



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده شیلات و محیط زیست

جزوه درس بوم شناسی آبریان تکمیلی

(مقطع کارشناسی ارشد)

قسمت اول: مفاهیم اکولوژیک

تهیه و تنظیم

دکتر سید علی اکبر هدایتی

۱۳۹۸

صفحه	فهرست
۲	مقدمه
۵	موضوع و تعاریف علم اکولوژی
۶	اکوسیستم
۹	اصول و مفاهیم انتقال ماده و انرژی در سیستم های اکولوژیک
۱۱	تعیین رژیم های غذایی
۱۱	هرم های اکولوژیک
۱۲	انتقال انرژی و نحوه تولید در اکوسیستم
۱۳	روش های اندازه گیری تولیدات اولیه و ثانویه
۱۵	تنوع زیستی
۱۶	کنش های مشترک
۱۹	تاثیر عوامل اکولوژیکی بر رشد و پراکنش موجودات زنده
۲۰	طبقه بندی عوامل اکولوژیک
۲۱	اصطلاحات اساسی اکولوژیکی
۲۴	منابع

علم بوم‌شناسی (اکولوژی) از شاخه‌های کاربردی علم زیست‌شناسی (بیولوژی) است که به بررسی روابط متقابل محیط و موجودات زنده می‌پردازد. بوم‌شناسی آبزیان از شاخه‌های اصلی علم بوم‌شناسی است که اختصاصاً به بررسی روابط متقابل آبزیان با اکوسیستم‌های آبی می‌پردازد و خود به چندین شاخه از جمله بوم‌شناسی کفزیان، بوم‌شناسی ماهیان، بوم‌شناسی پلانکتونها و ...

بخش بوم‌شناسی محیط‌های آبی، دانشی است که ابزارها و راهکارهای توسعه پایدار را برای شیلات و محیط زیست آبزیان فراهم می‌آورد. آگاهی و بکارگیری دانش بوم‌شناسی می‌تواند برای مدیران اجرایی و دست‌اندرکاران محیط زیست آبزیان، راهنمایی برای شناخت، حفاظت و توسعه پایدار این محیط‌ها باشد و برای اندیشمندان و دانشجویان، آن توانمندی را بر می‌انگیزد تا با اجرای طرح‌های زیست‌شناختی، اکولوژی آبزیان، اکولوژی دریا و آب‌های داخلی، در اکوسیستم‌های متنوع و در مواردی منحصر به فرد و بی‌نظیر کشور پهناور ایران، با اعتماد به نفس و دانش عمیق با تفسیر نتایج، تحلیل منطقی و تدوین هویت برای این محیط‌ها در شناخت و حفاظت از آنها پیشرو بوده و با ارائه مقالات و کتاب‌های ارزنده در سطح جهانی جایگاه خود را در عرصه این مطالعات پررنگ‌تر کنند.

نقش دریا در شکل‌دهی سیمای اکولوژیک سرزمینهای اطراف آن در چند دهه اخیر همگام با توجه بشر به خطراتی که محیط زیست سیاره زمین را در معرض تهدید قرار داده، مورد شناسایی و توجه فراوان قرار گرفته است. در جامعه جهانی نظریه جدیدی در حقوق بین‌الملل در مورد محیط زیست در حال شکل‌گیری است که مفهوم "محیط زیست مشترک" نام دارد و به طور کلی ناشی از این اصل است که کره زمین محیط زیست غیر قابل تفکیکی را تشکیل می‌دهد که کلیه عناصر آن با یکدیگر همبستگی دارند و لذا خسارت وارده به این محیط و مسئولیت دولتها در این باره نباید منحصر محدود به مرزهای ملی و قلمرو حاکمیت آنها باشد.

در شمال ایران، دریای خزر از نظر تاریخی به طور کلی دو کارکرد بسیار مهم داشته است. در کارکرد اول به عنوان یک وسیله ارتباطی و یک شبکه عظیم حمل و نقل که سرزمینهای و مناطق مختلف را به هم مرتبط ساخته و وسیله‌ای مناسب و در دسترس جهت تماس و مراوده میان جوامع گوناگون فراهم آورده و در کارکرد دیگر دریا به عنوان یک ذخیره عظیم منابع مورد نیاز بشر، ذخایر تقریباً پایان‌ناپذیر و تجدید شونده ماهی بخصوص ماهیان منحصراً بفرد خاویاری و غذاهای دریایی و منابع دست‌نخورده ثروتهای معدنی مطرح بوده است.

در سالهای اخیر میزان آلودگی و افزایش سطح آب تا حد خطرناکی با یکدیگر منطبق شده‌اند. تا یک دهه قبل علت اصلی آلودگی آبهای دریای خزر فاضلاب‌های صنعتی از ساحل بودند که به دریا ریخته می‌شدند. توسعه گسترده منابع هیدروکربور مشکلات بزرگتری را برای آینده مطرح می‌سازد، بخصوص که تولید به درون دریا منتقل شده است. آثار زیانبار زوال زیست‌محیطی دریای خزر را نباید ناچیز شمرد، بخصوص که سواحل خزر توان بالقوه غیر نفتی مهمی همانند فعالیت‌های کشاورزی را نیز دارد. همچنین در سراسر منطقه ساحلی، بویژه در سمت ایران و روسیه، تعداد زیادی از مردم از طریق ماهیگیری زندگی می‌کنند. بعلاوه سواحل خزر باعث جذب گردشگرانی از مناطق مختلف می‌شود. اما با توجه به آلودگی شدیداً در حال گسترش، مردمان کشورهای منطقه خزر در آینده به سختی خواهند توانست از منابع متکی به دریا - که هرکدام توانی بالقوه را برای رشد و توسعه ارائه می‌دهند - کماکان

بهره برداری کنند. از آثار مهم آلودگی آب با منشا نفت یا پساب ها، مشکلات زیست شناختی است که برای موجودات زنده دریایی بوجود می آید. سرازیر شدن انواع پسابهای صنعتی بویژه نفت و فرآورده ها و سموم، ضمن آلوده ساختن آب دریا، حیات آبزیان را نیز به خطر انداخته است. به گزارش سازمان شیلات صید انواع آبزیان بویژه ماهی خاویاری، به شدت کاهش یافته و به علاوه کمیته اکولوژی و محیط زیست جمهوری یاد شده اخیرا هشدار داده که نسل آبزیان دریای خزر در مخاطره است. در مورد ماهیان و منابع زیستی این دریا باید افزود که شرایط ویژه اکولوژیک و مهاجر بودن ماهیان این دریا ایجاب می کند یک نظام مدیریتی و سهمیه بندی استحصال ماهی اندیشیده شود.

ماهیان خاویاری تنها گونه آبی کم نظیر موجود در دریای خزر است که با ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلیون سال قدمت از عصر ژوراسیک با برخورداری از تکامل فیلولژی تا کنون در دریای خزر زیست می کند. پس از فروپاشی شوروی، مسئله صید قاچاق انواع ماهیان خاویاری دریای خزر به یکباره افزایش یافت. اکنون بیش از ۹۰ درصد ذخایر ماهیان خاویاری دریای خزر به علت صید قاچاق نابود شده است. امروز ذخایر ارزشمند ماهیان خاویاری دریای خزر بیش از هر زمانی در طول چند میلیون سال زیست، با خطر انقراض مواجه است.

مطالعه بیولوژی و اکولوژی گونه های مختلف ماهیان در یک اکوسیستم آبی از ضرورت اولیه حفظ و بازسازی ذخایر آنها بوده و منجر به شناخت و تحلیل اکولوژیکی زنجیره غذایی اکوسیستم می گردد، که این امر در اعمال مدیریت صحیح شیلاتی کاربرد فراوان دارد. مدیریت زیستی ماهیان یک منطقه نیاز به اطلاعات پویایی جمعیت آن دارد و تغییرات تعداد ماهی در طی زمان بسیار مهم می باشد.

اصولاً عوامل غیرزنده (عوامل فیزیکی و شیمیایی موجود در یک دریاچه یا آبگیر خاص) داربستی را می سازد که موجودات زنده ساکن محیط آبی بخصوص آب شیرین در آن زندگی می کنند و تغییرات و نوساناتی که در عوامل غیرزنده یک دریاچه یا آبگیر ایجاد می شوند و یا تفاوت هایی که در دریاچه ها و آبگیر های مختلف از نظر متغیر عوامل زیستی با هم دارند باعث می شوند تا سازگاری های متفاوتی در بین موجودات زنده که می خواهند در حیطه آنها زندگی کنند ایجاد می شود

حفاظت زیستگاهی رودخانه ها در سالهای اخیر از اهمیت بالایی برخوردار بوده ، بنابراین یکسری از مدل ها برای ارزیابی موثر زیستگاه در رودخانه ها ضروری به نظر می رسد. استان گلستان با وسعت ۲۲۰۳۳ کیلومتر مربع در شمال شرق ایران و جنوب شرقی دریای خزر قرار گرفته است. این استان از لحاظ آب و هوایی دارای تنوع بسیار خوبی بوده بطوری که آب و هوای خشک و نیمه خشک و مرطوب را می توان مشاهده کرد. طبیعت استان متأثر از این آب و هوا بوده و دارای تنوع گیاهی و جانوری بالایی می باشد. اکوسیستم های آبی نیز از این امر جدا نبوده و به صور مختلف چشمه ها، قنات، نهر، رودخانه، تالاب های شور و شیرین با گونه های خاص خود در مناطق مختلف استان پراکندگی دارند. این مناطق علاوه بر آنکه دارای ارزش اقتصادی فراوان در رابطه با کشاورزی، آبیاری پروری و صیادی می باشند ارزش های تحقیقاتی و زیبایی شناسی فراوانی نیز دارند. بطوری که در فصول مختلف سال پژوهشگران و بازدیدکنندگان زیادی را بخود جذب می نماید. نمونه هایی از این اکوسیستم ها عبارتند از چشمه ها و نهرها ، پارک ملی گلستان ، غار و آبشارهای شیرآباد، آبشار لوه و کبود وال ، رودخانه های گرگانرود، قره سو و اترک ، تالاب های آلاکل، آجی گل، آلاکل ، گمیشان، خلیج گرگان ، دریاچه شور اینچه برون (جایگاه آرمیا)، آبگیر بی بی شیروان و بسیاری از منابع آبی بزرگ و کوچک دیگر و نیز جزیره زیبای آشوراده در حوزه آب های داخلی

استان و نیز دریای خزر بعنوان مامن اصلی ماهیان خاویاری می تواند سندی بر غنی بودن استان از این حیث باشد طوری که می توان استان گلستان را از نظر آب وهوایی، محیط زیست، منابع زیستی و غیر زیستی، زیباشناختی و اکوتوریسم نمایی از ایران کوچک باشد.

در علوم زیست شناسی طبقه بندی و مطالعه موجودات زنده بر اساس نظم سیستماتیک سلسله، شاخه، رده، راسته، خانواده، جنس و گونه صورت می گیرد.

در حالیکه در خصوص آبریان مطالعه بر اساس حالت زندگی در آب صورت گرفته و تقسیم بندی می شود. به طور کلی آبریان در یک تقسیم بندی کلی به ۴ دسته تقسیم میگردند

- ۱- شناگرها یا نکتون که قدرت شنا کردن و ماندن در مکان خاص و عمق خاص را دارند مثل ماهی، پستانداران دریایی، خزندگان آبی
- ۲- شناگران سطحی یا نیستون و پلوتون ها که در برخی دسته بندی ها پلانکتون در این دسته قرار می دهند نیستون ها شناگران سطحی بوده به دلیل ارتباط نزدیک با اکسیژن موجود در هوا در لایه های بالایی آب قرار دارند.
- ۳- سرگردان ها یا پلانکتون ها: فیتوپلانکتونها: هیچ گونه قدرت شنا کردن در خلاف جریان آب و همچنین ثابت ماندن در عمق مشخصی از آب را ندارند و همراه با جریان آب به قسمت های مختلف دریا انتقال می یابد، پلانکتون ها از لحاظ مختلف تقسیم بندی می شوند پلانکتون ها در لایه های میانی آب زندگی می کنند و هیچ گونه ارتباط مستقیمی با بستر ندارند
- ۴- بنتوزها یا کف زیان که بنتوز به طور مستقیم یا غیرمستقیم در تمام طول زندگی یا قسمتی از آن با بستر ارتباط دارد

موضوع و تعاریف علم اکولوژی:

واژه ی اکولوژی از دو کلمه ی یونانی اویکوس = Oikos (به معنی مسکن، خانه و بستر زیست یا محل زندگی) و لوگوس = Logos (به معنی شناخت، علم و دانش) تشکیل شده است و معنای تحت اللفظی آن عبارت است از بررسی یا مطالعه ی موجودات زنده در محل زندگیشان.

این واژه اولین بار توسط زیست شناس آلمانی به نام ارنست هگل در سال ۱۸۶۹ به کار برده شد و معادل های آن در فارسی عبارتند از بوم شناسی، محیط شناسی و کد شناسی و اکولوژی در واقع شاخه ای از علم زیست شناسی است. به طور کلی دانش اکولوژی مجموعه شناخت هایی است که انسان درباره ی تأثیر محیط بر روی موجودات زنده، تأثیر موجودات زنده بر روی محیط و نیز ارتباط متقابل بین موجودات زنده به دست می آورد. به عبارت دیگر اکولوژی درباره ی تأثیر متقابل موجودات زنده با یکدیگر و با محیط بحث می کند. بنابراین پژوهش های مربوط به اکولوژی در دو بخش کاملاً مجزا ولی مکمل یکدیگر انجام می گیرد:

الف) مطالعه ی تأثیرات محیط پیرامون بر روی موجودات زنده

ب) مطالعه ی واکنش موجودات زنده نسبت به علائم محیطی (مثل تغییرات در جمعیت که شامل نسبت زاد و ولد، نسبت مرگ و میر، هرم های سنی و یا مطالعات رفتاری موجودات زنده (اتولوژی Ethology)) می باشد.

الف) اکولوژی انفرادی (Autecology):

در این نوع مطالعه رابطه ی یک گونه، تنها بفهدف ما شناخت بهتری از ساختمان و طرز کار اکوسیستم هاست محیط اطرافش مورد بررسی قرار می گیرد و از اثرات متقابل گونه ی مورد مطالعه با گونه های دیگر، صرف نظر می گردد. مثلاً "تعیین نیاز های یک گونه ما را قادر می سازد که حدوداً" بتوانیم محل استقرار، پراکنش جغرافیایی، تراکم و فعالیت آن را در محیط های مختلف تعیین نماییم.

اکولوژی جمعی (Sinecology):

در این نوع مطالعه رابطه بین افراد متعلق به گونه های مختلفی که در یک گروه به سر می برند، با محیط دربرگیرنده شان مورد بررسی قرار می گیرد. در این نوع اکولوژی، هدف ما شناختن بهتری از ساختمان و طرز کار اکوسیستم هاست. البته این نوع تقسیم بندی (اکولوژی جمعی و انفرادی) هنوز بین تمام دانشمندان اکولوژیست کاملاً پذیرفته نشده است و اکثراً در رابطه با اکولوژی انفرادی و تعیین حدود آن عقیده ی واحدی وجود ندارد. سطوح مختلف در نظام زیستی و تعیین طیف مطالعات اکولوژیکی:

مطالعات اکولوژیکی غالباً از سطح موجود زنده (Organism) تا بیوسفر (Biosphere) ادامه می یابد. بعد از موجود زنده، جمعیت (Population) را داریم که مجموعه ای از گیاهان یا جانوران گونه ی خاص را که در یک منطقه ی معین جغرافیایی زندگی می کنند و قادر به تبادل ژن می باشند، شامل می شود. سپس ما جامعه (Community) را داریم که مفهوم اکولوژیکی آن عبارت است از مجموعه جمعیت هایی از گونه های مختلف که منطقه ی مفروضی را اشغال نموده و در ارتباط با یکدیگر هستند.

منظور از بیوسفر (Biosphere) کلیه ی نقاط قابل زندگی بر روی کره ی زمین است که واجد حیات بوده و یا استعداد وجود حیات را دارا می باشند، که شامل جو (Atmosphere)، خشکی ها (Lithosphere) و محیط های آبی (Hydrosphere) می باشند. مجموعه ی این نقاط که کلیه ی موجودات کره ی زمین ناگزیر به زندگی، حداقل در یکی از آنها هستند. تشکیل یک اکوسیستم عظیمی را می دهند که اصطلاحاً "به آن اکوسفر (Ecosphere) گفته می شود.

اکوسیستم (Ecosystem)

چون مطالعه ی بیوسفر به عنوان یک مجموعه ی پیچیده که در عین حال از وسعت زیادی نیز برخوردار است امری غیرممکن و یا بسیار مشکل است لذا جهت انجام مطالعات علمی، بایستی تقسیمات کوچک تری را در نظر گرفت که در آن ها انجام عملیات پژوهشی میسر باشد. هر یک از این اجزا کوچک تر را می توان در حکم یک سیستم دانست. در علوم زیستی سرو کار ما در هر مرحله و هر سطح با انواع سیستم هایی است که از ساده تا پیچیده متغیرند. سیستم ممکن است باز یا بسته باشد. اقیانوس از نظر آب یک سیستم باز است و آن را با اتمسفر مبادله می کند. سیستم بسته در ارتباط با یک عامل، سیستمی است که آن عامل را با سیستم های دیگر مبادله نکند. زمین از نظر انرژی یک سیستم باز و از نظر مواد یک سیستم بسته محسوب می شود.

یکی از خصوصیات مهم سیستم های طبیعی باز این است که تمام آن ها به طرفی حرکت می کنند که به یک نوع پایداری نسبی برسند که در آن حالت تمام اجزا سیستم هماهنگی خاصی را با یکدیگر برقرار کرده اند. این حالت تعادل با یک نوع سیستم خود تنظیمی در مقدار مواد ورودی و خروجی به وجود می آید. برای مثال تعداد جانوران موجود در یک منطقه ممکن است با مقدار غذای اکوسیستم همبستگی دقیق داشته باشند، بنابراین مقدار ماده ی ذخیره

شده ی آن سیستم و تعداد جانوران، با هم در حالت موازنه و تعادل به سر می برند. برای مثال اگر عاملی باعث شود که بارندگی کاهش یابد و مقدار مواد غذایی در محیط کاهش یابد، بدیهی است که این تعادل بر هم خورده و تعداد جانوران تحت فشار قرار می گیرند و باید با مهاجرت و یا تحمل گرسنگی دوباره تعادل جدیدی برقرار گردد.

اکوسیستم و اجزا تشکیل دهنده ی آن :

برای مطالعه ی بیوسفر که خیلی بزرگ است آن را به قطعات کوچک، همگن و یکنواخت تقسیم می کنند که قابل تعریف نیز باشد که به این قطعات کوچکتر اصطلاحاً "اکوسیستم گفته می شود. واژه ی اکوسیستم در سال ۱۹۳۵ توسط تنسلی (Tansly) اکولوژیست انگلیسی پیشنهاد شد که واژه ی خلاصه شده ای از اسم دو کلمه ای که سیستم های اکولوژیکی (Ecological System) می باشد. مفهوم ساده و خلاصه ی اکوسیستم عبارتست از مجموعه ی موجودات زنده و محیط زندگی آن ها.

واژه ی 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 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. به عنوان مثال در برکه دو بخش مشخص قابل تفکیک است. جزء اول، محیط فیزیکوشیمیایی است که اساساً "از آب و مواد محلول تشکیل یافته است و در آن گیاهان و جانوران آبی به سر می برند. این محیط غیرزنده (Abiotic) را اصطلاحاً "بیوتوپ یا زیست جای (Biotope) می نامند.

جزء دوم شامل مجموعه موجودات زنده ی گیاهی و جانوری است که درون این برکه به ادامه ی تولید مثل و زندگی می پردازند. بین این موجودات زنده روابط متعددی از قبیل وابستگی های متقابل غذایی، رقابتی و غیره وجود دارد مجموعه ی این موجودات زنده (Biotic) را اصطلاحاً "بیوسنوز (Biocoenosis) می نامند که بر حسب نوع موجودات زنده ی بیوسنوز، دو جزء اصلی آن شامل موجودات گیاهی و موجودات جانوری می باشد. بیوسنوز و بیوتوب دو جزء جدانشدنی هستند که با تأثیر متقابل بر یکدیگر نظام کم و بیش پایداری را تشکیل می دهند که به اکوسیستم معروف است که در واقع اکوسیستم از لحاظ کارکرد، واحد بنیادین اکولوژی به شمار می رود. هر اکوسیستم دارای یک سری اجزاء ورودی و یک سری اجزاء خروجی است که اجزاء ورودی به این سیستم شامل انرژی خورشید، مواد معدنی، نزولات آسمانی و اجزاء خروجی آن شامل گرما، O_2 و CO_2 و سایر گازهای دیگر است. همانطور که ذکر شد هر اکوسیستم دارای دو بخش کاملاً متمایز محیط زنده و محیط غیرزنده است که محیط غیر زنده بر حسب نوع اکوسیستم از عناصر مختلف تشکیل می شود. در محیط های خاکی کلیه ی عناصر غذایی محلول در خاک، گاز ها، آب، حرارت، نور، رطوبت محیط، انرژی های ورودی و تمام عوامل غیر زنده ای که موجود را احاطه می کنند، جزء عوامل غیر زنده محسوب می شوند و طبیعی است که در محیط های آبی عناصر تشکیل دهنده محیط غیر زنده تا حدودی متفاوت است.

مجموعه موجودات زنده ی هر اکوسیستم را می توان به دو گروه اصلی تقسیم بندی کرد. گروه اول موجودات تولیدکننده (producer) و گروه دوم موجودات مصرف کننده (Consumer) 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 منحصرًا از گیاهان کلروفیلی تشکیل می شوند که با استفاده از فتوسنتز قادر به ساختن مواد غذایی مورد نیاز خود می باشند که اصطلاحاً "به آن ها موجودات (Autotroph) اتوتروف می گویند.

گروه مصرف کنندگان یا هتروتروف ها (Heterotroph) در اکوسیستم از موجودات بسیار متنوعی تشکیل می شوند و عمدتاً در دو گروه تقسیم بندی می شوند، که عبارتند از مصرف کنندگان بزرگ و مصرف کنندگان کوچک.

موجودات ریز یا میکروارگانیسم هایی نیز در اکوسیستم وجود دارند که از بقایای جسد حیوانات و یا مواد دفع شده ی آن ها استفاده می کنند و نهایتاً بقایای انرژی مواد بی جان را مجدداً به طبیعت برمی گردانند تا دفعات دیگر در چرخه ی انتقال ماده و انرژی به کار گرفته شوند. این موجودات را مصرف کنندگان کوچک و یا به عبارتی تجزیه کنندگان (Decomposer) می گویند.

گروه مصرف کنندگان به دو بخش زنده خواران و مرده خواران (گندیده خواران) تقسیم می شوند که در این صورت مصرف کنندگان بزرگ را 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 علفخواران (Herbivores)، گوشتخواران (Carnivores) و همه چیزخواران (Omnivores) تقسیم نمود. بنابراین با توجه به مطالب فوق، اجزای اصلی تشکیل دهنده ی هر اکوسیستم عبارتند از محیط غیر زنده شامل مواد آلی، مواد معدنی، نور، ترکیبات گازی، فشار، آب، باد و... همچنین موجودات زنده عبارتند از عبارتند از تولیدکنندگان، مصرف کنندگان و تجزیه کنندگان.

طبقه بندی اکوسیستم ها:

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

۱. میکرواکوسیستم، نظیر تنه ی یک درخت مرده یا یک آکواریوم. ۲. مزو اکوسیستم، نظیر جنگل یا تالاب. ۳. ماکرواکوسیستم، نظیر اقیانوس بیوم ها؛ عبارتند از گستره های جغرافیایی نسبتاً وسیع که در هر یک از آن ها 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 ی آن مهم تر هستند.

تأثیر حاشیه ای یا اکوتون (Edge effect or Ecotone): تغییر یک جامعه به جامعه ای دیگر کم و بیش تدریجی صورت می گیرد. در اثر این تبدیل جامعه، بخشی از آن سرزمین خصوصیت هر دو جامعه را دارا خواهد بود. این بخش از سرزمین ناحیه ی بینابینی اکوتون (زیست مرز) نامیده می شود. در مورد بیوم های عظیم وسعت این ناحیه می تواند بالغ بر ده ها کیلومتر مربع باشد نظیر ناحیه ای که بین جنگل های سوزنی برگ کانادا و مراتع آمریکای شمالی وجود دارد. مناطق حاشیه ای جنگل ها، مناطق باتلاقی بین تالاب ها و خشکی ها و یا محل اتصال رودخانه های آب شیرین با دریا (مصب)، یک اکوتون محسوب می شود. در اغلب موارد تنوع گونه ای گیاهان و جانوران در اکوتون ها غنی تر از بیوسنوز های مجاور می باشد، زیرا امکان ورود کلیه ی موجودات از اکوسیستم های مجاور به ناحیه ی بینابینی وجود دارد ولی تعداد افراد هر یک از گونه ها در داخل اکوتون کمتر از تعداد افراد آن ها در جامعه ی اصلی شان است.

جانشینی اکولوژیکی یا توالی (Ecological Succession):

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 "جانشینی اولیه (Primary succession)" گفته می شود (مانند یک برکه ی جدید یا یک جزیره ی آتشفشانی). بیوسنوزهایی که تدریجاً "جایگزین یکدیگر می شوند سری (Sere)" نامیده می شوند و موجوداتی که ابتدا و پیش از بقیه در یک مکان مستقر می شوند موجودات پیشگام (Pioneers) نامیده می شوند. در نهایت، تکامل سری ها منجر به یک بیوسنوز پایدار می گردد که با محیط اطراف خود در تعامل بوده و به بیوسنوز اوج یا کلیماکس (Climax) موسوم است. بیوسنوز اوج طی دوره ای که می تواند چندین برابر عمر انسان باشد، بدون هیچگونه تغییری به حالت پایدار باقی می ماند و دارای حداکثر تعادل می باشد. جانشینی های ثانویه (Secondary succession) به نوعی از توالی اطلاق می شود که در محل وقوع آن قبلاً "جوامعی وجود داشته ولی توسط یک عامل خارجی مانند تغییرات اقلیمی (آتشفشان و آتش سوزی)، چرای مفرط دام، فرسایش و یا به دلیل دخالت بشر (مانند شخم زدن زمین ها) مراحل توالی متوقف شده و پس از حذف عامل خارجی توالی دوباره شروع شده باشد. جانشینی های ثانویه غالباً" به تشکیل یک دیس کلیماکس (Disclimax) (وضعیت پایدار اکولوژیکی که عمدتاً" توسط دخالت انسان ایجاد شده است مثل بیابان حاصل از جنگل زدایی) منتهی می شود که با کلیماکس اولیه تفاوت دارد. عواملی دیگر هم هستند که مراحل توالی اجتماعات را پیش از رسیدن به نقطه ی اوج کند یا متوقف می کنند. بنابراین برخی از اجتماعات هرگز به نقطه ی اوج نمی رسند بلکه در نقطه پیش از نقطه اوج (Preclimax) به حالت نابالغ می مانند، مانند تالاب های کنار دریا. اصولاً "جانشینی ناشی از تأثیرات موجود زنده را اتوژنیک (Autogenic) و جانشینی ناشی از تأثیر عوامل غیر زنده را آلوژنیک (allogenic) گویند. جانشینی در محیط های آبی هم دیده می شود. پرشدن تدریجی آب ها در اثر رشد گیاهان و یا رسوبات گوناگون، مثال شناخته شده ای از توالی است. اصولاً "یک دریاچه در ابتدای پیدایش دارای مواد غذایی کم (Oligotroph) می باشد. یعنی دارای آب عمیق، شفاف و غنی از O_2 می باشد و میزان تولید در آن کم است. تدریجاً" با ته نشینی بقایای جانوری و گیاهی و ورود رسوبات دارای فسفر و ازت به داخل دریاچه، رشد گیاهان افزایش می یابد و به تدریج بر میزان تولید اضافه شده و از میزان O_2 کاسته می شود، به طوریکه بقای جانداران در آب مشکل می شود. در این هنگام با پدیده ای به نام اختناق دریاچه (Eutrophication) مواجه خواهیم شد. به مرور زمان با افزایش میزان انباشتگی رسوبات و مواد خارجی، دریاچه تبدیل به مرداب و سپس به مرتع و بالاخره تبدیل به 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:

در ارتباط با انتقال جریان هر اکوسیستم ابتدا باید به مفهوم زنجیره های غذایی (Food chains) اشاره نمود. زنجیره غذایی به مجموعه به مجموعه پی در پی از موجودات زنده اطلاق می گردد که در این مجموعه، هر موجود زنده قبل از آنکه توسط موجود زنده ی بعدی مصرف شود از موجودات زنده قبل از خود تغذیه می کند. دو نوع زنجیره غذایی وجود دارد: نوع اول، که زنجیره های چرّا نامیده می شوند، زنجیره هایی هستند که با گیاهان زنده ای که توسط

موجودات علفخوار بلعیده می شوند آغاز می گردد. نوع دوم که زنجیره های لاش و لاشبرگ نامیده می شوند، با بقایای کم و بیش تجزیه شده موجودات جانوری و گیاهی مرده ای که توسط گندیده خواران (Saprophagous) مصرف می شود شروع می گردد.

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

الف) تولیدکنندگان: به گیاهان کلروفیلی گفته می شود که در طی فرایند فتوسنتز، انرژی نور خورشید را به صورت مواد آلی (چربی ها، هیدرات های کربن و پروتئین ها) در خود ذخیره می کنند.

ب) مصرف کنندگان ردیف اول (سطح اول): مصرف کنندگان ردیف اول، موجوداتی هستند که از تولید کنندگان اتوتروف تغذیه می کنند. معمولاً این گروه شامل علفخواران می باشند. در محیط های زمینی، علفخواران شامل حشرات، پستانداران (جوندها و سم داران) می باشند و در محیط های آب شیرین و دریایی مهم ترین علفخواران عبارتند از سخت پوستان کوچک اندام و نرم تنانی که از فیتوپلانکتون ها تغذیه می کنند.

ج) مصرف کنندگان ردیف دوم (سطح دوم): موجوداتی هستند که با اتکا به مصرف کنندگان ردیف اول با علفخواران به زندگی خود ادامه می دهند. بنابراین این دسته از موجودات شامل گوشتخواران است که در گروه های بسیار متنوع طبقه بندی می شوند.

د) مصرف کنندگان ردیف سوم (سطح سوم): گوشتخوارانی اند 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 موجودات شارچی باشند و یا انگل ها و موجوداتی باشند که از اجساد مرده تغذیه می کنند. به همان ترتیب که در بالا ذکر شد می توان مصرف کنندگان ردیف های چهارم و پنجم را مشخص کرد.

ه) تجزیه کنندگان: آخرین حلقه زنجیره غذایی را تشکیل می دهند. مهم ترین افراد این گروه، میکروارگانیسم هایی اند که به اجساد و فضولات بر جای مانده از موجودات حمله کرده و با تجزیه ی آن ها، راه بازگشت تدریجی عناصر معدنی موجود در مواد آلی را به محیط تضمین می نمایند. مانند باکتری ها، قارچ ها و مخمر ها. قارچ ها عمدتاً در تجزیه ی مواد سلولزی گیاهی دخالت می کنند، در حالیکه باکتری ها به اجساد جانوران حمله می کنند. هر چه به تدریج در طول زنجیره ی غذایی پیش برویم مشاهده می کنیم که به طور کلی جثه افراد درشت شده ولی از تعدادشان کاسته می شود.

سطح تغذیه ای:

گیاهان سطح اول زنجیره ی غذایی را تشکیل می دهند. سطح تغذیه ای عبارت است از فاصله ی هر یک از موجودات زنده نسبت به تولیدکنندگان در یک زنجیره ی غذایی. هنگامی که در یک زنجیره ی غذایی چند موجود زنده ی مختلف با تعداد مراحل تغذیه ای یکسان از سطح گیاهان جدا شده باشند، می گویند، این موجودات به یک سطح تغذیه ای تعلق دارند. یک موجود زنده ممکن است به طور همزمان به چندین سطح تغذیه ای مختلف تعلق داشته باشد. مثلاً "شیخک (آخوندک) قادر است از ملخ های علفخوار متعلق به سطح دوم تغذیه ای تغذیه کند و یا از برخی بندپایان گوشتخوار که متعلق به سطح سوم تغذیه ای می باشند، استفاده نماید. در حالت اول این حشره جزء سطح سوم تغذیه ای بوده و در حالت دوم جزء سطح چهارم تغذیه ای می باشد. با کاهش تعداد سطوح غذایی می توان کارایی اکولوژیکی (Ecological efficiency) را افزایش داد. کارایی اکولوژیکی از طریق فرمول زیر قابل محاسبه است: میزان تولید مربوط به سطح مصرف کننده (صیاد) تقسیم بر میزان تولید مربوط به سطح میزبان (صید) ضربدر ۱۰۰.

تعیین رژیم های غذایی:

تعیین شبکه های غذایی و سطوح تغذیه ای شناختی صحیح از رژیم غذایی گونه های مختلف را ایجاد می کند، ولی تاکنون در مورد نوع و مقدار ماده ی مصرفی بخش اعظم گونه ها، اطلاعات دقیقی در دسترس نمی باشد. حل این مسئله مشکل بوده ولی به طریق مختلف می توان با آن برخورد نمود: (الف) مشاهده ی مستقیم: بدیهی است که این روش از نظر تئوری ساده ترین راه است، ولی کاربرد آن در مورد حیوانات کوچکتر و آن دسته از جانورانی که نزدیک شدن به آنان دشوارتر است به سختی صورت می گیرد.

(ب) معاینه ی محتویات معده: این روش در مورد پرندگان به کار برده می شود. استفاده از این روش در مورد جانوران آبی نیز نسبتاً ساده است، ولی باید توجه کرد که این روش معایبی دارد، غالباً "مواد باقی مانده در انتهای دستگاه گوارش به دشواری قابل تشخیص است.

(ج) استفاده از رادیو ایزوتوپ ها: با استفاده از رادیو ایزوتوپ ها (مواد رادیو اکتیو) نظیر فسفر ۳۲ یا سزیم ۱۳۷، می توان رژیم های غذایی و شبکه های غذایی را مطالعه نمود. در این روش گیاهان و یا طعمه های گوشتخواران به مواد رادیواکتیو آغشته شده و سپس مسیر انتقال این مواد در حلقه های مختلف زنجیره ی غذایی از طریق ردیابی با دستگاه های مخصوص مشخص می گردد. این روش، روشی است دقیق که هیچ یک از روش های دیگر ویژگی های آن را ندارند.

هرم های اکولوژیکی (Pyramid of Ecological):

اغلب اکوسیستم ها دارای تعداد بسیار زیادی زنجیره ی غذایی و شبکه های غذایی پیچیده هستند و بررسی و تعیین الگوهای جریان ماده و انرژی بین تک تک افراد آن ها چندان ساده نیست. مقدار ماده ی موجود در هر سطح غذایی را می توان با استفاده از نمودار به صورت هرم های اکولوژیکی نشان داد. (بهترین روش نشان دادن وضعیت آماری هر جامعه، از جنبه های مختلف، ترسیم نمودار یا هیستوگرام است که در مطالعات زیست محیطی از هرم های اکولوژیکی استفاده می شود). ساختار تغذیه ای یک اکوسیستم یا یک زنجیره ی غذایی را می توان بر حسب تعداد افراد یا بر حسب میزان بیومس و یا بر حسب انرژی تعیین نمود.

انتقال انرژی و نحوه تولید در اکوسیستم

جریان انرژی یعنی حرکت انرژی در اکوسیستم که طی آن انرژی از محیط بیرون وارد اکوسیستم می شود و از طریق مجموعه ای از موجودات زنده دوباره به محیط خارج بازمی گردد که این امر یکی از بنیادی ترین فرایندهای مشترک در اکوسیستم می باشد. حیات از هر نوعی که باشد نیازمند انرژی است. کلیه موجودات زنده به منظور ایجاد بافت های خود و تولید مثل احتیاج به کسب مقدار معینی انرژی دارند که این انرژی به طرق زیر به مصرف می رسد:

(الف) برای تأمین مصارف مربوط به ترمیم یا به عبارت دیگر متابولیسم پایه.

(ب) برای تأمین مصارف مربوط به جابه جایی در موجودات متحرک.

(ج) برای تأمین انرژی لازم جهت رشد و تشکیل پروتوپلاسم جدید.

د) برای تامین انرژی کافی جهت تولید عوامل ضروری مانند تولید مثل (جنین و بذر) و تشکیل ذخیره قندی (در گیاهان) و چربی (در جانوران) جریان انرژی و گردش مواد غذایی توأماً " جهت رشد موجودات زنده و اعمال اکوسیستم ضروری است. هر یک از این دو عامل برای تعیین مقدار تولید مواد جدید آلی که به عبارتی تولید زیستی (Biological Productivity) نامیده می شود، یک عامل مهم محسوب می شود:

تولید اولیه (primary productivity): عبارتست از ساخته شدن مواد آلی جدید در بخش تولیدکنندگان (گیاهان).

تولید ثانویه (secondary productivity): عبارتست از ساخته شدن مواد آلی جدید در بخش مصرف کنندگان (جانوران).

هریک از این دو گروه به نوبه خود به تولید خالص و ناخالص تقسیم می شوند:

تولید ناخالص (Gross.P.): عبارتست از کل مقدار ماده آلی ساخته شده.

تولید خالص (NET.P.): عبارتست از مقدار ماده آلی باقی مانده پس از کسر مقداری که در پدیده تنفس جهت ایجاد انرژی مصرف شده است.

تولید اولیه ناخالص (Gross.p.p.): عبارتست از کل ماده آلی که توسط بخش تولیدکنندگان طی عمل فتوسنتز ساخته می شود.

تولید اولیه خالص (NET.P.P.): عبارتست از کل ماده آلی باقی مانده پس از کسر مقداری که در تنفس گیاهان مصرف شده است یا به عبارتی خواهیم داشت: مقدار از دست رفته در تنفس - تولید اولیه ناخالص = تولید اولیه خالص

تولید ثانویه ناخالص (GROSS.S.P.): عبارتست از کل مقدار ماده ای که توسط جانوران تولید میشود

تولید ثانویه خالص (NET.S.P.): عبارتست از مقدار ماده آلی باقی مانده پس از کسر مقداری که در تنفس جانوران مصرف شده

است یا به عبارت خواهیم داشت: مقدار از دست رفته در تنفس - تولید ثانویه ناخالص = تولید ثانویه خالص

متداول ترین واحدی که جهت اندازه گیری تولید استفاده می شود عبارتست از گرم وزن خشک در متر مربع در روز ($\text{g/m}^2/\text{day}$)

مقادیر مختلف تولید اولیه در سطح جهان را می توان در چهار منطقه شاخص مورد بررسی قرار داد:

الف) دریاهای آزاد و عمیق و بیابانهای وسیع که در این منطق میزان تولید بسیار ضعیف بوده و به ندرت به حدود $5/0$ گرم در مترمربع در روز می رسد.

ب) پوششهای علفی نیمه خشک، بخش کشاورزی موقتی، دریاچه های عمیق، جنگلهای مرتفع کوهستانی، دریاچه های کم عمق ساحلی که در این مناطق تولید در حدود یک گرم در متر مربع در روز بوده و به طور متوسط بین $5/0$ تا 3 گرم در مترمربع در روز تغییر می کند.

ج) جنگلهای معتدل مرطوب، دریاچه های کم عمق، بخش های کشاورزی دائمی که در این نقاط متوسط تولید 3 تا 10 گرم در متر مربع در روز است

د) جنگلهای بارانی استوایی، مصب رودخانه ها، سنگفرش های مرجانی، گیاهان موجود در جلگه های آبروفتی و کشتزارهای فشرده نظیر مزارع نیشکر که از جمله اکوسیستم های معدودی می باشند که میزان تولید آنها از 10 گرم در هر متر مربع در روز تجاوز کرده و تا 20 گرم در هر مترمربع در روز نیز می رسد.

روش های اندازه گیری تولید اولیه:

در اغلب اندازه گیری ها روش های کلی غیرمستقیم به کار می رود که در زیر به برخی از آنها اشاره می شود:

الف) روش برداشت محصول:

در این روش وزن حاصل از رشد گیاهان یعنی همان تولید اولیه خالص اندازه گیری می شود. می توان وزن حاصل از رشد گیاهان را به صورت مستقیم یعنی وزن خشک بررسی نمود و یا می توان با استفاده از دستگاه کالریمتر، میزان کالری حاصل از این مقدار ماده خشک را محاسبه نمود.

(ب) روش اندازه گیری اکسیژن متصاعد شده:

در حال حاضر این امر فقط در مورد اکوسیستم های آبی به نحو قابل قبولی میسر است. در این روش از دو بطری یکی تاریک و دیگری شفاف که درون آنها فیتوپلانکتونها به همراه آب وجود دارند استفاده می گردد. البته مقدار اکسیژن بطریها را حساب کرده و بعد به مدت یک تا ۱۲ ساعت در همان عمق و موقعیت قبلی درون آب باقی میگذاریم که در طی این زمان مقدار اکسیژن درون هر یک از ظروف تغییر می کند. در شیشه تاریک اکسیژن مصرف می شود چون فقط تنفس انجام میگیرد، ولی در شیشه شفاف تنفس و فتوسنتز همزمان صورت می گیرد. مقدار تنفس تقریباً در هر دو شیشه برابر است. پس پایان زمان مورد نظر، اکسیژن هر دو شیشه را اندازه میگیریم. مقدار اکسیژن تولید شده در فتوسنتز برابر است با مقدار اکسیژن تولید شده در ظرف روشن + مقدار اکسیژن کاهش یافته در ظرف تاریک، که این در واقع نشاندهنده همان تولید اولیه خالص است. در این روش فرض بر آن است که مقدار تنفس در روشنایی و تاریکی برابر است که چندان صحیح به نظر نمی رسد

(ج) روش اندازه گیری CO_2 جذب شده:

این روش برای محیط های خشکی مناسب است و می توان آزمایش را برای یک برگ، یک گلدان یا یک جامعه گیاهی انجام داد.

(د) روش بکارگیری عناصر رادیواکتیو:

در میان روش های اندازه گیری تولید اولیه این روش از صحت و دقت بیشتری برخوردار است. زیرا طی آن هیچگونه اخلالی در روند اکوسیستم پیش نمی آید. در این روش مقدار معینی از مواد نشاندار مورد استفاده قرار گرفته و نحوه ی انتقال آن از طریق ردیابی و محاسبه شدت تشعشعات عنصر رادیو اکتیو تعیین می شود، برای مثال کربن ^{14}C را می توان به ذخیره CO_2 افزود. مقداری از این عنصر که توسط گیاه جذب می شود برای اندازه گیری تولید استفاده می شود. این روش بسیار پرهزینه است و برای آن وسایل خاصی لازم است.

روشهای دیگری نیز برای محاسبه تولید اولیه وجود دارد که عبارتند از: روش تعیین اسیدیتته (اکوسیستمهای دریایی) که تحت تاثیر محلول است، روش اندازه گیری مواد غذایی (مواد غذایی مانند نیترات و فسفاتها) که بوسیله سرعت کاهش مواد غذایی در اکوسیستم هایی مانند دریاچه ها و اقیانوسها (و فور عناصر غذایی در زمستان) و شروع تولید در بهار سنجیده می شود. روش دیگر بررسی کلرفیل است، عموماً مقدار کلروفیل به ازاء واحد سطح؛ در گیاهان خشکی زی بیش از گیاهان آبی است. اگر سرعت جذب، غلظت کلروفیل و مقدار انرژی نورانی که به گیاه می رسد مشخص باشد آنگاه می توان مقدار تولید اولیه ناخالص را تخمین زد.

روشهای اندازه گیری تولید ثانویه:

برآورد میزان دقیق تولید ثانویه در سطح یک اکوسیستم یا یک جمعیت از برآورد این مقدار در مورد تولید اولیه پیچیده تر می باشد. در این باره قبل از هر چیز لازم است نوع و مقدار مواد غذایی قابل دسترسی و همچنین قابلیت تولید کالری آنها مشخص شود. یکی از روشهای بکاررفته عبارتست از تعیین مقدار

مواد غذایی مصرف شده توسط جانوران به دام افتاده ای که حتی الامکان سعی می شود در شرایط نزدیک به شرایط طبیعی نگهداری شوند. مقادیر برآورده شده از این طریق را می توان در مورد حیواناتی که آزادانه در طبیعت به سر میبرند به کار برد. نتایج حاصل از این آزمایش تخمینی خواهد بود، زیرا جانوران موجود در طبیعت انرژی بیشتری را برای تغذیه مصرف می کنند. آن قسمت از مواد غذایی که جذب و تبدیل شده یا به عبارت دیگر جریان انرژی غالباً با اندازه

گیری ارزش انرژی زایی مواد غذایی بلعیده شده و مقدار فضولات دفع شده تعیین می گردد، یعنی: $GSP_1 = I_1 - NA_1$

I_1 = مواد غذایی بلعیده شده و NA_1 = مقدار فضولات دفع شده

روش دیگر عبارت است از اندازه گیری تولید ثانویه و تنفس جهت تعیین جریان انرژی. در این صورت از رابطه $GSP = NSP + R$ استفاده می شود. این روش را می توان در مورد بعضی از حشرات برگخوار که تولیدشان با نمونه برداری و میزان تنفس آنها با روش های آزمایشگاهی برآورد می گردد به

کار برد. تولید ثانویه خالص NSP و میزان تنفس R

کارایی اکولوژیکی رشد در گوشتخواران بین ۶۰ تا ۹۰ درصد است. در دانه خوران کارایی اکولوژیکی رشد تا ۸۰ درصد می رسد و نزد فیلهها راست بالان (مخلها) و دامها بین ۳۰ تا ۴۰ درصد است. اندازه گیری میزان تقریبی تولید ثانویه محیط های گوناگون کره زمین با برآورد نمودن بیوماس جانوران و یا بازدهی دامهای پرورشی و یا ماهی های صید شده ممکن است. معمولاً بیوماس جانوران در محیط های خشکی ۱ درصد کمتر از بیوماس گیاهان می باشد.

تنوع زیستی (Biodiversity)

تنوع زیستی به مجموعه گونه های مختلف از گیاهان، جانوران و شکل های دیگر موجودات زنده که در یک منطقه به سر می برند اطلاق می شود. در یک اکوسیستم هر چه تنوع گونه ای بیشتر باشد زنجیره های تغذیه ای طولانی تر و شبکه های حیاطی پیچیده تر بوده و در نتیجه محیط پایدار تر و از شرایط خود تنظیمی بیشتری برخوردار است. در نتیجه تنوع زیستی در هر منطقه را باید کلید پایداری و سلامت محیط زیست طبیعی در آن به حساب آورد.

تنوع زیستی را می توان به سادگی با شمارش تعداد گونه های حاضر از طریق نمونه برداری ارزیابی کرد.

تنوع زیستی اصطلاحی کلی برای نشان دادن درجه تنوع طبیعت است. تنوع زیستی از نظر سلسله مراتب به سه طبقه ژن، گونه و اکوسیستم تقسیم می شود که هر یک جنبه های مختلفی از سیستمهای زندگی را بیان می کنند.

الف) تنوع ژنتیکی: بیانگر تفاوتها و تنوع ژنها در میان یک گونه است که تفاوتهای ژنتیکی یک جمعیت را نشان می دهد. مانند صدها نوع برنج در هندوستان یا تفاوتهای کرگدنهای هندوستان.

ب) تنوع گونه ای: بیانگر تنوع گونه ای در یک منطقه است. شمار گونه های یک منطقه معرف منابع غذایی آن منطقه است که معمولاً به عنوان معیاری برای شناخت تنوع گونه ای به کار می رود.

ج) تنوع اکوسیستمی: برآورد آن نسبت به دو گروه قبل مشکل تر است، زیرا مرز بین اکوسیستم ها و اجتماعات (جوامع گونه ها) بسیار گمراه کننده است.

وجود تنوع بالا نشان دهنده این مطلب است که به دلیل وجود شرایط مساعد محیطی گونه های متعدد می توانند در محل مستقر گردند. به طور کلی عواملی که می توانند با تنوع زیستی مرتبط باشند عبارتند از: عرض جغرافیایی، عوامل اقلیمی و قدمت بیوسنوز، با افزایش عرض جغرافیایی (یعنی هر چه به سمت قطب ها برویم) میزان تنوع بیوسنوزها کاهش می یابد. در مورد اقلیم باید به دما توجه خاص داشت.

شاخص های تنوع گونه ای: گونه ای است. امروزه نسبت بین تعداد گونه ها و تعداد کل افراد در یک اجتماع را به عنوان تنوع گونه ای تعریف میکنند. تنوع گونه ای ترکیبی از دو جزء می باشد. اول تعداد گونه های یک جامعه که اکولوژیست ها به آن Richness Species یا غنای گونه ای می گویند و دوم ترازوی گونه یا Species Evenness که به چگونگی توزیع کل تعداد افراد یک گونه در میان گونه ها اشاره می کند.

برای محاسبه غنای گونه ای و ترازوی شاخص های زیادی پیشنهاد شده است مانند شاخص غنای گونه ای مارگالف (R1)، شاخص غنای منهینیک (R2)، شاخص سیمپسون (λ)، شاخص تنوع شانون (H')، شاخص ترازوی پیلو (E1)، شاخص ترازوی شلدون (E2)، شاخص ترازوی هیل (E4، E5) و اعداد هیل (N0، N1، N2).

مطالعات وسیعی که توسط مارگالف (Margalef-1958) صورت گرفت شاخص غنای گونه ای را به صورت زیر بیان کرد:

$$R1 = \frac{S-1}{\ln(N)} \quad R = \text{شاخص غنای گونه و } S = \text{تعداد گونه و } N = \text{تعداد کل افراد}$$

$$R2 = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (\text{Menhinich, 1964}) \quad \text{اگر ما شاخص مارگالف را تغییر بدهیم به جواب بهتری می رسیم:}$$

احتمالا در اکولوژی اجتماع، شاخص شانون (Shannon index) گسترده ترین کاربرد را دارد، در صورتیکه در نمونه تنها یک گونه وجود داشته باشد این شاخص برابر صفر است. به حداکثر آن زمانی است که هر فرد متعلق به یک گونه باشد. میزان شاخص شانون از صفر تا ۳ وحتى بیشتر متغیر است، مقدار صفر مربوط به یک محیط آلوده است و حدود ۳ بیانگر یک محیط سالم است.

شاخص سیمپسون (Simpson index): نخستین شاخص تنوع به کار رفته در اکولوژی است و از صفر (عدم وجود غالبیت در بین گونه ها) تا یک (غالبیت شدید یک گونه) متغیر است. این شاخص نشان می دهد که دو فردی که به طور تصادفی از یک جامعه بیرون کشیده می شوند تا چه اندازه احتمال دارد که به یک گونه متعلق باشند. چنانچه احتمال تعلق دو فرد به یک گونه بالا باشد، تنوع اجتماع نمونه برداری شده پایین است. این معادله تنها در اجتماعات محدودی که تمام افراد شمارش شده اند به کار می رود.

شاخص ترازوی E5 (Hill) بیانگر توزیع مناسب افراد در بین گونه هاست. همچنان که یک فرد منفرد، در یک اجتماع غلبه ی بیشتری یابد، E5 به صفر نزدیک می شود و این خاصیتی برای یک شاخص زیستی است. به طور کلی Evenness زیادی یکمی گونه هارا به ما می دهد (یعنی تعداد افراد کدام گونه بیشتر است) و Richness تعداد گونه هارا به ما می دهد.

به منظور مقایسه مجموعه جانوری (فون) چند منطقه بایکدیگر می بایست از شاخص های تشابه استفاده کرد. از این شاخص ها می توان به یکی از معتبرترین آنها یعنی شاخص موربستا (Moristea-1979) اشاره کرد که میزان آن بین یک و صفر متغیر است. عدد یک به منزله تشابه کامل و عدد صفر به

منزله عدم هرگونه شباهت بین فون دو منطقه است. از این طریق می توان به اختلافات شرایط زیست محیطی در منطقه پی برد و گونه های حساس به تغییرات محیطی را مشخص نمود.

کنش های مشترک:

به طور کلی هر اجتماعی دارای تعدادی خصوصیات مربوط به واکنش های گروهی است که به این واکنش ها کنش های مشترک می گویند و بر دونهند: الف) گروه اول واکنش هایی هستند که بین افراد گونه های مختلف رخ می دهد این واکنش ها را واکنش های هتروتیپیک می گویند ب) گروه دوم واکنش هایی هستند که بین افراد یک گونه رخ می دهد. این واکنش ها را واکنش های هموتیپیک می گویند.

واکنش هتروتیپیک (Hetrotypic Reactions)

این دسته از واکنش ها بین افراد گونه های مختلف صورت می گیرد. این دسته از واکنش ها از سه حالت خارج نیستند. یا دو گونه هیچ اثری بر روی یکدیگر ندارند یا اثر مساعد و مثبت بر یکدیگر دارند و یا بالاخره بر یکدیگر اثر نامساعد و منفی دارند. از ترکیب این واکنش ها بر روی هم هشت نوع مختلف کنش متقابل شناخته شده است که عبارتند از:

۱- بی تأثیری یا زندگی مستقل (Neutralism):

در این حالت هیچ یک از دو گونه یا دو موجود زنده در اکوسیستم رابطه ای باهم ندارند و تأثیری بر روی یکدیگر نمی گذارند و گونه ها استقلال خود را حفظ می کنند. مثل حضور خرگوش و زرافه در یک اکوسیستم که هیچگونه تأثیری بر روی یکدیگر ندارند.

۲- همکاری متقابل یا همزیستی اجباری (Mutualism):

در این حالت دو موجود زنده باهم رابطه متقابلی دارند که هر دو از آن سود می برند و بدون وجود یکدیگر نمی توانند به زندگی ادامه دهند و در صورت دور بودن از یکدیگر هر دو زیان می بینند مانند رابطه بین گیاهان یک منطقه باحشرات خاص برای گرد افشانی و تغذیه ی آن حشرات از شهد گل آن گیاهان، همچنین ارتباط بین قارچ و جلبک (گلشنک) و یا ارتباط بین ماهیان تیره Labridae و دیگر ماهیان، که این ماهیان از قارچ ها و جلبک های بدن دیگر ماهیان تغذیه میکنند.

۳- همزیستی اختیاری یا زندگی اشتراکی (Cooperation-Protocooperation)

این رابطه برای دو گونه سود آور است ولی ارتباط بین آنها اجباری نیست زیرا هر دو گونه به تنهایی قادر به ادامه زندگی هستند و در صورت زندگی مجزا زبانی نمیبینند. مانند آشیانه دسته جمعی چند نوع پرند از جمله پرستوی دریایی و درنای خاکستری (برای دفاع از آشیانه شان با نیروی بیشتر) و یا تغذیه پرندگان حشره خوار بر روی پستانداران علفخوار و یا ارتباط بین مرجان و خرچنگ که خرچنگ ها، مرجانها را حمل کرده که مرجان استتاری برای خرچنگ است و مرجان از این جابجایی نیز تغذیه می کند

۴- همسفرگی یا سودآوری یکطرفه (Commensalism):

در این حالت یک گونه سود می برد و گونه دیگر نه سود میبرد و نه زیان مانند استقرار خزہ ها روی تنه درختان که از درختان به عنوان تکیه گاه استفاده می کنند و یا رابطه ی راشخورها با شیرها که از بقایای شکار شیرها استفاده میکنند. یا رابطه بین ماهی مورا و کوسه ماهی که ماهی مورا از بقایای مانده از شکار کوسه تغذیه می کند.

۵- بازدارندگی یکطرفه یا ناهمسفرگی یا زندگی مهارکنندگی (Amensalism)

در این حالت فعالیت یک موجود باعث ضرر و زیان به موجود دیگر می شود. مانند ترشح ماده ژئوگلون (جوگلن) از درخت گردو که مانع رشد سایر گیاهان در اطراف درخت گردو می شود که به این پدیده آلوپاتی (Allelopaty) می گویند و یا مواد مترشحه از قارچهای اکتینومیست ها که مواد ضد باکتری هستند و یا سیگار کشیدن افراد و زیان دود سیگار برای اطرافیان و همچنین بلوم (شکوفایی) پلانکتونها باعث تولید سم و باعث مرگ آبزیان می شود

۶- زندگی انگلی (Parasitism):

رابطه بین دو گونه است که نتیجه آن برای یک گونه مثبت و برای دیگری منفی است. انگل ها اصولاً کوچکتر از میزبان خود هستند و در تمام مراحل زندگی خود و یا حداقل در یک مرحله از زندگی خود در داخل و یا بر روی بدن موجود زنده دیگری به نام میزبان فعالیت دارند و از آن تغذیه می کنند انگل ها سعی می کنند که میزبان خود را نکشند چون در این صورت خودشان نیز از بین می روند. انگل ها شامل دو گروه بیرونی و درونی هستند

۷- زندگی صیادی یا طعمه جویی (PREDATION)

در این حالت نیز مشابه زندگی انگلی برای یکی از دو موجود یعنی صیاد (Predator) اثر مثبت و برای دیگر یعنی صید (prey) اثر منفی وجود دارد و صیاد صید خود را به منظور خوردن می کشد. اصولاً صیاد از صید خود بزرگتر است در طبیعت؛ گوشتخواران نسبت به علفخواران از زاد و ولد کمتری برخوردارند که این پدیده باعث تعادل بین شکار و شکارچی می شود. اگر به هر دلیل تعداد شکار (علفخواران) زیاد شود، تعداد گوشتخواران نیز افزایش می یابد تا هر دو دوباره به تعادل قبلی برسند.

اما اصولاً موجودات زنده در طبیعت دارای مکانیسم های تدافعی خاص از جمله خصوصیات رفتاری یا فیزیولوژیکی هستند تا کمتر تحت تاثیر صیاد ها قرار گیرند و یا با آنها مقابله نمایند که شامل موارد زیر می باشند: گردهم آمدن یا متحد شدن، جنگیدن، واکنش فرار، افزایش اندازه بدن، استتار، اختار به وسیله ی رنگ، تقلید، رنگ آمیزینا هماهنگ، سپر، نیش سمی و ترشحات بد بو.

۸- رقابت بین گونه ای (Interspecific Competition)

در این حالت اگر یکی از عوامل حیاتی و موثر در زندگی موجود مانند یک ماده غذایی یا فضای زندگی، کمتر از تقاضای موجودات زنده یک محیط باشد، برای به دست آوردن آن عامل محدود به رقابت خواهند پرداخت و به طور غیر مستقیم بر گونه ی دیگر تاثیر منفی می گذارند. در لین صورت هخر دو گونه ضرر خواهند کرد ولی امکان دارد که در ابتدا آنها سود کرده ولی بعداً هر دو ضرر می کنند.

در این مبحث دانستن مفهوم آشیان اکولوژیکی (Ecological Nich) ضروری است. هرگونه برای زیست بهتر یک محدوده و یک محیط مشخص راجهت زندگی داریم باشد که در آن فعالیت های طبیعی خود را انجام میدهد که اصطلاحاً به این محدوده آشیان اکولوژیکی یا نیچ اکولوژیکی گفته می شود. در واقع

آشپان اکولوژیکی نه فقط در بر گیرنده محل زندگی فیزیکی موجود زنده است بلکه شامل نقش عملی موجود زنده در جامعه (مثلا وضعیت تغذیه ای) و وضعیت موجود در رابطه با عواملی نظیر حرارت، رطوبت، اسیدیته خاک و سایر شرایط زیستی می گردد.

واکنش های هموتیپیک (HOMOTYPIC REACTION):

که شامل واکنش هایست که بین افراد یک گونه رخ می دهد این واکنش ها متنوعند و عبارتند از:

الف) تاثیر گروهی (Group Effect): به تغییراتی اطلاق می گردد که در اثر گردهمایی دو یا چند نفر از افراد یک گونه به وقوع می پیوندند که دارای اثرات مثبتی برای هریک از افراد جمعیت می باشد مانند حمله ی گروهی کفتارها و سگ های وحشی به شکار، ایستادن دایره وار بوفالو ها (جوانترها در وسط دایره) در هنگام احساس خطر، پرواز پرندگان دریایی، شنای تجمعی ماهیان کوچکتر در هنگام حمله ماهیان شکارچی مانند کوسه ها و یا افزایش قدرت پرواز، اشتباهی بیشتر و بزرگتر شدن جثه ملخ ها در هنگام زندگی به صورت گروهی

همچنین برخی از جانوران فقط هنگامی می توانند به صورت عادی زاد و ولد نمایند و به زندگی خود ادامه دهند که به صورت جمعیت های پرنفوسی گرد هم آیند و اگر تعداد و تراکم افراد در یک سطح معینی کم باشد، آن جمعیت قادر به تولیدمثل نخواهد بود. این مسئله در مورد تولیدمثل نوعی پرنده ی ماهی خوار و نیز در مورد گله های فیل آفریقایی و گوزن دیده شده است. با توجه به مطالب فوق، اصلی به نام اصل حداقل جمعیت اصل آله (Allee Rule) مطرح شده است، یعنی برای تداوم حیات و تولید مثل، یک حداقلی وجود دارد که اگر میزان جمعیت از آن حداقل کمتر باشد، تولیدمثل قطع خواهد شد به همین دلیل بشر دریافت که چرا نمی تواند از انقراض نسل بعضی از گونه ها جلوگیری کند.

ب) تاثیر توده (Mass Effect): در حالی است که افزایش بیش از حد جمعیت یک گونه در یک منطقه، اثر منفی برای افراد داشته باشد مانند کاهش تخم ریزی یک حشره به نام *tribolium* در هنگام افزایش بیش از حد آنها.

ج) رقابت های درون گونه ای (Intraspecific.C): مانند رقابت خرچنگ ها برای جا و مکان و تغذیه از جلبک ها یا رقابت نرمتنان بر اثر استفاده از مرجانها به عنوان پناهگاه و یا رقابت بر سر جنس ماده در جانوران در فصل تولید مثل مانند تشکیل حرمسرا در گوزنها و شیر های دریایی یا قلمروطلبی افراد یک گونه جانوری در هنگام تولید مثل و یا رقابت در گیاهان برای نور و آب

د) هم نوع خواری (Canibalism) این واکنش به صورت غریزی یا احتیاج حادث می شود برای مثال در عقربها، میگوها (میگوی آب شیرین)، ماهیها (سوف) دیده می شود.

تاثیر عوامل اکولوژیکی بر رشد و پراکنش موجودات زنده

مفهوم عامل اکولوژیکی (Ecological factor):

تمام موجودات زنده در محیط زیست خود تحت تاثیر هم زمان عوامل مختلفی قرار می گیرند و هیچ موجودی بدون وابستگی به محیط اطراف و به صورت مجزا زندگی نمی کند. هر یک از عوامل محیطی که طی یک دوره از مراحل رشد موجود زنده بر روی آن تاثیر مستقیم بگذارد، عامل اکولوژیکی نامیده می

شود. در چنین تعریفی عاملی مانند ارتفاع از سطح دریا و یا عمق آب دریا مورد توجه قرار نگرفته است. در واقع ارتفاع، بطور غیر مستقیم توس درجه حرارت، میزان نور خورشید و فشار جوی تاثیر نموده و دارای اثر مستقیم نمی باشد. همچنین عامل عمق آب، با افزایش یا کاهش روشنایی به طور غیر مستقیم بر موجودات آبی تاثیر می گذارد.

عوامل اکولوژیکی بر موجودات زنده به شکلهای گوناگون تاثیر می گذارد. برای مثال به دلیل نامساعد بوده خصوصیات اقلیمی یا فیزیکی-شیمیایی محیط، بعضی از گونه های یک سردمین خاص حذف گردیده و بدین ترتیب بر چگونگی پراکندگی جغرافیایی این گونه ها تاثیر گذاشته می شود. همچنین با تغییر دادن نسبت زاد و ولد و یا مرگ و میر گونه های مختلف با تاثیر بر چرخه های رشدی و تاثیر بر تراکم جمعیت ها، تغییراتی نظیر خواب زمستانی و واکنش های فوتوپریودیک می توانند اثرات مهمی را در اکوسیستم ها داشته باشند.

طبقه بندی عوامل اکولوژیکی:

عوامل اکولوژیکی از جنبه های مختلفی طبقه بندی می گردند که به برخی از انواع مهم این طبقه بندی اشاره می شود:

الف) عوامل زیستی و عوامل غیر زیستی: بطور معمول در اکولوژی عوامل موثر را در دو دسته زیستی و غیر زیستی تقسیم می کنند. دسته اول عواملی هستند که موجودات زنده در آن دخالت دارند، نظیر عوامل رقابتی، انگلی و طعمه جویی. دسته دوم شامل عواملی نظیر عوامل اقلیمی، خصوصیات خاک و آب و غیره می باشند.

ب) عوامل وابسته به عوامل غیر وابسته به تراکم جمعیت: عوامل دسته اول درصدی از افراد جمعیت را از بین می برند و میزان این انهدام با تراکم جمعیت افزایش می یابد و اثر عوامل دسته دوم موجب انهدام درصد معینی از افراد جمعیت می گردد بدون آنکه تعداد افراد در نسبت این انهدام تاثیری داشته باشد. از نظر این دیدگاه عوامل غیر وابسته به تراکم جمعیت عمدتاً عوامل اقلیمی هستند. مثلاً بروز یک سرمای شدید درصدی از افراد یک جمعیت را خواهد کشت که این درصد تابع تراکم جمعیت نخواهد بود. عوامل وابسته به تراکم جمعیت، بیشتر عوامل حیاتی هستند. رقابت، طعمه جویی و زندگی انگلی اثراتی از خود بر جای می گذارند که تابع تراکم جمعیت خواهد بود.

ج) تقسیم بندی مونچسکی (Mondchasky): این دانشمند عوامل اکولوژیکی را به سه دسته تقسیم کرد:

۱- عوامل تناوبی اولیه: این عوامل از بدو پیدایش موجود زنده با موجود زنده بوده اند و در نتیجه موجودات به خوبی با تناوب فاکتور سازش پیدا کرده اند. نقش این عوامل در فیزیولوژی موجودات منعکس شده است. مثلاً نور که دارای تغییرات تناوبی به صورت فصلی می باشد، هر چند قدمت فاکتور بیشتر باشد سازش (Adaptatin) بهتر صورت می گیرد. دما نیز تناوبی است. همچنین رطوبت (آب) شامل فاکتورهای تناوبی اولیه می باشد. یخبندانها چون دارای قدمت کمی می باشند (دوران چهارم زمین شناسی) موجودات توانستند با آن سازش پیدا کنند.

۲- فاکتورهای تناوبی ثانویه: تغییراتی که در این عوامل رخ می دهد ناشی از تغییرات حادث در عوامل اولیه می باشد. این فاکتورها نسبت به عوامل اولیه قدمت کمتری دارند و نیز سازگاری شان از دقت کمتری برخوردار است. مانند O_2 کهن از فتوسنتز، نور و آب بوجود می آید، همچنین جریانات دریایی، pH، شوری، کدورت آب، جریانات عمودی و افقی آب دریا، تغییرات سطح آب و سرعت جریان آب نیز جز عوامل تناوبی ثانویه به شمار می روند.

۳- عوامل غیر تناوبی: این عوامل در محدوده زیستی موجود زنده بطور معمول وجود ندارند و بصورت ناگهانی بروز می نمایند، به همین دلیل بیشتر موجودات زنده فرصت کافی جهت سازگاری با آنها را ندارند. مانند طوفانهای دریایی، بادهای، آتشفشانات، زلزله، پدیده آل نینو (در ژانویه باعث گرم شدن آبها و زمین می شود)، مواد رادیواکتیو، آلودگی های نفتی و سیل ها که شامل فاکتورهای غیر تناوبی می شوند. همچنین تمام فعالیت های بشری جز این گروه از عوامل تقسیم بندی می شوند.

انواع عوامل اکولوژیکی:

با توجه به مطالبی که ذکر شد، عوامل اکولوژیکی را می توان به چهار گروه تقسیم نمود:

۱- عوامل اقلیمی: مهمترین این عوامل شامل نور، حرارت، آب و باد است.

۲- عوامل خاکی (شرایط ادافیک Edaphic Condition): شامل خواصی از قبیل مقدار عناصر غذایی، اسیدیته و مقدار رطوبت خاک است.

۳- پستی و بلندی (توپوگرافی): این عامل شامل عوارض زمین است. برای مثال زاویه یا شیب زمین، جهت شیب و ارتفاع از این گروه اند.

۴- عوامل زیستی: این گروه از عوامل شامل تمام روابط متقابل بین موجودات زنده است. از قبیل رقابت، چرّا و دخالت های انسان در محیط زیست.

اصطلاحات اساسی اکولوژیکی

۱. عوامل محدود کننده:

۱- قانون حد اقل لیبیگ (Liebig): در سال ۱۸۴۰ لیبیگ یک شیمیست آلمانی بود دریافت که رشد موجود زنده تحت تاثیر عنصری است که کم ترین مقدار را در محیط زندگی داراست. (عنصری که کمترین میزان را در محیط زیست موجود زنده داراست، نقش محدود کننده را در رشد آن موجود ایفا می کند). مانند فسفر، بطور کلی می توان گفت که: عکس العمل رشد یک گیاه (یا محصول کشاورزی) فقط به آن ماده غذایی (عنصر) که به میزان کم تری در اختیار گیاه قرار دارد بستگی دارد. این قانون فقط در مورد عناصر غذایی لازم جهت رشد گیاه کاملاً قابل استفاده است و لیبیگ آن را در مورد بقیه عوامل محیطی تعمیم نداد. ولی بسیاری از دانشمندان آن را در مورد عوامل دیگر مانند نور و حرارت هم تعمیم دادند.

۲- قانون بلاک من (Blackman): بلاک من در سال ۱۹۰۵ قانون حداقل لیبیگ را در مورد عوامل کنترل کننده فتوسنتز بسط داده و قانون خود را به این صورت تعریف کرد که شدت و سرعت یک فعل و انفعال بیولوژیکی که تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی جریان می یابد، بستگی دارد به آن عاملی که در محیط به میزان کم تری از میزان اپتیموم وجود دارد. برای مثال: عوامل مختلفی نظیر CO_2 ، نور، آب و حرارت و سایر عوامل در فتوسنتز گیاهان موثر می باشند. حال اگر مثلاً در یک محیط نور کم شود، حتی اگر CO_2 به مقدار کافی در اختیار گیاه قرار گرفته باشد، نمی تواند از آن به نحو مطلوب استفاده کند.

۳- قوانین بردباری شلفورد (Shelford 1913): بر طبق نظر شلفورد گستردگی و پراکنش گونه هایی که در مقابل تمام عوامل محیطی محدوده بردباری وسیعی دارند، در سطح زمین زیاد است. بعلاوه شلفورد خاطر نشان می سازد که عوامل محیطی در طی مراحل تولید مثل چرخه زندگی، محدودیت بیشتری را برای موجودات ایجاد می کنند. دانه ها، جنین و جانوران نابالغ و جانورانی که دوره تولید مثلی را سپری می کنند نسبت به جانوران بالغ و خارج از مرحله تولید مثل، دامنه بردباری باریک تری دارند. از طرف دیگر وی معتقد است که گیاهان و جانوران به علت وجود رقابت، از شرایط بهینه خود خارج می گردند. لذا در جایی زندگی می کنند که بهتر بتوانند خود را سازگار نمایند و در بین رقبا پیریز شوند. او می گوید: هر عامل محیطی برای یک گونه دارای یک حداقل و حداکثر مقدار است که گونه مذکور بین آن دو مقدار زندگی می کند و در بین این محدوده یک نقطه بهینه (مناسب ترین حالت Optimum) جای گرفته است. همچنین نه تنها کمبود یک عنصر یا یک عامل، گیاهان و انوران را با محدودیت مواجه می کند، بلکه افزایش مقدار هر عامل یا عنصر نیز برای موجودات محدود کننده است.

۲. والانس اکولوژیکی:

والانس اکولوژیکی یا میزان بردباری یک گونه عبارت ایت از: قابلیت تثبیت شدن یک گونه در محیط های مختلفی که در آنها عوامل اکولوژیکی دستخوش تغییرات کم و بیش بزرگی می گردند. گونه ای که دارای والانس اکولوژیکی ضعیفی باشد، تنها می تواند تغییرات بسیار محدودی از عوامل اکولوژیکی را تحمل کند. این نوع گونه ها را اصطلاحاً استنوس (Stenoecce) می نامند. بالعکس گونه های دیگری که قادر باشند در محیط های متفاوت و یا بسیار متغیر، افراد خود را تثبیت کنند اوریس (Euryecce) می گویند. مثلاً در مورد حرارت، موجودات با دامنه تحمل وسیع را یوری ترمال و با دامنه تحمل کم حرارتی را امتنورمال گویند. والانس اکولوژیکی در یک گونه معین بر حسب اینکه فرد در چه مرحله ای از رشد باشد متفاوت است.

۳. تکامل (Evolution):

واژه تکامل را به تغییرات یک جمعیت طی زمان اطلاق می کنند و تکامل همیشه جنبه مفید و مثبت برای موجودات زنده ندارد. برای مثال یک موجود ممکن است چنان نسبت به عوامل محیط زیست خودش بطور اختصاصی تکامل یافته باشد که با ک، چکترین تغییرات ایجاد شده از بین برود. اصولاً چهار فرایند بوجود آورنده تکامل هستند که عبارتند از جهش یا موتاسیون، انتخاب طبیعی، رانش ژنتیکی و مهاجرت.

۴. مهاجرت (Migratin):

مفهوم مهاجرت و پراکندگی را نباید یکسان در نظر گرفت. پراکندگی عبارتست از جابجایی هایی که در فواصل کوتاه انجام می شود (مثل جدایی فرزندان از والدین)، ولی مهاجرت (کوچ) عبارتست از جابجایی های موجودات زنده در فواصل بلند. مهاجرت می تواند موقت یا دائمی باشد.

۵. سازگاری (Adaptation):

بسیاری از سازشها در واقع باعث تداوم زندگی یک گونه می شود ولی بسیاری دیگر در مقابل محیط های غیر عادی و زیستگاههای محدود و منزوی، کاملاً تخصصی عمل می کنند به طوری که گونه هایی با سازگاری تخصصی، نسبت به دگرگونی محیط آسیب پذیر می گردند. سازگاری ها به دلایلی مانند سازگاری با عوامل غیر زنده (سرما، گرما، رطوبت و ...) بدست آوردن غذا، فرار از دست دشمنان، جفت یابی و یا گرده افشانی در گیاهان و پراکنش بذر گیاهان

صورت می گیرد. در نوعی سازگاری، انشعاب یک گروه منجر به انواعی از اشکال می شود. این حالت در واقع بیانگر فرایندی است که در آن به تدریج گونه های جدید (گونه زایی Speciation) ایجاد می گردد.

برای گونه زایی علاوه بر انتخاب طبیعی و انشعاب سازشی، زمان زیادی لازم استویکی دیگر از عوامل گونه زایی، جدایی جغرافیایی است. سرعت گونه زایی به تغییرات فیزیولوژیکی جمعیت و عوامل محیطی بستگی دارد. در طی دوره ای که عواما محیطی نسبتا ثابت هستند، تغییرات ایجاد شده در موجودات بسیار اندک است و برعکس در دوره ای که عوامل محیطی، تغییرات سریع دارند گونه زایی بسیار سریع خواهد بود.

۶. انقراض (Extinction):

انقراض قانون طبیعت و قسمتی از نتایج تکامل است. همزمان با ایجاد گونه های جدید، گونه های دیگری که موفقیت دیگری دارند، منقرض می شوند. انقراض را می توان به دو گروه انقراض غیر تصادفی تقسیم کرد:

الف) انقراض غیر تصادفی: در این حالت محیط زیست جانور به صورت زینباری تغییر می کند و رشد جمعیت کاهش پیدا می کند و جمعیت در نهایت منقرض می شود.

ب) انقراض تصادفی: بروز نوسانات در مقادیر جمعیت از قبیل تولد و میزان مرگ و میر می تواند موجب انقراض جمعیت های کمیاب شود.

عواملی که باعث انقراض می شوند شامل موارد زیر هستند:

تغییر شرایط محیطی (مانند آتشفشان، یخبندان، طوفانهای دریایی، سیل، زلزله و جریانهای دریایی)، دامنه بردباری کم در تعدادی از گونه ها نسبت به عوامل محیطی، فعالیت های انسانی مانند: تخریب محیط زیست و ایجاد تغییرات کشنده در صفات ژنتیکی.

طبقه بندی گونه های در خطر:

گونه های یکه به علت تعداد محدودشان مورد توجه خاص قرار می گیرند به سه دسته تقسیم می گردند:

الف) گونه های در معرض تهدید یا آسیب پذیر (Vulnerable): که شمار افراد آنها در حال کاهش است، مانند خیلی از پرندگان شکاری.

ب) گونه های نادر (Rare): که شمار کل جمعیتشان کم و یا پراکندگی اش محدود و کوچک است، مانند زاغ بور و سیاه خروس در ایران.

ج) گونه های در خطر انقراض (Extinct): گونه هایی اند که با تهدیدهایی روبرویند که ممکن است در کوتاه مدت به انقراض بیانجامد، مانند یوزپلنگ.

علت انقراض می تواند توانایی تولید مثل کم باشد، مثلا در پرندگان شکاری، گربه سانان و کرگدن، و یا اینکه هر چه حیوان بزرگتر

باشد، قلمرو بزرگتری می خواهد و در قبال هر فرد نیاز بیشتری به غذا دارد. گشتخواران آسیب پذیری ویژه ای در مقابل انقراض دارند.