



# تنوع زیستی

تألیف: گروه مؤلفان

تدوین و ویرایش: دکتر غلامرضا بخشی خانیکی



## بسم الله الرحمن الرحيم

### پیشگفتار ناشر

کتاب‌های دانشگاه پیام نور حسب مورد و با توجه به شرایط مختلف یک درس در یک یا چند رشته دانشگاهی، به صورت کتاب درسی، متن آزمایشگاهی، فرادرسی، و کمک‌درسی چاپ می‌شوند.

**کتاب درسی** ثمره کوشش‌های علمی صاحب اثر است که براساس نیازهای درسی دانشجویان و سرفصل‌های مصوب تهیه و پس از داوری علمی، طراحی آموزشی، و ویرایش علمی در گروه‌های علمی و آموزشی، به چاپ می‌رسد. پس از چاپ ویرایش اول اثر، با نظرخواهی‌ها و داوری علمی مجدد و با دریافت نظرهای اصلاحی و متناسب با پیشرفت علوم و فناوری، صاحب اثر در کتاب تجدیدنظر می‌کند و ویرایش جدید کتاب با اعمال ویرایش زبانی و صوری جدید چاپ می‌شود.

**متن آزمایشگاهی** (م) راهنمایی است که دانشجویان با استفاده از آن و کمک استاد، کارهای عملی و آزمایشگاهی را انجام می‌دهند.

**کتاب‌های فرادرسی** (ف) و **کمک‌درسی** (ک) به منظور غنی‌تر کردن منابع درسی دانشگاهی تهیه و بر روی لوح فشرده تکثیر می‌شوند و یا در وبگاه دانشگاه قرار می‌گیرند.

**مدیریت تولید مواد و تجهیزات آموزشی**



## فهرست

فصل اول. تنوع زیستی.....	۱
مقدمه.....	۱
تنوع ژنتیکی.....	۱
تنوع گونه‌ای.....	۲
تنوع اکوسیستم.....	۳
۳۰ میلیون گونه.....	۴
اندازه‌گیری غنای گونه‌ای.....	۵
روش برآورد جزئی از یک مجموعه.....	۷
برآورد جکینف.....	۸
اندازه‌گیری ناهمگنی.....	۱۰
شاخص سیمپسون.....	۱۱
تابع شانون - وینر.....	۱۲
شاخص بریلوین.....	۱۳
اندازه‌گیری یکنواختی.....	۱۵
اندازه‌گیری یکنواختی سیمپسون.....	۱۶
شاخص یکنواختی کامارگو.....	۱۶
شاخص یکنواختی اسمیت و ویلسون.....	۱۷
شاخص یکنواختی تغییر یافته نی.....	۱۷
فصل دوم. اکوسیستم‌های طبیعی و مصنوعی.....	۱۹
مقدمه.....	۱۹
انواع اکوسیستم‌ها.....	۲۰
اجزای اکوسیستم.....	۲۰
اجزای غیرزنده یک اکوسیستم.....	۲۱

۲۱	اجزای زنده یک اکوسیستم.....
۲۳	ثبات اکوسیستم.....
۲۳	تنظیم میزان جمعیت در اکوسیستم.....
۲۴	فاکتورهای محدودکننده در اکوسیستم‌ها.....
۲۵	نقش و ارتباط گونه‌ها در اکوسیستم.....
۲۵	نیچ اکولوژیک (آشيان اکولوژیک).....
۲۵	ارتباطات و اثرات متقابل بین گیاهان و جانوران.....
۲۷	تداخل عمل در جمعیت اکوسیستم.....
۲۷	شکار.....
۲۸	رقابت.....
۲۸	رقابت و آللوپاتی (دگرآسیبی).....
۲۸	همزیستی.....
۲۹	رابطه اکوسیستم با تنوع زیستی.....
۳۰	اهمیت گونه‌ها در اکوسیستم.....
۳۰	تعداد گونه‌ها در تنوع زیستی.....
۳۱	اثرات انسان بر اکوسیستم.....
۳۲	توالی، تحول و بلوغ اکوسیستم.....
۳۳	تقسیمات توالی.....
۳۳	۱. تقسیم توالی به دو نوع اولیه و ثانویه.....
۳۴	۲. تقسیم توالی به دو نوع درون‌زا و برون‌زا.....
۳۴	الف) توالی درون‌زا (اوتوژنیک).....
۳۴	۳. تقسیم توالی به دو نوع اوتوتروفیک و هتروتروفیک.....
۳۵	الف) توالی اوتوتروفیک:.....
۳۵	ب) توالی هتروتروفیک:.....
۳۶	کلیماکس.....
۳۹	<b>فصل سوم. اجتماعات و اکوسیستم‌ها.....</b>
۳۹	مقدمه.....
۴۰	اجتماع.....
۴۱	اکوسیستم.....
۴۴	اکوسیستم و تنوع زیستی.....
۴۸	تجمعات زیستی و مقیاس عمومی.....
۵۱	۷- ددرست‌ها(تروفیت): گیاهانی که در فصل نامطلوب به صورت دانه زنده می‌مانند.....
۵۲	الگوهای آب و هوا.....
۵۵	زیست بوم‌ها(بیوم‌ها) در تغییرات جهان.....
۵۶	تغییرات تنوع زیستی توسط انسان و سایر موجودات.....
۵۹	<b>فصل چهارم. انواع اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی آن‌ها.....</b>
۵۹	مقدمه.....

۶۱	۱. اکوسیستم‌های آبهای راکد پالنتیک.....
۶۲	۲. اکوسیستم‌های آبهای روان یا لوتیک.....
۶۲	۳- اکوسیستم‌های خشکی یا ترستریال.....
۶۵	<b>فصل پنجم. تنوع زیستی در مناطق دریایی.....</b>
۶۵	مقدمه.....
۶۶	تنوع حیات در محیط‌های اقیانوسی.....
۶۹	۲. بهره‌برداری بیش از حد از منابع زنده دریایی.....
۶۹	۳. معرفی گونه‌های وارداتی.....
۷۰	۴. تخریب زیستگاه توسط توسعه مناطق ساحلی.....
۷۰	۵. تغییر اقلیم زمین.....
۷۱	۶. تخریب لایه اوزن.....
۷۱	اکوسیستم‌های آبی.....
۷۲	زنجیره غذایی و چرخش مواد در اکوسیستم آبی.....
۷۳	چرا تنوع زیستی مناطق دریایی و ساحلی اهمیت دارند؟.....
۷۴	اهمیت آلودگی آب اقیانوس‌ها و دریاها و جلوگیری از آن.....
۷۶	اثرات زیانبخش پراکندگی مواد نفتی بر روی دریاها و اقیانوس‌ها.....
۷۸	محیط زیست آبهای شیرین.....
۸۱	<b>فصل ششم. اکوسیستم تالاب.....</b>
۸۱	مقدمه.....
۸۱	تالاب‌ها.....
۸۲	تنوع زیستی در تالاب‌ها.....
۸۳	عامل تنوع زیستی در تالابها چیست؟.....
۸۴	توسعه و تنوع زیستی در ارتباط با تالاب‌ها.....
۸۴	اهمیت تالاب‌ها و دلایل حفاظت از آنها.....
۸۷	<b>فصل هفتم. اکوسیستم صخره‌های مرجانی.....</b>
۸۷	مقدمه.....
۸۷	پراکندگی صخره‌های مرجانی.....
۸۹	آسیب پذیری صخره‌های مرجانی.....
۸۹	تأثیر انسان بر صخره‌های مرجانی.....
۹۰	آلودگی‌های صنعتی، خانگی و کشاورزی.....
۹۰	توسعه سواحل.....
۹۰	استخراج مرجان و شن.....
۹۱	بهره‌وری بیش از حد از منابع اکولوژیکی.....
۹۱	شبه‌های ماهیگیری زیان آور.....
۹۱	استفاده تفرجگاهی مفرط.....

۹۳	فصل هشتم. اکوسیستم‌های جنگلی و علفزار
۹۳	مقدمه
۹۳	اشکال زیستی درختی
۹۴	ویژگی‌های شاخص اکوسیستم‌های جنگلی
۹۴	انواع جنگل‌ها
۹۵	اکوسیستم علفزار
۹۶	انواع علفزارها
۹۷	فصل نهم. اکوسیستم‌های کوهستانی
۹۷	مقدمه
۹۸	ارتباط اکوسیستم‌های کوهستانی با سایر اکوسیستم‌ها:
۹۸	اراضی کوهستانی به‌طور معمول دارای ویژگی‌های زیر هستند:
۹۹	انسان و محیط‌زیست کوهستانی
۱۰۱	موقعیت و عوامل تهدید کننده اکوسیستم‌های کوهستانی
۱۰۳	فصل دهم. اکوسیستم کویری
۱۰۳	مقدمه
۱۰۶	موجودات زنده بیابانی (گیاهان و جانوران بیابان)
۱۰۷	پوشش گیاهی بیابان
۱۰۷	سازش موجودات عالی با شرایط بیابان
۱۰۸	تنوع زیستی در اکوسیستم‌های خشکی ایران
۱۱۵	فصل یازدهم. توسعه پایدار
۱۱۵	مقدمه
۱۱۵	توسعه پایدار (Sustainable development)
۱۱۶	تنوع زیستی به‌عنوان یک منبع کلیدی برای توسعه
۱۱۷	فواید اقتصادی - اجتماعی تنوع زیستی:
۱۱۷	مفاهیم توسعه پایدار از دیدگاه‌های مختلف
۱۱۸	اهداف توسعه پایدار
۱۱۹	نقش مناطق حفاظت شده در ترویج توسعه پایدار
۱۲۱	حفاظت گیاهان در مناطق طبیعی حفاظت شده
۱۲۲	چرا مدیریت تنوع زیستی مشکل است
۱۲۳	دستیابی به توسعه پایدار
۱۲۵	فصل دوازدهم. اقتصاد اکولوژیکی تنوع زیستی
۱۲۵	مقدمه
۱۲۶	تنوع زیستی/تنوع چند سطحی
۱۲۶	تنوع ژنتیکی
۱۲۷	تنوع گونه‌ای



۱۲۸.....	تنوع اکوسیستمی.....
۱۲۹.....	تنوع عملکردی.....
۱۳۰.....	خسران تنوع زیستی.....
۱۳۱.....	تعبیر عملکردهای تنوع زیستی و اکوسیستم.....
۱۳۲.....	عملکردهای تنوع زیستی.....
۱۳۲.....	تندرستی اکوسیستم.....
۱۳۳.....	اندازه‌گیری تنوع زیستی.....
۱۳۳.....	تنوع ژنتیکی.....
۱۳۴.....	تنوع گونه‌ای.....
۱۳۵.....	تنوع اکوسیستمی.....
۱۳۵.....	روش‌های اکولوژیکی تجزیه و تحلیل تنوع زیستی.....
۱۳۶.....	فهرست سرخ گونه‌های مورد تهدید.....
۱۳۷.....	تعریف گونه‌های مورد تهدید.....
۱۳۷.....	منقرض (EX):.....
۱۳۷.....	منقرض در طبیعت (EW):.....
۱۳۷.....	در بحران انقراض (CR):.....
۱۳۷.....	در حال انقراض (EN):.....
۱۳۷.....	آسیب پذیر (VU):.....
۱۳۸.....	در خطر کمتر (LR):.....
۱۳۸.....	کمبود داده‌ها (DD):.....
۱۳۸.....	ارزیابی نشد (NE):.....
۱۳۸.....	تعریف رویشگاه‌های مورد توجه ویژه علمی.....
۱۳۹.....	تعریف رویشگاه‌های مورد توجه علمی.....
۱۳۹.....	وسعت:.....
۱۳۹.....	غنا:.....
۱۳۹.....	تنوع:.....
۱۳۹.....	طبیعی بودن:.....
۱۳۹.....	کمیابی:.....
۱۳۹.....	نمونه بودن:.....
۱۴۰.....	شکندگی:.....
۱۴۰.....	تهدید:.....
۱۴۰.....	ارزش بالقوه:.....
۱۴۰.....	جذابیت درونی:.....
۱۴۱.....	طبقه‌بندی ارزش‌های اقتصادی تنوع زیستی.....

۱۴۳.....	فصل سیزدهم. بحران محیط‌زیست.....
۱۴۳.....	مقدمه.....
۱۴۳.....	تأثیر انسان بر محیط‌زیست.....
۱۴۵.....	منابع طبیعی.....

۱۴۶	فلسفه حفاظت کلی منابع طبیعی
۱۴۷	جنگلداری و مرتعداری
۱۴۸	کاربرد اراضی
۱۴۹	کشاورزی
۱۵۰	کشاورزی و محیط زیست
۱۵۱	اثرات جهانی شدن کشاورزی
۱۵۱	کاهش منابع طبیعی
۱۵۲	کاهش منابع معدنی
۱۵۳	دگرگون شدن اجتماعات زیستی
۱۵۳	از بین رفتن پوشش و گونه های گیاهی
۱۵۴	کاهش نسل حیوانات
۱۵۴	کافی نبودن منابع طبیعی برای رفع نیاز جمعیت ها
۱۵۵	کاهش منابع انرژی
۱۵۵	صنعت و مشکلات زیست محیطی
۱۵۷	راههای جلوگیری از تخریب محیط زیست
۱۵۸	اصلاح و تعدیل، مدیریت و حفاظت محیط زیست
۱۵۹	مراتع _ چراگاه
۱۶۴	توقف مقطع چراگاه
۱۶۵	فصل برداشت محصول
۱۶۶	گیاهان _ خشک کردن علف
۱۶۶	برش چمن
۱۶۷	گیاهان خوراکی
۱۶۸	پرندگان وحشی
۱۶۹	ماهی و صدف داران
۱۶۹	پوست خزّه
۱۶۹	استخراج ورسوب
۱۷۰	نمک و تولیدات شیمیایی
۱۷۱	دستکاری در فراوانی گونه ها
۱۷۱	بارور سازی
۱۷۱	آتش سوزی و حریق
۱۷۲	حشرات
۱۷۳	بازیافت واحیاء
۱۷۳	بازیافت
۱۷۶	آلودگی
۱۷۸	استفاده علمی و تفریحی
۱۷۹	نوسازی
۱۸۱	منبع ذخیره
۱۸۴	مدیریت
۱۸۶	ایجاد باتلاق و بازپروری

چشم انداز..... ۱۸۷

فصل چهاردهم. گونه‌زایی و تنوع زیستی..... **Error! Bookmark not defined.**

مقدمه..... **Error! Bookmark not defined.**

منابع..... **Error! Bookmark not defined.**



# فصل اول

## تنوع زیستی

### مقدمه

اصطلاح تنوع زیستی به فراوانی یا گوناگونی جامع زندگی از گیاه و جانور تا زندگی میکروبی اشاره دارد. این گوناگونی حیات در تمام سطوح سازمان‌دهی اکولوژیکی رخ می‌دهد. اما منظور از تنوع زیستی به‌طور کلی تنوع ژنتیکی، تنوع گونه‌ای (گونه‌ها) و تنوع اکوسیستم‌هاست. این تنوعی در حیات است که سلامت محیط‌زیست به آن متکی است. تنوع حیات بسیار ارزشمند می‌باشد. تنوع ژنتیکی، گونه‌ای و اکوسیستم‌ها اصطلاحاتی تفکیک‌کننده برای سهولت درک و شناخت هستند.

تنوع زیستی به معنی تنوع حیات در حداقل سه سطح زیر است:

۱. تنوع گونه‌ای که شمار و انواع گیاهان و حیوانات مختلف را در مقیاس محلی، منطقه‌ای و جهانی توصیف می‌کند.
۲. تنوع ژنتیکی که به معنی تنوع ژنتیکی موجود در درون جمعیت‌ها یا گونه‌های گیاهان و جانوران است.
۳. تنوع اکوسیستم که مقصود از آن تنوع زیستگاه‌ها، جوامع زیست‌شناختی و اکوسیستم‌هایی است که زیست کره را می‌سازند.

### تنوع ژنتیکی

گوناگونی ترکیب ژنتیکی افراد متعلق به یک گونه، تنوع ژنتیکی نامیده می‌شود. ژن‌ها واحدهای اساسی وراثت هستند که مشخصات فردی را در انتقال از والدین به زادگان کنترل می‌کنند مثل شکل برگ درختان کاج. هر فرد از نظر مشخصه با دیگر عضوهای

گونه خود اندکی تفاوت دارد زیرا هر فرد (جز دوقلوهای همسان و کلون‌ها) ریخت ژنتیکی منحصر بفردی دارد. تنوع ژنتیکی صفات در موجودات بسیار است. مثل رنگ چشم در انسان که می‌تواند از قهوه‌ای تیره یا حتی سیاه تا آبی یا حتی بیرنگ متفاوت باشد. فرم‌های مختلف یک ژن را آلل می‌نامند. پس صفت رنگ چشم در انسان چندین آللی است. براساس یک قاعده کلی، تنوع زیستی در جمعیت‌های بزرگ‌تر بیش از جمعیت‌های کوچکتر است. به همین منوال، تنوع ژنتیکی گونه‌هایی که چندین جمعیت دارند بیش از تنوع ژنتیکی گونه‌هایی است که جمعیت‌های محدودی دارند.

گوناگونی ژنتیکی بین جمعیت‌ها را معمولاً با مشخص کردن مقدار ناجور تخمی در هر جمعیت مشخص می‌کنند چرا که هنوز منابع لازم برای مشخص نمودن ژنوتیپ تک‌تک افراد را در اختیار نداریم. ناجور تخمی را با بررسی صفت‌هایی خاص (معمولاً آنزیم‌ها) به این صورت که آیا چند آلل برای آن صفت در جمعیت وجود دارد، می‌سنجند. اگر تمام اعضای یک جمعیت الگوی ژنتیکی یکسانی را برای یک صفت خاص داشته باشند می‌گویند که آن جمعیت از نظر صفت یاد شده جور تخم است و اگر برای یک ویژگی خاص بیش از یک الگوی ژنتیکی در جمعیتی مشهود باشد، آن جمعیت را از نظر صفت مذکور، ناجور تخم به‌شمار می‌آورند. با افزایش ناجور تخمی، تنوع ژنتیکی زیاد می‌شود.

### تنوع گونه‌ای

اساسی‌ترین سطح تنوع گونه‌ها را می‌توان شمار گونه‌ای موجود در یک حوزه جغرافیایی معین تعریف کرد. اگرچه با افزایش شمار گونه‌های موجود، تنوع گونه‌ها افزایش می‌یابد اما تنوع گونه‌ها تابع اندازه جمعیت‌های معرف آن گونه‌ها نیز می‌باشد. اکوسیستم‌های متنوع‌تر، گونه‌های بسیار با اندازه‌های جمعیت معادل یکدیگر دارند. اکوسیستم‌های دیگری که شمار گونه‌های آن به همین تعداد است اما معدودی گونه پرجمعیت و بسیاری گونه با جمعیت خیلی کم دارند، دارای تنوع گونه‌ای کمتر می‌باشد. حیوانات تنها یک مؤلفه از تنوع گونه‌ای در اکوسیستم هستند. بیوم‌های دیگر، اجزای مهم تنوع زیستی در اکوسیستم‌ها هستند که اغلب مورد توجه قرار نمی‌گیرند. تقریباً ۲۵۰۰۰۰ گونه متفاوت از گیاهان مشخص شده است. ۳۱۰۰۰ گونه از آغازیان و حدود ۷۴۰۰۰ گونه قارچ و جلبک وجود دارد. کم و بیش ۴۸۰۰ گونه باکتری و جلبک

سبز آبی و بیش از ۱۰۰۰ گونه ویروس وجود دارد. هنوز گونه‌هایی از بی‌مهرگان که باید شناسایی شوند بیش از گونه‌های شناسایی شده از بی‌مهرگان است. بسیاری از موجوداتی که کمتر به چشم می‌آیند در کارکرد اکوسیستم‌ها می‌توانند به همان اندازه مؤثر باشند که مهره‌داری درشت پیکر، مؤثر است. مثل مور و موریانه که در حدود ۱/۳ (یک سوم) بیوم را می‌سازند و با تجزیه مواد گیاهی نقش اساسی در چرخه دوباره مواد غذایی ایفا می‌کنند.

### تنوع اکوسیستم

اکوسیستم‌ها هم اجزای سازنده زیستی را دارا هستند و نیز اجزای سازنده غیرزنده را نظیر آفتاب، بارش، نوع خاک، PH. اکوسیستم از آنجا که نوعی سیستم است دارای ساختار و نیز روابط عملکردی می‌باشد. ساختار اکوسیستم، نتیجه موجودات زنده موجود در آن است (مثل گونه‌های علف‌ها و علفخواران). روابط عملکردی، حول مسیرهای جریان انرژی و مواد غذایی در اکوسیستم شکل می‌گیرد. گیاهانی که از آفتاب برای تولید کربوهیدرات‌ها استفاده می‌کنند، مورد مصرف علفخواران قرار می‌گیرند که به نوبه خود غذای گوشتخواران می‌شوند.

تنوع اکوسیستم‌ها را می‌توان برحسب فراوانی و گوناگونی اکوسیستم‌ها در یک حوزه جغرافیایی خاص تعریف کرد. چنین حوزه‌ای غالباً زمین رخساره می‌نامند، هرچند که اصطلاح زمین رخساره اندکی گمراه کننده است زیرا اکوسیستم‌های آبی (آب شیرین و آب شور) نیز داریم. تجسم مفهوم اکوسیستم آسان است اما تشخیص اینکه یک اکوسیستم در کجا به پایان می‌رسد و از آنجا اکوسیستمی دیگر آغاز می‌شود، مشکل است. به‌طور مثال یک مرداب، دریاچه و آب پخش‌ان دریاچه هر کدام را می‌توان اکوسیستمی مستقل در نظر گرفت. اما اکوسیستم مرداب بخشی از اکوسیستم دریاچه و اکوسیستم دریاچه نیز به نوبه خود بخشی از اکوسیستم آب پخش‌ان می‌باشد.

گرچه مرزهای فیزیکی یک زمین رخساره و هر اکوسیستم خاص را معمولاً براساس مسائل علمی یا سیاسی خاص که مورد نظر است تعریف و تعیین می‌کنند، حوزه‌هایی که این اکوسیستم‌های متمایز همپوشانی دارند، حوزه‌های اکولوژیکی مهمی هستند که اکوتون نامیده می‌شوند. هر اکوتون به‌طور معمول حاوی انواع متنوعی از گونه‌هاست زیرا این حوزه‌ها، در بردارنده نمونه‌های حیاتی از هر یک از

اکوسیستم‌های همجوار و نیز گونه‌هایی خاص خود اکوتون می‌باشند. علاوه بر تنوع اکوسیستم‌هایی که در یک زمین رخساره یافت می‌شوند، در اکوسیستم‌هایی که یک بیوم را می‌سازند نیز تنوع وجود دارد. جنگل‌های پر باران گرمسیری متنوع‌ترین اکوسیستم‌های واقع در خشکی هستند اما این جنگل‌ها در واقع نه یک اکوسیستم بلکه مجموعه‌ای از انواع اکوسیستم‌ها هستند. به‌طور مثال جنگل پست زمین‌های امتداد ساحل کارائیب در کاستاریکا با جنگل ابر پوش موجود در پخشاب قاره‌ای تفاوت بسیار دارد. اما این دو را جنگل پر باران به‌شمار می‌آورند.

### ۳۰ میلیون گونه

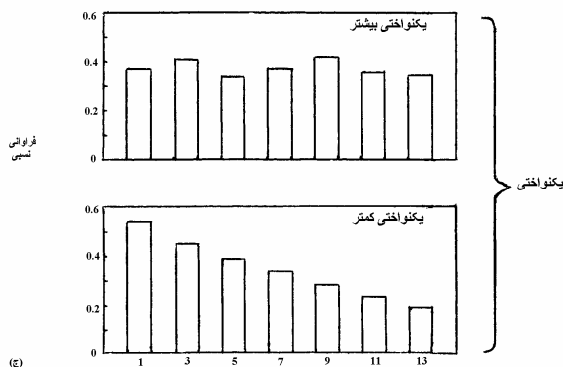
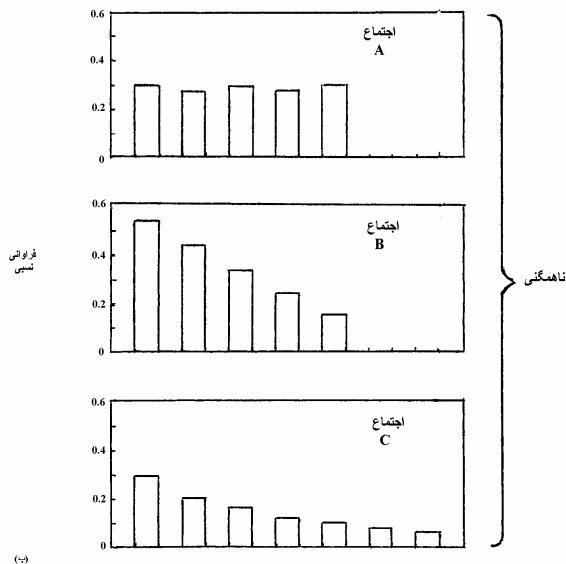
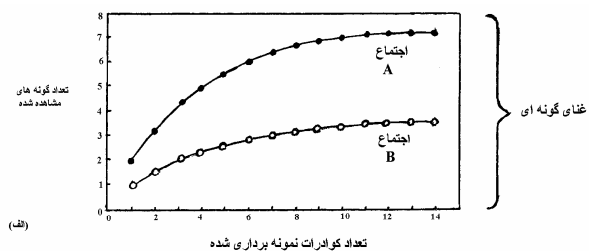
برآورد شمار گونه‌های زمین به سادگی ممکن نیست ولی روی رقمی در حدود ۳۳۰ میلیون گونه اتفاق نظر بیشتری در میان دانشمندان وجود دارد. بیشترین گونه‌ها در پیرامون خط استوا تجمع یافته‌اند و هر چقدر به قطبین نزدیک می‌شویم از تعداد آن‌ها کاسته می‌شود. دریا‌های مناطق استوایی، جزایر مرجانی جنگل‌های بارانی و تالاب‌ها از نظر تنوع زیستی غنی‌ترین و حاصل‌خیزترین اکوسیستم‌های جهان را تشکیل می‌دهند. تخریب زیستگاه‌ها، عامل اصلی انقراض گونه‌ها به‌شمار می‌آید و این پدیده در مناطق استوایی از اهمیت بیشتری برخوردار است. زیرا هر گونه جنگل زدایی کافی است که ۵ تا ۱۰ درصد از گونه‌های جنگل‌های حاره‌ای را که بیش از ۵۰ درصد از گونه‌های جهان را شامل می‌شوند تا سال ۲۰۲۰ نابود کند. تنوع زیستی در اثر بهره‌برداری بی‌رویه و سودجویانه از گونه‌ها کاهش یافته است. آلودگی‌های آب، هوا و خاک نیز به سهم خود در کاهش تنوع زیستی مؤثرند. حفظ وارسته‌های مختلف یک گونه اعم از گیاهی یا جانوری نیز اهمیت زیادی دارد. هر وارسته یک گونه، ویژگی‌های ژنتیکی مخصوص به خود دارد و تنوع این ویژگی‌ها در هر گونه، توان آن وارسته را در سازگاری با آلودگی، بیماری و سایر تغییرات زیست محیطی افزایش می‌دهد. زمانی که وارسته‌های گیاهان و جانوران نابود می‌شوند تنوع ژنتیکی در گونه کاهش می‌یابد. روش‌های زیادی برای مقابله با خطرات تهدیدکننده منابع ژنتیکی و تنوع زیستی وجود دارد. حفظ زیستگاه‌های غنی در پارک‌های ملی و ذخیره‌گاه‌ها و جلوگیری از بهره‌برداری بی‌رویه از برخی گونه‌های خاص در طبیعت از آن جمله‌اند. تلاش برای



حفظ محیط‌های طبیعی دست نخورده برای زیست گونه‌ها و کاهش مواد خروجی آلاینده به زیست‌کره از دیگر شیوه‌هایی است که می‌تواند بقا گونه‌ها را تضمین کند.

### اندازه‌گیری غنای گونه‌ای

تنوع زیستی یکی از مفاهیم مهم در اکولوژی پوشش گیاهی است و مفهوم گسترده‌تری نسبت به تنوع گونه‌ای دارد. تنوع زیستی شامل تنوع ژنتیکی و تنوع اکوسیستمی است، اما در مقیاس محلی و منطقه‌ای، تنوع گونه‌ای بخش اصلی تنوع زیستی را تشکیل می‌دهد. تنوع گونه‌ای از دو مولفه تشکیل شده است غنای گونه‌ای و یکنواختی مؤلفه اول به تعداد گونه‌ها و مؤلفه دوم به توزیع افراد گونه‌ها مربوط است. تنوع گونه‌ای را می‌توان علاوه بر تعداد افراد گونه، برحسب تاج پوشش و یا بیوماس نیز تعریف کرد. ویتاکر دو نوع تنوع را تحت عنوان تنوع آلفا و بتا معرفی کرده است. تنوع آلفا به تعداد گونه در داخل یک اجتماع مربوط است، در حالی که تنوع بتا به تفاوت بین گونه‌ای در میان مناطق یا اجتماعات گیاهی اطلاق می‌شود. لذا تنوع بتا را تنوع زیستگاهی نیز می‌نامند، زیرا تفاوت ترکیب گونه‌ای را در مناطق مختلف نشان می‌دهد. اگر اجتماعی دارای ۱۰ گونه درختی با فراوانی یکسان باشد، تنوع گونه‌ای آن با اجتماع دیگری که ۱۰ گونه درختی دارد، ولی یکی از گونه‌ها ۹۹ درصد کل افراد را تشکیل می‌دهد، مشابه است. در اجتماع اول در صورتی که دو درخت به‌طور تصادفی انتخاب شوند، احتمالاً مربوط به دو گونه مختلف خواهند بود، اما در اجتماع دوم بعید است دو درخت انتخاب شده به گونه‌های مختلفی تعلق داشته باشند. به این ترتیب مفهوم دیگری از تنوع تحت عنوان ناهمگن پیشنهاد گردید که ترکیب دو مفهوم غنا و یکنواختی است. شکل ۱-۱ سه مفهوم غنا، ناهمگنی و یکنواختی را روشن می‌سازد. بعضی از اجتماعات گیاهی به قدری ساده هستند که امکان شمارش کامل تعداد گونه‌ها وجود دارد و این قدیمی‌ترین و ساده‌ترین برآورد غنای گونه‌ای است. شمارش کامل گونه‌ها در اجتماعات نواحی معتدل و قطبی امکان‌پذیر است، ولی در نواحی گرمسیری غیرممکن است. چگونه می‌توان غنای گونه‌ای را اندازه‌گیری کرد، در صورتی که فقط نمونه‌ای از یک اجتماع وجود دارد؟ سه روش برای این اندازه‌گیری پیشنهاد شده است.



شکل ۱-۱. مفاهیم تنوع گونه‌ای. الف) غنای گونه‌ای: اجتماع A گونه بیشتری نسبت به اجتماع B دارد، لذا غنای گونه‌ای آن بیشتر است. ب) ناهمگنی: اجتماع A تعداد گونه یکسانی با اجتماع B دارد، ولی فراوانی نسبی آن بیشتر است، پس متنوع‌تر از B است. اجتماع C الگوی فراوانی مشابهی با اجتماع B دارد، اما گونه‌های بیشتری دارد، پس متنوع‌تر از B است. ج) یکنواختی: وقتی کلیه گونه‌ها فراوانی یکسانی دارند، یکنواختی حداکثر است (اقتباس از کربس، ۱۹۹۹).

## روش برآورد جزئی از یک مجموعه

مسأله‌ای که اغلب در هنگام مقایسه نمونه‌های اجتماع وجود دارد، آن است که این نمونه‌ها به وسیله پلات‌هایی با اندازه مختلف برداشت شده‌اند. بزرگ‌تر شدن اندازه پلات، تعداد گونه‌های مورد انتظار را افزایش می‌دهد. اگر اجتماعی متشکل از ۲۲۰۰ فرد متعلق به ۱۲۵ گونه و اجتماع دیگری متشکل از ۷۵۰ فرد متعلق به ۷۵ گونه وجود داشته باشند، نمی‌توان به سهولت تشخیص داد که کدامیک از اجتماعات غنای گونه‌ای بیشتری دارد. یک راه‌حل برای این مسأله، آن است که تمام نمونه‌های اجتماعات مختلف به اندازه پلات متعارفی که تعداد افراد یکسانی دارند، استاندارد شوند. ساندرز در سال ۱۹۶۸ روش برآورد جزئی از یک مجموعه را برای رسیدن به این هدف پیشنهاد کرد. روش برآورد جزئی از یک مجموعه، روش آماری برای برآورد تعداد گونه‌های مورد انتظار در نمونه‌برداری تصادفی افراد برداشت شده از یک مجموعه است. این روش به این سؤال پاسخ می‌دهد که اگر نمونه شامل  $n$  فرد باشد ( $n < N$ )، چه تعدادی از گونه‌ها ( $s$ ) احتمالاً مشاهده خواهند شد؟ لازم به ذکر است که اگر کل نمونه دارای  $S$  گونه و  $N$  فرد باشد، نمونه جزئی باید همواره دارای  $n < N$  و  $s < S$  باشد. سیمبرلف در سال ۱۹۷۲، الگوریتم برآورد جزئی از یک مجموعه ساندرز را به صورت زیر تصحیح کرد:

$$\sum (\hat{S}_n) = \sum_{i=1}^s \left[ 1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

$\sum (\hat{S}_n)$  = تعداد گونه‌های مورد انتظار در نمونه‌برداری تصادفی  $n$  فرد

$S$  = تعداد کل گونه‌های مجموعه کامل

$N_i$  = تعداد افراد گونه  $i$

$\sum N_i$  = تعداد کل افراد مجموعه =  $N$

$n$  = تعداد افراد انتخاب شده برای استاندارد کردن ( $n \leq N$ )

$\binom{N}{n} =$  تعداد ترکیبات  $n$  فرد که می‌توانند از مجموعه‌ای با  $N$  فرد انتخاب شوند  $= \frac{N!}{n!(N-n)!}$

مجموعه‌ای از ۴۲ فرد متعلق به چهار گونه با فراوانی ۲۱، ۱۶، ۳ و ۲ فرد وجود دارد. غنای گونه‌ای مورد انتظار برای نمونه‌ای با ۳۰ فرد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\sum(\hat{S}_{30}) = \left[ 1 - \frac{\binom{42-21}{30}}{\binom{42}{30}} \right] + \left[ 1 - \frac{\binom{42-16}{30}}{\binom{42}{30}} \right] + \left[ 1 - \frac{\binom{42-3}{30}}{\binom{42}{30}} \right] + \left[ 1 - \frac{\binom{42-2}{30}}{\binom{42}{30}} \right]$$

$$\binom{42-21}{30} = \binom{21}{30} = 0 \quad (\text{بنابر تعریف})$$

$$\binom{42}{30} = \frac{42!}{30!(42-30)!} = 1/1058 \times 10^{10}$$

$$\binom{42-16}{30} = \binom{26}{30} = 0 \quad (\text{بنابر تعریف})$$

$$\binom{42-3}{30} = \frac{39!}{30!(39-30)!} = 2/1192 \times 10^8$$

$$\binom{42-2}{30} = \frac{40!}{30!(40-30)!} = 8/4766 \times 10^8$$

$$\sum(\hat{S}_{30}) = 1 + 1 + \left( 1 - \frac{2/1192 \times 10^8}{1/1058 \times 10^{10}} \right) + \left( 1 - \frac{8/4766 \times 10^8}{1/1058 \times 10^{10}} \right)$$

$$\sum(\hat{S}_{30}) = 1 + 1 + 0/981 + 0/923 = 3/9 \quad \text{گونه}$$

### برآورد جکنیف

زمانی که اجتماع گیاهی به وسیله کوادرات نمونه برداری می‌گردد، برای برآورد غنای گونه‌ای می‌توان از روش غیرپارامتریک، جکنیف استفاده کرد. این برآورد براساس فرکانس گونه‌های نادر در اجتماع انجام می‌گیرد و به صورت زیر به دست می‌آید. داده‌های حاصل از کوادراتهای تصادفی به شکل جدول ۱-۱ مرتب می‌گردند. در هر

کودارات حضور و غیاب گونه‌ها به صورت یک و صفر ثبت می‌شود. سپس گونه‌های منحصر به فرد تعیین می‌گردند. گونه‌های منحصر به فرد به گونه‌هایی اطلاق می‌شود که فقط در یک کودارات وجود دارند. در واقع این گونه‌ها از نظر مکانی گونه‌های نادر هستند، ولی لزوماً از نظر شمارشی نادر نیستند چون می‌توانند کُپه‌های بزرگی را تشکیل دهند. هلتنش و فورستر در سال ۱۹۸۳ برای برآورد غنای گونه‌ای به روش جکینیف فرمول زیر را ارائه کردند:

**جدول ۱-۱** خلاصه داده‌های برداشت شده از کوادراتهای نمونه‌برداری برای برآورد  
غذای گونه‌ای به روش جکینف\*

کوادرات							گونه
جمع ردیف	F	E	D	C	B	A	
۳	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱
۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۲
۵	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۳
۲	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۴
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۵
۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۶
۴	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۷
۴	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۸

\*. فقط داده‌های حضور و عدم حضور گونه‌ها لازم هستند. گونه‌های منحصر به فرد، آن‌هایی هستند که حاصل جمع ردیف‌شان یک است (گونه‌های ۲ و ۶).  $0 = \text{عدم حضور}$   
 $1 = \text{حضور}$

$$\hat{S} = s + \left( \frac{n-1}{n} \right) k$$

$$\hat{S} = \text{برآورد غنای گونه‌ای به روش جکینف}$$

$s$  = تعداد کل گونه‌های حاضر در  $n$  کوادرات

$n$  = تعداد کل کوادراتهای نمونه برداری

$$k = \text{تعداد گونه‌های منحصر به فرد}$$

$$\hat{S} = s + \left( \frac{n-1}{n} \right) k$$

$$\hat{S} = ۱۴ + \left( \frac{۹}{۱۰} \right) ۵$$

$$\hat{S} = ۱۸/۵ \text{ گونه}$$

### اندازه‌گیری ناهمگنی

اندازه‌گیری تنوع به وسیله شاخص‌های ناهمگنی در طی دو روند نسبتاً متفاوت به پیشرفتهایی نائل شد. روند اول براساس سریهای لگاریتمی و توزیع نرمال لگاریتمی است که به دلیل پیچیدگی آنها و عدم توجیه تئوریک برای این روش‌های آماری، اکولوژیستها غالباً از روند دوم یعنی برآوردهای غیرپارامتریک استفاده می‌کنند. در اینجا چند روش برآورد غیرپارامتریک ناهمگنی شرح داده می‌شود.

فراوانی ۱۴ گونه با استفاده از ۱۰ کوادرات یک متر مربعی تعیین شده است. غنای گونه‌ای به روش جکنیف به صورت زیر محاسبه می‌شود:

جمع ردیف	کوادرات										گونه
	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۱۰	۲۷	۴	۴	۱۳	۲۲	۵	۱۴	۲۱	۱۳	-	۱
۹	۶	۱	-	۱	۱	۱	۴	۴	۲	۲	۲
۲	-	-	۱	-	-	-	-	-	۱	-	۳
۶	۲	۱	-	-	۶	-	۲	۱	-	۱	۴
۴	۱	-	-	۱	-	-	۲	۱	-	-	۵
۷	۵	۱	-	-	۱	-	۱	۲	۱	۱	۶
۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱	۷
۱	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲	۸
۱	-	-	-	-	-	-	-	-	۱	-	۹
۱	-	-	-	-	-	-	-	۱	-	-	۱۰
۲	۲	-	-	-	-	-	-	۳	-	-	۱۱
۴	۳	-	-	-	۲	-	۱	۵	-	-	۱۲
۱	-	-	۱	-	-	-	-	-	-	-	۱۳
۱۰	۴۱	۵	۸	۶	۲۲	۳	۱۹	۱۴	۳۶	۸	۱۴

خط تیره (-) در جدول عدم حضور گونه را در کوادرات نشان می‌دهد.

### شاخص سیمپسون

سیمپسون در سال ۱۹۴۹ پیشنهاد کرد تنوع با احتمال اینکه دو فرد به طور تصادفی انتخاب شده به دو گونه مختلف تعلق داشته باشند، رابطه مستقیم دارد:

$$\begin{aligned} \text{شاخص تنوع سیمپسون} &= \left\{ \begin{array}{l} \text{احتمال اینکه دو فرد به طور تصادفی انتخاب} \\ \text{شده به دو گونه مختلف تعلق داشته باشند} \end{array} \right\} \\ &= 1 - \left\{ \begin{array}{l} \text{احتمال اینکه دو فرد به طور تصادفی انتخاب} \\ \text{شده به یک گونه تعلق داشته باشند} \end{array} \right\} \end{aligned}$$

بنابراین:

$$1 - D = 1 - \sum P_i^2$$

$(1 - D)$  = شاخص تنوع سیمپسون

$P_i$  = فراوانی نسبی گونه  $i$  در اجتماع

این فرمول برای برآورد شاخص تنوع فقط در جمعیت نامحدود مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیلو<sup>۱</sup> در سال ۱۹۶۹ نشان داد که برای جمعیت محدود می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد:

$$1 - \hat{D} = 1 - \sum_{i=1}^s \left[ \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right]$$

$n_i$  = تعداد افراد گونه  $i$  در پلات‌ها

$\sum n_i = N$  = تعداد کل افراد در پلات‌ها

$s$  = تعداد گونه در پلات‌ها

توجه داشته باشید که این فرمول فقط زمانی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که تعداد افراد در پلات‌ها شمارش شده باشد. زمانی که از معیارهای پوشش، بیوماس یا تولید به عنوان برآورد اهمیت گونه‌ای استفاده شود، باید فرمول قبلی را به کار برد. به طور تجربی ثابت شده است که در صورت استفاده از تعداد پلات‌های زیاد، تقریباً هیچ اختلافی بین این دو فرمول وجود نخواهد داشت. ویلیامز و مک‌آرتور در سال ۱۹۷۲ فرمول اولیه سیمپسون را به صورت زیر به کار بردند:

$$\frac{1}{D} = \frac{1}{\sum P_i^2}$$

$$\frac{1}{D} = \text{شاخص دو طرفه سیمپسون } (N_2 \text{ هیل})$$

$$P_i = \text{فراوانی نسبی گونه } i \text{ در اجتماع}$$

شاخص سیمپسون  $(1-D)$  دامنه‌ای از صفر (تنوع کم) تا تقریباً یک  $\left(1 - \frac{1}{s}\right)$  و شاخص دو طرفه سیمپسون  $\frac{1}{D}$  دامنه‌ای از یک تا  $s$  (تعداد گونه‌ها در پلات‌ها) دارد.

### تابع شانون - وینر

تابع شانون - وینر متداول‌ترین شاخص اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای است که در سال ۱۹۴۹ معرفی شد. برای استفاده از این تابع دو فرض وجود دارد: اول اینکه افراد اجتماع بزرگ به صورت تصادفی نمونه‌برداری شده‌اند و دیگر اینکه کلیه گونه‌های حاضر در اجتماع در نمونه آمده‌اند. فرض دوم زمانی تحقق می‌یابد که از ترکیب کامل گونه‌های اجتماع اطلاع دقیقی وجود داشته باشد که البته مسأله دشواری است. تابع شانون - وینر از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$H' = \sum_{i=1}^s P_i \log P_i$$

$$H' = \text{شاخص تنوع گونه‌ای}$$

$$s = \text{تعداد گونه}$$

$$P_i = \text{فراوانی نسبی گونه } i \text{ در اجتماع}$$

هر پایه لگاریتمی را می‌توان برای این شاخص مورد استفاده قرار داد، زیرا قابل تبدیل به یکدیگر هستند.



(پایه لگاریتمی ۱۰)  $H' = 3/321928$  (پایه لگاریتمی ۲)  $H'$

(پایه لگاریتمی ۱۰)  $H' = 2/302585$  (پایه لگاریتمی  $e$ )  $H'$

مقدار  $H'$  با افزایش تعداد گونه‌ها در اجتماع فزونی می‌یابد و از نظر تئوریک می‌تواند به مقادیر بسیار زیادی برسد، اما در عمل از  $4/5$  تجاوز نمی‌کند. مقادیر حداکثر و حداقل شاخص تنوع گونه‌ای به ترتیب  $\log(s)$  و  $\log\left(\frac{N}{N-S}\right)$  می‌باشند. مک‌آرتور در سال ۱۹۶۵ شاخص شانون - وینر را برحسب تعداد گونه به صورت زیر بیان نمود:

$$N_1 = e^{H'}$$

$e = 2/71828$  (پایه لگاریتم طبیعی)

$H' =$  تابع شانون - وینر (محاسبه شده بر پایه لگاریتم  $e$ )

$N_1 =$  تعداد گونه‌های متداولی که همان تنوع  $H'$  را ایجاد می‌کنند.

هیل در سال ۱۹۷۳ استفاده از  $N_1$  را به جای  $H'$  توصیه کرد، زیرا واحدها (تعداد گونه) برای اکولوژیست‌ها قابل درک‌تر هستند. پیت در سال ۱۹۷۴  $N_1$  را به عنوان بهترین معیار اندازه‌گیری ناهمگنی توصیه کرد، به دلیل اینکه به فراوانی گونه‌های نادر در اجتماع حساس‌تر است.

### شاخص بریلیوین

به عقیده پیلو اکثر نمونه‌های برداشت‌شده از اجتماعات گیاهی را باید مجموعه‌ها و نه نمونه‌های تصادفی از اجتماعات بزرگ در نظر گرفت. در مواردی که داده‌ها به مجموعه محدودی مربوط باشند، برای اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای از فرمول بریلیوین استفاده می‌شود:

$$\hat{H} = \frac{1}{N} \log \left( \frac{N_i}{n_1! n_2! n_3! \dots} \right)$$

$\hat{H} =$  شاخص بریلیوین

$N =$  تعداد کل افراد در مجموعه کامل

$n_1 =$  تعداد افراد متعلق به گونه ۱

$n_2 =$  تعداد افراد متعلق به گونه ۲

الی آخر

همانند تابع شانون - وینر از هر پایه لگاریتمی می‌توان استفاده کرد. این بحث در متون اکولوژیکی مطرح است که کدام یک، شاخص بریلیوین یا تابع شانون - وینر، معیار اندازه‌گیری بهتری از تنوع گونه‌ای هستند؟ زمانی که معیارهای بیوماس، پوشش یا تولید به‌عنوان برآورد اهمیت گونه‌ای در اجتماع مورد استفاده قرار گیرند، شاخص بریلیوین نمی‌تواند به‌کار رود. شاخص بریلیوین مانند تابع شانون - وینر به فراوانی گونه‌های نادر در اجتماع حساس‌تر است. پیت در سال ۱۹۷۴ شاخص‌های تنوع را به دو دسته تقسیم کرد. نوع اول شاخص‌هایی هستند که به تغییرات گونه‌های نادر در نمونه اجتماع حساس‌ترند. شاخص بریلیوین و تابع شانون - وینر نمونه‌هایی از این نوع شاخص‌ها هستند. نوع دوم شاخص‌هایی هستند که به تغییرات گونه‌های فراوان‌تر حساس‌اند، نظیر شاخص سیمپسون، انتخاب نوع روش اندازه‌گیری ناهمگنی به‌این موضوع بستگی دارد که تأکید بر کدامیک از گونه‌های نادر یا چیره اجتماع وجود دارد. مثال زیر محاسبه شاخص سیمپسون، تابع شانون - وینر و شاخص بریلیوین را برای یک اجتماع جنگلی نشان می‌دهد.

گونه درختی	تعداد افراد ( $n_i$ )	فراوانی نسبی ( $P_i$ )
تسوگا	۱۹۴۰	۰/۵۲۱
راش	۱۲۰۷	۰/۳۲۴
غان زرد	۱۷۱	۰/۰۴۶
افرا	۱۳۴	۰/۰۳۶
غان سیاه	۹۷	۰/۰۲۶
افرای قرمز	۹۳	۰/۰۲۵
گیلاس وحشی	۳۴	۰/۰۰۹
زبان گنجشک	۲۲	۰/۰۰۶
لاله درختی	۱۵	۰/۰۰۴
صنوبر زرد	۷	۰/۰۰۲
ماگنولیا	۴	۰/۰۰۱
کل	۳۷۲۴	۱/۰۰۰

شاخص سیمپسون:

$$\begin{aligned}\hat{D} &= \sum P_i^2 \\ &= 0.521^2 + 0.324^2 + 0.046^2 + \dots \\ &= 0.381\end{aligned}$$

دو شاخص تنوع از معادلات زیر به‌دست می‌آید:

$$1 - \hat{D} = 1 - 0/381 = 0/619$$

این میزان احتمالی است که دو فرد به طور تصادفی انتخاب شده به گونه های مختلفی تعلق داشته باشند.

$$\frac{1}{\hat{D}} = \frac{1}{0/381} = 2/623 \text{ گونه}$$

این تعداد گونه های متداولی است که برای مقدار مشاهده شده  $D$  لازم است.

تابع شانون - وینر:

$$\begin{aligned} H' &= \sum_{i=1}^s P_i \log P_i \\ &= 0/521 \log_2 0/521 + 0/324 \log_2 0/324 + \dots \\ &= 1/829 \end{aligned}$$

لازم به ذکر است که:

$$\begin{aligned} \log_2(x) &= 3/321981 \log_{10}(x) \\ \hat{N}_1 &= e^{\hat{H}'} \\ &= 2^{1/829} = 3/55 \text{ گونه} \end{aligned}$$

شاخص بریلیون:

$$\begin{aligned} \hat{H} &= \frac{1}{N} \log \left( \frac{N_i}{n_1! n_2! n_3! \dots} \right) \\ &= \frac{1}{3724} \log_2 \left( \frac{3724!}{194! 120! 171! 134! \dots} \right) \\ &= 1/818 \end{aligned}$$

توجه داشته باشید که این مقدار بسیار نزدیک به مقدار  $\hat{H}'$  است.

## اندازه گیری یکنواختی

شاخص های مختلفی برای اندازه گیری یکنواختی پیشنهاد شده است و در مورد بهترین روش اندازه گیری اختلاف نظرهایی وجود دارد. اسمیت و ویلسون در سال ۱۹۹۶، ۱۴ شاخص یکنواختی را برحسب این معیار که اندازه گیری یکنواختی بایستی مستقل از

غناى گونه‌اى باشد، مورد بررسى قرار دادند و از ميان آن‌ها چهار شاخص زير را توصيه کردند.

### اندازه‌گيرى يکنواختى سيمپسون

در اندازه‌گيرى ناهمگنى سيمپسون، حداکثر تنوع، زمانى به‌دست مى‌آيد که تمام فراوانى‌ها يکسان باشند  $\left(P = \frac{1}{s}\right)$ ، بنابر اين در يک اجتماع بسيار بزرگ:

$$\hat{D}_{Max} = \frac{1}{s}$$

$\hat{D}_{Max}$  = مقدار حداکثر شاخص سيمپسون

$s$  = تعداد گونه در پلات‌ها

مقدار حداکثر شاخص متقابل سيمپسون  $\left(\frac{1}{D}\right)$  همواره برابر با تعداد گونه‌هاى مشاهده شده در پلات‌ها است. اين به مفهوم ساده‌اى از شاخص يکنواختى سيمپسون منجر مى‌گردد:

$$E_{\frac{1}{D}} = \frac{\frac{1}{D}}{s}$$

$E_{\frac{1}{D}}$  = اندازه يکنواختى سيمپسون

$D$  = شاخص سيمپسون

$s$  = تعداد گونه در پلات‌ها

اين شاخص دامنه‌اى از يک تا صفر دارد و تأثير کمى از گونه‌هاى نادر مى‌پذيرد.

### شاخص يکنواختى کامارگو

کامارگو در سال ۱۹۹۳ شاخص جديدى از يکنواختى را پيشنهاده کرد که تحت تأثير غناى گونه‌اى قرار نداشت و محاسبه آن ساده است:

$$E' = 1 - \left( \sum_{i=1}^s \sum_{j=i+1}^s \left[ \frac{|P_i - P_j|}{s} \right] \right)$$

$E'$  = شاخص يکنواختى کامارگو

$P_i$  = فراوانی نسبی گونه  $i$  در کل پلات‌ها

$P_j$  = فراوانی نسبی گونه  $j$  در کل پلات‌ها

$s$  = تعداد گونه‌ها در کل پلات‌ها

این شاخص نظیر شاخص سیمپسون تأثیر کمی از گونه‌های نادر در پلات‌ها می‌پذیرد.

### شاخص یکنواختی اسمیت و ویلسون

اسمیت و ویلسون در سال ۱۹۹۶ شاخص جدیدی از یکنواختی را براساس واریانس فراوانی گونه‌ها معرفی کردند:

$$E_{var} = 1 - \frac{2}{\pi \arctg \left\{ \sum_{i=1}^s \left( \log_e(n_i) - \sum_{j=1}^s \log_e(n_j) / s \right)^2 / s \right\}}$$

آرک تانژانت ( $\arctg$ ) به‌عنوان زاویه مرکزی قوس دایره اندازه‌گیری می‌شود.

$E_{var}$  = شاخص یکنواختی اسمیت و ویلسون

$n_i$  = تعداد افراد گونه  $i$  در پلات‌ها ( $i=1, 2, 3, 4, s, \dots$ )

$n_j$  = تعداد افراد گونه  $j$  در پلات‌ها ( $j=1, 2, 3, 4, s, \dots$ )

$s$  = تعداد گونه‌ها در کل پلات‌ها

بهترین شاخص یکنواختی مربوط به شاخص اسمیت و ویلسون است، زیرا مستقل از غنای گونه‌ای می‌باشد و به گونه‌های نادر و متداول اجتماع حساس است.

### شاخص یکنواختی تغیر یافته نی

نی و همکارانش در سال ۱۹۹۲ استفاده از شیب رابطه چیرگی - تنوع ویتاگر را برای اندازه‌گیری یکنواختی پیشنهاد کردند، اما شاخص آن‌ها دامنه‌ای از صفر تا بی‌نهایت

داشت. اسمیت و ویلسون در سال ۱۹۹۶ شاخص نی را تغییر دادند و شاخص جدیدی را به صورت زیر ارائه کردند:

$$E_Q = \frac{\text{varctg}(b)}{\pi}$$

توجه داشته باشید که این شیب از رگرسیون لگاریتم پایه  $e$  فراوانیها (محور  $y$ ) روی فواصل منظم فراوانی (محور  $x$ ) به دست می آید، به طوری که اکثر گونه های نادر دارای رتبه  $\frac{1}{s}$  و گونه های متداول دارای رتبه یک هستند. این شاخص دامنه ای از صفر تا یک دارد و مستقل از غنای گونه ای است. همچنین به گونه های نادر و متداول در پلات ها نیز حساس است.

کدام روش اندازه گیری یکنواختی بهتر است؟ مسأله مهم در اندازه گیری یکنواختی این است که آیا بایستی به گونه های نادر و متداول ارزش یکسانی داده شود؟ برخی از اکولوژیست ها بر ارزش یکسان این دو گروه و برخی دیگر بر اهمیت گونه های متداول تأکید دارند. اسمیت و ویلسون معیارهای زیر را برای انتخاب روش اندازه گیری یکنواختی پیشنهاد کردند:

۱. اگر گونه های نادر و متداول در نمونه برداری ارزش یکسانی دارند، و حداقل شاخص صفر با هر تعداد گونه لازم است، از  $E_{\sqrt{D}}$  استفاده شود. و دامنه وسیعی از یکنواختی اندازه گیری شده باشد، از  $\hat{E}$  کامارگو استفاده شود.
۲. اگر بر گونه های متداول در نمونه برداری تأکید بیشتری وجود دارد، و توزیع های بسیار انحرافی مورد انتظار است از شاخص  $E_Q$  نی استفاده شود. و برای بیشتر داده ها، بهترین شاخص  $E_{var}$  اسمیت و ویلسون است.

## فصل دوم

### اکوسیستم‌های طبیعی و مصنوعی

#### مقدمه

اکوسیستم عبارت از واحد نظام زیست محیطی است. اکوسیستم اصولاً ابعاد مشخص و معینی ندارد و در آن عمدتاً تغییرات و تبدلات ماده و انرژی مطرح است. از مجموعه اکوسیستم‌ها بیوسفر (زیست کره) حاصل می‌گردد. علم مطالعه اکوسیستم‌ها را اکولوژی می‌نامند. اکوسیستم یا سیستم اکولوژی که یک نظام اکولوژیکی و واحد اساسی در اکولوژی است را به صورت‌های مختلف تعریف کرده اند:

اکوسیستم، مجموعه عناصر جاندار و غیرجاندار زنده محیط در یک ناحیه معینی است که با روابط و تأثیر متقابل به ساختن و مبادله مواد غذایی و انرژی مشغول هستند. به عبارت دیگر در هر ناحیه از طبیعت که موجودات زنده و عوامل غیرجاندار محیط در حال تعادل و تأثیر متقابل بر روی یکدیگر بوده و به مبادله مواد بین یکدیگر مشغول‌اند، یک نظام اکولوژیک یعنی اکوسیستم وجود دارد.

اکوسیستم به هر نوع سیستمی اطلاق می‌شود که قابل زندگی بوده (برای انسان‌ها، حیوان‌ها و گیاهان) و عوامل و عناصر و موجوداتی مانند: جو، آب، مواد معدنی، خاک، گیاهان، جانوران و نیز انسان‌ها با هم در آن همگی به عنوان یک پیکر واحد به نحوی انجام وظیفه کنند که بقا آن سیستم از نظر زندگی تأمین گردد.

در هر قسمتی از طبیعت که از آن چرخه یا گردشی تقریباً یا دقیقاً بسته برای انتقال ماده بین محیط و موجودات زنده انجام می‌شود و ثبت و انتقال انرژی خورشید را ممکن می‌سازد، در آنجا یک اکوسیستم وجود دارد.

## انواع اکوسیستم‌ها

اکوسیستم‌ها به دو گروه کلی اکوسیستم‌های آبی و اکوسیستم‌های خشکی تقسیم می‌گردند. اختلاف در نوع اکوسیستم‌های خشکی در متفاوت بودن نوع پوشش گیاهی، جنگلی، مرتعی و کویری آن‌هاست، نیز در میانگین درجه حرارت، ارتفاع و میانگین نزولات آن منطقه می‌باشد.

مجموعه اکوسیستم‌های آبی به نام هیدروسفر (کره آبی) نامیده می‌شود که شامل استخرها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها، اقیانوس‌های باز، صخره‌های مرجانی و مصب یا خورها (ناحیه‌ای که آب شور دریا و آب شیرین رودخانه‌ها تداخل می‌کنند) و مناطق ساحلی و تالاب‌های داخلی می‌باشد. لازم به ذکر است که در یک اکوسیستم طبیعی به‌ویژه در محیط‌های آبی و دریاچه‌ها، میزان تولیدکننده به مراتب وسیع‌تر از مصرف‌کننده و تجزیه‌کننده است، لیکن با روند تغییرات اکوسیستم به سوی آلودگی‌های آلی و یا یوتریفیکاسیون، این ساختار تغییر می‌یابد.

یوتریفیکاسیون در دریاچه‌ها یک فرایند طبیعی است که طی آن محیط‌زیست آبی از مواد غذایی غنی می‌شود که سبب تقویت رشد خزرها و جلبک‌ها در آن شده و لذا مصرف‌کننده به تدریج کاهش می‌یابد و از بین می‌رود.

## اجزای اکوسیستم

اکوسیستم‌ها از مجموعه جوامع و اجتماعات زیستی و غیرزیستی تشکیل شده است. به عبارت دیگر، اکوسیستم‌ها از محیط غیرزنده مشتمل بر عوامل فیزیکی و شیمیایی چون آب، هوا، خاک و نیز محیط‌های زنده یا جوامع زیستی مشتمل بر تولیدکننده‌ها یا گیاهان سبز، مصرف‌کننده‌ها متشکل از گیاهخواران، گوشتخواران، همه چیزخواران و در نهایت تجزیه‌کننده‌ها یا میکروارگانیسم‌ها تشکیل می‌شود. اکوسیستم از اجتماع بیولوژیکی یا محیط‌های زنده و عوامل فیزیکی و شیمیایی که محیط‌زیست غیرزنده را به وجود می‌آورند تشکیل می‌گردد. اکوسیستم دائماً در حال تغییرات بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی است. در واقع تمام اکوسیستم‌های مختلف روی زمین با یکدیگر اکوسفر را می‌سازند.



### اجزای غیرزنده یک اکوسیستم

اجزای غیرزنده یک اکوسیستم شامل فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی می‌باشد. عمده‌ترین عوامل فیزیکی که یک اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهند، عبارتند از:

۱. نور خورشید
  ۲. میانگین دما و دامنه حرارتی
  ۳. میانگین نزولات و توزیع و پراکنش آب در طول سال.
  ۴. باد
  ۵. عرض جغرافیایی
  ۶. ارتفاع
  ۷. آتش (اکوسیستم خشکی)
  ۸. جریان‌های آبی (اکوسیستم آبی)
- عمده‌ترین فاکتورهای شیمیایی که یک اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهند، عبارتند از:

۱. میزان مواد آلی در آب و خاک
۲. میزان مواد معدنی در خاک و یا محلول در آب
۳. سطح اکسیژن محلول در اکوسیستم‌های آبی

### اجزای زنده یک اکوسیستم

گروه‌های عمده ارگانیسم‌ها که اجزای زنده اکوسیستم را تشکیل می‌دهند، اغلب به گروه‌های تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و تجزیه‌کنندگان تقسیم می‌شوند. این تقسیم‌بندی براساس جایگاه تغذیه‌ای آن‌هاست.

تولیدکنندگان که اتوتروف هستند موجوداتی می‌باشند که مواد آلی مورد نیاز خود را از منابع انرژی و مواد اولیه می‌سازند. بیشتر تولیدکنندگان، گیاهان سبز هستند که مواد غذایی مورد نیاز خود را طی فرایند فتوسنتز می‌سازند. گیاهان، انرژی خورشید را برای ترکیب کردن دی‌اکسیدکربن (که از هوا یا آب می‌گیرند) با آب (که از خاک یا آب می‌گیرند) ساختن هیدرات‌های کربن (قند) مانند گلوکز، نشاسته و سلولز مصرف می‌کنند گاز اکسیژن به‌عنوان محصول فرعی این فرایند تشکیل می‌شود که در این عمل، انرژی تابشی به‌صورت انرژی شیمیایی ذخیره در پیوندهای شیمیایی ملکول گلوکز یا

سایر هیدرات‌های کربن درمی‌آیند. بیشتر اکسیژن موجود در اتمسفر نیز حاصل عمل فتوسنتز است.

برخی از موجودات تولیدکننده به‌ویژه اغلب باکتری‌ها قادر به شکستن ترکیبات غیر آلی در محیط‌زیست خود و تبدیل آن‌ها به مواد آلی، بدون نیاز به نور خورشید هستند که این فرایند شیمیوسنتز نامیده می‌شود.

ارگانسیم‌هایی که غذای مورد نیاز خود را به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از تولیدکنندگان به‌دست می‌آورند، مصرف‌کنندگان یا هتروتروف نامیده می‌شوند. بنابراین مصرف‌کنندگان را بنابر منبع غذایی که به‌دست می‌آورند به سه گروه تقسیم می‌کنند:

۱. علفخواران (گیاهخواران)، مصرف‌کنندگان اولیه که به‌طور مستقیم فقط از گیاهان زنده تغذیه می‌کنند مانند برخی از پرندگان که از دانه‌ها، جوانه‌ها و شاخ و برگ درختان تغذیه می‌کنند یا موش‌ها که از ریشه گیاهان، ملخ‌ها و سایر حشرات که از تمامی بخش‌های گیاهان و در اکوسیستم‌های آبی، زئوپلانکتون‌ها که از فیتوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند.

۲. گوشتخواران (مصرف‌کنندگان ثانویه) که از جانوران تغذیه می‌کنند که این جانوران خود از گیاهان تغذیه کرده‌اند و مرحله سوم یا بالاترین سطح مصرف‌کنندگان تغذیه از جانوران است که خود از جانوران دیگر تغذیه کرده‌اند مثل عنکبوتیان و پرندگان که از حشرات گیاهخوار تغذیه می‌کنند، ماهی تن که از شاه ماهی کولی تغذیه می‌کند، از مصرف‌کنندگان ثانویه هستند و کوسه ماهی‌ها که از سایر ماهی‌ها تغذیه می‌کنند جزء سومین سطح مصرف‌کنندگان می‌باشند.

۳. همه چیزخواران که هم از گیاهان و هم از جانوران تغذیه می‌کنند نظیر انسان و مصرف‌کنندگانی که از لاشه جانوران و گیاهان و بقایای آن‌ها تغذیه می‌نمایند، لاشه‌خوار نامیده می‌شوند. بعضی از لاشه‌ها در اکوسیستم‌ها به‌خصوص چوب و برگ از بین رفته که حاوی مواد آلی پیچیده هستند به ترکیبات غیرآلی ساده‌تری شکسته می‌شوند که این عمل، توسط تجزیه‌کنندگان که در واقع لاشه‌خوار هستند صورت می‌گیرد. دسته دیگر لاشه‌خوارها، تغذیه‌کنندگان از لاشه می‌باشند که از لاشه قطعات باقیمانده ارگانسیم‌های مرده و نیز بقایای موادآلی نظیر خرچنگ، حلزون و غیره استفاده می‌کنند تجزیه‌کنندگان خود شامل دو گروه کلی از ارگانسیم‌ها می‌باشند: باکتری‌های تک سلولی، قارچ‌ها (مانند کپک‌ها، مخمرها) و باکتری‌ها. انرژی شیمیایی ذخیره شده

در گلوکز و سایر هیدرات‌های کربن، توسط تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و تجزیه‌کنندگان برای گذراندن فرایند زندگی‌شان مصرف می‌شود. این بخش از جریان یک طرفه انرژی میان ارگانیسم‌ها و اکوسیستم‌هاست که با قانون دوم انرژی مطابقت دارد. بقاء هر ارگانیسم به صورت مجرد و فردی وابسته به جریان انرژی و ماده در بدن او می‌باشد اما بقاء اجتماعی ارگانیسم‌ها در یک اکوسیستم به تلفیقی از چرخه بسته ماده و جریان یک طرفه انرژی بستگی دارد. تجزیه‌کنندگان با شکستن مواد آلی موجود در مواد زاید آلی و بقایای ارگانیسم‌ها و تبدیل آن‌ها به ترکیبات غیرآلی باعث چرخش و ادامه حیات می‌شوند.

### ثبات اکوسیستم

در یک اکوسیستم گاه تغییر و تحول، بسیار بطئی و کند است به نحوی که جمعیت گیاهان و جانوران و محیط آن‌ها در نهایت به یک ثبات و پایداری می‌رسند که این حالت را ثبات اکوسیستم گویند. در این حالت، کلیه عوامل در آن می‌توانند بدون مشکلی مسیر تکامل خود را طی کنند (به شرط عدم تغییر فاحش از جانب انسان). حال اگر تغییرات (بدون دخالت مستقیم بشر) چشمگیر باشد و در یک مدت زمان معین، تحولات عمده‌ای در جهت مشخص رخ دهد، در این صورت آن را توالی اکولوژیک گویند. توالی اکولوژیک یا تواتر اکولوژیک به صورتی آهسته ولی مداوم رخ می‌دهد و در آن سیستم جدیدی جایگزین سیستم قدیمی در طبیعت می‌گردد. هزاران سال طول می‌کشد که توالی کامل شود. مرحله نهایی توالی را کلیماکس یا اوج گویند.

به‌طور کلی توالی اکولوژیک به دو صورت ذیل می‌باشد:

۱. توالی طبیعی که حاصل تغییرات طبیعت است.
۲. توالی تنشی که حاصل آلاینده‌های محیط‌زیست ناشی از فعالیت‌های صنعتی و غیرصنعتی بشر است.

کلیماکس ممکن است با عوامل تخریبی خود ویران شود و یا عواملی مانند آتش سوزی و غیره موجب نابودی آن گردد.

### تنظیم میزان جمعیت در اکوسیستم

تنظیم جمعیت در اکوسیستم براساس دو اصل عمده زیر می‌باشد:

۱. اینکه جمعیت در مکان‌های مختلف، متفاوت است. بعضی از زیستگاه‌ها برای برخی گونه‌ها ایده‌آل می‌باشند، بدین جهت این گونه‌ها از موجودات زنده معمولاً در آنجا یافت می‌شوند و برخی دیگر از زیستگاه‌ها برای گونه‌ها نامناسب‌اند و موجودات زنده آن گونه‌ها بندرت در آنجا پیدا می‌شوند.

۲. رشد جمعیت انسانی، گیاهی یا جانوری بی‌حد نمی‌باشد و عواملی باعث تنظیم طبیعی رشد جمعیت می‌شوند و در مورد این عوامل تنظیم‌کننده دو نظر عمده وجود دارد:

نظریه اول عوامل زیستی، صیادان و انگل‌ها را مسئول اصلی تنظیم طبیعی جمعیت می‌داند و نظریه دوم تنظیم جمعیت را تأثیرپذیر از آب و هوا دانسته‌اند. واکنش یک جمعیت، ترکیبی است از بردباری کلیه افراد همان گونه نسبت به یک فاکتور زیست محیطی مثل حرارت. گروهی از ارگانیسم‌ها قادرند که دامنه بردباری تحمل خویش را در صورتی که ورود به شرایط جدید، تدریجی باشد تغییر دهند. این عادت کردن تدریجی به شرایط جدید محیطی یا تطابق، از سویی مفید و از سویی خطرناک است چرا که با هر تغییری ارگانیسم به حد بردباری خود نزدیک‌تر می‌شود و ناگهان بدون هیچ علامت خطری تغییر کوچک بعدی او را به آستانه تحمل می‌رساند.

### فاکتورهای محدودکننده در اکوسیستم‌ها

یکی دیگر از مبانی اکولوژیکی که در رابطه با قانون بردباری است عوامل محدودکننده و یا کندکننده رشد جمعیت از یک گونه در یک اکوسیستم می‌باشد حتی اگر بقیه فاکتورها تماماً نزدیک به سطح مطلوب باشند، فاکتوری که بدین ترتیب عاملی برای محدود کردن جمعیت یک گونه است، عامل محدودکننده نامیده می‌شود. مثال‌هایی از عوامل محدودکننده در اکوسیستم‌های خشکی عبارتند از: حرارت، آب، نور، مواد غذایی موجود در خاک (نظیر فسفات، نیترات و غیره). در اکوسیستم‌های آبی، شوری (مقدار انواع نمک‌های محلول در حجم مشخصی از آب) عامل محدودکننده است. عامل محدودکننده توسط گونه‌های موجود در اکوسیستم‌های دریایی مثل اقیانوس‌ها و اکوسیستم‌های آب شیرین نظیر رودخانه و دریاچه تعیین می‌شود. سه عامل محدودکننده که مقدار و نوع ارگانیسم‌های مختلف در لایه‌های اکوسیستم‌های آبی را تعیین می‌کند عبارتند از: حرارت، نور و اکسیژن محلول.

## نقش و ارتباط گونه‌ها در اکوسیستم

گونه‌ها را با توجه به ارتباط بین محیط و گونه‌ها می‌توان به چهار دسته تقسیم نمود:

۱. **گونه‌های بومی:** گونه‌هایی که به‌طور معمول در یک اکوسیستم ویژه زندگی می‌کنند

۲. **گونه‌های مهاجر:** که به‌طور عمدی یا غیر عمدی و یا توسط انسان به یک اکوسیستم مهاجرت می‌کنند یا معرفی می‌گردند. برخی از گونه‌های مهاجر باعث حذف جانوران بومی شده و برخی سودمندند.

۳. **گونه‌های مهاجم:** این گونه‌ها به اکوسیستمی هجوم می‌برند که در حال تخریب است.

۴. **گونه‌های ارشد:** که نقش‌های مؤثری را در اکوسیستم ایفا می‌نمایند. کاهش جمعیت گونه‌های کلیدی و ارشد، بیانگر خطر کاهش و انقراض گونه‌هایی است که به ترتیبی به آن وابسته هستند.

## نیچ اکولوژیک (آشیان اکولوژیک)

یک آشیان اکولوژیک، توصیفی است از کلیه عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی که یک گونه برای زندگی، رشد و تولیدمثل خود در یک اکوسیستم بدان نیاز دارد و آشیان اکولوژیک در واقع یک اکوسیستم کوچک (بومچه) است و با زیستگاه متفاوت است چرا که زیستگاه، فضایی فیزیکی است که یک گونه در آن زندگی می‌کند ولی آشیان اکولوژیک علاوه بر موارد فوق به مسئله انتقال ماده و انرژی مرتبط است.

## ارتباطات و اثرات متقابل بین گیاهان و جانوران

موجودات زنده در یک اکوسیستم با ارتباط و اثرات متقابل گوناگون بهم پیوند خورده‌اند. در این موضوع، مهمترین رابطه از طریق جریان غذایی و انرژی حاصل می‌شود: دستیابی به مواد غذایی، نیروی محرکه برای موجودات زنده است. به این طریق نیز ظرفیت یک اکوسیستم در درجه اول به وسیله قوه تولید یا جریان انرژی تعیین می‌شود. اگر در یک آب امکان قوه تولید بالا رود به عنوان مثال از طریق ورود کود یا مواد غذایی و یا از طریق عوامل جغرافیایی مانند دما، میزان نور و جریان آبی تعداد

موجودات زنده آن اکوسیستم نیز افزایش می‌یابد. یک نقش مهم ضمن این ارتباط‌ها را رقابت بر سر غذا، پناهگاه، محل تخم‌گذاری و غیره ایفا می‌کند. برای آنکه موجودات زنده بتوانند در کنار یکدیگر زندگی کنند انواع موجودات زنده، تخصصی شده‌اند. در حینی که نیازمندی‌ها و نوع زندگی خود را با هم تطبیق داده‌اند: یک نوع به‌خصوص شب‌ها فعال است و نوع دیگر در روز فعال می‌باشد یا اینکه زمان تخم‌گذاری آن‌ها با هم متفاوت است. هر موجود زنده گیاهی یا جانوری یک محل معینی را در یک اکوسیستم اشغال می‌کند. در کنار بسیاری از انواع موجودات زنده که در یک اکوسیستم یک محل اقامت معینی دارند، انواعی از موجودات هستند که هیچ پناهگاه ثابتی ندارند و موجودات به‌صورت تصادفی در اکوسیستم پخش هستند. با این حال آن‌ها نیز به یک گوشه یا میدان اکولوژیکی یا نیچ اکولوژیکی احتیاج دارند تا با گذشت زمان بتوانند به زندگی خود ادامه دهند.

در شرایط زندگی متنوع یک اکوسیستمی به‌وجود می‌آید که تعداد انواع موجودات زنده آن زیاد است ولی تعداد افراد آن کم است. این نوع اکوسیستم‌ها در مقابل خسارات مقاوم است. رقابت نقش خود را به‌خوبی بازی کرده و تنوع زیاد است و تنظیم اغلب از طریق بیولوژیکی صورت می‌گیرد یعنی جمعیت، خود را کنترل می‌کند. برعکس اگر شرایط زندگی یک جانبه باشد یکایک عوامل فیزیکی و شیمیایی غالب می‌شوند و اکوسیستم‌هایی به‌وجود می‌آیند که فقر انواع موجودات زنده ولی تعداد افراد زیاد از مشخصات آن‌هاست.

در یک اکوسیستم، فرایندهای غیرقابل برگشت نیز نقش مهمی ایفا می‌کنند امکان دارد مصائب و بلاهایی ظاهر گردد که ضمن آن به‌طور مستقل، یک نوع از موجودات بمیرند. نیز رشد و تکامل آهسته که در طول یک زمان طولانی حاصل می‌شود با گذشت ایام، تاریخچه یک اکوسیستم را تغییر دهد. این گونه تغییر توالی‌ها که ضمن آن معمولاً تنوع و فرق‌ها زیاد می‌شود از نظر تئوری به کلیماکس (تحت شرایط آب و هوایی معینی، ظاهر شدن مراحل نهایی توسعه پوشش گیاهی است)، یک حالت نهایی با تنوع زیاد ختم می‌شود. کلیماکس‌ها خودشان را بر اثر یک قوه تولید خالص حداقل مشخص می‌کنند (تولید آنتروپی به حداقل است). اما چون اکوسیستم‌ها یک سیستم باز هستند و با محیط یک بیوتوپ (محل زندگی: مجموعه تمامی عوامل غیرزنده در یک

اکوسیستم، عوامل انرژی مانند: گرما، عوامل شیمیایی مانند گازها و مواد غذایی، عوامل مکانیکی مانند باد، آتش و غیره آب و نیز گذشت زمان و غالباً به انضمام عوامل حیاتی) نیز به طور دائم تغییر می‌کند. به طور مثال بر اثر عوامل آب و هوایی یا تغییرات آب و هوا به حالت کلیماکس معمولاً فقط به طور تقریب می‌رسند. این گونه عوامل غیر حیاتی که از خارج بر اکوسیستم اثر می‌کند را می‌توان عوامل هادی نامید.

حال این پرسش پیش می‌آید که آیا نمونه‌هایی از اکوسیستم وجود دارند که از یک جامعه کلیماکس به طور کامل تشکیل شده باشند ضمن آن از مدت‌های طولانی عملاً هیچ عامل خارجی آن تغییر نکرده باشد؟

یک اکوسیستم تقریباً دست نخورده، دریای عمیق است که در آن فسیل‌های زنده ساکن هستند. در آنجا انواعی از موجودات زنده وجود دارند که از میلیون‌ها سال پیش در قید حیات می‌باشند. در یک چنین بیوسنوز (تجمعات زندگی متشکل از گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری) یا اکوسیستم، انسان با ریختن روزافزون مواد زیانبخش شیمیایی به دریاها باعث خارج نمودن این اکوسیستم‌های دست نخورده از تعادل می‌شود.

### تداخل عمل در جمعیت اکوسیستم

موجودات زنده جهت بقا خویش ناچار به ارتباط و انتقال مواد و انرژی به یکدیگر می‌باشند. در نتیجه، تداخل عمل در جمعیت موجودات پدیدار می‌گردد. این عمل به سه صورت زیر و براساس نوع تداخل و ارتباط شکل می‌گیرد:

۱. شکار
۲. رقابت
۳. همزیستی

### شکار

بیشترین فرم ارتباطات در زنجیره غذایی، فرم شکار و شکارچی است. یک ارگانیسم از یک گونه به عنوان شکارچی از تمام یا بخشی از یک ارگانیسم از گونه دیگر به نام شکار تغذیه می‌کند. اما درون و یا روی شکار خود زندگی نمی‌کند و این دو ارگانیسم دارای رابطه شکار و شکارچی هستند.

## رقابت

هنگامی که تعدادی از گونه‌ها در یک اکوسیستم سعی در استفاده از یک منبع مشخص، محدود و کمیاب را داشته باشند، رقابت بین گونه‌ای خاصی بین آن‌ها به وجود می‌آید. منابع محدود ممکن است غذا، آب، دی‌اکسیدکربن، نور خورشید، مواد غذایی موجود در خاک، فضا، پناهگاه یا هر چیزی که برای بقا نیاز است باشد. در نتیجه، رقابت بین گونه‌ای از بستگی دو یا چند جمعیت به منابع محدود مشابه ایجاد شود.

## رقابت و آلوپاتی (دگرآسیبی)

تقابلات می‌توانند تأثیرات مثبت، منفی و یا خنثی بر افراد دخیل در تقابل داشته باشند. رقابت یک تقابل یا اثر متقابل منفی است که در آن افراد تقاضاها و نیازهایی دارند که بیش از منابع محدود می‌باشند و در عین حال هر دو، از این اثر متقابل در زحمت هستند و یکی کمتر صدمه و آسیب می‌بیند. رقابت ممکن است در بعضی زیستگاه‌ها از اهمیت کمتری برخوردار باشد یعنی جاهایی که منابع آنچنان محدود و پراکنده هستند که جمعیت‌ها هرگز آنقدر متراکم یا بزرگ نمی‌شوند که باعث نیازهای هم زمان بیش از حد منابع محدود شکل بگیرند.

آزمایش قرار دادن رقابت می‌تواند مشکل باشد زیرا علف‌های هرز می‌توانند در یک زمان واحد برای بیش از یک منبع به رقابت پردازند. رقابت تحت تأثیر دیگر تقابلات مثل علف‌خواری، زندگی انگلی و تغییرات ژنتیکی و محیطی نیز می‌باشد. افراد ممکن است هم چنین جلوی دسترسی دیگران را به منابع بگیرند (دخاله در رقابت). آلوپاتی یا دگر آسیبی احتمالاً شکلی از رقابت تداخلی می‌باشد که شامل تولید سمومی است که می‌توانند باعث غیر قابل استفاده و نامناسب شدن زیستگاه‌ها و بافت‌ها شوند. برآیند و نتیجه رقابت اغلب مربوط به اندازه افراد و تراکم جمعیت‌هاست.

## همزیستی

در بعضی از موارد ممکن است که دو گونه متفاوت به طور مستقیم برای هم سودمند باشند و یا یکی بهره برد و دیگری بی تفاوت و یا حتی زیان ببیند. به هر صورت رابطه همزیستی به صورت کلی اختیاری و اجباری در بین موجودات زنده پدید می‌آید. رابطه



همزیستی به سه صورت زیر دیده می‌شود:

۱. **همیاری:** چنانچه دو موجود از یکدیگر بهره‌مند شوند همیاری نامیده می‌شود. زندگی باکتری ریزوبیوم در دانه‌های گیاهان لگومینه نمونه‌ای از یک همیاری است.
۲. **همسفرگی:** چنانچه یک موجود سود برد و دیگری نه سود و زیان، رابطه همسفرگی نامیده می‌شود. مثل رابطه ما بین کوسه ماهی و ماهی بادکش‌دار. که ماهی بادکش‌دار توسط بادکش‌های دهان خویش به کوسه ماهی می‌چسبد و مسافت طولانی را بدون اینکه به کوسه سود یا زیان وارد کند می‌پیماید.
۳. **انگلی:** انگل از ارگانیسم دیگری که میزبان نام دارد تغذیه می‌کند ولی نه همانند شکارچی. انگل در دوره‌ای از سیکل زندگی میزبان خود، درون و یا روی میزبان زندگی می‌کند و از او تغذیه کرده و کم‌کم او را ضعیف می‌کند و میزبان طی این عمل یا می‌میرد و یا سالم باقی می‌ماند. گیاهان و جانوران هم می‌توانند انگل و هم میزبان انگلی دیگر باشند.

### رابطه اکوسیستم با تنوع زیستی

Biodiversity از ترکیب دو لغت Biological و Diversity تشکیل شده و تنوع زیستی یا تنوع حیاتی را می‌رساند و نیز درباره اثرات متقابل انواع موجودات زنده بحث می‌کند. گیاهان و جانوران زیادی در جهان وجود دارند و تنوع زیستی را می‌سازند. در طی زمان، تعدادی از گونه‌ها منقرض شده‌اند مانند دایناسورها که در حدود ۶۵ میلیون سال است که نابود شده‌اند. این نابودی‌ها، اثرات تغییرات زمین‌شناسی، تغییرات آب و هوا و دهها عامل دیگر است. ولی قرن‌هاست که بشر باعث تغییرات شده است (قطع جنگل‌ها، فرسایش خاک، تخریب طبیعت و دخالت در اکوسیستم طبیعی).

هزاران گونه از بین رفته یا در حال از بین رفتن است. بشر برای مصارف صنعتی، دارویی، غذایی و احتیاجات دیگر دست به نابودی طبیعت می‌زند و اکوسیستم را تخریب می‌نماید. تاکنون در جهان در حدود ۴/۱ میلیون گونه تشخیص داده شده است. دانشمندان معتقدند که بین ۵ تا ۳۰ میلیون گونه در جهان وجود دارد. بعضی از گونه‌ها مصارف دارویی، صنعتی و غذایی دارند. به‌عنوان مثال *Hevena brasiliensis* برای لاستیک‌سازی مصرف می‌گردد، از گیاه (*Jojoba Simmondsia chinensis*) روغن مخصوصی اخذ می‌نمایند و از نخل *Copernicia\_cerifera* روغن مخصوص واکس

تهیه می‌کنند بافت‌های گیاه *Euphorbia* ۱۰ درصد روغن دارد و ۲۰ بشکه روغن در هکتار از محصول آن به دست می‌آید که برای سوخت مصرف می‌شود. صدها نوع گل ارکیده وجود دارد که دارای زیبایی خاصی هستند ولی در اثر نابودی اکوسیستم این تنوع زیستی به هم خورده و در حال نابودی است. برخی از گونه‌ها به تثبیت خاک کمک می‌کنند و از فرسایش جلوگیری می‌نمایند. این گونه‌ها همانند حلقه زنجیر به هم مربوط می‌باشند به گونه‌ای که تخریب یکی باعث تخریب دیگری است: زندگی حیوانات به گیاهان بستگی دارد و تخریب اکوسیستم گیاهی باعث تخریب اکوسیستم حیوانی خواهد بود.

### اهمیت گونه‌ها در اکوسیستم

هر اکوسیستم از یک سری گونه‌های با اهمیت درست شده است که اگر آن گونه‌ها نباشند آن اکوسیستم به هم می‌خورد. به عنوان مثال سمور آبی که در آب‌های آمریکای شمالی زندگی می‌کند از بعضی گونه‌های مهاجم تغذیه می‌نماید و باعث تعادل محیط می‌شود. در داخل فاضلاب‌های کارخانه‌ها که حاوی جیوه می‌باشند، قارچ‌هایی رشد می‌نمایند که همراه مواد غذایی خود از این جیوه استفاده می‌کنند لذا محیط اکوسیستم را پاک می‌نمایند. نابودی این قارچ‌ها باعث زیاد شدن جیوه در آب شده و منطقه را مسموم می‌نماید.

### تعداد گونه‌ها در تنوع زیستی

میلیاردها سال است که تحولات موجودات اعم از گیاهی و حیوانی ادامه دارد و برخی گونه‌ها در طی زمان منقرض گشته‌اند. با اینکه تاکنون ۱/۴ میلیون گونه گیاهی و حیوانی تشخیص داده شده ولی هنوز گونه‌های ناشناخته باقی مانده است. میلیون‌ها باکتری و ویروس وجود دارند که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت نیستند. جنگل‌های گرمسیری جهان که فقط درصدی از سطح کره زمین را می‌پوشانند در حدود ۶۰ درصد گونه‌های جهان را در خود جای داده‌اند. در جنگل‌های گرمسیری برزیل در هر هکتار، ۴۷۶ گونه درختی می‌توان پیدا کرد در صورتی که ممکن است در هر هکتار جنگل‌های آمریکای شمالی فقط ۲۰ گونه موجود باشد (تنوع گونه نه تعداد). دلیل فراوانی گونه در جنگل‌های گرمسیری را رطوبت، گرمی هوا، نور شدید خورشید و عوامل دیگر

اکولوژیکی می‌دانند. در جنگل‌های گرمسیری بارانی آفریقا حالت<sup>۱</sup> اکوسیستم خرد به وجود می‌آید. به عنوان مثال هزاران قورباغه در داخل خاک جنگل تخم‌گذاری می‌کنند و نوزاد آن‌ها در کف جنگل رشد می‌نمایند و اغلب میلیون‌ها تخم عقیم از خود باقی می‌گذارند که سطح باتلاق را پر می‌کنند و بچه وزغ‌ها از آن‌ها تغذیه می‌نمایند و حشرات از فضولات آن‌ها استفاده می‌کنند بهم‌زدن این اکوسیستم باعث نابودی همه آن‌ها می‌گردد. لذا ارتباط مستقیمی بین اکوسیستم و تنوع زیستی وجود دارد. لذا جامعه گیاهی و حیوانی در مناطق گرمسیری از زنجیره پیچیده‌ای برخوردار هستند و در تار و پود یک شبکه تنوع زیستی زندگی می‌کنند و همین باعث ادامه حیات می‌گردد. جنگل‌های گرمسیری بزرگ‌ترین تنوع زیستی را دارا می‌باشند.

### اثرات انسان بر اکوسیستم

انسان به منظور کسب خواسته‌های مادی خویش در اکوسیستم‌های جهانی دخل و تصرف می‌کند و آن را تغییر می‌دهد. به عنوان مثال انسان جنگل‌ها و مراتع را می‌تراشد و در آن کشت می‌نماید و یا به ساختمان سازی می‌پردازد و در این میان به اکوسیستمی ناقص و ساده به نام شهر یا انواع بزرگراه‌ها تبدیل می‌کند در حالی که توسعه پایدار، نگهداری اکوسیستم‌های طبیعی را در کنار توسعه انسانی تأکید می‌نماید.

مشکل اساسی این است که چنین تغییراتی موجب هجوم آفت‌ها، علف‌های هرز و امراض گیاهی ناشی از میکروارگانیسم‌های ناخواسته می‌گردد که باعث نابودی گیاهی و تولیدات آن‌ها می‌گردد و در نتیجه استفاده از آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌های مصنوعی به تدریج مقاومت آن‌ها افزایش می‌یابد و درجه اثرپذیری مواد شیمیایی نیز به تدریج از بین می‌رود.

دامداران با کشتار گونه‌های وحشی مانند گرگ‌ها، عقاب‌ها و دیگر جانوران حیات وحش سعی در حفظ دام‌های خویش دارند که در این صورت موجب انقراض حیات وحش منطقه می‌گردند و نیز به منظور پرورار نمودن دام‌های خویش، مراتع و چراگاه‌ها را بیش از حد ظرفیت مورد استفاده قرار داده و باعث نابودی مراتع و نیز فرسایش خاک می‌شوند. استفاده از سوخت‌های فسیلی در صنایع و وسایط نقلیه موتوری و مراکز خانگی و تجاری موجب بروز آلودگی‌های صنعتی و شهری و در نتیجه تولید

1. mini ecosystem

باران‌های اسیدی می‌گردد. در حقیقت، ازدیاد جمعیت انسانی در سطح جهان موجب نابودی اکوسیستم‌های کره زمین و کاهش تنوع زیستی می‌گردد.

### توالی، تحول و بلوغ اکوسیستم

توالی جایگزین شدن جامعه‌های زنده و، به تعبیر دقیق‌تر، انواع اکوسیستم‌ها در یک منطقه به دنبال یکدیگر است. در ابتدای پیدایش خشکی جدید به دلیل تأثیر عوامل فیزیکی و شیمیایی محیط، نظیر تابش نور و گرما، وزش باد و تأثیر آب، برف و یخبندان مقداری از ذرات پوسته جامد متلاشی و تجزیه می‌شود و استقرار نخستین نوع پوشش گیاهی و در عین حال کم‌نیازترین گروه گیاهان، نظیر گل‌سنگ‌ها و خزها ممکن می‌گردد. مواد آلی حاصل از فساد و تجزیه لاشه‌های این گیاهان بر پوسته جامد افزوده می‌شود و نخستین لایه‌های خاک به ضخامت چندین میلی‌متر پدید می‌آید. به تدریج، لایه خاک غنی‌تر و ضخیم‌تر می‌شود. دسته‌ای دیگر از گیاهان، عمدتاً از گیاهان یکساله، کم‌کم وارد منطقه می‌شوند. این گیاهان قامتی بلندتر دارند و به تدریج از سهم گروه اول می‌کاهند و یا حتی آن‌ها را کاملاً از محیط حذف می‌کنند. با استقرار یکساله‌ها، میزان تولید اولیه و حجم توده زنده یا (زیست توده) افزایش می‌یابد و تولید خاک یعنی افزایش بقایای حاصل از تجزیه گیاهان و جانداران دیگر، سرعت بیشتر احراز می‌کند. استمرار فعالیت گیاهان یکساله محیط را برای پذیرش و استقرار بوته‌های چندساله و به اصطلاح پایا آماده می‌کند. بوته‌های چند ساله توان رقابت بالاتری نسبت به گیاهان یکساله دارند، زیرا قد آن‌ها بلندتر است، به لحاظ اخذ نور و به دلیل دارا بودن ریشه‌های دایمی و عمیق‌تر، فضا را بر گیاهان یکساله تنگ‌تر می‌سازند. افزایش توان محیط که معلول استقرار جامعه زنده است ادامه می‌یابد و به دنبال بوته‌ها، نوبت به استقرار درختچه‌ها می‌رسد. دقیقاً به همان دلایلی که بوته‌ها جایگزین گیاهان یکساله گشته‌اند، پوشش درختچه‌ای جانشین پوشش بوته‌ای می‌گردد و سپس به نوبه خود محیط را برای پذیرش و استقرار درختان آماده می‌سازند. این نحو تحول جامعه زنده و، به بیان دقیق‌تر، تحول و تکامل اکوسیستم را اصطلاحاً «توالی اکولوژیک» یا بلوغ اکوسیستم می‌نامند. ماهیت تحول و بلوغ جایگزین شدن منظم و جهت‌دار جامعه‌های زنده یکی به دنبال دیگری است. توالی با استقرار کم‌نیازترین جامعه‌ها آغاز می‌شود و هر جامعه‌ای شرایط محیط را برای استقرار جامعه‌ای دیگر جامعه‌ای پرنیازتر از خود

آماده می‌سازد. به تعبیری دیگر، علت توالی، نوسان توان رقابت جانداران به دنبال تحوّل در شرایط محیط است. به عنوان مثال، در محیط متشکل از یک لایه چند سانتیمتری خاک، بوته‌ها بهتر از درختچه‌ها رشد می‌کنند، اما وقتی ضخامت خاک افزایش یافت، توان رقابت درختچه‌ها در برابر بوته‌ها بالاتر می‌رود و جایگزین شدن درختچه‌ها در محل استقرار قبلی بوته‌ها را ممکن می‌سازد.

### تقسیمات توالی

انواع متمایز توالی را می‌توان از سه دیدگاه متفاوت تشخیص داد و طبقه‌بندی کرد:

#### ۱. تقسیم توالی به دو نوع اولیه و ثانویه:

**الف) توالی اولیه** - منظور از توالی اولیه نوعی از توالی است که برای نخستین بار در یک منطقه رخ می‌دهد، مانند جزایر نوخاسته، صخره‌های حاصل از انجماد مواد مذاب آتشفشانی یا خشکی حاصل از پس‌روی دریا.

**ب) توالی ثانویه** - در مناطقی که توالی اولیه به صورت کامل یا نزدیک به کامل رخ داده و جامعه زیستی متعادل با شرایط محیط استقرار یافته، به دلیل اثر عوامل بیرونی خواه مستقل از دخالت انسان و خواه ناشی از دخالت انسان نظیر جاری شدن سیل، آتش‌سوزی گسترده و یا انهدام پوشش گیاهی و مآلاً جامعه جانوری، بخش زنده اکوسیستم به صورت کامل یا نزدیک به حالت کامل ناپود می‌شود و توالی جدیدی در آن منطقه آغاز شده و پایان می‌یابد. این شکل از توالی را اصطلاحاً «توالی ثانویه» می‌نامند. توالی ثانویه ممکن است به دفعات مکرر رخ دهد، به همین لحاظ، برخی از مؤلفان اصطلاح حالت توالی ثالث و رابع و غیره را نیز به کار می‌برند، اما اکثر مؤلفان همه دفعات بعدی توالی را با عبارت توالی ثانویه معرفی می‌کنند. توالی ثانویه، در مقایسه با توالی اولیه، زمان بسیار کوتاه‌تری لازم دارد، به‌ویژه وقتی سطح وقوع توالی کوچک باشد، یعنی انهدام جامعه زیستی در سطح محدودی رخ داده باشد؛ دراین شرایط، گونه‌های لازم برای تأمین و تشکیل جامعه‌های زیستی در مقاطع متوالی استخلاف به آسانی و با سرعت بیشتری فراهم می‌شوند. مهم‌تر آنکه خاک تشکیل شده در توالی اولیه عمدتاً محفوظ می‌ماند. به بیان دیگر، وجه تمایز اصلی توالی اولیه و توالی ثانویه، نبود خاک در نوع اول و حضور و وجود خاک آماده در نوع دوم است.

## ۲. تقسیم توالی به دو نوع درونزا و برونزا

مبنای این تقسیم‌بندی میزان تأثیر عوامل درونی یا بیرونی در وقوع توالی است.

**الف) توالی درونزا (اوتوزنیک).** مراد از توالی درونزا یا منبعث از درون یا ایجاد شده به وسیله خود نوعی از توالی است که بدون دخالت عوامل بیرون از خود اکوسیستم نظیر تغییر در شرایط اقلیمی یا حریق و سیل و غیره رخ می‌دهد. در این حالت، توالی از افزایش منظم استعداد خاک، بالا رفتن مقدار بقایای آلی، فزونی تولید بر مصرف تا سرانجام احراز حالت تعادل و تساوی بین تولید و مصرف در اکوسیستم استمرار می‌یابد.

**ب) توالی برونزا (آلوزنیک).** منظور از توالی برونزا یا منبعث از عوامل بیرونی یا ایجاد شده از بیرون - شکلی از توالی است که از تأثیر یک عامل بیرونی یعنی عاملی غیر از تحول درونی اکوسیستم نشأت گیرد. بهترین مثال توالی برونزا جایگزین شدن پوشش‌های گیاهی و، به بیان دقیق‌تر، جوامع زنده است که پس از پایان دوره‌های یخبندان و افزایش تدریجی دما و تعدیل منظم اقلیم رخ می‌دهد. آغاز دوره‌های یخبندان نیز اگر حالت تدریجی داشته باشد، نوع دیگری از توالی برونزا در منطقه ایجاد می‌کند. شاهد و مدرک حاکی از وقوع توالی برونزا که پس از پایان دوره‌های یخبندان در قاره اروپا و امریکا رخ داده، تغییرات محسوس در دانه‌های گرده به صورت سنگواره انباشته شده در لایه‌های رسوبی این مناطق است. می‌دانیم که دانه‌های گرده به دلیل داشتن پوسته مقاوم بیرونی به آسانی تشکیل فسیل (سنگواره) تشکیل می‌دهند و به لحاظ داشتن شمار زیاد، بقایای خود را به فراوانی باقی می‌گذارند. رسوباتی که در مقاطع زمانی متفاوت تشکیل یافته‌اند هر کدام دانه‌های گرده گیاهانی را که پوشش گیاهی آن مقطع از توالی را تشکیل می‌دادند، به همراه دارند.

## ۳. تقسیم توالی به دو نوع اوتوتروفیک و هتروتروفیک

مبنای این تقسیم‌بندی، برتری و فزونی تولید بر مصرف و یا، برعکس، فزونی فرایند مصرف بر تولید است.

**الف) توالی اوتوتروفیک:** به لحاظ تعداد و سطح وقوع توالی، بیشترین شکل توالی را تشکیل می‌دهد. همه مثال‌هایی که در سطور و صفحات گذشته این فصل درباره توالی ذکر شد به این گروه تعلق دارد.

در این نوع توالی، در طی مراحل اولیه، میزان تولید اولیه ناخالص (P) بالاتر از میزان تنفس (R) مصارف اکوسیستم است، بخشی از مواد آلی به صورت زنده باقی می‌ماند (افزایش توده زنده) و قسمتی، پس از تجزیه، به لایه‌های خاک افزوده می‌شود ( $P/R > 1$ ). با پیشرفت مراحل توالی، تدریجاً حجم توده زنده (زیست توده) بالاتر می‌رود و در نتیجه مصارف تنفسی (R) افزایش می‌یابد و تولید اولیه خالص کمتر می‌شود.

تعادل نهایی اکوسیستم با پیدایش حالت تعادل یا تساوی بین تولید و مصرف یا گرایش نسبت  $P/R$  به طرف رقم یک حاصل می‌شود. در این موقعیت، افزایش توده زنده قطع می‌شود و میزان بقایای آلی در خاک نیز ثابت می‌ماند. با این مقدمات، وجه مشخصه اصلی در این نوع توالی برتری تولید بر مصرف در طی مراحل توالی است و به همین لحاظ نیز آن را توالی اوتوتروفیک یا توالی ناشی از برتری اوتوتروف‌ها می‌نامند.

**ب) توالی هتروتروفیک:** به لحاظ تعداد و وسعت سطح وقوع این شکل از توالی، محدودتر از نوع قبلی است. در این نوع توالی، طی مراحل اولیه توالی، نقش هتروتروف‌ها یا مصرف‌کننده‌ها بر نقش اوتوتروف‌ها یا تولیدکننده‌ها برتری دارد و، به بیان دیگر، مصرف (R) بر تولید (P) فزونی دارد ( $R > P$ ).

این نوع توالی در برکه‌ها و مرداب‌هایی که بقایای گیاهی از محیط‌های پیرامون به فراوانی وارد اکوسیستم می‌شود، رخ می‌دهد. مصرف‌کننده‌ها، به دلیل دریافت منابع غذایی فراوان، شدیداً رشد و فعالیت می‌کنند و در این شرایط میزان مصرف قطعاً بالاتر از تولید در خود منطقه است. با کاهش منبع غذایی، به تدریج فعالیت هتروتروف‌ها کمتر می‌شود و سرانجام میزان مصرف با تولید اکوسیستم حالت تساوی و تعادل  $P/R = 1$  احراز می‌کند. ملاحظه می‌شود که در این نوع توالی نیز، مانند نوع اول، ملاک تشخیص حالت تعادل نهایی، تساوی تولید و مصرف است.

### کلیماکس

کلمه "climax" از ریشه لاتینی "klimakos" به معنی نردبان گرفته شده و معنا و مفهوم آن در عرف اکولوژی به یک تعبیر آخرین پله نردبان است. منظور از کلیماکس آخرین نوع اکوسیستم است که در پایان توالی در یک منطقه استقرار می‌یابد. تعریف رایج‌تر کلیماکس، اکوسیستم متعادل یعنی در حال تعادل پایدار با محیط است. در اغلب تألیفات اکولوژیک، مجموعه جامعه‌های زنده را که در طول زنجیر توالی در یک ناحیه منظم‌اً جایگزین یکدیگر می‌شوند، توالی و هرکدام از جامعه‌ها یا حلقه‌های زنجیر توالی را یک «مقطع یا مرحله توالی» می‌نامند. در این نحو تلقی و بیان، کلیماکس آخرین مقطع یا مرحله توالی است.

گاهی در بحث از کلیماکس تنها پوشش گیاهی مورد نظر است، به همین لحاظ کلیماکس را به عنوان پوشش گیاهی مستقر در مرحله پایانی توالی یا در پایان توالی تعریف می‌کنند. واضح است که هر نوعی از پوشش گیاهی مجموعه مشخصی از جانوران و، در یک مفهوم گسترده‌تر، سایر جانداران اکوسیستم را اعم از مصرف‌کننده‌های بزرگ و کوچک به همراه دارد. به همین دلیل، بیان دقیق‌تر و درست این است که توالی تنها در سطح پوشش گیاهی نگریسته و منظور نشود، بلکه توالی در کل جامعه زیستی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. با اتخاذ این نحو نگرش، کلیماکس آخرین نوع جامعه زیستی است که در پایان توالی در یک ناحیه استقرار می‌یابد. چنانکه در طی بحث از فرایند توالی اشاره کردیم، با استقرار جامعه زنده و مآلاً در پایان توالی، شرایط محیط غیرزنده نیز تحولاتی را می‌پذیرد. به همین لحاظ، بیان و تعریف جامع‌تر کلیماکس آخرین نوع اکوسیستم، مستقر در پایان مراحل توالی برخوردار از تعادل پایدار با شرایط محیط است. بیان دیگر مطلب این است که بگوییم تلقی و تعریف کلیماکس در سطح پوشش گیاهی یا حتی جامعه زیستی نوعی نگرش تجریدی یعنی بخشی از کل را مدنظر قرار دادن است.

در طی بحث از توالی اشاره کردیم که فرایند توالی با فرایند دگردیسی وجوه تشابه دارد. محصول توالی یعنی کلیماکس نیز با ثمره دگردیسی یعنی فرد بالغ یا حالت بلوغ قابل تشبیه است. ولی دقیقاً کلیماکس و بلوغ معادل و مساوی یکدیگر نیستند، تفاوت بین بلوغ و کلیماکس همان تفاوت بین توالی و دگردیسی است.



حالت بلوغ برای فرد وقتی حاصل می‌شود که اجزا و اندام‌ها به رشد کامل یا به سقف رشد می‌رسند، برای مدتی مشخص زایش و مرگ سلول‌ها مساوی هم است، در نتیجه حالت عملاً یکنواخت فرد حفظ می‌شود، سپس توان ترمیم نسبت به آهنگ مرگ ضعیف‌تر می‌شود، فرد زنده به تدریج پیر و فرتوت می‌گردد و سرانجام می‌میرد. اما در حالت کلیماکس، جمعیت هرگونه داخل جامعه زنده، سهم ثابت و پایدار خود را حفظ می‌کند. به جای فرد زنده که به هر دلیل (مرگ طبیعی یا مورد تغذیه و مصرف سایر جانداران واقع شدن) از جمعیت حذف می‌شود، فرد دیگری از همان گونه جانشین می‌گردد. بدین ترتیب، پدیده مرگ برای اکوسیستم بالغ معنا ندارد. به بیان دیگر، حالت بالغ اکوسیستم - به شرط آنکه تحول اساسی در شرایط محیط رخ ندهد حالت مستمر و پایدار دارد. از سوی دیگر، وقتی از استمرار و پایداری کلیماکس بحث می‌کنیم، باید به یاد داشته باشیم که قبول این نوع پایداری و استمرار اساساً به دلیل محدودیت عمر افراد انسانی و حتی عمر تمدن انسانی است. یعنی زمانی که در مقیاس ۶۰-۷۰ سال یا اندکی بیشتر - عمر متوسط انسان‌های سالم یا در مقیاس چندین هزار سال سابقه و تاریخ تمدن انسان بنگریم، اکوسیستم‌های بکر و تخریب نشده از طرف انسان، حالت بلوغ پایدار خود را حفظ می‌کنند. اما در مقیاس‌های بزرگ‌تر زمان، ما با فرایند تحول یا تکامل جانداران روبرو می‌شویم. اکثر گونه‌های گیاهی و جانوری در معرض پیدایش و زوال‌اند، اغلب آن‌ها چندین صد هزار سال یا چند میلیون سال روی کره زمین زندگی می‌کنند و سپس جای خود را به گونه‌های دیگر می‌سپارند. نتیجه آن است که پوشش گیاهی و جامعه جانوری در هر مقطع از تاریخ زمین از عناصر موجود در همان عصر تشکیل می‌یابد و طبعاً با تحول گونه‌ها، ترکیب اکوسیستم نیز دگرگون می‌شود. معنای این گفته آن است که یک نوع توالی بزرگ و مستمر به دلیل وقوع تحول یا اشتقاق گونه‌ها همواره به صورت تدریجی و نامحسوس در مقیاس دید و مطالعه انسانی وجود دارد و در حال وقوع است.



# فصل سوم

## اجتماعات و اکوسیستم‌ها

### مقدمه

هیچ موجود زنده‌ای در انزوا و دور از جمع زندگی نمی‌کند. موجودات زنده مختلف با همدیگر، چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت و گاهی اوقات خارج از یک محیط مشخص، با همدیگر تأثیر متقابل دارند. دوره طولانی تکامل می‌تواند باعث تخصیص یافتگی جمعیت‌ها در مسیرهای مشخص شود که می‌تواند موجبات توسعه دو یا گونه‌های بیشتری از یک جنس اصلی را فراهم نماید. گرچه راههای دیگری نیز وجود دارد که گونه‌ها روی یکدیگر تأثیر متقابل دارند، یک حیوان ممکن است منحصراً از دیگری تغذیه کند، پس آن مصرف‌کننده در توزیع غذای آن شریک می‌شود، این خاصیت در بعضی از گونه‌های پروانه‌ها واقعیت دارد که لاروها ممکن است طالب گیاه مشخصی باشند مثل پادشاه پروانه‌ها و علف شیری در آمریکای شمالی در محدوده میزبان‌شان پخش می‌شوند. بعضی از گیاهان ممکن است وابسته به عمل گرده‌افشانی یا بذرافشانی خاصی باشند. حتی انسان‌ها در توزیع و پخش آن‌ها در یک حوزه مشخص با نظر به تقاضای اقلیمی گیاهان و حیوانات بومی ملزم شده‌اند.

موقعیتهایی نیز وجود دارد که موجودات زنده به یکدیگر دقیقاً نیاز نداشته اما نیازهای مشابهی از محیط دارند. بسیاری از گونه‌های گیاهان، طالب شرایط مرطوب هستند اما به‌عنوان مثال، نمی‌توانند ماندگاری در آب را تحمل کنند. گیاهان در مکان‌هایی خاص به‌طور مکرر در جایی که نیازهای آن‌ها برآورده شود یافت می‌شوند. گونه‌های دیگر ممکن است نیازهای اصلی در مواد معدنی‌شان فراهم گردد، نظیر کلسیم، آن‌ها با یکدیگر در خاکهای آهکی یافت می‌شوند. تا زمانی که واکنش‌های

متقابل ما بین موجودات موجبات حذف گونه‌های دیگر را فراهم ننماید، آن‌ها در یک اجتماع مشخص همزیست می‌شوند. این ویژگی در موجودات زنده که پراکنش محدود دارند در بوم شناسی (اکولوژی) آن‌ها کاملاً واقعیت دارد. بوم‌شناسان گیاهی (اکولوژیست‌های گیاهی) و گیاه‌شناسان در تقسیم‌بندی گیاهان به واحدهای مناسب، در نامگذاری گوناگون از تشریک یا اجتماعات در این پیوستگی استفاده می‌کنند.

## اجتماع

کاربرد اصطلاح گیاه اجتماعی بتوسط گیاه‌شناس‌ها، مورد اعتراض و ایراد بعضی از اکولوژیست‌ها واقع شده چرا که براساس آن، گیاه فقط جزئی از اکوسیستم آن محیط محسوب می‌شود. تعریف اجتماع به‌طور واقعی معطوف می‌شود به زندگی کردن کل مجموعه گونه‌ها در یک مکان، اثر متقابل داشتن به‌صورت‌های متفاوت در سراسر یک دوره و شکل دادن یک گروه پیچیده از گیاه، حیوان و اجزای میکروبی، بعضی از انواع حیوانات نظیر گیاهخواران با نیازهای غذایی خاص، ممکن است به یک گیاه مشخصی وابسته باشد اما نیازهای بقیه ممکن است به شرایط و فضای خاص و غیره وابسته باشد.

از طرف دیگر خروجیهایی مثل آمیزش‌ها که موجب بقا نسل اجتماع گیاهان و حیوانات در طبیعت می‌شود، ممکن است در محدوده محیط جغرافیایی و مکان‌های قابل مقایسه محیطی تکرار شود که نسبت اجزا آن گونه‌ها شاید با درصد بالایی قابل پیشگویی باشد. مطالعه اجتماعات گیاهی به‌عنوان یک محیط مستقل اکولوژیستی پایه توسعه یافته است چرا که اعضا اجتماعات گیاهان آشکارترین چهره‌ها هستند.

در مکان‌های خاکی، گیاه عموماً بیشترین توده زنده ساکن را اشغال می‌کند پس به آسانی به‌عنوان نمونه و الگوی حساب شده‌ای برای شناسایی و مقایسه می‌باشد. همچنین گیاهان سبز به‌طور اساسی (با محیط) در ارتباط هستند جذب انرژی خورشید و ثابت نگه داشتن دی اکسید کربن هوا پس می‌توانند به‌عنوان گروهی شاخص در اجتماع عمومی تلقی شوند.

اینکه اجتماعات گیاهی به‌عنوان موجودی واحد، یک واقعیت هدفدارند در قرن بیستم بر پایه نظرات دو اکولوژیست آمریکایی بنام‌های فردریک کلیمتس و هنری گلیسون به شدت مورد مناظره قرار گرفته بود که این بحث‌ها در دهه ۱۹۱۰ تا ۱۹۲۰ آغاز

شد. در اصل کلمنتز، اجتماع گیاهی را به عنوان یک موجود زنده مورد توجه قرار داد که در فعل و انفعالات مثبت و وابستگی متقابل بین گونه‌های گیاهی در پیوستگی‌های واضح که به طور متناوب در طبیعت تکرار شده‌اند راهنمایی کند. این نگرش جذاب و عملاً مفید، پایه و اساس کوشش‌های اولیه در توصیف و طبقه‌بندی گیاهان توسط اکولوژیست‌هایی نظیر براون بلانکه در فرانسه و آرتور تانسلی در بریتانیا را ایجاد نمود. مباحث گلیسون به نیازهای اکولوژیستی منحصر گیاهان تأکید دارد که دو گونه، نیازهایشان همانند یکدیگر نیست. خیلی بندرت اتفاق می‌افتد که پراکندگی یا محدوده اکولوژیکی بین دو گونه دقیقاً یکجور و درجه پیوستگی بین گیاهان ریشه دار در یک منطقه و پوشش گیاهی بر هم منطبق شود و نیز اینکه پوشش گیاهی کمتر از یکی ممکن است مشاهده اتفاقی فرض گردد.

### اکوسیستم

در مفهوم اجتماع، فقط موجودات زنده را در برمی‌گیرد و محیط فیزیکی و شیمیایی که موجود زنده در آن زندگی می‌کند مورد نظر نمی‌باشد. اگر ما این موارد لایه زیرین صخره‌ها و خاک، آب جاری میان محیط‌ها و هوای نفوذکننده در خاک و محاط در برگریخته گیاه را شامل کنیم، ما یک سیستم پیچیده‌تر خواهیم داشت که اکوسیستم نامیده می‌شود. از آنجائیکه فکر اجتماع روی گونه‌های متفاوتی که در ارتباط با یکدیگر هستند متمرکز می‌شود، مفهوم اکوسیستم به طور وسیعی با مراحلی که موجودات زنده به یکدیگر اتصال دارند مربوط می‌گردد.

دو عقیده اساسی که مفهوم اکوسیستم را دربر می‌گیرد وجود دارد: که انرژی جاری و چرخه غذایی هستند. انرژی، ابتدا از صورت تابشی (نور خورشید) با کمک گیاه سبز به صورت شیمیایی تبدیل می‌شود و به عنوان غذای گیاهخواران به آن‌ها منتقل شده و سپس به عنوان غذای گوشتخواران مورد مصرف قرار می‌گیرد. از آنجائیکه گیاهخواران بندرت همه غذای گیاهی قابل دسترس را مصرف می‌نمایند و از طرفی گوشتخواران نیز همه اجزای بدن شکارشان را نمی‌خورند، به بعضی از بافتهای زنده اجازه داده می‌شود قبل از اینکه خورده شوند به طور طبیعی بمیرند. این بافتهای مرده، تشکیل منبع انرژی را برای لاشخورها، ریز خورهای غذایی و تجزیه‌کننده‌ها می‌دهند. بنابراین ما می‌توانیم موجودات زنده را در هر اجتماعی براساس رابطه غذایی آن‌ها،

طبقه‌بندی کنیم. در عمل، معمولاً یک مجموعه‌ای از شبکه‌های پیچیده غذایی ساخته می‌شود که با هر ویژگی چه به‌عنوان غذا یا خورنده غذا به یکدیگر مربوط می‌گردند.

شبکه‌های غذایی بویژه در اکوسیستم‌هایی با تنوع زیستی بالا می‌توانند خیلی پیچیده باشند. اساس و پایه نمودار از گیاهان و محصولاتشان تشکیل می‌شود که انرژی را از نور خورشید با کمک عمل فتوسنتز به‌دست آورده‌اند و این انرژی در ماده آلی با گرفتن دی اکسید کربن از هوا و تبدیل آن به مولکول بزرگ ذخیره می‌شود. این ترکیبها شامل شیر قندها، لیگنین چوب، سلولز برگها و... می‌باشند و آنها برای حیوانات علفخوار یا ریز خورها و تجزیه کننده‌ها قابل دسترس هستند. کربن از هوا مشتق شده، همچنین با عناصری که از خاک به‌دست می‌آیند ترکیب می‌شود. نیتروژن تشکیل، آمینواسیدها و در نتیجه پروتئین‌ها را می‌دهد فسفر در ساخت فسفولیپیدها که یک ترکیب ضروری برای غشای سلول زنده هستند به‌کار برده می‌شوند. همه این‌ها برای مصرف‌کننده‌ها و تجزیه‌کننده‌ها یک ذخیره غذایی را تشکیل می‌دهند. انرژی از میان مصرف‌کننده‌های ابتدایی می‌گذرد، بعضی مواقع برای مدت کوتاهی در بدن موجودات زنده و مرده ذخیره می‌گردد.

بهرتر است اکوسیستم را به‌صورت مجموعه‌ای از لایه‌ها در نظر بگیریم از آنجا که ارگانیسم‌ها، انرژی‌شان را از یک نوع توالی لایه‌بندی شده که انرژی از حیوانی به حیوان دیگر منتقل می‌شود کسب می‌کنند. اما این یک ساده‌انگاری برای مکان همه گروه‌های حیوانات در داخل لایه‌های ویژه می‌باشد، از این رو پرندگان بر روی نمودار براساس اینکه آیا میوه می‌خورند (مصرف‌کننده آغازین)، گیاهخواران و گوشتخواران بی‌مهره (مصرف‌کنندگان دوم و سوم) یا آیا به‌عنوان شکارچی در رأس شبکه غذایی قرار دارند، مکان‌های متفاوتی می‌یابند. برای این شکارچیان صدرنشین انرژی را که آنها در نهایت دریافت می‌کنند، از بین بسیاری از موجودات و بسیاری از سطوح تغذیه عبور می‌کند. از آنجائیکه انرژی در هر انتقال از یک سطح تغذیه‌ای به سطح دیگر از بین می‌رود، انرژی که به بالاترین گوشتخوار می‌رسد بسیار محدودتر از آن است که در پایه شبکه غذایی قرار دارد. این دلیلی است که چرا گوشتخواران صدرنشین عموماً کمتر از حیوانات پایین‌تر از خود در سیستم هستند.

اکوسیستم‌ها ورودی و خروجی‌های انرژی دارند. انرژی خورشید منبع اولیه برای بیشتر اکوسیستم‌هاست. تنفس و برآیند انرژی مثل گرما فقدان اصلی است اما

برخی اکوسیستم‌ها استثنا هستند، مثل سوراخهای اعماق دریاها، جایکه باکتری‌ها، انرژی آزاد شده از واکنش‌ها را که دربرگیرنده مواد شیمیایی غیرآلی مثل آهن، گوگرد و متان که از منقذها متصاعد می‌شود را تصرف می‌کنند. بعضی اکوسیستم‌ها مانند جوی‌هایی که از میان جنگل عبور کرده و جلگه‌های آبرفتی که در دهانه رودها هستند ممکن است بیشترین انرژی دوشان را از بقیه اکوسیستم‌ها در قالب بازمانده‌های گیاهی دریافت کنند. بنابراین، اکوسیستم‌ها می‌توانند با یکدیگر تبادل انرژی داشته باشند.

از آنجائیکه انرژی به‌طور اتفاقی توزیع می‌شود با از دست دادن گرما، عناصر مغذی مثل کلسیم، نیتروژن، پتاسیم و فسفر که غیرقابل برگشت نیستند در این راه از بین نمی‌روند. آن‌ها در داخل اکوسیستم در امتداد همان چرخه مانند انرژی، مسیر را طی می‌کنند اما در واقع به خاک بر می‌گردند تا بتوانند دوباره توسط گیاه مصرف شوند. در بین اکوسیستم‌ها، جابجایی عناصر اتفاق می‌افتد. در اکوسیستم خاکی، چرخه آب (جابجایی آب از روی اقیانوسها به‌صورت بخار آب اتمسفری، بارش و برگشت آن به اقیانوسها از طریق جوی‌ها و رودخانه‌ها) نقش مهمی را در نقل و انتقالات عناصر به اکوسیستم‌ها ایفا می‌کند. جدا از این مواد مغذی که از طریق بارش باران دریافت می‌شوند، منبع اصلی برای اکثر اکوسیستم‌ها، تخریب تدریجی صخره‌های زیرین (فرسایش) است که عناصر بازگشته به توسط گیاهان و آب نفوذکننده به خاک جابجا می‌شوند. آب در بین خاک حرکت می‌کند، مواد مغذی رها شده را از یک اکوسیستم به اکوسیستم دیگر که اغلب از اکوسیستم خاکی به اکوسیستم آبی است می‌برد. دانش اندازه و جاری بودن اکوسیستم در کنترل کردن تأثیر آن به ما کمک می‌کند. اگر ما امیدوار به محصول دادن اکوسیستم در هر سطح غذایی باشیم (مثل گوسفند در دومین سطح غذایی) پس ما باید به این مسئله اطمینان داشته باشیم که درصدی از برداشت مواد غذایی به‌وسیله ورودیهای طبیعی به‌عنوان مثال از باران و فرسایش می‌تواند جبران شود. اگر اینطور نباشد ما باید مقدار بهره‌برداری را کاهش داده یا کسری این عناصر را به‌صورت بارورکننده (کود) وارد نماییم. مقدار کم ذخیره یک عنصر ممکن است مقدار تولیدکنندگی یک اکوسیستم را محدود کند.

بنابراین، مفهوم اکوسیستم همه پیچیدگی‌های انواع فعل و انفعالات درون سیستم را دربرمی‌گیرد اما این‌ها را باید در ارتباط با فرآیندهایی که اکوسیستم با آن‌ها درگیرند حاصلخیزی، انرژی جاری، چرخه مواد غذایی و غیره مورد مشاهده قرار داد. این

تفسیری است که در شاخص‌های مختلف می‌تواند به‌کار گرفته شود خواه برای یک چاله آب در یک کنده پوسیده درخت در کل جنگل، یا حتی برای کل زمین که در اصل یک سیستم بسته غذایی است که هنوز ورودی و خروجی‌های انرژی را دارا می‌باشد. تعریف اکوسیستم مفهوم بسیار مفیدی را ثابت کرده است که نه تنها مساعدت در تفهیم رابطه بین موجودات زنده و فعل و انفعالات آن‌ها در یک محیط فیزیکی را مهیا می‌کند، بلکه پایه‌ای برای استفاده منطقی به‌عنوان منبعی برای پشتیبانی جمعیت انسانی به ما می‌دهد.

### اکوسیستم و تنوع زیستی

یک سؤال مهم برای بیو جغرافیدان‌ها، اکولوژیست‌ها و حافظان طبیعت مطرح است که واقعاً چند گونه لازم است تا یک اکوسیستم را پا برجا نگه دارد؟ آیا تعداد پایه‌ای حداقل وجود دارد که برای عمل کردن هر اکوسیستم معین، مورد نیاز می‌باشد که بعد از آن نیاز دیگر گونه‌ها بسیار ساده باشد.

به عبارت دیگر آیا بعضی از گونه‌ها اضافی هستند؟ اگر این وضعیت به وجود می‌آید ما می‌توانیم گونه‌ها را در اکوسیستم جابجا کنیم بدون آنکه تأثیری بر عملکرد اکوسیستم به جا بگذارد یا همه گونه‌های مازاد از اکوسیستم بیرون آورده شوند بعد از آنکه اکوسیستم بخواهد فقدان‌های زیادی را شروع به تحمل کردن نماید.

یک مدل تناوبی که همه گونه‌ها در عملکرد مهم هستند شاید به‌صورت پایه‌ای فرض شود پس فقدان هر کدام از گونه‌ها آنرا کم کارآمدتر می‌کند (که فرضیه محکم نامیده می‌شود). چاره سومی هم وجود دارد که گونه‌های مختلفی از یک اکوسیستم ممکن است همدیگر را تحمل کنند بدون آنکه رابطه‌ای در عملکرد آن‌ها وجود داشته باشد. به عبارت دیگر فقدان گونه‌ها به نتایج تصادفی منجر شود.

این مدل‌ها هم در آزمایشگاه و هم در کشتزار، آزمایش شده‌اند اما هنوز بنظر نمی‌رسد که به یک جواب ساده‌ای عطف شوند که کدامیک به موقعیت طبیعی نزدیکتر است. جان لوتون و تیم تحقیقاتیش در کالج امپریال لندن، اکوسیستم‌های کوچک شده‌ای را در محیط‌های بسته کنترل شده برای آزمایش فرضیه‌ها مورد استفاده قرار داده‌اند.



در نتیجه نگهداری در شرایط خاکی و خرد اقلیمی ثابت، آن‌ها تعداد گونه‌های گیاهان و حیوانات را بین مجموعه‌ای از ۹ تا ۳۱ تغییر داده‌اند. آن‌ها دریافتند که اکوسیستم‌های پرگونه در حاصلخیزی و باروری اولیه مؤثرتر از اکوسیستم‌های کم‌گونه بودند (آن‌ها معماری نباتی پیچیده‌تری را توسعه دادند). و همچنین انباشتگی مواد غذایی غیر آلی در بافت گیاهی، این پیشنهاد که تنوع، عملکرد اکوسیستم را توسعه می‌دهد و فرضیه محکم را تأیید می‌کند اما ممکن است که افزایش مداوم گونه‌ها، سرانجام سیستم را به نقطه اشباع برساند، ازاین رو آزمایش جواب سؤال را تعیین نمی‌کند اگرچه ما را به رد احتمال سوم راهنمایی می‌نماید.

دیوید تیلمان و همکارانش در دانشگاه مینه سوتا، با آزمایش کردن در اجتماعاتی که در کشتزار جمع‌آوری شده‌اند به نتایجی رسیدند و آن‌ها به‌طور گسترده‌ای به نتایجی مشابه گروه لایتون رسیدند که بیشتر گونه‌ها، عملکرد بهتر اکوسیستم نظیر فرآوری و ذخایر مواد غذایی را در نظر دارند. آن‌ها یک گام به جلو رفتند گرچه با بیان اینکه همه گونه‌ها در یک اکوسیستم اهمیت یکسانی ندارند (البته اهمیت به‌این معناست که برداشتن آن، ممکن است تنش بیشتر از آنکه بتوان پیش‌بینی نمود را دارا باشد)، همچنین اینکه چقدر یک گونه مهم است به قسمتی که گونه‌های دیگر وجود دارند، بستگی دارد. مثلاً گیاهان از خانواده لوبیا (باقلائیان) اغلب نقش مهمی را در چرخه مواد غذایی ایفا می‌کنند چرا که آن‌ها با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، در ریشه‌شان رابطه همزیستی دارند که نهایتاً نیتروژن اضافی قادر است در نتیجه مرگ، تجزیه و بازیافت، عناصر را در اختیار بقیه گونه‌ها قرار گیرد. فقدان اعضای از خانواده باقلائیان در یک اکوسیستم می‌تواند برای چرخه غذایی و در نتیجه حاصلخیزی مضر و نامتناسب باشد و اما گونه‌های مهم خانواده باقلائیان بستگی دارد به اینکه آیا اعضای دیگر خانواده حضور دارند یا نه؟ در غیراینصورت فقدان آن ممکن است تأثیر زیادی داشته باشد. یک گونه ازاین تیپ‌ها می‌تواند به‌عنوان یک گونه کلیدی در نظر گرفته شود. بنابراین در همه گونه‌ها، تأثیر نتیجه کمبودهایشان در یک مدت با هم برابر نیست و اگر یک گونه‌ای تنها نماینده یک گروه با وظیفه ویژه باشد، نظیر تولیدکننده، تجزیه‌کننده، در نتیجه، اهمیت تثبیت‌کننده نیتروژن بیشتر می‌شود.

مطالعه یک اکوسیستم طبیعی واقع در مزرعه‌ای در چمنزارهای ساوانا در پارک ملی سرنگتی در آفریقای شمالی، توسط سام مک تافتون و همکارانش در دانشگاه

سیراکوس صورت گرفت. آن‌ها نمونه‌ای آماده کرده اند از چگونگی زیادی گونه‌های حیوانی که می‌تواند به عملکرد بهتر اکوسیستم نتیجه دهد. با مقایسه پایگاههای چمنزارهای استوایی که گله‌های بزرگی از پستانداران علفخوار در آن چرانیده می‌شوند یا دیگر پایگاههایی که حیوانات از چریدن در آن‌ها با نصب نرده ممنوع شده بودند، آن‌ها ثابت کردند که تعدادی از مواد مغذی نظیر: نیتروژن و سدیم در اکوسیستم چراگاه‌ها بسیار مؤثرتر به گردش در می‌آید. بنابراین حیوانات چرا کننده، به‌طور واقعی در اکوسیستمی که در اختیار آن‌هاست، مواد مغذی سودمند را غنی می‌کنند. پس این احتمال هست که نقش بعضی از گونه‌ها مؤثرتر از گونه‌های دیگر بوده و فقدان آن‌ها در عملکرد اکوسیستم می‌تواند بسیار جدی باشد.

یک سؤال گزارشی که شاید پاسخ دادن به آن هم مشکل باشد این است که آیا تنوع، تأثیری در استحکام یک اکوسیستم دارد. یک اکولوژیست بریتانیایی به نام چارلز التون که اولین پیشنهاد او (در دهه ۱۹۵۰) این بود که: اکوسیستم‌های پیچیده تر و غنی می‌توانند مقاوم تر باشند، به این معنی که: در نوسان‌ها و بی‌ثباتی‌های شدید، آن‌ها کمترین تمایل را دارند، مثل دلایلی که باعث به وجود آمدن بیماری اپیدمیک یا شیوع آفت می‌شوند. آزمایش‌ها نشان دادند که این ناپایداری اغلب ویژگی یک اکوسیستم ساده مثل کشاورزی و کاشت یک گونه‌ای بوده که این دلیل، منطقی بنظر می‌رسد. همچنین بحث می‌شود که یک شبکه غذایی پیچیده در مقابل هر اختلالی که منجر به کمیاب شدن بعضی از گونه‌های مشخص شود، می‌تواند سپری مهیا کند. در یک شبکه پیچیده، فرصت‌های زیادی برای تعویض شکار وجود دارد.

اما تکامل مدل ریاضی به عنوان ابزاری برای درک جمعیت‌ها نتایج مورد انتظار را برآورده نمی‌کند. به هر حال، هرچند گونه‌های خاص ممکن است هنوز بی‌ثبات باشند، وظیفه اکوسیستم کامل، آسیب پذیری کمتر نسبت به حوادث اتفاقی نظیر خشکسالی است. اگر سیستم پیچیده و متغیر است تا اینکه دارای گونه‌های فقیر و یا ساده باشد، بدین ترتیب گونه‌های خاص از نظر تعداد، دچار افتان و خیزان می‌شوند. اما اکوسیستم زنده می‌ماند چرا که دیگر حریفان قادرند آسیب دیدگان و بازماندگان از حوادث و بلایای طبیعی را جایگزین کنند. دیوید تیلمن این فرضیه را در مزرعه اش با طرح طبیعی از نباتات به تصویر کشید. بعضی از آن‌ها اختلالات طبیعی طرح ریزی کننده طبیعی را به شکل خشکسالی تحمل می‌کنند و طرحهایی با گونه‌های بالاتر کاهش کمتری نسبت

به طرح‌هایی با گونه‌های فقیر در مورد موجودات زنده متحمل می‌شوند. بنابراین با اینکه پرگونه بودن، موفقیت و یا حتی بقای گونه‌های خاص را تضمین نمی‌کند، ولیکن اکوسیستمی با ظرفیت‌های بالاتر، جهت غلبه بر مشکلات آماده می‌سازد. درسه‌ای واضحی برای هر دو گروه طرفداران حفظ منابع طبیعی و متخصصین کشاورزی وجود دارد. در طرف حافظ منابع طبیعی، فقدان تنوع زیستی جهانی که ما در حال تجربه کردن آن هستیم ممکن است که بر عملکرد کل بیوسفر تأثیر بگذارد. در طرف کشاورزی استفاده از سیستم‌های برداشت محصول چندتایی به تک گونه‌ایها ترجیح داده می‌شود، در جایگاه کشاورزی باید مزایایی از نظر حاصلخیزی و پایداری در ویژگی‌های یک سیستم که مربوط به حاشیه‌های محیط می‌باشد، باید مهیا گردد.

نکته نهایی در این مبحث نیاز به روشن شدن این مسئله دارد که چه تحلیلی از معنای پایداری داریم؟ آیا برای یک اکوسیستم پایدار، منحرف شدن از ساختار و عملکرد رایجش دشوار می‌باشد؟ این پایداری را تقریباً مدت ماندگاری تعریف می‌کند یا یک اکوسیستم پایدار، اکوسیستمی است که بعد از بحران به سرعت به حالت اولیه خود باز می‌گردد؟ این مفهوم برگشت‌پذیری، به عنوان پایه‌هایی برای تعریف پایداری مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته هر دوایده در مفهومی که عامه مردم از پایداری دارند، اصلی و ذاتی هستند. شاید مؤثرترین تلفیق دوایده، به کارگیری قابلیت پیش بینی، به عنوان میزان پایداری باشد.

یک اکوسیستم پایدار باید طوری رفتار کند که قابلیت پیش بینی کردن را داشته باشد. مهم نیست که سرنوشت ممکن است آنرا به چه شکلی درآورد و در ظاهر، تنوع زیستی، اکوسیستمی با قابلیت پیش‌بینی ارائه می‌دهد به طوریکه نوعی بیمه بیولوژیکی در مقابل ناتوانی مشخص گونه‌های حساس هنگامی که در معرض خطر فشارهای عصبی قرار می‌گیرند، آماده می‌کند.

این آزمایش‌های مختلف مفاهیم اجتماع و اکوسیستم را ترکیب می‌کند و سؤلهایی در برگرنده راههایی که اجتماع روی ساختار اکوسیستم اثر می‌گذارد را مطرح می‌سازد. این سؤال‌ها در بیو جغرافیا خیلی مهم است چرا که ما نیاز داریم بدانیم حضور یا عدم حضور یک گونه خاص در یک منطقه، چگونه در رفتار و بقای بقیه گونه‌ها اثر خواهد گذاشت. از هنگامیکه ما شروع کردیم به درک اینکه دنیا به‌طور گسترده‌ای در نتیجه ادامه فعالیت‌های آدمیان در حال عوض شدن است، ما نیاز داریم

که قادر باشیم نتیجه بیوجغرافیایی نوسانات را در پراکندگی و اجتماع گونه‌ها پیش‌بینی کنیم.

### تجمعات زیستی و مقیاس عمومی

ما قادریم تجمعات گونه‌های گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها را در راه‌های متفاوت و مقیاس‌های متفاوت بررسی کنیم. ممکن است که ما همه موجوداتی را که در یک منطقه پیدا کرده ایم، تجزیه اجتماعات آن‌ها با همدیگر و احتمالاً ثبت دسته‌ای از گروه‌ها، در یک رده بندی مشخصی اتخاذ کنیم که بتوانیم آن‌ها را به عنوان اجتماعات طبقه‌بندی نموده و نامگذاری کنیم.

ما دیدیم که چنین تعریف‌هایی تا حدی مصنوعی بوده چرا که آن‌ها فاقد خط مرزی در بینشان می‌باشند اما ممکن است به بیو جغرافیدان‌ها، در کشیدن نقشه زندگی گیاهان و حیوانات در محدوده منطقه شان این توانایی را بدهد. ما همچنین دیدیم که بازبینی اجتماعات در یک راه متفاوت، وابسته به این است که اجزای زنده و غیرزنده چه فعل و انفعالاتی بر یکدیگر دارند. در این نگرش به اکوسیستم، رده بندی شخصیتی گونه‌ها کمتر مورد توجه می‌باشد تا نقش ارتباطی آن‌ها در محدوده اکوسیستم.

به کارگیری مفهوم اجتماع در مقیاس عمومی، توسط گونه‌هایی محدود به منطقه جغرافیایی مشخص محدود می‌شود. برای مثال، بوته زارهای بیابانی شمال ایران، وقتی ما یک محیطی از خارستان نسبتاً یکنواخت و ساده در مقیاس ۵۰m در ۵۰ انتخاب می‌کنیم، می‌توانیم مهمترین گونه‌های منحصر به فرد (برگ ریزان، گیاهان چوبی، زیگوفیلوم پهن برگ) و بعضی از بوته‌های کوتاه قدر (نظیر آرتمیسیا هر با آلبا) تنظیم کنیم. مشاهده در مقیاس وسیع‌تر، پوشش صدها کیلومتر مربع، ممکن است منظره‌های نمونه‌ای که به آب متحرک در جلگه‌های آبرفتی و تخریب ناشی از سکونت آدمی و چراگاه‌های مختلف، ارتباط دارد تنظیم کنند. مناطق مرطوب با بوته‌های متفاوتی اشغال شده‌اند (هالوکسیلون پرسیکام و گونه‌های تاماریکس)، دشتهای نمکی با گیاهان مقاوم به شوری (مثل سالسولا) و مناطق اطراف سکونت توسط چراگاه‌های پایدار، اغلب رده بندی گونه‌ها (مثل پگنوم هارمالا و گونه‌های ارمک).

در این مقیاس مشاهده‌ای ممکن است اجتماعات، گونه‌هایی را جدا کنند که توانائیشان را برای زیستن در زیر انواع فشارهای مشخص محیطی (مثل شوری،

خشکی، چراگاه و...) تقسیم می‌کنند. این اجتماعات توسط گونه‌های خاصی مشخص شده‌اند که به این منطقه از دنیا محدود شده‌اند. مشابه بوته زارهای بیابانی در صحرای مجاور در کالیفرنیا، به عنوان مثال، در ظاهر عمومی، تشابه نزدیکی به بوته زارهای بیابانی در ایران دارد، اما تفاوت‌هایی در گونه‌ها وجود دارد مثل بوته قطران (لارا تریدنتاتا از همان خانواده مثل زیگوفیلوم) و یک گونه ابروسیا امبروسیا دومسا که از همان خانواده آرتمیسیا می‌باشد.

با ملاحظه گیاهان در یک مقیاس عمومی، یک طبقه‌بندی از روی چهره شناسی گیاهان (شکل عمومی و نوع زندگی) مفیدتر از استفاده رده بندی براساس مقایسه مکان‌های آب و هوایی مشابه در قسمتهای مختلف دنیا می‌باشد. اگر ما تراز مقیاس را در نقشه ایران جابجا کنیم، نیاز به طبقه‌بندی و نقشه برداری از گیاهان با توجه به ریخت شناسی آن‌ها مشهود می‌باشد و با مشاهده قسمتی از شمال ایران، بخش‌هایی که از بالا به پایین خواهیم دید شامل: جنگل‌های معتدل خزان شونده، جنگل‌هایی با درختچه‌های کوتاه، استپ‌های بوته‌زار و کویر.

طبیعت عمومی گیاهان در قسمت‌هایی از دنیا، بهترین بیان‌کننده برای دوره‌ای که ساختار و ظاهر آن‌ها درشت و ضخیم شده است می‌باشد و این توسط عوامل اصلی مثل آب و هوا و نوع خاک کنترل شده است. نمونه‌های مشابه در سراسر دنیا تکرار شده‌اند، به عبارت دیگر ممکن است که یک پوشش گیاهی بسیار مشابه در هر کدام از این مناطق دیده شود مثل بوته‌زارهای کویری در ایران و کالیفرنیا، این قابلیت مقایسه شکل پوشش گیاهی ممکن است به تکامل انواع حیوانات هر منطقه راهنمایی کند.

در یک طبقه‌بندی عمومی، اکوسیستم‌هایی با مقیاس وسیع به عنوان «اقلیم‌ها» شناخته شده و توسعه پیدا کرده‌اند و انواع وسیع زیر را شامل می‌شوند: بیابان، توندراهای سرد در بالای عرض جغرافیایی و ارتفاع بلند، جنگل‌های کاج شمالی یا تایگا، جنگل‌های معتدل، جنگل‌های بارانی گرمسیری، علفزارهای معتدل (به عنوان مرغزار در آمریکای جنوبی و veld در آفریقای شمالی شناخته شده‌اند) و در انتها، ناحیه چاپارال با آب و هوای مدیترانه‌ای.

هر سیستمی که پوشش گیاهی زمین را به واحدهایی طبقه‌بندی می‌کند باید از استفاده ساده از خصوصیات گروهی گونه‌ها اجتناب کند. گرچه جنگل‌های بارانی برزیل در بسیاری جهات با جنگل‌های غرب آفریقا یا شرق آسیا قابل مقایسه هستند، با

اینحال مجموعه واقعی گونه‌ها کاملاً متفاوت می‌باشند. شباهت‌های آن‌ها اساساً ناشی از عاملی است که آن‌ها را از نظر ساختاری یکسان می‌کند و وجود آن‌ها بخاطر چیرگی یک تیپ پوششی می‌باشد مانند درختان بلندی که در یک سری از لایه ترتیب یافته اند که بیشترین آن‌ها دارای برگهای همیشه سبز و پهن می‌باشند.

شباهت‌های دیگری نیز وجود دارد نظیر حضور پوشش گیاهی که بر درختان زندگی می‌کنند (اپی فیت‌ها) و این واقعیت که گرده افشانی اغلب به توسط پرندگان و ازاین قبیل انجام می‌شود. اساساً ما اجتماعات را از نظر عملکرد در رده‌های گیاهان و حیوانات حاضر مقایسه می‌کنیم تا نسبت فامیلی و رده بندیها.

مفهوم شکل زندگی در میان گیاهان اولین بار توسط دانش گیاه‌شناس کریستن رونکیه در سال ۱۹۰۳ پیشنهاد شد. او مشاهده کرد که اکثر تیپ‌های عمومی و برجسته گیاهان در یک منطقه آب و هوایی، دارای شکل مناسبی برای زنده ماندن و غلبه کردن بر شرایط می‌باشند. بنابراین در شرایط شمالی سیمای اکثر گیاهان عمومی، بوته‌های کوتاه و گونه‌های متکایی (بالشتکی) شکل به همراه غنچه‌های بسته که همسطح زمین هستند می‌باشند. به عبارت دیگر وقتی ذرات یخی کولاک بر روی گیاهان بلند تأثیر ساینده می‌گذارد، آن‌ها در شرایط زمستان زنده می‌مانند. در شرایط گرمتر غنچه‌ها از زمین بالا برده می‌شوند و درخت با این شکل، توانایی زنده ماندن را داراست. اما در دوره سرما یا خشکسالی طولانی مدت ممکن است مجبور شود شاخ و برگها را از دست دهد و به‌صورت خوابیده توسعه پیدا کند. این عمل در رفتار تکاملی برگریزان نتیجه داده است. خشکسالی طولانی مدت در انواع مختلف گیاهان باعث تشکیل بوته‌های کوتاه قد، بالای سطح زمین هستند می‌شود. بعضی از گیاهان در مناطق خشکسالی فصلی در دوره نامطلوب با داشتن عضوهای در زیر خاک (مثل جوانه و بنه) و یا دانه‌های خوابیده بقا می‌یابند. همچنین حیوانات با سازش به آب و هوای متفاوت، مثل مقاومت در برابر سرمای فصلی یا خواب زمستانی نمونه‌هایی از سازش در ناحیه سرما هستند و همینطور نمونه‌هایی از مقاومت در برابر گرما مثل پوست و پوشش مو در صحرا به چشم می‌خورد که شکل زندگی مشخص را نشان می‌دهند. با این وجود شناختن شکل زندگی حیوانات معمولاً سخت‌تر از گیاهان است. در نتیجه، نخستین بررسی‌های اقلیمی بر روی شکل زندگی گیاهان انجام می‌شود.

طبقه‌بندی اشکال زندگی گیاهان توسط رونکیه به‌صورت زیر است:

۱. پیدا رست (فانروفیت): گیاهان چوبی با جوانه انتهایی که ارتفاع بیش از ۲۵cm از سطح خاک دارد. او آن‌ها را به سائزهای مختلف تقسیم کرد.
۲. پای رست (کامه فیت): گیاهانی با جوانه انتهایی که ارتفاع کمتر از ۲۵cm از سطح خاک را داراست. شامل انواع چوبی و علفی، اغلب دارای ظاهر بالشتکی.
۳. نیمه نهانروی (همی کریپتوفیت): گیاهانی با جوانه‌های پایا در سطح زمین حتی با ساقه‌هایی پر برگ با رویش فصلی یا یک پایه و طوقه‌ایی از برگ‌ها به روی آن‌ها.
۴. زیر خاک رست (کریپتوفیت): گیاهانی با جوانه‌های زیر سطح خاک، داشتن ساقه لوله‌ای، بنه، جوانه، ریزوم، ریشه لوله‌ای و...
۵. گیاه باتلاقی: گیاهان مرداب
۶. آب رست: گیاهان آبی
۷. ددرستها (تروفیت): گیاهانی که در فصل نامطلوب به‌صورت دانه زنده می‌مانند.

اگرچه رونکیه، اندام‌های مهم پایدار در طبقه‌بندی شکل زندگی گیاهانش را تحت فشار قرار داد، او همچنین اندازه برگ و شکل مهم آن‌ها را شناسایی کرد پهن برگ‌های جدا نشده، تجمع ذره‌ای در شرایط مرطوب استوایی و برگ‌های کوچک، ضخیم با سطح سفت (اسکلروفیل‌ها) بودن، مشخصات بیشتر در آب و هوای خشک می‌باشد. او گیاهان مختلف هر منطقه را از نظر انواع وظایف اندام‌ها، مجزا کرد و فهمید که هر ناحیه از طیف مشخص بیولوژیکی برخوردار می‌باشد. منطقه توندرا در نتیجه فانروفیت‌های فراوان و نبود تروفیت‌ها، علفزارهای معتدل در نتیجه حضور همی کریپتوفیت‌ها مشخص شده‌اند. جنگل‌های بارانی استوایی شامل فانروفیت‌های غالب، بیابان سرشار از تروفیت‌ها و کریپتوفیت‌ها و... مشخص و شناخته می‌شوند.

استفاده از این چهره‌شناسی نزدیک در گیاهان، امکان تعریف کردن و مشخص نمودن واحدها را از زمانی که آن‌ها به‌طور خاص در مقیاس گیاه‌شناسی تحت عنوان اشکال گیاهی در پیشنهاد اولیه پایه قرار داده شد، اثبات کرد. نقشه عمومی توسط جغرافیدان‌های گیاهی با استفاده از این اشکال گیاهی به‌عنوان واحد پایه‌ایشان و در نظر گرفتن آن‌ها در ارتباط وسیعی با بخش آب و هوایی دریافت شده است. در صبحهای زود، گیاهان عضو علی‌البدل فضای دنیا، اغلب برای پیش‌بینی وضع هوا به‌عنوان

پایه‌هایی شناخته شده‌اند، پس ناچاراً نقشه‌های گیاهی و نقشه‌های آب و هوایی تشابه عمومی به یکدیگر دارند.

### الگوهای آب و هوا

آب و هوای یک منطقه وابسته به تمام شرایط آب و هوایی مثل بارش باران، تبخیر، نور خورشید، باد و غیره می‌باشد. به وجود آمدن آب و هوای یک منطقه تحت تأثیر عوامل زیادی مثل عرض جغرافیایی خاص، ارتفاع مکانی که در ارتباط با دریا است و حجم خاک می‌باشد. آب و هوا به طور وسیعی به تصمیم‌گیری گونه‌های گیاهان، حیوانات و حتی شکل زندگی یا نوع کارشان که می‌توانند در یک منطقه زندگی کنند بستگی دارد. گوناگونی آب و هوا در نتیجه عرض جغرافیایی دو نتیجه در پی دارد: نتیجه اول این است که شکل کروی زمین، در یک توزیع ناهم‌هنگ انرژی خورشیدی، با عرض جغرافیایی در ارتباط است. از آنجائیکه زاویه تلاقی نور خورشید حدود ۹۰ درجه منطقه بالایی که انرژی وسعت یافته، کاهش پیدا می‌کند پس یک اثر افزایش حرارتی وجود دارد.

در عرض جغرافیایی بالا، انرژی در منطقه وسیعی گسترش یافته، بنابراین آب و هوای قطبی سرد می‌شود. عرض جغرافیایی که نور خورشید در ظهرهای مختلف در طی سال، ۹۰ درجه می‌تابد، به طور چکیده، در استوا ماه مارچ و سپتامبر، مدار رأس‌السرطان در ژوئن، مدار رأس‌الجدی در دسامبر می‌باشد. این دو مدار، استوا را محدود می‌کنند که نور خورشید بالاتر نرود. تأثیر نوسانات فصلی در بعضی از مناطق، عمیق‌تر از جاهای دیگر است.

آب و هوای مختلف همچنین نتیجه نمونه‌ای از جابجایی توده هواست. هوا در استوا گرم‌تر است بنابراین در بین دو قطب تابش، جابجایی انجام می‌شود. از آنجایی که هوا بین دو قطب حرکت می‌کند به تدریج خنک گشته و موجب افزایش چگالی شده تا زمانی که در جایی زیر یک منطقه استوایی با فشار بالا تشکیل می‌شود که به عنوان عرض جغرافیایی اسب شناخته شده، ببارد. هوا نیز از این قسمت پر فشار به سوی استوا یا قطب در حرکت است. هوای قطبی در واقع با هوای سرد حاضر که از نواحی قطبی به سوی جنوب در حرکت است در جایی که هوا خنک و پایین آمده برخورد می‌کند (به



خاطر منطقه پر فشار). جایی که این دو توده هوا به هم برخورد می‌کنند یک منطقه ناپایدار با فشار کم به وجود می‌آید که باعث تغییر هوا می‌شود.

این تصویر ایده‌آل به خاطر اثر کوردیولیس (به نام گاسپارد کوردیولیس ریاضیدان فرانسوی که آنرا آنالیز کرده بود، نامیده شده است) که نتیجه چرخش شرق به غرب زمین است، ایجاد شده است. این نیرو تمایل دارد که یک مسیر متحرک را به سمت راست خودش در نیمکره شمالی و به سمت چپ در نیمکره جنوبی منحرف کند. در نتیجه، بادهایی که به سوی استوا در حرکتند از جهت شرقی‌تری می‌آیند. این بادهای از نیمکره‌های شمالی و جنوبی می‌آیند بنابراین در استوا برخورد می‌کنند و این ناحیه به نام منطقه «همگرایی استوایی» شناخته شده است. جایی که این بادهای شرقی از روی اقیانوس می‌گذرند مرطوب شده و این رطوبت به صورت باران، عمدتاً بر روی بخش‌های شرقی عرض جغرافیایی اقلیم استوایی می‌بارد. به‌طور مشابه، بادهایی به سوی قطبها از نواحی پر فشار عرض جغرافیایی اسب حرکت می‌کنند، از یک جهت غربی پایین آمده و باران را در امتداد نواحی غربی که در اقلیم عرض جغرافیایی بالا قرار دارند به وجود می‌آورند. خود عرض‌های جغرافیایی اسب مناطقی هستند که هوای خشک در حال انزال بوده و کمربند خشکی در طول این عرض جغرافیایی گسترده است.

توزیع اقیانوس‌ها و خشکی‌ها، این تصویر ساده را معرفی می‌کند. چرا که حرارت اغلب به آرامی از آب گرفته و آزاد می‌شود تا از خشکی یا زمین. تغییرات گرما در مناطق دریایی با آنکه در همان زمان، رطوبت بالاست، آهسته‌تر می‌باشد. بنابراین در تابستان، مناطق قاره‌ای تمایل دارند که به سیستم‌های کم‌فشار توسعه پیدا کنند که نتیجه آن گرما در خشکیها و انتقال این گرما جهت احاطه هوای خشکی‌ها می‌باشد. بلعکس در زمستان موقعیت عکس رخ می‌دهد: مناطق قاره‌ای زودتر از اقیانوس‌ها سرد می‌شوند و سیستم پر فشار بر روی آن‌ها گسترش می‌یابد. تأثیر این فرآیند آن است که سیستم کم فشار قاره‌ای به هوای مرطوب در مجاورت دریاها می‌رسد، به عنوان مثال از اقیانوس هند تا شرق آفریقا و هند سبب باران‌های موسمی در تابستان بوده و زمستان این مناطق، به عبارت دیگر معمولاً خشک می‌باشد.

نمونه‌های چرخه کروی آب و هوای اقیانوس‌ها همچنین در تعیین نمونه‌های آب و هوای جهان، بسیار مهم می‌باشد. آب‌های گرم سطحی از مناطق استوایی دریای

آتلاتیک از شمال شرقی تا ایسلند و نروژ حمل می‌شود. گرم شدن این قسمت از اقیانوس منجمد شمالی باعث نگهداری توده‌های یخی در سرتاسر تابستان و آب و هوای معتدل در اروپای غربی را موجب می‌شود. همین که آب سرد می‌شود چگالی آن زیاد شده و به پایین فروود می‌آید، مسیر حرکت آن عکس شده و به سمت اقیانوس آتلاتیک جنوبی برمی‌گردد. از اینجا آب سرد متراکم ممکن است به بالا به سوی اقیانوس هند، جایی که گرمای تازه دریافت کند رفته یا ممکن است عرض جغرافیایی جنوبی را ادامه داده و در واقع به سوی شمال به سمت اقیانوس آرام جاری شده و گرما را آنجا آزاد کند. گرمای داده شده آب با چگالی کمتر در امتداد اقیانوس جریان داشته و به اقیانوس اطلس باز می‌گردد. این پدیده به نام کمربند ناقل چرخه اقیانوسی که جوابگوی متراکم شدن گرمای استوایی به عرضهای جغرافیایی بالاتر، به ویژه در منطقه دریای اطلس است، بدون آن عرضهای جغرافیایی بالا سردتر خواهند بود.

یکی از شاخص‌های مهم در بخش‌های اشاره شده در تاریخ جدید زمین، بسته شدن ناقل گرمایی اقیانوسی است. تأثیر آن بر روی توزیع زیست بوم‌ها (بیوم‌ها) در جنگل‌های شمالی واضح است. به عنوان مثال، عرضهای جغرافیایی بالاتر بیشتر در اسکاندیناوی گسترده می‌شود تا نسبت به آلاسکا.

علاوه بر اثر گرمایی و سرمایی بر روی خشکی‌ها و مناطق اقیانوسی، آب و هوا از ارتفاع نیز تأثیر می‌پذیرد. در کل، میانگین دمای هوا تا  $C 6/0$  به ازای هر ۱۰۰ متر افزایش ارتفاع، پایین می‌آید ولی این گوناگونی با توجه به شرایط غلبه شده مخصوصاً زاویه و شیب سرازیری و بادگیری قابل توجه است. به خاطر این تمایل برای پایین آمدن دما با افزایش ارتفاع، موجودات زنده در مناطق بالایی استوایی و کوه‌های بالا و پایین منطقه گرمسیری مثل هیمالیا در شمال هند ساکن شدند. کلیه گیاهان و جانوران مناطق سردتر ممکن است بیشتر شبیه سرزمین‌های پستی که آن‌ها را احاطه کرده‌اند، باشند. گرچه درجه حرارت به طور عمومی با ارتفاع، مثل کوه‌ها افت می‌کند، در شرایط محیطی دیگر، آن یافته‌ها در عرض جغرافیایی بالاتر دقیقاً بازتاب نمی‌شوند. به عنوان مثال، دگرگونی فصلی در شاخص طول روز در مناطق عرض جغرافیایی توندرا، در مناطق گرمسیری کوه‌های آلپ یافت نمی‌شوند. همچنین درجه بالای آفتابگیری (جذب نور آفتاب) نتیجه قابل توجه نوسانات روزانه زاویه باز نور خورشید می‌باشد که در مناطق توندرا آن را نمی‌توان یافت. این عجیب نیست که اقلیم‌های مرتفع گیاهان و

جانوران در عرض‌های جغرافیایی، بازتاب جهانی نداشته باشند. همچنین نژاد تک گونه‌ای‌ها در قطب شمال و منطقه آلپ اغلب در ساختمان فیزیولوژی‌شان تفاوت دارند که به دلیل داشتن آب و هوای متفاوت می‌باشد.

### زیست بوم‌ها (بیوم‌ها) در تغییرات جهان

اکنون به‌طور عمومی تغییرات آب و هوا به‌دلیل نتایج انسان در زیست کره پذیرفته شده، بنابراین مزره‌هایی که ما اطراف زیست بوم‌ها مشاهده می‌کنیم، می‌تواند برای تغییر در واکنش صعود دمای کره مورد انتظار باشد. مطالعات تئوریکی بر روی مدل‌های پیش‌بینی شده، افزایش دی‌اکسیدکربن و توسعه اثر گلخانه در تخمین روند دمای کره مورد استفاده شده است اما مدل‌های مرکب طبیعی و متغیرهای فراوانی هنوز نامعین هستند. امروز به‌طور قطعی پایه‌گذاری شده که گرچه دمای کره زمین در ۱۵۰ سال اخیر افزایش یافته ولی در آن زمان حدود ۱ درجه سانتیگراد افزایش دما داشته و شواهد موجود است که حدود میزان افزایش ۰/۵ درجه در ۵۰ سال اخیر بوده است. یک مشکل بزرگ که بیوجغرافیادان‌ها با آن مواجهند الگو کردن آب و هوا و پراکندگی زیست بوم‌ها تحت رژیم‌های جدید آب و هوایی است.

این فرآیندی بسیار پیچیده است و مراحل مختلفی را دربرمی‌گیرد. همانطور که دیده‌ایم، گیاه به‌طور روزانه با آب و هوا و برای تولید یک تناسب کامل ارتباط نزدیکی دارد. مرحله بعدی اداره کردن آب و هوا در مدل تقلیدکننده آب و هواست که در ارتباط با گذشته بنظر متغیر است. هنگامی که مجموعه‌های بسیار مختلف آب و هوا فعال باشند و توده یخی در حال آب شدن باشد. اگر مدل بتواند نقشه‌های گیاهی که مرتبط با شکل‌گیری گیاهان که از نتایج فسیل‌ها می‌دانیم ایجاد کند، سپس باید به حد کافی مستند باشد تا برای طرح‌ریزی آینده اثبات شود.

اما مشکلی که طراحان با آن مواجهند این است که این‌ها بدون محاسبه می‌باشد. یکی از بارزترین آن مقدار برگشت‌پذیری مکانیسم‌هاست. برای مثال افزایش سطح دی‌اکسیدکربن موجود در جو که ناشی از گیاهان کره زمین است، چگونه بر روی سیستم گلخانه‌ای اثر می‌گذارد؟ اگر گیاهان در مناطقی که در معرض خشکسالی قرار دارد بیشتر ذخیره کنند، آیا نتیجه آن برگشت معکوس بیشتر انرژی به فضا خواهد شد؟ آیا زیست بوم‌های معینی برای سوختن مستعدترند؟ اگر اینگونه هست آن‌ها چگونه

تغییر می‌کنند؟ اگر افزایش درجه حرارت زمین بر روی جریان اقیانوسی ناقل سیستم اثر بگذارد، اثر آن بر روی آب و هوای آینده چگونه خواهد بود؟

یک پیچیدگی اقیانوسی از قبل به وجود آمده که به نام پدیده ال نینو در اقیانوس آرام شناخته شده است. تحت شرایط معمولی، بادهای شدید غربی در عرض اقیانوس آرام از آمریکای جنوبی به سمت اندونزی می‌وزند و آوردن باران به جزایر غربی اقیانوس آرام را نتیجه می‌دهند. جریان‌های در عمق دریا برخلاف جهت حرکت می‌کنند و جایگزینی آبهای جابجا شده به وسیله بادهای سطحی انجام می‌شود. این جریان‌ها، مواد مغذی را به سواحل غربی آمریکای جنوبی می‌آورد که شیلات غنی و پلانکتون‌ها را دربردارد. در طی فرآیند ال نینو، بادهای کاهش می‌یابند و سیستم‌های بارانی به سمت طرف شرق حرکت می‌کنند و طوفان‌هایی در امتداد آرام غربی (اندونزی، برونئی، شمال استرالیا، مالایا، پاپوآ نیو گینه و حتی هاوایی) خشکسالی را تجربه می‌کنند. نتیجه ال نینو در قسمت‌های دیگر جهان نیز احساس می‌شود که خشکسالی در آمازون و آفریقای جنوبی، طغیان در نیل و یک تابستان خفیف در هندوستان را شامل می‌شود. اخیراً اتفاقات ال نینو مداوم‌تر رخ می‌دهد و اثرات آن قوی‌تر شده، که نتیجه آن ممکن است افزایش درجه حرارت کره زمین باشد و اثر آن روی الگوهای چرخه اتمسفری/ اقیانوسی در اقیانوس آرام باشد. ما می‌بایست به خوبی تغییرات در الگوهای زیست بومی به‌عنوان یک نتیجه از چنین تغییراتی را انتظار داشته باشیم.

اگر همانطور که به صورت مستدل انتظار داریم، مرزهای زیستی با تغییرات آب و هوایی جابجا شوند، مطمئن بودن اینکه نمونه‌های مختلف زیست بومی به‌دقت نگهداری می‌شوند و تنوع زیستی آن‌ها از دست نمی‌رود به‌طور وسیعی مهم می‌شود چرا که یک ناتوانی در اعضای یک اجتماع باعث تغییر در روند آن‌ها جهت واکنش به تغییرات آب و هواست. فقدان تحرک می‌تواند ناشی از متلاشی شدن مسکن و ایجاد تلقیح مصنوعی در گونه‌های متحرک باشد. (همانند زمین‌های کشاورزی). با این عقیده، سازمان یافت زندگی وحشی دنیا در نیویورک، موظف به جمع‌آوری بهترین گونه‌های زیست محیطی شده است. تأکید حفاظت در همه گونه منحصر به فرد نیز در همه اعضای اجتماعات و محل سکونت فیزیکی‌شان عملی نیست.

تغییرات تنوع زیستی توسط انسان و سایر موجودات

فناوری جدید باعث تغییرات اکوسیستم و تنوع زیستی شده است. ایجاد شهرها و جاده‌های عظیم، تغییراتی در محیط به وجود آورده است. قطع جنگل‌ها، سلامت محیط را به هم زده و زندگی را دگرگون ساخته است. در شرایط فعلی، صدها تالاب از بین رفته و تعدادی از آن‌ها زهکشی شده و خشک گردیده‌اند. زندگی نرم‌تنان و ماهیان در این تالاب‌ها به مخاطره افتاده و خوراک پرندگان از بین رفته است. این تالاب‌ها در زمان طغیان، آب دریاها را جذب می‌کنند و از خطرات برای انسان‌ها جلوگیری می‌نمایند. پرندگان بعضی از دانه‌ها را تغذیه می‌کنند و دانه‌ها از فضولات حیوانات خارج می‌شوند آن وقت این دانه‌ها در زمین بهتر رشد می‌نمایند. دهها وظیفه دیگر به گیاهان و حیوانات سپرده شده که در مجموع ساختار، پایداری اکوسیستم و تنوع زیستی را باعث می‌شوند.



# فصل چهارم

## انواع اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی آن‌ها

### مقدمه

یک محیط کشت آزمایشگاهی درون یک لوله یا ارلن که حاوی جانداران مختلف باشد، به گونه‌ای که ماده و انرژی از محیط اخذ شود و در مسیر جانداران جریان یابد و سرانجام مواد اخذ شده و انرژی جذب شده به محیط پس داده شود، نمونه ساده یک اکوسیستم است. یک دریاچه بسته، یک جنگل مجزا و متمایز از بخش‌های اطراف، یک اقیانوس بزرگ، یک رودخانه، یک مزرعه، یک مرداب و یک مرتع همه مصادیق و نمونه‌هایی از اکوسیستم هستند. همه این نمونه‌ها با تمام تفاوت‌هایی که به لحاظ ابعاد، نوع محیط و شکل بیرونی با یکدیگر دارند، دارای یک وجه اشتراک اصلی نیز هستند و آن استقرار حیات و چرخه ماده و انرژی است. از دیدگاه تکنیکی، می‌توان اکوسیستم را چنین تعریف کرد: بخشی از طبیعت که در آن چرخه (سیکل) تقریباً یا کاملاً بسته، برای انتقال ماده بین محیط و موجودات زنده ایجاد می‌شود و تثبیت و انتقال انرژی آفتاب را ممکن می‌سازد. دلیل اینکه گفته می‌شود چرخه تقریباً یا کاملاً بسته از ماده استقرار یابد، این است که عملاً در اکوسیستم‌های طبیعی جریان ماده حالت چرخه بسته یا کامل را ندارد. مثلاً در یک دریاچه، گیاهان موج مواد را از آب اخذ می‌کنند، ماهیها در سطوح مختلف نیازهای غذایی خود را با استفاده از تولیدات گیاهان دریافت می‌دارند، پرندۀ ای از دریاچه ماهی صید می‌کند و فضولات پرندۀ یا جسد وی پس از مرگ به دریاچه برنمی‌گردد و در اکوسیستم دیگری به جریان می‌افتد. از لحاظ بسته بودن یا بسته نبودن چرخه ماده، اکوسیستم را به دو نوع ناقص و کامل تقسیم می‌کنند:

منظور از اکوسیستم ناقص، اکوسیستمی است که چرخه ماده دقیقاً بسته یا کامل نباشد. غرض از اکوسیستم کامل اکوسیستمی است که چرخه ماده در آن دقیقاً بسته یا

کامل باشد. همه اکوسیستم‌های کره زمین، اعم از طبیعی یا مصنوعی، حالت ناقص دارند. منتها درجات و نقص و کمال نسبی آن‌ها متغیر است. تنها مصداق اکوسیستم کامل مجموعه کره زمین است که چرخه ماده در آن حالت بسته دارد. البته از کره زمین موادی به خارج از فضای زمین نفوذ می‌کنند، مانند ذرات یونی‌شده‌ای که از جاذبه زمین فرار می‌کنند و یا موادی نظیر ذرات کیهانی که از بیرون به کره زمین وارد می‌شوند، ولی چون این مواد داخل چرخه‌های زیستی نیستند، ورود و خروج آن‌ها به منزله ایجاد نقص در چرخه ماده تلقی نمی‌شود.

در توصیف اکوسیستم، نمی‌توان اصطلاح چرخه بسته را توأمًا برای ماده و انرژی به کار برد و به همین لحاظ در تعریف اکوسیستم عبارت چرخه ماده و انتقال انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیرا برخلاف ماده، جریان انرژی حالت دوسویه یا چرخه ندارد. در هر بار چرخش ماده، مقداری از انرژی آفتاب اخذ و همراه مواد سنتز شده در اکوسیستم به راه می‌افتد. ضمن تغییر و تبدیل‌های ماده، انرژی در سطوح مختلف اکوسیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد و سرانجام به صورت انرژی پراکنده به فضا فرستاده می‌شود. این نوع انرژی پراکنده، دوباره در چرخه جدید ماده تثبیت نمی‌شود. به بیان دیگر، هر ذره انرژی فقط یک بار در اکوسیستم جریان می‌یابد. چرخش جدید مواد در اکوسیستم، انرژی تازه‌ای را که برای نخستین بار از طرف خورشید گسیل شده، دریافت و تثبیت می‌کند.

در آغاز بحث اکوسیستم گفته شد که کلمه اکوسیستم از سال ۱۹۵۳ به وسیله تانسلی متداول شده، با عنایت به این موضوع، نباید این تصور پیشاید که توجه به مفهوم اکوسیستم یعنی یکپارچگی موجود زنده و محیط تا این حد جدید و تازه است، بلکه از اواخر قرن ۱۹ میلادی متخصصان علوم طبیعی ضمن پژوهشهای خود به مفاهیم اکوسیستم توجه کامل داشته‌اند: از میان آن‌ها، می‌توان موبیوس کارل از آلمان (۱۸۸۷)، فوربس از آمریکا (۱۸۸۹)، دوکوجف از روسیه را نام برد. پیش از رواج کلمه اکوسیستم، در نوشته‌های آلمانی کلمه *biocoenosis*، در نوشته‌های فرانسوی لغت *biocenose* و در نوشته‌های روسی کلمه *geobiocoenosis* یا *biogeocoenosis* در مفهومی کاملاً مشابه با اکوسیستم به کار رفته است و هنوز هم در زبان‌های مذکور اکثراً به جای اکوسیستم، از اصطلاحات یادشده استفاده می‌شود.



## ۱. اکوسیستم‌های آبهای راکد پالنتیک

اکوسیستم‌های آبهای راکد شامل آن دسته از زیستگاه‌های آبی هستند که جریان آب کندی داشته و تقریباً راکد هستند نظیر دریاچه‌ها، استخرها و مردابها.

دریاچه‌ها، فرورفتگی‌های درون خشکی هستند که از نظر عمق و اندازه، متفاوت هستند. استخرها و آبگیرها، فرورفتگی‌های کوچک‌تر هستند با آبهای کم عمق که گیاهان ریشه‌دار و بن در خاک، در آن‌ها می‌توانند ریشه کنند. بیشتر دریاچه‌ها و استخرها نسبت به شدت نور، میزان جذب طول امواج، فشار هیدرواستاتیک و درجه حرارت، دارای اشکوبهای متفاوت و متعددی بوده و به‌طور عمودی دارای لایه بندی خاصی هستند. ضمناً از نظر افقی نیز، بخش‌های مختلف آن آرایش ویژه‌ای پیدا کرده و به مناطق مختلفی زون بندی می‌شوند.

لایه‌بندی عمودی اکوسیستم‌های آبهای راکد: زیست‌مندان (موجودات زنده) یک محیط آبی راکد، از نظر اکولوژیک در گروه‌های مختلفی تقسیم شده و در اشکوبهای مختلفی از دریاچه زندگی می‌کنند. گروهی از جانوران که نزدیک به سطح آب قرار دارند و شامل جانوران و گیاهان شناور هیگروفیت می‌باشند، لایه نستون را تشکیل می‌دهند. این لایه بین دو سطح آب و هوا تشکیل می‌شود.

لایه پلانکتون شامل گیاهان و جانوران بسیار ریزی هستند، نیروی تحرک بسیار محدودی داشته و قادر نیستند بر جریان‌های آبی غلبه کنند. گروهی دیگر از جانوران که شناگران فعالی بوده و به‌طور نسبی بزرگ‌تر و قوی‌تر هستند، لایه نکتون را به وجود آورده‌اند. جانوران این اشکوب برخلاف پلانکتون‌ها خود را به جریان‌های آبی نمی‌سپارند و از نیروی تحرک کافی برخوردار هستند. پایین‌ترین اشکوب دریاچه نیز دارای فون ویژه‌ای است. نئبوزها، جانورانی هستند که در کف آب و بر بستر رسوبات زندگی می‌کنند.

لایه بندی افقی اکوسیستم‌های آبهای راکد: ناحیه ساحلی یا لیتورال، ناحیه نزدیک به ساحل بوده و در آن گیاهان ریشه دار هیگروفیت پراکنده‌اند. ناحیه نیمه ساحلی یا لیمنتیک، بعد از ناحیه ساحلی قرار داشته و شامل پلانکتون‌های گیاهی و جانوری و بسیاری از زیست‌مندان لایه نکتون می‌باشد. ناحیه عمیق دریاچه یا پروفوندال، ناحیه مرکزی دریاچه به‌شمار می‌رود.

دریاچه‌ها از نظر حرارتی نیز دارای لایه‌های مختلفی بوده و این لایه‌ها از نظر

زندگی آبریان اهمیت خاصی دارند زیرا از نظر میزان حرارت و اکسیژن در عمق‌های مختلف، تغییرات فصلی قابل توجهی دارند. نور نیز تا عمق معینی در آب نفوذ کرده و نسبت به شفافیت آن تغییر می‌کند. این تغییرات، توزیع پراکندگی زیست‌مندان و سازگاری آن‌ها را نسبت به دریاچه تحت تأثیر قرار می‌دهد.

## ۲. اکوسیستم‌های آبهای روان یا لوتیک

اکوسیستم‌های آبهای روان شامل آن دسته از اکوسیستم‌هایی می‌باشند که دارای آبهای جاری فعال بوده و طیف گسترده‌ای از محیط‌های آبی نظیر رودخانه‌ها، چشمه‌ها، جویبارها، سیلابها و آبشارها را در بر می‌گیرند. یک رودخانه در طول مسیر خود از یک جویبار کوهستانی تا یک رودخانه بزرگ تغییر می‌کند. اکوسیستم‌های لوتیک از نظر زون بندی به سه منطقه جریان آرام، تند، و جریان کند قابل تفکیک هستند. ویژگی‌های اکوسیستم‌های لوتیک در ارتباط با سرعت جریان آب شکل می‌گیرند. جریان‌های تند، اغلب غنی از اکسیژن بوده و سرعت حرکت آب به طرف پایاب به تدریج افزایش یافته و بر عکس جریان‌های تلاطمی آن‌ها کاهش می‌یابد و توان فرسایشی آبهای متلاطم در مناطق پر شیب بسیار زیاد است. جریان‌های تند به‌عنوان بخشی از رودخانه به‌شمار می‌رود که سرعت جریان آب و تلاطم آن‌ها بالا بوده و قدرت زیادی در کندن مواد بستر خود دارند. بستر این آبها ممکن است صخره‌ای، قله سنگی یا سنگریزه‌ای باشد فقط آن دسته از موجودات که در برابر جریان‌های سریع آب قادر به مقاومت باشند، در این آبها زندگی می‌کنند. در آبهای روان تند، جریان آب بسیار آرام بوده و توان فرسایشی آن‌ها بسیار کم است و بستر رودخانه از ذرات رسوبی ریز و مواد آلی پوشیده و ته نشین شده تشکیل یافته است و درجه حرارت در این آبها، بالا بوده و پلانکتون‌ها امکان جابجایی دارند. در کف رودخانه‌ها جانورانی نظیر حلزون‌ها، ایزوپودها، یک روزه‌ها، صدف‌ها و انواع گونه‌های شناگر بوفور دیده می‌شوند.

## ۳. اکوسیستم‌های خشکی یا ترستریال

اکوسیستم‌های خشکی یک سیستم سه وجهی به‌شمار می‌روند. بدین ترتیب که ویژگی‌های زیستگاهی آن‌ها ناشی از عملکرد سه فاکتور اقلیم، خاک و جوامع حیاتی آن‌ها می‌باشد. اتمسفر، منبع اکسیژن برای حیوانات و دی اکسید کربن برای گیاهان

به‌شمار آمده و مهمترین جنبه اقلیم در اکوسیستم، ارتباط درجه حرارت و رطوبت می‌باشد.

خاک دارای دو کارکرد عمده است. بدین ترتیب که از یک سو، زندگی موجودات زنده را تأمین کرده و از سوی دیگر منبع تمام مواد غذایی به جز اکسیژن، کربن و هیدروژن می‌باشد. در نتیجه، حاصلخیزی اکوسیستم خشکی در ارتباط تنگاتنگ با شیمی خاک قرار دارد. اکوسیستم زمینی از طریق چیرگی تیپ پوشش گیاهی مشخص شده و به‌وسیله اکولوژیست‌ها و دست‌اندرکاران جغرافیای زیستی به اقالیم حیاتی، جغرافیای زیستی و بیوم‌ها طبقه‌بندی می‌شوند.

تمام زیستمندان (فون، فلور و میکرو ارگانیسم‌ها) در یک اکوسیستم خشکی مشخص، جامعه حیاتی آن را به وجود می‌آورند. در محدوده اقالیم حیاتی در اثر پیوندهای پیچیده بین اقلیم، عوامل فیزیکی و حیاتی، واحدهای بزرگ‌تری از جوامع شکل می‌گیرند. بیوم‌ها به‌وسیله حضور نوع خاص از گیاهان و جانوران از هم متمایز می‌شوند و شامل محیط فیزیکی و اجتماعی گیاهی و جانوری و میکرو ارگانیسم‌های خاص می‌باشند. در هر بیوم، پوشش گیاهی وسیعاً همسان است ولی گونه‌های گیاهی خاصی ممکن است در بخش‌های مختلف بیوم، تفاوت داشته باشند و یا ممکن است چند بیوم در مجاورت یکدیگر در یک منطقه گسترده یکجا وجود داشته باشد.



# فصل پنجم

## تنوع زیستی در مناطق دریایی

### مقدمه

تنوع زیستی مناطق دریایی و ساحلی، شامل تنوع وسیعی از گونه‌های دریایی و ساحلی و تنوع ژنتیکی آن‌هاست. این تنوع شامل وفور گونه‌های موجود در اقیانوس‌های جهان، زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌های بی‌شمار ساحلی و دریایی و غنای فرآیندهای اکولوژیکی که از تمام گونه‌های موجود حمایت می‌کنند، می‌شود.

اقیانوس‌ها که بیش از ۷۰ درصد سطح زمین را می‌پوشانند، ۹۹ درصد گونه‌های زیستمند شناخته شده را در خود جای داده‌اند. همچنین اکوسیستم‌های ساحلی نظیر مصب‌ها، مانگروها و انواع دیگر تالاب‌های ساحلی، دارای تنوع معنی داری بوده و دارای ارزش بسیار بالایی برای جوامع ساحل نشین می‌باشند.

متأسفانه فعالیت‌های انسان در اکثر نقاط در حال از بین بردن منابع زنده دریایی و ساحلی و نابود کردن زیستگاه‌ها و اکوسیستم‌ها بوده و این فشارها گاهی اوقات در حد غیرقابل جبران و برگشت ناپذیر هستند.

چگونه می‌توان اکوسیستم‌های دریایی و ساحلی را حفظ نمود به‌طوری که افراد بشر به استفاده و بهره‌برداری خود از منابع موجود در این مناطق ادامه دهند؟

برای رسیدن به این منظور، نیاز به انجام سه نوع فعالیت است: اول اینکه از فرایندهای اکولوژیکی جمعیت‌های موجودات در معرض تهدید، گونه‌ها و زیستگاه‌ها حفاظت کنیم. برای حفظ تمامیت اکوسیستم‌ها و نقش آن‌ها، فعالیت‌های مضر انسانی باید تحت مدیریت باشد.

دوم اینکه: آستانه و حد پایداری استفاده از منابع دریایی را تعیین کنیم و نحوه استفاده از منابع را طوری مدیریت نماییم که قادر به نگهداری آن‌ها در حد پایداری

باشیم.

سوم اینکه مطمئن باشیم بین حفاظت و مدیریت، هماهنگی خوب و کافی وجود دارد. بدین نحو که افراد وابسته این منابع که از آن‌ها بهره‌برداری به عمل می‌آورند، ضمن حفظ ظرفیت آن‌ها در حد پایداری، بدون آسیب رساندن به فرایندهای اکولوژیکی به استفاده خود از این منابع ادامه دهند.

### تنوع حیات در محیط‌های اقیانوسی

بنابر تعریف کنوانسیون، تنوع زیستی عبارت است از تفاوت‌های موجود بین ارگانیسم‌های زنده حاضر در تمام منابع، شامل اکوسیستم‌های بینابینی خشکی، دریاها و سایر اکوسیستم‌های آبی و ترکیب اکولوژیکی که آن‌ها جزیی از آن هستند. این بخش شامل تنوع داخل گونه‌ای، تنوع بین گونه‌ای و اکوسیستم‌ها می‌باشد.

بیشترین تنوع زیستی با ارزش جهانی در مناطق دریایی دیده می‌شود که دارای زیستگاه‌های بسیار متنوعی می‌باشند. این زیستگاه‌ها از جزایر کم عمق مرجانی تا بستر نرم و تاریک اقیانوس‌ها در اعماق چند هزار متری زیر سطح آب، متفاوت هستند.

جزایر مرجانی به عنوان یکی از غنی ترین زیستگاه‌های جهانی از نظر تنوع زیستی شناخته شده‌اند و چنین به نظر می‌رسد که بستر دریاها عمیق که دارای میزان فشار بسیار زیاد و تاریکی مطلق می‌باشد، محل زندگی هزاران و شاید میلیون‌ها گونه از بی مهرگان کوچک شامل سخت پوستان، کرم‌ها و نرم تنان می‌باشد. تقریباً تمام شاخه‌های جانوری را می‌توان در دریا یافت، در مقابل، تنها نیمی از شاخه‌های مذکور را می‌توان در محیط‌های خشکی مشاهده نمود. جانوران دریایی به نسبت، دارای تنوع شکل ظاهری بیشتری نسبت به گونه‌های خشکزی هستند.

ارگانیسم‌های دریایی همچنین استراتژیهای متفاوت و متنوعی را برای ادامه حیات خود، اتخاذ می‌کنند که چنین روش‌هایی را بندرت می‌توان در خشکی دید. تعداد زیادی از گونه‌های پلانکتونی موجود در اقیانوس‌ها به روش بسیار مؤثر و کارآمدی در آب حرکت می‌کنند. آن‌ها در مسیر جریان‌ات دریایی قرار گرفته و توسط این جریان‌ات به منابع جدید غذایی و زیستگاه‌های جدید دسترسی پیدا می‌کنند. گونه‌هایی که به طریق فیلتر کردن آب از پلانکتون‌ها و موجودات ریز معلق تغذیه می‌کنند، نیز از دامنه وسیعی برخوردارند که شامل پلانکتون‌های جانوری، بارناکل‌ها، دو

کفه‌ای‌ها، شقایق‌های دریایی و بالن‌ها می‌شود.

به لحاظ اینکه دسترسی به نواحی دریایی مشکل و نیز گران است، تنوع زیستی دریایی نسبت به مناطق خشکی کمتر شناخته شده است.

جای تعجب است که حتی در شناخته شده ترین مناطق دریایی، در مورد حیات در دریا دانش کافی نداریم. در مقابل، دانشمندان ۲۲ شاخه از مایوفون‌ها را مشخص کرده اند که دو شاخه از آن‌ها در ۲۰-۱۰ سال گذشته شناسایی شده است و این حیوانات که به سختی با چشم غیر مسلح دیده می‌شوند بر روی دانه‌های شن در مناطق ساحلی و اعماق اقیانوس‌ها زندگی می‌کنند.

نزدیک به ۱۰۰۰۰ عدد از این جانوران را در یک شن مرطوب می‌توان یافت. آن‌ها منبع اصلی غذا برای میگو و ماهی‌هایی هستند که از موجودات کفزی تغذیه می‌کنند. آن‌ها همچنین ذرات و آلاینده‌هایی که توسط شن‌های مناطق ساحلی و نزدیک ساحل فیلتر شده‌اند را نیز مورد تغذیه قرار می‌دهند.

جزایر مرجانی که در بین بزرگ‌ترین و قدیمی‌ترین ساختارهایی که به‌وسیله موجودات زنده به وجود آمده اند قرار می‌گیرند. سکونتگاه حجم و توده قابل توجهی از گونه‌ها و شبکه‌های پیچیده تأثیرات متقابل بین گونه‌ای هستند. نقطه مقابل این زیستگاه‌های کم عمق و روشن از نور آفتاب، مناطق عمیق و بستر اقیانوس‌ها می‌باشند که فشار بسیار بالا و تاریکی مطلق از صفات مشخصه آنان می‌باشد. این مناطق نیز خود به نسبت دارای تنوع وسیعی از گونه‌هایی که به این شرایط سازش یافته اند است. ضمناً در کنار چشمه‌های آب گرم در مناطق عمیق دریا، جوامعی از گونه‌ها زندگی می‌کنند که علاوه بر سازش در مقابل تاریکی و فشار زیاد، نسبت به دمای زیاد حتی نزدیک نقطه جوش سازش پیدا کرده اند.

برخی از سیستم‌های (تشکیلات) ساحلی نظیر جنگل‌های مانگرو، مصب‌ها و مرداب‌ها به جای داشتن تنوع زیاد دارای صفت مشخصه میزان تولید بیولوژیکی بالا می‌باشند. این مناطق هم برای سایر اکوسیستم‌های دریایی نظیر آب‌سنگ‌های مرجانی و اکوسیستم‌های بزرگ‌تر دریایی و هم برای توسعه و پیشرفت جوامع انسانی مهم و حیاتی به‌شمار می‌آیند زیرا نقش بسیار موثری در صید و صیادی داشته و خدمات ارزنده‌ای را نیز ارایه می‌دهند. کاهش در تنوع گونه‌ای این مناطق اغلب نشانه‌ای است برای کاهش میزان تولید منابع با ارزش، که عواقب بسیار زیان آوری برای جوامع

ساحل نشین به دنبال خواهد داشت. مهمترین اثرات و تهدیدات مستقیم نسبت به محیط زیست مناطق ساحلی و دریایی:

۱. آلودگی (آلودگی ناشی از زمین (Land base) و سایر منابع.
۲. بهره برداری بیش از حد از منابع زنده دریایی.
۳. معرفی گونه های وارداتی (خارجی).
۴. توسعه و اثرات جانبی آن.
۵. تغییرات آب و هوای زمین.
۶. تخریب لایه اوزن.

#### ۱. آلودگی (آلودگی ناشی از زمین (Land base) و سایر منابع

آلودگی های منشا گرفته از خشکی، اصلی ترین عوامل آلوده کننده مناطق دریایی می باشند. در عین حال اینکه اثرات آلوده کننده حاصل از انتقال مواد آلاینده از طریق هوا و کشتی ها به طور معنی دار مؤثر می باشد.

مواد شیمیایی سمی، فاضلاب ها و رواناب های کشاورزی باعث بروز تخریب های زیادی می شوند که در نهایت به یوتریفیکاسیون و سایر فرآیندهای مخرب ختم می شود. رشد بیش از حد جلبک ها در مناطق مرجانی که به علت فزونی راهیابی مواد غذایی از طریق خشکی است، می تواند باعث تخریب و خفگی مرجان ها گردد.

رودخانه هایی که به دریا می ریزند، مواد آلاینده و سمی را از شهرها و مناطق صنعتی با خود حمل می کنند که عمده تاً ناشی از رواناب های کشاورزی، اکتشافات معادن، فرآیندهای صنعتی و ساخت و ساز و لایروبی می باشد.

لکه های نفتی که از خشکی و نفتکش ها در طول مراحل اکتشاف، عمل آوری و یا حمل و نقل به دریا راه می یابند نیز از عوامل عمده و متداول آلوده کننده مناطق دریایی می باشند.

علاوه بر اثرات مذکور، اثرات توسعه مناطق ساحلی از طریق تغییر خط ساحلی و اکوسیستم های حساس نظیر تالاب ها، آبسنگ های مرجانی و مانگروها، ضمن افزایش فشارهای وارده باعث تشدید و افزایش اثرات سوء تحمیل شده بر مناطق دریایی می گردد. در بین انواع مختلف آلاینده ها، انواع آلی و پایای آن ها از اهمیت خاصی



برخوردار هستند زیرا این مواد، محلول در چربی بوده و در بدن جاندارانی که در بالای زنجیره غذایی قرار دارند ذخیره می‌شود (به عنوان مثال پستانداران دریایی و شکارچیان بزرگ) و در نهایت در غذای مورد استفاده انسان تاثیر می‌گذارد. برخی از خواص آلاینده‌های آلی پایا (Persistent organic pollutant) یا pop به آن‌ها اجازه می‌دهد در مسافت طولانی از یک محل به محل دیگر، دور از منبع اصلی منتقل گردند. اثرات مشاهده شده آن‌ها به طور عمده بر روی غدد، سیستم دفاعی بدن و سیستم تولید مثلی است.

## ۲. بهره‌برداری بیش از حد از منابع زنده دریایی

مشکلاتی که در حال حاضر، صیادی و شیلات با آن روبه رو است، در سطح وسیعی خطر آفرین گشته است. اثرات این مشکلات نه تنها در کاهش تولید غذا دخالت دارند، بلکه دارای اثرات ثانویه روی تنوع زیستی به لحاظ استفاده از روش‌های برداشت مخرب و کاهش جمعیت گونه‌های خاص و معین می‌باشند. اثرات جمعی و نهایی صید جانبی در سلامت اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی در سطح ضعیفی مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از روش‌های مخرب و دام‌های غیر مناسب صیادی، از تورهای شناور گرفته تا ماهیگیری با دنیا میت، دارای اثرات قابل توجهی بر جمعیت گونه و سلامت اکوسیستم‌های دریایی می‌باشند.

## ۳. معرفی گونه‌های وارداتی

یکی دیگر از تهدیدات عمده و قابل توجه نسبت به تنوع زیستی دریایی، معرفی گونه‌های وارداتی می‌باشد که نسبت به محیط معرفی شده، بومی نمی‌باشند. معرفی گونه‌های خارجی به طور عمده غیر عمدی و تصادفی و ناشی از نقل و انتقالات گونه‌ها در آب تعادل کشتی‌ها از بندری به بندر دیگر در حمل و نقل دریایی می‌باشد. درجایی که گونه شکارچی وجود ندارد، گونه‌های معرفی شده ممکن است باعث نابودی و یا جایگزین با گونه‌های بومی شوند. ضمن اینکه گونه جدید ممکن است حامل بیماری‌های انگلی ناشناخته‌ای باشد.

برای جوامعی که وابسته به برداشت و صید از گونه‌های ماهی‌های بومی

می‌باشند، این امر می‌تواند عواقب اقتصادی و اجتماعی مخربی داشته باشد. به‌عنوان مثال در کانادا، در نتیجه ممانعت دولت از فعالیت‌های صیادی در برخی مناطق به خاطر از بین رفتن جمعیت ماهی‌ها در اثر بهره‌برداری، هزاران فرصت شغلی از بین رفته است.

#### ۴. تخریب زیستگاه توسط توسعه مناطق ساحلی

آبزی پروری دریایی و توسعه مناطق شهری در نواحی ساحلی بارزترین عامل تاثیرگذار انسانی بر روی تنوع زیستی می‌باشد. بدین معنی که در ارتباط با سایر منابعی که بر تنوع زیستی اثر می‌گذارند، توسعه مناطق ساحلی با اشکال کشاورزی، آبزی پروری دریایی، توریسم، توسعه اقتصادی و احداث جاده می‌تواند باعث تغییر در اکوسیستم‌های مناطق ساحلی، افزایش آلودگی، هدایت به سمت بهره‌برداری بیش از حد منابع و امکان معرفی گونه‌های وارداتی گردد. زیرا که مناطق ساحلی، سکونتگاه ۳/۴ جمعیت جهان بوده و مهاجرت و اسکان در این مناطق رو به فزونی است.

#### ۵. تغییر اقلیم زمین

در طول زمان، آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی، به آرامی اتمسفر زمین را تغییر داده و در نهایت، اکوسیستم‌های وسیع دریایی را با خطرات جدی مواجه نموده است. شواهد موجود، دال بر این است که تغییرات آب و هوا جهانی در اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای، ممکن است باعث تغییرات عمده‌ای در الگوهای جریان‌های دریایی در طول مدت کوتاه شود.

در ضمن اینکه این اثرات در برخی مناطق قابل پیش‌بینی نیست، اثرات جدی و خطرناک در برخی مناطق دیگر قطعی است که از آن جمله می‌توان به اثرات آن روی فعالیت‌های شیلاتی و اقلیم خشکی اشاره نمود.

پیشروی آب دریا خود عاملی است که جزایر کوچک و مناطق کم ارتفاع را تهدید به فروریختن زیر آب می‌کند. در مجموع، تغییر اقلیم تهدیدی است برای آبسنگ‌های مرجانی و اجتماعاتی که رکن اصلی این اکوسیستم‌ها با تنوع بسیار بالا می‌باشند.

## ۶. تخریب لایه اوزن

یکی دیگر از عوامل تهدیدکننده تنوع زیستی در مناطق دریایی، تخریب لایه اوزن می باشد. پلانکتون های فتوسنتزکننده، تولید کنندگان اولیه اکوسیستم های دریایی هستند که انرژی خورشیدی را در خود ذخیره می کنند و حفاظت از آنها مهمترین عامل در حفظ و نگهداری تنوع زیستی این اکوسیستم ها می باشد. لیکن این گونه ها در معرض تهدید اشعه فرا بنفش می باشند که تشعشع آن ناشی از نازک شدن و از بین رفتن لایه اوزون است. مجموع تأثیرات این عوامل است که محیط های دریایی را که مهمترین منبع تامین غذا و خدمات اکولوژیکی به شمار می روند را شدیداً تحت تاثیر قرار می دهد و مجموع اثرات این عوامل مانع از بازیافت و ترمیم اکوسیستم می شود.

## اکوسیستم های آبی

سه دسته موجودات زنده اکوسیستم ها:

تولیدکننده ها (Producers): از جمله موجودات زنده ای که جزء این دسته می باشند، عبارتند از گیاهان سبز و در آنها قبل از همه جلبک ها و بعضی باکتری های فتوسنتزی و شیمیوسنتزی. قسمت عمده این موجودات زنده در دنیا مربوط به پلانکتون های گیاهی می شود. چون تولیدکننده ها از ترکیبات معدنی فقیر از لحاظ انرژی تغذیه می کنند، به آنها موجودات اوتوتروف هم می گویند (موجوداتی که خودشان را خود تغذیه می کنند).

مصرف کننده ها (Consumers): این ها موجوداتی هستند که غذای خود را از موجودات دیگر (گیاهی یا حیوانی) تهیه می کنند و خود قادر به تهیه غذای خود نیستند. از این رو به این دسته موجودات، گروه سوم یعنی تجزیه کننده ها موجودات هتروتروف می گویند.

مصرف کننده ها دو دسته هستند: گیاهخوار و گوشتخوار. موجوداتی که از گیاهان تغذیه می کنند، گیاهخوار یا هربی ورها نامیده می شوند و به موجوداتی که از حیوانات تغذیه می کنند گوشتخواران یا کارنی ورها گویند.

تجزیه کننده ها (Detritus): به موجودات تجزیه کننده، ساپروفیت هم گفته می شود. باکتری ها و قارچها جزء این دسته هستند که موجودات مرده و بقایای آنها را

به طور کامل تجزیه می کنند. تجزیه کننده ها در حقیقت جز مصرف کننده ها هم هستند. با این وجود آن ها را اغلب به عنوان گروه موجودات زنده ساپروفیت مورد مطالعه قرار می دهند. نیز انواعی از موجودات زنده وجود دارند که بدون اکسیژن قادر به زندگی هستند (باکتری های بی هوازی).

### زنجیره غذایی و چرخش مواد در اکوسیستم آبی

در یک دریاچه یا یک رودخانه، انواع مختلف موجودات زنده وجود دارند. بسته به موقعیت آن ها در زنجیره غذایی، یکی دیگر از طبقات هرم غذایی را اشغال می نمایند. آخرین عنصر در زنجیره غذایی، تجزیه کننده ها هستند. این ها مواد آلی را تا آن حد تجزیه می کنند که دوباره در اختیار چرخش قرار گیرند. در اکوسیستم های طبیعی که تمامی آن ها از سیستم های باز هستند، چرخش های ازت خیلی وسیع است.

فتوستیز در سطحی ترین طبقه دریا (طبقه غنی از مواد غذایی) انجام می گیرد. تقریباً ۸۹٪ کربن در این منطقه از دریا دوباره از طریق تنفس به صورت دی اکسید کربن و بی کربنات در می آید. در این منطقه، اولین چرخش مواد غذایی بوقوع می پیوندد. این چرخش متصل است به یک چرخش دیگر در اعماق پائین دریا که در آنجا، موجودات ذره بینی مانند باکتری ها غالب هستند. ضمن این عمل، کربن های آلی رسوب می کنند (جلبک ها، حیوانات مرده، فضولات) به عنوان مواد غذایی، دومین چرخش را تنظیم می کنند زیرا انرژی برای بقا موجوداتی که در عمق دریا زندگی می کنند می تواند فقدان نور توسط تنفس و تجزیه را جبران کند.

اولین چرخش از خارج تغذیه می شود و آنهم به این طریق که به ازای ۲٪ کربن از دریاها و اتمسفر ۴ تا ۸٪ کربن از چرخش های عمیق تر به وسیله تنفس و تجزیه آزاد می شوند. سرانجام کربن به صورت آهک و ماده آلی جامد نیز حتی در کف دریاها رسوب می کند. همانطور که انتظار می رود قوه تولید در داخل زنجیره غذایی از طبقه ای به طبقه دیگر هرم غذایی، کاهش می یابد زیرا مصرف کننده ها می توانند به وسیله عرصه غذایی رشد کنند.

در یک آب اما نیز امکان دارد که مصرف کننده ها تمامی تولیدکننده ها را بخورند و بیوماس پلانکتون های جانوری به طور موقت بیشتر از بیوماس پلانکتون های گیاهی گردد. این موضوع در مورد دریاچه های مناطق معتدل شمالی مانند اروپای مرکزی و

شمال غربی در فصل زمستان صدق می‌کند. در بهار و تابستان هنگامی که درجه حرارت بالا می‌رود، تولید اصلی خیلی زیاد می‌شود، به‌طوری که بیوماسهای تولیدکننده دوباره از مصرف‌کننده‌ها پیشی گرفته و برتری می‌یابند.

قوه تولید یا حاصلخیزی تولیدکننده‌ها به‌طور متوسط تقریباً ده برابر بیشتر از آن مصرف‌کننده‌هاست. برعکس بیوماس مصرف‌کننده می‌تواند حتی از قوه تولید تولیدکننده‌ها بیشتر شود.

### چرا تنوع زیستی مناطق دریایی و ساحلی اهمیت دارند؟

اکوسیستم‌های ساحلی و دریایی و تنوع گونه‌ها که ساختمان آن را تشکیل می‌دهند، منابع و خدمات بسیار مهم و وسیعی را فراهم می‌آورند. منابع غذایی استحصال شده از دریا به خصوص ماهی، سخت پوستان و نرم تنان منابع مهمی جهت تغذیه انسان به‌شمار می‌روند. ماهی‌های دریایی در سال ۱۹۹۳ تأمین‌کننده چیزی در حدود ۸۴ میلیون تن از غذای انسانی و نیز مکمل‌های غذایی حیوانات پرورشی بوده‌اند. ضمن اینکه فعالیت‌های صید و صیادی جهت استحصال مقدار ذکر شده، خود منبع مهمی برای اشتغال نیروهای انسانی ساکن در مناطق ساحلی می‌باشند. بخش عمده صید جهانی از طریق فعالیت‌های صیادی در مقیاس کوچک انجام می‌گیرد. گوشت ماهی، ۱۶ درصد از کل میزان متوسط پروتئین استفاده شده توسط هر فرد در سطح جهان را تشکیل می‌دهد (FAO 1993) که این میزان در کشورهای در حال توسعه بیشتر است.

اکوسیستم‌های ساحلی و دریایی همچنین خدمات بسیار حیاتی و مهمی را برای انسان فراهم می‌سازند. این عملکردهای اکولوژیکی شامل: ذخیره و چرخه مواد غذایی، تنظیم تعادل آب، جلوگیری از صدمات وارد شده به خشکی‌ها در اثر طوفان‌های دریایی و امواج و جلوگیری از فرسایش بیش از حد مناطق خشکی در اثر عوامل ذکر شده و در نهایت تصفیه مواد آلوده‌کننده است. در مقیاس وسیعتر، اقیانوس‌ها نقش اساسی در تنظیم و تعادل آب و هوای کره زمین بازی می‌کنند.

فرآیندهای بیولوژیک مرتبط با تنظیم آب و هوای زمین به‌وسیله پمپ‌های (مکش - جذب) فتوسنتزی اقیانوس‌ها عمل می‌کنند. بدین نحو که اصلی‌ترین گاز گلخانه‌ای، دی اکسید کربن، را جذب نموده و ۱/۳ تا ۱/۲ میزان اکسیژن مورد نیاز در روی زمین را تولید می‌کنند. تنوع اکوسیستم‌ها باعث تثبیت، بقا و زیبایی زمین می‌شوند.

آبسنگ‌های مرجانی، مصب‌ها و کولاب‌ها (Lagoon) و آب‌های کم عمق ساحلی اساساً برای جمعیت‌های انسانی، به لحاظ تأمین مایحتاج و نیز ارایه خدمات، با ارزش بوده و در ردیف اکوسیستم‌هایی که تولید بسیار بالایی دارند قرار می‌گیرند. برخی از این مناطق، نظیر مرجان‌ها و جنگل‌های مانگرو مانند حایلی، از مناطق خشکی محافظت کرده و مانند یک ضربه گیر (Buffer) از اثرات مخرب طوفان‌های دریایی جلوگیری می‌کنند و باعث متعادل و کمتر شدن اثرات تخریبی امواج و طوفان‌ها می‌شوند.

با تلاق‌های آب شور (Marsh)، باعث تصفیه آب از رسوبات می‌گردند. تمام‌این نظام‌ها (سیستم‌ها) باعث ایجاد مناطقی شبیه به پرورشگاه (Nursery) و نیز مناطق تغذیه‌ای برای بسیاری از گونه‌های ساکن مناطق ساحلی و کم عمق (پلاژیک) می‌شوند که از جمله آن‌ها می‌توان به انواع گونه‌های ماهی که برای تغذیه انسان بسیار مهم می‌باشند، اشاره نمود.

گونه‌های دریایی همچنین محصولات دیگری را در سطح وسیع تولید می‌کنند که شامل: علف‌های دریایی ماکول، اجزای تشکیل دهنده ترکیبات غذایی، لوازم آرایشی، مواد صنعتی و رنگ‌ها و دهها تولیدات دیگر از آن جمله‌اند.

محققین پزشکی و دارویی که به تازگی برای کشف ارزش بیولوژیک دریا، دست به کار شده‌اند به‌این نتیجه رسیده‌اند که تعدادی از ارگانسیم‌های دریایی تولید ترکیبات ناشناخته‌ای می‌کنند که روی موجودات زنده اثر دارند مانند ضد ویروس‌ها و ترکیبات ضد سرطانی که ممکن است بزودی به‌صورت داروهای تأیید شده مورد استفاده قرار گیرند. به‌عنوان مثال یک نوع ترکیب که از اسفنج دریایی جهت معالجه و کنترل تبخال (Herpes) به دست می‌آید، دارای ارزش سالانه ۵۰ تا ۱۰۰ میلیون دلار می‌باشد. تنوع زیستی دریایی همچنین به نظر می‌رسد به احتمال، تأمین کننده آنزیم‌های جدید برای مصارف بیوتکنولوژیکی، تکنولوژی‌های زیست محیطی و سایر ترکیبات صنعتی باشد.

### اهمیت آلودگی آب اقیانوس‌ها و دریاها و جلوگیری از آن

اگر چه با توجه به عظمت دریاها و اقیانوس‌ها به نظر می‌رسد که محیط‌این منابع آبی یا اکوسیستم‌های عظیم با وسعت و عمق و حجم آبهای خود قادر به قبول هر گونه و

هر میزان مواد آلوده هستند که رودها به همراه آورده و یا امواج آن‌ها را به دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها می‌سپارند و شاید این چنین استدلال شود که این مواد هر قدر هم زیاد باشند، بر اثر عمل مکانیکی آب‌ها مانند جریان‌های دریایی و امواج جزر و مد با آب دریا مخلوط و به اطراف منتقل می‌گردند و خلاصه قادر نخواهند بود در این محیط بزرگ، اختلال و دگرگونی به وجود آورند اما حقیقت امر چنین نیست:

دریاها و اقیانوس‌ها مانند رودها منتهی در مقیاس وسیع تری قابل آلوده شدن هستند و حتی در بعضی موارد آلوده شدن آن‌ها اختلالی به مراتب بیشتر از رودها در حیات جانوران و گیاهان و زندگی انسان‌های ساحل نشین ایجاد می‌کند. مسئله قابل توجه در آلودگی دریاها و اقیانوس‌ها و اختلاف آن با آلودگی آب رودها این است که رودها به سهولت تحت کنترل درمی‌آیند و اگر تدابیر و اقدامات اساسی و جدی در کشورهای پر جمعیت و صنعتی به عمل آید، از آلودگی آب‌ها می‌توان جلوگیری نمود. خوشبختانه به تلاش مکانیکی آب که به صورت اقسام حرکات و تموجات ظاهر می‌گردد و فعل و انفعال‌های شیمیایی که در محیط دریاها و اقیانوس‌ها صورت می‌گیرد و تغییرات درجه گرما و فشار و غیره مانند دستگاه تصفیه خودکار محیط اقیانوس‌ها را دائماً متلاطم می‌سازد و مانع از فساد آب‌ها می‌گردد، ولی آلودگی منطقه، خلیج‌ها و ساحل‌های مربوطه را مورد حمله قرار می‌دهد و زندگی موجودات را با اشکالات زیاد روبرو می‌سازد. در تمام قسمت‌های اقیانوس‌ها، حیات وجود دارد و به طبع آن، زنجیره غذایی عظیم و پیچیده ای وجود دارد که از کوچکترین موجودات اتوتروف شروع و به بزرگترین موجودات از نوع ماهی و پستانداران دریایی ختم می‌شود.

علاوه بر جانوران در دریاها و اقیانوس‌ها، انواع مختلف گیاهان وجود دارند، نور تقریباً تا عمق ۱۰۰ متری در این محیط آبی نفوذ می‌کند. آلودگی آب اقیانوس‌ها زندگی تمامی این موجودات زنده اکوسیستم را به خطر می‌اندازند. سیستم اتمسفر - اقیانوس - رسوب یک عامل تعیین کننده غالب سیاره‌هاست. به ازای هر اتم کربن در اتمسفر، تقریباً ۶۰ اتم کربن (بیشتر به صورت بی کربنات) در دریاها، تقریباً ۱۱۰۰۰۰ اتم کربن (بیشتر به صورت کربنات) در رسوب‌ها وجود دارد. از این جهت، اتمسفر بر مداخلات انسان‌ها در چرخش هیدروژن و اکسیژن حساس عمل می‌کند. سیستم‌های چرخشی اقیانوس‌ها و اتمسفر، جریان‌های آب و هوایی را در سطح کره خاکی تعیین می‌کنند. آب دریاها و اقیانوس‌ها عامل تنظیم و تعدیل کننده آب و هواست.

مهمترین منابع آلودگی آب اقیانوس‌ها مواد نفتی هستند. این آلودگی با منشأ مواد نفتی، عمل اکسیژن گیری آب را مختل می‌سازد، اما پخش آن‌ها در محیط اقیانوس‌ها با وجود وسعت زیاد این سطوح‌های وسیع بر روی تجمع حیاتی اثر می‌گذارد و رابطه طبقات زیستی گیاهی و حیوانی را در مقیاس وسیعی قطع می‌کند.

استخراج نفت فلات قاره از یک طرف و حمل و نقل نفت به وسیله کشتی‌های عظیم از طرف دیگر، اقیانوس‌ها را در معرض مخاطره جدی آلودگی نفتی قرار داده است، زیرا در این فعل و انفعالات، مقدار قابل توجهی از مواد نفتی به دریاها می‌ریزد و با توجه به فعالیت روزافزون در این زمینه هر سال به مقدار آلودگی‌ها افزوده می‌شود. این مواد به دلیل سبک بودن، یک قشر چربی در روی آب تشکیل می‌دهند. این قشر از نفوذ اکسیژن و نور به درون آب جلوگیری می‌کند و از آنجایی که این مواد توسط موجودات زنده موجود در آب جذب نشده، از بین نمی‌رود و به همان صورت در سطح آب باقی می‌ماند.

### اثرات زیانبخش پراکندگی مواد نفتی بر روی دریاها و اقیانوس‌ها

- مواد نفتی از طریق گل‌ها و ماسه‌های ساحلی وارد بدن بسیاری از سخت پوستان و صدف‌ها می‌گردد و در آنجا متمرکز می‌شود. مصرف این موجودات برای انسانی که از آن‌ها تغذیه می‌کند نیز عواقب نامطلوبی به بار می‌آورد. در مطالعه‌ای که روی دو نوع صدف صید شده در آبهای آلوده با مواد نفتی به عمل آمد، ترکیب نوعی ماده که از مواد سرطان‌زاست در آن‌ها یافت شده است. از میان جانوران دریایی خرچنگ‌ها، به شدت تحت تأثیر آلودگی نفتی قرار می‌گیرند و این آلودگی حتی باعث مرگ آن‌ها می‌شود. مواد نفتی علاوه بر آنکه موجب نابودی ماهی‌ها می‌شود، با آلوده شدن آبها و اقیانوس‌ها با آن، گوشت ماهی بوی نفت بخود می‌گیرد که در نتیجه، موجب کاهش مصرف ماهی می‌شود.

- پلاژها که در تابستان بعضی از آن‌ها حتی در زمستان، میلیون‌ها مردم را به دریا جذب می‌کنند و محل فعالیت و تفریح و تفرج توریستی و به این طریق پایگاه و مراکز مهم اقتصاد جهانگردی به شمار می‌آیند، با انتشار مواد نفتی بر روی آب، زشت و غیر قابل تحمل گشته و قابل استفاده نخواهند بود.

- زیان مواد نفتی، گیاهان دریا را در بر می‌گیرد: پلانکتون‌های گیاهی از



موجودات ذره بینی که در سطح آب شناور هستند، ممکن است بر اثر مواد نفتی از بین بروند و به این طریق منبع و منشأ تولید اکسیژن مورد نیاز انسان‌ها و دیگر موجودات زنده در مخاطره افتد، نیز گیاهان بزرگی که در سطح آب به صورت مستغرق زندگی می‌کنند احتمالاً از بین می‌روند.

علاوه بر پلانکتون‌ها و گیاهان دیگری که در سطح آب شناور هستند، گیاهان داخل آب دریاها نیز از مواد نفتی زیان می‌بینند، زیرا این گیاهان با استفاده از نور خورشید و عمل فتوسنتز به حیات خود ادامه می‌دهند، اما با آلوده شدن آب دریاها به نفت، این مواد روغنی پرده ای بر روی آب می‌کشند و مانع نفوذ نور و اکسیژن گیری آب می‌شود. در نتیجه، گیاهانی که به فقدان نور و اکسیژن حساسیت زیادی دارند از بین رفته و گیاهان مقاوم‌تر زیاد می‌شوند و از اینرو تعادل اکوسیستم دریا یا اقیانوس دگرگون می‌گردد.

• آلودگی آب توسط مواد نفتی به موجوداتی که در اعماق دریا زندگی می‌کنند نیز زیان وارد می‌آورد، زیرا با وارد شدن نفت به آب و بهم خوردن آن به وسیله حرکات شدید آب دریا، آن مواد با مواد شناور در آب مخلوط شده یا چسبیده و به تدریج در میکروارگانیسم وارد می‌شود و رسوب می‌کند و سرانجام به اعماق دریا رسیده و محیط زیست این مناطق را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

• آلودگی اقیانوس‌ها با هیدروکربورها زندگی پرندگان را نیز بشدت تهدید می‌کند، زیرا زندگی پرندگان در حد وسیعی وابسته به دریاست و این موجودات خط ارتباط حیاتی بین زمین و دریا برقرار کرده و عامل انتقال مواد زنده بین این دو محیط زیستی یا اکوسیستم خشکی - دریا محسوب می‌شوند و هر عاملی که سبب محو قسمتی از آن‌ها گردد، در حقیقت موجب قطع چند حلقه از زنجیر غذایی یا زندگی می‌شود.

پخش مواد نفتی بر روی دریاها و اقیانوس‌ها در زمینه‌های مختلف به پرندگان و زندگی آن‌ها لطمه وارد می‌کند. از آن جمله موارد و راههای زیر را می‌توان نام برد:

یکی از خطرهای مستقیمی که مرغان را به خطر می‌اندازد، آغشته شدن پرهای آن‌ها به مواد نفتی است که موجب چسبیدن پرها بهم می‌شود. بال مرغان که به مواد مذکور می‌چسبد و خاصیت محافظ خود را در مقابل گرما و رطوبت از دست می‌دهد و این امر سبب بروز اختلال در بدن حیوان می‌شود و سرانجام به مرگ او منتهی می‌گردد.

از طرف دیگر جذب مازوت، یک رشته اختلالاتی دیگر در اعضا حاکم بدن پرنده به وجود می آورد و او را بیمار می سازد و از بین می برد، خلاصه پرنده ای که دچار آلودگی نفتی می شود دیگر نمی تواند شنا یا پرواز کند و حفظ درجه حرارت بدن هم دیگر برای او مقدور نیست. این حیوانات سرما می خورند، دچار گرسنگی می شوند، در آب فرو می روند و یا بی کمک و درمانده در ساحل شنا می کنند. بیش از ۱۰۰۰۰ پلیکان و مرغان بسیاری از دیگر پرندگان به این طریق از بین رفته اند.

• نفتی که دارای هیدروکربورهای معطر زیاد است، چشم ها و گوش ها را آزار می دهد. نفت دارای اثرات فیزیولوژیک بسیاری است مانند: ذات الریه، ناراحتی شدید دستگاه گوارش، تغییرات در چربی ها و کبد، غدد فوق کلیوی و مرگ نسوج پرندگانی که در معرض مواد نفتی حاوی فسفات آلی قرار می گیرند.

• به نسبت، گزارش کمی در مورد مرگ ماهی ها در اثر انتشار مواد نفتی موجود است. به نظر می آید که ماهی ها به خصوص قادر به استشمام نفت در نواحی آلوده هستند که به این ترتیب از نزدیک شدن به آن خودداری می کنند. اثرات طولانی مدت نفت روی اجتماعات ماهی عواقب مهلکی مانند تغییرات رفتاری، تغییر در فرم مهاجرت و میزان زاد و ولد آن ها دارد. ماهی هایی که در آبهای آلوده به مواد نفتی شناور هستند، گوشت آن ها عفن و بد طعم می شود. کاهش در میزان صید بر اثر آلودگی نفتی نیز ممکن است به علت تأثیر مواد نفتی بر الگوی زیست و عادات غذایی ماهی و سایر موجودات آبی که آزادانه در آب شناور هستند به وجود آید. انتشار سریع نفت در دریاها امکان دارد به کاهش تدریجی حاصلخیزی آبها در یک منطقه وسیع از دریا منتهی گردد.

• تجزیه میکروبی مواد نفتی ممکن است به تولید محصولات از طریق اکسیداسیون بیانجامد که دارای اهمیت زیادی از نظر اکولوژی هستند. مواد حاصل از اکسیداسیون مانند اسیدها، آلکالوئیدها، الکل ها، پراکسیدها، اکسیژن های سولفور باعث بالا رفتن میزان مسمومیت می شود. تجزیه میکروبی نفت به خصوص وقتی که دارای ترکیبات سنگین باشد منجر به تشکیل مواد سمی می گردد.

### محیط زیست آبهای شیرین

امروزه آبهای شیرین کمتر از ۰/۲ درصد از منابع آبی جهان را شامل می شوند و کمتر از

۱/۴ درصد از سطح زمین را می پوشانند. اغلب تالاب‌ها، زیستگاه‌های حد واسط خشکی و دریا می‌باشند و حدود ۶ درصد سطح زمین را می پوشانند. علیرغم وسعت کم تالاب‌ها، آب‌های شیرین و تالاب‌ها غذای بیش از نیمی از انسان‌های جهان را تأمین می‌کنند (عمدتاً برنج و ماهی) و در تأمین رفاه و آسایش بشر نقش دارند.

از آنجایی که زندگی از آب آغاز شده و در محیط آبی گسترش یافته و پس از سیر تکامل بسیاری از جانوران مجدداً به محیط آبی برگشته‌اند، نمی‌توان اهمیت محیط‌زیست آب شیرین را در حفظ تنوع زیستی نادیده گرفت. تاریخ تکامل طولانی جانوران سبب وجود تنوع و اختلاف فراوان در موجودات آبی و خشکی زی شده است. مطالعات Tokeshi در سال ۱۹۹۴ دلایل تنوع زیستی در آب‌های شیرین را از لحاظ تکاملی نشان داده که اختلاف معنی‌داری بین تنوع زیستی زیستگاه‌های خشکی و آبی وجود دارد، که این امر به دلیل زمان طولانی تکامل موجودات در محیط‌های آبی است زیرا موجودات در محیط‌های آبی زودتر از خشکی حضور پیدا کرده‌اند و فرصت بیشتری از موجودات خشکزی برای سیر تکامل داشته‌اند. به‌عنوان مثال مطالعات نشان داده است که ۲۱۷۰۰ گونه ماهی در جهان شناسایی شده است. از این تعداد، بیش از ۸۴۰۰ گونه ماهی یعنی ۴۰ درصد از کل ماهیان شناخته شده در جهان در آب‌های شیرین زندگی می‌کنند و بقیه دریازی هستند.



# فصل ششم

## اکوسیستم تالاب

### مقدمه

تعریف ارائه شده از تالاب‌ها توسط کنوانسیون رامسر شامل: مناطق مردابی، آبگیر، توربزار یا آبی که به‌طور طبیعی یا مصنوعی، دائم یا موقت دارای آب ساکن یا جاری، شیرین، لب شور یا شور بوده و نیز شامل آن دسته از آب‌های دریایی است که عمق آب در کشند پایین بیش از ۶ متر نباشد.

باتوجه به تعریف فوق، تالاب‌ها در برگرنده مناطقی از قبیل کفه‌های گلی، بسترهای علفی دریایی و مناطق ساحلی، کفه‌های صخره‌ای، آبسنگ‌های مرجانی، مصب‌ها، رودخانه‌ها، مانگروهای آب‌های شیرین، سدها، دریاچه‌ها، باتلاق‌های جنگلی و مشجر، مرداب‌ها و دریاچه‌های شور می‌باشد. بنابراین، کنوانسیون با توجه به تعریف فوق، تیپ‌های وسیعی از اکوسیستم‌های آبی را تحت پوشش خود قرار می‌دهد.

### تالاب‌ها

بیشترین اطلاعات موجود در ارتباط با تالاب‌ها از دهه ۱۹۶۰ به این سو می‌باشد. اغلب نوشتجات در ارتباط با سیمای کلی تالاب‌ها بوده است و علی‌رغم اهمیت تنوع زیستی در زندگی بشر، اطلاعات کمی در ارتباط با تنوع زیستی تالاب‌ها در دست است. تنها فهرستی از تعدادی از گونه‌های جانوری تعدادی از تالاب‌ها آن هم تالاب‌های ثبت شده در کنوانسیون رامسر تهیه شده و هیچ گونه فهرستی از گیاهان تالاب در دست نیست و این امر در جهان عمومیت دارد. در حالی که تنوع زیستی در تالاب‌ها بنا به دلایل زیر از غنای طبیعی بسیار بالایی برخوردار می‌باشند.

تالاب‌ها شامل انواع و اقسام زیستگاه‌های آبی نظیر استخرهای موقت،

دریاچه‌های کم عمق، زمین‌های غرق آبی رودخانه‌ها، بیت زارها، آبگیرها، برکه‌ها، جنگل‌های تالابی (حتی سواحل مانگرودارها) علاوه بر آن استخرهای پرورش انواع آبزیان و مزارع برنج زار، آب بندان‌ها و تالاب‌های انسان ساخت را نیز در بر می‌گیرند. تالاب‌ها با محیط‌زیست‌های آبی عمیق از نظر هیدرولوژیکی و خصوصیات فیزیکوشیمیایی فرق دارند.

با این حال، بدلیل مجاورت بسیاری از تالاب‌ها با آب‌های باز و عمیق، تعدادی از جانوران نظیر تعدادی از ماهیان، پرندگان، دوزیستان و بسیاری از حشرات در هر دو اکوسیستم دیده می‌شوند و در بعضی از مواقع، مشکل می‌توان مرز دقیقی بین جانوران و گیاهان تالابی و زیستگاه‌های رودخانه‌ای و دریاچه‌ای کم عمق قایل شد.

تحقیقات نشان می‌دهد که ۱۵ تا ۲۰ درصد تنوع زیستی هر کشور در تالاب‌های آن‌هاست نظیر ایران که در آب‌های شیرین بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ گونه پرنده شناسایی شده است که حدود ۳۰ درصد پرندگان ایران را تشکیل می‌دهند. اهمیت تالاب‌ها فقط در ارتباط با تنوع گونه‌ای جانورانی که در آن‌ها زندگی می‌کنند نیست بلکه تعداد زیادی از گونه‌های جانوری خشکی زی نیز به تالاب‌ها وابستگی دارند که مستقیماً درون آن‌ها زندگی نمی‌کنند و یا جانورانی که بخشی از عمر خود را در تالاب‌ها می‌گذرانند.

بسیاری از جانوران آب‌های باز دریاها (حتی شامل اقیانوس‌ها) و خشکی، یا در تالاب‌ها تغذیه می‌کنند و یا در آن‌ها زادآوری می‌نمایند و یا به‌عنوان مکان استراحت از آن‌ها استفاده می‌کنند. یکی از انواع مهم تنوع زیستی، تنوع ژنتیکی گونه‌هاست. از میان گیاهان تالاب زی، تحقیقات فراوانی در ارتباط با برنج انجام شده و تنوع ژنتیکی در بین گونه‌های مختلف *Orjya* شناسایی شده و تاکنون ۷۰۰۰۰ نژاد از آن تشخیص داده شده است. در ارتباط با گیاهان پراکنش وسیع نی (*Phragmites australis*) تنوع ژنتیکی وسیعی را در جهان نشان می‌دهد. بیش از ۷۰ نوع جلبک سبز از تالاب‌ها گزارش شده است. در بین آبزیان، سخت پوستان کوچک آب‌های شیرین نظیر دافنی (*Daphnia*) تنوع ژنتیکی زیادی را نشان می‌دهد و این اطلاعات نشان می‌دهند که تنوع ژنتیکی در بین موجودات آب‌های شیرین و تالاب‌ها زیاد است.

### تنوع زیستی در تالاب‌ها

تالاب‌ها ۶ درصد سطح کره زمین را می‌پوشانند و ۲۰ درصد زیستگاه‌های تنوع زیستی

را تأمین می‌نمایند. تنوع ژنتیکی در بیوتوپ‌های تالابی از ناشناخته‌ترین بخش تنوع زیستی در تالاب می‌باشد. تنوع میکروارگانیسم‌ها و بی‌مهرگان در تالاب‌ها بسیار زیاد است، و در عملکردهای بوم‌شناسی چندجانبه و ارزش‌های تالاب‌ها شرکت دارند و انرژی لازم را برای تولیدات ثانویه تالاب‌ها فراهم می‌نمایند. تنوع زیستی بر تنوع سه بخش تأکید زیادی دارد که عبارتند از:

### تنوع ژنتیکی، تنوع گونه‌ای و تنوع زیستگاهی

بسیاری از دانش پژوهان اکولوژی و زیست‌شناسی سعی نمودند تا اهمیت تنوع زیستی را در تأمین بقای انسان بیان نمایند و این اهمیت بیشتر در ارتباط با تنوع گونه‌ای گیاهی و جانوری است. تالاب‌ها به دلیل داشتن تنوع زیستی غنی به‌عنوان مخازن تنوع زیستی کره زمین در ارتباط با تنوع گونه‌ای، ژنتیکی، زیستگاهی بیان می‌شوند.

### عامل تنوع زیستی در تالابها چیست

هیدرولوژی یکی از فاکتورهای مهمی است که بر تنوع بیولوژیکی و اکوسیستم تالابی مؤثر است. عمق، استمرار، تکرار و زمان طغیان، ساختمان خاک بستر در رژیم هیدرولوژی مؤثرند. تنوع زیاد در بین‌این نوع فاکتورها و کنش بین آن‌ها سبب تنوع زیستی می‌شود. میزان و نوع مواد غذایی، شوری، PH و اکسیژن محلول از فاکتورهای مهم دیگری هستند که بر تنوع زیستی تالاب‌ها اثر می‌کنند. کنش و واکنش بین‌این فاکتورها و محیط‌های مجاور نیز بر تنوع تالاب‌ها بسیار مؤثرند. علاوه بر آن‌ها فعالیت‌های انسانی و دام‌های اهلی بر تنوع زیستی تالاب‌ها تأثیر می‌گذارد. در بین بسیاری از تالاب‌ها و فعالیت‌های انسانی در طول قرن واکنش‌هایی به‌وجود آمده و در تنوع زیستی آن‌ها اثر گذاشته است، نظیر معرفی بعضی از گونه‌های آبریان به تالاب‌ها و یا حذف بعضی از گونه‌ها از تالاب‌ها.

میکروارگانیسم‌ها در عملکرد تالاب‌ها نقش اساسی دارند. انواع باکتری‌ها سبب گردش انرژی در تالاب‌ها می‌شوند و نقش اساسی در زنجیره تروفي دارند و سبب تنوع زیستی شده و تولیدات ثانویه فراهم می‌آورند. تالاب‌ها در چرخه کربن و در نتیجه گرم شدن جهان نقش داشته، در نتیجه توجهات بیشتری می‌بایست به تنوع باکتری‌های

تالابی گردد.

### توسعه و تنوع زیستی در ارتباط با تالابها

تالاب‌های بسیاری در اثر آلودگی و خشکاندن از بین رفته اند به همین سبب بقای تالاب‌ها در ارتباط مستقیم فعالیت‌های انسانی و چگونگی توسعه در حوزه آبخیز تالاب‌ها می‌باشد. تالاب‌ها، مکان دریافت آب‌های سطحی و جاری حوزه آبخیز می‌باشند که مواد غذایی، معدنی، آلی و سمی را به همراه می‌آورند و تالاب‌ها نیزاین مواد را به آب‌های باز مجاور انتقال می‌دهند. پساب‌های خانگی، صنعتی، کشاورزی به‌طور مستقیم بر تالاب‌ها و تنوع زیستی آن‌ها مؤثر است و این در حالی است که به زمین‌های غرقابی به‌عنوان تالاب و یا سایر اشکال تالاب توجهی نمی‌شود. ساخت و سازهای ساختمانی، جاده کشی، احداث سد، احداث تفریحگاه‌ها، برداشت از آب و منابع تالاب‌ها، خشکاندن و تبدیل آن‌ها به مزارع کشاورزی، معرفی گونه‌های غیربومی به منظور تکثیر و پرورش آبزیان، هدایت زهکش‌های مزارع کشاورزی به تالاب‌ها، بخشی از برنامه‌های توسعه می‌باشند که به‌طور حتم و یقین، مستقیم و یا غیرمستقیم بر تنوع زیستی تالاب‌ها اثر می‌گذارند و اگر توسعه بدون توجه به مسایل زیست محیطی بوده و موجبات تخریب تالاب‌ها را فراهم نماید و در جهت حفظ تنوع زیستی نباشد، پایدار نخواهد بود و در طولانی مدت ضررهای حاصله بیشتر از سود آن خواهد بود.

### اهمیت تالاب‌ها و دلایل حفاظت از آن‌ها

تالاب‌ها بالاترین تولیدکننده اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند که چه از نظر اکولوژیکی و چه از نظر اقتصادی، اجتماعی نقش مهمی را ایفا می‌کنند. اهمیت تالاب‌ها برای بشر از دیرباز شناخته شده بود. آنچنانکه که نقش این زیستگاه‌ها در بقا و توسعه فرهنگ‌های کهن و در عرصه تاریخ بشری غیرقابل انکار است. چینی‌ها شاید نخستین مردمانی بودند که هزار سال پیش از محیط‌های تالابی جهت پرورش ماهی و کشت برنج استفاده می‌کردند. برخی از مهمترین ارزش‌های تالاب‌ها که تا به امروز شناخته شده‌اند بدین قرارند:

تجمع و ذخیره مواد آلی، تصفیه و پاکسازی آب‌های ورودی، نگهداری و ذخیره



آب‌های سطحی و حفظ ذخایر آب‌های زیرزمینی، کاهش بلایای طبیعی مثل سیلاب، ایجاد یک میکروکلیمای مطلوب، تولید غذا برای بشر و حیوانات اهلی، ایجاد مسیرهای مناسبی برای حمل و نقل، تولید چوب و نی، مکان مناسبی برای تخم‌ریزی و نگهداری نوزاد ماهیان با ارزش اقتصادی، مکان مناسبی برای استراحت، جوجه‌آوری و تغذیه پرندگان، حفظ تنوع زیستی و بانک ژنتیکی، مکان مناسبی جهت جذب توریسم به عنوان مثال، برای تماشای پرندگان، صید ورزشی ماهی، قایقرانی و غیره. ارزشهای زیبا شناسی و چشم اندازهای طبیعی.

اهمیت ارزشهای تالاب به اندازه ای است که تعیین ارزش مادی تالابها امروزه به صورت یک علم درآمده است و روش‌های متعددی برای برآورد ارزش پولی تالابها ابداع شده است. به عنوان مثال فولکه ۱۹۹۱، براساس روش جایگزینی ارزش سالانه‌ای حدود ۰/۴ تا ۱/۱ میلیون دلار را برای یک تالاب ۲۵۰ هکتاری در جزیره گوتلند سوئد برآورد کرده است. به هر حال، تالابها جزء تهدیدشونده‌ترین زیستگاه‌ها محسوب می‌شوند که به طور عمده از خشکاندن و تغییر کاربری، ایجاد آلودگی و بهره‌برداری بی رویه از گونه‌های جانوری و گیاهی وابسته به تالاب ناشی می‌شود.



## فصل هفتم

### اکوسیستم صخره‌های مرجانی

#### مقدمه

صخره‌های مرجانی بعد از جنگل‌های مناطق حاره، دومین بیوم غنی جهان هستند. مساحت صخره‌های مرجانی ۰/۱۷ درصد تمام اقالیم دریایی است که در بخش استوایی زمین وجود دارد. بغیر از گونه‌های مرجان و جوامع زیستی وابسته به صخره‌های مرجانی، این اکوسیستم‌ها تعداد بسیار زیادی از آبزیان آبهای آزاد را نیز حمایت می‌کنند. این آبزیان که تقریباً ۶۵ درصد تمام ماهیهای اقیانوسی را در بر می‌گیرند، برای بخشی از چرخه زندگی خود به صخره‌های مرجانی وابسته اند.

از نظر زمین شناسی، صخره‌ها از کربنات کلسیم تشکیل یافته و طی هزاران سال روی هم انباشته شده است. کربنات کلسیم توسط مرجان‌ها و دیگر موجودات زنده تولید می‌شود. هسته صخره‌های مرجانی، مرجانه‌هایی از سلسله کیسه‌تنان هستند که در کلنی زندگی می‌کنند و صخره سازند. این جانوران سلول‌های گیاهی با قابلیت فتوسنتز در درون خود دارند. وجود این همزیستی موفق، متضمن چرخش مواد غذایی بین جلبک و مرجان‌هاست.

#### پراکندگی صخره‌های مرجانی

صخره‌های مرجانی، اکوسیستم‌هایی را در زیر آب تشکیل می‌دهند که از نظر تنوع زیستی همپایه جنگل‌های استوایی است، بیشترین گونه‌های مرجان در اقیانوس هند و غرب اقیانوس آرام یافت می‌شود. صخره‌های مرجانی دریای کارائیب و اقیانوس اطلس مهمترین نوع گونه‌ها را در بر می‌گیرد. در اکوسیستم‌های خشکی استوا، تعداد گونه‌های

بیشتری زندگی می‌کنند درحالی‌که دریا‌های استوایی رده‌های بیشتری دارد و از طبقه‌بندی تاکسونومیکی غنی‌تری برخوردار است و اکثریت آن‌ها در آب‌های ساحلی زندگی می‌کنند. برخلاف جنگل‌های بارانی صخره‌های مرجانی گونه‌های اندمیک کمتری دارند و بیشتر گونه‌هایی که در اقیانوس آرام و هند دیده می‌شود، در اکوسیستم مرجانی نیز یافت می‌شود.

صخره‌های مرجانی، نتیجه متقابل عملکرد ارگانیزم‌هایی است که از یک سو، کربنات کلسیم تولید می‌کنند و آن‌ها را به هم می‌چسبانند و از سوی دیگر، کارکرد عوامل بیولوژیکی و فیزیکی است که باعث تخریب و فرسایش صخره‌ها و تبدیل آن‌ها به شن می‌شود.

بسیاری از پژوهشگران نظیر سارخبت و آستین (۱۹۴۹) و ادم (۱۹۵۵) کن و هلفریچ (۱۹۵۷) با استفاده از روش منحنی اکسیژن روز، دریافتند که تولیدات اولیه صخره‌های مرجانی بسیار بالا بوده، نسبت تولید به تنفس نزدیک به یک است. نسبت P/R نزدیک به یک، نشانگر اینست که صخره‌های مرجانی تقریباً به کلیماکس متابولیکی رسیده‌اند. جریان مداوم آب و چرخش فیزیولوژیکی مؤثر مواد معدنی، دو عامل عمده بالا بودن تولید صخره‌های مرجانی است.

در صخره‌های مرجانی موجود در اقیانوس آزاد، وابستگی مرجان به فتوسنتز جلبک برای تأمین انرژی غذایی بیشتر است تا در صخره‌هایی که در آب غنی ساحلی (جایی که تعداد زئوپلانکتون‌ها بسیار زیاد است) وجود دارد.

دانشمندان براین عقیده اند که سازش عالی آناتومیکی مرجان‌ها برای گرفتن زئوپلانکتون‌ها بیشتر به‌عنوان وسیله‌ای برای تأمین مواد مغذی کمیاب در آب مانند فسفر اهمیت دارد نه به‌عنوان تأمین کننده کالری و آن‌ها نشان دادند که مرجان‌ها خیلی کندتر از دیگر جانوران دریایی هم اندازه خود فسفر از دست می‌دهند.

مطالعات تی.اف.وان. ای گور نشان می‌دهد که جلبک درون مرجان، توانایی جانور را در ساختن اسکلت به میزان بالایی افزایش می‌دهد. رسوب کلسیمی در نور به‌طور متوسط دهها بار بیشتر از تاریکی است. به‌طور مسلم جلبک با استفاده از دی اکسید کربن ناشی از متابولیسم جانور در فتوسنتز به تولید کربنات کلسیم یاری می‌رساند.

ویژگی مهم جامعه بیولوژیکی صخره‌های مرجانی، طیف روابط همزیستی است

که در آن وجود دارد. بسیاری گونه‌های دیگر نیز به صورت اجباری یا اختیاری همزیستی دارند. خرچنگ‌ها و میگوها، گونه‌های معمول همسفره در صخره‌های مرجانی هستند هر چند ممکن است این روابط واضح و قابل رؤیت نباشد. ۹۸ جنس میگو در قسمت‌های مختلف صخره‌های مرجانی یافت شده است. این میگوها با اسفنج‌ها، مرجان‌های سخت و نرم، شقایق دریایی، آنلیدها، دوکفه‌ای‌ها و ماهی‌ها همسفرگی دارند.

شناخته شده‌ترین رابطه همسفرگی، در صخره‌های مرجانی بین ماهی شکارچی و ماهی‌های کوچک‌تر یا میگوهای تمیزکننده دیده می‌شود. شکارچی بزرگ به میگوها و ماهیهای تمیزکننده اجازه می‌دهد از انگل‌های خارجی موجود در آبشش یا حتی داخل دهانش تغذیه کنند در ضمن ماهی‌ها و میگوهای تمیزکننده بافت مرده یا بیمار را نیز از بدن ماهی شکارچی جدا می‌کنند.

### آسیب‌پذیری صخره‌های مرجانی

صخره‌های مرجانی در بین اکوسیستم‌های آبی، اکوسیستم شکننده‌ای بوده، به‌ویژه نسبت به فعالیت‌های انسان آسیب‌پذیرند و در صورت آسیب دیدگی روند ترمیمی آهسته‌ای دارند. ترمیم و خودسازی در مقابل صدمات ناشی از عوامل طبیعی به‌طور طبیعی صورت می‌پذیرد که به نوبه خود در حفظ تنوع اکوسیستم بی‌تأثیر نیست.

### تأثیر انسان بر صخره‌های مرجانی

تأثیر مشترک فعالیت‌های انسان و مزاحمت‌های طبیعی می‌تواند توانایی ترمیم مرجان‌ها را کاهش دهد. به‌خصوص که صدمات انسان ساز همیشه وجود دارد و موقتی نیست. صدمات وارد بر صخره‌های مرجانی با تراکم بالای جمعیت در مناطق ساحلی رابطه نزدیک دارد. صخره‌های حاشیه‌ای خشکی نسبت به آلودگی‌ها و رسوبات ناشی از شسته شدن خاک حساس است. تخریب صخره‌های مرجانی و برهم خوردن تعادل این زیستگاه‌ها بر اثر فعالیت‌های انسان را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- رواناب حاوی گل نتیجه از بین بردن پوشش گیاهی خاک

هرز آب حاوی گل، منبع اصلی افزایش رسوبات در آبهای ساحلی است و در نقاط مختلف دنیا بیشترین اثرات مخرب را بر مرجانها گذاشته است. با اضافه شدن کودها، سموم شیمیایی دفع آفات و دیگر مواد آلاینده به هرز آب حاوی گل تأثیر مخرب آن بیشتر و چند جانبه تر می شود.

### • آلودگی های صنعتی، خانگی و کشاورزی

آلودگی فاضلاب باعث اوتروفی شدن و تسریع رشد جلبک در آب می شود. این پدیده، کاهش اکسیژن و آلودگی به مواد سمی را در بر دارد و مرجانها را خفه می کند. اگر منبع آلودگی از بین برود، ترمیم صخره های مرجانی با سرعت انجام می پذیرد. نفت نیز باعث ضعیف شدن و خفه شدن پلیپ می شود، به طوری که جلبک و پلیپ هیچکدام عمل نمی کنند. تجزیه تدریجی نفت، مواد سمی را آزاد می کند که حیات را در دریا به مخاطره می اندازد.

آلودگی حرارتی ناشی از کارخانه های برق و مجتمع های صنعتی، تولیدمثل مرجانها را تحت تأثیر قرار می دهد و ممکن است باعث خروج زوگراتل از مرجانها شود (پدیده سفید شدن مرجانها). تنها افزایش ۳ درجه حرارت آب بر روی صخره های مرجانی باعث اثرات مخرب می گردد.

### • توسعه سواحل

فعالیت های توسعه سواحل برای ایجاد محل صنایع، خانه سازی، تفریح، فرودگاه و عمل لایروبی برای عمیق تر کردن و توسعه لنگرگاهها، بندرها و لنگرگاه قایق های تفریحی به دلیل افزایش کدورت آب و تغییر مسیر جریان آب، تأثیر عمده ای بر صخره های مرجانی دارد.

### • استخراج مرجان و شن

استخراج مقادیر زیادی مرجان و ماسه برای استفاده به عنوان آهک و مواد ساختمانی باعث فرسایش ساحل و حرکت ماسه می شود. این امر، تغییر مسیر جریان آب را موجب می گردد.

#### • بهره‌وری بیش از حد از منابع اکولوژیکی

بهره‌وری بیش از حد از گونه‌هایی که در صخره‌های مرجانی زندگی می‌کنند که در نتیجه گسترش صنعت توریسم و افزایش رشد جمعیت می‌باشد، باعث پایین آمدن تولیدات صخره‌های مرجانی مطرح است.

#### • شیوه‌های ماهیگیری زیان آور

هرچند ماهیگیری با دینامیت و سم در بیشتر کشورها غیرقانونی است ولی به‌ویژه بعد از جنگ جهانی دوم که مواد منفجره بوفور در دسترس بوده، استفاده از این روش‌ها افزایش یافته و اثرات بسیار مخرب و زیان آوری بر صخره‌های مرجانی دارد و باعث اصراف ماهی‌ها و کشتار بی‌مهرگان دریا می‌شود.

#### • استفاده تفرجگاهی مفرط

با همه‌گیر شدن فعالیت‌های تفریحی، اثر توریسم بر اکوسیستم صخره‌های مرجانی نیز شدیدتر می‌شود. در نتیجه توریسم، لنگر انداختن کشتی‌ها، به ساحل نشستن قایق‌ها، لگدمال شدن مرجان‌ها، کثیف شدن محیط زندگی آن‌ها و استفاده از منابع دریایی به‌عنوان مثال جمع کردن مرجان‌ها و صدف‌ها به‌عنوان یادگاری افزایش یافته و صدمات منطقه‌ای وارد می‌آورد.





## فصل هشتم

### اکوسیستم‌های جنگلی و علفزار

#### مقدمه

جنگل و بیشه‌زار که در حال حاضر حدود یک سوم سطح کل زمین را می‌پوشانند از بزرگ‌ترین، پیچیده‌ترین و مهمترین تولیدکنندگان اکوسیستم‌های جهانند. ترکیب غالب آن‌ها شامل درختان چوبی چند ساله با ارتفاع بیش از سه متر است. این درختان، یک تنه و تاج لایه‌ای مشخص از شاخه‌های برگدار دارند. درختچه‌ها در مقایسه با درختان عموماً ارتفاع کمتر از سه متر داشته و سایه‌ای کوتاه و تاج لایه‌ای نامشخص دارند. اشکال درختی به تعداد زیادی جنس و گونه از تیره‌های مختلف تقسیم می‌شود.

#### اشکال زیستی درختی

سه گروه مهم از اشکال زیستی درختی عبارتند از:

۱. مخروطیان همیشه سبز با برگ‌های باریک

۲. درختان خزان شونده با برگ‌های پهن

۳. درختان پهن برگ اسکالروفیلوس

تکامل مخروطیان به نسبت بقیه زودتر صورت گرفته است و اکثر ۶۵۰ گونه آن که متعلق به ۸ تیره و ۵۰ جنس است در مناطق سردسیر نیمکره شمالی به وجود آمده‌اند. در مناطق حاره معمولاً آن‌ها در نواحی با دماهای معتدلتر و در رشته کوه‌ها به وجود می‌آیند. در مخروطیان، برگ‌ها همیشه سبز است و معمولاً ریزش برگ‌ها فصلی نیست و گاهی تا هفت سال برگ‌های سوزنی خود را نگه می‌دارند. این مسأله باعث می‌شود که مخروطیان خیلی زودتر و قبل از مساعد شدن کامل محیط، فتوسنتز را آغاز کنند و به

همین دلیل می‌توان گفت که مخروطیان، بزرگ‌ترین اشکال گیاهی جهان را تشکیل داده و گاهی قطرشان بسیار زیاد شده و ارتفاعشان به بیش از ۸۰ تا ۱۲۰ متر می‌رسد. از نظر تکاملی، درختان اسکروفیلوس پهن برگ همیشه سبز و خزان شونده به نسبت مخروطیان جوان ترند و گیاهان غالب مناطق گرم و مرطوبند. آن‌ها به سرما حساسند و در حال حاضر شاخص مناطق مرطوب و گرم تروپیکال تا معتدله هستند. در حقیقت، درختان پهن برگ خزان شونده، ترکیب مهم اکوسیستم‌های جنگلی در مناطق جنگلی معتدله مرطوبند و تنوع فصلی را در فصول مختلف یعنی بهار گرم، تابستان خیلی گرم، پاییز معتدل و زمستان سرد نشان می‌دهند. هنگامی که شرایط نوری یا دمایی مناسب می‌شود، برگ‌های مزوفیلوس می‌توانند فتوسنتز کنند. از نظر زیستگاه، خزان شونده‌های با برگ‌های مزوفیلوس می‌توانند به سرما و خشکی سازش یابند.

### ویژگی‌های شاخص اکوسیستم‌های جنگلی

بیوماس گیاهی، درختان به دلیل اندازه و طول عمرشان، بیشترین بیوماس و اکوسیستم‌های پیچیده زمین را تشکیل می‌دهند. در جنگل‌ها، حتی در یک جنگل ایستا و بالغ، سه چهارم جنگل را درختان تشکیل می‌دهند. به این علت، مقدار بیوماس گیاهی در هکتار بالاست که علت آن وجود تاج لایه وسیع و ضمایم ریشه‌ای گسترده درختان است (شکل صفحه ۱۹۴ جغرافیای گیاهی) نوع اشکوب‌بندی و میزان ساختارها به میزان بیوماس درختی و نیز به عمق و تراکم تاج لایه درختی در شرایط محیطی خاص بستگی دارد. در مواردی مثل جنگل‌های بارانی گرمسیری، نمو یک یا چند لایه تاج پوشش درختان می‌تواند نور را کم کند و مانع رسیدن نور به اشکوب‌های پایین و زیر آن‌ها شود. نمو ساختاری نیز به مکان‌ها و تغییرات فصلی در ترکم تاج لایه بستگی دارد که باعث تشکیل درختچه، علفزار و لایه‌ای از خزها و گل‌سنگ‌ها می‌شود.

### انواع جنگل‌ها

جنگل‌های امروزی از نظر بیوماس، ترکیب گونه‌ها، ساختار و تولیدات با هم تفاوت دارند که به میزان سازش تکاملی آن‌ها با محیط‌های فیزیکی قبل و حال، مرحله نمو و

تأثیرات مستقیم یا غیر مستقیم انسان در تغییر آن‌ها بستگی دارد.

به‌طور کلی، عوامل زیست محیطی مؤثر در تقسیم بندی جنگل‌ها عبارتند از:

۱. شرایط محیطی بویژه آب و هوا، اساس تقسیم بندی در نواحی جنگلی سرد، معتدل و گرمسیری است.

۲. سیمای کلی درختان غالب جنگل که از طریق اندازه و شکل آن‌ها و نیز پایداری، بقا و تداوم استقرار برگ‌ها مثل پهن برگ، سوزن برگ، بزرگ و کوچک بودن برگ، تقسیمات برگ، ضخامت کوتیکول به‌صورت اسکروفیل یا مزوفیلوس بودن، همیشه سبز یا خزان شونده بودن یا هر دو تعیین می‌شود.

۳. ترکیب و محتوای جنگل براساس غالب بودن یا کمک غالب بودن گروه‌های گیاهی تاکزونومیک مخروطیان، بازدانگان، گیاهان گلدار، نهاندانگان، تیره، جنس یا گونه مثل بلوط، صنوبر، کاج یا غیره تعیین می‌شود.

انواع اصلی جنگل‌ها به ترتیب ذیل مشخص می‌شوند:

جنگل بارانی گرمسیری (selva)

جنگل‌های خزان شونده گرمسیری (monsoon)

جنگل اسکروفیلوس (سخت برگ) همیشه سبز مدیترانه‌ای

جنگل سخت برگ همیشه سبز و پهن برگ معتدل

جنگل پهن برگ خزان شونده (مزوفیلوس)

سوزنی برگ درختی همیشه سبز (تایگا)

## اکوسیستم علفزار

اکوسیستم‌های علفزار شامل اکوسیستم‌هایی است که پوشش گیاهی غالب آن‌ها را گیاهان علفی و اکثراً گندمیان تشکیل می‌دهند. خانواده گراس (گرامینه) تعداد زیادی جنس و گونه و دامنه انتشار وسیعتری نسبت به سایر گیاهان گلدار دارد. بعلاوه، به علت یکنواختی زیاد در شکل رویشی این گیاهان، براحتی می‌توان آن‌ها را از سایر گیاهان گلدار بجز سیپراسه (تیره اویارسلام) تشخیص داد.

اکوسیستم علفزار، صفات مجزا و مشخص متعددی دارد که آن را از جنگل و درختزار متمایز می‌کند که عبارتند از: ویژگی اول، غالبیت گراس‌ها به فراوانی و حجم کلشان بیشتر از مقدار پوشش گیاهی آن‌ها بستگی دارد. ویژگی دوم، ساختار رویشی

گراس ساده‌تر از اکوسیستم جنگل است و اشکوب بندی آن کم توسعه و کمتر مشخص است. اشکوب علفی بندرت متجاوز از چهار تا پنج متر در ضمن دوره حداکثر رشد حتی تحت شرایط بسیار مناسب رشد مانند مناطق حاره‌ای مرطوب می‌شود. ویژگی سوم، نسبت بالای بیوماس کل اکوسیستم علفزار است که زیر سطح زمین قرار دارد. سیستم ریشه، حجم زیادی از مواد آلی را به خاک اضافه می‌کند که باعث تقویت جمعیت زیادی از جانوران خاک می‌شود. نسبت وزن جانوران خاک به‌ویژه تجزیه‌کنندگان به بیوماس کل جانوران در این مناطق بیشتر از جنگل‌هاست. خیلی از علفخواران علفزار با شرایط زیستگاهی باز(تنک) از طریق تندخوری مانند سم داران یا نقب زنی مانند جوندگان سازش یافته‌اند. وجود دندان‌های پیشین محکم و خوب دندان‌های آسیایی پهن و شیاردار و دندان‌های پیوسته به جوندگان علفزار و برخی سم داران امکان سازش با علوفه گراس‌ها را که سخت و محکم است می‌دهد.

### انواع علفزارها

اکثر اکولوژیست‌های گیاهی در بیان مفهوم مورفولوژیکی، قاطعانه وجود یا عدم وجود درختان و درختچه‌ها، فراوانی و شکل رویشی گونه‌های گراس غالب و ماهیت فیزیکی زیستگاه را در نظر می‌گیرند. از نظر منشأ، چندین نوع علفزار تشخیص داده شده‌اند:

۱. علفزارهای نیمه خشک، که در نواحی بین جنگل و بیومهای بیابانی وجود دارند. نواحی که بارندگی در آن‌ها به‌طور مشخص فصلی بوده و شدت متغیر است و آب قابل استفاده خاک برای رشد درخت کافی نیست.

۲. علفزارهای کوهستانی (alpine)، که در ارتفاعات بالا که فصل حرارتی رشد برای رشد و نمو درخت کافی نیست وجود دارند.

۳. علفزارهای جانشینی (successional)، که جایگزین جنگل یا رویش درخت‌زار قبلی می‌شود و از طریق چرا یا آتش سوزی ادامه حیات می‌دهد.

۴. علفزارهای زراعی، که به‌طور عمده از طریق کاشتن ایجاد می‌شود و بوسیله زهکشی و کود دادن اصلاح شده و شاید از این طریق است که پایدار و دائمی می‌شوند.

۵. علفزارهای یکساله که در نواحی دارای آب و هوای مدیترانه‌ای ایجاد می‌شوند. جایی که زمین‌های کشاورزی رها شده و بوسیله گراسهای یکساله و فوربهای چند ساله اشغال می‌شوند.

# فصل نهم

## اکوسیستم‌های کوهستانی

### مقدمه

اکوسیستم‌های کوهستانی از یک سو در ارتباط با اکوسیستم‌های متنوع طبیعی (آبی و خشکی) قرار داشته و از سوی دیگر به اکوسیستم‌های انسان ساخت (شهرها و کشتزارها) مرتبط هستند. اکوسیستم‌های کوهستانی، معرف آن دسته از اراضی هستند که پستی و بلندی و عوارض طبیعی، تفاوت‌های اکولوژیکی آن‌ها را در جهت عمودی در سطح محلی به وضوح نشان می‌دهد. اثرات متقابل بین کمربندهای متفاوت ارتفاعی در اثر فعالیت انسان به عنوان بخش یکپارچه‌ای از این تعریف باید در نظر گرفته شود.

علی‌رغم قدمت و آمیختگی فرهنگی انسان با کوهستان و شکوه و عظمت افسانه‌ای آن در اعتقادات مردم، هنوز روی یک تعریف علمی از کوه اتفاع نظری وجود ندارد و معمولاً به این اکتفا می‌شود که گفته شود کوه عبارت است از رخساره‌های زمین شناسی که به صورتی بارز در محیط برجسته شده و با دامنه‌های تند، قلعه‌ها و ارتفاعات محلی قابل ملاحظه، مشخص می‌شوند. کوه‌ها بخش مهمی از زمین‌های خارج از آب را شامل می‌شوند که ویژگی‌های کاملاً متفاوتی با اراضی مسطح داشته و بهره‌وری از بستر آن‌ها به عنوان اراضی زراعی یا استفاده از منابع موجود آن‌ها نیاز به ملاحظات زیست محیطی زیادی دارد.

زیرا اکوسیستم‌های کوهستانی در برابر دگرگونی‌ها و اختلالات بسیار جزیی نیز حساس بوده و اثرات دخالت‌های نامحسوس و سطحی انسان به ویژه در اراضی کوهستانی و مرتفع و علی‌الخصوص در مناطق حاره عموماً غیرقابل برگشت می‌باشد. در این مناطق، عوارض طبیعی با درجات مختلفی از شیب‌های تند و تنوعی از آب، هوا،

خاک و پوشش گیاهی در تأثیر و تأثر از یکدیگر به گونه‌ای با یکدیگر آمیخته اند که بقا و پایداری یکپارچه تمام بخش‌های اکوسیستم‌ها (محیط فیزیکی و زیست‌مندان) به صورت شگفت‌آوری تأمین می‌شود. ثبات و پایداری این سیستم، بیشتر تحت تأثیر بخش‌های ارگانیک قرار دارد. ترکیب همبافته طبیعی در این اکوسیستم‌ها، ضمن پیچیدگی، در برابر دخالت‌های انسانی بسیار شکننده بوده و تعادل طبیعی آن که تضمین‌کننده بقای اکوسیستم به‌شمار می‌رود، به شدت متزلزل و ناپایدار است. به همین دلیل در صورت استفاده بی‌رویه از پوشش گیاهی، ثبات شبی‌ها به مخاطره افتاده و منطقه به سرعت در معرض فرسایش، تخریب و انهدام قرار می‌گیرد. تخریب و انهدام خاک در مناطق کوهستانی، متعاقباً اراضی جلگه‌ای را در معرض تهدید سیل و حمل رسوبات قرار می‌دهد.

### ارتباط اکوسیستم‌های کوهستانی با سایر اکوسیستم‌ها

اکوسیستم‌های کوهستانی در ارتباط با اکوسیستم‌های دیگری قرار دارند که مهمترین آن‌ها عبارتند از اکوسیستم‌های آبهای راکد، اکوسیستم‌های آبهای روان و اکوسیستم‌های خشکی

### اراضی کوهستانی به‌طور معمول دارای ویژگی‌های زیر هستند

با افزایش ارتفاع، فشار هوا و درجه حرارت کاهش یافته و برودت هوا افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، تشعشعات ماوراء بنفش (تشعشعات با طول موج کوتاه و امواج با طول گاما) افزایش می‌یابد. با افزایش ارتفاع، پوشش گیاهی تغییر یافته و رویش گیاهی محدود می‌شود. اگر ارتفاع سطح زمین در گستره وسیعی تغییر نکند، احتمال تغییر پوشش گیاهی بسیار کم است ولی اگر سطح زمین ناهموار باشد، پوشش گیاهی به‌طور قابل توجهی تغییر خواهد کرد. پستی و بلندی، دارای دو اثر مهم می‌باشد: از یک سو، در سطح محلی باعث تغییر آب و هوا می‌شود و از سوی دیگر با توجه به ارتفاع، درجه و جهت شیب و جهت عمومی رشته کوه‌ها، خاک زیستگاه را تغییر می‌دهد. به‌طور کلی، سطوح ایستایی سفره‌های آب زیرزمینی در دره‌ها نسبت به کوه‌ها بالا بوده و به سطح خاک نزدیک‌تر است. زیرا سرعت نفوذ آب در کوه‌ها سریع‌تر بوده و آب در سطح

عمیق‌تری قرار می‌گیرد، در نتیجه شرایط خشکی در کوه‌ها بیشتر حاکم است. دره‌ها با وجود تخلخل شدید خاک، به دلیل مجاورت آب زیر زمینی با سطح خاک از پوشش گیاهی انبوه و پر پستی برخوردارند. اثرات افزایش ارتفاع به همراه تغییرات عوامل آب و هوایی (کاهش حرارت، افزایش سرعت باد و افزایش نزولات) روی پوشش گیاهی کوه‌ها کاملاً مشهود است.

شیبها نیز روی طبیعت پوشش گیاهی مؤثرند. شیبهای تند باعث تشدید سرعت جریان‌های آبی شده و از یکسو موجب کاهش میزان رطوبت شده و از سوی دیگر زمینه نابودی خاک روی زمین را فراهم می‌کنند. در نتیجه خاکشویی، به تدریج صخره‌های عاری از پوشش گیاهی پدیدار می‌شوند. سطح آب سفره‌های زمینی در شیبها بسیار پایین بوده و در دره‌ها به سطح خاک نزدیک تر است. شیبها در بسیاری از کوه‌ها در معرض بادهای خشک و نیرومندی قرار داشته و بهمین دلیل دارای پوشش گیاهی ویژه و سازگار یافته‌ای می‌باشند. شیبهای جنوبی و شمالی به دلیل تفاوت در برخورداری از نور، حرارت، رطوبت و باد، دارای پوشش گیاهی متفاوتی هستند.

اکوسیستم‌های کوهستانی، به دلیل جزیره‌ای بودن، دشواری دسترسی و احاطه شدن به وسیله دشتهای که قابلیت تغییر و تبدیل بیشتری دارند، از نظر ذخایر ژنتیکی به ویژه گونه‌های اندمیک و حتی گونه‌های وحشی خویشاوندان گیاهان زراعی بسیار غنی هستند و از این رو ارزش حفاظتی زیادی دارند. کوهستان‌ها دارای منابع عظیمی از آب هستند. رودخانه‌های بزرگی از کوه‌ها سرچشمه گرفته و بعد از تغذیه بسیاری از شاخه‌های فرعی، به دشت و دره‌ها سرازیر می‌شوند. علاوه بر این، دریاچه‌های فراوانی نیز در آن‌ها پراکنده‌اند. منابع عظیم آب، مواد معدنی، جنگل، مرتع، کشاورزی، تفرج و بسیاری دیگر از ثروتهای طبیعی کوهستان، میلیون‌ها انسان را از نظر زندگی به خود وابسته کرده است. در حال حاضر، اکوسیستم‌های انسان ساخت به شدت در قلمرو طبیعی اکوسیستم‌های کوهستانی نفوذ کرده‌اند. به همین دلیل، تمام جنبه‌های اکوسیستم‌های طبیعی و مصنوعی، بخش‌هایی از اکوسیستم یکپارچه کوهستانی به‌شمار می‌روند.

### انسان و محیط زیست کوهستانی

تقریباً ده درصد جمعیت جهان در مناطق کوهستانی زندگی می‌کنند و بیش از ۴۰

درصد از جمعیت جهان نیز به طریقی به منابع متنوع کوهستانی وابسته هستند. آب، مواد معدنی، چوب، کشاورزی، تفرج و توریسم و سایر ثروت‌های طبیعی کوهستانی زندگی شمار کثیری از مردم را تأمین می‌کند.

برآورد تعداد واقعی افرادی که در مناطق کوهستانی زندگی می‌کنند، بسیار مشکل است. زیرا از یک سو، مهاجرت مداومی از کوهستان و اراضی مرتفع به سوی دشت‌ها صورت می‌گیرد. فشار بیش از حد انسان روی اکوسیستم‌های کوهستانی باعث بروز یک رشته پدیده‌های زیانمند نظیر ریزش خاک، فرسایش، مسلح شدن آب در اثر حمل مواد و سیلاب، تخریب جاده‌ها، انهدام سیستم‌های کشاورزی، انهدام سیستم‌های آبیاری و پر شدن مخازن آبی می‌گردد. تأثیر انسان بر کوهستان عمدتاً روی پوشش گیاهی ملموس‌تر است. امروزه با افزایش جمعیت، لزوم توسعه و تنگ تر شدن فضا، فعالیت‌های مؤثر انسانی در کوهستان‌ها به شدن گسترش یافته و تعادل موزون را بر هم زده است. براساس آمار سازمان ملل، کشورهای سازمان ملل، کشورهای آسیای جنوبی و شرقی، نیمی از جمعیت جهان را به خود اختصاص داده اند. اقتصاد این مناطق به رودخانه‌های عمده‌ای وابسته است که از طرف جنوب و شرق هیمالیا، کوه‌های قره قورم و تبت سرازیر می‌شوند. حتی اختلالات بسیار جزئی در این اکوسیستم‌های کوهستانی، ممکن است در نوسانات رژیم آبی، خاکشویی، سیلاب و میزان رسوبات، دگرگونی‌های عمده‌ای به وجود بیاورد. تهاجم کانون‌های تمرکز انسانی برای استفاده از امکانات تفرجگاهی احداث شده در اراضی کوهستانی، توریسم فشرده‌ای را بر این مناطق تحمیل کرده است. نمونه بارز از اکوسیستم‌های دگرگون یافته، کوه‌های آلپ می‌باشند.

بدیهی است هر گونه تأثیری در محیط‌زیست کوهستان، اراضی مجاور آن را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. دشت و کوهستان، بی‌وقفه در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر قرار داشته و مداوم همدیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند. حیات دشت‌ها به وسیله کوهستان تضمین می‌شود. کوهستان نیز از دشت‌ها متأثر می‌شود. نابودی پوشش گیاهی طبیعی اراضی کوهستانی اعم از جنگل یا مرتع و تبدیل آن‌ها جهت مصارف دیگر، مخصوصاً در حوزه آبخیزها، سیستم‌های کشاورزی واقع در دشت‌ها را به دشت مورد تهدید قرار داده است. رسوبات حاصل از افزایش و تخریب اراضی کوهستانی علاوه بر راه اندازی زمینه‌های سیلاب و خسارات مستقیم، ظرفیت آبی سدها را کاهش داده و



از این طریق نیز اراضی کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

### موقعیت و عوامل تهدیدکننده اکوسیستم‌های کوهستانی

اکوسیستم کوهستانی در تمامی کشورهای جهان در اثر فعالیت‌های مؤثر انسانی دگرگون شده و به تخریب کشیده شده‌اند. این دگرگونی‌ها از نظر نوع عوامل، شدت آسیب، میزان خطر و درجه حساسیت در کشورهای مختلف کاملاً متفاوت است. در صد قابل توجهی از خاک کشورها را مناطق کوهستانی تشکیل می‌دهند به عنوان مثال، نیمی از کشور ایران، کوهستانی است یا نزدیک به ۸۰ درصد کشور افغانستان کوهستانی است. فعالیت مؤثر و دگرگون کننده در اکوسیستم‌های کوهستانی کشورهای جهان سوم بدون توجه به شدت آن‌ها تا حدودی یکسان بوده و به قرار زیر می‌باشند:

- پاک تراشی جنگل‌ها در حوزه آبخیزها
  - تبدیل مراتع برای افزایش توسعه اراضی زراعی
  - بوته کنی و از بین بردن پوشش گیاهی طبیعی خاک
  - چوبکشی و استفاده از منابع چوبی حوزه آبخیزها برای مصارف سوخت
  - چرای بی رویه در اراضی مرتعی و جنگلی
  - کشت نادرست در اراضی شیبدار
  - آتش سوزی و ایجا حریق
  - جاده کشی و توسعه بی رویه شبکه‌های دسترسی
  - بهره‌برداری از معادن بدون احیای اراضی تخریب یافته
- در برخی از کشورها، بهره‌وری از اراضی کوهستانی و شیبدار تحت مدیریت قرار گرفته و تدابیری نظیر موارد ذیل اتخاذ شده است:
- کلیه اراضی که شیب آن‌ها کمتر از ۲۰ درجه باشد، برای امور کشاورزی و استقرار کانون‌های تمرکز انسانی اختصاص می‌یابند.
  - اراضی مجاور مناطق مسکونی که شیب آن‌ها ۲۰-۴۵ درجه باشد صرفاً برای درختکاری و احداث باغ اختصاص می‌یابد.
  - اراضی مجاور مناطق مسکونی که شیب آن‌ها ۴۵-۲۰ درجه باشد در صورتی که برای باغکاری مناسب نباشند و کلیه اراضی که شیب آن‌ها بیشتر از ۴۵ درجه باشد به جنگلداری اختصاص می‌یابد.

- اراضی واقع در فراتر از ارتفاع ۴ هزار متر باید تحت مدیریت طرح‌های مرتعداری قرار گرفته و برای نگهداری از مراتع آن باید تناوب چرا صورت گیرد.

- پیرامون اراضی کشاورزی و فاصله بین اراضی جنگلی و مناطق مسکونی باید به کشت درختان مثمر و چند منظوره اختصاص یابد تا بخشی از نیازهای مردم از نظر سوخت، علوفه و سایر فراورده‌های چوبی تأمین گشته و به تدریج وابستگی آن‌ها به منابع طبیعی اکوسیستم‌های کوهستانی کاهش یابد.

# فصل دهم

## اکوسیستم کویری

### مقدمه

اکوسیستم‌های کویری جزئی از مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند و در طیف وسیعی، از ص حاری خشک تا مناطق بیابانی و نیمه بیابانی، یک سوم سطح خشکی را پوشانده و در ۶۰ کشور جهان پراکنده اند.

ویژگی مشترک همه اکوسیستم‌های کویری، ناپایداری تعادل اکولوژیک آن‌هاست و کمبود باران یا فقدان آن، عمده‌ترین عامل محدودکننده اقلیمی این اکوسیستم‌ها به‌شمار می‌رود. این مناطق در صورتیکه به‌طور طبیعی به حال خود گذاشته شده و از دخالت‌های مخرب انسانی مصون باشند، حتی در شرایط دشوار فقدان باران نیز قادرند تعادل پویای خود را حفظ کرده و کمبودهای خود را در خشکسالی‌ها، در سال‌های مساعد جبران کنند. به عبارت دیگر، جریان‌های طبیعی می‌توانند در بلند مدت، عدم تعادل اکولوژیک را ترمیم کرده و بدین ترتیب زمین، چشم‌انداز و منظره طبیعی خود را باز یابد.

ثبات و پایداری اکوسیستم‌های کویری بیشتر تحت تأثیر بخش‌های زنده (پوشش گیاهی و گونه‌های جانوری) قرار دارد و به همین دلیل نسبت به جنبه‌های اکولوژیکی ثبات در این مناطق باید توجه خاصی مبذول داشت. آن دسته از عواملی که در این اکوسیستم‌ها قابلیت تغییرپذیری بیشتری داشته و می‌توانند به سادگی با دست بشر دگرگون شوند، عبارتند از: پوشش گیاهی، جوامع جانوری، خاک و تا حدودی پستی و بلندی، در سال‌های اخیر توجه به خصوصیات بیولوژیکی محیط‌هایی با شرایط سخت و محدودکننده نظیر اکوسیستم‌های کویری توجه زیادی می‌شود. این مناطق به‌عنوان

بخشی از اراضی حاشیه‌ای در مطالعات برنامه انسان و کره مسکون، جای ویژه‌ای پیدا کرده‌اند.

عمده‌ترین ویژگی‌ها و اهمیت اکوسیستم‌های کویری را می‌توان به قرار زیر جمع‌بندی نمود:

۱. بهره‌برداری از اکوسیستم‌های کویری علی‌رغم وجود پاره‌ای از موانع طبیعی که کشت و زرع متمرکز را اغلب غیر ممکن می‌سازد، از دیر باز به‌ویژه به‌صورت مرتع، سابقه دیرینه‌ای داشته است. جوامع انسانی از طریق گزینش شیوه‌ها و تدابیری که انطباق عقلایی آن‌ها را با شرایط فیزیکی و اقلیمی محیط‌زیست نشان می‌دهد، آگاهانه از منابع محدود آن استفاده کرده و در حال حاضر نیز جمعیت کثیری از مردم از نظر زیستی (دامداری، عشایری و کوچنده) وابسته به این اراضی هستند با این تفاوت که در گذشته، به علت عدم وجود دام‌مازاد، پایین بودن سطح جمعیت، بهره‌برداری از مراتع این اراضی تعارض چندانی با موجودیت و پایداری آن‌ها نداشت. با افزایش جمعیت، نیازهای زیستی و توسعه فعالیت‌های مؤثر انسانی، این نوع شیوه زیستی هم اکنون با طبیعت و تولید بیولوژیک قلیل اکوسیستم‌های کویری در مناطق خشک و نیمه خشک در تعارض شدیدی قرار گرفته است و موجودیت هر دو این مناطق را که خود، اراضی حاشیه‌ای ناپایدار محسوب می‌شوند در معرض تهدید جدی قرار داده است.

۲. آن دسته از اکوسیستم‌های کویری در مناطق خشک و نیمه خشک که در توالی بلافاصل استپ‌های نیمه بیابانی قرار داشته و به صحرای خشک درونی می‌رسند، در اثر فعالیت‌های مخرب و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی، آن‌ها به شدت در معرض تخریب و فروسایبی قرار داشته و به عرصه‌های خشک‌تر و غیرقابل زیست‌تری تبدیل شده‌اند. در واقع می‌توان گفت چشم‌انداز کنونی آن‌ها بازگوکننده سیمای اولیه آن‌ها نبوده و نتیجه سیر تکامل طبیعی آن‌ها نیست.

۳. برای حفاظت از تمام تنوع ژنتیک موجود باید جوامع زیستی اعم از گیاهی یا جانوری در زیستگاه‌های طبیعی و اصل خود، در سطحی قابل توجه مورد حمایت قرار گیرد. اکوسیستم‌های کویری، زیستگاه بخش قابل توجهی از تنوع گونه‌های گیاهی و جانوری به‌شمار آمده و برخی از حیات وحش این زیستگاه‌ها از جمله گونه‌های با ارزش، در معرض تهدید، آسیب‌پذیر، در خطر انقراض و یا کمیاب به‌شمار می‌روند که حفاظت از آن‌ها براساس جداول تعیین الویت‌های حفاظت از گونه‌های اتحادیه

بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع زنده امری ضروری است. زیستگاه‌های کویری (بیابانی) از نظر پرندگان نیز دارای فون ویژه‌ای هستند.

۴. زیستگاه‌های کویری جدا از گونه‌های حیات وحش مهم و حمایت شده‌ای که دارند، از نظر برخی گونه‌ها نظیر پستانداران کوچک (جونندگان)، پرندگان شکاری و به‌ویژه خزندگان، بسیار غنی هستند. این دسته از زیستمدانان از اجزای اصلی و عمده ساختار اکوسیستم‌های کویری به‌شمار می‌روند. گستره مناطق کویری در اقلیم نیمه حاره‌ای، گرم و خشک کشور ایران از این نظر نمونه‌وار هستند. این مناطق، زیستگاه عمده خزندگان کشور بوده و دارای تعداد قابل توجهی گونه‌های اندمیک نیز می‌باشند. زیستگاه‌های مهم کویری ایران در سه حوزه فلات مرکزی، سیستان و بلوچستان پراکنده‌اند. خزندگان این سه حوزه، عمدتاً به عناصر فون صحرا سندی و فلات مرکزی وابسته هستند. از ۲۲ گونه اندمیک کشور، ۵۰ درصد وابسته به این سه حوزه می‌باشند و شمار گونه‌های این سه حوزه نیز در حدود ۵۰ درصد کل گونه‌های خزننده کشور را شامل می‌شوند. بیشتر گونه‌های خزندگان به‌ویژه مارمولک‌ها را از خانواده‌ها و جنس‌های مختلف می‌توان در زیستگاه‌های بیابانی یافت.

۵. جدا از اهمیت زیستگاهی کویر برای پاره‌ای از زیستمدانان جانوری، اهمیت رویشگاهی آن برای برخی از گونه‌های گیاهی نیز بسیار است. جوامع گیاهی شن دوست در کمال شگفتی و با سازگاری اعجاب‌انگیز خود، نشانه‌های حیات را به رخ می‌کشند. علی‌رغم پراکنش گسسته کویرهای شنی، بیشتر گونه‌های شن دوست با وجود عوامل اقلیمی کنترل‌کننده تا دور دست‌ترین مناطق شنی راه می‌یابند و باد در این انتشار، نقش عمده‌ای برای آن‌ها دارد.

۶. بهره‌برداری از منابع اکوسیستم‌های کویری نیاز به مراقبت‌های ویژه دارد، زیرا تولید ببولژیک آن‌ها در واحد سطح نسبت به سایر اکوسیستم‌ها، در سطح پایین‌تری قرار داشته و پوشش گیاهی، به‌عنوان تشکیل‌دهنده سیمای اصلی و ساختمانی این اکوسیستم‌ها، تابع نوسانات عوامل اقلیمی و عمدتاً باران می‌باشد. در صورت بهره‌برداری بی‌رویه و عدم حفاظت، به دلیل محدودیت‌های رویشی (عوامل اقلیمی - آدافیک)، امکان ترمیم و احیای آن‌ها کمتر امکان‌پذیر بوده و باید برای همیشه آن‌ها را از دست رفته تلقی نمود.

۷. پوشش گیاهی کم پشت و پراکنده اکوسیستم‌های کویری، جدا از سایر

تأثیرات آن‌ها، از نظر حفاظت خاک، حائز اهمیت ویژه‌ای بوده و در صورت فقدان آن‌ها، خاک پراکنده گشته و به توده بی ثبات و متحرکی تبدیل می‌شود. در نهایت، صحرای عریان، تل‌های شنی و عاری از حیات را گسترش می‌دهد. پوشش گیاهی محافظ خاک در این مناطق در حفظ کارکردهای متعادل اکوسیستم‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای داشته و در صورت نابودی آن، روند فروسایبی بدون بازگشتی را سبب می‌شود که در نهایت اکوسیستم‌های کویری را به درجات خشکتر و نامساعدتر سوق داده و روند بیابان‌زایی را تشدید می‌کند.

۸. بیابان‌زایی در مناطق نیمه خشک، سابقه‌ای دیرینه داشته ولی مختص این مناطق نیست. بیابان‌زایی فرایندی است که طی آن در اثر فروسایبی بیولوژیکی، زمین، منابع طبیعی تجدید پذیر خود را از دست می‌دهد. بیابان‌زایی معمولاً در اثر استفاده بی‌رویه انسان به وجود آمده و عمدتاً نیز از بخش‌های کوچکی شروع شده و با پیوستن آن‌ها با یکدیگر توسعه یافته و اراضی وسیعی با ویژگی‌های بیابانی نمایان می‌شود. این پدیده در شرایط محیطی خشک هم سریع‌تر بروز می‌کند و هم به سرعت، ژرفش بیشتری می‌یابد، زیرا توان ترمیم و احیای این اکوسیستم‌ها در جریان تخریب یا بعد از آن بسیار پایین بوده و ترمیم و بازیابی ترکیب طبیعی آن‌ها بدون مداخله مستقیم انسان امکان پذیر نیست. بیابان‌زایی در واقع ما حاصل بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی زمین، بدون توجه به توان تجدیدپذیری آن‌ها و رها شدن در برابر عوامل فرساینده طبیعی است. تا چندی پیش، کویر را خطای طبیعت می‌پنداشتند و آن را قابل حفاظت نمی‌دانستند. در حالی که کویر از نظر منابع بیولوژیک بقدر کافی غنی بوده و حفاظت از آن همانند سایر اکوسیستم‌ها به عنوان بخشی از تنوع بیولوژیک طبیعت ضروری است.

### موجودات زنده بیابانی (گیاهان و جانوران بیابان)

علیرغم نوع اشکال رویشی، فلور و فون بیابان از نظر گونه نسبتاً فقیر است. در مقیاس‌های قاره‌ای، تنوع گونه‌های مارمولک و جوندگان با افزایش بارش همراه است. چند گونه گیاهی ارمیک (eremic) هستند، یعنی در بیابان به‌طور وسیعی پخش می‌شوند. میزان بومی بودن (آندمیسم) پایین است و خاستگاه تقریباً تمام خانواده‌های بیابانی در نواحی نیمه خشک مجاور است.

گودال و پری ۱۹۷۹ بیان کردند که فقط ۲۸ خانواده وجود دارند که در بیشتر از

یک ناحیه بیابانی پیدا شده‌اند و از این‌ها پانزده خانواده فقط یک جنس، نه خانواده دو جنس و سه خانواده چهار جنس دارند که از آن‌ها خانواده‌های کنوپودیاسه و پوآسه، جنس‌ها و گونه‌ها و درصد پوشش زیادتری دارند. بهر حال فقط یک یا چند گونه چند ساله در سطح جهان پراکنده‌اند.

### پوشش گیاهی بیابان

پوشش گیاهی بیابان، رویشی ساده است که ساختار آن کم توسعه یافته و پوشش آن با افزایش خشکی بازتر و ناپیوسته‌تر می‌شود. هیلز (۱۹۶۰) چهار دسته از رویش خشکی را که با کاهش آب قابل استفاده در ارتباط است مشخص کرده است که عبارتند از:

۱. خلنگزارهای بوته‌ای چند ساله، که شامل جوامع مشخص کاکتوس در جنوب غربی آمریکا و بوته‌های کوتاه اندکی چوبی شده است.
۲. پوشش گیاهی چند ساله درختچه‌ای، که مرکب از چند گونه گوشتی کوتاه ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی متری، تعداد کمی درختچه و علف‌های چند ساله است.
۳. پوشش گیاهی بی دوام یا پوشش گیاهی علف‌های فصلی که مرکب از یک ساله‌ها و چند ساله‌ها و به طور غالب گراس‌هاست.
۴. پوشش گیاهی تصادفی (accidental)، که شامل گیاهان بی دوام یکساله است که در نواحی دارای بارندگی کم و ناگهانی روی خاکهایی که رطوبت را به حد کافی نگه می‌دارند رشد می‌کنند.

### سازش موجودات عالی با شرایط بیابان

موجودات زنده‌ای که در بیابان‌های داغ دنیا ساکنند، قادرند با گرمای شدید و خشکی مقابله کنند و نمی‌گذارند حرارت درونی و از دست دادن آب بافت‌ها به میزان‌های کشنده‌ای برسد. گیاهان و جانوران بیابان‌ها برای زیست خود روش‌های مشابه مورفولوژیکی و رفتاری دارند که اگرچه منحصر به موجودات مناطق بیابانی نیست، این موجودات نسبت به رقابای واقع در منطقه معتدله (مرطوب) بیشتر از آن‌ها استفاده می‌کنند. دو روش اصلی این موجودات، یکی دوری جستن از گرما و دیگری بردباری

نسبت به گرما و کمبود آب است. بیشترین گیاه بیابان‌ها را گریزان‌ها (evader) تشکیل می‌دهند. این گیاهان می‌توانند تنش‌ها را از طریق بلوغ غیرفعال از مرحله زودرس یا از طریق زندگی دائم یا موقتی در زیستگاه‌های کوچک خنک و مرطوب مانند زیر درختچه‌ها یا سنگ‌ها در شکاف صخره‌ها یا زیر زمین پشت سر گذارند و به حیات خود ادامه دهند. از کل جانوران بیابانی، ۷۵ درصد زیرزمینی (geozoonts) با فعالیت سطحی شبانه یا فعالیت سطحی در موقع ایجاد رطوبت هستند. موجودات مقاوم به علت اینکه دارای درجه حرارت و اتلاف آب کنترل شده‌اند، در شرایط سخت محیطی می‌توانند ادامه حیات دهند.

### تنوع زیستی در اکوسیستم‌های خشکی ایران

ایران، سرزمینی گسترده است و عرصه گسترده آن دارای صور مختلف اقلیمی است. تنوع شکل و ترازهای جغرافیایی در ایران، موجب ایجاد اکوسیستم‌های متنوع شده و به تبع این پدیده و موقعیت جغرافیایی در کره زمین، دارای گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی گردیده است که می‌توان مانند آن و یا اشتقاق یافته از آن را در اوراسیا و آفریقا مشاهده نمود. تنوع گونه‌ای و صور و شیوه‌های مختلف حیات و نحوه پراکندگی و تراکم آن در بخش بیوسفر یکسان نبوده و رابطه معنی داری با شرایط اکوسیستم و عملکرد آن‌ها دارد. به‌طوری که بیشترین تنوع گونه‌ای و صور مختلف زیستی را می‌توان در مناطق استوایی مشاهده نمود. نتیجه تحقیقات دانشمندان نشان داده که تنوع زیستی در مناطق استوایی، بیش از ۶ برابر مناطق سرد اروپاست.

پایدارترین اکوسیستم‌ها که به تبع آن حاصلخیزترین و غنی‌ترین اکوسیستم‌ها می‌باشند در بخش‌های استوایی وجود دارد. به‌عنوان مثال در مناطق حاره‌ای تنوع گونه‌ای در آن بالاست به‌طوری که در محدوده‌ای کمتر از ۲۰ هکتار از جنگل‌های همیشه بارانی بورئو، حدود ۷۰۰ گونه گیاهی شناسایی و نامگذاری شده است. این در حالی است که مجموعه گونه‌های گیاهی آمریکا شمالی، معادل همین رقم یعنی ۷۰۰ گونه می‌باشد.

هر چه از خط استوا دورتر شده و به قطبین نزدیک می‌شویم، صور مختلف حیاتی تغییر یافته و از تراکم گونه‌ای و پراکندگی آن کاسته می‌شود. سرزمین ایران به دلیل قرار گرفتن در عرض بالاتر از خط استوا، از تراکم و تنوع گونه‌های کمتری در هر



هکتار از اراضی خود بهره می‌برد. ولی باید توجه داشت، ایران سرزمینی گسترده با تضادهای اقلیمی و ترازهای جغرافیایی مختلف است. این شرایط، همراه با وضعیت و موقعیت جغرافیایی آن موجب گردید که ایران نسبت به سایر کشورهای همجوار و هم عرض خود از تنوع گونه‌ای بیشتر و شیوه‌های حیاتی متفاوت تری برخوردار گردد به طوری که این سرزمین را می‌توان به عنوان پل ارتباطی بین ۴ ناحیه جغرافیایی گیاهی (به تبع آن جانوری) مدیترانه‌ای، ایران و تورانی، اروپا و سیرری و صحرا و سندی به شمار آورد.

مجموع فرایندهای حیاتی و عملکردی اکوسیستم‌های تأثیرپذیر از این چهار ناحیه و جغرافیایی موجب شده است که دانشمندان و محققین، ایران را از نظر گیاهی به چهار ناحیه اصلی به نام‌های ایران و تورانی، خلیج عمانی، خزری و زاگرسی تقسیم نمایند. این چهار ناحیه به دلیل گستردگی عرصه و تفاوت‌های موجود در شکل زمین و ارتفاع، دارای اکوسیستم‌های مختلف با عملکردهای مختلف می‌باشند. حاصلخیزی و غنا گونه‌ای در اکوسیستم‌های ایران متفاوت می‌باشد. به طوری که ناحیه خزری با دریافت بیشترین باران سالانه (۷۵۰ میلی متر در قسمت شرق و ۲۲۰۰ میلی متر در بخش‌های غربی) و تفاوت‌های موجود در شکل و ارتفاع زمین (از ۰ تا ۳۰۰۰ متر) بیشترین تنوع حیاتی و شیوه زیستی را دارا می‌باشد. هر چند که این ناحیه به دلیل حاصلخیزی خود در طول ادوار گذشته به خصوص نیم قرن اخیر، مورد توجه و بهره‌برداری زیاد قرار گرفته است. حاصل این توجه موجب شده است که ببر خزری منقرض شود و برخی از گونه‌ها نظیر پلنگ، شوکا و خرس قهوه‌ای بجز در مناطق چهار گانه سازمان حفاظت محیط‌زیست، تقریباً حذف یا نابود شوند. ناحیه ایران - تورانی، بخش وسیعی از اراضی ایران را شکل می‌دهد. این منطقه با تأثیر پذیری از عرصه گسترده خود، دارای اکوسیستم مختلفی است اما تنوع گونه‌ای در این بخش از اراضی ایران گسترده نبوده و دارای حساسیت بسیار بالایی در برابر عوامل تخریب‌کننده و تهدیدکننده زیستگاهی هستند.

عمده گونه‌های جانوری این ناحیه، با مشکل ناشی از خشکسالی و به تبع آن کمبود آب و تنوع کمی و کیفی منابع غذایی، همچنین رقابت با دام‌های اهلی و شکار بدون کنترل روبرو هستند.

ناحیه خلیج عمانی، که از اراضی تأثیرپذیر از خلیج فارس و دریای عمان

برخودار است، دارای اکوسیستم‌های نیمه گرمسیری خشک می‌باشد. در این ناحیه، تنوع گونه‌ای بیشتر از منطقه ایران تورانی می‌باشد.

ناحیه زاگرس که شامل اراضی غرب ایران است و از بخش‌های جنوبی آذربایجان تا فارس ادامه دارد، به دلیل شکل‌های مختلف زمین‌شناسی و ارتفاعات مختلف، دارای اکوسیستم‌های مختلف می‌باشند. اما این تنوع، تحت تأثیر موقعیت جغرافیایی سیاسی منطقه، نیز راههای معیشتی ساکنین آن قرار داشته و دارد. به این دلیل، در طول قرن گذشته صدمات زیادی به تنوع گونه‌ای و شیوه‌های حیاتی و به خصوص جانوری آن وارد شده است. این شرایط موجب انقراض شیر آسیایی در ایران و به آستانه انقراض کشاندن برخی از گونه‌های باارزش نظیر گوزن زرد گردیده است. هر چند که سایر گونه‌های بزرگ جثه نظیر خرس قهوه‌ای، کل و بز، قوچ و میش، آهو، جبیر و گورخر نیز امروزه در شرایط مطلوبی از نظر تعداد افراد و جمعیت‌ها و نیز پراکندگی و تراکم قرار نگرفته‌اند.

تا قبل از سال ۱۳۲۰، شیر آسیایی *Panthera leo* در بیشتر مناطق و زیستگاه‌های جنوب و جنوب غربی کشور زیست می‌نموده است، به طوری که اکثر بیشه زارها و جنگل‌های مناطق زاگرسی به خصوص جنگل‌های حاشیه دز و کرخه و کارون و دشت ارژن، جولانگاه شیر آسیایی در ایران بوده است. بر پایه اطلاعات موجود، آخرین مشاهده از شیرایرانی در ناحیه دزفول و حدود ۵۸ سال پیش توسط شخصی به نام شامپيون جونز (Champion Jones) صورت گرفته است. از دهه ۱۳۲۰ نوشته‌های پراکنده‌ای در دست است که نشان می‌دهد این دوره برای شیر آسیایی در ایران دوره انحطاط و نابودی و حذف تمامی افراد جمعیت بوده است. اواخر دهه ۱۳۲۰، عرصه بر ببر مازندران *Panthera tigris* نیز تنگ‌تر شد، توسعه فعالیت‌های انسانی به خصوص در زمینه تبدیل و تغییری کاربری اراضی از بیشه زارها و نیزارهای جلگه‌های طبیعی به زمین‌های کشاورزی همراه با شکار این پستاندار، موجب حذف و نابودی تمامی افراد جمعیت این گونه گردید. بررسی‌ها نشان می‌دهد تخریب اراضی طبیعی در عرصه زیستگاهی این دو گونه و رقابت با انسان (استفاده از طعمه)، شکارهای تفریحی و تفرجی موجب کاهش و نابودی این دو گونه گردیده است.

پدیده کاهش تنوع ژنتیکی ناشی از جزیره شدن زیستگاه‌ها در اثر توسعه فعالیت انسانی (صنعت کشاورزی، راهسازی، شهرک سازی)، امروزه از سرعت بیشتری

برخوردار گردیده و در نتیجه زیستگاه‌ها، شرایط جغرافیایی زیستی جزایر (مجازی) یافته‌اند. اثر فرآیند این پدیده، موجب کاهش تنوع ژنتیک و در نهایت اضمحلال افراد جمعیت گونه‌ها در ایران گردیده و در صورت ادامه‌این روند (توسعه فعالیت‌های انسانی)، زمینه بحران ژنتیکی برای گونه‌های مختلف جانوری به خصوص پستانداران بزرگ جثه بیشتر خواهد بود.

اطلاعات جمع آوری شده از مجموع بررسی‌های انجام شده در دو دهه اخیر نشان می‌دهد:

۱. یوزپلنگ آسیایی در ایران در خطر انقراض کامل قرار گرفته است و در صورت عدم حفاظت و حراست از نطفه‌های اصل این گونه، با بحران ژنتیکی در دهه آتی روبرو خواهیم بود.

۲. جیبر *Gazelladorcas*، دارای جمعیت‌های پراکنده با تعداد محدود در زیستگاه‌های سابق می‌باشد. آمار نشان می‌دهد که جمعیت این گونه در سراسر زیستگاه‌های ایران کمتر از ۲۳۰۰ راس است.

۳. در حال حاضر جمعیت گونه گورخر *Ecus heminus*، محدود به منطقه حفاظت شده توران در استان سمنان و نیز بهرام گور در استان فارس می‌باشد. با توجه به بزرگی جثه، اشتیاق به شکار این گونه و نبود پرسنل و امکانات کافی حفاظتی در زیستگاه‌ها، در خطر انقراض جدی قرار گرفته است.

۴. بر پایه آخرین سرشماری، تعداد ۵۰۰ راس گوزن زرد شمارش و بر آورده شده است. این گونه به دلیل جزیره‌ای بودن زیستگاه‌های خود دارای نرخ مرگ بالایی است و بحران ژنتیکی ناشی از آمیزش درونی موجب شده است که علیرغم تمهیدات حفاظتی ویژه افراد این گونه، در برخی از زیستگاه‌های غیر جزیره‌ای در کمتر از ۶ ماه کلیه افراد انتقال یافته نابود شده‌اند.

۵. مرال یا گاو کوهی *Cervus elaphus*، بر پایه آخرین سرشماری، تعداد ۱۱۰۰ رأس در زیستگاه‌های اصلی وجود دارد. با توجه به توان تولید گونه و نرخ مرگ و میر و در نهایت نرخ رشد، انتظار نمی‌رود در سایه حراست و کنترل کنونی بتوانند جمعیت پایداری در دهه آتی داشته باشند.

۶. شوکا *Capreolus capreolus*، کوچک‌ترین گوزن ایرانی با جمعیتی معادل ۱۸۵ رأس در کلیه زیستگاه‌های شناخته شده به دلیل فعالیت گسترده انسانی در

جنگل‌های شمالی ایران از وضعیت خوبی برخوردار نیستند.

۷. خرس سیاه *Selenarcotos thibotanus*، در طول دو دهه اخیر تنها ۲ مشاهده از این گونه به ثبت رسیده است. این گونه در لیست گونه‌های در خطر انقراض قرار گرفته است.

۸. پلنگ و سایر گربه‌سانان در ایران، از شرایط مطلوبی برخوردار نیستند. به عنوان مثال گربه پالاس *Felismanul*، با محدودیت پراکنش مواجه می‌باشد، انزوطلبی این گربه اطلاعات کمی و کیفی بسیار محدودی را در اختیار کارشناسان ذیربط قرار می‌دهد. این گربه از سال ۱۳۷۹ در لیست گونه‌های در خطر انقراض قرار گرفته است.

«یوز پلنگ ایرانی در زیستگاهی منزوی روی لبه تیغ زندگی می‌کند.» این گفته دکتر لوک‌هانتر، مسئول هماهنگی برنامه جهانی گوشتخوار، درباره حیوانی است که روزگاری، زیستگاه او از شبه قاره هند تا افغانستان، ترکمنستان و ایران تا شبه جزیره عربستان و سوریه پراکنده بود.

جانوری که جمعیت آن تا پیش از جنگ جهانی دوم، ۴۰۰ قلاده بود اما اینک، شمار این جانور براساس آماری خوش بینانه ۷۰ قلاده برآورد می‌شود. گفته می‌شود جمعیت این جانور پس از آن که در سال ۱۳۳۸ از سوی کانون شکار در شمار جانوران حمایت شده قرار گرفت، رو به افزایش نهاد و در دهه پنجاه به نزدیک به ۳۰۰ قلاده رسید.

اما برخی تحولات سیاسی در کشور، موجب اختلال در حفاظت از این گونه نادر وحش شد و طی ۳ دهه اخیر اشغال زیستگاه‌ها و تخریب آن از سوی دامداران، شکار بی‌رویه، کمبود طعمه و به‌ویژه تصور نادرست جوامع محلی از این حیوان، سبب کاهش شمار آن شد. با این همه، در همه این سال‌ها دوستداران حیات وحش در حد توان خود اقداماتی برای حفظ یوز صورت دادند تا این که طرح حفاظت از یوزپلنگ آسیایی با مشارکت‌های سازمان‌های ملی و بین‌المللی در کشور به مرحله اجرا درآمد. طبق بررسی‌های انجام شده و آمارهای به دست آمده از میان گونه‌های بومی ایران، گونه‌های زیر با افت جمعیت قابل ملاحظه‌ای مواجه می‌باشند:

چکاوک آسمانی کوچک، مینا، کلاغ گردن بور، زیرآبردک، شهد خور، سهره سیاه، اردک مرمری، سارگپه چشم سفید، هما، دال سیاه، دل پشت سفید، شاه بوف، جغد ماهی خوار، جغد کوچک، جغد کوچک خالدار، شبگرد بلوچی، دارکوب سبز، دارکوب سیاه.

قابل ذکر است پلیکان خاکستری، عروس غاز، قوی کوچک، درنای سیبری، باکلان کوچک، گیلانشاه خالدار، عقاب شاهی، عقاب طلایی، عقاب دریایی دم سفید، عقاب ماهی خوار، اردک سر سفید، اردک بلوطی در لیست گونه‌های در خطر انقراض قرار دارند. از ۱۶۴ گونه خزنده شناسایی شده در ایران، ۶۰ گونه آن انواع لاک پشت دریایی و تمساح در خطر انقراض و نابودی قرار دارند. به‌طور کلی، منابع تجدید شونده مورد تخریب و تهدید جدی قرار گرفته‌اند. در این میان، جنگل‌ها و مراتع کشور که در حقیقت بستر زندگی سایر زیست‌مندان است به شدت در حال تخریب می‌باشد. بیشتر گونه‌های گیاهی به خصوص درختانی که ارزش تجاری و صنعتی دارند، در معرض تهدید جدی قرار گرفته‌اند. براساس آخرین بررسی‌های انجام شده با استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای در سال ۱۳۶۴ وسعت مراتع ایران ۹۰ میلیون هکتار بوده‌ای و قشلاقی، و ۱۶ میلیون مراتع بیابانی را تشکیل می‌دهد. این میزان قادر است غذای ۱۶ میلیون واحد دامی را تأمین نماید در حالی که در کل کشور بیش از ۶۰ میلیون واحد دامی وجود دارد. در واقع ۳ برابر ظرفیت تولید مراتع کشور، دام وجود دارد.

به این نتیجه می‌رسیم که ایران کشوری است که دارای تنوع زیستی تقریباً غنی اما ناشناخته از نظر ارزش‌های اقتصادی و معنوی، ارزش‌هایی که می‌توان با شناخت آن، تحول بنیادینی را در جامعه پایه‌گذاری نمود. برای رسیدن به این مهم، شیوه‌های متنوع زیست، همچنین خصوصیات و فرآیند در اکوسیستم‌ها و ویژگی‌های زیستی هر گونه و صور مختلف زیستگاه‌ها در هر اکوسیستم باید مورد توجه و ارزیابی قرار گیرد. به نظر می‌رسد معادلات روند انقراض طبیعی که برای گونه‌های مختلف تعریف شده است در ایران، به عنوان یک کشور در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه‌یافته از شدت بیشتری برخوردار است زیرا به علت توسعه نیافتگی و نبود شناخت کافی از تکنولوژی سالم و وجود زمینه‌های توسعه و اشتیاق به رسیدن به آن، ناچار به دریافت تکنولوژی قدیمی می‌گردد. دستیابی به چنین تکنولوژی‌هایی، نیازمند به سرمایه‌گذاری پرمایه اقتصادی و معنوی است و نبود و محدودیت شناخت شیوه‌های حیات، اثرات و عوامل تخریب را افزایش داده و انتظار می‌رود که جریان نرخ طبیعی انقراض گونه‌ها در ایران از شدت بیشتری برخوردار باشد و شدت عوامل تخریبی باعث شده انقراض طبیعی به انقراض تحمیلی تغییر ماهیت دهد و ما شاهد شکل‌های مختلف تخریب جوامع گیاهی و جانوری کشورمان باشیم.



# فصل یازدهم

## توسعه پایدار

### مقدمه

اصطلاح توسعه پایدار برحسب اهمیت به سال ۱۹۸۰ بر می‌گردد، هنگامی که اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی (IUCN) به‌عنوان نماینده استراتژی جهانی حفاظت (WCS) با هدف اصلی دستیابی به توسعه پایدار از طریق حفاظت از منابع زنده اعلام گردید. از نظر (WCED) کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه، توسعه پایدار به‌طور معمول این‌طور تعریف می‌گردد: توسعه‌ای که با نیازهای عصر حاضر توأم بوده و با توانایی تولیدات و نیازهای آینده نیز سازگاری داشته باشد. یعنی تکامل بالقوه محیط‌زیست و فاکتورهای اقتصادی با تصمیم‌گیری منطقی آن فاکتورها به‌طوری که زندگی مطلوب مردم را بدنال داشته باشد. به‌عنوان مثال تکامل نظریه حفظ محیط‌زیست با مفهوم کاهش فقر، بنابراین مردم برای دستیابی به اهداف اقتصادی مجبور به تخریب محیط خود نیستند و انتخاب و رقابت به منظور به‌دست آوردن فعالیت‌های اقتصادی بوده که نه تنها سیستم‌های فیزیکی و اکولوژیکی محیط را تخریب نمی‌کند بلکه از آن حمایت می‌نماید.

### توسعه پایدار<sup>۱</sup>

سازمان خوارو بار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، توسعه پایدار را به‌این صورت تعریف می‌کند: توسعه پایدار عبارت است از مدیریت و حفاظت اساسی از منابع طبیعی و جهت دادن فن‌آوری و سنت‌ها به طریقی که اطمینان حاصل شود که نیازهای انسانی

---

1. Sustainable development

برای همیشه در حال حاضر و برای نسل آینده برآورد می‌گردد. توسعه پایدار اکولوژیکی<sup>۱</sup>، بهترین و ایده‌آل ترین نوع توسعه محسوب می‌شود و عبارت است از توسعه‌ای که کیفیت کلی زندگی را در حال و آینده بهبود بخشد به طوری که فرایندهای اکولوژیکی ضروری را برای ادامه زندگی حفظ نماید. چنین توسعه پایداری از زمین، آب، گیاهان و منابع ژنتیکی حفاظت می‌کند، از نظر محیط‌زیستی مخرب نبوده، از نظر تکنولوژیکی، مناسب و از نظر اقتصادی، توجیه‌پذیر است. نیز این الگو توسعه از نظر اجتماعی پذیرفته شده است.

### تنوع زیستی به عنوان یک منبع کلیدی برای توسعه

برای تضمین تولید مواد غذایی و دارویی در آینده، حفظ ذخایر توارثی موجود در طبیعت دست نخورده و بکر، امری ضروری است. گونه‌های وحشی و تغییرات ژنتیکی که در گونه‌ها و بین آن‌ها وجود دارد، بالقوه برای توسعه کشاورزی، دارو و صنعت بسیار ضروری است. تنوع زیستی امکان بسیار گسترده‌ای را برای نسل‌های رو به رشد آتی قرار می‌دهد. تنها چهار دهه بعد ما باید سه برابر بیش از آنچه امروز تولید می‌کنیم غذا داشته باشیم. به همین دلیل، ضرورت نگهداری غنای ذخایر توارثی تا جایی که امکان دارد روز به روز بیشتر می‌شود. برآوردها نشان می‌دهد که عالم گیاهی دارای ۷۵ هزار گونه خوراکی است که تنها ۲۰ درصد آن ۹۰ درصد پایه غذایی جهان را فراهم می‌کند. گونه‌ها و نژادهای وحشی قادرند از طریق به‌نژادی، شمار گونه‌های زراعی را تا هزارها بالا ببرند.

اگر ژن‌های چند گونه‌های وحشی در پرو و اکوادور نبود تا امکان دورگه‌گیری و به‌نژادی را فراهم کنند، تولید اقلام گوجه‌فرنگی امروزه در سطح تجاری امکان نداشت. نوع خاصی گوجه‌فرنگی از جزایر گالاپاگوس این امکان را فراهم کرده است که نه تنها رنگ و ارزش‌های غذایی این گونه اصلاح شود، بلکه قابلیت برداشت آن به وسیله ماشین‌آلات نیز فراهم گردد.

در عالم جانوری واریته‌های اصلاح شده گوشتی مرغان تخم‌گذار، ماهیان و حشراتی نظیر زنبور عسل و کرم ابریشم نیز افزایش یافته‌اند. این نمونه‌ها همگی معرف این هستند که در طبیعت و محیط‌زیست طبیعی، توانایی زیادی در این زمینه

1. Ecologically Sustainable



وجود دارد. استفاده از مواد ژنتیکی طبیعت نه تنها رشد گیاهان را افزایش می‌دهد بلکه سطح تولید خالص گیاهان زراعی و حیوانات اهلی را نیز ارتقا می‌دهد. توسعه مواد دارویی نیز تا حد زیادی مدیون توانایی‌های تنوع و تغییرات ژنتیکی گونه‌های وحشی است. منشأ دارویی هر نسخه پزشکی تجویز شده از نظر وابستگی به گیاهان و جانوران در مقابل فراورده‌های شیمیایی ۵۰ درصد است.

### فواید اقتصادی - اجتماعی تنوع زیستی

نمونه‌های زیادی از فواید بلا واسطه اقتصادی بهره‌برداری خردمندانه از نیروی نهفته در تنوع زیستی را می‌توان نام برد. به عنوان نمونه امروزه استفاده از یک ژن جو اتیوپیایی سبب نجات جو کالیفرنایی در برابر ویروس کوتوله زرد Yellow dwarf virus شده و ارزش تولید شده معادل ۱۶۰ میلیون دلار برآورد شده است. علاوه بر آن نزدیک به ۸۷ میلیون دلار از تولید ناخالص آمریکا مرهون برداشت از گونه‌های وحشی است.

### مفاهیم توسعه پایدار از دیدگاه‌های مختلف

در ابتدای بحث می‌بایست مقصود از توسعه را بیان کنیم. پس از پایان جنگ جهانی دوم واژه توسعه به‌طور فراگیر مطرح گردید. اصطلاح توسعه ترجمه Development است که در فرهنگ انگلیسی آکسفورد به معنای باز شدن تدریجی، پیدایش و در زبان لاتین به معنای رشد یافتن، گسترش دادن و... می‌باشد. این لغت در بیانی ساده تر مفاهیمی از قبیل رشد، ترقی، نوگرایی و دگرگونی را شامل می‌شود.

توسعه، فرآیندی چند بعدی می‌باشد توسعه در معنای جامع آن می‌توان به شکل زیر تعریف نمود: توسعه عبارتست از حرکت درون زا، متعادل، منظم و متوازن هر سیستم پویا (متشکل از اهداف مختلف) در جهت کمال و افزایش کیفیت. توسعه بر استفاده از حداکثر منابع طبیعی جهت دستیابی نسل حاضر به بیشترین رشد اقتصادی و درآمد تأکید می‌کند. در نتیجه، بشر در طی قرن اخیر با کمک فناوری‌های نوین و با اتکا به منابع طبیعی ارزان قیمت به‌ویژه سوخت‌های فسیلی در زمینه تأمین غذای جمعیت روزافزون جهان به پیشرفت‌های شگرفی نائل آمده است. متأسفانه این دستاوردها در برخی موارد به قیمت گزافی از نظر مشکلات زیست محیطی همراه بوده است.

پیامدهای مختلفی از قبیل فرسایش خاک، کاهش تنوع زیستی، تغییر اقلیم و آلودگی آب، خاک، هوا و... را در بر داشته است. بهمین دلیل درچندین سال گذشته دیدگاه‌های جدیدی در رابطه با توسعه به‌وجود آمده است.

به‌طور کلی از اوایل دهه ۸۰ میلادی، اصطلاح توسعه پایدار تقریباً جانشین سایر اصطلاحاتی شد که تا آن زمان برای توسعه زیست محیطی بکار برده می شد. کمیسیون توسعه محیط‌زیست سازمان ملل، توسعه پایدار را به‌صورت زیر تعریف می‌کند: ((توسعه ای که احتیاجات نسل حاضر را بدون لطمه زدن به توانایی نسل‌های آتی در تأمین نمودن نیازهای خود برآورده می نماید.)) دراین تعریف دو مفهوم کلیدی نهفته است:

۱. مفهوم نیازها به‌ویژه نیازهای اساسی فقرای جهان و اعطای حقوق پایمال شده آن‌ها.
  ۲. محدودیت‌های ایجاد شده در قابلیت‌های محیط‌زیست در نتیجه فشارهای وارده از سوی تکنولوژی و سازمان‌های اجتماعی..
- توسعه پایدار یک هدف اجتماعی است و همه عناصر جامعه بایستی در اجرای عملی آن و برای دستیابی و موفقیت به آن هدف سهمی داشته باشند.

### اهداف توسعه پایدار

عبارتست از دستیابی به یک فرایند مساوی از نقطه‌نظر اقتصادی، عدالت و مشارکت اجتماعی، فرایندی که جهت جدیدی را عرضه می‌کند و به کمک تکنولوژی از کارایی بالاتری بهره‌مند می‌گردد و در نهایت اینکه فرایندی است که از محیط‌زیست بهره گرفته و در حفظ و اعتلای آن می‌کوشد. برای رسیدن به اهداف ذکر شده توسعه پایدار باید دارای شرایط زیر باشد:

- از نظر اقتصادی، غنی شدن گروهی نباید موجب فقیر شدن گروهی دیگر شود. توسعه پایدار نباید موجب جدا شدن بخش‌های عمده‌ای از جامعه از منافع حاصله از توسعه گردد. ساختاری که رشد آن مرهون ایجاد نابرابری است، ممکن است صرفاً از نظر بیوفیزیکی پایدار باشد اما نه از نظر اقتصادی و اجتماعی.
- از نظر اکولوژیکی نباید موجب تخریب و انهدام تنوع و قدرت بیولوژیکی اکوسیستم‌ها و نیز نباید باعث تخریب فرایندهای اکولوژیکی و سیستم‌های حیاتی گردد.
- از نظر اجتماعی و سیاسی نقش همبستگی، هماهنگی در عمل و مشارکت بین

بخش‌ها و افراد را ایفا کند.

- از نظر تکنولوژی باید ظرفیت‌ها را برای پاسخگویی به تغییرات، بالا برده و راه‌های در دسترس برای بهره‌وری مناسب و نگهداری از منابع را افزایش دهد.
- آخر اینکه وجود تنوع در سیستم‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، تولیدی و اکولوژیکی نمی‌باید به عنوان عاملی بازدارنده در توسعه دیده شود بلکه به عنوان یک عامل حمایتی که به کمک آن سیستم قادر به انجام تعهدات خواهد بود تلقی گردد.

### نقش مناطق حفاظت شده در ترویج توسعه پایدار

توسعه پایدار برای متوازن شدن نیازهای توسعه و حفاظت به راهنمایی اساسی تبدیل شده است. مناطق حفاظت شده اگرچه در حفظ و نگهداری منابع طبیعی نقش حیاتی ایفا می‌کنند اما در مورد قابلیت آن‌ها برای اجرای مستمر این نقش به موازات تبدیل شدن آن‌ها به جزایر طبیعی در روند استفاده ناپایدار از منابع تردیدهای زیادی وجود دارد.

کنفرانس محیط‌زیست و توسعه (UNCED) در سال ۱۹۹۲ برگزار گردید و از زمان صدور قطعنامه آن تاکنون توسعه پایدار به اصل راهنمایی برای توازن تلاش‌های توسعه و حفاظت دولت‌ها و سازمان‌های غیردولتی تبدیل شده است. دستور کار ۲۱ به عنوان عمده‌ترین دستاورد این کنفرانس استراتژی‌های مختلفی را برای تحکیم پایداری تمام فرایندهای توسعه، استفاده‌های بخشی (سکتورال) از منابع، سیاست‌ها و برنامه‌های حفاظت مشخص کرده است. ایجاد مناطق حفاظت شده در زمانی که الگوهای اقتصادی - اجتماعی توسعه ناپایدار، بهره‌کشی از منابع را در خارج از این مناطق به تجربه می‌کشند نقش حیاتی را در نجات منابع طبیعی و ژنتیکی ایفا می‌کنند.

توسعه پایدار را ضرورتاً در وسیع‌ترین بعد خود، می‌توان این طور تصور کرد که گزینه‌های آتی استفاده از منابع باید با برخی از گزینه‌های بهره‌برداری از منابع برای توسعه اقتصادی - اجتماعی کنونی به تعادل برسد. تعریف جهانی پارک‌های ملی که در سال ۱۹۶۹ در دهلی نو پذیرفته شد بر روی حذف سکونتگاه‌های انسانی از پارک و ممنوعیت استفاده از منابع آن تأکید دارد. مهم‌ترین نقشی که مناطق حفاظت شده در جهت توسعه پایدار ایفا خواهند کرد حفاظت اکوسیستم و تنوع ژنتیکی برای دستیابی به فواید بالقوه علمی، زیبایی‌شناسی، اقتصادی و اجتماعی آتی خواهد بود. خدمات

زیست محیطی دیگری هم اکوسیستم‌های مناطق حفاظت شده فراهم می‌کنند. حفظ آبخیزها و کنترل سیلاب نمونه‌وارند. هر چند ارزش این خدمات از نظر رفاه اقتصادی - اجتماعی به سیستم پولی قابل محاسبه نیست اما هم‌تراز با سایر فواید مناطق حفاظت شده برای دستیابی به توسعه پایدار اهمیتی حیاتی دارند. در همین ارتباط مناطق طبیعی و مختلفی به فهرست میراث‌های جهانی یونسکو اضافه شدند که معرف مهم‌ترین مناطق جهان از نظر حفظ تنوع زیستی می‌باشند. میراث‌های جهانی و ذخیره‌گاه‌های زیست کره از طریق افزایش درآمدهای محلی و ارتقاء سطح رفاه اجتماعی آن‌ها می‌توانند در ترویج توسعه پایدار مؤثر واقع شوند. این فواید کوتاه و میان مدتی که مناطق حفاظت شده به وجود می‌آورند، در ارتقاء سطح آگاهی و آموزشی مردم مؤثر بوده و می‌تواند حس تشریک مساعی جوامع محلی را برانگیخته و آن‌ها را برای همکاری در اجرای این نوع مدیریت جلب نماید. فواید حاصل از توریسم در مناطق حفاظت شده به نظارت پیوسته دقیقی نیاز دارد. اثرات منفی ابعاد صنعتی توریسم بر روی حفاظت، خصلتی تجمع پذیر داشته و می‌تواند به فراتر از حد تحمل پذیری این مناطق کشیده شود به طوری که احیاء ارزشهای مناطق حفاظت شده را از نظر فنی و سیاسی بسیار دشوار سازد.

استفاده از منابع طبیعی در داخل و پیرامون مناطق حفاظت شده به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه واقعیتهایی غیر قابل انکار به‌شمار می‌رود. بسیاری از ذخیره گاه‌های زیست کره امروزه از طرح‌های مدیریتی برخوردارند که دارای اهداف و استراتژی روشنی هستند و فعالیت‌های جوامع محلی طوری طرح ریزی و هدایت می‌شوند که حداقل وابستگی را به منابع هسته طبیعی داشته باشند. پژوهشگران و مروجین به‌عنوان عوامل اصلی تولید و انتقال اطلاعات در مورد گزینه‌های استفاده از منابع و آموزش جوامع محلی برای پذیرش این گزینه‌ها اعضا کلیدی مدیریت این مناطق محسوب می‌شوند. این افراد تلاش دارند حفاظت از مناطق را با استفاده پایدار از منابع داخل و پیرامون مناطق حفاظت شده، پیوند دهند. شناسایی چشم اندازهای فرهنگی در سطح جهان بخش عمده ای از فعالیت کنوانسیون میراث‌های جهانی در سالهای آتی خواهد بود. این چشم اندازها نمونه‌های آشکاری از تلاش‌های انسان در جهت بهره‌برداری از منابع به شیوه‌های سنتی هستند. اگر انطباق معیارهای چشم اندازهای فرهنگی بتواند در حفاظت این نوع سنن که مبتنی بر استفاده پایدار از منابع شکل

گرفته‌اند توفیق یابد در این صورت این مناطق فرصت‌ها و دیدگاه‌های جدیدی را برای تحکیم پیوند بین مناطق حفاظت شده و توسعه پایدار پیش روی ما قرار خواهند داد.

### حفاظت گیاهان در مناطق طبیعی حفاظت شده

حفظ و نگهداری از گیاهان در زیستگاه‌های طبیعی آن‌ها غالباً به‌عنوان حفاظت از کانون اصلی گونه‌های گیاهی تلقی می‌شود اما اینکار خیلی فراتر از یک تدبیر ساده مثل حصارکشی پیرامون بخش‌هایی از پوشش گیاهی است. مناطق حفاظت شده باید به‌صورت طیف گسترده‌ای از انواع زیستگاه‌ها و مناطق، عوامل تهدید، نگرش و رفتار اجتماعی و واریاسیون‌های زیست جغرافیایی مورد توجه قرار گیرند. به همین دلیل حفظ و نگهداری از گیاهان به طیفی از گزینه‌های مدیریت نیاز دارد تا بتواند از یکسو نیازهای ویژه گونه‌ها و اکوسیستم‌ها را برآورد نماید و از سوی دیگر و بهمان اندازه، پاسخگوی نیازهای معنوی مردمی باشد که در مناطق حفاظت شده زندگی کرده و یا از آن بازدید می‌کنند. عموماً یک گونه از شمار زیادی از افراد مستقل تشکیل شده است. اغلب گونه‌ها واحدهای نسل آوری به‌وجود می‌آورند که ماهیتاً بسیار متنوع هستند. این تنوع از یکسو واکنشی در برابر محیط‌زیست و از سوی دیگر بازتابی از تنوع محیط‌زیست به‌شمار می‌رود.

برای حفاظت ضرورتاً باید گونه‌ها در تمام گستره جغرافیایی و زیستگاهی خود و با توجه به تنوع آن‌ها حفظ و نگهداری شوند. حفاظت از گیاهان باید جانوران را نیز باید مد نظر قرار دهد. گیاهان و جانوران مستقل از هم تکامل پیدا نکرده اند بلکه در پیوندی متقابل با یکدیگر تکامل یافته اند. تداوم تکامل متأثر از برهم کنش عوامل درونی و بیرونی در طیفی مختلف از افراد تا ژنوم صورت می‌گیرد.

مفهوم یک ذخیره گاه بسیار مهم است. بسیاری از ذخیره گاه‌ها با کمترین توجه و تفکر درباره مفهوم دقیق و روشن آن‌ها طرح ریزی شده‌اند. بوضوح معلوم است که برای یک ذخیره گاه، بالقوه اهداف متعددی وجود دارد و در واقع ممکن است برای هر منطقه خاص حفاظت شده اهداف حفاظتی بیشماری وجود داشته باشد. ذکر این نکته مهم است که حفظ و نگهداری اجتماعات با حفاظت از ژن‌ها یکسان نیستند. از آنجا که اجتماعات برحسب ساختار پوشش گیاهی گونه‌های گیاهی و جانوری چیره طبقه‌بندی می‌شوند، امکان حفظ یک نوع جامعه در حالی که بسیاری از گونه‌ها حذف می‌شوند

کاملاً امکان پذیر است. ضمناً این هم امکان پذیر است که یک گونه را حفظ نمود و جمعیت‌هایی را که از نظر ژنتیکی متمایز هستند از نظر دور داشت. اگرچه حفاظت در زیستگاه اصلی (on site) نیاز دارد که تنوع زیستی در کل، مورد توجه قرار گیرد و از این رو، اجتماعات دست نخورده (intact community) و نوع استراتژی‌های حفاظت باید مورد توجه قرار گیرد. در یک منطقه حفاظت شده ممکن است حفاظت نوع خاصی از اجتماعات مد نظر باشد. بعلاوه، یک منطقه حفاظت شده ممکن است صرفاً برای حفاظت جمعیت‌هایی از این گونه‌ها احداث شود که از نظر ژنتیکی متمایز هستند و تمام طیف تنوع آن مد نظر نباشد. اهداف در مناطق حفاظت شده نه تنها با یکدیگر ارتباط متقابل دارند بلکه تکمیل کننده هم نیز هستند. حتی در جایی که حفاظت از گونه‌های غیر متعارف یا در معرض تهدید علت اصلی و اولیه احداث یک منطقه حفاظت شده نباشد. حضور این گونه‌ها در ذخیره گاه پیشنهادی بدلائیل زیادی نمی‌تواند مهم باشد:

در درجه اول باید آن دسته از مناطقی را که نیاز به حفاظت مبرم دارند شناسایی نمود. بدیهی است تمام اکوتیپ‌هایی که شایسته حفاظت هستند باید مشخص شوند اما گونه‌های برجسته ای (Conspicuous species) که آشکارا در حال نابودی هستند، نیاز به حفاظت و اقدام فوری تری دارند.

در درجه دوم، گونه‌های کلیدی (Key species) که شتخص خوبی برای نشان دادن ثمربخشی مدیریت محسوب می‌شوند، مد نظر قرار گرفته و براین گونه‌ها امعان نظر بیشتری باید داشت. چنانچه گونه‌های نادری که برجستگی بیشتری دارند نتوانند بقا خود را حفظ کنند. در این صورت معلوم می‌شود که در رابطه با طراحی و مدیریت ذخیره گاه اشتباهی رخ داده است.

در درجه سوم، حفظ گونه‌ها (preservation) چیزی است که مردم آن را درک می‌کنند. گونه‌هایی که همدردی بیشتری بین مردم بر می‌انگیزند، عامل مهمی در ارتقا سطح آگاهی و تأمین هزینه‌های حفاظت می‌باشند. و بالاخره فهرست گونه‌هایی که برای منطقه حفاظت شده پیشنهادی تهیه می‌شود اطلاعاتی فراهم می‌کند که انتخاب آن را از نظر جغرافیایی زیستی توجیه می‌کند.

### چرا مدیریت تنوع زیستی مشکل است

چون تنوع زیستی یک دارایی مشترک است، باید توسط اجتماعی که قصد حمایت از

آن را دارد مدیریت و سازماندهی شود. مدیریت دارایی‌های مشترک برای جامعه‌ای جهانی با انواع و اقسام ارزش‌ها و نیازها مسئله‌آفرین است. واضح است که موضوع‌های زیست محیطی در کل و مسئله‌های تنوع زیستی به‌طور خاص ماهیتی پیچیده و مشکل دارند. مسئله‌های تنوع زیستی به‌طور خاص به دلیل فقدان اطلاعات علمی کافی برای ایجاد مبنای تشخیص مسئله و ارزیابی راه‌حل‌ها مشکل‌تر می‌شوند. هر چند که مسائل به این دلیل هم مشکل‌تر می‌شوند که جامعه جهانی ما حتی از همین دانش جاری که علم روز فراهم می‌کند نیز سهم مشترک نمی‌برد.

همه شهروندان جهان ما ارزش‌های پر اهمیت تنوع زیستی را درک نمی‌کنند. اما حتی اگر علم ما در مورد تنوع زیستی کاملتر از این و دانایی شهروندان دنیای ما درباره وضعیت و منافع تنوع زیستی بیشتر از این بود، باز هم با کشمکش‌های ارزشی مشکلی در مورد تنوع زیستی رودر رو بودیم.

منافع اکولوژیکی حاصل از تنوع زیستی منافع درازمدت هستند که غالباً به نفع منافع کوتاه‌مدت‌تر نفی می‌شوند. این منافع کوتاه مدت گاه مورد نیاز حیاتی برخی سهم‌داران است و در این حال به نظر می‌رسد که تصمیم به حفظ تنوع زیستی قائل شدن برای منافع آتی نسبت به نسلی است که امروزه زندگی می‌کند.

### دستیابی به توسعه پایدار

تنوع زیستی، مفهومی است که همه اشکال حیات بر روی کره زمین اعم از وحشی، اهلی، یا پرورشی را در بر می‌گیرد. سابق براین تلاش‌های حفاظت فقط به نگهداری گونه‌های وحشی، مناطق بکر و مهار نشده یا مناطق کمتر دست‌خورده محدود شده بود. از سوی دیگر، توسعه اقتصادی و اجتماعی نیز به استفاده جز بسیار کوچکی از تنوع زیستی جهان وابسته بوده است. به عنوان مثال از ۷۵ هزار گونه گیاهان خوراکی، تنها ۱۵۰ گونه تاکنون در مقیاس وسیع کشت شده است. در مناطق کمتر توسعه یافته جهان، افرادی که در پیرامون مناطق بکر (Wilderness area) و مهار نشده زندگی می‌کنند، نسبت به جوامع شهری و حاشیه پیرامونی آن‌ها از طیف منابع زیستی بیشتری استفاده می‌کنند.

ابتکارات و نوآوری‌های توسعه پایدار سعی بر این دارد که بجای استفاده از گونه‌های محدود استفاده از گزینه‌ها و استراتژی‌های مختلف بهره‌برداری از منابع

زیستی توسط جوامع محلی را تشویق کند تا از این طریق هیچیک از منابع زیستی بیش از حد مورد استفاده قرار نگیرد. برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، مشارکت جوامع محلی در برنامه‌ها و پروژه‌ها ضروری است.



# فصل دوازدهم

## اقتصاد اکولوژیکی تنوع زیستی

### مقدمه

زوال جهانی کیفیت محیط زیست و کاهش تدریجی منابع طبیعی که گاهی اوقات کمیابی نو نامیده می شود، روی آوردن افزون علمی در هر دو دانش طبیعی و اجتماعی را رونق بخشیده است. بخشی از علایق جهانی درباره موضوعات زیست محیطی - اقتصادی، بواسطه فشار زاینده ای که جمعیت رو به افزایش و تولید فزاینده بر منابع طبیعی پایه وارد می سازند، به وجود آمده است. به علاوه همچنان که درآمد فردی بالا می رود و اوقات فراغت بیشتری در دنیای توسعه یافته مهیا می شود، نگرانی برای نیازمندی های آتی بیشتر انسانی با علاقه مندی نسبت به حراست طبیعت و حفاظت برای نسل های آینده همراه می شود. موضوعات منابع و محیط زیست ضمن اینکه خود را در مقیاس های محلی یا منطقه ای هویدا می سازند، بخشی از اکوسیستم پیچیده جهانی اند. در نتیجه، کمیابی نو، افق های مکانی و زمانی دارد که ورای سطح فعلی اندیشیدن و عمل کردن امتداد یافته است.

در برابر این پیش زمینه، مفهوم توسعه پایدار و شایسته، محبوبیت فراوانی کسب کرده است. کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه که این مفهوم را برای اولین بار پیشنهاد نموده، روی آوری به ضرورت در نظر گرفتن زمین به عنوان یک سامانه اجتماعی، اقتصادی، اکولوژیکی و سیاسی را که نیازمند ابتکار عمل جمعی برای اطمینان از ادامه راه در شرایط در حال تغییر است، فرا خواند. گزارش کمیسیون پیشنهاد کرد که رشد اقتصادی و حمایت زیست محیطی می توانند با هم باشند و آن ها

به ضرورت، نیروهای رقابت آمیز دو طرفه نیستند. با استفاده از مدل چند بخشی چند منطقه‌ای برای جهان، آن‌ها دریافتند که رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی به شرط برآورده شدن انتظاراتی چند از تغییر فناوری‌ها، ناسازگارند. عنصر چیره در بحث‌های اخیر درباره توسعه پایدار، دلواپسی درباره از دست دادن تنوع بیولوژیکی (تنوع زیستی) است. تنوع زیستی بنا بدو دلیل، نیازمند توجه ماست: نخست، دامنه وسیعی از سودمندی‌های مستقیم و غیرمستقیم را که در مقیاس‌های محلی و جهانی رخ می‌دهد، برای انسان فراهم می‌آورد. دوم، بسیاری از فعالیت‌های انسان منجر به خسران بی‌سابقه‌ای از تنوع زیستی می‌شود که استواری (Stability) و دوام اکوسیستم‌ها و همچنین مهیاسازی کالاها و خدمات آن‌ها را برای انسان تهدید می‌کند. در نتیجه در سالهای اخیر توجه زیادی به سوی تجزیه و تحلیل و ارزشیابی خسران تنوع زیستی شده است.

### تنوع زیستی/تنوع چند سطحی

گام مهم در تجزیه و تحلیل و ارزشیابی تنوع زیستی، تعریف واژه تنوع زیستی است. کنوانسیون تنوع بیولوژیکی سازمان ملل (CBD)، تنوع زیستی را تغییرپذیری در میان زیست‌مندان از تمام مبنایها شامل خشکی، دریایی و پیچیدگی‌های اکولوژیکی که جزیی از آن هستند تعریف می‌کند و تنوع زیستی چهار سطح را در بر می‌گیرد.

مونه‌های تنوع	بیان فیزیکی
ژن	ژن‌ها، نوکلئوتیدها، کروموزوم‌ها، افراد
گونه	سلسله، راسته، خانواده‌ها، جنس‌ها، زیرگونه‌ها، گونه‌ها، جمعیت‌ها
اکوسیستم	منطقه‌های رویشی، زمین سیمایها، زیستگاه‌ها
عملکردی	گونه‌هایی با فرایند کلیدی، برگشت پذیری اکوسیستم و خدمات اکولوژیکی

### تنوع ژنتیکی

تنوع ژنتیکی در اساسی‌ترین سطح به درجه تغییرپذیری در داخل گونه ارتباط دارد. به‌طور اجمال، تنوع ژنتیکی به اطلاعات ژن (ساختار DNA) که در ژن‌های گیاهان و جانوران منفرد وجود دارد، ارتباط پیدا می‌کند. بسیاری از بحث‌های جاری درباره تنوع

زیستی، به انقراض منابع ژنتیکی قابل دسترسی برای نسل‌های آینده و مباحث حل نشده پزشکی، فراورده‌های کشاورزی، فراورده‌های دارویی، مواد جایگزین نفت و سایر فراورده‌ها و بهره‌وری‌هایی مربوط می‌شود که ممکن است هرگز دست‌یافتنی نباشند. تنوع ژن، مواد پایه برای دستکاری، زیست - فناوری مواد ژنتیکی را فراهم می‌کند. در بخش کشاورزی، به‌عنوان مثال، ثابت شده است که دستکاری ژنتیکی یک مسئله پر اهمیت اقتصادی است. چنین مسئله‌ای مزیت‌های نسبی دول را در بازرگانی بین‌المللی تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه، نقش مهمی در موافقت نامه‌های تجاری مانند WTO/GATT ایفا کرده است. به‌طور خلاصه، دامنه از دست دادن تنوع زیستی، بستگی به دامنه هدر رفتگی تنوع ژنتیکی پیدا می‌کند که آن نیز بستگی به حدی دارد که اطلاعات ژنتیکی از دست رفته باشد. ارزیابی بهای خسران چنین اطلاعاتی می‌تواند براساس تعبیر تفاوت ژنتیکی و فاصله ژنتیکی داخل گونه‌ها انجام شود.

### تنوع گونه‌ای

تنوع گونه‌ای اشاره به گوناگونی گونه‌ها بر زمین یا در یک منطقه معین دارد. در حقیقت، دامنه برآورد تعداد کل گونه‌های روی زمین از ۵ تا ۳۰۰ میلیون نوسان دارد که ۵/۱ میلیون آن توصیف شده و کمتر از نیم میلیون آن به دلیل دارا بودن فایده اقتصادی تجزیه شده‌اند. بهره‌داران و گیاهان گل‌دهنده بهترین گروه‌های دسته‌بندی شده‌اند و پژوهش بر روی سایر گروه‌ها مثل گل‌سنگ‌ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و کرم‌های حلقوی کمتر انجام یافته است. فقدان چنین اطلاعاتی، الویت‌بندی برای مؤثر بودن هزینه جهت حفاظت را دچار مشکل می‌کند. در حوزه علوم طبیعی دانشمندان مدت‌هاست که مفهوم نمایه تنوع زیستی را به‌عنوان ابزاری مهم برای تعیین سیاست حفاظت پیشنهاد کرده‌اند. این نمایه وقف خلاصه کردن اطلاعات درباره تعداد گونه‌های مختلف در یک ناحیه معین، عملکردهای امکان بالقوه پراکندگی بقا و درجه گوناگونی در ارتباط گونه‌ها با یکدیگر شده است. بدون چنین ابزاری، دامنه نادرستی از گونه‌ها در دستور کار حفاظت قرار می‌گیرد. نجات دادن یک گونه تنها به سبب احتمال به انقراض گونه، علت اینکه چرا منبع از ابتدا به‌طور جدی تهدید شده است را نادیده می‌گیرند.

### تنوع اکوسیستمی

تنوع اکوسیستمی اشاره به تنوع در سطوح جامعه، یعنی سطح فرا گونه‌ای دارد (supra-species)، این موضوع، گوناگونی فضایی مونه‌های اکوسیستم را پوشش می‌دهد که شامل جامعه‌های جانداران، زیستگاه‌های طبیعی‌شان و شرایط فیزیکی که در آن زندگی می‌کنند می‌شود. یک‌ایین نظری دیرآشنا پیش‌بینی کرده است که تنوع گونه‌ای از این جهت مهم است که فراوردگی و استواری اکوسیستم را فزونی می‌دهد. عقیده نزدیک به خسران فرایندهای کلیدی، ایده‌های استواری و برگشت پذیری اکوسیستم‌اند. ایده اخیر در اکولوژی به‌عنوان ماهیت استواری با دوام تعریف شده است. چنین ایده‌ای دو نوع است، یکی اشاره به دارایی‌های اکوسیستمی نزدیک به تعادل استوار دارد. یعنی اینکه برگشت‌پذیری یک اکوسیستم با سرعت برگشت به تعادل اندازه‌گیری می‌شود. نوع دیگر مربوط به عظمت آشفتگی است، پیش از آنکه یک اکوسیستم از یک حالت به حالت دیگر جا به جا شود و تحلیل رود. که مربوط است به توانایی یک اکوسیستم در جهت حفظ خود - سازمانی آن، بدون آنکه دچار تغییر نابود شونده یا غیر قابل برگشت به هنگام عبور از آستانه بین حوزه‌های استواری شود، بنابراین تجزیه و تحلیل برگشت پذیری اکوسیستم عبارت است از تعیین حدی که در آن، متغیرهای مختلف استواری می‌توانند آشفته شوند، بدون آنکه اکوسیستم فعلی به وضعیت رفتاری دیگری سر بخورد.

اکوسیستم‌ها با ساختار سلسله مراتبی مشخص می‌شوند، جایی که هر سطح شامل یک مقیاس زمانی و مکانی متفاوت است. به همین سبب است که اغلب مدل‌های اکولوژیکی به میزان بالایی نا به هم پیوسته‌اند. نه تنها برگشت پذیری یک نظام در سطوح متفاوت سلسله مراتبی اکوسیستم متفاوت است، بلکه در هر حالت و هر سطح، برگشت‌پذیری به توانایی چرخش از میان حالت‌های متفاوت در سطح دیگر بستگی دارد.

برای آنکه ساختار اکوسیستم پایدار باشد، به یک سطح حداقل از جامعه‌های گوناگون از موجودات زنده و محیط‌زیست و غیره زنده‌شان موردنیاز است. متأسفانه نمایانه‌های کمی تنوع اکوسیستمی به‌طور مستقیم موجود نیستند و به آسانی نیز قابل اندازه‌گیری نمی‌باشند. در نتیجه، قدرت اکوسیستم هنوز کمتر درک شده است. اغلب،

آستانه‌های برگشت‌پذیری فرایندهای کلیدی در شرایط زیست محیطی متفاوت در مقیاس‌های زمانی و مکانی ناشناخته‌اند.

### تنوع عملکردی

تنوع عملکردی اشاره به گوناگونی عملکردهای اکوسیستم دارد و عبارت است از محصول برخورد بین ساختار و فرایند اکوسیستم. ساختار اکوسیستم اشاره به موضوعات محسوس مانند گیاهان، جانوران، خاک، هوا و آب، که یک اکوسیستم از آن‌ها تشکیل شده است، دارد. فرایندهای اکوسیستم اشاره به پویایی ماده یا انرژی بین نظام‌های زنده و غیرزنده می‌کند. این‌ها می‌توانند شامل برخورد بین سامانه‌های هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی، فلور و فون اکوسیستم و فتوسنتز و شبکه تأمین غذا باشند. این فرایندها در نهایت مسئول تدارک خدمات (خدمات پشتیبان زندگی) مانند جذب آلاینده‌ها، چرخیدن مواد غذایی، خاک‌زایی و حراست آن، گرده‌افشانی فرآورده‌ها و نگهداشت توازن گازها در هوا هستند. آن‌ها همچنین توسعه‌پذیری و نگهداری ساختار اکوسیستم را قدرت می‌بخشند که در واقع اساس فراهم‌آوری ادامه دار کالا و خدمات‌اند. عملکردهای اکوسیستم نتیجه برخوردها بین ساختار و فرایندهای اکوسیستم است.

وظیفه ارزیابی ساختار و عملکرد یک اکوسیستم ایجاب می‌کند که درباره آنچه اکوسیستم انجام می‌دهد و همچنین اینکه چه چیزی همزمان برای تنوع زیستی و انسن ارزش دارد، آگاهی وجود داشته باشد. در مجموع در ارزیابی بیشتر به ارزش ساختار اکوسیستم بها داده شده است تا عملکرد آن.

ارزیابی عملکردهای اکوسیستم، مانند نگهداری مواد غذایی و جذب آلودگی در یک منطقه معین فوق‌العاده مشکل است، اما ساختار اکوسیستم نیز به‌طور کامل شناخته شده نیست. به‌طور نمونه، ارزیابی ارزش فون حشرات و قارچ‌های خاک، در حالی که بسیاری از این گونه‌ها هنوز آرایه شماری و توصیف نشده‌اند، فزونی دانستنی‌های انسانی را به فراتر از حد فعلی به مبارزه می‌طلبد. حراست از فرایندهای اکوسیستم و عملکردهای منتج از آن همان قدر برای حفاظت مهم است که حراست از ساختار اکوسیستم.

## خسران تنوع زیستی

رویداد جاری خسران تنوع زیستی نتیجه تصمیم‌های میلیارد‌ها انسان استفاده‌کننده از جریانی از فرآورده‌ها و خدمات تنوع زیستی است. این مهم، ثمره طبیعت «کمیابی بی‌قیمت» و «فقدان حق مالکیت» محیط‌زیست، منابع بیولوژیکی و به‌ویژه تنوع زیستی است. ایده وجود خارجی، اینجا معنا می‌دهد و آن بدان معنی است که ارزش اجتماعی جریان‌های مختلف کالا و خدمات تنوع زیستی در قیمت‌های بازار اصلاً به اندازه کافی منعکس نشده‌اند.

بسیاری از فعالیت‌های انسانی منجر به خسران میزان غیرقابل انتظاری از تنوع زیستی شده است که استواری و دوام اکوسیستم‌ها و نیز فراهم‌آوری کالا و خدماتشان را به نوع بشر تهدید می‌کند. سبب حاشیه‌ای (Proximate) به نظر، عامه‌پسندترین توصیف خسران تنوع زیستی محسوب می‌شوند. در حالی که سبب‌های بنیادی به دنبال سبب‌های حاشیه‌ای شامل بهره‌کشی از گونه‌ها، آلودگی زیست محیطی و پسرفت (Degradation) یا تخریب منابع طبیعی می‌شوند. اکولوژیست‌ها برآورد می‌کنند که کمتر از یک دهم از یک درصد گونه‌های طبیعی مستقیماً توسط انسان بهره‌کشی می‌شوند. بنابراین بحث می‌کنند که تهدید جدی بر (گونه‌ها) خسران تنوع زیستی ناشی از بهره‌کشی مستقیم انسان از گونه‌ها نیست، بلکه به واسطه تغییرات زیستگاه و پسرفت منتج از بسط جمعیت انسانی و فعالیت‌های انسانی می‌باشد.

خسران تنوع زیستی همچنین مشکلات محلی و جهانی را به هم پیوند می‌دهد. اهمیت پدیده مکان از ارتباط دو جانبه ناشی می‌شود: ۱. فرایندهای محلی، آثار جهانی دارند. و ۲. گرایش‌های جهانی منجر به آثار محلی می‌گردند. چنین فشاری تنها به آرایش فضایی بستگی ندارد، بلکه بر ساماندهی اجتماعی اقتصادی، سیاسی و فرهنگی نیز متکی است؛ ساختار و عملکردهای اکوسیستم‌ها را تحت تأثیر قرار خواهد داد. در نتیجه بر شرایط اقلیم شناسی جهانی و چرخه‌های زمین شیمیایی به‌صورت دستکاری عملکرد جذب کربن با نتایج گرم شدن جهان و به‌صورت فرسایش خاک، نهشت گذاری در پایین دست رودخانه، سیل خیزی و نمک‌زایی اثر می‌گذارد. در حالی که سبب‌های حاشیه‌ای خسران تنوع زیستی به گرایش جهانی رشد جمعیت انسانی و

نشانزدهای آن بر الگوی تولید و مصرف مربوط می‌شوند، سبب‌های بنیادی خسران تنوع زیستی به شرایطی که منابع بیولوژیکی استفاده می‌شوند و تصمیم‌گیری که در مورد کاربری سرزمین به عمل می‌آید ربط پیدا می‌کنند. فقدان حق مالکیت حتی سبب اساسی‌تر خسران تنوع زیستی انگاشته شده است. یک مثال کلاسیک آلودگی آب، ناشی از کشاورزان است. تأمین آب شیرین، وجه اساسی بسیاری از اکوسیستم‌ها، یک کالای عمومی است. نداشتن حق مالکیت قابل پیگیری به کاهش نامحدود منبع امکان می‌دهد و سبب وارد آوردن خسارت نامشهود به جامعه می‌شود. اما حتی زمانی که زمین به مالک خصوصی تعلق دارد، بسیاری از عملکردهای اکوسیستم فایده‌هایی در اختیار خارج از زمین می‌نهند که مالک آن منابع، قادر به ضبط آن نیست. نبود بازار برای این گونه سودمندی‌های خارج از اکوسیستم، از آنجا که فایده‌های شخصی مالک در فایده رسانی به جامعه، کاملاً منعکس نمی‌شوند، انگیزه را برای عدم توسعه کشاورزی در زمین محدود می‌کند.

### تعبیر عملکردهای تنوع زیستی و اکوسیستم

تنوع زیستی ماهیتی چند رویه با دو ویژگی بوم مرکزی و انسان مرکزی است که نشان‌دهنده گوناگونی زیاد در تمام منطقه‌های جهان است. در نتیجه، تجزیه و تحلیل تنوع زیستی، ریشه در هر دو بخش دانش‌های طبیعی و اجتماعی پیدا می‌کند. اساساً سازمان پایه بیولوژیکی اکوسیستم از سه طبقه بهم وابسته تشکیل شده است: ۱. منابع بیولوژیکی رسته از خاک یا آب جمعیت‌های گیاهان و جانوران ۲. منابع غیرزنده با طبیعت تولیدکنندگی یا مصرف شوندگی مواد معدنی و انرژی و ۳. اجزای زیست محیطی مورد نیاز برای زندگی انسان (آب سالم و هوای پاک).

اکولوژی جامعه به بررسی ارتباط بین گونه‌ها تأکید دارد. برخی از بررسی‌های کاربردی، توجه‌ها را به وضعیت‌هایی که محیط‌زیست غیرزنده در شکلگیری جامعه اکولوژیکی نقش‌ایفا می‌کند، فرا خوانده‌اند. این وضعیت‌ها، جنبشی را در اندیشه‌های اکولوژیکی موجب شدند و شاخه دوم ادبیات اکولوژیکی یعنی اکولوژی اکوسیستم را به‌وجود آوردند. اکولوژی اکوسیستم، عناصر زنده و غیرزنده را به‌عنوان متغیرها و برهمکنش‌ها در نظر می‌گیرد. با این معنا، کاربرد روش‌های ارزشیابی اکولوژیکی نه تنها

ارزیابی تنوع و کمیابی گونه‌هاست، بلکه ارزیابی برخوردهای پیچیده محیط زیست زنده و غیرزنده نیز هست.

### عملکردهای تنوع زیستی

عملکرد تنوع زیستی، پشتیبان زندگی است و تنظیم فرایندهای اساسی اکولوژیکی را به عهده دارد. عملکردهای پشتیبان زندگی شامل نگهداری محیط زیست تندرست و فراهم‌آوری هوا، آب و خاک پاک و نیز کنترل سیل، انباشت کربن و جذب پسماندها هستند. بسیاری از عملکردهای پشتیبان زندگی، نامشهودند و نمی‌توان آن‌ها را به آسانی نشانه‌گذاری و شناسایی کرد. عملکردهای پیشه‌وری اشاره به تدارک فضا برای فعالیت‌های انسان مانند سکونتگاه، کشاورزی و گشت و گذار دارند. عملکرد فرآوردگی، اشاره به فراهم‌آوری منابع زیست محیطی از مواد خام برای استفاده صنعتی گرفته تا منابع آب و انرژی می‌کند. عملکردهای اطلاعاتی به نگهداشت سلامت روانی مربوط می‌شوند که فرصت‌هایی برای الهام‌گیری، غنای روحی و تجربه زیباشناختی فراهم می‌کنند. این چهار عملکرد ممکن است به منزله عملکردهای اساسی تنوع زیستی به حساب آیند که تمامی اجزای کلی ارزش‌های تنوع زیستی را به صورت بهم پیوسته نشان می‌دهند.

### تندرستی اکوسیستم

تعریف تندرستی اکوسیستم، نمایشگر آن است که چگونه یک اکوسیستم بسته به قدرت ایفای نقش آن می‌تواند خوب عمل کند. به علاوه این واژه نشان‌دهنده آن است که چه قدر برای عملکرد سایر اکوسیستم‌ها و در نهایت برای عملکرد زیست سپهر مهم است؟ به عبارت دیگر از نظر اکولوژیکی، اکوسیستمی را تندرست‌تر می‌گویند که استوار و پایدار باشد، یعنی فعال است و سازمان و قدرت (Vigor) خود را در طول زمان نگهداری می‌کند و در برابر تنش‌ها برگشت‌پذیر است.

یک نمایه تندرستی، اندازه‌ای از سلامت تام اکوسیستم است که هر دو فرایند اکولوژیکی و انسانی را به حساب می‌آورد. ساختن ناحیه‌های تندرستی اکوسیستم به همراه مدل‌های شبیه‌سازی شده از گزینه‌های سناریوها به سیاستگذاران امکان می‌دهد،



پاسخ اکوسیستم را نسبت به گزینه‌های مختلف مدیریت در سرزمینی معین و نیز تغییرات طبیعی را پیش‌بینی کنند. برای اجرایی کردن اجزای قدرت، سازمان و برگشت پذیری ناحیه تندرستی نیاز به بکارگیری روش‌های متفاوت اندازه‌گیری، شامل استفاده از تخصص هر دو دانش طبیعی و اجتماعی دارد. بدنبال نتایجی که به دست آمده مشخص گردید، پژوهش‌های تنوع زیستی به آمیخته‌ای از رهیافت‌های دانش‌های طبیعی و اجتماعی استوارند. در دهه گذشته، پیشرفت‌های چشمگیری در این بخش انجام پذیرفته است، اما هنوز بسیاری از رشته‌ها به‌ویژه تعریف نمایانه‌های مربوط، به‌عنوان یک مقیاس مکانی زمانی درست و توسعه مدل‌های کاربردی رضایت بخش آماری نیاز به توسعه بیشتری دارند.

### اندازه‌گیری تنوع زیستی

پایه سازمان بیولوژیکی زمین ما، سامانه‌ای پیچیده است که شامل تنوع بی شماری از شکل‌هاست. این سازمان بیولوژیکی، تحت تأثیر وضعیت‌های تاریخی و معاصر هر دو جنبه انسان ساخت و فیزیکی - جغرافیایی قرار دارد. به‌طور سنتی، اندازه‌گیری تنوع بیولوژیکی از طریق استفاده از غنای ژنتیکی، گونه‌ای و اکوسیستمی یا نمایه‌های گونه گونی به عمل می‌آید.

غنای زیبا: تنوع ژنتیکی، گونه‌ای و اکوسیستمی

### تنوع ژنتیکی

امکان تجزیه و تحلیل، تعبیر و اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی از طریق جنبه‌های زیر وجود دارد: ۱. فراوانی عامل انتقال ارثی، ۲. نشان ارثی پدیدگانی (Phenotypic) و ۳. توالی‌های DNA، ژن مشابه می‌تواند در فراوانی‌های متفاوت یا متغیرها وجود داشته باشد. این متغیرها عامل انتقال ارثی (Allele) نامیده می‌شود. تنوع عوامل انتقال ارثی، گوناگونی را در ترکیب ژنی افراد اندازه‌گیری می‌کند. به‌طور کلی، هر قدر عوامل انتقال صفت ارثی بیشتر باشد و فراوانی‌های آن‌ها متنوع تر باشد، تنوع ژنتیکی بیشتر است. میانگین دوره‌گه بودن قابل انتظار، یعنی احتمال آنکه دو عامل انتقال صفت ارثی نمونه گیری شده تصادفی، از نظر ژنتیکی متفاوت باشند، به‌طور عام به‌عنوان اندازه‌ای تام

مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعداد زیادی از ناحیه‌های متفاوت می‌توانند برای اندازه‌گیری فاصله فراوانی‌های عامل انتقال صفت ارثی بکار گرفته شوند. تجزیه و تحلیل نشان ارثی فنوتیپ، شامل رهیافتی دیگر برای اندازه‌گیری تنوع ژنتیکی است. همان گونه که از نام آن پیداست، تجزیه و تحلیل فوق به این موضوع می‌پردازد که آیا افراد در نشان ارثی فنوتیپ سهیم‌اند یا خیر. این روش بر اندازه‌گیری اختلاف یک نشان ارثی معین تمرکز دارد و به‌طور کلی در برگزیده ویژگی‌های قابل اندازه‌گیری مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی یک فرد است. از آنجایی که ارزیابی فراوانی‌های عامل انتقال صفت ارثی و گوناگونی نشان ارثی فنوتیپ اغلب مشکل و مقایسه آن‌ها سخت و گران است، رهیافت دیگری برای این منظور بکار می‌رود. دانشمندان اینک از گوناگونی توالی DNA برای اندازه‌گیری گوناگونی ژنتیکی استفاده می‌کنند.

### تنوع گونه‌ای

به‌طور آرمانی، اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای شامل سیاهه‌ای کامل از پراکندگی و فراوانی تمام گونه‌های ناحیه مورد بررسی است. به‌رحال چنین رهیافتی معمولاً ناممکن است، مگر آنکه ناحیه مورد بررسی کوچک باشد. بنابراین به‌طور عملی اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای اغلب بر پایه نمونه‌گیری است. اندازه‌گیری غنای گونه‌ای مفید است اما به آسانی مورد خطا واقع می‌شود. به‌طور کلی، در مورد تعداد کل گونه‌ها نامعلومی زیادی وجود دارد. در واقع تن‌ها در مورد چند ناحیه در جهان تخمینی کامل از گونه‌های موجود وجود دارد. منابع چاپ شده تقریباً ۱/۷۵ میلیون گونه زنده از تمام جانداران را توصیف کرده‌اند در حالی که برآوردهای تعداد کل گونه‌ها در اطراف ۱۴ میلیون نوسان دارد. از آن گذشته، تنوع گونه‌ای در ارتباط با مقیاس زیستگاهی در شرایط پیچیده قرار دارد. بهمین دلیل هنگام مقایسه تنوع گونه‌ای بین نواحی که تفاوت زیادی در وسعت دارند باید احتیاط کرد.

به‌علاوه تنوع گونه‌ای، نتیجه ارتباط‌های ژن شناسی پیچیده بواسطه تکامل تاریخی است. دیگر اندازه‌های تنوع گونه‌ای، غنای گونه‌ای را با اندازه‌های درجه تفاوت ژن شناسی می‌آمیزند. در حال حاضر، مشکلات عملی در اجرای چنین اندازه‌گیری‌هایی

سبب جلب توجه‌ها به سوی نمایانه‌های ساده‌تر غنای گونه‌ای شده است. با این معنا، بسیاری از اکولوژیست‌ها و محیط‌زیست‌شناسان تأکید بر اندازه‌گیری تنوع گونه‌ای در سطح جامعه دارند.

### تنوع اکوسیستمی

تعداد بیشماری از اکولوژیست‌ها و محیط‌زیست‌شناسان، پشتیبان اندازه‌گیری تنوع زیستی در سطح سازمانی تنوع اکوسیستمی‌اند. این به دلیل آن است که اندازه‌گیری تنوع زیستی در این سطح دربرگیرنده ارتباط‌های پیچیده در هر دو سطح پایین‌تر و بالاتر سطوح گونه‌ای است که نقش کلیدی در تعیین پراکندگی تام و فراوانی گونه‌ها دارد. بدین دلیل، تعدادی از عوامل اند که ارزیابی تنوع اکوسیستمی را تاحدی غیرشفاف می‌سازند. هنگامی که اکوسیستم مورد بررسی به عنوان مثال یک تالاب است، لازم است که به هر دو جزئیات آبی و خشکی زمین سیما نظر افکند. چنین رهیافتی ممکن است هم تراز ارزش بهم پیوسته جزئیات سامانه نباشد. به عبارت دیگر، سامانه ممکن است بیش از جمع بخش‌های خود باشد.

اندازه‌گیری تنوع در سطح عملکرد اکوسیستم شامل بررسی اکوژئون یا اکوزون است که متکی بر پراکندگی گونه‌ها، منابع فیزیکی ویژه، مانند خاک‌ها و اقلیم‌ها و نمونه‌های بارز اکوسیستم‌هاست. دامنه کامل ارزش‌های تنوع زیستی بستگی به فرایندهایی دارد که عملکرد چنین مقیاسی بزرگی از سامانه‌های اکولوژیکی را پشتیبانی می‌کنند. یکی از رهیافت‌های اغلب مورد استفاده، با تعریف پرووانس‌های زیست جغرافیایی (Bio-geographical provinces) آمیخته است. این رهیافت به عنوان مثال، شامل تعیین تنوع پستانداران و گیاهان تندرا و جنگل بارانی گرمسیری و شناسایی نمونه‌های بارز عملکردهای اکوسیستم‌شان است.

### روش‌های اکولوژیکی تجزیه و تحلیل تنوع زیستی

این روش‌ها نقش قاطعی در هدایت سیاست دارند زیرا امکان پیش‌بینی پاسخ اکوسیستم را به گزینه‌های اعمال مدیریت می‌دهند و از این راه می‌توانند نوعی رتبه‌بندی سیاسی را امکان‌پذیر سازند. چنین رتبه‌بندی برای انتخاب و جا نمایی اندوخته‌های طبیعی

مورد نیاز است.

تعداد بیشماری از رهیافت‌ها به رهیافت اکولوژیکی Usher برای حمایت زیست محیطی مربوطند. طبق این رهیافت، تصمیم‌گیری برحسب سه گام به عمل می‌آید: اول، ویژگی‌های اکولوژیکی و تنوعی شناسایی شده و برای نمایاندن حفاظت گونه یا رویشگاه خاصی بکار می‌روند. دوم، معیارهایی برای توصیف ویژگی، به‌صورتی که به ارزیابی امکان دهد تعریف می‌شوند. در آخرین مرحله، معیارها ارزشگذاری می‌گردند. کتاب‌های داده‌های سرخ (Red Data Books) اجزای مهمی از چنین ارزیابی‌اند.

### فهرست سرخ گونه‌های مورد تهدید

سیاهه سرخ برای آشنا شدن با تهدیدها یا سبب‌های کاهش در گونه‌های متفاوت گرداگرد جهان به‌وجود آمده است. انگیزه این کار عبارت بود از ۱. مهیا کردن اطلاعات برای برنامه‌های حفاظتی، ۲. یاری رساندن در تهیه پیش نویس قوانین، و ۳. تدارک اطلاعات به‌صورتی که برای غیرمتخصص قابل درک باشد.

هدف نهایی، دسته‌بندی گونه‌ها بر طبق تهدید منجر به انقراض آن‌هاست. هشت دسته متفاوت برای این منظور بکار می‌رود: منقرض، منقرض در طبیعت، در بحران انقراض، در حال انقراض، آسیب‌پذیر، در خطر کمتر، کمبود داده‌ها و ارزیابی نشده.

از زمان انتشار سیاهه، سیاهه سرخ بدفعات توسط بسیاری از سازمان‌های دولتی و غیردولتی برای هدایت سیاست و کمک به الویت‌بندی حفاظت بکار رفته است. این سیاهه روش آسان و قابل فهمی را برای نشان دادن اینکه چه گونه‌ای در معرض خطر بالای انقراض است مهیا می‌کند. در حال حاضر سیاهه سرخ ICUN بیش از ۱۶۰۰۰ گونه مورد تهدید جهانی را در بر می‌گیرد که ۲۴ درصد آن پستانداران و ۱۲ درصد آن پرندگانند. فهرست سرخ گونه‌های مورد تهدید به تنهایی ممکن است برای هدایت الویت‌بندی جهت حفاظت ناکافی باشد. در واقع اگر سیاهه سرخ به‌عنوان روش اکولوژیکی برای استفاده در سیاست‌گذاری عمومی تنوع زیستی انتخاب شده باشد، به‌نظر می‌رسد که بسیاری از زیستگاه‌های طبیعی، موصوف به داشتن محیط‌زیست زنده حاصلخیز و نظام‌های غیرزنده مورد تهدید، به‌عنوان کم ارزش ارزیابی شوند، زیرا این فن ارزیابی به‌طور ساده یک امکان‌پذیری از انقراض گونه‌ها را در اختیار می‌نهد.

همچنین بحث مکانی و زمانی گونه‌های مورد تهدید به‌طور قاطع در سیاهه سرخ انجام نمی‌شود، بنابراین، این اطلاعات پایه باید با احتیاط در پژوهش‌های سیاست اکوسیستم بکار روند.

### تعریف گونه‌های مورد تهدید

#### منقرض (EX):

پیرایه (TAXON)، زمانی منقرض است که شک مستدلی وجود ندارد که آخرین فرد مرده است.

#### منقرض در طبیعت (EW):

تاکسون هنگامی منقرض در طبیعت است که دانسته شود که فقط در کشتزار یا در اسارت یا به‌صورت جمعیت‌های طبیعی شده خارج از دامنه انتشار گذشته خود به بقا ادامه می‌دهد. تاکسون زمانی در طبیعت منقرض انگاشته می‌شود که شناسایی آن در زیستگاه شناخته شده و یا زیستگاه مورد انتظار در یک زمان متناسب (دوره‌ای، فصلی، سالانه) در تمام دامنه انتشار تاریخی آن برای ثبت یک فرد، به شکست منجر شده باشد. کار شناسایی باید در چارچوب زمانی متناسب با چرخه زندگی تاکسون و شکل زندگی آن باشد.

#### در بحران انقراض (CR):

تاکسون زمانی در بحران انقراض است که در آینده خیلی نزدیک مواجه با یک خطر فوق‌العاده بالای انقراض در طبیعت طبق یکی از معیارهای تعریف شده A تا E باشد.

#### در حال انقراض (EN):

تاکسون هنگامی در حال انقراض است که در بحران انقراض نیست اما در آینده بسیار نزدیک مواجه با یک خطر بالای انقراض در طبیعت طبق یکی از معیارهای تعریف شده A تا E باشد.

#### آسیب‌پذیر (VU):

تاکسون موقعی آسیب‌پذیر است که در بحران انقراض یا در حال انقراض نیست اما در آینده میان مدت مواجه با یک خطر بالای انقراض در طبیعت طبق یکی از

معیارهای تعریف شده A تا E است.

#### در خطر کمتر (LR):

تاکسون هنگامی در خطر کمتر است که ارزیابی شده و معیارهای هر یک از دسته‌های در بحران انقراض، در حال انقراض یا آسیب‌پذیر را برآورده نمی‌کند. آرایه‌ای (Taxa) که در دسته در خطر کمتر دسته‌بندی می‌شود به سه دسته زیر قابل جداسازی است: حفاظت‌پذیر، تهدیدپذیر و بی‌اهمیت.

دسته حفاظت‌پذیر اشاره به آرایه‌ای دارد که کانون یک برنامه ادامه‌دار ویژه هدفمند برای آرایه مورد نظر است، درجایی که قطع برنامه، منجر به تبدیل آرایه به یکی از دسته‌های بالاتر طی پنج سال می‌شود. تهدیدپذیر اشاره به آرایه‌ای دارد که حفاظت‌پذیری را برآورده نمی‌کند اما نزدیک به برآورده شدن به عنوان آسیب‌پذیر است. در نهایت، آرایه کم اهمیت معیارهای حفاظت‌پذیری و تهدیدپذیری را برآورده نمی‌کند.

#### کمبود داده‌ها (DD):

تاکسون هنگامی کمبود داده دارد که اطلاعات برای ارزیابی مستقیم یا غیرمستقیم خطر انقراض آن، براساس پراکندگی و یا وضعیت جمعیت آن ناکافی باشد. یک تاکسون در این دسته ممکن است بخوبی بررسی شده و بیولوژی آن به خوبی شناخته شده باشد اما داده‌های متناسب فراوانی و یا پراکندگی آن موجود نباشد. فهرست‌بندی داده‌های آرایه در این دسته نشان می‌دهد که اطلاعات بیشتری مورد نیاز است و امکان اینکه پژوهش‌های آینده نشان دهند که طبقه‌بندی مورد تهدید متناسب است و تأیید می‌کند.

#### ارزیابی نشد (NE):

تاکسون زمانی ارزیابی نشده است که هنوز بر طبق معیارها آزمون نشده باشد.

### تعریف رویشگاه‌های مورد توجه ویژه علمی

شورای حفاظت طبیعت بر طبق نظامی که نخستین بار توسط Ratcliffe (۱۹۷۷) ایجاد شد، ده معیار برای شناسایی الویت‌های حفاظت به طور ویژه وضع کرده است. این معیارها عبارتند از وسعت، غنا (زیستگاه‌ها یا گونه‌ها)، تنوع، طبیعی بودن، کمیابی، نمونه بودن، شکنندگی، تهدید، ارزش بالقوه و جذابیت درونی.

## تعریف رویشگاه‌های مورد توجه علمی

**وسعت:**

این معیار، اشاره به ناحیه جغرافیایی دارد که رویشگاه مربوط به آن است. به‌طور کلی هرچه ناحیه جغرافیایی رویشگاه بزرگ‌تر باشد، از آنجا که رویشگاه‌های بزرگ‌تر بکلی گونه‌های بیشتری نسبت به رویشگاه‌های کوچک‌تر دارند، رتبه‌بندی آن در ارزیابی حفاظت بالاتر است، اگر وضعیت به همین منوال باقی بماند.

**غنا:**

این اندازه، مربوط به تعداد زیستگاه‌های متفاوت است که در یک ناحیه معین وجود دارند. به‌طور کلی واقعیت این است که هر چه غنای گونه‌ای بالاتر باشد، رتبه‌بندی رویشگاه از نظر ارزیابی حفاظت بالاتر است.

**تنوع:**

تنوع، تعداد نمونه‌های متفاوت زیستگاه‌ها را که در یک ناحیه معین وجود دارند و نیز پراکندگی افراد بین گونه‌ها را اندازه‌گیری می‌کند. بر طبق این اندازه، هر قدر پراکندگی افراد بین گونه‌ها متعادل‌تر باشد، رویشگاه متنوع‌تر است.

**طبیعی بودن:**

این معیار اشاره به ارزیابی دارد که چه قدر یک زیستگاه آشفته و یا نا آشفته است. هر قدر طبیعی‌تر (کمتر آشفته) باشد، ارزش آن بالاتر است. استفاده از این اندازه، حاکی از آن است که برخی از شرایط طبیعی برای تمام زیستگاه‌ها وجود دارد. اندازه‌گیری چنین حالت طبیعی در واقع مشکل است زیرا انسان به طریقی تقریباً روی هر زیستگاه زیست سپهر اثر گذارده است.

**کمیابی:**

این اندازه به ما اطلاع می‌دهد چند بار زیستگاه‌های معین در یک رویشگاه معین دیده شده‌اند.

**نمونه بودن:**

این اندازه تشریح می‌کند که چه قدر گرایش اجزای زیستگاه در یک رویشگاه معین نمونه‌ای از آن نمونه رویشگاه است. معمولاً یک رویشگاه به‌این دلیل برای حفاظت انتخاب می‌شود که نشان‌دهنده بهترین مثال یا نماینده‌ای از یک زیستگاه ویژه باشد.

**شکندگی:**

شکندگی اندازه‌ای است که نشان‌دهنده درجه حساسیت زیستگاه‌ها و گونه‌ها به تغییر محیط زیست است. این اندازه می‌تواند به عنوان وارونه برگشت پذیری تفسیر شود. بنابراین، هر قدر زیستگاهی (گونه‌ای) شکننده‌تر باشد، نیاز به حمایت از آن بیشتر است.

**تهدید:**

تهدید معیاری است که احتمال خسارت یا نابودی یک زیستگاه در یک مقیاس زمانی معین را اندازه می‌گیرد. به طور کلی هر قدر تهدید بزرگ‌تر باشد، نیاز به حراست آن آنی‌تر است. میزان‌های خسران معمولاً نمایانه خوبی از تهدید به‌شمار می‌روند.

**ارزش بالقوه:**

معیاری است که به وسیله آن چگونگی رویشگاه تحت مدیریت معین یا از طریق تغییر طبیعی وجهه‌هایی از ارزش ویژه برای حفاظت را نشان می‌دهد. رویشگاه‌هایی با یک تاریخ مدون خوب، فهم ما را از فرایندهای اکولوژیکی درگیر بالا می‌برند و بدین ترتیب برای دانش بالقوه با ارزشند. برای مثال، اگر پروانه بید در یک زیستگاه‌دار (Woodland) یک ده، دوازده سالی، رکوردگیری شده باشد، داده‌های متوالی یک اطلاعات پایه خوبی در اختیار می‌گذارند که بر طبق آن آثار مدیریت یا تغییر مدیریت یا تغییر طبیعی و نیز پاره پاره شدن زیستگاه‌ها در رابطه با افزایش آلودگی هوا را می‌شود ارزیابی نمود.

**جذابیت درونی:**

آخرین معیار، معیار علمی نیست بلکه ماهیتی قاعده‌ای است که نشان‌دهنده ساختار ارزش اخلاقی اجتماعی اقتصادی جامعه است. برای مثال، انسان ممکن است گرایش به دادن وزن بیشتر به گروه‌های معینی از آرایه‌های شماری یا زیستگاه‌ها داشته باشد. به عنوان مثال، گونه‌هایی مانند پستانداران (پر ناز)، پرنندگان (خوش آواز)، گل‌های وحشی (رنگارنگ) جذابیت عامه بیشتری دارند تا سوسک، عنکبوت و مار.



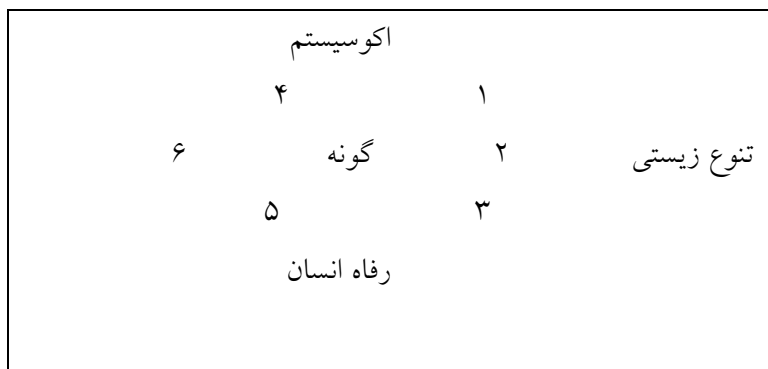
### طبقه‌بندی ارزش‌های اقتصادی تنوع زیستی

این امکان وجود دارد که دسته‌های متفاوت ارزش تنوع زیستی را شناسایی و توصیف کرد. شکل زیر، نوعی طبقه‌بندی از ارزش‌های تنوع زیستی را که اساس تجزیه و تحلیل بررسی‌های ارزشیابی است را نشان می‌دهد.

دسته اول که با پیوند ۱ به ۶ نشان داده شده است، سودمندی‌های تنوع زیستی را که از میان عملکردهای پشتیبان زندگی اکوسیستم و حراست از ساختار اکولوژیکی سامانه‌های طبیعی می‌گذرند ترسیم می‌کند. تنوع عملکردهای به‌وجود آمده توسط اکوسیستم‌ها به تقاضا برای کالا و خدمات پیوند می‌خورد. چنین دسته ارزشی برای مثال، می‌توان نمایشگر فایده‌های کنترل سیل، آبدار شدن آب زیرزمینی، جابه جایی مواد مغذی، جذب مواد سمی و نگهداری تنوع زیستی باشد. دسته دوم تنوع زیستی که با پیوند ۱ به ۴ به ۵ نشان داده شده است، ارزش تنوع زیستی را از نظر حمایت زیستگاه‌های طبیعی عرضه می‌کند. این دسته به‌عنوان مثال می‌تواند به تقاضای توریسم و گشت و گذار ربط پیدا کند.

دسته سوم ارزش که با پیوند ۲ به ۵ نشان داده شده است، سودمندی‌های تدارک تام تنوع گونه‌ای را عرضه می‌کند. این دسته ارزش غیرمستقیم تنوع زیستی در منابع بیولوژیکی از نظر نهاده‌ها در تولید کالای بازاری را نمایش می‌دهد. مثال شناخته شده، صنایع دارویی و کشاورزی‌اند که مواد گیاهی و جانوری را برای توسعه داروهای جدید و فرآورده‌های جدید به‌کار می‌گیرد.

در انتها دسته چهارم که با پیوند ۳ عرضه شده است، جز غیرفعال یا بی‌استفاده ارزش تنوع زیستی را که انعکاس دهنده ملاحظات اخلاقی به سایر گونه‌ها (زیست اخلاق Bioethics) نوع پرستی انسانی یا ملاحظات میراثی است نشان می‌دهد. مورد آخر مربوط به این شناخت است که تنوع زیستی در اختیار نسل‌های آینده قرار خواهد گرفت.



شکل: ارزش‌های اقتصادی تنوع زیستی منبع: Nunes & van den Bergh

# فصل سیزدهم

## بحران محیط زیست

### مقدمه

محیط زیست به تمامی محیطی اطلاق می شود که انسان به طور مستقیم و غیرمستقیم به آن وابسته است و زندگی و فعالیت های او را در ارتباط با آن قرار می دهد. محیط زیست اصلی انسان را لایه نازکی از سطح کره زمین مشتمل بر پوشش خاکی و هوا تشکیل می دهد. این لایه حیات را بیوسفر یا زیست کره می گویند. زیست کره از مجموع موجودات زنده (گیاهان، انسان، سایر جانوران و ارگانیسم ها) و باقی مانده موجودات متلاشی شده که در گذشته می زیستند و کلیه ترکیبات مواد زنده و غیرزنده به اضافه اتمسفر (هوا، لایه اوزون و....) هیدروسفر (لایه کف دریا، رودخانه ها و کوه های یخی)، ژئوسفر (رسوبات معدنی، خاک و صخره ها) که اساس حیات را در روی زمین تشکیل می دهند به وجود آمده است.

### تأثیر انسان بر محیط زیست

جمعیت کنونی دنیا نمایانگر پدیده ای بی سابقه در تاریخ جهان است. در گذشته هرگز پیش نیامده که یک گونه موجود زنده چنین تأثیر بزرگی بر محیط زیست گذاشته و با شدت ادامه داشته باشد. انسان مسأله اصلی محیط زیست است. این عقیده که افزایش جمعیت عامل اصلی تخریب محیط زیست است، مورد تأیید همگان نمی باشد. برخی استدلال می کنند که تغییرات ایجاد شده در محیط زیست، ناشی از رشد جمعیت نیست بلکه مصرف و رفاه بیش از حد و نیز تکنولوژی های آلوده کننده محیط زیست، مسئول این وضع است. احتمالاً هر دو این نظرات می تواند درست باشد. جمعیت عامل

بلافاصله و تکنولوژی علت نهایی تخریب محیط زیست محسوب می شود.

به طور کلی می توان پیامدهای رشد جمعیت را به صورت ذیل خلاصه نمود:

**تخریب محیط زیست:** کاهش منابع طبیعی، تغییرات آب و هوا و تخریب لایه اوزون، کاهش و آلودگی منابع آب شیرین، تخریب مراتع و چراگاه ها، فرسایش خاک و قلیایی یا اسیدی شدن خاک های حاصلخیز، جنگل زدایی و بیابان زدایی، نابودی تنوع زیستی، کاهش منابع انرژی و مواد معدنی، تخریب چشم اندازهای طبیعی و مراکز تفریحی طبیعی، افزایش مواد زاید خانگی و صنعتی و...

**تأثیرات فرهنگی:** محرومیت های آموزشی، بیسوادی، افزایش جمعیت و...

**تأثیرات اجتماعی:** بیکاری، فقر، رشد شهر نشینی و آسیب های اجتماعی، مشکل مسکن و.

**افزایش نیازهای غذایی:** افزایش تقاضا برای غلات و حبوبات، مواد پروتئینی و.. مسایل محیط زیست از قدیم وجود داشته و در حال حاضر شدت بیشتری یافته است. انسان از وقتی که کشاورزی در زمین های مرتفع را آغاز کرده، موجبات فرسایش خاک را فراهم آورده است و در نتیجه سوزاندن جنگل ها جهت تهیه زمین های زراعی، آن ها را نابود کرده است. استفاده نادرست از پوشش گیاهی خاک جهت دامداری نیز به طریقی دیگر باعث از بین رفتن آن ها شده است.

با این همه تا یک قرن قبل، این اقدامات چندان زیاد نبود که موجب برهم خوردن نظام طبیعی محیط زیست شود. دگرگونی های اکولوژیک هنگامی فزونی گرفت که بر تعداد جمعیت آدمی و تمرکز وی در نقاط محدود افزوده شد و میزان تقاضای سرانه و در نتیجه نیاز بیشتر اجتماعات انسانی به منابع طبیعی افزایش یافت. با پیدایش و توسعه صنعت، سپس انقلاب صنعتی و تولید فراورده های مختلف، کیفیت زندگی آدمی به نحو بی سابقه ای بهبود یافت و آدمی در راه یک زندگی بهتر و مرفه تر قدم نهاد. ولی انقلاب در صنعت و مصرف، سبب پیدایش تدریجی مسایل و مشکلات محیطی گردید. منشأ اصلی این مسایل، کاهش روز افزون منابع طبیعی و ایجاد انواع آلودگی ها در محیط است. در حال حاضر، تقاضای سرانه افراد کره زمین خیلی بیشتر از رشد تولید منابع طبیعی است، به طوری که منابع و مواد اولیه تجدیدپذیر رو به کاهش گذاشته اند و یا روز به روز از دسترس دور می گردند. مصرف سوخت های فسیل نسبت به دوران قبل از انقلاب صنعتی افزایش پیدا کرده و موجب دگرگونی ها و بحران هایی شده است.

بهره‌گیری بیش از حد و بدون برنامه از اکوسیستم‌های طبیعی منجر به نابودی منابع طبیعی و سرانجام گسیختگی نظام اکولوژیک می‌شود. از سوی دیگر، محیط‌زیست تحت فشار انبوه فضولات ناشی از مواد مصرفی و دور ریختنی قرار می‌گیرد که هر چند با عمل تصفیه خود به خود (Self-Purification) طبیعت هضم و جذب می‌شوند، ولی تجمع و انباشتگی و تجزیه ناپذیری برخی از مواد سرانجام محیط را دچار آلودگی می‌کند. زیرا که اکوسیستم جهانی بسته و محدود است و بی انتها نمی‌باشد. دگرگونی‌های اکولوژیک در محیط‌زیست رابطه کاملاً مستقیمی با بهره‌گیری مفرط از منابع طبیعی دارد و باید ادامه عملیات استخراج و استفاده از این منابع تحت کنترل درآید.

در این بخش سعی بر آن بوده است که مختصراً مشکلات مربوط به کاهش منابع طبیعی و منابع تولید انرژی را که ناشی از افزایش و تمرکز بی‌رویه جمعیت شهرها و توسعه بی‌برنامه صنایع استخراجی و عدم توجه کافی به برنامه‌ریزی در بهره‌برداری از این منابع است و گاه حالت بحرانی پیدا می‌کند توضیح دهیم.

### منابع طبیعی

پیشرفت دایمی انسان در سه قرن گذشته موجب چیرگی او بر طبیعت و دخل و تصرف‌های زیاد در منابع طبیعی شده است. منابع طبیعی در ابتدا نامحدود تصور می‌شد و ترس از پایان یافتن یا کمبود آن‌ها در میان نبود ولی با استفاده روز افزون از منابع طبیعی برای رفع نیازهای تکنولوژیکی، فکر نامحدود بودن این منابع باطل از آب درآمد. از آنجا که قطع جریان پیشرفت ممکن است نتایج وخیم و حتی فاجعه‌آمیز داشته باشد و از طرفی زیربنای اقتصادی و جریان پیشرفت در گرو منابع طبیعی است، توجه خاص در امر بهره‌گیری از منابع موجود با اصلاح تکنیک‌ها و اجرای برنامه‌های وسیع صرفه جویی الزام‌آور شد و معلوم گردید که در زمینه استفاده از منابع طبیعی باید شیوه‌ای اختیار کنیم که از حداقل منابع به حداکثر استفاده شود. چرا که برخی منابع (منابع قابل تجدید مانند جنگل‌ها و جانداران) چنانچه با احتیاط کامل و خردمندانه مورد بهره‌برداری قرار گیرند، می‌توانند همواره تجدید شوند. در استفاده از منابع غیر قابل تجدید (نفت و گاز طبیعی و زغال سنگ و کانی‌ها) باید نهایت صرفه‌جویی به عمل آید زیرا نمی‌توان انتظار داشت که تکنولوژی پس از پایان پذیرفتن این منابع بتواند منابع

جدید و مقرون به صرفه بیافریند.

## فلسفه حفاظت کلی منابع طبیعی

هدف واقعی از حفاظت منابع طبیعی مشتمل بر:

۱. حفاظت کیفیت محیط زیست به منظور رفع نیازهای انسان و توجه به ارزش‌های دیگر آن مانند زیبایی و تفریح.
  ۲. توجه به استفاده مداوم از گیاهان و جانوران و مواد از راه برداشت متوازن تا تجدید حیات یا بقای دراز مدت آن‌ها امکان پذیر باشد.
- منابع طبیعی را عموماً به دو دسته تقسیم می‌کنند: قابل تجدید مانند جنگل، مرتع، ماهی، حیوانات شکاری و غیرقابل تجدید مانند زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و کانی‌های دیگر.
- البته منابع طبیعی قابل تجدید در صورتی می‌توانند باقی بمانند که در بهره‌برداری از آن‌ها رعایت کامل برداشت با توجه به میزان بازدهی آن‌ها بشود و مورد حمایت قرار گیرند.

انسان فقط در صورتی می‌تواند از لحاظ تأمین نیازمندی‌های دایمی خود از منابع طبیعی مطمئن گردد که تعداد جمعیت و میزان تقاضاهای خود را در سطح متعادل نگه دارد تا گردش مواد در موجود زنده و خاک به همان سرعتی باشد که مورد استفاده قرار می‌گیرد. انسان، جزئی از محیط زیست است و مانند همه جانداران بیوسفر به هوا، آب، خاک و دیگر جانداران نیاز دارد. تخریب هر یک از این اجزا بر تمامی طبیعت اثر خواهد گذاشت زیرا بقای هوا، آب، خاک و جانداران چنان به یکدیگر وابسته است که اگر یکی از این اجزا غیر قابل استفاده شود، تمامی بیوسفر به نابودی کشانده خواهد شد. در زمان حاضر که بر اثر رشد اقتصادی و ازدیاد جمعیت روز به روز بر میزان مصرف و احتیاجات انسان افزوده می‌شود، حفاظت از منابع طبیعی اهمیت حیاتی دارد. مثلاً هم اکنون بر اثر چرای مفرط و بکار بردن روش‌های غلط کشاورزی بسیاری از مزارع سرسبز و حاصلخیز به صحراهای بایر و بی‌استفاده تبدیل شده است. تنها دریاوات متحده آمریکا، از ۱۷ میلیون هکتار جنگل که در قرن ۱۸ وجود داشته، بیش از ۸ میلیون هکتار آن باقی نمانده است. رود بزرگ راین چنان آلوده شده که برگشت به حالت اول آن تقریباً امکان‌پذیر نیست. منبع ماهی موجود در رودخانه‌ها و دریاها نیز روز به

روزکاهش می‌یابد و این منبع عظیم تولید پروتئین در جهان به نابودی کشیده می‌شود. خوشبختانه در حال حاضر برنامه‌هایی برای حفاظت از نسل ماهی‌ها و جلوگیری از آلودگی‌هایی که چنین مشکلی به وجود می‌آورند در بیشتر کشورهای جهان در دست تهیه و اجراست.

### جنگلداری و مرتعداری

جنگل‌ها و مراتع تنها مواد غذایی و دیگر مواد و وسایل زندگی برای رفع نیازهای آدمی فراهم نمی‌کنند، بلکه باعث تولید اکسیژن می‌شوند. میزان تولید اکسیژن که در اقیانوس‌ها (در مناطق کم عمق) در هر کیلومتر مربع روزانه ۰/۵۵ تن است، درچمنزار و مناطق جنگلی به ۱/۱ تا ۳/۳ تن و در جنگل‌های استوایی به ۳/۳ تا ۱۱ تن می‌رسد. البته این رقم در صحاری لم یزرع صفر است. مقدار کل اکسیژنی که تمام جنگل‌های جهان در سال تولید می‌کنند، به ۴۱۲۵۰ میلیون تن می‌رسد. با توجه به این ارقام اهمیت و نقش جنگل در تولید اکسیژن برای ادامه حیات انسان و سایر موجودات زنده کاملاً مشخص می‌شود.

انسان بدون توجه به مزایای بیشمار جنگل به خاطر سودجویی در بسیاری از نقاط بی‌رحمانه آن‌ها را از بین برده و در جای آن‌ها به کشاورزی پرداخته است. این عمل، خاک غنی جنگل را در معرض تابش خورشید و وزش باد و ریزش باران قرار داده و در نتیجه پس از یک بهره‌کشی کوتاه، آن را به زمین لم‌یزرع مبدل کرده است. صنعتی شدن و تحول در زندگی آدمی، تمدن‌های جدیدی به وجود آورد. پیشرفت این تمدن‌ها، تخریب و انهدام جنگل‌ها و تبدیل آن‌ها به زمین‌های مرغوب زراعتی، سپس بخش‌های مسکونی شهرها و کلان‌شهرها را به‌مراه داشت. مراتع نیز تقریباً وضعی مشابه به جنگل‌ها را دارند. به طرق مختلف مورد تهدید و تخریب قرار گرفته‌اند. چرای مفرط و بی‌رویه دام‌ها موجب انحطاط گیاهان مرغوب و به‌طور کلی پوشش زنده خاک گردیده و چرای خارج از فصل یا بیش از حد نیز به تقلیل سطح مراتع کمک نموده است.

نظر به اینکه حدود بیست درصد از درآمد ملی ما، مربوط به بخش کشاورزی است و قسمت عمده این درآمد از دامداری و دامپروری حاصل می‌شود، حفظ و توسعه منابع غذایی دام (علوفه، مرتع) نقش مؤثری در ازدیاد درآمد ملی ایفا می‌کند. چون

قسمت بزرگی از مرتع و جنگل‌ها حاصل رشد گیاهان در سال‌های متمادی گذشته بوده است، اگر ذخیره طبیعی مزبور را یکباره استخراج کنیم، مثل این است که مقدار قابل ملاحظه‌ای از سرمایه خود را به‌عنوان سود کاذب برداشت کنیم و در نتیجه پس از مدتی سرمایه اصلی را نیز از دست دهیم. بنابراین در مورد کلیه منابع تجدیدپذیر تنها مجاز به برداشت رشد سالانه آن منابع هستیم.

### کاربرد اراضی

شمار آدمیان در حال افزایش است و برای برآورد نیازها، آنان درختان مناطق جنگلی را قطع و جنگل‌ها را به زمین‌های زراعی تبدیل می‌نمایند و با این عمل، فرسایش خاک را به‌ویژه در دامنه‌ها و زمین‌های شیب دار موجب می‌شوند. با فرسایش خاک توسط باد و آب، حاصلخیزی زمین از دست می‌رود. زمینی که تا چند سال قبل به‌صورت یک واحد زنده و فعال عمل می‌کرد، با چند سال کشت و کار به‌صورت توده‌ای خاک مرده و بیابانی بی‌حاصل در خواهد آمد. حیوانات وحشی مناطق گوناگون را که طی قرن‌ها خود را با محیط سازش داده‌اند و با آب و خاک و گیاهان منطقه به حالت تعادل در آمده‌اند به وسایل مختلف توسط انسان‌ها نابود شده و به جای آن گله‌هایی از حیوانات اهلی نگهداری می‌کنند. این عمل در ابتدا باعث خشنودی انسان می‌گردد چون بازدهی بیشتری خواهد داشت. ولی همین حیوانات اهلی با چریدن علف‌ها و سم کوب زمین‌ها، پوشش منطقه را به نیستی می‌کشانند و پس از چندی به علت کمبود علوفه به مناطق دیگر کوچ داده می‌شوند و یادگاری جز بیابان از خود برجای نخواهد گذاشت. از طرف دیگر، شهرها گسترش می‌یابند و هر روز بر سطح شاهراهها افزوده می‌گردد، در نتیجه، ارزنده‌ترین زمین‌های زراعی یا بهترین جنگل‌ها و مراتع اشغال می‌شوند.

تاکنون طرح‌ریزی و کاربرد صحیح اراضی تنها در مواردی شکل گرفته است که مسئله به‌صورت یک بحران بروز نموده است. در حال حاضر، تهیه یک طرح جامع کاربرد اراضی در مناطق شهری مورد نیاز فوری است. بنظر می‌رسد که آنچه موجب تهدید سیستم‌های فعلی اجتماعی و اقتصادی خواهد شد، فرسایش مزارع گندم، جو و پنبه نیست، بلکه انهدام کیفیت محیط زیست شهرها و مراکز صنعتی است. از راههای جلوگیری از کاربرد غلط اراضی در شهرها، غیرمسکونی و خلوت نگهداشتن دره رودخانه‌ها و مردابها و دریاچه‌ها، حفظ مناظر طبیعی، حفظ منابع آبهای زیرزمینی و



غیره می‌باشد.

## کشاورزی

مکانیزه شدن کشاورزی بستگی به استفاده از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات نباتی و انرژی سوخت‌های فسیلی دارد و به نحو قابل ملاحظه‌ای در میزان رشد محصولات کشاورزی مؤثر است. با این حال، کاربرد تکنولوژی در کشاورزی خود نیز بحران‌هایی ایجاد نموده است که شاید در وهله اول به چشم نیاید ولی عواقب وخیم و غیرقابل جبران خواهد داشت. از جمله آلودگی محیط زیست ناشی از کاربرد بیش از حد ماشین‌آلات کشاورزی و علف‌کش‌ها و سایر مواد شیمیایی و نیز مقاوم شدن آفات و امراض گیاهی در برابر سموم و نابودی حشرات مفید.

تحولات جدید در روش‌های کشاورزی، کشتزارها و سایر منابع طبیعی را به صورتهای مختلف تهدید می‌کند. چنانچه آبیاری، بی‌رویه و بدون زهکشی مناسب صورت گیرد ممکن است کشتزارها را به شورزار یا باتلاق تبدیل نماید، ماشین‌آلات سنگین کشاورزی با ایجاد آلودگی در سطح مزارع (ایجاد دود، ریختن گازوئیل و روغن) باعث نابودی جانداران میکروسکوپی موجود در خاک می‌شوند و در تغییر شرایط خاک محیط (شرایطی که طی قرن‌ها تغییر و تبدیل طبیعی به حالت تعادل درآمده است) نقش اساسی دارند.

آفت‌کشیهای مختلف باعث مسمومیت آب و خاک و در نتیجه موجودات زنده می‌گردند. کشت گونه‌های پرورش یافته و اصلاح شده، باعث نابودی گونه‌های بومی که با شرایط محلی سازگاری بیشتری دارند و در برابر آفات بومی مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند، می‌گردد. تنوع در کشت و انتخاب بذری که قدرت مقاومت آن در برابر آفات بومی بیشتر باشد از شیوع آفات به مقیاس وسیع جلوگیری می‌کند. نیز به جای آفت‌کش‌های شیمیایی می‌توان از پرورش ضد آفات طبیعی و کنترل زیستی با مبارزه طبیعی با آنها به طرز مؤثر و بدون ضرری بهره گرفت. چون هر گیاه و جانوری دارای گونه‌های متعدد است و هر یک از گونه‌ها دارای خواص ویژه‌اند و در برابر آفات، سرما و گرما، خشکی یا رطوبت عکس‌العمل و مقاومت متفاوت دارند، بنابراین با توجه به موقعیت منطقه مورد کشت و پس از کسب اطلاعات کافی می‌توان از طریق پیوند، گونه‌های مناسب جدیدی پرورش داد که علاوه بر مقاوم بودن در برابر آفت و

سایر عوامل موجود، بازده بیشتری داشته باشند.

مسایل اجتماعی ناشی از مکانیزه کردن و استفاده از روش‌های نوین در کشاورزی را که برای کشاورزی در حال رشد به وجود می‌آید نیز نباید از نظر دور داشت. اگر تنها به کشاورزی مکانیزه توجه شود و برای افرادی که با ورود ماشین آلات به صحنه کشاورزی بی‌کار می‌گردند کار تولید نشود مسئله بیکاری که خود منشا بسیاری از مسایل پیچیده اقتصادی و اجتماعی است ظهور خواهد کرد.

به نظر می‌رسد که برای افزایش سطح کشت و تولیدات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه باید با رعایت اصول اکولوژیکی وضع به همان منوالی که در کشورهای توسعه یافته کنونی گذشته است، دنبال گردد. در این کشورها باید سطح کشاورزی با سطح رشد صنعتی هماهنگ شود و رابطه بسیار نزدیکی بین آن‌ها به وجود آید. با وجود همه تجربیاتی که تاکنون در مورد ارشاد کشاورزی به دست آمده است واقعیت این است که هنوز از نظر فنی و برنامه، راه حلی کلی که در همه جا قابل قبول و عمل باشد پیدا نشده است. به نظر می‌رسد که یک راه حل کلی که برای تمامی نقاط جهان مناسب باشد نمی‌توان یافت زیرا شرایط طبیعی، اقتصادی، آموزشی و فرهنگی در همه نقاط جهان یکسان نیست. پس باید هر منطقه به طور مجزا مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد و با توجه به شرایط حاکم بر آن منطقه راه حل مناسب انتخاب گردد.

### کشاورزی و محیط زیست

کشاورزی، بزرگ‌ترین و قدیمی‌ترین صنعت جهان است و بیش از نیمی از تمام مردم جهان در مزارع زندگی می‌کنند. تولید فرآوری و توزیع مواد غذایی، همگی محیط زیست را تغییر می‌دهند. به خاطر عظمت و وسعت این صنعت، اثرات آن بر محیط زیست غیرقابل اجتناب بوده و می‌تواند جنبه‌های مثبت و منفی داشته باشد. برای مثال علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌های جدید در کوتاه مدت انقلابی در کشاورزی به وجود آوردند، لیکن در دوره‌های طولانی اثرات نامطلوب آن‌ها بر محیط زیست ثابت شده است. کشاورزی دارای تأثیرات اولیه و ثانویه بر محیط زیست می‌باشد. اثر اولیه آن تأثیراتی است که در محل انجام کشاورزی بوقوع می‌پیوندد و اثر ثانویه در محل صورت نگرفته بلکه توسط باد و جریان‌های سطحی یا زیرزمینی آب بر محیط وارد می‌گردد. مشکلات اصلی ناشی از کشاورزی در زمینه مسائل زیست محیطی عبارتند از:

جنگل زدایی، کویرزدایی، فرسایش خاک، چرای مفرط، تخریب منابع آبی، شوره زار شدن، تجمع فلزات سنگین، تجمع ترکیبات آلی سمی، آلودگی آب و رشد بیش از حد جلبک‌ها.

انسان باعث پراکندگی و توزیع گله‌های گوسفندان، بزها، اسب‌ها و گاوها و نیز دیگر حیوانات اهلی در جهان شده است. تکثیر و رشد این حیوانات با تراکم‌های زیاد، سیمای سرزمین‌ها را تغییر داده است. این یکی از مهمترین راههایی است که کشاورزی می‌تواند بر محیط‌زیست اثر بگذارد. مسأله دیگر برای تولید و تکثیر دام، پاکسازی نواحی جنگل گرمسیری و تبدیل آن‌ها به مرتع است.

### اثرات جهانی شدن کشاورزی

۱. عملیات کشاورزی، پوشش زمین را تغییر داده و منجر به تغییرات در کاهش انعکاس نور توسط زمین، مقدار تبخیر آب، ناهمواری سطح و میزان مبادله مواد شیمیایی تولید و دفع شده توسط جانداران نظیر CO<sub>2</sub> می‌گردد. کشاورزی از راه آتش سوزی نیز اثر می‌گذارد. آتش سوزی به منظور پاک کردن زمین برای کشاورزی خصوصاً در مناطق گرمسیری ممکن است اثرات قابل ملاحظه‌ای را بر اقلیم داشته باشد زیرا سبب افزایش مقدار ذرات ریز در اتمسفر (جو) می‌گردد.

۲. اثر جهانی دیگر، از تولید مصنوعی ترکیبات نیتروژنه در کودهای شیمیایی منتج می‌شود که ممکن است باعث تغییرات قابل ملاحظه‌ای در چرخه‌های بیولوژیکی - شیمیایی جهانی گردد، نهایتاً کشاورزی بر تنوع گونه‌ها اثر می‌گذارد و با کاهش اکوسیستم‌های رقیب، سبب تقلیل تنوع بیولوژیکی گردیده، گونه‌های در معرض خطر و نادر را با خطرات جدی مواجه می‌سازد. از طرفی کشاورزی سبب افزایش مقدار CO<sub>2</sub> زمین می‌گردد و به‌عنوان یکی از عرصه‌های اصلی سوخت‌های فسیلی در افزایش CO<sub>2</sub> سهیم است و گازهای گلخانه‌ای را افزایش می‌دهد.

### کاهش منابع طبیعی

مصرف بی‌رویه منابع طبیعی به‌خصوص در کشورهای صنعتی از جهتی باعث گردیده است که مقدار زیادی از فضولات و زباله حاصل از مصرف آن منابع به محیط زیست سرازیر شود و آلودگی به بار آورد و از طرف دیگر جهان را با خطر جدی کمبود منابع

غیرقابل تجدید و حتی منابع قابل تجدید رو برو کرده است. منابعی که طی میلیون‌ها سال و تحت شرایط خاصی در اعماق زمین به وجود آمده‌اند با سرعت بسیار مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و به مصرف می‌رسند به طوری که ذخیره برخی کانی‌ها به سرعت رو به تقلیل است.

آلودگی از جهات مختلف باعث کاهش منابع طبیعی می‌گردد، یا در کار تجدید منابع قابل تجدید خلل ایجاد می‌کند. آلودگی دریاها و اقیانوس‌ها باعث کاهش منابع پروتئینی می‌گردد. آلودگی هوا علاوه بر تأثیر در رشد گیاهان و ایجاد بیماری‌های گوناگون در آن‌ها موجب فرسودگی زودرس مصالح ساختمانی، رنگ و قسمتهای دیگر اتومبیل‌ها و چرک شدن لباسها می‌شود که خود باعث زودتر فرسوده شدن آن‌ها و مصرف مقدار قابل توجهی پودرهای لباسشویی و غیره می‌گردد. به طور کلی آلودگی و تخریب محیط زیست عملاً مقدار غذای مورد نیاز جمعیت روز افزون جهان را کاهش می‌دهد.

سه عامل مهم را می‌توان در کمبود مواد غذایی یا عموماً کاهش منابع طبیعی مؤثر دانست:

۱. افزایش سریع جمعیت
۲. کاهش سطح زمین‌های قابل کشت، جنگل‌ها و چراگاه‌ها به دلیل استفاده نادرست از آن‌ها.
۳. استفاده بی رویه از تحولات تکنولوژیکی جدید و عدم موفقیت بعضی از آن‌ها به جهت تهدید منابع طبیعی، چنانچه آفت‌کش‌های مصنوعی با مسموم کردن آب و خاک، حیات موجودات زنده با ارزش آن‌ها را به خطر انداخته است.

### کاهش منابع معدنی

امروزه مسلم گردیده است که بعضی از منابع موجود نه تنها کافی نیستند، بلکه آدمی در آینده بسیار نزدیک با کمبود آن‌ها مواجه خواهد شد یا به طور کلی آن‌ها را از دست خواهد داد. منابع کانی چنان دچار کاهش روزافزون‌اند که با بهره‌گیری مجدد از مواد کانی مصرف شده، باز هم با توجه به افزایش سریع جمعیت و مصرف سرانه به پایان خواهد رسید. چنانچه برنامه‌ای اساسی با توجه به حفاظت کانی‌ها، محدودیت استعمال جایگزینی (استفاده از فلزات فراوانتر یا مواد مصنوعی به جای فلزات نادر) و استفاده

مجدد تنظیم گردد، این مواد دیرتر به پایان می‌رسند.

### دگرگون شدن اجتماعات زیستی

نمی‌اندیشند با استفاده از تدابیری که علم و تکنولوژی در دسترس همگان گذاشته، به سوءاستفاده از اکوسیستم‌ها می‌پردازند و موازنه ای را که میان اجزای آن‌ها وجود دارد و سبب بقای آن‌هاست بر هم می‌زنند و با عمل، آن‌ها را از هم می‌پاشند. یکی از اختصاصات عمومی هر اکوسیستم، روابط متقابل اجزای آن است. این روابط چنان دقیق‌اند که تغییر هر یک از عوامل موجب تغییر عوامل دیگر می‌گردد. اگر تغییر جزئی باشد عوامل دیگر خود را با آن سازگار می‌کنند ولی اگر عاملی چنان تغییر کند که توازن آن با دیگر عوامل برهم خورد، اکوسیستم متلاشی می‌شود.

### از بین رفتن پوشش و گونه‌های گیاهی

فلات وسیع ایران با داشتن حدود ۷۵۰۰ تا ۷۸۰۰ نوع گیاه آوندی که تقریباً به ۱۱۱۰ جنس و نزدیک به ۱۵۰ تیره تعلق دارند، نسبت به مجموع انواع گیاهان تمامی کره زمین که بالغ بر ۳۵۰ تیره است، از اهمیت خاصی برخوردار است. وجود تفاوت آب و هوایی شمال، جنوب، شرق و غرب ایران و رشته کوه‌ها و دشت‌های وسیع و دیگر عوامل سبب شده‌اند که ترکیب پوشش گیاهی بدین صورت درآید. متأسفانه به علت استفاده نادرست، توسعه بی‌رویه، کشاورزی، چرای مفرط و استفاده زیاد از گیاهان جهت تهیه سوخت و نیز به منظور تغذیه حیوانات اهلی، احیای طبیعی این پوشش دچار وقفه شده است و در بعضی نقاط برخی از انواع گیاهان نابود شده‌اند.

در پاره‌ای موارد، گیاهان خارجی یا غیربومی که وارد یک محل شده‌اند، رفته رفته جانشین گیاهان بومی شده و از تعداد آن‌ها کاسته و بالاخره آن‌ها را از بین برده‌اند. در حال حاضر تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی از بین رفته‌اند یا در حال انقراض‌اند، مثلاً در چند متری ساحل دریای خزر، کمربندی از نوعی پیچک به نام *Convolvulus persica*، از چالوس تا رامسر وجود داشته که بر اثر احداث پلاژهای عمومی و ویلاهای خصوصی و تبدیل زمین‌های ساحلی به باغ‌ها و مراکز صنعتی دیگر، امروزه فقط در یک یا دو محل که تاکنون از دستبرد عوامل مخرب به دور مانده است، وجود دارند.

انسان برای تأمین نیازهای روزافزون خود، نوع پوشش گیاهی یک منطقه را

تغییر می‌دهد و با این عمل، باعث انهدام پوشش گیاهی و جانوری یک منطقه می‌شود. مثلاً برای دستیابی به تولید بیشتر، اقدام به وارد کردن و کشت انواعی می‌کند که بازدهی زیاد دارند و با این تک کشت و حمایت از گونه وارد شده موجبات انقراض انواع محلی را فراهم می‌آورد.

### کاهش نسل حیوانات

حیوانات نیز که زندگی آن‌ها به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم به‌وجود گیاهان وابسته است، همگام با فقر پوشش گیاهی کاهش می‌یابند یا به‌طور کلی نابود می‌شوند. عوامل زیر نسل حیوانات وحشی را تهدید می‌کنند:

- از بین رفتن محیط زندگی اولیه
- نبودن مسکن اصلی مناسب
- دگرگونی‌ها و برهم خوردن تعادل محیط
- صید بی رویه و به حد افراط

بر اثر توسعه شبکه راههای ارتباطی شهرها و ایجاد مجتمع‌های صنعتی در نقاطی که قبلاً محل زندگی حیوانات وحشی بوده است، عده‌ای از پرندگان این سرزمین‌ها یا نابود شده یا به نقاط امن تری پناه برده‌اند و جای آن‌ها را تعداد محدودی از گونه‌ها گرفته‌اند که خود را با شرایط جدید تطابق داده‌اند. نیز نابودی بسیاری از انواع حیوانات وحشی در نقاطی که شکار بی‌رویه را نمی‌توان از طریق وضع و اجرای مقررات یا از طریق ایجاد پارک‌ها و مناطق حفاظت شده کنترل کرد، حتمی و قریب‌الوقوع است.

### کافی نبودن منابع طبیعی برای رفع نیاز جمعیت‌ها

افزایش جمعیت به‌صورت یک مانع بزرگ بر سر راه رشد اقتصادی قرار گرفته است. هرچند شمار افراد افزون می‌شود، منابع ناکافی‌تر می‌گردند. با توجه به میزان ذخایر انرژی جهان، کافی نبودن منابع انرژی برای جوابگویی به نیاز روزافزون آدمی به روشنی قابل پیش‌بینی است. در حال حاضر، دو سوم جمعیت جهان از گرسنگی و کم غذایی رنج می‌برند. با توجه به وسعت زمین‌های قابل کشت نمی‌توان کمبود منابع طبیعی را باعث این کم غذایی دانست، چه زمین‌های موجود، اگر با روش‌های نوین علمی مورد بهره‌برداری قرار گیرند می‌توانند نیازهای جمعیت کنونی را برآورند. اما همیشه عواملی

مانع می‌شوند که از یک منبع، بهره‌گیری متعادل صورت بگیرد. بیشترین عوامل عدم امکان استفاده از وسایل جدید کشاورزی به جهت کمبود نیروی انسانی متخصص و نبودن امکان مالی در کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه است.

### کاهش منابع انرژی

مسئله به پایان رسیدن منابع تولید انرژی در نتیجه بهره‌برداری و استخراج روز افزون سوخت‌های فسیلی می‌تواند رکود اقتصادی و در نتیجه بحران واقعی پدید آورد. اگر با خوش‌بینی به آینده نگاه کنیم، امید زیادی وجود دارد که اختراعات و ابتکارات جدید موجب آن گردد که آدمی به انواع انرژی مانند انرژی خورشید، باد، جزر و مد دریاها و حرارت مرکزی زمین دست یابد. چه بسا که روزی استفاده اقتصادی از این نیروها میسر و مقرون به صرفه گردد.

قسمتی از بحران انرژی فعلی را می‌توان زائیده بی‌توجهی در کاربرد و اسراف منبع انرژی دانست. امروزه تلاش برای یافتن منابع دیگر انرژی و استفاده از آن‌ها مورد نظر اکثر کشورهای جهان قرار گرفته است و در این زمینه به موقعیت‌هایی نیز نایل آمده‌اند. به‌طوری‌که می‌توان استفاده از انرژی اتمی و انرژی خورشیدی و دیگر صور انرژی را نام برد.

### صنعت و مشکلات زیست محیطی

هر جا که صنعت باشد، رشد اقتصادی نیز وجود دارد و رشد اقتصادی بدون صنعتی کردن یک کشور میسر نمی‌شود. اصولاً مناسب‌ترین راه برای بالا بردن سطح اقتصادی و فراهم کردن زندگی بهتر برای مردم یک کشور، صنعتی کردن آن است و باید که هماهنگ با وضع اجتماعی و با فراهم کردن کلیه عوامل و امکانات لازم مبادرت به این امر شود. سیستم‌های صنعتی، موادی را که جوامع برای ادامه بقای خود بدان نیازمندند، فراهم می‌سازد و ضمناً بر درصد اشتغال می‌افزایند. در نتیجه، سطح زندگی را بالا می‌برند اما از سویی دیگر چنانچه مواد سمی حاصل از ضایعات و پسمانده خود را بدون تصفیه و کنترل در محیط تخلیه کنند، خسارات جبران‌ناپذیر به بار خواهند آورد. نیاز به مواد خام به مقدار فزاینده‌ای موجب می‌گردد که بهره‌گیری بی‌رویه از منابع طبیعی بدون توجه به نتایج و مسایلی که به بار خواهد آورد ادامه یابد. جنگل‌های

بسیاری به نابودی کشانده می‌شوند و بهره‌گیری نادرست از معادن موجب تخریب خاکهای با ارزش می‌شود.

پسماندهای کارخانه‌های صنعتی الزاماً وارد محیط زیست می‌شوند. از طرف دیگر بعضی از فرآورده‌های صنعتی (مواد شیمیایی) پس از مصرف شدن از خود باقیمانده و اثرات نامساعدی برجای می‌گذارند که خود منجر به بروز بحران می‌گردد. نیاز تکنولوژی جدید به منابع انرژی به خصوص به هیدرو کربن‌ها ایجاب می‌کند که عده نفتکش‌ها افزایش یابد و حمل و نقل مواد نفتی از طریق دریاها و اقیانوس‌ها روز افزون گردد. ریزش نفت از نفتکش‌ها به دریا و نشت مواد نفتی به خصوص به هنگام فوران چاه‌های زیر دریایی، خطر آلودن آب دریاها را به مواد نفتی روز افزون ساخته است. این مواد ابتدا گیاهان آبی را که دو سوم اکسیژن موجود در جو را تولید می‌کنند، نابود می‌سازد و در نتیجه، موجب مرگ جاندارانی می‌شوند که از این گیاهان تغذیه می‌کنند.

صنایع اتومبیل‌سازی، راه‌گشای یک زندگی بهتر و راحت‌تر برای نوع آدمی بود و تغییر کلی در زندگی روزانه او پدید آورد. لیکن، تراکم اتومبیل، ساخت شهرها را در هم ریخت و احتراق ناقص سوخت روزانه اتومبیل‌ها، خطر آلودگی هوا را روزافزون کرد. با اختراع وسایط نقلیه تند رو و تکمیل آن برای توسعه مبادلات تجاری و ایجاد روابط اجتماعی و اقتصادی بین گروه‌ها و جوامع مختلف، جاده‌های وسیع و فرودگاه‌های بزرگ و مجهز احداث گردیدند. تشدید این فعالیتها خود مستلزم دخالت بیشتر در طبیعت و برهم زدن تعادل طبیعی است، چنانچه احداث اتوبان‌ها صرف نظر از کاستن وسعت فضای سبز و زمین‌های با ارزش ایجاد سر و صدا می‌کند و باعث جمع شدن سرب حاصل از احتراق وسایط نقلیه در رستنی‌ها و خاک می‌گردد.

البته بیشتر این بحران‌ها از عدم هماهنگی وسایل ارتباطی با سایر عوامل مؤثر در ساخت یک اجتماع ناشی می‌گردند. چه اگر این اقدامات از روی برنامه صحیح و نه فقط به منظور تأمین نظر خاصی صورت گیرد، مسلماً سازنده و یکی از پایه‌های اساسی بنیان پیشرفت و توسعه است.

توسعه مؤسسات اتمی و مصرف روزافزون رادیوایزوتوپ‌ها و آزمایشهای پی دی پی اتمی، نگرانی در مورد افزایش میزان فضولات رادیواکتیو و رسیدن آن به حد غیرمجاز را تشدید می‌کند. ذرات رادیواکتیو حاصل از آزمایش بمبهای اتمی و



هیدروژنی و نیز مواد زاید رادیو اکتیو حاصل از استفاده از کانی‌های رادیواکتیو برای مقاصد صنعتی و تولید انرژی، انسان را با شکل جدیدی از مسئله آلودگی روبرو ساخته است. آلودگی حاصل از مواد رادیو اکتیو بسیار خطرناک است و نه فقط برای انسان‌ها و جانورانی که با آن در تماسند، بلکه احتمالاً بر ژن‌ها و در نتیجه نسل‌های بعدی آن‌ها نیز اثر می‌گذارد.

به‌طور کلی نمی‌توان نتایج ارزنده صنعت و تکنولوژی را از نظر دور داشت. باید گفت که صنعت و تکنولوژی ایجاد آلودگی نمی‌کند، بلکه روش استفاده از آن که تا کنون به‌طور مسلم ناقص و نارسا بوده است، باعث این نابسامانی‌ها در محیط می‌شود. واقع امر این است که آلودگی یک مسئله فنی نیست و به خودی خود از علم و تکنولوژی ناشی نمی‌شود بلکه از ارزش‌های دنیای معاصر که حقوق سایرین را نادیده می‌گیرد و دورنماهای دراز مدت را فراموش می‌کند منشا می‌گیرد.

### راه‌های جلوگیری از تخریب محیط‌زیست

کسانی که به‌اینده کره زمین و حفظ موجودیت آن علاقه مندند، باید از خویش سؤال کنند که بشر برای ایجاد تغییر و ساختن‌اینده ای روشن و مناسب چه منابع قدرتی در اختیار دارد.

روی هم رفته سه دسته قدرت موجود دارند که هر یک ممکن است زیر گروه‌هایی را شامل شوند:

اولین نوع قدرت، «قدرت تهدید» است که نام دیگر آن قدرت کنترل و نظارت CAC می‌باشد، روش نظارت مستقیم دولت مرکزی می‌تواند استانداردهای زیست محیطی را تعیین و مقرراتی را جهت تضمین رعایت آن استانداردها طرح‌ریزی کنند. مقررات معمولاً حاوی دستوری است که آلوده گر را موظف می‌کند تا از سطح کیفیت زیست محیطی تعیین‌شده تجاوز نکند و شامل سیستم نظارتی است که رعایت و تقویت استانداردها را کنترل می‌کند.

دومین نوع قدرت، «قدرت اقتصادی» یا روش «انگیزه‌های مبتنی بر بازار» است. استانداردهای زیست محیطی را می‌توان از طریق نظام‌های انگیزه‌ای (ایجاد انگیزه) به منظور وارد کردن آلودگران به تغییر فن آوری‌های مورد استفاده برای تولید کالا یا حتی تغییر کالایی که تولید می‌کنند، به اجرا درآورد. این نظام‌ها نیز زمینه‌هایی را برای

مصرف کنندگان فراهم می آورند تا بتوانند تشخیص دهند که کالاهای آلاینده نسبت به کالای غیر آلاینده بیشتری دارند. به طور کلی، مالیات های آلودگی، ابزار مناسبی را برای جبران هزینه های خارجی خسارات ناشی از آلودگی که توسط مؤسسات و کارخانه ها به وجود می آیند، فراهم آورده و میزان انتشار آلودگی را به حد بهینه و با ثباتی تخفیف می دهند. این مالیات ها دارای اثرات جانبی مطلوبی بوده به گونه ای که مصرف کنندگان را نسبت به عواقب آلودگی ناشی از کالاهای خریداری شده توسط آن ها آگاه می سازد. بنابراین، مناسب است که مالیات ها به عنوان یک ابزار محرک اقتصادی جهت کاستن از میزان آلودگی مد نظر قرار گیرد.

هدف از وضع این مالیات ایجاد نوعی انگیزه اقتصادی برای حفظ زیست است نظیر صرفه جویی در مصرف سوخت به منظور کاهش انتشار CO<sub>2</sub>، ارتقاء سرمایه گذاری در زمینه بهینه سازی مصرف انرژی، نیز جانشین سازی با محصولات کم کربن و استفاده از آن به عنوان درآمد مالیاتی.

از طریق یادگیری می توان به قدرتی دست یافت که آن را قدرت تلفیقی می نامند اینکه چگونه در مورد مسائل محیط زیست جهانی درس بیاموزیم و چگونه دانسته های خود را به دیگران انتقال دهیم، از مسائلی هستند که متخصصان محیط زیست باید به آن ها توجه کافی مبذول دارند.

به طور کلی یکی از مهمترین اقدامات برای رفع مشکل زیست محیطی، ارتقای فرهنگ عمومی در این زمینه است. این خود در گام اول نیازمند آموزش محیط زیست در همه سطوح است. ما نیازمند آنیم که آگاهی های زیست محیطی به صورت جزئی از معارف همگانی درآید و مشکلات ناشی از آن، نگرانی عموم را سبب شود. در آن صورت است که نمودهای آن، به صورت اصلاح ساختار نظام قوانین، مدیریت و نظام آموزشی کشور، اصلاح کاربری مختلف زمین و منابع، استانداردها، ضوابط دقیق زیست محیطی در ارتباط با همه فعالیت ها در جهت توسعه پایدار و حفظ منابع طبیعی در خواهد آمد و منافع نسل حاضر و نسل های آینده هر دو تأمین خواهد شد.

### اصلاح و تعدیل، مدیریت و حفاظت محیط زیست

بسیاری از شهرهای عمده جهان در دهانه مصب رودخانه ها قرار گرفته اند، در نتیجه با تلاق های شور اغلب محیط و محوطه وسیعی را از گیاهان طبیعی به صورت ظاهر و

نزدیک به مناطق شهری به وجود می آورند. باتلاق‌های شور در اغلب موارد به وسیله گونه‌های مختلف گیاهان پوشیده می شوند و از این نظر بسیار متفاوت به نظر می رسند. با زمین‌های زراعی که در حاشیه شهرها قرار دارند، بهر حال در باتلاق‌های شور برخورد‌های انسانی زیادی وجود دارد و گونه‌ها و گروه‌های بسیاری از سایت‌ها وجود دارد که ممکن است نتیجه و پیامد چنین برخورد‌هایی باشد و این در صورتی است که به این مناطق سازمان‌دهی و مدیریت داده شود. این مساله بسیار حائز اهمیت است که تصمیم‌گیرندگان از اثرات گذشته و حساسیت محیط‌زیست محیطی برای تغییر اینگونه نمونه و الگوهای اثرات انسانی آگاهی داشته باشند.

### مراجع - چراگاه

دامها، قرن‌ها است که در مناطق باتلاقی شور چرا داده می شوند، در حال حاضر چراگاه به عنوان قسمت اصلی استفاده از باتلاق‌ها می باشند در اروپای شمالی (سال ۱۹۸۴) و کانادای شرقی (سال ۱۹۸۶) و ژاپن (سال ۱۹۷۴) و وجود وسیع باتلاق‌ها از عرض جغرافیائی نسبت به خطوط مدارات در اروپا دارای مراتع بسیار گسترده و وسیع در قسمت‌های شمالی و نواحی مرکزی می باشند و گستردگی آن‌ها در قسمت‌های جنوبی کمتر است. (سال ۱۹۷۷) مراتع ممکن است به هر حال دارای یک عامل مهم زیست محیطی باشند. حتی در سایت‌ها و جایی که رفت آمده‌های سطحی انجام می گیرد. گله و گوسفند معمولاً دو نوع گونه‌ای هستند که به طور گسترده‌ای در باتلاق‌های شور چرا داده می شوند. اگر چه در بعضی، نواحی اهمیت اسب‌ها بیشتر است، خوک‌ها نیز مجاز هستند که به بعضی از باتلاق‌ها دسترسی داشته باشد. و این مساله ممکن است در گذشته از اهمیت بالائی برخوردار باشد. غازهای خانگی نیز در باتلاق‌هایی در اروپا و آسیا چرا داده می شوند (سال ۱۹۸۳ و سال ۱۹۸۲) و در گذشته نیز ممکن است در بسیاری از سایت‌ها به عنوان مهمترین چراگاه‌ها عمل نمایند (در سال ۱۹۸۲) در بعضی از نواحی، مراتع باتلاقی به عنوان یکی از امتیازات عمده و اصلی در زمین‌های کشاورزی نقش دارند اما در سایر جاها ممکن است به عنوان یک عامل اصلی امرار معاش عمل نمایند.

گری در سال ۱۹۷۲ مباحث چراگاهی را در قسمت شمال غربی انگلستان به وجود آورد، جایی که گوسفند در آنجا به عنوان گونه‌های اصلی چرا داده می شوند،

باتلاق‌های شور معمولاً در اطراف mere comby boy به‌عنوان چراگاه عمل می‌نمایند و همچنین مورد استفاده بعضی از زارعین در این گونه محیط‌ها قرار دارند، قسمت اعظم چراگاه‌ها را تنها یک محیط کوچک از سطوح غیر جزر ومدی تشکیل می‌دهد. معایب آن شامل این مساله است که دام از قسمت باتلاق‌ها برداشته می‌شود. و در بالاترین نقطه جزر ومدی و گاهی در اثر غرق شدن تلف می‌گردند، به‌رحال علیرغم بهره‌وری از چراگاه‌ها باتلاقی در انگلستان و سراسر اروپای شمالی مانند (beeftink در سال ۱۹۷۷) کارگیری و بهره‌وری از باتلاق‌ها برای کشاورزی به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش و تنزل پیدا نموده است و در دهه اخیر در نتیجه تغییرات عمومی که اثر گذار بوده است در کشاورزی اروپا. چنانچه این روند ادامه داشته باشد و هیچگونه تغییری نیز حاصل نگردد، احتمالاً در پی آن تغییرات عمده و اصلی در گیاهان باتلاقی اروپایی پدیدار خواهد شد. رژیم چراگاهی عامل اصلی کنترل گوناگون و متنوع در flora و گیاهان بین سایت‌ها می‌باشد نه تنها تفاوت‌های عمده و اصلی ما بین محل‌های چریده شد، و دست نخورد وجود دارد، طبیعت یک چراگاه با میزان ظرفیت چراگاهی و دوره و زمان چراگاه همه در یک نوع برخورد با گیاهان نه تنها تفاوت‌هایی وجود خواهد داشت در گونه‌هایی که ممکن است در انتخاب چراگاه‌ها اثر داشته باشد. عوامل مختلفی از رژیم چراگاه‌ها باعث تغییراتی خواهند گردید که به‌صورت مداوم طوری که هر سایت یک چراگاه قدیمی خواهد داشت که در جزئیات شبیه به یکدیگر خواهند بود. بهر حال امکان عمومی‌سازی وجود دارد و در رابطه با اثرات چراگاه‌ها در اروپای شمالی اگر چه کاملاً روشن و واضح نمی‌باشند که به چه نحوی آنها قابل پذیرش و قبول باشند.

چراگاه ممکن است بر روی گونه‌ها و ترکیباتی از گیاهان اثرات مستقیم داشته باشد و در رابطه با حساسیت در بعضی از گونه‌ها به چراگاه و با توجه به اجتناب و پرهیز توسط حیوانات در چراگاه از سایرین این احتمال وجود دارد که نوسانات چراگاه و خوش طعمی نوع گیاهان آن ناشی از نوع و گونه‌های گیاهی آن نباشد، اما با نوع قوی و نسلی تغییر می‌یابند مانند (Miller, Egler در سال ۱۹۵۰) چراگاه باعث کاهش ساختاری و ریخته و پاش زباله می‌گردد و بر طبق Gerims سال ۱۹۷۹ این روش نسبت به استراتژی‌های گیاهی منجر به غنی‌سازی گونه‌ها می‌گردد و سبب افزایش گونه‌های متنوع نیز می‌شود در اروپای شمالی اجتماع باتلاق‌ها از قسمت میانی چراگاه و قسمت‌های بالای چراگاه بمقدار بسیار زیاد از گونه‌ها و نوع‌های مختلف نشان داده

می‌شود و در باتلاق‌های چرا نشد، در همان سطح در باتلاق‌های پائین، تنوع بر روی محل‌های چرا شده افزایشی نداشته است بلکه ممکن است کاهش هم داشته باشد اثرات مستقیم چراگاه باید به برخوردی که سبب پایمال نمودن هر دو رابطه‌ای که باعث می‌گردد خساراتی به گیاهان وارد گردد افزوده شود، از اثرات بنیادی *shrub* به وسیله گیاهان و گیاهان گوشتی و آبدار و مستعد و آسیب‌پذیر به صدمات مستقیم از ضایع شدن *H. Portulacodes* نمونه‌ای است از گونه‌های حساس به این نوع از خسارات، میزان مزاحمت بنیادی بستگی به طبیعت آن ماده از پایه و اساس دارد، گله‌ها واسب‌ها احتمالاً به این مساله بیشتر دامن می‌زنند به خصوص در سطوح نازکتر، گوسفندان و خوک‌ها که سبب خسارات قابل ملاحظه و خسارات عمقی و ریشه‌ای می‌گردند مگر اینکه فشار زیاد در مراتع سبب آزار و اذیت‌های سطحی گردد. به غیر از قسمت‌هایی که اطراف آن‌ها را آب گرفته باشد، بهر حال حتی اگر سطح خاکی به صورت نشکسته باقی بماند، *Ruyter, Bakker* در سال ۱۹۸۱ رکوردی را از یک تغییراتی بسمت قسمت‌های لایه‌های بالائی خاک بحث می‌گردد که در عین حال به مساله چراگاه‌ها خاتمه داده شده بود.

واکنش از گیاهان به میزان قسمت‌های خسارت دیده در قسمتی به تاثیرات منطقه‌ای بستگی داشت، در باتلاق‌های پائین‌تر در اروپای شمالی به‌طور دائم مناطق مختلفی مورد تجاوز قرار گرفته که یک موقعیت مناسبی را فراهم می‌کند. برای *sumaritima, saliconniaspp* که از گونه‌های معمولی در منطقه *pioneer* (نیشکام) و کناره‌های نهرها می‌باشند، در سطوح بالائی یک محوطه نسبتاً وسیعی توسط دام با سوراخ و شکافهای عمیق به وجود آمده است که باعث به وجود آمدن زیستگاه برای گروه معینی از این اجتماع مشخص *spicularion puccinellio* که قبلاً مشخص و طبقه‌بندی گردیده‌اند می‌گردد و همچنین ممکن است در الگوهای پراکنده توسط چراگاه پدیدار گردند و اغلب با چمن‌زارهای کوچکی آغاز می‌گردند، همانگونه که تاثیر مقیاس نهائی الگوهای از گیاهان باتلاقی ممکن است بر روی کلیه فرآیندهای متوالی اثرگذار باشد، چراگاه ممکن است همچنین موجب فراهم شدن فرایندها گردند *Ranwell* در سال ۱۹۶۱ نشان داده است که چراگاه، ممکن است باعث شروع ارتباطات *s. anglica* گردد و اجازه دهد که هجوم گونه‌هایی مانند *pumaritima* در باتلاق‌ها از سطوح پائین‌تری از آنچه که ثبت شده‌اند مورد چرا قرار نگرفته باشند، در

گل در اروپای شمالی، چراگاه‌هایی پدیدار می‌گردند که با مسئولیت افزایش هر دو گونه و تنوع اجتماعات حداقل به‌طور متوسط در باتلاق‌های بالائی و در سایر نواحی مطالعات کمی انجام شده است که مشخص گردیده است اثرات چراگاه بر روی باتلاق‌ها در آمریکای شمالی مطابق با بسیاری از باتلاق‌های مربوط به استفاده برای چراگاه می‌باشد (در ابتدا نخست به‌وسیله گله) از همان روزهای نخست استقرار و اسکان اروپائی‌ها (غار در سال ۱۹۶۹) به نظر نمی‌رسید که این فشار چراگاهی بتواند همان اثر را داشته باشد بر روی گونه‌های مختلف در اروپا و همچنین تنوع بیشتر از گونه‌های glycephylic در چراگاه juncetum در اروپا که هیچگونه هم‌طرزی در شمال آمریکا ندارد، این ممکن است یک نوع واکنش طبیعت باشد از سیطره گونه‌های spartina و یا گونه‌های غیر گیاهی در دهانه رودخانه‌ها که اخیراً در موقعیت مناسبی به‌وجود آمده‌اند. Wolf, linthurst reimold در سال ۱۹۷۵ نشان داده‌اند که در یک باتلاق s.altniflora چراگاه پائین آورده‌اند. در فعالیت‌های اولیه و نخستین پیشنهاد داده شد. که در جلب احیاء، فشار بر روی چراگاه باید کاسته شود و بعبارت دیگر ارزش اقتصادی از چراگاه باتلاقی به‌منظور بعضی از محافظت‌ها اعطاء گردیده است که ممکن است در غیراین‌صورت به‌منظور توسعه نابود شده باشد هنگامیکه باتلاق‌های ژاپن در بسیاری از گونه‌ها با نوع اروپائی مشترک می‌باشد و ترتیب اجتماعات آن‌ها نیز شبیه به هم می‌باشد معیار و میزان نهائی قابل در دسترس نشان نمی‌دهد که چراگاه‌های باتلاقی باعث توسعه گروه‌های هم‌تراز و به شکل چرا داده شده از juncetum گردد اگر چه ishizuka در سال ۱۹۷۴ گزارش داده است که چراگاه به‌وسیله اسب‌ها به‌طور وسیعی مورد صدمه قرار گرفته و در قسمت‌های باتلاقی در Hokkaide این مشکل کاملاً قابل ملاحظه می‌باشد.

در قاره استرالیا حیوانات سم دار اهلی حضور نداشتند و هردو پل آبی در سال ۱۹۸۲ Glasby, Kirkpatrick در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد نمودند که گله و گوسفند اثرات بسیار متفاوت و متغیری را بر روی چراگاه‌های باتلاقی داشته‌اند و این نوع ضایع نمودن به‌خصوص برای گیاهان گوشتی و آبدار بسیار زیان بار می‌باشد. در قسمت‌های بالای باتلاق و در ناحیه معتدل اینها به‌وسیله گونه‌های ناآشنا و غریبه باین صورت مورد تجاوز قرار گرفته‌اند. به‌خصوص گونه‌های Paraphdis, Polypegon. انواع مختلف گونه‌ها در قسمت‌های باتلاقی در چراگاه این چنین وسعت و افزایش داده شده است.

اما این افزایش با معرفی و اعلام وضعیت رشد آن که اخیراً غایب بوده همراه گردیده است. چراگاه همچنین ممکن است برای افزایش علف‌های بومی نظیر *Pustricta* در Glasby, Kirkpatrick, Tasmania با توجه به نوع حساسیت وضعیت چراگاه پاسخگو باشد. چراگاه خرگوش‌ها نیز اثرات خاصی بر روی گیاهان باتلاقی استرالیائی دارد. تنوع جانوران خاص یک منطقه و جانوران بی‌مهره خاکی بر روی باتلاق‌های چرا نشده کاهش در لایه‌ها سطحی و تنوع ساختمانی گیاهان را کاهش می‌دهد، موقعیت‌های قابل دسترسی برای جانوران خاص یک منطقه را همانگونه که در شکل ۷۰۱ نشان داده شده است، میزان و اندازه این کاهش احتمالاً تغییر خواهد یافت با توجه به مقدار عمق چراگاه و طبیعت دام، گوسفند یک هم شکلی و یکنواختی بیشتری را به وجود می‌آورد. برخورد چراگاه بر آشیانه پرندگان با شدت و عمق آن‌ها بستگی دارد فشار در قسمت بالائی چراگاه ممکن است در نتیجه مزاحمت‌های قابل ملاحظه‌ای از آشیانه پرندگان و جریحه‌دار نمودن واقعی بر روی آشیانه‌ها نظیر (*stub, lengslow, doody*) در سال ۱۹۸۴) اما چراگاه سبک و معتدل ممکن است یک زیستگاه دلخواه را جهت پرورش و یا تخم‌کشی پرندگان در قسمت نیمکره شمالی به وجود آورد. باتلاق‌ها به‌طور فزاینده‌ای به‌وسیله گوزن‌ها و مرغابی‌ها در طی فصل زاد و ولد و جفت‌کشی در مدارات بالا به‌کار گرفته شوند، در طول زمستان و در قسمت‌های جنوبی‌تر، اثر برخورد مستقیم این چراگاه بسیار قابل درک و ملاحظه می‌باشد، در نصف‌النهارات مرتفع بسیار کوتاه می‌باشد و با توجه به تولید نسبتاً پائین زمانی که استفاده از زمین‌های زمستانی اتفاق می‌افتد و هنگامی که گیاهان در بحران و رشد می‌باشند و در یک حد و میزان پائین‌تر از رشد می‌باشند، گونه‌های متفاوت پرندگان وحشی بمقدار کمی نشان داده شده است، علفزارهای چراگاه به‌طور دلخواهی به‌صورت غیرچرا داده شده در باتلاق در وضعیت‌های تخم‌گذاری و زمین‌های زمستانی (*codwolladd*) در سال ۱۹۷۵ و (*jeffories, bazely*) در سال ۱۹۸۶) احتمالاً و به هر حال این پرندگان وحشی هستند که حداقل در قسمتی و با توجه به واکنش مدیریتی با تلاق‌ها، کاهش و تنزل ذخیره چراگاه در باتلاق‌ها احتمالاً در نتیجه کمبود در گونه‌های گیاهی و توسعه اجتماعات پرندگان وحشی می‌باشد نظیر *westhoff* در سال ۱۹۶۹ و *syrore* در سال ۱۹۷۹ و *bakker* در سال ۱۹۸۷ و *ruyter* در سال ۱۹۸۱ و *cad walker* در سال ۱۹۷۲) چنانچه گروهی از پرندگان نگهداری شوند ممکن است این نیاز احساس شود که برای بازیافت‌ها و احیاء

برنامه‌های مجاز در اروپا و همچنین برای ادامه و تاسیس مجدد چراگاه‌های ذخیره تابستانی به عنوان یک مدیریت فنی چراگاه تراکم قسمت زمین‌های بالا را کاهش داده اما اثرات آن بر روی منابع تخصیص داده شده ساختارهای زیرزمینی هنوز مطالعه نشده است. هنگامی که تراکم کاهش پیدا می‌کند نیاز به پیگیری و تعقیب نمی‌باشد زیرا که تولیدات زمین‌های بالائی به صورت مشابه کاهش پیدا خواهد نمود و تور به چراگاه‌های جدید ممکن است باعث تحریک تولیدات در بعضی از گونه‌های مسرتع نظیر (jofferries, corqill در سال ۱۹۸۴) گردد. پیشنهاد می‌گردد که چراگاه تابستانی به وسیله گوزن‌ها در باتلاق بسیار سرد ممکن است سبب افزایش فعالیت و توانائی‌های نیتروژن، هنگامیکه مصرف درگیر است گردد. با از دست دادن نیتروژن خالص از سیستم بیشتر توانائیهای در دسترس به طور وسیعی با تجدید ساختار منابع که اشراف دارد بر استخرهای نیتروژن در یک باتلاق چرا نشده. اثرات چراگاه بر روی نیتروژن‌های قابل دسترس در باتلاق‌های معتدل ظاهر نخواهد شد مگر اینکه از نظر کمی مشخص گردد. اهمیت دادن به نیتروژن باعث شد تعداد زیادی halophytes ها می‌گردد. یست نرخ پائین دگرگونی از ارگانیت نیتروژن نسبت به phyto قابل دسترس در شکل ساختاری (nedwell, abd, aziz در سال ۱۹۷۹) موجود می‌باشد. بهره‌برداری از باتلاق‌های شور به وسیله ذخیره‌های مرتعی نشان می‌دهد که راهی برای صادرات تولید اولیه باتلاق‌ها به بازارهای عمومی وجود است. این صادرات بشکل اجتناب‌پذیری بدین معنی است که تولید کمتر از باتلاق با پتانسیل‌های قابل دسترس برای صادرات به مصب رودخانه‌هاست. کی از منابع ارتباطی مطالعه نزدیک از باتلاق که ممکن است مقایسه شود با لبه‌های کناری مصب رودخانه‌ها، توسط باتلاق‌های مورد چرا و آن‌هائی که در حاشیه‌ها و کنارهای چرا نشده قرار گرفته‌ند.

### توقف مقطع چراگاه

در اروپای شمالی شیوه‌های قدیمی چراگاه در طی چند سال اخیر کاهش داشته است اگر چه خیلی از باتلاق‌ها هنوز هم به عنوان چراگاه موجود می‌باشند. براساس مطالعات انجام شده بر روی مراتع و مزارع چریده شده باتلاقی پیشنهاد می‌گردد که باتلاق‌های فرسوده به وسیله جمع‌بندی لیتری، اهمیت گونه‌های مفرد و به دنبال آن گونه‌های کوچک گیاهان و دانه نامطبوع گیاهان طبقه‌بندی گردند. (westhoff در سال



۱۹۶۹ west hoff, sykora, در سال ۱۹۷۹ و bakker در سال ۱۹۷۸ و ۱۹۸۳ و ۱۹۸۵ و morley.cadwallader (در سال ۱۹۷۴) این پاسخ شیبه به گزارشی است که از علفزارهای زمینی بعد از پایان چراگاه و براساس نظریه پیشرفته توسط grime در سال ۱۹۷۹ در باتلاق‌های شور بود می‌باشد این بهترین نمایش از قسمت میانی و بالائی باتلاق می‌تواند باشد. در مناطق پائینی کاهش در چراگاه به علت نتیجه گیاهان بلندتر می‌باشد. اما به هر حال هیچگونه تغییری در ترکیب یا افزایش در توانمندی پیدا نشده است. گونه‌هائی که به صورت متروکه درآمده‌اند در مناطق بالائی متفاوت می‌باشد. این چرخه شامل f.rubra, epycanthas و در سایت‌های brackish به صورت ph ragmitie australis موجود می‌باشد.

هنگامی که توسعه قسمت‌های متروکه بسیار خوب باشد حداقل یک کاهش واقعی در تعدادی از گونه‌های موجود واقعیت پیدا می‌کند نظیر westo, rice در سال ۱۹۸۳ که به آن‌ها اشاره گردیده است. چنانچه گونه‌های متنوع در اندازه‌های ثابت ثبت شده باشد این تقریباً قابل تصور نیست که گوناگونی و تنوع ظاهر گردیده برای تعدادی از گونه‌ها که به صورت متروکه درآمده‌اند را کاهش دهد. به هر حال این امکان وجود دارد که تمام باتلاق‌ها اینگونه تصور گردند. پیش گونه‌هائی که بیش از این تثبیت شده‌اند در روی نمودار هنوز هم موجود می‌باشند.

هرچند که تعداد به خصوصی از آن‌ها چنانچه گونه‌ها به طور واقعی و کلی در داخل سایت موجود نباشد این مورد هم محقق خواهد شد. این تنوع و گوناگونی ممکن است در صورتی که مراتع مجدداً بحالت اولیه برگردند توسعه پیدا نماید. اطلاعات کمی از این نقطه نظر موجود است اگر چه bakker در سال ۱۹۸۵ نشان داد که هنگامی که گونه‌های مفرد متروکه که به سن ۵ سال از قطع توقف چراگاه می‌رسند، تنزل و کاهش در کل گونه‌هایشان اتفاق می‌افتد. بیش از یک زمان طولانی دوره‌ای (بیش از ۱۰ سال).

### فصل برداشت محصول

یک تاریخ طولانی از بهره‌برداری از منابع باتلاقی گوناگون وجود دارد. هنگامی که حداقل در قسمت نیمکره شمالی بسیاری از این باتلاق‌های قدیمی به کار گرفته شده با خطر کاهش و تنزل روبرو هستند در اینحال نقش عمده‌ای را ایفا می‌کنند در

شکل‌گیری وضعیت موجود با توجه به ترکیب اجتماع باتلاق‌ها موجود است.

### گیاهان - خشک کردن علف

خشک کردن علف به‌طور وسیعی اتفاق افتاده در باتلاق‌های بالائی در اروپای شمالی و s.ptains در قسمت بالائی در اجتماع باتلاقی در شمال شرقی امریکا (teal در سال ۱۹۶۹). در هر دو قسمت خشک کردن علف کاهش قابل ملاحظه‌ای را در طی قرن حاضر داشته است اما هنوز بر روی تعدادی از باتلاق‌های اروپائی (bakker در سال ۱۹۸۳, bibkema, در سال ۱۹۸۴) در انگلستان شواهدی از خشک کردن علف در تعدادی از باتلاق‌های موجود است مثل (rarknson در سال ۱۹۸۵) اما اخیراً مقدار کمی از یک catting وسیع وجود داشته است، شواهد کمی از اثرات خشک کردن علف در گیاهان باتلاقی موجود می‌باشد اگر چه bakker (۱۹۸۷) نشان داد که تحت یک ریتم درو کردن تجربی ترکیبات گونه‌ای توانسته‌اند به‌سرعت تغییر نمایند. در اروپا خشک کردن علفزار احتمالاً ناشی از یک عامل در تنوع باتلاق مرتفع می‌باشد در امریکا باتلاق‌های بالائی عمدتاً علیرغم دروه طولانی از بهره‌برداری آن‌ها باقی می‌مانند. خشک کردن علف‌ها بشکل قدیمی برای باتلاق‌های بالائی، درو کردن تجربی از باتلاق‌های پائینی ممنوع شده بود. S.anglica نشان داد که این مکان وجود دارد که از آن‌ها علوفه سیلو شده بسازیم. (ranwell, hbbard در سال ۱۹۶۶) نیز به‌عنوان یک عامل مدیریت فنی عملی توسعه نیافته است. همین‌طور نشان داده است که s.anglica می‌تواند در کارخانه کاغذ (ranwell در سال ۱۹۶۷) به‌کار گرفته شود.

### برش چمن

یک نوع بهره‌برداری از باتلاق، که در مقیاس‌های تجاری موجود است احتمالاً محدود شده به شمال غربی انگلستان برش چمن برای استفاده تخصصی نظیر زمین‌های سبز می‌باشد. agrostis-festuca, f.rubra چمن‌ها معمولاً به‌صورت مکانیکی برش داده می‌شوند. محوطه‌های وسیع بلند می‌شود، اگر چه مقداری دانه ریزی مجدد انجام می‌گیرد. با دانه f.rubra تجدید می‌کند و ساختار ضروری است و یک فرایند طبیعی است. موارد پی در پی و زنجیره‌ای بسیار گوناگون است و فرصت‌های اخیر ممکن است به‌سرعت از دست برود. Bryophytes, ephemerals که بسیار مشهور می‌باشند در

اولین مراحل پوسته زنجیره‌ای و محوطه‌های برش چمن زیستگاه‌های مهمی تهیه می‌نمایند. برای گونه‌هائی نظیر *sagina martima Brach y centiumr brum. Litlorale*, اگر چه برش چمن در اولین سایت به‌عنوان یک عامل در توزیع از باتلاق همانگونه که تمرین‌های قدیمی و سستی اجازه می‌دهد که یک افزایش در توانمندی و تنوع *flora* به‌وجود آید، ظاهر می‌گردند.

### گیاهان خوراکی

بهره‌برداری از گیاهان باتلاقی برای غذای انسان سابقه بسیار ضعیفی دارد اما دارای یک گستردگی خاص می‌باشد. تعدادی از باتلاق‌های دارای گونه‌های آبدار و گوشتی از نوع خوراکی می‌باشند و به‌عنوان سبزیجات مورد استفاده قرار می‌گیرند. در انگلستان گونه‌های اصلی چنین محصولات نظیر *seuropaea* را می‌توان نام برد. آلودگی داده شده به طبیعت از مصب و بسیاری از رودخانه‌ها و گرایش گونه‌های باتلاقی برای جذب یون را *beeftink* در سال ۱۹۸۲ پیشنهاد کرد که ممکن است یک نوع ریسک اجتماعی همراه با مصرف از *a ster, salicornia* باشد که در بعضی از محیط‌ها ممکن است باعث نگرانی گردد.

در استرالیا *gribb* در سال ۱۹۷۵ پیشنهاد نمود که *s. quinqueflora* و *suaustralis* هر دو خوراکی می‌باشد و می‌توان بهمان صورت به‌عنوان *samphire* مورد استفاده قرار می‌گیرد. علیرغم احتمال گستردگی کشت این محصول از بعضی گونه‌های باتلاقی، این احتمال وجود دارد که بهره‌گیری از منابع باتلاقی برای غذای انسان در جای دیگر به‌عنوان یک گیاه باتلاقی با آن برخورد می‌گردد. شکل و ترکیب *flora* اروپایی از تعدادی گونه‌هائی که بهر حال به‌عنوان صورت‌های قدیمی آن هستند و یابه‌صورت نزدیک به آن هستند، به‌عنوان سبزیجات عمده شامل *asparagus officinalis feeniculum carota daucus raphanus crambe brassca* و همچنین *hepburn* (در سال ۱۹۵۲) اکثر این گونه‌ها از شن و یا ریگ ساحلی هستند و یا در منطقه پهن صخره‌ای نسبت به باتلاق‌های شور می‌باشند. اگر چه آن‌ها ممکن است گاه گاهی بردی خط کشیده شده روی باتلاق شور تشکیل گردند. بیشترین گونه‌های رایج و متداول در طبقه‌بندی در قسمت شمال اروپا *betavvlgars* می‌باشد. شکل توده‌ای و متراکم آن‌ها که به‌صورت ذخیره شده در ریشه راست توسعه یافته است، و

این هنگامی که است که برگهای می‌توانند به صورت اسفناج مورد استفاده قرار بگیرند. وجود گونه‌های ساحلی از نوع خوراکی فقط محدود به قسمت شمالی اروپا نیست در استرالیا نیز اسفناج‌های نیوزلندی (*tetrageioides tetragonia*) از نوع گونه رشته‌ای که آن‌ها نیز همچنین در باتلاق‌های شور به وجود می‌آیند. یکی از چند گونه بومی که به عنوان خوراکی توسط مهاجرین اولیه (gribb, 1975, gribb) شناخته شد و در زیستگاه‌های مشابه در استرالیا پیدا گردیده‌اند و از هر دو نوع آن به صورت میوه خوراکی و برگی بومی استرالیائی و جهانگردان اولیه استفاده از گونه‌های خطی ریشه‌ای به عنوان سبزیجات رایج تر به کار می‌گرفتند. هیچ گونه نشانه‌ای که باعث تغییر بلندمدت در گیاهان گردد مشاهده نگردید. تعدادی از گونه‌ها به خصوص آن‌هایی که در باتلاق‌های شور مزه قرار گرفته بودند مقدار قابل توجهی هیدرات کربور در خود ذخیره نمایند. در قسمت‌های پائین زمین، چنانچه این‌ها به عنوان منابع غذایی به کار گرفته می‌شدند به وسیله انسان امکان داشت که این به هم ریختگی در قسمت گیاهان دارای ریشه بالا می‌تواند اثر حساسی بر روی مراتع داشته باشد. بهر حال هیچگونه شاهدهی موجود نیست که پیشنهاد دهد که این اثرات وسیع اتفاق خواهد افتاد. اما احتمالاً باید تصور گردد هنگامی که سعی می‌شود در رابطه با گونه‌های حیوانات اصلی توضیح داده شود.

در اروپا تعدادی از گونه‌های باتلاقی حاشیه‌ای مانند (*allhaea effieranal*) توسط دکترهای علفی ارزش داده شده بودند اما شواهد حاکی در دست است که در جای دیگر در دنیا برای ارزش دارویی گونه‌های باتلاقی اقدام شده باشد. به هر حال به احتمال ضعیف جمع آوری مواد شفا بخش به طور جدی بر روی این گونه‌ها و یا ترکیبات گیاهی اثرگذار می‌باشد.

### پرنده‌گان وحشی

دسته‌های عظیمی از پرنده‌گان وحشی که به صورت فصلی در بعضی از باتلاق‌ها زندگی می‌کنند و این کار در طول تاریخ ادامه داشته است، امروزه به عنوان یک منبع غذایی اصلی مورد استفاده قرار نگرفته است. پرنده‌گان وحشی به عنوان گروه اصلی و اغلب موفق به عنوان یک عامل دائمی برای احیاء باتلاق‌های شور به حساب می‌آیند.

## ماهی و صدف‌داران

ماهی و صدف‌داران در باتلاق‌های شور برای مدت‌های بسیار زیادی زندگی می‌کردند اگر چه ممکن است به تنهایی یک برخورد و اثر کوچکی بر باتلاق‌ها باشد. در حال حاضر تمایلات قابل ملاحظه‌ای وجود دارد در شکل مختلف aquaculture این امکان وجود دارد که پیش‌بینی مایل برای این موضوع ممکن است باعث نابودی زیستگاه‌های باتلاقی گردد.

حفری زمین برای یافتن کرم‌های حلقوی به‌منظور قرار دادن آن‌ها توسط ماهیگیران می‌تواند یکی از عوامل اختلال و آشفته‌گی در نه‌های باتلاق‌های شور باشد و در مناطق پیشگام باتلاقی و از آنجائیکه این مساله دارای پیامدهای بلندمدتی می‌باشد هیچگونه سوابقی ثبت نگردیده است.

## پوست خزّه

Muskkrat on data zibelhicvs که اتفاق افتاده است بر روی باتلاق‌های brakish و باتلاق‌های بالائی در قسمت‌های جنوبی امریکا به‌عنوان یک تله بوده است برای خزّه برای یک دوره بلندمدت. برای اولین بار توسط هندی‌ها سرخ پوست و سپس تله گذارهای اروپائی، مدیریت باتلاق‌های به‌خصوص با طغیان کردن مقادیر متشابهی از موش‌های آبی که امکان برخورد قابل ملاحظه‌ای بر روی گیاهان و مراتع و ساختار کلی آنها خواهد داشت، (delagruz hackney در سال ۱۹۸۱) هر دو عمل شعله‌ور شدن را به‌منظور ترویج و رشد گونه‌های موردنظر موش آبی و ساختن باتلاق‌های قابل دسترس‌تر و تاثیرگذارتر در مقابل تله‌گزارها و شکارچیان انجام دادند.

## استخراج و رسوب

در اواخر قرن نوزدهم مقادیر مشابهی از خاک رس مرغوب استخراج گردیده از باتلاق‌ها و در مصب رودخانه برای استفاده در ساخت آجر و کارخانه سیمان portland (kirk by 1984) پس ازاینکه در قرن حاضر اینگونه ضایع سرعت تنزل نمود اگر چه آخرین محموله‌های خاک رس بهمان صورت در سال ۱۹۶۵ است. این فرایند سبب کمبود متناهی در مجموعه بسیار وسیعی از محیط باتلاقی و ساختار مکانی آن گردد که احتمالاً به‌صورت یک یادگار و یادبودی از خاک رس‌های جذاب

می‌باشد. استخراج خاک رس برای اهداف محلی احتمالاً در بسیاری از باتلاق‌ها اتفاق افتاده هنگامی که خاکریزها در قسمت‌های باتلاقی بسیار رایج و متداول گردد.

### نمک و تولیدات شیمیایی

نمک از مدت‌های طولانی یک کالای تجاری اصلی شناخته شده در محیط‌های خشک و لیم یزرع و همچنین محیط‌های خشک ساده‌ترین تولید توسط تبخیر به صورت طبیعی و مصنوعی در حوضچه‌های کم عمق از آب دریا می‌باشد. این گونه حوضچه‌ها اغلب در قسمت‌های باتلاقی قرار گرفته‌اند، تولید به این روش هنوز هم ادامه دارد.

اغلب در مقیاس بسیار زیاد، ساختار این وسایل ممکن است باعث نابودی وسیع باتلاق‌ها گردد. در اروپا، تولید نمک به صورت وسیعی انجام می‌گرفت در مناطق ساحلی و خشکی باتلاق‌ها در انگلستان مناطقی که به نحوی به قسمت‌های نمک وابسته می‌باشد. در انگلستان منابع متعددی از سایت‌ها مورد استفاده برای تولید نمک قرار می‌گیرد. (Parkinson ۱۹۸۵)

بعضی از گیاهان باتلاقی شامل تعداد بسیار زیادی از یون‌های معدنی (طبق صفحه ۲۳۱) می‌باشد که پس از سوختن از خود نشان نمک‌های قلیایی با خاکستر غنی بجا می‌گذارند. با توجه به توسعه صنایع شیمیایی مدرن و تولید انبوه و ارزان تولیدات قلیائی‌ها در اواخر نیمه قرن گیاهان ساحلی و گیاه زبان گنجشک از منابع اصلی قلیائی و شناخته شده به عنوان منابع تهیه می‌باشد. در اروپا دو منبع اصلی تهیه گیاهان دریائی (جلبک‌ها) مانند kelp در فرانسه و ایرلند و اسکاتلند (rvmer 1974) (salsolo kari and sisola bailla) از اسپانیا که در این میان گونه‌های sal solao بسیار متداول و رایج می‌باشند. در قرن ۱۸ و اوائل قرن ۱۹ barilla یکی از صادرات باارزش از اسپانیا بودند بعد از تجارت به وسیله ممانعت و جلوگیری از صادرات دانه salsa حمایت می‌شد. (bird در سال ۱۹۷۸ و ۱۹۸۱) در روزهای اولیه در مستعمرات استرالیائی، صابون بسیار کمیاب بود، اما یکی از اجزاء سازنده آن پیه، بسیار فراوان و در دسترس بود، بهره‌برداری از گیاهان بومی نظیر درخت زبان گنجشک باعث پیشرفت در صنایع تولید صابون می‌گردد که یکی از اولین صادرات باارزش در مستعمرات، استرالیائی بود، بهره‌برداری از گونه‌های اصلی درخت‌های کرنا و استفاده از آنها برای سوختن ممکن است اثرات بلندمدت بر روی توزیع آنها داشته باشد. در محدوده

چنوبی مانند (bird در سال‌های ۱۹۷۸ و ۱۹۸۱). در غیاب درخت‌های کرنا گونه‌های دیگر ساحلی ویژه *rhagodiaspp atriplex cinereo* و گیاهان گوشتی و آبدار مورد استفاده قرار گرفته‌اند. گونه‌های در نظر گرفته شده در باتلاق‌های *tamania* به‌عنوان قسمت اصلی از درخت زبان گنجشک (*whinray* در سال ۱۹۸۱) بسوی باتلاق‌ها هدایت می‌گردید. اما اسناد و مدارک کافی نبود که بما اجازه دهد که مشخص نمائیم که آیا اثرات بلندمدتی بر روی ضایعات صابون داشته است احتمالاً سوختن گونه‌های باتلاقی برای به‌وجود آمدن خاکشیر قلیائی بسیار علل متداول و رایج بوده است در بسیاری از کشورها علاوه بر استفاده در کارخانجات صابون، پودر یا خاکستر قلیائی به‌عنوان یک ماده خام در صنایع شیشه مورد استفاده قرار می‌گیرد. نام بومی آن (*salicorniaspp*) بوده است. با توجه به وجود این نام بنظر می‌رسد استفاده از گیاهان زبان گنجشک در شیشه سازی برای یک دوره طولانی متداول و رایج بوده، اما این صنعت از نظر اسناد و مدارک بسیار ضعیف و فقیر می‌باشد.

### دستکاری در فراوانی گونه‌ها

مدیریت باتلاق‌ها چه در مورد افزایش ارزش زیستگاه برای کنترل گونه‌ها نسبت به میزان ضرر و زیان آن برای انسان دارای تاریخ بلندی می‌باشد. سایر موارد مدیریتی نظیر چراگاه نیز همین‌طور دارای تغییراتی در ترکیبات گونه‌ای آن‌ها در این روش می‌باشد که برای ادامه استفاده از آن‌ها تبلیغ می‌گردد.

### بارور سازی

همان‌گونه که *gray* در سال ۱۹۷۲ اشاره نموده است یکی از مزایای باتلاقی برای این منظور چراگاه است که به مقدار بسیار کمی در رابطه با چراگاه پیشرفت انجام گرفته است با این همه بر روی باتلاق‌های بالائی عمل بارورسازی انجام گرفته که ارزش آن‌ها را برای چراگاه افزایش می‌دهد و این مساله در بعضی از باتلاق‌های اروپائی هنوز اتفاق می‌افتد. (*bakker* در سال ۱۹۸۳)

### آتش‌سوزی و حریق

باتلاق‌ها طوری لحاظ نگردیده اند که به‌طور خاصی قابل احتراق باشند، بهر حال

آتش سوزی‌ها از بسیاری از جاها به صورت محلی ثبت گردیده‌اند. بسیاری از آتش سوزی‌ها به صورت عمدی و یا مدیریت و یا ایجاد حریق، ثبت گردید اما بیشتر حالات به وسیله سایر منابع حرارتی ثبت گردیده است (delacyuz hackney در سال ۱۹۸۱) در امریکای شمالی آتش سوزی گیاهان باتلاقی سابقه طولانی دارد نظیر teal در سال ۱۹۶۱ delacruz, hackney در سال ۱۹۸۱ daiber در سال ۱۹۸۲) در خلیج آتش سوزی زیستگاه‌های شور مزه شرایط را برای موش‌های آبی که در طی دوره بلندی انجام گرفته است سوق داده است. در ساحل شرقی پیشنهاد می‌گردد که حریق ممکن است توسط هندی‌های از قبل مهاجرت کرده به وجود آید و ممکن است یکی از عوامل تعیین‌کننده وضعیت فعلی گیاهان باتلاقی باشد.

Delacruz, hacknoy در سال ۱۹۸۱ اطلاعاتی را به دست آوردند درباره اثرات آتش سوزی و تاکید نمودند در رابطه با ابعاد وسیعی از این موضوعات فقط مقدار کمی شناخت پیدا کرده‌اند. در محیط مستعد آماده آتش در استرالیا، آتش سوزی گیاهان باتلاق‌های بالائی اغلب اتفاق می‌افتد glasby, krnpatrick در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد نمودند که آتش سوزی که توسط چراگاه به وجود می‌آید ممکن است به وسیله درختچه و یا گیاهان گوشتی و آبدار نواحی باتلاقی Tasmanian ظاهر گردد.

خاصیت طبیعی گیاهان آبدار و گوشتی باعث می‌گردد که این آتش سوزی‌ها به ندرت اتفاق بیفتد در اروپا آتش سوزی در باتلاق‌ها بسیار اتفاق می‌افتد و بیشتر در اثر یک حادثه و جرقه توسط عوامل انسانی به وجود می‌آید و این نوع آتش سوزی‌ها اغلب به صورت گسترده و غیرقابل کنترل پدیدار می‌گردند.

### حشرات

Salmarshes یک نوع محیط زیست را برای تعدادی از حشرات که به میزان قابل ملاحظه‌ای مزاحمت و درد سر داشته و در هنگام تشکیل یک خطر واقعی برای سلامتی انسان‌ها داشته‌اند تهیه نموده که این مساله شامل پشه‌ها، پشه‌های ریز گزنه و مگس‌های گزنه می‌باشند. کنترل اصلی پشه‌ها با به وجود آمدن تغییراتی در زیستگاه آن‌ها و یا توسط Spray نمودن آن‌ها انجام پذیرفت زهکشی برای نابودی آن‌ها و جلوگیری از زاد و ولد پشه‌ها انجام گرفته بود. در قسمت‌های عمده‌ای از جهان مانند Daiber در سال ۱۹۸۲ و Ranwell در سال ۱۹۷۲ و Gehu در سال ۱۹۸۴ و dale در سال ۱۹۸۶). شیوه و



نحوه کار با رعایت قابل ملاحظه‌ای از انتقاد همراه بوده است، در روی خشکی‌ها به‌طور غیرموثر در درازمدت و جهان گونه که در اطراف باتلاق‌ها و لجن زارها بوده است، میلر و وایگلر در سال ۱۹۵۰ فرود پشه‌ها را در شرایط ذیل مردود اعلام نمودند:

وجود باتلاق‌ها همراه با فرود آمدن در سطح جوی‌ها

### بازیافت واحیاء

احیاء باتلاق‌های شور تاریخ طولانی دارد، خیلی از محوطه‌ها و محیط‌ها چه برای امر کشاورزی و یا توسعه در کلیه قسمت‌های جهان احیاء گردیده‌اند برای مثال Wagret در سال ۱۹۶۸، Vanbeen در سال ۱۹۵۵ Boody در سال ۱۹۸۴، Grosslink را در سال ۱۹۸۰ می‌توان نام برد. توجه قابل ملاحظه‌ای در رابطه با نابودی زیستگاهائی که حیات آن‌ها به احیاء و بازیافت وابسته می‌باشد گردیده است، زمانیکه چنین توجهی به میزان قانع‌کننده‌ای رسیده باشد باید تشخیص داده شود که اثر تاریخی این بازیافت بسیار متنوع می‌باشد. این وجه تمایز ما بین احیاء به شکل‌های متفاوتی از توسعه کشاورزی باید نشان داده شود.

### بازیافت

در محدوده جهان، شبکه عمده صنعتی و محیط‌های بندری به‌صورت باتلاق‌های شور توسعه داده شده‌اند در بیشترین حالات تجمع محیط‌های باتلاقی جدید نسبت به توسعه به‌صورت ناخوشایند وفق داده شده است و از نظر ساختمانی باید به‌صورت مهندسی طوری طراحی گردد که بتواند از این حالات جلوگیری نماید، علاوه بر اثر مستقیم، اینگونه توسعه‌ها معمولاً در نتیجه شرایط و منابع انسانی که در تمامی دهانه‌های رودخانه‌ها موثر می‌باشند پدیدار می‌گردد. در محیط‌های نزدیک به شبکه‌های اصلی شهری، امکان کمبود محل‌های قابل دسترس که پر از زباله‌های محلی، زباله‌های صنعتی و آشغال و.....) می‌باشند باتلاق‌های شور به‌عنوان محیط و محل‌های ارزان در این رابطه منظور و مشاهده گردیده اند، پس از پر شدن اینگونه محلها معمولاً توسط لایه‌ای از خاک پوشش داده می‌شوند و سپس جهت محل‌های سرگرمی و تفریح و یا محیط‌های ورزشی و پارک‌های عمومی و یا زمین ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند، جدا نمودن محل‌های به‌کار گرفته شده برای زباله‌های قابل دسترس ممکن

است به صورت یک مشکل حاد انسانی بروز نماید.

در دنیای پیشرفته، فشارهایی که از این تراژدی مربوط به نابودی باتلاق‌ها در بعضی مواقع کمتر از آنچه در گذشته بوده، بهر حال، تهدیدهای جدیدی از طریق کانال‌ها و وسایلی که در داخل آن موجود می‌باشد آشکار می‌گردد، زیر دریائی‌ها که با توجه به توسعه و گسترش وسائل تفریحی پدیدار می‌گردند و در کشورهای جهان سوم این مساله ممکن است بهر حال به صورت ساختمان یک شبکه گسترده شهری و پایه‌های صنعتی به صورت یک فشار بزرگ خود را نشان دهند. احیای زمین‌های کشاورزی در نتیجه به وجود آمدن بعضی از محصولات با ارزش زمین‌های زراعی حاصلخیز در جهان می‌باشد البته این بدان معنی نیست که هر احیاء و بازیافتی موفق باشد.

دیواره و جداره باتلاق‌ها اغلب اوقات شرایطی را به وجود می‌آورد که برای تسریع در تراکم قسمت جلو دیواره دریائی این امر امکان دارد که سبب احیاء بیشتر باتلاق‌ها گردد و پیشرفت موفقیت آمیز و بازیافت را در محیط‌های تازه تر بسمت دریا فراهم نماید که این مورد در منطقه wash که در نقشه ۷۰/۲ در سال ۱۹۷۶ اتفاق افتاده است نشان داده شده است. پیشرفت‌ها می‌توانند توسط ساختمان‌های مصنوعی سیستم تخلیه که از کرانه تا سراسر باتلاق در امتداد دریا وجود دارند سرعت بخشیده شوند، این امکان ندارد که تمام محوطه بازیافت شده در باتلاق‌های نمکی که برآورد می‌گردد نسبت به محیط‌های باتلاقی که ممکن است به وجود آیند در زمان‌هایی به خصوص در گذشته و در مصب رودخانه و یا محیط باتلاق‌ها که به صورت توازن عمل می‌نمایند ما بین عمل فرسایش و تراکم ظاهر گردند.

پس از احیاء، باتلاق‌های جدید توسعه خواهند یافت و این مساله با توجه به شرایط اقلیمی و جغرافیایی جدید محیط توسعه یافته ممکن است بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از محل بازیافت باشد در Morcecamble اغلب باتلاق‌های شور احیاء گردیده بودند که به دنبال تاسیس ساختمان خط آهن بیش از آنچه در رابطه با موارد کشاورزی بوده در سال ۱۸۵۰ باتلاق‌هایی که توسعه یافته بودند اغلب به صورت قابل ملاحظه‌ای بزرگ‌تر از آن‌هایی بودند که احیاء و بازیافت گردیده بودند نظیر (gry 1972 و adam 1974) به صورت تقریبی در حدود ۱۰۰۰ کیلومتر مربع از باتلاق‌های نمکی در انگلستان ممکن است چنین وسعتی و جود داشته باشد. هنگامی که شرایط نابودی باتلاق‌ها با زمان

تغییر وضعیت پیدا می‌کنند امکان به وجود آمدن ضرر و زیان محلی نیز احساس می‌گردد و این مشکلی است که در یک زمان، شرایط محیطی بهمان صورت مغناطیسی باشد که در حال حاضر موجود می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد که احیاء برای کشاورزی به محیط‌های خشتی بستگی داشته باشد، هنگامیکه یک باتلاق جدید به وجود می‌آید این مسئله به صورت یک نیاز مشخص نمی‌گردد. چه به صورت گونه‌ای و ترکیب منطقه‌ای در طول زمان قبل از بازیافت و احیاء ممکن است کافی نباشد. بی‌نهایت گونه‌های پائین و توده‌ای و تنوع آن‌ها ممکن است باعث این برخورد و انعکاس گردد. به علاوه وضع یک دیواره در قسمت بالائی باتلاق باعث کم شدن تنوع زیستگاه در باتلاق‌های مرتفع می‌گردد مجموعه این تنوعات محلی، محوطه ساحل شنی برای جریان آب‌های تازه که ممکن است کاملاً از دست برود، توسعه یک باتلاق جدید بدنبال احیاء و بازیافت و هزینه نمودن یک سطح شنی و یا گلی را بدنبال خواهد داشت، این‌ها یک زیستگاه مهم برای پرندگان می‌باشند که تاثیر فرآیند آن‌ها ممکن است بسیار قابل ملاحظه باشد.

Gray در سال ۱۹۷۹ تذکر داد که ظهور دوباره باتلاق‌های نمکی با پر کردن مجدد آن‌ها از دست خواهد رفت و بازیافت و احیاء مجدد آن‌ها نمی‌تواند مجدداً آن‌ها را فعال نماید. تهیه رسوب ممکن است سرانجام محدود گردد و یا اصولاً توسعه باتلاق اتفاق نیفتد، بعلت توسعه محیط: جایی که از فرسایش بالائی برخوردار می‌باشد، تاثیر این مقدار جابجایی نیاز به دقت و تأمل بیشتری دارد.

بهر حال، ظرفیت لازم برای مقدار پائین و بالا شدن بیشتر این بازیافت‌ها ممکن است در نتیجه شکست در سکنی گزیدن باشد. در تکنولوژی پیشرفته، چشم‌اندازی را پیش‌بینی می‌نماید که از کلیه تغییرات در دهانه و مصب رودخانه‌ها در باتلاق‌های نمکی می‌تواند فقط به عنوان یکی از تاثیر گذاران در اکوسیستم عمل نمایند. زمین‌های احیاء شده به تنهایی ممکن است زیستگاه‌های قابل توجه‌ای را به وجود آورند زمین‌های شور، علفزارها، دیوارهای دریائی، در نواحی که زمین‌های شور به طور طبیعی تغییراتی نموده بودند، زمین احیاء شده ممکن است به عنوان حمایت‌کننده و تامین‌کننده اکثر جمعیتی باشد که دارای محدودیت‌هایی در زمین‌های شور می‌باشند، کاهش بسیار سریع در قسمت مراتع و مرداب‌ها بعلت تغییرات به وجود آمده بین سالهای ۱۹۳۸، ۱۹۸۷ کاملاً محسوس می‌باشد. باتلاق‌های شور ممکن است در این رابطه اثر گذار باشند و با توجه به گسترش و توسعه زیادی که در قسمت دهانه رودخانه به وجود آمده است، در بیشتر

رودخانه‌ها به‌طور همزمان تغییراتی در آن‌ها ایجاد گردیده است، در اثر فشردگی آب‌ها و سیلاب‌ها، اینها اثراتی هستند از کم شدن هر دو هم آب‌های تازه ورودی و همچنین تغییراتی که در قسمت ورودی آب از نظر درجه حرارت به‌وجود می‌آید.

## آلودگی

باتلاق‌های نمکی بدون حفاظ عامل شدید و مزمن آلودگی‌ها می‌باشند، اثراین رویداد بحرانی و شدید مورد مطالعه قرار گرفته اما مطالعاتی نیز درباره این آلودگی مزمن انجام گرفته است. با توجه به مطالعات سم شناسی تجربی نیز که دراین رابطه انجام گرفته است باز هم نتیجه‌گیری حتی با توجه به لابراتوار قسمت‌های منطقه‌ای مشکل تر است که از طریق اطلاعات پیش بینی کنیم، در یک نوع از دوگونه‌هایی که در کل اکوسیستم در این آلودگی‌ها اثرگزاری باشند، طرز برخورد در این آلودگی‌ها تحت شرایط و تغییرات میزان شوری ممکن است پیش‌بینی آن را دراین خصوص مشکل نماید. همانگونه که بیشتر دهانه و مصب رودخانه‌ها از رسوبات صنعتی پر شده‌اند، منابع آلودگی مرداب‌ها اغلب به‌صورت خانگی و محلی می‌باشند، اما آلودگی‌ها ممکن است از طریق نهرهای بالائی و یا خارج از محیط دریاها به مصب رودخانه‌ها منتقل شوند، دراین رابطه یکی از پتانسیل‌های اصلی این فاضلاب‌ها به‌وسیله یکی از آلودگی‌های، شناخته و گنگ جهانی توسط سوختن مواد نفتی به درون مرداب‌های شور به‌وجود می‌آید که سبب یک هشدار جهانی می‌گردد، اگر چه مرداب‌های نمکی به‌صورت رسوبات ته نشین شده طبیعی می‌باشند، در بیشتر حالات رسوبات افزایش می‌یابد به‌طوریکه در نتیجه یک فعالیت انسانی قادر است در رابطه باین آلودگی عمل نماید.

آب تازه می‌تواند خود به‌صورت یک آلوده‌کننده در بعضی از شرایط شبکه‌ای در محیط‌های باتلاقی که ممکن است ترکیب شود در نظر گرفته شود و به‌وسیله آب نهرها که تخلیه می‌گردند مستقیماً به باتلاق‌ها وارد گردند، این تخلیه ممکن است مقدار زیادی از رسوبات را با خود همراه داشته باشد و نفت و مواد سنگین از سطح جاده‌ها شسته شوند، ورودی مستقیم آب ممکن است به قسمت‌های پائین خاک در لایه‌های شور زمین و در قسمت زیستگاه‌های آب شور هدایت گردد، در قسمت جنوب غربی استرالیا توجه عمومی بیشتر متوجه و متمرکز منابع آلودگیهای صنعتی و خانگی و کشاورزی می‌باشد و منابع اصلی این توزیع از آلودگیها به مصب رودخانه‌ها منتهی می‌گردد. بهر

حال افزایش جذب مواد مغذی باعث رشد و ترویج جلبک‌ها می‌گردد، احتمالاً بهترین نمونه مطالعه مربوط به Peel Harvey در مصب رودخانه‌های استرالیا غربی می‌باشد، در این وضعیت کود شیمیائی فسفات به‌کار برده شده برای هدایت سالها مواد مغذی که در قسمت دهانه رودخانه‌های پر از جلبک کفایت می‌نماید. در بیشتر فرآیندهای صنعتی مواد سنگین را به محیط خودشان وارد می‌نمایند، در این حالت باتلاق‌های نمکی و خاکهای درخت کرنا که به‌عنوان یک ین فلز سنگین عمل می‌کنند. که ممکن است تحت شرایط سریع و تند به‌صورت سولفید نامحلول رسوب نمایند بهمان صورت که در تغییرات مواد مغذی خاک رس محدود می‌گردد، البته تمام این ین‌ها بی حرکت و ساکن نیستند و قسمتی از آن‌ها مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرند، این چنین استفاده‌ای از تهیه ظرفیت‌ها برای جمع آوری در یک سطح بالا از زنجیره غذایی اگر چه سطوح بالائی از یون فلزات سنگین از رسوبات مربوط به باتلاق‌های نمکی ثبت گردیده، اما هیچگونه گزارش دقیقی که گواه بر مسمومیت‌کنندگی در گیاهان باشد ارائه نگردیده است gubin در سال ۱۹۸۰ نشان داد که ارزیابی سطوح بعضی از یون‌ها در تعدادی از حیوانات پس از اینکه باتلاق‌های نمکی به لجن و فاضلاب که فلزات سنگین نیز به آن افزوده شده بود آلوده شده بودند، اما مطالعات کمی در رابطه با اثرات فلزات سنگین روی مرداب‌های نمکی انجام گردیده بود و این مرداب‌ها باید در نقش یک صافی عمل می‌نمودند در رابطه با گرفتن یون‌های فلزی از این گردش (چرخه)، بهر حال از آنجائیکه بسیاری از یون‌ها به‌عنوان سولفید رسوب کرده بودند، هر گونه بهم ریختگی آن باعث اکسیداسیون در محلول می‌گردد، البته بیشتر آلودگی‌ها قابل رویت نمی‌باشند، اما مواد نفتی بهر حال قابل رویت می‌باشند، در مصب رودخانه‌های قابل کشتیرانی ضایعات مواد نفتی وجود دارد و زمانیکه در بنادر بازرگانی مقدار زیادی مواد نفتی سرازیر می‌گردد. تخلیه مواد نفتی از پالایشگاهها وسایر محل‌های صنعتی ممکن است باعث آلودگی‌های مزمن در باتلاق‌های نمکی گردند، برای مثال نفت از کانال و آب راههای terrey و Amcecadiz سرازیر شده بودند به باتلاق‌هایی در قسمت‌هایی از انگلستان و فرانسه، زمانیکه باتلاق‌های نمکی در قسمت Magellan به‌وسیله نفت دچار آلودگی شدند، خوشبختانه تعداد تانکرها کوچک بودند اما همین حادثه می‌توانست اتفاق نیفتد، در هر کجای دریا تقریباً تمام مرداب‌ها در معرض آلودگی‌های عمده نفتی قرار دارند اثرات نفت روی گیاهان مرداب‌ها مجدداً مورد بررسی قرار گرفت توسط

(baker 1983 و ۱۹۷۹) که این مسمومیت توسط مواد نفتی خام مختلف و محصولات نفتی به صورت قابل ملاحظه‌ای با هم تفاوت داشت و زمان مربوط به سال آلودگی که اتفاق افتاده بود ممکن است در روی گیاهان اثر گذار باشد هنگامی که مقداری از نفت به سطح مرداب‌ها برسد و این بستگی به هر دو عامل انشعاب و امواج در آن زمان دارد، بعضی از گونه‌های گیاهی نابود شده‌اند، تنها به وسیله مواد نفتی قمست‌هائی در شمال اروپا salicern در این گروه طبقه‌بندی قرار نمی‌گیرد، همانگونه که این گونه‌های گیاهی از ذخائر دانه‌های خاکی که به صورت پلی مابین نسل‌ها قرار می‌گیرد حمایت نمی‌کند، این امکان وجود دارد که ریختن مواد نفتی باعث انقراض موقت محلی گردد، ترکیبات اصلی مسموم‌کننده از نفت و مکانیزم‌هائی که به وسیله آن‌ها عمل می‌کند به طور ضعیفی شناخته شده‌اند، در بعضی موارد مرگ و نابودی ممکن است توسط پیامدهای غیر مستقیم از نفت باشد similary در سال ۱۹۸۴ پیشنهاد نمود که مرگ alterniflora و cynosuroidos به علت مسمومیت مستقیم نفتی نبوده بلکه تداخل آن با انتقال گاز و اثرات آن در لایه‌های زیرین زمین بوده است، یکبار که نفت در مرداب رسوب نموده است ممکن است باعث فشاری از سی مقامات صلاحیت‌دار برای تمیز نمودن فاضلاب هنگامیکه مواد نفتی در معرض دید نباشد و در چراگاه‌های مردابی نفوذ نماید خطراتی را برای زندگی پرندگان می‌تواند داشته باشد، هر چقدر که ممکن است باید تلاش شود، از رسیدن نفت به مرداب‌ها جلوگیری گردد و در صورت برخورد با چنین مواردی اقدام سریع جهت برطرف نمودن آن انجام پذیرد، بهر حال علیرغم پیشرفت در موارد احتمالی رویدادهای گیاهی به وسیله مواد آلوده‌کننده نفتی معمولاً حوادث بندرت منطبق با پیش‌بینی‌ها می‌باشند.

### استفاده علمی و تفریحی

باتلاق‌های شور جای مناسبی برای استفاده‌های تفریحی نمی‌باشند، پهناترین گروه استفاده‌کننده از این قسمت تفریحی گل‌های وحشی هستند که بسیار فعال می‌باشند و در پوشش دادن به منطقه وسیعی از باتلاق‌ها و مناطق حفاظت شده می‌باشند، پرنده شناس‌ها هم بهمین طریق جذب باتلاق‌های شور می‌گردند و معمولاً اینکار را برای سرگرمی تماشاگران پرندگان و تحت یک گروه جهت منطقه حفاظت شده، برای پرندگان استفاده می‌کنند، این پرنده شناسان با این کار ضمن ایجاد سرگرمی باعث یک

رونق اقتصادی محلی نیز می‌گردد، البته سایر موارد دیگر طبیعی نیز جذابیت دارد، مرداب‌های نمکی همچنین دارای زیبایی‌ها و جذابیت‌های زیادی می‌باشند که باتوجه به وجود جذر و مد این مناظر به‌طور مداوم تغییر پیدا می‌نمایند، در تابستان یک *thrift* به باتلاق‌ها پوشش می‌دهد د رست شبیه به یک چتر که با پارچه ساتن موج دار در رنگهای ارغوانی بر روی زمین‌های بایر می‌درخشند. حتی هنگامی که در نزدیکی مکانهای توسعه صنعتی و یا شهری وجود یک مرداب می‌تواند یک تجربه وسیعی را پدید آورد، حتی توسط باربران با وسایل و اجناس فرودگاهی و یا دسته و فوج عظیمی از پرندگان در مصب رودخانه‌ها، در نقاط مختلف جهان با افزایش استفاده تفریحی از وسائل نقلیه بیرون جاده‌ای نظیر دوچرخه، مطرح نمودن مشکلات مربوط به مدیریت باتلاقی و استفاده از وسایل نقلیه موتوری ممکن است باعث نابودی سریع گیاهان گردد، اگر چه کامیون‌های چرخ دار ممکن است فقط چند سانتیمتری ایجاد گودی نمایند، اما حضورشان ممکن است باعث تغییراتی در *hydre logy* گردد. مرداب‌های شور برای بازدیدهای علمی در بسیاری از سالها در نظر بوده است که در این میان جدیدترین دوره‌های سطحی و رسمی سازماندهی شده به‌وسیله پروفیسور *fw oliver* در رابطه با مرداب‌های نمکی در حجم‌های اولیه ثبت گردیده‌اند. جزایر مردابی بسیار ایده‌آل و مطلوب می‌باشند از نظر تماشا و مطالعه و همچنین موضوعات منطقه‌ای زمانیکه گونه‌های پائین و متنوعی از آن‌ها را وادار می‌سازد برای تمرین‌های کاشت و نمونه برداری، تقریباً ظرفیت‌های نامحدودی برای پروژه‌های به‌خصوصی وجود دارند که درگیر با وضعیت جغرافیایی مرداب‌های نمکی می‌باشند، در تمرین‌های علمی طرح‌ریزی شده باید دقت گردد بر روی مرداب‌های نمکی بمنظور اجتناب نمودن از انتخاب سایت مکان‌های مخصوص حفاظت منابع طبیعی، حفاظت از زمین‌های باتلاقی آنرا به‌صورت یک توجه بین‌المللی در آورده و هر چه بیشتر و بیشتر محیط‌های باتلاقی در جهان خشکیده می‌شوند و یا تغییر وضعیت پیدا می‌کنند برای مدت زیادی وضعیت کلی عمومی به سمت باتلاق‌ها به این وضعیت بیان می‌گردند که (سرزمین‌های باتلاقی زمین‌های بدون بهره می‌باشند).

## نوسازی

بازسازی باتلاق‌ها به‌عنوان یک اقدام بانشاط عمومی تلقی می‌گردد، یک وضعیت

تشویق و ترویج شده توسط حکومت‌های ملی و محلی و یا به وسیله توسعه‌دهندگان ماجراجو (امر ریسک و خطر) که این طرز برخورد حتی در درک اصطلاحات و در شرایط احیاء و بازیافت آن به طور ضمنی از ذخیره مجدد به یک بیان جدیدتر و بهتر، این چشم اندازها هنوز هم به طور وسیعی حفظ و نگهداری شده است، اما به طور چشمگیری سؤال برانگیز می‌باشد، نه تنها از ارزشهای باتلاق حمایت و دفاع می‌گردد بلکه بررسیهای تحلیلی از پیشرفتهائی که با تغییرات باتلاق‌ها درگیر بوده پیشنهاد می‌گردد که بعضی از امتیازات تصویری در زمینه‌های اقتصادی و یا شرایط محیطی با شکست ظاهر گردد. در جهان توسعه یافته، افزایش درک و شعور محیطی و فشار عمومی به سمت وسوی مکانیزمی که اجازه می‌دهد به پیشنهادات برخورد‌های توسعه‌ای در طی برنامه پیشرفت توجه شود هدایت می‌گردد. در هنگامیکه خیلی از ابعاد این مکانیزم‌ها می‌تواند بحرانی گردد آن‌ها کم و بیش یک نوع پیشرفت بیش از تمرین‌های اخیر را ارائه می‌دهند. در کشورهای جهان سوم و در جایی که باتلاق‌های وسیعی جریان دارند، در رابطه با پیشنهادات، اغلب با به وجود آمدن برنامه‌های کمکی، ارزیابی این پیامدها به حداقل می‌رسد، بهر حال فشارها برای توسعه زمین‌ها بمنظور رسیدن به نیازمندی‌ها با توجه به توسعه آلودگیها باید شناخته شوند. یک بحث ساده مبنی بر اینکه از باتلاق‌ها باید محافظت گردد بدون اینکه قادر به نشان دادن و آشکار نمودن منافعی از چنین روشی و یا منظوری از راههای جایگزین برای رسیدن به نیاز مندیهای جامعه که احتمالاً با موفقیت همراه بود، نتایج و پیامدها چندان آسان و سریع به دست نمی‌آید، منافع احیاء کشت برنج جهان صورتی که تبلیغ و حمایت گردیده توسط passoura در سال ۱۹۸۶ برای قسمت بالائی جزر و مدهای باتلاق‌ها در جنوب شرقی آسیا که در وضعیت طبیعی ممکن نیست که مستقیماً به وسیله انسان به کار گرفته شود، اما ممکن است دارای ارزش قابل ملاحظه‌ای به طور غیر مستقیم باشد، در بلندمدت از محیط‌های غیر توسعه یافته، پاسخ به اینگونه سؤالات در حال حاضر ضروری می‌باشد. البته این احتمال وجود دارد که اقدام در رابطه با احیاء و توسعه برداشته خواهد شد. مشکلات احیاء مرداب‌های شور در دنیای توسعه یافته قسمتی بزرگ‌تر از احیاء و بازیافت در این کشورها می‌باشد، احیای مرداب‌های نمکی در دنیای غرب و در محدوده خودش بسیار حائز اهمیت می‌باشد، اما همچنین تلاش و خدمات برای تهیه نمونه‌هایی از احیاء که می‌تواند با سایر شرایط هماهنگ گردند، در دنیای



غرب یک تاریخ طولانی از احیاء باتلاق‌های شور وجود دارد برای مثال از ابتدائی ترین بازیافت‌های طبیعی در انگلستان همین مرداب‌های شور بودند، مجموعه‌های ریگ و ماسه در شمال، ساحل norflok در سال ۱۹۶۴، این محیط به دلایل گوناگون محافظت گردیده بودند و از آن‌ها به‌عنوان زیستگاه برای گونه‌های مختلف و به‌عنوان جایگاهی برای مقاصد و تحقیقات علمی استفاده می‌گردید و همچنین به‌عنوان محیطی زیبا و استثنائی از سایر مرداب‌های شور محافظت می‌گردید، برای حفظ پرندگان وحشی زیبا، حتی در سالهای اخیر قرن بیستم، محیط‌های وسیعی از مرداب‌های شور شناسائی شده بودند و از آن‌ها به‌عنوان یک تجربه در طبیعت وحش کشورهای صنعتی استفاده می‌گردید. به‌طور تاریخی بیشتر تلاش‌ها برای احیاء متمرکز گردیده و در مکان‌هایی که می‌توانسته مورد قضاوت قرار بگیرد در مقابل معیارهای مختلف، مکانهای بسیار عالی و توسعه یافته با مشخصه‌های ویژه و یا تهیه زیستگاه‌های کمیاب که محافظت شده بودند بشکل یک قرارگاه.

انتخاب یک معیار و ملاک برای مقایسه مکانی و یا ارزیابی از باتلاق‌هایی که به‌صورت مورد اختلاف و بحث انگیز باقی می‌ماند، طرح‌های گوناگونی به‌کار گرفته شده‌اند و همچنین مورد بررسی نیز قرار گرفته‌اند با ویژگی‌های مورد نظر و دلخواه (به‌ویژه ارزش زیستگاه پرندگان)، مگر اینکه بعضی از کمک هزینه‌ها به یک نوع ویژگی‌های تعلق بگیرد. هر چقدر معیار ارزیابی هماهنگ گردد، بسیار روشن و واضح است که در بیشتر کشورها یک حالت بسیار نیرومند وقوی برای گنجاندن ذخیره‌های مرداب‌های شور وجود دارد که احتمالاً مقدار بیشتری از مرداب‌های شور به‌این طریق محافظت می‌گردند. این باعث به‌وجود آمدن توقعاتی در بعضی از مواقع در آینده می‌گردد، بخاطر نزدیک بودن تعداد کمی از مکان‌های مرداب‌های شور دور افتاده به‌عنوان یک منبع ذخیره.

### منبع ذخیره

بحث وجدل‌های قوی وجود دارد و در مقابل این چنین شرایطی و در تائید و حفظ و محافظت از بزرگ‌ترین مکان ممکن در قسمت مرداب‌ها، نگهداری محیط مرداب‌های شور ممکن است نیاز به اطاعت تمام و کمال قوانین از قوانین محل‌های حفاظت محیط‌زیست داشته باشد.

اهمیت این سایت‌های ویژه به‌عنوان زیستگاه‌های فصلی برای پرندگان اغلب یک دلیل عمده برای حفظ و نگهداری آن‌ها می‌باشد، بهر حال اگر چه مقدار زیادی از گونه‌های مهاجر و خانه بدوش در یک محل و یک دوره محدود گردهم جمع می‌گردند اما در سایر مواقع اجتماع آن‌ها ممکن است متفرق و پراکنده شوند، دقیقاً، چرا تفاوت ما بین بعضی از محل‌های با سایر سایت‌ها کاملاً روشن و مشخص نمی‌باشد. زمینه‌این بحث وجود دارد که باتلاق‌ها در کل ممکن است صفات و ویژگی‌های مختلفی داشته باشند که داری ارزش مستقیم اقتصادی می‌باشد. در وضعیت مرداب‌های نمکی، پیش‌بینی زیستگاه برای گونه‌های باارزش اقتصادی و به‌عنوان منابعی از مواد در دهانه روخانه‌ها کناره سواحل به‌عنوان زنجیره غذایی انجام پذیرفته است، بعلاوه این موضوع می‌تواند قابل بحث باشد که توسعه مرداب‌های شور ممکن است در نتیجه پیامدهای بیشتر آلودگی‌ها به مصب رودخانه‌ها جهان میزان باعث از دست رفتن ارزش aesthetic گردد.

گسترده‌گی چنین ادعائی و توجیه آن نامشخص و نامعلوم می‌باشد، حتی اگر مرداب‌های شور بتوانند تمام و یا بعضی از این خدمات را تامین نمایند، اهمیت واقعی آن‌ها در میان چنین مکان‌هایی می‌باشد سعی فراوان شده است که برای مرداب‌های نمکی یک ارزش اقتصادی اختصاصی ویژه در نظر گرفته شود اما چنین مواردی حاکی از یک ارزش نامعلوم و نامشخص و فاقد اطمینان لازم از اطلاعات کمی در اکوسیستم برخوردار می‌باشد، حتی اگر تحقیقات آینده اجازه دهد چنین ارزیابی پیشرفت و توسعه نماید، که باید برای حفظ و نگهداری باتلاق‌ها هزینه گردد. بیشترین پیشنهادات در گل دارای یک ارزش اقتصادی می‌باشد، نه تنها برای صاحب یک مکان‌های خاص، از دید یک مالک، شناخت ارزش توسعه یک باتلاق شور خارج از انتظار و مزایای نگهداری یک باتلاق می‌باشد. در ایالات متحده و سایر جاهای دیگر احیاء و بازیافت باتلاق‌های شور اغلب بر روی زمین‌های باتلاقی محقق گردیده است، از میان صادرات زمین‌شناسی، بازرگانی و تجارت باارزش شیلات مورد تأیید می‌باشد در حال حاضر بسیار واضح و آشکار است که ارتباط مابین مرداب‌های شور و شیلات به‌صورت یک مجموعه می‌باشد و ما قادر نیستیم که هر نوع کلی گوئی را توجیه نمائیم، در رابطه با باتلاق‌های شور و شیلات بهر حال، این تصور بدون شک وجود دارد که باید از نابودی گسترده باتلاق‌ها جلوگیری بعمل آید. نیکسون در سال ۱۹۸۰ پیشنهاد نمود که باید به

خط بحث و گفتگو پاسخ آری داد، شاید تاکنون متوجه این مساله شده‌ایم، اما این مساله بسیار مهمی است که برای باقی ماندن باتلاق‌ها کمک و تلاش کنیم و تابحال این کار انجام شده است، و یا حداقل در مسیر این راه مستقیم و با برگشتن به عقب می‌توانیم معلومات خود را در این باره کسب نمائیم، البته چنین نزدیک شدن با خطراتی همراه است و معامله بدی است برای تجارت اعتبارمان و برای به‌دست آوردن امتیازات سیاسی همانگونه که برآورد ارزشیابی محیطی در قلمرو و دادگاهها رو بر تزیید می‌باشد، این بسیار حائز اهمیت است که گفتگوهای به‌کار گرفته شده برای موجه نشان دادن مبحث براساس مسائل حفاظت قرار گرفته است. اگر آنها در یک مورد به‌خصوص به تصویب و تأیید غلط رسیده باشد سپس حالت عمومی بحث و گفتگوها ممکن است به بی‌اعتباری منجر شود، اگر چه سطحی گوئی درباره ارزشهای مرداب‌ها بسیار مشکل‌تر است از دفاع کردن از آنها ولی بحث‌ها را به‌صورت غیر عملی و قابل باور می‌توان نشان داد و به‌صورت ارزش‌دار در نمونه‌های به‌خصوص، بعضی از نه‌های مرداب‌های نمکی به‌صورت پرورشگاه و محیط‌زیستی گونه‌های ماهی هستند، بعضی از باتلاق‌ها به‌صورت صادرکننده کربن عمل می‌نمایند به‌عبارت دیگر سایر محل‌ها به‌صورت واردکننده ظاهر می‌گردند، چنین روبروئی غیرقابل اطمینانی می‌تواند مورد بحث قرار بگیرد به‌صورت نسبتاً محدود، کل محیط باتلاق، ضررها و زیان‌های سابقه دار و تاریخی و غیرطبقه‌بندی و ظرفیت برای زیان‌های زیستگاهی در آینده و در مقایسه بزرگ‌تری ظاهر می‌گردد، این ممکن است کاملاً عاقلانه و سنجیده باشد که از باتلاق‌های شور تا جایی که امکان دارد حفاظت نمائیم، چنانچه باتلاق‌ها دارای ارزش‌هایی که درباره آنها شرح دادیم می‌باشند. بسیار نامناسب است که آنها را قربانی نمائیم بخاطر یک بهره استفاده کوتاه‌مدت.

متأسفانه توسعه‌دهندگان و سیاستمداران به‌ندرت تحت تأثیر بعضی از گفتگوهای که پر از اما و اگر هستند قرار می‌گیرند و ممکن است و احتمال دارد که در این مورد بشکل یک ریسک عمل نمایند. نیاز فوری احساس می‌گردد که تحقیق بر روی عملکرد اکوسیستم باتلاق نمکی انجام پذیرد و چنین تحقیقی نیاز به یک تیم چند شاخه‌ای منضبط و آزاد از پیش داوری از مسائل گذشته را دارد و همچنین نیاز به یک شبکه و یا محلی که بتواند در آنجا مطالعات خود را انجام دهند.

به لحاظ تاریخی یک تمایل قابل درکی و قابل فهمی باشد. از مطالعات انجام

گرفته، بهر حال تعداد گوناگونی از این مکان‌ها که نمونه و الگوهائی برای درک فعلی باتلاق‌های نمکی تهیه می‌کنند، به‌طور واضح در طبقه‌بندی‌های مخصوص قرار می‌گیرند و کاملاً مشخص نمی‌باشد که کشفیات انجام شده قابلیت کاربرد در محل و مکان‌های معمولی را داشته باشند، این تحقیق در هر دو زمان متصور می‌باشد و نسبتاً پرهزینه است حتی اگر کشفیات قابل دسترس باشند، خیلی از مکان‌ها ممکن است حاکی از شرایط وقوع خطر باشد قبل از کشف قابل دسترس و برای حفظ این قلعه و دژ لازم است که اسناد مدارک مربوط به سایت‌ها دقیقاً مورد مطالعه قرار گیرند. وضعیت قانون‌گذاری و بورگراسی در برابر چنین تصمیمی که در رابطه با باتلاق گرفته می‌شود در هر کشوری متفاوت می‌باشد، از لحاظ تاریخی و با توجه به حجم توسعه در حال حاضر تصمیمات به‌صورت مقطعی و مکانی گرفته می‌شود، این بدین معنی است که تصمیم‌گیرندگان به‌طور وسیعی از اثرات تراکمی و رو به افزایش تصمیمات مشابه زیادی که در محیط‌های گوناگون اثرگذار می‌باشد سرپیچی می‌نمایند و در سراسر خط ساحلی با این نتیجه‌گیری که توسعه مجموعه‌ها و گروه‌ها و تغییرات محلی زیست بسیار گسترده بوده، در سال ۱۹۸۲ به‌طور وضوح یکی از این نیازمندی‌ها در طرح‌های منطقه ساحلی یک مقیاس مناسب و درست جغرافیائی برای ارزیابی و ارزشیابی می‌باشد.

در نقاط مختلف جهان، در حال حاضر طرح‌های قانونی مشاوره‌ای در رابطه با محافظت پوششی در حداقل نوع‌های مطمئنی از مرداب‌ها وجود دارد که پیامد آن سعی و تلاش قابل ملاحظه‌ای انجام گردیده است تا حدود مرز مرداب‌ها دقیقاً مشخص گردد، برنامه‌ریزی‌های انجام شده در رابطه باتلاق‌های شور اغلب به‌صورت پیچیده‌ای درآمد و به‌وسیله قسمت‌های مختلف حکومتی مابین حد و مرز خشکی را اشغال کرده‌اند. یک باتلاق طبیعی بین‌المللی ممکن است همچنین به‌صورت نامطمئن در تصرف و حق و حقوق استفاده‌کنندگان سنتی قرار گیرد.

### مدیریت

تاسیس حفظ وحراست از طبیعت باتلاق‌های شور نیاز به یک مدیریت دارد که حفظ و نگهداری بلند مدت از زیستگاه‌های باتلاقی نیازمندان فرض است که چه حوادث و اتفاقات حادث می‌گردد در یک محیط عریض و طویل، انتظار نمی‌رود که آلودگی در

یک حد و مرز مشخص محدود گردد، حمایت از باتلاق‌ها از هر گونه خسارتی در برابر آلودگی‌ها نیازمند شناخت و قانونمند شدن منابع در جاهای دیگر و در دهانه رودخانه‌ها را دارد هنگامی که حداقل در تئوری قوانین مربوط به منابع قابل امکان باشد، هنگامی که خطر حوادث مانند تصادف کشتی‌ها هیچگاه به‌طور مشخص و کامل نمی‌تواند نشان داده شود، در بسیاری از نمونه‌ها قوانین آلودگی به مشکلات حکومتی دچار می‌گردد، در رابطه حفظ و حراست مدیریتی متأسفانه این بدین معنی است که تنظیم‌کننده آلودگی‌ها از حساسیت مربوط به آلودگی باتلاق‌ها نامطلع می‌باشند حفاظت از پرندگان مهاجر با توجه به اینکه باتلاق‌های شور زیستگاه‌های بسیار مهمی برای آن‌ها محسوب می‌گردند نمی‌تواند به‌صورت یک جاذبه عمل نماید، اما نیازمند یک همکاری بین‌المللی می‌باشد. در حال حاضر مثالهایی برای این مساله عهد و پیمان وجود دارد نظیر Jamba در ژاپن و توافق‌نامه مربوط به پرندگان مهاجر در استرالیا.

خاصیت طبیعی و پویایی و تحرک محیط مرداب‌های شور ممکن است مشکلات و مسائل مختلف مدیریتی را به‌وجود آورده چنانچه یک محیط حفظ و نگهداری در عرض زوال و فرسایش قرار بگیرد، برای یک دوره طولانی از زمان نتیجه آن باعث از دست دادن باتلاق‌های بسیاری خواهد شد که تلاش می‌گردد از فرسایش و زوال آن‌ها جلوگیری بعمل آید، با وسایلی نظیر آموزش و کانالهای تغیر مسیر (انحرافی) و در مشکل و ترکیب لایروبی ساحلی، اغلب هزینه چنین پیشنهادهایی می‌تواند آن‌ها را تا حد خارج از تصور به گردش درآورد، اما ممکن است یک فرصت وجود داشته باشد وزمانیکه کار از دیدگاه مهندسی در رابطه با این ویژگی قابل تحمل و امکان باشد، اگر چه سیکل و یا چرخش فرسایش و تراکم ممکن است خیلی از مکانها اتفاق بیفتد.

فرسایش ممکن است توسط نوآوری در جای دیگری در مصب رودخانه‌ها تشدید گردد، پاسخ مدیریت به چنین چرخشی می‌تواند یک موضوع قابل ملاحظه و مذاکره باشد، مداخله در این امر ممکن است ضرورتاً ناخوشایند باشد همانگونه که پیش تر تاکید گردید گیاهان منطقه مرداب‌های شمال اروپا به‌وسیله چراگاه‌های حال و گذشته معین و مشخص شده باشد، چنانچه یک باتلاق آسیب‌دیده به‌طور طبیعی محافظت شده باشد وضع مرتع‌ها همچنان پا بر جا خواهد ماند، قطع یک چراگاه روزانه در دو گونه گیاهی رو به کاهش خواهد گذاشت و تنوع تراکمی آن در منطقه‌های بالائی مناطق باتلاقی بیشتر خواهد شد، بمنظور نگهداری و حفظ ارزش

محل‌های صدمه دیده لازم است که به فعالیت ادامه دهیم و یا مراتع جدیدی را دوباره معرفی نمائیم، یک حوزه دید در این مورد وجود دارد که برای آزمایش با رژیم مرتعی و یا کاهش در مراتع و چراگاهها مربوط به زارعین که می‌تواند در یک همکاری تنگاتنگ با چراگاه‌های باتلاقی عمل نماید در سایر عملکردهای خود و در تنوع در گونه‌های بالاتر به عنوان مرتع دارای انعکاس وسیعتری از تنوعات فضائی با توجه به انتخاب چراگاه می‌باشد، در سایر نقاط دنیا چراگاه چنین نقشی را در تنوع اجتماعات و گونه‌ها بعهدہ ندارند و ممکن است نقشی هم در مدیریت احیاء و بازیافت نداشته باشند، کارهای بیشتری مورد نیاز است برای اثر گذاری بر روی مدیریت‌های سنتی مانند آتش‌سوزی در قسمت‌های جنوبی ایالات متحده، زمانیکه ممکن است رژیم نگهداری از چراگاه در قسمت شمالی اروپا، آن مقدار کم از محل‌هایی که به‌طور تاریخی از صدمات بدور بوده‌اند، باید مورد حفاظت قرار بگیرند و از عرضه و معرفی آن‌ها به عنوان چراگاه بمنظور حفظ و نگهداری انواع مختلف باتلاق‌ها استفاده نمود.

### ایجاد باتلاق و بازپروری

در سالهای اخیر توجهات قابل ملاحظه‌ای وجود داشته است جهت تاسیس و به‌وجود آوردن باتلاق‌ها توسط کنت، در قرن‌های اخیر، کاشت وسیعی از S. Anglice در نقاط گوناگون در سراسر جهان بسیار موفق بوده است در به‌وجود آوردن محیط‌های باتلاقی مانند Ranwell در سال ۱۹۶۷، Boston در سال ۱۹۸۱، Anglica در مقیاس بسیار وسیعی کشت شده است در کشور چین chung در سال ۱۹۸۲، ۱۹۸۵، اما در جاهای دیگر در جهان به مساله کنترل بیشتر توجه شده است تا مساله کشت، بیشتر کشت‌های اخیر از s. anglica برای ایجاد و تاسیس کانال‌ها و تبلیغ و ترویج معینی صورت گرفته است (برای پیگیری مساله احیاء) تا خلق و به‌وجود آوردن باتلاق‌های شور، کشت‌های گسترده اخیر در کشور چین باعث به‌وجود آوردن مرتع گردیده‌اند، که یک منبع غذایی بوده‌اند و این روش سبز و تهیه محل‌هایی برای پیامدهای بازیافت را بدنبال داشته است، ایجاد باتلاق‌های جدید و تهیه زیستگاه‌های تازه به عنوان یک بخش از روش‌های تعدیل با تعداد کمی از زیستگاه‌های مطمئن جبران می‌گردد، در برابر زیستگاه‌هایی که از دست رفته است در دوران توسعه به خصوص در ایالات متحده امریکا، باتلاق‌های مشخص دارای یک قانون مضاعف می‌باشد از تثبیت و تهیه زیستگاه‌های جدید،

به علاوه برای این زیستگاه‌های مطمئن یک افزایش تقاضا وجود دارد و تجدید زیستگاه‌ها و ترمیم قسمت‌های خسارت دیده، برای مثال هر گونه مواد نفتی سنگین که باعث آلودگی باتلاق‌ها گردیده است ممکن است نیاز به حفاری و یا دایر نمودن دوباره آن‌ها را در پی داشته باشد، تاریخچه و قدمت sianglica نشان می‌دهد که ایجاد و تاسیس باتلاق‌های موفق در محیط‌های مناسب ممکن است زیاد مشکل نباشد بهر حال، اگر چه دوزهای درازمدت مشخصه قابل ملاحظات بافت نمی‌گردد، در صورتیکه باتلاق‌ها توسط گونه‌های گیاهی ایجاد شده باشند سپس مراحل سیر طبیعی آن منجر به ایجاد و تاسیس گونه‌های مختلف گردد.

روش‌های و سایت‌های تعدیل ممکن است ایجاد دوباره باتلاق‌ها را مجاز نماید، با برداشتن آبراه‌ها و کانال‌ها و یا دیوارهای ساحلی و حفاظت از احیاء و یا بازیافت و زمین‌ها با خرید زمین‌های احیا شده کشاورزی برای این مقصود، احتمالاً این مساله بسیار پر هزینه نیز خواهد بود چنانچه ایجاد توسعه به عنوان یک عامل اصلی در باتلاق در برنامه تعدیل مورد نیاز باشد. از نظر اقتصادی عملی و مکن خواهد بود، اگر چه تلاش بسیاری برای ایجاد باتلاق بعهدہ گرفته شده است، اما همه این تلاش‌ها موفق نبوده مانند (inskeep, Knutson, ford در سال ۱۹۸۱ و race در سال ۱۹۸۵) به این نکته اشاره نموده اند که تاسیس و برنامه‌ریزی شده و اغلب تا حد اسناد و مدارک پیش رفته و کمتر موفقیت آمیز بوده است، به پیشنهادات برای برنامه کارهای تعدیل و احتیاط بیشتری نزدیک گردیم.

### چشم انداز

وضعیت در آینده باتلاق‌ها به صورت نامطمئنی پیش روی می‌باشد، شاید در چندین دهه با اثرات گازهای گلخانه‌ای موجب بالا آمدن سطح دریا و نابودی اکثر باتلاق‌ها گردد، به علاوه در حال حاضر تکنولوژی موجود برای نوسازی محیط‌های ساحلی به صورت یک خط کمربندی و بعبارت دیگر پیچیدگی‌های عمومی در فرآیند گیاهی و افزایش شک و تردید در رابطه با منافع و راه حل‌های فنی ممکن است باعث کاهش در مقدار از دست دادن زیستگاه گردد، فشار عمومی ممکن است برای طرح و نوآوری‌های اصلی کافی باشد، حتی بعد از اینکه این کار توصیه گردیده باشد، ارزیابی مجدد و نوآوری پروژه dutch delta شاخص‌ترین نمونه این مورد می‌باشد.

چنانچه تصمیم‌گیری در سرنوشت پروژها براساس نسبت‌ها گرفته شده باشد، هر دو گروه مهندسین و ابزار عمومی نیاز است از پیامدهای محیطی این پیشنهاد است آگاه شوند، اطلاعات موجود برای پیش‌بینی‌ها اغلب ناکافی است، اما مطالعات مربوط به گذشته‌ها و اثرات توسعه‌های قبلی و تعدیل بهتر ثروت و مشاهدات تجربی با توسعه تئوری اکولوژی باید اجازه دهد که با یک اطمینان و اعتماد بنفس بیشتر وارد بحث و مجادله و مذاکره گردد.

درک بیشتر از اکولوژی (وضعیت زیست محیطی) باتلاق‌ها به مدیریت کمک خواهد نمود، بهر حال نیاز به تصمیم‌گیری بزرگ‌تری بر روی موضوعات و اهداف مدیریت، افزایش گونه‌های مختلف زیستگاهی، باتلاقی تنوع biotic را افزایش خواهد داد. و تنوع اغلب به‌عنوان یک محیط دلخواه و حفاظت شده مشاهده گردیده. اما افزایش در این تنوع می‌تواند به‌عنوان یکی از اهداف مدیریت باتلاقی تلقی گردد، lesser, burger, shister در سال ۱۹۸۲ پیشنهاد داده‌اند که با توجه به مدیریت مربوط به پرندگان پاسخ منفی باشد اهمیت محیط‌زیستی باتلاق‌های طبیعی و گونه‌های همراه آن نباید کوچک شمرده شود، گونه‌های پرندگان با استفاده از محیط‌های برنامه ریزی شده می‌تواند از زیستگاه‌های متنوع استفاده نماید هنگامی که نمونه‌های باتلاق‌های شور از نظر وسعت و نسبت دست نخوردگی باتلاق محدود گردیده‌اند. استراتژی تعدیل، مشکلات و مسائل مشابه‌ای را برای مدیران و برنامه‌ریزان فراهم می‌نماید، تعدیل ممکن است درگیر با جایگزینی زیستگاه‌ها باشد تا یک جایگزینی دقیق، چگونگی شایستگی زیستگاه‌های مختلف می‌تواند تخمین و برآورده شود، حتی اگر اخیراً ایجاد گردیده باشد، زیستگاه‌ها شبیه یک محل ویران شده است. اگر چه اکولوژی نقش بسیار مهمی را در اطلاع رسانی بعهده دارد، اما نهایتاً وظیفه‌ها مشخص و دولتمردان باید به سخنان ذیل از mdnly hopking توجه نمایند.

جهان چگونه می‌تواند باشد، بدون آب و طبیعت بکر، اجازه دهید آن‌ها را بحال خود بگذاریم، طبیعت بکر و آب را هنوز هم زنده باد.



# فصل چهاردهم

## گونه‌زایی و تنوع زیستی

### مقدمه

در این فصل به تغییر و تحولات عظیم سیر تکامل، الگوی فسیلها و فیلوژنیها در سطح بالاتر از گونه می‌پردازیم. رابطه بین تحولات عظیم مسیر تکامل و تحولات اندک سیر تکامل، که مسئول گوناگونی حیات است، بسیار ویژه است. اشکال حیات به‌طور باور نکردنی متمایز است که محدوده اندازه آنها از ویروسها، که تنها با میکروسکوپهای الکترونی دیده می‌شوند، تا برخی درختان با کیلومترها وسعت را در بر می‌گیرند. برخی در یخ‌های آنتارکتیک (قطبی) و برخی در دمای بالای کف اقیانوسها بالاتر از نقطه جوش آب زندگی می‌کنند. شواهد نشان می‌دهد که همه موجوداتی که در حال حاضر زنده‌اند، به استثنای ویروسها، با نیاکان خود، که ۳۵۰۰ میلیون سال قبل زندگی می‌کردند، سهمیه بوده‌اند. بنابراین، گوناگونیهای بی‌شماری در طول تکامل وجود داشته است. واحدی که بیشتر اشکال حیات براساس آن طبقه‌بندی می‌شود گونه است که شامل حدود ۱۰ میلیون موجود زنده می‌شود. فقط در حدود ۱/۴ میلیون گونه توضیح داده شده و نامگذاری شده‌اند. آمار فسیلها نشان می‌دهد که بسیاری از گونه‌هایی که زندگی می‌کردند در حال حاضر منقرض شده‌اند. دانستن اینکه چگونه این گوناگونی به‌وجود آمده است یک سؤال بنیادی در بیولوژی تکامل و اصل گونه‌زایی است. گونه‌ها چگونه معین شده‌اند و از کجا منشأ گرفته‌اند؟

### گونه چیست؟

### تعیین گونه‌ها به‌طور تجربی

موجودات زنده تمایل دارند درون گروه باشند، چون درون یک گروه نسبت به

گروه‌های متفاوت شباهت بیشتری وجود دارد. هر کسی می‌تواند بین پلنگ و ببر تمایز قائل شود، گرچه مشخصات فردی این گونه‌های مربوط به هم عموماً ویژگی‌های زیادی دارد. این بدین معنی است که برخی خصوصیات درون گونه‌ای در مقایسه با بین گونه‌ای کمتر تغییر می‌کند. بنابراین، واحدهای گونه به نظر می‌رسد طبیعی‌اند نه یک ابتکار اختیار زیست‌شناسی که به سیستم طبقه‌بندی نیاز دارد تا دربارهٔ سازماندهیهای مطالعه شده گفتگو شود. با این حال، تفاوت‌های گونه‌ای همیشه خیلی واضح نیستند. تاکسونومیست‌ها از همه تفاوت‌ها، نظیر مورفولوژیکی، رفتاری و ژنتیکی، برای تعیین گونه‌ها استفاده می‌کنند. از جمله مشکلات آنها این است که یک گروه چقدر باید متفاوت باشد تا همچون یک گونه تفکیک شده طبقه‌بندی شود. گاهی اوقات ویژگی‌های بین دو گونه به‌طور جزئی روی هم می‌افتد. مثلاً، دروزوفیلا ملانوگاستر و دروزوفیلا سیمولانس گونه‌های هم‌نژادند که ماده‌ها تشخیص داده نمی‌شوند و نرها را فقط کارشناس می‌شناسد. جمعیت همان گونه ممکن است متفاوت باشد به‌خصوص زمانی که دور از هم زندگی می‌کنند. در محدودهٔ جغرافیایی گونه‌ها اغلب زیرمجموعه‌هایی از زیرگونه یا طایفه وجود دارد و در جایی که دو زیرگونه با هم هیبرید (دورگه) می‌دهند ناحیهٔ هیبرید به‌وجود می‌آید. مثلاً کلاغ *Corvus corone* دو زیرگونه در اروپا دارد. لاشه‌های سیاه کلاغ *Corvus corone* در بیشتر قسمت‌های اروپای غربی وجود دارد و کلاغ روپوش‌دار *Corvus corone cornix*، که بدنی خاکستری با سر و دم و بال‌های سیاه دارد، در اروپای شمالی و شرقی، اسکاتلند شمالی و ایرلند غربی ساکن است. وقتی زیرگونه‌ها ایجاد می‌شوند ناحیهٔ هیبرید به مساحت ۲۰ تا ۲۰۰ کیلومتر تغییر می‌کند که در آن آزادانه اصلاح نژاد صورت می‌گیرد. همه گونه‌های فنوتیپ‌های واسطه درون ناحیهٔ هیبرید (ولی در خارج از آن به‌طور کمیاب) یافت می‌شوند که به‌نظر می‌رسد ثابت و قدیمی و از عصر یخ موجودند. البته هنوز مشخص نیست که چرا ثابت‌اند.

### مفهوم گونه

چگونه گونه معین و تعریف می‌شود و عموماً گونه باید چه ویژگی‌هایی داشته باشد؟ زیست‌شناسان تکامل هنوز با این عملکرد مخالف‌اند. تشخیص این مفهوم از بین مقاله‌ها و خلاصه مقاله‌های زیادی که دربارهٔ موضوع گونه بحث کرده‌اند نسبت به روش‌های تجربی بسیار دشوار است.

## ۱. مفهوم بیولوژیکی گونه

بیشترین مفهوم گونه‌ها مفهوم بیولوژیکی (BSC) است که Dobzhansky (۱۹۳۷) آن را توسعه داد و مایر آن را این گونه منتشر کرد: «گونه‌ها در حقیقت گروهی از جمعیت‌اند که به‌طور طبیعی اصلاح نژاد شده و از نظر تولید نسل از سایر گروه‌ها جدا شده‌اند.» بنابراین، طبق مفهوم بیولوژیکی گونه معیار قطعی تولید مثل جنسی موفقیت‌آمیز توانایی ایجاد اولاد بارور است. از جمل مسائلی که درباره مفهوم بیولوژیکی گونه به‌وجود می‌آید این است که همه ارگانیسم‌های موجود در گروه اصلاح نژاد جنسی ندارند و بین گروه‌ها از جریانهای ژنی جلوگیری به‌عمل آمده است. در این جا دو استثنا را توضیح می‌دهیم که عبارت‌اند از ارگانیسم‌های غیرجنسی و هیبریدهای درون‌گونه‌ای.

در ارگانیسم‌های غیرجنسی با اینکه فقدان آمیزشی جنسی کمیاب است ولی در برخی از ارگانیسم‌ها روی می‌دهد. مثلاً به‌نظر می‌رسد که قارچ چرخه زندگی جنسی داشته باشد و در حین تقسیم میتوز از اسپورها تشکیل شود. این قارچ در سطح گونه طبقه‌بندی شده است چون درون گروه ویژگی دیاگنوزی در مقایسه با قابلیت‌های بین گروهی بسیار کم است. بنابراین، گونه *Aspergillus niger* با ویژگی‌هایی که آن را از سایر گونه‌های *Aspergillus* جدا می‌کند با مشخصات ویژه اندکی، نظیر رنگ سیاه اسپورهای خود، شناخته شده است. این گونه‌ها مجموعه وسیعی از کلونهای غیرجنسی را شامل می‌شود که هر کلون از سایر کلونها جدا شده است. یک وضعیت به‌خصوصی در باکتری‌ها و ویروس‌ها وجود دارد. باکتری‌ها هم براساس پاتولوژی، مورفولوژی و مشخصات آنتی‌ژنی خود در سطح گونه طبقه‌بندی شده‌اند. مقایسه ژنوتیپ‌های آنها نشان می‌دهد که آمیزش کمی ادامه می‌یابد و جمعیت باکتری‌ها از کلون‌های مستقل تشکیل می‌شود.

## ۲. مفهوم فیلوژنیک (تکاملی) گونه

مفهوم بیولوژیکی گونه اهمیت زیادی ندارد. بنابراین، فقط برای ارگانیسم‌های معاصر استفاده شده است. در واقع زمانی که هر ارگانیسم جنسی زنده از طریق یک زنجیره متوالی از اجداد پی‌درپی با زندگی متفاوت که صدها میلیون سال قبل تشکیل شده می‌پیوندد جریان باروری جنسی ادامه‌دار، بین اجداد قدیمی و ارگانیسم‌های حاضر باید وجود داشته باشد. درون چنین گروهی ارگانیسم‌ها برخی ویژگی‌ها را دریافت کرده‌اند

که می‌تواند آنها را از سایر گروه‌ها متمایز کند. این مفهوم گونه از مشکلات ناشی از تفکیک ایجاد شده مفهوم بیولوژیکی گونه جلوگیری می‌کند.

### خاستگاه گونه

گونه‌زایی یکی از فرایندهای اصلی تکامل است. تئوری کامل بیولوژیکی که نتواند گونه‌زایی را توصیف کند به‌طور جدی با کاستی همراه است. آیا گونه‌ها به‌صورت توالیهای اصلی تکامل منشأ می‌گیرد یا به‌طور کاملاً متفاوت جریان‌ات اضافی ممکن است در این راه درگیر شده باشند؟

آیا گونه‌زایی از انتخاب طبیعی در تغییرات انجام شده با موتاسیون (جهش) و آمیزش ناشی شده است؟ در این صورت گونه‌زایی باید از همان جریان‌اتی که تغییرات تکاملی درون جمعیت‌ها را ایجاد می‌کنند ناشی شده باشد. در حال حاضر، دلایلی برای این تصور که گونه‌زایی به سازوکارهایی فراتر از آنچه تغییرات درون گونه‌ها را ایجاد می‌کند نیازمند است.

### طرح کلی گونه‌زایی

نگاه کلی به تنوع بیولوژیکی به دو مورد اشاره دارد:

۱. بسیاری از گونه‌ها ترکیب واحدی از خصوصیات دارند که ما می‌توانیم از آنها برای شناسایی استفاده کنیم. زمانی که این تفاوت‌ها برای تعیین و شناسایی مشکل‌اند، گونه‌های درگیر شده عموماً وابستگی نزدیکی با هم دارند.

۲. اغلب همه گونه‌ها از یکدیگر جدا شده‌اند. گونه‌هایی که با هم روابط نزدیک دارند جزو استثنائات‌اند و با هم هیبرید می‌دهند.

بنابراین به‌طور کلی کپی ژنهایی که در یک گونه وجود دارد نمی‌تواند از افراد سایر گونه‌ها به‌دست آید. هرگونه ژنهای مخصوص خود را دارد. زمانی که ارتباط بین گونه‌ها و ژنهای تفکیک شده دربارهٔ باکتری‌ها و ویروسها صحیح نیست در گونه‌های یوکاریوت گونه‌زایی حداقل در دو مرحله روی می‌دهد: تقسیم یک ژن به دو ژن یا بیشتر و تنوع‌زایی یک شکل بیولوژیکی به دو شکل بیولوژیکی یا بیشتر از دو شکل متفاوت فنوتیپی که این دو جریان را تفکیک ژنی و تمایز فنوتیپی می‌نامیم.

### نقش جدایی جغرافیایی

آیا جدایی جغرافیایی جمعیت‌ها بدون جریان ژنی برای شروع گونه‌زایی لازم است؟ برخی فکر می‌کنند که بیشتر گونه‌زایی در ناهم‌بومی‌ها با جمعیت‌های متمایزی که کاملاً در فضا مجزا شده‌اند روی می‌دهد. برخی دیگر عقیده دارند که گونه‌زایی در هم‌بومی زمانی روی می‌دهد که زیرجمعیت‌ها برای زندگی در همان محل از هم دور می‌شوند.

### گونه‌زایی ناهم‌بومی (آلوپاتریک)

این امر بسیار آسان است که بیان شود گونه‌زایی زمانی آغاز می‌شود که جمعیت‌هایی که از نظر جغرافیایی از هم جدا شده‌اند در معرض انتخاب قرار گیرند و به‌طور مستقل نمو کنند. پس از مدت زمان کافی، آنها از نظر ژنتیکی به‌صورت بسیار متمایز تجمع خواهند یافت که اگر دوباره با هم در تماس باشند از نظر تولیدمثلی جدا خواهند بود. مایر (۱۹۶۳) اعلام کرد که اگر جدایی کامل باشد گونه‌زایی اتفاق می‌افتد. این مدل گونه‌زایی ناهم‌بومی است که در ساده‌ترین شکل خود بیان شده است. مطابق این مدل در مرحله اول گونه‌زایی یک جمعیت به دو زیرجمعیت مجزا شده یا بیشتر تقسیم می‌شود. این چنین توزیع الگویی ممکن است موجب مهاجرت یا اتفاقات ژنتیکی شود.

### گونه‌زایی هم‌بومی (سیمپاتریک)

اغلب موقعیت‌های جغرافیایی و اکولوژیکی باعث جدایی بخشی از زیرجمعیت‌ها می‌شود، اما به‌طور کامل آن را متوقف نمی‌کند. اینجا این سؤال مطرح است که آیا جدایی ناقص بین زیرجمعیت‌های تحت انتخاب موجب گونه‌زایی می‌شود، گونه‌زایی هم‌بومی (گونه‌زایی که درون جمعیت واحد روی می‌دهد) در مقابل گونه‌زایی ناهم‌بومی (گونه‌زایی که جمعیت از لحاظ جغرافیایی از هم جدایند) کاملاً متمایز است.

### گونه‌زایی هم‌بومی ناگهانی با پلی‌پلویدی

شکل غیرقابل انکار و به‌خصوص گونه‌زایی هم‌بومی با تغییر در سیستم ژنتیکی روی می‌دهد که جدایی مولد ناگهانی را به‌وجود می‌آورد. چندین سازوکار شناخته شده‌اند که بیشتر اصلاح کروموزوم اصلی را درگیر می‌کنند. بیشترین مورد مشترک پلی‌پلویدی

است که یک سری کامل کروموزوم‌ها در آن دوبرابر می‌شود و موجب افزایش بی‌نظمی در تقسیم سلولی می‌شود. اگر کروموزوم‌ها دوبرابر شوند، ولی سلول در تقسیم ناتوان بماند تعداد کروموزوم‌های سلول دوبرابر می‌شود که به آن نوع اتوپلی‌پلویدی می‌گویند. تقسیمات عادی بعدی شرایط پلی‌پلویدی را به همه سلول‌های زاده شده منتقل می‌کنند. در بافت سوماتیک این امر به سوی ناحیه پلی‌پلوید هدایت می‌شود. در بافت تناسلی نتیجه به این جزئیات بستگی دارد: یک احتمال تولید گامتهایی با دوبرابر تعداد عادی هاپلوئید کروموزوم‌ها است و احتمال دیگر، که نسبت به اتوپلی‌پلویدی عمومی‌تر است، آلوپلی‌پلویدی است که از هیبریداسیون بین گونه‌های وابسته به دنبال دوبرابر شدن کروموزوم‌ها روی می‌دهد. اغلب هیبریدها کشیده می‌شوند چون کروموزوم‌های شبه همولوگ در حین میوز جفت نمی‌شوند. زمانی که سری کامل کروموزوم هیبرید دوبرابر می‌شود هر کروموزوم یک شریک همولوگ کامل دارد و میوزها به‌طور عادی پیشروی می‌کنند.

### مبدأ جدایی تناسلی

تفکیک فیزیکی جمعیت‌های ناهم‌بوم جریان صفر ژنی را بین آنها و جدایی تناسلی آنها ضمانت می‌کند. اگر دوباره با هم در تماس باشند ممکن است از نظر تناسلی مجزا شده باشند یا ممکن است این طور نباشد طبق مدل گونه‌زایی ناهم‌بومی، تباین درست شده در حین ناهم‌بومی جدایی تناسلی مشخص را، مانند آنچه که تنها در هم‌بومی ثانویه آشکارا دیده می‌شود، موجب می‌شود این جدایی تناسلی ممکن است به قبل یا بعد از زیگوت وابسته باشد. جدایی تناسلی قبل از زیگوت زمانی روی می‌دهد که افراد از جمعیت‌های متفاوت به دلیل وجود رفتارهای مختلف در زمانهای متفاوت جفت‌گیری نکنند. جدایی تناسلی بعد از زیگوت زمانی که اصلاح نژاد جمعیت‌های مختلف بدون موفقیت باشد روی می‌دهد. جفت‌ها عقیم‌اند یا اولاد به‌دلیل ساختمان ارثی و نژادی خود از ادامه بقا عاجز می‌مانند. زمانی که جمعیت‌های ناهم‌بوم تنها بخشی از جداسازی تناسلی را در هم‌بومی ثانویه نشان می‌دهند، چه اتفاقی می‌افتد؟ یا چه زمان جمعیت‌های ناهم‌بوم مانند نژادهای سیب و درخت *Rhagoletis* جدایی تناسلی جزئی توسعه‌یافته خواهند داشت؟ چه تعداد جریان ژنی موجود بین جمعیت‌های متفاوت یا نژادها جلوی جریان گونه‌زایی را خواهد گرفت؟ تحت چه شرایطی جدایی تناسلی کامل‌تر شده و چه

زمان تجزیه می‌شود و از بین می‌رود؟

### نقش انتخاب جنسی

گونه‌زایی مگس میوه جنس دروزوفیلا در هاوایی نمونه بسیار جالبی از گونه‌زایی سریع و فراوان در نقش مهم انتخاب جنسی و ایجاد جدایی تناسلی قبل از زیگوت است. که احتمالاً گونه‌زایی دروزوفیلاهای هاوایی موردی شبیه سهره‌های داروین در جزایر گالاپاگوس را دنبال می‌کند. نرهای گونه‌های مختلف اغلب در الگوی بدن و بالها متفاوت‌اند و از روی قطعات دهانی و پاها شناخته می‌شوند، اما ماده‌های گونه‌های متفاوت اغلب مشابه‌اند. به علاوه، گونه‌های خویشاوند تباین ژنتیکی کمی را در آلوزیم‌ها یا توالیهای DNA نشان می‌دهند.

### شاهد آزمایشی

اغلب این امکان وجود دارد که جریانهای گونه‌زایی، که به گونه‌های موجود حاضر هدایت شده‌اند احیا شوند. بسیاری از شواهد تصادفی ممکن است به گونه‌زایی هم‌بومی منجر شود. چگونه ما می‌توانیم مطمئن باشیم که هیچگاه مرحله ناهم‌بومی وجود نداشته است؟ به همین دلیل آزمایش‌هایی برای تکرار بخشی از جریان‌های گونه‌زایی تحت شرایط کنترل برای کمک به کسب اطلاعات بیشتر درباره امکان‌پذیری جنبه‌های مختلف گونه‌زایی طراحی شد. زمانی که رایس و هوسترت (۱۹۹۳) نتایج آزمایش‌های انجام شده درباره گونه‌زایی را بازنگری می‌کردند به سه نتیجه مهم دست یافتند:

۱. جدایی کامل جغرافیایی (ناهم‌بومی) برای ایجاد جدایی تناسلی لازم نیست. جریان ژنی تقلیل‌یافته و نه صفر (هم‌بومی) در آمیزش با انتخاب انشعابی هم می‌تواند جدایی تناسلی ایجاد کند.

۲. بسیاری از آزمایش‌ها (بیشتر بر روی دروزوفیلا) تأکید می‌کند که انتخاب انشعابی به کار رفته برای جمعیت‌های ناهم‌بوم جدایی تناسلی قبل و بعد از زیگوت را همچون محصول فرعی ایجاد می‌کند. جدایی تناسلی احتمالاً از اثرهای پلئوتروپیک ژنها ناشی می‌شود که در حین سازش با موقعیت‌های محیطی مختلف برای استفاده در آزمایش انتخاب شده‌اند. زمانی که جدایی بعد از زیگوت مشاهده شده به نظر رسید که این مسئله وابسته به محیط است. اگر چه آزمایش‌های فراوان انجام شده برای حمایت از

تکامل جدایی تناسلی بین جمعیت‌های ناهم‌بوم به جریان ژنی به‌هم پیوسته و تأمین انتخاب انشعابی به جریان ژنی به‌طور محکمی وابسته است. زمانی که انتخاب انشعابی برای ویژگی‌های گوناگونی به‌طور هم‌زمان به‌کار رفته است تکامل جدایی تناسلی در هم‌بومی موفقیت‌آمیز بوده است.

۳. احتمالاً تقویت در ایجاد جدایی قبل از زیگوت مهم نیست. اغلب جدایی قبل از زیگوت بین یک جفت گونه خویشاوند زمانی که افراد از یک ناحیه، که گونه‌ها هم‌بوم‌اند، آزمایش می‌شوند نسبت به زمانی که به‌طور ناهم‌بوم تجمع می‌یابند بیشتر است. این مسئله را به‌طور کامل برای گونه‌های دروزوفیلا کوبین و اور (۱۹۸۹) تأیید کردند. این الگو در سایر گونه‌ها هم مشاهده شده است از جمله ماهی و قورباغه. این مشاهدات نظریه را، که جدایی قبل از زیگوت به جلوگیری از ایجاد هیبریدیهای با شایستگی پایین (تقویت) می‌انجامد، ثابت می‌کند. بیشتر آزمایشهایی که برای اثبات تقویت انجام شدند با شکست روبه‌رو شدند و تنها یک یا ۲ مورد موفقیت‌آمیز بودند. بنابراین، سازوکار تقویت در ایجاد جدایی قبل از زیگوت با تردید همراه است.

### گونه‌زایی اولیه

اصطلاح گونه‌زایی اولیه در اینجا برای توصیف فرایند تکاملی واگرایی بین جمعیت‌ها تا سطح گونه به‌کار می‌رود. این اصطلاح شامل پدیده‌های گونه‌زایی دخیل در واگرایی تکاملی اولیه است و پدیده‌های ایجادکننده گونه‌های دورگه و تقویت جدایی را در برنمی‌گیرد، پدیده آخری در فصلهای بعد بحث می‌شود تا بتوان بر روی پدیده قبلی تمرکز کرد. گونه‌ها همان‌طور که قبلاً ذکر شد از لحاظ ویژگی‌های سازشی کنترل شده با ترکیبات پیچیده ژنی با هم تفاوت دارند؛ بنابراین، گونه‌زایی اولیه با تشکیل ترکیبات جدید و متفاوت در جمعیت‌های جدا از هم سروکار دارد. این جنبه از فرایند گونه‌زایی به‌طور کلی برای گونه‌های تکاملی درست است. در گونه‌های بیولوژیکی تشکیل شده از موجودات دگرگشن، گونه‌زایی در مجموع با تشکیل سازوکارهای جدایی تولیدمثلی سروکار دارد.

### سطوح تنوع

فرایند گونه‌زایی به مجموعه‌ای از تغییرات ژنتیکی همچون شرایط شروع کننده نیاز



دارد. چنین تغییراتی به شکل عمومی در دنیای آلی رخ می‌دهند. این تغییرات در سه سطح رخ می‌دهند و برای گونه‌زایی مهم‌اند. این سطوح عبارت‌اند از: پلی‌مورفیسم، تنوع نژادی محلی و تنوع جغرافیایی، پلی‌مورفیسم جدا شدن تنوع در داخل یک جمعیت است. یک ژن یا سوپرژن A که به دو شکل  $a_1$ ،  $a_2$  یا بیشتر دیده می‌شود از طریق جدا شدن موجب پدید آمدن ژنوتیپهای متنوع هموزیگوس یا هتروزیگوس می‌شود. از آنجایی که یک جنبه اساسی گونه‌زایی ایجاد ترکیبات ژنی جدید است، شرایط پلی‌مورفیک ویژه مربوط به این بحث با دو ژن یا سوپرژن یا بیشتر از دو A، B، C... سروکار دارد. جمعیت باید برای A، B و C به‌طور همزمان یا متوالی در خط سیر منتهی به گونه جدید پلی‌مورفیک (چند شکلی) باشد.

همان‌طور که واقعیتها نشان می‌دهد، کافی است بگوییم پلی‌مورفیسم یک سیمای شاخص گیاهان دگرگشن است، همان‌طور که با آزمایش زاده‌ها در بسیاری از گروه‌ها دیده می‌شود. گرچه این حالت عمومی نیست، اما در گیاهان تک‌والدی معمول است. تنوع نژادی محلی به تمایز ژنتیکی بین جمعیت‌های جدا شده با فواصل نسبتاً کوتاه اشاره می‌کند، برای مثال چندین مایل یا حتی کسری از مایل. چنین تمایز نژادی محلی ممکن است توسعه پلی‌مورفیسم باشد. دو جمعیت همسایه ممکن است مشابه نباشد تا جایی که آنها برای A و B هر دو پلی‌مورفیک‌اند. علاوه بر این شامل انواع پلی‌مورفیک یکسان‌اند ( $a_1$ ،  $a_2$ ،  $b_1$ ،  $b_2$ )، اما از نظر آماری در فراوانی آلل‌ها متفاوت‌اند. گونه *Diplacus longiflous* (از تیره *Scrophulariaceae*) مثالی از این نوع تنوع نژادی است. اکثر افراد گونه *D. longiflous* گل‌های نارنجی دارند، اما در بعضی جمعیت‌ها گیاهانی با گل‌های قرمز یا زرد نیز با فراوانی کمتر دیده می‌شوند. بیکس (۱۹۶۲) در ترانسکت در کوه‌های سان گابریل در جنوب کالیفرنیا دو جمعیت به فاصله ۱/۵ مایل پیدا کرد که هر سه رنگ را با فراوانی‌های متفاوت داشتند. نخستین جمعیت افراد بیشتری با گل‌های قرمز و افراد کمتری با گل‌های نارنجی نسبت به جمعیت دوم داشت، در حالی که جمعیت سوم، که در حدود ۰/۳ مایلی جمعیت دوم قرار داشت، به علت داشتن گل زرد بیشتر، از جمعیت دوم متمایز بود. با اینکه تنوع نژادی محلی ممکن است به صورت تفاوت‌های کیفی بین جمعیت‌های مونومورفیک همسایه بیان شود. یک جمعیت ممکن است فقط  $a_1$ ،  $b_1$  را در استخر ژنی داشته باشد و جمعیت بعدی فقط دارای  $a_2$ ،  $b_2$  باشد. این نوع الگوی تنوع بیشتر در گیاهانی وجود دارد که ساختار جمعیتی گروهی دارند تا گیاهانی

که جمعیت‌های پیوسته بزرگ تشکیل می‌دهند. اگرچه پلی مورفیسم در گروه‌های بحث شده یافت نمی‌شود، تفاوت‌های نژادی آنها شرایط پلی مورفیک اجدادی حداقل از نوع زودگذر ایجاد می‌کند که متعاقب آن مرتب شدن واریانتهای اصلی به‌طور متمایز به‌صورت کلنیهای جدا صورت می‌گیرد. برای مثال اکثر جمعیت‌های طبیعی یولاف (*Avena barbata*) در یک منطقه نمونه‌برداری شده از کالیفرنیا مرکزی مونومورفیک‌اند، اما ژنهای نشانگر متفاوت اغلب در جمعیت‌های مختلف تثبیت می‌شوند. الگوی تنوع مشابهی در جنس *Gutierrezia* (از تیره *Compositae*) و جنسهای دیگر توضیح داده شده است. تنوع جغرافیایی توسعه تنوع نژادی محلی به عرصه جغرافیایی بزرگ‌تر است. این توسعه اغلب همان‌طور که انتظار می‌رود، تجمع تفاوت‌های نژادی بیشتری را به همراه دارد.

گروه‌های همسایه و همراه جنس *Diplacus* در ترانسکت ۲ مایلی در کوه‌های سان گابریل در فراوانی گل‌های قرمز، نارنجی و زرد، همان‌طور که در بالا مورد توجه قرار داده‌ایم، تفاوت دارند. این ترانسکت دو مایلی به هر حال قطعه‌ای از کمربند بزرگ‌تر به پهنای ۵۰ تا ۱۰۰ مایل در کالیفرنیا جنوبی است که در آن جمعیت‌های جنس *Diplacus* قرار گرفته‌اند. روی ترانسکت در عرض یک کمربند تفاوت‌های نژادی بیشتر یا بزرگ نیمه‌گونه‌ای در طیفی از گیاهان گل قرمز بلند نزدیک ساحل (گونه *D. puniceus*) از میان گیاهان گل نارنجی بوته‌ای در دامنه تپه‌ها (گونه *D. longiflorus*) تا گیاهان گل زرد کوتاه در منطقه خشک مرکزی (گونه *D. calycinus*) مشاهده می‌شود. یکی از گونه‌های اُرس (*Juniperus virginiana*) در شرق ایالات متحده در ترکیبات بیوشیمیایی همانند مورفولوژی خارجی تنوع نشان می‌دهد. فلیک، رودلف و ترنر (۱۹۶۹) یک سری از جمعیت‌های واقع در ۱۵۰ مایلی یک ترانسکت از واشنگتن به تگزاس را با استفاده از گاز کروماتوگرافی همراه با روش‌های رده‌بندی عددی ویژه از نظر ترپنوئیدها آنالیز کردند. آنها دریافتند که این جمعیت‌ها از لحاظ کمی در ترکیبات ترپنوئید متنوع، تفاوت دارند و علاوه بر این، آنها به تدریج در طول ترانسکت شمال شرقی - جنوب غربی تغییر می‌کنند.

## نژادها

نژادهایی که در نقاط مختلف قرار گرفته‌اند در محیط‌های مختلف نیز زندگی می‌کنند

تا حدی که عوامل محیطی در طول ترانسکت‌های جغرافیایی تغییر می‌کنند و از آنجایی که انتخاب محیطی مهم‌ترین نیرو در شکل‌گیری ویژگی‌های نژادی است، به تبع آن نژادها به‌طور معمول و عمومی به محیط‌های ویژه خود سازگارند.

مدتها پیش تورسون (۱۹۶۲) طبیعت سازگار شونده بسیاری از ویژگی‌های نژادی قابل مشاهده را در گیاهان براساس ۳ خط شاهد توضیح داد. در نخستین مکان صفات نژادی متمایزکننده، اغلب تخصصی شدن به شرایط محیطی غالب در رویشگاه‌های نژادهاست. بنابراین، نژادی از *Atriplex litorale*، که در ساحل جنوبی پناهگاه‌دار است، بلند و افراشته است، در حالی که نژاد ساکن در ساحل غربی با ذخیره کوتاه و پخش شده بر روی زمین است. دوم، تفاوت‌های نژادی موازی در گونه‌های دیگر، که در همان طیف از رویشگاه‌ها قرار می‌گیرند، از قبیل *Atriplex sarcophyllum*، *A. praelox* رخ می‌دهد و سرانجام، یک نژاد از گونه *A. litorale* هرگاه در محیط نژادی دیگری رشد کند به دلیل تغییر فنوتیپی، ویژگی‌های بعدی را نشان می‌دهد.

محیط یک گیاه جنبه‌های مختلفی دارد که همه آنها در شکل‌دهی ویژگی‌های نژادی نقش دارند. جنبه‌ای از محیط که در این زمینه بیشترین توجه را به خود معطوف می‌کند، اقلیم است. مهم‌ترین اکوتیپ‌های مطالعه شده از جنس‌های آتریپلکس، *Geum* و بومادران و بسیاری جنسهای دیگر اکوتیپ‌های اقلیمی‌اند. مطالعات کلاسیک کلاوسن، کچ و هسی (۱۹۴۸-۱۹۴۰) روی گونه‌های *Achillea millefolium* و *Potentilla glandulosa* و دیگر گونه‌ها نیز درباره نژادهای اقلیمی بوده است. اثر انتخابی اقلیم در تفاوت‌های نژادی در اوایل گلدهی به وضوح دیده می‌شود، البته فصل رشد در شمال سوئد کوتاه‌تر از جنوب آن است. نژادهای شمالی سوئد از گونه‌های *Fragaria vesca*، *Campanula rotundifolia*، *Geum rivale* و *Caltha palustris* هرگاه با نژادهای جنوبی آنها در یک باغ به‌صورت نشای یکنواخت کاشته شوند، با توجه به تفاوت‌های اقلیمی زودتر گل می‌دهند. به‌طور مشابه نژادهای *Potentilla glandulosa* و کمپلکس *Achillea millefolium* از مناطق مرتفع (آلپین) در رشته کوه‌های نوادا در کالیفرنیا در یک باغ یکنواخت زودتر از نژادهای ارتفاعات میانی همان کوه‌ها شکوفه می‌دهند.

در حالت‌های معین در یک نژاد اقلیمی منفرد با توجه به ویژگی‌های خاک ممکن است تفاوت‌های نژادی نشان داده شود. جمعیت‌های تشکیل‌دهنده یک نژاد اقلیمی منفرد از گونه‌های *Achillea borealis*، *Cilia capitata capitata* و *Streptanthus glandulosus* در کالیفرنیا

ممکن است بر روی هر دو نوع خاک سرپانیتنی و غیرسرپانیتنی رشد کنند. کروک برگ (۱۹۵۱) نشان داد که جمعیت‌های ساکن خاک‌های سرپانیتنی و غیرسرپانیتنی از نظر نژادی در مقاومت فیزیولوژیکی به نوع خاک با هم تفاوت دارند. تفاوت نژادی خاکی در بسیاری از گونه‌های گیاهی با تفاوت نژادی اقلیمی توافق دارد (کروک برگ، ۱۹۵۱). نژادهای زیستی در *Brassica nigra* را سینسکاجا (۱۹۳۱) توصیف کرده است. در آسیای صغیر خردل سیاه هم در اراضی آزاد و هم مزارع خردل زرد (*B. campestris*) رشد می‌کند. دو نژاد *B. nigra* در مجموعه‌ای از ویژگی‌های رویشی، گل و دانه تفاوت دارند. نژاد تخصص یافته‌تر آن است که محدود به مزارع خردل زرد می‌شود و ویژگی‌های مشخص آن طوری است که برای رشد در میان گیاهان خردل زرد مناسب است و دانه‌هایش را به گیاهان میزبان می‌رساند و پراکنده می‌کند.

اخیراً شواهدی بر تمایز نژادی در ارتباط با حیوانات گرده‌افشان در چند گونه از تیره *Polemoniaceae* به‌دست آمده است. تفاوت‌های گل بین نژادهای *Gilia splendens* در ارتباط با گرده‌افشانی توسط زنبور، *Bobylius* به‌طور عمده و از طریق مگس، به‌ویژه مگس پوزدراز (Cytrid fly)، *Eulonchus* و گونه‌ای از مرغ مگس‌خوار است. گونه‌های *Eriastrum densifolium*، *Gilia achilleaefolia*، که هر دو از نژادهای گلوپهن‌اند، در خط ساحلی کالیفرنیا با زنبورهای بزرگ گرده‌افشانی می‌شوند و نژادهای گلوکوچک نیز دارند که در کوه‌های داخلی، که با زنبورهای کوچک گرده‌افشانی می‌شوند، ردیفی از نژادهای گرده‌افشانی در بعضی یا شاید بسیاری از گیاهان به شبکه تمایز نژادی افزوده می‌شوند.

حوزه دریاچه باستانی بن‌وایل (Boneville) در یوتا (Utah) در پلیستوسن و دوران اخیر از یک دریاچه و منطقه پوشیده از یخ به منطقه خشک تغییر کرده است. تاریخ این تغییرات به‌طور تخمینی قابل تعیین است. گونه *Mimulus guttatus* (از تیره *Scrophulariaceae*) بسیاری از نقاطی را، که به تازگی در معرض آن گذاشته شده، مورد تهاجم قرار داده است. سن جمعیت‌هایش از روی سن رویشگاههای شناخته شده برآورد می‌شود. بر این اساس، لیندسی و ویکری (۱۹۶۷) برآورد کردند که یک حد طبیعی از تمایز نژادی در ویژگی‌های کمی و تلاقی‌پذیری در ۴۰۰۰ سال رخ داده است.

### مسیرها

سه سطح از تنوع را در نظر می‌گیریم که به این بحث و گونه‌زایی اولیه مربوط می‌شود.

سطوح مورد بحث تنوع پلی‌مورفیک، تنوع نژادی محلی و تنوع نژادی جغرافیایی‌اند. رابطه بین این سطوح مسیر گونه‌زایی اولیه را توصیف می‌کند. مسیرهای ممکن در شکل ۱-۱۴ نشان داده شده‌اند. شناخته شده‌ترین و مستندترین مسیر، مسیری است که از تنوع پلی‌مورفیک از طریق نژادهای محلی و سپس جغرافیایی به گونه‌ها منتهی می‌شود. این مسیری است که توسط تئوری جغرافیایی گونه‌زایی، که در بخش بعدی بیشتر درباره آن بحث می‌شود، تعیین شده است.

#### شکل ۱-۱۴ مسیرهای احتمالی گونه‌زایی

درباره تئوری جغرافیایی گونه‌زایی دانشمندان زیادی بحث و بررسی کرده‌اند. مسیرهای میانبر پیشنهادی به سمت گونه‌های جدید در شکل ۱-۵ با پیکان‌های شکسته نشان داده شده‌اند. مسیر فرعی، که از مسیر تشکیل نژاد جغرافیایی در راه تشکیل گونه منشعب می‌شود، گونه‌زایی کوانتوم گفته می‌شود که در این فصل درباره آن بحث شده است. مسیر گونه‌زایی هم‌بوم یا برای بیشتر گونه‌ها، گونه‌زایی هم‌بوم زیستی از مسیر نژادهای محلی همچون نژادهای جغرافیایی منشعب می‌شود. اکنون مدرک خوبی برای گونه‌زایی هم‌بوم در حالت گونه‌زایی دورگ در گیاهان، همچنان که در فصل بعدی نشان داده می‌شود، وجود دارد. گونه‌زایی اولیه در یک میدان هم‌بوم زیستی از طرف دیگر یک مسئله متناقض را ایجاد می‌کند که سعی داریم در این فصل آن را شرح دهیم. مسئله مسیرهای گونه‌زایی اولیه متناقض بوده و به‌خوبی جا نیفتاده است، زیرا درباره این پدیده مانند دیگر تغییرات تکاملی با مقیاس بزرگ تحقیق مستقیم صورت نگرفته است.

شواهد مرتبط با گونه‌زایی اولیه غیرمستقیم و پیشنهادی است، اما قطعی نیست.

### گونه‌زایی جغرافیایی

بسط تئوری جغرافیایی گونه‌زایی تاریخ طولانی دارد. مفاهیم اساسی را گروهی از جانورشناسان شرح داده‌اند. این تئوری در شکل جدیدش بیان می‌کند که نژادهای جغرافیایی پیش‌سازهای گونه‌ها در یک فرایند پیوسته واگرایی تکامل‌اند. جدایی مکانیکی جمعیت‌ها در مرحله نژادی واگرایی، جمعیت‌های جدا را قادر می‌سازد ترکیبات ژنی تعیین‌کننده ویژگی‌های مشخص مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی‌شان را توسعه دهند و نگهداری کنند. شروع جدایی تولید مثلی در همان مرحله آغاز می‌شود. بنابراین، تشکیل گونه‌ها، توسعه این فرایندها است. سازوکارهای جدایی تولید مثلی که در دوره‌ای از جدایی مکانی ۲ جمعیت یا بیشتر توسعه پیدا می‌کند به این جمعیت‌ها اجازه می‌دهد که بدون زادآوری بین جمعیتی با هم باشند، در صورتی که توسعه قلمرو آنها را با هم در یک نقطه فراهم کند.

این تئوری بعد از مایر (۱۹۴۲) به این صورت خلاصه می‌شود: ۱. تفاوت کیفی بین انواع ویژگی‌هایی که نژادهای جغرافیایی را متمایز می‌کند و آنهایی که گونه‌ها را متمایز می‌کند وجود ندارد. ۲. سیستمهای جمعیتی که بین نژادهای جغرافیایی و گونه‌های حد واسط‌اند. مثلاً نیمه گونه‌ها در اصطلاح‌شناسی ما در بسیاری از گروه‌ها معمول‌اند. ۳. حالت‌هایی که در آنها یک سری نژادها با درجه‌بندی بین خود به‌طور جغرافیایی در قسمتی از منطقه گونه‌جانشین یکدیگر می‌شوند ولی به‌طور هم‌بوم در قسمت دیگری از منطقه همپوشانی دارند، شناخته شده‌اند. ۴. جدایی تولید مثلی ناقص اغلب بین نژادهای جغرافیایی همان گونه یافت می‌شود. مراحل حد واسط بین نژادهای جغرافیایی و گونه‌ها، که در بالا به آن اشاره شد، در این فصل به‌طور مشروح درباره آن بحث می‌شود. در اینجا حالتی را توصیف می‌کنیم که در آن همه مراحل واگرایی مورد نیاز تئوری جغرافیایی گونه‌زایی در محدوده‌های یک گروه گیاهی طبیعی منفرد یافت می‌شود. مثال ما با گروهی از نژادها، که بین خود ارتباط دارند، و گونه‌های گیاهی یکساله دیپلوئید در بیابانهای جنوب شرقی آمریکا و کوه‌های متعلق به مجموعه جامعه‌تار عنکبوتی *Gilia section Arachnion* سروکار دارد. روابط مورفولوژیکی، اکولوژیکی، جغرافیایی و سیتوژنتیکی بین این نژادها و گونه‌ها را آی و

گرانث (۱۹۵۶) و گرانث (۱۹۶۰) به‌دست آوردند. نژادهای جغرافیایی *Gilia latiflora* به‌خوبی از نظر مورفولوژیکی در منتهی‌الیه شکل‌هایشان متمایز شده‌اند. این نژادها بین خود نازا و مجاورند با این نتیجه که آنها با یک رشته از درجه‌بندی‌های طبیعی بین خود مرتبط می‌شوند. (شکل ۱۴-۲)

**شکل ۱۴-۲** پنج مرحله از واگرایی گونه‌های جنس *Gilia* در جنوب غرب آمریکا  
 a) نژادهای جغرافیایی پیوسته (b) نژادهای جغرافیایی مجزا (c) نیم‌گونه‌های هم  
 بوم (d) گونه‌های ناهم‌بوم (e) گونه‌های هم‌بوم

گونه‌های مرتبط *G. lephanta* یک سری از نژادهای جغرافیایی را، که از نظر مورفولوژیکی نیز متفاوت و بین خود نازايند، تشکیل می‌دهند، اما مناطق ناپیوسته‌ای را اشغال می‌کنند و در نتیجه درجه‌بندی پیوسته بین خود ندارند.

گونه‌های *G. latiflora*، *G. lephanta* و یک نیمه گونه وابسته سوم *G. tenuiflora*، همان‌طور که در شکل ۲-۵ نشان داده شده است، مناطق توزیع بسیار غیرهم‌بوم (آلوپاتریک) با مرزهای همپوشان دارند. تمایز مورفولوژیکی و اکولوژیکی این سه نیمه گونه بیشتر از (تفاوت) بین نژادهای هر یک از آنهاست. توان تلاقی و زایایی هیبرید در ترکیبات درون نیمه‌گونه‌ای نیز همان‌طور که با تلاقی نژادها مقایسه شد، کاهش یافت. به هر حال، کانال‌های تبادل ژن باز باقی می‌ماند. در بعضی مناطق ارتباط هم‌بومی نیمه‌گونه‌ها تشکیل هیبرید می‌دهد، در دیگر مناطق هم‌بوم خودشان را جدا نگه می‌دارند. گونه‌های *G. mexicana*، *Gilia ochroleuca* مناطق کاملاً غیرهم‌بوم دارند، همان‌طور که در شکل ۲-۵ نشان داده شده است. این دو گونه با یک مانع باروری قوی و یک ناپیوستگی مورفولوژیکی برجسته از هم جدا می‌شوند.

گونه *G. ochroleuca* با سینگامون *G. tenuiflora* - *leptantha latiflora* در جنوب کالیفرنیا هم‌بوم است و افراد آنها در بسیاری مناطق با هم رشد می‌کنند و شکل می‌یابند (شکل ۲-۵). ناپیوستگی مورفولوژیکی بین سیستم‌های دو جمعیت در طول منطقه وسیع هم‌بومی دست خورده باقی می‌ماند. موانع تلاقی‌پذیری و باروری بین دو گونه بسیار قوی است.

### گونه‌زایی کوانتوم

تئوری گونه‌زایی کوانتوم ستنز چندین مفهوم گوناگون دارد. مفاهیم اصلی عبارت‌اند از: تنوع نژادی محلی اتفاقی در گونه‌های دربرگیرنده جمعیت‌های نیمه جدا دریافت ژنتیکی؛ ویژگی‌های انحرافی در جمعیت‌های حاشیه‌ای؛ تکامل کوانتوم و تکامل ژنتیکی. می‌توانیم گونه‌زایی کوانتوم را به‌عنوان تولید یک گونه دختری جدید و بسیار متفاوت از جمعیت حاشیه‌ای نیمه‌ایزوله گونه اجدادی در موجودی که تلاقی‌پذیری دارد، تعریف کنیم. این حالت از گونه‌زایی توصیف شد و ژنتیک جمعیت آن را مایر (۱۹۵۴) در بسط بحث پیشین سیمپون (۱۹۴۴) تعریف کرد. اصطلاح گونه‌زایی کوانتوم، که از نظر تاریخی بسیار مناسب است، معرفی و برای فرایندی به‌کار رفت که در مرور قبلی مسئله بود.

در مقایسه با گونه‌زایی جغرافیایی، که یک فرایند تدریجی و حفاظتی است، گونه‌زایی کوانتوم سریع و آثار ژنوتیپی یا فنوتیپی یا هر دوی آن اساسی است. بحث بر سر این است که جریان ژنی در جمعیت‌های مرکزی کم و بیش پیوسته گونه‌های تلاقی‌پذیری زایا یک اثر با تلاقی روی واریاسیونهای جدید دارد. به‌علاوه، این شرط ژن‌هایی را که توان خوبی برای ترکیب شدن با ژن‌های بیگانه دارند، برای آوردن به درون نهر پیوسته جریان ژنی مناسب می‌کند. اکنون جدایی اندک افراد این چنین از نهر عادی جریان ژنی از طریق قرارداد آنها در یک جمعیت حاشیه‌ای نیمه‌ایزوله، شاید یک کلنی تازه تشکیل شده، به مقاربت درونی با آثار قوی ژنتیکی و فنوتیپی همراه آن می‌انجامد انتظار می‌رود که این تغییرات مؤثر ارزش سازگاری ناچیزی داشته باشد و دچار انقراض شوند. اما در یک نمونه بزرگ از جمعیت‌های حاشیه‌ای جدا، یک یا تعداد کمی ممکن است دستخوش تغییرات رشته‌ای به یک شرایط خوب سازش یافته شوند و زاده‌های یک گونه دختری منحرف شوند. تئوری گونه‌زایی کوانتوم از طریق مشاهده الگوهای تنوع زیر در بسیاری از گونه‌ها یا گروه‌های گونه‌ای تأیید می‌شود. پیکره



مرکزی اصلی گونه، تنوع و جغرافیایی یک تیپ نزول‌کننده و حفاظتی را نشان می‌دهد. اما نژادها و گونه‌ها با ویژگی‌های تغییر یافته در مکان‌های ایزوله از نظر جغرافیایی در حاشیه گونه نیایی قرار می‌گیرند. مایر مثال‌هایی از مرغ ماهی‌خوار هند شرقی (گونه‌های *T. hydrocharis*, *Tanysiptera galatea*) و پرندۀ ماداگاسکار (*Dicrurus hottentottus*) در این ارتباط می‌آورد.

### گونه‌زایی کوانتوم در گیاهان

قابل توجه است که نظریات مختلف در تئوری گونه‌زایی کوانتوم را جانورشناسان مطرح کرده‌اند و گیاه‌شناسان توجه کمتری به این مسئله معطوف داشته‌اند. به هر حال نظرهای مشابهی را اچ. لویس و همکارانش در رابطه با گونه‌زایی گیاهی ارائه داده‌اند. از آنجایی که در بسیاری از گروه‌های گیاهی اثرهای فنوتیپی تغییر یافته درون‌زادآوری با خودگشتی به همان اندازه تلاقی در جمعیت‌های کوچک ایزوله ایجاد می‌شود، بسط این تئوری به گیاهان تغییر بیشتری را در مفاهیم می‌طلبد.

در مطالعات بیوسیستماتیکی و سیتوژنتیکی جنس کلارکیا لویس و همکارانش تعدادی از جفت گونه‌ها را شکار کرده‌اند که در آنها روابط از نوع والد و فرزندی است. رابطه فیلولژنیک بین گونه‌های *C. lingulata*, *Clarkia biloba* به‌طور کاملاً روشن به ترتیب از انواع نیایی و دختری است. همان پدیده برای گونه‌های *C. rubicunda*, *C. franciscana*; *C. exilis*; *C. mildrediae*; *C. virgata*; *C. mildrediae*; *C. stellata* صدق می‌کند. گونه دختری در ویژگی‌های مورفولوژیکی، ترجیح اکولوژیکی، نظم قطعه‌ای کروموزومی یا هر ۳ مورد از گونه نیایی مشتق می‌شود و اغلب یک منطقه جغرافیایی محدود واقع در خارج حاشیه منطقه گونه نیایی اشغال می‌کند. لویس (۱۹۶۲) اشاره می‌کند که جمعیت‌های حاشیه‌ای در رویشگاه‌های حاشیه‌ای از نظر اکولوژیکی یک گونه در معرض انقراض در سالهای نامطلوب از لحاظ اقلیمی قرار می‌گیرند. هنگامی که در معرض انقراض بودند، متعاقب آن تجدید حیات جمعیت از یک یا چند بازمانده، که دچار تغییرات غیرمادی شده‌اند، صورت می‌گیرد. گاهی به‌طور مستقیم به تشکیل سریع گونه مشتق دختری می‌انجامد. به عبارت دیگر، گونه‌زایی سریع گاهی از نوسانهای شدید در اندازه جمعیت در مناطق حاشیه‌ای نتیجه می‌شود. لویس (۱۹۶۲) تغییرات تکاملی سریع را به انتخاب فوق‌العاده قوی یا انتخاب فاجعه‌آمیز، آن‌طور که

او می‌نامد، نسبت می‌دهد، اما به نظر می‌رسد مناسب‌تر است که این تغییرات را با عنوان محصولات فعالیت‌های پیوسته انتخاب و دریافت ملاحظه کنیم. به‌طور نسبی پیدا کردن جمعیت‌های حاشیه‌ای با ویژگی‌های غیرعادی (انحرافی) مورفولوژیکی و کروموزومی در داخل یک گونه منفرد از *Clarkia* معمول است. چنین نژادهای نیمه ایزوله، حاشیه‌ای نیمه محلی یک نوع جمعیت را مشخص می‌کند که گاهی ممکن است یک گونه دختری جدید را با ویژگی‌های انحراف یافته ایجاد کند.

نوع آرایش کروموزومی، که بین گونه‌های *Clarkia* تفاوت نشان می‌دهد، با آنهایی که بین نژادهای جغرافیایی یک گونه تفاوت نشان می‌دهند بی‌شباهت‌اند و شواهد پیشنهادی دیگری برای این نظریه این است که بسیاری از گونه‌های جدید جنس *Clarkia* در داخل نژادهای جغرافیایی، اما از جمعیت‌های حاشیه‌ای انحرافی ایجاد شده‌اند وضعیت گونه‌های *C. lingulata*, *C. biloba* را به‌طور کامل لوپس و رابرتز (۱۹۵۶) تحلیل کردند. این دو گونه کالیفرنایی از گیاهان علفی یکساله خودسازگار در مورفولوژیکی و ژنوم بسیار خویشاوندند، اما توسط موانع باروری کروموزومی از همدیگر جدا می‌شوند. تفاوت مورفولوژیکی اصلی در ارتباط با لوب‌های گلبرگ است که گلبرگ‌های *C. biloba* قلبی‌شکل و گلبرگ‌های *C. lingulata* به شکل زبانه‌ای است شمار کروموزومی در *C. biloba*  $2n = 16$  و در *C. lingulata*  $2n = 18$  است. روابط فیلوژنتیکی بین دو گونه با شمار کروموزومی مقایسه‌ای و ترجیحات اکولوژیکی آنها مشخص می‌شود. *C. biloba* با  $n = 8$  به عدد پایه  $x = 7$  در جنس *Clarkia* نزدیک است در حالی که *C. lingulata* با  $n = 9$  پیشرفته‌تر است. *C. biloba* رویشگاه‌های مرطوب‌تری نسبت به *C. lingulata* اشغال می‌کند. بنابراین، از نظر اکولوژیکی به شرایط اجدادی نزدیک می‌شود. شواهد سیتوتاکسونومیکی و اکولوژیکی پیشنهاد می‌کند که *C. lingulata* از *C. biloba* مشتق شده است.

روابط جغرافیایی بین این گونه‌ها با توجه به شیوه اشتقاق فیلوژنتیکی به نتایج دیگری اشاره می‌کند. *C. biloba* در قلمرو یک ناحیه بزرگ در شمال نوادا و مناطق مجاور آن در کالیفرنیا واقع شده است. برعکس *C. lingulata* یک منطقه بسیار کوچک را در دره رودخانه در حاشیه جنوبی دامنه پراکنش *C. biloba* اشغال می‌کند. توزیع حاشیه‌ای *C. lingulata* پیشنهاد می‌کند که این گونه از گونه نیایی آن *C. biloba* کاملاً به سرعت و به تازگی تکامل پیدا کرده است. آنالیز سیتوژنتیکی هیبریدهای بین‌گونه‌ای،

طبیعت و مقدار الگوسازی مجدد کروموزومی را در تمایز *C. lingulata* از *C. biloba* آشکار می‌کند. چهار کروموزوم در مکملهای دو گونه همولوگ‌اند و در بی‌والا تهیای میوز، جفت‌اند. ۲ کروموزوم دیگر در هر مکمل از یک حلقه از به مقدار ۴ عدد در هر هیبرید مشخص می‌کند که گونه‌ها از طریق ترانسلوکاسیون دوطرفه بر روی این کروموزوم‌های ویژه تفاوت می‌یابند.

کروموزوم‌های باقیمانده، یک زنجیره ۵ تایی در هیبرید تشکیل می‌دهند. کروموزوم‌های اضافی نهم، کروموزوم *C. lingulata* مکان وسط را در این زنجیره اشغال می‌کند و نشان می‌دهد که تری‌زومیک سوم است. این بدان معنی است که یک ترانسلوکاسیون دوم مستقل باید در نیای گونه *C. lingulata* رخ داده باشد و یکی از کروموزوم‌های ترانسلوکاسیون در شرایط هموزیگوس ایجاد شد که تتراسومیک سوم است، تا مکمل ۹ کروموزومی *C. lingulata* مدرن را ایجاد کند. به‌علاوه، کروموزوم اضافی نهم به‌نظر می‌رسد که ژنهای تعیین شکل گلپوش را با خود حمل می‌کند. بنابراین، دو ترانسلوکاسیون جدا نقش اساسی در تمایز ژنتیکی گونه‌های *C. biloba* و *C. lingulata* بازی می‌کند. این دو باهم عاملی برای اکثر موانع باروری بین دو گونه به‌حساب می‌آیند. یکی از آنها، که به‌عنوان یک تتراسومیک سوم ایجاد شد، سبب شد که آنوپلوئید از  $n = 8$  در *biloba* به  $n = 9$  در *C. lingulata* افزایش یابد و کروموزوم اضافی نهم در *C. lingulata* در رابطه با تفاوت اصلی ویژگی مورفولوژیکی بین این گونه و نیای آن *C. biloba* است. مثالی از جنس *Gilia*، که به بهترین وجه براساس گونه‌زایی کوانتوم توضیح داده می‌شود، درباره گونه‌های *G. tenuiflora*، *G. jacens*، *G. austrooccidentalis* است. این سه گونه دیپلوئید در ساحل جنوبی کالیفرنیا واقع شده‌اند.

این گونه‌ها خویشاونداند، اما از نظر مورفولوژیکی کاملاً جدایند. آنها  $F_1$  های نیمه‌زا با جفت‌شدگی کاهش یافته کروموزومی در ۳ ترکیب هیبرید ایجاد می‌کنند. همان‌طور که با گونه *G. tenuiflora*، که به‌طور عمده تلاقی بیرونی دارد، مقایسه شد، دو گونه دیگر در سیستم زادآوری و مورفولوژیکی، یکساله‌های خودگشن کوچک‌اند. علاوه بر این، رویشگاههای خشکتری نسبت به رویشگاههای گونه *G. tenuiflora* اشغال می‌کنند. بنابراین، سمت محتمل تکامل از یک فرم نیایی مثل *G. tenuiflora* به فرمهای مشتق شده *G. austrooccidentalis* و *G. jacens* بوده است. رابطه جغرافیایی بین ۳ گونه در شکل ۱۴-۳ نشان داده شده است. خواهیم دید که *G. austrooccidentalis* و *G. jacens* در مناطق محدود و کم و بیش ایزوله به سمت جنوب قلمرو گسترده‌تر *G. tenuiflora* واقع می‌شوند. زمانی که همه جنبه‌ها مطالعه می‌شود این طرح پیشنهاد می‌شود که گونه‌های *G. austrooccidentalis* و *G. jacens* از گونه نیایی *G. tenuiflora* از طریق بعضی جمعیت‌های حاشیه‌ای جغرافیایی و اکولوژیکی گونه اخیر با عنوان گونه سازش یافته به شرایط خشکتر واگرایی پیدا کرده است.

### گونه‌زایی هم‌بوم (سیمپاتریک)

در اینجا مسئله پیش روی ما این است که آیا واگرایی اولیه به سمت سطح گونه‌ای در محدوده زادآوری جمعیت منفرد واقع می‌شود؟ این سؤال همیشگی، بحث‌برانگیز و سردرگم‌کننده است. دوژانسکی (۱۹۵۰) و مایر (۱۹۵۵) اشاره کردند که پلی‌مورفیسم و گونه‌زایی هم‌بوم پاسخهای مختلف موجودات زنده به یک محیط است که شامل آشیانه‌های اکولوژیک متفاوت در یک قلمرو عمومی است مایر نه دوژانسکی، پیشنهاد کرد که گونه‌ها ممکن است به‌طور مستقیم خارج از تپه‌های پلی‌مورفیک تحت شرایط ویژه انتخاب رشد کنند. تودی و دیگران این نظریه را بیشتر بسط دادند به بعضی شواهد تجربی دست یافته‌اند. از طرف دیگر مایر به شدت علیه عملی بودن این حالت از گونه‌زایی بحث کرده است.

نمی‌توان امیدوار بود که در اینجا به‌طور آشکار به این سؤال از گونه‌زایی هم‌بوم پاسخ داده شود، اما می‌توان آن را تحلیل کرده و مورد بحث قرار داد. ابتدا تحلیل‌مان را با شرح و تعریف مسائل آغاز می‌کنیم. گونه‌زایی اولیه هم‌بوم پیرو مسیر میان‌بر پلی‌مورفیسم به سمت گونه است، مسیری که شامل یک مرحله حد واسط جغرافیایی یا

میکروجغرافیایی نمی‌شود. نخستین سؤال که باید پاسخ داده شود این است که آیا این مسیر تکاملی از نظر تئوری امکان‌پذیر است. دوم اینکه آیا احتمال وقوع آن از نظر تئوری وجود دارد و سوم اینکه آیا یک مسیر واقعی در طبیعتی است؟ Thoday و همکاران و پیروانش تا حد زیادی با دو سؤال نخست و مایر با سؤال سوم سروکار داشته‌اند.

بیشترین مشکل تئوری گونه‌زایی هم‌بوم اولیه در حالت یک جمعیت پایه متشکل از افراد دگرگشن وجود دارد. اینجا فرایند واگرایی به‌طور ثابت با درون‌زادآوری بین انواع پلی‌مورفیک واگرا تقابل دارد. تحت شرایط حاد خودگشنی، تا حد زیادی مشکلات از بین می‌رود. بنابراین، بحث تئوری امکان‌پذیر بودن گونه‌زایی اولیه باید با مسئله در ابتدا، همان‌طور که در یک سیستم زادآوری دگرگشن وجود دارد، برخورد کند. واگرایی بین انواع مختلف پلی‌مورفیک در یک جمعیت دگرگشن با انتخاب نامنظم افزایش داده می‌شود این نوعی انتخاب است، البته زمانی که یک تیپ پلی‌مورفیک عمل می‌کند از یک جمعیت محیط ناهمگن و تیپ پلی‌مورفیک دیگر از جهت دیگر مطلوب است. چندین آزمایش با *Drosophila melanogaster* (مگس سرکه) نشان می‌دهد که انتخاب نامنظم قوی، علی‌رغم جفت شدن تصادفی به واگرایی خواهد انجامید، آزمایش دیگری با مگس خانگی *Musca domestica* نتایج مشابهی در برداشته است.

در یک آزمایش مهم، تودی و گیسون (۱۹۶۲) انتخاب نامنظم را برای تعدادی موهای زبر در سطح بدن تحت شرایط جفت شدن تصادفی به‌کار بردند. این یک ویژگی پلی‌زنیک در مگس سرکه است. این یک واگرایی مشخص و به‌تدریج توسعه یافته بین خط بالا و خط پایین در ۱۲ نسل از انتخاب است. به‌علاوه، هیبریدها بین خطوط بالا و پایین در نسلهای بعدی آزمایش تنزل پیدا کردند. به‌طور آشکار بعضی انواع جدایی تولید مثلی جزئی، شاید جدایی رفتاری یا میرایی هیبرید بین خطوط بالا و پایین توسعه پیدا کرده است. از طرف دیگر، در یک جمعیت دگرگشن، اما غیرپانمیکتیک (جفت‌گیری تصادفی در یک جمعیت زادآوری کننده که در نهایت در صورت نزدیکی جمعیت‌ها به یکدیگر موجب یک شکلی فراوان می‌شود)، اثرهای انتخاب نامنظم باید با یک سیستم جفت‌گیری منظم‌کننده دایمی شود. یک تمایل ژنتیکی شبیه جفت‌گیری افراد ممکن است انتخاب درهم گسیخته را تقویت کند.

فشارهای انتخابی قوی برای انتخاب نامنظم اثرهای جفت‌گیری تصادفی را

مشخص کرده است. فشارهای انتخابی به کار رفته در آزمایشهای مگس سرکه در طیفی بسیار قوی تا مقادیر کمتر قرار می‌گیرد که ممکن است هنوز در شرایط طبیعی قوی در نظر گرفته شود. به‌منظور مرتبط کردن انتخاب نامنظم با شرایط پانمیکتیک در جمعیت‌های طبیعی، مجبوریم بدانیم که آیا انتخاب قوی نیز در طبیعت وجود دارد. در حقیقت شواهد برای مقادیر انتخابی بالا در جمعیت‌های طبیعی ۲۰٪ یا بیشتر است. فورد نتیجه می‌گیرد که چنین مقادیر انتخابی بالا عمومی و معمولی است.

به‌نظر می‌رسد که این نتیجه‌گیری براساس تاریخهای موارد انتخاب شده برای مطالعه ویژه از طریق آشکار بودن پاسخهای آنها به انتخاب طبیعی است. مقادیر انتخابی بالا به احتمال بیشتر نسبت به قانون طبیعت استثنایند. هر طور که باشد، انتخاب قوی حداقل در بعضی جمعیت‌های طبیعی رایج است و انتخاب درهم گسیخته علی‌رغم جفت شدن تصادفی، سبب تأثیر آن در چنین شرایطی می‌شود. ما به جفت شدن مناسب به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار ممکن اشاره کردیم، جفت شدن منظم‌کننده، به‌طور بالقوه، مهم است، زیرا ممکن است انتخاب نامنظم را قادر سازد یک واگرایی تکاملی در شتهای انتخابی پایینتر از آنچه که تحت شرایط پانمیکتیک مورد نیاز است تولید کند. ترکیب جفت شدن مناسب و انتخاب نامنظم ممکن است طیف بزرگی از احتمالات را برای واگرایی هم‌بوم در طبیعت ایجاد کند. احتمالاً ما باید به مسئله گونه‌زایی هم‌بوم از نقطه‌نظر دیگری بنگریم. می‌توانیم این فرضیه را که برای استقرار از پلی‌مورفیسم به گونه‌زایی مفید است مطرح کنیم. به‌طور حتمی در شکل تمایز ژنتیکی هم‌بوم آنها بعضی خواص مشترک دارند، اما از نظر کیفی با هم متفاوت‌اند. پلی‌مورفیسم تنوع تفکیک شونده است. جایی که اختلافات گونه‌ای اختلاف در مجموعه ترکیبات ژنی است. درون‌زادآوری بین دو شکل پلی‌مورفیک خوب سازش یافته باعث ایجاد نسبت مشخصی از زاده‌ها، که کمتر سازش یافته‌اند، می‌شود، اما درون‌زادآوری بین دو گونه خوب سازش یافته به تولید نسبت بالایی از انواع نوترکیبی می‌انجامد که به‌طور ناقص سازش یافته‌اند. متعاقب آن ارزش انتخاب نامنظم در اصطلاح مرگ ژنتیکی ممکن است به‌طور اجباری برای گونه‌زایی هم‌بوم حقیقی بالاتر از نگهداری و افزایش یک سیستم پلی‌مورفیک باشد و ممکن است به‌صورت مقاومت‌ناپذیر در اکثر جمعیت‌های طبیعی بالا باشد.

به‌طور خلاصه، شواهد بیوجغرافیایی برای گونه‌زایی هم‌بوم اولیه متفاوت از گونه‌زایی جغرافیایی و کمی وجود ندارد و مشکلات نظری گونه‌زایی از طریق انتخاب

نامنظم در یک جمعیت خودگشن بسیار زیاد است. این مشکلات خیلی کمتر از خودگشنی است. گونه‌زایی هم‌بوم اولیه احتمالی است که نه تأیید و نه حکمفرما شده است و به شواهد بیشتری نیاز دارد.

### جدایی تولیدمثلی نتیجه فرعی واگرایی

ممکن است انتظار داشته باشیم که تشکیل ترکیبات ژنی متفاوت تعیین‌کننده ویژگی‌های سازشی مختلف در جمعیت‌های واگرا در بسیاری از حالت‌های کاهش امکانات درون‌زادآوری بین چنین جمعیت‌هایی اثر تصادفی داشته باشد. به‌طور مختصر انتظار می‌رود که جدایی تولیدمثلی به‌عنوان یک نتیجه فرعی از واگرایی تکاملی سرچشمه گیرد. این روش اولیه جدایی تولیدمثلی را داروین (۱۸۵۹، ۱۸۶۸) پیشنهاد کرد و به‌وسیله مؤلفان بعدی با شواهد بیشتری در گیاهان و جانوران تأیید شد. جدایی تولیدمثلی ناقص به‌طور عمومی بین نژادهای یک گونه صورت می‌گیرد. قبلاً در این فصل مثالهایی در رابطه با تمایز نژادی در ارتباط با اقلیم، عوامل گرده‌افشان و دیگر عوامل محیطی ملاحظه کردیم. جدایی فصلی ناقص اغلب بین نژادهای اقلیمی یک گونه گیاهی وجود دارد و جدایی مکانیکی و رفتاری ناقص ممکن است بین نژادهای گرده‌افشان‌کننده واگرا ایجاد شود. طول خامه نسبت به طول لوله گرده عامل مهمی در سازگاری تلاقی در گیاهان گلدار است. در داخل یک نژاد فرضی رشد لوله گرده با طول خامه طبیعی همخوانی دارد، اما دو نژاد متفاوت در اندازه گل اغلب با یک مانع سازگاری ناقص از هم جدا می‌شوند. بنابراین، گرده‌افشانی تلاقی مصنوعی بین دو نژاد درشت گل *Gilia ochroleuca* کپسولها و دانه‌های فراوان تولید می‌کند، اما یک مانع معین در برابر تلاقی موفق بین نژادهای ریز گل این گونه وجود دارد. نژادهای درشت و ریز گل *G. ochroleuca* در سهولت تلاقی با یک گونه بیگانه *G. cana* تفاوت دارند ترکیبات ژنی را، که موجب تفاوت ویژگی‌ها در نژادها می‌شوند، در نظر می‌گیریم. اینها برای هماهنگی و تعادل آثارشان بر نمود در داخل هر نژاد انتخاب شده‌اند، اما بسیاری از محصولات دورگ‌گیری بین‌نژادی، ژنوتیپ‌هایی را به ارث خواهد گذاشت که فاقد تعادل درونی‌اند. در حقیقت بعضی از درجات میرایی، نیمه‌نازایی و از میان رفتن هیبریدها بین نژادها در بسیاری از گونه‌های گیاهی وجود دارد.

کروک‌برگ (۱۹۵۷) زایایی هیبریدهای  $F_1$  را در ۳۳۴ ترکیب بین جمعیتی در

*Streptanthus gandalosus* از خانواده شنببو با همدیگر مقایسه کرده است. او دریافت که یک همبستگی منفی و معنی داری بین زایایی هیبرید و فاصله جمعیت‌های والدی وجود دارد. زایایی هیبرید که با افزایش فاصله بین نژادهای والدی رخ می‌دهد و در فواصل بیش از ۵۰ تا ۷۵ مایل زایایی هیبرید به یکباره از دست می‌رود. همه روش‌های جدایی تولید مثلی و محیطی که بین گونه‌های بیولوژیکی خوب وجود دارد در یک شکل اولیه حداقل بین نژادهای همان‌گونه وجود دارد. تمام آنچه را که برای قدرت بخشیدن به میزان جدایی از یک نژاد تیپیک به نژاد تیپیک دیگر گونه مورد نیاز است تداوم فرایند واگرایی است. گونه‌های *Salvia apiana*, *Salvia mellifera* گونه‌های هم‌بوم مشخصی در کالیفرنای جنوبی‌اند. جدایی مکانیکی نقش اساسی در توانایی آنها برای نگهداری ویژگی‌های تمایزی آنها در مناطق مشترکشان بازی می‌کند. سازوکارهای گلی بسیار غیرمشابه دو گونه گیاهی به انواع غیرمشابه زنبورها، گونه *S. mellifera* به زنبورهای متوسط - کوچک از قبیل *Chloralictus*, *Anthophora* و گونه *S. apiana* به زنبور نجار بزرگ از جنس *Xylocopa* سازگار می‌شود.

جدایی فصلی به‌عنوان یک نتیجه فرعی متحمل این تفاوت‌ها در روش گرده‌افشانی صورت می‌گیرد. گونه *S. mellifera* در اوایل بهار، زمانی که زنبورهای گرده‌افشان در اوج فعالیتشان‌اند، گل می‌دهد و گونه *S. apiana* در اواخر بهار و اوایل تابستان، زمانی که زنبورهای نجار در مرحله پروازند، شکوفه می‌دهند. جدایی رفتاری اثر جانبی دیگری از تفاوت‌های گلی یکسان است، زیرا زنبورها یاد می‌گیرند که دیدرهایشان را به‌طور اساسی به سازوکارهای گلی، که به‌طور موفقیت‌آمیز عمل می‌کند، محدود کنند. سرانجام بعضی معرفهای یک مانع سازگاری ناقص، که ممکن است با تفاوت‌های گلی بین دو گونه نیز مرتبط شود، وجود دارد. گونه‌های پیه‌آ (*Picea*) به‌طور موفقیت‌آمیز در بسیاری از ترکیبات هیبرید تلاقی‌پذیرند، اما در بسیاری حالات دیگر تلاقیها ناموفق است. جی. دبلیو. رایت (۱۹۵۵) دریافت که اکثر تلاقیهای ناموفق آنهایی‌اند که با گونه‌های والدی، که از نظر جغرافیایی به‌طور گسترده‌ای جدا شده‌اند و از نظر مورفولوژیکی به خوبی تمایز یافته‌اند، صورت می‌گیرد. در مقابل گونه‌های پیه‌آ با مناطق توزیع هم‌جوار به‌طور نسبی در اکثر حالتها به آسانی بین خود تلاقی‌پذیرند. این همبستگی مشخص می‌کند که موانع سازگاری به احتمال در زمینه واگرایی و در دوره‌های جدایی جغرافیایی تشکیل شده است.



گونه‌های چوبی با سیستم گرده‌افشانی بی‌قاعده، همان‌طور که در جنس‌های *Ceanothus*، بلوط و کاج و دیگر جنسها توضیح داده شد، طرحی از رابطه‌ای را نشان می‌دهند که به واگرایی تدریجی در ارتباط با شرایط اکولوژیکی عمومی اشاره می‌کند. این واگرایی نژادها، نیمه‌گونه‌ها و سرانجام گروه‌های گونه‌ای ایزوله شده از درون را تولید می‌کند که از نظر رده‌بندی به‌عنوان بخشها یا زیرجنسها نامیده می‌شوند. نیازی به فرض هیچ فرایند دیگری، به‌جز گونه‌زایی اولیه و دورگ‌گیری طبیعی ساده مورد ملاحظه قرار گرفته به‌عنوان یک واگرایی معکوس، به‌منظور برشمرده شدن برای الگوی روابط گونه‌ای *Ceanothus* نیست.

گونه‌های علفی چند ساله با سیستم‌های گرده‌افشانی تخصص یافته مثل گونه‌های *Penstemon*، *Antirrhinum*، *Aquilegia* (در قسمتی) و بسیاری از ارکیدها الگوی روابط مشابهی نشان می‌دهند. در اینجا ما شواهدی از واگرایی تدریجی در یکسری از مراحل که جدایی درونی را کامل می‌کند و اغلب با دورگ‌گیری طبیعی رشته معکوسی را به‌طور موضعی در مراحل اولیه و میانی تشکیل می‌دهد، می‌بینیم. واگرایی به عوامل گرده‌افشان به همان اندازه شرایط اکولوژیکی عمومی وابسته است. الگوی تاج‌الملوک، همانند طرح *Ceanothus*، به‌طور رضایت‌بخشی به‌عنوان نتیجه‌ای از گونه‌زایی اولیه قابل توضیح است. شکل‌های مشابه دیگری نیز در گیاهان علفی چند ساله بدون تفاوت‌های بارز بین گونه‌ای در سیستم گرده‌افشانی وجود دارد، مثل *Geum* و زنبق، اما بعضی شکل‌های غیرمشابه از قبیل نازایی کروموزومی نیز بین گروه‌های گونه‌ای دیده می‌شود. منطقی است که شکل‌های مشترک الگوی *Geum* و تاج‌الملوک و الگوهای *Ceanothus* را به یک عامل عمومی در فرایندهای گونه‌زایی اولیه نسبت دهیم. پدیده‌های تمایزی در الگوهای *Geum* به‌ویژه ایجاد نظم جدید کروموزومی بین گروه‌های گونه‌ای به این توضیح محدود نمی‌شود و نیاز به بحث بیشتر در فصل دیگری دارد. الگوی جنس *Madia*، که در بسیاری جنس‌های علفی یکساله یافت شده است، هنوز با الگوهای *Ceanothus* و تاج‌الملوک در نازایی کروموزومی و موانع سازگاری بین گونه‌های خویشاوند تفاوت نشان می‌دهند. این جنبه‌ها از طریق نیروهای افزایش‌دهنده واگرایی به‌طور خود به خود، آن‌طور که در این فصل مورد بحث قرار گرفت، کامل توضیح داده نشده است. به هر حال، اشکال اساسی دیگری در الگوی *Madia* وجود دارد که اجرای فرایندهای گونه‌زایی اولیه اشاره می‌کند.



## منابع

۱. مجله محیط‌زیست شماره ۲ سال ۷۵ هنریک مجنونیان
۲. مجله محیط‌زیست شماره ۲ سال ۷۵ کشاورزی و محیط‌زیست ترجمه و تخلص: محمدباقر صدوق
۳. مجله محیط‌زیست شماره ۲۹ سال ۷۸ تنوع زیستی در تالاب‌ها از دکتر بهروز بهروزی راد
۴. مجله محیط‌زیست شماره ۳۴ سال ۸۰ معرفی کنوانسیون رامسر ترجمه محبوبه کرمخانی
۵. ویژگی‌ها و اهمیت صخره‌های مرجانی (آبسنگ‌های مرجانی) به‌عنوان زیستگاه‌های حساس مجله محیط‌زیست جلد ۶ شماره ۲ از پرستو میراب زاده
۶. نقش نیروی کار در توسعه پایدار از میشل برناردوسی دارکو ترجمه سید مهدی امینی نسب
۷. توسعه پایدار مجله محیط‌زیست شماره ۳۰ سال ۷۹
۸. مقاله سمینار موضوع اکولوژی تهیه کننده کاملیا ابراهیمی تألیف
۹. تنوع زیستی در اکوسیستم‌های خشکی ایران تألیف سید مصطفی خلیلی مجله محیط‌زیست شماره ۳۴
۱۰. مجله محیط‌زیست شماره ۲۸ سال ۷۸ انسان و محیط‌زیست کوهستانی
۱۱. چرا تنوع زیستی مناطق دریایی و ساحلی اهمیت دارند؟ مجله محیط‌زیست شماره ۳۳ سال ۷۹ ترجمه و تخلص: هنریک مجنونیان.
۱۲. مجله محیط‌زیست شماره ۲۸ سال ۷۸ اکوسیستم‌های کوهستانی از هنریک مجنونیان.
۱۳. اهمیت اکوسیستم‌های کوهستانی از هنریک مجنونیان مجله محیط‌زیست شماره ۲۸.
۱۴. تنوع زیستی در مناطق دریایی ترجمه و تخلص از اصغر مبارکی مجله محیط‌زیست شماره ۳۳ سال ۷۹
۱۵. مهمترین اثرات و تهدیدات مستقیم نسبت به محیط‌زیست مناطق ساحلی و دریایی مجله محیط‌زیست شماره ۳۳ سال ۷۹.
۱۶. ویژگی‌ها و اهمیت اکوسیستم‌های کویری مجله محیط‌زیست شماره ۳۱ سال ۷۹ لزوم حفاظت از زیستگاه‌ها و حیات وحش در مناطق کویری و بیابانی از هنریک مجنونیان.
۱۷. کتاب: اکوسیستم‌های طبیعی جلد دوم اکوسیستم آبی تألیف: دکتر پرویز کردوانی مرکز فرهنگی و انتشاراتی پالیز ۱۳۷۳.
۱۸. کتاب: اقتصاد اکولوژیکی تنوع زیستی انتشارات دانشگاه تهران بهار ۸۴ تألیف: پائولو نانز، جرون و اندربرگ و پیتر نیکامپ، ترجمه: دکتر مجید مخدوم.
۱۹. کتاب مناطق حفاظت شده و توسعه پایدار از: اتحادیه جهانی حفاظت ترجمه: هنریک مجنونیان انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست ۱۳۸۲.
۲۰. روزنامه همشهری چهارشنبه ۲۹ فروردین ۱۳۸۶ محیط‌زیست.
۲۱. کتاب اکوسیستم‌های جنگلی جهان تألیف: دکتر احمد مصدق ۱۳۸۳ انتشارات دانشگاه تهران.
۲۲. کتاب جغرافیای گیاهی دکتر مه‌لقا قربانلی انتشارات سمت ۱۳۸۱.
۲۳. کتاب آموزش محیط زیست جلد ۱ انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۵.