دولة ليبيا

وزارة التعليم

مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الأحياء

الدرس الرابع

للسنة الثالثة من مرحلة التعليم الثانوي

(القسم العلمي)

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي

1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

2 - 2 المنظومة البيئية The ecosystem

المنظومـة البيئية هي نظام بيئـي يتكون عن طريق تفاعل الكائنـات الحية مع بيئتها غير الحية. ولهذا، عند دراسة المنظومة البيئية، نفحص كُلاً من العوامل الحية وغير الحية التي تعمل في مثل تلك المنظومة.

وتستخدم المنظومـة البيئيـة الفعالـة كلًّا مـن الطاقة والمـواد (مواد مغذية غيـر عضوية – أبسـط شـكل للمواد). وكما سـنرى فيمـا بعد، تدخـل الطاقة إلى المنظومـة البيئية من خارجها (من الشمس) وتنساب خلالها بطريقة غير دورية.

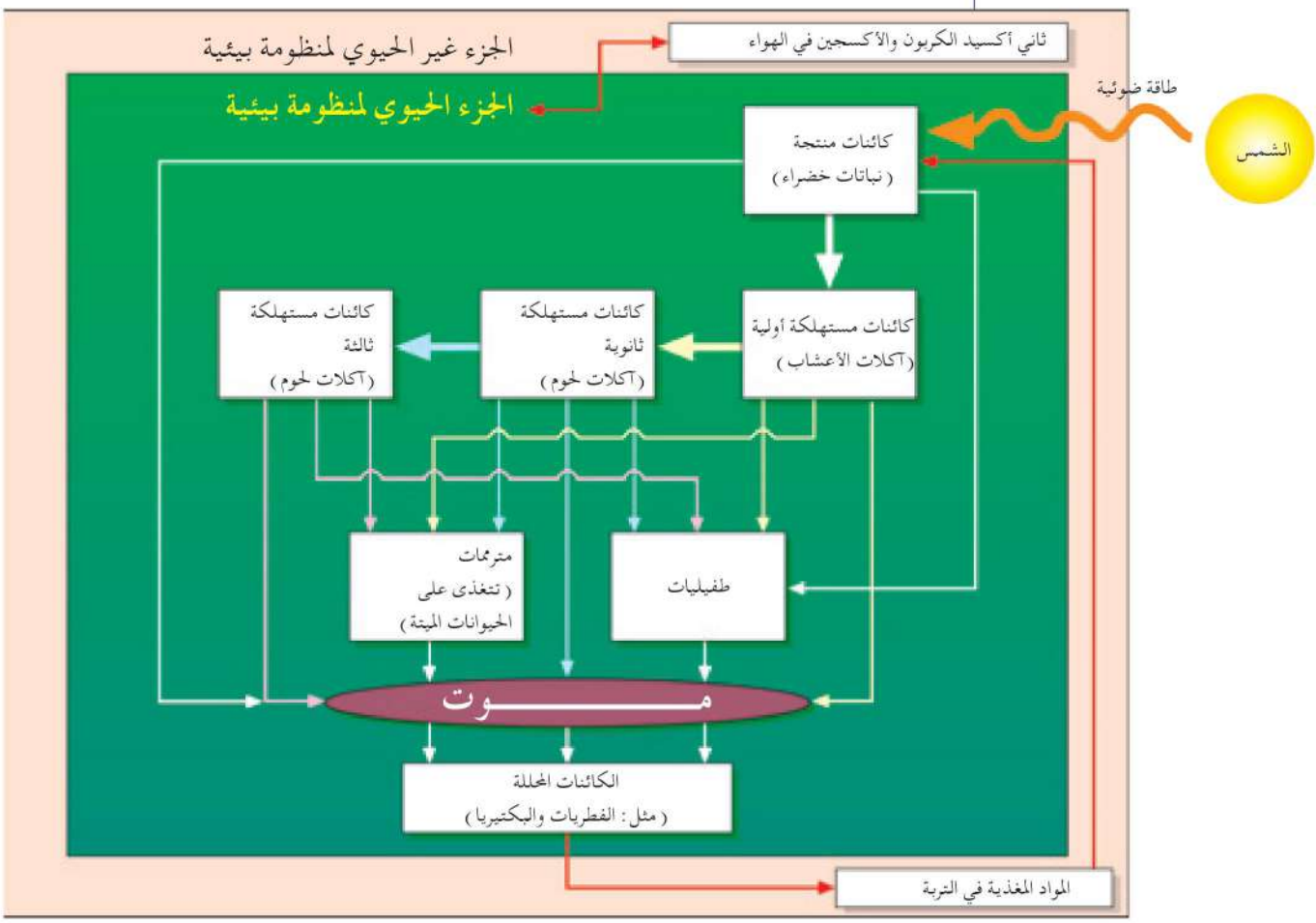
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

وبناءً على ذلك، يجب توفير الطاقة باستمرار للمنظومة البيئية. أما المواد فلا تأتي من الخارج – بل نحصل عليها من البيئة الفيزيائية، وتنساب خلال المنظومة البيئية بطريقة دورية. ولهذا، ففي المنظومة البيئية "المتوازنة" لا تضيع المواد أبدًا – حيث يتم إعادة تدويرها باستمرار، كما في دورة الكربون.

وفي أي منظومة بيئية، يمكن تحديد الكائنات الحية على أنها **كائنات منتجة** أو **كائنات مستهلكة** أو **كائنات محللة**.

والكائنات المنتجة هي أساسًا نباتات خضراء تُصنِّع مواد غذائية عضوية معقدة من مواد خام، وهي الكائنات الحية الوحيدة التي يمكنها تحويل الطاقة ضوئية إلى طاقة كيميائية، وتخزنها في جزيئاتها الغذائية أثناء البناء الضوئي. وتؤثر الكائنات المنتجة على حياة الكائنات الحية الأخرى لأنها بداية السلسلة الغذائية، فهي توفر المواد الغذائية، والطاقة، والأكسجين للكائنات العضوية الأخرى في تلك السلسلة.

تحصل الكائنات المستهلكة على الطاقة من كائنات حية أخرى تتغذى عليها، لذلك تعتبر الحيوانات كائنات مستهلكة. تتغذى آكلات الأعشاب مباشرة على النباتات، وعليه فتُعرف بالكائنات المستهلكة الأولية، وآكلات اللحوم التي تتغذى على آكلات الأعشاب تعرف بالكائنات المستهلكة الثانوية.



شكل 2 – 4 علاقات مهمة للطاقة في منظومة بيئية

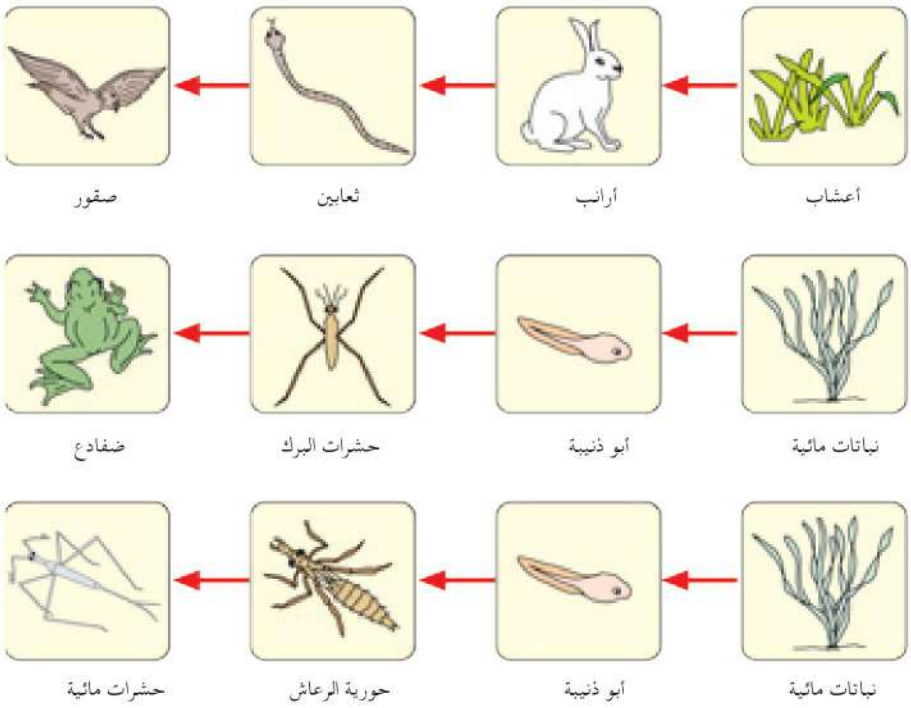
جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

والكائنات المحللة (مثل الفطريات والبكتيريا) تقوم بعملها على أجسام الكائنات الميتة، وتسمح للمواد المحبوسة داخلها بالعودة إلى البيئة الفيزيائية لتستخدمها النباتات الخضراء مرة أخرى.

ويبين شكل 2 – 4 العلاقات بين الكائنات المنتجة، والكائنات المستهلكة، والكائنات الأخرى.

السلسة الغذائية وشبكة الغذاء

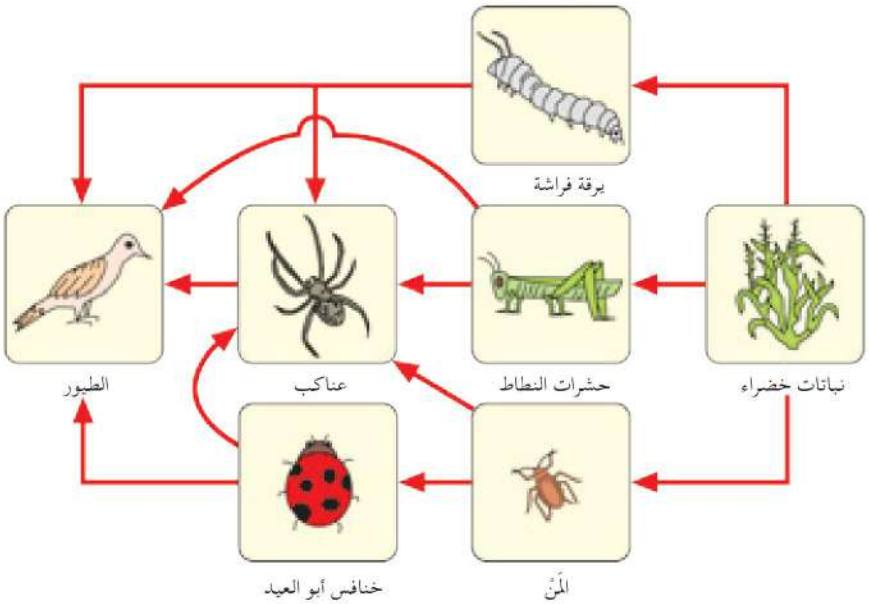
تتكون **السلسلة الغذائية** من مجموعة من الكائنات الحية التي تنتقل خلالها الطاقة في شكل مادي (أي الطعام)، مثل:



وتعرف كل مرحلة في السلسلة الغذائية بالمستوى **الغذائي**.

الكائن المفترس هو حيوان يتغذى على حيوان آخر يسمى **الفريسة**، فالثعبان مفترس للأرانب، والصقور مفترسة للثعابين، والأرانب فريسة الثعابين.

وفي أي مجتمع، ترتبط السلاسل الغذائية معًا لتكوين **شبكة غذائية** أو دورة الغذاء. ويوجد على اليسار مثال لشبكة غذائية بسيطة.



علم الأحياء

مستويات التنظيم (التعضي) في علم البيئة

لقد درسنا مستويات التعضي البيولوجي ابتداءً من:

الخلايا
↓
الأنسجة
↓
الأعضاء
↓
أجهزة الأعضاء
↓
الكائنات الحية عديدة الخلايا

وتتفاعل مجموعات الكائنات الحية مع بعضها البعض ومع البيئة غير الحية لتكوِّن مستويات تنظيمية تزيد في الحجم والتعقيد كالتالي:

عشائر
↓
مجتمعات
↓
منظومات بيئية
↓
محيط حيوي

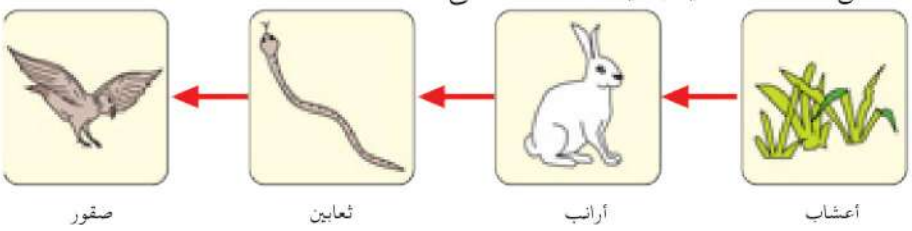
(ويشمل المحيط الحيوي جميع أجزاء الكرة الأرضية التي توجد بها حياة.)

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

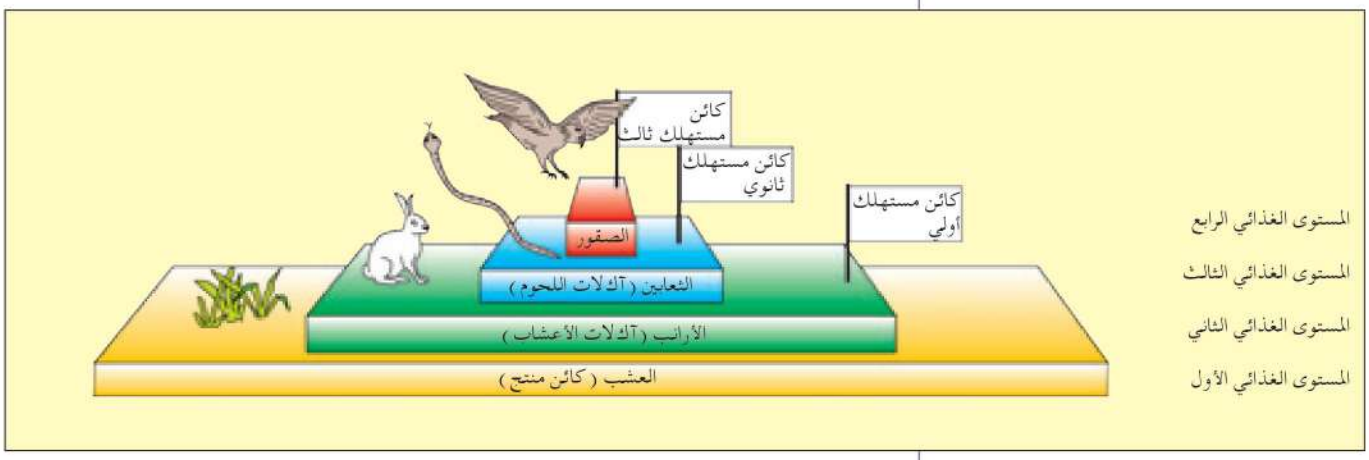
الأهرام البيئية

هرم الأعداد

افحص سلسلة غذائية بسيطة كالمثال التالي :



وبافتراض وجود 10 صقور في موطن بيئي، ويحتاج كل صقر التغذي على ثعبان واحد كل يوم، ستحتاج الصقور في شهر واحد إلى 300 ثعبان لتبقى على قيد الحياة. وإذا تغذى كل ثعبان على أرنب واحد ليكفيه لمدة يومين، سيحتاج 300 ثعبان إلى 4500 أرنب في شهر واحد. ويتغذى الأرنب بشراهة وقد يحتاج إلى 20 نباتًا عشبيًّا أو أكثر في اليوم. وفي شهر واحد، يجب أن يتوفر 2700000 نبات عشبي حتى تتمكن الأرانب من البقاء على قيد الحياة. ولذلك يمكن استخدام عدد الكائنات الحية في كل مستوى غذائي لتكوين هرم الأعداد. وبالنسبة لهذه السلسلة الغذائية، سيكون الهرم متسعًا عند القاع وضيقًا نحو القمة.



شكل 2 – 5 هرم الأعداد

هرم الكتلة الحيوية

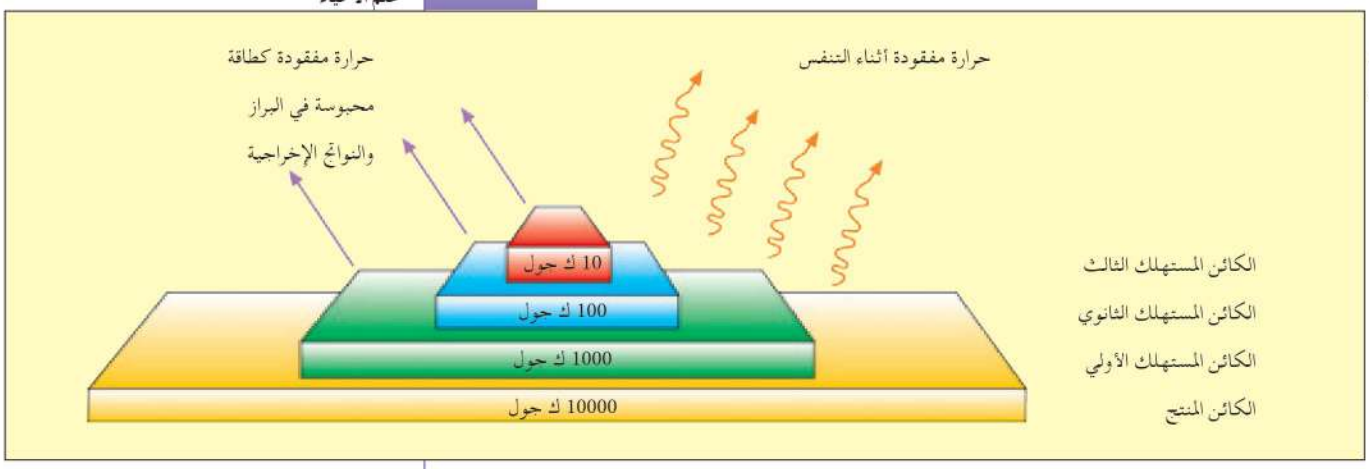
الكتلة الحيوية هي مجموع كتلة المادة الحية في كل مستوى غذائي في أي وقت معين. وبالنسبة للسلسلة الغذائية التي درسناها للتو، فإن هرم الكتلة الحيوية له شكل مشابه لهرم الأعداد، فكتلة الحشائش أكبر من كتلة الأرانب. وللأرانب جميعًا كتلة حيوية أكبر من الثعابين، و300 ثعبان أثقل من 10 صقور.

هرم الطاقة

تُفقد كميات كبيرة من الطاقة في البيئة أثناء نقل الطعام من مستوى غذائي إلى التالي، وقد تُفقد الطاقة في البيئة :

- كحرارة أثناء التنفس عند كل مستوى غذائي.
- خلال المادة غير المهضومة (البراز) بواسطة الكائنات المستهلكة.
- خلال نواتج إخراجية مثل اليوريا، من الكائنات المستهلكة.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

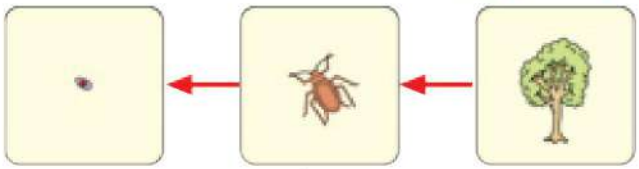


شكل 2– 6 هرم الطاقة، بافتراض فقد 90% أثناء النقل

يتناقص المستوى الإجمالي للطاقة بشكل متزايد بطول السلسلة الغذائية. ولهذا، يكون هرم الطاقة عريضًا دائمًا عند القاعدة وضيقًا نحو القمة.

يمكننا افتراض أن حوالي 90% من الطاقة تُفقد في الظروف العادية عند نقلها من مستوى غذائي إلى المستوى التالي – يُفقد أكبر قدر من الطاقة أثناء نقلها من الكائن المنتج إلى الكائن المستهلك الأولى. ويفسر الفقد المتزايد للطاقة سبب قصر السلاسل الغذائية عمومًا. ويعني ذلك أنه كلما كانت السلسلة الغذائية أقصر، كلما توافرت طاقة أكثر للكائن المستهلك الأخير، ولهذا تتوافر طاقة أكثر للإنسان إذا تغذى مباشرة على نباتات المحاصيل المزروعة في منطقة معينة بدلًا من التغذي على الماشية التي تتغذى على تلك النباتات.

تنوعات في هرم الأعداد



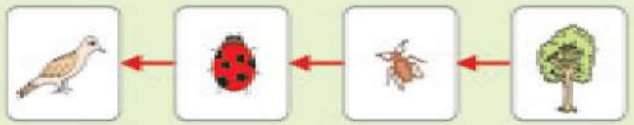
وقد ينقلب هرم الأعداد إذا كانت الكائنات الحية لمستوى غذائي معين طفيلية على الكائنات الحية لمستوى غذائي آخر. تأمل السلسلة الغذائية الموضحة أعلاه.

ويظل في هذه الحالة هرم الكتلة الحيوية عريضًا عند القاع، ضيقًا في اتجاه القمة. يرجع ذلك إلى أن للشجرة الواحدة كتلة حيوية كبيرة جدًّا تدعم السكان الآخرين. ومع هذا، يكون لهرم الأعداد شكل مختلف وذلك لأن قاعه ممثل بشجرة واحدة فقط.

شكل 2 – 7 هرم عددي مقلوب

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

جدول 2 – 1 بعض أمثلة السلاسل الغذائية لتوضيح الاختلافات في الأهرامات البيئية.

سلسلة غذائية	هرم الأعداد	هرم الكتلة الحيوية	هرم الطاقة
 عشب ← أرانب ← ثعابين ← صقور			
 شجرة ← حشرة المَنّ ← حيوان أولي طفيلي			
 شجرة ← حشرة المَنّ ← خنفساء ← طيور صغيرة			
 عشب ← حمار وحشي ← ذبابة تسي تسي (ملاحظة : تمص ذبابة تسي تسي الدم من الحمار الوحشي)			

جميع الحقوق محفوظة لمركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية - ليبيا

تحليل

التآثرات

في الواقع، تتآثر العوامل الحيوية وغير الحيوية في أية منظومة بيئية مع بعضها البعض بطرق معقدة جدًّا، وتظل الأحجام النسبية للأنواع المختلفة من السكان ثابتة. يعتبر هذا **التوازن الحيوي** بمثابة شبكة – حيث أن قطع خيط فيها سيفسد النظام بالكامل، ولقد فهمت ذلك من الجزء الذي بدأنا به هذه الوحدة. إليك مثالًا آخر، اقرأ الجزء الموجود يسارًا بعناية ثم برر التغيرات التي حدثت.

تغطي معظم استراليا اليوم نباتات قصيرة جافة. ومنذ مائتي عام، كانت استراليا، رغم أنها كانت جافة مثل اليوم، مغطاة بأعشاب مع بعض من مناطق الغابات. ومع هذا، فعندما استعمر الأوروبيون استراليا أحضروا معهم اثنين من آكلات الأعشاب هما الأرانب والأغنام، ولم تكن توجد هذه الحيوانات في استراليا، ولم يكن لها مفترسين طبيعيين. ومبدئيًا، أُحضر 24 أرنبًا فقط. ثم بعد عشر سنين بالضبط، كانت الأرانب بالملايين. كانت تأكل العشب بمعدل أسرع من معدل نموها، مستهلكة المحاصيل والنباتات البرية في المناطق النائية باستراليا. ويعني ذلك وجود طعام أقل من اللازم للثدييات الاسترالية الأصل التي تعرضت للجوع الشديد. ولقد انقرضت أنواع عديدة في هذه الفترة. ولمواجهة طاعون الأرانب استخدم المزارعون فيروس الورم المخاطي في أواخر الخمسينيات لقتل الأرانب. ولقد قتل ذلك 99% من الأرانب، ولكن قاوم 1% من الأرانب الفيروس، واليوم تواجه استراليا وباء أرانب آخر.

انسياب الطاقة غير الدوري في المنظومة البيئية

يبين الشكل 2 – 8 انسياب الطاقة في المنظومة البيئية وعلاقتها بالتغذية والتنفس. لاحظ النقاط المهمة التالية:

- في أي منظومة بيئية، يكون المصدر الأساسي للطاقة هو الشمس.
- يكون انسياب الطاقة في المنظومة البيئية غير دوري، مثال ذلك أن الطاقة المنطلقة كحرارة في البيئة لا تعود إلى نفس النظام أو الكائنات الحية التي أنتجتها.
- تحتوي أجزاء وأجسام الكائنات الحية الميتة والبراز، والمواد الإخراجية على طاقة كيميائية مُحتجزة بداخلها، وتنطلق هذه الطاقة في النهاية بفعل الكائنات الدقيقة التي تستخدم بعض هذه الطاقة لاحتياجاتها – ويفقد الباقي كحرارة.
- وفي النهاية، تفقد كل الطاقة التي تدخل الجزء الحيوي للمنظومة البيئية كطاقة حرارية. ولسوء الحظ، لا تستطيع الكائنات الحية استخدام هذا الشكل من الطاقة لأداء عمل ما. فهي تستطيع فقط استخدام الضوء والطاقة الكيميائية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا