

موضوع و تعریف علم اکولوژی

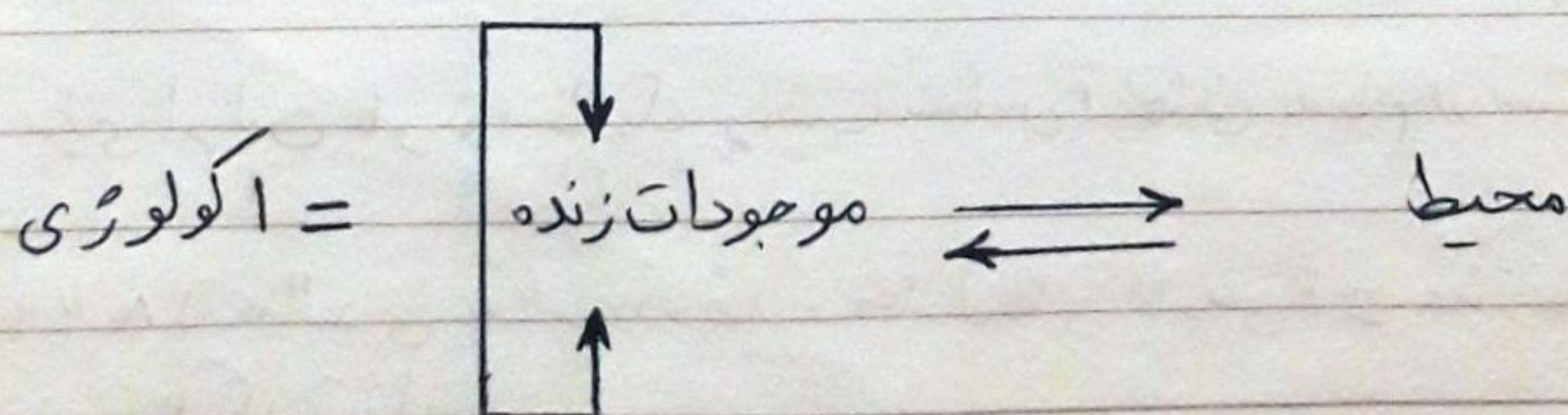
احتیاجات حیاتی موجودات زنده از محیط پیرامونشان تأمین می‌گردد. به عبارت دیگر محیط پیرامون یک گیاه و یا یک جانور مخزنی برای تأمین انرژی و مواد اولیه و محل ذخیره‌ای برای مواد تلف شده و فضولات آنها می‌باشد. بدیهی است که تهیه مواد برای موجودات زنده فقط و طبقه محیط پیرامون آنها نیست بلکه جانوران و گیاهان نیز برای ادامه حیات روابط متقابلی دارند و در واقع هر موجود زنده درون سیستم و نظامی جای دارد که در آن حیاتش تداوم می‌یابد. در حقیقت اکولوژی علم کشف و بررسی این نظامها است. برای پی بردن به این مجموعه از روابط متقابل گیاهان و جانوران و محیط پیرامون آنها علمی به نام **اکولوژی** به وجود آمده است.

واژه اکولوژی از دو کلمه یونانی **اوئیکوس (oikos)** به معنی مسکن، خانه، بستر زیست یا محل زندگی و **لوگوس (Logos)** به معنی شناخت، علم یا دانش تشکیل شده است و معنی تحت الفظی آن عبارت است از بررسی یا مطالعه موجودات زنده در بستر زیستشان.

این واژه برای اولین بار توسط یک زیست‌شناس آلمانی به نام **ارنست هکل Ernest Haeckel** در سال ۱۸۶۹ میلادی به کار برده شد و معادل‌های فارسی آن عبارتند از بوم‌شناسی، محیط‌شناسی و یا گدشناسی.

اکولوژی در واقع شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی است. در علم زیست‌شناسی مطالعه برخی خصوصیات موجودات زنده در طول حیاتشان از جمله مطالعه خصوصیات ظاهری (مورفولوژی)، تشریح اعضاء موجودات زنده (Anatomy)، بررسی وظائف اعضاء مختلف (فیزیولوژی) و ردیابی موجودات زنده (سیستماتیک) بیشتر مد نظر است. در برخی مطالعات زیستی نظیر بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی موجودات زنده، تأثیر عوامل محیطی را در شرایط آزمایشگاهی و به صورت مصنوعی بر روی موجود زنده مورد بررسی قرار می‌دهند، در صورتی که ویژگی دانش اکولوژی بررسی تأثیر عوامل محیطی در شرایط طبیعی بر روی موجودات زنده می‌باشد زیرا در طبیعت عوامل بیابری با یکدیگر مرتبط بوده و تغییر در یکی می‌تواند موجب بروز فوایدی در دیگری گردد. به همین دلیل دشواری مطالعات اکولوژیکی، پیچیدگی شرایط مطالعه می‌باشد. به طور کلی دانش اکولوژی مجموعه شناخت‌هایی است که انسان درباره تأثیر محیط بر روی موجودات زنده، تأثیر موجودات زنده بر روی محیط و ارتباطات متقابل بین موجودات زنده به دست می‌آورد. به عبارت دیگر اکولوژی درباره تأثیر متقابل موجودات زنده با یکدیگر و با محیط بحث می‌کند.

به عبارت دیگر می‌توان مفهوم اکولوژی را به صورت فرمول زیر نشان داد:



بنابرین پژوهش‌های مربوط به اکولوژی در دو بخش کاملاً مجزا ولی مکمل یکدیگر، انجام می‌گیرد:

الف) مطالعه خصوصیات محیط پیرامون موجودات زنده

ب) مطالعه واکنش موجودات زنده نسبت به عوامل محیطی (مثل تغییرات در جمعیت که

شامل نسبت زاد و ولد، نسبت مرگ و میر، هرم‌های سنی و یا **مطالعات رفتاری موجودات زنده** می‌باشد).

* **Ethology**: واژه اکولوژی را اغلب در بررسی واکنش‌های موجودات زنده در

مقابل محیط به کار می‌برند و به خصوص در مورد حیوانات و انسان رولج دلد زیرا اغلب واکنش‌های انسان و حیوان به صورت رفتار و حرکت بروز می‌کند.

انواع مطالعات اکولوژیکی:

همانگونه که قبلاً اشاره شد، اکولوژی بخش وسیعی از دانش زیست‌شناسی است. تقسیمات

فرعی در این علم نظیر آن چه که در سایر علوم متداول است ممکن نیست از دیدگاه‌های

مختلفی صورت پذیرد. مطالعات انجام شده برحسب نوع موجود زنده به سه شاخه اصلی تقسیم

می‌شود:

الف) اکولوژی گیاهی: علم شناخت رابطه گیاهان با محیط زیستشان

ب) اکولوژی جانوری: علم شناخت رابطه جانوران با محیط زیستشان

ج) اکولوژی انسانی: علم شناخت رابطه انسان با محیط زیستش

از طرف دیگر هر یک از موارد مذکور بر حسب تعداد موجود زنده مورد بررسی به دو گروه
فرعی دیگر تقسیم می شوند:

الف) اکولوژی انفرادی : در این مطالعه، رابطه یک گونه تنها با محیط اطرافش مورد
(Autecology)

بررسی قرار می گیرد. در این بخش اثرات متقابل گونه مورد مطالعه و گونه های دیگر صرف

نظر می گردد و عمدتاً حد بردباری موجود زنده در برابر عوامل اکولوژیکی و تأثیر محیط بر

شکل ظاهری و خصوصیات فیزیولوژیکی و رفتاری موجود زنده مورد بررسی قرار می گیرد.

مثلاً تعیین نیازهای یک گونه ما را قادر می سازد که حدوداً بتوانیم محل استقرار، پراکنش

جغرافیایی، میزان انبوهی و فعالیت آن را در محیط های مختلف تعیین نمائیم (مطالعه اکولوژی موجودات
زنده به حالت منفرد)

ب) اکولوژی جمعی : (Synecology)

در این نوع مطالعه، رابطه بین افراد متعلق به

گونه های مختلفی که در بطن یک گروه (یا یک گونه) به سر می برند با محیط درگیر کننده شان مورد

بررسی قرار می گیرد. مطالعه اکولوژی موجودات زنده در جمع سایر موجودات (در اکولوژی جمعی،

هدف شناخت بهتری از ساختمان و طرز کار اکوسیستم ها است.

اما بین متخصصین فرانسوی و آمریکایی از نظر تعریف اکولوژی انفرادی تا حدی اختلاف نظر

وجود دارد. بر طبق تعریف متخصصین فرانسوی یک مطالعه هنگامی به صورت انفرادی است

که یک موجود زنده به تنهایی در ارتباط با محیط مطالعه می شود و هیچگونه رابطه ای با موجودات

زنده دیگر در محیط ندارد. مثلاً گیاهان در مناطق نزدیک قطب یا در بیابانها در فواصل

بسیار دور از یکدیگر رشد می کنند و عملاً هیچگونه ارتباط زبانی با یکدیگر ندارند (ماورقی)
 موجود زنده ای در کنار موجودات زنده دیگر اعم از این که به گونه واحد یا گونه های
 متعدد متعلق باشد مورد بررسی قرار گیرد، مطالعه اکولوژی چنین موجودی از نظر تعریف
 متخصصین فرانسوی جزء مباحث اکولوژی جمعی است.

متخصصین امریکایی به همین تقسیم بندی با جزئی اختلاف معتقد هستند. **اول دوم ۱۹۷۳**

از نظر پردلزان امریکایی معتقد است که اگر موجود زنده به حالت منفرد یا عده ای از افراد
 متعلق به یک گونه واحد در رابطه با محیط بررسی شوند، این مطالعه یک مطالعه اکولوژی انفرادی
 است. ولی اگر موجود یا موجودات زنده از یک گونه در جمع سایر موجودات زنده مورد بررسی
 قرار گیرند مطالعه از نوع اکولوژی جمعی است. مثلاً مطالعه یک درخت بلوط به حالت منفرد یا تعدادی
 از درختان بلوط متعلق به یک گونه مشخص در یک منطقه نوعی بررسی اکولوژی انفرادی است، اما
 مطالعه درخت یا درختان بلوط در یک جنگل و در جمع سایر گونه ها نوعی مطالعه اکولوژی جمعی است.
 بنابراین ملاحظه می شود که این دو نوع تعریف فقط جزئی اختلاف در مطالعات انفرادی دارند یعنی
 بر طبق تعریف متخصصین فرانسوی مطالعه یک درخت بلوط در جمع درختان بلوط متعلق به همان گونه
 یک مطالعه اکولوژی جمعی است اما از دید تعریف متخصصین امریکایی یک مطالعه اکولوژی انفرادی است.
 سایر انواع مطالعات اکولوژیکی را می توان بر اساس نوع موجود زنده یا بر مبنای زیستگاه مورد مطالعه طبقه
 بندی کرد مثلاً: اکولوژی پرندگان، اکولوژی ماهی ها، اکولوژی حشرات، اکولوژی دریا و یا اکولوژی آبهای شیرین.

سطوح مختلف در نظام زیستی و تعیین طیف مطالعات اکولوژیکی

زیست‌شناسان کلیه موجودات عالم حیات را در سطوح مختلف و به صورت سلسله مراتب طبقه‌بندی نموده‌اند. در مجموعه این سلسله مراتب که به طیف زیستی موسوم است، مطالعات اکولوژیکی غالباً از سطح موجود زنده تا بیوسفر صورت می‌گیرد.

یک جمعیت (Population) گیاهی یا جانوری تشکیل شده از مجموعه گیاهان یا جانوران متعلق به یک گونه خاص که در یک زمان و یک منطقه معین زندگی می‌کنند و قادر به تبادل ژن^۱ هستند.

یک جامعه (Community) به مفهوم اکولوژیکی آن عبارت است از مجموعه جمعیت‌هایی از گونه‌های مختلف که منطقه مفروضی را اشغال نموده و در ارتباط با یکدیگر هستند (نام موجودات زنده اعم از گیاه، جانور یا موجودات ذره‌بینی که در ناحیه معینی مستقر هستند **Biota** گفته می‌شوند).

منظور از **بیوسفر** کلیه نقاط قابل زندگی بر روی کره زمین است که واحد حیات بوده و با مقدار وجود حیات را دارایی باشد. محیط‌های قابل زندگی کره زمین عبارتند از **هوا (جو) ۱**، **خشکی‌ها ۲**، و **محیط‌های آبی ۳**.

مجموعه این نقاط که کلیه موجودات کره زمین ناگزیر به زندگی، حداقل در یکی از آنها هستند تشکیل یک اکوسیستم عظیم را می‌دهد که اصطلاحاً به آن **اکوسفر** گفته می‌شود.

1. Atmosphere

2. Lithosphere

3. Hydrosphere

Hydrosphere PAN

دو مشخصه مهم بیوسفر عبارتند از :

- ۱- بیوسفر یک نظام بسیار پیچیده است که موجودات بسیار متنوعی را در خود جای داده است (میلیون ها گونه جانوری و صدها هزار گونه گیاهی) و وجود یک چنین تنوعی محصول فرایند تکاملی طولانی است که بیوسفر نه تنها ثباتش بلکه پویایی اش را طی زمان به آن مدیون است.
 - ۲- بیوسفر دارای ساختمان منظم و موزائیکی شکل است و از نظر هندسی کاملاً غیر یکپارچه است با آنکه از جمله می توان به بخش نامنظم عناصر بی جان (گسترش نابرابر اتماسفرها و قاره ها، سلسله جبال و جلگه ها، آب های جاری، کوه ها و ...) و جانداران (انتشار نامتجان موجودات زنده در نواحی قطبی یا بسیار خشک و یا ارتفاعات و اعماق ژرف دریاها در مقایسه با نواحی معتدل و یا گرمسیری) اشاره نمود. هر یک از اجزاء تشکیل دهنده بیوسفر دارای ویژگی و اهمیت خاص خود هستند اما قابل ذکر است که حیات بر روی کره زمین تنها به واسطه وجود اتمسفر امکان پذیر است. اتمسفر لایه ای است که اطراف زمین را احاطه کرده و آن را از صدمه و آسیب خورشید در امان نگه می دارد و از طرفی تأمین کننده شرایط مناسب و ضروری است که در طی آن گیاهان و جانوران می توانند زنده بمانند.
- اتموسفیر از لایه های مختلفی تشکیل شده است :
- لایه تروپوسفر :** پایین ترین و نزدیکترین لایه اتمسفر به سطح زمین است و تا ارتفاع ۲۰ کیلومتری از سطح زمین در امتداد و حدود ۱۰ کیلومتری در قطبین را شامل می شود. تروپوسفر تنها لایه ای است که موجودات زنده به راحتی می توانند در آن حیات داشته باشند.

(ب) استرا تو سفر: تا ارتفاع حدود ۵۰ کیلومتری از سطح زمین را شامل می شود.

دمای این لایه از ۶۰- درجه سانتیگراد در قسمت های پایینی تا نقطه انجماد در لایه های بالاتر متغیر است. قسمت اعظم لایه از ن نزدیک این قسمت قرار گرفته است.

(ج) مزو سفر: قسمت انتهایی مزو سفر تا ارتفاع ۸۰ کیلومتری از سطح زمین را شامل

می شود. دمای آن بسیار سرد و حدوداً به ۱۰۰- درجه سانتیگراد می رسد. قسمت

پایینی گرم تر است زیرا در مجاورت استرا تو سفر قرار دارد و متأثر از دمای آن است.

(د) ترمو سفر: قسمت انتهایی ترمو سفر به حدود ۴۵۰ کیلومتر از سطح زمین می رسد.

در این لایه با به خصوص در قسمت های بالایی افزایش یافته و ممکن است به حدود ۲۰۰۰

درجه سانتیگراد برسد.

(ه) آگزو سفر: بالاترین لایه آگزو سفر می باشد و قسمت انتهایی آن به حدود ۹۰۰

کیلومتر از سطح زمین می رسد. در این لایه مولکول های گازی شکل در اثر دریافت

تشنه عات خورشیدی برانگیخته هستند و به همین دلیل به آن آگزو سفر می گویند. (Excited)

اکوسیستم

چون مطالعه بیو سفر به عنوان یک مجموعه پیچیده که در عین حال از وسعت زیادی

نیز برخوردار است، امری غیر ممکن و یا بسیار مشکل می باشد لذا جهت انجام مطالعات

علمی باستی تقسیمات کوچکتری را در نظر گرفت که در آنها انجام عملیات پژوهشی متسریا

اکوسیستم و اجزاء تشکیل دهنده آن :

برای مطالعه بیوسفر که خیلی بزرگ است آن را به قطعات کوچک، همگن و یکپارچه

تقسیم می کنند که قابل تعریف نیز باشد که به این قطعات کوچکتر اصطلاحاً **اکوسیستم**

گفته می شود. واژه اکوسیستم در سال ۱۹۳۵ توسط **تسلی** اکولوژیست انگلیسی

پیشنهاد شد که واژه خلاصه شده ای از اسم دو کلمه ای **سیستم اکولوژیکی** می باشد.

مفهوم ساده و خلاصه اکوسیستم عبارت است از مجموعه موجودات زنده و محیط زندگی

آنها. واژه اکوسیستم بدین جهت پیشنهاد شد که موجودات زنده بخش جدایی ناپذیر

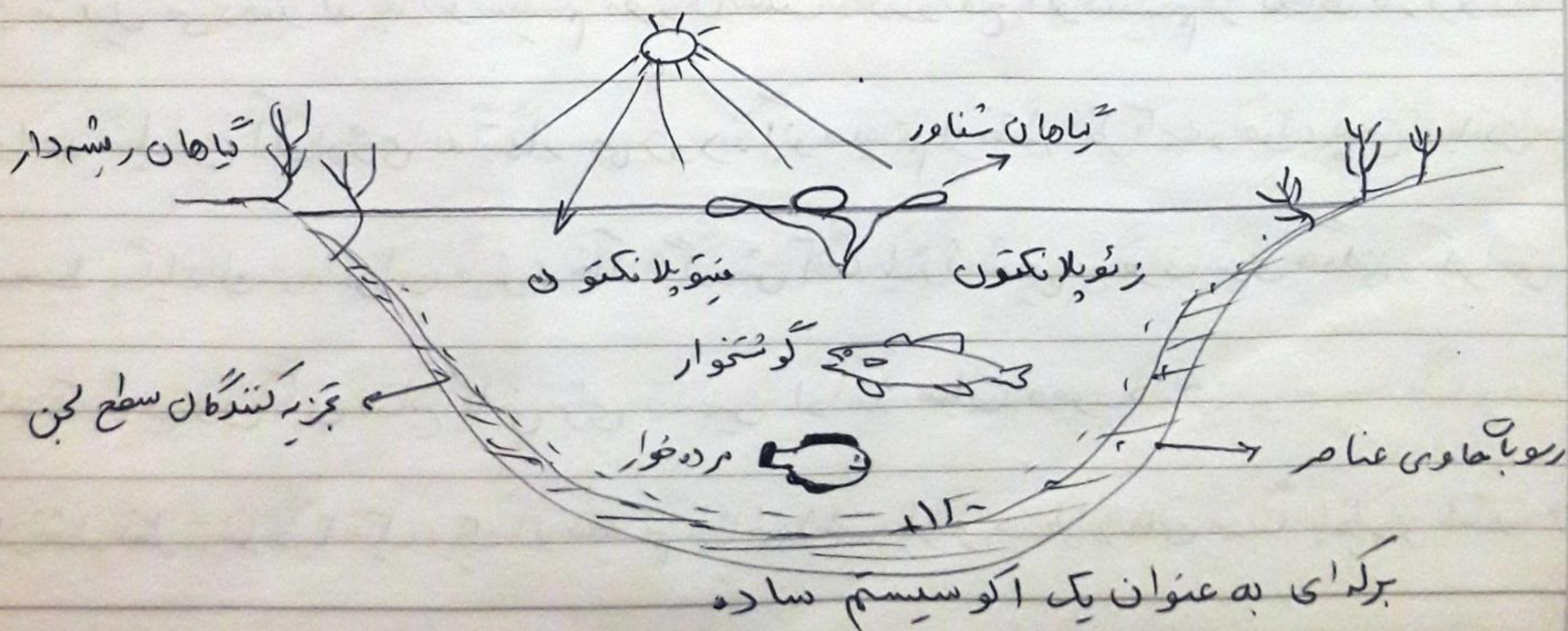
محیط غیر زنده اند و نمی توانند خارج از محیط های خاص خود زندگی کنند. به همین دلیل

در هرگونه مطالعه بر روی محیط طبیعی باید الزاماً به موجودات زنده ای که در همان

محیط زندگی می کنند نیز توجه نمود.

به عنوان نمونه ای از یک اکوسیستم می توان برکه ای را در نظر گرفت که نسبت به سایر

محیط های مجاور نظیر جنگل ها، مراتع و مزارع و غیره از استقلال نسبی برخوردار است.



در این برگه دو جزء کاملاً مشخص قابل تفکیک است، جزء اول محیط فیزیکی و شیمیایی است که اساساً از آب و مواد محلول تشکیل یافته است و در آن گیاهان و جانوران آبی به سر می‌برند. این محیط **غیر زنده** را اصطلاحاً **بیوتوپ (زیست بای)** می‌نامند.

جزء دوم شامل مجموعه موجودات زنده گیاهی و جانوری است که درون این برگه ادامه زندگی و تولید مثل می‌پردازند (**جزء زنده**). بین این موجودات زنده روابط متعددی از قبیل وابستگی‌های متقابل غذایی، رقابتی و غیره وجود دارد. مجموعه این موجودات زنده را اصطلاحاً **بیوسنوز** می‌نامند که بر حسب نوع موجودات زنده **بیوسنوز**، دو جزء اصلی گان شامل **موجودات گیاهی** و **موجودات جانوری** می‌باشند.

برخی از بیوسنوزها مثل مزرعه فقط به مقیاس عمر انسانی پدیدار هستند و برخی دیگر نیز پدیدارتر بوده و ممکن است صدها یا هزاران سال پایداری خود را حفظ کنند. بنابراین بیوسنوز و بیوتوپ دو جزء لا ینفکی هستند که با تأثیر متقابل بر یکدیگر نظام کم و بیش پایداری تشکیل می‌دهند که به اکوسیستم معروف است. در واقع اکوسیستم از لحاظ کارکرد، واحد بنیادین اکولوژی به شمار می‌رود. اکوسیستم از نقطه نظر آب و هوا، پستی و بلندی محیط، گیاهان و جانوران، نوع خاک، گردش آب یا ژئوشیمی، معرف نوعی همگنی و یکپارچگی است و درون آن منابع کافی برای تضمین ادامه حیات وجود دارد.

از نقطه نظر ترمودینامیک، یک اکوسیستم نظامی است باز و در طی زمان نسبتاً پایداری باشد.

اجزاء ورودی به این سیستم عبارتند از انرژی خورشید، مواد معدنی، نزولات آسمانی و اجزاء خروجی آن عبارتند از گرما، آکسیژن، گاز کربنیک و سایر گازهای دیگر، ترکیبات هوموس^{دله} و تغییراتی که لزجها^ن مختلف در موجودات زنده آن به وجود می آید.

مجموعه موجودات زنده هر اکوسیستم را می توان به دو گروه اصلی تقسیم بندی کرد. گروه اول **موجودات تولیدکننده** و گروه دوم **موجودات مصرف کننده** نامیده می شوند. این تقسیم بندی از نظر نقش موجود زنده در امر تولید و مصرف و یا ارتباط غذایی با اکوسیستم است. گروه اول یا تولیدکننده ها منحصراً از گیاهان کلروفیلی تشکیل می یابند که در طی فرایند فتوسنتز با استفاده از انرژی نور خورشید، دی اکسید کربن و آب قادر به ساختن مواد هیدروکربنه و با احتیاج غذایی خود می باشند $(4CO_2 + 4H_2O \rightarrow C_2H_{12}O_6 + 4O_2)$ که اصطلاحاً به آنها موجودات خود غذا ساز یا **اتوتروف** نیز گفته می شود.

گروه مصرف کنندگان یا **هتروتروف ها** در اکوسیستم لزجها^ن موجودات بسیار متنوعی تشکیل می شوند و عمدتاً در دو گروه تقسیم بندی می شوند که عبارتند از **مصرف کننده های بزرگ** و **مصرف کننده های کوچک**. برای مثال خرگوشی که از گیاهان یک مرتع تغذیه می کند و همچنین گاو یا حیوان گوشتخوار دیگری که از خرگوش تغذیه می کند همگی جزء مصرف کنندگان بزرگ محسوب می شوند. اما موجودات ریز یا میکروارگانیسم های نیز در اکوسیستم وجود دارند که لزجهای جسم حیوانات و یا مواد دفع شده آنها استفاده می کنند و نهایتاً بقایای انرژی مواد بی جان را مجدداً به طبیعت برمی گردانند تا دفعات دیگر در

موضوع انتقال ماده و انرژی به کار گرفته شوند. این موجودات را مصرف کنندگان کوچک و یا به عبارتی همان تجزیه کنندگان می گویند.

در سال ۱۹۷۱، لوئن و همکاران پیشنهاد کردند که گروه مصرف کنندگان به دو بخش زنده خواران و مرده خواران (گند خواران) تقسیم شوند که در این صورت مصرف کنندگان بزرگ با زنده خواران و مصرف کنندگان کوچک که همان تجزیه کنندگان هستند با مرده خواران تطبیق خواهند کرد. مصرف کنندگان بزرگ را نیز می توان به سه گروه اصلی **علف خواران**، **گوشت خواران**، **همه چیز خواران** تقسیم نمود. بنابراین با توجه به مطالب فوق الذکر، اجزای اصلی تشکیل دهنده هر اکوسیستم عبارتند از محیط غیرزنده شامل مواد آلی، مواد معدنی، نور، ترکیبات گازی، آب، باد، فشار و ... همچنین موجودات زنده عبارتند از تولید کنندگان، مصرف کنندگان و تجزیه کنندگان.

- نظریه گایا

کلمه گایا از الهه یونانی به معنی مادر زمین گرفته شده. این نظریه توسط **جیمز لاولاک** مطرح و مورد توجه بسیاری از دانشمندان قرار گرفته است. نظریه مذکور می گوید که حیات زمین (یعنی موجودات زنده که زمین یا همان بیوسفرها)، محیط زیست خود را در جهت بهبود بیشتر آن برای حیات خود دستکاری می کنند. مثلاً بعضی از دانشمندان عقیده دارند که جلبک های تک سلولی نزدیک به سطح ساکن آب اقیانوس ها مقدار گاز کربنیک موجود در اتمسفر را فعالانه کنترل می کنند و به این ترتیب کنترل اقلیم کره زمین را در اختیار می گیرند. بنابراین چنین استدلال می شود که کره زمین همانند یک موجود زنده بزرگ قادر به تدویم و اداره خویش است.

جیمزها تول (۱۷۸۵) نیز زمین را به عنوان یک ابر موجود زنده معرفی نموده بود. او چرخه معاد

غذایی از خاک و سنگ بر اثر جویبارها و رودخانه‌ها را به گردش خون در بدن جانوران تشبیه می‌کرد.
در این تشبیه رودخانه‌ها در حکم رگها، جنگل در حکم ریه و اقیانوس به مثابه قلب زمین است.

طبقه بندی اکوسیستم ها و بیوسنوزها

واژه اکوسیستم را می توان بر بیوسنوزها و بیوتوپ های بسیار متنوع و با وسعتی بسیار متغیر اطلاق نمود. بدین ترتیب طبقه بندی زیر میسر می باشد:

۱- میکرو اکوسیستم نظیر تنه یک درخت مرده یا آوار بوم.

۲- مزو اکوسیستم نظیر جنگل یا تالاب.

۳- ماکرو اکوسیستم نظیر اقیانوس.

بیوسنوزها را نیز می توان بر اساس اندازه و وسعت آنها از وسیعترین تا کوچکترین به ترتیب اهمیت به صورت زیر مشخص نمود:

۱- جوامع اصلی یا غالب: مهمترین جوامعی که روی کره زمین قابل تشخیص هستند عبارتند از:

جوامع زمینی (خشکی ها)، جوامع دریایی و جوامع آبهای شیرین.

۲- بیوم ها: عبارتند از گستره های جغرافیایی نسبتاً وسیع که در هر یک از آنها گروه های جانوری و

گیاهی (تقریباً همگنی مستقر می باشند، در بین عوامل مختلف اقلیمی تأثیر درجه حرارت و رطوبت در

تعیین خصوصیات بیوم و موجودات زنده آن مهم هستند. مهمترین بیوم های کره زمین عبارتند از:

جنگل‌های معتدل خزان‌کننده، توندرا، تائگا، صحراها، جنگل‌های باران مناطق حاره و غیره.

۳- اجتماعات: در حقیقت مناطق به سردگی بیوم‌ها واقعاً نتوانست نمی باشند. در داخل

بیوم‌ها گروه‌های از گونه‌های معین دیده می‌شوند که می‌توان آن‌ها را دقیقاً مشخص کرده و محل

استقرارشان را تعیین نمود. برای مثال گروه‌های از گیاهان یک منطقه وسیع که اجتماع پایداری را

به وجود می‌آورند. نظیر جنگل بکریست را ش با **فلور و فون** (مجموعه گیاه‌ها و جانوری) مخصوص

خود، در این گروه قرار دارند.

۴- سینوسی‌ها: برخی **جوامع خرد** و کوچک وجود دارند که علی‌رغم کوچکی ابعادشان به خوبی

قابل تشخیص بوده و به سادگی می‌توان ابعاد و خصوصیاتشان را مشخص نمود. جسدی که در

حال تلاشی است یا نه یک درخت مرده که سبب جمیع شدن تعدادی از موجودات گردد یکدیگر می‌شود.

یک سینوسی هستند. طول عمر و موجودیت سینوسی‌ها بسیار کم و محدود می‌باشد.

تأثیر هاشیه‌ای (اکوتون)

ضمن عبور از جوامع مختلف ملاحظه می‌شود که تغییر یک جامعه به

جامعه‌ای دیگر کم و بیش تدریجی صورت می‌گیرد. در لاین تبدیل جامعه، بخشی از آن سرزمین

خصوصیت هر دو جامعه را دارا خواهد بود. این بخش از سرزمین، ناحیه بینابینی، زیست مرز و

یا اکوتون گفته می‌شود. در مورد بیوم‌های عظیم، وسعت این ناحیه می‌تواند بالغ بر ده‌ها کیلومتر مربع

باشد نظیر ناحیه‌ای که بین جنگل‌های سوزنی برگ کانا‌دا و مراتع آمریکای شمالی وجود دارد.

مناطق حاشیه ای جنگل‌ها، مناطق با تلاقی بین تالاب‌ها و خشکی‌ها و نیز توالی‌های بین قاره‌ها (حل حد فاصل جزیره مد آب دریا) و یا محل اتصال رودخانه‌های آب شیرین با دریای یک اکوتون محسوب می‌شود. در اغلب موارد تنوع گونه‌ای گیاهان و جانوران در اکوتون‌ها غنی‌تر از بیوسفرهای مجاور می‌باشد زیرا امکان ورود کلمه موجودات از اکوسیستم‌های مجاور به ناحیه بنیادینی وجود دارد لیکن تعداد افراد هر یک از گونه‌ها در داخل اکوتون کمتر از تعداد افراد آنها در جامعه اصلی‌شان است.

جانشینی (توالی) اکولوژیکی

یکی از خصوصیات بنیادین بیوسفرها پویایی آنهاست. زیر نظر گرفتن یک منطقه متروکه به مدت طولانی (چندین سال) نشان می‌دهد که این منطقه تدریجاً توسط گیاهان یکساله سپس توسط درختچه‌ها و بالاخره توسط درختان اشغال می‌گردد. این تغییرات مُبین یک عمل جانشینی است که در بیوسفرها رخ می‌دهد و اصطلاحاً به آن جانشینی یا توالی اکولوژیکی گفته می‌شود. در واقع جوامع مختلف ممکن است رشد زیادی نداشته باشند، بلکه تغییر خصوصیت می‌دهند یا به عبارت دیگر، جامعه‌ای جانشین جامعه‌ای دیگر می‌شود و پیوستگی تغییرات مانع از آن می‌شود که بتوان مرز مراحلی مختلف جامعه را مشخص نمود.

استقرار موجودات زنده در محیطی که قبل از آن هرگز جمعیتی در آن وجود نداشته و به

عبارت دیگر یک محل تهی بوده است اصطلاحاً **جانشینی‌های اولیه** گفته می‌شود.

بیوسفرهایی که تدریجاً جایگزین یکدیگر می‌شوند **سری** می‌نامند و موجوداتی که ابتدا و پیش از بقیه در

یک مکان مستقر می‌شوند، **موجودات پیشگام** یا **طلایه‌داران** نامیده می‌شوند.

از مهمترین ویژگی های طلا به داران می توان به موارد زیر اشاره کرد:

(الف) فرصت طلب هستند، عمدتاً گیاهانی هستند که در جهت استفاده از محیط های باز و تشکیل گلونی در آن تخصص یافته اند.

(ب) به مقدار زیاد بذر تولید می کنند. پس از تولید بذر زیاد، به راحتی در محیط پخش شده و رشد می کنند و اغلب انرژی خود را صرف تولید مثل می کنند.

(ج) کوچک هستند. کوچکی اندازه آنها تنها به این دلیل است که بیشتر انرژی خود را در جهت تولید بذر و کمتر برای رشد و رویش اختصاص می دهند، بلکه به این دلیل است که اساساً به بکره بزرگ احتیاج ندارند.

(د) زندگی کوتاهی دارند. این پدیده باعث می شود سریعاً انرژی خود را صرف تولید مثل کنند.

(هـ) اختصاصی نیستند. تغییرات محیطی را تحمل کرده و قدرت سازگاری بالایی دارند.

یک مثال از جانمایی در محیط های آبی:

پُر شدن تدریجی گستره های آبی در اثر رشد

گیاهان و یا رسوبات گوناگون مثال شناخته شده ای از چگونگی سرچا نشینی در آبهاست. اولاً

یک دریاچه بدو **اولیکوتروف** است. یعنی دریاچه نسبتاً جوان که دارای آبی عمیق و شفاف و

غنی از اکسیژن بوده و میزان تولید در آن کم است. انباشتنی در این دریاچه به تدریج به علت

ته نشین شدن مواد آبرفتی و بقایای جانوری و گیاهی در کف دریاچه آغاز می گردد و ورود

رسوبات مختلف در اثر آبرفتی خاک های مناطق مجاور که حاوی عناصر مختلف از جمله فسفر و نیتروژن

هستند سبب افزایش رشد گیاهان شده و به تدریج بر میزان تولید اضافه شده و از درصد اکسیژن

کاسته می شود به طوری که بقای سایر موجودات آبی نیز با مشکل مواجه می شود. در این هنگام

با پدیده ای به نام **اختلاف دریاچه** مواجه هستیم. به مرور زمان با افزایش میزان انباشتنی و بالا رفتن رسوبات و مواد خارجی به تدریج دریاچه تبدیل به مرداب و سپس به مرتع و بالاخره جنگل می شود. این سیر تحولی بر حسب مورد با سرعت های متفاوتی رخ می دهد.

اصول و مفاهیم انتقال ماده و انرژی در سیستم های اکولوژیک

- انتقال ماده در اکوسیستم ها:

زمین سیستمی پویا و تکامل یابنده است و حرکت و ذخیره مواد بر فرازهای فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی آن به شدت تأثیری گذارد. اگر قرار باشد که زمین خود را بشناسیم باید توجه خود را بر موادی که در آن حرکت می کنند و یا ذخیره می شوند و بر نحوه همکنشی آن با سایر مواد در محیط متمرکز کنیم.

در ارتباط با انتقال و جریان ماده در هر اکوسیستم می بایست ابتدا به مفهوم **زنجیره های غذایی**

اشاره نمود. زنجیره غذایی به مجموعه ای در پی موجودات زنده اطلاق می گردد که در این مجموعه هر موجود زنده قبل از آن که توسط موجود زنده بعدی مصرف شود، از موجودات زنده قبل از خود تغذیه می کند. دو نوع زنجیره غذایی وجود دارد:

۱- **زنجیره های چرا:** زنجیره هایی هستند که با گیاهان زنده ای که توسط موجودات علفخوار بلعیده می شوند، آغاز می گردد.

۲- **زنجیره های لاش و لاشبرگ یا تجزیه:** با بقایای کم و بیش تجزیه شده موجودات جانوری و یا

گیاهی که توسط **گندخواران** مصرف می شود، شروع می گردد.

↓
saprophages

در مورد زنجیره های نوع اول که با گیاهان سبز آغاز می شوند، طبق بندی زیر قابل تشخیص است:

(الف) تولید کنندگان: به گیاهان کلروفیلی گفته می شود. به عبارت دیگر شامل موجودات زنده ای

هستند که قادرند انرژی حاصل از نور خورشید را به صورت انرژی شیمیایی در طی فرایند فتوسنتز به صورت مواد آلی در خود ذخیره کنند (چربی ها، هیدرات های کربن و پروتئین ها).

این عمل در محیط های آبی توسط آگ ها (Algae)، فیتوپلانکتون ها و گیاهان آبی صورت می گیرد.

(ب) مصرف کنندگان ردیف اول (سطح اول): از موجوداتی هستند که از تولید کنندگان انرژی

(خود غذا ساز) تغذیه می کنند. این گروه از موجودات معمولاً شامل علفخواران می باشند. در

محیط های زمینی علفخواران غالباً شامل حشرات، پستانداران، چوندگان و سُم داران می باشند.

در محیط های دریایی و آب های شیرین مهم ترین علفخواران عبارتند از خرچنگ های کوچک اندام

و نرم تنانی که از فیتوپلانکتون ها تغذیه می کنند.

(ج) مصرف کنندگان ردیف دوم (سطح دوم): موجوداتی هستند که با اتکال به مصرف کنندگان

ردیف اول یا علفخواران به زندگی خود ادامه می دهند. بنابراین، این دسته از موجودات شامل

گوشتخوارانند که در گروه های بسیار متنوعی طبقه بندی می شوند.

(د) مصرف کنندگان ردیف سوم (سطح سوم): گوشتخوارانی هستند که از سایر گوشتخواران و یا به

عبارت دیگر از مصرف کنندگان ردیف دوم تغذیه می کنند. مصرف کنندگان ردیف دوم و سوم ممکن است

شامل موجوداتی شکارچی باشند و یا انگل ها و موجوداتی باشند که از اجساد مرده تغذیه می کنند. به همین ترتیب می توان مصرف کنندگان ردیف های چهارم و پنجم و غیره را هم مشخص نمود.

(ه) تجزیه کنندگان : آخرین حلقه زنجیره غذایی را تشکیل می دهند. مهمترین افراد این

گروه، میکروارگانیسم های هستند (نظیر باکتری ها، مخمرها، قارچ ها) که به اجساد و فضولات
برجا مانده از موجودات پورش برده و با تجزیه آنها، بازگشت تدریجی عناصر معدنی موجود در
مواد آلی را به محیط تضمین می نماید.

قارچ ها عمدتاً در تجزیه مواد سلولزی گیاهی و خالت می کنند در حالی که باکتری ها به جسد جانوران
حمله می کنند. در زنجیره غذایی طعمه جویان، تولید کنندگان توسط جانوران علخوار مصرف
می گردند. این جانوران خود توسط گوشتخواران کوچک جنده ای که خود به مصرف گوشتخواران
بزرگ جنده می رسند، شکار می گردند و زنجیره غذایی به همین ترتیب ادامه پیدا می کند.
به تدریج که در طول زنجیره غذایی طعمه جویان پیش می رویم، مشاهده می کنیم که لااقل
در موارد کلی، افراد درست جنده تر شده ولی از تعدادشان کاسته می شود.

زنجیره های نوع دوم نیز معمولاً با مواد آلی غیر زنده آغاز می گردند و مصرف کنندگان
ردیف اول در این قبیل موارد گندخواران (سایر و فاشها) هستند. این زنجیره های غذایی در
اعماق ژرف دریاها و نقاط تاریک غارها که به علت عدم وجود نور کافی گیاهان کلروفیلی قادر
به رشد نیستند، دیده می شوند. همچنین زنجیره های غذایی زیر خاک از این نوع هستند. در
این گونه محیط ها، سایروفیت های غالب علاوه بر قارچ ها و باکتری ها عبارتند از کرم های خاکی و
بند پایان. یکی از پدیده های مهمی که در خاک رخ می دهد عبارت است از فرایند **کوپروفاژی**.

بسیاری از جانوران، فضولات و مواد زائد خود را پس از آن که در طی مدت استقرارشان در خاک از باکتری‌ها و قارچ‌ها غنی شدند، مجدداً مصرف می‌کنند.

زنجیره‌های غذایی از تعداد مختلفی حلقه تشکیل شده‌اند و معمولاً تعداد حلقه‌ها حداقل ۳ تا ۵ عدد می‌باشد. زنجیره‌های غذایی مستقل از یکدیگر نبوده و در یک جامعه طبیعی گونه‌های زیادی از موجودات زنده را می‌توان یافت که از انواع مختلف منابع غذایی استفاده می‌کنند. یعنی برخی از حلقه‌ها پس از آنها مستر کنند. در نتیجه زنجیره‌های غذایی باهم تداخل می‌یابند و یک شبکه غذایی را تشکیل می‌دهند. این فراوانی باعث می‌شود که حیات موجودات در اثر از بین رفتن یک یا چند ماده غذایی با اشکال مواجه نشود. تغذیه انسان از ماهی‌ها، طیور، دام‌ها و گیاهان باعث تداخل زنجیره‌های مختلف زمینی و آبی با یکدیگر می‌شود.

سطح تغذیه ای

گیاهان اولین سطح زنجیره غذایی را تشکیل می‌دهند. هنگامی که در یک زنجیره غذایی چند موجود زنده مختلف با تعداد مراحل تغذیه‌ای یکسان از سطح گیاهان جدا شده باشند، می‌گویند این موجودات به یک سطح تغذیه‌ای تعلق دارند (یعنی سطح تغذیه‌ای عبارت است از فاصله هر یک از موجودات زنده نسبت به تولیدکنندگان در یک زنجیره غذایی).

یک موجود زنده ممکن است به طور همزمان به چندین سطح تغذیه‌ای مختلف تعلق داشته باشد. مثلاً شکار (حشره طعمه جو) قادر است یا از ملخ‌های علفخوار متعلق به سطح دوم تغذیه نماید و یا از برخی بندپایان گوشتخوار که متعلق به سطح سوم غذایی می‌باشند، استفاده نماید.

در حالت اول این هشده جزء سطح سوم تغذیه ای بوده و در حالت دوم جزء سطح چهارم تغذیه ای به شمار خواهد رفت.

با کاهش تعداد سطوح غذایی می توان **کارایی اکولوژیکی** را افزایش داد. کارایی اکولوژیکی لزومول زیر قابل محاسبه است:

$$\text{کارایی اکولوژیکی} = \frac{\text{میزان تولید مربوط به سطح مصرف کننده (صیاد)}}{\text{میزان تولید مربوط به سطح میزبان (صید)}} \times 100$$

چرخه های بیورئوسیمیایی

زمین سیستمی پویا و تکامل یافته است به طوری که حرکت و ذخیره مواد بر فرازها فیزیکی، شیمیایی و زیست شناختی آن به شدت تأثیری گذارد. کلیه عناصر معدنی که وجود آنها برای ساخته شدن مواد آلی ضروری است، به صورت چرخه ای در اکوسیستم منتقل می شوند و چندین بار توسط موجودات مختلف مورد استفاده قرار می گیرند. هنگامی که بقایای گیاهی یا جانوری توسط قارچ ها و باکتری ها مورد تجزیه قرار می گیرند، عناصر معدنی موجود در بافت های آنها را به محیط غیرزنده باز می گردانند و این مواد آزاد شده در بخش غیرزنده اکوسیستم به صورت ذخیره باقی مانده تادوباره وارد چرخه گردد. بنابراین عناصر شیمیایی موجود در طبیعت به طور مداوم و با عبور از مسیرهای خاصی از محیط به موجود زنده و بالعکس در گردش می باشند. این مسیرهای کم و بیش پیوسته یکی از جنبه های مهم انتقال مواد در درون اکوسیستم بوده و به چرخه های مواد شیمیایی در موجود زنده و خاک (چرخه های بیورئوسیمیایی) معروف اند.

مخازن ذخیره چرخه های بیورئوشیمیایی عبارتند از واحدهای بزرگ زمین همچون اتمسفر، رسوبات کف اقیانوس، سنگ و خاک و یا تمامی پوشش گیاهی خشکی ها. از کلیه عناصری که در طبیعت وجود دارند حدود ۴ عنصر برای موجودات زنده ضروری هستند که می توان مهمترین آنها را در دو گروه اصلی تقسیم بندی نمود:

(الف) عناصر پرمصرف: این عناصر به مقدار زیاد مورد نیاز موجودات زنده اند که اغلب در ساختار ستوبلاسم سلول های زنده نقش اساسی دارند. مهمترین عناصر این گروه عبارتند از کربن، اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن، فسفر، گوگرد، پتاسیم، کلسیم و منیزیم (در این میان چهار عنصر لول بیشتر از سایرین مورد استفاده موجودات زنده هستند).

(ب) عناصر کم مصرف: عناصر این گروه به مقدار بسیار کم مورد نیاز موجودات زنده اند اما برای ادامه حیات ضروری اند. مهمترین عناصری که در این گروه قرار دارند عبارتند از آهن، مس، روی، بُر، مولیبدن و منگنز.

اما علاوه بر اینها برخی عناصر دیگری هم که در طبیعت وجود دارند ممکن است مورد نیاز گیاهان نباشند و یا حتی جنبه زیانبار نیز داشته باشند مانند سلیوم، آرسنیک، جیوه و یا آلومینیوم که وجود آنها در خاک باعث ایجاد مسمومیت گیاهان می شود.

برای کلیه عناصری که در طبیعت وجود دارند می توان یک چرخه بیورئوشیمیایی مقصور شد ولی اگر چه تمامی عناصر این قابلیت را دارند که در بدن موجود زنده ذخیره شوند، اما فقط کربن، اکسیژن

و هیدروژن به صورت آب، قسمت اعظم وزن موجودات زنده را تشکیل می دهند برای مثال در چوب بیش از ۵۰ درصد، در اغلب مهره داران بیش از ۶۶ درصد و در بعضی از پی مهرگان دریایی بیش از ۹۰ درصد آب وجود دارد. همچنین سه عنصر فوق الذکر به عنوان عناصر اصلی در ساختار چربی ها و هیدرات های کربن محسوب شده و نقش مهمی را نیز در سلول های گیاهی و جانوری دارند.

کربن، اکسیژن و هیدروژن به همراه نیتروژن، اساس ساختمان پروتئین ها هستند. اضافه شدن فسفر به چهار عنصر مذکور مواد پایه ای بسیار از اسیدهای هسته ای را می سازد که نگهدارنده اطلاعات ژنتیکی سلول ها هستند. علاوه بر این وجود فسفر برای انتقال انرژی در سلول ها الزامی است. سایر عناصر پر مصرف به مقدار کمتری مورد استفاده قرار می گیرند. مثلاً کلسیم برای استحکام بخشیدن به دیواره سلولی و گوگرد برای ساختن اسیدهای آمینه گوگردی و شرکت در ساختمان پروتئین ها مورد نیازند.

امولاً جانوران نسبت به گیاهان به عناصر بیشتری نیاز دارند. عموماً سلول های جانوری توانایی زیادی برای ساختن ترکیبات آلی ندارند و انجام واکنش های فنریولوژیکی آنها نیز در گروه وجود ترکیبات غذایی فراوان در قالب مواد پروتئینی، ویتامینی و چربی است و این مواد از ترکیباتی که قبلاً توسط گیاهان ساخته شده، تأمین می گردند. موجودات زنده یا به طور مستقیم با خوردن گیاهان یا به صورت غیر مستقیم با خوردن سایر جانوران، آنها را کسب می کنند. بدین ترتیب ضمن انتقال

عناصر از گناهان به جانوران، در واقع عناصر معدنی از یک سطح غذایی به صورت مواد آلی به سطح دیگر غذایی منتقل می گردند. با توجه به مطالب فوق الذکر مشاهده می شود که عمل هر اکوسیستم به چرخه مواد معدنی بستگی کامل دارد. اگر برای عناصر، جریان چرخه ای و یا بازگشت وجود نداشته باشد به تدریج منابع موجود پایان یافته و حیات در اکوسیستم ها از بین خواهد رفت. بنابراین می توان مسیرهای مهم چرخه عناصر معدنی را در طبیعت دنبال نمود و در این رابطه مشخص می شود که هر چرخه بیوژئوشیمیایی از دو قسمت مهم تشکیل شده است:

الف) سرچشمه اصلی که بسیار بزرگ است و در قسمت غیرزنده وجود دارد.

ب) ذخیره تبادل که نسبت به ذخیره اصلی کوچکتر است ولی بخش فعال است و از طرفی با بخش زنده و از طرف دیگر با بخش غیرزنده در تبادل است.

انواع چرخه های بیوژئوشیمیایی:
مهمترین انواع چرخه های بیوژئوشیمیایی عبارتند از:

الف) چرخه آب: یکی از ساده ترین چرخه ها در کره زمین محسوب می شود.

ب) چرخه های گازی: در این نوع، ذخیره اصلی عناصر در اتمسفر قرار دارد و این عناصر به صورت گاز در بیوسفر جا بجا می شوند.

ج) چرخه های رسوبی: در این نوع، ذخیره اصلی در زمین قرار دارد و عناصر آن توسط فرسایش و رسوب گذاری در گردش هستند.

معمولاً چرخه های گازی نسبت به چرخه های رسوبی کاملترند و از سرعت تبادل بیشتری نیز برخوردارند ولی نکته ای که باید در نظر داشت این است که ماهیت عناصر، یکی از منابع اختلاف سرعت گردش است. علاوه بر این، میزان رشد گیاهان و جانوران نیز در سرعت گردش مواد معدنی در خلال زنجیره ها و شبکه های غذایی مؤثر است. از طرف دیگر شدت تجزیه مواد آلی در اکوسیستم ها متفاوت است. مثلاً در خاک های مناطق گرم و مرطوب تجزیه سریع است و برعکس در خاک های مناطق سرد و غرقاب تعداد باکتری ها و قارچ ها بسیار کم است و فرایند تجزیه به کندی انجام می شود که البته این امر بستگی زیادی نیز به اسیدیته خاک دارد چرا که فعالیت قارچ ها و باکتری ها در محیط های قلیایی بیشتر است. بنابراین تجزیه در محیط خاک های اسیدی به کندی انجام می شود.

چرخه کربن:

یکی از انواع چرخه های بیولوژیکی گازی است زیرا منبع اصلی آن دی اکسید کربن موجود در اتمسفر می باشد. اگرچه دی اکسید کربن فقط ۰.۳٪ در صد حجم اتمسفر را اشغال کرده است ولی کربن مهمترین عنصر در بدن موجودات زنده است که به طور منظم بین بخش زنده و غیر زنده در تبادل است. کربن ماده ای اساسی در ساختمان جهان آلی است. این عنصر در همه انواع مواد آلی از زغال سنگ و نفت تا DNA که نقش مهمی در فرایندهای کروموزومی دارد، دیده می شود. کربن خالص را در ترکیبات معدنی از قبیل گرافیت و الماس می توان یافت. کربن در طبیعت عمدتاً با اکسیژن و هیدروژن ترکیب می شود و با چرخه این دو عنصر پیوند شدیدی دارد.

کربن به صورت چندین ترکیب مختلف در اتمسفر وجود دارد که از مهمترین آنها می توان به

گاز کربنیک (CO_2) و سپس به متان (CH_4) اشاره کرد. دروازه ورود کربن به چرخه ها

زیستی، فتوسنتز است. در فرایند فتوسنتز گاز کربنیک، هیدروژن و اکسیژن به کمک انرژی

نور خورشید با یکدیگر ترکیب و قند به وجود می آید که به واسطه آن نیز ترکیبات مختلف آلی

ساخته می شود. قسمت اعظم ذخیره کربن در طبیعت در بافت ها و پیکره درختان ذخیره

شده است و در مقابل فعل و انفعالات تنفسی، تخمیری و احتراقی بازگشت گاز کربنیک به

هوا را تأمین می کند. اما برگشت کربن به هوا از طریق تنفس کمتر از میزان کربنی است که

در فتوسنتز از هوا گرفته می شود. در واقع پس از مرگ موجودات زنده، کربن بدن آنها

را سایر موجودات زنده اکسید می کنند و کربن به چرخه خود ادامه می دهد. مواد آلی (اغلب

گیاهان) که دفن گردیده اند، در نهایت بین لایه های رسوبی فشرده می شوند و به صورت زغال

سنگ دگرگون می شوند. امروزه وقتی این زغال سنگ ها را استخراج نموده و می سوزانیم،

کربن را آزاد می کنیم که شاید روزی بخشی از DNA یک دایناسور بوده است.

اقیانوس دومین مخزن بزرگ در چرخه کربن است. در این جا مقدار کربن محلول و موجود

در رسوبات کف، ۵۵ برابر مقدار آن در اتمسفر است. مقدار کربن موجود در خشکی که در

خاک ذخیره شده دو برابر مقدار اتمسفر است. زمان متوسط اسیست کربن در خاک تقریباً ۲۵ تا ۳۰

سال، در اتمسفر ۳ سال و در اقیانوس ۱۵ سال است. چرخه کربن بین موجودات زنده و اتمسفر

نسبت عمده این عنصر را تشکیل می دهد به طوری که تقریباً ۱۵ درصد کربن اتمسفر سالانه در فتوسنتز گرفته و در تنفس آزاد

می شود

PAN