Grade12files

الوحدة 11

التجربة الاستهلالية
ما هو مصدر الخلايا السليمة؟

الوقت المقدَّر 15 min

احتياطات السلامة ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل. كلِّف الطلاب غسل أيديهم جيدًا بعد التعامل مع الشرائح. تجنّب تجهيز الشرائح باستخدام الدم البشري.

استراتيجيات التدريس

- اعرض على الطلاب صورًا لخلايا غير سليمة، كالخلايا السرطانية، ولخلايا طبيعية سليمة.
- كلِّف الطلاب ملاحظة الانقسام المتساوي في خلايا قِمَّة جذر البصل.

الإجراء

1. حدِّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. لاحظ **شرائح الخلايا البشرية المجهَّزة** تحت المجهر.
3. لاحظ **خلايا قمة جذر البصل** تحت المجهر.
4. لاحظ خلايا أخرى على **الشرائح المجهَّزة** التي سيقدمها لك المعلِّم.
5. ارسم رسوم تخطيطية لخلايا العيِّنات التي لاحظتها. حدِّد التراكيب التي تتعرّف عليها وقم بتسميتها.

التحليل

1. **قارن وقابل** بين الخلايا المختلفة التي لاحظتها. ستتنوّع الإجابات وفقًا لأنواع الخلايا المعروضة. ستكون الخلايا النباتية مستطيلة الشكل؛ قد تتخذ خلايا الطلائعيات أشكالًا متعددة. أما الخلايا الحيوانية، فقد تكون مستديرةً أو مستطيلةً.

الوحدة 3
التكاثر الخلوي

تجربة استهلالية

ما هو مصدر الخلايا السليمة؟

تتكوّن كل الكائنات الحية من خلايا. إنّ الطريقة الوحيدة التي يمكن بها لكائن حي أن ينمو ويتعافى ذاتيًا هي عن طريق عملية التكاثر الخلوي. وتؤدي الخلايا السليمة الوظائف الحيوية الضرورية وتكاثر لتكوين المزيد من الخلايا. في هذه التجربة، ستجري تحقيقًا حول مظهر أنواع مختلفة من الخلايا.

www.almanahj.com

المطويات®

قم بإنشاء مطوية متدرّجة لتنظيم ملاحظاتك حول مراحل الانقسام المتساوي، مستخدمًا العناوين المبينة.

2. **ضع فرضية** حول سبب اختلاف أشكال وتراكيب الخلايا التي لاحظتها. كيف يُمكنك تحديد الخلايا المريضة؟ إنّ للخلايا أشكال وتراكيب مختلفة لأنها تأتي من كائنات حية مختلفة وتؤدي وظائف مختلفة داخل الكائن الحي. لن يكون للخلايا المريضة شكل الخلايا الطبيعية نفسه.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH11.indb 298 1/13/2017 5:28:15 PM

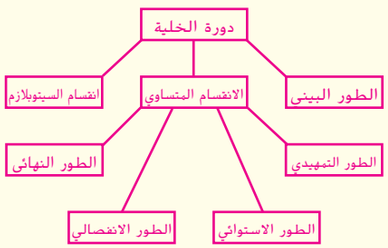
تقديم الوحدة

انقسام الخلية يهتم الطلاب إلى حد ما في العادة بالتكاثر الخلوي. قد ترغب في توضيح أنّ قمة جذر البصل تحتوي على خلايا سريعة النمو.

اسأل الطلاب: لقد نمَت قمم جذر البصل المبيَّنة في مقدمة الوحدة من خلية واحدة. كيف نما حجم قمة البصل؟ لقد انقسمت خلاياها **ماذا يجب أن يحدث للمادة الوراثية الموجودة في الخلية الأصلية إذا كانت ستنتقل إلى خلايا جديدة مع انقسام الخلايا؟** يجب أن تتضاعف. استخدم تلك الأسئلة والأوصاف للتمهيد إلى انقسام الخلية الذي تتناوله هذه الوحدة.

الفكرة الرئيسة

خريطة المفاهيم كلِّف الطلاب إنشاء خريطة مفاهيم مستخدِمًا المصطلحات دورة الخلية والانقسام المتساوي والطور البيني وانقسام السيتوبلازم والطور الانفصالي والطور الاستوائي والطور التمهيدي والطور النهائي.



www.almanahj.com

الموضوع المحوري التغيّر
تمرّ الخلايا بتغيّرات عديدة أثناء نموها وتكاثرها.

الفكرة الرئيسة تمرّ الخلايا بدورة حياة تشمل الطور البيني والانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي.

القسم 1 • النمو الخلوي

القسم 2 • الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي

القسم 3 • نظام دورة الخلية

الموضوعات

الاستقصاء العلمي لقد أدت التحقيقات العلمية إلى فهم أفضل للنشاط الخلوي خلال كل مرحلة من مراحل الانقسام المتساوي.

التنوع تختلف الخلايا المتنوِّعة الموجودة في الجسم عن الخلايا الجذعية.

الطاقة تُستخدم الطاقة المُختزنة في الروابط الكيميائية أثناء العمليات الخلوية، مثل الانقسام المتساوي.

الاتزان الداخلي يُحافظ نقل المواد عبر الغشاء البلازمي على الاتزان الداخلي في الخلية.

التغيّر قد يؤدي حدوث العديد من التغيّرات والطفرات داخل الخلية إلى الإصابة بالسرطان في النهاية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH11.indb 299 1/13/2017 5:28:16 PM

القسم 1

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م **النمو الخلوي**

تواصل مع الطلاب: صِف عناصر نظرية الخلية. تتكوّن جميع الكائنات الحية من خلية واحدة أو أكثر. والخلايا هي أصغر وحدات في الكائنات الحية. كذلك، فإنّ الخلايا لا تنشأ إلّا من خلايا أخرى موجودة مسبقًا. استخدم مراجعة نظرية الخلية لتعزيز فكرة أنّ الخلايا تعتمد أسلوبًا منظمًا للتكاثر، وهو ما سيتعلمه الطلاب في هذه الوحدة.

تطوير المفاهيم

د م ض م **مراجعة** راجع تركيب الخلية مع الطلاب، وخاصة الكروموسومات والأنيبيبات الدقيقة والخيوط الدقيقة وغشاء الخلية وجدار الخلية والنواة والنويّة.

تدريب المهارات

د م ض م ف م **الثقافة المرئية**

اقرأ هذه الصفحة بصوت مرتفع أو اطلب من الطلاب قراءتها في صمت. وكلّف الطلاب بدراسة الشكل 1.

اسأل الطلاب: كيف يساعد الرسم التخطيطي في شرح حدود حجم الخلية؟ تقل النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم مع ازدياد حجم الخلية.

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م **توضيح مفهوم خاطئ**

اسأل الطلاب: هل تؤدي الخلايا الكبيرة الوظائف بشكل أكثر فعالية من الخلايا الصغيرة؟ لا. قد يعتقد الطلاب أنّ كِبر الحجم على المستوى الخلوي يكون أفضل، إلا أنّ الخلايا الصغيرة تنقل المواد بشكل أكثر فعالية من الخلايا الكبيرة. فالانتشار عملية بطيئة، وكلما كانت الخلية أكبر، أصبح النقل في داخلها أقل فعالية.

عرض توضيحيّ

معدل الانتشار جهّز بعض الحلوى الهلامية فاتحة اللون في وعاء مربّع الشكل. واقطعها على شكل مكعّبات ذات أحجام مختلفة، 1 cm^3 و 2 cm^3، وما إلى ذلك. ثم ضع مكعبات الهلام في حاوية فيها صبغة داكنة واتركها خلال معظم الوقت المُخصّص للحصّة لتستقرّ. بعد ذلك، قم بإزالة مربعات الهلام واقطعها لنصفين وقِس مدى تداخل الحبر في الهلام. وقِس مدى قرب الحبر من مركز كل حجم "خلية". وضِّح أنّ الحبر يصل إلى الوسط في الخلايا الصغيرة أسرع من الخلايا الكبيرة. الوقت المُقدّر: 15 min

ف م كلّف الطلاب إجراء هذا العرض التوضيحي كنشاط مختبري، وحساب مسافة الانتشار لكل مكعب.

اسأل الطلاب: هل كانت مسافات الانتشار متماثلة؟ كيف يرتبط ذلك بحجم الخلية؟ نعم؛ يكون الحبر أبعد عن المركز في الخلايا الأكبر.

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

القسم 1

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- لماذا تكون الخلايا صغيرة نسبيًا؟
- ما هي المراحل الأساسية لدورة الخلية؟
- ما هي مراحل الطور البيني؟

مفردات للمراجعة

النفاذية الاختيارية selective permeability: هي عملية يسمح خلالها غشاءٌ بمرور بعض المواد عبره بينما لا يسمح لمواد أخرى بالعبور.

مفردات جديدة

دورة الخلية	cell cycle
الطور البيني	interphase
الانقسام المتساوي	mitosis
الانقسام السيتوبلازمي	cytokinesis
كروموسوم	chromosome
كروماتين	chromatin

النمو الخلوي

الفكرة الأساسية **تنمو الخلايا حتى تبلغ حد الحجم الطبيعي لها، وبعد ذلك تتوقف عن النمو أو تنقسم.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية إذا ما كنت قد شاركت في مباراة الزوجي في التنس، فمن المحتمَل أنك شعرت أنك وزميلك قد استطعتما تغطية نصف الملعب الخاص بكما. لكن، في حال كانت مساحة الملعب كبيرًا جدًا، فربما لن تتمكنا من تسديد رمياتكما. في مباراة مثالية، يجب أن يكون حجم ملعب التنس مطابقًا لما تنصّ عليه قواعد اللعبة. كذلك، يجب أن يكون حجم الخلية محدودًا لضمان تلبية احتياجاتها.

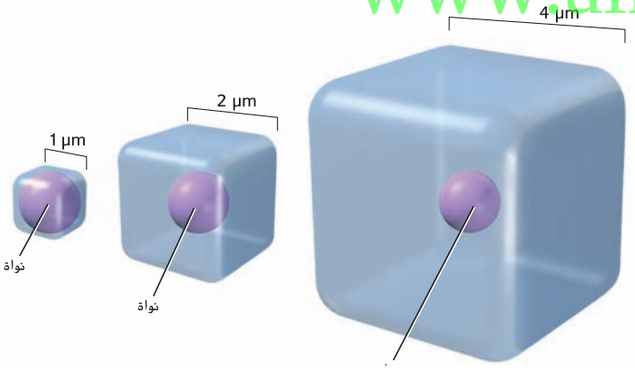
القيود الخاصة بحجم الخلية

يقل قطر معظم الخلايا عن 100 µm (100×10^{-6} m)، أي إن الخلية أصغر من النقطة الموجودة في نهاية هذه الجملة. لماذا تكون معظم الخلايا صغيرة للغاية؟ يحقق هذا القسم في العوامل العديدة التي تؤثر في حجم الخلية.

نسبة مساحة السطح إلى الحجم يتمثل العامل الأساسي الذي يحد من حجم الخلية في نسبة مساحة سطحها إلى حجمها. تشير مساحة سطح الخلية إلى المساحة التي يغطيها الغشاء البلازمي. أما الغشاء البلازمي فهو التركيب الذي تمرّ من خلاله كل المواد المغذية والفضلات، في حين يشير الحجم إلى الحيّز الذي تشغله المحتويات الداخلية للخلية، بما في ذلك العضيات الموجودة داخل السيتوبلازم والنواة.

الربط بالرياضيات لتوضيح نسبة مساحة السطح إلى الحجم، أمعِن النظر في المكعب الصغير في **الشكل 1**، الذي يبلغ طول ضلعه ميكرومترًا واحدًا (µm) وهو ما يعادل تقريبًا حجم الخلية البكتيرية. لحساب مساحة سطح المكعب، اضرب الطول في العرض في عدد الأضلاع (1 µm × 1 µm × 6 أوجه). وهو ما يساوي 6 μm^2. ولاحتساب حجم الخلية، اضرب الطول في العرض في الارتفاع (1 µm × 1 µm × 1 µm). وهو ما يساوي 1 μm^3. بذلك، تكون النسبة بين مساحة السطح والحجم 6:1.

www.almanahj.com



الشكل 1 تقل نسبة مساحة السطح إلى الحجم مع ازدياد حجم الخلية. للمكعب الأصغر حجمًا نسبة مقدارها 6 (1 µm × 1 µm × 6 أوجه) إلى 1 (1 µm × 1 µm × 1 µm). بينما للمكعب الأكبر حجمًا نسبة مقدارها 96 (4 µm × 4 µm × 6 أوجه) إلى 64 (4 µm × 4 µm × 4 µm)، أو 3:2.

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

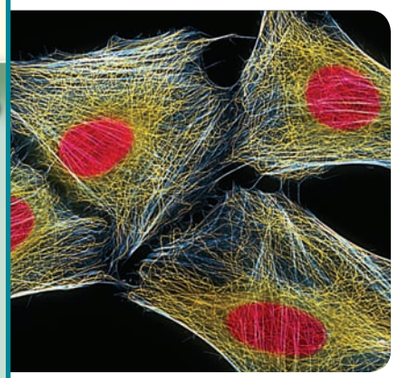
CH11.indb 300 1/13/2017 5:28:17 PM

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

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

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

تكبير **الشكل** بالمجهر الضوئي، ×670



■ **الشكل 2** يجب أن تكون المسافات التي تقطعها المواد داخل الخلية محدودة لتكون هيكل الخلية وسيلة نقل سريعة وفعّالة.

تجربة مصغرة 1

تحقيق حول حجم الخلية

هل يمكن لخلية أن تنمو بما يكفي لغمر مدرستك بالكامل؟ ما الذي قد يحدث لو تضاعف حجم فيل؟ على مستوى الكائن الحي، لا يمكن لفيل أن يزداد نموّاً على نحوٍ كبير، لأن أرجله لن تتحمّل تلك الزيادة في كتلته. هل تنطبق المبادئ والقيود نفسها على المستوى الخلوي؟ ممارسة الرياضيات!

الإجراءات

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. قم بإعداد جدول خاص ببيانات مساحة السطح والحجم لخمس خلايا إفتراضية. افترض أنّ الخلية عبارة عن مكعب. (الأبعاد المعطاة هي لوجهٍ واحد من أوجه المكعب).
   الخلية 1: 0.00002 m (هو متوسط القطر في معظم الخلايا حقيقية النواة)
   الخلية 2: 0.001 m (هو قطر خلية عصبية عملاقة في حيّار)
   الخلية 3: 2.5 cm
   الخلية 4: 30 cm
   الخلية 5: 15 m
3. احسب مساحة السطح لكل خلية باستخدام الصيغة: الطول × العرض × عدد الأضلاع (6).
4. احسب الحجم لكل خلية باستخدام الصيغة: الطول × العرض × الارتفاع.

التحليل

1. **السبب والنتيجة** استنادًا إلى حساباتك، أثبت لماذا لا تصبح الخلايا كبيرة للغاية.
2. **استدلّ** هل يُعزى السبب في ضخامة الكائنات الحية كبيرة الحجم، مثل أشجار الخشب الأحمر والفيلة، إلى احتوائها على خلايا كبيرة جدًّا أم إلى احتوائها على عدد أكبر من الخلايا ذات الحجم القياسي؟ اشرح.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

www.almanahj.com

تجربة مصغرة 1

الوقت المقدَّر 20 min

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

استراتيجيات التدريس

- يمكن للطلاب العمل بشكل منفرد أو في مجموعات صغيرة للقيام بالحسابات لكل الخلايا أو للقيام بالحسابات لخلية واحدة افتراضية ثم تقديم تقرير بالنتائج إلى طلاب الصف.
- شدّد على أنّ الأبعاد المعطاة لكل خلية افتراضية هي لجانب واحد من أحد أوجه المكعب.
- كلّف الطلاب تحضير جدول بيانات قبل البدء في حساباتهم.

التحليل

1. ماديًا: تصبح الخلايا ثقيلةً للغاية؛ أيضيًا: لا تسمح مساحة السطح المحدودة بدخول المواد أو بخروج الفضلات بمعدل كبير بما يكفي
2. المزيد من الخلايا قياسية الحجم

التأكد من فهم النص تُسهِّل من نقل المواد المغذية عبر الخلية وإزالة الفضلات وتجعلها أكثر فعالية.

عرض توضيحيّ

د م ض م ف م **النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم** أمسك أربعة صناديق صغيرة. وضع الصناديق معًا بحيث تتلامس جوانبها لتُشكّل مكعّبًا. اشرح أنّ حجم الصناديق منفصلة يكون مساويًا لحجمها وهي على شكل مكعب.

اسأل الطلاب: أي منهما لديه مساحة سطح أكبر، الصناديق الأربعة الصغيرة أم الصندوق الواحد الكبير؟ الصناديق الأربعة الصغيرة الوقت المقدَّر: 5 min

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

CH11.indb 301 1/13/2017 5:28:17 PM

تدريب المهارات

د م ض م ف م **الثقافة المرئية**

اطلب من الطلاب النظر إلى الشكل 3. وبيّن أنّ الرسم التخطيطي يوضّح دورة. **اسأل الطلاب: ما الذي تعلّمته عن الدورات؟ ما الذي يحدث عندما تقع الأحداث في دورة؟** يمكن للطلاب استنتاج أنّ الدورات الحيوية دورات مستمرة ليس لديها نقطة بداية أو نقطة نهاية.

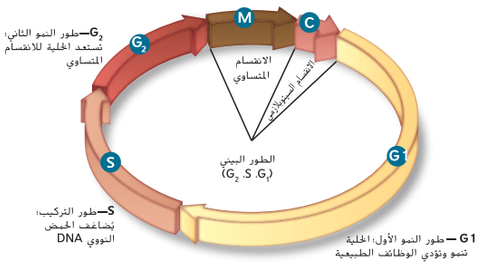
ذكّر الطلاب بأن دورة الخلية لا تتكرر لخلية معيّنة وإنما تتكرر للخلايا بشكل عام. فعندما تنقسم خلية، ينتهي وجود تلك الخلية وتُستبدل بخليتين وليدتين متماثلتين يستمرّ كل منهما في دورة الخلية. كلّف الطلاب إنشاء رسومهم التخطيطية لدورة الخلية أثناء قراءتهم للنص الموجود تحت العنوان دورة الخلية.

التفكير الناقد

ض م ف م **توقّع** كلّف الطلاب تخيُّل أنّ مصورًا قد التقط صورة كل دقيقة أثناء حدث ما. واطلب منهم توقُّع طريقة استخدام الصور لتحديد مدة استمرار كل جزء من الحدث. كلما ازداد عدد الصور الملتقطة لجزء ما، طالت فترة استمراره. **كيف ينطبق ذلك على دورة الخلية؟** يمكن تحديد مدة بقاء خلية في كل مرحلة من المراحل المختلفة لدورة الخلية عن طريق القيام بملاحظات "سريعة" للخلايا المنقسمة على فترات زمنية منتظمة.

■ **الشكل 3** تتضمن دورة الخلية ثلاث مراحل: الطور البيني والانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي. وينقسم الطور البيني إلى ثلاث مراحل فرعية.

ضع فرضية لماذا يمثّل الانقسام السيتوبلازمي أصغر فترة زمنية تقضيها الخلية في دورتها.



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

دورة الخلية

عندما تبلغ خلية حد الحجم الطبيعي لها، فلا بد من حدوث شيءٍ ما: إما أن تتوقف عن النمو و إما تنقسم. في نهاية الأمر، معظم الخلايا تنقسم. إنّ انقسام الخلية لا يمنع ازدياد حجمها أكثر من اللازم فحسب، بل يمثّل أيضًا الطريقة التي تتكاثر بها الخلية. تجدر الإشارة إلى أنّ التكاثر الخلوي يسمح لك بالنموّ والشفاء من إصابات معيّنة. تتكاثر الخلايا عن طريق دورة نموّ و انقسام تسمّى **دورة الخلية**. تنقسم الخلية إلى خليتين في كل مرة تمرّ فيها بدورة كاملة. إن التكرار المستمر لدورة الخليّة، ينتج خلايا جديدة بشكلٍ دائم.

يعرض **الشكل 3** نظرة عامة عن دورة الخلية.

ثمة ثلاث مراحل رئيسة لدورة الخلية. يُعدّ **الطور البيني** المرحلة التي تنمو خلالها الخلية، تؤدي وظائفها الخلوية وتُضاعِف أو تُنتج نسخًا من حمضها النووي DNA استعدادًا للمرحلة التالية من الدورة. ينقسم الطور البيني إلى ثلاث مراحل فرعية، حسب نشاط أسهم الأجزاء في **الشكل 3**. يُعتبَر **الانقسام المتساوي** هو مرحلة في دورة الخلية تنشطر خلالها نواة الخلية ومادة النواة. الانقسام المتساوي ينقسم إلى أربع مراحل فرعية، مع اقتراب نهاية الانقسام المتساوي تبدأ عملية تسمّى الانقسام السيتوبلازمي. إنّ **الانقسام السيتوبلازمي** هو الطريقة التي ينقسم بها سيتوبلازم الخلية مكوّنًا خلية جديدة. ستقرأ المزيد عن الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي في القسم 2.

تختلف المدة التي تستغرقها دورة الخلية بحسب الخلية التي تكون في طور الإنقسام فبعض الخلايا حقيقية النواة قد تكمل الدورة في ثماني دقائق، في حين قد تستغرق خلايا أخرى فترةً تصل إلى عام كامل. أما بالنسبة إلى معظم الخلايا الحيوانية الطبيعية التي تنقسم بشكل نشط، فإن دورة الخلية تستغرق من 12 إلى 24 ساعة تقريبًا. لدى التأمّل في كل ما يحدث خلال دورة الخلية، قد تندهش من أنّ معظم خلاياك تُكمِل دورة الخلية خلال يوم تقريبًا.

المفردات

أصل الكلمة

الانقسام السيتوبلازمي cytokinesis:
cyto– وهي بادئة مشتقة من الكلمة اليونانية kytos، التي تعني "الوعاء الأجوف"
kinesis– المشتقة من الكلمة اليونانية *kinetikos*، التي تعني "بدء الحركة"

www.almanahj.com

■ **سؤال حول الشكل 3** تقضي الخلية فترة أقل في انقسام السيتوبلازم من تلك التي تقضيها في النمو وتأدية الوظائف وانقسام مادة النواة.

خلفية عن المحتوى

معلومات للمعلم لا تغادر خلايا الأعصاب والعضلات وغيرها من الخلايا بالغة التخصص طور النمو الأول G1 من دورة الخلية، وبالتالي فهي لا تتضاعف في الجسم البشري في الظروف الطبيعيّة. على سبيل المثال، تتوقف الخلايا العصبية الدماغية عن التكاثر بعد أشهر قليلة من الولادة. لذلك إذا حدثت إصابة للدماغ، فستكون إصابة دائمة لا يمكن إصلاحها عن طريق عملية الانقسام المتساوي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

CH11.indb 302 1/13/2017 5:28:18 PM

مراحل الطور البيني خلال الطور البيني، تنمو الخلية وتتطوّر إلى خلية بنائية ناضجة؛ تضاعف الـ DNA وتحضّر للانقسام. ينقسم الطور البيني إلى ثلاث مراحل، كما هو مبيّن في **الشكل 3**: G_1 و S و G_2، التي تسمّى أيضًا مرحلة النمو الأول ومرحلة التركيب ومرحلة النمو الثاني.

إنّ المرحلة الأولى من الطور البيني، G_1، هي الفترة التي تلي انقسام الخلية مباشرةً. وخلال المرحلة G_1، تنمو الخلية وتؤدي الوظائف الخلوية الطبيعية وتستعد لمضاعفة الـ DNA. تنتهي دورة الخلية في بعض الخلايا، مثل الخلايا العضلية والعصبية، عند هذه النقطة ولا تعود للإنقسام مجددا.

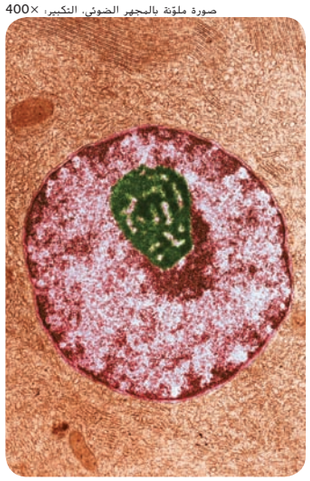
أما المرحلة الثانية من الطور البيني، S، فهي الفترة التي تنسخ فيها الخلية محتواها من الـ DNA استعدادًا لانقسامها. **الكروموسومات** هي التراكيب التي تحتوي على المادة الوراثية التي تمرّ من جيل إلى آخر من الخلايا. **والكروماتين** هو الشكل المخفّف من الـ DNA، الموجود في نواة الخلية. كما هو مبيّن في **الشكل 4**، عندما تُوضَع صبغة معينة على خلية في الطور البيني، فإن النواة تتخذ مظهرًا أرقط. يُعزى سبب هذا المظهر الأرقط إلى أشرطة الكروماتين الفردية التي لا تُرى تحت المجهر الضوئي من دون الصبغة.

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

الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي تبدأ مرحلتا الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي عقب إنتهاء الطور البيني. ففي الانقسام المتساوي، تنقسم مادة نواة الخلية وتنفصل باتجاه قطبَي الخلية المتقابلين. أما في الانقسام السيتوبلازمي، فإن الخلية تنقسم إلى خليتين وليدتين متطابقتي النواة. سيتمّ شرح هذه المراحل المهمة من دورة الخلية في القسم 2.

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

صورة ملوّنة بالمجهر الضوئي. التكبير: ×400



الشكل 4 يُعتبَر الكروماتين، وهو المادة المخفّفة التي تتكثّف مكوّنةً الكروموسومات المسؤول عن المظهر الحُبيبي لهذه النواة المأخوذة من خلية كبد فأر.

ق استراتيجية القراءة

د م ض م التعلّم التعاوني

اسأل زميلك نظِّم الطلاب في مجموعات ثنائية. واطلب من الطالب A أن يستفهم من الطالب B عمّا يحدث في طور النمو الأول (G_1). بعد أن يُجيب الطالب A، اطلب من الطالب B أن يستفهم من الطالب A عمّا يحدث في طور النمو الثاني (G_2)، وهكذا دواليك. كلّف الطلاب بمناقشة دورة الخلية ومراحل الطور البيني.

دعم الكتابة

د م ض م **كتابة سردية** اطلب من الطلاب كتابة فقرة تحتوي على الكلمات الكروموسوم والكروماتيدات الشقيقة والقطعة المركزية. يجب أن تعرض الفقرات التي يقدمها الطلاب الاستخدام الصحيح لكل من تلك المصطلحات.

ف م اطلب من الطلاب أن يذكروا أيضًا المصطلحات الكروماتين والتكاثف والكروموسومات المتماثلة في فقراتهم.

التقويم التكويني

التقييم أعطِ الطلاب القياسات اللازمة لحساب مساحة سطح الخلية وحجمها.

اسأل الطلاب: لماذا لا يمكن للخلايا أن تزداد في الحجم بشكل مستمر مع البقاء على قيد الحياة؟ تحدَّ النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم من فرصة بقاء الخلية.

المعالجة أعطِ الطلاب قطعًا خشبيةً مختلفة الأحجام. واطلب من الطلاب البارعين في الرياضيات مساعدة الآخرين في حساب نسبة مساحة السطح إلى الحجم. يمكن حساب الحجم عن طريق قياس إزاحة الماء.

القسم 1 التقويم

ملخص القسم

- توضّح نسبة مساحة السطح إلى الحجم، حجم الغشاء البلازمي نسبةً إلى حجم الخلية.
- تكون الخلايا محدودة الحجم، حيث يقل القطر في معظم الخلايا عن 100 µm.
- يُقصَد بدورة الخلية عملية التكاثر الخلوي.
- تقضي الخلية معظم فترة حياتها في الطور البيني.

فهم الأفكار الأساسية

1. الفكرة الأساسية **اربط** بين حجم الخلية ووظائفها. واشرح لماذا يكون مقاس الخلية محدودًا.
2. **لخّص** المراحل الأولية من دورة الخلية.
3. **صِفْ** ما يحدث للـ DNA خلال المرحلة S من الطور البيني.
4. **صمِّم** رسمًا بيانيًا لمراحل دورة الخلية وصِفْ ما يحدث في كل مرحلة.

فكّر بشكل ناقد

5. **ضع فرضية** حول النتيجة المتوقعة في حال نجاح خلية كبيرة الحجم في الانقسام، على الرغم من حقيقة تجاوزها الحجم الطبيعي في نموها.

الرياضيات في علم الأحياء

6. إن طول الضلع في مكعّب يمثّل خلية 100 µm. احسب نسبة مساحة السطح إلى الحجم واشرح سبب اعتبار هذا الحجم جيدًا أو غير جيد للخلية.

www.almanahi.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 التقويم

1. يصبح نقل المواد المغذية والفضلات عبر الغشاء البلازمي والتحكّم بمحتويات الخلية بواسطة النواة أصعب عندما يزداد حجم الخلية.
2. الطور البيني والانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي
3. يتضاعف الـ DNA أثناء المرحلة S.
4. يجب أن تُظهر الرسوم التخطيطية لدورة الخلية أنّ الطور البيني هو أطول المراحل. ويجب أن تتضمن الأوصاف الانقسام النووي والانقسام السيتوبلازمي.
5. عندما تنقسم خلية كبيرة إلى خليتين، تقل النسبة بين مساحة السطح والحجم، ويزداد احتمال بقاء الخلية على قيد الحياة.
6. $60,000\ \mu m^2 : 1,000,000\ \mu m^3$ أو 6:100 يمكن أن تواجه خلية بمثل تلك الأبعاد صعوبة في نقل المواد المغذية والفضلات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 • النمو الخلوي 303

CH11.indb 303 1/13/2017 5:28:18 PM

القسم 2

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م

الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي

قم بإجراء مناقشة مع الطلاب حول طريقة تحديد وقت انتهاء إحدى مراحل دورة الخلية وبدء مرحلة أخرى.

اسأل الطلاب: كيف يحدّد العلماء مراحل تغيّر دورة الخلية؟ تتابع المراحل الواحدة تلو الأخرى. وتُستخدم لتصنيف الأحداث الرئيسة التي تقع بالشكل المناسب. استخدم هذه المناقشة للتمهيد إلى دراسة الانقسام المتساوي، الذي يحدث على مراحل منفصلة لكنها في الواقع تتداخل.

ح تطوير المفاهيم

د م ض م ف م

توضيح مفهوم خاطئ

اسأل الطلاب: هل يحدث الانقسام المتساوي في خلية حية على مراحل مستقلة؟ لا لماذا ندرُس المراحل المستقلّة؟ يظن الطلاب غالبًا أنّ الانقسام المتساوي "ينتقل" من مرحلة إلى أخرى بدلًا من السَرَيان في عملية مستمرة. إذا توّفرت الوسائل، اعرض فيديو للانقسام المتساوي يوضّح السريان الفعلي لمراحله.

ق استراتيجية القراءة

د م ض م **التصفّح والأسئلة والقراءة والتذكّر والمراجعة (SQ3R)** كلّف الطلاب أثناء قراءتهم للنص الموجود تحت العنوان مراحل الانقسام المتساوي، أن ينتهجوا أسلوب التصفّح والأسئلة والقراءة والتذكّر والمراجعة (SQ3R) المؤلف من خمس خطوات: بادئ ذي بدء عليهم **تصفّح** العناوين، ثم كتابة **أسئلة** حول المراحل. بعد ذلك، عليهم **قراءة** القسم وتدوين الملاحظات المتعلقة بالأسئلة **وتذكّر المفردات ومراجعة** المعنى.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- ما الذي يحدث في كلّ من مراحل الانقسام المتساوي؟
- ماذا يُقصَد بعملية الانقسام السيتوبلازمي؟

مفردات للمراجعة

دورة الحياة life cycle: هي تسلسل مراحل النمو والتطور التي يمرّ بها كائن حي خلال فترة حياته

مفردات جديدة

الطور التمهيدي	prophase
كروماتيد شقيق	sister chromatid
قطعة مركزية	centromere
الجهاز المغزلي	spindle apparatus
الطور الاستوائي	metaphase
الطور الانفصالي	anaphase
الطور النهائي	telophase

الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي

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

روابط من القراءة بالحياة اليومية تتسم الكثير من الأحداث بكونها ذات طبيعة دورية. ومن أمثلة الأحداث الدورية مسار اليوم وتغيّر الفصول عامًا بعد عام ومرور المذنّبات في الفضاء. إضافةً إلى ذلك، تتمتع الخلايا أيضًا بدورة نمو وتكاثر.

الانقسام المتساوي

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

مراحل الانقسام المتساوي

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

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

إنّ **الكروماتيدات الشقيقة** هي تراكيب تتضمن نسخًا متطابقة من الـ DNA. أما التركيب الموجود في مركز الكروموسوم حيث ترتبط الكروماتيدات الشقيقة، فيسمّى **القطعة المركزية**. وهذا التركيب مهم لأنه يضمن أن تصبح نسخةٌ مكتملة من الـ DNA المُضاعَف جزءًا من الخلايا الوليدة في نهاية دورة الخلية. حدد موقع الطور التمهيدي في دورة الخلية المبيّنة في **الشكل 6**، ولاحِظ موضع الكروماتيدات الشقيقة. أثناء مواصلة القراءة عن مراحل الانقسام المتساوي، راجع **الشكل 6** لتتبّع الكروماتيدات عبر دورة الخلية.

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

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

صورة محسّنة الألوان بالمجهر الإلكتروني الماسح. التكبير: ×6875

www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص الطور البيني: تنمو الخلية وتُضاعف الـ DNA؛ الانقسام المتساوي: تنقسم النواة

CH11.indb 304 1/13/2017 5:28:19 PM

تصوّر دورة الخلية

الغاية

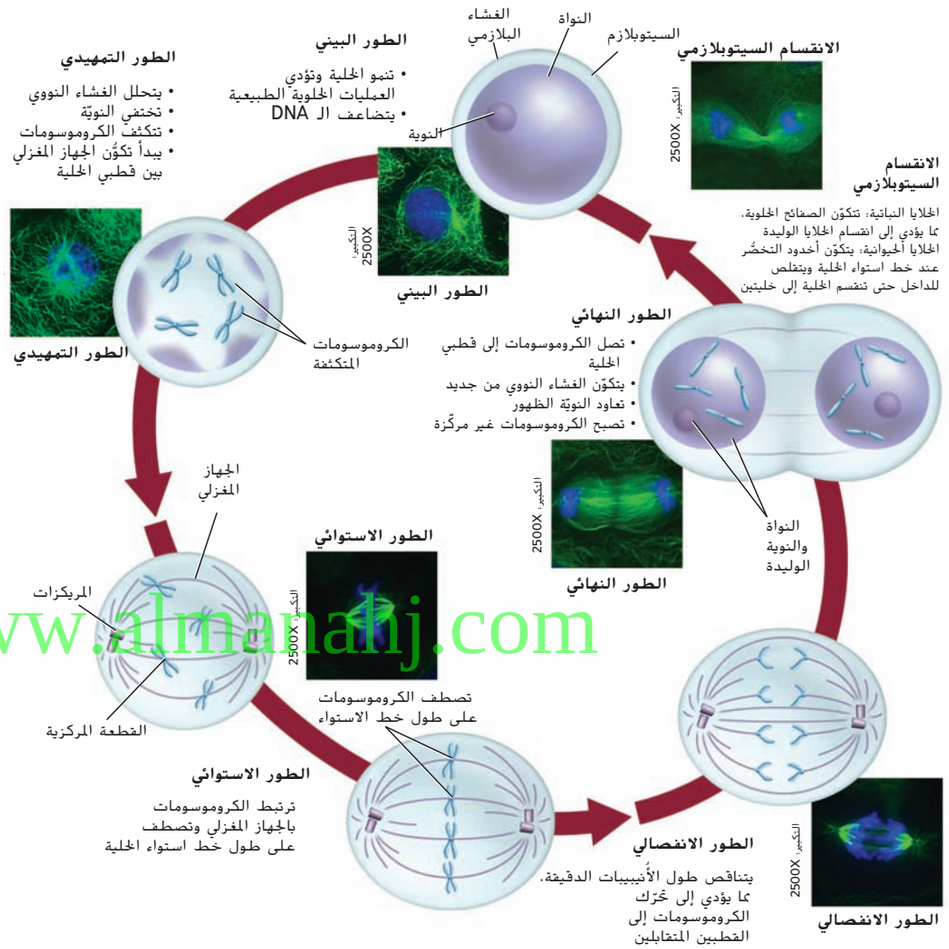
سيصمِّم الطلاب رسمًا تخطيطيًا للانقسام المتساوي، وسيميِّزون مراحله المتنوعة.

تطوير المفاهيم

استخدام النماذج د م ض م ف م

كلِّف الطلاب إنشاء نموذج ثنائي أو ثلاثي الأبعاد لإحدى مراحل الانقسام المتساوي. قد تتضمّن المواد المقترحة جوارِب أو أسلاك تنظيف الغليون أو خيوط الصوف أو المعكرونة الملونة أو نبات السوس أو الصلصال لتمثيل الكروموسومات. كما يمكن استخدام قطع من الحلوى على شكل حلقات أو استخدام أشرطة مطّاطيّة لتمثيل القطع المركزية. يمكن استخدام صندوق لتمثيل نموذج ثلاثي الأبعاد عن طريق إزالة أحد جوانبه بهدف الرؤية. اسمح للطلاب بالعمل منفردين أو في مجموعات ثنائية.

الشكل 6
تبدأ دورة الخلية بالطور البيني، ويلي ذلك الانقسام المتساوي الذي يحدث على أربع مراحل، هي: الطور التمهيدي والطور الاستوائي والطور الانفصالي والطور النهائي. وبعد الانقسام المتساوي يحدث الانقسامُ السيتوبلازمي، ثم تتكرر دورة الخلية مع كل خلية جديدة.



www.almanahj.com

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

عرض توضيحيّ

مراحل الانقسام المتساوي أنشئ خلايا ثلاثية الأبعاد لتوضّح مراحل الانقسام المتساوي الأربع. استخدم صناديق من بلاستيكيّة شفّافة. استخدِم أدوات بلاستيكية، مثل سكاكين بلاستيكية أو أعوادًا خشبية ملونة لتمثيل الكروموسومات، واستخدم أشرطة مطّاطيّة لتمثيل القطع المركزية. استخدم خيط الصنارة لتعليق الأدوات داخل "الخلايا" المصنوعة من البلاستيك الشفّاف. أنشئ خليةً لتمثيل كل من الطور التمهيدي والطور الاستوائي والطور الانفصالي والطور النهائي. قد ترغب في تعليق تلك "الخلايا" في أرجاء الغرفة حتى يتسنّى للطلاب الرجوع إلى ذلك العرض ثلاثي الأبعاد للانقسام المتساوي أثناء قراءتهم للوحدة. الوقت المقدّر: 5 min

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

القسم 2 • الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي 305

CH11.indb 305 1/13/2017 5:28:20 PM

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م **الدعم التدريجي**

تواصل مع الطلاب: حدّد مراحل الانقسام المتساوي. الطور التمهيدي والطور الاستوائي والطور الانفصالي والطور النهائي **صِف خصائص الطور التمهيدي.** يتكثّف الكروماتين إلى كروموسومات. أشِر إلى أنّ الكروموسومات تصبح مرئية في هذا الطور حيث يتناقص طولها وتتكثّف. **استدلّ على سبب اعتبار زوج الكروماتيدات الشقيقة المتّصلة عن طريق القطعة المركزية مهمًّا لوظيفة الخلية.** يضمن هذا وجود نسخة DNA مطابقة في كل من الخلايا الوليدة الجديدة.

ن التفكير الناقد

ض م ف م **ميّز**

اسأل الطلاب: ما وجها الاختلاف بين انقسام الخلية والانقسام السيتوبلازمي في كل من الخلايا النباتية والحيوانية؟ ليس للخلايا النباتية مُريكزات. تكوّن الخلايا الحيوانية تخصّرًا خلويًا للانقسام السيتوبلازمي، وتكوّن الخلايا النباتية جدار خلية جديدًا بين الخليتين الجديدتين.

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م

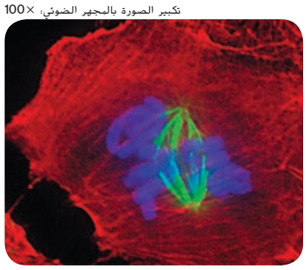
توضيح مفهوم خاطئ

يعتقد الطلاب أحيانًا أنّ الانقسام المتساوي يحدث في كل خلايا الجسم طوال الحياة. تنقسم بعض الأنسجة مثل الأنسجة العضلية والعصبية بمعدل ضعيف إذا حدث وانقسمت من الأساس. بينما يتوقف غيرها، مثل خلايا الدم الحمراء، عن الانقسام بمجرد تكوّنها.

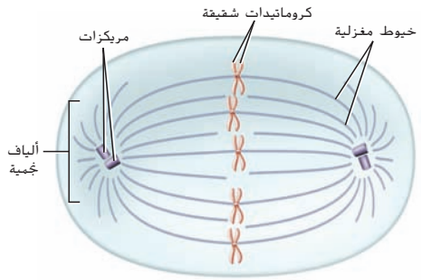
المطويات®

لمزيد من التعمّق كلّف الطلاب إنشاء مخطط ثنائي الأعمدة على الجهة الخلفية من مطوياتهم للمقارنة والمقابلة بين طريقة قيام الكائنات الحية أحادية الخلية والكائنات الحية متعدّدة الخلايا بالانقسام المتساوي.

تكبير الصورة بالمجهر الضوئي: ×100



■ **الشكل 7** يتكوّن الجهاز المغزلي من خيوط مغزلية ومريكزات وألياف نجمية في الخلايا الحيوانية.



تختفي النويّة على ما يبدو مع استمرار الطور التمهيدي. وتتكوّن تراكيب الأُنيبيبات الدقيقة المعروفة بالخيوط المغزلية في السيتوبلازم. تجدر الإشارة إلى أنّه في الخلايا الحيوانية ومعظم الخلايا الطلائعية، يتحرك زوج آخر من تراكيب الأُنيبيبات الدقيقة المعروفةبالمريكزات إلى طرفي الخلية أو قطبيها. ويخرج من المريكزات نوعٌ آخر من الأُنيبيبات الدقيقة يُعرف بالألياف النجمية التي تشبه النجمة في مظهرها. إن التركيب الكامل، الذي يتضمّن الخيوط المغزلية والمريكزات والألياف النجمية، يسمّى **الجهاز المغزلي** وهو مبيّن في **الشكل 7**. الجدير ذكره أنّ الجهاز المغزلي مهم لتحريك الكروموسومات وتنظيمها قبل انقسام الخلية، كما إن المريكزات لا تُعتَبر جزءًا من الجهاز المغزلي في الخلايا النباتية.

قرب نهاية الطور التمهيدي، يبدو أن الغشاء النووي قد اختفى. ترتبط الخيوط المغزلية بالكروماتيدات الشقيقة لكل كروموسوم على كلا جانبي القطعة المركزية ثم ترتبط بقطبي الخلية المتقابلين. ويضمن هذا الترتيب تلقّي كل خلية جديدة لنسخة كاملة واحدة من الـ DNA.

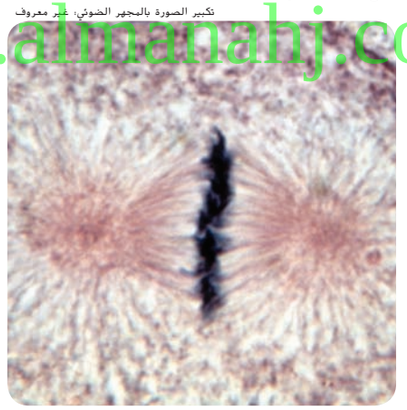
الطور الاستوائي خلال المرحلة الثانية من الانقسام المتساوي، أي **الطور الاستوائي**، تُسحَب الكروماتيدات الشقيقة بواسطة البروتينات المحرّكة بالإضافة إلى الجهاز المغزلي نحو مركز الخلية وتصطف في منتصف الخلية أو على خط استواء الخلية، كما هو مبيّن في **الشكل 8**. ويُعدّ الطور الاستوائي من أقصر مراحل الانقسام المتساوي. إلا أنّه عند اكتماله بنجاح يضمن أن تحتوي الخلايا الجديدة على نسخ دقيقة من الكروموسومات.

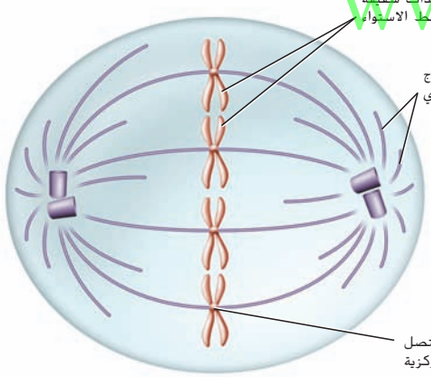
المطويات

ضمّن معلومات من هذا القسم في مطويتك.

■ **الشكل 8** في الطور الاستوائي، تصطف الكروموسومات على خط استواء الخلية. **استدلّ على سبب اصطفاف الكروموسومات على خط الاستواء.**

تكبير الصورة بالمجهر الضوئي: غير معروف





www.almanahj.com

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

■ **سؤال حول الشكل 8** تصطفّ الكروموسومات عند خط الاستواء حتى تتمكّن من الانقسام بشكل متساوٍ. بسبب اصطفافها، يتّجه عدد متساوٍ من الكروموسومات إلى كلتا الخليّتين الجديدتين أثناء الطور الانفصالي.

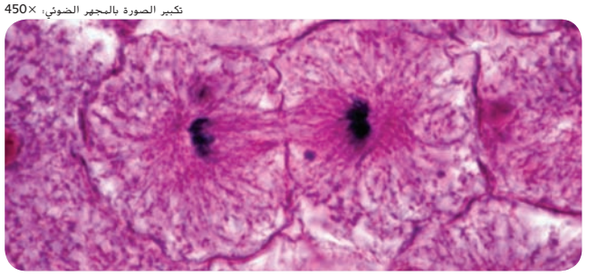
مقتطف من بحث

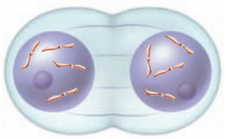
توضيح المفاهيم الخاطئة تشير الأبحاث التربوية إلى أنه يجب على المعلمين التحقّق من تطوّر الطلاب واستيعابهم خلال الدرس. تسمح الوسائل الموصوفة في الصفحة السابقة للطلاب بالتأمّل في تعلُّمهم، وتفيدك في القيام بالتعديلات اللازمة.
(Lampert and Cobb، 2003)

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

CH11.indb 306 1/13/2017 5:28:20 PM

تكبير الصورة بالمجهر الضوئي: 450×





الشكل 9 في نهاية الطور النهائي، تكون الخلية قد أكملت عملها في مضاعفة المادة الوراثية وتقسيمها إلى "حزم". إلا أنّ الخلية لا تكون قد انقسمت تمامًا.

الطور الانفصالي تتباعد الكروماتيدات بعضها عن بعض خلال **الطور الانفصالي**، وهو المرحلة الثالثة من الانقسام المتساوي. يبدأ طول الأنيبيبات الدقيقة للجهاز المغزلي في التناقص أثناء الطور الانفصالي. وتحدث عمليات السحب المؤدية إلى تقصير طول الأنيبيبات الدقيقة عند القطعة المركزية لكل كروماتيد شقيق، مما يتسبّب في انقسام الكروماتيدات الشقيقة إلى كروموسومين متطابقين. إضافةً إلى ذلك، تنقسم كل الكروماتيدات الشقيقة في آنٍ واحد، على الرغم من أنّ الآلية الفعلية التي تتحكم في هذه العملية غير معروفة. وفي نهاية الطور الانفصالي، تحرّك الأنيبيبات الدقيقة الكروموسومات نحو قطبي الخلية بمساعدة البروتينات المحرّكة.

الطور النهائي تسمّى المرحلة الأخيرة من الانقسام المتساوي **الطور النهائي** وهو مرحلة الانقسام المتساوي التي تصل خلالها الكروموسومات إلى قطبي الخلية وتبدأ في الراحة أو عدم التكثّف. كما هو موضّح في **الصورة 9**، يبدأ غشاءان نوويان جديدان في التكوّن وتعود النويات إلى الظهور من جديد. يتحلل الجهاز المغزلي ويُعاد تدوير بعض الأنيبيبات الدقيقة بواسطة الخلية لبناء الأجزاء المختلفة من هيكل الخلية. على الرغم من اكتمال المراحل الأربع من الانقسام المتساوي وانقسام مادة النواة عند هذه النقطة، إلا أنّ عملية انقسام الخلية لم تكتمل بعد.

مساحة لتحليل البيانات 1

استنادًا إلى دراسات*

توقّع النتائج

ما الذي يحدث للأنيبيبات الدقيقة؟ أجرى العلماء تجارب تتبّعوا خلالها الكروموسومات على طول الأنيبيبات الدقيقة خلال الانقسام المتساوي، وافترضوا أنّ الأنيبيبات الدقيقة قد تكسّرت مطلقة وحداتٍ فرعية منها أثناء تحرك الكروموسومات نحو قطبي الخلية. وقد ميّز العلماء الأنيبيبات الدقيقة بصبغة فلورية صفراء اللون، واستخدموا شعاع ليزر لتمييز منتصف الطريق بين قطبي الخلية والكروموسومات عن طريق التخلّص من التفلور في المنطقة المستهدفة كما هو موضح في الرسم.

البيانات والملاحظات

أنيبيبات دقيقة مميَّزة بصبغة فلورية

أنيبيبات دقيقة مميَّزة بالليزر

فكّر بشكل ناقد

1. **اشرح** الغرض من الصبغة الفلورية.
2. **توقّع** الشكل الذي قد تظهر به الخلية لاحقًا في الطور الانفصالي عن طريق إنشاء رسم.

*أخذت البيانات من: Maddox, P., et al. 2003. Direct observation of microtubule dynamics at kinetochores in *Xenopus* extract spindles: implications for spindle mechanics. *The Journal of Cell Biology* 162: 377–382. Maddox, et al. 2004. Controlled ablations of microtubules using picosecond laser. *Biophysics Journal* 87: 4203–4212.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

دعم الكتابة

د م ض م ف م **كتابة إبداعية**

كلّف الطلاب البحث في القاموس عن معاني البادئات بيني وتمهيدي واستوائي وانفصالي ونهائي. اكتب قصيدة أو أغنية أو قصيدة غنائية تشرح سبب كون تلك المفردات مناسِبة تحديدًا لمراحل الانقسام المتساوي ودورة الخلية. تتعلق كلمة بيني، التي تعني "بين" بمصطلح الطور البيني لأنه يمثّل الوقت بين انقسامات الخلية؛ تصِف البادئة تمهيدي، التي تعني "سالف" أو "سابق"، الطور التمهيدي لأنها المرحلة الأولى للانقسام المتساوي؛ تصِف البادئة استوائي، التي تعني "لاحق"، الطور الاستوائي لأنه يكون ثاني مراحل الانقسام المنصف أو المرحلة اللاحقة فيه؛ تصِف البادئة انفصالي، التي تعني "لأعلى" أو "للخلف"، الطور الانفصالي لأنّ الكروماتيدات الشقيقة تتفكك خلال هذا الطور؛ تصِف البادئة نهائي، التي تعني "نهاية"، الطور النهائي لأنه المرحلة الأخيرة للانقسام المتساوي.

مساحة لتحليل البيانات 1

توضيحات عن الموضوع

- راجع أيضًا Tanaka et al. 2005. Molecular mechanisms of kinetochore capture by spindle microtubules. *Nature* 434: 987–994.
- راجع أيضًا Khodjakov et al. 2002. De novo formation of centrosomes in vertebrate cells arrested during S phase. *Journal of Cell Biology* 158:1171–1181.

فكّر بشكل ناقد

1. لقد جعلت صبغة الفلورسنت الأنيبيبات الدقيقة مرئيةً.
2. يجب أن توضّح الرسومات أنّ قِطع الأنيبيبات الدقيقة المتصلة بالكروموسومات قَصُرت.

عرض توضيحيّ

د م ض م **الكروماتيدات الشقيقة** اشترِ سلكًا مزدوجًا معزولًا (معروف بسلك المصباح) من متجر الأدوات. اقتطع جزءًا من السلك بطول قدمين تقريبًا. افصل السلكين من كلا الطرفين تاركًا حوالي أربع بوصات من دون فصل في الوسط. اعرِض هذا النموذج للطلاب وأخبرهم أنّه يمثّل الكروماتيدات الشقيقة أثناء الطور الاستوائي.

اسأل الطلاب: ماذا يحدث أثناء الطور الانفصالي لهذا النموذج؟ قد يصبح السِلكان اللذان يمثّلان الكروماتيدات منفصلين تمامًا. الوقت المقدّر: 15 min

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

www.almanahi.com

CH11.indb 307 1/13/2017 5:28:21 PM

تدريب المهارات

د م ض م **الثقافة المرئية**

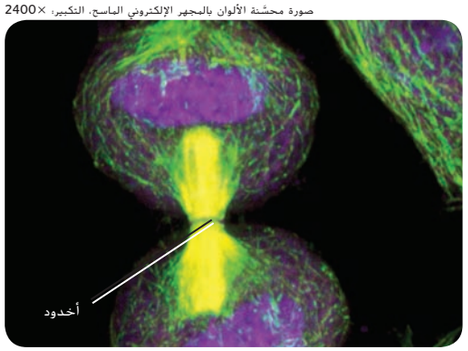
بعد دراسة الطلاب للشكل 10، كلّفهم تصميم نماذج ثنائية الأبعاد للانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية والنباتية على ورق مقوّى. اطلب منهم استخدام خيوط الصوف لغشاء الخلية الحيوانية، وأعواد الأسنان لجدار الخلية النباتية. قد تختار استخدام هذا النشاط مع نموذج الانقسام المتساوي لمساعدة الطلاب على فهم طريقة ارتباط العمليّتين ببعضهما.

التقويم التكويني

التقييم اعرض الشكل 6 (اعرض الصفحة 249 على eTeacherEdition Online) أو كلِّف الطلاب مشاهدة الرسم المتحرك. أجرِ اختبارًا قصيرًا للطلاب حول مراحل الانقسام المتساوي.

المعالجة جهِّز نُسخًا من رسومات مراحل الانقسام المتساوي. افصل الرسومات واخلطها ببعضها. قسِّم الطلاب إلى مجموعات ثنائية وأعطِ كل مجموعة ثنائية مجموعة من قطع الأحجية. كلِّفهم ترتيب الأجزاء بالشكل الصحيح.

صورة محسَّنة الألوان بالمجهر الإلكتروني الماسح، التكبير: ×2400



صورة ملوّنة بالمجهر الضوئي، التكبير: ×1200

خلية حيوانية **خلايا نباتية**

■ **الشكل 10**

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

الانقسام السيتوبلازمي

قرب نهاية الانقسام المتساوي، تبدأ الخلية عمليةً أخرى تُعرف بالانقسام السيتوبلازمي تؤدي إلى انقسام السيتوبلازم. وينتج عن ذلك خليتان، بنواتين متطابقتين. يحدث الانقسام السيتوبلازمي في الخلايا الحيوانية عن طريق استخدام ألياف دقيقة لإحداث تخصُّر أو اختناق في السيتوبلازم، كما هو مبيّن في **الشكل 10**. وتُعرف المنطقة التي يحدث فيها التخصُّر بالأُخدود.

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

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

القسم 2 التقويم

ملخص القسم

- إنّ الانقسام المتساوي هو العملية التي ينقسم خلالها الـ DNA المُضاعَف.
- تشمل مراحل الانقسام المتساوي الطور التمهيدي والطور الاستوائي والطور الانفصالي والطور النهائي.
- إنّ الانقسام السيتوبلازمي هو عملية انقسام السيتوبلازم التي تنتج عنها خليتان وليدتان متطابقتان وراثيًا.

فهم الأفكار الأساسية

1. التفكير الأساسية **اشرح** لماذا لا يؤدي الانقسام المتساوي وحده إلى تكوّن خلايا وليدة.
2. **صف** ما يحدث في كلّ من مراحل الانقسام المتساوي.
3. **ارسم** كروموسومًا في الطور التمهيدي وضع له تسميات لأجزائه.
4. **حدد** أطول مراحل الانقسام المتساوي.
5. **قابل** بين الانقسام السيتوبلازمي في خلية نباتية وخلية حيوانية.

فكّر بشكل ناقد

6. **ضع فرضية** حول ما يمكن أن يحدث في حال وضع عقار على خلية بحيث يتسبّب في إيقاف حركة الأنيبيبات الدقيقة من دون التأثير في الانقسام السيتوبلازمي.

الرياضيات في علم الأحياء

7. إذا كان إكمال خلية نباتية لدورة الخلية يستغرق 24 ساعة، كم عدد الخلايا التي ستتكوّن بعد مرور أسبوع؟

www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 التقويم

1. إنّ الانقسام المتساوي هو العملية التي تتضاعف من خلالها المادة الوراثية. يجب أن تمرّ الخلية بالانقسام السيتوبلازمي حتى يكون انقسام الخلية مكتملًا.
2. الطور التمهيدي: تتفكك الأغشية النووية وتتكثف الكروموسومات؛ الطور الاستوائي: تتّصل الكروموسومات بالمِغزل وتصطف على طول خط الاستواء؛ الطور الانفصالي: تتحرك الكروموسومات إلى الأقطاب المتقابلة؛ الطور النهائي: يتشكّل الغشاء النووي مرة أخرى وينتهي تكثُّف الكروموسومات
3. يجب أن يبدو الرسم التخطيطي على شكل "X" مع تحديد القطعة المركزية والكروماتيدات المنفردة.
4. الطور التمهيدي
5. يعود سبب الانقسام السيتوبلازمي إلى تخصُّر الأنيبيبات الدقيقة للخلية إلى خليتين حيوانيتين. في الخلايا النباتية، تتكوّن صفيحة خلوية بين الخليّتين.
6. ستتنوّع الإجابات. اقبل كلّ الفرضيات المنطقية، مثل افتراض عدم انفصال الكروموسومات إلى الخليتين الجديدتين بشكل صحيح إذا توقفت حركة الأنيبيبات الدقيقة.
7. 128 خلية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH11.indb 308 1/13/2017 5:28:21 PM

القسم 3

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

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

مفردات للمراجعة

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

مفردات جديدة

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

نظام دورة الخلية

الفكرة الأساسية **تنتظم دورة الخلية الطبيعية عن طريق بروتينات السايكلين.**

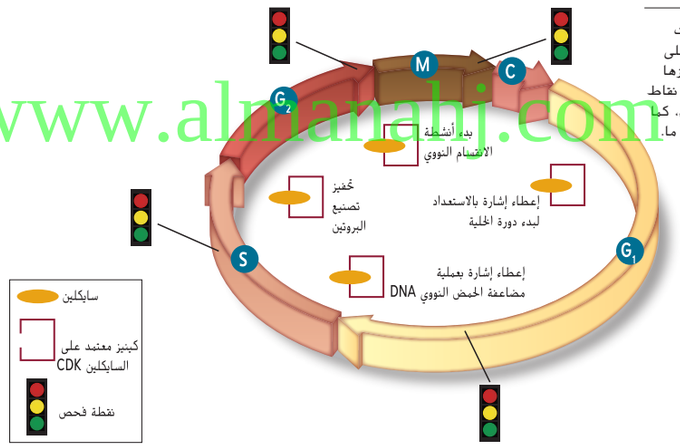
روابط من القراءة بالحياة اليومية بصرف النظر عن عدد المنازل الجديدة التي يبنيها مقاول ما، حتى وإن كان يبني التصميم نفسه، يعتمد طاقم العمل دائمًا على تعليمات المخطط الأولي. وبالمثل، تكون للخلايا تعليمات معينة لإكمال ما يسمّى بدورة الخلية.

الدورة الطبيعية للخلية

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

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

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



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

www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م

تنظيم دورة الخلية وضِّح أنّ مدة دورة الخلية تبلغ 20 h للخلية البشرية المتوسطة.

اسأل الطلاب: كم عدد الخلايا التي ستبقى موجودة في نهاية اليوم؟ أو في نهاية الأسبوع؟ يوم واحد – خليتان، أسبوع واحد – 2^8 خلية أو 256 خلية

هل تعتقد أنّ كل خلايا الجسم تتكاثر بالمعدل نفسه؟ اسمح للطلاب بإجراء مناقشة مفتوحة ولكن أرشدهم إلى الإجابة عن طريق طرح أسئلة موجّهة مثل الأسئلة التالية. **هل تعتقد أنّ خلايا الدماغ تستمر في الانقسام بمعدل انقسام خلايا الجلد نفسه؟** لدى الخلايا المختلفة في الجسم دورات تختلف من حيث الطول. فبعض الخلايا، مثل خلايا الجلد والشعر والأظافر، لديها دورة خلية قصيرة، أمّا الخلايا الأخرى مثل خلايا الأنسجة العظمية والخلايا العصبية فلديها دورة خلية أطول.

تدريب المهارات

د م ض م ف م **الثقافة المرئية**

اطلب من الطلاب فحص الشكل 11.

اسأل الطلاب: ماذا تعني إشارة المرور بالنسبة إليك؟ الإجابات المحتملة: قِف، اذهب، تمهل بينما يتناقش الطلاب حول معنى إشارة المرور، وجِّههم إلى استنتاج أنّ الغاية من إشارة المرور يتمثّل في تنظيم (وليس إيقاف فقط) حركة المرور في منطقة معيّنة، وهي مصمَّمة للتبديل بين اللون الأخضر للذهاب والأصفر للتمهل والأحمر للتوقف. وبطريقة مشابهة، تعمل كل من البروتينات والإنزيمات كضوابط لدورة الخلية.

مقتطف من بحث

إنشاء روابط تشير الأبحاث التربوية إلى أنّ قدرة الطلاب على حل المسائل تكون أفضل عندما تكون متعلقة بمواقف مرت عليهم في حياتهم الخاصة. وتُمثّل المناقشة حول مرض السرطان، والموضّحة في الصفحة 254، طريقة اعتمادك على تجارب الطلاب الذاتية لمساعدتهم في الفهم.
(Steen and Forman، 1995)

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH11.indb 309 1/13/2017 5:28:22 PM

التفكير الناقد

د م ض م ف م **لاحظ واستدل**

اكتب البيانات التالية على السّبورة. واطلب من الطلاب المقارنة بين دورة الخلية في خلايا المَعدة الطبيعية وخلايا المَعدة السرطانية عند الدجاجة:

خلايا المَعدة الطبيعية

الطور البيني	120 min
الطور التمهيدي	60 min
الطور الاستوائي	10 min
الطور الانفصالي	3 min
الطور النهائي	12 min

خلايا المَعدة السرطانية

الطور البيني	16 min
الطور التمهيدي	15 min
الطور الاستوائي	2 min
الطور الانفصالي	1 min
الطور النهائي	3 min

تواصل مع الطلاب: قارن بين الدورتين ثم لخِّص أوجه الاختلاف بينهما. دورة الخلية السرطانية أسرع كثيرًا من دورة الخلية الطبيعية. وضِّح كيف أنّه بالرغم من أنّ دورة الخلايا السرطانية أسرع، إلا أنّ متطلبات الوقت النسبية متشابهة في كل من الخلايا الطبيعية والسرطانية. ولكنّ الطور البيني قصير نسبيًا في الخلايا السرطانية.

ق استراتيجية القراءة

د م ض م ف م **إنشاء روابط**

اسأل الطلاب: كم شخصًا منكم يعرف فردًا من العائلة أو صديقًا أصيب بالسرطان؟ اطلب من الطلاب قراءة النص أسفل العنوان دورة الخلية غير الطبيعية: السرطان. وبعد القراءة، اطلب منهم كتابة فقرة يصفون فيها كيف ساعدهم النص في فهم المرض بطريقة أفضل.

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

مهن مرتبطة بعلم الأحياء

فنيّ مراقبة جودة المستحضرات الدوائية

كما إنّ لدورة الخلية نقاط فحص مضمّنة خاصة بمراقبة الجودة، فإن لعمليات تصنيع المنتجات البيولوجية نقاط فحص أيضًا. يستخدم فنّيو مراقبة الجودة في شركات تصنيع المستحضرات الدوائية مهاراتٍ علمية ورياضية مختلفة لمراقبة العمليات ولضمان جودة المنتج.

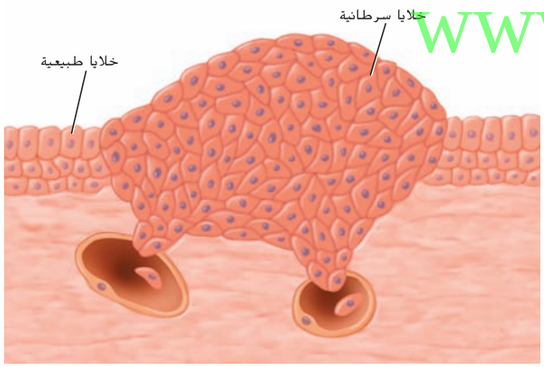
نقاط الفحص الخاصة بمراقبة الجودة تذكّر آلية تشغيل السيارة. إن عددًا كبيرًا من الشركات المصنّعة يستخدم رقاقة دقيقة وفريدة في مفتاح التشغيل لضمان تشغيل كل سيارة بمفتاح معين، تُعدّ هذه الرقاقة نقطة فحصٍ ضد السرقة. إضافةً إلى ذلك، تنطوي دورة الخلية على نقاط فحص تراقب الدورة وبإمكانها إيقافها في حال حدوث خطأ ما. على سبيل المثال، ثمّة نقطة فحصٍ بالقرب من نهاية المرحلة G_1 تراقب الوضع بحثًا عن ضرر في الـ DNA وبإمكانها إيقاف الدورة قبل دخول المرحلة S من الطور البيني. ثمة نقاط فحصٍ أخرى لمراقبة الجودة خلال المرحلة S وبعد مضاعفة الـ DNA في المرحلة G_2. فضلًا عن ذلك، تم تحديد نقاط فحصٍ في الجهاز المغزلي خلال مرحلة الانقسام المتساوي، ففي حال اكتشاف خلل في الخيوط المغزلية، يمكن إيقاف الدورة قبل حدوث الانقسام السيتوبلازمي. يبيّن **الشكل 11** مواقع نقاط الفحص الرئيسة في دورة الخلية.

الدورة غير الطبيعية للخلية: السرطان

الربط بالصحة رغم أنّ دورة الخلية تنطوي على نظام نقاط الفحص الخاصة بمراقبة الجودة، إلا أنّها عملية معقّدة تفشل في بعض الأحيان. عندما لا تستجيب الخلايا لآليات التحكم في الدورة الطبيعية للخليّة، تنتج عن ذلك حالة مرضية تسمّى السرطان. إنّ **السرطان** هو عبارة عن نمو وانقسام في الخلايا لا يمكن التحكم به، فهو إذن خلل في نظام دورة الخلية. فعندما تكون الخلايا السرطانية بلا رقابة، يمكن أن تُودي إلى موت كائن حيّ عن طريق مزاحمة الخلايا الطبيعية وبالتالي فقدان الأنسجة لوظيفتها. تجدر الإشارة إلى أنّ الخلايا السرطانية تقضي في الطور البيني وقتًا أقل من الوقت الذي تقضيه الخلايا الطبيعية فيه، ما يعني أنّ الخلايا السرطانية تنمو وتنقسم على نحو غير مضبوط طالما أنّها تحصل على المواد المغذية الأساسية. يبيّن **الشكل 12** طريقة تطفّل الخلايا السرطانية على الخلايا الطبيعية.

أسباب السرطان لا يحدث السرطان في كائن حيّ ضعيف فحسب. في الواقع، يحدث السرطان في عدد كبير من الكائنات الحية الفتيّة التي تتمتع بالصحة والنشاط. ويعود السبب في التغيّرات التي تحدث على مستوى نظام نمو وانقسام الخلية في الخلايا السرطانية إلى طفراتٍ أو تغيّراتٍ في قطع في الـ DNA تتحكم بإنتاج البروتينات، بما في ذلك البروتينات التي تنظّم دورة الخلية. غالبًا، يجري إصلاح الضرر أو التغيّر الوراثي عن طريق أنظمة إصلاح مختلفة، لكن في حال إخفاق هذه الأنظمة، قد ينتج عن ذلك مرض السرطان. كما يمكن لعوامل بيئية متنوعة أن تتسبّب في ظهور الخلايا السرطانية. وتسمّى المواد والعوامل المعروفة بتسببها في السرطان **مواد مسرطنة**.

www.almanahj.com



■ **الشكل 12** غالبًا ما تتخذ الخلايا السرطانية شكلًا غير عادي وغير منتظم مقارنةً بالخلايا الطبيعية. في هذا الشكل، تدخل بعض الخلايا السرطانية إلى الأوعية الدموية، ما يتسبّب في انتقالها إلى جزءٍ آخر من الجسم. وهذه إحدى الطرق التي يمكن أن ينتشر بها السرطان من جزء إلى آخر في الجسم.

التدريس المتمايز

دون المستوى قد يكون الطلاب الذين أداؤهم دون المستوى معرضين للتشتت أكثر من الآخرين، وذلك عند أداء مهام مثل نشاط فكّر بشكل ناقد الوارد في هذه الصفحة. لذلك، اطلب منهم الجلوس في منطقة خالية من أسباب صرف الانتباه.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH11.indb 310 1/13/2017 5:28:23 PM

رغم عدم إمكانية الوقاية من كل أنواع السرطان، إلا أنّ تجنب المواد المسرطنة المعروفة يمكن أن يساعد في الحد من خطر الإصابة بالمرض. في هذا السياق، تعمل وكالة حكومية تُعرف بإدارة الغذاء والدواء (FDA) على التأكد من سلامة الأطعمة والمشروبات التي يتمّ تناولها في الولايات المتحدة الأمريكية، إذ تفرض هذه الوكالة وضع ملصقاتٍ وتحذيراتٍ على المنتجات التي قد تندرج ضمن فئة المواد المسرطنة. فضلًا عن ذلك، تساعد القوانين في قطاع الصناعة في حماية الأشخاص من التعرّض للمواد الكيميائية المسبِّبة للسرطان في أماكن العمل. كما يمكن أن يساعد تجنب التبغ بكل أنواعه، حتى الدخان غير المباشر والتبغ عديم الدخان، في الحد من خطر الإصابة بالسرطان.

يستحيل تجنب بعض أنواع الإشعاع، مثل الإشعاع فوق البنفسجي المنبعث من الشمس، بشكل كامل. ثمة علاقة بين كمية الإشعاع فوق البنفسجي التي يتعرّض لها شخصٌ ما وخطر إصابته بسرطان الجلد. بالتالي، يُوصَى باستخدام واقٍ شمسي لكل الأشخاص الذين يتعرضون لأشعة الشمس. كذلك، تُستخدَم أشكال أخرى من الإشعاع، مثل أشعة إكس، لأغراض طبية مثل فحص العظام المكسورة أو التحقق من وجود فجوات في الأسنان. للوقاية من التعرّض لهذا النوع من الإشعاع، قد ترتدي معطفًا ثقيلًا معالجًا بالرصاص عند إجراء فحص بأشعة إكس.

التأكد من فهم النص **حدد** المواد المسرطنة التي تتعرّض لها بانتظام.

علم الوراثة والسرطان لكي تتحوّل خلية غير طبيعية إلى خلية سرطانية يتطلّب الأمر حدوث أكثر من تغيّر واحد في الـ DNA. مع مرور الوقت، قد تحدث تغيّرات عديدة في الـ DNA، وربما يفسّر هذا الأمر السبب في ازدياد خطر الإصابة بالسرطان مع التقدّم في العمر. إنّ خطر الإصابة بالسرطان لدى فرد يرث تغيّرًا واحدًا أو أكثر من أحد الوالدين يكون أعلى من خطر الإصابة به لدى شخص لا يرث هذه التغيّرات.

مراجعة **في ضوء ما قرأته عن الدورة غير الطبيعية للخلية ونتائجها، كيف تجيب الآن عن أسئلة التحليل؟**

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

الوراثة inheritance

الاستخدام العلمي: انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الذرية عبر الـ DNA ترجع بنية الجسم وشكل الوجه لدى شخصٍ ما إلى الوراثة الجينية.

الاستخدام العام: الأصول المكتسبة من شخص متوفى والتي يمكن نقل ملكيتها إلى أفراد الأسرة الذين لا يزالون على قيد الحياة وورثَ سالم المنزل من عمه.

تجربة مصغرة 2

المقارنة بين مستحضرات الوقاية الشمسية

هل تحجب مستحضرات الوقاية الشمسية حقًّا ضوء الشمس؟ تحتوي مستحضرات الوقاية الشمسية على مركّبات مختلفة تمتص الأشعة فوق البنفسجية من ضوء الشمس. وترتبط الأشعة فوق البنفسجية بحدوث طفراتٍ في الـ DNA، والتي يمكن أن تؤدي إلى الإصابة بسرطان الجلد. اكتشِف مدى فاعلية مستحضرات الوقاية الشمسية المختلفة في حجب ضوء الشمس.

الإجراءات

1. حدد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. اختر أحد **مستحضرات الوقاية الشمسية** التي أعطاها لك معلمك ودوّن المكونات النشطة وعامل الوقاية الشمسي (SPF) في ورقة بيانات.
3. أحضِر **ورقتين بلاستيكيتين**. واستخدم في إحدى الورقتين **قلم تخطيط دائم** لرسم دائرتين على مسافة متباعدة. ضع قطرة من واقٍ شمسي في منتصف إحدى الدائرتين وقطرةً من **أكسيد الزنك** في منتصف الدائرة الأخرى.
4. ضع الورقة الثانية فوق كلتا الدائرتين. وانشر القطرتين عن طريق الضغط باستخدام **كتاب**.
5. خُذْ قطعة مغطاة من **الورق الحسّاس للضوء** والورقتين البلاستيكيتين إلى مكان مشمس. اكشف الورق بسرعة، وضَع الورقتين البلاستيكيتين فوقه، ثم ضَعْه في ضوء الشمس.
6. بعد تعرّض الورق بالكامل لضوء الشمس (لفترة تتراوح بين دقيقة واحدة و 5 دقائق)، خُذه بعيدًا عن ضوء الشمس وتابع الخطوات وفقًا للتعليمات.

التحليل

1. **فكّر بشكل ناقد** لماذا قارنت بين مستحضرات الوقاية الشمسية وأكسيد الزنك؟
2. **استنتج الخلاصات** بعد فحص الورق الحسّاس للضوء من صنفك، أي من مستحضرات الوقاية الشمسية في رأيك ستحول على الأرجح دون حدوث طفراتٍ في الـ DNA؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

www.almanahj.com

تقويم تطور فهم المحتوى

قوّم مدى تطور مستوى فهم الطلاب عندما يراجعون أسئلة تحليل التجربة الاستهلالية.

تجربة مصغرة 2

الوقت المقدَّر 30 min

مواد بديلة يمكن استبدال شُفافات الأسيتات العلوية بالغلاف البلاستيكي.

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

استراتيجيات التدريس

- زوّد الطلاب بمستحضرات وقاية من الشمس ذات درجات مختلفة لعامل الوقاية الشمسي (SPF) وكذلك المكوّنات النشطة.
- زوّد الطلاب بمعلومات عن المواد الكيميائية المتنوعة المعيقة للأشعة فوق البنفسجية الموجودة في مستحضرات الوقاية من الشمس، وكذلك معنى درجات عامل الوقاية الشمسي (SPF).

التنظيف والتخلص من المخلفات اطلب من الطلاب إعادة عبوات مستحضرات الوقاية من الشمس. وإذا استُخدمت الشُفافات، فيجب غسلها ثم إعادتها.

التحليل

1. يمنع أكسيد الزنك أشعة الشمس تمامًا، لذلك يُعتبَر ضابطًا يمكن استخدامه لمقارنة نتائج مستحضرات الوقاية من الشمس الأخرى.
2. يجب أن تمنع مستحضرات الوقاية من الشمس ذات الدرجات العالية من عامل الوقاية الشمسي (SPF) كمية أكبر من أشعة الشمس. وقد تظهر بعض الاختلافات بين مستحضرات الوقاية من الشمس ذات عامل الوقاية الشمسي (SPF) نفسه لكنّ المكوّنات النشطة قد تكون مختلفة.

التأكد من فهم النص تتضمن بعض الأمثلة، ضوء الشمس والدخان غير المباشر وعوادم السيارات وغاز الرادون وتلوث الهواء.

الاهتمام بالبيئة

لا يمكن إعادة استخدام الورق الحساس للشمس. لذلك، اشترِ خرزًا حساسًا للشمس يمكن إعادة استخدامه مصنوعًا من مواد مُعاد تدويرها لوضع الغلاف البلاستيكي فوقه. مع العلم أنّ درجات ألوان الخرز تتغيّر بحسب كمية ضوء الشمس الذي يتعرض له.

CH11.indb 311 1/13/2017 5:28:24 PM

موت الخلية

إنّ البقاء على قيد الحياة ليس مصير كل الخلايا. فبعض الخلايا تمّر بعملية تسمّى **موت الخلية**، أو الموت الخلوي المبرمج. في الواقع، يتضاءل حجم الخلايا التي تمرّ بعملية موت الخلية وتضمحل ضمن آلية مضبوطة. يبدو أنّ كل الخلايا الحيوانية لديها "برنامج موت" يمكن تفعيله.

أحد الأمثلة على هذه العملية هو موت الخلية أثناء نمو اليدين والقدمين لدى الإنسان. فعندما تبدأ اليدان والقدمان في النمو، تشغل الخلايا الحيّز ما بين أصابع كل من اليدين والقدمين. عادةً ما يخضع هذا النسيج إلى موت الخلية، إذ يتضاءل حجم الخلايا وتموت في التوقيت المناسب الذي يمنع ظهور نسيج شبكي في جسم الكائن الحي مكتمل النمو. أحد الأمثلة على عملية موت الخلية في النباتات الموت الموضعي للخلايا الذي يؤدي إلى سقوط الأوراق من الأشجار خلال الخريف. يحدث موت الخلية أيضًا في الخلايا التي تضررت إلى حد كبير بشكل يحول دون إصلاحها، بما في ذلك الخلايا التي تعرّضت لضرر في الـ DNA على نحو قد يؤدي إلى الإصابة بالسرطان. إن موت الخلية يمكن أن يساعد في حماية الكائنات الحية من تكوّن خلايا سرطانية.

الخلايا الجذعية

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

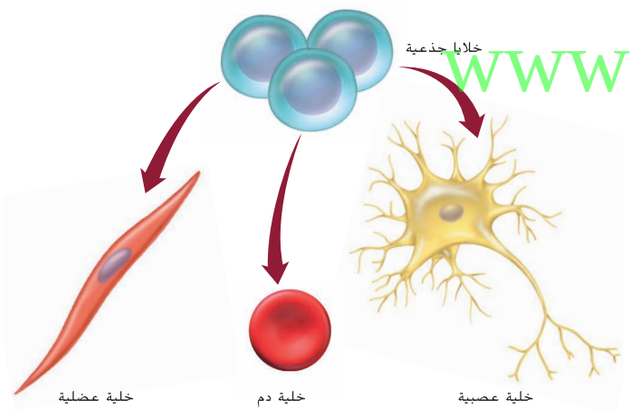
الخلايا الجذعية الجنينية بعد أن يخصّب حيوانٌ منوي بويضة، تنقسم كتلة الخلايا الناتجة بشكل متكرر إلى أن يتكوّن ما يتراوح بين 100 و 150 خلية تقريبًا. لا تكون هذه الخلايا خلايا متخصصة بعد، وتسمّى الخلايا الجذعية الجنينية. في حال انفصال هذه الخلايا، تكون لكل منها القدرة على أن تتطوّر إلى مجموعة واسعة ومتنوعة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

المفردات

مفردات أكاديمية

مكتمل النمو mature

وصلَ إلى النمو أو التطور الطبيعي الكامل بعد الانقسام المتساوي. يجب أن تصبح الخليتان الجديدتان مكتملتَي النمو قبل انقسامهما.



الشكل 13 نظرًا إلى أنّ الخلايا الجذعية لا تتطوّر بالضرورة إلى نوع محدّد من الخلايا، فقد تكون أساسًا في علاج العديد من الحالات الطبية والاختلالات الوراثية.

اشرح طريقة استخدام الخلايا الجذعية في علاج تضرّر الأعصاب.

www.almanahj.com

تطوير المفاهيم

د م ض م

توضيح مفهوم خاطئ

غالبًا ما يعتقد الطلاب أنّ الخلايا "تموت" عندما تتقدم في العمر. أخبر الطلاب أنّ موت الخلية، الذي يُعدّ عمليّة طبيعيّة مبرمجة، هو إحدى الطرق التي تؤدي إلى انتهاء حياة الخلية ثم أشر إلى وجود طريقة أخرى تموت بها الخلايا تُسمى النخر، حيث تموت الخلية بسبب تضرّرها أو مرضها على مستوى الأنسجة.

التفكير الناقد

د م ض م ف م

توقّع

اسأل الطلاب: ماذا تعتقد أنه سيحدُث إذا نُشِّطت مسارات موت الخلية في نسيج ما بشكل غير مناسب؟ سينتِج عن هذا موت الأنسجة الطبيعية واحتمال إصابة الكائن الحيّ بمرض خطير أو موته.

استراتيجية القراءة

د م ض م ف م التعلّم التعاوني

توجيه استباقي قبل أن يقرأ الطلاب النص أسفل العنوان الخلايا الجذعية اطلب منهم العمل في مجموعات ثنائية ليذكّروا ما يعرفونه عن الخلايا الجذعية وما يريدون معرفته عنها. وناقش أسئلتهم على مستوى الصف واكتبها على السبورة. بعد قراءة الطلاب للفقرات الثلاث الواردة أسفل العنوان الخلايا الجذعية، ناقش على مستوى الصف الأسئلة التي أُجيب عنها في النص وتلك التي لم يُجَب عنها. وخصِّص الأسئلة التي لم يُجَب عنها كمواضيع لمشروعات بحثية إلى مجموعات الطلاب (سؤال واحد لكل مجموعة).

■ **سؤال حول الشكل 13** قد يسمح إدخال الخلايا الجذعية إلى جانب عصب تالف بتحوّل الخلايا الجذعية إلى خلايا عصبية.

خلفية عن المحتوى

معلومات للمعلم بالإضافة إلى أنّ موت الخلية يحفّز انتهاء حياتها، فإنه عادةً ما يدل على بلعمة خليّة ميتة. ويحمي موت الخلية الجسم من حدوث الالتهابات، لأنه إذا لم تحصل الخلية البلعمية على الخلية التي تموت، فستتسرب محتوياتها إلى الأنسجة المحيطة مسببة التهابًا وأحيانًا أمراض المناعة الذاتية مثل داء الذئبة أو السكري. من ناحية أخرى، تستطيع الخلايا السليمة صدّ الخلايا البلعمية بنشاط.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH11.indb 312 1/13/2017 5:28:24 PM

الشكل 14 أدت الأبحاث حول الخلايا الجذعية البالغة إلى حدوث تقدم في علاج عدد كبير من الإصابات والأمراض.

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

القسم 3 التقويم

ملخص القسم

- تُنظَّم بروتينات السايكلين دورة الخلية في الخلايا حقيقية النواة.
- توجد نقاط فحص خلال معظم مراحل دورة الخلية لضمان انقسام الخلية بدقة.
- إنّ السرطان هو نمو وانقسام للخلايا لا يمكن التحكم بهما.
- إنّ موت الخلية هو موت خلوي مبرمج.
- تُعتبَر الخلايا الجذعية خلايا غير متخصصة يمكنها أن تتحول إلى خلايا متخصصة باستخدام الإشارات المناسبة.

فهم الأفكار الأساسية

1. **صف** طريقة تحكّم بروتينات السايكلين بدورة الخلية. التفكير الأساسية
2. **اشرح** أوجه الاختلاف بين دورة خلية سرطانية ودورة خلية طبيعية.
3. **حدد** ثلاث مواد مسرطنة.
4. **قابل** بين موت الخلية والسرطان.
5. **صف** أحد الاستخدامات الممكنة للخلايا الجذعية.
6. **اشرح** الفرق بين الخلايا الجذعية الجنينية والخلايا الجذعية البالغة.

فكّر بشكل ناقد

7. **ضع فرضية** حول ما قد يحدث في حال لم تمرّ الخلايا التي تعاني ضررًا بالغًا في الـ DNA بعملية موت الخلية.

الكتابة في علم الأحياء

8. اكتب إعلان خدمة عامة عن المواد المسرطنة. اختر نوعًا معينًا من السرطان واكتب عن المواد المسرطنة المرتبطة به.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

www.almanahj.com

ح تطوير المفاهيم

د م ض م ف م التعلّم التعاوني **نشاط**

كلّف مجموعات ثنائية من الطلاب البحث في استخدامات الخلايا الجذعية والمخاوف الأخلاقية المحيطة بأبحاث الخلايا الجذعية. وكلّفهم بإقامة جلسة استماع "نيابية"، ثم إقامة نقاش حول ما إذا كان يجب مراقبة استخدام الخلايا الجذعية. اطلب منهم كذلك الرجوع إلى دليل بناء المهارة للاطلاع على بعض النصائح للنقاش. وبوسعك استخدام هذه المعايير أيضًا للتقويم.

ك دعم الكتابة

ف م **كتابة منهجية** كلّف الطلاب البحث في بعض التجارب الحديثة التي أُجريت على الخلايا الجذعية. ثم اطلب من كل طالب اختيار مرض واحد يمكن أن يساعد هذا البحث في علاجه، ثم تحضير ملخّصًا للبحث ونتائجه المحتملة.

التقويم التكويني

التقييم اطلب من الطلاب المقارنة بين دورة الخلية الطبيعية ودورة الخلية السرطانية عبر إنشاء رسم تخطيطي لمراحل انقسام الخلية لتوضيح الاختلافات بينها. واطلب منهم تسمية الاختلافات.

المعالجة أنشئ رسمًا تخطيطيًّا مشابهًا للشكل 3، لكن بدون تسميات. واطلب من الطلاب تسمية أطوار دورة الخلية، ثم اطلب منهم في كل طور شرح وجه الاختلاف بين الخلية السرطانية والخلية الطبيعية في المرحلة نفسها من الدورة.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

القسم 3 التقويم

1. تنظِّم بعض بروتينات السايكلين الانقسام المتساوي ودورة الخلية عن طريق السماح بحدوث عمليات دورة الخلية أو إيقافها.
2. تكون أقصر، لأنّ الخلايا السرطانية تنقسم بطريقة لا يمكن التحكّم بها.
3. الإجابات المحتملة: دخان السجائر والأشعة فوق البنفسجية والأسبستوس
4. أثناء موت الخلايا تمرّ الخلية بموت مبرمج للخلايا؛ بينما تنمو الخلايا السرطانية وتنقسم بطريقة لا يمكن التحكّم بها ما دامت تزوَّد بالمواد المغذية الأساسية.
5. قد تتضمّن الإجابات علاجات للحالات الطبية والاختلالات الوراثية.
6. يمكن أن تتطور الخلايا الجذعية الجنينية الموجودة في الجنين النامي إلى أنواع عديدة من الخلايا. بينما تتواجد الخلايا الجذعية البالغة في الأنسجة النامية.
7. ربما سترتفع معدلات الإصابة بالسرطان أو الأمراض الوراثية لدى الأشخاص.
8. ستتنوّع الإجابات. يجب أن تتضمن التصريحات معلومات عن المادة المسرطِنة المختارة.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

CH11.indb 313 1/13/2017 5:28:25 PM

الغاية

سيعاين الطلاب أوجه الاختلاف بين الخلايا الجذعية والخلايا العادية. سينشئ الطلاب كتيِّبًا يضمّ أبحاث الخلايا الجذعية.

توجيه استباقي

اسأل الطلاب: هل تعرف أيَّ شخص مُصاب بالشلل بسبب إصابة في الرقبة أو الظهر، أو مُصاب بداء باركنسون؟ سيُجيب الطلاب بشكل فردي. **كيف يرتبط هذا بأبحاث الخلية الجذعية؟** قد تؤدي الأبحاث إلى التوصل إلى دواء أو علاج لهذه الأمراض.

الخلفية

قد يسأل الطلاب عن الاختلاف بين الأبحاث حول الخلية الجذعية الجنينية والأبحاث حول الخلية الجذعية البالغة. إنّ أبحاث الخلايا الجذعية الجنينية مثيرة للجدل لأن استخراجها يقضي على الجنين. بينما تؤخَذ الخلايا الجذعية البالغة من أنسجة شخص ينمو أو شخص بالغ من دون التسبُّب في أي ضرر للأنسجة أو في تدميرها. كما أنّ الخلايا الجذعية الجنينية بإمكانها أن تتحوّل إلى أيٍّ من أنواع الخلايا الـ 220 المتمايزة في الجسم، بينما لم يثبُت حتى الآن أنّ الخلايا الجذعية البالغة بإمكانها أن تتحوّل إلى كل أنواع الخلايا.

علم الأحياء والمجتمع

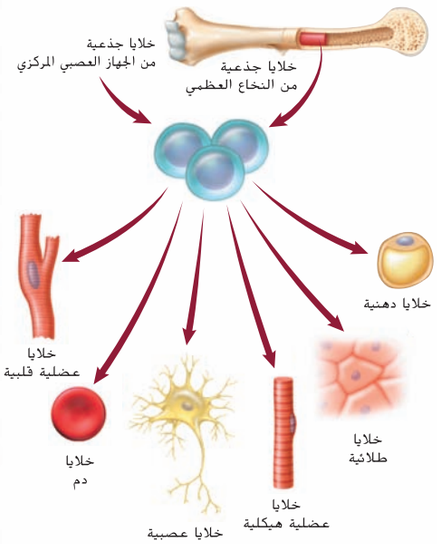
الخلايا الجذعية: هل يمكن علاج الشلل؟

أُصيب سائق سيارة سباق بالشلل في حادث تصادم. كما أصيب مراهق بالشلل بعد الغوص في مياه ضحلة. حتى وقتٍ قريب، لم يكن لدى هذين الشخصين إلا بصيصٌ ضعيف من الأمل في استعادة قدرتهما على الاستفادة من كامل جسديهما. بيد أنّ الأبحاث الجديدة حول الخلايا الجذعية البالغة تبشِّر بإمكانية شفاء الشلل.

كيف يمكن استخدام الخلايا الجذعية؟ يسعى العلماءُ إلى إيجاد طرق لاستنبات خلايا جذعية في مستنبتات الخلايا وإدخال تغييراتٍ عليها لتكوين أنواع معينة منها. على سبيل المثال، قد تُستخدَم الخلايا الجذعية في إصلاح نسيج القلب بعد التعرّض لنوبة قلبية، أو في استعادة الرؤية في حالة عينٍ مريضة أو مصابة، أو في علاج أمراضٍ مثل داء السكري، أو في إصلاح خلايا الحبل الشوكي لشفاء الشلل. وتتناول أبحاث الخلايا الجذعية الحالية في الإكوادور خلايا النخاع العظمي (BMCs)، وهي عبارة عن خلايا جذعية بالغة تُستخدَم في استنبات الأوعية الدموية، حيث يساعد تجديد تدفق الدم والأكسجين في الأنسجة في عملية الشفاء ويوفّر خيارات علاج للمرضى.

الخلايا الجذعية والشلل في البرتغال، اكتشف د. كارلوس ليما وفريق الباحثين العاملين معه أنّ النسيج المأخوذ من التجويف الأنفي مصدرٌ غني بالخلايا الجذعية البالغة. تصبح هذه الخلايا الجذعية خلايا عصبية لدى زرعها عند موضع الإصابة في الحبل الشوكي، إذ تحلّ الخلايا العصبية الجديدة محلّ الخلايا المتضررة.

خضع للتجربة البرتغالية أكثرُ من أربعين مريضًا ممن أُصيبوا بالشلل جراء حوادث. واستعاد كل المرضى بعضَ الإحساس في مناطق الجسم المصابة بالشلل. ومعظمهم استعاد قدرًا من التحكم بالحركة. ومع العلاج الفيزيائي المكثَّف، يمكن الآن لعشرة بالمئة من المرضى المشي بمساعدة الأجهزة الداعمة، مثل المشايات والدعامات. وهذه أخبارٌ واعِدة للكثير من الأشخاص الذين يعانون أمراضًا أو إصاباتٍ سلبتهم القدرة على الاستفادة من كامل أجسامهم.



تجدر الإشارة إلى أنّه يمكن إدخال تغييراتٍ على الخلايا الجذعية المأخوذة من النخاع العظمي أو الجهاز العصبي المركزي لتكوين عدد كبير من أنواع الخلايا التي يمكن زرعها لمعالجة مرضٍ أو لإصلاح تلفٍ ما.

مستقبل الخلايا الجذعية يتطلّع العلماءُ إلى إجراء الأبحاث الضرورية التي من شأنها أن تجعل العلاج بالخلايا الجذعية البالغة جزءًا عاديًا من الرعاية الصحية. ربما لم يعد من الضروري النظر إلى الشلل باعتباره مرضًا دائمًا؛ إذ يمكن للخلايا الجذعية توفير العلاج.

الكتابة في علم الأحياء

كُتيب أنشئ كُتيبًا مصوّرًا يوضح الفوائد الخاصة بأبحاث الخلايا الجذعية البالغة. وقم بإجراء بحثٍ حول الخلايا الجذعية البالغة لتضمين منهجية البحث والعلاج والأمثلة فيزيولوجيا الخلية وتاريخ أبحاث الخلايا الجذعية البالغة.

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

الكتابة في علم الأحياء

مناقشة للمتابعة

بعد أن يُنشئ الطلاب كتيِّباتِهم، كلِّفهم مشاركة أبرز اكتشافاتهم مع طلاب الصف الدراسي، مع شرح مدى تعمُّق معرفتهم بالموضوع بعد مشاركتهم في هذا المشروع. بعد ذلك، اطلب منهم التعبير عمّا إذا كانوا يريدون خوض العملية السياسية بهدف حماية حقوق العلماء الذين يُجرون أبحاث الخلايا الجذعية.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

CH11.indb 314 1/13/2017 5:28:25 PM

تجربة في الأحياء

هل يؤثر ضوء الشمس في الانقسام المتساوي في الخميرة؟

الخلفية: إنَّ الإشعاع فوق البنفسجي هو أحد مكونات ضوء الشمس ويمكن له إتلاف ال DNA وإعاقة دورة الخلية.

السؤال: هل يمكن لمستحضرات الوقاية الشمسية منع الضرر الذي يلحق بالخميرة الحسّاسة للأشعة فوق البنفسجية؟

المواد

قصبة مصّ معقمة (10)
رقائق ألومنيوم
حامل أنابيب اختبار
رشّاشات معقمة أو قطع قطنية معقمة (10)
مخفّف الخميرة الحسّاسة للأشعة فوق البنفسجية
أطباق أجار دِكسترُوز مستخلص الخميرة (YED) (10)
مستحضرات وقاية شمسية بمستويات مختلفة من عامل الوقاية الشمسي SPF

الاحتياطات المتعلقة بالسلامة

الإجراءات

1. حدّد المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. أحضِر أنبوب اختبار يحتوي على مستنبت مرق مخفّف من الخميرة الحسّاسة للأشعة فوق البنفسجية.
3. ضع فرضية، ثم اختبر أحد مستحضرات الوقاية الشمسية ودوّن توقعاتك بشأن التأثير الذي سيطرأ على الخميرة عند التعرض لضوء الشمس.
4. ضَعْ ملصقًا باسم مجموعتك على أطباق أغار YED العشرة. وضَعْ ملصقًا على طبقين باسم "الضابط". لن يُوضَع الطبقان الضابطان في ضوء الشمس. ضَعْ ملصقًا على أربعة من أطباق التجارب بعبارة "بلا واقٍ شمسي" وعلى أربعة بعبارة "مع واقٍ شمسي".
5. ضع عينة مقدارها 0.1 mL من مخفّف الخميرة على أطباق أجار YED العشرة كلها. لُفَّ الطبقَين الضابطَين برقائق الألومنيوم واعطِهما لمعلمك لإجراء عملية الحضانة.
6. بتوجيهٍ من معلمك، حدد مدة تعرّض كل طبق من أطباق التجارب وضَعْ ملصقًا على كل طبق منها استنادًا إلى ذلك ثم قم بإعداد جدول لجمع بياناتك.
7. لُفَّ الأطباق الموضوع عليها ملصقٌ بعبارة "بلا واقٍ شمسي" برقائق ألومنيوم. وضع الواقي الشمسي على أغطية الأطباق الأربعة الموضوع عليها ملصق يفيد بأنها "مع واقٍ شمسي" ولُفَّها برقائق ألومنيوم.
8. اكشف قدرًا كافيًا فقط من رقائق الألومنيوم عن كل طبق من أطباق التجارب لتعريض أغطية الأطباق للشمس. وعرِّض الأطباق للشمس للفترات المخططة، ثم غطِ الأطباق مجددًا بعد تعريضها واعطِها لمعلمك لإجراء عملية الحضانة.
9. بعد الحضانة، احسب عدد مستعمرات الخميرة في كل طبق وسجّل النتيجة.
10. **التنظيف والتخلص من المخلّفات** اغسل كل المواد القابلة لإعادة الاستخدام وأعِدها إلى مكانها. تخلّص من أطباق YED وفق تعليمات معلمك، ثم عقِّم مساحة العمل المخصصة لك واغسل يديك جيدًا بالماء والصابون.

حلّل واستنتج

1. **قدِّر** افترض أنّ كل مستعمرة من مستعمرات الخميرة في طبق YED نمت من خلية خميرة واحدة في المخفّف. استخدم عدد مستعمرات الخلايا في الطبق الضابط المخصّص لك لتحديد النسبة المئوية للخميرة التي لم تتأثر في كل طبق من الأطباق التي تعرضت للأشعة.
2. **ارسم البيانات** أنشئ رسمًا بيانيًا بالنسبة المئوية التي لم تتأثر بالأشعة على المحور ص ووقت التعرُّض على المحور س. واستخدم لونًا مختلفًا لتمثيل البيانات من الأطباق ذات الواقي الشمسي والأطباق التي من دون واقٍ شمسي.
3. **قيِّم** هل بياناتك دعمت فرضيتك؟ اشرح.
4. **تحليل التباينات** صِفْ عدة مصادر محتمَلة للتباينات.

استخدم مهاراتك

عصف ذهني اشترك مع زملائك في الصف للبحث عن معلوماتٍ وأفكار متعلقة بالطريقة التي يمكن بها استخدام الخميرة الحساسة للأشعة فوق البنفسجية كمراقِب بيولوجي بهدف اكتشاف مقدار الازدياد في كميات الضوء فوق البنفسجي التي تصل إلى سطح الأرض. وتحديد مصدر تلك المعلومات والأفكار.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

تجربة في الأحياء

الوقت المقدَّر 60 min

خلفية عن المحتوى تُصنَّف الأشعة فوق البنفسجية (UV) في ضوء الشمس حسب طولها المَوجي كالآتي: UVA (380–315 nm) و UVB (315–280 nm) و UVC (أقل من 280 nm). فكلّما قل الطول الموجي، ازداد الضرر الذي يُصيب ال DNA. كذلك، كلما ازداد تعرّض الشخص لضوء الشمس، ازداد احتمال أن يتسبّب الإشعاع بطفرةٍ في الجينات التي تتحكم بدورة الخلية، ممّا يؤدي إلى إصابته بالسرطان. تحتوي مستحضرات الوقاية من الشمس على مواد كيميائية تمتص الأشعة فوق البنفسجية.

مواد بديلة يُمكن استبدال ضوء الشمس بمصباح الأشعة فوق البنفسجية. في هذه الحالة تأكد من حماية الطلاب لأعينهم من الأشعة فوق البنفسجية.

احتياطات السلامة ناقش المخاوف المتعلقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل. كلِّف الطلاب ارتداء ملابس ونظارات واقية في ضوء الشمس الساطع.

استراتيجيات التدريس

- جهِّز أطباق YED قبل التجربة بـ 24 h على الأقل.
- زوِّد الطلاب بوصف قصير لكلٍّ من ال DNA والجينات والطفرات.

عرض إيضاحي بديل

يستطيع الطلاب تحضير فرضية فتكون التجربة عرضًا توضيحيًّا لها.

حلِّل واستنتج

1. في حال وجود ما متوسّطه 100 مستعمرة على الأطباق الضابطة و 50 مستعمرة على الأطباق التي تعرّضت للشمس، فقد تكون نسبة النجاة 50 بالمئة.
2. يجب أن تُشير التمثيلات البيانية للطلاب إلى أنّ معدل النجاة على الأطباق المزوَّدة بمستحضرات الوقاية من الشمس كان أكبر ممّا هو عليه على الأطباق غير المزوَّدة بمستحضرات الوقاية من الشمس.
3. ستتنوّع الإجابات لكن يجب الأخذ في الاعتبار التأثير الوقائي لمستحضرات الحماية من الشمس.
4. تتضمَّن المصادر المحتملة التلوُّث بواسطة الأبواغ الفطرية والبكتيريا الموجودة في الهواء وعلى البشَرة والأخطاء الحسابية وتعرُّض المستعمرة المُسبق لضوء الشمس.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

www.almanahj.com

CH11.indb 315 1/13/2017 5:28:26 PM

الوحدة 11

الموضوع المحوري التغيّر تمرّ الخلايا الجذعية بتغيّراتٍ عديدة إلى حين تمايزها كأحد الأنواع العديدة من الخلايا المتخصصة.

الفكرة الرئيسة **تمرّ الخلايا بدورة حياة تشمل الطور البيني والانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي.**

القسم 1 النمو الخلوي

دورة الخلية	cell cycle
الطور البيني	interphase
الانقسام المتساوي	mitosis
الانقسام السيتوبلازمي	cytokinesis
كروموسوم	chromosome
كروماتين	chromatin

الفكرة الأساسية **تنمو الخلايا إلى أن تبلغ حد الحجم الطبيعي لها، وبعد ذلك تتوقف عن النمو أو تنقسم.**

- توضّح نسبة مساحة السطح إلى الحجم، حجم الغشاء البلازمي نسبةً إلى حجم الخلية.
- تكون الخلايا محدودة الحجم، حيث يقل القطر في معظم الخلايا عن 100 µm.
- يُضبَط بدورة الخلية عملية التكاثر الخلوي.
- تقضي الخلية معظم فترة حياتها في الطور البيني.

القسم 2 الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي

الطور التمهيدي	prophase
كروماتيد شقيق	sister chromatid
قطعة مركزية	centromere
الجهاز المغزلي	spindle apparatus
الطور الاستوائي	metaphase
الطور الانفصالي	anaphase
الطور النهائي	telophase

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

- إنّ الانقسام المتساوي هو العملية التي ينقسم خلالها الـ DNA المُضاعَف.
- تشمل مراحل الانقسام المتساوي الطور التمهيدي والطور الاستوائي والطور الانفصالي والطور النهائي.
- إنّ الانقسام السيتوبلازمي هو عملية انقسام السيتوبلازم التي تنتج عنها خليتان وليدتان متطابقتان وراثيًا.

القسم 3 تنظيم دورة الخلية

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

الفكرة الأساسية **تنتظم دورة الخلية الطبيعية عن طريق بروتينات السايكلين.**

- تنتظم دورة الخلية للخلايا حقيقية النواة عن طريق بروتينات السايكلين.
- توجد نقاط فحص خلال معظم مراحل دورة الخلية لضمان انقسام الخلية بدقة.
- إنّ السرطان نموّ وانقسام للخلايا لا يمكن التحكم به.
- إنّ موت الخلية هو موت خلوي مبرمج.
- تُعتبَر الخلايا الجذعية خلايا غير متخصصة يمكنها أن تتحوّل إلى خلايا متخصصة باستخدام الإشارات المناسبة.

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

CH11.indb 316 1/13/2017 5:28:27 PM

القسم 1

مراجعة المفردات

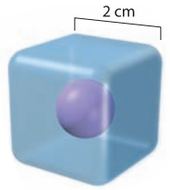
طابق المفردة الصحيحة من صفحة دليل الدراسة بالتعريفات التالية.

1. الفترة التي لا تنقسم فيها الخلية
2. عملية انقسام النواة
3. تسلسل الأحداث في حياة خلية حقيقية النواة

فهم الأفكار الأساسية

4. أي مما يلي يُعدّ سببًا لكون الخلايا صغيرة الحجم؟
   a. تواجه الخلايا كبيرة الحجم صعوبةً في نشر المواد المغذية بسرعة كافية.
   b. أثناء نمو الخلايا، يقل مقدار نسبة مساحة السطح إلى الحجم.
   c. يصبح نقل الفضلات مشكلة في الخلايا كبيرة الحجم.
   d. جميع ما سبق.

استخدم الخلية الافتراضية المبيّنة أدناه للإجابة عن السؤال رقم 5.



5. ما نسبة مساحة سطحها إلى حجمها؟
   A. 2:1 C. 4:1
   B. 3:1 D. 6:1

6. من خلال فهمك لنسبة مساحة السطح إلى الحجم، ما الذي تمثّله مساحة السطح في الخلية؟
   A. النواة
   B. الغشاء البلازمي
   C. الميتوكوندريا
   D. السيتوبلازم

7. أي مما يلي يصف أنشطة الخلية التي تتضمن كلًّا من النمو الخلوي وانقسام الخلية؟
   A. الكروماتين C. الانقسام المتساوي
   B. السيتوبلازم D. دورة الخلية

8. ما الذي يحدث لنسبة مساحة سطح الخلية إلى حجمها، مع ازدياد حجم الخلية؟
   A. تزداد
   B. تقلّ
   C. تبقى كما هي
   D. تبلغ حدّها الأقصى

الإجابة المبنية

9. الفكرة الأساسية لماذا يُعدّ كلّ من النقل الخلوي والاتصال الخلوي من العوامل التي تحدّ من حجم الخلية؟

10. **إجابة قصيرة** لخّص العلاقة بين مساحة السطح والحجم أثناء نمو الخلية.

11. **إجابة قصيرة** ما أنواع الأنشطة التي تحدث في الخلية أثناء الطور البيني؟

فكّر بشكل ناقد

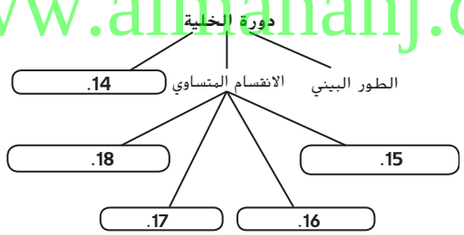
12. **انقد** العبارة التالية: إنّ الطور البيني هو "فترة سكون" تمرّ بها الخلية قبل أن تبدأ الانقسام المتساوي.

13. **اشرح** العلاقة بين الـ DNA والكروموسوم والكروماتين.

القسم 2

مراجعة المفردات

أكمل خريطة المفاهيم التالية باستخدام مفردات من صفحة دليل الدراسة.



فهم الأفكار الأساسية

19. كم عدد الخلايا الناتجة عن خلية واحدة مرت بستة انقسامات؟
   A. 13 C. 48
   B. 32 D. 64

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

www.almanahj.com

التقويم

القسم 1

مراجعة المفردات

1. الطور البيني
2. الانقسام المتساوي
3. دورة الخلية

فهم الأفكار الأساسية

4. D
5. B
6. B
7. D
8. B

الإجابة المبنية

9. يُعدّ كل منهما ضروريًا لبقاء الخلية. فكلما ازداد حجم الخلية، كان من الصعب على النواة إنتاج البروتينات بالسرعة الكافية للتحكّم بالخلية وانتقال الجزيئات من حولها.
10. أثناء نمو الخلية، تقلّ النسبة بين مساحة السطح والحجم.
11. تبني الخلية البروتينات بنشاط وتقوم بوظائفها الطبيعية، كما تقوم بمضاعفة الـ DNA وتستعد للانقسام.

فكّر بشكل ناقد

12. أثناء الطور البيني، لا تكون الخلية في "حالة سكون"، بل تعمل على إنتاج البروتينات والقيام بوظائفها الطبيعية.
13. يتكوَّن الكروموسوم من الـ DNA. يُعتبر الكروماتين الشكل المُخفَّف من الكروموسوم.

القسم 2

مراجعة المفردات

14. الانقسام السيتوبلازميّ
15. الطور التمهيدي
16. الطور الاستوائي
17. الطور الانفصالي
18. الطور النهائي

فهم الأفكار الأساسية

19. D

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH11.indb 317 1/13/2017 5:28:28 PM

يعرض الرسم البياني التالي دورة حياة خلية. استخدم هذا الرسم البياني للإجابة عن السؤالين *20* و *21*.

20. ما المرحلة التي حدثت في المنطقة المسمّاة A؟
- **A.** الطور التمهيدي
- **B.** المرحلة G_1
- **C.** المرحلة S
- **D.** المرحلة G_2

21. ما العملية التي حدثت في المنطقة المسمّاة B؟
- **A.** الطور البيني
- **B.** الانقسام السيتوبلازمي
- **C.** الانقسام المتساوي
- **D.** الأيض

22. يحول عقار الفينبلاستين لمعالجة السرطان دون بناء الأُنيبيبات الدقيقة. ما العملية التي يعترضها هذا العقار أثناء مرحلة الانقسام المتساوي؟
- **A.** تكوين الجهاز المغزلي
- **B.** مضاعفة الـ DNA
- **C.** تصنيع الكربوهيدرات
- **D.** اختفاء الغشاء النووي

الإجابة المبنية

23. الفكرة الأساسية في أيّ من مراحل الخلية يكون الكروموسوم مؤلّفًا من كروماتيدين شقيقين متطابقين؟

24. إجابة قصيرة في الصورة التالية لمقطع من قمة جذر البصل، حدد خلية في كلٍّ من المراحل التالية: الطور البيني والطور التمهيدي والطور الاستوائي والطور الانفصالي والطور النهائي.

صورة ملوّنة بالمجهر الضوئي. التكبير: ×60

25. إجابة قصيرة صِف الأحداث التي تحصل في الطور النهائي.

فكّر بشكل ناقد

26. قيّم افترض أنك تنظر عبر المجهر ولاحظت تكوّن صفيحة خلوية. إلى أي نوع من المرجّح أن تنتمي هذه الخلية؟

27. الرياضيات في علم الأحياء يفحص عالِمُ الأحياء سلسلة من الخلايا ويُحصي 90 خلية في الطور البيني و 13 خلية في الطور التمهيدي و 12 خلية في الطور الاستوائي و 3 خلايا في الطور الانفصالي وخليتين في الطور النهائي. إذا كانت دورة كاملة لهذا النوع من الخلايا تستغرق 24 ساعة، فما هو متوسط الزمن الذي يستغرقه الانقسام المتساوي؟

القسم 3

مراجعة المفردات

تتضمن الجمل التالية مصطلحًا (مصطلحات) لم يُستخدَم (تُستخدَم) على النحو الصحيح. استبدل المصطلح (المصطلحات) غير الصحيح (غير الصحيحة) بالمفردات الواردة في صفحة دليل الدراسة بهدف تصويب هذه الجمل.

28. تمرّ الخلايا الجذعية بنمو وانقسام غير محدودين ولا يمكن التحكم بهما. وذلك بسبب تغيّرات طرأت على جيناتها.

29. إنّ السرطان عبارة عن استجابة خلوية تجاه تلف في الـ DNA وينجم عنه موت الخلية.

30. تُعتبر بروتينات السايكلين مواد مسبّبة للسرطان.

فهم الأفكار الأساسية

31. ما دور بروتينات السايكلين في الخلية؟
- **A.** التحكم بحركة الأُنيبيبات الدقيقة
- **B.** إعطاء إشارة للخلية بالانقسام
- **C.** تحفيز تكسّر الغشاء النووي
- **D.** التسبّب في اختفاء النويّة

32. ما المواد التي تكوّن تشكيلات السايكلين والكينيز المعتمد على السايكلين التي تتحكّم بمراحل دورة الخلية؟
- **A.** الدهون والبروتينات
- **B.** الكربوهيدرات والبروتينات
- **C.** البروتينات والإنزيمات
- **D.** الدهون والإنزيمات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

20. C
21. B
22. A

الإجابة المبنية

23. أثناء مرحلة G_2 من الطور البيني والتمهيدي والاستوائي

24. في صف الخلايا الأعلى، بدايةً من اليسار، تظهر الخلية الأولى في الطور البيني والثانية في الطور التمهيدي والثالثة في الطور الانفصالي والرابعة في الطور الاستوائي والخامسة في الطور النهائي.

25. أثناء الطور النهائي، تكون الكروموسومات قد وصلت إلى قطبي الخلية ويتشكَّل الغشاء النووي وتظهر النويّة وتتكثَّف الكروموسومات من جديد.

فكّر بشكل ناقد

26. إنّ الخليّة هي خليّة نباتيّة.

27. 1/4 من 24 h، أو 6 h

القسم 3

مراجعة المفردات

28. تمرّ الخلايا السرطانية بنمو وانقسام غير مقيدين ولا يمكن التحكّم بهما، وذلك لتغيرات طرأت على جيناتها.

29. إنّ موت الخلية عبارة عن استجابة خلية لتلف الـ DNA الذي ينتج عنه انتهاء حياة الخلية.

30. المواد المسرطنة هي مواد تسبّب السرطان.

فهم الأفكار الأساسية

31. B

32. C

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

www.alnahj.com

CH11.indb 318 1/13/2017 5:28:29 PM

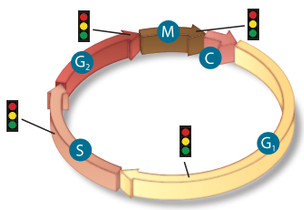
33. أي مما يلي هو من خصائص الخلايا السرطانية؟
A. انقسام خلوي غير مضبوط
B. تتضمن تغيّرات وراثية متعددة
C. لا يمرّ الانقسام السيتوبلازمي
D. تؤدي فيها بروتينات السايكلين وظيفتها بشكل طبيعي

34. أي مما يلي يصف موت الخلية؟
A. يحدث في كل الخلايا
B. هو موت خلوي مبرمج
C. يعيق النمو الطبيعي للكائن الحي
D. هو استجابة للهرمونات

35. لماذا يواجه بعض الباحثين في مجال الخلايا الجذعية عقبات أمام الدراسات التي يجرونها؟
A. لا يمكن العثور على خلايا جذعية.
B. ثمة أسبابٌ أخلاقية تتعلق بالحصول على الخلايا الجذعية.
C. لا توجد استخدامات معروفة للخلايا الجذعية.
D. لا تتحوّل الخلايا الجذعية إلى خلايا متخصصة.

الإجابة المبنية

ارجع إلى الرسم للإجابة عن السؤال رقم *36*.



36. **الموضوع المحوري التغيّر** اشرح العلاقة بين الخلايا السرطانية ودورة الخلية.

37. **إجابة قصيرة** ميّز بين الانقسام المتساوي وموت الخلية.

فكّر بشكل ناقد

38. **صِف** طريقة استخدام الخلايا الجذعية لمساعدة مريض يعاني إصابة في الحبل الشوكي.

39. **الفكرة الرئيسة** **اشرح** تأثير نقص بروتينات السايكلين في دورة الخلية.

40. **طبّق** تُنفَق مئات الملايين من الدولارات سنويًا في الولايات المتحدة على أبحاث السرطان ومعالجته، بينما تُنفَق مبالغ أقل بكثير على طرق الوقاية منه. ضع خطةً من شأنها زيادة الوعي حول هذا المرض.

التقويم الختامي

41. **الفكرة الرئيسة** ما العوامل الأخرى، غير التكاثر، التي تؤدي إلى إكمال الخلايا لكلّ من دورة الطور البيني والانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي؟

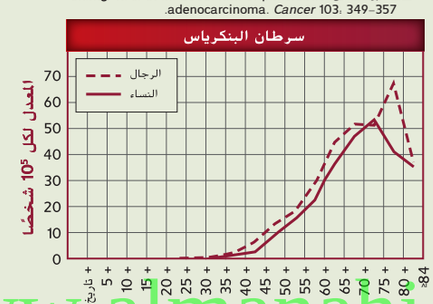
42. **الكتابة في علم الأحياء** اكتب حوارًا مستخدمًا أدوات وشخصيات لتوضيح عملية الانقسام المتساوي.

43. قم بإجراء بحث متعلق بالمواد الكيميائية التي تندرج ضمن فئة المواد المسرطنة، واكتب عن الطريقة التي يمكن بها لهذه المواد الكيميائية إلحاق الضرر بالـ DNA.

أحكم أسئلة حول مستند

قيّم د. تشانغ وزملاؤه خطر الإصابة بسرطان البنكرياس عن طريق دراسة معدل الإصابة به ضمن مجموعة من المرضى. شملت البيانات العُمر عند تشخيص الحالة. يوضح الرسم البياني أدناه معدلات تشخيص السرطان لدى الرجال والنساء الأمريكيين ذوي الأصول الإفريقية.

أخذت البيانات من: Chang, K. J. et al. 2005. Risk of pancreatic adenocarcinoma. *Cancer* 103: 349–357.



44. لخّص العلاقة بين الإصابة بالسرطان وعامل العمر.

45. استنادًا إلى ما تعرفه عن كل من السرطان ودورة الخلية، اشرح السبب في ازدياد حالات الإصابة بالسرطان مع التقدم في العُمر.

46. قارن بين أعمار الرجال والنساء الذين شُخِّصت حالاتهم على أنها إصابة بالسرطان.

47. في أي عُمر يتراجع معدل تشخيص الإصابة بسرطان البنكرياس؟

www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

33. B
34. B
35. B

الإجابة المبنية

36. تمرّ بانقسام غير مقيد للخلية وتقضي فترةً قليلةً في الطور البيني.
37. يُنتج الانقسام المتساوي خلايا جديدة، بينما يتسبب موت الخلية في انتهاء حياتها.

فكّر بشكل ناقد

38. يمكنها أن تساعد الأعصابَ الموجودة في الحبل الشوكي في النمو مجددًا وتُمكّن الأشخاص المصابين بالشلل من السير مرة أخرى.
39. سيتسبب نقص السايكلينات في توقف عملية دورة الخلية تمامًا؛ ترتبط السايكلينات بإنزيمات الكينيز المعتمد على السايكلين.
40. ستتنوّع الإجابات، لكنّها قد تتضمن تجنُّب المواد المسرطِنة مثل الإشعاع.

التقويم الختامي

41. يزداد حجم الخلايا بدرجة كبيرة جدًا تعوق قدرتها على إكمال العمليات الخلوية مثل الاتصال والنقل بفاعلية.

الكتابة في علم الأحياء

42. ستتنوّع الإجابات، لكن يجب أن تُظهِر القصة الفكاهية استيعابًا للانقسام المتساوي.
43. ستتنوّع الإجابات، لكن يجب أن تتضمّن مواد مسرطِنة مُحدّدة وتأثيرها على الـ DNA.

أسئلة حول مستند DBQ

Chang, K. J., et al. 2005. Risk of pancreatic adenocarcinoma. *Cancer* 103: 349-357.

44. كلما ازداد عمر الأفراد، زادت نسبة إصابتهم بالسرطان، وذلك حتى عمر يتراوح بين 75 و 79 لدى الإناث وعمر يتراوح بين 80 و 84 لدى الذكور، ثم تنخفض هذه النسبة.
45. مع تقدم الفرد في العمر، تتراكم المزيد من الطفرات في جينات الخلية.
46. نموذج الإجابة: يجري تشخيص الرجال في أعمار أقلّ، وتزيد معدلات إصابتهم عن النساء اللاتي بلغن السبعين.
47. بالنسبة إلى النساء، في سنّ 70. وبالنسبة إلى الرجال، في سنّ 77

الوحدة 11 • التقويم 319

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

CH11.indb 319 1/13/2017 5:28:30 PM

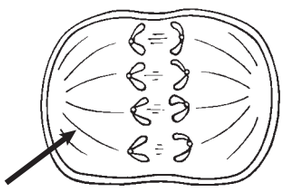
تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

اختيار من متعدد

1. لذرّة الكربون (C) أربعة إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي، بينما ذرة الفلور (F) لها سبعة إلكترونات. أي من المركّبات التالية يُرجَّح أن تتكوّن من اتحاد الكربون والفلور؟
   A. CF_2
   B. CF_3
   C. CF_4
   D. CF_5

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين *2* و *3*.



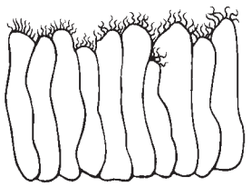
2. أيّ من مراحل الانقسام المتساوي هذا الرسم؟
   A. الطور الانفصالي
   B. الطور البيني
   C. الطور الاستوائي
   D. الطور النهائي

3. إلى أي من التراكيب التالية يشير السهم في الرسم؟
   A. القطعة المركزية
   B. الكروموسوم
   C. النويّة
   D. الجهاز المغزلي

4. في أي من مراحل البناء الضوئي التالية يُشترط وجود الماء لإكمال التفاعل الكيميائي؟
   A. تأثير سينثاز الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) على الأدينوسين ثنائي فوسفات (ADP)
   B. تحويل جزيئات GAP إلى ريبولوز-1,5-مضاعف فوسفات (RUBP)
   C. تحويل $NADP^+$ إلى NADPH
   D. نقل الطاقة الكيميائية لتكوين جزيئات GAP

5. أي من المركّبات التالية التي تحتوي على الكربون يُعدّ ناتج التحلل السكري؟
   a. أسيتيل مرافق الإنزيم A
   b. الجلوكوز
   c. حمض اللاكتيك
   d. البيروفات

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤال رقم *6*.



6. أي من تراكيب الخلية يبيّنها هذا الرسم؟
   A. الهُديبات
   B. الأسواط
   C. الألياف المكروية
   D. الزُّغابات

7. أي من العمليات الخلوية التالية تخزّن الطاقة؟
   A. تكسير سلاسل الدهون
   B. تحويل أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) إلى أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)
   C. تصنيع البروتينات من كودونات الـ RNA
   D. نقل الأيونات عبر الغشاء

8. أي مما يلي يساهم في ميزة النفاذية الاختيارية لأغشية الخلايا؟
   A. الكربوهيدرات
   B. الأيونات
   C. المعادن
   D. البروتينات

9. في حال دعمت بيانات مستقاة من تجارب متكررة فرضيةً ما، فما الذي قد يحدث بعد ذلك؟
   A. قد يتمّ استخلاص نتيجة.
   B. قد تصبح البيانات قانونًا.
   C. قد تُرفَض الفرضية.
   D. قد تخضع الفرضية للمراجعة.

10. إلى أي نوع من الكائنات غيرية التغذية ينتمي المَأْر؟
    A. آكلي اللحوم
    B. الكائنات الكانسة
    C. آكلي النباتات
    D. الكائنات متنوعة التغذية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1.	C	5.	D	9.	A
2.	A	6.	A	10.	D
3.	D	7.	B		
4.	C	8.	D		

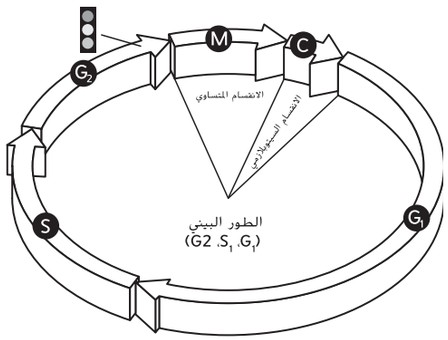
إجابة قصيرة

11. تنمو الخلية وتؤدي وظائفها الخلوية وتستعد للانقسام المتساوي أثناء الطور البيني. تدلّ هذه الأنشطة على أنّ الطور البيني ليس فترة سكون.
12. تتأكد الخلية عند نقطة الفحص هذه من القيام بالمهام الضرورية قبل الانقسام المتساوي، كما تتأكد من استعدادها للانقسام المتساوي.
13. يتطلب الانقسام المتساوي العديد من الخطوات الإضافية، مما يجعله يستغرق وقتًا أطول من الانقسام السيتوبلازمي.
14. قد يكون هذا ممكنًا إذا كان الكائن الحي نبتةً تمتلك القدرة على الحصول على الطاقة من الكائنات الأخرى كذلك. (قد تتضمن الإجابات أمثلة من النباتات آكلة اللحوم، مثل صائد الذباب (فينوس)، لكن هذا ليس ضروريًا).
15. الحبر: قد يكوّن الحبر الذي يذوب في الماء خليطًا أو محلولًا متجانسًا، لأنّ الحبر يذوب بالتساوي فيه. بينما يُكوّن الحبر الذي لا يذوب في الماء خليطًا غير متجانس، لأنّ الحبر لن يذوب فيه ولن يختلط بالتساوي معه. الحصى: سيُكوّن خليطًا غير متجانس، لأن الحصى لن يذوب في الماء ولن يختلط بالتساوي معه. الملح: سيُكوّن خليطًا أو محلولًا متجانسًا، لأن الملح يذوب بالتساوي في الماء.
16. يضخ إنزيم بناء ATP أيونات H^+ عبر غشاء الثايلاكويد. يحوّل إنزيم الرويبسكو جزيئات GAP إلى جزيئات RuBP.
17. يزيد حجم الخلية أسرع بكثير من مساحة سطحها أثناء نمو حجمها، ممّا يؤدّي هذا إلى نقصان النسبة بين مساحة السطح والحجم أثناء زيادة حجم الخلية.

www.alriyadi.com

إجابة قصيرة

استخدم الرسم الوارد أدناه للإجابة عن الأسئلة *13–11*.



11. في الماضي، غالبًا ما كان يسمّى الطور البيني مرحلة "السكون" في دورة الخلية. اشرح سبب عدم دقة هذه التسمية.

12. اشرح ما تفعله الخلية عند نقطة الفحص المرسومة على صورة إشارة المرور في الرسم.

13. استخدم الرسم لمقارنة السرعة النسبية لحدوث كل من الانقسام المتساوي والانقسام السيتوبلازمي.

14. ضع فرضية حول إمكانية أن يكون كائن حي ما كائنًا غيري التغذية وكائنًا ذاتي التغذية في آنٍ واحد.

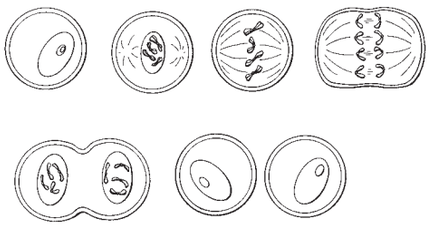
15. افترض أن لديك جبرًا وخصًى وملح طعام. صف ما نوع المزيج الذي يكوّنه كل عنصر من هذه العناصر على حدة عند مزجه بالماء. اشرح إجاباتك.

16. سمِّ إنزيمين يدخلان في عملية البناء الضوئي، وصفْ أدوارهما.

17. استدلّ على تغيّر نسبة مساحة سطح الخلية إلى حجمها مع ازدياد هذا الأخير.

إجابة مفتوحة

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين *18* و *19*.



18. حلل الرسم وصفْ أهمية الخيوط المغزلية للكروماتيدات خلال الطور التمهيدي.

19. صِفْ وظيفة القطعة المركزية، وتوقع ما قد يحدث في حال كانت الخلايا **لا** تحتوي قطع مركزية.

سؤال مقالي

تتواجد العضيات نفسها في عدد كبير من أنواع الخلايا المختلفة في جسم الحيوان. ومع ذلك، يختلف عدد هذه العضيات تبعًا للوظائف المختلفة للخلايا. على سبيل المثال، تحتوي الخلايا التي تتطلب قدرًا كبيرًا من الطاقة لتنفيذ عملها على عدد أكبر من الأجسام الفتيلية (الميتوكوندريا).

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

20. برأيك، كيف سيختلف نوعان من الخلايا الحيوانية من حيث أنواع العضيات التي يحتويان عليها؟ اكتب فرضية تبيّن الاختلافات على مستوى المحتوى الخلوي بين نوعين من الخلايا الحيوانية، ثم صمِّم تجربة لاختبار فرضيتك.

www.alhanaly.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إجابة موسّعة

18. ترتبط الألياف المغزلية بالكروماتيدات وتسحبها إلى أقطابها. من دون هذه الألياف المغزلية لن تذهب الكروماتيدات إلى الأقطاب الصحيحة.

19. إنّ القطعة المركزية هي الموقع حيث ترتبط الكروماتيدات الشقيقة. من دون القطعة المركزيّة قد تنقسم الكروماتيدات بشكل غير متساوي. قد يؤدّي هذا إلى انقسام المادة الوراثية في الخلية بشكل غير متساوي، ويسبب حدوث خلل وظيفي في الخلايا الوليدة.

سؤال مقالي

20. ستتنوّع الإجابات وفقًا لأنواع الخلايا المختارة للمقال. مع ذلك، يجب أن تعكس الإجابة فهم الأدوار التي تؤديها العضيّات المختلفة، حتى إذا لم تعكس الفرضية الفهم التام للخلايا الموجودة في الحيوانات. مثال لفرضية: تحتوي الخلايا العضلية على عدد من الأجسام الفتيلية (الميتوكوندريا) أكثر من خلايا الدم، لأنها تستخدم الطاقة لتحريك الجسم طوال الوقت. يُمكن اختبار هذا عن طريق أخذ عينات من نوعين من الخلايا، ثم ملاحظتهما تحت المجهر لرؤية نوع الخلايا الذي يحتوي على العدد الأكبر من الأجسام الفتيلية (الميتوكوندريا).

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

CH11.indb 321 1/13/2017 5:28:31 PM

الوحدة 15

التجربة الاستهلالية
مَن اكتشف DNA؟

الوقت المقدَّر 20 min

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

استراتيجيات التدريس

- اطلب من الطلاب العمل في مجموعات صغيرة أو مجموعات ثنائية.
- استخدم المعلومات والتواريخ من تقارير الطلاب لإعداد جدول زمني للصف يمكن عرضه في الفصل.

الإجراء

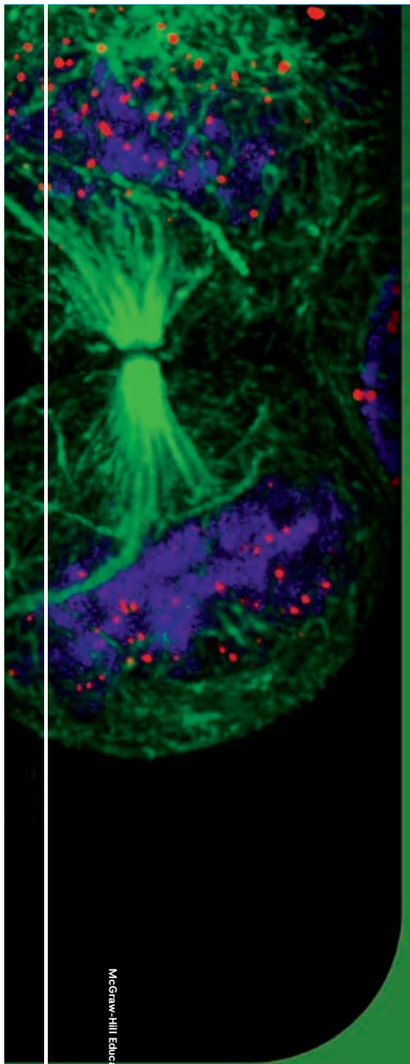
1. ناقش إجراءات السلامة في هذه التجربة مع الطلاب قبل بدء العمل.
2. اعمل في مجموعات مكوّنة من ثلاثة إلى أربعة طلاب لتحديد العلماء والتجارب التي قدمت إسهامات مهمة لفهم علم الوراثة و DNA.
3. راجع الوحدة في هذا **الكتاب**.
4. ارسم جدولًا زمنيًا يوضّح وقت اكتشاف كل اكتشاف مهم ورد ذكره في الكتاب.

التحليل

1. **قارن** وقابل الجدول الزمني الخاص بمجموعتك بالجداول الزمنية الأخرى في الصف. ستتنوّع الإجابات، وينبغي أن تكون الجداول الزمنية متشابهة لأنّ جميع الطلاب استخدموا المصدر نفسه.
2. **استدلّ** على أهمية نتائج التجارب السابقة لكل عالِم يأتي في ما بعد. ستتنوّع الإجابات، لكن ينبغي أن يعرف الطلاب أنّ عمل كل عالِم يعتمد على عمل العلماء الآخرين.

الوحدة 4

علم الوراثة الجزيئية



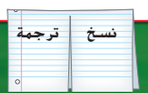
تجربة استهلالية
من الذي اكتشف الـ DNA؟

تتراكم مجموعات المعرفة المتعلقة بعلم الوراثة الـ DNA والتكنولوجيا الحيوية منذ ما يقرب من قرن ونصف. وفي ستقوم بوضع خط زمني لاكتشاف الـ DNA.

www.almanahj.com

المطويات®

أنشئ مطويةً من بابين باستخدام العلامات الموضحة. استخدمها لترتيب ملاحظاتك حول النسخ والترجمة.



McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

الموضوع المحوري الاستقصاء العلمي

اكتشاف بنية الـ DNA غيّر مجال الأحياء بشكل كبير.

الفكرة الرئيسة DNA هو المادة الجينية التي تحتوي على شفرة البروتينات.

القسم 1 • DNA: المادة الجينية

القسم 2 • تناسخ DNA

القسم 3 • الـ DNA، والـ RNA، والبروتين

القسم 4 • الطفرات وتنظيم الجينات

الموضوعات

الاستقصاء العلمي أدّت تجارب كثيرة إلى اكتشاف DNA على أنّه الشفرة الوراثية.

التنوع إنّ حدوث الطفرات في DNA يؤدّي إلى إمكانية حدوث تنوع واسع النطاق.

الطاقة يتطلب تضاعف DNA طاقة مثل كل تفاعلات التخليق الحيوي.

الاتزان الداخلي تُعالَجُ الأخطاء التي تحدث في DNA عادةً قبل حدوث عملية التضاعف.

التغيّر يمكن أن تنتقل الطفرات التي تحدث في DNA إلى الأجيال القادمة.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

تقديم الوحدة

الشفرات

اسأل الطلاب: هل حصلت من قبل على رسالة مشفّرة من صديق؟

سيجيب بعض الطلاب على الأرجح بنعم.

كيف تعرف ما تتضمّنه الرسالة؟

قد تتضمن الإجابات وجود مفتاح أو فك الشفرة لمعرفة المفتاح. استعن بهذه الأسئلة لتوضيح طريقة عمل DNA باعتباره شفرة.

أخبر الطلاب بما يلي: على غرار الشفرة السرية، يتطلب *DNA* أيضًا تطابق الشفرة مع المفتاح وترجمة نتائج الشفرة إلى شيء مفيد.

الفكرة الرئيسة

لمحة عامة اطلب من الطلاب تلخيص الوحدة وكتابة الفكرة الرئيسة أولًا ثم الأفكار الأساسية وعناوين الفقرات. ووجّههم إلى الاستمرار في التلخيص تحت عناوين الفقرات.

نموذج لمحة عامة:

I. الفكرة الرئيسة: إنّ DNA هو المادة الوراثية التي تحتوي على شفرة البروتينات.

A. الفكرة الأساسية: العديد من التجارب تضمن اكتشاف أن DNA هو الشفرة الوراثية

1. اكتشاف المادة الوراثية

a. جريفيث

b. أفري

c. هيرشي وتشيس

CH15.indb 413 1/26/2017 5:32:02 PM

القسم 1

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م الجينات والصفات الوراثية

اسأل الطلاب: ما السمات المميزة المُشتركة لدى البشر؟ قد تتضمن الإجابات الساقين والذراعين والعينين والشكل العام للجسم. **ما السمات المميزة التي يختلف فيها البشر؟** قد تتضمن الإجابات لون العين ولون الشعر والأشكال المختلفة للملامح كالأنف والشفتين. أخبر الطلاب بأنّ هذه الوحدة ستبدأ بشرح الأساس الجزيئي للعنصر الذي يجعل كل شخص فريدًا.

ق استراتيجية القراءة

د م ض م ف م التسلسل كلّف الطلاب بقراءة التجارب المذكورة في الكتاب المدرسي تحت عنوان اكتشاف المادة الوراثية. واطلب منهم كتابة تسلسل التجارب الذي أدى إلى اكتشاف DNA على بطاقات بحجم "5 x "3، مع ذكر أسماء المشاركين في هذه التجارب وملّخص موجز لما أظهرته كل تجربة.

تطوير المفاهيم

د م ض م النشاط اطلب من الطلاب الشروع في جمع صور لمادة DNA والكروموسومات من مقالات في الصحف والمجلات تتعلق بالجينات لإعداد لوحة إعلانات عن DNA.

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- ما التجارب التي أدت إلى اكتشاف الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين بصفته مادة وراثية؟
- ما التركيب الأساسي للحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين؟
- ما التركيب الأساسي للكروموسومات حقيقية النواة؟

مفردات للمراجعة

الحمض النووي nucleic Acid: يتكون من جزيئات حيوية مُعقدة، وهو مسؤول عن تخزين المعلومات المتعلقة بالخلية على هيئة شفرة

مفردات جديدة

لولبي مزدوج	double helix
جسيم نووي	nucleosome

DNA: المادة الوراثية

الفكرة الأساسية **اكتشاف حقيقة أن DNA هو الكود الجيني الذي ترتبط به معظم التجارب المخبرية.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية هل تحب قراءة القصص الغامضة أو مشاهدة الأشخاص في التلفاز وهم يحاولون الوصول إلى مرتكبي الجرائم؟ يبحث المحققون عن أدلة تساعدهم في حل الألغاز. كذلك، علماء الوراثة هم محققون يبحثون عن أدلة تساعدهم في حل لغز الوراثة.

اكتشاف المادة الوراثية

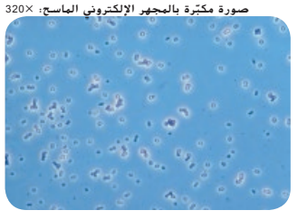
بدأ العلماء في البحث عن الجزيء المسؤول عن الوراثة عندما بدأت عملية إعادة اكتشاف أعمال مندل في مطلع القرن الحادي والعشرين مرة أخرى. اكتشف العلماء أن الكروموسومات تحمل المعلومات الوراثية في الخلايا حقيقية النواة، وأن المكونان الرئيسان للكروموسوم هما الـ DNA والبروتين. حاول العلماء لسنوات عديدة تحديد أيّ من هذه الجزيئات الضخمة – الحمض النووي (DNA) أو البروتين– هي مصدر المعلومات الوراثية.

جريفيث أجرى فريدريك جريفيث عام 1928 أول تجربة رئيسة والتي أدت إلى اكتشاف أن DNA هو المادة الوراثية. قام جريفيث بدراسة سلالتين من بكتيريا *المكورات الرئوية Strepto coccus pneumoniae* المُسببة لمرض الإلتهاب الرئوي. ووجد أن إحدى السلالتين يمكنها التحول أو التغيّر إلى الشكل الأخر.

وكانت إحدى السلالتين التي قام بدراستها تمتلك غلاف سكري؛ بينما لا تمتلكه الأخرى. توضح **الشكل 1** السلالتين. تُسبب السلالة ذات الغلاف السكري مرض الإلتهاب الرئوي ويُطلق عليها السلالة الملساء (الذرية S)، بينما لا تسبب السلالة الأخرى الغير مكسوة بالغلاف السكري في الإصابة بمرض الإلتهاب الرئوي، ويُطلق عليها السلالة الخشنة (الذريّة R)، ويعود ذلك إلى أنه في غياب الغلاف السكري، يصبح لمستعمرات البكتيريا حواف خشنة.

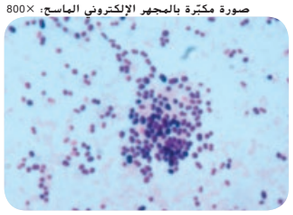
تتبع دراسة جريفيث الموضحة في **الشكل 2**. لاحظ أن الخلايا الحية الملساء قتلت الفأر في الدراسة، بينما لم تقتل الفأر كل من الخلايا الخشنة الحية والخلايا الملساء الميتة. ومع ذلك، مات الفأر عندما قام جريفيث بحقنه بمزيج من الخلايا الخشنة الحية والخلايا الملساء الميتة. ثم قام جريفيث بعد ذلك بعزل البكتيريا الحية من الفأر الميت، وعندما قام جريفيث باستزراع للبكتيريا في المزرعة المعزولة وجد أن سمة البكتيريا الملساء هي الواضحة وتشير إلى مرور العامل المسبب للمرض من الخلايا الملساء الميتة إلى الخلايا الخشنة الحية، واستنتج من ذلك تحول البكتيريا الخشنة الحية إلى البكتيريا الملساء الحية. مهدت تلك التجربة لمرحلة البحث من أجل التعرف على المادة المتحولة.

صورة مكبّرة بالمجهر الإلكتروني الماسح: ×320



الذريّة الملساء—*المكورات السبحية الرئوية*

صورة مكبّرة بالمجهر الإلكتروني الماسح: ×800



الذريّة الخشنة—*المكورات السبحية الرئوية*

■ **الشكل 1** السلالة الملساء (الذريّة S) من بكتيريا المكورات السبحية *الرئوية* من الممكن أن تسبب مرض الالتهاب الرئوي على الرغم من أن السلالة الخشنة (السلالة R) غير مسببة للمرض. يمكن تمييز السلالتين من شكل المستعمرات.

www.elmanahj.com

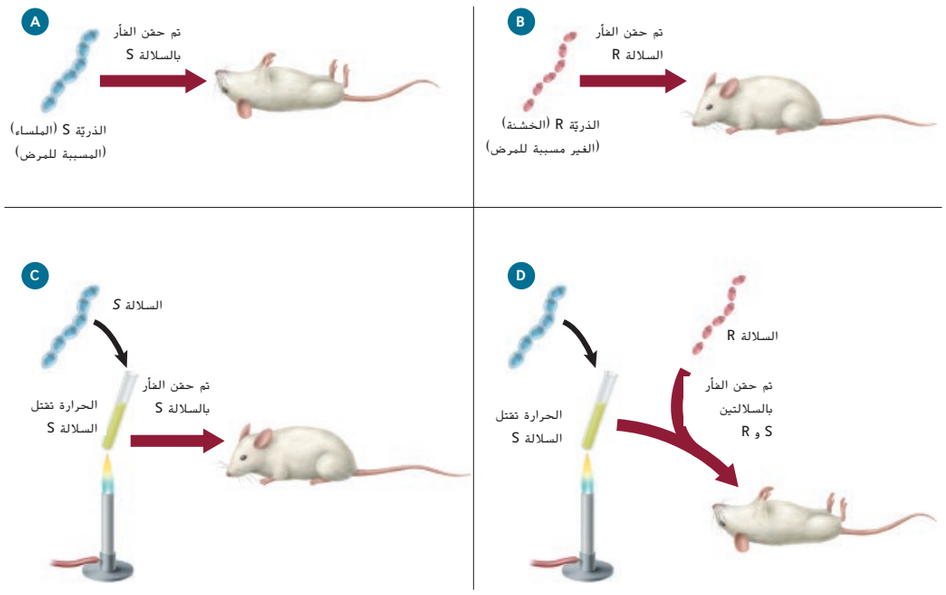
McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

مقتطف من بحث

التفكير الناقد تشير البحوث في مجال التربية إلى وجوب تحدي الطلاب للتفكير بشكل ناقد في المواد التي يقرأونها. وستساعدهم مناقشة التفكير الناقد الموجودة في الصفحة 327 في تطوير المهارات القيّمة لتحديد أوجه الشبه والاختلاف بين الأفكار. (Ross، 1987)

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 414 1/26/2017 5:32:03 PM



■ **الشكل 2** تستعرض تجربة جريفيث للتحول تغير البكتيريا الخشنة وتحولها إلى بكتيريا ملساء.
اشرح لماذا استنتج جريفيث من ذلك حدوث تغير في البكتيريا وتغيرها من بكتيريا خشنة حية إلى بكتيريا ملساء حية.

آفري في العام 1944، قام أوزولد آفري وزملاؤه بتحديد الجزئ المتسبب في تحول سلالة البكتيريا الخشنة إلى السلالة الملساء. قام آفري بعزل عدد من الجزيئات الضخمة المختلفة مثل الـ DNA، والبروتينات والليبيدات من البكتيريا الملساء الميتة. ثم عرّض الخلايا الخشنة الحية إلى الجزيئات الضخمة بشكل منفصل. عند تعرض الخلايا الخشنة الحية إلى الـ DNA الموجود في ذريّة الخلايا الملساء، تحولت إلى خلايا ملساء. واستنتج آفري من ذلك تحرر الـ DNA من الخلايا الملساء عند موتها في تجربة جريفيث. وقامت بعض الخلايا الخشنة بدمج الـ DNA المتحرر في خلاياها مما غير البكتيريا إلى الخلايا الملساء. ولكن المجتمع العلمي لم يتقبل استنتاجات آفري بشكل كبير. واستمر العديد من علماء الأحياء في البحث وإجراء الاختبارات لتحديد المكون المسؤول عن نقل المعلومات الوراثية، الـ DNA أم البروتين.

التأكد من فهم النص **اشرح** طريقة اكتشاف آفري لعامل التحول.

هيرشي وتشيس في العام 1952، قام كلاً من ألفريد هيرشي ومارثا تشيس بنشر نتائج بعض التجارب التي قدمت دليل قاطع على أن الـ DNA هو عامل التحول. استخدما في هذه التجارب الفيروس الآكل للبكتيريا وهو نوع من الفيروسات التي تهاجم البكتيريا. وجعل وجود مكونان محددان تلك التجربة مثالية لإثبات أن DNA هو المادة الوراثية. أولاً: الفيروس المستخدم في التجربة يتكون من الـ DNA والبروتين. ثانيًا: لا تستطيع الفيروسات التكاثر بنفسها؛ حيث يجب أن تقوم بحقن مادتها الوراثية في أحد الخلايا الحية للتكاثر. ميز هيرشي وتشيس مكوني الفيروس لتحديد أي الجزئين تم حقنه في البكتيريا وبالتالي أي الجزئين هو المادة الوراثية.

المفردات

المفردات الأكاديمية

التحول
هو حدوث تغيير في النمط أو النوع
استخدم آفري *DNA* لتحويل البكتيريا.

م تدريب المهارات

د م ض م ف م

إدراك السبب والنتيجة

اسأل الطلاب: ما نوع البكتيريا الذي يتسبب في نفوق الفأر في الشكل *2D*؟ البكتيريا الملساء **ما مصدر هذا النوع من البكتيريا؟** تحوّلت البكتيريا عن طريق مادة محوّلة من بكتيريا خشنة إلى بكتيريا ملساء تسببت في نفوق الفأر.

ك دعم الكتابة

ض م ف م

كتابة إبداعية

كلّف الطلاب كتابة قصيدة أو قصة أو مسرحية عن تجربة جريفيث. وأخبر الطلاب بأنّ عملهم الإبداعي ينبغي أن يُظهر فهمًا للعملية العلمية وطرق تجربة جريفيث.

ن التفكير الناقد

ض م ف م

ميِّز

اسأل الطلاب: كيف اختلفت تجربة أفري عن تجربة جريفيث؟ وجد جريفيث أنّ إحدى سلالات البكتيريا يمكن أن تتحوّل إلى سلالة أخرى واستنتج أنّ عامل التحويل له علاقة بذلك. وأجرى أفري اختبارًا ليكتشف الجزيء الذي غيَّر السلالة R إلى السلالة S من البكتيريا. واكتشف أنّ DNA هو جزيء التحويل.

■ **سؤال حول الشكل 2** الفأر الذي نفق.

التأكد من فهم النص عندما عَرَّضَ أفري سلالة البكتيريا الحية R لمادة DNA من سلاسة البكتيريا الميتة S، تحوّلت خلايا السلالة R إلى خلايا السلالة S.

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

خلفية عن المحتوى

معلومات للمعلم وفقًا لجي واطسون، الذي يُعدّ أحد العلماء الذين اكتشفوا تركيب DNA، انقسم العلماء الذين يعالجون مسألة اكتشاف المادة الوراثية إلى فريقين: اعتقد الفريق الأول أنّ المادة الوراثية كانت بروتينًا واعتقد الفريق الآخر أنّ المادة الوراثية كانت DNA. وكان عالم الكيمياء لاينس بولينج، الحائز جائزة نوبل، أحد المؤيدين الرئيسيين لفكرة أنّ المادة الوراثية كانت بروتينًا. أما خلفية واطسون في علم الفيروسات، فجعلته يدرك تمامًا تجربة هيرشي وتشيس التي ساعدته في الاقتناع بأنّ المادة الوراثية كانت DNA.

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 415 1/26/2017 5:32:03 PM

ن التفكير الناقد

د م ض م ف م **استنتج**

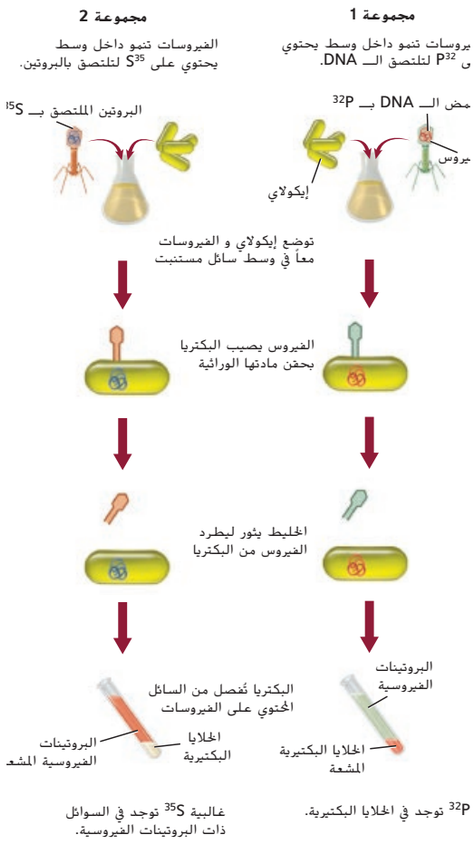
اسأل الطلاب: ما الغرض من استخدام المواد المُشعّة مثل الكبريت والفوسفور؟ تُمكّن هذه المواد القائمين على التجربة من تتبع ماذا حدث للبروتين، الذي أُطلِق عليه الكبريت المُشع، ومادة DNA، التي أُطلِق عليها الفوسفور المُشع، أثناء التجربة.

ح تطوير المفاهيم

د م ض م ف م التعلّم التعاوني

النشاط نظِّم الطلاب في مجموعات مكوّنة من ثلاثة أو أربعة طلاب واطلب منهم تأليف رسم كرتوني كوميدي عن تجربة هيرشي وتشيس. ويجب أن تحتوي فقاعات النص على محادثات تشرح إجراء تجربة المواد المُشعة لتتبع الجزئيات. كما يستطيع الطلاب رسم نسختهم النهائية للرسم الكرتوني بالألوان على لوحة ملصقات أو أوراق كبيرة. علّق الرسوم الكرتونية في كل أنحاء الصف لتفحصها مجموعات أخرى.

التأكد من فهم النص أظهر الرسم الكرتوني أنّ المادة الوراثية التي تتّخذ شكل DNA، وليس البروتين، دخلت إلى البكتيريا.



الشكل 3 استخدم كل من هيرشي وتشيس أساليب التمييز بالمواد المُشعة لتوضيح أن DNA هو المادة الوراثية الموجودة في الفيروسات.

التمييز بالمواد المشعة استخدم كلاً من هيرشي وتشيس تقنية تُسمى التمييز بالمواد المشعة لتتبع مسار الـ DNA والبروتين عند قيام الفيروس الآكل للبكتيريا باختراقها والتكاثر. تابع مع **الشكل 3** أثناء تعلم تجربة هيرشي–تشيس. ميزا مجموعة واحدة من الفيروس الآكل للبكتريا بالفوسفور المُشع (^{32}P). لا تحتوي البروتينات على الفوسفور، لذلك يكون الـ DNA مُشعًا في تلك الفيروسات وليس البروتين. ميز هيرشي وتشيس مجموعة أخرى الفيروس الآكل للبكتريا بالكبريت المُشع (^{35}S). ولأن البروتينات تحتوي على الكبريت بينما لا يحتوي الـ DNA عليه، تكون البروتينات مُشعة وليس الـ DNA.

استخدم هيرشي وتشيس فيروسات من مجموعتين لاختراق وإصابة البكتريا، وعندما اخترقت الفيروسات البكتريا، التصقت بالسطح الخارجي للبكتريا وحقنت مادتها الوراثية. عندها انفصلت البكتريات المصابة عن الفيروسات.

تعقُّب الـ DNA فحص هيرشي وتشيس المجموعة الأولى المميزة بالفوسفور المُشع (^{32}P). ووجدا أن الـ DNA الفيروسي المميز تم حقنه إلى داخل البكتريا. غادرت الفيروسات لاحقًا البكتريا المصابة التي تحتوي على الفوسفور المُشع (^{32}P)، مما يشير إلى أن الـ DNA لعب دور حامل المعلومات الوراثية.

وعند فحص المجموعة الثانية المميزة بالكبريت المُشع (^{35}S)، لاحظ هيرشي وتشيس أن البروتينات المميزة وجدت خارج الخلايا البكتيرية. تكاثرت الفيروسات داخل الخلايا البكتيرية، مما يشير إلى أن المادة الوراثية للفيروسات دخلت إلى داخل البكتريا، ولكن لم يوجد أثر للكبريت المُشع (^{35}S). **الجدول 1** يلخص نتائج تجربة هيرشي وتشيس.

استنادًا إلى النتائج التي توصلا إليها، استنتج كل من هيرشي وتشيس أن الحمض النووي الفيروسي تم حقنه داخل الخلية وعمل بدوره على توفير المعلومات الوراثية اللازمة لإنتاج فيروسات جديدة. وفرت تلك التجربة دليلا قويًا على أن الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين – وليس البروتين – هو ما يمثل المادة الوراثية التي يمكنها الانتقال من جيل إلى أخر في الفيروسات.

التأكد من فهم النص اشرح لماذا يعتبر من المهم أنه تم إنتاج فيروسات جديدة داخل البكتريا.

الجدول 1 ملخص نتائج هيرشي وتشيس

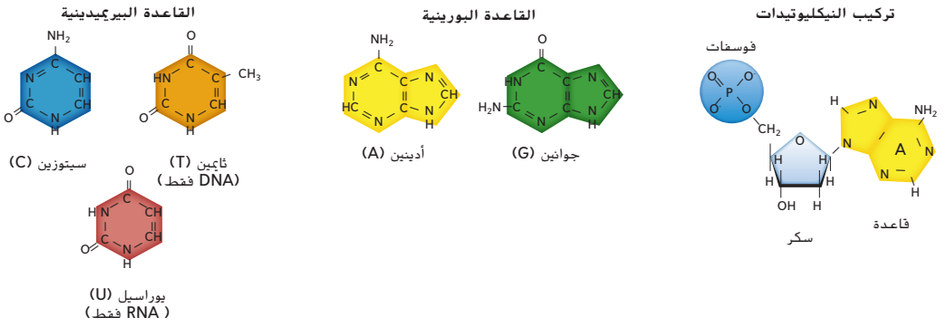
المجموعة 1 (الفيروسات المميزة بالفوسفور المُشع ^{32}P).		المجموعة 2 (الفيروسات المميزة بالكبريت المُشع ^{35}S).	
البكتريات المصابة	سائل به فيروسات	البكتريات المصابة	سائل به فيروسات
• العثور على DNA مصاب بالفيروس مميز بالفوسفور المُشع (^{32}P). • حدث تكاثر فيروسي. • فيروسات جديدة تحتوي على الفوسفور المُشع (^{32}P).	• لا يوجد DNA مميز. • لم يحدث تكاثر فيروسي.	• لا توجد بروتينات فيروسية تحمل الكبريت المُشع (^{35}S). • حدث تكاثر فيروسي. • فيروسات جديدة لا تحمل سمة مميزة.	• العثور على بروتينات مميزة. • لم يحدث تكاثر فيروسي.

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 416 1/26/2017 5:32:05 PM



بنية الـ DNA

أصبح العلماء أكثر ثقة بعد تجربة هيرشي وتشيس من أن الـ DNA هو المادة الوراثية. لقد قادت الأدلة نحو التعرف على المادة الوراثية، ولكن ظلت التساؤلات حول كيفية تجمع النيكليوتيدات معًا لتُشكل DNA، وكيف يمكن للـ DNA إيصال المعلومات التي يحملها بلا إجابة.

النيوكليوتيدات في عشرينيات القرن العشرين. حدد عالم الكيمياء الحيوية، بي. إيه. ليفين، البنية الأساسية للنيكليوتيدات، والتي تُشكل الـ DNA. النيوكليوتيدات هي الوحدات الفرعية للأحماض النووية، وتتكون من سكر خماسي الكربون، ومجموعة فوسفات، وقاعدة نيتروجينية. نوعي الأحماض النووية التي وجدت في الخلايا الحية هي DNA و RNA. تحتوي النيكليوتيدات الـ DNA على الرايبوز منقوص الأكسجين (ديأوكسي ريبوز)، والفوسفات، وقاعدة من أربع قواعد نيتروجينية: الأدينين، أو الجوانين، أو السيتوزين، أو الثايمين. تحتوي نيكليوتيدات، الـ RNA على الرايبوز، والفوسفات، وقاعدة من أربع قواعد نيتروجينية: الأدينين، أو الجوانين، أو السيتوزين، أو اليوراسيل. لاحظ في **الشكل 4** أن كلاً من الجوانين (G) والأدينين (A) ذات قواعد حلقية مزدوجة. يسمى هذا النوع من القواعد بالقاعدة البورينية. قواعد كل من الثايمين (T)، والسيتوزين (C) واليوراسيل (U) حلقية مفردة وتسمى قواعد بيريميدينية.

تشارجاف حلل إيروين تشارجاف كمية الأدينين، والجوانين، والثايمين، والسيتوزين في الـ DNA لعدة أنواع مختلفة. نظير جزء من بيانات تشارجاف التي تم نشرها في عام 1950 في **الشكل 5**. اكتشف تشارجاف أن كمية الجوانين مساوية تقريبًا لكمية السيتوزين، وأن كمية الأدينين مساوية تقريبًا لكمية الثايمين داخل النوع الواحد. ويُعرف ذلك بقاعدة تشارجاف: $G \equiv C$ و $T = A$.

التساؤل حول البنية عندما وحد العلماء الأربعة جهودهم في البحث عن بنية الـ DNA تبينت أهمية ومغزى بيانات تشارجاف. قدم كل من روزاليند فرانكلين، كيميائية بريطانية، وموريس ويلكينز، فيزيائي بريطاني، وفرانسيس كريك، فيزيائي بريطاني، وجيه. واطسون، عالم أحياء أمريكي، المعلومات المحورية اللازمة للإجابة على التساؤلات المتعلقة ببنية الـ DNA.

■ **الشكل 4** تتكون النيكليوتيدات من الفوسفات، والسكر، وقاعدة. توجد خمس قواعد مختلفة في الوحدات الفرعية للنكليوتيد والتي تُشكل بدورها DNA و RNA.
حدّد الاختلاف البنائي بين القاعدة البورينية والقاعدة البيريميدينية.

■ **الشكل 5** أوضحت بيانات تشارجاف أنه يتنوع تركيب القاعدة من نوع لآخر، وذلك داخل النوع الواحد $G \equiv C$ و $A = T$.

بيانات تشارجاف

الكائنات الحية	تركيب القاعدة (نسبة المول)			
	A	T	G	C
ايشيريشيا كولاي	26,0	23,9	24,9	25,2
الخَميرة	31,3	32,9	18,7	17,1
سمك الرنجة	27,8	27,5	22,2	22,6
الجُــرَذ	28,6	28,4	21,4	21,5
الإنسان	30,9	29,4	19,9	19,8

www.almarahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

م تدريب المهارات

د م ض م ق م **الثقافة المرئية**

قبل أن يقرأ الطلاب النص الذي يحمل عنوان النيوكليوتيدات، اطلب منهم فحص الشكل 5 والتفكير في ما إذا كانوا يستطيعون تحديد نوع علاقات النسب بين كميات القاعدة التي وجدها تشارجاف.
تُعادِل كمية الجوانين كمية السايتوسين تقريبًا، وتُعادِل كمية الثايمين كمية الأدينين تقريبًا.
اسأل الطلاب: لماذا لا تكون النسب المئوية نفسها بالضبط؟ خطأ في التجربة

ح تطوير المفاهيم

د م ض م ق م التعلّم التعاوني

النشاط وزّع الطلاب في مجموعات مكوّنة من ثلاثة طلاب واعطِ كل مجموعة 20 شريطًا ورقيًا من أربعة ألوان مميّزة مثل الأحمر والأخضر والأصفر والأزرق. اطلب منهم كتابة الأحرف *T* و *G* و *A* و *C* كل منها على شريط بلون معيّن. واطلب منهم إلصاق أطراف الشرائط بعضها ببعض بالترتيب الذي يريدونه. لاحظ ما إذا توصلت أي مجموعة إلى التسلسل نفسه، وهو أمر غير مُرجّح. ووضّح أنّ هذه الحروف تمثّل وحدات النيوكليوتيد، وهي وحدات بناء DNA، التي تكوّن بوليمرًا. يركّز هذا النشاط على مجموعة كبيرة ومتنوعة من الشفرات المحتملة حتى في حال استخدام 20 نيوكليوتيدًا فقط.
اسأل الطلاب: كم عدد التوافيق التي يمكن أن يشكّلها *20* شريطًا ملونًا؟
التوافيق الممكنة للألوان الـ 4، 20 شريطًا بطول 4^{20} أو 1×10^{12}. استخدم هذا النشاط لتوضيح مجموعة كبيرة ومتنوعة من البروتينات التي يمكن تكوينها من تسلسل DNA قصير.

■ **سؤال حول الشكل 4** تتكوّن قواعد البيورينات من حلقتين وتتكوّن قواعد البيريميدينات من حلقة واحدة.

نشاط

د م ض م ق م **نموذج DNA** اطلب من مجموعات ثنائية من الطلاب إعداد نموذج لـ DNA بالحلوى باستخدام ثلاثة أنواع منها. يمثّل النوع الأول من الحلوى الريبوز منقوص الأكسجين ويمثّل النوع الآخر مجموعات الفوسفات. ويمكن أن تُمثّل الحلوى الصغيرة، مثل هلام الفول بأربعة ألوان مختلفة، الأحرف A أو T أو C أو G. اطلب منهم إلصاق نموذجهم على ورق مقوى باستخدام الغراء وكتابة مفتاح لتمثيلات الحلوى الخاصة بهم. الوقت المقدّر: 30 min

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 417 1/26/2017 5:32:06 PM

دعم الكتابة

د م | ض م | التعلّم التعاوني

كتابة إبداعية نظِّم الطلاب في مجموعات مكوّنة من ثلاثة طلاب واطلب من هذه المجموعات إعداد ملصق عن DNA. قد تركز موضوعات الملصق على عناصر مثل اكتشاف تركيب DNA في العام 1953 أو سيرة ذاتية لأحد العلماء الرئيسيين وإسهاماته أو أهمية DNA لعلم الوراثة الحديث والطب والتقنيات الحيوية.

تقويم تطور فهم المحتوى

قوِّم مدى تطور مستوى فهم الطلاب عندما يراجعون أسئلة تحليل التجربة الاستهلالية.

ح تطوير المفاهيم

د م | ض م | ف م **النشاط** اكتب تسلسلًا لشريط قواعد النيوكليوتيدات على السبورة مع توضيح طرفيه اللذَين يبلغ طولهما 3′ و5′. اطلب منهم كتابة الشريط المتمم ليتماشى مع شريط الشفرة هذا. واكتب الشريط الصحيح على السبورة بمحاذاة شريط الشفرة. يُنشِئ C مجموعة ثنائية مع G ويُنشئ T مجموعة ثنائية مع A.

التأكد من فهم النص أشارت بيانات تشارجراف إلى أنّ القواعد بصفة خاصة كانت موجودة في مجموعات ثنائية.

■ **الشكل** 6 ساعدت صورة روزاليند فرانكلين وبيانات حيود الأشعة السينية كلاً من واطسون وكريك في التوصل لبنية DNA. وأظهر التحليل والقياس الدقيق للنمط خصائص بنية اللولب.

مراجعة استنادًا إلى ما قرأته حول تاريخ تجارب الـ DNA، كيف يمكنك الإجابة على الأسئلة التحليلية الآن؟

حيود الأشعة السينية عَمل ولكينز في كلية كينجز بلندن – إنجلترا، مُستخدمًا تقنية تُسمى "حيود الأشعة السينية"، وتتضمن هذه التقنية تصويب الأشعة السينية نحو جزيء DNA. في العام 1951، انضمت فرانكلين إلى فريق عمل كلية كينجز، حيث التقطت الصورة 51 الشهيرة وجمعت بيانات تم استخدمها واطسون وكريك فيما بعد. أشارت الصورة 51 الموضحة في **الشكل 6** إلى أن الـ DNA ذو **تركيب لولبي مزدوج**، أو يتخذ شكل السلم الملتوي، ويتكون من شريطين من النيوكليوتيدات الملتفة حول بعضها. قام واطسون وكريك فيما بعد بتحديد البنية اللولبية المزدوجة لـ DNA باستخدام بيانات فرانكلين والبيانات الرياضية الأخرى. DNA هو المادة الوراثية في جميع الكائنات الحية، ويتكون من شريطين متكاملين مقترنين بدقة من النيوكلوتيدات الموجودة في لولب مزدوج.

واطسون و كريك عمل كل من واطسون وكريك في جامعة كمبريدج في كمبريدج بإنجلترا عندما رأيا صورة حيود الأشعة السينية الخاصة بفرانكلين. قام واطسون وكريك بقياس عرض اللولب والمسافة بين القواعد باستخدام بيانات تشارجاف وفرانكلين، وقاما معًا ببناء نموذج للولب المزدوج المُطابق لأبحاث الآخرين. ويوضح **الشكل 7** النموذج الذي قاموا ببنائه. وفيما يلي بعض السمات الهامة للجزئ المقترح:

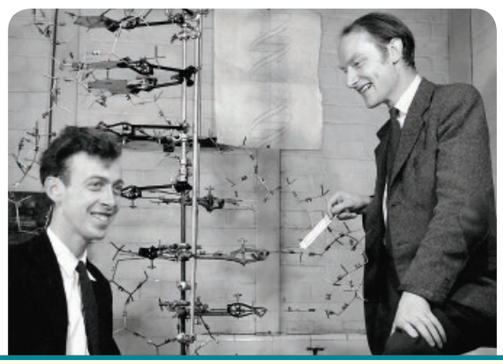
1– يتكوّن الشريطان الخارجيان من الرايبوز منقوص الأكسجين والفوسفات بالتبادل.

2– ترتبط قواعد السيتوزين والجوانين ببعضها بواسطة ثلاثة روابط هيدروجينية.

3– ترتبط قواعد الثيامين والأدينين ببعضها بواسطة رابطة هيدروجينية ثنائية.

بنية الـ DNA تُقارن بنية الـ DNA عادةً بالسلم الملتوي، ويُمثل طرفي السلم الرايبوز منقوص الأكسجين والفوسفات بالتبادل. أزواج القواعد (السيتوزين – الجوانين أو الثيامين – الأدينين) تمثل درجات السّلم، وترتبط القاعدة البورينية بالقاعدة البريميدينية لضمان مسافة ثابتة بين طرفي السّلم. يوضح أيضًا هذا الارتباط المقترح للروابط بيانات تشارجاف التي تشير إلى أن عدد قواعد البورينية يساوي عدد القواعد البريميدينية في عينة DNA. تذكر أن، السيتوزين والثيامين هي قواعد بريميدينية، وأن الأدينين والجوانين هي قواعد بورينية، وأن $G \equiv C$ و $T = A$. وبالتالي $A + T = G + C$، أو أن القواعد البورينية تساوي القواعد البريميدينية. يستخدم اقتران القواعد المُكمل لوصف الاقتران الدقيق للقواعد البورينية والبريميدينية بين شرائط الأحماض النووية، وهي إحدى سمات تضاعف DNA. والتي من خلالها تستطيع الجديلة الأم تحديد تسلسل شريط جديد.

التأكد من فهم النص **اشرح** لماذا اعتبرت بيانات تشارجاف دليلًا هامًا في تجميع بنية DNA.



■ **الشكل** 7 أدى استخدام بيانات تشارجاف وفرانكلين، وواطسون وكريك، الموضحة هنا إلى حل لغز بنية DNA.

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

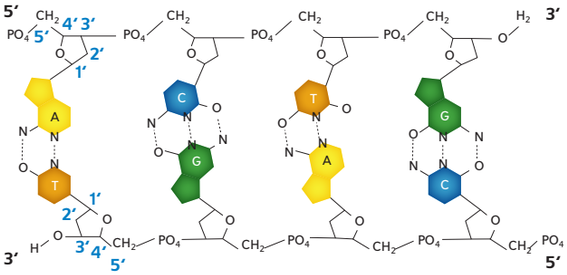
عرض توضيحي

لولبي مزدوج صمّم نموذج DNA يوضّح اللولبي المزدوج. اربط سلسلتين من عشر قصاصات ورق معًا مع الاستمرار في التبديل بين قصاصات ورق صغيرة وقصاصات ورق كبيرة (الفوسفات = قصاصة ورق صغيرة، الريبوز منقوص الأكسجين = قصاصة ورق كبيرة). أدخل طرفي كل شريط من القصاصات في قالب بوليسترين 8 cm × 4 cm مع ترك مسافة مقدارها 5 cm بينهما. وأدخل أطراف الشرائط الأخرى في كتلة بوليسترين مماثلة. ثم استخدم أربعة ألوان مختلفة من أربطة ملفوفة أو أسلاك تنظيف الغليون لتمثيل القواعد وصِل الشريطين بقصاصات الورق الكبيرة. أمسك البنية ولُفّ أحد القوالب لإظهار اللولبي المزدوج.

الوقت المقدّر: 10 min

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

CH15.indb 418 1/26/2017 5:32:07 PM



■ **الشكل 8** شريطان من DNA يتسلسلان بشكل عكسي متوازي لتكوين شريط الـ DNA اللولبي.
اشرح لماذا تُرقم نهايات شريطي الحمض النووي بالرقمين 3′ و 5′.

الاتجاه من بين السمات الفريدة الأخرى لجزيء الـ **DNA** هي اتجاه الشريطين. ويمكن ترقيم جُزيئات الكربون في الجُزيئات العضوية. **الشكل 8** يوضح اتجاه جزيئات الكربون في جزيئات السكر في كل شريط من شرائط الـ DNA. عند الطرف العلوي، بالنسبة لاتجاه السكر، يوجد كربون خماسي (5′، وتُقرأ 5 أولي). وعند نهاية الطرف يوجد كربون ثلاثي (3′ وتُقرأ 3 أولي). على يمين سلسلة الفوسفات – الكربون. يُذكر أن اتجاه الشريط 5′ إلى 3′. تتجه الجديلة الموجودة في الأسفل نحو الاتجاه المعاكس. واتجاهه من 3′ إلى 5′. ويُطلق على اتجاه الشريطين عَكسِيُّ التَّوازِي. وتوجد طريقة أخرى لتوضيح عَكسِيُّ التَّوازِي، وهي إحضار قلمان رصاص ووضعهما بحيث تكون نهاية أحدهما باتجاه محاة الأخر والعكس صحيح.

إعلان في العام 1953 فاجأ واطسون وكريك المجتمع العلمي بنشر خطاب من صفحة واحدة يقترح في دورية الطبيعة بنية للـ DNA. ويضع فرضية لطريقة تناسخ جزئ تم استخلاصه من البنية. وقدم ويلكينز وفرانكلين – في مقالات منفردة منشورة بنفس الشأن – دليلًا يدعم البنية التي اقترحها واطسون وكريك. مع ذلك، استمر الغموض حول إثبات طريقة تضاعف الـ DNA وطريقة عمله بصفته الشفرة الوراثية.

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

أولي

الاستخدام العلمي:
العلامة الموضوعة فوق وعلى يمين إحدى السمات، والمستخدمة في تحديد رقم أو قيمة متغيرة.
تُرقم وتُعلم جزيئات الكربون في الجزيئات العضوية برقم أولي.

الاستخدام العام:
القيمة الأولى أو الامتياز أو الجودة
وجد الطالب المقاعد الأولى في الاستاد لمشاهدة المباراة.

تجربة مصغرة 1

نمذجة بنية DNA

ما بنية الـ **DNA**؟ أنشئ نموذج لبنية جزيء DNA من أجل فهم أفضل.

الإجراء

1– حدّد أوجه السلامة التي يجب مراعاتها قبل بدء العمل في هذه التجربة.
2– أنشئ نموذجًا لمقطع DNA قصير باستخدام المواد التي يوفرها لك مُعلمك.
3– حدّد أي من أجزاء النموذج تتوافق مع الأجزاء المختلفة من جزيء DNA.

التحليل

1– **صِف** بنية جزيء DNA الخاص بك.
2– **حدّد** السمات المميزة للـ DNA الخاص بك التي ركزت عليها عند بنائك لنموذجك.
3– **استدلّ** على ما يجعل نموذجك مختلف عن باقي نماذج زملائك. كيف يرتبط هذا بالاختلافات فيما بين الـ DNA للكائنات الحية المختلفة؟

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

تجربة مصغرة 1

الوقت المقدَّر 30 min

احتياطات السلامة صادق على نماذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

استراتيجيات التدريس

- اجمع نموذج بناء ومواد صوت وصورة مناسبة تتعلق بـ DNA، إذا كانت متوفرة.
- اطلب من كل فريق من الفرق المشاركة في التجربة أن يعرض عليك نموذجه النهائي ويشرح لك تركيب DNA.
- يوجد بديل آخر لتوفير الوقت يتمثل في شراء مجموعة أدوات وإجراء هذه التجربة كعرض توضيحي يجريه المعلم.

التحليل

1. يتضح أنّ للمادة أعمدة جانبية بينها درجات سلم وتنثني هذه الدرجات مثل الدرج الحلزوني.
2. تمثّل مجموعات السكر والفوسفات الأعمدة الجانبية وتمثّل القواعد الدرج أو درجات السلم.
3. تتضمن درجات السلم الموجودة في النماذج المختلفة مجموعة متنوعة من القواعد التي تمثّل الشفرة الوراثية. وباستثناء التوائم الثنائية أو الثلاثية المتطابقة، يتكوّن كل كائن حي من شفرة وراثية فريدة.

الاهتمام بالبيئة

كلّف الطلاب استخدام العناصر المتبقية منهم بصورة طبيعية لإنشاء نماذجهم في التجربة المصغرة 1. وقد تتضمن هذه العناصر علبًا فارغة لحبوب الطعام وحاويات بلاستيكية شفافة وبكرات مناشف ورقية وقصاصات ورق.

■ **سؤال حول الشكل 8** بسبب اتجاه ذرات الكربون في السكر

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى قبل بدء التجربة المصغرة في هذه الصفحة، مثِّل كل خطوة للطلاب دون المستوى. وسيقلل هذا التعزيز من حدوث التباس.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 419 1/26/2017 5:32:08 PM

تطوير المفاهيم

د م ض م

توضيح مفهوم خاطئ

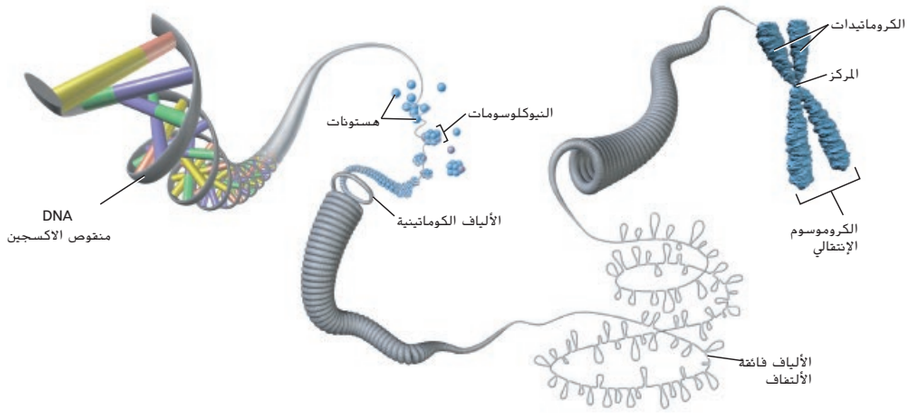
اسأل الطلاب: ما العلاقة بين الجينات و *DNA* والكروموسومات؟ تُعدّ الجينات تسلسلات معيّنة لـ DNA في كروموسوم وتحتوي على شفرة لبناء بروتين. قد يواجه بعض الطلاب صعوبة في استيعاب مفهوم الجين والكروموسوم. وقد يكون لديهم فهم أساسي لفكرة الوراثة المرتبطة بالجين لكنهم قد يواجهون صعوبة في فهم العلاقات بين DNA والجينات وبين الجينات والكروموسومات.

التقويم التكويني

التقييم

اسأل الطلاب: أي من التجارب أظهرت الجزيء الذي يحمل المعلومات الوراثية أولاً؟ تجربتا جريفيث وأفري **أي من التجارب أظهرت أنّ *DNA* مكّن من تضاعف الفيروسات أولاً؟** تجربة هيرشي وتشيس **ما التجربة التي أظهرت نسبة النيوكليوتيدات في *DNA*؟** تجربة تشارجاف **مَن الأشخاص الأربعة الذين شاركوا في حل لغز تركيب *DNA*؟** واطسون وكريك وويلكينز وفرانكلين

المعالجة احصل على رسوم تخطيطية فارغة تمثل التجارب المذكورة أعلاه ووزّعها. كلّف الطلاب تسمية كل تجربة وشرحها.



الشكل 9 يلتف الـ DNA حول الهستونات ليُشكل الجسيمات النووية، والتي تلتف بدورها لتُشكل الألياف الكروماتينية. تفرط الألياف الكروماتينية في الالتفاف لتشكل الكروموسومات التي تصبح مرئية في الطور الاستوائي من الانقسام المتساوي.

بنية الكروموسوم

في بدائيات النوى، يتواجد جزيء الـ DNA في السيتوبلازم ويتكون بشكل أساسي من حلقة DNA والبروتينات المرتبطة بها. ينقسم DNA لحقيقيات النوى لكروموسومات مفردة. يتراوح طول الكروموسوم البشري ما بين 51 مليون إلى 245 مليون زوج أساسي. إذا كان شريط الـ DNA بطول 140 نيكلوتيدة تستلقى في خط مستقيم قد يصل طولها إلى خمس سنتيمترات، كيف تتسع الخلية الميكروسكوبية إلى كل تلك الكمية من الـ DNA؟ يلتف الـ DNA بإحكام حول مجموعة من البروتينات تشبه حبات الخرز تُسمى الهستونات كي تتسع نواة الخلايا حقيقية النواة، كما هو مبين في **الشكل 9**. تُولد مجموعات الفوسفات داخل الـ DNA شحنات سالبة، وهي ما تجذب الـ DNA باتجاه بروتينات الهستونات موجبة الشحنة وتُكون ما يُعرف باسم **النيوكلوسومات**. ثم تتجمع النيوكلوسومات بعد ذلك داخل الألياف الكروماتينية التي تزداد في الالتفاف لتصنع بنية الـ DNA، والتي تُعرف باسم الكروموسومات.

القسم 1 التقويم

ملخص القسم

- أشارت تجربة جريفيث باستخدام البكتيريا وتفسير أفري في البداية إلى أن DNA هو المادة الوراثية.
- قدمت تجربة هيرشي وتشيس دليلًا على أن DNA هو المادة الوراثية في الفيروسات.
- ينص قانون تشارجاف على أن DNA هو كمية السيتوزين المساوية لكمية الجوانين، وأن كمية الثايمين مساوية لكمية الأدينين.
- قدمت أبحاث كل من واطسون وكريك، وفرانكلين وويلكينز دليلًا على وجود البنية اللولبية المزدوجة للـ DNA.

فهم الأفكار الأساسية

الفكرة الأساسية

1- **لخّص** تجارب جريفيث وأفري التي أشارت إلى أن DNA هو المادة الوراثية.

2- **صِف** البيانات التي استخدمها واطسون وكريك لتحديد بنية الـ DNA.

3- **ارسم** وضع تسميات على الـ DNA تشير إلى اللولب وافتران القاعدة التكميلية.

4- **صِف** بنية الكروموسومات في الخلايا حقيقية النواة.

فكّر بشكل ناقد

5- **صِف** اثنين من الخصائص المميزة التي يحتاج إليها DNA كي يفي بدوره بصفته المادة الوراثية.

6- **قيّم** قرار هيرشي وتشيس باستخدام الفوسفور المُشع بدلاً من الكبريت في تجاربهما. هل كان يمكن استخدام الكربون أو الأكسجين بدلاً من ذلك؟ لمَ ولما لا؟

www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1 التقويم

1. أوضح جريفيث أنّ البكتيريا قد تتحوّل عن طريق نقل المادة الوراثية، وأوضح أفري أنّ DNA كان عامل التحويل.
2. أظهرت الصورة 51 لفرانكلين شكلًا لولبيًا. وأظهرت بياناتها الرياضية المسافات بين الشريطين. كما أشارت بيانات تشارجراف إلى طريقة وجود القواعد في مجموعات ثنائية.
3. ينبغي أن توضّح الرسومات المجموعات الثنائية للقواعد C–G و A–T واتجاه الشرائط المتوازي عكسيًا.
4. يلتف DNA حول الهستونات لتكوين جُسَيمات نووية تتجمع معًا لتكوين ألياف الكروماتين التي يلتف بعضها فوق بعض لتكوين الكروموسوم.
5. يجب أن يحتوي DNA على شفرة لبناء البروتينات وتكون قادرة على مضاعفتها.
6. استُخدم الكبريت المشع لأنّ الكبريت موجودة في البروتينات فقط، واستُخدم الفوسفور المشع لأنّ الفوسفور موجود في DNA فقط. ولا يمكن استخدام الكربون أو الأكسجين لأنّ هذه العناصر موجودة في كل من DNA والبروتينات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 420 1/26/2017 5:32:08 PM

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- ما دور الإنزيمات في بناء الـ DNA؟
- كيف يختلف بناء الشريط المتقدّم عن الشريط المتأخر؟
- كيف يمكن مقارنة تناسخ DNA في حقيقيات النواة وبدائيات النوى؟

مفردات للمراجعة

نموذج template: جزيء من DNA يعمل كنمط لبناء جزيء DNA الجديد.

مفردات جديدة

تناسخ نصف محافظ semiconservative replication

إنزيم بلمرة الـ DNA DNA polymerase

شظايا أوكازاكي Okazaki fragment

تناسخ DNA

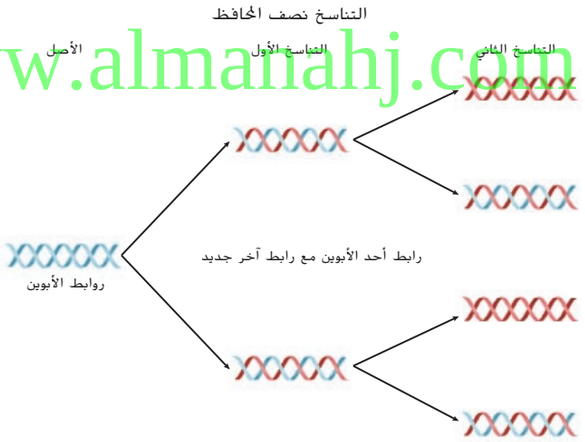
الفكرة الأساسية **يتناسخ DNA من خلال عمل شريط مُكمل لكل شريط أصليّ.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية عند استخدام آلة النسخ لصنع عدد من النسخ يكون من المتوقع أن تأتي تلك النسخ طبق الأصل. ليس من الفعال صُنع نسخة تحتوي على أخطاء غير موجودة بالنسخة الأصلية. فكر كيف يمكن لجسدك صُنع نسخ من الـ DNA.

التناسخ نصف المحافظ

عندما قام واطسون وكريك بتقديم نموذجهم لـ DNA للمجتمع العلمي، اقترحا أيضًا طريقة ممكنة للتناسخ أطلقوا عليها اسم التناسخ نصف المحافظ. أثناء **التناسخ نصف المحافظ**، تنفصل شرائط الـ DNA الأصلية وتعمل كنماذج وتنتج جزيئات DNA ذو شريط واحد من الـ DNA الأصلي وشريط واحد من الـ DNA الجديد. تذكر أن تناسخ الـ DNA يحدث أثناء الطوري البيني للانقسام المتساوي والانقسام المنصّف. يوضح **الشكل 10** نظرة عامة على التناسخ نصف المحافظ. تنقسم عملية التناسخ نصف المحافظ إلى ثلاثة مراحل رئيسة هي: الانحلال، وتزواج القواعد، والاتحاد.

الانحلال إنزيم هيليكاز DNA المسؤول عن انحلال وفك اللولب المزدوج. عندما يتم فك اللولب المزدوج، تنكسر روابط الهيدروجين بين القواعد تاركة ورائها شرائط مفردة من الـ DNA. ثم، ترتبط البروتينات المعروفة ببروتينات الارتباط مفردة الشريط بالـ DNA للحفاظ على انفصال الشرائط أثناء التناسخ. أثناء انحلال اللولب، يضاف إنزيم أخر، برايميز RNA، وهو قطعة قصيرة من الـ RNA يطلق عليه اسم مَشْرَع RNA لكل شريط DNA.



■ **الشكل 10** ينفصل في التناسخ نصف المحافظ، الـ DNA الأصلي ويعمل كنموذج لبناء جزيئي DNA فرعيين. قد ينفصلا بدورها لتنتج 4 جزيئات DNA.

www.almanahj.com

التدريس المتمايز

الموهوبون يمكن توسيع نطاق استراتيجية القراءة الخاصة بمبدأ التصفح والأسئلة والقراءة والتذكر والمراجعة (SQ3R) في هذه الصفحة للطلاب الذين هم فوق مستوى الصف. أعدّ أسئلة مفتوحة تتطلب أن يفكر الطلاب بشكل ناقد في ما يقرأونه بدلًا من مجرد القراءة للحصول على معلومات. السؤال النموذجي: **ما الذي يمكن أن يحدث لو أنّ تضاعف *DNA* لم يكن شبه محافظ؟** إذا لم يتوفر شريط DNA كقالب لصنع شريط جديد كما يحدث أثناء التضاعف شبه المحافظ، فقد تحدث عدة أخطاء في DNA الجديد.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

الفكرة الأساسية

د م ض م ق م **الاستنساخ**

قال واطسون وكريك عندما نظرا إلى تركيب DNA، ". . . إنّ الازدواج المعيّن الذي افترضناه على الفور يشير إلى وجود آلية استنساخ ممكنة للمادة الوراثية".

اسأل الطلاب: ما الازدواج الذي كان هذان العالمان يشيران إليه؟ الروابط الهيدروجينية بين النيوكليوتيدات: بين الأدينين والثايمين وبين الجوانين والسيتوزين

ق استراتيجية القراءة

د م ض م **التصفح والأسئلة والقراءة والتذكر والمراجعة (SQ3R)** اطلب من الطلاب إجراء مسح للنص الذي يحمل عنوان التضاعف شبه المحافظ. ثم اطلب منهم بعد ذلك كتابة **أسئلة** حول النقاط الأساسية الواردة في هذا القسم. اطلب منهم كذلك **قراءة** القسم وتدوين ملاحظات متعلقة بالأسئلة. وأخيرًا، اطلب منهم **تذكر** المفردات و**مراجعة** المعنى.

ن التفكير الناقد

ض م **ضَع فرضية**

اسأل الطلاب: كيف ستكون النتيجة إذا حدث تضاعف لمادة *DNA* بعد حدوث الانقسام المتساوي؟ قد لا تحتوي بعض الخلايا الوليدة على DNA، وقد لا يملك بعضها نسخًا من جميع الكروموسومات، وقد يكون لدى بعضها كمية مضاعفة من DNA. ويُرجّح أن تموت الخلايا التي ليس لديها DNA والتي ينقصها نسخ من كل الكروموسومات والتي لديها كمية مضاعفة من DNA ايضا تموت.

م تدريب المهارات

د م ض م ق م **الثقافة المرئية**

كلّف الطلاب دراسة المعلومات الواردة في الشكل 10. وبناءً على ما تعلمه الطلاب حتى الآن عن DNA، اطلب منهم توقع طريقة عمل عملية التضاعف شبه المحافظ.

CH15.indb 421 1/26/2017 5:32:09 PM

دعم الكتابة

ض م ش م **كتابة سردية**

كلّف الطلاب كتابة فقرة تشرح سبب اعتبار المصطلح شبه محافظ اسمًا مناسبًا لوصف طريقة تضاعف DNA. يجب أن تصف الفقرات طريقة استخدام الأشرطة الأصلية لبناء DNA جديد بحيث يصبح DNA الجديد نصف "قديم".

تجربة مصغرة 2

الوقت المقدَّر 30 min

احتياطات السلامة صادق على نماذج السلامة في المختبر قبل بدء العمل.

استراتيجيات التدريس كبديل لهذا، اشترِ مجموعة أدوات فردية واجرِ هذه التجربة كعرض توضيحي يجريه المعلم.

التحليل

1. يأتي أحد الأشرطة (الشريط الأصلي) من جزيء DNA الأصلي ويشكّل نصف الشريط الجديد.
2. قد لا ترتبط النيوكليوتيدات في الشريط الجديد. ويُنهي ليجاز DNA عملية ترابط النيوكليوتيدات.
3. أثناء الازدواج القاعدي

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

التأكد من فهم النص ترتبط كل قاعدة بمتممتها فقط.

سؤال حول الشكل 11

لأنّ الشريط المتأخر في الاتجاه المعاكس بمقدار (5′ إلى 3′) بالنسبة إلى اتجاه التضاعف، فلا بدّ من تكوينه على هيئة قطع. ولا يمكن أن يحدث التضاعف في الشريط المتأخر إلا إذا انفتح اللولب بما يكفي لإضافة قطعة أخرى.

عرض توضيحي

د م ض م **تجزئة DNA** أمسك سحّابًا وافتحه.

اسأل الطلاب: كيف يمثّل هذا النموذج تجزئة *DNA*؟ حلل إذا تعذر ذلك. يمكن أن ينفتح السحّاب في أجزاء صغيرة مثل DNA. فالأداة المنزلقة تشبه إنزيم بلمرة DNA، بيد أنّ إنزيم البلمرة لا يتحرّك في الاتجاهين، ولا يتضاعف السحّاب عندما تتحرّك أداته المنزلقة.

الوقت المقدّر: 5 min

تجربة مصغرة 2

نموذج لتناسخ DNA

كيف يتناسخ جزيء DNA؟ استخدم نموذج لتناسخ جزيء DNA من أجل فهم أفضل.

الإجراء

1. حدّد أوجه السلامة التي يجب مراعاتها قبل بدء العمل في هذه التجربة
2. استخدم نموذج الـ DNA الخاص بك من **تجربة مصغرة 1** والأجزاء الإضافية لبناء نموذج يوضح تناسخ قطاع الـ DNA الخاص بك.
3. استخدم النموذج الخاص بك لشرح تناسخ الـ DNA لأحد زملائك بالصف الدراسي. وحدد الإنزيمات المشتركة في كل خطوة.

التحليل

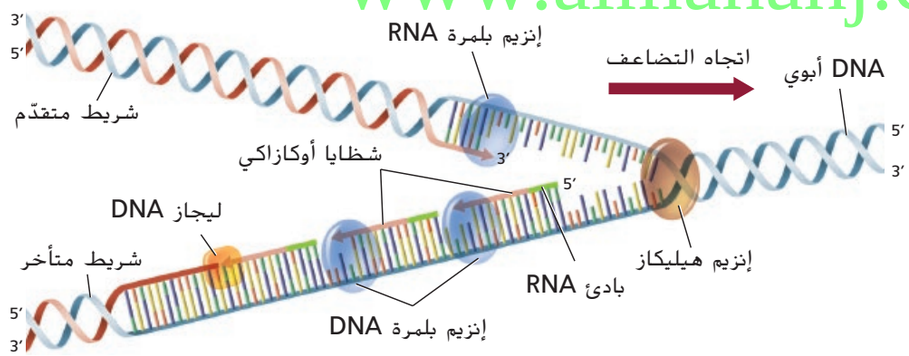
1. **اشرح** كيف يوضح النموذج الخاص بك لتناسخ الـ DNA التناسخ نصف المحافظ.
2. **استدلّ** على إمكانية تأثر تناسخ الـ DNA في الخلية بغياب إنزيم ليجاز الـ DNA.
3. **حدد** مواضع الأخطاء التي قد تحدث أثناء عملية التناسخ.

تزاوج القاعدة يحفز **إنزيم بلمرة DNA** إضافة النيوكليوتيدات المناسبة لشريط الـ DNA الجديد. تُضاف النيوكليوتيدات الجديدة إلى النهائية 3′ للشريط الجديد، كما هو موضح في **الشكل 11**. يستمر إنزيم بلمرة الـ DNA في إضافة نيوكليوتيدات الـ DNA الجديد للسلسلة من خلال الإضافة إلى النهائية 3′ للشريط الجديد. تذكر أن كل قاعدة تنثني لمُكملتها فقط؛ حيث A تنثني إلى T و C تنثني إلى G. وهكذا، تسمح النماذج بإنتاج نسخ متطابقة من الـ DNA مزدوج الشريط الأصلي.

لاحظ في **الشكل 11** أن الشريطين تم صنعهما بأسلوب مختلف نوعًا ما. يُسمّى أحدهما بالشريط المتقدّم والذي يمتد أثناء انحلال الـ DNA. يُبني ذلك الشريط من خلال الإضافة المستمرة للنيوكليوتيدات إلى النهاية 3′. الشريط الآخر للـ DNA يُسمّى بالشريط المتأخّر، ويتمدد بعيدًا عن شوكة التضاعف. ويتم بناؤه على هيئة قطاعات صغيرة تسمى **بشظايا أوكازاكي**، وذلك بواسطة إنزيم بلمرة الـ DNA في اتجاهية 3′ إلى 5′. تتصل تلك الشظايا فيما بعد بإنزيم ليجاز الـ DNA. ويصل طول الشظية الواحدة إلى حوالي 200–100 نيكلوتيد في حقيقيات النواة. ويعتبر تناسخ الـ DNA شبه متقطع وشبه محافظ لإن أحد الشرائط يتم بناؤها باستمرار؛ بينما يُبنى الآخر بشكل متقطع.

التأكد من فهم النص **اشرح** كيف يضمن تزاوج القاعدة أثناء عملية التضاعف من أن الشرائط المبنية نسخة طبق الأصل من الشريط الأصلي.

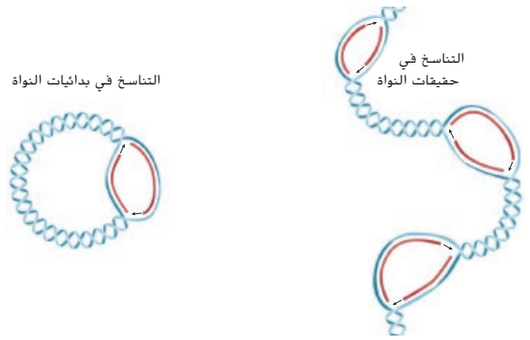
■ **الشكل 11** تنفصل شرائط الـ DNA أثناء عملية التضاعف؛ حيث يعمل كلّ شريط أصلي كنموذج للشرائط الجديدة.
استدل على سبب إنتاج الشريط المتأخر للشظايا بدلاً من بنائها بشكل مستمر.



www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 422 1/26/2017 5:32:10 PM



■ **الشكل 12** تمتلك حقيقيات النواة العديد من أصول التناسخ. تمتلك البكتريا أصل واحد للتناسخ. حيث يتناسخ الـ DNA في كلا الاتجاهين عند فكه.

الربط على الرغم من استمرار بناء الشريط المتقدم، إلا أنه في تناسخ الـ DNA في حقيقيات النواة توجد غالبًا العديد من المناطق على طول الكروموسوم حيث يبدأ التناسخ. عندما يأتي إنزيم بلمرة الـ DNA إلى مَشْرَع RNA على الـ DNA. يزيل المَشْرَع ويملأ محله بنكليوتيدات الـ DNA. عند استبدال مَشْرَع RNA، يربط إنزيم ليجاز الـ DNA بين القسمين.

مقارنة بين تناسخ الـ DNA في حقيقيات النواة وبدائيات النواة

ينحل الـ DNA لبدائيات النواة في عدة مناطق بينما يتناسخ الـ DNA. كل منطقة مُفردة من الكروموسوم تتضاعف كقسم، والتي قد تختلف أطوالها ما بين 10.000 إلى مليون زوج قاعدة. ونتيجة لذلك، تتكرر مناطق تضاعف متعددة على طول كروموسوم بدائيات النواة الكبير في نفس الوقت. تبدو أصول التضاعف المتعددة كفقاعات في شريط الـ DNA، كما هو موضح في **الشكل 12**.

في بدائيات النواة، يفتح شريط الـ DNA الدائري عند أحد أصول التناسخ كما هو موضح في **الشكل 12**. لاحظ في الشكل أن تناسخ الـ DNA يحدث في اتجاهين، تمامًا كما في حقيقيات النواة. تذكر أن الـ DNA لبدائيات النواة أقصر منه في حقيقيات النواة ويبقى في السيتوبلازم، غير معبأ داخل نواة.

ح تطوير المفاهيم

د م ض م **توضيح مفهوم خاطئ**

اسأل الطلاب: اشرح علاقة تضاعف *DNA* بالانقسام المتساوي والانقسام المنصف والتكاثر. يجب أن يتضاعف DNA قبل أن تحدث الخطوات الأخرى.

لا يربط الطلاب دائمًا بين تضاعف DNA والانقسام المتساوي والانقسام المنصف والتكاثر. وضّح أنّ هذه العمليات تعتمد على تضاعف DNA مسبق لمضاعفة الكروموسومات لكي تنتقل الجينات إلى خلايا الذريّة.

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م **نشاط** ارسم على السبورة تسلسل DNA بطول 20 نيوكليوتيدًا تقريبًا وتسلسل DNA نفسه يحتوي على جزء مجزَّأ عند بدء التضاعف. واطلب من الطلاب نسخ هذا وإنهاء التضاعف في رسم ثالث بكتابة الشريط المتمم.

التقويم التكويني

التقييم كلّف الطلاب كتابة ملخص تفصيلي خطوة بخطوة لعملية تضاعف DNA. واطلب منهم تبادل أوراقهم مع زملائهم واطلب من الزملاء تقييم الملخص لتحديد ما إذا كانت فاتتهم أي خطوات أو معلومات مهمة.

المعالجة اطلب من الطلاب كتابة الأسئلة التي تجول بخاطرهم حول DNA وعملية التضاعف. واجمع أسئلة الطلاب واقرأها بصوت عالٍ. اطلب من طالب متطوع قراءة النص ذي الصلة في الكتاب بصوت عالٍ.

القسم 2 التقويم

ملخص القسم

- تشترك الإنزيمات، وهيليكاز الـ DNA، وبريميز RNA، إنزيم DNA، وإنزيم ليجاز الـ DNA في عملية تناسخ الـ DNA.
- يتم بناء الشريط المتقدم باستمرار؛ بينما يُبنى الشريط المتأخر بشكل متقطع مكونة شظايا أوكازاكي.
- يفتح الـ DNA لبدائيات النواة في أصل مفرد من التناسخ؛ حيث يكون الـ DNA لحقيقيات النواة ذي أصول تناسخ متعددة.

فهم الأفكار الأساسية

1. الفكرة الأساسية **وضّح** متوالية شريط نموذجي إذا كانت متوالية شريط غير نموذجي هي 3′ATGGGGCGC 5′.
2. **صِف** دور إنزيم هيليكاز الـ DNA، وإنزيم بلمرة الـ DNA، وإنزيم ليجاز الـ DNA.
3. **وضّح** بالتمثيل البياني طريقة بناء الشرائط المتقدمة والمتأخرة.
4. **اشرح** لماذا يعد تناسخ الـ DNA أكثر تعقيدًا في حقيقيات النواة عن البكتيريا.

فكّر بشكل ناقد

الرياضيات في علم الأحياء

5. إذا كانت بكتيريا ايشيريشيا (Ecoli) تُبني الـ DNA بمعدل 100.000 نيوكليوتيد/دقيقة، وتستغرق 30 دقيقة لتناسخ الـ DNA، فكم عدد أمواج القواع في كروموسوم الإشريكية القولونية؟

www.almanahj.com

القسم 2 التقويم

1. 3′ TACCCCGCG 5′
2. هيليكيز DNA هو إنزيم يفك DNA. وإنزيم بلمرة DNA هو إنزيم يبني شريط DNA الجديد أثناء التضاعف، ويربط ليجاز DNA قطع أوكازاكي DNA معًا.
3. يجب أن تُظهر الرسومات التخطيطية أنّ الأشرطة المتقدمة تتكوّن باستمرار، بينما تتكوّن الأشرطة المتأخرة في شكل قطع ترابط لاحقًا.
4. يُعدّ تركيب الكروموسوم أكثر تعقيدًا كما يحتوي الكروموسوم على عدد أكبر من الخلايا حقيقية النواة. لدى الخلايا حقيقية النواة أصول تضاعف متعددة، أمّا بدائيات النواة فلديها أصل تضاعف واحد فقط.
5. 3,000,000 من أزواج القاعدة

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 423 1/26/2017 5:32:11 PM

القسم 3

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م **مخطط البروتين**

اسأل الطلاب: لنفترض أنّك ستبني بيتًا. ما الذي يتعيّن عليك القيام به أولًا؟ سيحتاج المهندس أولًا إلى رسم خطة للبيت أو مخطط، لتوضيح تصميم البيت. ضع تشبيهًا لمهندس (خلية) بحاجة إلى خطط من أجل بناء بيت (بروتين). **عند رسم الخطة، ما الذي يحدث بعد ذلك؟** يجب على المقاول قراءة الخطط ويجب كذلك تعيين حدود المنطقة التي سيتم بناء المنزل فيها. استخدم هذا التشبيه مع mRNA (المقاول) الذي يقرأ خطط DNA ويحمل الرسالة إلى موقع البناء (الرايبوسوم). سيتم إحضار المواد (الأحماض الأمينية) وفقًا للخطط بواسطة شاحنات التوصيل (tRNA). وستتطلب العملية الكاملة لبناء المنزل (البروتين) دفع مبلغ كبير من المال (الطاقة) إلى المهندس (الخلية).

دعم الكتابة

د م ض م ف م

كتابة إبداعية عندما يقرأ الطلاب النص الذي يأتي تحت عنوان المبدأ المركزي، اطلب منهم التفكير في تشبيه DNA بوصفة طعام في أحد كتب الطهي. وعند قراءة النصّ، نظِّم الطلاب في مجموعات ثنائية واطلب منهم كتابة وصفة طعام توضِّح هذا التشبيه بصورة أفضل. من بين الأمثلة المناسبة إعداد كعكة (البروتين) مع تشبيه وصفة الطعام بشفرة DNA، وتشبيه الأواني بـ RNA، وتشبيه المكوّنات بالأحماض الأمينية. إلا أنّ الاختلاف هو أنّ الوصفات لا يجب أن تتبع التسلسل نفسه دائمًا، بينما يجب وضع كل من DNA و RNA والبروتين بالترتيب.

خلفية عن المحتوى

الربط بالحياة اليومية إنّ الاستثناء الوحيد المتعلق بالمبدأ المركزي موجود في إنزيم النسخ العكسي، الذي تم اكتشافه في ما يُسمى بالفيروس الراجع. وتتضمن هذه الفيروسات فيروس نقص المناعة البشري (HIV)، وهو الفيروس المسبب لمرض الإيدز. الجدير ذكره أنّ المادة الوراثية للفيروس الراجع هي RNA بدلًا من DNA. وعندما يغزو الفيروس الراجع إحدى الخلايا، يحوّل إنزيم النسخ العكسي RNA إلى DNA.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 3

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- كيف يشترك كل من RNA الرسول، و RNA الرايبوزي، وRNA الناقل في نسخ وترجمة الجينات؟
- ما دور إنزيم بلمرة RNA في بناء RNA الرسول؟
- كيف يتم ترجمة شفرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين داخل RNA الرسول واستخدامها لبناء البروتين؟

مفردات للمراجعة

البناء Synthesis: تركيب أو مزج عدة أجزاء معًا لتشكل وحدة واحدة.

مفردات جديدة

الحمض النووي الرايبوزي RNA
RNA الرسول messenger RNA
RNA الرايبوزومي ribosomal RNA
RNA الناقل transfer RNA
النسخ transcription
إنزيم بلمرة RNA
إنترون intron
إكسون exon
كودون codon
الترجمة translation

الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (DNA) والحمض النووي الرايبوزي (RNA) والبروتين

الفكرة الأساسية **شفرات الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين، أيها يوجه بناء البروتين.**

روابط من القراءة بالحياة اليومية يكتب مبرمجو الحاسب الآلي برامجهم باستخدام لغة أو شفرة معينة. صَمم الحاسب الآلي لقراءة الشفرة والقيام بوظيفة ما. كما في شفرة البرمجة، يحتوي الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين على شفرة ترسل إشارات للخلية لأداء وظيفة ما.

المبدأ المركزي

أحد أهم سمات النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين التي مازالت غامضة بعد أعمال واطسون، هي كيف لعب الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين دور الشفرة الوراثية بغرض بناء البروتينات. تذكر أن البروتينات تعمل كلبنات بناء هيكلية للخلايا، كما تعمل أيضًا كإنزيمات.

يقبل علماء الوراثة حاليًا بأن الآلية الأساسية لقراءة والتعبير عن الجينات هي من الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (DNA) إلى الحمض النووري الرايبوزي (RNA) إلى البروتين. تمر جميع الكائنات الحية بسلسلة الأحداث تلك، بداية من البكتيريا وصولًا إلى الإنسان. يشير العلماء لتلك الآلية بالمبدأ المركزي للأحياء: شفرات الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين توجه بناء البروتين.

الحمض النووري الرايبوزي (RNA) هو حمض نووي مشابه للحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (DNA). ولكن، يحتوي الحمض النووي الرايبوزي على الرايبوز، وتحل قاعدة اليوراسيل محل الثايمين، وعادةً ما تكون ذات شريط واحد. توجد ثلاثة أنواع رئيسة من الحمض النووي الرايبوزي في جميع الخلايا الحية. جزيئات **RNA الرسول (mRNA)** عبارة عن شرائط طويلة من نيوكليوتيدات الـ RNA التي تكونت مُكمِلة لأحد شرائط الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين، والتي تنتقل من النواة إلى الرايبوسوم لتوجيه بناء نوع محدد من البروتينات. **RNA الرايبوزومي (rRNA)**، هي أحد أنواع الحمض النووي الرايبوزي التي يرتبط بالبروتين لتكوين الرايبوسوم. ثالث أنواع الحمض النووي الرايبوزي هو **RNA الناقل (tRNA)**، وهو عبارة عن قطع من نيوكليوتيدات الحمض النووي الرايبوزي التي تنقل الأحماض الأمينية للرايبوسوم. **جدول 2** يقارن بين بنية ووظيفة كل من الثلاث أنواع للحمض النووي الرايبوزي.

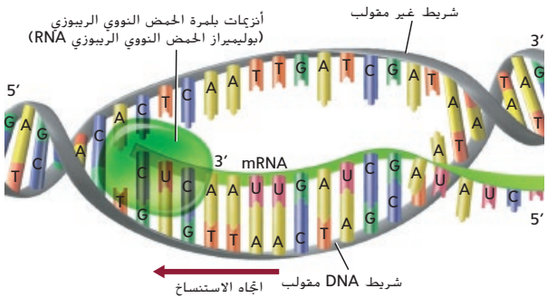
www.almanahj.com

الجدول 2 قارن بين الثلاثة أنواع للحمض النووي الرايبوزي (RNA)

الاسم	RNA الرسول	RNA الرايبوزومي	RNA الناقل
الوظيفة	يحمل المعلومات الجينية من الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين داخل النواة لتوجيه بناء البروتينات في السيتوبلازم.	يرتبط بالبروتين لتكوين الرايبوسوم	ينقل الأحماض الأمينية إلى الرايبوسوم
مثال			

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 424 1/26/2017 5:32:12 PM



■ **الشكل 13** ينمو الحمض النووي الرايبوزي في الاتجاه 5′ إلى 3′.

حدّد **الإنزيم المسؤول عن إضافة النيوكليوتيدات إلى الحمض النووي الرايبوزي النامي.**

النسخ هي أول خطوة من المبدأ المركزي والتي تتضمن بناء RNA الرسول من الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين من خلال عملية يطلق عليها **النسخ**. يتم نقل شفرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين عن طريق النسخ إلى RNA الرسول في النواة، ثم ينقل RNA الرسول الشفرة إلى السيتوبلازم من أجل بناء البروتين. تابع عملية النسخ من خلال **الشكل** 13. يتم فك الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين داخل النواة ويرتبط **إنزيم بلمرة RNA** – وهو الإنزيم المسؤول عن تنظيم عملية بناء الحمض النووي الرايبوزي – بقسم محدد حيث يتم بناء RNA الرسول. بينما ينحل شريط الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين، يبدأ إنزيم بلمرة RNA في عملية بناء RNA الرسول وينقل إحدى شرائط الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين إلى اتجاهية 3′ إلى 5′. يطلق على شريط الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين الذي يُقرأ بواسطة إنزيم بلمرة RNA، الشريط النموذجي، ويتم بناء RNA الرسول بصفته مكملاً لنكليوتيدات الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين. ويطلق على شريط الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين غير المستخدم كشريط نموذجي اسم الشريط غير النموذجي. يتم بناء نسخة RNA الرسول في اتجاه 5′ إلى 3′، مع إضافة كل نكليوتيد حمض نووي رايبوزي إلى نهاية 3′. يتم دمج اليوراسيل بدلاً من الثايمين أثناء بناء RNA الرسول. في نهاية المطاف، يتم إطلاق RNA الرسول، وينفصل إنزيم بلمرة RNA عن الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين. ينتقل حينها RNA الرسول الجديد إلى خارج الخلية عبر مسام نووية إلى داخل السيتوبلازم.

التأكد من **فهم النص** **اشرح** الاتجاه المستخدم عند بناء نسخة RNA الرسول.

معالجة الحمض النووي الرايبوزي عندما قارن العلماء طول شفرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين مع RNA الرسول الذي يتم تشفيره في النهاية ليصبح بروتين، اكتشفوا أن شفرة RNA الرسول أقصر بشكل ملحوظ من شفرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين. وبناءً على فحص أكثر دقة، اكتشفوا أن شفرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين يقاطعها دوريًا عدد من المتواليات التي لا توجد في RNA الرسول النهائي. وتُعرف تلك المتواليات بالمتواليات الاعتراضية، أو **الإنترونات**. ويطلق على متواليات التشفير الباقية في RNA الرسول النهائي اسم **الإكسونات**. في حقيقيات النواة يُبنى RNA الرسول الأصلي من النواة التي يطلق عليه أحياناً طلائع RNA الرسول والذي يحتوي على شفرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين كاملةً. قبل مغادرة طلائع RNA الرسول للنواة، يتم استئصال الإنترونات منها. تتضمن أحد طرق معالجة طلائع RNA الرسول الأخرى إضافة قلنسوة وقاية على النهائية 5′ وإضافة ذيل متعدد الأدينوزين عند النهائية 3′ من RNA الرسول. أظهرت الأبحاث أن القلنسوة تساعد في التعرف على الرايبوسوم، بينما تظل أهمية الذيل متعدد الأدينوزين مجهولة. يصل RNA الرسول المُعالج إلى الرايبوسوم.

المطويات

أضف المعلومات التي حصلت عليها من هذا القسم إلى مطويتك.

www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

ح تطوير المفاهيم

د م ض م

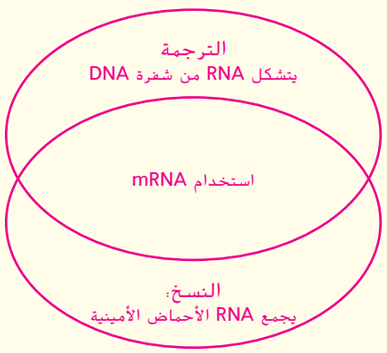
توضيح مفهوم خاطئ

اسأل الطلاب: هل يُصنَع *mRNA* من جانبي *DNA* أم من جانب واحد فقط؟ جانب واحد: الشريط القالب

يواجه الطلاب غالبًا صعوبة في فكرة أنّ mRNA مصنوع من جانب واحد لمادة DNA. شدّد على الاختلاف بين الشريط القالب والشريط غير القالب في كل مرة تكتب فيها عن أشرطة DNA أو تتحدث عنها في عملية النسخ. يجب أن يتمكن الطلاب من شرح أنّ أحد جانبي DNA هو الشريط القالب وأنّ الجانب الآخر هو الشريط غير القالب.

المطويات

لمزيد من التعمّق كلّف الطلاب رسم مخطّط على الجهة الخلفية من مطوياتهم واستخدامه للمقارنة والمقابلة بين الترجمة والنسخ.



■ **سؤال حول الشكل 13** إنزيم بلمرة RNA

خلفية عن المحتوى

معلومات للمعلم يرتبط إنزيم بلمرة RNA بمنطقة DNA يُطلق عليها المحفّز، وهي عبارة عن تسلسل بالقرب من بداية الجين. ويُطلق على المنطقة التي تُفَكُّ فيها مادة DNA بواسطة إنزيم بلمرة RNA اسم "فقاعة النسخ". داخل الفقاعة، يظل حمض RNA المركّب حديثًا مزدوجًا مع قالب DNA. وفي الأجزاء الموجودة خلف الفقاعة التي تم نسخها، يعيد حمض DNA تشكيل لولبي مزدوج ويتخلص حمض RNA من المركّب باعتباره شريطًا أحاديًا.

التأكد من فهم النص يتم بناء mRNA في اتجاه من 5′ إلى 3′.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 425 1/26/2017 5:32:12 PM

تطوير المفاهيم

د م ض م

توضيح مفهوم خاطئ

اسأل الطلاب: ما الذي يفسر أوجه الشبه بين جميع البشر؟ تشكّل التسلسلات المتشابهة لحمض DNA الجينات. **ما الذي يفسر أوجه الاختلاف بين الأفراد؟** تشكّل التسلسلات الفريدة لحمض DNA الجينات قد يفهم الطلاب أنّ الاختلافات الجينية تفسّر السمات الوراثية الفردية، لكنهم قد لا يدركون أنّ الجينات تفسّر أيضًا أوجه الشبه بين البشر. وتفسّر شفرة تسلسلات DNA الشائعة الصفات البشرية العامة، وتفسّر أوجه الاختلاف في شفرة تسلسلات DNA السمات الوراثية التي تجعل كل شخص مميزًا عن غيره.

ن التفكير الناقد

د م ض م

قارن

اسأل الطلاب: كيف يمكن مقارنة فك شفرة *DNA* بقراءة الموسيقى؟ تمثّل النوتات الموسيقية شفرة لصوت معيّن. ويعرف الموسيقي الذي يقرأ النوتات الصوت الذي سيعزفه. كذلك، تمثّل شفرة DNA الأحماض الأمينية وحمض RNA. وتترجم الرايبوسومات هذه الشفرة وتجمع الأحماض الأمينية في البروتينات. كما يشبه كل كودون النوتة وتجتمع النوتات لتنتج الموسيقى.

م تدريب المهارات

د م ض م ف م

الثقافة المرئية

كلّف الطلاب فحص قاموس الشفرة الموجود في الشكل 14.

اسأل الطلاب: كم تبلغ عدد شفرات الكودونات لأي حمض أميني؟ 61 **كم عدد شفرات الكودونات لكودون "الإيقاف"؟** 3 **ما الحمض الأميني المشفر بكودون *AUG*؟** المثيونين **ما الذي يميّز هذا النوع من الكودونات (*AUG*)؟** يمثّل هذا الكودون كودون البدء (حيث تبدأ عملية التشفير) لكل أحماض mRNA.

■ **سؤال حول الشكل 14** AUG—UCU/UCC/UCA/UCG/AGU/AGC—CAU/CAC—UGG—UAA/UAG/UGA

القاعدة الأولى	القاعدة الثانية U	القاعدة الثانية C	القاعدة الثانية A	القاعدة الثانية G	القاعدة الثالثة
U	UUU فينيلالانين	UCU سيرين	UAU تيروزين	UGU سيستياين	U
	UUC فينيلالانين	UCC سيرين	UAC تيروزين	UGC سيستياين	C
	UUA لوسين	UCA سيرين	UAA توقف	UGA توقف	A
	UUG لوسين	UCG سيرين	UAG توقف	UGG تريبتوفان	G
C	CUU لوسين	CCU بروولين	CAU هستدين	CGU أرجينين	U
	CUC لوسين	CCC بروولين	CAC هستدين	CGC أرجينين	C
	CUA لوسين	CCA بروولين	CAA غلوتامين	CGA أرجينين	A
	CUG لوسين	CCG بروولين	CAG غلوتامين	CGG أرجينين	G
A	AUU إيزولويسين	ACU ثريونين	AAU أَسْباراجين	AGU سيرين	U
	AUC إيزولويسين	ACC ثريونين	AAC أَسْباراجين	AGC سيرين	C
	AUA إيزولويسين	ACA ثريونين	AAA ليسين	AGA أرجينين	A
	AUG (بدء) ميثيونين	ACG ثريونين	AAG ليسين	AGG أرجينين	G
G	GUU فالين	GCU ألانين	GAU أَسْبارْتات	GGU غليسين	U
	GUC فالين	GCC ألانين	GAC أَسْبارْتات	GGC غليسين	C
	GUA فالين	GCA ألانين	GAA, غلوتامات	GGA غليسين	A
	GUG فالين	GCG ألانين	GAG, غلوتامات	GGG غليسين	G

■ **الشكل 14** يأتي هذا "القاموس" للشفرة الوراثية مفيدًا لمعرفة شفرة الكودونات لكل حمض أميني.

حدد المتواليات المُحتملة لإنتاج سلسلة الحمض الأميني: بدء–سيرين–هستيدين–تريبتوفان–توقف.

الشفرة

بدأ علماء الأحياء في افتراض أن تعليمات بناء البروتين مشفّرة في الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين. ان تنوّع الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين بين الكائنات الحية. يعود إلى طريقة واحدة وهو توالي القواعد. وتعرف العلماء أيضًا على 20 نوعًا من الأحماض الأمينية المستخدمة في بناء البروتينات، وبذلك عرفوا أنه يجب على الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين توفير 20 نوعًا على الأقل من الشفرات.

الربط بالرياضيات تستند فرضية كيفية تكوين قواعد الشفرة إلى الرياضيات والمنطق. إذا كانت كل قاعدة مُشفرة لصالح حمض أميني مفرد، حينها يمكن لأربعة قواعد أن يحملوا شفرات لأربعة أحماض أمينية. وإذا كانت كل قاعدتين مُشفرتين لصالح حمض أميني مفرد، حينها يمكن لأربعة قواعد أن يحملوا شفرات لـ 16 حمض أميني (4×4 أو 4^2). ولكن، إذا كانت هناك مجموعة تتكون من ثلاثة قواعد مُشفرة لحمض أميني مفرد، حينها يكون هناك 64 (4^3) شفرة محتملة. ويوفر هذا أكثر من الـ 20 شفرة اللازمة لـ 20 حمض أميني، ولكن هل أصغر تركيب للقواعد يمكن أن يوفر الشفرات الكافية اللازمة للأحماض الأمينية.

هذا المنطق يعني أن الشفرة ليست موجودة في أزواج القاعدة ذاتها، ولكن يجب أن تعمل بجانب شريط واحد من الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين. أظهرت التجارب التي أجريت في سيتينات القرن الماضي أن شفرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين هي بالفعل شفرة ثلاثية القاعدة. تُسمى الشفرة ثلاثية القاعدة الموجودة في الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين أو RNA الرسول **كودون**. يتم نسخ كل من القواعد الثلاث للكودون الموجودة في الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين في شفرة RNA الرسول. **الشكل** 14 يوضح "قاموس" الشفرة الوراثية. لاحظ أن الثلاثة كودونات تنتمي إلى حمض أميني محدد، وهي عبارة عن كودونات للإيقاف. يشفر كودون AUG للميثيونين ويعمل أيضًا كودون بدء.

الترجمة بمجرد بناء ومعالجة RNA الرسول ينتقل إلى الرايبوسوم. في حقيقيات النواة، يعني هذا أنه يجب على RNA الرسول مغادرة النواة والدخول إلى السيتوبلازم. بمجرد دخوله إلى السيتوبلازم يتصل النهاية '5 في RNA الرسول بالرايبوسوم. هذا هو المكان حيث تتم قراءة وترجمة الشفرة لبناء البروتين من خلال عملية يطلق عليها **الترجمة**. ادرس **الشكل** 15 أثناء تعلم الترجمة.

في الترجمة، تعمل جزيئات RNA الناقل كمفسرين لمتوالية كودون RNA الرسول. ينطوي RNA الناقل ليتخذ شكل ورقة نبات البرسيم ويتم تفعيله بواسطة إنزيم يعمل على توصيل حمض أميني محدد إلى النهاية '3 حيث يقع في وسط الشريط المنطوي متوالية تشفير ثلاثية القاعدة يطلق عليها اسم "كودون مضاد". كل كودون مضاد يُكمل كودون في RNA الرسول. على الرغم من أن الشفرة في الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين والحمض النووي الرايبوزي تُقرأ '5 إلى '3، يُقرأ الكودون المضاد '3 إلى '5.

www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مقتطف من بحث

الثقافة المرئية تشير البحوث في مجال التربية إلى أنّ استخدام منظمات البيانات كمنظم البيانات الموضّح في صفحة 337 يمكن أن يساعد الطلاب ذوي مهارات التفكير العليا مثل عقد المقارنات. من خلال توفير التوضيح المرئي للمعلومات، يستطيع المعلمون تقديم العديد من أساليب التعلم وتلبية احتياجاته. (Horowitz, 1985)

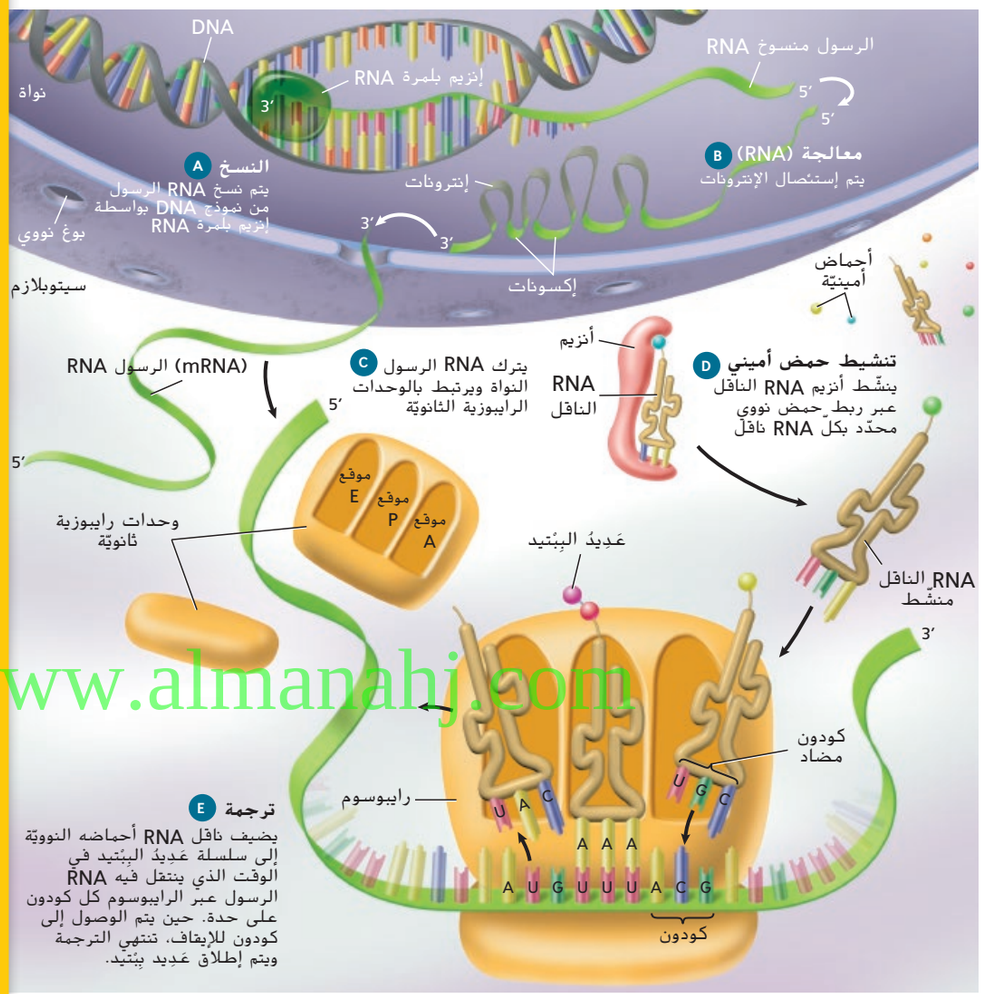
التدريس المتمايز

إعاقة بدنية عند التعامل مع طلاب ذوي إعاقات بدنية، تعرّف على مواطن قوتهم وقدراتهم. وعندما يعمل الطلاب في مجموعات، لا بد من تعيين المهام بحيث يتسنى للطلاب ذوي الإعاقات البدنية الشعور بالمسؤوليات التي تستفيد من قدراتهم حتى يمكنهم المساهمة بشكل فعلي في مهمة مجموعتهم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تصوُّر النسخ والترجمة

الشكل 15
يحدث النسخ في النواة. تحدث الترجمة في السيتوبلازم وينتج عنها تكون البوليبيتيدات.



www.almanahj.com

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

الهدف

أن يفهم الطلاب عملية نسخ DNA وترجمته.

تطوير المفاهيم

د م ض م التعلّم التعاوني **النشاط**

وضّح أنّ الكلمات "فصل" و"مصل" و"صلب" تختلف كلها في حرف واحد فقط، ومع ذلك تختلف معانيها تمامًا. وبالطريقة نفسها، يمكن أن يُسبب حرف واحد في كودون DNA اختلافًا كبيرًا في الحمض الأميني المُدخل في البروتين. كلّف الطلاب تشكيل مجموعات مكوّنة من ثلاثة طلاب والتوصل إلى تشبيهات كلامية أخرى مشابهة للكودونات التي تختلف في حرف واحد فقط مثل الكلمات "فصل" و"مصل" و"صلب".

دعم الكتابة

د م ض م **كتابة إبداعية** اطلب من الطلاب كتابة جملة بسيطة في كراساتهم، ثم اطلب منهم تبديل الحروف. على سبيل المثال "نام كلب على فرش قطة" لتصبح "امك لبع ليف رشق طتن". وضّح أنّ الكلمات المكوّنة من ثلاثة أحرف تمثّل الكودونات.

عرض توضيحي

النسخ والترجمة ارسم على السبورة أحرف النيوكليوتيدات التي تمثل قطعة من DNA ثنائي الأشرطة. وامسح جزءًا من جانب واحد وأعد رسم جزء من جانب محدد بصورة منفصلة لتوضيح عملية التجزئة. ثم أضف إنزيمات بلمرة RNA وابدأ في تكوين mRNA على أحد الجانبين (القالب). وأظهر بسهم حمض RNA وهو يغادر النواة، واطلب من الطلاب فك شفرة mRNA إلى حمض أميني عديد الببتيد. الوقت المقدّر: 10 min

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 427 1/26/2017 5:32:16 PM

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م **النشاط** ارسم جزءًا صغيرًا من DNA على السبورة، وارمز إلى أحد الجانبين بشريط التشفير أو القالب وإلى الجانب الآخر بالشريط المتمم أو غير المشفر. كلّف الطلاب فك رموز الشفرة إلى مقاطع من الأحماض الأمينية.

ح تطوير المفاهيم

د م ض م

توضيح مفهوم خاطئ

اسأل الطلاب: هل "يؤثر" بناء البروتين في طاقة الخلية؟ نعم قد لا يفهم الطلاب أنّ بناء البروتين يحتاج إلى طاقة، كما هو الحال في جميع عمليات البناء الحيوي.

مساحة لتحليل البيانات 1

توضيحات عن الموضوع

• انظر أيضًا Liu, J., P. Feldman و2002 .T. D. Chung. مراقبة في الوقت الحقيقي لعملية النسخ المختبري باستخدام البيكونات الجزيئية. سجلات الكيمياء الحيوية 300: 45–40.

فكّر بشكل ناقد

1. ارتفعت مستويات التفلور إلى أعلى مستوى لها على الإطلاق في RNA البكتيري والفيروسي غير المعالج بالريفامبين.
2. يتم تثبيط بناء RNA.
3. تتأثر بكتيريا ايشيريشيا كولاي والمتفطرة اللخنية بشدة بالريفامبين. بينما يتأثر RNA الفيروسي بدرجة طفيفة.

نصيحة دراسية

مخطط انسيابي ارسم مخطط انسيابي يربط عمليات تناسخ ونسخ، وترجمة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين.

دور الرايبوسوم يتكون الرايبوسوم من وحدتين فرعيتين، كما هو موضح في **الشكل 15**. تلك الوحدتين الفرعيتين غير مرتبطتين طالما لم يشتركا في ترجمة البروتين. عندما يغادر RNA الرسول النواة، يجتمع جزئي الرايبوسوم ويتصلا بـ RNA الرسول ليكتمل الرايبوسوم. بمجرد الاتباط RNA الرسول مع الرايبوسوم، ينتقل RNA الناقل ذو الكودون المضاد CAU والذي يحمل ميثيونين ويرتبط بكودون البدء AUG في RNA الرسول عند النهاية '5 حيث يوجد أخدود ببنية الرايبوسوم يطلق عليه اسم المقر الببتيديلي؛ حيث ينتقل إليه RNA الناقل المُكمل لـ RNA الرسول.

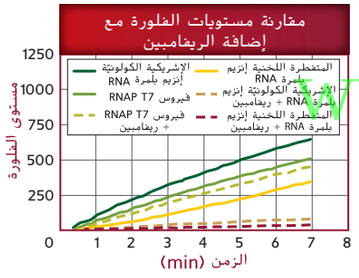
ينتقل RNA ناقل آخر إلى أخدود أخر في الرايبوسوم يطلق عليه اسم المقر الأمينوأسيلي، ويتواصل مع الكودون التالي في RNA الرسول. الكودون التالي هو UUU؛ حيث ينتقل RNA الناقل الحامل للكودون المضاد AAA حاملًا معه الحمض الأميني فينيل ألانين.

يعمل جزء من RNA الرايبوزي في الرايبوسوم الآن كإنزيم لتحفيز تكوين رابطة بين الحمض الأميني الجديد في المقر الأمينو أسيلي والحمض الأميني في المقر الببتيديلي. بينما يتحد كل من الحمضين الأمينيين، ينطلق RNA الناقل في المقر الببتيديلي إلى مقر ثالث يطلق عليه مقر الخروج؛ حيث يخرج من الرايبوسوم. يتحرك الرايبوسوم بحيث ينتقل RNA الناقل الموجود في المقر الأمينو أسيلي إلى المقر الببتيديلي، كما هو موضح في **الشكل 15**. يدخل الآن RNA ناقل جديد إلى المقر الببتيديلي بحيث يُكمل الكودون التالي على RNA الرسول. تستمر تلك العملية في إضافة وربط الأحماض الأمينية بالمتوالية المُحددة بواسطة RNA الرسول.

يستمر الرايبوسوم في التحرك نحو المقر الأمينوأسيلي الذي يتضمن كودون الإيقاف. يرسل كودون الإيقاف إشارة تفيد بانتهاء عملية بناء البروتين ولا يُكمل أي RNA ناقل. استدعاء البروتينات لعوامل التحرير يتسبب في تحرير RNA الرسول من آخر RNA ناقل. وينقسم الرايبوسوم إلى وحدات فرعية ويتفكك وبالتالي تنتهي عملية بناء البروتين.

مساحة لتحليل البيانات 1

البيانات والملاحظات



استنادًا إلى دراسات*

تفسير البيانات

كيف يمكن للفيروس التأثير على عملية النسخ؟ لدراسة بناء الحمض النووي الرايبوزي استخدم مجموعة من العلماء منارة جزيئية فلورية لتعقب الجزيئات. تتألق تلك المنارة عندما ترتبط بالحمض النووي الرايبوزي المبنى حديثًا. يزداد التفلور كلما زاد طول سلسلة الحمض النووري الرايبوزي. وهكذا، يمكن استخدام المنارة لمتابعة بناء الحمض النووري الرايبوزي.

في تلك التجربة، أضاف العلماء المضاد الحيوي ريفامبين إلى إنزيم بلمرة RNA من فيروس (T7 RNAP)، الإشريكية القولونية (إي كولاي إنزيم الحمض النووي الرايبوزي)، والمتفطرة اللخنية (إنزيم الحمض النووي الرايبوزي) وتابعوا عملية بناء الحمض النووري الرايبوزي.

فكّر بشكل ناقد

1. **صِف** العلاقة بين مستوى الفلورة والزمن لكل تجربة لم يتم تعريضها للريفامبين.
2. **استدلّ** ما العلاقة بين مستوى الفلورة والزمن والتي تدل على ما يحدث في كل حالة عند إضافة الريفامبين.
3. **فسّر** أيّ من المخلوقات يتأثر بناء الحمض النووي الرايبوزي لديها أكثر بالمضاد الحيوي ريفامبين.

*مصدر البيانات: ماراس، سلفاتور إيه. إي وآخرون. 2004. قياس الوقت الحقيقي للنسخ في المختبر. *Nucleic Acids Research 32.9.e: 72*.

www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

خلفية عن المحتوى

التنوع الثقافي جاء اكتشاف الشفرات الفردية المكوّنة من ثلاثة أحرف من خلال تجارب أجراها العالمان البريطانيان فرانسيس كريك وسيدني برينر وعالم فسيولوجيا النبات الألماني هاينريش ماتاي وعالم الكيمياء الحيوية مارشال نيرينبيرج وعالم الجينات الأمريكي فيليب ليدر. استخدم كريك وبرينر ذريات تعرّضت لطفرات مع حذف نيوكليوتيد واحد أو اثنين أو ثلاثة أو إضافتها لإثبات أنّ الشفرة كانت شفرة مكوّنة من ثلاثة أحرف. أما نيرينبيرج وماتاي وليدر، فقد استخدموا تقنية بناء أحماض mRNA لحل معظم مخططات الشفرة حيث استطاع نيرينبيرج وليدر بناء أحماض mRNA ثلاثية النيوكليوتيدات قصيرة للانتهاء من حل مخطط الشفرة في ستينيات القرن العشرين.

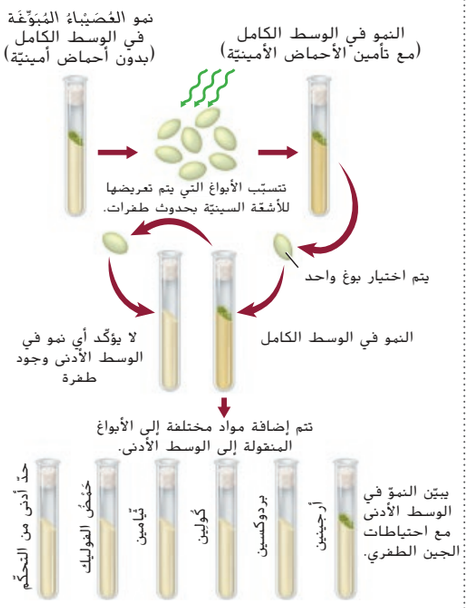
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جين واحد – إنزيم واحد

ما أن اكتشف العلماء طريقة عمل الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين كشفرة، حتى تحتم عليهم معرفة العلاقات بين الجينات والبروتينات التي يضع شفرتها. وجاءت التجارب التي أجريت على عفن العصيباء المبوغة الأولى لتوضح العلاقة بين الجينات والإنزيمات. وفي أربعينات القرن الماضي، قدم كل من جورج بيدل وإدوارد تاتوم الدليل على أنه يمكن لجين واحد أن يُشفر إنزيم واحد. لقد درس أبواغ العفن المتحورة بسبب التعرض للأشعة السينية. ادرس **الشكل** 16 لمزيد من المتابعة لتجربتهم.

عادةً ما يمكن لعفن العصيباء المبوغة أن ينمو فوق وسيط سطحي لا يوفر أي أحماض أمينية، ويطلق على هذا النوع من الوسائط الوسيط الأدنى. يوفر الوسيط الكامل جميع الأحماض الأمينية التي تحتاج إليها العصيباء المبوغة لتعمل. وتعرضت الأبواغ في تجربة بيدل وتاتوم، للأشعة السينية ونما وسيط كامل بفضل ذلك. ولاختبار أحد الأبواغ المتحورة، زرع العلماء أبواغ على وسيط أدنى، وعندما عجز أحد الأبواغ عن النمو فوق وسيط أدنى، تم اختبار التحور لمعرفة نوع الحمض الأميني الذي ينقصها. وفي المقابل عندما نما أحد الأبواغ من نوع العفن على وسيط أدنى مع مُكمل مثل الأرجينين، افترض كل من وتاتوم أن البوغ المتحور ينقصه إنزيم بناء الأرجينين.

توصل كل منهما إلى ما عُرف بفرضية "جين واحد – إنزيم واحد". حاليًا، لأننا نعلم أن الإنزيمات تتكون من البوليبيتيدات، تم تعديل فرضيتهم بكل طفيف لتشير إلى حقيقة أنه جين واحد يُشفر بوليبيتيد واحد.



■ **الشكل** 16 أوضحت تجربة بيدل وتاتوم أن جين واحد مسؤول عن تشفير إنزيم واحد. ونحن نعلم أن جين واحد يُشفر بوليبيتيد واحد.

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م **الدعم التدريجي**

اسأل الطلاب: حدّد الكائن الحي الذي أجرى عليه بيدل وتاتوم تجاربهما. عفن العُصَيْباء المُبَوِّغَة ما الغرض من إنماء أبواغ العفن المتحولة في وسطين مختلفين؟ تنمو الذريات التي تعرّضت لطفرة فقط في الوسط المكتمل. ولكي يتم اختبار ما إذا كان بوغ العفن مجرد ذريّة تعرّضت لطفرة، كان لا بد من إثبات أنّه لا يمكنه النمو في وسط الحد الأدنى.

صمّم وارسم مجموعة أخرى من النتائج الخاصة ببوغ العفن من ذريّة النياسين التي تعرّضت لطفرة. لا بدّ أن تكون الرسومات شبيهة بالشكل 16، لكن النموّ يحدث فقط في أنبوب النياسين.

التقويم التكويني

التقييم اكتب تسلسلًا واحدًا لشريط قالب DNA على السبورة. واطلب من الطلاب كتابة التسلسل المتمم وتسلسل mRNA وناقل أحماض RNA وتسلسل الأحماض الأمينية للمركّب عديد الببتيد الناتج عن هذه الشفرة.

المعالجة استخدم لعبة قوالب البناء المتشابكة مستعينًا بألوان تمثل القواعد وفقًا لما يلي: أحمر = A، وأخضر = G، وأصفر = C، وأسود = T، وأزرق = U. ثم قم ببناء شريط DNA القالب مستخدمًا القوالب. واطلب من الطلاب بناء شريط DNA المتمم، وشريط mRNA وأشرطة tRNA. اطلب منهم فك شفرات ألوان القوالب لتحديد الأحماض الأمينية المشفرة.

القسم 3 التقويم

ملخص القسم

- يشترك ثلاثة أنواع رئيسة من الحمض النووي الرايبوزي في بناء البروتين: RNA رسول، RNA ناقل، RNA رايبوزي.
- يتم بناء RNA الرسول من الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين النموذجي من خلال عملية يطلق عليها النسخ.
- الترجمة هي العملية التي من خلالها يرتبط RNA الرسول بالرايبوسوم ويتم تجميع البروتين.
- يحتوي RNA رسول في حقيقيات النواة على الإنترونات التي يتم استئصالها قبل مغادرة النواة. تم إضافة قلنسوة وذيل متعدد الأدينوزين إلى RNA الرسول.
- جين واحد يُشفر بوليبيتيد واحد.

فهم الأفكار الأساسية

الفكرة الأساسية

1. **لخّص** العملية التي يتحول من خلالها شفرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين إلى بروتين.
2. **صِف** وظيفة كل مما يلي في عملية بناء البروتين: RNA الرسول، RNA الناقل، RNA الرايبوزومي.
3. **فرّق** بين الكودونات والكودونات المضادة.
4. **اشرح** دور إنزيم بلمرة RNA في بناء RNA الرسول.
5. **استنتج** لماذا تم تعديل فرضية "جين واحد، إنزيم واحد" لبيدل وتاتوم منذ تقديمها في أربعينات القرن الماضي.

فكّر بشكل ناقد

الرياضيات في علم الأحياء

6. إذا استخدمت الشفرة الوراثية أربعة قواعد كشفرة بدلاً من ثلاثة قواعد، فكم عدد وحدات الشفرة التي يمكن تشفيرها؟

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

القسم 3 التقويم

1. يتكوّن RNA من شريط DNA القالب ويُستخدم لتجميع الأحماض الأمينية في البروتينات.
2. يُعدّ rRNA المكوّن الرئيسي للرايبوسوم، وينقل mRNA الشفرة المتممة لشريط DNA القالب إلى الرايبوسوم لتكوين البروتين، بينما ينقل tRNA الأحماض الأمينية إلى الرايبوسوم لتكوين البروتين.
3. إنّ الكودونات عبارة عن وحدات شفرة ثلاثية النيوكلوتيدات على DNA أو mRNA. أما الكودونات المضادة، فعبارة عن وحدات شفرة ثلاثية النيوكلوتيدات على tRNA الذي يُتمم كودون mRNA.
4. تبدأ إنزيمات بلمرة RNA بتكوين mRNA خلال عملية النسخ.
5. ساعدت الدراسات والتجارب الأخرى العلماء في معرفة المزيد من المعلومات وإدخال مزيد من التحسينات على الفرضية.
6. $4 \times 4 \times 4 \times 4 = 4^4 = 256$

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

القسم 3 • الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (DNA) والحمض النووري الرايبوزي (RNA) والبروتين 429

CH15.indb 429 1/26/2017 5:32:17 PM

الهدف

سيصف الطلاب حسنات براءات الاختراع الخاصة بالجينات وسيّئاتها.

توجيه استباقي

اسأل الطلاب: ما الجين؟ أخبر الطلاب أنّ الجين عبارة عن وحدة وظيفية تتحكّم بظهور صفة وراثية موروثة تنتقل من جيل إلى آخر. **أين تقع الجينات في الجسم؟** أخبر الطلاب أنّ الجينات عبارة عن أجزاء من DNA، تتواجد على الكروموسومات في نواة كل خلية في جسم الإنسان.

الخلفية

ينسب العلماء فقدان السمع إلى اثنين من الجينات: كونيكسين 26 وكونيكسين 30. وقد اقترح بعضهم أن تقوم المستشفيات بإجراء فحوصات دورية للأطفال حديثي الولادة للكشف عن هذين الجينين إذا أظهرت الفحوصات الأولية فقدانهم للسمع، تمامًا كما يتم الآن إجراء فحوصات دورية للأطفال للوقاية من حالات مرضية أخرى. لكن بسبب امتلاك إحدى الشركات براءات اختراع في الجينَين، كونيكسين 26 وكونيكسين 30، أبدت منظمات مثل جمعية الباثولوجيا الجزيئية قلقها من محدودية الفحوصات لاكتشاف الجينات، وقد تمّ ذلك بالفعل. ففي الخطاب الذي وجهته جمعية الباثولوجيا الجزيئية في مايو 2009 إلى رئيس اللجنة الوزارية الاستشارية لعلم الوراثة والصحة والمجتمع، التابعة لمكتب أنشطة التقنيات الحيوية في المعاهد الوطنية لشؤون الصحة الأمريكية (NIH)، قالت الجمعية "بالتالي، إنّ براءة الاختراع هذه لا تهدد الرعاية الصحية وتحد من فرص الشفاء على مستوى الأفراد فحسب، بل تهدد الصحة العامة لشعب بأكمله".

علم الأحياء والمجتمع

من يمتلك الجينات؟

هل تستطيع شركة ما أن تمتلك أجزاء من جسم الإنسان؟ هكذا نشأ ذلك الجدل الأخلاقي منذ عام 1977، عندما بدأت الجامعات والشركات الخاصة لأول مرة سعيها للحصول على براءات الاختراع في مجال الجينات. وحتى الآن، مُنحت براءات الاختراع لما يقرب من 20 في المائة من الجينات الإنسانية. تصدرت هذه القضية عناوين الصحف منذ حصلت الشركة على براءة اختراع الجينات BRCA1 و BRCA2، والتي تم ربط طفراتها بسرطان الثدي وسرطان المبيض.

كما أثارت براءات الاختراع في مجال الجينات الزراعية أيضا جدلًا حادًا في العقود الأخيرة، قامت الشركات بتعديل الجينات في العديد من النباتات لدمجها مع الصفات المرغوب فيها، مثل مقاومة الأمراض والآفات. وحصلت الشركات على براءات اختراع نظير هذه الجينات النباتية.

ما هي براءة الاختراع؟ تمنح براءة الاختراع الحق المطلق في الربح من بيع الاختراع. عادة ما تقضي الشركات والأعمال التجارية سنوات طويلة وتنفق أموالًا طائلة من أجل إجراء بحوث على الاختراعات وتنميتها. الأرباح التي تحصل عليها الشركات من امتلاك براءات الاختراع تساعدهم على استرداد استثماراتهم، فضلًا عن توفير المال للبحث في المستقبل.

براءة الاختراع على الطبيعة ويقول المعارضون أن تسجيل براءات اختراع في مجال الجينات سوف يعيق البحث العلمي الحر والمفتوح وسوف تضر بالمرضى الذين يحتاجون عن الرعاية الطبية. وإذا كانت الشركات تملك براءات الاختراع في مجال الجينات، فيمكنها أن ترفض السماح للعلماء الآخرين باستخدام الجينات في عملهم، وربما منعهم من الاكتشافات الهامة. فارتفاع تكلفة الاختبارات الجينية والعلاجات المتعلقة بتسجيل براءات اختراع الجينات يمكن أن تمنع المرضى من تلقي العلاج.

التداعيات الزراعية تعد براءات الاختراع في مجال الجينات الزراعية مشكلة إضافية للمزارعين. إذا جلبت الرياح أو الحيوانات البذور التي تحتوي على الجينات الحاصلة على براءة اختراع لحقول المزارعين الذين لم يشتروا حقوق استخدام هذه البذور، قد تقوم الشركة الذي تحمل براءة الاختراع بمقاضاة المزارع.

فول صويا

ذرة

تزداد مساحة الأراضي المخصصة لزراعة النباتات المعدلة وراثيًا حول العالم. يعد فول الصويا والذرة محصولين عادة ما يتم تعديلهما وراثيًا.

في الماضي، خسر المزارعون قضايا المحاكم، برغم استحالة منع قوى الطبيعة من نقل البذور.

في ظل استمرار الشركات في الحصول على براءات اختراعات الجينات، لا زال الجدل قائمًا. وقد أصبح الحصول في الوقت الحالي على براءات اختراع في مجال الجينات أمرًا قانونيًا. ولكن في المستقبل، قد تغير الاعتبارات الأخلاقية والعملية المسار.

مناظرة في صف الأحياء

البحث اطلب من الطلاب إجراء بحوث أخرى على موضوع براءات اختراع الجينات. قسم الصف إلى فريقين، أحداهما يدعم براءات اختراع الجينات والأخر يعارضها، ثم قم بإجراء نقاش.

مناظرة في صف الأحياء

النشاط إذا لم يعرف الطلاب كيف يبدأون بإجراء أبحاث عن هذا الموضوع، فاقترح عليهم كتابة الكلمات الأساسية "تسجيل براءات اختراع في الجينات" في أحد محركات البحث عبر الإنترنت. يمكنهم أيضًا البحث في قاعدة بيانات مكتب الولايات المتحدة لبراءات الاختراع والعلامات التجارية (USPTO) للاطلاع على القوانين المتعلقة بتسجيل براءات الاختراع في الجينات. (راجع هذا المقتطف: Federal Register: January 5, 2001, Volume 66, Number 4, Page 1092–1099.) يمكن العثور على بيانات المواقف بخصوص تسجيل براءات الاختراع في الجينات على مواقع الويب للمنظمات المختلفة مثل الجمعية الطبية الأمريكية وجمعية الباثولوجيا الجزيئية والكلية الأمريكية لعلم الوراثة الطبية.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة
McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة
www.alnahali.com

تجربة في الأحياء

الطب الشرعي كيف يتم استخلاص الحمض النووي؟

الخلفية: تعد اختبارات الحمض النووي أمرًا هامًا لعلماء الأحياء والأطباء وحتى رجال المباحث. تخيل أنك تعمل في المختبر حيث أحضر أحدهم عينة من الذرة من مسرح الجريمة ليتم تحليلها. تقرر اختبار الحمض النووي للذرة من أجل البحث عن الجينات لتحديد نوع الذرة. قبل فحص تسلسل الحمض النووي، يجب استخراج الحمض النووي.

السؤال: كيف يمكن استخلاص الحمض النووي؟

المواد

حبات الذرة (50 g)
فنجانان
خلاط
القماش الجبني (4 مربعات — 30 cm على كل جانب)
رباط مطاطي
رباط لف زجاجي
وسيط متجانس (150 mL)
أنبوب الطرد المركزي البلاستيكي (30 – 50 mL)
لوح تنظيف العدسات اللاصقة (يحتوي على غراء)
95% أيثانول (12 mL)
ماء مقطر (3 mL)
أنبوب اختبار
حامل ثلج
حمام مائي بدرجة 60°C
عصا التحريك
جهاز ضبط الوقت أو ساعة

الاحتياطات المتعلقة بالسلامة

الإجراءات

1. تحديد مخاطر السلامة بالمختبر قبل البدء.
2. وزن 50 g من حبات الذرة بحرص.
3. ضع حبات الذرة في فنجان وغطيه بوسيط متجانس يتم تسخينه حتى درجة حرارة 60 °C. ضع الفنجان في حمام مائي حراراته 60 °C، لمدة 10 دقائق ثم قم بالتحريك كل 45 s.
4. انزع الفنجان من الحمام المائي وضَعه سريعًا في حمام مائي لمدة 5 min ليبرد.
5. صب الخليط في الخلاط واجعله متجانس، أو امزجه لتحقيق قوام ملائم.
6. قم بتصفية الخليط المتجانس من خلال أربع طبقات من القماش القطني في كوب كبير نظيف على الثلج.
7. صب 15 mL من المرشح في أنبوب الطرد المركزي البلاستيكي سعتها 30 – 50 mL.
8. قم بإذابة لوح تنظيف عدسة لاصقة في 3 مللي من المياه المقطرة في أنبوب اختبار. اضف ذلك في أنبوب مرشح ثم امزج بلطف.
9. احمل أنبوب المرشح بزاوية وصب ببطء 12 mL من 95% من الإيثانول في جانب الأنبوب.
10. لاحظ أن الحمض النووي يرتفع في طبقة كحولية كسحابة غائمة من خيوط بيضاء. استعن بعصا زجاجية خطافية للف خيوط الحمض النووي والسماح لها بالجفاف.
11. **التنظيف والتخلص من النفايات** نظّف المختبر، وتخلص من الأدوات والمواد الكيميائية جسب تعليمات معلمك. تأكد من غسل يديك بعد الانتهاء.

حلل واستنتج

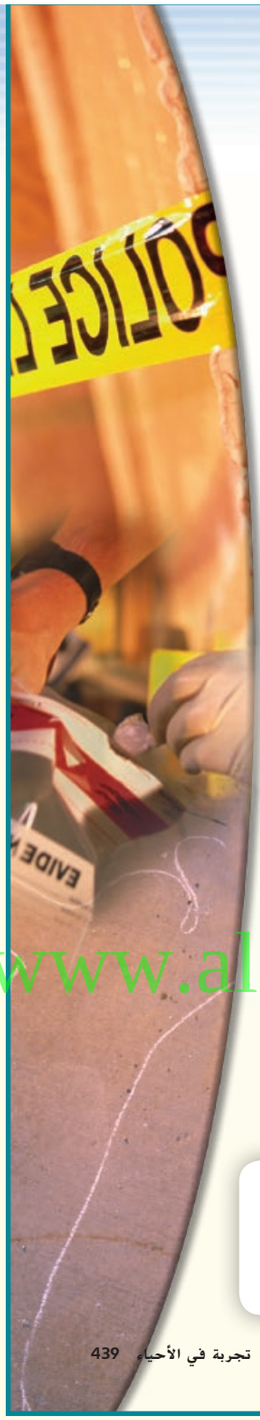
1. **صِف** مظهر الحمض النووي المعلق فور جفافه.
2. **اشرح** لماذا تضع حبات الذرة في الخلاط.
3. **فكّر بشكل ناقد** لماذا يعد عدم تلوث عينة الحمض النووي التي سوف يتم استخراجها أمرًا هامًا؟ كيف تعلم أنك قد لوثت عينتك؟

الكتابة في علم الأحياء

اكتب تقريرًا تخيل أنّك أول عالم يستخلص الحمض النووي من الذرة. اكتب تقريرًا مفصل حول طرق الاكتشاف الذي أجريته والتطبيقات المحتملة.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

www.almanahj.com



تجربة في الأحياء

الوقت المقدّر 50 min

خلفية عن المحتوى

تتضمن عملية استخلاص DNA من حبيبات الذُّرة وغيرها من الأنسجة النباتية تحليل الأنسجة ثم تحليل الخلية لتحرير DNA من النواة. علمًا أنّ التسخين والطحن يحللان النسيج والجدران الخلوية. كما تحلل المنظفات الجدار الخلوي الخارجي والأغشية النووية وتحرر DNA من الخلية. وتُضاف الإنزيمات لحسر البروتينات وتسهيل تغليف جزيئات DNA. في النهاية، يجب ترسيب DNA من المحلول باستخدام الإيثانول.

مواد بديلة

يمكن استبدال الإيثانول بالآيزوبروبيل 95%؛ كما يمكن استبدال قرص تنظيف العدسات اللاصقة بمطرّي اللحم.

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

استراتيجية التدريس لتحضير الوسط المتجانس، اخلط 25 g من SDS و 4.4 g من NaCl و 2.2 g من سترات الصوديوم و 0.15 g من EDTA. ثم أضف ماءً مقطرًا لتحضير 500 mL.

عرض إيضاحي بديل

إذا لم يكن الوقت كافيًا، اعرض على الطلاب مقطع فيديو عن التجربة كبديل عن إجراء التجربة بأنفسهم.

التنظيف والتخلص من المخلفات

اطلب من الطلاب التخلص من الذُّرة والقشور غير المستخدمة والشاش المستخدم بإلقائها في سلة النفايات العادية. وتخلص من الفضلات السائلة عبر مجاري الصرف الصحي.

التحليل والاستنتاج

1. ستتنوّع الإجابات. يشبه الخيوط البيضاء في محلول معلق.
2. يحلل الخلايا فيزيائيًا ويُحرّر محتوياتها.
3. إذا كانت العيّنة ملوثة، فقد يتواجد DNA من مادة أخرى.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 439 1/26/2017 5:32:21 PM

القسم 4

الفكرة الأساسية

الطفرة د م ض م ف م

اسأل الطلاب: ما المفردات والصور التي تخطر في بالك عندما تسمع كلمة طفرة أو تحوّل؟ قد يستحضر الطلاب قصصًا أو أفلامًا عن تحوّلات الخيال العلمي. اسمح للطلاب بإجراء مناقشة مفتوحة عمّا ترتبط به هاتان الكلمتان. وضّح لهم أنّ أصل كلمة تحوّل في اللغة اللاتينية يعني "تغيّر"، ثم وجّه الطلاب إلى معرفة أنّ بعض الأشياء يمكن أن تغيّر DNA في الطراز الجيني، وهذا ما يمكن أن يسبب في نهاية الأمر تغيّرات في الطراز الظاهري للكائن الحي. ويمكن أن يكون لهذه التغيّرات تأثير إيجابي أو سلبي أو لا يكون لها تأثير على الإطلاق.

استراتيجية القراءة ق

أم ض م ق م

قراءة موجّهة اطلب من الطلاب رسم ثلاثة أعمدة على ورقة. في أعلى العمود الأيمن، اطلب منهم كتابة ما أعرفه، وفي أعلى العمود الأوسط ما أريد أن أتعلمه، وفي أعلى العمود الثالث ما تعلمته. ثم اطلب منهم إكمال العمودين الأيمن والأوسط قبل قراءة القسم 4. وبعد أن يقرأ الطلاب النص، اطلب منهم ملء العمود الأيسر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- كيف تستطيع البكتيريا تنظيم الجينات من خلال نوعين من المشغّل؟
- كيف تنظم حقيقيات النواة نسخ الجينات؟
- ما هي الأنواع المختلفة للطفرات؟

مفردات للمراجعة

بدائيات النواة prokaryote: الكائن الحي الذي لا يحتوي على العضيات المحاطة بغشاء والحمض النووي الذي يتم تنظيمه في الكروموسومات

مفردات جديدة

تنظيم الجينات	gene regulation
مشغّل	operon
الطفرة	mutation
المغير	mutagen

الطفرات وقواعد الجينات

الفكرة الأساسية **تنظم الخلية التعبير الجيني ويمكن أن تؤثر الطفرات على هذا التعبير.**

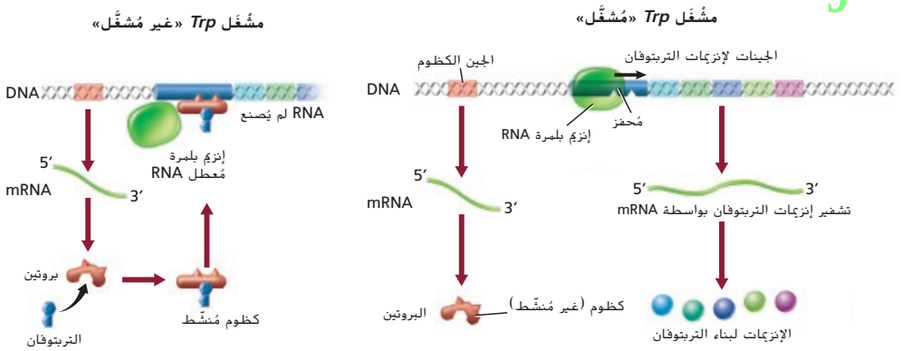
روابط من القراءة بالحياة اليومية عند كتابة جملة على لوحة المفاتيح، فمن المهم أن يتم كتابة كل حرف بشكل صحيح. جملة "أكل الحيوان قطة" تختلف تمامًا عن جملة "أكل الحيوان بطة." برغم أن الفارق حرف واحد بين الجملتين، إلا أن المعنى مختلف.

قواعد الجينات بدائية النواة

كيف تنظم الخلايا بدائية النواة الجينات التي سيتم نسخها في أوقات معينة في حياة الكائن الحي؟ **تنظيم الجينات**: قدرة الكائن الحي على التحكم في الجينات التي يتم نسخها استجابة للبيئة. في بدائيات النواة، يتحكم المشغّل عادة في نسخ الجينات استجابة لتغييرات البيئة. **المشغّل** يعد جزءًا من الحمض النووي الذي يحتوي على جينات للبروتينات اللازمة للمسار الأيضي المحدد. تشمل أجزاء المشغّل المُشغِّل والمعزز والجين المنظم والجينات التي ترمز للبروتينات. يمثل المشغل جزءًا من الحمض النووي الذي يعمل كمفتاح تشغيل لعملية النسخ. يكمن الجزء الثاني في الحمض النووي، حيث يرتبط إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي في بادئ الأمر بالحمض النووي. بكتيريا *الإشريكية القولونية (إي كولاي)* تستجيب للتريبتوفان، وهو حمض أميني وللاكتوز الذي يعتبر سكر من خلال المشغلين.

مشغل *trp* في البكتيريا تكوين التريبتوفان يتم في خمس خطوات، وكل خطوة تُحفز من خلال إنزيم معين. تجتمع الخمسة جينات التي ترمز لتلك الإنزيمات معًا على الكروموسوم البكتيري مع مجموعة من الأحماض النووية التي تتحكم في عملية نسخ تلك الجينات. تدعى مجموعة الحمض النووي مشغل تريبتوفان (*trp*) وهي ممثلة في **الشكل 17**.

الشكل 17 مشغل *trp* يعد مثالًا للتعبير الجيني للإنزيمات الكظومة



www.almanahj.com

"التعليم هو ما يبقى بعد ما ينسى الطالب ما تعلمه في المدرسة."

—ألبرت أينشتاين

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 430 1/26/2017 5:32:22 PM

يشار إلى المشغل *trp* بأنه مشغل كظوم لأن النسخ من جينات ذات الخمس إنزيمات عادة ما تكون كظومة أو متوقفة. عندما يتواجد التريبتوفان في بيئة الخلية، تكون الخلية ليست بحاجة إلى تجميع ذلك و يتوقف جين *trp* تتوقف عملية النسخ من خلال إنتاج بروتين كظوم. يتحد التريبتوفان إي كولاي مع بروتين كظوم غير نشط لتنشيطه، ويمتزج الخليط بالمُشغِّل في تسلسل المروج. إذا لا بد من كاظم للمُشغِّل، لا يرتبط إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي بها، مما يمنع نسخ جينات الانزيم. وهذا يمنع تركيب التريبتوفان من قبل الخلية.

عندما تكون مستويات التريبتوفان منخفضة، لا يرتبط الكظوم بالتريبتوفان ويكون غير نشط. فإنه لا يرتبط بالمُشغِّل. يرتبط أنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي بالمُشغِّل، لتشغيل عملية نسخ الجينات ذات الأنزيمات الخمسة. يتيح النسخ تأليف التريبتوفان من قبل الخلية. لاحظ موقع البروتين الكظوم في **الشكل** 17 عندما يعمل المشغل ويتوقف.

التأكد من فهم النص **لخّص** تأثير التريبتوفان على مشغل *trp*.

مشغل *lac* عندما يتواجد اللاكتوز في الخلية، يُنتج الإي كولاي الأنزيمات التي تتيح لها استخدام اللاكتوز كمصدر للطاقة. مشغل اللاكتوز (*lac*)، الموضّح في **الشكل 18**، يحتوي على المعزاز والمُشغِّل والجين المنظم والجينات ثلاثية الأنزيمات التي تتحكم بهضم اللاكتوز. في مشغل *lac*، ينتج الجين المنظم بروتين كظوم يرتبط بالمُشغِّل في تسلسل المعزاز ويمنع نسخ جينات الإنزيم.

عندما يتواجد جزيء يسمى مُحفِّز، يرتبط المحفز بالكظوم ويعطله. مشغل *lac*. المحفز هو آلولاكتوز، وهو جزيء موجود في الطعام الذي يحتوي على اللاكتوز. وهكذا، عندما يتواجد اللاكتوز، يرتبط آلولاكتوز بالكظوم ويعطل ذلك. عندما يتوقف الكظوم، يرتبط إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي بالمعزاز ويبدأ بعملية النسخ. يدعى مشغل *lac* مشغل قابل للتحفيز لأن المحفز قام بتشغيل النسخ.

مِهن مرتبطة بعلم الأحياء

عالم الأحياء الدقيقة العلماء الدارسون للميكروبات وبالأخص بدائيات النواة. يطلق عليهم علماء الأحياء الدقيقة. يجرون البحوث للتعرف على الجينات التي تتحكم في إنتاج بروتينات معينة وكيفية تأثير البروتين على حياة الخلية.

م تدريب المهارات

ض م ف م **الثقافة المرئية** كلّف الطلاب دراسة الشكلين 17 و 18 بعناية.

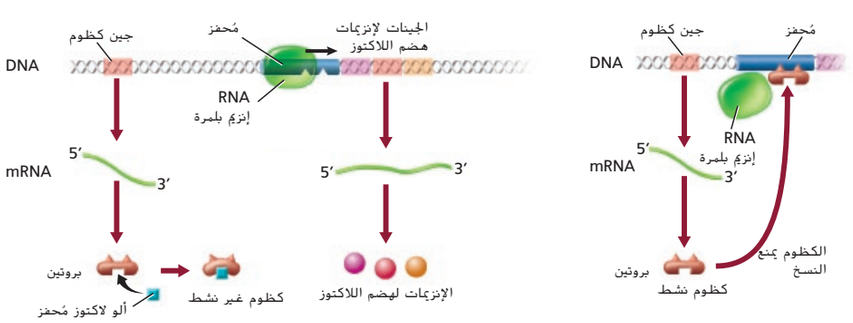
تواصل مع الطلاب: **قارن بين نوعي مسارات التنظيم الوراثية في الخلايا بدائية النواة: مُشغِّل lac ومُشغِّل trp.** كلّف الطلاب إنشاء جدول يلخّص أوجه المقارنة بين نوعي مسارات التنظيم.

ح تطوير المفاهيم

د م ض م ف م **الدعم التدريجي**

اسأل الطلاب: **ما نوع مسار التنظيم في الخلية بدائية النواة، مُشغِّل lac أم مُشغِّل trp الذي يعمل عن طريق منع نسخ الجينات؟** مُشغِّل *trp* **اشرح وظيفة تشفير الجينات الخمسة للبروتينات الموجودة في مُشغِّل trp.** تختص شفرة هذه الجينات بالإنزيمات التي تشارك في تكوين التريبتوفان. **توقّع ما سيحدث عند إضافة التريبتوفان إلى وسط تنمو فيه البكتيريا.** سيتحد التريبتوفان مع المثبط غير النشط وينشط المثبط، مما يؤدي إلى تثبيط مُشغِّل *trp*.

■ **الشكل 18** مشغل *lac* يعد مثالًا للتعبير الجيني للإنزيمات المحفزة.
حدّد بماذا يرتبط الكظوم عند إيقاف مشغل *lac*.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

■ **سؤال حول الشكل 18** يرتبط المثبط بالمحفز.

التأكد من فهم النص عند وجود التريبتوفان، يتوقف عمل المُشغِّل.

www.almanahj.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 431 1/26/2017 5:32:23 PM

ح تطوير المفاهيم

د م ض م

توضيح مفهوم خاطئ

اسأل الطلاب: هل تحتوي الخلايا العضلية والخلايا العصبية على الجينات نفسها؟ نعم لا يفهم الطلاب دائمًا أنّ كل خلية في الجسم تحوي DNA نفسه (باستثناء الأمشاج). تحتوي كل خلية في الجسم على الجينات نفسها. ويُعدُّ تنظيم DNA مهمًا للغاية في تخصص الخلية، إذ تحتوي الخلايا المختلفة في النوع، كالخلايا العصبية والخلايا العضلية، على أنواع مختلفة من الجينات النشطة وغير النشطة.

ك دعم الكتابة

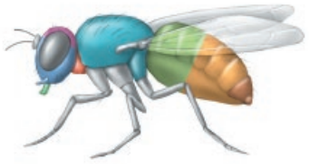
د م ض م

كتابة غير منهجية

أخبر الطلاب أنّ تنظيم نسخ جينات الخلايا حقيقية النواة أكبر بكثير من مجرد تنشيطها وإلغاء تنشيطها. ويتطلب أيضًا تسريع نسخها أو إبطاؤه.

تواصل مع الطلاب: استخدم تشبيه تسريع سيارة أو إبطائها لكتابة وصف مختصر عن دور المحفزات والمثبطات. يمكن أن تزيد المحفّزات من سرعة عملية النسخ، تمامًا كما يزيد الضغط على دوّاسة الوقود من سرعة السيارة. ويمكن أن تبطئ المثبطات عملية النسخ بالطريقة نفسها التي يمكن بها إبطاء السيارة عن طريق الضغط على دوّاسة الفرامل.

ذبابة الفاكهة البالغة



جنين ذبابة الفاكهة

الجينات هوكس لذبابة الفاكهة

■ **الشكل 19** تتولى جينات هوكس المسؤولية عن نمط الجسم عامة لأغلب الحيوانات لاحظ أن ترتيب الجينات هو نفس ترتيب مقاطع الجسم التي تتحكم فيها الجينات.

قواعد الجينات حقيقية النواة

يجب أن تتحكم الخلايا حقيقية النواة أيضًا في الجينات التي يتم التعبير عنها في أوقات مختلفة في حياة الكائن الحي. في الخلايا حقيقية النواة، تتفاعل العديد من الجينات مع بعضها البعض، الأمر الذي يتطلب المزيد من العناصر أكثر من معزز واحد ومُشغِّل لمجموعة من الجينات. يعد تنظيم الخلايا حقيقية النواة وبنيتها أكثر تعقيدًا مما كانت عليه في الخلايا بدائية النواة، مما يزيد من تعقيد نظام التحكم.

التحكم في النسخ تتحكم حقيقيات النواة في التعبير الجيني من خلال البروتينات التي تسمى عوامل النسخ. تضمن عوامل النسخ أن يتم استخدام الجينات في الوقت المناسب، وأن يتم إجراء البروتينات بكميات مناسبة. هناك مجموعتين رئيستين من عوامل النسخ. تمثل أحداهما المجموعات التي توجه ارتباط إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي بالمعزز وتجعله مستقرًا. تشمل المجموعة الأخرى البروتينات المنظمة التي تساهم في التحكم في معدل النسخ. على سبيل المثال، تسمى البروتينات منشطات تضاعف الحمض النووي بحيث تقع مواقع التحسين بالقرب من التجمع وتزيد من نسبة النسخ الجيني. كذلك ترتبط البروتينات الكظومة بمواقع محددة على الحمض النووي وتمنع ربط المنشطات.

كما تنظم البنية المعقدة للحمض النووي لحقيقيات النواة النسخ. تذكر أنه يتم تغليف الحمض النووي لحقيقيات النواة حول الهستونات لتشكيل جسيم نووي. تقوم هذه البنية بتثبيط النسخ. على الرغم من أن البروتينات التنظيمية وإنزيمات بلمرة الحمض النووي الرايبوزي لا تزال بإمكانها تنشيط جينات معينة حتى عندما يتم تعبئتها في جسيم نووي.

جينات هوكس التنظيم الجيني أمر بالغ الأهمية خلال النمو. تذكر أن حقيقيات النواة متعددة الخلايا تنمو من خلية واحدة تسمى البيضة الملقحة تمر البيضة الملقحة بالانقسام، لتنتج جميع الأنواع المختلفة من الخلايا التي يحتاجها الكائن الحي. التمايز هو العملية التي من خلالها تصبح الخلايا متخصصة في البنية والوظيفة. وقد تم اكتشاف مجموعة من الجينات التي تسيطر على التمايز. تدعى هذه الجينات العلبة متماثلة المكونات، جينات هوكس. تعد جينات هوكس مهمة لتحديد خطة جسم الكائن الحي. فهي ترمز لعوامل النسخ وتنشط في مناطق من الجنين الذي له نفس ترتيب الجينات على الكروموسوم. على سبيل المثال تنطبق المناطق الملونة في الذبابة وجنينها في **الشكل 19** مع الجينات الملونة في جزء من الحمض النووي في الشكل. هذه الجينات، التي تم نسخها في أوقات محددة، وتقع في أماكن محددة على الجينوم تتحكم في أي جزء سيتم تطويره من الجسم في مكان معين. وقد اخلفت الطفرة في جينات هوكس في ذباب الفاكهة ذبابًا له ارجل تنمو في محل أجهزة استشعارها. دراسة هذا الذباب قد ساعد العلماء على فهم المزيد عن كيفية تحكم الجينات مخطط جسم الكائن الحي. تتواجد مجموعات مماثلة من جينات هوكس التي تتحكم في خطط أجسام جميع الحيوانات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

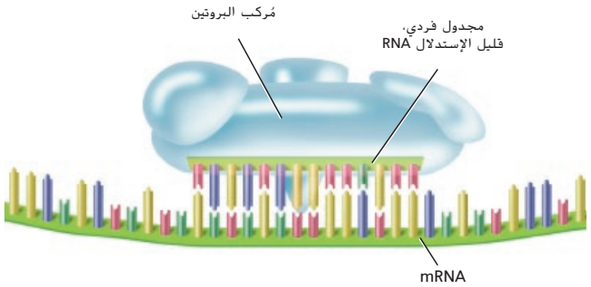
www.almanahj.com

خلفية عن المحتوى

معلومات للمعلم نتج عن تجارب جينات النحت على ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) ثروة من المعلومات عن طريقة حدوث التطور لدى الحيوانات. إنّ تجمعات جينات النحت موجودة بالترتيب نفسه على الكروموسوم مثل ترتيب أجزاء الجسم التي يتحكّم بها الجين. ويتم الاحتفاظ بترتيب هذه الجينات بدرجة كبيرة في الأنواع ما يشير إلى أصل قديم. في الحقيقة، يتمثّل معظم التنوّعات بين الأنواع في عدد تجمعات جينات النحت وعدد الجينات في التجمعات. وتشير بعض الأدلة إلى أنّ جينات النحت تشارك في العيوب الخلقية لدى الإنسان.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 432 1/26/2017 5:32:23 PM



■ **الشكل 20** يمكن أن توقف واجهة الحمض النووي الرايبوزي مرسال الحمض النووي الرايبوزي من ترجمة رسالته.

صف كيف تقوم مجموعة بروتينات الحمض النووي الرايبوزي بترجمة رسالة الحمض النووي الرايبوزي.

تدخل الحمض النووي الرايبوزي تكمن الطريقة الأخرى لتنظيم الجينات بدائية النواة في تدخل الحمض النووي الرايبوزي. يتم تقطيع قطع صغيرة من الحمض النووي الرايبوزي ذو الطاقين في سيتوبلازم الخلية من خلال إنزيم يدعى مجوف مقعر الجوفين. تسمى الأقسام ذات الطاقين الناجمة الحمض النووي الرايبوزي المتدخل الأصغر. وهي ترتبط بمجموعة من البروتينات التي شريطًا واحدًا من الحمض النووي الرايبوزي. يرتبط الحمض النووي الرايبوزي الصغير ذو الشريط الواحد الناشئ ومجموعة البروتينات بأقسام من رسالة الحمض النووي الرايبوزي المتعلقة بالتسلسل في السيتوبلازم، مما يؤدي إلى قطع رسالة الحمض النووي الرايبوزي في هذه المنطقة ومنع الترجمة. **الشكل 20** يشير إلى أن الحمض النووي الرايبوزي المتدخل الأصغر ذو الشريط الواحد ومجموعة البروتينات ترتبط برسالة الحمض النووي الرايبوزي. وتجري الأبحاث والتجارب السريرية للتحقيق في إمكانية استخدام الحمض النووي الرايبوزي في علاج السرطان ومرض السكر وأمراض أخرى.

التأكد من فهم النص **اشرح** كيف تنظم تدخلات الحمض النووي الرايبوزي التعبير الجيني حقيقي النواة.

الطفرات

هل قمت بأي أخطاء اثناء كتابة أي من المهام؟ عند الكتابة، قد تقوم بالنقر على مفتاح مختلف مثلما تخطئ أثناء الكتابة. قد تقوم الخلايا أحيانًا بأخطاء خلال النسخ. ومع ذلك، تندر هذه الأخطاء، وقد تصلح الخلية الآليات التي تصلح بعض الأضرار. قد يحدث تغير دائم في الحمض النووي للخلية ويسمى ذلك **طفرة**. تذكر أن من بين الجينات التي درسها مندل كانت بذور البازلاء مستديرة ومجعدة. ومن المعروف الآن أن النمط الظاهري المجعد يرتبط بعدم وجود الانزيم الذي يؤثر على شكل جزيئات النشا في البذور. ولأن الطفرة في هذا الجين تؤدي إلى تغيير في بروتين الذي يتم إنتاجه، لا يعمل الإنزيم.

أنواع الطفرات تتراوح الطفرات من التغييرات في زوج أحادي القاعدة في تسلسل ترميز الحمض النووي إلى حذف قطع كبيرة من الكروموسومات. وتشمل الطفرات النقطية تغير كيميائي في الزوج أحادي القاعدة فقط، ويمكن أن تكون كافية لتؤدي إلى اضطراب وراثي. وتسمى الطفرة النقطية التي يتم فيها قاعدة واحدة مع الأخرى إجراء تبديل. هذه التبديلات طفرات مغلطة، حيث تغير رمز الحمض النووي لذلك ترمز إلى حمض أميني خاطئ. التغيرات الأخرى، التي تسمى طفرة هرائية، تغير الكودون للحمض الأميني لإيقاف الكودون. تتسبب الطفرات الهرائية في وقف الترجمة في وقت مبكرًا. ما يقرب من جميع الطفرات الهرائية تؤدي إلى البروتينات التي لا يمكن أن تعمل بشكل طبيعي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استراتيجية القراءة

د م ض م **مخطط المفردات** كلّف الطلاب إنشاء مخطط مفردات يتكوّن من ثلاثة أعمدة. في العمود الأول، اطلب منهم كتابة المفردات الجديدة الخاصة بالقسم 4. وفي العمود الثاني، اطلب منهم كتابة التعريف بعد قراءة النص. ثم اطلب منهم تقديم تلميح يساعدهم على التذكّر. كرسم تخطيطي أو ترابط كلمات، واطلب منهم كتابة التلميحات في العمود الثالث.

التعلّم التعاوني كلّف الطلاب العمل في مجموعات ثنائية.

ق م بدل أن تكلّف الطلاب وضع رسم تخطيطيّ، اطلب منهم كتابة فقرة تصف العلاقة بين مفردات هذا القسم.

■ **سؤال حول الشكل 20** يرتبط RNA متداخل صغير ببروتين معقد يحلّل شريطًا واحدًا من RNA.

التأكد من فهم النص يمكن أن يمنع ترجمة أجزاء من mRNA.

www.almanahj.com

التدريس المتمايز

دون المستوى ينبغي استخدام أنشطة بديلة لتلبية احتياجات الطلاب الأقل من مستوى الصف. ويُعدّ مخطط المفردات الموصوف في هذه الصفحة أداة قيّمة يمكن استخدامها مع الطلاب الذين يواجهون صعوبة في القراءة، فهو يتيح لهم إعداد تلميحات مرئية يمكن استخدامها لتذكّر معاني المفردات الصعبة.

خلفية عن المحتوى

الربط بالحياة اليومية أطلقت مجلة *Science* على اكتشاف RNAi تسمية "إنجاز العام 2002". إنّ استخدام RNAi كعلاج جيني لتثبيط جين ضار معيّن قد دخل في التجارب السريرية الخاصة بعلاج الإنسان. ثمة مرض يركّز الباحثون جهودهم فيه هو الضمور البقعي للعين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 433 1/26/2017 5:32:24 PM

دعم الكتابة

د م | ض م | ف م | التعلّم التعاوني

كتابة إبداعية كلّف الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لإجراء بحث عن مشكلات صحية متعلقة بالطفرات ثم تصميم ملصق عن هذا الموضوع. وقد يكون الغرض من الملصق تثقيف الأشخاص عن نوع الطفرة الموجودة أو تحذيرهم من العوامل المسببة للطفرات التي يمكن أن تزيد من خطر تفشي المرض. نبّه الطلاب إلى مراعاة الدقة في طريقة تقديم موضوعهم.

تدريب المهارات

د م | ض م | ف م **الثقافة المرئية**

كلّف الطلاب دراسة الجدول 3. واكتب تسلسلات الطفرات والتسلسلات الطبيعية المتنوعة على السبورة أو قدّمها للطلاب في شكل ورقة عمل.

اسأل الطلاب: حدّد نوع الطفرة الموضّح في كل تسلسل. وشجّع الطلاب على استخدام المعلومات الواردة في الجدول 3 لمساعدتهم.

المفردات

مفردات أكاديمية

التبديل ALTERNATE

القيام باستبدال شيء بأخر.

يؤدي استبدال الأدنين لجوانين في الحمض النووي إلى بروتين مختل.

يشمل نوع آخر من الطفرات التي يمكن أن تحدث على ربح أو خسارة النيوكليوتيدات في تسلسل الحمض النووي. تعد الملاحق اضافات من النيوكليوتيدات لتسلسل الحمض النووي، ويسمى فقدان النيوكليوتيدات بالحذف. كل من هذه الطفرات يغير المضاعفات الثلاثة، من وجهة الإدراج أو الحذف. تدعى طفرات انزياح الإطار لأنها غيرت "الإطار" الخاص بتسلسل الحمض الأميني. يوضح **الجدول 3** الأنواع المختلفة للطفرات وتأثيرها على تسلسل الحمض النووي.

في بعض الأحيان ترتبط الطفرات بالأمراض والاضطرابات. وتعد بيلة الكابتونية أحدى الأمثلة. فالمرضى الذين يعانون من هذا الاضطراب لديهم طفرة في ترميز الحمض النووي لإنزيم ما يشارك في هضم الأحماض الأمينية الفنيل الأنين. تنتج هذه الطفرة حامض الهوموجنتيزيك الأسود الذي يشوه البول. وقد أظهرت الدراسات أن المرضى الذين يعانون من بيلة آلكابتونية لديهم احتمالية عالية لانزياح الإطار والطفرات المغلطة في منطقة محددة من الحمض النووي. **الجدول 3** يضم أمثلة أكثر من الأمراض المتعلقة بأنواع مختلفة من الطفرات.

الجدول 3 الطفرات

نوع الطفرات	جملة القياس	مثال على الأمراض ذات الصلة
طبيعية	أكل الحيوان القطة	
المغلطة	أكل الحيواط القطة	ودانة: نمو مضطرب للغضروف على نهايات العظام الطويلة من الذراعين والساقين مما يؤدي إلى شكل من أشكال القزامة
(تبديل) هرائي	القطة الكبيرة	الضمور العضلي: اضطراب العضلات التدريجي الذي يتميز بضعف تدريجي لعضلات كثيرة في الجسم
الحذف (مما يؤدي إلى انزياح الإطار)	لكأ الحيانو لاطقة	التليف الكيسي: يتميز بمخاط سميك بشكل غير طبيعي في الرئتين والأمعاء والبنكرياس
الإدخال (مما يؤدي إلى انزياح الإطار)	أكل لاحنياو قنطلا	مرض كرون: التهاب مزمن في الأمعاء، مما يؤدي إلى إسهال متكرر وآلام في البطن والغثيان والحمى، وفقدان الوزن
النسخ	أكل الحيوان الحيوان القطة	اعتلال شاركو-ماري-توث العصبي (النوع 1A) يحدث تلف بالأعصاب الطرفية مما يؤدي إلى ضعف وضمور في عضلات اليدين والساقين.
ازدياد الطفرة (التكررات الترادفية)		مرض هنتنغتون: مرض تدريجي يدمر خلايا المخ. ينتج عنه حركات لا إرادية، واضطرابات عاطفية، وتدهور عقلي.
الجيل 1	أكل الحيوان القطة	
الجيل 2	أكل الحيوان الحيوان القطة	
الجيل 3	أكل الحيوان الحيوان الحيوان الحيوان الحيوان القطة	

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

مقتطف من بحث

التقويم التكويني تشير البحوث في مجال التربية إلى أنّ التقويم ينبغي أن يكون مستمرًا وفي الوقت المناسب. إنّ تقييم مدى استيعاب الطلاب طوال الدرس يقدّم للمعلم معلومات قيّمة يجب الاستعانة بها في التخطيط للمعالجة والتدريس المستقبلي. (Bransford, et al، 2000)

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

434 الوحدة 15 • علم الوراثة الجزيئية

CH15.indb 434 1/26/2017 5:32:24 PM

قد تشارك أجزاء كبيرة من الحمض النووي في الطفرة. يمكن حذف أو نقل قطعة من كروموسوم فردي تحتوي على واحد أو أكثر من الجينات إلى موقع آخر على الكروموسوم، أو حتى إلى كروموسوم مختلف. إعادة ترتيب الكروموسومات غالبا ما يكون لها تأثيرات جذرية على التعبير الجيني.

علاقة بالصحة في العام 1991، تم اكتشاف نوع جديد من الطفرة التي تنطوي على زيادة في عدد النسخ من الكودونات المتكررة، تدعى التكررات الترادفية. ويبدو أن الزيادة في التسلسل المتكرر تشترك في عدد من الاضطرابات الموروثة. كان المثال الأول المعروف متلازمة كروموسوم X الهش – وهو كروموسوم ينتج عنه عدد من الإعاقات العقلية والسلوكية. قرب نهاية الكروموسوم X الطبيعي، هناك قسم من كودونات الجلوتامين تتكرر حوالي 30 مرة. الأفراد الذين يعانون من متلازمة كروموسوم X الهش لديهم كودونات الجلوتامين تكرر مئات المرات. أطلق على المتلازمة هذا الاسم لأن المنطقة المكررة على حافة الكروموسوم X تبدو هشة كقطعة ضعيفة تتدلى من الكروموسوم X على النحو الموضح في **الشكل** 21. حاليًا، الآلية التي تزداد بها التكررات من جيل إلى جيل غير معروفة.

التأكد من فهم النص **صِف** ثلاثة أنواع من الطفرات.

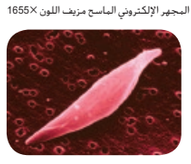
تناسخ البروتينات واستقرارها قد تتوقع أن تغييرات كبيرة في شفرة الحمض النووي، مثل طفرات انزياح الإطار أو تغيير في الموقع تؤدي إلى اضطرابات وراثية. ومع ذلك، التغيرات الصغيرة مثل البدائل أيضا يمكن أن تؤدي إلى اضطرابات وراثية. تغيير حمض أميني واحد لآخر يمكنه تغيير تسلسل الأحماض الأمينية في بروتين كافي لتغيير كل عمليتي المضاعفة والاستقرار من البروتين، كما هو موضح في **الشكل** 22.

ويعد مرض الخلية المنجلية مثالًا على اضطراب وراثي بسببه طفرة نقطية واحدة. في حالة مرض الخلية المنجلية، يتغير حمض الغلوتاميك إلى حمض أميني أساسي في البروتين. هذا التغيير في التكوين يغير بنية الهيموجلوبين وهو سبب هذا الاضطراب.

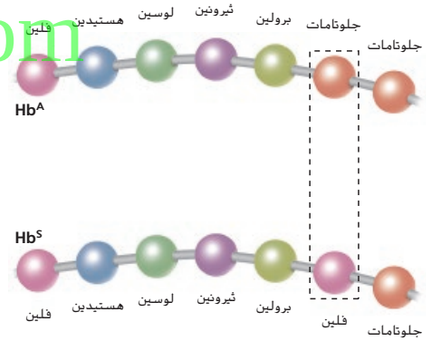
■ **الشكل** 21 تنتج متلازمة كروموسوم X الهش بسبب وحدات الأرجينين المتكررة الزائدة بالقرب من نهاية كروموسوم X مما يتسبب في ان يبدو الطرف الأسفل من الكروموسوم X هشًا.

■ **الشكل** 22 استبدال حمض أميني واحد يمكن أن يسبب مرض الخلية المنجلية وهو مرض وراثي.
تذكر ما يحدث للبروتين مع الحمض الأميني المستبدل.

الشكل الطبيعي لخلية الدم الحمراء



الشكل المنجلي لخلية الدم الحمراء



www.almanahj.com

تطوير المفاهيم

ف م **النشاط** استخدم مرض الخلايا المنجلية والتليف الكيسي كموضوعات لإجراء مناقشة حول الطريقة التي يمكن فيها لتغيّر طفيف في أحد الجينات أن يسبّب آثارًا بالغة على الطراز الظاهري. كلّف الطلاب إجراء بحث عن طريقة تسبب الطفرات في حدوث كل اختلال.

اسأل الطلاب: ما الطفرة التي تسبب مرض الخلايا المنجلية؟ طفرة نقطية في الجين الذي يحمل شفرة بروتين الهيموجلوبين راجع الشكل الرباعي مع الطلاب: يتكوّن جزيء الهيموجلوبين من أربع سلاسل عديدة الببتيد، سلسلتي ألفا متطابقتين وسلسلتي بيتا متطابقتين. وفي سلسلتي بيتا، توجد طفرة واحدة في الكودون السادس تجعل الفالين يحل محل حمض الجلوتاميك. فيتسبب هذان التغيّران (تغيّر في كل سلسلة بيتا) في تجمع الهيموجلوبين في ظل انخفاض الأكسجين والإصابة بمرض الخلايا المنجلية. **ما الطفرة التي تسبب التليف الكيسي؟** تغيّر في الجين الذي يحمل شفرة قناة الكلوريد يرجع السبب الأكثر شيوعًا لهذا الاختلال إلى حذف ثلاثة نيوكليوتيدات من الكودون رقم 508. ويؤدي فقدان الحمض الأميني الفنيل الأنين إلى حدوث الاختلال المعروف باسم التليف الكيسي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص قد تتضمن الإجابات ثلاث إجابات مما يلي: الطفرة النقطية — تتطلب قاعدة واحدة (الاستبدال)؛ الإدخال — إضافة قاعدة إلى التسلسل؛ الحذف — إزالة قاعدة من التسلسل؛ التضاعف — تكرار جين أو قاعدة؛ التكرار الترادفي — تكرارات متعددة لجين أو قاعدة.

■ **سؤال حول الشكل 22** يُعدّ بروتين الهيموجلوبين معيبًا ويجعل خلايا الدم الحمراء مشوهة ومنجلية الشكل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 435 1/26/2017 5:32:24 PM

التفكير الناقد

د م ض م ف م

وضع فرضية

اسأل الطلاب: عندما تذهب إلى طبيب الأسنان لإجراء فحص بالأشعة السينية، لماذا تُغطى ببطانية مملوءة بالرصاص؟ تُعدّ الأشعة السينية من العوامل المسببة للطفرات. وتحمي البطانية المملوءة بالرصاص جسمك، لا سيما الغدد التناسلية (المبيضين والخصيتين) من التعرّض للأشعة السينية، لأنّ الأشعة السينية لا يمكن أن تمرّ من خلال الرصاص. يترك فني الأشعة السينية في كثير من الأحيان الغرفة لتجنب التعرض لها.

مساحة لتحليل البيانات 2

توضيحات عن الموضوع

- تحتوي البيئة التي تعيش فيها على العديد من العوامل التي قد تتسبب في حدوث طفرات. ويمكن أن يفحص اختبار "أميس" العديد من المواد الكيميائية بسرعة وبتكلفة زهيدة.
- راجع أيضًا، Maron و Dorothy M. و Bruce N. Ames. 1983. الطرق التي تمت مراجعتها لاختبار طفرات السالمونيلا. بحث الطفرة 113: 173-215.

فكّر بشكل ناقد

1. كلما ازدادت كمية المركّب في الزراعة، ازداد معدل الانعكاس.
2. A هو المطفر الأقوى الذي ينتج معظم المستعمرات المعكوسة.

المفردات

أصل الكلمة

المطفرة mutagen

أصلها الكلمة اللاتينية *mutare*. وهذا يعني تغيير الجينات وإنشاءها. تلك الكلمة يونانية، وهي تعني ولادة

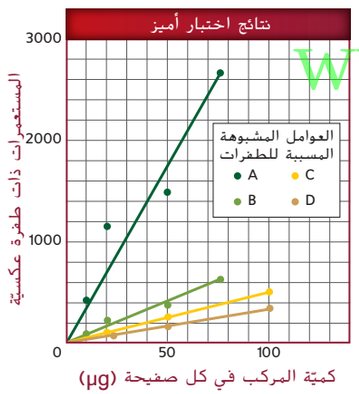
يتكون الهيموجلوبين من أربعة سلاسل بوليببتيد، التي تمثل مجموعتين من سلسلتين متطابقتين. يحتوي الجزيء أيضًا على هيكل الكربون الدائري الكبير الذي يرتبط بالحديد ويسمى بمجموعة الهيم. يقع حمض الجلوتاميك المستبدل قرب بدء مجموعة واحدة من السلاسل. على النحو الموضح في **الشكل 22**. يعد حمض الجلوتاميك حمض أميني قطبي. لكن الحمض الأميني الأساسي الذي يحل محله في مرض الخلية المنجلية غير قطبي. بسبب اختلاف الشحنة، يتضاعف هيموجلوبين الخلية المنجلية بشكل يختلف عن الهيموجلوبين الطبيعي. يؤدي التضاعف غير الطبيعي للبروتين الذي سببته الطفرة تغير في الشكل المنجلي لخلية الدم الحمراء. تشمل الأمراض الأخرى العديد من المشكلات مع تضاعف البروتين، بما في ذلك مرض الزهايمر، والتليف الكيسي، ومرض السكري، والسرطان.

أسباب الطفرة بعض الطفرات، خصوصا الطفرات النقطية، يمكن أن تحدث من تلقاء نفسها. أثناء النسخ المتماثل، يضيف إنزيم بلمرة الحمض النووي أحيانًا نيوكليوتيدات خاطئة. ولأن إنزيم بلمرة الحمض النووي يتمتع بوظيفة التنقيح، تحصل النيوكليوتيدات الخاطئة على إضافة واحدة فقط في مقابل مائة ألف قاعدة. وتكون غير مستقرة في أقل من واحد في المليار.

يمكن أن تلحق بعض المواد الكيميائية والإشعاعية أيضا الضرر بالحمض النووي. يطلق على المواد التي تتسبب في حدوث طفرات اسم **المطفرات** هناك العديد من المواد الكيميائية يتم تصنيفها على أنها مطفرات. بعض من هذه المواد الكيميائية تؤثر على الحمض النووي عن طريق تغيير التركيبة الكيميائية للقواعد. غالبا ما تكون هذه التغييرات تسبب خطأ في تزاوج القواعد، أو ترابطها،مع قاعدة خاطئة. المطفرات الكيميائية الأخرى تتمتع بتركيبات كيميائية تشبه النيوكليوتيدات بشكل وثيق يمكنها أن تكون بديلا لها. بمجرد دمج هذه القواعد النصاب في الحمض النووي، فإنه لا يمكن نسخها بشكل صحيح. وقد أصبح هذا النوع من المواد الكيميائية مفيدًا طبيًا، وخصوصًا في علاج فيروس نقص المناعة البشرية، وهو الفيروس الذي يسبب مرض الإيدز. تحاكي العديد من الأدوية المستخدمة لعلاج فيروس نقص المناعة البشرية والأمراض الفيروسية الأخرى النيوكليوتيدات المختلفة. بمجرد دمج الدواء في الحمض النووي الفيروسي، لا يمكن للحمض النووي نسخ نفسه بشكل صحيح.

مساحة لتحليل البيانات 2

البيانات والملاحظات



استنادًا إلى دراسات*

تفسير التمثيل البياني

كيف يمكننا معرفة ما إذا كان مركبًا ما مطفرة أم لا؟

يستخدم اختبار أميس لتحديد المطفرة. يستخدم الاختبار سلالة من البكتيريا التي لا يمكن أن تنتج الحامض الأميني الهستيدين. تتعرض البكتيريا إلى مطفرة مشتبه فيها وتنمو على وسيط وبدون الهستيدين. البكتيريا التي تنمو لديها طفرة تسمى الارتداد لأنها عادت إلى الوضع الطبيعي لإنتاج الهستيدين. خضعت المركّبات الموضحة في التمثيل البياني إلى اختبار أميس.

فكّر بشكل ناقد

1. **صِف** العلاقة بين كمية المركب والطفرة.
2. **حلّل** أي المركبات هو أقوى المركّبات المطفرة.

*تم الحصول على البيانات من: أميس، بي أن .1979. تحديد المواد الكيميائية البيئية التي تؤدي غلى حدوث الطفرات والإصابة بمرض السرطان. *العلوم* 204، 587–593.

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

عرض توضيحي

طي البروتين استخدم كلًا من الجزء الملتف والجزء المستقيم من سلك الهاتف لتوضيح شكل البروتين. إذا كانت أسلاك الهاتف غير متوفرة، استخدم أربطة الحذاء المستقيمة والملتفة. وأخبر الطلاب أنّ السلك يمثّل سلسلة من الأحماض الأمينية. ثمّ استخدم سلك هاتف ملتفًا لتوضيح التركيب اللولبي الذي يُسمى لولب ألفا الموجود في أقسام البروتين. أمسك السلك الملتف ولفّه على شكل كرة. تتكوّن بعض البروتينات التي تُسمى البروتينات الكروية من هذا النوع من التركيب. أمسك جزءًا من سلك الهاتف المستقيم ولفّه على نفسه. أخبر الطلاب أنّ هذا يوضّح النوع الثاني الأكثر شيوعًا من تركيب البروتين الذي يُسمى طبقة بيتا. وضّح للطلاب أنّ معظم البروتينات تتضمن أقسامًا من لولب ألفا وطبقة بيتا. الوقت المقدّر: 10 min

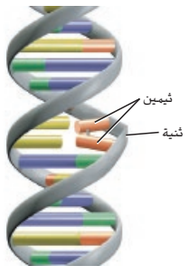
McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 436 1/26/2017 5:32:25 PM

تعد أشكال الطاقة العالية من الإشعاع، مثل الأشعة السينية وأشعة غاما مطفرة للغاية. فعندما يصل الإشعاع للحمض النووي، تمتص الإلكترونات الطاقة، تستطيع الإلكترونات الهروب من ذرتها، تاركة خلفها جذور حرة. تعد الجذور الحرة ذرات لديها إلكترونات مفردة تتفاعل بعنف مع الجزيئات الأخرى، بما في ذلك الحمض النووي. الأشعة فوق البنفسجية (UV) الأشعة القادمة من الشمس تحتوي على كميات أقل من طاقة الأشعة السينية ولا تسبب إخراج الإلكترونات من الذرات. ومع ذلك، يمكن أن تسبب الأشعة فوق البنفسجية ترابط قواعد الثايمين المتاخمة بعضها البعض، وتعطيل بنية الحمض النووي على النحو الموضح في **الشكل** 23. لا يستطيع الحمض النووي ذو البنية المتقطعة أو المربوطة إجراء عملية النسخ بشكل صحيح إلا إذا تم تعديله.

طفرة خلية الجسم مقابل الخلية الجنسية عندما تحدث طفرة في خلية الجسم، وتسمى أيضا خلية جسدية، تهرب من آلية الإصلاح، وتصبح جزءًا من التسلسل الوراثي في هذه الخلية والخلايا الوليدة في المستقبل لا يتم تمرير طفرات الخلية الجسدية إلى الجيل القادم. في بعض الحالات، لا تسبب الطفرات مشكلات للخلية. قد تكون التسلسلات لم تستخدمها خلية بالغة عندما حدثت طفرة، قد تحدث الطفرة في اكسون، أو قد لا تغير الطفرة الأحماض الأمينية التي تم ترميزها. وتسمى هذه الطفرات الطفرات المحايدة. عندما ينتج عن الطفرة إنتاج بروتين غير طبيعي، قد لا تستطيع الخلية أداء وظيفتها الطبيعية. ويمكن أن تتسبب في موت الخلايا. تذكر أن الطفرات في خلايا الجسم التي تؤدي إلى عدم تنظيم دورة الخلية قد تتسبب في الإصابة بالسرطان. وترد كل هذه الآثار داخل خلايا الكائن الحي طالما في حالة تأثر خلايا الجسم فقط.

عندما تحدث الطفرات في الخلايا الجنسية، وتسمى أيضا الخلايا الجرثومية الخطية، يتم تمرير الطفرات إلى نسل الكائن الحي، وسوف تظهر في كل خلية من خلايا النسل. في كثير من الحالات، لا تؤثر هذه الطفرات على وظيفة الخلايا في الكائن الحي، على الرغم من أنها قد تؤثر على النسل بشكل كبير. عندما تنتج الطفرات بروتين غير طبيعي في الخلايا الجنسية، يتأثر النسل. ومع ذلك، فلا يتأثر النسل عندما يتم إنتاج بروتين غير طبيعي في خلايا الجسم المعزولة.



■ **الشكل** 23 يمكن أن تؤدي الأشعة فوق البنفسجية إلى ربط الثيمينات المجاورة ببعضها البعض بدلا من قواعدهم التكميلية، مما يجعل من الحمض النووي "يتشابك" ويمنع تكرارها.

القسم 4 التقويم

ملخص القسم

- تنظم الخلايا بدائية النواة تأليف البروتين من خلال مجموعة من الجينات تسمى المشغلات.
- تنظم الخلايا حقيقية النواة عملية تأليف البروتين من خلال عوامل نسخ مختلفة وبنيات جسيم نووي حقيقي النواة وتدخل الحمض النووي الرايبوزي.
- وتتراوح الطفرات من طفرات نقطية إلى حذف أو نقل أجزاء كبيرة من الكروموسوم.
- يمكن أن تتسبب المطفرات مثل المواد الكيميائية والإشعاع في حدوث طفرات.

فهم الأفكار الأساسية

1. **الفكرة الأساسية** **اربط** تنظيم الجينات بالطفرات.
2. **حدد** النوعين الرئيسين للمطفرات.
3. **ارسم مخططًا** يبيّن تأثير إضافة اللاكتوز إلى المزرعة على مشغّل *lac* الخاص بالإي كولاي.
4. **حلّل** كيف يمكن للطفرة النقطية أن تؤثر على شكل البروتين الكلي ووظيفته، وذلك باستخدام الهيموغلوبين كمثال.
5. **قارن وقابل** بين التنظيم الجيني في بدائيات النواة وحقيقيات النواة.

التفكير الناقد

6. **اشرح** لماذا تعد معظم الطفرات في حقيقيات النواة متنحية.
7. **ضع فرضية** تشرح أسباب كون عملية تناسخ الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين دقيقة إلى هذا الحد.

الكتابة في علم الأحياء

8. **اكتب** مقالًا يصف كيف يتم تنظيم الجينات هوكس عملية النمو في الحيوانات.

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

ن التفكير الناقد

د م ض م ف م **استدلّ**

أسأل الطلاب: لماذا قد تُعدّ الطفرة في الخلية الجنسية أكثر ضررًا منها في باقي خلايا الجسم؟ على عكس من الطفرة في خلايا الجسم، يمكن أن تنتقل الطفرة في الخلية الجنسية إلى الجيل التالي.

التقويم التكويني

التقييم جهّز اختبارًا قصيرًا يُبيّن قسمًا عاديًا من DNA وقسمًا آخر من DNA تعرّض لطفرة.

أسأل الطلاب: حدّد نوع الطفرة المُبيّنة. تعتمد الإجابات على مادة الاختبار القصير، لكن ينبغي أن يكون الطلاب قادرين على تحديد الطفرات في كودونات معيّنة.

المعالجة ارسم جدولًا يشبه الجدول 3 لكن من دون تعليقات أو تسميات. ووزّع نسخًا واطلب من الطلاب تحديد أنواع الطفرات المبيّنة في الجدول. اكتب الطفرات الصحيحة على السبورة بحيث يمكن للطلاب مقارنة إجاباتهم.

القسم 4 التقويم

1. يضمن التنظيم الجيني عادةً تضاعفًا دقيقًا لحمض DNA لكن قد تحدث طفرة في بعض الأحيان لها تأثير كبير على الطراز الظاهري.
2. الإشعاع والمواد الكيميائية التي تغيّر التركيب الطبيعي لحمض DNA
3. ينبغي أن تُبيّن الرسومات التخطيطية أنّ الحليب يحفّز إنتاج إنزيمات هضم اللاكتوز.
4. تتسبب الطفرة النقطية في جين الهيموجلوبين في طي البروتين بصورة غير طبيعية.
5. في بدائيات النواة، يتحكم المُشغِّل عادةً في التنظيم الجيني؛ بينما يتطلب التنظيم في الخلايا حقيقية النواة العديد من الجينات المنظمة.
6. يحمل الأفراد أليلين لكل صفة. ولن يحمل كلاهما على الأرجح شفرات البروتينات الناتجة من الطفرات، لذا يظهر الأليل السائد عادة وتنتقل الجينات المتنحية.
7. "يتحقق" إنزيم بلمرة DNA من عملية التضاعف؛ وتعمل أنظمة المعالجة على علاج DNA.
8. ينبغي أن تشير المقالات إلى أنّ جينات النحت تتحكّم بالتمايز الخلوي في الأجنة النامية.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 437 1/26/2017 5:32:26 PM

الفصل 15 دليل الدراسة

الموضوع المحوري الاستقصاء العلمي شارك العديد من العلماء والدراسات العلمية في تكوين فهمنا لعلم الوراثة الجزيئية، كما تساهم المزيد من الدراسات في تغيير طريقة ممارستنا للعلوم.

الفكرة الرئيسة **الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين هو المادة الجينية التي تحتوي على الشفرة للبروتينات.**

القسم 1 الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين: المادة الجينية

الولبي المزدوج الجسيم النووي

الفكرة الأساسية **جاء اكتشاف أن الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين هو الشفرة الجينية بعد العديد من التجارب.**

- أشارت تجربة غريفيث البكتيرية وتفسير أفيري إلى في البداية إلى الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين هو الشفرة الجينية.
- قدمت تجربة هيرشي–تشايس دليلًا على أن الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين هو المادة الجينية للفيروسات.
- تنص قاعدة شارجاف على أن كمية السيتوزين تساوي كمية الجوانين في الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين، كما تساوي كمية الثيمين كمية الأدينين.
- قدمت أعمال واطسون وكريك وفرانكلين ووليكنز الأدلة على البنية اللولبية المزدوجة في الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين.

القسم 2 تناسخ الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين

تناسخ نصف محافظ (الصفحة 41)
إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين (الصفحة 42)
شظايا أوكازاكي (الصفحة 42)

الفكرة الأساسية **يتناسخ الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين عن طريق تكوين سلسلة متممة للسلسلة الأصلية.**

- تشارك إنزيمات هيليكاز للحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين، والحمض النووي بريماز، إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين، وليغاز الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين في تناسخ الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين.
- يتم توليف السلسلة الرئيسية باستمرار ولكن يتم توليف السلسلة المتخلفة بشكل متقطع مما يشكل قطع أوكازاكي.
- يفتح الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين بدائي النواة في أصل واحد من التناسخ، بينما يكون للحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين حقيقي النواة مناطق متعددة للتضاعف.

القسم 3 الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين، والحمض النووي الرايبوزي والبروتين

الحمض النووي الرايبوزي (الصفحة 44)
الحمض النووي الرايبوزي الرسول (الصفحة 44)
الحمض النووي الرايبوزي الريبوزومي (الصفحة 44)
الحمض النووي الرايبوزي الناقل (الصفحة 44)
النسخ (الصفحة 45)
إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي (الصفحة 45)
الإنترون (الصفحة 45)
الإكسون (الصفحة 45)
الكودون (الصفحة 46)
الترجمة الوراثية (الصفحة 46)

الفكرة الأساسية **شفرات الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين للحمض النووي الرايبوزي، والتي تقود عملية توليف البروتينات.**

- تشترك ثلاثة أنواع رئيسة من الحمض النووي الرايبوزي في توليف البروتين: الحمض النووي الرايبوزي الرسول، والحمض النووي الرايبوزي الناقل، والحمض النووي الرايبوزي الريبوزومي.
- تسمى عملية توليف الحمض النووي الرايبوزي الرسول من قالب الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين "النسخ".
- الترجمة الوراثية هي العملية التي يقوم من خلالها الحمض النووي الرايبوزي الرسول بالارتباط بالريبوسوم ويتم توليف البروتين.
- في حقيقيات النواة، يحتوي الحمض النووي الرايبوزي الرسول على الإنترونات التي يتم استئصالها قبل ترك النواة. تتم إضافة غطاء وذيل من عديد الأدينين (poly-A tail) إلى الحمض النووي الرايبوزي الرسول.
- شفرات جين واحد لعديد بوليبتيد واحد.

القسم 4 تنظيم الجينات والطفرات

قواعد الجينات (الصفحة 50)
المشغل (الصفحة 50)
الطفرات (الصفحة 53)
المُطَفِّر (الصفحة 56)

الفكرة الأساسية **يتم تنظيم التعبير الجيني بواسطة الخلية، ويمكن أن تؤثر الطفرات على هذا التعبير.**

- تقوم الخلايا بدائية النواة بتنظيم توليف البروتين من خلال مجموعة من الجينات **تسمى** المشغلات.
- تقوم الخلايا حقيقية النواة بتنظيم توليف البروتين باستخدام عوامل نسخ متعددة وبنيات جسيم النووي حقيقية النواة وتداخل الحمض النووي الرايبوزي.
- تتراوح الطفرات من الطفرات النقطية وحتى حذف أو نقل أقسام كبيرة من الكروموسوم.
- يمكن أن تسبب المُطفِّرات مثل المواد الكيميائية والإشعاع في الطفرات.

www.almanahi.com

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

مراجعة المفردات

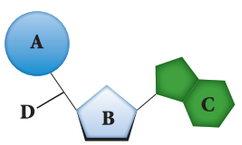
كل من الجمل التالية غير صحيح. قم بتصحيح الجملة باستبدال الكلمة المرسوم تحتها خطًا بالمصطلح اللغوي الصحيح من صفحة دليل الدراسة.

1. يطلق على شكل السلم الملتوي للحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين نيوكليوتيد
2. يتكون اللولبي المزدوج من الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين الملفوف حول بروتينات هستون.

فهم الأفكار الأساسية

3. ما هي عناصر بناء الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين والحمض النووي الرايبوزي؟
   A. ريبوز C. نيوكليوتيدات
   B. بيورينات D. فوسفور
4. إذا احتوى قسم من الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين على نسبة 27 بالمئة من الثايمين، كم ستكون نسبة السيتوزين؟
   A. 23 بالمئة C. 46 بالمئة
   B. 27 بالمئة D. 54 بالمئة
5. ماذا كان استنتاج أعمال غريفيث فيما يخص العقدية الرئوية؟
   A. الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين هو المادة الجينية في الفيروسات.
   B. بنية الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين لولبية مزدوجة.
   C. البكتيريا المتعرضة للحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين يمكنها أن تدمجه وتغير الطراز الظاهري.
   D. تساوي كمية الثيمين كمية الأدينين في الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين.

ارجع إلى الشكل الوارد أدناه للإجابة على الأسئلة *6* و *7*.



6. ماذا تسمى البنية المسماة بأكملها؟
   A. نيوكليوتيد C. قاعدة
   B. الحمض النووي الرايبوزي D. فوسفات
7. أي من العلامات يمثل جزء ترميز الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين؟
   A. A C. C
   B. B D. D

الإجابة المبنية

8. **إجابة قصيرة** اشرح كيف يشكل الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين الكروموسومات في الخلايا حقيقية النواة.

استخدم الشكل الوارد أدناه للإجابة على السؤال *9*.

9. **الموضوع المحوري الاستقصاء العلمي** قم بتلخيص التجارب والبيانات المعروضة في الصورة والتي أدت إلى اكتشاف الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين.

فكّر بشكل ناقد

10. **صمّم** كيف يمكنك استخدام الفسفور المشع لإثبات أن مركب البكتيريا المتحول في تجربة غريفيث كان الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين؟
11. **الفكرة الأساسية** كيف كانت نتائج تجربة هيرشي–تشايس ستختلف إذا كان البروتين مادة جينية؟

القسم 2

مراجعة المفردات

اكتب جملة لتعريف كل ما يلي من المفردات.

12. إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين
13. تناسخ نصف محافظ
14. قطع أوكازاكي

فهم الأفكار الأساسية

15. بماذا يبدأ توليف سلسلة جديدة من الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين؟
   A. مشرع الحمض النووي الرايبوزي
   B. وحدة نيوكليوتيد
   C. الحمض النووي الرايبوزي الرسول
   D. الحمض النووي الرايبوزي الناقل

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

www.almanahj.com

التقويم

القسم 1

مراجعة المفردات

1. لولبي مزدوج
2. جسيم نووي

فهم الأفكار الأساسية

3. C
4. A
5. C
6. A
7. C

الإجابة المبنية

8. يلتف DNA حول الهستونات ليكوّن الجسيمات النووية التي تلتف حول نفسها لتكوّن ألياف الكروماتين. وتلتف ألياف الكروماتين بشدة لتكوّن الكروموسومات.
9. التقط فرانكلين الصورة باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية. وتشير الدائرة إلى شكل الدرابزين الملتوي لـ "سلم" DNA. وتشير العلامة X إلى تقاطع القواعد، التي تشكّل "درجات" السلم الملتوي.

فكّر بشكل ناقد

10. من خلال العلامات المشعة لـ DNA الخاصة بالبكتيريا الملساء قبل قتلها، يُمكن تتبع DNA المشع أثناء اختياره ودمجه مع خلايا البكتيريا الخشنة.
11. كانا سيكتشفان أنّ الكبريت المشع هو الذي انتقل من جيل إلى آخر في الفيروس بدلًا من الفوسفور المشع الذي وُجد في DNA.

القسم 2

مراجعة المفردات

12. إنزيم بلمرة DNA هو الإنزيم الذي يسهّل تضاعف DNA.
13. التضاعف شبه المحافظ هو الطريقة التي ينسخ DNA نفسه من خلالها.
14. إنّ قطع أوكازاكي عبارة عن أشرطة قصيرة من DNA حديث التكوّن أثناء تضاعف الشريط المتأخر.

فهم الأفكار الأساسية

15. A

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

CH15.indb 441 1/26/2017 5:32:28 PM

الوحدة 15 التقويم

فهم الأفكار الأساسية

16. B

الإجابة المبنية

17. يقوم إنزيم هيليكيز DNA بفك DNA، ويُضيف إنزيم RNA البادئ RNA بادئًا ناقصًا، ويضع إنزيم بلمرة DNA النيوكليوتيدَ المتمم المناسب في مكانه، ويربط ليجاز DNA قطع أوكازاكي بعضها مع بعض.

18. ينبغي أن يُظهر الرسم التخطيطي الشريط المتقدّم والشريط المتأخر ويتضمن تسميات لإنزيم بلمرة DNA وإنزيم هيليكيز DNA وقطع أوكازاكي وليجاز DNA.

فكّر بشكل ناقد

19. في البكتيريا، توجد نقطة أصل واحدة للتضاعف ويسير التضاعف في كلا الاتجاهين. وفي الكائنات حقيقية النواة، توجد نقاط أصل متعددة للتضاعف على طول شريط DNA. لذلك تكون الخلية حقيقية النواة.

20. يمكن أن تتكوّن كروموسومات الخلايا حقيقية النواة من أزواج قواعد تصل إلى مليون زوج قاعدي. ويمكن أن يستمر تضاعف DNA بمعدل أسرع من خلال مناطق متعددة للتضاعف.

21. يعمل أحد أشرطة DNA كقالب لتكوين الشريط المطابق. ويُصنع الشريط المطابق من قواعد متممة.

القسم 3

مراجعة المفردات

22. يحتوي mRNA على شفرة من شريط DNA؛ ولجزيء tRNA كودونات مضادة تتطابق مع الكودونات الموجودة على شريط mRNA.

23. يحفّز إنزيم بلمرة RNA نسخ mRNA، الذي يحتوي على كودونات تُترجم إلى أحماض أمينية أثناء الترجمة.

24. إنّ الإنترونات عبارة عن أجزاء من mRNA الأولي تعطّل الشفرة التي تحملها الإكسونات.

فهم الأفكار الأساسية

25. C

26. B

27. A

الإجابة المبنية

28. يتضمّن النسخ فتح DNA وتكوين شريط متمم لـ mRNA مطابق لشريط DNA القالب. وتتضمن الترجمة بناء البروتين من mRNA وتحدث في السيتوبلازم الموجود على الرايبوسوم. ففي بدائيات النواة، تحدث الترجمة والنسخ في السيتوبلازم، لأنّ بدائيات النواة لا تحتوي على نواة. وفي الكائنات حقيقية النواة، يحدث النسخ في النواة وتحدث الترجمة في السيتوبلازم. وفي كلتا الحالتين، تحدث الترجمة على الرايبوسوم.

29. تعرضت أبواغ العفن للطفرات نتيجة تعرضها للأشعة السينية. وعندما لم تتمكن الأبواغ التي تعرّضت لطفرة من النمو في وسط حد أدنى، تم اختبارها لمعرفة الحمض الأميني الذي ينقصها.

فكّر بشكل ناقد

30. 5′ AUGCCAGUCAUC 3′؛ تسلسل الحمض الأميني: الميثيونين (البداية)، برولين، فالين، إيزولويسين

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

16. أي من العبارات التالية صحيحًا حول استطالة السلسة المتخلفة؟
A. لا تتطلب سلسلة قالب
B. تنتج قطع أوكازاكي
C. تتطلب إجراء من ليغاز الحمض النووي الرايبوزي
D. تتابع بإضافة النيوكليوتيدات إلى الموقع 3′ باستمرار

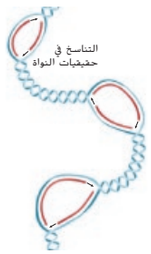
الإجابة المبنية

17. **إجابة قصيرة** قم بكتابة قائمة بالإنزيمات المشاركة في التناسخ وأوصف وظائفها.

18. **الفكرة الأساسية** قم بتلخيص عملية تناسخ الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين في تمثيل بياني. أضف علامات لشرح ما يحدث.

فكّر بشكل ناقد

استخدم الشكل الوارد أدناه للإجابة على الأسئلة *19* و *20*.



19. **حدّد** تخيل أنك عالم ينظر إلى خلية من خلال المجهر. فترى الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين يتناسخ في عدة مناطق. حدد نوع الخلية التي تنظر إليها على أساس أصل التناسخ.

20. **ضَع فرضية** لماذا من المهم بالنسبة للحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين في الشكل أن يحتوي على عدد أصول للتناسخ.

21. استدلّ كيف يكون اقتران القاعدة المتممة مسؤولاً عن التضاعف نصف المحافظ.

القسم 3

مراجعة المفردات

اكتب جملة تصل بين كل مصطلح مفرد في كل ثنائي.

22. الحمض النووي الرايبوزي الرسول — الحمض النووي الرايبوزي الناقل

23. الكودون — إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي
24. الإنترون — الإكسون

فهم الأفكار الأساسية

25. أي مما يلي يسرد تغييرات حقيقية نواة الحمض النووي الرايبوزي الرسول السلف لتكوين الحمض النووي الرايبوزي الرسول؟
A. تتم إضافة غطاء واستئصال الإنترونات وإضافة ذيل من عديد الثايمين (poly T tail)
B. تتم إضافة غطاء واستئصال الإكسونات وإضافة ذيل من عديد الثايمين (poly T tail)
C. تتم إضافة غطاء واستئصال الإنترونات وإضافة ذيل من عديد الأدينين (poly A tail)
D. تتم إضافة غطاء واستئصال الإكسونات وإضافة ذيل من عديد الأدينين (poly A tail)

استخدم الشكل الوارد أدناه للإجابة على الأسئلة *26* و *27*.

26. ما هو تسلسل الحمض النووي الرايبوزي الرسول لقالب سلسلة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين في الشكل؟
A. 5′ ATGTTTGATCTT 3′
B. 5′ AUGUUUGAUCUU 3′
C. 5′ TACAAACTAGAA 3′
D. 5′ UACAAACUAGAA 3′

27. ما هو تسلسل سلسلة التشفير للحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين في الشكل؟
A. 5′ ATGTTTGATCTT 3′
B. 5′ AUGUUUGAUCUU 3′
C. 5′ TACAAACTAGAA 3′
D. 5′ UACAAACUAGAA 3′

الإجابة المبنية

28. **إجابة قصيرة** قارن وقابل بين النسخ والإزاحة. وضّح مكان وقوع العمليتين في الخلايا بدائية النوى والخلايا حقيقية النوى.

29. **الفكرة الأساسية** أوصف التجربة التي أدت إلى فرضية الجين الواحد–الإنزيم الواحد.

التفكير الناقد

30. **حدد** تسلسل الحمض النووي الرايبوزي الرسول وتوجيهه، إذا كانت سلسلة التشفير لديها التسلسل 3′ ATGCCAGTCATC 5′. استخدم **الشكل** 14 لتحديد تسلسل الحامض الأميني المشفر بواسطة الحمض النووي الرايبوزي الرسول.

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

CH15.indb 442 1/26/2017 5:32:29 PM

الوحدة 15 التقويم

القسم 4

مراجعة المفردات

اكتب مصطلحات المفردات من صفحة دليل الدراسة التي تصف كل من العمليات التالية.

31. تنظيم جينوم بدائي النواة

32. التحكم في الوحدات الوظيفية للحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين

33. التغييرات في تسلسل الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين

فهم الأفكار الأساسية

34. أي مما يلي يوضح إدخال طفرة في التسلسل 5' GGGCCCAAA 3'؟

A. 5' GGGGCCAAA 3'
B. 5' GGGCCAAA 3'
C. 5' GGGAAACCC 3'
D. 5' GGGCCCAAAAAA 3'

35. أي من العبارات التالية صحيحة حول تنظيم الجين حقيقي النوى؟

A. تنظيم الجين حقيقي النوى يماثل تنظيم الجين بدائي النوى.
B. توجه عوامل تناسخ الربط بين إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي حقيقي النواة والمحفز.
C. تطوي البروتينات المنشِّطة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين إلى المواقع المحسَّنة والتي تزيد من معدل انتقال الجينات.
D. ربط البروتين الكاظم إلى المنشِّطات مما يمنع ربطها إلى الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين.

36. أي مما يلي ليس نوعًا من الطفرات؟

A. بدائل القاعدة
B. الإدخالات
C. تداخل الحمض النووي الرايبوزي
D. الإزفاء

الإجابة المبنية

37. **إجابة قصيرة** وضّح تأثير إضافة التريبتوفان إلى مزرعة إشريكية قولونية.

38. **إجابة قصيرة** صِف تداخل الحمض النووي الرايبوزي.

فكّر بشكل ناقد

39. **استدلّ** لماذا بدائل القاعدة في الموقع الثالث هي الأقل احتمالًا في التسبب بتغيير في الحمض الأميني الذي تم ترميزه إليها.

40. الفكرة الأساسية ضَع فرضية كيف يمكن أن تقوم بكتيريا بالاستجابة إلى الضغوط البيئية عن طريق زيادة معدل الطفرات أثناء انقسام الخلايا.

التقويم الختامي

41. الفكرة الرئيسة اشرح المبدأ المركزي لتوليف البروتين.

42. الكتابة في علم الأحياء تطلّب اكتشاف الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين وبنيته الكثير من العلماء للبحث وإجراء التجارب ونشر نتائجها. اكتب عن حدث علمي تطلب من العلماء البناء على اكتشافات الآخرين للحصول على نتائج.

43. الكتابة في علم الأحياء يقدم الكتاب حديقة جوراسية للكاتب مايكل كريشتون فكرة عزل الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين من الكائنات المنقرضة وإعادة "إحيائها". إذا كان ذلك ممكنًا، هل ينبغي القيام بذلك؟ دافع عن رأيك في مقالة.

أسئلة حول مستند

تم الحصول على البيانات من: Watson, J.D. and Crick, F.H. 1953. Molecular Structure of Nucleic Acids. *Nature* 171: 737–738.

المقتطفات التالية من وصف واطسون وكريك لبنية الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين.

"تقدم تقدم بنية الرواية ربط سلسلتين معًا بقواعد من البيورين والبيريميدين. وتكون مستويات القواعد عمودية على محور الألياف. ويتم ضمهم معًا في أزواج، فتكون قاعدة فردية من سلسلة مربوطة بالهيدروجين إلى قاعدة فردية من سلسلة أخرى بحيث يقع الاثنان بجانب بعضهما بإحداثيات-ض متطابقة. ويجب أن يكون أحدهما البيورين والآخر البيريميدين حتى يتم الربط."

"لم يغب عنا ملاحظة أن الاقتران المحدد الذي قمنا بافتراضه يقترح فورًا آلية نسخ ممكنة للمادة الجينية."

44. ارسم مخططًا لبنية الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين استنادًا إلى الوصف المذكور أعلاه.

45. وفقًا لذلك الوصف، كيف انضمت القواعد إلى بعضها؟

46. ما الذي لاحظه واطسون وكريك كآلية نسخ ممكنة؟

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

www.alnajah.com

القسم 4

مراجعة المفردات

31. المُشغِّل
32. التنظيم الجيني
33. الطفرة

فهم الأفكار الأساسية

34. D
35. C
36. C

الإجابة المبنية

37. يقوم التربتوفان بوظيفة الكابح الأساسي، ويرتبط بكابح خامل لتنشيطه، ويعيق الإنزيمات اللازمة لتصنيع التربتوفان.

38. يتضمن تداخل RNA أجزاءً صغيرة من RNA ترتبط بـ mRNA وتتداخل مع تعبيره.

فكّر بشكل ناقد

39. يمكن ألا يكون الموضع الثالث للعديد من الأحماض الأمينية ضمن شفرات DNA، ولن يؤدي التغيير في الموضع الثالث إلى تغيّر الحمض الأميني الناتج.

40. تُقبل كل الفرضيات المنطقية. وقد تتضمن الإجابات اختزال كمية إنزيمات الفحص الناتجة. قد تؤدي الطفرات المتزايدة إلى التكيّف الذي يزيد فرص البقاء في الظروف البيئية المتغيرة.

التقويم الختامي

41. يتمثّل المبدأ المركزي لبناء البروتين في حمل DNA لشفرة RNA، وتوجيه RNA لعملية بناء البروتينات.

42. ستتنوّع الإجابات، لكن ينبغي أن تتضمّن حالة يستخدم فيها الأشخاص العمل الجماعي لتحديد سؤال أو مسألة أو نشاط شائع أو الإجابة عنها.

43. ستتنوّع الإجابات. ينبغي أن يدافع الطلاب عن آرائهم.

أسئلة حول مستند

Watson, J. D. and Crick, F. H. 1953. Molecular structure of nucleic acids. *Nature* 171: 737–738.

44. ينبغي أن يوضِّح الرسم التخطيطي السلاسل الجانبية للسكر المرتبط بالفوسفات. فدرجات السلم عبارة عن ثايمين مرتبط برابطة مزدوجة (روابط هيدروجينية) مع الأدينين وسيتوزين مرتبط برابطة ثلاثية (روابط هيدروجينية) مع الجوانين.

45. يرتبط السيتوزين مع الجوانين ويرتبط الثايمين مع الأدينين.

46. يمكن أن تتكسر الروابط الهيدروجينية وتقوم الأشرطة الأصلية بوظيفة القالب لتكوين أشرطة جديدة.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 443 1/26/2017 5:32:30 PM

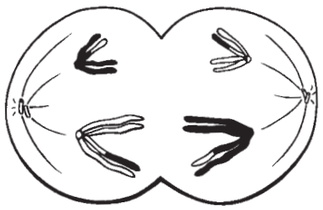
تدريب على الاختبار المعياري

تراكمي

الاختيار من متعدد

1. أي جزيء يمكن تشكيله باستخدام السكريات التي تنتجها النباتات خلال عملية البناء الضوئي؟
   A. السلولوز
   B. الحمض النووي
   C. الدهون
   D. البروتين

استخدم المخطط أدناه للإجابة على الأسئلة 2 و 3.

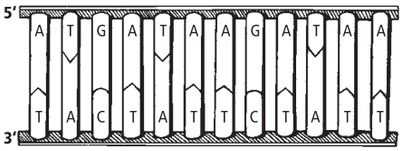


2. أي مرحلة من مراحل الانقسام المنصّف تتمثل في المخطط؟
   A. الطور الانفصالي 1
   B. الطور الانفصالي 2
   C. الطور الاستوائي 1
   D. الطور الاستوائي 2

3. ما العملية التي يمكن أن تحدث أثناء مرحلة الانقسام المنصّف الذي يلي المرحلة الموضحة في المخطط؟
   A. تغير إلى ثنائية الكروموسوم
   B. عملية العبور
   C. انقسام السيتوبلازم
   D. تناسخ الحمض النووي

4. ما الإنزيم المسؤول عن "فك" حبل الحمض النووي أثناء النسخ المتماثل؟
   A. هيليكاز الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين
   B. ليجاز الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين
   C. إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين
   D. بريميز الحمض النووي الرايبوزي

استخدم الرسم التوضيحي أدناه لإجابة عن السؤال 5.



5. أي تسلسل يمكن لرسالة الحمض النووي الرايبوزي أن يشكله حبل الحمض النووي الموضح في الرسم التوضيحي؟
   A. 5′AATAGAATAGTA3′
   B. 5′AAUAGAAUAGUA3′
   C. 5′ATGATAAGATAA3′
   D. 5′AUGAUAAGAUAA3′

6. أي خلايا من المحتمل أن يحدث لها موت مبرمج؟
   A. الخلايا بين الأصابع
   B. خلايا تتكاثر بشكل طبيعي
   C. خلايا تتكاثر ببطء
   D. خلايا محيطة بالقلب

7. ما النمط الجيني الخاص بشخص فصيلة دمه A؟
   A. I^BI^B
   B. ii
   C. I^Ai
   D. I^BI^B

8. ما الكروموسومات الجنسية التي تتواجد في شخص يعاني من متلازمة كلاينفلتر؟
   A. OY
   B. XO
   C. XXY
   D. XYY

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة قصيرة

9. ينص قانون التوزيع الحر على أنّ التوزيع العشوائي للأليلات يحدث أثناء تكوّن الأمشاج. ومن ثمّ ينتج عن التزاوج ثنائي التهجين لـ YyRr نسبة الطراز الظاهري 9:3:3:1.

	YR	Yr	yR	yr
YR	YYRR	YYRr	YyRR	YyRr
Yr	YYRr	YYrr	YyRr	Yyrr
yR	YyRR	YyRr	yyRR	yyRr
yr	YyRr	Yyrr	yyRr	yyrr

10. يمكن أن تتنوّع الإجابات، لكن ينبغي أن توضّح الارتباط بين التكنولوجيا والمفاهيم الجديدة عن DNA. على سبيل المثال: إنّ حيود الأشعة السينية تقنية لالتقاط صور التركيبات الجزيئية. وقد استخدمت فرانكلين هذه الطريقة لتكتشف أنّ جزيء DNA له شكل لولبي مزدوج.
11. قد ينتج التنوع في ألوان الفراء الذي يحدث فقط لدى الإناث عن تعويض الجرعة. وتعتمد درجة التعبير على عدد الأليلات الموجودة عند الإناث. من المستبعد أن تسبب الجينات المرتبطة بالجنس أي تأثيرات، ما لم يتم التعبير عن الجينات أو كانت الجينات عند الذكور جينات قاتلة.
12. إنّ الطُرز الجينية المتماثلة بالنسبة إلى الصفتين الوراثيتين هي *RRYY* و *RRyy* و *rrYY* و *rryy*. وتمثّل الطُرز الجينية المتماثلة 25% من إجمالي عدد الجينات. وتُعتبر أسهل طريقة لتحديد نسبة الأجيال متماثلة الجينات بالنسبة إلى الصفتين الوراثيتين استخدام مربع بانيت.
13. أوضح عمل مندل وجود أنماط وراثية منتظمة للغاية، وهو بذلك قد فتح باب التساؤلات عما يسبب هذه الأنماط.
14. يجب أن يكون للكائن الحي خمسة كروموسومات في نمطه النووي. والمجموعة أحادية الكروموسومات عبارة عن غياب أحد الكروموسومات من الزوج. للكائن الحي عدد كروموسومي $2n = 6$، أو ستة كروموسومات. فينتج عن فقدان كروموسوم واحد إجمالي خمسة كروموسومات.

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 444 1/26/2017 5:32:31 PM

إجابة قصيرة

9. باستخدام قانون التجميع الذاتي، صِف التصالب الهجين الثنائي من نباتات البازيلا المستديرة الصفراء المتخالفة (YyRr). ادرج مربع بانيت ونسب النمط الظاهري في الإجابة.

10. قدّم مثالًا على التطور التكنولوجي، واشرح كيف ساهم في فهم العلماء لبنية الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين.

11. ما الذي قد يتسبب في تغيرات لون اللحاء التي تحدث فقط في إناث حيوان معين؟ وضح سببًا لدعم استنتاجك.

12. افترض أنك تجرى تصالب هجين ثنائي بين كائنين مع النمط الجيني RrYy . ما هي نسبة النسل التي يمكن تختلف في كل الصفتين؟ اشرح كيف حددت الإجابة.

13. لماذا تعتقد أن عمل مندل قد سبق عملية البحث عن الجزئيات المشاركة في الجينات؟

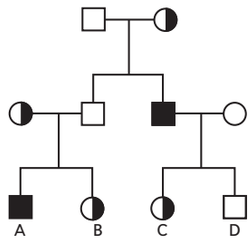
14. افترض وجود كائن حي (به كروموسوم $2n = 6$)لديه كروموسم 3 أحادي الصبغي. كم عدد الكروموسومات في النمط النووي للكائن؟ وضّح إجابتك.

15. اشرح سبب اختلاف عدد القواعد في شريط الحمض النووي الرايبوزي الرسول عن تلك في الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين الذي تم تكوينه.

16. اشرح سبب وجوب أن تكون الفرضية قابلة للاختبار.

إجابة موسّعة

استخدم الشكل أدناه للإجابة عن السؤال 17.



17. صف نمط تعقب الأمراض الوراثية في شجرة العائلة أعلاه.

18. نادرًا ما تنقسم الخلايا العصبية البشرية بعد أن يتم تشكيلها. قيّم كيف يؤثر ذلك على شخص لديه اصابة في الحبل الشوكي.

19. اشرح دور نشر النتائج في اكتشاف بنية الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين.

سؤال مقالي

في بعض أنواع الدراسات البحثية، يختار العلماء أزواجًا من التوائم للمشاركة في البحث أو موضوعًا له. يختارون توائم متماثلة أو متآخية، حسب ما تركز عليه الدراسة. قد تفيد التوائم عمليًا في الأبحاث التي تُجرى على الجينات والوراثة.

باستخدام المعلومات في الفقرة أعلاه، أجب عن السؤال التالي في مقال.

20. تخيل أنك عالم أبحاث. قم بإعداد خطة بشأن دراسة بحثية تتطلب اشتراك توائم. اشرح ما تحاول تعلمه، سواء كنت تبحث عن توائم متماثلة أو متآخية، ولماذا من المهم وجود توائم كموضوع لدراستك.

www.almanahj.com

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

15. تُحذف الإنترونات غير اللازمة لتشفير البروتينات من تسلسل mRNA. قد تتم أيضًا إضافة سلسلة من نيوكليوتيدات الأدينين إلى النهاية 3′ من السلسلة.

16. إنّ الفرضية هي شرح أولي لسؤال بحثي معيّن حول ظاهرة ما. ويجب أن تكون الفرضية قابلة للاختبار لتحديد ما إذا كانت هذه الفرضية شرحًا صالحًا للظاهرة أم لا. وإذا لم تكن الفرضية قابلة للاختبار، لا يمكن دعمها بدليل.

إجابة موسّعة

17. هذا مرض مرتبط بالجنس، والجين المتسبب في هذا المرض جين متنحٍ. فهو مرتبط بالجنس لأنّ المرض يظهر كثيرًا وبشكل متكرر عند الذكور. أما الإناث، فعادة ما تنقل الجين المسؤول عن المرض فقط مما يشير إلى وجود جين آخر على كروموسوم X الثاني يكون سائدًا فيطغى على جين المرض المبيَّن في سجل النسب. ويُعدّ الجين المسبب للمرض المبيَّن في سجل النسب متنحيًا لأنّه يمكن أن يحدث فقط عند الإناث اللاتي يحملن جين هذا المرض من كلا الأبوين.

18. لن تكون الأعصاب التالفة في الحبل الشوكي قادرة على إصلاح نفسها بالانقسام وتكوين خلايا عصبية جديدة، ما يعني أنّ إصابة الحبل الشوكي تكون عادةً دائمة.

19. يمكن أن تتنوّع الإجابات، لكن ينبغي أن تصف كيف شكّل نشر أفكار واطسون وكريك حول التركيب، إلى جانب نشر فرانكلين لنتائجها حول شكل DNA، معرفةً عامة حول الشكل اللولبي المزدوج في المجتمع العلمي. وقد دفع هذا بدوره العلماء الآخرين إلى محاولة تعديل نتائجهم أو تحديد ما إذا كانت هذه النتائج تتوافق مع الأدلة الأخرى حول تركيب DNA أم لا.

سؤال مقالي

20. قد تتنوّع الإجابات. ينبغي أن يذكر الطلاب بوضوح الهدف من الدراسة وسبب استخدام التوائم. على سبيل المثال، قد يقترح الطلاب إجراء بحث حول مشكلة صحية. ويمكنهم اقتراح إجراء بحث حول أحد الأمراض الناجمة عن العوامل الجينية والبيئية مثل مرض القلب أو السكري. كما يمكن أن تتعلق الدراسة بقضايا صحية أخرى مثل تحسين السمات السلوكية أو السمات البدنية المعقدة كالطول والوزن. ويمكن أن يكون استخدام التوأم المتطابق أمرًا مفيدًا في الدراسة لأنّهما متماثلان جينيًا. ويُحتمل أن تنتج أوجه الاختلاف بين التوأم المتطابق عن العوامل البيئية، بسبب عدم وجود أوجه اختلاف وراثية بين التوائم. من ناحية أخرى، يمكن أن تشمل الدراسة التوائم الشقيقة لتوضيح الصفات الوراثية التي تتأثر بالعوامل الجينية. وتكون التوائم الشقيقة مختلفة جينيًا لكن يمكن أن تؤثر العوامل البيئية نفسها في نشأتهم. بالتالي، يمكن أن تكون التوائم الشقيقة مفيدة أيضًا في دراسة التوائم.

McGraw-Hill Education محفوظة لصالح مؤسسة © حقوق الطبع والتأليف

CH15.indb 445 1/26/2017 5:32:31 PM