

انتقال الطاقة في النظام البيئي

Flow of Energy in Ecosystem

الفكرة الرئيسية تحصل المخلوقات الحية الذاتية التغذي على الطاقة، فتوفرها لكل أفراد الشبكة الغذائية.

الرابط مع الحياة عندما تأكل قطعة من الخبز، فإنك تزود جسمك بالطاقة. قد تندش عندما تعلم أن الشمس هي المصدر الأساسي للطاقة في جسمك. فكيف تدخل الطاقة الشمسية في طعامك؟

الطاقة في النظام البيئي Energy in Ecosystem

من طرائق دراسة التفاعل بين المخلوقات الحية في النظام البيئي تتبع انتقال الطاقة خلال هذا النظام. تختلف المخلوقات الحية في طريقة حصولها على الطاقة، لهذا، فهي تصنف إلى ذاتية التغذي أو غير ذاتية التغذي؛ بناءً على طريقة حصولها على الطاقة في النظام البيئي.

الذاتية التغذي Autotrophs النباتات الخضراء جميعها والمخلوقات الحية الأخرى التي تنتج غذاءها بنفسها هي منتجات أولية تسمى ذاتية التغذي. والمخلوق الحي الذاتي التغذي autotroph هو الذي مكّنه الله سبحانه وتعالى من الحصول على الطاقة من ضوء الشمس أو من المواد غير العضوية لينتج غذاءه. فالمخلوقات الحية التي تحوي الكلوروفيل تمتص الطاقة في أثناء عملية البناء الضوئي وتستخدمها في تحويل ثاني أكسيد الكربون والماء (مواد غير عضوية) إلى جزيئات عضوية. وفي الأماكن التي لا يتوافر فيها ضوء الشمس، تستخدم بعض البكتيريا كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون لبناء جزيئات عضوية تستخدمها بوصفها غذاء. وتعدّ المخلوقات الحية الذاتية التغذي أساساً لكل الأنظمة البيئية؛ لأنها توفر الطاقة لكل المخلوقات الحية الأخرى في النظام البيئي.

غير الذاتية التغذي Heterotrophs المخلوق الحي الذي يحصل على احتياجاته من الطاقة بالتهام مخلوقات حية أخرى يسمى غير ذاتي التغذي heterotrophs، والمخلوقات الحية غير الذاتية التغذي أيضاً تسمى المستهلكات. والمخلوق الحي غير الذاتي التغذي الذي يتغذى على النباتات يسمى **أكل الأعشاب herbivore**، كالبقرة والأرنب والجراد.

الأهداف

- تصف انتقال الطاقة في نظام بيئي ما.
- تحدّد مصدر الطاقة للمنتجات التي تعتمد على البناء الضوئي في تغذّيها.
- تصف السلاسل الغذائية، والشبكات الغذائية، والهرم الغذائي.

مراجعة المفردات

- الطاقة**، القدرة على التغيير، فالطاقة لا تفنى ولا تستحدث إلا بمشيئة الله، بل تتحول من شكل إلى آخر.
- الذاتي التغذي**، المخلوق الحي الذي يصنع غذاءه بنفسه.
- غير الذاتي التغذي**، المخلوق الحي الذي يعتمد على المخلوقات الأخرى في غذائه.

المفردات الجديدة

- أكل الأعشاب
- أكل اللحوم
- المخلوقات القارئة
- المخلوقات الكانسة
- المستوى الغذائي
- السلسلة الغذائية
- الشبكة الغذائية
- الكتلة الحيوية

■ الشكل 1-12 هذا النوع من الحيوانات
التغذي، وهو على وشك أن يلتهم مخلوقاً آخر
غير ذاتي التغذية.
حدّد التصنيف الإضافي لكلّ من هذين
المخلوقين.

أكلات اللحوم ، المخلوقات القارئة



■ الشكل 1-13 يحصل هذا الفطر
على غذائه (طاقته) من جذع الشجرة الميتة.
وتُعدّ الفطريات محللات تدوّر المواد المغذية
الموجودة في المخلوقات الميتة.
اشرح أهمية المحللات في النظام البيئي.

تقوم المحللات بتحليل المركبات
العضوية

أما المخلوقات غير الذاتية التغذي التي تفترس مخلوقات حية أخرى غير
ذاتية التغذي ومنها الأسود والوشق المبين في الشكل 1-12، فتسمى **أكلات
اللحوم** carnivores. وبالإضافة إلى أكلات الأعشاب وأكلات اللحوم، هناك
مخلوقات حية أخرى تتغذى على النباتات والحيوانات تسمى **المخلوقات القارئة**
omnivores، ومن أهم القوارت الإنسان. ومن أمثلة القوارت في الحيوانات
الغراب والدب والراكون والفأر والقرود.

أما **المخلوقات الكانسة** detritivores فهي مخلوقات حية تتغذى على أجزاء من
المواد الميتة في النظام البيئي، فتعيد بذلك المواد المغذية إلى التربة أو الهواء أو الماء
لتستخدمها المخلوقات الحية الأخرى مرة ثانية. وتضم المخلوقات الكانسة الضباع
وبعض الديدان والحشرات كالذباب والعديد من الحشرات المائية التي تعيش في
قاع جدول مائي؛ حيث تتغذى على قطع صغيرة من النباتات والحيوانات الميتة. أما
المحللات decomposers -مثلها مثل الحيوانات الكانسة- فتحلل المخلوقات
الميتة عن طريق إفراز إنزيمات هاضمة. وتعدّ الفطريات في الشكل 1-13 وبعض
أنواع البكتيريا من المحللات.

تقوم المخلوقات الحية غير الذاتية التغذي جميعها - ومنها الكانسات - بتحليل
جزء من المواد المغذية عندما تتغذى على مخلوقات حية أخرى، وتحلل أجسامها
إلى مركبات عضوية. وتقوم المحللات بتحليل المركبات العضوية لتوفر المواد
المغذية للمنتجات من أجل إعادة استخدامها. وبدون المحللات والكانسات،
يتملئ الغلاف الحيوي بالمخلوقات الميتة؛ التي تحوي أجسامها مواد مغذية لن
تكون متاحة للمخلوقات الحية الأخرى. وتشكل الكانسات جزءاً مهماً من دورة
الحياة؛ لأنها توفر المواد المغذية لكل المخلوقات الحية الأخرى.

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. وبين 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 والسنبج الرمادي والبلوط.

أكلات الأعشاب الجراد

أكلات للحوم الثعلب الحمراء

التحليل

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

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

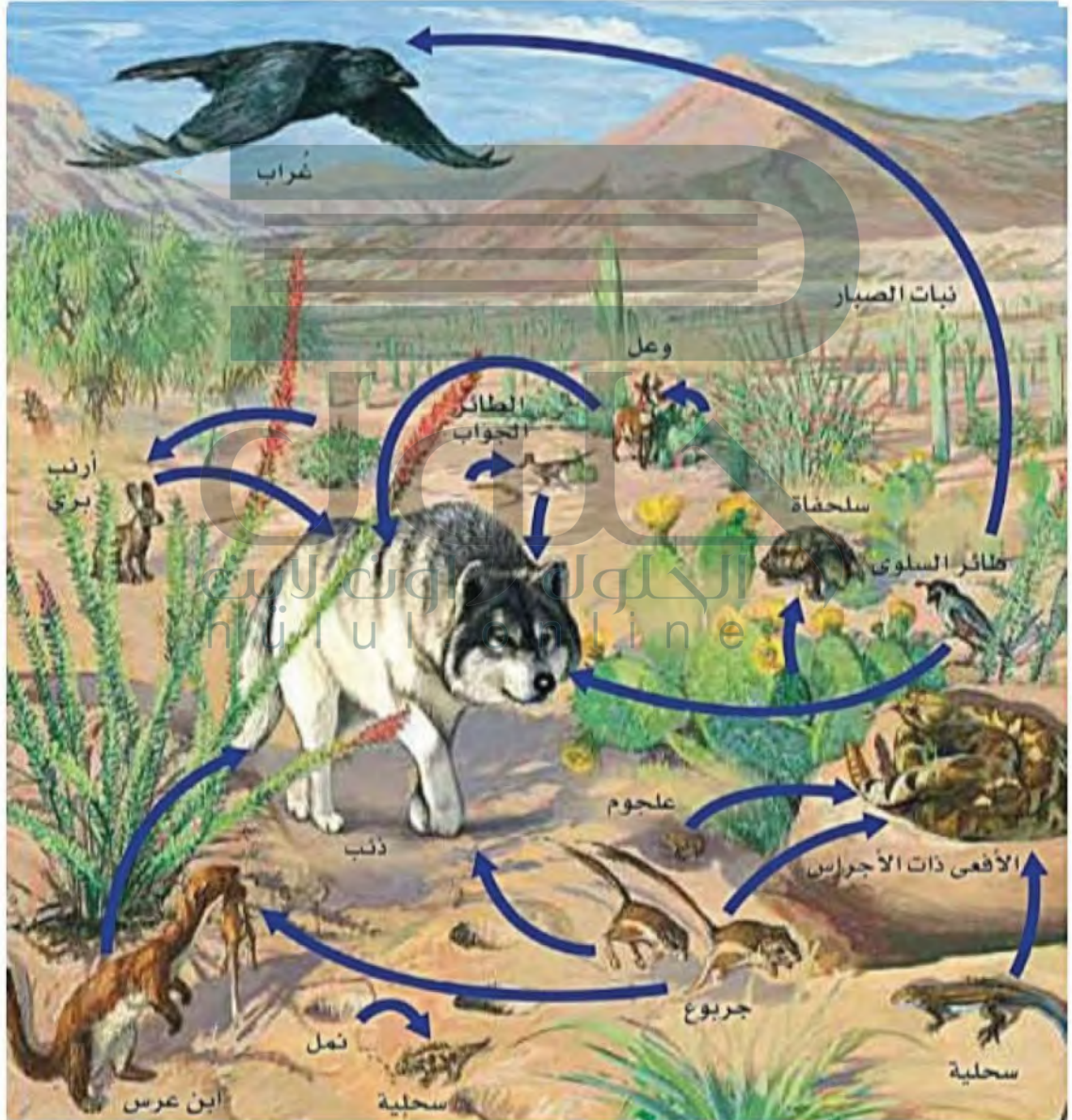
كيف تنتقل الطاقة من مخلوق حي إلى آخر في نظام بيئي ما؟ تبين السلسلة الغذائية مساراً واحداً فقط لانتقال الطاقة في النظام البيئي. أما الشبكة الغذائية فتبين العلاقات المتداخلة التي تظهر في السلاسل الغذائية.

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 والسنبج الرمادي.
 - البرسيم الأحمر يأكله الجراد وجرذ المسك والثعلب الأحمر والحلّد.
 - الحلّد والسنبج الرمادي والراكون تتغذى جميعها على أجزاء من شجر البلوط.

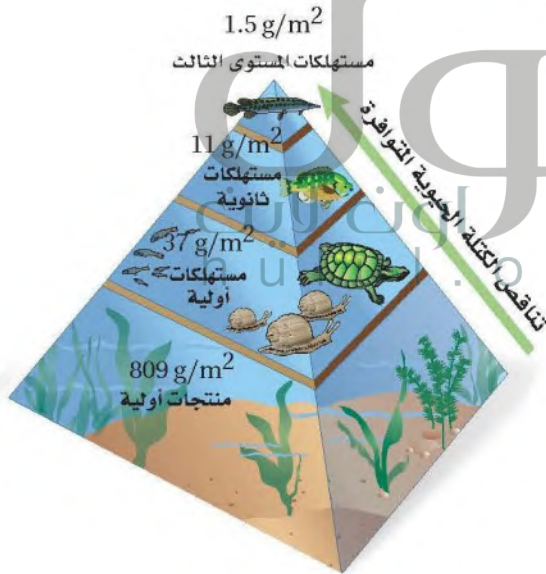
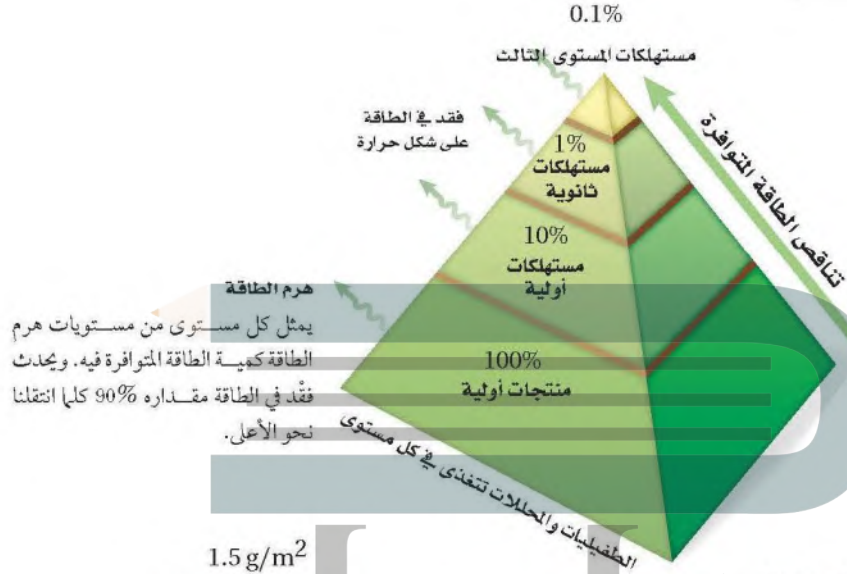
الشبكات الغذائية Food webs علاقات التغذي فيها أكثر تعقيداً من السلسلة الغذائية المفردة؛ لأن معظم المخلوقات الحية تتغذى على أكثر من نوع من المخلوقات؛ فالطيور مثلاً تتغذى على البذور والثمار والحشرات المتنوعة. والنموذج الأكثر استعمالاً لتمثيل العلاقات الغذائية في النظام البيئي هو **الشبكة الغذائية food 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 نموذجًا 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؟
4. **قوّم** الأثر في المخلوقات الحية إذا قلّت الطاقة الشمسية أو تلاشت نهائياً **فقد 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. **مفترضاً** أن الطاقة المتوفرة للأعشاب هي 100%. **بين** مقدار الطاقة المفقود في كل مستوى، وكم يبقى منها **التغذية المخوقات القارئة** للمستوى الغذائي التالي.

- تحصل المخلوقات الحية الذاتية التغذية على الطاقة من الشمس أو تستخدم طاقة من بعض المواد الكيميائية لتنتج غذاءها.
- تضم المخلوقات الحية غير الذاتية التغذية آكلات الأعشاب وآكلات اللحوم والمخلوقات القارئة والكانسة.
- المستوى الغذائي مرحلة في السلسلة أو الشبكة الغذائية.
- السلاسل والشبكات الغذائية والأهرام البيئية نماذج تستخدم لتبين انتقال الطاقة خلال النظام البيئي.