دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
دانشکده مهندسی عمران
گروه مهندسی محیط زیست

مبانی اکولوژی

تعاریف و مفاهیم

ارائه دهنده: عزیر عابسی

Ecology

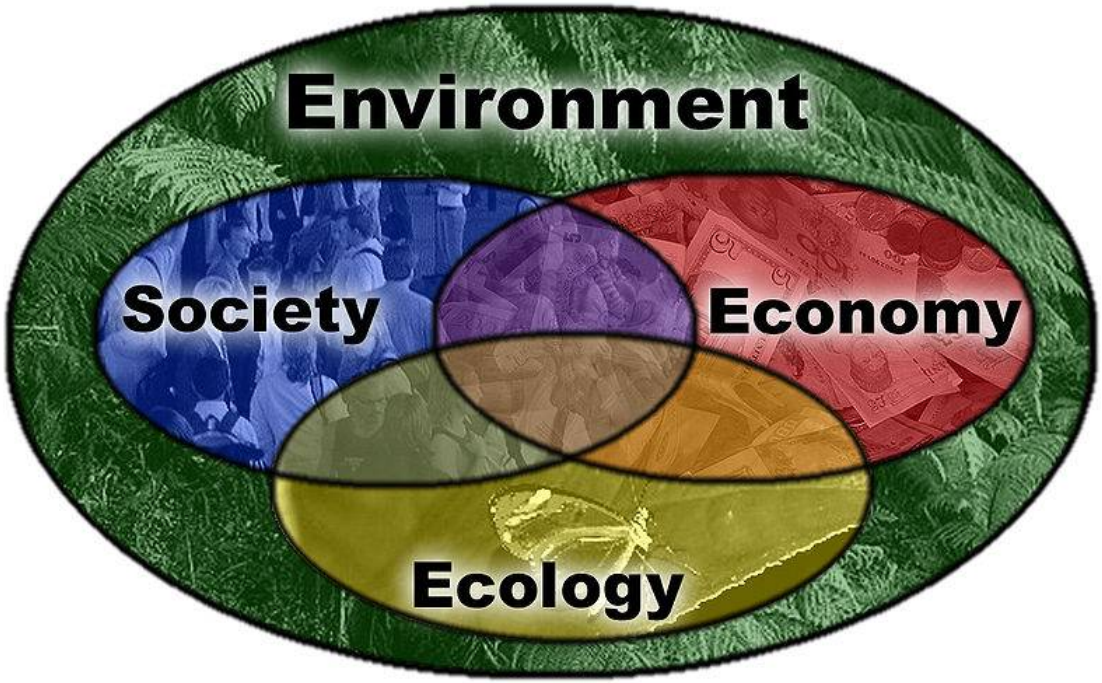
Ecology

مراجع

اکولوژی، محمد رضا اردکانی، تاریخ انتشار ۱۳۸۸، انتشارات دانشگاه تهران

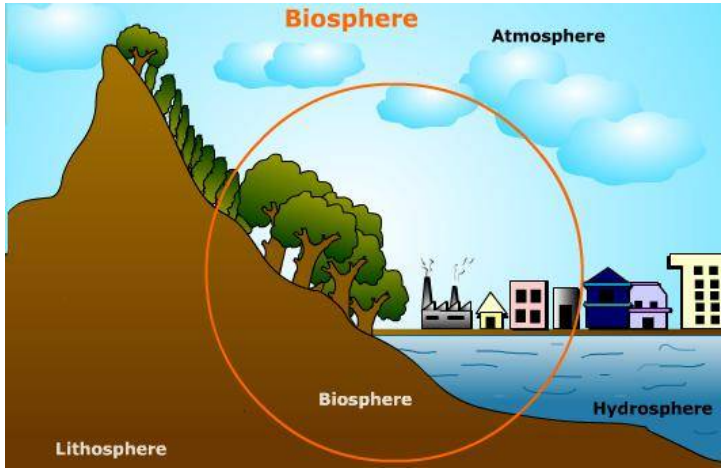
مناطق حفاظت شده ساحلی و دریایی، هنریک مجنونیان و پرستو میراب زاده، سال انتشار ۱۳۸۱، سازمان حفاظت محیط زیست.

آلودگی دریا، آر بی کلارک، ترجمه محمد علی زاهد، پاییز ۱۳۷۹، انتشارات نسق

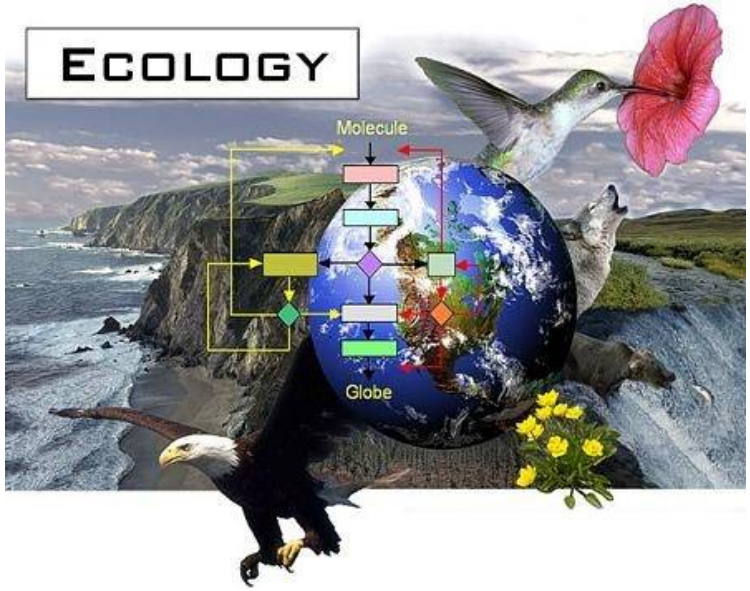


تعریف اکولوژی

واژه‌ی اکولوژی از دو کلمه‌ی «اکو» و «لوژی»، اکو به معنای مسکن یا بستر زیست، لوژی به معنای علم یا دانش تشکیل شده است. به این ترتیب معنای تحت اللفظی آن مطالعه‌ی موجودات زنده در بستر زیستشان است. این واژه اولین بار توسط ارنست هکل (Ernst Haeckel) در سال ۱۸۶۹ ارائه شده است و معادل فارسی آن بومی شناسی یا محیط شناسی است. شناخت محیط اطرف از یک نگاه جامع است که به بررسی تغییرات محیطهای فیزیکی و شیمیایی پرداخته و تاثیر آنها را برروی موجودات زنده و موجودات زنده را بر یکدیگر مورد مطالعه قرار می دهد.



دانش اکولوژی به بررسی تاثیر عوامل محیطی و شرایط طبیعی پیرامون بر روی موجودات زنده، گیاهان، جانوران، انسان و روابط متقابل آن‌ها می‌پردازد. جانوران و گیاهان برای ادامه‌ی حیاتشان و تامین مواد اولیه و غذا دارای روابط متقابلی هستند و درون سیستم و نظامی قرار می‌گیرند که در آن حیاتشان تداوم می‌یابد، علم اکولوژی، علم کشف و بررسی این نظام است از جمله این نظام‌ها، رابطه‌ی متقابل موجود زنده با محیط فیزیکی خود شامل انتقال ماده و انرژی است به این ترتیب در قالب علم اکولوژی انسان مجموعه شناخت-هایی درباره‌ی تاثیر محیط بر روی موجودات زنده و تاثیر موجودات زنده بر روی محیط و ارتباط متقابل بین موجودات زنده بدست می‌آورد. از این‌رو اکولوژی علم بررسی تاثیر متقابل موجودات زنده بر روی یکدیگر بر روی محیط می‌باشد.



انواع مطالعات اکولوژیک

مطالعات اکولوژیک را بر حسب **نوع موجود زنده** می‌توان به سه شاخه‌ی اصلی تقسیم کرد:

- اکولوژی گیاهی: علم شناخت رابطه‌ی گیاهان با محیط زیستشان است.
- اکولوژی جانوری: علم شناخت رابطه‌ی جانوران با محیط زیستشان است.
- اکولوژی انسان: علم شناخت رابطه‌ی انسان‌ها با محیط زیشان است.

موارد فوق از منظر **تعداد موجودات زنده** خود به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱- اکولوژی انفرادی(Autecology): در آن رابطه‌ی یک گونه‌ی تنها با محیط اطرافش مورد بررسی قرار می‌گیرد و از اثرات متقابل گونه‌ها بر روی یگدیگر صرف نظر می‌شود در این مطالعات تاثیر محیط بر جوامع(گیاهی، جانوری و انسانی) شکل ظاهری، خصوصیات فیزیولوژیکی و رفتاری موجودات زنده مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲- اکولوژی جمعی(Synecology): در این مطالعه، رابطه‌ی بین افراد در گونه‌های مختلف یک گروه با محیط در برگیرنده‌شان مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرد.

و درنهایت براساس زیستگاه مورد مطالعه به:

- اکولوژی خشکیها
- اکولوژی دریاها و اقیانوسها
- اکولوژی آبهای شیرین

و بر اساس نوع موجود زنده می توان به:

- اکولوژی پرندگان
- اکولوژی حیوانات
- اکولوژی ماهی‌ها و .....

تعاریف و مفاهیم

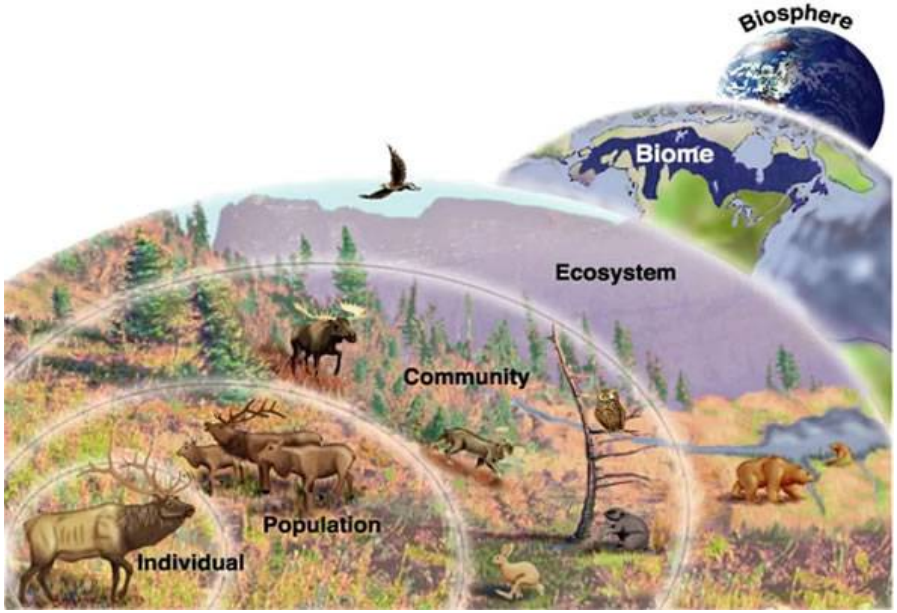
❖ **جمعیت (گیاهی یا جانوری):** مجموعه‌ی گیاهان یا جانوران متعلق به یک گونه‌ی خاص که در یک زمان در یک منطقه‌ی معین زندگی می‌کنند و قادر به تبادل ژن هستند.

❖ **جامعه (Community):** مجموعه‌ی جمعیت‌هایی که از گونه‌های مختلف در یک منطقه زندگی کرده و آن را اشغال کرده و در ارتباط با یکدیگر حیات دارند.

– **بیوتا (Biota):** به تمامی موجودات زنده، اعم از گیاهان و جانوران، یا موجودات ذره بینی که در ناحیه‌ی معینی مستقر هستند Biota گفته می‌شود.

❖ **اکوسیستم (Ecosystem):**منظور از اکوسیستم مجموعه جانداران یک محیط به همراه کلیه عوامل و تشکیل دهنده‌های آن محیط است. لذا اکوسیستم را می‌توان مجموع محیط و موجودات زنده آن تعریف کرد.

❖ **بیوم (Biome):** به اکوسیستمهای بزرگ یا اکوسیستم های با شرایط یکسان بیوم می‌گویند. مثل جنگل های سوزنی برگ در کل جهان، جنگل‌های حاره‌ای، تندرا، آبهای شیرین و ...

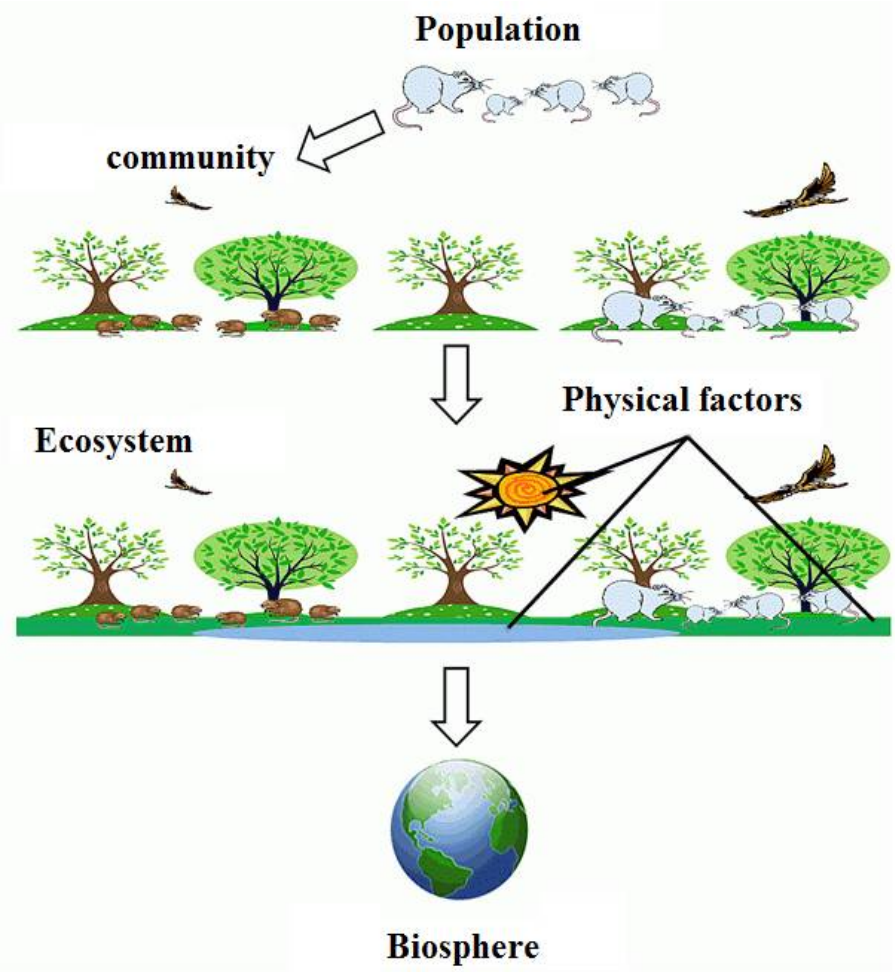


❖ **زیست کره(Biospher):** کلیه‌ی نقاط قابل زندگی بر روی زمین که واجد حیات بوده یا استعداد وجود حیات را دارد، را بیوسفر می‌نامند. بخش یا لایه ای از کره زمین است که در آن زندگی وجود دارد. محیط‌های قابل زندگی هوا، زمین، خشکی‌ها و محیط‌های آبی هستند که محل زندگی میلیاردها گونه‌ی انسانی، جانوری (پرندگان، ماهیان و موجودات خاکزی) و گیاهی هستند.

❖ **بوم‌سپهر (Ecosphere):** جوّ و اقیانوس‌ها و زیست‌کره و بخش رویی پوسته زمین که مجموعه نقاطی هستند که کلیه موجودات زمین ناگزیر به زندگی حداقل در یکی از آنها هستند را می‌گویند.

مطالعات اکولوژیک، غالبا از سطح موجودات زنده تا بیوسفر انجام می‌گیرد.

به این ترتیب اجتماعات موجودات زنده یا بیوسنوزها را می‌توان بر حسب اندازه و وسعت به صورت زیر تقسیم نمود:



۱- جوامع اصلی یا غالب: مهمترین جوامع قابل تشخیص بر روی زمین هستند. مثل جوامع زمینی، خشکی، دریایی و آب‌های شیرین.

۲- بیومها: بیوم‌ها گستره جغرافیایی نسبتا وسیعی که در هر یک از آن‌ها گروه‌های جانوری و گیاهی تقریبا همگنی، مستقر شده‌اند .تاثیر درجه حرارت، رطوبت و عوامل مختلف اقلیمی در تعیین خصوصیات بیوم و موجودات زنده‌ی آن بسیار حائز اهمیت است.

۳- اجتماعات: مناطقی هستند که به گستردگی بیوم‌ها نمی‌باشند. این‌ها گروه‌هایی از گونه‌های معین در داخل بیوم هستند که می‌توان آن‌ها را مشخص و محل دقیق‌شان را تعیین نمود مانند دلقک ماهی‌ها در سواحل جنوبی آفریقا یا درختان کاج یک جنگل.

۴- سینوسی‌ها(synusies): جوامع خرد و کوچک یک بیوم هستند که علی رغم کوچکی ابعادشان به خوبی قابل تشخیص هستند و به سادگی می‌توان ابعاد و خصوصیات‌شان را مشخص نمود. جسد در حال متلاشی شدن درختان مرده که باعث جمع شدن تعدادی از موجودات می‌گردد یک سینوسی است. طول عمر این جوامع بسیار کم و محدود است.

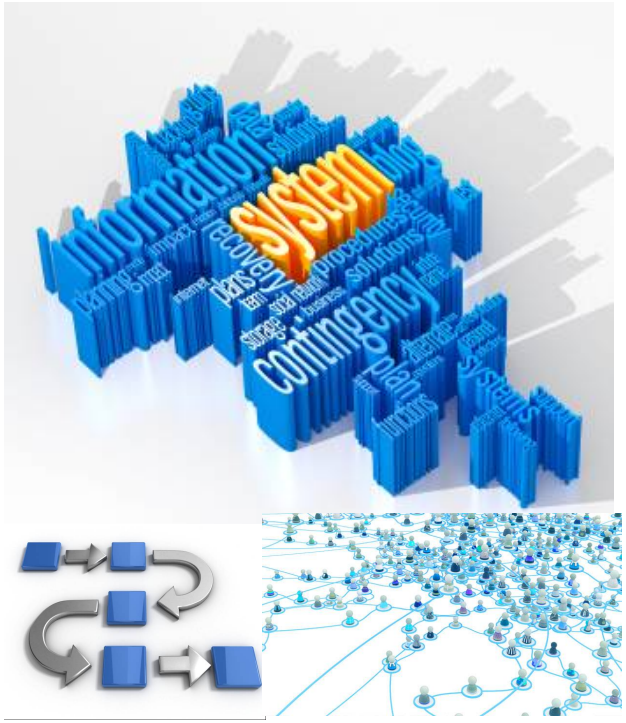
مفهوم سیستم در اکولوژی

سیستم: سیستم بخشی از جهان به شمار می‌رود که به قصد مشاهده، از بقیه آن جدا شده. سیستم مجموعه‌ای از اجزا و عناصر است که در ارتباط با یکدیگر به صورت یک کل عمل می‌کند.

بیوسفر مجموعه‌ای پیچیده و بسیار بزرگ است این موضوع مطالعه‌ی آن را بسیار پیچیده می‌کند. لذا جهت مطالعه آن را به اجزای کوچکتری با وسعت معقول تقسیم می‌کنند. این اجزا دارای امکان تجزیه و تحلیل بوده و نسبت به سایر اجزای مجاور، از استقلال نسبی برخوردار می‌باشد. هر یک از این اجزای کوچکتر بیوسفر را می‌توان در حکم یک سیستم دانست. حل مشکلات اکولوژی محیط پیرامون اغلب در گروی درک سیستم‌ها، میزان و نوع تغییرات آن است و اینکه چگونه اجزای مختلف آن در کنش متقابل با هم هستند.

سیستم‌ها می‌توانند:

- ساده تا بسیار پیچیده باشند.
- و یا سیستم‌های باز یا بسته باشند.



سیستم باز: سیستم‌ها از نظر یک عامل باز محسوب می‌گردند که بتوانند آن عامل را با سیستم‌های دیگر مبادله کنند، مثل اقیانوس‌ها که از نظر آبی باز می‌باشند چرا که آن را با اتمسفر تبادل می‌کنند.

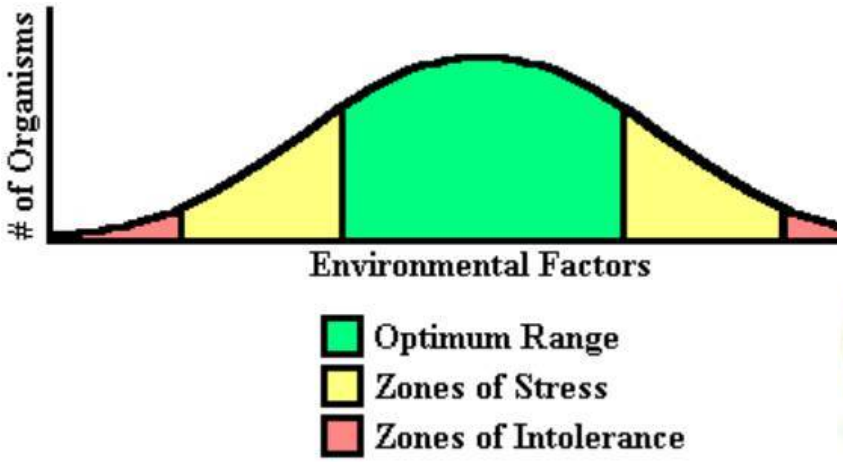
سیستم بسته: سیستم‌ها از نظر یک عامل بسته محسوب می‌گردند که آن عامل را با سیستم‌های دیگر مبادله نکنند زمین از نظر انرژی یک سیستم باز و از نظر مواد، یک سیستم بسته محسوب می‌گردد.

هر سیستم نسبت به ورودی‌ها واکنش نشان داده و خود دارای خروجی است بسیاری از سیستم‌های بسته عمدتا توسط بشر و به صورت مصنوعی ساخته می‌شوند.

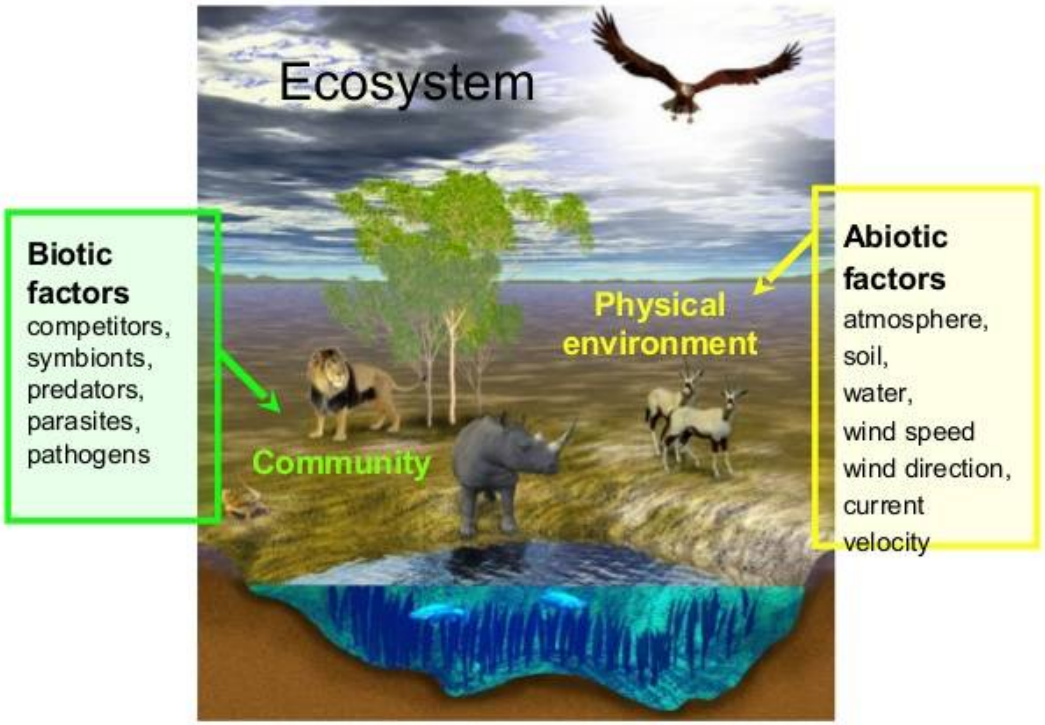
بازخور (Feed back): یک نوع واکنش خاص سیستم‌ها به یک عامل خارجی است که منجر به تغییر حالت سیستم می‌شود

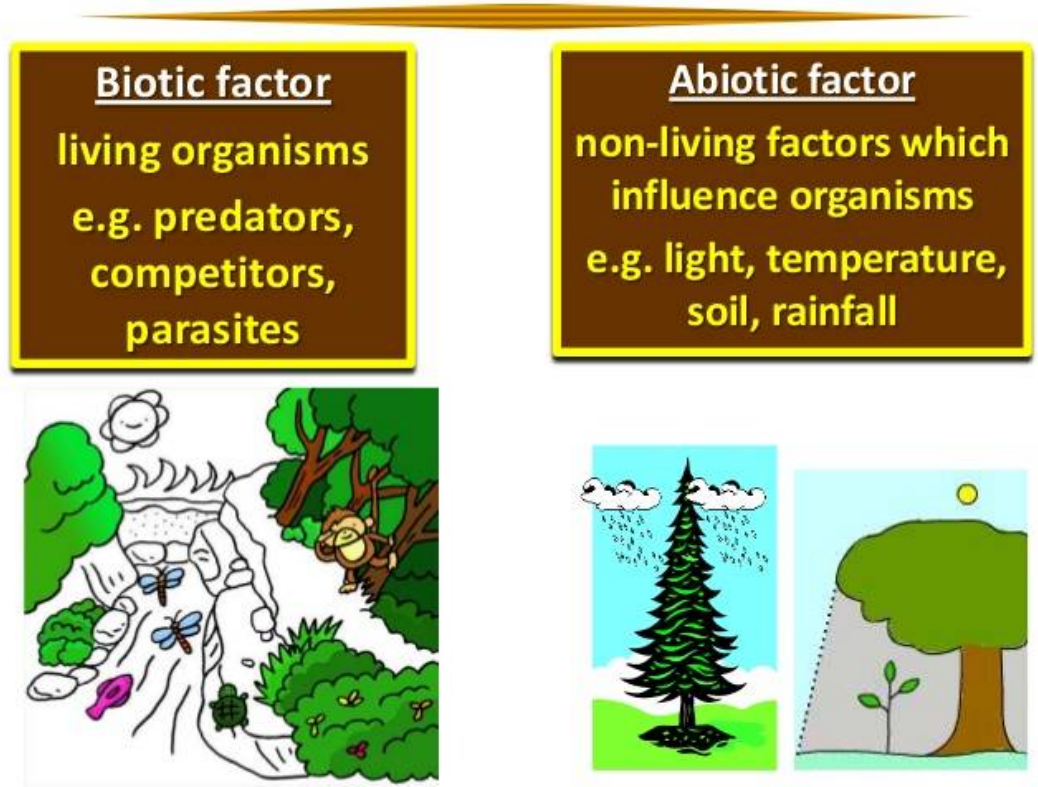
از خصوصیات مهم سیستم‌های طبیعی و باز این است که تمام آن‌ها به طرفی حرکت می‌کنند که به یک نوع پایداری نسبی برسند در این صورت تمام اجزای سیستم هماهنگی خاصی با یکدیگر برقرار می‌کنند در نهایت سیستم به تعادلی می‌رسد که یک حالت خود تنظیم در مقدار ماده‌ی ورودی، جریانات داخلی و خروجی دارد.

- **مفهوم سایبرنتیک/لگام شناسی:** سیستم‌های طبیعی شامل موجودات زنده و جمعیت‌ها می‌توانند از خود نگه‌داری کرده و خود نظم باشند این همان مفهوم سایبرنتیک است که باعث برقراری نظم درونی سیستم‌های طبیعی می‌شود.
- **مفهوم هوموستازی:** سیستم‌های طبیعی دارای یک مقاومت و ایستادگی در برابر هر گونه تغییر و تحولی هستند که باعث ایستادگی آن‌ها در برابر تغییرات خارجی می‌شوند این مفهوم اصطلاحا هومئوستازی (هومئو= همان و ستازی= موقعیت) نامیده می‌شود.
- **نظام‌های زیستی:** اجزایی از دنیا که با هم کنش متقابل دارند، نیازمند یکدیگر هستند و جمعا واحد مشخص و هدفداری را تشکیل می‌دهند، یک نظام زیستی معین را به وجود می‌آورند.



- **فاکتورهای آبیوتیک (Abiotic factors):** این مولفه‌ها فاکتورهای فیزیکی و غیرشیمیایی غیرزنده در محیط هستند که عواملی چون نور، دما، آب، گازهای اتمسفری، باد، خاک و ذرات آلی و غیر آلی را شامل می‌شود.
- **فاکتورهای بیوتیک (Biotic factors):** شامل هر بخش زنده اکوسیستم می باشد که در تاثیر متقابل با سایر ارگانیسمهای در محیط زندگی می کند. فاکتورهای بیوتیک نیاز به انرژی برای کار و غذا برای رشد دارند.

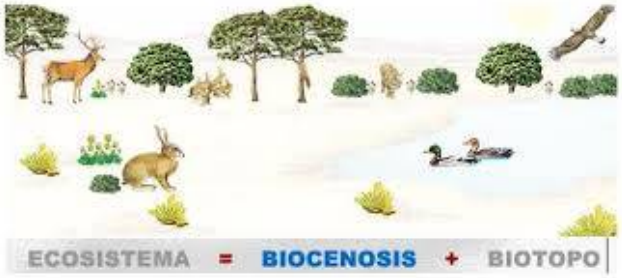




اکوسیستم و اجزای تشکیل دهنده آن

برای مطالعه‌ی بیوسفر که بسیار وسیع است آن را به قطعات کوچک، همگن و یکنواخت تقسیم می‌کنند به نحوی که قابل تعریف باشد این قطعات کوچکتر بیوسفر را اصطلاحا اکوسیستم می‌نامند. (مثلا اکوسیستم شهری، دریاچه، مرداب). واژه‌ی اکوسیستم، از دو کلمه Endogical و System تشکیل شده و واژه‌ی خلاصه شده سیستم‌های اکولوژیکی است که اولین بار توسط tansly (۱۹۳۵) وارد ادبیات شده و مفهوم آن عبارت است از مجموعه‌ی موجودات زنده و محیط زندگی آنان.

یک اکوسیستم یک نظام کم و بیش پایدار است که از نظر اقلیمی ، گیاه شناسی، جانور شناسی، خاک شناسی و ژئوشیمیایی از یک نوع همگنی خاص برخوردار است، در این سیستم‌ها منابع طبیعی برای ادامه‌ی بقا و چرخه‌های زیستی در اختیار سیستم و توانایی لازم برای رسیدن به یک نوع خود تنظیمی و ثبات در مقابل تغییرات محلی وجود دارد.



اکوسیستم‌ها از دو جز تشکیل شده‌اند:

– **جزء زنده:** به مجموعه‌ی موجودات زنده‌ی یک اکوسیستم که اصطلاحا به آن بیوسنوز (Biocenose) اطلاق میشود.

برحسب نوع موجودات زنده بر دو نوع گیاهی و جانوری تقسیم می‌شوند. بخش زنده‌ی یک اکوسیستم خود به تولید کننده، مصرف کننده و تجزیه کننده تقسیم می شود.

- ✓ بیوسنوز بخش زنده‌ی یک اکوسیستم است که اجتماعی از موجودات زنده بوده که به وسیله‌ی کشش‌ها یا جاذبه‌های متقابل در یک محیط زیست مجتمع شده و در برگیرنده‌ی روابط متعدد و پیچیده‌ای از قبیل وابستگی‌های متقابل غذایی و رقابتی و ... می باشند.

– **جزء غیر زنده:** موجودات غیرزنده که همان محیط فیزیکی و شیمیایی شامل مواد آلی، مواد معدنی، نور، آب، باد، خاک و فشار هستند را اصطلاحا Biotope یا زیست جای می‌گویند.

- ✓ بیوسنوز و بیوتوپ دو جزء لاینفکی هستند که با تاثیر متقابل یا یکدیگر نظام کم و بیش پایداری را تشکیلی داده که به اکوسیستم معروف است. اکوسیستم از لحاظ کارکرد واجد بنیادین اکولوژی محسوب می گردد.
- ✓ اکوسیستمها از لحاظ آب و هوایی، پستی و بلندی، گیاها و جانوران، نوع خاک، گردش آب، چرخه ژئوبیوشیمیایی و ... معرف نوعی همگنی خاص و یکنواختی از محیط زندگی هستند که منابع کافی برای ادامه حیات را در خود فراهم می سازند.

ورودی‌ها و خروجی‌های اکوسیستم

اکوسیستم نظامی است باز و در طی زمان، نسبتا پایدار است. اجزای ورودی اکوسیستمهای طبیعی عبارتند از: انرژی خورشید، مواد معدنی، گازها و نزولات آسمانی و غیره. اجزای خروجی اکوسیستم عبارتند از، گرما، اکسیژن، گاز کربنیک و سایر گازها، تغییر در مشخصات موجودات زنده و بیومس(Biomath).

موجودات زنده اکوسیستم از منظر ارتباط غذایی با اکوسیستم به دو گروه موجودات تولیدکننده (Autotroph) و موجودات مصرف کننده (Aetrotroph) تقسیم می شوند.

۱- موجودات تولید کننده (اتوتروف Autotroph**):** این گروه، از گیاهان کلروفیل‌دار تشکیل شده که در طی فرایند فتوسنتز با استفاده از انرژی خورشید، دی اکسید کربن، آب، مواد و هیدروکربن‌های مایحتاج خود را می‌سازند.

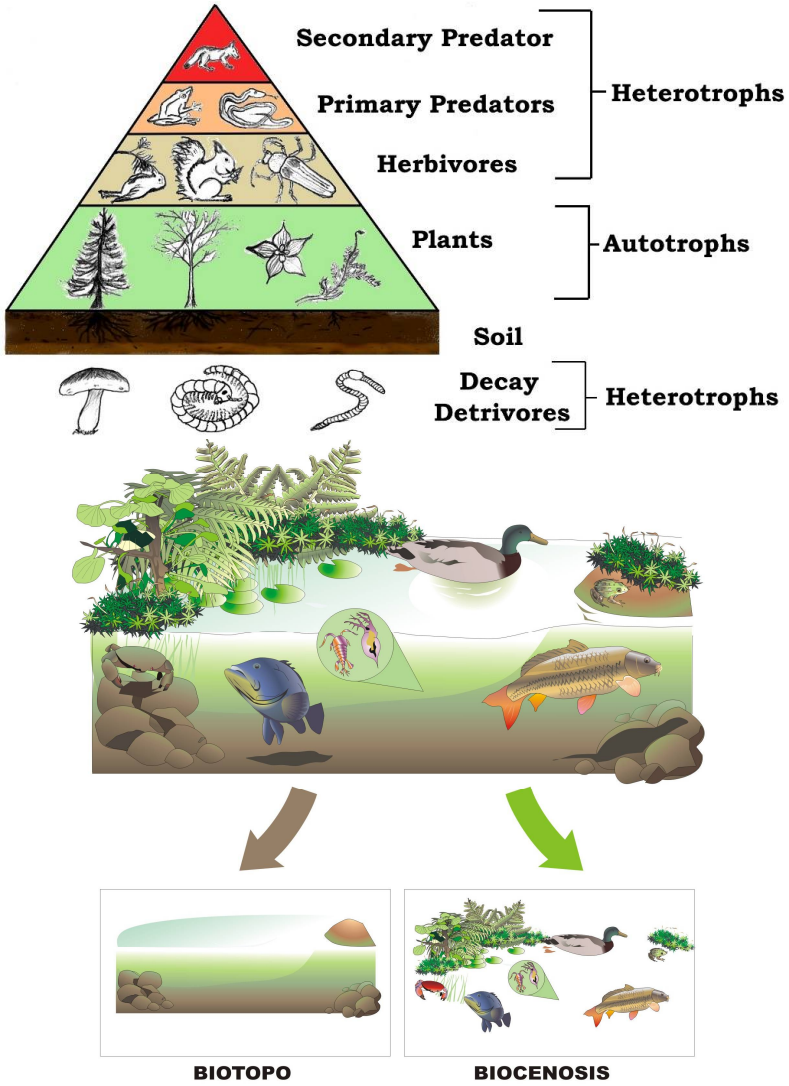
$$6co_2 + H_2o \xrightarrow{\text{نور خورشید}} c_6H_{12}o_6 + 6o_2$$

۲- موجودات مصرف کننده (هتروتروف Heterotroph**):** موجودات مصرف کننده در اکوسیستم‌های موجودات بسیار متنوع بوده و خود در دو گروه مصرف کننده‌های بزرگ و کوچک تقسیم می‌شوند. در این‌جا منظور از مصرف کننده‌های کوچک همان تجزیه کننده است.

مصرف کننده‌ها را می توان به زنده‌خواران یا مصرف‌کننده‌های بزرگ و مرده خواران و مصرف‌کننده‌های کوچک یا تجزیه کننده‌ها تقسیم نمود.

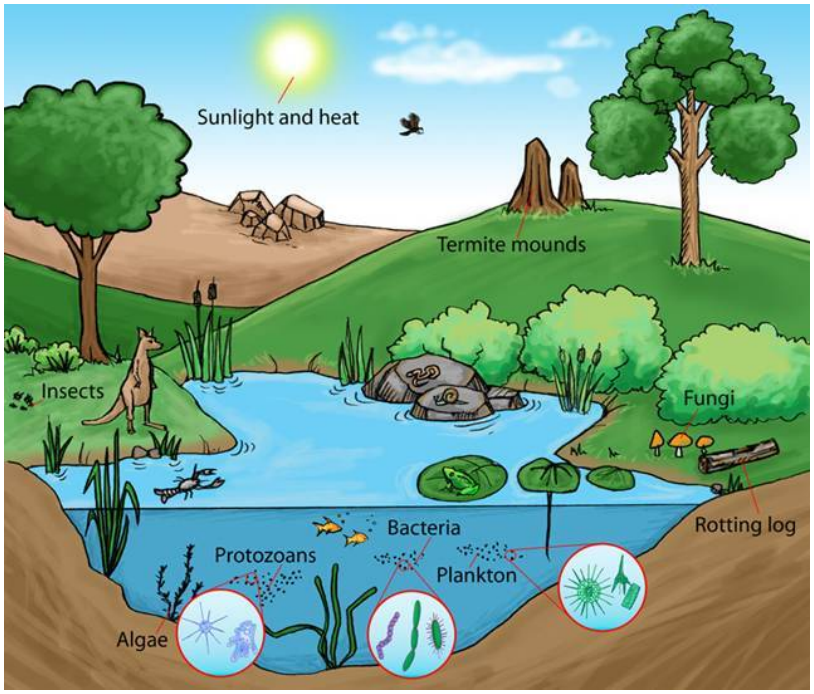
مصرف‌کننده‌های بزرگ خود به ۳ دسته تقسیم می‌شوند:

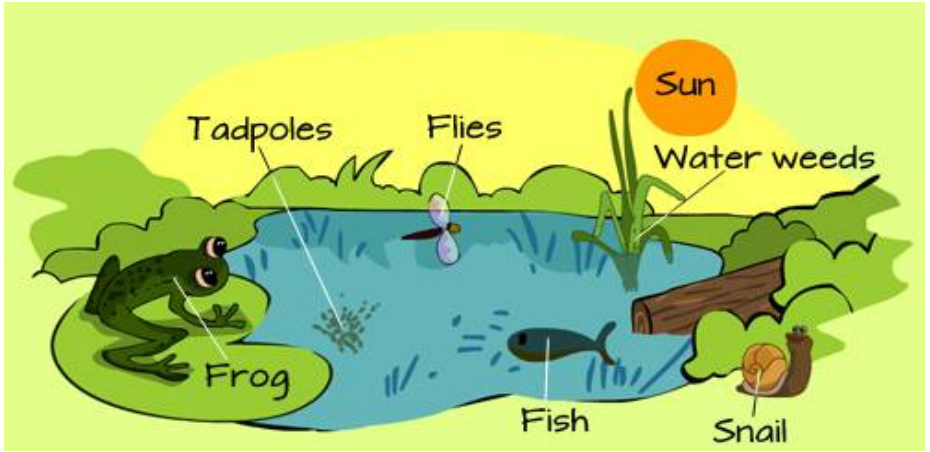
۱- علف خوارها ۲- گوشت خوارها ۳- همه چیز خوارها



بخشهای اصلی اکوسیستم

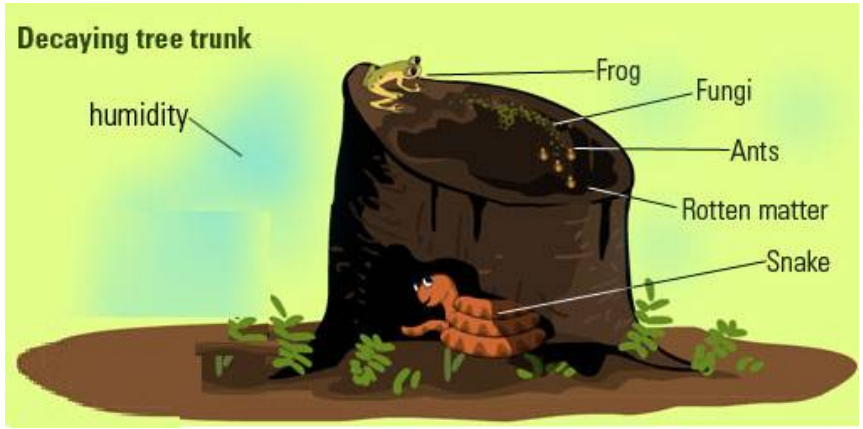
- **منبع انرژی:** در اکثر اکوسیستمهای زمین منبع انرژی نور خورشید است.
- **منبع مواد معدنی و غذایی:** اینها از فاکتورهای محیط غیرزنده (محیطهای فیزیکی و شیمیایی) محیط زیست است که در محیطهای زمینی در خاک و در محیطهای آبی اغلب در رسوبات و آب تمرکز یافته است.
- **تولید کننده‌ها:** در اغلب اکوسیستمها تولید کنندگان همان گیاهان سبز می باشند که مجهز به کلروفیل بوده و انرژی را به شکل نور خورشید دریافت کرده و با کمک مواد معدنی و آب موجود در محیط زندگی خود به مواد آلی و ترکیبات پیچیده تبدیل می کنند.
- **مصرف کنندگان:** مصرف کنندگان اکوسیستمها معمولا حیوانات و گیاهان (برخی از گیاهان خاص) هستند که مواد آلی تولید توسط تولید کنندگان اکوسیستم را مصرف کرده و از آن انرژی کسب کرده و آنرا به مواد آلی پیچیده تر تبدیل می کنند.
- **تجزیه کنندگان:** تجزیه کنندگان اغلب میکروارگانیسمهایی همچون باکتریها و قارچها هستند که مواد آلی پیچیده را مصرف و آنها را به ترکیبات ساده تبدیل می کنند و طی آن مواد غذایی مصرفی گیاهان سبز بعدی را تولید می کنند و باعث چرخه طبیعی مواد در طبیعت می شوند.

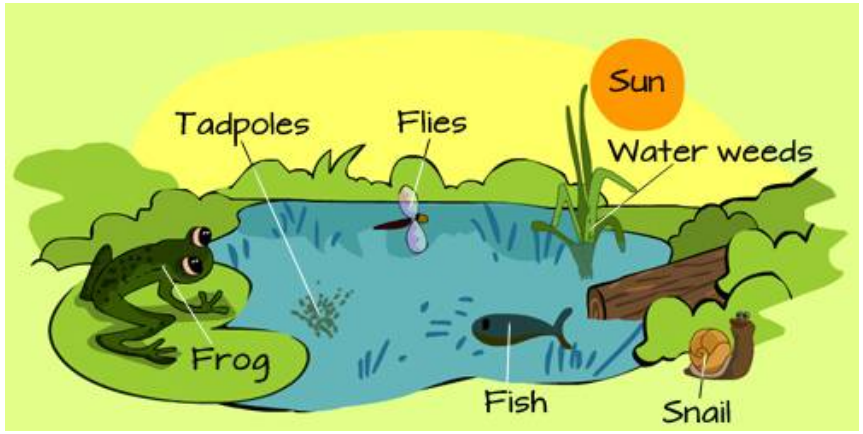




اکوسیستم ها را بر اساس وسعت می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

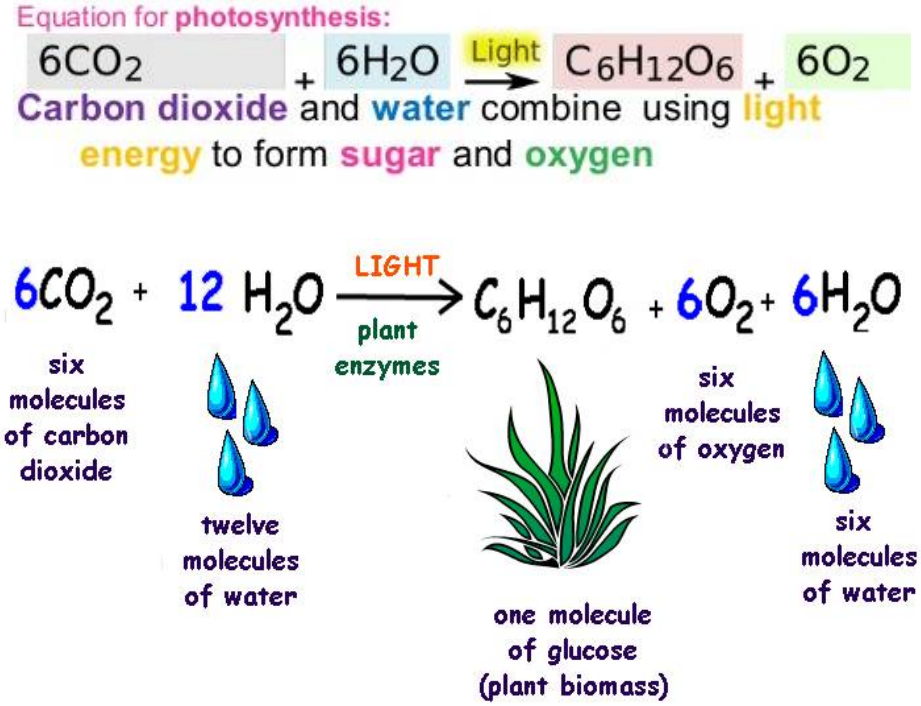
- میکرواکوسیستم (**Microecosystem**): اکوسیستمهایی در اندازه کوچک مثل تنه یک درخت پوسیده یا یک آکواریوم، زیر سنگ
- مزواکوسیستم (**Meso ecosystem**): اکوسیستمهایی در اندازه متوسط تا بزرگ مانند یک تالاب یا دریاچه بزرگ
- مایکرواکوسیستم (**Biome**): اکوسیستمهای بسیار بزرگ مانند اقیانوسها و جنگلهای حاره ای

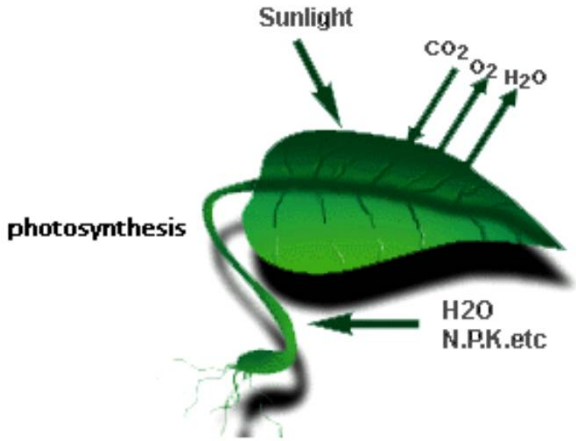


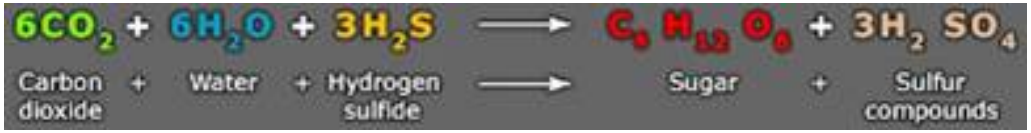


❑ سازوکار تولید در تولیدکنندگان

پایه‌ی اصلی حیات روی کره زمین به این اصل استوار است که اتم‌های کربن هنگام جدایی از اکسیژن در CO_2 و برای ترکیب با یکدیگر یا ترکیب با اتم‌های هیدروژن نیازمند دریافت انرژی-اند. بر این مبنا فرایند تولید در گیاهان سبز که بر فتوسنتز استوار است بر پایه‌ی گرفتن انرژی گیاه از خورشید برای اکسید کردن آب و ترکیب هیدروژن تولیدی با کربن و تولید قند یا مواد آلی دیگر استوار است در نتیجه این واکنش اکسیژن به صورت گاز تولید و به محیط پس داده می‌شود. در باکتری‌ها فرایند فتوسنتز کمی متفاوت انجام می‌گیرد. در باکتری‌ها متفاوت از گیاهان سبز به جای اکسید کردن آب و آزاد سازی هیدروژن برای ترکیب با CO_2 از تجزیه‌ی یک ماده معدنی مثل H_2S یا یک ترکیب آلی مشابه استفاده می‌شود در نتیجه غذاسازی باکتریایی متفاوت از فتوسنتز از نور خورشید انرژی نگرفته و اکسیژن تولید نمی‌کند. این نوع غذاسازی مختص اعماق اقیانوس یا غارهای تاریک است.

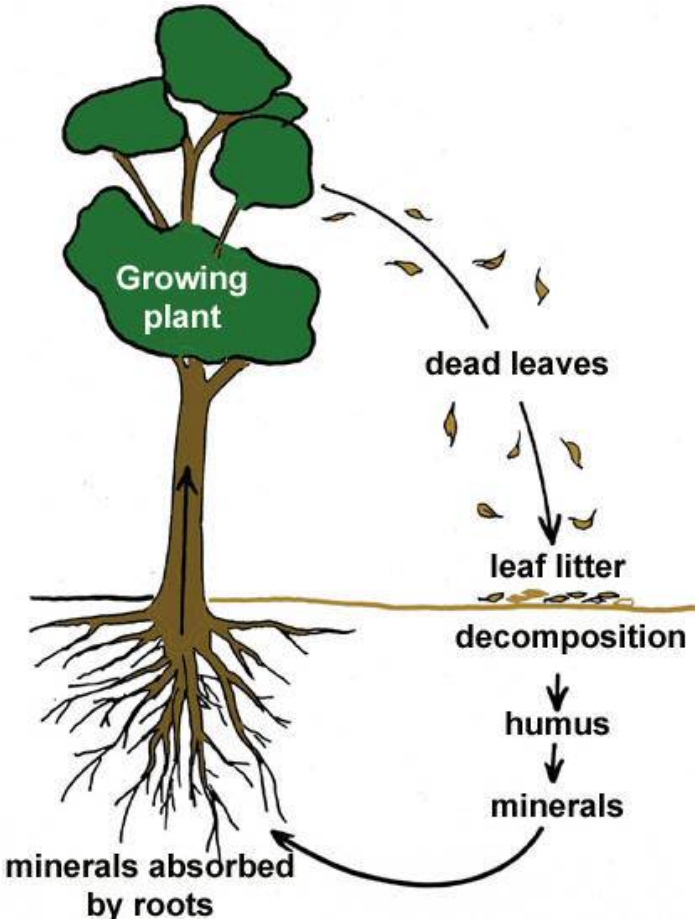






❑ سازوکار و تجزیه

در فرایند تجزیه مواد آلی تولیدی به نحوی تجزیه می‌شوند که انرژی ذخیره شده در این مواد جهت رفع نیازهای موجودات زنده‌ی مصرف کننده مورد استفاده قرار گرفته به گردش درآیند و به محیط برگردند به این ترتیب در اکوسیستم‌ها به مواد آلی به سه طریق به ترکیبات ساده یا عناصر تشکیل دهنده تقسیم می‌شوند:



۱- تنفس هوازی: این روش فرایند اصلی تجزیه در عمده‌ی گیاهان و حیوانات عالی است، این موجودات انرژی مورد نیاز خود را عمدتا از طریق تنفس هوازی جذب می‌کنند در این فرایند اکسیژن نقش اساسی داشته و عملا اکسید کننده (گیرنده‌ی هیدروژن) می‌باشند در صورتی که تنفس هوازی به صورت کامل انجام شود. محصول نهایی انرژی و دی اکسید کربن و آب خواهد بود و اگر به طور کامل انجام نشود خود محصولات فرعی و واسط که همچنان حامل ذخایر انرژی هستند تولید خواهند کرد.

۲-تنفس غیرهوازی: در این فرایند اکسیژن گازی دخالت نداشته بلکه یک ترکیب معدنی غیراز اکسیژن در نقش اکسیدکننده فعالیت می‌کند این نوع تنفس درباکتری‌ها و قارچها متداول است.

۳- تخمیر: همانند تنفس غیرهوازی است که در محیط فاقد اکسیژن انجام می‌شود با این تفاوت که متفاوت از تنفس غیر هوازی در تخمیر ترکیب آلی خود در حکم اکسید کننده عمل می‌کند. مخمرها از این طریق انرژی لازم برای زندگی خود را تامین می‌کنند و نقش مهمی در تجزیه‌ی بقایای گیاهی در اکوسیستم‌ها بر عهده دارند.

Equation for respiration:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + Energy$$

Glucose and Oxygen combine to give Carbon dioxide and Water and Energy

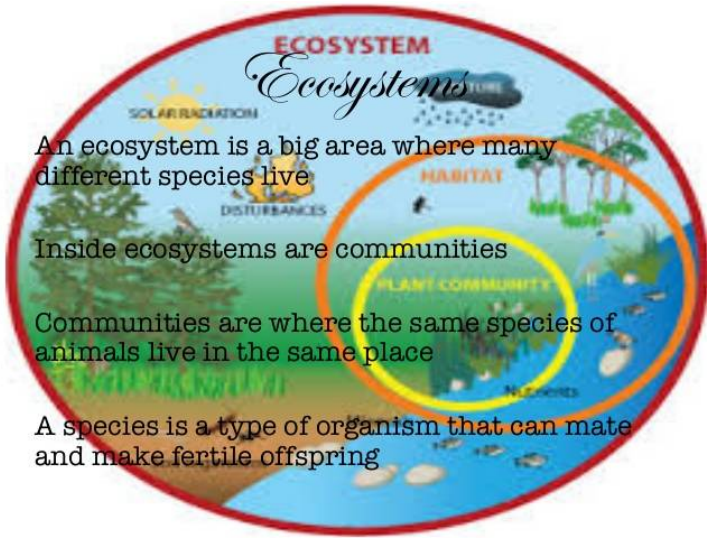
تحولات در داخل یک اکوسیستم

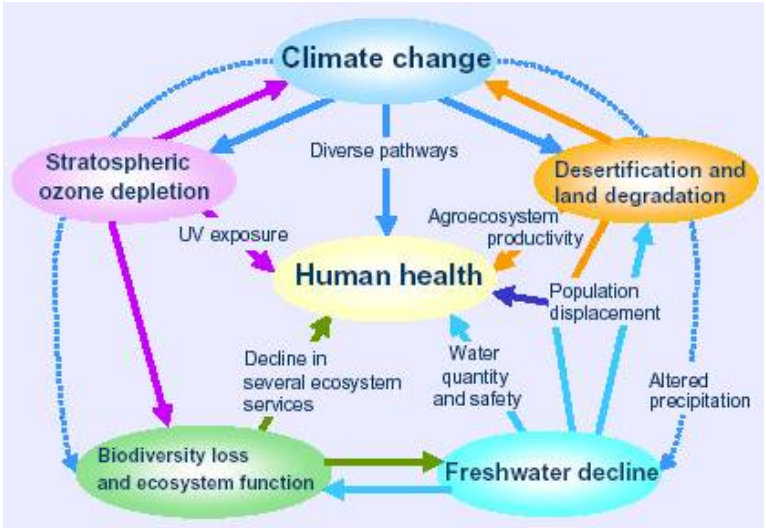
در داخل یک اکوسیستم کلیه‌ی بیوسنوزها تحت تاثیر بیوتوپ خود بوده و متقابلا بیوتوپ تحت تاثیر بیوسنوز خود قرار دارند. با توجه به تغییرات دائمی، عوامل اقلیمی، زمین شناسی و زیستی تحول عوامل بیولوژیکی در داخل یک اکوسیستم اجتناب ناپذیر است.

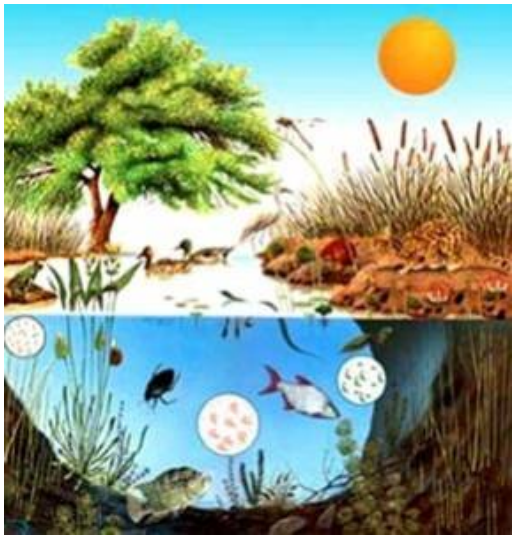
۱- کنش (Action): کنش اثری است که بیوتوپ بر بیوسنوز مربوطه‌اش می‌گذارد مثل کنش آب و هوایی و کنش زمین شناسی. تاثیرات این کنش‌ها بسیار متفاوت بوده و در ضمن آن، سازگاری‌هایی در ارتباط با شکل ظاهری، فیزیولوژیکی و اکولوژیکی شامل حذف گونه‌ها و تغییر گونه‌ها انجام می‌گیرد.

۲- واکنش (Reaction): عکس‌العمل بیوسنوز در قبال اثرات بیوتوپ مربوطه واکنش نامیده می‌شود. تخریب سنگ‌ها توسط جلبگ‌ها و خزه‌ها و ریشه‌ی گیاهان، تغییر آب و هوای محلی توسط بیوسنوزها و غیره نمونه‌هایی از واکنش است.

۳- کنش‌های مشترک (Interaction): تغییرات متقابل موجودات زنده را گویند. به طور مثال هرگاه، گونه خاصی دارای اهمیت شود باعث تغییر در سایر گونه‌ها می‌شود و بیوسنوز را دچار تغییر می‌کند، مثل افزایش جمعیت انسان‌ها در کاهش جمعیت سایر موجودات.



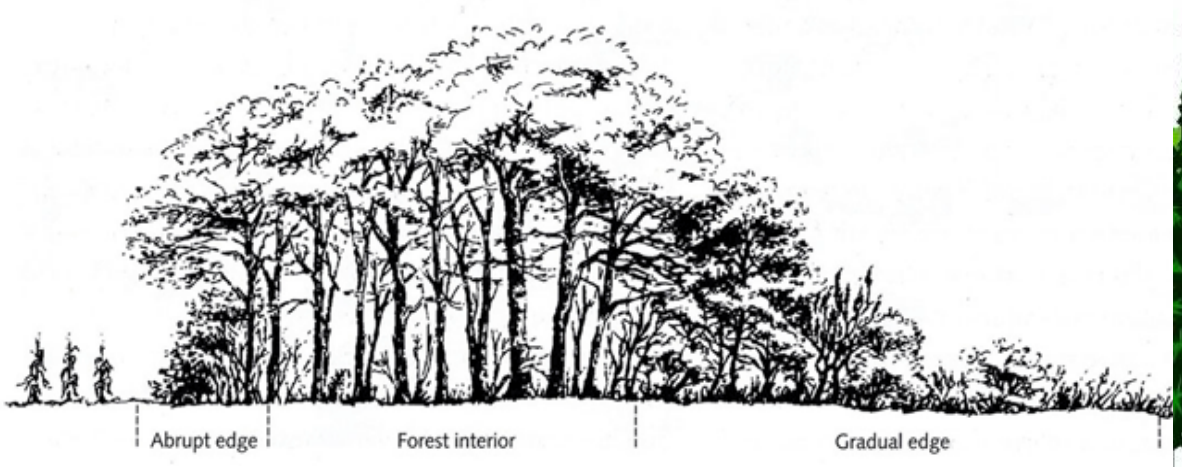


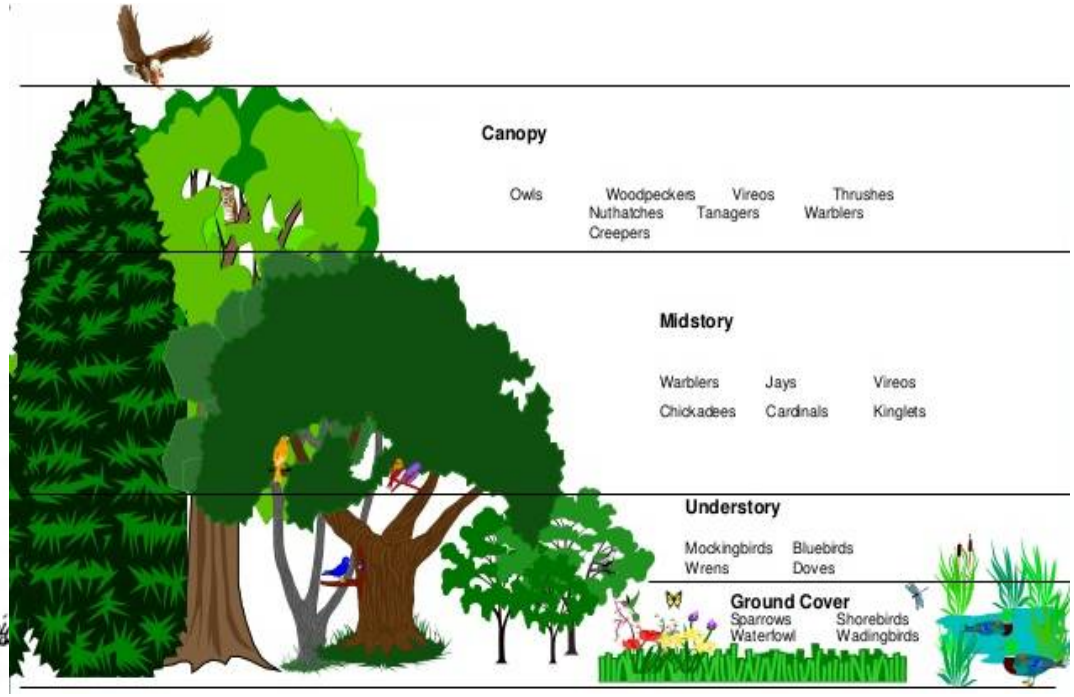


تاثیر حاشیه‌ای(Edge effect)

در عبور از یک جامعه به جامعه دیگر مشاهده می‌شود تغییرات به صورت تدریجی و کم صورت می‌گیرد. در تغییر بین دو جامعه بخشی از آن سرزمین خصوصیت هر دو جامعه را دارا خواهد بود. این بخش از سرزمین ناحیه بینابینی یا زیست مرز (Ecoton) نامیده می‌شود. برای بیوم‌های عظیم این ناحیه ممکن است ده‌ها کیلومتر مربع باشد، مثل ساحل یا جنگل‌های سوزنی امریکای شمالی، مناطق باتلاقی بین تالاب‌ها و نوار ساحلی بین دریاها، محل اتصال رودخانه‌ها به دریاها و محل اتصال خورها.

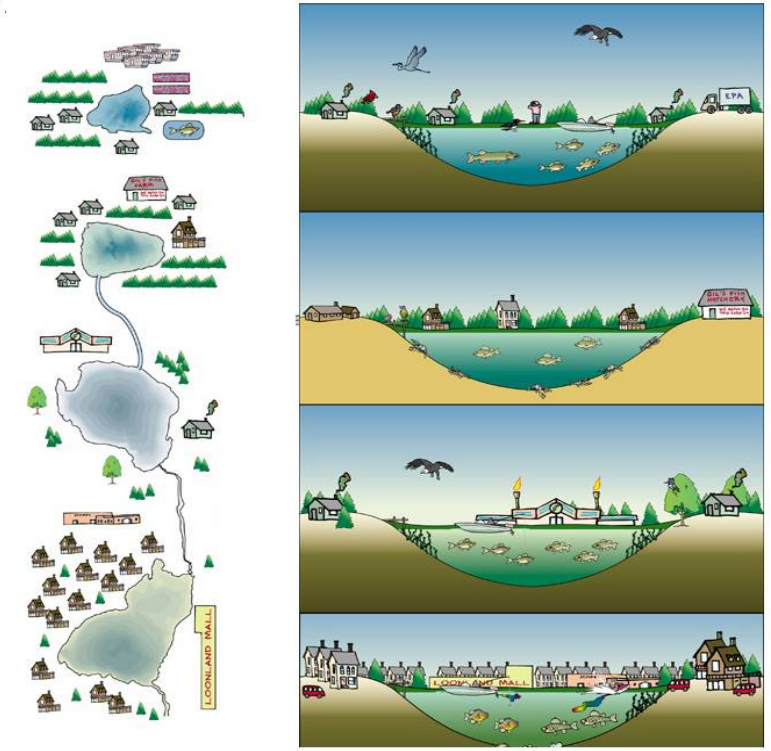
در زیست مرزها تنوع گونه‌های گیاهی و جانوری از بیوسنوزهای جانوری خود بیشتر است، چرا که امکان ورود کلیه موجودات اکوسیستم‌های مجاور در آن برقرار است اما تعداد افراد هر گونه در داخل زیست مرز کمتر است از تعداد آن‌ها در جامعه اصلی‌شان. بخشی از نواحی بینابینی که دارای وسعت زیادی هستند اصطلاحا پهن‌زیست مرز گفته می‌شوند.

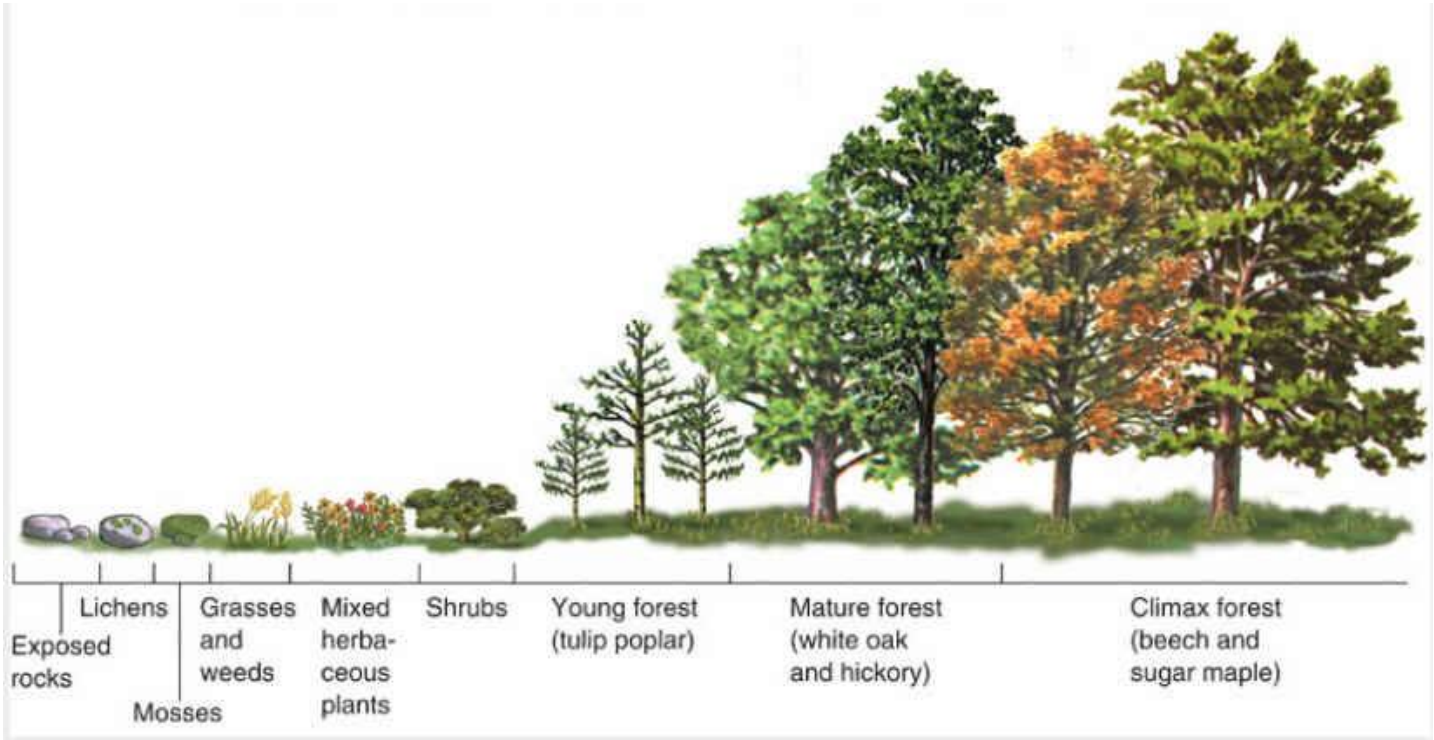


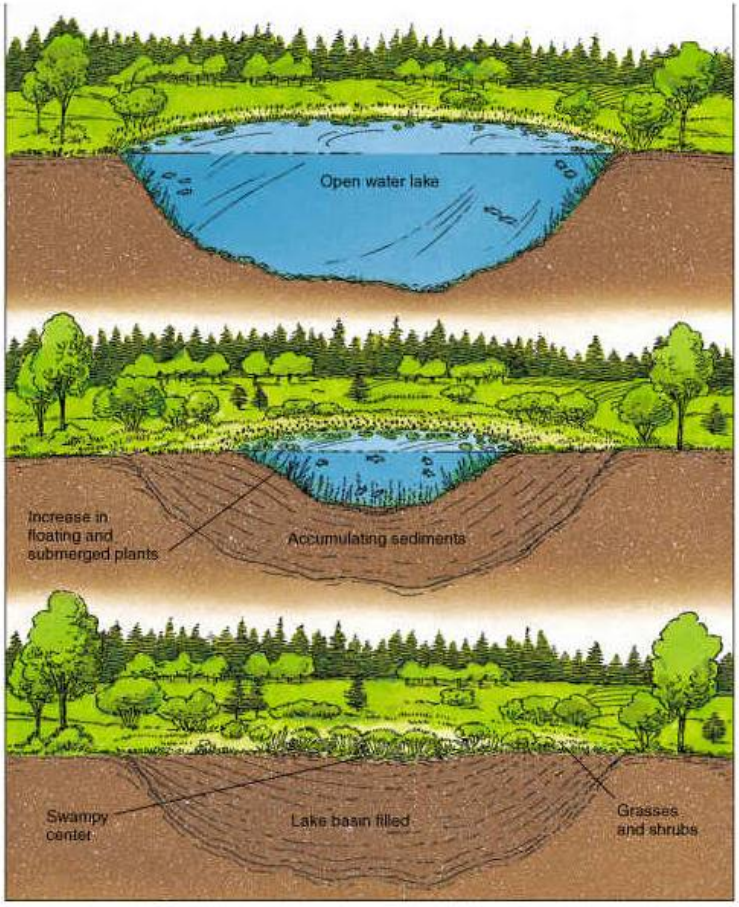


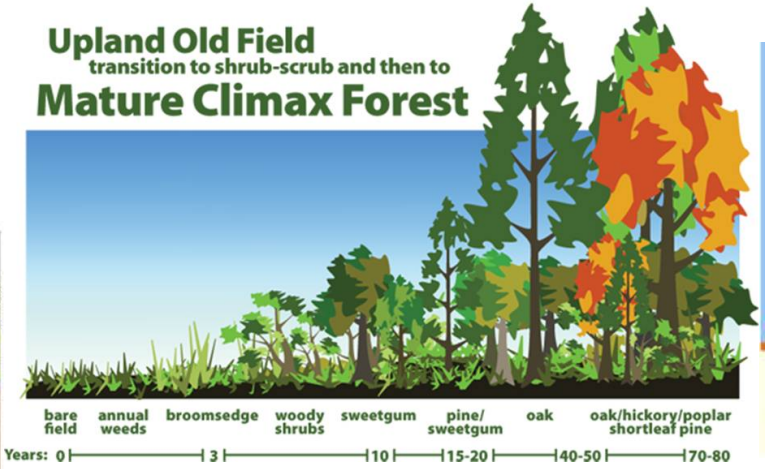
جانشینی اکولوژیکی یا توالی اکولوژیکی (Ecological succession)

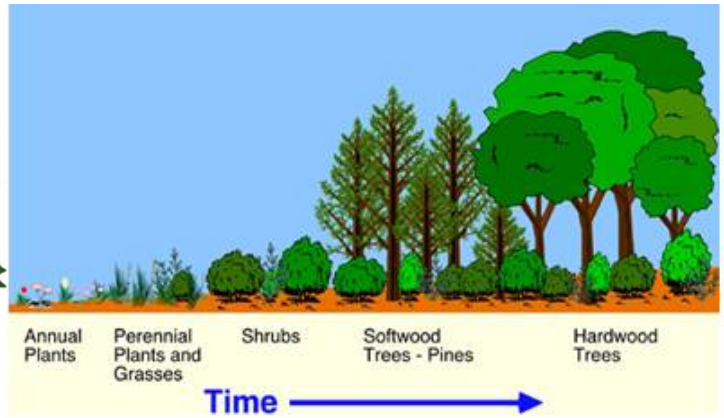
بیوسنوزها در یک سیستم پویا هستند به آن معنا که در یک منطقه بکر، منطقه متناسب با اقلیم خود ابتدا توسط گیاهان یک‌ساله سپس درختچه‌ها و بالاخره درختان اشغال می‌شود طی آن با گذار از مراحل مختلف تغییر خصوصیت داده و به جامعه‌ای تبدیل می‌شود که با محیط به حالت تعادل می‌رسد به این ترتیب جوامع مختلف در یک اکوسیستم تغییر خصوصیت داده و جایگزین یکدیگر می‌شوند این تغییرات نشان دهنده‌ی یک عمل جانشینی هستند که در بیوسنوزها رخ داده و اصطلاحا جانشینی نامیده می‌شوند. مثل تبدیل یک دریاچه روشن و صاف به جنگل در این حالت طی جانشینی اولیه موجودات زنده که قبلا هرگز در منطقه دیده نشده‌اند استقرار یافته و تدریجا جایگزین یکدیگر می‌شوند به این موجودات زنده‌ای که قبلا هرگز در منطقه دیده نمیشدند موجودات پیشگام گفته می‌شود این موجودات فرصت طلب وکوچک بوده زندگی کوتاهی داشته و اختصاصی نیستند و درنهایت طی یک تکامل تدریجی توسط گونه‌های دیگر جایگزین میشوند.

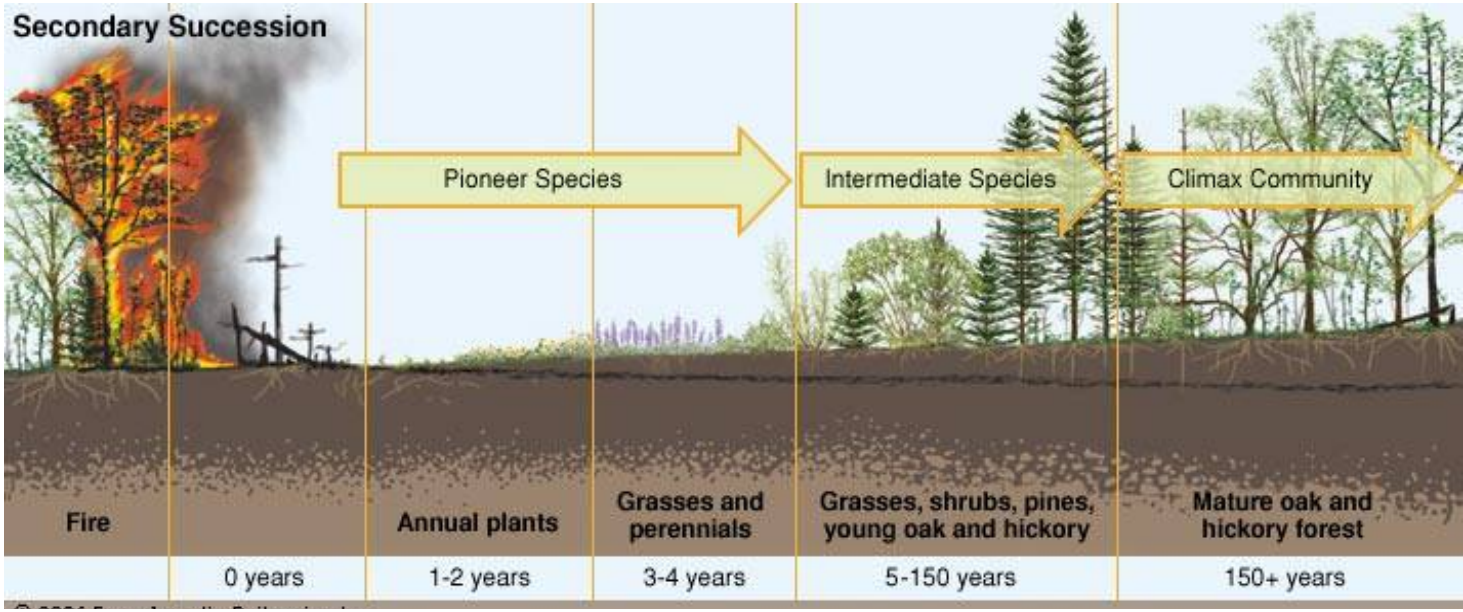





Open water lake
Increase in floating and submerged plants
Accumulating sediments
Swampy center
Lake basin filled
Grasses and shrubs

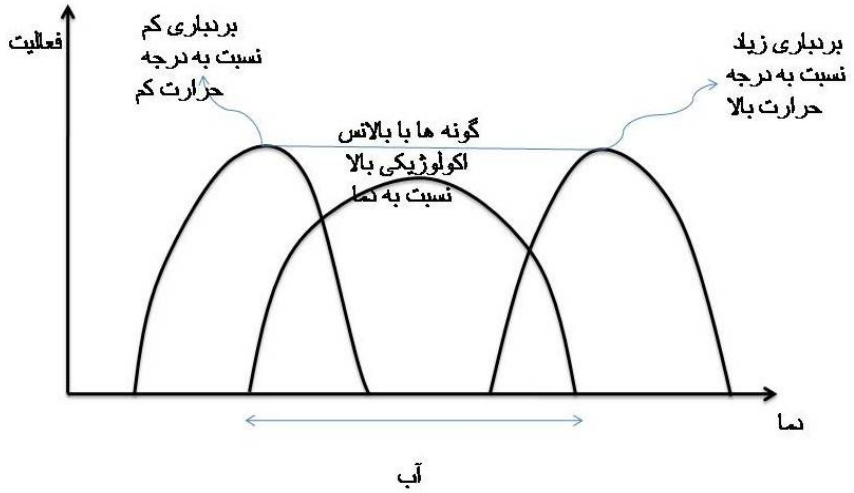

Upland Old Field
transition to shrub-scrub and then to
Mature Climax Forest
bare field
annual weeds
broomsedge
woody shrubs
sweetgum
pine/ sweetgum
oak
oak/hickory/poplar shortleaf pine
Years: 0
3
10
15-20
40-50
70-80


Annual Plants
Perennial Plants and Grasses
Shrubs
Softwood Trees - Pines
Hardwood Trees
Time


Secondary Succession
Pioneer Species
Intermediate Species
Climax Community
Fire
Annual plants
Grasses and perennials
Grasses, shrubs, pines, young oak and hickory
Mature oak and hickory forest
0 years
1-2 years
3-4 years
5-150 years
150+ years

والانس اکولوژیکی

میزان بردباری یک گونه در طبیعت است. میزان بردباری عبارت است از قابلیت تثبیت یک گونه در محیط‌های مختلفی که در آن‌ها عوامل اکولوژیکی دست خوش تغییرات کم و بیش بزرگی می‌گردد. این عوامل اکولوژیک می‌توانند آب، حرارت، شوری، غذا، خاک، مشخصات زیستگاه و غیره باشند که در محیط اطراف در حال تغییرات هستند. گونه‌هایی که دارای والانس اکولوژیکی ضعیفی‌اند، تنها می‌توانند تغییرات بسیار محدودی از عوامل اکولوژیکی را تحمل کنند. در حالی که گونه‌های دیگر قادرند حتی در محیط‌های مختلف و بسیار متغییر تثبیت شده و تطبیق یابند. بالانس اکولوژیکی به صورت مستقیم قابلیت گسترش موجودات زنده را تنظیم می‌کند. از این‌رو گونه‌هایی که قابلیت انتشار وسیعی دارند همان‌هایی هستند که بالانس اکولوژیکی بالایی دارند و بالعکس آن‌هایی که قابلیت انتشار محدودی دارند و جای کمی را اشغال می‌کنند بالانس کمی دارند. بالانس اکولوژیکی در یک گونه معین بر حسب این که فرد در چه مرحله‌ای از رشد باشد متفاوت است. عوامل محیطی در طی مراحل تولید مثل، محدودیت بیشتری را برای موجودات زنده ایجاد می‌کنند. دانه‌ها و جنین‌ها و جانوران نابالغ و جانورانی که دوران تولید مثل را سپری می‌کنند، نسبت به موجودات بالغ و خارج از مرحله تولیدمثل دامنه بردباری باریک‌تری دارند. در میدان اکولوژیکی برای موجودات زنده نقطه‌ای وجود دارد تحت عنوان نقطه اپتیمم، نقطه اپتیمم بهترین و پر اثرترین نقطه میدان اکولوژیک است که در آن اعمال حیاتی موجودات زنده به بهترین شکل انجام گرفته و چنانچه یکی از عوامل از حد اپتیمم خود خارج شود احتمالا اختلالی در بردباری موجود زنده نسبت به سایر عوامل به وجود می‌آید. در این حالت هر چه شرایط از حالت اپتیمال (بهینه) فاصله بگیرد تعداد افراد آن گونه کاهش می‌یابد تا جایی که خارج از میدان اکولوژیک دیگر افراد گونه مورد نظر دیده نخواهند شد.



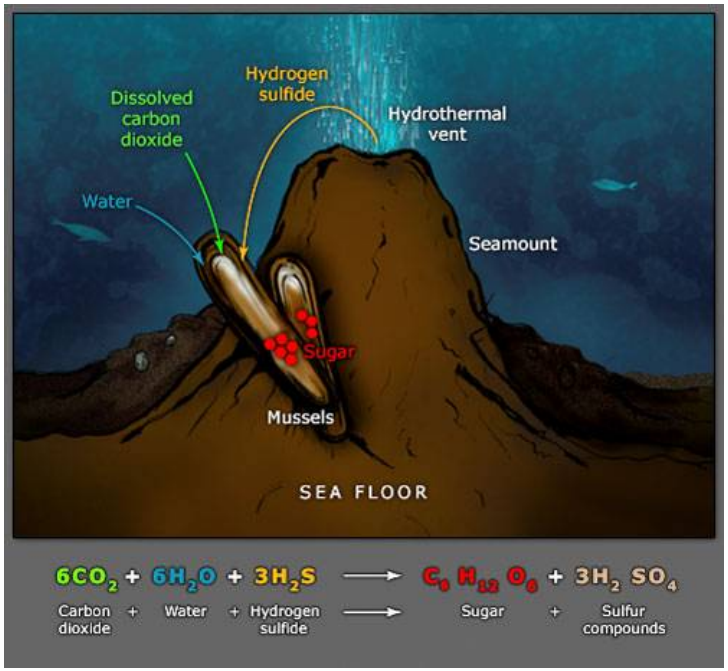
- ✓ اگر موجود زنده‌ای میدان اکولوژیکی وسیعی داشته باشند اصطلاحا آن را گونه همه‌جازی (Cosmopolite) می‌نامند این موجود احتمال بیشتری برای زندگی دارد چنین موجودی متعلق به اقلیم خاصی نیست و می‌تواند همه جا رشد کند، مثل علف‌های هرز، انسان، سوسک‌ها و...
- ✓ در صورتی که موجود زنده فقط به محیط خاصی محدود گردد آن را endemic (بومی) می‌نامند مانند گیاهانی که در حوزه کوه رشد می‌کنند.

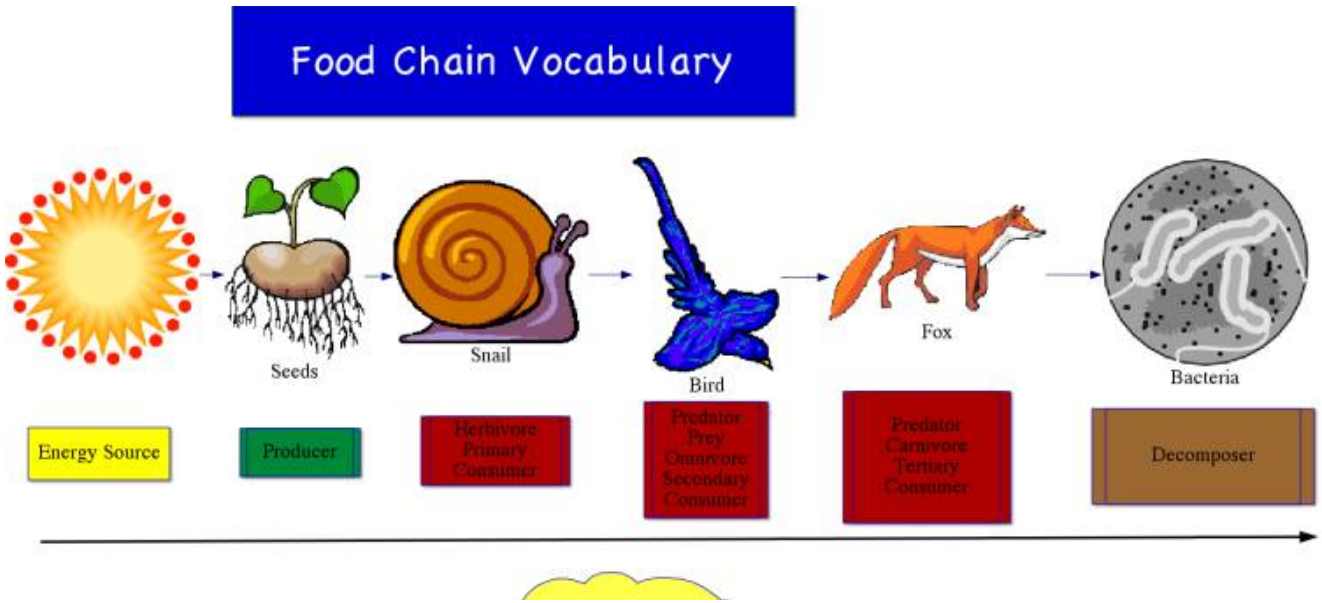
زنجیره غذایی (Food chain)

زنجیره غذایی به مجموعه‌ای پی درپی از موجودات زنده اطلاق می‌گردد که در آن هر موجود زنده از موجود زنده‌ی قبلی تغذیه کرده و توسط موجود زنده بعدی مصرف می‌شود به این ترتیب زنجیره‌ی غذایی، ارتباط غذایی بین گونه‌های مختلف جانداران و یا نحوه‌ی انتقال مواد و انرژی بین گونه‌های مختلف ساکن در یک اکوسیستم را نشان می‌دهد. زنجیره‌های غذایی دو نوع اند:

۱- زنجیره‌ای که با گیاهان زنده‌ای غذاساز که توسط موجودات علف خوار بلعیده می‌شوند شروع شده و به گوشت خواران بزرگ و تجزیه کنندگان آن ختم می‌شود.

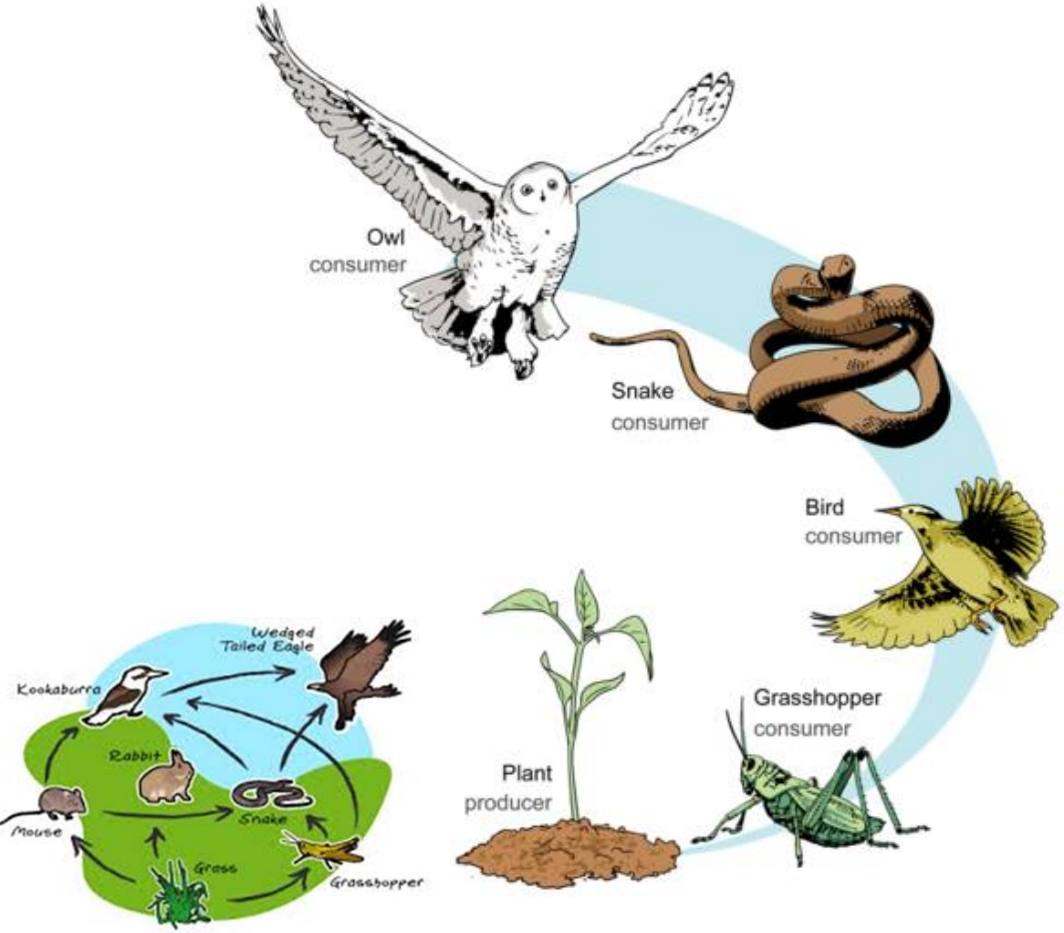
۲- زنجیره‌ای که طی آن بقایای کم و بیش تجزیه شده‌ی موجودات زنده (جانوران و گیاهان مرده) توسط گند خواران مصرف و تجزیه می‌شود. این زنجیزه غذایی در اعماق ژرف اقیانوس و در نقاط تاریک مثل غارها و عمق خاک دیده می شود. در مکانهایی که به دلیل عدم وجود نور کافی گیاهان کلروفیل دار قادر به رشد نیستند. در این زنجیره موجوداتی چون گندخواران، قارچها، باکتریها، کرمهای خاکی و بندپایان مواد آلی غیرزنده را مصرف کرده و انرژی میگیرند. همچنین زنجیره ی مجاور دودکشهایی کف اقیانوس که به دلیل گرما و وجود مواد معدنی مرکز تجمع حیات هستند از این نوعند.





زنجیره غذایی شامل:

۱- تولید کنندگان: شامل گیاهان کلروفیل‌دار هستند که موجوداتی زنده بوده که قادرند انرژی خورشید را طی عمل فتوسنتز با استفاده از آب و مواد معدنی بصورت مواد آلی تبدیل کرده و در خود ذخیره نمایند این مواد آلی شامل چربی‌ها، پروتئین‌ها و هیدرات کربن هستند. تولیدکنندگان خشکی‌ها، گیاهان فتوسنتز کننده، گندم، جو، ذرت و ... اند و تولیدکنندگان دریاها، جلبک-های تک سلولی، فیتوپلانگتون‌ها و گیاهان آبزی... اند.



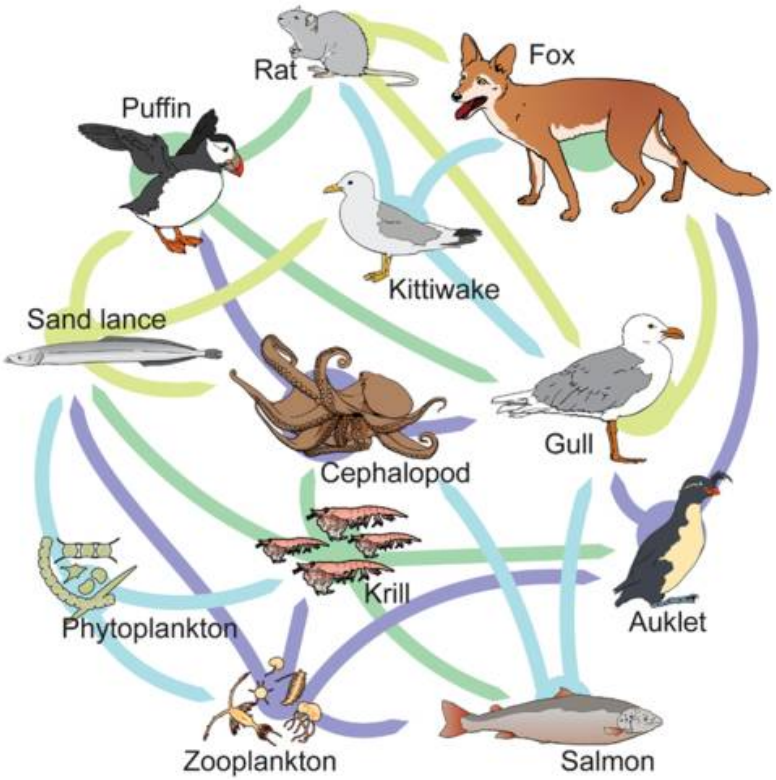
۲- مصرف کننده سطح اول: شامل موجوداتی که از خود تولید کننده‌ها تغذیه می‌کنند. در محیط خشکی شامل حشرات، پستانداران، علف خواران و غیره و در محیط دریا شامل زئوپلانگتون‌ها، خرچنگ‌ها، نرم تنان و غیره.

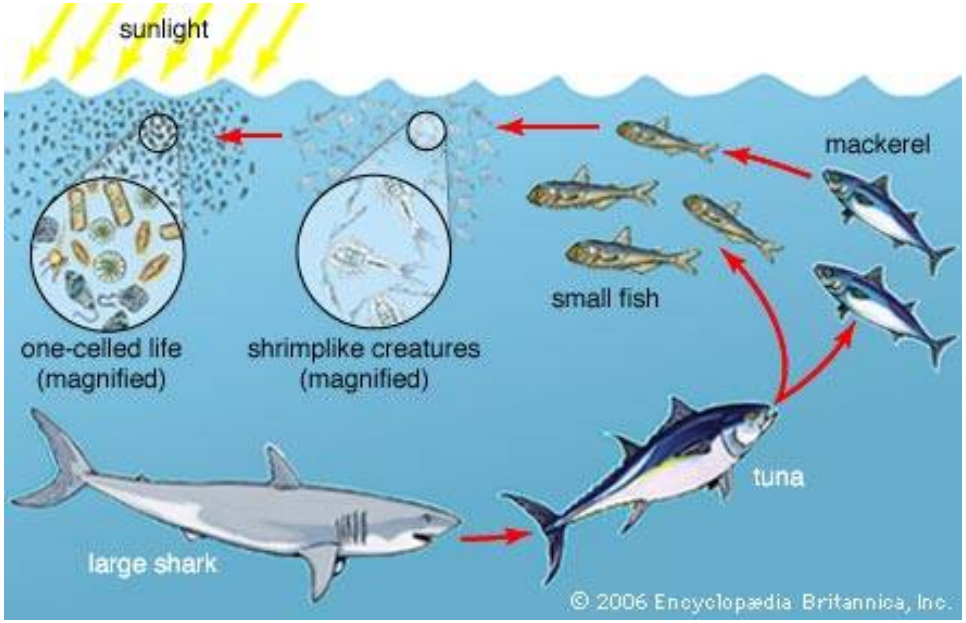
۳- مصرف کنندگان سطح دوم: شامل گروه‌های متنوعی از گوشت خواران که از مصرف کنندگان ردیف اول تغذیه می‌کنند.

۴- مصرف کنندگان سطح سوم: گوشت خوارانی هستند که از سایر گوشت خواران یا مصرف کنندگان ردیف دوم تغذیه می‌کنند. این موجودات شامل شکارچیان، انگل‌ها و موجوداتی که از اجساد مردگان تغذیه می‌کنند می‌باشند در نهایت تجزیه کنندگان آخرین حلقه‌ی زنجیره غذایی‌اند که شامل باکتری‌ها، مخمرها و قارچ‌ها که به اجساد و فضولات از موجودات دیگر یورش برده و با تجزیه آن علاوه با انرژی گرفتن باعث بازگشت تدریجی عناصر معدنی به محیط می‌شوند. قارچ-ها کار تجزیه مواد سلولزی گیاهی و باکتری‌ها تجزیه اجساد جانوران را به عهده دارند.

شبکه غذایی (Food web)

از آنجا که زنجیره‌های غذایی مستقل از هم نیستند و با هم تداخل دارند گونه‌های غذایی زیادی از موجودات زنده از انواع مختلف مواد غذایی استفاده می‌کنند. برخی از حلقه‌های زنجیره مشترک می‌باشند، در نتیجه یک حلقه ممکن است به حلقه‌های دیگر متصل باشد و یک شبکه غذایی را تشکیل دهد این ارتباطات متنوع است و باعث می‌شود که موجودات در اثر از بین رفتن یک یا چند حلقه با مشکل مواجه نشده و از بین نروند در اکوسیستم‌های در حال شکل‌گیری زنجیره‌ی غذایی کوتاه و خطی است، لذا بسیار قابل تخریب و حساس است ولی با گذر زمان ساختار غذایی اکوسیستم کامل‌تر شده و طولانی‌تر می‌گردد درنتیجه شبکه غذایی پیچیده‌تر می‌شود هر چه ساختار غذایی اکوسیستم پیچیده‌تر باشد اکوسیستم پایدارتر است. در این حالت اگر یکی از ارتباطات مختل شود، جریان انتقال ماده و انرژی از مسیرهای دیگر دنبال می‌شود.





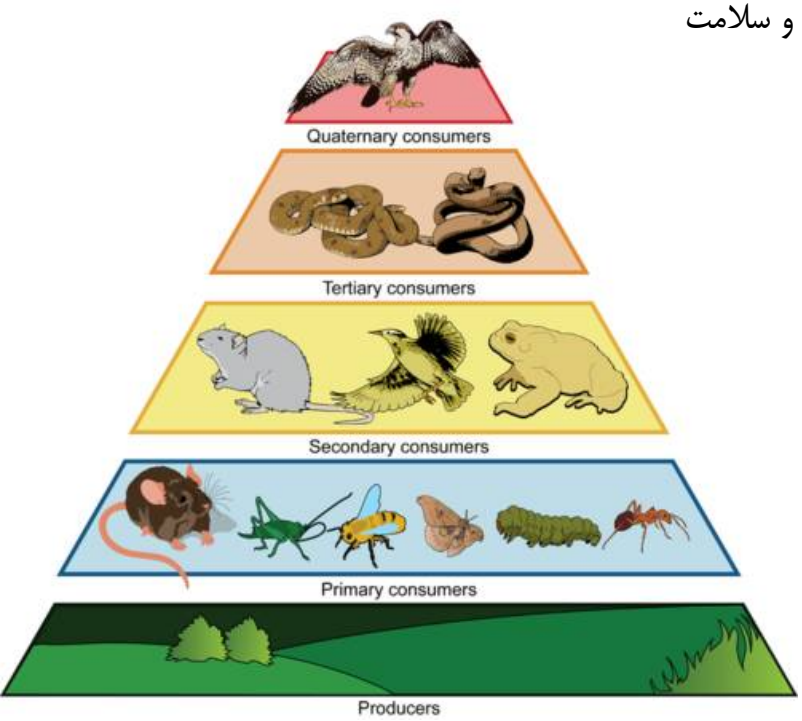
سطح تغذیه‌ای (Trophic level)

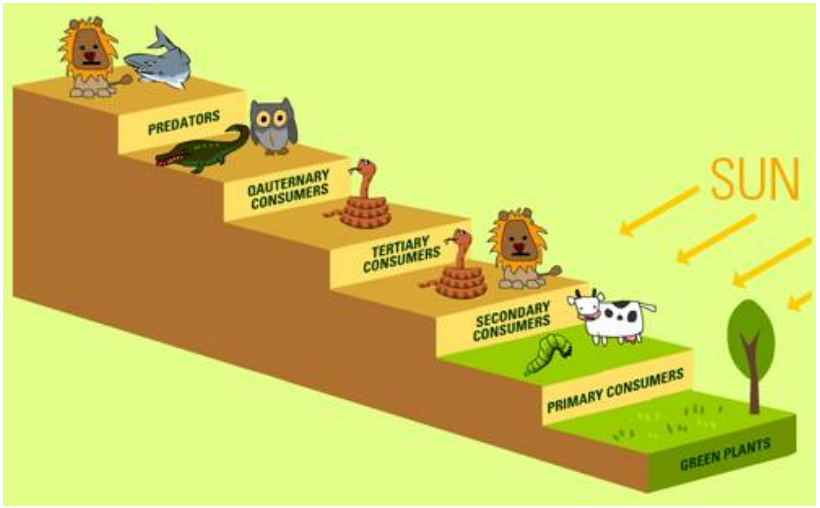
فاصله‌ی هر یک از موجودات زنده نسبت به تولید کنندگان در یک زنجیره‌ی غذایی سطح تغذیه‌ای نامیده می‌شود. سطح تغذیه موقعیت یک موجود زنده در زنجیره غذایی را نشان می دهد. به این ترتیب گیاهان سطح اول تغذیه در زنجیره‌ی غذایی و سایر موجودات زنده ممکن است بطور همزمان به چند سطح تغذیه‌ای تعلق داشته باشند. با کاهش تعداد سطوح غذایی می‌توان کارایی اکولوژیکی را افزایش داد.

تنوع زیستی (Biodiversity)

ترکیب جامعه از نظر گونه‌های مختلف جانوران وگیاهان تنوع زیستی نامیده می‌شود، هرچه تنوع گونه‌ها یا تنوع زیستی در یک اکوسیستم بیشتر باشد زنجیره غذایی طولانی‌تر و شبکه غذایی پیچیده‌تر است در نتیجه محیط پایدارتر بوده و شرایط خود تنظیمی بیشتری دارد. تنوع زیستی هر منطقه کلید پایداری و سلامت محیط زیست آن است. تنوع زیستی معمولا در سه سطح مورد بحث قرار می گیرد:

۱. تنوع زیستی ژن ها
۲. تنوع زیستی گونه ها
۳. تنوع زیستی زیست بوم ها.



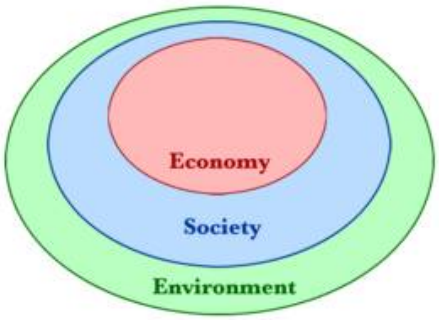


پایداری اکولوژیکی (Ecological sustainability)

پایداری اکولوژیکی به معنی استفاده عاقلانه از منابع در کوتاه مدت به شکلی که در مقیاس بلند مدت نیز قابل استفاده باشند. پایداری اکولوژیکی به توانایی بیوسفر در تامین نیازهای نسل حاضر بدون آنکه مانع از آن شود که نسلهای آتی بتوانند از این منابع استفاده نمایند. پایداری اکولوژیکی همچنین به توانایی اکوسیستم برای حفظ وظایف و عملکردهای اصلی خود در عین حال حفظ تنوع زیستی خود در مقیاس بلند مدت اطلاق می گردد.

پایداری اکولوژیکی مبتنی بر ارائه راه حلهایی است که نیازمند تجدید نظر در ارتباط با فعالیتهای کشاورزی، مسکن، انرژی، طراحی شهری، حمل و نقل، اقتصاد، خانواده، منابع طبیعی، جنگلداری، بیابانها و ارزشهای اصلی زندگی انسانها می باشد.

به نظر دانشمندان، ساختارهای موجود در بسیاری از جوامع امروزی، اساسا ناپایدار است و رسیدن به توسعه پایدار به صورت بنیادین نیازمند یک شیوه و طرز تفکر جدید برای تغییر این ساختارها است، از این‌رو بسیاری از دانشمندان معتقداند باید در ساختارهای سیاسی، اقتصادی و اجتماعی موجود تغییراتی جدی ایجاد کرد. به این ترتیب نیاز به برخورد با مشکلات به صورت میان رشته‌ای از طریق تغییر ساختاری سیستمهای موجود به نحوی که تکنولوژی و توسعه در تعارض و تضاد با طبیعت نباشد، بلکه جزئی از طبیعت و همراه و همکار آن باشد.



توان اکولوژیک (Ecological power)

اولین شاخص در تعیین نوع و میزان توسعه قابل حصول در سطح یک منطقه، جمعیت مناسب یک سرزمین و نوع بهره برداری از منابع تعیین توان اکولوژیک منطقه می باشد.
توان اکولوژیک مولفه ای پیچیده از آب در دسترس، خاک در دسترس، میزان حاصلخیزی خاک است و بیان می دارد یک سرزمین چقدر می تواند غذا تولید کند
به این ترتیب توان اکولوژیک ظرفیت اکوسیستم برای تولید مواد حیاتی مورد نیاز و جذب پسماندی است که انسان تولید میکند.

ظرفیت زیستی یا توان بیولوژیک (Biocapacity)

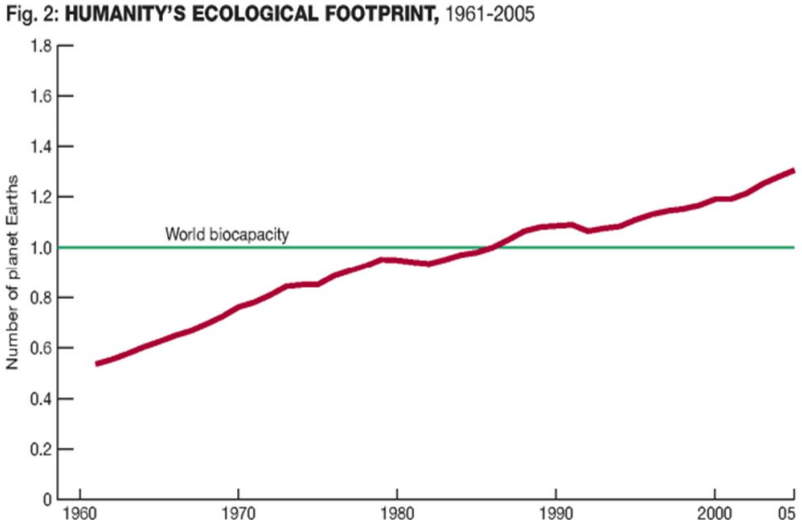
حدی از برداشت از منابع طبیعی (محیط زیست) است، که محیط پس از آن بتواند خود را بازسازی کند.

- **جای پای کربن** (Carbon footprint)
- **جای پای آب** (water footprint)
- **جای پای اکولوژیکی** (ecological footprint)

جای پای اکولوژیکی (Ecological Footprint)

میزان تقاضایی است که بشر از محیط زیست خود برای رفع نیازهایش دارد.

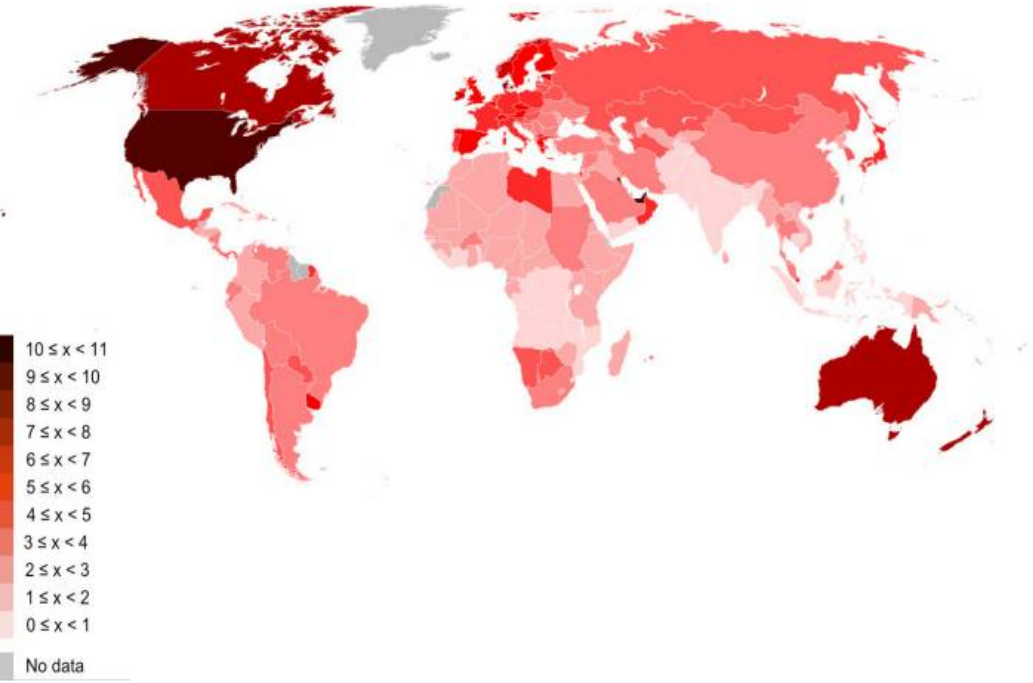
به این ترتیب اگر همه مردمان جهان بخواهند مانند مردمان کشورهای توسعه یافته و برخی کشورهای عربی زندگی کنند، ما به ۲ زمین دیگر برای تامین نیازهای آنها احتیاج داریم.



دس
بزر

Ecological Fo و مقایسه ی آنها قابل تعیین است. بدینگونه که برای یک منطقه، اگر مقدار Biocapacity
افته پایدار است در غیر اینصورت، توسعه ناپایدار است.

Ecological Footprints (Hectares per person)



❑ جای پای آب (water footprint)

جای پای آب ارتباط بین مصرف آب در یک مکان و اثرات آن در سیستم آب در مکان دیگر را نشان می دهد.

دریاچه خشک شده آرال

❑ **جای پای کربن** (Carbon footprint)

Leaving the lights on

- Assuming US electricity generation
  - Low energy bulb
    - 1 year
    - 90 kg (198 lbs) CO2e
  - 100-watt incandescent bulb
    - 1 year
    - 500 kg (1,100 lbs)

An International Flight

- Economy class
  - 3.4 tons CO2e
- Average
  - 4.6 tons CO2e
- First class
  - 13.5 tons CO2e
- One trip is equivalent to 340,000 disposable plastic bags

- **جای پای آب (water footprint)**

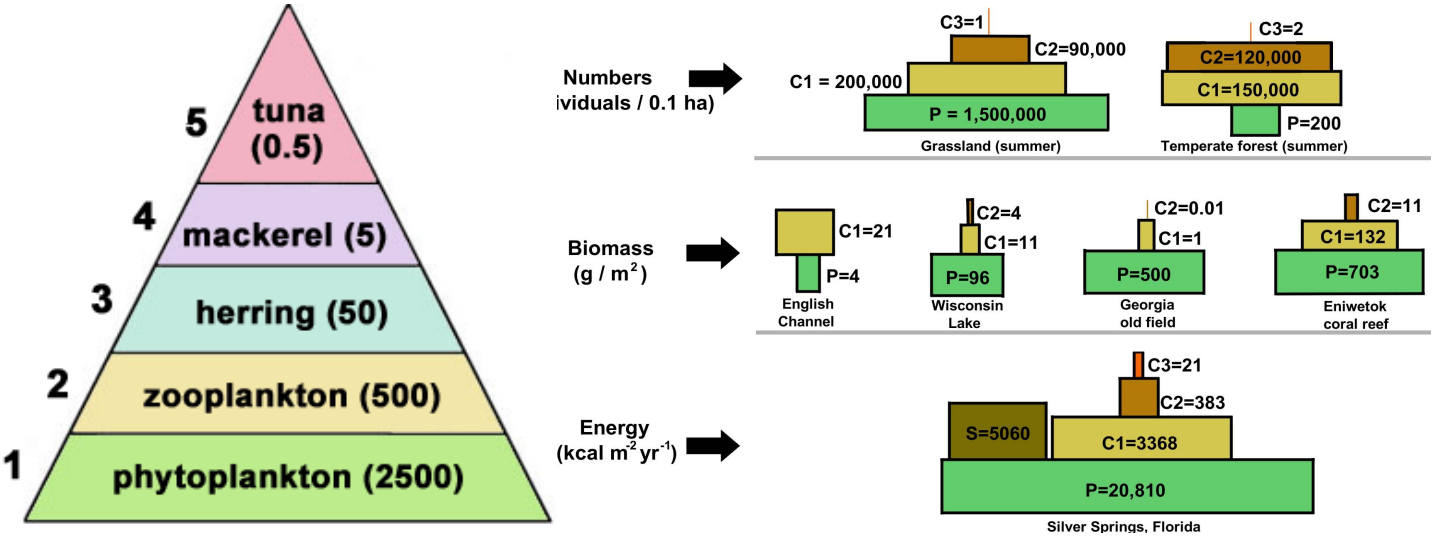
مفهوم آب مجازی

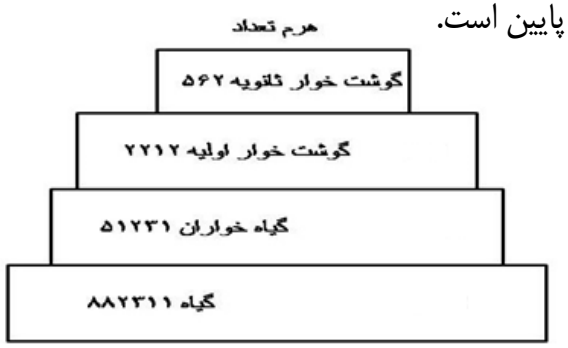
هرم‌های اکولوژیکی

باتوجه به پیچیدگی زنجیره غذایی و شبکه غذایی در یک سیستم به منظور تعیین الگوی جریان انرژی و ماده بین افراد مختلف یک جامعه از هرم‌های اکولوژیکی استفاده می‌شود، این هرم‌ها یک روش مناسب برای نشان دادن وضعیت آماری یک اکوسیستم فراهم خواهند ساخت، در هرم‌های اکولوژیکی ساختمان تغذیه‌ای یک اکوسیستم یا زنجیره‌ی غذایی برحسب تعداد افراد موجود در هر دسته و یا بر حسب مقدار بیومس(Biomass) یا بر حسب انرژی آن‌ها نشان داده می‌شود.

الف- هرم تعداد

در این هرم مستطیل‌های افقی هم‌عرض که هر یک نشان دهنده‌ی یکی از سطوح غذایی هستند بر روی یک‌دیگر قرار می‌گیرند به شکلی که طول آن‌ها نشان دهنده‌ی تعداد افراد موجود در هر سطح غذایی است در این حالت شکلی بدست خواهد آمد موسوم به هرم تعداد. هرچه زنجیره دارای تعداد بیشتری از سطوح غذایی باشد ارتفاع آن هم بیشتر است. در هرم تعداد، معمولا تعداد افراد به‌تدریج از سطح اول تغذیه‌ای به سمت سطوح آخر کاهش می‌یابد لذا همواره هرم شکلی دارد که راس آن به سمت بالا است. هرم تعداد کاربرد زیادی ندارد. چرا که از اندازه و وزن موجودات صرفنظر شده برای کلیه موجودات و اکوسیستم به یک مقدار بها داده شده است.در این حالت اگر موجودات مربوط به سطح اول کوچک باشند(مثل محیطهای آبی)، هرم پهنای بسیار زیادی خواهد داشت و راس آن حتما به طرف بالا خواهد بود در غیر این صورت چنانچه تولیدکنندگان و موجودات سطح اولیه بزرگ جسه باشند، سطح اولیه هرم کوچک و راس آن به طرف پایین است.



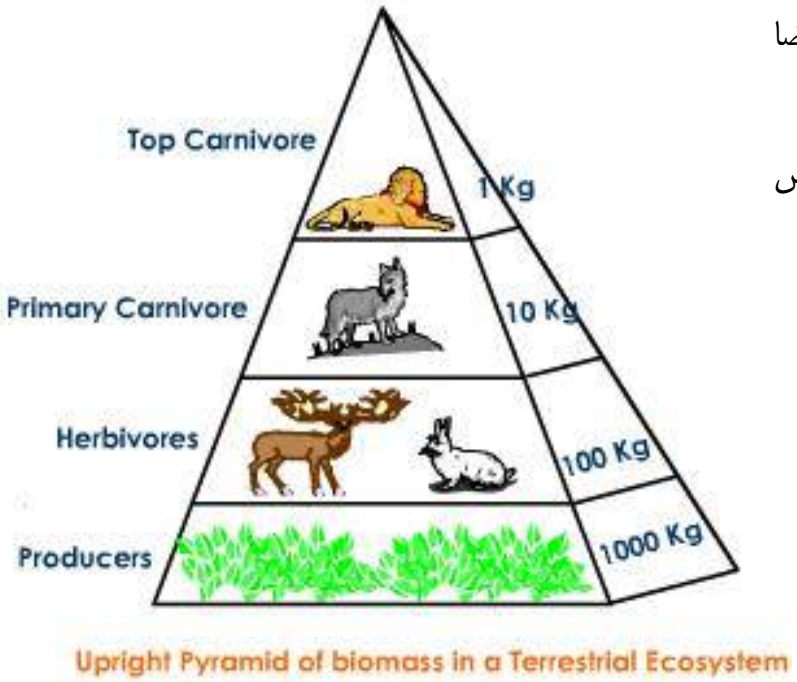


ب- هرم بیومس (Biomass)

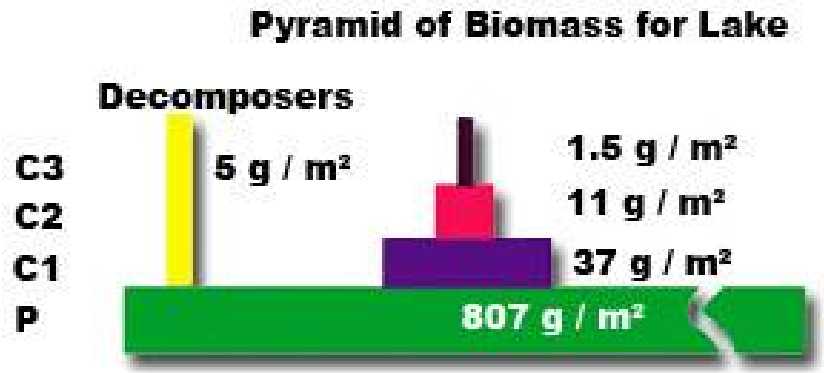
در این هرم وزن موجودات حاضر در هر سطح غذایی مورد توجه قرار می‌گیرد، در این حالت وزن تولید کنندگان به وزن علف خوارها و وزن علف خوارها به وزن گوشت خواران غلبه دارد لذا شکل هرم اغلب مثلثی بوده که راس آن به سمت بالا است در مواردی که تولیدکنندگان اندازه‌ی بسیار کوچک داشته و میزان رشد بسیار سریعی دارند ممکن است این موضوع بر عکس و راس هرم به سمت پایین باشد مثلا اکوسیستم‌های آبی که در آن ممکن است بیومس زئوپلانگتون‌ها از بیومس فیتوپلانگتون‌ها بیشتر باشد. به همین ترتیب بیومس ماهی‌ها از بیومس زئوپلانکتون‌ها بیشتر است، در این موارد شکل هرم بیومس مثلثی نمی‌شود، از آنجا که این هرم بیومس مقدار ماده‌ی زنده‌ی موجود در هر یک از سطوح غذایی را نشان می‌دهد. نسبت به هرم تعداد مفیدتر خواهد بود. اما این هرم نیز مشکلاتی دارد فی‌المثل نقش باکتری‌های تجزیه‌کننده که وزن بسیار کمی دارند بسیار کم اهمیت دیده شده، این میکرو ارگانیسم‌ها علاوه بر اینکه وزن بی‌نهایت کمی دارند به دلیل متابولیسم کمی که دارند بسیار با اهمیت اند به این ترتیب این هرم دو مشکل زیر را دارد.

۱- در این هرم کلیه‌ی اعضا و بافت‌های موجودات دارای اهمیت یکسان عنوان شده‌اند در حالی که بافت‌ها و اعضا دارای ترکیبات شیمیایی مخصوص به خوداند.

۲- عامل زمان دیده نشده، مثلا بیومس گیاهان علفی که تنها طی چند روز تولید شده دارای اهمیت یکسان با بیومس درختان جنگلی که طی سال‌ها تولید شده در نظر گرفته می‌شود.



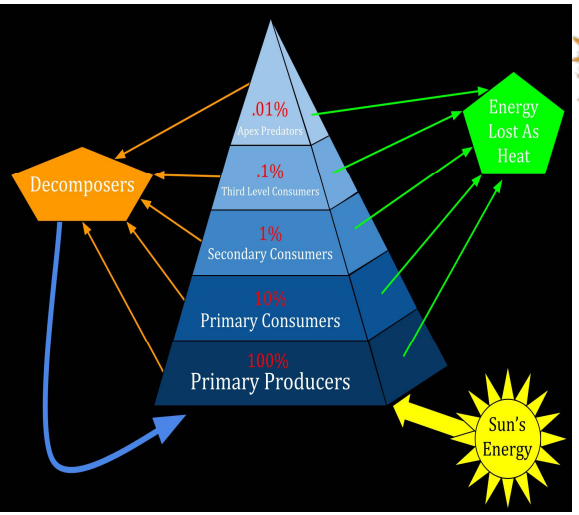
Upright Pyramid of biomass in a Terrestrial Ecosystem

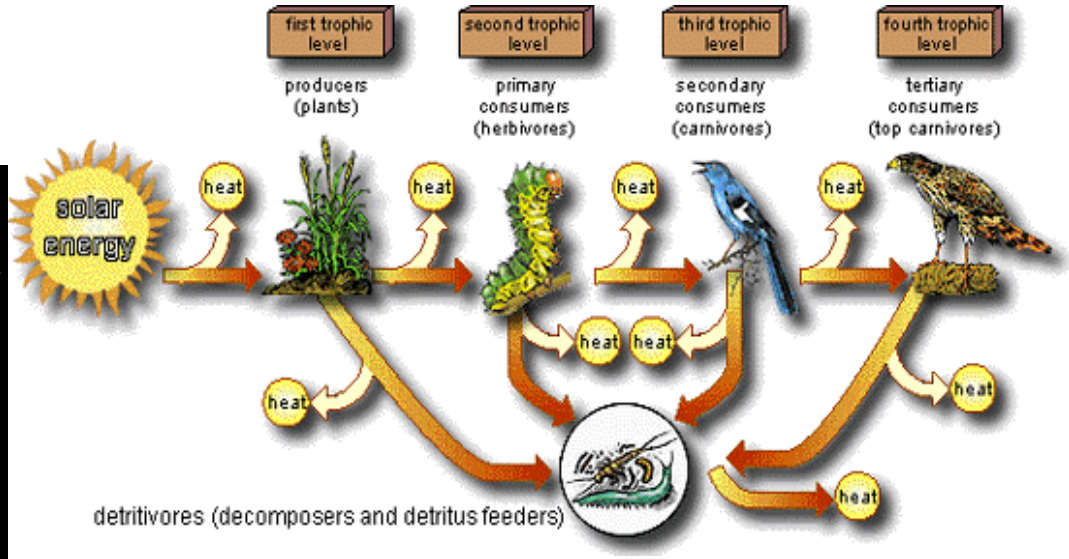


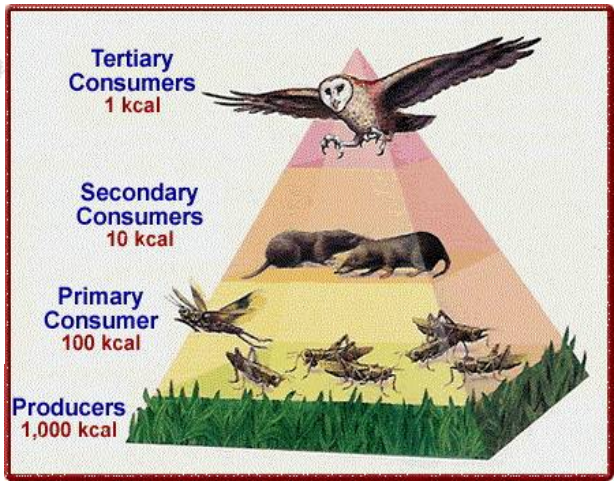
ج- هرم انرژی

کره زمین سالانه 15.8×10^8 کالری بر متر مربع در سال انرژی از خورشید دریافت می‌کند، این انرژی مهم‌ترین منبع ورود انرژی به سیستم زمین است که از تولید کننده‌های پایه وارد اکوسیستم کره‌ی زمین می‌شود. هرم انرژی اساسا بهترین نحوه‌ی نمایش چگونگی کارکرد جامعه می‌باشد چرا که در این هرم هر یک از سطوح غذایی، تشکیل شده است از مستطیلی که طول آن متناسب است با مقدار انرژی در واحد سطح یا حجم که در واحد زمان در آن سطح تغذیه‌ای ذخیره شده است. در این حالت، تعداد و وزن موجودات در هر سطح غذایی به مقدار انرژی تثبیت شده در سطح تغذیه‌ای ماقبل و نسبتی که غذا تولید می‌شود بستگی دارد. از آنجا که شکل هرم به بزرگی جثه و نسبت متابولیسم افراد بستگی ندارد طبق قانون دوم ترمودینامیک به صورت مثلثی خواهد بود که راس آن به سمت بالا است.

- ✓ تمام انواع انرژی را می‌توان به صورت معادل حرارتی تبدیل کرد، مهم‌ترین واحد آن کالری است که انرژی حرارتی موردنیاز برای آن‌که، دمای یک گرم آب، یک درجه بالاتر برود است.

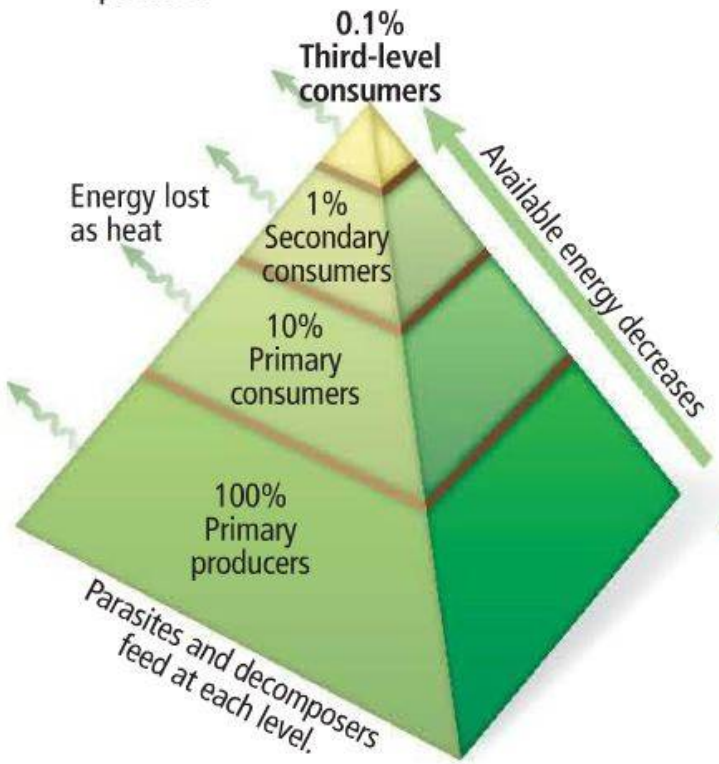






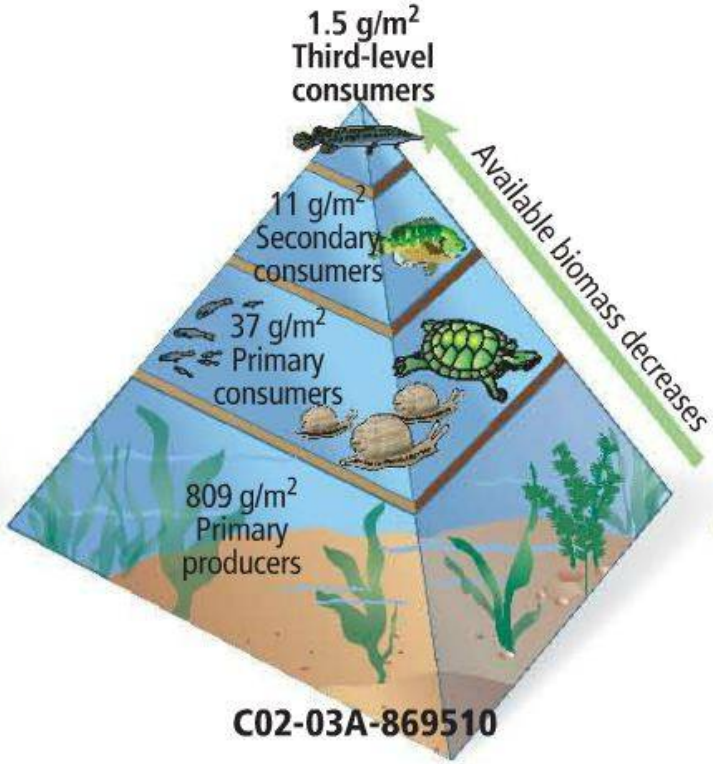
Pyramid of Energy

In a pyramid of energy, each level represents the amount of energy that is available to that trophic level. With each step up, there is an energy loss of 90 percent.



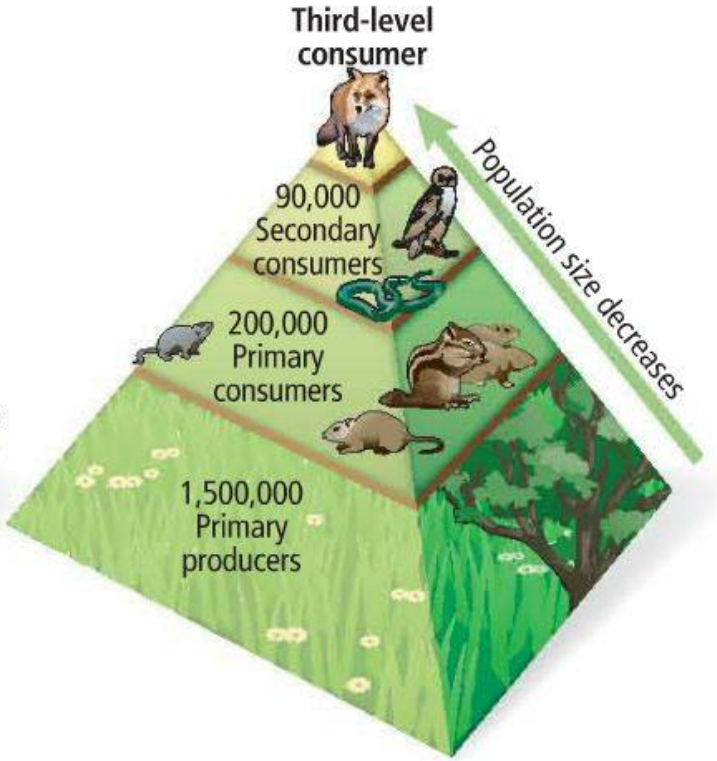
Pyramid of Biomass

In a pyramid of biomass, each level represents the amount of biomass consumed by the level above it.



Pyramid of Numbers

In a pyramid of numbers, each level represents the number of individual organisms consumed by the level above it.



- ✓ **قانون صفرم ترمودینامیک:** اگر دو سیستم با سیستمی در حال تعادل گرمایی باشند با هم در حال تعادل‌اند.
- ✓ **قانون اول ترمودینامیک:** قانون اول همان قانون بقای کار و انرژی است به این معنی که انرژی مجموع کار و گرمای جذب شده است. انرژی از بین نمی‌رود و از نوعی به نوع دیگر تبدیل می‌شود.
- ✓ **قانون دوم ترمودینامیک:** یک ماشین گرمایی از مقدار انرژی که از منبع می‌گیرد، مقداری را به کار تبدیل کرده و مقداری را به صورت حرارت از دست می‌دهد لذا بازده آن هیچ‌گاه صد درصد نیست.
- ✓ **قانون سوم ترمودینامیک:** وقتی انرژی سیستم به حداقل خود میل می‌کند، آنتروپی(بی نظمی) سیستم به مقدار قابل چشم پوشی می‌رسد. به این معنی که در یک اکوسیستم از پایین به بالا انرژی از حالت مفید و سازمان یافته خود به حالت کم فایده‌تر و نامنظم‌تر تبدیل می‌شود این پراکنده شدن انرژی را آنتروپی می‌نامند.

#	LAW [condensed form]
0th	The EQUILIBRIUM Principle
1st	The ENERGY Principle
2nd	The ENTROPY Principle
3rd	The TEMPERATURE Principle

- ❑ در جوامع پرجمعیت و کم‌توسعه یافته مثلا چین و هند هرم انرژی بسیار ساده و متکی به منابع گیاهی است، در حالی که در کشور توسعه یافته مثل امریکا قسمت اعظم انرژی از منابع حیوانی تامین می‌شود.
- ❑ برای هند حذف یک سطح تغذیه‌ای به مردم هند کمک می‌کند که مقدار کالری بیشتری به مقدار ده برابر از گیاهان دریافت کند به جای آن‌که یک سطح تغذیه واسط آن را مصرف کرده و هدر دهد. برای آمریکا حدود ده درصد انرژی در هر سطح به سطح دیگر منتقل می‌شود و حدود نود درصد انرژی در هر سطح هدر می‌رود. این انرژی صرف فعالیت‌های حیاتی شده و به صورت حرارت از بین می‌رود. به این ترتیب یک اکوسیستم بین یک منبع انرژی و یک چال حرارتی قرار دارد و حد واسط بین این دو نقطه است. انرژی‌ای که برای فعال بودن و جریان یافتن اکوسیستم ضروری است به تدریج در سیستم‌های موجود در اکوسیستم به شکل گرما خارج شده و به محیط پیرامون وارد می‌شود.

در هر حلقه‌ی زنجیره‌ی غذایی چه گیاه خواران و چه گوشت خوران و چه گیاهان مقدار قابل توجهی از انرژی برای فعالیت‌های بیولوژیکی مانند، هضم و جذب غذا، تنفس، رشد و حرکت مصرف می‌شود که به صورت گرما به محیط برمی‌گردد. از این‌رو زنجیره‌ی غذایی حداکثر ۱۰ الی۲۰ درصد انرژی را از یک حلقه به حلقه‌ی دیگر منتقل می‌کند.

United States: The Revis family of North Carolina

Food expenditure for one week $341.98

Egypt: The Ahmed family of Cairo

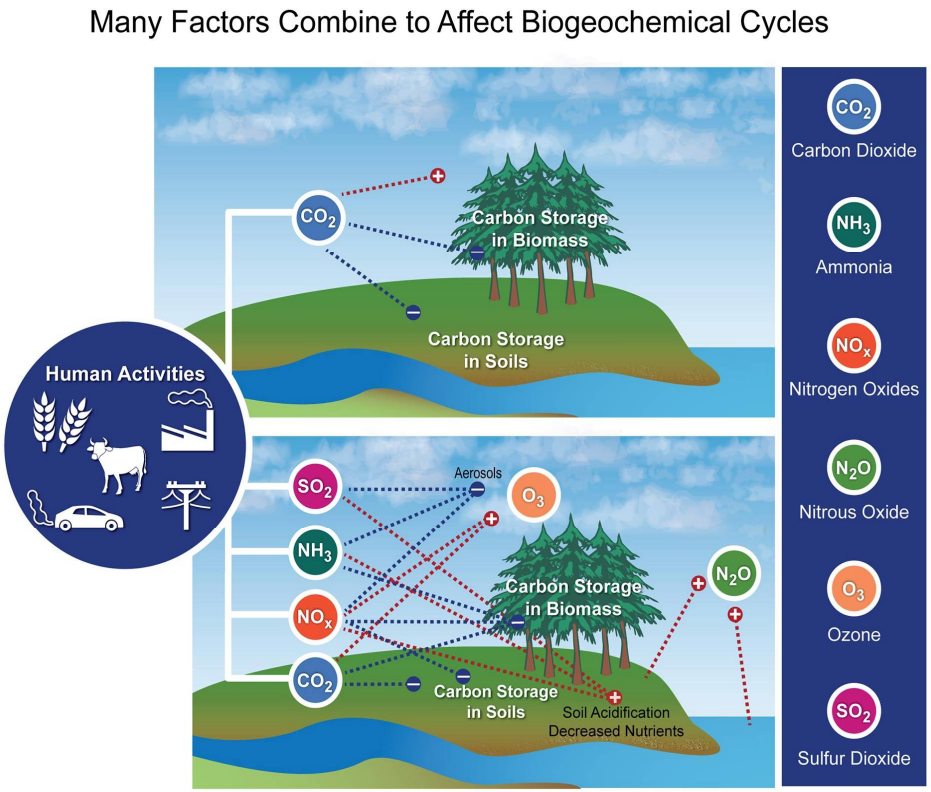
Food expenditure for one week: 387.85 Egyptian Pounds or $68.53

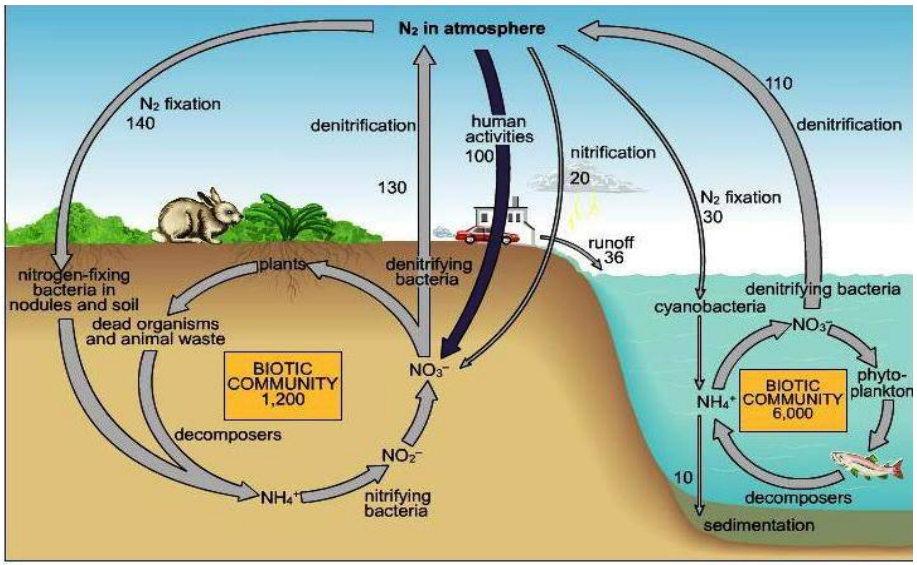
Chad: The Aboubakar family of Breidjing Camp

Food expenditure for one week: 685 CFA Francs or $1.23

چرخه‌ی مواد یا چرخه ی بیوژئوشیمیایی (Biogeochemical cycle)

در چرخه‌ی انرژی، انرژی مصرفی از یک سطح به سطح بالایی به تدریج مصرف شده و اضمهلال می‌یابد به این ترتیب انرژی از زنجیره‌ی غذایی از دست خارج شده و مجددا قابل بازیابی نیست اما در ارتباط با چرخه‌ی مواد کلیه‌ی عناصر معدنی مورد استفاده در حیات به صورت چرخه‌ای در اکوسیستم منتقل شده و بارها مصرف می‌شود تجزیه شده و به سیستم خاک برمی‌گردد. هنگامی‌که بقایای گیاهان و جانوران توسط باکتری‌ها مصرف می‌شوند مواد معدنی آن‌ها تجزیه و به محیط غیرزنده‌ی اکوسیستم وارد می‌شود در آن ذخیره شده تا دوباره مصرف شود و وارد بدن موجودات زنده گردد این چرخه‌ی انتقال مواد شیمیایی در داخل اکوسیستم‌ها، چرخه‌ی بیوژئوشیمیایی نامیده می‌شود. چرخه‌ی فوق به دلیل نقش کلیدی تجزیه کنندگان در اکوسیستم‌ها رخ می‌دهد، که ترکیبات آلی پیچیده را به ترکیبات ساده‌تر تبدیل می‌کند. در اکوسیستم‌های خاکی مخازن ذخیره‌ی مواد در چرخه-های بیوژئوشیمیایی، واحدهای بزرگی چون اتمسفر، خاک و سنگ‌ها می‌باشند، در اکوسیستم‌های آبی، رسوبات و مواد مغذی محلول در آب منشا این مخازن هستند.

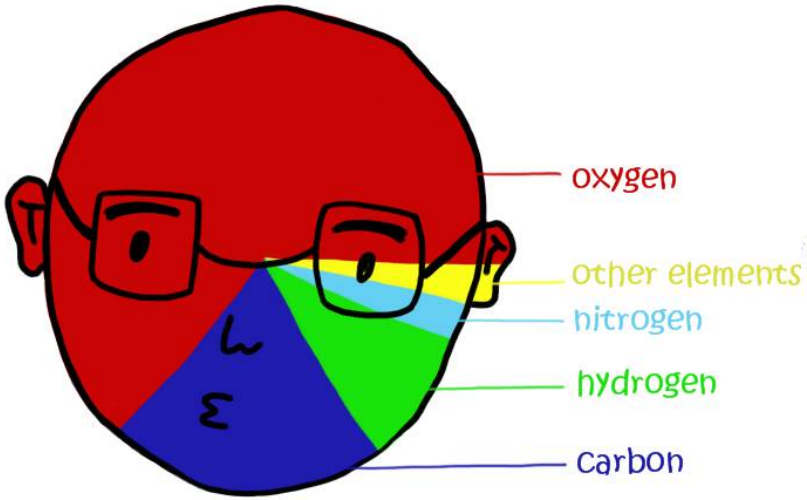


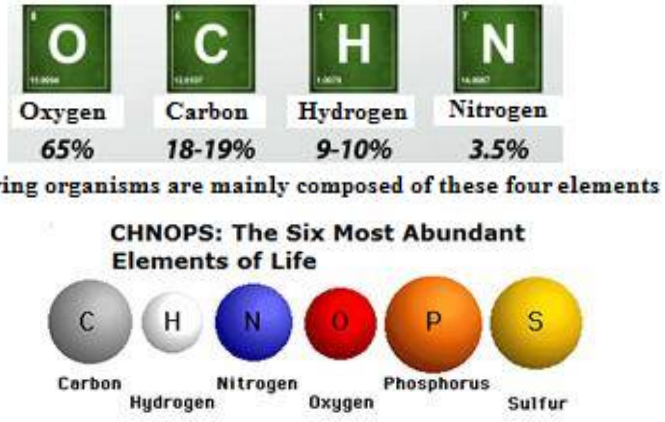


مواد معدنی/ عناصر مورد نیاز در اکوسیستم‌ها

۱- **عناصر پرمصرف:** از میان عناصر موجود در طبیعت، حدود ۴۰ عنصر توسط موجودات زنده مورد استفاده قرار می‌گیرد عناصری از این میان که به مقدار زیاد مورد استفاده موجودات زنده قرار می‌گیرند را عناصر پرمصرف می‌گویند، کربن، اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن، فسفر، گوگرد، پتاسیم، کلسیم و منیزیم از جمله عناصر پرمصرف هستند که از این میان کربن، اکسیژن، هیدروژن و نیتروژن بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. اکسیژن و هیدروژن به صورت آب قسمت اعظم موجودات را تشکیل می‌دهند. مثلا چوب ۵۰ درصد آب دارد، مهره‌داران ۶۶ درصد و بی مهرگان دریایی تا ۹۰ درصد آب دارند. اکسیژن، هیدروژن و کربن عناصر اصلی در ساختار هیدرات‌های کربن(cho) و چربی‌ها محسوب می‌شوند. کربن، اکسیژن و هیدروژن و نیتروژن (NCOH) عناصر اصلی و پایه‌ی ساختمان پروتئین‌ها هستند، کربن، اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن و فسفر (NPCHO) پایه‌ی تولید اسیدهای هسته‌ای هستند که نگه‌دارنده‌ی اطلاعات ژنتیکی‌اند. سایر عناصر به میزان کمتر برای ساخت و استحکام سلولی(کلسیم) و ساخت اسیدهای آمینه (گوگرد) مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲- **عناصر کم‌مصرف:** عناصری هستند که به مقدار کم مورد نیاز موجودات زنده هستند، علی رغم نیاز کم برای حیات موجودات ضروری هستند از جمله‌ی این عناصر می‌توان به آهن، مس، بور، ملیبیدن و منگنز اشاره کرد. این عناصر برای حفظ ساختمان سلول‌ها نقش مهم و اساسی دارند. ملیبیدن برای تثبیت بیولوژیکی ازت و آهن برای انجام فتوسنتز و همچنین برای فعال سازی آنزیم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بعضی از عناصر هم در طبیعت وجود دارند که نه تنها مورد نیاز گیاهان و جانوران نمی‌باشند، بلکه جذب آنها می‌تواند زیان بار نیز باشد، مثل سلینیوم، آرسنیک، جیوه، سرب، کادمیم و غیره که سبب مسمومیت در گیاهان و جانوران می‌شود.





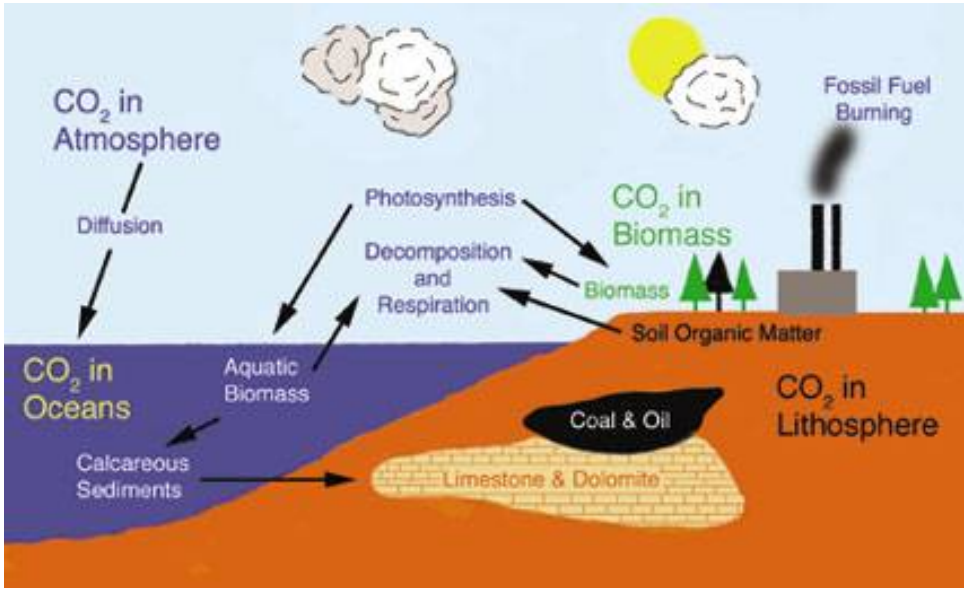
- جانوران نسبت به گیاهان اصولا به عناصر بیشتری نیاز دارند سلول‌های جانوری معمولا توانایی زیادی برای ساختن ترکیبات آلی ندارند و انجام واکنش‌های فیزیولوژیکی آنها در گروی وجود ترکیبات غذایی فراوان در قالب پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و چربی‌ها است که قبلا توسط گیاهان ساخته و پرداخته شده است، موجودات زنده و جانوران به طور مستقیم و غیرمستقیم با خوردن گیاهان آنها را جذب می‌کنند.

چرخه مواد در طبیعت

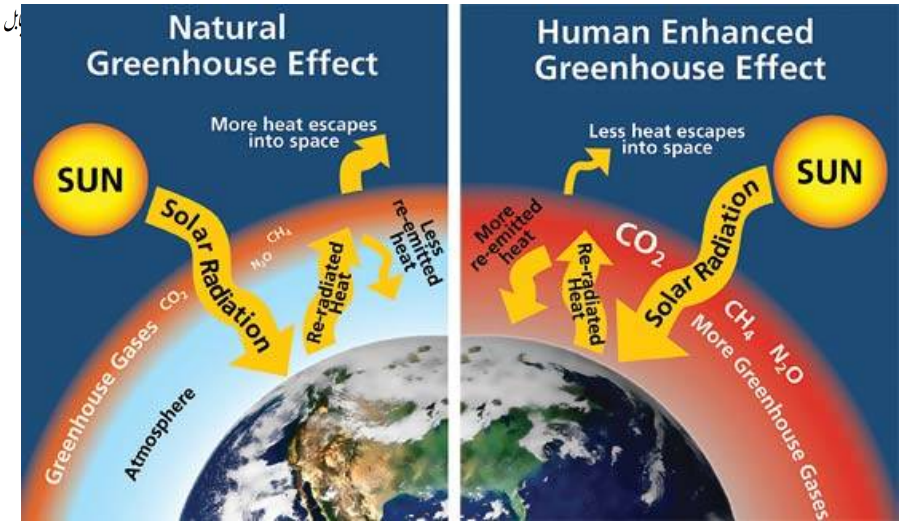
چرخه مواد در طبیعت شامل چرخه‌ی آب، گاز و چرخه‌های رسوبی است، این چرخه‌ها عناصر را در خود جای داده و در طبیعت جابه‌جا می‌کنند.

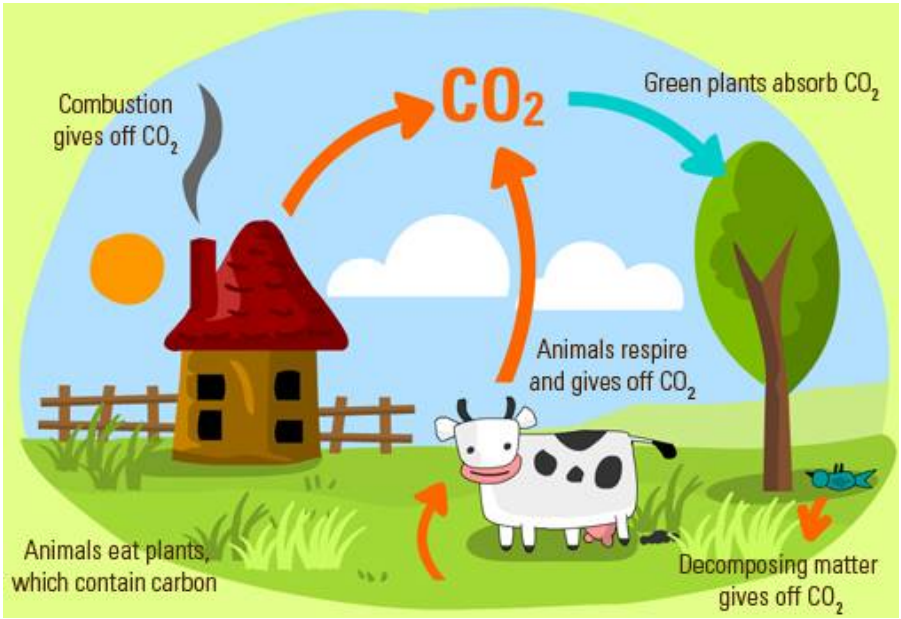
❑ چرخه کربن

منبع اصلی چرخه‌ی کربن درطبیعت، اول اتمسفر (گاز)، بعد اقیانوس‌ها (آب) و در نهایت خاک (رسوبات خاکی) است. اگرچه کربن موجود در اتمسفر به صورت دی‌اکسید کربن و متان است (مثلا ۰/۰۳درصد اتمسفر فقط دی‌اکسید کربن است)، درصد خیلی کمی از حجم آن را اشغال کرده ولی اصلی‌ترین منبع کربن که در اختیار موجودات زنده است را تشکیل می‌دهند. کربن مهم‌ترین عنصر در بدن موجودات زنده و اساسی‌ترین ماده در ساختمان جهان آلی محسوب می‌شود. دروازه‌ی ورود کربن به چرخه‌های زیستی، فتوسنتز است، در فتوسنتز کربن به صورت دی‌اکسید کربن با هیدروژن و اکسیژن به کمک نور خورشید ترکیب شده و قند را به وجود می‌آورد و به واسطه‌ی آن نیز سایر ترکیبات آلی ساخته می‌شود و قسمت اعظم ذخیره‌ی کربن در طبیعت در بافت‌ها و پیکره‌های درختان ذخیره شده است که از طریق تنفس، تجزیه و احتراق به محیط برمی‌گردد. میزان کربنی که از تنفس گیاهی به محیط باز می‌گردد کمتر از مقداری است که از هوا گرفته می‌شود. کربن گرفته شده از هوا وارد بافت بیومس شده و در پی آن با مرگ بیومس یا جانداران ممکن است در لایه‌های رسوبی فشرده شده و به صورت زغال یا نفت از دسترس خارج شده یا ذخیره گردد.



کربن به این ترتیب به طور منظم بین بخش زنده و غیرزنده در تبادل است و در همه‌ی مواد آلی از زغال سنگ، نفت و گاز گرفته تا چوب، پروتئین‌ها، قندها و حتی DNA دیده می‌شود. کربن موجود در اقیانوس دومین منبع کربن مصرفی است. کربن موجود در اقیانوسها، ۵۵ برابر اتمسفر است و عمدتا به صورت محلول در آب (برای مصرف فیتوپلانگتون‌ها) یا در رسوبات کف دیده می‌شوند. مقدار کربن ذخیره در خاک نیز دو برابر کربن اتمسفر است. زمان ایست کربن در خاک ۲۵ الی ۳۰ سال، در اتمسفر ۳ سال و در اقیانوس ۱۵۰۰ سال است. به این ترتیب چرخه‌ی کربن بین موجودات زنده و اتمسفر مهمترین بخش از این چرخه (چرخه‌ی کربن در طبیعت) است، به طوری که سالانه ۱۵ درصد کربن اتمسفر در فتوسنتز تثبیت شده و در تنفس آزاد می‌گردد.





سه دوره‌ی متفاوت از لحاظ تعادل نسبی بین تولید و تجزیه وجود دارد:

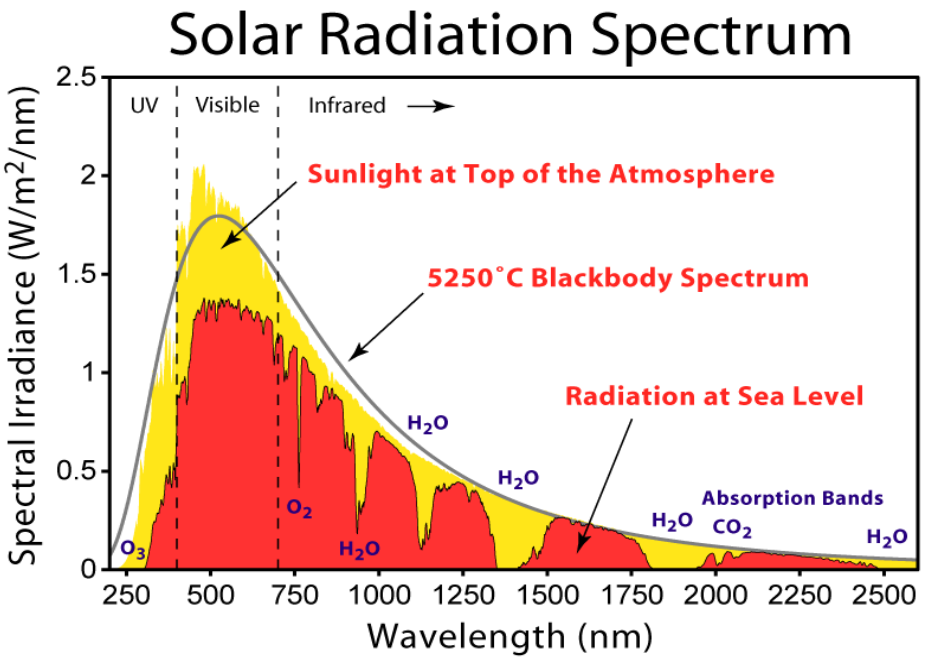
۱- دوره‌ی تعادل نسبی تولید مواد و تجزیه نسبی آن‌ها که در آن نسبت اکسیژن و کربن در جو ثابت می‌ماند.

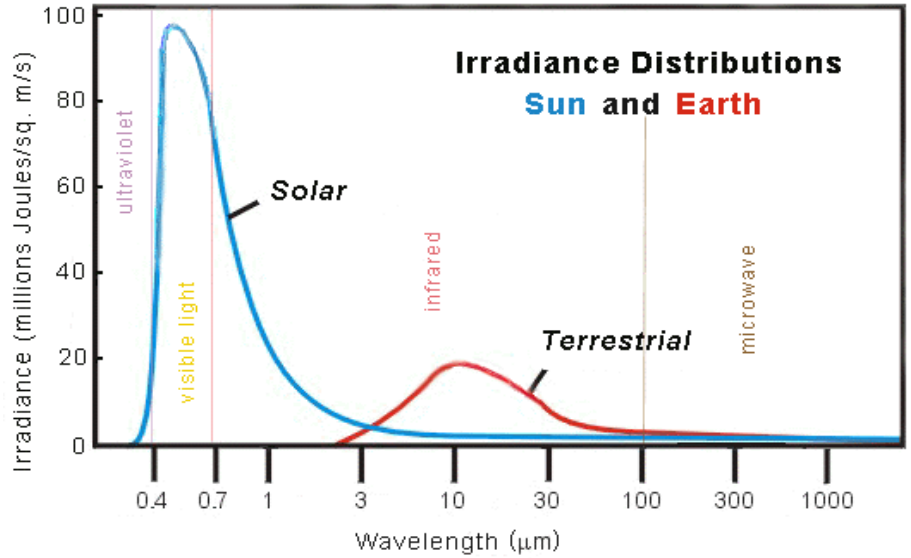
۲- دوره‌ی دوم که در آن تولید مواد آلی توسط موجودات بیشتر از تجزیه‌ی آن‌ها بوده و مازاد تولید به صورت منابع سوخت فسیلی(نفت) و زغال سنگ ذخیره می‌شود .

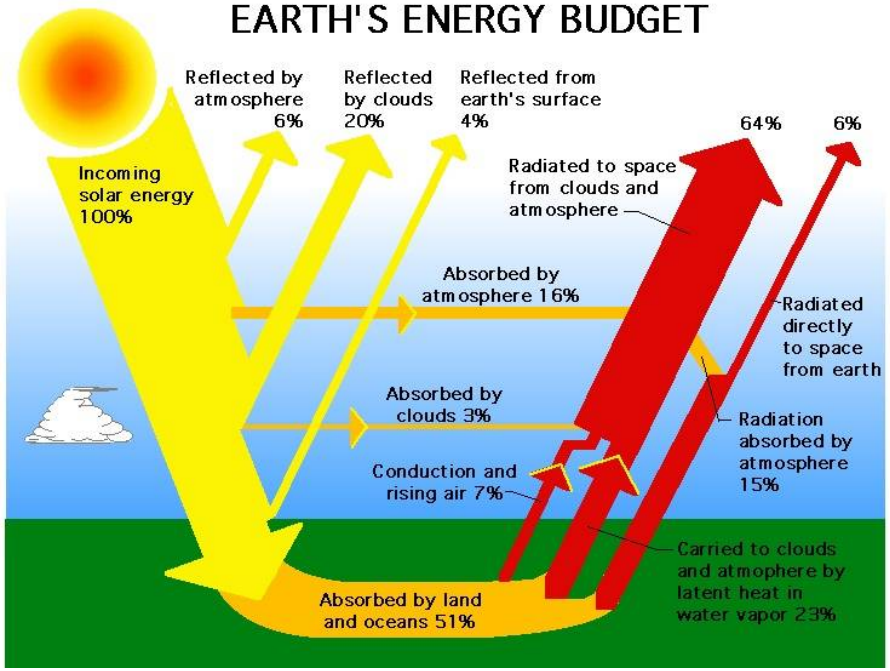
۳- دوره‌ی حاضر که دوران استثنایی و خاصی است در این دوره تجزیه بر تولید غلبه داشته و این باعث افزایش غلظت دی‌اکسید کربن در جو می‌شود.

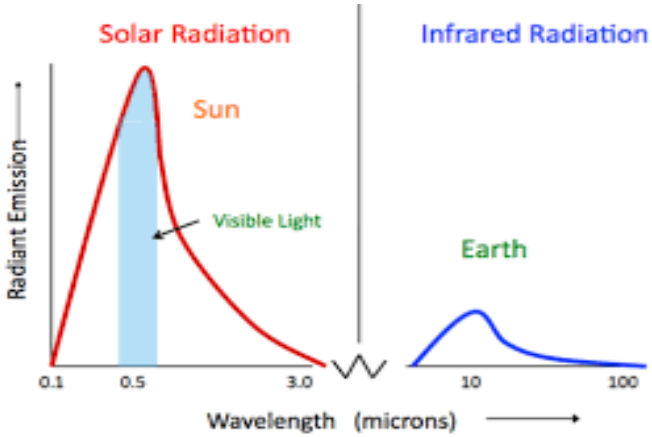
- ✓ طی ۲۰۰سال اخیر بعد از انقلاب صنعتی بیش از ۲۰۰ گیگا تن کربن وارد اتمسفر شده است. نیروگاه‌های فسیلی، موتورهای احتراقی، پالایشگاه‌ها، کارخانه‌های سیمان، کارخانه‌های فولاد، صنایع سنگین و غیره عمده منابع ورود کربن به اتمسفر می‌باشند به طوری که از هر ۵ تن CO_2، ۳ تن آن از این صنایع وارد جو می‌شود.
- ✓ حدود ۳۳ درصد سوخت‌های مصرفی دنیا نفت، ۳۰ درصد زغال سنگ، ۲۴ درصد گاز، ۵/۶ درصد نیروهای برق آبی(منابع انرژی)، ۵ درصد انرژی اتمی، ۶/۱ درصد انرژی‌های قابل تجزیه هستند. درسال‌های اخیر سهم انرژی‌های قابل تجدید در حال افزایش است.
- ✓ گاز پاکیزه‌ترین سوخت فسیلی است بعد از آن نفت و در انتها زغال سنگ. زغال سنگ۳۰٪ بیشتر از نفت و۷۲٪ بیشتر از گاز تولید CO_2 می‌کند.
- ✓ نیمی از کربن زمینی جهان در جنگلهای آمازون ذخیره شده است.
- ✓ کربن سرانه تولیدی توسط هندیها ۰/۱ تن در سال است و در آمریکا ۲۰ تن در سال است.

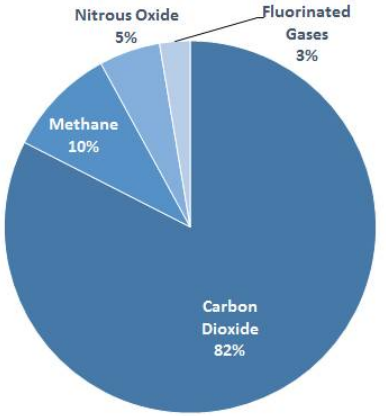
اثر گلخانه ای (Green house effect)











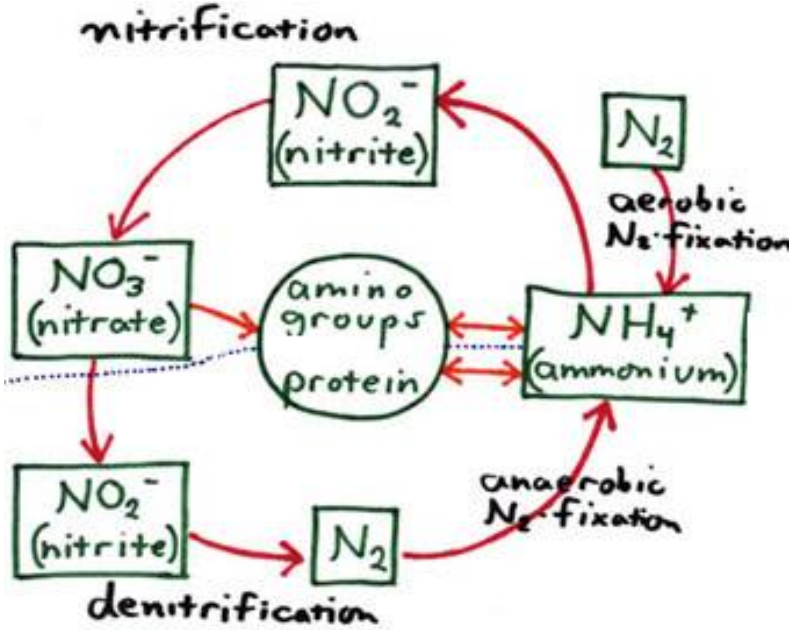
U.S. Greenhouse Gas Emissions in 2013

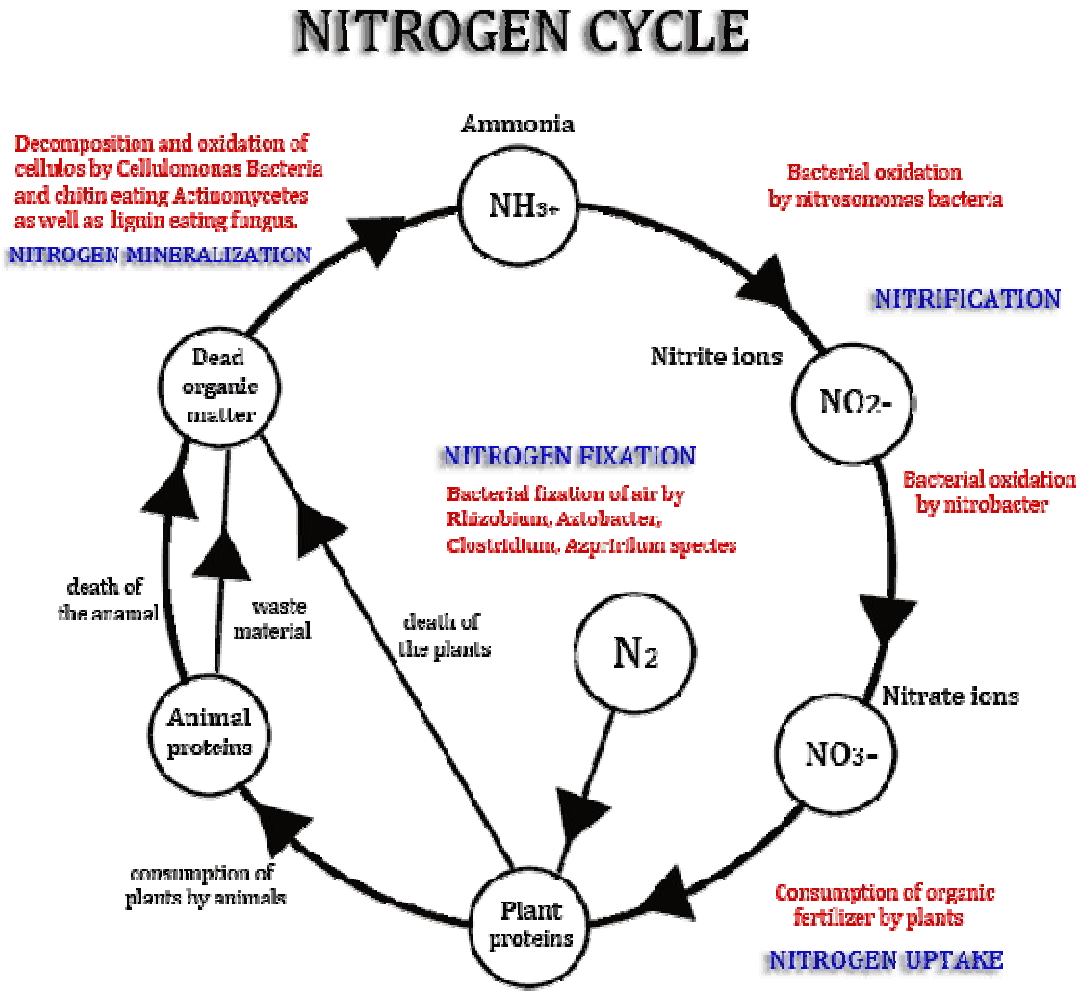
چرخه‌ی ازت یا نیتروژن (Nitrogen cycle)

ازت یا نیتروژن که بخش عمده‌ی اتمسفر را تشکیل می‌دهند(N_2٪۷۲) به دلیل آن‌که در بدن موجودات زنده بخش اصلی ساختمان اسیدهای آمینه که خود پروتئین‌ها را می‌سازند تشکیل می‌دهد بسیار مهم است. این عنصر در اتمسفر از شکل مولکولی N_2و به شکل اکسیدهای نیتروژن N_2O، NO و NO_2 و ترکیبات هیدروژن و نیتروژن موجود می‌باشد، اما بخش اصلی ذخیره‌ی ازت در اتمسفر به صورت مولکولی است. از آنجا که شکستن بین پیوندهای ازت مولکولی انرژی قابل ملاحضه‌ای نیاز دارد، گیاهان و موجودات زنده غالبا توانایی استفاده از ازت مولکولی را ندارند. این در حالی است که در سایر کرات عاری از حیات ذخیره‌ی ازت در اتمسفر آن‌ها به صورت آمونیاک NH_3 است. (HNo۳،HNO2) از آنجا که شکستن بین اتم‌های ازت یا نیتروژن مولکولی انرژی قابل ملاحظه‌ای نیاز دارد، گیاهان و موجودات زنده غالبا توانایی استفاده از نیتروژن مولکولی را ندارند ، لذا از این میان ترکیبات ازت‌دار فقط به صورت نیترات NO_3^- و آمونیوم NH_4^+ هستند که قابل جذب برای گیاهان هستند که آن‌ها هم عمدتا توسط میکروارگانیزم‌ها و باکتری‌های هم‌زیست با حبوبات و غلات و نیز جلبک‌ها تولید می‌گردند.

از دیگر منابع تولید ترکیبات قابل جذب نیتروژن رعد و برق است. رعد و برق، ازت مولکولی و آب را شکسته و طی یک مرحله پیوند شیمیایی آن‌ها به هم پیوند خورده و یون نیترات و آمونیوم را تشکیل می‌دهند، به این ترتیب یک لیتر آب باران تقریبا معادل ۲ میلی گرم ازت به صورت آمونیوم و ۰/۷ میلی گرم ازت به صورت نیترات در خود محلول دارند.

در مجموع 255×10^6 ton ازت همه ساله از طریق آب باران به زمین رسیده و مورد مصرف گیاهان قرار می‌گیرد انسان نیز همه ساله میلیون‌ها تن انواع مختلف شیمیایی کود ازته در بخش کشاورزی مصرف کرده و وارد محیط می‌کند. با مصرف ازت و ورود آن به منابع آلی، نیتروژن وارد چرخه‌ی حیات شده و برعکس با تجزیه‌ی بیومس پدیده‌ی معدنی شدن اتفاق افتاده و ازت دوباره به اتمسفر برمی‌گردد.





۱- اولین فرم ازت معدنی پس از تجزیه هوموس، آمونیوم است.

آمونیوم NH_4^+ $\xrightarrow{\text{آمونیفیکاسیون}}$ بیومس، هوموس

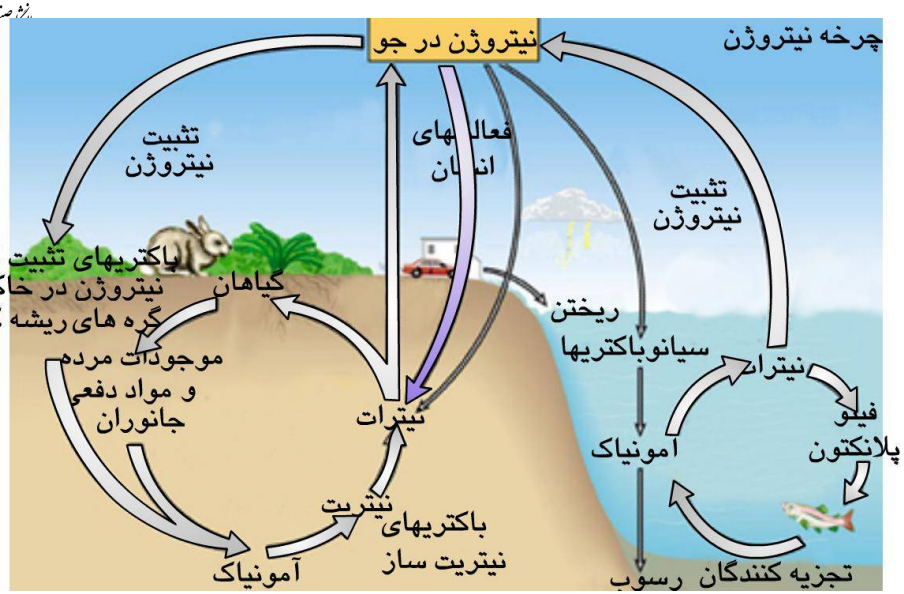
۲- مرحله‌ی بعد آمونیوم ابتدا به نیتریت NO_2^- و سپس به نیترات NO_3^- تبدیل می‌شود آن را نیتریفیکاسیون می‌گویند.

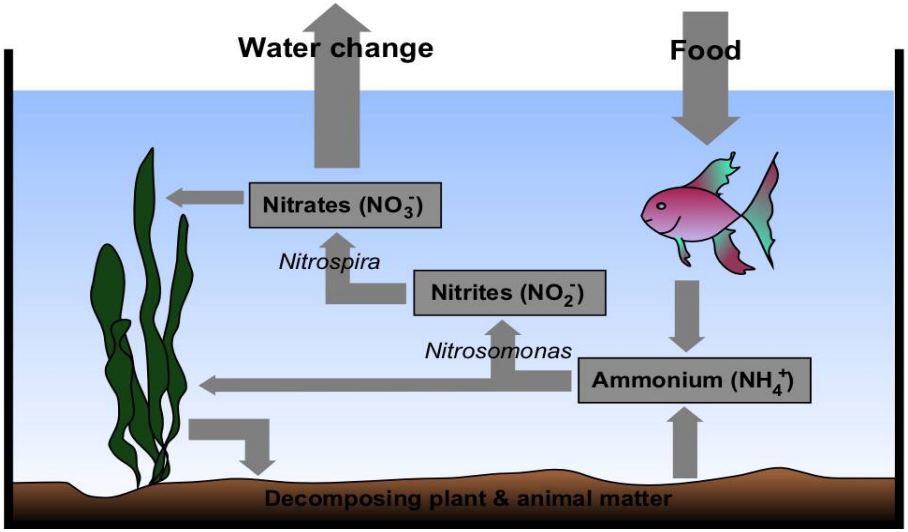
$NH_4^+ \xrightarrow{\text{نیتروفیکاسیون } NO_2^-}$ نیترات NO_3^-

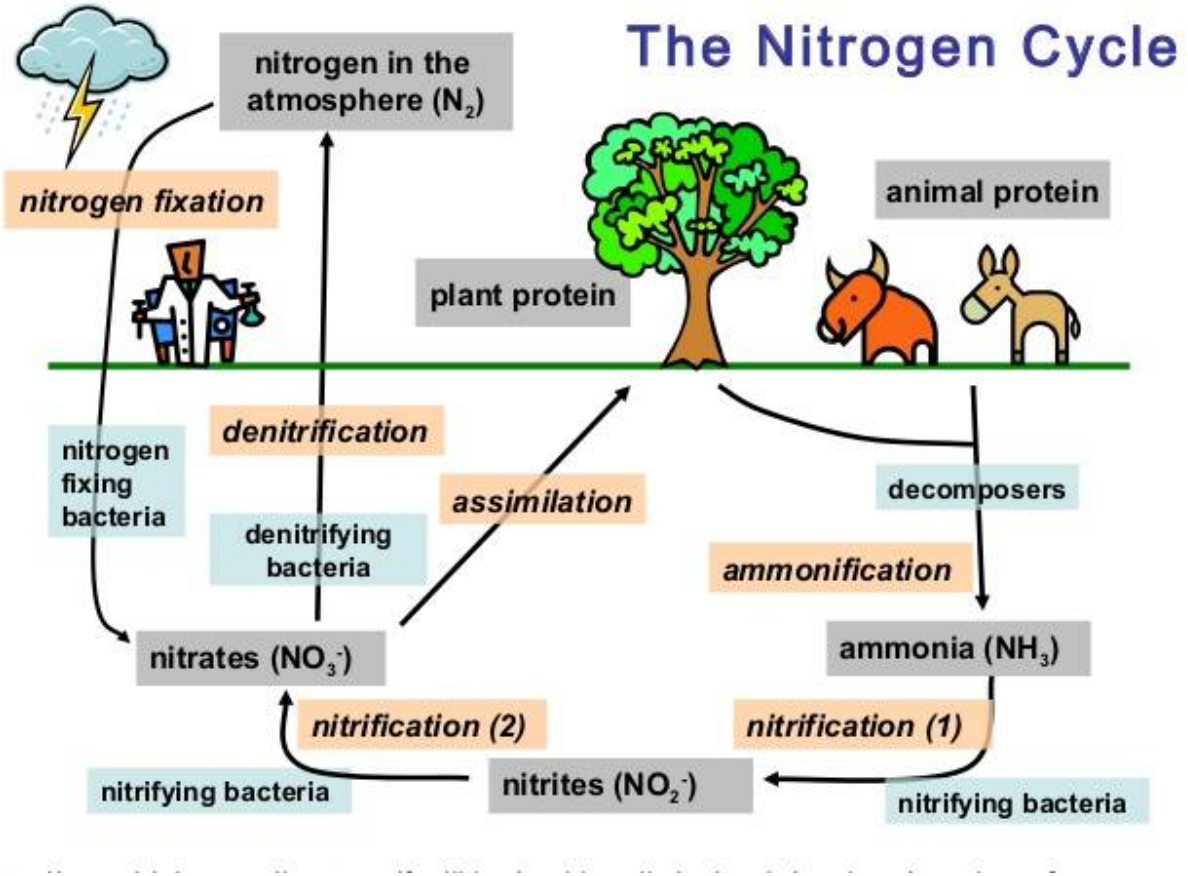
۳- در مرحله‌ی آخر نیترات حاصله به ترکیبات گازی نیتروژن N_2 و N_2O تبدیل می‌شود و مجددا به اتمسفر برمی‌گردد به این مرحله دنیتریفیکاسیون می‌گویند.

$NO_3^- \xrightarrow{\text{دنیتروفیکاسیون}} N_2O, N_2$

یون نیترات، نسبتا غیرسمی است، اما احیای آن توسط میکروارگانیسم‌ها به نیتریت می‌تواند خطرات بهداشتی جدی برای انسان به همراه داشته باشد. مانند عارضه در کودکان (سندرم کودکان آبی) و مادران باردار، غلظت بالای نیترات در آب ممکن است باعث سرطان معده، اختلالات تیروئید و نقص در تولد نوزادان گردد.

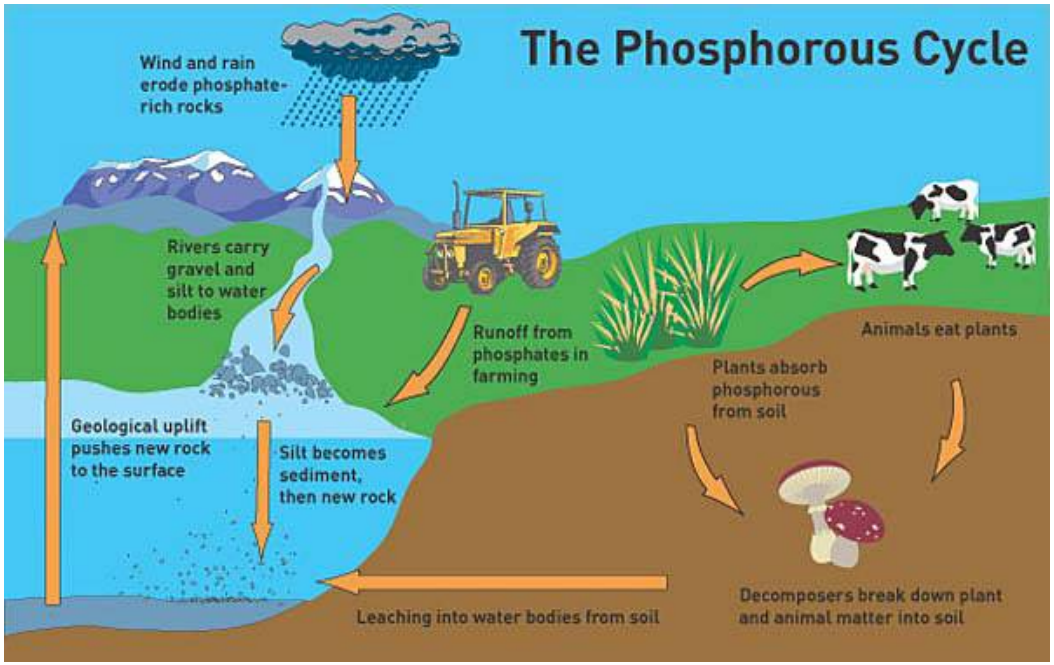

چرخه نیتروژن
نیتروژن در جو
تثبیت نیتروژن
فعالیتهای انسان
تثبیت نیتروژن
باکتریهای تثبیت کنده نیتروژن در خاک و گره های ریشه گیاه
گیاهان
ریختن
سیانوباکتریها
موجودات مردم و مواد دفعی جانوران
نیترات
نیترات
آمونیاک
فیتو پلانکتون
نیتریت
باکتریهای نیتریت ساز
آمونیاک
تجزیه کنندگان رسوب


Water change
Food
Nitrates (NO_3^-)
Nitrospira
Nitrites (NO_2^-)
Nitrosomonas
Ammonium (NH_4^+)
Decomposing plant & animal matter


The Nitrogen Cycle
nitrogen in the atmosphere (N_2)
nitrogen fixation
animal protein
plant protein
nitrogen fixing bacteria
denitrification
denitrifying bacteria
assimilation
decomposers
ammonification
nitrates (NO_3^-)
ammonia (NH_3)
nitrification (2)
nitrification (1)
nitrifying bacteria
nitrites (NO_2^-)
nitrifying bacteria

چرخه‌ی فسفر (Phosphorus cycle)

فسفر یکی از عناصر اساسی حیات است که در طبیعت بیشتر در سنگ‌ها و رسوبات یافت می‌شود(ذخیره شده است) فسفر بیشتر به صورت فسفات PO_4^{3-} در ترکیب با کلسیم، پتاسیم، منیزیم و آهن در طبیعت وجود دارد از آن‌جا که این ترکیبات در آب غیر محلول‌اند از طریق خاک و به صورت بسیار کند تامین می‌گردند. منابع فسفر در دسترس گیاهان به این ترتیب از خاک تامین می‌شود. که خود آن از هوازدگی سنگ‌ها به وجود می‌آید. از آن‌جا که فسفر در دسترس گیاهان بسیار محدودتر از سایر عناصر است همواره این عنصر محدودکننده‌ی حیات در اکوسیستم‌های طبیعی محسوب می‌گردد.



چرخه‌ی فسفر مرحله‌ی گازی عمده‌ای ندارد و فقط به صورت گرد و غبار ممکن است در اتمسفر پیدا شود چرخه‌ی فسفر در طبیعت برخلاف کربن حرکت بسیار آرامی دارد و قسمت عمده‌ی این حرکت یک جانبه و از محیط‌های خشکی به آبی است حرکت از آب به خشکی بسیار کند است فسفات که در نتیجه‌ی هوازدگی در خاک حاصل می‌شود از طریق آب روان، وارد دریاها و محیط‌های آبی می‌شود و همراه با رسوبات در عمق ته نشین می‌شود کمبود و فقدان این عنصر محدود کننده‌ی رشد و حیات آبزی است چنان‌چه جریانات صعودی یا اختلاط محیط، رسوبات را بلند کرده و وارد محیط کند، فسفر در اختیار موجودات قرار گرفته و باعث شکوفایی حیات بالاخص فیتوپلانکتون‌ها در آب شده و از طریق آن وارد زنجیره‌ی غذایی می‌شود مثل جریان‌های بالا رونده‌ی اقیانوسی یا مخازن و دریاچه‌ها، امروزه بیشترین فسفر ورودی به محیط از طریق کودهای شیمیایی فسفاته یا مواد شوینده است.

شکلهای متداول فسفر به صورت اورتوفسفات (H_3PO_4)، پلی فسفات و فسفات آلی می باشند که البته اصلی ترین جزء فسفر موجود در فاضلاب به صورت اورتوفسفات است.

نحوه‌ی تولید در اکوسیستم‌ها

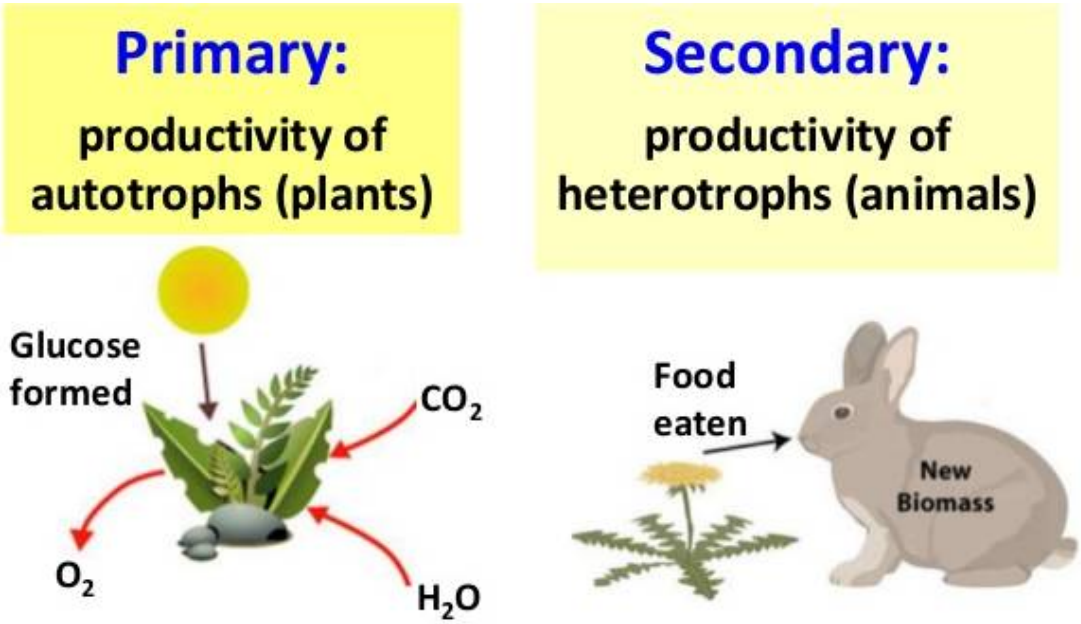
کلیه‌ی موجودات زنده به منظور ایجاد بافت‌های خود و تولید مثل و تنفس و حیات احتیاج به کسب مقدار معینی انرژی دارند، که عمدتا از منشا نور خورشید تهیه می‌شوند، این انرژی در یک اکوسیستم از محیط بیرون وارد شده و از طریق مجموعه‌ی موجودات زنده‌ی آن در امتداد اکوسیستم به حرکت درآمده و دوباره از آن خارج می‌شوند این اصل حرکت انرژی در اکوسیستم، بنیادی‌ترین فرایند مشترک در همه‌ی اکوسیستم‌ها می‌باشد، موجودات زنده‌ی اکوسیستم‌ها انرژی را به طرق زیر مصرف می‌کنند:

۱- برای متابولیسم پایه(مربوط به اعمال حیاتی مثل تنفس)

۲- برای موجودات متحرک برای جابه‌جایی (مصارف برای فعالیت‌ها)

۳- برای تامین انرژی لازم جهت ترمیم و رشد.

۴- جهت تولید عوامل ضروری مانند، تولید مثل(جنین و بذر)، ذخیره‌ی قندی(گیاهان) و ذخیره‌ی چربی(جانوران)



جریان انرژی و مواد غذایی هر دو برای رشد موجودات و فعالیت اکوسیستم‌ها ضروری هستند. این‌ها مقدار تولید مواد آلی در اکوسیستم یا به عبارتی تولید زیستی را کنترل می‌کنند تولید در اکوسیستم‌ها شامل دو بخش است:

۱- **تولید اولیه:** عبارت‌اند از ساخته شدن مواد آلی جدید در بخش تولید کنندگان یا گیاهان از مواد معدنی پایه و نور خورشید.

۲- **تولید ثانویه:** عبارت است از ساخته شدن مواد آلی جدید در بخش مصرف کنندگان اکوسیستم با استفاده از تولیدات اولیه.

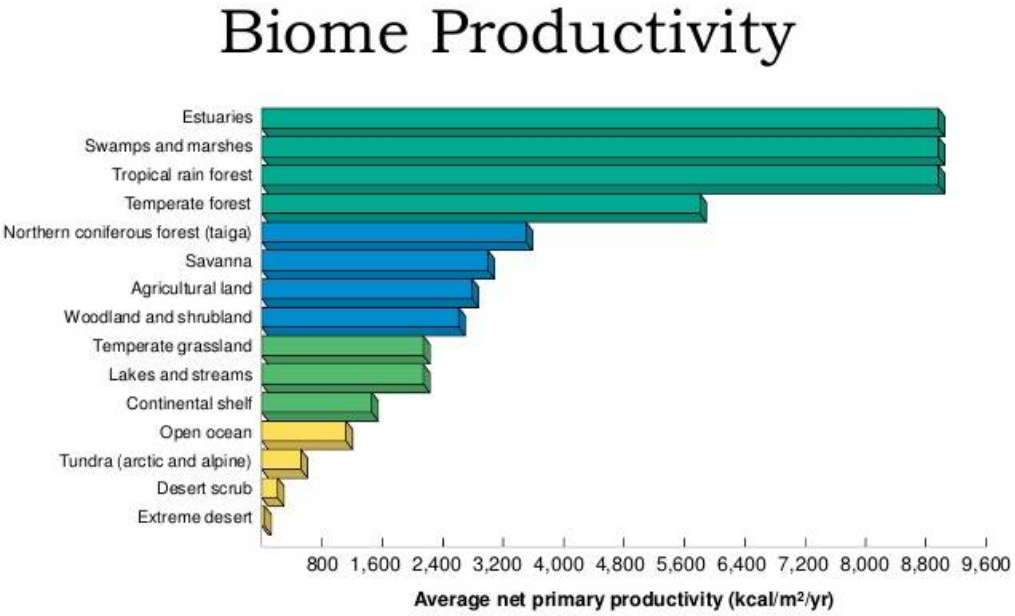
مقادیر تولید اولیه در سطح جهان را می توان در چهار منطقه‌ی شاخص مورد بررسی قرار داد

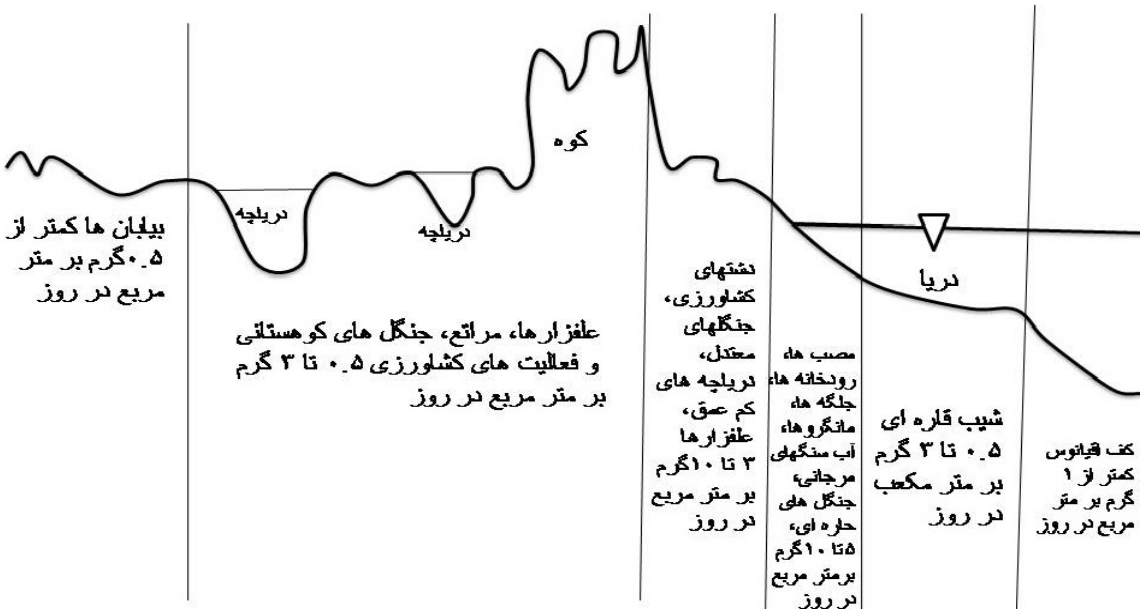
۱- دریاهای آزاد و عمیق مناطق قطبی و بیابان‌های وسیع: در این نقاط میزان تولید، بسیار پایین بوده و به ندرت به حدود ۰.۵ گرم در هر متر مربع در روز می‌رسد.

۲- پوشش‌های علفی نیمه خشک، کشاورزی‌های موقت، دریاچه‌های عمیق، جنگل‌های مرتفع کوهستانی، دریاهای کم عمق ساحلی و مراتع در این مناطق تولید بالاتر بوده و در حدود ۱ گرم بر متر مربع در روز می‌باشد و به طور متوسط در محدوده‌ی ۰.۵ تا ۳ گرم در روز بر متر مربع تغییر می‌کند.

۳- جنگل‌های مرطوب، دریاچه‌های کم عمق و کشاورزی‌های دائمی، این‌ها به طور متوسط تولید بالا از ۳ تا ۱۰ گرم بر متر مربع در روز دارا می‌باشند.

۴- مصب رودخانه‌ها، صخره‌های مرجانی، گیاهان موجود در جلگه‌های آبرفتی و کشاورزی کشتزارهای فشرده، این‌ها اکوسیستم‌های محدودی هستند که میزان تولید در آن‌ها از ۱۰ گرم بر متر مربع در روز تجاوز کرده و ممکن است تا ۲۰ گرم هم برسد.

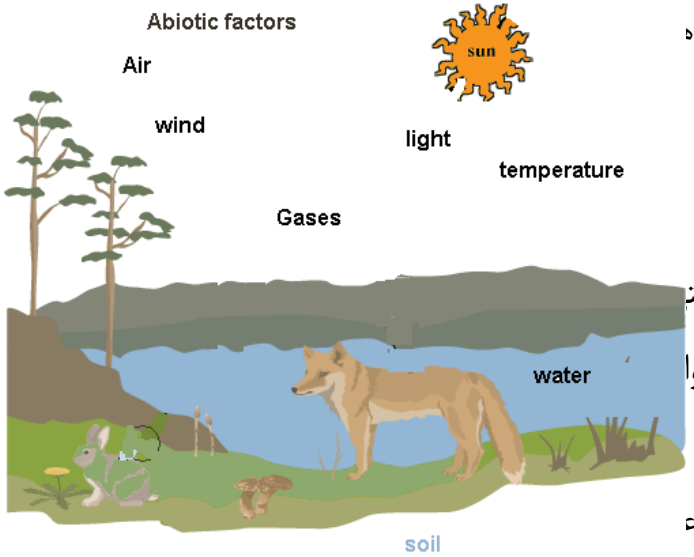




با توجه به میزان تولیدات مشخص است، میزان تولید اولیه توسط عوامل محدود کننده از قبیل: دما، رطوبت، نور، عناصر غذایی و ظرفیت جذب اکوسیستم‌ها، کنترل می-شود که به این‌ها عامل‌های اکولوژیکی می‌گویند.

عامل اکولوژیکی

هیچ موجود زنده ای بدون وابستگی به محیط اطراف و به صورت مجزا در محیط زیست زندگی نمی کند، هر یک از عوامل محیطی که طی یک دوره از مرحله ی رشد موجود زنده بر روی آن موجود زنده تاثیر می گذارند را عامل اکولوژیکی می نامند. (عاملهای تاثیر گذار بر حیات) عاملهای اکولوژیکی مثل دما، میزان نور خورشید، فشار، خصوصیات اقلیمی و غیره در یک اکوسیستم باعث حذف گونه های خاص، تغییر پراکندگی موجودات، تغییر جمعیت، زاد و ولد و مرگ و میر گونه ها و تغییر چرخه ه



عوامل اکولوژیکی را از جنبه های مختلف می توان طبقه بندی کرد:

۱- از جنبه‌ی عوامل زیستی یا غیرزیستی:

به طور کلی در اکولوژی عوامل تاثیر گذار در اکوسیستم در دو دسته¬ی زیستی و غیر¬زیستی تقسیم می شوند. عوامل زیست
رقابت، شکار و .... دسته¬ی دوم یا عوامل غیر¬زیستی شامل عواملی نظیر اقلیم، خصوصیات آب، خصوصیات شیمیایی خاک، هوا

۲- عوامل وابسته و غیر وابسته به جمعیت:

عوامل وابسته به تراکم جمعیت مثل رقابت، شکار و غیره عواملی¬اند که تابع تراکم جمعیت نمونه هستند به این معنی که این ع
از بین برده و تراکم جمعیت را کنترل می¬کنند عوامل غیر¬وابسته به تراکم جمعیت مثل عوامل اقلیمی، سرما، خشکی و غیره
تراکم جمعیت نمی باشد.

تقسیم بندی عوامل اکولوژیکی بر اساس نظرات مونچسکی

از نظر مونچسکی عوامل اکولوژیک را می‌توان با توجه به واکنش‌های تطابقی موجودات زنده به سه دسته‌ی زیر تقسیم نمود:

۱- عوامل ادواری اولیه:

سازگاری موجودات زنده در درجه‌ی اول نسبت به عواملی صورت می‌گیرد که دارای تغییرات ادواری منظم، روزانه، ماهانه، فصلی و سالانه باشد این تغییرات نتیجه‌ی گردش زمین به دور خورشید و به دور خود روز و شب و توالی فصل‌ها است. که باعث پیدایش تغییراتی در عوامل اکولوژیکی تاثیرگذار بر حیات گونه‌های یک اکوسیستم خواهد شد. مثل روشنایی، جذر و مد، گرما و غیره، این عوامل اقلیم‌های بزرگ زمین را تشکیل داده و نحوه‌ی پراکندگی و انتشار گونه‌ها در طبیعت بالاخص در حاشیه‌ی نواحی انتشار را مشخص می‌کند.

۲- عوامل ادواری ثانویه:

عواملی مثل رطوبت در محیط که ناشی از تغییرات ایجاد شده در عوامل ادواری اولیه هستند را عامل ادواری ثانویه می‌نامند، تغییر عوامل ادواری ثانویه ناشی از تغییر عوامل ادواری اولیه است. هرچه رابطه‌ی این عوامل با عوامل ادواری اولیه نزدیک‌تر باشد، دوره‌ای بودن آن‌ها و نظم‌شان بیشتر است. در محیط‌های دریایی میزان اکسیژن، کدری آب، تغییرات سطح آب و غیره عوامل ادواری ثانویه‌اند که به صورت ضعیف به عوامل ادواری اولیه بستگی دارند.

۳- عوامل غیرادواری:

این عوامل به صورت ناگهانی ظهور می‌کنند، معمولا در محدوده‌ی زیستی موجودات زنده دیده نمی‌شوند از این‌رو موجودات زنده فرصت کافی جهت سازگاری با آن‌ها را نیافته و سازگار نمی‌شوند مثل طوفان‌ها، آتش‌سوزی‌ها، آتش‌فشان‌ها، این عوامل تراکم افراد در یک سطح محدود را تنظیم می‌کنند.

عوامل اکولوژیکی را بر اساس ماهیت نیز می‌توان تقسیم نمود:

۱- عوامل اقلیمی: اقلیم به متوسط دراز مدت پارامترهای هواشناسی اطلاق می‌گردد که متفاوت از آب و هوا (وضعیت جاری اتمسفر می‌باشد) اقلیم شامل، نور، حرارت، آب یا بارش و باد است.

۲- عوامل خاکی: کلیه‌ی عوامل متاثر بر حیات که به خاک بستگی دارند را عوامل خاکی می‌نامند، خاک بخش فرسایش یافته‌ی سنگ مادر در سطح زمین است، عوامل خاکی شامل بافت خاک، نوع خاک، رطوبت خاک، مقدار عناصر غذایی خاک اسیدیته یا بازی خاک است.

۳- پستی و بلندی: تغییر در ارتفاع محیط که خود باعث تغییر درجه‌ی حرارت، افزایش شدت نور، افزایش یا کاهش وزش باد و غیره می‌شود. پستی و بلندی زمین تغییر شیب زمین، تغییر در کیفیت نور دریافتی و میزان بارش دریافتی.

۴- عوامل زیستی: شامل روابط متقابل بین موجودات زنده از قبیل رقابت، سایه اندازی و دخالت انسان در محیط می‌باشد.

❑ عوامل اقلیمی

اقلیم و مجموعه عوامل محیطی در تعیین نوع گونه‌های گیاهی و جانوری هر منطقه نقش مهمی برعهده دارد، به این ترتیب خصوصیات اتمسفر به شدت بر نوع موجودات زنده‌ای که می‌توانند در هر منطقه رشد کنند تاثیر می‌گذارد، مهم‌ترین عامل اقلیمی موثر بر گیاهان و جانوران در یک اکوسیستم به قرار زیر است:

✓ **نور خورشید:** نور خورشید منبع اصلی انرژی ورودی به زمین برای وقوع اعمال حیاتی در کلیه اکوسیستم‌ها محسوب می‌گردد. انرژی خورشید به وسیله دو تئوری؛ تئوری امواج الکترومغناطیسی و تئوری کوانتوم.

الف- تئوری امواج الکترومغناطیس: این تئوری می‌گوید که نور در فضا به صورت موج حرکت می‌کند که از چشمه‌ی نور در تمام جهات پخش می‌گردد. ماکسول نور را نوعی انرژی الکترومغناطیس معرفی کرد انیشتین برای اولین بار پیشنهاد کرد که انرژی الکترومغناطیسی کوانتیده می‌شود یعنی جذب یا نشر انرژی الکترومغناطیسی با مقدارهای گسسته به نام فوتون انجام می‌گیرد در نظریه‌ی موجی تعداد امواجی که در یک زمان معینی از یک نقطه‌ی معین عبور می‌کند فرکانس یا تواتر موج گفته می‌شود. $\gamma = \frac{C}{\lambda}$

ب- تئوری کوانتوم: بر اساس نظریه انیشتین تئوری کوانتوم می‌گوید که نور در فضا به صورت جریانی از ذرات به نام فوتون به حرکت درمی‌آید، انرژی موجود در یک فوتون یک کوانتوم نامیده می‌شود و این انرژی متناسب است با فرکانس موج نور به این ترتیب انرژی موج در هر فوتون یا کوانتوم را به صورت رابطه‌ی زیر وابسته به طول موج می‌توان تعریف نمود.

$$E = h.\gamma = h.\frac{C}{\lambda}$$

مقدار کل انرژی خورشید که به خارج از اتمسفر زمین می‌رسد مقداری تقریبا ثابت و معادل 1.05×10^{10} کالری بر متر مربع در سال است. از کل تشعشعات خورشیدی تابیده بر زمین حدود ۵۰ درصد آن به سطح می‌رسد و مابقی یا به وسیله بخارآب و CO_2 جذب شده یا منعکس می‌گردد، این انعکاس از سطح زمین، سطح ابرها، ذرات معلق در هوا، سطح یخ و غیره انجام می‌گیرد، از ۵۰ درصد انرژی رسیده به زمین ۱ الی ۲ درصد از انرژی خورشید صرف فتوسنتز می‌شود.

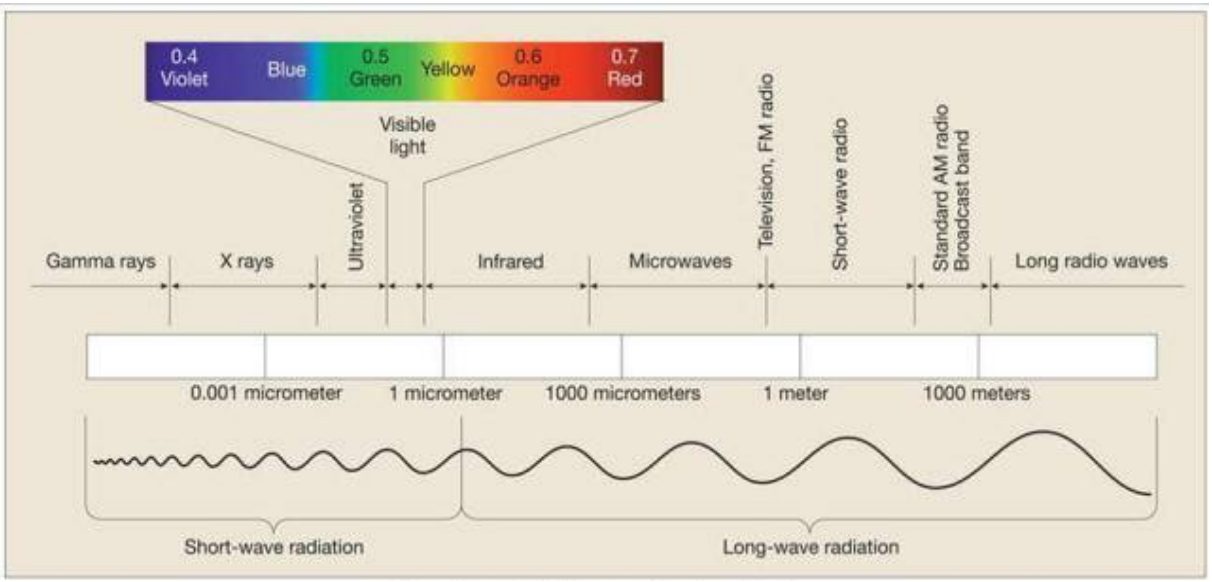
<u>جنبه‌های حائز اهمیت در نور عبارت‌اند از:</u>

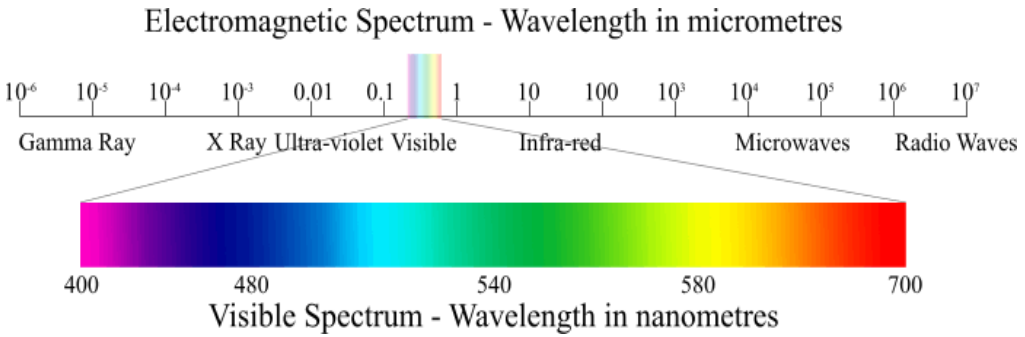
۱- شدت نور: شدت نور دریافتی در زمین از نظر زمانی و مکانی متغییر است، ساعات مختلف روز، فصل‌های مختلف سال، وضعیت و موقعیت نقاط در عرض‌های جغرافیایی مختلف، وضعیت قرارگیری خورشید نسبت به زمین، زاویه و جهت خورشید، ارتفاع از سطح دریا و غیره از جمله عواملی‌اند که بر شدت نور دریافتی تاثیر می‌گذارند، شدت نور در اکوسیستم‌های مختلف بسته به نوع اکوسیستم نیز متفاوت خواهد بود فی‌المثل در اکوسیستم‌های جنگل، تاج درختان از ورود نور به لایه‌های زیرین جلوگیری می‌کند در اکوسیستم‌های آبی نیز افزایش عمق و صافی و کدورت آب هستند که بر شدت نور تاثیر می‌گذارند.

برخورد اکوسیستم ها با نور نیز متفاوت است بعضی شدت نور زیاد را دوست دارند(نورپسند). بعضی شدت نور کم یا سایه را دوست دارند(سایه پسند) و برخی نسبت به نور بی‌تفاوتند.

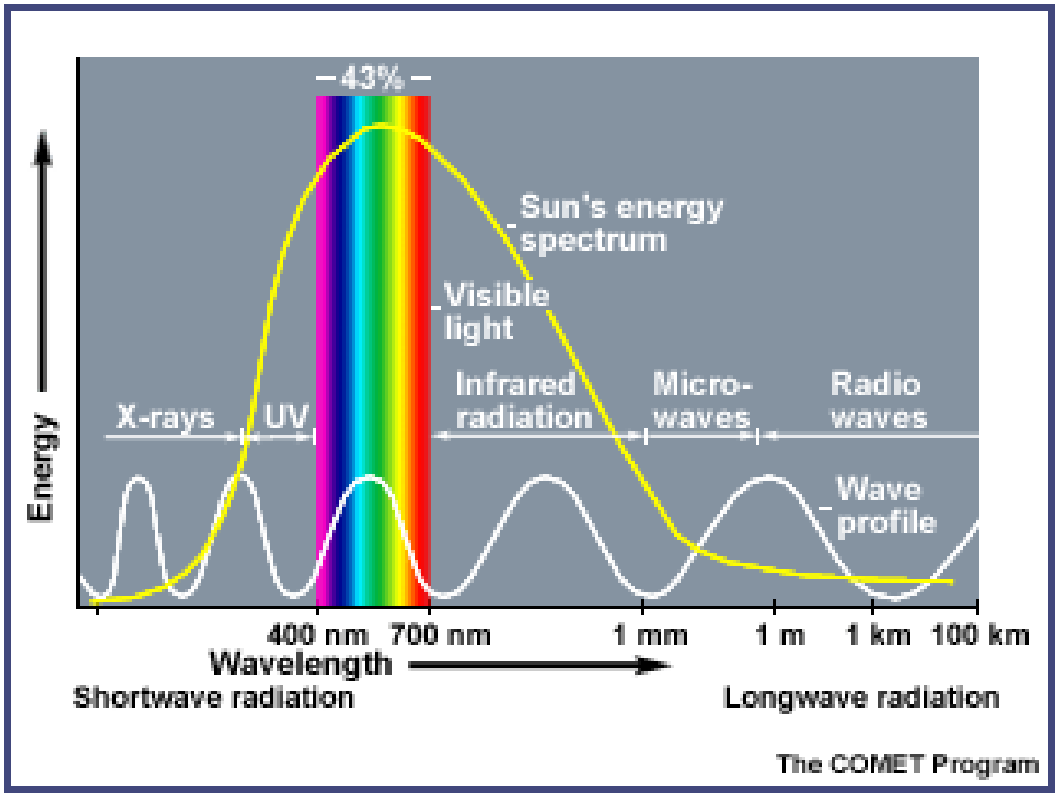
نور در جوانه‌زنی بذر گیاهان موثر است و تسریع کننده حیات گیاهی می‌تواند باشد از طرفی گاهی اوقات شدت نور یک عامل محدود کننده برای گیاهان محسوب می‌گردد. نورهای شدید با ایجاد واکنش‌های اکسیداسیون نوری، بسیاری از آنزیم‌ها را غیر فعال کرده و ساخت پروتئین‌ها را مختل می‌نماید اما به طور کلی افزایش شدت نور مقدار فتوسنتز را نیز افزایش می‌دهد تا به مقدار ثابت و حداکثر خود برسد.

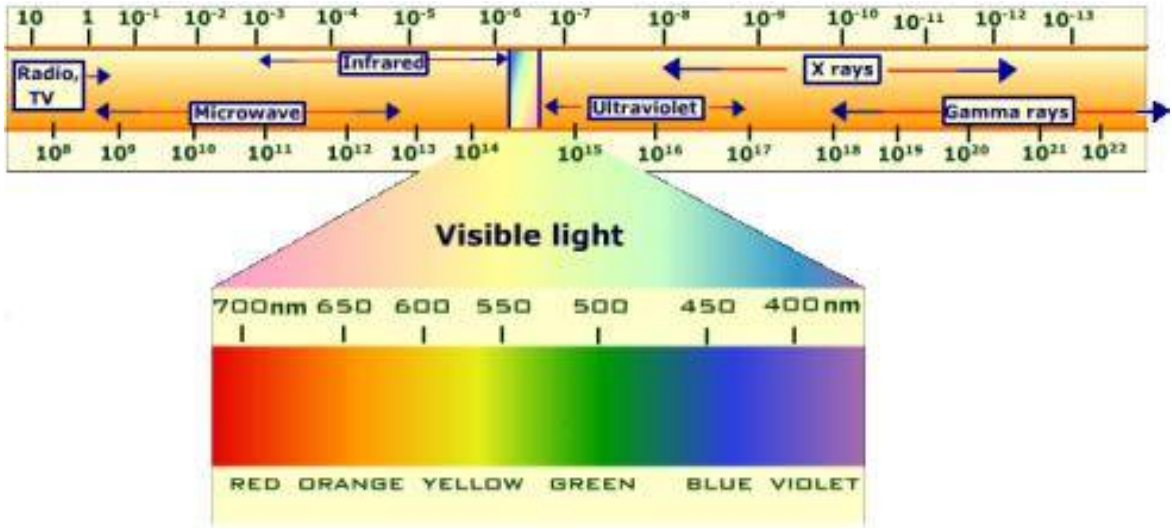
۲- کیفیت نور: انرژی خورشید از امواج الکترومغناطیسی با طول موج‌های مختلف تشکیل شده است. تمام طول موج‌های نور خورشید نمی‌توانند از لایه‌ی فوقانی اتمسفر عبور کنند و به زمین برسند طول موج‌های بین ۳۹۰ تا ۷۶۰ نانومتر برای انسان قابل رویت هستند، این طول موج‌ها مجموعا رنگ سفید نور مرئی را تشکیل می‌دهند. تابش‌های با طول موج‌های کمتر از ۳۹۰ نانومتر امواج ماورابنفش نور را تشکیل می‌دهند، که تابش‌هایی با طول موج‌های کوتاه می‌باشند، طول موج‌هایی بیشتر از ۷۶۰ نانومتر (۱۰۰۰.۰۰۰ نانومتر) اشعه‌های با طول موج‌هایی بلند خوانده شده که اشعه‌ی مادون قرمز می‌باشد. اشعه‌ی ماورابنفش امواج بین ۳۹۰ تا ۱ نانومتر هستند که به دلیل طول موج کوتاه انرژی بسیار زیادی دارد که برای جانداران و گیاهان مضر است. قسمت اعظم امواج ماورای بنفش توسط لایه‌ی اوزون جذب می‌شود. لایه‌ی اوزون باعث می‌شود مقدار اشعه‌ی ماورابنفش از ۷ درصد به ۳ درصد تقلیل یابد، با توجه به اینکه این اشعه برای حیات بسیار مضر است در ضدعفونی‌سازی محیط‌ها از لامپ‌های ماورابنفش استفاده می‌شود. وجود این اشعه در قسمت‌های مرتفع کوهستانی یکی از دلایل محدود کننده‌ی مهاجرت گیاهان به مناطق مرتفع کوهستانی است چرا که این اشعه تاثیرات نامطلوبی بر روی ساقه و برگ گیاهان دارد. اشعه‌ی مادون قرمز ۴۲ درصد کل انرژی خورشید را شامل می‌شود. اشعه‌ی مادون قرمز به دلیل طول موج بلند دارای اثرات حرارتی است. بخارآب، گازکربنیک و ذرات غبار معلق مقدار زیادی از این اشعه را جذب می‌کنند به همین دلیل در مناطق ساحلی که بخارآب بیشتری در هوا است جذب این اشعه بیشتر و آفتاب - سوختگی ناشی از آن بیشتر مشاهده می‌شود. نورمرئی که تقریبا ۵۰ درصد کل تشعشعات خورشیدی را تشکیل می‌دهد در اثر تجزیه به ترتیب به هفت رنگ قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش تبدیل می‌شود.

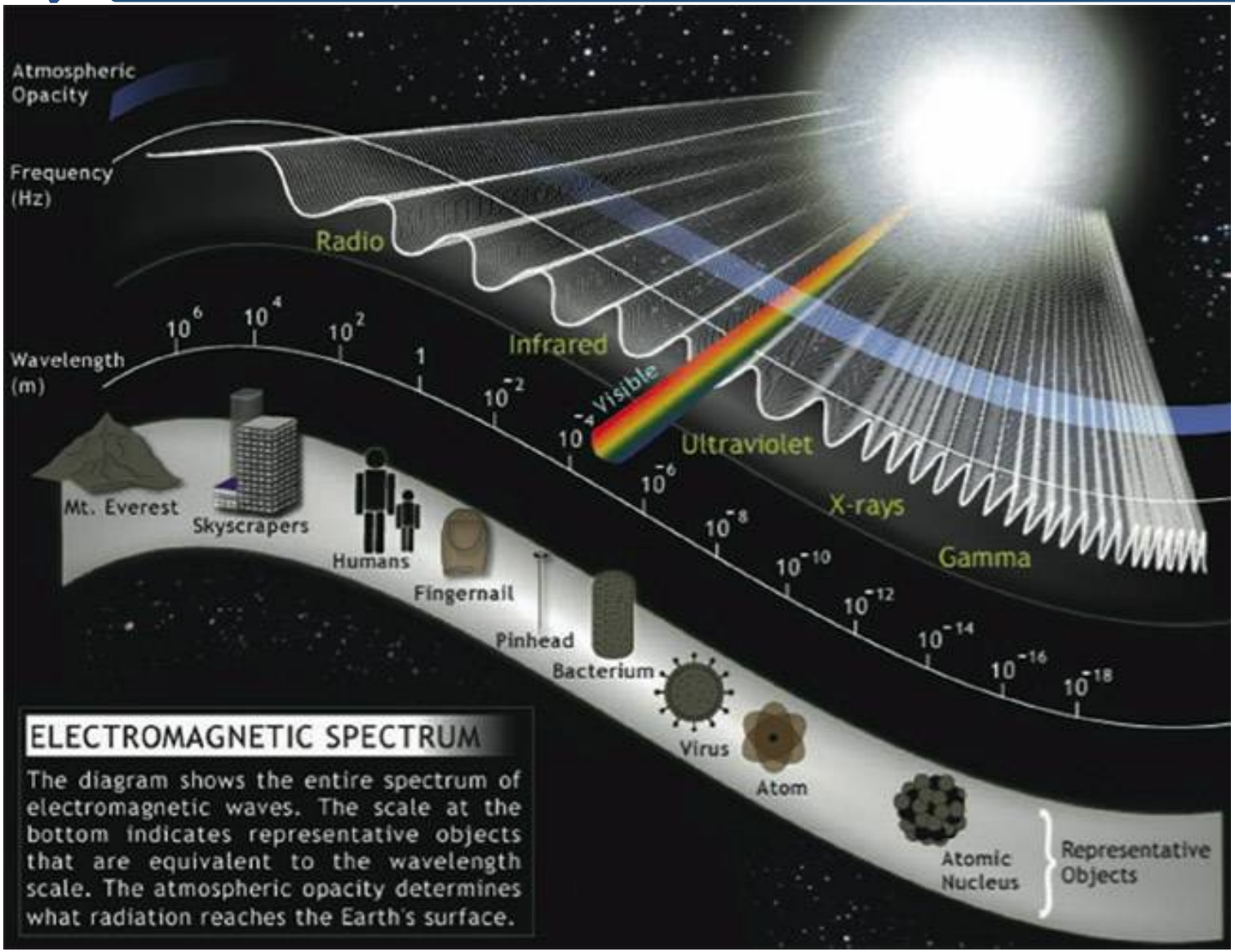


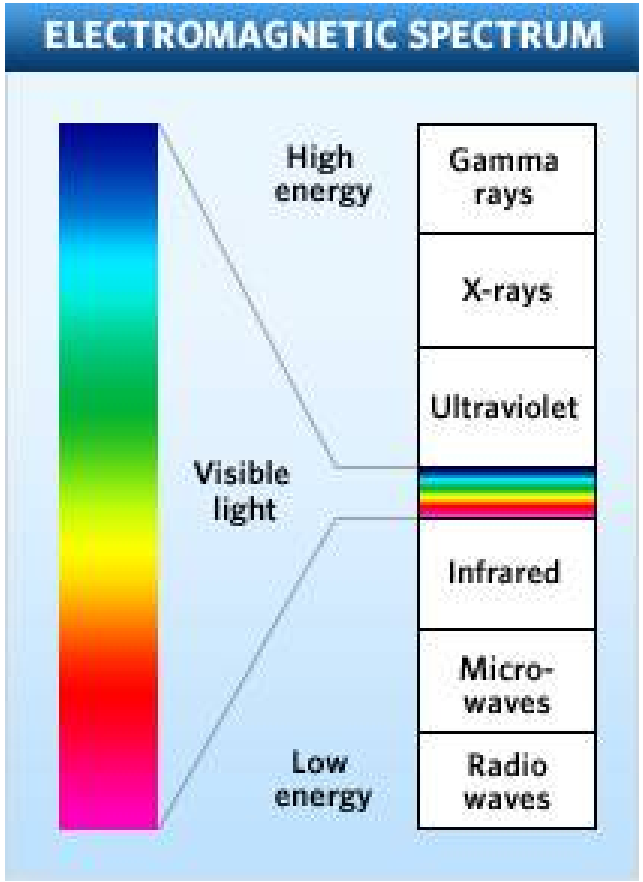


گیاهان اغلب طول موج‌های بین نورمرئی بین ۳۹۰ تا ۷۰۰ را برای عمل فتوسنتز جذب می‌کنند (این طول موجها بیشترین بازده در فتوستز را دارند). حداکثر شدت تابش نور خورشید در طول موج ۵۰۰ نانومتر (۰/۵ میکرون) اس که محدوده نور سبز رنگ است. یعنی از میان تمان تابشهای خورشیدی طول موج نور سبز رنگ بیشترین شدت را دارا می باشند. با توجه به آنکه کلروفیل که سبززنگ است در عمل در نور سفید کمترین کارکرد در غذاسازی را طیف سبزرنگ نور برعهده دارد چرا که قسمت اعظم آن منعکس می‌شود و از اینرو ما گیاهان را سبز رنگ می بینیم. به این ترتیب طیف‌های نور قرمز و آبی بیشترین وظیفه را در عمل فتوسنتز را برعهده دارند. در اکوسیستم‌های دریایی طیف قرمز و آبی عمدتا در سطح آب جذب شده و به لایه‌های زیرین نمی‌رسند رنگ سبز که به لایه‌های زیرین می‌رسد کمتر توسط کلروفیل جذب شده از این‌رو جلبک‌های قرمز دارای رنگدانه‌هایی هستند که آن‌ها را قادر ساخته نور قرمز را برای فتوسنتز جذب کنند.






Atmospheric Opacity
Frequency (Hz)
Wavelength (m)
Radio
Infrared
Visible
Ultraviolet
X-rays
Gamma
Mt. Everest
Skyscrapers
Humans
Fingernail
Pinhead
Bacterium
Virus
Atom
Atomic Nucleus
Representative Objects
ELECTROMAGNETIC SPECTRUM
The diagram shows the entire spectrum of electromagnetic waves. The scale at the bottom indicates representative objects that are equivalent to the wavelength scale. The atmospheric opacity determines what radiation reaches the Earth's surface.


ELECTROMAGNETIC SPECTRUM
High energy
Low energy
Visible light
Gamma rays
X-rays
Ultraviolet
Infrared
Micro-waves
Radio waves

۳- طول مدت تابش نور:

محور قطبین زاویه‌ای برابر ۶۶ درجه و ۳۱ دقیقه نسبت به صفحه‌ی مدار گردش خورشیدی دارد همین موضوع باعث ایجاد نابرابری در طول شب و روز می‌گردد در اولین روز تابستان (۲۱ ژوئن) بلندترین روز در سطح کره‌ی زمین و اولین روز زمستان(۲۱ دسامبر) بلندترین شب در کره‌ی زمین حادث خواهد شد.

بین دو مدار قطبی از شمال تا جنوب یک سال به ۴ فصل یا دوره‌ی مشخص تقسیم می‌شود اما بالاتر از مدارات قطبی طی تابستان خورشید بالاتر از افق و همواره هوا روشن است. درحالی‌که در زمستان خورشید پایین‌تر از افق و هوا تاریک است. به این ترتیب طول روز یا فاصله‌ی بین طلوع و غروب خورشید در خارج از مدارهای قطبی تحت تاثیر عرض جغرافیایی و فصل‌ها بسیار تغییر می‌کند. اما در طول خط استوا در تمام طول سال طول روز تقریبا ثابت و برابر ۱/۱۲ ساعت است در اولین روز بهار و پاییز طول شب و روز در همه‌ی نقاط دنیا ثابت است این موضوع با توجه به تفاوت عکس‌العمل گیاهان نسبت به طول روز، روزبلند، روزکوتاه و روزخنثی باعث تفاوت در پخشیدگی و پراکندگی آن‌ها بر روی زمین خواهد شد چرا که بسیاری از فعالیت‌های رشد و تولید مثلی گیاهان تحت تاثیر شدت نور تداوم روز و شب و مدت تابش نور خورشید قرار دارد و اساسا این موضوعات هستند که زمان تولید مثل و میزان رشد گیاهان را مشخص می‌کنند.

۴- درجه حرارت:

با ورود نور خورشید به زمین بخش قابل توجهی از آن بازتابش می‌یابد امواج تشعشع یافته جز امواج دارای طول موج بلند(مادون قرمز) می‌باشند این تشعشعات ممکن است از جانب اتمسفر، ابرها، یخ‌ها و یا سطوح مایع و جامد بیوسفر انجام گیرد مقدار حرارت ورودی یا میزان تشعشعات نور ورودی به زمین از خورشید هنگامی که خورشید به صورت عمودی به زمین می‌تابد فاصله‌ی طی شده‌ی آن از مبدا نور تا زمین کمتر و همچنین ضریب انعکاس حرارتی نور نیز کمتر است.

$$\text{ضریب انعکاس حرارتی} = \frac{\text{میزان حرارت منعکس شده از زمین}}{\text{میزان حرارت رسیده به زمین}}$$

در سطح زمین حداقل ۴۲ درصد تا ۵۰ درصد از پرتوی نور خورشیدی که به زمین وارد می‌شود منعکس می‌شود. میزانی که جذب می‌شود، صرف عمل فتوسنتز، تبخیر آب و گرم شدن آب، هوا و خاک می‌شود. بیلان انرژی در سطح زمین در طول روز مثبت و در طول شب منفی است یعنی در طول روز انرژی به صورت طول موج‌های کوتاه خورشید به زمین رسیده و در طول شب به صورت طول موج‌های بلند از زمین به اتمسفر برمی‌گردد.

مهمترین عوامل موثر بر دما در کره‌ی زمین عبارتند از:

ارتفاع از سطح دریا، عرض جغرافیایی، پوشش ابری یا صاف بودن هوا، دوری یا نزدیکی به دریا، درجه شیب زمین، جهت جغرافیایی، پوشش گیاهی و پستی و بلندی محل. به طور کلی در سطح زمین با فاصله گرفتن از استوا درجه‌ی حرارت حداکثر روزانه افزایش و درجه حرارت حداقل روزانه کاهش می‌یابد بدین ترتیب در این مناطق تغییرات روزانه‌ی دما زیاد است. حداکثر دمای سرد شده در مناطق یا عرض‌های جغرافیایی بالا و پایین خط استوا در حدود ۵۷ الی ۵۸ درجه سانتی گراد است که در لیبی و مکزیک و بیابان‌های کالیفرنیا ثبت شده است.
سردترین دمای ثبت شده در زمین نیز مربوط به قطب شمال به میزان ۸۹/۲- درجه است. حرارت به عنوان یک عامل اکولوژیکی به دو صورت تاثیر می‌گذارد:

- ✓ **مستقیم:** کلیه‌ی اعمال حیاتی و متابولیسم با افزایش حرارت به طور مستقیم افزایش می‌یابد. معمولا به ازای افزایش ۱۰ درجه حرارت فعل و انفعالات بیوشیمیایی تقریبا دو برابر می‌شود.
- ✓ **غیر مستقیم:** تاثیر غیر مستقیم افزایش درجه حرارت از طریق افزایش بخارآب افزایش فعالیت‌های موجودات زنده و غیره عمل می‌کند.

- ❑ به طور کلی نیمکره شمالی گرم‌تر از نیمکره‌ی جنوبی است. اغلب موجودات کره‌ی زمین بین درجه‌ی حرارت صفر تا ۵۰ درجه زندگی می‌کنند که در محدوده‌ی کمینه و بیشینه و مقدار بهینه تغییر می‌کند.

- ❑ برای اغلب گیاهان درجه‌ی حرارت کمتر از ۶ درجه‌ی سانتی گراد مناسب نیست در درجه حرارت‌های پایین و زیر صفر به دلیل شکل‌گیری بلورهای یخ در سلول‌ها، سلول‌ها متلاشی شده و اساسا بسیاری از گیاهان نمی‌توانند زندگی کنند به این ترتیب درجه‌ی حرارت در شرایط حدی می‌تواند باعث از بین رفتن شرایط حیات در اکوسیستم‌ها شود. در خشکی مرگ بر اثر حرارت زیاد مستقیما اتفاق نمی‌افتد بلکه وقتی اتفاق می‌افتد که گیاه یا جانور با کمبود آب مواجه باشد اما در محیط‌های آبی افزایش دما باعث خفه شدن می‌شود و کمبود اکسیژن باعث مرگ می‌گردد نه افزایش درجه‌ی حرارت، چرا که در محیط‌های آب همگام با افزایش حرارت فعالیت‌های زیستی و فیزیولوژیکی جانداران افزایش یافته و به اکسیژن بیشتری نیاز دارد.

- ❑ با توجه به آن‌که میزان انحلال اکسیژن در آب‌های گرم کمتر از آب‌های سرد است و نیاز بیشتر موجودات به اکسیژن آبزیان ساکن باعث خفگی و مشکلات تنفسی موجودات می‌گردد. جانداران برای مقابله با گرما و بی آبی ممکن است فعالیت شبانه، خواب تابستانه، نگهداری آب در بدن و بافت‌ها، غلیظ کردن ادرار و اقدامات مشابه انجام دهند.

- ❑ در زمین به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع ۰/۶ درجه از کیزان دما کاسته می شود. فاصله زمین از خورشید در زمستان (۲ ژانویه) ۱۴۷/۱ میلیون کیلومتر و در تابستان (۲جولای) ۱۵۲/۶ میلیون کیلومتر می باشد.

آب

آب قسمت اعظم بدن گیاهان و جانداران را تشکیل داده و تقریبا هیچ موجود زنده‌ای بر روی زمین بدون نیاز به آب نمی‌تواند زندگی کند. ۴۰ تا ۶۰ درصد وزن درختان، ۹۰ درصد وزن گیاهان علفی، ۶۰ تا ۷۵ درصد بدن انسان و تا حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد وزن برخی از آبزیان از آب تشکیل شده است. آب در اندام‌های گیاهی و جانوری محیطی فراهم می‌سازد که فعل و انفعالات بیوشیمیایی در آن انجام می‌گیرد. آب همچنین در گیاهان نقش انتقال مواد غذایی از ریشه به اندام را بر عهده دارد آب توسط گیاه از طریق تارهای کشنده اساسا در دو مکانیزم جذب می‌شود.

- ✓ جذب فعال: که در این حالت آب بر خلاف شیب پتانسیل آب حرکت کرده و توسط گیاه جذب می‌شود و برای آن باید انرژی مصرف شود.
- ✓ جذب غیر فعال: این جذب از طریق فرایند اسمز انجام می‌گیرد که یک فرایند فیزیکی محسوب می‌گردد در این حالت آب از یک محیط رقیق(آب داخل خاک) به یک محیط غلیظ (سلول گیاه) از مسیر غشای نیمه تراوا(غشای سیتوپلاسمی سلول) وارد می‌شود این پدیده بدون مصرف انرژی انجام می‌گیرد و جذب غیرفعال نامیده میشود.

گیاهان بر اساس سازش با شرایط رطوبتی خاک و مقدار تحمل کم آبی یا نیاز آبی به چهار دسته تقسیم می‌شوند: ۱- گیاهان آب دوست یا آبزی(جلبک، نیلوفرآبی) ۲- گیاهان خشکی پسند(کاکتوس، گز) ۳- گیاهان بینابین(گیاهان زراعی) ۴- گیاهان شور پسند(درختان حرا که در مناطق ساحلی و شور می‌توانند زندگی کنند.)

آب در جانوران: در جانوران آب برای گردش مواد، مصارف ساختمانی و به خصوص در جانوران خون گرم برای خنک کردن جانوران مورد استفاده قرار می‌گیرد. صدمات کمبود آب و افزایش دما در جانوران به یک شکل است. با کاهش آب در بدن، مایعات بدن جانوران غلیظ شده به عنوان مثال خون غلیظ شده و سخت پمپاژ می‌شود و قلب آسیب می‌بیند. مواد سمی رقیق نشده و به راحتی از بدن دفع نمی‌شود با کاهش تحرک مواد در بدن نیز متابولیسم را کاهش داده و رشد کم می‌شود. در صورت کاهش تبخیر امکان افزایش درجه حرارت بدن بالا رفته و به بدن صدمه می‌رسد مهم‌ترین منابع تامین آب، باران، برف، شبنم و در نتیجه آب‌های جاری و آب‌های زیرزمینی هستند. بارندگی از نظر مکانی و زمانی توزیع بسیار متفاوتی دارد این موضوع فصول خشک و تر و مناطق خشک و مرطوب را به وجود می‌آورد بعد از ریزش باران برای آن‌که آب از تبخیر در امان بماند لازم است ۱۰ الی ۲۰ سانتی‌متر نفوذ کند حداقل مقدار بارش که تا این عمق نفوذ می‌کند ۱۵ الی ۲۰ میلی متر است که به آن بارندگی موثر می‌گویند به این ترتیب پارامترهای مهم در بارندگی عبارتند از: مقدار بارندگی، مدت بارندگی، وسعت بارندگی، شدت بارندگی، مرکز بارندگی و ...

باد

باد از دیگر عامل‌های اکولوژیک تاثیرگذار بر فعالیت موجودات زنده است تفاوت فشار هوا یا حرارت در دو نقطه باعث حرکت هوا و ایجاد باد می‌شود باد موجب انتقال حرارت، رطوبت خاک، انتقال دانه‌ها و گرده‌های گیاهان، جابه‌جایی گازها، جابه‌جایی حشرات و عوامل بیماری‌زا می‌شود. باد به دو شکل بر موجودات زنده تاثیر می‌گذارد:

۱- مستقیم: بادهای قوی باعث صدمه فیزیکی به گیاهان شده و باعث ایجاد شکل‌های نامتعادل در گیاه، کنده شدن درختان و ... می‌شود.

۲- تاثیر غیر مستقیم: باد با تاثیر روی عوامل محیطی دیگر نظیر آب و درجه حرارت به صورت غیر مستقیم تاثیر می‌گذارد. باد با جابه‌جا کردن هوای اطراف گیاه باعث افزایش تعرق گیاه شده که خود آن تعادل آبی گیاه را به هم می‌زند. واحد اندازه گیری سرعت باد، متر بر ثانیه $\frac{m}{s}$، گره (نات،knot) یا میل دریایی(Nautical mile) ۱۸۵۳ $\frac{m}{s}$ است.

پستی و بلندی

تغییر ارتفاع در اکوسیستم‌ها بسیاری از عوامل محیطی را به صورت خودکار تغییر می‌دهد تغییر ارتفاع باعث تغییر درمیزان بارش، نوع بارش(برف و باران)، تغییر درجه حرارت، سرعت باد، شدت نور و زاویه‌ی قرار گیری نسبت به خورشید می‌شود. این موضوع تنوع و شکل و نوع پراکندگی موجودات زنده را تغییر می‌دهد علاوه بر موارد اقلیمی، افزایش ارتفاع، کیفیت نور را نیز تغییر می‌دهد (ماورای بنفش و ...)، با افزایش ارتفاع شدت اشعه ماورای بنفش افزایش می‌یابد و این موضوع فعالیت‌های حیاتی جانوران و گیاهان را دچار اختلال می‌سازد به طوری که مهاجرت و انتقال جانداران ناشی از آن به مناطق مرتفع‌تر محدود می‌شود. جهت شیب زمین هم در میزان تشعشاتی که جذب می‌شود تاثیر گذار است شیب‌های رو به خورشید گرمای بیشتری دریافت می‌کنند و توان تولید بیومس بالاتری دارند لذا تنوع گیاهی و جانوری آن‌ها بیشتر است زاویه‌ی شیب نیز بر میزان پایداری سطح خاک و بارش که تبدیل به رواناب می‌شود یا نفوذ می‌کند تاثیر گذار است.