

# الانقسام الخلوي والتكاثر



# الأهداف:

في هذه الوحدة يجب على الطالب أن:



- B0908.1** يعرف مصطلح «ثنائية المجموعة الكروموسومية».
- B0908.2** يصف أن انقسام الخلايا (الميتوزي) غير المباشر ينتج منه خليتان «ثنائية المجموعة الكروموسومية» متطابقتان، ويشرح دور هذه العملية في النمو وإصلاح الأنسجة. «مراحل الانقسام غير المباشر غير مطلوبة».
- B0908.3** يحدد أن الكائنات الحية وحيدة الخلية، ويشمل ذلك الخميرة والبكتيريا، تتكاثر عن طريق الانقسام الخلوي البسيط.
- B0909.1** يعرف مصطلح «أحادية المجموعة الكروموسومية».
- B0909.2** يشرح دور انقسام الخلية المنصف (الميوزي) في تنصيف عدد الكروموسومات إلى النصف لتشكل خلايا جنسية. «مراحل الانقسام المنصف غير مطلوبة».
- B0910.1** يصف التكاثر اللاجنسي كعملية تنتج أفرادًا متماثلين وراثيًا مع الكائن الحي الأصلي، والتكاثر الجنسي كعملية تشمل اندماج النوى لإنتاج بويضة مخصبة (زيجوت) غير متطابقة وراثيًا مع الأبوين.
- B0910.2** يوضح سبب اختلاف الخلايا الجنسية في الحجم والعدد والقدرة على الحركة عند الذكور والإناث.

## الوحدة 8 الانقسام الخلوي والتكاثر

28

- الدرس 1-8 ما الانقسام الخلوي المتساوي؟ ..... 30
- الدرس 2-8 كيف تتكاثر الكائنات الحيّة وحيدة الخليّة؟ ..... 35
- الدرس 3-8 ما الانقسام الخلوي المنصف؟ ..... 43
- الدرس 4-8 كيف تتكاثر الكائنات الحيّة جنسيًا على المستوى الخلوي؟ ..... 48
- الدرس 5-8 ما أوجه الشبه والاختلاف بين الخلايا الجنسيّة عند الذكور والإناث؟ .. 53
- الدرس 6-8 ما أوجه الشبه والاختلاف بين التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي؟ ... 58
- الدرس 7-8 ماذا تعرف عن الانقسام الخلوي والتكاثر؟ ..... 62
- أسئلة البيزا الخاصة بالوحدة الثامنة: الانقسام الخلوي والتكاثر ..... 68
- 70 ماذا تستطيع أن تفعل؟ 



## هذا ما تعلّمته:



- عندما تنقسم الخلية، يتم نسخ الكروموسومات، وتصبح مرئية تحت المجهر.
- يكون عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة من الانقسام الخلوي **Cell division** بعملية الانقسام المتساوي (الميتوزي، **Mitosis**) للخلية مساوياً لعدد الكروموسومات في الخلية الأم.
- تنتقل مجموعة من الكروموسومات إلى كل طرف من طرفي الخلية لتكوين نواة جديدة.
- تُسهم الصبغة التي تضاف إلى الخلايا في إعطاء الكروموسومات لوناً، يمكننا من ملاحظتها.

ص 31

## ماذا يحدث أثناء الانقسام الخلوي؟

تحتاج الكائنات متعددة الخلايا إلى تكوين خلايا جديدة من أجل النمو وتعويض الأنسجة التالفة. تحتوي كل الخلايا على المعلومات الوراثية لإنتاج خلايا جديدة. يتم قبل انقسام الخلية نسخ تلك المعلومات الوراثية، وبذلك تحصل كل خلية جديدة على نسخة من المعلومات الوراثية. وفي الخلايا حقيقية النواة، تتمثل المعلومات الوراثية في المادة الوراثية **DNA** الموجودة في الكروموسومات داخل نواة كل خلية. ومن الجدير بالذكر أن الكروموسومات تصبح مرئية في بداية الانقسام المتساوي.

ص 32

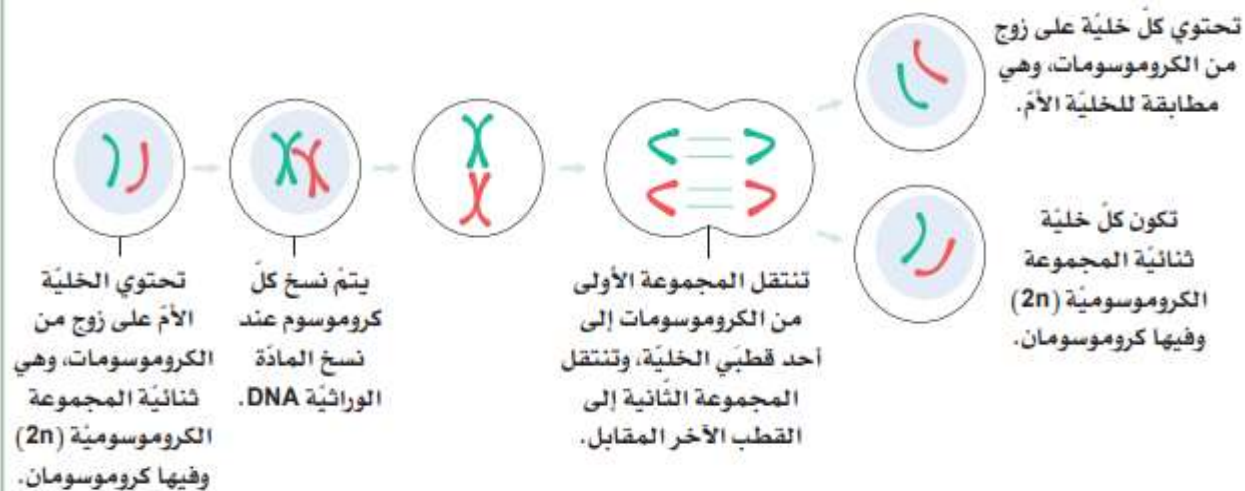
## هذا ما تعلمته:



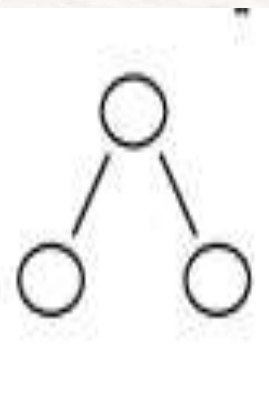
- عندما تبدأ الخلية بالانقسام، تقصر الكروموسومات وتزداد كثافتها وتصبح مرئية.
- تصطف الكروموسومات متحاذاة في وسط الخلية، قبل أن تُسحب وينفصل بعضها عن بعض.
- يمكنك رؤية الكروموسومات تتحرك إلى قطبي الخلية المتقابلين.

## كيف تنتج الخلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية خلايا مُتطابقة؟

تحتوي معظم الخلايا على مجموعتين من الكروموسومات. يعني ذلك وجود نسختين من الكروموسوم رقم 1، ونسختين من الكروموسوم رقم 2، وما إلى ذلك. يُطلق على عدد الكروموسومات الكلي اسم العدد ثنائي المجموعة الكروموسومية ( $2n$ ). ففي خلايا البصل، مثلاً، يبلغ عدد الكروموسومات في الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية (16) كروموسوماً، ويكون هناك ثمانية أزواج من الكروموسومات. في الإنسان، يبلغ عدد الكروموسومات في الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية 46 كروموسوماً، ويكون هناك 23 زوجاً من الكروموسومات. عندما تنقسم الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية ( $2n$ ) إلى خليتين عن طريق الانقسام المتساوي، تكون كل من الخليتين الجديدتين أيضاً ثنائية المجموعة الكروموسومية ( $2n$ ). يحدث هذا بسبب نسخ مجموعتي الكروموسومات قبل انقسامهما؛ وبذلك تحصل كل خلية على مجموعة كاملة من الكروموسومات. يعني ذلك أن كلتا الخليتين ثنائية المجموعة الكروموسومية ( $2n$ )، وهما مُتطابقتان وراثياً.



الشكل 4-8



## ص 37

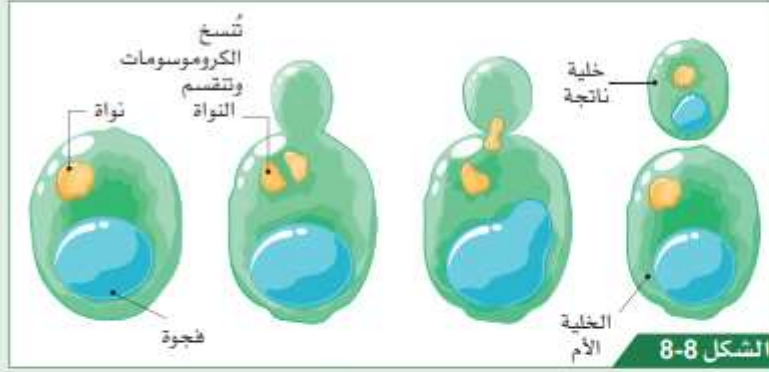
### هذا ما تعلّمته:



- الخميرة كائن حيّ وحيدة الخلية **Unicellular**.
- تتكاثر خلايا الخميرة بالتبرعم، حيث تتشكل خلية جديدة بعد التكاثر **Reproduction**. تتشكل خلية جديدة من الخلية الأم، وتظهر في شكل برعم على سطح الخلية. وبمرور الوقت، ينمو البرعم بشكل أكبر.
- يتم نسخ المادة الوراثية للخلية، وتنتقل إلى البرعم.

## ما التبرعم؟

ص 38



الشكل 8-8

مراحل التبرعم في خلايا الخميرة.

تنتقل المجموعة الجديدة من الكروموسومات إلى البرعم. وعندما يصبح حجمه مساوياً تقريباً لحجم الخلية الأم، ينفصل ليصبح كائناً حياً جديداً وحيد الخلية. يُعدّ التبرعم نوعاً من التكاثر اللاجنسي **Asexual reproduction**. ينطوي التكاثر اللاجنسي، على وجود خلية أم واحدة فقط، وتكون جميع الخلايا الناتجة الجديدة مُتطابقة وراثياً مع الخلية الأم، لأن كل المادة الوراثية تأتي منها.

## هذا ما تعلمته:

- يكون ازدياد عدد الخلايا في البداية بطيئاً، لوجود القليل من الخلايا التي تنقسم. ومع ازدياد عدد الخلايا التي ستنقسم، تصبح الزيادة أسرع.
- يصل عدد الخلايا الحية إلى حد أقصى ثابت عندما يتساوى معدّل الانقسام الخلوي مع معدّل موت الخلايا.

ص 39

### لماذا يتغير معدّل الزيادة الذي يطرأ على عدد الخلايا في البيئة الحاضنة؟

يتّصف معدّل الانقسام الخلوي في حاضنة للكائنات الحية وحيدة الخلية بأنه ثابت. ومع ذلك، يتغير معدّل زيادة عدد الخلايا بمرور الوقت لسببين رئيسيين، هما:

1. تغير عدد الخلايا التي يمكن أن تنقسم، لأنّ توافر المزيد من الخلايا التي تنقسم، يرفع معدّل الزيادة.
2. توافر الجلوكوز للتنفّس الخلوي؛ ذلك أنّ الانقسام الخلوي يحتاج إلى الطاقة التي تنتجها عملية التنفّس الخلوي. وما لم تتوافر كمية كافية من الجلوكوز يقلّ عدد الخلايا التي تنقسم.



الشكل 9-8

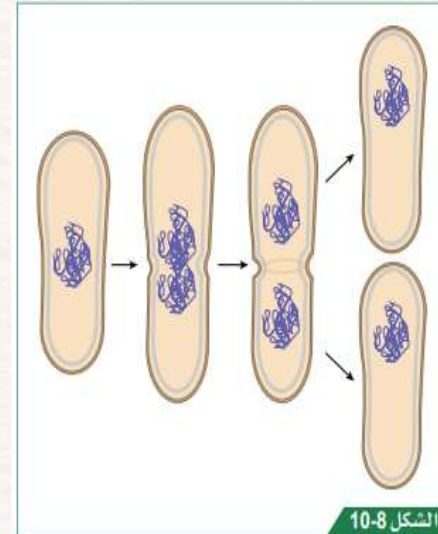
رسم بياني يبيّن تغير عدد خلايا الخميرة في الحاضنة.

- عندما تنقسم الخلية عن طريق الانشطار الثنائي، يتم نسخ المادة الوراثية أولاً، ثم تنقسم الخلية إلى خليتين جديدتين، تأخذ كل منهما نسخة واحدة من المادة الوراثية.
- يُعدّ كل من الانشطار الثنائي والتبرعم نوعاً من الانقسام الخلوي في الكائنات الحيّة وحيدة الخلية، وينتج خلايا متطابقة وراثياً.

### ما الانشطار الثنائي؟

يحدث الانشطار الثنائي في الخلايا البكتيرية. وقبل أن تنقسم الخلية إلى خليتين جديدتين، يزداد حجم الخلية الأم ويتم نسخ المادة الوراثية. تكون الخليتان الجديدتان متطابقتين وراثياً، لأن المجموعة الجديدة من المادة الوراثية إنما هي نسخة طبق الأصل عن المادة الوراثية للخلية الأصلية.

يُعدّ الانشطار الثنائي نوعاً من التكاثر اللاجنسي. حيث توجد خلية أم واحدة فقط، وتكون جميع الخلايا الناتجة مُتطابقة وراثياً معها.



الشكل 8-10

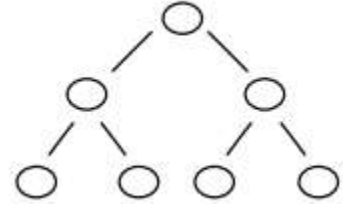
رسم تخطيطي يوضح آلية انقسام الخلايا البكتيرية عن طريق الانشطار الثنائي.

### هذا ما تعلمته:



- يتضمّن الانقسام المُنصّف انقسام الخلية الأم وإنتاج أربع خلايا بها نصف العدد الكروموسومي ( $n$ ).
- تتضمّن عملية الانقسام المُنصّف انقسام الخلية الأم مرتين.
- تمتلك كل خلية جديدة نصف عدد الكروموسومات.

ص 45



### هذا ما تعلمته:

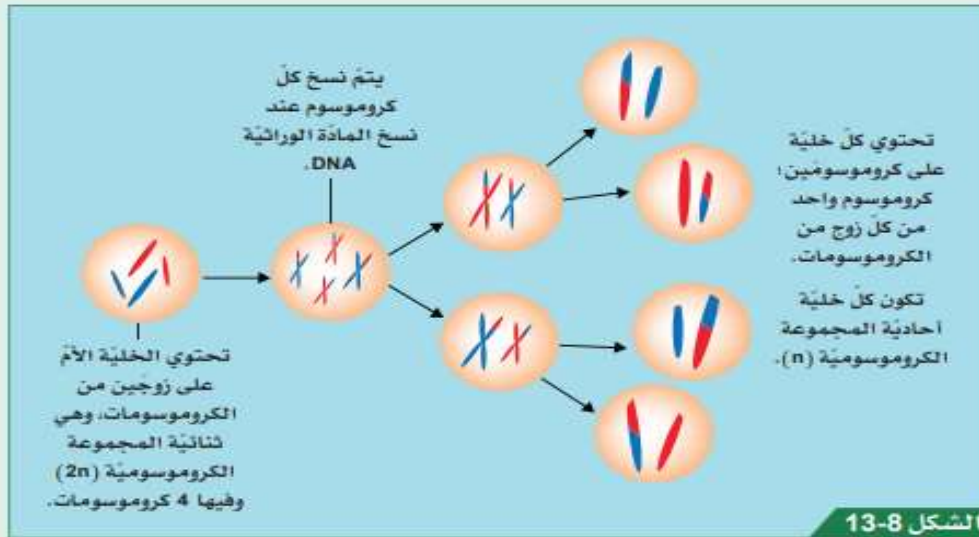


- خلال الانقسام المنصّف، يتم اختزال عدد الكروموسومات في كل خلية إلى النصف. يعني ذلك أن الخلية الأم هي ثنائية المجموعة الكروموسومية. أما الخلايا الجديدة فهي أحادية المجموعة الكروموسومية.
- يتم إنتاج الأمشاج فقط من خلال عملية الانقسام المُنصّف.

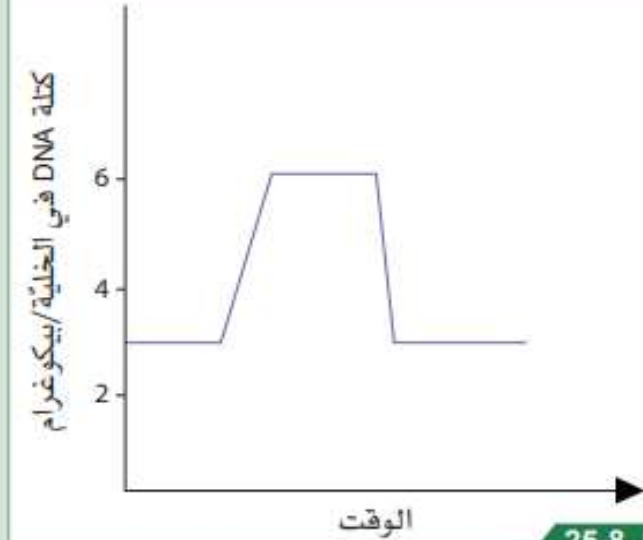
ص 46

## فيم تختلف الخلايا الناتجة عن طريق الانقسام المُنصف عن الخلية الأم؟

يُعدّ الانقسام المُنصف نوعًا من الانقسام الخلوي، وهو مهمٌ لإنتاج الخلايا الجنسية. تُعرف الخلايا الجنسية أيضًا باسم **الأمشاج Gametes**. تتمثل أمشاج الحيوانات، في البويضات أو الحيوانات المنوية. وتتمثل أمشاج النباتات في خلايا البويضات وخلايا حبوب اللقاح. يبدأ الانقسام المُنصف بالطريقة نفسها التي يبدأ بها الانقسام المُتساوي، أي نسخ الكروموسومات. تذكر أنّ كلَّ خلية تحتوي على مجموعتين من الكروموسومات. لذلك تُعدّ ثنائية المجموعة الكروموسومية ( $2n$ ). ومع ذلك، تنقسم الخلية في الانقسام المنصف مرتين، بحيث تحصل كلَّ خلية جديدة على مجموعة واحدة فقط من الكروموسومات، مما يجعل الخلايا الجديدة **أحادية المجموعة الكروموسومية (n) Haploid**. فإذا كان العدد ثنائي المجموعة الكروموسومية في كائن حي يبلغ 8، فإن العدد أحادي المجموعة يبلغ 4.



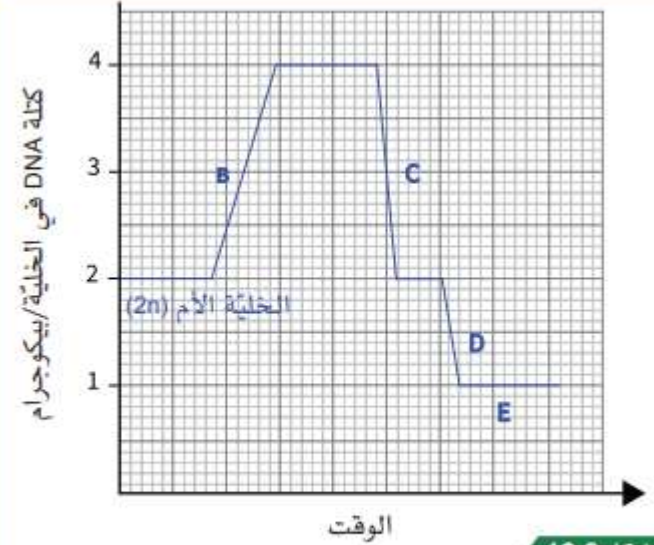
ص 66



الشكل 8-25

كتلة الحمض النووي DNA في كل خلية خلال الانقسام الخلوي.

ص 44



الشكل 8-12

تغير كتلة المادة الوراثية في الخلية أثناء الانقسام المُنصف.



- يحدث التكاثر الجنسي نتيجة لاندماج مشيخ ذكريّ بمشيخ أنثويّ.
- يتمّ أثناء التكاثر الجنسيّ اندماج نواة المشيخ الذكريّ مع نواة المشيخ الأنثويّ، لإنتاج نواة واحدة جديدة.
- ينتج من التكاثر الجنسيّ خلايا غير متطابقة وراثيًا.
- غالبًا ما تُستخدم النماذج لشرح الأفكار في العلوم، لكنّ لكلّ نموذج مواطن قوة ومواطن ضعف.

## ما التكاثر الجنسيّ؟

تتكاثر الخلايا والكائنات الحية إمّا عن طريق التكاثر اللاجنسيّ وإمّا عن طريق التكاثر الجنسيّ. ولا بدّ من أن تبقى كتلة المادة الوراثيّة في الخلايا ثابتة كما هي من جيل إلى آخر. يشهد التكاثر اللاجنسيّ، وجود خلية أمّ واحدة فقط، لذلك يتمّ نسخ المادة الوراثيّة، وتحصل كلّ الخلايا الناتجة على كتلة المادة الوراثيّة (DNA) نفسها، أو على عدد الكروموسومات نفسه. ويحدث في التكاثر الجنسيّ اتّحاد خليّتين أصليّتين واندماج **Fusion** نواتي المشيجين الذكريّ والأنثويّ فيتكوّن زيجوت (بُويضة مُخصّبة) **Zygote**. لذلك يجب أن تحتوي كلّ خلية أصلية على نصف العدد الطبيعي للكروموسومات، لاستعادة عددها الأصلي عند تكوّن الزيجوت. يحتوي الزيجوت على الكروموسومات من المشيجين المختلفين الذكريّ والأنثويّ، لذلك لا تكون مُتطابقة وراثيًا مع الأبوين. وهذا ما يُسمّى التباين الوراثيّ.

هذا ما تعلمته:



- إذا كانت الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية تحتوي على 6 كروموسومات، فإن كل خلية أحادية المجموعة الكروموسومية تحتوي على 3 كروموسومات.
- عندما تندمج خليتان أحاديتا المجموعة الكروموسومية معاً في عملية التكاثر الجنسي، تتم استعادة عدد الكروموسومات ثنائية المجموعة.



- تتميز البويضات بأنها أكبر كثيراً من الحيوانات المنوية.
- تمتلك الحيوانات المنوية ذيلًا يساعدها على الحركة.

### فيم تختلف البويضات عن الحيوانات المنوية؟

تبدو البويضة أشبه بخلية حيوانية نموذجية تحت المجهر. فهي مُستديرة ويمكنك رؤية محيطها، وهو الغشاء الخلوي، وكذلك السيتوبلازم والنواة. وتكون الحيوانات المنوية أصغر كثيراً من البويضة. تشغل نواة الحيوان المنوي معظم مساحة الخلية. ويمتلك الحيوان المنوي ذيلًا، يجعله قادرًا على الحركة **Motile**، حيث يتحرك نحو البويضة في عملية التكاثر الجنسي. سوف تتنافس الملايين من الحيوانات المنوية للانتقال إلى البويضة إلى أن ينجح حيوان منوي واحد بذلك، ويندمج معها لتكوين خلية جديدة تنمو لتصبح كائنًا حيًا جديدًا.

## هذا ما تعلمته:



- يبلغ متوسط طول الحيوانات المنوية البشرية بما في ذلك الذيل 0.05 mm أو 50  $\mu\text{m}$ .
- يتم تقدير حجم الخلايا إذا عرفنا الحجم الحقيقي للصورة بأكملها.
- تكون البويضة عند الإنسان أكبر بنحو 40 مرة من قطر رأس الحيوان المنوي.

### لماذا كل هذا الاختلاف في الحجم بين البويضات والحيوانات المنوية؟

تكبر البويضة الحيوان المنوي بكثير؛ فحين يندمج معها لتصبح خلية جديدة، يتوجب أن تحتوي على مصادر جيدة من العناصر الغذائية تبقىها على قيد الحياة، إلى أن تعتمد على مصدر آخر للغذاء. بينما تحتاج الحيوانات المنوية فقط إلى البقاء حية فترة تكفيها للوصول إلى البويضة.



- يُنتج التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي كائنات حية جديدة. قد تكون تلك الكائنات أحادية الخلية أو متعددة الخلايا.
- يُعرف الانقسام المتساوي بأنه انقسام خلوي يحدث في التكاثر اللاجنسي لدى بعض الخلايا.
- يستخدم التكاثر الجنسي الانقسام المنصف لإنتاج الأمشاج.

ص 59

### لماذا يختلف الانشطار الثنائي عن الانقسام المتساوي؟

يتمثل الانقسام الميوزي في انقسام النواة الذي يُعد جزءاً من الانقسام الخلوي. يتم في هذه العملية نسخ الكروموسومات ثم انقسامها، حيث تحصل كل خلية على مجموعة كاملة من الكروموسومات. تنقسم خلايا البكتيريا عن طريق الانشطار الثنائي، وهو مشابه للانقسام المتساوي، لأن كل خلية جديدة تحصل على مجموعة كاملة من المادة الوراثية. ومع ذلك، فإن الانشطار الثنائي ليس هو الانقسام المتساوي (الميوزي)، لأن البكتيريا لا تحتوي على نواة.

ص 60

## هذا ما تعلمته:



- تنقسم الخلايا التي تمتلك كروموسومات في النواة فقط عن طريق الانقسام المتساوي أو الانقسام المنصف. وهي تحتاج إلى الطاقة للقيام بذلك.
- تمتلك البكتيريا مادة وراثية، لكنها لا تمتلك نواة.

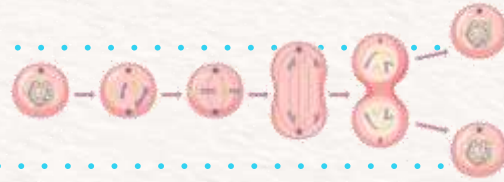
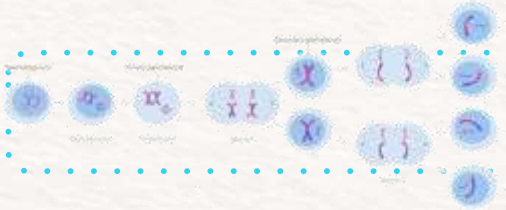
ص 61

## مناقشة



البويضة	الحيوان المنوي	من حيث
واحدة	كبير	العدد
أكبر حجما	أصغر حجما	الحجم
لا يوجد	يوجد	وجود ذيل
لا يوجد	يوجد	وجود رأس
غير قادرة	قادرة	القدرة على الحركة

# مناقشة



الانقسام المنصف	الانقسام المتساوي	من حيث
4 خلايا	خليتان	عدد الخلايا الناتجة
إنتاج الأمشاج	النمو - تعويض الخلايا الناتجة	الأهمية
جنسية	جسدية	نوع الخلايا
النصف	متساوي	عدد الكروموسومات في الخلايا الناتجة

## مناقشة

من حيث	البكتيريا	الخميرة
نوع التكاثر	لا جنسي	لا جنسي
طريقة التكاثر	الانشطار الثنائي	التبرعم
نوع الانقسام	لا يعد انقسامًا متساويًا	يعد انقسامًا متساويًا

التكاثر اللاجنسي	التكاثر الجنسي
هو التكاثر الذي يتطلب وجود <u>فرد واحد</u> لحدوثه	هو التكاثر الذي يتطلب وجود <u>فردين</u> لحدوثه
<p>*من خصائص التكاثر اللاجنسي :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ينتج أفراداً متطابقة وراثياً.</li> <li>- الخلايا الأصلية ثنائية المجموعة الكروموسومية.</li> <li>- تتكاثر الخميرة والبكتيريا تكاثراً لا جنسياً</li> </ul>	<p>*من خصائص التكاثر الجنسي :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- مهم في التباين الوراثي.</li> <li>- ينتج أفراداً غير متطابقة وراثياً.</li> <li>- الخلايا الأصلية أحادية المجموعة الكروموسومية.</li> </ul>

يمتلك كائن حي **16** كروموسوم ، ما عدد الكروموسومات في كل من :

1- البويضة : **8** كروموسومات

2- الحيوان المنوي : **8** كروموسومات

3- خلايا الرئة - الجلد - الدماغ : **16** كروموسوم

4- البويضة المخصبة : **16** كروموسوم

يمتلك كائن حي **40** كروموسوم ، ما عدد الكروموسومات في كل من :

1- البويضة : **20** كروموسوم

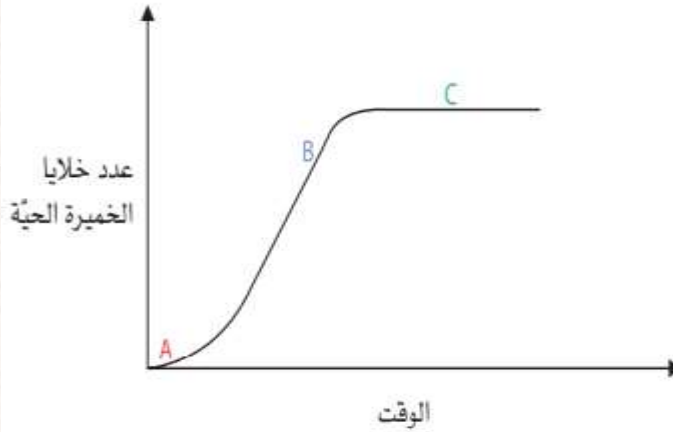
2- الحيوان المنوي: **20** كروموسوم

3- خلايا الرئة - الجلد - الدماغ: **40** كروموسوم

4- البويضة المخصبة: **40** كروموسوم

03:06

مبدعاتي أرجو منكن الرجوع الى الكتاب ص 39 للتوصل الإجابة عن الاسئلة التالية :



ماذا يحدث لعدد الخلايا في الفترات؟

A -1 يكون عدد الخلايا التي تنقسم اقل في البداية

B -2 يزداد عدد الخلايا التي تنقسم

C -3 يثبت معدل الانقسام

توقعي لماذا ثبت معدل تكون الخلايا في الفترة C؟

يتساوى معدل الانقسام للخلايا مع معدل موت الخلايا

لماذا يتغير معدل زيادة عدد الخلايا بمرور الوقت في الحاضنة؟

1- تغير عدد الخلايا المنقسمة 2- توافر الجلوكوز