الوحدة 12

تجربة استهلالية
ما الذي قد يحدث بغياب الانقسام المنصّف؟

الوقت المقدَّر 20 min

مواد إضافية أعطِ كلّ طالب ما يكفي من الصلصال أو الخرز أو القصاصات الورقية أو الأسلاك القابلة للطيّ لتكوين أربعة كروموسومات.

استراتيجية التدريس تأكد من أن الطلاب يدركون أن هذا الإجراء (الانقسام المتساوي ثم الإخصاب) ليس الطريقة التي تتكاثر بها الكائنات الحية جنسيًا. فيجب على الكائنات الحية اختزال عدد الكروموسومات من خلال الانقسام المنصّف.

الإجراءات

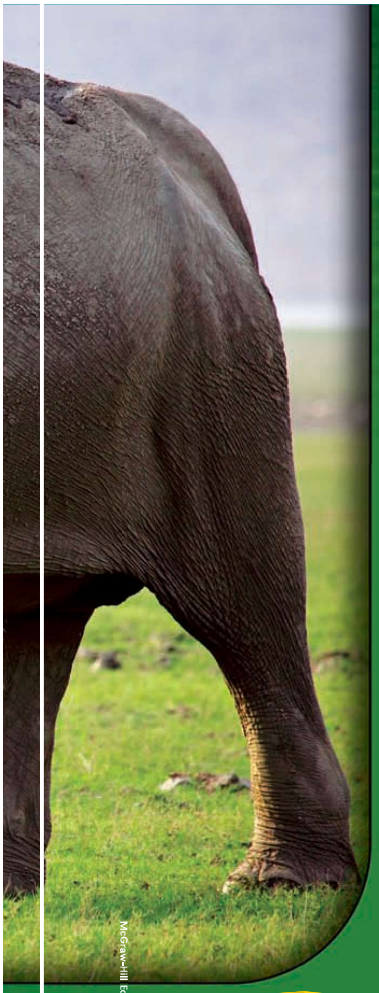
1. حدد الإجراءات المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. أنشئ جدول بيانات يشتمل على العناوين التالية: رقم الدورة والمرحلة وعدد الكروموسومات.
3. املأ جدول البيانات للخطوتين 4 و 5.
4. اصنع نموذجًا لخلية ذات زوج من الكروموسومات.
5. مثّل الانقسام المتساوي.
6. ادمج إحدى الخلايا التي لديك مع خلية لدى زميل آخر.
7. كرر الخطوتين 4 و 5 مرتين، مسجلًا الدورتين الثانية والثالثة.

التحليل

1. **لخّص** كيفية تغيّر عدد الكروموسومات الموجود في النموذج مع كل دورة من الانقسام المتساوي والدمج. بعد كل دورة للانقسام المتساوي والدمج، يتضاعف عدد الكروموسومات الموجود في الخلية.

الوحدة 12

التكاثر الجنسي وعلم الوراثة

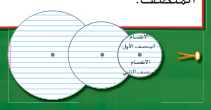


تجربة استهلالية
ماذا يحدث بغياب الانقسام المنصّف؟

تندمج الخلايا من كلا الوالدين أثناء عملية التكاثر الجنسي ويصبح للأبناء العدد نفسه من كروموسومات الآباء. استكشف ما قد يحدث لعدد الكروموسومات إذا كان الانقسام المتساوي هو النوع الوحيد من انقسام الخلايا.

المطويات

قم بإعداد مطوية مستديرة تشمل العناوين الواردة واستخدمها لتنظيم ملاحظاتك المتعلقة بالانقسام المنصّف.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

2. **استدلّ** عمَّ يجب أن يحدث عندما تندمج الخلايا حتى يبقى عدد الكروموسومات ثابتًا. للحفاظ على عدد الكروموسومات، يجب أن يتم اختزال عدد الكروموسومات في الخلية قبل الإخصاب.

نموذج بيانات

رقم الدورة	المرحلة	عدد الكروموسومات
1	الانقسام المتساوي	2
1	الطور البيني	2
1	الإخصاب	4
2	الانقسام المتساوي	4
2	الطور البيني	4
2	الإخصاب	8
3	الانقسام المتساوي	8
3	الطور البيني	8
3	الإخصاب	16

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

almanahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الموضوع المحوري التنوع

تؤدي عملية الانقسام المنصّف إلى التنوّع الوراثي.

الفكرة الرئيسة إن الخلايا التناسلية التي تنقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء تنتج عن عملية الانقسام المنصّف.

القسم 1 • الانقسام المنصّف

القسم 2 • الوراثة المندلية

القسم 3 • ارتباط الجينات وتعدد المجموعات الكروموسومية

تقديم الوحدة

دورة حياة الفيل

اسأل الطلاب: بناء على دورة الحياة الموضحة في هذه الصفحة، إذا ظل عدد الكروموسومات ثابتًا من جيل إلى آخر، فكم عدد مجموعات الكروموسومات التي يجب أن تحويها الخلايا الجنسية قبل أن تندمج؟ يجب أن يكون عدد الكروموسومات في الخلايا الجنسية نصف العدد الموجود في الخلية الجسمية الأصلية، وبالتالي عند اندماجها، لن يتغير عدد الكروموسومات.

الفكرة الرئيسة

عرض توضيحي اجمع كومة من الجوارب المختلفة. ضع فيها زوجين من كل نوع جوارب، بلونين مختلفين. على سبيل المثال، جوارب طويلة بشريط أصفر وأخرى بشريط أزرق وزوج أصفر من الجوارب القصيرة وآخر أزرق وهكذا دواليك.

اسأل الطلاب: إذا اختلط جواربك بعضها ببعض بعد تجفيفها في مجفف الملابس، فما السمات التي يمكن أن تستخدمها لتصنيفها في أزواج؟

الإجابة المحتملة: يمكن تصنيف الجوارب حسب اللون والشكل والمقاس ونوع القماش.

اشرح أن الكروموسومات في جسم الحيوانات موجودة أيضًا في أزواج. أثناء مرحلة الطور الاستوائي الأول للانقسام المنصّف، تصطف أزواج الكروموسومات المتشابهة على خط استواء الخلية.

الموضوعات

الاستقصاء العلمي تُعد دراسات مندل على نبات البازلاء بداية مجال علم الوراثة.

التنوع تؤدي التراكيب الجينية الجديدة إلى احتمالات هائلة من التنوع الوراثي.

الطاقة تستخدم الخلايا الطاقة أثناء مرورها بعمليات الانقسام في الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف.

الاتزان الداخلي يبقى عدد الكروموسومات ثابتًا في كل الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية في نهاية الانقسام المنصّف.

التغير يتغير عدد الكروموسومات ليصبح نصف العدد الأصلي في نهاية الانقسام المنصّف.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

almanahj.com/ae

Ch12.indb 323 1/9/2017 9:50:35 AM

القسم 1

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م

تنشيط المعرفة السابقة

دوّن المصطلحات التالية على السبورة: كروموسوم وأُنَيبيبات وخيوط مغزلية ونواة ونوية.

اسأل الطلاب: كيف تشارك هذه الأجزاء من الخلية في الانقسام المتساوي؟ الكروموسومات هي تراكيب مكونة من الحمض النووي DNA والبروتين وتتضمن قطعًا تُسمى الجينات. وتشارك الخيوط المغزلية في نقل الكروموسومات إلى قطبي الخلية. بينما النواة جزء الخلية حقيقية النواة الذي يحتوي على الكروموسومات. والنويّة هي جزء النواة الذي يقوم بتصنيع الرايبوسومات.

اطلب من الطلاب شرح المصطلحات ثم توصيل كل مصطلح بما يناسبه من العبارات التالية: 1. تحوي الكروموسومات 2. مكونة من حمض DNA والبروتين وتتضمن الجينات 3. تصنع الرايبوسومات 4. تنقل الكروموسومات إلى قطبي الخلية. 1 = النواة

2 = الكروموسومات 3 = النويّة

4 = الخيوط المغزلية

ح تطوير المفاهيم

د م ض م ف م

توضيح مفهوم خاطئ

اسأل الطلاب: هل تعتقدون أن الكائن الحي الذي يحوي *1200* كروموسومًا أكثر تعقيدًا من الذي يحوي *46* كروموسومًا؟ ستتنوّع الإجابات لكن الإجابة الصحيحة هي لا. يعتقد بعض الطلاب أن عدد كروموسومات الكائن الحي هي انعكاس لمدى تعقيده. لكن ليس هناك ارتباط معروف بين عدد الكروموسومات وتعقيد الكائن الحي. فعلى سبيل المثال، يحوي نبات الخنشار 1200 كروموسومًا، في حين أن للإنسان 46 كروموسومًا فقط.

القسم 1

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- كيف يحدث اختزال عدد الكروموسومات أثناء الانقسام المنصّف؟
- ما هي مراحل الانقسام المنصّف؟
- ما أهمية الانقسام المنصّف في التسبّب في التنوع الوراثي؟

مفردات للمراجعة

الكروموسوم chromosome: بنية خلوية تحتوي على الحمض النووي الـ DNA

مفردات جديدة

gene	الجين
homologous chromosome	الكروموسومات المتماثلة
gamete	المشيج
haploid	أحادي المجموعة الكروموسومية
fertilization	الإخصاب
diploid	ثنائي المجموعة الكروموسومية
meiosis	الانقسام المنصّف
crossing over	عملية العبور

الانقسام المنصّف

الفكرة الأساسية **ينتج عن الانقسام المنصّف أمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية.**

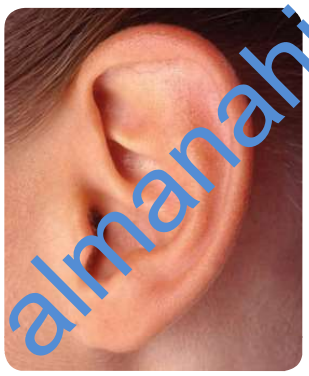
روابط من القراءة بالحياة اليومية انظر إلى طلاب صف الأحياء من حولك. الأرجح أن تلاحظ أن الطلاب غير متشابهين. فقد يختلفون في الطول ولون العينين ولون الشعر ومظاهر أخرى. إن هذا التنوع في الخصائص ينتج عن اتحاد خليتين جنسيتين خلال التكاثر الجنسي.

الكروموسومات وعدد الكروموسومات

لكل طالب من طلاب صفّك خصائص انتقلت إليه من والديه. إن كل من هذه الخصائص، مثل لون الشعر أو الطول أو لون العينين، يُسمّى صفة وراثية. وتتوفر التعليمات الخاصة بكل صفة وراثية في الكروموسومات الموجودة داخل نوى الخلايا. يترتب الـ DNA الموجود في الكروموسومات في قطع تسمى **الجينات** التي تتحكم في إنتاج البروتينات. يتكوّن كل كروموسوم من مئات الجينات، حيث يؤدي كل جين دورًا مهمًا في تحديد خصائص الخلية ووظائفها.

الكروموسومات المتماثلة إن كل خلية من خلايا جسم الإنسان تحتوي على 46 كروموسومًا. ويساهم كلّ من الوالدين بـ 23 كروموسومًا منها، فتكون النتيجة 23 زوجًا من الكروموسومات. وتسمّى الكروموسومات التي تُشكّل أزواجًا، والتي يكون أحد الوالدين مصدر كل منها، **الكروموسومات المتماثلة**. وكما هو موضح في **الشكل 1**، فإن الكروموسومات المتماثلة في خلايا الجسم لها الطول نفسه وموقع القطعة المركزية نفسه وتحمل الجينات التي تتحكم في الصفات الموروثة نفسها. فعلى سبيل المثال، يقع الجين الذي يتحكم في نوع شحمة الأذن في الموقع نفسه على كل من الكروموسومات المتماثلة. على الرغم من أن هذه الجينات ترمز إلى نوع شحمة الأذن، إلا أنها قد لا ترمز تمامًا إلى نوع شحمة الأذن نفسه.

■ **الشكل 1** الكروموسومات المتماثلة تحمل على الموقع نفسه على أي صفة وراثية. الجينات التي ترمز إلى نوع شحمة الأذن قد لا ترمز إلى النوع نفسه تمامًا من شحمة الأذن.



زوج من الكروموسومات المتماثلة

خلفية عن المحتوى

الكروموسومات العملاقة لذبابة الفاكهة تمر الكروموسومات في الغدد اللعابية ليرقات ذبابة الفاكهة بعشر دورات من التضاعف من دون انقسام الخلية. لا تنفصل الكروماتيدات الشقيقة و هي تتكون من 2^{10}، أو 1024، جزيء DNA مرتبطة معًا. عند صبغ هذه الخلايا، تتبادل الشرائط الداكنة الكثيفة مع الشرائط الأفتح. إن لكل كروموسوم نمطًا شريطيًا مميزًا. وتُسمى هذه الكروموسومات كروموسومات عديدة الخيوط وهي مفيدة في الأبحاث الوراثية ورسم خرائط الكروموسومات. استُخدمت هذه الكروموسومات أيضًا لدراسة العلاقة بين تركيب الكروموسوم والنشاط الجيني.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

almanahj.com/ae

الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية وثنائية المجموعة الكروموسومية

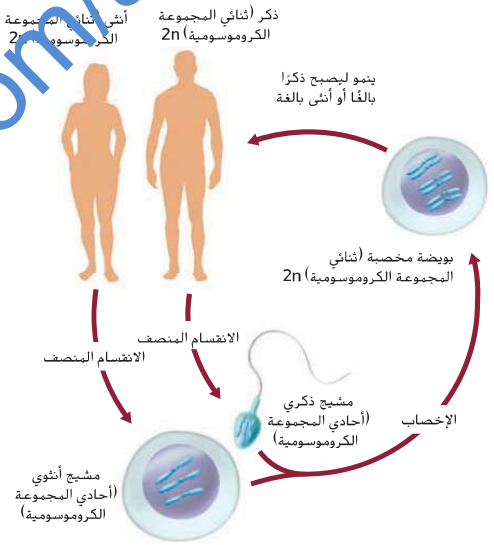
للحفاظ على ثبات عدد الكروموسومات من جيل إلى آخر، يُنتج الكائن الحي **الأمشاج** وهي خلايا جنسية تحمل نصف عدد الكروموسومات. ويختلف عدد الكروموسومات من نوع إلى آخر، فلدى الإنسان يحمل كل مشيج 23 كروموسومًا. يمكن استخدام الرمز n لتمثيل عدد الكروموسومات في المشيج. وتُسمى الخلية التي تحمل العدد n من الكروموسومات 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 الأنثى 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 المنصّف

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



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

المطويات®
ضمّن مطويتك معلومات من هذا القسم.

almanahj.com/ae

استراتيجية القراءة

د م ض م التصفح والأسئلة والقراءة والتذكر والمراجعة (SQ3R) اطلب من الطلاب تنفيذ الخطوات الخمس وهي التصفح والأسئلة والقراءة والتذكر والمراجعة أثناء قراءة خطوات المرحلة الأولى والثانية للانقسام المنصّف. يتعيّن عليهم أولًا **تصفح** القسم مع التركيز على العناوين ثم كتابة **أسئلة** عن المفاهيم الأساسية، ثمّ **قراءة** القسم وتدوين الملاحظات المتعلقة بالأسئلة **وتذكر** المفردات و**مراجعة** المعنى.

تدريب المهارات

ض م ف م تصميم رسم اطلب من الطلاب رسم دورة التكاثر العامة لخلية تتضمن 6 كروموسومات. واطلب منهم الإشارة إلى مراحل دورة الحياة التي تكون فيها الخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية $(2n)$ والمراحل التي تكون فيها أحادية المجموعة الكروموسومية (n).
يجب أن تكون الإجابات مشابهة لدورة الحياة الموضحة في الشكل 2.

المطويات®

لمزيد من التعمّق
تواصل مع الطلاب: على الوجه الخلفي لهذه المطوية، اكتبوا كل مرحلة من الانقسام المتساوي تشبه مرحلة من مراحل الانقسام المنصّف ثم قارن وقابل بين الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف.

التدريس المتمايز

متعلمون دون المستوى قد يحتاج المتعلمون دون المستوى إلى مزيد من التوجيه عند بدء الأنشطة. فهؤلاء يستفيدون من ذكر التعليمات بأسلوب الـ "خطوة بخطوة" وكتابتها على السبورة.

سؤال حول الشكل 2 ينخفض عدد الكروموسومات إلى النصف أثناء الانقسام المنصّف.

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف
McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

Ch12.indb 325 1/9/2017 9:50:36 AM

التفكير الناقد

د م ض م ف م توقّع
أسأل الطلاب: أين يمكن أن تجد في ضفدع خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n)؟ كل الخلايا اللاجنسية **أين يمكن أن تجد خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (n)؟** خلايا البويضة أو الحيوان المنوي

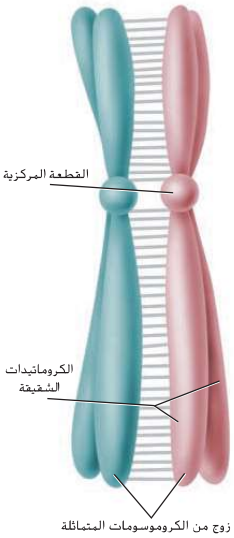
ح تطوير المفاهيم

د م ض م ف م الدعم التدريجي
أسأل الطلاب: ما نوع الانقسام الخلوي الذي يُنتج خلايا جنسية؟ الانقسام المنصّف **كم عدد الكروموسومات في أمشاج كائن حي لديه *18* كروموسومًا في الخلية الجسمية؟** 9 **قارن بين الخلايا الوليدة في الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف.** تتطابق الخلايا الوليدة في الانقسام المتساوي، لكن الخلايا الوليدة في الانقسام المنصّف لا تتطابق بسبب التوزيع الحر وعملية العبور. **ما الذي يحدث إذا لم تنفصل الكروماتيدات الشقيقة لزوج واحد خلال الطور الانفصالي الثاني؟** سيحتوي أحد الأمشاج على كروموسوم إضافي وسينقص كروموسوم من المشيج الآخر.
وضّح أن هذه هي إحدى طرق الإصابة بمتلازمة داون (تثلث الكروموسوم 21).

دعم الكتابة

ض م كتابة غير منهجية اطلب من الطلاب كتابة خطاب من وجهة نظر خلية عن التغيرات التي تحدث في كروموساماتها أثناء الانقسام المنصّف. واطلب منهم تضمين الكلمات التالية: الطور الانفصالي والطور النهائي والكروماتيدات وعشوائي.
الإجابة المحتملة: تصطف أزواج الكروموسومات بطريقة عشوائية وتنفصل أثناء الطور الانفصالي الأول. إن كل مكوّن في الزوج يتشكّل من كروماتيدين. ونتيجة لذلك، ينتقل كل مكوّن من كل زوج إلى أحد القطبين أثناء الطور النهائي الأول.

■ **سؤال حول الشكل 4** القطعة السفلية اليمنى من الكروموسوم الأيسر والقطعة السفلية اليسرى من الكروموسوم الأيمن



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

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

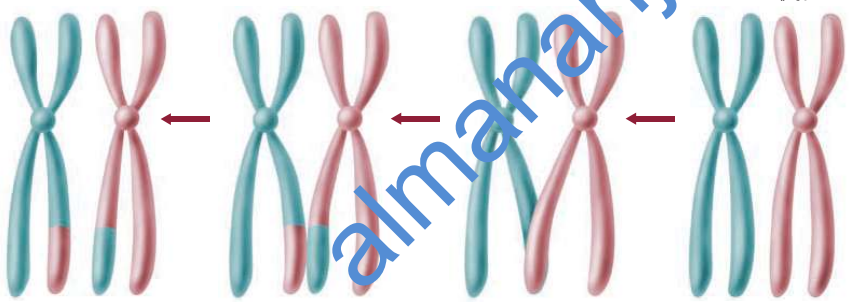
الطور البيني تذكَّر أن دورة الخلية تتضمن الطور البيني قبل الانقسام المتساوي. تمر الخلايا أثناء الانقسام المنصّف أيضًا بالطور البيني كجزء من دورة الخلية. وتقوم الخلايا في الطور البيني بعدد من عمليات الأيض المتنوعة، ومنها تضاعف الـ DNA وتركيب البروتينات.

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 تتكاثف الكروموسومات المتماثلة، تبدأ بتكوين الأزواج في عملية تُسمّى **التشابك**. حيث تتلاصق الكروموسومات المتماثلة على امتداد طولها. كما هو موضّح في **الشكل 3**. لاحظ أنه في **الشكل 4** حدث تبادل بين أجزاء كلّ 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 المريكزات إلى الأقطاب المتقابلة من الخلية. كما تتكوّن الخيوط المغزلية التي ترتبط مع الكروماتيدات الشقيقة عند القطعة المركزية.

الطور الاستوائي الأول في المرحلة التالية من الانقسام المنصّف، تصطف أزواج الكروموسومات المتماثلة على خط استواء الخلية، كما هو موضح في **الشكل 5**. خلال الانقسام المنصّف، ترتبط الخيوط المغزلية بالقطعة المركزية لكل كروموسوم من الكروموسومات المتماثلة. تذكَّر 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 المنصّف، تصطف الكروموسومات المتماثلة في صورة أزواج على طول خط استواء الخلية. وهذا أحد الفروق المهمة بين الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف.

الطور الانفصالي الأول أثناء الطور الانفصالي الأول، تنفصل الكروموسومات المتماثلة كما هو موضح أيضًا في **الشكل 5**. حيث يتحرّك كل مكوّن من أزواج الكروموسومات نحو قطب من القطبين المتقابلين في الخلية توجّهه الخيوط المغزلية. يتم اختزال عدد الكروموسومات من $2n$ إلى n عند انفصال الكروموسومات المتماثلة. تذكَّر أنه في الانقسام المتساوي، تنقسم الكروماتيدات الشقيقة أثناء الطور الانفصالي. أما أثناء الطور الانفصالي الأول للانقسام المنصّف، فيبقى كل واحد من الكروموسومات المتماثلة مكوّنًا 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. قد لا تكون الكروماتيدات الشقيقة متطابقة بسبب عملية العبور التي قد تحدث أثناء عملية التشابك في الطور التمهيدي الأول.



almanahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي

ض م ف م الانقسام المنصّف أحضر زوجين من أحذية التنس وزوجين من الصنادل بحيث يمثل كل زوج منها زوجًا من الكروماتيدات. ضع فردة من كل زوج على الأرض.
أسأل الطلاب: ما الذي يحدث للكروموسومات (التي تمثلها الأحذية) قبل أن تمر الخلية بالطور التمهيدي الأول؟ تتضاعف الكروموسومات. ضع الفردة الأخرى للزوج بجانب الفردة التي تطابقها. **ما الذي يحدث للكروموسومات أثناء الطور الاستوائي الأول؟** تصطف الأزواج. قم بصفّ زوجي أحذية التنس معًا والأحذية الأربعة الأخرى معًا. تابع مراحل الانقسام المنصّف حتى تحصل على أربعة أزواج مكوّن كل منها من فردة حذاء تنس وفردة صندل. الوقت المقدّر: 10 min

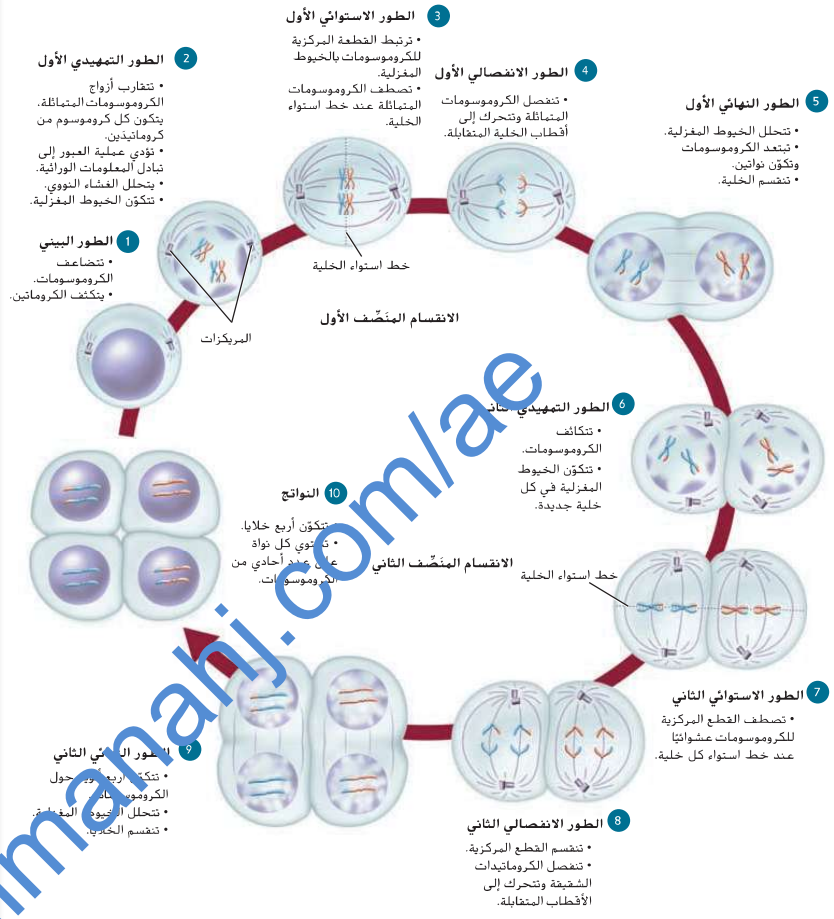
McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Ch12.indb 326 1/9/2017 9:50:37 AM

تصوّر الانقسام المنصّف

الشكل 5

تتبع أطوار المرحلة الأولى للانقسام المنصّف والمرحلة الثانية للانقسام المنصّف، مبتدئًا بالطور البيني على اليسار.



McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

almanahj.com/ae

الغاية

سيفهم الطلاب مراحل الانقسام المنصّف والخصائص المهمة لكل طور.

ح تطوير المفاهيم

د م ض م **التعلم التعاوني**

نشاط قسّم الطلاب إلى ثماني مجموعات صغيرة. وحدد لكل مجموعة مرحلة واحدة من مراحل الانقسام المنصّف الثماني لخلية ثنائية المجموعة الكروموسومية ($2n$) عدد كروموسوماتها 10. قدّم لهم قطع خيوط بلونين (تمثل الأم والأب) بأطوال مختلفة. يجب على الطلاب استخدام طول مختلف لكل زوج من الكروموسومات. واطلب منهم تحديد عدد قطع الخيوط التي سيحتاجونها من كل طول بهدف تمثيل الخلية ثم ألصق الخيوط على ورق مقوّى. وبعد انتهاء كل مجموعة من المرحلة المحددة لها، اطلب منهم الاصطفاف بحسب ترتيب المراحل، ويمكن لمتحدث باسم المجموعة أن يُلخّص ما يحدث في المرحلة المحددة لها.

ف م اطلب من كل مجموعة إجراء المراحل الثماني.

مقتطف من بحث

أنشطة عملية تشير الأبحاث التربوية إلى أن الأنشطة، مثل نشاط الانقسام المنصّف الموضح في هذه الصفحة، يوفر خبرة عملية قيمة للطلاب. تؤدي هذه الخبرة إلى رفع مستوى الاهتمام والتحصيل. (Wood and Turner-Vorbeck، 2001)

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Ch12.indb 327 1/9/2017 9:50:38 AM

تقويم تطور فهم المحتوى

قوّم مدى تطور الفهم عندما يراجع الطلاب أسئلة تحليل التجربة الاستهلالية.

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م

توضيح مفهوم خاطئ

اسأل الطلاب: كم عدد مجموعات الكروموسومات في كل خلية جديدة بعد المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف؟ واحدة يجد الطلاب غالبًا صعوبة في مفهوم أن الانقسام الاختزالي للكروموسوم يحدث أثناء المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف فقط. أكّد على أن الانقسام الاختزالي يحدث فقط في المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف وأن المرحلة الثانية من الانقسام المنصّف ليست انقسامًا اختزاليًا.

مساحة لتحليل البيانات 1

توضيحات عن الموضوع

- تتوقف خلايا الخميرة التي لا تحتوي على جين Kar3 عامل في الطور التمهيدي الأول. ويبدو أن منتج البروتين Cik1 يؤدي دورًا في التراكيب الجديدة للكروموسومات المتماثلة في خلايا الخميرة وتكوين الأمشاج. ويُعتقد أن هذه البروتينات تؤدي دورًا في التحكم بنشاط جين Kar3، وهو جين مهم في إزالة بلمرة الأنيبيبات.
- راجع أيضًا Manning, et al. 1999. Differential regulation of the Kar3p kinesin-related protein by two associated proteins, Cik1p and Vik1p. *Journal of Cell Biology* 144: 1219–1233.

فكّر بشكل ناقد

1. نعم. لأن الخميرة التي لا يمكنها صنع بروتين Cik1p تُنتج عددًا قليلًا جدًا من الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.
2. لا. لأنه يبقى بإمكان الخلايا التي ليس لديها القدرة على صنع بروتين Kar3p إنتاج خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية.
3. لا. لأنه من بين نوعي البروتينين الأساسيين اللذين تم اختبارهما، لا يبدو أن بروتين Kar3p يؤدي دورًا في الانقسام المنصّف.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مراجعة بناءً على ما قرأته عن الانقسام المنصّف، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

اختصاصي الوراثة الطبية يبحث اختصاصي الوراثة الطبية في آلية توارث الأمراض وتشخيص الحالات الوراثية وعلاج الأمراض الوراثية.

أثناء الطور النهائي الأول، تحدث عادةً عملية الانقسام السيتوبلازمي، وتؤدي إلى حدوث تخصّر في الخلايا الحيوانية وتكوّن صفيحة خلوية في الخلايا النباتية. وبعد الانقسام السيتوبلازمي، قد تمر الخلايا بالطور البيني مرة أخرى قبل حدوث المجموعة الثانية من الانقسامات. لكن لا يتضاعف الـ DNA مرة أخرى أثناء هذا الطور البيني. وفي بعض الأنواع، تبتعد الكروموسومات بعضها عن بعض ويظهر الغشاء النووي وتتكوّن النواة مرة أخرى أثناء الطور النهائي الأول.

المرحلة الثانية للانقسام المنصّف

لا ينتهي الانقسام المنصّف بنهاية المرحلة الأولى منه. فأثناء الطور التمهيدي الثاني، تحدث مجموعة ثانية من الأطوار تبدأ بتكوّن الجهاز المغزلي وتكاثف الكروموسومات. وفي الطور الاستوائي الثاني، تترتب الكروموسومات على خط استواء الخلية بواسطة الخيوط المغزلية، كما هو موضح في **الشكل 5**. يصطف عدد من الكروموسومات ثنائية المجموعة الكروموسومية على خط استواء الخلية أثناء الطور الاستوائي تحضيراً للانقسام المتساوي. أما في الطور الاستوائي الثاني من الانقسام المنصّف، فيصطف عدد من الكروموسومات أحادية المجموعة الكروموسومية على خط استواء الخلية. يتم سحب الكروماتيدات الشقيقة خلال الطور الانفصالي الثاني بعيدًا عند القطعة المركزية بواسطة الخيوط المغزلية وتتحرك الكروماتيدات الشقيقة باتجاه القطبين المتقابلين للخلية. تصل الكروموسومات إلى القطبين خلال الطور النهائي الثاني ويتكون الغشاء النووي والنواة مرة أخرى. وفي نهاية المرحلة الثانية من الانقسام المنصّف، يحدث الانقسام السيتوبلازمي وينتج عنه أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية، تحمل كل خلية العدد *n* من الكروموسومات، كما هو موضح في **الشكل 5**.

التأكد من فهم النص **استدلّ** لماذا تُعد مرحلتا الانقسام المنصّف مهمتين لتكوين المشيج؟

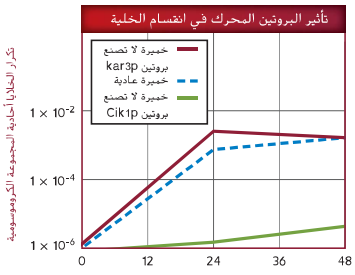
مختبر لتحليل البيانات 1

استخدام بيانات حقيقية *

استنتاج والملاحظات

البيانات والملاحظات

كيف تؤثر البروتينات المحرِّكة في انقسام الخلية؟ يعتقد العديد من العلماء أن البروتينات المحرِّكة تؤدي دورًا مهمًا في حركة الكروموسومات خلال كل من الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف. ولاختبار هذه الفرضية، قام الباحثون بإنتاج خميرة لا يمكنها صنع البروتين المحرّك المسمى Kar3p. كما أنتجوا خميرة لا يمكنها صنع البروتين المحرّك المسمى Cik1p، الذي يحدّ من وظيفة البروتين Kar3p. ويبيّن الرسم البياني إلى اليسار نتائج تجربتهم.



خذ البيانات من: Shanks, et al. 2001. The Kar3-Interacting protein Cik1p plays a critical role in passage through meiosis in *Saccharomyces cerevisiae*. Genetics 159: 935–951.

التفكير الناقد

1. **قيّم** ما إذا كان Cik1p يبدو مهمًا لعملية الانقسام المنصّف في الخميرة. اشرح ذلك.
2. **قوّم** ما إذا كان Kar3p يبدو ضروريًا لعملية انقسام المنصّف في الخميرة. اشرح ذلك.
3. **استنتج** ما إذا كانت كل البروتينات المحرّكة تؤدي دورًا مهمًا في الانقسام المنصّف. اشرح ذلك.

التأكد من فهم النص ستتنوع الإجابات ولكن يجب أن تتضمن ضرورة تنصيف عدد الكروموسومات تمهيدًا للإخصاب.

almanahj.com/ae

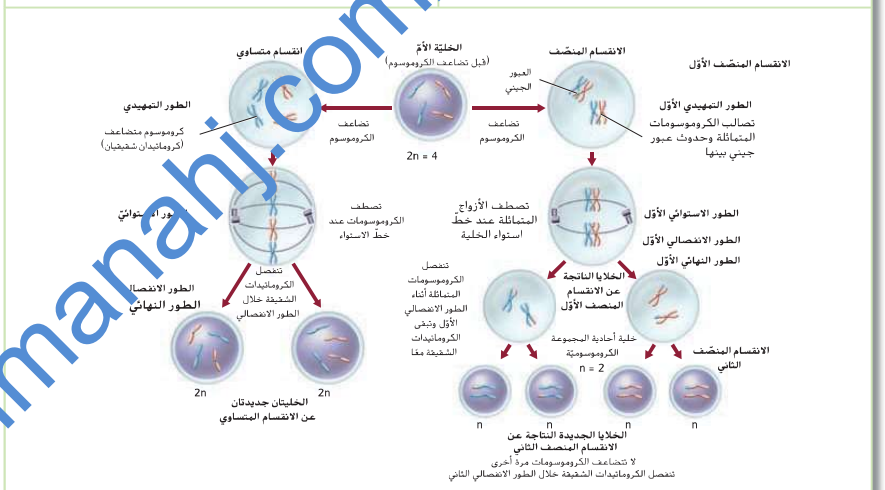
Ch12.indb 328 1/9/2017 9:50:38 AM

أهمية الانقسام المنصّف

يبيّن الجدول 1 مقارنة بين الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف. تذكَّر أن الانقسام المتساوي ينطوي على مرحلة انقسام واحدة وينتج عنه خليتان وليدتان متطابقتان ثنائيتا المجموعة الكروموسومية (2n). في حين ينطوي الانقسام المنصّف على مرحلتين من الانقسامات وينتج عنه أربع خلايا وليدة غير متطابقة مع الخلية الأم أحادية المجموعة الكروموسومية. يُعدّ الانقسام المنصّف مهمًّا لأنه يوفّر التنوع الوراثي.

الجدول 1 الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف

الانقسام المتساوي	الانقسام المنصّف
تحدث مرحلة انقسام واحدة أثناء الانقسام المتساوي.	تحدث مرحلتا انقسام أثناء الانقسام المنصّف: المرحلة الأولى والثانية.
يتضاعف الـ DNA أثناء الطور البيني.	يتضاعف الـ DNA مرة واحدة قبل المرحلة الأولى للانقسام المنصّف.
لا يحدث تشابك بين الكروموسومات المتماثلة.	يحدث تشابك بين الكروموسومات المتماثلة أثناء الطور التمهيدي الأول.
تتكوّن خليتان متطابقتان في كل دورة خلوية ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).	تتكوّن أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية (n) في كل دورة خلوية ثنائية المجموعة الكروموسومية (2n).
الخلايا الوليدة متطابقة وراثيًا.	الخلايا الوليدة غير متطابقة وراثيًا بسبب عملية العبور.
يحدث الانقسام المتساوي فقط في الخلايا الجسمية.	يحدث الانقسام المنصّف فقط في الخلايا التناسلية.
يحدث الانقسام المتساوي خلال النمو لتعويض الخلايا التالفة.	يدخل الانقسام المنصّف في إنتاج الأمشاج وتوفير التنوع الوراثي في الكائنات الحية.



McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

نشاط

د م ض م ف م التعلم التعاوني التنوع لتوضيح التنوع في الأبناء، أحضر كيسًا من بذور اللوبيا أو الفاصوليا البيضاء. وقسّم الطلاب إلى مجموعات واعط كل مجموعة 20–30 بذرة. ثم اطلب من الطلاب قياس طول البذور بوحدة mm بدقة، ثم إعداد تمثيل بياني بالأعمدة بطول البذور. سيرى الطلاب أنه حتى بين البذور التي تبدو متشابهة، يوجد تنوع في الأطوال. إضافةً إلى ذلك، يمكن قياس سمات أخرى كالكتلة والعرض. ويمكن أن يُنبِت الطلاب المهتمون البذور لرؤية العلاقة بين الحجم والنمو. الوقت المقدَّر: 20 min

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تدريب المهارات

د م ض م ف م الثقافة المرئية
اطلب من الطلاب استخدام أحد عناصر الجدول 1، مثل الخلايا الوليدة، لإنشاء رسم توضيحي يبيّن الفرق بين الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف.

دعم الكتابة

د م ض م ف م كتابة إبداعية اطرح على الطلاب الفكرة الخيالية التي طرحها العلماء لإنهاء عملية الانقسام المنصّف. واطلب منهم كتابة ورقة موقف إما تدعم فكرة العلماء أو تعارضها.

تدريب المهارات

د م ض م ف م إنشاء جدول اطلب من الطلاب تصميم مخطط للأحداث التي تحدث أثناء الانقسام المنصّف. واطلب منهم تسمية الأعمدة بأسماء أطوار الانقسام المنصّف والصفوف بأسماء أجزاء الخلية: النواة والنويّة والكروموسومات والخيوط المغزلية. ثم اطلب منهم رسم أطوار الانقسام المنصّف وتسميتها.

almanahj.com/ae

Ch12.indb 329 1/9/2017 9:50:39 AM

تطوير المفاهيم

ض م م د م

توضيح مفهوم خاطئ

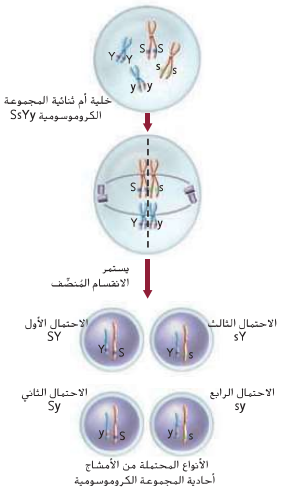
غالبًا ما يجد الطلاب صعوبة في التمييز بين التكاثر الجنسي واللاجنسي ومصادر التنوع.

اسأل الطلاب: ما مصدر التنوع بين الكلاب الصغيرة التي تولد في بطن واحدة؟ قد يُرجع بعض الطلاب التنوع في الحجم مثلًا إلى العوامل البيئية كمقدار الطعام المتوفر. ناقش الأليلات والتوزيع الحر وعملية العبور والعوامل البيئية. وذكّر الطلاب أن التكاثر الذي يتضمن البويضات أو الحيوانات المنوية أو حبوب اللقاح هو تكاثر جنسي وينتج عنه "خليط" جديد من الجينات في الأبناء؛ في حين لا يتضمن التكاثر اللاجنسي ذلك.

التقويم التكويني

التقييم باستخدام شرائح أو صور لمختلف مراحل الانقسام المنصّف، اعرض المراحل للطلاب من دون ترتيب. ثم اطلب منهم تحديد المرحلة وكتابة كيفية تمييزها، ثم اطلب منهم التحقق من إجاباتهم.

المعالجة اطلب من الطلاب إنشاء بطاقات تعليمية لمختلف أطوار الانقسام المنصّف. واطلب منهم رسم الطور على أحد جانبي البطاقة وكتابة اسمه وخصائصه المميزة على الجانب الآخر.



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

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

لاحظ أن الاحتمال الأول يبيّن 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 تشتمل دورة حياة بعض الكائنات الحية الأخرى على التكاثر الجنسي واللاجنسي معًا. فيرث 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 مقارنة بتلك التي تتكاثر لاجنسيًا. أي تتضاعف الجينات المفيدة على نحو أسرع عند حدوث التكاثر الجنسي مقارنة بالتكاثر اللاجنسي.

القسم 1 التقويم

ملخص القسم

- يتضاعف الـ DNA مرة واحدة فقط أثناء الانقسام المنصّف وينتج عنه أربعة أمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية.
- يحتوي الانقسام المنصّف على مرحلتين من الانقسامات.
- ينتج عن الانقسام المنصّف تنوع وراثي في الأمشاج.

فهم الأفكار الأساسية

1. **حلّل** الفكرة الأساسية كيف يُنتج الانقسام المنصّف الأمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية.
2. **أشر** إلى الطريقة التي يختلف بها الطور الاستوائي الأول عن الطور الاستوائي في الانقسام المتساوي.
3. **صف** كيف يحدث التشابك.
4. **ارسم** خلية تحوي أربعة كروموسومات تمر بانقسام منصّف.
5. **قوّم** كيف يسهم الانقسام المنصّف في التنوع الوراثي، في حين لا يسهم فيه الانقسام المتساوي.

التفكير الناقد

6. **قارن وقابل** بين الانقسام المتساوي والانقسام المنصّف مستعينًا **بالشكل 5** **والجدول** ، في طريق إنشاء مخطط فِن.

الكتابة في العلوم

7. تخيل أنك كروموسوم يمر بعملية الانقسام المنصّف. صِف ما يحدث لك وللكروموسومات الأخرى.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

almanahj.com/ae

القسم 1 التقويم

1. خلال الانقسام الاختزالي، يحتوي كل مشيج على نصف عدد الكروموسومات.
2. الطور الاستوائي الأول: تصطف الأزواج المتماثلة؛ الطور الاستوائي للانقسام المتساوي: تصطف الكروموسومات المفردة المكونة من كروماتيدات شقيقة.
3. ترتبط الكروموسومات المتماثلة معًا أثناء عملية التشابك في الطور التمهيدي الأول.
4. يجب أن توضّح الرسوم فهم كيفية اصطفاف الكروموسومات في المرحلة الأولى والثانية من الانقسام المنصّف. ويجب أن تعرض الرسوم أربعة كروموسومات في كل خلية من الخليتين الوليدتين خلال نهاية المرحلة الأولى من الانقسام المنصّف وكروموسومين في كل خلية من الخلايا الوليدة الأربع في نهاية المرحلة الثانية من الانقسام المنصّف.
5. أثناء الانقسام المنصّف، يوفر التوزيع الحر لأزواج الكروموسومات وعملية العبور مقدارًا كبيرًا من التنوع الوراثي. وينتج عن الانقسام المتساوي خلايا متطابقة.
6. يجب أن تعكس الرسوم أوجه الشبه والاختلاف.
7. ستتنوع الإجابات لكن يجب أن تكون سردية وتصف العمليات المتضمنة في الانقسام المنصّف والنتائج المحتملة للعملية.

330 الوحدة 12 • التكاثر الجنسي وعلم الوراثة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Ch12.indb 330 1/9/2017 9:50:39 AM

القسم 2

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- ما أهمية تجارب مندل في دراسة علم الوراثة؟
- ما قانون الانعزال وقانون التوزيع الحر؟
- ما احتمالات الأبناء الناتجة عن التزاوج مستخدمًا مربع بانيت؟

مفردات للمراجعة

الانعزال segregation: انفصال الجينات الأليلية أثناء الانقسام المنصف

مفردات جديدة

علم الوراثة	genetics
الأليل	allele
السائد	dominant
المتنحي	recessive
متماثل الجينات	homozygous
متخالف الجينات	heterozygous
الطراز الجيني	genotype
الطراز الظاهري	phenotype
قانون الانعزال	law of segregation
الهجين	hybrid
قانون التوزيع الحر	law of independent assortment

علم الوراثة المندلية

الفكرة الأساسية **وضّح مندل كيف يمنع أليل سائد ظهور أثر أليل متنحٍ.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية للكلاب سلالات عديدة، منها كلاب الصيد البيرادور وكلاب الدشهند الألمانية وكلاب الرعاة الألمانية وكلاب 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 نتائجه 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 لنسلٍ يحمل شكلًا واحدًا من الصفة.

يتكاثر نبات البازلاء عادةً بالإخصاب 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.

التاريخ تتبّع مندل الصفات الوراثية المتنوعة في نباتات البازلاء التي هجّنها. ثم حلل نتائج تجاربه ووضع فرضية تتعلق بكيفية توارث الصفات. بدأت دراسة **علم الوراثة** وهو علم انتقال الصفات الوراثية، على يد مندل الذي يُعتبر مؤسّسه.

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

وراثة الصفات

لاحظ مندل أن سلالات معينة في نبات بازلاء الحدائق تنتج أشكالًا محددة من الصفة الوراثية جيلًا بعد جيل. فقد لاحظ مثلًا أن بعض السلالات تنتج حبوبًا خضراء دائمًا، وبعضها الآخر ينتج حبوبًا صفراء دائمًا. ولفهم كيفية توارث هذه الصفات، أجرى مندل تلقيحًا خلطيًا بنقل المشاج 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 تجنبًا لحدوث الإخصاب الذاتي. أطلق مندل على جيل نبات البازلاء الخضراء والصفراء اسم جيل الآباء، ويُرمز إليه بالحرف P.

الشكل 7 جريجور مندل المعروف بمؤسس علم الوراثة.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

خلفية عن المحتوى

معلومات للمعلم وُلِد مندل عام 1822 في قرية هيزندورف في النمسا (مورافيا) وكان والده مزارعًا. التحق مندل بجامعة فيينا لدراسة الفيزياء والرياضيات والكيمياء وعلم النبات وعلم الأحافير وعلم تشريح النبات. وقد درس عملية التلقيح في النباتات التي لعبت دورًا مهمًا بعد ذلك في اكتشافاته المتعلقة بعلم الوراثة.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

القسم 2

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م الصفات الوراثية

اسأل الطلاب: هل كل الكلاب متشابهة الشكل؟ ما الخصائص التي تشير إلى سلالة معينة؟ تتنوع سلالات الكلاب من نواحٍ عديدة، منها: اللون والحجم والشكل والطول ولون الشعر وأشكال الشعر وغيرها. **هل هذه السمات متوارثة؟** تتوارث كل الكلاب في سلالة معينة هذه الخصائص. **هل تستطيع التمييز بين أفراد السلالة نفسها؟** يمكن تمييز أفراد سلالة معينة بسماتهم الفريدة. **علام يدل هذا بالنسبة إلى وراثة هذه الخصائص؟** تتنوع وراثة هذه الصفات ضمن السلالة الواحدة. ذكّر الطلاب بأن جميع الكلاب تنتمي إلى النوع نفسه. وهو نوع *Canis familiaris*، لكن ثمّة سلالات مختلفة ضمن هذا النوع.

ح تطوير المفاهيم

د م ض م نشاط اطلب من الطلاب زراعة بعض البذور لتمثيل تجارب مندل. بمساعدة برنامج Wisconsin Fast plants، ازرع نباتًا من جنس السحلبية *Brassia* الذي يُزهر خلال 14 يومًا تقريبًا. يمكن شراء البذور من شركات المستلزمات الحيوية. لاحقًا، كلّف الطلاب بتدوين ملاحظات عن الصفات الوراثية للنباتات التي نمت من هذه البذور.

التأكد من فهم النص إنَّ استخدام نباتات نقية السلالة يسّر لمندل فصل الجينات التي انتقلت من جيل إلى جيل.

almanahj.com/ae

Ch12.indb 331 1/9/2017 9:50:40 AM

ك استراتيجية الكتابة

م ض م ف **كتابة منهجية** اطلب من الطلاب كتابة مقال لصحيفة من صحف ستينيات القرن التاسع عشر يعلن عن اكتشاف مندل لطرق الوراثة وحساباتها الرياضية.

التفكير الناقد

د م ض م **حلّل**

اسأل الطلاب: أي من الأجيال التالية (*P* أو F_1 أو F_2) يمثلك أنت، وأبويك، وأجدادك؟ الأجداد من الجيل P والآباء من الجيل F_1 وأنت من الجيل F_2.

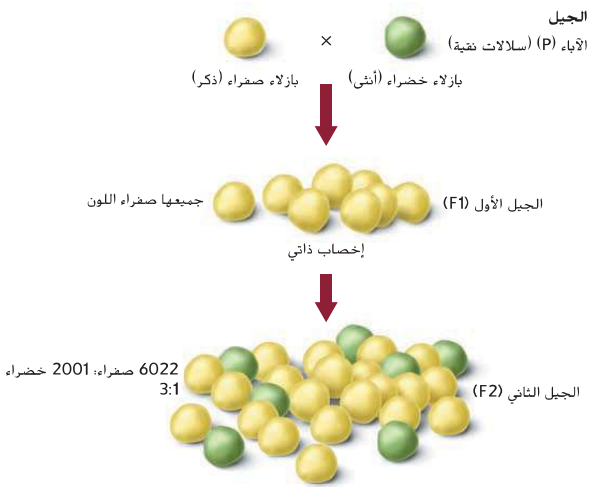
ح تطوير المفاهيم

د م ض م **توضيح مفهوم خاطئ**

اسأل الطلاب: برأيك أي الجينات أفضل أو مرغوب فيها أكثر: الجينات السائدة أم الجينات المتنحية؟ ولا أي منهما قد يحتار الطلاب بين معنى كل من سائد ومتنح، معتقدين أن متنحيًا تعني صغيرًا وضعيفًا، وسائدًا تعني قويًا ومهيمنًا. وقد يعتقد الطلاب أيضًا أن الجينات السائدة مرغوب فيها أكثر من الجينات المتنحية التي يعتقدون أنها سيئة أو ضارة. لذا اشرح لهم أن بعض الجينات السائدة قد تسبب اختلالات. واستخدم مثال تعدد الأصابع (ولادة الشخص بأكثر من خمسة أصابع). فأليل الجين المسؤول عن هذا الاختلال سائد في الإنسان لكنه أقل انتشارًا من الشكل المتنحي. **ما سبب ذلك؟** لأن الجين السائد نتيجة طفرة جينية نادرة الحدوث –أما غالبية الأشخاص العاديون الطبيعيون فهم متنحيون في التركيب الجيني ويحملون أليلان متماثلان متنحيان –لذا فرصة ظهور صفة الإصبع الزائد نادرة.

■ **سؤال حول الشكل 8** كانت الحبوب الصفراء الشكل السائد لهذه الصفة. وتلقت جميع حبوب الجيل الأول (F_1) نسخة واحدة من الجين السائد.

■ **الشكل 8** يبين الشكل نتائج عملية التلقيح الخلطي التي قام بها مندل بين نباتات بازلاء نقية السلالة ذات حبوب صفراء وخضراء اللون. **اشرح لماذا كانت كل الحبوب في ذرية الجيل الأول F_1 صفراء اللون؟**



الجيل الأول F_1 والجيل الثاني F_2 عندما قام مندل بزراعة الحبوب الناتجة عن تلقيح نبات أصفر الحبوب مع نبات أخضر الحبوب، كانت كل الذرية الناتجة صفراء الحبوب. تُسمّى الذرية الناتجة عن تزاوج الآباء الجيل الأول (F_1). ويبدو أن صفة الحبوب الخضراء اختفت في الجيل الأول F_1 فقرر مندل أن يتحقق مما إذا كانت الصفة قد اختفت نهائيًا أو طمست.

قام مندل بزراعة ذرية من الجيل الأول F_1 الأصفر الحبوب، وتركها تنمو وتخصّب ذاتيًا، ثم تفحّص الحبوب الناتجة عن هذا التلقيح. يبين **الشكل 8** نبات الجيل الثاني (F_2)؛ أي النسل الناتج عن تلقيح الجيل الأول F_1. وقد جمع مندل الحبوب فوجد 6022 حبة صفراء و 2001 حبة خضراء، وهي تقريبًا النسبة الذهبية 3:1 من الحبوب الصفراء إلى الخضراء.

درس مندل سبع صفات وراثية مختلفة، هي لون الحبة ولون الزهرة ولون القرن وشكل الحبة أو ملمسها وشكل القرن وطول الساق وموقع الزهرة. ووجد أن نباتات الجيل الثاني F_2 الناتجة عن عمليات التلقيح أظهرت أيضًا نسبة الـ 3:1.

أزواج الجينات استنتج مندل أنه لا بد من وجود شكلين لصفة الحبوب في نبات البازلاء، هما: الحبوب الصفراء والحبوب الخضراء وكل شكل يتحكم فيه عامل يُسمى الأليل. إن **الأليل** هو شكل آخر لجين مفرد ينتقل من جيل إلى آخر. لذا فإن كلًا من الجين المسؤول عن الحبوب الصفراء والجين المسؤول عن الحبوب الخضراء هو شكل مختلف لجين واحد.

استنتج مندل أن نسبة الـ 3:1 التي لاحظها أثناء تجاربه يمكن تفسيرها إذا كانت الأليلات موجودة في أزواج في كل النباتات. وأطلق على شكلي الصفة الاسمين الظاهرين. **السائد** للشكل الذي ظهر في الجيل الأول F_1. **والمتنحي** للشكل الذي طُمس في الجيل الأول F_1. عند تلقيح نبات صفراء الحبوب مع نبات خضراء الحبوب، كانت الحبوب الصفراء هي الشكل السائد من الصفة في حين كانت الحبوب الخضراء هي الشكل المتنحي من الصفة.

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

فني مختبر الوراثة يساعد فني مختبر الوراثة الباحثين في إجراء التجارب والمحافظة على سلامة المختبر.

مقتطف من بحث

نماذج تشير الأبحاث التعليمية إلى استفادة الطلاب من استخدام النماذج بحيث أنّها تساعد المتعلمين البصريين من بين الطلاب عن طريق تقديم مثال حسي على مفهوم صعب. (Hitt and Towsend ،2004)

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education
almanahj.com/ae
McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

332 الوحدة 12 • التكاثر الجنسي وعلم الوراثة

Ch12.indb 332 1/9/2017 9:50:40 AM

السيادة عند ترك نسل الجيل الأول F_1 تخصّب ذاتيًا. أظهر مندل أن الأليل المتنحي في الحبوب الخضراء لم يختفِ بل طُمس. فاستنتج مندل أن صفة الحبوب الخضراء لم تظهر في نسل الجيل الأول F_1 لأن صفة البذور الصفراء سائدة وطغت على الأليل المسؤول عن صفة الحبوب الخضراء.

عند النمذجة في الوراثة، يُرمز إلى الأليل السائد بحرف كبير في حين يُرمز إلى الأليل المتنحي بحرف صغير. ويُطلق على الكائن الحي الذي يحمل زوجًا من الأليلات نفسها لصفة محددة اسم **متماثل الجينات**. رمز النبات الصفراء الحبوب المتماثلة الجينات هو *YY* ورمز النبات الخضراء الحبوب المتماثلة الجينات هو *yy*. ويُطلق على الكائن الحي الذي يحمل أليلين مختلفين لصفة معينة اسم **متخالف الجينات** وفي هذه الحالة يكون رمزه *Yy*. عندما تكون الأليلات متخالفة، تظهر الصفة السائدة.

الطراز الجيني والطراز الظاهري قد تكون النبات الصفراء الحبوب متماثلة الجينات أو متخالفة الجينات. ولا يشير المظهر الخارجي للكائن الحي دائمًا إلى نوع زوج الأليلات الموجود فيه. ويُطلق على أزواج الأليلات في الكائن الحي اسم **الطراز الجيني**. إن الطراز الجيني في حالة النباتات الصفراء الحبوب هو إما *YY* أو *Yy*. أما الخصائص والصفات المظهرية الناتجة عن أزواج الأليلات، فتُسمى **الطراز الظاهري**. فالطراز الظاهري لنبات بازلاء طرازه الجيني *yy* هو الحبوب الخضراء.

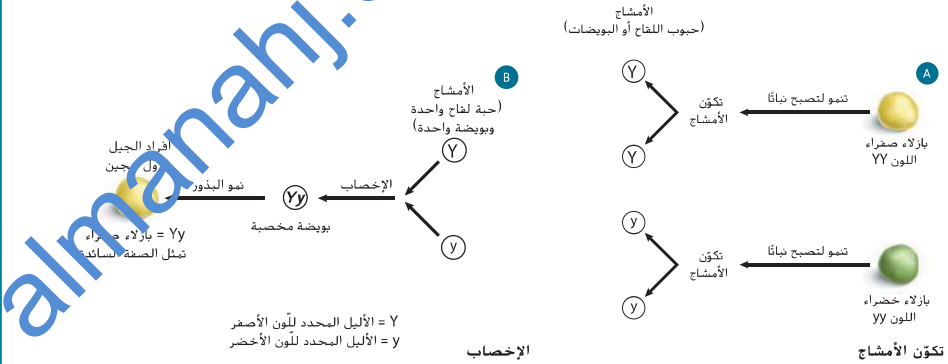
قانون الانعزال لمندل استخدم مندل نبات صفراء الحبوب وأخرى خضراء الحبوب متماثلة الجينات في عملية تزاوج الآباء. يبيّن الجزء العلوي من **الشكل 9A**، أن كل مشيج من النبات صفراء الحبوب يحتوي على *Y* واحد. تذكّر أن عدد الكروموسومات ينقسم إلى النصف أثناء الانقسام المنصّف. وتحوي الأمشاج الناتجة أليلًا واحدًا من زوج أليلات لون الحبوب.

أما الجزء السفلي من **الشكل 9A**. فيبين أن كل مشيج من النبات الأخضر الحبوب يحتوي على أليل *y* واحد. ينص **قانون الانعزال** لمندل على أن زوج الأليلات المكوّن للصفة الواحدة ينفصل أثناء الانقسام المنصّف. وفي أثناء الإخصاب، يتحد أليلان للصفة نفسها مرة أخرى.

يبين الجزء الثالث من **الشكل 9B** اندماج الأليلات لإنتاج الطراز الجيني *Yy* أثناء الإخصاب. ويكون لكل من نبات الجيل الأول F_1 الطراز الجيني *Yy* وتكون حبوبها صفراء لأن اللون الأصفر سائد على اللون الأخضر. وتسمى الصفات الحية المتخالفة الجينات **الكائنات الهجينة**.

المفردات
أصل الكلمة

متماثل الجينات homozygous
متخالف الجينات heterozygous
الكلمة الأولى مشتقة من الكلمة اليونانية *homos* وتعني الشيء نفسه؛ أما الكلمة الأخرى *hetero*، فتعني الآخر أو المختلف؛ و *zygon* تعني الربط.



الشكل 9 ينفصل الأليلان أثناء تكوّن الأمشاج في نبات طرازه الجيني *YY* أو *yy*. فتنتج أمشاج تحمل الجين *Y* أو *y*. وتتحد الأمشاج من كلا النوعين أثناء الإخصاب.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي

التلقيح الخلطي قسّم الطلاب إلى مجموعات مكوّنة من ثلاثة أو أربعة طلاب. واعط كل مجموعة زهرة السوسن أو زهرة أخرى كبيرة. حدّد السداة والمتك وحبوب اللقاح والمتاع. واطلب منهم استخراج المتاع وقطعه طوليًا. ثم اطلب منهم استخدام عدسة مكبرة لفحص البُيَيضات في المبيض أسفل المتاع. اشرح لطلابك أنه في التلقيح الخلطي، تُستخدم حبوب لقاح من إحدى الزهور لتخصيب البُيَيضات الموجودة في زهرة أخرى. ويتم التخلص من السداة في الزهور المخصبة لمنع الإخصاب الذاتي. الوقت المقدَّر: 15 min

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

ق استراتيجية القراءة

د م ض م ف م

مفردات خاصة بالمحتوى قد يخلط الطلاب بسهولة بين مصطلحي الطراز الجيني والطراز الظاهري.

شارك معهم فكرة أن الطرز الجينية هي أنواع الجينات لدى شخص معين. على سبيل المثال، قد يمثل الحرف B الجين السائد للشعر البني والحرف b الجين المتنحي. لذا فإن BB أو Bb أو bb هي الطرز الجينية المحتملة.

أما الطرز الظاهرية فهي الصفات الجسمية التي تعبر عنها الجينات. (البادئة *Phen* تعني "مظهر" باليونانية). وسيكون الطراز الظاهري لفرد يحمل الجينات BB أو Bb الشعر البنيّ.

م تدريب المهارات

ض م الثقافة المرئية اطلب من الطلاب دراسة المعلومات الواردة في الشكل 9.

اسأل الطلاب: إذا كان الجين Y يمثل زهورًا صفراء في إحدى النباتات، والجين y يمثل زهورًا بيضاء في نبتة أخرى، فما الطراز الظاهري للطراز الجيني YY؟ زهور صفراء **ما الطراز الظاهري الذي يمثله الطراز الجيني yy؟** زهور بيضاء

ح تطوير المفاهيم

د م ض م ف م نشاط أعطِ الطلاب الذين يواجهون صعوبة في فهم قانون الانعزال عددًا من خيوط صوف ملونة مختلفة الطول أو أسلاك تنظيف الغليون بلونين، واطلب منهم تسمية الأجزاء المفردة من الأزواج حتى يستطيعوا تتبعها (مثل 1a، 1b، 2a، 2b، وما شابه). كلّفهم بمراجعة خطوات الانقسام المنصّف باستخدام كروموسومات خيوط الصوف، مع التأكيد على أنه عند اصطفاف الأزواج، يمكن أن يصطف أي نوع من 1 (1a أو 1b) مع أي نوع من 2 (2a أو 2b).

يمكن استخدام التجربة الواردة في نهاية الوحدة في هذه المرحلة من الدرس.

almanahj.com/ae

Ch12.indb 333 1/9/2017 9:50:41 AM

ق استراتيجية القراءة

د م ض م ف م

مفردات خاصة بالمحتوى

اسأل الطلاب: لماذا يُطلق على بعض السيارات الجديدة اسم "هجينة"؟ لأنها تحوي نوعين مختلفين من المحركات: محرك يعمل بالبنزين والآخر يعمل بالكهرباء. **ما معنى كلمة هجين في علم الأحياء؟** وضح أن لها معنيين مختلفين في علم الأحياء. ففي علم الوراثة، تُستخدم كلمة هجين عادةً بمعنى "متخالف الجينات". كما تُستخدم للإشارة إلى تزاوج فردين ينتميان إلى فصيلتين أو سلالتين وإنتاج الأبناء، مثل الذُّرة الهجينة.

ح تطوير المفاهيم

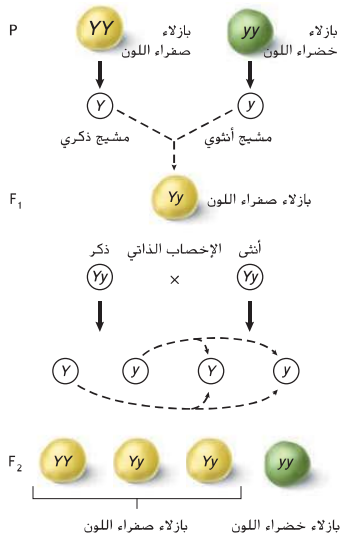
د م ض م التعلم التعاوني

استراتيجية المعالجة قد يواجه بعض الطلاب صعوبة على مستوى استيعاب المبادئ الرياضية في هذا القسم. لذلك اطلب منهم مراجعة أسئلة الأجزاء التي لا يفهمونها. وقم بتكوين مجموعات ثنائية من الطلاب الذين يفهمون المحتوى مع الطلاب الذين يواجهون صعوبة في فهم الجزء الخاص بالرياضيات واطلب منهم العمل معًا على جزء الرياضيات في هذا القسم.

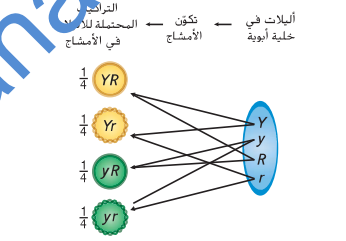
ك دعم الكتابة

د م ض م التعلم التعاوني

كتابة إبداعية اطلب من الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لإعداد رسوم كرتونية عن وراثة أكثر من صفة وراثية في نبات البازلاء. وشجعهم على استخدام الفقاعات النصية وعلى الإبداع، مع مراعاة الدقة في المحتوى العلمي. فضلاً عن ذلك، قد يرغب الطلاب في تضمين معلومات عن تجارب مندل.



■ **الشكل 10** أثناء الإخصاب الذاتي لأفراد الجيل الأول F_1، تخصب الأمشاج الذكرية الأمشاج الأنثوية عشوائيًا.



■ **الشكل 11** يتضح قانون التوزيع الحر في التزاوج ثنائي التهجين الذي يوفر فرصة متساوية لكل زوج من الأليلات (*Yy* و *Rr*) بأن تتحد عشوائيًا بعضها مع بعض.

توقع عدد أنواع الأمشاج المحتملة المنتجة.

تزاوج أحادي التهجين يبين الرسم الموجود في **الشكل 10** تجربة مندل التي ترك فيها النباتات التي تحمل الطراز الجيني *Yy* تتخصب ذاتيًا. ويطلق على تزاوج كهذا، يتضمن هجينَين، يختلفان في صفة وراثية واحدة، اسم تزاوج أحادي التهجين. تنتج النباتات الحاملة للطراز الجيني *Yy* نوعين من الأمشاج، هما الأمشاج الذكرية والأمشاج الأنثوية وكل واحد منهما يحمل الأليل *Y* أو *y*. وتتحد هذه الأمشاج عشوائيًا. وينتج عن هذا الإخصاب العشوائي الطرز الجينية التالية: *YY* أو *Yy* أو *Yy* أو *yy*. كما هو موضح في **الشكل 10**. لاحظ أن أليل *Y* السائد يُكتب أولًا سواء كان من المشيج الذكري أو الأنثوي. وينتج عن عملية تلقيح 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 المجعدة *(r)*. والحبوب الصفراء *(Y)* سائدة على الحبوب الخضراء *(y)*. إذا قام مندل بتلقيح نبتات بازلاء ذات حبوب صفراء مستديرة متماثلة الجينات مع نبتات بازلاء ذات حبوب خضراء مجعدة متماثلة الجينات، فإنه يمكن تمثيل تزاوج الآباء بالطرز الجينية التالية: *yyrr* × *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 نبتات البازلاء التي تحمل الطراز الجيني *YyRr* تتخصب ذاتيًا 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 استنادًا 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 المنصّف.

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 الإخصاب الذاتي للنبات، يحتمل وجود أي من مجموعات الأليلات الأربع في المشيج الذكري، وفي المشيج الأنثوي 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 مجعدة و 32 خضراء مجعدة. ومثلت هذه النتائج نسبة الطرز الظاهرية التقريبية التالية: 9:3:3:1.

التأكد من فهم النص **قيّم** 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 والناتجين عن التزاوج بين طرازين جينيين معروفين. وقد سهّل مربع بانيت تتبُّع الطرز الجينية المحتملة في التزاوا-

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

almanahj.com/ae

334 الوحدة 12 • التكاثر الجنسي وعلم الوراثة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

■ **سؤال حول الشكل 11** أربعة

التأكد من فهم النص نظرًا إلى وجود فرصة متساوية لارتباط كل زوج من الأليلات بصورة عشوائية معًا، فإن ناتج العينة الكبيرة سيكون نسبة يمكن توقعها.

"ليس التعلم سوى المثابرة على مذاكرة الدروس حتى تستوعبها."

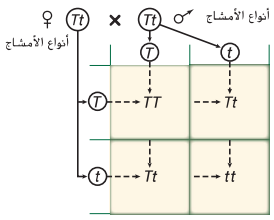
– روبرت فروست

Ch12.indb 334 1/9/2017 9:50:42 AM

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 لأبنائهما؟

تفحص 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 × 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.

T = القدرة على ثني اللسان
t = عدم القدرة على ثني اللسان



■ **الشكل 12** تُعد قدرة الفرد على ثني لسانه صفة سائدة. يعد مربع بانيت ملخصًا مرئيًا لاحتمالات ارتباط الأليلات الخاصة بصفة ثني اللسان.

تجربة مصغرة 1

توقع الاحتمالات في علم الوراثة

كيف يمكن توقّع 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)، في 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 خانات الجدول، اكتب الطرز الجينية للأبناء الناتجة عن كل اتحاد للأليلات المذكرة والمؤنثة.

التحليل

1. **لخّص** الطرز الظاهرية المحتملة للأبناء.
2. **قيّم** نسبة الطرز الظاهرية للأبناء المحتملين. ما نسبة الطرز الجينية للأبناء المحتملين؟

تجربة مصغرة 1

الوقت المقدَّر 25 min

احتياطات السلامة ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة، قبل بدء العمل.

استراتيجية التدريس للمزيد من التدريب، اطلب من الطلاب إكمال مربعات بانيت وتلخيص نسبة الطرز الجينية والطرز المظهرية في الأبناء. تزاوجات أحادية التهجين: *Aa* × *Aa*، *AA* × *aa*

التحليل

1. شحمة الأذن الحرة وشحمة الأذن الملتصقة
2. الطرز الظاهرية: 75 بالمئة سائد (شحمة الأذن الحرة)، 25 بالمئة متنحٍ (شحمة الأذن الملتصقة)؛ الأنماط الجينية : 25 AA بالمئة سائد متماثل الجينات، 50 Aa بالمئة متخالف الجينات، 25 aa بالمئة متنحٍ متخالف الجينات.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر عند تنفيذ عرض توضيحي، تأكد من إمكانية استفادة الطلاب ضعاف البصر من العرض. لذلك أجلس هؤلاء الطلاب في مقدمة الصف حتى يستطيعوا مشاهدة العرض التوضيحي؛ وصف لهم ما تقوم به خطوةً بخطوة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

almanahj.com/ae

Ch12.indb 335 1/9/2017 9:50:42 AM

تطوير المفاهيم

دمج الرياضيات د م ض م ف م

قد يواجه بعض الطلاب صعوبة في تحديد الاحتمالات، لذا اطلب من هؤلاء الطلاب التدرّب باستخدام عملة معدنية. فقدرتهم على رؤية وجهَي العملة تساعدهم في فهم أن احتمال ظهور الشكل هو 1:2. ثم انتقل إلى استخدام مكعب أرقام سداسي الأوجه، واطلب منهم توقع احتمال ظهور عدد معين. إن عدّ الأوجه الستة للمكعب سيساعدهم في فهم أن احتمال ظهور عدد معين هو 1:6. بعد ذلك، انتقل إلى استخدام مكعبي أرقام واطلب منهم توقع احتمال ظهور عدد معين عند رمي المكعبين. أعطِ الطلاب بعض مسائل الاحتمال.

a) احتمال ظهور الشكل مرتين في عملتين معدنيتين
$1/2 \times 1/2 = 1/4$

b) احتمال ظهور العدد ستة مرتين عند رمي مكعبي أرقام $= 1/6 \times 1/6$
$1/36$

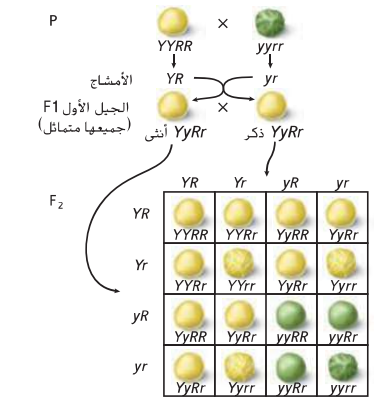
التقويم التكويني

التقييم حضّر اختبارًا قصيرًا عن التزاوج أحادي التهجين وثنائي التهجين واطلب من الطلاب تنفيذ مربع بانيت على نوعي التزاوج وتلخيص نتائج نسب الطراز الجيني والطراز الظاهري.

المعالجة ارسم مربع بانيت كبيرًا على قطعة ورق مقوى، واطلب من الطلاب حل المسائل باستخدام أعواد خشبية ملونة أو قطع خيوط ملونة.

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 3:1.

مربع بانيت – تزاوج ثنائي التهجين تفحّص 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 الذكرية وأربعة أنواع من الأليلات من الأمشاج الأنثوية. وكانت نسبة الطرز الظاهرية الناتجة هي 9:3:3:1 – 9 صفراء مستديرة إلى 3 خضراء مستديرة إلى 3 صفراء مجعدة إلى 1 خضراء مجعدة. فتطابقت بيانات مندل مع النتائج المتوقعة من مربع بانيت.



النوع	الطراز الجيني	الطراز 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.

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 × 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 9:3:3:1. لكن مع زيادة عدد الأبناء الناتجين عن التزاوج، تزداد احتمالية تطابقهم مع النتائج المتوقعة من مربع بانيت.

القسم 2 التقويم

ملخص القسم

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

فهم الأفكار الأساسية

1. الفكرة الأساسية **مخطط** استخدم مربع بانيت لتوضح كيفية منع الأليل السائد ظهور أثر الأليل المتنحي.
2. **طبّق** قانون الانعزال وقانون التوزيع الحر لإعطاء 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 متخالف الجينات مع أنثى ذات عيون وردية؟

فكر بشكل ناقد

4. قيّم أهمية تجارب مندل في حقل علم الوراثة.

الرياضيات في علم الأحياء

5. 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؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 التقويم

1. يجب أن يوضح مربع بانيت التراكيب المحتملة كل من الأليلات السائدة والمتنحية. فعند وجود أليل واحد سائد على الأقل في أحد الأزواج، سيظهر الطراز الظاهري للأليل السائد.
2. يجب أن يلخص الطلاب، بأسلوبهم، قانون الانعزال وقانون التوزيع الحر، مع إعطاء مثال على كلّ منهما.
3. 1 أحمر:1 وردي
4. يوضح عمل مندل طريقة انتقال الجينات من جيل إلى الجيل الذي يليه وتأثير الطراز الجيني في الطراز الظاهري. أسس عمل مندل لدراسة الوراثة ووجّه الأبحاث الحديثة في علم الوراثة.
5. 1/6؛ (1/6 × 1/6) 1/36؛ تستخدم لتوقع النتائج المحتملة للتزاوج.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

almanahi.com/ae

Ch12.indb 336 1/9/2017 9:50:43 AM

القسم 3

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- كيف تُنتج عملية الانقسام المنصف تراكيب جينية جديدة؟
- كيف يمكن استخدام ارتباط الجينات في إنشاء خرائط كروموسومات؟
- ما أهمية تعدد المجموعات الكروموسومية في مجال الزراعة؟

مفردات للمراجعة

البروتين protein: بوليمر معقد كبير ضروري للحياة إذ يساعد على بناء الأنسجة والأعضاء وقيام الخلايا بوظائفها الأيضية

مفردات جديدة

التراكيب الجينية
genetic recombination
تعدد المجموعات الكروموسومية
polyploidy

ارتباط الجينات وتعدد المجموعات الكروموسومية

الفكرة الأساسية **تُعدّ عملية عبور الجينات المرتبطة مصدرًا للتنوع الوراثي.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية لعلك رأيت أنواعًا مختلفة من الأزهار في الحديقة، تتنوع ألوانها ما بين الأحمر والأبيض والوردي. يستعين مربّو النباتات بمعرفة العلماء المتعلقة بالجينات لتنويع خصائص معينة بهدف إنتاج أزهار فريدة.

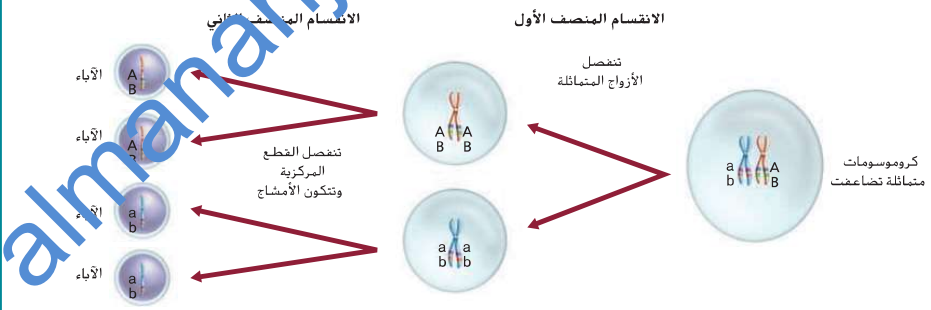
التراكيب الجينية الجديدة

الربط بالرياضيات يُطلق على التراكيب الجينية الناتجة عن عملية العبور والتوزيع الحر اسم **التراكيب الجينية** ويمكن حساب التراكيب الجينية المحتملة الناتجة عن التوزيع الحر باستخدام الصيغة 2^n، حيث إنّ (n) هو عدد أزواج الكروموسومات. فعلى سبيل المثال، يحتوي نبات البازلاء على سبعة أزواج من الكروموسومات. لذا فإن التراكيب الجينية المحتملة له هي 2^7 أو 128 تركيبًا. وبما أنّ أي مشيج ذكري يمكن أن يلقّح أي مشيج أنثوي آخر، فإن العدد المحتمل للتراكيب بعد الإخصاب هو 16,384 أو (128 × 128). أما لدى الإنسان، فإن العدد المحتمل من التراكيب بعد الإخصاب هو $2^{23} \times 2^{23}$، أي أكثر من 70 تريليونًا. ولا يشمل هذا العدد جميع التراكيب الجينية الجديدة الناتجة عن عملية العبور.

ارتباط الجينات

تحتوي الكروموسومات على جينات متعددة مسؤولة عن بناء البروتينات. وتسمى الجينات التي يقع بعضها بالقرب من بعض على الكروموسوم نفسه بالجينات المترابطة. وعادةً ما تنتقل معًا أثناء تكوين الأمشاج. في **الشكل 14** لاحظ الجينين المرتبطين A و B أثناء عملية الانقسام المنصف. إن ارتباط الجينات على الكروموسوم يُعدّ استثناء لقانون التوزيع الحر للجينات، لأن الجينات المترابطة لا تنفصل عادةً بشكل مستقل.

■ **الشكل 14** تنتقل الجينات المرتبطة، على الكروموسوم نفسه، بعضها مع بعض إلى الأمشاج. **احسب** عدد التراكيب الجينية المحتملة إذا اندمج اثنان أو ثلاثة من هذه الأمشاج معًا.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي

الكروماتيدات قم بتكوين سلاسل مرتبطة من شرائط الأوراق الملونة درجات ألوان فاتحة وداكنة مثل الأزرق الفاتح والأزرق الداكن. قم بتكوين سلسلتين متطابقتين، ثم اعمد إلى تكوين مجموعة سلاسل أخرى تطابق تسلسل اللون لكن بدرجة مختلفة، وعلّق المجموعتين على مسافة متقاربة. تمثل كل سلسلة كروماتيدًا في زوج من الكروموسومات. اجمع السلاسل المتطابقة معًا مستخدمًا مشابك الورق، لتمثل القطعة المركزية، وبدّل شريطًا داكن اللون من إحدى السلاسل بشريط آخر فاتح اللون في سلسلة أخرى. ووضح أن تبادل الأشرطة يمثل عملية العبور بين الكروماتيدات. الوقت المقدَّر: 15 min

almanahj.com/ae

القسم 3

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م عملية العبور

استخدم زوجين من الجوارب بلونين مختلفين لتمثيل زوج من الكروموسومات سيصطفّ أثناء الانتصاف. يمكن استخدام زوج من الجوارب المخططة وزوج من الجوارب الطويلة لتمثيل زوج من الكروموسومات (يتألف كل كروموسوم من كروماتيدين) يصطف أثناء الطور الاستوائي الأول في الانتصاف. ضع اثنتين من أوراق الملاحظات اللاصقة الصفراء على كلٍّ من الجوارب الثلاثة وورقة ملاحظات صفراء مع ورقة ملاحظات بلون آخر على الجورب الرابع. سيسمح ورق الملاحظات للطلاب بمتابعة أجزاء الكروموسومات. ضع الجورب الذي يحمل ورقة الملاحظات ذات اللون المختلف بالقرب من أحد الجوارب الذي يحمل ورقة ملاحظات صفراء. واطلب من أحد الطلاب أن يتطوع لتبديل أوراق الملاحظات.

اسأل الطلاب: ما العملية التي يمثلها تبادل أوراق الملاحظات اللاصقة؟
عملية العبور

ق استراتيجية القراءة

التعلم التعاوني **د م ض م ف م**

مجموعات المناقشة بعد قراءة النص أسفل العنوان التراكيب الجينية الجديدة، قسم الطلاب إلى مجموعات مكونة من ثلاثة.

تواصل مع الطلاب: ناقشوا سبب أهمية التراكيب الجينية الجديدة. ثم اعرضوا الاستنتاج الذي توصّلت إليه المجموعة أمام الصف. قد يربط الطلاب التراكيب الجينية الجديدة بالتنوع وأهميته في الانتخاب الطبيعي والتطور.

■ **سؤال حول الشكل 14**
يجب تضمين الصيغة 2^n في الحساب

Ch12.indb 337 1/9/2017 9:50:43 AM

تدريب المهارات

ض م ف م الثقافة المرئية اطلب من الطلاب تفحّص الشكل 15.

اسأل الطلاب: هل معدل عملية العبور بين y و v أكبر من معدل عملية العبور بين y و w أم أصغر منه؟ أكبر

تجربة مصغرة 2

الوقت المقدَّر 25 min

مواد إضافية

استخدم الجدول التالي:

زوج الجينات	تكرار عملية العبور	زوج الجينات	تكرار عملية العبور
AB	5.5	BF	4.3
AC	6.4	CD	10.9
AD	4.5	CE	2.6
AE	9.0	CF	5.2
AF	1.2	DE	13.5
BC	0.9	DF	5.7
BD	10.0	EF	7.8
BE	3.5		

استراتيجيات التدريس

- قم بنمذجة العملية المنطقية المتضمنة في هذا النشاط. واستخدم بيانات العينة التالية: AB = 3. AC = 1. AD = 4. BC = 2. BD = 7. CD = 5.
- بيانات العينة: D - 4.5 - A - 1.2 - F - 4.3 - B - 0.9 - C - 2.6 - E

التحليل

1. ليس من دون توافر المزيد من المعلومات مثل الموقع النسبي لجين ثالث
2. كلما ازداد تكرار عملية العبور المعروف، زاد عدد المعلومات التي يمكن استخدامها في رسم الخريطة. فمعرفة تكرار عملية العبور يساعد في تحديد المسافة بين الجينات.

الاهتمام بالبيئة

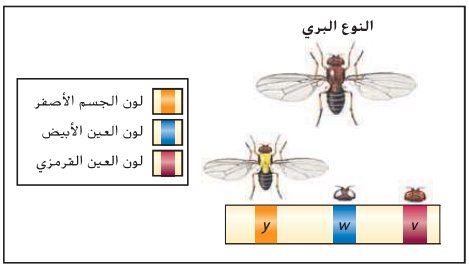
وفّر للطلاب في الصفّ صناديق أو سلال لفرز النفايات. خصّص سلالًا للزجاج والورق والبلاستيك. واشطف الأوعية الزجاجية والبلاستيكية وانزع أغطية القوارير. ويمكن أن يبقى الزجاج والبلاستيك موجودًا في مكب النفايات آلاف السنين. أما الورق، فمن السهل إعادة تدويره.

التدريس المتمايز

دون المستوى يجب أن يتلقى الطلاب دون المستوى تغذية راجعة مباشرة بعد انتهاء أدائهم. ويجب تعزيز المفاهيم مباشرة لدى الطلاب وتقديم اقتراحات إليهم متعلّقة بتحسين أدائهم حتّى يتمكّنوا من إدراك مدى جودة عملهم بشكل واضح.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

■ **الشكل 15** أُنشئت الخريطة الكروموسومية للكروموسوم X في ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster* عام 1913.



تمت دراسة ارتباط الجينات للمرة الأولى باستخدام ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster*. وأكدت آلاف عمليات التزاوج أن الجينات المرتبطة تنتقل معًا أثناء الانقسام المنصّف. ومع ذلك، فقد كشفت بعض النتائج أن الجينات المرتبطة لا تنتقل دائمًا معًا أثناء الانقسام المنصّف. لذا استنتج العلماء أن الجينات المرتبطة قد تنفصل أثناء عملية العبور.

خرائط الكروموسومات تحدث عملية العبور في الجينات البعيدة بعضها عن بعض أكثر من حصولها في الجينات القريبة بعضها من بعض. ويبيّن الرسم الذي يُسمى خريطة الكروموسومات ترتيب الجينات على الكروموسوم، ويمكن رسمها باستخدام بيانات عملية العبور. نُشرت أول خريطة كروموسومات عام 1913 باستخدام بيانات آلاف من عمليات تزاوج ذبابة الفاكهة. لا تمثل النسب المئوية لخريطة الكروموسوم المسافات الحقيقية على الكروموسوم، لكنها تمثل المواقع النسبية للجينات. ويبيّن **الشكل 15** أول خريطة كروموسومات أُنشئت باستخدام بيانات ذبابة الفاكهة. لاحظ أن تكرار عملية العبور يزداد مع ازدياد المسافة بين الجينين.

تجربة مصغرة 2

إنشاء خريطة الكروموسومات

أين تقع الجينات على الكروموسوم؟ إن تكرار عملية العبور مرتبط بالمسافة بين جينين على الكروموسوم. يمكن تحديد الموقع النسبي لجين من خلال مقارنة بيانات عدّة أزواج من الجينات.

الإجراءات

1. حدد المخاطر المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. احصل على جدول لتكرار عملية العبور لأزواج الجينات من معلمك.
3. ارسم خطًا على ورقة وضع علامات بعد بعضها عن بعض 1 cm على أن تمثل كل علامة تكرار عملية عبور نسبته 1%.
4. عنون إحدى العلامات بالقرب من منتصف الخط بالحرف A. وقم بإيجاد تكرار عملية العبور بين الجينين A و B في الجدول. واستخدم هذه البيانات في تحديد الموقع النسبي للنقطة B بالنسبة للنقطة A.
5. استخدم بيانات تكرار عملية العبور بين كل من الجينين A و C والجينين B و C للاستدلال على موقع الجين C.
6. كرر الخطوتين 4 و 5 لكل جين، واضعًا علامة لكل جين على الخط.

التحليل

1. **قيّم** ما إذا كان يمكن معرفة موقع جين ما على الكروموسوم باستخدام البيانات المتعلقة بجين واحد آخر فقط.
2. **فكّر** في أهمية استخدام عدد أكبر من بيانات العبور للحصول على تحديد أكثر دقة لمواقع الكروموسومات.

almanahi.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Ch12.indb 338 1/9/2017 9:50:44 AM

الفراولة (8n)

أثناء التزاوج، يرتبط تبادل الجينات مباشرةً بتكرار حدوث عملية العبور بينها. ويرتبط هذا التكرار بالمسافة النسبية بين الجينين. وتساوي وحدة الخريطة الواحدة بين جينين 1% من عملية العبور التي تحدث بينهما. إن احتمال تكرار حدوث عملية العبور بين الجينات الأكثر تباعداً يكون أكبر.

تعدد المجموعات الكروموسومية

تحتوي معظم الأنواع على خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية، لكنّ بعضها يحتوي على خلايا متعددة المجموعات الكروموسومية. إن **تعدد المجموعة الكروموسومية** هو وجود مجموعة إضافية واحدة أو أكثر من كروموسومات الكائن الحي. فعلى سبيل المثال، يُرمز إلى الكائن الحيّ ثلاثيّ المجموعة الكروموسومية بالرمز 3n. ويعني ذلك أنه يحتوي على ثلاث مجموعات كاملة من الكروموسومات. ونادرًا ما يحدث تعدد المجموعات الكروموسومية لدى الحيوانات. أما لدى الإنسان، فيؤدي تعدد المجموعات الكروموسومية الى الموت المبكر.

واحدة تقريبًا من كل ثلاثة أنواع من النباتات الزهرية هي متعددة المجموعات الكروموسومية. ينتقي المزارعون نباتات متعددة المجموعات الكروموسومية لما تتميز به من خصائص مرغوب فيها. ويُعد كل من القمح (6n) والتوفا (6n) وقصب السكر (8n) من المحاصيل الواسعة الاستهلاك والمتعددة المجموعات الكروموسومية. يبيّن **الشكل 16** نباتات متعددة المجموعات الكروموسومية وهي تمتاز غالبًا بصلابتها وحجمها الكبير.

القهوة (4n)

■ **الشكل 16** نباتات تجارية متنوعة، مثل الفراولة والقهوة، وهي متعددة المجموعات الكروموسومية.

القسم 3 التقويم

ملخص القسم

- تنتج التراكيب الجينية الجديدة عن عملية العبور والتوزيع الحر.
- رُسمت خرائط الكروموسومات الأولى بناءً على ارتباط الجينات على الكروموسوم.
- لدى الكائنات الحية متعددة المجموعات الكروموسومية مجموعة إضافية واحدة أو أكثر تتضمّن كل الكروموسومات.

فهم الأفكار الأساسية

1. الفكرة الأساسية **حلّل** علاقة عملية العبور بالتنوع.
2. **ارسم** افترض أن الجينين C و D مرتبطان على كروموسوم واحد والجينين c و d مرتبطان على كروموسوم آخر. إذا افترضت حدوث عملية العبور، ارسم الخلايا الوليدة الناتجة عن الانقسام المنصف، مبيّنًا الكروموسومات ومواقع الجينات.
3. **صف كيف يُستخدم تعدد المجموعات الكروموسومية في مجال الزراعة.**

فكّر بشكل ناقد

4. **ارسم** خريطة كروموسومات للجينات A و B و C و D مستخدمًا بيانات عملية العبور التالية: من A إلى D = 25%؛ من A إلى B = 30%؛ من C إلى D = 15%؛ من B إلى D = 5%؛ من B إلى C = 20%.
5. **قيّم** ما المزايا التي يوفرها تعدد المجموعات الكروموسومية لمربّي النباتات؟

الكتابة في علم الأحياء

6. اكتب قصة قصيرة تصف فيها مجتمعًا يخلو من التنوع الوراثي.

ح تطوير المفاهيم

د م ض م

توضيح مفهوم خاطئ

اسأل الطلاب: هل يزداد تكرار حدوث عملية العبور الجيني بين الجينات القريبة بعضها من بعض؟ لا قد يواجه بعض الطلاب صعوبة في استيعاب هذا المفهوم المتعلّق بعملية العبور. اشرح للطلاب أنَّ خرائط الكروموسومات توضح أن تكرار عملية العبور يزداد بصورة أكبر بين الجينات البعيدة بعضها عن بعض.

ن التفكير الناقد

د م ض م ف م

اسأل الطلاب: ما أهمية تعدد المجموعات الكروموسومية بالنسبة إلى مزارعي الفاكهة؟ تنتج النباتات متعددة المجموعة الكروموسومية فاكهة أكبر حجمًا وهو ما يفضله المستهلكون.

التقويم التكويني

التقييم ارسم على السبورة اثنين من الكروموسومات المتماثلة يحتويان على جينات مرتبطة مزوّدة بتسمية على كل كروموسوم. وراجع الشكل 14 للحصول على توضيح. اطلب من الطلاب توقع احتمال حدوث عملية عبور بين جينين يقعان بجوار بعضهما على الكروموسوم. لن تحدث عملية العبور على الأرجح. فكلما ازداد اقتراب الجينات من بعضها، قل احتمال حدوث العبور؛ لأن بينهما علاقة عكسية.

المعالجة استخدم أسلاك تنظيف الغليون مختلفة الألوان في توضيح كيفية حدوث عملية العبور بين الكروموسومات. راجع الشكل 4 للاطلاع على نموذج.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

القسم 3 التقويم

1. يتم تبادل الجينات على الكروموسومات، مما يؤدي إلى التنوع.
2. يجب أن تحتوي اثنتان من الخلايا الوليدة على الكروموسومات التي تحمل الجينين C و D ويجب أن تحتوي خليتان أخريان من الخلايا الوليدة على الكروموسومات التي تحمل الجينين c و d.
3. تُستخدم لإنتاج أزهار أكثر جمالًا وفاكهة أكبر حجمًا أو تنطوي على صفات مرغوبة أخرى
4. A – 10 – C – 15 – D – 5 – B.
5. سيسمح ذلك لمربي النباتات بإنتاج نباتات ذات صفات وراثية مرغوب فيها وقيمة تجارية أكبر.
6. ستتنوع الإجابات لكن يجب أن تنمّ عن فهم لكيفية مساهمة خطوات الانقسام المنصف ومابه من عمليات العبور في التنوع الوراثي.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

almanahj.com/ae

Ch12.indb 339 1/9/2017 9:50:44 AM

الغاية

سيتعرف الطلاب على داء باركنسون والعلاجات المتوفرة له في الوقت الراهن بالإضافة إلى علاج محتمل يستخدم الخلايا الجذعية.

توجيه استباقي

اسأل الطلاب: هل يعرف أي منكم ما هو داء باركنسون؟ قد يعرف الطلاب أن داء باركنسون يجعل الأشخاص يرتعشون ويفقدون التحكم بعضلاتهم. **ما العصبون؟** اشرح أن العصبون هو خلية عصبية تنقل السيالات العصبية في الجسم، وتتكون من جسم الخلية والمحور والزوائد الشجرية. **ما هو الناقل العصبي؟** اشرح أنَّ الناقل العصبي هو مادة كيميائية تنتشر في تشابك عصبي وتتحد بالمستقبلات في الزوائد الشجرية للعصبون المجاور، مما يؤدي إلى انفتاح القنوات في الخلية المجاورة وإنشاء جهد فعل جديد.

الخلفية

قد يعرف الطلاب الممثل مايكل جاي فوكس من أدواره في فيلم العودة إلى المستقبل أو من صوته في أداء شخصية ستيوارت ليتل في الأفلام الثلاثة التي تحمل الاسم نفسه. وقد خصّصت مؤسسة مايكل جاي فوكس للأبحاث المتعلّقة بداء باركنسون ما يزيد عن 143 مليون دولار للبحث عن طرق جديدة لعلاج داء باركنسون.

كما يستطيع الطلاب أن يتعرفوا على آثار داء باركنسون من خلال البحث في حياة محمد علي، وهو ملاكم عالمي مشهور حصد لقب بطل الوزن الثقيل ثلاث مراتٍ مختلفة في ستينيات وسبعينيات القرن العشرين. وأصيب محمد علي بداء باركنسون في أوائل ثمانينيات القرن العشرين، بعد تقاعده من الملاكمة.

اكتشافات في الأحياء

علاج جديد لداء باركنسون؟

ذات صباح، استيقظ الممثل مايكل جاي فوكس وهو يشعر بارتعاشات في خنصر يده. في البداية تجاهل هذا العَرَض الغريب. لكن بعد عام، شُخِّصت حالته بأنها بداية لداء باركنسون، وهو داء موهن للقوى، يتسبب في ظهور أعراض من بينها فقدان القدرة على التحكم في حركات الجسم. عادةً، يصيب هذا الداء الأشخاص في عمر الستين تقريبًا. لكن فوكس كان في الثلاثين من عمره عندما أصيب به.

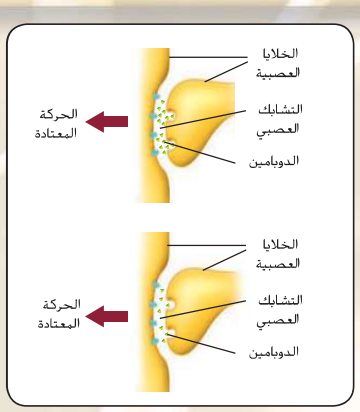
وتجمع مؤسسات مثل مؤسسة داء باركنسون (PDF) وغيرها من المؤسسات التي تتعلق بداء باركنسون، الأموال لإجراء أبحاث حول هذا الداء. ويدرس مشروع حديث مموّل من قبل مؤسسة داء باركنسون علاجًا جديدًا قد يخفف من أعراض هذا الداء، من خلال الاستعانة بخلايا من جلد الشخص المصاب.

ما هو داء باركنسون؟ هو داء يقتل الكروموسومات الموجودة في الدماغ أو يتلفها. تتحكم هذه الكروموسومات بحركة العضلات عبر ناقل عصبي يُسمى الدوبامين. وهو ينقل الرسائل بين الكروموسومات. ويعاني الأفراد المصابون بهذا الداء من مشكلات تتعلق بالتحكم بحركات العضلات وتيبّسها و من مشكلات في توازن وتناسق الحركة. تكون الأعراض طفيفة في البداية لكنها تسوء مع مرور الوقت. ولا يوجد علاج حتى الآن لهذا الداء. فضلاً عن ذلك، لا يعرف العلماء الأسباب التي تؤدي إلى ظهوره. ترتبط بعض حالات هذا الداء بجينات تعرّضت إلى طفرات، وبظهور تكتلات البروتين في خلايا الدماغ وبعوامل بيئية.

البحث عن علاج يعالج الأطباء أعراض داء باركنسون عادةً باستخدام مجموعة من الأدوية أو بإجراء جراحة للدماغ أو باللجوء إلى العلاج الفيزيائي وعلاج النطق وغيرها من العلاجات. مؤخرًا، درس العلماء استخدام الخلايا الجذعية، وهي خلايا غير متخصصة يمكنها، في ظلّ توافر الظروف المناسبة، أن تنمو إلى خلايا متخصصة، توضع مكان كروموسومات الدماغ المتأثرة بمرض باركنسون. ويعمل العلماء في الدراسة التي موّلتها مؤسسة داء باركنسون على إنشاء الخلايا الجذعية من خلايا جلد مرضى باركنسون.

يمكن استخدام هذه الخلايا الجذعية في إنتاج الكروموسومات التي تنتج الدوبامين. ثم يقوم الأطباء بإدخال هذه الكروموسومات حديثة التكوّن في الدماغ عن طريق عملية جراحية. وبما أنّ الخلايا الجذعية هي جزء من جسم المريض نفسه، فلن يرفضها جهاز مناعته، وهو ما يحدث أحيانًا مع الخلايا أو الأعضاء التي يتبرع بها شخص آخر.

لا يزال البحث المتعلق بالخلايا الجذعية في مراحله الأولى من خلال دراسة تمهيدية يتمّ فيها إجراء اختبارات على قرود الريسوس. يأمل العلماء في أن يساعد عملهم يومًا ما في تخفيف أعراض داء باركنسون والتي تجعل منه مرضًا مدمرًا.



يُعد انخفاض مستويات الدوبامين مؤشرًا على مرض باركنسون. يتحكم الدوبامين بحركة العضلات.

مشاركة مجتمعية

تطوَّع قم بإجراء مقابلة مع مسؤول في إحدى الوكالات المحلية يتفهم احتياجات مرضى باركنسون. فربما يحتاج بعض المرضى إلى المساعدة في إنجاز مهامهم أو القيام بالأعمال المنزلية مثل العناية بحدائق منازلهم. ضع قائمة تضم هذه الاحتياجات لتقدمها إلى إحدى المنظمات التطوعية المحلية. تطوَّع لمساعدة مرضى باركنسون، إن استطعت.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مشاركة مجتمعية

نشاط يمكن أن يتعرف الطلاب على كيفية تأقلم الأشخاص مع داء باركنسون من خلال كتابة "التعايش مع داء باركنسون" على أحد محركات البحث على شبكة الإنترنت. إضافةً إلى ذلك، يمكن للطلاب البحث عن آثار هذا الداء من خلال البحث في قواعد بيانات منظمات الصحة الوطنية مثل المعاهد الوطنية لشؤون الصحة ومراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها. شجع الطلاب على التطوع لمساعدة الأشخاص المصابين بهذا الداء في المنطقة التي يسكنون فيها. ويمكن للطلاب المهتمين بالتعرف على كيفية تعايش الأشخاص مع هذا الداء الرجوع إلى كتابَي فوكس أو برنامجه التليفزيوني الذي يعالج هذا الموضوع.

almanahi.com/ae

تجربة في الأحياء

صمّمها بنفسك

كيف تساعد الطرز الظاهرية للأبناء في تحديد الطرز الجينية للآباء؟

الخلفية: **لصفات معظم النباتات أليلات سائدة وأخرى متنحية. وقد يكون تحليل نباتات تنمو من البذور مؤشرًا جيدًا على الطرز الجينية المتوقعة للأبناء، وكذلك الطرز الظاهرية والجينية للنباتات الآباء.**

السؤال: هل يمكن تحديد الطرز الجينية والطرز الظاهرية للآباء انطلاقًا من من الطرز الظاهرية للأبناء؟

المواد

اختر مواد مناسبة لهذه التجربة.
مجموعتان من بذور النباتات، تربة للزراعة، أصص صغيرة للزراعة أو أوعية أخرى، علبة أو وعاء لرش الماء، معول صغير.

احتياطات السلامة

خطط للتجربة ونفذها

1. حدد المخاطر المتعلّقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. ضع فرضية تبين إمكانية استخدام الطرز الظاهرية للأبناء في استنتاج الطرز الجينية للآباء.
3. صمّم تجربة لاختبار فرضيتك.
4. حدد نوع البيانات التي تحتاج إلى جمعها.
5. أنشئ جدول بيانات لتسجيل ملاحظاتك.
6. تأكد من موافقة معلمك على تجربتك قبل البدء بها.
7. نفّذ تجربتك.
8. **التنظيف والتخلص من المخلفات** تخلّص بصورة مناسبة من البذور أو النباتات التي تُعدّ أنواع دخيلة في منطقتك. لا تطرح الأنواع الدخيلة في البيئة.

حلّل واستنتج

1. **اجمع البيانات ونظمها** عُدَّ النباتات الصغيرة ذات الطرز الظاهرية المختلفة لكل مجموعة من النباتات. أنشىء رسمًا بيانيًا لبياناتك.
2. **احسب** نسبة النباتات الصغيرة المختلفة في كل مجموعة بذور.
3. **حدد** نوعين أو أكثر من عمليات التزاوج المحتملة التي أدت إلى نسبة النباتات الصغيرة التي تلاحظها.
4. **حلّل** استخدم مربع بانيت لكل تزاوج حددته في السؤال 3. حدد ما إذا كان يؤدي كل تزاوج محتمل إلى البيانات التي جمعتها.
5. **قيّم** كيفية تأثير البيانات التي جمعتها من مجموعتي البذور على نسبة النباتات الصغيرة.
6. **اصنع الخلاصات** استنادًا إلى البيانات من مجموعتي البذور الخاصة بك، اكتب قائمة بالطرز الجينية والطرز الظاهرية للنباتات الآباء.
7. **تحليل البيانات** قارن النسب التي قمت بحسابها مع نسب طلاب آخر. وصف الاختلافات فيما بينها. اجمع بيانات مجموعة أخرى. استدلّ على التأثير الذي تتركه زيادة عدد البذور في نتائج التجربة.

شارك

إعداد ملصق حضّر ملصقًا يصف التجربة التي أجريتها ويعرض البيانات التي جمعتها. عند اكتمال الملصق، نظّم جلسة تناقش فيها نتائج زملائك وتقارنها بنتائجك.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

almanahj.com/ae

تجربة في الأحياء

صمّمها بنفسك

خلفية عن المحتوى

سيصمم الطلاب تجربة للمقارنة والمقابلة بين الطرز الظاهرية لنباتات تنمو من مجموعتين منفصلتين من بذور التبغ. سيستخدم الطلاب مربعات بانيت لاستنتاج الطرز الجينية للنباتات والطرز الظاهرية للأجداد بالاعتماد على الطرز الظاهرية للمجموعتين.

احتياطات السلامة ناقش المخاطر المتعلّقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.

مواد بديلة يمكن استخدام بذور أخرى سريعة النمو لضمان الحصول على طرز جينية وظاهرية، كما يمكن استخدام نوافذ الدفيئة ومقياس درجة الحرارة.

استراتيجيات التدريس

- كلّف الطلاب بالعمل في مجموعات لتصميم تجاربهم.
- اطلب من الطلاب مراجعة المفاهيم التي تعلموها خلال التجارب السابقة لمساعدتهم في تحليل البيانات وتفسيرها.

عرض إيضاحي بديل

استخدم رسومات أو صورًا فوتوغرافية لأنواع نباتات تبيّن الصفات الوراثية السائدة والمتنحية وسلالة مجموعة افتراضية من البذور. ويمكن للطلاب استخدام مربعات بانيت لاستنتاج الطرز الجينية للأبناء والطرز الجينية والظاهرية للآباء.

التحليل والاستنتاج

1. سيلاحظ الطلاب ألوان النباتات في كل مجموعة وسيسجلون عدد النباتات من كل لون في كل مجموعة.
2. ستعتمد الإجابات على الطرز الجينية لمجموعات البذور.
3. ستكون نسبة النباتات الخضراء إلى البيضاء الناتجة عن تزاوج نبتتين متخالفتَي الجينات 3:1 تقريبًا. وستكون نسبة النباتات الخضراء إلى البيضاء الناتجة عن تزاوج نبتة متخالفة الجينات مع نبتة بيضاء متماثلة الجينات 1:1 تقريبًا. فإذا كان أحد الأبوين متماثل الجينات لصفة اللون الأخضر، ستكون كل نباتات هذه المجموعة خضراء اللون وسيتعذر تحديد الطراز الظاهري والطراز الجيني للأب الآخر.
4. ستتنوع الإجابات تبعًا للبيانات التي تم جمعها.
5. ستتنوع الإجابات تبعًا للبيانات التي تم جمعها.
6. ستتنوع الإجابات تبعًا للبيانات التي تم جمعها.
7. كلّما زاد عدد البذور التي نحلّلها، زادت البيانات المتوافرة لإجراء تحليل أكثر دقّة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Ch12.indb 341 1/9/2017 9:50:46 AM

الوحدة 12

الموضوع المحوري التنوع ينتج عن عملية الانقسام المنصّف لدى الإنسان 70 ترليون احتمال وراثي كما تضيف عملية العبور المزيد من الاحتمالات.

الفكرة الرئيسة تنتج الخلايا التناسلية، التي تنقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء، عن عملية الانقسام المنصّف.

القسم 1 الانقسام المنصّف

gene	الجين
homologous chromosome	الكروموسومات المتماثلة
gamete	المشيج
haploid	أحادي المجموعة الكروموسومية
fertilization	الإخصاب
diploid	ثنائي المجموعة الكروموسومية
meiosis	الانقسام المنصّف
crossing over	عملية العبور

الفكرة الأساسية ينتج عن الانقسام المنصّف أمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية.

- يتضاعف الـ DNA مرة واحدة فقط أثناء الانقسام المنصّف وينتج عنه أربعة أمشاج أحادية المجموعة الكروموسومية.
- يتألف الانقسام المنصّف من مرحلتين من الانقسامات.
- ينتج عن الانقسام المنصّف تنوع وراثي في الامشاج.

القسم 2 علم الوراثة المندلية

genetics	علم الوراثة
allele	الأليل
dominant	السائد
recessive	المتنحي
homozygous	متماثل الجينات
heterozygous	متخالف الجينات
genotype	الطراز الجيني
phenotype	الطراز الظاهري
law of segregation	قانون الانعزال
hybrid	الهجين
law of independent assortment	قانون التوزيع الحر

الفكرة الأساسية وضّح مندل كيفية منع أليل سائد ظهور أثر أليل متنحٍ.

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

القسم 3 ارتباط الجينات وتعدد المجموعات الكروموسومية

التراكيب الجينية	
genetic recombination	
polyploidy	تعدد المجموعات الكروموسومية

الفكرة الأساسية تُعدّ عملية عبور الجينات المرتبطة مصدرًا للتنوع الوراثي.

- تنتج تراكيب الجينية الجديدة عن عملية العبور والتوزيع الحر.
- [illegible] الخرائط الأولى للكروموسومات بناءً على ارتباط الجينات على الكروموسوم.
- [illegible] الحية متعددة المجموعات الكروموسومية مجموعة إضافية واحدة أو أكثر [illegible] الكروموسومات.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

almanahj.com/ae

342 الوحدة 12 • دليل الدراسة

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Ch12.indb 342 1/9/2017 9:50:46 AM

القسم 1

مراجعة المفردات

استخدم ما تعرفه عن المصطلحات الواردة في دليل الدراسة للإجابة عن الأسئلة التالية.

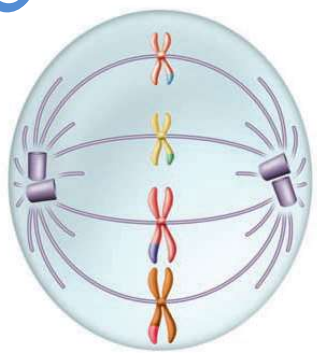
1. عندما تندمج خليتان تحملان العدد *n* من الكروموسومات، ما نوع الخلية الناتجة؟
2. في أي عملية تتكون الأمشاج؟
3. ما اسم العملية التي ينتج عنها تبادل الجينات بين الكروموسومات المتماثلة؟

فهم الأفكار الأساسية

4. ما عدد الكروموسومات في خلية تمر بالطور الاستوائي الأول من الانقسام المنصّف إذا كانت تحتوي على 12 كروموسومًا أثناء الطور البيني؟

A. 6 C. 24
B. 12 D. 36

استخدم الرسم أدناه للإجابة عن السؤالين *5* و *6*.



5. أي من مراحل الانقسام المنصّف يمثّله الرسم أعلاه؟

A. الطور التمهيدي الأول C. الطور الاستوائي الأول
B. الطور التمهيدي الثاني D. الطور الاستوائي الثاني

6. ما الخطوة التالية للكروموسومات في الرسم أعلاه؟

A. ستمر بعملية التضاعف.
B. ستمر بعملية الإخصاب.
C. سينخفض عددها إلى النصف في كل خلية.
D. ستنقسم إلى كروماتيدات شقيقة.

7. أي مما يلي لا يُعد من خصائص الكروموسومات المتماثلة؟

A. الكروموسومات المتماثلة لها الطول نفسه.
B. الكروموسومات المتماثلة لها موقع القطعة المركزية نفسه.
C. الكروموسومات المتماثلة لها نوع الألِيل نفسه على الموقع نفسه.
D. تصبح الكروموسومات المتماثلة في صورة أزواج أثناء المرحلة الأولى للانقسام المنصّف.

الإجابة المبنية

8. الفكرة الأساسية اربط بين المصطلحات التالية في جملة أو اثنتين: الانقسام المنصّف، والأمشاج والإخصاب.

9. **نهاية مفتوحة** ليس للخلايا النباتية مريكزات. ضع فرضية تفسر سبب عدم حاجة الخلايا النباتية إلى مريكزات في عملية الانقسام المتساوي أو الانقسام المنصّف.

فكّر بشكل ناقد

10. **حلّل** للفرس 64 كروموسومًا وللحمار 62 كروموسومًا. باستخدام معرفتك عن الانقسام المنصّف، قيّم تسبّب الزواج بين الفرس والحمار إلى إنجاب بغل يكون عقيمًا في معظم الأحيان.

11. **ضع فرضية** في مملكة النحل، تكون الملكة ثنائية المجموعة الكروموسومية، في حين يكون الذكر أحادي المجموعة الكروموسومية، وتنمو البويضات المخصّبة لتصبح إناثًا فيما تنمو البويضات غير المخصّبة لتصبح ذكورًا. كيف يُتوقّع أن يختلف إنتاج الأمشاج في ذكر النحل عن إنتاجها في عملية الانقسام المنصّف الطبيعية؟

القسم 2

مراجعة المفردات

اشرح أوجه الاختلاف بين المفردات في المجموعات التالية.

12. السائد، المتنحي
13. الطراز الجيني، الطراز الظاهري

فهم الأفكار الأساسية

14. ما نسبة الطرز الظاهرية الناتجة عن تزاوج فأر هامستر أسود اللون *(Bb)* مع فأر هامستر أبيض اللون *(bb)*؟

A. 0:1 أسود إلى أبيض C. 1:1 أسود إلى أبيض
B. 1:0 أسود إلى أبيض D. 3:1 أسود إلى أبيض

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

almanahj.com/ae

التقويم

القسم 1

مراجعة المفردات

1. ثنائي المجموعة الكروموسومية
2. الانقسام المنصف
3. عملية العبور

فهم الأفكار الأساسية

4. B
5. D
6. D
7. C

الإجابة المبنية

8. تنتج الأمشاج عن الانقسام المنصف. أثناء الإخصاب، تتحد الأمشاج لاستعادة عدد الكروموسومات في الخلايا الجسمية.
9. تُقبل كل الفرضيات المنطقية. وقد تكون مرتبطة بالشكل المربع أو المستطيل الثابت للخلايا النباتية، مما يؤدي بشكل طبيعي إلى إنشاء أقطاب في الخلية.

فكّر بشكل ناقد

10. أثناء الطور الاستوائي الأول، لن تتمكن الكروموسومات المختلفة من إيجاد زوجها المتماثل، وبالتالي لا يمكن للبغال إنشاء خلايا جنسية بشكل طبيعي.
11. قد تتنوع إجابات الطلاب لكنها قد تتضمن أن إنتاج الحيوانات المنوية لا يحدث أثناء الانقسام المنصف النموذجي الذي يحدث فيه انخفاض عدد الكروموسومات إلى النصف.

القسم 2

مراجعة المفردات

12. يمكن أن يخفي الجين السائد المقترن بالجين المتنحي تأثير الجين المتنحي.
13. يعبر الطراز الجيني عن نوع الجينات التي لدى الفرد ويُبيّن الطراز الظاهري الخصائص البدنية.

فهم الأفكار الأساسية

14. C

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Ch12.indb 343 1/9/2017 9:50:47 AM

15. في بازلاء الحدائق، تكون صفة الأزهار الأرجوانية (*P*) سائدة على صفة الأزهار البيضاء (*p*) وكذلك تكون النباتات الطويلة (*T*) سائدة على النباتات القصيرة (*t*). عند تزاوج نبات طويل أرجواني الزهرة (*PpTt*) مع نبات قصير أبيض الزهرة (*pptt*)، ما نسبة الطرز الظاهرية الناتجة؟
   - **A.** 1:1:1:1 أرجواني طويل إلى أرجواني قصير إلى أبيض طويل إلى أبيض قصير
   - **B.** 3:2 أرجواني طويل إلى أرجواني قصير
   - **C.** 9:3:3:1 أرجواني طويل إلى أرجواني قصير إلى أبيض طويل إلى أبيض قصير
   - **D.** كلها أرجوانية طويلة

استخدم الشكل التالي للإجابة عن السؤالين *16* و *17*.

16. حلّل تزاوج بين القط المجعد الأذنين المعروض في الشكل أعلاه وقطة غير مجعدة الأذنين. كانت كل القطط الناتجة عن التزاوج غير مجعدة الأذنين. لاحقًا، عند تزاوج القطط من هذا النسل معًا، كانت نسبة الطراز الظاهري 3:1 للأذن غير المجعدة إلى المجعدة. ما الاستنتاجات التي يمكن استخلاصها بشأن وراثة الأذن المجعدة؟
   - **A.** الأذن المجعدة ناتجة عن عملية العبور.
   - **B.** هي صفة سائدة.
   - **C.** هي صفة متنحية.
   - **D.** يجب إجراء المزيد من عمليات التزاوج لتحديد آلية توارث هذه الصفة الوراثية.

الإجابة المبنية

17. الفكرة الأساسية ما الذي قد يحدث في الجيل الثالث (F_3) من سلالة القط مجعد الأذنين المبين في الشكل أعلاه، إذا تزاوج كل أفراد الجيل الثاني (F_2) مع قطط غير مجعدة الأذنين؟

18. **إجابة قصيرة** إذا وُلد لعائلة خمسة أطفال ذكور ولم يولد لها إناث، فهل يؤدي هذا إلى زيادة احتمال أن يكون المولود السادس أنثى؟ اشرح ذلك.

فكّر بشكل ناقد

استخدم الشكل التالي للإجابة عن السؤال *19*.

19. **توقّع** ثمة نوعان من كلاب الصيد الصغيرة الأمريكية، أحدهما بلا شعر والآخر له شعر. إن صفة وجود الشعر تُحدد وراثيًا. بعض كلاب الصيد الصغيرة من الإناث التي لها شعر تنتج فقط كلابًا صغيرة لها شعر. في حين ينتج بعضها الآخر كلابًا صغيرة بلا شعر. اشرح كيف يحدث هذا.

20. الرياضيات في علم الأحياء ما احتمال إنجاب زوجين لخمس إناث على التوالي؟

القسم 3

مراجعة المفردات

استبدل ما تحته خط بالمصطلح الصحيح من صفحة دليل الدراسة.

21. يُستخدم هرمون النمو البشري في الزراعة لزيادة حجم الأزهار.

22. تُنتج الكروموسومات عن عملية العبور والتوزيع الحر.

فهم الأفكار الأساسية

23. أي مما يلي لا يسهم في التنوع الوراثي؟
   - **A.** عدد الكروموسومات
   - **B.** عملية العبور
   - **C.** الانقسام المنصّف
   - **D.** التزاوج العشوائي

24. أي من المفاهيم التالية لا ينطبق عليه قانون التوزيع الحر لمندل؟
   - **A.** عملية العبور
   - **C.** تعدد المجموعات الكروموسومية
   - **B.** ارتباط الجينات
   - **D.** قانون الانعزال

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الإجابة المبنية

15. A
16. C

17. يجب أن يكون لغالبية القطط في الجيل الثالث (F_3) أذنان غير مجعدتين.

18. لا. لأن كل عملية إخصاب هي حدث مستقل مثل كل رمية مكعب أرقام. لذلك تبقى نسبة الاحتمال 1:1.

التفكير الناقد

19. تكون بعض الإناث من ذوات الشعر متماثلات الجينات وبعضهن الآخر متخالفات الجينات.

20. 1/32

القسم 3

المفردات

21. تعدد المجموعات الكروموسومية
22. التراكيب الجينية الجديدة

فهم الأفكار الأساسية

23. A
24. B

almanahj.com/ae

Ch12.indb 344 1/9/2017 9:50:48 AM

استخدم الشكل التالي للإجابة على السؤالين 25 و 26.

25. تحتوي ذبابة المنزل، المبيّنة في الشكل أعلاه، على ستة أزواج من الكروموسومات. إذا تزاوجت ذبابتان معًا، فما عدد أنواع البويضات المخصبة المحتملة التي يمكن أن تنتج عن الاصطفاف العشوائي لأزواج الكروموسومات؟

A. 256 C. 4096
B. 1024 D. 16,384

26. بالنسبة إلى ذبابة المنزل التي تحتوي على ستة أزواج من الكروموسومات، ما عدد مجموعات الأمشاج المحتملة التي يمكن أن تنتج عن الاصطفاف العشوائي لأزواج الكروموسومات في الانقسام المنصّف؟

A. 32 C. 64
B. 48 D. 120

الإجابة المبنية

27. **الموضوع المحوري التنوع** ما العمليات الثلاث التي تزيد من التنوع الوراثي؟

28. **نهاية مفتوحة** ضع فرضية حول كيفية إنتاج مربي لنباتات متعددة المجموعات الكروموسومية.

29. **إجابة قصيرة** كيف لا ينطبق قانون التوزيع الحر على ارتباط الجينات على الكروموسوم؟

فكّر بشكل ناقد

30. **مهن مرتبطة بعلم الأحياء** يقوم علماء البستنة بزراعة آلاف النباتات المتطابقة وراثيًا باستخدام الشتلات التي لا تتكاثر جنسيًا. ناقش مزايا وعيوب استخدام الشتلات لإنتاج نوع معين من النبات.

31. **الفكرة الأساسية** توفر عملية العبور التنوع الوراثي، الذي يغير في النهاية من جينات الجماعة الأحيائية. ومع ذلك، لا يظهر في بعض الكائنات الحية التي تتكاثر جنسيًا آليات التراكيب الجديدة. ما المزايا التي تحصل عليها هذه الكائنات الحية عندما تقوم بتقليل التراكيب الجينية الجديدة؟

التقويم الختامي

32. **الفكرة الرئيسة** تنتج الأمشاج عن عملية الانقسام المنصّف. ما الإجراءات الأخرى التي تؤدي إلى التنوع في النسل؟

33. **الكتابة في علم الأحياء** تخيل أنك جريجور مندل واكتب صفحة في كراستك اليومية عن يوم حققت فيه إنجازًا مهمًا. صف هذا الإنجاز وكذلك خطوتك التالية.

34. تُعدّ صفة الصوف الأبيض في الأغنام صفة سائدة على صفة الصوف الأسود المتنحية. افترض أن بعض الأغنام من قطيع معين متخالفة الجينات للون الصوف. اكتب خطة تبين كيفية الحصول على قطيع أغنام بيضاء الصوف نقية السلالة.

35. تُعدّ صفة الريش المرقط في الحمام (*P*) سائدة على صفة الريش غير المرقط (*p*). افترض حدوث تزاوج بين حمامة مرقطة، ذات الطراز الجيني *Pp*، مع حمامة غير مرقطة. استخدم مربع بانيت لتوقع نسبة الطراز الجيني لنسلهما.

أسئلة حول مستند

أخذت الفقرات أدناه من منشورات مندل.

أخذت البيانات من: Mendel, Gregor. 1866. *Experiments in Plant Hybridization*. Originally translated by Bateson, William, 1901.

"يجب حماية النباتات الهجينة أثناء موسم الأزهار من تأثير حبوب اللقاح الغريبة، أو يجب أن تكون هذه النباتات قادرة على توفير هذه الحماية لنفسها".

36. وضع مندل القاعدة أعلاه للنباتات التي استخدمها في تجاربه. لخّص سبب كون هذه القاعدة مهمة لنجاح تجاربه.

Ibid: 4

"*إن الهدف من التجربة هو ملاحظة الوضع في حالة كل زوج من الخصائص المميّزة واستنتاج الشكل الذي، بناء عليه، تظهر في الأجيال المتعاقبة. تنقسم النباتات التي تدخل إلى العديد من التجارب المنفصلة. وتظهر دائمًا صفات متحدة في نباتات التجارب*".

37. صِف هدف مندل من إجراء تجارب تربية النباتات.

almanahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

25. C
26. C

الإجابة المبنية

27. الانقسام المنصف وعملية العبور والاندماج العشوائي للحيوان المنوي والبويضة

28. تُقبل كل الإجابات المعقولة.

29. تنتقل الجينات المرتبطة على الكروموسوم معًا خلال الانقسام المنصف ولا تُوزع عشوائيًا أثناء اصطفاف الكروموسومات في الطور الاستوائي الأول.

فكّر بشكل ناقد

30. قد تتضمن الإجابات أن الفائدة تكمن في انتقال الصفات الوراثية للنباتات التي يرغب بها الشخص. والعيب المحتمل هو أنه في حال غياب التنوع في النباتات، بسبب ظهور مشاكل جديدة مثل الأمراض، قد لا تتمكن النباتات من البقاء على قيد الحياة.

31. تُقبل كل الفرضيات المنطقية.

التقويم الختامي

32. تُمثل عملية العبور والطفرات وقانون الانعزال وقانون التوزيع الحر طرقًا لحدوث الاختلاف والتنوع في الأبناء.

33. ستختلف الإجابات لكن يجب أن تتضمن وصفًا مفصلًا للإنجاز والخطط الخاصة بالخطوة التالية في العملية.

34. يجب أن تتضمن الخطط طريقة لتحديد الأغنام البيضاء متخالفة الجينات ولا يجب أن تتكاثر ثانية.

35. 1:1، مرقط:غير مرقط

أسئلة حول مستند

أخذت البيانات من: Mendel, Gregor. 1866. *Experiments in Plant Hybridization*. Originally translated by Bateson, William, 1901. 2

36. لكي يتحكم مندل بعمليات التزاوج، احتاج إلى التأكد من أن نباتاته متخالفة الجينات هي نتاج للتلقيح الخلطي وليس بعض المواد الخارجية.

37. كانت غاية مندل القدرة على وضع فرضية لطريقة وراثة الصفات في نبات البازلاء.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Ch12.indb 345 1/9/2017 9:50:48 AM

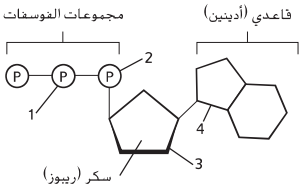
تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

الاختيار من متعدد

1. من المحتمل أن معدل نمو جماعة أحيائية سيرتفع ويظلّ مرتفعًا لفترة طويلة، في حال كان معظم أفرادها
   - A. في عمر أقل من عمر الخصوبة الأساسي
   - B. في عمر أعلى بقليل من عمر الخصوبة الأساسي
   - C. في منتصف عمر الخصوبة الأساسي
   - D. في نهاية عمر الخصوبة الأساسي

استخدم الرسم التوضيحي التالي للإجابة عن السؤال 2.



2. لتحرير الطاقة التي تُستهلك في جسم الكائن الحي، ما المجموعتان اللتان يجب كسر الرابطة بينهما في جزيء ATP؟
   - A. 1 و 2
   - B. 2 و 3
   - C. 2 و
   - D. 3 و 4

3. ما العملية التي تقسم نواة الخلية ومادة النواة؟
   - A. دورة الخلية
   - B. انقسام السيتوبلازم
   - C. الطور البيني
   - D. الانقسام المتساوي

4. ما مصدر الإلكترونات في مرحلة سلسلة نقل الإلكترون في التنفس الخلوي؟
   - A. تكوّن أستيل CoA أثناء دورة كربس
   - B. تكوّن NADH و $FADH_2$ أثناء دورة كربس
   - C. تخمر حمض اللاكتيك
   - D. تكسير الروابط في التحلل السكري

5. أي مما يلي يحتمل أن يؤدي إلى الإصابة بسرطان الرئة؟
   - A. التعرض لجزئيات الأسبوستس
   - B. التعرض لأبواغ الفطريات
   - C. التعرض للأشعة تحت الحمراء
   - D. التعرض للأشعة فوق البنفسجية

استخدم الرسم التوضيحي التالي للإجابة عن السؤال 6.

6. ما دور الرقم "1" في نشاط الإنزيم؟
   - A. يؤدي إلى إبطاء سرعة التفاعل
   - B. يوفر مزيدًا من المواد المتفاعلة
   - C. يوفر بقعة فريدة لارتباط المادة المتفاعلة مع الأنزيم
   - D. يرفع طاقة تنشيط التفاعل

7. ما الذي يؤدي إلى انتقال أيونات الصوديوم والكالسيوم من وإلى خلايا القلب؟
   - A. الجسيمات المشحونة في طبقة الليبيدات المفسفرة المزدوجة
   - B. جزيئات الكوليسترول في طبقة الليبيدات المفسفرة المزدوجة
   - C. قنوات الانتشار في غشاء الخلية
   - D. البروتينات الناقلة في غشاء الخلية

8. أثناء الانقسام المنصّف لخلية ما. في أي المراحل التالية تنفصل الكروماتيدات الشقيقة بعضها عن بعض؟
   - A. الطور الانفصالي الأول
   - B. الطور الانفصالي الثاني
   - C. الطور النهائي الأول
   - D. الطور النهائي الثاني

9. ما وحدة قياس الكتلة في النظام الدولي للوحدات؟
   - A. الشمعة
   - B. كلفن
   - C. الكيلوجرام
   - D. المتر

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

almanahj.com/ae

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. A	5. A	9. C	
2. A	6. C		
3. D	7. D		
4. B	8. B		

إجابة قصيرة

10. تحدث عملية العبور بين كروموسومين مختلفين وليس بين الكروماتيدات المرتبطة معًا. وتحدث أيضًا بين الأجزاء الموجودة في الموقع نفسه على الكروموسومات المتناظرة لها. على سبيل المثال، يمكن أن تحدث عملية العبور بين B و H وبين C و F وبين D و E. إن الإجابات المتعددة مقبولة طالما أنها تناسب نمط عملية العبور.

11. يمكن أن تحدث عملية العبور أثناء عملية التشابك التي تحدث في الطور التمهيدي الأول. ففي هذه المرحلة، تتضاعف الكروموسومات لكنها لا تنفصل. وعندما تتحد الكروموسومات، تحدث عملية العبور.

12. يؤدي الانخفاض في تركيز CO_2 إلى إبطاء عملية حلقة كالفن في البناء الضوئي، مما يؤدي إلى إبطاء إنتاج السكريات ونمو النباتات ببطء شديد.

13. يسمح الانقسام المنصف بعدد كبير من الارتباطات المختلفة للجينات في الخلايا الجنسية للكائن الحي بسبب توزيع الجينات بشكل حر. ونظرًا لأن الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية، فعند اتحادها مع خلية جنسية أخرى (بويضة أو حيوان منوي)، تنشأ فرصة إضافية لحدوث التنوع. بالإضافة لحدوث عملية العبور.

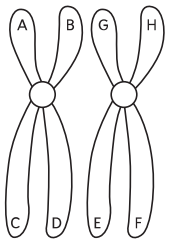
14. تتضاعف الكروموسومات ثم تتحول إلى كروماتيدات في شكل أزواج مرتبطة عند القطعة المركزية.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Ch12.indb 346 1/9/2017 9:50:49 AM

إجابة قصيرة

استخدم الرسم أدناه للإجابة عن السؤالين *10* و *11*.



10. يبين الرسم أعلاه زوجًا من الكروموسومات تم تمييز مواقع مختلفة منها بأحرف. اشرح أين تحدث عملية العبور في هذا الزوج من الكروموسومات.

11. متى يُرجّح أن تحدث عملية العبور؟

12. افترض أن تركيز CO_2 في دفيئة ينخفض. اشرح [illegible] تأثير هذا التغيّر في عملية البناء الضوئي. توقّع التأثير العام في النباتات.

13. كيف تدعم عملية الانقسام المنصّف التنوع الوراثي في أنواع المخلوقات الحية؟

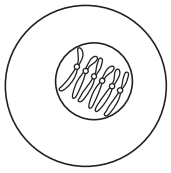
14. صِف عملية تغيّر الكروموسومات أثناء الطور S.

15. ضع فرضية حول سبب حدوث الانقسام المنصّف في مرحلتين، الأولى والثانية.

16. اشرح كيفية تسبب العوامل البيئية في الإصابة بالسرطان.

إجابة موسّعة

استخدم الرسم الوارد أدناه للإجابة عن السؤال *17*.



17. يوضح الرسم أعلاه الكروموسومات الموجودة في خلايا جنسية لحيوان معين. بناءً على هذا الرسم، صف ما يحدث أثناء إخصاب هذا النوع.

18. قوّم ما الذي قد يحدث لو لم تكن عملية الانقسام المتساوي عملية دقيقة جدًا.

سؤال مقالي

إن الخلايا الجذعية خلايا غير متخصصة في أداء وظيفة معينة. وتحتوي الخلايا الجذعية، كسائر الخلايا، على المادة الوراثية كلها الموجودة في الكائن الحي. ويمكن أن تتحول الخلايا الجذعية إلى أي نوع من الخلايا المتخصصة إذا أُرسلت إليها الإشارة المناسبة. ثمة نوعان مختلفان من الخلايا الجذعية، وهما الخلايا الجذعية الجنينية الموجودة في الأجنة والخلايا الجذعية البالغة الموجودة بكميات قليلة في الأنسجة مكتملة النمو. وتُعدّ عملية إجراء الأبحاث، خاصة باستخدام الخلايا الجنينية منها، مثيرة للجدل لأسباب أخلاقية.

باستخدام المعلومات الواردة في الفقرة السابقة، أجب عن السؤال التالي في شكل مقال.

19. هل تعتقد أنه يجب السماح للباحثين الطبيين باستخدام الخلايا الجذعية كأداة للبحث؟ اذكر مزايا ومخاطر أبحاث الخلايا الجذعية برأيك.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

15. يمكن أن تتنوع الإجابات. ومن الإجابات الممكنة أنه يجب حدوث مرحلتي الانقسام المنصف وذلك أولًا بسبب، انقسام الكروموسومات لتشكل خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية. ثم في المرحلة الثانية من الانقسام المنصف، يحدث انقسام آخر لفصل الكروماتيدات، مما يسمح بإنتاج 4 خلايا وليدة أحادية المجموعة الكروموسومية. وبدون حدوث مرحلتين منفصلتين، سيكون عدد الكروماتيدات في الخلايا الوليدة كبيرًا جدًا.

16. ثمة العديد من المواد المسرطنة في البيئة، منها الأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية ودخان التبغ والمواد الكيميائية.

إجابة موسّعة

17. إن الخلية الموضحة في الشكل هي خلية أحادية المجموعة الكروموسومية لأنها خلية جنسية. وتتحد هذه الخلية مع خلية أخرى أحادية المجموعة الكروموسومية (n=6) في الإخصاب لتُكوّن مشيجًا ثنائي المجموعة الكروموسومية (n=12). ويكون لدى الأبناء خلايا ثنائية المجموعة الكروموسومية تتضمن 12 كروموسومًا.

18. إذا لم يكن الانقسام المتساوي دقيقًا بصورة موثوقة، فلن تعمل إحدى الخليتين الوليدتين الناتجتين أو كلتاهما بطريقة سليمة.

سؤال مقالي

19. ستتنوّع الإجابات. يجب أن يختار الطلاب جانبًا واحدًا ويذكرونه ويقدمون ما يدعم رأيهم. وقد يدعمون أيضًا كلًا من الفوائد والمخاطر للجانب الذي اختاروه.

almanahj.com/ae

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

Ch12.indb 347 1/9/2017 9:50:49 AM