

# الأساس في الأحياء

المناهج المطورة

الوحدة الثانية  
دورة الخلية و تصنيع البروتينات

إعداد الأستاذ  
أنس أبو صليح

0785921463



0785921463



الأستاذ أنس أبو صليح



Anas Abu Slih



الأستاذ أنس أبو صليح



# دورة الخلية وتصنيع البروتينات

## Cell Cycle and Proteins Synthesis

## الوحدة

# 2

قال تعالى:

﴿ إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ نُطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرًا ﴾

(سورة الإنسان، الآية 2).

الاحياء مع الاستاذ أنس أبو صليح

## أتأمل الصورة

يؤدي الانقسام الخلوي دوراً في نمو الكائنات الحيّة وتكاثرها، وتُمثّل الصورة في الأعلى نموذجاً لخلايا ناتجة من انقسام خلوي. فما المراحل التي تمرّ بها الخلية قبل انقسامها؟ ما الذي يضبط هذه المراحل؟ كيف تُصنّع الخلايا البروتينات التي تحتاج إليها؟

دورة  
الخليةدورة الخلية  
وتصنيع البروتيناتتضاعف  
DNA  
والتعبير  
الجيني.الانقسام  
الخلوي  
وأهميتهغير مطلوب من  
طلاب الفروع  
المهنية

الفكرة العامة

تمر الخلية في أثناء حياتها بدورة تشمل مراحل عدة، وتعمل على تصنيع البروتينات اللازمة لأداء أنشطتها الحيوية، وتنظيم هذه الدورة.

الدرس الاول :  
دورة الخلية

• الفكرة الرئيسية:

تتألف دورة الخلية من مراحل وأطوار تسهم في تنظيمها عوامل وإشارات خلوية عديدة. وتكون جميع الخلايا الحية دائما في مرحلة ما من دورة الخلية.

الدرس الثاني  
الانقسام الخلوي  
وأهميته.

• الفكرة الرئيسية :

للانقسام الخلوي أنواع عدة، لكل منها أهميته في استمرار الحياة، وبقاء الأنواع الحية المختلفة على سطح الأرض.

الدرس الثالث :  
تضاعف DNA  
والتعبير الجيني

• الفكرة الرئيسية:

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



# التجربة الاستهلاكية

## الانقسام المتساوي في خلايا القمم النامية لجذور الثوم

تسهم دراسة الانقسام الخلوي إسهاما كبيرا في فهم كثير من العمليات الحيوية. وتعد دراسة انقسام خلايا القمم النامية لجذور النباتات إحدى أسهل الطرائق لدراسة الانقسام الخلوي.

### المواد والأدوات:

كأس زجاجية صغيرة فيها ماء ، نكاشة أسنان ، شرائح زجاجية وأغبيتها، صيغة خلايا نباتية مثل السفرانين، مجهر ضوئي، مشرط، فصوص ثوم، ملقط، حمض الهيدروكلوريك (1M)، محلول من حمض الخليك والإيثانول (نسبة حمض الخليك إلى الإيثانول 1:3)، قفازات، ورق تنشيف، قلم رصاص، ماء، طبق بتري زجاجي.



### إرشادات السلامة:

- استعمال المشروط والمواد الكيميائية بحذر.
- غسل اليدين جيدا بعد انتهاء التجربة.

### خطوات العمل:

1. أجب: أثبت قط الثوم على فوهة الكأس باستخدام نكاشة الأسنان، مراعيًا عمر الجذور فقط في كما في الشكل المجاور؛ تجنبًا لتعفن فص الثوم.
2. ألاحظ نمو الجذور بعد (3-4) أيام.
3. أجب: أقطع (1-3) cm من نهايات القمم النامية للجذور، ثم أضعها في كأس تحوي محلول حمض الخليك والإيثانول مدة (10) min. بعد ذلك أسخن محلول حمض الهيدروكلوريك في حمام مائي حتى تصبح درجة حرارته 60 °C.
4. أجب: أغسل الجذور بالماء البارد مدة تتراوح بين (4-5) min، ثم أنشفها جيدا بورق التنشيف. بعد ذلك أنقلها إلى الكأس التي تحوي محلول حمض الهيدروكلوريك الساخن، وأتركها فيه مدة (5) min.
5. أجب: أنقل الجذور إلى طبق بتري باستخدام الملقط، وأغسلها بالماء البارد، ثم أنفها جيدا بورق التنشيف، ثم أضعها على شريحة زجاجية نظيفة. بعد ذلك أق (2) mm من قمم الجذور النامية، ثم أبقيه على الشريحة، وأتخلص من بقية الجذور.
6. أضيف قطرة من الصبغة إلى القمم النامية على الشريحة، ثم أضع غطاء الشريحة، ثم أسحق العينة بالضغط عليها بلطف فوق غطاء الشريحة باستخدام الطرف العريض لقلم الرصاص.
7. ألاحظ الخلايا باستخدام المجهر الضوئي بعد تكبيرها 400 x، ثم أدون ملاحظاتي.

### التحليل والاستنتاج:

1. أحسب النسبة المئوية لكل طور من أطوار الانقسام الخلوي.
2. أمثل بيانيا أعداد الخلايا في كل طور.
3. أتواصل: أناقش زملائي / زميلاتي في النتائج التي تول إليها، ثم أقرنها بنتائجهم.





## إجابات التجربة الأستهلالية

## • التحليل و الاستنتاج :

## 1- أحسب :

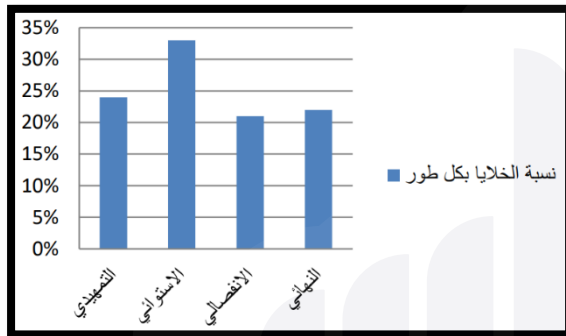
أعمل جدول يحتوي على أربع أعمدة يمثل كل واحد منها طور من أطوار الانقسام المتساوي ، ( ملاحظة ) تعتمد الاجابة على عدد الخلايا التي أدرسها :

مثال : أعد 100 خلية في حالة الانقسام و أوضح بالجدول عدد الخلايا بكل طور من أطوار الانقسام كما في الجدول التالي :

اسم الطور	التمهيدي	الاستوائي	الانفصالي	النهائي
عدد الخلايا				

مثال :

اسم الطور	التمهيدي	الاستوائي	الانفصالي	النهائي
عدد الخلايا	24	33	21	22



## 2- أمثل :

باستخدام برنامج الاكسل : أرسم مخطط يمثل النسبة المئوية لكل طور من أطوار الانقسام ( حسب النتيجة التي ظهرت معي ) . باستخدام النتائج التي ظهرت معنا بالسؤال السابق ( بشكل مجازي )





## الدرس (1) دورة الخلية Cell Cycle

## ❖ الفكرة الرئيسية :

تتألف دورة الخلية من مراحل وأطوار تسهم في **إشارات خلوية عديدة** وتكون جميع الخلايا الحية دائما في مرحلة ما من **دورة الخلية**.

## • ما المقصود بدورة الخلية: Cell Cycle ؟

هي دورة تمر بها الخلية منذ تكون الخلية نتيجة انقسام خلية ما ، وتنتهي عند انقسامها هي نفسها **مكونة خليتين جديتين**.

## • العوامل التي تعتمد عليها مدة الدورة ؟

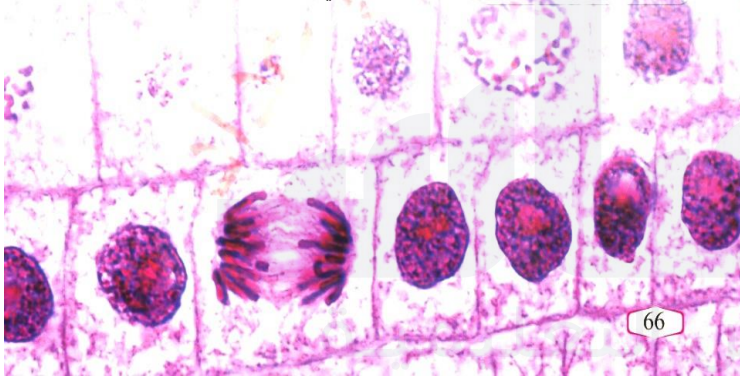
- 1- يعتمد على نوع الخلية.
- 2- الظروف التي تحيط بها، وعوامل أخرى سألرسها لاحقا فمثلا

## • افسر : لماذا تختلف الخلايا في ما بينها من حيث المدة الزمنية اللازمه لاكمال دورة الخلية ؟

بسبب اختلاف العوامل التي تعتمد عليها مدة الدورة

## مثال

بعض مراحل دورة الخلية في خلايا قمة نامية لجذر بصل



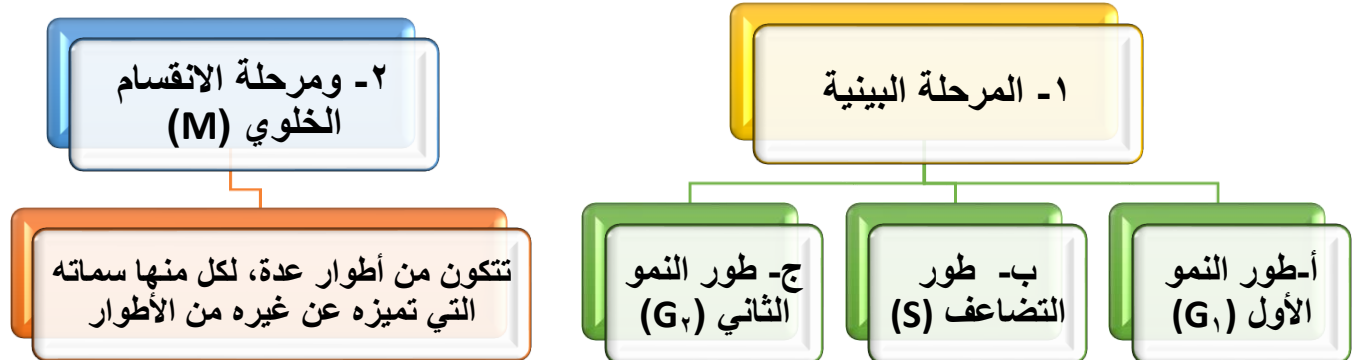
تنقسم خلية قمة نامية في جذر بصل كل 20 ساعه تقريبا ، في حين تنقسم خلية طلائية في الأمعاء الدقيقة لإنسان كل ( 10 - 12 ) ساعه .

## ❖ ما مدة انقسام خلية قمة نامية في جذر بصل؟

كل 20 ساعة تقريبا

## ❖ \*ما المدة التي تنقسم خلية طلائية في الأمعاء الدقيقة لإنسان؟

كل (10-12) ساعة.

❖ تمر دورة الخلية في الكائنات حقيقية النوى **بمرحلتين رئيسيتين**، هما:



## مراحل دورة الخلية Cell Cycle Phases

### 1- المرحلة البينية Interphas

ما نسبة المرحلة البينية في دورة الخلية ؟ تمثل غالباً ما نسبته 90% من دورة الخلية ؟

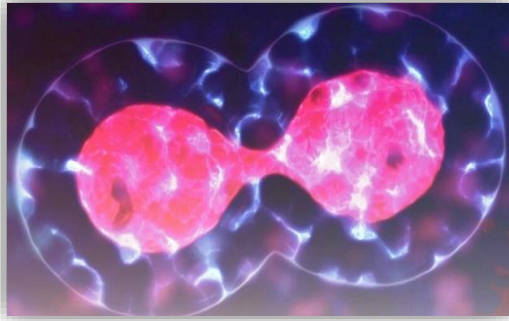
ماذا يحدث في هذه المرحلة ؟

2- يتضاعف عدد الكروموسومات تمهيداً للانقسام الخلوي

1- تنمو في أثنائها الخلية







انقسام السيتوبلازم بعد انقسام النواة

## 2- مرحلة الانقسام الخلوي (M Phase)

متى تبدأ هذه المرحلة وماذا يحدث فيها ؟

➤ بعد طور النمو الثاني.

ماذا يحدث في هذا الطور ؟

1- يحدث فيها انقسام النواة **Karyokinesis**.

( أي انقسام نواة الخلية إلى نواتين متماثلتين ) ، وهو ما يحدث على نحو مشابه في جميع الخلايا حقيقية النوى.

2- يلي ذلك انقسام السيتوبلازم **Cytokinesis** ، ويختلف هذا الانقسام في الخلايا النباتية عنه في الخلايا الحيوانية.

الطور الصفري  $G_0$ 

تختلف الخلايا بعضها عن بعض من حيث النشاط في الانقسام ( كيف ذلك ) ؟



1- منها ما يكون نشيطا ، ويكمل دورة الخلية كاملة ، مثل الخلايا الظهارية المبطنة للقناة الهضمية

2- منها ما يدخل في طور سكون يسمى **الطور الصفري  $G_0$** .

تخرج الخلية من طور  $G_1$  إلى هذا الطور في حال غياب الإشارات الخلوية ( سأدرسها لاحقا ) التي تحفز الخلية على الاستمرار في الدورة.

➤ من الأمثلة على الخلايا التي تدخل طور  $G_0$ :

الخلايا العصبية ، والخلايا العصبية أنظر الشكل التالي .

- تقوم الخلية في الطور الصفري بجميع وظائفها وأنشطتها باستثناء

الأنشطة التي تهيئها للانقسام، علما بأن بعض الخلايا لا تغادر هذا

الطور بعد دخولها فيه،

- خلافا لخلايا أخرى تتمكن من العودة إلى طور  $G_1$  ، وإكمال دورة

الخلية عند تحفيزها بالإشارات الخلوية المناسبة، ومن الأمثلة على هذه الخلايا خلايا الكبد.

أتحقق:

متى تبدأ مرحلة الانقسام الخلوي ؟

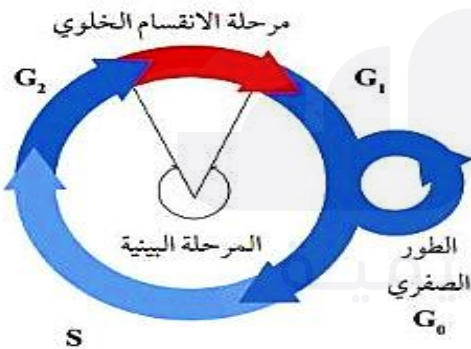
بعد الطور النمو الثاني  $G_2$

أتحقق:

أذكر أمثلة على بعض الخلايا التي تدخل

الطور الصفري

الخلايا العصبية ، والخلايا العصبية



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

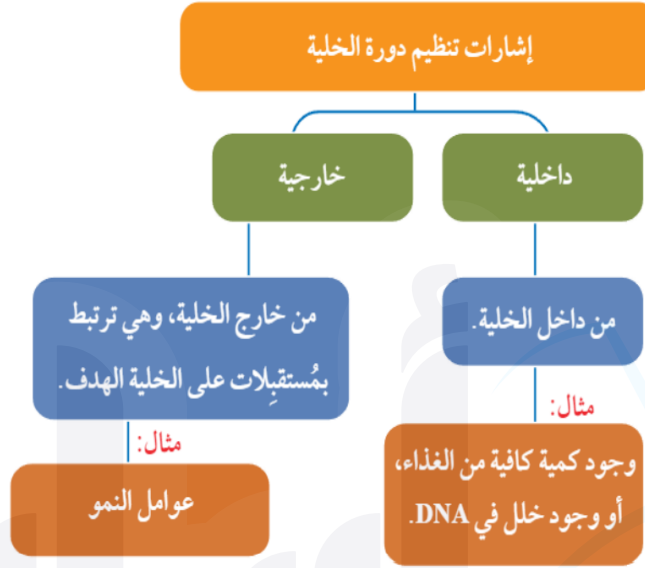


## تنظيم دورة الخلية Regulation of Cell

• تعمل مجموعة من المواد الكيميائية على تنظيم دورة الخلية

ما هي المواد الكيميائية التي تعمل على تنظيم دورة الخلية وماذا تسمى ؟

➤ هي مجموعة من المواد الكيميائية يطلق على هذه المواد التي معظمها بروتينات اسم **الإشارات الخلوية Cellular Signals** وهي تصنف بحسب مصدرها إلى **إشارات داخلية** ، وإشارات **خارجية**



يعمل العلماء على تحديد المسارات التي تربط الإشارات الخلوية الخارجية بالداخلية 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 .

؟ إلى ماذا تصنف هذه الإشارات بحسب آلية عملها ؟ إلى ثلاثة أنواع ( اذكرها ) ؟

١- إشارات التقدم **Go-ahead Signals** :

هي الإشارات التي تحفز انتقال الخلية إلى المرحلة اللاحقة أو الطور اللاحق.

٢- إشارات التوقف **Stop Signals** :

هي الإشارات التي تعمل على بقاء الخلية في الطور، وعدم انتقالها إلى الطور الذي يليه.

٣- إشارات المبرمج للخلية **Apoptosis Signals** :

هي الإشارات التي **تسبب الموت** بتنشيطها جينات تسهم في إنتاج إنزيمات تحطم مكونات في الخلية ؛ ما يؤدي إلى موتها.

**أتحقق**

ما أهمية الإشارات الخلوية في دورة الخلية

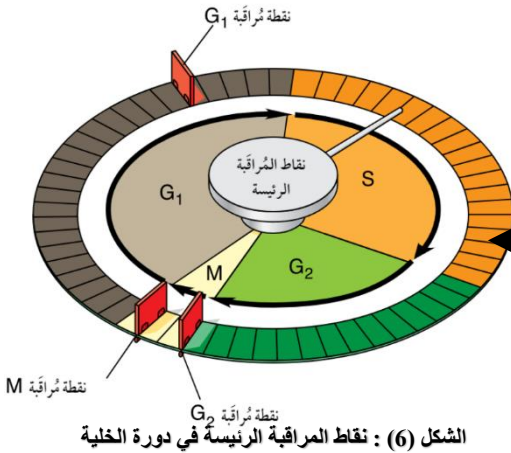
تنظيم دورة الخلية

**أفكر**

لماذا لا تستجيب بعض الخلايا للإشارات الخارجية ؟

لأنه لا يوجد عليها مستقبلات لهذه الإشارات

## نقاط المراقبة Checkpoints



- تنظم الإشارات الخلوية دورة الخلية في نقاط محددة ، تسمى ؟

## نقطة مراقبة Checkpoint .

- ما هي نقاط مراقبة الرئيسية ؟

$G_1$  ،  $G_2$  ،  $M$

1- نقطة المراقبة  $G_1$  أهم نقاط المراقبة ؟

تعد هذه النقطة أهم نقاط المراقبة ( فسر ذلك ) ؟

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

ماذا يحدث إذا لم تستقبل الخلية في نقطة المراقبة هذه إشارة تقدم؟  
لا تكمل الخلية بقية الأطوار، وتخرج من دورتها إلى الطور الصفري.

2- نقطة المراقبة  $G_2$  :

ماذا يحدث عند هذه النقطة ؟

فيها يتحقق من:

## 1- انتهاء تضاعف DNA في طور التضاعف

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

ماذا يحدث في حال وجود خطأ ما ؟

✓ تتوقف دورة الخلية عند نقطة المراقبة  $G_2$  ما يتيح للخلية تصحيح الخطأ،

✓ أو يؤدي إلى موتها المبرمج إن لم تستطع ذلك.

➤ ويسهم الموت المبرمج في منع دخول الخلايا غير الطبيعية مرحلة الانقسام ، وزيادة أعدادها

أفكر : ما الأخطاء التي يحتمل ظهورها إذا اختفت المراقبة  $G_2$  ؟

## 1- عدم اكتمال تضاعف DNA

## 2- وجود أخطاء في جزيئي DNA الناتج من عملية تضاعف DNA



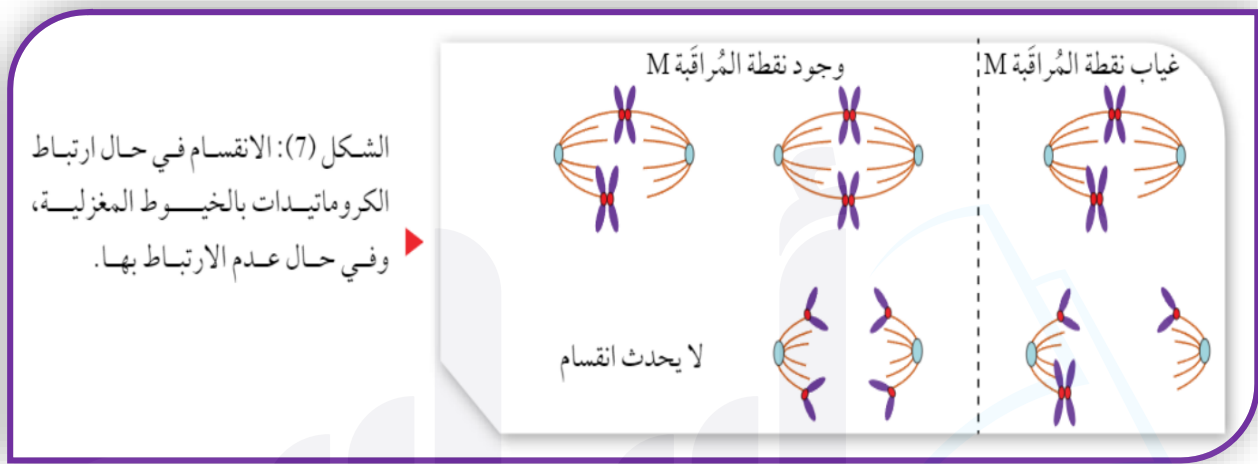
## 3- نقطة المراقبة M :

متى تعمل هذه النقطة ؟

تعمل ما بين الطور الاستوائي والطور الانفصالي.

ماذا يحدث في هذه النقطة ؟

وفيها يتحقق من ارتباط الكروماتيدات الشقيقة بالخيوط المغزلية على نحو صحيح. وفي حال كانت بعض الكروماتيدات غير مرتبطة بالخيوط المغزلية ، فإن الخلية تتوقف عن عملية الانقسام حتى ترتبط جميع الكروماتيدات بالخيوط المغزلية أنظر الشكل ( 7 )



## السايكليينات وإنزيمات الفسفرة المعتمدة على السايكليين

## Cyclins and Cyclin-Dependent Kinases (Cdk)

## • ما المقصود بالسايكليينات Cyclins ؟

هي مجموعة من البروتينات، توجد في معظم الخلايا حقيقية النوى ، وتصنع في أثناء دورة الخلية ، وتحطم خلالها سريعا . ( تصنف إلى أربعة أنواع رئيسية )

## • الية عمل السايكليينات ؟

تؤدي دورا في تنظيم دورة الخلية : بتحفيزها إنزيمات تسمى إنزيمات الفسفرة المعتمدة على السايكليينات (Cyclin-Dependent Kinase (Cdks

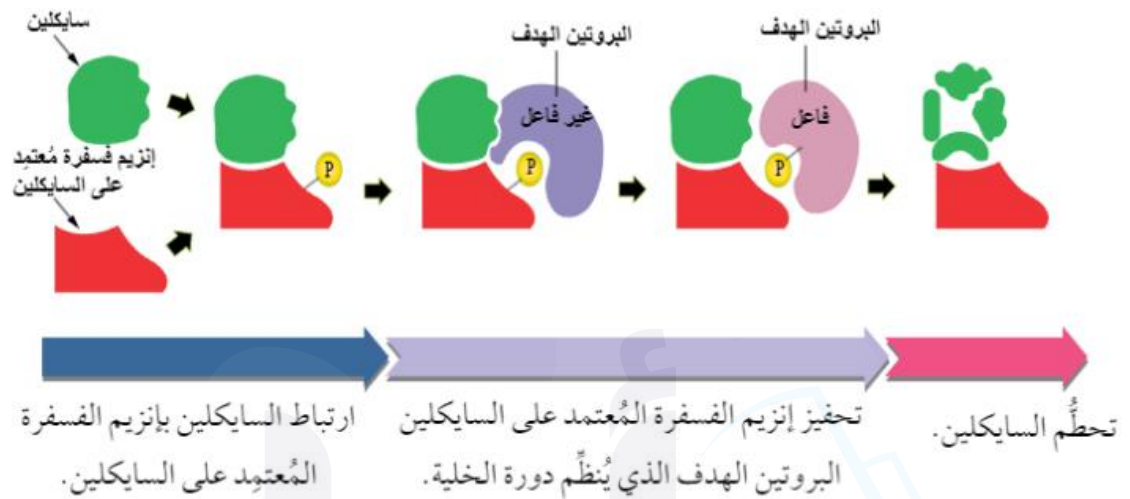
## • ما وظيفة ( Cdks ) ؟

إن تعمل هذه الإنزيمات - بعد ارتباطها بالسايكليين - على إضافة مجموعة فوسفات إلى البروتين الهدف في عملية تسمى الفسفرة . وقد تؤدي فسفرة البروتينات إلى تحفيزها أو تثبيطها بحسب حاجة الخلية.

- ما هي أهمية ارتباط السايكلين بإنزيم الفسفرة المعتمد على السايكلين في أمرين رئيسيين

1- تحفيز الإنزيم

2- إرشاده إلى البروتينات الهدف التي يعمل على فسفرتها.



**أتحقق:**

فيم يستفاد من ارتباط السايكلين ، بإنزيم الفسفرة المعتمد على السايكلين ؟  
تحفيز إنزيمات الفسفرة المعتمدة على السايكلين ، وإرشادها إلى البروتينات الهدف التي تعمل على فسفرتها

**أتحقق:**

أتحقق : ما نقاط المراقبة الرئيسية في دورة الخلية ؟

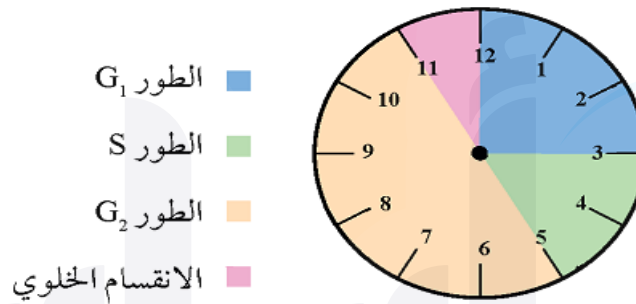
M . G2 . G1



## ورقة عمل (1)

**السؤال الاول :-** تمر دورة الخلية في الكائنات حقيقية النوى بمرحلتين رئيسيتين، هما:

**السؤال الثاني :** أدرس الشكل المجاور الذي يبين 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 أي طور ستكون الخلية بعد 7 ساعات من الساعة 9؟

4. في أي وقت تقريبا ستحدث عملية الانقسام الخلوي؟

5. في أي وقت ستضاعف الخلية غشياتها؟

**السؤال الثالث :**

1- كم تبلغ نسبة زمن الطور البيني من زمن دورة الخلية؟			
أ. 90%	ب. 70%	ج. 60%	د. 30%
2- أي من الخلايا التي تنضج في مرحلة النمو الصفري ولا تنقسم؟			
خلايا الدم البيضاء	ب. خلايا الكبد	ج. العصبونات	د. الصفائح الدموية

## مراجعة الدرس الأول

1. ما مراحل دورة الخلية؟ ما أطوار كل مرحلة منها؟

أولاً المرحلة البينية و أطوارها :  $G_1$  و  $S$  و  $G_2$

ثانياً مرحلة الانقسام المنصف و أطوارها : التمهيدي و الاستوائي و الانفصالي و النهائي

2. أفسر: لماذا تختلف الخلايا في ما بينها من حيث المدة الزمنية اللازمة لإكمال دورة الخلية؟

ذلك بسبب اختلاف نوع الخلية و الظروف التي تحيط بها ، إضافة الى اختلاف الإشارات الخلوية الداخلية و الخارجية التي تتلقاها كل منها و التي تحدد مع الوقت المناسب للانتقال من طور الى آخر و من مرحلة الى أخرى

3. أدرس الشكل المجاور الذي يمثل دورة الخلية، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ- أكتب اسم الطور (في المرحلة البينية) الذي يشير إليه كل من الأرقام الآتية: 1، 2، 3، 4، 5.

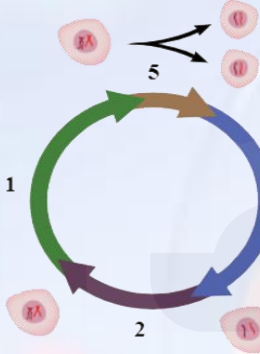
1-  $G_2$  2-  $S$  3-  $G_1$

ب- ما رقم الطور في المرحلة البينية الذي لا يحدث فيه استعداد لعملية الانقسام؟

4 (  $G_0$  )

ج- ما رقم الطور الأطول في المرحلة البينية لدورة الخلية الظاهرة في الصورة؟

3 (  $G_1$  )



4. أتوقع: كيف يسهم غياب نقاط المراقبة في ظهور الأورام السرطانية؟

غياب نقاط المراقبة يسمح بانتقال الأخطاء في DNA الناتج من عملية التضاعف وعدم اصلاحها ، وقد يسهم غياب نقاط المراقبة في حدوث خلل في ارتباط الكروموسومات بالخيوط المغزلية الأمر الذي يؤدي الى حدوث خلل في عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة و هذا قد تنتج خلايا سرطانية

5. أقرن بين الطور الصفري و طور النمو الثاني كما في الجدول الآتي:

الطور الصفري	الطور النمو الثاني	
✓	✓	أداء الخلية أنشطتها الطبيعية
×	✓	الزيادة في كمية DNA
×	✓	أداء الخلية الأنشطة التي تهيئها للانقسام

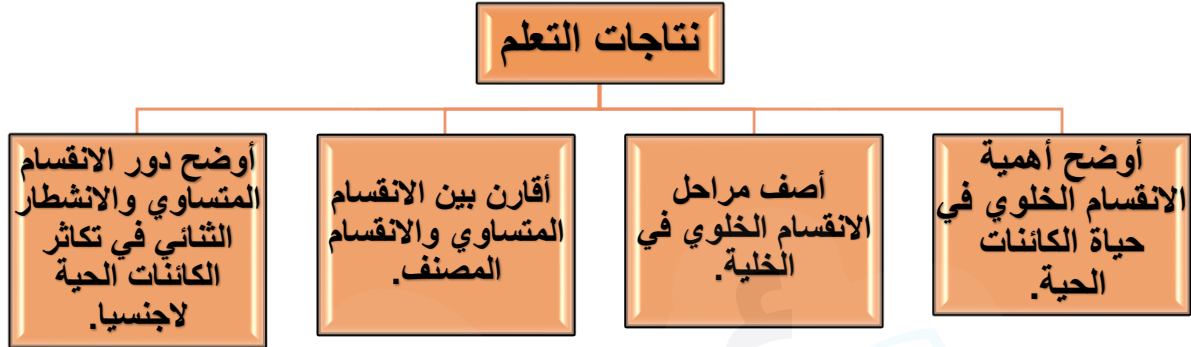


## الدرس ( 2 ) الانقسام الخلوي وأهميته

### Cell Division and its Importance

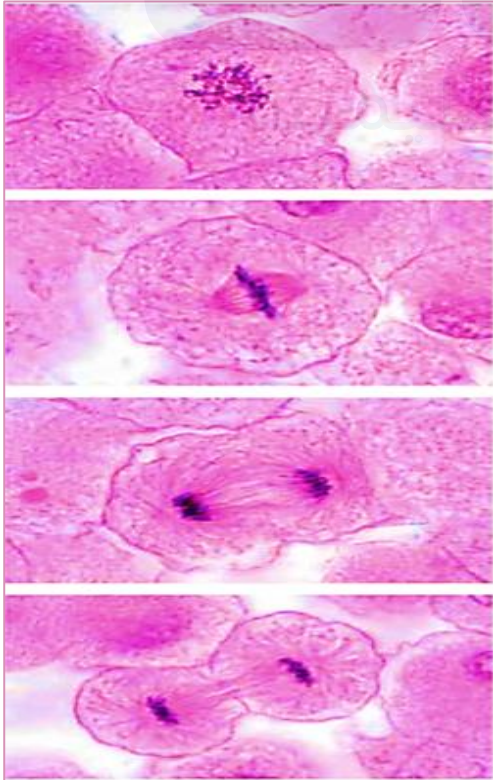
الفكرة  
الرئيسية

للانقسام الخلوي أنواع عدة ، لكل منها أهميته في استمرار الحياة، وبقاء الأنواع الحية المختلفة على سطح الأرض



### Mitosis الانقسام المتساوي

#### أطوار الانقسام المتساوي



ما هي أهمية الانقسام المتساوي ؟

يحدث انقسام متساو في خلية ما لإنتاج خليتين مطابقتين جينا للخلية المنقسمة، وتحتوي كل منهما نفس عدد كروموسومات هذه الخلية.

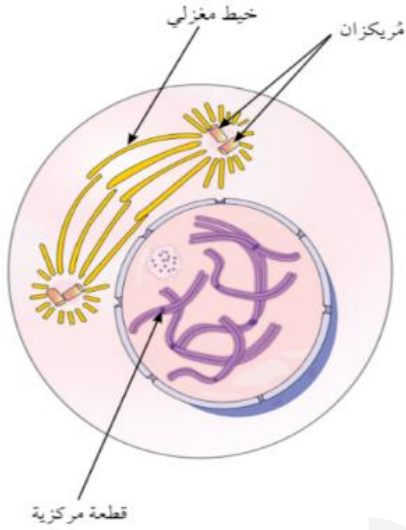
تمر الخلية في أثناء الانقسام المتساوي بأربعة أطوار رئيسية متتابعة ( فما هي هذه الأطوار ) ؟

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

يلي هذه الأطوار انقسام السيتوبلازم لإنتاج **خليتين منفصلتين**

## أطوار الانقسام المتساوي Phases of Mitosis

## 1 الطور التمهيدي Prophase



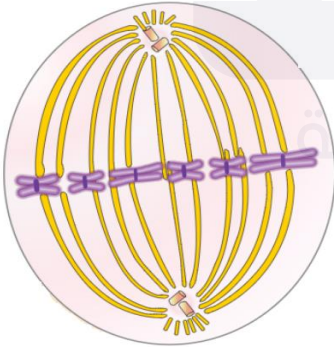
❖ ماذا يحدث في هذا الطور:

➤ تظهر الكروموسومات قصيرة وسميكة، ويتكون كل منها من كروماتيدين شقيقين يرتبطان معا عن طريق قطعة مركزية (سنترومير)

➤ في نهاية هذا الطور يتفكك الغلاف النووي، وتختفي النوية، ويتحرك الجسمان المركزيان Centrosomes نحو قطبي الخلية المتقابلين وتبدأ الخيوط المغزلية بالامتداد من المريكزات إلى القطع المركزية في الكروموسومات.

\*ما هو الجسم المركزي ؟ هو تركيب يقتصر وجوده على الخلايا الحيوانية فقط ، ويتكون كل جسم مركزي من تركيبين أسطوانيين ، يسمى كل منهما مريكزا )

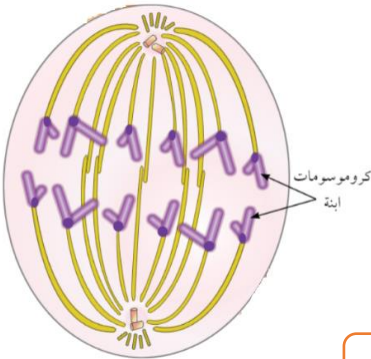
## 2 الطور الاستوائي Metaphase



❖ ماذا يحدث في هذا الطور:

يمتاز هذا الطور بارتباط الخيوط المغزلية بالقطع المركزية، وترتب الكروموسومات في وسط الخلية.

## 3 الطور الانفصالي Anaphase



❖ ماذا يحدث في هذا الطور:

➤ تنكمش الخيوط المغزلية في هذا الطور ما يؤدي إلى سحب الكروماتيدات الشقيقة

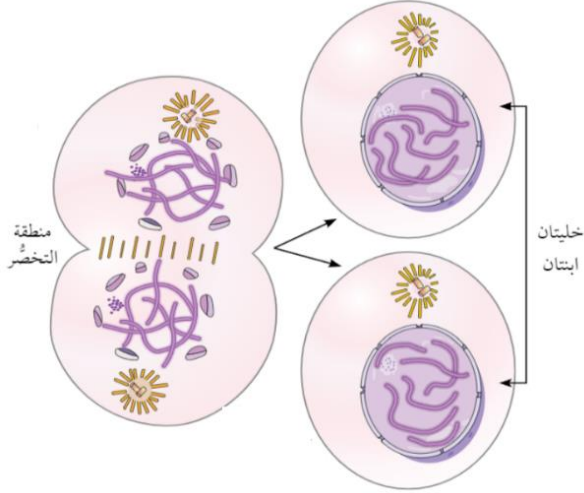
➤ انفصال كل كروماتيدين شقيقين أحدهما عن الآخر، وتحرك كل منهما نحو أحد قطبي الخلية ، فيصبح عند كل قطب مجموعة كاملة من الكروموسومات الابنة Chromosomes Daughter.

يذكر أن الكروماتيدات في هذا الطور تكون على شكل حرف (V) نتيجة عملية السحب.



## الطور النهائي Telophase

4



❖ ماذا يحدث في هذا الطور:

- 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.

**فكر:** في أي أطوار المرحلة ال انقسام السيتوبلازم في الخلية الحيوانية

لخيوط المغزلية : **G2**

## انقسام السيتوبلازم Cytokinesis

يختلف انقسام السيتوبلازم في الخلايا الحيوانية عنه في الخلايا النباتية

## انقسام السيتوبلازم في الخلية الحيوانية :

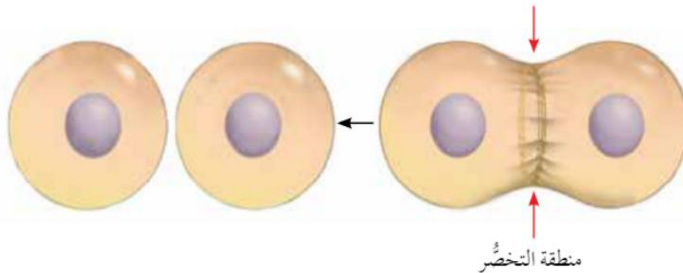
❖ ماذا يحدث في الخلايا الحيوانية عند انقسام السيتوبلازم ؟

يحدث تخرص تدريجي وسط الخلية مشكلا أخدودا.

❖ مما يتكون الجانب السيتوبلازمي للأخدود ؟

حلقة منقبضة من ألياف بروتين الأكتين الدقيقة و جزيئات بروتين الميوسين وظيفتهما :

تعمل هذه البروتينات معا على انقباض الحلقة ، فيزداد التخرص ، وينتج من ذلك خليتان منفصلتان.

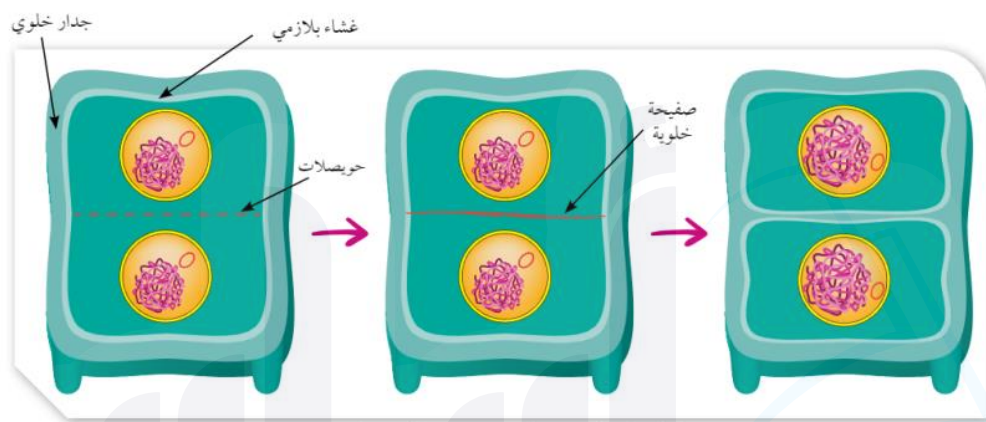


الشكل (11): انقسام السيتوبلازم في الخلايا الحيوانية .

## انقسام السيتوبلازم في الخلية النباتية :

• ماذا يحدث في عملية انقسام السيتوبلازم في الخلايا النباتية؟

- ❖ تختلف بسبب وجود الجدر الخلوية
- ❖ تصطف وسط الخلية حويصلات من أجسام غولجي ، ثم تندمج الحويصلات مشكلة صفيحة خلوية.
- ❖ بعد ذلك يندمج الغشاء المحيط بالصفيحة الخلوية بالغشاء البلازمي للخلية، ثم ينشأ الجدار الخلوي من مكونات في الصفيحة الخلوية .
- ❖ وبذلك تنتج خليتان منفصلتان ، و مطابقتان للخلية الأم،



الشكل (12): انقسام السيتوبلازم في الخلايا النباتية.

### أتحقق: كيف ينقسم السيتوبلازم في الخلية الحيوانية؟

يحدث تخرص تدريجي وسط الخلية مشكل أخدودا . يوجد في الجانب السيتوبلازمي للأخدود حلقة منقبضة من ألياف بروتين الأكتين الدقيقة و جزيئات بروتين الميوسين التي تعمل معاً أهمية الانقسام

### المتساوي The Importance of Mitosis

## أهمية الانقسام المتساوي The Importance of Mitosis

للانقسام المتساوي أهمية كبيرة اذكرها ؟

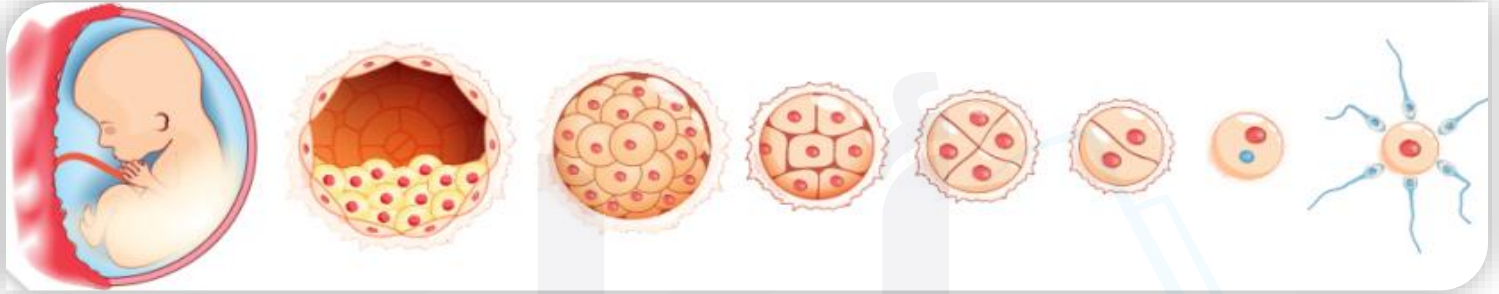
1- ضروري لنمو الكائنات الحية عديدة الخلايا .

2- يعمل على تطور جنين من بويضة مخصبة (خلية واحدة) إلى إنسان يتكون جسمه من عدد كبير جدا من الخلايا

{ وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ سُلَالَةٍ مِنْ طِينٍ (12) ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَكِينٍ (13) ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظَامًا فَكَسَوْنَا الْعِظَامَ لَحْمًا ثُمَّ أَنْشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ (14) }

(سورة المؤمنون: 12-14)

الشكل (13): تطور جنين إنسان من بويضة مخصبة بالانقسام المتساوي.

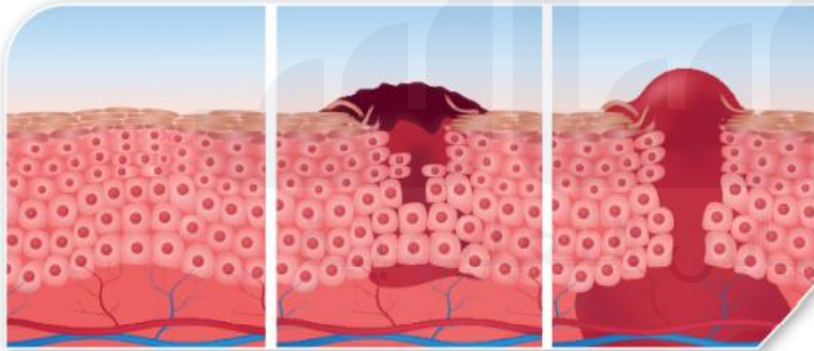


3- تتمثل أهمية الانقسام المتساوي أيضا في

استبدال الخلايا التالفة، وتعويض الأنسجة

التي تعرضت لجرح، أو حرق، أو كشط،  
مثل: الجلد، والأنسجة المبطنية للأمعاء،

أنظر الشكل (14).



الشكل (14): تعويض الأنسجة التالفة بالانقسام المتساوي.

الشكل (15): سحلية  
تجدد ذبلا عوضا عن  
ذيلها الأصلي  
المقطوع.



4- يذكر أن بعض الكائنات الحية عديدة الخلايا  
(مثل: السحلية، ونجم البحر) لديها قدرة على  
التجدد Regeneration؛ أي تعويض أجزاء  
فقدتها من أجسامها عن طريق الانقسام المتساوي،  
أنظر الشكل (15)





(ب) تكاثر الهيدرا بالتبرعم.



(أ) تكاثر الخميرة بالتبرعم.



(ج) تكاثر نباتات بالأبصال.

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

يعد الانقسام المتساوي أساساً للتكاثر اللاجنسي في الكائنات الحية حقيقية النوى سواء أكانت وحيدة الخلية مثل الخميرة، أنظر الشكل (16/ أ)

أم عديدة الخلايا مثل الهيدرا والنباتات، أنظر الشكل (16/ ب، ج).

### ❖ أتتحقق :

ما أهمية الانقسام المتساوي في جسمي؟

استبدال الخلايا التالفة، وتعويض الأنسجة التي تعرضت لجرح، أو حرق، أو كشط، مثل: الجلد، والأنسجة المبطنة للأمعاء

### الربط بالطب

يوجد في المراحل الجنينية للكائن الحي خلايا جذعية غير متميزة وتنقسم إلى نوعين

١- قد تنقسم هذه الخلايا لإنتاج خلايا تستمر بوصفها جذعية

٢- و خلايا أخرى تتمايز؛ ما يجعلها خلايا متخصصة، تتكون منها الأنسجة والأعضاء.

❖ يعد استخدام الخلايا الجذعية في إنتاج أنسجة

جديدة علاجاً واعداً للأعضاء المتضررة نتيجة

الإصابة بأمراض متعددة، مثل بعض أمراض القلب

والأعصاب.

❖ يوجد في الأردن عدد من المراكز والمؤسسات

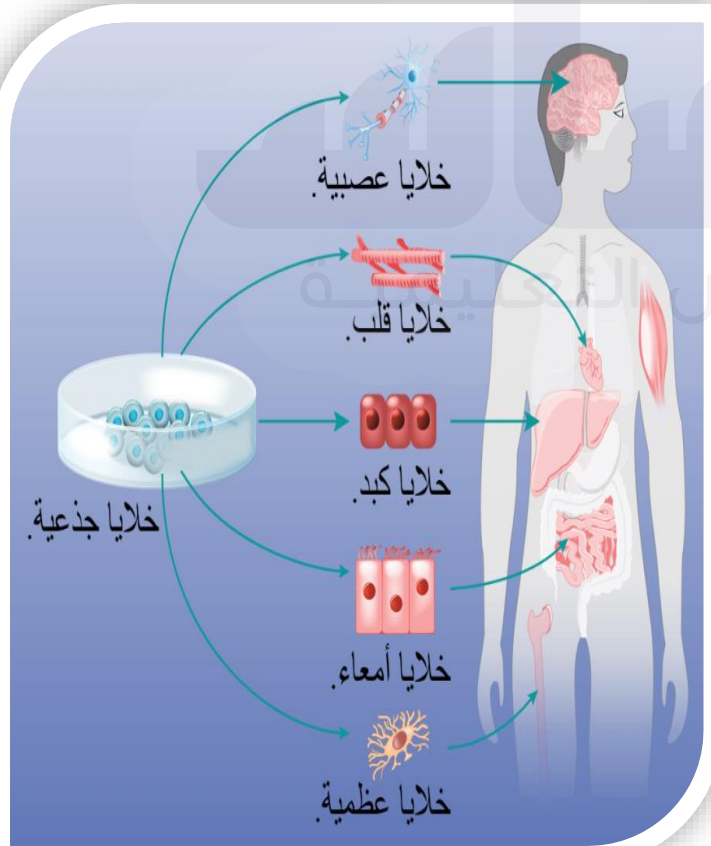
المتقدمة والرائدة في مجال بحوث الخلايا الجذعية

وتطبيقاتها العلاجية، وهي تضم نخبة من الخبرات

العلمية والعملية التي تطبق أحدث الطرائق

المستخدمة عالمياً في مجال العلاج بالخلايا

الجذعية.



## الانقسام المنصف Meiosis

❖ يعد الانقسام المنصف أحد أنواع الانقسام الخلوي

• ما هي وظيفة الانقسام المنصف؟

يؤدي إلى إنتاج الجاميتات ؛ ( وهي خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية ) .

ما هي مراحل الانقسام المنصف ؟



اربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية  
تسمى جاميتات  
لحساب عدد الخلايا المنقسمة نطبق العلاقة :  
(4)<sup>n</sup> حيث يمثل n عدد مرات الانقسام

خليتان تحويان نصف عدد كروموسومات الخلية  
الأم ( المنقسمة )

## أطوار المرحلة الأولى من الانقسام المنصف

## Phases of Meiosis I

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

## 1- الطور التمهيدي الأول Prophase I

• ماذا يحدث في هذا الطور؟

1- تظهر الكروموسومات **قصيرة وسميكة**، ويتكون كل منها من كروماتيدين شقيقين، في حين **يتفكك الغلاف النووي**.

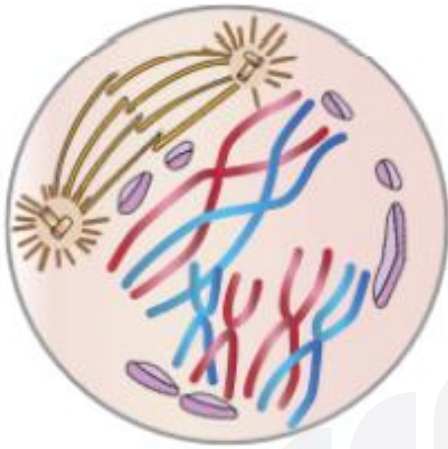
2- يحدث تقاطع بين **الكروماتيدات غير الشقيقة** في الكروموسومات المتماثلة بسبب قربهما من بعضهما في نقاط تسمى كل منها

**منطقة التصالب Chiasma**

3- ينتج عن ذلك **تبادل أجزاء من المادة الوراثية** بين هذين

الكروماتيدين ، في ما يعرف **بالعبور Crossing Over** الذي تنتج منه **تراكيب جينية جديدة** تؤدي دورا في **التنوع الجيني**،

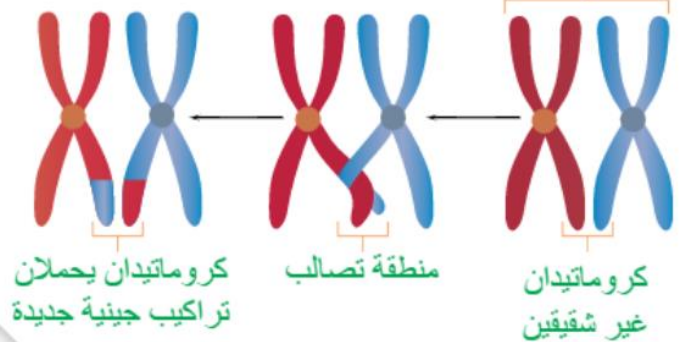
4- يتحرك كل زوج من المريكزات نحو أحد قطبي الخلية المتقابلين، وتبدأ الخيوط المغزلية بالامتداد من المريكزات إلى القطع المركزية في الكروموسومات



## العبور الجيني :

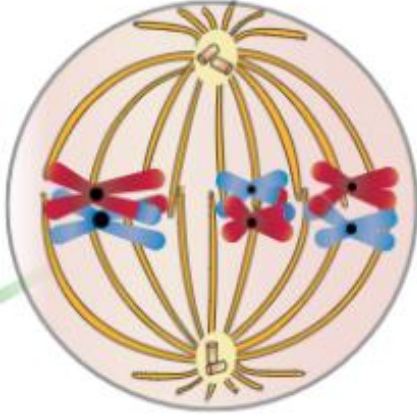
هي عملية تبادل أجزاء من المادة الوراثية بين الكروماتيدات الغير شقيقة في الطور التمهيدي الأول من مرحلة الانقسام المنصف الأول مما يؤدي إلى إنتاج تراكيب جينية جديدة تؤدي دورا في التنوع الجيني

## عملية العبور





## 2- الطور الاستوائي الأول Metaphase I



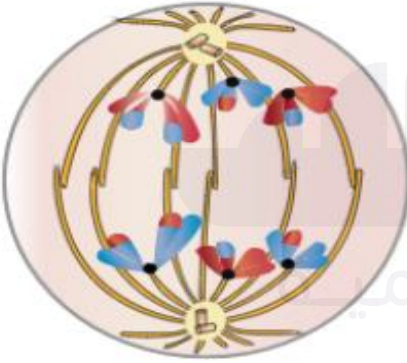
## • ماذا يحدث في هذا الطور؟

❖ تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة والمرتبطة بالخيوط المغزلية على جانبي خط **وسط الخلية** ، من دون أن **تترتب ترتيباً معيناً** ، وإنما يكون ترتيبها عشوائياً.

( أي ليس شرطاً 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.

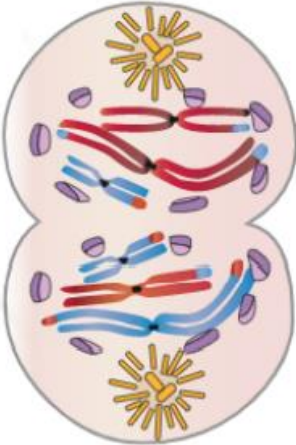
## 3- الطور الانفصالي الأول Anaphase I



## • ماذا يحدث في هذا الطور؟

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

## 4- الطور النهائي الأول Telophase I



## • ماذا يحدث في هذا الطور؟

- 1- يبدأ الغلاف النووي بالظهور في هذا الطور تزامناً مع تفكك الخيوط المغزلية
- 2- يحدث **انقسام للسيتوبلازم**
- 3- تنتج خليتان تحوي كل منهما كروموسومات ؛ بعضها من الأب، وبعضها الآخر من الأم.

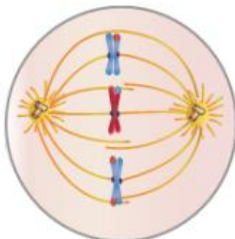
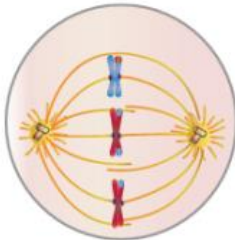
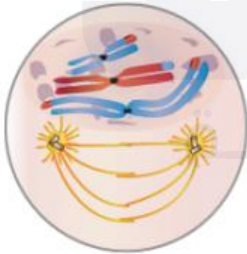
## أطوار المرحلة الثانية من الانقسام المنصف

## Phases of Meiosis II

تدخل الخلايا المرحلة الثانية من الانقسام المنصف من دون حدوث تضاعف DNA.

• ماذا يحدث في هذا الطور؟

- ١- في هذا الطور تنفصل الكروماتيدات الشقيقة بعضها عن بعض
- ٢- يتحرك كل منها نحو أحد قطبي الخلية،
- ٣- يتكون الغلاف النووي الذي يتبعه حدوث انقسام للسيتوبلازم،
- ٤- فنتنتج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية .

أطوار المرحلة الثانية من الانقسام المنصف

## 1-الطور التمهيدي الثاني Prophase II

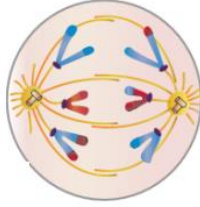
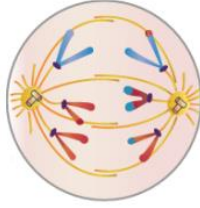
• ماذا يحدث في هذا الطور؟

- 1- يتفكك الغلاف النووي في هذا الطور
- 2- تتجه المريكزات إلى أقطاب الخلية المتقابلة
- 3- وتبدأ الخيوط المغزلية بالظهور.

## 2- الطور الاستوائي الثاني Metaphase II

• ماذا يحدث في هذا الطور؟

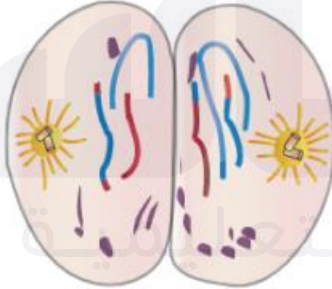
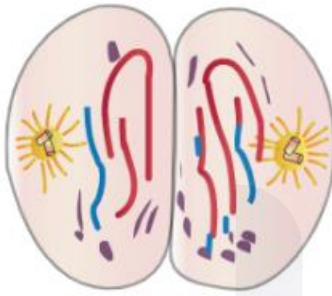
تترتب الكروموسومات ( لا يزال كل منها يتكون من كروماتيدين شقيقتين ) في منتصف الخلية



### 3- الطور الانفصالي الثاني Anaphase II

• ماذا يحدث في هذا الطور؟

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



### 4- الطور النهائي الثاني Telophase II

• ماذا يحدث في هذا الطور؟

- 1- يتشكل الغلاف النووي حول كل مجموعة كروموسومية
- 2- تبدأ الخيوط المغزلية بالتفكك،
- 3- ويحدث انقسام ثاني للسيتوبلازم، فتنتج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية ( $1n$ ).

❖ **أتحقق :** خلية جنسية تحوي (64) كروموسوما:

1- ما عدد الخلايا الناتجة في المرحلة الأولى من انقسامها انقساماً منصفاً ؟

خليتان

2- كم عدد الكروموسومات في كل من الخلايا الناتجة؟

كل منهما تحوي 32 كروموسوما على شكل زوج من الكروماتيدات الشقيقة.



## أهمية الانقسام المنصف

## The Importance of Meiosis

➤ ما هي أهمية الانقسام المنصف ؟

يؤدي انقسام خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية انقساماً منها إلى إنتاج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.

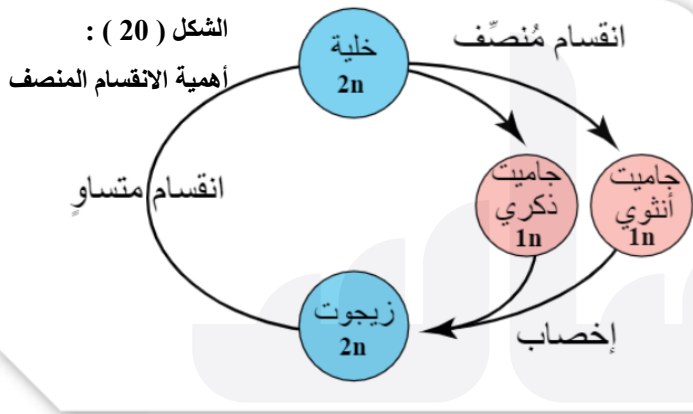
## مثال

الخلايا المنوية الأولية في الإنسان هي ثنائية المجموعة الكروموسومية ( $2n$ ) ؛ أي أن كلا منها تحوي 23 زوجاً من الكروموسومات (46 كروموسوماً).

❖ بعد حدوث انقسام منصف (بمرحلتيه) تنتج أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية ( $1n$ )، وهي تسمى **جاميتات ذكرية** ويحوي كل منها 23 كروموسوماً.

❖ وعند حدوث عملية الإخصاب التي يندمج فيها الجاميت الذكري بالجاميت الأنثوي تتكون خلية ثنائية المجموعة الكروموسومية ( $2n$ ) تسمى **الزيجوت** ، أنظر الشكل (20)

✓ وبذلك يمكن المحافظة على ثبات عدد الكروموسومات في الكائن الحي الطبيعي.



## الطور الانفصالي الأول :

تنفصل في هذا الطور أزواج الكروموسومات المتماثلة نتيجة انكماش الخيوط المغزلية ، ويتجه كل كروموسوم من هذه الأزواج إلى أحد قطبي الخلية ، في حين تظل الكروماتيدات الشقيقة مرتبطة ببعضها

## الطور الانفصالي الثاني :

ينفصل كل كروماتيدين شقيقين أحدهما عن الآخر ، ثم يتحرك كل منها نحو أحد قطبي الخلية

## أتحقق :

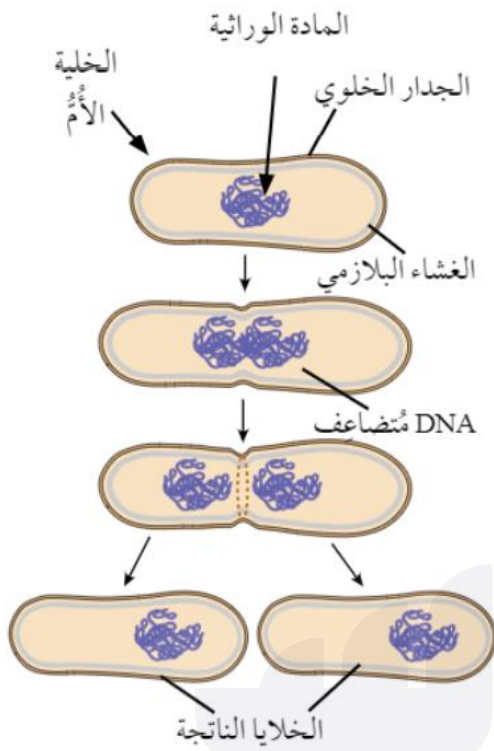
أقارن بين الطور الانفصالي الأول و الطور الانفصالي الثاني من حيث أبرز أحداث كل منها

## الانشطار الثنائي في الكائنات الحية بدائية النوى

## Binary Fission in Prokaryotes

- بماذا يتشابه الانشطار الثنائي والانقسام المتساوي من حيث نواتج العمليتين؟

✓ ينتج من كل منهما خليتان مطابقتان للخلية الأم المنقسمة ،  
ولكن هاتين العمليتين تختلفان فعليا فيما بينهما،



الشكل (21): الانشطار الثنائي في البكتيريا.

- اشرح آلية الانشطار الثنائي في البكتيريا ؟

١. تبدأ عملية الانشطار الثنائي بتضاعف كروموسوم البكتيريا، وهو

### كروموسوم حلقي

٢. يتحرك الكروموسومان الناتجان من التضاعف في اتجاهين متقابلين،

ضمن عملية يدخل فيها بروتين يشبه الأكتين Actin-like

Protein فيظهر كروموسوم واحد عند كل طرف من طرفي الخلية

المتقابلين ، يحدث في أثناء هذه العملية نمو واستطالة للخلية.

٣. بعد ذلك يتغمد الغشاء البلازمي نحو الداخل، بالتزامن مع تكون

الجدار الخلوي

٤. تنتج خليتان منفصلتان ومشبهتان للخلية الأم.

### تحقق:

ما نتائج انقسام خلية جلد و نتائج انشطار خلية بكتيريا من حيث عدد الخلايا الناتجة من عملية انقسام واحدة ؟

خليتان في كل من الانقسام المتساوي لخلايا الجلد و خليتان في الانشطار الثنائي للبكتيريا

## مراجعة الدرس الثاني

1. الفكرة الرئيسية : ما أنواع الانقسام الخلوي في الكائنات حقيقية النوى ؟ وما أهمية كل نوع منها ؟

نوع الانقسام	أهميته
الانقسام المتساوي	1. استبدال الخلايا التالفة وتعويض الأنسجة التي تعرضت لجرح أو حرق أو كشط كما في الخلايا المبطنة للأمعاء 2. تستخدمها بعض الكائنات التي لديها القدرة على التجديد لتعويض الأجزاء المفقودة مثل السحالي 3. يعد أساساً لعملية التكاثر اللاجنسي
الانقسام المنصف	4. المحافظة على ثبات عدد الكروموسومات في الكائنات الحي الطبيعية

2. أتوقع: ماذا يستفيد الكائن الحي إذا كان قادراً على التكاثر جنسياً ولا جنسياً؟

للتكاثر الجنسي دور كبير بالتنوع الحيوي بين أفراد النوع الواحد و بقاء الكائنات الحية ( بقاء النوع ) وإكسابها صفات جديدة قد تسهم في بقائها ، و يستفيد الكائن الذي يتكاثر لاجنسياً بإزدياد أعداد أفراد نوعه بشكل أسرع من الأنواع التي تعتمد على التكاثر الجنسي فقط

3. أستنتج: إذا نمت خلايا خميرة على طبقين غذائيين مناسبين، ثم أضف إلى أحدهما مادة كيميائية توقف تضاعف المادة الوراثية ، فكيف أستطيع تمييز الطبق الذي أضيفت إليه المادة الكيميائية ؟

أنظر الى عدد المستعمرات الناتجة في لا الطبقين ، يكون عدد المستعمرات في الطبق الذي يحوي على المركب الكيميائي المثبط لتضاعف DNA أقل من عدد المستعمرات في الطبق الذي لا يحوي المركب الكيميائي

4 . أقرن بين كل مما يأتي:

أ- عملية الانقسام المتساوي و عملية الانشطار الثنائي من حيث آلية الانقسام

الانشطار الثنائي فيتشابه مع الانقسام الانقسام المتساوي من حيث نواتج العمليتين؛ إذ ينتج من كل منهما خليتان متطابقتان للخلية الأم المنقسمة ، تبدأ عملية الانشطار الثنائي بتضاعف كروموسوم البكتيريا، ثم تحرك الكروموسومان الناتجان من التضاعف في اتجاهين متقابلين ، ضمن عملية يدخل فيها بروتين يشبه الأكتين ، فيظهر كروموسوم واحد عند كل طرف من طرفي الخلية المتقابلين ، ويحدث في أثناء هذه العملية نمو واستطالة للخلية ، بعد ذلك يتغمد الغشاء البلازمي نحو الداخل ، بالتزامن مع تكون الجدار الخلوي ، ثم تنتج خليتان منفصلتان ومتشابهتان للخلية الأم

يتكون الانقسام المتساوي من أربعة أطوار رئيسية ، لان الانقسام المتساوي يحدث في الخلايا حقيقية النوى فإن تغيرات واضحة تحدث على النواة و النوية ( الكروموسومات تحديداً ) مثل ظهوراً قصير و سميكة ، وتكون كل منها من كروماتيدين شقيقين يرتبطان معا عن طريق قطعة مركزية إضافة الى وجود الأجسام المركزية ( في الخلية الحيوانية ) لتكون اللانبيبات الدقيقة و ترتيب الكروموسومات في وسط الخلية في الطور الاستوائي ثم انفصال كل كروماتيد شقيقين أحدهما عن الآخر ، وتحرك كل منهما نحو أحد قطبي الخلية ، فتصبح عند كل قطب مجموعة كامل من الكروموسومات الابنه ، و أخيراً الطور النهائي و تتشكل في هذا الطور نواتان و نويتان ، ويبدأ الغلاف النووي بالظهور ، وتصبح الكروموسومات أرفع و أطول تمهيداً لعودتها على شكل شبكة كروماتينية . و في نهاية الطور يبدأ انقسام السيتوبلازم بعد وقت قصير من أنقسام النواة



## مراجعة الدرس الثاني

ب - انقسام السيتوبلازم في الخلايا النباتية و انقسامه في الخلايا الحيوانية .

يختلف انقسام السيتوبلازم في الخلايا الحيوانية عنه في الخلايا النباتية بسبب وجود الجدر الخلوية في الخلايا النباتية ، ففي الخلايا النباتية تصطف وسط الخلية حويصلات من أجسام غولجي ، ثم تندمج الحويصلات مشكلة صفيحة خلوية . بعد ذلك يندمج العشاء المحيط بالصفيحة الخلوية بالغشاء البلازمي للخلية ، ثم ينشأ الجدار الخلوي من مكونات في الصفيحة الخلوية . وبذلك تنتج خليتان منفصلتان ، ومطابقتان للخلية الأم ، و كل منهما ثنائية المجموعة الكروموسومية .

اما في الخلايا الحيوانية يحدث تخرص تدريجي وسط الخلية مشكل أخدوداً . يوجد في الجانب السيتوبلازم للأخدود حلقة منفصلة من ألياف بروتين الأكتين الدقيقة و جزيئات بروتين الميوسين التي تعمل معاً على انقباض الحلقة ، فيزداد التخرص ، الى أن ينتج من ذلك خليتان منفصلتان .

ج- الخلايا الناتجة من الطور النهائي في الانقسام المتساوي، والخلايا الناتجة من الطور النهائي الأول في الانقسام المنصف . الكروموسومات في كل منها.

يكون عدد الكروموسومات في كل نواة في نهاية الطور النهائي من الانقسام المتساوي نفس عدد الكروموسومات الأم ، بينما يكون عدد الكروموسومات في كل نواة في نهاية الطور النهائي الأول من الانقسام المنصف نصف عدد كروموسومات الخلية الأم ، كل من هذه الكروموسومات تكون على شكل زوج من الكروماتيدات الشقيقة المتصلة

4 . أدرس الشكل الآتي الذي يبين كمية DNA في خلية تمر بسلسلة من العمليات خلال مدة من الزمن، ثم أجب

عن السؤالين التاليين:



أ- هل يمثل الرقم (1) انقساماً منصفاً، أو انقساماً متساوياً،

أو إخصاباً، أو تضاعف DNA؟

تضاعف DNA

ب - ما نوع الانقسام الذي يمثل الرقم ( 2 ) ؟

انقسام منصف

## الدرس (3) تضاعف DNA والتعبير الجيني

## DNA Replication and Gene Expression

## الفكرة الرئيسية :

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

## تضاعف DNA DNA Replication

- ❖ درست سابقة أن الخلية تمر بطور التضاعف في أثناء **المرحلة البينية** من دورة الخلية .
- ❖ يحدث في هذا الطور عملية تضاعف DNA ، وهي عملية تنظمها إنزيمات عدة

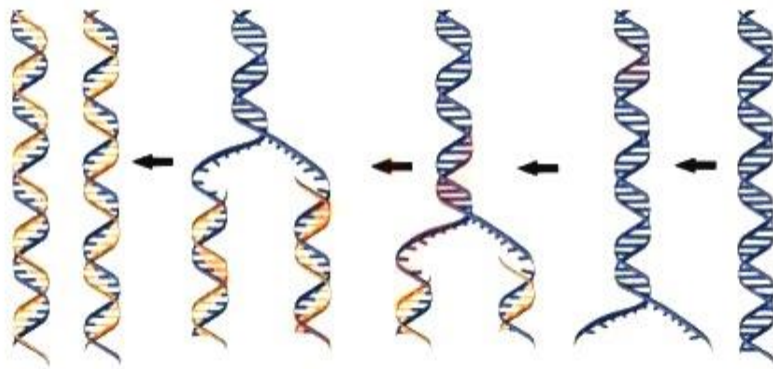
؟ ماذا ينتج عن تضاعف جزيء DNA ؟

1- ينتج من تضاعف جزيء DNA **نسختان متماثلتان** ، تتكون كل منهما من سلسلتين إحداها من DNA الأصل (أي سلسلة أصلية)، **والأخرى جديدة ومكملة لها**.

✓ يطلق على عملية تضاعف DNA اسم **التضاعف شبه المحافظ** Semiconservative Replication **علل ؟**

لأن إحدى السلسلتين محفوظة ، والأخرى جديدة

✓ يعزى إلى عملية التضاعف احتواء الخلايا الناتجة من الانقسام الخلوي DNA الذي يحمل التعليمات الوراثية كاملة بالرغم من حدوث عملية الانقسام.



الشكل (22): تضاعف DNA

اقترح العالمان **مسلسون و ستال** نموذجاً لكيفية تضاعف DNA استناداً الى اكتشاف تركيب DNA ايدي العالمان **واتسون و كريك** ، والنتائج التي توصل إليها علماء آخرون في هذا المجال

\* اول من وضع نموذجا لكيفية تضاعف DNA

العالمان مسلسلون وستال

\* اول من اكتشف تركيب DNA ؟

العالمين واتسون وكريك، والنتائج العملية التي توصل إليها علماء آخرون في هذا المجال.

أتحقق:

أي أطوار الخلية يحدث فيه تضاعف DNA ؟

يحدث طور التضاعف (S) في اثناء المرحلة  
البينية من دورة الخلية

### آلية تضاعف DNA Mechanism of DNA Replication

؟ اشرح الية تضاعف ال DNA ؟

- ١- تبدأ عملية تضاعف جزيء DNA بانفصال سلسلتيه المتقابلتين ، إذ تتحتطم الروابط الهيدروجينية بين --النيوكليوتيدات المتقابلة في السلسلتين **بفعل إنزيم الهليكيز Helicase** الذي يحتاج إلى طاقة ATP لإتمام هذه العملية. كما في الشكل التالي :





2- ينتج من هذا الانفصال سلسلتان مفردتان، ترتبط كل منهما ببروتينات خاصة تسمى **البروتينات المرتبطة بالسلاسل المفردة** (SSBP) Single Strand Binding Proteins، وهي تمنع عودة ارتباط السلسلتين إحداهما بالأخرى، علما بأن كل سلسلة مفردة تمثل قالباً لبناء سلسلة جديدة .

● ما هو الإنزيم الذي يعمل على تحطيم الروابط الهيدروجينية بين النيكلوتيدات ؟

إنزيم الهليكيز Helicase الذي يحتاج إلى طاقة ATP لإتمام هذه العملية

● ما هي وظيفة البروتينات المرتبطة بالسلاسل المفردة (SSBP) ؟

تمنع عودة ارتباط السلسلتين إحداهما بالأخرى

● ماذا يحدث إذا كانت الإنزيمات المسؤولة عن تضاعف DNA غير قادرة على بدء هذه العملية ؟

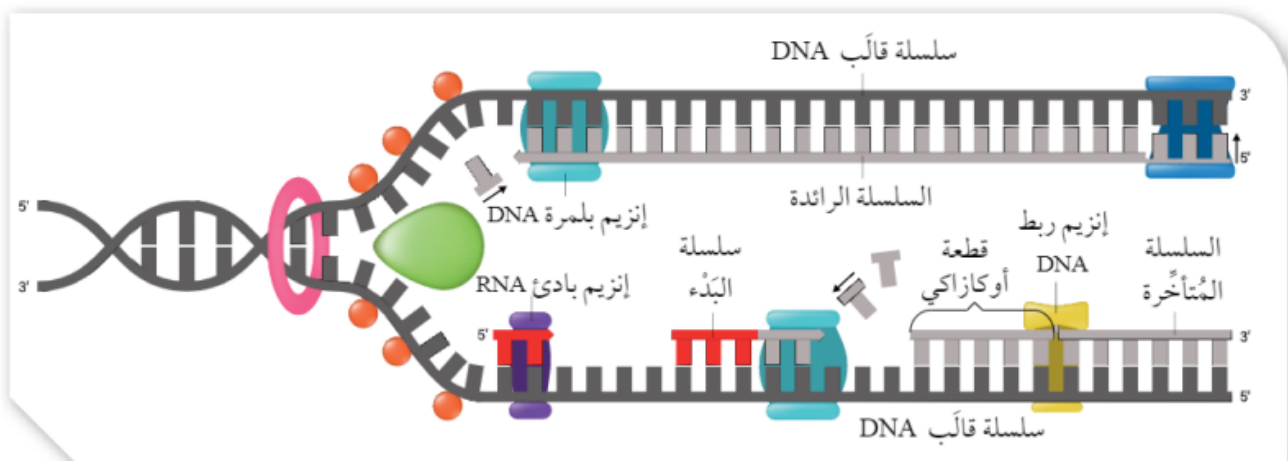
- 1- يعمل إنزيم **بادئ RNA** RNA primase على إضافة قطعة صغيرة من RNA تتكون من (5 - 10) **نيوكليوتيدات**، وتسمى **سلسلة البدء** ( primer ) إلى كل سلسلة من سلسلتي DNA المكملتين ، لتوفير نهاية 3 حرة،
- 2- ثم يبدأ إنزيم آخر يسمى **إنزيم بلمرة DNA polymerase**، بإضافة نيوكليوتيدات مكتملة النيوكليوتيدات السلسلة القالب.

● ما هي وظيفة إنزيم بلمرة DNA polymerase ؟

يعمل على إضافة نيوكليوتيدات مكتملة لنيوكليوتيدات السلسلة القالب.

❖ يكون **بناء سلسلة DNA المكتملة ( الجديدة )** متجها دائماً من **5' إلى 3'** فتنتج سلسلة متصلة تسمى **السلسلة**

**الرائدة** Leading Strand ، وتكون مكتملة لإحدى سلسلتي القالب.



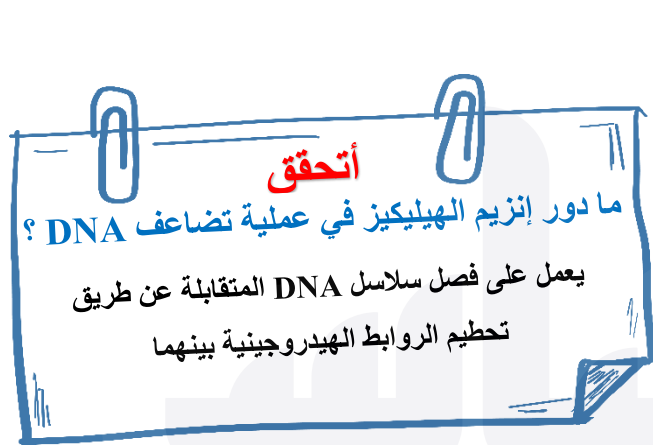
**سؤال :** لا يستطيع إنزيم بلمرة DNA بناء سلسلة في اتجاه معاكس (أي من 3' إلى 5')؛ لذا فإن بناء

السلسلة المكملة للسلسلة القالب الأخرى يكون مختلفا ( **فكيف يكون ذلك** ) ؟

يكون على هيئة قطع غير متصلة تسمى **قطع أوكازاكي** Okazaki Fragments (نسبة إلى العالم الذي اكتشفها)، وتسمى هذه **السلسلة المكملة السلسلة المتأخرة** Longgong strand

● **فسر سبب تكون قطع أوكازاكي ؟**

لان إنزيم بلمرة DNA لا يستطيع البناء من 3' إلى 5' ، و بالتالي يحتاج الى إضافة سلسلة بدء في كل مرة يفصل فيها إنزيم الهليكيز جزء من سلسلة DNA و يبني اتجاه البناء ثابتاً من 5' الى 3'



- ❖ **تحتاج عملية بناء السلسلة المتأخرة إلى أكثر من سلسلة بدء** إذ تضاف سلسلة بدء جديدة في كل مرة يفصل فيها إنزيم الهليكيز جزءا من سلسلتي DNA الأصليتين إحدهما عن الأخرى ، ليستأنف إنزيم بلمرة DNA عملية بناء قطع أوكازاكي من 5' إلى 3' .
- ❖ **بعد ذلك تزال سلاسل البدء**، وتوضع نيوكليوتيدات DNA مكانها ، ثم ربط قطع أوكازاكي **بإستعمال** إنزيم ربط DNA Ligase الذي يربط قطعاً بأخرى مجاورة عن طريق تكوين روابط فوسفاتية ثنائية الإستر.
- ❖ **بعد انتهاء نسخ السلسلة الرائدة والسلسلة المتأخرة**، ينتج جزيئا DNA متماثلان، يتكون كل منهما من سلسلة أصلية، وأخرى جديدة مكملة لها.

س : قارن بين السلسلة الرائدة والسلسلة المتأخرة من حيث :

وجه المقارنة	السلسلة الرائدة	السلسلة المتأخرة
نوع الخلية	5 إلى 3	5 إلى 3
استخدام قطع اوكازاكي	لا تستخدم	تستخدم
الانزيمات المستخدمة وعدد مرات الاستخدام	- بلمرة بادئ RNA : ( مرة واحدة ) - بلمرة DNA : لاضافة النيوكليوتيدات الحرة - ربط DNA : يربط النيوكليوتيدات بعضها ( مرة واحدة )	- بلمرة بادئ RNA : متعدد - بلمرة DNA : لاضافة قطع اوكازاكي - ربط DNA : يربط قطع اوكازاكي بعضها ( متعدد )

### أتحقق

لماذا تبني إحدى سلسلتي DNA على شكل قطع غير متصلة ؟

لان إنزيم بلمرة DNA لا يستطيع البناء من 3' إلى 5' ، و بالتالي يحتاج الى اضافة سلسلة بدء في كل مرة يفصل فيها إنزيم الهيليكييز جزء من سلسلة DNA و يبقى اتجاه البناء ثابتاً من 5' إلى 3'

### ملخص

إنزيم الهيليكييز Helicase	البروتينات المرتبطة بالسلاسل المفردة (SSBP)	إنزيم بادئ RNA	إنزيم بلمرة DNA polymerase DNA
يعمل على تحطيم الروابط الهيدروجينية بين النيوكليوتيدات المتقابلة في السلسلتين و يحتاج إلى طاقة ATP لإتمام هذه العملية	تمنع عودة ارتباط السلسلتين إحداهما بالأخرى، علماً بأن كل سلسلة مفردة مثل قالباً لبناء سلسلة جديدة .	1- يضيف قطعة صغيرة من RNA تتكون من (5-10) نيوكليوتيدات، وتسمى سلسلة البدء إلى كل سلسلة من سلسلتي DNA المكملتين؛ 2- لتوفير نهاية 3 حرة، ثم يبدأ إنزيم آخر يسمى إنزيم بلمرة DNA بإضافة نيوكليوتيدات مكتملة النيوكليوتيدات السلسلة القالب	يعمل على ربط قطع DNA باخرى مجاورة عن طريق تكوين روابط فوسفاتية ثنائية الاستر بين النيوكليوتيدات وهو الانزيم الذي يربط قطع اوكازاكي بعضها ببعض .



## نشاط

## محاكاة عملية تضاعف DNA

يتضاعف جزيء DNA مُنتِجًا نسختين مُتماثلتين، تتكوّن كلٌّ منهما من سلسلتين؛ إحداهما أصلية (أي من DNA الأصل)، والأخرى جديدة ومُكمّلة لها. وتُعَدُّ كل سلسلة أصلية في أثناء التضاعف قالبًا لبناء سلسلة مُكمّلة جديدة. وبينما يكون بناء إحدى السلسلتين مستمرًا، يكون بناء السلسلة المُقابلة مُتقطّعة.

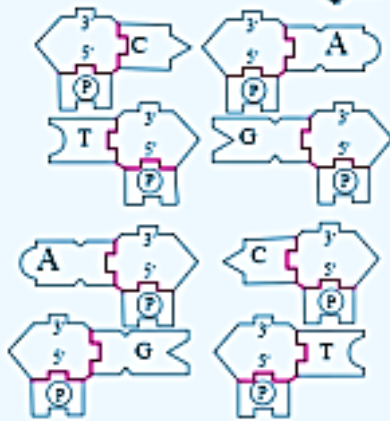
المواد والأدوات:

مقص، شريط لاصق، أقلام مُلوّنة، قالب نيوكليوتيدات كما في الصندوق التالي.

إرشادات السلامة: استعمال المقص بحذر.

خطوات العمل:

## 1 أصمّم نموذجًا:



• أُعِدُّ نسخًا من الشكل المجاور الذي يُمثّل أنواع النيوكليوتيدات في DNA، علمًا بأنّ عدد النسخ يعتمد على طول سلسلتي DNA المراد نمذجة تضاعفهما.

• أقصّ الأشكال على نحوٍ يجعل النيوكليوتيدات مُنفصلة.

• أرَتب هذه النيوكليوتيدات في سلسلتين، مُراعِيًا ربط كل

نيوكليوتيد بالنيوكليوتيد المجاور له في السلسلة نفسها، ثم أثبت كل نيوكليوتيد باستخدام الشريط اللاصق.

• أضع النيوكليوتيدات في السلسلة المُقابلة على نحوٍ يجعلها مُكمّلة للنيوكليوتيدات في السلسلة الأولى، مُراعِيًا أن تكون نهايتا 3' و 5' مُتعاكِستين في السلسلتين المُتقابلتين.

## 2 ألاحظ الشكل الناتج.

3 أجرب استعمال النيوكليوتيدات المُتبقية لتمثيل تضاعف السلسلتين، وتكوين سلسلتين جديدتين.

4 أفصل السلسلتين إحداهما عن الأخرى جزئيًا، ثم أضيف النيوكليوتيدات لبناء السلسلة المُقابلة للسلسلة الأصلية، مُراعِيًا أن يكون اتجاه الإضافة من 3' إلى 5' على سلسلة القالب؛ أي من 5' إلى 3' للنيوكليوتيدات المضافة.

التحليل والاستنتاج:

1. أقرن: أيّ السلسلتين عملية بنائها مُتصلة منذ البداية؟ أيهما عملية بنائها مُتقطّعة؟

2. اتوقع: أفصل الجزء المُتبقّي من السلسلتين المُتقابلتين، ثم أحدّد السلسلة التي قد يستمر بناؤها، وتلك التي سيتوقّف بناؤها، وتتطلّب البدء من جديد.

3. أستنتج: أيّ السلسلتين رائدة؟ أيهما متأخرة؟

4. اتواصل: أناقش زملائي/ زميلاتي في النتائج التي توصّلتُ إليها.

## Cell Cycle and Proteins Synthesis

توجيهي

التحليل والاستنتاج:

1- ألاحظ ان السلسلة المكتملة للسلسلة القالب (التي تكون 3' الى 5') يكون بناؤها مستمرًا لأن اتجاه بناء السلسلة المكتملة يكون من (5' الى 3')، في حين تكون عملية بناء السلسلة المكتملة للسلسلة القالب الأخرى (أي التي تكون من (5' الى 3') متقطعة؛ إذ لا يمكن أن تكون عملية البناء من 3' الى 5' فتُضاف سلسلة بدء لتُستأنف عملية بناء قطع أوكازاكي من (5' الى 3').

2- كما لاحظنا بالسؤال السابق (السؤال الاول) تبقى السلسلة المكتملة للسلسلة القالب (اتجاه السلسلة القالب من 3' الى 5') مستمرة في البناء فتكون عملية بنائها متصلة في حين تكن عملية بناء السلسلة المكتملة للسلسلة القالب الأخرى متقطعة.

3- السلسلة الناتجة والتي استخدمت السلسلة 3' الى 5' كسلسلة قالب هي السلسلة الرائدة، بينما السلسلة الناتجة والتي استخدمت السلسلة 5' الى 3' كسلسلة قالب هي السلسلة المتأخرة.

## تصحيح اختلالات DNA Damage Repair DNA

❖ تحدث الأختلالات لجزيء DNA بسبب تلف جزيء من سلسلة DNA نتيجة تعرض الكائن الحي لعدة عوامل :

العوامل التي تؤدي الى حدث اختلالات في DNA

عوامل فيزيائية

عوامل كيميائية

1- الأشعة السينية ( X )

2- الأشعة فوق البنفسجية ( UV )

1- سموم بعض الفطريات

2- التبغ

❖ ولتصحيح هذه الاختلالات توجد آليات عديدة منها :

**يقطع الجزء التالف من سلسلة DNA** عن طريق إنزيمات متخصصة ، منها **إنزيم النيوكلييز Nuclease**، ثم سد الفجوة الناتجة من عملية القطع بنيوكليوتيدات مكتملة للسلسلة المقابلة غير التالفة باستعمال **إنزيم بلمرة DNA**، و**إنزيم ربط DNA**. ويطلق على آلية التصحيح هذه اسم **تصحيح استئصال النيوكليوتيد Nucleotide Excision Repair**



0785921463



الاستاذ أنس أبو صليح

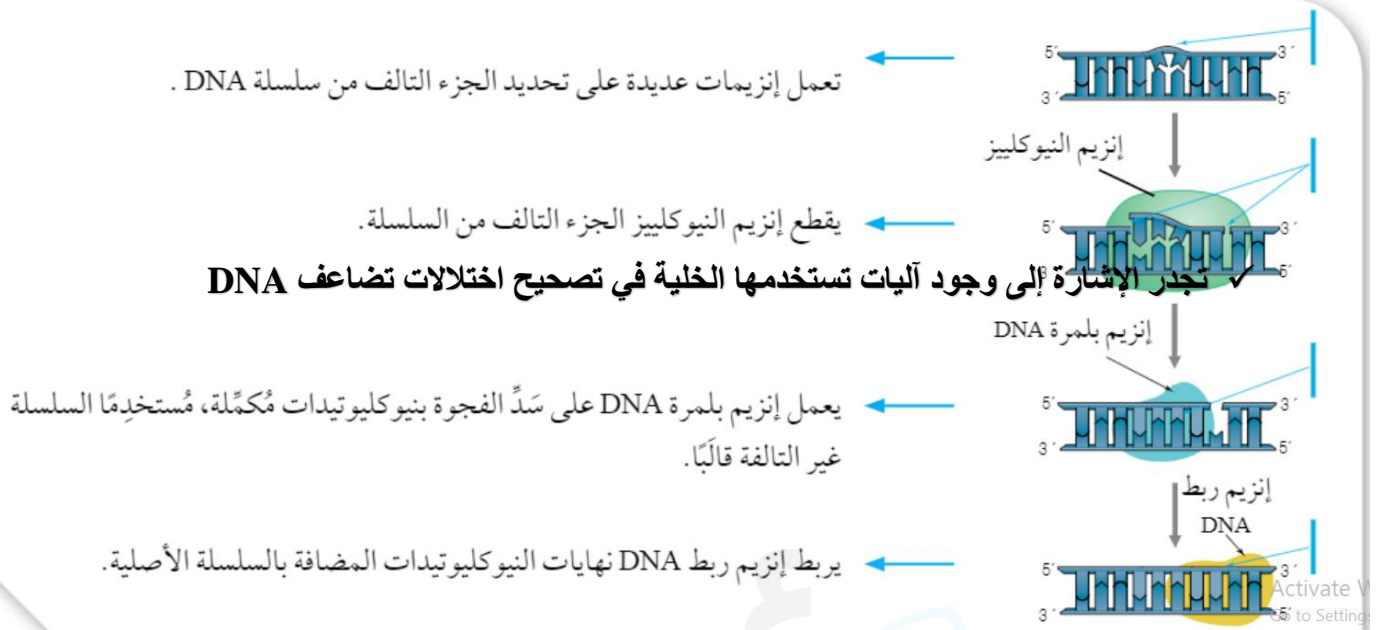


Anas Abu Slieh



الاستاذ أنس أبو صليح

## الشكل (25): تصحيح استئصال النيوكليوتيد.



إنزيم بلمرة DNA

إنزيم ربط DNA

أتحقق:

ما الانزيمات التي تعمل على سد الفجوات  
الناجمة عن قطع الجزء التالف من سلسلة DNA

## ملخصاً لاختلالات DNA و آليات تصحيحها في الخلية

## اختلالات DNA

## أخطاء تضاعف DNA

تصحيح عدم التطابق  
Mismatch Repair

تصحيح أخطاء تضاعف DNA  
التي لم تُصحَّح في أثناء عملية  
التضاعف باستعمال إنزيم  
بلمرة DNA.

## التنقيح Proofreading

تصحيح الأخطاء في أثناء التضاعف مباشرةً باستعمال  
إنزيم بلمرة DNA الذي يعمل - في حال ارتباط نيوكليوتيد  
غير مُناسب للنيوكليوتيد في السلسلة القالب - على نزع  
النيوكليوتيد الخاطئ ووضع النيوكليوتيد الصحيح، ثم تُستأنف  
عملية التضاعف.

تلف جزء من سلسلة DNA؛ نتيجة التعرّض  
لعوامل فيزيائية، أو لعوامل كيميائية.

تصحيح استئصال النيوكليوتيد  
Nucleotide Excision Repair

Activa



0785921463



الاستاذ أنس أبو صليح



Anas Abu Slieh



الاستاذ أنس أبو صليح



## تصنيع البروتينات Protein Synthesis

ينظم DNA أنشطة الخلية والعمليات الحيوية التي تحدث فيها ؛ ذلك أنه يحمل التعليمات اللازمة لتصنيع البروتينات في صورة نيوكليوتيدات وفق تسلسل معين، وتسمى هذه التعليمات **الشيفرة الوراثية**.

س: ما هي أهمية البروتينات في أجسام الكائنات الحية ؟

وتؤدي البروتينات أدوارا مهمة في أجسام الكائنات الحية، وفي الخلايا المكونة لها،

إضافة إلى دورها في تنظيم دورة الخلية

● ما هي الشيفرة الوراثية ؟

هي التعليمات اللازمة لتصنيع البروتينات تحمل عن طريق DNA بصورة نيوكليوتيدات وفق تسلسل معين

➤ تمر عملية تصنيع البروتينات بمرحتين رئيسيتين، هما

2- الترجمة Translation

1- النسخ Transcription

وتوجد بينهما مرحلة يعالج فيها الحمض النووي RNA

يذكر أن عملية النسخ ضرورية أيضا لإنتاج جميع أنواع الحموض النووية RNA و التي تختلف بطرائق معالجتها .

إلا أن الحمض النووي mRNA هو من تحدث له عملية الترجمة لتصنيع البروتين

## النسخ Transcription

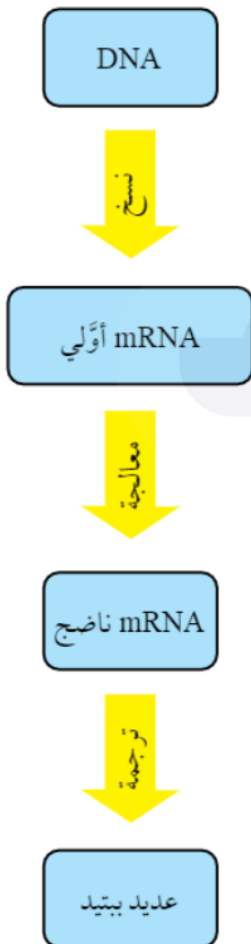
1

● ما المقصود بعملية النسخ واين تحدث هذه العملية

هي عملية إنتاج جزيء RNA مكمل لجزء من إحدى سلسلتي DNA باستعمال إنزيمات بلمرة RNA . وتحدث في **نواة الخلية**

● تمر عملية النسخ من ثلاث خطوات ؟

1- بدء عملية النسخ 2- واستطالة RNA 3- انتهاء عملية النسخ.



## 1- بدء عملية النسخ Transcription Initiation

## ● متى تبدأ هذه المرحلة ؟ وماذا يحدث فيها ؟

تبدأ عملية النسخ عند تعرف بروتينات معينة (تسمى عوامل النسخ Transcription Factors) تسلسلا معيناً من النيوكليوتيدات في DNA، وهو تسلسل يوجد قبل منطقة بدء النسخ،

ومن الأمثلة عليه في الخلايا حقيقية النوى:

## 1- الصندوق كات (CAAT BOX)

## 2- الصندوق تاتا (TATA BOX)

وتعزى تسمية كل منهما إلى النيوكليوتيدات المكونة لهما،  
أنظر الشكل (28).

## ● اذكر خطوات بدء عملية النسخ ؟

١. يرتبط إنزيم بلمر RNA بموقعه المناسب،  
وترتبط به عوامل نسخ أخرى؛ ما يؤدي إلى

تكون معقد بدء النسخ Transcription initiation complex.

٢. بعد ذلك يبدأ إنزيم بلمر RNA بفك التفاف

سلسلتي DNA، وتبدأ عملية نسخ mRNA

الأولى من نقطة البدء على السلسلة القالب،

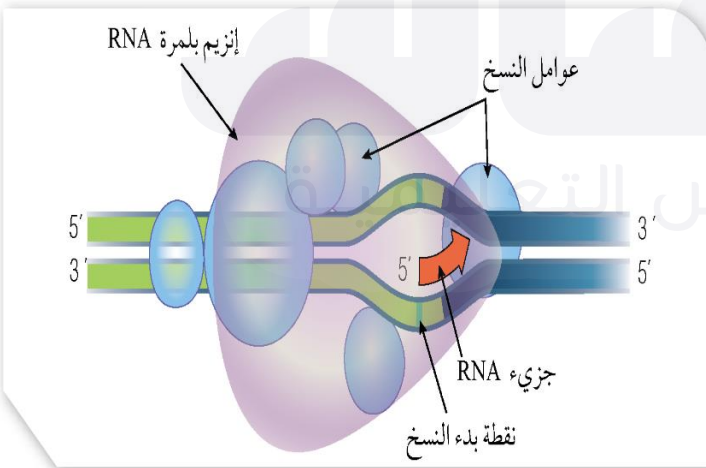
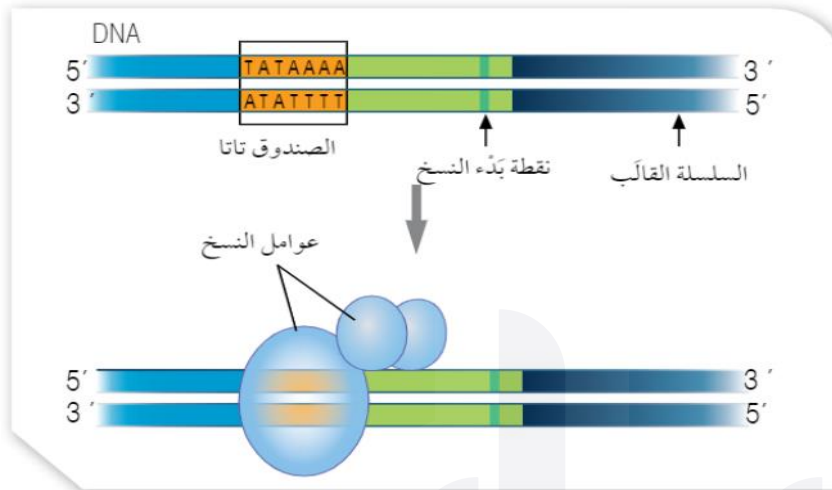
بحيث يكون النسخ في سلسلة القالب من 3' -- 5' وفي السلسلة على جزئ RNA المنسوخ من 5' - 3'

## ● ما المقصود بمعقد بدء النسخ ؟

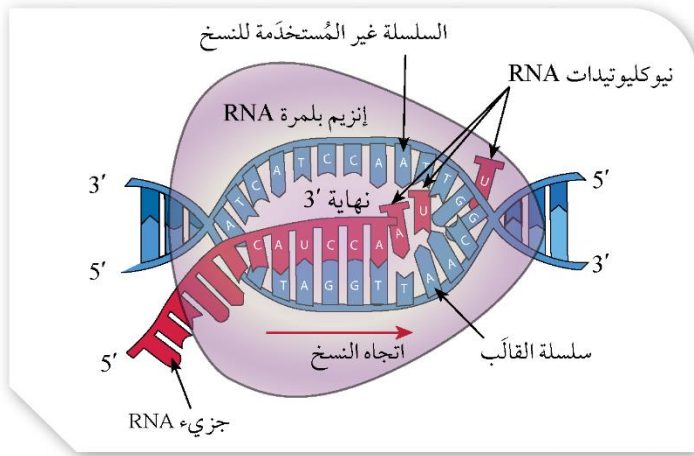
هو ارتباط إنزيم البلمرة RNA بموقعه المناسب ، وارتباط عوامل النسخ الأخرى به .

## ● ماذا يحدث نتيجة عد توافر احد مواقع عوامل النسخ ؟

لن يتم التعرف على النيوكليوتيدات التي اوجد قبل منطقة النسخ وبالتالي ستتوقف عملية النسخ كاملتا .



## Elongation of RNA / RNA استطالة 2



## ● اذكر خطوات بدء عملية الاستطالة ؟

يبدأ **إنزيم بلمرة RNA** بالتحرك متجها من 3' إلى 5' على سلسلة DNA القالب ، ثم يضيف نيوكليوتيدات جديدة إلى النهاية 3' في جزيء RNA ، أنظر الشكل (30).

## ● على ماذا تحتوي النيكلوتيدات المضافة الى سلسلة

## RNA ؟

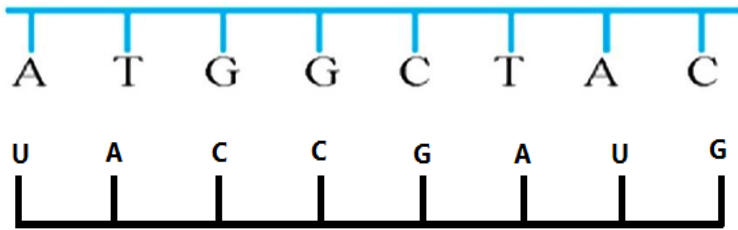
تحتوي على قواعد نيتروجينية مكمل للقواعد النيتروجينية في سلسلة DNA ، غير أن القاعدة النيتروجينية المكمل للأدينين ( A ) تكون اليوراسيل ( U ) في RNA وذلك عوضا عن الثايمين ( T )

## 3- انتهاء عملية النسخ Termination of Transcription

عند انتهاء عملية النسخ المطلوبة **يتوقف إنزيم بلمرة RNA عن العمل**، ويبتعد RNA المنسوخ عن سلسلة

DNA القالب

يطلق على RNA الناتج من عملية النسخ اسم **mRNA الأولى**.



## أتحقق

أوضح مراحل النسخ ، ثم أكتب تسلسل RNA الناتج من عملية نسخ سلسلة DNA الآتية ؟

1- بدء عملية النسخ

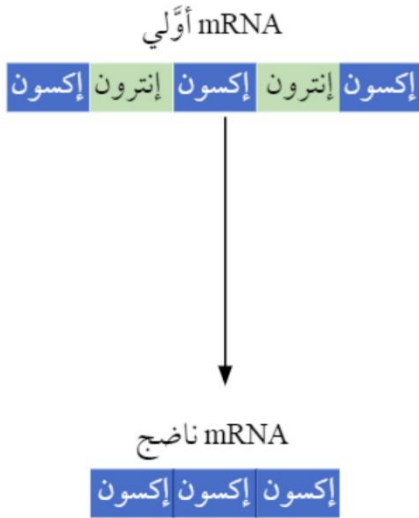
2- استطالة RNA

3- انتهاء عملية النسخ



## RNA Processing معالجة RNA

2



➤ يخضع جزيء mRNA الأولي لعملية معالجة في النواة قبل أن يصبح جزيء mRNA ناضجا mature mRNA يمكن ترجمته .

● ما هي خطوات معالجة RNA RNA Processing ؟

1- تتضمن عملية المعالجة إزالة قطع من mRNA، تسمى كل منها الإنترون Intron،

✓ ما هي الإنترون ؟ هي أجزاء غير فاعلة في تصنيع البروتين المطلوب

2- بقاء الأجزاء الفاعلة فقط في تصنيع البروتين المطلوب، التي يعرف كل منها باسم الإكسون Exon.

✓ ما هو الإكسون ؟ هي الأجزاء الفاعلة في تصنيع البروتين

3- بعد ذلك ربط قطع الإكسون المتبقية بعضها ببعض،

4- ينتج جزيء mRNA ناضج يخرج من النواة إلى السيتوبلازم عن طريق الثقوب النووية الموجودة في الغلاف النووي؛ تمهيدا لبدء عملية الترجمة،

● ملخص مقارنة بين تضاعف DNA و نسخ RNA ؟

تضاعف DNA	نسخ RNA	وجه المقارنه
2	1	عدد سلاسل الجديدة الناتجة
سلسلتي DNA	سلسلة m.RNA	الناتج
1- انزيم بلمرة DNA 2- انزيم بادئ RNA 3- انزيم الربط DNA	1-انزيم بلمرة RNA	الانزيمات المستخدمة
يعمل على تضاعف كمية DNA تمهيدا للانقسام الخلوي لضمان احتواء الخلايا الناتجة من الانقسام على كامل المادة الوراثية	يعمل على انتاج m.RNA يحمل تعليمات لبناء بروتين معين	الاهمية

## الترجمة Translation

3

## ● ما المقصود بعملية الترجمة ؟

هي العملية التي تستخدم فيها المعلومات الوراثية التي يحملها mRNA لتصنيع سلسلة عديد الببتيد .

## ● مما يتكون الكودون الواحد ؟

يتكون كل كودون من ثلاثة نيوكليوتيدات متتابعة في mRNA يمكن أن تترجم إلى :

1- حمض أميني

2- إشارة وقف ( Stop )

كودونات الوقف Stop Codon

UUA / UAG / UGA

كودونات البدء Start Codon

AUG

	U	C	A	G	
U	UUU } Phe UUC } فينيل UUA } ألانين UUG } Leu 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 } أرغنين CGG }	U C A G
A	AUU } AUC } Ile AUA } إيسوليوسين AUG Met Start ميثيونين	ACU } ACC } Thr ACA } ثريونين ACG }	AAU } Asn AAC } أسبارغين AAA } Lys AAG } لايسين	AGU } Ser AGC } سيرين AGA } Arg AGG } أرغنين	U C A G
G	GUU } GUC } Val GUA } فالين GUG }	GCU } GCC } Ala GCA } ألانين GCG }	GAU } Asp GAC } حمض GAA } أسبارغيك GAG } Glu حمض غلوتاميك	GGU } GGC } Gly GGA } غلايسين GGG }	U C A G

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

أتحقق

أين تحدث عملية ترجمة mRNA ؟  
في السيتوسول عن طريق



0785921463



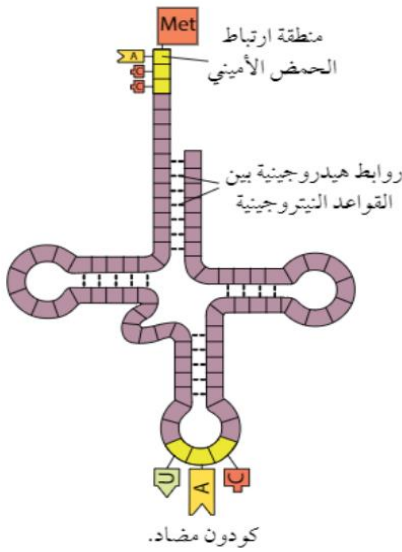
الأستاذ أنس أبو صليح



Anas Abu Slieh



الأستاذ أنس أبو صليح



الشكل (33): تركيب tRNA.

تشمل أنواع RNA على نوع يسمى **RNA الناقل (tRNA)** وهو المترجم في هذه العملية

يحتوي هذا النوع من RNA على كودون مضادة فما هو الكودون المضاد؟

هو كودون مكمل للكودون الاصلي على شريط mRNA

تحدث عملية الترجمة بمساعدة الرايبوسومات ؛ ما المقصود بالرايبوسومات ؟

وهي تراكيب تتكون من :

1- البروتينات 2- الحمض النووي الرايبوسومي tRNA.

ويتألف كل رايبوسوم من وحدتين :

إحدهما كبيرة ، والأخرى صغيرة ، وهما تجتمعان عند بدء عملية الترجمة.

● ما هي مواقع ارتباط tRNA في الرايبوسوم ؟

1- موقع **Aminoacyl-tRNA Site (A)** : وهو الموقع الذي يرتبط با

tRNA الذي يحمل الحمض الأميني الذي **سيضاف** إلى سلسلة عديد الببتيد. (**ارتباط الحمض الاميني**)

2- موقع **Peptidyl – tRNA (p)** : وهو الموقع الذي يرتبط به

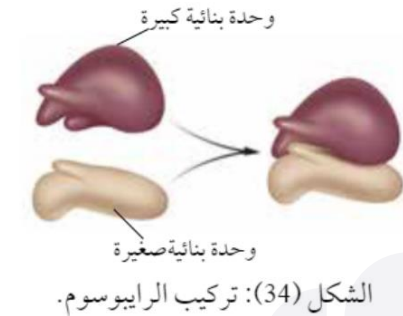
tRNA الحامل لسلسلة عديد الببتيد التي تتكون في أثناء عملية الترجمة (**تكوين الرابطة الببتيدية بين الحمض الاميني في الموقع A والحمض الاميني في الموقع P**)

● ما هي المراحل التي تمر بها عملية الترجمة ؟

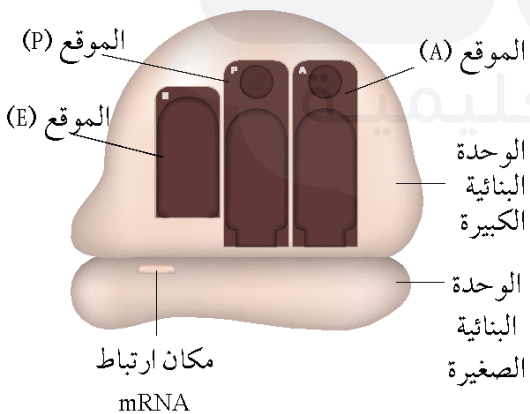
1- مرحلة بدء الترجمة

2- ومرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد،

3- ومرحلة انتهاء الترجمة.



الشكل (34): تركيب الرايبوسوم.



الشكل (35): مواقع ارتباط جزيئات tRNA في الرايبوسوم.



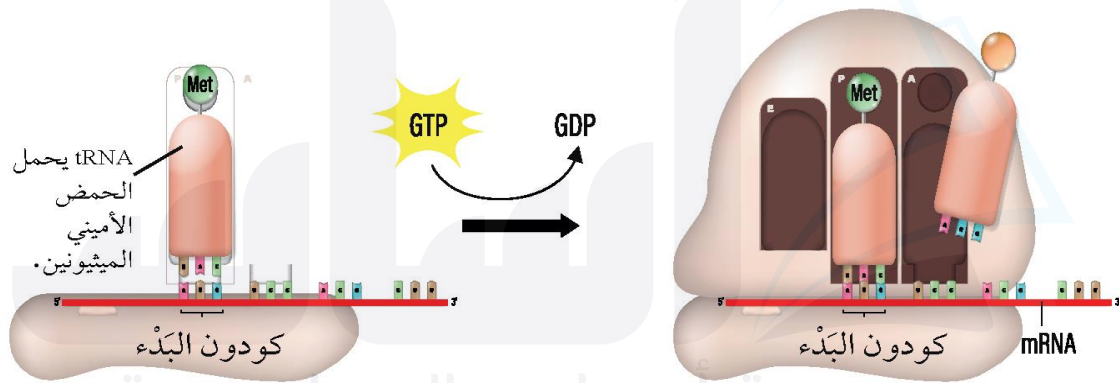
## مرحلة بدء الترجمة Initiation of Translation

1

## ● ما هي خطوات مرحلة بدء الترجمة ؟

1. يرتبط جزيء mRNA وجزيء tRNA البادئ (الذي يمثل تسلسل النيوكليوتيدات في موقع الكودون المضاد فيه **UAC**، ويحمل الحمض الأميني الميثيونين) بالوحدة البنائية الصغيرة
2. تتكون **روابط هيدروجينية** بين كودون البدء (AUG) في mRNA والكودون المضاد (UAC) في tRNA
3. ثم ترتبط الوحدة البنائية الكبيرة مع الصغيرة مكونة الرايبوسوم.

ملاحظة : يذكر أن هذه العملية تحتاج إلى عوامل مساعدة ، والطاقة المخزنة في جزيئات غوانوسين ثلاثي الفوسفات GTP



## مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد Polypeptide Elongation

2

## ماذا يحدث في هذه المرحلة ؟

1- يستطيع الكودون المضاد في أحد جزيئات tRNA أن **يتعرف الكودون المكمل له** في جزيء mRNA الموجود في الموقع (A).

عندئذٍ ، **يستقبل الموقع (A) في الرايبوسوم جزيء tRNA** الذي يحوي الكودون المضاد المكمل للكودون الثاني في جزيء mRNA، ويحمل الحمض الأميني الثاني

2- **تتكون رابطة ببتيدية بفعل (rRNA)** (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 **مشغولا** ب tRNA حاملا حمضين أمينيين، في حين **لا يحمل جزيء tRNA الموجود في الموقع (P) أي**

**حمض أميني.**



0785921463



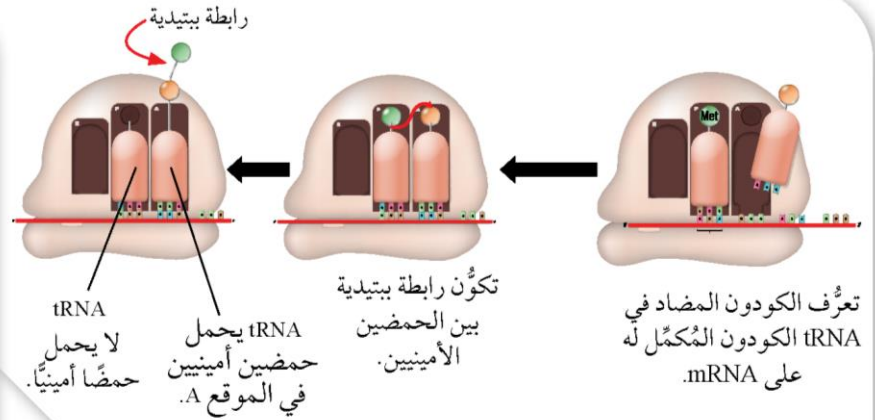
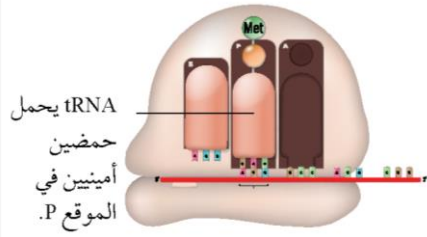
الاستاذ أنس أبو صليح



Anas Abu Slieh



الاستاذ أنس أبو صليح



الشكل (37/ب): بدء مرحلة الاستطالة.

الشكل (37/أ): بدء مرحلة الاستطالة.

3- 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**

4- ينتقل جزيء tRNA الموجود في الموقع (A) إلى الموقع (P)، فيصبح الموقع (A) فارغاً و جاهزاً لاستقبال جزيء tRNA جديد يحمل كودوناً مضاداً للكودون التالي في جزيء mRNA ، ويحمل حمض أميني جديد **لاحظ الشكل ( 37 /**

**ب)**

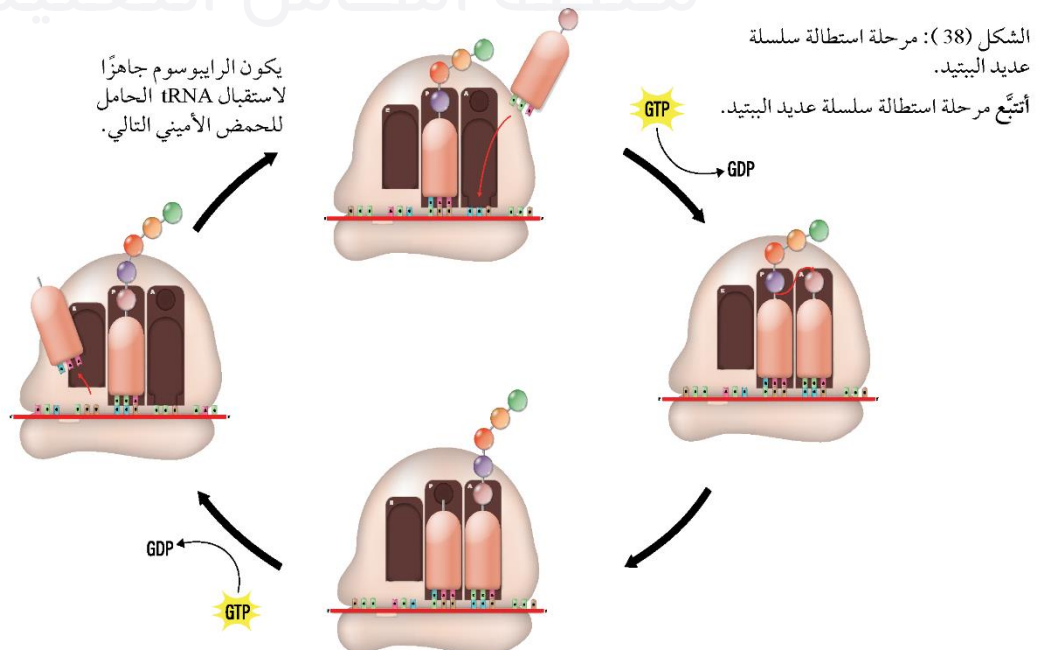
5- **تتكرر الخطوات السابقة** لإضافة الحموض الأمينية واحداً تلو الآخر

❖ وتحتاج مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد عند إضافة كل حمض أميني إلى الطاقة المخزنة في جزيئات GTP؛ **علل**

**؟** لكي يتمكن الكودون المضاد في جزيء tRNA من تمييز الكودون في جزيء mRNA، وتحريك الرايبوسوم بعد

تكون الرابطة الببتيدية، أنظر الشكل ( 38 )

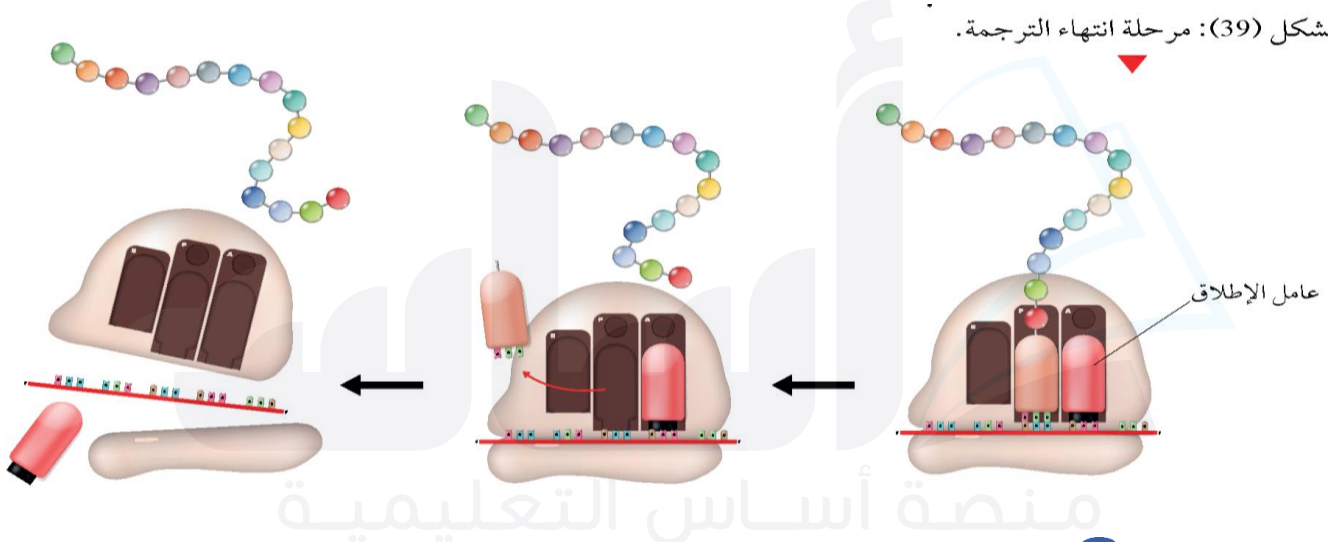
**أتحقق :** ما الكودون المضاد في جزيء tRNA البادئ؟  
UAC



## 3 مرحلة انتهاء الترجمة Termination of Translation

## ما هي خطوات مرحلة انتهاء الترجمة Termination of Translation ؟

- 1- عند وصول الرايبوسوم إلى أحد كودونات الوقف : (UAA)، أو (UAG)، أو (UGA) في جزيء mRNA ، فإن الموقع (A) في الرايبوسوم يستقبل **عامل الإطلاق Release factor** عوضاً عن جزيء tRNA
- 2- فيعمل هذا العامل على **تحلل الرابطة بين سلسلة عديد الببتيد المتكونة** وجزيء tRNA الموجود في الموقع (P) ، ما يؤدي إلى تحرر سلسلة عديد الببتيد من الرايبوسوم
- 4- ثم انفصال الوحدة البنائية الكبيرة للرايبوسوم، وانفصال بقية المكونات، أنظر الشكل (39).



## أتحقق

ما مبدأ العمل الذي يعتمد عليه عامل الإطلاق ؟  
يعمل هذا العامل على تحلل الرابطة بين سلسلة عديد الببتيد المتكونة وجزيء tRNA الموجود في الموقع (P)؛ ما يؤدي إلى تحرر سلسلة عديد الببتيد من الرايبوسوم



● قارن بين كل من انواع RNA من حيث الوظيفة واسم الشيفرة ؟

وجه المقارنه	tRNA ( الناقل )	mRNA ( الرسول )	rRNA ( الرايبوسومي )
الوظيفة	يعمل على حمل الحموض الامينية وينقلها الى الرايبوسوم وربطها مع سلسلة عديد الببتيد	يعمل على حمل التعليمات الوراثية الخاصة ببناء بروتين معين	يدخل في تركيب الوحدات البنائيتان للرايبوسوم
اسم الشيفرة	كودون مضاد	كودون	-----

● ما هو تسلسل الكودونات ( tRNA / mRNA ) اذا كانت سلسلة DNA ( ATCGTAGTA ) ؟

1- DNA : ( ATCGTAGTA )

2- mRNA : ( UAGCAUCAU )

3- tRNA : ( AUCGUAGUA )

● قارن بين كل من عمليتي النسخ والترجمة من حيث :

وجه المقارنه	النسخ	الترجمة
مكان الوجود	النواة	الرايبوسوم في السيتوبلازم
الاهمية	يعمل على انتاج سلسلة RNA تحمل تعليمات وراثية لبناء بروتين معين	ترجمة الكودونات mRNA الى سلسلة عديد الببتيد (بروتين) عن طريق tRNA
السلسلة اللازمة	احد سلاسل DNA	mRNA
النتائج	سلسلة mRNA	سلسلة عديد الببتيد (بروتين)

## التعبير الجيني Gene Expression

### ● كيف تستطيع الخلية تصنيع آلاف البروتينات ؟

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 تعتمد إلى تنظيم عملية تصنيع البروتينات، لا سيما وقت التصنيع، والكمية التي تلزمها

### ● ما المقصود بالتعبير الجيني Gene Expression ؟

وهي عملية تستخدم فيها الخلية المعلومات الوراثية التي يحملها الجين لبناء جزيء RNA، أو تصنيع بروتين يؤدي وظيفة محددة في الخلية .

صحيح أن خلايا الكائن الحي عديد الخلايا تحوي كروموسومات تحمل الجينات نفسها، **لكن تفعيل التعبير الجيني لجينات معينة دون غيرها يسبب اختلاف البروتينات التي تصنعها خلية ما عن تلك التي تصنعها أخرى، استنادا إلى الوظيفة التي تؤديها كل خلية في الكائن الحي.**

### ● ما المقصود بالتمايز الخلوي Cell Differentiation ؟

ويعرف التمايز بأنه عملية تتحول فيها الخلايا غير المتخصصة إلى خلايا متخصصة. فمثلا، في مراحل تكون جنين الإنسان تتمايز خلية الزيجوت بعد انقسامها إلى خلايا مختلفة الأنواع، منها: خلايا الكبد، وخلايا الدم، والخلايا العصبية

### ● لماذا تتطلب عملية التمايز تغيير نمط التعبير الجيني في

الخلية، ؟

ليصبح للخلية نمط محدد للتعبير الجيني، لا يتغير غالبا طوال مدة حياة الخلية المتخصصة.

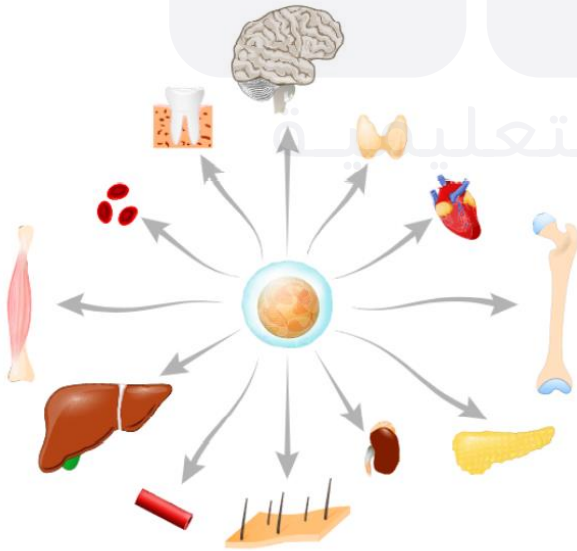
### ● يتأثر التعبير الجيني في الخلايا بعوامل داخلية (من جسم الكائن

الحي نفسه) اذكرها ؟

1- الهرمونات

2- عوامل خارجية ( من البيئة المحيطة بالكائن الحي)، مثل

بعض المواد الكيميائية ؛ وعوامل فيزيائية.



الشكل (40) تمايز الخلايا الجذعية أنواع مختلفة

## مراجعة الدرس الثالث

## 1- الفكرة الرئيسية: فيم يستفاد من اختلاف التعبير الجيني بين الخلايا؟

على الرغم من أن الخلايا تحوي كروموسومات تحمل الجينات نفسها، لكنّ تفعيل التعبير الجيني لجينات مُعيّنة دون غيرها يُسبب اختلاف البروتينات التي تصنعها خلية ما عن تلك التي تصنعها أخرى، استنادًا إلى الوظيفة التي تؤديها كل خلية في الكائن الحي، أيضًا تنظيم عملية تصنيع البروتينات، لا سيّما وقت التصنيع، والكمية التي تلزمها. كذلك يؤثر التعبير الجيني في تمايز الخلايا وهي العملية التي تتحوّل فيها الخلايا غير المُتخصصة إلى خلايا مُتخصصة

## 2- ما المقصود بتضاعف DNA شبه المحافظ؟

هو تضاعف جزئ DNA بحيث يحوي كل جزئ سلسلتين احدهما من DNA (اي سلسلة اصلية) والاخرى جديدة مكملة لها .

## 3- أمنتج: ماذا سيحدث إذا تعرضت خلية ما في أثناء مرحلة التصنيع إلى عوامل مثبطة للبروتينات المرتبطة

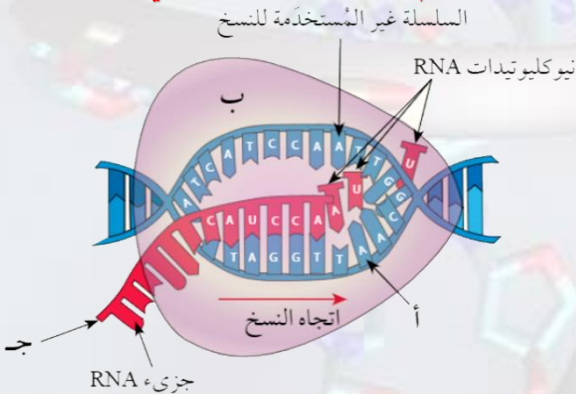
بالسلاسل المفردة SSBP؟

سوف تعاود سلسلتي DNA المفصولتين بفعل انزيم الهليكيز الارتباط مجددا وبالتالي بن يكون هنالك عملية تضاعف لجزئ DNA

## 4- أفسر: يعمل إنزيم بادئ RNA على إضافة سلسلة البدء إلى كل سلسلة من سلسلتي DNA المكملتين.

لان الانزيمات المسؤولة عن تضاعف DNA غير قادرة على بدء هذه العملية فان بادئ RNA يضيف قطعة صغيرة من RNA ( تتكون من 5-10 نيوكليوتيدات وتسمى سلسلة البدء ) الى كل سلسلة من سلسلتي DNA المكملتين لتوفير نهاية 3 حرة ثم يبدأ انزيم بلمرة DNA باضافة نيوكليوتيدات مكملة لنيوكليوتيدات السلسلة القالب

## 5- أدرس الشكل الآتي الذي يبين إحدى خطوات النسخ في عملية تصنيع البروتين، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:



## أ- ما الخطوة التي يبينها الشكل؟ استطالة RNA

ب- ماذا يمثل كل من (أ)، و(ب) في الشكل؟

( أ ) سلسلة DNA القالب و ( ب ) انزيم بلمرة DNA

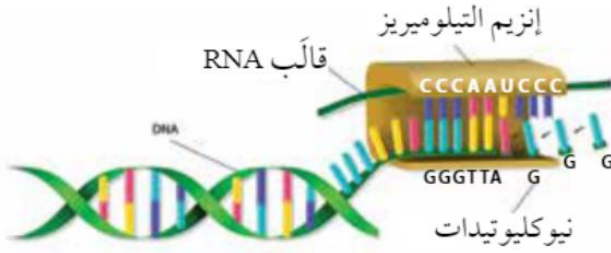
ج- ما نهاية السلسلة المشار إليها في الشكل ؟

نهاية 5



## التيلوميرات Telomeres

## الإثراء والتوسع



## ● ما المقصود بالتيلوميرات Telomeres ؟

هي سلاسل متكررة من النيوكليوتيدات الطرفية، تعمل على حماية الجينات في نهايات الكروموسومات من الضياع (الشطب) في أثناء الانقسامات المتكررة.

تختلف الكائنات الحية في ما بينها من حيث عدد التيلوميرات؛ ففي خلايا الإنسان الجسمية - مثلاً -

توجد ستة أزواج من النيوكليوتيدات 5'-TTAGGG-3' تتكرر عدداً من المرات يتراوح بين (100-1000) مرة. 3-AATCCC-5'

## ● إنزيم يسمى التيلوميريز telomerase مما يتكون وما وظيفته ؟

1- يتكون من معقد (بروتين - RNA)،

2- يستخدم RNA الموجود فيه قالباً لإضافة سلسلة متكررة من النيوكليوتيدات إلى نهاية 3' في الكروموسوم، وهو ينشط في الخلايا الجنينية والخلايا الجسمية الجذعية، ولا ينشط في الخلايا الجسمية البالغة.

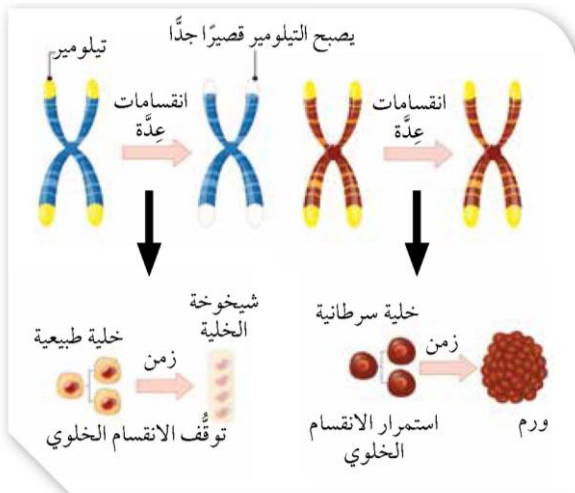
❖ بعد إضافة سلسلة متكررة إلى نهاية 3' في الكروموسوم، يضيف إنزيم بلمرة RNA البادئ سلسلة بدء إلى السلسلة المتكررة، ثم يعمل إنزيم بلمرة DNA على إضافة النيوكليوتيدات المكملة للسلسلة. تتكرر هذه العملية مرات عدة للحفاظ على طول سلسلة التيلومير

## ● لا يمكن لمعظم الخلايا الجسمية القيام بهذه العملية؛ علل

نظراً إلى عدم وجود إنزيم التيلوميريز فيها، فيقل طول سلسلة التيلومير في ظل الانقسامات الخلوية المتكررة، وتقل قدرتها على الانقسام؛ ما يؤدي إلى شيخوخة الخلية أو موتها.

## ● قدرة الخلايا السرطانية على الانقسام والتجديد ؟ علل

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



## مراجعة الوحدة الثانية

السؤال الأول : الكل فقرة من الفقرات الآتية أربع إجابات ، واحدة فقط صحيحة، أحدها:

1. الطور ( المرحلة ) الذي توجد فيه كروموسومات غير مكونة من كروماتيدات شقيقة في المرحلة البينية هو:
  - أ. G1
  - ب. G2
  - ج. S
  - د. M
2. طور الانقسام المتساوي الذي يبدأ فيه الغلاف النووي بالاختفاء هو:
  - أ. التمهيدي
  - ب. الاستوائي
  - ج. الانفصالي
  - د. النهائي
3. طور الانقسام المتساوي الذي يظهر فيه الغلاف النووي هو:
  - أ. التمهيدي
  - ب. الاستوائي
  - ج. الانفصالي
  - د. النهائي
4. طور الانقسام المتساوي الذي تبدأ فيه الخيوط المغزلية الارتباط بالقطب المركزية هو:
  - أ. التمهيدي
  - ب. الاستوائي
  - ج. الانفصالي
  - د. النهائي
5. الإنزيم الذي يمكنه تنقيح DNA في أثناء عملية التضاعف هو .
  - أ. إنزيم بلمرة DNA
  - ب. إنزيم بلمرة RNA
  - ج. إنزيم الهليكيز
  - د. البروتين المرتبط بالسلاسل المفردة
6. يكون الكود المضاد في جزيء tRNA .
  - أ. مكملًا للكودون في جزيء DNA
  - ب. مطابقًا للكودون في جزيء mRNA
  - ج. مكملًا للكودون في جزيء rRNA
  - د. متماثلًا لجميع الحموض الأمينية
7. عدد مواقع ارتباط tRNA في الرايبوسوم هو:
  - أ. 1
  - ب. 2
  - ب. 3
  - د. 4
8. للانقسام المتساوي أهمية مباشرة في كل مما يأتي باستثناء:
  - أ. النمو
  - ب. التكاثر اللاجنسي
  - ج. تعويض الأنسجة التالفة
  - د. إنتاج الجاميات
9. الإنزيم الذي يفصل سلسلتي DNA هو:
  - أ. الربط
  - ب. بلمرة DNA
  - ج. الهليكيز
  - د. بادىء RNA
10. ينتج من تضاعف جزيء DNA جزيئان، يتكون كل منهما من:
  - أ. سلسلتين جديدتين.
  - ب. سلسلتين إحداها جديدة، والأخرى أصلية .
  - ج. سلسلتين أصليتين .
  - د. سلسلتين ، كل منهما تحوي أجزاء جديدة ، وأخرى أصلية
12. تحدث عملية تضاعف DNA في الخلايا حقيقية النوى في :
  - أ. السيتوبلازم.
  - ب. الرايبوسوم
  - ج. النواة.
  - د. الشبكة الإندوبلازمية.
12. الإنزيم الذي يضيف النيوكليوتيدات المكملة النيوكليوتيدات السلسلة الأصلية في أثناء تضاعف
  - أ. بلمرة RNA
  - ب. بلمرة DNA
  - ج. الهليكيز
  - د. النيوكليز
13. الروابط التي يحطمها إنزيم الهليكيز بين سلسلتي DNA هي:
  - أ. الببتيدية .
  - ب. الأيونية.
  - ج. التساهمية.
  - د. الهيدروجينية.
14. إحدى الآتية صحيحة في ما يتعلق بالحمض النووي RNA:
  - أ. يتكون نتيجة تضاعف DNA
  - ب. يتكون السلتين لولبيتين تلتف إحداها على الأخرى في الخلايا حقيقية النوى.
  - ج. تدخل في تركيبه قاعدة نيتروجينية هي الثايمين
  - د. ينتج من عملية النسخ.

## مراجعة الوحدة الثانية

15. بعد استخدام الحمض الأميني في تصنيع البروتين، فإن جزيء tRNA:

- أ. ينطلق مرة أخرى، فيرتبط بحمض أميني آخر مقابل للكودون المضاد الذي يحمله.  
 ب. يحطم مباشرة.  
 ج. يعود إلى النواة، ولا يغادرها.  
 د. يرتبط بأول حمض أميني يقابله.

16. جميع الآتية صحيحة في ما يتعلق بعملية النسخ باستثناء:

- أ. عدم نسخ جميع DNA ، واقتصار العملية على نسخ جينات معينة فقط.  
 ب. استخدام سلسلة واحدة فقط من DNA في عملية النسخ.  
 ج. أداء إنزيم بلمرة DNA دورا في عملية النسخ.  
 د. اتجاه النسخ 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. فك التفاف السلاسل في DNA.  
 د. إنتاج جزيء RNA أولي.

18. تتكون قطع أوكازاكي عند تضاعف:

- أ. السلسلة المتأخرة.  
 ب. السلسلة الرائدة.  
 ج. جزيء RNA الأولي.  
 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'.

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
رمز الإجابة	د	أ	د	أ	أ	ج	ج	د	ج	ب
رقم السؤال	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
رمز الإجابة	ج	ب	د	د	أ	ج	ب	أ	ب	ب



## مراجعة الوحدة الثانية

## السؤال الثاني

أملأ الفراغ في الجدول الآتي بالعدد المناسب لكل من التراكيب الواردة فيه، لخلية جسمية في الزرافة، علماً بأن كل خلية جسمية تحوي 30 كروموسوماً:

الطور التمهيدي	طور النمو الثاني	طور النمو الأول	عدد الكروماتيدات الشقيقة:
60	شبكة كروماتينية ( لا تكون الكروموسومات واضحة )		
2	2	1	الأجسام المركزية:
4	4	2	المريكزات:

## السؤال الثالث :

أوضح مرحلة الاستطالة في عملية تصنيع البروتين .

الجواب صفحه ( 42 – 43 ) من الدوسية .

## السؤال الرابع:

أقارن بين كل مما يأتي:

أ- آلية التنقيح ، و آلية تصحيح استئصال النيوكليوتيد من حيث الإنزيمات التي تشترك في كل منها .

الإنزيمات	الآلية
إنزيم بلمرة DNA	آلية التنقيح
إنزيمات بلمرة DNA إنزيم النيوكلييز ، إنزيم الربط	آلية تصحيح استئصال النيوكليوتيد

ب- جزيء mRNA الأولي وجزيء mRNA الناضج من حيث وجود الإنترونات، ووجود الإكسونات.

جزيء mRNA الأولي ( يوجد إنترونات وإكسونات )

جزيء mRNA ناضج ( يوجد إكسونات ولا يوجد إنترونات )

## مراجعة الوحدة الثانية

## السؤال الخامس:

معتما الشكل المجاور، أجب عن السؤالين الآتيين:

1. أي مراحل تصنيع البروتينات يمثلها الشكل؟

مرحلة إنهاء الترجمة

2. إلام يرمز كل من (أ)، و (ب)؟

أ- عامل إطلاق ب - سلسلة عديد الببتيد

## السؤال السادس:

أوضح أهمية tRNA في تصنيع البروتينات .

يعد المترجم الذي ينقل الحموض الأمينية للرايوسوم لبناء سلسلة عديد الببتيد.

## السؤال السابع:

أتتبع آلية تصحيح اختلالات DNA باستئصال النيوكليوتيد

يقطع الجزء التالف من سلسلة DNA عن طريق إنزيم النيوكلييز Nuclease ، ثم تسد الفجوة الناتجة من عملية القطع بنيوكليوتيدات المكملة للسلسلة قابلة غير التالفة باستعمال إنزيم بلمرة DNA ، وأخير يعمل إنزيم ربط DNA على ربط نهايات النيوكليوتيدات المضافة بالسلسلة الأصلية

## السؤال الثامن:

أوضح آلية بدء عملية الترجمة.

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

UAC، ويحمل الحمض الأميني الميثيونين ) بالوحدة البنائية الصغيرة

٢- تتكون روابط هيدروجينية بين كودون البدء (AUG) في mRNA والكودون المضاد (UAC) في tRNA

٣- ثم ترتبط الوحدة البنائية الكبيرة مع الصغيرة مكونة الرايوسوم.

يذكر أن هذه العملية تحتاج إلى عوامل مساعدة ، والطاقة المختزنة في جزيئات غوانوسين ثلاثي الفوسفات GTP

## مراجعة الوحدة الثانية

السؤال التاسع:

أضع إشارة (صح) أو إشارة (X) إزاء كل عبارة في جدول المقارنة الآتي بين السلسلة الرائدة و السلسلة 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.
√	√	اتجاه الحدوث من 5 إلى 3.

السؤال العاشر:

أتأمل في ما يأتي سلسلة mRNA الناضج، ثم أجيب عن السؤالين التاليين:

AUG GUU AGC **UAG** AUG ACG GCU CCG

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

عدد الحموض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الناتجة من ترجمة سلسلة mRNA هو ثلاثة. والسبب وجود كودون(الرابع **UAG**) في السلسلة وهو كودون وقف.

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

عدد جزيئات tRNA التي يمكن استخدامها في ترجمة هذه السلسلة هو ثلاثة. (لأن عامل الإطلاق هو من يعمل عند الوصول إلى كودون الوقف)

السؤال الحادي عشر: أقرن بين تضاعف DNA و نسخ RNA كما في الجدول الآتي:

نسخ RNA	تضاعف DNA	
إنزيم بلمرة RNA	إنزيم بلمرة DNA إنزيم بادئ RNA إنزيم الربط	الإنزيمات المستخدمة في بناء السلسلة.
سلسلة واحدة	سلسلتين	عدد سلاسل DNA المستخدمة.
لا يوجد	يوجد	حدوث التصحيح الذاتي في أثناء العملية.



## مراجعة الوحدة الثانية

السؤال الثاني عشر: أصل بين المصطلح العلمي والوصف المناسب له في ما يأتي:

( أ ) يحمل المعلومات الوراثية من النواة إلى السيتوبلازم .	( ج ) الكودون المضاد
( ب ) عملية فك شيفرة mRNA، وتصنيع البروتين.	( و ) الرايبوسوم
( ج ) ثلاث قواعد تكون في إحدى نهايات tRNA .	( ي ) تضاعف DNA
( د ) تصنيع mRNA باستعمال إنزيم بلمرة RNA في النواة.	( هـ ) الكودون
( هـ ) ثلاث قواعد تحدد الحمض الأميني الذي سيستخدم في أثناء عملية الترجمة.	( د ) النسخ
( و ) تحدث فيه عملية الترجمة.	( ب ) الترجمة
( ي ) يصنع DNA نسخة عن نفسه	( أ ) mRNA

السؤال الثالث عشر:

أوضح أي مراحل تصنيع البروتين الرئيسية التي يمثلها الشكل الآتي، مبينا خطواتها

مرحلة النسخ، وخطواتها:

١- بدء عملية النسخ. ٢- استطالة RNA ٣- انتهاء عملية النسخ

السؤال الرابع عشر:

أنشئ جدولاً للمقارنة بين الانقسام المتساوي والانقسام المنصف من حيث: الأهمية، وعدد الخلايا الناتجة، ونوع الخلايا التي يحدث فيها الانقسام، وعدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة.

الانقسام المنصف	الانقسام المتساوي	
إنتاج الجاميتات	ضروري لنمو الكائنات الحية عديدة الخلايا وتطور الاجنة . التجديد و استبدال الخلايا التالفة وتعويض الأنسجة أساس لتكاثر اللاجنسي	الأهمية
4	2	عدد الخلايا الناتجة
الخلايا الجنسية	الخلايا الجسمية	الخلايا التي تحدث فيها الانقسام
نصف عدد الكروموسومات في الخلية المنقسمة	نفس عدد الكروموسومات في الخلية المنقسمة	عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة

## مراجعة الوحدة الثانية

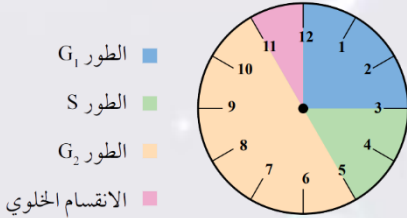
السؤال الخامس عشر:

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

كلما ازد تكرار عملية العبور ازد التنوع الجيني للكائنات الحية ؛ وبالتالي يتوقع زيادة في التنوع الجيني نتيجة تكرار عملية العبور أكثر من مرة خلال الانقسام الخلوي الواحد

السؤال السادس عشر:

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



1. ما الطور الذي ستكون فيه الخلية الساعة 6:30 ؟ G2

2. أحسب عدد الدقائق اللازمة لتضاعف DNA ؟ 120 دقيقة

3. أتوقع: في أي طور ستكون الخلية بعد 7 ساعات من الساعة 9 ؟ طور التضاعف

4. في أي وقت تقريبا ستحدث عملية الانقسام الخلوي؟ ما بين الساعة 11 و الساعة 12

5. في أي وقت / أوقات ستضاعف الخلية عضياتها ؟ من الساعة 12 الى الساعة 3

السؤال السابع عشر:

تتوقف عملية الانقسام إذا لم ترتبط الخيوط المغزلية على نحو مناسب بالقطع المركزية.

وذلك بسبب وجود نقطة المراقبة M ، والتي تتحقق من ارتباط الكروماتيدات الشقيقة مع الخيوط المغزلية على نحو صحيح.

السؤال الثامن عشر:

أوضح المقصود بكل من السايكلينات، وبروتينات الفسفرة المعتمدة على السايكلين، مبينا دور كل منهما في تنظيم

دورة الخلية.

السايكلينات مجموعة من البروتينات ، توجد في معظم الخلايا حقيقية النوى، وتصنع في أثناء دورة الخلية ، وتحطم خلالها سريعا وهي تصنّف إلى أربعة أنواع رئيسة. تؤدي دورا في تنظيم دورة الخلية ؛ بتحفيزها إنزيمات.

وتتمثل أهمية السايكلينات؛ عند ارتباط السايكلين بإنزيم الفسفرة المعتمد على السايكلين تعمل على أمرين رئيسين، هما: تحفيز الانزيم، وإرشاده إلى البروتينات الهدف التي يعمل على فسفرتها .

أما إنزيمات الفسفرة المعتمدة على السايكلين فهي إنزيمات تعمل- بعد ارتباطها بالسايكلين -على إضافة مجموعة فوسفات إلى البروتين الهدف في عملية تسمى الفسفرة وقد تؤدي فسفرة البروتينات إلى تحفيزها أو تثبيطها بحسب حاجة الخلية

محبكم والداعي لكم بالخير : الأستاذ أنس أبو صليح

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

منصة أساس التعليمية



0785921463



الأستاذ أنس أبو صليح



Anas Abu Slieh



الأستاذ أنس أبو صليح