

## علم الوراثة والتقنيات الحيوية

تجربة استهلاكية  
كيف يعمل التناسل  
الانتقائي؟

الوقت المقدر: 15 min

مواد بديلة يمكن استخدام مجموعة مؤلفة من 52 كرة زجاجية من أربعة ألوان مختلفة بدلاً من بطاقات الأشكال والأرقام؛ 13 كرة زجاجية من كل لون. أحضر كيساً ورقياً لسحب أزواج من الكرات الزجاجية.

**احتياطات السلامة** ناقش مخاوف السلامة المتعلقة بالتجربة هذه قبل بدء العمل. واحترس من الجروح التي يسببها الورق.

## استراتيجيات التدريس

- شجع الطلاب على التفكير في سبب وضع البطاقات في أزواج بدلاً من بطاقة واحدة في كل مرة.
- اطلب من الطلاب التفكير في كيفية تغيير هذه المحاكاة إذا كانوا يرغبون في اختيار صفتين مرغوبتين (مجموعتين) بدلاً من صفة واحدة.

## الإجراءات

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة لهذه التجربة قبل بدء العمل.
2. اخلط رزمة من البطاقات. اختر مجموعة واحدة لتمثيل الجين الذي ترغب في اختياره.
3. ضع الرزمة بأكمالها مواجهة لأعلى مقسمة إلى 26 زوجاً.
4. اختر الأزواج التي تحتوي على بطاقة واحدة على الأقل من المجموعة التي اخترها.

## التحليل

1. استدلّ على سبب وضع البطاقات في أزواج. **وُضعت البطاقات في أزواج لأن الجينات تُورث عادة في أزواج من الأليلات. أليل من كل من الوالدين.**
2. اربط التغيرات في النسبة المئوية للبطاقات التي تم التخلص منها بعد كل جولة بمدى تغير



النسبة المئوية للجينات في الجماعة الأحيائية. كلما انخفض عدد البطاقات غير المختارة، زادت النسبة المئوية للجين (المجموعة) المختارة. وعند ارتفاع نسبة جين معين في جماعة أحيائية، تزداد فرصة الفرد في حمل نسخة من ذلك الجين.

## تقديم الوحدة

تطبيقات مفاهيم الأحياء

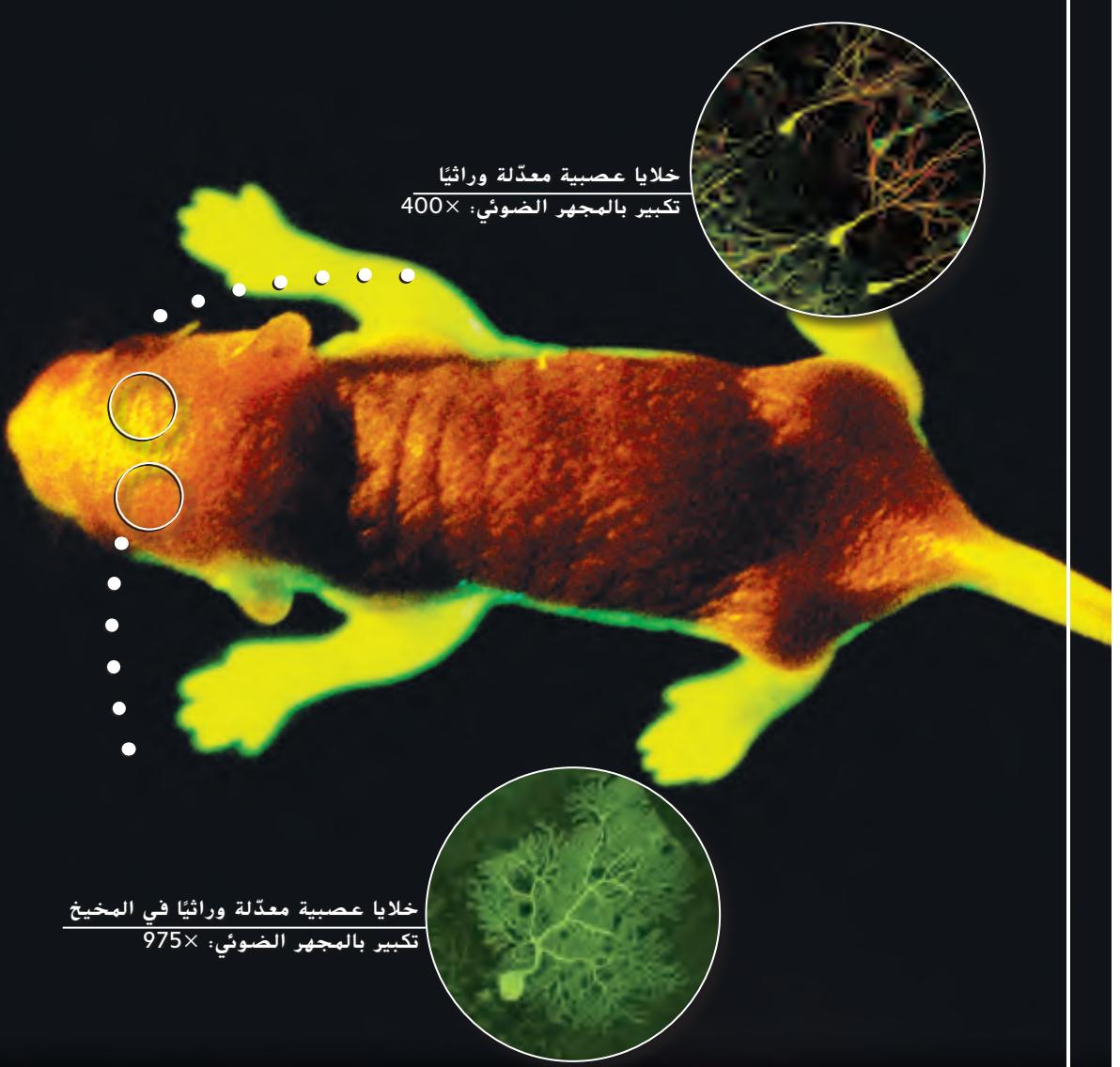
**أسأل الطالب:** ما الذي يوفر المعلومات الوراثية التي توجه الخلايا إلى النمو والانقسام والبقاء على قيد الحياة؟ يدرس العلماء الـ **DNA**

منذ عقود في محاولة لفهم المزيد حول كيفية نطور البشر والكائنات الحية الأخرى واستجابتهم للتغيرات الموجودة في بيئتهم. ويحمل الفأر المبitten في الشكل الجيني (GFP) الخاص بالبروتين الفلوري الأخضر (GFP). وقد تم إدخاله في الجينوم الخاص به. وبسبب هذا البروتين، يتوهج الفأر باللون الأخضر عندما يتعرض لضوء الأشعة فوق البنفسجية.

**أسأل الطالب:** ما هي بعض الاستخدامات الممكنة للتكنولوجيا التي تتيح إدخال جين خاص ببروتين معين في كائن حي؟ ستتنوع الإجابات. فقد يقترح الطلاب علاجات جديدة للأمراض أو تتبع الخلايا في التجارب.

### الفكرة (الرئيسة)

لمحة عامة كلف الطلاب بتلخيص الوحدة من خلال كتابة الفكرة العامة للوحدة والأفكار الرئيسية لكل قسم. واطلب منهم كتابة مفردات جديدة في القسم المناسب والرجوع إلى الوحدات السابقة للتعرف على المصطلحات التي قدمت مسبقاً في الكتاب. فضلاً عن ذلك، اطلب منهم أن يكتبوا تحت كل فكرة رئيسة ثلاثة نقاط أساسية على الأقل تلخص القسم. قد يستفيد بعض الطلاب من الحصول على مختصر مكتمل جزئياً. في حين قد يجد طلاب آخرون أنه من الأسهل اختيار بعض الكلمات من كل فقرة وكتابتها جملة باستخدام كل كلمة من هذه الكلمات.



القسم 1 • علم الوراثة التطبيقي

القسم 2 • تكنولوجيا الـ DNA

القسم 3 • الجينوم البشري

**الموضوع المحوري الاستقصاء العلمي**

تؤدي التكنولوجيا الحديثة إلى الاكتشافات في عالم الجزيئات وإلى فهم أفضل للوراثة الجينية.

**الفكرة (الرئيسة)** تحسن التكنولوجيا الوراثية من صحة الإنسان ونوعية الحياة.

الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية 447

### الموضوعات

الاستقصاء العلمي أدى الانتهاء من مشروع الجينوم البشري إلى العديد من التقنيات والاكتشافات الحديثة.

التنوع يمثل علم الوراثة لكل كائن حي أساس التنوع في الفصيلة.

الطاقة توفر الكهرباء الطاقة اللازمة للفصل الهايلي.

الاقتزان الداخلي توفر المتجهات بيئة مستقرة حيث يتم إدخال الـ **DNA** والجينات للمرضى الذين يتلقون العلاج بالجينات.

التغيير توفر الهندسة الوراثية طفرات يتحمل أن تكون مفيدة بطريقة متحكم بها.

## القسم 1

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- كيف يستخدم التناслед الانتقائي لإنتاج كائنات حية تحمل صفات مرغوبة؟
- ما أوجه الشبه والاختلاف بين التناслед الداخلي والتنهج؟
- كيف يساعد التزاوج الاختباري لمربع يائين في تقويم الطرز الجينية للكائنات الحية؟

مفردات للمراجعة

هجين hybrid: كائن حي مختلف الجينات بالنسبة إلى صفة معينة

مفردات جديدة

التناслед الانتقائي selective breeding  
التكاثر الداخلي inbreeding  
التزاوج الاختباري test cross

## القسم 1

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م

إنتاج صفات مرغوبة اعرض على الطلاب طماطم بأحجام وأشكال مختلفة.

**أسأل الطلاب:** لماذا تختلف الطماطم من حيث الحجم والشكل؟ **تناسب الأحجام والأشكال المختلفة أنواعاً مختلفة**

من الأطعمة. ذكر الطلاب أن معظم الأغذية التي تتناولها هي نتيجة انتقاء وراثي.

### استراتيجية القراءة

ض م ف م عصف ذهني اطلب من الطلاب التفكير في ما يتadar إلى ذهنهم عند قراءتهم كل مصطلح جديد، في

مجموعات صغيرة. وقم بإعداد قائمة بالأفكار على السبورة. وبعد قراءة القسم قارن القائمة بالتعريفات الواردة في النص.

**د** اقرأ المفردات والتعريفات بصوت عال للطلاب الذين يواجهون صعوبات، وذلك قبل أن يبدأوا بتمرين العصف الذهني.

## م تدريب المهارات

وضح أوجه الاختلاف في السمات البدنية لدى الكلاب الظاهرة في الشكل 1.

**أسأل الطلاب:** كيف ترتبط هذه السمات بطريقة استهانة الإنسان بالكلاب؟ الإجابة المحتملة: عضلات قوية لسحب الأحمال الثقيلة، وأذان كبيرة تساعد حاسة السمع.

### تطوير المفاهيم

د م ض م ف م

#### تنشيط المعرفة السابقة

راجع مع الطلاب قوانين الوراثة لجريجور ملنر.

**أسأل الطلاب:** ماذا يعني المصطلح مخالف الجينات؟ وجود أليلين مختلفين لصفة معينة. ماذا يعني المصطلح متماثل الجينات؟ وجود أليلين مماثلين لصفة معينة.

## علم الوراثة التطبيقي

**الفكرة الأساسية** يستخدم التناслед الانتقائي لإنتاج كائنات حية تحمل صفات مرغوبة.

**روابط من القراءة بالحياة اليومية** يمترز هوا جمع العملات المعدنية بين العملات التادرة والعملات الأخرى لأن العملات التادرة أكثر قيمة. ومثلاً يقع الاختيار على عملات معينة نظراً إلى قيمتها. كذلك يقع الاختيار على أنواع نباتات وحيوانات معينة يتم اختيارها لإنتاج كائنات حية تحمل صفات ذات قيمة للإنسان.

### التناслед الانتقائي

ربما تكون على دراية بسلالات الكلاب المختلفة. مثل كلاب البيل والهايسكي والجيرمان شبيرد. لاحظ بعض صفات الطراز الظاهري لهذه السلالات في الشكل 1. تتمثل الأنواع الثلاثة ببنية عضلية قوية. وتميز كلاب البيل بصفات محددة مثل حاسة الشم القوية التي تؤهلها لتكون كلاباً بوليسية جيدة. أما كلاب الهايسكي، فهي عادة قوية التحمل وستطيل سحب الزلاجات لمسافات طويلة. بينما تشتهر كلاب الجيرمان شبيرد بأنها قابلة للتدريب إلى حد كبير لأداء الخدمات الخاصة. منذ العصور القديمة، يستولى البشر الحيوانات التي تتميز بصفات معينة للحصول على نسل يحمل صفات مرغوبة. ونتيجة لذلك، أصبحت هذه الصفات أكثر شيوعاً. لا يقتصر الأمر على استيلاد الحيوانات للحصول على كائنات تتميز بصفات مرغوبة فقط. فالنباتات أيضاً تُستولى لإنتاج تلك الصفات مثل إنتاج ثمار أكبر حجماً وفترات نمو أقصر. وتحسّن العملية التي يتم من خلالها اختيار الصفات المرغوبة لنباتات وحيوانات معينة ونقلها إلى الأجيال المقبلة منها **الانتقائي**. فمن خلال عمليات التهجين والتكاثر الداخلي، يمكن نقل الصفات المرغوبة للأجيال القادمة.

■ **الشكل 1** تثير الكلاب بصفات تجعلها مناسبة لمهام مختلفة: البيل - حاسة شم قوية؛ الهايسكي - العدو لمسافات طويلة؛ الجيرمان شبيرد - قابلية للتدريب بدرجة كبيرة.



الجيرمان شبيرد  
كلب الخدمة

الهايسكي  
كلب جــ الزلاجات

البيل  
كلب بوليســي

448 الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية

### عرض توضيحي

**تشبيه** ضع قطعة من قالب الشوكولاتة وقطعة من حلوي الخطمي بين شريحتين من البسكويت. اشرح كيفية تشابه عملية الجمع بين المذاقات المرغوبة من عناصر الغذاء بتلك التي يستخدمها المربون لمزاوجة اثنين من الكائنات الحية. لكل منها صفة مرغوبة، لإنتاج أفراد نسل يحملون الصفتين المرغوبتين. الوقت المقــدــر: 15 min

### التدريس المتمايز

**دون المستوى** يمكن للمعلمين تقديم مساعدة إضافية في مهام القراءة للطلاب دون المستوى المطلوب. أعط هؤلاء الطلاب نسخة من النص مميــزاً فيه المفاهيم أو الكلمات المهمة لمساعدتهم في تحديد المعلومات الأساسية.

## ج طوير المفاهيم

د م ض م ف م

**توضيح مفهوم خاطئ**  
**أسأل الطالب:** هل للسلالات النقية مزايا أو عيوب وراثية مقارنة بالسلالات المختلطة؟ قد يواجه الطالب صعوبة في استيعاب الجواب السلبية لإنتاج السلالات النقية. صحيح أن السلالات النقية تُظهر صفة مرغوبًا فيها بصورة موثوقة، إلا أن الجماعات الأحيائية الناتجة من هذه السلالات تفتقد إلى النوع الوراثي.

## تجربة مصغرة 1

الوقت المقـدر 45 min

مواد إضافية تصفح الإنترنت لتنزيل الرسومات.

**احتياطات السلامة** وافق على نماذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل.  
استراتيجية التدريس اطلب من أعضاء مجموعة محلية تعمل في زراعة الحدائق مشاركة تجاربهم في تهجين النباتات مع طلاب الصف.

### التحليل

1. تضمن هذه الاحتياطات عدم حصول تماش بين زهرة الزنبق وحبوب لفاح أخرى، وبالتالي يعرف المربى التركيب الوراثي للتلسل الناتج.
2. الزنبق الورثي مخالف الجينات وعندما يُخصب ذاتيًّا يكون طراز التراكيب الناتجة مخالف الجينات أو سائد متماثل الجينات أو متباينًا متماثل الجينات. وينتج عن هذه الطرز الجينية بعض الطرز الظاهرية غير المماطلة للزنبق الورثي.

القسم 1 • علم الوراثة التطبيقي 449

## تجربة مصغرة 1

### تمثيل عملية التهجين

كيف تُنتج الزنبقات الوراثية؟ في هذه التجربة، ستطلع على التقنيات التي يستخدمها مربو النباتات المحترفون والبستانيون الهواة لإنتاج المجموعة الكبيرة من الزنبقات التي ربما شاهدتها تنمو في المناطق الطبيعية.

#### الإجراءات

1. حد مخاوف السلامة المرتبطة بهذه التجربة قبل بدء العمل.
2. أحضر رسمًا لزهرة الزنبق مزوًّداً وزهرة زنبق مفتوحة نصفوة. فنخص الزهرة باستخدام عدسة مكرونة وحدد المثلث المذكر والمثابع المؤشر.
3. استخدم عود تنظيف الأذن لفرك المثلث برفق بيدف استخراج حبوب اللقاح.
4. استدلل عندما يقوم المربيون بتهجين زنبق بذلة لتتمو وتنبت البذور بشكل طبيعي. وعندما تُزرع هذه البذور، لا يكون لنباتات الزنبق الجديدة الخصائص نفسها الموجودة في الأذن الورثي. ضع فرضية لسبب حدوث ذلك.

**التحليل**  
1. استدلل عندما يتوجه المربيون بتهجين زنبق، فإنهم يتخلصون من حبوب اللقاح إلى ميسى في زهرة زنبق غير مفتوحة ثم يغطون الميسى بغطاء رقيق. لم يُعد هذا ضروريًا برأيك؟

2. التفكير الناقد يُنتج مربٍ ما زنبقه هجينة تُترك بعد ذلك لتتمو وتنبت البذور بشكل طبيعي. وعندما تُزرع هذه البذور، لا يكون لنباتات الزنبق الجديدة الخصائص نفسها الموجودة في الأذن الورثي. ضع فرضية لسبب حدوث ذلك.

مراجعة في ضوء ما قرأته عن التناول الانتقائي، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟

**التهجين** تذكر أن الوراثي تنتج عن تزاوج كائنات حية لها أشكال مختلفة من صفة ما لإنتاج أفراد جيل يحمل صفات معينة. غالباً ما يعتمد المزارعون ومرتدي الحيوانات والعلماء في اختيارهن الصفات التي ستعطي الكائنات الحية الوراثية ميزة تنافسية. يمكن استيلاد هذه الكائنات الحية الوراثية للحصول على نسل أكثر مقاومة للأمراض أو أكثر قدرة على الانتخاب أو أسرع نموًّا. على سبيل المثال، قد يختار مربو النباتات مزاوجة صنفين مختلفين من نبات الطماطم لإنتاج هجين يحمل صفة مقاومة الأمراض، من أحد الآباء، وصفة النمو السريع من الآب الآخر.

يجب توخي الحذر في تحديد الكائنات الحية التي تحمل الصفات المرغوبة وإنجاج تزاوجها للحصول على التركيب الصحيح للصفات من كلا الآباء. لكن للتهجين عيوب منها أنه مكلف ويستغرق وقتاً طويلاً. على سبيل المثال، استغرقت هذه العملية ثلاثة عقود للتوصل إلى أصناف هجينة من الأذن تُنتج كميات أكبر من المحاصيل مقارنة بالأصناف غير الوراثية. لكن بما أن التهجين ينطوي على إنتاج كائنات حية ذات قيمة غذائية أعلى، وأكثر قدرة على التكاثر مع أشكال عديدة من النباتات البسيطة، فإن مزايا التهجين تُفوق عيوبه في بعض الأحيان.

**التكاثر الداخلي** عندما يلاحظ المربى وجود صفة مرغوبة في كائن حي، يتعين تنفيذ عملية دقيقة للتأكد من انتقال الصفة إلى الأجيال القادمة. تُسقى هذه العملية التي يتم فيها تهجين كائنات حية ممتازة جينياً بهدف التخلص من الصفات غير المرغوبة في الأجيال القادمة ونقل الصفات المرغوبة للأجيال القادمة ونقل الصفات المرغوبة إليها خلال التكاثر الداخلي.

حافظ على السلالات النقاية عن طريق التكاثر الداخلي. ومن أمثلة الكائنات الحية الناتجة عن التكاثر الداخلي خيول كلايدزديل وبقر أنفس. ربما رأيت خيول كلايدزديل في المراكب وحدائق الحيوانات. فقد بدأ مربو الخيول في تربيتها في إسكندرية قبل مئات السنين لاستخدامها في المزارع. وعندما لاحظوا أنها تمتلك القدرة والرشاقة والطبيعة، فقد ثبتت تربيتها داخلياً واستخدامها على نطاق واسع لجز الأحمال الثقيلة.

لكن للتكاثر الداخلي عيوب منها إمكانية انتقال الصفات المتحورة الضارة أيضًا إلى الأجيال القادمة. كما يزيد التكاثر الداخلي من فرص إنتاج نسل متعدد متماثل الجينات. إذا كان الآباء يحملان الأليل المتنحى، فمن غير المرجح التخلص من الصفة الضارة.

✓ التأكد من فهم النص صفات العيوب المرتبطة بكل من التهجين والتكاثر الداخلي .

### الاهتمام بالبيئة

استخدم زهورًا ذابلة من متجر زهور من متجر زهور لأغراض التجربة المصغرة. يمكن أيضًا الحصول على عينات زهور مجانية من دور الجنائز بعد تشريح جنازة. تأكد من أن الزهور التي تستخدمنا في التجربة المصغرة لها سادة ومتاع واضحان.

تقدير تطور فهم المحتوى  
فَقَدْ مَدِيَ تَطْوِيرُ الْفَهْمِ عِنْدَمَا يَرَاجِعُ الطَّلَابُ أَسْلَةَ تَحلِيلِ التَّجْرِيَةِ الْإِسْتَهْلَالِيَّةِ.

✓ التأكد من فهم النص قد يستفرق التهجين فترات زمنية طويلة كما أنه مكلف. وقد يساعد التكاثر الداخلي على ظهور الصفات المتنحية الضارة بصورة أكبر.

## التفكير الناقد

### د م ض م توقع

**أسأل الطلاب:** توقع مظهر الأنواع المختلفة للحيوانات المستأنسة على مر الأجيال. وافتراض أنها كانت تعيش في بيئات مختلفة. قد ينطوي الإجابات على: التغير في نمو وكثافة الشعر لحمايتها من الطقس البارد، أو الشعر القصير والخفيف وزيادة عدد المسام في الجسم لإطلاق الحرارة في البيئة الحارة.تأكد من عدم خلط الطلاب بين التغيرات الموسمية/الجغرافية في مظهر الحيوان وبين التغيرات/وسائل التكيف الوراثية.

### دعم الكتابة

**ض م ف م كتابة إيقاعية كلف الطلاب**  
باختيار كائن حي ذي نسل ثقى وكتابة مقال يتناول مزايا وعيوب الكائنات الحية ذات النسل التقى. على سبيل المثال، اطلب منهم استكشاف مزايا وعيوب المحاصيل الزراعية الأحادية.

## التقويم التكويني

التقييم كلف الطلاب بتلخيص أوجه الاختلاف بين التكاثر الداخلي والتهجين. وأكّد على أنّهما نوعان من التناسل الانتقائي.

**معالجة كلف الطلاب بمراجعة القسم**  
وإنشاء مخطط لتنظيم خصائص التكاثر الداخلي والتهجين.

## القسم 1 التقويم

### ملخص القسم

- يستخدم التناسل الانتقائي لإنتاج كائنات حية تحمل صفات تُعتبر مرغوبة.
- يُنتج التهجين كائنات حية تحمل صفات مرغوبة من آباء يحملون صفات مختلفة.
- يُنتج التكاثر الداخلي سلالات تقية.
- يمكن استخدام تزاوج اختباري لتحديد الطراز الجيني للكائن الحي.

### فهم الأفكار الأساسية

- الشكل (أ) الأساسية** قوم أثر التناسل الانتقائي في المحاصيل الغذائية.  
1. صفت ثلاثة صفات قد تكون مرغوبة في الأغذية. كيف يمكن تقليل هذه الصفات إلى الجيل التالي؟ اشرح ذلك.
  - قارن وقابل بين كل من التكاثر الداخلي والتهجين.
  - توقع الطراز الظاهري 1:1. راجع التنازع في مربعات بانيت في الشكل 2. إذا كانت شجرة الجريب فروت الأبيض متخلّفة للطراز الظاهري السادس، فسيكون جميع أفراد النسل أبيض اللون وستكون نسبة الطراز الظاهري 1:1.
  - تقدير الطراز الجريب فروت الأبيض متخلّفة للطراز الجينيات. فسيكون جميع أفراد النسل متخلّفة للطراز الجينيات. فسيكون نصف أفراد النسل التزاوج الانتقائي أبيض اللون وسيكون النصف الآخر أحمر اللون.
- فكّر بشكل ناقد**
- قيّم هل ينبغي مزاوجة بقرة وثور كلاهما يحمل أليلات متتحدة طفّرة مجنحة نسبت انخاض إنتاج الحليب؟ أجب مع التعليل.
  - يجري المربّي تزاوجاً اختبارياً لتحديد الطراز الجيني لقطة سوداء اللون. فيقوم بإجراء تزاوج للقطة السوداء (BB أو Bb) مع قطة بيضاء (bb). إذا بلغت نسبة القطط السوداء من أفراد النسل 50%. فما هو الطراز الجيني للقطة السوداء في النسل؟

450 الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية

## القسم 1 التقويم

- قد يكون للتناسل الانتقائي آثار إيجابية على إنتاج المحاصيل الغذائية، ومنها زيادة الإنتاج والجودة إلى جانب انخفاض الحاجة للرعاية وتقليل المحاصيل غير الصالحة للاستعمال. ومع ذلك، فإن التناسل الانتقائي مكلف ويستغرق وقتاً طويلاً.

- شعر أطول وأكثر كثافة ونضج أسرع إلى مرحلة البلوغ وزيادة كتلة الجسم الغث، كلها صفات تنتقل عن طريق التهجين أو التكاثر الداخلي.
- إن التكاثر الداخلي والتهجين هما طريقتان للحصول على الصفات المرغوبة في النسل الناتج. وينطوي التكاثر الداخلي على تربية كائنات حية

		جريب فروت أبيض متخلّف للجينيات	
		W	W
جريب فروت أبيض متخلّف للجينيات	W	Ww	Ww
	w	Ww	Ww
	w	Ww	Ww

		جريب فروت أبيض متخلّف للجينيات	
		W	W
جريب فروت أبيض متخلّف للجينيات	W	Ww	ww
	w	Ww	ww
	w	Ww	ww

■ **الشكل 2** يمكن تحديد الطراز الجيني لشجرة جريب فروت أبيض من خلال تنازع تزاوج انتقائي مع شجرة جريب فروت أحمر من خلال ملحوظة كائنات الحياة.

- مرتبطة ببعضها بصورة وثيقة وتشترك في الصفة المرغوبة نفسها. بينما ينطوي التهجين على تربية آباء لهم صفات مرغوبة مختلفة.
- سيكون لنصف البرتقال بذور وسيكون النصف الآخر بدون بذور.
  - يبغي عدم إجراء تكاثر داخلي لبقرة وثور مرتبطين بصورة وثيقة وكلاهما "متناجٍ متخلّف للجينيات" لصفة غير مرغوبة لأن الصفة "السيئة" ستنتقل إلى جميع أفراد الجيل الناتج.
  - إن الطراز الجيني للقطة السوداء هو Bb.

## القسم 2

### الفكرة الأساسية

#### د م ض م ف م

هندسة الجينات

**أسأل الطلاب:** ما الذي يتبدّل إلى

ذهنك عندما تسمع المصطلح

**هندسة الجينات؟** اطلب من أحد

الطلاب أن يتوالى كتابة الإجابات الموجودة

على السبورة. إذا كان الطالب بحاجة إلى

تحفيز، فزودهم بأمثلة عن كائنات حية

معدلة وراثياً. على سبيل المثال النعجة

دوللي واطرح مناقشات حول الاستنساخ

البشري وخلايا الخميره التي تتنـج

الإنسولين البشري والدّرة المقاومة للمرض.

## ج تطوير المفاهيم

### ض م المشاركة المجتمعية

ساعد الطالب في التفكير في تأثير

هندسة الجينات في مجتمعهم.

**أسأل الطلاب:** من المستفيد من

**هندسة الجينات؟** إجابات محتملة:

الأشخاص الذين يتناولون الأدوية التي يتم

تصنيعها من خلال هندسة الجينات أو

الأشخاص الذين يتناولون أغذية يزرعها

مزارعون يستخدمون هندسة الجينات.

**ما المخاطر المرتبطة بالمنتجات**

**المعدلة وراثياً؟** تشمل المخاطر الأمراض

**المقاومة للأدوية.** فقدان الكائنات الحية

**الأصلية**

**د م** اعرض على الطالب الذين يواجهون

صعوبات تعليمية أمثلة معينة على

استخدام منتجات معدلة وراثياً. مثل تناول

الدّرة المعدلة جينياً في مقابل تناول الدّرة

المنتهي انتقائياً.

**ف م** كلف الطالب الذين هم فوق

المستوى بقراءة ما سيتم ذكره في القسم

بشأن الكائنات الحية المعدلة وراثياً.

واطلب منهم التفكير في كائن حي يمكن

استخدام جيناته لإنتاج كائن حي معدل

وراثياً لديه خصائص مفيدة. إضافة إلى

ذلك، اطلب منهم إعداد نشرة دعائية

للترويج لكتائبهم الحي الافتراضي الجديد

المعدل وراثياً أمام الجمهور المستهدف.

## تكنولوجيا الحمض النووي

**الفكرة الأساسية** يستخدم الباحثون هندسة الجينات للتحكم بالحمض النووي (DNA).

**روابط من القراءة بالحياة اليومية** هل سبق ورأيت لحافاً من قطع قماش مختلفة الألوان يدوي الصنع؟ تُصنَع الألحاف المكونة من قطع قماش مختلفة الألوان عن طريق دمج قطع مختلفة من الأقمشة. يستخدم العلماء عملية مشابهة ويدمجون أحجاماً نووية من مصادر مختلفة لإنتاج كائن حي يحمل صفات وراثية فريدة.

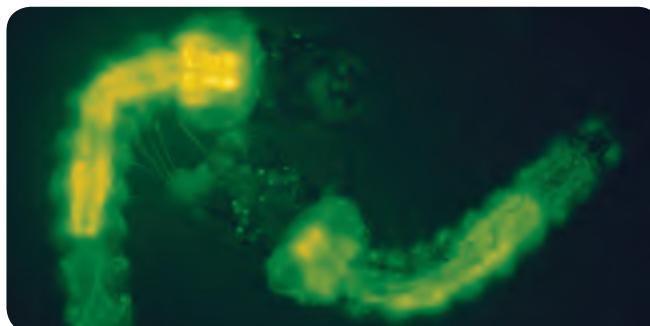
### هندسة الجينات

يحلول العام 1970 تقريباً. كان الباحثون قد اكتشفوا بنية الحمض النووي (DNA) وحددوا المبدأ المركزي الذي ينص على أن المعلومات الوراثية تتدفق من الحمض النووي إلى الحمض النووي الريبيوزي (RNA). ومنه إلى البروتينات. رغم ذلك، لم

يعرف العلماء الكثير عن وظيفة الجينات الفردية. لفترض أن صديفك أخبرك بالنتيجة النهائية لممارسة كرة القدم إحدى الثانويات. ولكنه لم يخبرك عن أداء كل لاعب في المبارزة. إن فضولك لمعرفة تفاصيل المبارزة مشابه للفضول الذي شعر به العلماء لأنهم لم يعلموا دور كل جين في وظيفة كل من الخلايا.

تغير الوضع عندما بدأ العلماء في استخدام **هندسة الجينات**. وهي تكنولوجيا

تطوّر على التحكم بالحمض النووي لكتائب حي من خلال إضافة حمض نووي دخيل (حمض نووي يعود إلى كائن حي آخر). على سبيل المثال، أدخل الباحثون جيناً لبروتين الإضاءة الحيوية يُسمى البروتين الفلوري الأخضر (GFP) في كائنات حية مختلفة. يبعث البروتين الفلوري الأخضر (GFP). وهو مادة موجودة طبيعياً في السلك الهلالي الذي يعيش في شمال المحيط الهادئ، ضوءاً أحضر عند تعرّضه للضوء فوق البنفسجي. إن الكائنات الحية التي سبق أن خضعت للتعديل الوراثي يهدف تصنيع DNA البروتين الفلوري الأخضر (GFP). مثل بروقات البعض العرض الموضحة في الشكل 3. يمكن التعرّف إليها بسهولة بوجود الأشعة فوق البنفسجية. يتم صق DNA البروتينات الفلوريّة الخضراء بالـDNA الدليل للتحقق من إدخاله في الكائن الحي. وستستخدم هذه الكائنات الحية المعدلة وراثياً في عمليات مختلفة. مثل دراسة تعبير جين معين والتحقّيق في العمليات الخلوية ودراسة ظهور مرض معين وانتقاء صفات وراثية قد تكون مفيدة للبشر.



بروقات بعوض معدلة وراثياً

القسم 2 • تكنولوجيا DNA 451

- ما الأدوات والعمليات المختلفة المستخدمة في هندسة الجينات
- كيف تتحكم هندسة الجينات في الحمض النووي (DNA) معدّ التركيب
- ما أوجه الشبه بين التربية الانتقائية وهندسة الجينات؟
- كيف ستستخدم هندسة الجينات والتقنيات الحيوية لتحسين حياة الإنسان؟

### مفردات للمراجعة

**الحمض النووي:** المادة الجينية لجمع الكائنات الحية. وتتألف من سلسلتين مكملتين من النيوكليوتيدات الموجدة في اللولب المزدوج.

### مفردات جديدة

هندسة الجينات	DNA
جينوم	المادة الجينية
إنزيم القطع	يجمع الكائنات الحية. ويتألف من
الرخلان الكهربائي الملامي	سلسلتين مكملتين من النيوكليوتيدات
gel electrophoresis	الموجدة في اللولب المزدوج.
الحمض النووي (DNA)	معدّ التركيب
recombinant DNA	
البلازميد	
DNA ligase	
التحول	
transformation	
الاستنساخ	
cloning	
تفاعل البمرة المتسلسل	
polymerase chain reaction	
الكائن الحي المعدل وراثياً	
transgenic organism	

- **الشكل 3** أدخل جين البروتين الفلوري الأخضر (GFP) في بروقات البعض حتى يتتسنى للباحثين التتحقق من إدخال الحمض النووي الدخيل.
- توقع** كافية استخدام المجال الطبي لهندسة الجينات في المستقبل.

**سؤال حول الشكل 3 إجابة محتملة:** يمكن استخدام هندسة الجينات للتخلص من الاختلالات الوراثية.

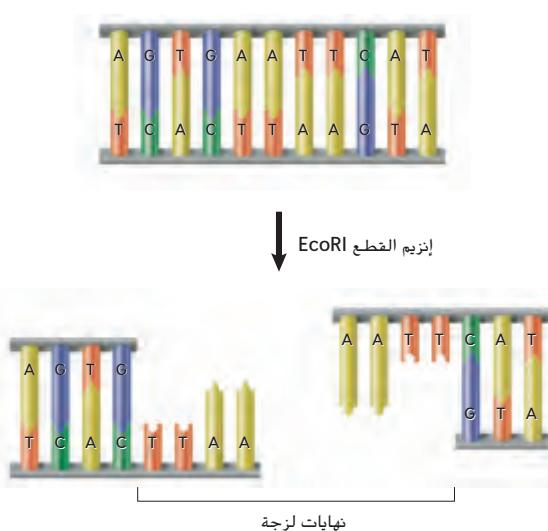
## أدوات الحمض النووي (DNA)

لقد تعلمت أن النسل الانتقائي يستخدم لإنتاج بيانات وحيوانات تحمل صفات وراثية مرغوبة، ويمكن استخدام هندسة الجينات لزيادة أو تقليل تعبير جينات معينة في كائنات حية مبنية. كما أن لها استخدامات كثيرة بدءاً من صحة الإنسان ووصولاً إلى الزراعة. إن **جينوم** كافٍ حتى ما هو إجمالي بعد أن يدخل إلى البكتيريا الحمض النووي (DNA) الموجود في نواة كل خلية. وكما استعمل في القسم التالي، يمكن أن تحتوي الجينومات، مثل الجينوم البشري، على ملايين التيوكلوبتيادات. ومن أجل دراسة جين معين، يمكن استخدام أدوات الحمض النووي للتحكم به وفصل الجينات عن باقي الجينوم.

**إنزيمات القطع** تحتوي بعض أنواع البكتيريا على وسائل دفاعية قوية ضد الفيروسات. وتشتمل هذه الخلايا على بروتينات تُسمى **إنزيمات القطع** التي تعرف على شرائط حمض نووي معينة وتنصل بها وقطعها. يقطع إنزيم DNA داخل ذلك التسلسل. يقطع إنزيم القطع، الذي يُسمى أيضاً التيوكلوبلياز الداخلي، الحمض النووي الفيروسي إلى أجزاء، ومنذ اكتشاف الإنزيمات في أواخر السنتين، حدد العلماء المئات من إنزيمات القطع وفصلوها. والجدير بالذكر أن إنزيمات القطع مستخدمة كأدوات قوية لفصل جينات أو مناطق معينة من الجينوم. فعندما يقطع إنزيم القطع إنزيم الجينومي، يكون أجزاء ذات أحجام مختلفة تكمن قريباً لدى كل شخص.

**EcoRI** يُعرف أحد إنزيمات القطع التي يستخدمها العلماء على نطاق واسع باسم إنزيم قطع اللولب المزدوج (*EcoRI*). وكما هو موضح في الشكل 4، يقطع إنزيم *EcoRI* الحمض النووي الذي يحوي التسلسل GAATTC على وجه التحديد. يطلق على نهايات أجزاء الحمض النووي الناتجة عن إنزيم *EcoRI* اسم النهايات لزجة لاحتوائها على الحمض النووي أحدى الشريط المكتمل. وتُؤخذ قدرة بعض إنزيمات القطع على إنشاء أجزاء ذات نهايات لزجة أمراً بالأهمية لأنه يمكن دمج هذه النهايات لزجة مع أجزاء حمض نووي أخرى لها نهايات مكتملة لزجة.

**التأكد من فهم النص** عُمم كثيرون استخدام إنزيمات القطع.



### المفردات ..... مفردات أكاديمية

#### Manipulate

يتحكم  
يدبر أو يستخدم بمهارة  
يستخدم العلماء التكنولوجيا للتحكم  
بالمعلومات الجينية من أجل اختبار  
الفرضيات العلمية.

## تطوير المفاهيم

### ض م الدعم التدريجي

**أسأل الطالب:** ما هندسة الجينات؟

إنها تكنولوجيا تتضمن التحكم بالـ

**DNA** لકائن حي لإضافة الـ

**DNA** الخاص بكائن

حي آخر كيف يمكن استخدام هندسة

الجينات؟ لإنتاج بيانات وحيوانات لديها

صفات وراثية مرغوبة ما المقصود بجينوم

**الكائن الحي؟** هو إجمالي الـ

**DNA** الموجود

في نواة كل خلية كيف يمكن للعلماء

دراسة جينات معينة في جينوم كائن

حي؟ عن طريق استخدام أدوات الـ

**DNA** للتحكم به وفصل الجينات من باقي الجينوم

### ق استراتيجية القراءة

#### دم ض م ف م كلمات خاصة

بمحتوى معين اطلب من أحد الطالب  
التطوع لاستخدام المصطلح القطع في  
جملة. (يمكن أن يكون القطع بمعنى  
التقييد). واطلب من متطوع آخر قراءة  
تعريف المصطلح إنزيمات القطع المكتوب  
بخيط عريض. وضح لهم أن بعض الكلمات  
المستخدمة يومياً قد يكون لها معانٍ  
علمية مختلفة.

**ف م** اطلب من الطالب التحقيق في  
التفسير المنطقي للمصطلح إنزيمات  
القطع. تعمل هذه الإنزيمات على تقييد  
**DNA** الكائنات الحية المجذحة لمنعها  
من دخول خلية البكتيريا العائلة التي تنتج  
الإنزيمات وتحتاج لقطع الـ

### م تدريب المهارات

#### دم ض م الثقافة الهرمية اطلب

من الطالب استخدام قصاصات الورق  
لتصميم نموذج للأجزاء التي نجمت عن  
إنزيمات القطع، بحيث يكون مشابهاً  
للنماذج المُبيّنة في الشكل 4.

**التأكد من فهم النص** تُستخدم إنزيمات القطع  
لفصل مناطق أو جينات معينة من الجينوم.

452 الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية

## تجربة مصغرة 2

الوقت المقدر 20 min  
استراتيجيات التدريس

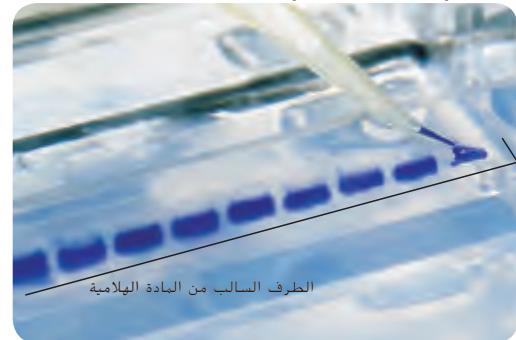
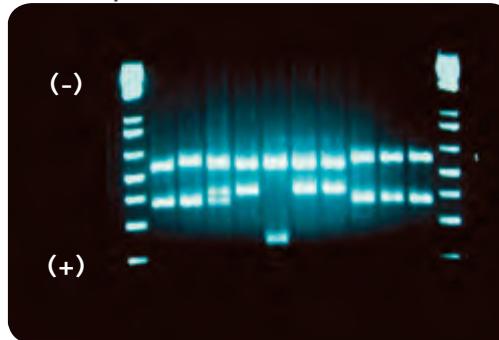
- لإعداد تسلسل DNA في شكل ورقة مستقيمة، اقطع شريطًا من الورق الملون واكتب تسلسل زوج القاعدة على طول جانبي الورقة. واجعل النهايات "لزجة" باستخدام تسلسل GAATTC المبين في الشكل 4.
- لإعداد تسلسل DNA في شكل ورقة دائيرة، اقطع شريطًا من الورق الملون (استخدم لوًنا مختلفاً) واكتب تسلسل زوج القاعدة على طول جانبي الورقة. واكتب التسلسل GATTG في موقع واحد على الأقل. اربط نهاية تسلسل DNA في الورقة الدائرية لتكوين دائرة مع تسلسل القاعدة الذي يظهر على الجانب الخارجي.
- استخدم المقصل لتصميم نموذج لإنزيم القطع، وفُصّل ورقة الحمض النووي الدائرية لتشكيل نهايات لزجة. ثم أدخل ورقة الحمض النووي المستقيمة وألصق كل الأجزاء معاً باستخدام الشريط لتشكيل بلازميد الحمض النووي مُعد التركيب.

### التحليل

1. ستعتبر الإجابات على عدد الأماكن التي تعرّض الحمض النووي الدائري فيها للقطع. إذا اشتمل الحمض النووي الدائري على 3 أجزاء، فقد ينتج عن ذلك اثنان من البلازميدات.
2. بُمثّل المقصل إنزيم القطع EcoRI نظراً إلى أنه يقطع مناطق DNA التي تحتوي على التسلسل GAATTC.

نقط الأجزاء يتتصق محلول ثلوين بأجزاء الحمض النووي المقصولة في المادة الهرامية، مما يجعلها مرئية تحت الضوء فوق البنفسجي.

تعبة المادة الهرامية يتم إسقاط محلول يحتوي على الحمض النووي (DNA) في ثقوب عند أحد طرفي المادة الهرامية باستخدام القطرارة.



شكل 5 عند وضع المادة الهرامية المعيبة في خزان الفصل الكهربائي وتغليط التيار الكهربائي، تفصل أجزاء الحمض النووي.

رغم ذلك، لا تُنسى كل إنزيمات القطع نهايات لزجة، فبعض الإنزيمات تنتج أجزاء تتحتوي على نهايات مصممة تنشأ عندما يقطع إنزيم القطع كلا الشريطين بشكل مباشر، ولا تحتوي النهايات المصممة على مناطق حمض نووي أحادي الشريط ويمكن أن تلتجم جزء حمض نووي آخر يتضمن نهايات مصممة.

### الربط بالفيزياء الرحلان الكهربائي الهرامي

يستخدم تيار كهربائي لفصل أجزاء الحمض النووي وفقاً لحجم الأجزاء في عملية **الرحلان الكهربائي الهرامي**. يوضح الشكل 5 كيفية تعبئة أجزاء الحمض النووي في الطرف ذي الشحنة السالبة للمادة الهرامية. تتحرك أجزاء الحمض النووي باتجاه الطرف الموجب للمادة الهرامية عند تشغيل التيار الكهربائي، وتتحرك الأجزاء الصغيرة بسرعة أكبر من حركة القطع الكبيرة. ويمكن مقارنة النسبتين الفردية التي نشأ وفقاً لحجم جزء الحمض النووي بأجزاء معروفة من الحمض النووي للتعرف عليه. فضلاً عن ذلك، يمكن إزالة أجزاء المادة الهرامية التي تحتوي على كل شريط لإجراء مزيد من الدراسة عليها.

## تجربة مصغرة 2

### صناعة نموذج لإنزيمات القطع

كيف تصنع نماذج للنهايات اللزجة؟ استخدم مقصل وشريطًا لإنشاء أجزاء حمض نووي ورقية لها نهايات لزجة وبلازميد الحمض النووي مُعد التركيب.

#### الإجراءات

1. حدد المخاطر المتعلقة بالسلامة لهذه التجربة قبل بدء العمل.
2. تزود من معملك بقماشة ورق مستطيلة تستبدل على تسلسل الحمض النووي لممثل الحمض النووي الجينومي، وقصاصة ورق دائرة تشمل على تسلسل الحمض الجينومي لممثل البلازميد.
3. ابحث عن كل تسلسل GAATT يُعرف عليه إنزيم القطع EcoRI وفُصّل الحمض النووي الجينومي والبلازميدي باستخدام المقصل.
4. استخدم شريطًا لإنشاء بلازميد الحمض النووي مُعد التركيب.

1. قارن البلازميد الذي أشأنه بلازميدات المجموعات الأخرى في المختبر. كم عدد البلازميدات المختلفة مُعادة التركيب التي يمكن إنشاؤها باستخدام هذا التسلسل الجينومي؟ أشرح.
2. استدل على الإنزيم الذي مثله المقصل. أشرح.

### عرض توضيحي

**الفصل** استخدم مفهوماً لتوضيح سبب انتقال DNA (المشحون بشحنات سالبة) نحو الطرف موجب الشحنة خلال الرحلان الكهربائي الهرامي. واستخدم غريلًا لفصل الجزيئات (الرمل والحسن وما إلى ذلك) من مختلف الأحجام وأشرح للطلاب أن ألواح جيل الأقرؤز تحتوي على ثقوب صغيرة مثل الثقوب الموجودة في الغربال التي تسمح بفصل الجزيئات ذات الأحجام المختلفة. الوقت المقدر: 10 min

## ق) استراتيجية القراءة

**د م** قراءة موجّهة قبل قراءة النص الوارد أسلف العنوان تكنولوجيا الحمض النووي معد التركيب. اطلب من الطالب إعداد مخطط يضم أعمدة تحمل عناوين ما أعرفه حالياً وما أريد أن أتعلم وما تعلمت. اطلب منهم أيضًا معاينة النص وملء أول عمودين، ثم ملء العمود الثالث، مع التنبّه جيداً إلى مصطلحات المفردات الجديدة. بعد أن يقرأ الطالب النص، اطلب منهم ملء العمود الرابع.

## دعم الكتابة

**د م** الكتابة التقنية كلف الطالب إعداد دليل مختبر لدراسة الـ DNA وتضميته وصفاً لكيفية دراسة الـ DNA وتقديم تعليمات تفصيلية لإعداد حمض نووي معد التركيب.

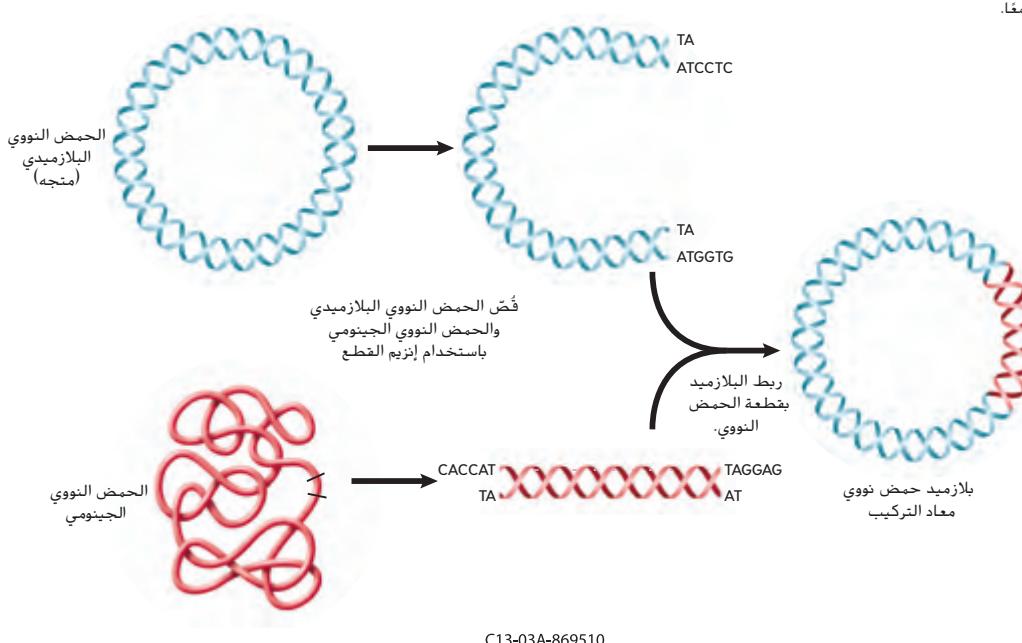
**ف م** اطلب من الطالب مقارنة ومقابلة إنزيمات القطع وليفاز DNA. تقطيع إنزيمات القطع الأشرطة في أماكن معينة ويعمل الليفاز على إصلاح الرابط بين النيوكليوتيدات، لكنه لا يرتبط بسلسل معين. ويتوارد كلاهما في كائنات حية مختلفة بشكل طبيعي ويستخدمان في تطبيقات التقنيات الحيوية.

## تكنولوجيا الحمض النووي معد التركيب (DNA)

عندما تفصل أجزاء الحمض النووي من خلال الرحلان الكيروبي الهايمي، يمكن إزالة أجزاء بحجم معين من المادة الهايمية ودمجها مع أجزاء حمض نووي (DNA) من مصدر آخر، وبهذا جزء الحمض النووي المنشأ جديداً، والحمض النووي المستمد من مصادر أخرى **الحمض النووي معد التركيب**. وقد أسمى تكنولوجيا الحمض النووي معد التركيب في تطوير طريقة دراسة العلماء للحمض النووي لأنها تتيح إمكانية دراسة الجينات الفردية.

لذلك، من الضروري وجود كميات كبيرة من جزيئات الحمض النووي معد التركيب من أجل دراستها. يعمل ناقل، يسمى **المتاج** على نقل الحمض النووي معد التركيب إلى خلية بكتيرية تسمى الخلية المضيفة. وتحت البلازمادات والفيروسات متوجهات شائعة الاستخدام، يمكن استخدام **البلازمادات**، وهي جزيئات ذاتية صغيرة من الحمض النووي ثانوي الشانط تتواءج طبيعياً في البكتيريا وفي خلايا الخميراء. كمتوجهات ظهرت إلى إمكانية قطعها عن طريق إنزيمات القطع، إذا تم قطع بلازميد جزء حمض نووي مأخوذين من جينوم آخر بواسطة إنزيم القطع نفسه. ستكون نهايات كل جزء حمض نووي مكتملة وقابلة للدمج، كما هو موضح في الشكل 6. ثمة إنزيم يستخدمه الخلايا عادةً في إصلاح الحمض النووي (DNA) ومضاعفته، يسمى **ليفاز الحمض النووي**، وهو يربط جزءي الحمض النووي كيميائياً يربط الليفاز أجزاء (DNA) ذات النهايات اللزجة، وكذلك الأجزاء ذات النهايات المصمتة. فنخصص الشكل 6 مجدداً. ولاحظ أن جزء (DNA) الدايرى الناتج يحتوي على (DNA) البلازميد وجزء (DNA) المقصولين من جينوم آخر، يمكن الآن إدخال جزء بلازميد الحمض النووي معد التركيب هذا إلى خلية مضيفة للتمكن من إنتاج كميات كبيرة من هذا النوع من الحمض النووي معد التركيب.

**التأكد من فهم النص** اربط بين إنزيمات القطع والحمض النووي معد التركيب.



454 الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية

**التأكد من فهم النص** تقطع إنزيمات القطع إلى أجزاء، وتجمع بعض هذه الأجزاء لتكون حمضاً نووياً معد التركيب.

### مقططف من بحث

**كتابة** يشير البحث التعليمي إلى أن الطلاب يستفيدون عندما يطلب منهم الكتابة بأساليب متنوعة. على سبيل المثال، ستساعد مهمة الكتابة التقنية الموصوفة في هذه الصفحة الطلاب في تطوير مهاراتهم اللغوية وتعزيز تفاعلهم مع المادة.  
(1996). Carrasquillo and Rodriguez

## المطويات®

لمزيد من التعمق  
تواصل مع الطالب: على ظهر  
مطويتك المكونة من ثلاث صفحات،  
ميّز وسجّل ما تذكره عن الحيوانات  
والنباتات والبكتيريا المعدلة وراثيًا.  
وحدد حسنتات وستّيات تطوير  
كائنات حية معدلة وراثيًا.

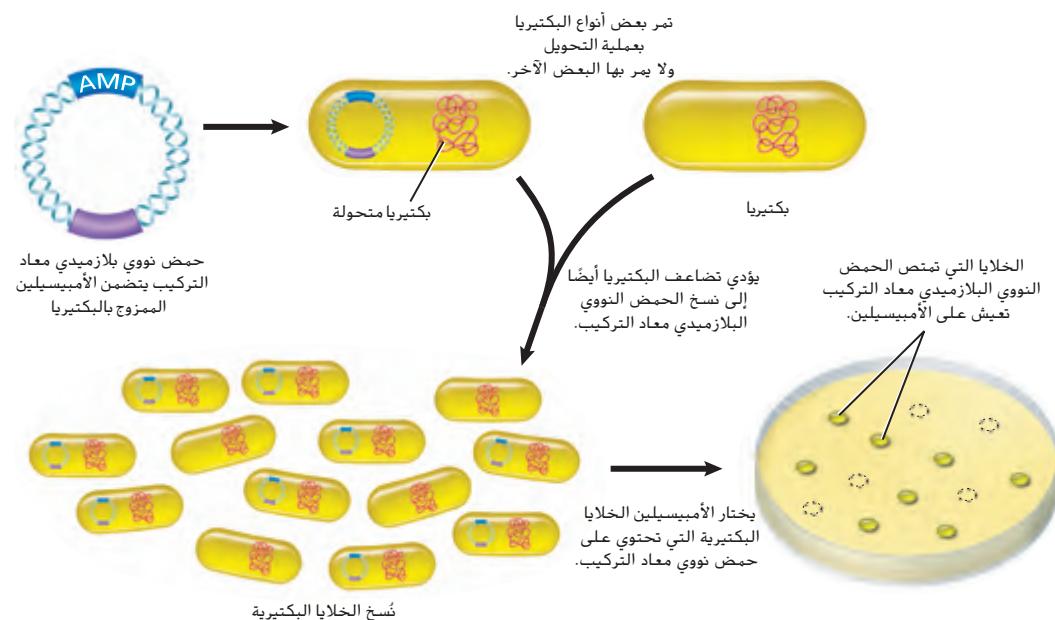
### تطوير المفاهيم

توضيح مفهوم خاطئ

د م ض م أسأل الطالب:

أين يمكنك العثور على البكتيريا في كل مكان تقريبًا قد لا يدرك الطالب أن البكتيريا موجودة في كل مكان حولنا. أشرح للطلاب أن البكتيريا الموجودة في البيئة عادةً ما تكون غير مرئية بالعين المجردة لأن الجماعات الأحياء لهذه الميكروبات غير مرئية بما يكفي لتصبح مرئية.

ف م لمساعدة الطالب في تصور المستعمرات البكتيرية، اطلب منهم تحضير عدة أطباق من الأغار، ومسح أسطح الصف وأيديهم. ثم اطلب منهم وضع الممسحة على أطباق الأغار. اترك أحد الأطباق غير الملقة معرضًا للهواء الصف لعدة ساعات. ثم قم بتفطية الأطباق بشريط لاصق وضعها في حضانة لبضعة أيام لتحديد مدى النمو. واطلب من الطالب تحديد مستعمرات البكتيريا الموجودة في الأطباق.



■ الشكل 7 يمكن تحديد الخلايا المستنسخة التي تحتوي على نسخ من الحمض النووي معد التركيب وأستخدامها لإجراء المزيد من الدراسة عندما ثبتت الخلايا البكتيرية التي لا تحتوي على صفة حمض نووي معد التركيب.

**استنساخ الجينات** لإنتاج كمية كبيرة من البلازميد الحمض النووي معد التركيب، نمزج الخلايا البكتيرية مع بلازميد الحمض النووي معد التركيب ونقتبه من خلال عملية تسمى **التحويل**. كما هو موضح في الشكل 7، يمكن أن تتحول الخلايا البكتيرية باستخدام البص الكهربائي أو الحرارة. تذكر أن كل الخلايا، بما في ذلك الخلايا البكتيرية، لها أغشية بلازما. يمكن أن يؤدي نقصة كهربائية تفصية أو ارتفاع طيف في درجة الحرارة إلى حدوث فتحات مؤقتة في غشاء البلازما بالبكتيريا. وبالتالي، تنسج هذه الفتحات المؤقتة للجزيئات الصغيرة، مثل بلازميد الحمض النووي معد التركيب، بدخول الخلية البكتيرية. تصنع الخلايا البكتيرية نسخًا من بلازميد الحمض النووي معد التركيب خلال تضاعف الخلية، ويمكن أيضًا إنتاج أعداد كبيرة من البكتيريا المتطابقة، بحيث تحتوي كل منها على جزيئات الـDNA التي أدخلت، من خلال عملية تسمى **الاستنساخ**.

يحتوي بلازميد الحمض النووي معد التركيب على جين يرمز إلى مقاومة مضاد حيوي مثل الأمبيسيلين (AMP). ويستخدم الباحثون هذا الجين للتثبيط بين الخلايا البكتيرية التي امتصت بلازميد الحمض النووي معد التركيب وتلك التي لم تقم به. لاحظ في الشكل 7 أنه عند تعرّض الخلايا البكتيرية المتحولة للمضاد الحيوي المحدد، لا يقع منها سوى الخلايا البكتيرية التي تتضمن البلازميد.

**ترتيب تسلسل DNA** إن تسلسل بنيوكليوتيدات الـDNA لمحيط الكائنات الحية غير معروف، ومن شأن معرفة تسلسل الـDNA لكائن حي أو جزء منه أن يستخدم جين ما لتوقع وظيفة الجين ومقارنة الجين بسلسلات مماثلة لـDNA. تستخلص جين ما بـDNA تسلسل بـDNA مجهول، ومن شأن العلماء بمعلومات قيمة لإجراء مزيد من الدراسات. يمكن استخدام تسلسل جين وظيفة الجين ومقارنة الجين بـDNA بـDNA تسلسل مجهول، ومن شأن العلماء بمعلومات قيمة لإجراء مزيد من الدراسات. يمكن استخدام جنة أخرى وتحديد الطفرات أو الأخطاء في تسلسل الـDNA. تتألف جينومات معظم الكائنات الحية من ملايين الـDNA بنيوكليوتيدات، لذلك يجب أولاً قطع جينات الـDNA المستخدمة في ترتيب تسلسل التفاعلات إلى أجزاء أصغر باستخدام إنزيمات القطع.

### المفردات ..... الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

**التحول**  
الاستخدام العلمي: العملية التي يتم من خلالها نوع من البكتيريا من DNA مصدر آخر. ينطوي تحول البكتيريا على امتصاص بلازميد الحمض النووي.

**الاستخدام العام:** إجراء التجربة اكتمل تحول الغرفة بإضافة ستافر جديدة إليها.

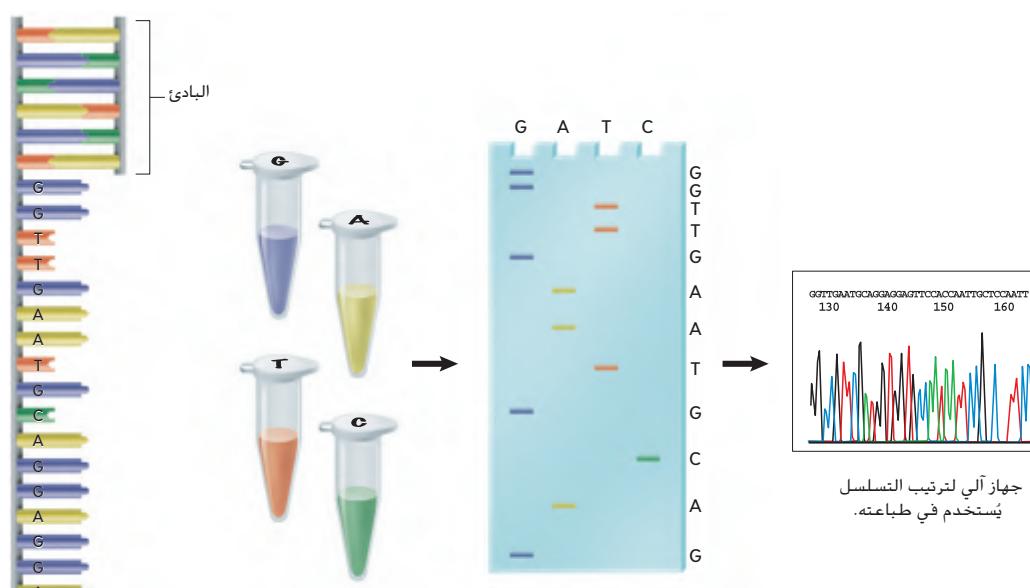
القسم 2 • تكنولوجيا DNA 455

### خلفية عن المحتوى

**معلومات للمعلم** تبع شركات التقنيات الحيوية البلازميدات التي تتيح للباحثين إنتاج جزيئات حمض نووي معد التركيب بخصائص مميزة. على سبيل المثال، يمكن أن تحتوي البلازميدات على جينات خاصة بالبروتينات الفلورية (خضراء وصفراء وحمراء وغيرها). ويمكن أن تحتوي البلازميدات على جينات لإنزيمات تسمح بتفعيل وظيفة محددة، وقد تحتوي أيضًا على "رموز" تسمح بتنقية البروتين المنتقل من جزء الحمض النووي معد التركيب.

## ق) استراتيجية القراءة ضم م التعليم التعاوني

**مجموعات قراءة ورّع الطلاب في**  
مجموعات مكونة من خمسة أفراد،  
وخصص لكل طالب في المجموعة أحد  
الأدوار التالية: مدير المناقشة ومُسؤول  
القرارات والمُوصّل والمُوضّح والمُلخص. قد  
ترغب في تصميم نموذج للأدوار. اطلب  
من كل طالب أداء الدور الموكّل إليه بينما  
يقرأ أعضاء المجموعة الفقرة التي تحمل  
العنوان تفاعل البلمرة المتسلسل بصوت  
عالٍ. يقرأ مدير المناقشة القسم بصوت  
عالٍ، ويعرف مسؤول القرارات المصطلح  
تفاعل البلمرة المتسلسل. إضافةً إلى ذلك،  
يساعد المُوصّل في شرح السبب الذي  
يجعل هذه العملية ملائمة لهذا القسم.  
ويوفر المُوضّح تشبّهًا من الحياة اليومية  
للمصطلح تفاعل البلمرة المتسلسل. أمّا  
المُلخص، فيُعيد صياغة المفاهيم المهمة  
في هذا القسم.



يُقسم الفصل الهرمي الأجزاء أربع من خانات التفاعل تتضمن جزء DNA المميزة بالفلوريورستن حسب الطول. غير معروف وباده وإنزيم بلمرة الحمض النووي الريبيزي منقوص الأكسجين والنوكليوتيدات الأربعية، ونيوكليوتيدة مختلفة مميزة.

أبع الشكل 8 لاستيعاب كيفية ترتيب تسلسل الـ DNA. يخلط العلماء جزء الـ DNA غير معروف مع إنزيم بلمرة الحمض النووي الريبيزي منقوص الأكسجين والنوكليوتيدات الأربعية، A.T.G.C. في أنبوب. يتم تلوين جزء صغير من كل نوكليوتيد بلون مختلف من صبغة الفلوريورستن، التي تُحدّل أيضًا ترتيب النيوكليوتيد. وكلما دُمج نوكليوتيد مُعدل وملحق بالفلوريورستن في الشريط المحيط حديثًا، توقف التفاعل ونجم عن ذلك أشرطة حمض ذوبي بأطوال مختلفة. يكتمل تفاعل ترتيب التسلسل عندما تنتهي أجزاء الـ DNA المليئة عن طريق الرحلان الكهربائي الهرامي. وتعرض بعد ذلك المادة الهرامية للتحليل في جهاز تلقيائي لترتيب تسلسل الـ DNA تستطيع من خلال اكتشاف لون كل نوكليوتيد مميز. ويُحدّد تسلسل قالب الـ DNA الأصلي من خلال ترتيب الأجزاء المميزة.

**تفاعل البلمرة المتسلسل** عند معرفة تسلسل أحد أجزاء الـ DNA. يمكن استخدام أسلوب يسمى **تفاعل البلمرة المتسلسل** لإنتاج ملايين النسخ من منطقة في جزء الحمض النووي. ويكون تفاعل البلمرة المتسلسل شديد الحساسية وقدر على اكتشاف جزء واحد للحمض النووي في عينة ما. كما يُعد تفاعل البلمرة المتسلسل مفيدًا لأنه يمكن بعد ذلك نسخ هذا الجزء الواحد من الـ DNA أو تضخيمه مرات عدّة لاستخدامه في تحليل الـ DNA. أبع الشكل 9 عندما تقرئ عن خطوات تفاعل البلمرة المتسلسل.

الخطوة 1 يحصل تفاعل البلمرة المتسلسل بوضع جزء الـ DNA المراد نسخه وإنزيم بلمرة الحمض النووي الريبيزي منقوص الأكسجين ونيوكليوتيدات النووي الأربعية وجزء الـ DNA أحادي الشريط القصرين الذين يسميان البادين. في أنبوب. وتعتّد هذه البادينات مكملة لنهایات جزء الـ DNA التي سيتم نسخها واستخدامها كنقطة بداية لقصب الـ DNA. يبدأ تفاعل البلمرة المتسلسل عند تنسخ الأنبوب.

■ **الشكل 8** يمكن ترتيب تسلسل DNA باستخدام النوكليوتيدات الموسومة بالفلوريورستن  
**صف** كيف يُحدد تسلسل قالب DNA الأصلي.

456 الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية

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

**سؤال حول الشكل 8 يخلط العلماء جزء DNA**  
غير معروف وإنزيم بلمرة الحمض النووي الريبيزي منقوص الأكسجين والنوكليوتيدات الأربعية في أربعة أنابيب. وتُضاف في كل أنبوب كمية صغيرة من نوكليوتيد مختلف. وتحتّم هذه النوكليوتيدات بصبغة فلوريورستن تغيير تركيب النوكليوتيد. يتوقف التفاعل عندما يلتتصق النوكليوتيد المعدل بالشريط. وينتج عن ذلك أشرطة ذات أطوال مختلفة. يعمل الرحلان الكهربائي الهرامي على فصل الأشرطة ويكتشف جهاز لترتيب التسلسل لون الأجزاء المميزة ويُحدّد تسلسل الشريط.

## ف استراتيجية القراءة

### د م ض م توضيح بعد القراءة. كلف من

الطلاب إعداد رسم توضيحي لجزيئات DNA التي تمر بالمراحل الثلاثة لتفاعل البلمرة المتسلسل. وينبغي أن تتضمن الرسوم التوضيحية ما يلي: فصل أشرطة قالب الـ DNA وتلدين (ربط) البادي بقالب أحدادي الشريط وتوسيع قالب الـ DNA وإدخال النيوكليوتيدات الصحيحة استناداً إلى تسلسل قالب الـ DNA.

**ف م** أخبر الطلاب أنه من الشائع أداء 30 تجربة من تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) في المختبر. واطلب منهم أن يتوقعوا عدد الأجزاء التي ستنتج بعد تنفيذ 30 تجربة من تفاعل البلمرة المتسلسل.  
 $1.07 \times 10^9$

## م تدريب المهارات

**ض م** إعداد تمثيل بياني كلف الطلاب تصميم تمثيل بياني يبيّن عدداً من جزيئات الـ DNA الجديدة المنتجة مع كل دورة لتفاعل البلمرة المتسلسل. ويجب أن تتضمن التمثيلات البيانية دورات على المحور السيني وعدد جزيئات الـ DNA (بدءاً برقم 1) على المحور الصادي. يجب أن تظهر التمثيلات البيانية زيادة الأس في جزيئات الـ DNA عندما يزيد عدد الدورات: الدورة الأولى = جزيء DNA واحد والدورة الثانية = 2 والدورة الثالثة = 4 والدورة الرابعة = 8 والدورة الخامسة = 16 وما إلى ذلك.

**د م** اطلب من الطلاب العمل في مجموعات ثنائية وزود هذه المجموعات بالتمثيلات البيانية المعنونة.

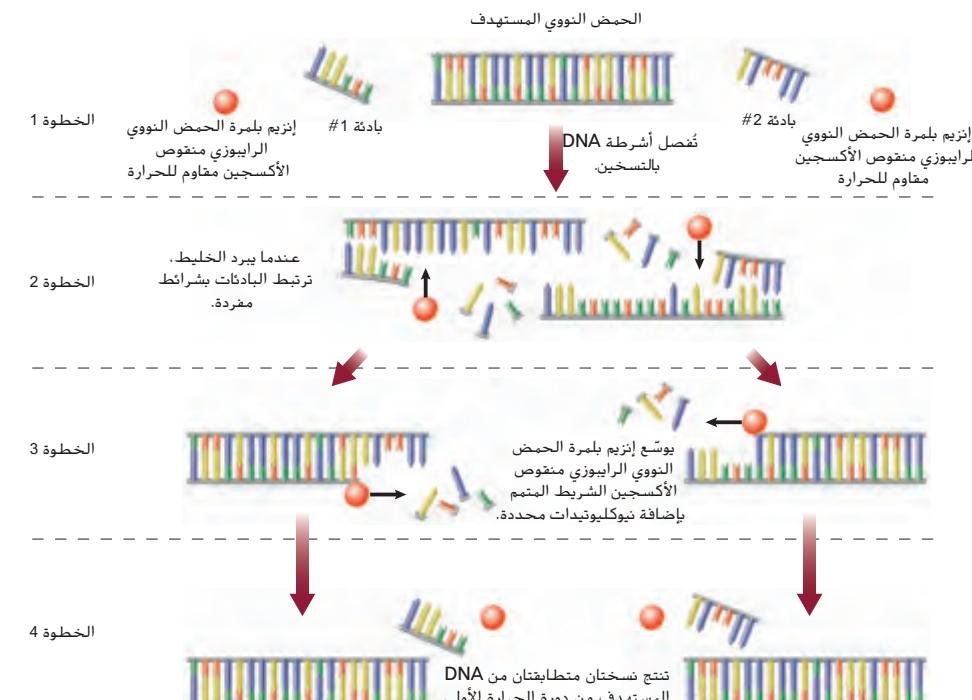
**الخطوة 2** تفصل الحرارة شريطي جزء الـ DNA النموذجي. عندما يبرد الأنبويب، يمكن أن تلتتصق الباديات بكل شريط من الـ DNA النموذجي. ويستخدم جهاز آلي يسمى مبدل درجات الحرارة لتدوير الأنبويب الذي يحتوي على كل المكونات التي تدخل في تفاعل البلمرة المتسلسل من خلال درجات حرارة مرتفعة ومنخفضة مختلفة.

**الخطوة 3** إن كل باداة مهأة لارتباط بشريطي واحد من جزء الحمض النووي (DNA) كما هو موضح في الشكل 9. عندما ترتبط الباديات بعضها البعض، يدمج إنزيم بلمرة الحمض النووي الـ DNAيوي مقوص الأكسجين الـ DNAيوكليوتيدات الصحيحة بين الباديتين كما يحدث في تضاعف الحمض النووي. وتتكرر عملية التسخين والتبريد ودمج الـ DNAيوكليوتيدات من 20 إلى 40 مرة. مما يؤدي إلى إنتاج ملايين النسخ عن الجزء الأصلي. وبما أنّ فضل أشرطة الـ DNA يتطلب وجود حرارة، يجب أن يكون إنزيم بلمرة الحمض النووي الـ DNAيوي مقوص الأكسجين المستخدم في تفاعل البلمرة المتسلسل قادرًا على تحمل درجات الحرارة المرتفعة. وقد عمل إنزيم بلمرة الحمض النووي الـ DNAيوي مقوص الأكسجين الخاص هذا عن بكثيرها حرارية أو يكتيريا تفضل العيش في درجات الحرارة المرتفعة، مثل البكتيريا الموجودة في البنايات الساخنة في حديقة بلوستون الوطنية.

إن قدرة تفاعل البلمرة المتسلسل على اكتشاف جزء واحد من الـ DNA عينة ما، جعلت منه أحد أقوى الطرق التي يستخدمها العلماء. ولا يقتصر استخدام تفاعل البلمرة المتسلسل على الباحثين في المختبرات، بل يستخدمه علماء الطب الشرعي لتحديد هوية المشتبه بهم والضحايا في التحقيقات الجنائية، كما يستعين به الأطباء للكشف عن الأمراض المعدية مثل الإيدز.

**التأكيد من فهم النص** صُفت تفاعل البلمرة المتسلسل. مستخدماً تشبيهاً.

■ **الشكل 9** تفاعل البلمرة المتسلسل بعد نسخة بيولوجية من ماكينة تصوير المستبدات. فخلال كل دورة لتفاعل البلمرة المتسلسل، يسخن خليط التفاعل لفصل أشرطة الـ DNA ثم يبرد لتمكّن الباديات من الارتباط بالـ DNAيوكليوتيدات لتشكيل جزيئات الـ DNA الجديدة.



القسم 2 • تكنولوجيا DNA

**التأكيد من فهم النص** ستنتوء الإجابات. ويمكن أن تشمل إجابات الطلاب تشبيه آلة النسخ التصويري. وباستخدام جزء واحد من DNA. ينتج عن تفاعل البلمرة المتسلسل نسخ متعددة. ذكر الطلاب بأنه لا يوجد تشبيه مثالى.



## هندسة الجينات

## الجدول 1

التطبيقات	الوظيفة	الأداة/العملية
يُستخدم لإنشاء أجزاء الـ DNA تتضمن نوياً لزجة أو مصممة قادرة على الاندماج مع أجزاء الـ DNA أخرى.	يقطع أشرطة الـ DNA إلى أجزاء	إنزيمات القطع مثال: إنزيم قطع اللولب (EcoRI) المزدوج
يُستخدم لدراسة أجزاء الـ DNA بأحجام مختلفة	يفصل أجزاء الـ DNA حسب الحجم	الرخان الكهربائي الهلامي
يسعى بها لإنشاء حمض نووي مُعاد التركيب لاستخدامه في دراسة الجينات الفردية والكائنات الحية المعدلة وراثياً في علاج أمراض معينة.	تدمج جزء الـ DNA مع جزء DNA من مصدر آخر (الـ DNA الخارجي).	تكنولوجيا الحمض النووي مُعاد التركيب
يُستخدم لإنشاء أعداد كبيرة من الأحماض النووية مُعاد التركيب لاستخدامها في الكائنات الحية المعدلة وراثياً.	ينتج أعداداً كبيرة من الجينات المطابقة من الحمض النووي مُعاد التركيب.	استنساخ الجينات
يُستخدم لتحديد الأخطاء في تسلسلي الـ DNA وتلوّن وظيفة جين معين ومقارنته بجينات لها تسلسليات مشابهة من كائنات حية مختلفة.	يحدد تسلسل الحمض النووي لجزئيات الحمض النووي مُعاد التركيب المستنسخة لدراستها بشكل أعمق.	ترتيب تسلسل الحمض النووي (الـ DNA)
يُستخدم لنسخ الـ DNA لإجراء أي تحقيق علمي. بما في ذلك، تحليل الطبع الشرعي والاختبار الطبي.	ينتج سُلسلة من مناطق معينة من الـ DNA	تفاعل البلمرة المتسلسل

تستخدم هندسة الجينات أدوات قوية. ملخصة في الجدول 1. لدراسة DNA والتحكم به. على الرغم من أن الباحثين يحققون في العديد من المشكلات المختلفة، إلا أن إجراءاتهم التجريبية تشمل في الغالب القطع بواسطة إنزيم القطع وفصل الأجزاء والدمج مع DNA خارجي والاستنساخ أو تفاعل البلمرة المتسلسل وتحديد ترتيب التسلسليات.

## التقنيات الحيوية

تسمح التقنيات الحيوية، أي استخدام هندسة الجينات لإيجاد حلول للمشكلات، بإنناً كائنات حية تحمل جينات فردية من كائن حي آخر. تذكر أن الكائنات الحية مثل برقات البهوض، الموضحة في الشكل 3، تحمل جيناً من كائن حي آخر. وتشتمل هذه الكائنات الحية، المعدلة وراثياً بإدخال جين من كائن حي آخر، الكائنات الحية المعدلة وراثياً. لا تُستخدم الحيوانات والنباتات والبكتيريا المعدلة وراثياً لأغراض البحث فحسب، بل أيضاً للأغراض الطبية والزراعية.

**الحيوانات المعدلة وراثياً** يتيح العلماء في يومنا هذا معظم الحيوانات المعدلة وراثياً في المختبرات لأغراض البحث البيولوجي. وتستخدم الفئران وذباب الفواكه ودودة الرداء الرشيقية، وتسمى أيضاً C إيليجانس، على نطاق واسع في مختبرات البحث حول العالم لدراسة الأمراض وتطوير وسائل معالجتها. فضلاً عن ذلك، أنتجت بعض الكائنات الحية المعدلة وراثياً، مثل الماشية المعدلة وراثياً، لتحسين إمدادات الغذاء وصحة الإنسان. وقد خضع الماعز المعدل وراثياً للهندسة الجينية لإفراز مضاد الثرومبين الثالث، الذي يستخدم لمنع تخثر الدم أثناء الجراحة. يمكن للباحثون على إنتاج دجاج وديوك رومية معدلة وراثياً تتميز بمقاومة الأمراض، كما خضعت عدة أنواع من الأسماك للتتعديل وراثياً لكي تنمو بشكل أسرع.

### مهن مرتبطة بعلم الأحياء

عالم الوراثة قد يبحث عالم الوراثة في الجينات والوراثة وتنوعات الكائنات الحية مستخدماً العديد من أدوات DNA. ويكون بعض علماء الوراثة أطباء متخصصون في تشخيص الحالات الجينية وعلاجها.

## م تدريب المهارات

**د م** **ضم الثقافة المهنية** كلف الطلاب إنشاء بطاقات تعليمية تحتوي على المعلومات الواردة في الجدول 1. واطلب منهم أيضًا امتحان بعضهم البعض باستخدام البطاقات التعليمية. ثم اختيار بطاقتين تعليميتين في الوقت نفسه وشرح كيفية ارتباط البطاقتين. على سبيل المثال، إن استخدام إنزيمات القطع في التفاعل المتسلسل لإزالة بلمرة الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين هو أحد أشكال استنساخ الجينات.

## ق استراتيجية القراءة

### ض م مجموعات المناقشة

بعد قراءة النص الوارد أسفل العنوان تقنيات حيوية، اطلب من الطلاب مناقشة الحسنات والسيئات العلمية لهندسة الجينات. وذكرهم بالتركيز على العلوم المرتبطة بهذا الأمر وليس على المشاعر. **ف م** اطلب من الطلاب إجراء البحث لدعم الحسنات والسيئات التي يناقشها الصد.

## ج تطوير المفاهيم

### ض م الرابط بالمجتمع

اطلب من الطلاب استخدام موارد مكتبة المدرسة للبحث عن الفول السوداني والفول الصويا المعدلين وراثياً. وناقش آثار إنتاج نباتات فقيرة إلى جينات معينة أو تحوي سلسلة إضافية منها.

## التدريس المتمايز

**أعلى من المستوى** سيسمح نشاط التواصل المجتمعي الوارد في هذه الصفحة للطلاب المهووبين بإنشاء روابط مفيدة بين ما تعلموه وتطبيقات من واقع الحياة. وسيستفيدون من استخدام مجموعة متنوعة من الموارد ويجب أن يتعلموا قيمة استخدام كل الموارد المتاحة.

التقويم التكويني

تقدير

**سؤال الطلاب:** كيف يمكن استخدام جين موجود في جينوم الفأر لإنتاج حمض نووي مُعاد التركيب لاستخدامه في التجارب؟<sup>٩</sup> (اقرأ DNA من الفأر وقسّمه إلى أجزاء يمكن التحكم فيها). واستخدم تفاعل البلمرة المتسلسل لتضخيم الجين وربطه بيلازميد. ثم حُوّل البكتيريا باستخدام الحمض النووي مُعاد التركيب لإنتاج ما يكفي من DNA لاستخدامه في التجارب. اطلب من الطلاب ربط جميع الخطوات التي ساهمت في إنشاء الحمض النووي مُعاد التركيب.

**العلاج** صم أربعة نماذج ورقية بسيطة لجزيئات الـ DNA. منها نموذجان بنهايات مصممة وأخران بنهايات لزجة. يجب أن ترتبط النهايتان اللزجتان مثل قطعألعاب الألغاز. واستخدم النماذج للتأكيد على أن جزيئات الـ DNA ذات النهايات اللزجة والجزيئات ذات النهايات المصممة ترتبط بشكل مختلط.

**سؤال الطلاب:** لماذا تتحدد جزيئات **DNA** ذات النهايات المزجة بشكل مختلف عن الجزيئات ذات النهايات المصمتة؟ لأن النهايات المزجة تتشتّت أنماطًا شبيهة بالألعاب الألغاز يمكن دمجها فقط مع جزء آخر بطرق محدودة العدد.



■ **الشكل 10** يقوم هذا الباحث بفحص أوراق بنات القطن.

**النباتات المعدلة وراثياً** خضع العديد من أنواع النباتات للتعديل الوراثي لتكوين أكثر مقاومة للأفات الحشرية أو الفيروسية. وقد شهد العام 2006 زراعة ما يقرب من 69.9 مليون هكتار من المحاصيل المعدلة وراثياً على أيدي 7 ملايين مزارع في 18 دولة. وشملت هذه المحاصيل قول الصويا والذرة والقطن والكانتوا المقاومة لمبيدات الأعشاب والمبيدات الحشرية. فتنتج العلماء حالياً قطناً بعدلاً وراثياً، كما هو موضح في الشكل 10، قادرًا على مقاومة غزو الحشرات للوزن القطن. كما يطور الباحثون نبات القول السوداني وفول الصويا التي لا تسبب ردود فعل تحسسية. يتم زرع محاصيل أخرى لأغراض تجارية ويجري اختبارها ميدانياً. وتشمل هذه المحاصيل نباتات البطاطا السكرية المقاومة لأحد أنواع الفيروسات الذي يمكنه أن يقضي على معظم المحصول الإفريقي ونباتات الأرز التي تحتوي على نسب مرتفعة من الحديد والفيتامينات والتي يمكنها أن تقلل من سوء التغذية في دول آسيا.

ويستطيع هذا الفيروس ان ي Psychiatry على مجموعة متنوعة من النباتات القاتلة على العيش في ظروف مناخية قاسية. أما المحاصيل المحمولة، فتشمل ثمار الموز التي تُنتج لقاحات لعلاج أمراض معوية، مثل التهاب الكبد الفيروسي B وبناثات تنتج مواد بلاستيكية قابلة للتحلل الحيوي.

**البكتيريا المعدية وراثياً** يُصنع الأنسولين وهرمونات النمو والمواد التي تذيب تخثرات الدم من البكتيريا المعدية وراثياً. كما يُطبل البكتيريا المعدية وراثياً تكُون بلورات النجع على المحاصيل لحمايةها من التلف الناتج عن الصقيع، وتنظيف

القسم 2 التقويم

ملخص القسم

١. **النكرة الأساسية** التسلسل اذكر كيقيه إنتاج الحمض النووي معد التركيب والتحكم به.

٢. اشرح سبب احتواء بعض البلازميدات على جين مقاوم للمضاد الحيوي.

٣. صفت كيف يمكن أن تحسن هندسة الجينيات صحة الإنسان.

٤. قابل بين أحد الاختلافات الكبيرة بين التنازل الانتقائي وهندسة الجينيات.

**فَكْر بشكل ناقد**

٥. قيم تضمن عنده أفلام وكتب شهيره كائنات حية متحورة.

هل من الممكن إنتاج كائنات حية معدلة وراثياً؟ على إجابتك.

**الكتابة في علم الأحياء**

٦. كيف تستطيع شركة تجارية تصنيع الحمض النووي وبيعه؟ ومن هم العملاء المحتلين؟ اكتب قائمة بالاستخدامات المحتملة للحمض النووي DNA الذي يصنع في المختبر.

ستستخدم هندسة الجينيات لإنتاج كائنات حية مفيدة للبشر.

ستستخدم تكنولوجيا الحمض النووي معد التركيب لدراسة الجينات الفردية.

يمكن فصل أجزاء الحمض النووي (DNA) باستخدام الرحلان الكهفيري اللازم.

يمكن إنتاج المستنسخات عن طريق تحويل البكتيريا باستخدام الحمض النووي معد التركيب.

ستستخدم الـ PCR المتسلسل لإنتاج سُلخ من تسلسلات DNA الصغيرة.

يجري حالياً إنشاء كائنات حية معدلة وراثياً لتحسين حياة الإنسان.

لقسم 2 • تكنولوجيا DNA 459

القسم 2 التقويم

1. يُقسم DNA الجينومي باستخدام إنزيمات القطع، وفصل جزيئات المرغوبة. ويتم إدخال الجزء في بلازميد (متجه) باستخدام ليفار DNA. ويتم إدخال البلازميد الذي يحمل الجزء المرغوب إلى خلية عائلة ليتم إنتاج سُخ كثيرة.
  2. تحتوي البلازميدات على جينات مقاومة للمضادات الحيوية لتحديد خلايا البكتيريا التي تحولت بنجاح باستخدام البلازميد.
  3. عن طريق توفير الأدوية على نطاق أوسع أو تقليل الحاجة إلى استخدام المضادات الحشنة.

القسم • 2 • الدرس ٢٥: DNA و الجينات

### القسم 3

تمهيد للقراءة  
الأسئلة المهمة

- ما مكونات الجينوم البشري؟
- كيف يستخدم علماء الطب الشرعي البصمة الوراثية؟
- كيف يمكن استخدام المعلومات المكتسبة من الجينوم البشري في علاج الأمراض البشرية؟

مفردات للمراجعة

الكودون codon: قواعد ثلاثة موجودة في DNA أو الحمض النووي الريبوزي

التناقل

مفردات جديدة

DNA fingerprinting: البصمة الوراثية  
bioinformatics: المعلوماتية الحيوية  
صفيف DNA: DNA الدقيق

DNA microarray:

تعدد أشكال النيوكليوتيدات الفردية  
single nucleotide polymorphism

haplotype: النمط الفردي

علم الصيادة الجيني

pharmacogenomics: العلاج الجيني

gene therapy: علوم الجينوم

genomics: البروتوميات

proteomics:

### القسم 3

الفكرة الأساسية

#### د م ض م ف م الجينوم البشري

**أسأل الطلاب:** ما تأثير معرفة تسلسل الجينوم البشري على صحة الإنسان؟ يمكن أن تشمل الإجابات القدرة على معالجة العديد من الأمراض، مثل السرطان، مجرد تحديد الجينات المعيبة.

ربما تقود معرفة الجينات المصابة بسرطان الثدي أو داء السكري إلى

العلاج المبكر أو التوصل إلى علاج لتلك الأمراض. تجنب توجيه الأسئلة المباشرة حول الحالات الصحية الشخصية للطلاب، احتراماً لخصوصيتهم، بما في ذلك الأسئلة المرتبطة بالتأمين الصحي.

#### ق استراتيجية القراءة

##### د م ض م

الفهم الفعال كلف أحد الطلاب التطوع لقراءة الفقرة الأولى ضمن العنوان مشروع الجينوم البشري بصوت مرتفع.

**أسأل الطلاب:** ما المعلومات الإضافية

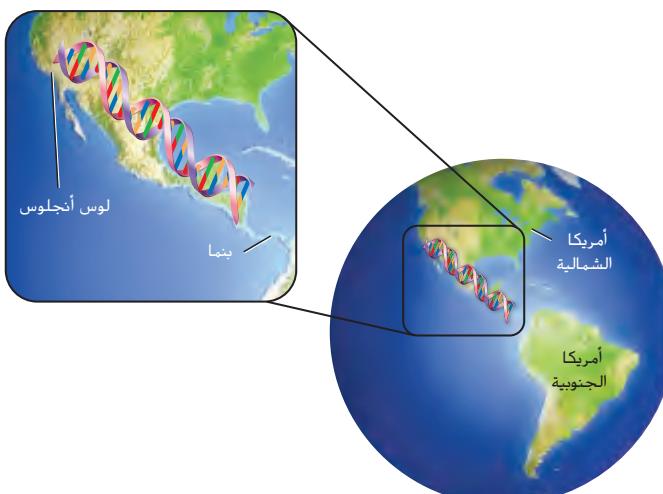
التي قد تذكرون معرفتها عن مشروع الجينوم البشري؟ اكتب الأسئلة التي يطرحها الطلاب على السبورة. واطلب منهم أن يتذكروا هذه الأسئلة جيداً عند قراءة القسم. بعد أن يفرغ الطالب من القراءة، راجع الأسئلة وحدد ما إذا كانت قد تمت الإجابة عنها في النص.

#### م تدريب المهارات

##### ض م ف م تدوين الملاحظات كلف

الطلاب تدوين ملاحظات عن الخصائص الأساسية للجينوم البشري والتفكير في عدد النيوكليوتيدات والاختلاف بين المناطق غير المشفرة والمشفرة. بعد ذلك، قم بإدارة مناقشة حول المناطق المشفرة وغير المشفرة وكيف الطلاب مشاركة أفكارهم.

**د م** أعط الطلاب الذين يواجهون مشكلات ملاحظات موجهة.



الشكل 11 لو مجـ DNA الموجود في الجينوم البشري في خط واحد متواصل، لامتد من كاليفورنيا إلى بنما.

460 الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية

#### عرض توضيحي

**الحجم والمقياس** أحضر دبوساً وكتاباً إلى الصف لتوضيح حجم الجينوم البشري. اشرح أن حجم الجينوم البشري يعادل حجم الكتاب تقريباً، لكن حجم الخلية أصغر من سن الديوبس. شجّع الطلاب على أن يفكروا في طرق يمكن من خلالها تخزين كل المعلومات في مثل هذه المساحة الصغيرة. الوقت المقترن: 5 min

تطویر المفاهیم

د م خ ص م

**توضيح مفهوم خاطئ**  
**أسأل الطلاب:** كيف تختلف أدوار كل من الـ *DNA* وـ *RNA*? قد يخلط الطلاب بين أدوارهما. إن الـ *DNA* هو مخزن للمعلومات الجينية، لكن يجب نقل تلك المعلومات عبر ثاقل (الحمض النووي).  
الرابيوز.

ك دعم الكتابة

**ض م** كتابة إبداعية كلف الطلاب  
كتابة جملة أو فقرة متداخلة يجب فك  
شفرتها لفهمها.

## د) افضل فقرات من قصة قصيرة عن سياقاتها و剋لّف الطلاب إعادة ترتيب الفقرات.

النقد التفكى

**ف م** استدلّ يجب أن يعلم  
الطلاب أن البروتينات تتكون من أحماض  
أمينية وأن البروتينات تُترجم باستخدام  
ال RNA الناقل كقالب. ذكر الطلاب  
بتعریف الكودون.

**أسأل الطلاب:** كم عدد النيوكليلويتيدات التي يتكون منها الكودون؟ **3** ماذا قد يحدث في حال تم تخطي نيوكليلويتيد عند كتابة رموز الحمض النوروري الرايبوزي الناقل (*mRNA*)؟ قد تختلف الكودونات، مما قد يؤدي إلى أحياض أمبية مختلفة وربما ينتج بروتين مختلف كذلك. ذكر الطلاب بأهمية دور الكودونات في فك رموز المعلومات الوراثية الموجودة في الـDNA.

**الشكل 12** يجب فك شفرة المعلومات الوراثية الموجودة داخل الجينوم البشري لكشف السلالات المهمة.

يمكنت المقارنة بلفك لبر موزابتس سلاسل الـبيـا  
لجينوم ايلبـشـريـاـيلـيـقـرـاءـةـ كـتابـلـاـلـبـطـبعـاـ  
بـلـبـصـورـةـشـغـفـيـرـيـبـصـحـيـحةـ تـخـيـلـالـجـينـوـ  
مـلـلـاـبـيـوـكـأـنـهـكـلـمـاتـطـوـيـلـةـبـلـافـيـتـكـتابـلـاـمـنـلـيدـ  
وـنـلـيـعـلـامـاتـاتـبـقـيـمـوـمـنـلـالـدـوـنـيـفـوـاـصـلـبـيـنـلـ  
كـلـمـاتـبـلـأـوـالـجـمـالـلـأـوـلـاـلـفـقـراتـ،ـوـمـعـسـلـاسـلـ  
ابـحـرـوـفـلـيـمـتـنـاثـرـةـبـيـنـالـبـلـجـمـلـوـاـخـلـهاـوـلـكـيـءـ  
تـقـهـمـسـالـمـكـتـوبـ،ـيـحـفـكـتـمـيـزـالـنـصـالـمـخـتـلطـ

**ترتيب تسلسل الجينوم** يتألف DNA البشري من 46 كروموسوماً. وتحدد تسلسل واحد مسماً للجينوم البشري. قطعت كل الكروموسومات البشرية البالغ عددها 46. واستُخدم لهذا الغرض العديد من إنيزيمات القطع المختلطة لإنتاج أجزاء ذات تسلسلات متشابكة. وجمعت هذه الأجزاء بواسطة المتجهات لإنشاء حمض نووي (DNA) مُعاد التركيب واستُنسخت لصياغة تُنسّخ كثيرة منها ورُتبت تسلسلياً باستخدام أجهزة آلية لترتيب التسلسل. بالإضافة إلى ذلك، استُخدمت أجهزة الكمبيوتر في تحليل المناطق المتشابكة بهدف تكوين تسلسل واحد متواصل. تُشبه عملية فك شفرة سلسيل الجينوم الشريقي قراءة كتاب مشعر. تخيل الجينوم ككتاباً من دون تقطيع أو فراغات بين الكلمات أو الجمل أو العبارات. افترض وجود سلاسل من الأحرف متفرقة بين الجمل وداخلها. ويوضح الشكل 12 ما قد تبدو عليه صفحة من هذا الكتاب. ولتتمكن من فهم ما هو مكتوب، يجب عليك فك شفرة النص. وكان يجب على العلماء فك الشفرة الجينية الموجودة في الجينوم الشريقي بالطريقة نفسها.

بعضى من تسلسلات غير مكتبة ليس لها وظيفة مباشرة. ويطلق علىها اسم التسلسلات غير المنشورة.

**البصمة الوراثية** تكون الامتدادات الطويلة لمناطق DNA غير المشفرة فريدة من نوعها لدى كل فرد بخلاف مناطق DNA المشفرة للبروتين التي تكون متطابقة تقريباً بين الأفراد. فعندما تقطع إزيمات القطع هذه المناطق، كما ذكر سابقاً في هذه الوحدة، تكون مجموعة أجزاء الـ DNA الناتجة عن هذه العملية فريدة من نوعها لدى كل فرد. وتحتاج البصمة الوراثية **فصل** أجزاء DNA باستخدام الزرلحان الكهربائي الهلامي للاحظة أنماط الأشرطة الخاصة بكل شخص. وستستخدم علماء الطب الشرعي البصمة الوراثية لتحديد هوية المشتبه فيه والضحايا في القضايا الجنائية وإثبات النسب والتعرف على الجنود الذين قتلوا في الحرب.

461 • 11 • 11 • 3 • 31

**الطب الشرعي** إن هندسة  
الجيات هي تكنولوجيا يستخدمها  
علماء الطب الشرعي على نطاق  
واسع. إذ يستخدمون أدوات وعمليات  
مديدة، مثل الصبمة الوراثية. في  
التحقيقات الجنائية والأثرية.

**فَسُرِّ النَّصْ مِنْ خَلَالِ فَكَ شَفَرَةِ الْجَمْلِ  
الْمُتَدَاخِلَةِ.**

يمكنت المقارنة بلفك لبر موزابتس سلاسل الـبيـا  
لجينوم ايلبـشـريـاـبـلـيـقـرـاءـةـ كـتابـلـاـبـطـبعـاـ  
بـلـبـصـورـةـ شـغـفـيـرـيـ بـصـحـيـحةـ تـخـيـلـالـجـينـوـ  
مـلـلـاـبـيـوـكـأـنـهـكـلـمـاتـطـوـيـلـةـ بـلـافـيـتـكـتابـلـاـمـنـلـيدـ  
وـنـلـيـعـلـامـاتـاتـبـقـيـمـ وـمـنـلـالـدـونـيـفـوـاـصـلـبـيـنـلـ  
كـلـمـاتـبـلـأـوـ الـجـمـالـيـأـوـلـأـلـفـقـراتـ،ـ وـمـعـ سـلاـسـلـ  
ابـحـرـوـفـلـيـمـتـنـاثـرـ ئـبـيـنـالـبـلـجـمـلـوـاـخـلـهاـ وـلـكـيـءـ  
تـقـهـمـسـالـمـكـتـوبـ،ـ يـحـفـكـ تـمـيـزـ النـصـالـمـخـتـلطـ

**ترتيب تسلسل الجينوم** يتألف DNA البشري من 46 كروموسوماً. وتحدد تسلسل واحد مسماً للجينوم البشري. قطعت كل الكروموسومات البشرية البالغ عددها 46. واستُخدم لهذا الغرض العديد من إنيزيمات القطع المختلطة لإنتاج أجزاء ذات تسلسلات متشابكة. وجمعت هذه الأجزاء بواسطة المتجهات لإنشاء حمض نووي (DNA) مُعاد التركيب واستُنسخت لصياغة تُنسّخ كثيرة منها ورُتبت تسلسلياً باستخدام أجهزة آلية لترتيب التسلسل. بالإضافة إلى ذلك، استُخدمت أجهزة الكمبيوتر في تحليل المناطق المتشابكة بهدف تكوين تسلسل واحد متواصل. تُشبه عملية فك شفرة سلسيل الجينوم البشري قراءة كتاب مشعر. تخيل الجينوم ككتاباً من دون تقطيع أو فراغات بين الكلمات أو الجمل أو العبارات. افترض وجود سلاسل من الأحرف متفرقة بين الجمل وداخلها. ويوضح الشكل 12 ما قد تبدو عليه صفحة ما من هذا الكتاب. ولتتمكن من فهم ما هو مكتوب، يجب عليك فك شفرة النص. وكان يجب على العلماء فك الشفرة الجينية الموجودة في الجينوم الشيء، بالطبع فهمي.

بعضى من تسلسلات غير مكتبة ليس لها وظيفة مباشرة. ويطلق علىها اسم التسلسلات غير المكتبة.

**البصمة الوراثية** تكون الامتدادات الطويلة لمناطق DNA غير المشفرة فريدة من نوعها لدى كل فرد بخلاف مناطق DNA المشفرة للبروتين التي تكون متطابقة تقريباً بين الأفراد. فعندما تقطع إزيمات القطع هذه المناطق، كما ذكر سابقاً في هذه الوحدة، تكون مجموعة أجزاء الـ DNA الناتجة عن هذه العملية فريدة من نوعها لدى كل فرد. وتحتاج البصمة الوراثية **فصل** أجزاء DNA باستخدام الزرلحان الكهربائي الهلامي للاحظة أنماط الأشرطة الخاصة بكل شخص. وستستخدم علماء الطب الشرعي البصمة الوراثية لتحديد هوية المشتبه فيه والضحايا في القضايا الجنائية وإثبات النسب والتعرف على الجنود الذين قتلوا في الحرب.

## ك دعم الكتابة

### ض م كتابة سردية

**تواصل مع الطالب:** تخيّل أن حقيقة طعام تُوكّت على متّ حافلة وكان عليك استخدام البصمة الوراثية. وكان للتعرف على صاحب الحقيقة. وكان على الحقيقة حصلة شعر أو ظفر أصبع أو دمّش عين. كلف الطالب كتابة فقرة سردية تصف العملية التي يُحدّد من خلالها صاحب الحقيقة. يجب أن يتضمّن السرد فعل الـ DNA عن المادة الموجودة على حقيقة الطعام والمأخوذة من المالك المحتمل لها ثم استخدام تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) لإنشاء عدة أجزاء من الـ DNA باستخدام إنزيمات القطع لتجزئة الـ DNA واستخدام الرحlan الكهربائي الهرامي لملاحظة أنماط الشرائط المميزة. يجب أن يتتطابق الـ DNA المستخلص من المالك مع المادة الموجودة على الحقيقة.

**د م** كلف الطالب الذين يواجهون صعوبات إعداد قائمة بالطريقة التي قد يعتمدونها للمتابعة.

**ف م** كلف رسم عينة من المادة الهرامية مع إظهار أنماط الـ DNA المختملة للدليل والمشتبه فيه. ثم اطلب منهم أن يستبدلوا المواد الهرامية مع طلاب آخرين ويروا ما إذا كان بإمكانهم تحديد صاحب الحقيقة.

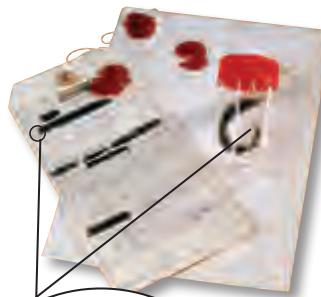
## ق استراتيجية القراءة

### ض ف م قراءة إضافية

كُلف الطالب القراءة عن كيفية تحديد هوية المجرمين باستخدام البصمة الوراثية. اطلب منهم البحث عن مقال ذي صلة في المكتبة وتدوين ملاحظات لمناقشتها في الصف.

**د م** قدم للطلاب الذين يواجهون صعوبات موارد توصل هذه المفاهيم بمستوى قراءة أقل.

**التأكد من فهم النص من خلال مقارنة الدليل البيولوجي بعينات مأخوذة من شخص متهم بارتكاب جريمة ما، يستطيع علماء الطب الشرعي التأكّد من وجود شخص ما أثناء ارتكاب الجريمة. يمكن استخدام هذه المعلومات كدليل في المحكمة.**

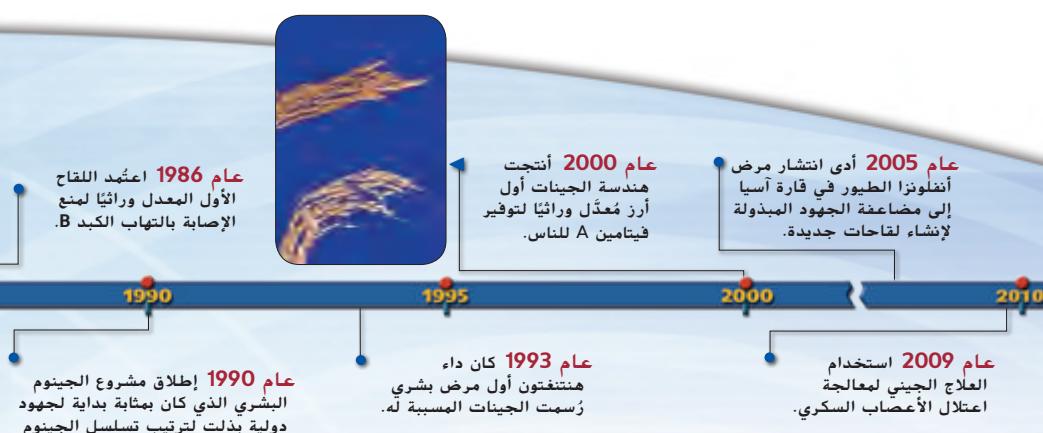


■ الشكل 13 يمكن التعرف على الأشخاص باستخدام المعلومات الجينية الموجودة في الدم أو الشعر أو السائل المنوي أو الجلد.

## تحديد الجينات

عندما يُرَى الجينوم تسلسلياً، تكون الخطوة التالية تحديد الجينات ووظائفها. لا تزال وظائف العديد من الجينات الموجودة في الجينوم البشري غير معروفة. لذا يستخدم الباحثون التقنيات التي تجمع بين تحليل الكمبيوتر وتكنولوجيا الحمض النووي (DNA) لغرض التركيب لتحديد وظيفة هذه الجينات.

أما بالنسبة إلى الكائنات الحية مثل البكتيريا والخميرة، التي لا تحتوي على جينومات فيها على مناطق كبيرة من DNA غير المشفر، فقد حدد الباحثون جيناتها من خلال فحص تسلسل قوالب القراءة المفتوحة (أو ORFs). وقوالب القراءة المفتوحة هي عبارة عن سلاسل DNA تحتوي على 100 كodon على الأقل تبدأ بكونون البدء وتنتهي بكونون الإيقاف. ورغم أن هذه التسلسلات قد تكشف هوية جين معين، إلا أنها تُفحص لتحديد ما إذا كانت تنتج بروتينات فاعلة.



462 الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية

## خلفية عن المحتوى

**التنوع الثقافي** إن الـ DNA المستخدم لترتيب تسلسل الجينوم البشري كان مصدره شخص مصاب بطفرات جينية في عدة جينات. اشرح للطلاب مدى أهمية ترتيب تسلسل الـ DNA المأخوذ من عدة أشخاص لتحديد تسلسلات الجينات الطبيعية أو التسلسلات بريّة النمط.

## تطوير المفاهيم

### دمض مفم

دمج علوم الكمبيوتر عزّز أهمية أجهزة الكمبيوتر في علم الحياة وفي تحليل جينومات البشر والكائنات الحية الأخرى. ناقش المجالات الوظيفية المستحدثة مع بداية مشروع الجينوم البشري. شجّع الطلاب على البحث عن هذه المجالات الوظيفية في المكتبة.

### ق استراتيجية القراءة

#### ضف م مناقشة جماعية كلف

الطلاب قراءة النص الوارد تحت العنوان صفيقات DNA الدقيقة والبحث في كيفية إنشاء هذه الصفيقات الدقيقة. أشئء مجموعة من الطلاب سيلعبون دور علماء مستعدين ليشرعوا كيفية استخدام صفيقات DNA الدقيقة لتشخيص الإصابة بالسرطان والأمراض الأخرى. دم كلف الطلاب الذين يواجهون صعوبات الاستماع إلى المجموعة وطرح الأسئلة.

### اقتراح لدراسة

**الكراسة اليومية الخاصة بعلم الأحياء** عندما تقرأ عن الجينوم البشري، اذكر عدة استخدامات مقيمة لهذه المعلومات.

تذكّر أن الكودون هو مجموعة مكونة من ثلاثة نوكليوتيدات ترمز إلى حمض أميني. وبحث العلماء عن كودون البدء AUG وكودون إيقاف مثل UAA أو UAG. وقد استخدم تحليل قالب القراءة المفتوح لتحديد أكثر من 90% من الجينات الموجودة في الخميره والبكتيريا بشكل صحيح. ومع ذلك، فإن تحديد الجينات الموجودة في الكائنات الحية الأكثر تعقيداً مثل البشر يتطلب برامج كمبيوتر مطورة تسمى الخوارزميات. وستستخدم هذه الخوارزميات معلومات، مثل تسلسل جينومات كائنات حية أخرى، لتحديد الجينات البشرية.

### المعلوماتية الأحيائية

نرج عن إكمال مشروع الجينوم البشري وتسلسل جينومات الكائنات الحية الأخرى كميات كبيرة من البيانات. لم يتطلب هذا الحجم الهائل من البيانات تخزين المعلومات المتسلسلة وتنظيمها وفهمها بدقة فحسب، بل كان سبباً في إنشاء مجال دراسة جديد كذلك. ويقتضي هذا المجال من الدراسة، الذي يسمى المعلوماتية الحيوية، إنشاء قواعد بيانات من المعلومات البيولوجية والحفاظ عليها، بينما يتطلب تحليل المعلومات المتسلسلة إيجاد الجينات الموجودة في تسلسلات DNA العديد من الكائنات الحية وابتکار طرق جديدة لتوقع بنية البروتينات المكتشفة حديثاً ووظيفتها. إلى جانب ذلك، يقوم العلماء بدراسة نظرية الجينات عن طريق تجميع تسلسلات البروتينات في مجموعات في مجتمعات ذات الصلة ومقارنتها بالبروتينات المشابهة لها عند كائنات حية مختلفة.

### صفيقات DNA الدقيقة

قد يكون من المفيد تحليل كل الجينات التي يعبر عنها كافٍ حتى ما أو نوع خلية معين. ويمكن إجراء هذا التحليل باستخدام **صفيقات DNA الدقيقة**، وهي شرائط مجهرية صغيرة أو رفقاء من السيليلكون توضع مع أجزاء DNA. إضافة إلى ذلك، يمكن أن تحتوي صفيقات DNA الدقيقة على بضعة جينات، مثل الجينات التي تنظم دورة الخلية أو جميع جينات الجينوم البشري. لذلك، يمكن تخزين كمية كبيرة من المعلومات في رفقة أو شريحة واحدة صغيرة. إضافة إلى ذلك، تساعد صفيقات DNA الدقيقة الباحثين في تحديد ما إذا كان التعبير عن جينات معينة يحدث نتيجة لعوامل وراثية أم عوامل بيئية.

شكل 14  
اكتشافات في علم الوراثة  
ساهمت العديد من الدراسات حول علم الوراثة في إحراء تقدم في مجال التقنيات الحيوية.

#### الشكل 14

اكتشافات في علم الوراثة  
ساهمت العديد من الدراسات حول علم الوراثة في إحراء تقدم في مجال التقنيات الحيوية.



عام 1983، اكتشف كاري موليس تفاعل البيريرا المتسلسل، وحصل في العام 1993 على جائزة نوبل لهذا الاكتشاف.

عام 1959 كانت متلازمة داون أول شذوذ في الكروموسومات يحدد لدى البشر.

عام 1972 صنع بول

بيرغ الجزيئات الأولى من الحمض النووي معد التراكيب.

عام 1973 اكتشف هربرت بوير

وأنى تشانغ وستانلى ك. وروبرت هيلينج أن الحمض النووي معد التراكيب ينكمش إذا أدخل في بكتيريا.

القسم 3 • الجينوم البشري 463

McGraw-Hill Education © 2017 حقوق الطبع والنشر محفوظة اسماً موصولة

McGraw-Hill Education مؤسسة اسماً موصولة واسماً مشاركاً © 2017 حقوق الطبع والنشر محفوظة اسماً موصولة

### خلفية عن المحتوى

**معلومات للمعلم** اكتملت المسؤولة التحضيرية لمشروع الجينوم البشري في العام 2000. رغم ذلك، يواصل الباحثون التعرف على المزيد من المعلومات عن الجينوم البشري. على سبيل المثال، أشارت التقديرات الأولية إلى أنّ عدد الجينات هو حوالي 100,000. بعد ذلك، قدر العلماء العدد بحوالي 30,000 جين. في العام 2004، انخفض التقدير مرة أخرى إلى 20,000-25,000 جين.

لا يزال الحوار قائماً حول عدد الجينات وكيفية تحديد العدد بدقة. ستمرّ فترة قبل أن يتوصل المجتمع العلمي إلى إجماع حول العدد الفعلي للجينات.

## مساحة لتحليل البيانات 1

### توضيحات عن الموضوع

- أشرح للطلاب سبب ارتفاع عدد أحد الجينات في الخلايا السرطانية مقارنة بالخلايا الطبيعية. نظرًا إلى أن السرطانات عبارة عن كتل من الخلايا التي تنمو بشكل لا يمكن التحكم فيه، فربما يكون عدد الجينات المسئولة عن تكاثر الخلايا أعلى في هذه الخلايا.
- إضافةً إلى ذلك، تنمو الخلايا بشكل أكبر عند وجود عوامل تحفيز النمو، هكذا يمكن أن يكون عدد الجينات التي تُفرز هرمون الإستروجين أكثر في الخلايا السرطانية.
- يوجد رابط بين فرط إنتاج الإستروجين والإصابة بسرطان الثدي والثدي وبطأة الرحم.
- راجع أيضًا مقالة Magee, et al. 2001. Expression profiling reveals hepsin overexpression in prostate cancer. Cancer Research 61: 5692-5696

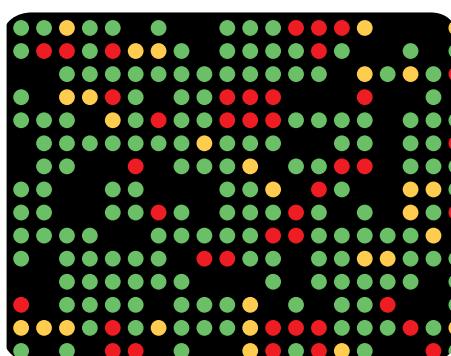
### فكرة بشكل ناق

1. من أصل 253 نقطة، هناك 48 نقطة باللون الأحمر (19%) و 32 باللون الأصفر (13%) و 173 باللون الأخضر (68%).

2. تظهر بقع سوداء عندما لا يكون هناك تعبير عن جين معين سواء في الخلية الطبيعية أو السرطانية. على سبيل المثال، يمكن أن يكون هذا جين يُعبر عنه فقط خلال مرحلة تكون الجنين.
3. استنادًا إلى رفقاء صفييف دقيق، يمكن اختيار الجينات التي كان لها تعبير مرتفع في خلايا سرطان البروستات أو تعبير مرتفع في الخلايا الطبيعية. بعد ذلك، يمكن دراسة أحد هذه الجينات كسبب محتمل لسرطان البروستات.

## مختبر تحليل البيانات 1

### استنادًا إلى دراسات\* تطبيق المفاهيم



\*أخذت البيانات من: Lapointe, et al. 2004. Gene expression profiling identifies clinically relevant subtypes of prostate cancer. PNAS 101: 811-816

464 الوحدة 16 • علم الوراثة والتغيرات الحيوية

### مقطف من بحث

**تطبيقات من الحياة اليومية** تشير البحوث التعليمية إلى أن الطلاب سيحفظون المزيد من المعلومات عندما تكون مرتبطة باهتماماتهم الشخصية. نتيج تجربة تحليل البيانات في هذه الصفحة المجال للطلاب ليتصوروا مشكلة صعبة من واقع الحياة ويربطوا ما يتعلمونه بمواضيع من واقع الحياة.  
(1995) Steen and Forman)

## تصوّر تحليل الصفييف الدقيق

**الغاية**  
سيتعلّم الطلاب طرفاً جديداً  
مستخدمة في تحليل عدّة جينات في  
وقت واحد.

### ٣ تدريب المهارات

- ض ١** خريطة المفاهيم اطلب من  
الطلاب إنشاء خريطة مفاهيم تلخص  
التطبيقات والخطوات المتبعة في تحليل  
الصفييف الدقيق. ويجب أن تشمل خرائط  
المفاهيم الخطوات التالية:
١. استخلاص الحمض النووي الريبوزي  
(mRNA) من الخلايا الطبيعية  
والسرطانية.
  ٢. تصنيع الحمض النووي المتمم  
(cDNA) من الخلايا الطبيعية والسرطانية وصبغ  
كل نوع بلون مميز.
  ٣. خلط الحمض النووي المتمم من كلتا  
المجموعتين.
  ٤. السماح للصفييف الدقيق والحمض  
النووي المتمم بالنمو في بيئة دافئة.

**ض ٢** ساعد الطلاب الذين يواجهون  
صعوبات من خلال تكليفهم رسم خرائط  
مصورة بدلاً من خرائط المفاهيم، إذ  
تستخدم الخريطة المصورة الرسومات  
والصور والرموز بدلاً من الكلمات.

### تدريب المهارات

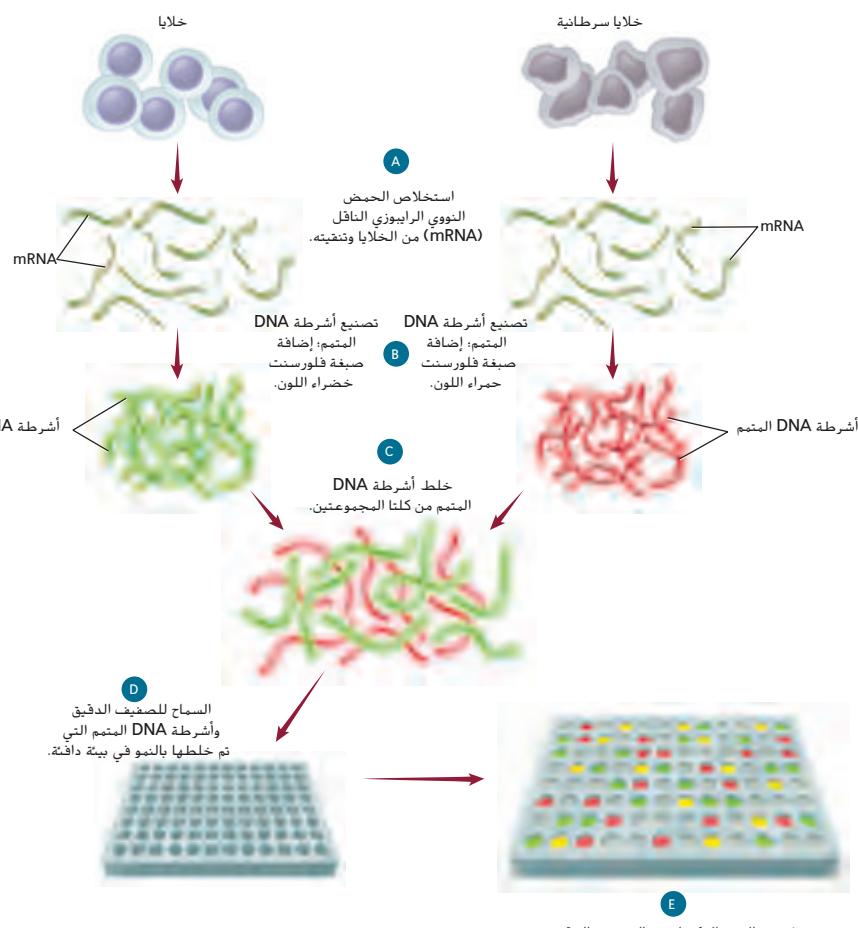
**ض ٣** الشفافة المرئية قد لا يفهم  
الطلاب أن كلاً من الخلايا وأجزاء الحمض  
النووي المتمم والصفائح يرسم بمقاييس  
مختلف.

**تواصل مع الطلاب:** أدرج هذه  
العناصر في قائمة بالترتيب من  
الأصغر حجماً إلى الأكبر حجماً:  
**صفيحة الصفييف الدقيق والخلية  
السرطانية وجزء الحمض النووي المتمم**.  
يكون جزء الحمض النووي المتمم  
أصغر حجماً بكثير من الخلية السرطانية.  
التي تكون أصغر بكثير من صفيحة  
الصفييف الدقيق. اشرح للطلاب أن الرسم  
التوضيحي يعرض هذه المواد بحجم أكبر  
من حجمها الأصلي بحيث يمكنهم تصوّر  
العملية.

## تصوّر تحليل الصفييف الدقيق

الشكل 15

في هذه التجربة، تم اكتشاف التعبير عن آلاف الجينات البشرية بواسطة تحليل صفييف DNA الدقيق. تمثل كل بقعة موجودة على رقاقة الصفييف الدقيق جيناً. فتشير البقعة الحمراء إلى أن التعبير عن جين ما أعلى في الخلايا السرطانية مقارنة بالخلايا الطبيعية. وتشير البقعة الخضراء إلى أن التعبير عنه يكون بصورة أكبر في الخلايا الطبيعية، بينما تشير البقعة الصفراء إلى عدم وجود اختلافات بين الخلايا السرطانية والخلايا الطبيعية في التعبير عن جين.



فحص الجزء المكتمل من الصفييف الدقيق.

القسم 3 • الجينوم البشري 465

### التدريس المتمايز

**أقل من المستوى** عند إعداد تقويم لهذه الوحدة، عليك مراعاة التعديلات التي قد تكون ضرورية للطلاب ذوي الأداء الأقل من المستوى. قد يستفيد هؤلاء الطلاب إذا توفرت لهم بيئة هادئة يُؤدون فيها الاختبار. فضلاً عن ذلك، قد يساعد تقسيم الاختبار إلى أقسام صغيرة للطلاب الذي يواجهون صعوبات في التعلم على التركيز بكفاءة أكبر.

▼ لا يدفع العالم المال نظير ما يعلمه الفرد، إنما يدفعه مقابل ما يحققه الفرد بعلمه.

- لورنس لي

## م تدريب المهارات

ص م الثقافة المرئية كلف الطالب النظر إلى الشكل 16.

سؤال الطالب: ما الكروموسومات؟

إليها امتدادات الـ DNA تحتوي على ألاف الجينات كيف ترتبط الأنماط الفردانية بالكروموسومات؟ إن

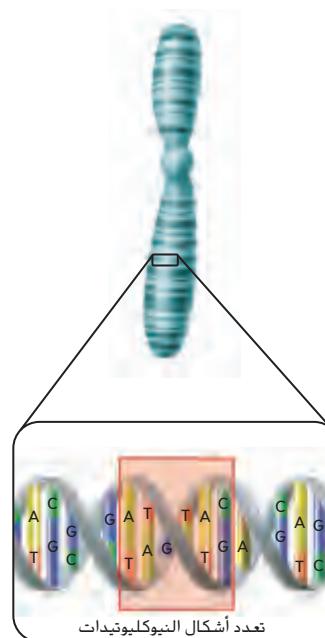
الأنماط الفردانية هي مناطق التكرار المترتبطة في الجينوم.

الطلاب أنه رغم طول الجينوم البشري الذي يبلغ 3 مليارات نووكليوتيد، فإنه

مقسم إلى 46 كروموسوماً. يحتوي بعض هذه الكروموسومات على جينات

كثيرة متراصة واحدة خلف الأخرى وتحتوي كروموسومات أخرى على عدد قليل من الجينات ومساحات كبيرة من

النيوكليوتيدات لا ترمز إلى البروتينات.



شكل 16 يتطلب مشروع هاب ماب تحليل الجينوم إلى أنماط فردانية. عدد اكتهاله تعددات أشكال النيوكليوتيدات الفردانية المتباينة على الموروثة معاً في الأنماط فردانية.

## ن استراتيجية القراءة

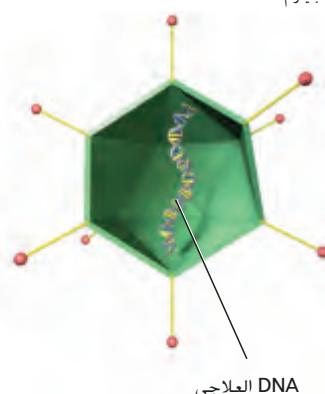
عصف ذهني كلف الطالب قراءة المفردات الجديدة الواردة في هذه الصفحة. كلف الطالب العمل في

مجموعات صغيرة، لإجراء عصف ذهني لاستنباط الأفكار التي تبادر إلى ذهناتهم عبي، ومجدد أن يدخل الفيروس إلى الخلايا. عندما يرون ويسمعون كل مصطلح، اكتب الأفكار على السبورة وراجعها بعد قراءة الصفحة. كلف الطالب كتابة الأفكار في عمود وتعريفات كل مصطلح جديد في عمود آخر للمقارنة.

د أعط الطالب الذين يواجهون صعوبات قائمة بكلمات المفردات لتقيمها. الفظ كل كلمة للطلاب.

شكل 17 يمكن تضمين الـ DNA في

فيروس وتوسيعه بأحد المرض لاستبدال جين معين، ومجدد أن يدخل الفيروس إلى الخلايا. ظلائق المعلومات الجينية داخل النواة وتدخل في الجينوم.



466 الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية

## خلفية عن المحتوى

**معلومات للمعلم** لا يكون كل الـ DNA في الخلية موجوداً في الكروموسومات البشرية. فال أجسام الفتيلية (الميتوكوندريا) لها DNA خاص بها. يرمز الحمض النووي للأجسام الفتيلية إلى الجينات التي تحتاج إليها الأجسام الفتيلية لأداء وظائفها. يتميز الحمض النووي للأجسام الفتيلية بأنه مستقر جداً وتحتاج له طفرة بوتيرة أقل بكثير من الحمض النووي للكروموسومات. لقد ساعد هذا الاستقرار العلماء في تحديد العلاقات الوراثية بين مجموعات البشر وفي وضع خريطة لمسارات هجرة أسلافنا القدماء.

التأكد من فهم النص إن العلاج الجيني هو أسلوب تقني يحاول تصحيف الجينات التي تعرضت لطفرة. أما علم الصيدلة الجيني فهو دراسة كيفية تأثير الوراثة الجينية في الاستجابة للأدوية.

استراتيجية القراءة

المعالجة استاتجية مفاص

**كَلْفُ الطَّلَابِ اخْتِيَارُ جُزْءٍ وَاحِدٍ أَوْ أَكْثَرِ  
مِنَ النَّصِّ الْوَارِدِ تَحْتَ عَنْوَانِ عِلْمِ الْجِينِوْم  
وَالْبِرْوَاتِوْمِيَّاتِ الَّذِي وَاجْهَوْا صَعْوَدَاتِ  
فِي فَهْمِهِ. قَسْمُ الطَّلَابِ إِلَى مَجْمُوعَاتِ  
وَفُقَادًا لِاختِيارِهِمْ. اطْلُبُ مِنْهُمْ كِتَابَةً ثَلَاثَةَ  
سَلْئَةَ (مَعِ إِجَابَاتِهَا الصَّحِيحَةِ) تَعْلَقُ  
بِالْجُزْءِ الَّذِي اخْتَارُوهُ. شَجَعُ الطَّلَابَ عَلَى  
شَرْكَاءَ الْأَسْلَئَةِ مَعَ الصَّفِّ، مَعَ السَّمَاحِ  
لِمَجْمُوعَاتِ الْآخَرِيِّ، بِالْحَاجَةِ عَنِ الْأَسْلَئَةِ.**

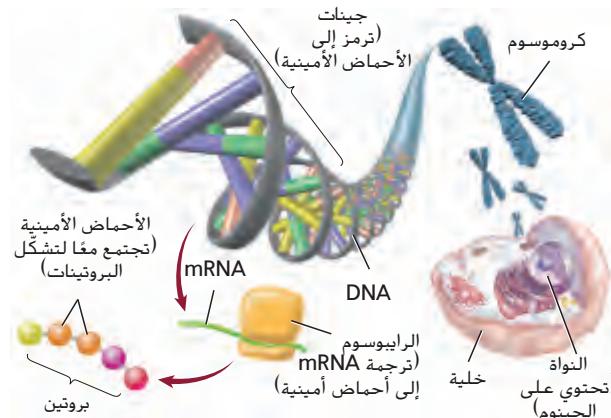
التقويم التكويني

**تقييم** كلف الطلاب دراسة رسوم بيانات الصيف الدقيقة في هذا القسم.

**سؤال الطلاب:** لماذا يختلف لون البقع؟ ما الذي يمكن أن تمثله الألوان المختلفة؟ إذا كان التعبير عن جين ما يتمثلاً في الخلايا الطبيعية والسرطانية، فستكون البقعة صفراء اللون. وإذا كان التعبير عن جين ما أعلى في الخلايا السرطانية، فستكون البقعة حمراء اللون. أما إذا كان التعبير عن جين ما أعلى في الخلايا الطبيعية، فستكون البقعة خضراء اللون.

**المعالجة** قد يستفيد الطلاب الذين يواجهون صعوبات في تحليل الصفييف الدقيق، من رسم مخططات انسانية تبين ما يحدث في التحليل. قد تتفاوت المخططات التي رسمها الطلاب قليلاً، ولكن يجب أن تبين كل المخططات الخطوات بالترتيب ونتائج التحليل لمطابقة؛ إذا كان التعبير الجنسي متماثلاً في الخلايا الطبيعية والخلايا السرطانية، فستكون البقعة صفراء اللون، وإذا كان التعبير عن جين ما أعلى في الخلايا السرطانية، فستكون البقعة حمراء اللون. أما إذا كان التعبير عن جين ما أعلى في الخلايا الطبيعية، فستكون البقعة خضراء اللون.

**الشكل 18** يعني المبدأ المركزي أن المعلومات الموجودة في الجينات تتدفق من الـ DNA إلى الحمض النووي الريبوذوري ومنه إلى البروتينات.



تُعد الجينات وحدات تخزين المعلومات الأساسية، فيما تعتبر البروتينات محركات الخلية. تذكر أنه عندما يعبر جين ما، ينتج بروتين، كما هو موضح في الشكل 18. لذلك، من المهم فهم كيفية قيام البروتينات بوظيفتها. على سبيل المثال، إذا كان الجينوم يمثل الكلمات الموجودة في قاموس، فإن البروتينوم، الذي يمثل كل البروتينات الموجودة في خلية، يقدم تعريف هذه الكلمات وكيفية استخدامها في حملة. من ناحية أخرى، يطلق على الدراسة بأنها واسعة النطاق وإنشاء دليل لبيان البروتينات وتقديرها في الجسم البشري باسم **البروتينوميات**. فتسوّج للباحثين بالنظر في مئات الآلاف من البروتينات في وقت واحد، وسيعرف هذا النوع من التحليل الشامل كلًا من الحالات الطبيعية والحالات المرضية بشكلاً أفضل. كما يتوقع العلماء أن البروتينوميات ستغير جذريًا طريقة ابتكار أدوية جديدة لمعالجة الأمراض مثل مرض السكري، من النوع الثاني، والسمينة وتصلب الشرايين.

القسم 3 التقويم

فهم الأفكار الأساسية

- النكرة** **الأساسية** اربط الجينوم البشري بمخططات إنشاء منزل ما.

2. حل دور البصمة الوراثية في التحقيقات الجنائية.

3. وضح قاعدة مشروع هاب ماب في تشخيص الأمراض التي تصيب البشر.

4. أشرح عملية العلاج الجيني. ما الهدف النهائي منها؟

گر بشکل ناقد

٥. **ضع فرضية** يتكون معظم الجينوم البشري من حمض نووي (DNA) غير مشفر. من أين ننشأ كل هذا الحمض النووي — DNA غير المشفر؟

**علم الأحياء** الرياضيات في

٦. إذا كان 1.5% من الجينوم البشري يتكون من التسلسلات المشفرة للبروتين، ويوجد في الجينوم بأكمله  $3.2 \times 10^9$  من النيوكليوبنات. فكم عدد الكروتونات الموجودة في الجينوم البشري؟ تذكر أن طول كودون ما يساوي طول ثلاثة نوكليوبنات.

لقاء 3 • الجنوبي الشعري

القسم 3 التقويم

١. على غرار المخطط، يحتوي الجينوم البشري على كل المعلومات المطلوبة لإنشاء كائن حي.
  ٢. ساهمت البصمة الوراثية في تحديد هوية المجرمين والضحايا، بشكل أدق، ذلك لأن لكل شخص نمط فريد من أجزاء الـ DNA التي تتكون عند تجزئة الـ DNA الذي لا يتحول إلى بروتين.
  ٣. يمكن أن يحسن مشروع الهاب ماب قدرة الطبيب على تشخيص الأمراض لأن مناطق الجينوم التي تحتوي على طفرات عديدة ستربط الحالات مرضاً مختلفة. وبالتالي، يمكن للطبيب تحديد تسلسل مناطق

McGraw-Hill Education © محفوظة للصالح مؤسسة الطبع والتأليف

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة الطيب والتاریث

# في الحقل نفسه

## مهنة: باحث في الطب الأحيائي

### إضاءة على البحث الطبي



لوحظت البروتينات الفلورية الخضراء لأول مرة في قنديل البحر المتلازمة حيوياً

من خلال حقن خلايا ورم ما المؤشرة بالبروتينات الفلورية الخضراء، يستطيع العلماء تحليل كيفية نمو هذه الخلايا وانتشارها وتدميرها للخلايا السليمة مع مرور الوقت. إلى جانب ذلك، يمكن استخدام التصوير الضوئي الحسي لتقدير فاعلية العلاجات المتنوعة في هذه الأنواع من الأورام، وأخيراً يأمل العلماء في أن يتمكنوا من تدمير البروتينات الفلورية الخضراء مباشراً مع خلايا الورم البشري ثم يستخدموا عملية التأثير البيولوجي لتحديد الكتلة كجماعة أحىائية منفصلة للخلية داخل الجسم. وبالتالي، سُلّمَتْ الخلايا السرطانية المنشطة لمعالجتها نظراً لسهولة تمييزها عن الخلايا والأنسجة السليمة.

هل سبق وشاهدت البراءات وهي تضيء فيليلة صيفية؟ إن تفاعلاً كيميائياً داخل خلايا البراءة يولّد ضوءاً عبر عملية تسمى **التألُّو البيولوجي**. وبينما العديد من الكائنات الحية البحرية، مثل قنديل البحر الظاهر في الشكل، بالتألُّو البيولوجي، فقد بروزت أنواع من قنديل البحر تسمى قنديل البحر البلوري كمحور اهتمام للباحثين في مجال الطب الأحيائي. إذ إن هذا النوع من قنديل البحر يُنتج بروتينات فلورية خضراء (GFP) تجعل أجزاء من جسمه تشع بضوء أخضر زمردي.

**وظائف الضوء المشع في الخلية** يبلغ قطر قنديل البحر الفلوري الشديد الضّفّر والمتوارد على شواطئ الساحل الغربي لأمريكا الشمالية من 5 cm إلى 10 cm. وتحتوي خلاياه على الأيكوبرين وهو بروتين أحىائي متلاجيٌ يصدر ضوءاً لونه أزرق داكن. تمتّص البروتينات الفلورية الخضراء هذا الضوء وتحوله إلى لون أخضر زمردي ساطع. في بداية تسعينيات القرن العشرين، استخرج العلماء جين البروتينات الفلورية الخضراء من قنديل البحر الفلوري واستنسخوه. حالياً، يستطيع الباحثون في المجال الطبي الحيوي دمج البروتينات الفلورية الخضراء مع بروتينات أخرى داخل خلايا الكائنات الحية. وعند إثارتها بضوء ذي تردد معين، تضيء هذه البروتينات مما يجعل ملاحظة سلوكها أثناء عمليات الخلية أمراً ممكناً.

**عملية التأثير البيولوجي خلال العمل** تتيح البروتينات الفلورية الخضراء للعلماء تحديد مكان وجود البروتينات أثناء المراحل المختلفة من حياة الخلية وملاحظة كيفية تفاعل البروتينات لتنسب مرضًا. كما يستطيع العلماء لصق البروتينات الفلورية الخضراء بأحد الفيروسات وملاحظة سرعة تفشي الفيروس في المُضيّف.

**الكتابة في علم الأحياء**  
البحث وتبادل المعلومات مستخدم  
البروتينات الفلورية الخضراء للتحقق من  
فاعلية العلاج الجيني واللقاحات وعلاجات  
مرض السرطان. ابحث عن كيفية استخدام  
البروتينات الفلورية الخضراء في الدراسات  
حول مرض السرطان وشارك النتائج التي  
توصلت إليها مع زملائك في الصف.

**الغاية**  
سيكتشف الطلاب كيف يمكن لاكتشاف علمي يتعلق بكائن حي أن يساعد العلماء في الاستقصاء عن كائنات حية أخرى.

**توجيه استباقي**  
**أسأل الطلاب:** هل رأيت نفساً مضيّاً من قبل؟ ما شكل الطاقة الذي تستخدمه الخنافس المضية لإنتاج الضوء؟ طاقة كيميائية في شكل **ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)** أخبر الطلاب أنهم سيتعلّمون المزيد عن كيفية استخدام الإضاءة الطبيعية في التحقّيقات العلمية عندما يقرأون عن هذه الخاصية.

**الخلفية**  
التألُّو البيولوجي خاصية موجودة في كلٍ من الكائنات الحية البرية والبحرية. يساعد إنزيم لوسيفيراز في أكسدة بروتين المادة المتفاعلة مع الإنزيم لوسيفيراين في العديد من الكائنات الحية التي تميز بخاصية التأثير البيولوجي، مثل الخنافس المضية. ويتوهج إنزيم لوسيفيراين عندما يتآكسد. تعيش بعض الكائنات الحية، مثل سمك المصباح المضيء في علاقة تكافلية مع البكتيريا المتلازمة ببوليوجيا، وتعيش البكتيريا في تجاويف قريبة من عيون الأسماك. تعيش الأسماك في البيئات التي لا يصلها إلا كمية ضئيلة من ضوء شمس، وبالتالي يسمح الضوء المنتبعث من البكتيريا للأسماك بالرؤية.

## الكتابة في علم الأحياء

### مناقشة للمتابعة

كلّ الطلاب بمشاركة النتائج التي توصلوا إليها مع زملائهم في الصف وإجراء نشاط عصف ذهني حول الاستخدامات الإضافية للبروتين الفلوري الأخضر (GFP). قم بإعداد قائمة بالاستخدامات الجديدة المحتملة للبروتين الفلوري الأخضر (GFP) واكتبهما على السبورة. واطلب من الطلاب اختيار أحد هذه الاستخدامات الجديدة للبروتين الفلوري الأخضر (GFP) وانظر في جدوى هذا المشروع. اطلب منهم أيضًا إبلاغ الطلاب الآخرين بالنتائج التي توصلوا إليها.

# تجربة في الأحياء

الوقت المقدر 40 min

**خلفية عن المحتوى** على الرغم من التقديرات تكون كل الأحماض النووية البشرية متشابهة بنسبة 99.9%. إلا أن ثمة تنويعات فردية تحدث. وفي حال حدوث هذه التنويعات في الإنترنوتات، لا يكون لها تأثير ظاهري في العادة، لكن يمكن استخدامها للتمييز بين الأفراد.

**احتياطات السلامة** ناقش مخاوف السلامة لهذه التجربة قبل بدء العمل. نظرًا إلى أن الطلاب سيستخدمون الكهرباء، احرص على أن يفهموا طريقة تشغيل جهاز الرحلان الكهربائي بأمان. وتابع أي احتياطات أخرى للسلامة موصى بها في دليل استخدام مجموعة الأدوات التي اشتريتها.

**استراتيجية التدريس** وضح للطلاب أن هذه التجربة تمثل فقط نموذجًا لكيفية استخدام الطبع الشرعي للبصمة الوراثية. في الواقع الحياة، يتبعن استخدام أساليب أكثر إيقاعًا عند التعامل مع البشري نظرًا إلى تعقيده.

**عرض إيضاحي بديل** يمكن إعطاء الطلاب صورًا للمواد الهمامية لاستكمال الجزء التحليلي في التجربة بدلاً من استخدام المواد الهمامية الخاصة بهم.

## التحليل والاستنتاج

- ستنتهي إجابات الطلاب، لكن يجب أن تكون مدروسة بالأدلة.
- يمكن استخدام تفاعل البيروربيت (PCR) لتضخيم العينة وإنشاء ملابس (PCR) النسخ من الحمض النووي موضوع البحث.

# تجربة في الأحياء

**الطب الشرعي: كيف يمكن استخدام هندسة الجينات لحل لغز جريمة ما؟**

- استخدم الصبغة الهمامية لاكتشاف موقع أجزاء الـ DNA في المادة الهمامية لكل من عيناتك.
- استخدم مسطرة لقياس المسافة (بوحدة mm) لكل شريط حمض نووي يرتكز من الأوعية. سجل هذه المعلومات في جدولك.
- كل المواد القابلة لإعادة الاستخدام وأعدها إلى مكانها. وتخلص من المواد الهمامية والمواد الكاشطة الأخرى في حاويات مناسبة تحمل لاصقات، ثم أغسل يديك جيدًا.

## التحليل والاستنتاج

1. تفسير البيانات من خلال الاعتماد على ملاحظاتك، توقع من المشتبه به الذي أدانته أدلة الـ DNA.

2. التفكير الناقد رغم أن كمية الـ DNA اللازمة لعملية الفصل الكهربائي ليست كبيرة، إلا أن الكمية التي يمكن استخراجها من عدد قليل من الشعارات قد لا تكون كافية. كيف يحل علماء الطب الشرعي هذه المشكلة؟

3. تحليل البيانات تتمتع البصمات الوراثية بمستوى عالي من الدقة إذا ثبتت إدارة العمل عليها بشكل صحيح. فيما يخص مصادر الخطأ الذي قد يؤدي إلى نتائج غير دقيقة؟

4. التخطيط المسبق افتح طرفًا تستطيع من خلالها تحسين الإجراءات. وطراقب لتجنب مصادر الخطأ المذكورة في إجابة السؤال 3. اختر خطتك.

## المواد

عينات متنوعة من الـ DNA  
حاجة الفصل الكهربائي

مصدر طاقة  
مقص مكروي وأغطية طرفية

الواح جيل أفاروز مجهرة  
إنزيم القطع

أثواب طرد مركري دقيقة وحامل

صبغة تحمل العينة  
صبغة غير سامة

حاويات الصبغة وإزالة الصبغ  
أجزاء حمض نووي (DNA) معروفة الحجم

مسطرة  
تلق في حاوية من البلاستيك

جهاز حمام مائي درجة حرارته 37°C

## احتياطات المتعلقة بالسلامة



## الإجراءات

1. حدد مخاوف السلامة لهذه التجربة قبل بدء العمل.

2. اقرأ كامل الإجراءات.

3. ضع تسميات على عينات الـ DNA الخاصة بك.

4. قدم وانشر جدول بيانات تستطيع استخدامه لتسجيل ملاحظاتك عند إجراء الرحلان الكهربائي الهمامي لعيناتك.

5. سيسوهك معلمك إلى طريقة تحضير عيناتك وإعداد جهاز الرحلان الكهربائي الهمامي وتحميم عيناتك وإجراء الفصل الكهربائي.

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

McGraw-Hill Education © محمولة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education والتأليف حقوق

تجربة في الأحياء 469

4. ستنتهي الإجابات. ويجب على الطلاب تضمين خطط لتحسين طريقة جمع الـ DNA أو التعامل مع العينات أو تشغيلها.

3. يمكن أن تتعرض العينات للتلوث من حمض نووي DNA من مصادر أخرى. وربما كانت درجة الحرارة المخصصة لاحتضان إنزيمات القطع مع عينات DNA غير صحيحة. في حال عدم إجراء الرحلان الكهربائي لمدة كافية، لن تتفصل أشرطة DNA بشكل صحيح. أما في حال إجراء الرحلان الكهربائي لمدة طويلة، فستتحرك أشرطة الـ DNA إلى قاع المادة الهمامية.

**الموضوع المحوري** استقصاء علمي أدى اكتشاف وتطوير أسلوب تفاعل البلمرة المتسلسل إلى العديد من التطبيقات والاستخدامات قى نطاق المجتمع العلمي، وخارجه.

**الكرة (الرئيسة) تحسن التكنولوجيا الوراثية صحة الإنسان ونوعية الحياة.**

لـقـم 1 عـلـم الـوـرـاثـة التـطـبـيـقـي

**النحوية** يُستخدم التناول الانتقائي لإنتاج كائنات حية تحمل صفات وراثية مرغوبة.

- يستخدم التنازل الاشتائي لإنتاج كائنات حية لها صفات وراثية تقترب من مرغوبة.
  - يتيح من التهورين كائنات حية تحمل صفات وراثية مرغوبة من كائنات حية أصلية تحمل صفات وراثية مختلفة.
  - يتيح التكاثر الداخلي سلالات ندية.
  - يمكن استخدام التزاوج الاختاري لتحديد الطوارط الجيني للكائن الحي.

<b>selective breeding</b>	لتناسل الانتقائي
<b>inbreeding</b>	التكاثر الداخلي
<b>test cross</b>	لزواج الاختباري

لقسم 2 تکنولوچیا ار DNA

**ال فكرة الأساسية** تستخدم الباحثون هندسة الجينات للتحكم في DNA.

- يُستخدم هندسة الجينات لإنتاج كائنات حية مقيدة للبacterium.
  - يُستخدم تكنولوجيا الحمض النووي معياد التركيب لدراسة الجينات الفردية.
  - يمكن فصل جزيئات الـ DNA باستخدام أسلوب الزخلان الكهربائي الهلالي.
  - يمكن إنتاج كائنات مستنسخة عن طريق تحويل البكتيريا باستخدام حمض نووي معياد التركيب.
  - يُستخدم فناعل البليمرة المتسلسل لإنتاج نسخ من متسلسلات الـ DNA الصغيرة.
  - يُنشأ كائنات الحبة العجلية وافتراضياً إزادة حمدة الحجة الشبة.

genetic engineering	هندسة الجينات
genome	جينوم
restriction enzyme	نزيم القطع
gel	لرخلان الكهربائي الالامي
electrophoresis	لحمض النووي معاً التركيب
recombinant DNA	لبلازميد
plasmid	بيانار الحمض النووي
DNA ligase	التحول
transformation	الاستنساخ
cloning	تفاعل البلمرة المتسلسل
polymerase chain reaction	ذكائن الحي المعدل ورائياً
transgenic organism	الجينات

الجینوم البشري 3

**الكلمة الأساسية** تحتوي الجينومات على كل المعلومات اللازمة لنمو الكائن الحي،  
مقابلة على قيد الحياة.

- قام الباحثون الذين عملوا في مشروع الجينوم البشري بترتيب تسلسل كل النبؤكليوتيادات الموجودة في الجينوم البشري.
  - يمكن استخدام البصمة الوراثية لتحديد هوية الأفراد.
  - تتيح سفينات الـ DNA الدقيقة للباحثين دراسة جميع الجينات الموجودة في الجينوم في وقت واحد.
  - يمكن استخدام العلاج الجيني في المستقبل لتصحيح الاضطرابات الوراثية.
  - علم الجينوم هو دراسة جينوم الكائن الحي وعلم البروتينيات هو دراسة البروتينات في جسم الإنسان.

DNA fingerprinting	لبصمة الوراثية
bioinformatics	للمعلوماتية الحاسوبية
DNA microarray	صنفيف DNA الدقيق
single nucleotide polymorphism	عدد أشكال النوكليوبتيدات الفردية
haplotype	لنطحة الفردانية
pharmacogenomics	علم الصيدلة الجيني
gene therapy	علاج الجيني
genomics	علم الجينوم
proteomics	علم البروتين

## التقويم

## القسم 1

## مراجعة المفردات

1. التزاوج الاختباري  
2. التكاثر الداخلي

## فهم الأفكار الأساسية

- B. 3  
C. 4

## الإجابات المبنية

5. إن الهجين هو كائن حي يُربى بحيث تظهر عليه الخصائص المفضلة من أبويين يمتلك كل منهما واحدة من الخصائص المفضلة. ولذلك، كان أحد الأبويين سريعاً في نموه وكان الآخر مقاوماً للمبيدات الحشرية.  
6. إن الصفات متعددة الجينات هي التي تتأثر بمجموعات ثنائية متعددة من الآليات. ففي التناслед الانتقائي تُربى كائنات حية تحمل صفات وراثية مرغوبة تنقل تلك الصفات. وإذا تأثرت الصفات الوراثية بجينات متعددة، فإن معرفة مدى تفاعل المجموعات المختلفة من الجينات أمر له أهمية للحصول على الصفات الوراثية المرغوبة من عمليات التزاوج التي تجريها.

7. من مزايا التناслед الانتقائي إنتاج نباتات وحيوانات يمكن أن تنمو بشكل أسرع وتنتج مزيداً من النسل (أو الثمرة) وتقاوم هجمات البكتيريا. ومن عيوبها أنها تستهلك الكثير من الوقت وهي باهظة التكلفة ويتطلب الأمر أجيالاً عدّة لإنتاج نسل يحمل الصفات الوراثية المرغوبة.

## فَكّر بشكل ناقد

8. لا يوجد حيوانات ذات نسل نقي في الحياة البرية لأن التزاوج يحدث عادةً بين الكائنات الحية بعيدة الصلة عن بعضها.  
9. يمكن استخدام التزاوج الاختباري في حال معرفة كل الجينات التي تساهم في صفة وراثية محددة. ويجب أن يكون الكائن الحي المستخدم في التزاوج متحججاً متماثل الجينات لكل الجينات التي تتحكم بالصفة الوراثية المحددة.

## فَكّر بشكل ناقد

8. اشرح لماذا لا توجد حيوانات نقيّة النسل في البراري.  
9. حدد افتراض أن أكثر من جين واحد يتحكم في الطراز الظاهري. هل يمكن استخدام التزاوج الاختباري لتحديد الطراز الجيني؟ لم ولم لا؟

## القسم 2

## مراجعة المفردات

اماً الفراغات باستخدام المصطلح الصحيح الموجود في صفحة "دليل الدراسة".

1. تُستخدم \_\_\_\_\_ لتحديد الطراز الجيني لثبات أو حيوان ما.

2. يكون النسل الناتج عن \_\_\_\_\_ متماثل الجينات لمعظم الصفات الوراثية.

## فهم الأفكار الأساسية

استخدم الرسم التوضيحي أدناه للإجابة عن السؤالين 3 و 4.

جريدة فروت أبيض  
متحالفة الجينات

	W	w
W	WW	Ww
w	Ww	ww
	W	w

3. ما نسبة الطرز الجينية لأفراد النسل في التزاوج الموضح؟

- A. تكون جميعها متماثلة متماثلة الجينات.  
B. تكون جميعها مختلفة الجينات.

4. يمكن استخدام عملية التزاوج الموضحة أعلاه لتحديد الطرز الجيني للકائن الحي الأصل الذي له طرز ظاهري سائد.

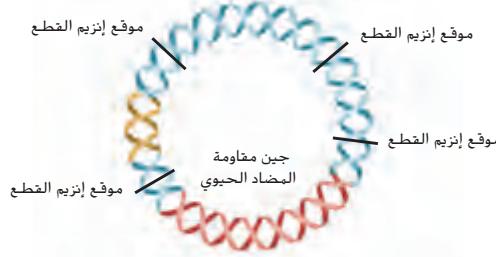
- ماذا يسمى هذا النوع من التزاوج؟  
A. تزاوجاً متماثلاً للجينات  
B. تزاوجاً مختلفاً للجينات  
C. تزاوجاً مختلفاً الجينات  
D. تزاوجاً أبوياً

## الإجابة المبنية

5. الموضوع المحوّري استقصاء على موقع الطرز الظاهري للباتات الآباء من باتات طماطم هجينية تنمو سريعاً وتقاوم المبيدات. اشرح.

6. إجابة قصيرة كيف تؤثر الصفات الوراثية متعددة الجينات في التناслед الانتقائي؟

7. المكرة **الأساسية** نقاش مرايا وعيوب التناслед الانتقائي.



استخدم الرسم التوضيحي الوارد أدناه للإجابة عن السؤال 14.

14. ما دور الجزء الوارد أدناه في استنساخ الـ DNA؟

- A. نقل الـ DNA الدخيلي إلى داخل الخلية المضيفة.  
B. تحديد مصدر الـ DNA على أنه دخيلي.  
C. تحديد الخلية المضيفة التي استقبلت الجين المعنى.  
D. جعل الـ DNA الدخيلي قابلاً للهيضم عن طريق الإنزيمات.

## القسم 2

## مراجعة المفردات

10. هندسة الجينات  
11. الليفار  
12. التحويل  
13. البلازميدات

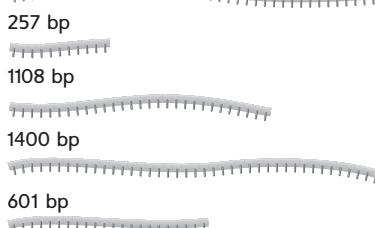
## فهم الأفكار الأساسية

- A. 14

# الوحدة 16 التقويم

21. ميّز تعرّض البلازميد الوارد أدناه للقطع بهدف إنتاج الأجزاء الخمسة الموضحة في الرسم. ثم تعرّضت الأجزاء للحصول عن طريق الرخلان الكهّاري الهلامي. قم بإعداد رسم لمادة الهلامية وحدّد موقع كل جزء كل جزء، وضع علامة على الأطراف لتمييزها بموجبة أو سالبة.

1633 مجموعة ثانية من القواعد (bp)



22. قوم تعرّض جزء حمض نووي صغير للقطع باستخدام إنزيمات قطع مختلفة عديدة وساعد الرخلان الكهّاري الهلامي في تحديد حجم كل جزء. وكانت المحصلة هي البيانات التالية.

أنماط تجزئة DNA المنتشرة بواسطة إنزيم EcoRI وإنزيم HindIII		
حجم الجزء (باليكيلو فاوندة)	عدد الأجزاء	الإنزيم
1.5 kb 1.5 kb	2	EcoRI
3.0 kb	1	HindIII
0.8 kb 0.7 kb 1.5 kb	3	EcoRI + HindIII

- a. هل DNA الأصلي خطى أم دايري؟  
b. ارسم خريطة توضح فيها موقع القطع وتوضّح المسافات المتواقة مع البيانات.

## القسم 3

### مراجعة المفردات

- املاً الفراغات باستخدام مصطلح المفردات الصحيح الموجود في صفحة "دليل الدراسة".
23. يستخدم \_\_\_\_\_ مجال أجهزة الكمبيوتر لقائمة وتنظيم المعلومات التي أنشئت عن طريق ترتيب تسلسل الجينوم البشري.
24. تسمى التواعبات الوراثية القريبة من بعضها \_\_\_\_\_.

15. بناء على التسلسلات الواردة أدناه، أي إنزيم ينجز طرفاً متصلًا؟ يشار إلى موقع القطع بعلامة \*.

C*GGCC G	A. Eagl
G CCGG*C	B. EcoRV
GAT*ATC	C. Nsil
CTA*TAG	D. Taql
A TGCA*T	
T*ACGT A	
T*CG A	
A GC*T	

16. لماذا يستخدم تفاعل البلمرة المتسلسل؟
- A. لربط DNA.  
B. لقطع DNA.  
C. لتخسيس DNA.  
D. لفصل DNA.

### الإجابة المبنية

17. **النقرة الأساسية** توقع التأثير الذي ستحده هندسة الجينات في تطور نوع ما.

18. إجابة مختصرة افترض أنك قمت بتحويل البكتيريا باستخدام بلازميد حمض نووي (DNA) مُعاد التركيب ونبتّه في الخلياقيات المتحولة من دون مضاد حيوي عن طريق الخطأ ما النتيجة التي ستلاحظها؟ لماذا؟

19. تفسير الشكل راجع الشكل 9 في إعداد مخطط انساني لرسم خطوط تفاعل البلمرة المتسلسل.

### فكّر بشكل ناقد

20. استنتج أتشي جزء حمض نووي مُعاد التركيب عن طريق ربط متوجه بلازميد وجزء DNA. وأكذب الرخلان الكهّاري الهلامي ارتباط البلازميد وجزء DNA.



- a. أي ممر في المادة الهلامية يتواافق مع الحمض النووي مُعاد التركيب؟  
b. أي ممر يتواافق مع البلازميد؟  
c. أي ممر يمثل الانقسام باستخدام إنزيم قطع لجزء الحمض النووي مُعاد التركيب؟

472 الوحدة 16 • التقويم

## القسم 3

### مراجعة المفردات

23. المعلومات الحيوية  
24. الأنماط الفردانية

B. 15

A. 16

### الإجابة المبنية

17. تستطيع هندسة الجينات خفض الانتقاء الطبيعي للجينات المهمة لكن حيّي يستجيب لبيئته أو ينجم عن ذلك إنتاج كائنات حية ذات طرز ظاهري غير متوقعة.

18. ستنمو كل مستعمرات البكتيريا، لكنك لن تكون قادرًا على تحديد الخلايا التي حملت البلازميد.

19. يشمل تفاعل البلمرة المتسلسل على ثلاث خطوات أساسية: تمثل الأولى بالتسخين إلى درجات حرارة عالية للفصل بين أشرطة قالب DNA بينما تمثل الثانية بالترمير إلى درجة حرارة تسمح للبادئات بالارتباط بالمنطقة المتممة لقالب DNA والثالثة بالأمتداد الذي يقوم فيه إنزيم بلمرة الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين بدمج نوكليوتيدات ديكوسى جديدة في أشرطة وليدة.

### فكّر بشكل ناقد

a. الممر الثالث

b. الممر الأول

c. الممر الثاني

21. يجب أن يكون الجزء الأكبر (bp) قريباً من الجانب السلبي للمادة الهلامية بليه الجزء الذي تكون درجة غليانه 1400 bp ثم 1108 bp فالجزء الذي تكون درجة غليانه 601 bp وأخيراً الجزء الذي تكون درجة غليانه 257 bp (يجب أن يكون هذا الجزء في الطرف النهائي الموجب للمادة الهلامية).

22. a. يكون جزء DNA الأصلي دايرياً لأن الحمض النووي HindIII ينتح منه جزء واحد فقط.

b. سترعرض الخريطة موقع الإنزيم EcoRI على بعد 180 درجة من بعضها البعض وموقع الحمض النووي HindIII بين موقع الإنزيم EcoRI، لكنه لا يبعد 90 درجة عن موقع الإنزيم القاطع EcoRI.

472 الوحدة 16 • التقويم

- فهم الأفكار الأساسية**
- D. 25  
C. 26  
C. 27

**الإجابات المبنية**  
28. تسطيع الصفيقات الدقيقة تحليل الجينومات كلها مرة واحدة، ولكنها باهظة التكلفة.

29. سبق علم الصيدلة الجيني من الآثار الجانبية للأدوية ويفكّر من الوقاية ضد الأمراض بالإضافة إلى أنه يتيح للأطباء تقديم جرعات أدوية أكثر دقة.

30. يتيح ترتيب تسلسل الجينوم البشري للعلماء مقارنة التسلسلات الجينومية لدى أشخاص من جماعات أحياية مختلفة يعانون من أمراض معينة للبحث عن طفرات أو تعددات أشكال.

**فكّر بشكل ناقد**  
31. يمكن استخدام ترتيب تسلسل DNA لتحديد الجينات المعيبة عن طريق ترتيب تسلسل DNA لأشخاص مصابين بمرض معين ومقارنته بالسلسلة لدى أشخاص غير مصابين به. ويمكن استخدام الصفيقات الدقيقة لمقارنة شكل التعبير عن الجينات لدى أشخاص مصابين بالمرض وأشخاص غير مصابين به.

32. يجب أن توضح مخططات الطلاب الانسحابية ما يلي: استخراج DNA ثم تفاعل البلمرة المتسلسل لتضخيم DNA ثم هضم المضخم باستخدام إنزيمات القطع متبرعة بالرحلان الكهربائي الهلامي. ويجب مقارنة أنماط التجزئة بمثيلاتها في DNA المستخرج من أفراد معروفين.

### التقويم الختامي

33. باكمال مشروع الجينوم البشري، يستطيع العلماء تحديد مكان مصادر جينات العديد من الأمراض المستعصية. كما يمكن اختبار الاستعداد الوراثي للإصابة بسرطان الثدي والزهايمر وغيرها من الاختلالات الوراثية. وقد تنتج أيضًا من هذا العمل علاجات جديدة، مثل العلاج الجيني، بالإضافة إلى توفر أدوية أفضل.

### التقويم الختامي

33. **المقدمة (الرئيسية)** اشرح أهمية إكمال مشروع الجينوم البشري. اذكر بعض الاكتشافات الصحية التي تعد نتيجة لهذا المشروع.

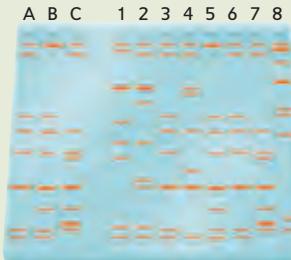
34. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب فقرة لمناقشة النهج الذي ستبنيه لإنشاء كائن حي معدل وراثياً والعوائق التي ستواجهها لإنشائه.

### أzym أسئلة حول مستند

حصلنا على البيانات الواردة أدناه خلال دراسة أجربت على أنماط لدغ البعوض. وحصلنا على بصمات الوراثة من الأفراد "A" و "B" و "C" الذين تعرضوا للدغات البعوض. لتحديد البعوضة التي لدغت كل من الأفراد، جمعت مجموعة من البعوض وتم الحصول على بصماتها الوراثية. وزُعم البعوض من 1 إلى 8.

استخدم البيانات للإجابة عن الأسئلة الواردة أدناه.

Michael, et al. 2001. Quantifying mosquito biting patterns on humans by DNA fingerprinting of blood meals. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 65(6): 722-728



35. افحص أنماط الربط وطابق كل فرد مع البعوض التي لدغته.

36. ماذا يمكن للباحثين اكتشافه من خلال معرفة أي بعوضة لدغت أي فرد؟

37. بناءً على إجابتك عن السؤال 35، اذكر أحد عيوب استخدام البصمة الوراثية في تحديد البعوض الناقل للأمراض في البيئة.

### فهم الأفكار الأساسية

25. أي من العبارات التالية المتعلقة بالجينوم البشري خاطئة؟

A. يحتوي الجينوم البشري على ما يقرب من 25,000 جين.

B. يحتوي الجينوم البشري على امتدادات طويلة للحمض النووي (DNA) من دون وظيفة معروفة.

C. قام علماء من كل أنحاء العالم بترتيب تسلسل الجينوم البشري.

D. يحتوي الجينوم البشري على تسلسلات نيوكلويوتيدات ترمز كلها إلى البروتينات.

26. ماذا تسمى التنوعات الموجودة في النيوكليوتيدات المحددة وترتبط بالأمراض التي تصيب الإنسان؟

A. البروتينات

B. الأنماط الفردانية

C. تعدد أشكال النيوكليوتيدات الفردية

D. الجينومات

27. لأي غاية تُستخدم البصمة الوراثية؟

A. لترتيب تسلسل DNA من الكبيرة

B. لفصل أجزاء DNA

C. لتحديد هوية الأفراد الذين ارتكبوا الجرائم

D. لتحديد حالات تعدد أشكال النيوكليوتيدات الفردية

### الإجابة المبنية

28. إجابة قصيرة ناقش مزايا وعيوب استخدام صفيقات الدقيقة.

29. إجابة قصيرة اذكر ثلاث طرق سيستفيد بها المرضى من علم الصيدلة الجيني.

30. **المقدمة (الرئيسية)** ما تأثير ترتيب تسلسل الجينوم البشري في تشخيص الأمراض وعلاجه؟

### فكّر بشكل ناقد

31. أصفُ كيف يمكن استخدام صفيقات DNA وتسلسل الحمض النووي لتحديد الجين المعيب.

32. **مهن مرتبطة بعلم الأحياء** يعثر أحد أخصائيي الطب الشرعي على خصلة شعر في مسرح الجريمة. ارسم مخططًا انسانيًا واشرح الخطوات التي يجب أن يتبعها لتحديد هوية صاحب خصلة الشعر.

### الكتابة في علم الأحياء

34. ستتنوع الإجابات. ويجب أن تشير الفقرات إلى الجينات الحقيقية والعمليات الواقعية.

### أzym أسئلة حول مستند

Michael, et al. 2001. Quantifying mosquito biting patterns on humans by DNA fingerprinting of blood meals. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 65(6): 722-728.

35. "A" لدغ من 3 و "B" لدغ من 5 و "C" لدغ من 7.

36. إذا مرض شخص ما، فيمكنه معرفة البعوضة التي نقلت المرض إليه.

# تدريب على الاختبار المعياري

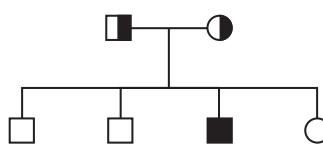
تراكمي

## الاختبار من متعدد

5. أي مما يلي هو الترتيب الصحيح من الأصغر إلى الأكبر للبصطلحات التالية الكروماتين، الـ DNA، الكروموسومات والجسيمات النووية؟

- A. الكروماتين والكروموسومات و DNA والجسيمات النووية
- B. الكروموسومات و DNA والكروماتين والجسيمات النووية
- C. DNA والجسيمات النووية والكروماتين والكروموسومات
- D. الجسيمات النووية و DNA والكروماتين والكروموسومات

استخدم الشكل التالي للإجابة عن السؤال 6.



6. في أسرة مكونة من أربعة أطفال، ولد طفل من بين أربعة مصاباً بداء تاي ساكس. ما زوج الرموز لوالدي أفراد النسل هؤلاء؟

- A. □—○
- B. □—●
- C. ■—○
- D. □—●

7. أي مما يلي يعَد كودون للإيقاف في الحمض النووي الريبوزي التناقل؟

- A. AUG
- B. AUU
- C. CAU
- D. UAA

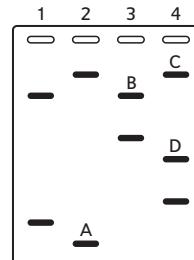
8. في كائن حي ثلاثي الصيغة الصبغية. كم عدد الأليلات الموجودة في كل جين للخلية؟

- 1. A
- 3. B
- 6. C
- 9. D

1. أي مما يلي يصف عملية الانقسام السيتوبلازمي؟

- A. تكرار الكروموسومات
- B. نفكك الخيوط البغزالية
- C. اختفاء النواة
- D. الانقسام السيتوبلازمي

استخدم الرسم التوضيحي أدناه للإجابة عن السؤالين 2 و 3.



2. يوضح الشكل أعلاه أشرطة DNA فُصلت باستخدام عملية الزخلان الكهربائي الهلامي. أي شريط يحتوي على أصفر؟

- أجزاء الـ DNA
- A. الشريط A
- B. الشريط B
- C. الشريط C
- D. الشريط D

3. ما الذي يمكن أن توضحه نتائج الزخلان الكهربائي الهلامي لأي عالم؟

- A. وجود كمية الحمض النووي (DNA) غير مشفرة
- B. بقمة الحمض النووي لأحد الأشخاص
- C. عدد الجينات في عينة الحمض النووي DNA
- D. انتشار عشوائية من الحمض النووي DNA

4. أي عملية تلعب دوراً في التراكيب الجينية الجديدة؟

- A. التكاثر الالجنسي
- B. الانقسام السيتوبلازمي
- C. التوزيع الحر
- D. الانقسام الميتوzioni

474 الوحدة 16 • التقويم

# تدريب على الاختبار المعياري

## الاختبار من متعدد

C .5 D .1

B .6 C .2

D .7 B .3

B .8 C .4

## إجابة قصيرة

9. إن اتجاه الإجابات من اليسار إلى اليمين.

A. الذكر الذي ورث الجين المسبب للمرض وبالتالي يحمل المرض.

B. الأنثى التي تحمل جيناً مسبباً للمرض، لكن أعراض المرض لا تظهر عليها، وتكون ناقلة للمرض.

C. الأنثى التي تحمل جيناً مسبباً للمرض، لكن أعراض المرض لا تظهر عليها، وتكون ناقلة للمرض.

D. الذكر الذي لم يرث الجين المسبب للمرض وهو وبالتالي لا يحمل المرض.

10. تتشابه معظم البروتينات التي تكون جسم الإنسان لدى جميع الأشخاص. فالاختلافات الجينية بين البشر صغيرة جداً.

11. التزف الدموي هو جين منتج مرتبط بالجنس يحمله الكروموسوم X<sup>H</sup>. فالطراز الجيني للأب يكون X<sup>H</sup>، ويكون الطراز الجيني للأم X<sup>H</sup>. تكون احتمالية إنجابهما ولذا 0.5 واحتمالية إنجابهما طفلًا مصاباً بمتلازمة داون 0.5. وتكون احتمالية إنجابهما الدم 0.5. وتكون احتمالية إنجابهما ولذا مصاباً بمتلازمة داون (0.5 × 0.5) = 0.25 أو 25%.

12. إن العملية الأولى الرئيسية هي النسخ الذي يحدث في نواة الخلايا. خلال عملية النسخ، يصنّع الحمض النووي الريبوزي (RNA) الرسول باستخدام سلسلة من القواعد الموجودة على DNA في صورة قالب. أما العملية الثانية الرئيسية، فهي الترجمة التي تحدث في سيتوبلازم الخلايا. خلال عملية الترجمة، يصنّع بروتين باستخدام سلسلة قواعد الحمض النووي الريبوزي (RNA) الرسول في صورة قالب. وفي نهاية عملية الترجمة تكون هناك سلسلة بروتين كاملة قد تكونت.

**13.** سنتنون الإجابات. وتتضمن الإجابات المحتملة ما يلي: التليف الكيسي هو اضطراب جيني منتج يؤثر في الجهاز الهضمي والجهاز التنفسى. داء تاي ساكس هو اضطراب منتج يؤثر في الجهاز العصبي. داء هنتنفتون هو اضطراب سائد يؤثر في الجهاز العصبي.

**14.** لإنتاج سلالة نقية يجب على الفرد التأكد من وجود الأليلات المشفرة فقط للشكل المرغوب من الصفة الوراثية. ونظرًا إلى التكرار الأليلي لجماعة أحيانة ما والحقيقة المتمثلة في أن بعض الأليلات قد تكون مطموسة بالأليل السائد، فقد يستغرق إنشاء سلالة نقية أجيالًا عدّة.

**15.** القواعد الوراثية: الأدينين والغوانين: القواعد البيريميدية: السيتوزين والثايمين. تُستخدم القاعدة البيريميدية لربط شريطي سلسلة DNA مقاً. وينشئ الأدينين مجموعة ثنائية مع الثايمين؛ وينشئ الغوانين مجموعة ثنائية مع السيتوزين.

### إجابة موسعة

**16.** سنتنون الإجابات. يعرض المخطط التالي إجابة متحملة:

تسلاسل جديد	الطفرة
CGATTGTTGACGTTTAGGAT	التضاعف
CGAGTTGACGTTTAGGAT	الإدخال (ازاحة) (ال إطار)

**17.** من المحتمل أن البناء الكيميائي كان الطريقة الوحيدة لصنع الطعام قبل وجود ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بسبة تكفي لحدوث عملية البناء الضوئي. كما أنه من المحتمل أن البيئة كانت تساعد أكثر على البناء الكيميائي بسبب توفر غازات ومواد كيميائية معينة غير عضوية في الغلاف الجوي.

**18.** التسلسلات غير المشفرة هي مناطق من الشفرة لا يمكن قراءتها. ويجب على كل من يحاول فك شفرة الجينوم أن يحدد المناطق غير المشفرة والمناطق التي ترمز إلى البروتينات.

### إجابة موسعة

**16.** اذكر اسم اثنين من طفرات الـ DNA ووضع كيفية تغيير كل طفرة في تسلسل الـ DNA التالي.

CGATTGACGTTTAGGAT

**17.** ربما تكون ذاتيات التغذية القائمة على البناء الكيميائي قد تكونت منذ أمد بعيد قبل مثيلتها القائمة على البناء الضوئي التي هي في الوقت الراهن على كوكب الأرض. اقترح شرحًا لهذا الاختلاف في التطور.

**18.** اشرح كيف تسبب التسلسلات غير المشفرة في الجينوم البشري في صعوبة تفسير شفرة الـ DNA.

**19.** رغم أن البلاستيدات الخضراء والجسم الفتيلي (الميتوكوندريا) يُؤديان وظائف مختلفة، إلا أنها تتميز بتركيبات متشابهة. اربط وجه الشبه بين تركيباتها ووظائفها.

### سؤال مقالى

لفترض أن أحد العلماء يستخدم الرحلان الكهربائي الپلامي لفصل الـ DNA المستخرج من خط خلية ما. بعد تنفيذ التجربة، يلاحظ العالم فقدان عدة شرائط وانتقال شرائط أخرى إلى الطرف البعيد من المادة الهرمية.

استعن بالمعلومات الواردة في الفقرة السابقة للإجابة عن السؤال التالي في صورة مقال.

**20.** باستخدام ما تعرّفه عن فصل الـ DNA والفصل الهرمي، اشرح الخطأ المحتمل في التجربة. بعد ذلك، صيف كيفية تعديل إجراءات التجربة لاختبار شرحك.

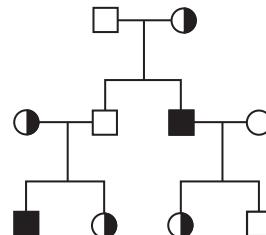
### سؤال مقالى

**20.** سنتنون الإجابات. أحد الاحتمالات هو أن عملية الرحلان الكهربائي أجريت لوقت طويل جدًا. ولذلك، تحرك الأشرطة المتغصنلة بعيدًا عن المادة الهرمية تمامًا، وبالتالي من المستحيل ملاحظة مدى تبعدها. يمكن تصحيح المشكلة من خلال تنفيذ عملية الرحلان الكهربائي الهرمي مرة أخرى بحيث تستمر نصف ذلك الوقت. وبهذه الطريقة من المحتمل أن تبقى كل أجزاء DNA التي تكون الأشرطة موجودة في المادة الهرمية.

**19.** تبني البلاستيدات الخضراء والأجسام الفتيلية (الميتوكوندريا) لتوفير الكثير من مساحة السطح. وهذا أمر مهم لأن العمليات التي تحدث، أي البناء الضوئي وإنتاج الطاقة من السكريات، قد تزداد إلى الحد الأقصى مع توفر مساحة سطح كبيرة يمكن أن تحدث عليها التفاعلات.

### إجابة قصيرة

استخدم الشكل التالي للإجابة عن السؤال 9.



**9.** يتبع سجل النسب في هذا الشكل مرءًا وراثياً متاحًا مرتبطًا بالجنس. اشرح معنى الرموز الموجودة في آخر جيل.

**10.** لماذا تُعد مناطق تشغيل البروتينات في معظم الجينومات البشرية متطابقة؟

**11.** إذا كان مرض نزف الدم جيناً متاحًا مرتبطًا بالجنس، مما احتمالية إنجاب الأب المصاب به والأم الناقلة له لذكر مصاب بنزف الدم؟ اشرح.

**12.** قارن وقابل بين العمليتين الرئيسيتين في تركيب البروتينات.

**13.** اذكر ثلاثة اضطرابات وراثية وصَفْها إلى سائدة أو متاحية؛ وأذكر اسم الأجهزة العضوية المصابة.

**14.** لماذا قد يتطلب الأمر عدة أجيال لإنتاج حيوان نقى في النسل؟

**15.** اذكر القواعد الوراثية والقواعد البيريميدية الموجودة في الـ DNA؛ واشرح أهميتها في تركيب الـ DNA.