموفيليا):

سبب المرض: جين متنحي على الكروموسوم الجنسي X حيث يسبب وجوده نقص في بروتين تجلط الدم.

ملحوظة: الشخص المصاب بهذا المرض يظل ينزف لساعات طويلة، حتى لو أصيب بجرح بسيط، تم اكتشاف البروتين المسؤول عن تجلط الدم في القرن العشرين وكان يعطى للمصابين بالمرض لمنع وفاتهم في أعمار مبكرة.

الطراز الجيني	الطراز الشكلي
X^NY	ذكر طبيعي
X^nY	ذكر مصاب
X^NX^N	أنثى طبيعية
X^NX^n	أنثى حاملة للمرض
X^nX^n	أنثى مصابة

شجرة النسب:



الشكل 1-5 يستعمل مخطط السلالة

ملحوظة: في المخطط أعلاه الآباء (الأم حاملة للمرض والأب سليم) وجيل الابناء الفرد الأولى انثى سليمة والفرد الثاني ذكر حامل للمرض والفرد الثالث ذكر سليم والفرد الرابع انثى حامله للمرض (أكتب التراكيب الجينية للأفراد).

8- الصفات المتأثرة بالجنس:

هي حالة وراثية (صفات) تكون جيناتها على الكروموسومات الجسمية، ولكنها تتأثر بالجنس، حيث تكون سائدة في أحد الجنسين ومتنحية في الجنس الاخر، ويسبب ظهور الصفة وجود الهرمونات الجنسية الذكرية أو الأنثوية.

مثال: صفة الصلع: (سائدة عند الرجال ومتنحية عند النساء) لأن الهرمونات الذكرية ضرورية لظهور الصفة.

الطرز الجيني والمظهري:

الطرز الجيني	الطرز المظهري
BB	ذكر أصلع -- أنثى صلعاء
Bb	ذكر أصلع -- أنثى طبيعية
bb	ذكر طبيعي -- أنثى طبيعية

س/ وضح على أُسس وراثية ناتج تزاوج رجل وامرأة كلاهما تركيبه الجيني Bb بالنسبة لصفة الصلع؟

P : ذكر أصلع × أنثى طبيعية

Bb × Bb

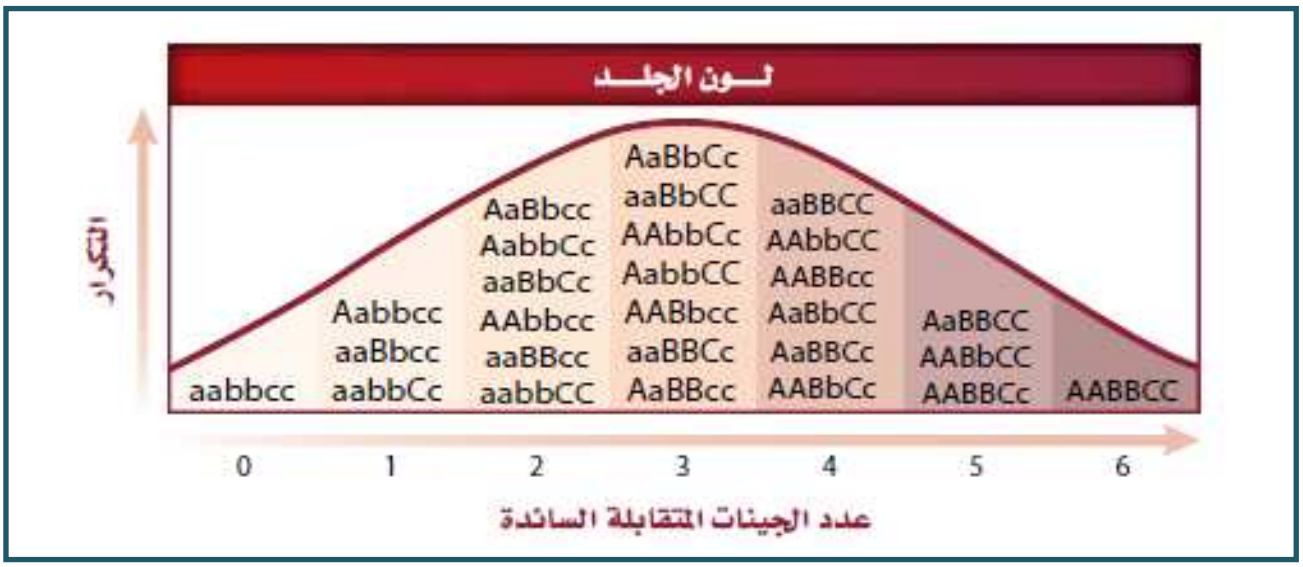
	B	b
B	BB	Bb
b	Bb	bb

9- صفات متعددة الجينات:

(هي الصفات التي تنشأ من التفاعل بين العديد من أزواج الجينات).

أمثلة: لون الجلد - طول القامة – لون العيون - نمط بصمة الأصابع.

ملحوظة: عند رسم منحنى تكرار عدد الجينات المتقابلة للصفات المتعددة الجينات.



يظهر منحنى يشبه الجرس (أي أن الطرز الشكلية في الوسط تكون أكثر من الطرز الشكلية على الأطراف).

10- التأثيرات البيئية:

للبيئة تأثير في الطرز الشكلي للفرد.

مثال: الإصابة بمرض القلب: يمكن أن تورث القابلية للإصابة بهذا المرض كما تساهم العوامل البيئية في الإصابة مثل (الغذاء والرياضة).

+ بعض العوامل البيئية الأخرى التي تؤثر في الطرز الشكلي هي :

أشعة الشمس – الماء – درجة الحرارة

*** أشعة الشمس والماء/**

عندما تكون أشعة الشمس غير كافية:	**لا تحمل معظم النباتات الزهرية أزهار**
عند نقص الماء:	**تفقد العديد من النباتات أوراقها**

*** درجة الحرارة/**

تؤثر درجة الحرارة في التعبير الجيني، مثال : لون الفراء في القطط السيامية.

ذيل القطة وأقدامها واذانها وأنفها غامقة اللون	**لأن هذه المناطق من جسم القطة تقل درجة حرارتها عن درجة حرارة معظم الجسم (أي أن الجين المسؤول عن إنتاج لون الصبغة في جسم القطة السيامية يعمل تحت ظروف البرودة)**
باقي لون جسم القطة فاتح	**لأنها المناطق الأكثر دفئا في جسم القطة تعمل درجة الحرارة العالية فيها على تثبيط إنتاج الصبغة فتكون أفتح لونا**

دراسات حول التوائم / (هي دراسة اخرى لنمط الوراثة وتركز على التوائم المتطابقة).

س/ ما الهدف منها؟ (فصل التأثيرات الجينية عن التأثيرات البيئية).

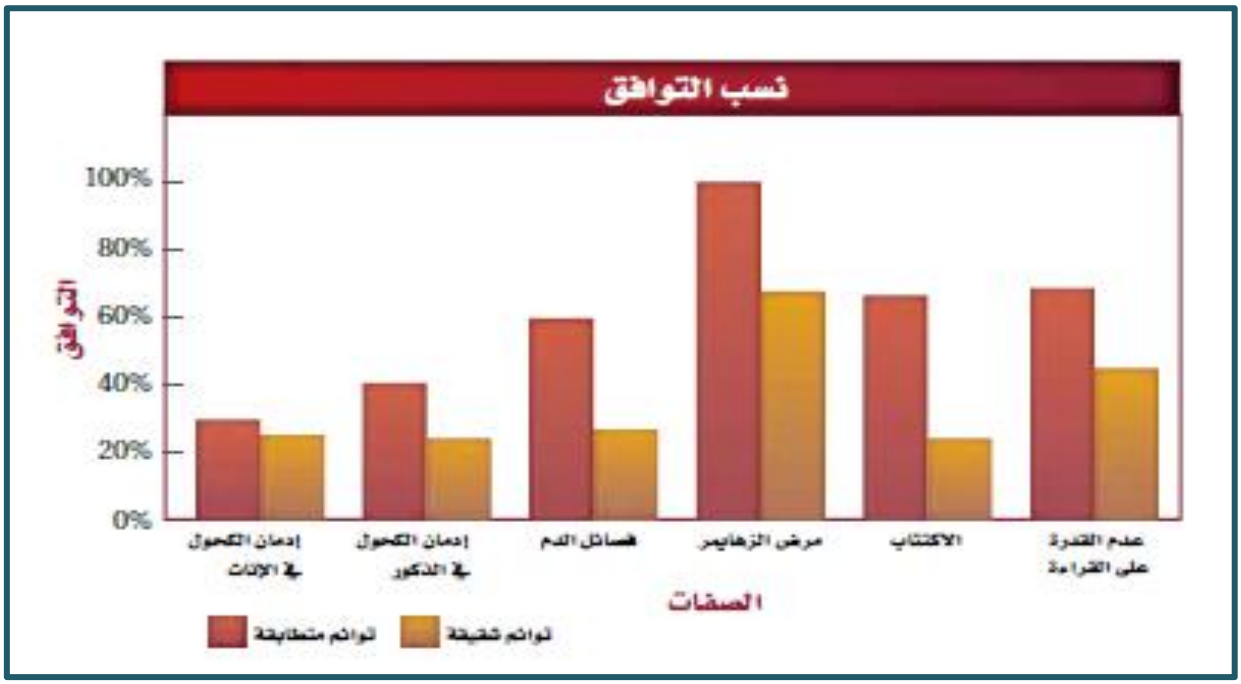
* التوائم المتطابقة متماثلة وراثياً (أي أن كلا التوأمين المتطابقين يحصلان على الصفة نفسها).

* استنتج العلماء أن الصفات التي تظهر بكثرة في التوائم المتطابقة تتحكم فيها الوراثة بشكل جزئي على الأقل.

* كما يعتقد العلماء أن الصفات التي تظهر بشكل مختلف في التوائم المتطابقة تتأثر بشكل كبير بالبيئة.

* نسبة التوائم الذين يظهرون معا صفة معينة تسمى **نسبة التوافق** (لاحظ الشكل التالي).

* يبين الشكل الفروق الكبيرة بين التوائم الشقيقة والمتطابقة من حيث التأثر بالوراثة.



الكروموسومات والوراثة في الإنسان

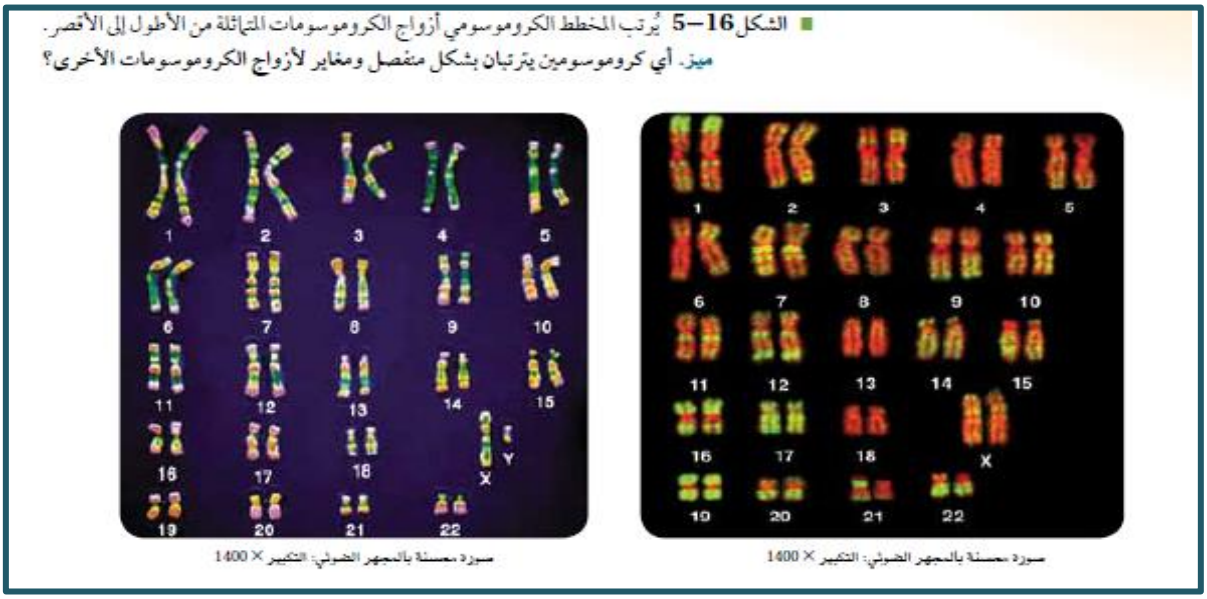
دراسات المخطط الكروموسومي/

المخطط الكروموسومي: (هو صورة مجهرية لأزواج الكروموسومات مرتبة بشكل متناقص في الطول).

ملحوظة: يتم عمل المخطط الكروموسومي باستعمال صور للكروموسومات المصبوغة خلال الطور الاستوائي حيث توضح الشرائط المصبوغة الأماكن المتطابقة على الكروموسومات المتشابهة.

* يتكون المخطط الكروموسومي للإنسان من 23 زوج من الكروموسومات سواء كان للذكر أو الأنثى.

* الـ 22 زوج من الكروموسومات الجسمية تكون متطابقة في حين لا يتطابق زوج الكروموسومات الجنسية.



القطع النهائية (التيلوميرات):

تعريفها: **هي أغطية واقية لأطراف الكروموسومات، وتتكون من (DNA) مرتبط مع البروتينات.**

وظيفتها : **1- تعمل واقيا يحمي تركيب الكروموسوم .** **2- هي الجزء اللازم لتضاعف DNA.**

3- اكتشف العلماء أنه قد يكون للقطع النهائية دور في كل من الشيخوخة والسرطان.

عدم انفصال الكروموسومات/

(هو الانقسام الخلوي الذي تفشل فيه الكروماتيدات الشقيقة في الانفصال بعضها عن بعض بصورة صحيحة)

ملحوظة: يحدث أحيانا عدم الانفصال خلال الانقسام المنصف الأول أو الثاني.

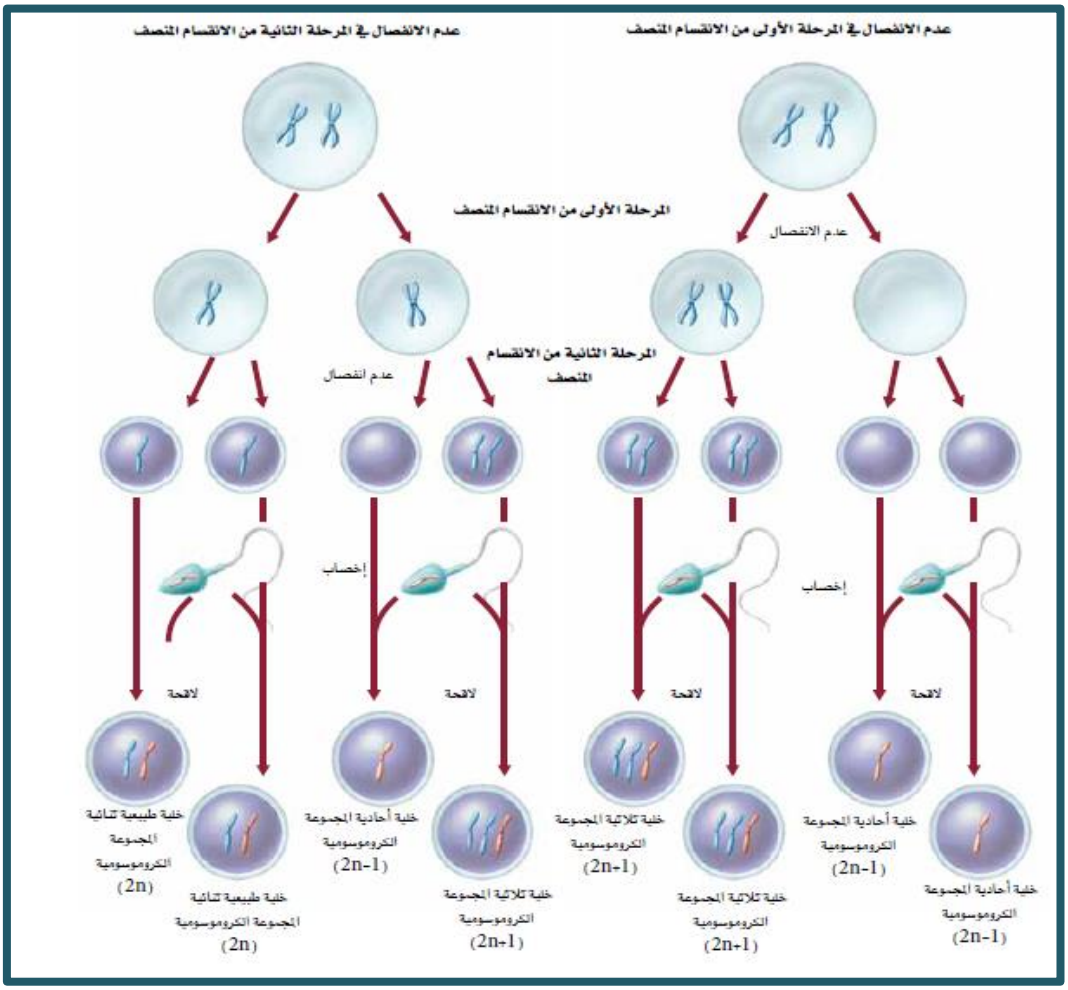
*** الأمشاج الناتجة لا تحصل على العدد الصحيح من الكروموسومات**

***عندما يلقح أحد هذه الأمشاج مشيجا اخر فإن النسل الناتج لا يحصل على العدد الصحيح من الكروموسومات.**

*** عدم الانفصال يمكن أن يؤدي إلى نسخ إضافية لكروموسوم معين أو نسخة واحدة فقط من كروموسوم معين.**

*** الحصول على مجموعة من ثلاث كروموسومات من النوع نفسه يسمى ثلاثية المجموعة الكروموسومية أما الحصول على كروموسوم واحد فيسمى أحادية المجموعة الكروموسومية.**

ملحوظة: يمكن أن يحدث عدم الانفصال في أي مخلوق تتكون أمشاجه بواسطة الانقسام المنصف .



مثال على الاختلالات الوراثية الناتجة عن عدم انفصال الكروموسومات الجسمية هي / متلازمة داون

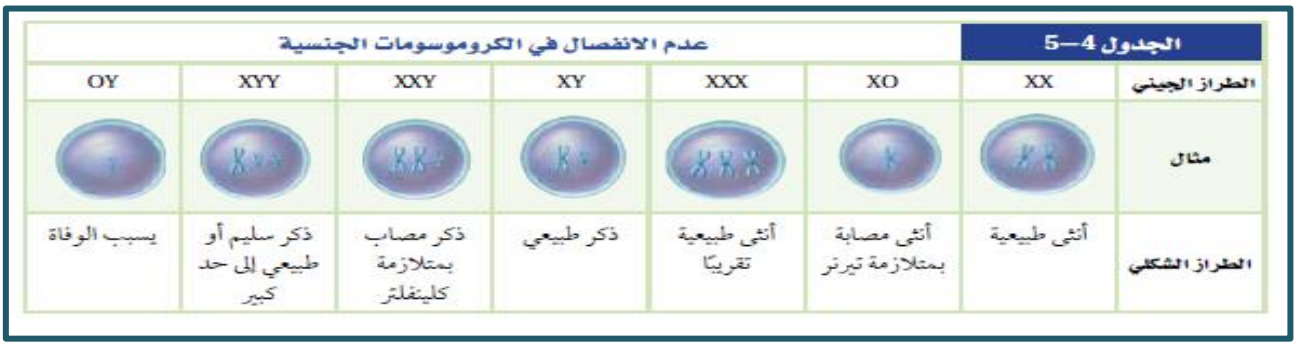
سببها: إضافة كروموسوم إلى زوج الكروموسومات الجسمي رقم 21 (3 كروموسومات بدلا من 2).

الأعراض: خصائص مميزة للوجه - قوام قصير - تخلف عقلي.

الشكل 18–5 يتميز الشخص المصاب بمتلازمة داون بوجود أعراض مميزة، ويظهر في الشكل مخطط كروموسومي يبين وجود ثلاث نسخ من الكروموسوم رقم 21.

ملحوظة: تزداد نسبة الأطفال المولودين بمتلازمة داون مع ازدياد عمر الأم (خطر الإصابة يزداد بنسبة 6% في الأمهات الاتي تزيد أعمارهن عن 45 سنة أو أكثر)

عدم الانفصال في الكروموسومات الجنسية: لاحظ الجدول التالي:



الجدول 4—5 عدم الانفصال في الكروموسومات الجنسية

الطراز الجيني	XX	XO	XXX	XY	XXY	XYY	OY
مثال							
الطراز الشكلي	أنثى طبيعية	أنثى مصابة بمتلازمة تيرنر	أنثى طبيعية تقريبًا	ذكر طبيعي	ذكر مصاب بمتلازمة كلينفلتر	ذكر سليم أو طبيعي إلى حد كبير	يسبب الوفاة

ملحوظة: الفرد المصاب بمتلازمة تيرنر يملك كروموسوم جنسي واحد فقط (تنتج هذه الحالة عن تلقيح مشيج خال من الكروموسوم).

جدول يوضح الاختلال عدد الكروموسومات (الشذوذ الكروموسومي في الإنسان)

السبب	الطراز الجيني	الطراز الشكلي	عدد الكروموسوم	الخلل في الكروموسومات	مكان الخلل	ملاحظات
-	XY	ذكر طبيعي	46 (44+ XY)	لا يوجد خلل	أفراد طبيعيين	
-	XX	انثى طبيعية	46 (44+ XX)	لا يوجد خلل		
عدم الانفصال في الكروموسومات الجنسية	XO	انثى مصابة بمتلازمة تيرنر	45 (44+ X)	الجنسية	لا يوجد أحد كروموسوم X الجنسي	بسبب: تلقيح مشيج خال من الكروموسوم X
	XXX	انثى طبيعية الى حد كبير	47 (44+XXX)	الجنسية	يوجد كروموسوم جنسي X اضافي	- تحدث في الاناث فقط - تسمى متلازمة ثلاثية أكس
	XXY	ذكر مصاب بمتلازمة كلاينفلتر	47 (44+XXY)	الجنسية	يوجد كروموسوم جنسي X اضافي	- تحدث في الذكور فقط
	XYY	ذكر طبيعي الى حد كبير	47 (44+XYY)	الجنسية	يوجد كروموسوم جنسي Y اضافي	- تحدث في الذكور فقط - تحدث خلال تكوين الحيوانات المنوية
	OY	ذكر - يسبب الوفاة	45 (44+ Y)	الجنسية	لا يوجد كروموسوم X الجنسي	- تسمى متلازمة توريت - تحدث بسبب تلقيح بويضة خالية من X
الفرد لديه 3 نسخ من X في زوج الكروموسومات رقم 21	-	ذكر مصاب بمتلازمة داون	47 (45+ XY)	الجسدية (الجسمية)	زيادة كروموسوم X في زوج الكروموسومات رقم 21	أعراضه: قصر القامة , تخلف عقلي , الرأس كبير , عيون ضيقة منغولية , اضطرابات قلبية
	-	انثى مصابة بمتلازمة داون	47 (45+ XX)			

الفحص الجنيني **يتم عمل فحوصات مختلفة لمراقبة كل من الأم والجنين في الحالات التالية:**

1- **الأزواج الذين يشكون أنهم ربما يكونون ناقلين لاختلال وراثي معين.**
2- **الأزواج الكبار في العمر.**

الجدول 5–5 فحوصات جنينية

الفحص	الفوائد	الأخطار
أخذ عينة من السائل الأمنيوني (الرهلي).	• تشخيص الاختلالات الكروموسومية. • تشخيص التشوهات الأخرى.	• عدم الراحة التي تشعر بها الأم. • احتمال ضئيل للعدوى. • خطر الإجهاض.
أخذ عينات من خملات الكوريون.	• تشخيص الاختلالات الكروموسومية. • تشخيص اختلالات وراثية معينة.	• خطر الإجهاض. • خطر العدوى. • خطر تعرض الجنين للتشوهات في الأطراف.
أخذ عينات من دم الجنين.	• تشخيص الاختلالات الكروموسومية أو الوراثية. • اختبار مشكلات الدم في الجنين أو مستويات الأكسجين. • إمكانية إعطاء الأدوية للجنين قبل الولادة.	• خطر النزيف من مكان أخذ العينة. • خطر العدوى. • ربما يتسرب السائل الأمنيوني (الرهلي). • خطر موت الجنين.

ملحوظة: على الأطباء أن يراعو الكثير من العوامل قبل إجراء هذه الفحوصات من أهمها المشكلات الصحية السابقة للأم والجنين كذلك.

المادة الوراثية DNA

اكتشاف المادة الوراثية:

* عرف العلماء أن المعلومات الوراثية محمولة على الكروموسومات في الخلايا حقيقية النواة.

* أهم مكونين للكروموسومات هما DNA والبروتين.

س/ أي منهما يعد المادة الوراثية؟

تجارب العالم جريفث

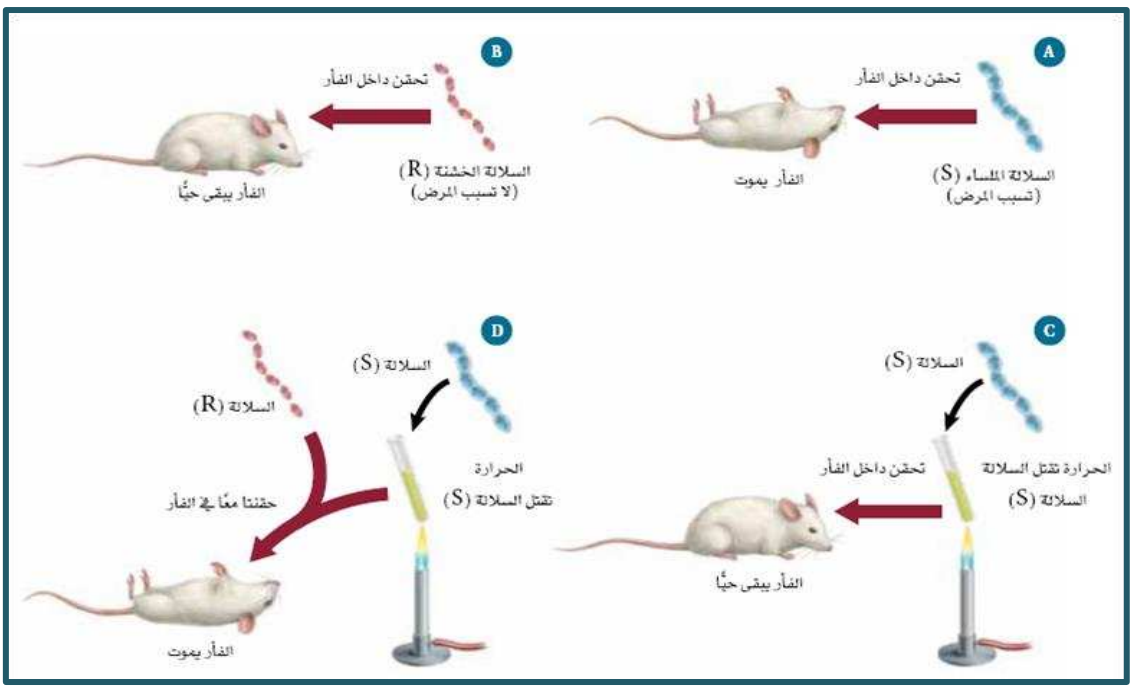
- أجرى أول تجربة لإثبات أن DNA هو المادة الوراثية عام 1928.

- أجرى العالم فريدريك جريفث تجاربه على سلالتين من البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوي هما :-

السلالة (S)	السلالة (R)
لها غلاف من السكر	ليس لها غلاف من السكر
ملساء	خشنة
تسبب التهاب الرئة	لا تسبب الالتهاب الرئوي

ملحوظة: لاحظ العالم جريفث أن أحد السلالتين يمكنها أن تتحول إلى الشكل الاخر.

خطوات التجربة التي أجراها جريفث:



الخطوة	النتيجة
تم حقن الفئران بسلالة S الحية المسببة للمرض	ماتت الفئران
تم حقن الفئران بسلالة R الحية والتي لا تسبب المرض	لم تمت الفئران
تم قتل السلالة S حراريا وحقن الفئران بها	لم تمت الفئران
تم خلط خلايا R حية مع خلايا S الميتة وحقنت بها الفئران	ماتت الفئران
عزل جريفث خلايا بكتيرية حية من الفئران الميتة وعند فحصها	لوحظ الصفة الملساء عليها

الملاحظة: انتقل العامل المسبب للمرض من البكتيريا S الميتة إلى البكتيريا R الحية فأصبحت ملساء

الاستنتاج: حدث تحول من البكتيريا الحية R إلى البكتيريا الحية S.

ملحوظة: أرست هذه التجربة مرحلة البحث لمعرفة المادة المسببة للمرض.

تجارب العالمان هيرشي وتشيس

- أجرى العالمان هيرشي وتشيس عام 1952 تجاربهما على فيروس آكل البكتيريا (نوع من الفيروسات يهاجم البكتيريا) .
- وفرت نتائج هيرشي وتشيس الدليل الدامغ على أن DNA هو عامل التحول.

*** العوامل التي جعلت تجارب هيرشي وتشيس ملائمة لإثبات أن (DNA) هو المادة الوراثية:**

1- فيروس آكل البكتيريا المستعمل في التجربة يتكون من والبروتين فقط DNA.

2- لا تستطيع الفيروسات أن تتضاعف بنفسها، لذلك يجب أن تحقن الفيروسات مادتها الوراثية داخل خلايا حية لتتمكن من التكاثر.

لذلك: وسما هيرشي وتشيس كلا من مكوني الفيروس DNA والبروتين (ليحددا أي مكون يحقن داخل البكتيريا فيكون هو المادة الوراثية) .

ملحوظة: يدخل الفوسفور في تكوين DNA ولا يدخل في تكوين البروتين، بينما يدخل الكبريت في تكوين البروتين ولا يدخل فى تكوين DNA.

خطوات التجربة (سمية التجربة الحقن بالإشعاع):

1- حقن العالمان مجموعة من الفيروسات بالفسفور المشع ^{32}P الذي يدخل في تكوين الـ DNA (المجموعة 1).

2- وحقنا مجموعة أخرى من الفيروسات بالكبريت المشع ^{35}S الذي يدخل في تكوين البروتين (المجموعة 2).

3- سمحا لمجموعتي الفوسفات بمهاجمة البكتيريا.

ملحوظة: عندما تهاجم الفيروسات البكتيريا فإنها تلتصق على السطح الخارجي لها وتحقن مادتها الوراثية داخلها.

3- بدأ هيرشي وتشيس في تفحص مجموعتي البكتيريا ولاحظا التالي:

المجموعة	الملاحظة	الاستنتاج
الأولى (1)	وجدا أن DNA الفيروس المحقون بالفسفور المشع ^{32}P تم حقنه داخل البكتيريا ووجدا أن الفيروسات التي انطلقت من البكتيريا المصابة بعد فترة من الزمن تحتوي على فسفور مشع ^{32}P	DNA هو حامل المعلومات ال وراثية
الثانية (2)	وجدا أن البروتينات الموسومة بالكبريت المشع ^{35}S ظلت خارج الخلايا البكتيرية وقد حدث تضاعف للفيروسات داخل الخلايا البكتيرية مما يشير إلى أن المادة الوراثية المسؤولة عن التضاعف دخلت إلى الخلايا البكتيرية ولم يوجد أي ^{35}S داخلها	يؤكد أن DNAهي المادة الوراثية وليس البروتين

5- استنتج كلا من هيرشي وتشيس اعتمادا على نتائجهما أن DNAهي المادة الوراثية وهي التي تنتقل من جيل إلى جيل في الفيروسات.

الجدول 1–6 ملخص نتائج هيرشي وتشيس

المجموعة 1 (الفيروسات مميزة بـ ^{32}P)		المجموعة 2 (الفيروسات مميزة بـ ^{35}S)	
بكتيريا مصابة	سائل يحتوي على فيروسات	بكتيريا مُصابة	سائل يحتوي على فيروسات
• DNA فيروس مميز بـ (^{32}P) داخل خلايا البكتيريا. • تضاعف الفيروس. • الفيروسات الجديدة تحوي ^{32}P.	• لا يوجد DNA مميز. • لم تتضاعف الفيروسات.	• لا توجد بروتينات فيروس مميزة بـ (^{35}S). • تضاعف الفيروس. • لم تكن الفيروسات الجديدة مميزة.	• توجد بروتينات مميزة. • لم تتضاعف الفيروسات.

تركيب DNA

DNAهو المادة الوراثية ويوفر المعلومات المطلوبة لبناء فيروسات جديدة.

- يتكون DNA من وحدات تسمى النيوكليوتيدات (النيوكليوتيدات هي وحدات بناء الأحماض النووية).

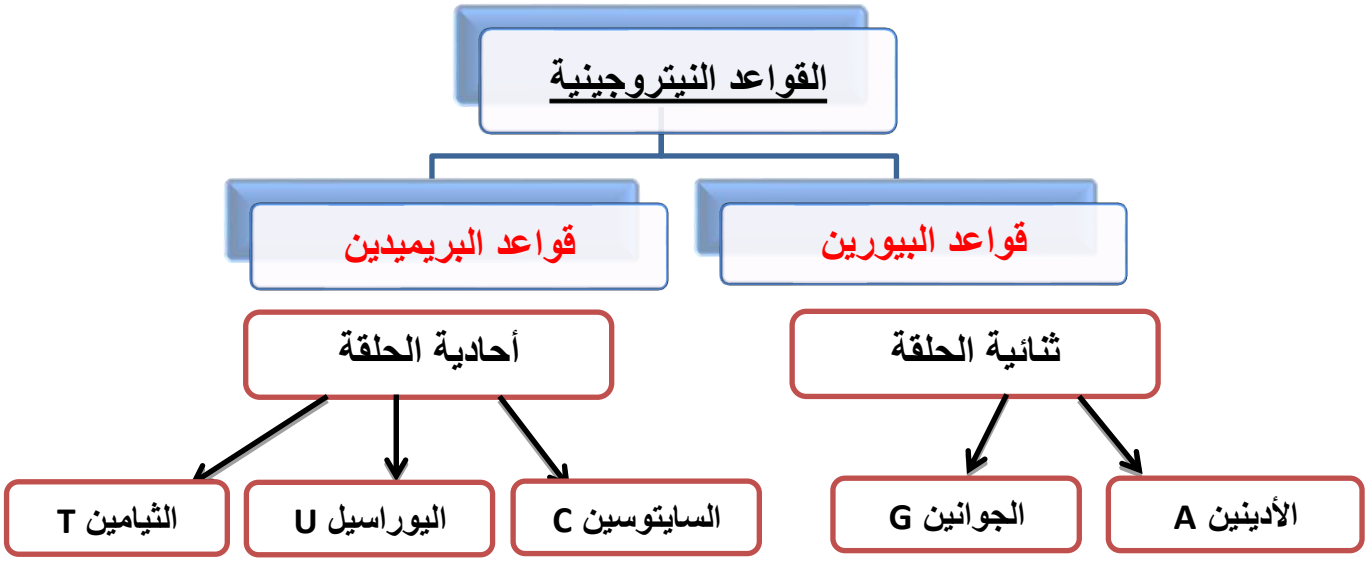
- حدد عالم الكيمياء الحيوية (ليفن) التركيب الأساسي للنيوكليوتيدات والتي تتكون من:

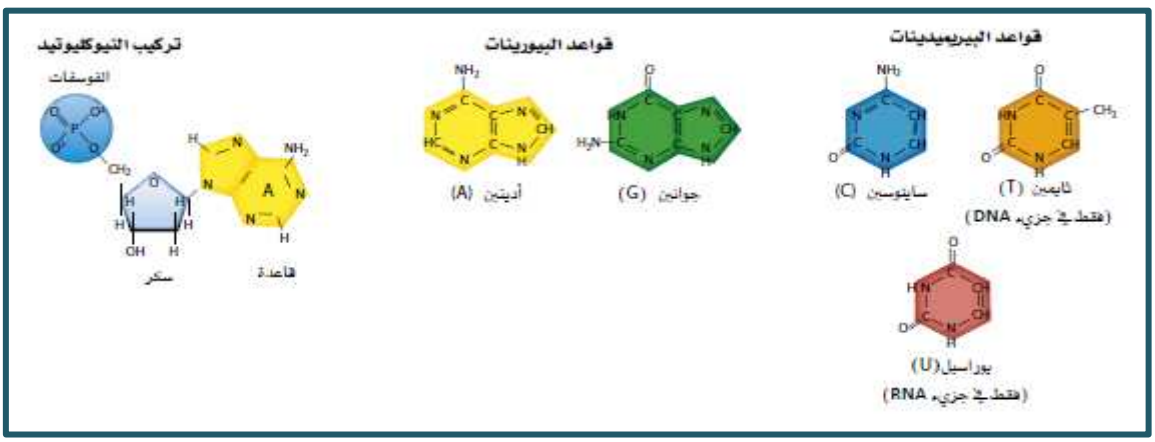
1- سكر خماسي الكربون 2- مجموعة فوسفات 3- قاعدة نيتروجينية

ملحوظة: الحمضان النوويان الأساسيان في الخلية هما DNA وRNA.

الفرق بين نيوكليوتيدة DNA ونيوكليوتيدة RNA:

نيوكليوتيدةDNA	نيوكليوتيدةRNA
تحتوي على سكر رايبوز منقوص الأكسجين	تحتوي على سكر الرايبوز
تحتوي على مجموعة فوسفات	تحتوي على مجموعة فوسفات
تحتوي على إحدى أربع قواعد نيتروجينيه هي: الأدينين – الجوانين – الثيامين - السايتوسين	تحتوي على إحدى أربع قواعد نيتروجينية هي: الأدينين – الجوانين – اليوراسيل - السايتوسين





محاولات التعرف على شكل وتركيب جزيء DNA:

*** (العالم موريس ويلكنز):**

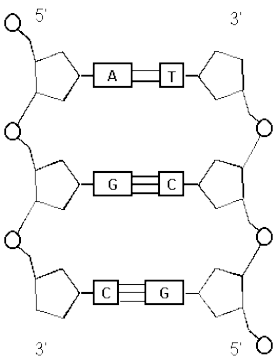
(استخدم تقنية تشتت الأشعة السينية) وهي تقنية تصويب الأشعة السينية على جزيء DNA .

*** (العالمة روزالند فرانكلين):**

التقطت الصورة 51 المشهورة الان لجزيء DNA وجمعت بياناتها التي بينت أن:

جزيء DNA حلزوني مزدوج أو على شكل سلم ملتوي مكون من شريطين من النيوكليوتيدات ملتف أحدهما حول الاخر.

صورة 51



ملحوظة: جزيء وهو المادة الوراثية لجميع المخلوقات الحية وهو مكون من شريطين من النيوكليوتيدات أحدهما مكمل للآخر ومزدوجين بدقة وملتفين ليكونا لولبا مزدوجا.

*** (العالمان واطسون وكريك):**

استخدما صورة فرانكلين لتشتت الأشعة السينية وقاسا معا عرض اللولب والمسافات بين القواعد وقاما ببناء نموذج مزدوج للولب يتوافق مع أبحاث الاخرين.

خصائص نموذج لولب واطسون وكريك

1- يتكون جزيء DNA من شريطين يتكونان من رايبوز منقوص الأكسجين وفوسفات بشكل متبادل.

2- يرتبط كلا من السايتوسين مع الجوانين بثلاث روابط هيدروجينية (ثلاثية)

3- يرتبط الثيامين مع الأدينين بواسطة رابطتين هيدروجينيتين (ثنائية)

تركيب DNA:

*** يشبه جزيء DNA سلم ملتوي (شريطان مرتبطان كالسلم).**

*** كل شريط عبارة عن مجموعة من النيوكليوتيدات ترتبط مع بعضها بروابط تساهمية.**

*** يمثل حاجز الحماية للسلم السكر المنقوص الأكسجين والفوسفات بشكل متبادل جانبي السلم.**

*** تشكل أزواج القواعد النيتروجينية درجات هذا السلم فترتبط مع بعض بروابط هيدروجينية.**

ملحوظة: دائما ترتبط قاعدة بيورين ثنائية مع قاعدة بريميدين أحادية وينتج عن هذا:

1- يظل بعد حاجزي الحماية عن بعضهما ثابت (هيكل سكر الفوسفات).

2 - عدد قواعد البيورين يساوي عدد قواعد البريميدين في نموذج DNA.

(C + T = G + A) ----- (C = G و A = T)

ملحوظات:

- **يستعمل ازدواج القواعد التكاملي لوصف الارتباط الدقيق بين قواعد البيورينات والبريميدينات.**
- **خاصية تضاعف جزيء DNA يمكن من خلالها أن يحدد الشريط الأصلي ترتيب القواعد في الشريط الجديد.**
- **يتم تحديد اتجاه الشريط تبعا لذرات الكربون في جزيء السكر ومجموعة الفوسفات المرتبطة بها.**
- **شريطي DNA متعاكسين بالنسبة لبعضهما البعض (يكون اتجاه أحد الشريطين 5^- إلى 3^- والاخر في الاتجاه 3^- إلى 5^-) وهذا يجعل القواعد النيتروجينية متقابلة فتتمكن من الازدواج .**

تركيب الكروموسوم:

في بدائية النواة: يوجد جزيء DNA في السيتوبلازم ويتكون من: - حلقة DNA - بروتينات مرتبطة

في حقيقية النواة: يتكون جزيء DNA في الخلايا حقيقية النواة كالتالي:

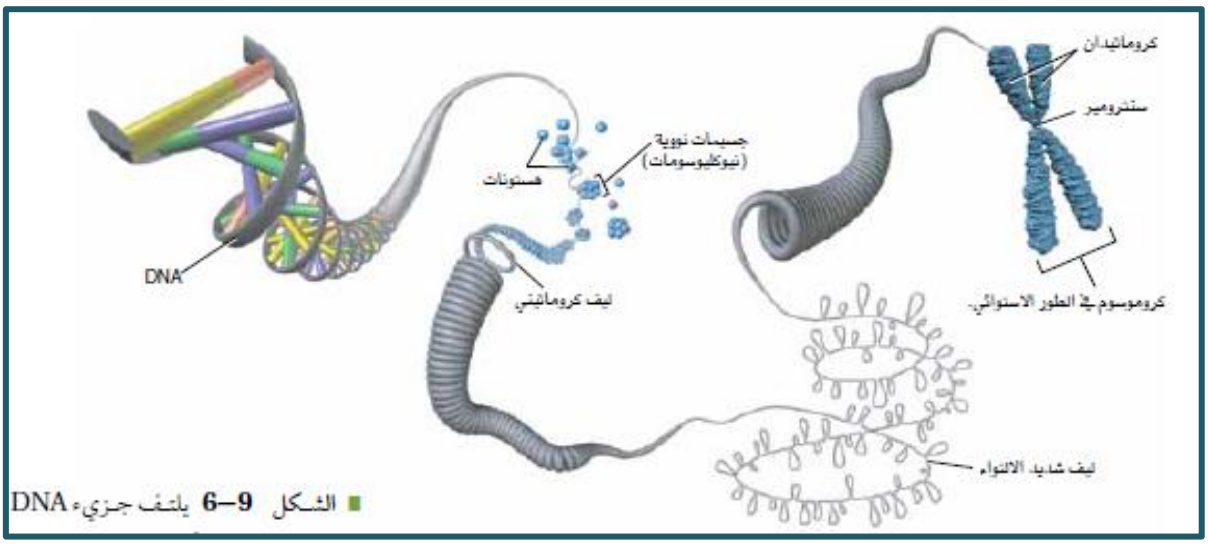
- يكون على صورة كروموسومات منفردة (يتراوح طول الكروموسوم بين 51 مليون إلى 245 مليون زوج من القواعد النيتروجينية)

- يلتوي شريط DNA بشدة حول مجموعة من البروتينات شبيهة بالخرز تسمى الهستونات.

- تنجذب بروتينات الهستون الموجبة الشحنة نحو مجموعات الفوسفات سالبة الشحنة في جزيء DNA لتشكل جسيما نوويا (نيوكليوسوم) .

- تتجمع النيوكليوسومات معا لتكون ألياف كروماتينية.

- تلتوي الألياف الكروماتينية بشدة لتكون تركيب DNA المعروف.



الشكل 6–9 يلتف جزيء DNA

تضاعف DNA شبه المحافظ:

اقترح كلا من واطسون وكريك طريقة تضاعف DNA الشبه محافظ حيث:

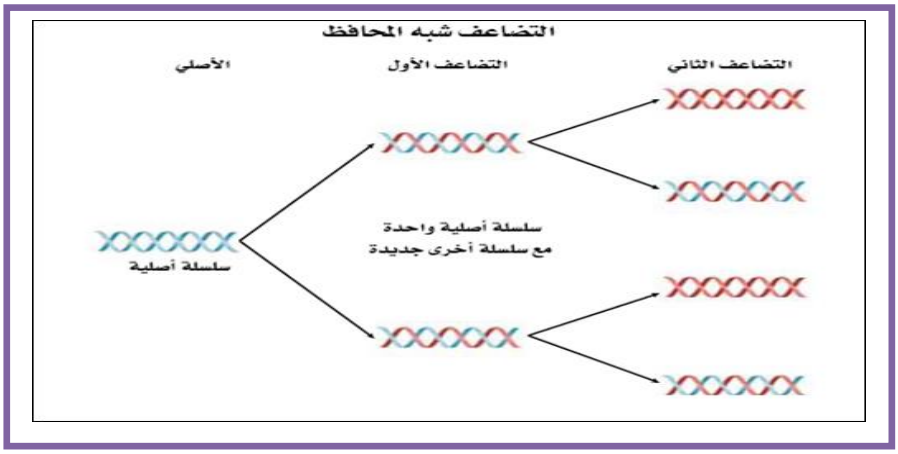
ينفصل شريطا جزيء DNA الأصليان ويستعملان كقوالب حيث ينتج شريطين جديدين من DNA كل شريط مزدوج جديد مكون من شريط مفرد أصلي وآخر جديد وذلك خلال الطور البيني للانقسام المتساوي أو المنصف.

مراحل التضاعف الشبه محافظ: يتم على ثلاث مراحل متتالية هي: -

فك الالتواء الحلزوني ← ازدواج القواعد النيتروجينية ← الارتباط

أولا / فك الالتواء: تتم عملية فك الالتواء وفق الخطوات التالية: -

1- يقوم إنزيم فك حلزنة (DNA هيليكيز) بفك التواء DNA وفصل شريطي DNA عن بعضهما عن طريق كسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية فتتشكل أشرطة مفردة من DNA .
2- ترتبط مجموعة من البروتينات تسمى البروتينات المرتبطة بأشرطة DNA المفردة لإبقاء الأشرطة منفصلة عن بعضها البعض خلال عملية التضاعف.
3- يضيف إنزيم اخر يسمى إنزيم بدء RNA قطعة صغيرة من RNA تسمى بداية RNA إلى شريط DNA



ثانيا / إزدواج القواعد النيتروجينية: وتتم وفق الخطوات التالية: -

1- يعمل انزيم بلمرة DNA على إضافة النيوكليوتيدات الملائمة إلى الشريط الجديد من DNA (حيث يضيف النيوكليوتيدات الجديدة إلى الطرف 3^- للشريط الجديد).

ملحوظة: كل قاعدة ترتبط بالمكملة لها (ترتبط A مع T وترتبط C مع G)

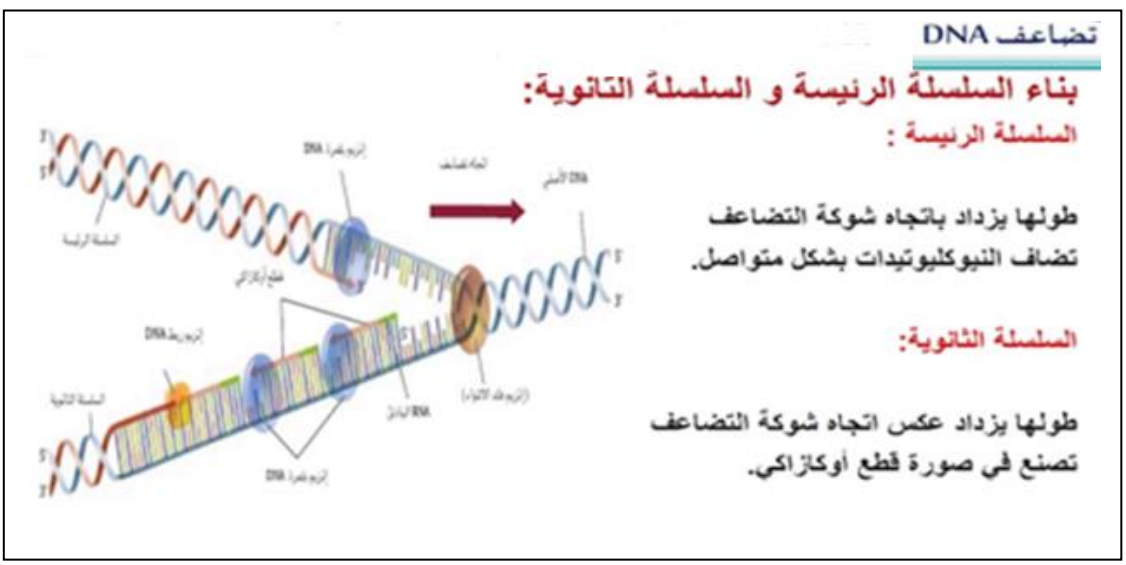
2- بهذه الطريقة تسمح القوالب بإنتاج نسخا متطابقة لجزيء DNAالأصلي الحلزوني المزدوج.

ملحوظات هامه: يتم بناء شريطي DNA الجديدين بشكل مختلف قليلا كالتالي: -

- **الشريط الرئيسي: يُصنع بشكل متواصل ومستمر في الاتجاه 5^- إلى الاتجاه 3^- (بإضافة نيوكليوتيدات جديدة إلى الطرف 3^-).**
- **الشريط الثانوي: ينمو بعيدا عن الشريط الرئيسي (عكسه) وعلى شكل قطع تسمى قطع أوكازاكي باستعمال إنزيم بلمرة DNA وفي الاتجاه من 3^- إلى الطرف 5^- ثم تربط هذه القطع لاحقا بواسطة إنزيم ربط.**

ملحوظة: طول قطعة أوكازاكي من 100 : 200 نيوكليوتيدة في الخلية حقيقية النواة .

يسمي هذا بالتضاعف الشبه محافظ لأن أحد الشريطين يُصنع بشكل مستمر والاخر يُصنع بشكل متقطع



ثانيا / عملية الربط: تتم هذه العملية وفق الخطوات التالية:

1- تضاعف DNA في الخلية حقيقية النواة يبدأ عادة في أماكن عدة على طول الكروموسوم.

2- عندما يصل إنزيم بلمرة DNA إلى موقع بدء RNA فإنه يزيل جزيء بدء RNA ويستبدله بنيوكليوتيدة DNA.

3- يقوم إنزيم ربط DNA بربط الجزيئين معا.

DNA و RNA والبروتين

المبدأ الأساسي:

المبدأ الأساسي اللازم لقراءة الجينات والتعبير عنها هو إنتاج جزيء RNA من جزيء DNA الذي يوجه عملية بناء البروتين.

DNA ← RNA ← بروتين

RNA جزيء: هو حمض نووي يشبه جزيء DNA وهو يحتوي على سكر رايبوز وقاعدة نيتروجينية يوراسيل بدلا من الثيامين وهو شريط مفرد.

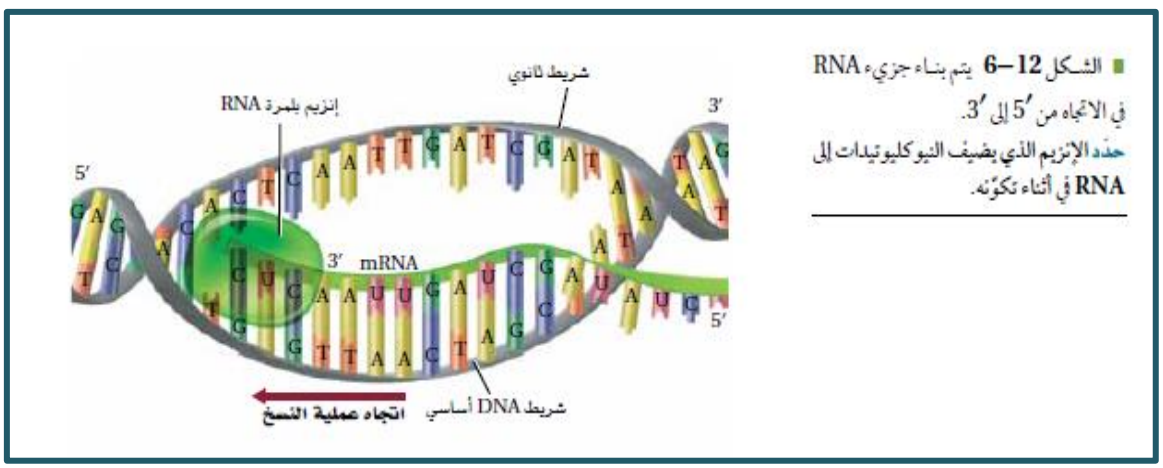
جزيء DNA	جزيء RNA
يدخل في تكوينه سكر الرايبوز منقوص الأكسجين	يدخل في تكوينه سكر الرايبوز
يدخل في تكوينه القواعد النيتروجينية: الأدينين – الجوانين – الثيامين – السايتوسين	يدخل في تكوينه القواعد النيتروجينية: الأدينين – الجوانين – اليوراسيل – السايتوسين
شريط مزدوج	شريط مفرد

أنواع جزيء RNA

يوجد ثلاث أنواع من RNA، تختلف في شكلها ووظائفها كالتالي:

الاسم	mRNAالرسول	rRNA الرايبوسومي	tRNA الناقل
الوظيفة	يحمل المعلومات الوراثية من DNA في النواة ليوجه بناء البروتينات في السيتوبلازم	يرتبط مع البروتينات لبناء الرايبوسومات في السيتوبلازم	ينقل الأحماض الأمينية من السيتوبلازم إلى الرايبوسومات
الشكل			
التركيب	أشرطة طويلة من نيوكليوتيدات RNA تنتج مكملة لشريط من DNA	نوع من RNA يرتبط بالبروتينات	قطع صغيرة من نيوكليوتيدات RNA

بناء البروتين: تتم عملية بناء البروتين على مراحل كالتالي:



أولا/ عملية النسخ:

(هي عملية نسخ شفرة بناء البروتين من على جزيء DNA إلى جزيء mRNA في النواة)

ومعنى ذلك

أنها عملية يتم فيها بناء mRNA من DNA القالب، (حيث تعمل احدى سلسلتي DNA كقالب لتكوين سلسلة فردية من mRNA).

ملحوظة: - تتم عملية النسخ في النواة.
- ينتقل بعد ذلك جزيء mRNA إلى السيتوبلازم من أجل صناعة البروتين عن طريق الرايبوسومات.

خطوات عملية النسخ:

1- **ينفك شريط DNAبالنواة ويرتبط به انزيم بلمرة RNA (وهو الإنزيم الذي ينظم عملية بناء RNA) في منطقة محددة يبدأ عندها بناء mRNA.**

2- **يبدأ انزيم بلمرة RNA ببناء mRNA حيث يتحرك الانزيم على طول احد اشرطة DNAفي الاتجـــاه من 3^- إلى 5^- ويسمى هذا الشريط الـ DNAالذي تمت قراءته بالشريط القالب (الشريط الذي لم يتم قراءته يسمى اللاقالب). (يُصنع mRNA مكملاً نيوكليوتيدات DNA).**

3- **يطلق جزيء mRNA وينفك انزيم بلمرة RNA عن DNA , ويتحرك mRNA الجديد خارجاً من النواة إلى السيتوبلازما عبر ثقوب الغشاء النووي (الثقوب النووية) .**

ملحوظة: - يتم بناء شريط mRNA من الاتجاه 5^- إلى 3^- بإضافة نيوكليوتيدات RNA جديدة في الطرف 3^-.
- يتم إضافة اليوراسيل بدلا من الثيامين حتى يكتمل صنع جزيء mRNA.

ثانيا/ عملية المعالجة:

*** لاحظ العلماء أن طول mRNA الحامل لشفرة بناء البروتين أقصر من طول DNA المنسوخ منه.**

*** اكتشف العلماء أن جزيئات mRNA تخضع لعملية تعديل منها إزالة أجزاء وذلك قبل مغادرتها النواة.**

تتلخص عملية المعالجة في التالي:

1- **إزالة جزء وسطي mRNA وهو جزء غير فاعل لا يتضمن شفرات لبناء البروتين في DNA. ويسمى هذا الجزء من mRNA (إنترون).**

2- **التحام الأجزاء الفاعلة من mRNA ويسمى الجزء الواحد منها (إكسون) وهي أجزاء من DNA تحتوي على شيفرات ستترجم بعد قطع الإنترونات إلى بروتينات.**

3- **تشكل السلسلة الناتجة من فصل إنترونات والتحام إكسونات سلسلة mRNA الناضجة.**

4- **ينتقل mRNA الناضجة عبر غشاء النواة إلى الرايبوسومات في السيتوبلازم حيث يتم بناء البروتين.**

الشفرة الوراثية:

توصل العلماء إلى أن 20 حمض أميني تستعمل في بناء البروتينات، لذلك يجب أن يوفر DNA على الأقل 20 شفرة مختلفة من أربع قواعد نيتروجينية.

لذلك افترض العلماء عدة فرضيات للشفرة الوراثية كالتالي:

الشفرة أحادية: مكونة من قاعدة واحدة إذاً عدد الشفرات

4 شفرات وبالتالي لا تكفي للـ 20 حمض أميني.

الشفرة ثنائية: مكونة من قاعدتين وعدد الشفرات

$4^2 = 4 \times 4 = 16$ شفرة وهي لا تكفي أيضا للـ 20 حمض أميني.

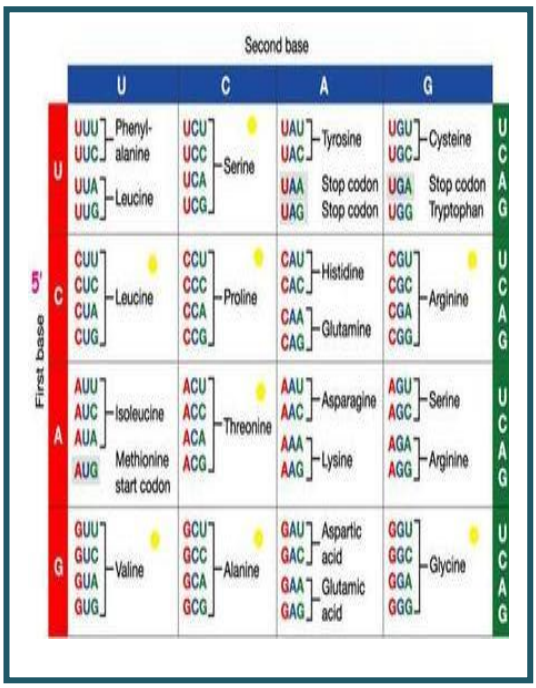
الشفرة ثلاثية: مكونة من 3 قواعد وعدد الشفرات

$4^3 = 4 \times 4 \times 4 = 64$ شفرة وهنا :

(عدد الشفرات أكثر من عدد الأحماض الأمينية)

يفسر ذلك على أن:

(للحمض الأميني الواحد أكثر من شفرة - هناك ثلاث شفرات غير مسؤولة عن أحماض أمينية تسمى شفرات التوقف)



الكودون: هو شفرة وراثية مكونة من 3 قواعد نيتروجينية في DNA أو mRNA.

ملحوظة: - الكودون AUG مسؤول عن الحمض الأميني ميثونين ويعمل (كودون بدء) في سلسلة عديد الببتيد دائما.

- هناك 3 كودونات عديمة المعنى لا ترمز لأي حمض أميني وتسمى كودونات التوقف هي UAA - UGA - UAG .

ثالثا/ عملية الترجمة:

بعدما يُصنع mRNA وتتم معالجته داخل النواة ينتقل إلى السيتوبلازم ويتحرك نحو الرايبوسومات حيث ترتبط بالطرف 5^- عندما يتحرك وتبدأ قراءة الشفرة والترجمة لبناء البروتين من خلال عملية الترجمة.

دور tRNA في عملية الترجمة :

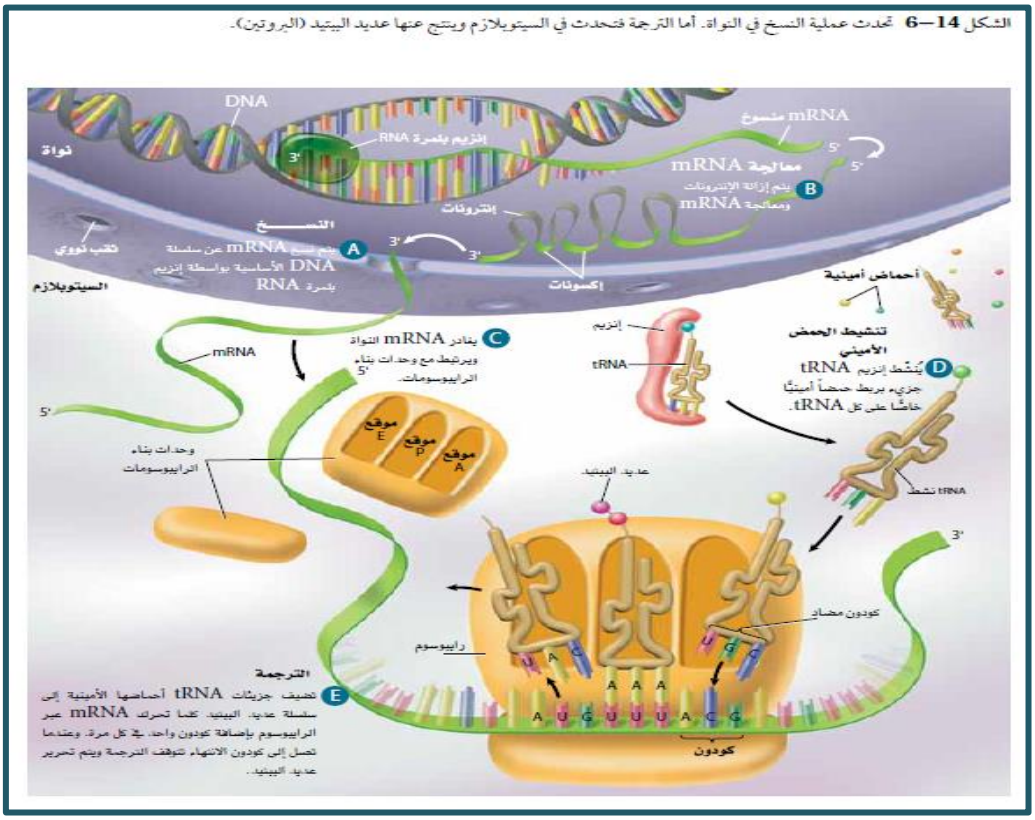
* تعمل كمفسرات لترتيب الكودونات على mRNA (مترجم للشفرة على mRNA).

* ينطوي شريط tRNA ويتم تنشيطه بإنزيم يعمل على ربط حمض أميني محدد على النهاية الخاصة به في الطرف 3^- .

* في منتصف شريط tRNA المنطوي يكون هناك ترتيب مكون من 3 قواعد يسمى الكودون المضاد .

* كل كودون مضاد هو مكمل للكودون على mRNA .

ملحوظة: الشفرة على DNA و RNA تقرأ من 5^- إلى 3^- ولكن الكودون المضاد يُقرأ من 3^- إلى 5^- .



دور الرايبوسومات في عملية الترجمة:

1- يتكون الرايبوسوم من وحدتين بنائيتين تكونان غير مرتبطتان معاً عندما لا تكونان مشتركتان في عملية بناء البروتين وعندما يترك mRNA النواة ويدخل في السيتوبلازم تجتمع وحدتا الرايبوسوم معاً ويرتبطان بـ mRNA لتكوين الرايبوسوم الفعال.

2- يحتوي الرايبوسوم على ثلاث مواقع (أخاديد) مهمة هي P و A و E لكل موقع دوره الذي ستتعرف لاحقاً .

3- عندما يرتبط mRNA مع الرايبوسوم يتحرك tRNA الحامل للحمض الأميني ميثيونين (أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد) مع كودونه المضاد UAC ويرتبط مع كودون البدء AUG على mRNA على النهاية -5 (في الموقع P من الرايبوسوم).

4- يتحرك جزيء tRNA آخر نحو الموقع A والمحتوي على الكودون الثاني UUU للـ mRNA ويرتبط معه tRNA بكودون مضاد AAA حاملاً حمض أميني فينيل الأنين.

5- يعمل جزء من rRNA عمل إنزيم محفز لتكوين رابطة ببتيدية بين الحمضين الأمينيين في الموقعين A و P وعند ربط الحمضين الأمينيين يتحرر tRNA من الموقع P إلى الموقع E حيث يغادر الرايبوسوم .

6- يتحرك الرايبوسوم بمقدار كودون (3 قواعد نيتروجينية) على mRNA بحيث يتغير موقع tRNA من الموقع A إلى الموقع P .

7- عندئذ يدخل tRNA جديدا إلى الموقع A مكملاً الكودون الثالث على mRNA.

8- تستمر عملية إضافة أحماض أمينية جديدة وتكوين روابط حسب ما تحدده تتابع الكودونات على mRNA.

9- يستمر الرايبوسوم في التحرك إلى أن يدخل الموقع A أحد كودونات التوقف حيث يشير هذا الكودون إلى انتهاء تكوين سلسلة عديد الببتيد (صنع البروتين) وهو لا يوجد له أي tRNA وهنا يستقبل الموقع A بروتينا خاصا بدلا من tRNA حيث يعمل هذا البروتين على فصل سلسلة عديد الببتيد المتكونة .

10- بذلك تنتهي عملية الترجمة وتنفصل الوحدتان البنائيتان للرايبوسوم عن بعضهما.

جين واحد - إنزيم واحد:

بدأ العلماء دراسة العلاقة بين الجينات والبروتينات وكانت البداية كالتالي:

العالمان جورج بيدل وإدوارد تاتوم عام 1940:

استعملا فطر نيوروسبورا لإظهار العلاقة بين الجينات والإنزيمات وقدما دليلا على أن الجين قد يكون مسئولا عن إنزيم كالتالي:

1- عرضت أبواغ فطر النيوروسبورا للأشعة السينية وزرعت في وسط كامل ووسط أدنى لمعرفة أيهما حدث به طفرة.

ملحوظة: لم تتمكن الأبواغ من النمو في الوسط الأدنى.

ملحوظة: الوسط الكامل هو الوسط الصناعي الذي يحتوي على جميع الأحماض الأمينية التي يحتاج إليها الفطر لينمو ويعمل أما الوسط الأدنى هو الذي لا يحتوي على أحماض أمينية.

2- قام العالمان بفحص الفطر لمعرفة الحمض الأميني الذي ينقصه.

3- نمت أبواغ الفطر في وسط أدنى يحتوي على حمض أميني معين (وليكن الأرجينين مثلا)

4- افترض العالمان أن الفطر الذي به طفرة ينقصه الإنزيم المطلوب لتصنيع الأرجينين.

لذلك توصلا إلى ما يعرف بفرضية (جين واحد – إنزيم واحد) وعُدلت هذه الفرضية فيما بعد إلى حقيقة هي :

الجين مسؤول عن تصنيع عديد ببتيد واحد