القسم 2

تمهيد للقراءة

الأسئلة المهمة

- ما المنتجات والمستهلكات في نظام بيئي ما؟
- كيف تنتقل الطاقة في نظام بيئي ما؟
- ما المقصود بالسلاسل الغذائية والشبكات الغذائية ونماذج الهرم البيئي؟

مفردات للمراجعة

الطاقة energy: القدرة على إحداث تغيير؛ فالطاقة لا تفنى ولا تستحدث من عدم، بل تتحول من شكل إلى آخر فقط.

مفردات جديدة

autotroph	ذاتي التغذية
heterotroph	غير ذاتي التغذية
herbivore	آكل النباتات
carnivore	آكل اللحوم
omnivore	الكائنات متنوعة التغذية
detritivore	الكائنات الكانسة
trophic level	المستوى الغذائي
food chain	السلسلة الغذائية
food web	الشبكة الغذائية
biomass	الكتلة الأحيائية

انتقال الطاقة في النظام البيئي

الفكرة الأساسية **تحصل الكائنات ذاتية التغذية على الطاقة وتوفرها لكل أفراد الشبكة الغذائية.**

روابط من القراءة بالحياة اليوميّة عندما تأكل ثمرة موز، فإنك تزوّد جسمك بالطاقة. قد تندهش عندما تعلم أن الشمس هي المصدر الأساسي للطاقة في جسمك. فكيف دخلت الطاقة الشمسية في ثمرة الموز؟

الطاقة في النظام البيئي

تتمثل إحدى طرق دراسة التفاعلات بين الكائنات الحية في النظام البيئي بتتبع انتقال الطاقة في هذا النظام البيئي. تختلف الكائنات الحية في طريقة حصولها على الطاقة، وتصنَّف إلى ذاتية التغذية وغير ذاتية التغذية بناءً على طريقة حصولها على الطاقة في النظام البيئي.

الكائنات ذاتية التغذية إن جميع النباتات والكائنات الحية الأخرى التي تنتج غذاءها بنفسها في النظام البيئي هي منتجات أولية وتُسمى ذاتية التغذية. والكائن الحي **ذاتي التغذية** هو الذي يجمع الطاقة من ضوء الشمس أو المواد غير العضوية لينتج غذاءه. تمتص الكائنات الحية التي تحوي الكلوروفيل الطاقة أثناء عملية البناء الضوئي وتستخدمها في تحويل المواد غير العضوية المتمثّلة في ثاني أكسيد الكربون والمياه إلى جزيئات عضوية. وفي الأماكن حيث لا يتوفر ضوء الشمس، تستخدم بعض أنواع البكتيريا كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون لبناء جزيئات عضوية تستخدمها كغذاء. تُعد الكائنات ذاتية التغذية أساسًا لكل الأنظمة البيئية لأنها توفر الطاقة لجميع الكائنات الحية الأخرى في النظام البيئي.

الكائنات غير ذاتية التغذية إن الكائن الحي **غير ذاتي التغذية** هو الذي يحصل على احتياجاته من الطاقة بالتهام كائنات حية أخرى. ولذلك تُعرف الكائنات غير ذاتية التغذية بالمستهلكات. يُسمى المخلوق غير ذاتي التغذية الذي يتغذى على النباتات فقط **آكل النباتات** كالبقرة والأرنب والجراد. أما الكائنات غير ذاتية التغذية التي تفترس كائنات أخرى غير ذاتية التغذية، كالذئاب والأسود والوشق المبيَّنة في **الشكل 11**، فتُسمى **آكلات اللحوم**.

■ **الشكل 11** إن هذا الوشق غير ذاتي التغذية وهو على وشك أن يلتهم مخلوقًا آخر غير ذاتي التغذية. ألا وهو الأيل.
حدّد تصنيفًا إضافيًا لكلا الحيوانين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م تحتاج الكائنات الحية إلى الطاقة

اسأل الطلاب: ما العملية التي تستخدمها الكائنات ذاتية التغذية لتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية؟ البناء الضوئي في القسم 2. سيتعلم الطلاب كيفية انتقال الطاقة في اتجاه واحد عبر نظام بيئي. اطلب منهم القراءة بتأنّ لمعرفة أسباب عدم إمكانية إعادة تدوير الطاقة في نظام ما.

ق استراتيجية القراءة

ض م ف م تنشيط المفردات السابقة

تواصل مع الطلاب: تنتهي المصطلحات الإنجليزية لأربع مفردات في هذا القسم باللاحقة vore–. وهذه اللاحقة مشتقة من الكلمة اللاتينية *vora*، وتعني "يتغذى" أو "يلتهم".

اسأل الطلاب: كيف يساعدك ذلك في فهم معاني هذه المفردات؟ كل المفردات تتعلق بالتغذية. قم بإدارة مناقشة يحاول فيها الطلاب التوصل إلى معاني كل المفردات الجديدة.

ن التفكير الناقد

ف م قيّم اطلب من الطلاب تقييم فوائد أن يكون الكائن ذاتي التغذية. تستطيع الكائنات ذاتية التغذية إنتاج غذائها بنفسها. لذلك فهي لا تعتمد على كائنات حية أخرى كمصادر لغذائها.

■ **سؤال حول الشكل 11** آكل لحوم وآكل نباتات

التدريس المتمايز

ضعاف السمع عندما يكون في الصف طلاب يعانون صعوبات في السمع، تأكد من جودة الإضاءة. إذ إن الإضاءة الجيدة ستتيح لهم رؤية شفتيك وتعابير وجهك بوضوح، وهذا من شأنه أن يساعدهم على الفهم.

لمزيد من الاقتراحات، راجع الصفحات 14T–15T.

الاهتمام بالبيئة

لتقليل تكاليف الذهاب إلى المدرسة، تشارك مع زملائك السيارة نفسها، أو استقلّ وسائل النقل العامة أو اذهب ماشياً على قدميك، أو اركب الدراجة. وشجّع الطلاب على أن يحذوا حذوك حتى ولو ليوم واحد في الأسبوع.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Chapter7.indb 179 12/21/2016 4:04:30 PM

الشكل 12 يحصل هذا الفطر على طاقته الغذائية من جذع الشجرة الميتة. تُعدّ الفطريات محللات تدوّر المواد الموجودة في الكائنات الحية الميتة.

اشرح سبب أهمية المحللات في النظام البيئي.

بالإضافة إلى آكلات النباتات وآكلات اللحوم، يوجد كائنات حية أخرى تتغذى على النباتات والحيوانات، تُسمى **كائنات متنوعة التغذية**. ومن أمثلة الكائنات متنوعة التغذية الدب والإنسان والطائر المحاكي.

تعيد **الكائنات الكانسة** التي تتغذى على أجزاء من المواد الميتة في النظام البيئي المواد المغذية إلى التربة والهواء والماء لتعيد كائنات حيّة أخرى استخدامها. وتضم الكائنات الكانسة الديدان والعديد من الحشرات المائية التي تعيش في قاع الجداول، وتتغذى على أجزاء صغيرة من النباتات والحيوانات الميتة. أما المحللات، فعلى غرار الكائنات الكانسة، تحلل الكائنات الحية الميتة عن طريق إفراز إنزيمات هاضمة. وتُعدّ الفطريات، المبيّنة في **الشكل 12**، والبكتيريا من المحللات.

تقوم جميع الكائنات غير ذاتية التغذية بتحليل جزء من غذائها عند التغذي على كائنات حية أخرى. والجدير بالذكر أنّ المحللات هي الوسيلة والأداة الأساسية المستخدَمة لتحليل المركبات العضوية وتوفير المواد المغذية إلى المنتِجات لتستخدمها مرة أخرى. ومن دون وجود الكائنات الكانسة والمحللات، لن تتحلّل المواد العضويّة ولن تتوافر المواد المغذية لكائنات حيّة أخرى.

التأكد من فهم النص **قارن وقابل بين** أربعة أنواع مختلفة من الكائنات غير ذاتية التغذية.

نماذج انتقال الطاقة

يستخدم علماء البيئة السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية لنمذجة انتقال الطاقة في نظام بيئي. ومثل أيّ نموذج آخر، تُعد السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية تمثيلات مبسطة لانتقال الطاقة. وتُسمّى كل خطوة في السلسلة الغذائية أو الشبكة الغذائية **مستوى غذائي**. بذلك، تشكّل الكائنات ذاتية التغذية المستوى الغذائي الأول في كل الأنظمة البيئية. أما الكائنات غير ذاتية التغذية، فتشكّل المستويات الأخرى. باستثناء المستوى الغذائي الأول، تحصل الكائنات الحية في كل مستوى غذائي على طاقتها من المستوى الغذائي الذي يسبقه.

تجربة مصغرة 1

بناء شبكة غذائية

كيف تنتقل الطاقة من كائن حي إلى آخر في نظام بيئي ما؟ تبيّن السلسلة الغذائية مسارًا واحدًا لانتقال الطاقة في نظام بيئي ما. أما الشبكة الغذائية، فتبيّن العلاقات المتداخلة بين السلاسل الغذائية.

الإجراءات

1. حدد المخاطر المتعلّقة بالسلامة في هذه التجربة قبل بدء العمل.
2. استخدم المعلومات التالية لبناء شبكة غذائية في النظام البيئي لمنطقة ما:
   - تتغذى الثعالب الحمراء على الراكون والروبيان والجراد والبرسيم الأحمر والخُلد والسنجاب الرمادي.
   - يأكل الجراد وجرذ المسك والثعلب الأحمر والخُلد البرسيم الأحمر.
   - يتغذى الخُلد والسنجاب الرمادي والراكون على أجزاء من شجر البلوط.
   - يتغذى الروبيان على الطحالب الخضراء والحتات، بينما يتغذى جرذ المسك والثعلب الأحمر على الروبيان.
   - يتغذى الراكون على جرذ المسك والخُلد والسنجاب الرمادي وأشجار البلوط البيضاء.

التحليل

1. **حدّد** جميع آكلات النباتات وآكلات اللحوم والكائنات متنوعة التغذية والكائنات الكانسة في الشبكة الغذائية.
2. **صِف** كيف يمكن أن يتأثّر جرذ المسك في حال قضى أحد الأمراض على شجر البلوط.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة مصغرة 1

الوقت المقدّر 30 min

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

استراتيجية التدريس يمكن أن يعمل الطلاب في هذه التجربة بشكل منفرد أو في مجموعات صغيرة.

التحليل

1. آكلات النباتات: السنجاب الرمادي، الجراد، الخُلد، الروبيان؛ آكلات اللحوم: لا يوجد؛ الكائنات متنوعة التغذية: الراكون، الثعلب الأحمر، جرذ المسك؛ الكائنات الكانسة: الروبيان
2. الإجابة النموذجية: سيجبر إقصاء البلوط الأبيض من النظام الحيوانات الأخرى كالخُلد على تلقّي الغذاء من البرسيم الأحمر، وبالتالي ستقل كمية البرسيم التي سيتغذّى عليها جرذ المسك. علاوةً على ذلك، لن يجد الراكون البلوط الأبيض ليتغذى عليه، لذلك سيزيد من استهلاكه لجرذ المسك.

سؤال حول الشكل 12
تكمن أهمية المحللات في الأنظمة البيئية في قيامها بتحليل الكائنات الحية الميتة والحتات، لتتمكن المنتِجات من استخدام المواد المغذية المخزَّنة فيها مرة أخرى.

التأكد من فهم النص لا تتغذى آكلات النباتات إلا على النباتات/الكائنات ذاتية التغذية؛ وتتغذى آكلات اللحوم على الكائنات غيرية التغذية؛ أما الكائنات متنوعة التغذية، فتتغذى على الكائنات وغيرية التغذية؛ كما تتغذى الكائنات الكانسة على المواد العضوية الميتة.

عرض توضيحي

د م ض م ف م **الكائنات ذاتية التغذية** أحضر كتلة من العشب أو ازرع بعض الأعشاب في إناء. ويمكن شراء قطع عشبية خاصة بالحيوانات الأليفة من متاجر الحيوانات الأليفة. ضع أيضًا إناءً أو كأسًا فيه مياه من بركة يحتوي على طحالب عند مقدمة الغرفة.

اسأل الطلاب: ما المشترك بين الأعشاب والطحالب؟ ستتنوع الإجابات. الإجابة النموذجية: لون الأعشاب، وبعض أنواع الطحالب أخضر. كما أنّ كلاهما كائن حيّ ذاتيّ التغذية يقوم بعملية البناء الضوئي.

ناقش مع الطلاب كيفية توفير هذه المنتِجات للطاقة في الأنظمة البيئية المختلفة. الوقت المقدّر: 5 min

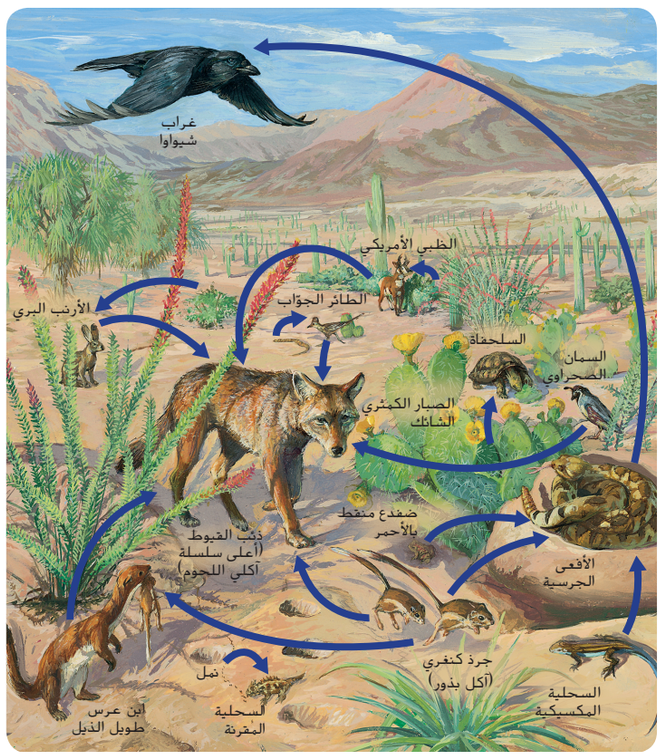
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Chapter7.indb 180 12/21/2016 4:04:31 PM

السلاسل الغذائية تُعد **السلسلة الغذائية** نموذجًا بسيطًا يبيّن كيف تنتقل الطاقة عبر نظام بيئي ما. ويوضّح **الشكل 13** سلسلة غذائية نموذجية في أرض عشبيّة. حيث تمثل الأسهم انتقال الطاقة في اتجاه واحد يبدأ عادة من الكائنات ذاتية التغذية وينتقل إلى الكائنات غير ذاتية التغذية. تستخدم الزهرة طاقة الشمس لصنع غذائها. ويحصل الجراد على طاقته بالتغذي على الزهرة. ويستمد الفأر طاقته من التغذي على الجراد. أمّا الأفعى، فتحصل على طاقتها من التغذي على الفأر. بذلك، يستخدم كل كائن حي جزءًا من الطاقة التي يحصل عليها من الكائن الحي الذي يتغذى عليه في العمليات الخلوية لبناء خلايا وأنسجة جديدة. وتُحرر الطاقة المتبقية إلى البيئة المحيطة فتصبح غير متاحة لهذه الكائنات الحية.

الشبكات الغذائية تكون العلاقات الغذائية عادة أكثر تعقيدًا من السلسلة الغذائية المفردة لأن معظم الكائنات الحية تتغذى على أكثر من نوع واحد. فالطيور مثلًا تتغذى على البذور والفاكهة والحشرات المتنوعة. تجدر الإشارة إلى أنّ الشبكة الغذائية هي النموذج الأكثر استخدامًا لتمثيل العلاقات الغذائية في النظام البيئي. وتُعدّ **الشبكة الغذائية** نموذجًا يمثل الكثير من السلاسل الغذائية المتداخلة والمسارات التي تنتقل فيها الطاقة عبر مجموعة من الكائنات الحية. ويبيّن **الشكل 14** شبكة غذائية توضّح العلاقات الغذائية في مجتمع أحيائي صحراوي.

■ **الشكل 13** السلسلة الغذائية هي نموذج بسيط يمثّل انتقال الطاقة من كائن حي إلى آخر.



■ **الشكل 14** الشبكة الغذائية هي نموذج يبيّن طرقًا متعدّدة تنتقل فيها الطاقة بين الكائنات الحية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تطوير المفاهيم

د م ض م ف م **ناقش**

تواصل مع الطلاب: تناولنا في القسم السابق العلاقات بين المفترِسات.

اسأل الطلاب: أي نوع من الحيوانات يعتبر مفترسًا؟ قد يقول الطلاب إنّ المفترِسات هي من آكلات اللحوم. وقد يكون قلة من الطلاب أقلّ تحديدًا ويقولون إنها مستهلِكات. إذا قال الطلاب إنّ جميع المستهلِكات مفترِسات، فوضِّح لهم أنّ آكلات النباتات والكانسات مستهلِكات لكنها ليست من المفترِسات.

هل يمكن أن يكون الحيوان مفترِسًا وليس من آكلات اللحوم؟ نعم. فبعض الكائنات متنوعة التغذية قد تكون مفترِسة لبعض الوقت على الأقل.

ح تطوير المفاهيم

ض م **توضيح مفهوم خاطئ**

اسأل الطلاب: هل للسلسلة الغذائية نهاية؟ ستختلف الإجابات. اشرح قانون حفظ الطاقة المهم في الفيزياء: الذي ينص على أنّ المادة و/أو الطاقة لا تفنى ولا تستحدث مع الوقت، بل، فقط، تتحول من شكل إلى آخر، فيما تبقى كميتها ثابتة. إضافةً إلى ذلك، سيتعلم الطلاب المزيد عن إعادة تدوير المواد المغذية في القسم التالي.

د م اعرض للطلاب أمثلة عن سلاسل وشبكات غذائية قبل طرح السؤال.

عرض توضيحي

السلاسل الغذائية اعرض على الطلاب سلسلة غذائية تتضمّن ثلاث حلقات على الأقل مستخدمًا المواد الحية المتوفرة مثل الطحالب والبعوض واليرقات وأسماك المنوة، أو صورًا مأخوذة من المجلات.

الوقت المقدّر: 10 min

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Chapter7.indb 181 12/21/2016 4:04:32 PM

م تدريب المهارات

ض م ف م الثقافة المرئية

اسأل الطلاب: ما أوجه المقارنة بين نماذج الأهرام البيئية الثلاثة الواردة في الشكل *15*؟ تعرض جميع النماذج الثلاثة كيفية انتقال المادة والطاقة عبر نظام بيئي.

د م قسّم الطلاب ضمن مجموعات صغيرة واطلب منهم أن يملأوا رسم فيين مستخدمين الأهرام البيئية الثلاثة.

ك دعم الكتابة

د م ض م التعلم التعاوني

كتابة ملخص بعد قراءة هذا القسم ومناقشته، كلّف الطلاب بالعمل في مجموعات صغيرة لإجراء عصف ذهني متمحور حول 5 إلى 10 مصطلحات مهمة من مصطلحات القسم. ثم اطلب منهم استخدام كل مصطلح في جملة على أن يتولى أحدهم كتابة كل جملة.

التقويم التكويني

التقييم

اسأل الطلاب: قارن وقابل بين كل من السلسلة الغذائية والشبكة الغذائية. تبيّن السلاسل الغذائية كيفية انتقال الطاقة عبر نظام بيئي، بينما تبيّن الشبكة الغذائية التفاعل بين السلاسل الغذائية.

المعالجة قم بنمذجة السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية مع الطلاب، ونظّمهم في فرق مكوَّنة من أربعة أفراد، يمثل كل فريق منها سلسلة غذائية مختلفة. وعند بناء السلاسل، اطلب من الفرق تشكيل شبكة غذائية في ما بينهم يتصل فيها كل فرد بفرد آخر على الأقل.

هرم الطاقة

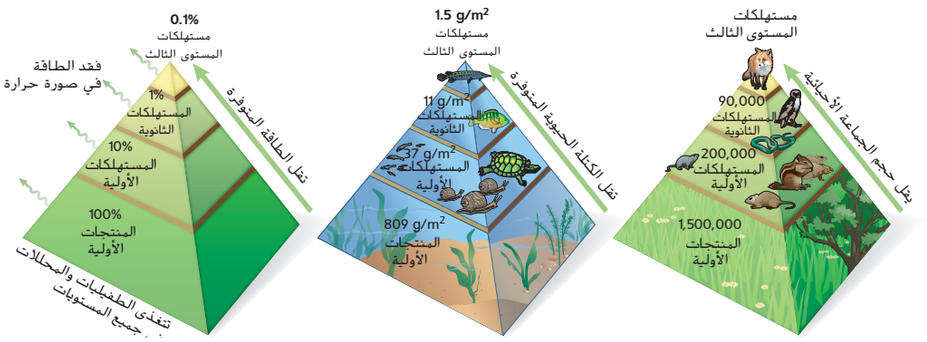
في هرم الطاقة، يمثّل كلّ مستوى غذائي كميّة الطاقة المتوافرة فيه. ومع الارتفاع خطوة إلى أعلى، يُفقد ما نسبته 90% من الطاقة.

هرم الكتلة الأحيائية

في هرم الكتلة الأحيائية، يمثّل كلّ مستوى كميّة الكتلة الأحيائية التي يستهلكها المستوى الذي يعلوه.

هرم الأعداد

يمثّل كل مستوى في هرم الأعداد عدد الكائنات الحية التي يستهلكها المستوى الذي يعلوه.



■ **الشكل 15** الأهرام البيئية نماذج تُستخدم لتمثيل المستويات الغذائية في الأنظمة البيئية.

الأهرام البيئية يستخدم علماء البيئة نموذجًا آخر لتوضيح انتقال الطاقة عبر الأنظمة البيئية، ألا وهو الهرم البيئي. إن الهرم البيئي هو عبارة عن مخطط يوضّح الكميات النسبية من الطاقة أو الكتلة الأحيائية أو عدد الكائنات الحية في كل مستوى غذائي في نظام بيئي معيّن.

يبيّن هرم الطاقة في **الشكل 15** أنّ 10 % فقط من الطاقة الكلية ينتقل إلى المستوى الأعلى منه. ويحدث ذلك لأن معظم الطاقة الموجودة في الكائنات الحية في كل مستوى تُستهلك في العمليات الخلوية أو تنطلق إلى البيئة المحيطة في صورة حرارة. وتتناقص عادة كمية **الكتلة الأحيائية**، وهي الكتلة الإجمالية للمادة الحية عند كل مستوى غذائي، في كل مستوى غذائي. وكما يوضّح هرم الأعداد، فإن العدد النسبي للكائنات الحية في كل مستوى غذائي يتناقص أيضًا، لأن الطاقة المتوفرة لدعم الكائنات الحية تقل.

القسم 2 التقويم

ملخص القسم

- تحصل الكائنات ذاتية التغذية على الطاقة من الشمس أو تستخدم طاقة من بعض المواد الكيميائية لتصنع غذاءها.
- تضم الكائنات غير ذاتية التغذية آكلات النباتات وآكلات اللحوم والكائنات متنوعة التغذية والكائنات الكانسة.
- المستوى الغذائي هو مرحلة في السلسلة الغذائية أو الشبكة الغذائية.
- السلاسل الغذائية والشبكات الغذائية والأهرام البيئية هي نماذج تُستخدم لتبيّن كيفية انتقال الطاقة عبر الأنظمة البيئية.

فهم الأفكار الأساسية

1. **التكوين الأساسية** **قارن وقابل** بين الكائنات ذاتية التغذية والكائنات غير ذاتية التغذية.
2. **وضّح** انتقال الطاقة عبر سلسلة غذائية بسيطة يكون فيها الأسد المستهلك النهائيّ.
3. **صنّف** الكلب الأليف كمخلوق ذاتي التغذية أو غير ذاتي التغذية، وكآكل النباتات أو آكل اللحوم أو متنوع التغذية. اشرح.
4. **قيّم** تأثير انخفاض الطاقة الشمسيّة أو تلاشيها في الكائنات الحيّة.

فكّر بشكل ناقد

5. **أنشئ** شبكة غذائية بسيطة للكائنات الحية في مجتمعك.

الرياضيات في **علم الأحياء**

6. ارسم هرم طاقة لسلسلة غذائية مكوَّنة من أعشاب وبرقة فراشة وخنفساء وسحلية وأفعى وطائر جوّاب. وافترض أن الطاقة المتوفرة للأعشاب هي 100 %. بيّن مقدار الطاقة المفقودة في كل مرحلة والمقدار المتبقي للمستوى الغذائي التالي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 التقويم

1. تحتاج الكائنات ذاتية التغذية والكائنات غيرية التغذية إلى الطاقة، لكن الكائنات ذاتية التغذية تحصل على الطاقة من ضوء الشمس أو من المواد غير العضوية لإنتاج غذائها. أمّا الكائنات غيرية التغذية فتستمدّ الطاقة من خلال التغذي على كائنات حية أخرى.
2. الإجابة النموذجية: أعشاب ← حيوان برّي ← أسد
3. إن الهرة المنزلية كائن غيري التغذية. الهرة هي أيضًا كائن حيّ لاحم رغم أنّ الأغذية التجارية الخاصة بالهررة تحتوي على منتجات حيوانية ونباتية على حدٍ سواء، كالقمح والأرزّ.
4. الإجابة النموذجية: مع تناقص كمية الطاقة المستمدة من الشمس، تقل كمية الطاقة التي تحصل عليها المنتِجات. وستتناقص أعداد المنتِجات التي تتغذى عليها المستهلِكات، وستكون المنتِجات المتوفرة محدودة. بالتالي، ستقل أعداد المستهلِكات التي تتغذى عليها آكلات اللحوم. وعندما تنضب الطاقة الشمسية، سيتوقف النظام.
5. ستختلف الإجابات، لكن يجب أن تتضمن كل الشبكات الغذائية منتِجات وآكلات نباتات وآكلات لحوم وكائنات كانسة.
6. يجب أن يعرض الهرم الأعشاب (الطاقة المتوفرة 100 بالمئة) في أقل مستوى، تليها برقة الفراشة (الطاقة المتوفرة 10 بالمئة)، ثم الخنفساء (الطاقة المتوفرة 1 بالمئة)، يليها السحلية (الطاقة المتوفرة 0.1 بالمئة)، ثم الأفعى (الطاقة المتوفرة 0.01 بالمئة)، وأخيراً الطائر الجوّاب (الطاقة المتوفرة 0.001 بالمئة) في المستوى الأعلى.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

182 الوحدة 7 • مبادئ علم البيئة

Chapter7.indb 182 12/21/2016 4:04:34 PM