

النظم البيئية

Ecosystems

يتضمن كل موطن من البحيرات والصحاري إلى الغابات المطيرة والشعاب، شبكة من التفاعلات تسمح بالطاقة والكتلة الحيوية أن تمر من خلال البيئة. تحتوي تلك النظم البيئية على موارد محدودة، خالقة التنافسية داخل العشائر وبين الجماعات أي القوى الأساسية المحركة للانتخاب الطبيعي.

وصف تشارلز داروين بالقرب من نهاية كتاب أصل الأنواع، «الحياة مثل كومة متشابكة حيث تعتمد الكائنات على بعضها البعض في أكثر الطرق تعقيداً». وسع عالم الحيوان تشارلز إيلتون Charles Elton فكرة التفاعلات المعقدة في كتابه «علم بيئة الحيوان» عام 1927، فسرد أن كل نوع يمتلك بيئة مناسبة أي مكانه في البيئة الحيوية وعلاقته بالغذاء والأعداء. لكن، في عام 1935 أشار زميله عالم البيئة البريطاني آرثر تانسلي Arthur Tansley إلى أن البيئة تحتوي على أجزاء غير عضوية أيضاً. كما طرح أن العوامل البيولوجية والفيزيائية تتفاعل داخل النظام البيئي مثل الوحدات الأساسية للطبيعة على سطح الأرض.

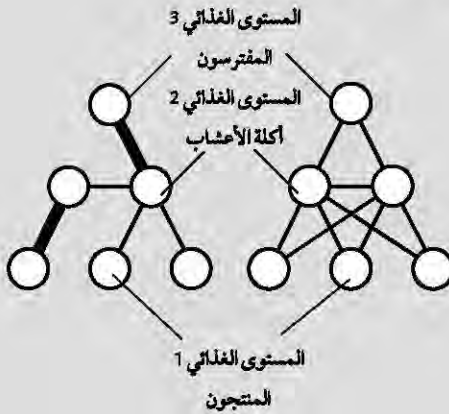
الخط الزمني

1859م	1927م	1935م
وصف داروين التفاعلات بين الأنواع بأنها كومة متشابكة.	يعتبر إيلتون رائد مفاهيم «البيئة الملائمة» و«شبكة الغذاء».	طرح تانسلي مفهوم النظام البيئي مع الأجزاء البيولوجية والمادية.

يعتبر النظام الإيكولوجي ساحات قتال في حرب على البيئة الملائمة، بحيث تكون الحياة في النهاية صراعاً على الطاقة. ويعتبر ضوء الشمس هو المصدر الرئيسي للطاقة على الأرض الذي يتحول لكتلة حيوية عن طريق عملية البناء الضوئي في الطحالب الخضراء والنباتات الأرضية.

التفاعلات الإيكولوجية

تستخدم شبكة أو هرم الغذاء لنقل الطاقة / الكتلة الحيوية. ويعتبر أعلى مستويين من التغذية هما المستهلكون والقاعدة المكونة من المنتجين (لم يتضح أساس التحليلين). وتتضمن شبكات الغذاء سلاسل غذائية متعددة بعقد لأنواع وروابط لمن يأكل الآخر. يمكن أن تمثل التفاعلات القوية (الخطوط الثقيلة) لعلاقة الفريسة والمفترس الاستثنائية.



يجس هؤلاء «المنتجون» الطاقة في روابط جزيئات الكربوهيدرات، بينما يبعث «المستهلكون» بالطاقة من الكربوهيدرات من خلال عملية التنفس، محاولة الكربون وعناصر أخرى إلى الغلاف الحيوي biosphere. وتنتقل الطاقة من المنتجين إلى المستهلكين (ومن المستهلكين البدائيين إلى الثانويين) عن طريق الكائنات التي تأكل إحداها الأخرى.

1999م

توفر فرضية التأمين كيف يحقق تباين الأنواع استقرار النظام البيئي.

1973م

طرحت نماذج ماي May الرياضية أن شبكات الغذاء الطبيعية ليست عشوائية.

1942م

استخدم لينديمان Lindeman الهرم الغذائي لوصف تدفق الطاقة بين الكائنات.

شبكات الغذاء

تعتبر قمة السلسلة الغذائية هي بالفعل رأس الهرم. ففي عام 1942، صنف عالم البيئة الأمريكي رايموند لينديمان Raymond Lindeman كل الأنواع في نفس المواقع في السلسلة الغذائية في مستويات «الهرم الغذائي» أو كما في اليونانية nourishment بمعنى تغذية. وتصنع الكائنات ذاتية التغذية autotrophs غذاءها

بنفسها في قاعدة الهرم الغذائي، أما غيرية التغذية heterotrophs فتتغذى على بعضها، وأخيراً، المحللات أو المفتتات saprotrophs مثل بكتيريا التربة والفطر التي تحلل المادة العضوية في الأساسات غير المرئية في الهرم. حيث تُفقد الطاقة عبر الحرارة وتستهلك أثناء الانتقال، إذن فكفاءة المتوسط الغذائي هي 10٪ فقط. هذا يفسر لماذا تحتوي النظم البيئية على العديد من النباتات بينما قليل من المفترسين في قمة الهرم، ولماذا تكون السلاسل الغذائية قصيرة من 4-5 أنواع.

تدفق الطاقة

على عكس المواطن habitates، لا تعتبر النظم البيئية مواقع جغرافية. يعتبر مفهوم النظام البيئي متشابهاً مع الكائنات التي تتحرك كجزء من ماكينة تحركها الطاقة. إذن فالنظم البيئية هي نظم ديناميكية حرارية تحكمها قوانين علم الفيزياء. مثلما أثبتت معادلة أينشتاين $E=mc^2$ (طاقة الجسم = كتلته \times مربع سرعة الضوء) أن الطاقة والكتلة متعادلتان، بينما يوضح قانون حفظ الكتلة أن المادة لا تفتنى أو تُستحدث من عدم، فقد استطاع أن يدرس علماء البيئة تدفق الطاقة أو الكتلة الحيوية، بالرغم من أنها نفس الشيء. ويمدث انتقال الطاقة عندما يأكل أحد الكائنات كائنًا آخر مما يوفر أيضًا كل العناصر الكيميائية التي تشكل الجسم خاصة الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين والكالسيوم والفوسفور. كما تبني الكائنات الحية الجزيئات الحيوية وتكسرهما، تدور تلك العناصر في النظام البيئي وأخيراً في الغلاف الحيوي. وتعتبر أجزاء النظام البيئي المتحركة بشكل مستمر الحدود فمشلاً بالرغم من هجرة الطيور في الصيف، تتغذى الأسماك على الشعاب المرجانية قبل السباحة خارج البحر. إذن ليس صحيحاً أن النظام البيئي نظام ديناميكي حراري مغلق، وإنما يتم التعامل معه لدراسة تفاعلاته المعقدة.

كان تشارلز إيلتون أول من ربط السلاسل الغذائية معًا في شبكة عام 1927. وتمثل الشبكات الغذائية كومة داروين المتشابكة والآن بُنيت النماذج الرياضية لتساعد في الإجابة على التساؤلات حول تفاعلات النظام البيئي المعقد. على سبيل المثال، كيف تسبب الأنواع الغازية الانقراضات؟ ما هي تأثيرات تدمير الموطن وتغير المناخ بسبب تصرفات البشر؟

التنوع والاستقرار

لماذا يتوجب علينا الحفاظ على الأنواع؟ افترض علماء البيئة «أن الأكثر أفضل» وذلك أستنادًا على الملاحظات من الطبيعة، ادعى إيلتون Elton أن العشائر البسيطة هي الأكثر عرضة للخلل عن العشائر الغنية. يعتبر أحد الأمثلة هي الأرض الزراعية، حيث يقلل الإنسان التنوع الحيوي ويجعله أكثر استهدافًا للأنواع الغازية. في عام 1955، طرح عالم البيئة روبرت ماك آرثر Robert MacArthur أن العشائر الأقل عرضة للسقوط في خانة المفترسين أو الفريسة إذا كانت هناك علاقات مفترسين وفرائس متعددة.

لكن في عام 1973 تصدى عالم البيئة النظرية الأسترالي روبرت ماي Robert May لهذه الأفكار البديهية. فقد بنى شبكات الغذاء باستخدام النماذج الرياضية من حيث قوى التفاعلات بين الأنواع التي تم تعيينها عشوائيًا (قد يمثل الرابط القوي المفترسين الذين يلتهمون فقط نوعًا واحدًا من الفرائس). وتعتبر نظم ماي أقل استقرارًا لأنها تحتوي على روابط أكثر بما فيها الاستقرار المحدد من تفاعلات معينة في الطبيعة.

أخذ مجال علماء البيئة مسارًا مختلفًا. ففي 1982، بدأ ديفيد تيلمان David Tilman أحد عشر عامًا من دراسة الاستقرار عند مستوى غذائي أحادي، والكتلة الحيوية التي أنتجها النبات في مساحة من مراعي مينيسوتا. أثبتت نتائجه أن التنوع يساعد في صيانة الهرم الغذائي، على الأقل عند قاعدته. أما اختبارات المجال عند مستويات غذائية متعددة، فكانت معقدة بوحشية، لكن طرحت أيضًا، الدراسات محدودة النطاق على ميكروسومات البكتيريا والطلائعيات تنوعًا وقر الاستقرار.

توجد مشكلة واحدة فقط. حسناً، إنه لا يوجد اثنان من علماء البيئة يتفقان على التعريفات، سواء التنوع أو الاستقرار. عادة ما تتحد الأنواع المختلفة داخل «مجموعة وظيفية» لتبسيط تفاعلات الشبكة، وبذلك يكون للاستقرار عدة معانٍ. يستطيع النظام البيئي أن يوجد بداخله «المقاومة» ليتغير على الرغم من تحول الظروف البيئية، كما لديه «المرونة» للتقلب حتى يعود إلى الحالة الطبيعية بعد أن يكون قد اختل. كما أن النظام المستقر ليس ثابتاً، فبعض البحيرات تنقلب بين حالتين إما بلورية صافية أو مغطاة بالزبد، وهذا يعكس القتال بين نوعين من الطحالب المختلفة. إذن فكرة «توازن الطبيعة» ببساطة ليست علمية.

التفاعلات والتأمين

أثبتت مناقشة إيلتون لشبكات الغذاء المعقدة ونماذج ماي، أن التعقيدات غير المستقرة يمكن أن تتوافق بطريقة تفاعل الأنواع. في عام 1992، امثل عالم البيئة الكندي بيتر يوديس Peter Yodzis للبيانات من علاقات شبكة الغذاء الحقيقية لبناء نماذج بتفاعلات معقولة تكشف أن قوة التفاعلات هي أساس الاستقرار. ومن أمثلة التفاعلات القوية أن تغذية المفترس على نوع واحد من الفرائس يمكن أن يؤدي إلى الاستنزاف، إذن تحتاج النظم البيئية المستقرة العديد من التفاعلات الضعيفة مثل الحيوانات آكلة اللحوم والنباتات.

وإضافة إلى ذلك، بينما تكون بعض الكائنات أساسية للنظام البيئي، يعتبر الباقي غير

أساسي بالنسبة للنظام البيئي. في عام 1999، أشار عالما البيئة النظرية شيجيو ياشي Shigeo

Yachi وميشيل لورو Michel Loreau إلى «فرضية التأمين» والتي يوضحان من خلالها أن التنوع الكبير يرفع من الفرص التي على الأقل سوف تستجيب للتغيرات البيئية وتزداد فرصة أن المجموعة الوظيفية

«ربما تظن أن الكائنات في بؤرة اهتمامنا، ونحن لا نستطيع أن نفصلها عن بيئتها الخاصة، حيث أنها تكون أحد النظم الفيزيائية».

أرثر تانسلي Arthur Tansley

تحتوي على أنواع قادرة على استبدال الأنواع المهمة (المعروفة بالوفرة). ومع ذلك، فمن الصعب التنبؤ بأي منها أساسي للنظام البيئي وأي منها يمكن أن يُستبدل بسهولة، إذن، فأكثر المناهج أماناً هي افتراض أن كل نوع مقدس. قد لا تقتنع الحكومات بالأفكار الأخلاقية مثل الالتزام الأخلاقي للحفاظ على الأنواع، لكن أفضل حجة لحماية النظم البيئية هو الطرح العملي بأن النظم البيئية هي نظم داعمة لحياتنا أيضاً.

الفكرة الرئيسة

**تمتلك شبكات الغذاء المستقرة تفاعلات ضعيفة
وأنواعاً مختلفة**