

## مذكرة حيا 316



### تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج البحرينية

موقع المناهج ⇨ المناهج البحرينية ⇨ الصف الثالث الثانوي ⇨ أحياء ⇨ الفصل الثاني ⇨ ملفات متنوعة ⇨ الملف

تاريخ إضافة الملف على موقع المناهج: 15:24:25 2025-03-18

ملفات اكتب للمعلم اكتب للطالب | اختبارات الكترونية | اختبارات | حلول | عروض بوربوينت | أوراق عمل  
منهج انجليزي | ملخصات وتقارير | مذكرات وبنوك | الامتحان النهائي | للمدرس

المزيد من مادة  
أحياء:

إعداد: إسلام حسن

### التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثالث الثانوي



صفحة المناهج  
البحرينية على  
فيسبوك

الرياضيات

اللغة الانجليزية

اللغة العربية

التربية الاسلامية

المواد على تلغرام

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

شرح درس شوكلات الجلد

1

حل تقويم الفصل الثاني

2

مذكرة التميز في الأحياء 4

3

تجميع أسئلة امتحان نهاية الفصل الثاني

4

المذكرة الشاملة في تحليل دروس مقرر حيا 217

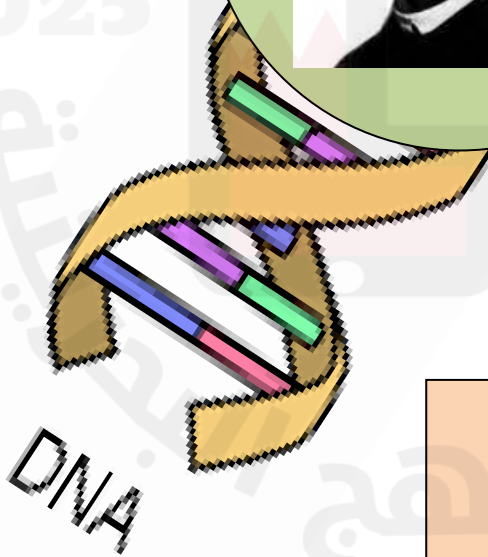
5



وزارة التربية والتعليم  
Ministry of Education

الأحياء 4

حيا 316



إعداد الأستاذ

إسلام حسني حسن

مدرسة الهداية الخليفية الثانوية للبنين



## الغشاء البلازمي

ذرة أو مجموعة ذرات لها شحنة موجبة أو سالبة

الايون

### مصطلحات الدرس

خاصية للغشاء البلازمي تسمح له بتنظيم مرور المواد من الخلية وإليها.	النفاذية الاختيارية
طبقة الغشاء البلازمي التي تتكون من جزيئات الدهون المفسفرة ترتب بحيث تكون الرؤوس القطبية للخارج والذيل غير القطبية للداخل	طبقة الليبيدات المفسفرة المزدوجة
بروتين ينقل المواد أو الفضلات عبر الغشاء البلازمي	البروتينات الناقلة
نموذج يوضح أن الغشاء البلازمي وما يحتويه من مكونات تتحرك بشكل ثابت وينزلق بعضها فوق بعض داخل طبقة الليبيدات المفسفرة.	النموذج الفسيفسائي المائع

### وظيفة الغشاء البلازمي

1	أحد التراكيب المسنولة عن حفظ الاتزان الداخلي للخلية (الاتزان الداخلي ضروري لبقاء الخلية).
2	هو حد فاصل رقيق مرن بين بين الخلية وبيناتها يسمح بمرور المواد الغذائية إلى الخلية والتخلص من الفضلات والمواد الأخرى

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

ملحوظة

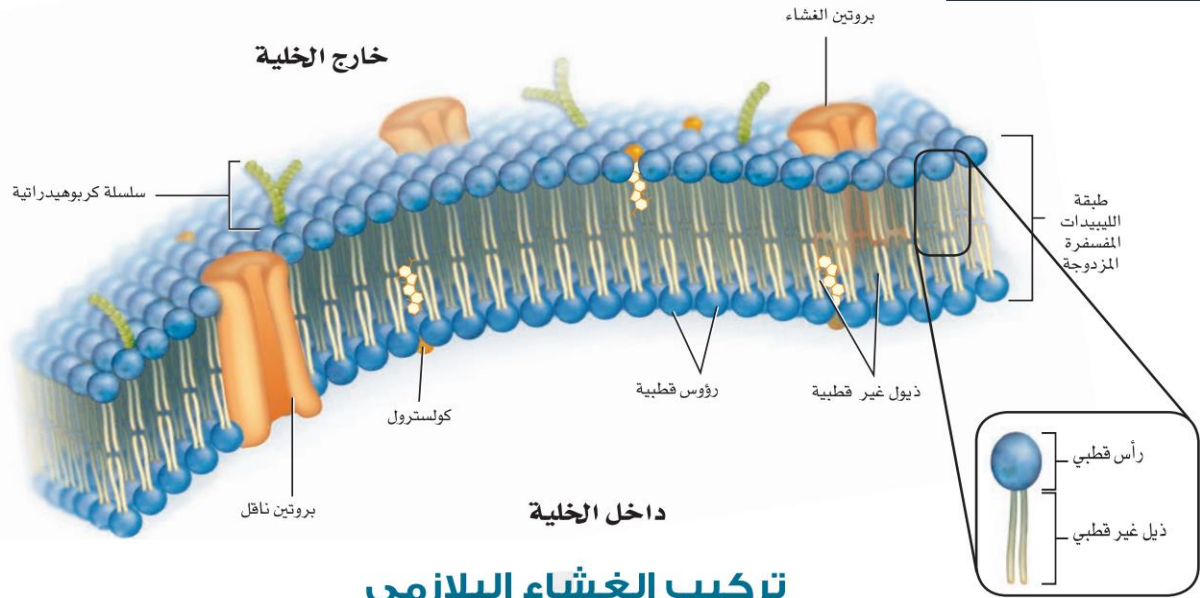
### النفاذية الاختيارية

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**.



جهة اليسار: يختار الغشاء البلازمي المواد التي تدخل إلى الخلية أو تخرج منها بصورة مشابهة للشبكة جهة اليمين.

جهة اليمين: تمسك شبكة الصيد بالسماك اختياريًا وتسمح بمرور الماء وما فيه من بقايا المواد.



## تركيب الغشاء البلازمي

تبدو طبقة الليبيدات المفسفرة المزدوجة كشطيرة مع بقاء الرأس القطبي متجهًا نحو الخارج والذيل غير القطبي نحو الداخل.

### الليبيدات المفسفرة

هي المكون الرئيسي للغشاء البلازمي ويختلف جزيء الليبيد المفسفر عن جزيء الليبيد العادي كالتالي:

جزيء الليبيد	جزيء الليبيد المفسفر
يتكون من:	يتكون من:
1- الجليسرول	1- الجليسيرول
2- ثلاث سلاسل من الأحماض الدهنية.	2- اثنان من سلاسل الأحماض الدهنية
	3- مجموعة فوسفات

يتكون جزيء الليبيد المفسفر

الجليسيرول - سلسلي حمضين دهنيين - مجموعة فوسفات

الليبيدات المفسفرة في الغشاء البلازمي

- يتكون الغشاء البلازمي من طبقة الليبيدات المفسفرة المزدوجة (حيث تترتب فيه طبقتان من الدهون المفسفرة ذيلًا مقابل ذيل).
- ترتب الدهون المفسفرة في الغشاء البلازمي تسمح بأن يبقى الغشاء قائمًا في بيئة مائعة.
- جزيء الليبيد المفسفر يكون على شكل رأس قطبي (ينجذب الرأس القطبي إلى الماء لأنه قطبي أيضًا) له ذيلان من الأحماض الأمينية غير قطبيين (يتنافران مع الماء).



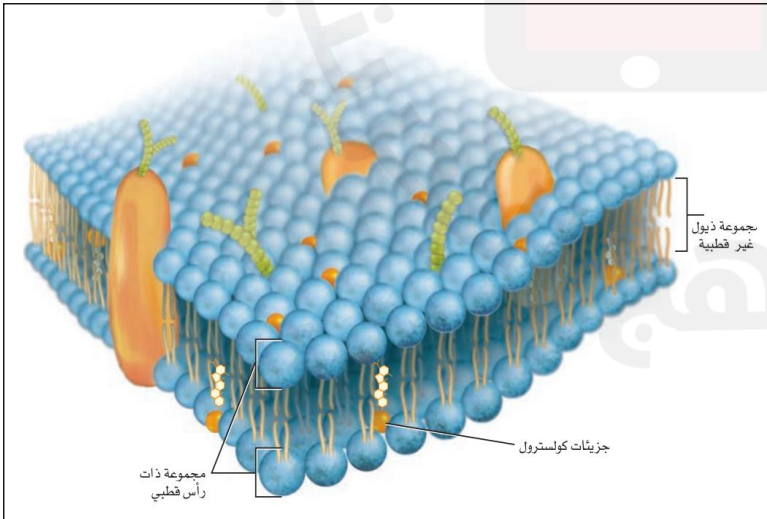
- طبقاً لجزيئات الليبيدات المفسفرة تكون على شكل شطيرة بحيث تكون ذيل الأحماض الدهنية في الوسط (الجزء الداخلي من الغشاء البلازمي) في حين تكون رؤوس الليبيدات المفسفرة للخارج (تواجه البيئة المائية خارج وداخل الخلية).
  - هذا الترتيب لجزيئات الليبيدات المفسفرة في الغشاء البلازمي يجعل سطح الغشاء قطبي ومنتصفه غير قطبي وبالتالي تكون الرؤوس القطبية هي الأقرب لجزيئات الماء بينما الذيل غير قطبية 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 قطبي يعيقها ولهذا يفصل الغشاء البلازمي بين البيئة الداخلية والخارجية للخلية.

### مكونات أخرى للغشاء البلازمي

المكون	الأهمية
المستقبلات	توجد على السطح الخارجي للغشاء البلازمي وترسل إشارات إلى داخل الخلية مثل مستقبلات الفيروس والهرمونات
البروتين	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 ذيل الأحماض الدهنية ببعضها البعض مما يساهم في ميوعة الغشاء البلازمي
الكربوهيدرات	لها دور في تثبيت الغشاء والتعرف على الأجسام الغريبة

### النموذج الفسيفسائي المائع للغشاء

تكون الليبيدات المفسفرة بحراً تسبح فيه الجزيئات حيث يكون جميع مكونات الغشاء البلازمي في حركة دائمة وينزلق بعضها فوق بعض تتحرك الليبيدات المفسفرة جانبياً داخل الغشاء وتتحرك مكونات أخرى كالبروتينات خلال الليبيدات المفسفرة وبسبب وجود مواد مختلفة في الغشاء البلازمي يتشكل نمط فسيفسائي على سطح الخلية.



## التركيب والعضيات

بروتين يسرع معدل التفاعل الكيميائي

إنزيم

### مصطلحات الدرس

السيتوبلازم	مادة شبه سائلة داخل غشاء الخلية البلازمي
الهيكل الخلوي	شبكة داعمة من ألياف البروتينات حيث توفر مساحة لعمل عضيات الخلية في السيتوبلازم
الرايبوسومات	عضية تعمل على تصنيع البروتينات.
النوية	موقع إنتاج الرايبوسومات داخل أنوية الخلايا حقيقية النواة.
الشبكة الإندوبلازمية	نظام من الأغشية كثير الانثناءات التي توجد في الخلايا حقيقية النوى وتعد مكان بناء البروتين والدهون.
أجسام جولجي	أنابيب غشائية مسطحة ومتراصة تعدل وتفرز وتغلف البروتينات في حويصلات وتنقلها إلى العضيات الأخرى أو إلى خارج الخلية.
الفجوة	حويصلات محاطة بغشاء تخزن المواد بشكل مؤقت في السيتوبلازم.
الأجسام المحللة	حويصلات تحوي مواد تهضم أو تحلل العضيات أو المواد المغذية الزائدة والبكتيريا والفيروسات التي تدخل الخلية.
المريكزات	عضيات في الخلية تؤدي دورا في انقسام الخلية وتتكون من الأنابيب الدقيقة.
الميتوكوندريا	عضية غشائية تحول السكر إلى طاقة لتمكن الخلية من القيام بوظائفها الحيوية.
البلاستيدات الخضراء	عضية ذات غشاء مزدوج تلتقط الطاقة الضوئية وتحولها إلى طاقة كيميائية من خلال عملية البناء الضوئي.
الجدار الخلوي	الجدار الصلب الذي يحيط بالغشاء البلازمي ويتكون من السليلوز في الخلية النباتية ويوفر الحماية والدعم للخلية.
الأهداب	بروزات صغيرة تشبه الشعيرات لها دور في حركة الخلية.
الأسواط	امتدادات تساهم في الحركة والتغذية.

### 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	تدعيم الخلية
	له دور في حركة الخلية ونشاطاتها الأخرى
	تتعلق به العضيات داخل السيتوبلازم في الخلية.

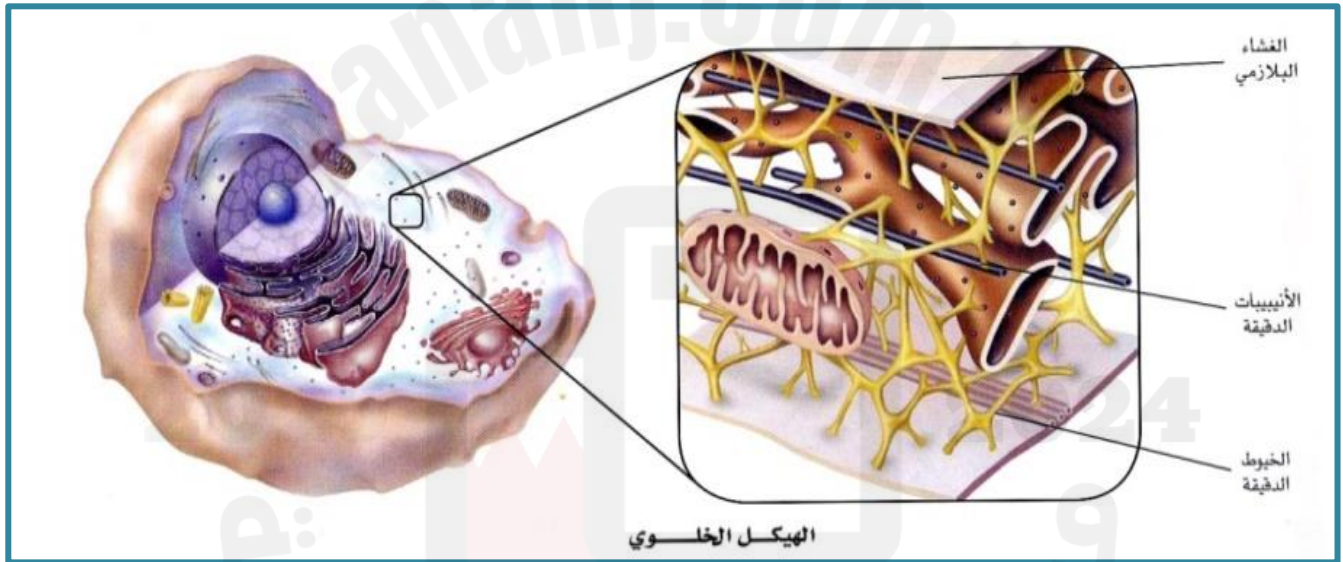
تركيب الهيكل الخلوي	الأنبيبات الدقيقة
	الخيوط الدقيقة

### مقارنة بين الأنبيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة

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

### ملحوظة

تنزلق الأنبيبات والخيوط الدقيقة بعضها فوق بعض فتتجمع وتتفرق مما يساهم في حركة الخلية والعضيات



### تراكيب الخلية

لأن كل عضية محاطة بغشاء خاص بها

في خلايا حقيقيات النواة تستطيع عضيات الخلية القيام بعمليات كيميائية مختلفة في الوقت نفسه وفي أجزاء مختلفة من السيتوبلازم

لذلك لكل عضية تركيب مميز حسب الوظيفة التي تقوم بها

بناء البروتين

تحويل الطاقة

هضم المواد الغذائية

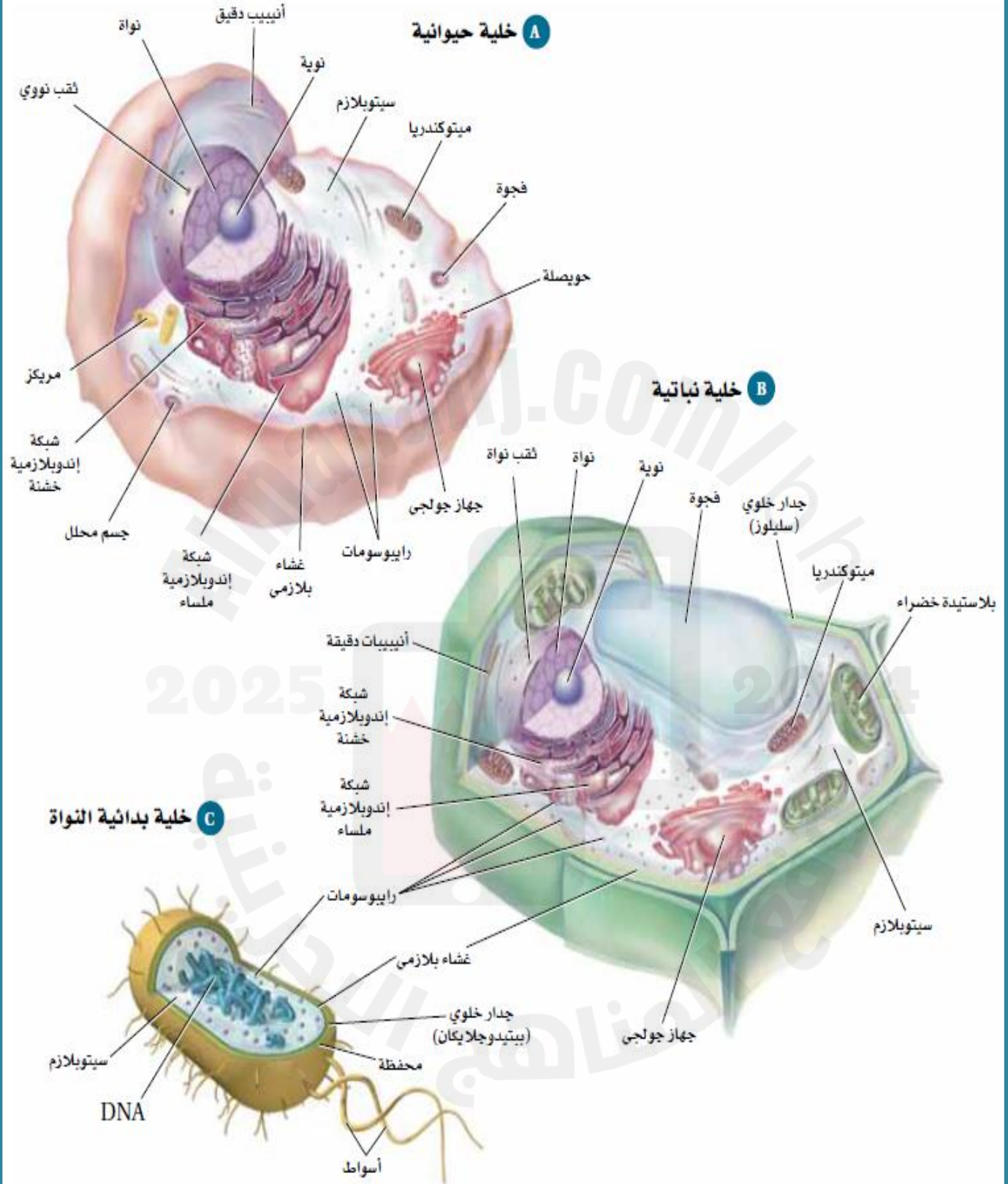
إخراج الفضلات

انقسام الخلية

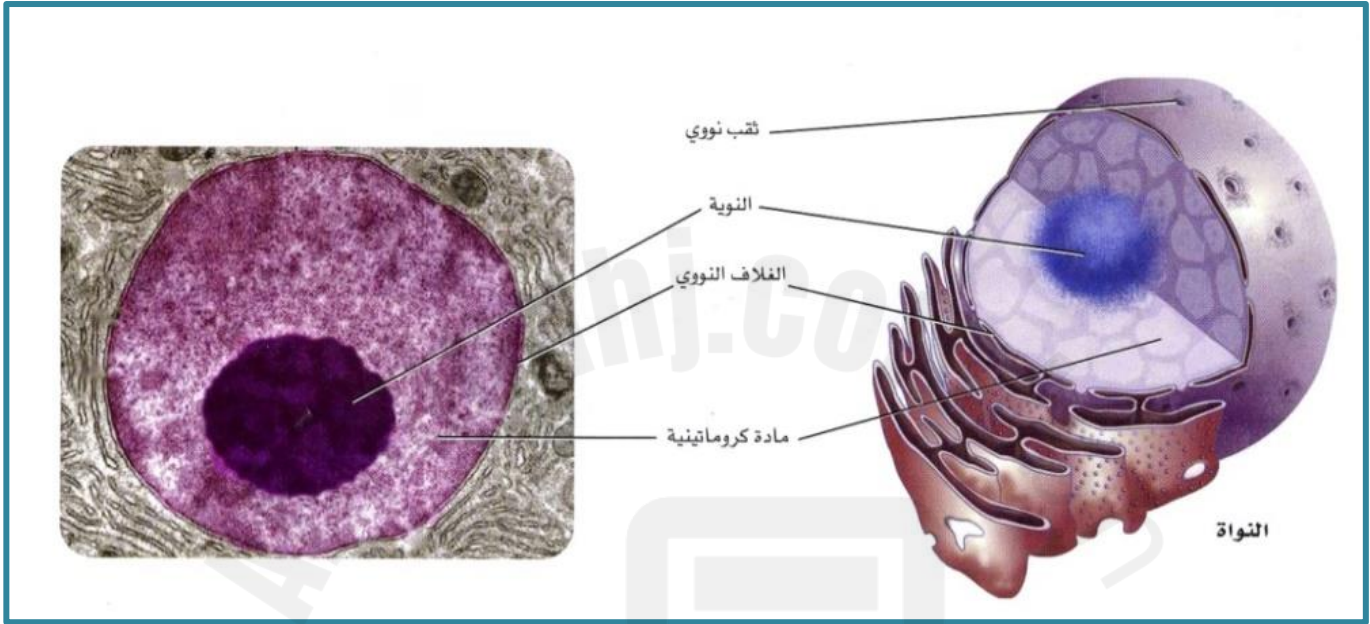
تقوم العضيات بالعمليات الخلوية الضرورية مثل



## مقارنة بالرسم بين مكونات الخلية النباتية والحيوانية والخلية بدائية النواة

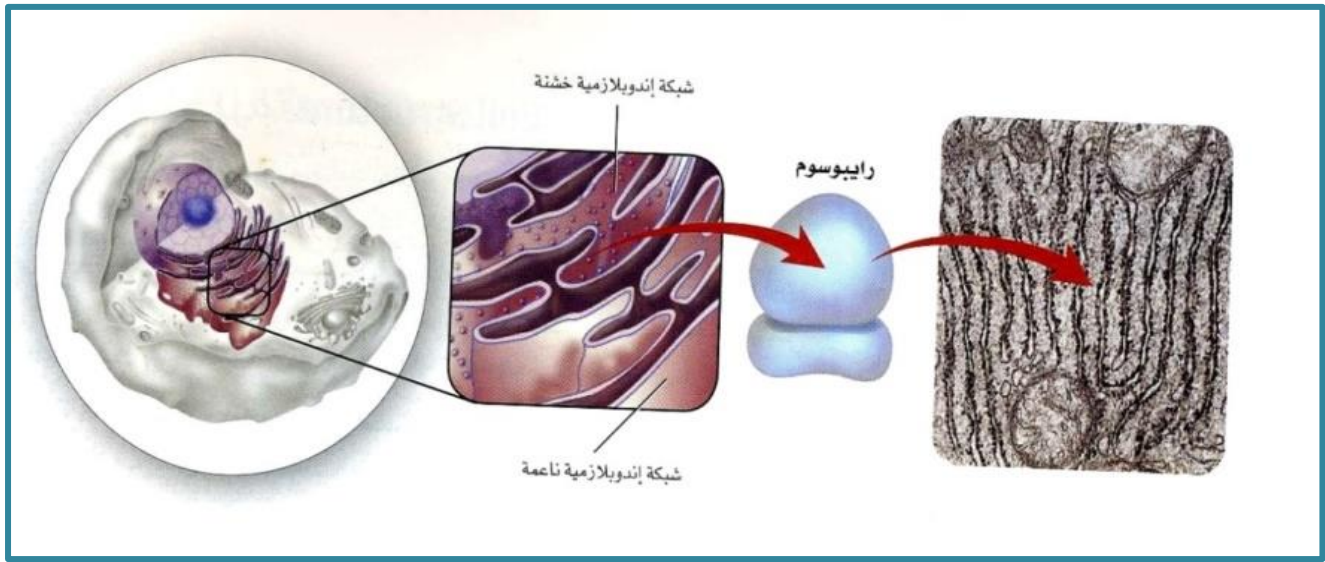


الوظيفة	1	تنظم العمليات الحيوية للخلية
	2	تحتوي DNA الذي يخزن المعلومات التي تستعمل في بناء البروتين اللازم لنمو الخلية وتكاثرها ووظيفتها
	1	الغلاف النووي (غشاء مزدوج يحيط بالنواة وبه ثقبوب تسمح للمواد كبيرة الحجم بدخول النواة والخروج منها).
التركيب	2	المادة الكروماتينية التي تنتشر داخل النواة وهي DNA معقد مرتبط مع البروتين
	3	تحتوي النواة بداخلها على عضوية صغيرة تسمى النوية (يتم فيها إنتاج الرايبوسومات).



الوظيفة	تساعد الخلية على صنع البروتينات (توجد في جميع أنواع الخلايا سواء بدائية النواة أو حقيقية النواة)
التركيب	تركب من: RNA + البروتين
ملحوظة	لا تحاط الرايبوسومات بغشاء كسائر العضيات في الخلية ويتم إنتاج الرايبوسومات في النوية.

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



### الشبكة الإندوبلازمية

التعريف	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

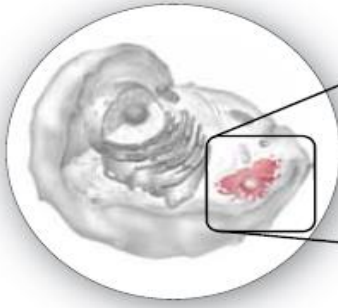
وجه المقارنة	الشبكة الإندوبلازمية الخشنة	الشبكة الإندوبلازمية الملساء
الشكل	تبدو عليها نتوءات وهي الرايبوسومات	يخلو غشائها الخارجي من الرايبوسومات
الوظيفة	تنتج البروتين الذي يرسل إلى الخلايا الأخرى	تكون سطحاً لتصنيع الكربوهيدرات والليبيدات بما فيها الليبيدات المفسفرة تعمل في خلايا الكبد على إزالة السموم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

### أجسام جولجي

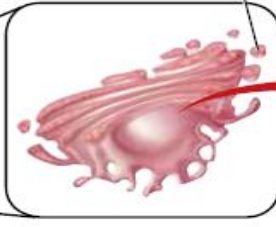
الوصف والتركيب	تتكون من أغشية أنبوبية مسطحة مترابطة.
الوظيفة	ينتقل إليها جزء من البروتين الذي تنتجه الشبكة الإندوبلازمية الخشنة حيث تعدل هذه البروتينات وتصنفها وتعبئها داخل أكياس تسمى الحويصلات.
ملحوظة	تندمج هذه الحويصلات بعد ذلك بالغشاء البلازمي لكي تطلق البروتين خارج الخلية.



صورة مجسدة بالمجهر الإلكتروني النافذ: التكبير  $\times 5505$



حوصلات ترك أجسام جولجي



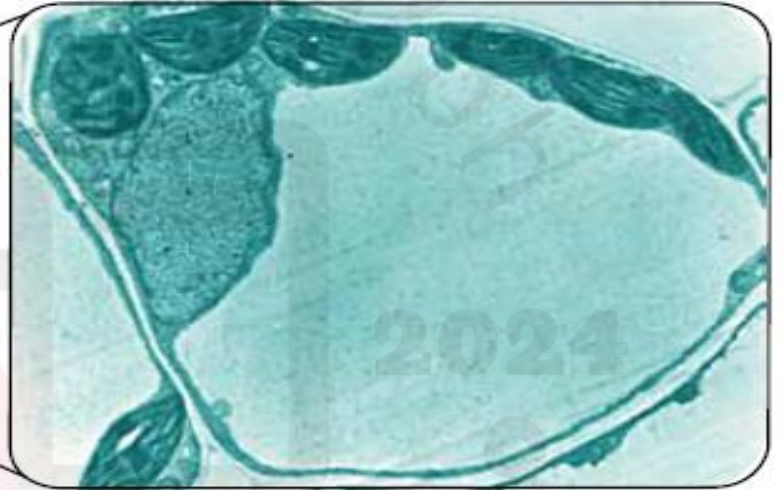
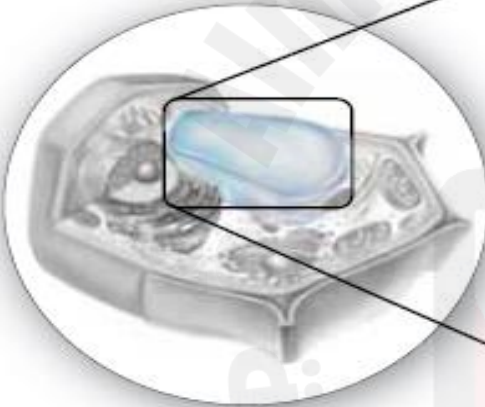
أجسام جولجي



## الفجوات

الوصف والتركيب	حوصلات محاطة بغشاء
الوظيفة	تخزن المواد بشكل مؤقت في السيتوبلازم

فجوة

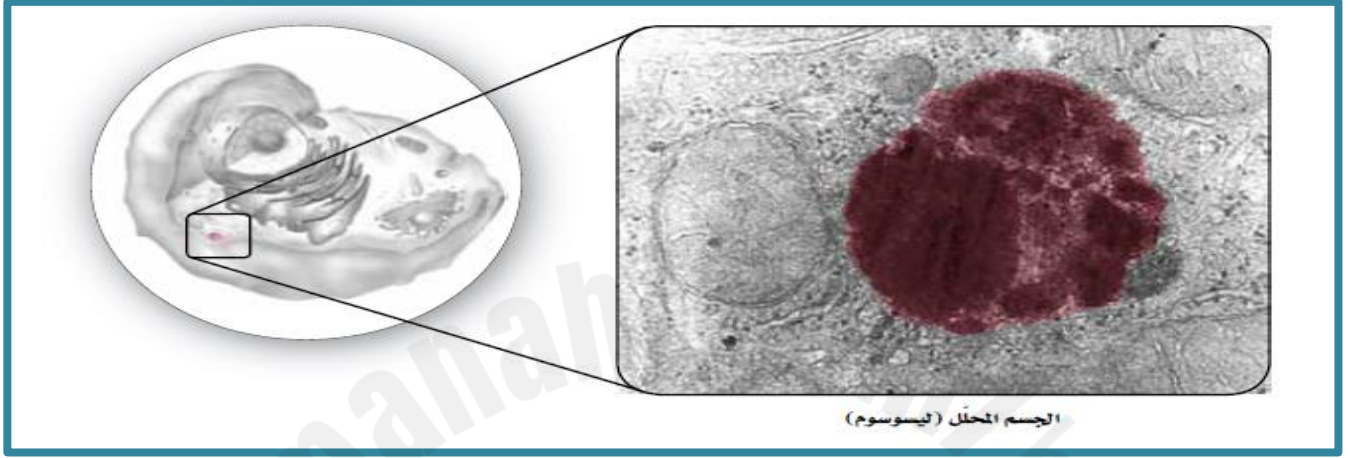


صورة ملونة بالمجهر الإلكتروني النافذ: التكبير  $\times 11,000$

## وجود الفجوات في الخلايا

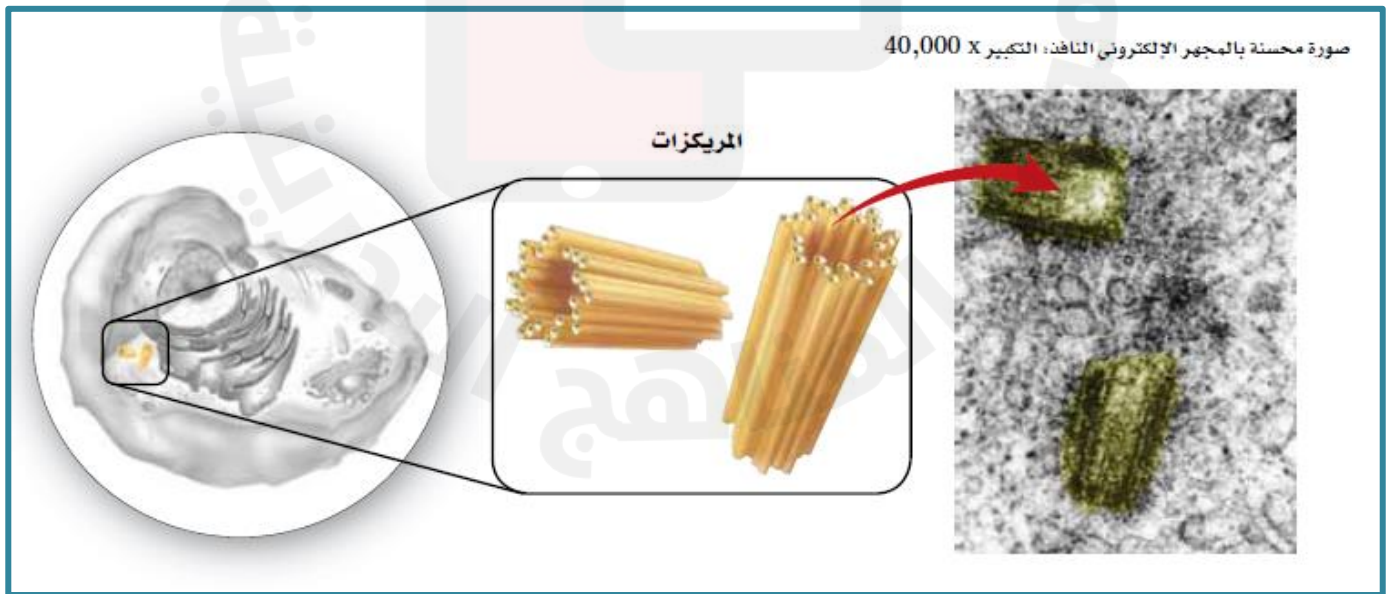
الخلايا الحيوانية	الخلايا النباتية
عادة لا تحتوي على فجوات وإن وجدت فإنها تكون أصغر بكثير من الموجودة في الخلية النباتية	توجد على شكل كيس حيث تقوم بالوظائف التالية: تخزين المواد الغذائية - تخزين الإنزيمات - تخزين بعض المواد التي تحتاج إليها الخلية - بعضها يخزن الفضلات

الوصف والتركيب	حوصلات 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 تهضم الفضلات داخلها.
ملحوظة	الغشاء المحيط بالأجسام المحللة يمنع إنزيماتها الهاضمة من تحليل الخلية



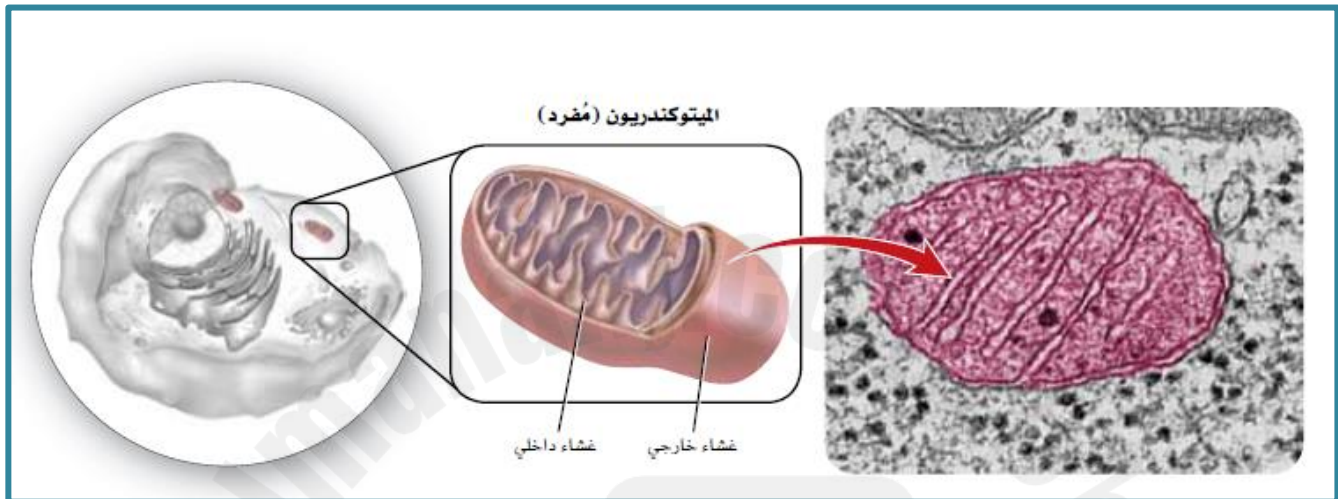
### المريكزات (الستريول)

الوصف والتركيب	مجموعة من الأنابيب الدقيقة توجد بالقرب من النواة في سيتوبلازم الخلايا الحيوانية وفي معظم الأوليات
الوظيفة	تؤدي دورا في انقسام الخلية





الوصف والتركيب	عضية محاطة بغشائين أحدهما خارجي والآخر داخليا كثير الطيات يزود الميتوكوندريا بمساحة سطح كبيرة تساعد في أداء وظيفتها.
الوظيفة	كما توجد حشوة في الوسط يتم فيها عملية إنتاج الطاقة ويتم تخزين الطاقة في جزيئات تستعملها الخلية لاحقا.
ملحوظة	مفرد الميتوكوندريا هي الميتوكوندريون.

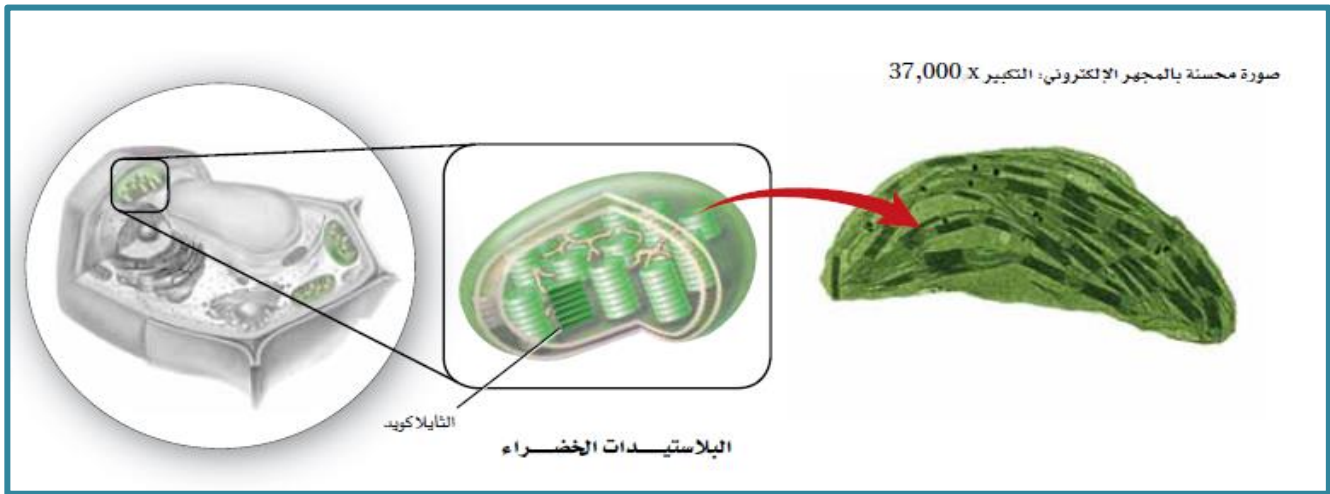


## أنواع البلاستيدات الخضراء

تواجدها	توجد في خلايا النبات وبعض الخلايا حقيقية النواة كالطحالب
تركيبها	عضية محاطة بغشائين أحدهما خارجي والآخر داخلي، تحتوي بداخلها على حبيبات تسمى الجرانانا وهي تتكون من أقراص مترابطة 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.

## البلاستيدات الخضراء

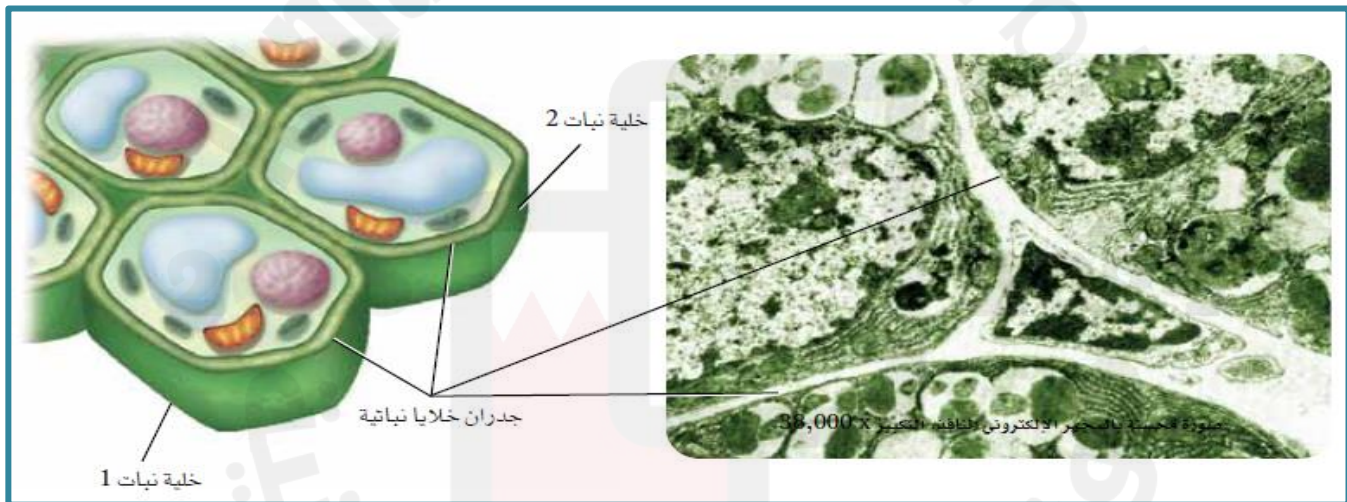
البلاستيدات الخضراء	البلاستيدات البيضاء (عديمة اللون)	البلاستيدات الملونة
تحتوي على أصباغ الكلوروفيل خضراء اللون	لا تحتوي على أصباغ	تحتوي على أصباغ حمراء أو برتقالية أو صفراء
وظيفتها: القيام بعملية البناء الضوئي	وظيفتها: تخزين النشا والدهون	وظيفتها: تجميع طاقة الضوء إعطاء تراكيب النبات لونها كالأوراق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



### أحد التراكيب في الخلايا النباتية

### الجدار الخلوي

الوصف والتركيب	شبكة من الألياف السمكية 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)

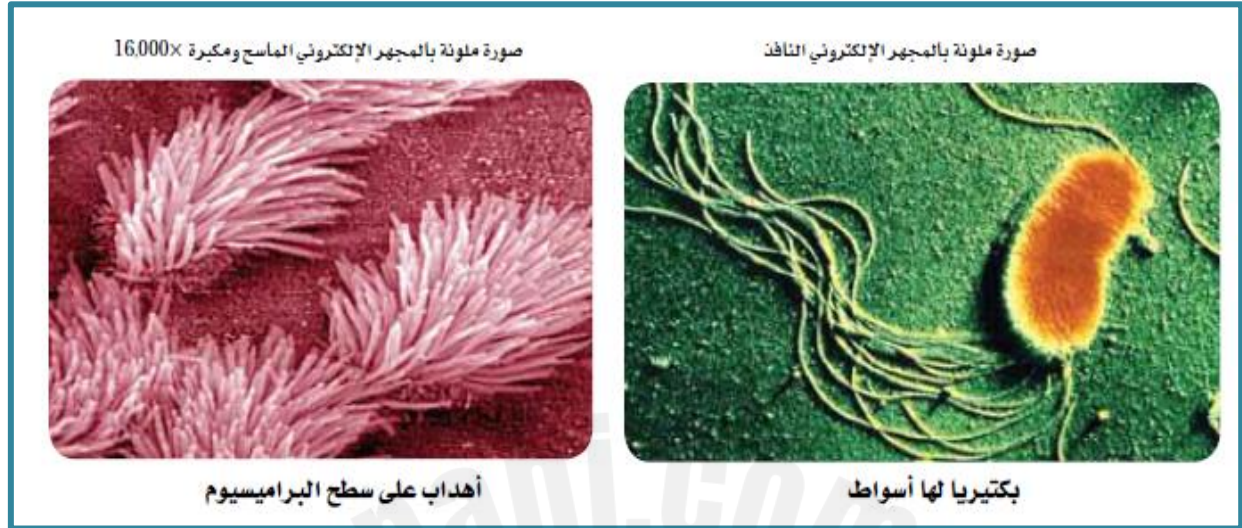


### الأهداب والأسواط

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

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

التركيب



العضيات عندما تعمل

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

مثال تصنيع البروتين

1	يبدأ في النواة على حسب المعلومات التي يحتويها DNA حيث يتم نسخ RNA من DNA الذي يحمل المعلومات الوراثية.
2	تقوم النوية بإنتاج الرايبوسومات.
3	يغادر RNA والرايبوسومات النواة إلى السيتوبلازم من خلال الثقوب الموجودة في الغلاف النووي
4	ينتج كل من RNA والرايبوسومات معاً البروتين.

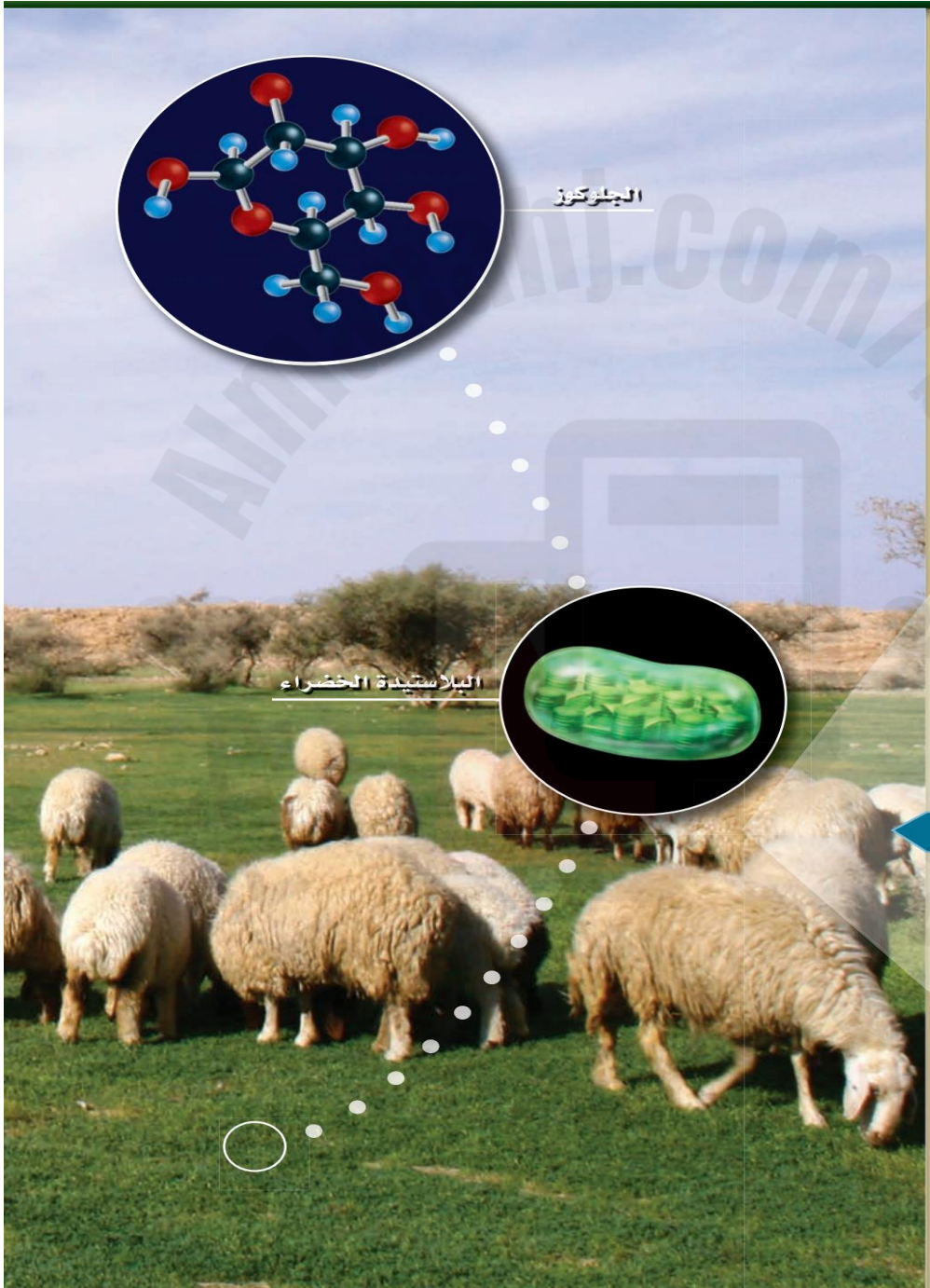
كل بروتين يتكون على سطح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة له وظيفة محددة	يصبح جزء من الغشاء البلازمي
	قد ينتقل إلى خلية أخرى
	قد ينتقل إلى عضيات أخرى
	كما تنتج الرايبوسومات الحرة بروتينا تستخدمه الخلية نفسها

تنتقل معظم البروتينات إلى تصنع على سطح الشبكة الإندوبلازمية الخشنة إلى جهاز جولجي فيتم	يعي جهاز جولجي البروتينات في حويصلات لنقلها إلى عضيات أخرى خارج الخلية	الليسوسومات تستعملها في عمل الانزيمات الهاضمة
	تستعمل العضيات البروتين للقيام بالعمليات الحيوية الأخرى	الميتوكوندريا تستعملها في عمل الانزيمات لإنتاج الطاقة
	مثل	



## ملخص تراكيب الخلية

نوع الخلية	الوظيفة	مثال	تركيب الخلية
الخلايا النباتية، و خلايا الفطريات وبعض الخلايا بدائية النواة	حاجز غير مرن يعطي الدعامة والحماية للخلية النباتية		الجدار الخلوي
الخلايا الحيوانية ومعظم خلايا الأوليات	عضيات تظهر على شكل أزواج وتؤدي دورًا في انقسام الخلية		المريكزات
الخلايا النباتية فقط	عضيات لها غشاء مزدوج وثايلاكويدات وتحتوي على المادة الخضراء، ويتم فيها عملية البناء الضوئي		البلاستيدات الخضراء
بعض الخلايا الحيوانية، و خلايا الأوليات، والخلايا بدائية النواة	امتدادات من سطح الخلية تساهم في الحركة والتغذية، وسحب المواد نحو سطح الخلية		الأهداب
جميع الخلايا حقيقية النواة	إطار هيكلي للخلية داخل السيتوبلازم		الهيكل الخلوي
جميع الخلايا حقيقية النواة	غشاء كثير الطيات وهو موقع تصنيع البروتين		الشبكة الإندوبلازمية
بعض الخلايا الحيوانية، الخلايا بدائية النواة وبعض الخلايا النباتية	امتدادات تساهم في الحركة والتغذية		الأسواط
جميع الخلايا حقيقية النواة	أغشية أنبوبية متراسة ومسطحة تقوم بتعديل البروتين وتغليفه لتوزعه خارج الخلية		أجسام جولجي
الخلايا الحيوانية وبعض الخلايا النباتية	حويصلة تحتوي على إنزيمات هاضمة تحلل المواد الزائدة		الأجسام المحللة (الليسوسوم)
جميع الخلايا حقيقية النواة	عضية محاطة بغشاء يوفر طاقة للخلية		الميتوكوندريون
جميع الخلايا حقيقية النواة	مركز السيطرة في الخلية، وتحتوي على تعليمات مشفرة لإنتاج البروتينات وانقسام الخلية		النواة
جميع الخلايا حقيقية النواة	حاجز مرن ينظم حركة المواد من وإلى الخلية		الغشاء البلازمي
جميع الخلايا	عضيات تُعد موقعًا لبناء البروتينات		الرايبوسومات
الخلايا النباتية تحتوي على فجوة كبيرة أما الخلايا الحيوانية فتحتوي على القليل من الفجوات الصغيرة الحجم.	حويصلة محاطة بغشاء لتخزين مؤقت للمواد		الفجوات





## كيف تحصل المخلوقات الحية على الطاقة

كل مرحلة في السلسلة أو الشبكة الغذائية.

المستوى الغذائي

مصطلحات الدرس

الطاقة	القدرة على إنجاز عمل لا يمكن خلق الطاقة أو تدميرها ويمكن تحويلها فقط.
الديناميكا الحرارية	دراسة تدفق الطاقة وتحويلها في الكون.
عملية الايض	جميع التفاعلات الكيميائية في الخلية.
البناء الضوئي	عملية بناء من مرحلتين يتم من خلالها تحويل طاقة الشمس الضوئية إلى طاقة كيميائية تستعملها الخلية.
التنفس الخلوي	مسار هدم يتم فيه تحطم الجزيئات العضوية لإطلاق الطاقة اللازمة للخلية.
الأدينوسين ثلاثي الفوسفات	جزيء حيوي ناقل للطاقة عند تحطمه يدفع الخلية للقيام بالأنشطة الحيوية.

تحولات الطاقة

يحدث العديد من التفاعلات والعمليات الكيميائية في خلايا الجسم باستمرار

الطاقة	القدرة على إنجاز عمل
الديناميكا الحرارية	دراسة تدفق الطاقة وتحويلها في الكون.
قوانين الديناميكا الحرارية	
القانون الأول (حفظ الطاقة)	الطاقة لا تفنى ولا تستحدث، ولكن يمكن أن تتحول من شكل لآخر
أمثلة	عندما نأكل
	عندما نركض أو نركل الكرة
	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

مصدر معظم الطاقة في المخلوقات الحية الشمس، وتنتقل الطاقة من المخلوقات الذاتية إلى المخلوقات غير ذاتية التغذية.



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

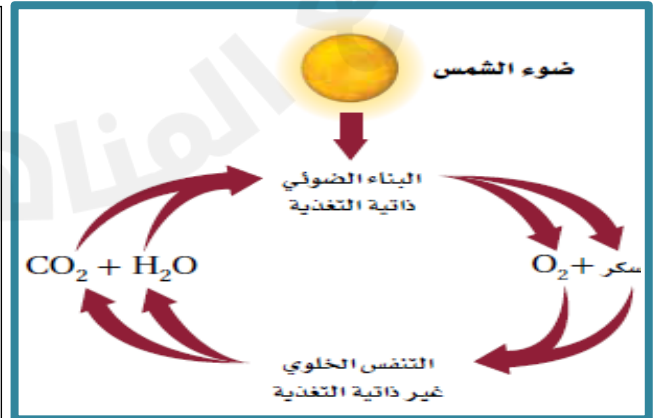
### عملية الايض

الايض	جميع التفاعلات الكيميائية في الخلية.
المسارات الايضية	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

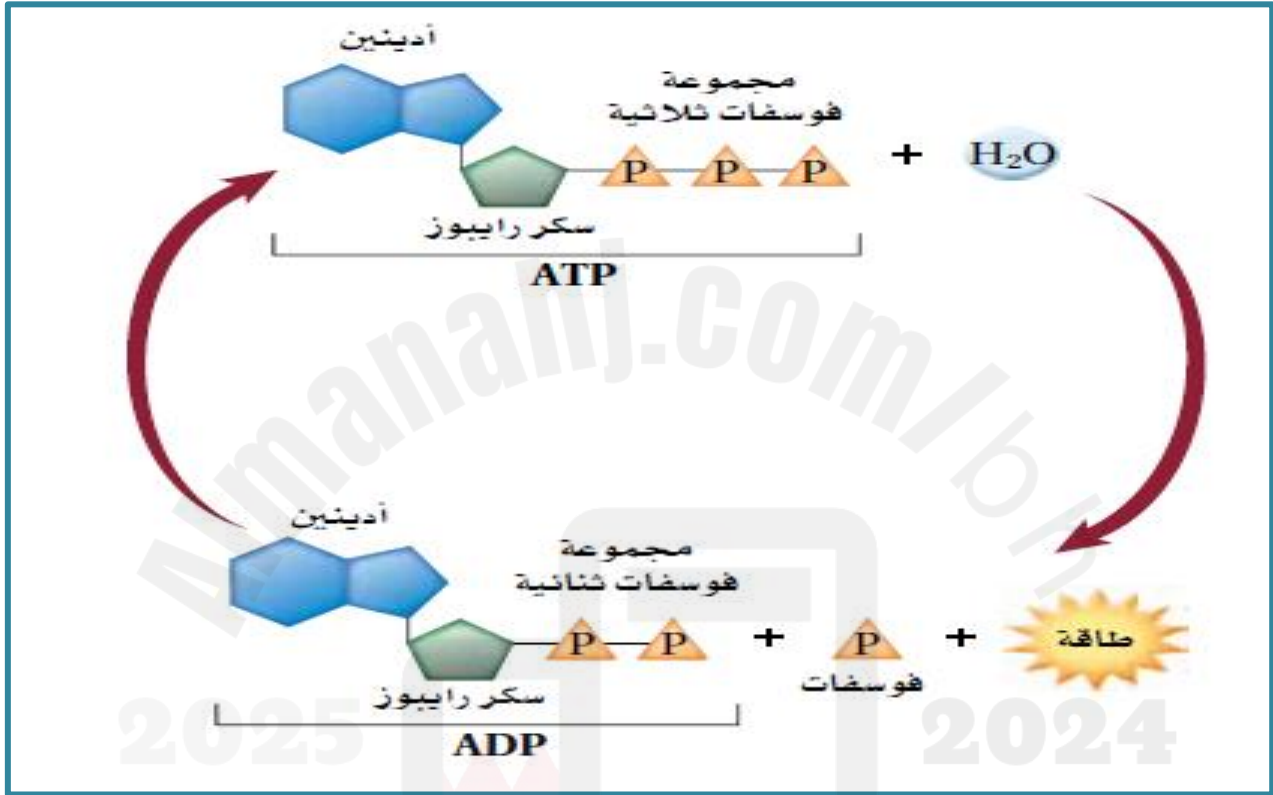
- في النظام البيئي يشكل كلا من عمليتي البناء الضوئي والتنفس الخلوي دورة مستمرة.
- ينتج عن العلاقة بين عمليتي الهدم والبناء تدفق مستمر للطاقة في المخلوق الحي.



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

قاعدة أدينين	يتركب جزيء الطاقة من
سكر رايبوز	
ثلاث مجموعات فوسفات	

تركيب جزيء الطاقة



من الجزيئات الأكثر وفرة في الخلايا - يوجد في جميع أنواع المخلوقات الحية	أهم ما يميز جزيء الطاقة ATP
يطلق جزيء ATP الطاقة عندما تنكسر الرابطة بين مجموعة الفوسفات الثانية والثالثة مكونا جزيء يسمى أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) ومجموعة فوسفات حرة.	وظيفة جزيء الطاقة (ATP)
$ATP \longrightarrow ADP + P + E$	
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

مركب عضوي يحتوي على الكربون والهيدروجين والأكسجين بنسبة 1:2:1

الكربوهيدرات

مصطلحات الدرس

الثايلاكوييدات	توجد في داخل البلاستيدات الخضراء وهو أحد الأغشية المكدسة والمسطحة والمحتوية على الصبغات وتحدث فيها التفاعلات الضوئية.
الجرانا	مجموعة من الثايلاكوييدات المترابطة التي تحوي الصبغات في البلاستيدات الخضراء في النباتات.
الستروما	حيز يحيط بالجرانا مملوء بسائل حيث تحدث فيه التفاعلات التي تعتمد على الضوء.
الأصبغ	جزيئات ملونة تمتص الضوء مثل الكلوروفيل والكاروتين ويوجد في الأغشية الثايلاكويدية للبلاستيدات الخضراء.
NADP <sup>+</sup>	ناقل الإلكترون الرئيسي في عملية نقل الإلكترون التي تحدث في عملية البناء الضوئي.
دورة كالفن	تفاعلات لا ضوئية تحدث في أثناء المرحلة الثانية من البناء الضوئي يتم فيها اختزان الطاقة في الجزيئات العضوية مثل الجلوكوز
إنزيم روبيسكو	إنزيم يحول ثاني أكسيد الكربون غير العضوي إلى مركبات عضوية خلال المرحلة الأخيرة من دورة كلفن.

نظرة عامة على عملية البناء الضوئي

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

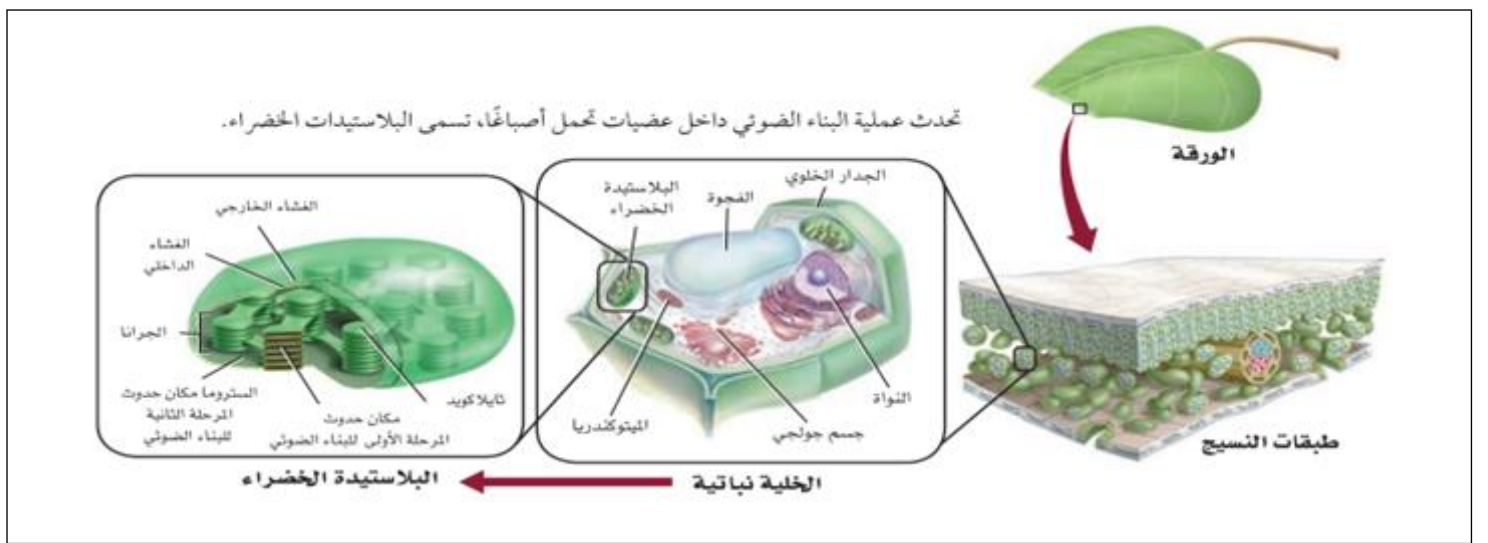


تحدث عملية البناء الضوئي على مرحلتين هما:

مراحل عملية البناء الضوئي

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

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 تخزين الطاقة هما: ATP و NADPH لاستعمالها في التفاعلات اللاضوئية وهي البلاستيدات الخضراء.

### البلاستيدات الخضراء

1	البلاستيدات الخضراء: عضيات كبيرة تمتص الطاقة الضوئية في المخلوقات الحية التي تقوم بعملية البناء الضوئي.
2	توجد البلاستيدات الخضراء في النباتات وخصوصاً في خلايا الأوراق.
3	البلاستيدات هي عضيات تشبه القرص وتحتوي على جزأين ضروريين لعملية البناء الضوئي هما:

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

### الأصباغ

الأصباغ	هي الجزيئات الملونة التي تمتص الضوء وتوجد في أغشية الثايلاكويدات في البلاستيدات الخضراء. وتختلف الأصباغ في قدرتها على امتصاص أطوال موجات محددة من الضوء.
مثال	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.



لذلك يرى الإنسان أجزاء النبات التي تحتوي على الكلوروفيل باللون الأخضر

وعموماً يمتص الكلوروفيل الضوء من منطقة الطيف الأزرق – البنفسجي، ويعكس الضوء في المنطقة الخضراء من الطيف

#### ملحوظة

تحتوي 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
مثال	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.
ملحوظة	تنتج مجموعة الأصباغ الكاروتينية ألواناً 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

علل، يشكل تركيب غشاء الثايلاكويد الأساس الفعال لانتقال الطاقة في أثناء انتقال الإلكترونات؟

1	حيث يتميز غشاء الثايلاكويد 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

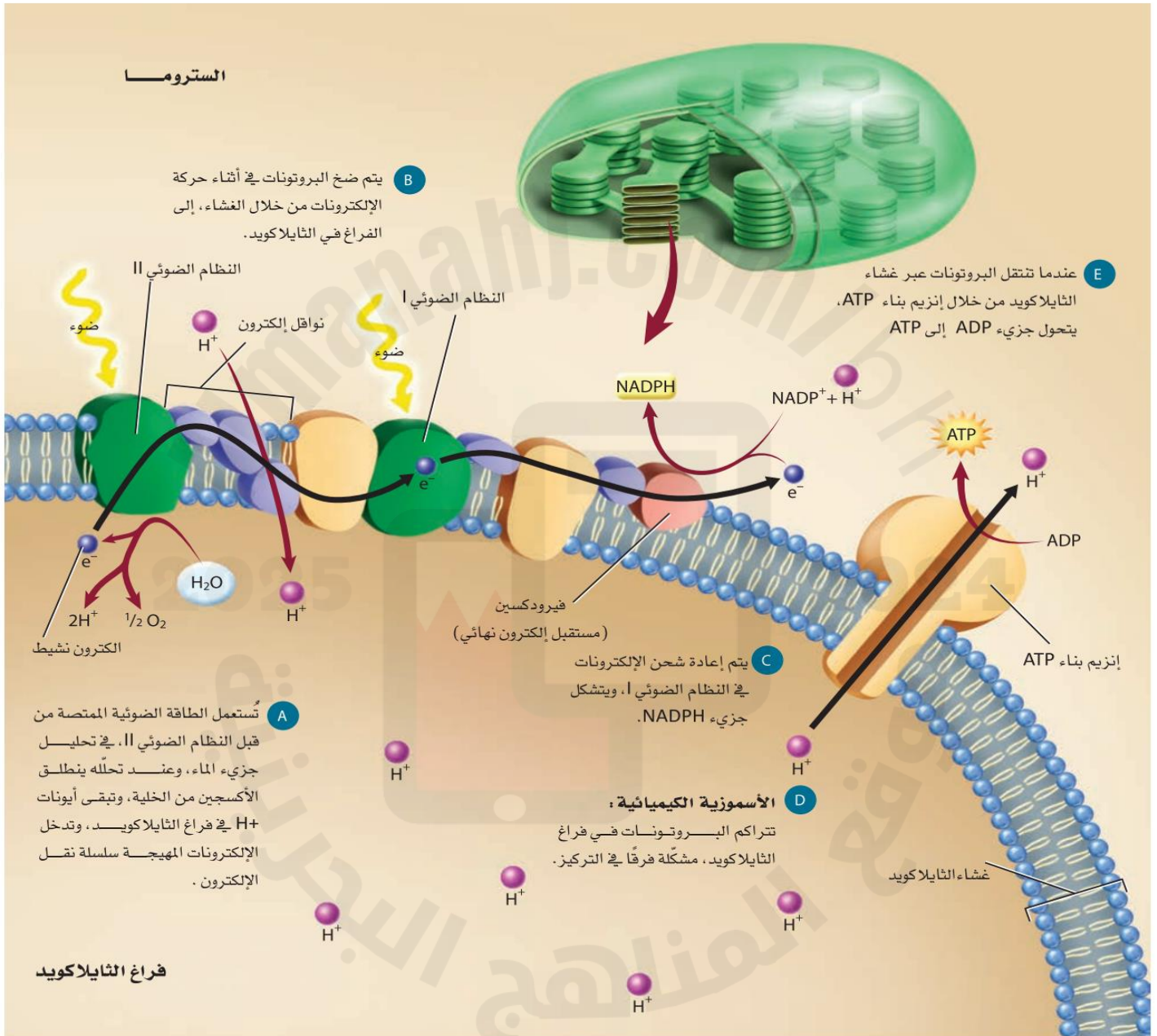
#### خطوات سلسلة نقل الإلكترون

1	أولاً تُحفز الطاقة الضوئية الإلكترونات في النظام الضوئي الثاني II، وتؤدي الطاقة الضوئية إلى تحليل جزيء الماء مطلقاً إلكترونات واحداً إلى نظام نقل الإلكترون.
ملحوظة	تحلل جزيء الماء ضروري لحدوث عملية البناء الضوئي وينتج عنه: 1- انطلاق أيون الهيدروجين $H^+$ ويسمى أيضاً البروتون ويذهب إلى الفراغ في الثايلاكويد 2- الأكسجين $O_2$ بوصفه ناتجاً غير مستعمل.
1	إلكترون ينطلق إلى نظام نقل الإلكترون.
2	أيونات الهيدروجين $H^+$ (البروتون) يدخل فراغ الثايلاكويد.
3	أكسجين $O_2$ يخرج خارج الخلية (يعتبر ناتج ثانوي عن عملية البناء الضوئي).
2	تنتقل الإلكترونات من النظام الضوئي الثاني II إلى الجزيء المستقبل للإلكترون في غشاء الثايلاكويد.

3	ينتقل الجزيء المستقبل للإلكترون عبر سلسلة من نواقل الإلكترون إلى النظام الضوئي الأول أ.
4	ينقل النظام الضوئي الأول (مع وجود الضوء) الإلكترونات إلى بروتين يدعى فيرودوكسين.
5	تحل إلكترونات من النظام الضوئي الثاني الإلكترونات المفقودة في النظام الضوئي الأول.
6	أخيراً ينقل بروتين فيرودوكسين الإلكترونات إلى ناقل الإلكترون $\text{NADP}^+$ مكوناً الجزيء المختزن للطاقة $\text{NADPH}$ .

الفيروودوكسين يسمى مستقبل إلكتروني نهائي.

ملحوظة



تنتقل الإلكترونات النشطة من جزيء لآخر على طول غشاء الثايلاكويد في البلاستيدات الخضراء وتستعمل الطاقة الناتجة من الإلكترونات في تكوين فرق تركيز بروتوني وفي أثناء حركة البروتونات مع فرق التركيز تضاف مجموعة فوسفات إلى جزيء  $\text{ADP}$  مكونة جزيء  $\text{ATP}$ .

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

1	يتم إنتاج جزيء يسمى (ATP) بالتزامن مع نقل الإلكترون بعملية تسمى الاسموزية الكيميائية.
2	لا تقتصر أهمية تحطم جزيء الماء على توفير الإلكترونات التي تحفز سلسلة نقل الإلكترون فقط، بل بهدف تقديم البروتونات $H^+$ الضرورية لتنشيط بناء جزيء (ATP) في أثناء العملية الاسموزية الكيميائية.
3	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.

### المرحلة الثانية: دورة كالفن

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

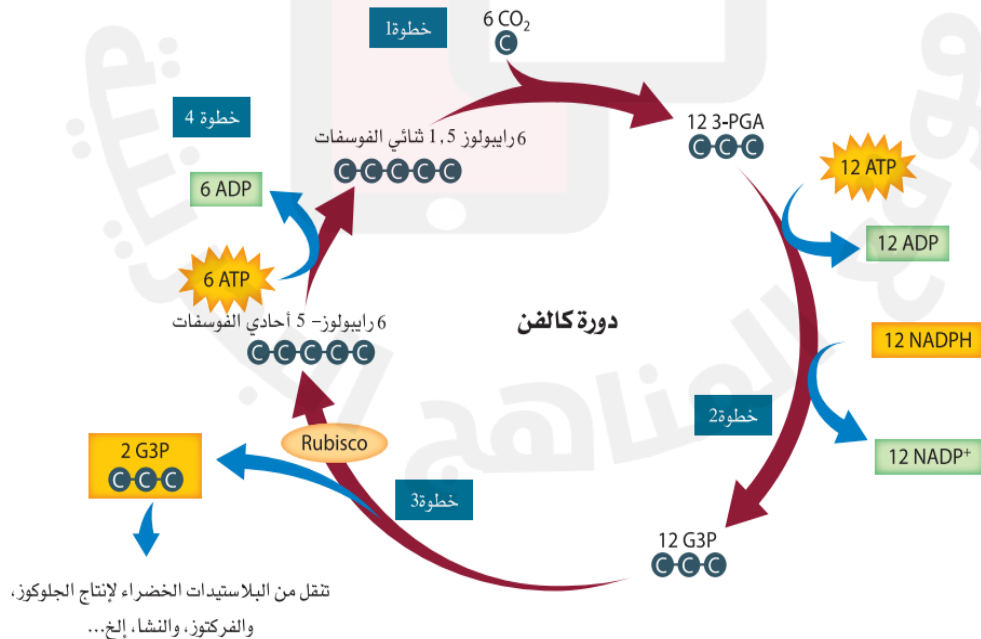
أهميتها يتم فيها تخزين الجزيئات العضوية مثل سكر الجلوكوز

لأنها جزيئات غير مستقرة بصورة كافية حتى تخزن الطاقة لفترات زمنية طويلة

على الرغم من تزود جزيئات ATP – NADPH الخلايا بكميات كبيرة من الطاقة لكن لا يمكن الاعتماد عليها كمصدر لطاقة

### خطوات دورة كلفن

تجمع دورة كلفن ثاني أكسيد الكربون من الجزيئات العضوية داخل الستروما في البلاستيدات الخضراء



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

تأثر عملية البناء الضوئي بعدة عوامل كالتالي:

مسارات بديلة

1	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 ليميائية.
2	النباتات التي تعيش في بيئة جافة وحارة تتعرض لفقدان كميات كبيرة من الماء، مما يؤدي للتقليل من عملية البناء الضوئي.

تلجأ هذه النباتات لطرائق بديلة لعملية البناء الضوئي تمكنها من تحويل الطاقة إلى حدها الأقصى.

لذلك

## نباتات C4

مسار C4	هو أحد المسارات التكيفية التي تساعد في الحفاظ على عملية البناء الضوئي بأقل حد ممكن من فقدان الماء.
أمثلة لنباتات C4	قصب السكر - الذرة - الأناناس
علل. تسمية نبات C4 بهذا الاسم؟	بسبب تثبيتها لثاني أكسيد الكربون مع مركبات رباعية الكربون بدلاً من مركبات ثلاثية الكربون أثناء دورة كالفن.
1	لها تعديلات تركيبية مهمة تتعلق بترتيب الخلايا في الأوراق.
2	تبقى 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.
خصائص نباتات C4	



## التنفس الخلوي

نوع من البكتيريا حقيقية النواة ذاتية التغذية تقوم بعملية البناء الضوئي

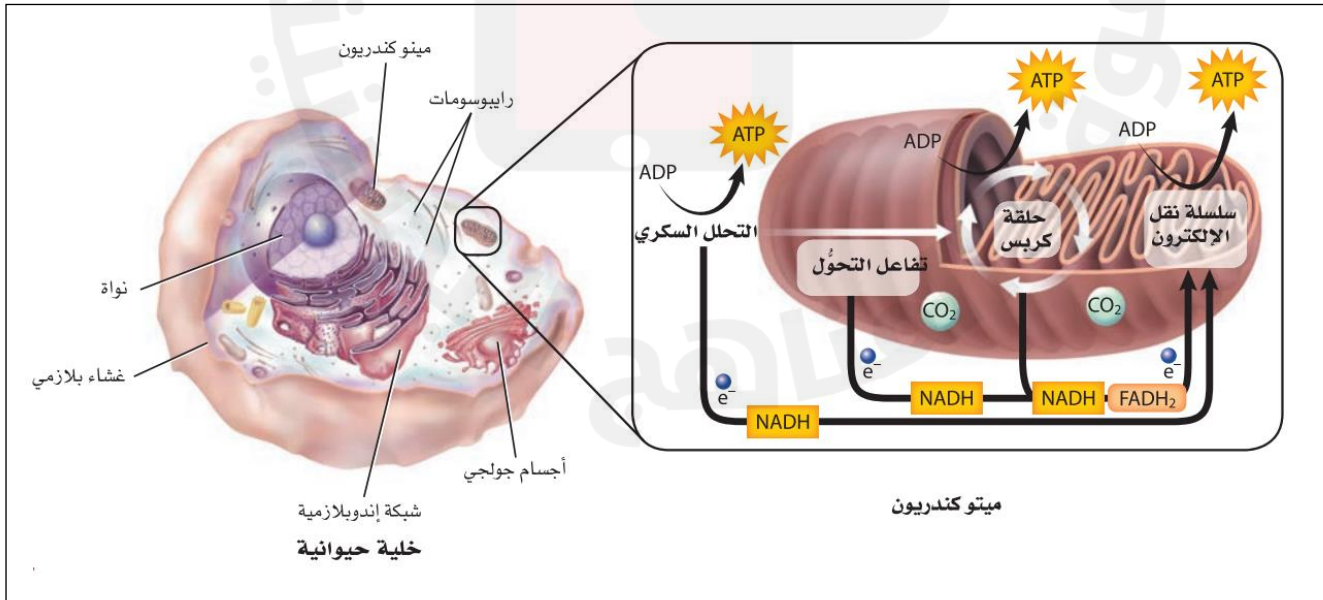
البكتيريا الخضراء المزرقة

### مصطلحات الدرس

عملية التنفس اللاهوائي	في هذه العملية، يتحلل جزيء الجلوكوز في السيتوبلازم ويتكون جزيئان من ATP وجزيئان من NADH مقابل كل جزيء من جزيئات الجلوكوز التي تتحلل.
عملية التنفس الهوائي	عملية ايضية يتم فيها تحليل البيروفيت وتستعمل الجزيئات الناقلة للإلكترونات لإنتاج الطاقة ATP من خلال عملية انتقال الإلكترونات.
التحلل السكري	عملية لاهوائية وهي المرحلة الأولى من عملية التنفس الخلوي حيث يتحلل سكر الجلوكوز إلى جزيئين من البيروفيت
دورة كريبس	سلسلة من التفاعلات يتم فيها تحطم البيروفيت إلى ثاني أكسيد الكربون داخل ميتوكوندريا الخلايا.
التخمير	عملية يتم فيها توليد جزيئات $NAD^+$ مما يسمح للخلايا بتحليل السكري في غياب الأكسجين.

### نظرة عامة على التنفس الخلوي

التنفس الخلوي	العملية التي تحصل المخلوقات الحية من خلالها على الطاقة
وظيفة التنفس الخلوي	جمع الإلكترونات من المركبات الكربونية مثل الجلوكوز واستعمال الطاقة الناتجة من عملية التنفس الخلوي لإنتاج جزيء ATP الذي يستعمل في تزويد الخلايا بالطاقة لتؤدي وظائفها
معادلة التنفس الخلوي	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$
لاحظ أن	معادلة التنفس الخلوي هي عكس معادلة البناء الضوئي. يحدث التنفس الخلوي في الميتوكوندريا التي تشكل مصنع الطاقة للخلية.



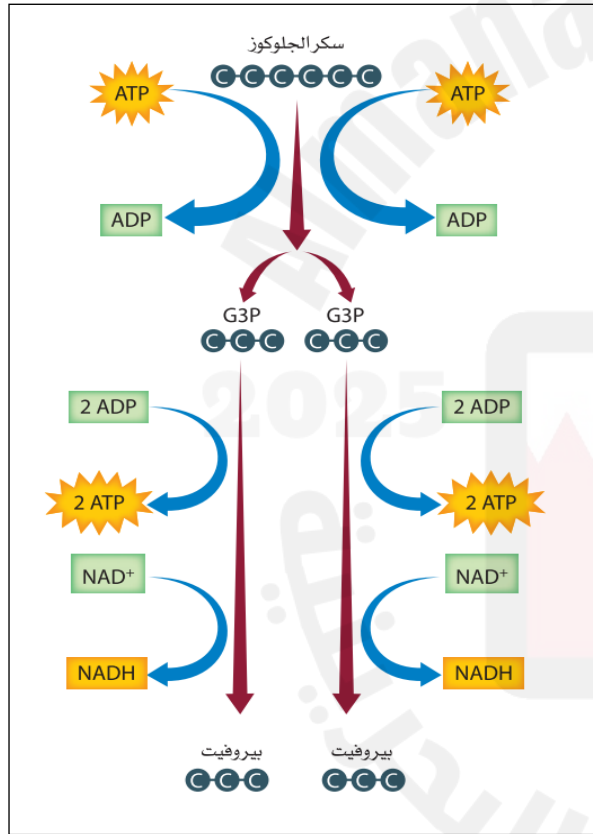
يحدث التنفس الخلوي على مرحلتين هامتين هما

1	التنفس الخلوي اللاهوائي (التحلل السكري)	لا يتطلب وجود أكسجين.
2	التنفس الخلوي الهوائي ويشمل	دورة كريبس نقل الإلكترون

أولاً: التنفس اللاهوائي (التحلل السكري)

المادة المتحللة	سكر الجلوكوز
مكان العملية	في السيتوبلازم
نواتج العملية	1- (2 جزيء) بيروفيت (حمض بيروفيك) 2- (2 جزيء NADH) 3- (2 جزيء ATP)
	إلى المرحلة التالية (دورة كريبس) إلى سلسلة نقل الإلكترون ناتج نهائي

#### خطوات التحلل السكري



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

لاحظ ما يلي: ينتج عن عملية التحلل السكري 2 جزيء من ATP فقط وليس 4

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

(أ) دورة كريبس او دورة حمض الستريك او دورة حمض الكربوكسيل الثلاثي (TCA)

هي سلسلة التفاعلات التي يتحلل فيها البيروفيت لغاز ثاني اكسيد الكربون داخل حشوة الميتوكوندريا

لاحظ ما يلي

- معظم الطاقة الناتجة من تحلل سكر الجلوكوز لا تزال محتواه في جزيئان البيروفيت.
- يتم نقل البيروفيت في وجود الاكسجين لحشوة الميتوكوندريا لتحرير هذه الطاقة ونقلها لجزيئات ATP.

المادة المتفاعلة	البيروفيت (حمض البيروفيك) --- ناتج التحلل السكري
ملحوظة	كل جزيء جلوكوز بعد التحلل السكري كون (2 جزيء) بيروفيت لذلك ستحدث دورة كريبس مرتين
المكان	حشوة الميتوكوندريا
النواتج	لكل دورة كريبس واحدة (جزيء بيروفيت واحد) لدورتي كريبس معا (لكل جزيء جلوكوز واحد)
	1 3 جزيء ثاني أكسيد الكربون (CO <sub>2</sub> ) 1 6 جزيء ثاني أكسيد الكربون (CO <sub>2</sub> ) --- خارج الخلية
	2 1 جزيء ATP 2 جزيء ATP (ناتج نهائي)
	3 1 جزيء FADH <sub>2</sub> 3 2 جزيء FADH <sub>2</sub> ---- إلى سلسلة نقل الإلكترون
	4 4 جزيء NADH 4 8 جزيء NADH ---- إلى سلسلة نقل الإلكترون

قبل بدء دورة كريبس	مراحل دورة كريبس
1 يتفاعل البيروفيت مع مرافق الإنزيم أ (CoA) لتكوين وسيط ثنائي الكربون يسمى أسيتيل مرافق الإنزيم أ (أسيتل CoA).	1 يتحد (أسيتيل CoA) مع مركب رباعي الكربون ليتكون مركب سداسي الكربون هو حمض الستريك.
2 ينطلق غاز ثاني أكسيد الكربون CO <sub>2</sub> ويتحول NAD <sup>+</sup> إلى NADH	2 يتحلل حمض الستريك على عدة خطوات من السلسلة. ويُطلق جزيئين من ثاني أكسيد الكربون CO <sub>2</sub> ، وثلاث جزيئات من NADH وجزيء واحد ATP، وجزيء واحد من FADH <sub>2</sub> .
3 ينتقل أسيتيل مرافق الإنزيم أ (أسيتيل CoA) إلى حشوة الميتوكوندريا.	3 في نهاية الدورة يتم إنتاج أسيتيل مرافق الإنزيم أ (أسيتيل CoA)، وحمض الستريك وتستمر الدورة.
1 2 جزيء من CO <sub>2</sub>	1 4 جزيئات من CO <sub>2</sub>
2 2 جزيء من NADH	2 2 جزيء من ATP
2 2 جزيء من NADH	3 6 جزيئات من NADH
	4 2 جزيء من FADH <sub>2</sub>

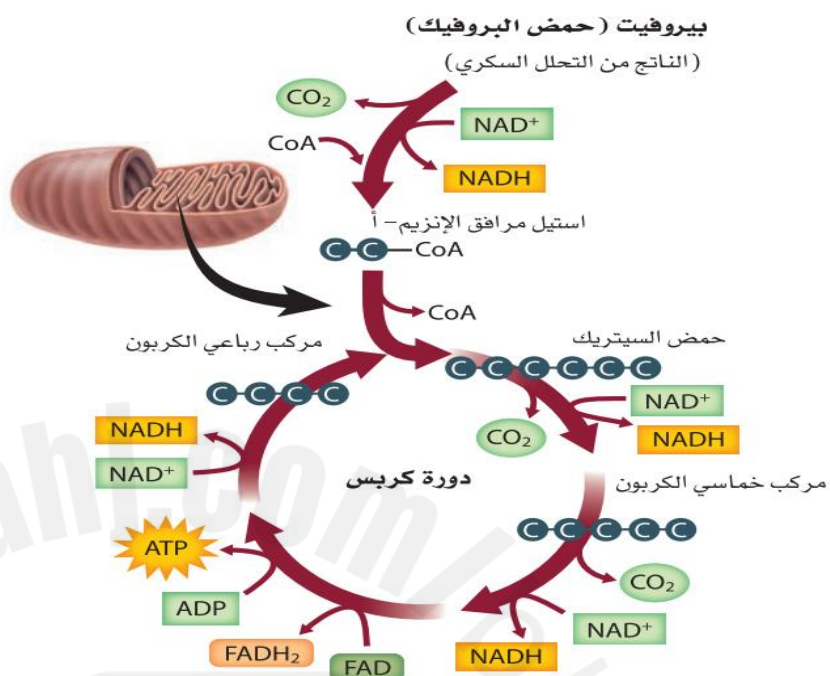
ذرات الهيدروجين التي يتم انتزاعها أثناء الدورة يستقبلها نوعين من النو اقل الكيميائية هما:

NAD<sup>+</sup> والذي يتحول إلى NADH، وكذلك FAD والذي يتحول إلى FADH<sub>2</sub>

2 جزئ من (ATP)	نتاج نهائي	النتاج النهائي لدورة كريبس لكل جزيء سكر جلوكوز
6 جزئات من (CO <sub>2</sub> )	نتاج نهائي	
8 جزئات من (NADH)	إلى سلسلة نقل الإلكترون	
2 جزئ من (FADH <sub>2</sub> )	إلى سلسلة نقل الإلكترون	

ما قبل دورة كريبس

دورة كريبس



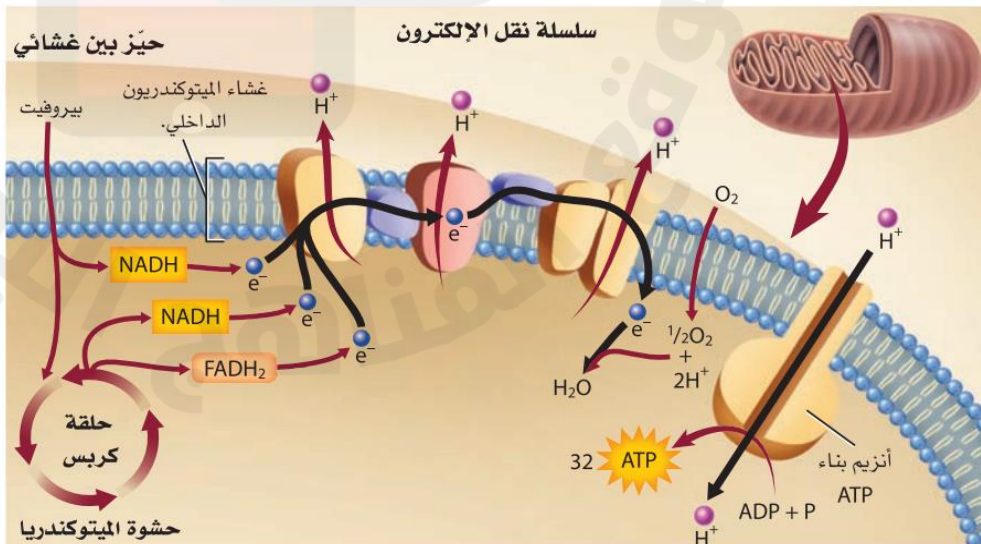
يتحلل البيروفيت إلى ثاني أكسيد الكربون في أثناء دورة كريبس داخل ميتوكوندريا الخلايا

(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 NADH و FADH<sub>2</sub> التي يتم إنتاجها في دورة كريبس لتحويل جزيئات ADP إلى ATP

يحدث نقل الإلكترون على:

طول غشاء الميتوكوندريا





1 تطلق جزيئات  $\text{FADH}_2$  و  $\text{NADH}$  الإلكترونات وتتحول إلى نواقل الإلكترونات  $\text{FAD}$  و  $\text{NAD}^+$ .

2 تنتقل الإلكترونات على طول غشاء الميتوكوندريا من بروتين لآخر وتحرر أيونات الهيدروجين  $\text{H}^+$  إلى حشوة الميتوكوندريا.

3 يتم ضخ أيونات الهيدروجين  $\text{H}^+$  من حشوة الميتوكوندريا عبر الغشاء الداخلي لها إلى الحيزين الغشائيين. وتنتشر أيونات الهيدروجين عائداً عبر الغشاء الداخلي بالمرور عبر جزيئات إنزيمات بناء  $\text{ATP}$  مما يحفز تحويل  $\text{ADP}$  إلى  $\text{ATP}$  بعملية الأسموزية الكيميائية.

4 تنتقل البروتونات والإلكترونات إلى الأكسجين لتكوين الماء.

- 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.

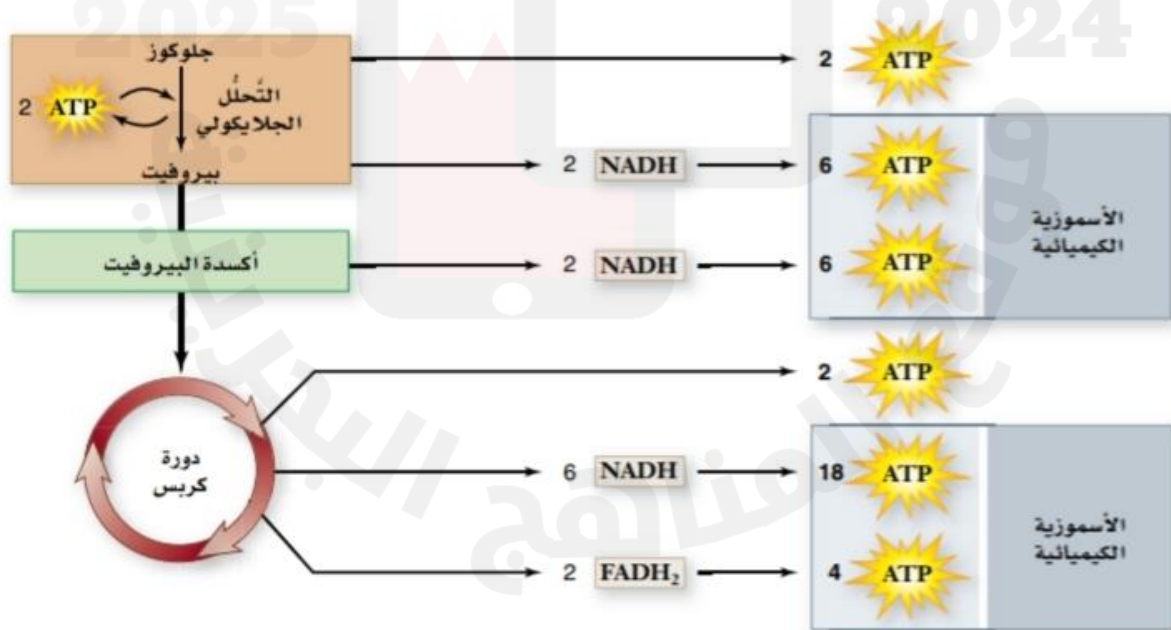
كل جزيء  $\text{NADH}$  يعطي 3 جزيئات من  $\text{ATP}$  وكل جزيء  $\text{FADH}_2$  يعطي 2 جزيئات من  $\text{ATP}$

قاعدة مهمة

حساب عدد جزيئات  $\text{ATP}$  الناتجة من نقل الإلكترون

المجموع = 34 جزيء $\text{ATP}$	$2 \times 3 = 6 \text{ ATP}$	2 جزيء $\text{NADH}$	التحلل السكري
	$8 \times 3 = 24 \text{ ATP}$	8 جزيء $\text{NADH}$	دورتي كريبس وما قبلها
	$2 \times 2 = 4 \text{ ATP}$	2 جزيء $\text{FADH}_2$	

الناتج النهائي لعدد جزيئات  $\text{ATP}$  الناتجة من التنفس الخلوي الكامل لجزيء واحد من الجلوكوز



إجمالي محصول  $\text{ATP}$  الصافي = 38.  
(36 في حقيقيات النوى)

## التنفس اللاهوائي (التخمير)

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

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

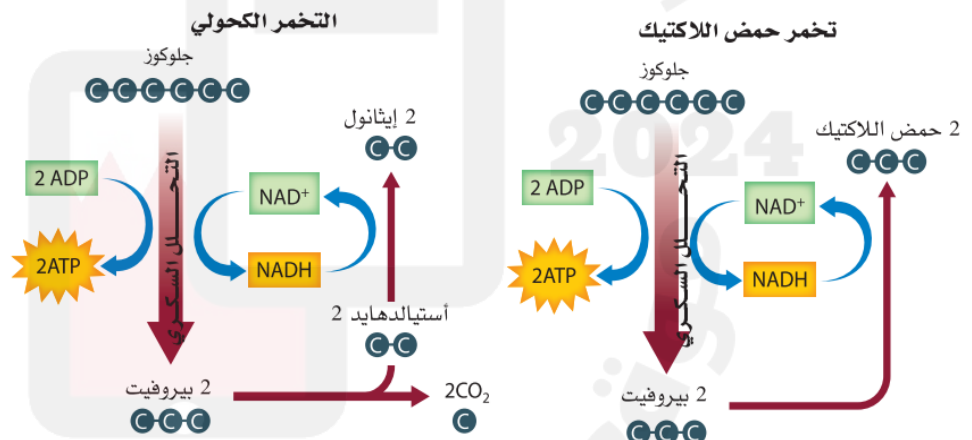
1	قلة الطاقة الناتجة عن التحلل السكري (حيث كل جزئ من سكر الجلوكوز ينتج 2 ATP)
2	تتوقف عملية التحلل السكري عند استهلاك جميع جزيئات $NAD^+$ ، المحدودة داخل الخلية (خاصة إذا لم تحدث عملية تسد النقص في هذه الجزيئات)

لذلك تلجأ هذه المخلوقات والخلايا إلى مسارات تتبع التحلل السكري هو التنفس اللاهوائي (التخمير) للتخلص من هذه المشكلات

### عملية التخمير

مكان حدوثها	في السيتوبلازم.
أهميتها	تعيد تزويد الخلية بجزيئات $NAD^+$ اللازمة لاستمرار التحلل السكري في غياب الأكسجين و إنتاج كمية قليلة من جزيئات ATP التي تمد الخلية بالطاقة.
أنواع التخمير	يوجد نوعين من التخمير هما: تخمر حمض اللاكتيك والتخمير الكحولي

عند غياب الأكسجين أو محدوديته تحدث عملية التخمير



المقارنة	تخمير حمض اللاكتيك	التخمير الكحولي
النواتج	حمض اللاكتيك	الكحول الإيثيلي (إيثانول) + ثاني أكسيد الكربون
مثال لمخلوق حي	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

## البناء الضوئي والتنفس الخلوي

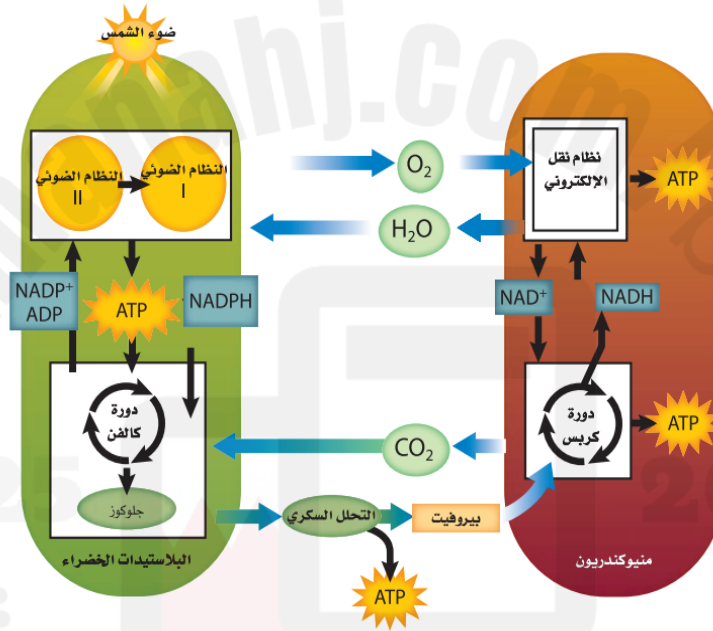
1- عمليتان مهمتان تستعملهما الخلايا للحصول على الطاقة

2- هما مسارات ايضية تنتج الكربوهيدرات الايضية وتحللها

### لاحظ ما يلي:

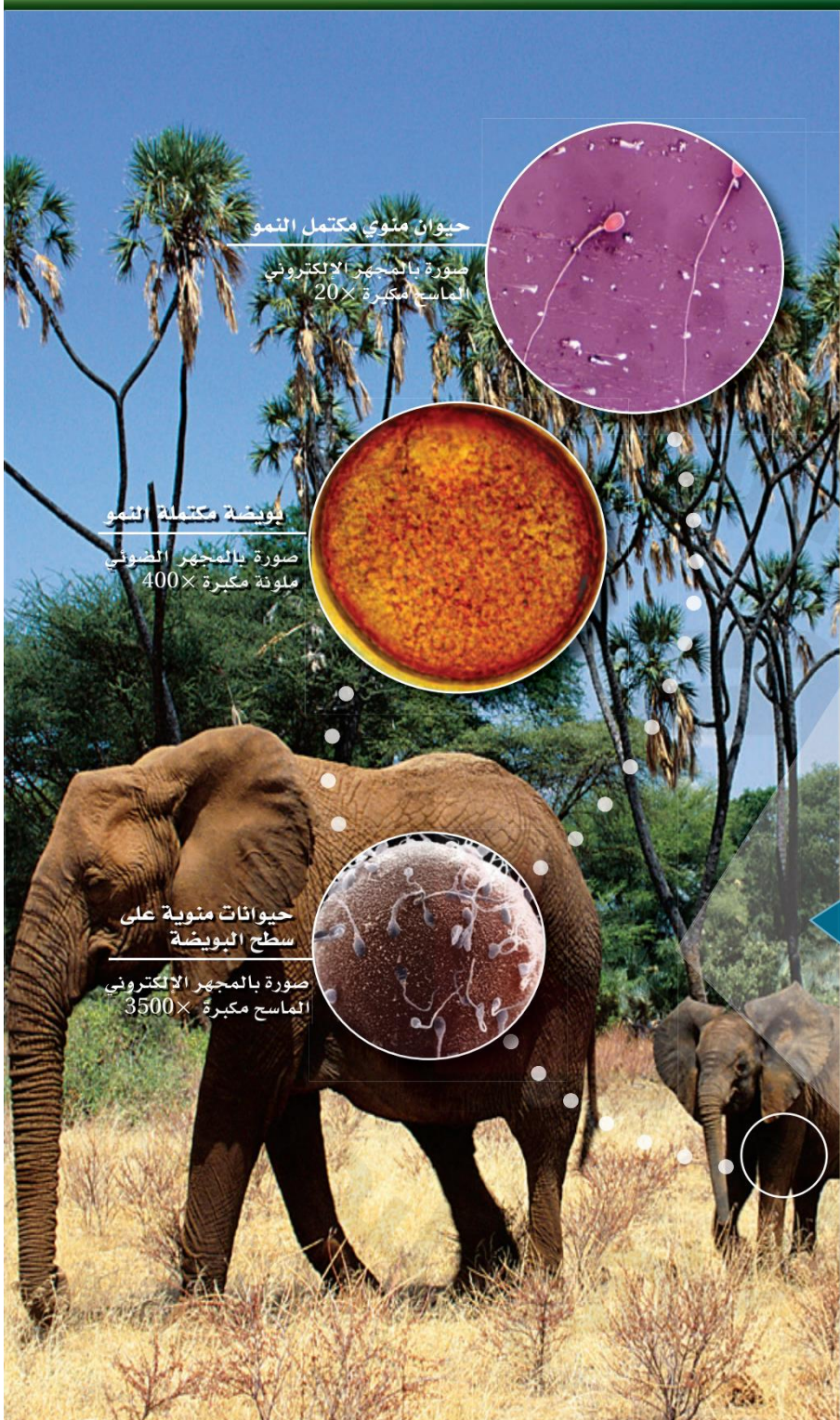
1- المواد الناتجة من عملية البناء الضوئي هي: الجلوكوز والأكسجين وهي المواد المتفاعلة التي تتطلبها عملية التنفس الخلوي.

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



تشكل عملية التنفس الخلوي والبناء الضوئي دورة حيث المواد الناتجة عن أحد هذه المسارات الايضية تكون مواد متفاعلة للمسار الايضي الاخر.







## الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم

### دورة الحياة

مراحل النمو التي يمر بها المخلوق الحي في أثناء حياته.

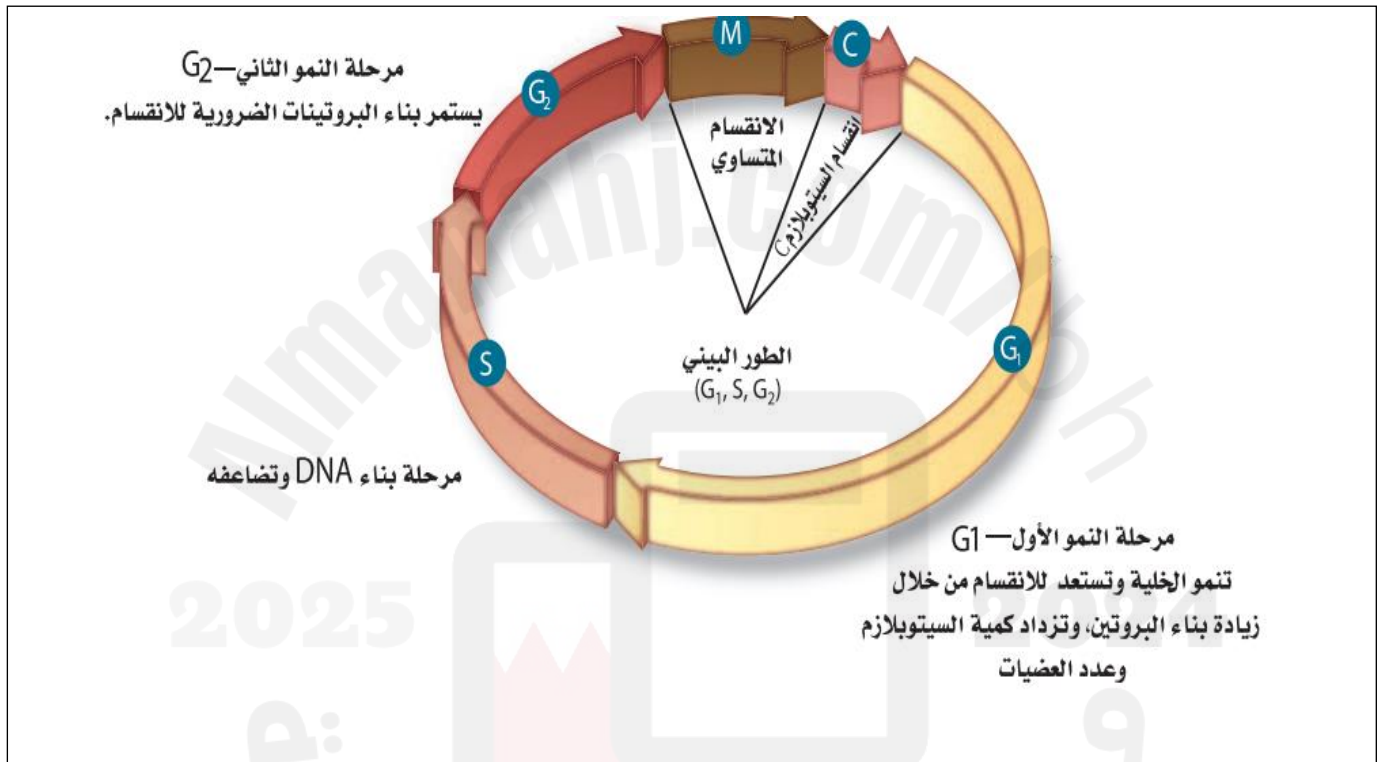
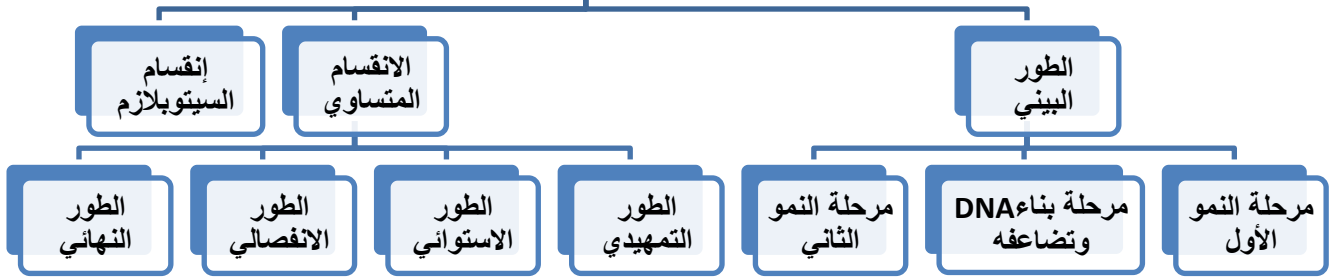
### مصطلحات الدرس

عملية التكاثر الخلوي وتحدث في ثلاث مراحل رئيسية الطور البيئي والانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم	دورة الخلية
المرحلة الأولى من دورة الخلية تنمو خلالها الخلية وتنضج وتضاعف مادتها الوراثية DNA	الطور البيئي
المرحلة الثانية الرئيسية من دورة حياة الخلية حيث يتضاعف فيها DNA وتنقسم الخلية وتكون خلايا ابنة متطابقة جينيا وثنائية المجموعة الكروموسومية.	الانقسام المتساوي
المرحلة الثالثة من دورة الخلية ينقسم فيها السيتوبلازم مكونا خلايا جديدة.	انقسام السيتوبلازم
المرحلة الأولى من الانقسام المتساوي وفي أثناءها يتحول الكروماتين إلى كروموسومات.	الطور التمهيدي
تركيب يحوي نسخ متطابقة من DNA ويتكون في أثناء تضاعف DNA.	الكروماتيدات الشقيقة
تركيب خلوي يجمع بين الكروماتيدات الشقيقة.	السنترومير
تركيب مكون من الخيوط المغزلية والمريكزات والألياف النجمية التي تدخل في تحريك وتنظيم الكروموسومات قبل أن تنقسم الخلية.	الجهاز المغزلي
المرحلة الثانية من الانقسام المتساوي وفيها تعمل البروتينات الحركية على سحب الكروماتيدات الشقيقة إلى خط استواء الخلية.	الطور الاستوائي
المرحلة الثالثة من الانقسام المتساوي حيث يتم سحب الكروماتيدات الشقيقة بعيدا عن بعضها البعض وتنتقل الكروموسومات بواسطة الأنابيب الدقيقة والبروتينات الحركية إلى الأقطاب المتقابلة للخلية.	الطور الانفصالي
المرحلة النهائية في الانقسام المتساوي تعود فيها النوية للظهور ويبدأ تشكل غشاءين نوويين، ولكن لم تكمل الخلية انقسامها بعد.	الطور النهائي

### دورة الخلية

دورة الخلية	هي دورة تمر بها الخلية لتصبح خليتين.
عندما تصل الخلية إلى أكبر حجم لها فهي بين أمرين	فإما أن تنقسم
	وإما أن تتوقف عن النمو
لاحظ أن	انقسام الخلية هو طريقة الخلية في التكاثر
	تكاثر الخلايا عبر دورة نمو وانقسام تسمى دورة الخلية
	عند تكرار دورة الخلية باستمرار تكون النتيجة استمرار إنتاج خلايا جديدة

## دورة الخلية



الطور البيني	مرحلة النمو الأول (G1)	يتم فيه زيادة بناء البروتين وزيادة كمية السيتوبلازم وعدد العضيات
(يتضمن 3 مراحل هي)	مرحلة بناء DNA وتضاعفه	وتقوم بوظائفها الخلوية وتضاعف مادتها الوراثية DNA.
	مرحلة النمو الثاني (G2)	يستمر بناء البروتينات الضرورية للانقسام

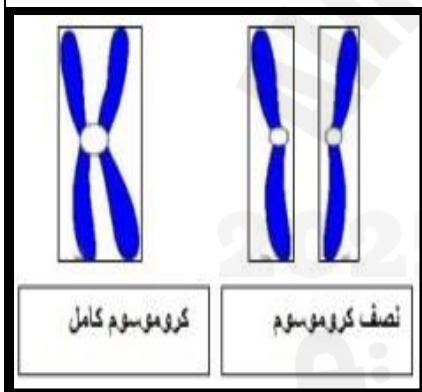
ملحوظة مهمة	تختلف دورة حياة الخلية اعتمادا على نوع الخلية	مثال	1	بعض الخلايا حقيقية النواة تكمل دورة حياتها في 8 دقائق في حين قد تستغرق خلايا أخرى عامها الأول
			2	معظم الخلايا الحيوانية الطبيعية والنشطة تستغرق حوالي 24:12 ساعة لتكمل دورتها وبعض خلايا الجسم تكمل دورة حياتها في يوم واحد تقريبا

ما يحدث فيه	انفصال المادة الوراثية المتضاعفة وتستعد الخلية للانقسام إلى خليتين.
العامل الأساسي له	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 وراثياً تسمى كل واحدة بنوية.
أهميته	1 يزيد من أعداد الخلايا في المخلوقات عديدة الخلايا في أثناء نمو صغارها لتصبح بالغة. 2 يسمح بتعويض الخلايا التالفة فتتقسم خلايا جلد الإنسان عندما يتعرض لجرح بواسطة الانقسام المتساوي وانقسام السيتوبلازم بتكوين خلايا جلد جديدة.
مراحله	يتكون الانقسام المتساوي من أربع مراحل هي: 1. الطور التمهيدي. 2. الطور الاستوائي. 3. الطور الانفصالي. 4. الطور النهائي

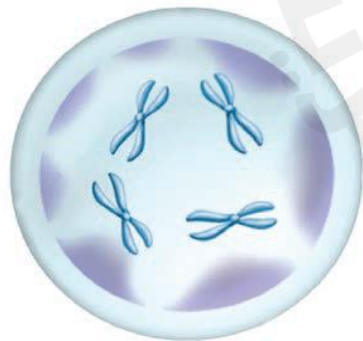
### الطور التمهيدي

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 البيئي.
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.
4	تبدأ النوية مع استمرار الطور التمهيدي في الاختفاء.
5	وتبدأ الخيوط المغزلية في التشكل في السيتوبلازم.
6	تهاجر المريكزات إلى قطبي الخلية ومنها يخرج نوع من الأنابيب الدقيقة تسمى الألياف النجمية ولها شكل يشبه النجم.
ملحوظة	توجد المريكزات في الخلايا الحيوانية وبعض خلايا الطلائعيات.
7	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.
8	ترتبط الخيوط المغزلية بالكروماتيدات الشقيقة في كل كروموسوم على جانبي السنترومير ثم ترتبط بالأقطاب المتقابلة للخلية.



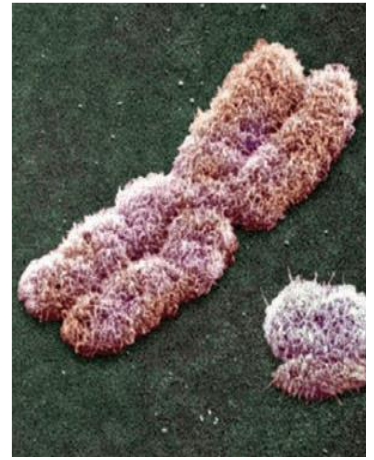
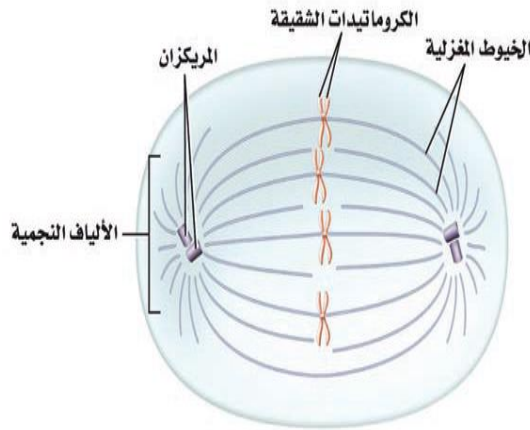
لا تعد المريكزات جزء من الجهاز المغزلي في الخلايا النباتية

ملحوظة

يضمن الترتيب السابق للكروموسومات تلقي كل خلية جديدة نسخة كاملة من المادة الوراثية DNA.

### الشكل المقابل:

اليمين: الكروموسومات في طور التمهيدي هي كروماتيدات شقيقة ترتبط معا في نقطة مركزية تسمى السنترومير. اليسار: يتكون الجهاز المغزلي في الخلايا الحيوانية من المريكزات والخيوط المغزلية والألياف النجمية.

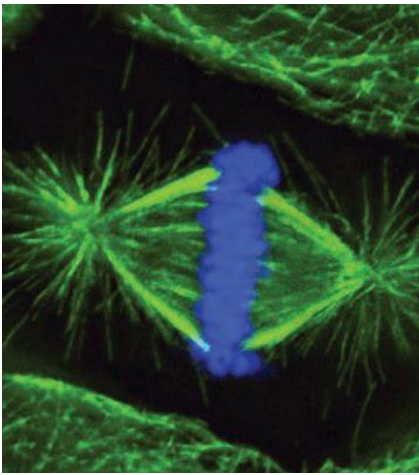


المرحلة الثانية من الانقسام المتساوي وهي أقصر مرحلة

الطور الاستوائي

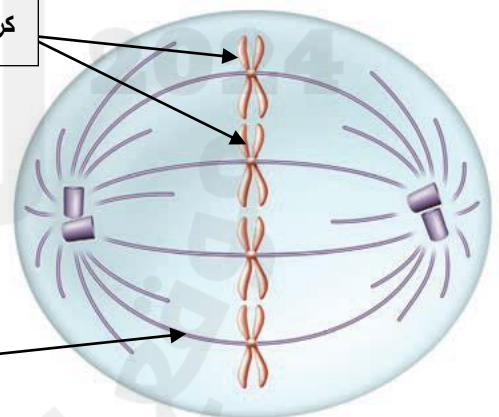
أهم ما يحدث بها

- 1 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).
- 2 عندما ينتهي الطور الاستوائي بنجاح فإنه يضمن حصول الخلايا الجديدة على نسخ دقيقة وصحيحة من الكروموسومات.



كروموسومات متضاعفة عند خط استواء الخلية

خيوط مغزلية مرتبطة بالسنترومير



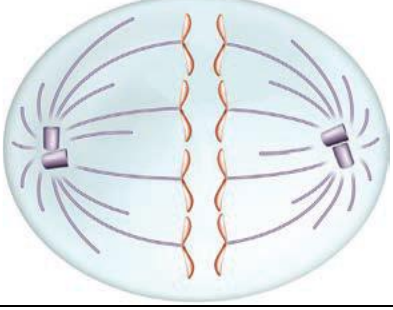
المرحلة الثالثة من مراحل الانقسام المتساوي.

الطور الانفصالي

أهم ما يحدث بها:

- 1 يتم سحب الكروماتيدات وتباعدها عن بعضها البعض.
- 2 تبدأ الأنبيبات الدقيقة للجهاز المغزلي في القصر.

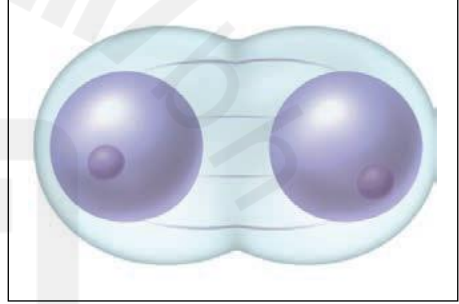
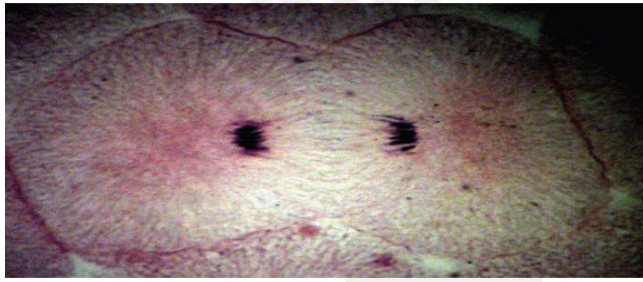


	3	هذا القصر يؤدي إلى سحب سنتروميترات الكروماتيدات الشقيقة، ويؤدي إلى انفصالها لتصبح كروموسومات متطابقة.
	4	تنفصل جميع الكروماتيدات الشقيقة في الوقت نفسه.
	5	في نهاية الطور الانفصالي تقوم الأنبيبات الدقيقة بمساعدة البروتينات بسحب الكروموسومات في اتجاه في اتجاه أقطاب الخلية.

المرحلة النهائية في الانقسام المتساوي.

الطور النهائي

أهم ما يحدث بها	
1	تصل الكروموسومات إلى أقطاب الخلية وتصبح أقل كثافة.
2	يبدأ تكوين غشائين نوويين وتعود النوية إلى الظهور.
3	يتحلل الجهاز المغزلي.
4	تعيد الخلية تدوير بعض الأنبيبات الدقيقة لبناء أجزاء مختلفة من الهيكل الخلوي.

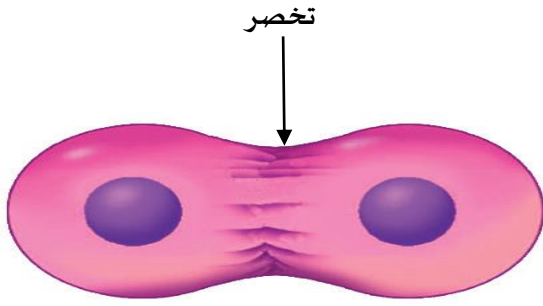


تكمل الخلية في نهاية الطور النهائي عملية تضاعف المادة الوراثية وتقسيمها إلى كتلتين، ولكن انقسام الخلية لم يتم على نحو كامل بعد

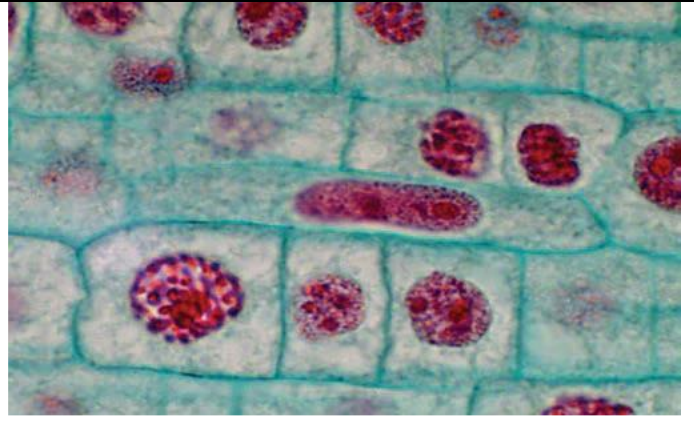
ملحوظة: عملية الانقسام المتساوي لم تكتمل بانتهاء الأطوار الأربعة.

انقسام السيتوبلازم

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



الخلية الحيوانية



الخلية النباتية

تنقسم بواسطة الانشطار الثنائي كالتالي:

الخلايا بدائية النواة

1	أولاً: تتضاعف مادتها الوراثية DNA وتلتصق النسختان بالغشاء البلازمي.
2	بعد أن ينمو الغشاء البلازمي: تنسحب جزيئات DNA الملتصقة بعيداً.
3	أخيراً: تتم الخلية انشطارها منتجة خليتين بدائيتي النواة جديديتين.



## الانقسام المنصف

تركيب خلوي يحتوي على المادة الوراثية DNA.

الكروموسوم

مصطلحات الدرس

وحدة وظيفية تتحكم بالجينات الموروثة التي تنتقل من جيل لآخر.	الجينات
كروموسوم واحد من زوج من الكروموسومات واحد من كل أب يحمل جينات صفة محددة على الموقع نفسه.	الكروموسومين المتماثلين
خلية جنسية أحادية تتكون أثناء الانقسام المنصف ويمكنها الاتحاد مع خلية جنسية أحادية أخرى لتكوين لإنتاج بويضة مخصبة ثنائية المجموعة الكروموسومية.	المشيح
خلية تحمل نصف عدد الكروموسومات (n).	خلية أحادية المجموعة الكروموسومية
عملية تتحد فيها الأمشاج أحادية العدد الكروموسومي (n) معا مكونة خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).	الاخصاب
امتلاك نسختين من كل كروموسوم (2n).	خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية
عملية الانقسام المخفض لعدد الكروموسومات ويحدث في الخلايا الجنسية حيث تنتج الخلية الواحدة ثنائية العدد الكروموسومي (2n) أربع خلايا أحادية العدد الكروموسومي (n) لا تتطابق جينيا.	الانقسام المنصف
تبادل أجزاء كروموسومية بين الكروموسومات المتماثلة في أثناء الطور التمهيدي (I) من الانقسام المنصف.	العبور الجيني

## الكروموسومات والعدد الكروموسومي

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

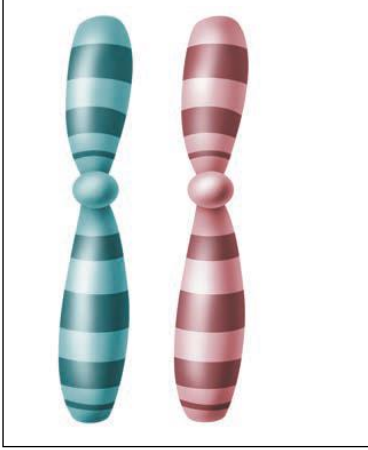
زوج من الكروموسومات أحدهما من أحد الأبوين والثاني من الأب الآخر

الكروموسومات المتماثلة

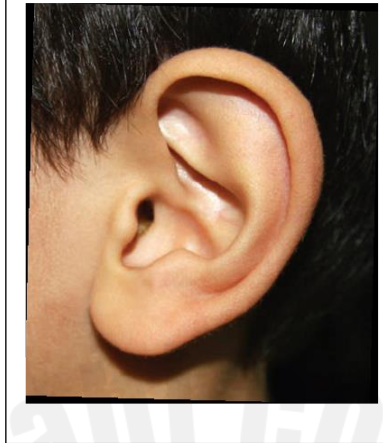
تحتوي كل خلية من جسم الإنسان على 46 كروموسوم (يساهم كل واحد من الوالدين بـ 23 كروموسوم) فتكون النتيجة 23 زوج من الكروموسومات.

1	لهما نفس الطول.	أهم ما يميز زوج الكروموسومات المتماثلة
2	لهما نفس موقع السنترومير.	

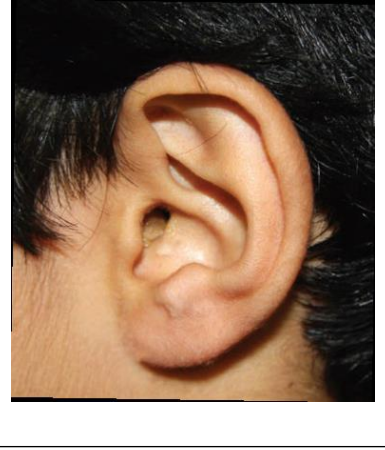
ملحوظة: الجينان المتقابلان على الكروموسومين المتماثلين يرمزان لنفس الصفة، إلا أنهما قد لا يعبران عن الصفة الشكلية تماما. مثال : صفة شحمة الأذن يقع الجين المسئول عن الصفة على نفس الموقع من الكروموسومين المتماثلين.



زوج كروموسومات متماثلة



شحمة الأذن السائبة



شحمة الأذن الملتحمة

### 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 لآخر.
ملحوظة	يختلف عدد الكروموسومات من نوع لآخر ففي الإنسان مثلاً 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 ائرمؤنث 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

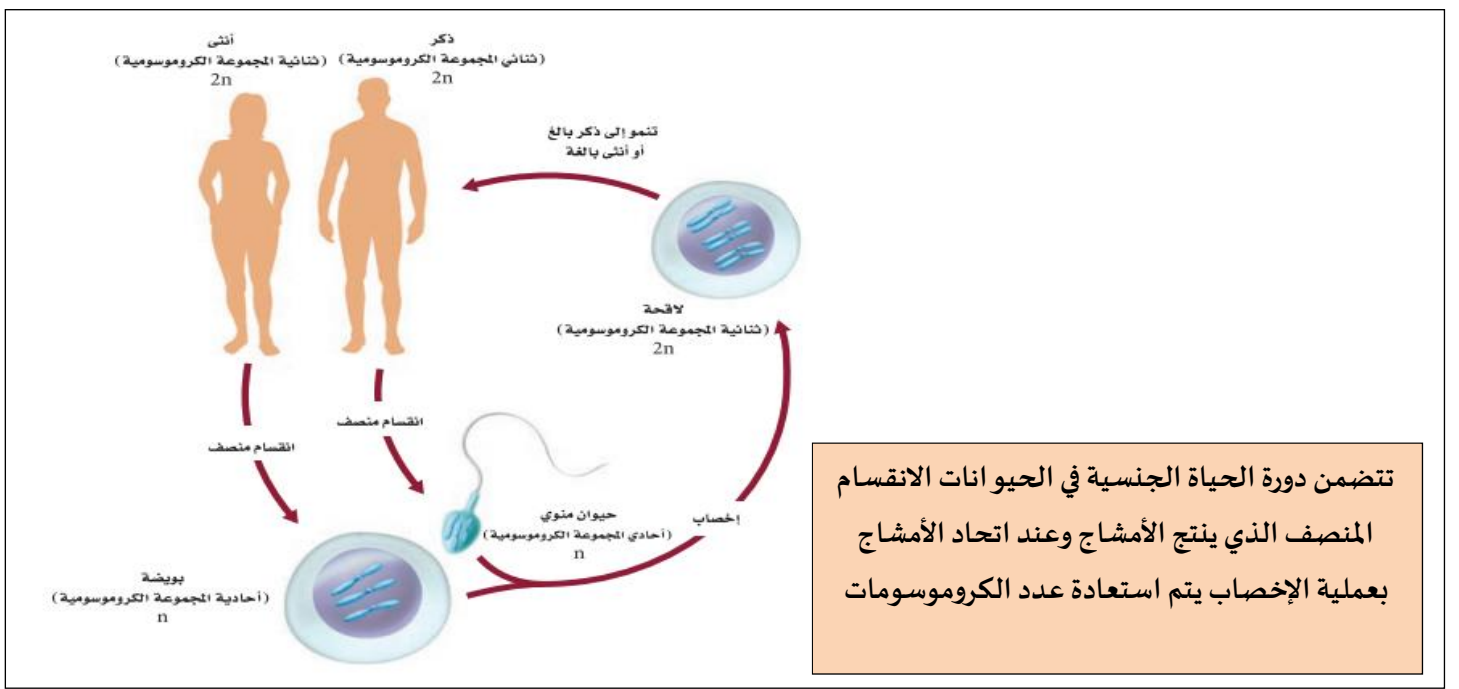
### الانقسام المنصف

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

مكان حدوثه يحدث في التراكيب الجنسية للمخلوقات الحية التي تتكاثر جنسياً.

(حيث يتم فصل كروموسومات 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)

يتم وفق الخطوات التالية

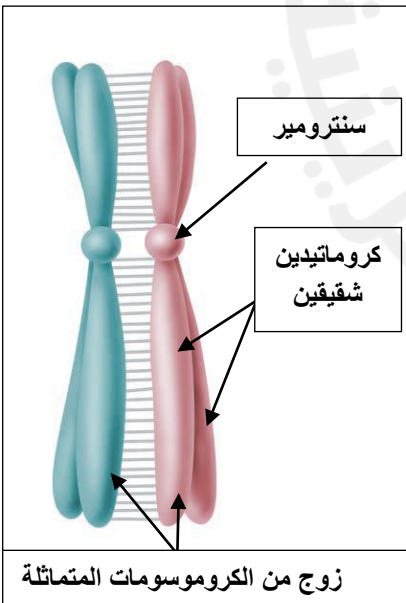
### أولاً: الانقسام المنصف الأول (I)

#### 1- الطور البيني

أهم ما يحدث فيه تقوم فيه الخلية بعدد من العمليات الأيضية المتنوعة مثل: تضاعف DNA - بناء البروتين

ويتم فيه ما يلي

#### 2- الطور التمهيدي الأول (I)



1	تصبح الكروموسومات المتضاعفة مرئية وواضحة وتتكون من كروماتيدات شقيقة.
2	تتكاثف الكروموسومات المتماثلة وتبدأ بتكوين أزواج بواسطة عملية الاقتران.
عملية الاقتران هي عملية ارتباط كل كروموسومين متماثلين جيداً على امتداد طولهما خلال الطور التمهيدي الأول	
3	يحدث تبادل بين أجزاء الكروموسومات المتماثلة فيما يعرف بالعبور الجيني.
4	تنتقل المريكزات إلى أقطاب الخلية المتقابلة.
5	تشكل خيوط المغزل وترتبط بالكروماتيدات الشقيقة عند القطع المركزية (السنتروميير).

### 3- الطور الاستوائي الأول (I)

ويتم فيه ما يلي

1	تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة عند خط استواء الخلية.
2	ترتبط الخيوط المغزل مع سنتروميير كل كروموسوم من الكروموسومات المتماثلة.

### 4- الطور الانفصالي الأول (I)

ويتم فيه ما يلي

1	تنفصل الكروموسومات المتماثلة ويتم سحب كل زوج بواسطة خيوط المغزل إلى القطب المقابل للخلية.
2	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 ما يلي

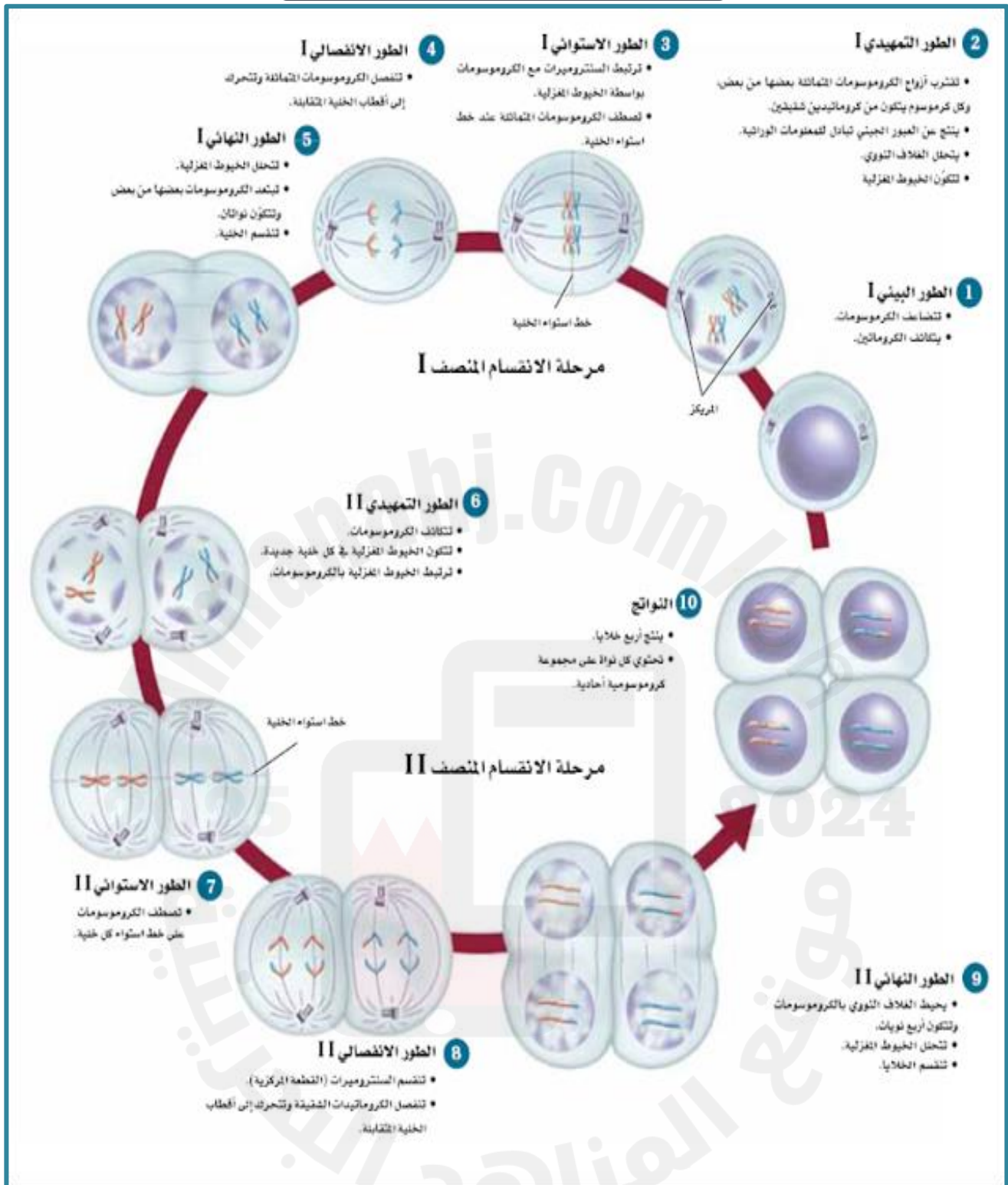
1	تصل الكروموسومات المتماثلة المحتوية على الكروماتيدات الشقيقة إلى أقطاب الخلية المتقابلة.
2	يصبح كل قطب من أقطاب الخلية يحتوي على زوج واحد فقط من أزواج الكروموسومات المتماثلة الأصلية



ينتج عن عملية العبور الجيني مجموعات جديدة من الجينات

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 بطوريبيي 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).



#### ملحوظة

الخلية في نهاية الطور التمهيدي الأول ينتج عنها أربعة أمشاج ذات مجموعات كروموسومية مختلفة.

## ثانيا: الانقسام المنصف الثاني (II)

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

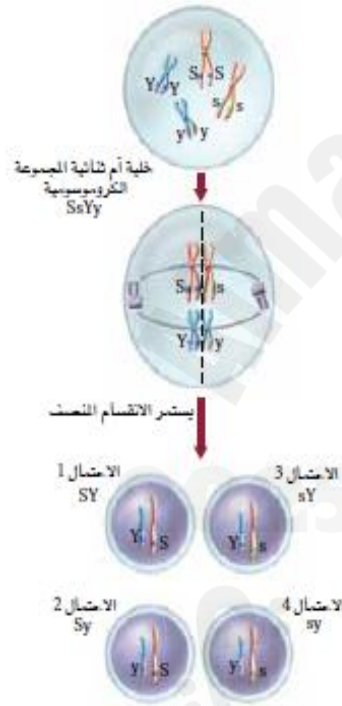
الطور	أهم ما يحدث فيه
الطور التمهيدي الثاني (II)	1 تتكثف الكروموسومات.
	2 يتشكل الجهاز المغزلي.
الطور الاستوائي الثاني (II)	تصطف الكروموسومات عند خط استواء الخلية بواسطة خيوط المغزل.
الطور الانفصالي الثاني (II)	يتم سحب الكروماتيدات الشقيقة بخيوط المغزل بعيدا عن بعضها تجاه أقطاب الخلية.
الطور النهائي الثاني (II)	يتكون الغشاء النووي، وينقسم السيتوبلازم وينتج أربع خلايا أحادية العدد الكروموسومي (n) تسمى الأمشاج.

### أهمية الانقسام المنصف

1	إنتاج الأمشاج في المخلوقات التي تتكاثر جنسيا.
2	توفير التنوع الوراثي في المخلوقات الحية.
3	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.



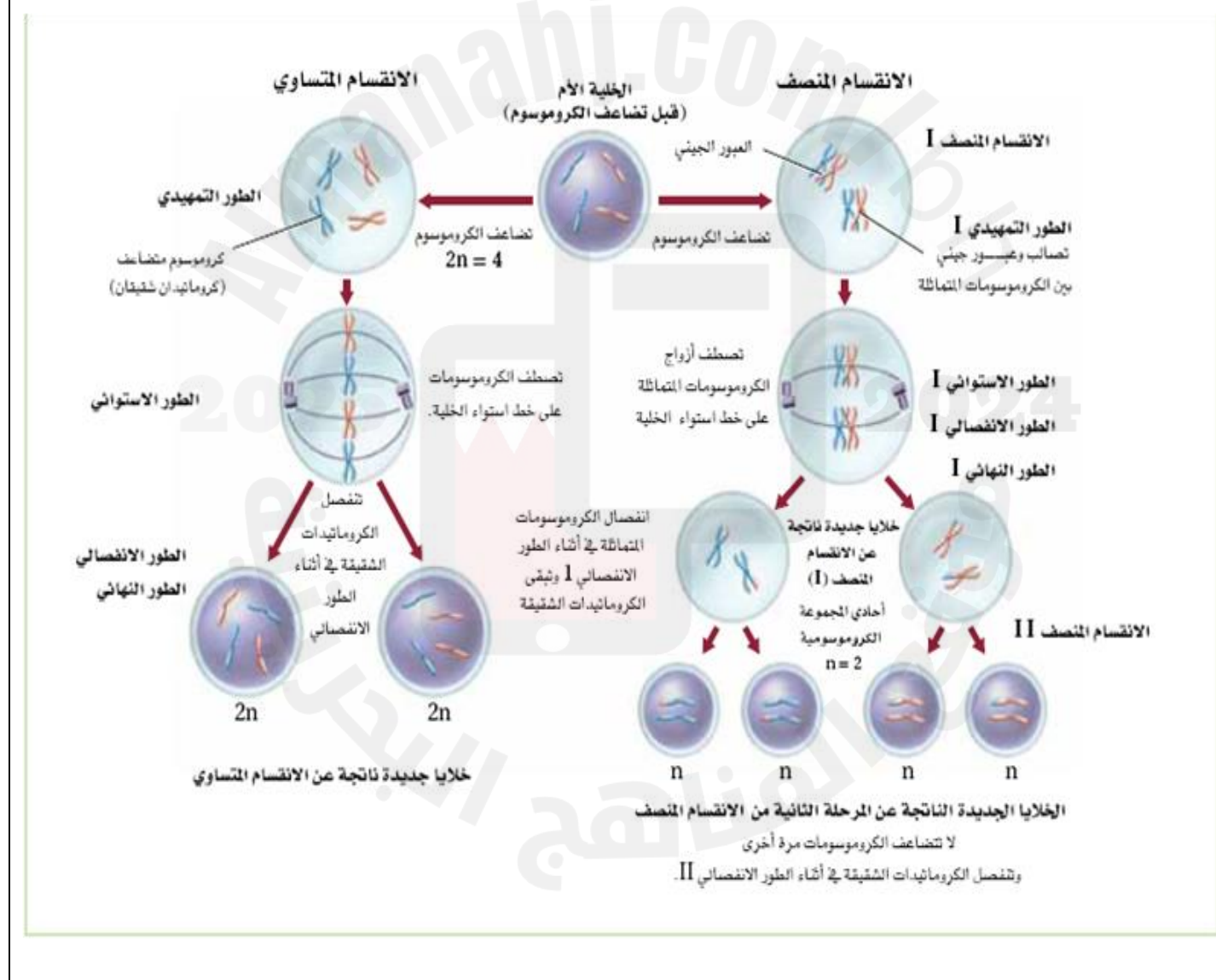
■ الشكل 4-6 الترتيب الذي تصطف به أزواج الكروموسومات المتماثلة يوضح كيف ينتج التنوع الوراثي في الخلايا الجنسية.

يوضح الشكل الترتيب الذي تصطف فيه أزواج الكروموسومات المتماثلة حيث تلتقي فيه (Y مع S) أو (y مع s) فتنتج التراكيب الجينية (YS) أو (Ys) أو (yS) أو (ys)



## مقارنة بين الانقسام المتساوي والمنصف

الانقسام المنصف	الانقسام المتساوي
يحدث مجموعتان من الانقسام في أثناء الانقسام المنصف هما المنصف الأول (I) والمنصف الثاني (II)	يحدث انقسام واحد في أثناء الانقسام المتساوي
يحدث تضاعف DNA مرة واحدة قبل الانقسام المنصف (I)	يحدث تضاعف DNA في الطور البيئي
يحدث اقتران للكروموسومات المتماثلة في أثناء الطور التمهيدي (I)	لا يحدث اقتران للكروموسومات المتماثلة
ينتج عن الانقسام أربع خلايا غير متماثلة (1n) في كل دورة خلية	ينتج عن الانقسام خليتان متطابقتان في كل دورة خلية
الخلايا الإبنة غير متطابقة وراثيا بسبب العبور الجيني	الخلايا الإبنة متطابقة وراثيا
يحدث في الخلايا الجنسية فقط	يحدث في الخلايا الجسمية فقط
يرتبط بإنتاج الأمشاج وتوفير التنوع الوراثي في المخلوقات الحية	يرتبط بالنمو وتعويض الخلايا التالفة



علم الوراثة	العلم الذي يدرس الصفات الوراثية وانتقالها من الآباء إلى الأبناء.
الجين المتقابل	شكل بديل يملكه الجين المفرد لصفة محددة
الصفة السائدة	اسم أطلقه مندل على صفة محددة تنتج في أفراد الجيل الأول (F1)
الصفة المتنحية	اسم أطلقه مندل على صفة محددة تستر أو تختفي في أفراد الجيل الأول (F1)
متماثل الجينات	مخلوق يحمل جينين متماثلين لصفة محددة.
غير متماثل الجينات	مخلوق يحمل جينين مختلفين لصفة محددة
الطراز الجيني	أزواج الجينات المتقابلة لصفة محددة.
الطراز الشكلي	الخصائص المظهرية التي يملكها الفرد تعبر عنها أزواج الجينات المتقابلة.
قانون انعزال الصفات	زوج الجينات المتقابلة لكل صفة ينفصلان في أثناء الانقسام المنصف.
الفرد الهجين	مخلوق غير متماثل الجينات لصفة محددة.
قانون التوزيع الحر	توزع الجينات توزيعاً حراً أو عشوائياً أثناء تكوين الأمشاج.
التركيبة الجينية الجديدة	مزيج من الجينات التي تنتج بواسطة العبور الجيني والتوزيع الحر لها.
متعددة المجموعة الكروموسومية	وجود مجموعة إضافية واحدة أو أكثر من الكروموسومات في المخلوق الحي.

### كيف بدأت الوراثة؟

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

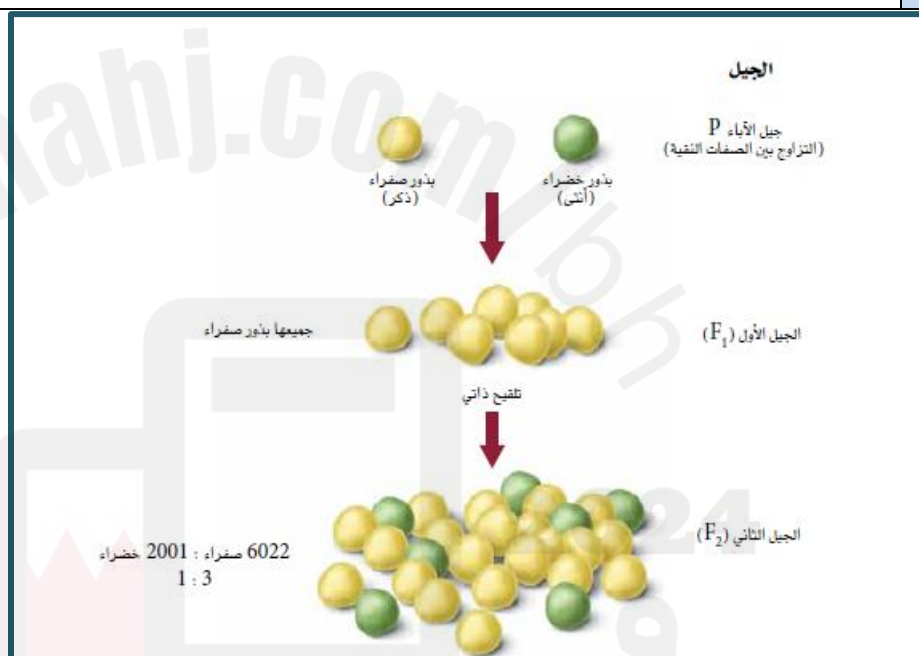
الوراثة	انتقال الصفات من جيل لآخر.
كان مندل موفقاً في اختيار نبات البازلاء لأنه يتميز بما يلي:	
1	سهولة زراعته وسرعة نموه (قصر دورة حياته).
2	إنتاجه المستمر لأبناء تحمل شكلاً واحداً من الصفة.
3	يسهل التحكم في طريقة تلقيحه (ذاتي – خلطي).
التلقيح الذاتي	هو اتحاد مشيج مذكر (حبة لقاح) بمشيج مؤنث (بويضة) من الزهرة نفسها، أولزهرة أخرى على نفس النبات
التلقيح الخلطي	هو اتحاد مشيج مذكر (حبة لقاح) من زهرة نبات مع مشيج مؤنث (بويضة) من زهرة نبات آخر من نفس النوع

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

1	لاحظ مندل أن سلالات معينة في نبات البازلاء تنتج أشكالاً محددة من الصفة جيلاً بعد جيل.
مثال	بعض السلالات تنتج بذوراً خضراء دائماً وبعضها ينتج بذوراً صفراء دائماً.
2	قام مندل بعمل تلقيح خلطي بين السلالتين (عن طريق نقل حبوب اللقاح من زهرة نبات أخضر البذور إلى عضو التأنث في زهرة نبات أصفر البذور).
ملحوظة	أزال مندل الأعضاء المذكرة من زهرة النبات أصفر البذور لمنع حدوث التلقيح الذاتي.
3	أطلق مندل على النبات أصفر وأخضر البذور اسم الآباء ورمز لها بالرمز (P).

نتائج مندل لعملية التلقيح الخلطي بين  
نبات بازلاء أصفر البذور ونبات أخضر  
البذور



### 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 تماماً في الجيل الأول (F <sub>1</sub> ).
2	قام مندل بزراعة أفراد الجيل الأول ذات البذور الصفراء ولقحها ذاتياً ثم فحص الأزهار الناتجة عن هذا التلقيح وسمها بالجيل الثاني (F <sub>2</sub> ).
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.

استنتج مندل أنه	لا بد من وجود شكلين لصفة البذور في نبات البازلاء هما الأصفر والأخضر وكل شكل فيها مرتبط مع عامل آخر يسمى الجين المتقابل.
الجين المتقابل (الأليل)	هو الشكل البديل لجين مفرد لصفة محددة ينتقل من جيل إلى آخر
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 أبوين يحملان الصفة المتقابلة في صورة نقية.
الصفة المتنحية	هي الصفة التي تختفي تماما في أفراد الجيل الأول، الناتجين من تزاوج فردين أبوين يحملان الصفة المتقابلة في صورة نقية.
السيادة	هي الصفة التي تسود وتغطي على الصفة الأخرى، (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 آخر (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) (yy)
ملحوظة	في هذه الحالة يطلق على الفرد متماثل الجينات.
الصفة الهجينة	هي الصفة التي يحكمها جينين مختلفين أحدهما سائد والآخر متنحي وهي لا تكون إلا سائدة. مثال: صفة لون البذور الصفراء مختلفة الجينات (Yy).
ملحوظة	في هذه الحالة يطلق على الفرد غير متماثل الجينات.

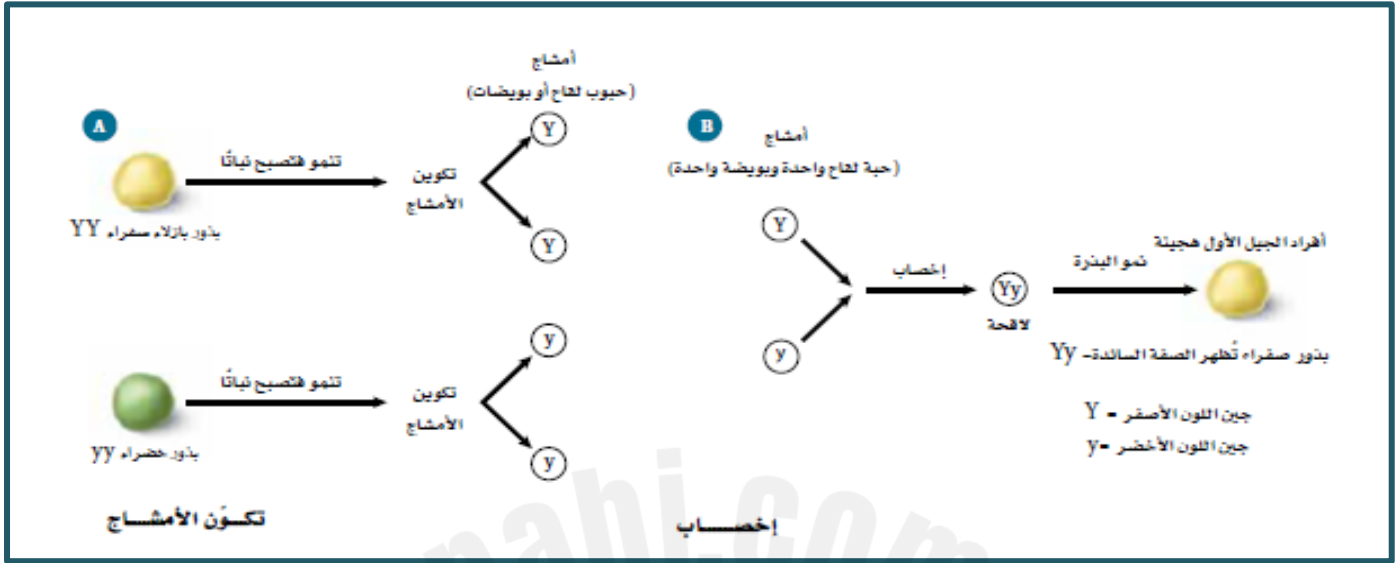
### الطرز الجيني والطرز الشكلي

الطرز الجيني	هو أزواج الجينات المتقابلة في المخلوق الحي.
مثال	الطرز الجيني في حالة النباتات الصفراء والبذور 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 الالباء، 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

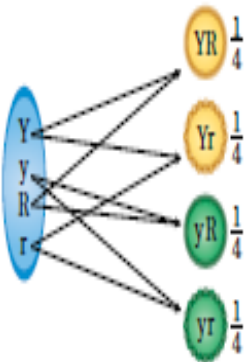
مثال: الفرد الأبوي الذي يحتوي على التركيب الجيني التالي:

(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 فينتج تسع طرز جينية مختلفة هي:

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

العادات جينية محتملة  
في الأمشاج  
تكوين  
في علية أبوية  
الجينات المتقابلة



بنسب تقريبية للطرز الشكلية: 1:3:3:9 على الترتيب (بنسبة 1:3 لكل صفة على حدة).	صفراء مستديرة	315	أحصى منها أربع طرز شكلية مختلفة هي:
	خضراء مستديرة	108	
	صفراء مجعدة	101	
	خضراء مجعدة	32	

مربع بانيت

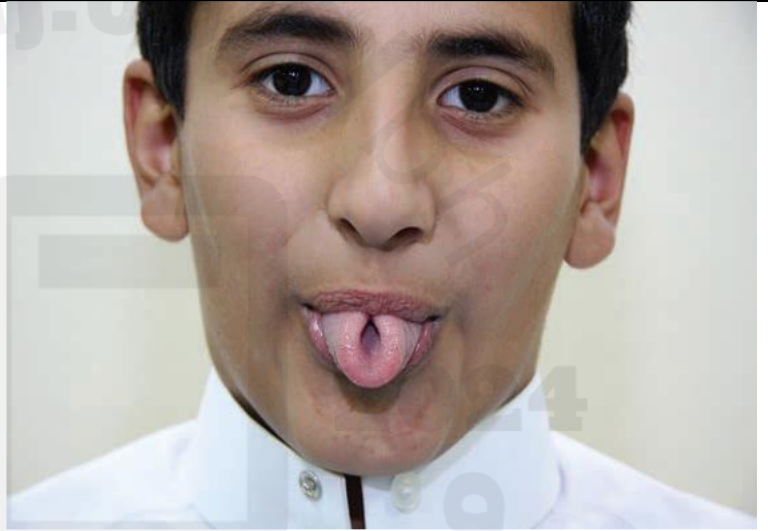
المقصود به	مربع يتم عمله لتوقع الأبناء المحتملين والناجين عن تلقيح بين طريزين جينيين معروفين.
أهميته	سهل تتبع الطرز الجينية المحتملة الناتجة عن التزاوج بين فردين أبوين.

مربع بانيت والتلقيح الأحادي

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

القدرة على ثني اللسان: T  
عدم القدرة على ثني اللسان: t  
أنواع الأمشاج

♀ Tt	♂ Tt	
	T	TT
	t	Tt
	T	Tt
	t	tt

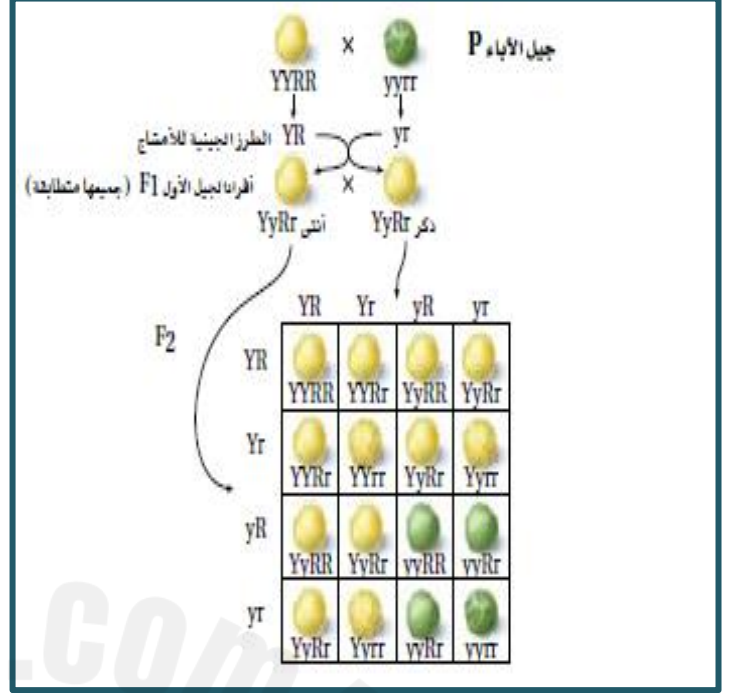


في مربع بانيت السابق يتضح أن	
1	تحدد عدد مربعات بانيت بعدد أنواع الجينات المختلفة التي ينتجها كل واحد من الفردين الأبوين (مربعين × مربعين) لأن كل فرد من الأبوين ينتج نوعين مختلفين من الأمشاج.
2	توضع أمشاج الفرد المذكر أفقياً بينما توضع أمشاج الفرد المؤنث رأسياً.
3	تكتب احتمالات اتحاد الجاميت المذكر مع الجاميت المؤنث داخل كل مربع.
4	عدد الطرز الجينية داخل المربعات 3 وهي: TT (في مربعين) – Tt (في مربع) – tt (في مربع) بنسبة 1:2:1
5	نسبة الطرز الشكلية لصفة ثني اللسان من عدمه هي: 3:1 بالترتيب.

يوضح مربع بانيت الثنائي التلقيح احتمال اتحاد الجينات المتقابلة لكل من الأبوين وكانت النسب هي:

الطرز الجيني	الطرز الشكلي	العدد	نسبة الطرز الشكلي
Y-R-	أصفر مستدير	315	9
yyR-	أخضر مستدير	108	3
Y-rr	أصفر مجعد	101	3
yyrr	أخضر مجعد	32	1

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



### 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.

(اتحاد الجينات الجديد الناتج عن العبور الجيني والتوزيع الحر)

التركيب الجينية الجديدة

يمكن حسابها من القانون (  $2^n$  )  
(حيث n عدد أزواج الكروموسومات في الخلية الجسمية)

حساب التركيب الجينية المحتملة للجينات الناتجة عن التوزيع الحر

مثال

يحتوي نبات البازلاء على سبعة أزواج من الكروموسومات لذا فإن التركيب المحتملة هي:  $2^7$  , (أي 128 تركيباً جينياً محتملاً).  
ولما كان أي مشيج مذكر احتمال أن يلقح أي مشيج مؤنث فإن عدد التركيب المحتملة بعد عملية الإخصاب هي:  
(128×128) أو 16,384 تركيب جيني.

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

هذا العدد بخلاف التركيب الجينية الجديدة الناتجة عن العبور الجيني.

ملحوظة

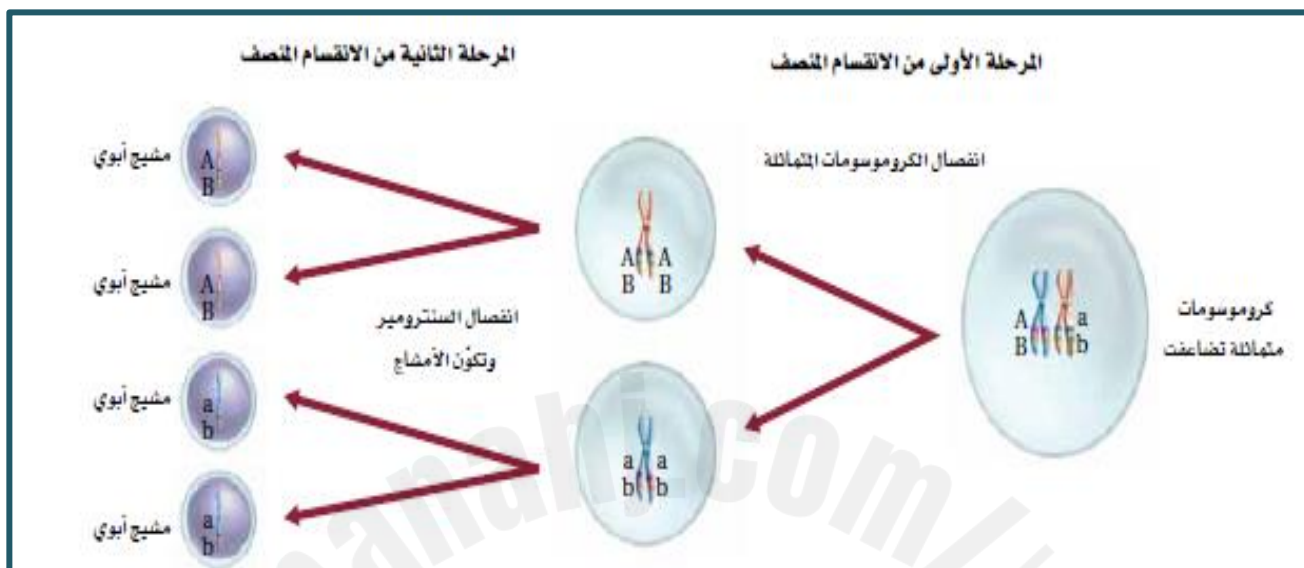
هي الجينات التي يقع بعضها قرب بعض على الكروموسوم نفسه

الجينات المرتبطة

عادة ما تنتقل هذه الجينات مع بعضها ككتلة واحدة في أثناء تكوين الأمشاج

ملحوظة

(لذلك تعد الجينات المرتبطة استثناء من قانون مندل للتوزيع الحر)



هل الجينات المرتبطة تنتقل دائما ككتلة واحدة أثناء الانقسام المنصف؟

سؤال

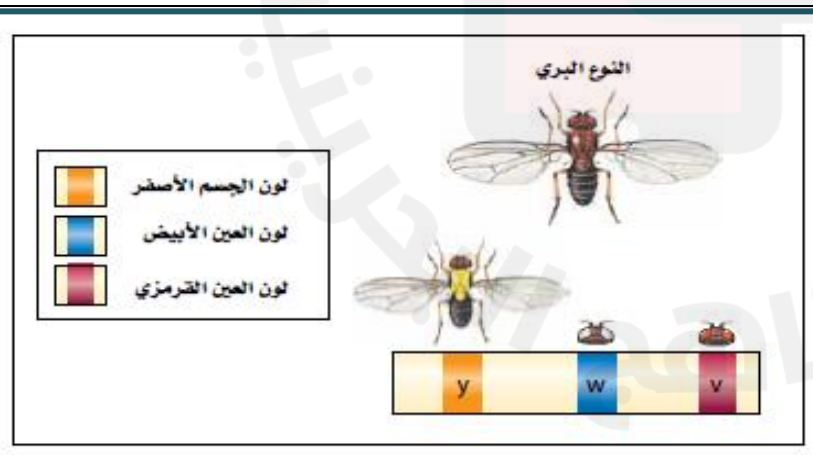
استنتج العلماء أن الجينات المرتبطة يمكن أن تنفصل بسبب حدوث العبور الوراثي.

الجواب

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

هي رسم تخطيطي يوضح ترتيب الجينات على الكروموسوم

الخرائط الكروموسومية



1 تم عمل الخرائط الكروموسومية باستعمال بيانات عملية العبور الجيني.

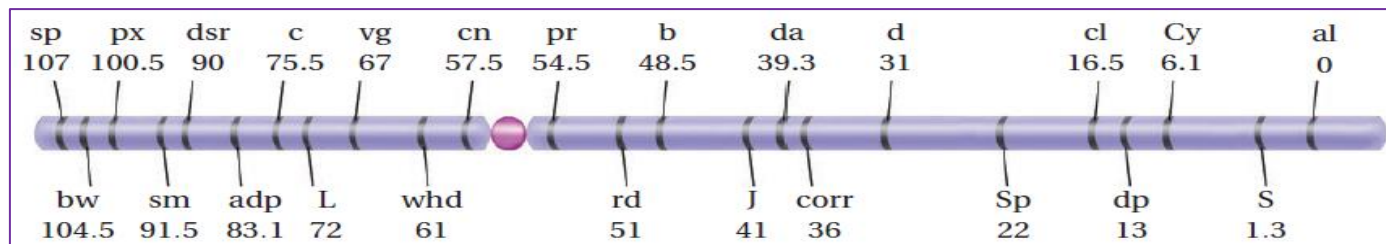
2 تحدث عملية العبور الجيني في الجينات المتباعدة أكثر من الجينات المتقاربة.

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

الشكل يوضح الخريطة الكروموسومية للكروموسوم الجنسي x لذبابة 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.



رمز الجين	الصفة	رمز الجين	الصفة
da	تقليل عدد الإناث	al	فقدان الشعيرات الأمامية لقرون الاستشعار
J	الأجنحة المتراصة على شكل أشربة	S	العيون النجمية
p	الجسم الأسود	Cy	الأجنحة المجعدة
rd	الشعيرات المنكمشة	dp	الأجنحة القصيرة المجزأة
pr	العيون البنفسجية الغامقة	cl	العيون الحمراء الداكنة
cn	العيون الحمراء الفاتحة	Sp	الشعيرات الظهرية الجانبية
whd	الأجنحة المنكمشة الذابلة	d	رسغ الرجل
vg	الأجنحة الضامرة	corr	الأجنحة المجعدة المنموجة

ويقصد بها: وجود مجموعة كروموسومية إضافية واحدة أو أكثر في المخلوق الحي

تعدد المجموعة الكروموسومية

ملحوظة: معظم أنواع المخلوقات الحية ثنائية المجموعة الكروموسومية  $2n$ .  
المخلوق الحي ثلاثي المجموعة الكروموسومية مثلاً يرمز له بالرمز  $(3n)$  وتعني احتواءه على ثلاث مجموعات كروموسومية 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:	نبات القمح	6n	
			نبات الشوفان	6n	
			قصب السكر	8n	
			القهوة	4n	
أهم ما يميز النباتات متعددة المجموعة الكروموسومية		القوة		كبر الحجم	

4

4

الفصل



## الأنماط الوراثية المعقدة

المشيح (الجاميت)

خلية جنسية (بويضة أو حيوان منوي) مكتملة النمو وأحادية المجموعة الكروموسومية

مصطلحات الدرس

السيادة غير التامة	نمط وراثي معقد ينتج طرزاً شكلياً وسطياً مختلفاً يجمع بين صفات الآباء
السيادة المشتركة	نمط وراثي معقد يحدث عندما لا يسود جين على آخر ويكون الصفة الوراثية
الجيئات المتعددة المتقابلة	وجود أكثر من جينين متقابلين لصفة معينة
تفوق الجينات	هي حالة وراثية فيها يخفي جين متنحي آثار جين سائد آخر معه
الكروموسوم الجنسي	كروموسوم X وكروموسوم Y يحددان جنس الفرد حيث يكون XX أنثى و XY ذكر.
الكروموسوم الجسدي	تركيب يحمل المادة الوراثية من جيل لآخر
الصفة المرتبطة بالجنس	صفة يتحكم بها جينات محمولة على كروموسوم الجنسي X مثل عى اللونين الأحمر والأخضر
الصفات متعددة الجينات	صفة تنتج عن تفاعل جينات متعددة مثل لون البشرة ونمط البصمة وطول القامة

ملحوظة لا تتبع الوراثة المعقدة الأنماط الوراثية التي وصفها مندل

السيادة غير تامة

المقصود بها	هذه الحالة الوراثية يشكل فيها الطراز الشكلي غير متمائل الجينات المتقابلة طرازاً شكلياً وسطاً بين الطرازين الشكليين المتماثلين الجينات المتقابلة	
لذلك	لا يسود فيها أحد الجين المتقابلين على الآخر، ولكن يشترك الجينان معا في إظهار الصفة عند اجتماعهما معا	
مثال	لون الأزهار في نبات شب الليل	
الطرز الجينية والشكلية	نبات شب الليل أحمر الأزهار	RR
	نبات شب الليل أبيض الأزهار	WW
	نبات شب الليل وردي الأزهار	RW

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

مثال

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

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

المقصود بها	هي نمط وراثي معقد فيه يظهر الجين المتنحي أثره عند اجتماعه مع الجين السائد المقابل له
مثال	مرض أنيميا الخلايا المنجلية الوراثي
سبب المرض	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 دم 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 دم الحمراء منجلية بشكل حرف C ولا تنقل الأكسجين بشكل طبيعي، وغالبا هذا الشخص يموت قبل سن البلوغ)

#### مرض أنيميا الخلايا المنجلية ومرض الملاريا

العلاقة بينهما	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.
حيث	يزداد عدد المصابين بمرض الخلايا المنجلية ويقل عدد المصابين بمرض الملاريا المسبب للوفاة.



يُزيد جين مرض الخلايا المنجلية من مقاومة الجسم لمرض الملاريا

#### الجينات المتعددة المتقابلة

المقصود بها	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



## فصائل الدم في الإنسان

O	AB	B	A	عدد فصائل الدم 4 وهي
i	-	I <sup>B</sup>	I <sup>A</sup>	الجينات المتحكم بها 3 وهي
ملحوظة				فصائل الدم تعد مثالا على كل من: السيادة التامة وانعدام السيادة والجينات المتعددة المتقابلة
الجينين: I <sup>A</sup> - I <sup>B</sup> بينهما سيادة مشتركة		الجينين: I <sup>A</sup> , I <sup>B</sup> سائدين على الجين i		
	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup>	I <sup>A</sup> i	A	الطرز الشكلي والجيني لفصائل الدم
	I <sup>B</sup> I <sup>B</sup>	I <sup>B</sup> i	B	
		I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>	AB	
		ii	O	

## الأمشاج المحتملة لفصائل الدم





الأمشاج المحتملة للأب				
	I <sup>A</sup>	I <sup>B</sup>	i	
الأمشاج المحتملة للأم	I <sup>A</sup>	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup>	I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>	I <sup>A</sup> i
	I <sup>B</sup>	I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>	I <sup>B</sup> I <sup>B</sup>	I <sup>B</sup> i
	i	I <sup>A</sup> i	I <sup>B</sup> i	ii

هوبروتين في الدم سمي على اسم القرد الريزي الذي أجريت عليه الدراسات





عامل ريزيس Rh

ملحوظة	يورث هذا العامل من الآباء إلى الأبناء
أنواعه	(سائد) Rh <sup>+</sup> ---- لديه البروتين) (متنحي) Rh <sup>-</sup> ---- (ليس لديه البروتين)

## لون الفراء في الأرانب

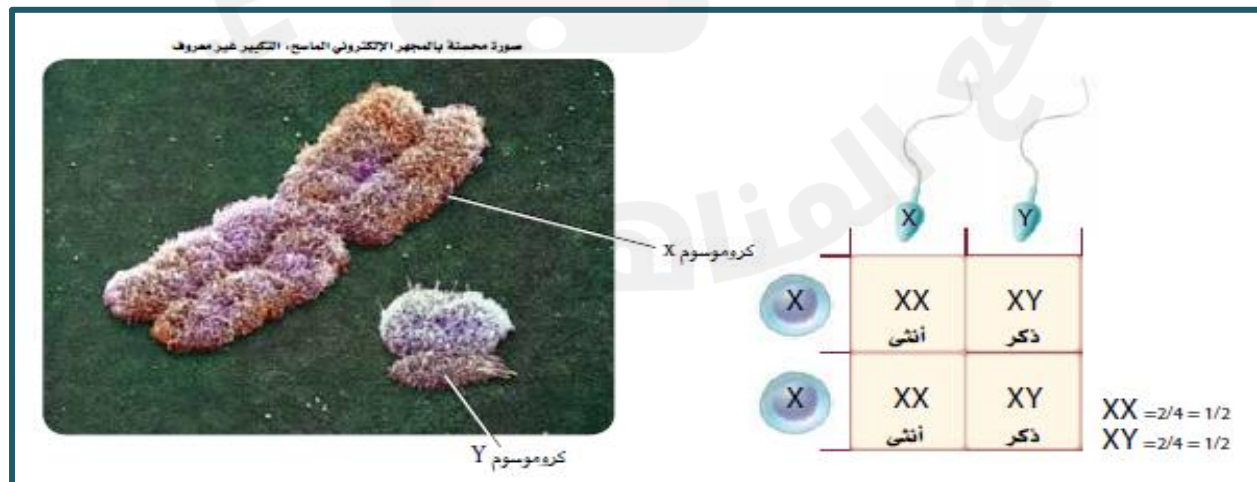
c	c <sup>h</sup>	c <sup>ch</sup>	C	تسيطر 4 جينات على لون الفراء في الأرانب
c <sup>a</sup> (جين متنحي)	c <sup>h</sup> سائد على	c <sup>ch</sup> سائد على	C سائد على	تظهر تسلسلا سياديا كالتالي
الأمهق	الهيمالايا	الشانشيلا	جين اللون كامل	اللون
				
c <sup>a</sup> c <sup>a</sup>	C <sup>h</sup> C <sup>h</sup> - c <sup>h</sup> c <sup>a</sup>	c <sup>ch</sup> c <sup>ch</sup> - c <sup>ch</sup> c <sup>h</sup> - c <sup>ch</sup> c <sup>a</sup>	CC - Cc <sup>ch</sup> - Cc <sup>h</sup> - Cc <sup>a</sup>	الطرز الجينية لكل شكل
ملحوظة مهمة				4 طرز شكلية يقابلها 10 طرز جينية
				يظهر المزيد من ألوان الفراء بسبب التفاعل بين جين لون الفراء وجينات أخرى.

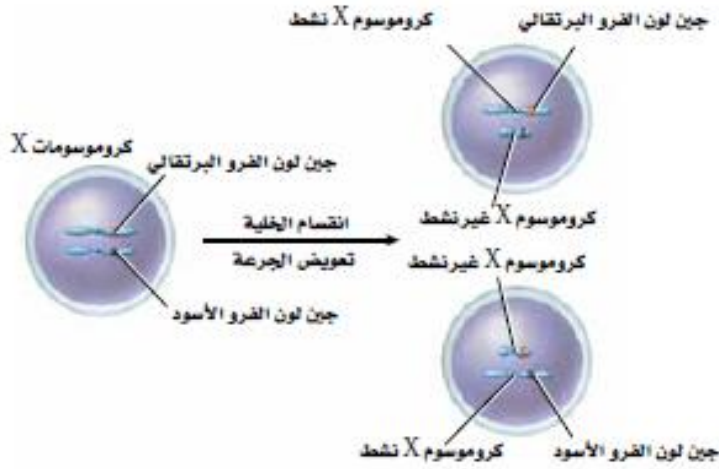
المقصود بها		هي حالة وراثية فيها يخفي جين متنحي اثار جين سائد اخر معه.	
مثال		لون الشعر في كلاب اللابرادور. (يتراوح من الأصفر للأسود)	
يتحكم في الصفة مجموعتين من الجينات المتقابلة هما	1	E: الجين السائد يحدد ما إذا كان الشعر ذو لون أسود أم لا	
	2	B: الجين السائد يحدد درجة سواد الصبغة	
الطرز الجينية والمظهرية	1	أسود	EEBB-EEBb-EeBB-EeBb
	2	بني (شكولاتة)	Eebb-Eebb
	3	أصفر	eeBB-eeBb
	4	أصفر	eebb

			
eebb	eeB-	E-bb	E-B-
لا يوجد الصبغ الأسود في فراء الكلاب		يوجد الصبغ الأسود في فراء الكلاب	

تحديد الجنس

1	تحتوي كل خلية في جسمك على 46 كروموسوم (23 زوج) ماعدا الأمشاج تحتوي على نصف هذا العدد.
2	(22 زوج) من هذه الكروموسومات تسمى الكروموسومات الجسمية.
3	الزوج الثالث والعشرون يسمى الكروموسومان الجنسيان وهما يحددان جنس الفرد حيث يكونان متشابهان في الأنثى ويرمز لهما بالرمز (XX) , ويكونان مختلفان في الذكر ويرمز لهما بالرمز (XY).
4	- يتحدد جنس الأبناء بنوع الحيوان المنوي الذي يخصب البويضة كالتالي:



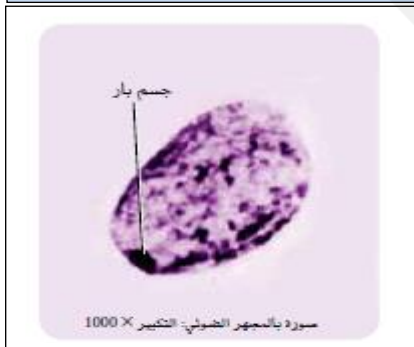


الشكل 10-5 ينتج فرو قطة الكاليكو هذه عن التوقف العشوائي لعمل الكروموسوم

1	لأنثى الإنسان 22 زوج من الكروموسومات الجسمية وزوج من الكروموسومات الجنسية متشابه (XX).
2	لدى الذكور 22 زوج من الكروموسومات الجسمية وكروموسومان جنسيان مختلفان (XY).
3	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.
4	يوجد لدى الذكر جرعة واحدة X فقط.
5	لدى الأنثى كروموسومان جنسيان لذا تبدو أن لديها جرعتين من كروموسوم X.
6	لموازنة الفرق في الجرعة بين الذكر والأنثى يتوقف أحد الكروموسومان عن العمل في كل خلية جسمية في جسم الأنثى.
7	هذا يُعرف بتعويض الجرعة أو تعطيل الكروموسوم في جميع خلايا جسم الإناث ويتم بشكل عشوائي.
ملحوظة	تعطل الكروموسوم X (تعويض الجرعة) يحدث في جميع الثدييات.
مثال	لون الفراء في قطة الكاليكو اللون البرتقالي فيها ناتج عن تعطيل كروموسوم X الحامل لجين اللون الأسود. البقع السوداء ناتجة عن تعطيل كروموسوم X الحامل لجين اللون البرتقالي.

جسم بار: هو المعطل داخل خلايا جسم الإناث فقط X هو كروموسوم

أجسام بار



1	في عام 1949 اكتشف العالم موري بار تركيبا كثيفا أسود اللون في النواة في إناث قطة الكاليكو سي فيما بعد جسم بار.
2	يوجد جسم بار في إناث البشر

المقصود بها	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	عمى اللونين الأخضر والأحمر (صفة متنحية مرتبطة بالجنس) مرض نزف الدم (هيموفيليا)
	الشخص المصاب لا يستطيع التمييز بين اللونين الأحمر والأخضر عدم تجلط الدم

عمى اللونين الأخضر والأحمر

الطرز الشكلي والجيني للمرض			
الذكر		الأنثى	
الطرز الشكلي	الطرز الجيني	الطرز الشكلي	الطرز الجيني
ذكر طبيعي	$X^BY$	أنثى طبيعية	$X^BX^B$
ذكر مصاب	$X^bY$	أنثى حاملة للمرض	$X^BX^b$
		أنثى مصابة	$X^bX^b$

	
يرى الشخص المصاب الصورة هكذا	يرى الشخص السليم الصورة هكذا

مثال					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	$X^B$	$X^b$
		$X^B$	Y		
F	$X^B$	$X^BX^B$ (أنثى سليمة)	$X^BY$ (ذكر سليم)		
	$X^b$	$X^BX^b$ (أنثى حاملة للمرض)	$X^bY$ (ذكر مصاب)		

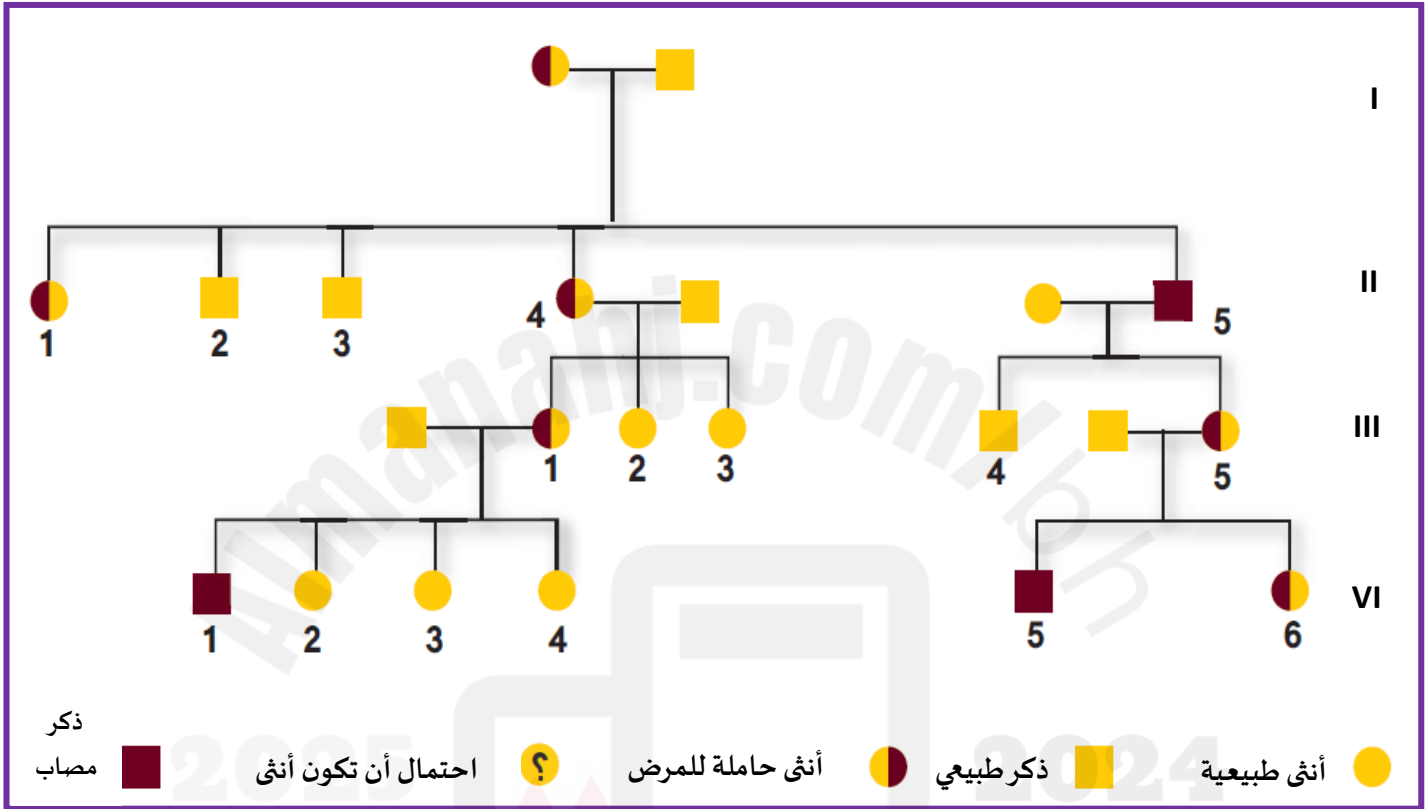
ملحوظة: في هذه الحالة يرث المولود الذكر الصفة من أمه بينما المولودة الأنثى ترث الصفة من كلا الأبوين.



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.

شجرة النسب

شجرة نسب تُظهر وراثته نزف الدم في إحدى العائلات.



في المخطط أعلاه الآباء (الأم حامل للمرض والأب سليم) وجيل الأبناء الأول الفرد الأول أنثى حامل للمرض والفرد الثاني ذكر سليم والفرد الثالث ذكر سليم والفرد الرابع أنثى حامل للمرض والخامس ذكر مصاب (أكتب التراكيب الجينية للأفراد).

الصفات المتأثرة بالجنس

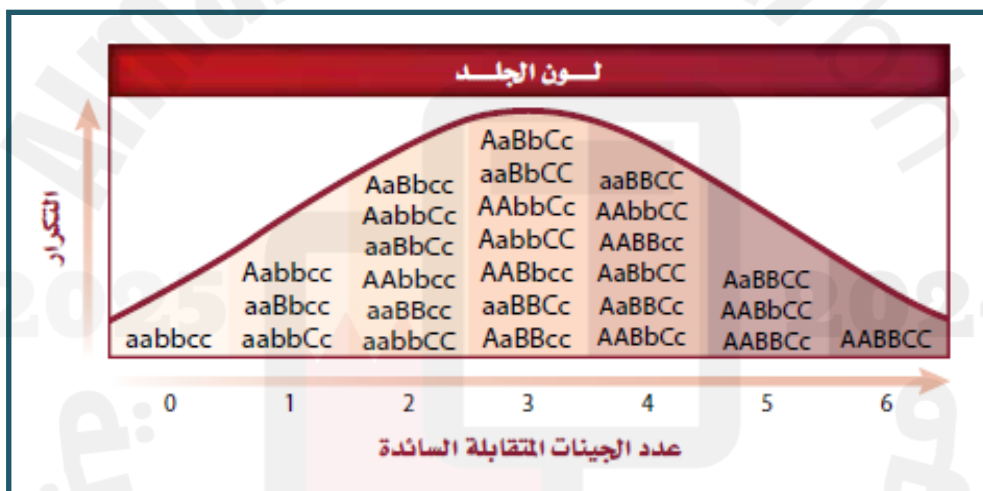
المقصود بها	هي حالة وراثية (صفات) تكون جيناتها على الكروموسومات الجسمية، ولكنها تتأثر بالجنس، حيث تكون سائدة في أحد الجنسين ومتنحية في الجنس الآخر، ويسبب ظهور الصفة وجود الهرمونات الجنسية الذكرية أو الأنثوية.	
مثال	صفة الصلع: (سائدة عند الرجال ومتنحية عند النساء) لأن الهرمونات الذكرية ضرورية لظهور الصفة.	
الطرز الجيني والمظهري	BB	ذكر أصلع -- أنثى صلعاء
	Bb	ذكر أصلع -- أنثى طبيعية
	bb	ذكر طبيعي -- أنثى طبيعية

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

P		ذكر أصلع		أنثى طبيعية	
		Bb		Bb	
G		B	b	B	b
F1		B	b	B	b
	B	BB	Bb	Bb	bb
	b	Bb	bb	bb	bb


صفات متعددة الجينات

المقصود بها	هي الصفات التي تنشأ من التفاعل بين العديد من أزواج الجينات
أمثلة	لون الجلد - طول القامة - لون العيون - نمط بصمة الأصابع
ملحوظة	عند رسم منحني تكرار عدد الجينات المتقابلة للصفات المتعددة الجينات يظهر منحني يشبه الجرس (أي أن الطرز الشكلية في الوسط تكون أكثر من الطرز الشكلية على الأطراف).



التأثيرات البيئية

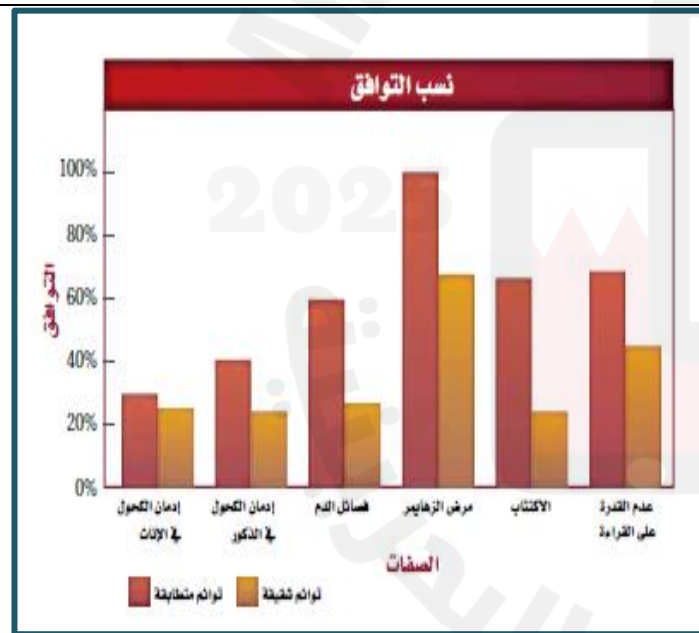
للبيئة تأثير في الطرز الشكلي للفرد			
مثال	الإصابة بمرض القلب: يمكن أن تورث القابلية للإصابة بهذا المرض كما تساهم العوامل البيئية في الإصابة مثل (الغذاء والرياضة)		
بعض العوامل البيئية الأخرى التي تؤثر في الطرز الشكلي مثل			
درجة الحرارة	الماء	أشعة الشمس	
عندما تكون أشعة الشمس غير كافية		لا تحمل معظم 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.	

	لأن هذه المناطق من جسم القطعة تقل درجة حرارتها عن درجة حرارة معظم الجسم (أي أن الجين المسؤول عن إنتاج لون الصبغة في جسم القطعة السيامية يعمل تحت ظروف البرودة)	ذيل القطعة وأقدامها وأذنانها وأنفها غامقة اللون	<b>لاحظ أن</b>
	لأنها المناطق الأكثر دفئاً في جسم القطعة تعمل درجة الحرارة العالية فيها على تثبيط إنتاج الصبغة فتكون أفصح لونا	باقي لون جسم القطعة فاتح	

هي دراسة اخرى لنمط الوراثة وتركز على التوائم المتطابقة

دراسات حول التوائم

س: ما الهدف من هذه الدراسة؟	ج: فصل التأثيرات الجينية عن التأثيرات البيئية
<b>لاحظ أن</b>	1 التوائم المتطابقة متماثلة وراثياً (أي أن كلا التوأمين المتطابقين يحصلان على الصفة نفسها).
	2 استنتج العلماء أن الصفات التي تظهر بكثرة في التوائم المتطابقة تتحكم فيها الوراثة بشكل جزئي على الأقل
	3 كما يعتقد العلماء أن الصفات التي تظهر بشكل مختلف في التوائم المتطابقة تتأثر بشكل كبير بالبيئة
	4 نسبة التوائم الذين يظهرون معا صفة معينة تسمى نسبة التوافق (لاحظ الشكل التالي).
	5 يبين الشكل الفروق الكبيرة بين التوائم الشقيقة والمتطابقة من حيث التأثير بالوراثة



عندما توجد صفة في فردي توائم متطابقة بشكل أكبر من المعتاد عن التوائم الشقيقة يفترض أن للصفة مكوناً وراثياً واضحاً

## الكروموسومات والوراثة في الإنسان

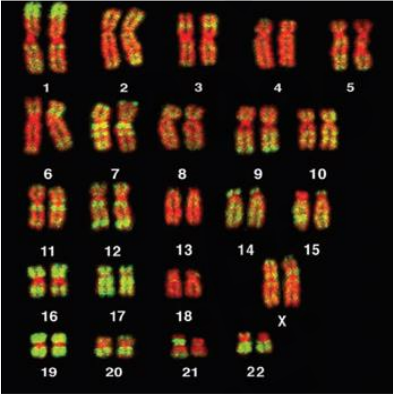
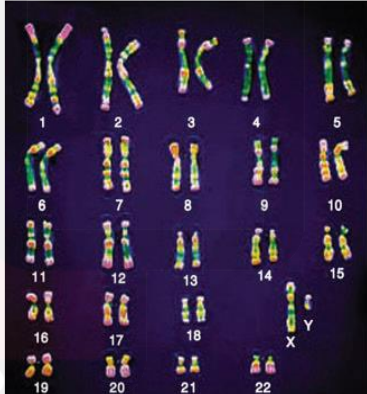
عملية تحدث داخل نواة الخلية المنقسمة وتشمل الطور التمهيدي والاستوائي والانفصالي والنهائي

الانقسام المتساوي

مصطلحات الدرس

المخطط الكروموسومي	رسم دقيق ترتب فيه الكروموسومات المتماثلة تنازليا حسب حجمها
القطع النهائية (التلوميرات)	طبقة أو غلاف حماية تتكون من DNA والبروتين وتتواجد على أطراف الكروموسوم
عدم انفصال الكروموسومات	لا تنفصل الكروموسومات الشقيقة بالشكل الصحيح في أثناء الانقسام الخلوي فتنتج أمشاج تحتوي على أعداد غير طبيعية من الكروموسومات.

### دراسات المخطط الكروموسومي

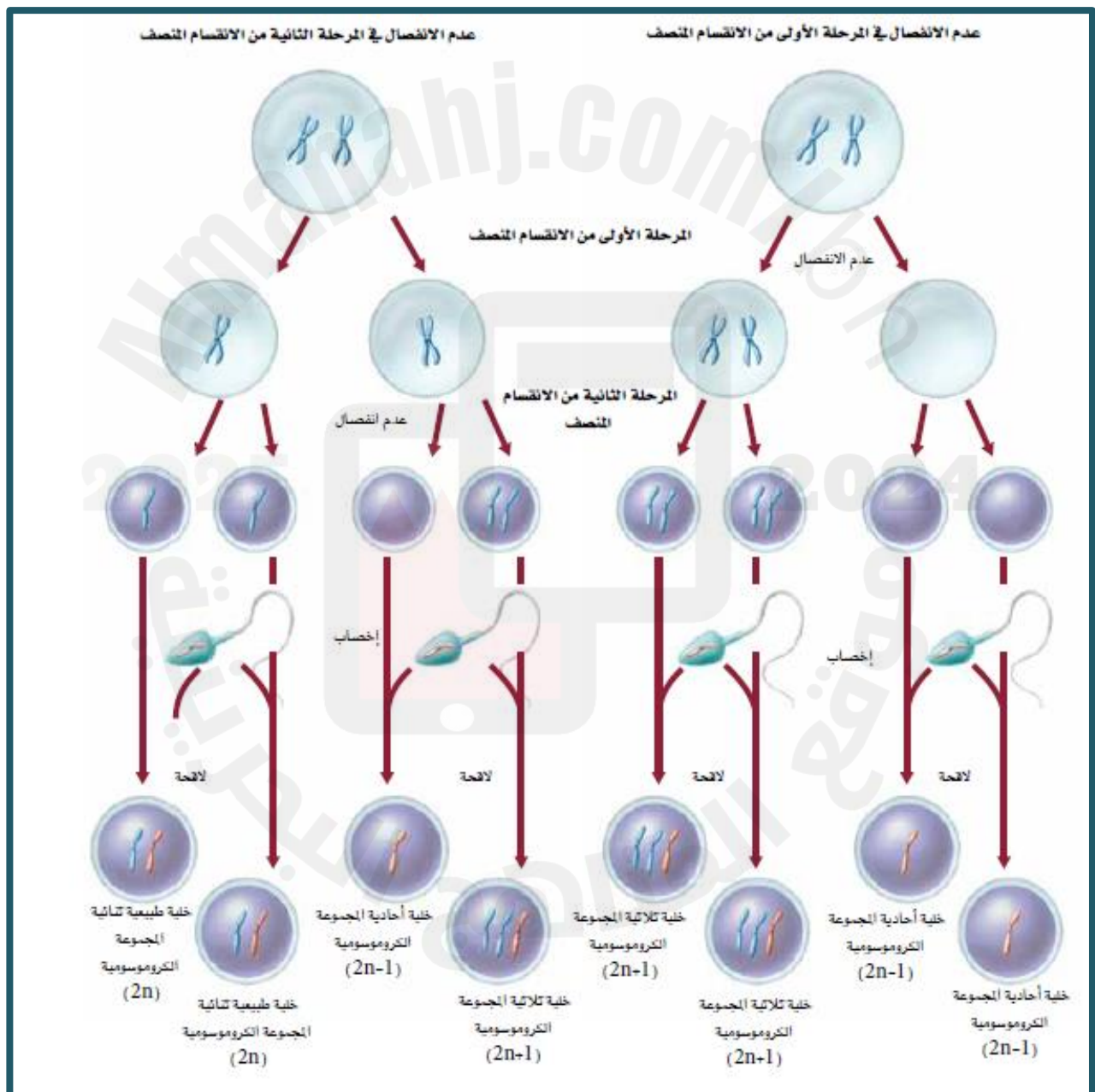
المخطط الكروموسومي	هو صورة مجهرية لأزواج الكروموسومات مرتبة بشكل متناقص في الطول
ملحوظة	يتم عمل المخطط الكروموسومي باستعمال صور للكروموسومات المصبوغة خلال الطور الاستوائي حيث توضح الشرائط المصبوغة الأماكن المتطابقة على الكروموسومات المتشابهة
1 2	يتكون المخطط الكروموسومي للإنسان من 23 زوج من الكروموسومات سواء كان للذكر أو الأنثى
	الـ 22 زوج من الكروموسومات الجسمية تكون متطابقة في حين لا يتطابق زوج الكروموسومات الجنسية
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
ترتب أزواج الكروموسومات في المخطط الكروموسومي على شكل أزواج من الكروموسومات المتشابهة من الأكثر طولاً إلى الأقل طولاً	

### القطع النهائية (التلوميرات)

المقصود بها	هي أغشية واقية لأطراف الكروموسومات، وتتكون من (DNA) مرتبط مع البروتينات
وظيفتها	1 تعمل واقية تحمي تركيب الكروموسوم
	2 هي الجزء اللازم لتضاعف DNA
ملحوظة	اكتشف العلماء أنه قد يكون للقطع النهائية دور في كل من الشيخوخة والسرطان




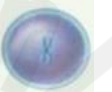




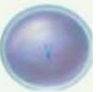
المقصود بها		هو الانقسام الخلوي الذي تفشل فيه الكروماتيدات الشقيقة في الانفصال بعضها عن بعض بصورة صحيحة
ملحوظة	1	يحدث أحيانا عدم الانفصال خلال الانقسام المنصف الأول أو الثاني
	2	يمكن أن يحدث عدم الانفصال في أي مخلوق تتكون أمشاجه بواسطة الانقسام المنصف
نتيجة عن ذلك	1	الأمشاج الناتجة لا تحصل على العدد الصحيح من الكروموسومات
	2	عندما يلحق أحد هذه الأمشاج مشيجا اخر فإن النسل الناتج لا يحصل على العدد الصحيح من الكروموسومات
	3	عدم الانفصال يمكن أن يؤدي إلى نسخ إضافية لكروموسوم معين أو نسخة واحدة فقط من كروموسوم معين
	4	الحصول على مجموعة من ثلاث كروموسومات من النوع نفسه يسمى ثلاثية المجموعة الكروموسومية أما الحصول على كروموسوم واحد فيسمى أحادية المجموعة الكروموسومية



إضافة كروموسوم إلى زوج الكروموسومات الجسدي رقم 21 (3 كروموسومات بدلا من 2)		سببها
	1	خصائص مميزة للوجه
	2	قصر القامة
	3	تخلف عقلي
	4	اضطرابات قلبية
تزداد نسبة الأطفال المولودين بمتلازمة داون مع ازدياد عمر الأم (خطر الإصابة يزداد بنسبة 6% في الأمهات التي تزيد أعمارهن عن 45 سنة أو أكثر)		ملحوظة

## عدم الانفصال في الكروموسومات الجنسية

لاحظ الجدول التالي

الطرز الجيني	XX	XO	XXX	XY	XXY	XXYY	OY
مثال							
الطرز المشيحي	أنثى طبيعية	أنثى مصابة بمتلازمة تيرنر	أنثى طبيعية تقريبا	ذكر طبيعي	ذكر مصاب بمتلازمة كلاينفلتر	ذكر سليم أو طبيعي إلى حد كبير	يسبب الوفاة

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

## الفحص الجنيني

يتم عمل فحوصات مختلفة لمعرفة كل من الأم والجنين في		1	الأزواج الذين يشكون أنهم ربما يكونون ناقلين لاختلال وراثي معين
الحالات التالية		2	الأزواج الكبار في العمر
ملحوظة		على الأطباء أن يراعوا الكثير من العوامل قبل إجراء هذه الفحوصات من أهمها: المشكلات الصحية السابقة للأم والجنين كذلك.	
الفحص	الفوائد	الأخطار	
أخذ عينة من السائل الأمنيوني (الرهلي)	1- تشخيص الاختلالات الكروموسومية. 2- تشخيص التشوهات الأخرى.	1- عدم الراحة التي تشعر بها الأم. 2- احتمال ضئيل للعدوى. 3- خطر الإجهاض.	
أخذ عينات من خلايا الكوريون	1- تشخيص الاختلالات الكروموسومية. 2- تشخيص اختلالات وراثية معينة.	1- خطر الإجهاض. 2- خطر العدوى. 3- خطر تعرض الجنين للتشوهات في الأطراف.	
أخذ عينات من دم الجنين	1- تشخيص الاختلالات الوراثية أو الكروموسومية. 2- اختبار مشكلات الدم أو مستويات الأكسجين في الجنين. 3- إمكانية إعطاء الجنين للأدوية قبل الولادة.	1- خطر النزيف من مكان أخذ العينة. 2- خطر العدوى. 3- ربما يتسرب السائل الأمنيوني (الرهلي). 4- خطر موت الجنين.	

## المادة الوراثية DNA

جزيئات حيوية معقدة تخزن المعلومات الوراثية على شكل شفرات

الحمض النووي

مصطلحات الدرس

يشبه شكل السلم ويتكون نتيجة التفاف سلاسل النيوكليوتيدات بعضها فوق بعض	جزيء DNA حلزوني مزدوج
وحدات مكررة من ألياف الكروماتين تتكون من DNA ملتف حول الهستونات	جسيم نووي (نيوكليوسوم)
ينفصل شريطا جزيء DNA الأصليين ويستعملان كقوالب حيث ينتج شريطين جديدين من DNA كل شريط مزدوج جديد مكون من شريط مفرد أصلي وآخر جديد وذلك خلال الطور البيئي للانقسام المتساوي أو المنصف.	التضاعف شبه المحافظ
إنزيم ينظم بناء جزيء RNA	إنزيم بلمرة RNA
قطع صغيرة من DNA تصنع في الاتجاه من 3' إلى 5' بواسطة إنزيم بلمرة DNA.	قطع أوكازاكي

اكتشاف المادة الوراثية

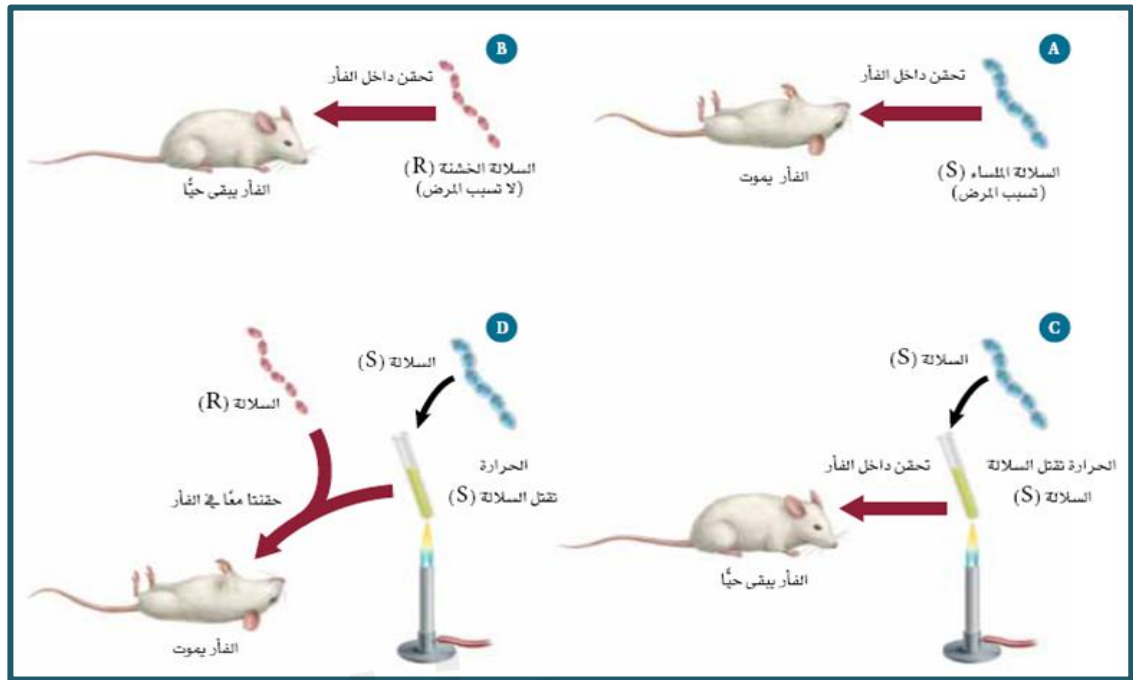
1	عرف العلماء أن المعلومات الوراثية محمولة على الكروموسومات في الخلايا حقيقية النواة.
2	أهم مكونين للكروموسومات هما: DNA والبروتين. ----- فأأي منهما يعد المادة الوراثية؟

تجارب العالم جريفث

1	أجرى أول تجربة لإثبات أن DNA هو المادة الوراثية عام 1928.						
2	أجرى العالم فريدريك جريفث تجاربه على سلالتين من البكتيريا المسببة للالتهاب الرئوي هما:						
	<table> <tr> <th>السلالة (R)</th><th>السلالة (S)</th></tr> <tr> <td>ليس لها غلاف من السكر</td><td>لها غلاف من السكر</td></tr> <tr> <td>خشنة</td><td>ملساء</td></tr> </table>	السلالة (R)	السلالة (S)	ليس لها غلاف من السكر	لها غلاف من السكر	خشنة	ملساء
السلالة (R)	السلالة (S)						
ليس لها غلاف من السكر	لها غلاف من السكر						
خشنة	ملساء						

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



لاحظ العالم جريفث أن أحد السلالتين يمكنها أن تتحول إلى الشكل الآخر (لاحظ الخطوات التالية).

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

1	أجرى العالمان هيرشي وتشيس عام 1952 تجاربهما على فيروس آكل البكتيريا (نوع من الفيروسات يهاجم البكتيريا).
2	وفرت نتائج هيرشي وتشيس الدليل الدامغ على أن DNA هو عامل التحول.
1	العوامل التي جعلت تجارب هيرشي وتشيس ملائمة لإثبات أن DNA هو المادة الوراثية:
2	1. فيروس آكل البكتيريا المستعمل في التجربة يتكون من البروتين 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 في تكوين DNA

#### خطوات التجربة (سميت التجربة الحقن بالإشعاع)

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



<p>2 وحققنا مجموعة أخرى من الفيروسات بالكبريت المشع <math>S^{35}</math> الذي يدخل في تكوين البروتين (المجموعة 2)</p>	2
<p>3 سمحا لمجموعتي الفوسفات بمهاجمة البكتيريا</p>	3
<p>ملحوظة عندما تهاجم الفيروسات البكتيريا فإنها تلتصق على السطح الخارجي لها وتحقق مادتها الوراثية داخلها</p>	
<p>4 بدأ هيرشي وتشيس في فحص مجموعتي البكتيريا ولاحظا التالي:</p>	4
<p>المجموعة</p>	
<p>الملاحظة</p>	<p>الأولى (1)</p> <p>وجد أن DNA الفيروس المحقون بالفسفور المشع <math>P^{32}</math> تم حقنه داخل البكتيريا ووجد أن الفيروسات التي انطلقت من البكتيريا المصابة بعد فترة من الزمن تحتوي على فسفور مشع <math>P^{32}</math></p>
<p>الاستنتاج</p> <p>DNA هو حامل المعلومات الوراثية</p>	<p>الثانية (2)</p> <p>وجد أن البروتينات الموسومة بالكبريت المشع <math>S^{35}</math> 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 <math>S^{35}</math> داخلها</p>

<p>1 DNA هو المادة الوراثية ويوفر المعلومات المطلوبة لبناء فيروسات جديدة.</p>	<p>استنتج كلا من هيرشي وتشيس اعتمادا على نتائجهما أن</p>
<p>2 DNA هي المادة الوراثية وهي التي تنتقل من جيل إلى جيل في الفيروسات</p>	

### تركيب DNA

<p>1 يتكون DNA من وحدات تسمى النيوكليوتيدات (النيوكليوتيدات هي وحدات بناء الأحماض النووية).</p>	1
<p>2 حدد عالم الكيمياء الحيوية (ليفن) التركيب الأساسي للنيوكليوتيدات والتي تتكون من:</p>	2
<p>أ سكر خماسي الكربون</p>	أ
<p>ب مجموعة فوسفات</p>	ب
<p>ج قاعدة نيتروجينية</p>	ج

الفرق بين نيوكليوتيدة DNA و نيوكليوتيدة RNA

نيوكليوتيدة RNA	نيوكليوتيدة DNA
تحتوي على سكر الريبوز	تحتوي على سكر ايبوز منقوص الأكسجين
تحتوي على مجموعة فوسفات	تحتوي على مجموعة فوسفات
تحتوي على إحدى أربع قواعد نيتروجينية هي: الأدينين – الجوانين – اليوراسيل – السيتوسين	تحتوي على إحدى أربع قواعد نيتروجينية هي: الأدينين – الجوانين – الثيامين – السيتوسين

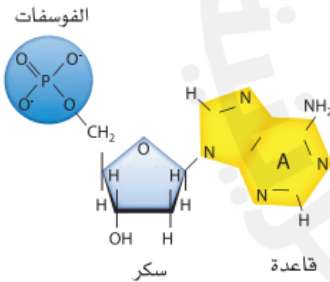
القواعد النيتروجينية

قواعد البيريميدين

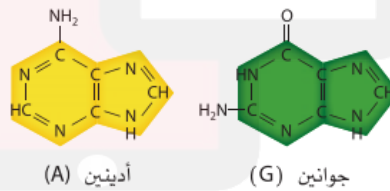
قواعد البورين

أحادية الحلقة			ثنائية الحلقة	
الثيامين T	اليوراسيل U	السيتوسين C	الجوانين G	الأدينين A

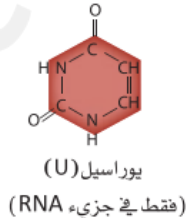
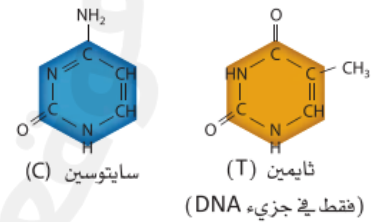
تركيب النيوكليوتيد



قواعد البورينات



قواعد البيريميدينات



\* التركيب الكيميائي للصيغ الكيميائية والبنائية للاطلاع فقط.

1	العالم موريس ويلكنز	(استخدم تقنية تشتت الأشعة السينية) وهي تقنية تصوير الأشعة السينية على جزيء DNA.
2	العالم روزالندا فرانكلين	التقطت الصورة 51 المشهورة الآن لجزيء DNA وجمعت بيناتها التي بينت أن: جزيء DNA حلزوني مزدوج أو على شكل سلم ملتوي مكون من شريطين من النيوكليوتيدات ملتف أحدهما حول الآخر
	ملحوظة	جزيء وهو المادة الوراثية لجميع المخلوقات الحية وهو مكون من شريطين من النيوكليوتيدات أحدهما مكمل للآخر ومزدوجين بدقة وملتفين ليكونا لولبا مزدوجا
3	العالمان واطسون وكريك	استخدما صورة فرانكلين لتشتت الأشعة السينية وقاسا معا عرض اللولب والمسافات بين القواعد وقاما ببناء نموذج مزدوج للولب يتوافق مع أبحاث الآخرين.

صورة 51

### خصائص نموذج لولب واطسون وكريك

1	يتكون جزيء DNA من شريطين يتكونان من رايبوز منقوص الأكسجين وفوسفات بشكل متبادل.
2	يرتبط كلا من السائتوسين مع الجوانين بثلاث روابط هيدروجينية. (ثلاثية)
3	يرتبط الثيامين مع الأدينين بواسطة رابطتين هيدروجينيتين. (ثنائية)

### تركيب DNA

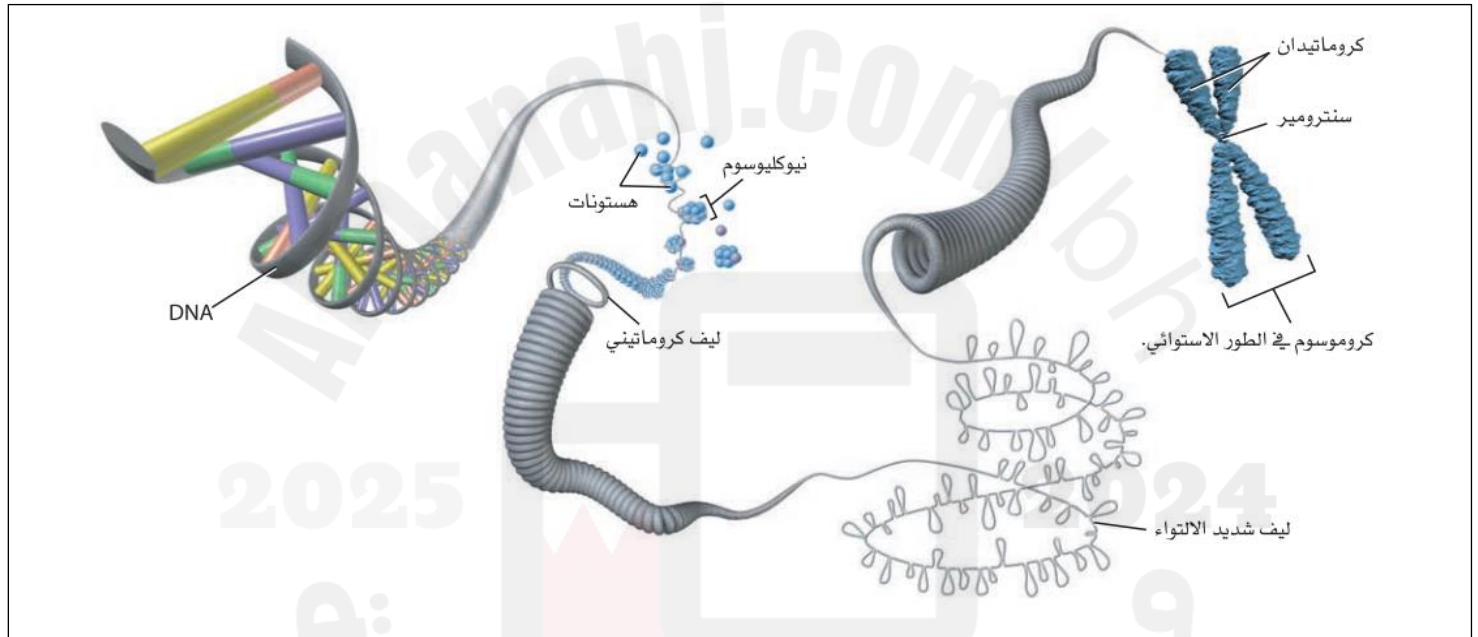
1	يشبه جزيء DNA سلم ملتوي (شريطان مرتبطان كالسلم).
2	كل شريط عبارة عن مجموعة من النيوكليوتيدات ترتبط مع بعضها بروابط تساهمية.
3	يمثل حاجز الحماية للسلم السكر المنقوص الأكسجين والفوسفات بشكل متبادل جانبي السلم.
4	تشكل أزواج القواعد النيتروجينية درجات هذا السلم فترتبط مع بعض بروابط هيدروجينية.

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

1	يظل بعد حاجز الحماية عن بعضهما ثابت (هيكل سكر الفوسفات).
2	عدد قواعد البيورين يساوي عدد قواعد البريميدين في نموذج DNA.
1	يستعمل ازدواج القواعد التكاملية لوصف الارتباط الدقيق بين قواعد البيورينات والبريميدينات.
2	خاصية تضاعف جزيء DNA يمكن من خلالها أن يحدد الشريط الأصلي ترتيب القواعد في الشريط الجديد.
3	يتم تحديد اتجاه الشريط تبعا لذرات الكربون في جزيء السكر ومجموعة الفوسفات المرتبطة بها.
4	شريطي DNA متعاكسين بالنسبة لبعضهما البعض (يكون اتجاه أحد الشريطين 5' إلى 3' والآخر في الاتجاه 3' إلى 5') وهذا يجعل القواعد النيتروجينية متقابلة فتتمكن من الازدواج.

ملاحظات

في بدائية النواة	1	حلقة DNA
يوجد جزيء DNA في السيتوبلازم ويتكون من	2	بروتينات مرتبطة
في حقيقية النواة	يتكون جزيء DNA في الخلايا حقيقية النواة كالتالي	
1	يكون على صورة كروموسومات منفردة (يتراوح طول الكروموسوم بين 51 مليون إلى 245 مليون زوج من القواعد النيتروجينية)	
2	يلتوي شريط DNA بشدة حول مجموعة من البروتينات شبيهة بالخرز تسمى الهستونات.	
3	تنجذب بروتينات الهستون الموجبة الشحنة نحو مجموعات الفوسفات سالبة الشحنة في جزيء DNA لتشكل جسيما نوويا (نيوكليوسوم).	
4	تتجمع النيوكليوسومات معا لتكون ألياف كروماتينية.	
5	تلتوي الألياف الكروماتينية بشدة لتكون تركيب DNA المعروف.	

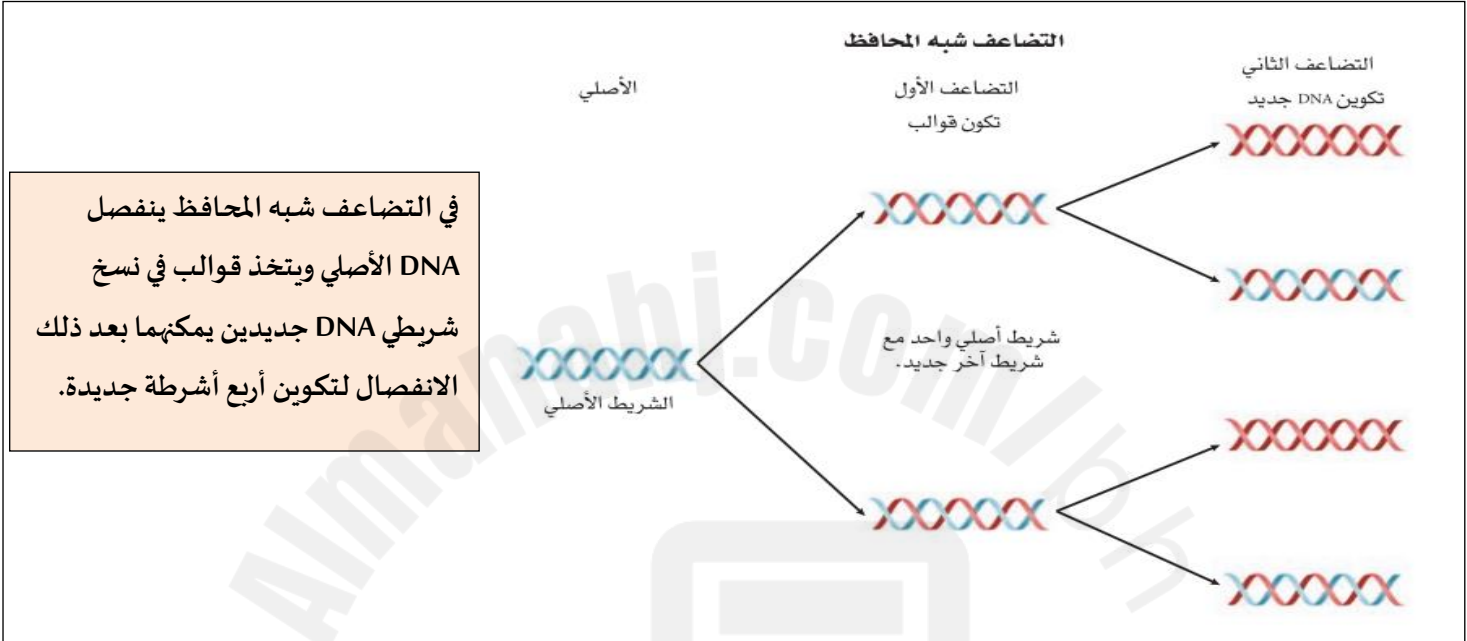


تضاعف DNA شبه المحافظ

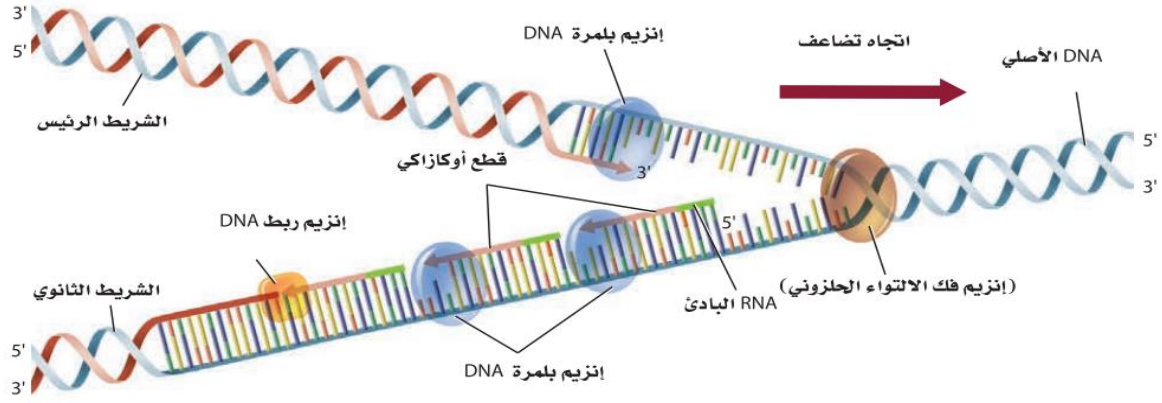
1	اقترح كلا من واطسون وكريك طريقة تضاعف DNA الشبه محافظ حيث:		
ينفصل شريطا جزيء DNA الأصليان ويستعملان كقوالب حيث ينتج شريطين جديدين من DNA كل شريط مزدوج جديد مكون من شريط مفرد أصلي وآخر جديد وذلك خلال الطور البيئي للانقسام المتساوي أو المنصف.			
2	مراحل التضاعف الشبه محافظ		يتم على ثلاث مراحل هي:
أ	فك الالتواء		ب
			ج
			عملية الربط
	ازدواج القواعد النيتروجينية		



1	يقوم إنزيم فك حلزونة (DNA هيليكيز) بفك إلتواء 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 آخر يسمى إنزيم بدء RNA قطعة صغيرة من RNA تسمى بداية RNA إلى شريط DNA.



1	يعمل إنزيم 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 DNA الأصلي الحلزوني المزدوج
ملحوظة	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.
قطع أوكازاكي	طول قطعة أوكازاكي من 100:200 نيوكليوتيدة في الخلية حقيقية النواة
طريقة التضاعف	يسمى هذا بالتضاعف شبه محافظ لأن أحد الشريطين يُصنع بشكل مستمر والآخر يُصنع بشكل متقطع



تتم هذه العملية وفق الخطوات التالية

ثالثا / عملية الربط

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.



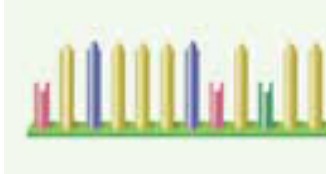
DNA و RNA والبروتين

المبدأ الأساسي	المبدأ الأساسي اللازم لقراءة الجينات والتعبير عنها هو إنتاج جزيء RNA من جزيء DNA الذي يوجه عملية بناء البروتين.
جزيء RNA	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 الريبوز منقوص الأكسجين	يدخل في تكوينه سكر الريبوز
يدخل في تكوينه القواعد النيتروجينية: الأدينين - الجوانين - الثيامين - السيتوسين	يدخل في تكوينه القواعد النيتروجينية: الأدينين - الجوانين - اليوراسيل - السيتوسين
شريط مزدوج	شريط مزدوج

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

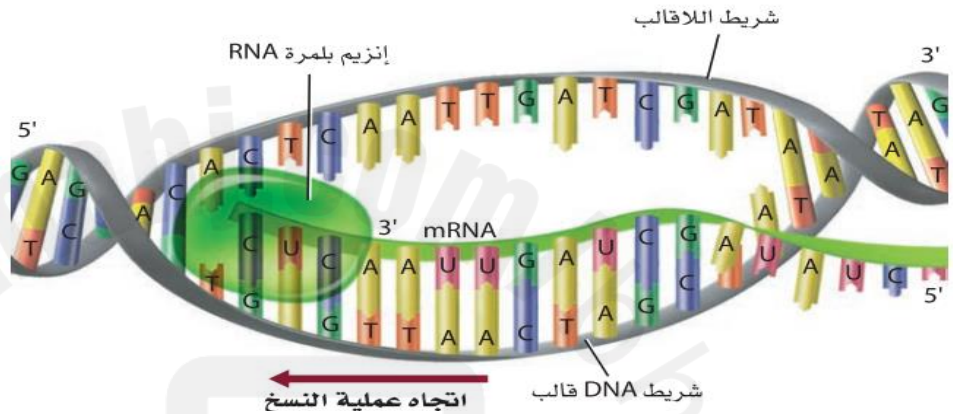
أنواع جزيء RNA

الاسم	mRNA الرسول	rRNA الريبوسومي	tRNA الناقل
الوظيفة	يحمل المعلومات الوراثية من DNA في النواة ليوجه بناء البروتينات في السيتوبلازم	يرتبط مع البروتينات لبناء الريبوسومات في السيتوبلازم	ينقل الأحماض الأمينية من السيتوبلازم إلى الريبوسومات

			الشكل
قطع صغيرة من نيوكليوتيدات RNA	نوع من RNA يرتبط بالبروتينات	أشرطة طويلة من نيوكليوتيدات RNA تنتج مكملية لشريط من DNA	التركيب

تتم عملية بناء البروتين على مراحل كالتالي

بناء البروتين



أولاً/ عملية النسخ

المقصود بها	هي عملية نسخ شفرة بناء البروتين من على جزيء DNA إلى جزيء mRNA في النواة
معنى ذلك	أنها عملية يتم فيها بناء mRNA من DNA القالب، (حيث تعمل إحدى 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 DNA بالنواة ويرتبط به إنزيم بلمرة RNA (وهو الإنزيم الذي ينظم عملية بناء RNA) في منطقة محددة يبدأ عندها بناء mRNA.
2	يبدأ إنزيم بلمرة RNA ببناء mRNA حيث يتحرك الإنزيم على طول أحد أشرطة DNA في الاتجاه من 3' إلى 5' ويسمى هذا الشريط الـ DNA الذي تمت قراءته بالشريط القالب (الشريط الذي لم يتم قراءته يسمى اللالقالب). (يُصنع mRNA مكملًا لنيوكليوتيدات DNA).
ملحوظة	<ul style="list-style-type: none"> <li>يتم بناء شريط mRNA من الاتجاه 5' إلى 3' بإضافة نيوكليوتيدات RNA جديدة في الطرف 3'.</li> <li>يتم إضافة اليوراسيل بدلا من الثيامين حتى يكتمل صنع جزيء mRNA.</li> </ul>
3	يطلق جزيء mRNA وينفك إنزيم بلمرة RNA عن DNA ، ويتحرك mRNA الجديد خارجاً من النواة إلى السيتوبلازم عبر ثقب الغشاء النووي (الثقوب النووية) .

1	لاحظ العلماء أن طول mRNA الحامل لشفرة بناء البروتين أقصر من طول DNA المنسوخ منه.
2	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:

القاعدة الأولى	القاعدة الثانية				القاعدة الثالثة
	U	C	A	G	
	UUU phenylalanine	UCU serine	UAU tyrosine	UGU cysteine	U
	UUC phenylalanine	UCC serine	UAC tyrosine	UGC cysteine	C
U	UUA leucine	UCA serine	UAA stop	UGA stop	A
	UUG leucine	UCG serine	UAG stop	UGG tryptophan	G
	CUU leucine	CCU proline	CAU histidine	CGU arginine	U
	CUC leucine	CCC proline	CAC histidine	CGC arginine	C
C	CUA leucine	CCA proline	CAA glutamine	CGA arginine	A
	CUG leucine	CCG proline	CAG glutamine	CGG arginine	G
	AUU isoleucine	ACU threonine	AAU asparagine	AGU serine	U
	AUC isoleucine	ACC threonine	AAC asparagine	AGC serine	C
A	AUA isoleucine	ACA threonine	AAA lysine	AGA arginine	A
	AUG (start) methionine	ACG threonine	AAG lysine	AGG arginine	G
	GUU valine	GCU alanine	GAU aspartate	GGU glycine	U
	GUC valine	GCC alanine	GAC aspartate	GGC glycine	C
G	GUA valine	GCA alanine	GAA glutamate	GGA glycine	A
	GUG valine	GCG alanine	GAG glutamate	GGG glycine	G

1 الشفرة أحادية: مكونة من قاعدة واحدة إذاً عدد الشفرات

4 شفرات وبالتالي لا تكفي للـ 20 حمض أميني

2 الشفرة ثنائية: مكونة من قاعدتين وعدد الشفرات

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

3 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

1 قد يكون للحمض الأميني الواحد أكثر من شفرة

2 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 دائماً.

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



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

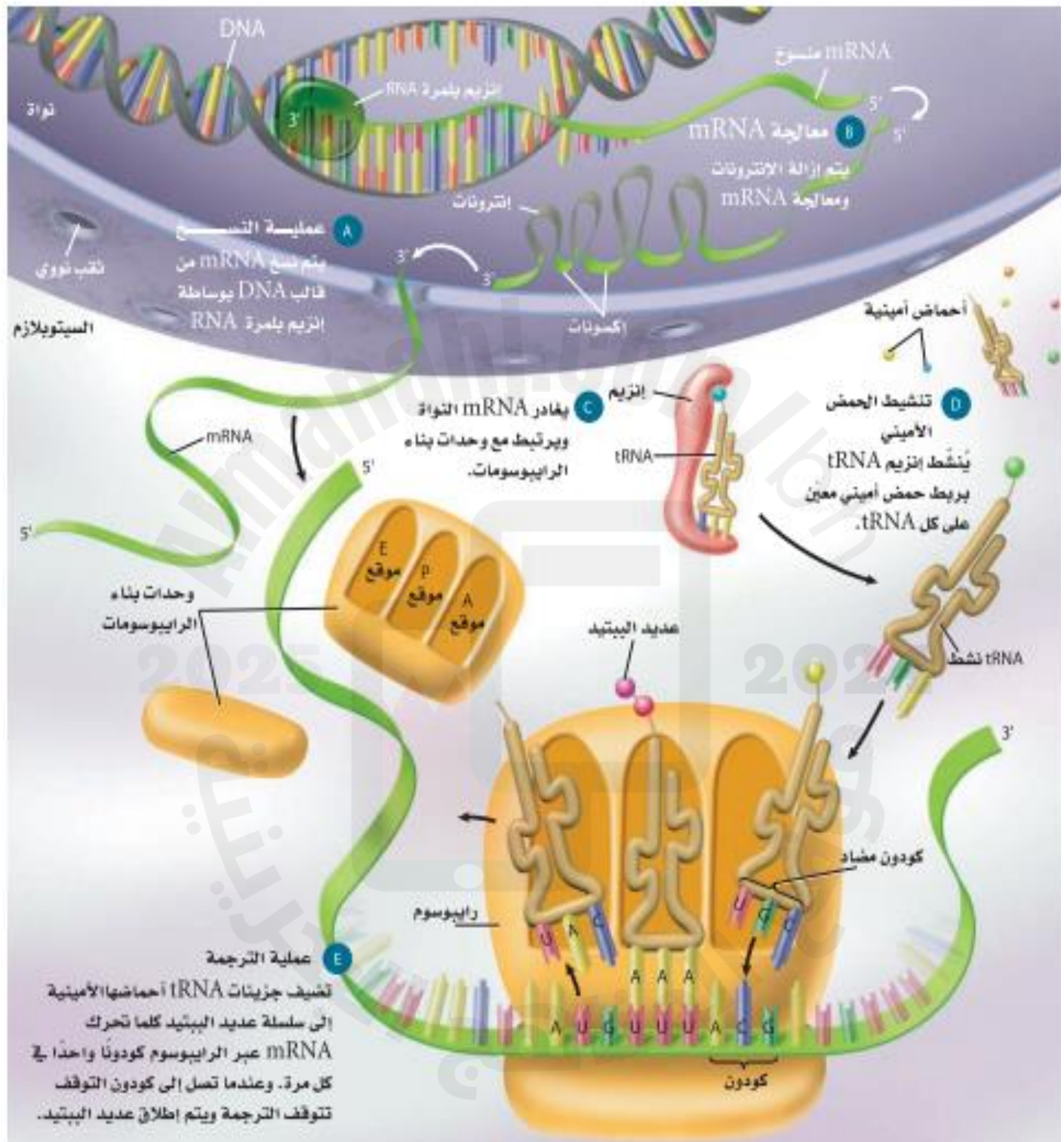
## دور tRNA في عملية الترجمة

1	تعمل كمفسرات لترتيب الكودونات على mRNA (مترجم للشفرة على mRNA).
2	ينطوي شريط tRNA ويتم تنشيطه بإنزيم يعمل على ربط حمض أميني محدد على النهاية الخاصة به في الطرف 3'.
3	في منتصف شريط tRNA المنطوي يكون هناك ترتيب مكون من 3 قواعد يسمى الكودون المضاد.
4	كل كودون مضاد هو مكمل للكودون على mRNA.
ملحوظة	الشفرة على DNA و tRNA تقرأ من 5' إلى 3'، ولكن الكودون المضاد يُقرأ من 3' إلى 5'.

## دور الرايبوسومات في عملية

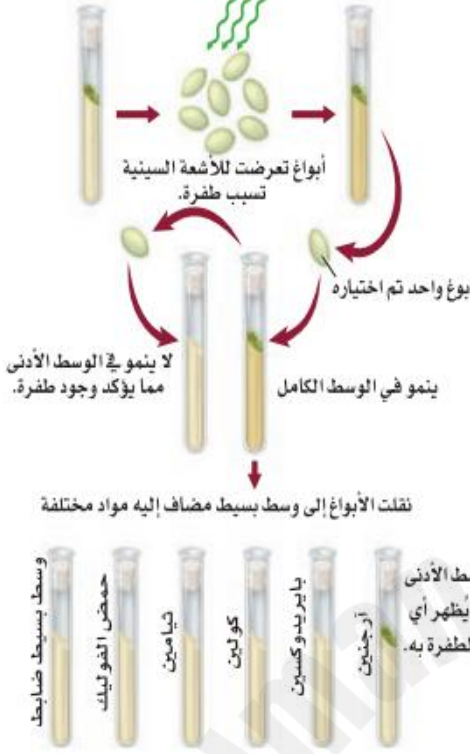
1	يتكون الرايبوسوم من وحدتين بنائيتين تكونان غير مرتبطتان معاً عندما لا تكونان مشتركتان في عملية بناء البروتين وعندما يترك mRNA النواة ويدخل في السيتوبلازم تجتمع وحدتا الرايبوسوم معاً ويرتبطان بـ mRNA لتكوين الرايبوسوم الفعال.
2	يحتوي الرايبوسوم على ثلاث مواقع (أخاديد) مهمة هي P و A و E لكل موقع دوره 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 لـ mRNA ويرتبط معه tRNA بكودون مضاد AAA حاملاً حمض أميني فينيل ألانين.
5	يعمل جزء من rRNA عمل إنزيم محفز لتكوين رابطة ببتيدية بين الحمضين الأميين في الموقعين A و P وعند ربط الحمضين الأميين 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 جديداً إلى الموقع A مكمل الكودون الثالث على mRNA.
8	تستمر عملية إضافة أحماض أمينية جديدة وتكوين روابط حسب ما تحدده تتابع الكودونات على mRNA.

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.



تحدث عملية النسخ في النواة أما عملية الترجمة فتحدث في السيتوبلازم وينتج عنها عديد الببتيد

نمو الأبواغ في الوسط الكامل يحتوي على الأحماض الأمينية  
نمو الأبواغ في الوسط الأدنى يخلو من الأحماض الأمينية



أظهرت نتائج تجربة بيدل وتاتوم أن الجين مسؤول عن تصنيع إنزيم لكن نحن نعرف الآن أن الجين مسؤول عن عديد ببتيد واحد

بدأ العلماء دراسة العلاقة بين الجينات والبروتينات وكانت البداية كالتالي:

العالمان جورج بيدل وإدوارد تاتوم عام 1940 استعملوا فطر نيوروسبورا لإظهار العلاقة بين الجينات والإنزيمات وقدموا دليلا على أن الجين قد يكون مسئولاً عن إنزيم كالتالي:

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

ملحوظة 1 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 لم تتمكن الأبواغ من النمو في الوسط الأدنى.

2 قام العالمان بفحص الفطر لمعرفة الحمض الأميني الذي ينقصه.

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

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

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

الجين مسؤول عن تصنيع عديد ببتيد واحد





## الوراثة التطبيقية

### الهجين

مخلوق حي غير متمائل الجينات المتقابلة لصفة ما

### التهجين الانتقائي

عملية يتم فيها اختيار صفات مُفضلة للنباتات والحيوانات ونقلها إلى أجيال قادمة

الصفات المرغوبة	مثال	1	الحصول على نباتات ذات ثمار كبيرة
		2	الحصول على نباتات ذات فترة نمو قصيرة
1	قديمًا زواج الإنسان حيوانات ذات صفات معينة للحصول على سلالات ذات صفات مرغوبة		
2	أصبحت هذه الصفات شائعة		
3	التهجين يتم أيضاً في النباتات للحصول على صفات مرغوبة		

### مصطلحات الدرس

التهجين الانتقائي	تهجين مباشر لإنتاج نباتات أو حيوانات تحمل صفات مرغوبة.
التهجين الذاتي	تهجين انتقائي لمخلوقات حية تجمعها صلة قرابة لإنتاج صفات مرغوبة والتخلص من الصفات غير المرغوبة حيث ينتج في النهاية صفات نقية متماثلة الجينات.
التلقيح الاختباري	تلقيح يستعمل لتحديد الطراز الجيني للمخلوق الحي

### التهجين الانتقائي

المقصود به	العملية التي يتم فيها اختيار صفات محددة لكل من الحيوانات والنباتات ونقلها للأجيال اللاحقة
1	التهجين
2	التهجين الذاتي
أنواعه	تزاوج أبوين لهما شكلين مختلفين لصفة ما لإنتاج سلالة ذات صفات محددة عملية يتم فيها التزاوج بين الأفراد التي توجد بينها صلة قرابة أو تقارب بين طرزها الجينية لإنتاج أفراد ذات صفات مرغوب فيها والتخلص من الصفات غير المرغوبة في الأجيال اللاحقة

### أولا / التهجين

مميزاته	يستعمله المزارعون ومربوا الحيوانات العلماء على نطاق واسع وذلك لإكساب المخلوقات الحية قدرة تنافسية عن طريق:-
1	الحصول على سلالات أكثر مقاومة للأمراض
2	إنتاج عدد أكبر من الأفراد
3	إنتاج أفراد تنمو بشكل أسرع
مثال	تزاوج نوعين من الطماطم لإنتاج هجين له القدرة على النمو السريع من أحد الأبوين والقدرة على مقاومة الأمراض من الأب الآخر
ملحوظة	ينبغي الحذر عند اختيار المخلوقات ذات الصفات المرغوبة لإنتاج هجين مناسب من الصفات من كلا الأبوين
سلبياته	1 استهلاك الوقت 2 ارتفاع التكلفة
مثال	تطلب من مربى النبات ثلاث عقود لإنتاج أنواع أرز هجينة يمكنها أن تعطي إنتاج أعلى من الأرز غير الهجين
علل	مزايا التهجين تفوق مساوئه أحيانا؟
الإجابة	لأن الأفراد الهجينة يمكن تكثيرها لتصبح

1	ذات محتوى غذائي أكبر	2	تتحمل مدى أوسع من التغيرات البيئية
3	تنتج عدد أكبر من الأفراد	4	تنمو بشكل أسرع

### ثانياً/التهجين الذاتي

مثال	الماشية والأغنام والطيور والقطط
مساوي التهجين الذاتي	الصفات المتنحية قد تنتقل أيضاً إلى الأجيال اللاحقة، لماذا؟ حيث يزيد التهجين الذاتي من فرصة النسل المتمثل الجينات المتنحية
ملحوظة	إذا كان كلا الأبوين يحمل الجين المتنحي فقد لا يتخلص من الصفة الضارة

### التلقيح الاختباري

المقصود به	هو تلقيح يجري للتعرف على الطرز الجيني للفرد السائد هل هو نقي أم هجين
ملحوظة	يتم التلقيح الاختباري عن طريق التزاوج بين الفرد السائد (المجهول الطرز الجينية) وآخر متنحي نقي (حتى يكون متمائل الجينات أي معلوم الطرز الجيني)
بعد ذلك	يتم التعرف على الطرز الجيني للفرد السائد من خلال الطرز الشكلي للأبناء كالتالي:
إذا كانت الطرز الشكلي لجميع الأبناء سائد	يكون الفرد الأبوي متمائل الجينات سائد (سائد نقي)
إذا كان الطرز الشكلي للأبناء سائد ومتنحي بنسبة 1:1	يكون الفرد الأبوي سائد غير متمائل الجينات
مثال	وضح على أسس وراثية ما إذا كان بذور ثمار الجريب فروت بيضاء نقية أم هجين علماً بأن اللون الأبيض سائد على الأحمر؟ (إذاً اللون الأبيض سائد W واللون الأحمر متنحي w).

يتم ذلك من خلال عمل تلقيح اختباري كالتالي:

P		WW		ww	
G		W	W	w	w
F1		w		w	
	W	Ww		Ww	
	W	Ww		Ww	
جميع الأفراد الناتجة بنسبة 100 % ثمارها بيضاء إذاً: الفرد الأبوي أبيض الثمار متمائل الجينات WW					

P		Ww		ww	
G		W	w	w	w
F1		W		w	
	w	Ww		ww	
	w	Ww		ww	
50% من الثمار بيضاء و50% من الثمار حمراء إذاً: الفرد الأبوي أبيض الثمار غير متمائل الجينات Ww					

