پروژه یاب
University Project

اکولوژی عمومی

دکتر اشرف جزایری

: جهانی فکر کن! منطقه‌ای عمل کن.

توضیح تایپ‌کننده:

جزوه‌ای که در اختیار دارید، شامل تمامی بخش‌های مطرح شده در کلاس اکولوژی عمومی دکتر جزایری است که این واحد را در دانشگاه شهیدچمران اهواز در سال ۱۳۹۲ تدریس کرده‌اند و من به عنوان یک دانشجوی این کلاس، آن را تایپ کرده‌ام. در این جزوه سعی کرده‌ام در تمامی بخش‌ها جانب امانت را رعایت کرده و عین متن‌های گفته شده در کلاس را تایپ کنم. با این حال بخش‌هایی از جزوه که از نظرم ایراد لفظی و نگارشی داشته‌اند را ویرایش کرده‌ام. همچنین توضیحات اضافه‌ای که پیرامون هر بخش در کلاس مطرح شده را در پاورقی آورده‌ام تا اگر دوستی به مطالعه بیشتر در آن زمینه نیاز داشت، سرنخی برای جستجو داشته باشد. در بعضی از بخش‌ها نیز شما نوشته‌هایی را می‌بینید که با فونت B Koodak نوشته شده‌اند. این متن‌ها را هم خودم برای توضیح متن و رفع ابهام اضافه کرده‌ام. امیدوارم در هر جا و هر زمانی که این جزوه به دست شما می‌رسد، به دردتان بخورد.

محمدامین نوبهار

اهواز- دانشگاه شهیدچمران

آذرماه ۱۳۹۲

Amin.Noubahar@gmail.com

پروژه یاب
University Project

فهرست

اکولوژی چیست؟ ۶
روش‌های طبقه‌بندی اکولوژیکی ۶
واژه‌ها ۷
اکوسیستم(Ecosystem) چیست؟ ۸
نظریه مادر زمین (GAYA) ۸
توالی (succession) ۸
اوج (Climax) ۹
اکوتون (Ecotone) ۹
پیش‌اوج (periclimax) ۹
نمودار الگوهای مختلف توالی ۹
بررسی تنوع زیستی(Biodiversity) طی روند توالی ۱۰
انرژی و اکوسیستم ۱۰
تولید در اکوسیستم‌ها ۱۱
تولید اولیه (Primary production) ۱۱
تولید ثانویه (secondary production) ۱۲
روش‌های اندازه‌گیری تولید اولیه در اکوسیستم ها ۱۲
روابط تغذیه‌ای در اکوسیستم‌ها ۱۳
زنجیره غذایی چَرا ۱۳
زنجیره غذایی لاش و لاش‌برگ ۱۳
شبکه غذایی (Food Web) ۱۴
سطوح غذایی (Trophic levels) ۱۵
هرم اکولوژیکی ۱۵
هرم تعداد ۱۶
هرم Biomass ۱۶
هرم انرژی ۱۷
ماده و نقل و انتقال آن در اکوسیستم ۱۷
چرخه‌های بیوژئوشیمیایی ۱۷
چرخه آب ۱۷

پرغذایی (eutrophication) ۱۸
چرخه‌های گازی ۱۹
چرخه کربن ۱۹
چرخه نیتروژن ۱۹
چرخه رسوبی ۲۰
چرخه فسفر ۲۰
اکولوژی جمعیت (Population ecology) ۲۱
تراکم (Density) ۲۱
روش پطرسون ۲۱
پراکندگی (Distribution) ۲۲
زاد و ولد (Natality) ۲۳
نرخ زاد و ولد (Birth Rate) ۲۳
نرخ رشد (Growth rate) ۲۳
مرگ و میر (Mortality) ۲۴
نرخ مرگ و میر ۲۴
منحنی بقا (Survival curve) ۲۴
توزیع سنی (Age Distribution) ۲۶
پتانسیل زیستی (Biotic Potential) ۲۸
الگوی رشدی J شکل ۲۸
الگوی رشدی S شکل ۲۸
فاکتورهای اکولوژیکی (Ecological Factor) ۲۹
خاک ۲۹
اقلیم ۳۰
اقلیم و اصول دمایی ۳۱
توپوگرافی ۳۲
ویژگی‌های زیستی ۳۲
واکنش‌های هوموتیپیک ۳۲
واکنش‌های هتروتیپیک ۳۳
ظرفیت اکولوژیکی (Ecological valance) ۳۴

پروژه یاب
University Project

آشیان اکولوژیکی (Niche) ۳۵
جامعه زیستی (Community) ۳۶
وابستگی (fidelity) ۳۶
گونه اختصاصی ۳۶
گونه اختیاری ۳۶
گونه بیگانه ۳۶
گونه بی‌تفاوت ۳۶
غالبیت (Dominancy) ۳۶
تنوع زیستی (Biodiversity) ۳۷
ساختار (Structure) ۳۸
فرکانس (Frequency) ۳۸
اکولوژی بیوم‌ها (Biome Ecology) ۳۸
انواع بیوم‌ها ۳۸
مطالعه‌ی برخی از بیوم‌های موجود در کره‌ی زمین ۳۹
توندرا (Tundra) ۳۹
تایگا (Taiga) ۳۹
جنگل‌های معتدل ۴۰
جنگل‌های بارانی گرمسیری ۴۰
بیوم کوهستانی ۴۰
بیابان ۴۰
بیوم‌های دریایی ۴۱
اثر انسان بر اکوسیستم‌ها ۴۲
انرژی ۴۲
انرژی‌های پاک (Clean energy) ۴۲
انسان و منابع طبیعی ۴۴
انسان و کشاورزی ۴۴
تجمع زیستی (*Bioaccumulation*) ۴۵
بزرگنمایی زیستی(Bio magnification) ۴۵
انسان و آلودگی‌ها ۴۵

پروژه یاب
University Project

آلودگی هوا ۴۵
آلودگی صوتی ۴۶
ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های توسعه (EIA) ۴۷
تیم ارزیابی ۴۷
روش‌های ارزیابی ۴۷
روش کارشناسی ۴۷
روش صورت‌ریز ۴۷
روش شبیه‌سازی ۴۸

پروژه یاب
University Project

جلسه اول-۱۳۹۲/۷/۱۴

اکولوژی چیست؟

می‌دانیم کره‌ی زمین در حال حاضر تنها سیاره‌ی قابل زیستن تلقی می‌شود. به این ترتیب حیات شامل گونه‌های گیاهی، جانوری و میکروارگانیسم‌ها در نقاط مختلف این کره پراکنده شده و به صورتی مرتبط با هم و نیز در ارتباط با زیستگاه‌شان به سر می‌برند.

دانش اکولوژی به عنوان شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی به مطالعه‌ی روابط متقابل موجودات زنده با یکدیگر، اثرات این گونه‌ها بر محیط زیستشان و برعکس می‌پردازد.

واژه‌ی اکولوژی(Ecology) (در فارسی: بوم شناسی، محیط شناسی) در اوایل قرن نوزدهم توسط زیست‌شناس آلمانی هکل برای نخستین بار مطرح شد. این واژه در واقع از کلمات لاتین Oiqus به معنی خانه و مسکن و Logos به معنای «شناخت» ساخته شد. پس از نظر لفظی اکولوژی به معنی «شناخت و مطالعه زیستگاه‌ها است.»

مطابق طرح شماتیک زیر روابط بین موجودات زنده و محیط غیرزنده نیز در اکولوژی مورد توجه قرار می‌گیرد.

Ecology = ↻موجودات زنده (Biotic) ⇌ محیط غیرزنده (Abiotic)

براساس تعابیز فوق اکولوژی بسیار گسترده است. بنابراین برای مطالعات اکولوژیکی ملزم به طبقه‌بندی آن هستیم.

روش‌های طبقه‌بندی اکولوژیکی

دانش اکولوژی را به شکل‌های زیر طبقه‌بندی می‌کنیم:

۱. براساس تعداد موجودات زنده‌ی مورد مطالعه

در این روش اکولوژی به دو شاخه تقسیم می‌شود که عبارت‌اند از:

الف) اکولوژی انفرادی (Autecology)

در این بخش تنها یک فرد یا یک گونه از موجودات زنده مطالعه می‌شود. مثل مطالعه یک درخت یا مطالعه قورباغه‌های اهواز

ب) اکولوژی جمعی (Synecology)

در این شاخه گونه‌های مختلف موجودات زنده بررسی یا مطالعه می‌شود. مثل مطالعه‌ی پستانداران استان خوزستان.

۲. بر اساس نوع موجود زنده

شامل شاخه‌های مختلفی از جمله اکولوژی جانوری، اکولوژی انسانی، اکولوژی گیاهی و ... است.

۳. براساس نوع محیط زیست

شامل شاخه‌هایی از جمله اکولوژی دریا، اکولوژی جنگل‌ها، اکولوژی مراتع، اکولوژی بیابان و ... است.

واژه‌ها

با توجه به این‌که در اکولوژی دو بخش موجودات زنده و محیط غیرزنده تاکید می‌شود، در این مورد بایستی با برخی اصطلاحات یا واژه‌های تخصصی آشنا شویم.

Biocenose: به مجموعه‌ی موجودات زنده در مطالعه‌ی اکولوژیکی می‌گویند.

Biotope: به تمامی بخش‌های غیرزنده‌ی یک مطالعه‌ی اکولوژیکی می‌گویند.

هنگام مطالعه‌ی اکولوژی موجودات زنده (biocenose) را در قالب گروه‌های زیر معرفی می‌کنند که به ترتیب از کوچک به بزرگ عبارت‌اند از:

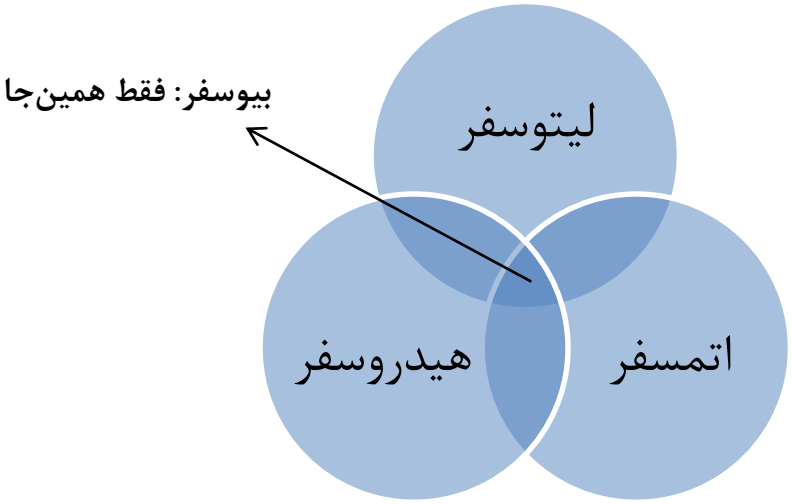
Organism: یک موجود زنده (موجودی زنده است که رشد می‌کند، تولیدمثل می‌کند، از محیط انرژی می‌گیرد و در ارتباط متقابل با محیط است. به علاوه سعی دارد خود را در محیط زندگی خود تثبیت کند.)

Population: جمعیت (مجموعه‌ای از افراد یک گونه که با یکدیگر اشتراک تولیدمثلی داشته باشند. به علاوه نیازهای محیطی آن‌ها نیز مشترک است.

Community: جامعه (مجموعه‌ای از گونه‌های مختلف که یک زیستگاه مشترک را اشتغال کرده‌اند و ارتباطات نزدیک عمدتا غذایی دارند.)

Biota: بیوتا (شامل تمامی موجودات زنده‌ی حاضر در زیستگاه‌های وسیع از جمله خشکی‌ها و یا دریاها است.)

در کره‌ی زمین به صورت بالقوه در سه بخش اتمسفر (Atmosphere: هواکره)، لیتوسفر(lithosphere: خاک‌کره) و هیدروسفر(hydrosphere: آب‌کره) امکان حضور موجودات زنده وجود دارد. به مجموعه‌ی این سه بخش اکوسفر (Ecosphere) گفته می‌شود. تنها در بخش کوچکی از کره‌ی زمین، موجودات زنده به صورت بالفعل (واقعی) زندگی می‌کنند. به این بخش کوچک اصطلاحا بیوسفر (biosphere) گفته می‌شود.



پروژه یاب
University Project

اکوسیستم(*Ecosystem*) چیست؟

این واژه از ترکیب دو کلمه‌ی Ecological و System به دست آمده است.

اکوسیستم عبارت است از بخش های کوچکی از کره‌ی زمین (طبیعت) که از نظر ناهمواری‌ها، شرایط اقلیمی، منابع معدنی و گونه‌های زنده تقریبا شرایط یکنواختی دارند. به عنوان مثال یک برکه‌ی آب، یک جنگل و یا یک مزرعه‌ی کشاورزی انواعی از اکوسیستم هستند. به عبارتی دیگر اکوسیستم‌ها از دید ترمودینامیکی عبارت‌اند از «سیستم‌هایی باز (open systems) که ورودی آن‌ها (input) انرژی، نزولات جوی و مواد معدنی هستند. (لازم به توضیح است که مواد معدنی بین زمین و هوا به صورت چرخه‌هایی در جریان‌اند.) و خروجی آن‌ها (Output) آن‌ها گرما و مواد دفعی است.

نکته: ضمن مطالعات اکولوژیکی همواره شاهد هستیم که در طبیعت اکوسیستم‌های جدید در حال شکل‌گیری هستند و از سوی دیگر برخی اکوسیستم‌ها در اثر تغییرات شدید و ناگهانی نابود می‌شوند. و یا این‌که به اکوسیستم دیگری تبدیل می‌گردند. به **روند تغییرات تدریجی اکوسیستم‌ها** اصطلاحا «**توالی**» (succession) گفته می‌شود. در مسیر توالی نخستین قدم، پیدایش یک اکوسیستم نوپا و جوان است.

در یک اکوسیستم جوان یا نوپا، نخستیم موجودات زنده‌ای که حضور پیدا می‌کنند را اصطلاحا **پیشگام** (***Pioneer***) می‌نامند. ویژگی‌های موجودات پیشگام به شرح زیر است:

۱. **سیکل زندگی** کوتاهی دارند زیرا بایستی بتوانند در کمترین زمان بالغ شده، تولیدمثل نموده و ازدیاد نسل کنند.
۲. قدرت **سازگاری** (Adaptation) بسیار زیادی دارند.
۳. **جثه**‌ی کوچک داشته باشند. (در نتیجه‌ی جثه‌ی کوچک، نیازهای کمتری وجود دارد.)
۴. توان **تولیدمثلی** بالایی دارند.
۵. **فرصت‌طلب**(Opportunism) باشند.

نظریه مادر زمین (*GAYA*)

این نظریه معتقد است که کره‌ی زمین به عنوان یک اکوسیستم عظیم قادر است در صورتی که اثرات سوء انسان‌ها وجود نداشته باشد، خود حیاتِ خود را حفاظت نموده و ادامه دهد. به عبارت دیگر موجودات زنده‌ی زمین بر محیط غیر زنده‌ی خود به گونه‌ای اثر می‌کنند که اگرچه شرایط ایده‌آل برای بقای خود فراهم می‌کنند، با این وجود به سایر بخش‌ها آسیبی نمی‌زنند.

جلسه دوم-۱۳۹۲/۷/۱۵

توالی (*succession*)

قبلا مسیر تغییر و تحول اکوسیستم‌ها را به عنوان «توالی» معرفی کردیم. با توجه به روند توالی در اکوسیستم‌ها این سوال مطرح می‌شود که آیا تمامی اکوسیستم‌ها پس از پیدایش روند توالی مشابهی را طی خواهند کرد؟ آیا در پایان مسیر توالی سرنوشت همه‌ی اکوسیستم ها مشابه خواهد بود؟ برای پاسخ به چنین سوال‌هایی لازم است با چند مفهوم زیر آشنا شویم:

اوج (*Climax*)

هرگاه یک اکوسیستم جوان در مسیر توالی به طور طبیعی حرکت کند به نقطه‌ای خواهد رسید که در واقع زمان شکوفایی اکوسیستم تلقی می‌شود. به این نقطه «اوج» گفته می‌شود. به عبارتی اکوسیستم بالغ شده و به حداکثر پایداری و ثبات رسیده است. بر این اساس نقطه‌ی اوج برای هر اکوسیستم زمانی است که تعادل بین بیوسنوزها و بیوتوپ آن کاملا برقرار است.

اکوتون (*Ecotone*)

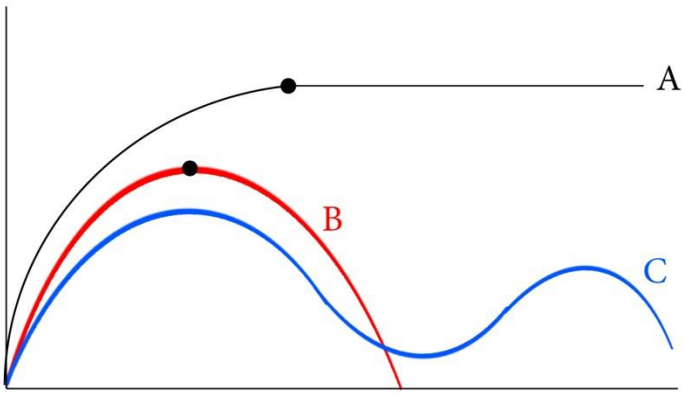
مرز مشترک بین دو یا چند اکوسیستم همسایه را «اکوتون» می‌گویند. بدیهی است ناحیه‌ی اکوتون از نظر محیط غیرزنده(بیوتون) و نیز گونه‌های زنده(بیوسنوز) به هیچ وجه شباهت کامل با اکوسیستم‌های اطرافش ندارد. از طرفی مهم‌ترین مشخصه‌ی ناحیه‌ی اکوتون متغیربودن شرایط آن می‌باشد. به عنوان مثال مصب(خور) محل اتصال آب شیرین رود به آب شور دریایی، نوعی اکوتون محسوب می‌شود. بدیهی است که اکوتون به دلیل متغیربودن شرایط به اوج نمی‌رسد.

پیش‌اوج (*periclimax*)

برخی از نواحی طبیعی از جمله اکوتون‌ها هرگز به نقطه‌ی اوج نمی‌رسند. (به علت شرایط بسیار متغیر و بی‌ثبات) در این صورت به آن‌ها وضعیت «پیش‌اوج» اطلاق می‌شود.

نمودار الگوهای مختلف توالی

اکوسیستم‌های مختلف در مسیر توالی ممکن است یکی از الگوهای نشان‌داده شده در منحنی زیر را نشان دهد.



A) این نمودار بیانگر اکوسیستمی است که مسیر توالی تا رسیدن به اوج را طی کرده و پس از آن برای مدتی طولانی در اوج باقی مانده است. در واقع در طبیعت چنین الگوی توالی مشاهده نمی‌شود زیرا که بسیاری از عوامل از جمله عوامل انسان‌ساز و عوامل طبیعی و نیز روابط بین گونه‌ای موجب کاهش توان اکوسیستم و تضعیف تدریجی آن به مرور زمان خواهند شد. اما این الگو را در شرایط مصنوعی و آزمایشگاهی می‌توان مشاهده کرد. به عنوان مثال مزارع کشاورزی، جنگل‌های مصنوعی، دریاچه‌های مصنوعی و ...

B) این منحنی الگوی توالی را در اکثر اکوسیستم‌های طبیعی نشان می‌دهد. به این ترتیب که به تدریج به اوج می‌رسد و پس از آن همچنان به طور تدریجی از نقطه‌ی اوج و شرایط ثبات فاصله می‌گیرد. خاتمه‌ی مسیر چنین اکوسیستم‌هایی به زوال یک اکوسیستم و تولد اکوسیستمی جدید می‌انجامد.

C) این نمودار یک روند توالی چنداوجی را نشان می‌دهد. علت وقوع توالی چند اوجی دخالت یا تاثیر عوامل متعدد از قبیل آب و هوا، فضا یا مکان کافی، منابع غذایی، مواد آلی و معدنی و ... می‌باشد. در این حالت پس از وقوع اوج اولیه برخی گونه‌ها که از شرایط بهینه

پروژه یاب
University Project

برخوردارند غالبیت(Dominancy) می‌یابند. سپس به علت مصرف منابع و افزایش جمعیت، توان اکوسیستم رو به کاهش می‌گذارد. در نتیجه زیستگاه یا اکوسیستم از اوج اولیه دور شده اما به طور طبیعی قادر خواهد بود خود را احیا نموده (به کمک چرخه‌های ماده و انرژی) و بعد اوج جدیدی رخ خواهد داد. به این شرط که گونه‌های دیگری غالبیت می‌یابند. به علاوه توان و ظرفیت اکوسیستم هرگز به حد اولیه نمی‌رسد.

بررسی تنوع زیستی(*Biodiversity*) طی روند توالی

تنوع زیستی عبارت است از تعداد گونه‌های مختلفی که در هر زیستگاه حضور دارد. بدیهی است هر چه‌قدر تنوع زیستی در اکوسیستم بیش‌تر باشد به علت تشکیل زنجیره‌های غذایی مختلف و منشعب و پیچیده امکان بقای گونه‌ها در اکوسیستم بیشتر خواهد بود.

می‌توانیم تغییرات تنوع زیستی را در سه فاز «پیدایش»، «مسیر رسیدن به اوج» و «اوج» مقایسه کنیم. به این ترتیب که:

اول) در شروع تولد اکوسیستم فقط گونه‌های پیشگام حضور دارند. بنابراین تنوع زیستی از کمترین میزان نسبت به مراحل بعد برخوردار است. البته این بدین معنا نیست که جمعیت گونه‌ها کم است.

دوم) در مسیر رسیدن به نقطه‌ی اوج به تدریج گونه‌های مختلف در اکوسیستم جدید وارد شده و تثبیت می‌شوند. بنابراین تنوع زیستی افزایش چشم‌گیری می‌یابد. (حداکثر تنوع زیستی طی توالی)

سوم) در دوره‌ی اوج شرایط ثابت اکوسیستم به نفع گونه‌های غالب می‌باشد. در نتیجه این گونه‌ها فرصت کافی برای افزایش جمعیت خود می‌یابند. در عوض سایر گونه‌ها به تدریج از زیستگاه حذف می‌شوند. بنابراین تنوع زیستی در نقطه اوج اگرچه نسبت به فاز تولد اکوسیستم افزایش یافته، اما نسبت به پیش از اوج کاهش یافته است.

انرژی و اکوسیستم

نور خورشید به عنوان اصلی‌ترین منبع انرژی تمامی اکوسیستم‌های کره‌ی زمین مطرح می‌شود. می‌دانیم نور خورشید پس از تابش بایستی فضا و اتمسفر کره‌ی زمین را طی کند تا به سطح زمین برسد. ضمن طی این مسیر، تغییرات زیادی در انرژی تابشی خورشید رخ می‌دهد. به این ترتیب که بخشی از انرژی تابشی خورشید در فضا پراکنده می‌شود. بخش دیگری از آن توسط لایه‌های مختلف اتمسفر جذب می‌شود. به عنوان مثال امواج ماوراء بنفش(UV) توسط اوزون موجود در اتمسفر جذب می‌شود. امواج مادون قرمز(IR) توسط بخار آب موجود در اتمسفر و بخشی از طیف مرئی نیز توسط گازهای موجود در اتمسفر و به ویژه اکسیژن جذب می‌شود. (طیف آبی نور توسط اکسیژن گرفته و شکسته می‌شود. درست به همین خاطر است که آسمان از دیدگاه ما زمینی‌ها آبی رنگ است.) نهایتا تنها بخش کوچکی از انرژی خورشیدی به سطح زمین می‌رسد. همین بخش دریافتی نیز ضمن برخورد به سطح خشکی‌ها و دریاها تا حدودی دچار انعکاس می‌شود. پس مقداری از انرژی خورشیدی که در سطح زمین و برای بهره‌برداری در دسترس قرار می‌گیرد بسیار اندک است. اصطلاحا به این مقدار **ضریب حرارتی خورشیدی** می‌گویند و به طور متوسط $2\ Cal/cm^2.min$ است. این ضریب حرارتی به عوامل متعددی از جمله فصل و زاویه تابش، عرض جغرافیایی، ذرات معلق در جو و ... بستگی دارد.

انرژی در دسترس خورشید در سطح زمین بایستی طی روند فتوسنتز در خلال تغییرات شیمیایی تثبیت شود تا موجودات زنده بتوانند از آن استفاده کنند. در واقع گیاهان سبز خشکی و فیتوپلانکتون‌های دریایی انرژی خورشید را به کمک رنگیزه‌های خود جذب نموده و آن را در ترکیبات آلی که می‌سازند، ذخیره می‌کنند.

تولید در اکوسیستم‌ها

همانگونه که گفته شد انرژی خورشیدی به عنوان منبع اصلی انرژی وارد کره‌ی زمین می‌شود و تنها بخش کوچکی از این انرژی عظیم در روی سطح زمین و در دسترس گیاهان سبز به عنوان تولیدکنندگان اصلی زمین قرار می‌گیرد. یادآور می‌شویم که در مورد انرژی دو اصل ترمودینامیک پذیرفته شده است. اصل اول: انرژی خلق و نابود نمی‌شود، بلکه مرتبا در حال تغییر شکل است. اصل دوم: ضمن تغییرات انرژی از صورتی به صورت دیگر بازدهی هرگز ۱۰۰٪ نخواهد بود. بلکه همواره مقداری انرژی هدر خواهد رفت که اصطاحا به آن آنتروپی(Entropy) گفته می‌شود. در اکولوژی نیز براساس اصول دوگانه‌ی فوق پس از آن‌که بخشی از انرژی خورشیدی توسط گیاهان عالی طی فتوسنتز به صورت به صورت مولکول‌های آلی تثبیت شد، از همین مرحله به بعد ضمن تبادل این انرژی بین گروه‌های مختلف مصرف‌کننده‌های اکوسیستم، مرتبا بخشی از انرژی به صورت هدررفته از دسترس موجودات زنده خارج می‌شود. در این بخش حضور انرژی در اکوسیستم را از نخستین گام یعنی فتوسنتز بررسی می‌کنیم.

می‌دانیم طی واکنش‌های فتوسنتزی که مطابق فرمول زیر است نیازمند مواد اولیه و نیز انرژی خورشیدی است. به علاوه محصولات این فرآیند علاوه بر مولکول‌های آلی (کربوهیدرات‌ها و ...) آزاد شدن گاز اکسیژن است.

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

ای فعالیت حیاتی پیچیده فقط توسط گیاهان عالی(گیاهان خشکی‌زی و نیز جلبک‌های دریایی) امکان‌پذیر است. بر اساس فرمول فوق می‌توانیم گیاهان را به عنوان تولیدکنندگان (Producer) کره زمین نام‌گذاری کنیم.

تولید اولیه (*Primary production*)

در این‌جا با اصطلاح «**تولید اولیه** (Primary production)» آشنا می‌شویم. تولید اولیه عبارت است از بخشی از انرژی خورشید که

تولید اولیه
- فتوسنتز= تولید اولیه ناخالص Gross p.p.
- تنفس - فتوسنتز= خالص Net p.p.

توسط گیاهان سبز به صورت مولکول‌های آلی تثبیت می‌شود. بدیهی است گیاهان تمام انرژی تثبیت‌شده را به مصرف‌کنندگان بعدی منتقل نخواهند کرد. زیرا بخشی از انرژی خود را ضمن تنفس مصرف خواهد کرد. به عبارت دیگر به کل فتوسنتز گیاه اصطلاحا «تولید اولیه‌ی ناخالص» گفته می‌شود و چنان‌چه تنفس را از آن کم کنیم به تولید اولیه‌ی خالص خواهیم رسید.

پروژه یاب
University Project

نکته: به جز گیاهان سبز که تولیدکنندگان اکوسیستم هستند، بقیه‌ی بیوسنوزهای هر اکوسیستم مصرف‌کننده تلقی می‌شوند.

به بیان دیگر موجودات زنده‌ی اکوسیستم را از نظر تولید و مصرف انرژی به صورت زیر طبقه‌بندی می‌کنیم:

A) Producer تولیدکننده
B) Consumer مصرف‌کننده
   i. Macro consumer مصرف‌کنندگان بزرگ
      a. Herbivorous
      b. Carnivorous
      c. Omnivorous
   ii. Micro consumer تجزیه‌کنندگان (Decomposers)
      a. Fungi قارچ‌ها (تجزیه‌کننده گیاهی)
      b. Bacteria باکتری‌ها (تجزیه‌کننده جانوری)

تولید ثانویه (*secondary production*)

عبارت است از بخشی از انرژی موجود در Biomass گیاه که پس از استفاده در بدن مصرف‌کننده تثبیت می‌شود. بدیهی است در این مسیر نیز هم‌چنان اتلاف انرژی (به صورت تنفس و دفع) وجود خواهد داشت.

روش‌های اندازه‌گیری تولید اولیه در اکوسیستم ها

با توجه به این‌که تولیداولیه به منظور ورود انرژی حیات و تداوم حیات اکوسیستم‌ها ضروری است، بدیهی است اندازه‌گیری و سنجش میزان تولید در اکوسیستم‌ها، یکی از مهم‌ترین مطالعات اکولوژیکی است که به روش‌های مختلفی از جمله موارد زیر انجام می‌شود. واحد واحد میزان تولید اکوسیستم‌ها $\frac{g}{m^2.day}$ است.

۱. اندازه‌گیری میزان CO_2 مصرفی

این روش سال‌ها است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. به ویژه برای اکوسیستم‌های خشکی ایده‌آل است. اساس کار چنین است که بخشی از اکوسیستم را توسط پوشش‌ها محافظی جدا کرده، سپس به وسیله‌ی دستگاه‌های مخصوص میزان گازکربنیک مصرفی طی مدت مشخص را می‌سنجند. این مقدار کاملا با میزان تولیداولیه‌ی آن اکوسیستم متناسب است. در این روش با توجه به استفاده از پوشش و ایجاد شرایط غیرطبیعی از جمله وقوع اثر گل‌خانه‌ای امکان بروز خطا زیاد خواهد بود. به همین علت امروزه از این روش کمتر استفاده می‌شود.

۲. اندازه‌گیری O_2 آزادشده

این روش مخصوص اکوسیستم‌های آبی است. به این ترتیب که بطری‌های تیره و روشن پر از آب در عمق مشخصی، کمتر از ۲۰متر (عمق مفید نفوذ نور مورد نیاز برای فتوسنتز) قرار می‌دهند. در بطری تیره چون نور خورشید نفوذ نمی‌کند، فتوسنتزی نخواهیم داشت اما تنفس فیتوپلانکتون‌ها انجام می‌شود. در حالی که در بطری‌ها روشن هم فتوسنتز انجام می‌شود و هم تنفس. پس از حدود ۶ ساعت، بطری‌های نمونه‌برداری خارج شده و میزان اکسیژن آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود. سپس با کم کردن میزان اکسیژن بطری تاریک(معادل تنفس) از اکسیژن بطری روشن(فتوسنتز-تنفس=تولید اولیه) میزان تولید خالص را محاسبه می‌کنیم.

۳. اندازه‌گیری زیست‌توده (Biomass)

پروژه یاب
University Project

این روش بیشتر در اکوسیستم‌های خشکی و برای گیاهان علفی کاربرد دارد. به این ترتیب عمل می‌شود که میزان وزن خشک گیاهان معادل میزان تولید اکوسیستم تلقی می‌شود. وزن خشک نهایی گیاه (TDW[1]) در این روش بایستی توجه شود که در هنگام نمونه‌برداری، بقایای گیاهی مربوط به سال‌های قبل در محاسبه وارد نشود. محصول سرپا (Standing crop) را به کل محصول امسال و سال‌های قبل می‌گوییم که نباید در محاسبه تولید سال قبل وارد شود.

۴. روش استفاده از کربن رادیواکتیو (پرتونگاری)

در این روش که جدیدتر و دقیق‌ترین روش است، از کربن۱۴ (C^{14}) در مولکول CO_2 نشان‌دار استفاده می‌شود. به این ترتیب که مقداری CO_2 نشان دار را وارد اکوسیستم می‌کنند. سپس با ردگیری این عنصر محصولات نهایی می‌توان میزان تولید اولیه را با دقت بالا محاسبه کرد. این روش هم در خشکی و هم در دریا می‌تواند استفاده شود.

روابط تغذیه‌ای در اکوسیستم‌ها

گیاهان سبز اولین پله در روابط غذایی هر اکوسیستم محسوب می‌شوند. سپس بایستی این گروه توسط نخستین مصرف‌کنندگان (مصرف‌کنندگان اولیه) خورده شود و این مسیر غذایی تداوم یابد تا انرژی مورد نیاز تمامی موجودات زنده در اکوسیستم فراهم شود. در اصطلاح به روابط غذایی بین چندین گونه زنجیره‌ی غذایی (Food chain) گفته می‌شود.

گندم ← موش ← مار ← عقاب

به طور کلی در هر اکوسیستم ممکن است دو نوع زنجیره‌ی غذایی رخ دهد.

الف) زنجیره غذایی چَرا

ب) زنجیره غذایی لاش و لاش‌برگ

زنجیره غذایی چَرا

در این نوع زنجیره غذایی ویژگی‌های زیر دیده می‌شود:

۱. نخستین حلقه گیاه سبز است.
۲. در معرض نور خورشید رخ می‌دهد.
۳. پله‌های بعدی حتما شامل علف‌خواران و گوشت‌خواران‌اند.
۴. طی چنین زنجیره‌هایی مرتبا تعداد افراد کمتر ولی جثه‌ی آن‌ها بزرگ‌تر می‌شود. (صیاد معمولا از صیدش بزرگ‌تر است.)

زنجیره غذایی لاش و لاش‌برگ

نخستین حلقه این زنجیره تجزیه‌کنندگان‌اند.

۱. حتما در محل‌های تاریک و مرطوب رخ می‌دهد.

[1] Total Dried weight

پروژه یاب
University Project

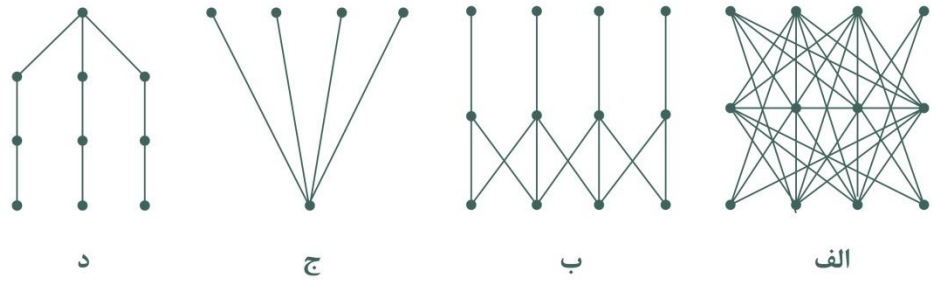
۲. حتما در پله‌های بعدی مصرف‌کنندگان ثانویه گروه‌هایی از بی‌مهرگان از قبیل انواع کرم‌ها، حلزون‌ها و حشرات خواهند بود.

نکته: برای این‌که در یک اکوسیستم چرخه مواد و انرژی تداوم یابد، ضروری است هر دو نوع زنجیره غذایی فوق در اکوسیستم وجود داشته باشد.

شبکه غذایی (*Food Web*)

به طور معمول در طبیعت، هر زنجیره غذایی ارتباط زیادی با سایر زنجیره‌های غذایی خواهد داشت. به عبارت دیگر موجود زنده به منظور حفظ خود رژیم‌های غذایی متنوعی را انتخاب می‌کند. به این ترتیب شبکه‌ی گسترده‌ای از زنجیره‌های غذایی مرتبط به نام شبکه‌ی غذایی ایجاد خواهد شد.

نکته: **کدام یک از شبکه‌های غذایی زیر اکوسیستم پایدارتری را سبب می‌شوند؟**



حالت الف. زیرا هرچه شبکه غذایی پیچیدگی بیشتری داشته باشد، یعنی تنوع غذای در دسترس برای هرگونه بیشتر خواهد بود. بنابراین امکان گرسنگی و یا رقابت غذایی به حداقل رسیده و اکوسیستم از پایداری بیشتری برخوردار است.

جلسه چهارم- ۱۳۹۲/۷/۲۸

سوال: **زنجیره‌ها و شبکه‌های غذایی را طی روند توالی در اکوسیستم‌ها چگونه تحلیل می‌کنید؟**

در پاسخ به سوال فوق باید مراحل سه‌گانه‌ی توالی را (تولید اکوسیستم، پیش‌اوج و فاز اوج) به صورت مجزا تجزیه و تحلیل نماییم:

۱. در فاز تولد اکوسیستم دقیقا به علت کم بودن تنوع زیستی (غالب بودن گونه‌ها پیشگام)، زنجیره‌های غذایی ساده و کوتاه هستند. همچنین زنجیره‌های چَرا از اهمیت و فراوانی بیشتری برخوردارند. (به دلیل تثبیت بیشتر انرژی در اکوسیستم)
۲. در مراحل پیش از اوج به تدریج به حداکثر تنوع زیستی رسیده‌ایم، بنابراین زنجیره‌های غذایی طویل‌تر و شبکه‌های غذایی گسترده و پیچیده‌تر هستند. به علاوه هر دو نوع زنجیره‌های «چَرا» و «لاش و لاش‌برگ» به وفور دیده می‌شوند.

۳. در مرحله اوج تا حدودی از تنوع زیستی اکوسیستم‌ها کاسته می‌شود. بدیهی است در این صورت زنجیره‌ها و شبکه‌های غذایی نیز نسبت به فاز قبلی ساده‌تر خواهند بود. در این مرحله زنجیره‌های لاش و لاشبرگ از اهمیت و وفور بیشتری برخوردارند. (به خاطر تجزیه و بازیافت مواد و بقایای باقی‌مانده از جانداران)

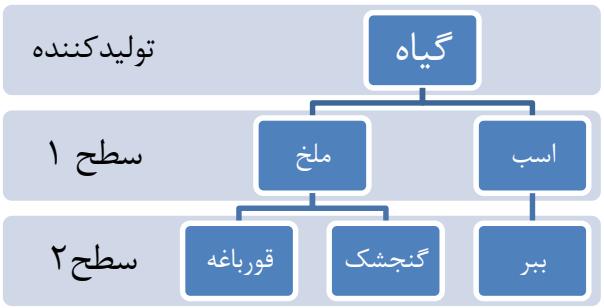
سوال: **اهمیت زنجیره چَرا در آغاز توالی و زنجیره لاش و لاش‌برگ در اوج چیست؟**

سطوح غذایی (*Trophic levels*)

در هر شبکه غذایی، به فاصله‌ی هر موجود زنده از تولیدکنندگان، اصطلاحا سطح غذایی گفته می‌شود. به عنوان مثال مصرف‌کننده‌ی اولیه (گیاه‌خوار) و یا مصرف‌کننده‌ی ثانویه (گوشت‌خوار) دارای سطوح غذایی متفاوتی است.

سوال: **چرا امروزه در کشورهای پرجمعیت افراد به سمت رژیم‌های گیاه‌خواری رو آورده‌اند؟**

به دلیل هزینه کمتر تولید و فرآوری گیاه نسبت به هزینه گوشت.



با توجه به این‌که در هر شبکه غذایی هرچه از سطح تولیدکنندگان فاصله می‌گیریم، بخشی از انرژی توسط هر مصرف‌کننده تلف خواهد شد، بنابراین با افزایش سطوح غذایی میزان انرژی دریافتی کم و کمتر می‌شود، پس یکی از راه‌کارهای مناسب به منظور به دست آوردن حداکثر انرژی در شبکه غذایی، این است که تا حد ممکن سطح غذایی خود را پایین بیاوریم.

هرم اکولوژیکی

با توجه به آن‌چه که در خصوص تغییرات انرژی طی شبکه‌های غذایی گفته شد، معمولا برای تجزیه و تحلیل اکولوژیکی این مباحث، از هرم‌های اکولوژیکی(Ecological pyramid) استفاده می‌شود. هرم اکولوژیکی نموداری است که در آن نوارهای مستطیل‌شکل با عرض ثابت و طول‌های متغیر به عنوان معرف سطوح غذایی ترسیم می‌شوند. در چنین هرم‌هایی معمولا هرچه از قاعده به سمت راس هرم می‌رویم، طول مستطیل‌های فوق کاهش می‌یابد و به این ترتیب فرم هرم‌مانندی در نمودار مشاهده خواهد شد.

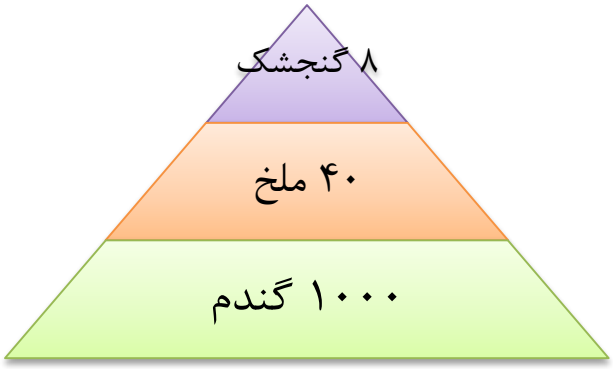
به طول کلی سه نوع هرم اکولوژیکی طراحی و مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱. هرم تعداد
۲. هرم Biomass
۳. هرم انرژی

پروژه یاب
University Project

هرم تعداد

در این هرم هر چه از تولیدکننده به سمت بالا حرکت می‌کنیم، تعداد افراد کم و کمتر خواهد شد. بنابراین به طور معمول راس «هرم تعداد» به سمت بالا است.

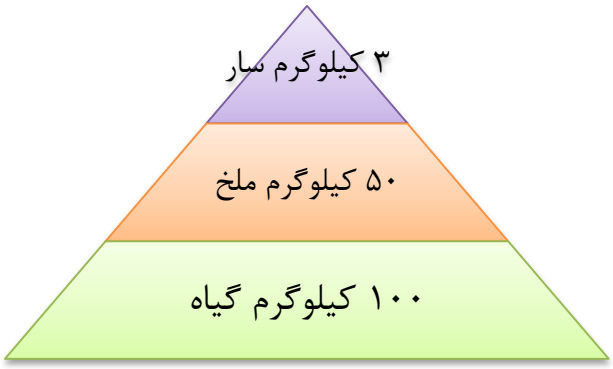


هرم تعداد، کاربرد چندانی ندارد، زیرا:

۱. در این هرم فقط به تعداد افراد هر سطح توجه می‌شود و نه به میزان انرژی آن‌ها.
۲. در برخی موارد راس هرم تعداد به سمت پایین خواهد بود. مثلا در مواردی که تولیدکنندگان بزرگ‌جثه باشند. به عنوان مثال لاشه‌ی یک گوزن(سطح اول) و میلیون‌ها میکروارگانیسم تجزیه‌کننده (سطح دوم)
۳. یک درخت بزرگ (مثل چنار) و صدها پرنده تغذیه‌کننده از این درخت.

هرم *Biomass*

در این هرم وزن گونه‌های واقع در هر سطح به عنوان زیست‌توده(biomass) در نظر گرفته می‌شود و نه تعداد آن‌ها.



هرم زیست‌توده نیز نقایصی دارد. از جمله:

۱. چنانچه تولیدکنندگان (سطح اول) Biomass کمتری نسبت به سطوح بعدی غذایی داشته باشند، این هرم نیز وارونه خواهد بود. این حالت را در اکوسیستم‌های دریایی شاهد هستیم.
۲. در هرم Biomass فقط به وزن زیست‌توده، هر سطح غذایی تاکید می‌شود در صورتی که می‌دانیم بافت‌های مختلف مثل چربی، پروتیین و ... میزان انرژی متفاوتی تولید می‌کنند.
۳. در این هرم تولیدکننده، مصرف‌کننده و تجزیه‌کننده‌ها به جز Biomassشان هیچ تفاوت دیگری با هم ندارند.

هرم انرژی

با توجه به نقاط ضعف هرم‌های تعداد و Biomass امروزه، بیشترین استفاده از هرم‌های انرژی صورت می‌گیرد. در واقع این هرم می‌گوید، از هر سطح به سطح بعدی، تنها ۱۰ درصد انرژی مصرف‌شده به صورت مفید در بدن مصرف‌کننده ذخیره شده و ۹۰ درصد انرژی صید(غذا) از طریق تنفس و دفع هدر خواهد رفت.

با توجه به قوانین ترمودینامیک مشاهده می‌کنیم که هرم انرژی همواره رو به بالا خواهد بود. بدیهی است می‌توانیم با به حداقل رساندن اتلاف انرژی میزان انرژی دریافتی در سطوح بالاتر را افزایش دهیم.

ماده و نقل و انتقال آن در اکوسیستم

به موازات ورود انرژی به اکوسیستم و مسیرهای انتقال آن، ماده نیز به عنوان بخشی ضروری به صورت یک چرخه دائمی در اکوسیستم‌ها در جریان است. از بین کل عناصری که در طبیعت یافت می‌شوند، بخشی به عنوان مواد معدنی شناخته می‌شود که برای ساخته‌شدن مولکول‌های آلی، لازم و ضروری هستند. این مواد معدنی که معمولا در بخش‌های غیرزنده‌ی اکوسیستم نهفته‌اند، طی چرخه‌هایی به طور مداوم بین طبیعت و بدن موجودات زنده در حال چرخش هستند. به چنین چرخه‌های مواد معدنی در اکوسیستم‌ها، اصطلاحا چرخه‌های «بیوژئوشیمیایی(Biogeochemical)» گفته می‌شود.

در مورد این چرخه‌ها ذکر نقاطی ضروری‌اند که آن‌ها به شرح زیر می‌باشند:

۱. از بین مواد معدنی موجود در طبیعت ۴۰ عنصر به عنوان عناصر ضروری برای موجودات زنده، محسوب می‌شود.
۲. عناصر فوق بر اساس میزان مصرف در دو گروه «عناصر پرمصرف» (Macronutrients) {مثل: N,C,O,H و P} و «عناصر کم‌مصرف» (Micronutrients) {مثل: Fe, Zn, Cu, Mg و Na} تقسیم می‌شوند. بدیهی است که تقسیم‌بندی فوق به هیچ‌وجه اهمیت یا کم‌اهمیت بودن این عناصر را نشان نمی‌دهد.
۳. بقیه عناصر موجود در طبیعت ممکن است برای موجودات زنده، سمی و حتی کشنده باشند.
۴. هر چرخه معمولا برای هر عنصر دو منبع اصلی (بزرگتر و در بخش غیرزنده)، و منبع فرعی (کوچکتر و در بخش زنده اکوسیستم) دارد. بدیهی است ارتباط این منابع برای تداوم چرخه‌های مواد ضروری است.

جلسه پنجم-۱۳۹۲/۷/۲۹

چرخه‌های بیوژئوشیمیایی

۱. چرخه آب
۲. چرخه گازی
۳. چرخه‌های رسوبی

چرخه آب

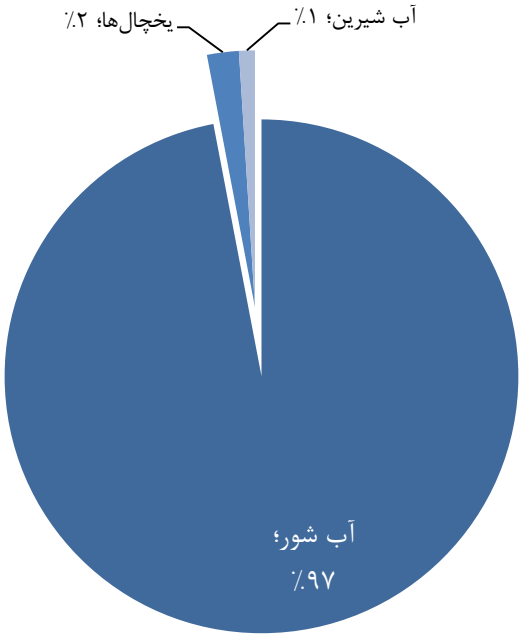
کره‌ی زمین کماکان تنها سیاره‌ی دارای آب به مفهوم واقعی است. منابع آبی موجود در کره‌ی زمین که برای بقا و تداوم حیات همه‌ی موجودات زنده ضروری هستند، در بخش‌های زیر قرار گرفته‌اند:

پروژه یاب
University Project

الف) ۹۷٪ آب‌های شور اقیانوسی

ب) ۲٪ یخچال‌های دائمی قطبی و کوهستانی

ج) ۱٪ آب شیرین (شامل آب‌های سطحی شیرین رودها و دریاچه‌ها و سفره‌های آب زیر زمینی و روان‌آب‌ها (Runoff))



مشاهده می‌کنیم که بخش کوچکی از منابع آبی کره‌ی زمین برای مصرف موجودات زنده در دسترس می‌باشد. بنابراین وجود چرخه‌های آب به طور مداوم امری حیاتی است. انرژی این چرخه مستقیما از خورشید است که در اثر تابش روی سطح دریاها، مقدار زیادی آب به صورت بخار آب به اتمسفر وارد می‌کند. در ادامه‌ی مسیر چرخه، وقوع نزولات جوی (بارندگی‌ها) موجب بازگشت آب از اتمسفر به سطح زمین خواهد شد. طی چنین چرخه‌هایی ممکن است در اثر عوامل طبیعی، به عنوان مثال، وقوع خشک‌سالی و کم‌بارشی و یا عوامل انسانی (آلوده‌کردن آب‌های در دسترس به طرق مختلف) موجب خارج شدن بخشی از منابع آبی مفید از چرخه مصرف شود. متاسفانه در حال حاضر آلودگی‌های انسان‌ساخت در بخش‌های صنعت (فاضلاب‌ها)، کشاورزی (زه‌آب‌ها: آبی که از مزرعه به صورت اضافه خارج می‌شود و شامل سموم، کودها و ... است.)، خانگی، بیمارستانی و ... به طور جدی منابع آبی کره‌ی زمین را تهدید می‌کند. به عنوان نمونه به پدیده‌ی پرغذایی (eutrophication) اشاره می‌کنیم.

پرغذایی (*eutrophication*)

در بخش کشاورزی استفاده نابجا و بیش از حد از کودهای شیمیایی (فسفر، ازت و پتاسیم) موجب شده است که پس‌آب‌های کشاورزی پر از عناصر غذایی به ویژه ازت باشد. چنین پس‌آب‌هایی به محض ورود به اکوسیستم‌های آبی موجب بروز پدیده‌ی پر غذایی خواهند شد. یعنی این‌که وجود عناصر فوق به ویژه عناصر N و P موجب رشد و تکثیر سریع گیاهان آبزی از جمله جلبک‌ها خواهد شد. به این رشد و تکثیر گسترده و ناگهانی اصطلاحا «شکوفایی» (Bloom) گفته می‌شود. در چنین حالتی، جمعیت عظیمی از جلبک‌ها سطح اکوسیستم آبی را می‌پوشانند. نتیجه‌ی این پدیده عبارت است از:

۱. عدم نفوذ نورخورشید، اختلال در فتوسنتز و سایر فعالیت‌های حیاتی
۲. عدم اختلاط اتمسفری با آب‌های سطحی به منظور تامین اکسیژن و در نتیجه آن کاهش اکسیژن آب

۳. جلبک‌های شکوفا شده به شدت اکسیژن محلول در آب را جذب نموده و خفگی ماهیان و سایر آبزیان را سبب می‌شوند. مثال وقوع این پدیده «کشند سرخ» (Red Tide) می‌باشد.

چرخه‌های گازی

چرخه‌های گازی از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند. زیرا مهمترین عناصر طبیعی از این طریق در چرخش‌اند. همچنین سرعت وقوع این چرخه بسیار زیاد است. در ادامه دو چرخه کربن و نیتروژن را مطالعه می‌کنیم.

چرخه کربن

مهمترین منبع کربن زمین، دی‌اکسیدکربن موجود در اتمسفر است. علاوه بر این هم در خاک و در رسوبات اقیانوسی وجود دارد. اگرچه کربن سه منبع شناخته شده فوق را دارد اما مهمترین منبع کربن اتمسفر می‌باشد (که شامل ۰٫۰۳٪ از آن کربن است.)

۱. میزان کربن موجود در خاک حدود ۲۰ برابر اتمسفر، میزان کربن رسوبات اقیانوسی حدود ۵۰ برابر اتمسفر است. پس به نظر می‌رسد اتمسفر در مقایسه با دو منبع دیگر، کربن کمتری دارد.
۲. نکته‌ی مهم تفاوت در سرعت چرخه کربن در منابع سه‌گانه فوق می‌باشد. به این ترتیب که چرخه کربن در اتمسفر حدود سه سال، در خشکی حدود سی سال، در رسوبات اقیانوس‌ها حدود ۱۵۰۰ سال طول می‌کشد.

بر این اساس به نظر می‌رسد، سرعت چرخه‌ی اتمسفری کربن بسیار بالا است و در نتیجه این منبع اصلی‌ترین منبع تامین کربن تلقی می‌شود. چرخه کربن با CO_2 که از اتمسفر جذب گیاهان می‌شود، شروع می‌گردد. گیاهان سبز در خشکی‌ها و گیاهان آبزی در دریاها، CO_2 جذب شده را به مولکول‌های آلی تبدیل می‌کنند. سپس طی زنجیره‌های غذایی این کربن به مصرف سایر گونه‌ها خواهد رسید. هم‌زمان با این روند وقوع تنفس بخشی از کربن تثبیت‌شده را به اتمسفر برمی‌گرداند. به علاوه لاشه یا بقایای اجساد گیاهی و جانوری نیز پس از تجزیه، بازگشت کربن به اتمسفر را امکان‌پذیر می‌کند.

این چرخه نیز تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی قرار گرفته است. به این ترتیب که ضمن مصرف بسیار زیاد از سوخت‌های فسیلی، مرتبا مقادیر قابل توجهی CO_2 را به جو می‌فرستیم که می‌تواند مشکلات حادی برای زمین و حیات موجودات زنده پدید آورد. به عنوان مثال وقوع پدیده اثر گل‌خانه‌ای (Greenhouse Effect)

چرخه نیتروژن

می‌دانیم که نیتروژن ۷۸ درصد از اتمسفر را تشکیل می‌دهد که عمدتا به صورت N_2 گازی است. برای این‌که ازت بتواند از اتمسفر به سمت زمین از طریق چرخه‌ها وارد شود، نیاز به مسیر نسبتا پیچیده‌ای است. زیرا تقریبا هیچ موجود عالی، قادر به شکستن این مولکول نیست. بنابراین در طبیعت ممکن است یکی از حالت‌های زیر رخ دهد:

الف) وقوع صاعقه انرژی بسیار زیادی را در زمان کوتاهی تولید می‌کند که قادر است N_2 را به رادیکال‌های آزاد N° در می‌آورد. مولکول‌های آب نیز به این صورت در می‌آیند. در نتیجه چنانچه پس از صاعقه بارندگی رخ دهد، نیتروژن ضمن انحلال در آب باران به دو صورت یون آمونیوم (NH_4^+) و یون نیترات (NO_3^-) همراه با بارش به سطح زمین می‌ریزد. معمولا در یک لیتر آب باران ۲ میلی‌گرم آمونیوم و ۰٫۷ میلی‌گرم نیترات وجود دارد. چنین بارش‌های حاوی ازتی در سطح زمین در دسترس گیاهان قرار گرفته و در ساختمان اسیدهای آمینه و پروتیین‌ها به کار می‌روند و به این ترتیب چرخه ازت برقرار خواهد شد.

ب) کودهای شیمیایی که به میزان فراوان (سالیانه حدود ۳۰ میلیون‌تن در جهان) مصرف می‌شوند، ازت فراوانی را از طریق خاک در اختیار گیاهان قرار می‌دهد. این چرخه نیز مسیر زنجیره‌های غذایی را طی خواهد کرد.

پروژه یاب
University Project

ج) برخی میکروارگانیسم‌های زنده قادرند ازت را از هوا گرفته و آن را تثبیت کنند. مثلا در محیط خشکی نیتروباکترها (هم‌زیست ریشه بقولات)، آزوسپریلیوم (همزیست ریشه برنج و غلات) و در محیط دریا سیانوفیسه‌ها (سیانوباکترها یا جلبک‌های سبزآبی) کار تثبیت ازت را انجام می‌دهند. گیاهان خشکی‌زی کربن بیشتری جذب می‌کند پس سلولز و نشاسته بیشتری تولید می‌کنند در حالی‌که گیاه آبزی بیشتر ازت جذب می‌کند و در نتیجه پروتیین می‌سازد. بنابراین امروزه برای رفع گرسنگی کیفی جهانی در بیشتر کشورهای پرجمعیت، تغذیه از جلبک‌های دریایی به این منظور متداول است.

بازگشت ازت به اتمسفر از طریق مسیرهای تجزیه بقایای اجساد گیاهی و جانوری رخ می‌دهد که به شرح زیر می‌باشد:

$$\text{بقایا} \rightarrow \left(\text{آمونیفیکاسیون}\right) \rightarrow NH_4^+ \rightarrow \text{دنیتریفیکاسیون}(NO_2^- \rightarrow NO_3^-) \rightarrow N_2O, N_2$$

چرخه رسوبی

چرخه‌های رسوبی، چرخه‌هایی بسیار کند و زمان‌بر هستند، تا حدی که گاهی این چرخه‌ها را یک‌طرفه تلقی می‌کنند. از مهم‌ترین چرخه‌های رسوبی می‌توانیم به چرخه فسفر اشاره کنیم.

چرخه فسفر

منبع اصلی فسفر خاک است که به صورت ترکیبات فسفاته (همراه با پتاسیم و کلسیم و آهن) وجود دارد. برای ورود این عنصر به چرخه نیازمند واکنش‌های فرسایشی هوازدگی هستیم. پس از وقوع هوازدگی فسفر در اثر انحلال در آب‌های سطحی به سمت دریاها جاری می‌شود و به این ترتیب حرکت فسفر از خشکی به سمت دریا به طور مداوم در حال وقوع است اما بازگشت این عنصر از دریا به سمت خشکی فرایندی زمان‌بر می‌باشد. زیرا لازم است فسفر رسوبات بستر در اثر پدیده‌هایی همچون فراجوشی (upwelling) خود را به لایه‌های سطحی آب برسانند تا توسط گیاهان آبزی و فیتوپلانکتون‌ها جذب و تثبیت شوند. سپس طی زنجیره‌های غذایی به خشکی‌ها راه یابند. پدیده فراجوشی یعنی بالاآمدن لایه‌های عمقی آب و در سطح قرارگرفتن آن‌ها. وقوع این پدیده می‌تواند در اثر تغییرات چگالی آب، تغییرات دمای آب، جریانات گرم و سرد اعماق و یا وزش بادهای شدید باشد. بدیهی است در پس هر فراجوشی، یک فروجوشی(Down welling) رخ خواهد داد.

پروژه یاب
University Project

جلسه ششم- ۱۳۹۲/۸/۱۲

اکولوژی جمعیت (*Population ecology*)

در این مبحث با استفاده از مفاهیم پایه اکولوژی به بررسی و تجزیه و تحلیل اکولوژیکی جمعیت‌ها می‌پردازیم. نخست لازم است مفهوم جمعیت را یادآور شویم. **جمعیت**(Population) به مجموعه‌ای از افراد هم‌گونه گفته می‌شود که در یک زمان معین و در یک محدوده مشخص، از زیستگاه یا اکوسیستم زندگی می‌کنند و با هم روابط متقابل پیچیده‌ای دارند. روشن است که هم در داخل یک جمعیت و هم در ارتباط با جمعیت‌های مختلف یک سری ویژگی خاص مطرح می‌شود. به عنوان مثال برای مطالعه اکولوژیکی جمعیت‌ها لازم است با مهم‌ترین صفات هر جمعیت آشنا شویم؛ این صفات به شرح زیر می‌باشند:

۱. تراکم (Density)
۲. پراکندگی (Distribution)[۲]
۳. زاد و ولد (Natality)
۴. مرگ و میر (Mortality)
۵. توزیع سنی (Age Distribution)
۶. فرم رشدی (Growth form)
۷. ظرفیت زیستی (Biotic potential)

تراکم (*Density*)

تراکم عبارت است از تعداد افراد گونه در واحد سطح زیستگاه (در محیط‌های خشکی) و تعداد یا Biomass در واحد حجم زیستگاه‌های آبی. عوامل متعدد بیولوژیکی و نیز فاکتورهای غیرزنده‌ی محیطی بر روی میزان تراکم جمعیت‌ها تاثیر می‌گذارند. به عنوان مثال زاد و ولد و مهاجرت به داخل و وجود منابع غذایی غنی، تراکم جمعیت را افزایش می‌دهد. در صورتی که مرگ و میر، مهاجرت به خارج و شرایط آب و هوایی نامساعد یا کمبود منابع غذایی و آبی، تراکم جمعیت را کم می‌کند. بر این اساس لازم است نسبت به تراکم جمعیت‌های گونه‌ای، اطلاعات کافی داشته باشیم. بدیهی است، برای محاسبه تراکم، ساده‌ترین روش «سرشماری مستقیم» افراد گونه است. اما این روش در بسیاری از موارد یا سخت است و یا این‌که غیرممکن است. مثلا جمعیت برخی گونه‌ها مثل حشرات بسیار زیاد و غیرقابل شمارش است و یا این‌که برخی گونه‌ها همچون پرندگان، تحرک سریع دارند. بنابراین امروزه با روش‌های ویژه‌ای، به جای تراکم مطلق، تراکم نسبی را محاسبه می‌کنند.

روش پطرسون

از متداول‌ترین روش‌های محاسبه تراکم نسبی، روش پطرسون است که به روش «Capture/Recapture) شهرت دارد. در این روش سطح زیستگاه جمعیت را به مناطق کوچک‌تری تقسیم‌بندی می‌کنند.[۳] به طور تصادفی چند ناحیه از کل منطقه زیستگاه گونه را انتخاب می‌کنند. در مرحله بعد به مناطق انتخابی فوق مراجعه کرده و تعدادی از افراد جمعیت را به طور کاملا تصادفی اسیر می‌کنیم. به نمونه‌های جمع‌آوری‌شده علامت‌های خاصی الصاق می‌شود. سپس آن‌ها را مجددا در زیستگاه‌شان رها می‌کنند. پس از مدت مشخصی، که این مدت به زیست‌شناسی گونه بستگی دارد، مجددا به نواحی فوق مراجعه کرده و دوباره تعدادی از افراد گونه را زنده‌گیری می‌کنیم. چنانچه در هر دو مرحله جمع‌آوری، مطابق روش زیر تعداد را شمارش کنیم، به کمک فرمول پطرسون، می‌توانیم تراکم نسبی جمعیت را محاسبه کنیم.

[۲] به شاخص پراکندگی، Dispersal نیز اطلاق می‌شود.
[۳] به هر منطقه چهارگوشه‌ای که بر روی سطح زمین انتخاب می‌شود یک Quadrate گفته می‌شود.

پروژه یاب
University Project

مثال: در مرحله اول نمونه‌برداری ۱۰۰ راس آهو صید کرده و پس از علامت‌گذاری در محیط رها کرده‌ایم. اگر در نمونه‌برداری دوم از ۵۰ آهوی صیدشده، ۱۰ نمونه علامت‌دار باشد، جمعیت کل آهوها را محاسبه نمایید.

مرحله اول نمونه برداری:	مرحله دوم نمونه برداری:
M= ۱۰۰ راس آهوی علامت‌گذاری شده	m= ۱۰ نمونه علامت‌دار صید شده
A= کل جمعیت آهوها	a= ۵۰ راس صید

$$\frac{\boldsymbol{M}}{\boldsymbol{A}} = \frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{a}} \rightarrow A = \frac{100 \times 50}{10} = 500$$

نکته: روش پطرسون در صورتی جواب نزدیک به واقعیت می‌دهد که موارد زیر را در نظر داشته باشیم:

۱. انتخاب در هر دو مرحله به صورت تصادفی انجام شود.
۲. روش علامت‌گذاری، نباید به زندگی طبیعی فرد آسیب بزند.
۳. نوع علامت باید به گونه‌ای باشد که از بین نرود و تا مرحله بعد روی بدن جانور باقی بماند.
۴. فاصله زمانی بین دو مرحله نمونه‌برداری آن‌قدر طولانی نشود که مرگ و میر، زاد و ولد و یا مهاجرت فصلی تراکم را تغییر دهد.

برای رفع خطا در روش پطرسون فرمول این روش را به صورت زیر اصلاح کرده‌اند:

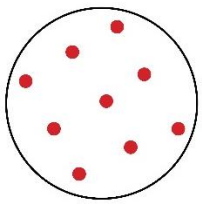
$$A = \frac{M\,(a+1)}{m+1}$$

حاصل بدست آمده برای مثال بالا از این فرمول، ۴۶۳ است.

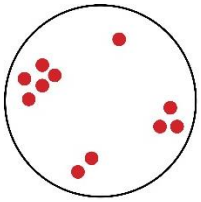
پراکندگی (*Distribution*)

پراکندگی عبارت است از الگوی استقرار افراد جمعیت در سطح زیستگاه. بدیهی است عوامل مختلفی در بروز پراکندگی افراد جمعیت موثرند. از جمله می‌توان به عوامل بیولوژیکی، مثل تحرک گونه، نیازهای مختلف آن و تمایل به زندگی‌های فردی و جمعی اشاره کرد. یا عوامل غیرزنده زیستگاه مثل پستی و بلندی یا وجود منابع آبی و غذایی. به طور کلی الگوهای زیر، در سطح اکوسیستم‌ها دیده می‌شود:

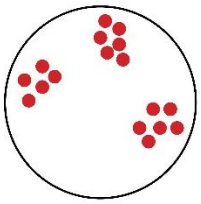
۱. منظم (Regular): این الگو در طبیعت دیده نمی‌شود و معمولا انسان‌ساخت است. مثل مزارع کشاورزی یا جنگل‌های مصنوعی. در طبیعت گاهی جانوران برای مدت کوتاهی پراکنش منظم به خود می‌گیرند؛ مثل پرواز مهاجرتی پرندگان. اما این جانوران به سرعت از این الگو خارج می‌شوند، زیرا که در این حالت جمعیت آسیب‌پذیرتر است.



۲. تصادفی (Random): به طور معمول پراکنش تصادفی در طبیعت دیده می‌شود. این الگو به خوبی نشان می‌دهد که سطح زیستگاه نیز از نظر منابع و امکانات غیر یک‌نواخت(Heterogenic) است.



۳. توده‌ای[۴] (Clumped): این الگو نیز در طبیعت دیده می‌شود و علت آن این است که منابع مورد نیاز افراد جمعیت، مثل آب و غذا، در نقاط مشخصی بیش‌تر و یا در دسترس‌تر است. این الگو هم‌چنین می‌تواند نشان‌دهنده قلمروگرایی جانوران مختلف باشد.



زاد و ولد (*Natality*)

می‌دانیم هر جمعیت از گونه‌های زنده قادرند طی چرخه زندگی خود، پس از سن بلوغ وارد مرحله تولیدمثل شوند. به این ترتیب افراد جدیدی را به جمعیت خود اضافه می‌کنند. بدیهی است صرف دانستن میزان زاد و ولد برای مطالعه یک جمعیت کافی نیست، زیرا فاکتورهایی از قبیل مرگ و میر و مهاجرت‌ها نیز در کنار زاد و ولد تاثیر عمده‌ای بر تعداد افراد جمعیت خواهند داشت. در مبحث زاد و ولد، پارامترهای مورد توجه عبارت‌اند از:

نرخ زاد و ولد (*Birth Rate*)

$$\text{نرخ زاد و ولد} = \frac{\text{تعداد متولدین هر سال}}{\text{تعداد کل جمعیت همان سال}} \times 100$$

محاسبه نرخ زاد و ولد، چون فاکتور مرگ و میر را منظور نکرده است، اطلاعات دقیقی به ما نمی‌دهد. به همین علت پارامتر مهم بعدی در مبحث زاد و ولد، یعنی «نرخ رشد» محاسبه می‌شود.

نرخ رشد (*Growth rate*)

$$\left(\text{نرخ رشد}\right) \boldsymbol{r} = \frac{\left(\text{متولدین سال}\right) \boldsymbol{B} - \boldsymbol{D} \left(\text{متوفیان سال}\right)}{\left(\text{کل جمعیت}\right) \boldsymbol{P}} \times 100$$

نرخ رشد علاوه بر آن‌که نشان می‌دهد که جمعیت در حال حاضر به چه میزان افزایش را شاهد است، می‌تواند در پیش‌بینی جمعیت آتی نیز به ما کمک کند. به این ترتیب که با استفاده از نرخ رشد(r)، زمان دوبرابر شدن جمعیت را محاسبه می‌کنند که عبارت است از:

$$\text{زمان دو برابر شدن جمعیت} = \frac{70}{r}$$

[۴] این به الگو، کپه‌ای نیز گفته می‌شود.

پروژه یاب
University Project

سوال: جمعیت کشور در سال ۱۳۶۰، برابر ۳۵ میلیون نفر بود. نرخ رشد در این سال معادل ۲ درصد محاسبه شد. مشخص کنید در چه سالی جمعیت ایران دو برابر شد.

$$\text{زمان دو برابر شدن جمعیت} = \frac{70}{r} \rightarrow \frac{70}{2} = 35$$

توضیح تایپ‌کننده: همان‌طور که می‌بینید ۳۵ سال بعد جمعیت دو برابر خواهد شد. یعنی ۱۳۹۵. (توضیح این‌که اگر می‌بینید در سال ۹۲ جمعیت ۷۶ میلیون نفر است، این یعنی نرخ رشد در سال‌های گذشته بیش‌تر از ۲ بوده است. گفته می‌شود نرخ رشد ایران در سال ۱۳۶۰ ۳,۹ بوده است. در سال ۱۳۹۲ نرخ رشد برابر ۱,۸ اعلام شده است.)

نکته: نرخ رشد تا ۲٪ منطقی است.

مرگ و میر (*Mortality*)

به طور طبیعی در هر جمعیتی، طی زمان درصدی از افراد جمعیت تلف می‌شوند. علل وقوع مرگ و میر در جمعیت‌ها بسیار متفاوت و متنوع است اما می‌توان به طور کلی چنین قضاوت کرد که در جمعیت‌های انسانی، علت اصلی وقوع مرگ و میر، کهولت سن است. در جوامع حیات وحش، عامل اصلی مرگ و میر، روابط صید و صیادی است. در رابطه با مرگ و میر معمولا، از فرمول‌های زیر استفاده می‌شود:

نرخ مرگ و میر

$$\text{نرخ مرگ و میر} = \frac{\text{تعداد متوفیان هر سال}}{\text{کل جمعیت همان سال}} \times 100$$

نرخ مرگ و میر به تنهایی برای قضاوت در مورد وضعیت اکولوژیکی جمعیت‌ها کافی نیست. بنابراین از پارامترهای دیگری در این رابطه استفاده می‌کنیم.

نرخ مرگ و میر کودکان زیر یک سال

$$\text{نرخ مرگ و میر کودکان زیر یک‌سال} = \frac{\text{تعداد کودکان زیر یک‌سال تلف شده}}{\text{کل موالید همان سال}} \times 100$$

این پارامتر به خوبی می‌تواند وضعیت بهداشت، سلامت و رفاه کودکان زیر یک‌سال و مادران آن‌ها را نشان دهد. به کمک این فاکتور می‌توانیم در مورد وضع جمعیت‌ها قضاوت منطقی داشته باشیم.

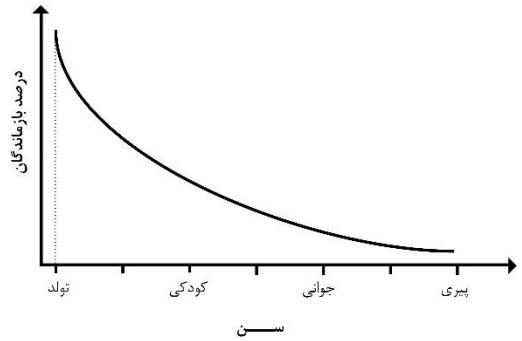
جلسه هفتم-۱۳۹۲/۸/۱۳

منحنی بقا (*Survival curve*)

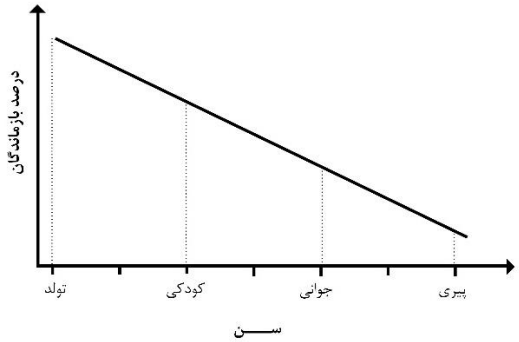
با توجه به مطالب گفته شده در بخش «زاد و ولد» و «مرگ و میر» مشاهده کردیم که تاثیر متقابل این دو فاکتور هم‌زمان روی جمعیت اعمال می‌شود. از سوی دیگر نکته‌ی مهم در مورد مرگ و میر، توجه به گروه سنی دارای تلفات است. در همین راستا نرخ مرگ و میر در گروه سنی کمتر از یک‌سال و یا نرخ مرگ و میر مادران به عنوان شاخص‌های کیفی در معرفی وضعیت بهداشت و سلامت جمعیت‌های انسانی معرفی شد. در همین مورد به منظور تجزیه و تحلیل جمعیت‌های مختلف، شامل جوامع گیاهی، جانوری و ...، منحنی‌های بقا طراحی شده‌اند. در این منحنی‌ها روی محور عمودی، درصد یا میزان بازماندگان جمعیت و روی محور افقی سن یا گروه‌های سنی منظور می‌شود. به این ترتیب، از روی چنین منحنی‌هایی می‌توانیم تشخیص دهیم که هر جمعیت بیش‌ترین تلفات خود را در چه گروه‌های سنی داشته است و یا برعکس هر جمعیت در کدام گروه سنی حداکثر بقا یا بازماندگی را دارد. به طور کلی سه نوع منحنی بقاءِ شاخص طراحی می‌شوند:

پروژه یاب
University Project

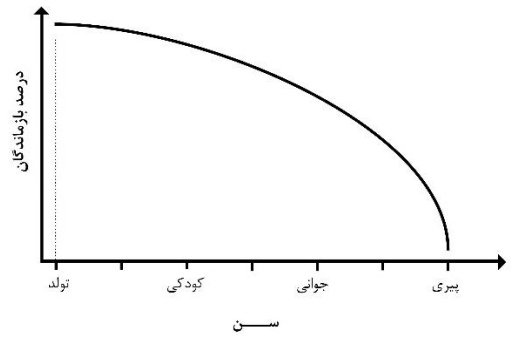
۱. در این منحنی بقا مشاهده می‌شود که در ابتدای تولد تعداد زیادی از زاده‌ها[۵] در همان ابتدای تولد تلف می‌شوند. (حداکثر تلفات و کمترین درصد بازماندگی) سپس درصد کمی از بازمانده‌ها به زندگی خود ادامه خواهند داد. این نمودار به عنوان مثال در اکثر آبزیان و ماهی‌ها، لاک‌پشت‌ها، بسیاری از حشرات و نیز اغلب گیاهان دانه‌دار دیده می‌شود.



۲. در این نوع منحنی مشاهده می‌شود که افراد جمعیت در تمام گروه‌های سنی، از تخم تا پیری، به یک میزان در معرض خطر هستند. به عبارت دیگر درصد بازماندگی افراد جمعیت، در تمام گروه‌های سنی به طور یکنواخت و تدریجی کاهش می‌یابد. پرندگان از شاخص‌ترین گونه‌های این الگوی بقا محسوب می‌شوند. همچنین پستانداران ریزجثه نیز از این دسته‌اند زیرا که عضو حلقه‌های نخستین زنجیره غذایی هستند.

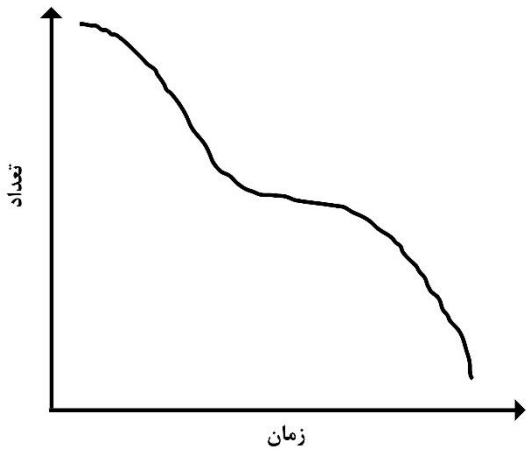


۳. در این منحنی بقا که به طور خاص شاخص جوامع انسانی می‌باشد (بدون هیچ‌گونه استرس تحمیلی) مشاهده می‌کنیم که از ابتدای تولد تا حدود سنین کهولت یا میان‌سالی تلفات بسیار ناچیزی رخ می‌دهد و جمعیت درصد بازماندگی زیادی دارد. سپس با فرارسیدن پیری آمار تلفات جمعیت به طور ناگهانی افزایش پیدا می‌کند.



[۵] در اکولوژی، زاده معادل واژه offspring است. در ژنتیک واژه Filial معادل زاده است.

سوال: منحنی زیر را تحلیل کنید.



این منحنی فرضی می‌تواند برای یک جمعیت انسانی منظور شود که علاوه بر تلفات شدید در گروه سنی بالا(کهن‌سالان) به علت وقوع یک جنگ در گروه سنی جوان‌ها هم تلفات ناگهانی و زیادی را تجربه کرده است. و یا در جمعیت‌های حیات وحش نشان‌دهنده جمعیت‌هایی است که همزمان با بلوغ و جوانی به منظور موفقیت در جفت‌یابی، کسب قلمرو و موفقیت تولیدمثلی درگیر مبارزه و رقابت شدید و در نتیجه افزایش میزان تلفات شده‌اند.

توزیع سنی (*Age Distribution*)

با توجه به این‌که جمعیت‌ها، به کمک تولیدمثل جنسی تکثیر می‌یابند، بدیهی است وجود تعداد مطلوب از افراد نر و ماده در هر جمعیتی لازم و ضروری است. به تعداد افراد هر جمعیت در گروه‌های سنی مختلف، اصطلاحا «توزیع سنی» و به تعداد افراد در هر جنسیت «توزیع جنسی جمعیت»[۶] گفته می‌شود. معمولا به طور همزمان تعداد نرها و ماده‌ها محاسبه شده و به آن «توزیع سنی-جنسی[۷]» جمعیت گفته می‌شود.

کاربرد این پارامتر:

۱. تشخیص نرها و ماده‌های بالقوه که قادر به تولیدمثل‌اند و بنابراین بر زاد و ولد و افزایش جمعیت تاثیر می‌گذارند.
۲. تشخیص تعداد کهن‌سالان که آمار مرگ و میر را بالا برده و درصد تلفات را تاثیر قرار می‌دهد.
۳. توزیع جنسی نیز می‌تواند بیان‌گر وجود یا عدم وجود تعادل بین نرها و ماده‌ها در گروه‌های سنی مختلف باشد.

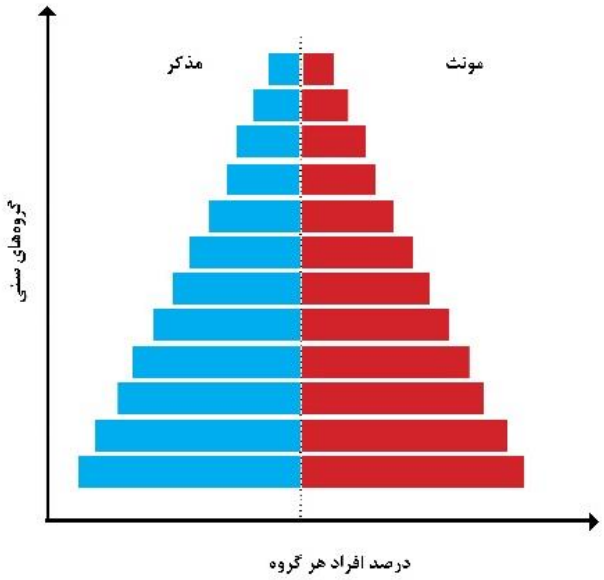
بدیهی است هر گونه عدم تعادل بین تعداد نرها و ماده‌های جمعیت در هر گروه سنی می‌تواند یک وضعیت غیرطبیعی یا نامطلوب محسوب شود که بایستی علت آن را بررسی تحلیل کرد. برای تفسیر توزیع سنی و جنسی جمعیت‌ها معمولا هرم‌هایی تحت عنوان سنی، هرم جنسی و یا هرم «سنی-جنسی» طراحی می‌شود. محور عمودی این هرم را گروه سنی تشکیل می‌دهد و در محور افقی درصد افراد هر گروه سنی قرار می‌گیرد. هرم حاصل بیان‌گر وضعیت جمعیت خواهد بود.

چنان‌چه هنگام رسم یک هرم سنی، در دو طرف یک ستون عمودی درصد جنسیت را نیز اعمال کنیم، در این صورت هرم حاصل هر سنی-جنسی جمعیت خواهد بود.

---

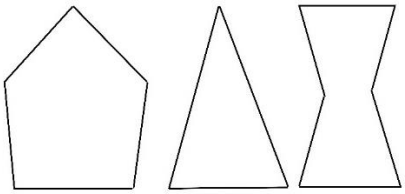
[۶] Sex Dis.

[۷] Age-Sex Dis.



نمونه یک هرم سنی-جنسی

سوال: در مورد هرم‌های سنی زیر چه تحلیلی دارید؟



پاسخ: هرم دوم در صورت کنترل به شکل هرم اول در می‌آید و ...

به هنگام تفسیر هرم‌های سنی-جنسی، به منظور سهولت تفسیر، این هرم‌ها را به سه فاز «پیش از تولیدمثل[۸]»، «زمان تولیدمثل[۹]» و «پس از تولیدمثل[۱۰]» تقسیم‌بندی می‌کنند. نکته مهم این‌که در همه‌ی جمعیت‌های زنده تمام سه مرحله‌ی فوق مشاهده نمی‌شود. به عنوان مثال در برخی از جمعیت‌ها فقط دو مرحله‌ی اول دیده می‌شوند. مانند حشرات و ماهی‌های قزل‌آلا. در حالی که در انسان و بسیاری از پستانداران، هر سه فاز به خوبی رویت می‌شوند.

[۸] Pre-reproduction
[۹] reproduction
[۱۰] Post reproduction

پروژه یاب
University Project

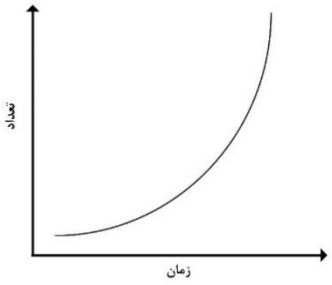
پتانسیل زیستی (*Biotic Potential*)

می‌دانیم که در طبیعت هر جمعیت گونه‌ای در طی سیکل زندگی خود بر اساس توانایی‌های ژنتیکی خود دارای میزانی پتانسیل زیستی است. از این پتانسیل زیستی، بسیاری از رفتارهای گونه سرچشمه می‌گیرد. از جمله الگوی رشد جمعیتی. بر این اساس در بین تمامی گونه‌ها، دو طرح کلی الگوی رشدی ممکن است مشاهده شود. این طرح‌ها به شرح زیر می‌باشند:

۱. الگوی رشدی J شکل
۲. الگوی رشدی S شکل

الگوی رشدی *J* شکل

در الگوی رشدی J شکل، مطابق منحنی زیر، مشاهده می‌شود که جمعیت با قرار گرفتن در شرایط مساعد، شروع به تکثیر و افزایش جمعیت می‌کند. به علاوه هیچ فاکتور محیطی، این رشد جمعیت را محدود نکرده است. بدیهی است این الگوی رشدی، در طبیعت رخ نمی‌دهد، بلکه در شرایط کنترل‌شده یا آزمایشگاهی ممکن است رخ دهد. فرمول مطالعاتی این الگوی رشدی، به خوبی نقش تعداد افراد جمعیت(N) و نیز نرخ رشد(r) را در تغییرات جمعیت فوق نشان می‌دهد.



$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = rN$$

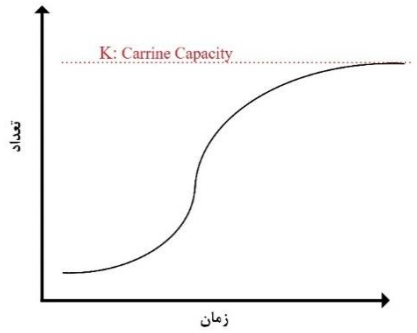
الگوی رشدی *S* شکل

این الگوی رشدی، که به طور معمول در بسیاری از جمعیت‌ها مشاهده می‌شود، بیان‌گر سه مرحله مختلف طی سیکل زندگی است.

فاز ۱: جمعیت هنوز از نظر تعداد ثابت و بدون افزایش است. زیرا لازم است ابتدا خود را با شرایط زیستگاه تطابق دهند. به این منظور مدت زمانی را در این فاز طی می‌کنند.

فاز ۲: پس از این‌که تطابق و سازگاری با محیط رخ می‌دهد، به علت وجود منابع کافی، جمعیت به سرعت افزایش می‌یابد.

فاز ۳: جمعیت فوق به یک ثبات نسبی دیگر می‌رسد. زیرا ظرفیت زیستگاه هرگز نامحدود نیست. بنابراین به علت کمبود فضا، کاهش منابع غذایی و نیز افزایش مواد دفعی در محیط زیستگاه، جمعیت به تولیدمثل خاتمه داده، ابتدا به ثبوت رسیده و سپس دچار تلفات خواهد شد.



$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = rN\left(\frac{k-N}{k}\right)$$

پروژه یاب
University Project

جلسه هشتم- ۱۳۹۲/۸/۲۶

سوال امتحان کلاسی: هرم سنی فرضی زیر را در جمعیت انسانی تفسیر کنید.

جمعیت پیر است. در هیچ گروه سنی تحت استرس قرار نگرفته. در آینده نزدیک نرخ مرگ و میر بالا می‌رود. به نظر می‌رسد با زاد و ولد جوانان، جمعیت در آینده به سمت یک جمعیت جوان پیش رود. این گفته یعنی هرم در آینده احتمالا برعکس خواهد شد.

فاکتورهای اکولوژیکی (*Ecological Factor*)

هر پارامتر محیطی که حداقل در بخشی از زندگی بیوسنوزها، روی زندگی آن‌ها تاثیر بگذارند به عنوان فاکتورهای اکولوژیکی تلقی می‌شوند. بدیهی است، فاکتورهای اکولوژیکی ممکن است اثرات متفاوت، کوتاه‌مدت یا بلندمدت، برگشت‌پذیر یا غیر قابل‌برگشت بر بیوسنوزها داشته باشند. اما نکته اساسی این است که تاثیر فاکتورهای اکولوژیکی بر زندگی بیوسنوزها ممکن است به یکی از صورت‌های زیر بروز نماید:

۱. حذف گونه از زیستگاه
۲. تثبیت و تداوم حیات گونه
۳. ایجاد تغییر در الگوهای پراکنش یا تراکم گونه‌ای

فاکتورهای اکولوژیکی را به طور کلی در چهار گروه زیر تقسیم‌بندی می‌کنند:

الف) فاکتور خاک

ب) فاکتور اقلیم

ج) فاکتور توپوگرافی

د) فاکتورهای زیستی (بیولوژیک)

خاک

خاک در واقع حاصل فرسایش سنگ بستر در خشکی‌ها است. اهمیت آن برای گیاهان به طور مستقیم و برای جانوران به شکل غیرمستقیم است؛ زیرا گیاهان به منظور تثبیت، دریافت مواد غذایی و آب مستقیما به خاک وابسته‌اند. به این ترتیب هرگونه تغییر در ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک، به صورت مستقیم بر گیاهان تاثیر خواهد داشت. در مورد جانوران نیز، بسیاری از گونه‌ها که زمین‌زی محسوب می‌شوند ارتباط تنگاتنگی با خاک وجود دارد؛ برای مثال ساختن آشیانه، تخم‌گذاری، زادآوری و تغذیه. حتی در گونه‌های غیر زمین‌زی نیز ارتباط غیرمستقیم مشخصی با خاک دیده می‌شود؛ مانند پرندگاه شکارچی که شکارشان در خاک یافت می‌شود.

پروژه یاب
University Project

در مورد خاک توجه به ساختار آن بسیار مهم است. به طور کلی در خاک تقسیم‌بندی ساختاری زیر دیده می‌شود. حدودا ۵۰٪ حجم خاک شامل مواد آلی همراه با مواد معدنی است؛ و ۵۰٪ بقیه حجم خاک شامل منافذی است که از آب و هوا پر می‌شود. مواد آلی خاک سه نقش اساسی را به عهده دارند:

۱. ماده غذایی و انرژی‌زا برای گیاهان و برخی جانوران محسوب می‌شوند.
۲. ظرفیت نگه‌داری آبِ موجود در خاک را افزایش می‌دهند.
۳. انرژی لازم برای میکروارگانیسم‌های تجزیه‌کننده را فراهم می‌کند.

به طور معمول خاکی که حدودا ۲٪ مواد آلی داشته باشد، خاک مطلوبی است و چنانچه درصد مواد آلی کمتر از این مقدار باشد، خاک فقیر و سنگین محسوب می‌شود.

مواد معدنی خاک که اصلی‌ترین عناصر موثر در خواص خاک محسوب می‌شوند، براساس قطر ذرات‌شان (دانه‌بندی) به سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱. رس (Clay): قطر ذرات کمتر از ۰,۰۰۲ میلی‌متر
خاک رس چسبندگی ذرات خاک را سبب می‌شود.

۲. سیلت (Silt): قطر ذرات بین ۰,۰۰۲ تا ۰,۰۲ میلی‌متر
نسبتی از وظایف چسبندگی و تخلل را بر عهده دارد.

۳. شن (Sand): قطر ۰,۰۲ تا ۲ میلی‌متر
منافذ ایده‌آل برای نفوذ آب و هوا در خاک ایجاد می‌کند.

۰۰. نسبت‌هایی از این سه را تحت عنوان بافت خاک (Soil texture) معرفی می‌کنند. در رابطه با بافت خاک، چنان‌چه خاکی نسبت متعادلی از هر سه بخش داشته باشد، به عنوان خاک لومی شناخته می‌شود.

نکته: علاوه بر مواد آلی و معدنی خاک، pH یا اسیدیته نیز به عنوان مهم‌ترین ویژگی شیمیایی خاک مورد توجه قرار می‌گیرد. زیرا بسیاری از عناصر مورد نیاز گیاهان در pH ویژه‌ای به صورت محلول و قابل‌جذب در می‌آیند. به عنوان مثل در pH قلیایی، عناصر مس، روی و آهن کاملا نامحلول‌اند و جذب گیاه نمی‌شوند؛ و یا آلومینیوم در pH اسیدی به شدت محلول است و در صورت جذب‌شدن توسط گیاه بسیار سمی خواهد بود.

اقلیم

نخست بایستی تفاوت دو اصطلاح «آب و هوا[۱۱]» و «اقلیم[۱۲]» را بررسی کنیم. آب و هوا عبارت است از شرایط فعلی یا جاری جو در هر منطقه مثل دمای فعلی، رطوبت فعلی، شدت و جهت بادهای حال حاضر و ...؛ در حالی‌که اقلیم عبارت است از میانگین یا متوسط پارامترهای هواشناسی طی مدت‌های طولانی‌تر (مثلا یک‌ساله) و برای محدوده‌ای وسیع‌تر (اکوسیستم‌های بزرگ). عوامل اقلیمی که به عنوان فاکتورهای اکولوژیکی، بیوسنوزها را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهند، عبارتند از: نور، دما، بارندگی، رطوبت، فشار و ...

[۱۱] Weather
[۱۲] Climate

پروژه یاب
University Project

از بین عوامل فوق، نور و دما شناخته‌شده‌ترین اثرات را دارند. به عنوان مثال تغییر در میزان و شدت نور و نیز «دوره‌های تابشی نور»[۱۳] تاثیرات زیادی رو گیاهان و جانوران دارند. به عنوان مثال اثر نور بر گیاهان، به ویژه موجب تغییر در زمان تولیدمثل یا گل‌دهی، تغییر در میزان فتوسنتز، تغییر در رشد رویشی و ... می‌شود. در جانوران نیز اثر نور به شکل‌های مختلف مشهود است، هم‌چون: بروز خواب، وقوع مهاجرت (اکثر پرندگان بر اساس تغییر در طول روز فصل مهاجرت خود را شناسایی می‌کنند.)، تغییر در مورفولوژی (رنگ و تغییر در پوشش پوستی) و همین‌طور تغییر در فیزیولوژی مثل تغییرات در چرخه‌های جنسی و تولیدمثلی.

نکته: در جانوران دو نوع خواب وجود دارد:

۱. Hibernation: **خواب زمستانی** که بر اثر افزایش سرما رخ می‌دهد.
۲. Aestivation: **خواب تابستانی** که بر اثر افزایش گرما رخ می‌دهد.

دما نیز در گیاهان و جانوران در مقایسه با نور اثرات مشابهی دارد.

اقلیم و اصول دمایی

در ارتباط با اثر دما، به عنوان فاکتور اکولوژیکی، دو اصل مطرح می‌شود که به نام‌های دانشمندان معرف این اصول نام‌گذاری شده‌اند:

اصل برگمن (*Bergman*): بر اساس این اصل اگر از سمت استوا به سمت عرض‌های جغرافیایی بالا حرکت کنیم، جثه پستانداران خون‌گرم مشابه به سمت کروی‌شدن میل می‌کند.

اصل آلــه (*Alleh*): این دانشمند می‌گوید هر چه از استوا به سمت قطبین حرکت کنیم در بدن پستانداران مشابه، اندام‌های انتهایی شامل دست‌ها و پاها، پوزه، گوش‌ها و دم کوتاه‌تر می‌شوند.

نتیجه‌گیری کلی از دو اصل فوق بیان‌گر نوعی سازش با افزایش سرما (به عبارتی کاهش دمای زیستگاه) می‌باشد.

نکته: در رابطه با فاکتور اکولوژیکی اقلیم، در قرن حاضر مهم‌ترین پدیده اقلیمی که تقریبا تمامی کره زمین را تحت تاثیر قرار داده، پدیده اقلیمی «El-Nino» است که به طوفان‌های گرمسیری-سردسیری اطلاق می‌شود. ال‌نینو در لغت کلمه‌ای ایتالیایی است و از دو بخش El به معنای پسر و Nino به معنای مسیح ساخته شده است. علت این نام‌گذاری آن است که زمان عمده چنین طوفان‌هایی هم‌زمان به کریسمس است. در مقابل این پدیده،La-Nino به معنای دختر مسیح رخ می‌دهد. این طوفان‌های گرمسیری-سردسیری در اقیانوس آرام و حد فاصل سواحل اندونزی (آسیا جنوب شرقی) تا سواحل پرو (آمریکای جنوبی) رخ می‌دهند. در واقع در این مناطق از اقیانوس به علت تغییرات ناگهانی جوی از جمله پدیده **گرمایش جهانی** (Global warming)، دمای سطح اقیانوس چند درجه افزایش یابد، در نتیجه جهت و شدت بادهای اقیانوسی کاملا تغییر خواهد کرد. بنابراین در بخشی از نیم‌کره که بادهای شدید بارشی می‌وزند، بارندگی‌های بسیار شدید به صورت طوفان‌های ناگهانی بروز می‌کند. (مثل طوفان کاترینا) و برعکس در نیم‌کره مقابل پدیده خشک‌سالی گسترده خواهیم داشت. چنین طوفان‌هایی در سده‌های گذشته، به طور معمول به تعداد محدودی در هر سال رخ می‌داد اما در چند دهه اخیر شدت و دفعات وقوع چنین طوفان‌هایی به طور قابل‌توجهی افزایش یافته است. به عنوان مثال از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ میلادی بیش از ۱۸۰ طوفان عظیم ثبت شده است.

---

[۱۳] Photoperiod Cycles

پروژه یاب
University Project

جلسه نهم- ۱۳۹۲/۸/۲۷

توپوگرافی

با توجه به تعریف توپوگرافی که به مفهوم پستی و بلندی‌های سطح زمین می‌باشد، سه ویژگی «ارتفاع»، «شیب» و «جهت» در این بحث مطرح می‌شود. هر سه پارامتر فوق شرایط زیستگاهی را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند به عنوان مثال روی دما، فشار اتمسفر، میزان اکسیژن و ... موثرند. بدیهی است گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی هرکدام زیستگاهی را که از نظر پارامترهای فوق برایشان ایده‌آل است را اشغال خواهند کرد. از سوی دیگر وجود شرایط توپوگرافی خاص از جمله ارتفاعات پیوسته و یا دره‌های عمیق به عنوان سدی در مقابل گسترش گونه‌ها عمل می‌کند. به این ترتیب می‌توان چنین قضاوت کرد که توپوگرافی به عنوان یک فاکتور اکولوژیکی بیوسنوزها را از جهات متعددی تحت تاثیر قرار می‌دهد.

ویژگی‌های زیستی

به کلیه روابط بین بیوسنوزها ویژگی‌های بیولوژیکی اطلاق می‌شود. چنین روابطی قطعا زندگی هر گونه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. به طور کلی چنین روابط بین بیوسنوزها را به دو دسته کلی تقسیم می‌کنیم:

۱. گروه هوموتیپیک (Homotypic): روابط متقابل بین افراد از یک جمعیت گونه‌ای
۲. گروه هتروتیپیک (Heterotypic): روابط متقابل بین گونه‌های مختلف

واکنش‌های هوموتیپیک

روابط بین افراد یک جمعیت گونه‌ای ممکن است بر اساس نتایج حاصل در دو دسته «**نتایج مثبت**» و «**نتایج منفی**» تقسیم شود. در مورد نتایج مثبت مثال شاخص «**اثر گروه**[۱۴]» است. «اثر گروه» معمولا زمانی مشابه می‌شود که تعدادی از افراد گونه در مجاور هم حضور دارند و به نوعی حضورشان در کنار هم موجب ثبات بیشتر آن‌ها و دوام بقایشان می‌شود. پدیده اثر گروه را در حشرات، جوندگان، دسته‌های گاو وحشی و ... می‌توان دید. به عنوان مثال گاوهای وحشی گروه تشکیل می‌دهند تا در صورت حضور صیاد، با آرایش منظم دایره‌وار قرار گرفته، ضمن حمایت از افراد ضعیف و گوساله‌ها از تمام جوانب حضور دشمن را زیر نظر داشته باشند؛ و یا در ملخ در صورت تشکیل گروه، در چنین شرایطی برخورد شاخک‌های آن‌ها به هم تحریکات عصبی-شیمیایی را در بدن آن‌ها سبب می‌شود که نتیجه آن عبارت است از افزایش اشتها به غذا، افزایش قدرت پروازی آن‌ها، افزایش توان تولیدمثلی و ... در نتیجه در مدت کوتاهی جمعیت عظیمی از گونه حاصل می‌شود. در مورد دیگر بسیاری از جانوران صیاد، ضمن تشکیل گروه شکار دسته‌جمعی انجام می‌دهند. در چنین شرایطی ضمن این‌که موفقیت بیشتری دارند، کمترین انرژی را نیز صرف خواهند کرد. در مورد روابط متقابل با نتایج منفی در یک جمعیت گونه‌ای نیز می‌توانیم به دو نمونه‌ی «**اثر توده**[۱۵]» و دیگری «**قلمروگرایی**[۱۶]» اشاره کنیم. در «اثر توده» تعداد افراد گونه که در مجاورت هم قرار دارند، به مراتب بیشتر از حد گروه خواهد بود، در نتیجه با افزایش شدید تراکم، تاثیرات منفی بر هم‌دیگر خواهند گذاشت. اثر توده در حشرات دیده می‌شود. به عنوان مثال در گونه سوسک‌ها به محض بالا رفتن تراکم و ایجاد توده جمعیتی، تلفات جمعیت به شدت افزایش می‌یابد. به علاوه «قدرت تولیدمثل[۱۷]» کاهش می‌یابد و این روند تا زمانی که تراکم به حد ظرفیت زیستگاه نزدیک شود، ادامه می‌یابد. اما در مورد «قلمروگرایی» این‌که بسیاری از مهره‌داران در بخشی از سیکل زندگیشان، به ویژه پس از بلوغ، برای خود قلمرویی تعیین می‌کنند و به شدت از چنین قلمرویی حفاظت می‌کنند. وسعت قلمرو بستگی به بیولوژی هرگونه دارد. محدود قلمرو به روش‌های مختلفی علامت‌گذاری یا تعیین می‌شود؛

---

[۱۴] Group effect
[۱۵] Mass effect
[۱۶] Territoriality
[۱۷] Fecundity

پروژه یاب
University Project

به عنوان مثال به وسیله سرگین یا ادرار (مثلا در گوزن‌ها) یا آزادکردن فرومون‌ها و یا علامت‌گذاری رو تنه درخت (مثلا در خرس‌ها) می‌توان اشاره کرد.[۱۸]

واکنش‌های هتروتیپیک

در این بخش جمعیت گونه‌ها مختلف که به علت داشتن زیستگاه مشترک در جوار هم به سر می‌برند، به صورت‌های مختلفی با هم‌دیگر رابطه برقرار می‌کنند. گاهی این روابط مثبت است و گاهی اثرات منفی را سبب می‌شود. با توجه به تنوع چنین روابطی و انواع اثرات ناشی از آن اکولوژیستی به نام هاسکل، جدولی را طراحی کرده که به طور خلاصه روابط هتروتیپیک بین گونه‌ای را در ۹ حالت مختلف نشان می‌دهد. وی به این منظور از علامت مثبت (+) برای اثرات مثبت، عدد صفر (0) به منظور بی‌اثری یا خنثی و از علامت منفی (–) برای اثرات منفی استفاده کرده است.

علامت	نوع کنش متقابل	تفسیر و توضیح
00	بی‌تاثیری	در این حالت دو گونه هم‌بوم هیچ‌گونه اثرات مشخصی بر هم‌دیگر ندارند.
0-	بازدارندگی یک‌طرفی	در این حالت یک گونه موجب بازدارندگی گونه‌ی دیگر خواهد شد. اما خود هیچ اثری دریافت نمی‌کند. به عنوان مثال علف‌های هرز با تولید مواد آللوپاتیک از رشد سایر گیاهان اطراف خود ممانعت می‌کند.
0+	هم‌سفرگی	از بین دو گونه هم‌جوار تنها یکی سود می‌برد و برای گونه دوم هیچ تاثیر خواهد داشت. به عنوان مثال می‌توان به ماهیان کوچک که به صورت گله‌ای در اطراف ماهیان بزرگ مستقرند اشاره کرد.
--	بازدارندگی متقابل	در این حالت هردوگونه مستقیما بر هم اثر بازدارندگی (منفی) دارند. به عنوان مثال ماهی ساردین و ماهی کولی، دو گونه هم‌جوار هستند که به منظور بهره‌برداری از منابع غذایی مشترک مستقیما جمعیت هم‌دیگر را تهدید می‌کنند.
--	رقابت تغذیه‌ای	در این حالت صرفا به سبب رقابت غذایی اثرات بازدارندگی به صورت غیرمستقیم مشاهده می‌شود زیرا دو گونه قادرند در صورت اضطرار رژیم غذایی خود را تغییر دهند. برای مثال جغد و مار درباره صید موش، می‌توانند رژیم غذایی خود را تغییر دهند در نتیجه رقابت شدید رخ نمی‌دهد.
++	هم‌کاری اختیاری	هر دو گونه از روابط هم‌جواری سود می‌برند. به عنوان مثال ارتباط خرچنگ‌ها با تپه‌های مرجانی. بدیهی است در این نوع ارتباط هریک از دو گونه می‌توانند روابط متقابل را به طور اختیاری قطع کنند.
++	هم‌کاری اجباری	در این حالت هر دو گونه از روابط هم‌جواری خود سود می‌برند و قادر به قطع رابطه نیستند. زیرا در صورت قطع ارتباط، آسیب می‌بینند. به عنوان مثال ارتباط مورچه‌ها و قارچ بازیدیومیست‌ها.
-+	انگلی	در حالت انگلی یکی از گونه‌ها به طور کامل از دیگری سود می‌برد و بر روی آن گونه که حکم میزبان را دارد، اثرات بازدارنده‌ای را اعمال می‌کند. نکته مهم این‌که گونه انگل به طور معمول کوچک‌تر از میزبان است.
-+	صیادی	در رابطه‌ی صیدای گونه‌ی صیاد مستقیما از صید خود تغذیه می‌کند. در این ارتباط معمولا جثه گونه صیاد از صید بزرگ‌تر است.

در بحث فاکتورهای اکولوژیکی همان‌طور که در ابتدای بحث اشاره کردیم، اثر فاکتورها بر بیوسنوزها می‌تواند باعث حذف از زیستگاه، تثبیت و تداوم و یا تغییر پراکنش و پراکندگی شود. این‌که کدام یک از نتایج فوق حاصل شود، به برخی ویژگی‌های ذاتی گونه بستگی دارد که مهم‌ترین آن‌ها تحت عنوان «ظرفیت اکولوژیکی» مطرح می‌شود.

[۱۸] لازم به ذکر است در رقابت‌های قلمروگرایی بین افراد یک گونه، رقابت به قدری پیش نمی‌رود که به مرگ یکی از افرد بیانجامد.

پروژه یاب
University Project

ظرفیت اکولوژیکی (*Ecological valance*)

ظرفیت اکولوژیکی عبارت است از میزان تحمل یا بردباری هر گونه در برابر تغییرات شدید فاکتورهای اکولوژیکی. به عبارت دیگر ظرفیت اکولوژیکی میزان توان هرگونه را برای تثبیت‌شدن در محیط زیست نشان می‌دهد. بدیهی است این توان یا ظرفیت به عوامل متعددی بستگی دارد. از جمله این عوامل می‌توان به «خصوصیات بیولوژیکی گونه» اشاره کرد که بر این اساس هر گونه دارای یک دامنه حداقل تا حداکثر برای تحمل هر پارامتر محیطی است. به عنوان مثال یک گونه اگرچه یک دمای مطلوب[۱۹] برای بقای خود دارد اما قادر است محدوده‌ای از دماهای کمتر را تا بیشتر از دمای مطلوب را نیز تحمل کند. به گونه‌هایی که دامنه بردباری یا ظرفیت اکولوژیکی محدودی دارند اصطلاحا Steno گفته می‌شود. (پیش‌وند Steno قبل از پارامتر محیطی ذکر می‌شود؛ مانند: Stenothermal، Stenophagic، Stenohydric، Stenoadaphic و ...) و برعکس چنان‌چه دامنه بردباری یا ظرفیت اکولوژیکی گونه وسیع باشد، به آن اصطلاحا Eury گفته می‌شود. (پیش‌وند Eury نیز قبل از پارامتر محیطی ذکر می‌شود؛ Eurythemal، Euryphagic، Euryhydric، Euryadaphic و ...)

جلسه دهم-۱۳۹۲/۹/۳

نکته: در رابطه با ظرفیت اکولوژیکی لازم است با دو قانون **لی‌بیگ**(حداقل) و **شلفورد**(حداکثر)[۲۰] به شرح زیر اشاره شود:

لی‌بیگ یک اکولوژیست آلمانی است که ضمن مطالعه روی گونه‌های گیاهی متوجه شد که چنان‌چه عناصر مختلف مورد نیاز یک گیاه به مقادیر مختلف در دسترس باشند، میزان رشد گیاه را عنصری تعیین خواهد کرد که در محیط در حد حداقل باشد. این واقعیت، قانون لی‌بیگ را به عنوان قانون حداقل به این ترتیب مطرح کرد. پارامتر محیطی که از حداقل مقدار برخوردار باشد، میزان رشد بیوسنوز را تعیین می‌کند.» این قانون را به یک بشکه تشبیه می‌کنند که دیواره آن از الوارهایی با ارتفاع متفاوت ساخته شده است. چنان‌چه هر الوار را مشابه یک پارامتر محیطی بدانیم، بدیهی است کوتاه‌ترین الوار، ظرفیت بشکه را تعیین می‌کند.

شلفورد تحقیقات لی‌بیگ را تکمیل کرده و تاثیر زیادتر از حد بودن پارامترها را بر رشد مطرح کرد. به عبارت دیگر بر اساس قانون شلفورد هر عنصر یا پارامتر محیطی که از حد تحمل و بردباری گونه فراتر رود، باعث توقف رشد در گونه خواهد شد.

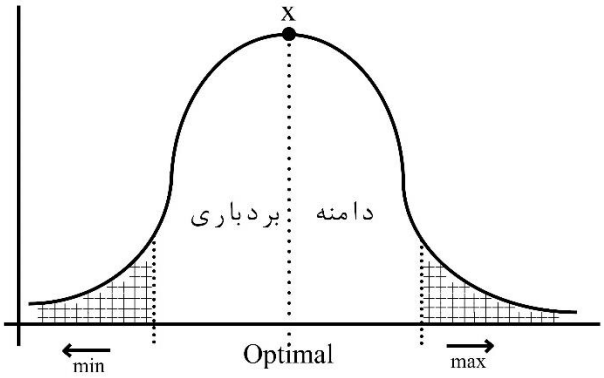
چنان‌چه دو قانون فوق را به صورت یک‌جا و در هم ادغام نماییم، دقیقا به مفهوم **ظرفیت اکولوژیکی** خواهیم رسید. در واقع به نظر می‌رسد دامنه بردباری و تحمل بیوسنوزها نسبت به پارامترهای محیطی از یک منحنی توزیع نرمال برخوردار است.

---

[۱۹] Optimal temperature

[۲۰] به این قانون، «آستانه تحمل» نیز گفته می‌شود.

پروژه یاب
University Project



در تفسیر منحنی فوق می‌توان به طور خلاصه چنین گفت:

۱. تعداد معدودی از افراد جمعیت گونه نقطه‌ی دقیقا مطلوب (Optimal) را اشغال می‌کنند زیرا رقابت در این نقطه به علت افزایش تراکم بالا است. (معمولا افراد برتر ساکن می‌شوند.)
۲. اکثریت جمعیت گونه مناطق نزدیک به شرایط مطلوب را اشغال خواهند کرد.
۳. درصد اندکی از جمعیت در نواحی کم‌بود و بیش‌بود ساکن می‌شوند. بدیهی است این افراد که معمولا در اثر موانع یا سدهای جغرافیایی از جمعیت جدا شده‌اند. چنان‌چه با شرایط سخت موجود سازگاری یافتند، قادر خواهند بود در زیستگاه تثبیت و پایدار شوند و در غیر این صورت جذف خواهند شد.[۲۱]

آشیان اکولوژیکی (*Niche*)[۲۲]

آشیان اکولوژیکی عبارت است از محدوده‌ای از زیستگاه که به علت داشتن شرایط مطلوب توسط یک گونه اشغال شده باشند. به علاوه موقعیت یا جایگاه گونه در اکوسیستم نیز بخشی از آشیان محسوب می‌شود. [نیچ= آدرس،+شغل و وظیفه گونه] به عنوان مثال جنگل. بدیهی است آشیان اکولوژیکی هر گونه، کاملا وابسته است به وضعیت زیستی گونه و به ویژه ظرفیت اکولوژیکی. بر این اساس دو نوع آشیان برای موجودات زنده تعریف می‌شود:

۱. آشیان بالقوه
۲. آشیان بالفعل

آشیان بالقوه، دامنه وسیعی از زیستگاه را که تقریبا در حد ظرفیت گونه است، شامل می‌شود. در حالی‌که **آشیان بالفعل** بسیار کوچک‌تر است و محدود کمی را شامل می‌شود. به عبارت دیگر آشیان بالقوه، آشیان تئوریکی گونه است در حالی که آشیان بالفعل، آشیان عملی آن گونه است.

نکته: برای هر گونه طی سیکل زندگی، میزان ظرفیت معمولا متغیر خواهد بود. معمولا حساسیت یا کمترین بردباری در ابتدای زندگی (تخم و لارو) و نیز اواخر طول عمر (کهنسالی) مشاهده می‌شود.

[۲۱] برای اطلاعات بیش‌تر به مبحث گونه‌زایی در واحدهای سیستماتیک مراجعه نمایید.
[۲۲] در منابع دیگر به «آشیان»، نام «کنج» نیز گفته می‌شود و در منابع لاتین نیز گاهی به آن Habitat اطلاق می‌شود.

پروژه یاب
University Project

جامعه زیستی (*Community*)

جامعه زیستی عبارت است از تمامی جمعیت‌های گونه‌ای مختلف که با هم در یک اکوسیستم شریک هستند. به عبارت دیگر کل بیوسنوزهای هر اکوسیستم، جامعه زیستی آن اکوسیستم را تشکیل می‌دهد. در این بخش به برخی از ویژگی‌های جوامع زیستی، اشاره می‌کنیم:

۱. وابستگی (fidelity)
۲. غالبیت (Dominancy)
۳. تنوع (Diversity)
۴. ساختار (stracture)
۵. فرکانس (frequency)

وابستگی (*fidelity*)

از دید اکولوژیکی میزان یا شدت ارتباط و وابستگی یا حضور هر جمعیت را در اکوسیستم خود، «وابستگی» می‌گویند. بدیهی است میزان وابستگی به اکوسیستم، برای تمام جمعیت‌هایی که در آن حضور دارند، یکسان نیست. بر این اساس چند حالت زیر قابل پیش‌بینی است:

گونه اختصاصی

شامل جمعیت گونه‌ای است که در اکوسیستم مورد نظر با تعداد زیاد یا انبوهی قابل توجه حضور داشته باشد. از نظر تعداد به سایر گونه‌ها غالبیت دارد. بدیهی است این گونه در سایر اکوسیستم‌ها مشاهده نمی‌شود. گونه اختصاصی از نظر میزان بردباری محدود (Steno) است.

گونه اختیاری

چنین گونه‌ای در چندین اکوسیستم مجاور دیده می‌شود و به عبارتی قادر است در جامعه‌های مجاور هم تردد نماید؛ اما معمولا یکی از زیستگاه‌ها را به بقیه ترجیح می‌دهد.

گونه بیگانه

چنین گونه‌ای به طور معمول در اکوسیستم یا جامعه زیستی مورد مطالعه حضور نداشته، بنابراین وجود فعلی آن در این جامعه زیستی نشان‌گر نوعی مهاجرت خواهد بود.

گونه بی‌تفاوت

در چندین زیستگاه متفاوت دیده می‌شوند و هیچ زیستگاه یا جامعه‌ای را ترجیح نمی‌دهند. این گونه‌ها حداکثر بردباری و تحمل را دارند.

سوال:

۱. اثر توده و اثر گروه بر اساس چه معیارهایی از هم تشخیص می‌دهیم؟
۲. به وسیله ۳ شاخص می‌توان اثر گروه را با نتایج مثبت از اثر توده با نتایج منفی تفکیک کرد که ..۰

جلسه یازدهم- **(سخن تایپ‌کننده: این جلسه رو خودم حضور نداشتم و از روی جزوه بچه‌ها نوشتم. به همین دلیل هر گونه اشتباهات احتمالی رو گردن نمی‌گیرم.)**

غالبیت (*Dominancy*)

غالبیت عبارت است از مقدار انرژی که هر گونه قادر است به جامعه زیستی خود وارد کند. چنین غالبیتی ممکن است به یکی از حالت‌های زیر بروز نماید:

پروژه یاب
University Project

۱. تعداد زیاد
۲. اثرگذاری شدید و مهم در زیستگاه
۳. اندازه و سایز بزرگ

نتیجه همه موارد فوق یکسان است. بدین معنی که چنین گونه‌ای موفق خواهد شد بیش‌ترین امکانات جامعه‌ی زیستی محل سکونتش را در اختیار قرار دهد. به عنوان مثال بیش‌ترین فضا و بیش‌ترین منابع غذایی توسط چنین گونه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدیهی است در چنین شرایطی وضعیت سایر گونه‌های جامعه‌ی فوق به یکی از حالت‌های زیر خواهد بود:

۱. حذف گونه از زیستگاه
۲. مهاجرت از زیستگاه
۳. سازگارشدن با شرایط جدید و پذیرفتن ادامه‌ی زندگی با حداقل امکانات

در مورد غالبیت ذکر چند نکته ضروری است:

أ) یکی از پارامترهای مهم در ایجاد غالبیت در مناطق مختلف زیستگاهی، «شرایط اقلیمی» است. به عبارت دیگر در اقلیم‌های معتدل، غالبیت بسیار کم است. زیرا تغییر فصول فرصت کافی برای غالب‌شدن یک گونه را فراهم نمی‌کند. **(توضیح تایپ‌کننده: در مناطق معتدل چهارفصل به تفکیک وجود دارد اما مثلا در مناطق سرد، تفاوت دمایی آن‌قدر زیاد نیست.)**

ب) در اکوسیستم‌های تحت استرس و ناپایدار مانند خور (مصب) و سواحل تخت جزر و مدی، غالبیت گونه‌ای در حد قابل توجهی مشاهده می‌شود. به عبارت دیگر گونه‌هایی با ظرفیت اکولوژیکی وسیع قادرند تحت استرس نیز رشد و تکثیریافته و تا حد زیادی جامعه‌ی زیستی خود را فرابگیرند.

ج) چنان‌چه دو نیم‌کره شمالی و جنوبی را از نظر غالبیت گونه‌ای مقایسه کنیم، خواهیم دید در نیم‌کره جنوبی به این علت که شرایط محیط (به ویژه از نظر اقلیم) در حد بردباری قرار دارد، غالبیت گونه‌ای در حد قابل توجهی دیده می‌شود. در نتیجه در این نیم‌کره به همان میزان که گونه‌های غالب مشاهده می‌شوند از میزان تنوع گونه‌ای کاسته می‌شود. این مسئله در نیم کره شمالی برعکس است. یعنی شرایط معتدل، تنوع بالا و غالبیت بسیار کم است.

د) چنان‌چه در یک جامعه زیستی گونه غالب به هر دلیل حذف شود، اثر چنین حذفی در جامعه بسیار شدید و قابل توجه است و اگر گونه‌های غیرغالب از جامعه زیستی حذف شوند، اثرات شدید و قابل توجهی نخواهند داشت.

تنوع زیستی (*Biodiversity*)

تنوع زیستی در هر جامعه عبارت است از تعداد گونه‌های موجود در آن جامعه. بدیهی است تنوع زیستی به این علت که موجب تشکیل شبکه‌های غذایی پیچیده در اکوسیستم می‌گردد، موجب پایداری جامعه زیستی و اکوسیستم خواهد شد. به عبارت دیگر هر چه تنوع زیستی بیشتر شود، در نتیجه ثبات و بقای اکوسیستم بیشتر است. به طور کلی تنوع زیستی در سه سطح تنوع جنس، تنوع گونه و تنوع در سطح ژن بررسی می‌شود. در مورد تنوع زیستی در سطح جوامع زیستی ذکر نکات زیر ضروری است:

۱. چنان‌چه از استوا به سمت قطبین حرکت کنیم، میزان تنوع زیستی به شدت کاهش و غالبیت افزایش می‌یابد.
۲. دما یکی از عوامل موثر در ایجاد تنوع زیستی است.
۳. در اقلیم معتدل در مقایسه با اقلیم‌های گرمسیری تنوع بیشتر خواهد بود. (در گرمسیری‌ها غالبیت بیشتر است.)
۴. چنانچه نسبت r/p را در نظر بگیریم، هر چه میزان این کسر کاهش یابد به این معنی است که تولید بر میزان تنفس پیشی گرفته است و تنوع به شدت افزایش خواهد یافت. (r: تنفس، p: تولید)
۵. به طور کلی سه عامل عرض جغرافیایی، شرایط اقلیمی و قدمت بیوسنوز مهم‌ترین عوامل بروز تنوع زیستی هستند.

پروژه یاب
University Project

ساختار (*Structure*)

عبارت است از الگوی پراکنش گونه‌های مختلف در سطح زیستگاه. به عبارت دیگر در بخش ساختار، جامعه زیستی یا نحوه استقرار گونه‌های مختلف را در دو سطح افقی(Dispersal) و سطح عمودی(Esterification[۲۳]) مطرح یا بیان می‌کنیم. بدیهی است که در پراکنش عمودی منظور از ارتفاع خاص، عمق ویژه استقرار هرگونه است. مثلا گوزن در دشت، غزال در کوهپایه، پرندگان در شاخسار درخت، عقاب در ارتفاعات قلل کوه و ماهی در اعماق دریا پراکنده شده‌اند.

فرکانس (*Frequency*)

فرکانس هر گونه در جامعه زیستی خود عبارت است از میزان وفور افراد آن گونه. فرکانس به صورت درصد نوشته شده و با فرمول زیر به دست می‌آید:

$$F = \frac{\text{تعداد افراد یک گونه}}{\text{کل افراد جامعه زیستی}} \times 100$$

برای مثال:

$$F = \frac{20 \text{ راس آهو}}{1000 \text{ راس کل پستانداران دشت}} \times 100 = \frac{20}{1000} \times 100 = 2\%$$

جلسه دوازدهم- ۱۳۹۲/۹/۱۷

اکولوژی بیوم‌ها (*Biome Ecology*)

بیوم، عبارت است از اکوسیستم نسبتا وسیع یا بیوسنوز بزرگی که تقریبا در تمام مناطق مختلف چنین آن، شرایط اقلیمی نسبتا یکنواختی وجود داشته باشد. به عنوان مثال بیوم جنگل بارانی یا بیوم بیابان یا بیوم علفزار. براین اساس می‌توانیم مهم‌ترین ویژگی‌های بیوم‌ها را به این ترتیب مطرح کنیم:

أ) بیوم‌ها دارای **وسعت زیاد** هستند.

ب) در تمامی سطح بیوم **اقلیم یکنواخت** وجود دارد.

ج) بیوم‌ها دارای **پیدایش تدریجی** هستند و طی زمان‌های طولانی و تحت تاثیر عوامل متعدد زنده و غیرزنده بوده شکل گرفته‌اند.

د) بیوم‌ها از نظر پیدایش و گسترش تحت تاثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرند. مهم‌ترین این عوامل عبارت‌اند از: عرض جغرافیایی، دما، بارندگی و خاک.

در نتیجه عوامل فوق، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در دو نیم‌کره شمالی و جنوبی، در عرض‌های مشابه شمالی و جنوبی، بیوم‌های مشابهی را شاهد هستیم.

انواع بیوم‌ها

به طور کلی، بیوم‌ها را به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌کنند. گروه اول، بیوم‌های خشکی و گروه دوم، بیوم‌های آبی.

---

[۲۳] به ساختار در سطح عمودی، اشکوب‌بندی گفته می‌شود.

پروژه یاب
University Project

نکته: کل بیوم‌های خشکی سطح کره‌ی زمین، یازده شاخه از موجودات زنده را در خود جای داده‌اند. (بیوم‌های خشکی شامل توندرا، تایگا و ...) و در بیوم‌های آبی ۳۲ شاخه حضور دارند. (بیوم آبی شامل آب شور، ۱۸ شاخه و آب شیرین، ۱۴ شاخه)

مطالعه‌ی برخی از بیوم‌های موجود در کره‌ی زمین

توندرا (*Tundra*)

این بیوم شامل جلگه‌های وسیع و فاقد درخت است که در شرایط اقلیمی مجاور قطبی تشکیل می‌شود. خاک و زمین توندرا، در اکثر طول سال از سطح تا نواحی عمیق به صورت یخ‌بسته است. به چنین مناطقی اصطلاحا، Permafrost گفته می‌شود. دمای توندرا به طور متوسط کمتر از ۱۰ درجه است و در فصول سرد، به کمتر از $^{\circ}$ ۶۰- (منفی ۶۰ درجه) نیز می‌رسد. بنابراین از نظر اقلیم شرایط سختی دارد. متوسط بارندگی سالیانه در توندرا حداکثر ۵۰۰ میلی‌متر است که این بارش‌ها عمدتا به صورت برف است.

گیاهان این بیوم، شامل خزه‌ها، گل‌سنگ‌ها و جانوران آن شامل پستانداران جونده و گروه‌هایی از حشرات‌اند. به علاوه در مناطقی از این بیوم جنگل درختان سوزنی‌برگ وجود دارد.

نکته: گونه‌های زنده‌ی این بیوم به منظور سازش با اقلیم سرد و سخت منطقه، سازگاری‌های ویژه‌ای را نشان می‌دهند. از جمله این سازگارها در گیاهان می‌توان افزایش غلظت بسیار زیاد شیره سلولی، سیکل‌زندگی چندساله، کپه‌ای بودن و کوتاه بودن، تحلیل رفتن برگ‌ها به فرم برگ سوزنی اشاره کرد. در جانوران نیز این سازگاری‌ها شامل خواب زمستانی، پوشش محافظ (مثل پوست یا خز)، تغییر در فرم پوزه و اندام‌های تحتانی، تغییر رنگ بدن و تولیدمثل با تاخیر می‌باشد.

اهمیت اقتصادی بیوم توندرا، به علت وجود منابع نفتی فراوان است. بدیهی است درست به همین علت انسان‌ها در نتیجه استخراج نفت آلودگی‌های متعددی را در این بیوم، ایجاد کرده‌اند.

تایگا (*Taiga*)

این بیوم که به جنگل درختان سوزنی‌برگ معروف است، ویژگی‌های خاص خود را دارد که به شرح زیر است:

- یک لایه کم‌عمق و نازک خاک که فقیر هم محسوب می‌شود. چون به علت سرما تجزیه در این خاک به کندی صورت می‌گیرد.
- متوسط بارندگی در این بیوم، حداکثر به ۶۰۰ میلی‌متر می‌رسد که عمده‌ی این بارش‌ها برف و در فصول گرم‌تر باران است.
- در این بیوم، زنجیره‌های غذایی کوتاه‌اند.[۲۴] بنابراین تنوع زیستی تایگا کم است.
- از گیاهان این بیوم علاوه بر جنگل درختان سوزنی‌برگ، می‌توانیم به گونه‌هایی از گیاهان یکساله علفی نیز اشاره کنیم.
- از جانوران این بیوم، علاوه بر پستانداران و به ویژه جوندگان، می‌توانیم به حشرات، برخی پرندگان مهاجر و گونه‌هایی از دوزیستان اشاره کنیم.
- اهمیت اقتصادی این بیوم در صنعت چوب و پوست حیوانات[۲۵] است.
- اثرات سوء بزرگ انسان در این منطقه مربوط به بهره‌برداری بی‌رویه و دفن مواد زائد رادیواکتیو در بخشی از این بیوم است.

[۲۴] هرجا تنوع زیستی کم باشد، زنجیره غذایی کوتاه است.

[۲۵] تجارت پوست حیوانات امروزه گسترش زیادی یافته است که از جمله محصولات آن می‌توان به خز که مربوط به برخی پستانداران مثل گوزن و سمور است، اشاره کرد.

پروژه یاب
University Project

جنگل‌های معتدل

جنگل‌های معتدل که در بخش‌هایی از اروپا، آسیا و آمریکا قرار گرفته‌اند، بیوم‌هایی هستند با آب و هوای معتدل، وجود چهار فصل متمایز و عدم وجود تنش‌های حرارتی. در این بیوم، میانگین بارش سالیانه، حداکثر به ۱۵۰۰ میلی‌متر می‌رسد. گیاهان این جنگل انواعی از درخت‌ها، درخت‌چه‌ها و گیاهان علفی را شامل می‌شوند که اکثر گیاهان این نواحی خزان‌دار هستند. جانوران این بیوم متنوع و از تمامی شاخه‌های بی‌مهره و مهره‌داران می‌باشند.

نکته: در این بیوم بزرگ‌ترین موجودات زنده یعنی درختان سکویا[۲۶](Sequoia) زندگی می‌کنند. هم‌چنین در این بیوم خاک غنی با عمق مناسب، تولید مطلوب و زنجیره‌های غذایی طویل تشکیل شده است.

نکته: در این بیوم زنجیره غذایی چَرا، غالب است.

جنگل‌های بارانی گرمسیری

در این بیوم که در عرض‌های جغرافیایی استوایی قرار گرفته، میانگین بارندگی سالیانه، ۴۰۰۰ میلی‌متر است. این بیوم تقریبا یک‌فصل داشته و در تمام طول سال دمای بالا را نشان می‌دهد. تنوع زیستی نیز در این بیوم بسیار زیاد است. از نظر گیاهی درختان پهن‌برگ، درخت‌چه‌ها و گونه‌های علفی و از نظر جانوری، تمامی شاخه‌های بی‌مهره و مهره‌دار ساکن این بیوم هستند.

نکته: چون در این بیوم حداکثر میزان بارندگی زمین را داریم و تقریبا در تمام روزهای سال، بارندگی رخ می‌دهد، خاک شسته شده و رطوبت بسیار بالا است و در نتیجه آن شرایط تجزیه‌پذیری فراهم است. همچنین به علت گرما و رطوبت زیاد، در این بیوم زنجیره‌های غذایی لاش و لاش‌برگ غالب است و در اثر شسته‌شدن، خاک این منطقه فقیر است.

بیوم کوهستانی

بیوم کوهستانی که از سطح زمین تا ارتفاعات بالا را شامل می‌شود، برخلاف سایر بیوم‌ها به جای عرض جغرافیایی، بیشتر تحت تاثیر ارتفاع قرار دارد. بدیهی است با افزایش ارتفاع در این بیوم و تغییر فشار هوا، دمای هوا، جهت، شدت و میزان باد و ... تنوع گونه‌ای هم متغیر خواهد بود. به عنوان مثال از دامنه تا ارتفاع هزارمتری، زیستگاه درختان بلوط، از هزار تا ۱۷۰۰ متر زیستگاه درختان راش، در بالاتر از این ارتفاع درختی را شاهد نیستم.

نکته: نقاط خیلی مرتفع بیوم کوهستان (قله‌ها) را اصطلاحا بیوم «آلپی» می‌گویند که در واقع نوعی توندرا محسوب می‌شود با این تفاوت که:

۱. وسعت آن نسبت به توندرا بسیار کم است.
۲. در این بیوم آلپی، یخچال‌های طبیعی، به وسعت و ضخامت توندرای قطبی وجود ندارند.

بیابان

به صحراهای وسیع که در آن‌ها یک یا چند نیاز طبیعی موجودات زنده، به راحتی در دسترس نباشند، اصطلاحا بیابان گفته می‌شود. مهم‌ترین نیاز، موجودات زنده آب و غذا هستند که در بیابان، به سختی فراهم می‌شوند. متوسط بارندگی سالیانه از صفر تا ۱۰۰ میلی‌متر است. دمای هوا، در طول شبانه‌روز بسیار متغیر و دارای تنش حرارتی روزانه است. گیاهان بیابان بسیار محدود و عمدتا از انواع خار، یک‌ساله

[۲۶] سرخدار

و سریع‌الرشد هستند. جانوران بیابان، عمدتا خزندگان، حشرات و برخی پستانداران‌اند که بسیاری از این گونه‌ها با استراتژی‌هایی از جمله خواب تابستانی، فعالیت شبانه، زمین‌زی[۲۷] بودن با اقلیم بیابان سازگار شده‌اند.

بیوم‌های دریایی

بیوم‌های دریایی به علل مختلف از اهمین زیادی برخوردارند:

۱. وسعت بسیار زیادی دارند.
۲. به عنوان منابع عظیم آبی، موجب تعادل دمایی در کره‌ی زمین می‌شوند.
۳. وجود تنوع زیستی قابل توجه
۴. داشتن میزان تولیداولیه‌ی قابل توجه به ویژه، در برخی از مناطق دریایی، از قبیل تپه‌های مرجانی (coral reaf)
۵. به لحاظ اقتصادی این بیوم شامل منابع بسیار عظیم نفت و گاز است.
۶. بیوم دریای دارای تنوع گونه‌ای زیر است:
   a. در بخش گیاهی، انواع علف‌های دریایی و نیز فیتوپلانکتون‌ها به عنوان بخشی از زنجیره‌های تولیداولیه
   b. جانوران دریایی را بر اساس عمقی که در آن زندگی می‌کنند به صورت زیر طبقه‌بندی می‌کنند.

i. Neuston
شامل تمامی گونه‌هایی که روی سطح آب زندگی می‌کنند مثل بسیاری از حشرات و انواعی از پلانکتون‌ها.

ii. Nectone
شامل تمامی گونه‌های دریایی که قدرت شنای فعال دارند. مثل ماهی‌ها، پستانداران دریایی، خزندگان دریایی، خرچنگ‌ها و ...

iii. Plankton
موجودات ریز دریایی از ابعاد میکرون تا میلی‌متر که از ...۰. و به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

۱. فیتوپلانکتون‌ها که به علت وجود رنگیزه با جذب نور خورشید فتوسنتز می‌کنند و اصلی‌ترین تولیدکنندگان دریا محسوب می‌شوند.
۲. زئوپلانکتون‌ها که از نظر سایز بزرگ‌تر هستند و مصرف‌کننده محسوب می‌شوند. که معمولا در دومین حلقه‌های زنجیره غذایی دریا قرار گرفته، ارتباط بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان ثانویه را فراهم می‌کنند.

می‌دانیم در بیوم دریا، با افزایش هر ۱۰ متر عمق، یک اتمسفر به فشار افزوده می‌شود. بدیهی است، بر این اساس بسیاری از خصوصیات، فیزیکوشیمیایی آب تحت تاثیر قرار می‌گیرد. از جمله قدرت انحلال(حلالیت با افزایش فشار، بیشتر می‌شود.) از طرفی هرچه از سطح دریا به سمت اعماق می‌رویم، نفوذ نور خورشید کمتر می‌شود؛ بنابراین دمای آب کاهش می‌یابد. بر این اساس در بیوم دریا، با تغییر عمق تغییر در اکوسیستم دریایی و در تغییر در گونه‌های جانوری را شاهد هستیم. به طوری که در نواحی عمیق دریا (Deep Sea)[۲۸]، تاریکی مطلق و دمای بسیار پایین، موجب می‌شود که گونه‌های خاصی با کسب برخی سازگاری‌ها قادر به زندگی باشند. به عنوان مثال، پدیده‌ی نورتابی زیستی (Bioluminescence) در برخی بی‌مهرگان و حتی برخی ماهیان اعماق دیده می‌شود.[۲۹]

---

[۲۷] یعنی زیر سطح زمین زندگی می‌کنند.
[۲۸] دریایی ژرف، که عمق بالاتر از ۱۰۰۰ متر است.
[۲۹] در این نواحی ماهیان غضروفی، غالب هستند.

جلسه سیزدهم

اثر انسان بر اکوسیستم‌ها

واقعیت پذیرفته شده‌ی فعلی این است که انسان، اگرچه بخش کوچکی از بیوسنوز کره‌ی زمین را تشکیل می‌دهد، اما به عنوان گونه غالب این سیاره محسوب می‌شود. در حال حاضر انسان، اثرگذارترین گونه بر طبیعت است. به سادگی می‌توان از حاصل ضرب میزان اثرات هر فرد جمعیت گونه‌ای در تعداد افراد هر جمعیت آثار کلی گونه‌ها بر اکوسیستم‌ها را محاسبه کرد. بدیهی است در مورد انسان دو علت یعنی اقزایش بی‌رویه‌ی جمعیت و آلودگی‌های ناشی از توسعه تکنولوژی بیشترین اثرات سوء را بر اکوسیستم‌ها گذاشته است. در این بخش به طور ویژه و مختصر به برخی از اثرات انسان بر اکوسیستم‌ها می‌پردازیم. به عنوان مثال: در بخش‌های تامین انرژی، کشاورزی و منابع طبیعی، آلودگی‌های انسانی و ...

انرژی

تامین انرژی از منابع در دسترس یکی از اصلی‌ترین دغدغه‌ها و مشکلات بشر از دیرباز بوده است. در این راستا دو دسته منابع انرژی، مورد توجه بوده‌اند. منابع انرژی «تجدیدپذیر» مثل نور خورشید، باد، آب، انرژی زمین‌گرمایی و ... و منابع انرژی «تجدیدناپذیر» مثل سوخت‌های فسیلی.

انرژی‌های پاک (*Clean energy*)

عبارتند از منابع انرژی که علاوه بر در دسترس‌بودن و ارزان بودن، فاقد آلودگی و اثرات سوء بر طبیعت باشند. امروزه، به منظور حذف آلودگی‌های وسیع ناشی از سوخت‌های فسیلی، گرایش به سمت به کارگیری انرژی‌های پاک از جمله خورشید به صورت گسترده در حال توسعه است.

در ادامه برخی از منابع انرژی رایج که از گذشته تاکنون توسط انسان مورد استفاده قرار گرفتند را بررسی می‌کنیم:

۱. **انرژی خورشید:** قدیمی‌ترین انرژی شناخته شده توسط انسان است و از انرژی‌های پاک محسوب می‌شود. این انرژی تجدیدشونده است اما به منظور بهره‌برداری از این انرژی (با بازدهی بالا) لزوما بایستی از تجهیزات پیشرفته‌ای از جمله پیل‌های ولتافوتوالکتریک و یا آینه‌های خورشیدی استفاده کرد. هر دو مورد یادشده که تجهیزات پیشرفته‌ای را می‌طلبد، انرژی خورشیدی را جذب و در نهایت به گرما یا الکتریسیته تبدیل می‌کنند. بدیهی است برای انرژی خورشیدی چند نقطه ضعف وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به هزینه‌بر بودن تجهیزات و راه‌اندازی اشاره کرد. همچنین این انرژی در تمام زمان‌ها و فصول به یک میزان در دسترس نیست.
۲. **انرژی زمین‌گرمایی (*Geothermal*):** در بخشی از پوسته زمین مثل مناطق آتشفشانی یا مناطق با توانایی کوه‌زایی و یا حاشیه صفحات تکتونیک، دمای اعماق زمین به لایه‌های نزدیک سطحی می‌رسد. این حرارت معمولا به صورت آب‌گرم، بخار آب و یا گل داغ از سطح زمین خارج می‌شود که به آن انرژی زمین‌گرمایی گفته می‌شود. در بسیاری از نقاط دنیا از این انرژی، برای گرم‌کردن منازل، پخت و پز و یا کاربردهای درمانی استفاده می‌شود. این انرژی اگرچه ارزان و تجدیدپذیر است اما به سبب نیاز به حفاری، موجب آشفتگی خاک و آلودگی‌های سطحی زمین می‌شود.
۳. **انرژی‌های فسیلی:** از آلوده‌کننده‌ترین منابع انرژی محسوب می‌شوند. این سوخت‌ها، در نتیجه‌ی تجزیه‌ی بقایای گیاهی و جانوری فسیلی حاصل شده‌اند که در حال حاضر در بخش‌هایی از کره‌ی زمین(خشکی و دریا) به صورت منابع زیرزمینی گسترده وجود دارند. بهره‌برداری از سوخت‌های فسیلی پس از انقلاب صنعتی به بیشترین حد خود رسید. به موازات این بهره‌برداری، گازهای آلوده‌کننده هوا (CO_x، SO_x، NO_x)که همگی حاصل احتراق سوخت‌های فسیلی هستند، به طور چشم‌گیری افزایش

پروژه یاب
University Project

یافته‌اند. به عنوان مثال پدیده اثر گلخانه‌ای، به عنوان معضل قرن بیستم، عمدتا ناشی از CO_2 حاصل از سوخت‌های فسیلی است. نتیجه این پدیده، گرم‌شدن جهانی است. اگرچه سوخت‌های فسیلی به عنوان ثروتی پایان‌ناپذیر برای بسیاری از کشورها محسوب می‌شوند اما شدت و گستردگی اثرات سوء آن‌ها از یک‌سو و محدود بودن و تجدیدناپذیر بودن آن‌ها موجب می‌شود تا ما انسان‌ها مجبور شویم به دنبال منابع انرژی جایگزین و جدید بگردیم. آمارهای جهانی نشان می‌دهد که منابع نفت جهانی حداکثر تا ۵۰ سال، منابع گاز حداکثر تا ۶۰ سال و منابع ذغال‌سنگ حداکثر تا ۲۵۰ سال دیگر پایان می‌پذیرد.

۴. **انرژی هسته‌ای (*Nuclear*)**: انرژی هسته‌ای برپایه واکنش‌هایی استوار است که با شکافت و یا جوش هسته‌های عناصر رادیواکتیو، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. چنانچه دانش کافی، برای مهار و کنترل چنین واکنش‌هایی داشته باشیم، این انرژی به عنوان یک انرژی پاک و با بازده، بسیار سودمند خواهد بود. انرژی هسته‌ای بر اساس دو سری واکنش‌ها قابل دسترسی است که عبارتند از شکافت هسته‌ای (Fission) و گداخت هسته‌ای (Fusion). در روش شکافت هسته‌ای اساس کار استفاده از سنگ معدن اورانیوم است. سنگ معدن اورانیوم که به طور طبیعی تقریبا در تمام دنیا یافت می‌شود دارای سه ایزوتوپ U_{234}، U_{235} و U_{238} است که فراوانی مختلفی دارند.

ایزوتوپ	فراوانی
U_{234}	۰,۰۱ درصد (تا ۰,۰۳)
U_{235}	۰,۰۷ درصد
U_{238}	۹۹ درصد

روش شکافت هسته‌ای

در روش شکافت سنگ معدن اورانیوم پس از استخراج به صورت پودر در می‌آید. این پودر ضمن یک واکنش شیمیایی به ماده‌ی جامد زردرنگی به نام کیک زرد(هگز[۳۰]) تبدیل می‌شود. سپس کیک زرد جامد را دمای حدود ۶۴ درجه سانتی‌گراد به گاز تبدیل می‌کنند و گاز به دست آمده را وارد سانتریفیوژهای ویژه غنی‌سازی می‌کنند. طی غنی‌سازی خلوص U_{235} را از ۷ درصد، حداقل به ۳ درصد می‌رسانند. زیرا این خلوص برای تولید برق مورد نیاز است. در سانتریفیوژ، گاز ورودی طی چرخش تفکیک می‌شود. اورانیوم ۲۳۵ که سبک‌تر است در مرکز و بالا، جمع شده و بخش سنگین اعظم آن، در انتها. سپس بخش بالایی که اندکی تغلیظ شده، به سانتریفیوژ دوم و ... منتقل می‌شود. طی این واکنش ضمن اینکه از اورانیوم غنی‌شده‌ی ۳٪ به منظور تولید انرژی استفاده می‌شود، در موارد زیر نیز کاربردهای انرژی هسته‌ای قابل توجه است.[۳۱]

کاربردهای انرژی هسته‌ای:

پزشکی در دو بخش پیشگیری و درمان.

۱. به عنوان مثال روش‌های پیشگیری برای تشخیص تومورهای سرطانی، تشخیص نا..۰. ژنتیکی در جنین و ... استفاده می‌شود.
۲. در بخش درمان می‌توان به رادیوداروها اشاره کرد.

کشاورزی: اصلاح نباتات به منظور افزایش محصول و مقاومت به امراض.

صنعت: به منظور شناسایی معادن زیرزمینی و یا انجام برخی فعالیت‌های دقیق و خطرناک از جمله جوشکاری‌های دمای بالا و ... .

[۳۰] مخفف هگزافلوئوراورانیوم

[۳۱] : برای اطلاعات بیشتر در زمینه روش استفاده اورانیم می‌توانید به سایت متخصصین انرژی هسته‌ای ایران و سایت سازمان هسته‌ای کشور مراجعه نمایید.

پروژه یاب
University Project

روش گداخت هسته‌ای:

مکانیسم این روش مشابه واکنش‌های خورشیدی است. به این ترتیب که از دو ایزوتوپ دوتریم(D)[۳۲] و تریتیم(T)[۳۳] استفاده می‌شود. ضمن دادن انرژی به این دو ایزوتوپ از الحاق یا جوش هسته‌ای آن‌ها مقدار زیادی انرژی و همین‌طور ذرات نوترون آزاد حاصل می‌شود. واکنش‌های گداخت هسته‌ای به مقدار زیادی، انرژی فعال‌سازی نیاز دارند؛ بنابراین، برای شروع چنین واکنشی، دماهای بسیار بالا در حد ۱۰،۰۰۰ درجه سانتی‌گراد[۳۴] و بالاتر برای کسری از ثانیه لازم است. با توجه به اینکه این روش انرژی بسیار زیادی تولید می‌کند و مواد زاید آن، به نسبت روش شکافت کمتر و کم‌خطرتر هستند، روش بهتر و مناسب‌تری است.
برای مثال از یک گرم سوخت D-T معادل ۴۵ بشکه نفت انرژی به دست می‌آید. همچنین روش گداخت به لحاظ خطرات رادیواکتیو نیز کم خطرتر است.[۳۵]

به نظر می‌رسد لازم است بازنگری جدی در زمینه منابع مصرفی انرژی خود به عنوان انسان در سطح کره زمین، داشته باشیم. به ویژه از این چشم‌انداز که به قیمت تامین نیازهای فعلی خود، کره‌ی زمین و حیات آن را به نابودی نکشانیم.

انسان و منابع طبیعی

جمعیت روزافزون انسان‌ها، نیازهای متعددی از قبیل منابع غذایی را می‌طلبد. به منظور تامین چنین منابع غذایی، به ناچار استفاده از منابع طبیعی و نیز افزایش راندمان محصولات کشاورزی، ضروری است. در این زمینه، در اکثر موارد دیده شده است که بهره‌برداری بیش از حد[۳۶] از منابع طبیعی، فرصت تجدید حیات و بازسازی را از این منابع گرفته است. به عنوان مثال صید بی‌رویه و دائمی از زیست‌گاه‌های آبی تنوع گونه‌ای برخی آبزیان را به شدت کاهش داده و برخی دیگر را با خطر نابودی یا انقراض مواجه کرده است. به علاوه بهره‌برداری بی‌رویه از جنگل‌ها به منظور تامین چوب و کاربرد آن در مصارف صنعتی، همچنین چَرای بی‌رویه دام از مراتع، سبب نابودی بخش اعظمی از مراتع جهان و شیوع پدیده کویرزایی شده است. همه‌ی موارد ذکر شده حاصل بهره‌برداری نادرست و بدون برنامه‌ریزی انسان‌ها از منابع طبیعی است.

انسان و کشاورزی

در بخش کشاورزی، تمامی تلاش انسان در جهت افزایش میزان محصولات کشاورزی متمرکز شده است. در این راستا، استفاده روزافزون از علف‌کش‌ها[۳۷]، آفت‌کش‌ها[۳۸] و کودهای شیمیایی[۳۹] موجب بروز آلودگی‌های زیست‌محیطی وسیعی شده‌اند. در این بخش، ذکر دو پدیده **تجمع زیستی**(***Bioaccumulation***) که می‌تواند به **بزرگنمایی زیستی**(***Bio magnification***) منجر شود را ذکر کنیم.

---

[۳۲] دوتریم از منابع اقیانوسی به دست می‌آید.
[۳۳] تریتیم از لیتیم به دست می‌آید.
[۳۴] قضیه کنتور و فیوز و این‌ها
[۳۵] تعداد افرادی که در معادن زغال‌سنگ در سال ۲۰۱۲ تلف شده‌اند ۱۲۰۰۰ نفر است، در حالی که از سال ۲۰۰۰ کسی در نیروگاه‌های هسته‌ای تلف نشده.

[۳۶] Over use
[۳۷] Herbicide
[۳۸] Pesticide
[۳۹] Chemical fertilizers

پروژه یاب
University Project

تجمع زیستی (*Bioaccumulation*)

آلودگی‌های زیست‌محیطی چنانچه به طرق مختلف وارد طبیعت شوند، ممکن است راهی به سوی زنجیره‌های غذایی یافته و به بدن گونه‌های زنده منتقل شوند. در چنین شرایطی، تجمع این آلاینده‌ها به طور ویژه در برخی از بافت‌ها –به ویژه لیپیدها و چربی‌ها- بیش از سایر بافت‌ها مشاهده می‌شود. بدیهی است چنانچه روند آلودگی ادامه داشته باشد، همزمان با رشد موجود زنده، میزان تجمع آلودگی در بافت‌های چربی جانور نیز افزایش می‌یابد. به این امر **تجمع زیستی** گفته می‌شود که نتیجه آن، بروز بیماری‌ها و یا مرگ گونه‌ها و جمعیت‌های آلوده است.

بزرگنمایی زیستی(*Bio magnification*)

پس از اینکه تجمع مواد آلاینده در بدن افراد گونه -به ویژه در بافت‌های لیپیدی- رخ داد در صورت ورود چنین افرادی در زنجیره‌های غذایی هرچه به سطوح بالاتر (مصرف‌کنندگان ثانویه) نزدیک می‌شویم، میزان آلودگی در بدن آن‌ها بیشتر می‌شود. به این پدیده **بزرگنمایی زیستی** گفته می‌شود و معمولا منجر به نابودی و یا بروز اختلالات شدید در زندگی مصرف‌کنندگان ثانویه می‌شود.[۴۰]

در بخش کشاورزی، استفاده از کودهای شیمیایی، پس‌آب‌های غنی از نیتروژن و فسفر را سبب می‌شود. چنین پس‌آب‌های مغذی در صورت تخلیه در آب‌های سطحی، می‌توانند موجب بروز پدیده **پرغذایی**[۴۱] در آن اکوسیستم‌ها شوند. به این ترتیب که به علت وجود نیتروژن و فسفر فراوان در آب‌های سطحی فوق، شرایط مناسب برای شکوفایی شدید و ناگهانی[۴۲] جلبک‌های آب‌زی فراهم می‌شود، در نتیجه تمامی سطح دریاچه را لایه‌ای وسیع از جمعیت جلبکی فرامی‌گیرد. نتیجه این پدیده عبارت است از عدم دسترسی آبزیان به اکسیژن کافی اتمسفر، عدم نفوذ نور خورشید در آب، تجمع دی‌اکسیدکربن در محیط آبی و نهایتا مرگ و میر دسته‌جمعی آبزیان از جمله ماهی‌ها. نمونه‌ای از این پدیده را که حاصل شکوفایی جلبک‌های قرمز است، تحت عنوان «کَشند سرخ[۴۳]» در سواحل خلیج فارس، شاهد بوده‌ایم.

انسان و آلودگی‌ها

عصر فعلی به طور خواسته یا ناخواسته، زمان توسعه آلودگی‌های انسان‌ساز است. نتیجه این آلودگی‌ها، افزودن مواد مضر در همه‌ی بخش‌های آب، خاک و هوا است که نتایج چنین سهل‌انگاری به شدت حیات در کره‌ی زمین و از جمله خود انسان را تهدید می‌کند. در این بخش برخی از نکات در رابطه با آلودگی هوا را ذکر می‌کنیم.

آلودگی هوا

همه‌ی ما می‌دانیم که آلودگی هوا، مشکل اصلی شهرهای صنعتی و بزرگ است. به عبارت دیگر مهم‌ترین کانون‌های آلاینده‌ی هوا که در شهرهای بزرگ صنعتی متمرکز هستند، عبارتند از خودروها، کارخانجات، صنایع و نیروگاه‌ها. در این راستا مهمترین گازهای آلاینده‌ی هوا در سه گروه CO_X، NO_X و SO_X دسته‌بندی می‌شوند که به ترتیب CO_X ناشی از سوخت بنزین در خودروها، NO_X ناشی از سوخت‌های فسیلی در نیروگاه‌های تولید برق و SO_X ناشی از سوختن گازوییل در خودروهای سنگین و برخی صنایع هستند. لازم است بدانیم که اثرات آلاینده‌های هوا در دو بخش بروز می‌نماید:

أ) آلودگی اولیه و اثرات آن

---

[۴۰] برای مثال حدود چهل سال قبل، عقاب سرطلایی آمریکا رو به انقراض گذاشت. پس از بررسی مشخص شد، تخم تولیدشده توسط این عقاب، پوسته آهکی نداشت. علت این موضوع، تجمع زیستی DDT است که به عنوان آفت‌کش در نواحی دور از منطقه حفاظت این پرنده استفاده می‌شده است. این آفت‌کش وارد آب شده و در ماهی‌های تغذیه این عقاب تجمع کرده است. در این‌جا عقاب‌ها مصرف‌کننده ثانویه‌ای بودند که در مسافت‌های دورتر از محل وقوع حادثه زندگی می‌کردند و در معرض خطر نابودی قرار گرفتند.

[۴۱] Eutrification

[۴۲] Bloom

[۴۳] Red tide

پروژه یاب
University Project

به عبارتی خود گازهای فوق موجب بروز مشکلات تنفسی، چشمی و ... در انسان، موجب خشکی، پژمردگی در محصولات کشاورزی و همچنین موجب آلودگی خاک در دراز مدت خواهند بود.

ب) تشکیل آلاینده‌های ثانویه و اثرات آن‌ها

در این حالت، چنانچه در اتمسفر، گازهای آلاینده –به ویژه SO_X و NO_X– وجود داشته باشند و شرایط جوی موجب بارندگی شود، از انحلال این گازها در آب باران، باران اسیدی (acidic rain) حاصل می‌شود. این باران حاوی اسیدهای نیتریک و سولفوریک می‌باشد. اسیدیته چنین بارانی در برخی موارد به کمتر از ۵ می‌رسد که در نتیجه آثار سوء شدیدی روی تمامی موجودات زنده، از جمله انسان خواهد داشت.[۴۴]

آلودگی صوتی

با توجه به اینکه آستانه حساسیت شنوایی انسان ۲۵ دسی‌بل، حد شنوایی انسان ۶۰ دسی‌بل، آستانه آسیب‌رسانی سیستم شنوایی انسان ۹۵ دسی‌بل و حد درد شنوایی در انسان ۱۲۰ دسی‌بل است، بدیهی است بسیاری از اصوات محیط پیرامون ما، برای سلامتی ما مضر محسوب می‌شوند. این اصوات تحت عنوان آلودگی صوتی (Noise) محسوب می‌شوند. مهم‌ترین کانون‌های مولد آلودگی صوتی عبارتند از: ترافیک شهری، صنایع، فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های راه‌آهن، ترمینال‌های مسافربری و اتوبان‌ها. امروزه تحقیقات نشان داده که با روش‌های مهندسی می‌توان آلودگی‌های صوتی را تا حد زیادی از شهرهای بزرگ حذف کرد. به عنوان مثال با راهکارهای زیر:

۱. انتقال کانون‌های مولد آلودگی صدا به خارج از شهر
۲. کاهش بار ترافیکی شهری
۳. استفاده از سدهای صوت‌شکن به ویژه در دو طرف بزرگراه‌های شهری. صوت‌شکن دیواره‌هایی بتونی هستند که در دو طرف بزرگ‌راه‌ها احداث می‌شوند و به عنوان مانع امواج صوتی را جذب و از انتشار آن‌ها تا فواصل طولانی ممانعت می‌کنند.
۴. استفاده از فضای سبز به عنوان صوت‌شکن زیستی. چنانچه از گیاهان مناسب و باز الگوی طراحی ایده‌آل در سطح شهرها استفاده شود، چنین فضای سبز ایده‌آلی قادر است آلودگی صوتی را تا حد ۱۰ دسی‌بل جذب و کاهش دهد. ویژگی‌های گیاهان مناسب به عنوان صوت‌شکن:

i. همیشه سبز باشد و یا اینکه قادر باشد برگ‌های زرد خود را در زمستان حفظ کند. زیرا شاخ و برگ گیاه، اندام‌های اصلی جذب صداها هستند.
ii. هرچه برگ گیاه پهن‌تر باشد، ایده‌آل‌تر است. درختان پهن‌برگ مثل چنار.
iii. اشکوب یا چتر درخت(Canopy) ترجیحا لایه‌لایه یا پلکانی باشد.
iv. هرچه گیاه ما شاخ و برگ بیشتر به ویژه شاخه‌های فرعی بیشتری داشته باشد، صوت‌شکن بهتری محسوب می‌شود.

نکته: امروزه بهترین روش طراحی صوت‌شکن، ترکیبی است از دیواره‌های بتونی پلکانی به علاوه‌ی فضاهای سبز مناسب. چنانچه این روش به کار گرفته شود، در فواصل نسبتا کم از بزرگ‌راه‌ها هم می‌توانیم مجتمع‌های مسکونی بدون مشکل آلودگی صوتی داشته باشیم.

[۴۴] در مورد باران اسیدی این نکته لازم است ذکر شود که کانون آلایندگی ممکن است با محل بارش فاصله زیادی داشته باشد. مشکل اهواز و باران اسیدی این است که به دلیل اقلیم، کانون آلایندگی و بارش در کنار هم قرار دارند.

پروژه یاب
University Project

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی طرح‌های توسعه (*EIA*)[۴۵]

این عنوان بدین معنی است که قبل از شروع و اجرای یک طرح توسعه -از قبیل احداث فرودگاه‌ها، جاده‌ها، شهرک‌های صنعتی، کارخانجات بزرگ، نیروگاه‌های مولد برق، کشتارگاه‌های صنعتی و ...- به روش‌های کاملا علمی محل مناسب برای احداث طرح را به گونه‌ای انتخاب کنند که در طی سال‌های بعدی، کمترین اثرات سوء زیست‌محیطی را داشته باشد. امروزه در بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشور ما، EIA برای طرح‌های عظیم اجباری و قانونی شده است.

طرح‌هایی که در حال حاضر از ارزیابی اجباری برخوردارند، عبارتند از:

۱. پتروشیمی
۲. پالایشگاه‌ها
۳. نیروگاه‌ها
۴. صنایع فولاد
۵. سدها و سازه‌های آبی
۶. فرودگاه‌ها
۷. شهرک‌های صنعتی
۸. کشتارگاه‌های صنعتی
۹. محل‌های دفن زباله

تیم ارزیابی

به منظور ارزیابی، لازم است متخصصین امر دارای دانش فنی لازم در شاخه‌های زیر در قالب یک تیم قوی در محل حضور یافته و ضمن تحقیقات میدانی و نهایتا تجزیه و تحلیل‌های کلی، به جمع‌بندی نهایی در خصوص اجرا یا عدم اجرای طرح توسعه برسند. از جمله متخصصین در رشته‌های اقتصاد، جامعه‌شناسی، مهندسی (شیمی، مکانیک، برق و...)، زیست‌شناس، زمین‌شناس، هواشناس، متخصصین علوم کشاورزی، حقوقدان و ... .

روش‌های ارزیابی

به طور کلی روش‌های اجرای ارزیابی به دو گروه کلی روش‌های کلاسیک و روش‌های نوین دسته‌بندی می‌شوند. از روش‌های کلاسیک و قدیمی، می‌توان به دو روش کارشناسی(Adhoke) و روش صورت‌ریز (Check list) اشاره کرد.

روش کارشناسی

در روش کارشناسی اساس ارزیابی برپایه دانش، تخصص و تجربیات قبلی متخصصین تیم ارزیابی بنا شده است. چون نظر اشخاص در تصمیم‌گیری نهایی به شدت موثر است، به طور معمول احتمال بروز خطا و یا اعمال سلیقه در این روش زیاد است.

روش صورت‌ریز

در این روش متخصصین تیم ارزیابی اقدام به طراحی جداولی می‌کنند که در چنین جداولی تمامی مراحل طرح به صورت جزیی، ذکر شده است و اثرات هر فعالیت بر گونه‌های گیاهی، گونه‌های جانوری، انسان، آب، خاک، هوا و ... مشخص شده است. (حداقل با سه معیار اثرات مثبت(+)، منفی(-) و بی‌اثر(0))

[۴۵] Environmental impact assessment of development project

پروژه یاب
University Project

برای مثال برای جاده سازی در یک منطقه دو معیار تسطیح و راه‌سازی را بررسی می‌کنیم. (طبیعتا در یک ارزیابی دقیق، جدول‌ها آن‌قدر بزرگ و گسترده می‌شود که استخراج نتایج از آن‌ها کاری بسیار سخت و وقت‌گیر است. بنابراین امروزه این روش به سمت استفاده‌های نرم‌افزاری متمایل شده است.)

فعالیت‌ها	گونه‌های گیاهی	گونه‌های جانوری	انسان	آب
تسطیح زمین	-	-	+	0
راه سازی	-	0	+	-

روش شبیه‌سازی

در روش‌های نوین ارزیابی، از جمله روش شبیه‌سازی (Simulation) اطلاعات طرح توسعه را طراحی نموده و در واقع طرح فوق را در دنیای مجازی شبیه‌سازی می‌کنند. پس از شبیه‌سازی، اثرات سوء ناشی از اجرای پروژه به وضوح قابل مشاهده و ارزیابی خواهند بود. به این ترتیب در کوتاه‌ترین مدت می‌توان تصمیم نهایی را برای اجرا یا عدم اجرای طرح‌های توسعه‌ای اتخاذ نمود.

پایان

دوشنبه

۱۳۹۲/۹/۲۴

۱۵:۳۴ بعد از ظهر یک روز سرد آفتابی