

## نماذج انتقال الطاقة Models of Energy Flow

يستخدم علماء البيئة السلاسل والشبكات الغذائية لعمل نماذج لانتقال الطاقة في نظام بيئي ما. ومثل أي نموذج، تعدّ هذه السلاسل والشبكات الغذائية تمثيلاً مبسطاً لانتقال الطاقة.

كل خطوة في السلسلة أو الشبكة الغذائية يطلق عليها **مستوى غذائي** trophic level. وتشكل المخلوقات الحية الذاتية التغذية المستوى الغذائي الأول في الأنظمة البيئية جميعها، أما المخلوقات الحية غير الذاتية التغذية فتشكل المستويات الأخرى. وما عدا المستوى الغذائي الأول، تحصل المخلوقات الحية في كل مستوى غذائي على طاقتها من المستوى الغذائي الذي يسبقه.

**السلاسل الغذائية Food chains** السلسلة الغذائية food chain نموذج بسيط يمثل كيف تنتقل الطاقة ضمن النظام البيئي. ويبين الشكل 1-14 سلسلة غذائية نموذجية في حقل أعشاب؛ حيث تمثل الأسهم انتقال الطاقة في اتجاه واحد يبدأ من الذاتية التغذية، وينتقل إلى غير الذاتية التغذية. تستخدم الزهرة طاقة الشمس لصنع غذائها، ويحصل الجراد على طاقته بالتغذي على الزهرة، ويستمد الفأر طاقته من أكل الجراد، وأخيراً تستمد الأفعى طاقتها من تغذيتها على الفأر. ويستخدم كل مخلوق حي جزءاً من الطاقة التي يحصل عليها من المخلوق الذي تغذى عليه في العمليات الحيوية الخلوية لبناء خلايا وأنسجة جديدة. وتتحرك الطاقة المتبقية إلى البيئة المحيطة لتصبح غير متاحة للمخلوقات الحية ضمن السلسلة الغذائية.



الشكل 1-14 السلسلة الغذائية نموذج بسيط يُمثل انتقال الطاقة من مخلوق حي إلى آخر.

## تجربة 1-1

### صمم شبكة غذائية

- يتغذى الروبيان على الطحالب الخضراء والكانسبات، ويكون غذاء لجرذ المسك والثعلب الأحمر.
- يتغذى الراكون على جرد المسك والحلّد والسنجاب الرمادي والبلوط.

### أكلات الأعشاب الجراد

### أكلات اللحوم الثعلب الحمراء

### التحليل

1. حدّد جميع أكلات الأعشاب وأكلات اللحوم والمخلوقات القارئة والكانسة في الشبكة الغذائية.
2. صف كيف يمكن أن يتأثر جرد المسك إذا قُضت الأمراض على شجر البلوط.

**تختل السلسلة الغذائية و لعدم حصول الراكون على غذائه فيتغذى على جرد المسك فتتناقص أعداد**

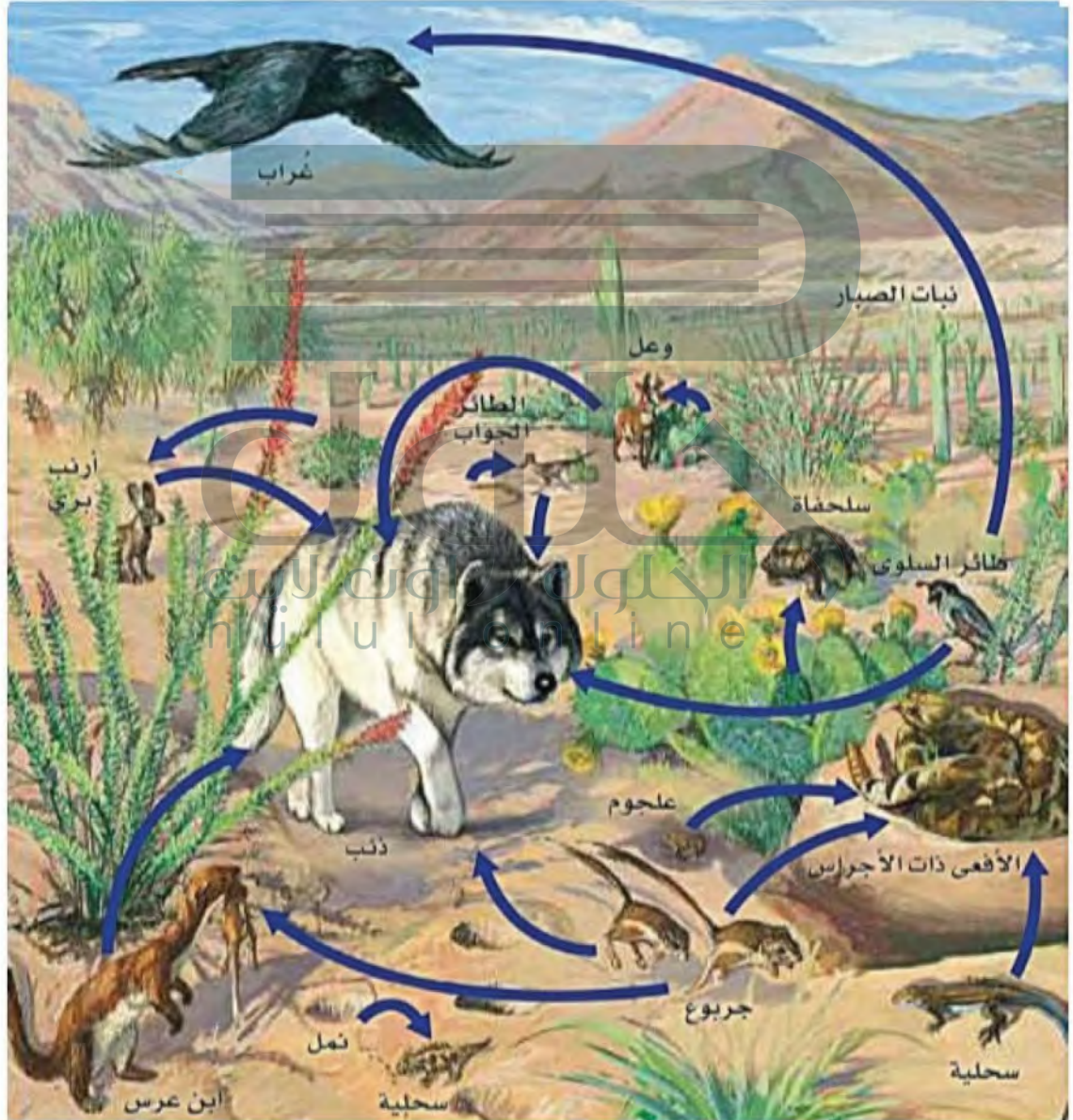
كيف تنتقل الطاقة من مخلوق حي إلى آخر في نظام بيئي ما؟  
تبين السلسلة الغذائية مساراً واحداً فقط لانتقال الطاقة في النظام البيئي. أما الشبكة الغذائية فتبين العلاقات المتداخلة التي تظهر في السلاسل الغذائية.

### خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية على منصة عين.
  2. استخدم المعلومات الآتية لبناء شبكة غذائية في نظام بيئي لإحدى المناطق:
- تتغذى الثعلب الحمراء على الراكون والروبيان والجراد والبرسيم الأحمر red clover والحلّد والسنجاب الرمادي.
  - البرسيم الأحمر يأكله الجراد وجرذ المسك والثعلب الأحمر والحلّد.
  - الحلّد والسنجاب الرمادي والراكون تتغذى جميعها على أجزاء من شجر البلوط.

**الشبكات الغذائية Food webs** علاقات التغذية فيها أكثر تعقيداً من السلسلة الغذائية المفردة؛ لأن معظم المخلوقات الحية تتغذى على أكثر من نوع من المخلوقات؛ فالطيور مثلاً تتغذى على البذور والثمار والحشرات المتنوعة. والنموذج الأكثر استعمالاً لتمثيل العلاقات الغذائية في النظام البيئي هو **الشبكة الغذائية food web**، وهو نموذج يمثل السلاسل الغذائية المتداخلة المتنوعة، والمسارات التي تنتقل فيها الطاقة خلال مجموعة من المخلوقات الحية. ويبين الشكل 1-15 شبكة غذائية توضح العلاقات الغذائية في مجتمع صحراوي.

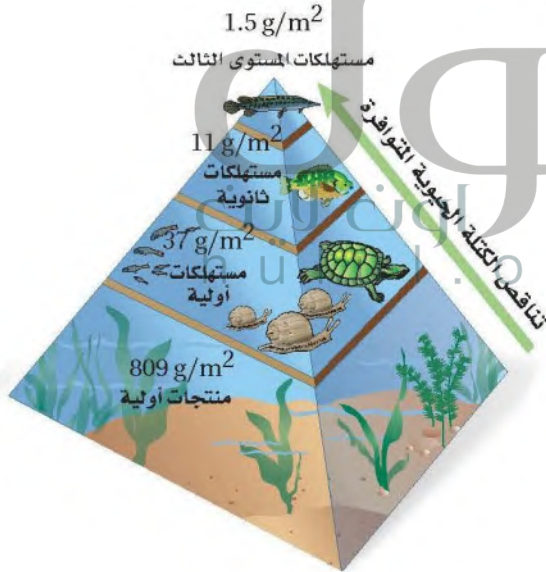
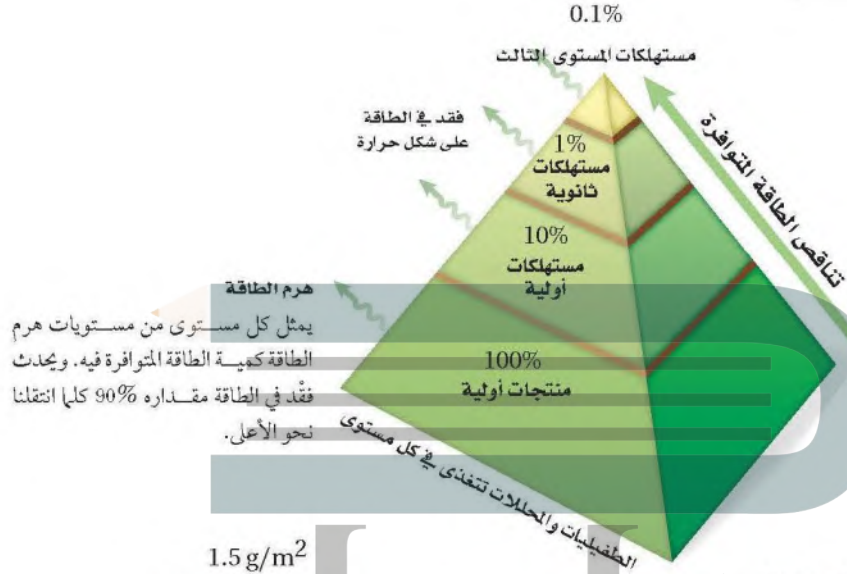
■ الشكل 1-15 الشبكة الغذائية نموذج للطرائق المتعددة التي تنتقل فيها الطاقة بواسطة المخلوقات الحية.





**الهرم البيئي Ecological Pyramid** يستخدم علماء البيئة نموذجاً آخر لدراسة انتقال الطاقة خلال النظام البيئي؛ وهو مخطط يمكن أن يوضح الكميات النسبية من الطاقة والكتلة الحيوية وأعداد المخلوقات الحية في كل مستوى غذائي في النظام البيئي.

■ الشكل 16-1 الهرم البيئي نموذج يستخدم لتمثيل المستويات الغذائية في النظام البيئي.



هرم الكتلة الحيوية

في هرم الكتلة الحيوية، يمثل كل مستوى كمية الكتلة الحيوية التي يستهلكها المستوى الذي فوقه.



هرم الأعداد

في هرم الأعداد، يمثل كل مستوى أعداد المخلوقات الحية التي يستهلكها المستوى الذي فوقه.

يبين هرم الطاقة في الشكل 1-16 أن 90% تقريباً من الطاقة الكلية في مستوى غذائي لا تنتقل إلى المستوى الغذائي الذي يليه؛ ويحدث ذلك لأن معظم الطاقة الموجودة في المخلوقات الحية في كل مستوى تُستهلك في العمليات الحيوية الخلوية، أو تنطلق إلى البيئة المحيطة في صورة حرارة. وتتناقص عادة كمية **الكتلة الحيوية** biomass - وهي الكتلة الإجمالية للمادة الحيوية عند كل مستوى غذائي - في كل مستوى غذائي. وكما يوضح هرم الأعداد، فإن العدد النسبي للمخلوقات عند كل مستوى غذائي يتناقص أيضاً؛ لأن الطاقة المتوفرة لدعم نمو المخلوقات الحية تقل.

## مخلوقات الحية الذاتية التغذية

### تصنع غذائها بنفسها

## التقويم 1-2

### الخلاصة

### فهم الأفكار الرئيسية

### التفكير الناقد

1. **الفكرة الرئيسية** **قارن** بين 5. استخدم نموذجاً اعلم شبكة التغذية على الطاقة من الشمس أو تستخدم طاقة من بعض المواد الكيميائية لتنتج غذاءها.
2. **صف** انتقال الطاقة خلال سلسلة غذائية بسيطة تنتهي بأسد بوصفه مستهلكاً نهائياً **انتقل الطاقة من المنتجات** 3. **صنف** القط المنزلي بوصفه ذاتي التغذية أو غير ذاتي التغذية. وهل هو من آكلات الأعشاب أو آكلات اللحوم أو من المخلوقات القارئة؟ وضع ذلك. **القط المنزلي غير ذاتي التغذية المخلوقات القارئة** 4. **قوّم** الأثر في المخلوقات الحية إذا قلت الطاقة الشمسية أو تلاشت نهائياً **تفقد الحياة لأن الشمس المصدر الرئيسي للطاقة**
5. استخدم نموذجاً اعلم شبكة غذائية بسيطة لمخلوقات حية تعيش في منطقتك.
6. **الرياضيات في علم البيئة** ارسم هرم طاقة لسلسلة غذائية مكونة من: أعشاب وريقة فراشة وخنفساء وسحلية وأفعى وطائر جَوَاب road runner. مقررّصاً أن الطاقة المتوفرة للأعشاب هي 100%. بين مقدار الطاقة المفقود في كل مستوى، وكم يبقى منها **التغذية المخلوقات القارئة** 6. **الرياضيات في علم البيئة** ارسم هرم طاقة لسلسلة غذائية مكونة من: أعشاب وريقة فراشة وخنفساء وسحلية وأفعى وطائر جَوَاب road runner. مقررّصاً أن الطاقة المتوفرة للأعشاب هي 100%. بين مقدار الطاقة المفقود في كل مستوى، وكم يبقى منها