

مكتف الأحياء للطفلين

إعداد

أ. أحمد الجفّال
أ. حمدي العُمري

الأستاذ أحمد الجفّال



الأستاذ حمدي العُمري



الكشف عن وجود الكربون في المركبات العضوية

الهدف من التجربة

تقصي وجود الكربون في المركبات العضوية

مقدمة (الخلفية العلمية)

الكربون عنصر مهم جدا يدخل في تركيب **المركبات العضوية جميعها** التي سوف ندرسها لاحقا ومن أهمها

1- السكريات 2- البروتينات 3- الليبيدات (الدهون) 4- الحموض النووية

بحيث يمكن الكشف عن **الكربون في المادة العضوية** عن طريق تسخينها مع أكسيد النحاس اذ يتأكسد الكربون ان وجد في المركب العضوي وينتج عنه غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 ثم يتفاعل مع ماء الجير وهو محلول هيدروكسيد الكالسيوم مكونا كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ و ماء H_2O بحيث يتعكر ماء الجير وتكره

التحليل والاستنتاج

نلاحظ وجود راسب ابيض (أي تعكر ماء الجير) عند خلط ماء الجير مع غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من انبوب الاختبار الذي يحوي سكر المائدة وهذا يدل على وجود الكربون في سكر المائدة أي انه مركب عضوي وعدم تعكر ماء الجير من البخار الناتج من الانبوب الاخر الذي يحوي ملح الطعام وهذا يدل على عدم وجود الكربون في ملح الطعام وهنا تبين انه مركب غير عضوي ويستخدم عينة ضابطة

الدرس الأول المركبات العضوية الحيوية

تحتوي أجسام الكائنات الحية على ذرات عناصر مهمة منها:

- 1- الهيدروجين (H) 2- الكربون (C) 3- الأكسجين (O) 4- النيتروجين (N)
- 5- الكالسيوم (Ca) 6- الفسفور (P) بالإضافة إلى عناصر أخرى بكميات بسيطة.

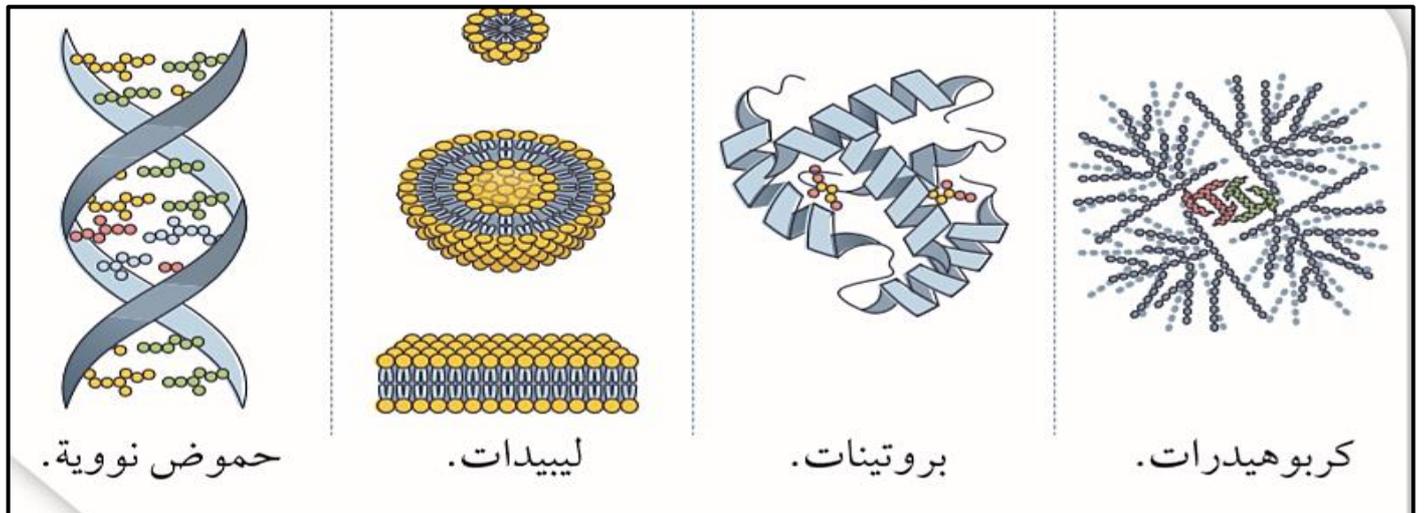
- يعد الكربون العنصر الأساس الذي يدخل في تركيب المركبات العضوية جميعها.

- فالمركبات العضوية هي: مركبات كيميائية توجد في أجسام الكائنات الحية ويدخل في تركيبها بصورة أساسية

ذرات العناصر الاتية الكربون والهيدروجين وفي بعضها ذرات عناصر أخرى مثل النيتروجين والأكسجين.

- نوع الرابطة: التي تربط ذرات الكربون بعضها ببعض ومع ذرات العناصر الأخرى هي رابطة تساهمية

الانواع الرئيسية للمركبات العضوية الحيوية



الكربوهيدرات (السكريات) تحتوي على ذرات كربون (C) وهيدروجين (H) وأكسجين (O)

تُصنف السكريات حسب عدد الوحدات (البنائية) التي تتألف منها إلى **ثلاثة أنواع هي (احادي - ثنائي - متعدد)**

- **السكريات الأحادية:** وهي أبسط أنواع الكربوهيدرات وصيغتها العامة هي $(CH_2O)_n$ حيث n هي عدد ذرات الكربون في السكر الاحادي.

والتي تتصف بما يلي:

✓ تعد أبسط أنواع الكربوهيدرات.

✓ تذوب في الماء بسهولة (علل): لأنها من المواد المحبة له

صيغتها الكيميائية: $(CH_2O)_n$ حيث n هي عدد ذرات الكربون او الاكسجين او $H/2$ في السكر الاحادي.
سؤال أحد السكريات الأحادية سباعي الكربون (Heptose) اجب عما يلي:

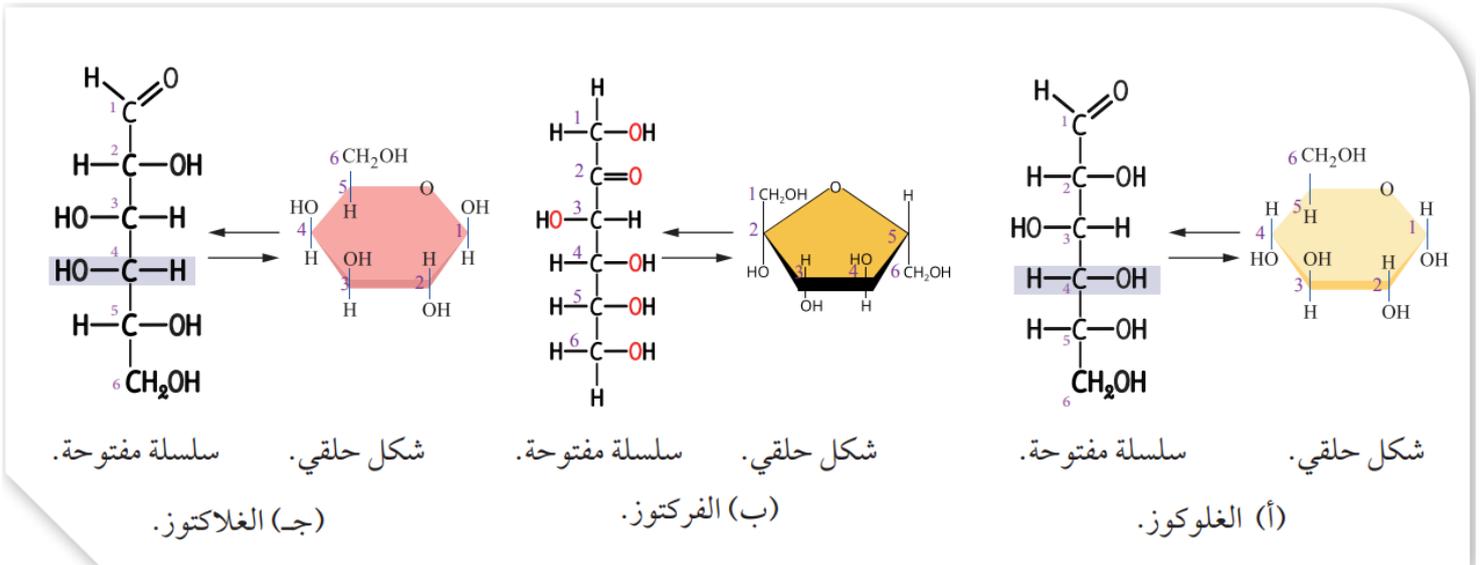
1- كم عدد ذرات الهيدروجين والاكسجين فيه

2- اكتب صيغته الكيميائية

أهمية السكريات الأحادية تعد السكريات الاحادية الوحدة البنائية لأنواع الكربوهيدرات الأخرى (السكريات الثنائية والمتعددة) من الأمثلة عليها:

1- **الغلوكوز** (يمثل الوحدة البنائية لعدد من السكريات المتعددة في اجسام الكائنات الحية)

2- **الغلاكتوز** 3- **الفركتوز** (سكر سداسي الكربون) 4- **الرايبوز** (سكر خماسي الكربون)



السكريات الثنائية: وهي تتكون من وحدتين من السكريات الأحادية ترتبطان معاً برابطة تساهمية غلايكوسيدية

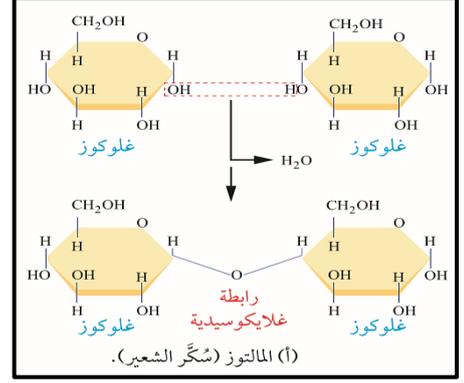
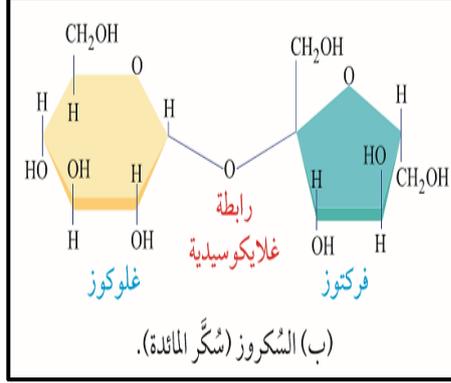
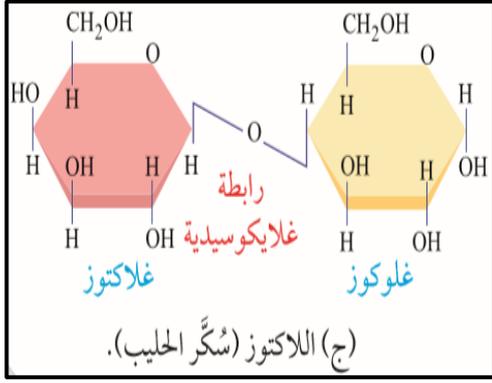
◆ يتشكل السكر الثنائي وذلك عند تفاعل نزع (فقدان) جزيء ماء واحد من زوج من السكريات الأحادية

◆ ومن الأمثلة على السكريات الثنائية التي تنتج من تفاعل نزع جزيء ماء واحد:

1- **المالتوز** (سكر شعير) يحدث التفاعل بين زوج من سكر الغلوكوز

2- **السكروز** (سكر المائدة) يحدث التفاعل بين سكر فركتوز وسكر الغلوكوز

3- اللاكتوز (سكر الحليب) يحدث التفاعل بين سكر غلاكتوز وسكر الجلوكوز



أخطار الإكثار من تناول السكريات:

يؤدي الإكثار من تناول السكريات إلى: 1- تسوس الأسنان 2- زيادة الوزن؛ ما يزيد خطر الإصابة بمرض السكري

لذا يوصي المركز الوطني للغدد الصم والسكري (الوقاية من مرض السكري): لذا يوصي المركز الوطني للغدد الصم والسكري بعدم الإكثار من تناولها للوقاية من الإصابة بمرض السكري.

- **السكريات المتعددة:** وهي مُبلمرات (polymer) تتكون من سكريات أحادية او (مشتقاتها) ترتبط فيما بينها بروابط تساهمية غلايكوسيدية
يجب ان تعلم انها تتكون من ارتباط ثلاث من السكريات الأحادية (جلوكوز) أو أكثر بروابط تساهمية غلايكوسيدية.

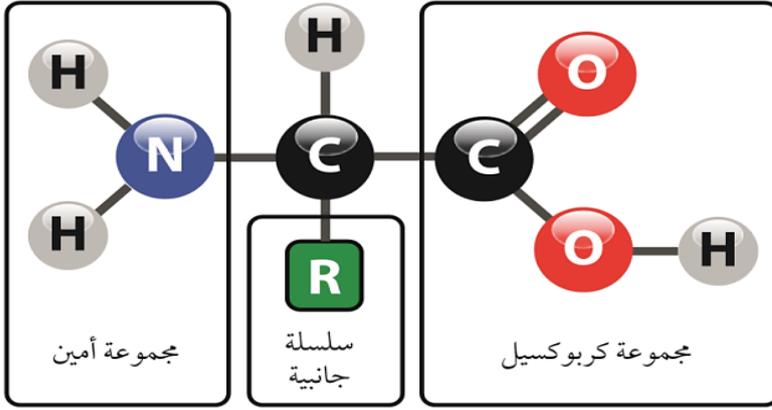
من الأمثلة على السكريات المتعددة وخصائصها التي تميزها كما في الجدول الآتي:

الأهمية	الصيغة البنائية	المثال
تخزين سُكَّر الجلوكوز في النباتات.	<p>أميلوز.</p>	<p>النشا: يتكوّن من:</p> <ul style="list-style-type: none"> - الأميلوز: من السُكَّرَات المُتعدّدة، وهو يكون على شكل سلاسل غير مُتفرّعة من الجلوكوز. - الأميلوبكتين: من السُكَّرَات المُتعدّدة، وهو يكون على شكل سلاسل من الجلوكوز مُتفرّعة في بعض المواقع. - يتكون النشا في غالبية النباتات من 20% - 30% أميلوز، ومن 70% - 80% على صورة أميلوبكتين.
تخزين سُكَّر الجلوكوز في أكباد الحيوانات وعضلاتها.	<p>أميلوبكتين.</p>	
تخزين سُكَّر الجلوكوز في أكباد الحيوانات وعضلاتها.	<p>غلايكوجين.</p>	<p>الغلايكوجين: يتكوّن من سلاسل من الجلوكوز كثيرة التفرّع.</p>
إكساب الجُدُر الخلوية في النباتات القوّة والمرونة.	<p>روابط غلايكوسيدية</p> <p>روابط هيدروجينية</p> <p>سيليلوز.</p>	<p>السيليلوز: يتكوّن من ألياف دقيقة، تتألّف من وحدات من الجلوكوز ترتبط في ما بينها بروابط غلايكوسيدية، مُشكّلةً سلاسل غير مُتفرّعة ترتبط معًا بروابط هيدروجينية.</p>

المجموعات الوظيفية: مجموعة من الذرات في المركب العضوي تسهم في تمييز مركب عن غيره من المركبات مثل:
1- مجموعة الهيدروكسيل 2- مجموعة الكربوكسيل 3- مجموعة الأمين 4- مجموعة الفوسفات

البروتينات وهي مركبات عضوية تتألف من وحدات بنائية أساسية تسمى **الحموض الأمينية**.

- **نوع الرابطة التي تربط بين الحموض الامينية في البروتين** ترتبط الحموض الأمينية معاً بروابط تساهمية ببتيدية.



- **نواع المجموعات الكيميائية** التي تشترك فيها الحموض الامينية في صيغتها العامة

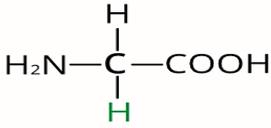
1- مجموعة الكربوكسيل (COOH) وتكون في نهاية السلسلة

2- مجموعة الأمين (NH₂) وتكون في بداية السلسلة

3- ذرة هيدروجين (H)

السلسلة الجانبية (R) التي تغير من خصائص الحموض الأمينية فيما بينها بسبب اختلافها من حمض اميني الى اخر.

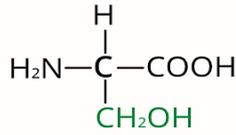
ملاحظة: اختلاف السلسلة الجانبية R من حمض اميني لآخر تجعله يختلف أيضا في نوعه واسمه



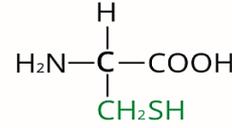
(أ) غلايسين.

1) يحتوي **الحمض الأميني غلايسين** على ذرة **الهيدروجين H** بدلا من السلسلة الجانبية R

2) تحتوي السلسلة الجانبية في الحموض الأمينية على الكربون من الأمثلة على هذه السلاسل الجانبية:



(ب) سيرين.



(ج) سستين.

يدخل في تركيب البروتينات 20 حمض اميني مختلف (ما سبب اختلافها؟) منها:

أ- **غير أساسية** عددها (11) حمض اميني يستطيع جسم الانسان تكوينها

ب- **أساسية** (9) يحصل عليها من خلال الغذاء

تصنف الحموض الأمينية وفقاً لخصائص السلاسل الجانبية التي تحويها:

(1) الحموض الأمينية المحبة للماء الحموض الأمينية الكارهة للماء. (2)

أثر التربتوفان في تحسين المزاج:

يحتاج جسم الإنسان إلى الحمض الأميني **تربتوفان** الذي يعد أحد الحموض **الأمينية الأساسية** التي تدخل في تصنيع الناقل

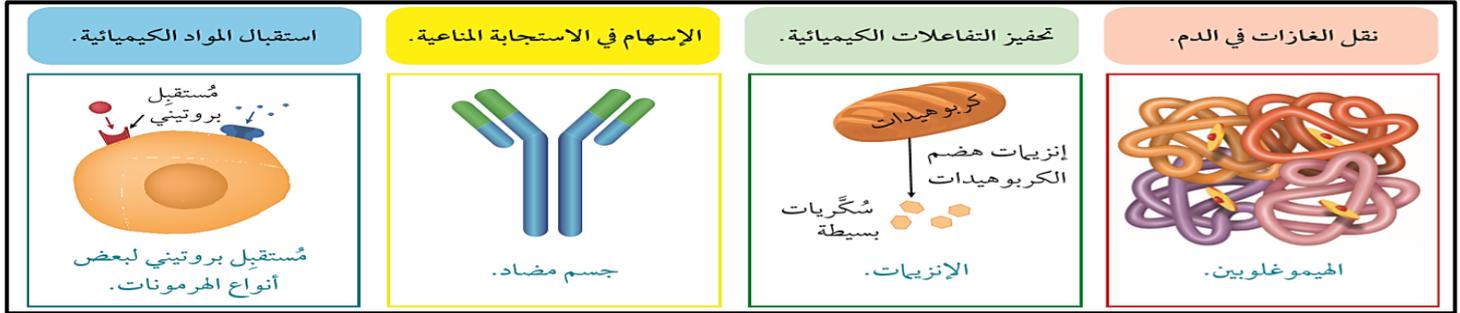
العصبي الهرموني السيروتونين (هرمون السعادة)

وقد أشارت دراسات منشورة إلى أن الحمض الأميني **تربتوفان** يسهم في تحسين المزاج وتخفيف التوتر لدى الأشخاص من

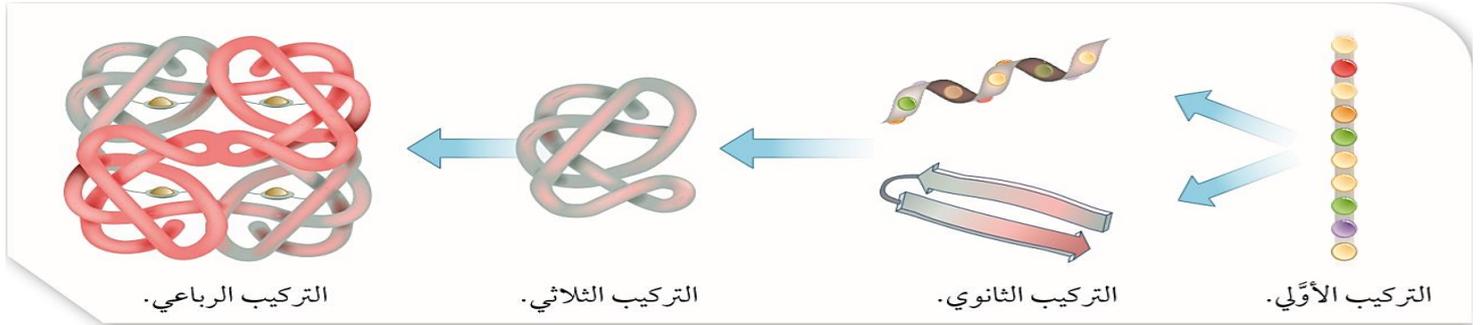
مختلف الأعمار فضلاً عن وجود علاقة بين احتواء حليب الأطفال الرضع على هذا الحمض و خلودهم إلى النوم براحة و هدوء.

تُمثل البروتينات أكثر من 50% من الكتلة الجافة لمعظم الخلايا وهي تؤدي وظائف مختلفة في أجسام الكائنات الحية: مثل: ألياف الكولاجين التي تمنح العضلات المرونة والقوة مثل (العضلات بين فقرات العمود الفقري) ومن الوظائف الأخرى للبروتينات:

الشكل الاتي يمثل بعض الوظائف للبروتينات

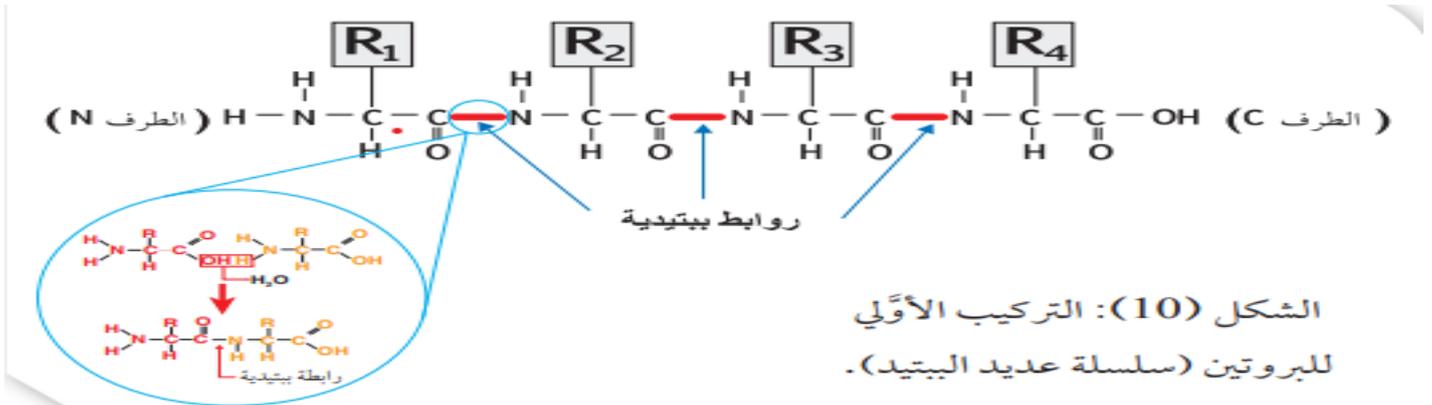


مستويات تركيب البروتينات: تختلف تبعاً للحموض الأمينية التي تدخل في تركيبها، وعددها، وتسلسلها.



التركيب الأولي

- ترتبط الحموض الأمينية معا بروابط تساهمية ببتيدية (C-N)، مشكلة سلسلة عديد الببتيد.
- يوصف التسلسل الخطي للحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد بأنه التركيب الأولي للبروتين.



- تكون مجموعة الأمين في بدايتها (تسمى الطرف N)
- تكون مجموعة الكربوكسيل في نهايتها (تسمى الطرف C)

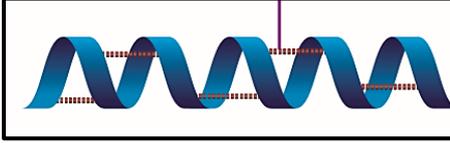
يمثل البروتين الأولي الهيكل الأساسي لمستويات البروتين الأخرى، وهو لا يؤدي أي وظيفة في صورته الأولية.

يحتمل أن تختلف سلسلتا عدد ببتيد، إحداهما عن الأخرى، بالرغم من تكونهما من الحموض الأمينية نفسها ونفس عدد الحموض الأمينية لاختلافهما في تسلسل الأحماض الأمينية المكونة لكل منهما.

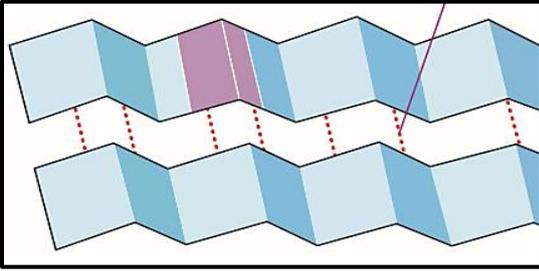
التركيب الثانوي

ينتج من التفاف سلسلة عديد الببتيد واحدة، وتكون الروابط الهيدروجينية في مناطق محددة، وهي روابط تعمل على تثبيت التركيب الثانوي واستقراره.

يوجد تركيبان ثانويان شائعان هما:



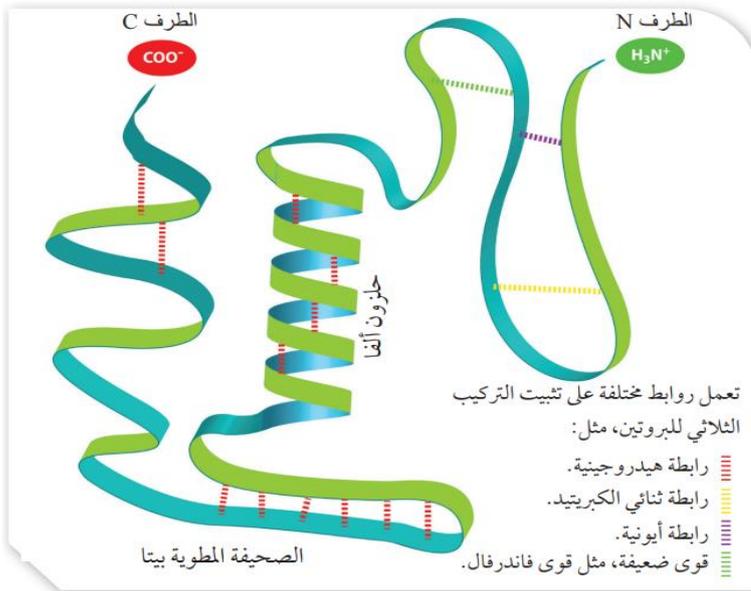
حلزون ألفا α : يتكون تركيب حلزون ألفا عند التفاف سلسلة عديد الببتيد، وتكوينها روابط هيدروجينية بين ذرة الأكسجين في مجموعة الكربوكسيل في حمض أميني وبين ذرة الهيدروجين في مجموعة الأمين يبعد عن الحمض الأميني الأول أربع حموض أمينية.



الصفحة المطوية β : يتكون تركيب الصفحة المطوية بيتا عند ارتباط جزأين أو أكثر من سلسلة عديد الببتيد نفسها بروابط هيدروجينية، إذ تكوّن هذه الأجزاء المكونة لسلسلة عديد الببتيد بجانب بعضها البعض بشكل متعرج (ZIG-ZAG) ما يتيح تكوين روابط هيدروجينية فيما بينها.

التركيب الثلاثي

- ينتج من طي التركيب الثانوي في سلسلة عديد الببتيد.
- تعمل أنواع مختلفة من الروابط بين ذرات السلاسل الجانبية R لسلسلة عديد الببتيد على تثبيت شكل التركيب الثلاثي.
- أنواع الروابط المختلفة في التركيب الثلاثي للبروتين كما في الشكل المجاور:
 - 1- رابطة هيدروجينية
 - 2- رابطة ثنائي الكبريتيد
 - 3- رابطة أيونية
 - 4- قوى ضعيفة مثل قوى فاندرفال



في الشكل الثلاثي للبروتين في حالة التآين:

الطرف N تكون مجموعة الأمين تكون على شكل NH_3^+ هي نفسها (H_3N^+)

الطرف C تكون مجموعة الكربوكسيل تكون على شكل COO^-

من الأمثلة على البروتينات ذات التركيب الثلاثي بروتين الميوغلوبين

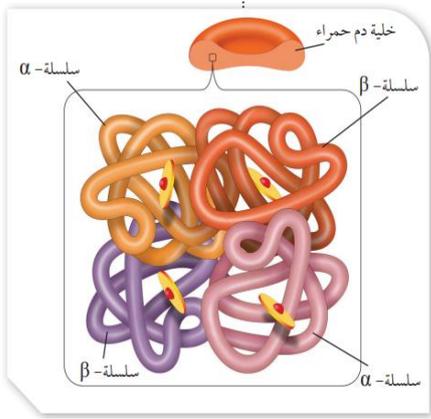
أهميته يحمل الأكسجين في العضلات

كيف ينتج (تكوينه) عند طي التركيب الثانوي لحلزون ألفا α .

فقد البروتين تركيبه الثلاثي فإن ذلك يُفقد القدرة على أداء وظيفته الحيوية، كما يحدث في الإنزيمات.

التركيب الرباعي

- يطلق هذا الاسم على البروتينات التي تتكون من سلسلتين أو أكثر من عديد الببتيد خلافاً للتركييب الأخرى السابقة التي تتكون من سلسلة واحدة من عديد الببتيد.
- التركيب الرباعي يُثبت عن طريق روابط مختلفة كما ورد في التركيب الثلاثي.



من الأمثلة على البروتينات ذات التركيب الرباعي

- 1- الهيموغلوبين الذي يتألف من أربع سلاسل ببتيدية اثنتان من النوع ألفا α ،
واثنتان من النوع بيتا β
- 2- الكولاجين يتركب من ثلاث سلاسل عديد الببتيد.

ملاحظات على التركيب الرباعي:

- ليس من الضرورة ان يتكون هذا التركيب من أربع سلاسل ببتيدية
- يذكر أن سلسلتي ألفا وسلسلتي بيتا في الهيموغلوبين لا تعني حلزون ألفا وصفيحة بيتا.

تصنيف البروتينات وفقاً لشكلها النهائي الثلاثي الابعاد:

1- البروتينات الكروية

- يتكون هذا النوع من بروتينات تركيبها ثلاثي أو رباعي
- من الأمثلة عليها: أ- معظم الإنزيمات ب- الهيموغلوبين.
- تؤدي دوراً: في عمليات الجسم الحيوية
- وتكون ذائبة في الماء بسبب

- أ- وجود سلاسلها الجانبية R القطبية (المحبة للماء) في اتجاه الخارج مواجهة المحاليل المائية التي تحيطها.
- ب- وجود سلاسلها الجانبية R غير القطبية (الكارهة للماء) في اتجاه الداخل.

2- البروتينات الليفية:

- يتكون هذا النوع من بروتينات تركيبها ثانوي أو ثلاثي أو رباعي.
- ومن أمثلته بروتين الفايبرين الذي له دور في تجلط الدم.
- لا تكون البروتينات الليفية غالباً ذائبة في الماء بسبب لأن سلاسلها الجانبية R غير القطبية (كارهة للماء) تكون في اتجاه الخارج مواجهة للمحاليل المائية.

ملاحظة: توجد بعض البروتينات التي تتكون من أجزاء ليفية وأخرى كروية، مثل بروتين الميوسين في العضلة الهيكلية.

قد ترتبط البروتينات بالسكريات مكونة بروتينات سكرية مثل مولدات الضد التي توجد على سطوح خلايا الجسم.
تقسم مولدات الضد الى نوعين مختلفين هما:

- 1- مولد ضد ذاتي وجودها في الحالات الطبيعية على سطح الخلايا الطبيعية يمنع حدوث استجابة مناعية ضدها في الجسم
- 2- مولد ضد غير ذاتي (غريب عن الجسم) يسبب دخولها الى الجسم حدوث استجابة مناعية ضدها في الجسم.

عزيزي الطالب هنا سوف نتطرق لموضوع مهم حول إثر مولدات الضد (البروتينات السكرية) في عملية نقل الدم نقل الدم: هو نقل بعض مكونات الدم او كامله من شخص متبرع الى شخص اخر مستقبل ...

أولاً حسب نظام ABO:

تقسم فصائل الدم حسب هذا النظام الى أربع أنواع مختلفة هي: A , B , AB , O و ذلك بناءً على وجود أحد مولد الضد A أو B أو كليهما , أو عدم وجودهما على سطح خلايا الدم الحمراء كما في الجدول الآتي:

AB	B	A	O	فصيلة الدم
				خلايا الدم الحمراء
			لا يوجد	مُوَلَّد الضد على سطوح خلايا الدم الحمراء
لا يوجد				الجسم المضاد في البلازما

نستنتج من الجدول السابق (مسلمات زي ماهي حفظ)

- 1- في فصيلة الدم A: يوجد على سطح خلايا الدم الحمراء مولد ضد A وفي بلازما الدم جسم مضاد من نوع **Anti-B**
- 2- في فصيلة الدم B: يوجد على سطح خلايا الدم الحمراء مولد ضد B وفي بلازما الدم جسم مضاد من نوع **Anti-A**
- 3- في فصيلة الدم AB: يوجد على سطح خلايا الدم الحمراء مولد ضد A و B ولا يوجد اجسام مضاد لها في بلازما الدم
- 4- في فصيلة الدم O: لا يوجد على سطح خلايا الدم الحمراء أي مولد ضد (A,B) وفي بلازما الدم يوجد **Anti-B و Anti-A**

ملاحظات مهمة جدا يجب ان تعلم عنها حتى نستطيع فهم عملية نقل الدم من الجانب العملي:

- الاجسام المضادة حسب نظام ABO هما نوعان فقط **Anti-A** و **Anti-B** وتتكون منذ الولادة غير مكتسبة (طبيعية).
- قبل نقل الدم (خلايا الدم الحمراء او البلازما سوف يتم شرحه لاحقا) يجب مراعاة عدم اجتماع (التقاء) مولد الضد مع الجسم المضاد من النوع نفسه حتى لا يحدث تحلل خلايا الدم الحمراء وتجنب ظهور الاعراض الآتية:
- 1- القشعريرة 2- الحمى 3- قصور وظائف الكلى 4- قد يؤدي الى موته
- تحلل خلايا الدم الحمراء يدل على انه التقى مولد الضد مع الجسم مع الجسم المضاد من النوع نفسه وهذا يدل على انه خطأ في نقل الدم

نقل خلايا الدم الحمراء حسب نظام ABO

لمنع حدوث تحلل خلايا الدم الحمراء المنقولة يجب منع التقاء مولد الضد مع الجسم المضاد من النوع نفسه لذلك نراعي الآتي:

- 1- نوع مولد الضد على سطح خلايا الدم الحمراء للشخص المتبرع
- 2- نوع الجسم المضاد في بلازما دم الشخص المستقبل

على سبيل المثال أراد أحمد أن يتبرع بخلايا دم حمراء إلى حمدي هنا نقول أن أحمد شخص متبرع وحمدي شخص مستقبل، علماً بأن فصيلة دم أحمد هي (A) وفصيلة دم حمدي هي (B) هل عملية نقل الدم من أحمد إلى حمدي صحيحة!

أحمد (متبرع) يملك على سطح خلايا الدم الحمراء مولد ضد من نوع A كما في النقطة رقم (1) أعلاه
حمدي (المستقبل) يملك في بلازما الدم أجسام مضادة Anti-A كما في النقطة رقم (2) أعلاه
 بناءً عليه إذا تم نقل خلايا دم حمراء من أحمد إلى المسكين حمدي فإن سوف يلتقي مولد الضد A من أحمد مع الجسم المضاد Anti-A في بلازما دم حمدي وهذا يؤدي إلى تحلل خلايا الدم الحمراء المنقولة من أحمد إلى حمدي وظهور الأعراض الآتية:

- 1- القشعريرة
- 2- الحمى
- 3- قصور وظائف الكلى
- 4- قد يؤدي إلى موته

نستنتج مما سبق أن عملية نقل الدم (خلايا الدم) هذه غير صحيحة ولتسهيل دراسة هذا الموضوع اليك **المخطط الآتي** وغير ذلك تعتبر عملية نقل خاطئة

نقل البلازما حسب نظام ABO (عكس نقل خلايا الدم الحمراء تماماً)

لمنع حدوث تحلل خلايا الدم الحمراء المنقولة يجب منع التقاء مولد الضد مع الجسم المضاد من النوع نفسه لذلك نراعي الآتي:

- 1- نوع الجسم المضاد في بلازما دم الشخص المتبرع
 - 2- نوع مولد الضد على سطح خلايا الدم الحمراء للشخص المستقبل
- على سبيل المثال** أراد حمدي أن يتبرع ببلازما الدم إلى أحمد هنا نقول أن حمدي شخص متبرع وأحمد شخص مستقبل، علماً بأن فصيلة دم حمدي هي (B) وفصيلة دم أحمد هي (A) هل عملية نقل الدم من حمدي إلى أحمد صحيحة!

حمدي (متبرع) يملك في بلازما دم أجسام مضادة Anti-A كما في النقطة رقم (1) أعلاه
أحمد (المستقبل) يملك على سطح خلايا الدم الحمراء مولد ضد من نوع A كما في النقطة رقم (2) أعلاه
 بناءً عليه إذا تم نقل بلازما الدم من حمدي إلى المسكين أحمد فإن سوف تلتقي الأجسام المضادة Anti-A في بلازما دم حمدي مع مولد الضد A على سطح خلايا الدم الحمراء لأحمد وهذا يؤدي إلى تحلل خلايا الدم الحمراء عند أحمد وظهور الأعراض الآتية:

- 1- القشعريرة
- 2- الحمى
- 3- قصور وظائف الكلى
- 4- قد يؤدي إلى موته

نستنتج مما سبق أن عملية نقل بلازما الدم هذه غير صحيحة

ثانيا حسب نظام Rh العامل الريزيسي:

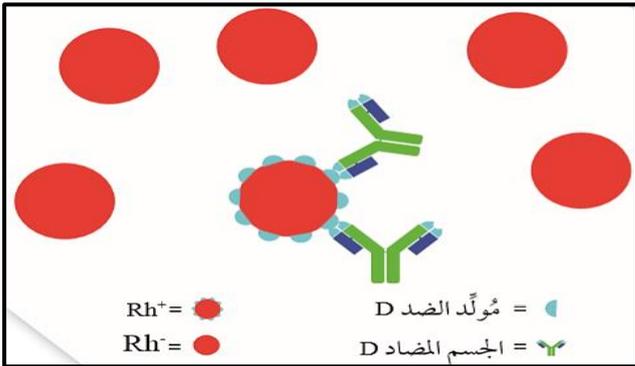
هو نظام يشير إلى وجود مولد الضد يسمى مولد الضد D، أو عدم وجوده على سطح خلايا الدم الحمراء. بناء على ذلك تم تقسم فصائل الدم حسب هذا النظام الى:

- 1- موجب العامل الريزيسي (Rh⁺) في حال وجود مولد الضد D
- 2- سالب العامل الريزيسي (Rh⁻) في حال عدم وجود مولد الضد D

ملاحظات مهمة جدا يجب ان تعلم عنها حتى نستطيع فهم عملية نقل الدم من الجانب العملي:

1- الاجسام المضادة حسب نظام Rh هي نوع واحد فقط Anti-D بحيث تكون مكتسبة في صورة استجابة مناعية عند اجراء عملية نقل دم خاطئة من شخص موجب العامل الريزيسي الى اخر سالب العامل الريزيسي فقط لذلك لا يمكن لشخص موجب العامل الريزيسي ان يتبرع بالدم لشخص سالب العامل الريزيسي فقط يمكنه التبرع للشخص موجب العامل الريزيسي.

2- حسب نظام Rh يمكن للشخص سالب العامل الريزيسي التبرع بالدم الى الأشخاص موجبي وسالبي العامل الريزيسي لأنه لا يملك مولد ضد D فلا يكون الشخص المستقبل اجسام مضادة Anti-D فلا تتحلل خلايا الدم الحمراء المنقولة.



الشكل الاتي يوضح كيفية حدوث الاستجابة المناعية وذلك عند ارتباط الجسم المضاد Anti-D الذي تكون في بلازما دم شخص سالب العامل الريزيسي نتيجة استقباله خلايا دم حمراء من موجب العامل الريزيسي تحمل مولد ضد D

ملاحظة مهمة عند نقل بلازما دم حسب نظام Rh لا تحدث استجابة مناعية مالم نقل دم من موجب عامل الريزيسي الى سالب العامل الريزيسي (مع الاخذ بعين الاعتبار نظام ABO)

الليبيدات

وظائفها:

- 1- تشكل طبقة عازلة تحت جلد الإنسان وبعض الحيوانات، ما يحول دون فقدان الحرارة من أجسامهم
- 2- تدخل في تركيب الأغشية البلازمية والهرمونات الستيرويدية، والفيتامينات الذائبة في الدهون (فيتامين D , A, K, E)
- 3- تعد مصدر طاقة مهماً للكائنات الحية.

تجرى فحوص مخبرية لتعرف مستويات بعض البروتينات والإنزيمات

للمساعد على كشف الإصابة بمرض معين فمثلاً تفحص عينة الدم للكشف عن إنزيم يسمى ALT وهو إنزيم يوجد في الكبد ويعمل على تحويل الحمض الأميني الأنين إلى بيروفيت وفي حال تسرب هذا الإنزيم من الكبد إلى الدم فإن مستوياته في الدم سوف ترتفع

تصنيف إلى أنواع عدة:

- 1 (الحموض الدهنية 2) الدهون الثلاثية 3) الليبيدات المفسفرة 4) الستيرويدات
- وتمتلك جميع هذه الدهون صفة مشتركة هي عدم امتزاجها بالماء.

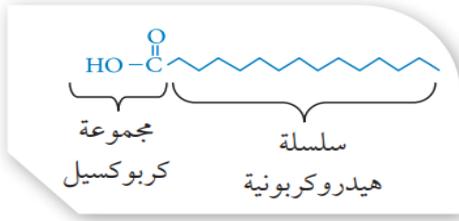
الحموض الدهنية

- تدخل في تركيب معظم الليبيدات، ومنها ما يكون حراً
- يتكون الحمض الدهني من مجموعة الكربوكسيل (COOH) وسلسلة هيدروكربونية.

تصنيف الحموض الدهنية إلى نوعين:

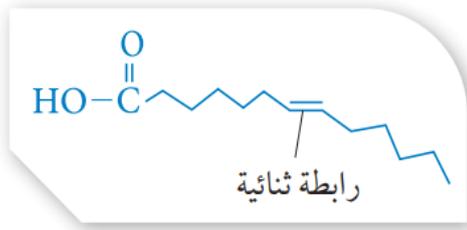
أ - الحموض الدهنية المشبعة:

- فيها تكون جميع الروابط أحادية بين ذرات الكربون في السلسلة الهيدروكربونية
- ومن أمثلتها حمض البالمتيك؛ وهو المكون الرئيسي لزيت النخيل.



ب - الحموض الدهنية غير المشبعة:

- توجد فيها رابطة ثنائية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون في السلسلة الهيدروكربونية
- ومن الأمثلة عليه حمض الأوليك؛ وهو المكون الرئيسي لزيت الزيتون.



الدهون الثلاثية هي الليبيدات التي تتكون من اتحاد

جزء غليسرول واحد مع ثلاث جزيئات من الحموض الدهنية بروابط تساهمية إستيرية.

تعتمد خصائص الدهون الثلاثية على خصائص الحموض الدهنية المكونة لها بحيث تقسم إلى

- إذ تكون معظم **الدهون الثلاثية غير مشبعة** سائلة في درجة حرارة الغرفة، مثل معظم الزيوت النباتية

- في حين تكون **الدهون الثلاثية المشبعة صلبة** في درجة حرارة الغرفة مثل الزبدة، والسمن الحيواني.

هدرجة الزيوت

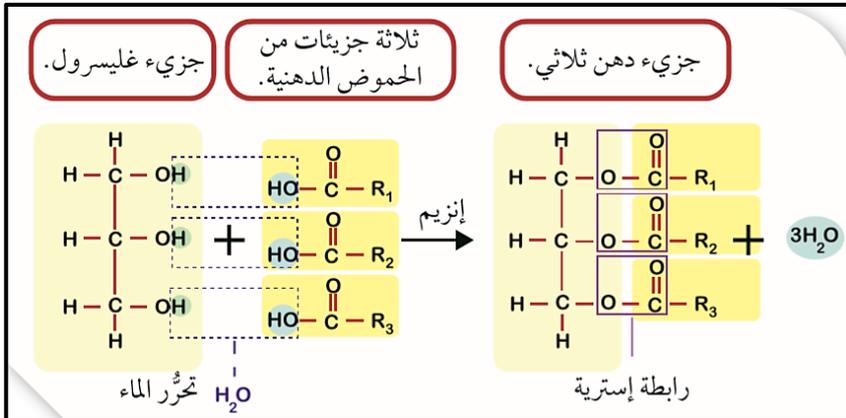
هي عملية تحويل الزيوت السائلة إلى سمن نباتي، أو زبدة شبه سائلة، عن طريق عملية كيميائية تُسمى **هدرجة الزيوت**، وذلك بإضافة الهيدروجين إلى الزيوت السائلة غير المشبعة؛ لتحويلها إلى زيوت مشبعة ذات قوام مرغوب به.

أمثلة على الدهون المهدرجة صناعياً

السمن النباتي، الزبدة الصناعية (المارجرين)، وبعض أنواع زبدة الفول السوداني.

تحذر منظمات غذائية عدة من استخدام الزيوت المهدرجة في الغذاء

نظراً لما تسببه من أمراض للقلب، وتصلب الشرايين، لذلك أوصت بضرورة قراءة بطاقة المعلومات على المواد الغذائية بعناية.



الدهون الثلاثية هي الليبيدات التي تتكون من اتحاد جزء غليسرول واحد مع ثلاث جزيئات من الحموض الدهنية بروابط تساهمية إستيرية.

تعتمد خصائص الدهون الثلاثية على خصائص الحموض الدهنية المكونة لها بحيث تقسم إلى

- إذ تكون معظم **الدهون الثلاثية غير مشبعة** سائلة في درجة حرارة الغرفة، مثل معظم الزيوت النباتية

- في حين تكون **الدهون الثلاثية المشبعة صلبة** في درجة حرارة الغرفة مثل الزبدة، والسمن الحيواني.

هدرجة الزيوت

هي عملية تحويل الزيوت السائلة إلى سمن نباتي، أو زبدة شبه سائلة، عن طريق عملية كيميائية تُسمى **هدرجة الزيوت**، وذلك بإضافة الهيدروجين إلى الزيوت السائلة غير المشبعة؛ لتحويلها إلى زيوت مشبعة ذات قوام مرغوب به.

أمثلة على الدهون المهدرجة صناعياً

السمن النباتي، الزبدة الصناعية (المارجرين)، وبعض أنواع زبدة الفول السوداني.

تحذر منظمات غذائية عدة من استخدام الزيوت المهدرجة في الغذاء

نظراً لما تسببه من أمراض للقلب، وتصلب الشرايين، لذلك أوصت بضرورة قراءة بطاقة المعلومات على المواد الغذائية بعناية.

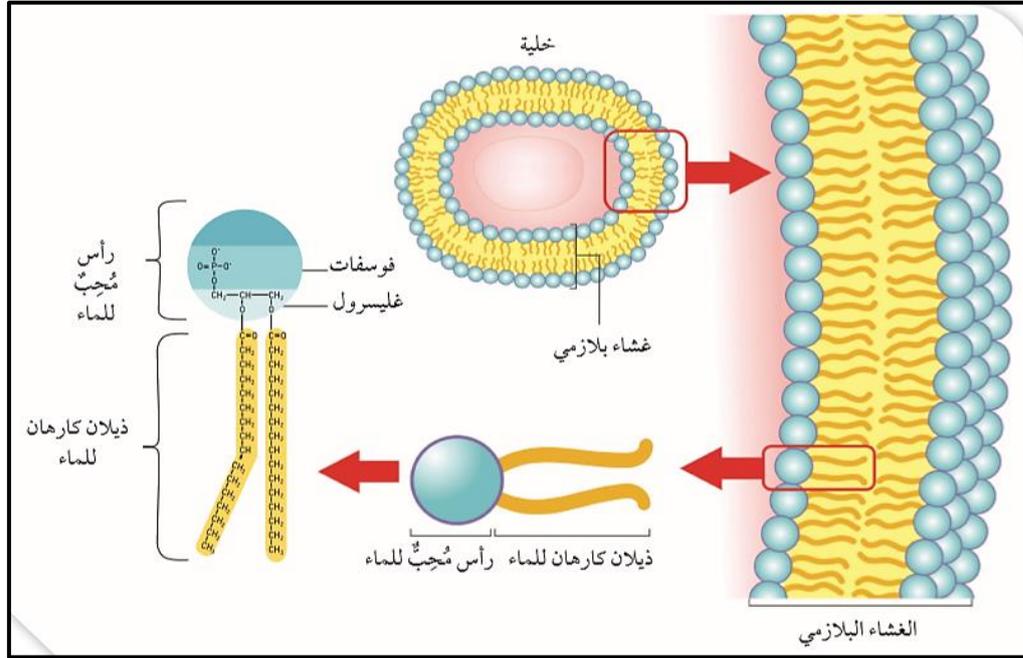
الليبيدات المُفسفرة هي الليبيدات التي تتكون من جزيء غليسرول مُرتبط بمجموعة فوسفات مرتبط بجزيئين من الحموض الدهنية.

تتكون الليبيدات المفسفرة من:

- رأس قطبي مُحب للماء الذي يتكون من جزيء غليسرول مُرتبط بمجموعة فوسفات

- ذيلان كارهان للماء يتكون من ارتباط جزيء غليسرول بجزيئين من الحموض الدهنية

- يحتوي الغشاء البلازمي على طبقة مزدوجة من الليبيدات المُفسفرة التي تترتب في صفين متقابلين فيها تُقابل الرؤوس القطبية الماء، في حين تبتعد عنه الذيل الكارهة للماء كما في الشكل التالي.



سؤال فسر لا تمر المواد الذائبة في

الماء بسهولة عبر الغشاء البلازمي؟

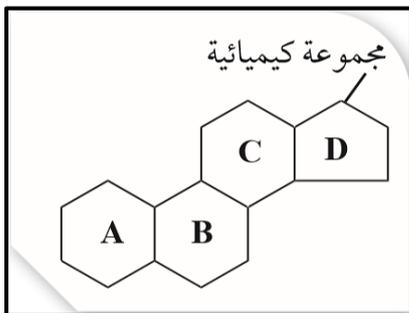
نظراً إلى وجود الجزء غير القطبي

(الذيول الكارهة للماء) الذي يقع **وسط**

الغشاء، ويعوق مرور هذه المواد؛ **ما**

ينظم حركة المواد بين داخل الخلية

وخارجها.



الستيرويدات هي الليبيدات التي تتكون من أربع حلقات كربونية ملتحمة ثلاثة منها سداسية وأخرى خماسية إضافة إلى مجموعة كيميائية ترتبط بالحلقة الرابعة تختلف من ستيرويد إلى أخرى

مثل **الكولسترول** والذي يستطيع جسم الإنسان **تصنيعه في الكبد** ويمكن الحصول عليه من **مصادر غذائية حيوانية.**

أهمية الكولسترول يدخل في تركيب:

1- الأغشية البلازمية الحيوانية

2- الهرمونات الستيرويدية مثل **الألدوستيرون** الذي يؤدي دوراً في تنظيم عمل الوحدة الأنبوبية الكلوية.

مخاطر ارتفاع مستوى الكولسترول في الدم

مستوياته العالية في الدم قد يكون لها صلة بأمراض القلب والأوعية الدموية.

دور الليبيدات في تكيف أسماك القرش على العيش في أعماق البحار

توجد لدى أسماك القرش التي تعيش في اعماق البحر خصائص **عدة تساعد على الطفو منها:**

1- نسبة الليبيدات في أكبادها

2- وقوة عضلاتها

تكيفت أسماك القرش في العيش في المياه العميقة الفقيرة بالغذاء

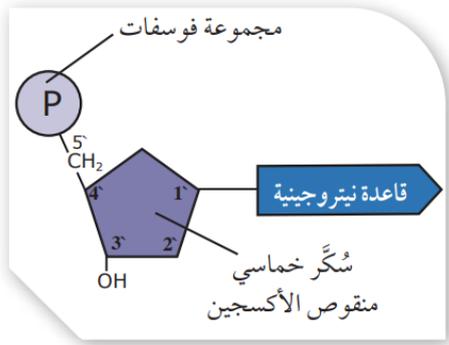
- 1- أكباد أسماك القرش التي تعيش في أعماق البحار هي أكبر حجماً من أكباد مثيلاتها التي تعيش في المياه الضحلة
- 2- وأن نسبة الليبيدات في أكبادها أكثر أيضاً وقد انتهت نتائج الدراسات في هذا الشأن إلى أن نسبة الليبيدات المرتفعة تُقلل من كثافة أجسام أسماك القرش
- 3- وأن نسبة الألياف العضلية في أجسام أسماك القرش هذه هي الأقل من نسبتها في أجسام مثيلاتها التي تعيش في المياه الضحلة ما يُمكنها من الطفو، والحفاظ على ارتفاع مناسب لها في الماء، من دون بذل مجهود عضلي كبير، وهو ما يعد وسيلة لتقليل استهلاك الطاقة في بيئاتها الفقيرة بالغذاء.

الحموض النووية

- حمض نووي ريبوزي RNA

وتقسم الى نوعين هما: حمض نووي ريبوزي منقوص الأكسجين DNA

تتألف **الحموض النووية** من وحدات بنائية **تسمى النيوكليوتيدات** ويتكون كل **نيوكليوتيد** من:



1 - إحدى القواعد النيتروجينية

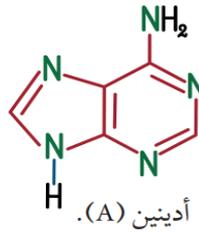
2 - سكر خماسي

3 - مجموعة فوسفات

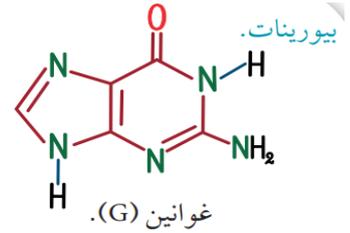
تُصنف القواعد النيتروجينية الى:

1- **بيورينات** يتكون كل منها من **حلقتين** مثل

- ادينين (A)

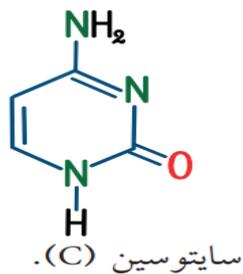


- غوانين (G)

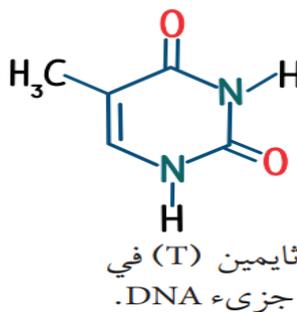


2- **بيريميدينات** يتكون كل منها من **حلقة واحدة** مثل

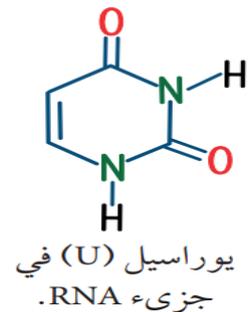
- سايتوسين (C)



- ثايمين (T) في DNA



- يوراسيل (U) في RNA



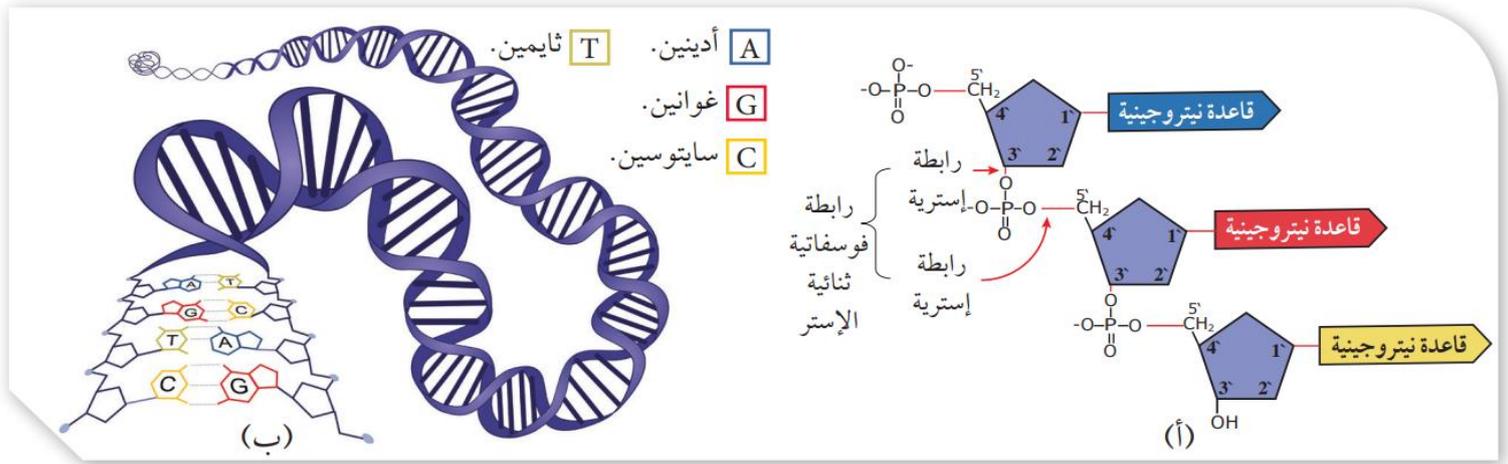
يعمل الحمض النووي DNA على نقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء.

- يتكون جزيء DNA من سلسلتين من النيوكليوتيدات تلتقان على هيئة سلم حلزوني مزدوج
- ترتبط النيوكليوتيدات بين بعضها البعض في السلسلة الواحدة عن طريق روابط فوسفاتية ثنائية الإستر (C---O).
- ترتبط البيورينات في إحدى سلسلتي الحمض النووي DNA بالبيريميديونات المُكملة لها في السلسلة المقابلة عن طريق روابط هيدروجينية بحيث يكون **عددها بين C مع G ثلاثة** روابط **وبين A مع T رابطتين**

- وفقاً لقاعدة تشارغاف ان نسبة البيورينات إلى نسبة البريميديونات في DNA ثابتة (علل)؟
ذلك أن البيورين يرتبط دائماً بالبيريميدين المُكمل له في السلسلة المُقابلة

سؤال إذا احتوت قطعة من DNA على 25% من الأدينين, فكم نسبة القاعدة النيتروجين المُكملة لها في السلسلة المقابلة؟

بما ان القاعدة النيتروجينية المُكملة للأدينين هي الثايمين فيكون نسبتها متساوية حسب قاعدة تشارغاف لذلك تكون نسبة الثايمين هي 25%



من تاريخ العلم: في عام 1953م توصل العالمان واتسون كريك إلى بناء نموذج لجزيء DNA ونالا جائزة نوبل في الفسيولوجيا

والطب تكريماً لهما على هذا الإنجاز.

يتكون الحمض النووي RNA غالباً من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات ولكن بعض الفيروسات تحتوي على RNA من سلسلتين. ويوجد في RNA القاعدة النيتروجينية يوراسيل بدلاً من الثايمين

سؤال وضح دور جزيء RNA في الخلية الحيوية؟

دوراً مهماً في عملية تصنيع بروتينات الخلية.

تدريب صمم جدول توضح فيه الفرق بين DNA و RNA من حيث

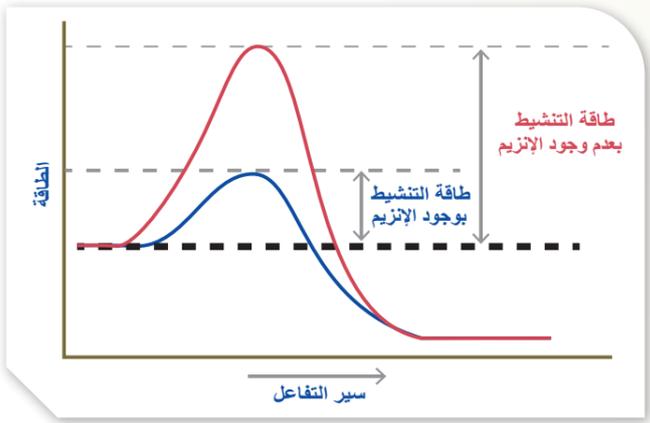
- نوع القواعد النيتروجينية الداخلة في تركيب كل منهما
- وظيفة كل منهما
- عدد السلاسل في كل منهما في الخلايا البشرية.

الدرس الثاني الإنزيمات وجزء حفظ الطاقة ATP

الإنزيمات: هي مواد يتكون معظمها من بروتينات كروية الشكل تعمل كمحفز داخل الخلايا الحية، حيث تعمل على زيادة تحفيز وتسريع التفاعلات الكيميائية دون أن تستهلك.

كيف تم اكتشاف الإنزيمات

- **لاحظ العالم إدوارد بوخنر** عند إضافة مستخلص من خلايا الخميرة إلى سكر السكروز تحطم هذا السكر، **أفينتج كحول** 2 غاز ثاني أكسيد الكربون.
- **ثم أطلق على هذه المواد اسم الإنزيمات**، وهي تعني " داخل الخميرة ".



طاقة التنشيط: هي الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي.

ومن الشكل المجاور نتبين ان العلاقة بين وجود الانزيم وطاقة التنشيط عكسية كما يلي:

- 1- تزداد استهلاك طاقة التنشيط في التفاعلات التي تحدث بغير وجود الانزيم
- 2- تقل استهلاك طاقة التنشيط في التفاعلات التي تحدث بوجود الانزيم

مساحيق الغسيل الحيوية:

- 1- استطاع الإنسان صناعة مساحيق غسيل حيوية تحتوي على إنزيمات تُحلل المواد الموجودة في بقع الغسيل مثلما تهضم الإنزيمات الهاضمة البروتينات وذلك اعتماداً على خصائص الإنزيمات
- 2- ما يؤدي الى تنظيف الملابس
- 3- تعمل هذه المساحيق في درجات حرارة منخفضة؛ ما يُعد وسيلة من وسائل توفير الطاقة.

آلية عمل الإنزيم:

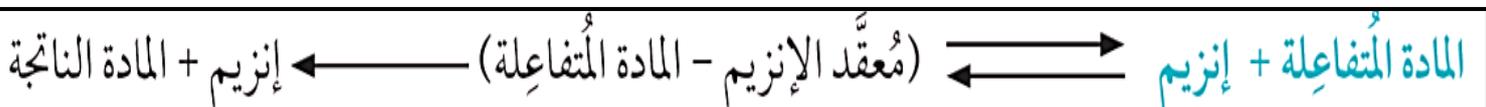
ملاحظة تذكر ان معظم الانزيمات بروتينات كروية الشكل

سؤال ما أهمية الموقع النشط؟

يوجد للإنزيم موقع نشط: وهو تجويف يتكون من حموض امينية معينة ويمثل مكان حدوث التفاعل ويعمل قالباً ترتبط به المادة التي يؤثر فيها الإنزيم علماً بأنه قد يوجد للإنزيم أكثر من موقع نشط انظر الشكل المجاور

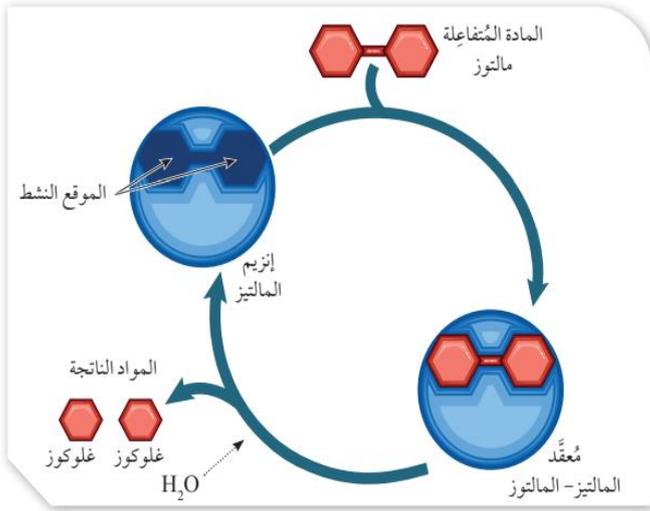


الآلية العامة لعمل الإنزيمات

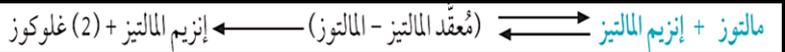


معقد إنزيم - المادة المتفاعلة هو مركب يتكون من ارتباط المادة المتفاعلة بالموقع النشط للإنزيم

الشكل المجاور يوضح آلية عمل انزيم المالتيز الذي يعمل على (تفكك) المالتوز إلى جزيئي غلوكوز



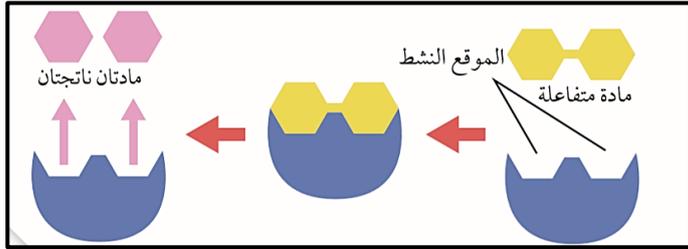
- 1- ارتباط المادة المتفاعلة (المالتوز) مع الموقع النشط في إنزيم المالتيز
 - 2- يتكون معقد المالتيز- المالتوز
 - 3- يعمل الإنزيم على تفكيك الرابطة الغلايكوسيدية بإضافة جزيء ماء واحد لكل جزيء مالتوز
 - 4- ينتج جزيئي غلوكوز تنفصل عن الموقع النشط وإنزيم المالتيز الذي لم يستهلك في التفاعل ثم يبدأ تفاعل آخر
- المعادلة الآتية توضح آلية عمل إنزيم المالتيز:



ملاحظة ومن الإنزيمات التي تعمل على (ربط) الوحدات البنائية (الغلوكوز) لتكوين الغلايكوجين إنزيم تصنيع الغلايكوجين

الفرضيات التي تُفسر ارتباط الإنزيم بالمادة التي يؤثر فيها: (أ) فرضية القفل والمفتاح (ب) فرضية التلاؤم المُستحث

(أ) فرضية القفل والمفتاح



أن شكل المادة المتفاعلة يتوافق مع شكل الموقع النشط للإنزيم لذا ترتبط المادة المتفاعلة بالموقع النشط ارتباطاً كاملاً كما تتداخل مسنّات المفتاح بالتجاويف المتوافقة مع شكلها في القفل

(ب) فرضية التلاؤم المُستحث

أن شكل الموقع النشط للإنزيم يتغير تغيراً بسيطاً وموقتاً عند ارتباط المادة المتفاعلة به ؛ لكي يصبح مناسباً لشكلها.

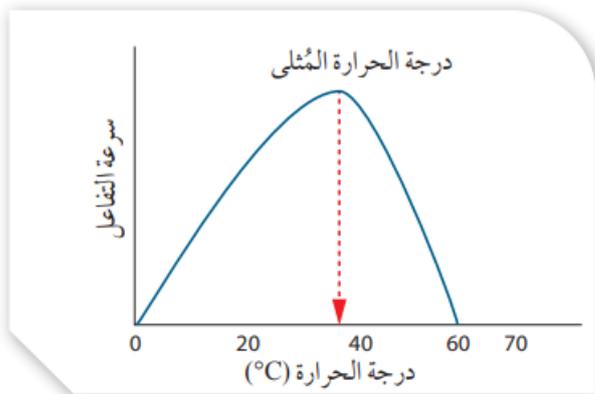
العوامل المؤثرة في نشاط الإنزيم

(1) درجة الحرارة:

يتأثر نشاط إنزيم بدرجة حرارة الوسط الذي يحدث فيه التفاعل فلكل إنزيم درجة حرارة مثلى تكون عندها سرعة التفاعل الذي يحفزها الإنزيم أعلى ما يمكن.

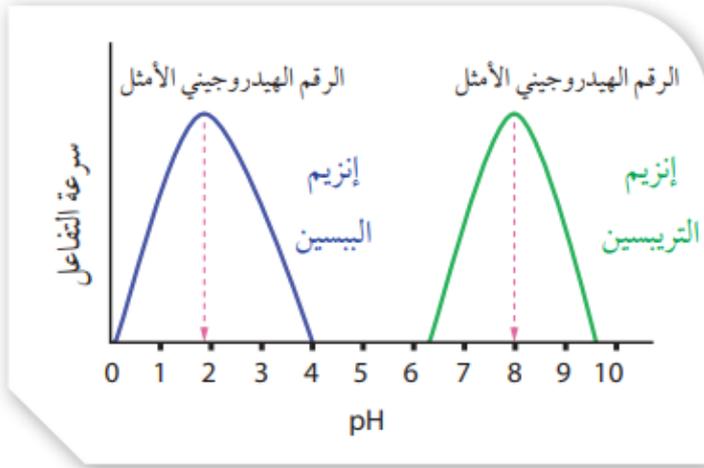
سؤال ما تأثير ارتفاع درجة الحرارة عن الدرجة المثلى نشاط (عمل) الإنزيم؟

فيقل نشاط الإنزيم تدريجياً حتى يفقد قدرته على العمل لأن شكل البروتين المُكون للإنزيم يتغير ما يؤدي إلى تغيير شكل الموقع النشط ويصبح غير متوافق مع المادة المتفاعلة التي يعمل عليها



ملاحظة تعمل معظم الإنزيمات في جسم الإنسان بصورة مثلى عند درجات الحرارة التي تتراوح بين (35°C) و (40°C) أي درجات الحرارة القريبة من درجة حرارة جسم الإنسان (37°C)

(2) الرقم الهيدروجيني pH:



يتأثر نشاط إنزيم بالرقم الهيدروجيني pH الذي يحدث فيه التفاعل فلكل إنزيم رقم هيدروجيني أمثل تكون عنده سرعة التفاعل الذي يُحفزه الإنزيم أعلى ما يمكن تغير الرقم الهيدروجيني pH للوسط فان شكل الموقع النشط للإنزيم يتغير

ملاحظة أما الرقم الهيدروجيني الأمثل لعمل معظم الإنزيمات في جسم الإنسان فهو ($8 - 6 = \text{pH}$) مثل إنزيم التريبسين الذي يعمل في الأمعاء عند الرقم الهيدروجيني ($8 = \text{pH}$) تقريباً.

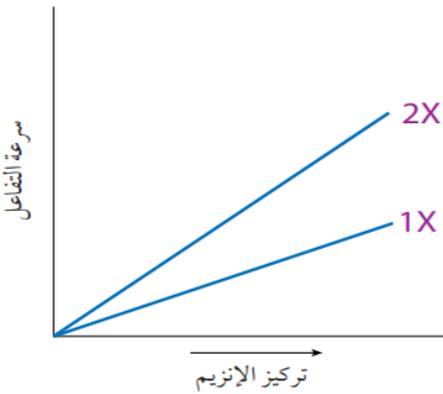
من الاستثناءات إنزيم الببسين (إنزيم هضم في المعدة) إذ يعمل بأقصى فاعلية عند الرقم الهيدروجيني ($2 - 1.5 = \text{pH}$) تقريباً.

(3) تركيز الإنزيم وتركيز المادة المتفاعلة:

(أ) تركيز الإنزيم

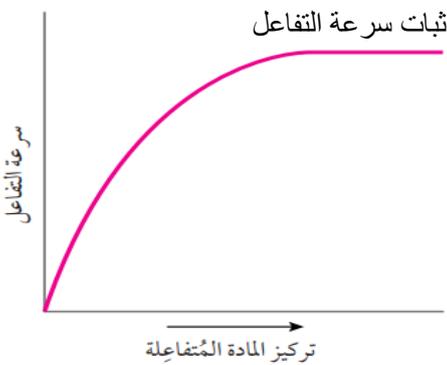
كلما زاد تركيز الإنزيم زادت سرعة التفاعل الكيميائي؛ إذ تتوافر أعداد أكبر من المواقع النشطة للارتباط بالمادة المتفاعلة.

إذا قارنت سرعة التفاعل نفسه في حالتين مختلفتين؛ أحدهما أُجري بإضافة إنزيم تركيزه (X) ، و الآخر بإضافة إنزيم تركيزه (2X) ، مع تثبيت جميع العوامل الأخرى في التفاعلين ؛ لنلاحظ أن سرعة التفاعل الثاني هي ضعف سرعة التفاعل الأول.



(ب) تركيز المادة المتفاعلة

كلما زاد تركيز المادة المتفاعلة زادت سرعة التفاعل الكيميائي وعندما تُشغل جميع المواقع النشطة المتوافرة في جزيئات الإنزيم بجزيئات المادة المتفاعلة لا تحدث أي زيادة في سرعة التفاعل (تثبت سرعة التفاعل) بصرف النظر عن مقدار الزيادة في تركيز المادة المتفاعلة



تم استخدام الإنزيمات المُستخلصة من الفواكه الإستوائية في صناعة الخلايا الشمسية.

سؤال ماذا تتطلب صناعة بعض الشرائح الرقيقة المُستخدمة في الخلايا الشمسية؟

توافر درجات حرارة مرتفعة ومبالغ مالية كثيرة.

سؤال كيف تم حل مشكلة درجات الحرارة المرتفعة في صناعة الشرائح الرقيقة المُستخدمة في الخلايا الشمسية؟

بتقليل درجات الحرارة اللازمة لذلك طور باحثون تقنية عضوية تتضمن صناعة شرائح نانوية رقيقة من مادة أكسيد التيتانيوم، مستفيدين في ذلك من خصائص الإنزيمات إذ تمكنوا من استخلاص إنزيم الببائين من ثمار فاكهة الببايا الاستوائية، ثم استعملوه مع أكسيد التيتانيوم لإنتاج هذه الشرائح ذات المسامية الكبيرة؛ بغية استخدامها في صناعة الخلايا الشمسية.

العوامل المساعدة ومرافقات الإنزيمات:

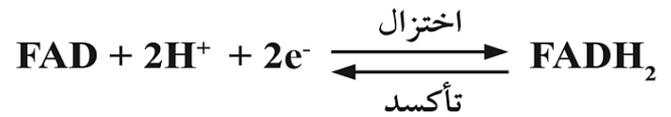
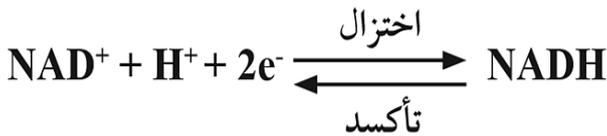
- يتطلب عمل الإنزيمات في بعض التفاعلات توافر عوامل عديدة تُسمى **العوامل المساعدة** من الأمثلة عليها **مرافقات الإنزيمات** وهي عوامل (مواد) عضوية مساعدة للإنزيمات بعضها تؤدي دورا في تفاعلات الأكسدة والاختزال التي تحدث في الخلية مثل:

(أ) جزيئات **NAD⁺** و **FAD**: المستخدمة في عملية التنفس الخلوي

(ب) جزيئات **NADP⁺**: المستخدمة عملية البناء الضوئي

سؤال وضح كيف تعمل **NAD⁺** و **FAD** بوصفها نواقل الكترولونات في تنظيم الطاقة بعملية التنفس الخلوي.

إذ أنها تستقبل الإلكترونات ذات الطاقة الكبيرة مع البروتونات فتُختزل إلى **NADH** و **FADH₂** ثم تتأكسد بفقدانها الإلكترونات إلى جزيئات أخرى في سلسلة نقل الإلكترون في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا في أثناء عملية التنفس الخلوي



جزء حفظ الطاقة ATP:

تحتوي الخلايا على جزيء عضوي يسمى (A) أدينوسين (T) ثلاثي (P) الفوسفات وهو يخزن الطاقة اللازمة لمعظم العمليات التي تحدث داخل خلايا الكائنات الحية.

يتكون من:

(1) القاعدة النيتروجينية أدينين (2) سكر رايبوز

(3) ثلاث مجموعات فوسفات تُخزن الطاقة الكيميائية في الروابط بين مجموعات الفوسفات

إنتاج جزيء حفظ الطاقة ATP

ينتج جزيء حفظ الطاقة ATP بفعل إنزيم إنتاج ATP عن طريق إضافة مجموعة فوسفات إلى جزيء أدينوسين ثنائي الفوسفات في عملية تسمى الفسفرة وبذلك تخزن الطاقة الكيميائية في الرابطة بين مجموعتي الفوسفات.

سؤال ما الذي يحفز عملية الفسفرة؟
يُحفز عملية الفسفرة إنزيم إنتاج ATP في عمليتي التنفس الخلوي و البناء الضوئي.

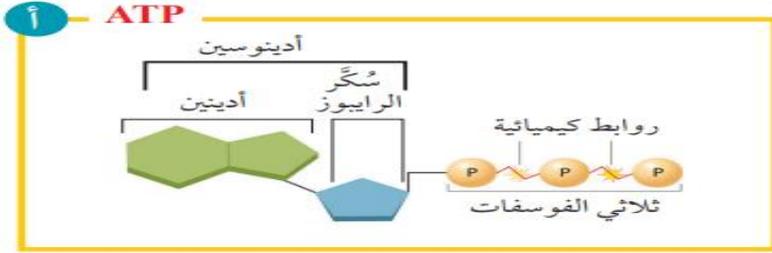
تحرر الطاقة المُخترَنة من جزيء ATP

عند تحطيم رابطة بين مجموعتي الفوسفات الثالثة والثانية بفعل إنزيم ATP ase تتحرر الطاقة المُخترَنة فيها فينتج:

1- جزيء أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP

2- مجموعة فوسفات حرة.

تابع الشكل من (أ) الى (ب)



تحرر الطاقة المُخترَنة من جزيء ADP

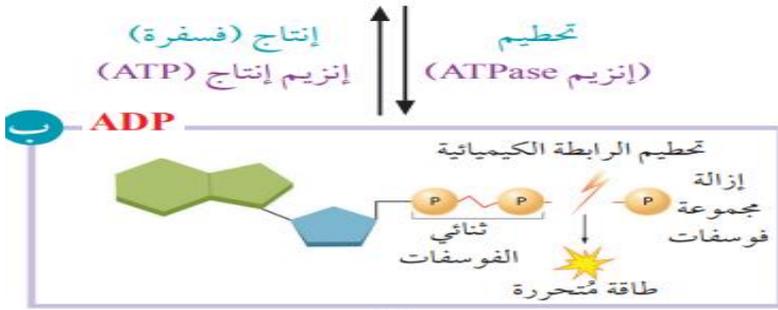
عند تحطيم رابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والأولى

بفعل إنزيم ATP ase تتحرر الطاقة المُخترَنة فيها فينتج:

1- جزيء أدينوسين أحادي الفوسفات AMP

2- مجموعة فوسفات حرة.

تابع الشكل من (ب) الى (ج)



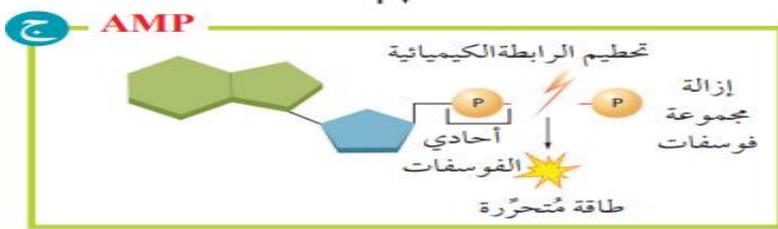
تدريب (1) كم مجموعة فوسفات تلتزم لتحويل كل من الاتي:

1- جزيء AMP إلى جزيء ADP

2- جزيء AMP إلى جزيء ATP

تدريب (2) مم يتكون جزيء الأدينوسين؟

النتائج محدد عدد مجموعات الفوسفات فيه.



الدرس الثالث التفاعلات الكيميائية في الخلية

عمليات الأيض: مجموعة من التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل خلايا الكائن الحي وتتضمن عمليتي البناء والهدم.

عمليات البناء: مجموعة من التفاعلات الكيميائية التي تُبنى فيها جزيئات كبيرة ومُعقدة من جزيئات صغيرة مثل عملية البناء الضوئي.

عمليات الهدم: مجموعة من التفاعلات الكيميائية التي تُحطم فيها بعض الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أبسط لإنتاج الطاقة

الكيميائية المُخترَنة في روابطها، مثل عملية التنفس الخلوي.

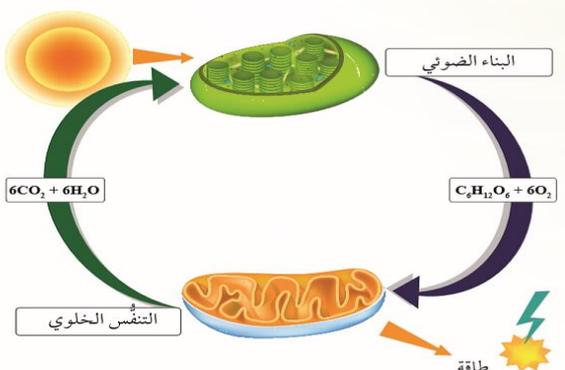
من الشكل المجاور نلاحظ ان:

- نواتج البناء الضوئي هي O_2 و $C_6H_{12}O_6$ هي نفسها المواد المتفاعلة في

عملية التنفس الخلوي

- نواتج التنفس الخلوي هي CO_2 و H_2O هي نفسها المواد المتفاعلة في

عملية البناء الضوئي



الشكل (33): التكامل بين عملية التنفس الخلوي وعملية البناء الضوئي.

- التفاعلات الكيميائية في خلايا الكائنات الحية ما يخزن الطاقة في الروابط الكيميائية داخل المركبات العضوية ومنها ما يحرر الطاقة المخزنة اللازمة لأداء الأنشطة الحيوية

التنفس الخلوي:

- تحدث في عملية التنفس الخلوي سلسلة من التفاعلات تشمل تحطيم المركبات العضوية (الغلوكوز) داخل الخلايا لإنتاج الطاقة كما في المعادلة الآتية:

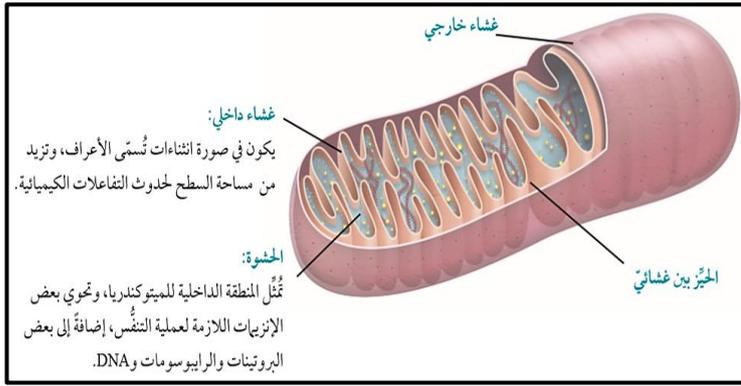


- تحدث معظم عمليات التنفس الخلوي في الخلايا حقيقية النوى في الميتوكوندريا انظر الشكل.

أهمية الأعراف:

تزيد من مساحة السطح لحدوث التفاعلات الكيميائية

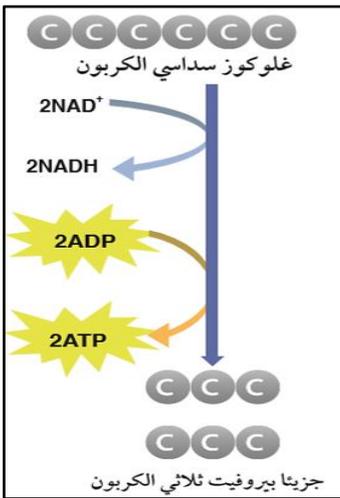
تسمى الحشوة وتحتوي على إنزيمات لازمة لعملية التنفس الخلوية وبعض البروتينات والرايبوسومات و جزي DNA



تحدث عملية التنفس الخلوي على مرحلتين هما:

(2) مرحلة التنفس الهوائي في الميتوكوندريا.

(1) مرحلة التحلل الغلايكولي (السكري) في السيتوسول.



أولا التحلل الغلايكولي: هي المرحلة الأولى من التنفس الخلوي وهو سلسلة من التفاعلات الكيميائية تحدث في السيتوسول ولا تحتاج إلى أكسجين وفيها:

- يتحطم كل جزيء غلوكوز إلى جزيئين من البيروفيت **ثلاثي الكربون**
- يختزل جزيئا NAD^+ إلى جزيئي NADH و ينتج جزيئا ATP .

المواد الناتجة من تحلل جزء غلوكوز واحد:

- 2ATP
- 2NADH
- 2 بيروفيت ثلاثي الكربون

ثانيا التنفس الهوائي: عند توافر الأكسجين فإن جزيئي البيروفيت ينتقلان إلى حشوة الميتوكوندريا وتشمل ثلاث خطوات

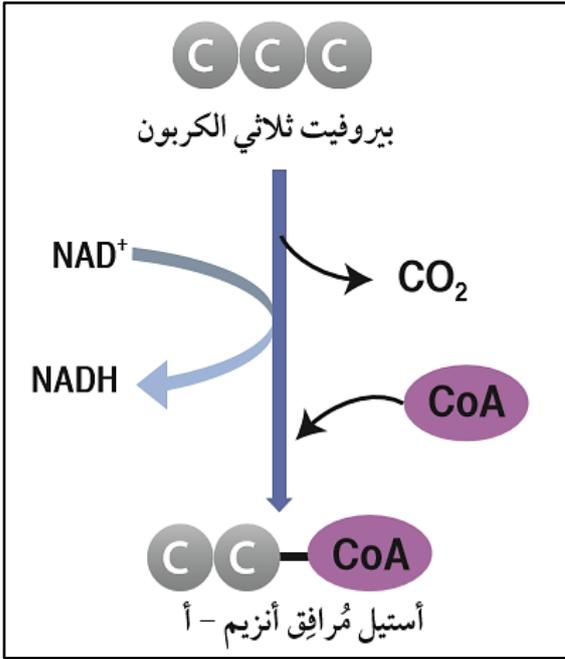
(مراحل)

(ج) الفسفرة التأكسدية

(ب) حلقة كريس

(أ) أكسدة البيروفيت إلى أستيل مُرافق إنزيم - أ

أ) أكسدة البيروفيت إلى أستيل مُرافق إنزيم - أ:



1- ينتزع جزيء CO_2 من البيروفيت فيتكون مركب ثنائي الكربون في الحشوة.

2- يتأكسد المركب ثنائي الكربون الناتج مختزلاً NAD^+ إلى $NADH$.

3- ثم يرتبط مركب ثنائي الكربون بمُرافق إنزيم - أ (CoA) فينتج

أستيل مُرافق إنزيم - أ ($Acetyl CoA$).

- ملاحظة هذه الخطوة (3) تربط بين التحلل الغلايكولي وحلقة كربس.

المواد الناتجة من أكسدة بيروفيت واحد:

- CO_2

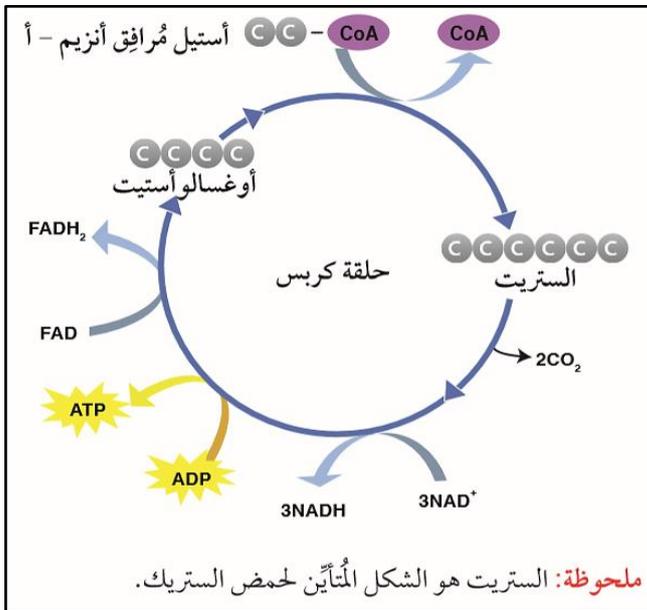
- $NADH$

- أستيل مُرافق إنزيم - أ

تذكر ان جزيء الغلوكوز الواحد يكون 2 بيرفيت في التحلل الغلايكولي

(ب) حلقة كربس:

- سميت بهذا الاسم نسبة للعالم الذي ساهمت بحوثه في اكتشافها وهي تسمى دورة حمض الستريك وتحدث في الحشوة داخل الميتوكوندريا.



1- تبدأ بتفاعل أستيل مُرافق إنزيم - أ ثنائي الكربون مع مركب رباعي الكربون يسمى أوغسالو أستيت فينتج السُتريت (مركب سداسي الكربون) ويتحرر مُرافق إنزيم - أ.

2- ثم يدخل السُتريت (سداسي الكربون) في سلسلة من التفاعلات يفقد خلالها جزيئي CO_2 ليعاد إنتاج مركب أوغسالو أستيت.

في أثناء هذه التفاعلات يحدث كل من الآتي:

1. اختزال ثلاث جزيئات من NAD^+ إلى $NADH$

2. اختزال جزيء واحد من FAD إلى $FADH_2$

3. إنتاج جزيء ATP بصورة مباشرة

(ج) الفسفرة التأكسدية (سلسلة نقل الإلكترون و الأسموزية الكيميائية)

- تتكون سلسلة نقل الإلكترون من مجموعة من المكونات معظمها بروتينات ناقلة وإنزيمات حيث يحدث ما يلي:

1- تستقبل هذه السلسلة الإلكترونات (e^-) الناتجة من السلسلة من أكسدة $NADH$ و $FADH_2$ ثم تنقلها من بروتين ناقل إلى آخر.

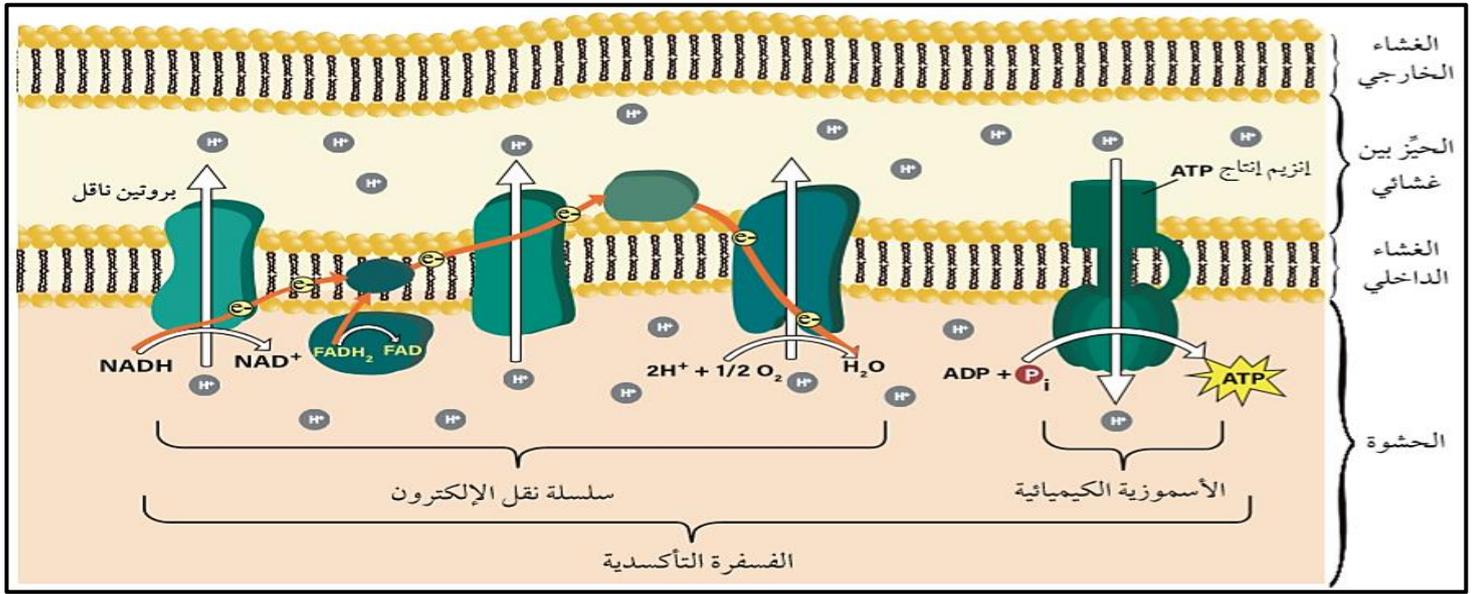
2- في نهاية السلسلة: تصل هذه الإلكترونات (e^-) إلى مستقبلها النهائي وهو الأوكسجين ثم تتحد معه ومع البروتونات (H^+) فينتكون الماء.

3- يؤدي انتقال الإلكترونات (e^-) من **NADH و FADH₂** إلى الأكسجين خلال سلسلة نقل الإلكترون إلى ضخ البروتونات (H^+) من الحشوة إلى الحيز بين غشائي فينتج فرق في تركيز البروتونات بين الحيز بين غشائي و الحشوة.

4- تعود البروتونات (H^+) نتيجة لفرق التركيز على جانبي غشاء الميتوكوندريا الداخلي إلى داخل الحشوة عن طريق إنزيم إنتاج ATP في عملية تُسمى الأسموزية الكيميائية وتحدث فيها فسفرة جزئيات ADP إلى ATP.

الفسفرة التأكسدية: هي عملية إنتاج ATP عن طريق سلسلة نقل الإلكترون والأسموزية الكيميائية وهي تتضمن تفاعلات أكسدة واختزال

الأسموزية الكيميائية هي عودة البروتونات (H^+) نتيجة لفرق التركيز على جانبي غشاء الميتوكوندريا الداخلي إلى داخل الحشوة عن طريق إنزيم إنتاج ATP



- يسهم كل جزيء من NADH في إنتاج (2.5) جزيء من ATP في حين يسهم كل جزيء من FADH₂ في إنتاج (1.5) جزيء من ATP.

ملاحظة لتسهيل العمليات الحسابية

- عدد جزئيات ATP التي يسهم جزيء NADH في إنتاجها هو (3)
- عدد جزئيات ATP التي يسهم جزيء FADH₂ في إنتاجها هو (2)

سؤال أحسب عدد جزئيات ATP الناتجة من الفسفرة التأكسدية عند أكسدة جزيء واحد من الجلوكوز؟

- ينتج NADH (10) وذلك 2 من التحلل الغلايكولي و 2 من تاكسد حمض البيروفيت و 6 من من دورتين حلقة كربس
- ينتج FADH₂ (2) من دورتين حلقة كربس
- 10 جزئيات NADH تعطي 30 جزيء ATP في الفسفرة التأكسدية
- 2 جزيء FADH₂ تعطي 4 جزيء ATP في الفسفرة التأكسدية
- **المجموع النهائي = 34 ATP**

سؤال خلية انتجت 114 جزي ATP بعملية التنفس الخلوي اجب عما يلي:

(أ) كم عدد الجلوكوز التي كونت هذه الجزيئات.

(ب) كم عدد جزيئات CO₂ والماء الناتجة.

(ج) كم عدد جزيئات NADH التي تاكسدت في الفسفرة التاكسدية

(د) كم عدد جزيئات FADH₂ التي تاكسدت في الفسفرة التاكسدية

التنفس اللاهوائي والتخمير:

- تحدث هاتين العمليتان في السيتوسول حيث تعمل بعض الخلايا على أكسدة المواد العضوية وإنتاج الطاقة ATP من دون استخدام الأوكسجين

(أ) التنفس اللاهوائي:

يلجأ إلى هذا النوع من التنفس بعض أنواع البكتيريا إذ تستخدم هذه الكائنات سلسلة نقل الإلكترون ولكنها لا تستخدم الأوكسجين مُستقبلاً نهائياً للإلكترونات

ومن الأمثلة عليها بكتيريا اختزال الكبريتات التي تعيش في بيئة تخلو من الأوكسجين وتستخدم الكبريتات مُستقبلاً نهائياً للإلكترونات فينتج كبريتيد الهيدروجين H₂S (مركب غير عضوي).

(ب) **التخمير:** هي عملية تحدث في السيتوسول عند عدم توافر كميات كافية من الأوكسجين وتصنف الى أنواع عدة حسب ناتجه النهائي ومنها: 1- التخمر الكحولي 2- تخمر حمض اللاكتيك

1- تبدأ بالتحلل الغلايكولي

2- ثم تنتقل الإلكترونات من NADH إلى البيروفيت (مركب عضوي) بوصفه مُستقبلاً نهائياً للإلكترونات ليعاد استخدام NAD⁺ في التحلل الغلايكولي

توجد أنواع عدة من التخمر تصنف بناءً على الناتج النهائي مثل:

1- تخمر حمض اللاكتيك

2- التخمر الكحولي

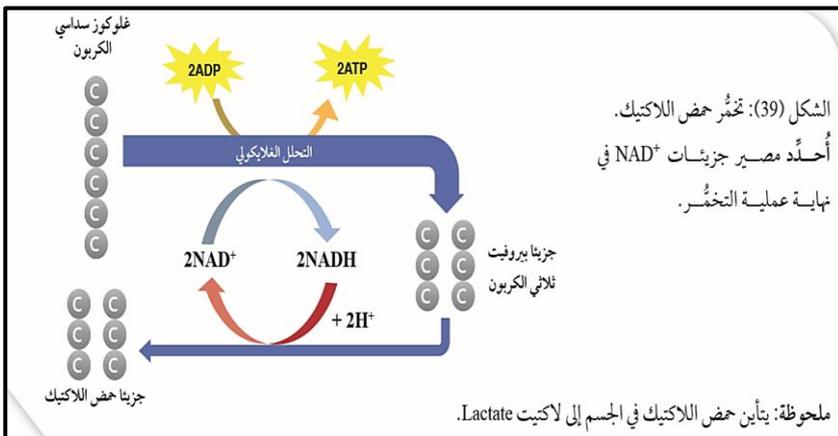
(1) **تخمير حمض اللاكتيك (التخمير اللبني)** تحدث هذه العملية في:

1- أنواع من البكتيريا 2- بعض الفطريات

3- العضلات الهيكلية

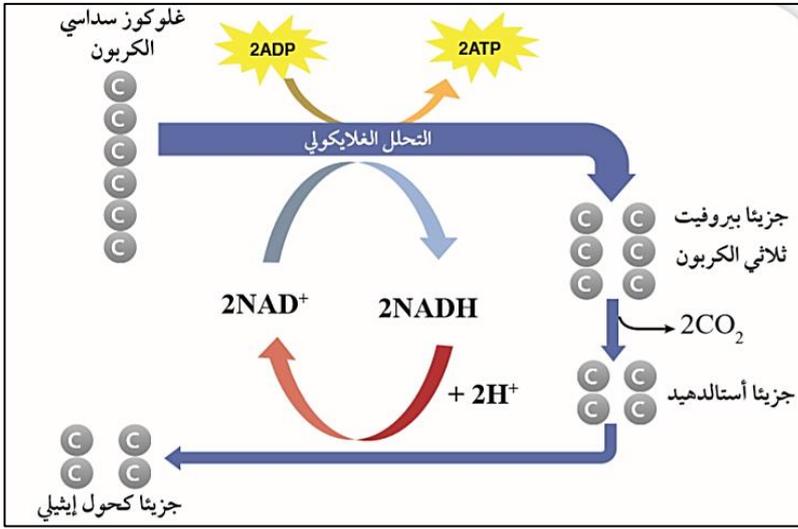
حيث تعمل على تحويل البيروفيت (الناتج من التحلل الغلايكولي) إلى حمض اللاكتيك عند عدم توافر كميات كافية من الأوكسجين فيما يعرف باسم تخمر حمض اللاكتيك.

ينتج من تفاعلات تخمر جزيء واحد من الجلوكوز إلى حمض اللاكتيك جزيئان من ATP وجزيئان من حمض اللاكتيك.



استفاد الإنسان من البكتيريا والفطريات التي تقوم بعملية التخمير في إنتاج الالبان:

تعمل هذه الكائنات على **تحويل البيروفيت إلى حمض اللاكتيك** إذ تحلل هذه البكتيريا سكر اللاكتوز في الحليب ثم تحوله إلى حمض اللاكتيك فيتحول الحليب إلى لبن



(2) التخمير الكحولي تحدث هذه العملية في:

1- فطر الخميرة
2- بعض أنواع البكتيريا اللاهوائية

- حيث تعمل على تحويل البيروفيت إلى كحول إيثيلي
- يتحول البيروفيت إلى مركب ثنائي الكربون يسمى أستالدهيد وذلك من تحرر غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂
- ثم يُخْتَزَل الأستالدهيد إلى كحول إيثيلي

معلومة غذائية تستخدم الخميرة في إعداد المعجنات إذ يعمل غاز ثاني أكسيد الكربون المتحرر من عملية التخمير الكحولي على زيادة حجم العجين



تُستخدَم الخميرة في إعداد المعجنات؛ إذ يعمل غاز ثاني أكسيد الكربون المتحرر من عملية التخمير الكحولي على زيادة حجم العجين، أنظر الشكل (42).

البناء الضوئي

تحدث فيها سلسلة من التفاعلات تشمل:

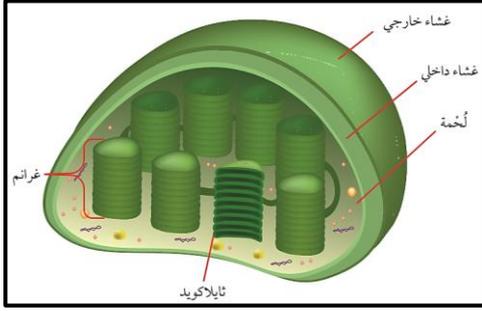
- امتصاص الطاقة الضوئية
- ثم تحويلها إلى طاقة كيميائية تُخزن في المركبات العضوية مثل (الجلوكوز)
- يمكن تمثيل هذه العملية بالمعادلة الكيميائية الآتية المعادلة النهائية لعملية البناء الضوئي:



تحدث هذه العملية في البلاستيدات الخضراء وهي عضيات تحوي غشاءين (داخلي، خارجي) يحيطان بالثايلاكويدات.

الثايلاكويدات: مجموعة من الأكياس الغشائية على هيئة أقراص يترتب بعضها فوق بعض تسمى **الغرانا** (مفردها غرانم) وتمتلئ الفراغات المحيطة بها بسائل كثيف يسمى **اللحمة**.

- تحتوي **أغشية الثايلاكويدات** على صبغة الكلوروفيل واصباغ أخرى وبعض الانزيمات ونواقل للإلكترونات و**نظامان ضوئيان كما يلي:**



1 - النظام الضوئي الأول PS I 2 - النظام الضوئي الثاني PS II

وبشكل عام يتألف النظام الضوئي معقد مركز تفاعل الذي يحوي على:

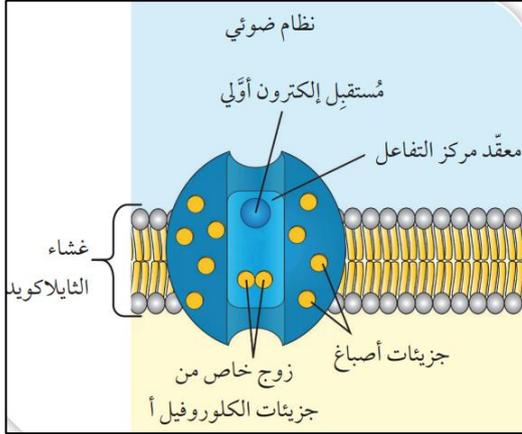
أ- زوج خاص من الكلوروفيل أ

ب- مستقبل إلكترون أولي

يحاط معقد مركز التفاعل بأصباغ أخرى مثل: الكلوروفيل ب، والكاروتين.

- يعرف النظام الضوئي الأول (PS I) بـ **P700**؛ لأن الكلوروفيل أ في معقد مركز التفاعل يمتص الضوء الذي طوله الموجي **700 نانومتر** بأقصى فاعلية.

- يعرف النظام الضوئي الثاني (PS II) بـ **P680**؛ لأن الكلوروفيل أ في مركز التفاعل يمتص الضوء الذي طوله الموجي **680 نانومتر** بأقصى فاعلية.



مراحل عملية البناء الضوئي

1 - **التفاعلات الضوئية؛** التي تعتمد على الضوء وتحدث في أغشية الثايلاكويدات.

2 - **التفاعلات اللاضوئية؛** (تسمى أيضاً حلقة كالفن) التي لا تحتاج إلى الضوء وتحدث في اللحمة.

التفاعلات الضوئية تصنف إلى مسارين هما:

أ - مسار التفاعلات **الضوئية اللاحلقية** ب - مسار التفاعلات **الضوئية الحلقية**

مسار التفاعلات الضوئية اللاحلقية

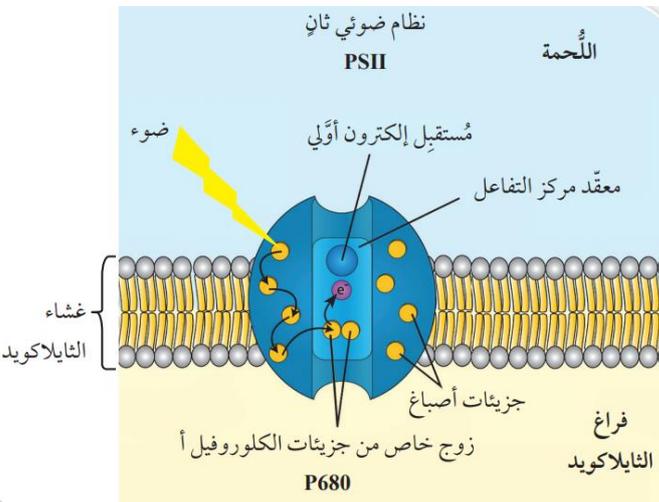
- يشارك النظامين PS I و PS II في هذه التفاعلات.
- إذ تمتص جزيئات الصبغة الطاقة الضوئية وتستخدمها في استثارة الإلكترونات في كل من النظامين.

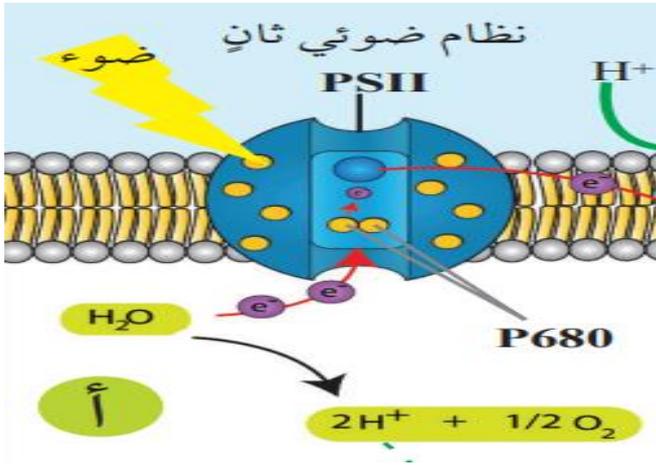
لنتتبع مسار التفاعلات الضوئية اللاحلقية كما يلي:

- تبدأ التفاعلات الضوئية اللاحلقية بامتصاص جزيء صبغة واحد في النظام الضوئي الثاني PSII الطاقة الضوئية **فيستثار إلكترون** فيه وينتقل إلى مستوى طاقة أعلى.

- تمرر هذه الطاقة من جزيء صبغة إلى آخر حتى تصل إلى زوج

الكلوروفيل أ في مركز التفاعل الثاني P680 فيستثار إلكترون فيه لينتقل إلى **مستقبل الإلكترون الأولي** في النظام الضوئي (علل) نظراً إلى امتلاك **زوج الكلوروفيل أ** مقدرة خاصة على نقل الإلكترونات إلى جزيء مختلف (مستقبل إلكترون أولي)





ملاحظة: يعمل إنزيم على تحلل الماء في فراغ الثايلاكويد وينتج من تحلل كل جزيء ماء:

1- **إلكترونات:** تعوض الإلكترونات التي فقدها زوج الكلوروفيل أ من

معقد مركز التفاعل في PS II

2- **ذرة الأكسجين:** تتحد مع ذرة أكسجين أخرى ناتجة من تحلل

جزيء آخر من الماء فيتشكل جزيء أكسجين.

3- **وبروتونات (2H+):** تستخدم لإنتاج الطاقة ATP في عملية

الاسموزية الكيميائية

- تنطلق الإلكترونات من مُستقبل الإلكترون الأولي في النظام الضوئي الثاني إلى النظام الضوئي الأول خلال سلسلة نقل الإلكترون التي تتكون من نواقل للإلكترونات أهمها السيبتوكرومات.

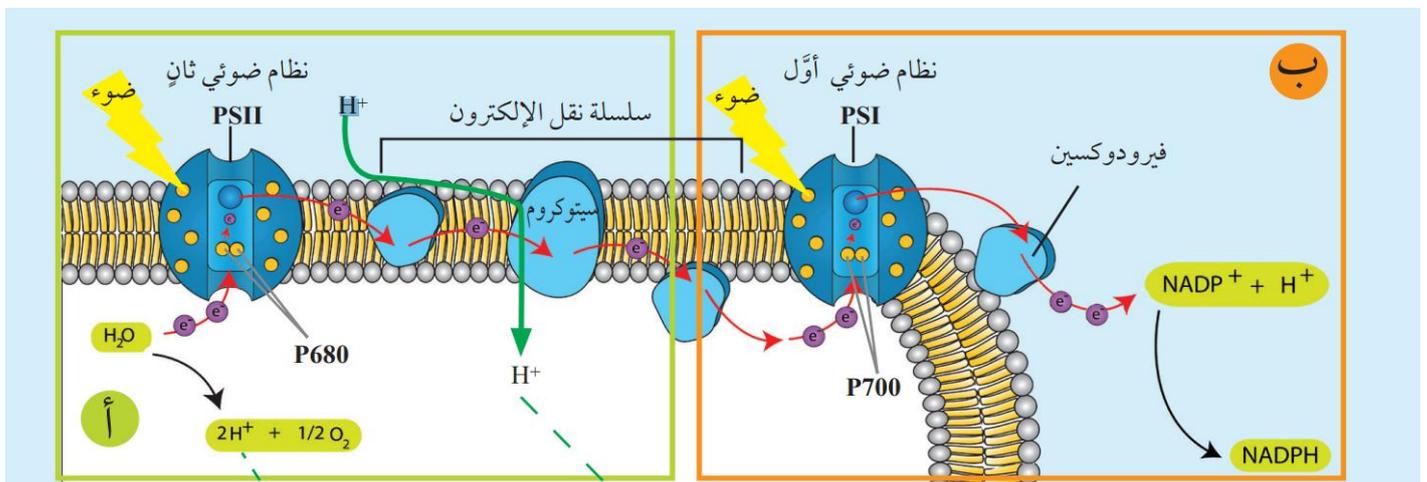
- في أثناء انتقال هذه الإلكترونات تفقد جزءاً من طاقتها التي تستخدم في نقل البروتونات (H+) من اللُّحمة إلى فراغ الثايلاكويد فينتج فرق في تركيز البروتونات بين فراغ الثايلاكويد واللُّحمة كما الشكل (أ)

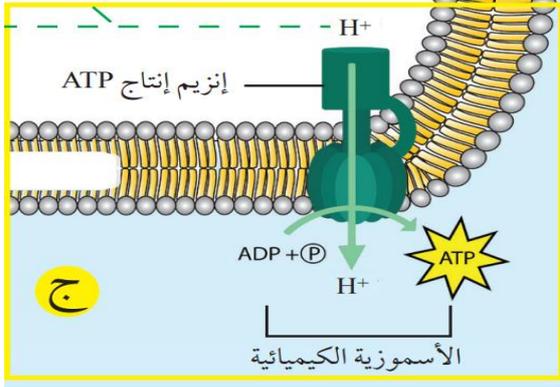
- بصورة مشابهة يمتص جزيء صبغة واحد في النظام الضوئي الأول PS I الطاقة الضوئية فيستثار إلكترون فيه وينتقل إلى مستوى طاقة أعلى

- تُمرر هذه الطاقة من جزيء صبغة إلى آخر حتى تصل الطاقة إلى زوج الكلوروفيل أ في مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول فيستثار إلكترون فيه

- نظراً إلى امتلاك زوج الكلوروفيل أ مقدرة خاصة على نقل الإلكترونات إلى جزيء مختلف؛ فإن هذا الإلكترون المستثار ينتقل إلى مستقبل إلكترون أولي في النظام الضوئي ثم تنتقل هذه الإلكترونات من مُستقبل الإلكترون الأولي في هذا النظام (النظام الضوئي الأول) عبر سلسلة نقل إلكترون أخرى **وبروتين فيرودوكسين** لتصل إلى مُستقبلها النهائي وهو **NADP+** فيُختزل باستخدام هذه الإلكترونات و البروتونات الموجودة في اللُّحمة إلى NADPH كما في الشكل (ب)

ملاحظة مهمة: الإلكترونات المفقودة من زوج الكلوروفيل أ (في النظام الضوئي الأول) إلى مستقبل الإلكترون الأولي فيها تُعوّض عن طريق الإلكترونات التي انتقلت إليها من النظام الضوئي الثاني كما في الشكل (ب)





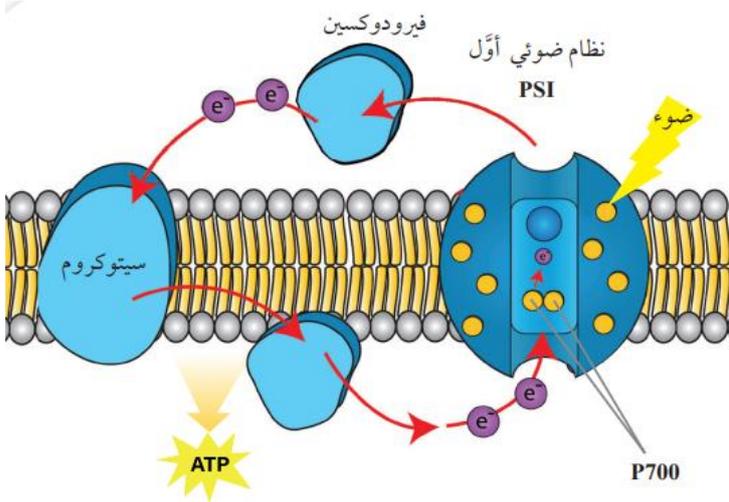
- تعود البروتونات (H^+) من فراغ الثايلاكويد الى اللحمة نتيجة لفرق التركيز بينهما عن طريق إنزيم إنتاج ATP في عملية الاسموزية الكيميائية وتحدث فيها فسفرة جزيئات ADP الى ATP كما في الشكل (ج).

ينتج من هذا المسار:

ATP , NADPH تستخدمان في حلقة كالفن و O_2 للغلاف الجوي

وفقاً لقانون حفظ الطاقة فإن الطاقة لا تفنى ولا تُستحدث من العدم لكنها تتحول من صورة إلى أخرى.

الأحظ تحولات الطاقة من طاقة ضوئية إلى طاقة تمتلكها الإلكترونات المستثارة ومنها إلى طاقة كيميائية تُخزن في جزيئات ATP.



مسار التفاعلات الضوئية الحلقية

تحدث في النظام الضوئي الأول فقط لإنتاج ATP كما يلي

- فيها تسري الإلكترونات المستثارة بفعل الضوء من P700 إلى مُستقبل الإلكترون الأولي ثم إلى بروتين الفيرودوكسين
- ثم تعود مرة أخرى عبر السيتوكروم إلى P700 في النظام الضوئي الأول الذي انطلقت منه لذا أُطلق عليها اسم التفاعلات الحلقية و هي تعمل فقط على إنتاج ATP المُستخدم في حلقة كالفن.

حلقة كالفن

تحدث في اللحمة إذ تحتوي على المواد والإنزيمات اللازمة لحدوثها.

أهميتها تُمثل هذه المرحلة مرحلة التصنيع التي تُستخدم فيها نواتج التفاعلات الضوئية ATP و NADPH لإنتاج مركبات عضوية.

تمر بثلاث مراحل هي:

- (1) مرحلة تثبيت الكربون
- (2) مرحلة الإختزال
- (3) مرحلة إعادة تكوين مُستقبل CO_2 (ريبولوز)

مرحلة تثبيت الكربون عملية ربط CO_2 بالسكر الخماسي

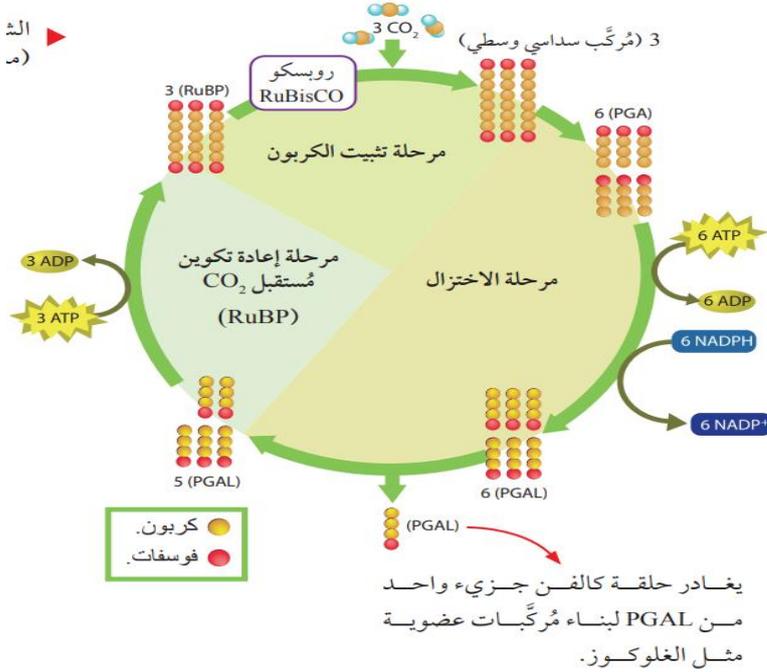
- يرتبط (3) من جزيئات من CO_2 مع (3) جزيئات من مُستقبل CO_2 وهو السكر الخماسي ريبولوز ثنائي الفوسفات (RuBP) بواسطة إنزيم يسمى روبسكو فينتج (3) جزيئات من مركب سداسي وسطي غير مستقر
- لا يلبث أن ينشطر كل منها إلى جزيئين من مركب ثلاثي الكربون يُسمى حمض الغليسرين أحادي الفوسفات PGA لينتج (6) جزيئات PGA

مرحلة الإختزال

- في هذه المرحلة يُختزل كل جزيء من حمض الغليسرين أحادي الفوسفات PGA إلى غليسريد أحادي الفوسفات PGAL باستخدام طاقة (6) جزيئات ATP و (6) جزيئات NADPH فينتج (6) جزيئات غليسريد أحادي الفوسفات PGAL

- يغادر حلقة كالفن جزيء واحد من PGAL لبناء مركبات عضوية مثل الجلوكوز وتبقى (5) PGAL لتكمل الحلقة

جزيء PGAL يحتوي على ثلاث ذرات كربون تذكرها جيدا

مرحلة إعادة تكوين مُستقبل CO_2 (ريببولوز)

- تدخل (5) جزيئات PGAL المتبقية في سلسلة التفاعلات المُعدَّدة لإعادة تكوين (3) جزيئات من السكر الخماسي ريببولوز RuBP من جديد ويستهلك في أثناء ذلك (3) جزيئات من ATP.

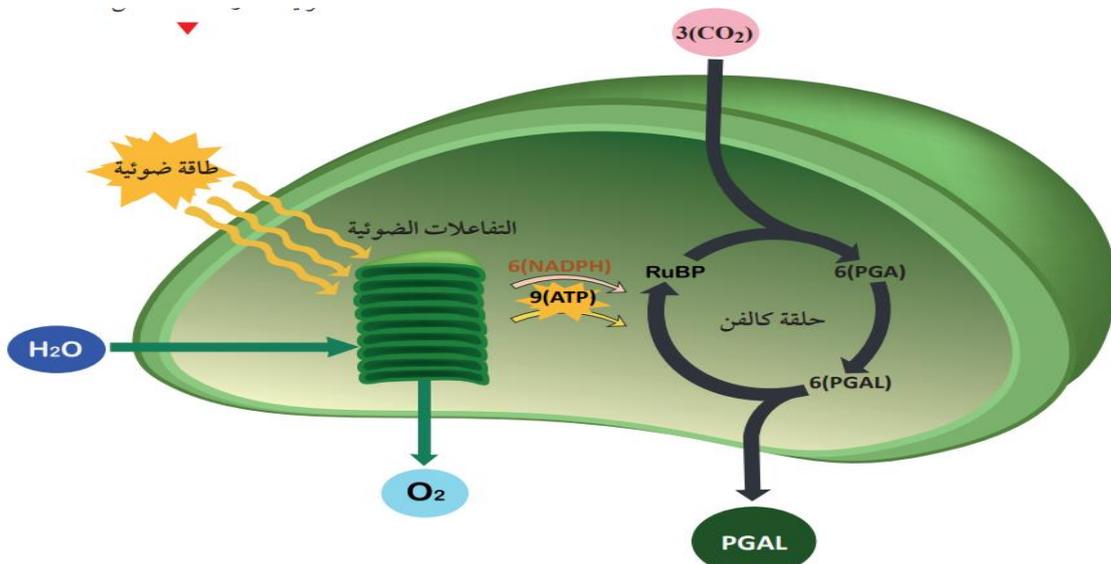
وفيما يأتي ملخص لما سبق من تفاعلات ضوئية وحلقة كالفن

حلقة كالفن (لا تعتمد على الضوء):

- لإنتاج جزيء PGAL يغادر حلقة كالفن:
- تُستهلك (3) جزيئات CO_2 .
- تُستهلك (9) جزيئات ATP.
- تُستهلك (6) جزيئات NADPH.
- لإنتاج جزيء غلوكوز: يتحد (2) جزيء PGAL.

التفاعلات الضوئية (تعتمد على الضوء):

- تُستخدم فيها الطاقة الضوئية.
- يُستهلك الماء.
- يتحلل كل جزيء من الماء إلى 2H^+ و 2e^- و $\frac{1}{2} \text{O}_2$.
- ينتج O_2 .



الإثراء والتوسع

البكتيريا والطاقة Bacteria and Energy

تعمل بعض الكائنات الحية الدقيقة اللاهوائية على إنتاج مواد عضوية في عملية تُسمى البناء الكيميائي Chemosynthesis؛ إذ تُستخدم هذه الأنواع بعض المواد التي تتأكسد بسهولة، بوصفها مصدرًا للإلكترونات مثل H_2S ، بدلاً من الماء. ومن الأمثلة عليها: بعض أنواع الأثرينات، وبكتيريا المياه الحارة التي تعيش في بيئات لا يصلها الضوء، وبكتيريا الكبريت.

يُمكن لبعض أنواع البكتيريا اللاهوائية التي تعيش في المناجم وفي قاع البحيرات أن تحصل على الطاقة عن طريق استخدام الإلكترونات الناتجة من أكسدة المواد الموجودة في البيئة المحيطة. وقد اكتشف باحثون من جامعة ماساتشوستس الأمريكية أن بكتيريا جيوباكتري *Geobacter* تتخلص من الإلكترونات التي توجد داخلها باستعمال شعيرات طويلة؛ وهي تراكيب تنتشر على سطوح الخلايا البكتيرية، وتتكوّن من ألياف نانوية موصلة للكهرباء، ويُعتقد أنّها تتكوّن من بروتينات تُشبه السييتوكرومات Cytochromes.

يسعى العلماء إلى الاستفادة من خصائص البكتيريا الموصلة للكهرباء في إنتاج تكنولوجيا حيوية وصديقة للبيئة، تُستخدم في المجالات الطبية، وتوليد الكهرباء، وتعقيم المياه الجوفية. **أصمّم مطوّبةً أخصّ فيها عملية البناء الكيميائي.**

سؤال: كيف استفادت بعض أنواع البكتيريا من H_2S في البناء الكيميائي؟ الإجابة مصدراً للإلكترونات بدل الماء

سؤال: اعطي مثالا على بكتيريا تقوم بهذه العملية؟ الإجابة البكتيريا التي تعيش في المياه الحارة التي لا يصلها الضوء والأثرينات وبكتيريا الكبريت

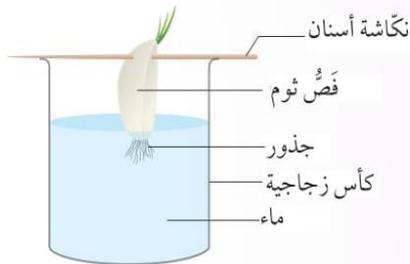
سؤال: كيف تتخلص بكتيريا جيوباكتري من الإلكترونات الموجودة داخلها وكيف استفاد العلماء من ذلك. الإجابة باستعمال شعيرات طويلة . . . في إنتاج تكنولوجيا حية وصديقة للبيئة تستخدم في المجالات الطبية وتوليد الكهرباء وتعقيم المياه الجوفية

تجربة استهلاكية

الانقسام المتساوي في خلايا القمم النامية لجذور الثوم

تُسهم دراسة الانقسام الخلوي إسهامًا كبيرًا في فهم كثير من العمليات الحيوية. وتُعَدُّ دراسة انقسام خلايا القمم النامية لجذور النباتات إحدى أسهل الطرائق لدراسة الانقسام الخلوي.

المواد والأدوات: كأس زجاجية صغيرة فيها ماء، نكّاشة أسنان، شرائح زجاجية وأغطيّتها، صبغة خلايا نباتية مثل السفرانين، مجهر ضوئي، مشرط، فصوص ثوم، ملقط، حمض الهيدروكلوريك (IM)، محلول من حمض الخليك والإيثانول (نسبة حمض الخليك إلى الإيثانول 3:1)، قفّازات، ورق تنشيف، قلم رصاص، ماء، طبق بتري زجاجي.



إرشادات السلامة:

- استعمال المشرط والمواد الكيميائية بحذر.
- غسل اليدين جيدًا بعد انتهاء التجربة.

خطوات العمل:

- 1 أُجَرَّب:** أثبت فصّ الثوم على فوهة الكأس باستخدام نكّاشة الأسنان، مُراعياً غَمْرَ الجذور فقط في الماء كما في الشكل المجاور؛ تجنباً لتعفن فصّ الثوم.
- 2 ألاحظ:** نمو الجذور بعد (3-4) أيام.
- 3 أُجَرَّب:** أقطع (1-3) cm من نهايات القمم النامية للجذور، ثم أضعها في كأس تحوي محلول حمض الخليك والإيثانول مدّة (10) min. بعد ذلك أُسخّن محلول حمض الهيدروكلوريك في حمام مائي حتى تصبح درجة حرارته 60°C .
- 4 أُجَرَّب:** أغسل الجذور بالماء البارد مدّة تتراوح بين (4-5) min، ثم أنشّفها جيداً بورق التنشيف. بعد ذلك أنقلها إلى الكأس التي تحوي محلول حمض الهيدروكلوريك الساخن، وأتركها فيه مدّة (5) min.
- 5 أُجَرَّب:** أنقل الجذور إلى طبق بتري باستخدام الملقط، وأغسلها بالماء البارد، ثم أنشّفها جيداً بورق التنشيف، ثم أضعها على شريحة زجاجية نظيفة. بعد ذلك أقصّ (2) mm من قمم الجذور النامية، ثم أبقئها على الشريحة، وأتخلّص من بقية الجذور.
- 6 أُضيف:** قطرة من الصبغة إلى القمم النامية على الشريحة، ثم أضع غطاء الشريحة، ثم أسحق العيّنة بالضغط عليها بلطف فوق غطاء الشريحة باستخدام الطرف العريض لقلم الرصاص.
- 7 ألاحظ:** الخلايا باستخدام المجهر الضوئي بعد تكبيرها $400 \times$ ، ثم أدوّن ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

1. **أحسبُ** النسبة المئوية لكل طور من أطوار الانقسام الخلوي.
2. أمثلُ بيانياً أعداد الخلايا في كل طور.
3. **أتواصل:** أناقش زملائي/ زميلاتي في النتائج التي توصلتُ إليها، ثم أفرزها بنتائجهم.

الدرس الأول دورة الخلية: لكل خلية دورة حياة تمر بها

دورة الخلية: دورة تبدأ منذ تكون الخلية نتيجة انقسام خلية ما وتنتهي بانقسامها هي نفسها وإنتاج خليتين جديدتين.

تختلف الخلايا فيما بينها من حيث مدة الدورة لكل منها ويعتمد ذلك على:

1- نوع الخلية
2- الظروف التي تحيط بها

فمثلاً: تنقسم خلية نامية في جذر البصل كل 20 ساعة تقريباً، في حين تنقسم خلية طلائية في الأمعاء الدقيقة لإنسان كل (10 - 12) ساعة.

مراحل دورة الخلية الرئيسية: 1- المرحلة البينية 2- مرحلة الانقسام الخلوي

تمر دورة الخلية في الكائنات حقيقية النوى بمرحتين رئيسيتين هما:

1) المرحلة البينية التي تتكون من

أ - طور النمو الأول (G_1) ب - طور التضاعف (S) ج - طور النمو الثاني (G_2)

2) مرحلة الانقسام الخلوي (M) التي تتكون من أطوار عدة لكل منها سماته التي تميزه عن غيره من الأطوار سندرسها لاحقاً.

أولاً المرحلة البينية

تمثل غالباً ما نسبته 90% من دورة الخلية ويحدث فيها الآتي:

1- إذ تنمو أثنائها الخلية 2- يتضاعف فيها المادة الوراثية (DNA) تمهيداً للانقسام الخلوي (المنصف والمتساوي).

أ- طور النمو الأول (G_1)

- يعد هذا الطور أول أطوار دورة الخلية

- فيه تنمو الخلية ويزداد حجمها وعدد العضيات فيها

- فضلاً عن أداء الخلية أنشطتها ووظائفها الخلوية الطبيعية.

ب- طور التضاعف (S) في هذا الطور

يتضاعف DNA ما يجعل في نواة الخلية في نهاية الطور مثلي كمية المادة الوراثية.

ج - طور النمو الثاني (G_2)

- يستمر نمو الخلية فيه

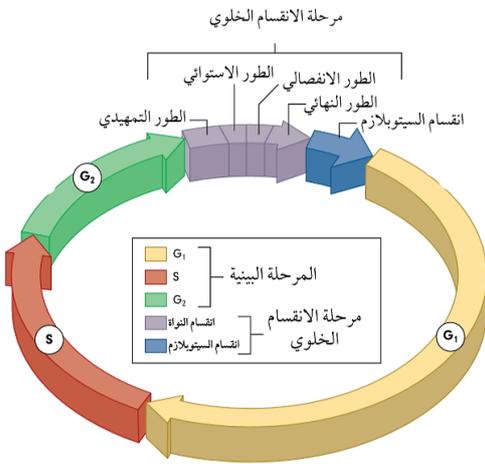
- فيزداد حجمها فضلاً عن أدائها أنشطتها ووظائفها الخلوية الطبيعية

- إلى جانب استعدادها للانقسام بحيث تبدأ بإنتاج البروتينات التي تُصنع منها الخيوط المغزلية (الأنيبيبات الدقيقة)

ثانياً مرحلة الانقسام الخلوي (M) تبدأ هذه المرحلة بعد طور النمو الثاني ويحدث فيها:

- انقسام النواة أي انقسام نواة الخلية إلى نواتين مُتماثلتين وهو ما يحدث على نحو مشابه في جميع الخلايا حقيقية النوى

- يلي ذلك انقسام السيتوبلازم ويختلف هذا الانقسام في الخلايا النباتية عنه في الخلايا الحيوانية.



ولكن هناك ما يسمى بالطور الصفري (G_0)

تختلف الخلايا بعضها عن بعض من حيث النشاط في الانقسام فمنها:

- ما يكون **نشطاً** ويكمل دورة الخلية كاملة مثل الخلايا الطلائية المُبطنة للقناة الهضمية.
- ومنها ما يدخل في طور **سكون** يُسمى الطور الصفري G_0 مثل الخلايا العضلية والخلايا العصبية

تخرج (تنتقل) الخلية من طور (G_1) إلى هذا الطور (G_0) في حال غياب الإشارات الخلوية التي تُحفز الخلية على الاستمرار في الدورة ومن الأمثلة على الخلايا التي تدخل هذا الطور الخلايا العضلية والعصبية

- تقوم الخلية في الطور الصفري بجميع وظائفها وأنشطتها باستثناء الأنشطة التي تُهيئها للانقسام

بعض الخلايا لا تغادر هذا الطور (G_0) بعد دخولها فيه وبعض الخلايا تتمكن من العودة إلى طور (G_1) وإكمال دورة الخلية عند تحفيزها بالإشارات الخلوية المناسبة ومن الأمثلة عليها خلايا الكبد

تنظيم دورة الخلية:

الإشارات الخلوية مجموعة من المواد الكيميائية التي تعمل على تنظيم عمل دورة الخلية وتكون معظم هذه المواد بروتينات

تُصنف حسب مصدرها إلى: إشارات داخلية وإشارات خارجية

يعمل العلماء على تحديد المسارات التي تربط الإشارات الخلوية الخارجية بالداخلية منها علماً بأن تنظيم دورة الخلية والإشارات الخلوية التي تُسهم في ذلك مُتشابهة في معظم الخلايا حقيقية النوى.

فمثلاً: بعض البروتينات التي تتحكم في دورة الخلية لنوع من الكائنات الحية

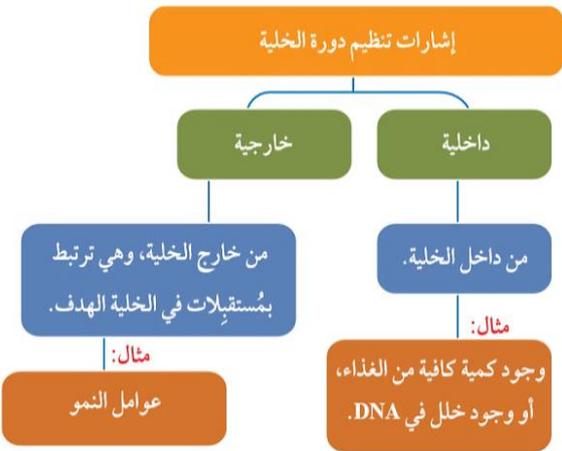
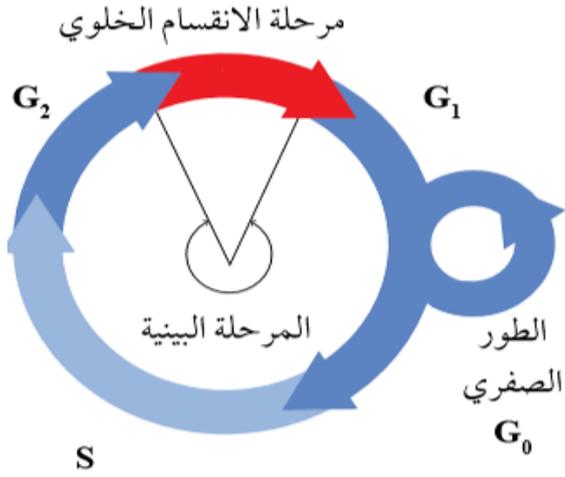
حقيقية النواة يُمكنها أيضاً التحكم في تنظيم دورة الخلية **لنوع آخر من هذه**

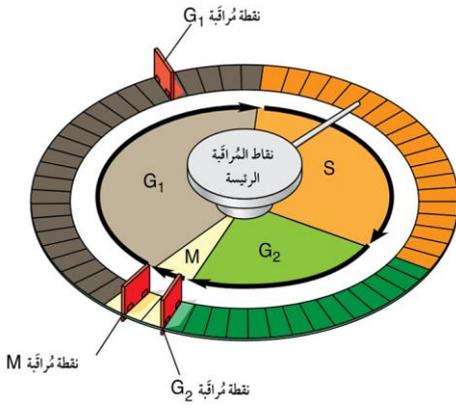
الكائنات.

تُصنف هذه الإشارات (الإشارات الخلوية) بحسب آلية عملها إلى ثلاثة أنواع:

- 1 - إشارات التقدم: التي تُحفز انتقال الخلية إلى المرحلة اللاحقة أو الطور اللاحق
 - 2 - إشارات التوقف: التي تعمل على بقاء الخلية في الطور وعدم انتقالها إلى الطور الذي يليه
 - 3 - إشارات تسبب الموت المُبرمج للخلية: بتنشيطها جينات تُسهم في إنتاج إنزيمات تُحطم مكونات في الخلية ما يؤدي إلى موتها
- ملاحظة جميع هذه الإشارات تعمل على تنظيم دورة الخلية

نقاط المراقبة نقاط محددة في دورة الخلية تُنظم فيها الإشارات الخلوية الدورة وتوجد نقاط مراقبة عديدة ولكن نقاط المراقبة M G_1 , G_2 , هي النقاط الرئيسية





أ - نقطة المراقبة G₁ تعتبر اهم نقاط المراقبة (علل)؟

ذلك أن الخلية في الطور G₁ تستقبل إشارات خلوية داخلية وخارجية تُحدد معاً الوقت المناسب لدخول الخلية طور التضاعف (S).

إذا لم تستقبل الخلية في نقطة المراقبة G₁ إشارة تقدم فقد لا تُكمل الخلية باقي الأطوار وتخرج من دورتها إلى الطور الصفري.

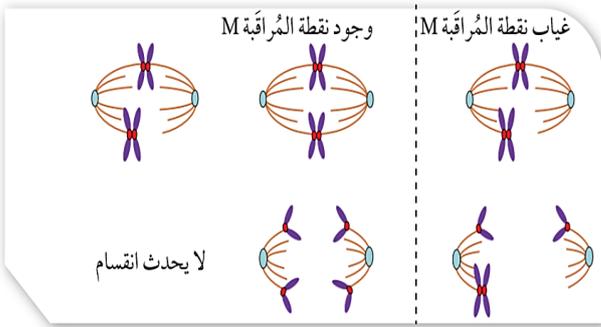
ب - نقطة المراقبة G₂ فيها يتحقق من:

1- انتهاء تضاعف DNA في طور التضاعف

2- عدم وجود أخطاء في جزيئي DNA الناتجين من عملية تضاعف DNA

و في حال وجود خطأ ما فإن دورة الخلية تتوقف عند نقطة المراقبة G₂ ما يتيح للخلية تصحيح الخطأ أو يؤدي إلى موتها

المُبرمج إن لم تستطع ذلك (تصحيح الخطأ) ويسهم الموت المُبرمج في منع دخول الخلايا غير الطبيعية مرحلة الانقسام وتكاثرها



ج - نقطة المراقبة M تعمل بين الطور الاستوائي والطور الانفصالي

(ليش)؟ لكي يتحقق من ارتباط الكروماتيدات الشقيقة بالخيوط المغزلية

على نحو صحيح وفي حال كانت بعض الكروماتيدات غير مرتبطة

بالخيوط المغزلية فإن الخلية تتوقف عن عملية الانقسام حتى ترتبط جميع الكروماتيدات بالخيوط المغزلية.

ملاحظة وفي حال عدم وجود نقطة المراقبة M يحدث انقسام للخلية حتى لو لم ترتبط بعض الكروماتيدات في الخيوط المغزلية.

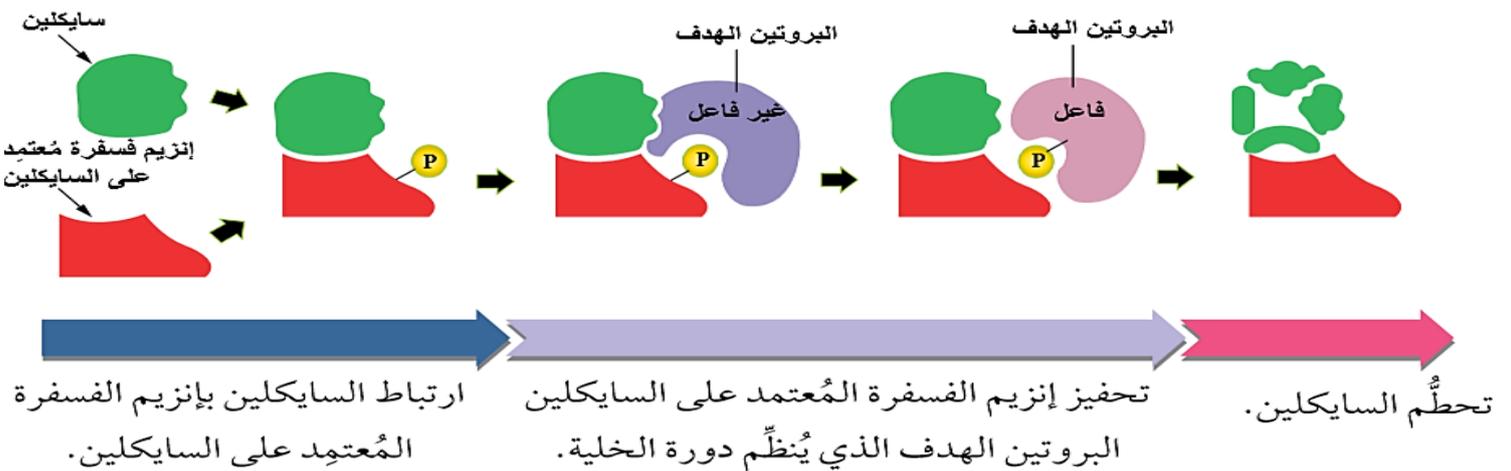
السايكليينات وإنزيمات الفسفرة المعتمدة على السايكليين

السايكليينات: هي مجموعة من البروتينات توجد في معظم الخلايا حقيقية النوى وتُصنع في أثناء دورة الخلية وتُحطم خلالها سريعاً وهي تصنف إلى أربع أنواع رئيسية

تؤدي السايكليينات دوراً مهماً في تنظيم دورة الخلية بتحفيزها إنزيمات تسمى إنزيمات الفسفرة المعتمدة على السايكليينات إذ تعمل هذه الإنزيمات بعد ارتباطها بالسايكليين على إضافة مجموعة فوسفات إلى البروتين الهدف في عملية تسمى الفسفرة وقد تؤدي فسفرة البروتينات إلى تحفيزها أو تثبيطها بحسب حاجة الخلية.

تتمثل أهمية ارتباط السايكليين بإنزيم الفسفرة المعتمد على السايكليين في أمرين رئيسيين:

1- تحفيز الإنزيم (الفسفرة). 2- إرشاد (توجيه) الإنزيم إلى البروتينات الهدف التي يعمل على فسفرتها



الدرس الثاني الانقسام الخلوي وأهميته

الانقسام المتساوي

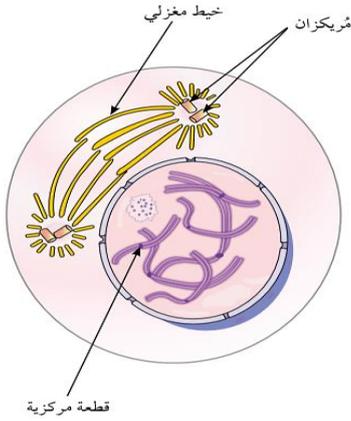
- يحدث انقسام متساوي في خلية ما لإنتاج خليتين مطابقتين جينياً للخلية المُقسمة (الاصلية)
- تحوي كل منهما نفس عدد الكروموسومات هذه الخلية (الاصلية).
- تمر الخلية أثناء الانقسام المتساوي بأربع أطوار رئيسية مُتتابة:

4 - الطور النهائي

3 - الطور الانفصالي

2 - الطور الاستوائي

1 - الطور التمهيدي



ليها انقسام السيتوبلازم لإنتاج خليتين منفصلتين تحوي نفس العدد الأصلي من الكروموسومات

أولا الطور التمهيدي: تظهر الكروموسومات قصيرة وسميكة ويتكون كل منها من كروماتيدين شقيقين يرتبطان معاً عن طريق قطعة مركزية تسمى سنترومير

في نهاية هذه الطور يحدث ما يلي:

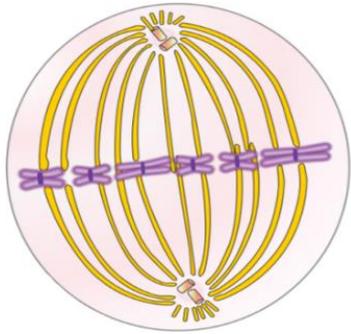
- 1- يتفكك الغلاف النووي 2- وتختفي النوية
- 3- يتحرك الجسمان المركزيان نحو قطبي الخلية المُتقابلين 4- وتبدأ الخيوط

المغزلية بالامتداد من المُركزات إلى القطع المركزية في الكروموسومات وترتبط فيها الخيوط المغزلية

ملاحظة يجب ان تعلم ان الجسم المركزي هو تركيب يقتصر وجوده على الخلايا الحيوانية فقط ويتكون كل جسم مركزي من تركيبين أسطوانيين يسمى كل منها مُركزاً

ثانيا الطور الاستوائي: يمتاز هذا الطور بما يلي:

- ارتباط الخيوط المغزلية بالقطع المركزية
- وترتّب (تصطف) الكروموسومات في وسط الخلية.



ثالثا الطور الانفصالي

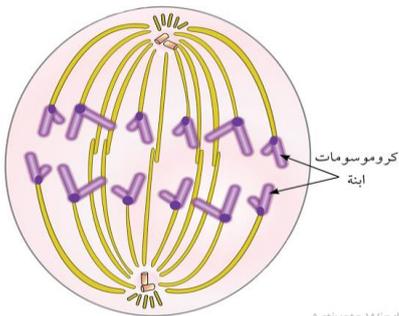
- تنكمش الخيوط المغزلية في هذا الطور ما يؤدي إلى:

- 1- سحب الكروماتيدات الشقيقة
- 2- انفصال كل كروماتيدان شقيقين أحدهما عن الآخر وتحرك كل منهما نحو أحد قطبي

الخلية فيصبح عند كل قطب مجموعة كاملة من الكروموسومات الابنة.

- يذكر أن الكروماتيدات في هذا الطور يكون شكلها مشابهاً لشكل حرف V عل؟

نتيجة عملية السحب.



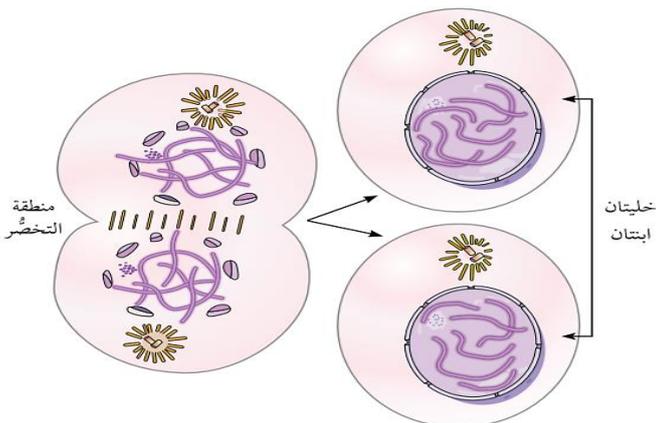
رابعا الطور النهائي:

- تتشكل في هذا الطور **نواتان ونُويتان**

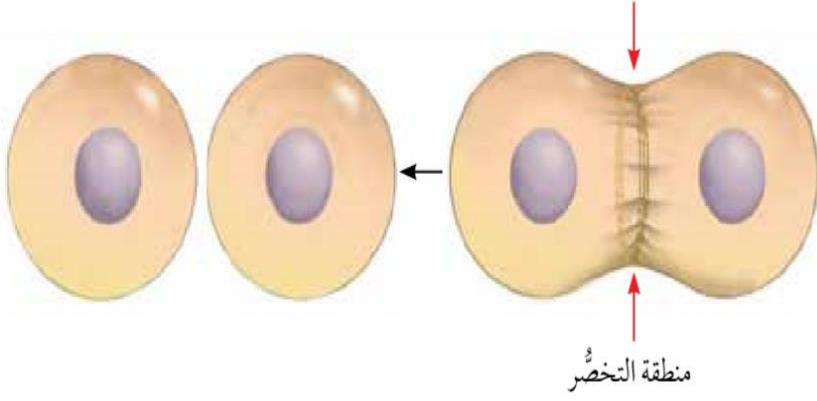
- يبدأ الغلاف النووي بالظهور

- تصبح الكروموسومات **أرفع وأطول** تمهيداً لعودتها على شكل شبكة كروماتينية

- وفي نهاية هذا الطور يبدأ انقسام السيتوبلازم بعد وقت قصير من انقسام النواة انظر الشكل.

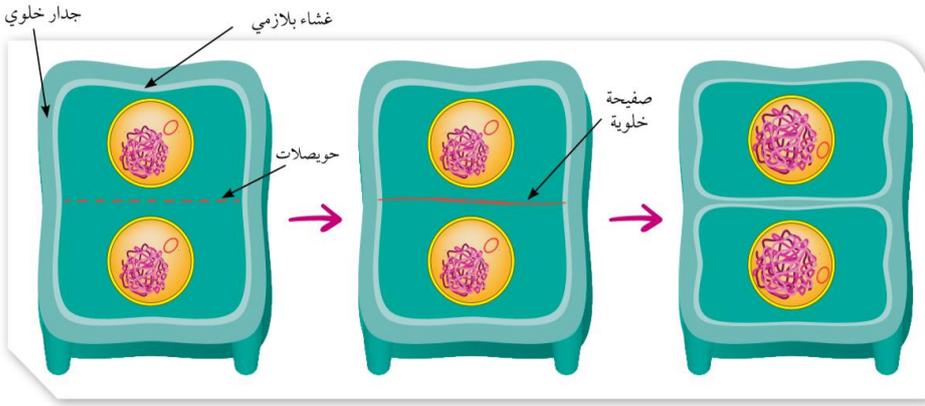


انقسام السيتوبلازم في الخلايا الحيوانية



- يحدث **تخصر تدريجي** وسط الخلية مشكلاً أخدوداً
- يوجد في الجانب السيتوبلازمي للأخدود **حلقة مُنقبضة** من ألياف بروتين الأكتين الدقيقة
- وجزئيات بروتين الميوسين التي تعمل معاً على انقباض الحلقة فيزداد التخصر وإلى أن ينتج من ذلك خليتان منفصلتان.

انقسام السيتوبلازم في الخلايا النباتية



- لا يحدث **تخصر** في الخلايا النباتية بسبب وجود الجدر الخلوية
- إذ تصطف وسط الخلية **حويصلات من أجسام غولجي** ثم تندمج الحويصلات مشكلة **صفيحة خلوية**
- بعد ذلك **يندمج الغشاء المحيط بالصفيحة الخلوية بالغشاء البلازمي** للخلية لينشأ الجدار الخلوي من مكونات في **الصفيحة الخلوية**
- وبذلك تنتج خليتين منفصلتان ومطابقتان للخلية الأم.

أهمية الانقسام المتساوي:

- له أهمية كبيرة؛ **فهو ضروري لنمو الكائنات الحية عديدة الخلايا** انظر الشكل الذي يبين **دور الانقسام المتساوي في تطور الجنين** من بويضة مخصبة (خلية واحدة) إلى إنسان يتكون جسمه من عدد كبير جداً من الخلايا.

- **استبدال الخلايا التالفة وتعويض الأنسجة** التي تعرضت لجرح أو حرق أو كشط مثل الجلد والأنسجة المُبطنة للأمعاء.

- **أهمية الانقسام المتساوي في بعض الكائنات الحيوانية عديدة الخلايا** مثل السحلية ونجم البحر لديها القدرة على **التجدد**؛ أي تعويض أجزاء فقدتها من أجسامها عن طريق الانقسام المتساوي

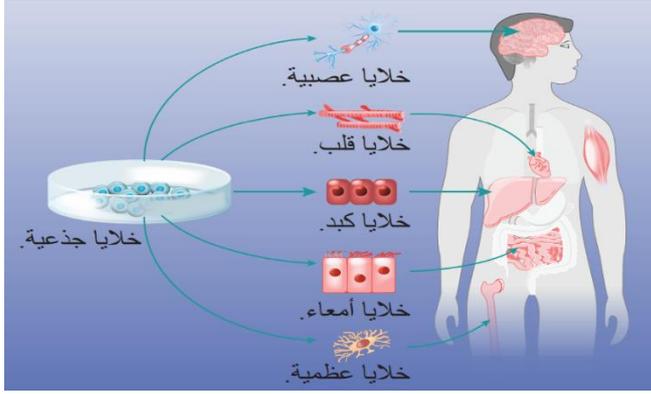


- **يعد الانقسام المتساوي أساساً للتكاثر اللاجنسي في الكائنات الحية حقيقية النوى**؛ سواء أكانت وحيدة الخلية مثل الخميرة أم عديدة الخلايا مثل الهيدرا والنباتات مثل الأيصال



- يكون تكاثر الكائنات الحية لاجنسياً **أسرع** من تكاثرها جنسياً

- الكائنات الحية الناتجة من التكاثر اللاجنسي تكون **متماثلة جينياً** ما يعني عدم وجود تنوع في صفات هذه الكائنات وهو ما يجعل كلاً منها عرضة للتأثر بالظروف المحيطة بها على نحو مشابه



يوجد في المراحل الجنينية للكائن الحي **خلايا جذعية غير متميزة** وقد تنقسم هذه الخلايا لإنتاج خلايا تستمر بوصفها خلايا جذعية وخلايا أخرى تتميز ما يجعلها خلايا متخصصة تتكون منها الأنسجة والأعضاء.

سؤال ما أهمية استخدام الخلايا الجذعية في المجال الطبي؟
علاجاً واعداداً لإنتاج أنسجة جديدة للأعضاء المتضررة نتيجة الإصابة بأمراض متعددة مثل بعض أمراض القلب والأعصاب انظر الشكل

الانقسام المنصف يعد الانقسام المنصف أحد أنواع الانقسام الخلوي

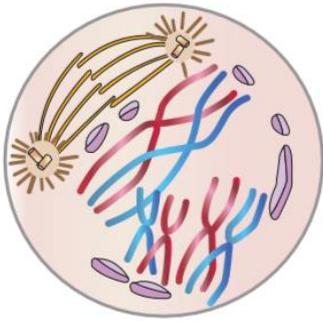
- يؤدي إلى إنتاج الجاميتات وهي خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (1n) من الخلايا الجنسية
- يمر الانقسام المنصف بمرحلتين أساسيتين تسبق أولاهما مرحلة بينية مُشابهة لتلك التي تسبق الانقسام المتساوي:

أطوار المرحلة الأولى من الانقسام المنصف:

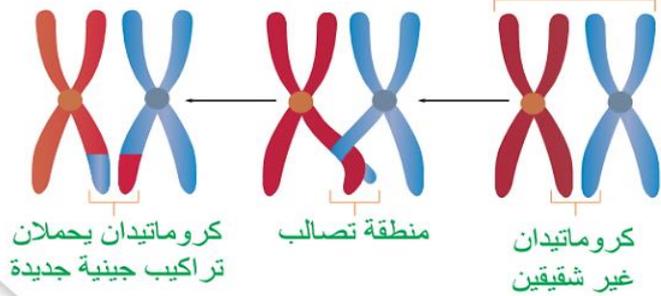
تمر هذه المرحلة بأربعة أطوار وتنتج في نهايتها خليتان تحويان نصف عدد كروموسومات الخلية الأم (المنقسمة).

أول الطور التمهيدي الأول

- تظهر الكروموسومات قصيرة وسميكة ويتكون كل منها من كروماتيدين شقيقين
- يتفكك الغلاف النووي
- قد يحدث تقاطع بين كروماتيدين غير شقيقين في كروموسومين متماثلين بسبب قربهما من بعضهما في نقاط تسمى كل منها منطقة التصالب فينتج عن ذلك تبادل أجزاء من المادة الوراثية بين هذين الكروماتيدين فيما يعرف بالعبور
- ينتج عن العبور تراكيب جينية جديدة تؤدي دوراً في التنوع الجيني.



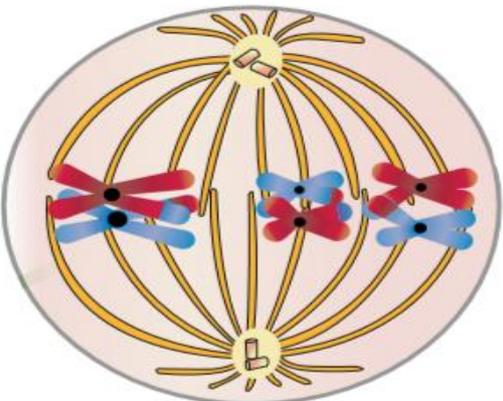
كروموسومان متماثلان



- يتحرك كل زوج من المريكزات نحو أحد قطبي الخلية
- المتقابلين وتبدأ الخيوط المغزلية بالامتداد من المريكزات إلى القطع المركزية في الكروموسومات

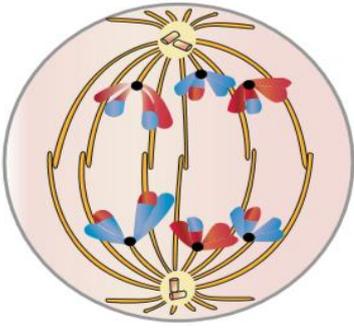
ثانياً الطور الاستوائي الأول تصطف أزواج الكروموسومات

- المُتماثلة والمرتبطة بالخيوط المغزلية على جانبي خط وسط الخلية من دون أن تترتب ترتيباً معيناً وإنما يكون ترتيباً عشوائياً أي ليس شرطاً أن تكون جميع الكروموسومات التي من الأب على الجانب نفسه وكذا الحال بالنسبة إلى الكروموسومات التي من الأم هذا يعني أن جهة ما قد تحوي كروموسومات من الأب والأم ما يؤدي إلى حدوث تنوع جيني في الخلايا الناتجة الانقسام



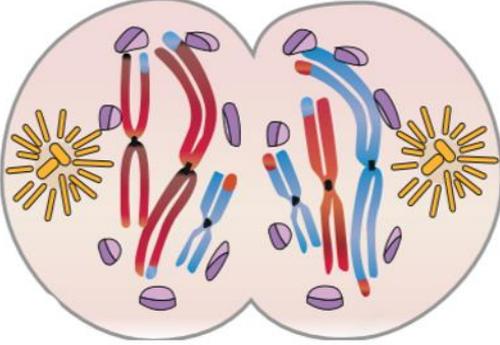
ثالثا الطور الانفصالي الأول

- تنفصل في هذا الطور أزواج الكروموسومات المُتماثلة نتيجة انكماش الخيوط المغزلية
- يتجه كل كروموسوم من هذه الأزواج إلى أحد قطبي الخلية في حين تظل الكروماتيدات الشقيقة مرتبطة ببعضها.



رابعا الطور النهائي الأول

- يبدأ الغلاف النووي بالظهور في هذا الطور تزامناً مع تفكك الخيوط المغزلية (يعني مع بعض)
- ثم يحدث انقسام للسيتوبلازم فنتج خليتان تحوي كل منهما كروموسومات بعضها من الأب وبعضها الآخر من الأم.

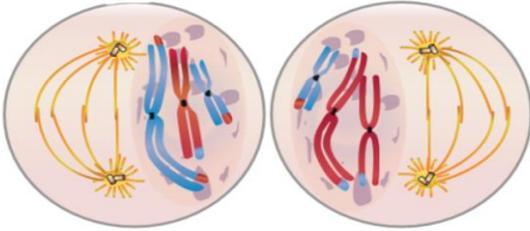


أطوار المرحلة الثانية من الانقسام المنصف

- تدخل الخلية المرحلة الثانية من الانقسام المنصف من دون حدوث تضاعف DNA او عك تنساها هاي الجملة او عك
- في هذا الطور تنفصل الكروماتيدات الشقيقة بعضها عن بعض ويتحرك كل منها نحو أحد قطبي الخلية ثم يتكون الغلاف النووي الذي يتبعه حدوث انقسام للسيتوبلازم فنتج أربعة خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (1n)

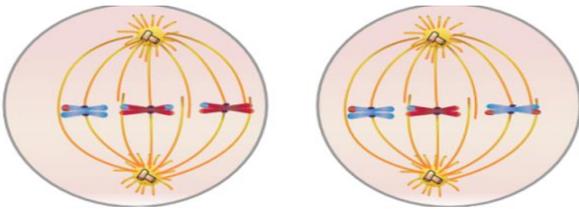
أولا الطور التمهيدي الثاني

- يتفكك الغلاف النووي في هذا الطور
- 1- تتجه المريكزات إلى أقطاب الخلية
- 2- تبدأ الخيوط المغزلية بالظهور



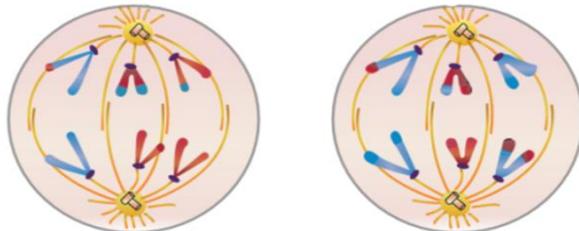
ثانيا الطور الاستوائي الثاني

- لا يزال كل منها يتكون من كروماتيين شقيقين) في منتصف الخلية.



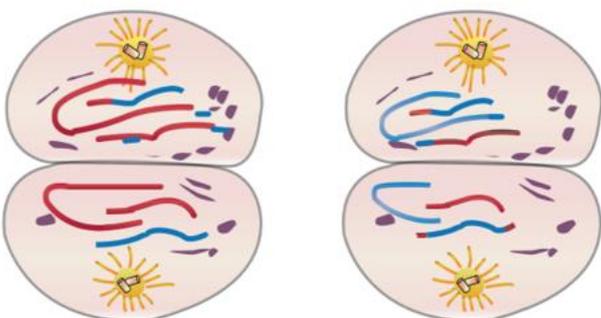
ثالثا الطور الانفصالي الثاني

- يفصل كل كروماتيين شقيقين أحدهما عن الآخر
- ثم يتحرك كل منهما نحو أحد قطبي الخلية

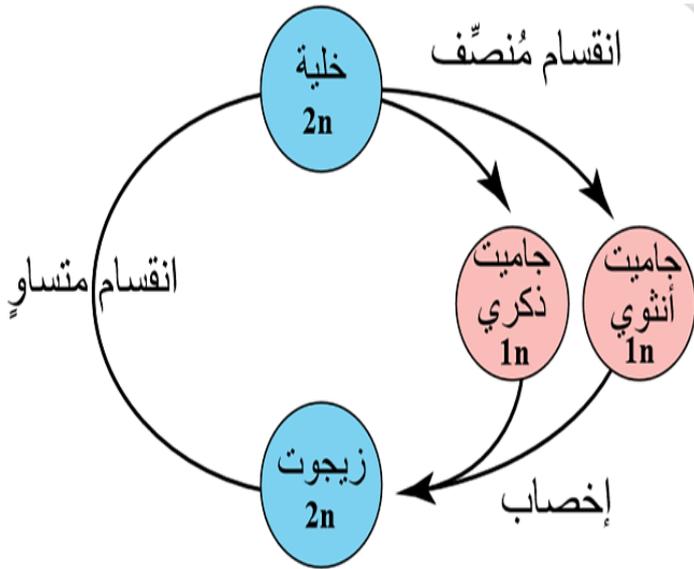


رابعا الطور النهائي الثاني

- يتشكل الغلاف النووي حول كل مجموعة كروموسومية
- تبدأ الخيوط المغزلية بالتفكك
- ويحدث انقسام ثانٍ للسيتوبلازم فنتج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (1n)



أهمية الانقسام المنصف:



- يؤدي انقسام خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية انقساماً مُنصفاً إلى إنتاج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية

فمثلاً الخلايا المنوية الأولية في الإنسان هي ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) أي إن كلاً منها تحوي 23 زوجاً من الكروموسومات (46 كروموسوم).

- بعد حدوث انقسام منصف بمرحلتيه تنتج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (1n) وهي تُسمى الجاميتات ذكورية (حيوانات منوية) ويحوي كل منها 23 كروموسوم

- وعند حدوث عملية الإخصاب التي يندمج فيها الجاميت الذكري بالجاميت الأنثوي تتكون خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n) تسمى زيجوت وبذلك يمكن المحافظة على ثبات عدد الكروموسومات في الكائن الحي الطبيعي.

الانشطار الثنائي في الكائنات الحية بدائية النوى

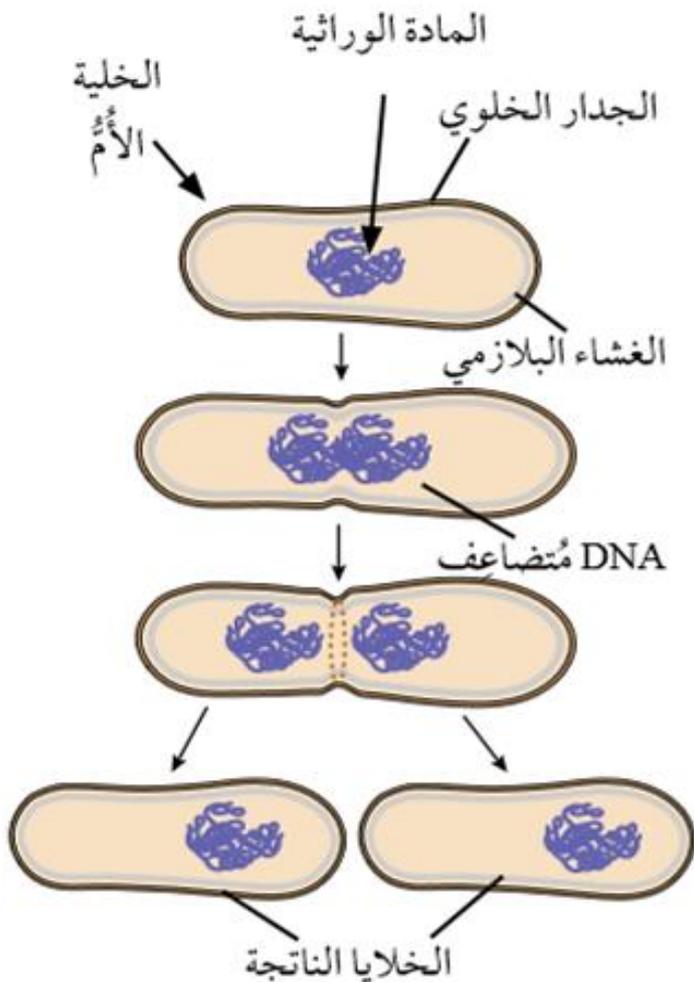
- يتشابه الانشطار الثنائي والانقسام المتساوي من حيث نواتج العمليتين إذ ينتج من كل منهما خليتان مُطابقتان للخلية الأم المُقسمة ولكن هاتين العمليتان تختلفان فعلياً في ما بينهما كما يلي:

1- تبدأ عملية الانشطار الثنائي بتضاعف كروموسوم البكتيريا وهو كروموسوم حلقي

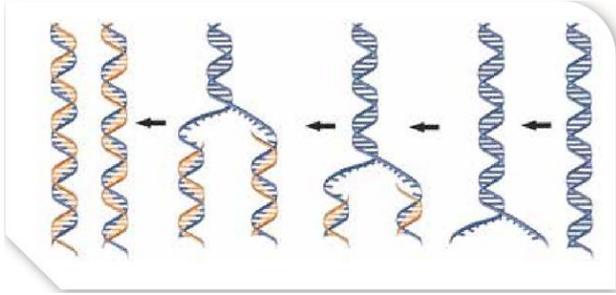
2- ثم يتحرك الكروموسومان الناتجان من التضاعف في اتجاهين مُتقابلين ضمن عملية يدخل فيها بروتين يشبه الأكتين فيظهر كروموسوم واحد عند كل طرف من طرفي الخلية المُتقابلين ويحدث في أثناء هذه العملية نمو واستطالة للخلية

3- وبعد ذلك ينغمد الغشاء البلازمي نحو الداخل التزامن مع تكون الجدار الخلوي ثم تنتج خليتان مُنفصلتان ومشابهتان للخلية الأم.

سؤال ما نتائج انقسام خلية جلد ونتائج انشطار خلية بكتيريا من حيث عدد الخلايا الناتجة من عملية انقسام واحدة؟ خليتين من كل منهما

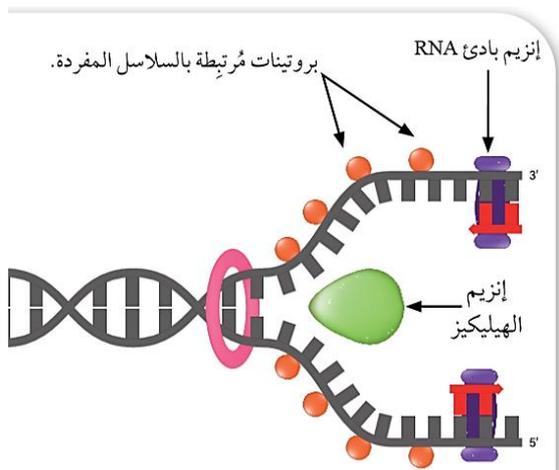


الدرس الثالث تضاعف DNA والتعبير الجيني:



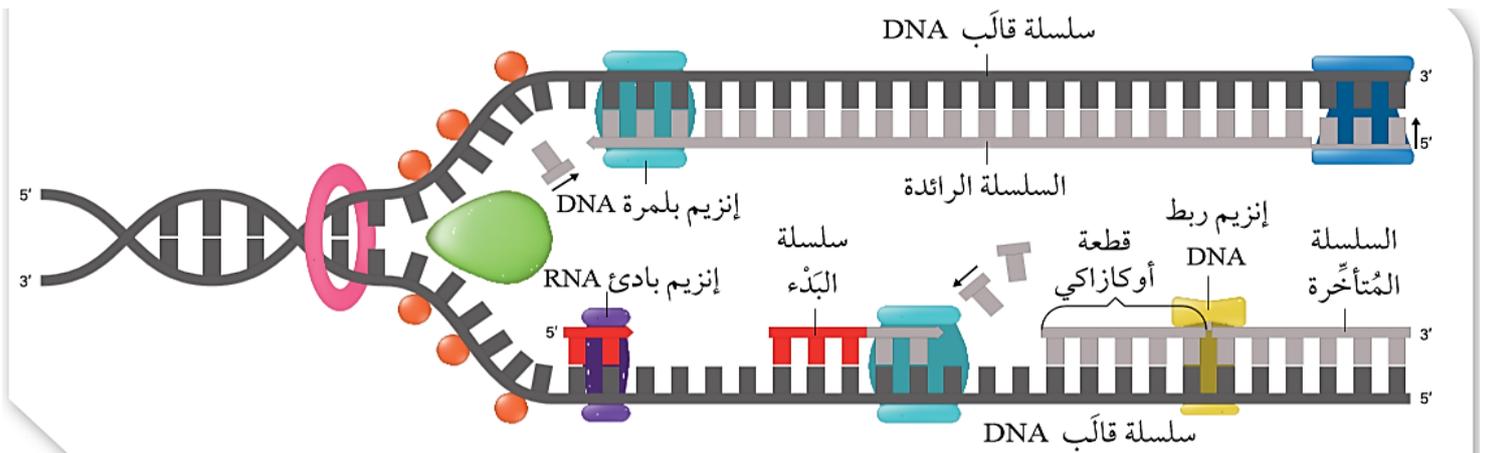
- الخلية تمر بطور التضاعف في أثناء المرحلة البيئية من دورة الخلية وفي هذا الطور تحدث عملية تضاعف DNA وهي عملية تُنظّمها إنزيمات عدة
- تنتج من تضاعف جزيء DNA نسختان متماثلتان تتكون كل منهما من سلسلتين إحداهما من DNA الأصل (أي سلسلة أصلية) والأخرى جديدة مكملة لها
- يطلق على عملية تضاعف DNA اسم **التضاعف شبه المُحافظ** لأن إحدى السلسلتين محفوظة والأخرى جديدة انظر الشكل جيداً
- يُعزى إلى عملية التضاعف احتواء الخلايا الناتجة من الانقسام الخلوي DNA يحمل التعليمات الوراثية كاملة بالرغم من حدوث عملية الانقسام.
- اقترح العالمان **مسلسون وستال** نموذجاً لكيفية تضاعف DNA استناداً إلى اكتشاف تركيب DNA على أيدي العالمين **واتسون وكريك** والنتائج العملية التي توصل إليها علماء آخرون في هذا المجال.

آلية التضاعف DNA



- 1- تبدأ عملية تضاعف جزيء DNA بانفصال سلسلتيه المتقابلتين إذ تتحطم الروابط الهيدروجينية بين النيوكليوتيدات المُتقابلة في السلسلتين بفعل إنزيم **الهليكيز** الذي يحتاج إلى طاقة ATP لإتمام هذه العملية.
- 2- ينتج من هذا الانفصال سلسلتين مفردتان ترتبط كل منهما ببروتينات خاصة تسمى **البروتينات المُرتبطة بالسلاسل المفردة** أهميتها هي تمنع عودة ارتباط السلسلتين إحداهما بالأخرى علماً بأن كل سلسلة مفردة تُمثل قالباً لبناء سلسلة جديدة

- 3- تكون الإنزيمات المسؤولة عن تضاعف DNA غير قادرة على بدء هذه العملية فإن إنزيم بادئ RNA يضيف قطعة صغيرة من RNA (تتكون من 5 - 10 نيوكليوتيدات) تسمى **سلسلة البدء** إلى كل سلسلة من سلسلتي DNA المُكتملتين لتوفير نهاية 3' حرة
- 4- ثم يبدأ إنزيم **بلمرة DNA** بإضافة نيوكليوتيدات مُكملة لنيوكليوتيدات السلسلة القالب يكون بناء سلسلة DNA المُكملة (الجديدة) مُتجهاً دائماً من 5' إلى 3' فتنتج سلسلة متصلة تسمى **السلسلة الرائدة** وتكون مكملة لإحدى سلسلتي القالب



- 5- إن بناء السلسلة المُكملة للسلسلة القالب الأخرى يكون مختلفاً لأن إنزيم بلمرة DNA لا يستطيع بناء سلسلة في اتجاه معاكس (أي من 3' إلى 5') إذ يكون بناء السلسلة الجديدة على هيئة قطع غير متصلة تسمى قطع أوكازاكي (نسبة إلى العالم الذي اكتشفها) وتسمى هذه السلسلة المُكملة السلسلة المتأخرة.
- 6- تحتاج عملية بناء السلسلة المتأخرة إلى أكثر من سلسلة بدء إذ تضاف سلسلة بدء جديدة في كل مرة يفصل فيها إنزيم الهليكيز جزءاً من سلسلتي DNA الأصليتين إحداهما عن الأخرى ليستأنف إنزيم بلمرة DNA عملية بناء قطع أوكازاكي من 5' إلى 3'
- 7- بعد ذلك تُزال سلاسل البدء وتوضع نيوكليوتيدات DNA مكانها ثم تُربط قطع أوكازاكي باستعمال إنزيم ربط DNA الذي يربط قطعاً بأخرى مجاورة عن طريق تكوين روابط فوسفاتية ثنائية الإستر بعد انتهاء بناء السلسلة الرائدة والسلسلة المتأخرة ينتج جزئياً DNA مُتماثلان يتكون كل منهما من سلسلة أصلية وأخرى جديدة مكملة لها.
- تصحيح اختلالات DNA** توجد آليات عديدة تعمل على تصحيح اختلالات DNA الناجمة عن تلف جزء من سلسلة DNA نتيجة تعرض الكائن الحي لعوامل:

أ- **كيميائية ضارة مثل** 1- سموم بعض الفطريات 2- التبغ

ب- **فيزيائية مثل** 1- الأشعة السينية (X) 2- الأشعة فوق البنفسجية (UV) حيث تحدث عملية تصحيح الاختلالات (استئصال النيوكليوتيد) كما يلي:

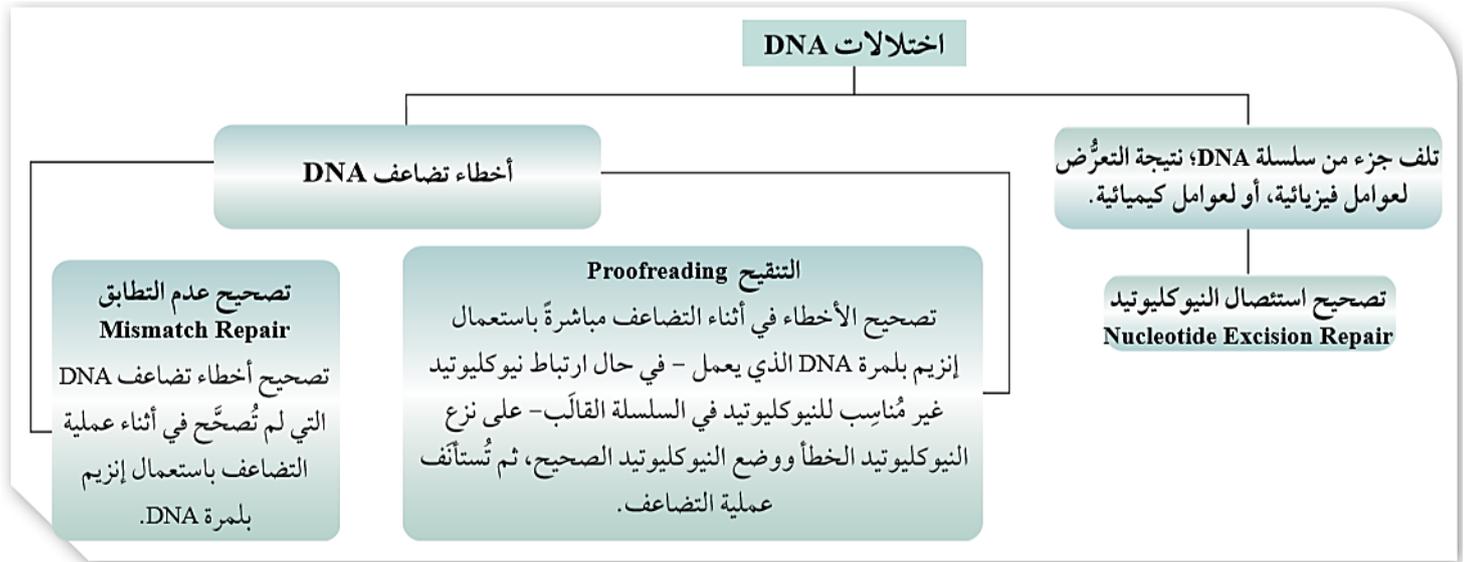
1- يُقطع الجزء التالف من سلسلة DNA عن طريق إنزيم النيوكلييز

2- ثم تُسد الفجوة الناتجة من عملية القطع بنيوكليوتيدات مُكملة للسلسلة المُقابلة غير التالفة باستعمال إنزيم بلمرة DNA

وإنزيم ربط DNA



ملاحظة: تجدر الإشارة إلى وجود آليات تستخدمها الخلية في تصحيح اختلالات تضاعف DNA. يمثل الشكل الاتي ملخصاً لاختلالات DNA وآليات تصحيحها في الخلية.

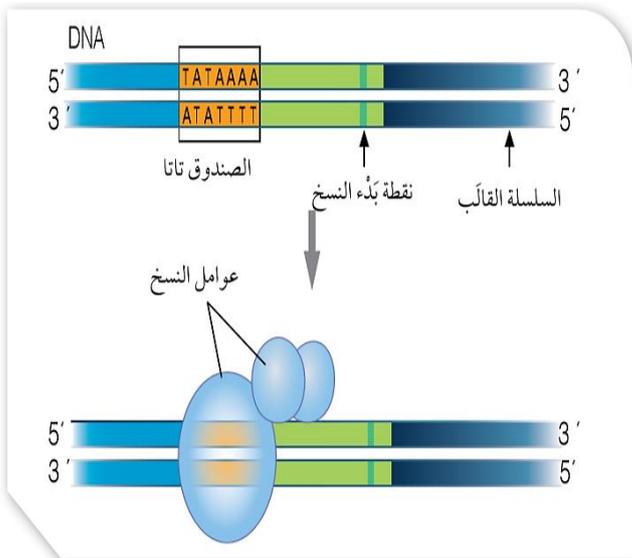


تصنيع البروتينات

- يُنظم DNA أنشطة الخلية والعمليات الحيوية التي تحدث فيها لأنه يحمل التعليمات اللازمة لتصنيع البروتينات في صورة نيوكليوتيدات وفق تسلسل معين وتسمى هذه التعليمات الشيفرة الوراثية.
- تؤدي البروتينات أدواراً مهمة في أجسام الكائنات الحية وفي الخلايا المكونة لها إضافة إلى دورها في تنظيم دورة الخلية
- تمر عملية تصنيع البروتينات بمرحلتين رئيسيتين هما 1- النسخ 2- الترجمة وتوجد بينهما مرحلة يعالج فيها الحمض النووي RNA

ملاحظة يذكران عملية النسخ ضرورية أيضاً لإنتاج جميع أنواع الحمض النووي RNA والتي تختلف بطرائق معالجتها إلا أن الحمض النووي mRNA هو من تحدث له عملية الترجمة.

أولا عملية النسخ



وهي عملية إنتاج جزيء RNA مكمل لجزء من إحدى سلسلتي DNA (تمثل شيفرة وراثية) باستعمال إنزيمات بلمرة RNA

تحدث هذه العملية في النواة وتتألف من ثلاث خطوات هي:

- 1- بدء عملية النسخ
- 2- استطالة RNA
- 3- انتهاء عملية النسخ

الخطوة الأولى بدء عملية النسخ:

1- تبدأ عملية النسخ عند تعرّف بروتينات معينة تسمى عوامل النسخ

تسلسلاً معيناً من النيوكليوتيدات في DNA وهو تسلسل يوجد قبل

نقطة بدء النسخ ومن الأمثلة عليه في الخلايا حقيقية النوى مثل:

(أ) الصندوق كات (CAAT) (ب) الصندوق تاتا (TATA)

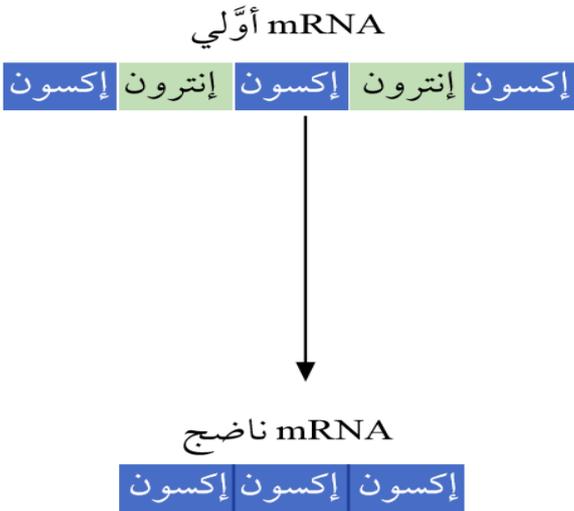
وتعزى تسمية كل منهما إلى النيوكليوتيدات المكونة لهما.

ثانيا معالجة RNA

- يخضع جزيء mRNA الأولي لعملية معالجة في النواة قبل أن يصبح جزيء mRNA ناضجاً يمكن ترجمته

تتضمن عملية المعالجة الآتي:

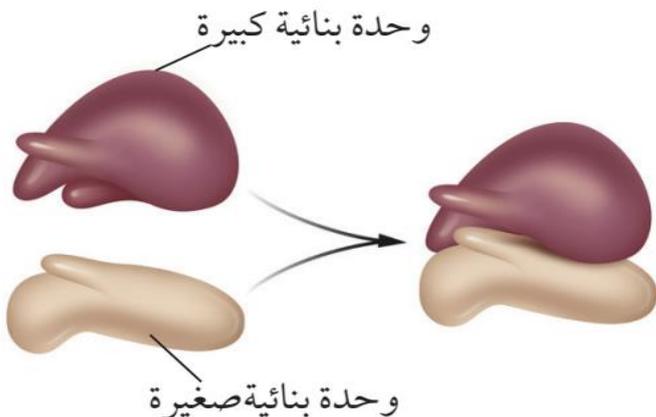
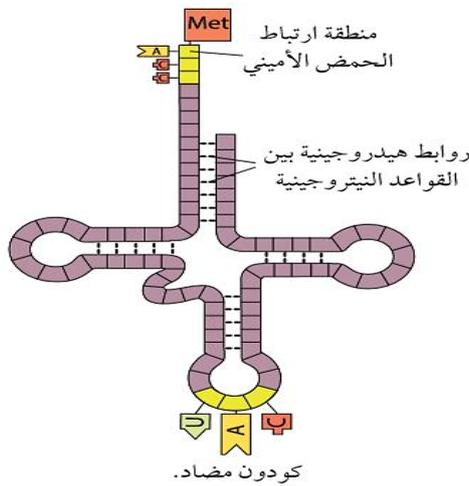
- 1- إزالة قطع من mRNA تسمى كل منها الإنترون وهي أجزاء غير فاعلة في تصنيع البروتين المطلوب ما يعني بقاء الأجزاء الفاعلة في تصنيع البروتين المطلوب والتي يعرف كل منها باسم الإكسون
- 2- بعد ذلك تُربط قطع الإكسون المُتبقية بعضها ببعض
- 3- فينتج جزيء mRNA ناضج يخرج من النواة إلى السيتوبلازم عن طريق الثقوب النووية الموجودة في الغلاف النووي تمهيداً لبدء عملية الترجمة



ثالثا الترجمة

- هي عملية التي تستخدم فيها المعلومات الوراثية التي يحملها mRNA (الناضج) لتصنيع سلسلة عديد الببتيد اسم الترجمة
- يطلق على كل ثلاثة نيوكليوتيدات مُتتابعة في mRNA يمكن أن تترجم إلى حمض أميني أو إشارة توقف (stop) اسم الكودون انظر الشكل اسفل (ليس للحفظ ماعدا كودونات البدء والانتهاء حفظ)

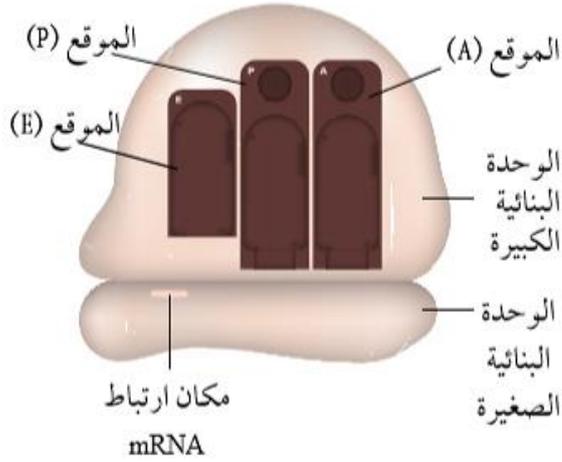
تشمل أنواع RNA على نوع يسمى RNA الناقل (tRNA) وهو المُترجم في هذه العملية انظر الشكل اسفل



تحدث عملية الترجمة بمساعدة الرايبوسومات وهي تراكيب تتكون من البروتينات والحمض النووي الرايبوسومي rRNA

ويتألف كل رايبوسوم من وحدتين إحداهما كبيرة والأخرى صغيرة وهما تجتمعان عند بدء عملية الترجمة انظر الشكل اسفل

يحتوي الرايبوسوم الواحد على ثلاثة مواقع متخصصة لارتباط جزيئات tRNA وهي



1- الموقع (P): يرتبط بـ tRNA الحامل لسلسلة عديد الببتيد التي

تتكون في أثناء عملية الترجمة

2- الموقع (A): يرتبط بـ tRNA الذي يحمل الحمض الأميني الذي

سيضاف إلى سلسلة عديد الببتيد

3- الموقع (E): موقع خروج جزيء tRNA الذي يغادر الرايبوسوم

فارغاً بعد أن يوصل الحمض الأميني

تمر عملية الترجمة بثلاث مراحل رئيسة هي:

3- مرحلة انتهاء الترجمة

2- مرحلة استطالة عديد الببتيد

1- مرحلة بدء الترجمة

أولاً مرحلة بدء الترجمة

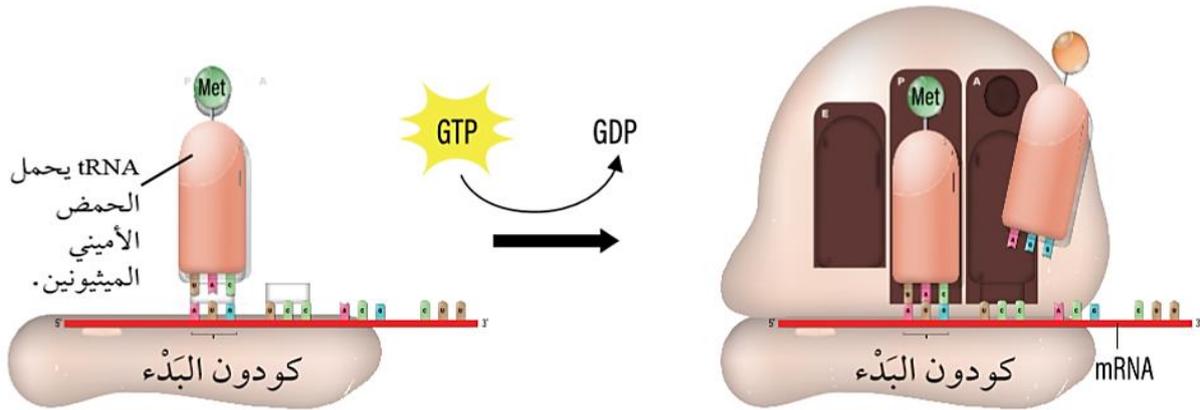
1- يرتبط جزيء mRNA وجزيء tRNA البادئ (الذي يمثل تسلسل النيوكليوتيدات في موقع الكودون المضاد فيه

UAC ويحمل الحمض الأميني الميثيونين) بالوحدة البنائية الصغيرة

2- فتتكون روابط هيدروجينية بين كودون البدء (AUG) في mRNA والكودون المضاد (UAC) في tRNA

3- يلي ذلك ارتباط الوحدة البنائية الكبيرة للرايبوسوم

ملاحظة مهمة يُذكر أن هذه العملية تحتاج إلى عوامل مساعدة وإلى الطاقة المُخزنة في جزيئات غوانوسين ثلاثي الفوسفات GTP.



ثانياً مرحلة استطالة عديد الببتيد

يستطيع الكودون المضاد في أحد جزيئات tRNA أن يتعرف الكودون المُكمل له في جزيء mRNA الموجود في الموقع

(A)

1- يستقبل الموقع (A) في الرايبوسوم جزيء tRNA الذي يحوي الكودون المضاد المُكمل للكودون الثاني في جزيء

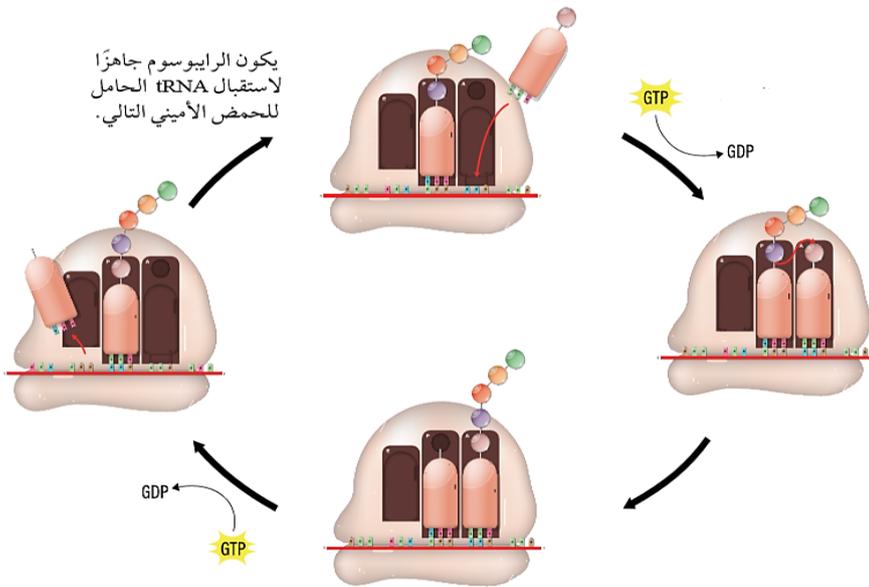
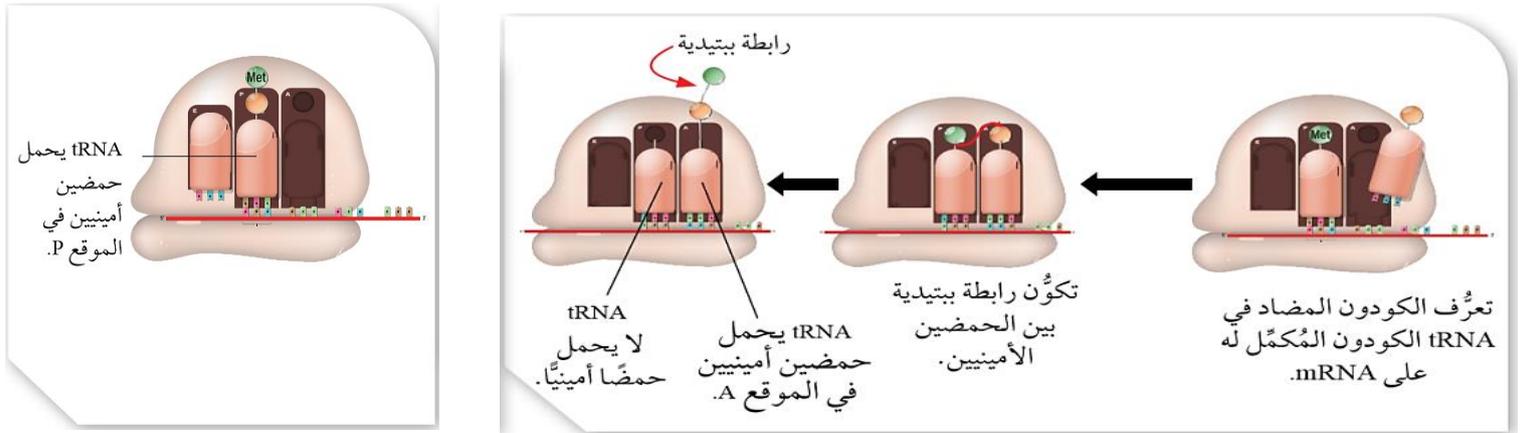
mRNA ويحمل الحمض الأميني الثاني فتتكون رابطة ببتيدية بين مجموعة الكربوكسيل في الحمض الأميني الموجود في

الموقع (P) ومجموعة الأمين في الحمض الأميني الذي يحمله جزيء tRNA الموجود في الموقع (A) وبذلك يكون

الموقع (A) في هذه اللحظة مشغولاً بـ tRNA حاملاً حمضين أميين في حين لا يحمل جزيء tRNA الموجود في الموقع

(P) أي حمض أميني.

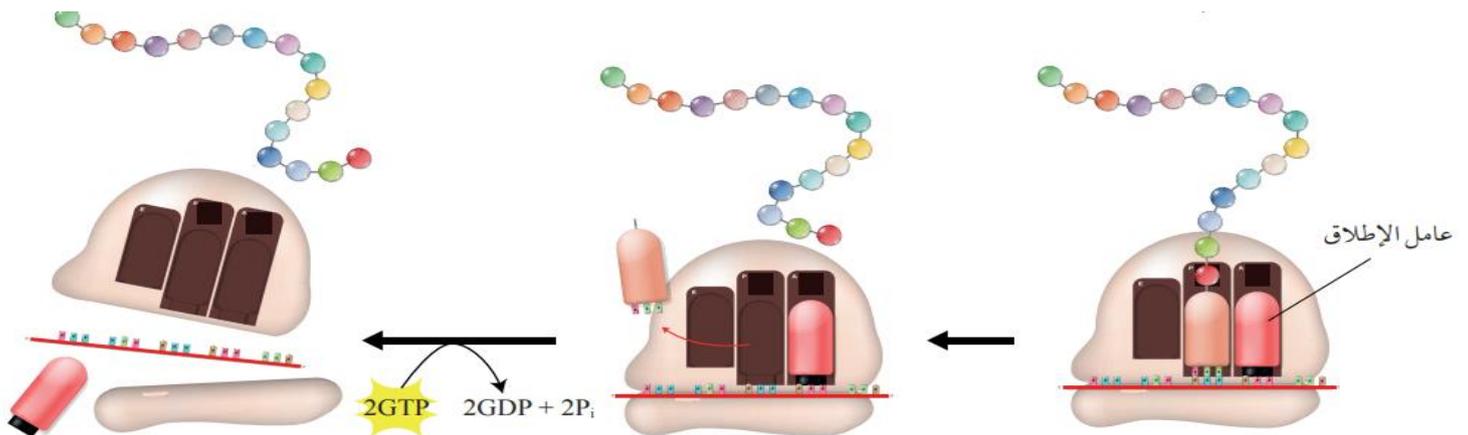
2- يتحرك الرايبوسوم إلى الداخل على سلسلة mRNA بمقدار **كودون واحد من النهاية 5' إلى 3'** ما يؤدي إلى انتقال جزيء tRNA الموجود في الموقع (P) إلى الموقع (E) خارجاً من الرايبوسوم وينتقل جزيء tRNA الموجود في الموقع (A) إلى الموقع (P) فيصبح الموقع (A) فارغاً و جاهزاً لاستقبال جزيء tRNA جديد يحمل كودوناً مضاداً للكودون التالي في جزيء mRNA



ملاحظة تتكرر الخطوات السابقة لإضافة الحموض الأمينية واحداً تلو الآخر وتحتاج مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد عند إضافة كل حمض أميني إلى الطاقة المُخزّنة في جزيئات GTP لكي يتمكن الكودون المضاد في جزيء tRNA من تعرف الكودون في جزيء mRNA وتحريك الرايبوسوم بعد تكون الرابطة الببتيدية انظر الشكل اسفل

ثالثاً مرحلة انتهاء الترجمة :

عند وصول الرايبوسوم إلى أحد كودونات الوقف (UAA) أو (UAG) أو (UGA) في جزيء mRNA فإن الموقع (A) في الرايبوسوم يستقبل عامل الإطلاق عوضاً عن جزيء tRNA فيعمل هذا العامل على تحلل الرابطة بين سلسلة عديد الببتيد المُتكوّنة و جزيء tRNA الموجود في الموقع (P) ما يؤدي إلى تحرر سلسلة عديد الببتيد من الرايبوسوم و ثم انفصال الوحدة البنائية الكبيرة للرايبوسوم وانفصال بقية المكونات

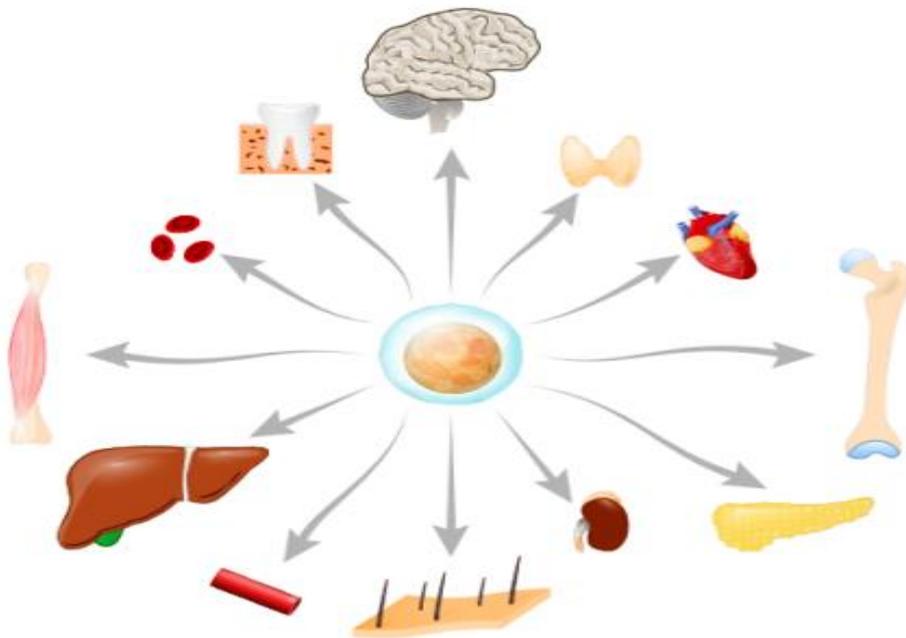


التعبير الجيني

- تستطيع الخلية تصنيع الآف البروتينات المختلفة التي تؤدي كل منها وظيفة خاصة بها
- غير أن الخلية لا تحتاج إلى هذه البروتينات كلها في الوقت نفسه لذا تَعَمَد إلى تنظيم عملية تصنيع البروتينات لا سيما وقت التصنيع والكمية التي تلزمها في عملية تُسمى التعبير الجيني

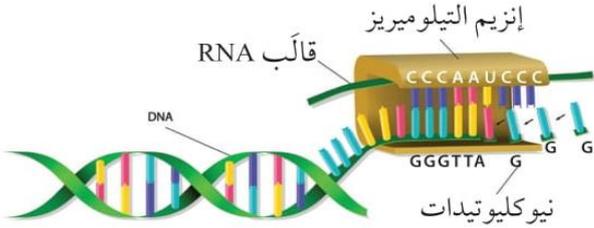
التعبير الجيني: هي عملية تستخدم فيها الخلية المعلومات الوراثية التي يحملها الجين لبناء جزيء RNA أو تصنيع بروتين يؤدي وظيفة محددة في الخلية

- صحيح أن خلايا الكائن الحي عديد الخلايا تحوي كروموسومات تحمل الجينات نفسها لكن تفعيل التعبير الجيني لجينات معينة دون غيرها يُسبب اختلاف البروتينات التي تصنعها خلية ما عن تلك التي تصنعها أخرى استناداً إلى الوظيفة التي تؤديها كل خلية في الكائن الحي
- يؤثر التعبير الجيني في تمايز الخلايا ويعرف التمايز بأنه عملية تتحول فيها الخلايا غير المتخصصة إلى خلايا متخصصة على سبيل المثال في مراحل تكون جنين الإنسان تتمايز الخلايا الناتجة من انقسام الزيجوت إلى خلايا مختلفة الأنواع منها خلايا الكبد والخلايا العصبية
- تطلب عملية تمايز هذه تغيير نمط التعبير الجيني في الخلية فيصبح للخلية نمط مُحدد للتعبير الجيني لا يتغير غالباً طوال مدة حياة الخلية المتخصصة
- يتأثر التعبير الجيني في الخلايا بعوامل داخلية (من جسم الكائن الحي نفسه) مثل الهرمونات وعوامل خارجية (من البيئة المحيطة بالكائن الحي) مثل بعض المواد الكيميائية وعوامل فيزيائية



الإثراء والتوسع

التيلوميرات Telomeres



توجد في نهاية كروموسومات الخلايا حقيقية النوى سلاسل مُتكررة من النيوكليوتيدات الطرفية غير مُشفرة، تعمل على حماية الجينات في نهايات الكروموسومات من الضياع (الشطب) في أثناء الانقسامات المُتكررة للخلية، وتُعرف باسم التيلومير Telomere.

تختلف الكائنات الحيّة حقيقية النوى في ما بينها من حيث عدد النيوكليوتيدات في التيلومير؛ ففي خلايا الإنسان الجسمية - مثلاً - توجد سلسلة من ستة نيوكليوتيدات ('5'-TTAGGG-3')، والسلسلة المكتملة لها، تتكرر عدداً من المرات يتراوح بين (100-1000) مرّة.

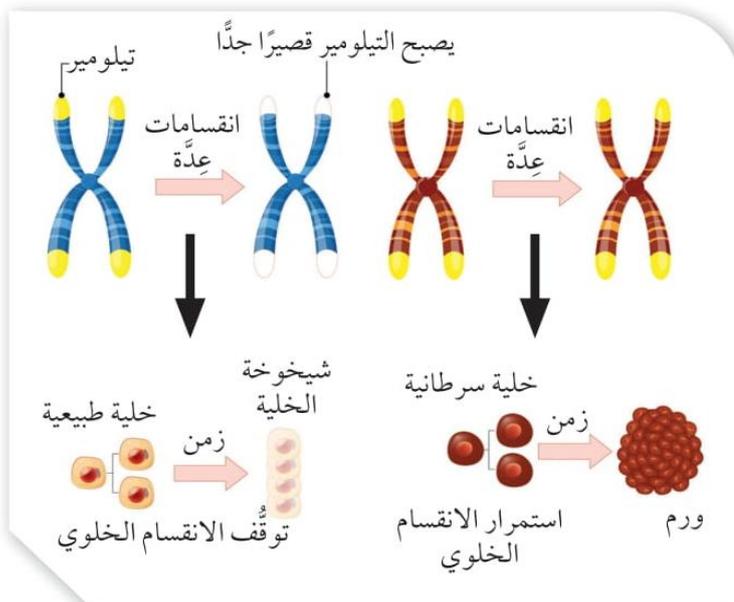
يوجد أيضاً إنزيم يُسمى التيلوميريز telomerase، ويتكوّن من مُعقد (بروتين - RNA)، ويستخدم RNA الموجود فيه قالباً لإضافة سلسلة مُتكررة من النيوكليوتيدات إلى نهاية 3' في الكروموسوم، وهو ينشط في الخلايا الجنينية والخلايا الجسمية الجذعية، ولا ينشط في الخلايا الجسمية الطبيعية المُتمايزة.

بعد إضافة سلسلة مُتكررة إلى نهاية 3' في الكروموسوم، يضيف إنزيم بلمرة RNA البادئ سلسلة بدء إلى السلسلة المُتكررة، ثم يعمل إنزيم بلمرة DNA على إضافة النيوكليوتيدات المُكتملة للسلسلة. تتكرر هذه العملية مرّاتٍ عدّة للحفاظ على طول سلسلة التيلومير، إلّا أنّه لا يُمكن لمعظم الخلايا الجسمية القيام بهذه العملية؛ نظراً إلى عدم وجود إنزيم التيلوميريز فيها، فيقل طول سلسلة التيلومير

في ظلّ الانقسامات الخلية المُتكررة، وتقل قدرتها على الانقسام؛ ما يؤدي إلى شيخوخة الخلية أو موتها.

يُذكر أنّ إنزيم التيلوميريز يكون نشطاً في الخلايا السرطانية؛ ما يحافظ على طول التيلومير فيها، بالرغم من الانقسامات المُتكررة؛ لذا تستمر الخلايا في الانقسام.

أصمّم مَطْوِيّة تعرّض دور التيلوميريز في شيخوخة الخلايا.



← رمز للحرف الكبير في () مثل

← رمز للحرف الصغير في () مثل

مثال إذا علمت ان (T) هو اليل طول الساق سائد على (t) اليل قصر الساق والمطلوب اكتب الطرز () الجينية () لكل من الاتي:

1- نبات طويل الساق نقي:

2- نبات طويل الساق غير نقي:

3- نبات قصير الساق:

← **الصفة لكي تظهر نحتاج الى () على الأقل !** أي ان الصفة =

الليل يعرف بأنه: أحد اشكال جين ما بحيث يتحكم بصفة معينة، واما يكون سائد او متنحي

كان العالم مندل موفقا في وضع قوانينه؛ لانه اتبع الطريقة العلمية في البحث والتجريب والاستنتاج

قوانين العالم مندل

قانون مندل الثاني (التوزيع الحر)

قانون مندل الأول (انعزال الصفات)

كان العالم **مندل** موفقاً لاختياره نبات **البازيلاء** لأداء تجاربه؛ بحيث انها تمتلك نمطين مختلفين للصفة الواحدة (صفات متضادة).

صفات سائدة

صفات متنحية

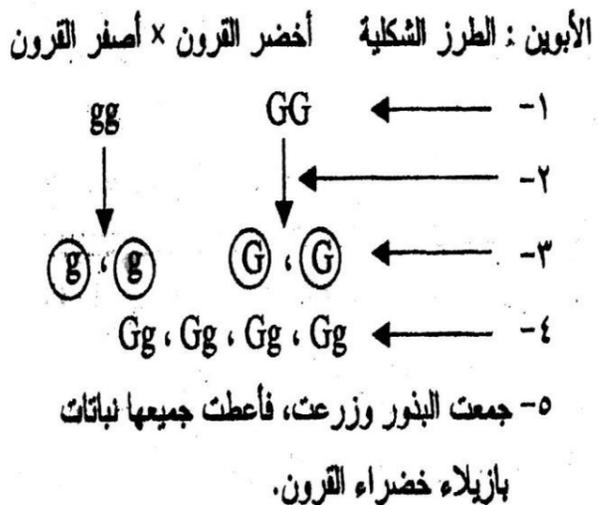
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

اولاً: تجربة العالم مندل على صفة وراثية واحدة (قانون مندل الأول)

مبدأ السيادة التامة (الوراثية) : ينص على أن " اذا اجتمع أليل الصفة السائد وأليل الصفة المتنحية فإن تأثير اليل الصفة السائدة يظهر ولا يظهر تأثير أليل الصفة المتنحية

قانون مندل الأول (انعزال الصفات) : " تنفصل ازواج الأليلات عن بعضها البعض عند تكوين الجاميتات في أثناء الانقسام المنصف " (اهميتة هو دراسة توارث سلوك صفة وراثية واحدة)

سؤال (1): ادرس الشكل المجاور الذي يمثل تزاوج لنبات بازلاء والذي يظهر توارث صفة لون القرون، ثم اجب عما يلي.



1- ماذا تمثل كل من الخطوات (1,3,4).

2- ما نوع الانقسام الذي حدث في الخطوة (2), ولماذا؟

3- لماذا لم تظهر نباتات صفراء القرون في الخطوة (5).

4- ما احتمال ظهور نبات بازلاء اصفر القرون إذا حصل تزاوج في الخطوة (4) ($Gg \times Gg$).

سؤال (2): ما هو احتمال ظهور جاميت ساند من الاتي:

:TT -1

:Tt -2

:tt -3

سؤال (3): ميز بين الصفة السائدة النقية والصفة السائدة الغير نقية من حيث شكل الأليلات في كل منهما.

سؤال (4): فسر عدم ظهور صفات متنحية (قصير الساق) في افراد الجيل الاول من تجربة مندل بينما ظهرت في افراد الجيل الثاني.

سؤال (5): ما هو نسبة ظهور جاميت متنحي من نبات أرجواني الازهار غير نقى؟

أ- 100% ب- 75% ج- 50% د- 25%

سؤال (6): إذا كان ربع الافراد نبات قصير الساق حسب قانون مندل الأول اكتب الطرز الجينية للابوين؟

أ- TT x tt ب- TT x Tt ج- Tt x tt د- Tt x Tt

سؤال (7): إذا كان نسبة الافراد 50% طويل الساق نقى و 50% طويل الساق غير نقى حسب قانون مندل الأول اكتب الطرز الجينية للابوين؟

أ- TT x tt ب- TT x Tt ج- Tt x tt د- Tt x Tt

سؤال (8): أي الاتي يعتبر جاميت لصفة وراثية مندلية واحدة؟

أ- tt ب- Tt ج- TT د- t

سؤال (9): إذا علمت ان G اخضر القرون ساند على g اصفر القرون , اكتب الطرز الجينية للابوين اذا كانت اعداد الافراد الناتجة لنبات بازيلاء هي 878 خضراء القرون , 299 صفراء القرون ؟

أ- GG x gg ب- Gg x Gg ج- GG x GG د- Gg x gg

سؤال (10): إذا كان عدد النباتات في فراد الجيل الأول هو 800 بازيلاء وحدث تلقيح ذاتي لنبات أرجواني غير نقى فما عدد النبات الذي يحمل لون الازهار البيضاء من افراد الجيل الأول؟

أ- 800 ب- 600 ج- 400 د- 200

ثانيا: تجربة العالم مندل على صفتين وراثيتين وأكثر (قانون مندل الثاني)

قانون مندل الأول (التوزيع الحر): ينفصل أليلاً كل صفة وراثية، ويتوزعان بصورة مستقلة عن أليلات الصفة الأخرى عند تكوين

الجاميتات في اثناء عملية الانقسام المنصف

سؤال (1): في نبات البازيلاء، اليل صفة الطول (T) سائدة على اليل صفة القصر (t) واليل صفة اللون الأرجواني في الأزهار (R) سائدة على اليل صفة اللون الأبيض (r)، فإذا تم التلقيح بين نباتين الأول طويل الساق أرجواني الأزهار والثاني طرازه الشكلي غير معروف، نتجت الأفراد التالية:

الشكل	طويل أرجواني	طويل ابيض	قصير أرجواني	قصير ابيض
الأعداد	(15)	(14)	(5)	(6)

- 1- استنتج الطرز الجينية للأبوين للصفاتين معا.
- 2- ما الطرز الجينية لجاميتات الأبوين للصفاتين معا.
- 3- ما الطراز الشكلي للأب الثاني المجهول.
- 4- ما الطرز الجينية لأفراد الجيل الناتج من هذا التلقيح.
- 5- ما نمط او نوع الوراثة لصفة شكل الساق.
- 6- ما نوع او نمط السيادة لصفة شكل الساق.
- 7- كيف تفسر ظهور هذه النتائج.
- 8- ما احتمال ظهور كل من الاتي:
أ- نبات طويل الساق أرجواني الأزهار.
ب- نبات قصير الساق أرجواني الأزهار.

سؤال (2): اجري تلقيح بين نباتي بازيلاء أحدهما يحمل الطراز الشكلي طويل الساق أرجواني والاخر مجهول الطرز الشكلي، فجمعت البذور الناتجة وزرعت، فكانت النتائج كما يلي:

- أ- نبات أرجواني الأزهار طويل الساق، ($\frac{3}{8}$) نبات ابيض الأزهار طويل الساق.
- ب- نبات أرجواني الأزهار قصير الساق، ($\frac{1}{8}$) نبات ابيض الأزهار قصير الساق.

إذا علمت ان أليل الازهار الأرجوانية (R) سائد على أليل الازهار البيضاء (r) وأليل طول الساق (T) سائد على أليل قصر الساق (t) والمطلوب:

- 1- اكتب الطرز الجينية للأبوين لكل صفة على حدة، وللصفاتين معا.
- 2- اكتب الطرز الجينية لجاميتات الآباء للصفاتين معا.
- 3- اكتب الطرز الجينية الناتجة من هذا التلقيح للصفاتين معا.
- 4- اكتب الطراز الشكلي للاب الاخر مجهول الصفة.
- 5- ما نسبة ظهور نبات قصير الساق.
- 6- كيف تفسر ظهور الافراد بالاحتمالات السابقة.
- 7- ما هو احتمال ظهور كل من صفات النباتات التالية في الجيل الناتج:
أ- نباتات ارجوانية الأزهار.
ب- نباتات طويلة الساق بيضاء الأزهار.

سؤال (3): اليك المربع المجاور والذي يمثل تلقيح بين نباتي بازلاء إذا علمت ان أليل طول الساق (T) سائد على أليل قصر الساق (t) وأليل الأزهار الأرجواني (R) سائد على أليل الأزهار الأبيض (r) والمطلوب:

الجاميتات	TR	1	tR	
	TTRR	5	4	3
Tr	8	TTrr	7	6
2		9	ttRR	5
tr	10			ttrr

- 1- ما هي الطرز الجينية للابوين للصفاتين معا.
- 2- رز الجينية للجاميتات رقم 1، 2.
- 3- ما هي الطرز الجينية للأفراد رقم 3، 4 للصفاتين معا.
- 4- ما هي الطرز الجينية للإباء للصفاتين معا.
- 5- ما هو احتمال ظهور الطراز الجيني والشكلي للفرد ذو الرقم (7) من بين الأفراد الناتجة.
- 6- ما الطرز الجينية للجاميتات التي ينتجها الفرد رقم (5).
- 7- ما احتمال ظهور الجاميت (TR) من الفرد ذو الرقم (10).

8- ما نسبة ظهور افراد طويلة الساق إذا تم تلقيح بين الفرد ذو الرقم (8) والفرد ذو الرقم (9).

- عدد أنواع الجاميتات في الخلية الواحدة حسب التوزيع الحر = 2^n ن: عدد الصفات غير النقية

سؤال (4): اليك الطرز الجينية الاتية (AArrDD / aa / AaRr / AARR / AARRDd / AaRrDd / AaRrDD) والمطلوب:

- أ- ما عدد أنواع الجاميتات لكل من الطرز الجينية السابقة؟
- ب- اكتب الطرز الجينية لجاميتات الافراد السابقة؟

سؤال (5): نبات طرازه الجيني هو TtRR فما عدد الجاميتات في الخلية الواحدة حسب التوزيع الحر؟

- أ- 1
- ب- 2
- ج- 3
- د- 4

سؤال (6): نبات طرازه الجيني هو TtRR، كم نوع من الجاميتات يكونها هذا النبات في الخلية الواحدة حسب التوزيع الحر؟

- أ- 1
- ب- 2
- ج- 3
- د- 4

ملاحظة: الجاميت غالباً يحمل اليلا واحداً من كل صفة وراثية

سؤال (7): أي الجاميتات الآتية قد لا تظهر أو لا تنتج من فرد طرازه الجيني هو $AaRRDdCc$ ؟

أ- $aRdC$ ب- $ARDc$ ج- $ARdc$ د- $arDdc$

سؤال (8): أي الجاميتات الآتية قد تظهر أو تنتج من فرد طرازه الجيني هو $AaRRDdCc$ ؟

أ- $aaRdC$ ب- $ARDc$ ج- $ARrdc$ د- $arDdc$

سؤال (9): أي الآتية يعتبر جاميت لصفتين وراثيتين حسب التوزيع الحر؟

أ- RdC ب- $ARDc$ ج- AR د- a

سؤال (10): يمكن أن ينتج من تزاوج فردين يحمل كلاهما الطراز الجيني $AaBB$ لصفتين سائدتين سيادة تامة (حسب التوزيع الحر) فرد طرازه الجيني؟

أ- $AaBb$ ب- $aaBB$ ج- $aaBb$ د- $AABb$

سؤال (11): قد ينتج من تزاوج فردين أحدهما طرازه الجيني $hhrr$ والآخر طرازه الجيني $HHRR$ حسب التوزيع الحر؟

أ- $HHRR$ ب- $HHrr$ ج- $HhRr$ د- $hhRR$

سؤال (12): قد ينتج من تزاوج فردين أحدهما طرازه الجيني $Eett$ والآخر طرازه الجيني $EETt$ حسب التوزيع الحر؟

أ- $EETT$ ب- $eeTt$ ج- $Eett$ د- $EeTT$

سؤال (13): يمثل مربع بانيت المجاور عملية تلقيح بين نباتي بازلاء فاذا رمز لاليل لون الأزهار الأرجواني الرمز (R) والليل صفة الأزهار البيضاء (r)، والرمز (H) ورمز لاليل موقع الأزهار المحورية بالرمز (H) والليل موقع الأزهار الطرفية (h)، والمطلوب:

الجاميتات	RH	1	rH	rh
2	3	RRhh	4	5
rh	RrHh	6	rrHh	7

1- الجينية للجامتات أو الأفراد التي تمثلها الأرقام (1, 2, 3, 4, 5)؟

2- النسبة المئوية لنباتات أرجوانية الأزهار المحتمل ظهورها من تلقيح النبات الممثل بالرقم (6) مع النبات الممثل بالرقم (7)؟

ملاحظة: عند إيجاد نسبة شكلية أو عددية أو احتمال ظهور فرد من دون عمل مربع بانيت؟ **بنفصل - زوج - اضرب** انزل تحت افهمك طالبي العزيز

سؤال (14): ما الصفات الشكلية ونسبها المتوقع ظهورها عند إجراء التزاوجات التالية:

أ- $(RrBb \times RrBb)$ ب- $(rrbb \times RrBb)$ ج- $(RrBb)$

د- $(Rrbb \times$

مع العلم أن: (R) أملس، (r) مجعد، (B) أرجواني، (b) أبيض.

سؤال (15): عند تلقيح نباتي بازلاء يحمل كلاهما الطراز الجيني TtGg فان النسبة المتوقعة في الأفراد الناتجة حسب التوزيع الحر هي؟

د - 9 : 3 : 3 : 1

ج - 1 : 2 : 1

ب - 3 : 1

أ - 1 : 1 : 1 : 1

سؤال (16): تم تلقيح بين نباتي بازلاء وكان أحد الإباء طويل الساق أرجواني الازهار وقصير الساق ابيض الازهر فظهرت جميع افراد الجيل الأول طويلة الساق ارجوانية وإذا تم تلقيح ذاتي لافراد الجيل الأول ظهرت افراد اعداد افراد الجيل الثاني 400 نبات، فما عدد النبات طويل الساق ابيض الازهار من افراد الجيل الثاني؟

د - 25

ج - 75

ب - 175

أ - 225

سؤال (17): إذا حدث تلقيح بين نبات بازلاء طويل الساق أرجواني الازهار أملس البذور غير نقي للثلاث صفات مع نبات اخر طويل الساق غير نقي ابيض الازهار أملس البذور غير نقي فما احتمال ظهور نبات يحمل الصفات الثلاث المتتالية.

د - 32/1

ج - 16/1

ب - 8/1

أ - 2/1

انتقال المعلومات (الصفات) الوراثية من الآباء إلى الأبناء

تتوارث الصفات في الكائنات الحية التي تتكاثر جنسيا عن طريق الجاميتات بحيث:

- تحتوي كل خلية جسدية ثنائية المجموعة الكروموسومية ($2n$) في جسم الإنسان على 23 زوجاً من الكروموسومات (46 كروموسوم) **نصفها من الأم والنصف الآخر من الأب** في حين تكون الجاميتات أحادية المجموعة الكروموسومية ($1n$) وتحتوي 23 كروموسوماً.

- لكل كروموسوم في الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية كروموسوم مُماثل له وهذا ينطبق على أزواج الكروموسومات بدءاً **بالزوج الأول** وانتهاءً **بالزوج الثاني والعشرين** وهي الكروموسومات **الجسمية** وفيها تشغل نفس الجينات المواقع نفسها على الكروموسومين المتماثلين.

- أما **الزوج الثالث والعشرون** يمثل الكروموسومات **الجنسية** فهو في الإنسان **متماثل عند الأنثى (XX) وغير متماثل عند الذكر (XY)** في حين يختلف الكروموسومان الجنسيان X و Y في الحجم انظر الشكل الاتي والذي يمثل المخطط الكروموسومي لخلية جسدية واحدة للإنسان.

من المخطط الكروموسومي للإنسان في الشكل السابق لخلية جسدية واحدة $2n$ استنتج الاتي:

- عدد الكروموسومات الكلي هو (46) كروموسوم

تمثل (23) زوج بحيث يرث الفرد **23 كروموسوم**

من الاب في جاميت ذكري (حيوان منوي) و**23**

كروموسوم من الأم في جاميت انثوي (بويضة).

- كل زوج من هذه الأزواج يحوي على **2 كروموسوم**

(الكروموسوم الواحد 2 كروماتيد شقيق) متماثلين يحمل

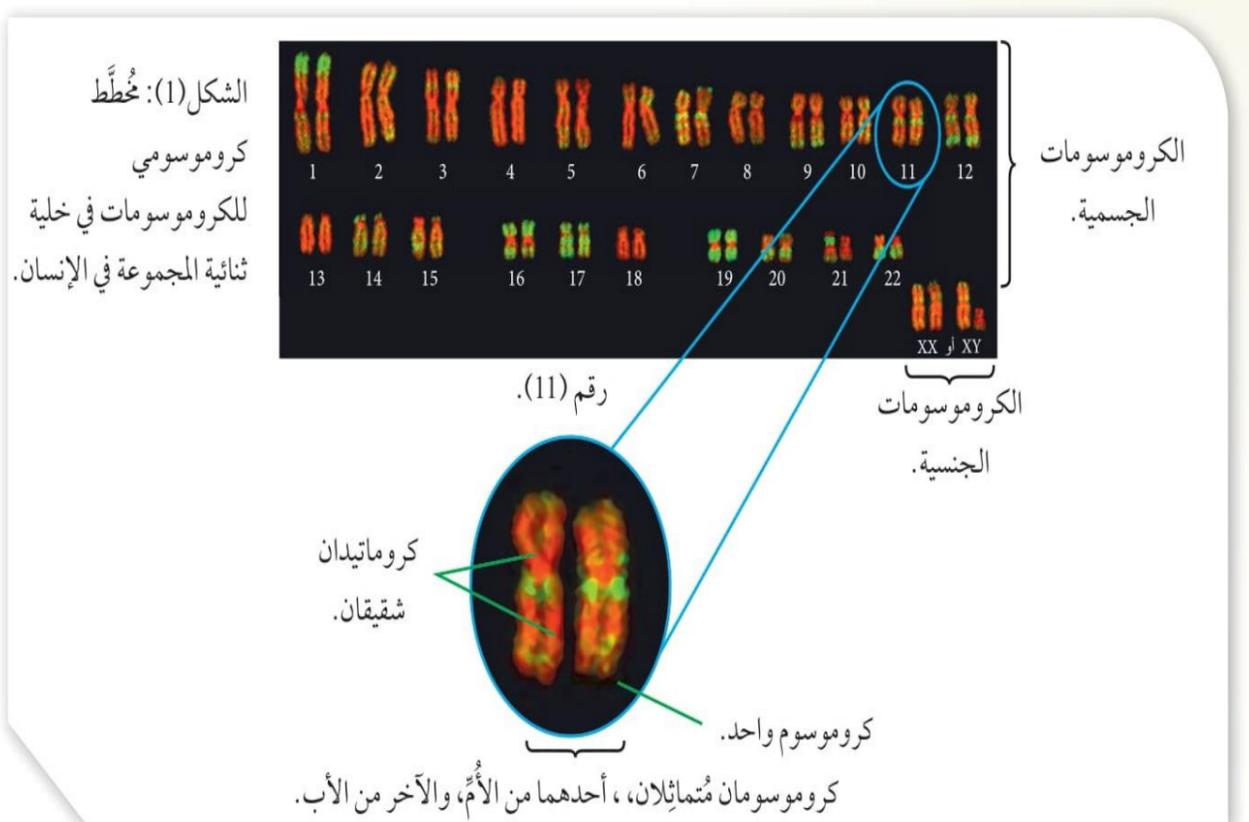
نفس الجينات على نفس المواقع بشكل متقابل

- **الكروموسومات الجسمية عددها (44) كروموسوم**

تبدأ من الزوج 1 وتنتهي عند الزوج 22

الكروموسومات الجنسية عددها (2) وهي تمثل الزوج

23 في الذكر تكون XY والانثى XX



الربط بالتكنولوجيا تصوير الكروموسومات

- 1- تحفّز الخلية للانقسام ثم تضاف مادة كيميائية تعمل على إيقاف حركة الخيوط المغزلية
- 2- ما يثبت الخلية المنقسمة في **الطور الاستوائي**
- 3- بعد ذلك تصور الكروموسومات في هذا الطور باستخدام كاميرا موصولة بمجهر.

التنوع الجيني في الجاميتات

أهمية الانقسام المنصف هي تكوين الجاميتات في الكائنات الحية التي تتكاثر جنسيا بحيث يؤدي دورا في تنوع التراكيب الجينية في الكائنات الحية بحيث:

- 1- يؤثر **الترتيب العشوائي للكروموسومات** في توارث الأليلات المحمولة على كروموسومات مختلفة
- 2- في حين تؤثر **عملية العبور الجيني** في توارث الأليلات المحمولة على الكروموسوم نفسه.

ملاحظة الترتيب العشوائي للكروموسومات

تترتب كروموسومات الأم وكروموسومات الأب ترتيبا عشوائيا في **أثناء الطور الاستوائي الأول** في الانقسام المنصف على سبيل المثال في خلية ما تحوي 4 كروموسومات لفرد طرازه الجيني **AaBb** في دلالة على صفتين مختلفتين مفترضا أن كروموسومات أحد الأبوين تمثلها الكروموسومات ذات **اللون الأزرق**، وأن الكروموسومات الأخرى من الأب الآخر ذات **اللون الأحمر**

لاحظ أن الكروموسومات بما تحمله من أليلات تترتب في أثناء الانقسام المنصف بطريقتين محتملتين هما:

- **الترتيب (أ)** الذي يكون فيه الأليلان (A و B) هما من أحد الأبوين في

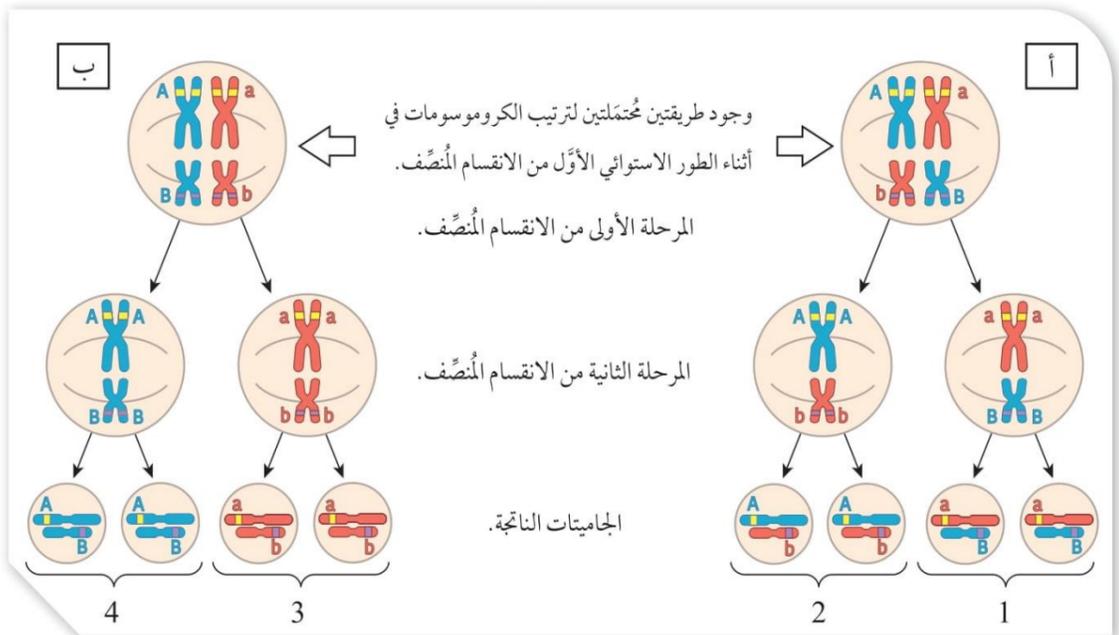
جهتين مختلفتين لينتج جاميتين **Ab, aB**

- **الترتيب (ب)** الذي يكون فيه الأليلان (A و B) هما من أحد الأبوين في

الجهة نفسها لينتج جاميتين **AB, ab**

- فنتج 4 أنواع من الجاميتات يحتوي كل منها على تركيب جيني يختلف

عن التركيب الجيني للجاميتات الأخرى



الاحتمالات: هي التنبؤ بنسبة حدوث حادثة معينة من مجموع عدد الأحداث = **نسبة حادثة معينة** / **مجموع عدد الأحداث**

مثال (1): عند رمي قطعة نقود (لها وجهان صورته وكتابة).

فيكون مجموع الأحداث فيها = 2 [صورة، كتابة]

بالتالي فإن احتمال ظهور الكتابة هو $\frac{1}{2}$ ، بينما احتمال ظهور الصورة هو $\frac{1}{2}$.

• **أقل قيمة للاحتمال تساوي صفرا:** وذلك عندما لا تحدث حادثة مطلقا.

• **أكبر قيمة للاحتمال تساوي واحد:** وذلك عندما لا يوجد للحادثة حدث منافس لها.

مثال (2) قطعة نقود لها وجهي الصورة نفسها فإن احتمال ظهور الصورة يساوي 1 (100%)، واحتمال ظهور الكتابة يساوي 0 أي ان قيمة الاحتمال تتراوح بين (0 - 1).

أهم قواعد الاحتمالات:

1- **قاعدة الإضافة:** تنص على إن مجموع احتمالات حدوث حادثة معينة أو حدوث حوادث بديلة لها هو العدد (1).

أي ان مجموع احتمالات الحدث الواحد يساوي (1).

مثال: مجموع احتمالات رمي قطعة النقود يساوي ($1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$)

2- **قاعدة الضرب:** تنص على إن احتمال حدوث إحداه مستقلة معا في الوقت نفسه، هو ناتج ضرب احتمال حدوث كل منها على حدة.

3- **استقلالية الأحداث في احتمالاتها:** الأحداث السابقة لا تؤثر في احتمالات وقوع الأحداث التي تليها

سؤال (1): قررت عائلة إنجاب ثلاثة أطفال فما احتمال إن يكون جميعهم ذكورا؟

$$8/1 = 1/2 \times 1/2 \times 1/2$$

سؤال (2): إذا قررت عائلة إنجاب طفلين، فما احتمال حدوث كل من الآتي:

أ) أن يكون الطفلان ذكراين . $1/4$

ب) أن يكون الطفل الأول ذكرا، والطفل الآخر أنثى. $1/4$

ج) أن يكون الطفلان أحدهما ذكر، ولآخر أنثى. $1/2$

سؤال (3): دخلت ثلاث نساء مستشفى الولادة بنفس الوقت فما احتمال أن ينجبن ثلاث أولاد؟

$$1/8 = 1/2 \times 1/2 \times 1/2$$

سؤال (4): إذا قررت عائلة إنجاب أربعة أطفال فما احتمال كل من الآتي:

أ) أن يكون أربعة بنات؟ $1/16$

ب) أن يكون بنتين وولدين؟ $6/16$

ملاحظة: إذا طلب السؤال احتمال أي صفة تدل على الجنس مثل (ذكر أو أنثى) يجب ان نضرب الاحتمال بنصف (1/2) اما فرد أو شخص لا نضرب الاحتمال بنصف.

سؤال (5): **اليل لون العيون العسلية (A) ساند على اليل لون العيون الزرقاء (a) فإذا تزوج رجل من فتاة، كلاهما ذا عيون عسلية بصوره غير نقية (Aa).**

أ) ما احتمال أن ينجبا فردا بعيون عسلية. $3/4$

ب) ما احتمال أن ينجبا فردا بعيون زرقاء. $1/4$

ج) ما احتمال أن ينجبا أنثى عسلية العينين. $3/8 = 3/4 \times 1/2$

د) ما احتمال أن ينجبا ذكرا ازرق العينين. $1/8 = 1/4 \times 1/2$

سؤال (6): **تزوج رجل بفتاة، وكان كلاهما يحمل صفة القدرة على ثني اللسان غير متماثلة الأليات (Dd) أجد احتمال إنجاب أنثى غير قادرة على ثني اللسان لهذه العائلة.**

الربط بالزراعة (الوراثة وتحسين الإنتاج الزراعي)

وظف المزارعون مبادئ الوراثة في تحسين الإنتاج منذ أمد بعيد من اجل

- زيادة جودة المحاصيل وكمياتها - ومقاومة المحاصيل مسببات الأمراض

سؤال: **كيف عمل المزارعون على تحسين الإنتاج الزراعي؟**

1- إذ اختاروا سلالات من النباتات تمتاز بصفات مرغوبة لتكثيرها خضريا (لاجنسيا) وكذلك اختاروا سلالات من الحيوانات تمتاز بصفات مرغوبة

2- عملوا على تلقيحها خلطيا ثم تلقيح أفراد النسل الناتج لإنتاج أفراد يمتازون بأكثر من صفة مرغوبة مثل الأبقار التي تنتج كميات وافرة من الحليب واللحوم

ملاحظة: يتعين على المزارعين في هذه الحالة الانتباه إلى الصفات الأخرى فقد تظهر صفات غير مرغوبة ومنتحية

وراثة الصفات غير المنندلية

سؤال: **فسر سبب اختلاف نسب الصفات الوراثية الناتجة من بعض عمليات التزاوج عن تلك التي توصل إليها مندل؟**

1- عدد الجينات المسؤولة عن الصفة

2- وتأثير الأليات بعضها في بعض

3- نوع الكروموسومات التي تحمل جينات صفة معينة

السيادة المشتركة

نمط من الوراثة (غير المندلية) يعبر فيه عن الأليلين معا في حال كان الطراز الجيني غير متمائل الأليلات إذ يظهر تأثير كل منها معا في الطراز الشكلي على نحو مستقل عن الآخر.

من الأمثلة على هذا النمط:

1- وراثة لون الأزهار في نبات الكاميليا

2- وراثة فصيلة الدم تبعا لنظام MN

3- وراثة فصيلة الدم AB حسب نظام ABO

أولا وراثة لون الأزهار في نبات الكاميليا إذ يظهر تأثير أليل لون الأزهار الأبيض (C^W) وأليل لون الأزهار الأحمر (C^R) عند اجتماعها معا فتكون الزهرة الواحدة بيضاء وموشحة باللون الأحمر

لاحظ ان الأليل C^W والأليل C^R كلاهما سائد وعند اجتماعهما معا لا يسود أحدهما على الآخر بحيث يظهر تأثيرهما في الطراز الشكلي.

عند دراسة انتقال الصفات على نبات الكاميليا نجد ان C^R احمر الازهار و C^W ابيض الازهار إذا تم تلقيح بين نباتي من ازهار الكاميليا أحدهما احمر الازهار والآخر ابيض الازهار كما يلي:

- الطرز الشكلية للأباء: احمر الازهار X ابيض الازهار

- الطرز الجينية للأباء: $C^R C^R$ X $C^W C^W$

- الطرز الجينية لجاميات الأباء: C^R, C^R X C^W, C^W

- الطرز الجينية للجيل الأول: $C^R C^W, C^R C^W, C^R C^W, C^R C^W$

- الطرز الشكلية للجيل الأول: 100% نباتات لون ازهارها ابيض وموشحة أحمر

- الطرز الجينية لأفراد الجيل الثاني: $C^R C^R, C^R C^W, C^R C^W, C^W C^W$

- الطرز الشكلية لأفراد الجيل الثاني: ابيض الازهار : احمر و ابيض معا : احمر الازهار

- النسبة العددية لأفراد الجيل الثاني: 1 : 2 : 1

$C^R C^W$



ثانيا وراثة فصيلة الدم تبعا لنظام MN يتحكم في هذه الصفة أليلان يحملان على الكروموسوم 4 وهما

1- الأليل (L^M): مسؤولا عن إنتاج بروتين سكري يسمى مولد الضد M

2- الأليل (L^N): مسؤولا عن إنتاج بروتين سكري يسمى مولد الضد N

الذين يحددان فصيلة الدم وفق هذا النظام اعتمادا على نوع مولد الضد الموجود على سطح خلايا الدم الحمراء كما يلي:

L^N	L^M	♀ ♂
$L^M L^N \frac{1}{4}$ فصيلة الدم MN	$L^M L^M \frac{1}{4}$ فصيلة الدم M	L^M
$L^N L^N \frac{1}{4}$ فصيلة الدم N	$L^M L^N \frac{1}{4}$ فصيلة الدم MN	L^N

- فإذا كان مولد الضد هو M فقط فإن فصيلة الدم هي M

- إذا كان مولد الضد هو N فقط فإن فصيلة الدم هي N

- إذا وجد الاثنان معا فإن فصيلة الدم هي MN (سيادة مشتركة)

لتتبع توارث صفة فصيلة الدم في عائلة فصيلة الدم لكلا الزوجين فيها هي MN وفقا لنظام MN أنظر مربع بانيت المجاور:

ثالثا وراثة فصيلة AB سوف ندرسها لاحقا

الربط بعلم الدم

توجد أنظمة عدة لتحديد فصائل الدم مثل

1- نظام لويس 2- ونظام MN 3- نظام ABO 4- العامل الريزي

ويعتبر كلا النظامين 3 و 4 هي الأنظمة الشائعة والمهمة في عمليات نقل الدم

في بعض الأنظمة ومنها نظام ABO توجد مولدات الضد على سطوح خلايا الدم الحمراء هي التي تحدد فصيلة الدم

سؤال (1): مما يتكون مولد الضد وحدد انواعه حسب نظام MN؟

سؤال (2): إذا علمت ان C^R احمر الازهار C^W ابيض الازهار إذا حدث تلقيح ذاتي بين نباتي كاميليا احمر و ابيض معا فما النسبة العددية للأفراد الناتجة؟

أ – 1:1 ب – 1:3 ج – 1:1:1:1 د – 1:2:1

سؤال (3): إذا كانت نسب الافراد لنبات الكاميليا هي 50% احمر الازهار: 50% احمر و ابيض الازهار معا فما الطرز الجينية للأبوين؟

أ – $C^R C^R \times C^R C^R$ ب – $C^R C^W \times C^R C^W$ ج – $C^W C^W \times C^W C^W$ د – $C^R C^R \times C^R C^W$

سؤال (4): تزوج شاب فصيلة دمه M من فتاة خلايا دمها الحمراء تحمل كلا نوعين مولد الضد حسب هذا النظام فما احتمال انجابهم لطفل ذكر فصيلة دمه M؟

سؤال (5): إذا علمت ان C^B ازرق الريش، C^G اخضر الريش إذا تم مزاجعة ذكر طيور مخطط الريش (ازرق واخضر) من انثى زرقاء الريش والمطلوب:

1- اكتب الطرز الجينية للأبوين؟

2- اكتب الطرز الجينية لجاميتات الإباء؟

3- اكتب الطرز الجينية لأفراد الجيل الأول؟

4- ما هو احتمال ظهور ذكر مخطط الريش؟

5- ما نمط الوراثة لصفة لون الريش؟

6- ما نمط السيادة لصفة لون الريش المخطط؟

سؤال (6): اجري تلقيح بين نباتي كاميليا كلاهما طويل الساق احمر و ابيض معا الازهار فكان عدد النباتات الناتجة 800 من بينها نباتات قصيرة الساق حمراء الازهار كم عدد النباتات طويلة الساق بيضاء الازهار من بين النباتات الناتجة.

أ – 100 ب – 150 ج – 200 د – 300

الآليات المتعددة

هي وجود أكثر من شكلين (أليلين) للجين الواحد

مثل وراثة فصائل الدم حسب نظام ABO بحيث يتحكم في ظهورها ثلاث أليلات هي I^A , I^B , i محمولة على الكروموسوم 9 كما يلي:

1- I^A مسؤولا عن إنتاج مولد الضد (بروتين سكري) A

2- I^B مسؤولا عن إنتاج مولد الضد (بروتين سكري) B

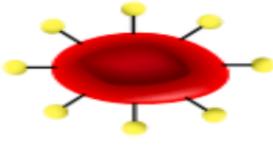
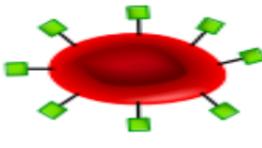
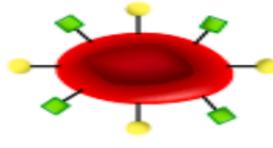
3- الأليل i غير مسؤول عن إنتاج أي نوع من مولدات الضد

ملاحظات مهمة جدا:

-تحتوي خلية الفرد الجسمية على أليلين فقط من هذه الأليلات يرث أحدهما من الأم والآخر من الأب.

-يعتبر نظام ABO أكثر أنظمة تحديد فصائل الدم استخداما في المجال الطبي

- تم تقسيم فصائل الدم حسب نظام ABO اعتمادا على وجود مولد الضد A او مولد الضد B او كلاهما معا او عدم وجودهما على سطح خلايا الدم الحمراء علما بان مولد الضد يتكون من بروتين سكري انظر الجدول الاتي:

O	A	B	AB	فصيلة الدم (الطراز الشكلي)
				خلايا الدم الحمراء
ii	I ^A I ^A أو I ^A i	I ^B I ^B أو I ^B i	I ^A I ^B	الطراز الجيني

نلاحظ من الجدول كل من الاتي:

- يوجد نوعان من مولدات الضد هما (مولد ضد A) و (مولد ضد B) على سطح خلايا الدم الحمراء.
- في فصيلة الدم (A) يظهر وجود مولد الضد (A) ولا يظهر فيها مولد الضد (B) بحيث الطراز الجيني المسؤول عن ظهورها في الطرز الشكلية هما (I^AI^A) متماثل أو (I^Ai) غير متماثل.
- في فصيلة الدم (B) يظهر وجود مولد الضد (B) ولا يظهر فيها مولد الضد (A) بحيث الطراز الجيني المسؤول عن ظهورها في الطرز الشكلية هما (I^BI^B) متماثل أو (I^Bi) غير متماثل.
- في فصيلة الدم (AB) يظهر وجود مولد الضد (A) ومولد الضد (B) بحيث الطراز الجيني المسؤول ظهورها في الطرز الشكلية هو (I^AI^B) سيادة مشتركة.
- في فصيلة الدم (O) يظهر عدم وجود اي مولد ضد على سطوحها بحيث الطراز الجيني المسؤول عن ظهورها في الطرز الشكلية هو (ii) متنحي.
- أليل وجود مولد الضد (I) سائد على أليل عدم وجود مولد الضد (i) وهي سيادة تامة

وللتوضيح اليك المثال التالي:

تزوج شاب فصيلة دمه (A) وفصيلة دم والدته (O) من فتاة فصيلة دمها (B) غير متماثلة الأليلات , والمطلوب :

1- ما الطرز الشكلية للأبوين: الشاب (A) غير متماثل الأليلات X الفتاة (B) غير متماثلة الأليلات

2- ما الطرز الجينية لفصائل دم الأبوين: I^Bi X I^Ai

3- ما الطرز الجينية للجاميتات: I^B, i X I^A, i

4- ما الطرز الجينية لفصائل دم الأبناء: I^AI^B, I^Bi, I^Ai, ii

5- ما هي فصائل دم الأبناء (الطرز الشكلية): O %25, A %25, B %25, AB %25

6- ما احتمال ظهور فرد فصيلة دمه (O): $\frac{1}{4}$

سؤال (1): تزوج شاب فصيلة دمه A وفصيلة دم والدته O من فتاة فصيلة دمها B غير متماثلة الأليلات والمطلوب:

1- ما الطرز الشكلية للأبوين؟

2- ما الطرز الجينية لفصائل دم الأبوين؟

3- ما الطرز الجينية للجاميتات؟

4- ما الطرز الجينية لفصائل دم الأبناء؟

5- ما هي فصائل دم الأبناء (الطرز الشكلية)؟

6- ما احتمال ظهور ذكر فصيلة دمه O؟

سؤال (2): تزوج رجل فصيلة دمه A (متخالف الأليلات) مع فتاة فصيلة دمها AB أكتب:

- 1- الطرز الجينية لفصائل دم الأبوين.
- 2- الطرز الجينية لجاميتات الأبوين.
- 3- ما لطرز الشكلية لفصائل الدم المحتملة للأبناء.
- 4- ما نسبة ظهور فرد فصيلة دمه (A).

سؤال (3): فسر لا يمكن لشخص فصيلة دمه AB ان ينجب طفل فصيلة دمه O؟
سؤال (4): كيف تفسر عدم إنجاب طفل فصيلة دمه AB إذا كانت فصيلة دم أحد الإباء O؟

سؤال (5): فسر تعد وراثه فصائل الدم حسب نظام ABO مثلا على:

- 1- السيادة التامة
- 2- السيادة المشتركة
- 3- الأليلات المتعددة

سؤال (6): تزوج رجل أزرق العينين فصيلة دمه (B) وفصيلة دم والدته (O) من فتاة عسليه العينين فصيلة دمها (O) ولون عيني والدها أزرق. فإذا علمت ان أليل اللون العسلي للعيون (R) سائد على أليل اللون الأزرق للعيون (r) المطلوب:

- 1- اكتب الطرز الجينية للصفاتين معا لكل من الرجل والفتاة
- 2- ما الطرز الجينية المحتملة للأبناء للصفاتين معا
- 3- ما احتمال إنجاب الأبوين لطفل (ذكر) عسلي العينين وفصيلة دمه (O) من بين الافراد
- 4- ما احتمال إنجاب طفلة لون عيونها أزرق وفصيلة دمها O من بين الاناث الناتجة

سؤال (7): طفلان لعائلة واحدة فصيلة دم أحدهما (AB) وفصيلة دم الآخر (O).

- 1- اكتب الطرز الجينية للأبوين
- 2- اكتب الطرز الجينية للأفراد الناتجة
- 3- ما احتمال ان ينجبا طفل آخر فصيلة دمه (O)
- 4- ما احتمال أن ينجبا طفل آخر ذكر فصيلة دمه (O)

سؤال (8): إذا علمت ان العائلة (س) فصيلة دم الاب فيها هي (O) وفصيلة دم الأم هي (AB) , والعائلة (ص) فصيلة دم الاب فيها هي (A) وفصيلة دم الأم هي (B) . وإذا علمت ان فصيلة دم الطفل (أ) هي (O) , وفصيلة دم الطفل (ب) هي (A) , فانسب كل من الطفلين (أ) و (ب) الى العائلة المناسبة والتي ينتمي لها.

سؤال (9): إذا تزوج رجل من فتاة، وكانت فصيلة دم والد الرجل هي (AB) وكانت والدته (O) وكانت فصيلة دم والدة الفتاة (A) متماثلة الأليلات وكانت والدها (B), وانجبا طفلة فصيلة دمها (O) والمطلوب اكتب الطرز الجينية لكل من (الرجل، الفتاه، والدة الرجل، والد الفتاه، والد الفتاه، والطفلة)

سؤال (10): إذا كانت فصائل دم الأبناء لعائلة ما ونسبها 50% B , 25% A , 25% B A وكانت فصيلة دم الأم AB فان الطراز الجيني فصيلة دم الأب هو:

- أ - $I^B i$ ب - $I^A I^A$ ج - $I^A i$ د - $I^B I^B$

سؤال (11): ما الطرز الجينية للأبوين إذا كانت النسب الشكلية للأفراد هي:

أ- B%25, A%25 , AB%25 , O%25

ب- B%25, A%25 , AB% 50

ج- B%50, A%25 , AB%25

د- AB%100

سؤال (12): إذا كانت فصيلة دم كلا الأبوين AB أي فصائل الدم الآتية قد لا تنتج منهما؟

د- (AB.O)

ج- (AB.AB)

ب- (AB.B)

أ- (AB.A)

وعند دراسة انتقال الصفات على نبات الكاميلياء، نجد أن C^R احمر البتلات و C^W ابيض البتلات إذا تم تلقيح بين نباتي من ازهار الكاميلياء احدهما احمر البتلات والآخر ابيض البتلات كما يلي:

- الطرز الشكلية للأباء:

- الطرز الجينية للأباء:

- الطرز الجينية لجاميتات الآباء:

- الطرز الجينية للجيل الأول:

- الطرز الشكلية للجيل الأول:

الجينات المتعددة: تعني صفة تنتج من جينات عدة , اذ ينجم عن كل جين اثر في الطراز الشكلي , بحيث يتحكم في ظهور وراثة تلك الصفات جينين واكثر (فتظهر الطرز الشكلية متفاوتة متراكمة متدرجه عند الانسان والحيوان والنبات.

ومن الامثلة عليها :

1- لون الجلد (البشرة) والشعر والطول والوزن والذكاء عند الانسان.

2- كمية اللحم والحليب أو اللبن وحجم البيضة عند الحيوان.

3- لون البذور في نبات القمح عند النبات.

ولتوضيح ذلك اكثر: بفرض انه يتحكم في انتاج صبغة الميلانين في جسم الانسان (لون البشرة) ثلاث أليالات وهي (A , B , C) او ثلاث جينات هي Aa,Rr,Dd بحيث ينتج من توارثها طرز شكلية متفاوتة متدرجة في لون البشرة كالآتي :

الفرد الاغمق:

الفرد المتوسط:

الفرد الافتح:

مثلا بمنظوري انا احمد الجمال صفة الطول كما يلي:

سؤال (1): مثال اكتب ثلاث طرز جينية لفرد يشبه فردا اخر من حيث لون البشرة طرازه الجيني AaBbRR.

-1

-2

-3

سؤال (2): اليك الطرز الجينية التالية: DDRrBb , DdRrBb , ddRrBB , ddRrbb والتي تمثل صفة توارث لون بذور نبات القمح المطلوب:

1- اي الطرز الجينية الذي يعطي صفة اللون الافتح.

2- اي الطرز الجينية الذي يمثل صفة اللون الاغمق.

3- اي الطرز الجينية السابقة التي لها نفس التأثير في الطراز الشكلي لدرجة اللون.

4- ما نوع هذه الوراثة.

سؤال (3): رتب الطرز الجينية الآتية من الفرد حجم البيضة الأكبر الى حجم البيضة الأصغر.

AaRrDd , aarrDd , AArrDd , aarrdd , AaRRDD

- سؤال (4): إذا حدث تزاوج بين شاب طرازه الجيني AarrDd من فتاه طرازها الجيني AaRrDd لصفة لون البشرة عند الانسان والمطلوب.
- 1- ما هو الطراز الجيني للفرد الذي يمثل أعمق درجة للون البشرة.
 - 2- ما هو الطراز الجيني للفرد الذي يمثل افصح درجة للون البشرة.
 - 3- اكتب ثلاث طرز جينية من الافراد الناتجة لها نفس التأثير في الطراز الشكلي للفرد AaRrDd.
 - 4- ما احتمال ظهور فرد يحمل صفة لون البشرة الاغمق من بين الافراد الناتجة.
 - 5- ما احتمال ظهور فرد يحمل صفة لون البشرة الافصح من بين الافراد الناتجة.
 - 6- ما احتمال ظهور فرد يحمل صفة لون البشرة المتوسط من بين الافراد الناتجة.

سؤال (5): محمد طرازه الجيني هو AaRRDd وكان صديقه هاني يملك نفس التأثير في الطراز الشكلي لهذه الصفة، أي الطرز الجينية الاتية تمثل هاني؟

AARrdd-د

AARRDD -ج

aaRRDD -ب

AARRDd -أ

ملاحظات مهمة جدا خاصة **حول الجينات المتعددة:**

- 1- عدد الأنماط الشكلية لصفة تخضع لها هي (ن + 1) حيث ن تمثل عدد الأليلات.
- 2- إذا طلب السؤال الأنماط الشكلية يجب ان لا يتكرر الطراز الجيني احذر

سؤال (6): ما عدد الأنماط الشكلية للأفراد الاتية علما بانها تخضع للجينات المتعددة:

AaRRDdFf -ج

aarr -ب

AARrDd -أ

سؤال (7): ما عدد الأنماط الشكلية لصفة البشرة عند الانسان علما بانه يتحكم في وراثة الصفة ثلاث جينات مثلا؟

تقسم الكروموسومات في الكائن الحي الى نوعين من الكروموسومات كما يلي:

كروموسومات جنسية

كروموسومات جسمية

عند الطيور (جماعة أبو الريش)

عند الانسان وذبابة الفاكهة (الخل)

الانثى

الذكر

الانثى

الذكر

الانثى هي التي تحدد جنس الجنين من الناحية الوراثية؛ لان طرازها الكروموسومي الجنسي هو () فتننت جاميتات تحوي نصفها الكروموسوم الجنسي () ونصفها الاخر الكروموسوم الجنسي () فتورث () للذكور و () للإناث.

الذكر هو الذي يحدد جنس الجنين من الناحية الوراثية؛ لان طرازه الكروموسومي الجنسي هو () فينتج جاميتات تحوي نصفها الكروموسوم الجنسي () ونصفها الاخر الكروموسوم الجنسي () فيورث () للذكور و () للإناث.

الصفات المرتبطة بالجنس : تعني ان هناك صفات تحمل جيناتها على الكروموسوم **الجنسي (X)** وعدد قليل تحمل جيناتها على الكروموسوم **الجنسي (Y)**.

وبعد دراسة تحديد الجنس في الانسان وذبابة الفاكهة والطيور الان دعونا نوضح كيفية دراسة توارث الصفات المرتبطة بالجنس **والمحمولة على الكروموسوم الجنسي (X)** دون **(Y)** ومن الامثلة عليها:

1- لون العيون في ذبابة الفاكهة (الخل).

2- مرض دوشن عند الانسان.

3- مرض نرف الدم عند الانسان.

4- مرض عمى الالوان عند الانسان.

لكن لو فرضنا ان () **الليل الإصابة بمرض نرف الدم** سائد على () **عدم الإصابة بمرض نرف الدم** اكتب الطرز الجينية لكل من الافراد الاتية:

1- ذكر مصاب:

2- ذكر سليم:

3- ذكر امة مصابة:

4- ذكر أنجب طفلة انثى مصابة:

5- انثى سليمة نقية:

6- انثى سليمة غير نقية:

7- انثى والدها مصاب:

8- انثى انجبت طفل ذكر مصاب:

9- انثى مصابة:

سؤال (1): أجري تلقيح بين أنثى ذبابة فاكهة حمراء العينين متماثلة أجنحتها ضامرة، وذكر ذبابة فاكهة أبيض العينين أجنحته طبيعية غير نقية. فإذا علمت أن أليل صفة العيون الحمراء (R) سائد على أليل صفة العيون البيضاء (r) وأليل صفة الأجنحة الطبيعية (T) سائد على أليل صفة الأجنحة الضامرة (t) والمطلوب:

1- ما الطراز الجيني لكل من الأبوين للصفاتين معا.

2- اكتب الطرز الجينية لجامينات الابوين للصفاتين معا.

3- ما الطرز الشكلية للاناث الناتجة للصفاتين معا.

4- ما احتمال إنجاب إناث ذوات أجنحة ضامرة بين الأفراد الناتجة جميعها.

5- ما احتمال إنجاب إناث ذوات أجنحة ضامرة بين الاناث فقط.

سؤال (2): تزوج شاب فصيلة دمه (O)، والدته مصابة بالعمى اللوني، من فتاه فصيلة دمها (AB) غير مصابة بالعمى اللوني ووالدها مصابا بالعمى اللوني، إذا علمت أن أليل عدم الإصابة بالعمى اللوني (R) سائدا على أليل الإصابة (r) والمطلوب :

1- ما الطراز الجيني (للصفاتين معا) لكل من الشاب والفتاه.

2- ما الطراز الجيني لصفة العمى اللوني لكل من والدة الشاب ووالد الفتاة.

3- ما فصائل الدم المحتملة لأبناء الشاب والفتاة.

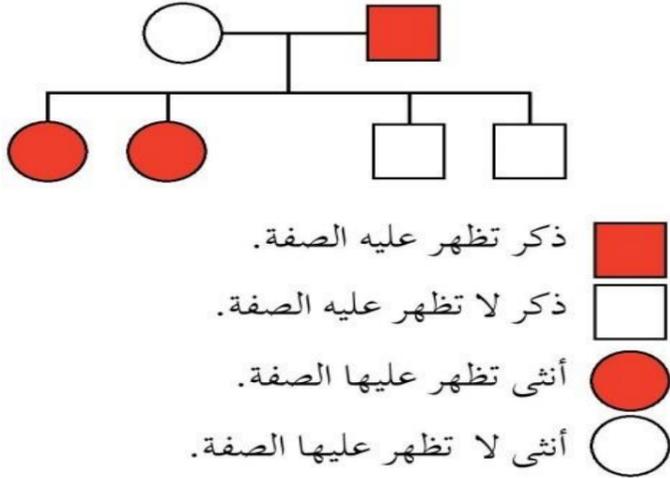
4- ما هو احتمال إنجاب ذكر مصاب بمرض نرف الدم فصيلة دمه (B) من جميع الافراد ومن الذكور فقط.

5- ما نوع الوراثة الغير مندلية لفصيلة دم الفتاة.

سؤال (3): يمثل الجدول التالي جاميتات لأبوين أليل لون الشعر الأحمر (R) سائد على أليل اللون الأسود (r), وأليل عمى الألوان (d) صفة مرتبطة بالجنس والمطلوب:

♀ \ ♂	RX ^D	RY	rx ^D	rY
RX ^D			(1)	
RX ^d				(2)

- 1- ما الطرز الجينية لكل من الأبوين للصفاتين معا.
- 2- ما الطرز الشكلية لكل من الأبوين للصفاتين معا.
- 3- ما الطراز الشكلي للفرد الذي يمثل الرقم (1) بالجدول.
- 4- ما احتمال إنجاب الطراز الشكلي الذي يمثل الرقم (2) في الجدول.

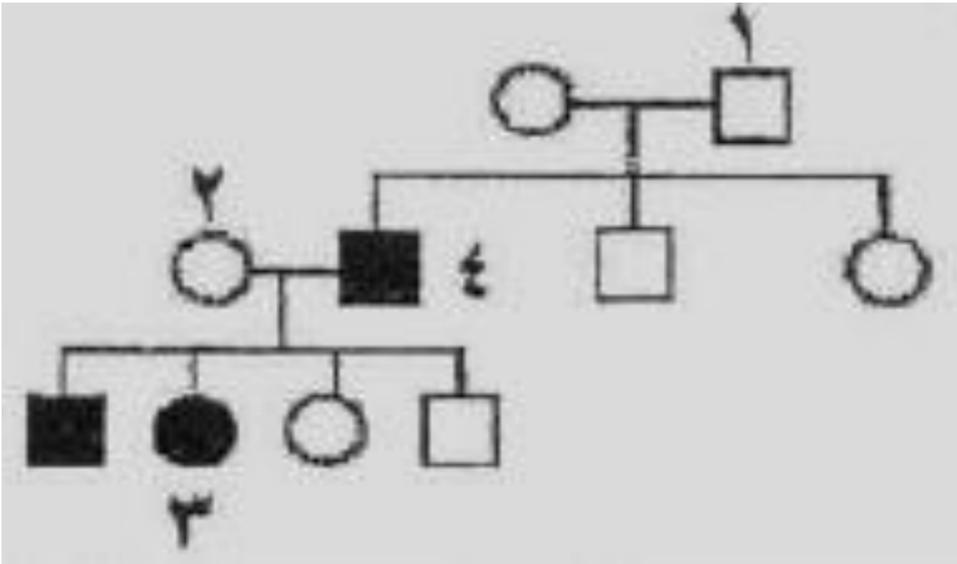


سؤال (4): يوضح مخطط السلالة الآتي سلالة وراثية صفة مرتبطة بالجنس محمولة على الكروموسوم الجنسي (X) في الانسان، إذا علمت أن (G) أليل الصفة السائدة، و (g) أليل الصفة المتنحية، ادرس هذا المخطط ثم أجب عما يليه من أسئلة:

- 1- اكتب الطرز الجينية لكل من الأرقام (1-6).
- 2- لماذا ظهرت الصفة عند الإناث فقط.
- 3- في أي الظروف تستطيع جميع الذكور وراثية هذه الصفة.

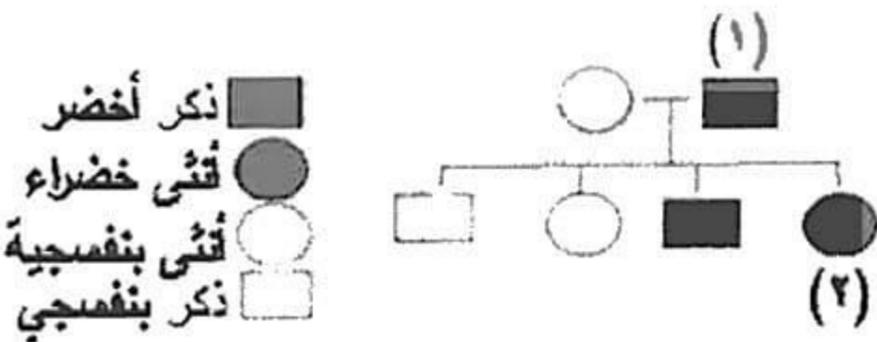
سؤال (5): يبين مخطط سلالة العائلة الآتي وراثية مرض نزف الدم في الإنسان، فإذا علمت أن الدائرة تشير إلى أنثى، والمربع يشير إلى ذكر، ويشير اللون الأسود إلى الإصابة بنزف الدم والأبيض إلى عدم الإصابة، المطلوب:

- 1- اكتب الطراز الجيني لكل من الأفراد (1,2,3) مستخدما الرمز (R) أليل عدم الإصابة والرمز (r) أليل الإصابة بنزف الدم.
- 2- كيف تفسر إصابة الابن رقم (4) بنزف الدم.
- 3- اكتب ارقام الافراد التي تحمل اليل الإصابة ولايؤثر عليها.



سؤال (6): يوضح مخطط السلالة المجاور وراثية صفة سائدة تحمل اليلاتها على الكروموسوم الجنسي X في احدى سلالات الطيور مستخدم الرمز G اخضر الريش و g بنفسجي الريش والمطلوب:

- 1- اكتب الطرز الجينية للأفراد 1 و 2؟
- 2- ما هو احتمال ظهور أنثى بنفسجي من تزاوج فرد 1 و 2؟



الجينات المرتبطة تعني انها مجموعة من الجينات التي تقع على الكروموسوم نفسه (كروموسوم واحد)، بحيث تورث كوحدة

واحدة (مجموعة كاملة) في جاميت واحد من الجيل الى الجيل الذي يليه بحيث لا تخضع لقانون التوزيع الحر.

من الامثلة على الجينات المرتبطة صفتي

1- لون الجسم وحجم الاجنحة لذبابة الفاكهة

2- ولون البذور وشكل البذور لنبات الذره

أولا الجينات المرتبطة دون عبور

- 1- إذا ورد في الجسم المثل (1 و 2) فوق إذا محمولة على كروموسوم واحد كجينات مرتبطة
- 2- نسبة الارتباط تكون 100% بحيث لا تظهر افراد جديدة لانه لم يحدث انفصال للجينات عند تكوين الجاميتات خلال عملية الانقسام المنصف.
- 3- تؤخذ الجاميتات كما هي دون ان نضاعف.
- 4- ظهور نسب الافراد كما يلي:

1:3 بدلا من 1:3:3:9 لابيون كلامها سائد غير نقي للصفات معا . . . $GgTt \times GgTt$

1:1 بدلا من 1:1:1:1 لابيون سائد غير نقي للصفات والأخر متنحي للصفات معا . . . $GgTt \times ggtt$

سؤال (1): في ذبابة الفاكهة اليل لون الجسم الرمادي (G) سائد على اليل لون الجسم الأسود (g) واليل حجم الأجنحة الطبيعي (T) سائد على اليل حجم الأجنحة الضامرة (t) . عند تلقيح ذكر ذبابة فاكهة اسود الجسم ضامر الأجنحة مع أنثى رمادية الجسم طبيعية الأجنحة (غير متماثلة الاليلات للصفات معا) ظهر الآباء بالصفات والأعداد التالية:

- 1- اكتب الطرز الجينية للأبيون (الصفات معا).
- 2- اكتب الطرز الجينية لجاميتات للأبيون (الصفات معا).
- 3- اكتب الطرز الجينية للأفراد الناتجة (الصفات معا).
- 4- كيف تفسر ظهر الافراد بالاعداد السابقة (الصفات معا).

سؤال (2): إذا كان الاليلات B,D مرتبطين على نفس الكروموسوم فان احتمال ظهور الطراز الجيني BBDD في الأبناء الناتجة عند تزواج أبيون طرازهما الجيني BbDd وبفرض لم يحدث عبور جيني (نسبة الارتباط 100%)

الطرز الشكلي	رمادية الجسم طبيعية الأجنحة	سوداء الجسم ضامرة الأجنحة
الأعداد	46	45

سؤال (3): احتمال ظهور فرد طرازه الجيني DdMm لأبيون يحمل أحدهما الطراز الجيني DDmm والآخر DdMm والجينات D, m مرتبطة على نفس الكروموسوم وبافتراض عدم حدوث عبور جيني.

سؤال (4): اجري تزواج بين ذكر ذبابة فاكهة رمادي الجسم طبيعي الأجنحة غير نقي للصفات معا مع أنثى مجهولة الطراز الجيني والشكلي، فظهرت الأفراد بالنسبة الآتية

240 رمادية الجسم طبيعية الجناح , 80 سوداء الجسم ضامرة الجناح

إذا علمت أن أليل الأجنحة الطبيعية (T) سائد على أليل الأجنحة الضامرة (t) وأليل لون الجسم الرمادي (G) سائد على أليل لون الجسم الأسود (g) والجينات (T , G) مرتبطان على نفس الكروموسوم والمطلوب :

- 1- اكتب اكتب الطرز الجينية لكل من الذكر والانثى للصفات معا.
- 2- الطرز الجينية لجاميتات الآباء للصفات معا .
- 3- اكتب الطرز الجينية للأفراد الناتجة من هذا التزاوج
- 4- فسر لماذا ظهرت الافراد بالنتائج والاعداد السابقة.
- 5- ما احتمال ظهور فرد يحمل الصفات المتنحية من بين جميع الافراد الناتجة.

ثانيا الجينات المرتبطة مع حدوث عبور

- 1- إذا ورد في الجسم المثل (1 و 2) فوق إذا محمولة على كروموسوم واحد كجينات مرتبطة
- 2- نسبة الارتباط اقل من 100% بحيث تظهر افراد جديدة لانه يحدث انفصال للجينات عند تكوين الجاميتات خلال عملية الانقسام المنصف.
- 3- هنا عند إيجاد الجاميتات نضاعف ثم عمل عبور جيني (ضرب تبادلي).
- 4- نسبة الارتباط = مجموع اعداد الافراد التي تشبه الإباء / المجموع الكلي X 100%
- 5- نسبة العبور = مجموع اعداد الافراد الجديدة الإباء / المجموع الكلي X 100%
- 6- المسافة بين الجينات المرتبطة هي نفس نسبة العبور لكن بالوحدة الخريطة الجينية.
- 7- لاتنسى العبور تحدث بين كروماتيدان غير شقيقان لزوج الكروموسومات المتماثلة في الطور التمهيدي الاول من الانقسام المنصف.

سؤال (1): في ذبابة الفاكهة الليل لون الجسم الرمادي (G) سائد على الليل لون الجسم الأسود (g) والليل حجم الأجنحة الطبيعي (T) سائد على الليل حجم الأجنحة الضامرة (t) عند تلقيح ذكر ذبابة فاكهة اسود الجسم ضامر الأجنحة مع أنثى رمادية الجسم طبيعية الأجنحة (غير متماثلة الاليلات للصفاتين معا) ظهر الآباء بالصفات والأعداد التالية:

الطراز الشكلي	رمادية الجسم طبيعية الأجنحة	سوداء الجسم ضامرة الأجنحة	رمادية الجسم ضامرة الأجنحة	سوداء الجسم طبيعية الأجنحة
الأعداد	46	45	4	5

- 1- اكتب الطرز الجينية للأبوين (الصفاتين معا).
- 2- اكتب الطرز الجينية للجاميتات للأبوين (الصفاتين معا).
- 3- اكتب الطرز الجينية للأفراد الناتجة (الصفاتين معا).
- 4- ما نسبة الارتباط والعبور والمسافة بين الجينات المرتبطة.
- 5- كيف تفسر ظهر الافراد بالاعداد السابقة (الصفاتين معا).

سؤال (2): الطراز الجيني الذي تؤدي فيه عملية العبور الى تكوين طرز جينية جديدة للجاميتات او الافراد هو

أ - GgTT ب - GgTt ج - Gggt د - GGTt

سؤال (3): متى تحدث عملية العبور اثناء الانقسام المنصف؟

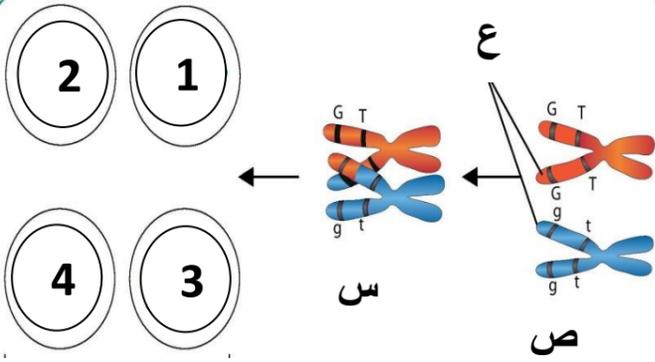
اثناء عملية الانقسام المنصف عندما تتقابل الكروماتيدات الاربعة لزوج الكروموسومات المتقابلة وقبل ان تنفصل الى الجاميتات المختلفة

سؤال (4): اذا علمت ان الاليل (A) المسؤول عن ظهور اللون في نبات الذرة سائد على الاليل (a) المسؤول عن عدم ظهوره والاليل (R) المسؤول عن صفة البذور الملساء سائد على الاليل (r) المسؤول عن صفة البذور المجعدة , فاذا اجري تزاوج بين نباتين فكانت النتائج كما هو مبين في الجدول الاتي :

جاميتات الابوين	(1)	Ar	(2)	ar
← ar	AaRr		aaRr	
النسبة المئوية للابناء	47,8 %	% 2, 2	% 2, 2	47,8 %

- 1- ما هي الطرز الجينية للجاميتات المشار اليها بالارقام (1 , 2).
- 2- ما مقدار كل من نسبة العبور والارتباط.
- 3- ما هو الطراز الشكلي للفرد الذي يمثله الرقم (3).
- 4- ما احتمال ظهور افراد ملونة مجعدة البذور.

سؤال (5): ادرس الشكل المجاور والذي يمثل جينات مرتبطة على كروموسوم ثم اجب على مما يلي:



1- ماذا تمثل كل من الاجزاء بالرموز (ص)، (ع).

2- ما اسم الخطوة المشار اليها بالرمز (س).

3- اكتب الطرز الجينية للجاميتات المشار اليها

بالارقام (1)، (2)، (3)، (4)

4- ما اهمية الخطوة المشار اليها بالرمز (س)

من الناحية الوراثية.

5- متى تحدث عملية العبور الجيني في الانقسام

المنصف.

سؤال (6): إذا علمت ان عدد الافراد الكلي هو 400 فرد والافراد ونسبة الافراد الجديدة (الناتجة من العبور) هي 25% وعدد الافراد التي تحمل صفات رمادية اللون طبيعية الجناح هي 151 فما هي اعداد الافراد التي تحمل صفات سوداء الجسم ضامرة الجناح.

الخريطة الجينية

تعني هي خريطة تحدد مواقع الجينات وترتيبها طوليا على الكروموسوم وذلك باستخدام ظاهرة ارتباط الجينات وعملية العبور الجيني (الانفصال).

1- تزداد نسبة حدوث او ظهور تراكيب جينية جديدة وذلك إذا زادت المسافة بين موقع جينين مرتبطين على الكروموسوم بحيث تزداد نسبة العبور الجيني.

2- دائما نسبة العبور والارتباط والمسافة بين الجينات ثابتة , لان كل جين له موقع وثابت ومحدد على الكروموسوم , لذلك اي تغير في تركيب الجين او موقعه

سوف يؤدي الى طفرة.

3- يمكن تحديد مواقع الجينات وترتيبها طوليا على الكروموسوم وذلك بمعرفة نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة (العبور) وظاهرة الارتباط الجيني.

4- يعبر عن (1%) من نسبة حدوث التراكيب الجينية الجديدة الناتجة عن العبور الجيني بين جينين مرتبطين على الكروموسوم بوحدة خريطة جينية واحدة.

5- أعلى نسبة عبور (انفصال) هي ابعد مسافة بين جينين مرتبطين على كروموسوم وهي أقل نسبة ارتباط. (والعكس صحيح).

6- نسبة الارتباط = [100% - نسبة حدوث تراكيب جينية جديدة من العبور الجيني]

نسبة العبور = [100% - الارتباط]

7- وحدة القياس المستخدمة لحساب المسافة بين جينين مرتبطين على الكروموسوم هي الوحدة الخريطة الجينية. (وحدة مورغانية).

8- أهمية الخريطة الجينية، هو تحديد مواقع الجينات وترتيبها طوليا على الكروموسوم

اثناء رسم أي خريطة جينية يجب ان نراعي الاتي:

1- نأخذ أعلى مسافة ثم 2- أقل مسافة 3- تصاعدي من المسافة الأقل حتى نصل المسافة الأعلى

يجب ان نتأكد من الخريطة بجمع المسافات داخل الخريطة = مجموع المسافات بين الجينات إذا لم يكن كذلك نخرج أقل مسافة الى جهتها ثم نعيد الترتيب.

سؤال (1): الجينات الأربعة (D,C,B,A) مرتبطة على كروموسوم واحد , وأن نسبة الانفصال (العبور) بين الجينين A و D = 8% وبين الجينين A و C = 4% ونسبة الارتباط بين الجينين B و D = 98% وبين الجينين B و C = 94% .

1- ما ترتيب الجينات على الكروموسوم.

2- أي الجينين يكون بينهما أقل نسبة ارتباط؟ وما مقدارها.

3- أي الجينين يكون بينهما أقل نسبة عبور؟ وما مقدارها

4- ما مقدار المسافة بين الجينين (D و C).

سؤال (2): يمثل الجدول المجاور نسبة الارتباط ونسبة العبور والمسافة بوحدة خريطة بين 4 جينات، والمطلوب:

المسافة	نسبة الانفصال	نسبة الارتباط	الجينات
		90%	H , F
	13%		H , E
	15%		F , M
		95%	M , H
3			F , E

1- كم يبعد الجين H عن الجين M.

2- ما ترتيب الجينات المتكررة على طول الكروموسوم

3- حدد اي الجينين بينهما أكبر نسبة تكرار لعملية العبور، وما مقدارها؟

سؤال (3): إذا علمت أن نسب حدوث تراكم جينية جديدة ناتجة من العبور الجيني بين الجينات المرتبطة على النحو الآتي:

(A, K) = 8%, (D, C) = 4%, (R, D) = 12%, (L, D) = 14%

(د) R, D (ج) L, D (ب) K, A (أ) D, C

أثر البيئة في تحديد جنس بعض أنواع الزواحف

أذكر العوامل البيئية التي تؤثر على بعض الصفات الوراثية في الكائن الحي؟

1- الحرارة 2- التغذية 3- التعرض لأشعة الشمس مدة طويلة

فمثلاً تتحكم درجة الحرارة في تحديد الجنس في بعض الزواحف مثل التماسيح ومعظم السلاحف وبعض أنواع السحالي؛ فيتحدد الجنس تبعاً لدرجة حرارة حضانة

البيوض المخصبة في مراحل معينة من التكوين الجيني ويطلق على هذه الدرجة اسم **درجة الحرارة المحورية Tp** وهي درجة حرارة معينة ومناسبة لإنتاج

الذكور والإناث في بعض أنواع الزواحف ويُعرف أيضاً هذا النظام بتحديد الجنس المعتمد على درجة الحرارة **TSD**

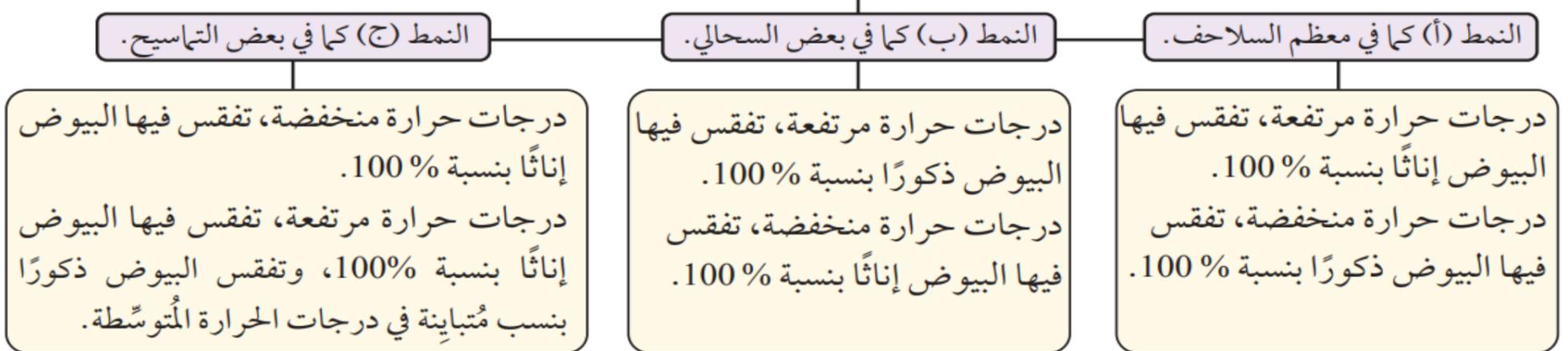
فعند وضع البيوض فإنها لا تتعرض لدرجة الحرارة نفسها بحسب موقعها فيتأثر نشاط الإنزيمات الضرورية لتصنيع الهرمونات الأنثوية والذكورية التي تؤدي دوراً

في تمايز كل من المبيض والخصية مثل إنزيم أروماتيز.

توجد ثلاثة أنماط لتحديد الجنس المعتمد على درجة الحرارة في الزواحف وفي هذه الأنماط تُحدد درجة الحرارة المحورية الجنس لأنواع

مختلفة من الزواحف بنسب متساوية انظر المخطط الآتي:

أنماط تحديد الجنس المعتمد على درجة الحرارة في أنواع مختلفة من الزواحف

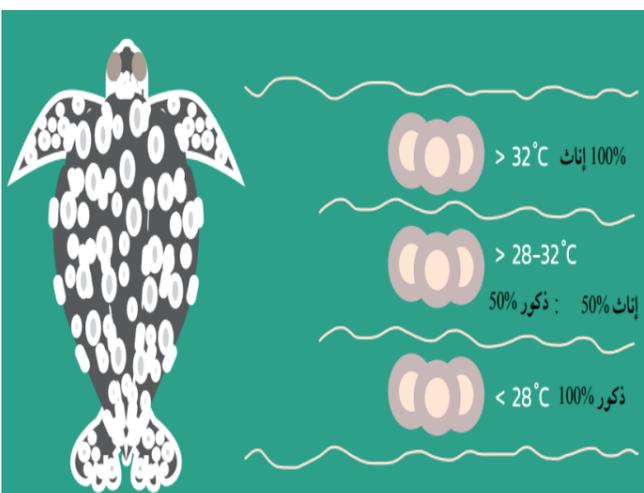


ولفهم ذلك أكثر مثلاً تأثير تغير درجات الحرارة على تحديد جنس السلاحف كما يلي

1- إذا وضعت بيوضها المخصبة في بيئة درجة حرارتها أكثر من 32°C فإن جنس البيوض سوف يفس 100% إناث

2- إذا وضعت بيوضها المخصبة في بيئة درجة حرارتها أقل من 28°C فإن جنس البيوض سوف يفس 100% ذكور

3- إذا وضعت بيوضها المخصبة في بيئة درجة حرارتها بين 28°C و 32°C فإن جنس البيوض سوف يفس بنسبة متساوية بين الذكور والإناث 50% ذكور : 50% إناث وتسمى درجة الحرارة المحورية



سؤال (1): ما الذي يؤثر في تحديد جنس بعض أنواع الزواحف وفي أي المراحل يتحدد جنسها؟

سؤال (2): سم الانزيم المسؤول عن التأثير في الهرمونات الجنسية لدى الزواحف؟

سؤال (3): كيف تأثر درجة الحرارة المرتفعة جدا في جنس السحالي؟

سؤال (4): على أي درجة حرارة تفقس فيها بيوض التماسيح في بيئتها ذكور؟

سؤال (5): كيف يتأثر تحديد جنس السلاحف في المكان التي تضع فيها بيوضها المخصبة؟

الربط بالتكنولوجيا فك قفل الهاتف المحمول ببصمة الإصبع

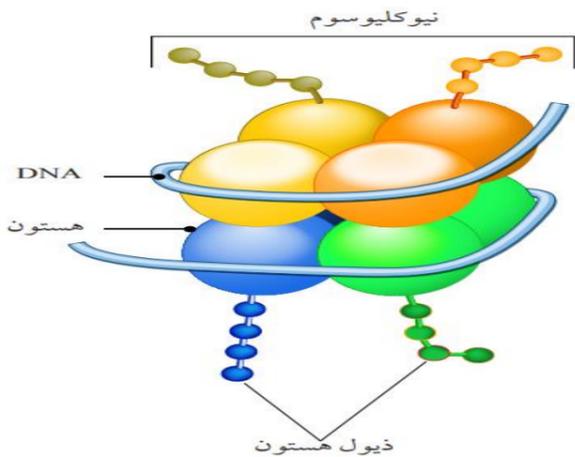
قال تعالى: (بَلَىٰ قَادِرِينَ عَلَىٰ أَنْ نُسَوِّيَ بَنَاتَهُ) [سورة القيامة، الآية 4].

عند محاولة فك قفل الهاتف المحمول ببصمة إصبع غير تلك التي استخدم في تحديدها فإن الهاتف سيظل مقفلا؛ إذ تختلف بصمات الأصابع في اليد الواحدة للشخص نفسه بالرغم من وجود الجينات نفسها في الأصابع جميعها وبالمثل تختلف بصمات الأصابع بين التوائم المتطابقة التي تنتج من بويضة مخصبة واحدة، بالرغم من احتوائها على المادة الوراثية نفسها وتفسير ذلك أن الأجنة في الرحم تتعرض لعوامل بيئية مختلفة (مثل موقع الجنين في الرحم)؛ فتختلف الأصابع في ملامستها الغشاء الرهلي في أثناء تشكل بصماتها في المراحل المبكرة من الحمل ثم تظل بعد ذلك ثابتة ومميزة طوال الحياة.

سؤال فسر كيف تختلف بصمات الأصابع في التوائم المتطابقة؟

الوراثة فوق الجينية

دراسة تبحث في التعديلات على التعبير الجيني أو الطرز الشكلية في الكائن الحي والتي تحدث من دون تغيير تسلسل النيوكليوتيدات في الجين (DNA).



يمكن تغيير التعبير الجيني للجين كما يلي:

أ- تنشيطه فيكون جينا نشيطا

ب- إيقافه عن العمل فيكون جينا صامتا

تفسر الوراثة فوق الجينية تصنيع البروتينات التي تميز خلية معينة دون غيرها من الخلايا فمثلا **الخلايا العصبية** تصنع بروتينات تختلف عن تلك التي تصنعها خلايا أخرى في الجسم بالرغم من أن جميع الخلايا الجسمية في الإنسان لها نفس التسلسل من النيوكليوتيدات في جزيء DNA.

جميع الخلايا الجسمية في الإنسان لها نفس التسلسل من النيوكليوتيدات في جزيء DNA.

من الأمثلة على آليات الوراثة فوق الجينية التي تؤثر في التعبير الجيني:

1- إضافة مجموعة الأستيل إلى بروتين الهستون إذ يلتف جزيء

DNA **مشدودا** حول بروتين الهستون ويطلق على التركيب الناتج من

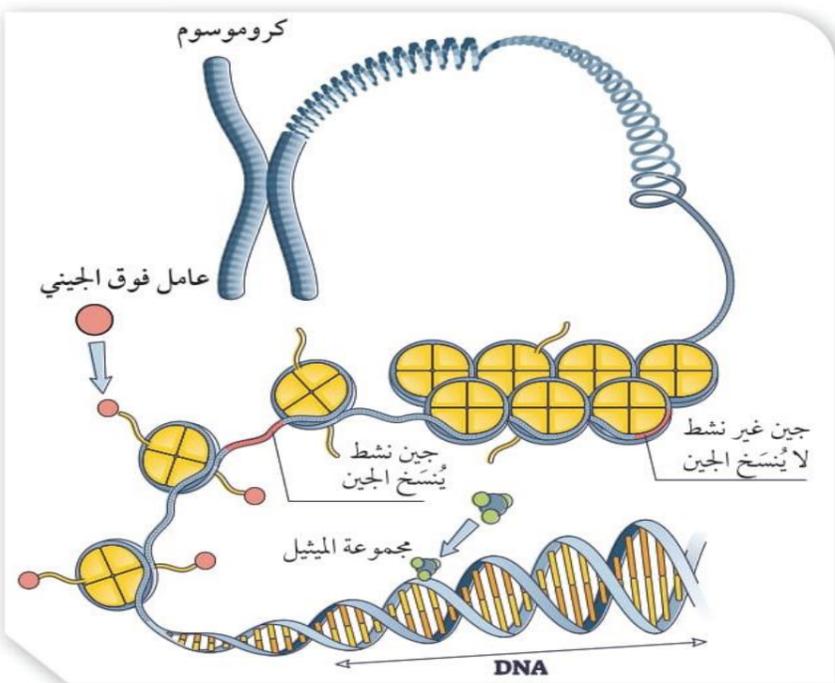
ذلك اسم **النيوكليوسوم** تعمل إضافة مجموعة الأستيل إلى ذيول بروتين

الهستون على ارتخاء التفاف جزيء DNA حول هذا البروتين فيصبح

الجين نشطا ويمكن نسخه

2- إضافة مجموعة الميثيل إلى جزيء DNA **فيصبح الجين غير نشط**

(مشدودا حول بروتين الهستون) ولا يمكن نسخه (صامت)



أجرى العلماء تجربة على نوع من الفئران الهدف منها دراسة تأثير مجموعة المثيل على التعبير الجيني في الفئران وذلك بإحضار مجموعتين من الأمهات الحوامل اللاتي يحملن أجنة متماثلة في طرازها الجيني وتخصيص نظام غذائي مختلف لكل من الأمهات في المجموعتين كما يلي:

- **المجموعة الأولى:** احتوى النظام الغذائي للأمهات في هذه المجموعة على حمض الفوليك الذي يعد مصدراً لمجموعة الميثيل فكانت الفئران الناتجة ذات فراء بني وغير سميئة (طبيعية)

- **المجموعة الثانية:** كان النظام الغذائي خالٍ من وجود حمض الفوليك فكانت الفئران الناتجة ذات فراء أصفر وسميئة ومصابة بأمراض أخرى وقد فسّر العلماء ذلك (التجربة) بأن مجموعة الميثيل التي يحويها النظام الغذائي لفئران المجموعة الأولى تمثل عاملاً من عوامل الوراثة فوق الجينية.

تفسّر الوراثة فوق الجينية الاختلاف في الصفات بين التوائم المتطابقة كما يلي:

- فقد يعاني أحد التوأمن أمراضاً معينة لا يعانيها الآخر

- وقد يصبح أحدهما رياضياً والآخر رساماً

- وقد يختلفان في السمات الشخصية كأن يكون أحدهما خجولاً عكس الآخر

صحيح أنها يحملان ترتيب النيوكليوتيدات نفسه في جزيء DNA ولكن يختلف التعبير الجيني لكل منهما بسبب:

1- قد يختلفان في النظام الغذائي

2- قد يختلفان في الأنشطة البدنية والاجتماعية

3- قد يختلفان في الرعاية الطبية

4- ومن ثم يوجد ارتباط لعوامل فوق جينية عند أحدهما تختلف عن تلك المرتبطة عند الآخر في أي مرحلة من مراحل حياتهما

وقد أظهرت بعض الدراسات أنه كلما تقدم الإنسان في السن ظهرت فروق أكثر في عوامل الوراثة فوق الجينية بين التوائم المتطابقة

الربط بالصحة الوراثة فوق الجينية والسرطان

أحدثت الوراثة فوق الجينية سبقاً علمياً فيما يختص بتفسير أسباب الإصابة بالسرطان فقد تؤثر عوامل الوراثة فوق الجينية في الجينات المثبطة للأورام فتصبح غير نشطة (صامتة) ما يؤدي إلى انتشار الأورام.

وكذلك وجد العلماء أنّ عوامل الوراثة فوق الجينية في الخلايا السرطانية تُظهر نمطاً مختلفاً عنه في الخلايا الطبيعية ما يدل على أن هذا التغيير في النمط هو سبب الإصابة بالسرطان

سؤال (1): ما تأثير العوامل الوراثة فوق الجينية على الآتي:

- المادة الوراثة DNA (الجين) - البروتين الناتج في الخلايا

سؤال (2): ما نتيجة حدوث الآتي:

- إضافة مجموعة الاستيل على الجين

- إضافة مجموعة الميثيل على الكروموسوم

سؤال (3): مما يتكون النيوكليوسوم؟

سؤال (4): فسّر كل من الآتي:

- ظهور فراء لونها أصفر وسميئة في الفئران

- اختلاف بعض الصفات بين التوائم المتطابقة على الرغم من أن لهما نفس DNA

سؤال (5): كيف تؤثر بعض العوامل فوق الجينية في حدوث السرطان؟

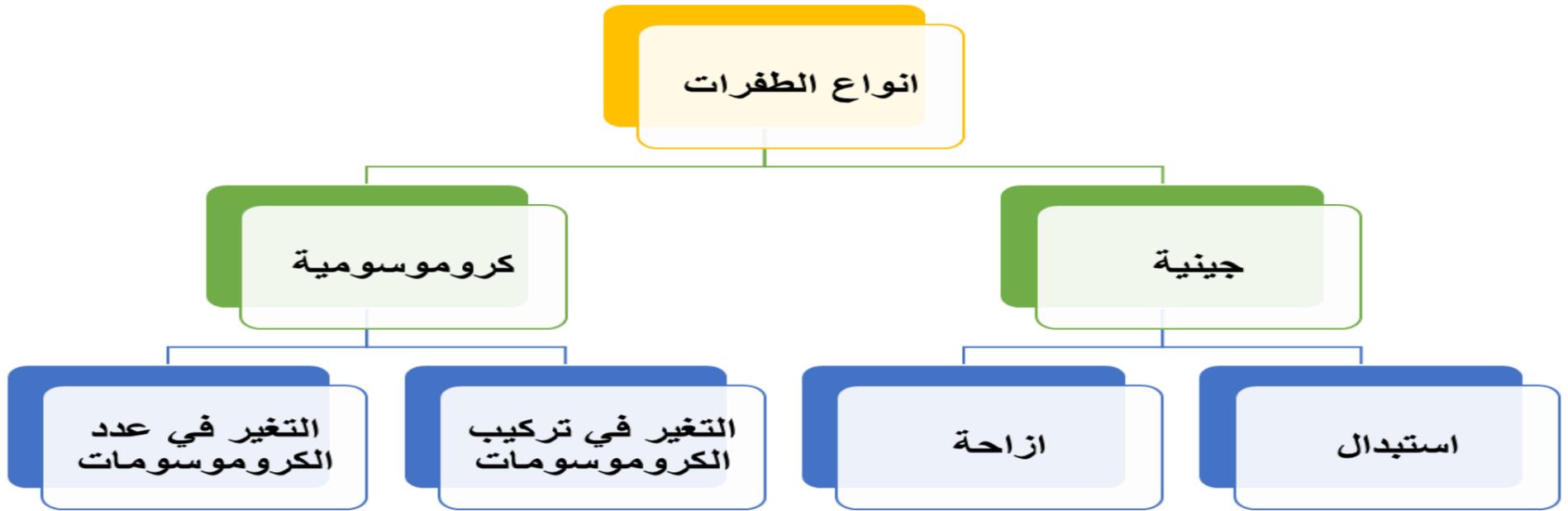
الطفرة هي تغير في المادة الوراثية (DNA) تحدث في أثناء تضاعف DNA أو في أثناء الانقسام من الأسباب التي تزيد فرصة حدوث الطفرات هي تعرض خلايا الكائن الحي الى:

1- عوامل كيميائية ضارة مثل: سموم بعض الفطريات، والتبغ

2- عوامل فيزيائية مثل: الأشعة السينية X والأشعة فوق البنفسجية UV.

ملاحظة مهمة جدا **تُورث الطفرة** في حال حدثت في الجاميتات أو في الخلايا التي تُنتجها (الخلايا الجنسية) اما التي تحدث في الخلايا الجسمية (الرئة / القلب / المعدة / الأمعاء . . . الخ) **لا تورث للأبناء**

أنواع (تصنيف) الطفرات التي تحدث في الكائن الحي



أولا الطفرة الجينية

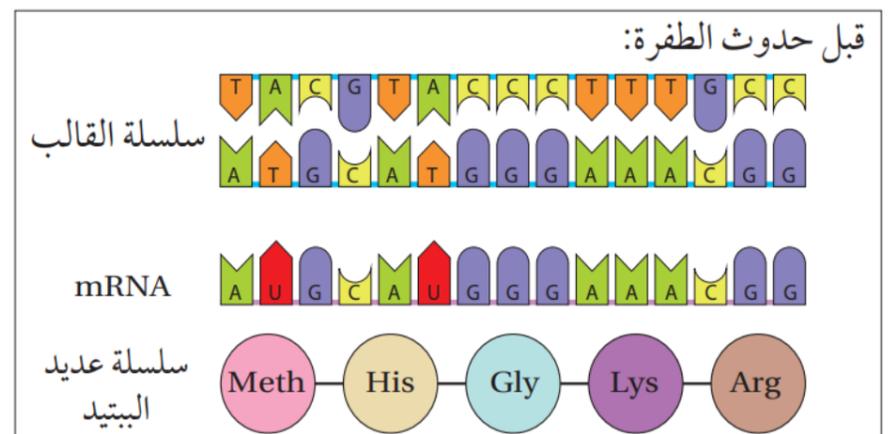
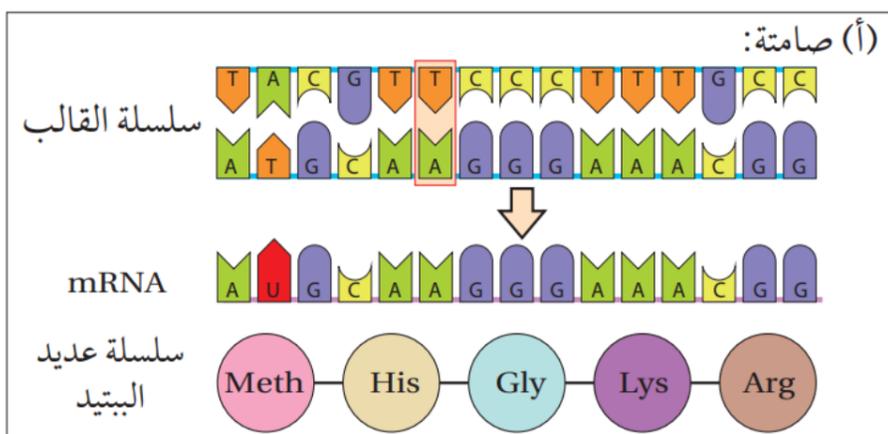
هي التغير في تسلسل النيوكليوتيدات في جين معين في جزيء DNA وهي نوعان طفرة **استبدال** وطفرة **إزاحة**.

أ- طفرة الاستبدال هي استبدال زوج من النيوكليوتيدات بزواج آخر في جزيء DNA ما يؤدي إلى تغير تسلسل النيوكليوتيدات في كودون واحد فقط من جزيء DNA فيتغير كودون واحد في جزيء mRNA المنسوخ

1- الطفرة الصامتة

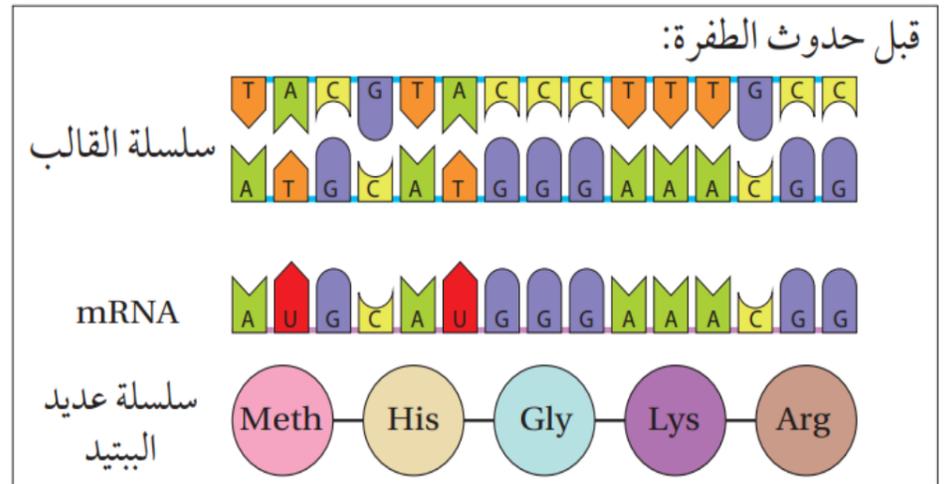
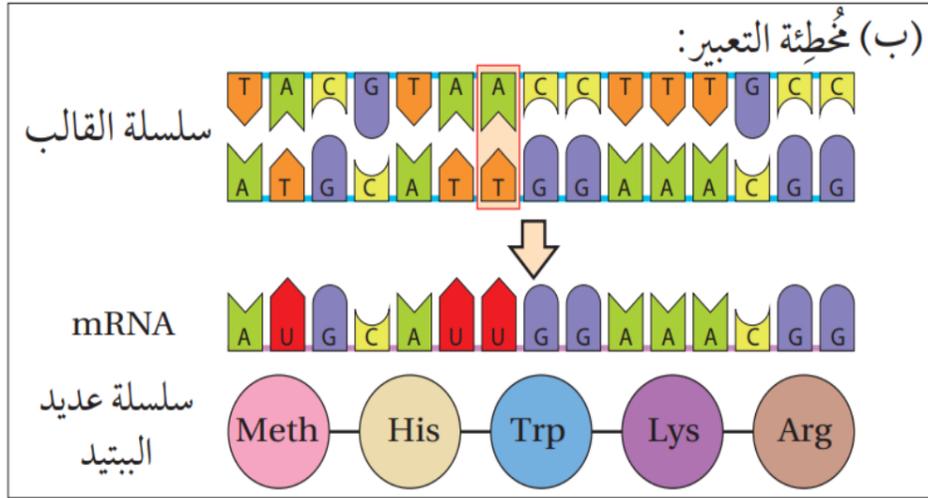
وتحدث عند استبدال زوج بزواج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA فيتغير كودون الى كودون اخر في جزيء mRNA يترجم إلى الحمض الأميني نفسه.

ملاحظة: الحمض الأميني قد يشفر بأكثر من كودون فإن هذه الطفرة لا تؤثر في تسلسل الحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة (البروتين الناتج)



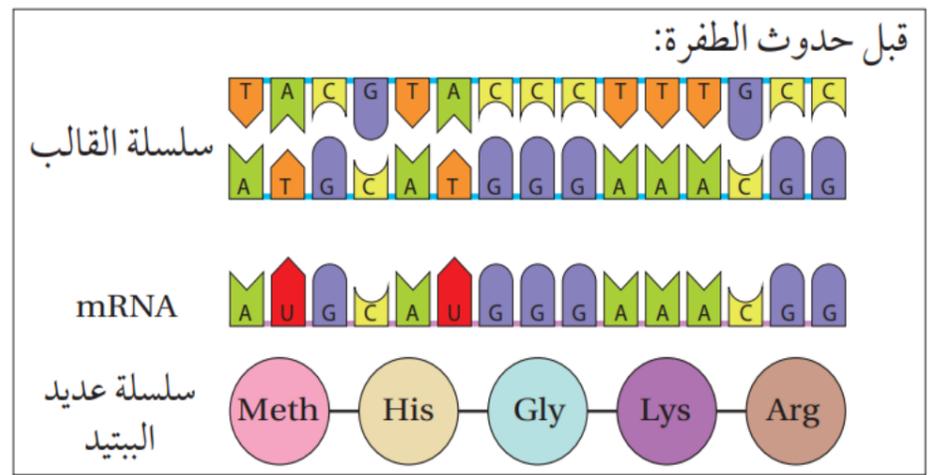
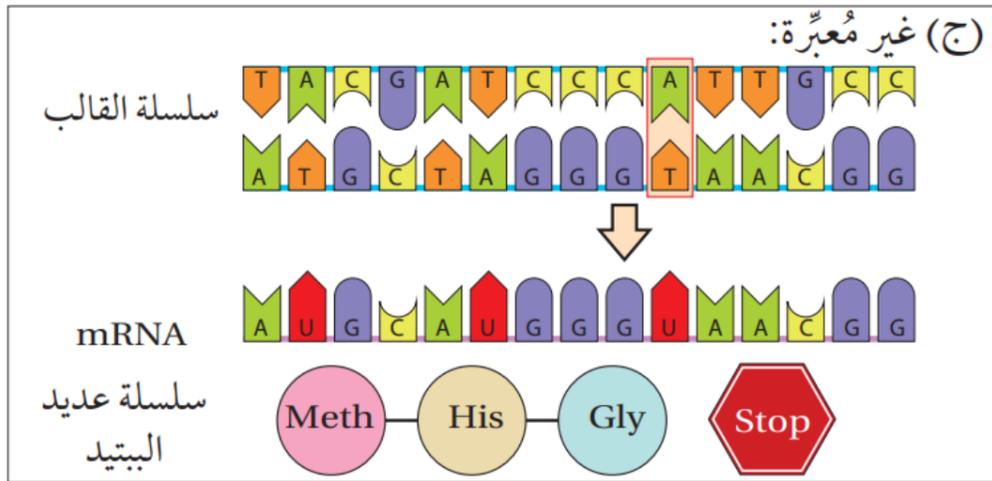
2- الطفرة مخطئة التعبير

وتحدث عند استبدال زوج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA فيتغير كودون الى كودون اخر في جزيء mRNA يترجم إلى حمض أميني جديد ما يؤدي إلى تغير تسلسل الحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة



3- الطفرة غير المعبرة

تحدث عن استبدال زوج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA فيتغير الكودون في جزيء mRNA إلى كودون وقف الترجمة فتنتج سلسلة عديد ببتيد غير مكتملة (بروتين ناقص)



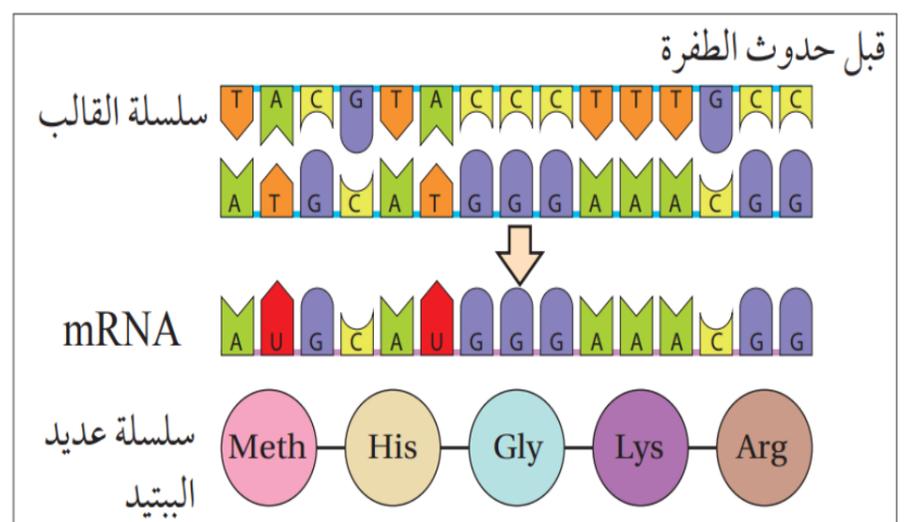
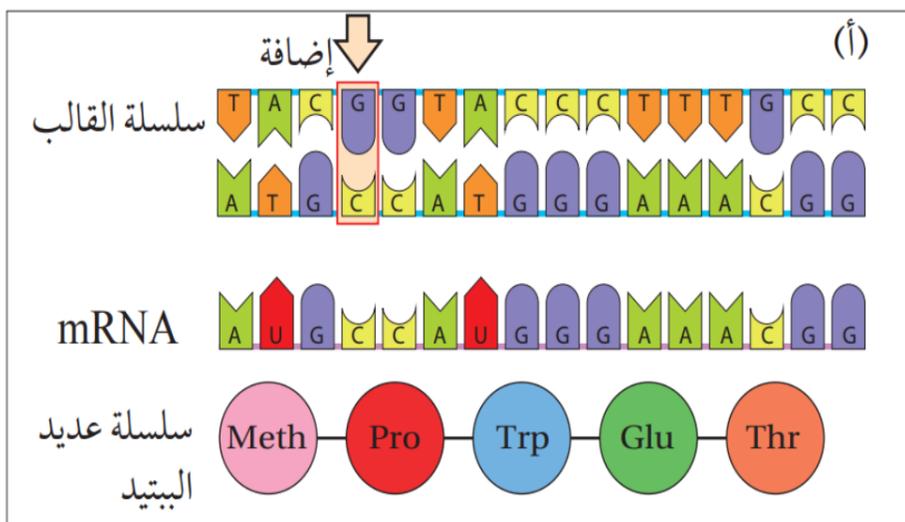
ملاحظة: كودونات وقف الترجمة هي $UAA / UAG / UGA$ تعمل على إيقاف عملية بناء البروتين ككل

ب - طفرة الإزاحة

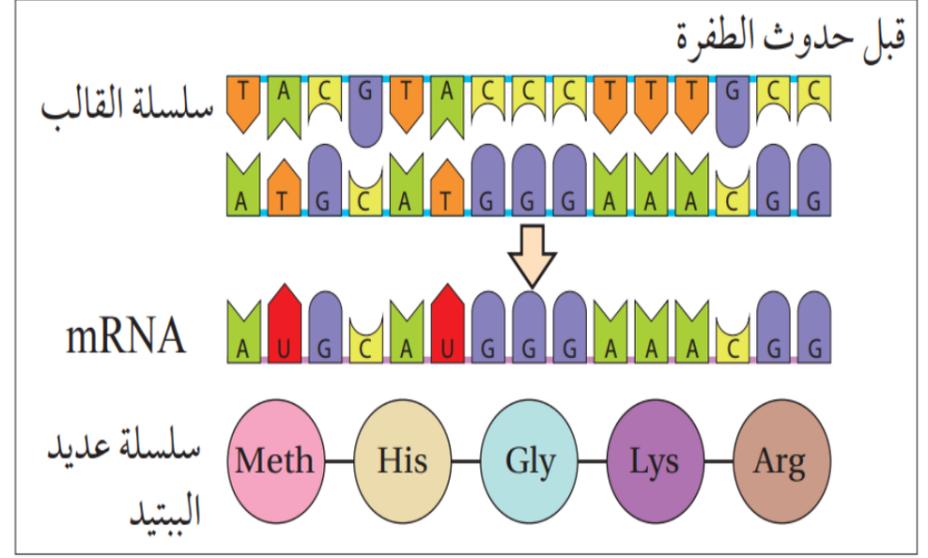
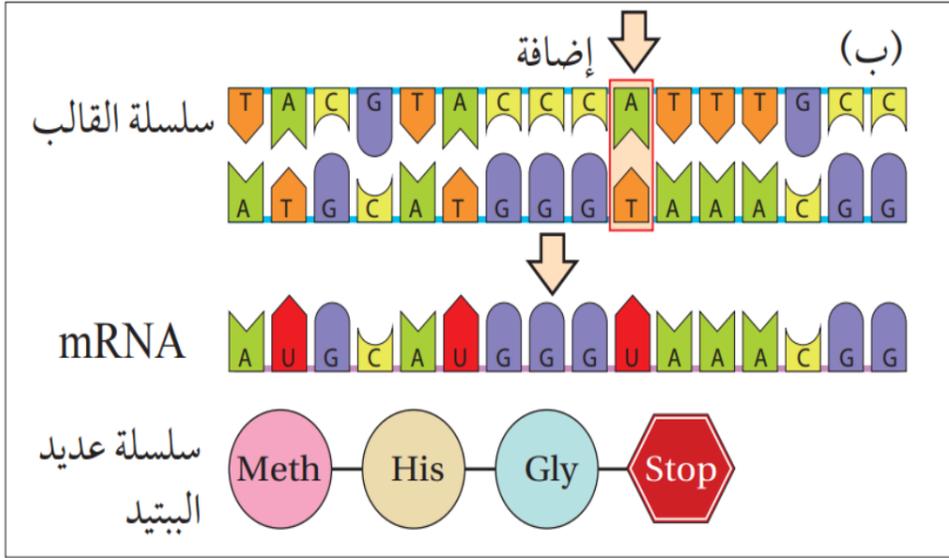
وهي حذف زوج أو إدخال (أضافة) أكثر من النيوكليوتيدات في جزيء DNA (بأعداد ليست من مضاعفات الثلاثة) ما يؤدي إلى تغير تسلسل النيوكليوتيدات في كودون أو أكثر في جزيء DNA فتحدث إزاحة الكودونات في جزيء mRNA المنسوخ

تأثير طفرة الإزاحة في سلسلة عديد الببتيد (البروتين الناتج)

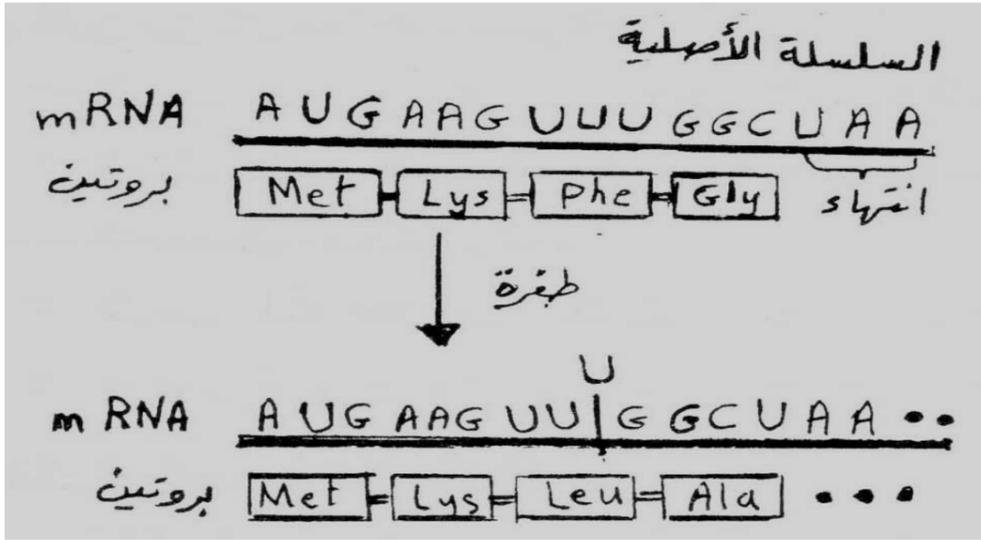
1- حدوث اضافة ازواج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA يؤدي الى تغير تسلسل جميع الكودونات التي تلي مكان حدوث طفرة الإزاحة ما يؤدي إلى إنتاج سلسلة عديد ببتيد تحوي تسلسلاً من الحموض الأمينية يختلف في السلسلة الأصلية



2- وقد ينتج من اضافة ازواج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA انتاج كودون وقف الترجمة فنتج سلسلة عديد ببتيد (بروتين) غير مكتملة



سؤال: يبين الشكل التالي سلسلة أصلية من جزيء الحمض النووي الرايبوزي الرسول mRNA, وتسلسل الحموض الأمينية في البروتين الناتج قبل حدوث الطفرة وجزيء mRNA بعد حدوث الطفرة, المطلوب:



1- هل الطفرة الجينية التي حدثت إزاحة أم استبدال؟
الإجابة: طفرة إزاحة

2- هل تأثير هذه الطفرة في بناء البروتين كبير؟ ولماذا.
الإجابة: التأثير كبير, لأن فقد زوج من النيوكليوتيدات يسبب تغييرا في سلسلة الشيفرات التي يحملها mRNA وهذا يؤدي إلى تغيير في تسلسل أنواع الحموض الأمينية المكونة للبروتين الناتج.

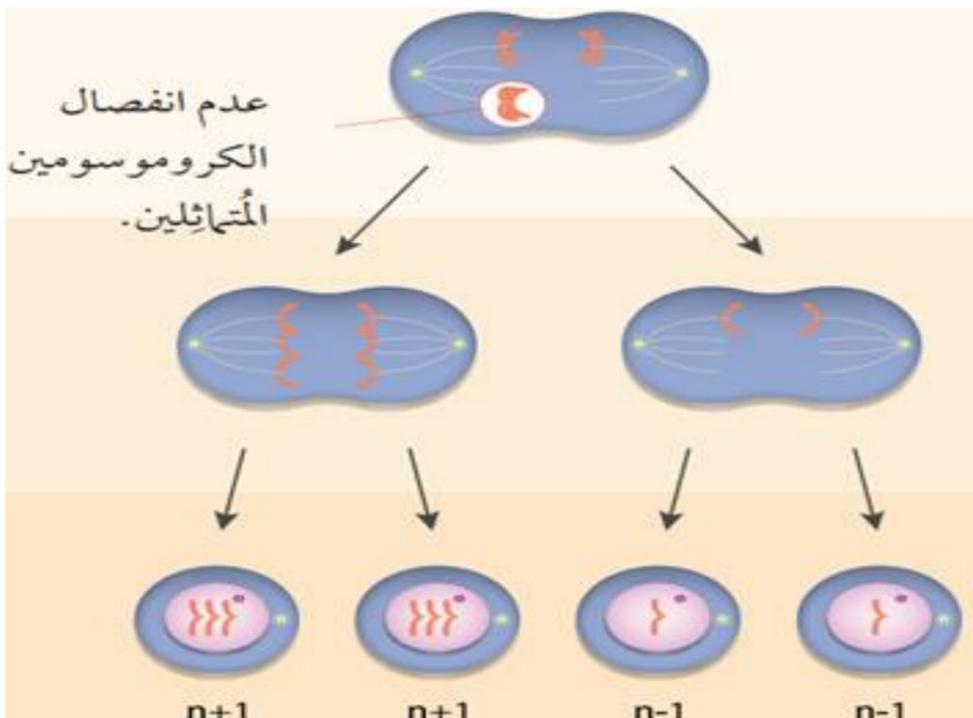
ثانياً الطفرة الكروموسومية

هي حدوث تغيير في عدد الكروموسومات أو تركيبها في الخلية كما يلي:

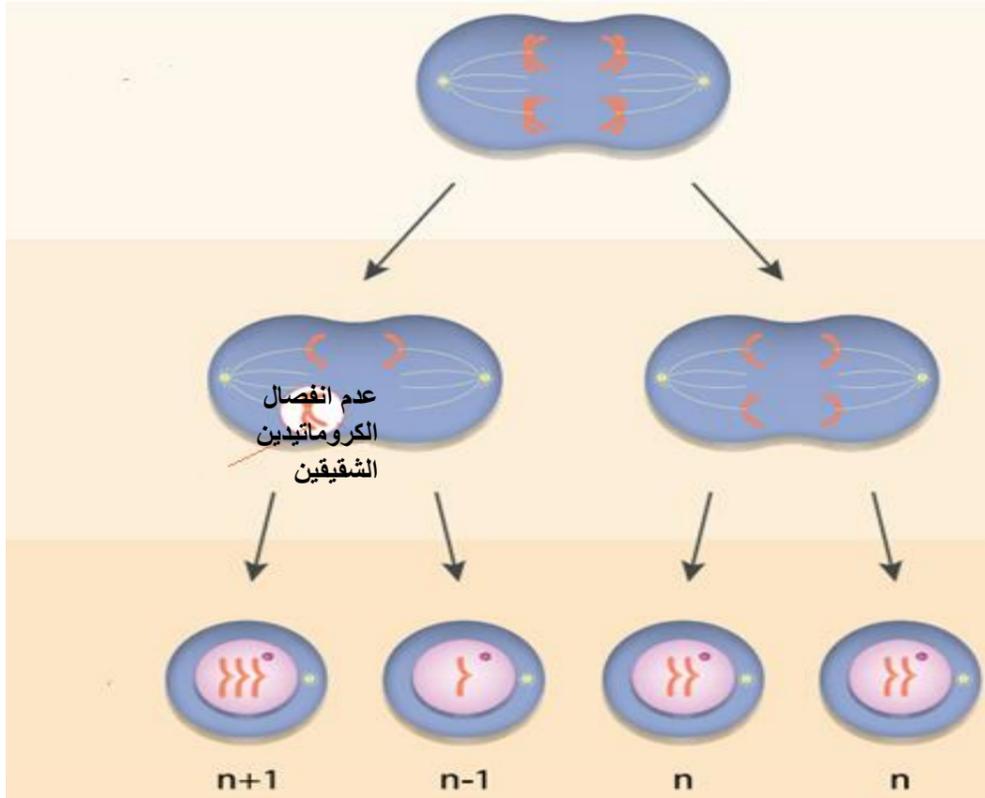
أ- التغيير في عدد الكروموسومات

وهي اختلاف عدد الكروموسومات عن مضاعفات المجموعة الكروموسومية الواحدة Aneuploidy أو تعدد المجموعة الكروموسومية Polyploidy.

يختلف عدد الكروموسومات في الخلية الجسمية عن مضاعفات المجموعة الكروموسومية الواحدة كأن يكون عدد الكروموسومات في خلية جسمية للإنسان 47 كروموسوما عوضاً عن 46 كروموسوما



- اختلاف عدد الكروموسومات عن مضاعفات المجموعة الكروموسومية الواحدة في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف عدم انفصال أحد أزواج الكروموسومات المتماثلة (الكروموسومين المتماثلين) فينتج جاميتات لا تحتوي جميعها على العدد الطبيعي من الكروموسومات إذ يكون عدد الكروموسومات في الجاميتات أكثر من العدد الطبيعي (n+1) أو أقل منه (n-1)



- اختلاف عدد الكروموسومات عن مضاعفات المجموعة الكروموسومية الواحدة في المرحلة الثانية من الانقسام المنصف عدم انفصال الكروماتيد شقيقين في أحد الكروموسومات ضمن إحدى الخلايا الناتجة **فينتج جاميتات** تحوي العدد الطبيعي من الكروموسومات (n) وجاميتات عدد الكروموسومات فيها أكثر من العدد الطبيعي للكروموسومات (n+1)، وجاميتات أخرى عدد الكروموسومات فيها أقل من العدد الطبيعي للكروموسومات (n-1)

ملاحظة تؤدي مشاركة الجاميت غير الطبيعية في عملية الإخصاب إلى ظهور خلل وراثي وذلك لأن الأفراد الناتجة يكون عدد الكروموسومات فيها غير طبيعي.

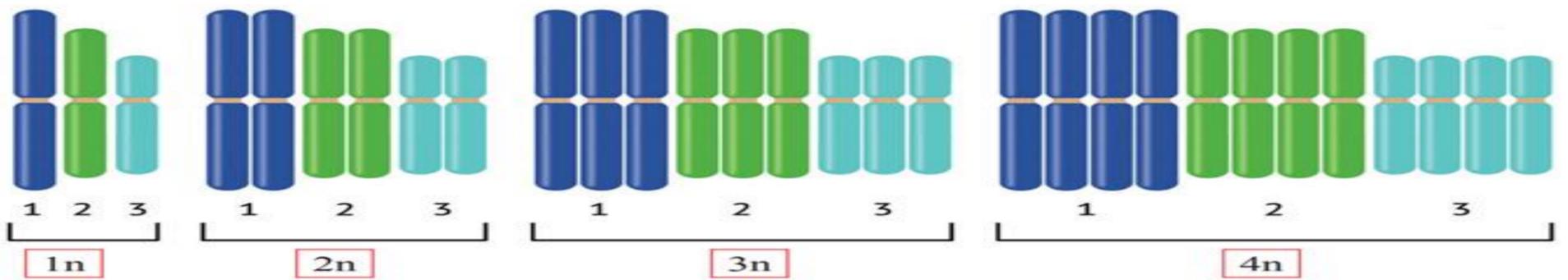
ملاحظة إذا خصب الجاميت طبيعي (n) مع

- **جاميت غير طبيعي (n+1)** سوف تنتج بويضة مخصبة تحوي عدداً أكثر من العدد الطبيعي للكروموسومات (2n+1) علماً بأن العدد الطبيعي يساوي (2n).
- **جاميت غير طبيعي (n-1)** سوف تنتج بويضة مخصبة تحوي عدداً أقل من العدد الطبيعي للكروموسومات (2n-1) علماً بأن العدد الطبيعي يساوي (2n).

ملاحظة مهمة جداً: الطفرة في المرحلة الأولى من الانقسام المنصف أكثر خطورة على الكائن الحي **ودائماً ينتج عنها خلل وراثي لأنه جميع الجاميتات الناتجة غير طبيعية** أما المرحلة الثانية قد لا ينتج عنها خلل وراثي لذلك أقل خطورة على الكائن الحي لأنه ينتج جاميتات طبيعية

تعدد المجموعات الكروموسومية (كاملة)

احتواء بعض الكائنات الحية على أكثر من مجموعتين من الكروموسومات في خلاياها الجسمية كأن تكون الخلايا ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n) أو رباعية المجموعة الكروموسومية (4n)



تنتج الخلية ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n) عند إخصاب جاميت ثنائي المجموعة الكروموسومية (2n) ناتج من عدم انفصال أزواج الكروموسومات المتماثلة جميعها مع جاميت آخر طبيعي أحادي المجموعة الكروموسومية

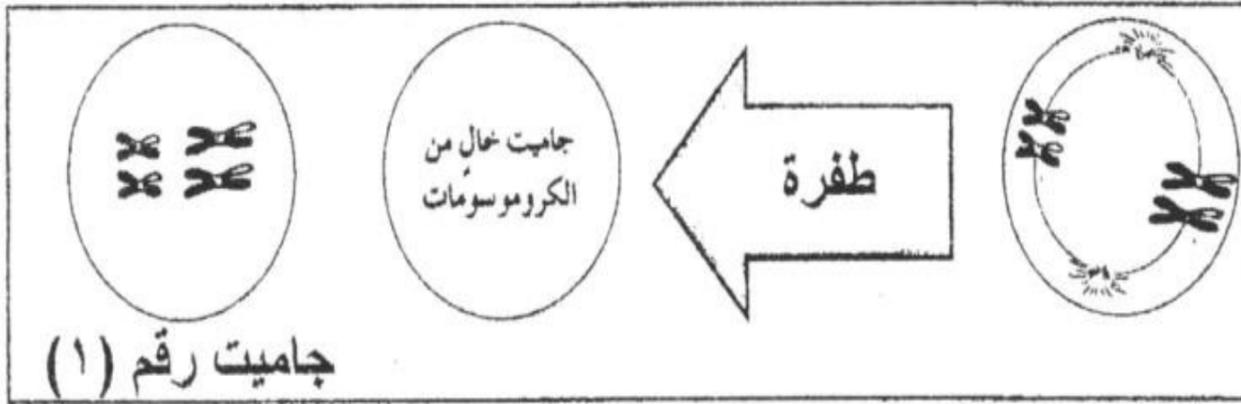


تظهر حالة تعدد المجموعة الكروموسومية في النباتات أكثر منها في الحيوانات بسبب عدم انقسام السيتوبلازم (الانقسام المتساوي) في البويضة المخصبة بعد تضاعف كروموسوماتها فتنتج خلية رباعية المجموعة الكروموسومية (4n) ثم تدخل هذه الخلية في انقسامات متساوية متتالية؛ فينتج جنين خلايا متعددة المجموعة الكروموسومية مثلما يحدث في نبات الكركديه الصيني متعدد المجموعة الكروموسومية.

سؤال: يبين الشكل الآتي نوع من أنواع الطفرات التي تؤثر في عدد الكروموسومات والمطلوب:

1- ما نوع هذه الطفرة؟

الإجابة: تغير في عدد المجموعات الكروموسومية أو تعدد المجموعة الكروموسومية.



2- ما عدد المجموعة الكروموسومية للخلية

الناتجة من إخصاب الجاميت (1) مع

جاميت طبيعي (1n)؟

الإجابة: 3n أو ثلاثية المجموعة الكروموسومية

3- وضح كيفية حدوث هذه الطفرة؟

الإجابة: عدم انفصال الكروموسومات المتماثلة جميعها في أثناء الانقسام المنصف في خلايا الأب أو الأم.

ب- التغير في تركيب الكروموسومات

هو تغير في بنية الكروموسوم يحدث في أثناء الانقسام المنصف بحيث يتم قطع جزء من أحد الكروموسومات ما يسبب حدوث طفرات تُغيّر في تركيب الكروموسوم إما **بالحذف** وإما **بالتكرار** وإما **بالقلب** وإما **بتبديل الموقع**

طفرة الحذف: تحدث عند إزالة (قطع) جزء

من الكروموسوم مسببة نقصاً في طول

الكروموسوم وهو ما يؤدي إلى حدوث نقص في عدد جيناته



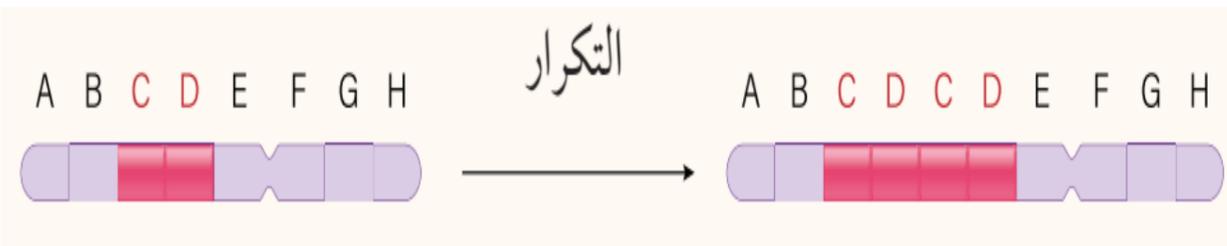
طفرة التكرار: هي تكرار جينات في الكروموسوم

عند ارتباط الجزء المقطوع من كروموسوم

بالكروماتيد الشقيق الذي انفصل منه الجزء

المقطوع أو بالكروماتيد غير الشقيق في

الكروموسوم المماثل له

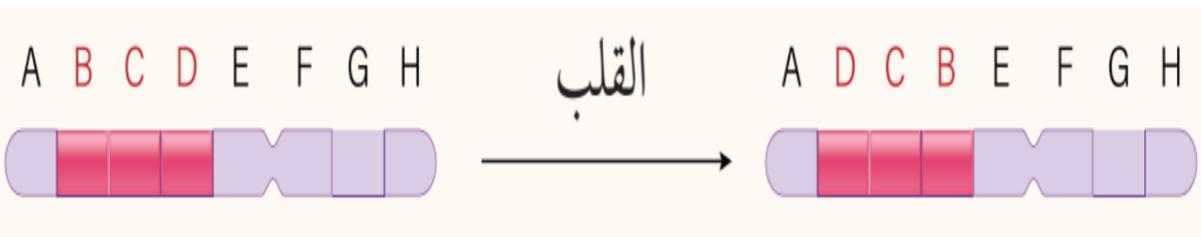


طفرة القلب: هي انعكاس ترتيب جينات في

كروموسوم ناتج من قطع جزء من الكروموسوم ثم

إعادة ارتباط الجزء المقطوع بالكروموسوم نفسه

الذي انفصل عنه، ولكن بعكس اتجاه ترتيبها الأصلي



طفرة تبديل الموقع: هي إضافة جينات إلى

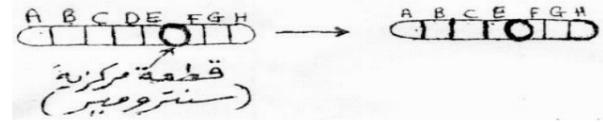
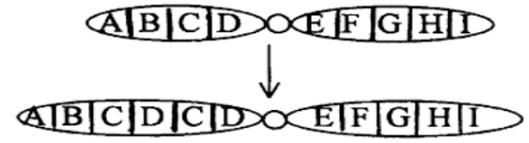
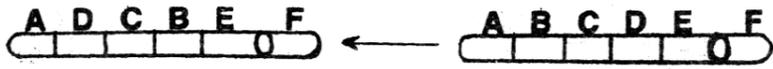
كروموسوم غير مماثل ناتج من انتقال الجزء

المقطوع من أحد الكروموسومات إلى

كروماتيد في كروموسوم غير مماثل له



سؤال: نوع الطفرة في الشكل الاتي هي:

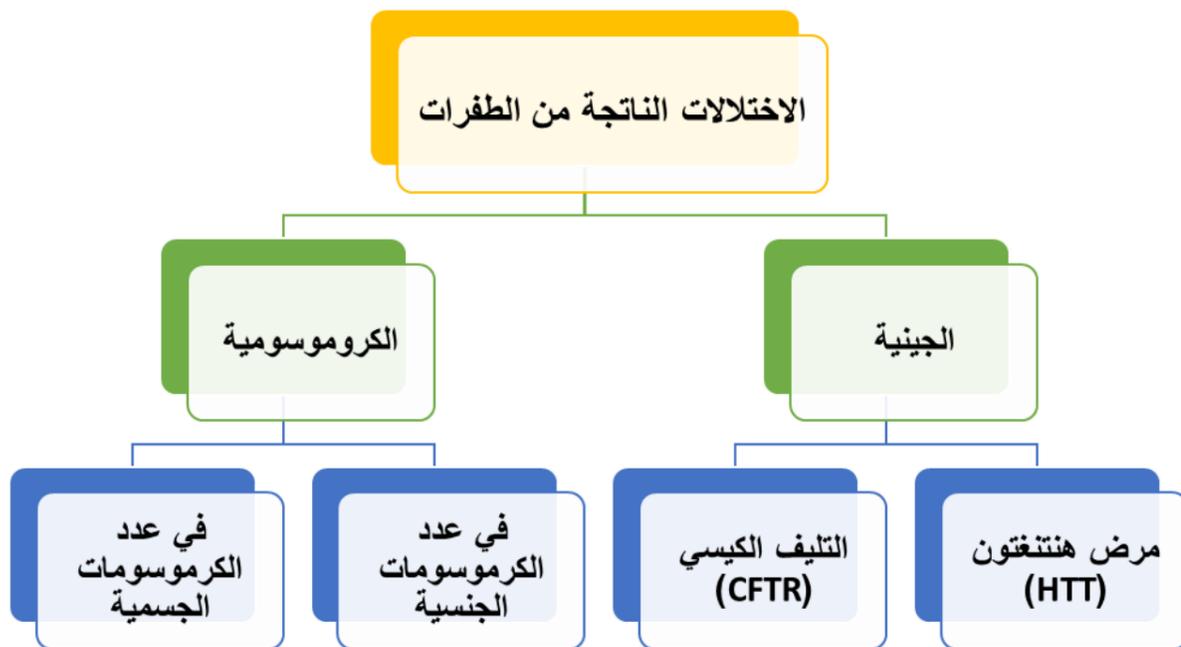


سؤال: الطفرة التي تحدث عندما ينفصل جزء من الكروموسوم ويتصل بكروموسوم مماثل له تدعى:

- أ- فقد ب- تكرار ج- القلب د- تبديل الموقع

سؤال: الطفرة التي تحدث عندما ينفصل جزء من الكروموسوم ويتصل بكروموسوم غير مماثل له تدعى:

- أ- فقد ب- تكرار ج- القلب د- تبديل الموقع



أولا اختلالات ناتجة من الطفرات الجينية

مرض هنتنغتون Huntington's Disease

- مرض ينتج من طفرة في الجين **HTT** تؤدي إلى زيادة إنتاج بروتين يسمّى **بروتين هنتنغتون** الذي يتراكم في الخلايا العصبية يؤثر في وظائفه
- تتمثل بعض أعراضه في: 1- اضطرابات في الحركة 2- ضعف في الذاكرة.
- لا تظهر الأعراض على الشخص في أوقات مبكرة من حياته وإنما تبدأ بالظهور في سن الثلاثينيات أو الأربعينيات
- يحمل الأليل السائد المسبب للمرض على الزوج الكروموسومي رقم (4) وبذلك يكون الطراز الجيني للفرد المصاب متمائل الأليلات (**HH**) أو غير متمائل الأليلات (**Hh**) في حين يكون الطراز الجيني للفرد غير المصاب متمائل الأليلات (**hh**)

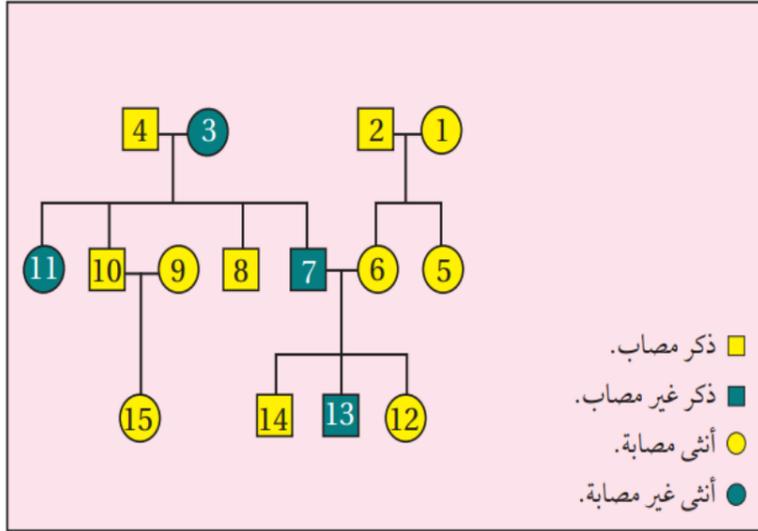
سؤال: فسر يمكن لشاب لا تظهر عليه أعراض مرض هنتنغتون إنجاب ذكور مصابين بهذا المرض.

لا تظهر الأعراض على الشخص في أوقات مبكرة من حياته وإنما تبدأ بالظهور في سن الثلاثينيات أو الأربعينيات فيمكن أن يُرزق بأطفال قبل وصوله هذا السن وظهور الأعراض عليه

التليف الكيسي Cystic Fibrosis

- ينتج هذا المرض من طفرة في **جين متحى CFTR** المحمول على الزوج الكروموسومي رقم (7)

- يكون الفرد المصاب متماثل الأليلات وطرازه الجيني هو cc في حين يكون الفرد غير المصاب متماثل الأليلات (CC) أو غير متماثل الأليلات (Cc)



- أعراضه وجود مخاط كثيف يتراكم في بعض أجزاء جسم الفرد المصاب بمرض التليف الكيسي مثل: الرئتين والبنكرياس والقناة الهضمية.

- ويؤدي هذا التراكم إلى ظهور أعراض عدة منها: التهابات في الرئة وسوء امتصاص المواد من الأمعاء الدقيقة إلى الدم.

سؤال: ادرس سجل النسب الوراثي التالي (مخطط سلالة العائلة) الذي يمثل توارث مرض هنتنغتون ثم اكتب الطرز الجينية لجميع الافراد الورد ذكرهم في السجل؟

يجب معرفة جزء بسيط عن الانسان في الحالة الطبيعية قبل البدء في الاختلالات الوراثية في عدد الكروموسومات

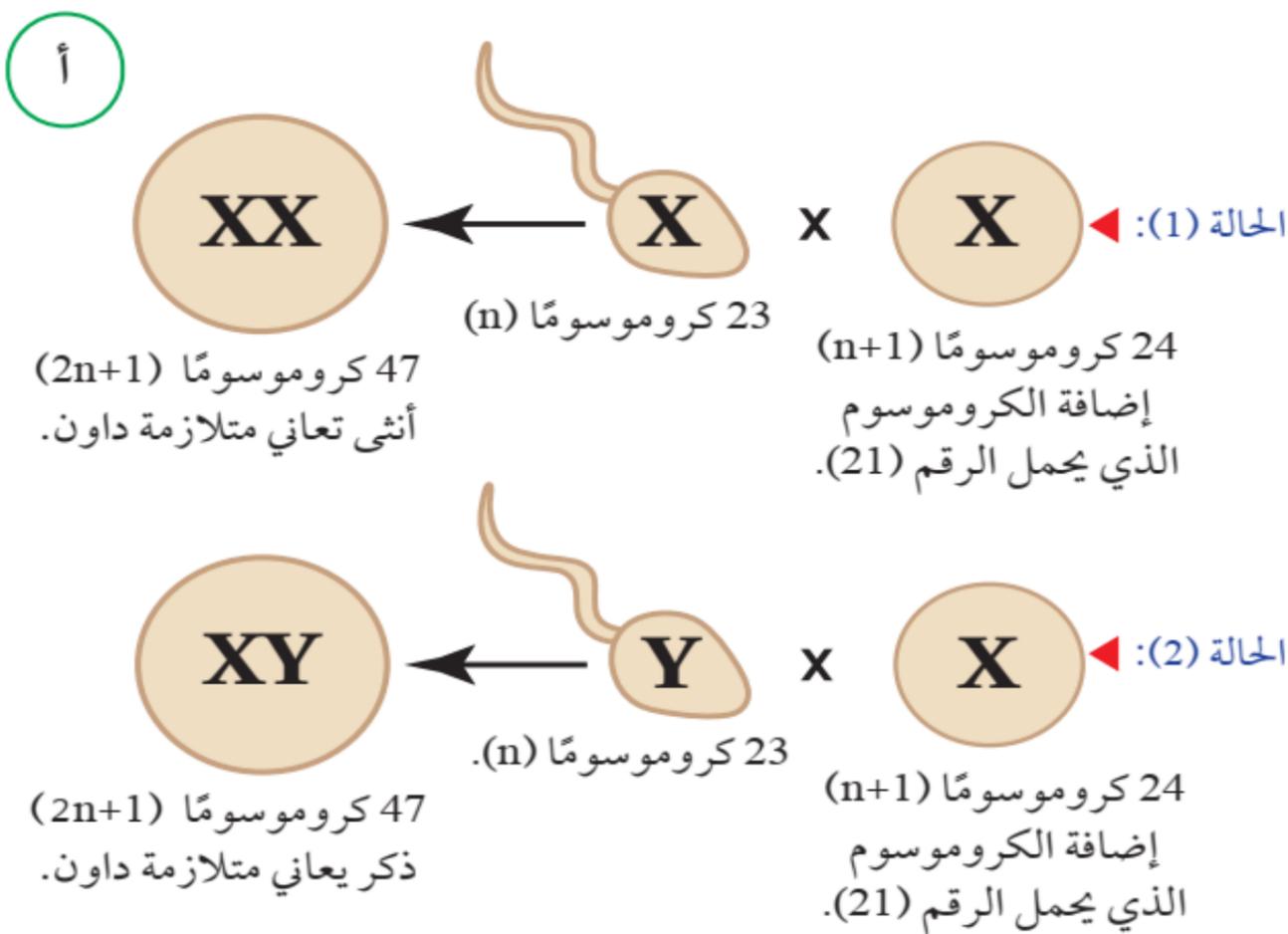
ثانيا اختلالات ناتجة من تغير عدد الكروموسومات

متلازمة داون Down Syndrome

- يحدث ذلك بسبب عدم انفصال زوج الكروموسومات الجسمية الذي يحمل الرقم (21) عند الأنثى أو الذكر فينتج جاميت **يحتوي كروموسوما جسمية إضافياً** ويكون عدد الكروموسومات فيه $(n+1)$

- وعند إخصابه $(n+1)$ مع جاميت طبيعي عدد الكروموسومات فيه (n) تنتج بويضة مخصبة تحوي كروموسوما جسمية إضافياً ويكون عدد الكروموسومات فيها $(2n+1)$ وتحتوي كل خلية من الخلايا الجسمية لمن يعاني متلازمة داون على 47 كروموسوما

- أعراضه 1- ملامح وجه مميزة مثل الوجه المسطح 2- وقد يعاني مشكلات في القلب والجهاز الهضمي.

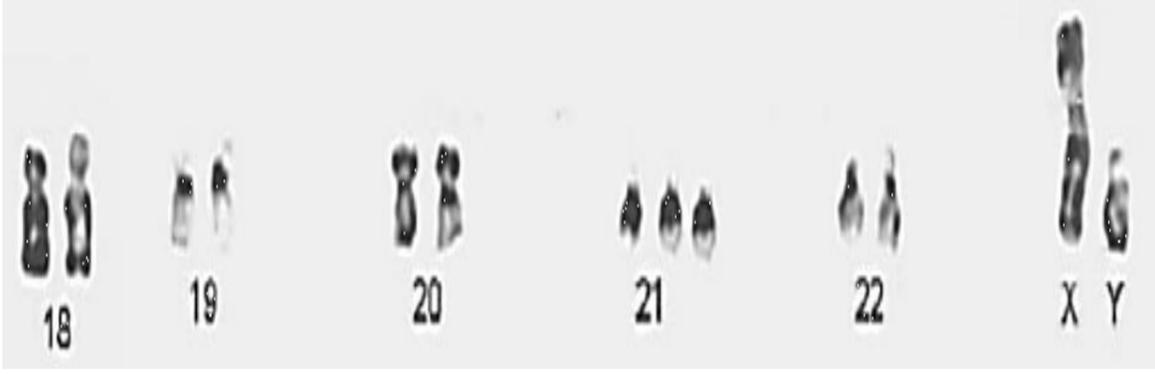


الربط بالمجتمع (أحاول ان أكون فاعلاً)
يتباين الأفراد الذين يعانون متلازمة داون في قدراتهم العقلية

ويحفز الدعم المعنوي لهم من العائلة والمجتمع والمتخصصين في تدريب هذه الفئة على مشاركتهم في أنشطة عديدة وإكسابهم مهارات متنوعة تعددهم لدخول سوق العمل كل بحسب قدراته وإمكاناته

إذ يسهم التدريب في صقل شخصياتهم ومنحهم فرصة الاندماج في المجتمع وتوفير دخل مادي لهم ما يساعدهم على تحقيق الذات والاعتماد على النفس.

سؤال ادرس الشكل المجاور ثم اجب عما يلي:



- 1- حدد نوع الاختلال الوراثي؟
 - 2- حدد اسم الاختلال الوراثي؟
 - 3- كيف يحدث هذا الخلل الوراثي؟
 - 4- ما جنس المصاب بهذا الخلل واكتب الطراز الكروموسومي الجنسي له؟
- ما عدد الكروموسومات في الخلية الجسمية الواحدة؟

ملاحظات مهمة قبل دراسة متلازمة تيرنر ومتلازمة كلاينفلتر

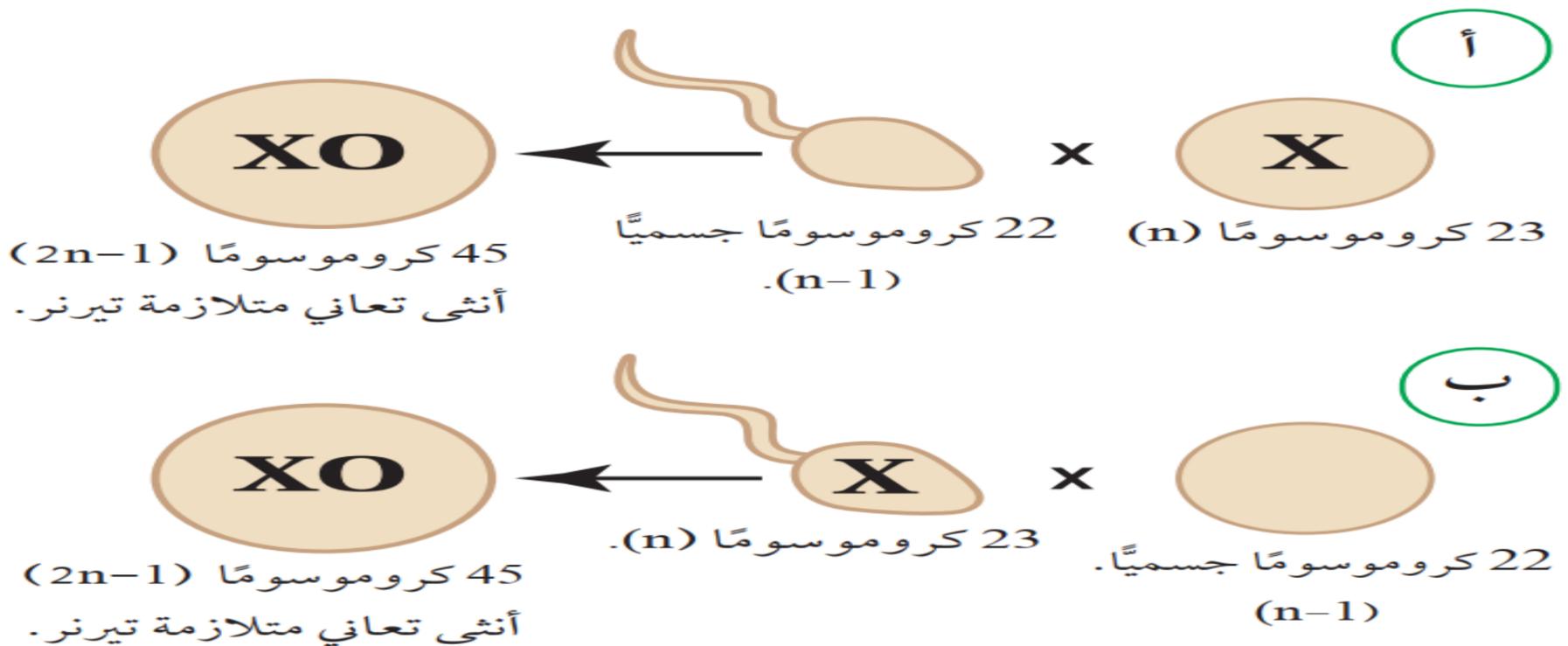
- 1- حيوان منوي (جاميت ذكري) لم تنفصل كروموسوماته الجنسية هو **XY**
- 2- حيوان منوي (جاميت ذكري) خال من الكروموسومات الجنسية هو **O**
- 3- بويضة (جاميت انثوي) لم تنفصل كروموسوماتها الجنسية هي **XX**
- 4- بويضة (جاميت انثوي) خالية من الكروموسومات الجنسية هي **O**

الطراز الكروموسومي الجنسي للأفراد الناتجة عن **عمليات الإخصاب** وجنس الفرد الناتج يكون كما يلي:

- 1- بويضة طبيعية **X** وحيوان منوي خال من الكروموسومات الجنسية **O** يكون الفرد الناتج **أنثى والطراز الكروموسومي الجنسي XO**.
- 2- بويضة طبيعية **X** وحيوان منوي يحتوي على الكروموسومين الجنسيين **XY** يكون الفرد الناتج **ذكر والطراز الكروموسومي الجنسي .XXY**
- 3- بويضة خالية من الكروموسومات الجنسية **O** وحيوان منوي يحتوي على الكروموسوم الجنسي **X** يكون الفرد الناتج **أنثى والطراز الكروموسومي الجنسي XO**.
- 4- بويضة لم تنفصل كروموسوماتها الجنسية **XX** وحيوان منوي يحوي على الكروموسوم الجنسي **Y** يكون الفرد الناتج **ذكر والطراز الكروموسومي الجنسي .XXY**
- 5- بويضة لم تنفصل كروموسوماتها الجنسية **X** وحيوان منوي يحتوي على الكروموسوم الجنسي **X** يكون الفرد الناتج **أنثى والطراز الكروموسومي الجنسي .XXX**

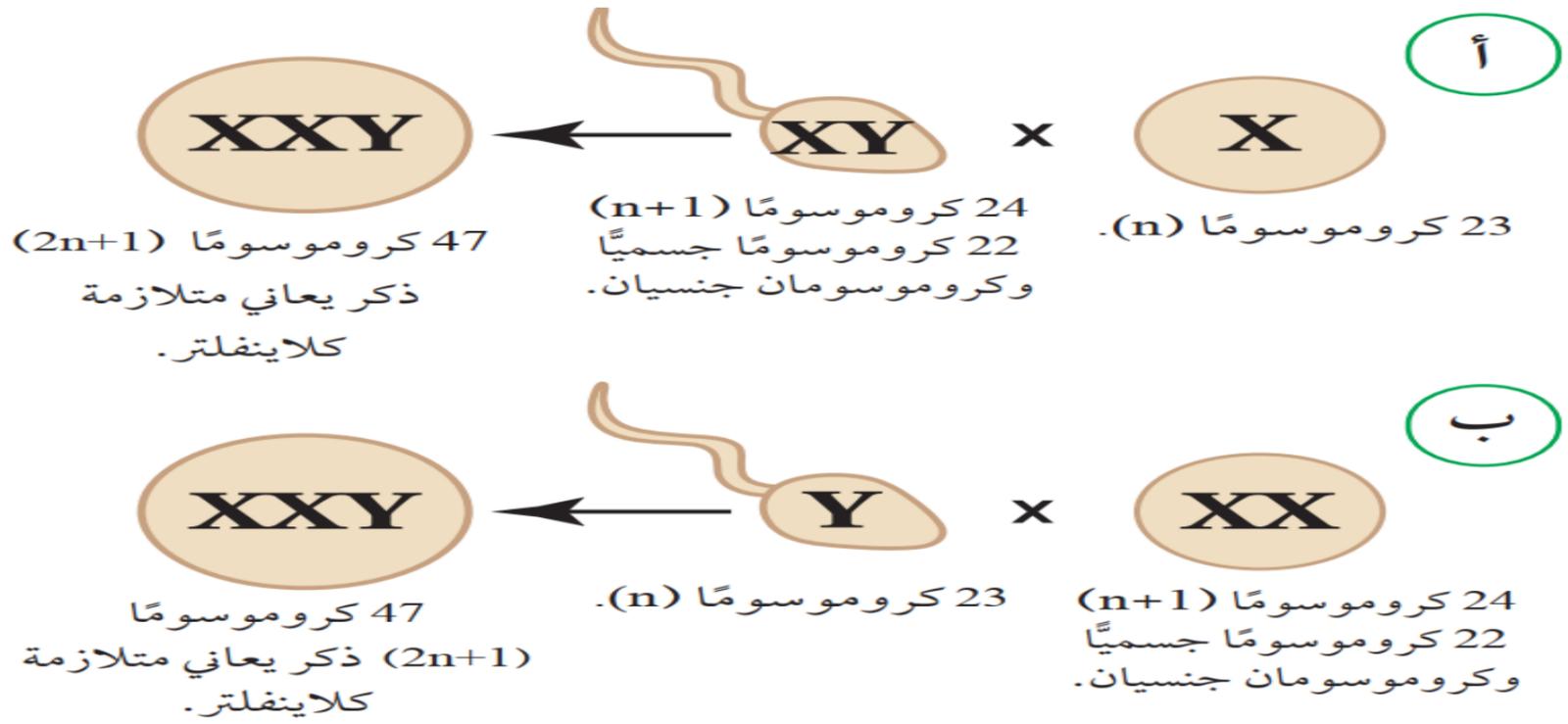
متلازمة تيرنر Turner Syndrome

- تحدث هذه المتلازمة بسبب عدم انفصال زوج الكروموسومات الجنسية عند الذكر أو الأنثى؛ فينتج جاميت يحوي $(n-1)$.
- وعند إخصابه مع جاميت طبيعي (n) تنتج بويضة **مخصبة $(2n-1)$** طرازها الكروموسومي الجنسي هو **XO**.
- تكون الأنثى المصابة بهذه المتلازمة (اعراضها) قصيرة القامة و عقيمة في أغلب الأحيان وتعاني اضطرابات في القلب والأوعية الدموية، وضعفا في السمع
- أما عدد الكروموسومات في كل خلية من خلاياها الجسمية فيبلغ 45 كروموسوما $(X+44)$



متلازمة كلاينفلتر Klinefelter Syndrome

- تحدث هذه المتلازمة بسبب عدم انفصال زوج الكروموسومات الجنسية عند الذكر أو الأنثى فينتج جاميت يحوي (n+1)
- وعند إخصابه مع جاميت طبيعي (n) تنتج بويضة مخصبة (2n+1)
- ويبلغ عدد الكروموسومات في كل خلية من خلاياه الجسمية 47 كروموسوما (XXY+44)
- من أعراض هذه المتلازمة الصعوبات في التعلم وصغر حجم الخصية.



الربط بالصحة فحص ما قبل الزواج

اهتمت وزارة الصحة الأردنية ببرامج الوقاية من الأمراض الوراثية مثل البرنامج الإلزامي لفحص ما قبل الزواج للكشف عن مرض **الثلاسيميا** (فقر دم حوض البحر الأبيض المتوسط) وهو فقر دم وراثي ناتج من طفرة جينية تؤدي إلى تكسر خلايا الدم الحمراء وقد أصبح هذا الفحص إلزامياً لكل المقبلين على الزواج بدءاً بعام 2004م ما أسهم في خفض أعداد المواليد المصابين بهذا المرض.

سؤال: متلازمة كلاينفلتر مثال على.

أ- عدم الانفصال الكروموسومي

ب- طفرة جينية

ج- طفرة الاستبدال

د- تعدد المجموعة الكروموسومية

سؤال: ما الطراز الكروموسومي الجنسي لشخص مصاب بمتلازمة كلاينفلتر؟

أ- XY

ب- XXY

ج- XO

د- XX

سؤال: أحد الاختلالات الوراثية الآتية ينتج عن طفرة جينية:

أ- داون

ب- تيرنر

ج- الثلاسيميا

د- كلاينفلتر

سؤال: يبين الجدول التالي بعض الاختلالات الوراثية في الإنسان أكتب ما تمثله الأرقام: (4,3,2,1) صيفي

المتلازمة	الطراز الكروموسومي الجنسي	أحد الأعراض
هنتنغتون	(1)	أنثى تعاني من اضطرابات في الحركة
(2)	XXY	(3)
تيرنر	(4)	أنثى عقيمة

سؤال علل يعاني الأشخاص المصابين بمرض الثلاسيميا من فقر الدم؟

الإجابة: بسبب حدوث طفرة جينية أدت الى تكسر خلايا الدم الحمراء بعد فترة قصيرة من انتاجها.

سؤال: تصنف الطفرات إلى نوعين رئيسيين هما طفرات كروموسومية وطفرات جينية المطلوب

1- ماذا يقصد بكل منهما

2- أعط مثالا على كل منهما

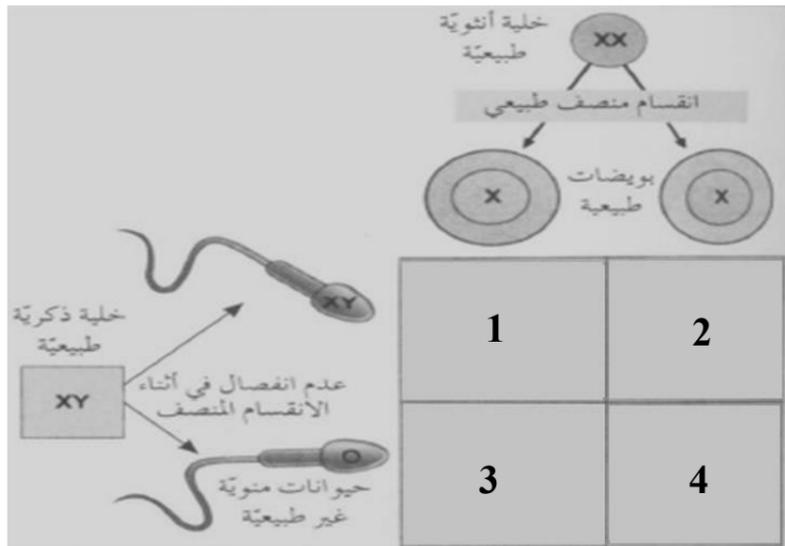
سؤال: صنف الاختلالات الوراثية الآتية إلى اختلالات مرتبطة بعدد الكروموسومات الجسمية أو اختلالات مرتبطة بعدد الكروموسومات الجنسية أو اختلالات مرتبطة بالطفرات الجينية

4- متلازمة داون

3- متلازمة تيرنر

2- التليف الكيسي

1- الثلاسيميا



سؤال: يمثل الشكل المجاور كيفية حدوث اختلالات وراثية مرتبطة بعدد الكروموسومات الجنسية في الإنسان والمطلوب:

1- لماذا يموت الجنين الذي طرازه الكروموسومي (OY) في مراحل جنينية مبكرة.

2- ما الطراز الكروموسومي الجنسي للفرد (2).

3- حدد جنس الفرد في الحالة رقم (1).

4- ماذا يسمى الاختلال الوراثي في الحالة رقم (3).

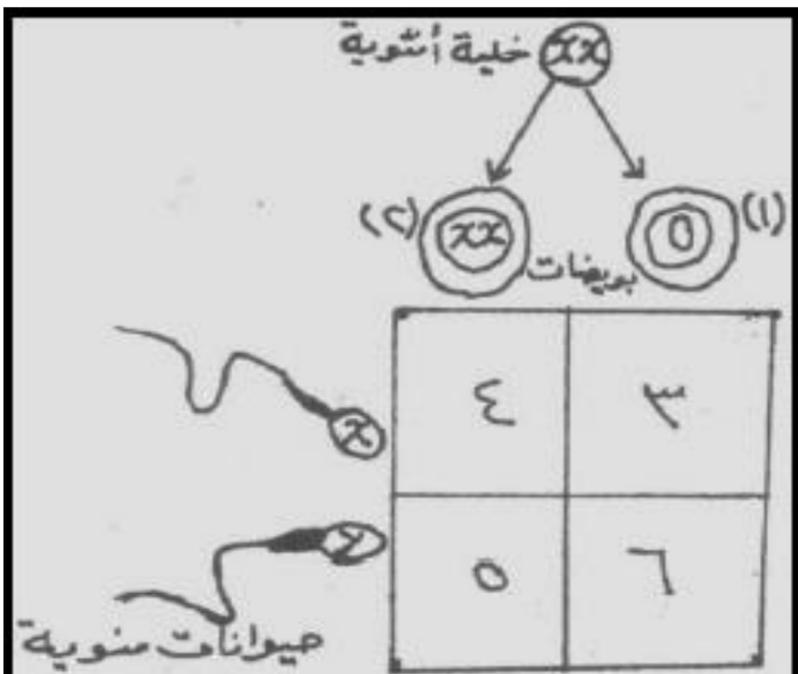
5- حدد عدد الكروموسومات في خلايا الفرد (4).

ملاحظة مهمة جدا من الاختلالات الوراثية في عدد الكروموسومات الجنسية وجود أنثى ثلاثية الكروموسوم الجنسي (X) وطرازها الكروموسومي الجنسي هو (XXX) وعدد الكروموسومات الكلي في خلاياها 47 كروموسوما (XXX+44)

سؤال أي حالات الإخصاب الآتية قد ينتج منها ولادة أنثى ثلاثية الكروموسوم الجنسي:

أ- حيوان منوي (يحتوي 22 كروموسوما جسمية + كروموسوم جنسي Y) وبويضة تحوي (22 كروموسوما جسمية + كروموسومين جنسيين XX)

ب- حيوان منوي (يحتوي 22 كروموسوما جسمية + كروموسوم جنسي X) وبويضة تحوي (22 كروموسوما جسمية + كروموسومين جنسيين XX)



سؤال: يمثل الشكل المجاور كيفية حدوث اختلالات وراثية مرتبطة بعدد الكروموسومات الجنسية أدرس الشكل ثم أجب عما يأتي:

1- ما عدد الكروموسومات الكلي في كل من الخليتين المشار إليهما بالأرقام (1 و 2)؟

2- أكتب الطراز الكروموسومي الجنسي للأفراد في كل من (4,5) وحدد جنسهما؟

3- كم الليل يلزم لظهور مرض نزع الدم في الأفراد (3 و 4 و 5)

الكشف عن الاختلالات الوراثية لدى الإنسان

- يمكن تشخيص الاختلال في عدد الكروموسومات

1- أخذ خلايا من الشخص تحتوي على نواة (تحتوي على كروموسومات)

2- عمل مخطط كروموسومي يبين عدد الكروموسومات

3- تقارن الكروموسومات بمخطط كروموسومي طبيعي لتعرف الخل في عدد الكروموسومات (إن وجد).

- يمكن أيضا الكشف عن وجود أليل يسبب اختلالا وراثيا للشخص (خلل جيني) إذا كان تسلسل النيوكليوتيدات في هذا الأليل معروفا.

تشخيص الاختلالات الوراثية لدى الجنين

يمكن الكشف عن الاختلالات الوراثية لدى الجنين بطرائق عدة منها:

- أخذ عينة دم من الأم الحامل بعد الأسبوع العاشر من الحمل إذ يحتوي دمها على قطع صغيرة من DNA للجنين يمكن استخدامها في الكشف

عن بعض الاختلالات لدى الجنين

- يمكن أيضا تشخيص الاختلالات الوراثية لدى الجنين بأخذ عينة من خملات الكوريون أو من السائل الرهلي وذلك بسبب

1- إن الكروموسومات الموجودة في خملات الكوريون هي نفسها الموجودة في خلايا الجنين

2- احتواء السائل الرهلي على خلايا خاصة بالجنين وهرمونات ومواد أخرى ذات علاقة بنموه

- وفي كلتا الحالتين (عينة خملات الكوريون والسائل الرهلي) تُؤخذ عينة عن طريق إبرة ويستخدم جهاز الموجات فوق الصوتية في تحديد

المكان المناسب لأخذ العينة

- بعد ذلك تفصل خلايا الجنين عن السائل الرهلي باستخدام جهاز الطرد المركزي، ثم تُزرع للحصول على كمية كافية منها.

- أما عينة خملات الكوريون فتحتوي غالبا على كمية كافية من الخلايا (لا تحتاج الى زراعة ولا طرد مركزي).

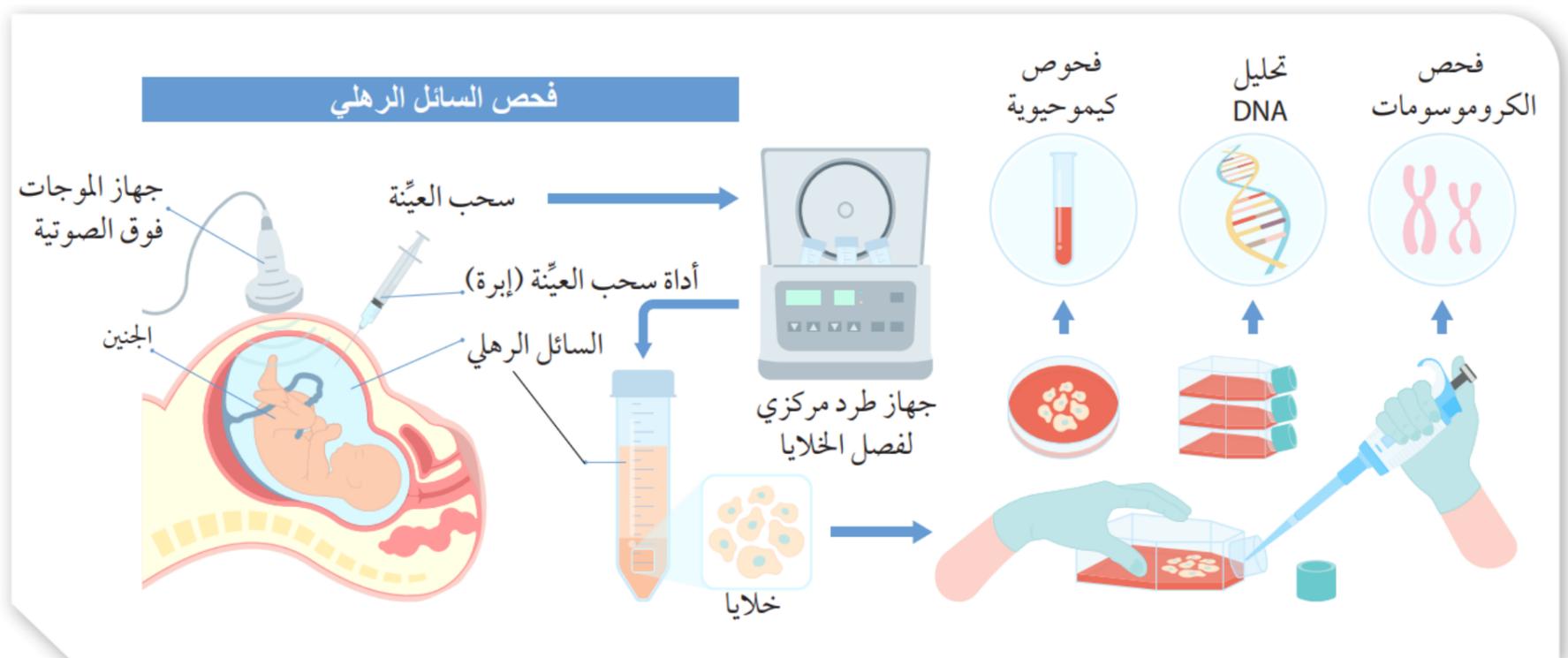
- الفحوص التي تجرى على الخلايا التي حصلنا عليها من خملات الكوريون والسائل الرهلي:

1- تعرف عدد الكروموسومات (المخطط الكروموسومي)

2- تحليل DNA

3- فحوص كيموحيوية

وذلك لتحديد إن كان الجنين مصابا باختلال وراثي مثل متلازمة داون والتليف الكيسي



التكنولوجيا الحيوية فرع من فروع العلوم الحياتية يهتم بتوظيف الكائنات الحية والمعلومات المتعلقة بها في مجالات عدة واستخدامها في صنع بعض المنتجات وتطويرها لخدمة البشرية (في الطب والزراعة والبيئة) - استخدام الإنسان بعض الكائنات الحية ومنتجاتها منذ القدم لتحسين مناحي حياته مثل:

- 1- إضافة الخميرة إلى الطحين لإعداد الخبز.
- 2- وإدخال البكتيريا في عمليات التعدين وصناعة الألبان ومنتجاتها

- وفي ظل التطور في علم الوراثة والبيولوجيا الجزيئية: أصبح الإنسان يستخدم الكائنات الحية بعد تعديل المادة الوراثية فيها ثم ينقلها إلى كائن حي آخر.

أدوات التكنولوجيا الحيوية Tools Biotechnology

(أ) إنزيمات الحمض النووي DNA مثل:

1- إنزيمات القطع المحدد

2- إنزيم الربط

3- إنزيم بلمرة DNA مُحتمل الحرارة.

(ب) نواقل الجينات: مثل:

1- البلازميدات

2- الفيروسات آكلة البكتيريا

3- الجسيمات الدهنية.

إنزيمات الحمض النووي DNA

أولاً إنزيمات القطع المحدد: هي إنزيمات مُتخصصة تتعرف تسلسلاً مُحددًا من النيوكليوتيدات في منطقة تُسمى منطقة التعرف وتقطع هذه الإنزيمات جزيء DNA عند مواقع مُحددة بين نيوكليوتيديين متتاليين تُسمى مواقع القطع.

منطقة التعرف هي تسلسل مُحدد من النيوكليوتيدات يتعرفه إنزيم القطع المحدد ويكون فيه تسلسل النيوكليوتيدات في إحدى سلسلتي (DNA من النهاية 5' إلى النهاية 3') هو التسلسل نفسه للسلسلة المُقابلة لها (من النهاية 5' إلى النهاية 3')

موقع القطع هو موقع مُحدد بين نيوكليوتيديين متتاليين يقطع عنده إنزيم القطع المحدد جزيء DNA

ملاحظة وقد تتكرر مناطق تعرف إنزيم قطع مُحدد ما على جزيء DNA فيقطع في أكثر من موقع بحيث يُنتج أجزاءً مُتعددة الأطوال من DNA

سؤال فسر تُنتج أنواع مُختلفة من البكتيريا إنزيمات القطع.

للدفاع عن نفسها ضد أنواع مُختلفة من الفيروسات.

كيفية تسمية إنزيمات القطع المحدد:

تُسمى إنزيمات القطع تبعاً لجنس البكتيريا المُنتجة لها ونوعها وترتيب اكتشاف الإنزيم كما يلي:

أنواع القطع الناتجة من إنزيمات القطع المحدد:

1- النهايات اللزجة هي قطع DNA ذات أطراف مفردة وهي تتكوّن

من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات

• يسهل إلتحام النهايات اللزجة بنهاية لزجة مُتممة لها من قطع DNA الأخرى

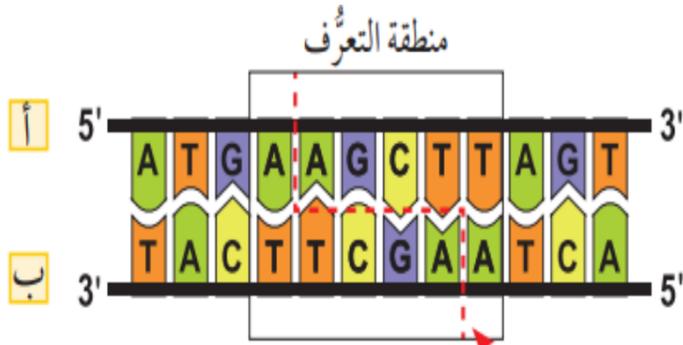
2- النهايات غير اللزجة هي قطع DNA تتكوّن نهاياتها من سلسلتين

من النيوكليوتيدات.

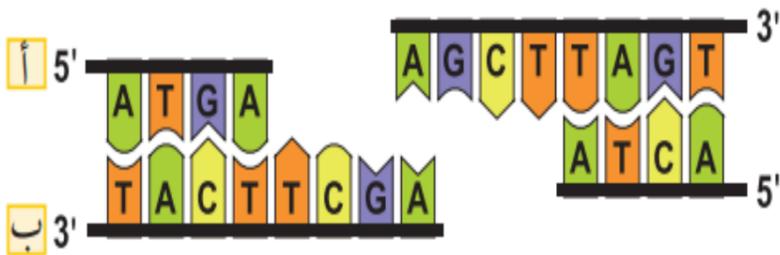
• يصعب إلتحام النهايات غير اللزجة بسلاسل أخرى.

• علل: قلة استخدام النهايات غير اللزجة في التكنولوجيا الحيوية.

لأنه يصعب إلتحامها بسلاسل أخرى؛ ما يحُد من استخدامها في التكنولوجيا الحيوية.

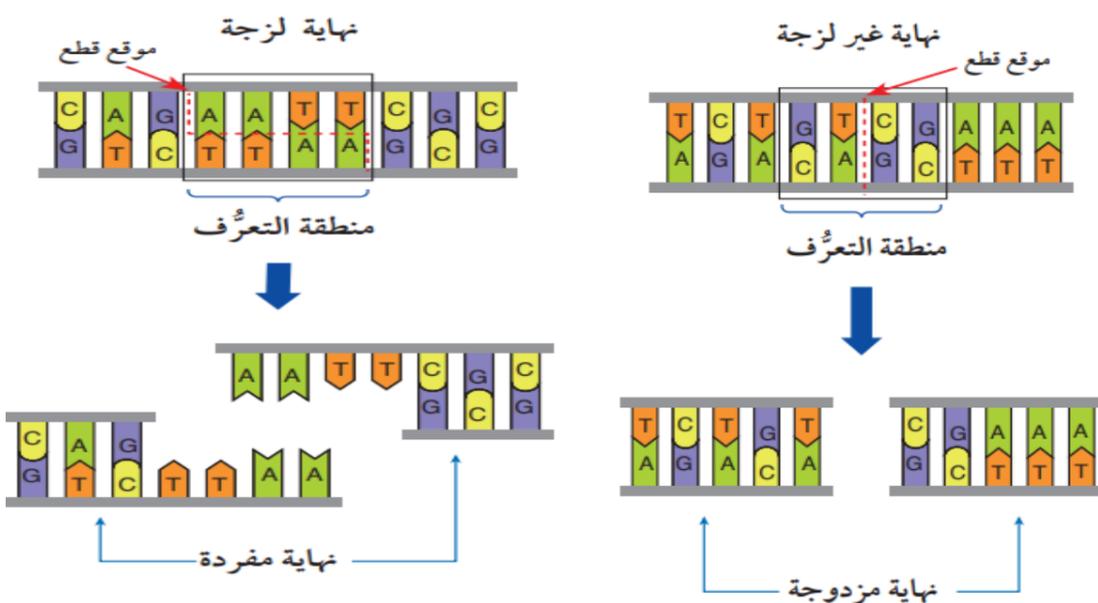


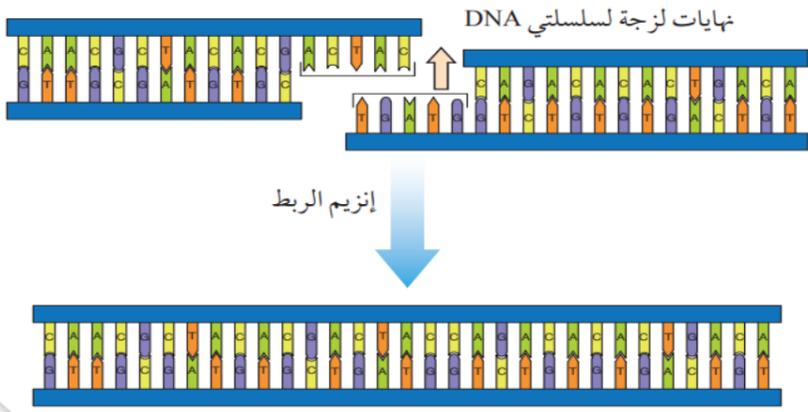
موقع القطع المحدد



الجدول (4): بعض أنواع إنزيمات القطع المحدد.

رقم الإنزيم بحسب ترتيب اكتشافه	السلالة الفرعية	السلالة	النوع	اسم الجنس للبكتيريا	إنزيم القطع المحدد
1	-	R	coli	Escherichia	EcoRI
1		H	amyloliquefaciens	Bacillus	BamHI
3	d	-	influenzae	Haemophilus	Hind III
1	-	-	stuartii	Providencia	Pst I





ثانياً إنزيم الربط: يُستخدم إنزيم الربط في التكنولوجيا الحيوية لإنتاج DNA معاد تركيبه. سؤال كيف يعمل إنزيم الربط على إنتاج DNA معاد تركيبه في التكنولوجيا الحيوية؟ وذلك بتكوين روابط **تساهمية فوسفاتية ثنائية الإستر** بين نهايات سلسلتَي DNA؛ ما يؤدي إلى التحامها.

ثالثاً إنزيم بلمرة DNA المُتحمّل الحرارة:

إنزيم يُستخدم في بلمرة DNA يُستخلص من نوع بكتيريا مُحبّة للحرارة Thermus aquaticus تعيش في الينابيع الحارة.

نواقل الجينات

تُستخدم نواقل الجينات لنقل الجين المرغوب فيه إلى الخلية الحيّة المُستهدفة.

أولا البلازميدات:

البلازميد: هو DNA حلقي في سيتوبلازم البكتيريا وهو يتضاعف بصورة مُستقلة.

المناطق المُهمّة في البلازميد الذي يُستخدم في التكنولوجيا الحيوية:

- 1- منطقة مُحفّز عوامل النسخ.
- 2- مناطق تعرّف إنزيمات القطع المُحدّد.
- 3- جينات لمقاومة أنواع مُختلفة من المضادات الحيوية.
- 4- منطقة أصل التضاعف: Origin of replication (ORI) التي تسمّح بتضاعف البلازميد.

ملاحظة في حال خلو البلازميد من مناطق تعرف إنزيمات القطع المحدد او تلفها سوف يؤدي ذلك الى عدم نجاح تكنولوجيا الجينات في نقل المادة الوراثية

ثانياً الفيروسات الآكلة للبكتيريا

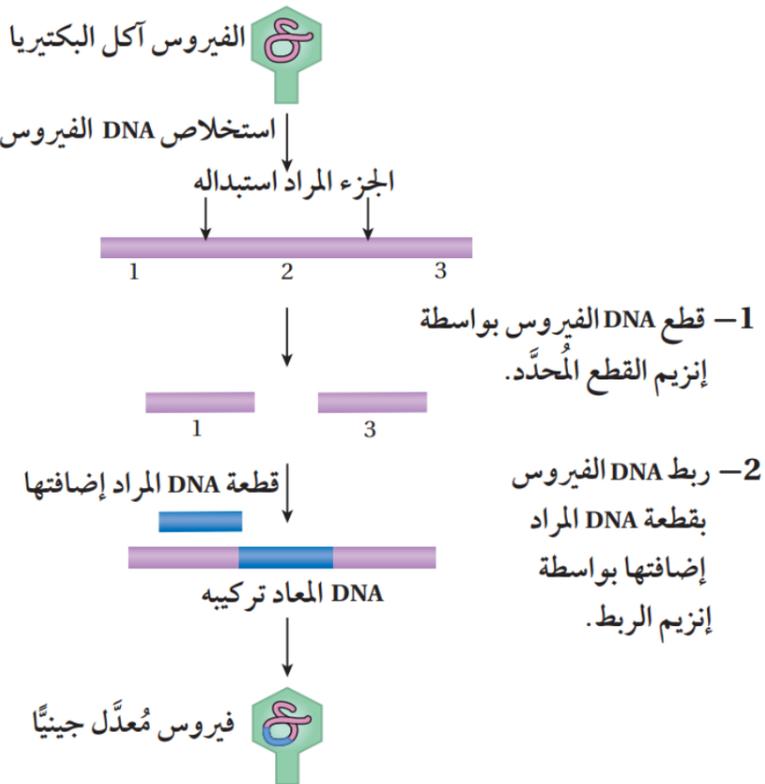
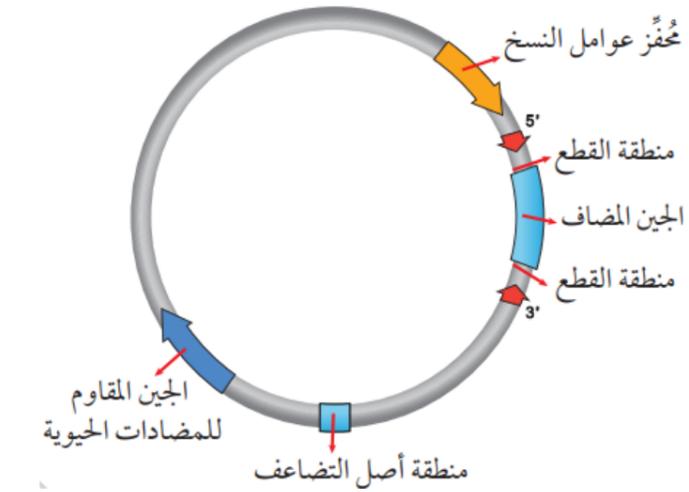
تُستخدم بعض أنواع الفيروسات آكلة البكتيريا عندما تكون قطع DNA المراد نقلها **كبيرة الحجم** بعد تعديلها جينياً باستخدام إنزيمات القطع المُحدّد وإنزيم الربط.

خطوات تعديل الفيروسات آكلة البكتيريا لاستخدامها كناقل جينات:

- 1- قطع DNA الفيروس بواسطة إنزيم القطع المُحدّد.
- 2- ربط DNA الفيروس بقطعة DNA المراد إضافتها بواسطة إنزيم الربط.

ثالثاً الجسيمات الدهنية:

الجسيمات الدهنية: هي حويصلات كروية من **الليبيدات المُفسفرة** تُستعمل لنقل الأليلات السليمة أو الأدوية في المعالجة الجينية.



موقع القطع	منطقة التعرّف	الإنزيم
5'-GAATTC-3' 3'-CTTAAG-5'	5- GAATTC-3' 3'-CTTAAG-5'	EcoRI
5'-GGATCC-3' 3-CCTAGG-5'	5'-GGATCC-3' 3'-CCTAGG-5'	BamHI
5'-AAGCTT-3' 3'-TTCGAA-5'	5'-AAGCTT-3' 3'-TTCGAA-5'	HindIII
5'-GGCC-3' 3'-CCGG-5'	5'-GGCC-3' 3'-CCGG-5'	HaeIII

تفاعل إنزيم البلمرة المُتسلسل (PCR) هو عملية مضاعفة عينة صغيرة من DNA لإنتاج ملايين النسخ منها خلال ساعات عدّة باستخدام جهاز الدورية الحرارية.



الشكل (50): جهاز الدورية الحرارية.

ملاحظة قام العالم كاري موليس بتطوير تقنية تفاعل إنزيم البلمرة المُتسلسل.

الأدوات والمواد المستخدمة في تفاعل إنزيم البلمرة المُتسلسل:

1- عينة DNA التي يراد مضاعفتها.

2- إنزيم البلمرة مُتحمّل الحرارة.

3- أعداد من النيوكليوتيدات الأربعة A, T, C, G: لاستخدامها في بناء سلاسل جديدة.

4- سلاسل البدء: هي سلاسل مفردة من النيوكليوتيدات، قد يصل عددها إلى 20 نيوكليوتيداً أو أكثر وهي تُصمّم

ووفق تسلسلات مُحدّدة، بحيث تكون مُتمّمة لتسلسل النيوكليوتيدات في بداية منطقة التضاعف.

ترتبط سلاسل البدء في سلسلة بداية منطقة التضاعف، فتصبح بداية السلسلة المراد بناؤها مزدوجة.

سؤال فسر استخدام سلاسل البدء في تفاعل إنزيم البلمرة المُتسلسل.

لأنّ إنزيم بلمرة DNA مُتحمّل الحرارة يتطلّب وجود تسلسل DNA مُزدوج لبدء بناء السلسلة المُكمّلة.

ملاحظة: يُحسب عدد قطع DNA الناتجة من عددٍ من الدورات في تفاعل إنزيم البلمرة المُتسلسل من خلال القانون 2^n حيث (n) تمثل عدد الدورات

سؤال احسب عدد جزيئات DNA الناتجة بعد 5 دورات في جهاز الدورية الحرارية.

إجابة السؤال $2^5 = 32$

خطوات تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل

1- مرحلة الفصل وتحدث على درجة حرارة من 94 – 96 س

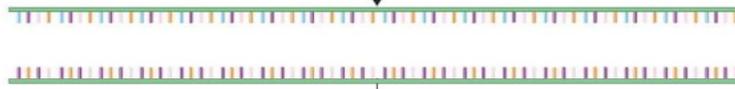
2- مرحلة الربط وتحدث على درجة حرارة من 55 – 65 س

3- مرحلة الاستطالة وتحدث على درجة حرارة من 70 – 75 س

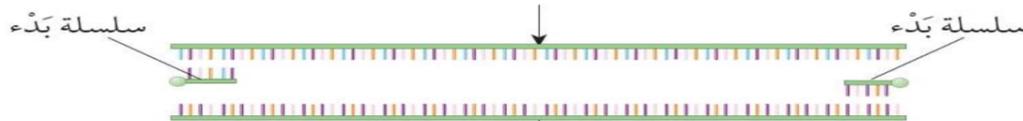
جزء DNA يحتوي على المنطقة المراد نسخها



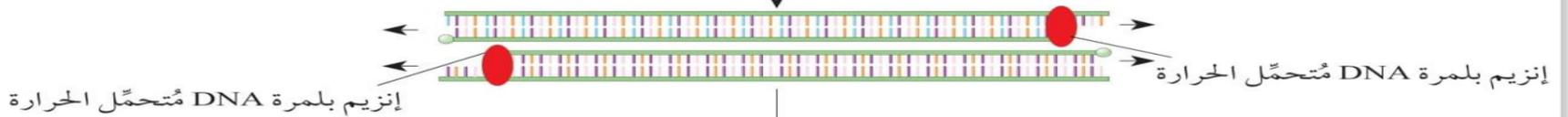
1 مرحلة الفصل Denaturation Stage: تحطيم الروابط الهيدروجينية التي تربط بين القواعد النيتروجينية في سلسلتي DNA لفصل السلسلتين، ثم إنتاج سلسلتين أحاديتين. وهذه المرحلة تتطلّب توافر درجة حرارة تتراوح بين (94 - 96 C°).



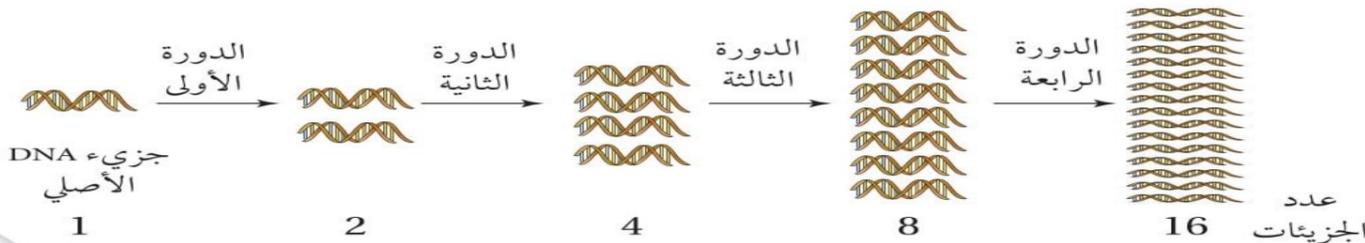
2 مرحلة الربط Ligation Stage: ربط النهاية المفردة للسلاسل الأحادية بسلاسل البدء. وهذه المرحلة تتطلّب توافر درجة حرارة تتراوح بين (55 - 65 C°).



3 مرحلة الاستطالة Extending Stage: بناء جزيئات DNA جديدة وكاملة بواسطة إنزيم بلمرة DNA مُتحمّل الحرارة. وهذه المرحلة تتطلّب توافر درجة حرارة تتراوح بين (70 - 75 C°)، فينتج جزيئا DNA، في كلّ منها سلسلة قديمة وأخرى جديدة.



يُذكر أنّ هذه الخطوات تتكرّر في الدورة الجديدة لكل جزيء من جزيئي DNA الناتجين.



لفصل الكهربائي الهلامي:

تفصل قطع DNA اعتماداً على:

1- شحنتها السالبة.

2- الاختلاف في أطوالها.

تتم هذه التقنية باستخدام جهاز الفصل الكهربائي الهلامي الذي يحوي محلولاً موصلًا للتيار الكهربائي.

خطوات الفصل الكهربائي الهلامي:

1- توضع عيّات DNA داخل ثقب في المادة الهلامية.

2- ثم يوصل التيار الكهربائي مدة مناسبة؛ فتتحرك قطع DNA في اتجاه القطب الموجب.

سؤال فسر تتحرك قطع DNA في اتجاه القطب الموجب؟ لأنها مشحونة بشحنة سالبة

3- ثم يفصل التيار الكهربائي.

4- تُرفع المادة الهلامية وتوضع في محلول يحوي صبغة خاصة DNA من أجل تحديد مواقع القطع والمسافات

5- ثم تُنقل المادة الهلامية إلى جهاز التصوير باستخدام الأشعة فوق البنفسجية UV؛ فتظهر خطوط تمثل قطع DNA على مسافات مختلفة تبعاً لطول القطعة.

- تتناسب المسافة المقطوعة مع طول القطعة تناسباً عكسياً.

- تُمثل مجموعة الخطوط الظاهرة خرائط قطع.

- يُستخدم الفصل الكهربائي الهلامي في:

(أ) هندسة الجينات (ب) دراسة الطفرات

(ج) التمييز بين الأفراد كما في البصمة الوراثية.

ملاحظات على الفصل الكهربائي الهلامي:

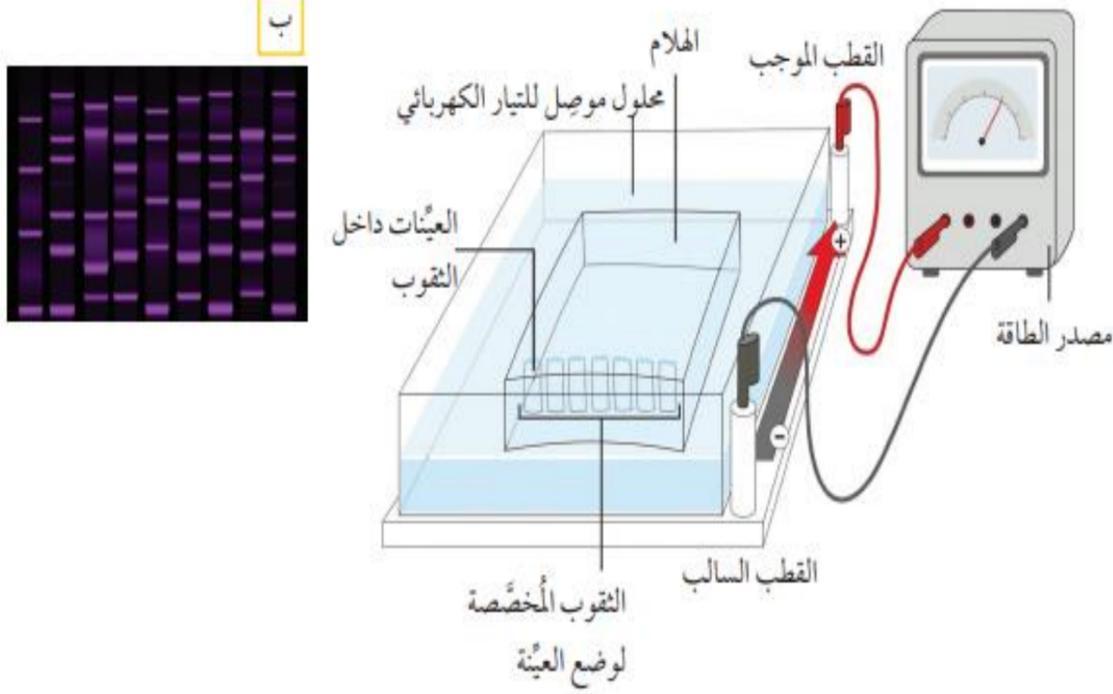
1-القطع ذات نفس الطول تقطع نفس المسافة.

2-تتحرك قطع DNA من القطب السالب إلى القطب الموجب

3-أقرب للقطب الموجب أبعد عن القطب السالب (اصغر قطعة)

4-أبعد عن القطب الموجب أقرب للقطب السالب (أكبر قطعة)

جهاز الفصل الكهربائي الهلامي



الشكل (52):

أ- الفصل الكهربائي الهلامي.

ب- صورة العينات الناتجة من الفصل الكهربائي الهلامي.

تطبيقات التكنولوجيا الحيوية

البصمة الوراثية هي خريطة قطع تُبين توزيع قطع DNA في عيّنة DNA التي يُراد تحليلها، وتؤخذ هذه العيّنة من نواة خلية حيّة، مثل: خلايا الدم البيضاء، وجذور الشعر، والخلايا الطلائية.

- تُعدّ هذه الخريطة باستخدام منطقة تحوي أعداداً متغيّرة من تسلسلات DNA المتكرّرة (VNTRs)

- تختلف البصمة الوراثية من شخص إلى آخر وتتشابه فقط في التوائم المتطابقة.

سؤال فسر تُستخدم البصمة الوراثية في القضايا القانونية، مثل: تحديد النسب، والتحقيق في الجرائم؟

لأنّ البصمة الوراثية تختلف من شخص إلى آخر.

استخدامات البصمة الوراثية

1- تحديد النسب:

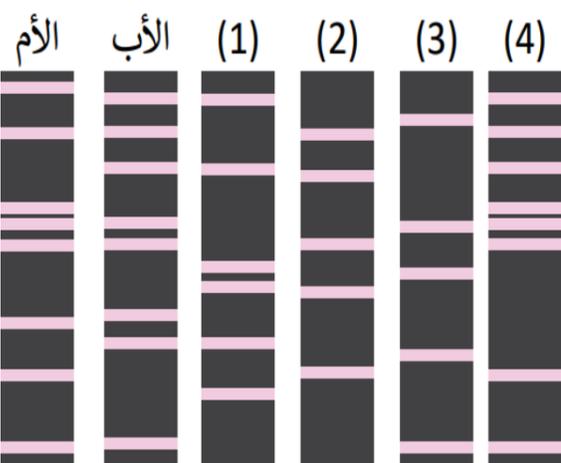
تُحلّل خريطة القطع لكلّ من الطفل والأبوين؛ إذ تكون بعض قطع DNA للطفل من الأم، وبعضها الآخر من الأب.

ملاحظة في أسئلة تحديد النسب:

• يجب أن تكون قطع DNA للطفل بعضها من الأب وبعضها الآخر من الأم.

• إذا لم تتشابه أحد القطع لا مع الأب ولا مع الأم، فلا يكون ابن لهما.

الأطفال



2- لتحقيق في الجرائم:

تُحلل خريطة القطع للعيّنة من مسرح الجريمة وللمشتبه فيهم.

ملاحظة في أسئلة التحقيق في الجرائم:

•المشتبه به الذي يمتلك قطع متشابهة مع مسرح الجريمة أكثر من غيره يكون هو الجاني (المُجرم)

سؤال يُبيّن الشكل الآتي البصمة الوراثية لعيّنة وُجِدَت في مسرح جريمة، ولمُشتبه بهما أيُّ المُشتبه بهما هو الجاني.

3- تحديد هويّة الضحايا في الكوارث الطبيعية.

المُشتبه به الثاني	المُشتبه به الأوّل	مسرح الجريمة
████████	████████	████████
████████	████████	████████
████████	████████	████████
████████	████████	████████
████████	████████	████████
████████	████████	████████
████████	████████	████████
████████	████████	████████

هندسة الجينات هي تعديل DNA للكائن الحي ما يُغيّر المعلومات الوراثية فيه **وتبعًا لذلك** يتغيّر نوع البروتينات التي يُكوّنها وكميّتها فيتمكّن من تصنيع مواد جديدة أو أداء وظائف جديدة.

الخطوات العامة لهندسة الجينات:

1- عزل جينات مُحدّدة من DNA المُتبرّع.

2- ثم إضافتها إلى DNA المُستقبل لإنتاج DNA المُعاد تركيبه.

تُعد **بكتيريا E. coli** من الكائنات الحيّة المُعدّلة وراثيًا.

الهدف من تعديلها: إنتاج الأنسولين البشري المُعاد تركيبه.

تطبيقات هندسة الجينات

أ (تطبيقات طبية Medical Applications

استخدامات هندسة الجينات في المجال الطبي

1- إنتاج اللقاحات والبروتينات العلاجية مثل:

أ-هرمون الأنسولين : عن طريق تعديل بكتيريا E. coli وراثيًا.

ج-الفولستيم : وهي مادة تُستعمل لعلاج العقم.

2- العلاج الجيني:

•طرق العلاج الجيني:

أ- تثبيط الجين المسؤول عن إحداث المرض.

ب- إدخال نسخة من الجين السليم في خلايا فرد مصاب بمرض وراثي ناتج من اجتماع أليلين مُتَنَجِّين؛ لتعويض نقص البروتين الوظيفي في الخلايا.

خطوات العلاج الجيني:

الأمراض التي يُمكن مُعالجتها جينيًا:

1- مرض التليّف الكيسي.

2- أنواع مُعيّنة من نزف الدم.

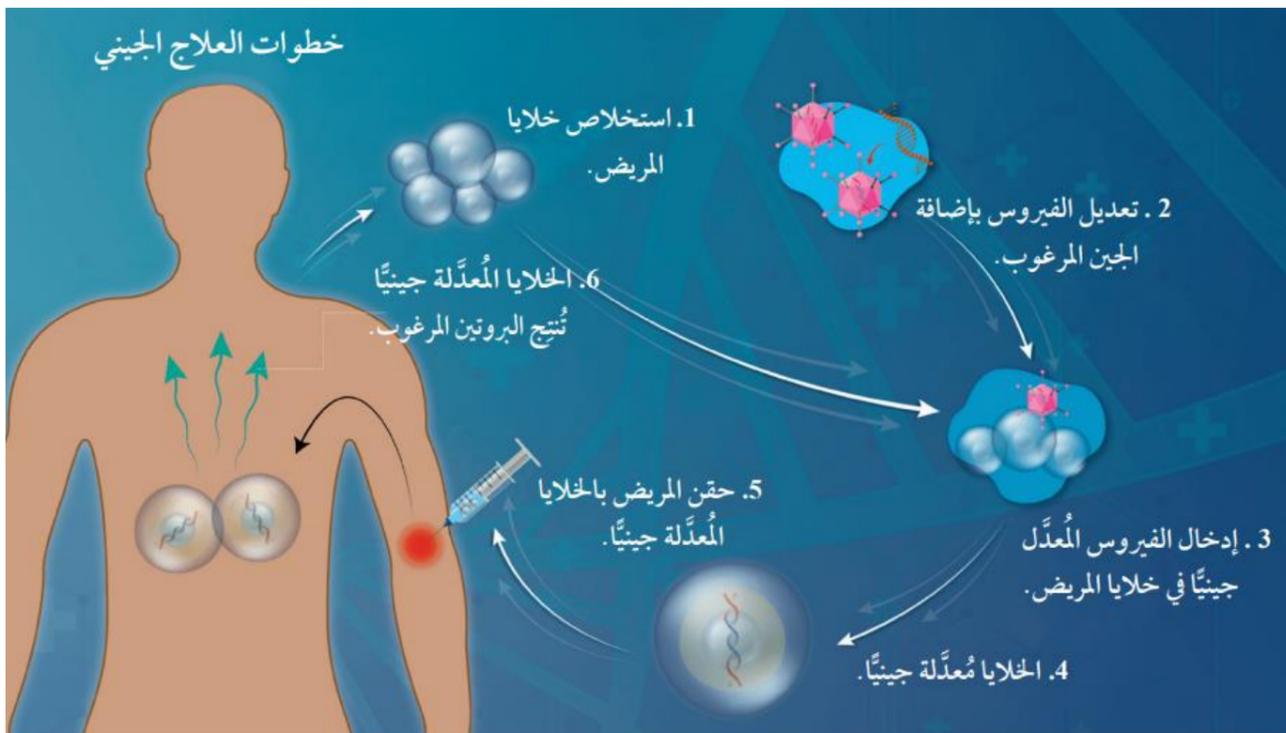
3- مرض مناعي يُسمّى ADA-SCID.

التحدّيات التي يُواجهها استخدام العلاج الجيني:

1- التأكد من اندماج الجين المرغوب في المادة الوراثية للخلية التي تحتاج إليه.

2- التأكد أنّ الجين سيكون نشطًا.

3- اختيار ناقل جينات مُناسب لا يُحدّث ردود فعل مناعيّة.



الربط بالصحة

اضطراب طيف التوحد

« استطاع العلماء معرفة السبب الجيني لاضطراب طيف التوحد ASD بعد دراسة جين **Hoxd 4** و **DNA المحيط به**، وتقضي دوره في نمو الدماغ الخلفي في الأجنة وتطوره.

« وقد توصل العلماء إلى أن **النمو غير الطبيعي في الجزء الخلفي من الدماغ يسهم في تطور اضطراب طيف التوحد.**

الربط بالمؤسسات الوطنية

« تُواكب المؤسسات الوطنية مناحي التطور في التكنولوجيا الحيوية عن طريق:

(1) استحداث تخصصات جامعية لدراسة هندسة الجينات والتكنولوجيا الحيوية.

(2) المؤسسات المتخصصة في تقديم الرعاية الصحية للمرضى، مثل:

المركز الوطني للسكري والغدد الصم والوراثة؛ الذي تجرى فيه فحوص للكشف عن اختلالات وراثية لدى الأفراد، مثل **مرض دوشين**، و**حمى البحر الأبيض المتوسط**، وغير ذلك.

تطبيقات زراعية Agricultural Applications

تُعدّل النباتات جينياً لإكسابها صفات مرغوبة (مزايا إنتاج

محاصيل غذائية مُعدّلة جينياً) مثل :

1- زيادة القيمة الغذائية للنبات.

2- ملائمة الظروف المحيطة.

3- مقاومة الآفات الزراعية.

4- زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية.

خطوات هندسة الجينات في النباتات:

1- تعديل البلازميد جينياً: باستخدام إنزيمات القطع

المُحدّد، وإنزيمات الربط.

2- نقل البلازميد المُعدّل جينياً إلى بكتيريا تُهاجم

النبات وتدخل خلاياه.

3- دمج الجين ذي الصفة المرغوبة في DNA

للنبات؛ فتظهر الصفات الجديدة في النبات المُعدّل

جينياً.

أمثلة على استخدام هندسة الجينات في النباتات:

1- تعديل نبات الأرز جينياً: لإنتاج كميات أكثر من فيتامين A

2- تعديل نبات القطن: بإضافة جين مسؤول عن بروتين يُؤثّر في جهاز الحشرات الهضمي ليصبح محصولاً مُقاوماً للحشرات؛ ما يُقلّل الفاقد من المحصول بسبب

الآفات الزراعية.

أمثلة على استخدام هندسة الجينات في تحسين الإنتاج الحيواني:

1- تعديل بعض صفات الحيوان: لزيادة إنتاجه من الحليب، أو البيض، أو اللحم.

2- زيادة مقاومة الأمراض في الحيوانات.

3- استخدام فران التجارب المُعدّلة جينياً في دراسة تطوّر الأمراض وتأثير الأدوية.

الاستنساخ:

الاستنساخ هو إنتاج كائن حي مُتعدّد الخلايا من خلية واحدة، بحيث يتطابق وراثياً مع الكائن الحي الذي تبرّع بالخلية الأصلية المُستنسخة.

أولاً استنساخ النبات

سؤال فسر يُستنسخ نبات الأوركيد؟

نظراً إلى أهميته الاقتصادية، وصعوبة تكثيره خضرياً.

تُستنسخ نباتات أخرى لخصائصها المُميّزة مثل:

1- جودة المحصول

استنساخ العالم ستيوارد نبات الجُرّ باستخدام خلايا الجذر لإنتاج نباتات جُرّ كثيرة مُتماثلة

وراثياً، ومُماثلة للنبات الأصلي.

خطوات استنساخ النبات:

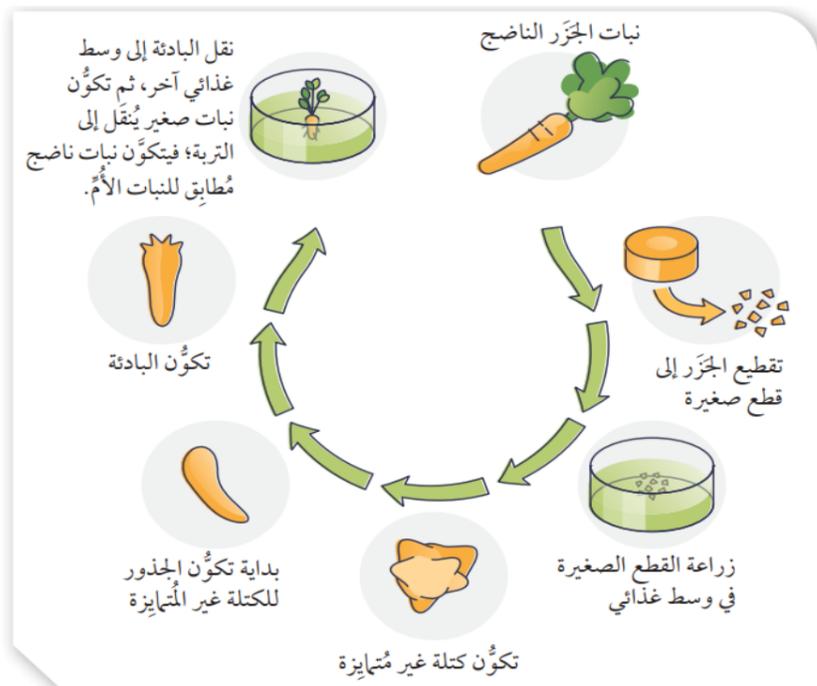
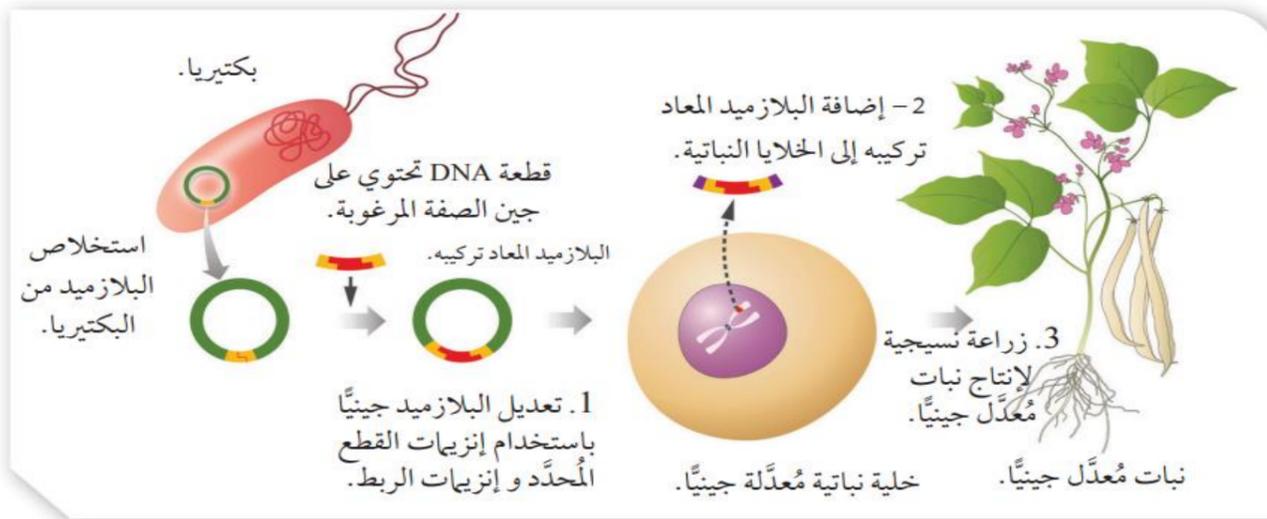
1- تقطيع نبات ناضج إلى قطع صغيرة.

2- وتوضع في وسط غذائي ملائم تحت ظروف بيئية مُعقّمة تماماً.

3- حتى تتكوّن كتلة نباتية غير مُتمايزة ثم تتكوّن الجذور لهذه الكتل غير المُتمايزة.

4- بعد ذلك تتكوّن البادئة ليتم نقلها إلى وسط غذائي آخر.

5- ليتكوّن نبات صغير يُنقل إلى التربة فيتكوّن نبات ناضج مُطابق للنبات الأم.



ثانياً استنساخ الحيوانات

استنسخ العلماء الأغنام، والبقر، والقطط، والفران.

خطوات استنساخ الحيوانات:

1- أخذ خلية جسمية سليمة ثنائية المجموعة الكروموسومية من الحيوان المراد استنساخه.

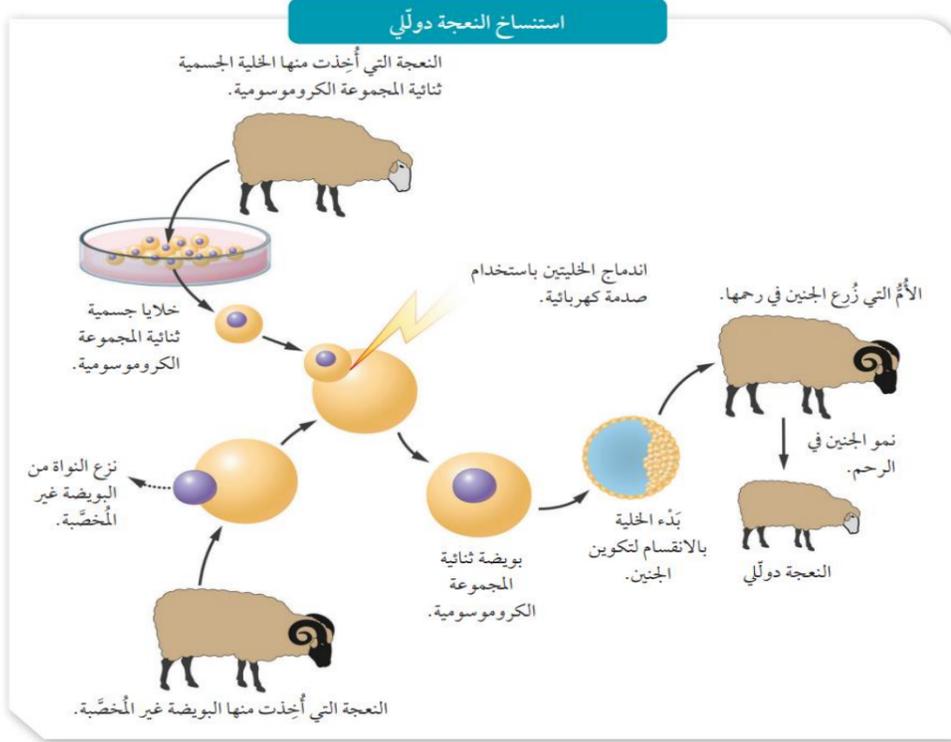
2- استبدال نواة هذه الخلية بنواة بويضة غير مُخصَّبة.

3- تحفيز البويضة ثنائية المجموعة الكروموسومية على الانقسام.

4- يتكوّن الجنين الذي يُزرَع في رحم أنثى أخرى.

تكون صفات النسل الناتج مُماثلة لصفات الحيوان الذي أُخذت منه الخلية الجسمية.

في عام 1996م استُنسخت النعجة دولّي وكان ذلك بداية عدد جديد لاستنساخ عدد من الكائنات الحيّة.



الربط بالدين

« علل: أجمعت الهيئات والمؤسسات الشرعية كلها على تحريم الاستنساخ البشري؟ لما فيه من ضياع للأنساب، وللمحافظة على تماسك المنظومة المجتمعية.»

« أما استنساخ النباتات والحيوانات لأغراض البحث العلمي، أو العلاج، أو زراعة الأعضاء، أو استخلاص العقاقير، فقد سُمِحَ به ضمن حدود الاعتدال وجلب المصالح ودرء المفاسد، وَفَقًا للضوابط الشرعية.»

مشروع الجينوم البشري:

مشروع الجينوم البشري هو تحديد تسلسل النيوكليوتيدات في كامل DNA للإنسان وتعرّف مواقع الجينات وترتيبها في الكروموسومات جميعها.

ملاحظة استغرق مشروع الجينوم البشري مدة طويلة (معلومة لك عزيزي 1990 – 2003)

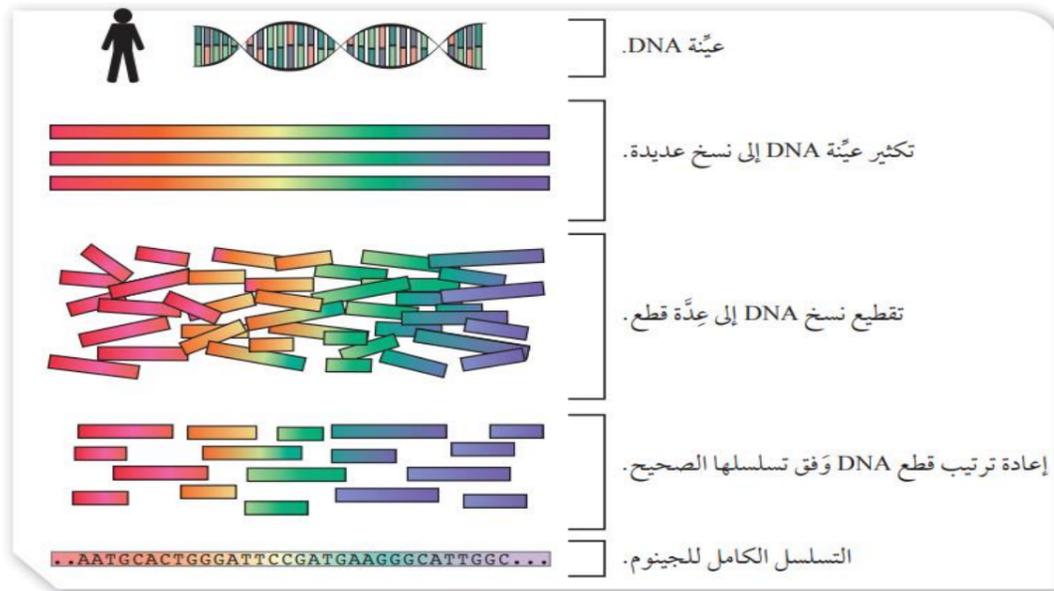
سؤال وضح أصبح ممكناً في الوقت الحالي معرفة تسلسل الجينوم البشري في أقل من يوم واحد؟

نتيجة التطوّرات التي شهدتها التكنولوجيا الحيوية.

خطوات مشروع الجينوم البشري

فوائد مشروع الجينوم البشري:

- 1- تشخيص الأمراض الوراثية وتعرّف علاجاتها.
- 2- تحديد الأمراض التي تنتج من أليلات سائدة أو مُنتجّة ويتحكّم فيها **جين واحد** مثل مرض هنتنغتون والتليف الكيسي.
- 3- اكتشاف الجينات التي تؤثر في أمراض أكثر تعقيداً، مثل مرض السرطان وأمراض القلب.

مشاريع جينوم أخرى
Other Genomic Projectsمشروع الجينوم الشخصي
Personal Genome Project

يهدف هذا المشروع إلى دراسة تسلسل الجينوم الشخصي الكامل لآلاف المشاركين حول العالم، وكذلك تعرّف الطرز الشكلية، والمعلومات الطبية، ودراسة العلاقات بين الجينات والبيئات المختلفة.

مشروع الألف جينوم
One Thousand Genome Project

أنشئ مشروع الألف جينوم عام 2008م بوصفه خريطة مُفصّلة تُستخدَم في مقارنة الجينوم البشري، ودراسة التنوع الوراثي في الأفراد باستعمال ألف عَيّنة DNA لأفراد من مجتمعات مختلفة حول العالم بعد أخذ موافقتهم.

مشروع الجينوم لبعض الكائنات الحيّة
Genome Project for some Organisms

درس العلماء جينوم بعض الكائنات الحيّة، مثل: أنواع من البكتيريا، والخميرة، وبعض أنواع الحيوانات والنباتات، بَعِيّة تعرّف تسلسل النيوكليوتيدات. يُذكر أنّ عدد الجينات في جينوم الكائنات الحيّة غير ثابت، وكذلك حجم الجينوم الذي يقاس بملايين القواعد النيتروجينية.

المعلوماتية الحيوية

المعلوماتية الحيوية استخدام الحاسوب في جمع تسلسل عدد كبير من النيوكليوتيدات ومعالجتها، وتحليلها ودراستها أو استخدامه في جمع كمّ كبير من المعلومات المتعلقة بالعلوم الحياتية

ملاحظة من اجل المعلوماتية الحيوية **يجب نظام ذي سعة وسرعة كبيرتين.**

تعتمد المعلوماتية الحيوية على: أجهزة **حاسوب متطورة** يُمكنها تخزين كم هائل من البيانات وإدارتها، وإنشاء قواعد بيانات تُخزّن تسلسل الجينوم والمحتوى البروتيني للعينات المدروسة وتسلسل البروتين وتركيبه.

أمثلة على قواعد البيانات:

COSMIC-1 وهي قاعدة بيانات **للطفرات الجسمية** المُسببة لمرض السرطان.

BLAST-2 هي قاعدة بيانات تساعد على المقارنة السريعة بين تسلسلات الجينات على جزيئات DNA للكائنات المختلفة والتشابه الجيني بينها؛ ما يُسهّم في تعرّف وظائف الجينات، وتمييز الجينات المُسببة للاختلالات الوراثية.

علم المحتوى البروتيني

علم المحتوى البروتيني علم يدرس أنواع البروتينات المختلفة، ومدى وفرتها، وتركيبها، ووظائفها، وأثرها في جسم الكائن الحيّ وهو يتضمّن **معرفة تسلسل الحموض الأمينية في البروتين.**

اعتماداً على المعلوماتية الحيوية يُمكن تعرّف **الجين المسؤول عن إنتاج بروتين ما** وتحديد الأمراض الوراثية وتشخيصها وتطوير الأدوية المناسبة لعلاجها

يُعد مشروع رسم خريطة البروتينات للإنسان (HPRD) قاعدة بيانات مرجعية **يستفاد** منها في تعرّف:

(أ) عدد البروتينات (ب) وظائفها المختلفة (ج) علاقة البروتينات بالأمراض.

القضايا الأخلاقية المرتبطة بالتكنولوجيا الحيوية

بالرغم من الإيجابيات العديدة لاستخدام التكنولوجيا الحيوية، **فإنّه توجد آثار سلبية لها، مثل:**

1- تأثير الجين المنقول في الجينات الأخرى، مثل: زيادة نشاطها، أو تثبيط عملها.

2- مهاجمة جهاز المناعة للناقل الجيني.

3- التأثير في الأنظمة البيئية، وإصابة الإنسان أو الكائنات الحية الأخرى بالأمراض.

4- إنتاج سلالات من الكائنات الحية لاستخدامها أسلحة بيولوجية في تدمير البشرية.

5- تعديل صفات الأجنة غير المرضية، مثل: الذكاء، والجمال، والطول.

الإثراء والتوسع

الخرائط الدماغية Brain Maps

تُستخدم تكنولوجيا خرائط الدماغ ثلاثية الأبعاد في تشخيص الحالات المرضية المزمنة (مثل مرض باركنسون)، وتخطيط العمليات الجراحية (مثل عمليات أورام المخ)، وتحديد الموقع الدقيق لوظائف الدماغ الفردية (مثل: الكلام، والذاكرة، والحركة). وهي تُستخدم أيضاً قبل إجراء الخاص بالعمليات الجراحية وفي أثناء ذلك؛ لتمييز أنسجة الدماغ السليمة من تلك المريضة.

التنوع الحيوي والمخاطر التي تهدده

يؤدي التنوع الحيوي دوراً مهماً في: **المحافظة على الغلاف الحيوي للأرض**؛ ما يُحتم عدم الإضرار بهذا التنوع، والعمل على ديمومته واستمراريته.

تعيش كثير من الجماعات الحيوية المختلفة في الأنظمة البيئية ما يُمثل تنوعاً حيوياً يُسهم في المحافظة على الغلاف الحيوي للأرض.

التنوع الحيوي

التنوع الحيوي: هو وجود أنواع مختلفة من الكائنات الحية في نظام بيئي مُعَيَّن.

الجماعة الحيوية: هي مجموعة من أفراد النوع نفسه، تعيش في منطقة بيئية مُعَيَّنة، وتتأثر بالظروف البيئية نفسها، وتكون قادرة على أداء العمليات الحيوية اللازمة لاستمرار وجودها.

كلما كان التنوع الحيوي كبيراً كانت الأنظمة البيئية أكثر استقراراً ما يُسهم في استدامة سلامة الغلاف الحيوي للأرض إذ يُقلل ذلك من اعتماد أي من الجماعات الحيوية على نوع واحد فقط في الغذاء أو المسكن.

مستويات التنوع الحيوي Biodiversity Levels

تنوع الأنظمة البيئية

Ecosystems Diversity

تعدُّد الأنظمة البيئية بما تحويه من مُكوّنات حيّة وأخرى غير حيّة في الغلاف الحيوي، علمًا بأنَّ استقرارها يعتمد على استمرار تدفق الطاقة (الغذاء) في العلاقات الغذائية المُتبادلة بين الجماعات الحيوية المختلفة، وتفاعل هذه الجماعات مع المُكوّنات غير الحيّة. فمثلاً، يحتوي النظام البيئي لواحة الأزرق على مياه ضحلة غير عميقة؛ ما يسمح لأسمك السرحاني التي تعيش فقط في هذه المحمية بوضع بيوضها، ودعم نموها وتكاثرها.



التنوع الوراثي

Genetic Diversity

الاختلافات في الجينات بين أفراد الجماعة الحيوية الواحدة والجماعات الحيوية المختلفة الأخرى؛ ما يساعد أفراد الجماعات الحيوية على التكيف مع بيئاتهم، مثل: القدرة على التخفي لدرء خطر المُفترسات، أنظر التنوع الوراثي في لون صدفة الحلزون الخارجية.



تنوع الأنواع

Species Diversity

عدد أنواع الكائنات الحية المختلفة، ونسبة كل منها في النظام البيئي. يُمكن إيجاد نسبة النوع الواحد من الكائنات الحية في مساحة مُعَيَّنة بحساب عدد أفرادها مقارنةً بالعدد الكلي للكائنات الحية في المساحة نفسها.

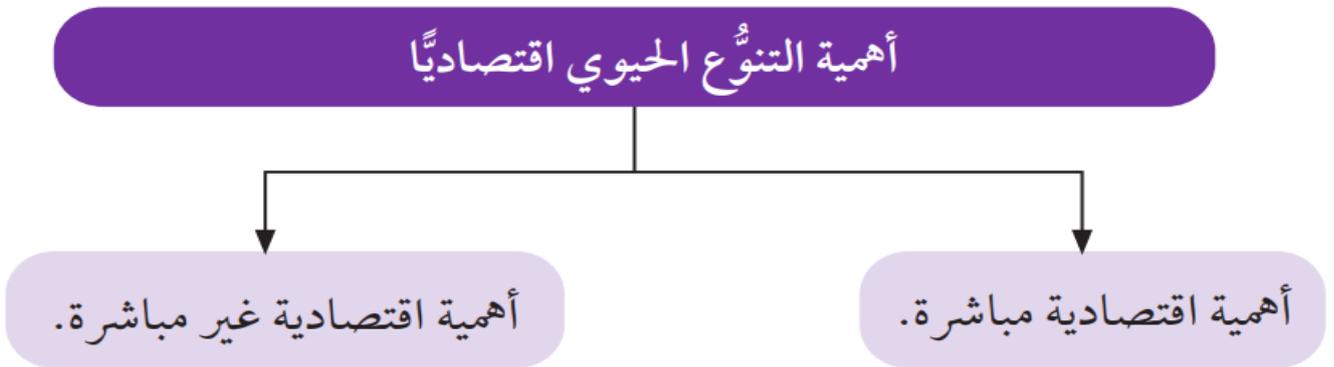


أهمية المحافظة على التنوع الحيوي

القيمة الأخلاقية:

- سخر الله تعالى الأرض وما تحويه لخدمة الإنسان، وتسهيل مهمة عمارته لها.
 - تقع على كاهل الإنسان **مسؤولية أخلاقية** في المحافظة على التنوع الحيوي في الأنظمة البيئية للأجيال القادمة، وهي **مسؤولية جماعية** يشترك فيها جميع أفراد المجتمع، والعلماء، وصانعو القرار.
 - لذا تكاثفت الجهود الدولية الساعية لإنشاء المنظمات والجمعيات التي تُعنى بحماية البيئة، وصدرت المواثيق والمعاهدات الدولية التي تضبط الآثار السلبية الناجمة عن الأنشطة البشرية.
- سؤال** وضح تكاثفت الجهود الدولية الساعية لإنشاء المنظمات والجمعيات التي تُعنى بحماية البيئة.
- لأنّ المحافظة على التنوع الحيوي مسؤولية جماعية يشترك فيها جميع أفراد المجتمع، والعلماء، وصانعو القرار.

- بالرغم من أنّ **أنشطة الدول الصناعية** هي **المُسبب الرئيس** لمعظم ما تعانيه الأنظمة البيئية من ويلات ومشكلات بيئية (مثل التلوث) فإنّ **البلدان الفقيرة هي التي تتأثر** بصورة غير مباشرة بعواقب هذه الأنشطة.
- تعد المحافظة على التنوع الحيوي **عملية مهمة للإنسان**؛ إذ يخدم التنوع الحيوي المجتمعات اقتصادياً



الأهمية الاقتصادية المباشرة:

يُعدُّ التنوع الحيوي **مخزناً للتنقيب الحيوي**.

التنقيب الحيوي: وهو البحث عن كائنات حية تُمثّل مصدرًا للمواد ذات **قيمة اقتصادية**، مثل: الملابس، والعقاقير الطبية (منتجات اقتصادية مصادرها كائن حي)

أمثلة:

1- **دواء الأسبرين**: التي استُخلِصت بعض مكوّناته من **أوراق نبات الصفصاف**.

• استخدامات الأسبرين:

(أ) مسكّن للألام.

(ب) الحدّ من خطر حدوث الجلطات الدموية في الأوعية الدموية المختلفة.

الدرس الأول: التنوع الحيوي و المخاطر التي تهدده

2- اكتشف العلماء وجود كثير من النباتات التي قد يستفاد منها في:

(أ) علاج مرض السرطان.

(ب) مقاومة بعض الأمراض الأخرى، مثل:

- 1- أمراض القلب والأوعية الدموية
- 2- التهاب المفاصل
- 3- الإيدز.

سؤال ما سبب استخدام العلماء **بنوك الجينات بوصفها مصادر وراثية محمية وموثقة؟**

لأن التنوع الحيوي:

1- يُوفّر مصادر غذائية عديدة للإنسان.

2- يُحقّق الأمن الغذائي للمجتمعات.

3- يُعدّ التنوع الوراثي مخزونًا وراثيًا للأجيال حاضرًا ومستقبلاً.

الأهمية الاقتصادية غير المباشرة:

يُحافظ التنوع الحيوي على سلامة الأنظمة البيئية، ويُساهم في استقرارها عن طريق تنظيم المناخ.

دور التنوع الحيوي في المحافظة على سلامة الأنظمة البيئية:

يُعدّ وجود الغطاء النباتي ضروريًا لـ:

- 1- الحفاظ على توازن الغازات.
- 2- التخفيف من ظاهرة الاحترار العالمي.
- 3- حماية الأنظمة البيئية من الفيضانات والجفاف.
- 4- التخلّص من المواد السامة.
- 5- تحليل الفضلات وإعادة تدويرها ما يُحافظ على **خصوبة التربة، ويزيد من الأملاح المعدنية فيها.**

للتنوع الحيوي أيضًا قيمة جمالية، فهو:

- 1- يُساهم في دعم السياحة البيئية وتطويرها.
- 2- يجذب كثيرًا من الأشخاص المهتمين بجمال التنوع الحيوي في الأنظمة البيئية المختلفة.

مثال على قيمة جمالية للتنوع الحيوي:

التنوع الحيوي في غابات عجلون؛ إذ إنّها تستقطب عددًا كبيرًا من السُيَّاح.

القائمة الخضراء للاتحاد الدولي لحماية الطبيعة: هي قائمة تضم **أفضل المحميات** إدارةً على مستوى العالم.

صنّفت **محمية غابات عجلون** ضمن القائمة الخضراء للاتحاد الدولي لحماية الطبيعة.

مخاطر تهدد التنوع الحيوي

يؤدي **الإضرار بالتنوع الحيوي** إلى عدم استقرار الأنظمة البيئية، ويتمثل ذلك في الكوارث الطبيعية والأنشطة البشرية؛ ما يتسبب في:

- 1- تراجع عملية الإنتاج .
- 2- زيادة ظاهرة التصحر.
- 3- فقدان التنوع الحيوي في الأنظمة البيئية بصورة جزئية أو كلية هو ما يؤدي إلى الانقراض.

الانقراض:

الانقراض: هو اختفاء نوع من أنواع الجماعات الحيوية بموت آخر فرد من أفرادها.

أنواع الانقراض: هذا التصنيف تبعاً لعدد أفراد الجماعات الحيوية المنقرضة بالنسبة إلى الزمن

1- **الانقراض المُتدرِّج**: هو انقراض **بعض** أفراد الجماعات الحيوية **بصورة طبيعية**، وعلى نحو **تدرّجي**، خلال **مدّة زمنية طويلة نسبياً**.

2- **الانقراض الجماعي**: هو انقراض **عدد كبير** من أفراد الجماعات الحيوية خلال **مدّة زمنية قصيرة نسبياً**.
مثال: انقراض **الديناصورات** في أحد العصور إذ تعرّض للانقراض أكثر من نصف جميع أنواع الكائنات التي عاشت على الأرض في تلك الحقبة.

وجه المقارنة	الانقراض المُتدرِّج	الانقراض الجماعي
أعداد الكائنات الحية	بعض أفراد الجماعات الحيوية	عدد كبير من الجماعات الحيوية
المدة الزمنية	مدّة زمنية طويلة نسبياً	مدّة زمنية قصيرة نسبياً

عوامل تؤدي إلى الانقراض

أولاً: الاستغلال المفرط

الاستغلال المفرط: هو الاستغلال **الزائد** لأنواع من الكائنات الحيّة، ممثلاً في **صيدها بنسب تفوق قدرتها على التكاثر** وتعويض الناقص منها ما يؤدي إلى انقراضها، أو جعلها مهدّدة بالانقراض.

أكثر الكائنات الحيّة **تأثراً** بالاستغلال المفرط:

(أ) طائر الشنار (الحجل)

(ب) الكائنات الحيّة التي تمتاز بمعدّلات **تكاثر منخفضة** (أي معدّلات ولادة قليلة) مثل:

1- الفيلة 2- الحيتان 3- وحيدات القرن.

ملاحظة: تراجعت أعداد الفيلة الإفريقية بصورة كبيرة **بسبب تجارة العاج**.

(ج) **حيوان المها العربي** Oryx Leucoryx تناقصت أعداده بكثرة نتيجة **الصيد الجائر**، ما دفع بعض المنظمات الدولية إلى إطلاق حملات لحماية وإنقاذه.

في الأردن: حظي حيوان المها العربي باهتمام الجمعية الملكية لحماية الطبيعة، وهو ما أسهم زيادة أعداده في محمية الشومري.

ثانياً: الأنواع الغازية

الأنواع الغازية: هي أنواع الكائنات الحيّة **الغريبة**، مثل النباتات والحيوانات التي أُدخِلت عن قصد أو من دون قصد في موطن بيئي ما **عن طريق الإنسان** وأصبحت **تُهدّد التنوع الحيوي** فيه.

الأنواع المُستوطنة: هي أنواع الكائنات الحيّة التي تعيش في **موطنها الطبيعي**.

لذلك يعتمد بقاء الأنواع الغازية على:

1- مدى تكيفها مع موطنها الجديد
2- وجود مُفترسات قليلة لها فيه.

سؤال فسر تَوَثّر الأنواع الغازية **سلباً** في اقتصاد الدول؟
إذ تُلحق الطيور والقوارض الغازية مثلاً **ضرراً كبيراً** بالمحاصيل الزراعية، و**تزيد من تكاليف** مقاومتها بالمبيدات والوسائل الأخرى.

الطرائق التي تُؤثّر فيها الأنواع الغازية في الأنظمة البيئية

1- منافسة الأنواع المُستوطنة **على الموارد البيئية**، ومنعها من الحصول على الغذاء وغيره من الموارد، **ما يؤدي إلى:**

- انقراض أحد الأنواع **ما لم يُغيّر نمط حياته**.
- يؤثر تأثيراً سلبياً في السلاسل والشبكات الغذائية ضمن النظام البيئي.

2- **نقل الأنواع الغازية أمراضاً جديدةً** لم تكن موجودة في الموطن البيئي، تُسمّى **الأمراض الوافدة** **ما يُؤثّر سلباً** في الأنواع المُستوطنة.

أمثلة على الأنواع الغازية:

1- الفطريات الغازية:

إذا تَوَدّي بعض أنواع الفطريات الغازية إلى أمراض تُسبّب ذبول أوراق شجرة الدردار، ما يؤدي إلى موت الشجرة تدريجياً.

2- نبات السّلم: أُدخِل في البيئة الأردنية بمنطقة الأغوار.

سؤال كيف يُؤثّر نبات السّلم في النباتات المُستوطنة في بيئته؟

ينتشر ويتكاثر بصورة سريعة ليأخذ مكان النبات الطبيعي، فهو ينافس النباتات المُستوطنة على الموارد المائية مثلاً مسبباً موتها.

ثالثاً: فقدان المواطن

الموطن: هو المنطقة البيئية التي تعيش فيها الجماعات الحيوية المُتنوّعة.

سؤال **ماذا يحدث للكائنات الحية (الجماعات الحيوية) في حال فقدت موطنها؟**

1- تموت .

2- أو تنتقل إلى مكان آخر يتعدّر عليها التكيف معه في بعض الأحيان

الدرس الأول: التنوع الحيوي و المخاطر التي تهدده

الطرائق التي يؤثر بها الإنسان في المواطن البيئية:

1- تدمير الموطن البيئي: يحدث ذلك نتيجة:

- عمليات قطع أشجار الغابات، أو حرقها، أو استبدال تلك الأشجار والاستعاضة عنها بنباتات تُنتج محاصيل زراعية، أو بنباتات تُستخدم بوصفها مراعي طبيعية.
- التوسّع العمراني والصناعي.

2- تجزئة الموطن البيئي: هي تقسيم الموطن البيئي الواحد، وتحويله إلى مواطن بيئية صغيرة.

• نتيجة لأسباب طبيعية، مثل الزلازل أو بسبب الأنشطة البشرية مثل: شق الطرق، وبناء خطوط السكك الحديدية.

- تنقسم الجماعات الحيوية التي تعيش في الموطن البيئي إلى مجموعات صغيرة، بعيد بعضها عن بعض.

- تؤدي تجزئة الموطن البيئي إلى:

نشوء ظروف بيئية مختلفة، تظهر على طول الحدود البيئية، وتسمى تأثير الحد البيئي.

- تأثير الحد البيئي: هو نشوء ظروف بيئية مختلفة، تظهر على طول الحدود البيئية، نتيجة لتجزئة الموطن البيئي.

ملاحظة: كلما اتّسعت الحدود البيئية تناقصت الأنواع التي تستوطن وسط النظام البيئي.

- مثال على تأثير الحد البيئي:

الحدّ البيئي لغابة مجاورة لأحد الحقول؛ إذ تشمل ظروف الحقل البيئية:

1- درجات حرارة أعلى من تلك التي وسط الغابة.

2- رطوبة أقل 3- شدة إضاءة ورياح أكثر.

• ما يتسبب في خسارة بعض الأنواع.

- تُؤثر تجزئة الموطن أيضًا في الأنواع التي تحتاج إلى مساحة واسعة في موطنها البيئي، ويتمثل ذلك في تقليل

المساحة المتوافرة لها.

- قد تتضاءل فرصة التكاثر بين أفراد النوع الواحد في أجزاء مُتفرّقة من الموطن، ومن المحتمل أن يصبح

هؤلاء أكثر عُرْضة للمفترسات.

رابعًا: التلوّث

التلوّث: هو أيُّ تغيّر كيميائي أو فيزيائي أو حيوي في البيئة، وزيادته على الحدّ الطبيعي، ما يُؤثر سلبيًا في

الهواء والماء والترربة، ويهدّد التنوع الحيوي.

تلوث الماء:

تتلوث المياه بعد وصول الملوثات إليها، وطرحتها في البحيرات والأنهار و خزانات المياه الجوفية.

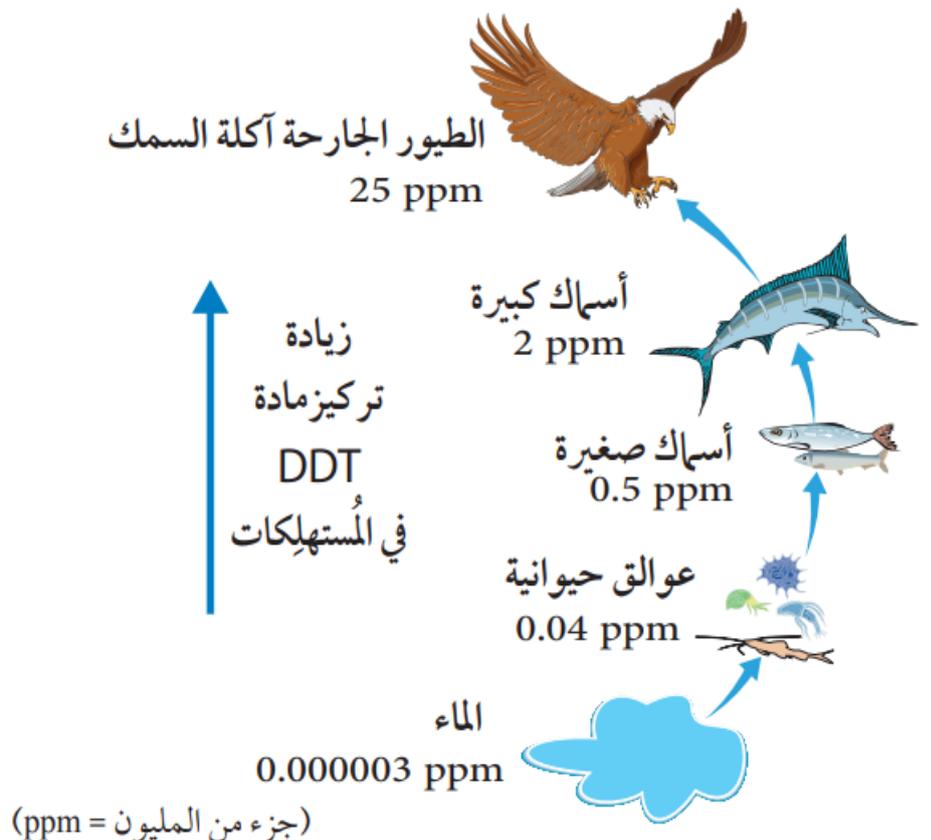
ملوثات المياه

الشكل (13): ملوثات الماء وأثرها في التنوع الحيوي.



الشكل (14): تراكم المبيد الحشري DDT في أجسام الكائنات الحية المكونة للسلاسل الغذائية.

أقارن بين أجسام العوالق الحيوانية وأجسام الأسماك الكبيرة من حيث تركيز المبيد الحشري DDT في كل منهما.

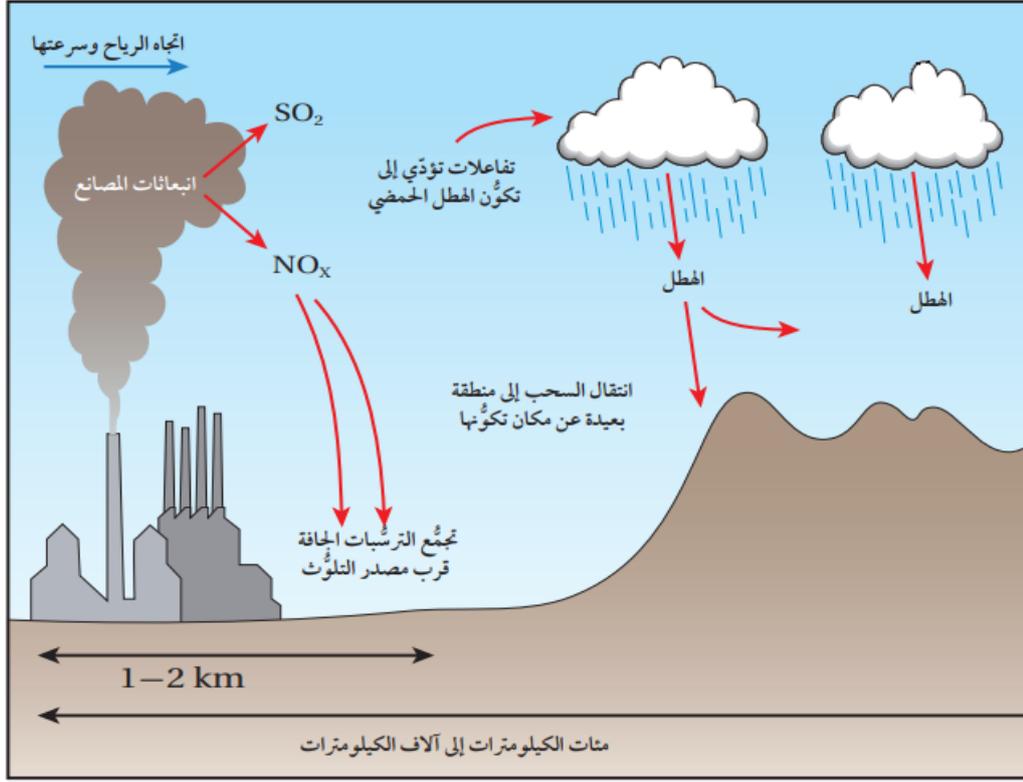


تلوث الهواء:

- أحد الأمثلة على تلوث الهواء **الهطل الحمضي**.

الهطل الحمضي: هو مطر أو ثلج أو ضباب يحوي حموضًا، ويتكوّن عند تفاعل **الماء** الموجود في الهواء مع **أكاسيد الكبريت والنيتروجين** المنبعثة من أنشطة الإنسان ما يؤدي إلى تكوين **حمض الكبريتيك وحمض النتريك**.

الشكل (15): تكوّن الهطل الحمضي.



- يتسبّب الهطل الحمضي في إلحاق **ضرر بالأنظمة البيئية المائية**، لا سيّما عند تسرّبه إلى **المياه الجوفية**، أو **المياه العذبة**، وقد يصل التسرّب إلى مستويات تجعل الماء غير صالح للشرب.

- عند اختلاط الهطل الحمضي بمياه البحيرات والمستنقعات فإن:

الرقم الهيدروجيني **يقِل**، و**حموضة الماء تزداد** وبالتالي:

1- يؤثّر سلبيًا في فقس بيض الأسماك 2- ويتسبّب في إنتاج نسل مُشوّه.

3- ثم انخفاض عدد الأسماك 4- وفقدان بعض أنواعها.

• **مُلاحقًا الضرر بالسلاسل الغذائية ما يحدّ من التنوع الحيوي.**

سؤال ما سبب موت الأشجار التي تتعرّض للهطل الحمضي؟

يؤثّر الهطل الحمضي أيضًا في **أوراق النباتات**، ويُحدِث تغييرًا في تراكيز الأملاح المعدنية الموجودة في التربة.

ما يؤدي إلى:

1- يُعرّض جذور النباتات للتلف

2- ويؤثّر سلبيًا في نموها.

3- ويعمل على تدمير أنسجتها

4- وتقليل قدرتها على مقاومة الأمراض.

الدرس الأول: التنوع الحيوي و المخاطر التي تهدده

- يستخدم علماء البيئة بعض أنواع الكائنات الحيّة في الكشف عن تلوث الأنظمة البيئية، وذلك برصد التغيّرات في:

- 1- أعداده
- 2- خصائصها الفسيولوجية
- 3- سلوكها
- 4 - شكلها الظاهري

- **المؤشّرات الحيوية**: هو استخدام بعض أنواع الكائنات الحيّة في الكشف عن تلوث الأنظمة البيئية، وذلك برصد التغيّرات في أعدادها، أو خصائصها الفسيولوجية، أو سلوكها، أو شكلها الظاهري.

أمثلة على المؤشّرات الحيوية:

1- أدلة على **تلوث الماء:**

(أ) **تشوّهات** في صغار الضفادع، والضفادع البالغة.

(ب) **عدم وجود** بعض أنواع اللافقاريات المائية الصغيرة، مثل **الروبيان**.

2- **دليل على تلوث الهواء:**

اختفاء الأشنات، بسبب افتقارها إلى الجذور؛ فهي تمتص المواد التي تحتاج إليها من الهواء والهطل.

- للكشف عن ملوثات الهواء في الأردن ترصد **وزارة البيئة** ملوثات الهواء عن طريق محطات الرصد الثابتة في بعض محافظات المملكة.

محطات الرصد الثابتة: هي محطات تُستخدم فيها تقنيات حديثة على مدار العام لتعرّف نسب الملوثات، ومقارنتها بالنسب الطبيعية المسموح بها.

- يتم اتخاذ الإجراءات اللازمة **للحدّ من الملوثات**، بالتعاون مع المديرية التابعة للوزارة، التي تُعنى بعمليات الترخيص والتفتيش والرقابة البيئية، فضلاً عن التعاون مع الوزارات والجهات المتخصّصة الأخرى ومراكز البحث العلمي في المملكة.

خامساً: الاحتراز العالمي

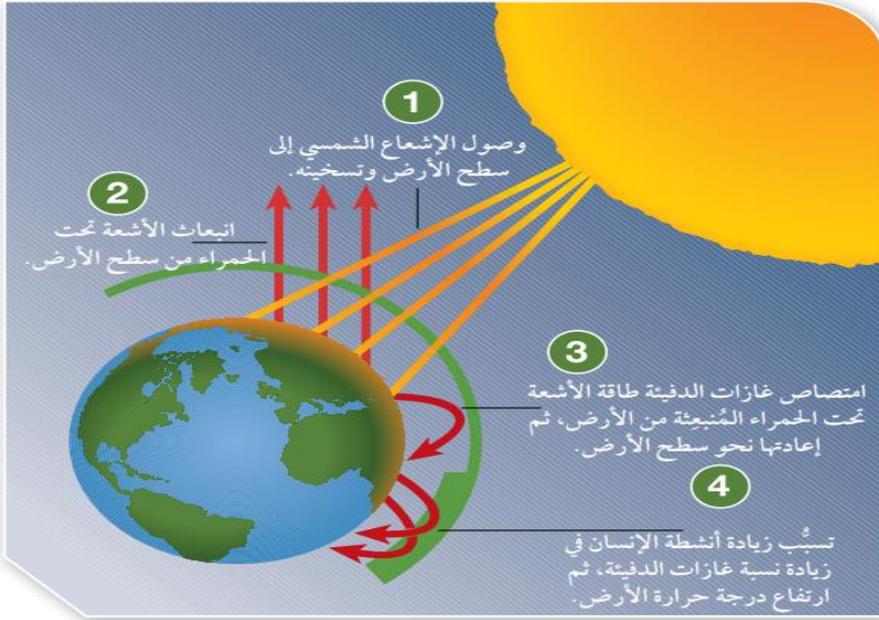
- **يمرّ الإشعاع بالغلاف الجوي** على هيئة **طاقة ضوئية** تصل سطح الأرض؛ مُسببة ارتفاع درجة حرارتها.

- بعد ذلك **تنعكس** هذه الطاقة من سطح الأرض الدافئ إلى الغلاف الجوي على شكل **أشعة طويلة الموجة** (الأشعة تحت الحمراء IR).

- وتمتصّ **غازات الدفيئة** (التي توجد في الغلاف الجوي مثل CO₂) كثيراً من هذه الأشعة التي تنبعث من الأرض وتحبس جزءاً منها، ثم تعيد إرسالها إلى سطح الأرض، وتحبس جزءاً منها، ما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارتها فيما يُعرّف **بالاحتراز العالمي**.

- **الاحتراز العالمي:** امتصاص غازات الدفيئة طاقة الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من الأرض، ثم إعادتها نحو الأرض.

الدرس الأول: التنوع الحيوي و المخاطر التي تهدده



تؤدي ظاهرة الاحترار العالمي إلى **تغيرات في المناخ**، ويؤدي **تغير المناخ** إلى:

1- **فقد** بعض الأنواع التي **لم تستطع التكيف** مع الظروف المناخية الجديدة وتعذر عليها الانتقال إلى مواطن بيئية مناسبة.

2- تتسبب درجات الحرارة المرتفعة في **جفاف التربة** في عديد من المناطق يؤدي جفاف التربة إلى:

أ) **يحد من نمو النباتات فيها.**

ب) **يزيد من احتمال اندلاع الحرائق فيها** بسبب الجفاف.

الربط بالسياحة والاقتصاد



« تسعى وزارة البيئة لتطبيق مفهوم الاقتصاد الأخضر الذي يُعنى بالنمو الاقتصادي المستدام في ظلّ الحفاظ على البيئة.

« تُعدّ المحميات الطبيعية مركزًا رئيسًا للسياحة البيئية، وهي تضم مرافق عديدة، مثل: المساكن البيئية، والمطاعم، إلى جانب عدد من الأنشطة، مثل: ركوب الدراجات، وتنظيم جولات بالحافلات وتسلق الجبال، ومسارات المشي.

الربط بعلوم الأرض



« تُمثّل المياه العذبة التي هي عصب الحياة للإنسان ما نسبته **2.5%** فقط من كمية الماء الموجود على سطح الأرض.

« تتوزع المياه العذبة بين **الأنهار الجليدية، والغطاء الجليدي، والمياه الجوفية، والمياه العذبة السطحية.**

« وبافتراض أنّ الأنهار هي المصدر الرئيس لسكان العالم، فإنّ ذلك يعني اعتماد حياة الإنسان على ما نسبته **0.0002%** من إجمالي المياه الموجودة على كوكب الأرض.

الربط بالكيمياء



« تمكّن العالم **بول مولر** من تعرّف خصائص **مادة DDT** بوصفها مبيدًا للحشرات.

« وتوصّل إلى أنّ هذه المادة تظلّ في التربة **مدّة 10 سنوات** تقريبًا من دون تحلّل، وهي مدّة تزيد ثلاثة أضعاف على مدّة بقاء المبيدات الحشرية الأخرى في التربة دون تحلّل.

« يُلحق المبيد الحشري DDT ضررًا بعدد من الكائنات الحيّة، لا سيّما الطيور؛ إذ يتسبّب في: هشاشة القشرة الخارجية لبيض الطيور وجعلها رقيقة؛ ما يؤدي إلى موت أجنّتها، وتراجع أعدادها.

مراجعة لبعض أسئلة الدرس؟

1- أوقع تأثير ثوران بركان في منطقة ما في التنوع الحيوي السائد فيها.

ثوران البراكين من الكوارث الطبيعية المُدمِّرة، يترتب عليها خسارة كبيرة في أنواع الكائنات الحية والأنظمة البيئية التي يعتمد عليها التنوع الحيوي، وقد يتسبب في انقراض أنواع من الكائنات الحية إذا كانت المنطقة تُمثِّل الموطن الطبيعي لهذه الأنواع

2- أوضِّح أثر اختفاء بعض الجماعات الحيوية في الأنظمة البيئية.

اختفاء بعض الجماعات الحيوية يُؤدِّي إلى حدوث فجوات في مسار الطاقة داخل النظام البيئي) قد تموت بعض الجماعات الحيوية الأخرى التي تعتمد على أفراد الجماعة الحيوية التي اختفت(، مما يُؤدِّي إلى اختلال التوازن البيئي وتدميره.

3- أوضِّح تأثير الماء الملوَّث بطائر النورس.

الماء الملوَّث يُؤدِّي إلى تسمُّم مصادر المياه التي تقي بحاجة طائر النورس، وكذلك يضر بالأسماك التي تعيش في المياه وتتغذى عليها طيور النورس فيؤدِّي إلى تراكم الملوثات ضمن المستويات الغذائية فيما يعرف بالتضخيم الحيوي، فيهدد بقاء هذه الطيور.

4- ما أثر الملوِّثات الفيزيائية في الأنظمة البيئية المائية؟

بيئة غير مناسبة لنمو الجماعات الحيوية وتكاثرها.

5- أبين كيف يُمكن الكشف عن أثر الهطل الحمضي في المسطحات المائية الصغيرة.

من خلال التأثير على انتشار الكائنات البحرية مثل تعرُّض صغار الأسماك للتشوه وفقدان بعض الأنواع البحرية كالروبيان وبلح البحر نتيجة تراكم المواد السامة داخل أجسامها، وقد يتسبب موت عدد كبير من الأسماك والتي تُصبح غذاء للحشرات مما يُؤدِّي إلى انتشار نسبة كبيرة من الحشرات على المسطحات المائية.

6- أوقع تأثير أكاسيد الكبريت والنيتروجين في نمو الأشنات.

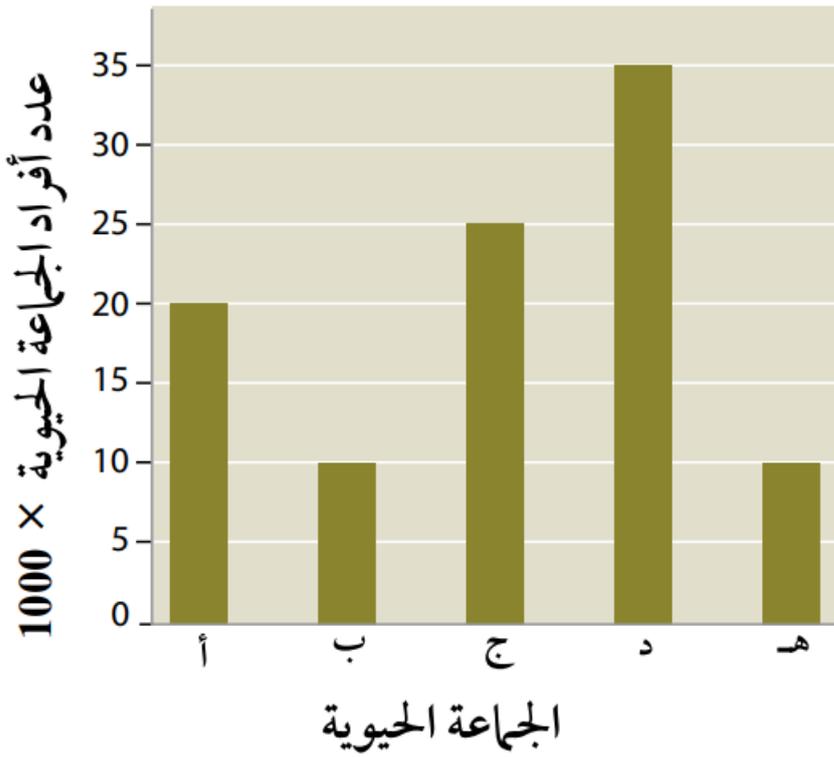
ستختفي من البيئة وتموت.

7- أوضِّح تأثير تغير الرقم الهيدروجيني نتيجة الهطل الحمضي في كلِّ من بيوض الأسماك، والتربة.

- تأثيره في بيض الأسماك: يُؤثِّر سلِّبًا في فقس بيض الأسماك، ويتسبب في إنتاج نسل مشوَّه، ثم انخفاض عدد الأسماك، وفقدان بعض أنواعها.

- تأثيره في التربة: يُسبِّب تغيرًا في تراكيز الأملاح المعدنية الموجودة في التربة، فيؤثِّر في نمو النباتات وتدمير أنسجتها.

الدرس الأول: التنوع الحيوي و المخاطر التي تهدده



مراجعة لبعض أسئلة الدرس؟

يُمثل الرسم البياني المجاور عدد أفراد بعض الجماعات الحيوية المختلفة (أ، ب، ج، د، هـ). الذين يعيشون في المنطقة نفسها:

1- أستنتج: أيُّ الجماعات الحيوية أكثر وفرة في النظام البيئي؟

2- أجد نسبة الجماعة الحيوية (ج) في النظام البيئي.

3- أتوقع: أفترض أنّ الجماعة (هـ) تتغذى فقط بالجماعة الحيوية (ب) كيف يُؤثر نقصان عدد أفراد الجماعة (ب) أو اختفاؤهم في التنوع الحيوي؟

الحل:

1. أكثر الجماعات الحيوية وفرة في النظام البيئي هي الجماعة الحيوية (د).

2. نسبة الجماعة الحيوية (ج) في النظام البيئي =

$$100\% \times \frac{\text{عدد أفراد الجماعة الحيوية (ج)}}{\text{العدد الكلي للجماعات الحيوية}}$$

$$= 100\% \times \frac{25000}{100000}$$

$$= 25\%$$

3. يُؤثر نقصان عدد أفراد الجماعة الحيوية (ب) في عدد أفراد الجماعة الحيوية (هـ) بسبب نقص الغذاء

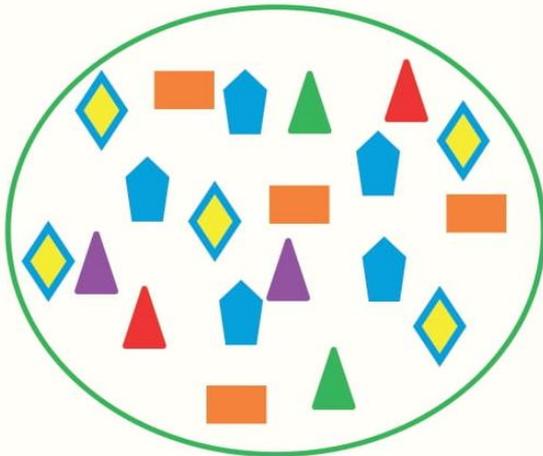
المتوافر لأفراد الجماعة الحيوية (هـ). أمّا اختفاء أفراد الجماعة الحيوية (ب) فيؤدّي إلى انحسار التنوع الحيوي في النظام البيئي، وقد يموت أفراد بعض الجماعات الحيوية الأخرى التي تعتمد على أفراد الجماعة الحيوية (ب)، أو الجماعة الحيوية (هـ) في غذائها.

مراجعة الدرس

- الفكرة الرئيسة: أفسّر: المحافظة على التنوع الحيوي تُسهم في سلامة الأنظمة البيئية المختلفة الموجودة في الغلاف الحيوي للأرض.
- في دراسة لباحث شملت منطقتين، هما: A، وB، انتهت الدراسة إلى رصد أعداد نوعين من اللافقاريات كما في الجدول الآتي:

النوع	عدد أفراد النوع (س)	عدد أفراد النوع (ص)	عدد الأفراد (أنواع الكائنات الحيّة) الكلي في المنطقة
المنطقة A	40	36	200
المنطقة B	45	54	180

- أ- أحسب نسبة أفراد النوع (س) في كلتا المنطقتين.
- ب- أقرن: أي النوعين أكثر تنوعًا في منطقتيه: (س) أم (ص)؟
- ج- أتوقع ما سيحدث للنوع (ص) في المنطقة B عند إدخال أنواع غازية فيها قادرة على نقل أمراض إلى هذا النوع.
3. أسّر سبب تركّز المواد السامة في أجسام المُستهلكات الثانية بنسبة أكثر من تركّزها في أجسام المُستهلكات الأولى.
4. أوضح تأثير تغيير الرقم الهيدروجيني نتيجة الهطل الحمضي في كلٍّ من بيوض الأسماك، والترتبة.
5. يُمثل الرسم المجاور أحد الأنظمة البيئية، ويُعبّر كل شكل فيه عن نوع من الكائنات الحيّة في هذا النظام:
 - أ- أحسب عدد الأنواع في هذا النظام البيئي.
 - ب- أحدّد: أي الأشكال يُعدُّ مثالًا على التنوع الوراثي؟
6. استخدم عمال المناجم قديمًا طائر الكناري في الكشف عن الغازات السامة (مثل أول أكسيد الكربون) في مناجم الفحم؛ نظرًا إلى تأثره السريع بغاز أول أكسيد الكربون تحديداً، وتأرجحه بصورة لافتة، وسقوطه حتى في حال وجود كمّيات قليلة جدًا من هذا الغاز:
 - أ- هل يُعدُّ طائر الكناري من المؤشرات الحيوية؟ أفسّر إجابتي.
 - ب- أبين التغيرات التي يرصدها العلماء في بعض الكائنات الحيّة في أثناء الكشف عن سلامة النظام البيئي.





المركز الوطني لتطوير المناهج

National Center for Curriculum Development



1. كلما كان التنوع الحيوي كبيراً كانت الأنظمة الحيوية أكثر استقراراً، ما يسهم في استدامة الغلاف الحيوي للأرض، إذ يقلل ذلك اعتماد أي من الجماعات الحيوية على نوع واحد فقط في الغذاء والسكن، حيث يساهم في استمرار تدفق الطاقة (الغذاء) في العلاقات الغذائية المتبادلة بين الجماعات الحيوية المختلفة وتفاعل هذه الجماعات مع المكونات غير الحية.

2. أ- نسبة الجماعة الحيوية في النظام البيئي = عدد أفراد الجماعة الحيوية / العدد الكلي للجماعات الحيوية X 100%، إذن:

$$\text{نسبة الجماعة س في المنطقة A} = 200 / 40 = 5\% = 100\% \times 20\%$$

$$\text{نسبة الجماعة س في المنطقة B} = 45 / 180 = 25\% = 100\% \times 25\%$$

$$\text{ب- نسبة أفراد النوع (ص) في المنطقة A} = 18\%$$

$$\text{نسبة أفراد النوع (ص) في المنطقة B} = 30\%$$

أفراد النوع (س) أكثر تنوعاً في المنطقة A ، بينما في المنطقة B الأكثر تنوعاً هي أفراد النوع (ص)

ج- ستؤثر سلباً في أعداد الجماعة الحيوية ص وبالتالي ستقل نسبتها أو قد تؤدي إلى موتها كلياً وانقراضها.

3. تتراكم الملوثات الكيميائية في الأنسجة الدهنية للكائنات الحية، ضمن المستويات الغذائية المختلفة في السلاسل الغذائية، فيما يُعرف بالتضخيم الحيوي، فكلما تغذى المستهلك الثاني على المستهلك الأول تراكم في أنسجته تراكيز أعلى وهكذا.

4. تأثيره في بيض الأسماك: يؤثر سلباً في فقس بيض الأسماك، ويتسبب في إنتاج نسل مشوه، ثم انخفاض عدد الأسماك، وفقدان بعض أنواعها.

تأثيره في التربة: تغيراً في تراكيز الأملاح المعدنية الموجودة في التربة، فيؤثر في نمو النباتات وتدمير أنسجتها.

5. أ. (4) أنواع.

ب. الشكل المثلث

6. أ. نعم، لأنه يستخدم في الكشف عن تلوث الأنظمة البيئية، من خلال الكشف عن وجود الغاز السام أول أكسيد الكربون وتغيير سلوكه أو سقوطه عند تواجده لو بنسب قليلة.

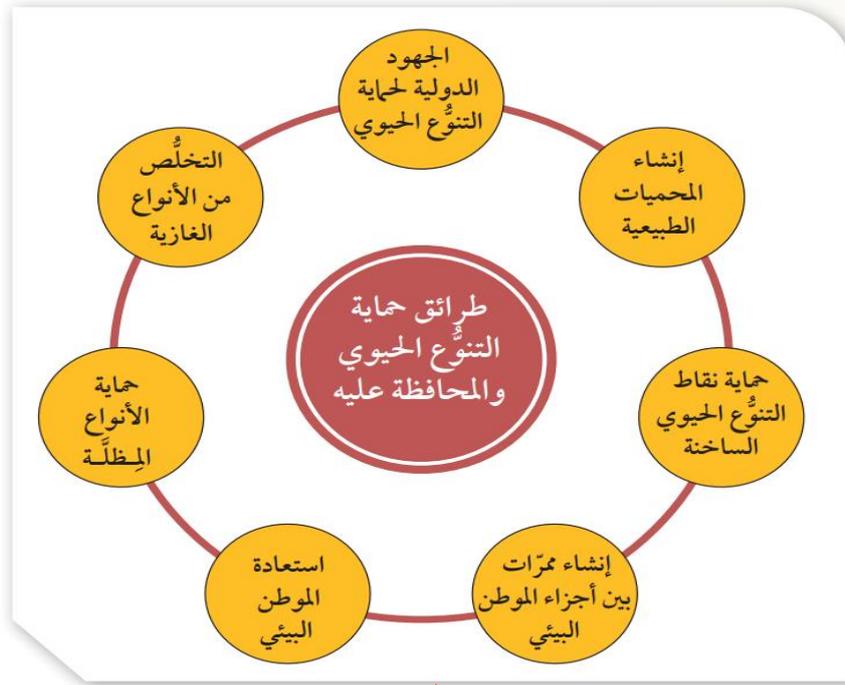
ب. برصد التغيرات في أعدادها، أو خصائصها الفسيولوجية، أو سلوكها، أو شكلها الظاهري.

طرائق حماية التنوع الحيوي و المحافظة عليه

- تؤدي المحافظة على المستوى نفسه من التنوع الحيوي إلى استقرار الأنظمة البيئية.
استقرار الأنظمة البيئية: هي قدرة النظام البيئي على استعادة حالته الأصلية أو الطبيعية بعد تعرّضه لأيّ تغيير أو خلل قد يؤثر في العلاقات الغذائية بين الكائنات الحيّة، والتفاعل بين المكونات الحيّة والمكونات غير الحيّة في الأنظمة البيئية؛ ما يُعرّض بعض المجتمعات الحيوية لخطر الانقراض.

سؤال فسر يُقيم علماء البيئة التنوع الحيوي (بمستوياته الثلاثة) في الأنظمة البيئية؟
بُغية المحافظة على أنواع الكائنات الحيّة، والمواطن البيئية فيها.

طرائق المحافظة على أنواع الكائنات الحيّة التي تتناقص أعدادها، وتُصبح عُرضة لخطر الانقراض:



الجهود الدولية لحماية التنوع الحيوي:

- أبدى العالم اهتمامًا ملحوظًا بحماية التنوع الحيوي وتمثّل ذلك في:

1- إنشاء عديد من المؤسسات والجمعيات البيئية.

2- وعقد كثير من الاتفاقيات والمعاهدات الدولية.

• وهذه أبرزها:

1) الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة: (IUCN) منظمة عالمية تسعى إلى:

أ- المحافظة على الأنواع المُهدّدة بالانقراض.

ب- توسيع نطاق المحمية حول العالم.

ج- العمل على منع الاتجار غير المشروع بالأنواع المُهدّدة بالانقراض.

الدرس الثاني: حفظ التنوع الحيوي و استدامته

- (2) **المعاهدة الدولية لمنع الاتجار بالكائنات الحيّة المهدّدة بالانقراض: (CITES) معاهدة** تهدف إلى حماية الأنواع المهدّدة بالانقراض، وذلك في:
- أ- منع بيع مُنتجات أنواع منها، أو الاتجار بها مثل **أصداف السلاحف البحرية**
 - ب- تعريف السكّان المحليين بالحيوانات المهدّدة بالانقراض وتوعيتهم بأهميتها وعدم صيدها.
 - ج- وضع القوانين اللازمة لمنع الصيد، وعدم العبث بالمواطن البيئية.

إنشاء المحميات الطبيعية:

- حدّد علماء البيئة المناطق التي يتعيّن حفظ التنوع الحيوي فيها أكثر من غيرها على مستوى العالم، ووضعوا أسسًا ومواصفات للمحمية الطبيعية.
- الأسس والمواصفات الواجب مراعاتها عند إنشاء المحميات الطبيعية:**
- 1- حجم المحمية.
 - 2- شكل المحمية.
 - 3- قدرة الأنواع على الانتقال منها إلى محمية طبيعية أخرى.
 - 4- تحديد الأنواع الواجب حمايتها وتكثيرها أوّلاً قبل غيرها، مثل **دب الباندا العملاق**.

المحميات الطبيعية: هي مناطق آمنة تعيش فيها أنواع الكائنات الحيّة بمنأى عن المُفترسات، ما يسمح بتكاثرها، لا سيّما الأنواع المُستوطنة منها، أو تلك المهدّدة بالانقراض، ثم إطلاق نسلها الجديد في البرية في حال توافرت الظروف والأحوال المناسبة لذلك.

أنشئ في المملكة عدد من المحميات الطبيعية للمحافظة على بعض الكائنات الحيّة المهدّدة بالانقراض ومن أبرز هذه المحميات:

- 1- محمية **الشومري** للأحياء البرية.
- 2- محمية **ضانا** للغلاف الحيوي: التي تضمّ عددًا من الأنواع المهدّدة بالانقراض، مثل **النسر الأسمر**.

الربط بالاقتصاد

« يُمكن الاستفادة من ريع السياحة البيئية للمحميات في توظيف أبناء المُجتمع المحلي حُرّاسًا لها، أو مراقبين ومسؤولين عن الكائنات الحيّة فيها، أو تدريبهم لإدارة شؤون المحميات وزيادة الوعي بأهمية الأنواع المهدّدة بالانقراض، ومنع صيدها.

حماية نقاط التنوع الحيوي الساخنة:

النقاط الساخنة: هي مناطق صغيرة المساحة نسبيًا، وغنية بأنواع مختلفة من الكائنات الحيّة المُستوطنة.

- تحوي النقاط الساخنة **أنواعًا مهدّدة بالانقراض**.
- صنّفتها المنظمات الدولية لحماية البيئة ضمن المناطق التي يتعيّن المحافظة على التنوع الحيوي فيها أكثر من غيرها.

الدرس الثاني: حفظ التنوع الحيوي و استدامته

- تُعدُّ النقاط الساخنة **موطنًا** لأكثر من **ثلث** أنواع البرمائيات، والزواحف، والطيور، والثدييات.
- تحوي (النقاط الساخنة) ما نسبته 50% من النباتات المُستوطنة من إجمالي عدد النباتات العالمي.
- من أمثلة النقاط الساخنة على **اليابسة** دولة **مدغشقر**.
- من أمثلة على النقاط الساخنة في **الأنظمة البيئية المائية** **الشعاب المرجانية**.

إنشاء ممرّات بين أجزاء الموطن البيئي:

- أنشئت ممرّات عديدة لربط المواطن البيئية المُجزأة بعضها ببعض حفاظًا على التنوع الحيوي فيها. وهي تُعرّف أيضًا **بممرّات الحركة**، مثل **الجسور والأنفاق**.

• فوائد ممرّات الحركة:

- 1- تُسهّل الانتقال الآمن للكائنات الحيّة المُعرّضة للاقتراس خارج بيئتها الطبيعية.
- 2- تحمي الحيوانات من حوادث الدهس والاصطدام في أثناء محاولتها عبور الطرق السريعة عند التنقّل بين أجزاء الموطن البيئي.
- 3- تساعد على الهروب بسرعة وأمان عند تعرّض الموطن البيئي لكارثة ما.

• مخاطر ممرّات الحركة:

- 1- سهولة انتشار الأمراض والأنواع الغازية.
- 2- اندلاع الحرائق بين أجزاء الموطن البيئي.

استعادة الموطن البيئي:

استعادة الموطن البيئي: محاولة إعادة المواطن البيئية المُتضرّرة، أو الجماعات الحيوي التي تعرّضت لخطر الانقراض إلى ما كانت عليه قبل ذلك.

أنواع استعادة الموطن البيئي:



الدرس الثاني: حفظ التنوع الحيوي و استدامته

طرائق تسريع عملية استعادة المواطن البيئية:

1- المعالجة الحيوية:

المعالجة الحيوية: هي الاستفادة من بعض أنواع الكائنات الحيّة في إزالة السموم من الأنظمة البيئية الملوثة. **مثل:** استخدام أنواع النباتات التي **تمتصّ المعادن الثقيلة** من التربة (كالرصاص والكاديوم) ثم **إزالتها** للتخلّص من هذه المعادن.

يمتاز **نبات رشاد الصخر (رشاد أذن الفأر)** بقدرته الفائقة على امتصاص المعادن الثقيلة مثل الرصاص، وتركيزها في سيقانه وجذوره.

2- الزيادة الحيوية:

الزيادة الحيوية: هي الاستفادة من كائنات حيّة يُمكنها إضافة مواد أساسية إلى النظام البيئي المتضرّر. **مثل:** زراعة **النباتات المثبتة للنيتروجين** (مثل البقوليات) في التربة التي **تفتقر إلى النيتروجين** نتيجة عمليات التعدين والأنشطة الأخرى، فتصبح الأنواع المستوطنة الأخرى أكثر قدرة على أخذ حاجتها من النيتروجين، ما **يسهم في زيادة التنوع الحيوي للأنظمة البيئية.**

ملاحظة: تعيش على جذور البقوليات **البكتيريا المثبتة للنيتروجين.**

حماية الأنواع المظلة:

الأنواع المظلة: هي أنواع من الكائنات الحيّة، تعيش في موطن بيئي يمتاز بمساحته **الكبيرة**، وتؤدي حمايته إلى حماية عديد من أنواع الكائنات الحيّة الأخرى التي تعيش في الموطن نفسه. **مثل:** البومة الشمالية المرقطة من الأنواع المظلة التي تستوطن **شمال غرب المحيط الهادي.**

سؤال فسر تُعدّ البومة الشمالية المرقطة من الأنواع المظلة.

ذلك أنّ زوجًا منها يعيشان في موطن بيئي تصل مساحته إلى **عدّة كيلومترات**- على الأقل -من الغابات لكي يتمكنّا من توفير الغذاء والتكاثر.

الحفاظ على موطن هذا النوع يضمن بقاء عديد من الأنواع الأخرى التي تعيش في الموطن نفسه مثل بعض أنواع السلمندرات، والرخويات.

التخلّص من الأنواع الغازية:

يُمكن **القضاء** على الأنواع الغازية عن طريق:

- 1- استخدام أنواع من المبيدات
- 2- صيدها
- 3- إدخال مفترسات لها في الموطن البيئي.

من الأمثلة على التجارب المحلية **(في المملكة الأردنية الهاشمية)** في هذا المجال: **التخلّص من أشجار السّلم الغازية، والاستعاضة بأشجار الأراك المستوطنة، ضمن خطة لتطوير برنامج حماية الطبيعة في محمية فيفا الطبيعية** بمنطقة الأغوار الجنوبية، بإشراف الجمعية الملكية لحماية الطبيعة.

من الأمثلة على التجارب العربية في هذا المجال:

القضاء على نبات المسكيت في المملكة العربية السعودية باستخدام المبيدات، واستبدال الأنواع المُستوطنة به.

من الأمثلة على التجارب عالمياً في هذا المجال:

استخدمت **أستراليا** الصيد، والمبيدات، وإدخال مُفترسات (مثل حيوان الدنغو) في مكافحة الأنواع الغازية، مثل الثعالب الوحشية، والأرانب التي أُدخلت فيها.

التنمية المستدامة للأنظمة البيئية وأهميته

التنمية المستدامة: هي تطوير التقنيات، وتحسين الأنظمة البيئية للوفاء بحاجات الإنسان المُتزايدة **من دون** التأثير سلباً في الأنظمة البيئية اللازمة لحياة الأجيال اللاحقة.

سؤال ماذا تتطلب التنمية المستدامة؟

1- فهمًا شاملاً للأنظمة البيئية، لا سيّما أعداد الأنواع وتوزيعها وتنوّعها.

2- وزيادة الوعي باعتماد حياة الإنسان على سلامة هذه الأنظمة، **فذلك:**

(أ) يزيد من أهمية المحافظة على الموارد الطبيعية.

(ب) ويُعزّز السياحة البيئية التي تركز على استدامة التنوّع الحيوي والمناظر الطبيعية.

(ج) ما يُحقّق الأهداف المنشودة من برامج التنمية المستدامة وخطّتها على المدى الطويل.

أهداف التنمية المستدامة للأنظمة البيئية:

أهداف التنمية المستدامة للأنظمة البيئية

1 تدوير بعض الفضلات.

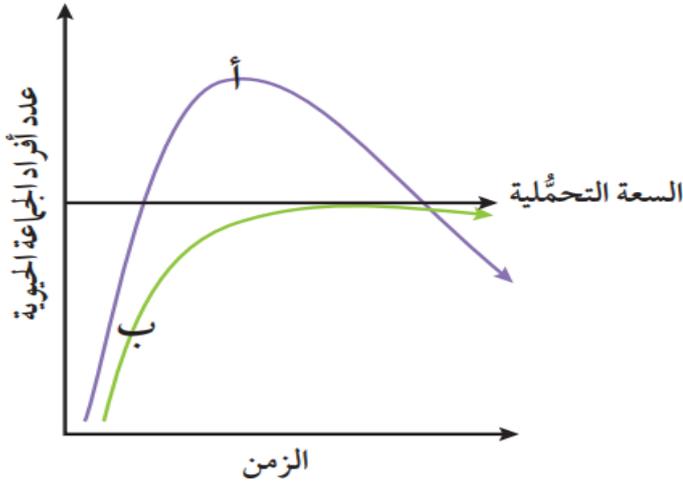
2 تطوير التقنيات الزراعية.

3 الحدّ من التلوّث وتأثيره في الأنظمة البيئية.

4 استخدام الطاقة البديلة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.

5 الحدّ من استهلاك الموارد الطبيعية، وبخاصة الحيوية منها.

السعة التحمُّلية:



الشكل (29): السعة التحمُّلية لنظام

بيئي:

- أ. موت عدد من أفراد الجماعة الحيوية بعد تجاوزها السعة التحمُّلية.
- ب. النمو الطبيعي للجماعة الحيوية ضمن السعة التحمُّلية.

السعة التحمُّلية: هي الحد الأقصى من أفراد النوع نفسه من الكائنات الحيّة الذي تستطيع البيئة دعمه بصورة طبيعية.

- تختلف السعة التحمُّلية لكل موطن من المواطن البيئية تبعاً لتوافر الموارد البيئية (المكوّنات الحيّة، والمكوّنات غير الحيّة) فيه.

- لذا يُنظر بعين الاهتمام إلى السعة التحمُّلية للأرض وإدارة مواردها؛ بُغية استدامة الأنظمة البيئية
- إذا تجاوز نمو الجماعة الحيوية السعة التحمُّلية للأنظمة البيئية المختلفة:

فإنّ الموارد البيئية المتوافرة لن تتمكّن من دعم النمو والتكاثر لهذه الجماعة؛ ما يؤدي إلى موت عديد من أفرادها فيعود حجمها إلى الحدّ الذي تستطيع الأنظمة البيئية دعمه.

إدارة الموارد الحيوية:

- إدارة الموارد الحيوية: هي المحافظة على التوازن بين استخدام الموارد الحيوية وإمكانية تعويضها.
- لضمان المحافظة على الموارد الحيويّة المتنوّعة، وضعت كثير من الدول خططاً طويلة الأمد، وتهدف إلى المحافظة على التوازن بين استخدام الموارد الحيوية وإمكانية تعويضها.

- توجد الموارد الحيويّة في الغلاف الحيوي، وتشمل:

- 1- نواتج عديد من الكائنات الحيّة
- 2- ما ينتج من تحلّل الكائنات الميتة وطررها من أملاح معدنية ووقود أحفوري.

مثال: عند القطع المدروس لبعض أشجار الخيزران في الغابات التي تعيش فيها: فإنّ ذلك يسمح بالنمو السريع لأشجار الخيزران الأخرى، نتيجةً لتوافر الضوء والأملاح المعدنية والماء، وهي العناصر اللازمة لنموها، ما يُوفّر كمّيات مستدامة من الأخشاب اللازمة للوفاء بحاجات الإنسان المستمرة.

تتحقق أهداف إدارة الموارد الحيوية من خلال:

أهداف إدارة الموارد الحيوية

ترشيد استهلاك الموارد الحيوية؛ لكي تتمكن الأنظمة البيئية من تجديد نفسها.

تقليل الضغط المتزايد على الأنظمة البيئية، وهو ضغط ناتج من الإفراط في الاستخدام.

سؤال ما دور إدارة الموارد الحيوية في استدامة الأنظمة البيئية؟

- 1- المحافظة على الأنظمة البيئية من خلال تقليل الضغط المتزايد عليها نتيجة الإفراط في الاستخدام.
- 2- مساعدة الأنظمة البيئية على تجديد نفسها، من خلال ترشيد استهلاك الموارد الحيوية والبيئية

تتضمن خطط إدارة الموارد الحيوية:

- 1- الاستخدام المستدام للنباتات والحيوانات.
- 2- إعادة زراعة الأشجار وبعض النباتات.
- 3- السماح بالصيد في غير مواسم التكاثر.
- 4- ترشيد استهلاك بعض الموارد أو إعادة تدويرها.

بعض الممارسات التي تحافظ على الموارد الحيوية، وتضمن استدامتها.



« أسهم التطور التكنولوجي في دعم التنمية المستدامة للموارد الحيوية وديمومتها للأجيال القادمة. ومن ذلك:

1. استعمال الحاضنات الحديثة لتوفير كمّيات كافية من البيض والدجاج اللحم في المزارع.
2. استخدام الآلات الزراعية الحديثة في زراعة مساحات كبيرة من المحاصيل الغذائية وحصاها خلال مدّة زمنية قصيرة، وإنتاج كمّيات كبيرة من المواد الغذائية تفوق ما تُنتجه الموارد الحيوية الطبيعية.

« يتسبب إلقاء النفايات وتكديسها في الإضرار بالأنظمة والمواطن البيئية وتعريضها لمخاطر عدّة.

« أبرز المخاطر التي تتسببها إلقاء النفايات وتكديسها:

1. انتشار الحشرات الناقلة للأمراض مثل الذباب، والبعوض.
2. انتشار الروائح الكريهة.

الإثراء والتوسع

أثر بناء السدود في التنوع الحيوي

Effects of Dams Construction on Biodiversity

نبات ورد النيل المائي (*Eichhornia crassipes*) الذي ينمو على سطح الماء في خزانات السدود.



يبنى الإنسان السدود للاستفادة من الماء المُتجمّع فيها في عديد من المجالات، مثل: توليد الطاقة، وتبريد محطّات إنتاج الطاقة، إلى جانب الاستفادة المباشرة منه في قطاع الزراعة وغيره من القطاعات. غير أنّ بناء السدود يُؤثر سلبًا في التنوع الحيوي، ومن ذلك:

- تدمير المواطن البيئية لبعض الكائنات الحيّة، أو تغييرها؛ إذ تمنع السدود - مثلًا - هجرة أسماك السلمون من أسفل الأنهار إلى أعلاها لوضع البيوض والتفقيس؛ فتقل أعدادها.
- احتمالية خفض مستويات الماء في الأنهار، وانخفاض مُعدّلات تدفّقها؛ ما يمنع التدفّق الطبيعي للمواد الغذائية في الماء.
- ارتفاع مُعدّلات درجات حرارة الماء، لا سيّما إذا استُخدمت السدود في تبريد محطّات توليد الكهرباء؛ ما يُؤثر في النمو والتكاثر لعديد من الأنواع التي تعيش في الأنهار.
- زيادة نمو بعض النباتات والطحالب عن طريق الإثراء الغذائي؛ نتيجةً لتراكم كمّيات كبيرة من أسمدة الأراضي الزراعية في الماء، وحبسها خلف السدود؛ ما يؤدي إلى انخفاض مستويات الأكسجين في الماء، ثم القضاء على القشريات، والحشرات، والبرمائيات، والأسماك، وهو ما قد يتسبب في موت النظام البيئي كله.
- إنتاج خزانات السدود الضحلة، لا سيّما في المناطق الاستوائية، كمّيات كبيرة من غاز الميثان في أغلب الأحيان. ولما كان هذا الغاز هو أحد غازات الدفيئة الأساسية، فإنّه ينبعث عند تعرّض بعض المركّبات العضوية (توجد أسفل مياه الخزانات) للتحلّل والتخمّر.

مراجعة لبعض أسئلة الدرس؟

- 1- كيف يُؤثّر انقراض بعض أنواع الكائنات الحية في استقرار الأنظمة البيئية؟
يؤثّر الانقراض في العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية والتفاعل بين الكائنات الحية والمكونات غير الحية في الأنظمة البيئية، وهذا يحدّ من قدرة الأنظمة البيئية على استعادة حالتها الطبيعية (استقرار الأنظمة البيئية)
- 2- أُبين سبب اهتمام علماء البيئة بالنقاط الساخنة.
لأنها مناطق صغيرة المساحة تحوي أنواعًا مختلفة من الكائنات الحية المُستوطنة وقد يكون بعضها مهددًا بالانقراض.
- 3- لماذا تُعدّ دولة مدغشقر من النقاط الساخنة على اليابسة؟
لأن دولة مدغشقر من نقاط التنوع الحيوي الساخنة التي تحوي أنواعًا مختلفة من الكائنات الحية المُستوطنة، وبعضها مهدد بالانقراض.
- 4- كيف تعمل الأنواع المظلمة على حماية التنوع الحيوي في الأنظمة البيئية؟
تؤدي حماية الموطن البيئي للأنواع المظلمة ذو المساحة الكبيرة إلى حماية العديد من أنواع الكائنات الحية الأخرى التي تعيش في الموطن نفسه، وبالتالي المحافظة على التنوع الحيوي فيه.
- 5- أوضّح أثر زيادة أعداد الجماعة الحيوية في الموارد البيئية.
كلما زاد أعداد الجماعة الحيوية سيزيد استهلاك الموارد البيئية الطبيعية، وبالتالي ستكون غير قادرة على دعم نمو وتكاثر أفرادها وبالتالي موت بعض أفراد هذه الجماعة.
- 6- أُبين دور إدارة الموارد الحيوية في استدامة الأنظمة البيئية.
المحافظة على الأنظمة البيئية من خلال تقليل الضغط المتزايد عليها نتيجة الافراط في الاستخدام. مساعدة الأنظمة البيئية على تجديد نفسها، من خلال ترشيد استهلاك الموارد الحيوية والبيئية.

العلم يبني بيوتًا لا عماد لها

والجهل يهدم بيت العز والكرم

مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: أوضّح: لماذا يُعدُّ دور الإنسان مُهمًّا في استدامة التنوع الحيوي للأجيال القادمة؟.
2. أوضّح أهمية التنمية المستدامة للأنظمة البيئية في تقليل آثار الأنشطة البشرية السلبية في البيئة.
3. تُبيّن الصورة المجاورة منجمًا لاستخراج بعض المعادن. أتأمّل الصورة، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:
أ- أفسّر: ما أثر إنشاء المنجم في النظام البيئي؟
ب- أتوقّع: كيف يُمكن استعادة النظام البيئي في هذه المنطقة؟
ج- أصف: كيف يُمكن تحسين تركيب تربة المنجم بعد استعادة النظام البيئي فيه؟



4. أبين الآثار السلبية لإنشاء الممرات بين أجزاء الموطن البيئي.
5. أذكر مثالاً واحداً على كلِّ ممّا يأتي:
أ- استبدال الموطن البيئي.

ب- الزيادة الحيوية.

6. يُمثّل الجدول الآتي أعداد حيوان المها العربي في الأردن من عام 1920م إلى عام 2018م. أدرس الجدول، ثم أجيب عن السؤالين التاليين:

العالم	العدد	ملحوظات
(1920م-1975م)	0	صيد آخر حيوان مها عربي.
1975م	0	إنشاء محمية الشومري.
1978م	11	-
1999م	236	إعادة توزيع حيوان المها العربي على دول الجوار.
2018م	120	محمية الشومري، ومحمية وادي رم.

* الأرقام للاطلاع فقط.

- أ- أحدّد سبب اختفاء حيوان المها العربي قبل عام 1920م.
- ب- أتوقّع أسباب زيادة أعداد حيوان المها العربي في محمية الشومري.
7. أقارن بين الاستعادة الكلية والاستعادة الجزئية للموطن البيئي.
8. أعدّد بعض الممارسات التي تُسهّم في المحافظة على الموارد الحيوية وديمومتها للأجيال القادمة.
9. يُتوقّع أن يبلغ عدد سكان العالم 12 مليار نسمة عام 2100م. ولضمان الأمن الغذائي لهذا العدد من الأشخاص، يجب زراعة مزيد من الأراضي لإنتاج محاصيل يستهلكها الناس مباشرة، أو تأمينهم بالغذاء من المخزون الغذائي الذي تحتفظ به الدول للحالات الطارئة:
أ- ألخص الآثار السلبية الناجمة عن زيادة نمو الجماعات الحيوية في التنوع الحيوي.
ب- أحدّد أهمية الموارد الحيوية.
10. أستنتج ما يحدث للأنواع المُستوطنة عند القضاء على الأنواع الغازية التي تُنافسها في موطنها.



المركز الوطني لتطوير المناهج

National Center for Curriculum Development



1. تؤثر الأنشطة البشرية في التنوع الحيوي، فهي تؤثر في الأنظمة البيئية التي تعيش فيها الكائنات الحية المتنوعة؛ لذلك فإن زيادة أعداد أنواع الكائنات الحية وتوزيعها وتنوعها يعتمد على زيادة وعي الانسان بالمحافظة على سلامة الأنظمة البيئية والمحافظة على الموارد الطبيعية، من خلال تقليل الأنشطة البشرية، وإعادة استخدام الموارد المختلفة أو تدويرها مما يسهم في ضمان استدامة التنوع الحيوي.
2. للتنمية المستدامة دورًا مهمًا في المحافظة على الموارد الحيوية، وتعزيز السياحة البيئية التي تركز على التنوع الحيوي، من خلال زيادة الوعي بأن حياة الانسان تعتمد على سلامة الأنظمة البيئية، والمحافظة على الموارد الطبيعية فيها.
3. أ. تدمير المواطن البيئية لأنواع من الكائنات الحية.
ب. يمكن إعادة التربة والمياه إلى مكان المنجم، لتوفير موطن بيئي مشابه للموطن البيئي الاصلي مناسب لعيش بعض أنواع الكائنات الحية.
ج. من خلال الزيادة الحيوية بالاستفادة من بعض الكائنات الحية التي تضيف بعض المواد الأساسية إلى النظام.
4. سهولة انتشار الأمراض والأنواع الغازية، واندلاع الحرائق بين أجزاء الموطن البيئي.
5. أ. تحويل الحفر الكبيرة الناتجة من الأنشطة البشرية إلى برك وبحيرات.
ب. زراعة النباتات المثبتة للنيتروجين كالبقوليات في التربة التي تفتقر للنيتروجين نتيجة عمليات التعدين مثلًا.
6. أ. الصيد الجائر
ب. تعد محمية الشومري منطقة آمنة لعيش حيوان المها، فاصبح بعيدًا عن خطر الصيد الجائر، وزادت فرصة تكاثره وزيادة أعداده مع الوقت.
7. الاستعادة الكلية: إعادة الموطن البيئي المتضرر إلى حالته الأصلية قبل تدميره.
الاستعادة الجزئية: إعادة الموطن البيئي المتضرر إلى وضع مشابه لما كان عليه سابقًا.
8. تقليل الاستهلاك، إعادة الاستخدام، التدوير أو الاستخدام كأسمدة مثلًا، إنتاج الطاقة من الفضلات، التخلص من النفايات غير المستخدمة.
9. أ. بزيادة أعداد الجماعة الحيوية يزداد الضغط على الموارد الحيوية، وزيادة استهلاكها لتصبح غير قادرة على دعم نمو أفرادها، وبالتالي اختلال العلاقات الغذائية مع الجماعات الحيوية الأخرى، واختلال تفاعلها مع المكونات غير الحية في الأنظمة البيئية وبالتالي يعرض التنوع الحيوي للخطر.
ب. تشمل الموارد الحيوية نواتج العديد من الكائنات الحية، إضافة إلى ما ينتج عن تحلل الكائنات الميتة وطمرها من أملاح معدنية ووقود احفوري، تستخدمها الكائنات الحية الأخرى في استمرار حياتها، ومنها الإنسان الذي يستخدم الوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة، وإنتاج الملابس والأدوية وغيرها.
10. عند القضاء على الأنواع الغازية في الأنظمة البيئية المختلفة تزداد فرصة تكاثر الأنواع المستوطنة نتيجة توافر الموارد البيئية اللازمة لاستمرار حياتها، او نتيجة اختفاء مفترساتها من الأنواع الغازية.

مراجعة الوحدة

- السؤال الأوّل:
- لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة فقط صحيحة، أٌحددها:
1. من الطرائق التي تزيد من التنوع الوراثي لجماعة حيوية مُعرّضة للانقراض:
 - أ- إنشاء محمية لحفظ موطنها البيئي.
 - ب- إدخال أفراد جديدين من النوع نفسه للجماعة الحيوية.
 - ج- إدخال أفراد من أنواع جماعات حيوية تختلف عنها.
 - د- السيطرة على أعداد الجماعات الحيوية المُفترسة، أو المُنافسة لها.
 2. إحدى الآتية صحيحة في ما يتعلّق بالمناطق المحمية التي تُنشأ لحماية التنوع الحيوي:
 - أ- تُمثل ما نسبته 70% من مساحة سطح الأرض.
 - ب- تُنشأ لحماية التنوع الحيوي النباتي.
 - ج- تُعدُّ مناطق مُهمّة لحماية الأنواع الغازية في المواطن البيئية.
 - د. تُعدُّ مناطق مُهمّة لحماية نقاط التنوع الحيوي الساخنة.
 3. أُزيلت أشجار إحدى الغابات للاستثمار في مجال التعدين، ثم زُرعت بالأعشاب لاستخدامها حديقة عامّة. تُعرّف هذه العملية بـ:
 - أ- الاستعادة الكاملة.
 - ب- الاستعادة الجزئية.
 - ج- استبدال النظام البيئي.
 - د- المعالجة الحيوية.
 4. المصطلح الذي يصف الاستخدام الزائد للأنواع ذات القيمة الاقتصادية هو:
 - أ- الاستغلال الأمثل.
 - ب- الاستغلال الجائر.
 - ج- الانقراض.
 - د- التنوع.
 5. وجود تركيز عالٍ من المعادن الثقيلة في الماء يُعدُّ من المُلوّثات المائية:
 - أ- الفيزيائية.
 - ب- الحيوية.
 - ج- الكيميائية.
 - د- الطبيعية.
 6. من الأمثلة على القيمة الاقتصادية غير المباشرة للتنوع الحيوي:
 - أ- الأدوية.
 - ب- الملابس.
 - ج- الغذاء.
 - د- الحماية من الجفاف.
 7. المصطلح الذي يشير إلى تقسيم الجماعات الحيوية التي تعيش في الموطن البيئي إلى مجموعات صغيرة، بعيد بعضها عن بعض، هو:
 - أ- تجزئة الموطن البيئي.
 - ب- التلوّث.
 - ج- الإشعاع.
 - د- تدمير الموطن البيئي.

مراجعة الوحدة

السؤال الثاني:

يعيش نوع من الأسماك في بركة، ويتغذى بأحد أنواع البرمائيات منذ سنوات عديدة. وقد لوحظ أن أعداد كلا النوعين كانت مستقرة نسبياً عدداً من السنوات. أفسّر سبب انخفاض عدد أفراد كلا النوعين بعد إدخال نوع جديد من الأسماك في هذه البركة.

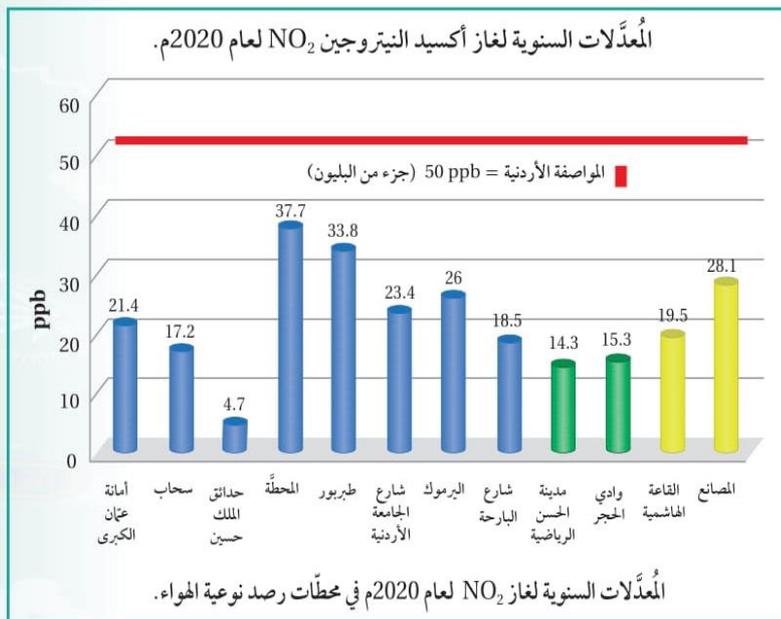
السؤال الثالث:

أصنّف العبارات الآتية إلى مستوى التنوع الحيوي الذي يُمثّلها:

- التنوع في ألوان الريش لنوع من الطيور.
- عدد الأنواع أو النسب العددية لأحد الأنواع في المجتمع الحيوي.
- الخصائص الوراثية المتنوعة التي وهبها الله تعالى لجماعة من القطط.
- وجود أكثر من نظام بيئي في الغلاف الحيوي.

السؤال الرابع:

يُمثّل المخطّط المجاور المعدّل السنوي لتركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في محطة رصد نوعية الهواء عام 2020م في مناطق عدّة من المملكة الأردنية الهاشمية. أدرس المخطّط، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



المصدر: التقرير السنوي لوزارة البيئة عام 2020م.

- أستنتج في أيّ المناطق كانت نسبة غاز ثاني أكسيد النيتروجين أعلى من غيرها؟
- أستنتج: سبب ارتفاع تركيز غاز ثاني أكسيد النيتروجين في بعض المناطق، وانخفاضه في مناطق أخرى.
- أفسّر سبب رصد تركيز هذا الغاز في محطات رصد نوعية الهواء.

السؤال الخامس:

أقارن بين الأنواع المظلمة وأنواع المؤشرات الحيوية من حيث الأهمية، ثم أذكر مثالا على كلّ منهما.

السؤال السادس:

صممت لجنة البيئة في إحدى المدارس الشعار الآتي في يوم البيئة:

(التنوع الحيوي هو العمود الفقري للاقتصاد العالمي):

أ- أبين رأيي في هذه العبارة، مبرراً إجابتي.

ب- أقترح طرائق قد تزيد الوعي بأهمية المحافظة على التنوع الحيوي في بيئتي.

السؤال السابع:

يبين الرسم البياني المجاور أربعة أنواع مختلفة من الموارد المستخدمة في إنتاج 1000 kcal من الطعام (يمثل ذلك نصف حاجات الإنسان اليومية):

أ- أحسب: إذا أردت تناول 1000 kcal يومياً من الدجاج بدل اللحم البقري، فما مساحة الأرض الزراعية اللازمة لإنتاج ذلك؟

ب- أستنتج تأثير الاستمرار في إنتاج اللحم البقري في الأنظمة البيئية.

ج- أستنتج: كيف يؤثر التنوع في الوجبات في المحافظة على الموارد الطبيعية (التربة، والماء)؟

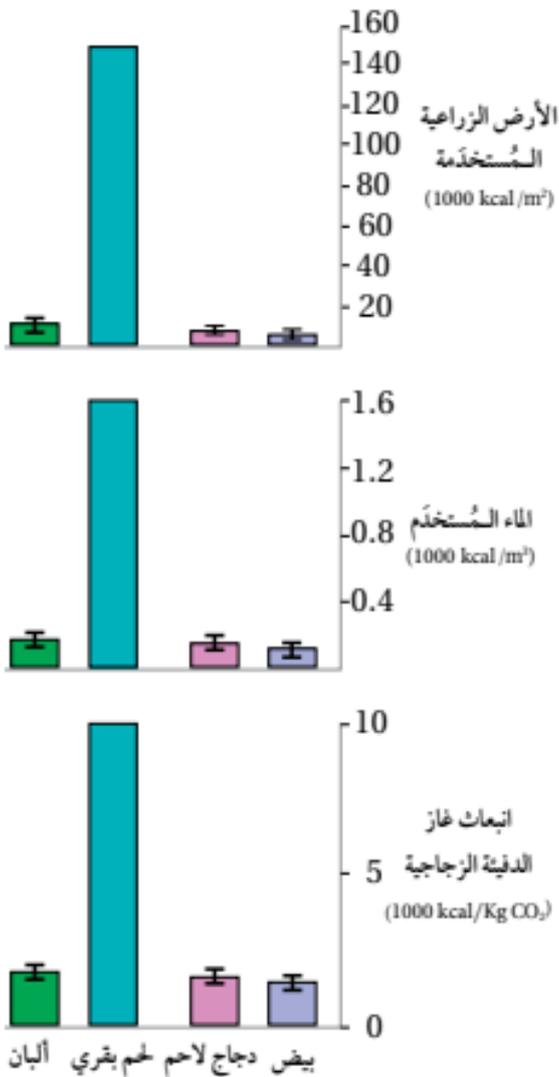
السؤال الثامن:

اشترى مزارع قطعة أرض بجوار بحيرة تلوّثت بعد أن طُرحت فيها مخلفات مصنع قديم للمواد الكيميائية:

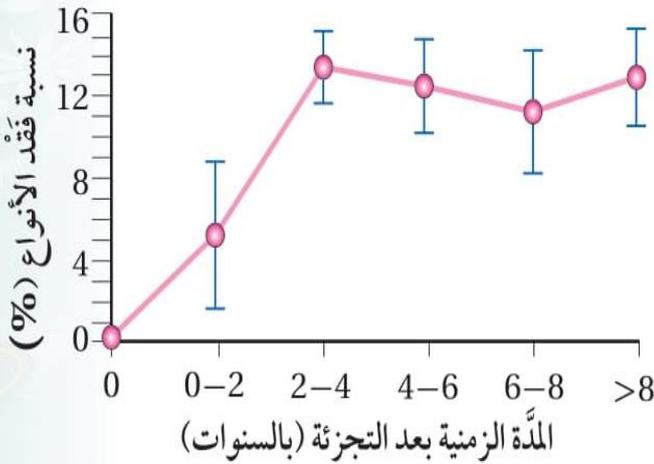
أ- أوضح أثر الماء الملوّث في نظام البحيرة البيئي.

ب- احتار المزارع في اختيار نوع النبات المناسب مما يأتي

لزراعته في قطعة الأرض: الأرز أم رشاد الصخر. أيّ النباتين أنصح المزارع بزراعته، مبرراً إجابتي؟



السؤال التاسع:



يُمثل الرسم البياني المجاور نسبة انقراض أنواع من الكائنات الحيّة بعد 8 سنوات تقريباً من تجزئة موطنها البيئي، علماً بأنّ العدد الكلي لأفراد الأنواع جميعها قبل التجزئة هو 10000 فرد. أدرس الرسم، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ- أحسب عدد أفراد الأنواع المُنقرضة بعد مرور (2-4) سنوات من تجزئة الموطن البيئي.

ب- أحسب: ما عدد أفراد الأنواع المُتبقية عند السنة الثامنة من تجزئة الموطن البيئي؟

ج- أفسر سبب زيادة عدد أفراد الأنواع المُنقرضة بعد تجزئة الموطن البيئي.

د- اقترح: كيف يُمكن التقليل من عدد أفراد الأنواع المُنقرضة بعد تجزئة الموطن البيئي؟

السؤال العاشر:

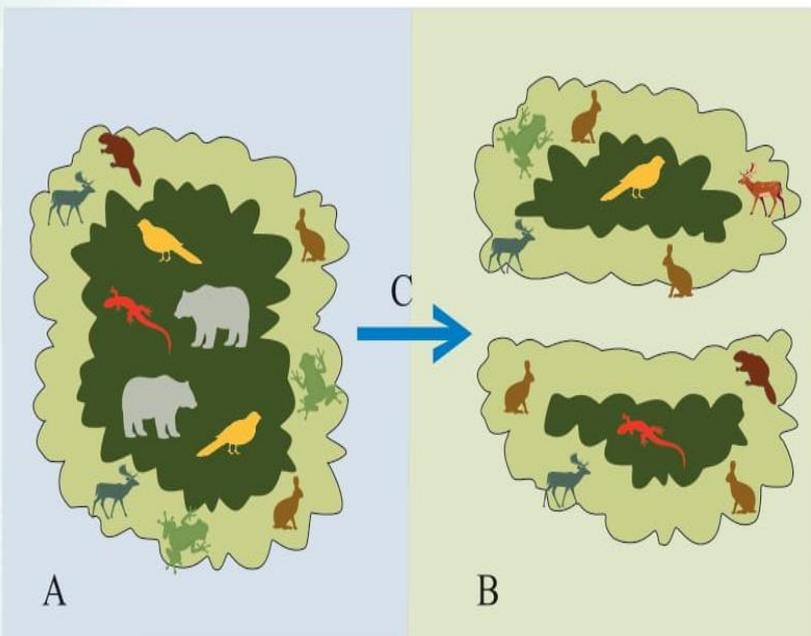
أفسر: تسعى الجمعية الملكية لحماية الطبيعة للتخلص من نبات السلم، أو الحد من انتشاره في الأردن.

السؤال الحادي عشر:

يُبين الشكل المجاور تغييراً في أحد المواطن البيئية لمنطقة ما:

أ- أوضح التغيير الذي حدث للموطن البيئي المشار إليه بالرمز (C).

ب- أتوقع تأثير تغيير التنوع الحيوي في المنطقة A، والمنطقة B.





المركز الوطني لتطوير المناهج

National Center for Curriculum Development



السؤال الأول:

7	6	5	4	3	2	1	رقم الفقرة
أ	د	ج	ب	ج	د	ب	رمز الإجابة الصحيحة

السؤال الثاني:

النوع الجديد من الأسماك الذي تم إدخاله الى هذه البركة يمثل أنواعاً غازية، حيث تتنافس الأنواع المستوطنة (الأسماك ونوع من البرمائيات اللذان يقطنان في البركة سابقاً) فيؤثر سلباً في السلاسل الغذائية الموجودة ضمن البركة. وقد تنقل لها أمراضاً وافدة تؤثر في الأنواع المستوطنة.

السؤال الثالث:

أ. تنوع وراثي، ب. تنوع الأنواع، ج. تنوع وراثي، د. تنوع الأنظمة البيئية

السؤال الرابع:

أ- في مناطق: المحطة وطبربور والمصانع.
ب- يرتفع نسبته في مناطق يكثر فيها انبعاثه نتيجة أنشطة بشرية مثل وجود مصانع ومن مصادر الاحتراق. بينما المناطق التي يقل نسبته فيها تقل مثل هذه الأنشطة ويكثر فيها النباتات مثل المتنزهات.
ج- لتعرف نسب الملوثات، ومقارنتها بالنسب الطبيعية المسموح بها، ثم اتخاذ الإجراءات للحد منها، بالتعاون مع المديرية التابعة لوزارة البيئة؛ التي تعنى بعمليات الترخيص والتفتيش والرقابة البيئية، والتعاون مع الوزارات والجهات المختصة ومراكز البحث العلمي.

السؤال الخامس:

الأنواع المظلة: أنواع من الكائنات الحية التي تعيش في موطن بيئي يمتاز بمساحة كبيرة، وتؤدي حماية هذا الموطن إلى حماية العديد من أنواع الكائنات الحية الأخرى التي تعيش في الموطن نفسه. مثل حماية البومة الشمالية المرقطة.
المؤشرات الحيوية: أنواع من الكائنات الحية التي يستخدمها العلماء في الكشف عن تلوث الأنظمة البيئية، مثل الأشنات، وصغار الضفادع.

السؤال السادس:

أ- أوافق الرأي الذي يبرز الأهمية الاقتصادية الكبيرة للتنوع الحيوي، فهو يشكل أساساً للصناعة والتجارة العالمية، سواء في إنتاج الملابس والغذاء والأدوية والأثاث، ويحقق الأمن الغذائي العالمي للمجتمعات.
ب- التوعية الإعلامية خلال البرامج التلفزيونية والإذاعية وعبر مواقع التواصل الاجتماعي، وإصدار نشرات، وعقد لقاءات ومحاضرات تثقيفية، وغيرها.

السؤال السابع:

- أ. من الرسم البياني الأول فإن مساحة الأرض الزراعية المستخدمة هي 10 m^2 تقريباً.
- ب. يؤدي الاستمرار في إنتاج اللحم البقري إلى ضغط متزايد على الموارد البيئية في الأنظمة البيئية، فإنتاج 1000 kcal من اللحم البقري يحتاج: 150 m^2 من الأراضي الزراعية سنوياً لتوفير الغذاء للأبقار، واستهلاك 1.6 m^3 من الماء. ويترتب على هذا الانتاج انبعاث ما يقارب 10 kg من غاز CO_2 إلى الغلاف الجوي.
- ج. يؤدي التنوع في الوجبات إلى تقليل الضغط على الموارد البيئية المختلفة كالتربة والماء، وإعطاء الفرصة لتجديدها، والمحافظة عليها.

السؤال الثامن:

- أ. بما أن الماء تلوث بمخلفات كيميائية من المصنع، فقد تتراكم هذه الملوثات في الأنسجة الدهنية للكائنات الحية ضمن المستويات الغذائية المختلفة في السلاسل الغذائية (التضخيم الحيوي). كما قد ترسب المياه الملوثة إلى التربة المحيطة بالبحيرة مسببة تلوثها، مما يؤثر في النباتات التي تنمو فيها.
- ب. نبات رشاد الصخر، لأنه من النباتات التي تمتص المعادن الثقيلة والعديد من الملوثات في التربة، وهذا يؤدي إلى التخلص من الملوثات في التربة التي وصلت من البحيرة.

السؤال التاسع:

- أ. $10000 \times 13.9\% = 1390$ فرد.
- ب. عدد الأفراد المفقودة عند السنة الثامنة $= 10000 \times 13\% = 1300$ فرد.
- ج. عدد الأفراد المتبقية عند السنة الثامنة $= 10000 - 1300 = 8700$ فرد.
- د. إنشاء ممرات بين اقسام الموطن البيئي المجزأ، وحماية الموطن البيئي، وكذلك التقليل من تأثير الحد البيئي بين أجزاء الموطن البيئي، ومحاولة استعادة الموطن البيئي، وجميعها طرائق تزيد من تعافي واستقرار الأنظمة البيئية.

السؤال العاشر

السلم من النباتات الغازية التي تهدد التنوع الحيوي في النظام البيئي وألحقت به الضرر من خلال منافسة النباتات المستوطنة على الموارد البيئية.

السؤال الحادي عشر:

- أ- تجزئة الموطن
- ب- سيقل التنوع الحيوي في المنطقة B عن المنطقة A ، بسبب نشوء ظروف بيئية مختلفة على طول الحدود البيئية مما يتسبب في خسارة بعض الأنواع، وقد تتضاءل فرصة التكاثر بين أفراد النوع الواحد وقد تصبح أكثر عرضة للمفترسات.

مسرد المصطلحات (أ)

إدارة الموارد الحيوية **Biotic Resources Management**: المحافظة على التوازن بين استخدام الموارد الحيوية وإمكانية تعويضها.

استعادة الموطن البيئي **Habitat Restoration**: محاولة إعادة الموطن البيئي المتضررة أو الجماعات الحيوية فيها التي تعرّضت لخطر الانقراض إلى ما كانت عليه قبل ذلك.

استقرار النظام البيئي **Ecosystem Stability**: قدرة النظام البيئي على استعادة حالته الأصلية أو الطبيعية بعد تعرّضه لأيّ تغيير أو خلل قد يُؤثر في العلاقات الغذائية بين الكائنات الحيّة، والتفاعل بين المكوّنات الحيّة والمكوّنات غير الحيّة في الأنظمة البيئية.

الاستنساخ **Cloning**: إنتاج كائن حيّ مُتعدّد الخلايا من خلية واحدة، بحيث يتطابق وراثياً مع الكائن الحيّ الذي تبرّع بالخلية الأصلية المُستنسخة.

الأليلات المتعدّدة **Multiple Alleles**: وجود أكثر من شكلين (أليلين) للجين الواحد.

إنزيم بلمرة DNA مُتحمّل الحرارة **Taq DNA Polymerase**: إنزيم يُستخدم في بلمرة DNA، ويُستخلص من بكتيريا مُحبّة للحرارة *Thermus aquaticus* تعيش في الينابيع الحارّة.

إنزيم ربط DNA **DNA Ligase**: إنزيم يُستعمل لربط سلسلتي DNA عن طريق تكوين روابط تساهمية فوسفاتية ثنائية الإستر بين نهايات سلسلتي DNA؛ ما يؤدي إلى التحامهما.

إنزيمات القطع المُحدّد **Restriction Enzymes**: إنزيمات مُتخصّصة تتعرّف تسلسلاً مُحدّداً من النيوكليوتيدات في منطقة تُسمّى منطقة التعرّف، ويكون تسلسل النيوكليوتيدات في إحدى سلسلتي DNA (من 5' إلى 3') هو التسلسل نفسه للسلسلة المُقابلة لها.

الانقراض الجماعي **Mass Extinction**: انقراض عدد كبير من أفراد الجماعات الحيوية خلال مدّة زمنية قصيرة نسبياً.

الانقراض المُتدرّج **Background Extinction**: انقراض بعض أفراد الجماعات الحيوية بصورة طبيعية، وعلى نحوٍ تدريجي، خلال مدّة زمنية طويلة نسبياً.

الأنواع الغازية **Invasive Species**: أنواع الكائنات الحيّة الغريبة، مثل النباتات والحيوانات التي أُدخلت -عن قصد، أو من دون قصد- في موطن بيئي ما عن طريق الإنسان، وأصبحت تُهدّد التنوع الحيوي فيه.

الأنواع المُستوطنة **Native Species**: أنواع الكائنات الحيّة التي تعيش في موطنها الطبيعي.

الدرس الثاني: حفظ التنوع الحيوي و استدامته

الأنواع المظلة **Umbrella Species**: أنواع من الكائنات الحيّة، تعيش في موطن بيئي، يمتاز بمساحته الكبيرة، وتؤدي حمايته إلى حماية عديد من أنواع الكائنات الحيّة الأخرى التي تعيش في الموطن نفسه.

(ب)

البصمة الوراثية **DNA Fingerprinting**: خريطة قطع تُبين توزيع قطع DNA في عيّنة DNA التي يراد تحليلها، وتؤخذ من نواة خلية حيّة، مثل: خلايا الدم البيضاء، وجذور الشعر، والخلايا الطلائية.

البلازميدات **Plasmids**: DNA حلقي في سيتوبلازم البكتيريا، وهو يتضاعف بصورة مستقلة.

(ت)

تأثير الحد البيئي **Edge Effect**: نشوء ظروف بيئية مختلفة، تظهر على طول الحدود البيئية؛ نتيجة لتجزئة الموطن البيئي.

الترتيب العشوائي للكروموسومات **Random Orientation of Chromosomes**: ترتيب كروموسومات الأم وكروموسومات الأب ترتيباً عشوائياً في أثناء الطور الاستوائي الأول في الانقسام المنصف؛ ما يؤثر في توارث الأليلات المحمولة على كروموسومات مختلفة.

تعدّد المجموعة الكروموسومية **Polyploidy**: احتواء بعض الكائنات الحيّة على أكثر من مجموعتين من الكروموسومات في خلاياها الجسمية، كأن تكون الخلايا ثلاثية المجموعة الكروموسومية (3n)، أو رباعية المجموعة الكروموسومية (4n).

تفاعل البلمرة المتسلسل **Polymerase Chain Reaction (PCR)**: عملية مضاعفة عيّنة صغيرة من DNA وتكرارها لإنتاج ملايين النسخ منها خلال ساعات عدّة باستخدام جهاز الدورية الحرارية.

التكنولوجيا الحيوية **Biotechnology**: فرع من فروع العلوم الحياتية، يهتم بتوظيف الكائنات الحيّة والمعلومات المتعلقة بها في مجالات عدّة، واستخدامها في صنع بعض المنتجات وتطويرها لخدمة البشرية.

التنقيب الحيوي **Bioprospecting**: البحث عن كائنات حيّة تمثل مصدراً للمواد ذات قيمة اقتصادية، مثل: الملابس، والعقاقير الطبية.

التنمية المستدامة **Sustainable Development**: تطوير التقنيات، وتحسين الأنظمة البيئية؛ للوفاء بحاجات الإنسان المتزايدة من دون التأثير سلباً في الأنظمة البيئية اللازمة لحياة الأجيال اللاحقة.

تنوع الأنظمة البيئية **Ecosystems Diversity**: تعدّد الأنظمة البيئية بما تحويه من مكونات حيّة ومكونات غير حيّة في الغلاف الحيوي.

تنوع الأنواع **Species Diversity**: عدد أنواع الكائنات الحيّة المختلفة، ونسبة كل منها في نظام بيئي.

الدرس الثاني: حفظ التنوع الحيوي و استدامته

التنوع الحيوي **Biodiversity**: وجود أنواع مختلفة من الكائنات الحيّة في نظام بيئي مُعيّن.

التنوع الوراثي **Genetic Diversity**: اختلافات في الجينات بين أفراد الجماعة الحيوية الواحدة والجماعات الحيوية المختلفة الأخرى؛ ما يسمح لأفراد الجماعات الحيوية بالتكيف مع بيئاتهم.

(ج)

الجينات المرتبطة **Linked Genes**: جينات بعضها قريب من بعض، وهي تُحمّل على الكروموسوم نفسه، وتُورث بوصفها وحدة واحدة، ومن أمثلتها جينات صفتي لون الجسم وحجم الأجنحة في ذبابة الفاكهة.

(خ)

خريطة الجينات **Genes Map**: خريطة تُبيّن الجينات المحمولة على الكروموسوم، وترتيبها، والمسافة بينها.

(د)

درجة الحرارة المحورية **Pivotal Temperature (T_p)**: درجة حرارة مُعيّنة، ينتج فيها ذكور وإناث بنسب متساوية عند فقس البيوض المُخصّبة في بعض أنواع الزواحف.

(ز)

الزيادة الحيوية **Biological Augmentation**: الاستفادة من كائنات حيّة يُمكنها إضافة مواد أساسية إلى النظام البيئي المتضرّر.

(س)

السعة التحمّلية **Carrying Capacity**: الحدّ الأقصى من أفراد النوع نفسه من الكائنات الحيّة الذي تستطيع البيئة دعمه بصورة طبيعية.

سلاسل البدء **Primers**: سلاسل مفردة من النيوكليوتيدات، قد يصل عددها إلى 20 نيوكليوتيداً أو أكثر، وهي تُصمّم وفق تسلسلات مُحدّدة، بحيث تكون مُتمّمة لتسلسل النيوكليوتيدات في بداية منطقة التضاعف.

(ص)

الصفات المرتبطة بالجنس **Sex Linked Traits**: صفات تُحمّل جيناتها على الكروموسومات الجنسية.

(ط)

طفرة الإزاحة **Frameshift Mutation**: حذف زوج أو أكثر من النيوكليوتيدات في جزيء DNA، أو إدخال زوج أو أكثر منها في جزيء DNA بأعداد ليست من مضاعفات الثلاثة؛ ما يؤدي إلى تغيير تسلسل النيوكليوتيدات في أكثر من كودون من جزيء DNA.

الدرس الثاني: حفظ التنوع الحيوي و استدامته

طفرة الاستبدال **Substitution Mutation**: استبدال زوج من النيوكليوتيدات في جزيء DNA، والاستعاضة عنه بزوج آخر؛ ما يؤدي إلى تغيير تسلسل النيوكليوتيدات في كودون واحد فقط من جزيء DNA.

طفرة تبديل الموقع **Translocation**: إضافة جينات إلى كروموسوم غير مُماثل؛ نتيجة انتقال الجزء المقطوع من أحد الكروموسومات إلى كروماتيد في كروموسوم غير مُماثل له.

طفرة التكرار **Duplication**: تكرار جينات في الكروموسوم عند ارتباط الجزء المقطوع من كروموسوم بالكروماتيد الشقيق للكروماتيد الذي انفصل منه الجزء المقطوع، أو بالكروماتيد غير الشقيق في الكروموسوم المُماثل له.

الطفرة الجينية **Genetic Mutation**: تغيير في تسلسل النيوكليوتيدات في جين مُعيّن من جزيء DNA.

طفرة الحذف **Deletion**: نقص في الجينات المحمولة على الكروموسوم عند قطع جزء منه.

طفرة القلب **Inversion**: انعكاس ترتيب الجينات في أحد الكروموسومات؛ نتيجة قطع جزء من هذا الكروموسوم، ثم إعادة ربط الجزء المقطوع بالكروموسوم نفسه الذي انفصل عنه، ولكن بصورة مقلوبة.

الطفرة الكروموسومية **Chromosomal Mutation**: تغيير في عدد الكروموسومات، أو تركيبها.

(ع)

العلاج الجيني **Gene Therapy**: تثبيط الجين المسؤول عن إحداث المرض، أو إدخال نسخة من الجين السليم في خلايا فرد مصاب بمرض وراثي ناتج من اجتماع جينين مُتَنَحِّيَّين؛ لتعويض نقص البروتين الوظيفي في خلاياهما.

علم المحتوى البروتيني **Proteomics**: علم يدرس أنواع البروتينات المختلفة، ومدى وفرتها، وتركيبها، ووظائفها، وأثرها في جسم الكائن الحيّ. وهو يتضمّن معرفة تسلسل الحموض الأمينية في البروتين.

(ف)

الفصل الكهربائي الهلامي **Gel Electrophoresis**: تقنية تُستعمل لفصل جزيئات DNA اعتمادًا على أطوالها وشحنتها السالبة.

(ق)

قانون التوزيع الحر **Law of Independent Assortment**: انفصال أليلي الصفة الواحدة أحدهما عن الآخر بصورة مستقلة عن انفصال أليلات الصفات الأخرى في أثناء تكوين الجاميتات.

(م)

مرض هنتنغتون **Huntington's Disease**: مرض ينتج من طفرة في الجين (HTT)، تؤدي إلى تكوين بروتين يُسمّى بروتين هنتنغتون الذي يتراكم في الخلايا العصبية، ويؤثر في وظائفها.

الدرس الثاني: حفظ التنوع الحيوي و استدامته

مشروع الجينوم البشري **Human Genome Project**: تحديد تسلسل النيوكليوتيدات في كامل DNA الخاص بالإنسان، وتعرّف مواقع الجينات وترتيبها في الكروموسومات جميعها.

المعالجة الحيوية **Bioremediation**: استخدام بعض أنواع الكائنات الحية في إزالة السموم من الأنظمة البيئية الملوثة.

المعلوماتية الحيوية **Bioinformatics**: استخدام الحاسوب في جمع تسلسل عدد كبير من النيوكليوتيدات، ومعالجتها، وتحليلها، ودراستها، أو استخدامها في جمع كم كبير من المعلومات المتعلقة بالعلوم الحياتية.

الممرات بين أجزاء الموطن البيئي **Corridors between Habitat Fragments**: ممرات تربط المواطن البيئية المجزأة بعضها ببعض؛ حفاظاً على التنوع الحيوي فيها.

المؤشرات الحيوية **Bioindicators**: استخدام بعض أنواع الكائنات الحية في الكشف عن تلوث الأنظمة البيئية، وذلك برصد التغيرات في أعدادها، أو خصائصها الفسيولوجية، أو سلوكها، أو شكلها الظاهري.

(ن)

النقاط الساخنة **Hot Spots**: مناطق صغيرة المساحة نسبياً، وغنية بأنواع مختلفة من الكائنات الحية المستوطنة. وهي تحوي أنواعاً مهددةً بالانقراض، وقد صنفتها المنظمات الدولية لحماية البيئة ضمن المناطق التي يتعين المحافظة على التنوع الحيوي فيها أكثر من غيرها.

النهايات غير اللزجة **Blunt Ends**: قطع من DNA تتكوّن نهاياتها من سلسلتين من النيوكليوتيدات.

النهايات اللزجة **Sticky Ends**: قطع من DNA ذات أطراف مفردة، وهي تتكوّن من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات، تُنتجها بعض إنزيمات القطع المحدد.

(هـ)

الهطل الحمضي **Acid Precipitation**: مطر أو ثلج أو ضباب يحوي حموضاً، ويتكوّن عند تفاعل الماء الموجود في الهواء مع أكاسيد الكبريت والنيتروجين المنبعثة من أنشطة الإنسان؛ ما يؤدي إلى تكوّن حمض الكبريتيك وحمض النتريك.

هندسة الجينات **Genetic Engineering**: تعديل DNA الكائن الحي؛ ما يُغيّر المعلومات الوراثية فيه.

(و)

الوراثة فوق الجينية **Epigenetics**: دراسة تبحث في التعديلات على التعبير الجيني أو الطرز الشكلية في الكائن الحي، التي تحدث من دون تغيير تسلسل النيوكليوتيدات في الجين.

الوراثة مُتعدّدة الجينات **Polygenic Inheritance**: نمط من الوراثة غير المنдлиية، وفيه يتحكّم أكثر من جين في الصفة الوراثية، وتكون الطرز الشكلية لهذه الصفة مُتدرّجة بين الأفراد بسبب تراكم تأثير الجينات التي تتحكّم فيها، ومماثلة لهذا النمط وراثته لون الجلد في الإنسان.