

## شكراً لتحميلك هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية



## تجميعه صفحات الكتاب وفق الهيكل الوزاري

[موقع المناهج](#) ← [المناهج الإماراتية](#) ← [الصف العاشر العام](#) ← [علوم](#) ← [الفصل الثاني](#) ← [الملف](#)

تاريخ نشر الملف على موقع المناهج: 20:17:27 2024-03-04 | اسم المدرس: موزه الشامسي

## التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر العام



## روابط مواد الصف العاشر العام على تلغرام

[الرياضيات](#)

[اللغة الانجليزية](#)

[اللغة العربية](#)

[التربية الاسلامية](#)

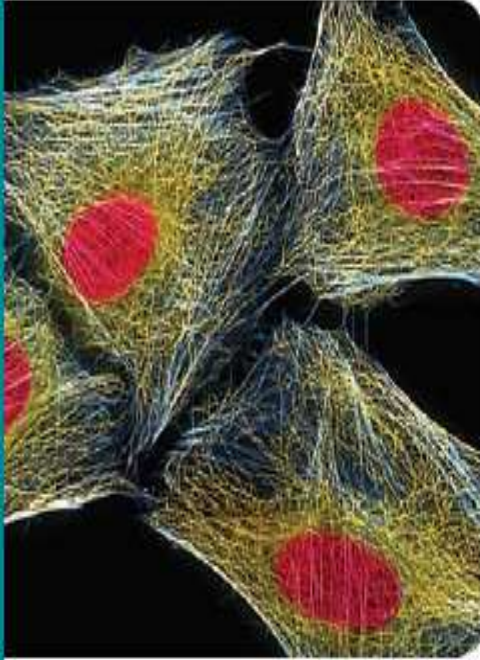
## المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر العام والمادة علوم في الفصل الثاني

<a href="#">تجميعه صفحات الكتاب وفق الهيكل الوزاري انساير</a>	1
<a href="#">حل مراجعة عامة وفق الهيكل الوزاري</a>	2
<a href="#">نموذج الهيكل الوزاري بريدج المسار العام</a>	3
<a href="#">كتاب الطالب منهج انساير</a>	4
<a href="#">مذكرة وحدة التكاثر الخلوي</a>	5

# مراجعة هيكل العاشر العام الفصل الثاني - مادة الأحياء 2024

أ. موزه الشامسي  
مجمع زايد التعليمي - المزهر  
الفرع الأول

تكبير الشكل بالمجهر الضوئي، 670x



■ الشكل 2 يجب أن تكون المسافات التي تقطعها المواد داخل الخلية محدودة ليكون هيكل الخلية وسيلة نقل سريعة وفعالة.

إذا ما نمت الخلية المكعبة الشكل ليصل طول كل ضلع فيها إلى  $2 \mu\text{m}$ ، كما هو مبين في الشكل 1، تكون مساحة سطحها  $24 \mu\text{m}^2$  وحجمها  $8 \mu\text{m}^3$ . بذلك تكون نسبة مساحة السطح إلى الحجم 3:1، أي، نسبة أقل من النسبة التي كانت للخلية عندما كانت أصغر حجماً. إذاً تكون نسبة مساحة السطح إلى الحجم أقل كلما استمرت الخلية في النمو، فستستمر نسبة مساحة السطح إلى الحجم في التراجع، كما يُظهر المكعب الثالث في الشكل 1. فكلما نمت الخلية، ازداد حجمها على نحو أسرع بكثير من ازدياد مساحة سطحها، مما يعني أنّ الخلية ربما تواجه صعوبة في الحصول على المواد المغذية والتخلص من كل الفضلات التي يجب التخلص منها. بينما يضمن بقاء الخلايا صغيرة الحجم، نسبة مساحة السطح إلى الحجم كبيرة فيها، وبالتالي يمكن للخلايا الحفاظ على نفسها بسهولة أكبر.

✓ **التأكد من فهم النص** اشرح سبب استفادة الخلية من ارتفاع نسبة مساحة سطحها إلى حجمها.

نقل المواد تعتبر حركة المواد من المهام الأخرى التي يمكن إدارتها بسهولة أكبر في خلية صغيرة الحجم منها في خلية كبيرة الحجم. تُذكر أنّ الغشاء البلازمي يتحكم بالنقل الخلوي لأنه يتميز بخاصية النفاذية الاختيارية. بمجرد أن تصبح المواد داخل الخلية، فإنها تتحرك عن طريق الانتشار أو عن طريق البروتينات المحركة التي تسحبها على طول هيكل الخلية. يكون انتشار المواد لمسافات طويلة بطيئاً وغير فعال لأنه يعتمد على الحركة العشوائية للجزيئات والأيونات. على نحو مماثل، فإنّ شبكة النقل الخاصة بهيكل الخلية، المبينة في الشكل 2، تصبح أقل فاعلية للخلية في حال أصبحت المسافة المتوجب اجتيازها أطول من اللازم. إن الحجم الصغير للخلية، يزيد إمكانية الانتشار وقابلية البروتينات المحركة على نقل المواد المغذية والفضلات إلى الحد الأقصى. تحافظ الخلايا الصغيرة على أنظمة نقل أكثر فاعلية.

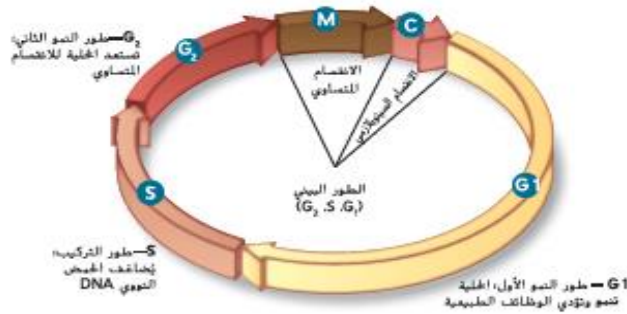
الاتصالات الخلوية إن الحاجة إلى إعطاء إشارة للبروتينات بالتحرك عبر الخلية، تؤدي أيضاً إلى الحد من حجم الخلية. بعبارة أخرى، إنّ لحجم الخلية تأثيراً في قدرتها على توصيل التعليمات الخاصة بالوظائف الخلوية. فإذا أصبح حجم الخلية أكبر من اللازم، يصبح حدوث الاتصالات الخلوية بشكلٍ فاعل، شبه مستحيل. عدد كبير من تلك الاتصالات يشمل حركة المواد والإشارات المعطاة إلى العضيات. على سبيل المثال، فالإشارات التي تحفّز تركيب البروتينات للحفاظ على الخلية، قد لا تصل إلى الرايبوسومات بسرعة تكفي لحدوث هذا التركيب.

# قارن النقل والاتصال بين الخلية الصغيرة الحجم والخلية الكبيرة الحجم

خلية كبيرة الحجم	خلية صغيرة الحجم	وجه المقارنة
بطيئة	سريعة	انتشار المواد ( سريع / بطيء )
أقل فعالية	فعالية	شبكة النقل ( أكثر فعالية / أقل فعالية )
أبطء	أسرع	حصول الخلية على احتياجاتها ( أسرع / أبطء )
أقل فعالية	فعالية	البروتينات الناقلة ( أكثر فعالية / أقل فعالية )
أبطء	أسرع	توصيل المعلومات ( أسرع / أبطء )

الشكل 3 تتضمن دورة الخلية ثلاث مراحل، الطور البيئي والانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي. وينقسم الطور البيئي إلى ثلاث مراحل فرعية.

ضع فرضية لماذا يمثل الانقسام السيتوبلازمي أصغر فترة زمنية تخصها الخلية في دورتها.



**مراحل الطور البيئي** خلال الطور البيئي، تنمو الخلية وتطور إلى خلية بنائية ناضجة؛ تضاعف ال DNA وتحضر للانقسام. ينقسم الطور البيئي إلى ثلاث مراحل، كما هو مبين في الشكل 3:  $G_1$  و  $S$  و  $G_2$ ، التي تسمى أيضًا مرحلة النمو الأول ومرحلة التركيب ومرحلة النمو الثاني.

إن المرحلة الأولى من الطور البيئي،  $G_1$ ، هي الفترة التي تلي انقسام الخلية مباشرةً. وخلال المرحلة  $G_1$ ، تنمو الخلية وتؤدي الوظائف الخلوية الطبيعية وتستعد لبضاعة ال DNA. تنتهي دورة الخلية في بعض الخلايا، مثل الخلايا العصبية والعصبية، عند هذه النقطة ولا تعود للانقسام مجددًا.

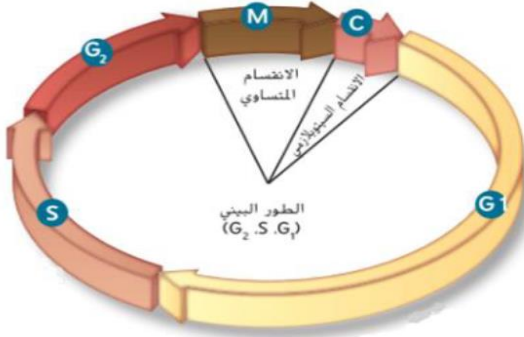
أما المرحلة الثانية من الطور البيئي،  $S$ ، فهي الفترة التي تنسخ فيها الخلية محتواها من ال DNA استعدادًا لانقسامها. **الكروموسومات** هي التراكيب التي تحتوي على المادة الوراثية التي تمر من جيل إلى آخر من الخلايا. **والكروماتين** هو الشكل المخفف من ال DNA، الموجود في نواة الخلية. كما هو مبين في الشكل 4، عندما توضع صبغة معينة على خلية في الطور البيئي، فإن النواة تتخذ مظهرًا أرقط. يُعزى سبب هذا المظهر الأرقط إلى أشربة الكروماتين الفردية التي لا ترى تحت المجهر الضوئي من دون الصبغة.

تأتي المرحلة  $G_2$  بعد المرحلة  $S$  وهي الفترة التي تستعد خلالها الخلية لانقسام نواتها. خلال هذه الفترة يُصنَع البروتين المسؤول عن تكوين الأنابيب الدقيقة اللازمة لانقسام الخلية. خلال المرحلة  $G_2$ ، تكوّن الخلية مخزونها وتؤكد من استعدادها لمتابعة الانقسام المتساوي. لدى اكتمال هذه الأنشطة، تبدأ الخلية المرحلة التالية من دورتها، وهي الانقسام المتساوي.

**الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي** تبدأ مرحلتا الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي عقب انتهاء الطور البيئي. ففي الانقسام المتساوي، تنقسم مادة نواة الخلية وتنفضل باتجاه قطبي الخلية المتقابلين. أما في الانقسام السيتوبلازمي، فإن الخلية تنقسم إلى خليتين وليدتين متطابقتي النواة. سيتم شرح هذه المراحل المهمة من دورة الخلية في القسم 2.

**انقسام الخلايا بدائية النواة** إن دورة الخلية هي الطريقة التي تتكاثر بها الخلايا حقيقية النواة. أما الخلايا بدائية النواة التي تمت دراستها، فهي خلايا أكثر بساطة وتتكاثر بطريقة تسمى الانشطار الثنائي.

في الشكل أدناه، تتضمن دورة الخلية ثلاث مراحل:  
 الطور البيني والانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي.  
 وينقسم الطور البيني إلى ثلاث مراحل فرعية.  
 أي مرحلة مما يلي تنمو فيه الخلية وتؤدي الوظائف الطبيعية؟



- a. C
- b. S
- c. G2
- d. G1

أي الخيارات التالية ليس من مراحل دورة الخلية؟

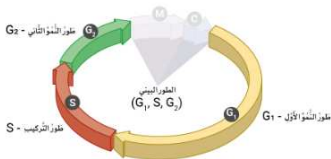
- الانقسام السيتوبلازمي
- الانقسام المتساوي
- الترميم
- الطور البيني

اختر الإجابة الصحيحة.

أي الخيارات التالية يعدُّ الخلية للانقسام؟

- طور C - الانقسام السيتوبلازمي
- طور M - الانقسام المتساوي
- الطور البيني
- الغشاء البلازمي

أي مما يلي لا يحدث أثناء الأطوار الملوّنة من دورة الخلية الموضّحة في الصورة؟



- انقسام الخلية
- إنتاج البروتين
- تضاعف DNA
- نمو الخلية



## الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي

**المقدمة الأساسية** تتكاثر الخلايا حقيقية النواة عن طريق الانقسام المتساوي، وهو عملية انقسام النواة. أما الانقسام السيتوبلازمي، فهو عملية انقسام السيتوبلازم.

روابط من القراءة بالحياة اليومية تسم الكثير من الأحداث بكونها ذات طبيعة دورية. ومن أمثلة الأحداث الدورية مسار اليوم وتغير الفصول عامًا بعد عام ومرور المذئبات في الغضاء. إضافة إلى ذلك، تمنع الخلايا أيضًا بدورة نمو وتكاثر.

### الانقسام المتساوي

سبق وتعلمت في القسم السابق أنّ الخلايا تمرّ في دورتها بإراحل الطور البيني والانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي. خلال الانقسام المتساوي، تنفصل المادة الوراثية المضاعفة للخلية وتستعدّ للانقسام إلى خليتين. يتمثل النشاط الأساسي للانقسام المتساوي في الانضغاط الدقيق لمحتوى الـ DNA المضاعف للخلية، مما يتيح مرور المعلومات الوراثية للخلية إلى الخلايا الجديدة بدون أن تتضرر، فينتج عنه خليتان وليدتان متطابقتان وراثيًا. وتعمل عملية الانقسام المتساوي في الكائنات الحية متعددة الخلايا على زيادة عدد الخلايا أثناء نمو كائن حي صغير ليصل إلى الحجم الذي سيكون عليه في فترة البلوغ. فضلًا عن ذلك، تستخدم الكائنات الحية الانقسام المتساوي لاستبدال الخلايا التالفة. نذكر آخر مرة أصبّت فيها بجرح عن طريق الخطأ، تتضمن آلية الجسم في علاج الجرح تكوين خلايا جلد جديدة. وتتكوّن هذه الخلايا الجديدة من خلايا الجلد الموجودة، إذ تنقسم خلايا الجلد الموجودة تحت قشرة الجرح عن طريق الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي لتكوّن خلايا جلد جديدة تملأ الفجوة التي حدثت في الجلد جراء الإصابة.

### مراحل الانقسام المتساوي

للانقسام المتساوي مراحل على غرار الطور البيني، وهي: الطور التمهيدي والطور الاستوائي والطور الانفصالي والطور النهائي.

**الطور التمهيدي** إنّ المرحلة الأولى والطور الأطول من الانقسام المتساوي تسمى الطور التمهيدي، وفي هذه المرحلة، ينكمش كروماتين الخلية أو يتكثف مكونًا الكروموسومات التي تتخذ شكل X في الطور التمهيدي، كما هو مبين في الشكل 5. في هذه المرحلة، يكون كل كروموسوم عبارة عن تركيب فردي يحتوي على المادة الوراثية التي تضاعفت في الطور البيني. إنّ كل نصف من هذا الكروموسوم، الذي هو على شكل X، يسمى بالكروماتيد الشقيق.

إنّ الكروماتيدات الشقيقة هي تركيب تتضمن نسخًا متطابقة من الـ DNA. أما التركيب الموجود في مركز الكروموسوم حيث ترتبط الكروماتيدات الشقيقة، فيسمى **القطعة المركزية**. وهذا التركيب مهم لأنه يضمن أن تصبح نسخة مكتملة من الـ DNA المضاعف جزءًا من الخلايا الوليدة في نهاية دورة الخلية. حدد موقع الطور التمهيدي في دورة الخلية المبينة في الشكل 6، ولا حظ موضع الكروماتيدات الشقيقة. أثناء مواصلة القراءة عن مراحل الانقسام المتساوي، راجع الشكل 6 لتتبع الكروماتيدات عبر دورة الخلية.

✓ **التأكد من فهم النص** قارن بين النشاط الأساسي للطور البيني والنشاط الأساسي للانقسام المتساوي.

الشكل 5 إنّ الكروموسومات في الطور التمهيدي هي في واقع الأمر كروماتيدات شقيقة مرتبطة عند القطعة المركزية.



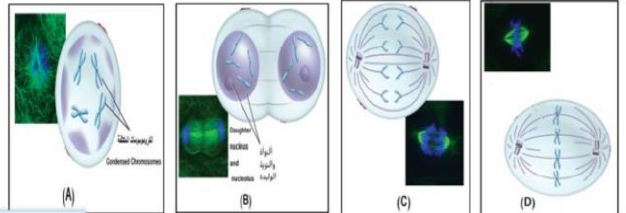
صورة مجسّمة الألوان بالمجهر الإلكتروني الماسح. التكبير: 6875x

The figure below shows the phases of mitosis, study it and then answer the question:

Which letter of the following indicates Anaphase?

الشكل أدناه يبين أطوار الانقسام المتساوي، أدرسه ثم أجب عن السؤال:

أي حرف مما يلي يشير إلى الطور الانفصالي؟



- a. A
- b. B
- c. D
- d. C





تَصِفُ العِبارَاتُ التَّالِيَةَ مَرَحَلَةَ مِنْ مَراحِلِ الانْتِسامِ المُتساوي.

- تَعوُدُ الكُروموسوماتُ إلى الحَالَةِ عَبرِ المَتَكَاثِمَةِ.
- يُعادُ تَشكُّلُ الغِلافِ النُّويِّ.
- تُصبحُ النُّويَّةُ مَرِيَّةً.

1. أَيُّ مَرَحَلَةٍ مِنْ مَراحِلِ الانْتِسامِ المُتساوي هَذِهِ؟

2. ما ذا يَحْدُثُ بَعْدَ هَذِهِ المَرَحَلَةِ مُباشِرَةً؟

أَيُّ الخِيارِ التَّالِيَةِ تُجِيبُ عَنِ السُّؤالِ 1 و 2؟

1. الطُّورُ التَّمهيدِيُّ  
2. تَتَضاعَفُ الـDNA

1. الطُّورُ الاستوائيُّ  
2. تَتَشكَّلُ الأليافُ المَعْرِليَّةُ

1. الطُّورُ البيئيُّ  
2. تَتَضاعَفُ العُضَيَّاتُ

1. الطُّورُ النِّهائِيُّ  
2. يَنْتَضِمُ السِّتوبلازمُ

اختر الإجابة الصحيحة.

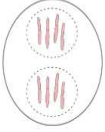
راقبتُ زنا خلية تمرُّ بالانتِسامِ المُتساوي تحتَ المِجهرِ. قَولُنا أنَّ الخليةَ في طَورها النِّهائِيِّ: أَيُّ الجُمَلِ التَّالِيَةِ تُدعمُ افتراسَنا؟

○ تتكوَّنُ كلُّ مِنَ الكُروموسوماتِ مِنْ كُروماتيدِ واحدٍ.

○ تُنْجِهُ الكُروماتيداتُ الشَّقِيقةُ إلى أَقطابِ الخليةِ المُتقابِلَةِ.

● إنتاجُ نواتين مُتطابقتين.

○ تُصطَفُ الكُروموسوماتُ على طولِ حُطِّ استواءِ الخليةِ.



• تُصطَفُ الكُروموسوماتُ على حُطِّ استواءِ الخليةِ.

• تَرْتبِطُ القِطْعُ المَرَكِزِيَّةُ بالأليافِ المَعْرِليَّةِ.

1. أَيُّ مَرَحَلَةٍ مِنْ مَراحِلِ الانْتِسامِ المُتساوي هَذِهِ؟

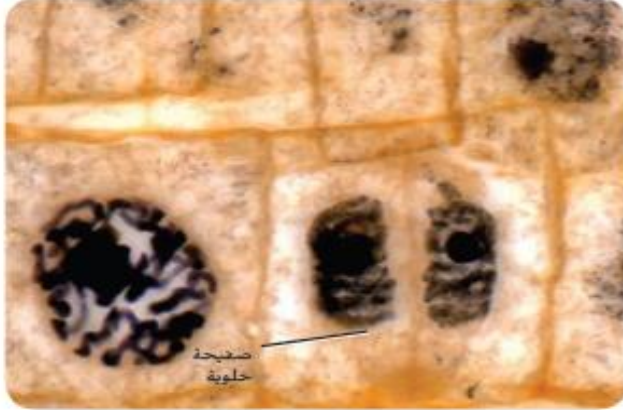
2. ما الَّذي يَحْدُثُ بَعْدَ هَذِهِ العَمَلِيَّةِ مُباشِرَةً؟

أَيُّ الخِيارِ التَّالِيَةِ يُجِيبُ عَنِ السُّؤالِينِ 1 و 2؟

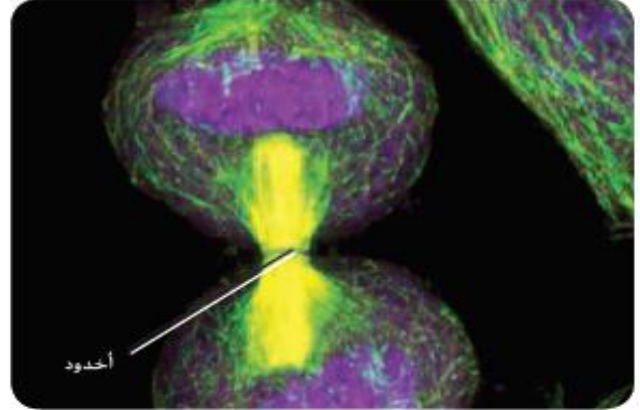
1. الطُّورُ الانْفِصالِيُّ  
2. تَتَضاعَفُ العُضَيَّاتُ

1. الطُّورُ الاستوائيُّ  
2. تَنْفَصِلُ الكُروماتيداتُ



صورة ملوّنة بالمجهر الضوئي، التكبير،  $\times 1200$ 

خلايا نباتية

صورة محسنة الألوان بالمجهر الإلكتروني الماسح، التكبير،  $\times 2400$ 

خلية حيوانية

## الشكل 10

يمين: في الخلايا الحيوانية، يبدأ الانقسام السيتوبلازمي بحدوث تخثر يخلق الخلية. وفي النهاية تنقسم الخلية إلى خليتين مستقلتين. يمسار: تكوّن الخلايا النباتية صفيحة خلوية تؤدي إلى انقسام الخلية إلى خليتين وليدتين.

## الانقسام السيتوبلازمي

قرب نهاية الانقسام المتساوي، تبدأ الخلية عملية أخرى تُعرف بالانقسام السيتوبلازمي تؤدي إلى انقسام السيتوبلازم. وينتج عن ذلك خليتان، بنواتين متطابقتين. يحدث الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية عن طريق استخدام ألياف دقيقة لإحداث تخثر أو اختناق في السيتوبلازم، كما هو مبين في الشكل 10. وتُعرف المنطقة التي يحدث فيها التخثر بالأخدود.

تذكر أنّ للخلايا النباتية جدارًا خلويًا صلبًا يغطي الغشاء البلازمي للخلية. وبدلًا من حدوث التخثر في منتصف الخلية، يتكوّن تركيب جديد يعرف بالصفيحة الخلوية بين النواتين الوليدتين، كما هو مبين في الشكل 10. وتتكوّن بعد ذلك جدران خلايا على جانبي الصفيحة الخلوية. وبسبب أن يكتمل هذا الجدار الجديد، تتكوّن خليتان متطابقتان وراثيًا.

في الخلايا بدائية النواة، التي تنقسم عن طريق انشطار ثنائي، ينتهي انقسام الخلية بطريقة مختلفة. فعند مضاعفة محتوى الـ DNA للخلية بدائية النواة، ترتبط كلتا النسخين بالغشاء البلازمي، وكلما ازداد حجم الغشاء البلازمي، تباعدت جزيئات الـ DNA المرتبطة. تكمل الخلية عملية الانشطار، مكوّنة خليتين بدائيتي النواة.

## القسم 2 التقويم

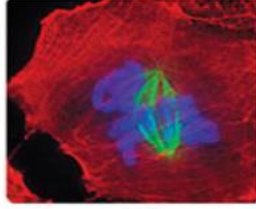
1. إنّ الانقسام المتساوي هو العملية التي تتضاعف من خلالها المادة الوراثية. يجب أن نمرّ الخلية بالانقسام السيتوبلازمي حتى يكون انقسام الخلية مكتملاً.
2. الطور التيهيدي، تتفكك الأغشية النووية وتتكثف الكروموسومات، الطور الاستوائي، تتصل الكروموسومات بالمغزل وتصلب على طول خط الاستواء، الطور الانفصالي، تتحرك الكروموسومات إلى الأقطاب المتقابلة، الطور النهائي، يتشكل الغشاء النووي مرة أخرى وينتهي تكثف الكروموسومات
3. يجب أن يبدو الرسم التخطيطي على شكل "X" مع تحديد القطعة المركزية والكروماتيدات المنفردة.
4. الطور التيهيدي
5. يعود سبب الانقسام السيتوبلازمي إلى تخثر الأنابيبات الدقيقة للخلية إلى خليتين حيوانيتين. في الخلايا النباتية، تتكوّن صفيحة خلوية بين الخليتين.
6. ستنتوّج الإجابات، أقبّل كلّ الفرضيات المنطقية، مثل افتراض عدم انفصال الكروموسومات إلى الخليتين الجديدتين بشكل صحيح إذا توقفت حركة الأنابيبات الدقيقة.
7. 128 خلية

In the figure below, which letter of the following indicates cytokinesis in animal cell?

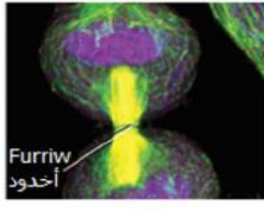
في الشكل أدناه، أي حرف مما يلي يشير إلى الانقسام السيتوبلازمي في خلية حيوانية؟



(A)



(B)



(C)

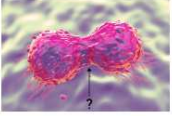


(D)

- a.  A
- b.  B
- c.  D
- d.  C

اختر الإجابة الصحيحة.

ماذا يمثل الجزء المشار إليه بالسهم؟



- جدار خلوي.
- نواة.
- DNA
- أهدود.

اختر الإجابة الصحيحة.

أي العبارات التالية تصف الفرق بين الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي؟

- أثناء الانقسام المتساوي، تتقسم النواة، أما أثناء الانقسام السيتوبلازمي فينقسم السيتوبلازم.
- أثناء الانقسام المتساوي، يتقسم السيتوبلازم، أما أثناء الانقسام السيتوبلازمي فتتقسم النواة.
- أثناء الانقسام المتساوي، تتشكل نواتان متطابقتان، أما أثناء الانقسام السيتوبلازمي، فتتشكل أربع أنوية متطابقة.
- أثناء الانقسام المتساوي، يكون الـ DNA مُحفَظًا، أما أثناء الانقسام السيتوبلازمي، فيكون الـ DNA مُكاثفًا.



## القسم 3

### تعميد للقراءة

#### الأسئلة المهمة

- ما الدور الذي تلعبه بروتينات السايكلين في التحكم بدورة الخلية؟
- كيف يرتبط السرطان بدورة الخلية؟
- ما الدور الذي يلعبه موت الخلية؟
- اذكر نوعي الخلايا الجذعية واستخدمانها بما يمكن.

#### مفردات للمراجعة

نيوكليوتيد nucleotide: هو الوحدة الفرعية التي تتكوّن منها جزيئات الـ DNA والـ RNA

#### مفردات جديدة

سايكلين cyclin	كينيز معتمد على السايكلين
cyclin-dependent kinase	سرطان
cancer	مادة مسرطنة
carcinogen	موت الخلية
apoptosis	خلية جذعية
stem cell	

## نظام دورة الخلية

**التمرين الأساسية** تتنظم دورة الخلية الطبيعية عن طريق بروتينات السايكلين.

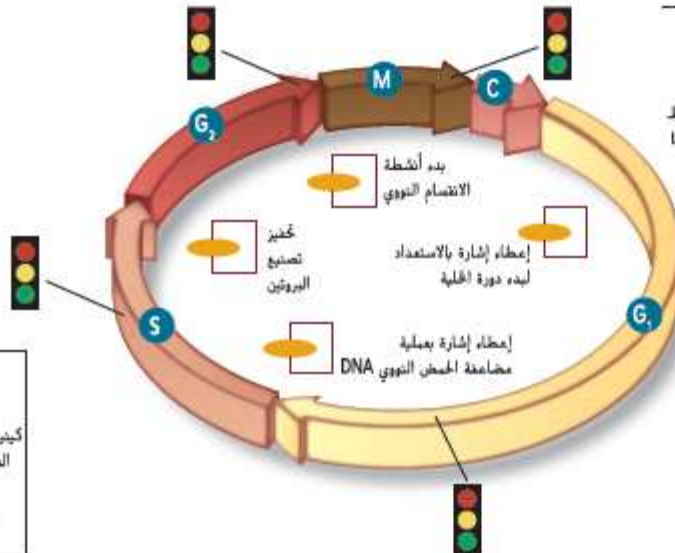
**روابط من القراءة بالحياة اليومية** بصرف النظر عن عدد المنازل الجديدة التي يبنيها مقاول ما، حتى وإن كان يبني التصميم نفسه، يعتمد طاقم العمل دائمًا على تعليمات المخطط الأولي. وبالمثل، تكون للخلايا تعليمات معينة لإكمال ما يستلزمه بدورة الخلية.

### الدورة الطبيعية للخلية

إن كلاً من توقيت وسرعة انقسام الخلية يلعب دورًا مهمًا في صحة الكائن الحي. يختلف انقسام الخلية تبعًا لنوعها. كما أن آلية معينة تتضمن البروتينات والإنزيمات تتحكم بدورة الخلية.

**دور بروتينات السايكلين** لتشغيل معظم السيارات، ما عليك سوى إدارة مفتاح في نظام الإشعال لإعطاء إشارة إلى المحرك ببدء التشغيل. وبطريقة مماثلة، تُحجّز دورة الخلية في الخلايا حفيضة النواة عن طريق اتحاد مادتين تعطيان الإشارة ببدء عمليات التكاثر الخلوي. في مرحلتَي الطور البيني والانقسام المتساوي، ترتبط بروتينات تسمى **السايكلين** بإنزيمات تسمى **الكينيز المعتمد على السايكلين** لبدء الأنشطة المختلفة التي تحدث في دورة الخلية. من ناحية أخرى، إنّ التوقيفات المختلفة من السايكلين والكينيز المعتمد على السايكلين تتحكم في مختلف الأنشطة أثناء المراحل المختلفة من دورة الخلية. يُظهر الشكل 11 المواقع التي تكون فيها بعض هذه التوقيفات المهمة نشطة.

في المرحلة  $G_1$  من الطور البيني، تعطي توقيفة السايكلين والكينيز المعتمد على السايكلين الإشارة ببدء دورة الخلية. فيما تعطي توقيفات مختلفة من السايكلين/الكينيز المعتمد على السايكلين الإشارة لبدء أنشطة أخرى، بما في ذلك مضاعفة الـ DNA وتصنيع البروتين والانقسام النووي على مدار دورة الخلية. فضلًا عن ذلك، إنّ توقيفة السايكلين/الكينيز المعتمد على السايكلين نفسها تعطي الإشارة أيضًا بانتهاء دورة الخلية.



**الشكل 11** إنّ إعطاء إشارة إلى جزيئات مكوّنة من سايكلين مرتبط بكينيز معتمد على السايكلين يؤدي إلى بدء دورة الخلية ويحجّزها للانتقال إلى مرحلة الانقسام المتساوي. إنّ نقاط فحص تراقب دورة الخلية بحثًا عن أخطاء، كما يمكنها إيقاف الدورة في حال حدوث خطأ ما.

What substances form the cyclin-cyclin dependent kinase combinations that control the stages in the cell cycle?

ما المواد التي تكون تشكيلات السايكلين والكينيز المعتمد على السايكلين التي تتحكم بمراحل دورة الخلية؟

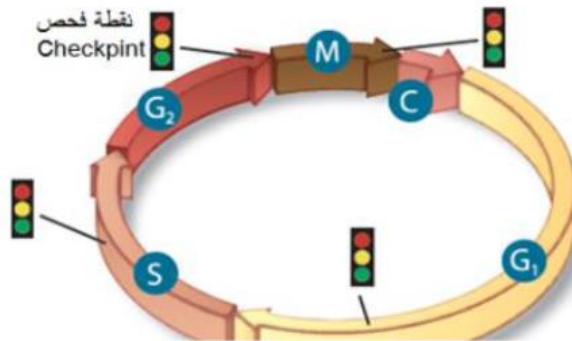
Learning Outcomes Covered

o BIO.3.1.03.033

- a. Fats and proteins      الدهون والبروتينات
- b. Carbohydrates and proteins      الكربوهيدرات والبروتينات
- c. Fats and enzymes      الدهون والإنزيمات
- d. Proteins and enzymes      البروتينات والإنزيمات

Based on the diagram below that indicates normal Cell Cycle, study it and then answer the question:  
Which of the following is a function of the checkpoints?

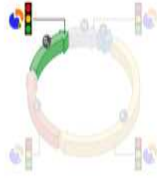
استناداً إلى الرسم أدناه الذي يشير إلى الدورة الطبيعية للخلية، أدرسه ثم أجب عن السؤال:  
أي مما يلي من وظائف نقاط الفحص؟



- a. Control of cell division time.      التحكم في زمن انقسام الخلية
- b. Signals the start of the cell cycle.      تشير إلى بداية دورة الخلية
- c. Signals the end of the cell cycle.      تشير إلى نهاية دورة الخلية
- d. Stop the cycle if an error occurs.      إيقاف الدورة في حالة حدوث خطأ ما



اختر الإجابة الصحيحة.



أي الخيارات الآتية يصف نوع الخلل الذي يتم مراقبته في نقطة الفحص البارزة في الصورة؟

تُراقب نقطة الفحص هذه ارتباط الكروموسومات مع الخيوط المغزلية.

تُراقب نقطة الفحص هذه ما إذا كانت عملية مُضاعفة DNA تسير بنجاح.

تُراقب نقطة الفحص هذه توزيع DNA بشكلٍ مُتساوٍ في الطور النهائي.



تُراقب نقطة الفحص هذه تلف DNA المُضاعف.

أي مما يلي يصف بشكلٍ صحيح هدف وجود نقاط الفحص في دورة الخلية؟

لاستبدال الخلايا التالفة  
بخلايا جديدة.

لتسريع دورة الخلية.

للتخلص من الخلايا التالفة  
في الجسم.



لإصلاح التلف في الخلايا  
قبل أن تنقسم.



## موت الخلية

إنّ البقاء على قيد الحياة ليس مصير كل الخلايا. فبعض الخلايا تمر بعملية تسمى **موت الخلية**. أو الموت الخلوي المبرمج. في الواقع، يتضاءل حجم الخلايا التي تمر بعملية موت الخلية وتضمحل ضمن آلية مضبوطة. يبدو أنّ كل الخلايا الحيوانية لديها "برنامج موت" يمكن تفعيله. أحد الأمثلة على هذه العملية هو موت الخلية أثناء نمو اليدين والقدمين لدى الإنسان. فعندما تبدأ اليدين والقدمان في النمو، تشغل الخلايا الحيّز ما بين أصابع كل من اليدين والقدمين. عادةً ما يخضع هذا النسيج إلى موت الخلية، إذ يتضاءل حجم الخلايا وتموت في التوقيت المناسب الذي يمنع ظهور نسيج شبكي في جسم الكائن الحي مكتمل النمو. أحد الأمثلة على عملية موت الخلية في النباتات الموت الموسمي للخلايا الذي يؤدي إلى سقوط الأوراق من الأشجار خلال الخريف. يحدث موت الخلية أيضًا في الخلايا التي تعرّضت لضرر في الـ **DNA** على نحو قد يؤدي إلى الإصابة بالسرطان. إن موت الخلية يمكن أن يساعد في حماية الكائنات الحية من تكوّن خلايا سرطانية.

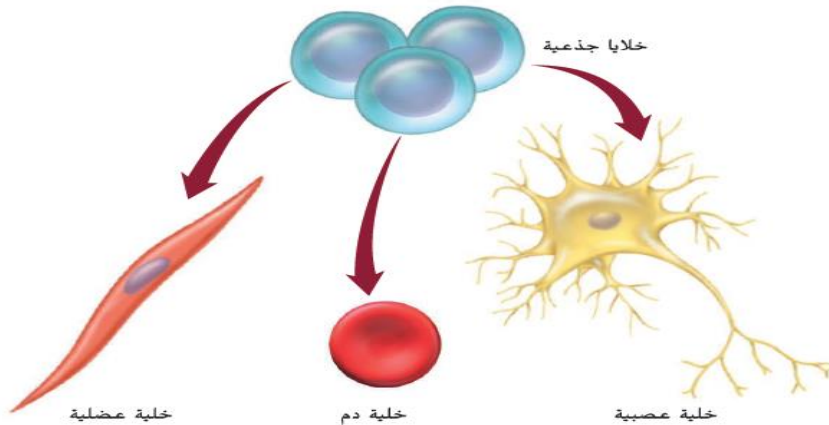
## الخلايا الجذعية

إنّ معظم الخلايا في كائن حي متعدد الخلايا لها وظيفة متخصصة. فقد تشكّل بعض الخلايا جزءًا من الجلد، بينما تكون خلايا أخرى جزءًا من القلب. في العام 1998، اكتشف العلماء طريقةً لفصل نوع فريد من الخلايا لدى الإنسان يُعرف بالخلايا الجذعية. تُعتبر **الخلايا الجذعية** خلايا غير متخصصة يمكنها أن تتحوّل إلى خلايا متخصصة عند توافر الظروف المناسبة، كما هو مبين في الشكل 13. يمكن للخلايا الجذعية أن تبقى موجودة في الكائن الحي لسنواتٍ عديدة متعرّضة خلال هذه الفترة إلى عملية الانقسام. ثمة نوعان رئيسان من الخلايا الجذعية: الخلايا الجذعية الجنينية والخلايا الجذعية البالغة.

**الخلايا الجذعية الجنينية** بعد أن يخصّب حيوانٌ منوي بويضة، تنقسم كتلة الخلايا الناتجة بشكل متكرر إلى أن يتكوّن ما يتراوح بين 100 و 150 خلية تقريبًا. لا تكون هذه الخلايا خلايا متخصصة بعد، وتسمى الخلايا الجذعية الجنينية. في حال اتصال هذه الخلايا، تكون لكل منها القدرة على أن تتطوّر إلى مجموعة واسعة ومتنوعة من الخلايا المتخصصة. أثناء مواصلة الجنين انقسامه، تتخصّص الخلايا متحوّلةً إلى أنسجة وأعضاء وأجهزة متنوعة. إنّ الأبحاث حول الخلايا الجذعية الجنينية لا تزال مثار جدل لأسباب أخلاقية تتعلق بمصدرها.

### سؤال حول الشكل 13 قد يسمح

إدخال الخلايا الجذعية إلى جانب عصب  
تألف بتحوّل الخلايا الجذعية إلى خلايا  
عصبية.



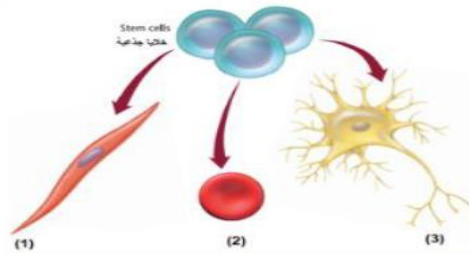
■ الشكل 13 نظرًا إلى أنّ الخلايا الجذعية لا تتطوّر بالضرورة إلى نوع محدّد من الخلايا، فقد تكون أساسًا في علاج العديد من الحالات الطبية والاختلالات الوراثية. **أشرح** طريقة استخدام الخلايا الجذعية في علاج تضوّر الأعصاب.



**الخلايا الجذعية البالغة** إنّ النوع الثاني من الخلايا الجذعية، وهو الخلايا الجذعية البالغة، يتواجد في أنسجة الجسم المختلفة، ويمكن استخدامه في الحفاظ على نوع النسيج نفسه الموجودة فيه وإصلاحه. قد يكون مصطلح "الخلايا الجذعية البالغة" مضللاً بعض الشيء لأن هذه الخلايا موجودة حتى لدى حديثي الولادة. وعلى غرار الخلايا الجذعية الجنينية، لبعض أنواع الخلايا الجذعية البالغة القدرة على أن تتحوّل إلى أنواع مختلفة من الخلايا، مما يوفر علاجات جديدة للعديد من الأمراض والحالات المرضية. في العام 1999، استخدم الباحثون في كلية الطب في هارفارد خلايا جذعية من الجهاز العصبي بهدف تجديد نسيج دماغي مفقود لدى الفئران. في العام 2008، استخدم الباحثون الخلايا الجذعية البالغة مع أنزيم يُسمّى PKA لتكوين نسيج عظمي جديد بهدف إصلاحه لدى الفئران. تتسم الأبحاث لدى الخلايا الجذعية البالغة، كالمبيّنة في الشكل 14، بأنها أقل إثارة للجدل نظراً إلى إمكانية الحصول على الخلايا الجذعية البالغة بموافقة المتبرعين بها.

The illustration below shows that stem cell has the capability of developing into a wide variety of specialized cells  
What type of cell do the numbers (1), (3) refer to?

الشكل أدناه يبين إن الخلايا الجذعية تتطور إلى مجموعة واسعة ومتنوعة من الخلايا المتخصصة.  
أي نوع من الخلايا تشير إليه الأرقام (1)، (3)؟



- a. (1): Blood cell,(3): Muscle cell (1): خلية دم,(3): خلية عضلية
- b. (1): Nerve cell,(3): Muscle cell (1): خلية عصبية,(3): خلية عضلية
- c. (1): Muscle cell,(3): Blood cell (1): خلية عضلية,(3): خلية دم
- d. (1): Muscle cell,(3): Nerve cell (1): خلية عضلية,(3): خلية عصبية

## اختر الإجابة الصحيحة من القائمة المنسدلة لتكمل الجملة.

نوع الخلايا الجذعية الموجودة في الدماغ هو الخلايا الجذعية البالغة ✓ ✓

اختر الجملتين اللتين تصفان الفرق بين الخلايا الجذعية الجنينية والبالغة، بشكل صحيح.

يُمكن للخلايا الجذعية البالغة أن تتمايز إلى أنواع أكثر من خلايا مقارنةً بالخلايا الجذعية الجنينية.

الخلايا الجذعية البالغة أقل إثارة للجدل من الخلايا الجذعية الجنينية.

يُمكن للخلايا الجذعية البالغة أن تتمايز إلى خلايا دم فقط، بينما يُمكن للخلايا

تنمو الخلايا الجذعية الجنينية أكبر من الخلايا الجذعية البالغة.

يُمكن للخلايا الجذعية الجنينية أن تتمايز إلى أنواع أكثر من خلايا مقارنةً بالخلايا الجذعية البالغة.

الخلايا الجذعية الجنينية أقل إثارة للجدل من الخلايا الجذعية البالغة.





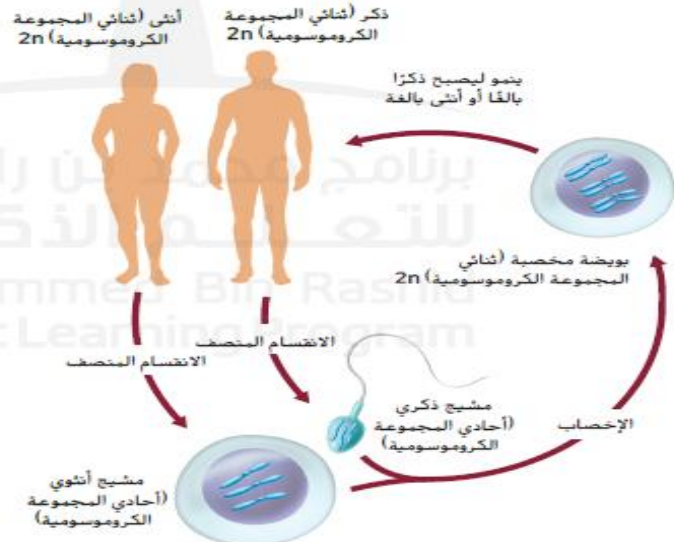
### الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية وثنائية المجموعة

**الكروموسومية** للحفاظ على ثبات عدد الكروموسومات من جيل إلى آخر. يُنتج الكائن الحي **الأمشاج** وهي خلايا جنسية تحمل نصف عدد الكروموسومات. ويختلف عدد الكروموسومات من نوع إلى آخر. فلدى الإنسان يحمل كل مشيج 23 كروموسومًا. يمكن استخدام الرمز  $n$  لتمثيل عدد الكروموسومات في المشيج. وتُسمى الخلية التي تحمل العدد  $n$  من الكروموسومات خلية **أحادية المجموعة الكروموسومية**. وكلمة أحادية المجموعة الكروموسومية مشتقة من الكلمة اليونانية haploos، وتعني أحاديًا.

تُسمى العملية التي يتحد فيها مشيج أحادي المجموعة الكروموسومية بمشيج آخر أحادي المجموعة الكروموسومية **الإخصاب**، ونتيجة للإخصاب، تحتوي الخلية على  $2n$  من الكروموسومات:  $n$  من الكروموسومات من الأنتى الأم و  $n$  من الكروموسومات من الذكر الأب. وتُسمى الخلية التي تحوي العدد  $2n$  من الكروموسومات خلية **ثنائية المجموعة الكروموسومية**. لاحظ أن العدد  $n$  يصف أيضًا عدد أزواج الكروموسومات في الكائن الحي. فعند اتحاد مشيجين بشريين، ينتج 23 زوجًا من الكروموسومات المتماثلة.

### المرحلة الأولى من الانقسام المنصف

تتكون الأمشاج أثناء عملية تسمى **الانقسام المنصف** وهو نوع من أنواع الانقسام الخلوي الذي يختزل عدد الكروموسومات؛ ولذلك يُشار إليه باسم الانقسام الاختزالي. يحدث الانقسام المنصف على مستوى التراكيب التناسلية للكائنات الحية التي تتكاثر جنسيًا. وفي حين يحافظ الانقسام المتساوي على ثبات عدد الكروموسومات، يختزل الانقسام المنصف عدد الكروموسومات إلى النصف عن طريق انفصال الكروموسومات المتماثلة. فالخلية التي تحتوي على  $2n$  من الكروموسومات، ستكون أمشاجًا تحمل العدد  $n$  من الكروموسومات بعد انقسامها انقسامًا منصفًا كما هو موضح في الشكل 2. ويتضمن الانقسام المنصف مرحلتين متتاليتين من انقسام الخلية هما المرحلة الأولى من الانقسام المنصف والمرحلة الثانية من الانقسام المنصف.



الشكل 2 تتضمن دورة الحياة الجنسية في الحيوانات الانقسام المنصف الذي ينتج الأمشاج. وعند اتحاد الأمشاج في عملية الإخصاب، تعود الكروموسومات إلى عددها الأصلي. صف ما يحدث لعدد الكروموسومات أثناء الانقسام المنصف.

**الطور البيئي** نذُكر أن دورة الخلية تتضمن الطور البيئي قبل الانقسام المتساوي. تمر الخلايا أثناء الانقسام المنصف أيضًا بالطور البيئي كجزء من دورة الخلية. وتقوم الخلايا في الطور البيئي بعدد من عمليات الأيض المتنوعة، ومنها تضاعف الـ DNA وتركيب البروتينات.

**الطور التمهيدي الأول** بعد دخول الخلية الطور التمهيدي الأول، تصبح الكروموسومات المتضاعفة واضحة. وكما في الانقسام المتساوي، تحتوي الكروموسومات المتضاعفة على اثنين من الكروماتيدات الشقيقة. عندما تتكاثر الكروموسومات المتماثلة، تبدأ بتكوين الأزواج في عملية تُسمى **التشابك**. حيث تتلاصق الكروموسومات المتماثلة على امتداد طولها، كما هو موضح في **الشكل 3**. لاحظ أنه في **الشكل 4** حدث تبادل بين أجزاء كل من الكروموسومات الوردية والخضراء. يحدث هذا التبادل أثناء عملية التشابك. إن عملية العبور هي عملية يحدث فيها تبادل للأجزاء على مستوى زوج من الكروموسومات المتماثلة. مع استمرار الطور التمهيدي الأول، تنتقل الريبوزومات إلى الأقطاب المتعاقبة من الخلية، كما تتكوّن الخيوط المغزلية التي ترتبط مع الكروماتيدات الشقيقة عند القطعة المركزية.

**الطور الاستوائي الأول** في المرحلة التالية من الانقسام المنصف، تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة على خط استواء الخلية، كما هو موضح في **الشكل 5**. خلال الانقسام المنصف، ترتبط الخيوط المغزلية بالقطعة المركزية لكل كروموسوم من الكروموسومات المتماثلة. نذُكر أنه أثناء الطور الاستوائي من الانقسام المتساوي، تصطف الكروموسومات المفردة التي تحتوي على كروماتيدين شقيقين على طول خط استواء الخلية. وأثناء الطور الاستوائي الأول للانقسام المنصف، تصطف الكروموسومات المتماثلة في صورة أزواج على طول خط استواء الخلية. وهذا أحد الفروق المهمة بين الانقسام المتساوي والانقسام المنصف.

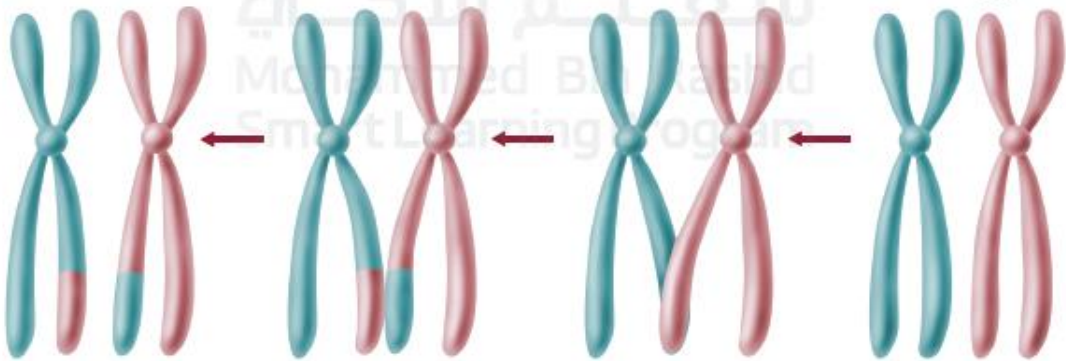
**الطور الانفصالي الأول** أثناء الطور الانفصالي الأول، تنفصل الكروموسومات المتماثلة كما هو موضح أيضًا في **الشكل 5**. حيث يتحرك كل مكون من أزواج الكروموسومات نحو قطب من القطبين المتقابلين في الخلية توجيه الخيوط المغزلية. يتم اختزال عدد الكروموسومات من  $2n$  إلى  $n$  عند انفصال الكروموسومات المتماثلة. نذُكر أنه في الانقسام المتساوي، تنقسم الكروماتيدات الشقيقة أثناء الطور الانفصالي. أما أثناء الطور الانفصالي الأول للانقسام المنصف، فيبقى كل واحد من الكروموسومات المتماثلة مكونًا من كروماتيدين شقيقين.

**الطور النهائي الأول** تصل الكروموسومات المتماثلة، المكونة من كروماتيدين شقيقين، إلى القطبين المتقابلين في الخلية. إن كل قطب من هذين القطبين يحتوي على مكون واحد فقط من الزوج الأصلي للكروموسومات المتماثلة. لاحظ في **الشكل 5** أن كل كروموسوم يبقى مكونًا من كروماتيدين شقيقين مرتبطين معًا عند القطعة المركزية. فد لا تكون الكروماتيدات الشقيقة متطابقة بسبب عملية العبور التي قد تحدث أثناء عملية التشابك في الطور التمهيدي الأول.



■ **الشكل 3** تتلاصق الكروموسومات المتماثلة معًا أثناء عملية التشابك في الطور التمهيدي الأول.

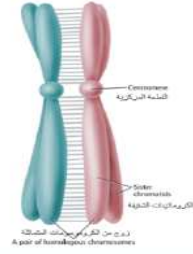
■ **الشكل 4** ينتج عن عملية العبور مجموعات جديدة من الجينات. حدد أي كروماتيدات يحدث فيها تبادل للمادة الوراثية.





What process does the figure show?

ما العملية التي يوضحها الشكل؟

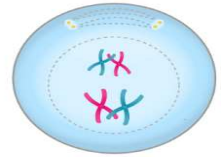


Learning Outcomes Covered

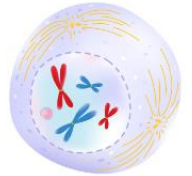
• BIO.3.3.02.010

- a. The hybridization      التحجين
- b. The segregation      الانعزال
- c. The crossing over      العبور
- d. The synapsis      الشابة

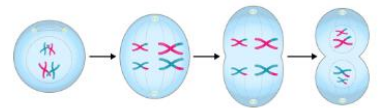
اختر الإجابة الصحيحة من القائمة المنسدلة لتكتمل الجملة.



تحدث عملية العبور بين الكروموسومات المتماثلة خلال  الطور التمهيدي الأول  من الانقسام المنصف.



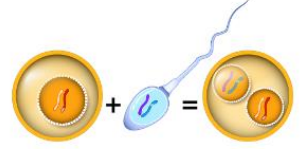
في كل من الانقسام المتساوي والانقسام المنصف، تتكون الخيوط المغزلية في  الطور التمهيدي الأول  من انقسام الخلية.



الطور التمهيدي الأول  ←  الطور الاستوائي الأول  ←  الطور الانفصالي الأول  ←  الطور النهائي الأول

## اختر الإجابة الصحيحة من القائمة المُسدلة لتكتمل الجملة.

تنتج عملية الانقسام المنصف ✓ أمشاجًا. ✓



يحتوي الحيوان المنوي في الإنسان على 23 كروموسوم. بناءً على هذه المعلومة، كم عدد الكروموسومات الموجودة في الخلية البيضية في الإنسان؟

<input type="radio"/>	2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	72	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	46	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	23	<input type="radio"/>

الجين ✓ هو قطعة طويلة من الـ DNA ✓ ملتفة على بعضها بعضًا تشكّل جزءًا من الكروموسوم ✓

طويلة من السكّريات النواة القِطع المركزيّة

في الإنسان، الأمشاج ✓ هي خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية. أما الخلايا الجسمية الأخرى فتحتوي على مجموعتين من الكروموسومات ✓



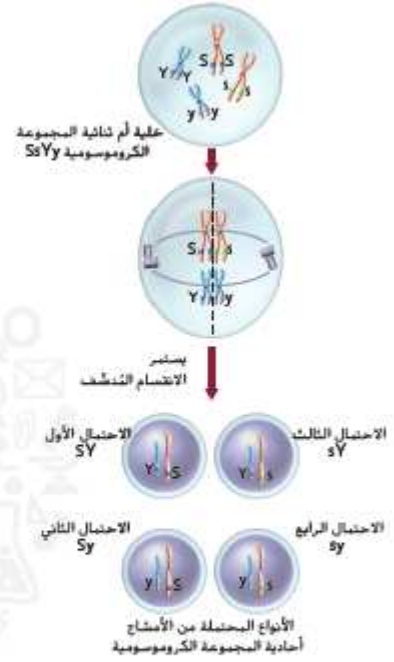
**يوغر الانقسام المنصف التنوع** نذكر أن أزواج الكروموسومات المتماثلة تصطف على خط استواء الخلية أثناء الطور التمهيدي الأول. إن طريقة اصطاف الكروموسومات هي عملية عشوائية تؤدي إلى إنتاج أمشاج ذات مجموعات مختلفة من الكروموسومات، كما هو موضح في الشكل 6. وبناءً على طريقة اصطاف الكروموسومات على خط الاستواء، ينتج أربعة أمشاج ذات أربع تشكيلات مختلفة من الكروموسومات.

لاحظ أن الاحتمال الأول بين الكروموسومات التي توجد على الجانب نفسه من خط الاستواء وبالتالي تنتقل معاً. وتصطف مجموعات مختلفة من الكروموسومات على الجانب نفسه من خط الاستواء لإنتاج الأمشاج في الاحتمال الثاني. كما ينتج التنوع الوراثي أثناء عملية العبور وعملية الإخصاب عندما تتحد الأمشاج معاً بصورة عشوائية.

### مقارنة بين التكاثر الجنسي واللاجنسي

تتكاثر بعض الكائنات الحية لاجنسياً، في حين يتكاثر بعضها الآخر جنسياً. وقد تشمل دورة حياة بعض الكائنات الحية الأخرى على التكاثر الجنسي واللاجنسي معاً. فبرث الكائن الحي خلال التكاثر اللاجنسي كل الكروموسومات من أم واحدة. فينتج فرد جديد مطابق للأم وراثياً. وتتكاثر البكتيريا لاجنسياً، في حين تتكاثر معظم الطلائعيات جنسياً ولاجنسياً، تبعاً للظروف البيئية. كما تتكاثر معظم النباتات والعديد من الحيوانات البسيطة جنسياً ولاجنسياً، مغارةً بالحيوانات الأكثر تطوراً على مستوى الوظائف الحيوية والتي تتكاثر جنسياً فقط.

لماذا تتكاثر بعض الأنواع جنسياً في حين يتكاثر بعضها الآخر لاجنسياً؟ أظهرت الدراسات الحديثة عن ذبابة الفاكهة أن معدل تراكم الطفرات البعيدة يكون أسرع عندما تتكاثر الأنواع جنسياً مغارةً بتلك التي تتكاثر لاجنسياً. أي تتضاعف الجينات البعيدة على نحو أسرع عند حدوث التكاثر الجنسي مغارةً بالتكاثر اللاجنسي.



الشكل 6 يوضح الترتيب الذي تصطف به أزواج الكروموسومات المتماثلة كيفية إنتاج التنوع الوراثي في الخلايا الجنسية.

Which of the following can only reproduce sexually?

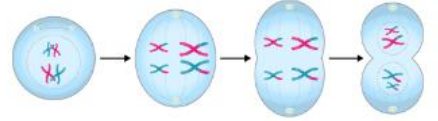
أي مما يلي يتكاثر جنسياً فقط؟

#### Learning Outcomes Covered

- BIO.3.3.02.010

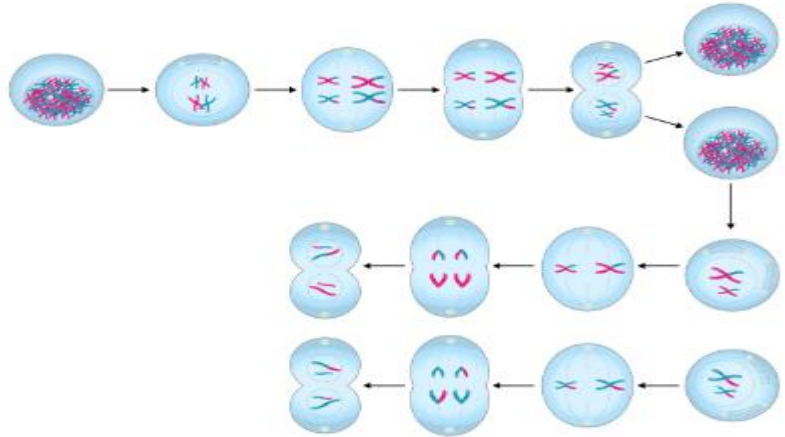
- |                                    |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| a. Most plants                     | معظم النباتات               |
| b. Most protists                   | معظم الطلائعيات             |
| c. Many of the more simple animals | العديد من الحيوانات البسيطة |
| d. More advanced animals           | الحيوانات الأكثر تطوراً     |

اسحب المصطلحات الصحيحة إلى مكانها المناسب لترتيب أطوار الانقسام الخلوي الأربعة.



الطور التمهيدي الأول ✓ ←  الطور الاستوائي الأول ✓ ←  الطور الانفصالي الأول ✓ ←  الطور النهائي الأول ✓

اختر الإجابة الصحيحة.



أي طور من أطوار الانقسام المنصف ينتهي بانفصال الكروموسومات المتماثلة إلى خليتين وليدتين مختلفتين؟

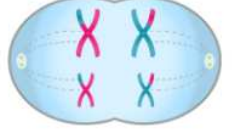
الطور النهائي الأول ✓

الطور الانفصالي الأول

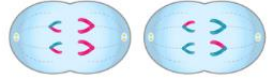
الانقسام المنصف الثاني

الطور النهائي الثاني

الطور الانفصالي الأول



في الطور الانفصالي الأول، تَبْقَى الكروماتيدات الشقيقة ✓ ✓ مع بعضها بعضًا، أما أزواج الكروموسومات المتماثلة ✓ ✓ فتتفصلُ عن بعضها بعضًا.



أي طورٍ من أطوار الانقسام المُنصّف مُبيّنٌ في الصّورة أعلاه؟

الطور الانفصالي الثاني. ✓

الطور الانفصالي الأول.

الطور النهائي الأول.

الطور الاستوائي الثاني.

اختر الإجابة الصحيحة من القائمة المُسدلة لتكمل العبارة.



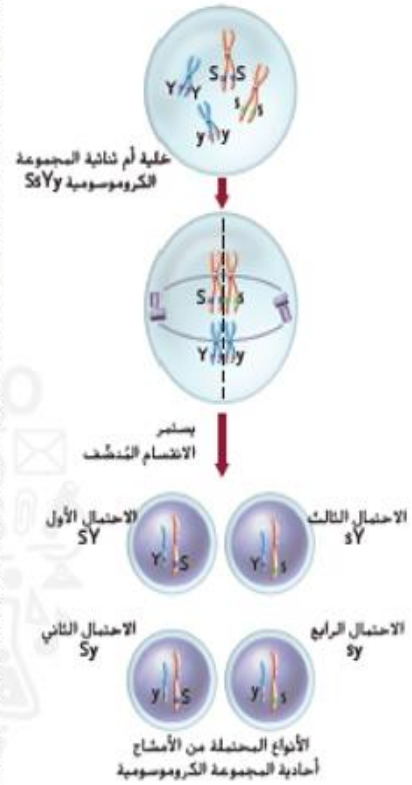
يُبيّن الشكلُ الخلايا التي يتمُّ إنتاجها في نهاية الطور النهائي الثاني ✓ ✓ من الانقسام المُنصّف.

**يوفر الانقسام المنصف التنوع** تذكّر أن أزواج الكروموسومات المتماثلة تصطف على خط استواء الخلية أثناء الطور التمهيدي الأول. إن طريقة اصطاف الكروموسومات هي عملية عشوائية تؤدي إلى إنتاج أمشاج ذات مجموعات مختلفة من الكروموسومات، كما هو موضح في الشكل 6. وبناءً على طريقة اصطاف الكروموسومات على خط الاستواء، ينتج أربعة أمشاج ذات أربع تشكيلات مختلفة من الكروموسومات.

لاحظ أن الاحتمال الأول بين الكروموسومات التي توجد على الجانب نفسه من خط الاستواء وبالتالي تنتقل معًا. وتصطف مجموعات مختلفة من الكروموسومات على الجانب نفسه من خط الاستواء لإنتاج الأمشاج في الاحتمال الثاني. كما ينتج التنوع الوراثي أثناء عملية العبور وعملية الإخصاب عندما تتحد الأمشاج معًا بصورة عشوائية.

## مقارنة بين التكاثر الجنسي واللاجنسي

تتكاثر بعض الكائنات الحية لاجنسيًا، في حين يتكاثر بعضها الآخر جنسيًا. وقد تشمل دورة حياة بعض الكائنات الحية الأخرى على التكاثر الجنسي واللاجنسي معًا. فبرث الكائن الحي خلال التكاثر اللاجنسي كل الكروموسومات من أم واحدة. فينتج فرد جديد مطابق للأم وراثيًا. وتتكاثر البكتيريا لاجنسيًا، في حين تتكاثر معظم الطلائعيات جنسيًا ولاجنسيًا، تبعًا للظروف البيئية. كما تتكاثر معظم النباتات والعديد من الحيوانات البسيطة جنسيًا ولاجنسيًا. مقارنةً بالحيوانات الأكثر تطوّرًا على مستوى الوظائف الحيوية والتي تتكاثر جنسيًا فقط. لماذا تتكاثر بعض الأنواع جنسيًا في حين يتكاثر بعضها الآخر لاجنسيًا؟ أظهرت الدراسات الحديثة عن ذبابة الفاكهة أن معدل تراكم الطفرات المفيدة يكون أسرع عندما تتكاثر الأنواع جنسيًا مقارنةً بتلك التي تتكاثر لاجنسيًا. أي تتضاعف الجينات المفيدة على نحو أسرع عند حدوث التكاثر الجنسي مقارنةً بالتكاثر اللاجنسي.



■ الشكل 6 يوضح الترتيب الذي تصطف به أزواج الكروموسومات المتماثلة كعبعة إنتاج التنوع الوراثي في الخلايا الجنسية.



## علم الوراثة المندلية

**التمرين الرئيسي** وضح مندل كيف يمنح أليل سائد ظهور أثر أليل متنح.

الربط مع الحياة اليومية للكلاب سلالات عديدة، منها كلاب الصيد الليرادور و كلاب الدشهوند الألمانية و كلاب الرعاة الألمانية و كلاب البودل. قد يفضل البعض سلالة كلاب معينة، إما لطولها أو للون جلدها أو لمظهرها العام. تنتقل هذه الصفات الوراثية من جيل إلى جيل.

### كيف بدأ علم الوراثة

في عام 1866، نشر مربي النباتات النمساوي جريجور مندل نتائج عن طريقة الوراثة في نباتات بازلاء الحدائق، ويُطلق على انتقال الصفات الوراثية من جيل إلى جيل اسم الوراثة. نجح مندل الذي يظهر في الشكل 7، في حل لغز الوراثة بسبب نوع الكائن الحي الذي اختاره للدراسة، وهو نبات البازلاء. فنبات البازلاء من سلالات النباتات النقية بمعنى أنه يمتاز بإنتاجه المستمر لنسل يحمل شكلاً واحداً من الصفة. يتكاثر نبات البازلاء عادةً بالتلقيح الذاتي. كما هو الحال في العديد من النباتات الزهرية، يحدث الإخصاب الذاتي عندما يتحد مشيج ذكري مع مشيج أنثوي من الزهرة نفسها. كذلك اكتشف مندل إمكانية حدوث التلقيح الخلطي في نبات البازلاء يدويًا، فقام بنقل مشيج ذكري من زهرة نبتة بازلاء إلى عضو التكاثر المؤنث في زهرة نبتة بازلاء أخرى.

**الربط بالتاريخ** تتبع مندل الصفات الوراثية المتنوعة في نباتات البازلاء التي هجنها. ثم حلل نتائج تجاربه ووضع فرضية تتعلق بكيفية توارث الصفات. بدأت دراسة علم الوراثة وهو علم انتقال الصفات الوراثية، على يد مندل الذي يُعتبر مؤسسها.

التأكد من فهم النص استدلّ ما أهمية استخدام مندل لسلالات نقية من نبات البازلاء في تجاربه؟

### وراثة الصفات

لاحظ مندل أن سلالات معينة في نبات بازلاء الحدائق تنتج أشكالاً محددة من الصفة الوراثية جيلاً بعد جيل. فقد لاحظ مثلاً أن بعض السلالات تنتج حبوباً خضراء دائماً، وبعضها الآخر ينتج حبوباً صفراء دائماً. ولكي يفهم كيفية توارث هذه الصفات، أجرى مندل تلقيحاً خلطياً بنقل الأمشاج الذكرية من زهرة نبتة بازلاء خضراء الحبوب نقية السلالة إلى عضو التأنيث في زهرة نبتة بازلاء أخرى صفراء الحبوب نقية السلالة. وقد أزال مندل أعضاء التذكير من زهرة نبتة البازلاء صفراء الحبوب تجنباً لحدوث التلقيح الذاتي. أطلق مندل على حبوب نباتات البازلاء الخضراء والصفراء اسم جيل الآباء، ويرمز إليه بالحرف P.

مَنْ هُوَ الْعَالِمُ الَّذِي يُعَدُّ الْمَوْسَسَ لِعِلْمِ الْوَرَاثَةِ الْحَدِيثِ؟

توماس أديسون

تشارلز داروين

لويس باستور



جريجور مندل

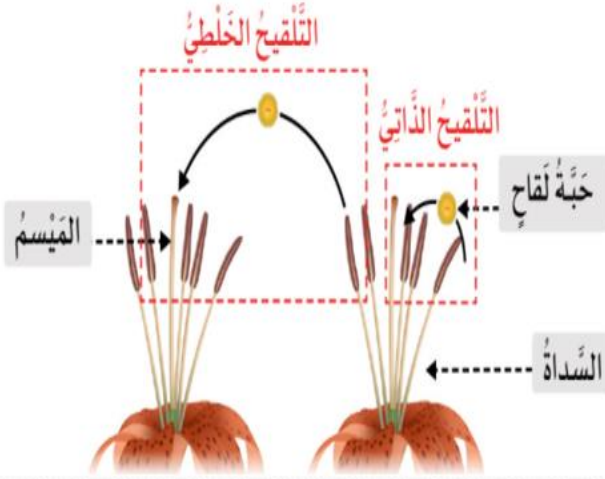


اختر الإجابة الصحيحة من القائمة المنسدلة لتكمل الجملة.

أحد فروع علم الأحياء، ويُعنى بدراسة الجينات، وكيفية انتقالها من الآباء إلى الأبناء: علم الوراثة

اختر الإجابة الصحيحة من القائمة المنسدلة لتكمل الجملة.

في تجارب مندل، سُمي النسل الناتج من التلقيح الخلطي لنباتات نقيّة السلالة بـ الجيل الأول ( $F_1$ )



في الحالة الطبيعية تقوم نباتات البازلاء بعملية التلقيح الذاتي. وهذا بسبب تواجد الأعضاء التناسلية الأنثوية والذكورية في نفس الزهرة.

اختر الإجابة الصحيحة.

أي الجمل التالية غير صحيح عن التلقيح الذاتي في النباتات؟

يحتاج إلى سداة وميسم.

يحتاج إلى أمشاج ذكورية وأنثوية.

يحتاج إلى وجود الآباء على نباتات مختلفة.

يحتاج إلى وجود الآباء على نفس النبتة.

اختر الإجابة الصحيحة.

أي العبارات الاتية تصف كيفية إجراء مندل لتجاربه لتحديد آلية توريث الصفات؟

زرع مندل أنواعاً مختلفة من النباتات مع بعضها بعضاً ليرى احتمالية تكاثرها.

قطع مندل أجزاء من نباتات مختلفة وزرعها في مكان آخر.

قام مندل بتزاوج بين مشيج ذكري وآخر أنثوي في النباتات وحصل على جيل أبناء.

قام مندل بالتزاوج بين أزهار النباتات ولاحظ ما يحدث.

### اختر الإجابة الصحيحة.

ما الذي درسه مندل باستخدام التجارب على نباتات البازلاء؟

أهمية الحديقة لحياة صحية.

طريقة زراعة الأنواع المختلفة من السلالات النقية لنبات البازلاء.

دورة حياة نبات البازلاء.



انتقال الصفات من جيل إلى الجيل الذي يليه.

### اختر الإجابة الصحيحة.

ما الذي درسه مندل باستخدام التجارب على نباتات البازلاء؟

أهمية الحديقة لحياة صحية.

طريقة زراعة الأنواع المختلفة من السلالات النقية لنبات البازلاء.

دورة حياة نبات البازلاء.



انتقال الصفات من جيل إلى الجيل الذي يليه.



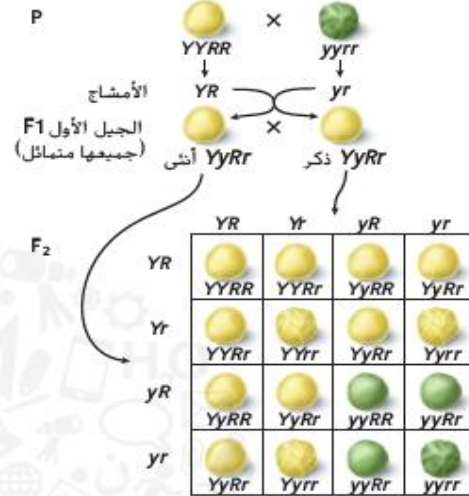
ما عدد الطرز الجينية المختلفة التي نجدها في مربع بانيت؟ يوجد الطراز الجيني  $TT$ ، في مربع واحد والطراز الجيني  $Tt$ ، في مربعين آخرين، وفي المربع الأخير يوجد الطراز الجيني  $tt$ . لذا فإن نسبة الطرز الجينية للأبناء المحتملين هي 1:2:1. أما نسبة الطرز الظاهرية لصفة القدرة على ثني اللسان إلى عدم القدرة على ثنيه، فهي 1:3.

**مربع بانيت - تزاوج ثنائي التهجين** تفحص مربع بانيت في الشكل 13. لاحظ وجود نوعين فقط من الأليلات في تزاوج جيل الآباء. لكن، في التزاوج ثنائي التهجين، عند تزاوج أفراد الجيل الأول  $F_1$ ، تنتج أربعة أنواع من الأليلات من الأمشاج الذكورية وأربعة أنواع من الأليلات من الأمشاج الأنثوية. وكانت نسبة الطرز الظاهرية الناتجة هي 1:3:3:9 - 9 صفراء مستديرة إلى 3 خضراء مستديرة إلى 3 صفراء مجعدة إلى 1 خضراء مجعدة. فتطابقت بيانات مندل مع النتائج المتوقعة من مربع بانيت.

## الاحتمال

يمكن مقارنة توارث الجينات باحتمالات رمي قطعة نقدية. فاحتمال ظهور الوجه الذي يحمل الصورة هو 1 من 2 أو  $1/2$ . وإذا رميت القطعة النقدية مرتين، فاحتمال ظهور الصورة هو  $1/2$  في كل مرة، أو  $1/2 \times 1/2$  أو  $1/4$  في المرتين.

وقد لا تتطابق البيانات الحقيقية بدقة مع النسب المتوقعة. أنت تعلم أنك إذا رميت القطعة النقدية، فقد لا تحصل على الوجه الذي يحمل الصورة مرة واحدة من كل مرتين. لذا لم تكن نتائج مندل مساوية تمامًا للنسبة 1:3:3:9. لكن مع زيادة عدد الأبناء الناتجين عن التزاوج، تزداد احتمالية تطابقهم مع النتائج المتوقعة من مربع بانيت.



النوع	الطرز الجيني	الطرز الظاهري	العدد	نسبة الطرز الظاهرية
الآباء	$Y\_R\_$	صفراء مستديرة	315	9:16
إعادة الارتباط الجيني	$yyR\_$	خضراء مستديرة	108	3:16
إعادة الارتباط الجيني	$Y\_rr$	صفراء مجعدة	101	3:16
الآباء	$yyrr$	خضراء مجعدة	32	1:16

الشكل 13 يوضح التزاوج ثنائي التهجين في مربع بانيت بشكل مرئي. احتمالات ارتباط الأليلات لكل واحد من الأبوين.

## القسم 2 مراجعة

### ملخص القسم

- أول من درس علم الوراثة هو العالم جريجور مندل، الذي ألقت تجاربه على نبات بازلاء الحدائق الضوء على وراثة الصفات.
- وضع مندل قانون الانعزال وقانون التوزيع الحر.
- يساعد مربع بانيت على توقع الأبناء المحتملين من التزاوج.

### فهم الأفكار الرئيسية

- استخدم مربع بانيت لتوضيح كيفية منع الأليل السائد ظهور أثر الأليل المتنحي.
- طبق قانون الانعزال وقانون التوزيع الحر لإعطاء مثال على كل منهما.
- استخدم مربع بانيت في ذبابة الفاكهة، صفة العيون الحمراء ( $R$ ) سائدة على صفة العيون الوردية ( $r$ ). فما نسبة الطرز الظاهرية الناتجة عن تزاوج ذكر متخالف الجينات مع أنثى ذات عيون وردية؟

### التفكير الناقد

- قيم أهمية تجارب مندل في حفل علم الوراثة.
- ما احتمال الحصول على الرقم 2 عند رمي مكعب سداسي الأوجه؟ ما احتمال الحصول على الرقم 2 عند رمي مكعبين؟ كيف يُستخدم الاحتمال في دراسة علم الوراثة؟

**تزاوج أحادي التهجين** يبين الرسم الموجود في الشكل 10 تجربة مندل التي ترك فيها النباتات التي تحمل الطراز الجيني  $Yy$  تتلفح ذاتياً. ويطلق على تزاوج كهذا، يتضمن (فردين أو نباتين) هجينين. يختلفان في صفة وراثية واحدة، اسم تزاوج أحادي التهجين. تنتج النباتات الحاملة للطرز الجيني  $Yy$  نوعين من الأمشاج، هما الأمشاج الذكرية والأمشاج الأنثوية وكل واحد منهما يحمل الأليل  $Y$  أو  $y$ . وتتحد هذه الأمشاج عشوائياً. وينتج عن هذا الإخصاب العشوائي الطرز الجينية التالية:  $YY$  أو  $Yy$  أو  $yy$  أو  $Yy$ . كما هو موضح في الشكل 10. لاحظ أن الأليل  $Y$  السائد يُكتب أولاً سواء كان من المشيج الذكرية أو الأنثوية. وينتج عن عملية تلغيج الجيل الأول  $F_1$ ، ثلاثة طرز جينية محتملة هي:  $YY$  و  $Yy$  و  $yy$ ؛ ونسبة الطرز الجينية 1:2:1. أما نسبة الطرز الظاهرية، فهي 3:1 صفراء الحبوب إلى خضراء الحبوب.

**تزاوج ثنائي التهجين** بعد أن أثبت مندل نمط وراثة الصفة الواحدة بدأ يختبر وراثة صفتين أو أكثر في النبات نفسه. وفي نبات بازلاء الحدائق، تُعد صفة الحبوب المستديرة ( $R$ ) سائدة على الحبوب المسطحة ( $r$ ). والحبوب الصفراء ( $Y$ ) سائدة على الحبوب الخضراء ( $y$ ). إذا قام مندل بتلغيج نباتات بازلاء ذات حبوب صفراء مستديرة متماثلة الجينات مع نباتات بازلاء ذات حبوب خضراء مسطحة متماثلة الجينات، فإنه يمكن تمثيل تزاوج الآباء بالطرز الجينية التالية:  $YYRR \times yyrr$ . وسيكون الطراز الجيني لأفراد الجيل الأول  $F_1$  على النحو التالي:  $YyRr$ . نباتات ذات حبوب صفراء مستديرة. ويطلق على نباتات الجيل الأول  $F_1$  اسم ثنائية التهجين؛ لأن جيناتها غير متماثلة لكلتا الصفتين.

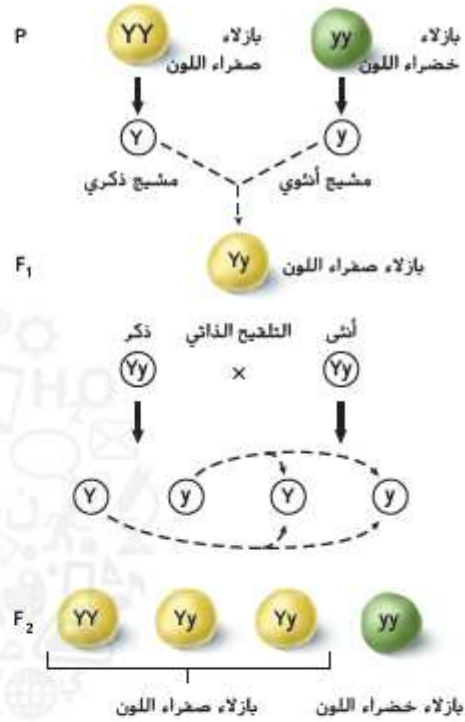
**قانون التوزيع الحر** ترك مندل نسل الجيل الأول  $F_1$  من نباتات البازلاء التي تحمل الطراز الجيني  $YyRr$  تتلفح ذاتياً في عملية تزاوج ثنائي التهجين. ثم قام بحساب نسبة الطرز الجينية والطرز الظاهرية للأبناء في كل من الجيل الأول  $F_1$  والجيل الثاني  $F_2$ . وتوصل استناداً إلى هذه النتائج إلى **قانون التوزيع الحر**، الذي ينص على أن التوزيع العشوائي للأليلات يحدث أثناء تكوّن الأمشاج. فتتوزع الجينات على الكروموسومات المنفصلة بشكل حر أثناء عملية الانقسام المنصف.

وكما يبين الشكل 11، ينتج عن التوزيع العشوائي للأليلات أربعة أمشاج محتملة، هي:  $YR$  أو  $Yr$  أو  $yR$  أو  $yr$ ، واحتمالات حدوثها متساوية. وعندما يتم التلغيج الذاتي للنبات، يحتمل وجود أي من مجموعات الأليلات الأربع في المشيج الذكرية، وفي المشيج الأنثوية كذلك. واشتملت نتائج التزاوج ثنائي التهجين الذي قام به مندل على تسعة طرز جينية مختلفة هي:  $YYRR$  و  $YYRr$  و  $YyRR$  و  $YyRr$  و  $YYrr$  و  $Yyrr$  و  $yyRR$  و  $yyRr$  و  $yyrr$ . أجرى مندل عمليات حسابية وسجل أربعة طرز ظاهرية مختلفة هي: 315 صفراء مستديرة و 108 خضراء مستديرة و 101 صفراء مسطحة و 32 خضراء مسطحة. ومثلت هذه النتائج نسبة الطرز الظاهرية التقريبية التالية: 9:3:3:1.

التأكد من قيم النص قيم كيف يمكن لتوزيع الأليلات العشوائي أن ينتج نسبة يمكن توقعها؟

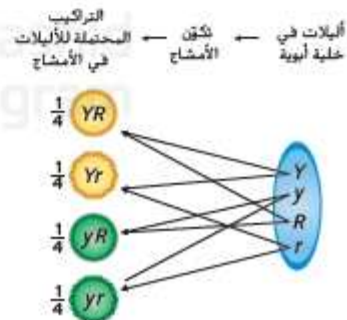
### مربعات بانيت

في بدايات القرن العشرين، وضع الدكتور ريجنالد بانيت ما يُعرف باسم مربع بانيت لتوقع الأبناء المحتملين والناجين عن التزاوج بين طرازين جينيين معروفين. وقد سهّل مربع بانيت تتبّع الطرز الجينية المحتملة في التزاوج.



الشكل 10 أثناء التلغيج الذاتي لأفراد الجيل الأول  $F_1$ ، تلغج الأمشاج الذكرية الأنثوية عشوائياً.

الشكل 11 يتضح قانون التوزيع الحر في التزاوج ثنائي التهجين الذي يوفر فرصة متساوية لكل زوج من الأليلات ( $Rr$  و  $Yy$ ) بأن تتحد عشوائياً بعضها مع بعض. توقع عدد أنواع الأمشاج المحتملة المنتجة.



## تدريبات / الوراثة المندلية / التزاوج الأحادي

1- ان لون الثمرة الأحمر سائد على لون الثمرة الاصفر في الطماطم. فماذا تتوقع ان تكون نسبة الطراز الجيني لافراد التي تنتج عن تزاوج بين أبوين هجينين لهذه السمة

	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

**الطرز الظاهرية :**

3 أحمر : 1 أصفر

**الطرز الجينية:**

1 أحمر نقي: 2 أحمر هجين : 1 أصفر نقي

## تدريبات / حل مسائل وراثية

1- جرى تزاوج بين نبات بازلاء طويل الساق هجين ونبات بازلاء قصير الساق ،  
ما الطرز المظهرية والجينية للابناء الناتجة من التزاوج؟

الطرز الظاهري للاباء :

الطرز الجيني للآباء :

الامشاج:

نسبة الطراز الظاهري للابناء :

نسبة الطراز الجيني للابناء :

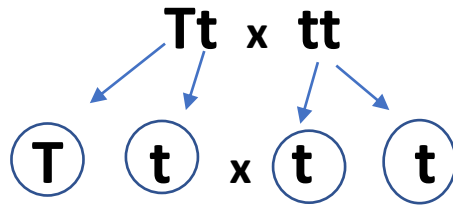



## الحل

1- جرى تزاوج بين نبات بازلاء طويل الساق هجين ونبات بازلاء قصير الساق ،

ما الطرز المظهرية والجينية للابناء الناتجة من التزاوج؟

الطرز الظاهري للاباء : طويل الساق مع قصير الساق



الطرز الجيني للآباء :

الامشاج:

	T	t
t	Tt	tt
t	Tt	tt

نسبة الطراز الظاهري للابناء :

50% طويل الساق و 50% قصير ( 1:1 )

نسبة الطراز الجيني للابناء :

2 قصير نقي : 2 طويل هجين

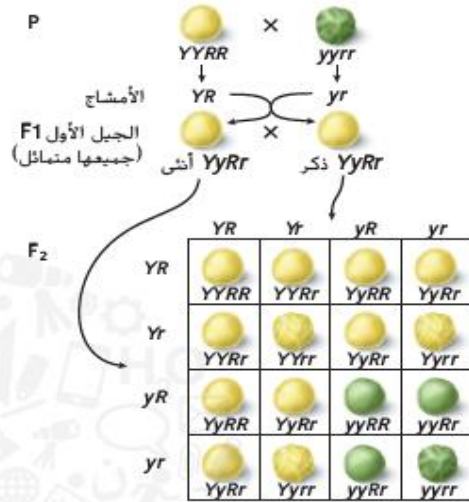
ما عدد الطرز الجينية المختلفة التي نجدها في مربع بانيت؟ يوجد الطراز الجيني  $TT$ ، في مربع واحد والطرز الجيني  $Tt$ ، في مربعين آخرين، وفي المربع الأخير يوجد الطراز الجيني  $tt$ . لذا فإن نسبة الطرز الجينية للأبناء المحتملين هي 1:2:1. أما نسبة الطرز الظاهرية لصفة القدرة على ثني اللسان إلى عدم القدرة على ثنيه، فهي 1:3.

**مربع بانيت - تزاوج ثنائي التهجين** تفحص مربع بانيت في الشكل 13. لاحظ وجود نوعين فقط من الأليات في تزاوج جيل الآباء. لكن، في التزاوج ثنائي التهجين، عند تزاوج أفراد الجيل الأول  $F_1$ ، تنتج أربعة أنواع من الأليات من الأمشاج الذكرية وأربعة أنواع من الأليات من الأمشاج الأنثوية. وكانت نسبة الطرز الظاهرية الناتجة هي 1:3:3:9 - 9 صفراء مستديرة إلى 3 خضراء مستديرة إلى 3 صفراء مجعدة إلى 1 خضراء مجعدة. فتطابقت بيانات مندل مع النتائج المتوقعة من مربع بانيت.

### الاحتمال

يمكن مقارنة توارث الجينات باحتمالات رمي قطعة نقدية. فاحتمال ظهور الوجه الذي يحمل الصورة هو 1 من 2 أو  $1/2$ . وإذا رميت القطعة النقدية مرتين، فاحتمال ظهور الصورة هو  $1/2$  في كل مرة، أو  $1/2 \times 1/2$  أو  $1/4$  في المرتين.

وقد لا تتطابق البيانات الحقيقية بدقة مع النسب المتوقعة. أنت تعلم أنك إذا رميت القطعة النقدية، فقد لا تحصل على الوجه الذي يحمل الصورة مرة واحدة من كل مرتين. لذا لم تكن نتائج مندل مساوية تمامًا للنسبة 1:3:3:9. لكن مع زيادة عدد الأبناء الناتجين عن التزاوج، تزداد احتمالية تطابقهم مع النتائج المتوقعة من مربع بانيت.



نوع الآباء	الطرز الجيني	الطرز الظاهري	العدد	نسبة الطرز الظاهرية
إعادة الارتباط الجيني	$Y\_R\_$	صفراء مستديرة	315	9:16
إعادة الارتباط الجيني	$yyR\_$	خضراء مستديرة	108	3:16
إعادة الارتباط الجيني	$Y\_rr$	صفراء مجعدة	101	3:16
الآباء	$yyrr$	خضراء مجعدة	32	1:16

■ الشكل 13 يوضح التزاوج ثنائي التهجين في مربع بانيت بشكل مرئي احتمالات ارتباط الأليات لكل واحد من الأبوين.

## القسم 2 مراجعة

### ملخص القسم

- أول من درس علم الوراثة هو العالم جريجور مندل، الذي ألقت تجاربه على نبات بازلاء الحدائق الضوء على وراثة الصفات.
- وضع مندل قانون الانعزال وقانون التوزيع الحر.
- يساعد مربع بانيت على توقع الأبناء المحتملين من التزاوج.

### فهم الأفكار الرئيسية

1. **مخطط الوراثة** مخطط استخدم مربع بانيت لتوضيح كيفية منع الأليل السائد ظهور أثر الأليل المتنحي.
2. **هتق** قانون الانعزال وقانون التوزيع الحر بإعطاء مثال على كل منهما.
3. استخدم مربع بانيت في ذبابة الفاكهة، صفة العيون الحمراء ( $R$ ) سائدة على صفة العيون الوردية ( $r$ ). فما نسبة الطرز الظاهرية الناتجة عن تزاوج ذكر متخالف الجينات مع أنثى ذات عيون وردية؟

### التفكير الناقد

4. **قيم** أهمية تجارب مندل في حقل علم الوراثة.
5. **الرياضيات في علم الأحياء** ما احتمال الحصول على الرقم 2 عند رمي مكعب سداسي الأوجه؟ ما احتمال الحصول على الرقم 2 عند رمي مكعبين؟ كيف يُستخدم الاحتمال في دراسة علم الوراثة؟

	YR	Yr	yR	yr
YR	YYRR	YYRr	YyRR	YyRr
Yr	YYRr	YYrr	YyRr	Yyrr
yR	YyRR	YyRr	yyRR	yyRr
yr	YyRr	Yyrr	yyRr	<b>(A)</b>

يوضح الشكل أدناه التزاوج ثنائي التهجين في مربع بانيت الذي يعرض بصريًا احتمالات ارتباط الأليلات لكل واحد من الأبوين. أي من التراكيب الجينية التالية يشير إليها الحرف (A)؟

a. YyRr

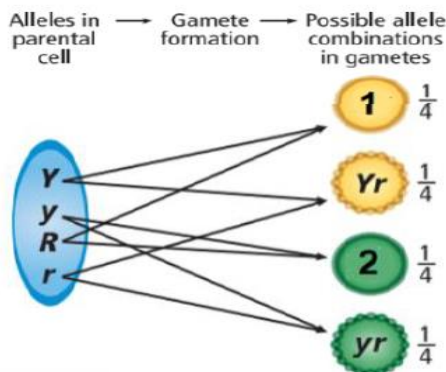
b. YYrr

c. yyRr

d. yyrr

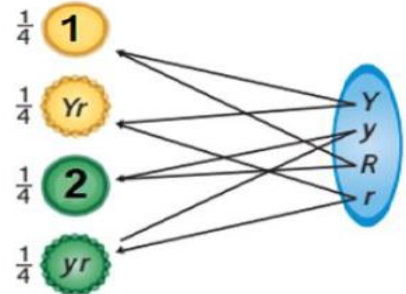
The illustration below represents the law of independent assortment in a dihybrid cross which allows equal chances that each pair of alleles (Yy and Rr) can randomly combine with the others.

Which of the following do the numbers (1) and (2) refer to?



الشكل أدناه يوضح قانون التوزيع الحر في التزاوج ثنائي التهجين الذي يوفر فرصة متساوية لكل زوج من الأليلات (Rr و Yy) بأن تتحد عشوائي بعضها مع بعض. أي مما يلي تشير إليه الأرقام (1) و (2)؟

أليلات في خلية أبوية ← تكون الأمشاج ← التراكيب المحتملة للأليلات في الأمشاج



(1):YY and (2):yR

yR:(2) و YY:(1)

(1):YR and (2):RR

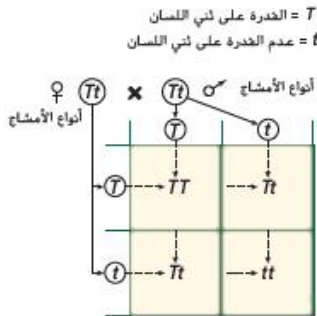
RR:(2) و YR:(1)

(1):yy and (2):YR

YR:(2) و yy:(1)

(1):YR and (2):yR

yR:(2) و YR:(1)



■ الشكل 12 تُعد قدرة الفرد على ثني لسانه صفة سائدة. بعد مربع بانيت ملخصًا مرتين لاحظات ارتباط الأليلات الخاصة بصفة ثني اللسان.



**مربع بانيت - تزاوج أحادي التهجين** هل تستطيع ثني لسانك مثل الشخص الموجود في الشكل 12؟ القدرة على ثني اللسان صفة سائدة، يرمز إليها بالحرف  $T$ . افترض أن كلا الوالدين يستطيعان ثني لسانهما، وهما متخالفا الجينات ( $Tt$ ). فما الطرز الظاهرية المحتملة لأبناهما؟  
 تخصص مربع بانيت في الشكل 12. يتحدد عدد المربعات بعدد أنواع الأليلات المختلفة،  $T$  أو  $t$  التي ينتجها كل واحد من الأبوين. وفي هذه الحالة يتكون من مربعين  $\times$  مربعين لأن كل واحد من الأبوين ينتج نوعين مختلفين من الأمشاج. لاحظ أن المشيج الذكري يُكتب على الجانب الأفقي، في حين يُكتب المشيج الأنثوي على الجانب الرأسي لمربع بانيت. وتُكتب احتمالات ارتباط المشيج الذكري مع المشيج الأنثوي داخل كل مربع مقابل.

## جزاكم الله خيرا

### تجربة مصفرة 1

#### توقع الاحتمالات في علم الوراثة

كيف يمكن توقع صفات الأبناء؟ يساعد مربع بانيت على توقع نسب الصفات السائدة إلى الصفات المتنحية في الطرز الجينية للأبناء. وتشمل هذه التجربة أبوين متخالفي الجينات لصفة شحمة الأذن الحرة (E). وهي صفة سائدة. أما الصفة المتنحية، فهي شحمة الأذن الملتصقة (e).

#### الإجراءات

1. حدد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. حدد الطراز الجيني (الطرز الجينية) لأمشاج هذه الصفة التي ينتجها كل من الأبوين.
3. ارسم مربع بانيت بحيث يكون عدد أعمدته وصفوفه مساويًا لعدد الأليلات التي تنتج من أمشاج كل من الأبوين لهذه الصفة.
4. اكتب الحرف الذي يرمز إلى كل أليل من أحد الأبوين فوق كل عمود في مربع بانيت، واكتب حرف كل أليل من الأب الآخر على يسار كل صف.
5. في خانة الجدول، اكتب الطرز الجينية للأبناء الناتجة عن كل اتحاد للأليلات المذكورة والمؤنثة.

#### التحليل

1. لخص الطرز الظاهرية المحتملة للأبناء.
2. قيم نسبة الطرز الظاهرية للأبناء المحتملين، ما نسبة الطرز الجينية للأبناء المحتملين؟