



# الأساس في الأحياء

الوحدة الأولى:  
كيمياء الحياة

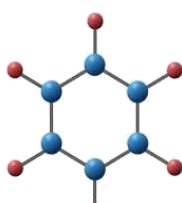


الأستاذة  
نهى توبة

00962 789 818 882

توجيهي  
@نهى توبة

الوحدة الأولى/ الدرس الأول  
الجزء الأول  
المركبات العضوية الحيوية  
الكربوهيدرات



كتاب العلوم الحياتية



فيديو تحفيزي



## (1) الكربون

- عنصر مهم يدخل في تركيب المركبات العضوية جميعها.
- يستطيع تكوين أربعة روابط تساهمية ( إما روابط أحادية أو روابط ثنائية أو ثلاثية ) مع ذرات كربون أخرى أو ذرات عناصر أخرى.

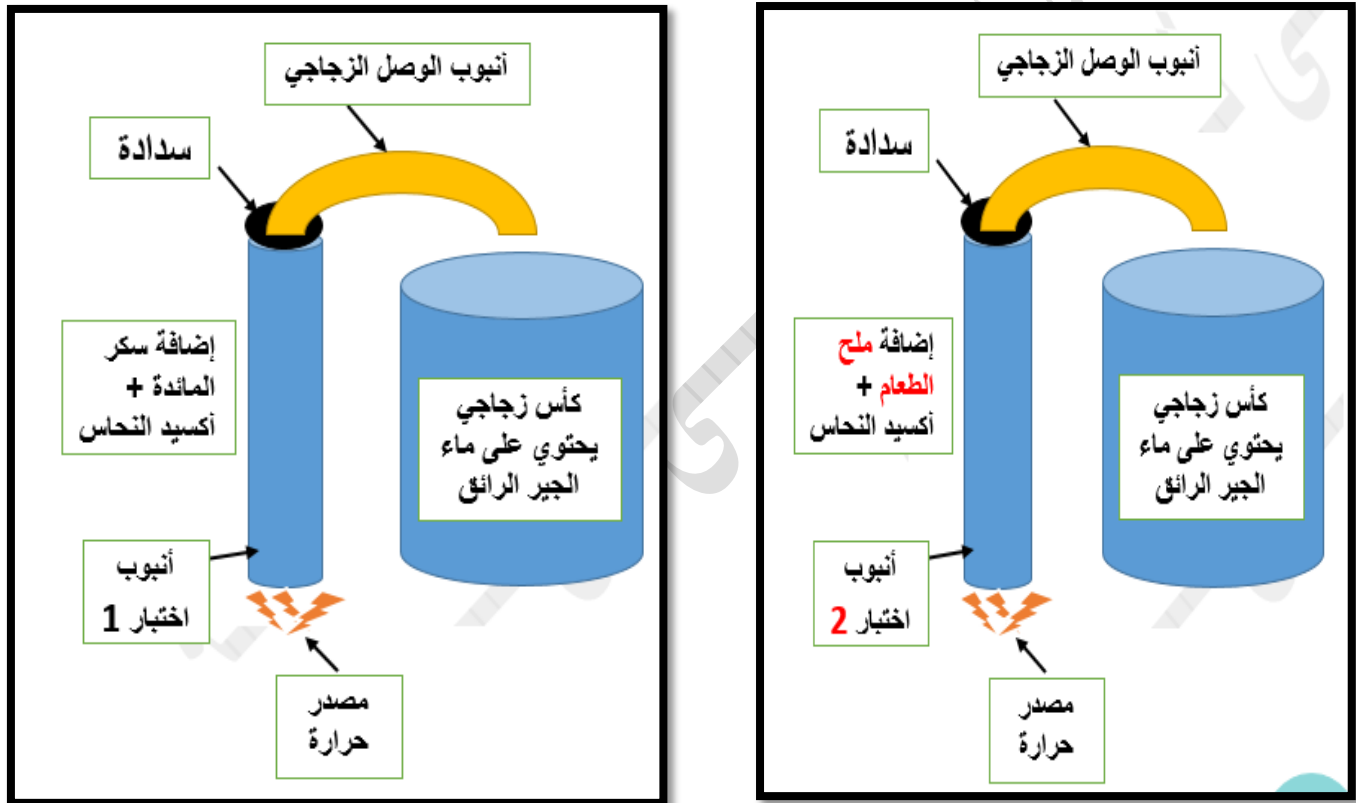
- سؤال: كيف يُمكن الكشف عن الكربون في المادة العضوية :

الجواب: عن طريق تسخينها مع أكسيد النحاس؛ إذ يتأكسد الكربون ( إن وُجد )، وينتج غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> الذي يتفاعل مع ماء الجير، مسببًا تعكره وتكدره.

(2) ماء الجير هو محلول هيدروكسيد الكالسيوم.

- سؤال: كيف يُمكن تحضير ماء الجير الرائق :

الجواب: من خلال إذابة هيدروكسيد الكالسيوم في ماء مقطر حتى الإشباع، ثم تصفيته.



ملاحظة: الأشكال التالية هي رسومات افتراضية لتسهيل المعلومة.

**سؤال: ماهي المواد والأدوات التي استخدمت في التجربة: (مع الشرح كيف تمت التجربة)**

### **أنبوب الاختبار 1**

- تم تسخين **سكر المائدة** مع **أكسيد النحاس** في الأنبوب الأول ولأن سكر المائدة مادة عضوية يحتوي على كربون سيتأكسد الكربون وينتج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يتفاعل مع **ماء الجير** مسببا **تغيره وتكره**.

### **أنبوب الاختبار 2**

- تم تسخين **ملح الطعام** مع **أكسيد النحاس** في الأنبوب الثاني، يحدث تفاعل ولكن لن ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون سيبقى ماء الجير نقي كما هو (لأن ملح الطعام مادة غير عضوية/ لا يحتوي على كربون).

**- سؤال: فسّر سبب استخدام ملح الطعام في التجربة في الأنبوب الثاني مقابل سكر المائدة في الأنبوب الأول:**

**الجواب:** تم استخدام ملح الطعام (مادة غير عضوية) كتجربة ضابطة لتسهيل مقارنة النتائج.

- يعتبر **سكر المائدة** مادة عضوية.
- يعتبر **ملح الطعام** مادة غير عضوية.

**- سؤال : ماهي العناصر التي تدخل في تركيب أجسام الكائنات الحية:**

**الجواب :** الهيدروجين/ الكربون/ الأكسجين/ النيتروجين/ الكالسيوم/ والفسفور إضافة إلى عناصر أخرى مثل: (حديد، بوتاسيوم، صوديوم، كلور).

**- سؤال: علّل: يعتبر الكربون أهم العناصر للكائنات الحية:**

**الجواب :** لأنه يدخل في تركيب المركبات العضوية جميعها.

### **المركبات العضوية**

✚ **مُرَكَّبَات كيميائية يدخل في تركيبها بصورة أساسية ذرات الكربون.**

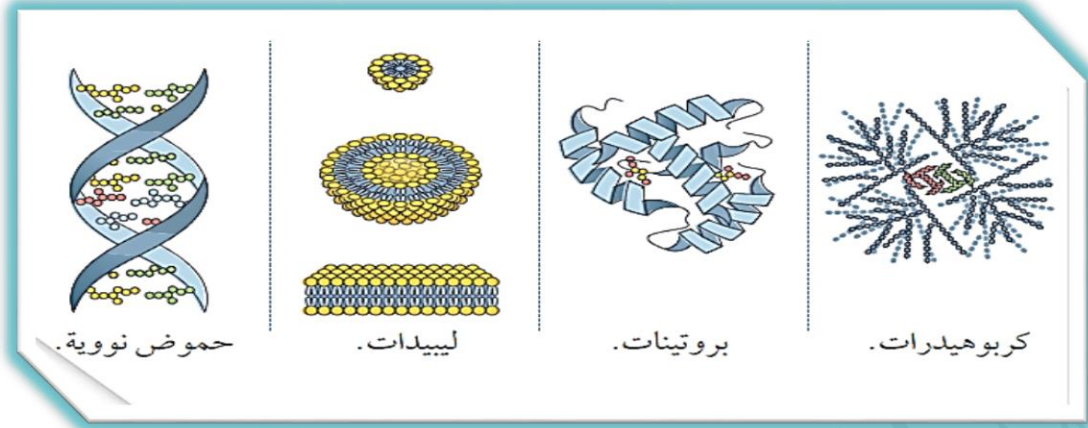
### **المركبات العضوية الحيوية**

- ✚ **مُرَكَّبَات كيميائية توجد في أجسام الكائنات الحية.**
- ✚ **يدخل في تركيبها بصورة أساسية ذرات الكربون والهيدروجين.**
- ✚ **ويدخل في تركيب بعضها أيضا ذرات عناصر أخرى، مثل: النيتروجين والأكسجين.**
- ✚ **ترتبط فيها ذرات الكربون بروابط تساهمية ؛ إمّا:**
  - بعضها مع بعض
  - أو مع ذرات عناصر أخرى، مثل: الهيدروجين، والنيتروجين، والأكسجين.

### **أنواع المركبات العضوية الحيوية الرئيسية في أجسام الكائنات الحية**

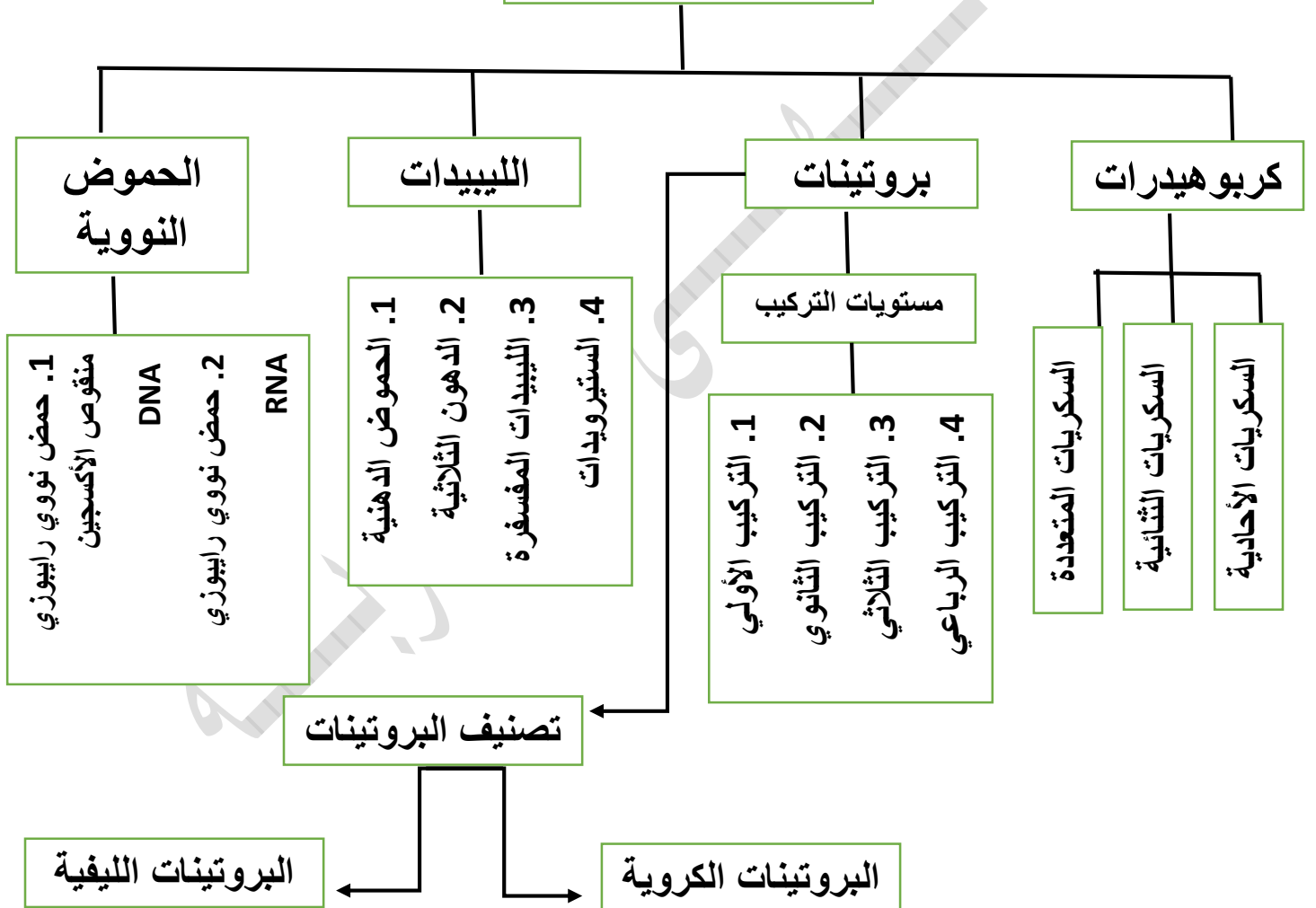
1. الكربوهيدرات
2. البروتينات
3. الليبيدات
4. الحموض النووية





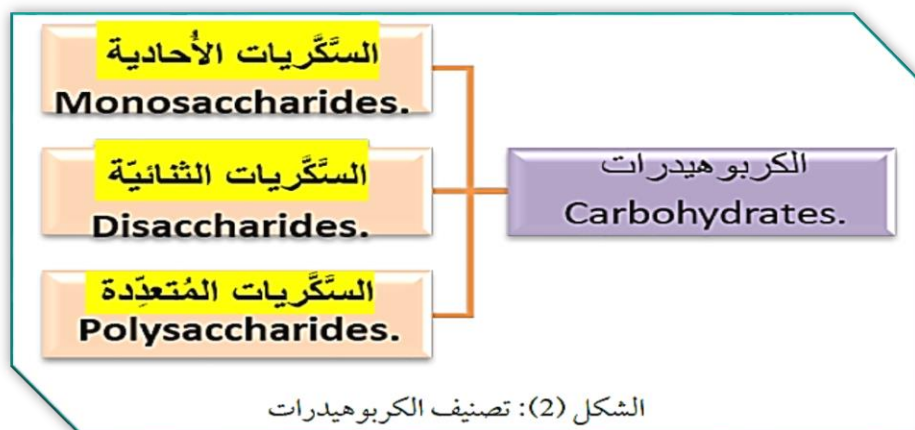
مهم: مطلوب حفظ الشكل كما في الصورة مع المسميات.

## المركبات العضوية



## الكربوهيدرات

- تحتوي على ذرات كربون وهيدروجين وأكسجين.
- وهي تصنّف بحسب عدد الوحدات التي تتألف منها إلى ثلاثة أنواع:



### السكّريات الأحادية :

- أبسط أنواع الكربوهيدرات.
  - تذوب في الماء بسهولة لأنها من المواد المحبة له.
  - صيغتها العامة هي  $(CH_2O)_n$  ، حيث  $n$  هي عدد ذرات الكربون في السكر الأحادي.
  - تكون الصيغة البنائية للسكّريات الأحادية على شكل حلقي، أو سلسلة مفتوحة غير متفرّعة.
  - ويُعَدُّ هذا النوع من السكّريات وحدات بنائية لأنواع الكربوهيدرات الأخرى، ومن الأمثلة عليه: الغلوكوز الذي يُمثّل المصدر المباشر للطاقة في أجسامنا.
  - الغلوكوز يمثل الوحدة البنائية لعدد من السكّريات المتعددة في أجسام الكائنات الحية.
- أمثلة على السكّريات الأحادية :

1. الغلوكوز
2. الغلاكتوز
3. الفركتوز

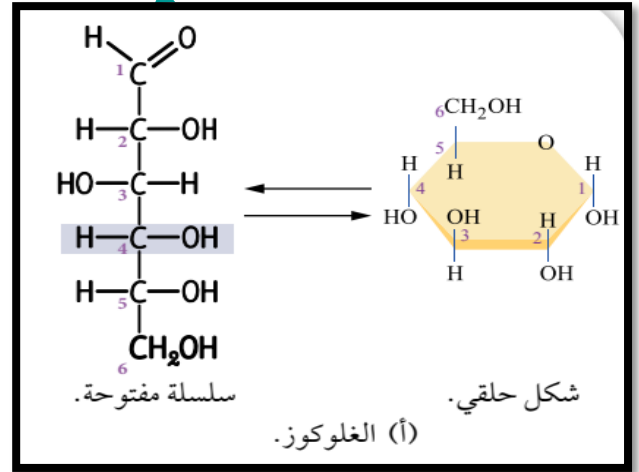
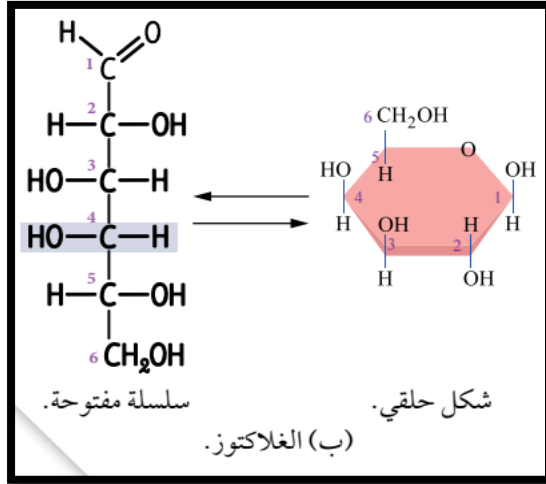
**أفكر:** يتكوّن السكّر الأحادي الرايبوز من عشر ذّرات هيدروجين، فما عدد ذّرات الكربون فيه؟

**الجواب:** يحتوي على 5 ذرات كربون

**ملاحظة:** سكر الرايبوز قد يكون منقوص الأكسجين وقد يكون غير منقوص الأكسجين.

- في حال كان السكر غير منقوص الأكسجين فالصيغة البنائية  $C_5H_{10}O_5$
- وفي حالة كان السكر الرايبوز منقوص الأكسجين فالصيغة البنائية هي  $C_5H_{10}O_4$

## السُّكَّرِيَّاتُ الأحاديَّة



مهم: مطلوب حفظ الشكل كما في الصورة مع التمييز في شكل كلٍّ منها.

### السُّكَّرِيَّاتُ الثَّانِيَّة :

1. يتكوّن السُّكَّر الثنائي من وحدتين من السُّكَّرِيَّات الأحاديّة .
2. ترتبطان معًا برابطة تساهمية غليكوسيدية .
3. يحدث الارتباط عن طريق نزع جُزء ماء (  $H_2O$  )
4. من الأمثلة على السُّكَّرِيَّات الثنائية :

#### 3. اللاكتوز (سكر الحليب)

السكريات الأحادية الذي  
يتكون منها:  
غلوكوز-غالاكتوز

#### 2. السكروز (سكر المائدة)

السكريات الأحادية الذي  
يتكون منها:  
فركتوز-غلوكوز

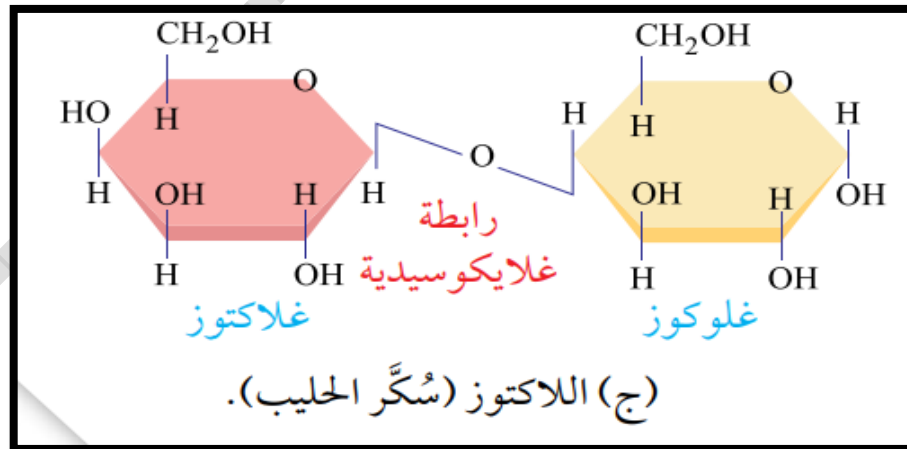
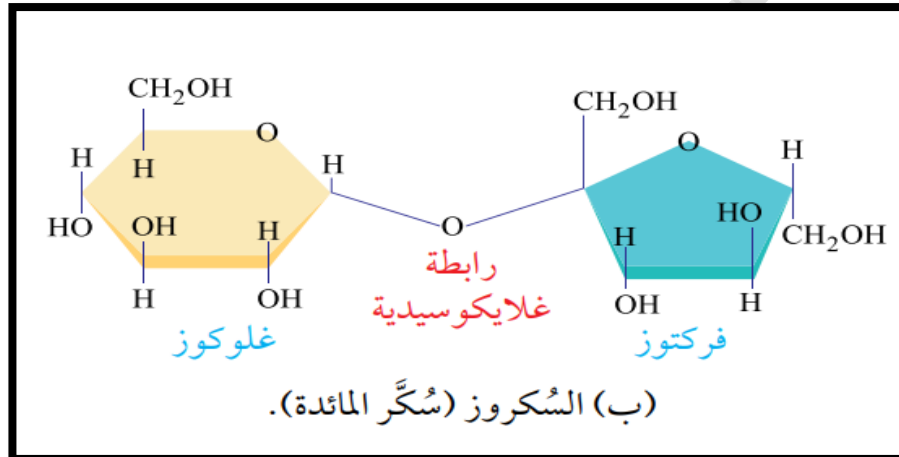
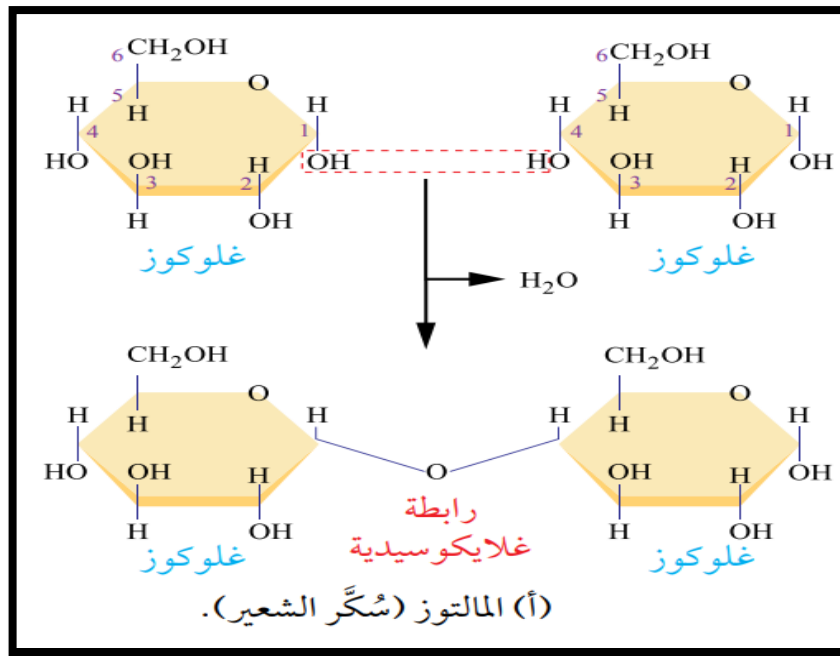
#### 1. المالتوز (سكر الشعير)

السكريات الأحادية الذي  
يتكون منها:  
غلوكوز-غلوكوز

سؤال : إلى ماذا يؤدي الإكثار من تناول السُّكَّرِيَّات ؟

**الجواب :** يؤدي إلى :

- 1- تسوّس الأسنان .
  - 2- زيادة الوزن مما يزيد خطر الإصابة بمرض السُّكَّري .
  - 1- الإصابة بمرض السُّكَّري .
- يوصي المركز الوطني للغُدِّد الصَّمِّ والسُّكَّري بعدم الإكثار من تناول السكريات للوقاية من الإصابة بمرض السُّكَّري .



مهم: مطلوب حفظ الشكل كما في الصورة مع التمييز في شكل كلٍ منها .

### السُّكَّرِيَّات المتعددة :

- 1- مُبلمرات تتكوّن من سكرِيَّات أحاديّة أو مشتقاتها (الثنائية).
- 2- ترتبط فيما بينها بروابط تساهمية غلايكوسيدية.
- 3- لكلّ من السُّكَّرِيَّات المتعدّدة خصائص تُميّزها عن غيرها.

**سؤال 1 :** قارن الروابط الموجودة بين جزيئات الغلوكوز في السلسلة الواحدة من السليلوز بالروابط الموجودة بين سلاسل الغلوكوز المتوازية في السليلوز .

**الجواب :** - نوع الرابطة بين جزيئات الغلوكوز في السلسلة الواحدة هي :  
تساهمية غلايكوسيدية .

أما نوع الرابطة بين السلاسل المتوازية هي:  
رابطة هيدروجينية ( في سكر السليلوز).

الرابطة بين السلاسل المتوازية (السليلوز)	الرابطة بين السلسلة الواحدة
رابطة هيدروجينية	تساهمية غلايكوسيدية

### أمثلة على السكريات المتعددة

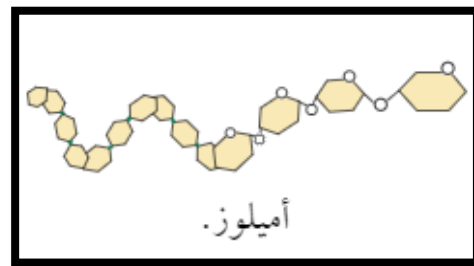
1. النشا

النشا

يتكوّن النشا من:

- 1- الأميلوز : من السُّكَّرِيَّات المتعددة ، وهو يتكون على شكل سلاسل غير متفرعة من الغلوكوز.
- 2- الأميلوبكتين : من السُّكَّرِيَّات المتعددة ، وهو يتكون على شكل سلاسل من الغلوكوز متفرعة في بعض المواقع .

**أهمية النشا:** تخزين سُكَّر الغلوكوز في النبات.



مهم: مطلوب حفظ الشكل كما في الصورة مع التمييز في شكل كلّ منها .

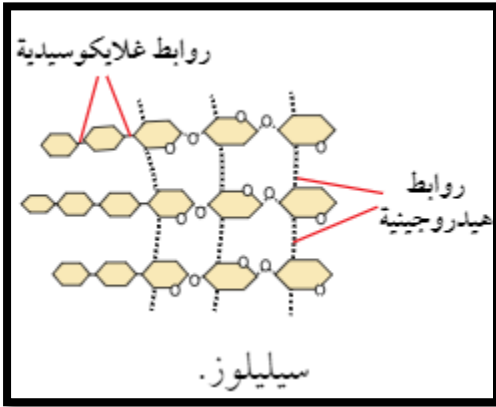
## الغلايكوجين



- يتكون من سلاسل من الغلوكوز كثيرة التفرع.
- أهمية الغلايكوجين: تخزين سُكر الغلوكوز في أكباد الحيوانات وعضلاتها .

مهم: مطلوب حفظ الشكل كما في الصورة.

## السيليلوز



- يتكون من ألياف دقيقة ، تتألف من وحدات من الغلوكوز ترتبط فيما بينها بروابط غلايكوسيدية، مُشكّلة سلاسل غير متفرعة ترتبط معاً بروابط هيدروجينية .

أهمية السيليلوز: إكساب الجُدر الخلوية في النباتات القوّة والمرونة بوصفه مكوّنًا رئيسًا لهذه الجُدر .

مهم: مطلوب حفظ الشكل كما في الصورة.

ماذا لو أخجلك الله بكرمه  
ومنحك تلك التي أقسمت أنها  
مُستحيلة، أنتَ لها ثابر وصابر  
لتصل إلى هدفك في النهاية.



## أجب عن الأسئلة التالية:

سؤال 1 : على ماذا يعتمد تصنيف الكربوهيدرات ؟

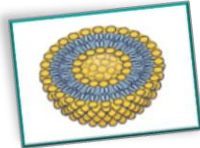
.....

سؤال 2 : ما هو تركيب الكربوهيدرات ؟

.....

سؤال 3 : ماهي أنواع المركبات العضوية الحيوية الرئيسة في جسم الإنسان ؟

.....



سؤال 4 : يمثل الشكل المجاور:

.....

سؤال 5: كيف تكون الصيغة البنائية للسكر الأحادي:

.....

سؤال 6: ما أهمية السكريات الأحادية:

.....

سؤال 7: ما اسم المرض الذي يصاب به من يكثر من تناول السكريات ؟

.....

سؤال 8: ما هو تركيب السكريات الثنائية؟

.....

سؤال 9: ما نوع الرابطة بين السكريات الأحادية عند تكوين السكر الثنائي؟

.....

سؤال 10: كيف يحدث ارتباط السكريات الأحادية عند تكوين السكر الثنائي ؟

.....

سؤال 11: ما هو تركيب السكريات المتعددة ؟

.....

سؤال 12: ماهي أنواع السكريات التي يتكون منها النشا ؟

.....



سؤال 13: ما هو تركيب سكر الغلايكوجين ؟

سؤال 14: ما هو تركيب سكر السيليلوز ؟

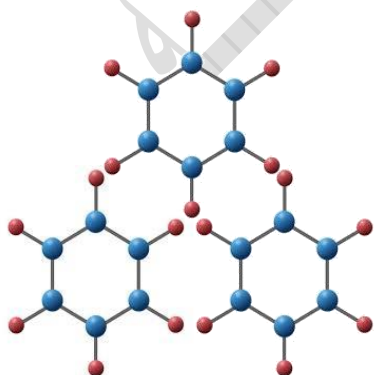
سؤال 15: قارن بين المالتوز والسكروز واللاكتوز من حيث السكريات الأحادية التي يتكون كلاً منهم :

من حيث	المالتوز	السكروز	اللاكتوز
أنواع السُّكَّرِيات الأحاديّة			
المُسمّى الآخر لكلٍّ منها			

سؤال 16: ما هو تركيب سكر الأميلوز وسكر الأميلوبكتين؟

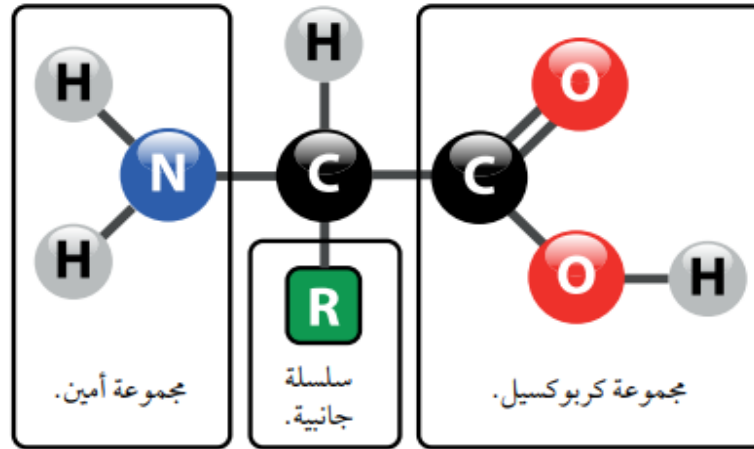
الأميلوز	الأميلوبكتين

الوحدة الأولى  
الدرس الأول  
الجزء الثاني - البروتينات



## البروتينات

1. تُمثّل البروتينات أكثر من 50% من الكتلة الجافة لمعظم الخلايا.  
(الكتلة الجافة: هي كتلة جسم الكائن الحي دون محتوى مائي).
2. تتألف البروتينات من وحدات بنائية أساسية تُسمى الحموض الأمينية.
3. ترتبط الحموض الأمينية معًا بروابط تساهمية ببتيدية.
4. تشترك الحموض الأمينية – فيما بينها – في صيغتها العامة التي تحتوي على نوعين من المجموعات الكيميائية وهما:
  - أ - مجموعة الكربوكسيل (COOH) .
  - ب - مجموعة الأمين (NH<sub>2</sub>) .
  - ج - سلسلة جانبية يُرمز إليها بالرمز (R) ويختلف من حمض أميني إلى آخر، مما يجعل لكل حمض أميني خصائص ينفرد بها عن غيره .

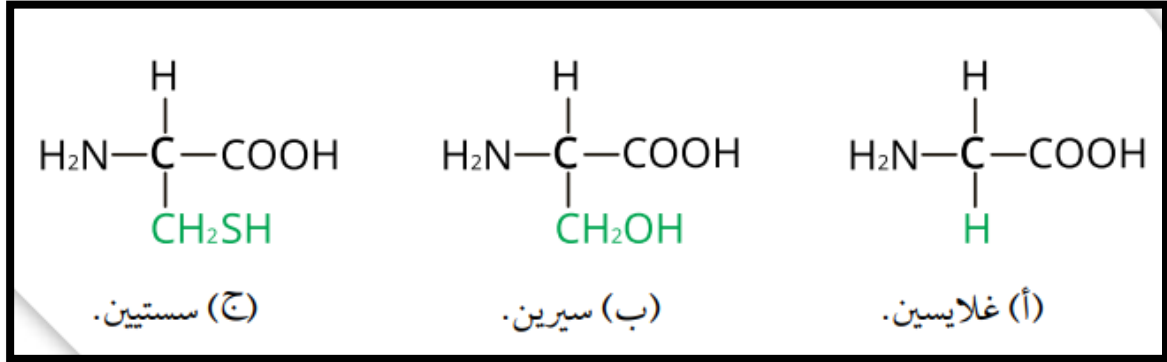


الشكل (5): الصيغة البنائية العامة للحموض الأمينية.

يحتوي الحمض الأميني غلايسين على أبسط سلسلة جانبية (R) وهي ذرة الهيدروجين (H) في حين تحتوي السلسلة الجانبية في الحموض الأمينية الأخرى على الكربون.  
ومن الأمثلة على هذه السلاسل الجانبية :



## بعض أنواع الحموض الأمينية



مهم حفظ الرسومات كما في الصور والتمييز بين أنواعها .

**المجموعات الوظيفية :** هي مجموعة من الذرات في المركب العضوي، تسهم في تمييز مركب عن غيره من المركبات. ومن أمثلتها :

OH	1- مجموعة الهيدروكسيل
COOH	2- مجموعة الكربوكسيل
NH <sub>2</sub>	3- مجموعة الأمين
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	4- مجموعة الفوسفات

5. يدخل في تركيب البروتينات عشرون (20) حمضاً أمينياً مختلفاً .

أ- أحد عشر (11) حمضاً أمينياً منها فقط يستطيع جسم الإنسان تصنيعها.

ب- أما الحموض الأمينية التسعة (9) الأخرى فيحصل عليها الجسم من الغذاء، وهي تُسمى الحموض الأمينية الأساسية.

**الحموض الأمينية الأساسية:** هي الحموض الأمينية التي يحصل عليها الجسم عن طريق الغذاء وعددها (9) تسعة.

**تصنف الحموض الأمينية** وفقاً لخصائص السلاسل الجانبية التي تحويها إلى مجموعتين رئيسيتين هما:

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

س : ما الذي يميز حمضاً أمينياً عن آخر؟

ج : السلسلة الجانبية ( R ) وهي: إما ذرة الهيدروجين وإما تحتوي على الكربون .

### الحمض الأميني تربتوفان:

يحتاج جسم الإنسان إلى الحمض الأميني تربتوفان الذي يعدّ أحد الحموض الأمينية الأساسية التي تدخل في تصنيع الناقل العصبي الهرموني السيروتونين، ويسمى أيضاً هرمون السعادة.

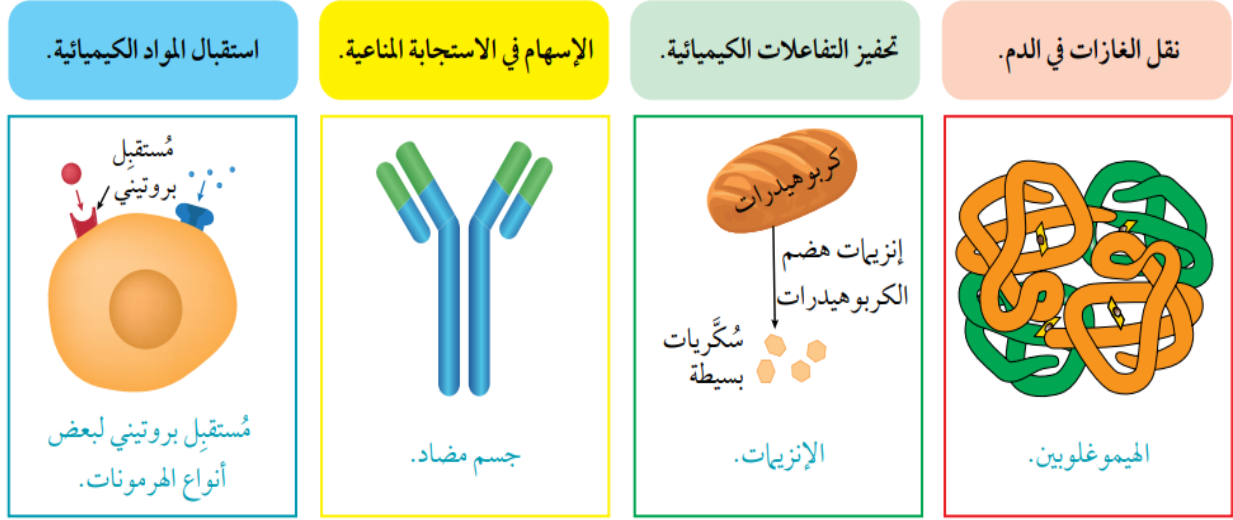
### كما يسهم الحمض الأميني تربتوفان في :

- أ - تحسين المزاج.
- ب- تخفيف التوتر لدى الأشخاص في مختلف الأعمار.
- ج- ويوجد علاقة بين احتواء حليب الأطفال الرّضّع على هذا الحمض وخلودهم إلى النوم براحة وهدوء.

### **ما أهمية البروتينات في جسم الكائن الحيّ ؟**

- البروتينات تؤدي وظائف مختلفة في أجسام الكائنات الحيّة:
  1. مثل ( ألياف الكولاجين ) التي تمنح الغضاريف المرونة والقوّة .
  2. نقل الغازات في الدم (الهيموغلوبين).
  3. تحفيز التفاعلات الكيميائية (الإنزيمات).
  4. الإسهام في الاستجابة المناعية(جسم مضاد).

5. استقبال المواد الكيميائية (مستقبل بروتيني لبعض أنواع الهرمونات).



الشكل (7): بعض وظائف البروتينات.

مهم حفظ الرسومات كما في الصور والتمييز بين أنواعها.

### البروتينات السكرية

- بروتينات سكرية: هي بروتينات مرتبطة بالسكريات.

ومن الأمثلة عليها:

مُولَدَات الضدّ: هي بروتينات سكرية توجد على سطوح خلايا الجسم بشكل طبيعي .

- مولدات الضد التي توجد على سطح خلايا الجسم بشكل طبيعي لا يسبب وجودها استجابة مناعية.
- مُولَدَات الضدّ الغريبة (غير الذاتية) التي تدخل الجسم تسبب حدوث استجابة مناعية ضدها في الجسم.

ومن الأمثلة على مُولَدَات الضدّ في جسم الإنسان:

- مُولَد الضد (A) الذي يوجد على سطوح خلايا الدم الحمراء لدى كل شخص فصيلة دمه (A) بحسب نظام (ABO) لفصائل الدم .
- مُولَد الضد (B) الذي يوجد على سطوح خلايا الدم الحمراء لدى كل شخص فصيلة دمه (B) بحسب نظام (ABO) لفصائل الدم .
- مُولَد الضد (A و B) الذي يوجد على سطوح خلايا الدم الحمراء لدى كل شخص فصيلة دمه (AB) بحسب نظام (ABO) لفصائل الدم .

ووفقاً لهذا النظام فإنه يوجد أربع فصائل لدم الإنسان وهي: O, AB, B,A وذلك بناءً على وجود أحد مُولّدي الضد **A**، أو **B**، أو كليهما، أو عدم وجودهما.

### أجب عن الأسئلة التالية :

1. ما هو تركيب البروتينات:

2. ما نوع الرابطة بين الحموض الأمينية ؟

3. ما أهمية اختلاف السلسلة الجانبية (**R**) من حمض أميني لآخر ؟

4. اذكر أمثلة على أنواع السلاسل الجانبية (**R**) في الحموض الأمينية .

5. كيف يحصل الجسم على الأحماض الأمينية:

6. كم عدد الحموض الأمينية التي تدخل في تركيب البروتين ؟

7. ماهو تصنيف الحموض الأمينية حسب خصائص السلاسل الجانبية ؟

8. ما هي الحموض الأمينية؟

9. ما هي فائدة التربتوفان للجسم؟

10. فسّر: يخلد الأطفال للنوم بهدوء بعد شرب الحليب.

11. ماهو تصنيف الحموض الأمينية حسب مصدرها:

12. هل يصنف الحمض الأميني تربتوفان من الحموض الأمينية 9 أم 11:

13. ما هو الناقل العصبي الذي يدخل التربتوفان في تصنيعه:



14. كم نسبة البروتينات في الكتلة الجافة لمعظم الخلايا في جسم الإنسان:

15. اذكر بعض وظائف البروتينات في الجسم .

ألياف الكولاجين	
الهيموغلوبين	
المستقبل البروتيني للهرمون	

16. ما هو دور مولدات الضد في الاستجابة المناعية ؟

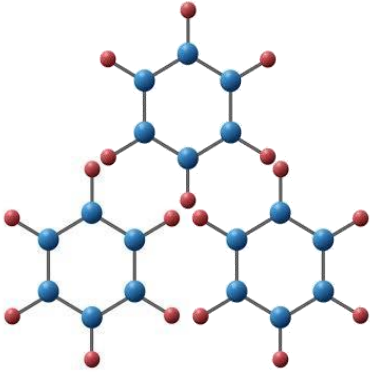
17. على ماذا يعتمد تصنيف فصائل الدم ؟

18. ما أنواع مولدات الضد التي تحدد فصيلة الدم حسب نظام ( ABO ) :

أ. نهى توبه

توجيهي 2005

الوحدة الأولى  
الدرس الأول  
الجزء الثالث/ الدم



### فصائل الدم بحسب نظام ABO

يوجد أربع فصائل لدم الإنسان حسب نوع مولد الضد الموجود على سطوح خلايا الدم الحمراء.

ملاحظة مهمة: الدم يتكون من:

- بلازما الدم (يوجد فيها أجسام مضادة).
- خلايا دم حمراء (موجود على سطحها مولدات الضد).
- خلايا دم بيضاء

## • صفائح دموية

الجدول (2): فصائل الدم بحسب نظام ABO.

AB	B	A	O	فصيلة الدم
				خلايا الدم الحمراء
			لا يوجد	مُؤَلِّدات الضد على سطوح خلايا الدم الحمراء
لا يوجد				الأجسام المضادة في البلازما

### العامل الريزي Rh

• يشير إلى **وجود مُوَلِّد الضد D** على سطوح خلايا الدم الحمراء ولا يوجد في بلازما دمه أجسام مضادة (Anti-D) له.



موجب العامل  
الريزي Rh<sup>+</sup>

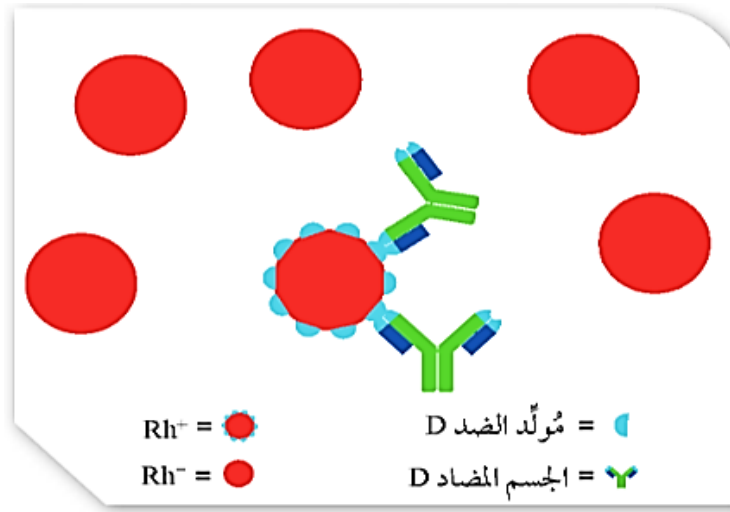
• يشير إلى **عدم وجود مُوَلِّد الضد D** على سطوح خلايا الدم الحمراء ولا يوجد في بلازما دمه أجسام مضادة (Anti-D) له.



سالب العامل  
الريزي Rh<sup>-</sup>

← ولكن ينتجها كاستجابة مناعية إذا نقلت إليه خلايا دم حمراء من شخص موجب العامل الريزي.

**الشرح** إذا كان الشخص سالب العامل الريزي Rh<sup>-</sup> فلا يُمكنه استقبال خلايا دم حمراء من مُتبرع موجب العامل الريزي Rh<sup>+</sup>، ذلك أن جسمه سيكوّن أجساماً مضادةً (Anti-D) في بلازما دمه، بوصفها استجابة مناعية، فترتبط الأجسام المضادة (Anti-D) في بلازما دم المُستقبل بموَلِّدات الضد **D** على سطوح خلايا الدم الحمراء في دم المُتبرّع.



الشكل (8):  
ارتباط الأجسام  
المضادة بمولدات  
الضد D.

### نقل الدم (نقل خلايا دم حمراء)

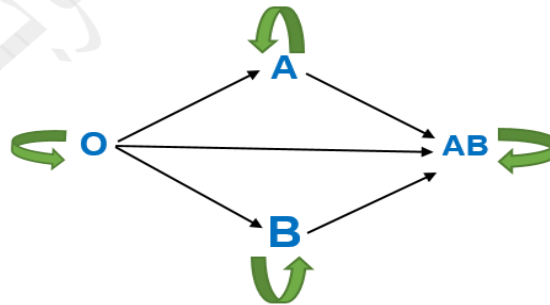
- عند نقل خلايا دم حمراء من شخص إلى آخر فإنه يُنظر إلى:
- مولدات الضد التي على سطوح خلايا الدم الحمراء لدى المُتبرع.
- والأجسام المضادة في بلازما الدم لدى المُستقبل.
- تنبيه مولدات الضد موجوده على سطح خلية الدم الحمراء أما الجسم المضاد موجود في بلازما الدم.

- تعتبر فصيلة الدم **AB** مستقبل عام لأنّ فصيلة الدم لا تحتوي على أجسام مضادة Anti B/Anti A.
- تعتبر فصيلة الدم **O** متبرع عام لأنه لا يحتوي على مولدات ضد.

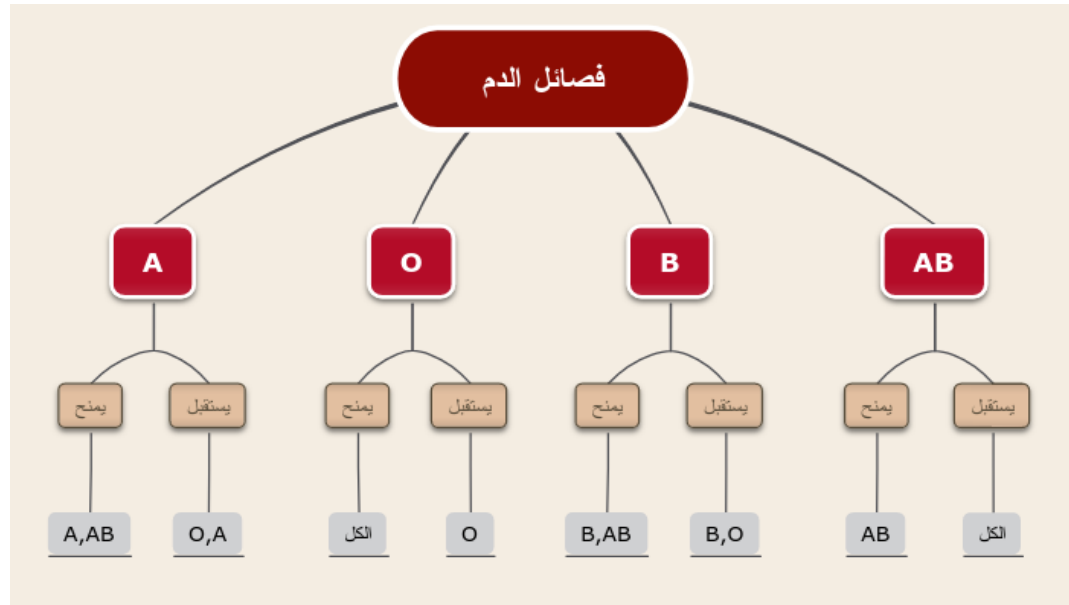
مُتبرع (A)	مُستقبل (B)
مولد ضد (A)	Anti A
فشل نقل الدم	

مُتبرع (A)	مُستقبل (A)
مولد ضد (A)	Anti B
يُمكن نقل الدم	

**قاعدة نقل الدم (1):** يجب اختلاف مولد الضد للمُتبرع عن الجسم المضاد للمُستقبل.



**مخطط نقل الدم حسب نظام ABO:**



**مثال 1:** ما الأعراض التي ستظهر عند مستقبل فصيلة دمه B عند نقل خلايا دم حمراء من متبرع فصيلة دمه A ؟  
 الأجسام المضادة (Anti-A) التي في بلازما دم المستقبل ترتبط بمولدات ضد A على سطوح خلايا الدم الحمراء للمتبرع، مُسببة تحللها فتظهر على المُستقبل أعراض عديدة مثل:

**1- القشعريرة.** 2- الحمى. 3- قد يُصاب بقصور في وظائف الكلى. 4- قد يؤدي إلى وفاته.

تنبيه: تلك الأعراض تظهر عند المستقبل عند نقل خلايا دم الحمراء له بالخطأ.

**مثال 2:** ماذا سيحدث عند نقل دم من متبرع فصيلة دمه AB إلى مستقبل فصيلة دمه O ؟

ترتبط الأجسام المضادة A و B الموجودة في بلازما دم المستقبل مع مولدات ضد A و B بوصفها مولدات ضد غريبة وتتسبب في تحلل خلايا الدم الحمراء المنقولة وظهور أعراض الرفض المناعي

انتبه:

- الأجسام المضادة لنظام ABO (Anti A – Anti B) يوجد في بلازما الدم منذ الولادة.
- الأجسام المضادة للنظام الريزي Anti D تنشأ في جسم الشخص السالب عند نقل دم إليه من شخص موجب.

قاعدة نقل الدم (2) :

يستقبل	يعطي
( + ) يستقبل من ( + ، - )	( + ) يعطي ( + )
( - ) يستقبل من ( - )	( - ) يعطي ( + ، - )

مخطط نقل الدم حسب نظام العامل الريزي سي:



**سؤال 1:** شخص فصيلة دمه  $A^+$  ماهي الفصائل التي يمكن لأصحابها التبرع له بالدم ؟

**سؤال 2:** شخص فصيلة دمه  $A^+$  ما هي الفصائل التي يمكنه التبرع لأصحابها بالدم ؟

**سؤال 3:** حدد الأرقام التي تمثل إمكانية نقل الدم وفق الجدول التالي:

$AB^-$	$B^-$	$A^+$	<del>متبرع</del> / <del>مستقبل</del>
3	2	1	$A^+$
6	5	4	$B^-$
9	8	7	$O^+$

الإجابة :

**سؤال 4:** كم عدد الأجسام المضادة التي يكونها شخص فصيلة دمه  $A^-$  عند حدوث خطأ بأن يتم نقل دم من شخص فصيلة دمه  $O^+$  ؟

تدريب:

خصائص الدم حسب ABO , Rh      مولد الضد على سطح خلايا الدم الحمراء      الأجسام المضادة في بلازما الدم

$A^+$

$B^-$

$AB^+$

$O^+$

$O^-$

AB-

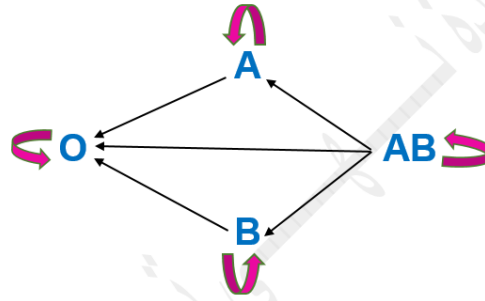
A-

B+

**نقل بلازما الدم :** يجب اختلاف الجسم المضاد للمتبرع عن مولد الضد للمستقبل.

- عند نقل بلازما دم من شخص إلى آخر فإنه يُنظر إلى:
- مؤلّادات الضد التي لدى المُستقبل.
- والأجسام المضادة في بلازما الدم لدى المُتبرع.

**مخطط نقل بلازما الدم حسب نظام ABO :**



**مخطط نقل بلازما الدم حسب نظام Rh :**



**مثال :** احتاج شخص فصيلة دمه  $B^-$  لنقل بلازما الدم، أي الفصائل يمكنها التبرع له؟

**الجواب :**  $AB^+$  ,  $AB^-$  ,  $B^+$  ,  $B^-$

**سؤال:** أراد شخص فصيلة دمه ( $A^-$ ) التبرع ببلازما دم إذا علمت أنه تلقى سابقا خلايا دم حمراء بكميات قليلة من شخص فصيلة دمه ( $O^+$ ) ماهي فصائل الدم التي يمكن أن تستقبل منه بلازما دم؟

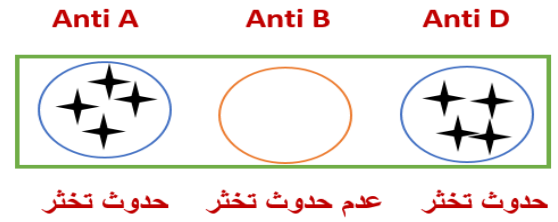
.....

.....

**تحديد فصائل الدم عن طريق الشرائح :**

- ❖ توضع على الشريحة ثلاث قطرات دم .
  - ❖ نضع على كل قطرة دم محلول أجسام مضاد ( Anti A , Anti B , Anti D ) .
  - ❖ إذا حدث تخثر في أي قطرة دم هذا يدل على وجود مولد ضد من نفس نوع الجسم المضاد .
- مثال:** ما نوع الدم في الشرائح المجاورة ؟





### الجواب: AB -

### الجواب: A+

**مثال:** أصيب شخص فصيلة دمه ( $A^-$ ) في حادث سير، واستدعت حالته نقل خلايا دم حمراء إليه، ورغب اثنان من أصدقائه التبرع بخلايا دم حمراء له، وكانت فصيلة دم أحدهما ( $AB^+$ ) وفصيلة دم الآخر ( $O^-$ ). **أي الصديقين يمكنه التبرع له؟**

(علماً بأن المصاب لم يُنقل إليه خلايا دم حمراء من قبل)

**المعطيات:** المُتبرعان المُحتملان  $O^-$ ,  $AB^+$  ، المُستقبل  $A^-$  ،

**المطلوب:** تحديد المُتبرع الذي فصيلة دمه تُناسب الشخص المصاب (المُستقبل) .

**الحل:** أ- في حال المُتبرع الذي فصيلة دمه  $AB^+$  :

الأجسام المضادة لدى المُستقبل الذي فصيلة دمه $A^-$	مُؤلدات الضد لدى المُتبرع المُحتمل الأول الذي فصيلة دمه $AB^+$
Anti - B	A و B
سيُكوّن Anti-D استجابة مناعية .	D

لا يُمكن للمُتبرع الأول التبرع بالدم، لأنّ الأجسام المضادة Anti - B من بلازما دم المُستقبل سترتبط بمُؤلدات الضد B على سطوح خلايا الدم الحمراء من دم المُتبرع ، مُسببة تحللها، وستظهر على المصاب ( المُستقبل ) أعراض عديدة تم ذكرها سابقاً.

فيما يتعلق بنظام Rh سيُكوّن المُستقبل أجساماً مضادة (Anti-D) بوصفها استجابة مناعية ترتبط بمُؤلدات الضد D على سطوح خلايا الدم الحمراء في دم المُتبرع .

ب- في حال المُتبرع الذي فصيلة دمه  $O^-$  :

الأجسام المضادة لدى المُستقبل الذي فصيلة دمه $A^-$	مُؤلدات الضد لدى المُتبرع المُحتمل الأول الذي فصيلة دمه $O^-$
Anti - B	لا يوجد

إذن المُتبرع الذي فصيلة دمه  $O^-$  هو الذي يُمكنه التبرع بالدم (بخلايا دمه الحمراء) للمُصاب ، نظرًا إلى عدم وجود مُوَلِّدات الضد  $D$  و  $B$  وعلى سطوح خلايا الدم الحمراء في دم هذا المُتبرع .

### الجواب :

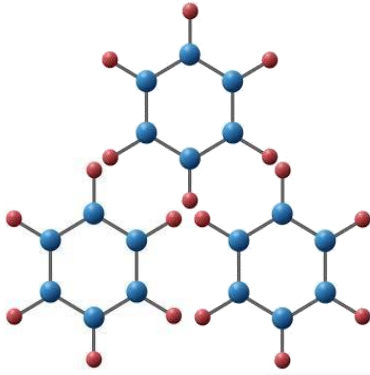
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**أفكر:** يحتاج شخص فصيلة دمه  $O^-$  إلى نقل وحدتين من بلازما الدم. إذا توافرت وحدتا بلازما، إحداهما من مُتبرِّع فصيلة دمه  $AB^+$ ، والأُخرى من مُتبرِّع فصيلة دمه  $B^+$ ، فهل يُمكن استخدام كلتا الوحدتين لنقل البلازما إليه، أم يُكتفى بإحداهما لعدم مُناسبة الأُخرى لدم المريض؟ أبرّر إجابتي.

أ. نهى توبه

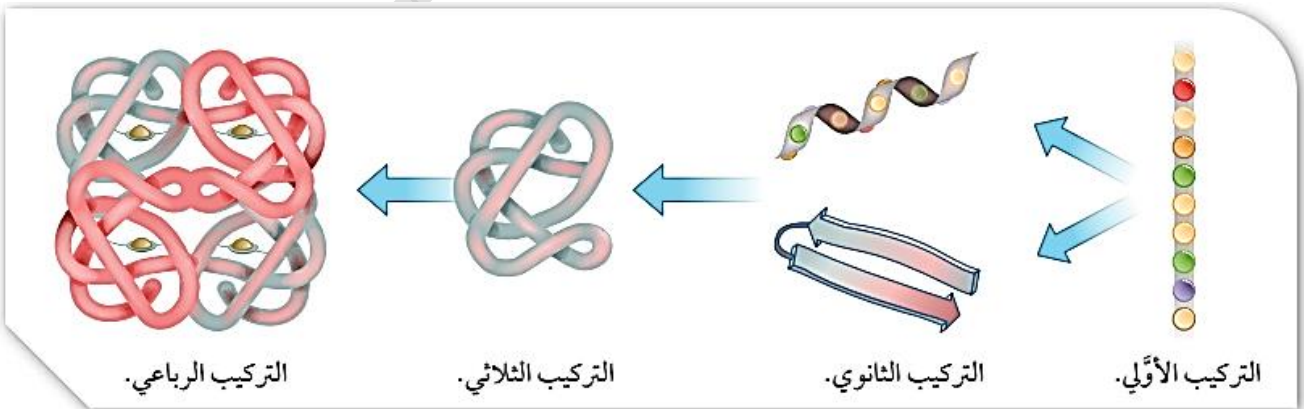
توجيهي 2005

**الوحدة الأولى**  
**الدرس الأول/ الجزء الرابع**  
**مستويات البروتينات**  
**تصنيف البروتينات**



## مستويات تركيب البروتينات

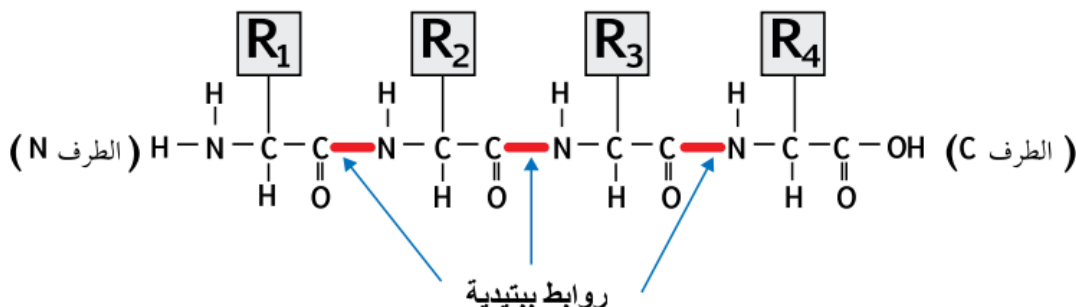
- تختلف البروتينات بعضها عن بعض تبعاً لاختلاف الحموض الأمينية التي تدخل في :
  - 1- تركيبها. 2- عددها. 3- تسلسلها.
- توجد أربع مستويات تركيبية للبروتينات وهي :
  1. التركيب الأولي.
  2. التركيب الثانوي.
  3. التركيب الثلاثي.
  4. التركيب الرباعي.



الشكل يوضح مستويات تركيب البروتينات. (مهم)

التركيب الأولي

- يمثل الهيكل الأساسي لمستويات البروتين الأخرى.
- لا يؤدي أي وظيفة في صورته الأولية.
- **التركيب الأولي للبروتين:** يوصف بأنه التسلسل الخطي للحموض الأمينية في **سلسلة عديد الببتيد**.
- ترتبط الحموض الأمينية معًا بروابط تساهمية ببتيدية ، فتشكل سلسلة عديد الببتيد .
- لكل سلسلة طرفين: - طرف من السلسلة تكون مجموعة الأمين في بدايتها ( وتسمى الطرف N ) .  
- وطرف تكون مجموعة الكربوكسيل في نهايتها ( وتسمى الطرف C ) .



ما

**س :**

أهمية البروتين الأولي بالنسبة للبروتينات الأخرى ؟

**الجواب:** يمثل التركيب الأولي للبروتين الهيكل الأساسي لمستويات البروتين الأخرى ، وهو لا يؤدي أي وظيفة في صورته الأولية.

**س :** لماذا يُحتمل أن تختلف سلسلتا عديد ببتيد ، إحداهما عن الأخرى بالرغم من تكونهما من الحموض الأمينية نفسها ، واحتوائهما على العدد نفسه من هذه الحموض ؟

**الجواب:** بسبب اختلاف تسلسل الحموض الأمينية المكونة لكل منهما .

### التركيب الثانوي (الحلزون والصفحة)

- ينتج التركيب الثانوي من التفاف سلسلة عديد ببتيد واحدة.
- يكون روابط هيدروجينية في مناطق محددة منها.
- **أهمية الروابط الهيدروجينية:** تعمل على تثبيت التركيب الثانوي واستقراره.

❖ يوجد تركيبان ثانويان شائعان :

- 1- أحدهما حلزوني يسمى: ألفا ( a-Helix ) .
- 2- الآخر يُسمى الصفحة المطوية بيتا ( B-Sheet ) .

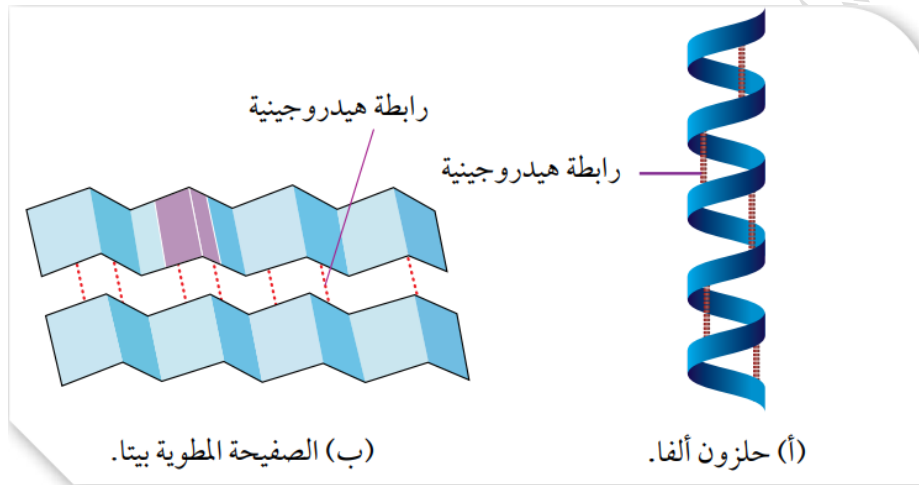
تركيب الصفحة المطوية

تركيب حلزون ألفا

يتكون عند التفاف سلسلة عديد الببتيد، وتُكوّن روابط هيدروجينية بين:

- ذرة الأكسجين O في مجموعة الكربوكسيل في حمض أميني
- وذرة الهيدروجين H في مجموعة الأمين في حمض أميني آخر بعيد عن الحمض الأميني الأول أربعة حموض أمينية.

يتكوّن عند ارتباط جزأين أو أكثر من سلسلة عديد الببتيد نفسها بروابط هيدروجينية، إذ تكون هذه الأجزاء المكوّنة لسلسلة عديد الببتيد بجانب بعضها في شكل مُتعرّج Zig-Zag ما يُتيح لها تكوين الروابط الهيدروجينية في ما بينها.



### التركيب الثانوي للبروتين

**سؤال فُكر:** حدّد الذرات التي تتكون بينها الروابط الهيدروجينية في حمضين أميين عند التفاف سلسلة عديد الببتيد وتكون تركيب حلزون ألفا؟

**الجواب:** ذرة الأكسجين في مجموعة الكربوكسيل في حمض أميني، وذرة الهيدروجين في مجموعة الأمين في حمض أميني آخر بعيد عن الحمض الأميني الأول أربعة حموض أمينية.

### التركيب الثلاثي

- ينتج التركيب الثلاثي من طيّ التراكيب الثانوية في سلسلة عديد الببتيد.
- تعمل أنواع مختلفة من الروابط تكون غالبًا بين ذرات السلاسل الجانبية R لسلسلة عديد الببتيد على تثبيت شكل التركيب الثلاثي .
- أنواع الروابط التي تعمل على تثبيت التركيب الثلاثي:
  1. رابط هيدروجينية .
  2. رابط ثنائي الكبريتيد.
  3. رابط أيونية .

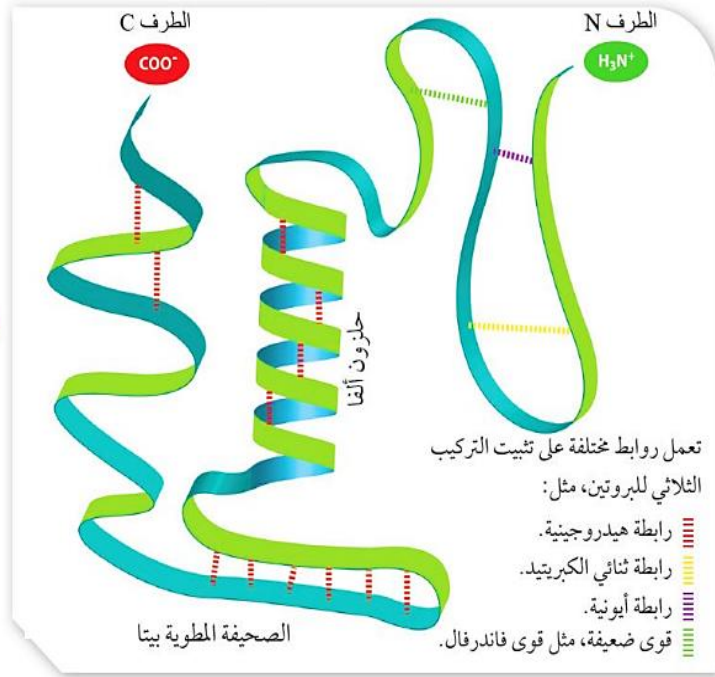
4. قوى ضعيفة ( قوى فاندرفال).

- من الأمثلة على البروتينات ذات التركيب الثلاثي :

### بروتين الميوغلوبين:

- وينتج من طَيّ التراكيب الثانوية لحزون ألفا.
- الذي يحمل الأكسجين في العضلات.
- تنبيه في حال فقد أحد البروتينات تركيبه الثلاثي ، فإنّ ذلك يُفقد القدرة على أداء وظيفته الحيوية ، كما يحدث في الإنزيمات.

الشكل (12): التركيب الثلاثي للبروتين.



سؤال فُكر: ما التراكيب التي نتج من طَيّها بروتين الميوغلوبين:

الجواب: التركيب الثانوي لحزون ألفا.

### التركيب الرباعي

- يُطلق اسم التركيب الرباعي على البروتينات التي تتكوّن من سلسلتين أو أكثر من عديد الببتيد. خلافاً للتركيب الأولي والتركيب الثانوي والتركيب الثلاثي .
- إذ يتكون كلّ منها من سلسلة عديد ببتيد واحدة .
- التركيب الرباعي يُثبت عن طريق روابط مختلفة، شأنه في ذلك شأن التركيب الثلاثي .
- من الأمثلة على البروتينات ذات التركيب الرباعي :

1. الهيموغلوبين : الذي يتألف من أربع سلاسل ببتيدية:

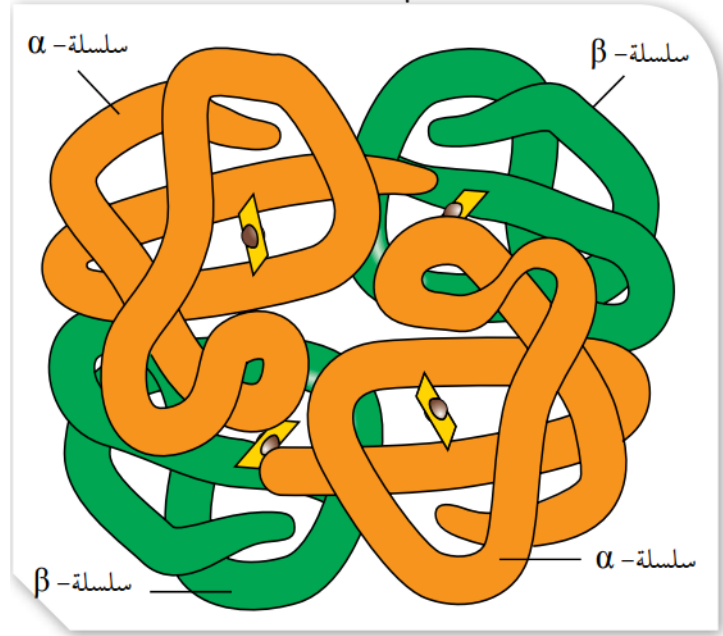
- اثنتان منها من النوع (a).
- واثنان أخريان من النوع (بيتا).

• مهم تنبيه

- سلسلتي ألفا وسلسلتي بيتا في الهيموغلوبين لا تعني حلزون ألفا والصفحة المطوية بيتا.
- لا يعني بالضرورة أن جميع البروتينات ذات التركيب الرباعي تتألف من أربع سلاسل عديد الببتيد.

2. الكولاجين : يتكون من ثلاث سلاسل ببتيدية .

الشكل الرباعي للهيموغلوبين (مهم)



أجب عن الأسئلة التالية :

1- كيف يتكون التركيب الثانوي للبروتينات ؟

2- ما أهمية الروابط الهيدروجينية في التركيب الثانوي للبروتين ؟

3- ما هي أشكال التركيب الثانوي للبروتين ؟

4- كيف ينشأ تركيب حلزون ألفا ؟



5- كيف ينشأ تركيب الصفحة المطوية بيتا ؟

6- ما فائدة الشكل المتعرج لسلسلة عديد الببتيد في مطوية بيتا ؟

7- كيف يتكون التركيب الرباعي للبروتين ؟

8- ما هو تركيب جزيء الهيموغلوبين ؟

9- بماذا يمتاز تركيب الكولاجين ؟

10- ما الفرق بين التركيب الرباعي والثنائي ؟

11- اذكر أمثلة على البروتينات ذات تركيب رباعي .

12- بماذا يمتاز التركيب الرباعي عن باقي تراكيب البروتينات؟

13- كيف يتكون التركيب الثلاثي للبروتينات ؟

14- اعطِ مثالاً على بروتين ثلاثي .

15- ما التراكيب الثانوية التي ينتج من طيها بروتين الميوغلوبين ؟

16- ما أهمية الروابط بين ذرات السلاسل الجانبية **R** ؟

17- ماذا يؤدي فقد أحد البروتينات تركيبه الثلاثي ؟

18- ما هي أنواع الروابط التي تعمل على تثبيت التركيب الثلاثي ؟

## تصنيف البروتينات

تصنّف البروتينات حسب شكلها النهائي الثلاثي الأبعاد إلى نوعين، هما:

### 1. البروتينات الكروية

- يتكوّن هذا النوع من بروتينات تركيبها ثلاثي أو رباعي .
- من أمثلتها: الهيموغلوبين، ومعظم الإنزيمات.
- تؤدي البروتينات الكروية دورًا في عمليات الجسم الحيوية وتكون ذائبة في الماء نظرًا لوجود سلاسلها الجانبية R القطبية ( المُحبّة للماء ) في اتجاه الخارج مُواجهة المحاليل المائية التي تحيطها ووجود سلاسلها الجانبية R غير القطبية ( الكارهة للماء ) في اتجاه الداخل.

سلاسل جانبية R غير القطبية الكارهة للماء في اتجاه الداخل.

سلاسل جانبية R القطبية محبّة للماء في اتجاه الخارج.

### 2. البروتينات الليفية

- يتكوّن هذا النوع من بروتينات تركيبها ثنائي أو ثلاثي أو رباعي .
- من أمثلة هذا النوع بروتين الفايبرين والذي له دور في تجلط الدم .
- البروتينات الليفية غالبًا غير ذائبة في الماء والسبب: لأنّ سلاسلها الجانبية R غير القطبية (الكارهة للماء) تكون في اتجاه الخارج مُواجهة المحاليل المائية.

تنبيه توجد بروتينات تتكوّن من أجزاء ليفية وأخرى كروية، مثل بروتين الميوسين في العضلة الهيكلية.

سؤال: لماذا تكون البروتينات الكروية ذائبة في الماء؟

**سؤال:** كيف يتم التعرف على مستويات بعض البروتينات والإنزيمات في الدم:  
**الجواب:** من خلال إجراء فحوصات مخبرية وذلك يساعد على كشف الإصابة بمرض معين.

### الكشف عن إنزيم (ALT)

- هو إنزيم يوجد في خلايا الكبد.
- يعمل على تحويل الحمض الأميني ألانين إلى بيروفيت.
- يتم الكشف عنه من خلال فحص عينة دم: في حال تسرب هذا الإنزيم من الكبد إلى الدم نتيجة خلل في خلايا الكبد، فإن مستوياته في الدم سترتفع.

### الأسئلة التالية :

1- علّل: تعتبر البروتينات الكروية ذائبة في الماء؟

.....

2- مما تتكون البروتينات الكروية ؟

.....

3- علّل: تعتبر البروتينات الليفية غير ذائبة في الماء؟

.....

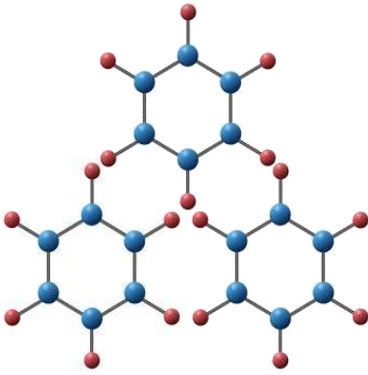
4- ماهو تركيب الميوسين ؟

.....

أ. نهى توبه

توجيهي 2005

الوحدة الأولى  
الدرس الأول/ الجزء الخامس  
الليبيدات



## الليبيدات

لليبيدات وظائف عدّة في أجسام الكائنات الحيّة ومن وظائفها:

1- تُشكّل طبقة عازلة تحت جلد الإنسان وبعض الحيوانات، ما يحول دون فقدانهم الحرارة من أجسامهم .

2- تدخل في تركيب:

أ- الأغشية البلازمية. ب- والهرمونات الستيرويدية.

ج - وتركيب الفيتامينات الذائبة في الدهون (فيتامين A , K , E , D) .

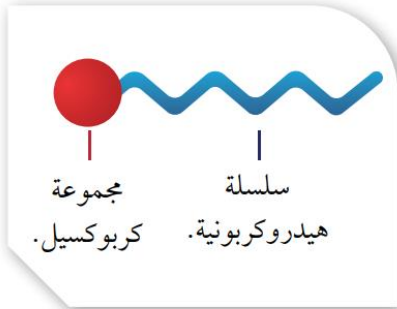
3- تُعدّ مصدر طاقة مهمّاً للكائنات الحيّة.

مهم هناك صفة مشتركة بين الليبيدات جميعها وهي عدم امتزاجها بالماء.

### تصنيف الليبيدات

أولاً: الحموض الدهنية      ثانياً: الدهون الثلاثية      ثالثاً: الليبيدات المفسفرة      رابعاً: الستيرويدات

#### أولاً : الحموض الدهنية



- تدخل الحموض الدهنية في تركيب معظم الليبيدات، ومنها ما يكون حرّاً.
- يتكوّن الحمض الدهني من مجموعة كربوكسيل (COOH)، وسلسلة هيدروكربونية.

#### تُصنّف الحموض الدهنية إلى نوعين، هما:

1. حموض دهنية مشبعة.

2. حموض دهنية غير مشبعة.

#### 1- الحموض الدهنية المُشبعة:

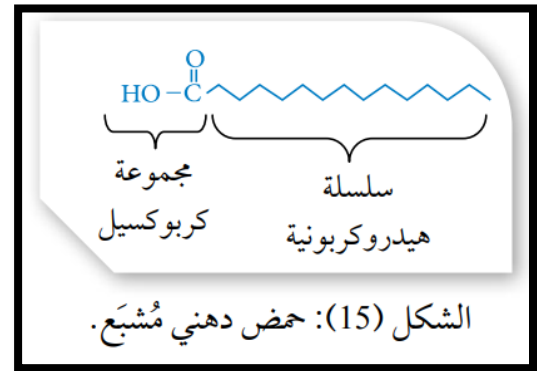
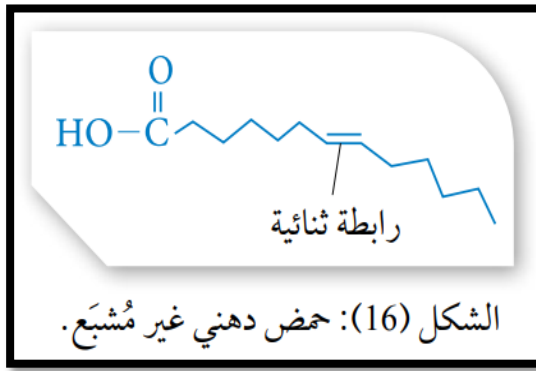
- وفيها تكون الروابط جميعها أحادية بين ذرات الكربون في السلسلة.
- من أمثلتها:

حمض البالميتك : وهو المكوّن الرئيس لزيت النخيل.

#### 2- الحموض الدهنية غير المُشبعة:

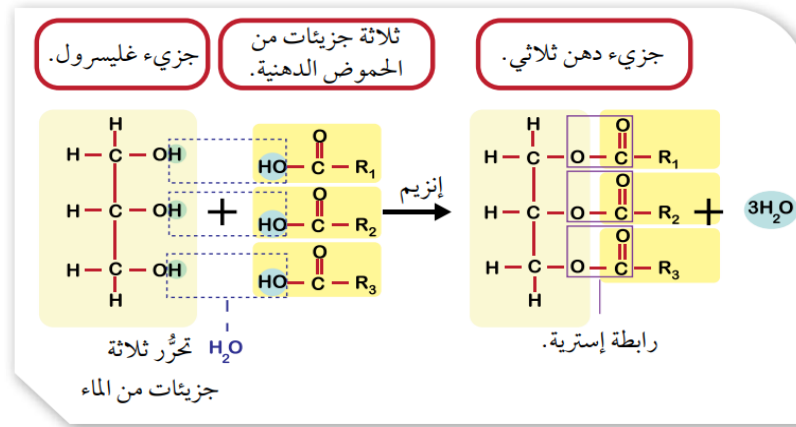
- وفيها توجد رابطة ثنائية واحدة على الأقل بين ذرات الكربون في السلسلة.
- من أمثلتها :

حمض الأوليك : وهو المكوّن الرئيس لزيت الزيتون.



### ثانيًا : الدهون الثلاثية

- هي الليبيدات التي تتكوّن من اتحاد جزيء غليسرول واحد مع ثلاثة جزيئات من الحموض الدهنية بروابط تساهمية إستيرية.



- تعتمد خصائص الدهون الثلاثية على خصائص الحموض الدهنية المكوّنة لها:
- 1- إذ تكون معظم الدهون الثلاثية غير المُشبعة سائلة في درجة حرارة الغرفة، **مثل: معظم الزيوت النباتية.**
  - 2- في حين تكون الدهون الثلاثية المُشبعة صلبة في درجة حرارة الغرفة وتُسمّى دهونًا، **مثل: الزبدة، والسمن الحيواني .**

### الربط بعلم التصنيع الغذائي

- تعمل بعض مصانع الزيوت على تحويل الزيوت السائلة إلى سمن نباتي أو زبدة شبه صلبة ، عن طريق عملية كيميائية تُسمى هدرجة الزيوت وذلك من خلال:
- إضافة الهيدروجين إلى الزيوت السائلة غير المُشبعة ، لتحويلها إلى زيوت مُشبعة ذات قوام مرغوب فيه.

## من الأمثلة على الدهون المُهدرجة صناعيًا :

1. السمن النباتي .
2. الزبدة الصناعية (المارجرين) .
3. بعض أنواع زبدة الفول السوداني .

- وقد حذرت مُنظّمات غذائية عدّة من استخدام الزيوت المُهدرجة في الغذاء، نظرًا لما تسببه من :
- أمراض للقلب.
- تصلّب الشرايين.
- وأوصت بضرورة قراءة بطاقة المعلومات على المواد الغذائية بعناية .

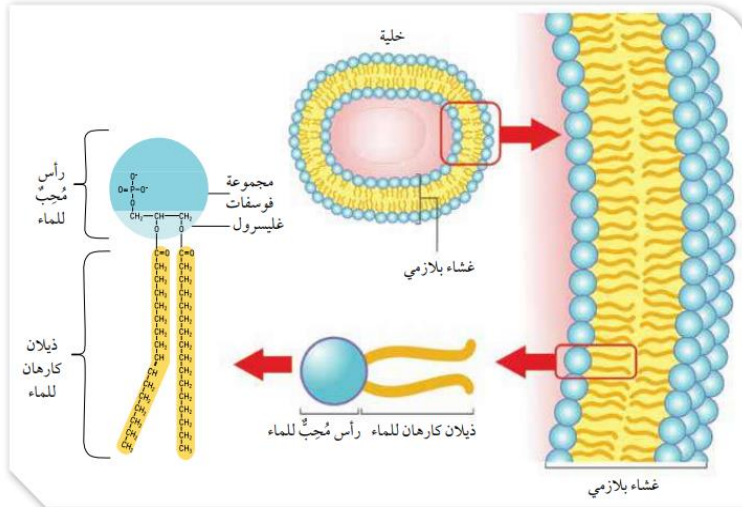
### ثالثًا : الليبيدات المُفسفرة

- هي الليبيدات التي تتكوّن من جزيء غليسرول مُرتبط بمجموعة فوسفات، فيتشكّل رأس قطبي مُحبّ للماء وفي الوقت نفسه يرتبط جزيء الغليسرول بجزيئين من الحموض الدهنية فيتشكّل ذيلان كارهان للماء.
- يحتوي الغشاء البلازمي على طبقة مُزدوجة من الليبيدات المُفسفرة التي تترتّب في صفّين مُتقابلين وفيها تقابل الرؤوس القطبية الماء في حين تبتعد عنه الذيل الكارهة له .

**علل :** لا تمرّ المواد الذائبة في الماء بسهولة عبر الغشاء البلازمي ؟

**الجواب :** نظرًا إلى وجود الجزء غير القطبي ( الذيل الكارهة للماء ) الذي يقع وسط الغشاء ، ويُعوّق مرور هذه المواد ، ما يُنظّم حركة المواد بين داخل الخلية وخارجها.

الشكل (18): توزيع الليبيدات المُفسفرة في الغشاء البلازمي .



**أفكر:** لماذا تتّجه ذيل الحموض الدهنية إلى الداخل في الغشاء البلازمي ؟

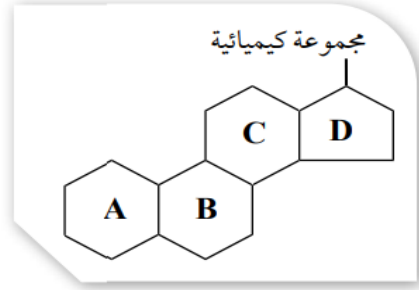
**الجواب:**

حتى تعمل على تنظيم حركة المواد بين داخل الخلية وخارجها .

### رابعًا: الستيرويدات

هي الليبيدات التي تتكوّن من أربع حلقات كربونية مُلتحمة.

1- ثلاث منها سداسية. 2- واحدة خماسية. 3- إضافة إلى مجموعة كيميائية ترتبط بالحلقة الرابعة وتختلف من ستيرويد إلى آخر.



الشكل (19): ستيرويد.

### مثال على الستيرويدات: الكوليسترول

- يستطيع جسم الإنسان تصنيع الكوليسترول في الكبد .
- يمكنه الحصول على الكوليسترول من مصادر غذائية حيوانية.
- كما يدخل الكوليسترول في :

أ- تركيب الأغشية البلازمية الحيوانية.

ب- الهرمونات الستيرويدية، **مثل: الألدوستيرون:** الذي يؤدي دورًا في تنظيم عمل الوحدة الأنبوبية الكلوية .

- وبالرغم من أهمية الكوليسترول، فإنّ مستوياته العالية في الدم قد تكون لها صلة بأمراض القلب والأوعية الدموية .

### دور الليبيدات في تكيف أسماك القرش على العيش في أعماق البحار

الخصائص التي تساعد أسماك القرش التي تعيش في أعماق البحار على الطفو هي:

1. نسبة الليبيدات في أكبادها:
  - **أكباد أسماك القرش** التي تعيش في أعماق البحار **أكبر حجماً** من أكباد مثيلاتها التي تعيش في المياه الضحلة.
  - **نسبة الليبيدات في أكبادها أكثر** انتهت نتائج الدراسات أن نسبة الليبيدات المرتفعة :
    1. تقلل من كثافة أجسام أسماك القرش، ما يمكنها من الطفو.
    2. الحفاظ على ارتفاع مناسب لها في الماء، من دون بذل مجهود عضلي، وهو وسيلة لتقليل استهلاك الطاقة في بيئاتها الفقيرة بالغذاء.
  - 2. **قوة عضلاتها.**
- نسبة الألياف العضلية في أجسام أسماك القرش أقل من نسبتها في أجسام مثيلاتها التي تعيش في المياه الضحلة.

### أجب عن الأسئلة التالية :

1- ما فائدة وجود طبقة عازلة من الدهون تحت الجلد ؟

2- ما هو تصنيف الليبيدات ؟



.....  
3- ما هي الصفة التي تشترك فيها جميع الليبيدات ؟  
.....

4- اذكر بعض التراكييب التي تدخل في تركيبها الليبيدات ؟  
.....

5- أعط مثال على الحموض الدهنية المُشبعة ؟  
.....

6- ما هو تركيب الحمض الدهني ؟  
.....

7- كيف تتكون الدهون الثلاثية ؟  
.....

8- ما نوع الرابطة التي تدخل في تركيب الدهون الثلاثية ؟  
.....

9- على ماذا تعتمد خصائص الدهون الثلاثية ؟  
.....

10- كيف يتم تحويل الزيوت السائلة إلى سمن نباتي ؟  
.....

11- ما معنى مصطلح هدرجة الزيوت ؟  
.....

12- اعط أمثلة على دهون مُهدرجة صناعيا .  
.....

13- على ماذا يعتمد اختلاف سترويد عن آخر؟  
.....

14- ما أهمية هرمون الإلدوستيرون ؟  
.....

15- ما الفرق بين الدهون الثلاثية والسيرويدات من حيث التركيب ؟

.....

16- ما الآثار السلبية للكوليسترول على جسم الإنسان إذا ارتفع مستواه في الدم ؟

.....

17- كيف تتكون الليبيدات المُفسفرة ؟

.....

18- ما هو تركيب الغشاء البلازمي للخلايا ؟

.....

19- ما فائدة وجود الجزء غير القطبي الكاره للماء وسط الغشاء البلازمي ؟

.....

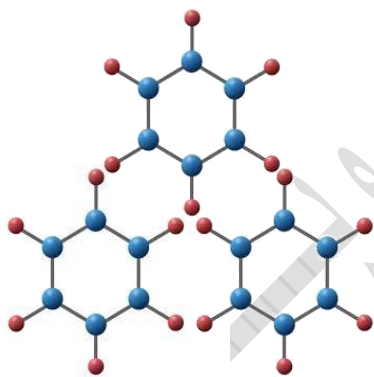
لا تقل أبدًا أنك ستفشل فعقلك الباطن لا يأخذ  
الأمر بشكل هزلي بل يُشرع فورًا بتحقيقه.

أ. نهى توبه

توجيهي 2005

الوحدة الأولى

الدروس الأربعة الجزء السادس

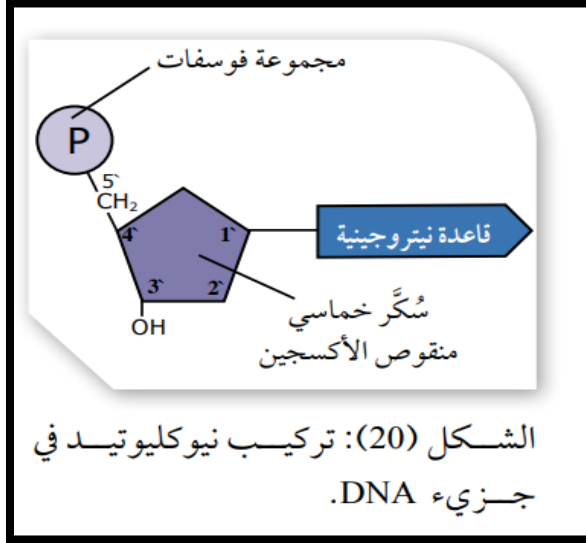


الحموض النووية

## تنقسم الحموض النووية إلى قسمين :

الحمض النووي الرايبوزي  
RNA

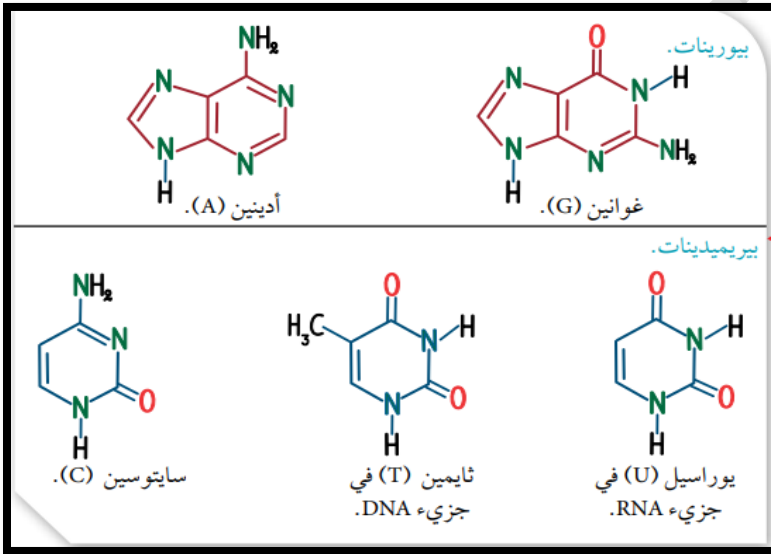
الحمض النووي رايبوزي  
منقوص الأكسجين  
DNA



تتألف الحموض النووية من وحدات بنائية تُسمى **النيوكليوتيدات**، ويتكوّن كل نيوكليوتيد من :

- 1- إحدى القواعد النيتروجينية.
- 2- سكّر خماسي .
- 3- مجموعة فوسفات.

تصنف القواعد النيتروجينية التي تدخل في **تركيب النيوكليوتيدات** إلى نوعين:

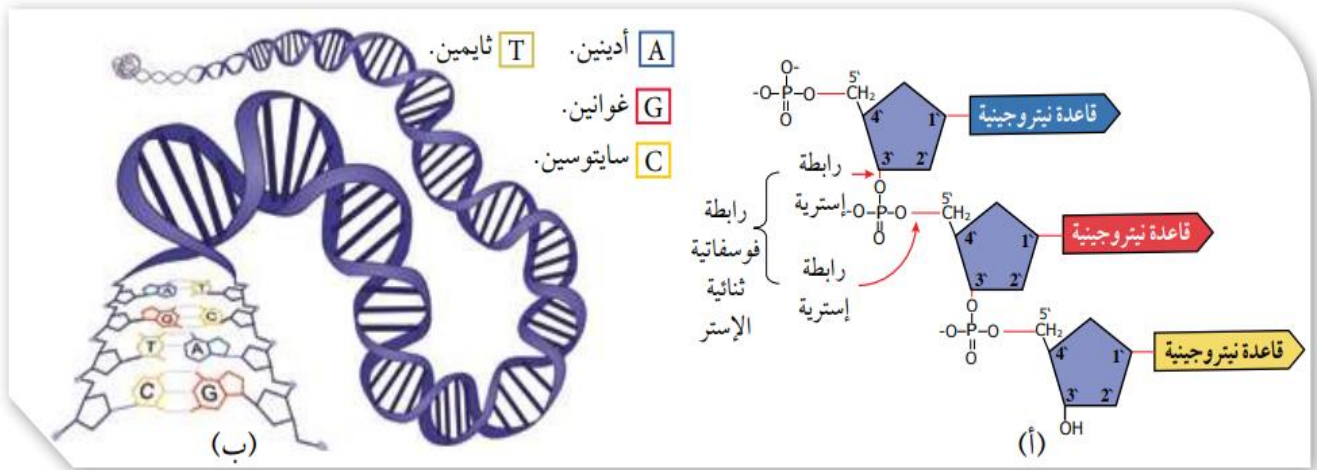


- 1- بيورينات يتكوّن كلّ منها من حلقتين.
- 2- بيريميديات يتكوّن كلّ منها من حلقة واحدة.

## الحمض النووي DNA

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

- ❖ يتكون جزيء الـ DNA من سلسلتين من النيوكليوتيدات، تلتفان على هيئة سَلَم حلزوني مزدوج، بحيث ترتبط النيوكليوتيدات بعضها ببعض في السلسلة الواحدة عن طريق روابط فوسفاتية ثنائية الإستر.
- ❖ توصل العالمان واتسون و كريك في العام 1953م الى بناء نموذج لجزيء DNA ونالا جائزة نوبل في الفيسيولوجيا والطب.
- ❖ ترتبط البيورينات في إحدى سلسلتي الحمض النووي DNA بالبيريميدينات المُكملة لها في السلسلة المُقابلة عن طريق روابط هيدروجينية.
- (حيث يرتبط A مع T برابطتين هيدروجينية (A=T)  
(يرتبط G مع C بثلاث روابط هيدروجينية )
- ❖ نسبة البيورينات إلى نسبة البيريميدينات في DNA فهي ثابتة وَفَقًا لقاعدة تُعرف بقاعدة تشارغاف:  
بحيث يرتبط البيورين بالبيريميدين المُكمل له دائما في السلسلة المُقابلة.
- ❖ مثلا: إذا احتوت قطعة من DNA على (25%) من الأدينين، فإن نسبة الثايمين في السلسلة المُقابلة تكون مُساوية لها (25%).



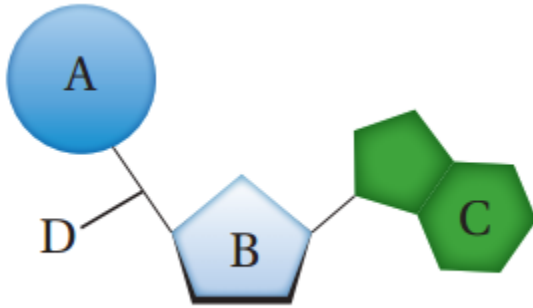
### الحمض النووي RNA

- ❖ يتكون الحمض النووي RNA غالبا من سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات، ولكن بعض الفيروسات تحتوي على RNA من سلسلتين.
- ❖ يوجد في RNA القاعدة النيتروجينية يوراسيل بدل الثايمين، ويؤدي جزيء RNA دورًا مهمًا في عملية تصنيع بروتينات الخلية .

قارن بين DNA و RNA من حيث:

المقارنة	DNA	RNA
----------	-----	-----

الوظيفة	نقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء	يؤدي دور مهم في عملية تصنيع بروتينات الخلية
القواعد النيتروجينية	يحتوي على: قاعدة ثايمين (T) قاعدة أدنين (A) قاعدة سايتوسين (C) قاعدة جوانين (G)	يحتوي على: قاعدة يوراسيل (U) قاعدة أدنين (A) قاعدة سايتوسين (C) قاعدة جوانين (G)
عدد السلاسل	سلسلتين من النيوكليوتيدات ملتفات على هيئة سلم حلزوني مزدوج	غالباً سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات وقد يكون سلسلتين في بعض الفيروسات
نوع سكر الرايبوز		
مكان تواجده	في النواة	يتكون في النواة ويخرج بعد تكوينه إلى السيتوسول



سؤال: ماذا يمثل الشكل المجاور:

حدد أسماء الرموز المشار إليها بالشكل المجاور

- الرمز A .....
- الرمز B .....
- الرمز C .....
- الرمز D .....

## مثال

نسبة الثايمين في القطعة الثانية، أحسب نسبة الساييتوسين والغوانين فيها:

$$27\% \times 2 = 54\%$$

ثم أطرح هذه النسبة من 100%:

$$100\% - 54\% = 46\%$$

إذن، نسبة الثايمين والأدينين معًا هي (46%).

لإيجاد نسبة الثايمين، أقسم الناتج على 2:

$$46\% / 2 = 23\%$$

إذن، نسبة الثايمين هي (23%).

وبذلك، فإن نسبة الثايمين في القطعة الأولى أعلى منها في القطعة الثانية.

حلل باحث قطعتي DNA، فوجد أن نسبة الأدينين في القطعة الأولى هي (31%)، وأن نسبة الساييتوسين في القطعة الثانية هي (27%). أي القطعتين تحوي نسبة أعلى من الثايمين؟

المعطيات:

القطعة الأولى من DNA تحوي ما نسبته (31%) من الأدينين، والقطعة الثانية من DNA تحوي ما نسبته (27%) من الساييتوسين.

المطلوب:

تحديد قطعة DNA التي فيها نسبة أعلى من الثايمين.

الحل:

نسبة الثايمين في DNA تساوي نسبة الأدينين؛ لذا، فإن نسبة الثايمين في القطعة الأولى هي (31%). ولإيجاد

أحسب: إذا كانت نسبة الأدينين في أحد الأنواع 35%، فما نسبة الساييتوسين؟

سؤال: إذا كانت قطعة من DNA تحوي 27% ثايمين، فما نسبة الساييتوسين فيها؟

أجب عن الأسئلة التالية:

1- ما هي أنواع الحموض النووية ؟

.....

2- ما هي مكونات النيوكليوتيد ؟

.....

3- ما هو تصنيف القواعد النيتروجينية التي تدخل في تركيب النيوكليوتيدات ؟

.....

4- ما أهمية الحمض النووي DNA ؟

.....

5- مما يتكون جزيء DNA ؟

.....

6- ما المقصود بقاعدة تشارغاف ؟

.....

7- مما يتكون جزيء RNA ؟

.....

8- ما أهمية جزيء RNA ؟

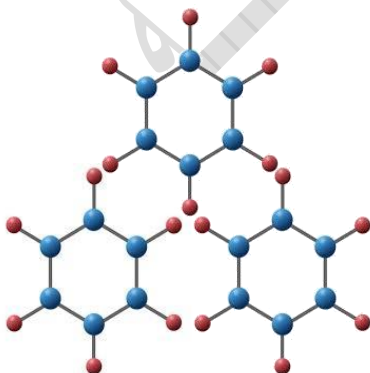
.....

يتعب المرء من كل شيء إلا العلم.





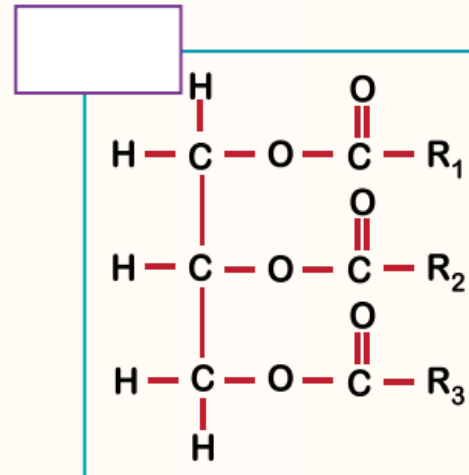
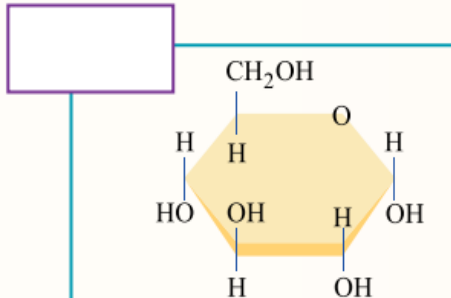
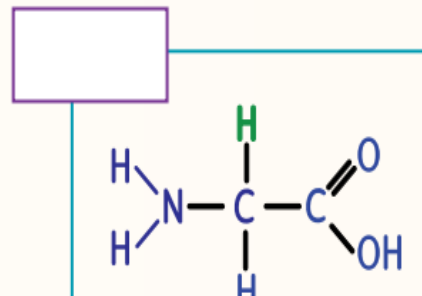
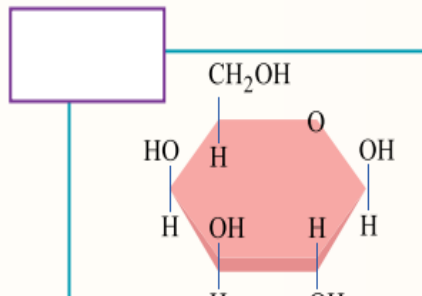
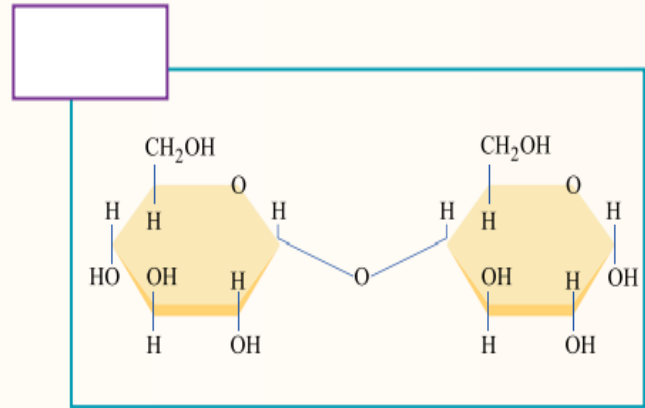
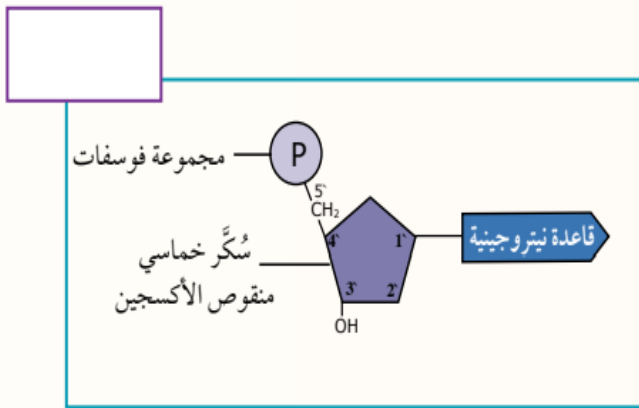
الوحدة الأولى  
الدرس الأول/ الجزء السابع  
إجابات مراجعة الدرس



## مراجعة الدرس الأول/ الوحدة الأولى

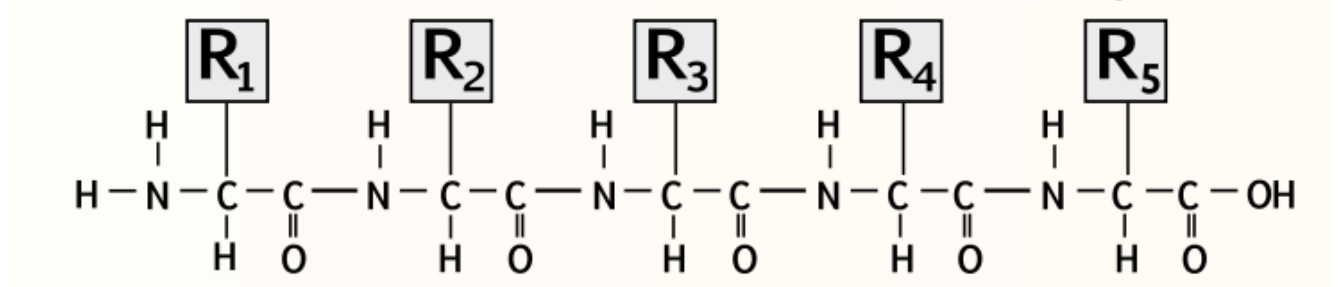
**1- الفكرة الرئيسية:** أذكر الأنواع الرئيسية للمركبات العضوية الحيوية، محددا دورًا واحدًا لكل منها في أجسام الكائنات الحية.

**2- أكتب في الصندوق المجاور لكل صيغة بنائية مما يلي اسم المركب العضوي الذي تُمثِّله ، مستخدمًا المفاهيم الآتية : سكر ثنائي - حمض أميني - دهن ثلاثي - نيوكليوتيد - غلوكوز**

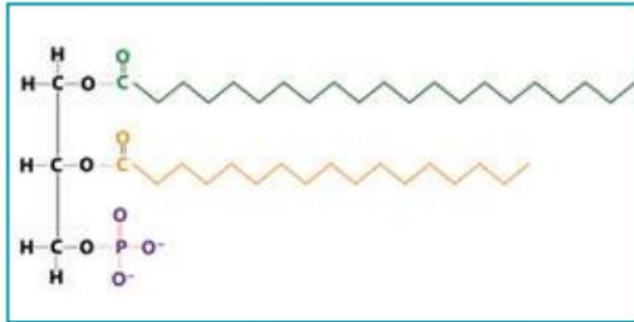


3- أذكر اثنين من أوجه الاختلاف بين الأميلوبكتين والغلايوجين .

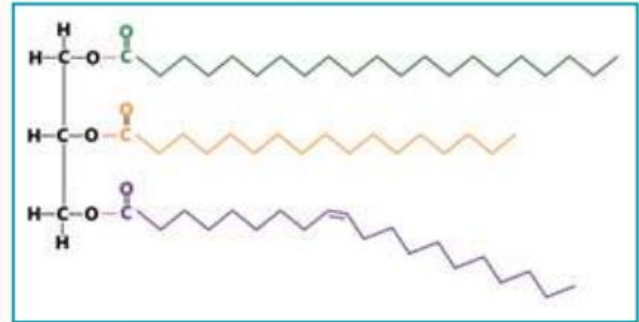
4- أحدد عدد الحموض الأمينية وعدد الروابط الببتيدية التي توجد في سلسلة عديد الببتيد المبينة في الشكل .



5- أصنف المركبين العضويين الآتيين إلى ليبيد مُفسفر، ودهن ثلاثي ، مُفسرًا إجابتي



(ب)



(i)

6- أوضح كلا مما يأتي:

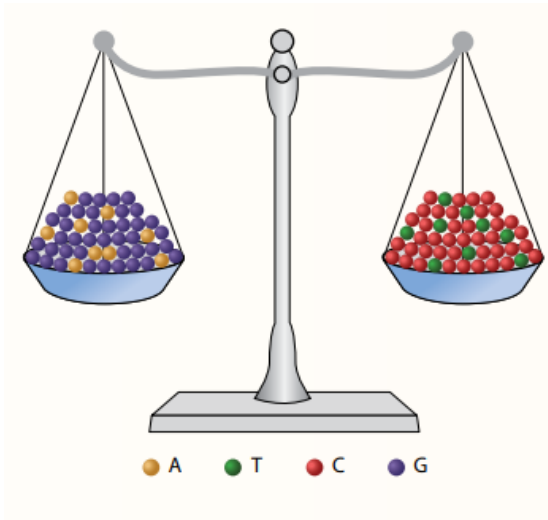
أ- فيم يختلف التركيب الرباعي للبروتين عن التركيب في المستويات الأخرى من حيث عدد سلاسل عديد الببتيد المكونة لكل منهما ؟

ب- أيُّ مكوّنات الستيرويد يُسبّب اختلاف ستيرويد عن آخر؟

7- أفسّر أهميّة وجود الليبيدات في كبد سمكة قِرش تعيش في أعماق البحار .

8- هل يُمكن لشخص فصيلة دمه  $A^-$  أن يتبرّع بخلايا دم حمراء لمرضى فصيلة دمه  $B^-$  ؟ أبرّر إجابتني.

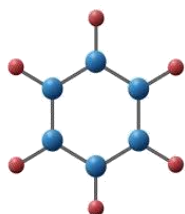
9- تمثّل الكرات في الشكل المجاور البيورينات والبيريميدينات كما هو موضح في مفتاح الشكل. ما القاعدة العلميّة التي يُعبّر عنها الشكل ؟ أوضّح هذه القاعدة .



10- أحدّد اسم الرابطة التساهميّة التي تربط بين كلّ مما يلي :

	السكّريّات الأحاديّة
	الحموض الأمينية
	الحموض الدهنية والجليسرول

**الوحدة الأولى / الدرس الثاني**  
**الإنزيمات وجزء حفظ الطاقة**  
**ATP**





## الإنزيمات وجزء حفظ الطاقة ATP

### الإنزيمات

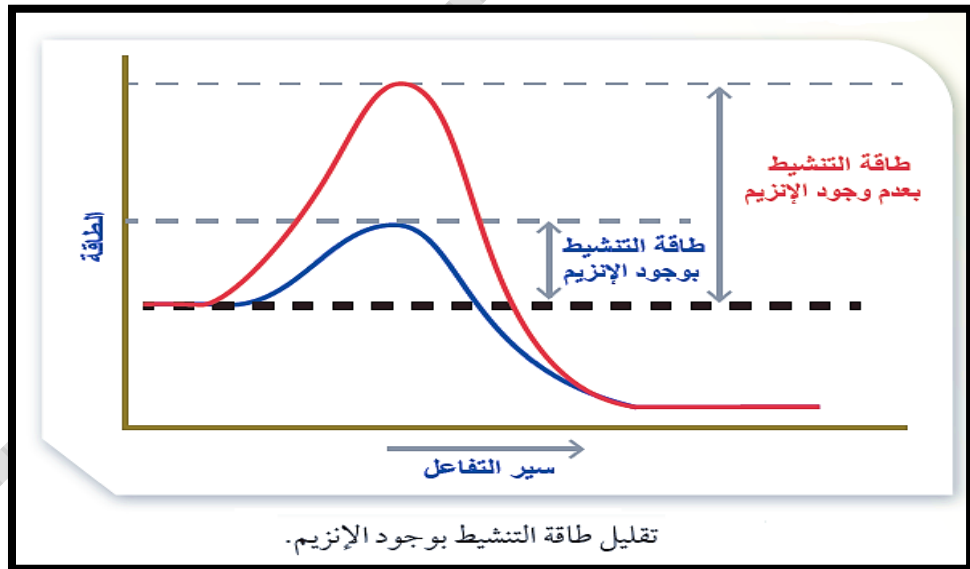
العالم إدوارد بوخنر

- لاحظ عند إضافته مستخلصا من خلايا الخميرة إلى سكر السكروز تحطم هذا السكر، وإنتاج كحول وغاز ثاني أكسيد الكربون.
- وقد أطلق على المواد المستخلصة من الخلايا اسم الإنزيمات Enzymes.
- الإنزيمات: مواد مستخلصة من خلايا الخميرة وهي تعني "داخل الخميرة".
- وقد نال هذا العالم جائزة نوبل في الكيمياء عام 1907م بعد هذا الاكتشاف.
- وجد العلماء أن معظم التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل أجسام الكائنات الحية تحتاج إلى:

### طاقة تنشيط عالية

طاقة التنشيط: وهي الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي.

الإنزيمات تسرع بعض التفاعلات الكيميائية عن طريق تقليل طاقة التنشيط.



الربط بعلم التصنيع

مساحيق الغسيل الحيوية

✚ استطاع الإنسان صناعة مساحيق غسيل حيوية تحتوي على إنزيمات **تحلل** المواد الموجودة في بقع الملابس مثلما تهضم الإنزيمات الهاضمة البروتينات، وذلك اعتمادا على خصائص الإنزيمات، إذ تحلل الإنزيمات الموجودة في مسحوق الغسيل البقع ما يؤدي إلى تنظيف الملابس.

✚ تعمل هذه المساحيق في درجات حرارة منخفضة؛ ما يعدّ وسيلة من وسائل توفير الطاقة.

### آلية عمل الإنزيم

#### ✚ الإنزيمات:

- هي بروتينات كروية الشكل، وتحفز التفاعلات الكيميائية من دون أن تُستهلك فيها.
- يوجد للإنزيم **موقع نشط Active Site** في صورة تجويف يتكون من حموض أمينية معينة، ويعمل قالباً ترتبط به المادة المتفاعلة Substrate التي يؤثر فيها الإنزيم.
- علما بأنه قد يوجد للإنزيم أكثر من موقع نشط.
- ترتبط المادة المتفاعلة بالموقع النشط للإنزيم؛ فيتشكل: (معقد الإنزيم - المادة المتفاعلة)



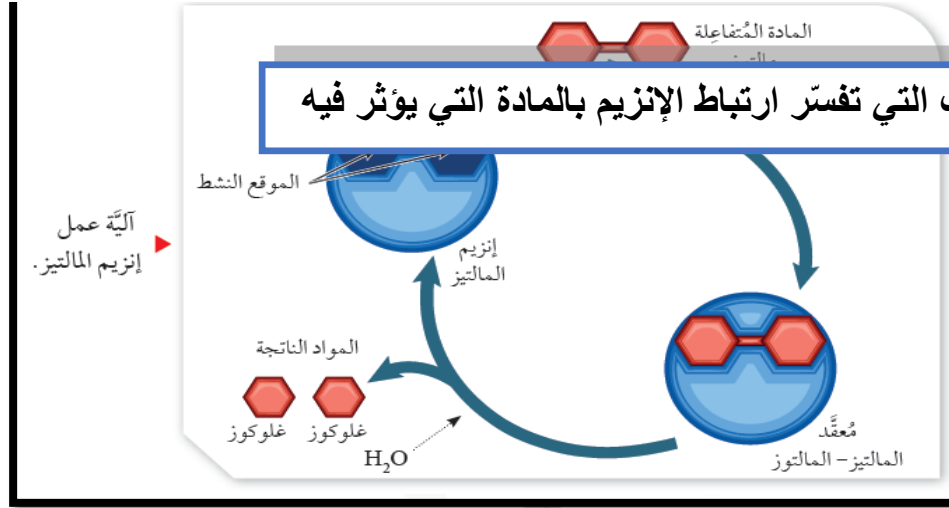
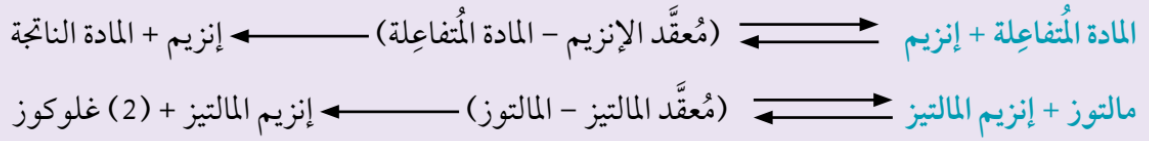
**سؤال:** ما أهمية الموقع النشط ؟

**الجواب:** يعمل قالباً ترتبط به المادة المتفاعلة.

✚ أمثلة على عمل الإنزيمات:

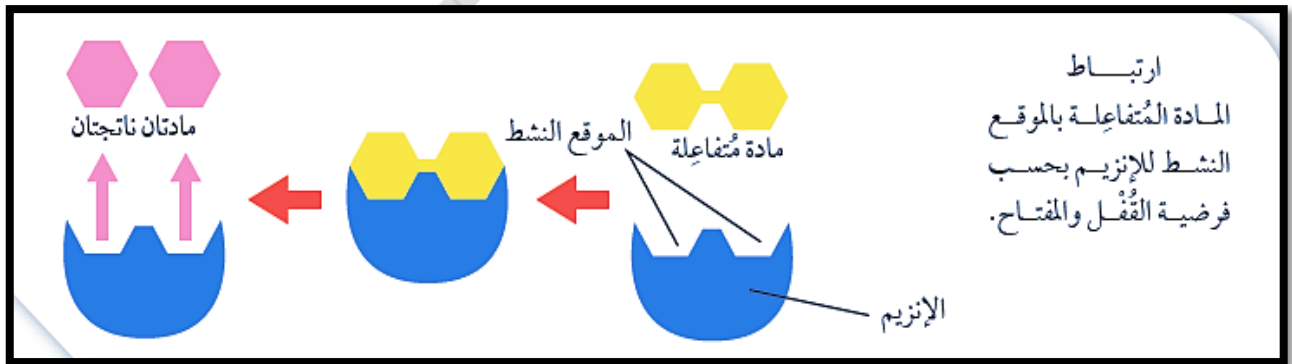
1. إنزيم تصنيع الغلايكوجين	2. إنزيم المالتيز
الذي يعمل على <b>ربط</b> الوحدات البنائية (الغلوكوز) لتكوين الغلايكوجين.	الذي يعمل على <b>تفكك</b> المالتوز إلى جزيئي غلوكوز.

تمثل آلية عمل الإنزيم بالمعادلة الآتية:



### فرضية القفل والمفتاح

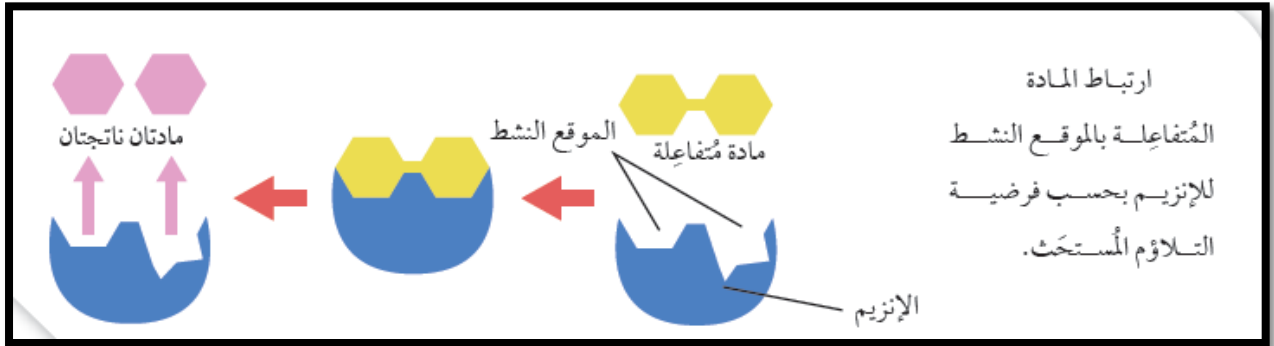
تقوم هذه الفرضية على أن شكل المادة المتفاعلة يتوافق مع شكل الموقع النشط للإنزيم؛ لذا ترتبط المادة المتفاعلة بالموقع النشط ارتباطاً كاملاً كما تتداخل مسننات المفتاح بالتجاويف المتوافقة مع شكلها في القفل.



### فرضية التلاؤم المستحث



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



**سؤال:** أي الفرضيتين السابقتين تفسّر إمكانية ارتباط إنزيم له موقع نشط واحد بمادة متفاعلة في تفاعل ما، وبمادة متفاعلة أخرى في تفاعل آخر؟

**الجواب:** فرضية التلاؤم المستحث.

### العوامل المؤثرة نشاط الإنزيم

تؤثر بعض العوامل في نشاط الإنزيمات، مثل:

درجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني pH، وتركيز الإنزيم، وتركيز المادة المتفاعلة.

#### ✚ درجة الحرارة:

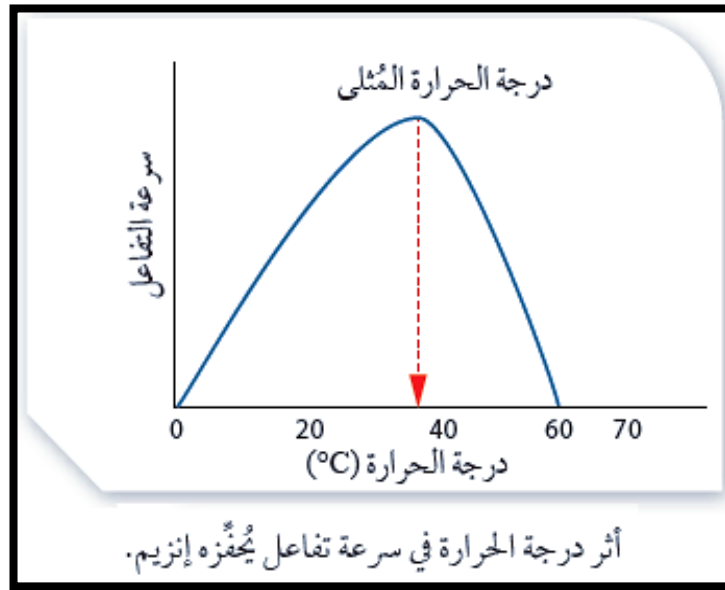
• تأثر نشاط الإنزيم بدرجة حرارة الوسط الذي يحدث فيه التفاعل.

( فلكل إنزيم درجة حرارة مثلى تكون عندها سرعة التفاعل الذي يحفزه الإنزيم أعلى ما يمكن )

• عند ارتفاع درجة حرارة الوسط أكثر من درجة الحرارة المثلى، فإن:

1. شكل البروتين المكون للإنزيم يتغير.
2. ما يؤدي إلى تغير شكل الموقع النشط.
3. يصبح غير متوافق مع المادة المتفاعلة التي يعمل عليها.
4. فيقل نشاط الإنزيم تدريجياً باستمرار الارتفاع في درجة الحرارة.
5. حتى يفقد قدرته على العمل.

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



## الرقم الهيدروجيني pH :

- يتأثر نشاط الإنزيم بالرقم الهيدروجيني pH للوسط الذي يحدث فيه التفاعل.  
(فلكل إنزيم رقم هيدروجيني أمثل تكون عنده سرعة التفاعل الذي يحفزها ما أعلى ما يمكن)

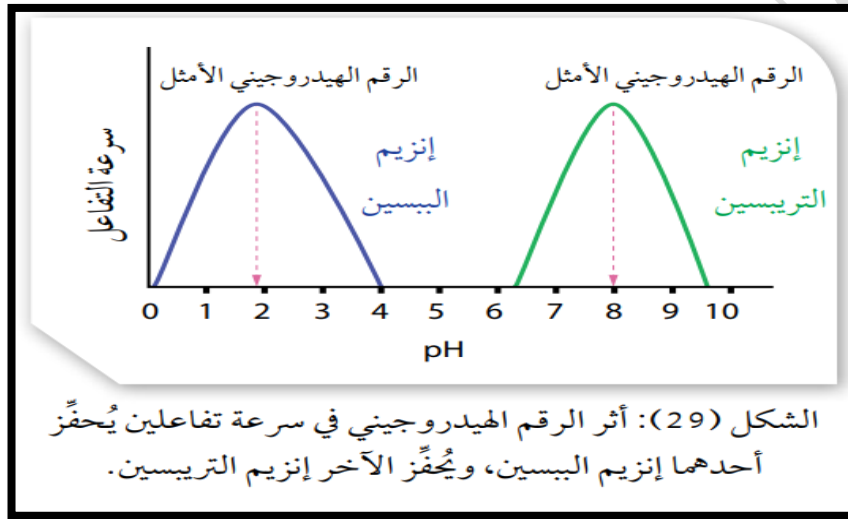
- أما الرقم الهيدروجيني الأمثل لعمل معظم الإنزيمات في جسم الإنسان فهو (pH=8-6).

### مثال: 1. إنزيم التربيسين

❖ يعمل في الأمعاء عند الرقم الهيدروجيني (pH=8) تقريباً.

### 2. إنزيم الببسين

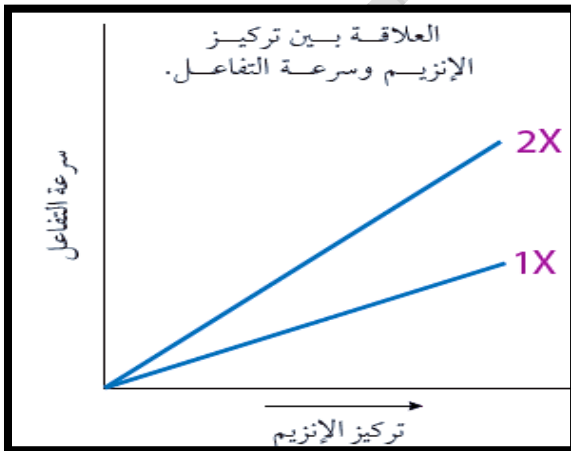
❖ إنزيم هضم في المعدة من الاستثناءات؛ إذ يعمل بأقصى فاعلية عند الرقم الهيدروجيني (pH=2-1.5) تقريباً.



## تركيز الإنزيم:

(كلما زاد تركيز الإنزيم زادت سرعة التفاعل الكيميائي)

❖ إذ تتوفر أعداد أكبر من المواقع النشطة للارتباط بالمادة المتفاعلة.



### على سبيل المثال:

إذا قارنت سرعة تفاعلين متماثلين؛ أحدهما يجري بإضافة إنزيم تركيزه 1X، وتركيزه 2X، مع تثبيت جميع العوامل الأخرى في التفاعلين؛ فسألاحظ:

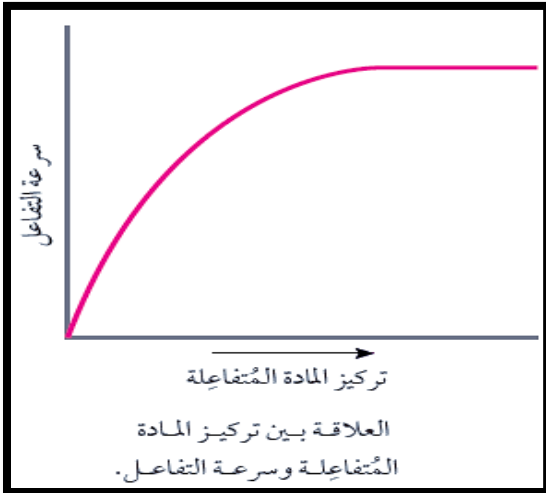
( أن سرعة التفاعل الثاني هي ضعفا سرعة التفاعل الأول)

### تركيز المادة المتفاعلة:

(كلما زاد تركيز المادة المتفاعلة زادت سرعة التفاعل الكيميائي).

ولكن انتباه:

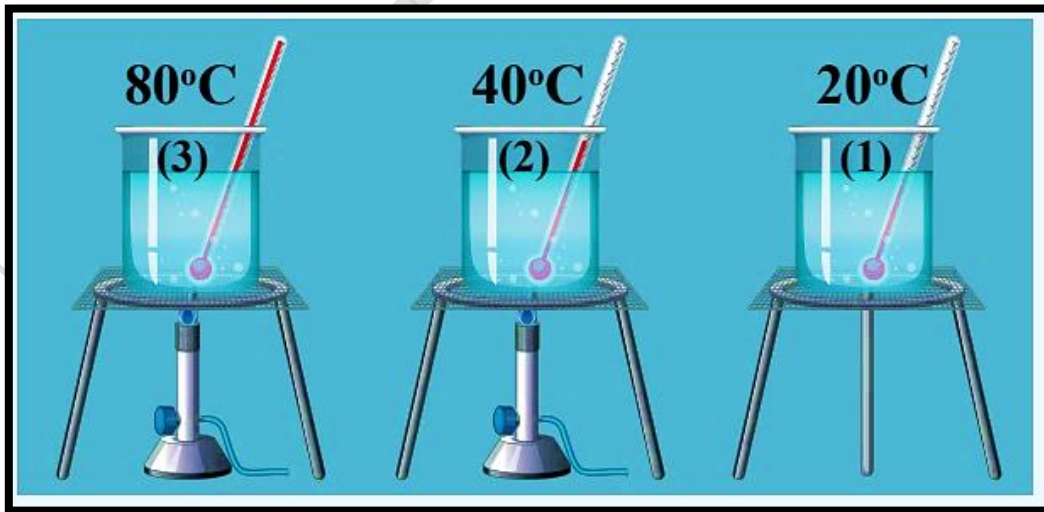
عندما تشغل جميع المواقع النشطة المتوفرة في جزيئات الإنزيم بجزيئات المادة المتفاعلة **لا تحدث** أي زيادة في سرعة التفاعل (يحدث ثبات لسرعة التفاعل الكيميائي) بصرف النظر عن مقدار الزيادة في تركيز المادة المتفاعلة.



### نشاط: أثر الحرارة في نشاط إنزيم التربيسين

#### إنزيم التربيسين

يحفز تحلل بروتين الحليب **كازين** الذي يعطي الحليب لونه أبيض، فيتحول إلى عديد بيتيد عديم اللون مما يؤدي إلى اختفاء اللون الأبيض للحليب



## التجربة

### • الكأس الأول

1. إضافة ماء درجة حرارته  $20^{\circ}\text{C}$  في الكأس الزجاجي الأول
2. وضع أنبوب اختبار في الكأس الزجاجي الأول على حامل أنابيب الاختبار (وضع علامة X على الأنبوب ومُراعيا ألا تكون العلامة X ظاهرة لك أي تكون عالجهة الأخرى)
3. إضافة حليب في أنبوب الاختبار رقم I
4. إضافة إنزيم التريبسين إلى أنبوب الاختبار الأول.

### • الكأس الثاني

1. إضافة ماء درجة حرارته  $40^{\circ}\text{C}$  في الكأس الزجاجي الثاني
2. وضع أنبوب اختبار في الكأس الزجاجي الثاني على حامل أنابيب الاختبار (وضع علامة X على الأنبوب ومُراعيا ألا تكون العلامة X ظاهرة لك أي تكون عالجهة الأخرى)
3. إضافة حليب في أنبوب الاختبار رقم 2
4. إضافة إنزيم التريبسين إلى أنبوب الاختبار الثاني.

### • الكأس الثالث

1. إضافة ماء درجة حرارته  $80^{\circ}\text{C}$  في الكأس الزجاجي الثالث
2. وضع أنبوب اختبار في الكأس الزجاجي الثالث على حامل أنابيب الاختبار (وضع علامة X على الأنبوب ومُراعيا ألا تكون العلامة X ظاهرة لك أي تكون عالجهة الأخرى)
3. إضافة حليب في أنبوب الاختبار رقم 3
4. إضافة إنزيم التريبسين إلى أنبوب الاختبار الثالث.

## التحليل والاستنتاج:

### I. الأنابيب التي ظهرت عليها علامة X أنبوب رقم I: غير واضحة تماما

**السبب:** لأن نشاط إنزيم التريبسين يعمل عند درجة حرارة مثلى وهي  $40^{\circ}\text{C}$  ودرجة الحرارة في الأنبوب رقم I هي  $20^{\circ}\text{C}$  أقل من درجة الحرارة المثلى للإنزيم وهذا يؤثر على نشاط الإنزيم.

### الأنبوب رقم 2: ظهرت بوضوح تماما

**السبب:** لأن نشاط إنزيم التريبسين يعمل عند درجة حرارة مثلى وهي  $40^{\circ}\text{C}$  ودرجة الحرارة في الأنبوب رقم 2 هي درجة الحرارة المثلى لنشاط الإنزيم.

### 2. الأنابيب التي لم تظهر العلامة: أنبوب رقم 3

**السبب:** لأن نشاط إنزيم التريبسين يعمل عند درجة حرارة مثلى وهي  $40^{\circ}\text{C}$  ودرجة الحرارة في الأنبوب رقم 3 أعلى من درجة الحرارة المثلى لنشاط الإنزيم وهي  $80^{\circ}\text{C}$

## الربط بالنانو تكنولوجيا

استخدام الإنزيمات المستخلصة من الفواكه الاستوائية في **صناعة الخلايا الشمسية** تتطلب صناعة بعض الشرائح الرقيقة المستخدمة في الخلايا الشمسية توافر درجات حرارة مرتفعة، ومبالغ مالية كثيرة.

- **ولتقليل** درجات الحرارة اللازمة لذلك طور باحثون تقنية عضوية تتضمن:
  1. صناعة شرائح نانوية رقيقة من **مادة أكسيد التيتانيوم** مستفيدين في ذلك من خصائص الإنزيمات.
  2. إذ تمكنوا من استخلاص إنزيم البايين من **ثمار فاكهة الباييا الاستوائية**.
  3. 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، تسمى: **العوامل المساعدة**.
- وفي حال كانت العوامل المساعدة للإنزيمات مواد عضوية، فإنها تُسمى: **مرافقات الإنزيمات**.

**أمثلة على مرافقات الإنزيم:**

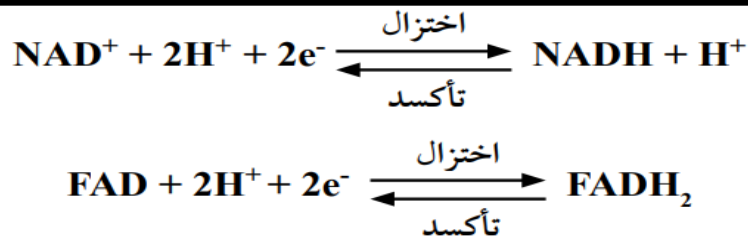
1. جزيئات (NAD)
2. جزيئات (FAD)
3. جزيء NADP

**جزيئات (NAD) و جزيئات (FAD) :**

- تعمل بوصفها **نواقل للإلكترونات** في عديد من تفاعلات الأكسدة والاختزال في الخلية.
- إذ إنها تستقبل الإلكترونات ذات الطاقة الكبيرة مع البروتونات، فتختزل إلى **FADH, NADH**.
- ثم تتأكسد بفقدانها الإلكترونات إلى جزيئات أخرى في سلسلة نقل الإلكترون في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا في أثناء عملية التنفس الخلوي.

**جزيء NADP :**

- وهو **ناقل إلكترونات** يستخدم في تفاعلات البناء، مثل عملية البناء الضوئي.



**سؤال:** أكتب معادلة اختزال جزيء  $\text{NAD}^+$  إلى  $\text{NADH}$  ؟

### جزيء حفظ الطاقة ATP

- تحتوي الخلايا على جزيء عضوي يسمى أدينوسين ثلاثي الفوسفات. **Adenosine Triphosphat (ATP)**
- وهو يخزن الطاقة اللازمة لمعظم العمليات التي تحدث داخل خلايا الكائنات الحية.
- يتكون جزيء حفظ الطاقة ATP من:  
القاعدة النيتروجينية وسكر الرايبوز وثلاث مجموعات من الفوسفات التي تحزن الروابط أدينين بينها طاقة كيميائية

➤ ينتج جزيء حفظ الطاقة ATP بفعل **إنزيم إنتاج ATP** عن طريق إضافة مجموعة فوسفات إلى جزيء أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP في عملية تُسمى: **الفسفرة**، وبذلك تخزن الطاقة الكيميائية في الرابطة بين مجموعتي الفوسفات.

➤ يحفز عملية الفسفرة إنزيم إنتاج ATP في عمليتي التنفس الخلوي والبناء الضوئي.

➤ وعند **تحطيم** رابطة بين مجموعتي الفوسفات الثالثة والثانية بفعل إنزيم ATPase

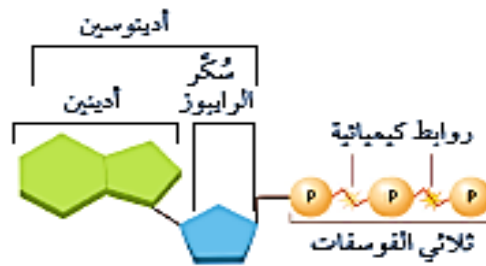
1. تتحرر الطاقة المخزنة فيها
2. فينتج جزيء أدينوسين ثنائي الفوسفات ADP
3. مجموعة فوسفات حرة

➤ أما عند **تحطيم** الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والأولى

1. تتحرر الطاقة المخزنة فيها
2. وينتج جزيء أدينوسين أحادي الفوسفات AMP
3. مجموعة فوسفات حرة

**سؤال:** كم مجموعة فوسفات تلزم لتحويل جزيء AMP إلى جزيء ATP ؟

### أ - ATP



تخطيم (إنزيم ATPase)  
إنتاج (فسفرة) إنزيم إنتاج (ATP)

### ب - ADP



تخطيم  
إنتاج (فسفرة)

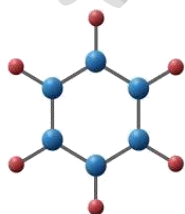
### ج - AMP



جزء حفظ الطاقة ATP.



الوحدة الأولى/ الدرس الثالث  
التفاعلات الكيميائية في الخلية





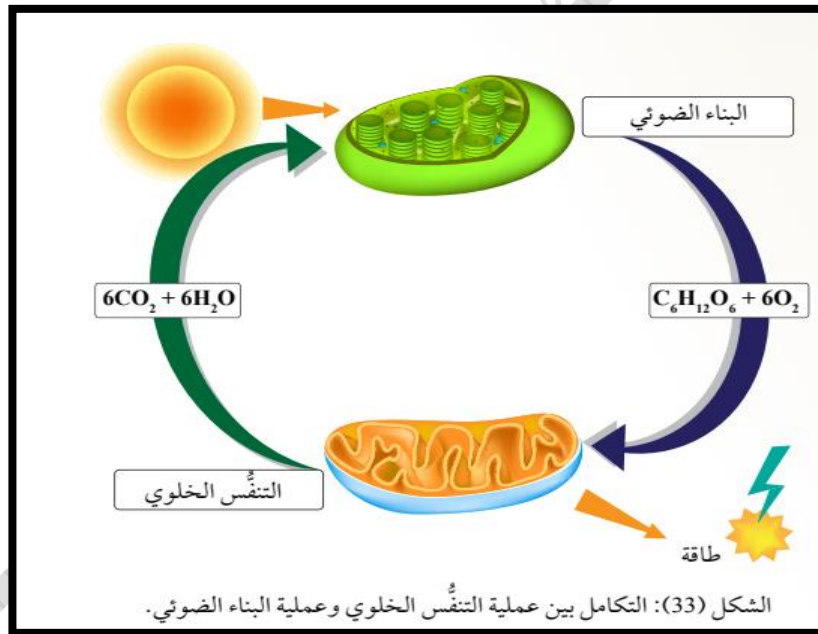
## عمليات الأيض

هي التفاعلات الكيميائية تحدث داخل خلايا الكائن الحي.

وتتضمن عمليات:

**البناء**: وهي مجموعة التفاعلات الكيميائية التي تبنى فيها جزيئات كبيرة ومعقدة من جزيئات بسيطة، **مثل: عملية البناء الضوئي**.

**الهدم**: وهي مجموعة التفاعلات الكيميائية التي تحطم فيها بعض الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أبسط؛ لإنتاج الطاقة الكيميائية المخزنة في روابطها، **مثل: عملية التنفس الخلوي**.

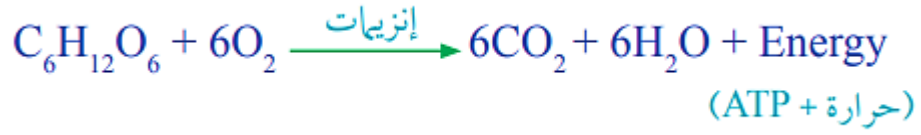


## التنفس الخلوي

➤ تحدث في عملية التنفس الخلوي سلسلة من التفاعلات، تشمل:

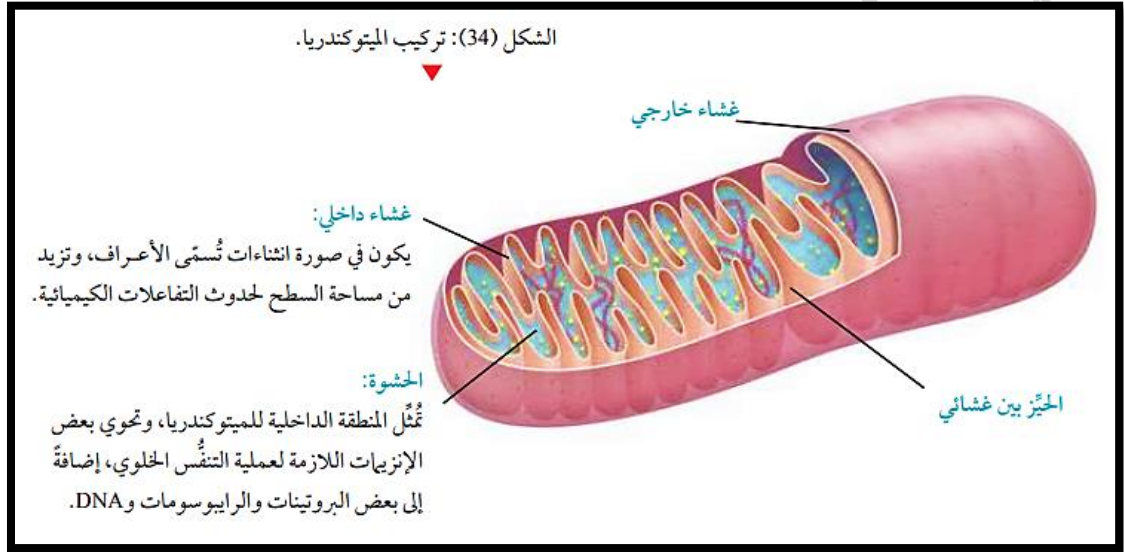
1. تحطيم المركبات العضوية (مثل الجلوكوز) داخل الخلايا لإنتاج الطاقة.

2. وتحدث معظم تفاعلات التنفس الخلوي في الخلايا حقيقية النوى في الميتوكوندريا.  
3. تمثل تفاعلات التنفس الخلوي بالمعادلة الآتية:

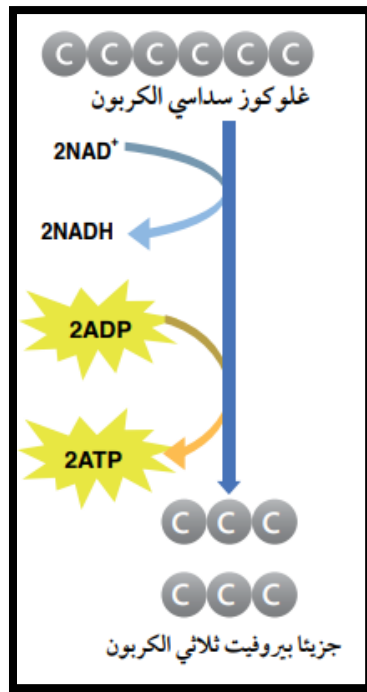


تحدث

- عملية التنفس الخلوي على مرحلتين، هما:  
1. مرحلة التحلل الغلايكولي (السكري) في (السيتوسول).  
2. ومرحلة التنفس الهوائي في الميتوكوندريا.



التحلل الغلايكولي



- هو سلسلة من التفاعلات الكيميائية، تحدث في السيتوسول، ولا تحتاج إلى أكسجين.
- وفيها يتحطم كل جزيء غلوكوز إلى جزيئين من البيروفيت ثلاثي الكربون.
- ويختزل جزيئا NAD<sup>+</sup> إلى جزيئي NADH.
- وينتج جزيئا ATP.

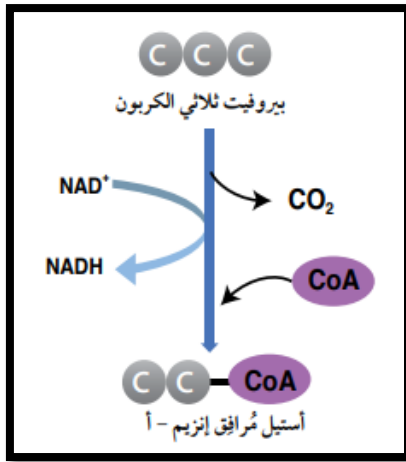
نواتج التحلل الغلايكولي لتحطيم جزيء واحد من الغلوكوز:

ATP	NADH	البيروفيت
2	2	2

### التنفس الهوائي

- عند توافر الأكسجين، فإن جزيئي البيروفيت ينتقلان إلى حشوة الميتوكوندريا.
- تشتمل عملية التنفس الهوائي على ثلاث خطوات، هي:
  1. أكسدة البيروفيت إلى أستيل مرافق إنزيم - أ.
  2. حلقة كريبس.
  3. الفسفرة التأكسدية.

## 1. أكسدة البيروفيت إلى أستيل مرافق إنزيم - أ



1. ينتزع جزيء  $\text{CO}_2$  من البيروفيت، فيتكون مركب ثنائي الكربون في الحشوة.
2. بعد ذلك يتأكسد المركب ثنائي الكربون الناتج مختزلاً  $\text{NAD}^+$  إلى  $\text{NADH}$ .
3. ثم يرتبط به مرافق إنزيم - أ ( $\text{CoA}$ )، فينتج أستيل مرافق إنزيم - أ ( $\text{Acetyl CoA}$ ).
4. هذه الخطوة تربط بين التحلل الغلايكولي وحلقة كربس.

نواتج أكسدة البيروفيت إلى أستيل مرافق إنزيم-أ لجزيء غلوكوز واحد:

البيروفيت	$\text{NADH}$	أستيل مرافق إنزيم - أ	$\text{CO}_2$
2	2	2	2

## 2. حلقة كربس

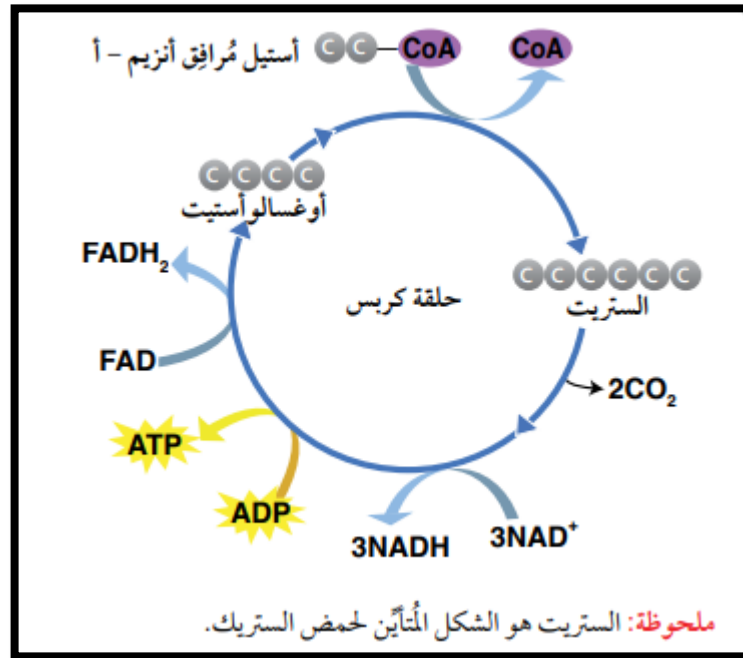
- سميت حلقة كربس بهذا الاسم نسبة إلى العالم الذي أسهمت بحوثه في اكتشافها، وهي تسمى أيضاً **حلقة حمض الستريك**.
  - تحدث في الحشوة داخل الميتوكوندريا.
  - تبدأ حلقة كربس ب:
1. تفاعل أستيل مرافق إنزيم - أ ثنائي الكربون مع مركب رباعي الكربون يسمى أوغسالوأسيتيت.
  2. فينتج الستريت (مركب سداسي الكربون)، ثم يدخل الستريت في سلسلة من التفاعلات يفقد خلالها جزيئي  $\text{CO}_2$  ليعاد إنتاج مركب أوغسالوأسيتيت.
  3. في أثناء هذه التفاعلات تختزل ثلاثة جزيئات من جزيء واحد من  $\text{NAD}^+$  إلى  $\text{NADH}$ .
  4. ويختزل جزيء واحد من  $\text{FAD}$  إلى  $\text{FADH}_2$ .
  5. وينتج جزيء واحد من  $\text{ATP}$  بصورة مباشرة.
  6. يجب أن تتم دورتان من حلقة كربس لكل جزيء غلوكوز.

نواتج تفاعلات حلقة كربس (دورتان) لجزيء غلوكوز واحد:

$\text{CO}_2$	$\text{ATP}$	$\text{NADH}$	$\text{FADH}_2$
4	2	6	2

تلخيص لنواتج تفاعلات التحلل الغلايكولي، وأكسدة البيروفيت إلى أستيل مرافق إنزيم-أ، وحلقة كربس (دورتان) لجزيء غلوكوز واحد:

CO <sub>2</sub>	ATP	NADH	FADH <sub>2</sub>
6	4	10	2



2

**أفكر:** كم عدد جزيئات أستيل مُرافق إنزيم - أ التي تنتج من جزيء غلوكوز؟

### 3. الفسفرة التأكسدية (سلسلة نقل الإلكترون والأسموزية الكيميائية)

✓ تتكون سلسلة نقل الإلكترون من مجموعة من المكونات، معظمها بروتينات ناقلة وإنزيمات.

1. تستقبل هذه السلسلة الإلكترونات الناتجة من أكسدة NADH و FADH.

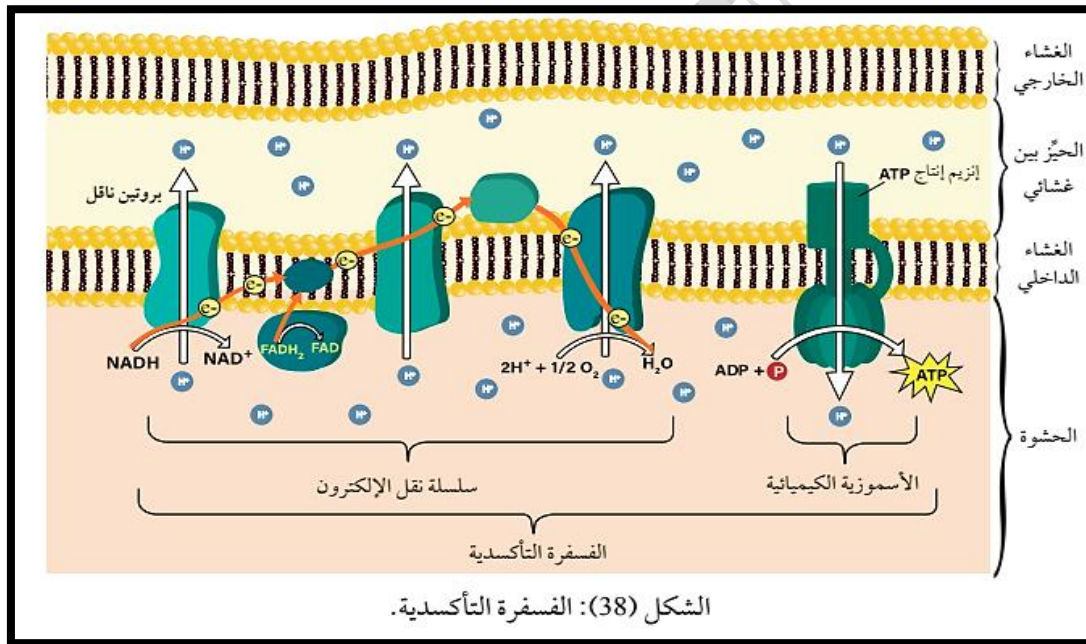
2. ثم تنقلها من بروتين ناقل إلى آخر.
3. في نهاية السلسلة، تصل هذه الإلكترونات إلى مستقبلها النهائي، وهو الأكسجين.
4. ثم تتحد معه ومع البروتونات؛ فيتكون الماء.
5. يؤدي انتقال الإلكترونات من  $\text{FADH}_2$ ,  $\text{NADH}$  إلى الأكسجين خلال سلسلة نقل الإلكترون إلى ضخ البروتونات ( $\text{H}^+$ ) من الحشوة إلى الحيز بين غشائي فينتج فرق في تركيز البروتونات بين الحيز بين غشائي والحشوة.
6. بعد ذلك تعود البروتونات ( $\text{H}^+$ ) نتيجة لفرق التركيز على جانبي غشاء الميتوكوندريا الداخلي إلى داخل الحشوة عن طريق إنزيم إنتاج  $\text{ATP}$  في عملية تسمى الأسموزية الكيميائية.
7. وتحدث في عملية الاسموزية الكيميائية - فسفرة جزيئات  $\text{ADP}$  إلى  $\text{ATP}$ .
8. الفسفرة التأكسدية: هي عملية إنتاج  $\text{ATP}$  عن طريق سلسلة نقل الإلكترون والأسموزية الكيميائية.

✚ يسهم كل جزيء من  $\text{NADH}$  في إنتاج (2.5) جزيء من  $\text{ATP}$  ، في حين يسهم كل جزيء من  $\text{FADH}_2$  في إنتاج (1.5) جزيء من  $\text{ATP}$ .

✚ ملحوظة: يعتمد الآتي لتسهيل العمليات الحسابية:

هام

- ✓ عدد جزيئات  $\text{ATP}$  التي يسهم جزيء  $\text{NADH}$  في إنتاجها هو (3)
- ✓ عدد جزيئات  $\text{ATP}$  التي يسهم جزيء  $\text{FADH}_2$  في إنتاجها هو (2)
- ✓ عدد جزيئات  $\text{ATP}$  الناتجة من عملية الفسفرة التأكسدية هو: 34 جزيئاً



### مثال

أحسب عدد جزيئات ATP الناتجة من الفسفرة التأكسدية عند أكسدة جزيء واحد من الغلوكوز.

المعطيات:

عدد جزيئات الغلوكوز التي تأكسدت هو جزيء واحد.

الحل:

عدد جزيئات NADH الناتجة من التحلل الغلايكولي هو (2)، وعدد جزيئات NADH الناتجة من أكسدة حمض البيروفيك إلى أستيل مُرافق إنزيم - أ هو (2)، وعدد جزيئات NADH الناتجة من دورتي حلقة كريبس هو (6)، فيكون المجموع (10) جزيئات NADH، وعدد جزيئات  $FADH_2$  الناتجة من تفاعلات دورتي حلقة كريبس هو (2). بما أن كل جزيء NADH يُسهم في إنتاج (3) جزيئات ATP، وكل جزيء  $FADH_2$  يُسهم في إنتاج جزيئي ATP، فإن عدد جزيئات ATP الناتجة من عملية الفسفرة التأكسدية هو:

$$(34) = (10 \times 3) + (2 \times 2)$$

✓ **أنتحقق:** أحدد مكان حدوث

العمليات الآتية في الخلية:

التحلل الغلايكولي، أكسدة

البيروفيك إلى مُرافق إنزيم

- أ، حلقة كريبس، الفسفرة

التأكسدية.



## التنفس اللاهوائي والتخمير

- تعمل بعض الخلايا على أكسدة المواد العضوية وإنتاج الطاقة ATP من دون استخدام الأكسجين، عن طريق التنفس اللاهوائي، والتخثر.
- تحدث عملية التنفس اللاهوائي والتخمير في السيتوسول.

## التنفس اللاهوائي

- يلجأ إلى هذا النوع من التنفس بعض أنواع البكتيريا.
- إذ تستخدم هذه الكائنات سلسلة نقل الإلكترون، ولكنها لا تستخدم الأكسجين مستقبلاً نهائياً للإلكترونات.
- ومن الأمثلة عليها: بكتيريا اختزال الكبريتات.
- تعيش هذه البكتيريا في بيئة تخلو من الأكسجين.
- تستخدم الكبريتات مستقبلاً نهائياً للإلكترونات.
- فينتج كبريتيد الهيدروجين  $H_2S$  (مركب غير عضوي).

## التخمير

- تحدث عملية التخمير في السيتوسول عند عدم توافر كميات كافية من الأكسجين.
- 1. تبدأ بتحلل الغلايكولي.
- 2. ثم تنتقل الإلكترونات من NADH إلى البيروفيت (أو أحد مشتقاته) بوصفه مستقبلاً نهائياً للإلكترونات؛ ليعاد استخدام  $NAD^+$  في التحلل الغلايكولي.
- المستقبل النهائي للإلكترونات في التخمير هو البيروفيت أو أحد مشتقاته.

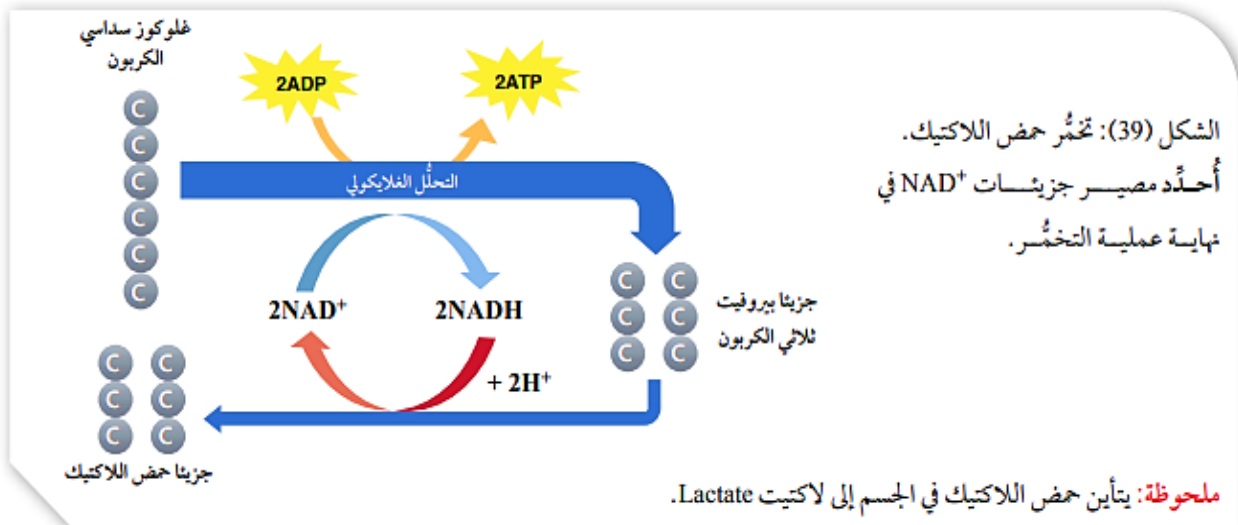
- أنواع عدة من التخمير صُنفت بناءً على الناتج النهائي لعملية التخمير:
- 1. تخمر حمض اللاكتيك.
- 2. التخمر الكحولي.

### 1. تخمر حمض اللاكتيك (التخمير اللبني)

- تعمل أنواع من البكتيريا وبعض الفطريات على تحويل البيروفيت إلى حمض اللاكتيك، في ما يعرف باسم تخمر حمض اللاكتيك.
- وكذلك تلجأ العضلات الهيكلية إلى هذه العملية عند عدم توافر كميات كافية من الأكسجين.

نواتج تخمر حمض اللاكتيك (التخمير اللبني) لجزيء غلوكوز واحد:

ATP	حمض اللاكتيك
2	2



استفاد الإنسان من البكتيريا والفطريات التي تُحوّل البيروفيت إلى حمض اللاكتيك في صناعة الألبان والأجبان؛ إذ تُحلّل هذه البكتيريا سُكَّر اللاكتوز في الحليب، ثم تُحوّله إلى حمض اللاكتيك، فيتحوّل الحليب إلى لبن، أنظر الشكل (40).

الشكل (40): صناعة اللبن. ◀

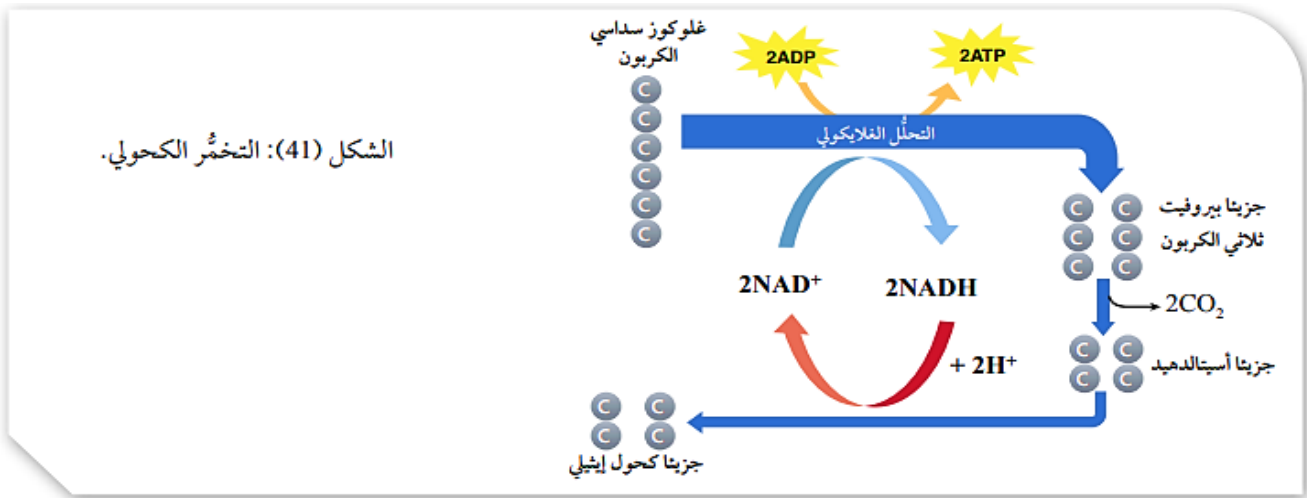
## 2. التخمر الكحولي

- يعمل فطر الخميرة وبعض أنواع البكتيريا اللاهوائية على تحويل البيروفيت إلى كحول إيثيلي (إيثانول).
- يتحول البيروفيت إلى مركب ثنائي الكربون يسمى أسيتالدهيد.
- فيتحلّل غاز ثاني أكسيد الكربون  $\text{CO}_2$
- ثم يختزل الأسيتالدهيد إلى كحول إيثيلي.

نواتج تخمر كحولي لجزيء غلوكوز واحد:

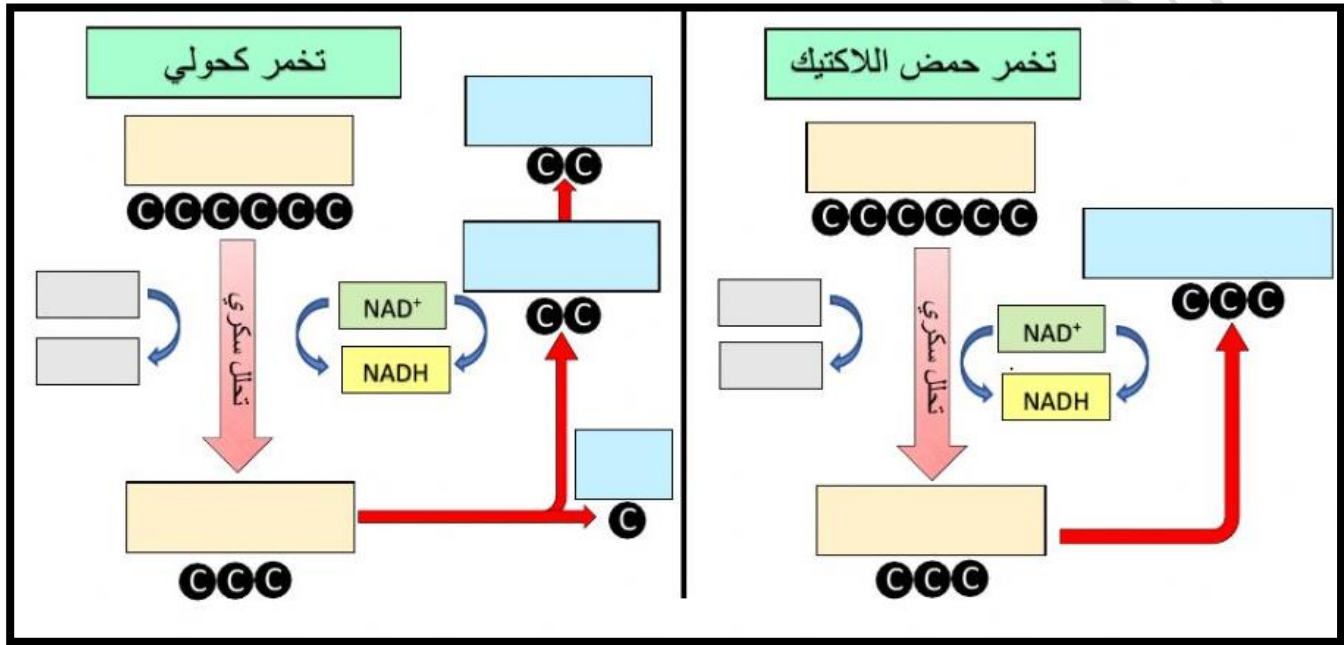
ATP	$\text{CO}_2$	كحول إيثيلي
2	2	2

- أ- أحدد عدد جزيئات  $\text{CO}_2$  الناتجة من عملية التخمير الكحولي لكل جزيء من الجلوكوز: .....
- ب- أحدد أوجه التشابه والاختلاف بين عمليتي التخمير في كل من الخميرة وإحدى الخلايا العضلية: .....



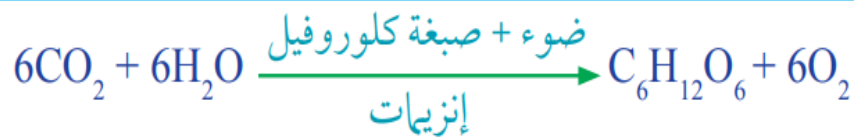
التخمير الكحولي	التخمير اللبني	وجه المقارنة
✓ بعض أنواع البكتيريا ✓ الفطريات	✓ الخلايا العضلية في الإنسان ✓ بكتيريا اللبن	الكائنات الحية
أسيتالدهيد	البيروفيت أو أحد مشتقاته	المستقبل النهائي للالكترونات
صناعة الخبز والمعجنات	صناعة اللبن والمخللات	الأهمية الاقتصادية

أكمل المخطط التالي:



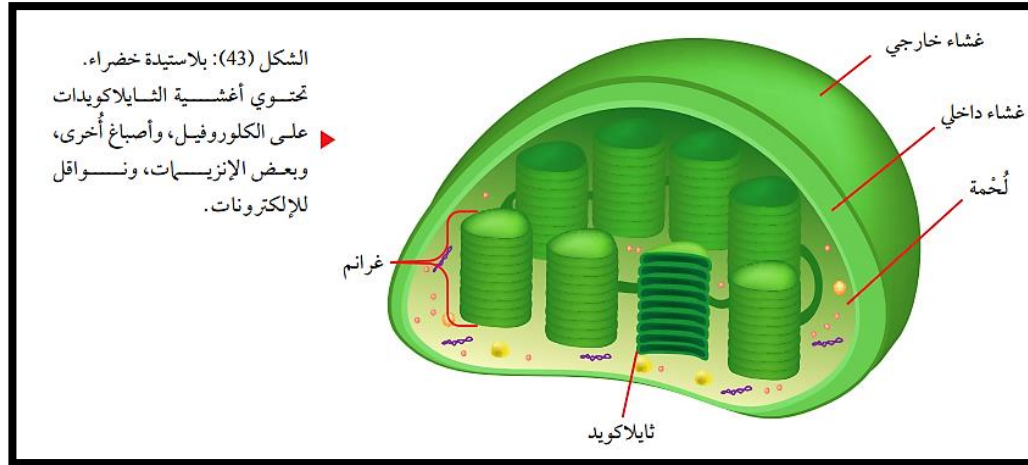
## البناء الضوئي

- تحدث في عملية البناء الضوئي سلسلة من التفاعلات، تشمل:
1. امتصاص الطاقة الضوئية، ثم تحويلها إلى طاقة كيميائية تُخزن في المركبات العضوية.
  2. يمكن تمثيل هذه العملية بالمعادلة الكيميائية الآتية:  
معادلة البناء الضوئي



3. تحدث عملية البناء الضوئي في البلاستيدات الخضراء.

**البلاستيدات الخضراء:** هي عضيات تحوي غشاءين (داخلي، وخارجي) يحيطان بالثايلاكويدات.  
**الثايلاكويدات:** هي مجموعة من الأكياس الغشائية على هيئة أقراص يترتب بعضها فوق بعض، وتسمى **الغرانا** (مفردها غرانم)، وتمتلئ الفراغات المحيطة بها بسائل كثيف يسمى **اللحمة**.



## النظامان الضوئيان الأول والثاني

➤ تحتوي أغشية الثايلاكويدات على نظامين ضوئيين هما:

✓ النظام الضوئي الأول PS I

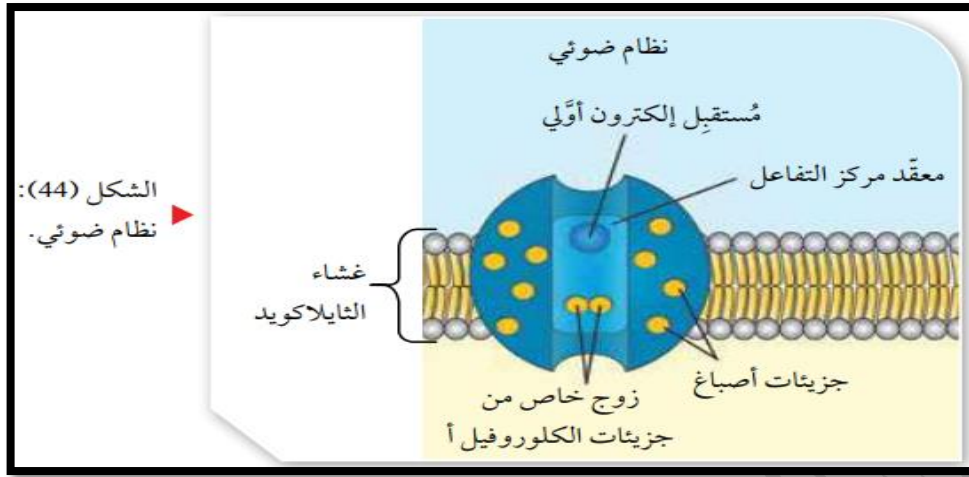
✓ والنظام الضوئي الثاني PS II.

## النظام الضوئي

➤ يتكون من **معقد مركز تفاعل** الذي يحتوي على **زوج خاص من الكلوروفيل أ**، ومستقبل إلكترون أولي، ويحاط معقد مركز التفاعل بأصبغ أخرى، مثل: **الكلوروفيل ب**، و**الكاروتين**.

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

➤ أما النظام الضوئي الثاني فيعرف بـ **P680**؛ لأن الكلوروفيل أ يمتص الضوء الذي طوله الموجي **680 نانومترا** بأقصى فاعلية.



الشكل (44):  
نظام ضوئي.

## عملية

## مراحل البناء الضوئي

➤ تمر عملية البناء الضوئي بمرحلتين، هما:

1. التفاعلات الضوئية التي تعتمد على الضوء، وتحدث في أغشية الثايلاكويدات.
2. التفاعلات التي لا تعتمد على الضوء تسمى أيضا حلقة كالفن وتحدث في اللحمة.

**أفكر!** لماذا يُطلق على مسار التفاعلات الضوئية الذي يشترك فيه النظام PSI والنظام PSII اسم التفاعلات اللاحقية؟

.....

.....

.....



## الربط بالفيزياء



### قانون حفظ الطاقة

وَفَقْماً لقانون حفظ الطاقة،  
فإنَّ الطاقة لا تفنى، ولا تُستحدث  
من العدم، لكنَّها تتحوَّل من  
صورة إلى أخرى.  
ألاحظ تحوُّلات الطاقة من  
طاقة ضوئية إلى طاقة تمتلكها  
الإلكترونات المستثارة، ومنها  
إلى طاقة كيميائية تُخترن في  
جزيئات ATP.

## التفاعلات الضوئية

تصنّف التفاعلات الضوئية إلى مسارين، هما:

1. مسار التفاعلات الضوئية اللاحقية.
2. مسار التفاعلات الضوئية الحلقية.

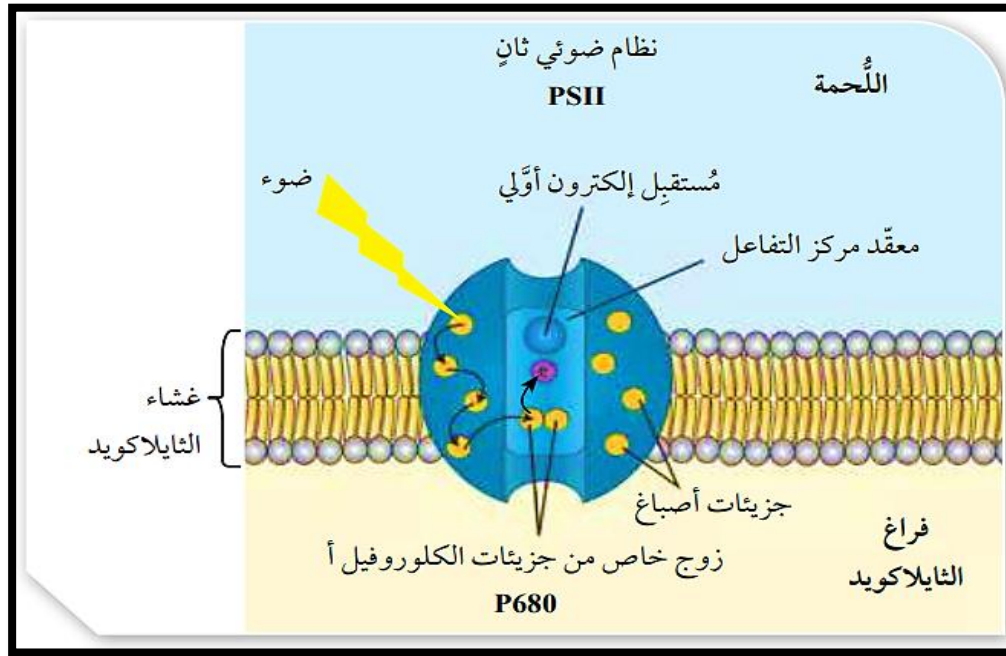
### 1. مسار التفاعلات الضوئية اللاحقية

يشارك النظام الضوئي الأول PSI و النظام الضوئي الثاني PSII في التفاعلات الضوئية اللاحقية.  
جزيئات الصبغة تمتص الطاقة الضوئية، تستخدمها في استثارة الإلكترونات في كل من النظامين.

### التفاعلات الضوئية اللاحقية :

1. تبدأ بامتصاص جزيء صبغة واحد في النظام الضوئي الثاني PSII الطاقة الضوئية.
2. فيستثار إلكترون فيه.
3. وينتقل إلى مستوى طاقة أعلى.
4. تمر هذه الطاقة من جزيء صبغة إلى آخر حتى تصل إلى زوج الكلوروفيل أ في معد مركز التفاعل الثاني P680.
5. فيستثار إلكترون فيه.

6. ونظرا إلى امتلاك زوج الكلوروفيل أ مقدرة خاصة على نقل الإلكترونات إلى جزيء مختلف؛ فإن هذا الإلكترون المستثار ينتقل إلى مستقبل الإلكترون الأولي في النظام الضوئي.



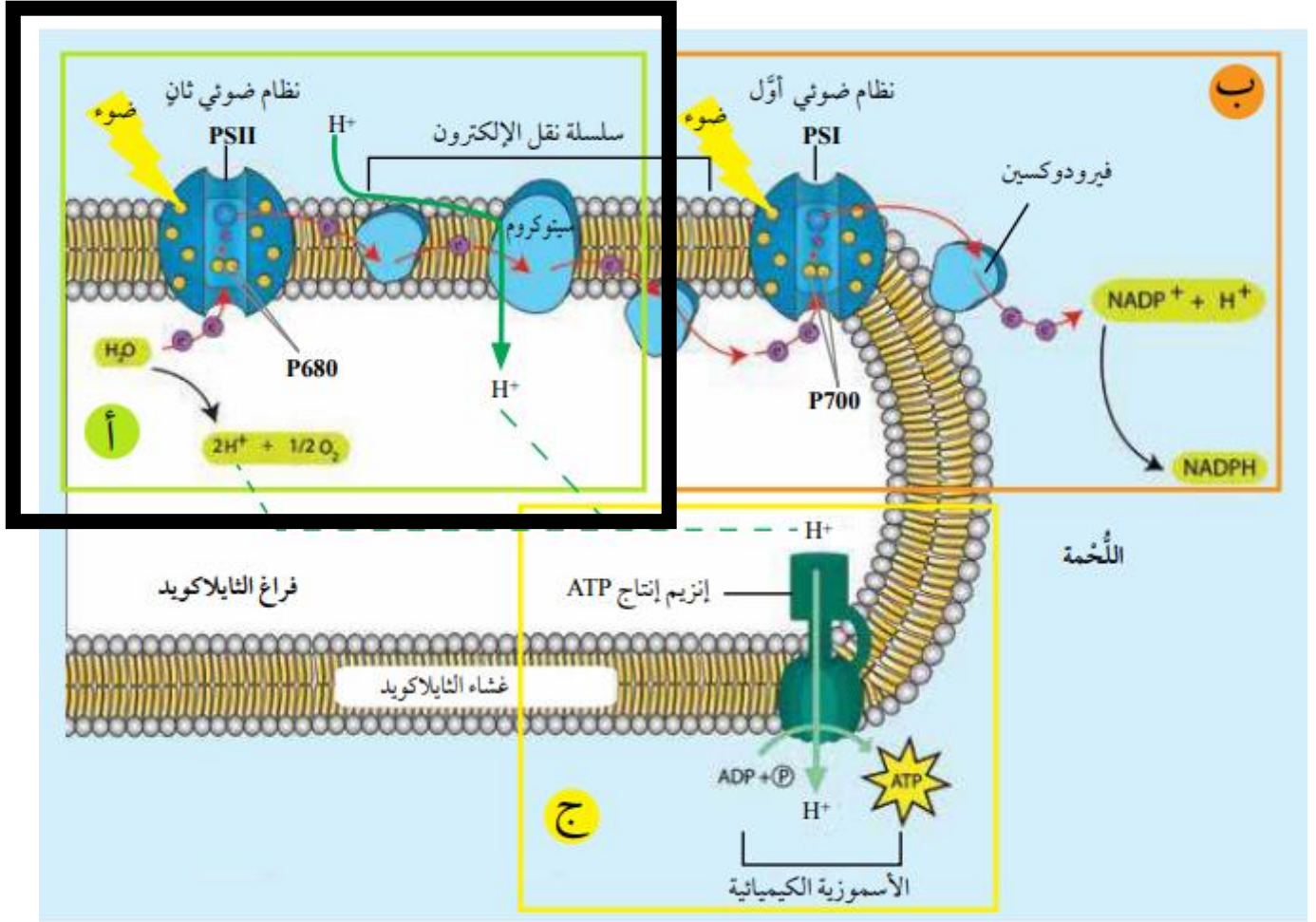
7. يعمل إنزيم على تحلل الماء في فراغ الثايلاكويد، وينتج من تحلل كل جزيء ماء:

- إلكترونان ( $2e^-$ )
- بروتونان ( $2H^+$ )
- وذرّة أكسجين ( $\frac{1}{2} O_2$ )

8. فنُعوّض الإلكترونات الناتجة من تحلل الماء الإلكترونات التي فقدتها زوج الكلوروفيل أ من معقد مركز التفاعل في PSII.



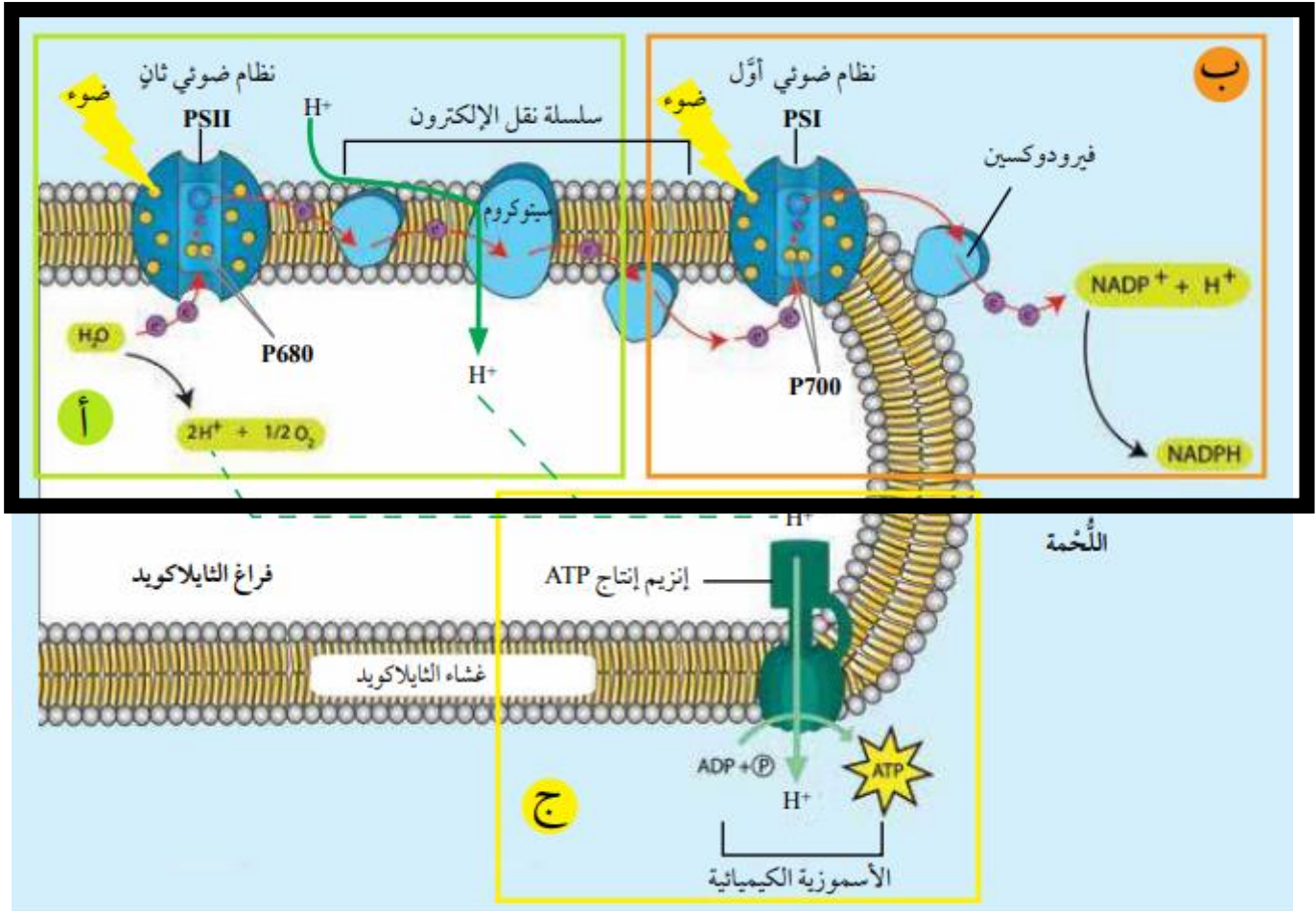
9. أما **ذرة الأكسجين** الناتجة من تحلل الماء، إنها تتحد مع ذرة أكسجين أخرى ناتجة من تحلل جزيء آخر من الماء فيتشكل جزيء أكسجين. (انظر للشكل أ)



10. تنطلق الإلكترونات من:

1. **مستقبل الإلكترون الأولي في النظام الضوئي الثاني إلى النظام الضوئي الأول** خلال سلسلة نقل الإلكترون التي تتكون من نواقل للإلكترونات، أهمها **السيتوكرومات**.

11. وفي أثناء انتقالها، تفقد هذه الإلكترونات جزءاً من طاقتها، ويستخدم هذا الجزء من الطاقة في نقل البروتونات ( $H^+$ ) من اللحمة إلى فراغ الثايلاكويد، فينتج فرق في تركيز البروتونات بين فراغ الثايلاكويد واللحمة. (انظر للشكل أ و ب)



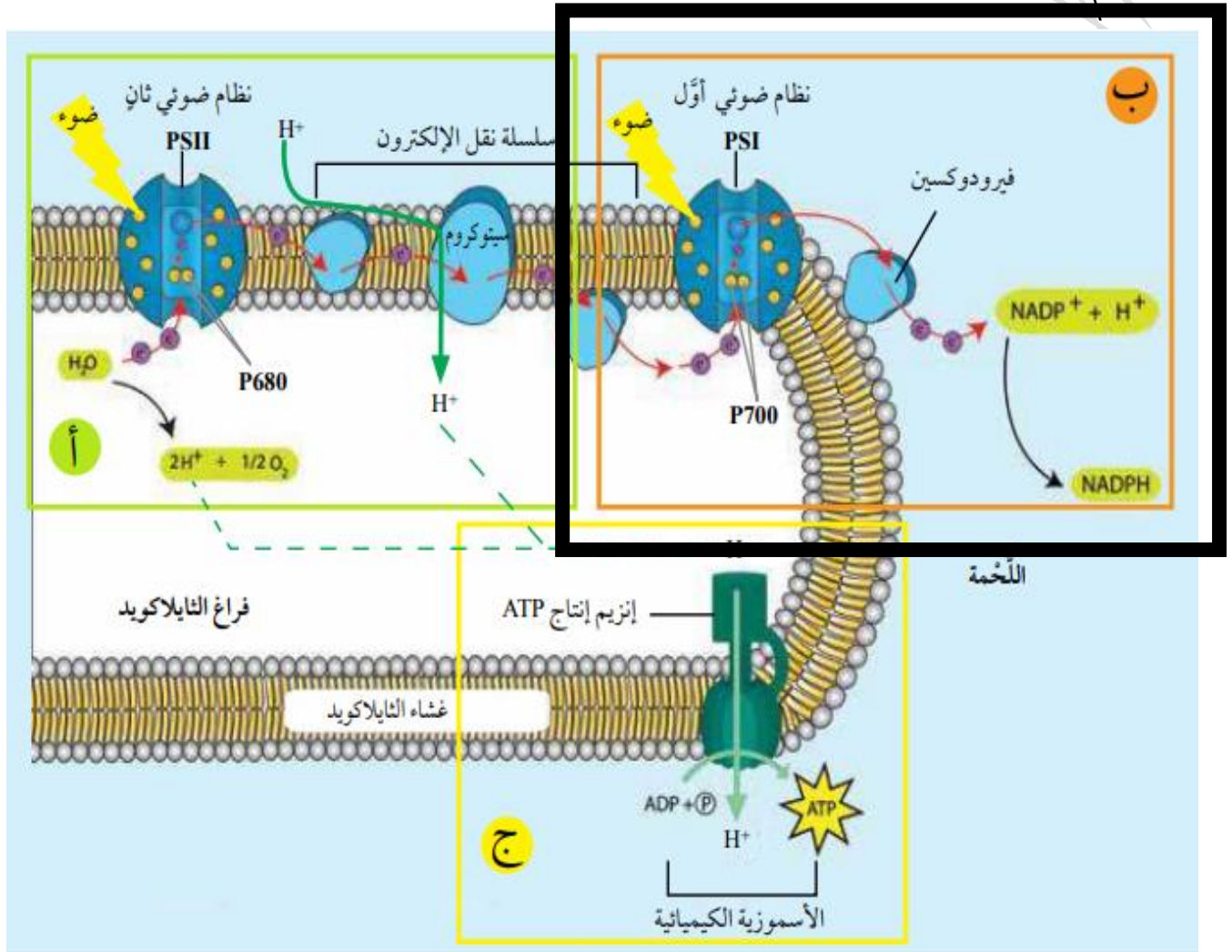
12. وبصورة مشابهة، يمتص جزيء صبغة واحد في النظام الضوئي الأول الطاقة الضوئية، فيستثار إلكترون فيه، وينتقل إلى مستوى طاقة أعلى.

13. تمرر هذه الطاقة من جزي صبغة إلى آخر حتى تصل الطاقة إلى زوج الكلوروفيل أ في معقد مركز التفاعل في النظام الضوئي الأول، فيستثار إلكترون فيه.

14. ونظراً إلى امتلاك زوج الكلوروفيل أ مقدرة خاصة على نقل الإلكترونات إلى جزيء مختلف؛ فإن هذا الإلكترون المستثار ينتقل إلى مستقبل الإلكترون الأولي في النظام الضوئي.

15. ثم تنتقل هذه الإلكترونات من مستقبل الإلكترون الأولي في هذا النظام (أي النظام الضوئي الأول) عبر سلسلة نقل إلكترون أخرى وبروتين فيرودوكسين، لتصل إلى:

( **مستقبل النهائي:** وهو  $NADP^+$  ) فيختزل باستخدام هذه الإلكترونات والبروتونات الموجودة في اللحمة إلى  $NADPH$ . (انظر للشكل ب)



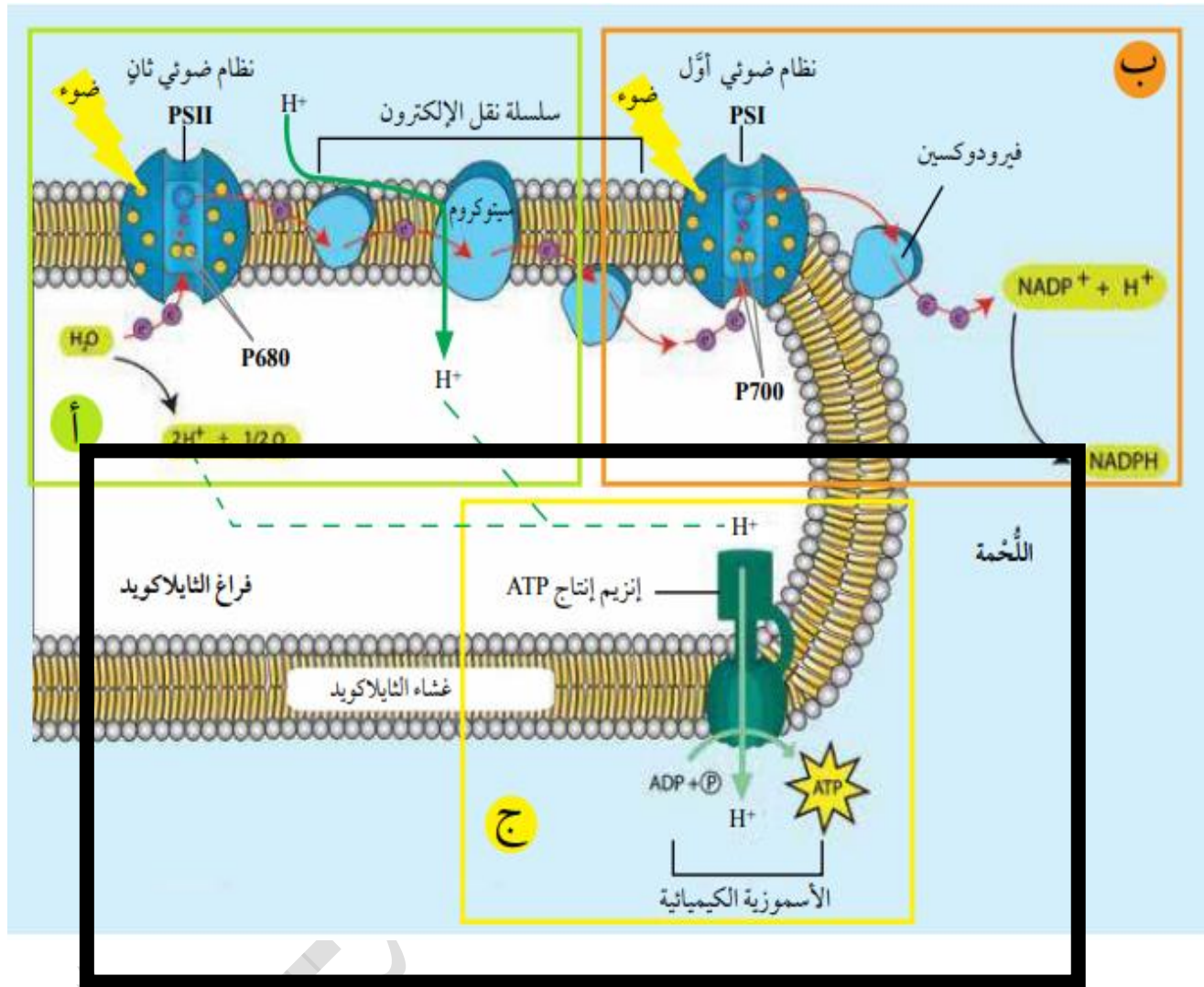
**16.** الإلكترونات المفقودة من زوج الكلوروفيل أ في النظام الضوئي الأول إلى مستقبل الإلكترون الأولي فيها تعوض عن طريق الإلكترونات التي انتقلت إليها من النظام الضوئي الثاني.



**17.** تعود البروتونات ( $H^+$ ) من فراغ الثايلاكويد إلى اللحمة نتيجة لفرق التركيز بينها عن طريق إنزيم إنتاج ATP في عملية الأسموزية الكيميائية، وتحدث في فسفرة جزيئات ADP إلى ATP.

**(انظر الشكل ج)**

**18.** نواتج التفاعلات الضوئية ATP و NADPH تُستخدم في حلقة كالفن لاحقاً.



## 2. مسار التفاعلات الضوئية الحلقية

تحدث التفاعلات الضوئية الحلقية في النظام الضوئي الأول فقط.

تحدث لإنتاج ATP

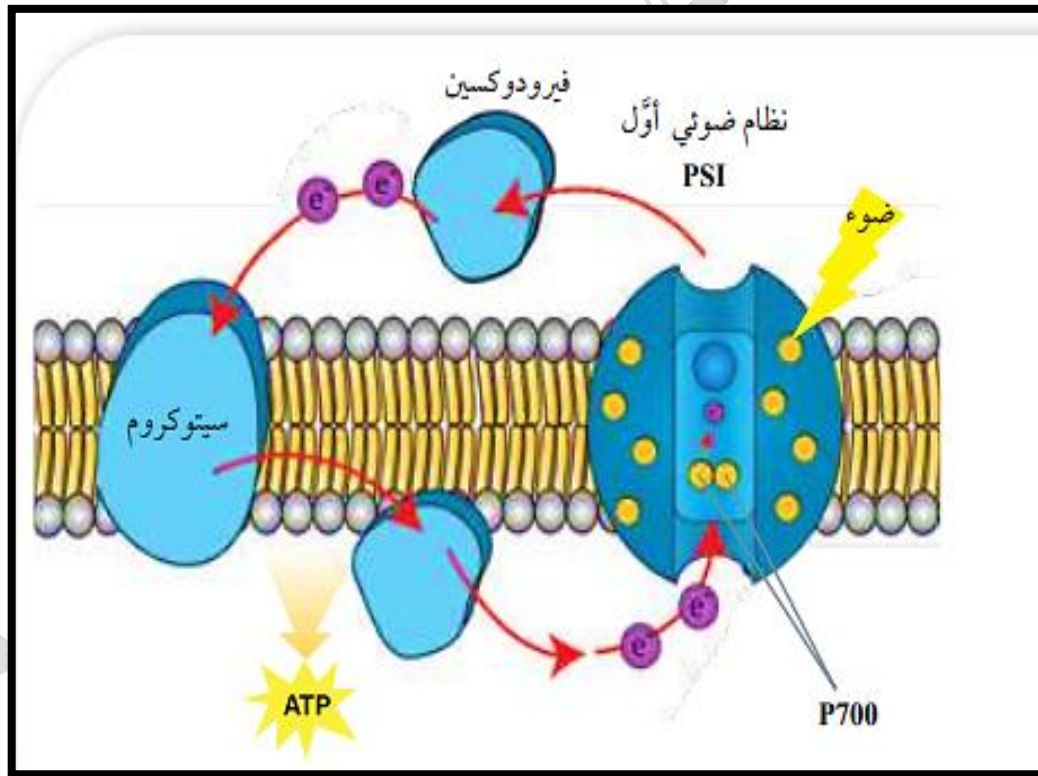
وفيها تسري الإلكترونات المستثارة بفعل الضوء من النظام الضوئي الأول P700 إلى مستقبل

الإلكترون الأولي، ثم إلى بروتين الفيروكسين، ثم تعود مرة أخرى عبر السيتركروم إلى

P700 في النظام الضوئي الأول الذي انطلقت منه. (لذا أطلق على هذه التفاعلات:

اسم التفاعلات الحلقية.

وهي تعمل فقط على إنتاج ATP الذي يستخدم في حلقة كالفن، أنظر الشكل.



## حلقة كالفن

تحدث تفاعلات حلقة كالفن في **اللحمة**؛ إذ تحتوي اللحمة على المواد والإنزيمات اللازمة لحدوثها.  
تمثل هذه المرحلة **مرحلة التصنيع** التي تستخدم فيها نواتج التفاعلات الضوئية **ATP** و **NADPH** لإنتاج مركبات عضوية.

تمر حلقة كالفن بثلاث مراحل هي:

1. مرحلة تثبيت الكربون.
2. ومرحلة الاختزال.
3. ومرحلة إعادة تكوين مستقبل ثاني أكسيد الكربون.

### 1. مرحلة تثبيت الكربون

- ربط إنزيم يسمى **روبيسكو** (3) جزيئات من  $CO_2$  بـ (3) جزيئات من مستقبل  $CO_2$  وهو السكر الخماسي **ريببولوز ثنائي الفوسفات RuBP**.
- فتنتج (3) جزيئات من مركب سداسي وسطي غير مستقر.
- لا يلبث أن ينشطر كل منها إلى جزيئين من مركب ثلاثي الكربون يسمى حمض الغليسرين أحادي الفوسفات **PGA**.
- يطلق على عملية ربط  $CO_2$  بالسكر الخماسي اسم **تثبيت الكربون**.

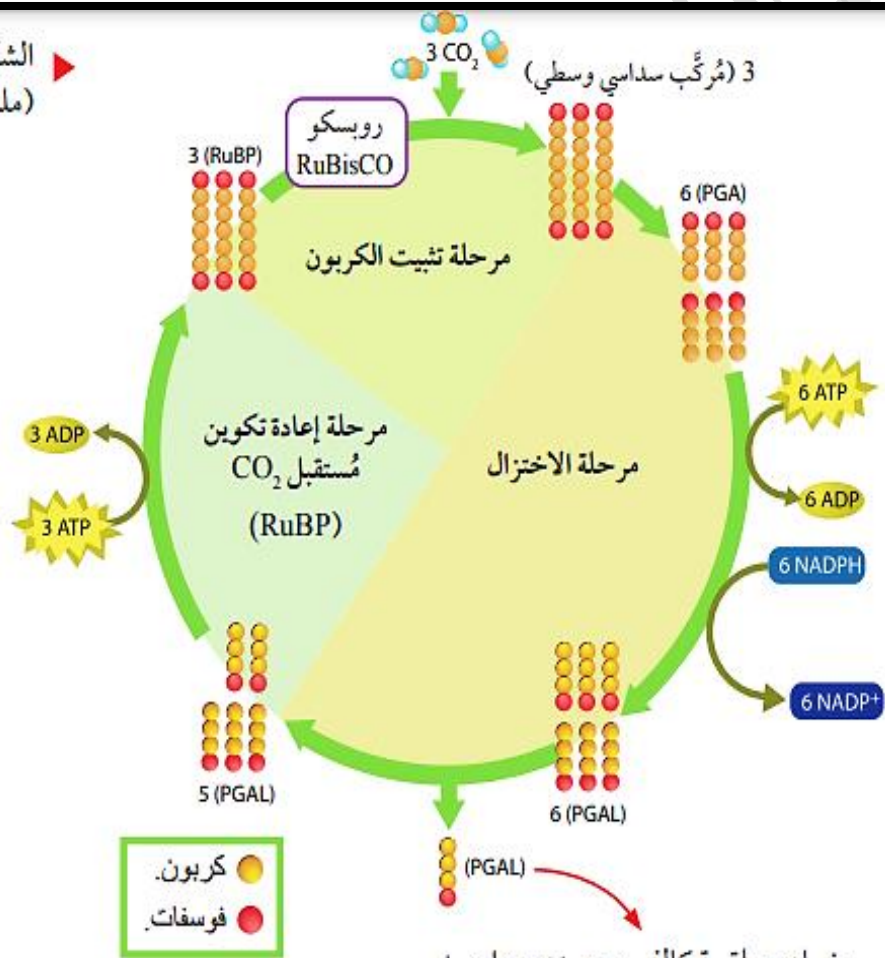
### 2. مرحلة الاختزال

- في هذه المرحلة يختزل كل جزيء من حمض الغليسرين أحادي الفوسفات **PGA** إلى غليسريد ألدهيد أحادي الفوسفات **Phosphoglyceraldehyde (PGAL)** باستخدام:
- طاقة (6) جزيئات **ATP** و (6) جزيئات **NADPH**، فيكون الناتج (6) جزيئات غليسريد ألدهيد أحادي الفوسفات **PGAL**.
- يغادر حلقة كالفن جزيء واحد من **PGAL** لبناء مركبات عضوية مثل الغلوكوز.

### 3- مرحلة إعادة تكوين مستقبل $CO_2$ (ريبيلوز)

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

الشكل (48): حلقة كالفن.  
(ملخص لثلاث دورات منها).



يغادر حلقة كالفن جزيء واحد من PGAL لبناء مركبات عضوية مثل الغلوكوز.

## تلخيص للتفاعلات الضوئية وحلقة كالفن:

### ➤ التفاعلات الضوئية (تعتمد على الضوء):

- ✓ تستخدم فيها الطاقة الضوئية.
- ✓ يستهلك الماء.
- ✓ يتحلل كل جزيء من الماء إلى  $2H^+$  و  $2e^-$  و  $\frac{1}{2} O_2$
- ✓ ينتج  $O_2$ .

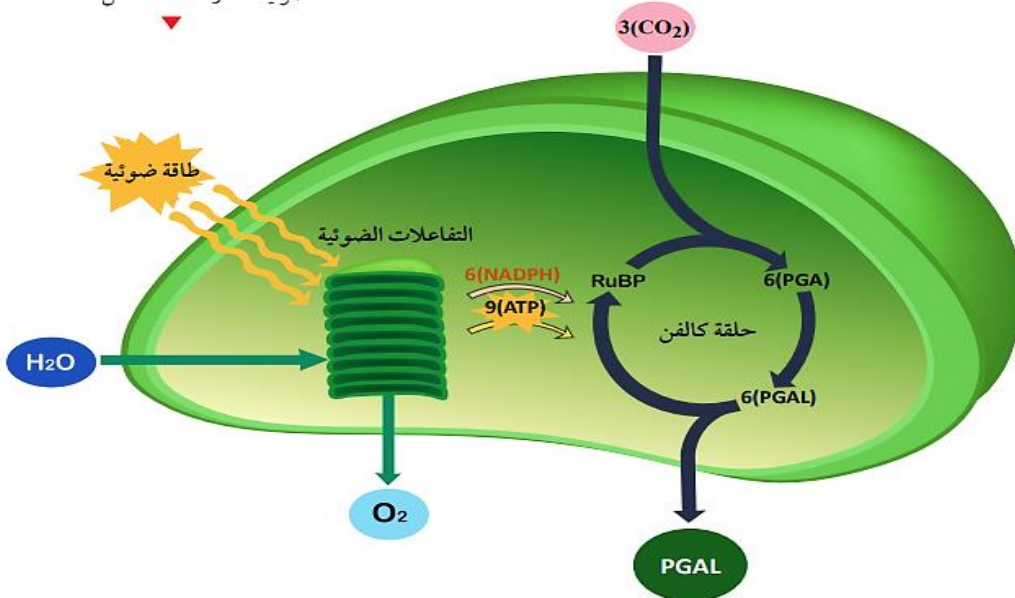
### ➤ التفاعلات الضوئية ( لا تعتمد على الضوء):

لإنتاج جزيء PGAL يغادر حلقة كالفن:

- ✓ تستهلك 3 جزيئات  $CO_2$
- ✓ تستهلك 9 جزيئات ATP
- ✓ تستهلك 6 جزيئات NADPH
- ✓ لإنتاج جزيء غلوكوز: يتحد 2 جزيء من PGAL.



الشكل (49): مُلخّص التفاعلات  
الضوئية، وحلقة كالفن.



### مثال

إذا كان عدد جزيئات ATP المُستهلكة في أثناء تفاعلات حلقة كالفن هو (36) جزيئاً، فأجيب عن الأسئلة الآتية:

- 1- كم عدد جزيئات PGAL النهائية الناتجة (التي ستعادر حلقة كالفن)؟
- 2- كم عدد جزيئات NADPH المُستهلكة؟
- 3- كم عدد جزيئات الغلوكوز الناتجة؟

المعطيات:

عدد جزيئات ATP المُستهلكة في حلقة كالفن هو (36) جزيئاً.

الحل:

- 1- تُستهلك (9) جزيئات ATP لإنتاج جزيء PGAL يغادر حلقة كالفن. إذن، إذا استُهلك (36) جزيئاً من ATP فسيُنتج (4) جزيئات PGAL نهائية.
- 2- تُستهلك (6) جزيئات من NADPH لإنتاج جزيء PGAL يغادر حلقة كالفن. إذن، عدد جزيئات NADPH المُستهلكة لإنتاج (4) جزيئات PGAL:  $6 \times 4 = 24$  جزيئاً.
- 3- ينتج جزيء واحد من الغلوكوز من اتحاد جزيئين من PGAL. إذن، عدد جزيئات الغلوكوز الناتجة من (4) جزيئات PGAL:  $\frac{4}{2} = 2$  جزيئاً.

اج جزئي واحد  
ه. التفاعلات.

زات الكربون في

### البناء الضوئي الصناعي Artificial Photosynthesis

للحدّ من المشكلات البيئية الناجمة عن استخدام الوقود الأحفوري، مثل: التغيّر المناخي، وظاهرة الاحتباس الحراري Global Warming التي سببها انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون، وتوفير ما يلزم من موارد البيئة عالمياً؛ تتوالى جهود العلماء لإيجاد تقنيات رخيصة ونظيفة تحاكي عملية البناء الضوئي صناعياً، مثل: تصنيع ورقة نبات صناعية يُمكنها امتصاص الطاقة الشمسية، وتحليل الماء لإنتاج الهيدروجين واستخدامه وقوداً، أو استخدامه في إنتاج أنواع وقود أخرى مُتجدّدة وآمنة ومستدامة، وإنتاج الغذاء والأسمدة والأدوية بكفاءة أكبر من كفاءة طاقة الكتلة الحيوية لأوراق النباتات.

## مسائل حسابية (التنفس الهوائي)

**سؤال 1.** إذا علمت أنه تم إنتاج 12 جزيئا من NADH خلال حلقة كربس:

- أ. كم عدد جزيئات  $FADH_2$  الناتجة من تفكك الجلوكوز.
- ب. كم عدد جزيئات  $H_2O$  الناتجة من تفكك الجلوكوز.
- ج. كمية الطاقة الغير مباشرة الناتجة من جزيئات NADH في مرحلة تحويل البيروفيت إلى أستيل مرافق إنزيم أ
- د. كمية الطاقة الناتجة خلال حلقة كربس
- هـ. عدد جزيئات NADPH المستهلكة خلال كالفن

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**سؤال 2.** ما هي نواتج التحلل الغلايكولي.

.....

.....

**سؤال 3.** ما هي نواتج التحلل الغلايكولي عند تحلل 4 غلوكوز

.....

.....

**سؤال 4.** في مرحلة تحويل البيروفيت إلى أستيل مرافق إنزيم أ

1. ماهي نواتج هذه المرحلة عند تحلل 4 بيروفيت.

2. ماهي نواتج هذه المرحلة عند تحلل 4 غلوكوز.

.....

.....

.....

.....

**سؤال 5.** في حلقة كربس:

1. ماهي نواتج هذه المرحلة عند تحليل 3 بيروفيت
2. ماهي نواتج هذه المرحلة عند تحليل 3 من الجلوكوز.

.....

.....

.....

.....

**سؤال 6.** إذا علمت أنه تم إنتاج 8 جزيئات  $CO_2$  في مرحلة تحويل بيروفيت إلى أستيل مرافق إنزيم أ.

1. عدد جزيئات الجلوكوز المتفككة.
2. عدد جزيئات ATP المستهلكة خلال حلقة كالفن.
3. عدد جزيئات  $O_2$  المتصاعدة للجو كناتج نهائي من عملية البناء الضوئي.
4. عدد جزيئات  $O_2$  المستهلكة خلال التنفس الخلوي الهوائي.
5. كمية الطاقة الكلية المباشرة والغير مباشرة من مرحلة التحلل الغلايكولي.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**مسائل حسابية (حلقة كالفن)**

**سؤال 1.** كم عدد جزيئات PGAL الناتجة بشكل نهائي من حلقة كالفن إذا نتجت 6NADPH خلال هذا المسار.

- أ. 1      ب. 2      ج. 3      د. 4

**سؤال 2.** إذا نتج 3 جزيئات PGAL عن حلقة كالفن فإن عدد جزيئات  $CO_2$  المثبتة هي:

- أ. 4      ب. 6      ج. 9      د. 18

**سؤال 3.** إذا تصاعد 12 جزيء من  $O_2$  خلال التفاعلات الضوئية في البناء الضوئي فكم عدد جزيئات  $CO_2$  التي يتم تثبيتها في التفاعلات اللاضوئية:

- أ. 12      ب. 10      ج. 8      د. 6

**سؤال 4.** إذا تم إنتاج 10 جزيئات من PGAL كنتاج نهائي من حلقة كالفن فإنه يتم استهلاك:

أ.  $15 CO_2 / 45 ATP$

ب.  $90 CO_2 / 15 ATP$

ج.  $30 CO_2 / 90 ATP$

د.  $30 CO_2 / 60 ATP$

**سؤال 5.** أي الآتية يلزم لإنتاج جزيء واحد غلوكوز من حلقة كالفن:

- أ. 4 PGAL      ب.  $9 CO_2$       ج. 12 NADPH      د. 29 ATP

**سؤال 6.** ما المركب الذي يختزله NADPH في حلقة كالفن:

أ. حمض غليسرين أحادي الفوسفات

ب. سكر غليسرين ثنائي الفوسفات

ج. جلسرالدهايد أحادي الفوسفات

د. رايبولوز ثنائي الفوسفات

**سؤال 7.** من خلال دراستك لموضوع تدفق الطاقة إذا علمت بأنه تم إنتاج 6PGAL خلال عملية البناء الضوئي ثم استهلاكها. احسب ما يلي:

1. عدد جزيئات  $H_2O$  المنشطرة خلال المسار الإلكتروني اللاحقي من التفاعلات الضوئية.

2. عدد جزيئات الماء الناتجة من تفكك جزيئات الغلوكوز بشكل تام:

3. عدد جزيئات  $O_2$  المتصاعد للجو كنتاج نهائي خلال التفاعلات الضوئية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. عدد جزيئات ATP الغير مباشرة الناتجة خلال مرحلة تحويل بيروفيت إلى أستيل مرافق انزيم أ.  
سؤال 8. كم عدد جزيئات CO<sub>2</sub> المثبتة في حلقة كالفن إذا نتج 54 جزيء من ATP من التفاعلات الضوئية.

د. 27

ج. 18

ب. 12

أ. 10

سؤال 9. إذا كان العدد الكلي لجزيئات PGAL في مرحلة الاختزال هو 36 جزيئا. احسب ما يلي:

1. عدد جزيئات CO<sub>2</sub> التي تم تثبيتها في الحلقة

2. عدد جزيئات ATP لإعادة تصنيع رايبولوز ثنائي الفوسفات

3. عدد جزيئات H<sub>2</sub>O المنشطرة في المسار اللاحقي.

4. عدد جزيئات NADPH التي تم استهلاكها.

5. عدد جزيئات الغلوكوز التي تم إنتاجها.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال 10. في حلقة كالفن تم إنتاج 3 جزيئات غلوكوز. احسب ما يلي:

1. جزيئات PGAL الكلية الناتجة.

2. كم عدد جزيئات NADPH و CO<sub>2</sub> المستهلكة

3. عدد جزيئات ATP التي تم استهلاكها لإنتاج حمض غليسرين أحادي الفوسفات.

4. عدد جزيئات H<sub>2</sub>O التي تم تحليلها في المسار اللاحقي.

5. المستقبل النهائي للإلكترونات في الحلقة

.....

.....

.....

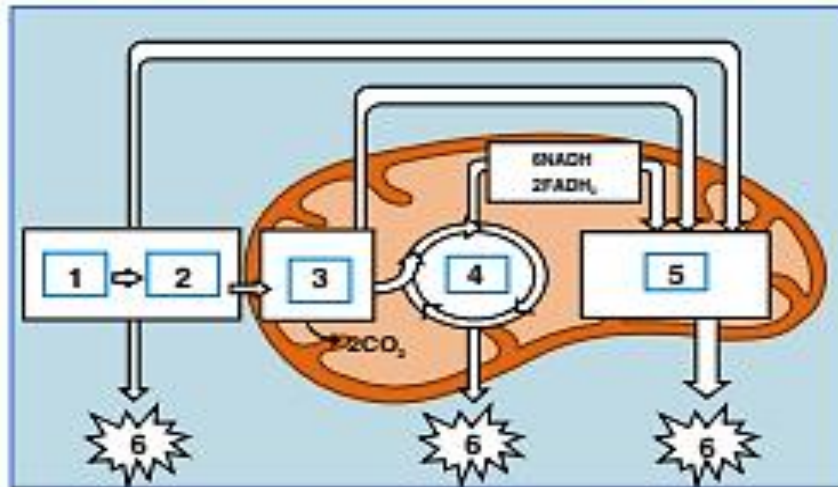
.....



مراجعة الفرض

١. الفكرة الرئيسة: ما المقصود بعمليات الأيض؟

2. أدرس الشكل الآتي الذي يُبين مراحل التنفس الخلوي، ثم أجب عن السؤالين التاليين:



آ. أكتب ما يشير إليه كل رقم من الأرقام (6-1) في الشكل، مُستخدِماً المفاهيم الآتية:

جزيتا بيروقت، فطره تأكسدية، غلو كوز، ATP، دورتان من حلقة كريس، جزيتا أسيل مرافق إنزيم - أ.

ب. ما عدد جزيئات ATP الكلية الناتجة من أكسدة جزيء واحد من الفلوكوروز؟

3. في أي مراحل عملية البناء الضوئي يحدث كل مما يأتي:

آ. ٹیٹ  $\text{CO}_2$

ب. تحلیل  $H_2O$

جد: اختزال حمض الغليسرين أحادي الفوسفات (PGA) إلى غليسر ألدهيد أحادي الفوسفات (PGAL).

د. إنتاج ATP

4. أ. ما مستقبل الإلكترونيات النهائي في كلِّ مقايئها:

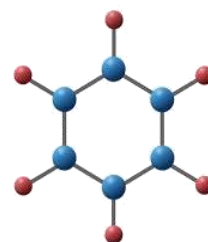
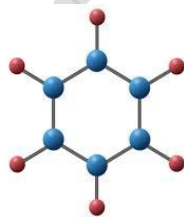
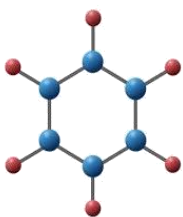
١. ملئ نقل الإلكترون في عملية التنفس الهوائي.

2. عملية التنفس اللاهوائي لبكتيريا اختزال الكبريتات.

ب. أذكر اسم المُرْتَب الناتج من كل منهما.



الوحدة الثانية  
الدرس الأول  
دورة الخلية وتصنيع البروتينات



كتاب العلوم الحياتية



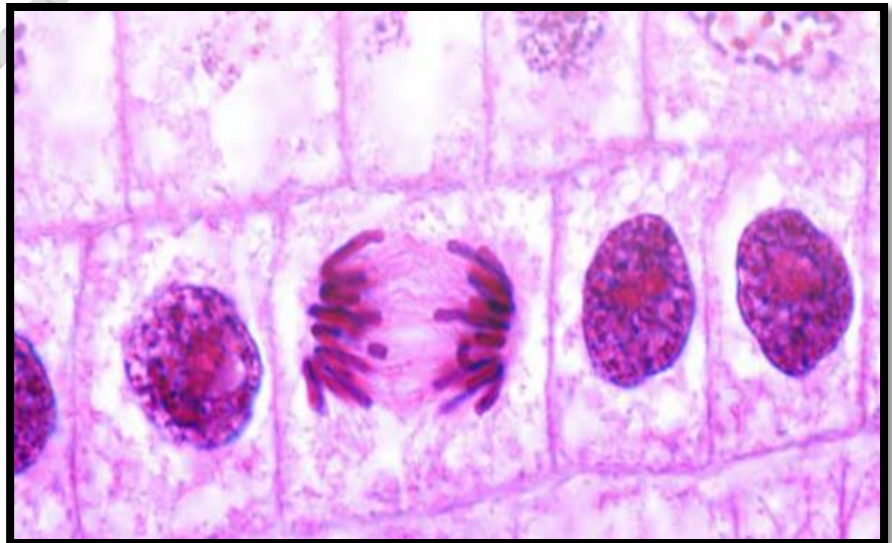
## دورة الخلية

- لكل كائن حي على سطح الأرض دورة حياة وكذلك الخلايا المكونة لهذه الكائنات.
- **دورة الخلية:** دورة تبدأ منذ تكوّن الخلية نتيجة انقسام خلية ما وتنتهي عند انقسامها هي نفسها مكونة خليتين جديديتين.
- إذ إن لكل خلية دورة حياة تمر بها.
- تختلف الخلايا تختلف الخلايا في ما بينها من حيث: **مدة الدورة لكل منها** ويعتمد ذلك على عوامل مختلفة منها:
  1. نوع الخلية.
  2. الظروف التي تحيط بها.
- فمثلاً** تنقسم **خلية قمة نامية في جذر بصل** كل 20 ساعة تقريباً في حين تنقسم خلية طلائية في **الأمعاء الدقيقة للإنسان** كل (10-12) ساعة.

## مراحل دورة الخلية

- تمر دورة الخلية في **الكائنات حقيقية النوى** بمرحلتين رئيسيتين هما:
  1. المرحله البيئية
  2. مرحله الانقسام الخلوي
- وتحوي كل مرحلة منهما أطواراً عدة.

بعض مراحل  
دورة الخلية في  
خلايا قمة نامية  
لجذر البصل



## المرحلة البينية

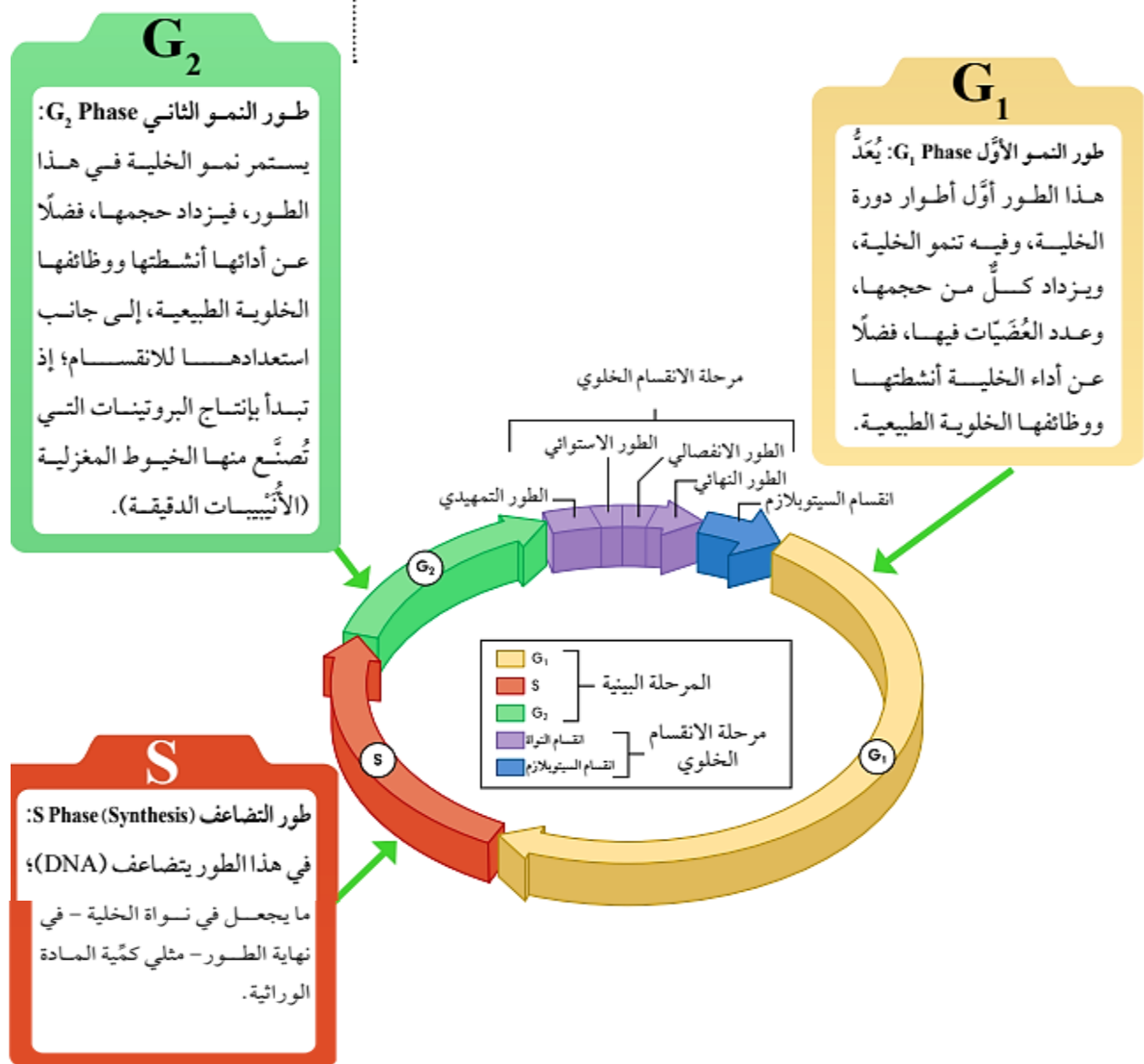
➤ تمثل غالباً ما نسبته 90% من دورة الخلية، إذ تنمو في أثنائها الخلية، ويتضاعف عدد الكروكوسومات تمهيداً للانقسام الخلوي.

➤ تتكون من أطوار عدّة هي:

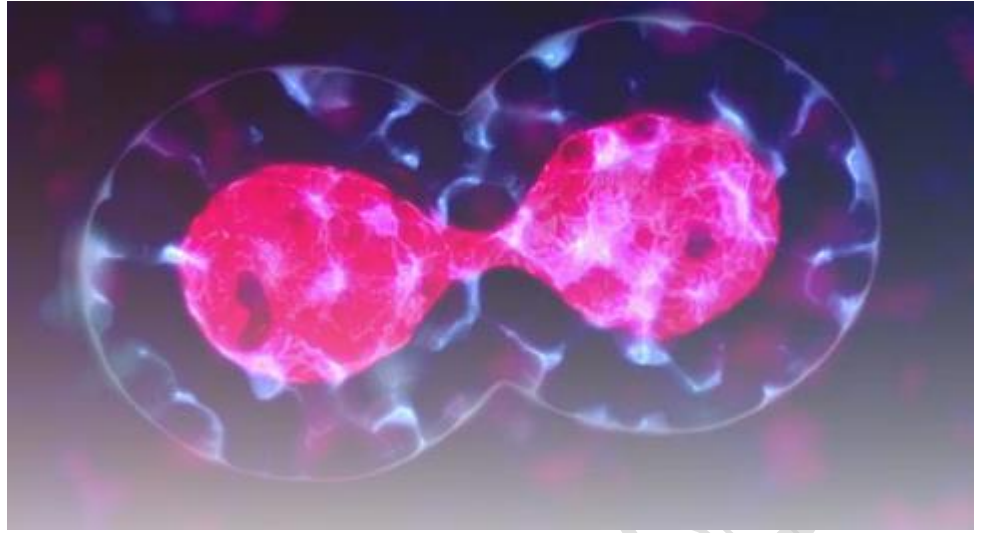
1.  $G_1$  طور النمو الأول

2. S طور التضاعف

3.  $G_2$  طور النمو الثاني



انقسام السيتوبلازم بعد انقسام  
النواة



## مرحلة الانقسام الخلوي (M Phase)

➤ تبدأ هذه المرحلة بعد طور النمو الثاني، ويحدث فيها:

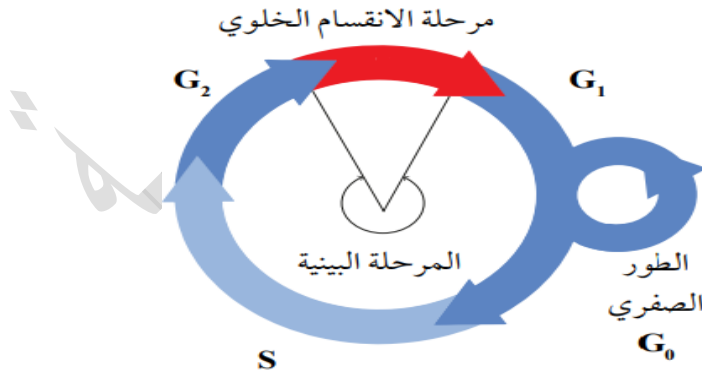
### انقسام السيتوبلازم:

- ويختلف هذا الانقسام في الخلايا النباتية عنه في الخلايا الحيوانية.

### انقسام النواة:

- أي انقسام نواة الخلية إلى نواتين متماثلتين.
- وهو ما يحدث في جميع الخلايا حقيقية النوى.

➤ مراحل الإنقسام الخلوي هي:



الشكل (4): خروج الخلية من دورة  
الخلية، ودخولها الطور الصفري.

## الطور الصفري $G_0$

- **تختلف** الخلايا بعضها عن بعض من حيث النشاط في الانقسام ومنها:
  1. ما يكون نشيطا ويكمل دوره الخلية كامله **مثال**: الخلايا الطلائية المبطنة للقناة الهضمية.
  2. ومنها ما يدخل في طور السكون يسمى **الطور الصفري  $G_0$**  تخرج الخلية من طور  $G_1$  إلى هذا الطور في حال غياب الإشارات الخلوية التي تحفظ الخلية على الإستمرار في الدورة. **مثال** على الخلايا التي تدخل طور  $G_0$  الخلايا العضلية والخلايا العصبية.
- تقوم الخلية في الطور الصفري بجميع وظائفها وأنشطتها باستثناء الأنشطة التي تهيئها للانقسام.
- علما بأن بعض الخلايا لا تغادر هذا الطور بعد دخولها فيه.
- وهناك لخلايا أخرى تتمكن من العودة الى طور  $G_1$  وإكمال دورة الخلية على تحفيزها بالإشارات الخلوية المناسبة، ومن **الأمثلة** على هذه الخلايا **خلايا الكبد**.

## تنظيم دورة الخلية

- **الإشارات الخلوية**: هي مجموعة من المواد الكيميائية تعمل على تنظيم دورة الخلية، وهي معظمها بروتينات وهي تصنف حسب مصدرها:
  1. الإشارات داخلية
  2. الإشارات خارجية
- يعمل العلماء على تحديد المسارات التي تربط الإشارات الخلوية الخارجية في الداخلية منها.
- علما بأن آلية تنظيم دورة الخلية والإشارات الخلوية التي تسهم في ذلك **متشابهة** في معظم الخلايا حقيقية النوى.
- **فمثلا** بعض البروتينات التي تتحكم في دورة خلية لنوع من الكائنات الحية حقيقية النوى يمكنها أيضا التحكم في تنظيم دورة الخلية لنوع آخر من هذه الكائنات.

➤ تصنف هذه الإشارات **بحسب آلية عملها** إلى ثلاثة أنواع هي:

1. إشارات التقدم

2. إشارات التوقف

3. إشارات تسبب الموت المبرمج للخلية

➤ **إشارات التقدم:**

تحفز إنتقال الخلية إلى المرحلة اللاحقة أو الطور اللاحق.

➤ **إشارات التوقف:**

تعمل على بقاء الخلية في الطور وعدم انتقالها الى الطور الذي يليه.

➤ **إشارات تسبب الموت المبرمج للخلية:**

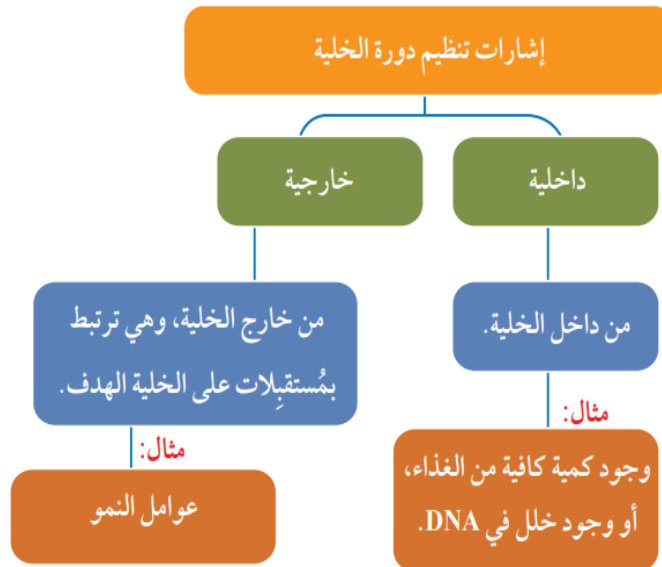
بتنشيطها جينات تسهم في إنتاج إنزيمات تحطم مكونات في الخلية ما يؤدي إلى موتها.

**سؤال فكري:** لماذا لا تستجيب بعض الخلايا للإشارات الخارجية:

.....

.....

الشكل (5): إشارات تنظيم دورة الخلية.



## نقاط المراقبة

- تنظم الإشارات الخلوية دورة الخلية في نقاط محددة تسمى كل منها نقطة مراقبة.
- توجد نقاط مراقبه عديده ولكن نقاط المراقبة هذه هي الرئيسة منها:

1.  $G_1$

2.  $G_2$

3.  $M$

- تعد **نقطة مراقبة  $G_1$**  أهم نقاط المراقبة:

➤ ذلك أن الخلية في الطور  $G_1$  تستقبل إشارات خلوية داخلية وخارجية تحدد معا الوقت المناسب لدخول الخلية طور التضاعف.

➤ وإذا لم تستقبل الخلية في نقطة المراقبة هذه **إشارة تقدم** فقد لا تكمل الخلية بقية الأطوار وتخرج من دورتها إلى الطور الصفري.

- **نقطة المراقبة  $G_2$**

➤ فيها يتحقق من: 1. انتهاء تضاعف DNA في طور التضاعف

2. ومن عدم وجود أخطاء في جزيء DNA الناتج من عملية تضاعف DNA.

3. وفي حال وجود خطأ ما فإن دورة الخلية تتوقف عند نقطه المراقبه  $G_2$

4. ما يتيح للخلية تصحيح الخطأ

5. أو يؤدي إلى موتها المبرمج إن لم تستطع ذلك.

➤ يسهم **الموت المبرمج** في منع دخول الخلايا غير الطبيعية مرحلة الانقسام وازدياد أعدادها.

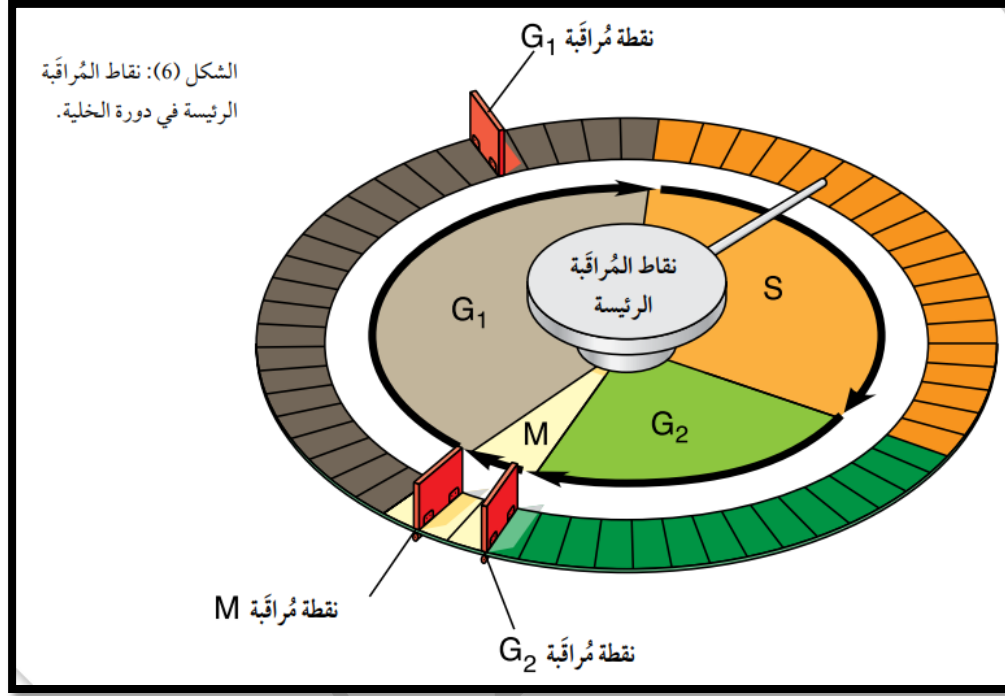
- **نقطة المراقبة  $M$**

➤ تعمل ما بين الطور الاستوائي والطور الانفصالي.

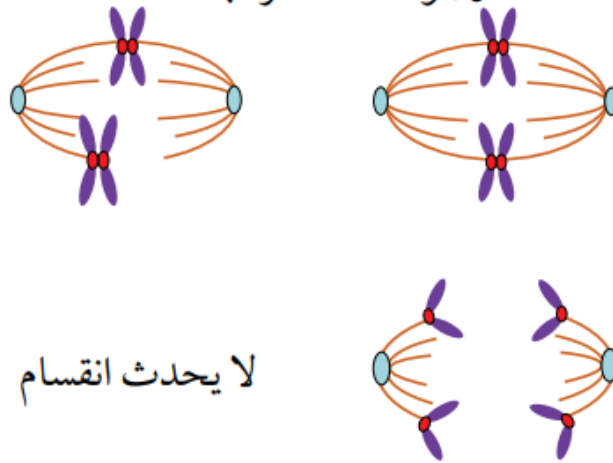
➤ وفيها يتحقق من ارتباط الكروماتيدات الشقيقه بالخيوط المغزلية.

➤ وفي حال كانت بعض الكروماتيدات غير مرتبطة بالخيوط المغزليه فإن الخلية تتوقف عن عملية الانقسام حتى ترتبط جميع الكروماتيدات بالخيوط المغزليه.

**سؤال فكري:** ما الأخطاء التي يحتمل ظهورها إذا اختفت نقطة المراقبة  $G_2$ :

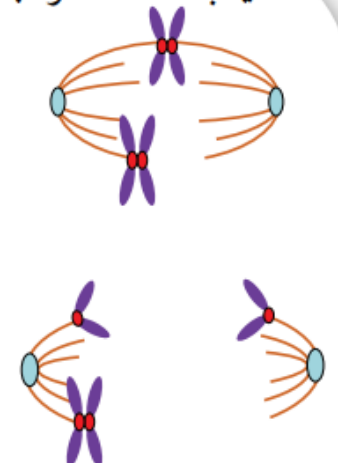


وجود نقطة المراقبة M



لا يحدث انقسام

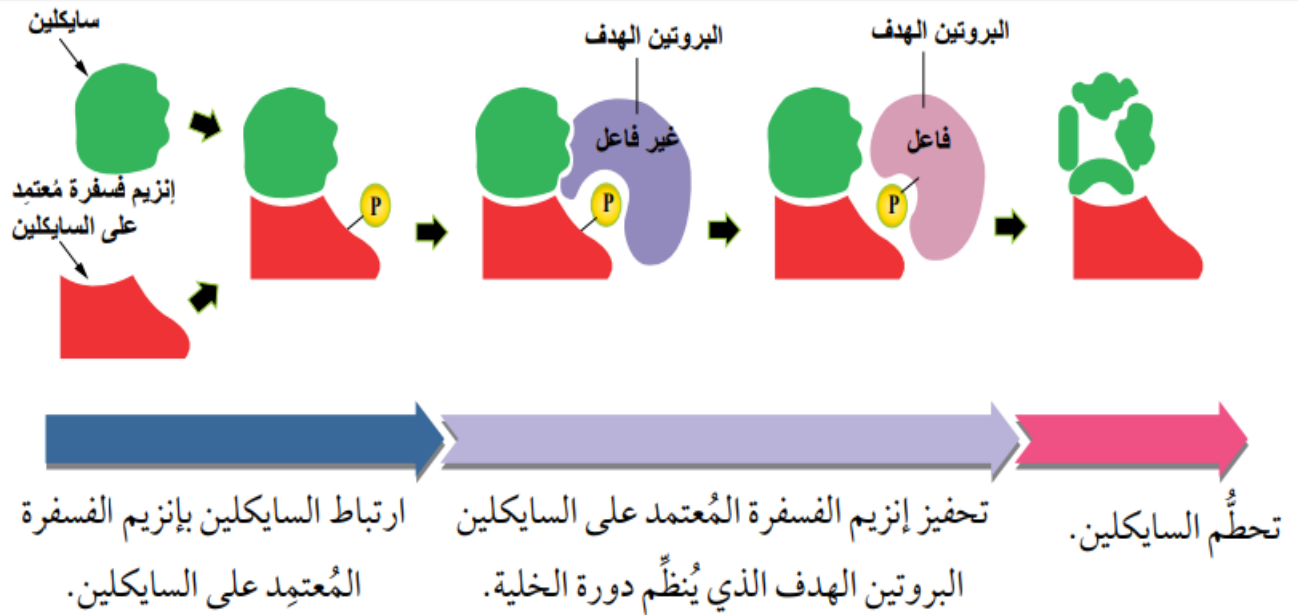
غياب نقطة المراقبة M





## السايكليينات

- مجموعه من البروتينات توجد في بعض الخلايا حقيقيه النواه وتصنع في اثناء دوره الخليه وتحطم من خلالها سريعا.
- وهي تصنف إلى أربعة أنواع رئيسه.
- تؤدي السايكليين دورا في تنظيم دوره الخليه بتحفيزها انزيمات تسمى انزيمات الفسفرة المعتمده على السايكليين
- آلية عمل هذه الإنزيمات: بتعمل هذه الانزيمات بعد ارتباطها بالسايكليين على اضافته مجموعه فوسفات الى البروتين الهدف في عمليه تسمى الفسفرة.
- وقد تؤدي فسفرة البروتينات الى تحفيزها وتثبيطها بحسب حاجه الخليه.
- تتمثل اهميه ارتباط السايكليين بانزيم الفسفره المعتمد على السايكليين في أمرين رئيسيين هما:
  1. تحفيز الانزيم
  2. وارشاده الى البروتينات الهدف الذي يعمل على فسفرتها



## أسئلة تقويمية

1. يتضاعف الحمض النووي في مرحلة \_\_\_\_\_ :  
أ. مرحلة G2      ب. مرحلة M      ج. مرحلة S      د. لا شيء مما ذكر
2. تشير حالة \_\_\_\_\_ خروج الخلايا من دورة الخلية .  
أ. G2      ب. G0      ج. S      د. G1
3. الطور الذي فيه الخلية لا تؤدي الأنشطة التي تهيئها للانقسام هو \_\_\_\_\_ :  
أ. مرحلة G2      ب. مرحلة G0      ج. مرحلة S      د. مرحلة G1
4. في حال وجود خطأ في أثناء تضاعف DNA فإن الخلية \_\_\_\_\_ :  
أ. تتوقف عند نقطة المراقبة G0      ب. تستمر بالانقسام عند نقطة المراقبة G0  
ج. تتوقف عند نقطة المراقبة G2      د. تستمر بالانقسام عند نقطة المراقبة G1
5. السايكلينات توجد في \_\_\_\_\_ :  
أ. النباتات      ب. حقيقية النواة      ج. البكتيريا      د. (أ+ب)
6. Cdk هي \_\_\_\_\_ :  
أ. انزيم بادئ RNA      ب. انزيم فسفرة معتمد على السايكلينات  
ج. انزيم فسفرة معتمد على الخلية      د. انزيم تضاعف DNA
7. تتواجد نقاط المراقبة في \_\_\_\_\_ :  
أ. G1/G0      ب. G1/S      ج. G2/ S      د. G1/M
8. يتم التحقق من ارتباط الكروماتيدات الشقيقة بالخيوط المغزلية بشكل صحيح في نقطة المراقبة هي \_\_\_\_\_ :  
أ. G0      ب. S      ج. G2      د. M
9. أي الحالات التالية تتوقف الخلية عن الانقسام:  
أ. ارتباط جميع الكروماتيدات الشقيقة بشكل صحيح بالخيوط المغزلية  
ب. تضاعف DNA من دون وجود أخطاء  
ج. بعض الكروماتيدات الشقيقة غير مرتبطة بالخيوط المغزلية  
د. (أ+ب)

10. Cdk يعمل على:

أ. إضافة فوسفات إلى السايكلين

ب. إضافة هيدروجين إلى السايكلين

ج. إضافة فوسفات إلى البروتين الهدف

د. إضافة هيدروجين إلى البروتين الهدف

11. الأطوار التي يزيد حجم الخلية فيها هي \_\_\_\_\_:

أ. G1/G0      ب. G1/S      ج. G2/ S      د. G1/G2

12. \_\_\_\_\_ هو رقم الحمض النووي في الكروموسوم في المرحلة G2 من دورة الخلية.

أ. 3      ب. 2      ج. 1      د. 0

13. خلال انقسام خلية نباتية، أي العضيات التي ستقسم إلى اثنتين:

أ. الجدار الخلوي      ب. الغشاء البلازمي      ج. النواة      د. الرايبوسومات

14. تسمى المرحلة التي تتكون من G1/ G2/S:

أ. الانقسام الخلوي      ب. البينية      ج. التمهيدي      د. الاستوائي

15. توجد .... في معظم مراحل دورة الخلية لضمان انقسام الخلية بشكل صحيح ودقيق.

أ. البروتينات الحلقية      ب. نقاط المراقبة      ج. الإنزيمات      د- البروتينات

16. أي مما يلي يصف نشاطات الخلية التي تضم النمو الخلوي وانقسام الخلية.

أ. الكروماتين      ب. السيتوبلازم      ج. دورة الخلية      د- الانقسام المتساوي

17. أي الإشارات التالية مسؤولة عن تنظيم دورة الخلية والتي مصدرها من خارج الخلية:

أ. خلل DNA      ب. وجود كمية كافية من الغذاء      ج. السايكلين      د- عوامل النمو

18. أي البروتينات التالية مسؤولة عن تنظيم دورة الخلية وتصنع أثناء دورة الخلية:

أ. بروتينات النمو      ب. البروتين الهدف      ج. السايكلينات      د- انزيمات الفسفرة

19. عند ارتباط السايكلين في انزيم الفسفرة المعتمد على السايكلين فإنه :

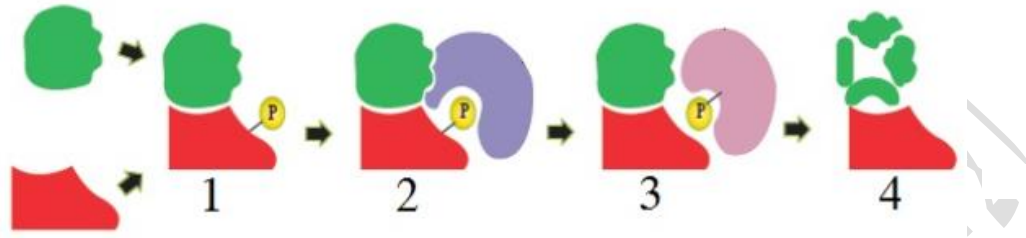
أ. يتم إضافة فوسفات إلى السايكلين      ب. إضافة هيدروجين إلى السايكلين

ج. إضافة فوسفات إلى البروتين الهدف      د. إضافة هيدروجين إلى البروتين الهدف

20. ماذا يحدث إذا اختفت نقطة المراقبة G2:

أ. عدم اكتمال تضاعف DNA  
ج. دخول الخلية الطور الصفري  
ب. تصحيح الأخطاء في DNA  
د. دخول الخلية في الموت المبرمج

21. بناء على الشكل المجاور أجب عن الأسئلة التالية:



\* أي الحالات التالية يمثل تحطيم السايكلين:

أ. 1      ب. 2      ج. 3      د. 4

\* أي الحالات التالية يمثل تحفيز إنزيم Cdk البروتين الهدف:

أ. 1      ب. 2      ج. 3      د. 4

21. في أي طور من الأطوار التالية يزداد العضيات في الخلية:

أ. G2      ب. G0      ج. S      د. G1

22. نقطة المراقبة عن دخول الخلية الموت المبرمج هي:

أ. G2      ب. G0      ج. S      د. G1

23. نقطة المراقبة M تعمل بين :

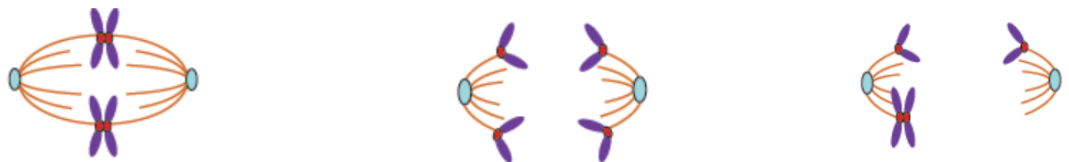
أ. الطور الانفصالي والطور النهائي  
ب. الطور الاستوائي والطور الانفصالي

ج. الطور التمهيدي والطور الاستوائي  
د. الطور التمهيدي والطور الاستوائي

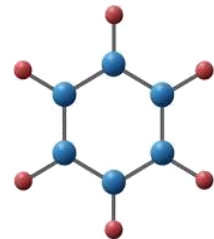
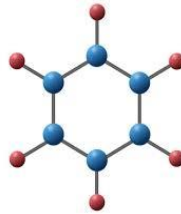
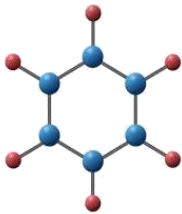
24. الخلية العصبية تدخل الطور:

أ. G2      ب. G0      ج. S      د. G1

25. أي الأشكال التالية تعبر عن غياب نقطة المراقبة M:

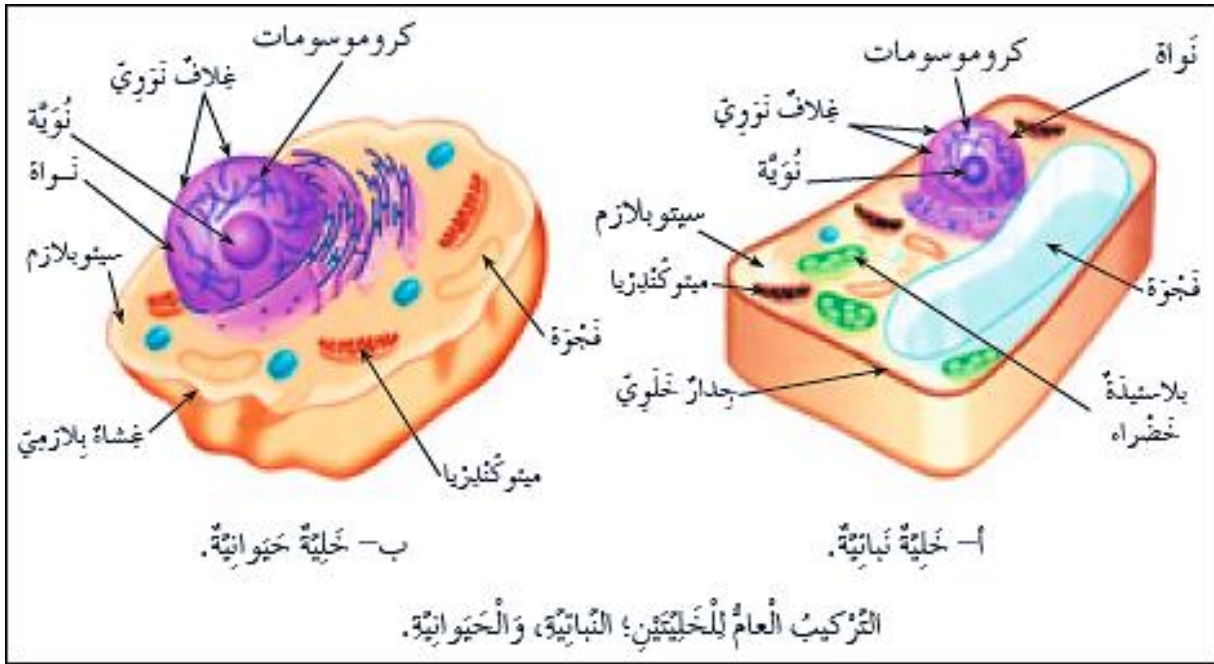


الوحدة الثانية/ الدرس الثاني  
الانقسام الخلوي وأهميته



كتاب العلوم الحياتية





## الخلية

➤ أنواع الخلايا بحسب تصنيف النواة تصنف إلى:

أ. حقيقية النواة ( خلية حيوانية/ خلية نباتية )

ب. بدائية النواة (البكتيريا)

➤ تتكاثر البكتيريا تكاثر لا جنسي يسمى الانشطار الثنائي.

➤ تختلف الخلية الحيوانية والنباتية في عملية انقسام السيتوبلازم.

### تذكير:

➤ الخلية الحيوانية محاطة بغشاء بلازمي، والخلية النباتية محاطة بغشاء بلازمي ومحاط بجدار خلوي.

### ➤ الانقسام المتساوي:

أحد أنواع الانقسام الخلوي يحدث في خلية ما لإنتاج خليتين متطابقتين جينياً للخلية المنقسمة وتحتوي كل منهما نفس عدد كروموسومات هذه الخلية .

### ➤ الانقسام المنصف:

1. أحد أنواع الانقسام الخلوي الذي يمر بمرحلتين أساسيتين ويؤدي إلى إنتاج الجاميتات (بويضات

وحوانات منوية) وهي خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.

2. يحدث في الكائنات الحية التي تتكاثر جنسياً.

3. تتوارث الصفات في الكائنات الحية التي تتكاثر جنسياً عن طريق الجاميتات.

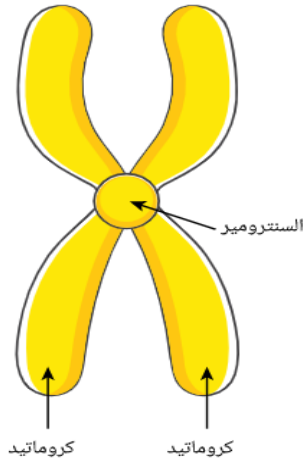
## تنبيه

➤ كل **خلية جسمية** في جسم الإنسان تحتوي على **23 زوجاً من الكروموسومات**، أي **46 كروموسوم** (نصفها من الأم والنصف الآخر من الأب).

## 22 زوج من الكروموسومات هي (كروموسومات جسمية)

➤ أي تحتوي الخلية الجسمية في الإنسان على 44 كروموسوماً جسياً وكروموسومين جنسيين.

و **1 زوج من الكروموسومات هي (كروموسومات جنسية): xx عند الأنثى، xy عند الذكر**



➤ أما **الجاميتات** فهي أحادية المجموعة الكروموسومية وتحتوي **23 كروموسوم**

➤ **تعريف الكروموسوم:** هو جزيء طويل من الحمض النووي (DNA) والبروتينات المرتبطة به، يحتوي على المعلومات الوراثية للكائن الحي في صورة جينات. وتتواجد في داخل النواة.

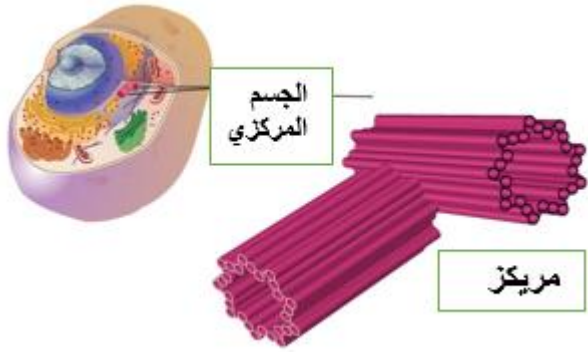
➤ **تعريف الجسم المركزي:**

➤ تركيب يتواجد في الخلية الحيوانية فقط ولا

يتواجد في الخلية النباتية ويتكون من تركيبين اسطوانيين يسمى كل منهما **مريكزا**.

➤ يحتوي الجسم المركزي الواحد على **مريكزان** اثنان.

➤ **وظيفته:** له دور في الانقسام الخلوي فهي تعمل على تجميع الخيوط المغزلية.



## الانقسام المتساوي

➤ تمر الخلية في أثناء الانقسام المتساوي بأربعة أطوار رئيسة متتابعة هي:

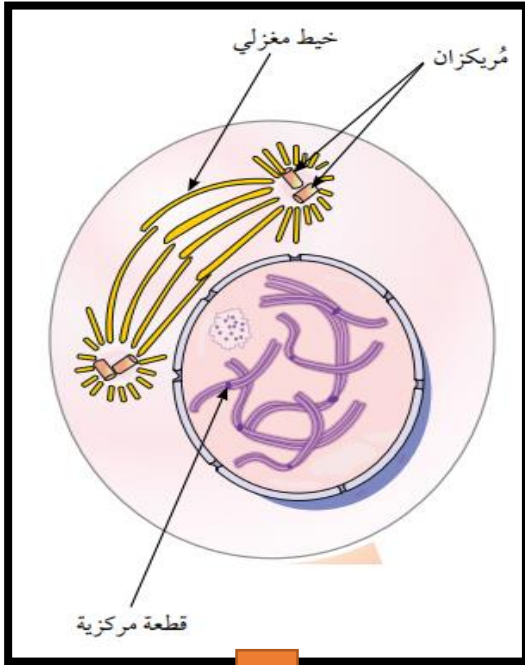
1. الطور التمهيدي
2. الطور الاستوائي
3. الطور الانفصالي
4. الطور النهائي

➤ ثم يليها انقسام السيتوبلازم لإنتاج خليتين منفصلتين.

## أطوار الانقسام المتساوي

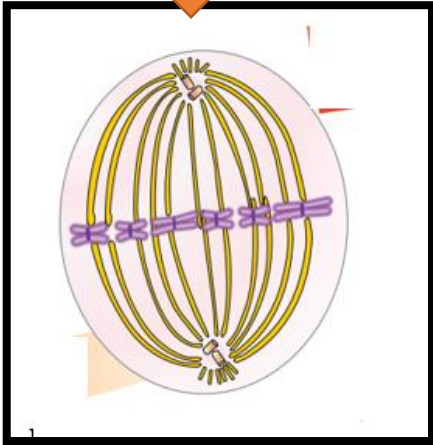
### 1. الطور التمهيدي

- تظهر الكروموسومات قصيرة وسميكة ويتكون كل منها من كروماتيدان شقيقين يرتبطان معا عن طريق قطعة مركزية تسمى (سنتروميير).
- في نهاية هذا الطور يتفكك الغلاف النووي، وتختفي النوية، ويتحرك الجسمان المركزيان نحو قطبي الخلية المتقابلين.
- تبدأ الخيوط المغزلية بالامتداد من المريكزات إلى القطع المركزية في الكروموسومات.



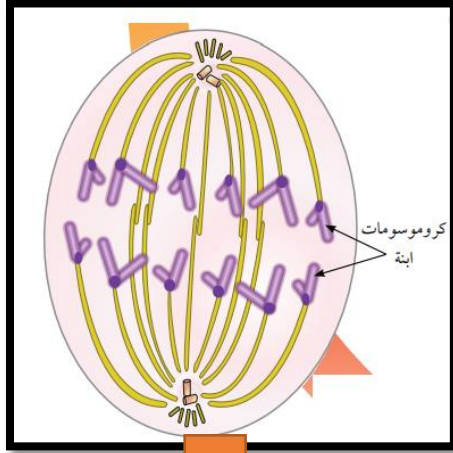
### 2. الطور الاستوائي

- يمتاز بارتباط الخيوط المغزلية بالقطع المركزية.
- وترتب الكروموسومات في وسط الخلية.



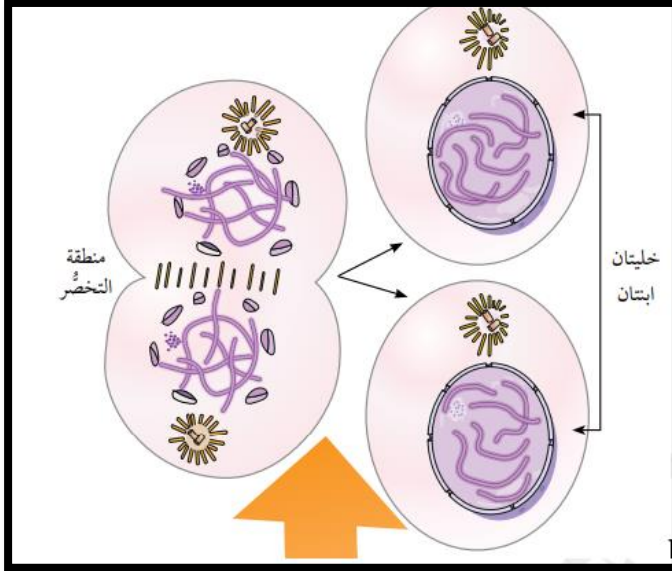


### 3. الطور الانفصالي



- تنكمش الخيوط المغزلية في هذا الطور.
- ما يؤدي إلى سحب الكروماتيدات الشقيقة وانفصال كل كروماتيدين شقيقين أحدهما عن الآخر.
- وتحرك كل منهما نحو أحد قطبي الخلية.
- فيصبح عند كل قطب مجموعة كاملة الكروموسومات الابنة.
- الكروماتيدات في هذا الطور يكون شكلها مشابها لشكل حرف (V) نتيجة عملية السحب.

### 4. الطور النهائي



- تتشكل في هذا الطور نواتان ونويتان.
- يبدأ الغلاف النووي بالظهور.
- تصبح الكروموسومات أرفع وأطول تمهيدا لعودتها على شكل شبكة كروماتينية.
- وفي نهاية الطور يبدأ انقسام السيتوبلازم بعد وقت قصير من انقسام النواة.

**أفكر:** في أي أطوار المرحلة البينية تُصنع البروتينات التي تدخل في تركيب الخيوط المغزلية؟

## انقسام السيتوبلازم

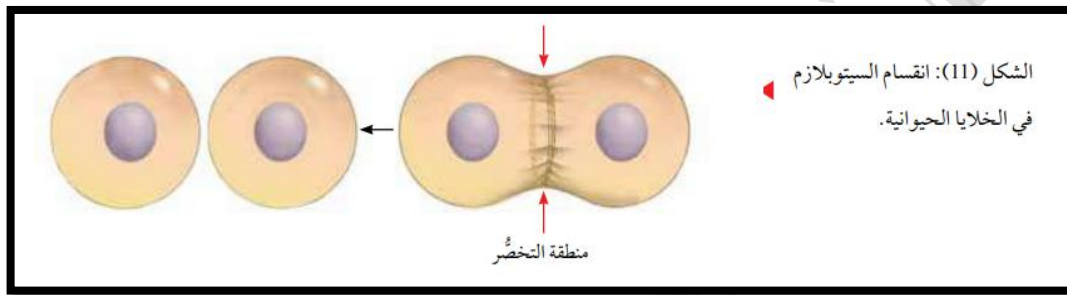
➤ يختلف في الخلايا الحيوانية عنه في الخلايا النباتية، بسبب وجود الجدر الخلوية في الخلايا النباتية.

### ➤ انقسام السيتوبلازم في الخلية الحيوانية:

يحدث تَصْخُّرٌ تدريجي وسط الخلية مشكلاً أخدوداً.

آلية الانقسام:

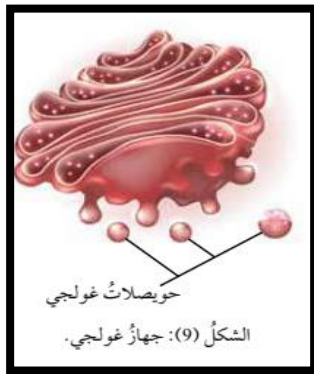
1. يوجد في الجانب السيتوبلازمي للأخدود حلقة منقبضة من ألياف بروتين الأكتين الدقيقة وجزيئات بروتين الميوسين التي تعمل معاً على انقباض الحلقة.
2. يزداد التَصْخُّرُ.
3. ينتج من ذلك خليتان منفصلتان.



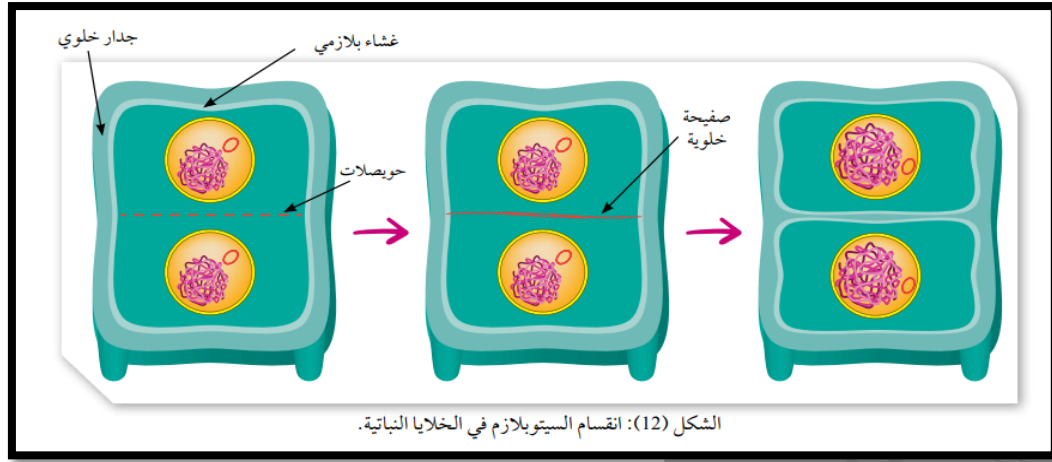
### ➤ انقسام السيتوبلازم في الخلية النباتية:

آلية الانقسام:

1. تصطف وسط الخلية حويصلات من أجسام غولجي.
2. ثم تندمج الحويصلات مشكلة صفيحة خلوية.
3. بعد ذلك يندمج الغشاء المحيط بالصفيحة الخلوية بالغشاء البلازمي للخلية.
4. ثم ينشأ الجدار الخلوي من مكونات في الصفيحة الخلوية.
5. وبذلك تنتج خليتان منفصلتان ومطابقتان للخلية الأم.



➤ **تذكر: حويصلات غولجي:** هي حويصلات كروية ذات أغشية رقيقة تقع قرب حافات الأكياس.

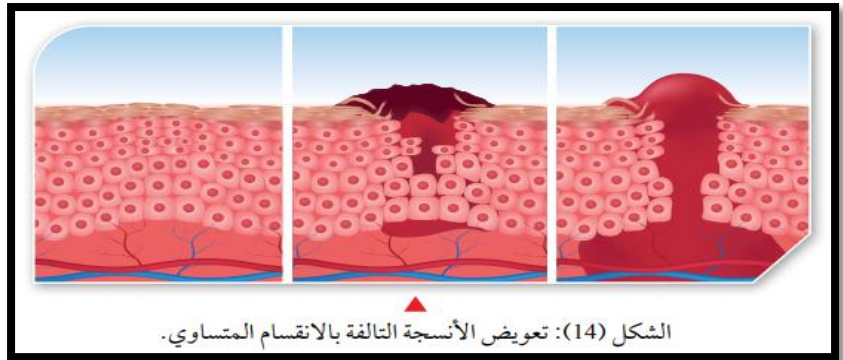


## أهمية الانقسام المتساوي

- الانقسام المتساوي ضروري لنمو الكائنات الحية عديدة الخلايا.
- له دور في تطور جنين من بويضة مخصبة (خلية واحدة) إلى إنسان يتكون جسمه من عدد كبير جدا من الخلايا.
- أيضا أهميته في استبدال الخلايا التالفة وتعويض الأنسجة التي تعرضت لجرح أو حرق أو كشط، مثل: الجلد، والأنسجة المبطنة للأمعاء.
- مثال: بعض الكائنات الحية عديدة الخلايا مثل ( السحلية، ونجم البحر) لديها قدرة على التجدد.
- مفهوم التجدد: تعويض أجزاء فقدتها من أجسامها عن طريق الانقسام المتساوي.



تطور جنين من بويضة مخصبة (خلية واحدة) إلى إنسان بالانقسام المتساوي



- الانقسام المتساوي أساساً للتكاثر اللاجنسي في الكائنات الحية حقيقية النواة، سواء كانت:
  1. وحيدة الخلية مثل الخميرة ( تتكاثر تكاثر لا جنسي بالتبرعم )
  2. عديدة الخلايا مثل: الهيدرا ( تتكاثر تكاثر لا جنسي بالتبرعم )
  - النباتات ( تتكاثر تكاثر لا جنسي بالأبصال )
- تكاثر الكائنات الحية لا جنسياً 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 كلا منها عرضة للتأثر بالظروف المحيطة بها على نحو مشابه.



الشكل (16): أمثلة على تكاثر كائنات حقيقية النوى لاجنسياً.

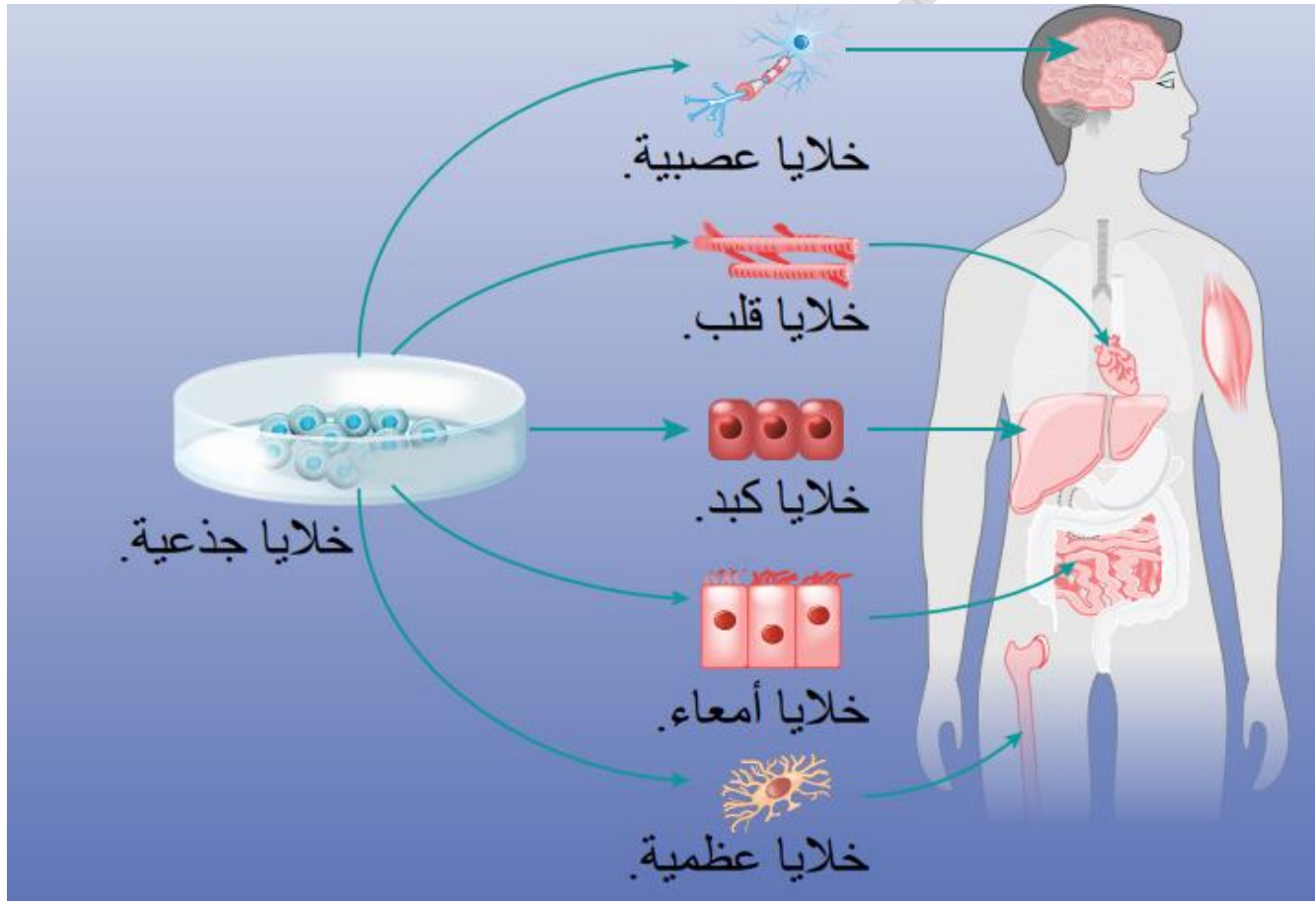


**مفهوم تمايز الخلايا:** هي عملية تتحول فيها الخلايا غير المتخصصة إلى خلايا متخصصة.

#### الربط بالطب



يوجد في المراحل الجنينية للكائن الحي خلايا جذعية غير مُتمايزة، وقد تنقسم هذه الخلايا لإنتاج خلايا تستمر بوصفها خلايا جذعية، وخلايا أخرى تتمايز؛ ما يجعلها خلايا مُتخصصة، تتكوّن منها الأنسجة والأعضاء. يُعدّ استخدام الخلايا الجذعية في إنتاج أنسجة جديدة علاجًا واعدًا للأعضاء المُتضرّرة نتيجة الإصابة بأمراض مُتعدّدة، مثل بعض أمراض القلب والأعصاب. يوجد في الأردن عدد من المراكز والمؤسسات المُتقدّمة والرائدة في مجال بحوث الخلايا الجذعية وتطبيقاتها العلاجية، وهي تضم نخبة من الخبرات العلمية والعملية التي تُطبّق أحدث الطرائق المُستخدمة عالميًا في مجال العلاج بالخلايا الجذعية.



## الانقسام المنصف

- أحد أنواع الانقسام الخلوي الذي يؤدي إلى إنتاج الجاميتات وهي خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.
- يمر بمرحلتين أساسيتين، تسبق أولاهما مرحلة بينية مشابهة لتلك التي تسبق الانقسام المتساوي.

### 1. الانقسام المنصف 1

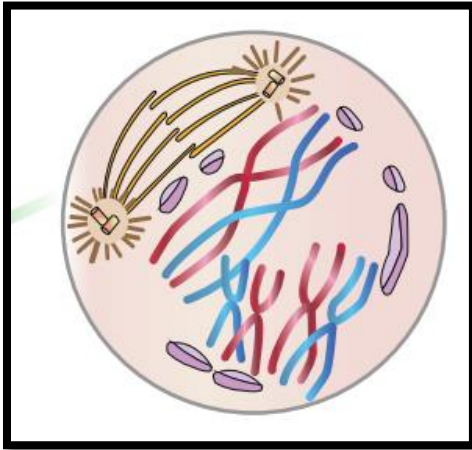
الطور التمهيدي الأول/ الطور الاستوائي الأول/ الطور الانفصالي الأول/ الطور النهائي الأول

### 2. الانقسام المنصف 2

الطور التمهيدي الثاني/ الطور الاستوائي الثاني/ الطور الانفصالي الثاني/ الطور النهائي الثاني

## الانقسام المنصف 1

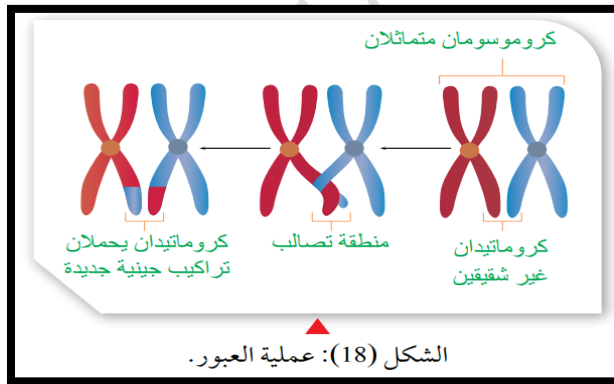
### 1. الطور التمهيدي الأول



- تظهر الكروموسومات قصيرة وسميكة ويتكون كل منها من كروماتيدان شقيقين.
- في حين يتفكك الغلاف النووي.

- 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 (الذي تنتج منه تراكيب جينية جديدة تؤدي دورا في التنوع الجيني).

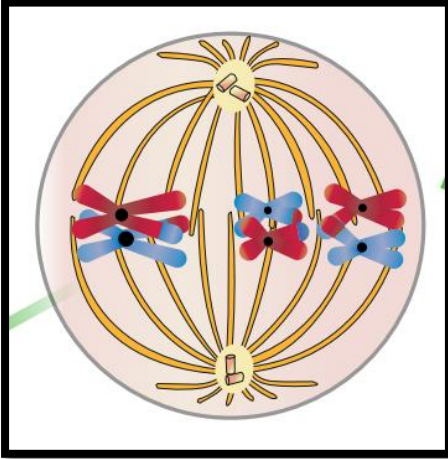
- ويتحرك كل زوج من المريكزات نحو أحد قطبي الخلية المتقابلين.
- تبدأ الخيوط المغزلية بالامتداد من المريكزات إلى القطع المركزية في الكروموسومات.



الشكل (18): عملية العبور.

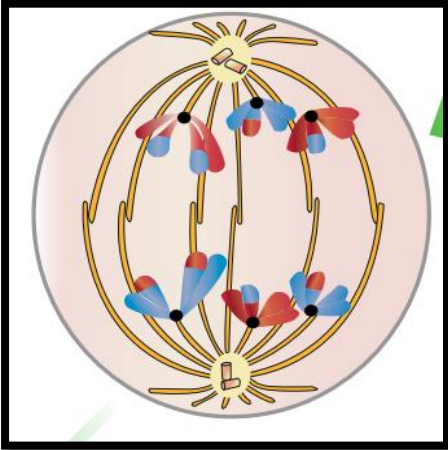
عملية العبور: هي عملية تبادل أجزاء من المادة الوراثية بين كروماتيدين غير شقيقين في كروموسومين متماثلين.

### 2. الطور الاستوائي الأول



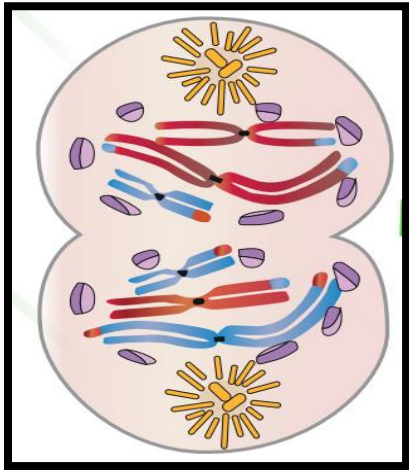
- تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة والمرتبطة بالخيوط المغزلية على جانبي خط وسط الخلية من دون أن تترتب ترتيباً معيناً وإنما ترتيباً عشوائياً:
- ✓ (أي ليست شرط أن تكون جميع الكروموسومات التي من الأب على الجانب نفسه وكذا الحال بالنسبة إلى الكروموسومات التي من الأم)
- ✓ وهذا يعني أن جهة ما قد تحوي كروموسومات من الأب والأم.
- ما يؤدي إلى حدوث **تنوع جيني** في الخلايا الناتجة من الانقسام.

### 3. الطور الانفصالي الأول



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

### 3. الطور النهائي الأول



- يبدأ الغلاف النووي بالظهور في هذا الطور تزامناً مع تفكك الخيوط المغزلية.
- ثم يحدث انقسام السيتوبلازم
- فتنتج خليتان تحوي كل منهما كروموسومات بعضها من الأب وبعضها الآخر من الأم.

## الانقسام المنصف 2

- تدخل الخلايا المرحلة الثانية من الانقسام المنصف من دون حدوث تضاعف DNA
- 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 أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.

### 1. الطور التمهيدي الثاني

- يتفكك الغلاف النووي في هذا الطور.
- وتوجه المريكزات إلى أقطاب الخلية المتقابلة.
- وتبدأ الخيوط المغزلية بالظهور.

### 2. الطور الاستوائي الثاني

- تترتب الكروموسومات (لا يزال كل منها يتكون من كروماتيدين شقيقين) في منتصف الخلية.

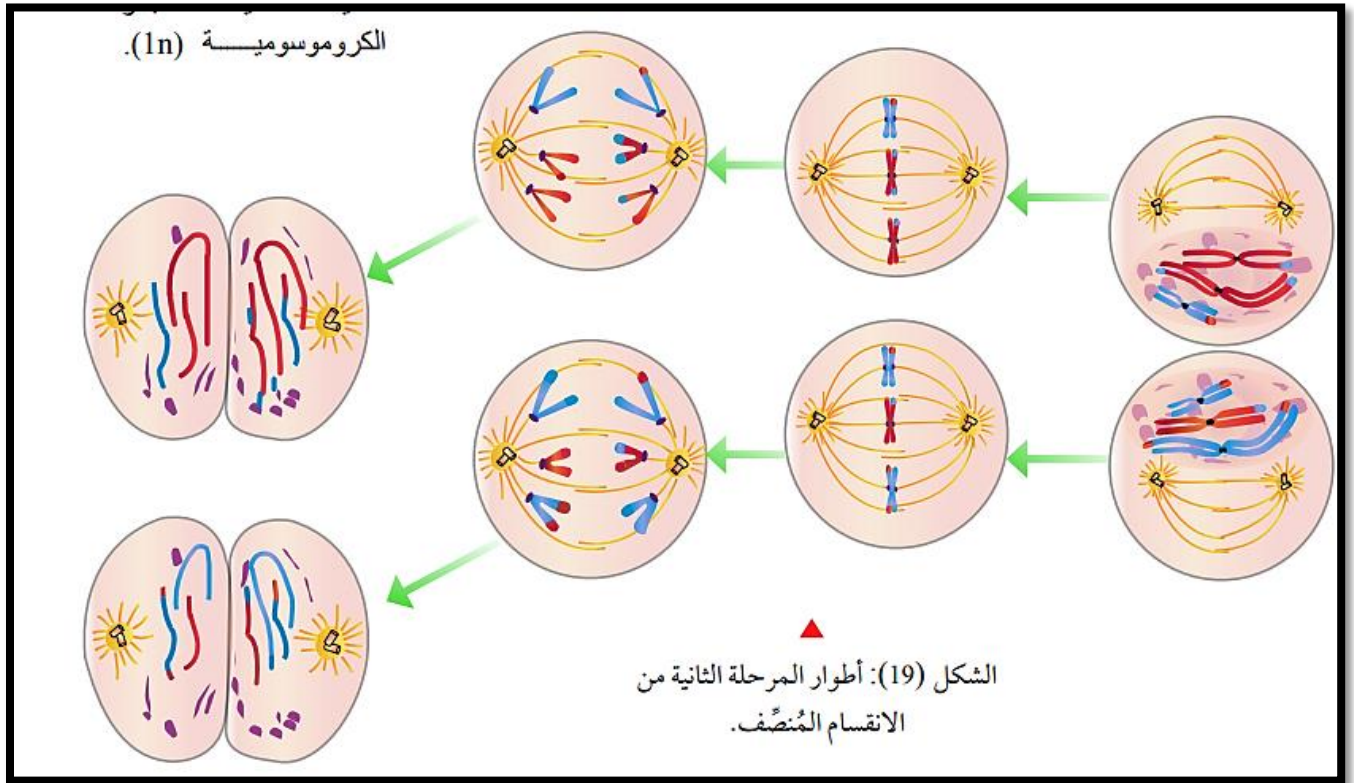
### 3. الطور الانفصالي الثاني

- ينفصل كل كروماتيدين شقيقين أحدهما عن الآخر.
- ثم يتحرك كل منهما نحو أحد قطبي الخلية.

### 3. الطور النهائي الثاني

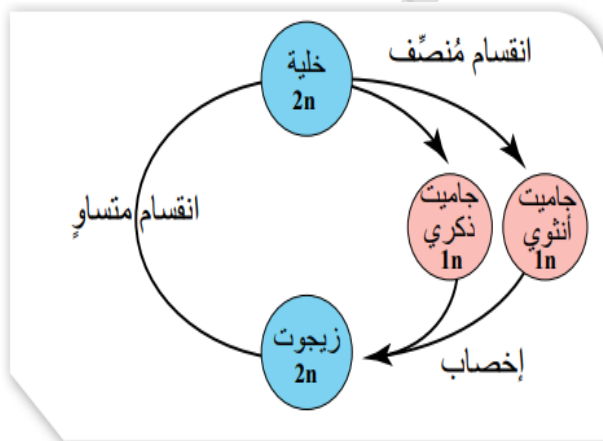
- يتشكل الغلاف النووي حول كل مجموعة كروموسومية .
- تبدأ الخيوط المغزلية بالتفكك
- يحدث انقسام ثان للسيتوبلازم.
- فينتج 4 خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية ( $1n$ ).





### أهمية الانقسام المنصف

- يؤدي انقسام خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية أقسام منصفاً إلى إنتاج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.
- مثلاً: الخلايا المنوية الأولية في الإنسان هي : ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).
- أي إن كلا منها تحوي 23 زوجاً من الكروموسومات ( 46 كروموسوماً)



- وبعد حدوث انقسام منصف (بمرحلتيه) تنتج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (1n) وهي تسمى جاميتات ذكورية ويحوي كل منها 23 كروموسوم.
- وعند حدوث 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

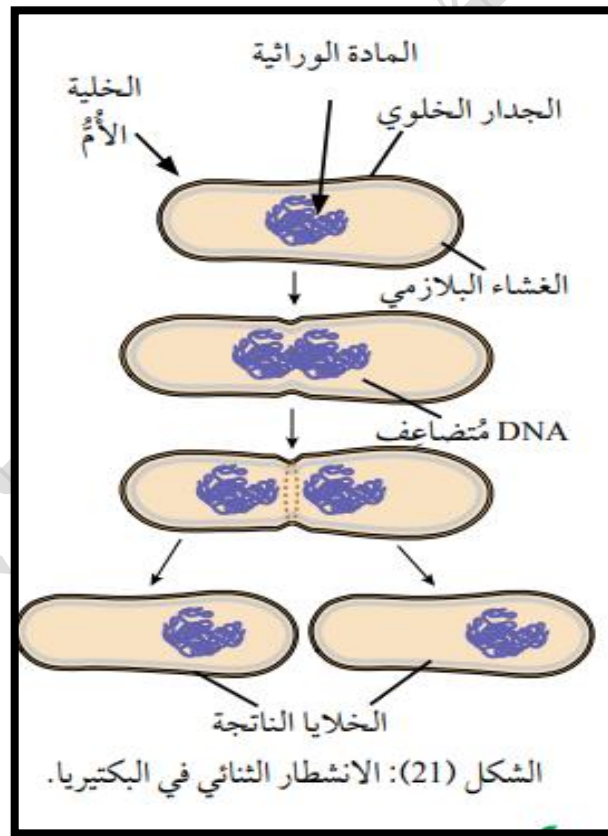
- يتشابه الانشطار الثنائي والانقسام المتساوي من حيث نواتج العمليتين.
- إذ ينتج من كل منهما خليتان مطابقتان للخلية الأم المنقسمة.
- ولكن هاتين العمليتين تختلفان فعليا في ما بينهما.

### آلية الانشطار الثنائي

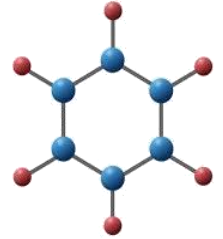
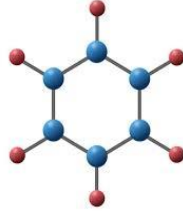
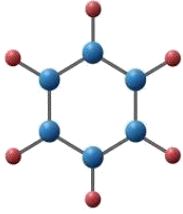
1. تبدأ عملية الانشطار الثنائي بتضاعف كروموسوم البكتيريا.

#### كروموسوم البكتيريا: هو كروموسوم حلقي

2. يتحرك الكروموسوم الناتج من التضاعف في اتجاهين متقابلين ضمن عملية يدخل فيها بروتين يشبه الأكتين.
3. فيظهر كروموسوم واحد عند كل طرف من طرفي الخلية المتقابلين.
4. ويحدث في أثناء هذه العملية نمو واستطالة للخلية.
5. بعد ذلك ينغمد الغشاء البلازمي نحو الداخل بالتزامن مع تكون الجدار الخلوي. ثم تنتج خليتان منفصلتان ومشبهتان للخلية الأم.



الوحدة الثانية / الدرس الثالث  
**تضاعف DNA والتعبير الجيني**



كتاب العلوم الحياتية



البروتينات

الفرق بين DNA, RNA

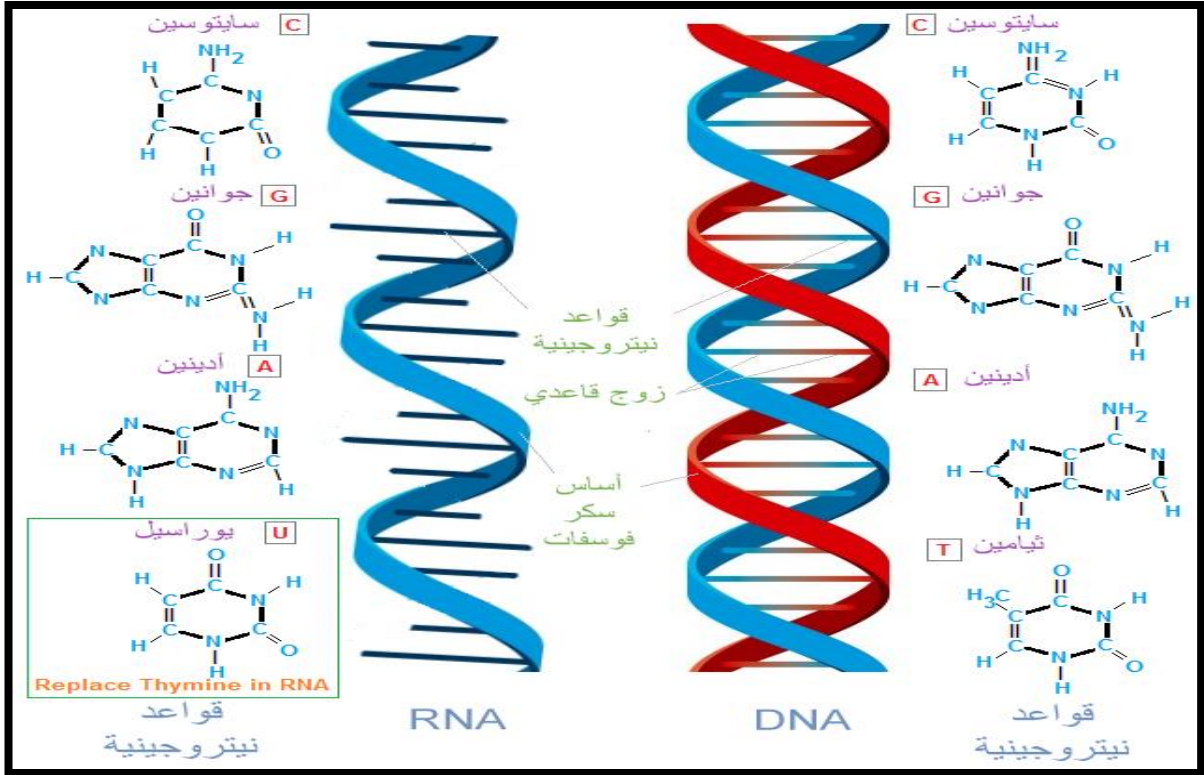
أنواع RNA

الشفرة الوراثية

التعبير الجيني

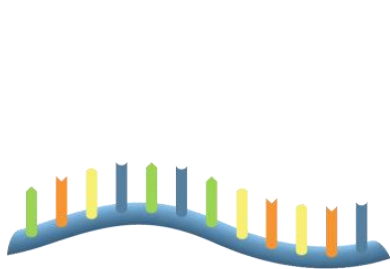
عملية تصنيع البروتين

## تركيب RNA - DNA



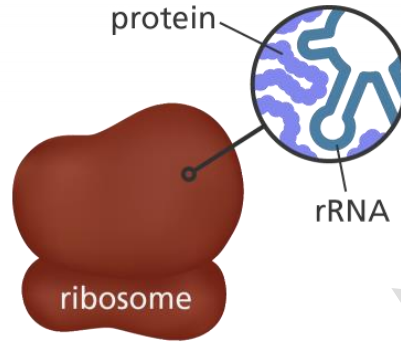
RNA	DNA	أوجه المقارنة
		نوع السكر الخماسي
		القواعد النيتروجينية
		عدد السلاسل
		عدد الأنواع

## أنواع RNA



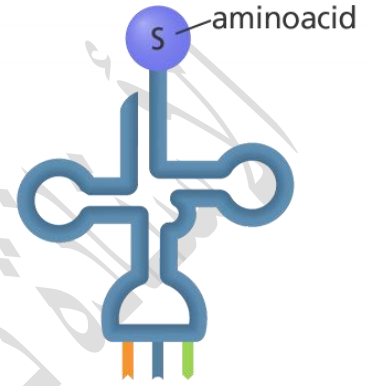
messenger RNA  
(mRNA)

الرسول



ribosomal RNA  
(rRNA)

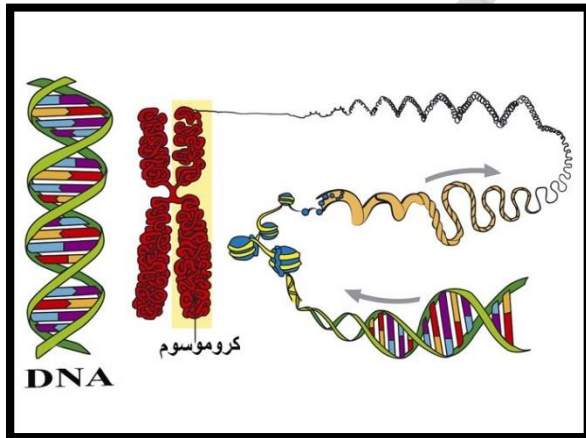
الرايبوسومي



transfer RNA  
(tRNA)

الناقل

## تضاعف DNA



➤ دورة الخلية تمر بالأطوار التالية:

4.  $G_1$  طور النمو الأول

5. S طور التضاعف

6.  $G_2$  طور النمو الثاني



## تضاعف DNA

- **يمتاز جزيء DNA** بقدرته على **التضاعف** وهو يحمل المعلومات التي هي الأساس في عمليات تصنيع الخلية للبروتينات.
- تحدث عملية التعبير الجيني في الخلية، وهي تختلف بين الخلايا تبعاً لاختلاف الأنشطة والوظائف التي تقوم بها كل منها.

### ➤ نواتج عملية تضاعف DNA:

نسختان متماثلتان، تتكون كل منهما من سلسلتين؛ إحداهما من DNA الأصل (أي سلسلة أصلية) والأخرى جديدة ومكملة لها.

### ➤ يطلق على عملية تضاعف DNA اسم:

**التضاعف شبه المحافظ**، لأن إحدى السلسلتين محفوظة، والأخرى جديدة.

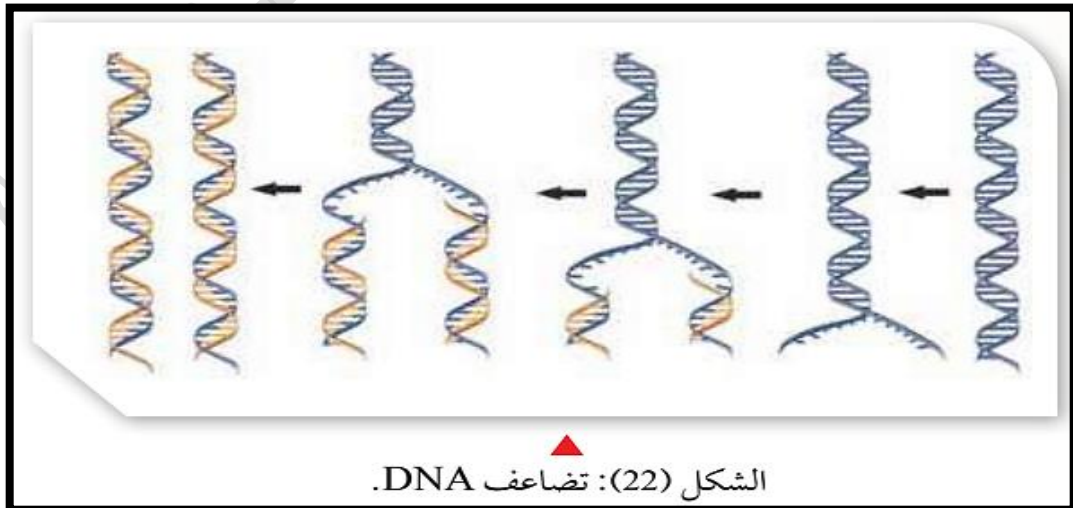
### ➤ ينظم عملية تضاعف DNA هو:

**عدة إنزيمات.**

➤ **يُعزى إلى عملية التضاعف** احتواء الخلايا الناتجة من الانقسام الخلوي DNA يحمل التعليمات الوراثية كاملة بالرغم من حدوث عملية الانقسام.

➤ **العالمان اللذان وضعاً نموذج كيفية تضاعف DNA هما:** مسلون وستال

➤ **العالمان اللذان اكتشفا تركيب DNA هما:** واتسون وكريك





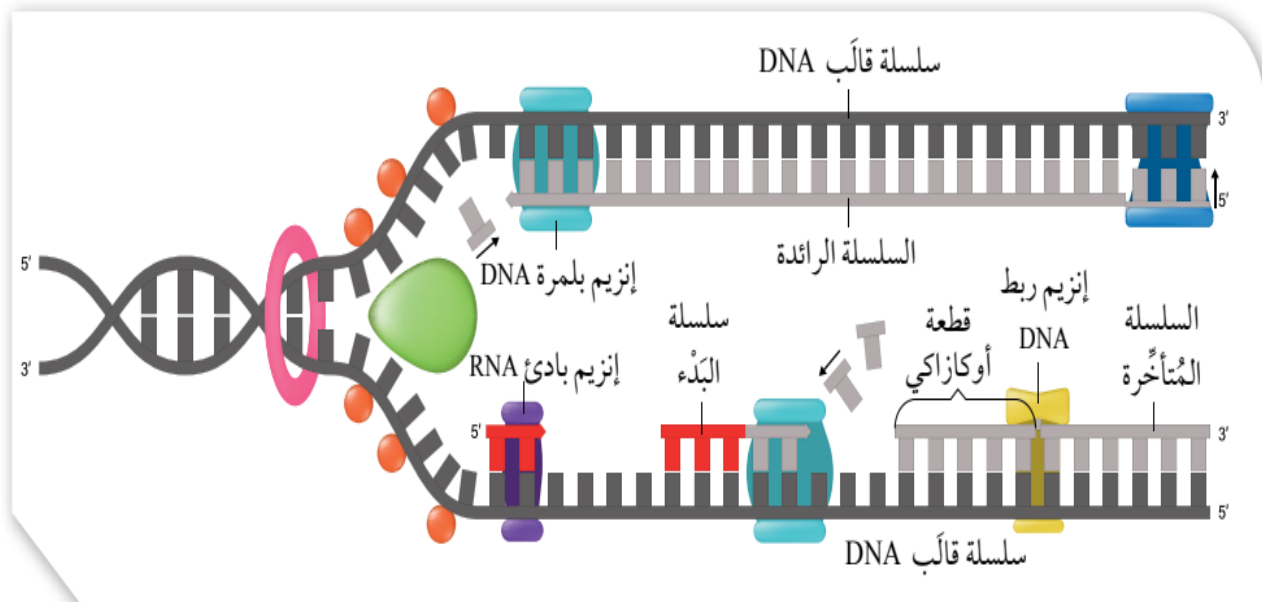
## آلية تضاعف DNA

1. تبدأ عملية تضاعف جزيء DNA بانفصال سلسلتيه المتقابلتين؛ إذ تتحطَّم الروابط الهيدروجينية بين النيوكليوتيدات المتقابلة في السلسلتين بفعل **إنزيم الهليكيز Helicase** الذي يحتاج إلى طاقة ATP لإتمام هذه العملية.
2. ينتج من هذا الانفصال سلسلتان مفردتان ترتبط كل منهما ببروتينات خاصة تسمى: **البروتينات المرتبطة بالسلاسل المفردة SSBP**  
**وظيفة هذه البروتينات:** هي تمنع عودة ارتباط السلسلتين إحداهما بالأخر علمًا بأن كل سلسلة مفردة تُمثل قالبًا كبناء سلسلة جديدة.
3. ولما كانت الإنزيمات المسؤولة عن تضاعف DNA غير قادرة على بدء هذه العملية، فإن **إنزيم بادئ RNA primase RNA** يضيف قطعة صغيرة من RNA (تتكون من 5-10) نيوكليوتيدات، وتُسمى **سلسلة البدء primer** إلى كل سلسلة من سلسلتي DNA المُكمَلتين؛ لتوفير نهاية 3 حرة.
4. ثم يبدأ إنزيم آخر يُسمى **إنزيم بلمرة DNA polymerase DNA** بإضافة نيوكليوتيدات مُكملة النيوكليوتيدات السلسلة القالب.
5. يكون بناء سلسلة DNA المُكملة (الجديدة) مُتَّجها دائمًا من **5 إلى 3** فتننتج سلسلة مُتَّصلة تُسمى **السلسلة الرائدة Leading Strand**، وتكون مكملية لإحدى سلسلتي القالب.
6. **انتبااه**  
لا يستطيع **إنزيم بلمرة DNA** بناء سلسلة في اتجاه معاكس أي من **3 إلى 5**؛ لذا فإن بناء السلسلة المُكملة للسلسلة القالب الأخرى يكون مختلفًا؛ إذ يكون على هيئة قطع غير مُتَّصلة تُسمى **قطع أوكازاكي Okazaki Fragments** (نسبة إلى العالم الذي اكتشفها) هذه السلسلة المُكملة تسمى: **السلسلة المتأخرة Lagging Strand**
7. تحتاج عملية بناء السلسلة المتأخرة إلى أكثر من سلسلة بدء؛ إذ تُضاف سلسلة بدء جديدة في كل مرة يفصل فيها **إنزيم الهليكيز** جزءًا من سلسلتي DNA الأصليتين إحداهما عن الأخرى. ليستأنف إنزيم بلمرة DNA عملية بناء قطع أوكازاكي من **5 إلى 3**.



8. بعد ذلك تُزال سلاسل البدء، وتوضع نيوكليوتيدات DNA مكانها، ثم تُربط قطع أو كازاكي باستعمال **إنزيم ربط DNA Ligase** الذي يربط قطعاً بأخرى مجاورة عن طريق تكوين روابط فوسفاتية ثنائية الإستر.

9. بعد انتهاء بناء السلسلة الرائدة والسلسلة المتأخرة، ينتج جزيئا DNA متماثلان، يتكوّن كل منهما من سلسلة أصلية، وأخرى جديدة مكملتها.



**أفكر:** ما النتائج المُتوقَّعة من حدوث طفرة في البروتينات المُرتبطة بالسلاسل المفردة تمنعها من الارتباط بسلسلة DNA المفردة؟

#### التحليل والاستنتاج:

1. **أقارن:** أيُّ السلسلتين عملية بنائها مُنصَّلة منذ البداية؟ أيُّهما عملية بنائها مُتقطَّعة؟
2. **أتوقَّع:** أفصل الجزء المُتبقِّي من السلسلتين المُتقابلتين، ثم أحدِّد السلسلة التي قد يستمر بناؤها، وتلك التي سيَتوقَّف بناؤها، وتتطلَّب البدء من جديد.
3. **أستنتج:** أيُّ السلسلتين رائدة؟ أيُّهما مُتأخِّرة؟

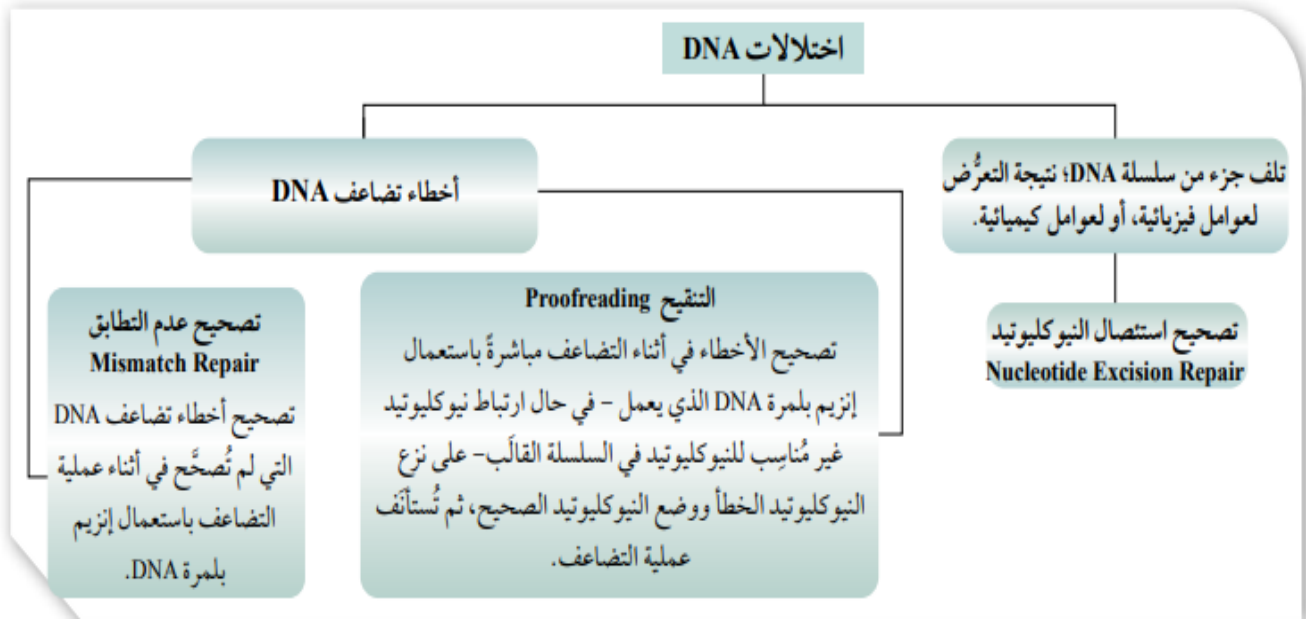
## تصحيح اختلالات DNA / DNA Damage Repair

- توجد آليات عديدة تعمل على تصحيح اختلالات DNA الناجمة عن تلف عملية جزء من سلسلة DNA؛ نتيجة تعرّض الكائن الحي لعوامل كيميائية ضارة، مثل: سموم بعض الفطريات، والتبغ، أو تعرّضه لعوامل فيزيائية، مثل: الأشعة السينية (X)، والأشعة فوق البنفسجية (UV).

### آلية تصحيح اختلالات DNA

- يُقطع الجزء التالف من سلسلة عن طريق إنزيم النيوكلييز **Nuclease**
- ثم تُسدّ الفجوة الناتجة من القطع بنوكليوتيدات مُكمّلة للسلسلة المُقابلة غير التالفة باستعمال إنزيم بلمرة DNA، وإنزيم ربط DNA.
- يُطلق على آلية التصحيح هذه اسم تصحيح استئصال النيوكليوتيد





## تصنيع البروتينات

- يُنظم **DNA** أنشطة الخلية والعمليات الحيوية التي تحدث فيها، ذلك أنه يحمل التعليمات اللازمة لتصنيع البروتينات في صورة نيوكليوتيدات وفق تسلسل مُعيَّن، وتُسمَّى هذه التعليمات **الشيفرة الوراثية**.

- تؤدي البروتينات أدوارًا مُهمَّةً في:

- أجسام الكائنات الحية.
- وفي الخلايا المكونة لها.
- إضافة إلى دورها في تنظيم دورة الخلية.

- تمرُّ عملية **تصنيع البروتينات** بمرحلتين رئيسيتين، هما:

### 1. النسخ Transcription

(ضرورية أيضًا لإنتاج جميع أنواع الحمض النووي RNA، والتي تختلف بطرائق معالجتها)

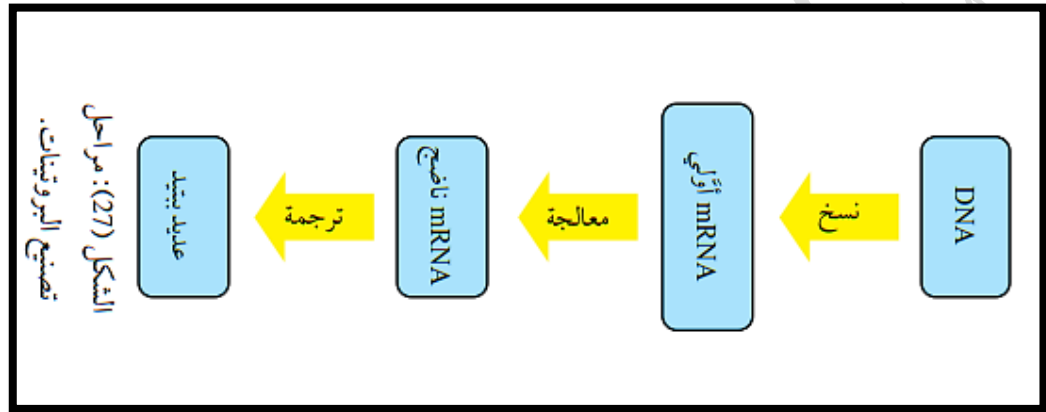
❖ تتضمن **عملية النسخ** ثلاث مراحل:

1. مرحلة بدء النسخ
2. الاستطالة RNA
3. انتهاء عملية النسخ

## 2. الترجمة Translation

(الحمض النووي mRNA هو من تحدث له عملية الترجمة لتصنيع البروتينات)

- وتوجد بينهما مرحلة يُعالج فيها الحمض النووي RNA (مرحلة المعالجة)



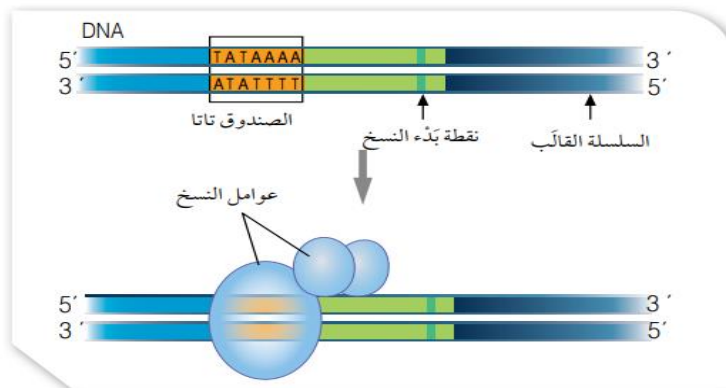
### المرحلة الأولى (النسخ): 1. مرحلة بدء النسخ

❖ تبدأ عملية النسخ عند تعرف بروتينات معينة (تسمى عوامل النسخ) تسلسلاً مُعيّناً من النيوكليوتيدات في السلسلة DNA، وهو تسلسل يوجد قبل نقطة بدء النسخ. ومن الأمثلة عليها في الخلايا حقيقية النوى:

1. الصندوق كات CAAT BOX

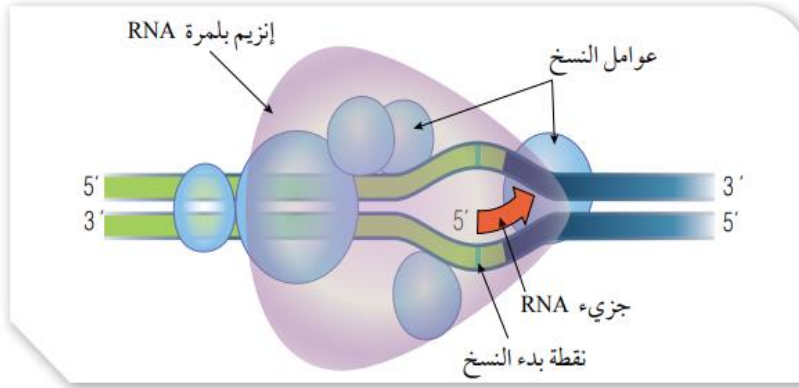
2. والصندوق تاتا TATA BOX

(وسبب تسمية كل منهما إلى النيوكليوتيدات المكونة لهما).



الشكل (28): تعرّف عوامل النسخ تسلسل نيوكليوتيدات قبل نقطة بدء النسخ.

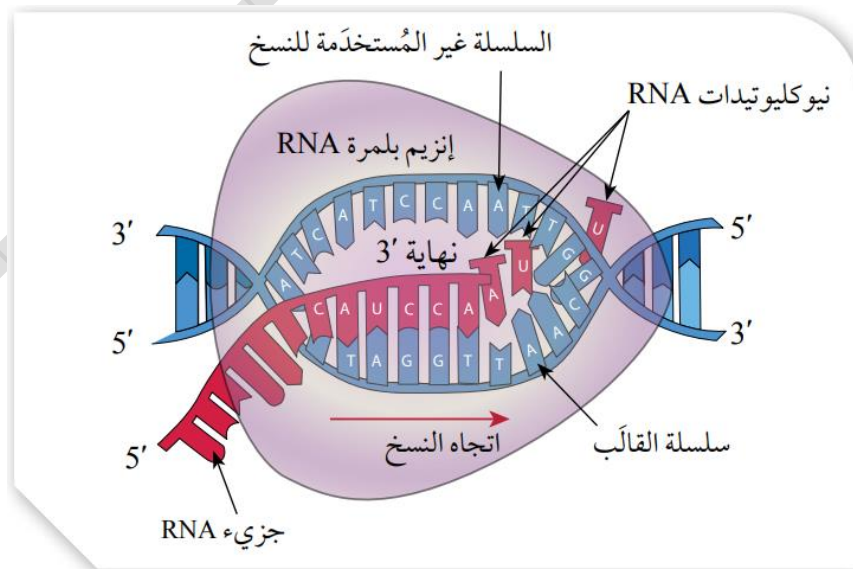
- ❖ يرتبط **إنزيم بلمرة RNA** بموقعه المناسب، وترتبط به عوامل نسخ أخرى ما يؤدي إلى تكوّن: **مُعقّد بدء النسخ**
- ❖ بعد ذلك يبدأ **إنزيم بلمرة RNA** بفك التفاف سلسلتي **DNA** وتبدأ عملية نسخ **mRNA** الأولي من نقطة بدء النسخ على السلسلة القالب.



الشكل (29): بدء عملية النسخ. ◀

## المرحلة الأولى (النسخ): 2. استطالة RNA

- ❖ يبدأ **إنزيم بلمرة RNA** بالتحرك مُتَّجِهاً من **3' إلى 5'** على سلسلة **DNA** القالب ثم يضيف نيوكليوتيدات جديدة إلى النهاية **3'** في جزء **RNA**.
- ❖ تحتوي النيوكليوتيدات المضافة إلى سلسلة **RNA** على قواعد نيتروجينية مُكمّلة للقواعد النيتروجينية في سلسلة **DNA**، غير أنّ القاعدة النيتروجينية المُكمّلة للأدينين تكون اليوراسيل عن الثايمين.



### المرحلة الأولى (النسخ): 3. انتهاء عملية النسخ

❖ عند انتهاء عملية النسخ المطلوبة يتوقف **إنزيم بلمرة RNA** عن العمل، ويبتعد RNA المنسوخ عن سلسلة DNA القالب، ويُطلق على RNA الناتج اسم **mRNA الأولي**.

### المرحلة الثانية: معالجة RNA

❖ يخضع جزيء mRNA الأولي لعملية معالجة **في النواة** قبل أن يصبح mRNA ناضجًا يُمكن ترجمته.

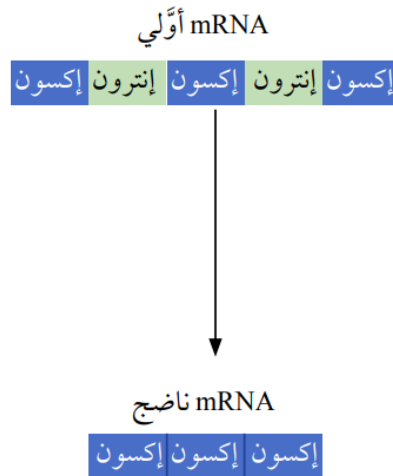
❖ تتضمن عملية المعالجة إزالة قطع من mRNA، تُسمى كلّ منها **الإنترون**.

**الإنترون**: هي أجزاء غير فاعلة في تصنيع البروتين المطلوب لذلك يتم إزالتها.  
**الإكسون**: هي الأجزاء الفاعلة في تصنيع البروتين المطلوب وهي التي تبقى فقط.

❖ بعد ذلك تُربط قطع **الإكسون** المتبقية بعضها ببعض، فينتج جزيء mRNA ناضج يخرج من **النواة إلى السيتوبلازم** عن طريق الثقوب النووية الموجودة في الغلاف النووي؛ تمهيدًا لبدء عملية الترجمة.

**انتباه** \* عملية النسخ تحدث في **النواة**.

\* جزيء mRNA ناضج يخرج من النواة إلى السيتوبلازم لبدء عملية الترجمة.



الشكل (31): معالجة mRNA الأولي.



## المرحلة الثالثة: الترجمة

❖ **الترجمة:** هي العملية التي تُستخدم فيها المعلومات الوراثية التي يحملها mRNA لتصنيع سلسلة عديد الببتيد، وتحدث في السيتوسول عن طريق الرايبوسوم. وهي تمر بثلاث مراحل:

2. مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد

1. مرحلة بدء الترجمة

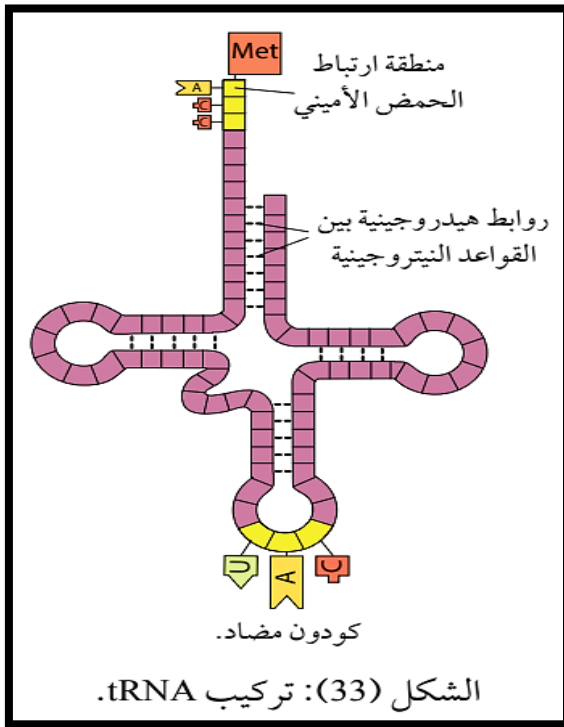
3. مرحلة انتهاء الترجمة

❖ **الكودون Codon:** هو كل ثلاثة نيوكليوتيدات متتالية في mRNA يُمكن أن تُترجم إلى حمض أميني أو إشارة وقف Stop.

	U	C	A	G	
U	UUU } Phe UUC } فينيل UUA } ألانين UUG } ليوسين	UCU } UCC } Ser UCA } سيرين UCG }	UAU } Tyr UAC } تايروسين UAA Stop UAG Stop	UGU } Cys UGC } سيستين UGA Stop UGG Trp تريبثوفان	U C A G
C	CUU } CUC } Leu CUA } ليوسين CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } بروتين CCG }	CAU } His CAC } هستدين CAA } Gln CAG } غلوتامين	CGU } CGC } Arg CGA } أرجينين CGG }	U C A G
A	AUU } AUC } Ile AUA } إيسوليوسين AUG Met Start ميتيونين	ACU } ACC } Thr ACA } ثريونين ACG }	AAU } Asn AAC } أسبارتين AAA } Lys AAG } لايسين	AGU } Ser AGC } سيرين AGA } Arg AGG } أرجينين	U C A G
G	GUU } GUC } Val GUA } فالين GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } ألانين GCG }	GAU } Asp GAC } حمض GAA } أسبارتيك GAG } Glu حمض غلوتاميك	GGU } GGC } Gly GGA } غلايسين GGG }	U C A G

الشكل (32): الكودونات، ونواتج ترجمة كلٍّ منها.



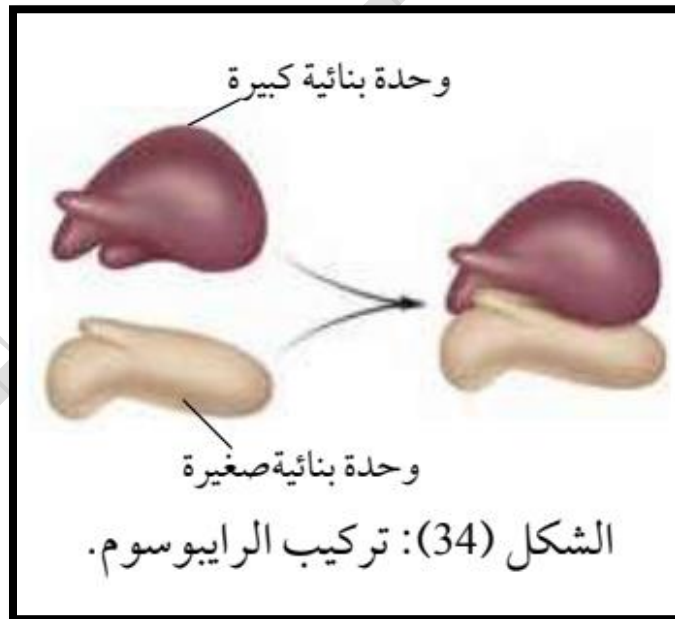


❖ تشتمل أنواع RNA على نوع يُسمى RNA الناقل tRNA ، وهو المترجم في هذه العملية.

❖ تحدث عملية الترجمة بمساعدة الرايبوسومات.  
❖ المترجم في هذه العملية هو: الناقل tRNA

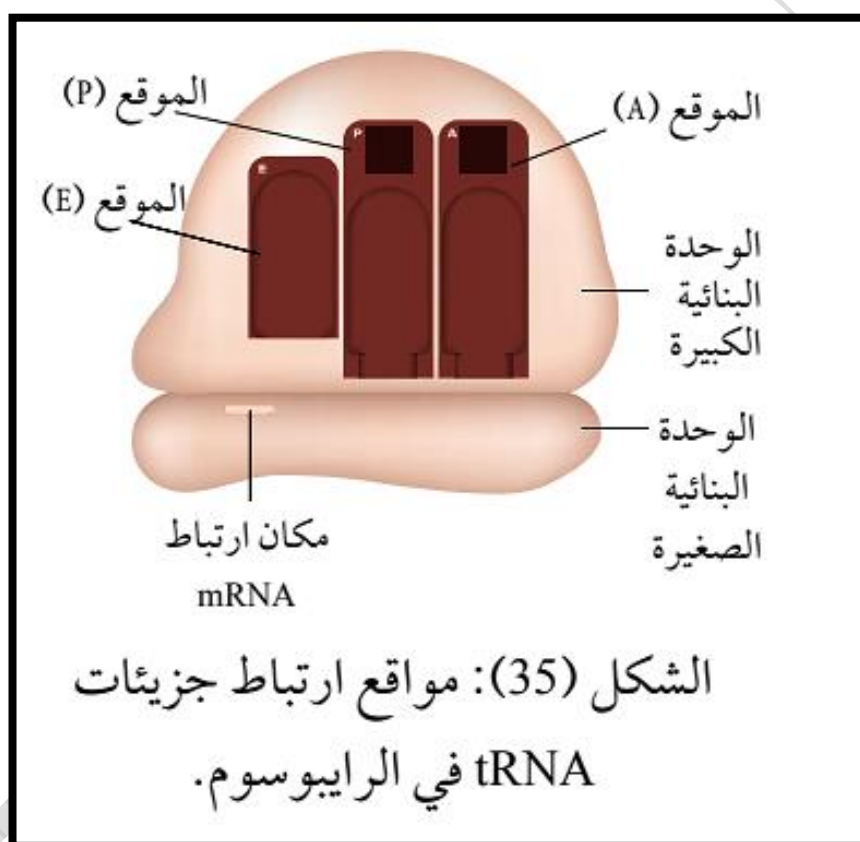
#### الرايبوسومات:

- ✓ وهي تراكيب تتكون من rRNA
- ✓ ويتألف كل رايبوسوم من وحدتين إحداهما كبيرة، والأخرى صغيرة، وهما تجتمعان عند بدء عملية الترجمة.



✓ يحتوي الرايبوسوم الواحد على ثلاثة مواقع مُخصصة لارتباط جزيئات tRNA

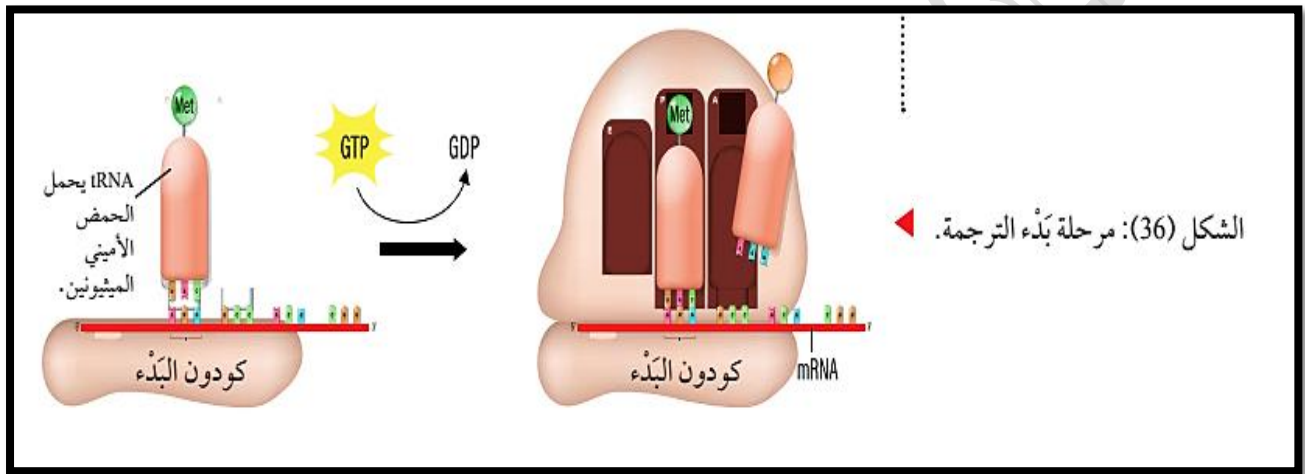
يرتبط بـ <b>tRNA</b> الحامل لسلسلة عديد الببتيد التي تتكون في أثناء عملية الترجمة.	الموقع الأول الموقع (P) Peptidyl- tRNA
يرتبط بـ <b>tRNA</b> الذي يحمل الحمض الأميني الذي سيضاف إلى سلسلة الببتيد.	الموقع الثاني الموقع (A) Aminoacyl- tRNA
موقع خروج جزيء <b>tRNA</b> الذي يغادر الرايبوسوم فارغا بعد أن يوصل الحمض الأميني.	الموقع الثالث الموقع (Exit site) موقع خروج



### المرحلة الثالثة (الترجمة): 1. مرحلة بدء الترجمة

✓ يرتبط جزيء mRNA وجزيء tRNA البادئ، بالوحدة البنائية الصغيرة فتتكون روابط هيدروجينية بين كودون البدء (AUG) في mRNA والكودون المضاد (UAC) في tRNA يلي ذلك ارتباط الوحدة البنائية الكبيرة للرايبوسوم.  
✓ جزيء tRNA البادئ: يُمثل تسلسل النيوكليوتيدات في موقع الكودون المضاد فيه UAC، ويحمل الحمض الأميني الميثيونين.

✓ هذه العملية تحتاج إلى: 1. عوامل مساعدة، وإلى 2. الطاقة المخزنة في جزيئات غوانوسين ثلاثي الفوسفات، GTP



### المرحلة الثالثة (الترجمة): 2. مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد

➤ يستطيع الكودون المضاد في أحد جزيئات tRNA أن يتعرف الكودون المُكَمَّل له في جزيء mRNA الموجود في الموقع (A).

➤ عندئذ، يستقبل الموقع (A) في الرايبوسوم جزيء tRNA الذي يحوي الكودون المضاد المُكَمَّل 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 أميينين.

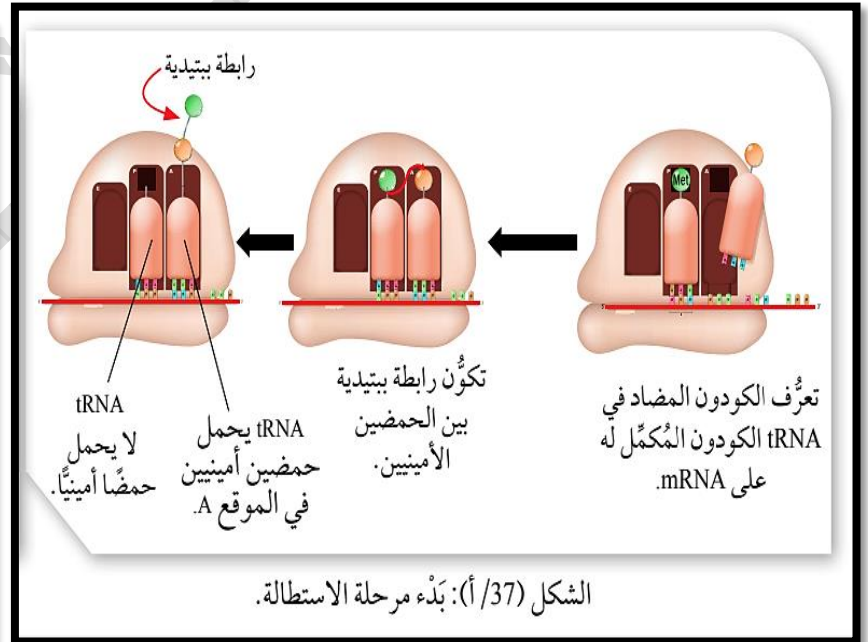
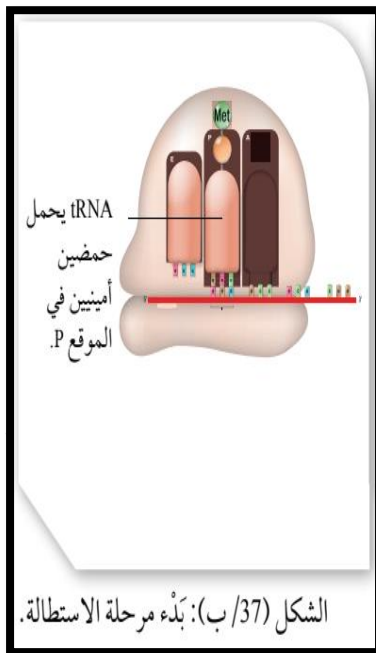
➤ في حين لا يحمل جزيء tRNA الموجود في الموقع (P) أي حمض أميني ، أنظر الشكل (37/ أ).

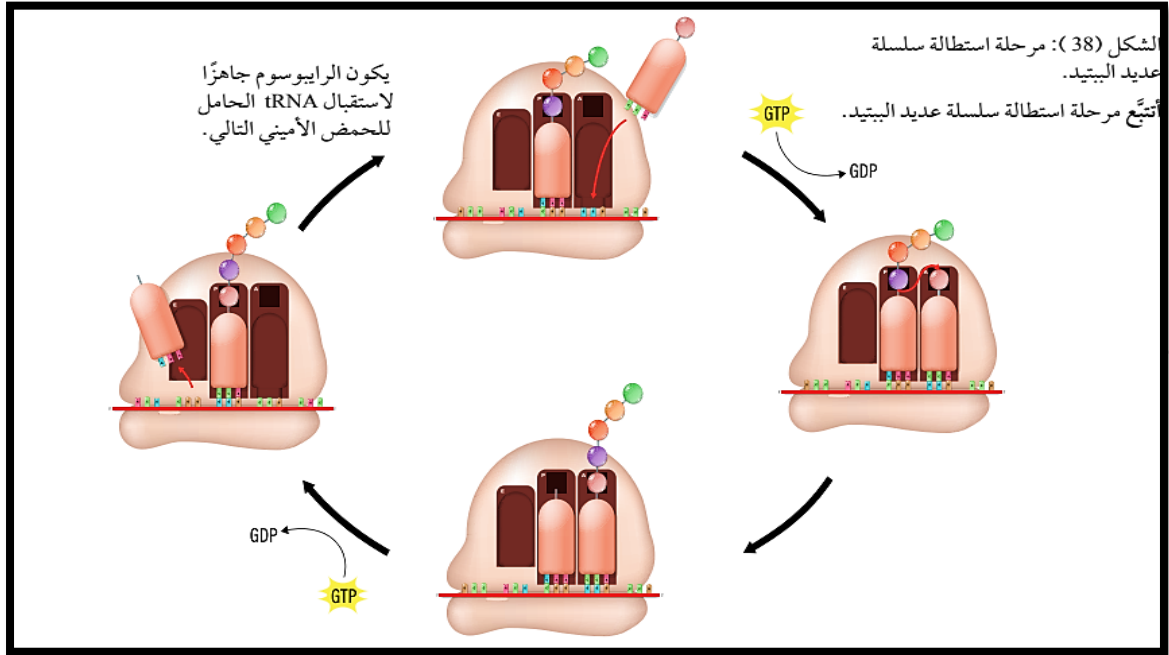
➤ يتحرك الرايبوسوم إلى الداخل على سلسلة mRNA بمقدار كودون واحد من:  
النهاية 5' إلى النهاية 3'

➤ 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 وجاهزاً لاستقبال جزيء tRNA جديد يحمل كودونا مضاداً للكودون التالي في جزيء mRNA، أنظر الشكل (37) (ب).

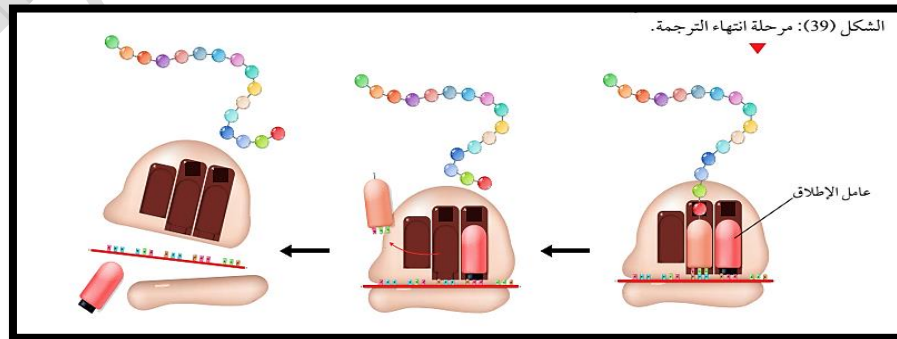
➤ تتكرر الخطوات السابقة لإضافة الحموض الأمينية واحداً تلو الآخر.  
➤ وتحتاج مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد عند إضافة كل حمض أميني إلى الطاقة المخزنة في جزيئات GTP لكي يتمكن الكودون المضاد في جزيء tRNA من تعرّف الكودون في جزيء mRNA، وتحريك الرايبوسوم بعد تكوّن **الرابطة الببتيدية**.





### المرحلة الثالثة (الترجمة): 3. مرحلة انتهاء الترجمة

- عند وصول الرايوسوم إلى أحد كودونات الوقف : (UAA)، أو (UAG) أو (UGA) في جزيء mRNA، فإنَّ الموقع (A) في الرايوسوم يستقبل عامل الإطلاق عوضًا عن جزيء tRNA.
- **فيعمل هذا العامل (مبدأ عمل عامل الإطلاق)** على تحلل الرابطة بين سلسلة عديد الببتيد المتكوّنة وجزيء tRNA الموجود في الموقع (P).
- ما يؤدي إلى تحرُّر سلسلة عديد الببتيد من الرايوسوم.
- ثم انفصال الوحدة البنائية الكبيرة للرايوسوم، وانفصال بقية المُكوّنات.



## 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.

➤ تستطيع الخلية تصنيع آلاف البروتينات المختلفة التي تؤدي كل منها وظيفة خاصة بها، غير أن الخلية لا تحتاج إلى هذه البروتينات كلها في الوقت نفسه؛ لذا:

➤ **التعبير الجيني يؤثر في:**

1. تنظيم عملية **تصنيع البروتينات**، لا سيما وقت التصنيع، والكمية التي تلزمها.

➤ 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، استنادًا إلى الوظيفة التي تؤديها كل خلية في الكائن الحي .

➤ يؤثر التعبير الجيني في **تمايز الخلايا**.

## تمايز الخلايا

➤ هي عملية تتحول فيها الخلايا غير متخصصة إلى خلايا متخصصة.

**مثال:** في مراحل تكون جنين الإنسان تتمايز الخلايا الناتجة من انقسام الزيجوت إلى خلايا مختلفة الأنواع منها خلايا الكبد، والخلايا العصبية.

➤ تتطلب عملية التمايز هذه **تغيير نمط التعبير الجيني في الخلية**، فيصبح للخلية نمط مُحدّد للتعبير الجيني، لا يتغير غالبًا طوال مدة حياة الخلية المُتخصصة.

➤ **العوامل المؤثرة في عملية التعبير الجيني:**

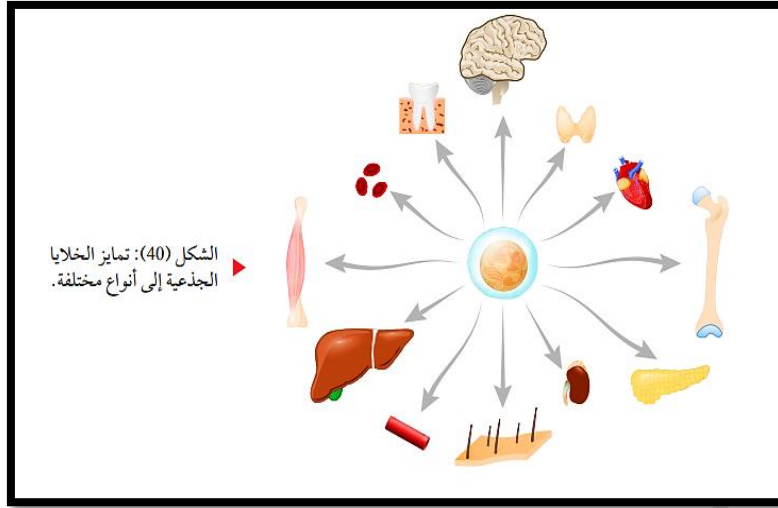
1. **عوامل داخلية**

(من جسم الكائن الحي نفسه)  
**مثل** الهرمونات



2. **عوامل خارجية**

(من البيئة المحيطة بالكائن الحي)  
**مثل** بعض المواد الكيميائية، وعوامل فيزيائية



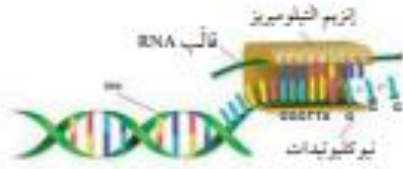
### ملخص الإنزيمات

الوظيفة	الإنزيمات
تحطيم الروابط الهيدروجينية بين النيوكليوتيدات المتقابلة في السلسلتين في جزيء DNA	<b>إنزيم الهليكيز Helicase</b>
يضيف قطعة صغيرة من RNA (تتكون من 5-10) نيوكليوتيدات، وتُسمى <b>سلسلة البدء primer</b> إلى كل سلسلة من سلسلتي DNA المُكمَلتين؛ لتوفير نهاية 3' حرة.	<b>إنزيم بادئ RNA RNA primase</b>
إضافة نيوكليوتيدات مُكملة النيوكليوتيدات السلسلة القالب DNA.	<b>إنزيم بلمرة DNA DNA polymerase</b>
يربط قطع DNA بأخرى مجاورة عن طريق تكوين روابط فوسفاتية ثنائية إستيرية بين النيوكليوتيدات وهو الإنزيم الذي يربط قطع أوكازاكي ببعضها البعض.	<b>إنزيم ربط DNA DNA Ligase</b>
قطع الجزء التالف من سلسلة DNA	<b>إنزيم النيوكلييز Nuclease</b>
إنتاج جزيء RNA مُكمل لجزء من إحدى سلسلتي DNA من خلال فك سلسلتي DNA	<b>إنزيمات بلمرة RNA</b>
يتكون من معقد بروتين-RNA ويستخدم RNA الموجود فيه قالباً لإضافة النيوكليوتيدات إلى نهاية 3' في الكروموسوم	<b>إنزيم التيلوميريز</b>



## الإثراء والتوسع

### التيلوميرات Telomeres



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

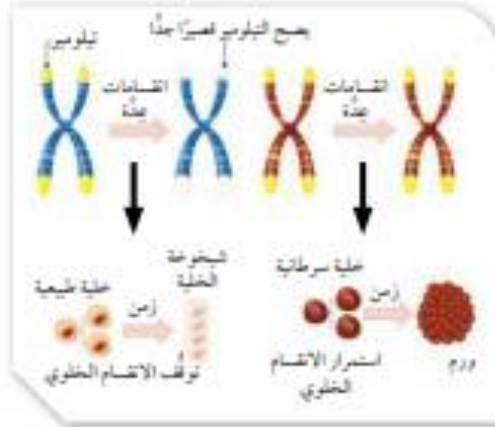
تختلف الكائنات الحية حقيقية النوى في ما بينها من حيث عدد النيوكليوتيدات في التيلومير؛ ففي خلايا الإنسان الجسمية - مثلاً - توجد سلسلة من ستة نيوكليوتيدات (5'-TTAGGG-3')، والسلسلة الكاملة لها، تتكرر عددًا من المرات يتراوح بين (100-1000) مرة.

يوجد أيضًا إنزيم يُسمى التيلوميريز telomerase، ويتكوّن من مُعقّد (بروتين - RNA)، ويستخدم RNA الموجود فيه قالبًا لإضافة سلسلة متكررة من النيوكليوتيدات إلى نهاية 3' في الكروموسوم، وهو ينشط في الخلايا الجينية والخلايا الجسمية الجذعية، ولا ينشط في الخلايا الجسمية الطبيعية المُتمايزة.

بعد إضافة سلسلة متكررة إلى نهاية 3' في الكروموسوم، يضيف إنزيم بلعمة RNA البادئ سلسلة بنّاءة إلى السلسلة المتكررة، ثم يعمل إنزيم بلعمة DNA على إضافة النيوكليوتيدات المُكملة للسلسلة. تتكرر هذه العملية مراتٍ عدّة للحفاظ على طول سلسلة التيلومير، إلّا أنّه لا يُمكن لمُعظم الخلايا الجسمية القيام بهذه العملية نظرًا إلى عدم وجود إنزيم التيلوميريز فيها، فيقل طول سلسلة التيلومير في كلّ الانقسامات الخلوية المتكررة، وتقل قدرتها على الانقسام؛ ما يؤدي إلى شيخوخة الخلية أو موتها.

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

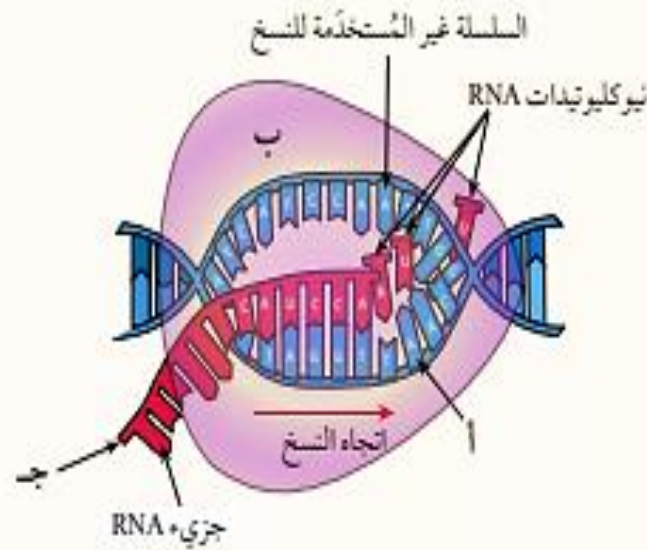
**أصنم نظريّة** تُعرّض دور التيلوميريز في شيخوخة الخلايا.





## مراجعة الدرس

1. الفكرة الرئيسة: فيم يستفاد من اختلاف التعبير الجيني بين الخلايا؟
2. ما المقصود بتضاعف DNA شبه المُحافظ؟
3. أَسْتَتِج: ماذا سيحدث إذا تعرّضت خلية ما في أثناء عملية تضاعف DNA إلى عوامل مُثبّطة للبروتينات المُرتبطة بالسلاسل المفردة؟
4. أفسّر: يعمل إنزيم بادئ RNA على إضافة سلسلة البدء إلى كل سلسلة من سلسلتي DNA المُكمّلتين.
5. أدرس الشكل الآتي الذي يُبين إحدى خطوات النسخ في عملية تصنيع البروتين، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



- أ- ما الخطوة التي يُبينها الشكل؟
- ب- ماذا يُمثّل كلٌّ من (أ)، و(ب) في الشكل؟
- ج- ما نهاية السلسلة المشار إليها في الشكل بالرمز (ج)؟

## مراجعة الوحدة

### السؤال الأول:

لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة فقط صحيحة، أحدها:

1. الطور (المرحلة) الذي تكون فيه الكروموسومات مكونة من كروماتيدات شقيقة هو:  
أ. G1. ب. G2. ج. S. د. M.

2. طور الانقسام المتساوي الذي يبدأ فيه الغلاف النووي بالانغصاف هو:  
أ. التمهيدي. ب. الاستوائي. ج. الانفصالي. د. النهائي.

3. طور الانقسام المتساوي الذي يبدأ فيه الغلاف النووي بالظهور هو:  
أ. التمهيدي. ب. الاستوائي. ج. الانفصالي. د. النهائي.

4. طور الانقسام المتساوي الذي تبدأ فيه الخيوط المغزلية الارتباط بالقطع المركزية هو:  
أ. التمهيدي. ب. الاستوائي. ج. الانفصالي. د. النهائي.

5. الإنزيم الذي يمكنه تفكيح DNA في أثناء عملية التضاعف هو:  
أ. إنزيم بلمرة DNA.

ب. إنزيم بلمرة RNA.

ج. إنزيم الهليكيز.

د. البروتين الشريط بالاسلاك المفردة.

6. يكون الكودون المفسد في جزيء tRNA:

أ. مُكْتَمَلًا للكودون في جزيء DNA.

ب. مُطَابِقًا للكودون في جزيء mRNA.

ج. مُكْتَمَلًا للكودون في جزيء mRNA.

د. مُتَمَاثِلًا لجميع الحموض الأمينية.

7. عدد مواقع ارتباط tRNA في الرايبوسوم هو:

أ. 1 ب. 2 ج. 3 د. 4

8. للانقسام المتساوي أهمية مباشرة في كل مما يأتي باستثناء:  
أ. النمو.

ب. التكاثر اللاجنسي.

ج. تعويض الأنسجة التالفة.

د. إنتاج الجاميتات.

9. الإنزيم الذي يفصل سلسلي DNA هو إنزيم:

أ. الربط. ب. بلمرة DNA.

ج. الهليكيز. د. بادئ RNA.

10. يتج من تضاعف جزيء DNA جزيئان، يتكوّن كل منهما من:  
أ. سلسلتين جديدتين.

ب. سلسلتين، إحداهما جديدة، والأخرى أصلية.

ج. سلسلتين أصليتين.

د. سلسلتين، كل منهما تحوي أجزاء جديدة، وأخرى أصلية.

11. تحدث عملية تضاعف DNA في الخلايا حقيقية النوى في:  
أ. السيتوبلازم. ب. الرايبوسوم. ج. النواة. د. الشبكة الإندوبلازمية.

12. الإنزيم الذي يضيف النيوكليوتيدات المُكْتَمَلَة لنيوكليوتيدات السلسلة الأصلية في أثناء تضاعف DNA هو إنزيم:

أ. بلمرة RNA. ب. بلمرة DNA.

ج. الهليكيز. د. النيوكلييز.

13. الروابط التي يُحطِّمها إنزيم الهليكيز بين سلسلي DNA هي:

أ. البيدية. ب. الأيونية.

ج. التساهمية. د. الهيدروجينية.

## مراجعة الوحدة

14. إحدى الآلية صحيحة في ما يتعلق بالحمض النووي RNA:
- أ. يتكوّن نتيجة تضاعف DNA.
  - ب. يتكوّن من سلسلتين لوليتين تلفّ إحداها على الأخرى في الخلايا حقيقية النوى.
  - ج. تدخل في تركيب قاعدة ثيروجينية هي الثايمين.
  - د. ينتج من عملية النسخ.
15. بعد استخدام الحمض الأميني في أثناء تصنيع البروتين، فإنّ جزيء tRNA:
- أ. يتطّلق فزلاً أخرى، فيربط بحمض أميني آخر مناسب للكودون المضاد الذي يحمله.
  - ب. يُحطّم مباشرة.
  - ج. يعود إلى التوالف ولا ينفادها.
  - د. يربط بأول حمض أميني يقابله.
16. جميع الآلية صحيحة في ما يتعلق بعملية النسخ باستثناء:
- أ. عدم نسخ جزيء DNA كاملاً، واقتصار العملية على نسخ جينات مُعيّنة فقط.
  - ب. استخدام سلسلة واحدة فقط من DNA في عملية النسخ.
  - ج. أداء إنزيم بلمرة DNA دوراً في عملية النسخ.
  - د. اتجاه بناء سلسلة mRNA هو من 5' إلى 3'.
17. يعمل إنزيم بلمرة DNA على:
- أ. ربط قطع أوكازاكي بعضها ببعض.
  - ب. ربط النيوكليوتيدات بعضها ببعض في أثناء التضاعف.
  - ج. فكّ التفاف السلاسل في DNA.
  - د. إنتاج جزيء RNA أوّلي.
18. تُكوّن قطعُ أوكازاكي:
- أ. السلسلة المتأخّرة.
  - ب. السلسلة الرائدة.
  - ج. جزيء RNA الأوّلي.
  - د. سلسلتي DNA.
19. اتجاه استطالة جزيء RNA خلال عملية النسخ هو:
- أ. 3' إلى 5'.
  - ب. 5' إلى 3'.
  - ج. 3' إلى 3'.
  - د. 5' إلى 5'.
20. اتجاه بناء سلسلة DNA هو:
- أ. 3' إلى 5'.
  - ب. 5' إلى 3'.
  - ج. 3' إلى 3'.
  - د. 5' إلى 5'.

### السؤال الثاني:

أملأ الفراغ في الجدول الآتي بالعدد المناسب لكل من التراكيب الواردة فيه، خلية جسمية في الزواقة، علمًا بأن كل خلية جسمية تحتوي 30 كروموسومًا:

عدد الكروماتيدات الشقيقة:	طور النمو الأول	طور النمو الثاني	الطور التمهيدي
الأجسام المركزية:			
المريكزات:			

### السؤال الثالث:

أوضح مرحلة الاستطالة في عملية تصنيع البروتين.

### السؤال الرابع:

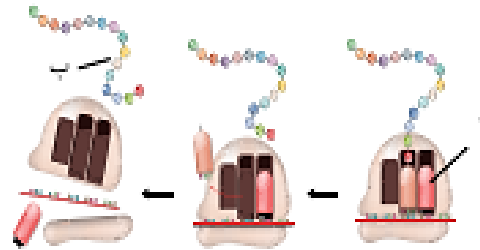
أقارن بين كل متباين:

- أ- آلية التضيق، وآلية تصحيح استئصال النيوكليوتيد من حيث الإنزيمات التي تشارك في كل منهما.  
ب- جزيء mRNA الأولي، وجزيء mRNA الناضج من حيث وجود الإنترونات، ووجود الإكسونات.

### السؤال الخامس:

مُعتبداً الشكل المجاور، أجب عن السؤالين الآتيين:

1. أي مراحل تصنيع البروتينات يُمثّلها الشكل؟
2. اللم يرمز كل من (أ)، و(ب)؟



### السؤال السادس:

أوضح أهمية tRNA في تصنيع البروتينات.

### السؤال السابع:

أنتج آلية تصحيح اختلالات DNA باستئصال النيوكليوتيد.

### السؤال الثامن:

أوضح آلية بّذء عملية الترجمة.

#### السؤال التاسع:

أضغ إشارة (✓) أو إشارة (X) إزاء كل عبارة في جدول المقارنة الآتي بين السلسلة الرائدة والسلسلة المتأخرة:

السلسلة المتأخرة	السلسلة الرائدة	
		استخدام النيوكليوتيدات الحرة.
		استمرار عملية البناء على نحو متواصل.
		الحاجة إلى إنزيم بلمرة DNA.
		الحاجة إلى إنزيم ربط DNA أكثر من مرة.
		انتهاء البناء من 5' إلى 3'.

#### السؤال العاشر:

أناقل في ما يأتي سلسلة mRNA الناضج، ثم أجب عن السؤالين التاليين:

AUGGUUAGCUAGAUGACGGGCUCCG

1. ما عدد الحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة من ترجمة سلسلة mRNA؟

2. ما عدد جزيئات tRNA التي يمكن استخدامها في ترجمة هذه السلسلة؟

#### السؤال الحادي عشر:

أقارن بين تضاعف DNA ونسخ RNA كما في الجدول الآتي:

نسخ RNA	تضاعف DNA	
		الإنزيمات المستخدمة في بناء السلسلة.
		عدد سلاسل DNA المستخدمة.
		حدوث التصحيح الذاتي في أثناء العملية.

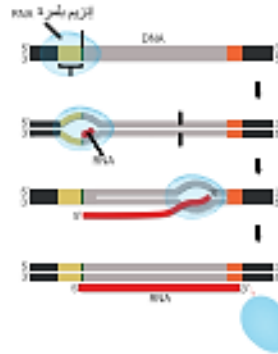
#### السؤال الثاني عشر:

أصل بين المصطلح العلمي والوصف المناسب له في ما يأتي:

الكودون المضاد	يحمل المعلومات الوراثية من النواة إلى السيتوبلازم.
الريبوسوم	عملية نقل شيفرة mRNA، وتصلع البروتين.
تضاعف DNA	ثلاث قواعد تكون في إحدى نهايات tRNA.
الكودون	تصلع mRNA باستعمال إنزيم بلمرة RNA في النواة.
النسخ	ثلاث قواعد تُحدد الحمض الأميني الذي سيستخدم في أثناء عملية الترجمة.
الترجمة	تحدث فيه عملية الترجمة.
mRNA	يصنع DNA نسخة عن نفسه.

#### السؤال الثالث عشر:

أوضح أي مراحل تصنيع البروتين الرئيسة التي يُمثلها الشكل الآتي، مُبيّنًا خطواتها.



#### السؤال الرابع عشر:

أُنشئ جدولًا للمقارنة بين الانقسام المتساوي والانقسام المُتخف من حيث: الأهمية، وعدد الخلايا الناتجة، ونوع الخلايا التي يحدث فيها الانقسام، وعدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة مقارنة بالخلية المُنتظمة.

#### السؤال الخامس عشر:

أتوقع: إذا حدثت عملية العبور أكثر من مرّة خلال الانقسام الواحد، وفي مواقع مختلفة من الكروموسوم نفسه، فما تأثير ذلك في التنوّع الجيني للكائنات الحيّة؟

#### السؤال السادس عشر:

أدرس الشكل المجاور الذي يُميّن دورة خلية يستغرق إكمالها 12 ساعة، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:



1. ما الطور الذي ستكون فيه الخلية الساعة 6:30؟
2. أحسب عدد الدقائق اللازمة لتضاعف DNA.
3. أتوقع: في أيّ طور ستكون الخلية بعد 7 ساعات من الساعة 9؟
4. في أيّ وقت تقريبًا ستحدث عملية الانقسام الخلوي؟
5. في أيّ وقت / أوقات ستضاعف الخلية عُطباها؟

#### السؤال السابع عشر:

أفشر: تتوقّف عملية الانقسام إذا لم ترتبط الخيوط المغزلية على نحوٍ شائب بالقطع المركزية.

#### السؤال الثامن عشر:

أوضح المقصود بكلّ من السايكليات، وإنزيمات الفسفرة المُتعددة على السايكليين، مُبيّنًا دور كلّ منهما في تنظيم دورة الخلية.

## مراجعة الوحدة

### السؤال الأول:

لكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات، واحدة فقط صحيحة، أحددها:

1. أحد أنواع الكربوهيدرات الذي يُنشئ الشكل المجاور هو:



- أ. السيلولوز.  
ب. النشا.  
ج. الغلايكوجين.  
د. الشَّحَر النَّائِي.

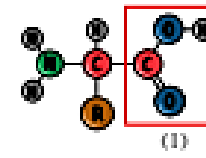
2. الكائنات الحيَّة التي تستخدم الغلايكوجين في تخزين الطاقة هي:

- أ. الحيوانات.  
ب. النباتات.  
ج. الفطريات.  
د. البكتيريا.

3. يُعدُّ الفلوكوز والغلاكتوز من الشَّحَرَات:

- أ. الأحادية.  
ب. الثنائية.  
ج. الثلاثية.  
د. المتعددة.

4. يشير الرقم (1) في الشكل المجاور إلى:



- أ. مجموعة كربوكسيل.  
ب. مجموعة أمين.  
ج. جزيء غليسرول.  
د. مجموعة هيدروكسيل.

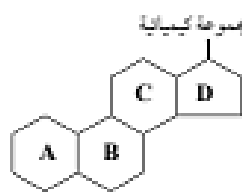
5. إحدى الخصائص الآتية تنطبق غالبًا على البروتينات اللصية:

- أ. الذوبان في الماء.  
ب. وجود سلاسلها الجانبية R القطبية في اتجاه الخارج، مُواجهةً للمحاليل المائية.  
ج. من الأمثلة عليها الهيموغلوبين.  
د. وجود سلاسلها الجانبية R غير القطبية في اتجاه الخارج، مُواجهةً للمحاليل المائية.

6. الترتيب الصحيح للبيئات المُفسَّرة في الغشاء البلازمي للخلية هو:



7. المُركَّب العضوي الحيوي الذي تُنشئ الصيغة البنائية في الشكل المجاور هو:



- أ. السيلولوز.  
ب. النشا.  
ج. البروتين.  
د. الستيرويد.

8. فصيلة دم المريض الذي يستقبل خلايا دم حمراء من فصائل الدم جميعها، لكنَّه لا يستطيع التبرُّع بخلايا دم حمراء إلَّا لمريض من فصيلة دمه فقط، هي:

- أ.  $O^+$  ب.  $AB^-$  ج.  $O^-$  د.  $AB^+$

9. إحدى العبارات الآتية صحيحة في ما يتعلَّق:

- بالحموض النووية في الخلايا حقيقية النوى:  
أ. احتواء RNA على القاعدة النيتروجينية يوراسيل.  
ب. احتواء DNA على القاعدة النيتروجينية يوراسيل.  
ج. احتواء RNA على القاعدة النيتروجينية ثايمين.  
د. تُكوِّن DNA من سلسلة واحدة، وتكوِّن RNA من سلسلتين لوليتين.

10. إحدى الآتية لا تُعدُّ جزءًا من النيوكليوتيدات:

- أ. الفوسفات.  
ب. الغليسرول.  
ج. القاعدة النيتروجينية.  
د. الشَّحَر الخفاسي.

11. الدور الرئيس للتفاعلات في حلقة كريبس هو:

- أ. إنتاج الطاقة.  
ب. إنتاج  $CO_2$ .  
ج. اختزال  $NAD^+$ ، و  $FAD$ ، لاستخدامهما في الفسفرة التأكسدية.  
د. إنتاج أستيل مُرافق إنزيم \_ أ.

## مراجعة الوحدة

12. الطول الموجي للضوء الذي تمتصه صبغة النظام الأول بأقصى فاعلية بوحدة النانومتر (nm) هو:

- أ. 860 ب. 700 ج. 680 د. 760

13. نواتج التفاعلات الضوئية التي تُستخدَم في حلقة كالفن هي:

- أ.  $ATP$ ,  $CO_2$  ب.  $NADPH$ ,  $O_2$  ج.  $NADPH$ ,  $ATP$  د.  $H_2O$ ,  $ATP$

14. عدد جزيئات الغلوكوز المتأكسدة في حال أُنشِجَ (12) جزيئاً من  $CO_2$  في عملية التنفس الهوائي هو:

أ. جزيء واحد. ب. جزيئان. ج. ثلاثة جزيئات. د. أربعة جزيئات.

15. عملية فقدان جزيء  $NADH$  للإلكترونات تُسمَّى:

- أ. أكسدة. ب. اختزال. ج. قسرة. د. بناء كيميائي.

16. تُنشِج جزيئات  $ATP$  من المراحل الآتية جميعها باستثناء:

- أ. حلقة كالفن. ب. حلقة كريس. ج. الفسفرة التأكسدية. د. التحلل الغلايكولي.

17. مصدر الأكسجين المُطلَق من عملية البناء الضوئي هو:

- أ. الهواء. ب. ثاني أكسيد الكربون. ج. الغلوكوز. د. الماء.

السؤال الثاني:

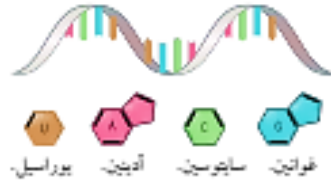
أصل بين المصطلح العلمي ورمز الوصف المناسب له في ما يأتي:

الرابطة الغلايكوسيدية	أ	الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي.
التحلل الغلايكولي	ب	بروتين يتصل بسلسلة أو أكثر من السكريات.
$ATP$	ج	رابطة تساهمية تربط بين الغليسرول والحموض الدهنية.
مُراققات الإنزيم	د	تغطم الغلوكوز لإنتاج جزيئي بيروفيت.
البرميدينات	هـ	جزيء حفظ الطاقة الذي يتكوّن من الأدينين، وسكّر الرايبوز، وثلاث مجموعات من القوسقات.
الرابطة الأسترية	و	الهيكل الأساسي لمستويات البروتين.
البروتين السكري	ز	يُكسب جدران الخلايا النباتية المرونة والقوة.
طاقة التنشيط	ح	تحدث تفاعلاتها في المُخَمَّة داخل البلاستيدة.
حلقة كالفن	ط	قواعد نيتروجينية تتكوّن من حلقة واحدة، ويُغطها اليوراسيل، والثايمين، والسيتوسين.
البناء الضاهي	ي	رابطة تساهمية تربط بين جزيئات الغلوكوز.
التنريب الأولي للبروتين	ك	تحدث تفاعلاتها في الحشوة داخل الميتوكوندريا.
حلقة كريس	ل	استخدام ورقة نبات صناعية قادرة على امتصاص الطاقة الشمسية، وتحليل الماء.
السايلوز	م	عوامل مساعدة عضوية للإنزيمات.



### السؤال الثالث:

بناءً على دراستي موضوع الحموض النووية، أجب عن السؤالين الآتيين:



أ. أصنف الحمض النووي في الشكل المجاور إلى DNA أو RNA، مُفسِّراً إجابتي.

ب. ما نسبة السيتوسين في قطعة من DNA إذا كانت نسبة الغوانين فيها (42%)؟

### السؤال الرابع:

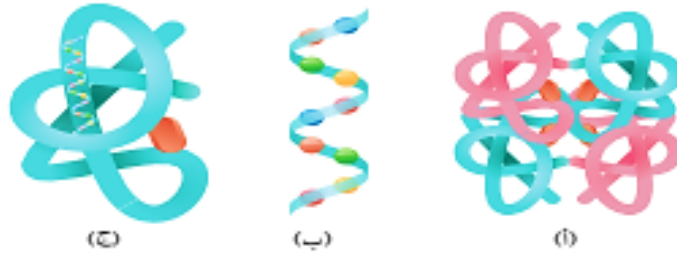
متبرع فصيلة دمه AB:

أ. ما مؤلفات الضد على سطوح خلايا دمه الحمراء بحسب نظام ABO؟

ب. أفسر: لماذا لا يمكن لهذا المتبرع التبرع بوحدة دم إلى مريض فصيلة دمه O؟

### السؤال الخامس:

أحدد مستوى تركيب كل من البروتينات الآتية:



### السؤال السادس:

يُمثل الشكل المجاور العلاقة بين درجة الحرارة وسرعة

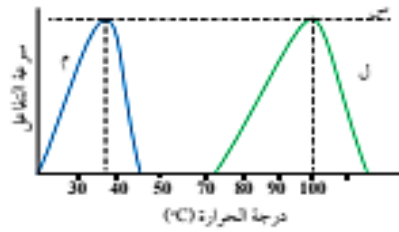
التفاعل المحفَّز بإنزيمات شعثة لكاتين حَيَّين مختلفين (ل، م):

أ. ماذا تُستى درجة الحرارة التي تعمل فيها

سرعة التفاعل إلى النقطة (س)؟

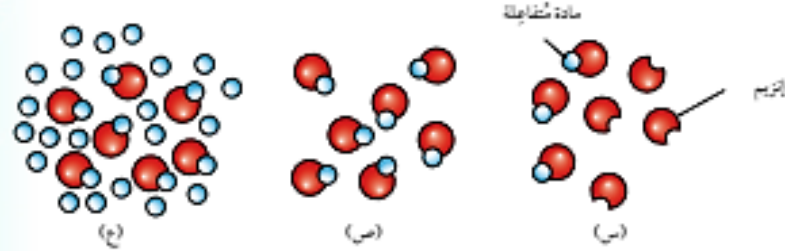
ب. أي الكاتين يُمثل بكتيريا تعيش في المياه الحارة،

مُفسِّراً إجابتي؟



### السؤال السابع:

أدرس الشكل الآتي الذي يُبين أثر زيادة تركيز المادة المتفاعلة في سرعة التفاعل، ثم أجب عن السؤالين التاليين:



- أي الحالات (س، ص، ع) يُمكن فيها زيادة سرعة التفاعل عند زيادة تركيز المادة المتفاعلة؟
- أحدّد الحالات التي لا يُمكن فيها زيادة سرعة التفاعل مهما زاد تركيز المادة المتفاعلة، مُفسّراً إجابتي.

### السؤال الثامن:

أحدّد عدد الجزيئات الناتجة من أكسدة جزيء واحد من الغلوكوز في كل مرحلة من المراحل الوارد ذكرها في الجدول الآتي:

المرحلة	عدد جزيئات NADH	عدد جزيئات FADH <sub>2</sub>	عدد جزيئات ATP الناتجة مباشرة	عدد جزيئات CO <sub>2</sub> الناتجة	عدد جزيئات ATP الناتجة من الفسفرة التأكسدية	عدد جزيئات ATP الكلية
التحلّل الغلايكولي						
أكسدة البيروفيت (جزيئات)						
حلقة كريس (دورتان)						
مجموع جزيئات ATP						

### السؤال التاسع:

في أشهر زمنية مُعدّدة من عام 1930م، وصف أطباء التغذية للأشخاص ذوي الوزن الزائد كمّيات قليلة من مُركّب يُسمّى داينيتروفينول (DNP) بوصفه عقّارًا يساعدهم على فقدان الوزن الزائد، ولكن سرعان ما حُظِر هذا المُركّب بعد تسمّيه في آثار جانبية ضارة عند متعاطيه. يجعل هذا المُركّب غشاء الميتوكوندريا الداخلي مُرّزًا للبروتونات H<sup>+</sup>، فتنتقل من منطقة الحيز بين غشائي إلى داخل الخسوة.

أتوقع تأثير تناول هذا العقار في عملية الأسموزية الكيميائية، مُبرّراً إجابتي.

### السؤال العاشر:

يتيح من تفاعلات حلقة كالفن مُركّبات عضوية تُخزن الطاقة:

أ. أفسّر: لماذا تعتمد حلقة كالفن على التفاعلات الضوئية؟

ب. أوفّح العمليات التي تحدث في مرحلة تثبيت الكربون داخل حلقة كالفن.

### السؤال الحادي عشر:

أحد أوجه التشابه والاختلاف بين كل مما يأتي:

- الانتفس الخلوي في عملية عضلية للاعب في بداية سباق طويل المسافة (ماراثون)، والانتفس الخلوي في الخلية العضلية نفسها هذا اللاعب في نهاية السباق.
- التفاعلات الضوئية الحلقية، والتفاعلات الضوئية اللاحلقية.

### السؤال الثاني عشر:

أدرس المخطط المجاور الذي يبين خطوات عملية التخمر الكحولي، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- ص {
- خلوكوز
  - الخطوة رقم (1).
  - بيروفيت
  - الخطوة رقم (2).
  - المركب (س)
  - الخطوة رقم (3).
  - كحول إيثيلي

- ما اسم المرحلة المشار إليها بالرمز (ص)؟ أين تحدث؟
- ما اسم المركب المشار إليه بالرمز (س)؟
- ما رقم الخطوة التي ينتج فيها غاز ثاني أكسيد الكربون؟
- كم جزيئاً من الكحول الإيثيلي ينتج من تحطيم جزيء واحد من الغلوكوز؟
- هـ. أوضح كيف يستفاد من عملية التخمر الكحولي في صناعة المخبزات.

### السؤال الثالث عشر:

أقارن بين الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء، مستعيناً بالجدول الآتي.

البلاستيدات الخضراء	الميتوكوندريا	المُنبِتات وجه المقارنة
		عملية الأيض التي تحدث فيها.
		مصدر الطاقة.
		مصدر الإلكترونات في سلسلة نقل الإلكترون.
		وصف حركة البروتونات $H^+$ في أثناء الأسموزية الكيميائية.

### السؤال الرابع عشر:

أنشئ جدولاً للمقارنة بين بروتين الميموغلوبين وبروتين الفايبرين من حيث: الذائبية في الماء، والشكل النهائي الثلاثي الأبعاد، والوظيفة الحيوية.