

## اکولوژی

سری کتابهای کمک آموزشی کارشناسی ارشد

مجموعه کشاورزی

مؤلفان:

مسعود اکبری فامیله

فائیه فهید



سرشناسه	: اکبری فاميله، مسعود
عنوان	: اكلوژى
مشخصات نشر	: تهران: مشاوران صعود ماهان، ۱۴۰۱
مشخصات ظاهرى	: ۱۹۹ ص
فروست	: سرى كتابهاى كمك آموزشى كارشناسى ارشد
شابك	: ۹۷۸-۶۰۰-۳۸۹-۰۵۲-۰۷
شناسانه افزوده	: فائقه فهيد
وضعيت فهرست نويسى	: فيپاى مختصر
يادداشت	: اين مدرک در آدرس <a href="http://opac.nlai.ir">http://opac.nlai.ir</a> قابل دسترسى است.
شماره كتابشناسى ملي	:



كتاب:..... اكلوژى  
 مدير مسئول:..... هادى سيارى، مجيد سيارى  
 مولف:..... مسعود اكبرى فاميله و فائقه فهيد  
 ناشر:..... مشاوران صعود ماهان  
 مدير توليد محتوا:..... سميه بيگى  
 نوبت و تاريخ چاپ:..... اول / ۱۴۰۱  
 تيراژ:..... ۱۰۰۰ جلد  
 قيمت:..... ۲/۴۹۰/۰۰۰ ريال  
 شابك:..... ISBN: ۹۷۸-۶۰۰-۳۸۹-۰۵۲-۰۷

انتشارات مشاوران صعود ماهان: خيابان وليعصر، بالاتر از تقاطع مطهرى،  
 روبروى قنادى هتل بزرگ تهران، جنب بانك ملي، پلاك ۲۰۵۰  
 تلفن: ۴-۸۸۱۰۰۱۱۳

# سخن ناشر

## «ن والقلم و ما یسطرون»

### کلمه نزد خدا بود و خدا آن را با قلم بر ما نازل کرد.

به پاس تشکر از چنین موهبت الهی، مؤسسه ماهان درصدد برآمده است تا در راستای انتقال دانش و مفاهیم با کمک اساتید مجرب و مجموعه کتب آموزشی خود برای شما داوطلبان ادامه تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد، گام مؤثری بردارد. امید است تلاش‌های خدمتگزاران شما در این مؤسسه پایه‌گذار گام‌های بلند فردای شما باشد. مجموعه کتاب‌های کمک آموزشی ماهان به‌منظور استفاده داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد سراسری و آزاد تألیف شده‌اند. در این کتاب‌ها سعی کرده‌ایم با بهره‌گیری از تجربه اساتید بزرگ و کتب معتبر داوطلبان را از مطالعه کتاب‌های متعدد در هر درس بی‌نیاز کنیم.

دیگر تألیفات ماهان برای سایر دانشجویان به‌صورت ذیل است.

● مجموعه کتاب‌های ۸ آزمون: شامل ۵ مرحله کنکور کارشناسی ارشد ۵ سال اخیر به همراه ۳ مرحله آزمون تألیفی ماهان همراه با پاسخ تشریحی می‌باشد که برای آشنایی با نمونه سوالات کنکور طراحی شده است. این مجموعه کتاب‌ها با توجه به تحلیل ۳ ساله اخیر کنکور و بودجه‌بندی مباحث در هریک از دروس، اطلاعات مناسبی جهت برنامه‌ریزی درسی در اختیار دانشجو قرار می‌دهد.

● مجموعه کتاب‌های کوچک: شامل کلیه نکات کاربردی در گرایش‌های مختلف کنکور کارشناسی ارشد می‌باشد که برای دانشجویان جهت جمع‌بندی مباحث در ۲ ماهه آخر قبل از کنکور مفید است.

بدین‌وسیله از مجموعه اساتید، مولفان و همکاران محترم خانواده بزرگ ماهان که در تولید و به‌روزرسانی تألیفات ماهان نقش مؤثری داشته‌اند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نماییم.

دانشجویان عزیز و اساتید محترم می‌توانند هرگونه انتقاد و پیشنهاد درخصوص تألیفات ماهان را از طریق سایت ماهان به آدرس [mahan.ac.ir](http://mahan.ac.ir) با ما در میان بگذارند.

مؤسسه آموزش عالی آزاد ماهان

عنوان	صفحه
فصل اول: اکولوژی	۹
تقسیمات علم اکولوژی	۱۰
فصل دوم: اکوسیستم	۱۵
تاریخچه و تعریف	۱۵
خصوصیات مشترک اکوسیستم‌ها	۱۶
بیوسفر	۱۶
عناصر تشکیل دهنده اکوسیستم	۱۸
میدان اکولوژی	۱۹
عوامل محدود کننده	۲۱
عوامل اکولوژیکی	۲۲
فصل سوم: تولید و تجزیه در اکوسیستم‌ها	۳۳
تولید زیستی	۳۳
اندازه گیری تولید اولیه	۳۶
برآورد کارایی در اکوسیستم‌های مختلف	۳۸
هرم‌های اکوسیستم (+) (اکولوژیکی)	۴۱
تراکم زیستی یا مواد سمی و انتقال آنها در اکوسیستم‌ها	۴۲
فصل چهارم: جریان انرژی و چرخه مواد در اکوسیستم‌ها	۴۵
قوانین و جریان انرژی در اکوسیستم‌ها	۴۵
چرخه‌های زیست - زمین - شیمیایی	۴۶
روشهای اندازه گیری مواد در چرخه‌های زیست - زمین - شیمیایی	۴۷
منبع و چرخه مواد در اکوسیستم‌ها	۴۷
فصل پنجم: تغییر و رشد اکوسیستم‌ها	۵۳
توالی	۵۳
ترتیب توالی در اکوسیستم‌ها	۵۴
توالی اولیه و ثانویه	۵۴
تکوین اکوسیستم‌ها	۵۵
مفهوم پایداری در اکوسیستم‌ها	۵۶
آلودگی	۵۹
فصل ششم: اکوسیستم‌های کره زمین	۶۳
آب و هوا و اقلیم	۶۳
طبقه بندی اقلیم‌ها با استفاده از فرمولهای اقلیمی	۶۳
طبقه بندی اقلیم‌ها با استفاده از نمودارهای اقلیمی	۶۵
انواع اکوسیستم‌های کره زمین	۶۷

۷۱	..... اختلاف اکوسیستم های خشکی و آبی
۷۵	..... فصل هفتم: اکولوژی جمعیت
۷۵	..... جمعیت
۷۵	..... خصوصیات جمعیت
۸۲	..... الگوهای رشد جمعیت
۸۳	..... تنظیم جمعیت و عوامل محدود کننده رشد جمعیت
۸۳	..... عوامل موثر در پویایی جمعیت
۸۴	..... ساختمان جمعیت (توزیع افراد)
۸۵	..... روابط متقابل دو جمعیت (گونه)
۸۶	..... جامعه
۹۳	..... آشیان اکولوژیکی یا بوم شناسی
۹۷	..... فصل هشتم: نکات برگزیده
۱۱۳	..... فصل نهم: سوالات تألیفی
۱۴۳	..... فصل دهم: سوالات کنکور از سال ۸۴ تا ۱۴۰۰ به همراه پاسخ



# اکولوژی

عناوین اصلی

❖ تقسیمات علم اکولوژی





## فصل اول

### اکولوژی

اکولوژی<sup>۱</sup> یا بوم‌شناسی اولین بار توسط ارنست هکل<sup>۲</sup> در سال ۱۸۶۹ به کار برده شد و بنا به تعریف، علمی است که از چگونگی محیط (فیزیکی و بیولوژیکی)، تغییرات آن و اثر آن بر موجودات زنده و تأثیر آن‌ها بر یکدیگر بحث می‌کند. اکولوژی یا بوم‌شناسی (محیط‌شناسی) از ترکیب دو کلمه یونانی ایکوس (Oikos) به معنای محل زندگی (خانه) و لوگوس (Logos) به معنای شناخت تشکیل شده است. بنابراین در لغت، اکولوژی به معنای مطالعه و شناسایی محیط می‌باشد. محیط به معنای محدوده و فضایی است که نه تنها عوامل و شرایط لازم برای استقرار و ادامه حیات موجودات زنده را فراهم می‌کند، بلکه عوامل و شرایط مزبور و موجودات زنده را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب تغییر آن‌ها می‌گردد.

محیط یا محیط زیست موجود زنده، کلیه اجزای جاندار و بی‌جان اطراف وی را شامل می‌شود. هر چیزی که بر فعالیت‌های یک موجود زنده تأثیر گذارد، محیط آن موجود زنده را تشکیل می‌دهد. محیط در یک زیستگاه شامل اجزای زنده و غیرزنده است. موجود زنده نیز جزئی از محیط می‌باشد. تفاوتی بین زیستگاه و محیط وجود دارد. زیستگاه در برگیرنده مکان موجودات زنده (گیاهان و جانوران) است که محیط زنده یا حیاتی را تشکیل می‌دهد. اما محیط شرایط و منابع فعالیت‌های زندگی آن را تشکیل می‌دهد. در کره زمین دو زیستگاه عمده خاکی و آبی وجود دارد و موجودات زنده در یکی از آن دو و یا هر دو (در دوره‌ای از زندگی) سکونت دارند.

تعاریف دیگری برای علم اکولوژی ارائه شده است که به موارد ذیل می‌توان اشاره نمود:

- تحقیق در دگرگونی شرایط عینی محیط زیست فرد براساس ارزش و وضع روانی آن
- مطالعه مناسبات مشترک بین موجودات زنده و محیط زیست آن‌ها
- شناخت مکان یا محیط‌های زیست موجودات زنده
- مطالعه موجودات زنده در بستر زیست
- رابط علوم جانورشناسی و گیاهشناسی
- مطالعه جنبه‌های رفتاری و روابط متقابل موجودات زنده و غیرزنده در یک محیط

بوم‌شناسی از دو جنبه می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد؛ جنبه جزئی‌نگر یا بخش‌نگر<sup>۳</sup> که از اجزا مانند جمعیت شروع و به کل یعنی اکوسیستم ختم می‌شود و دیگری جامع‌نگر<sup>۴</sup> که از کل شروع و به جزء ختم می‌گردد.

---

۱. Ecology

۲. Earnest Heckel

۳. Reductionism

۴. Wholism

علم اکولوژی به فیزیولوژی بسیار نزدیک می‌باشد. فیزیولوژی اثر عوامل محیطی را بر فعالیت‌های موجودات زنده در شرایط آزمایشگاهی بررسی می‌کند، در حالیکه اکولوژی به مطالعه این صفات در شرایط محیط طبیعی می‌پردازد. در کنار علم اکولوژی می‌توان به اتولوژی<sup>۱</sup> یا رفتارشناسی اشاره نمود که به مطالعه واکنش موجودات زنده در مقابل محیط می‌پردازد. اکولوژی انسانی، علم چگونگی استقرار جغرافیایی انسان به ویژه چگونگی گروه‌بندی، تجمع و سکونت انسان می‌پردازد. اکولوژی اجتماعی نیز به تحقیق در روابط زمانی و مکانی انسان می‌پردازد تا آن حد که تحت تأثیر قدرت‌های انتخابی، توزیعی و انضباطی محیط طبیعی و متأثر از آن قرار می‌گیرد.

### تقسیمات علم اکولوژی

براساس نوع مطالعه، اکولوژی به اوت اکولوژی<sup>۲</sup> و سین اکولوژی<sup>۳</sup> تقسیم می‌گردد. دو دیدگاه متفاوت در تعریف این علوم وجود دارد:

از دیدگاه مکتب فرانسوی اوت اکولوژی به مطالعه موجود زنده به تنهایی و در رابطه با محیط می‌پردازد، مانند بررسی گیاهان مناطق مرتفع کوهستانی یا بیابان‌ها که به دلیل فاصله زیادی که از یکدیگر دارند، تأثیری بر هم ندارند. اما سین اکولوژی موجودات زنده را به همراه سایر موجودات زنده‌ای که ممکن است در یک گونه یا گونه‌های مختلف قرار داشته باشند و روابط متقابل آن‌ها را مورد مطالعه قرار می‌دهد.

از دیدگاه مکتب آمریکایی، اوت اکولوژی به مطالعه موجودات زنده متعلق به یک گونه به صورت منفرد یا گروهی و در ارتباط با محیط می‌پردازد، اما سین اکولوژی به مطالعه موجود یا موجودات زنده در جمع سایر موجودات زنده می‌پردازد. به عبارت دیگر مطالعه یک گیاه یا گونه گیاهی در یک منطقه مانند کوهپایه مربوط به شاخه اوت اکولوژی است. این بخش از دانش اکولوژی به مطالعه تاریخ زندگی اکولوژی یک گونه می‌پردازد و موفقیت یا ناکامی آن را در جامعه نشان می‌دهد. اما سین اکولوژی به مطالعه محیط و تغییراتی می‌پردازد که به واسطه تأثیر محیط بر گیاهان به وجود می‌آیند و باعث تغییر شکل ظاهری گیاهان می‌گردد. پر واضح است که تفاوت دو مکتب مذکور در تعریف اوت اکولوژی است. مکتب فرانسوی مطالعه یک فرد از یک گونه در جمع سایر افراد آن گونه را در محدوده سین اکولوژی می‌داند، در حالی که از دید مکتب آمریکایی اوت اکولوژی می‌باشد.

بوم‌شناسی جمعیت<sup>۴</sup> به مطالعه مشخصات کمی و کیفی، نوسانات و پویایی جمعیت‌های مورد بررسی می‌پردازد. بوم‌شناسی جامعه<sup>۵</sup> و بوم‌شناسی اکوسیستم<sup>۶</sup> در محدوده شاخه سین اکولوژی هستند.

سین اکولوژی را می‌توان به دو بخش تقسیم نمود:

- سین اکولوژی ایستا (توصیفی)<sup>۷</sup>: در این مبحث روابط جوامع موجود در یک محیط زیست و نیز روابط موجودات زنده با محیط زیست آن‌ها بررسی و توصیف می‌گردد. مثلاً برای بررسی یک محیط زیست با انجام آمار برداری از موجودات آن به خصوصیات آن پی می‌برند. در این بخش به خصوصیات زمان حال اهمیت داده می‌شود و به گذشته و آینده توجهی نمی‌شود.

- سین اکولوژی پویا (دینامیکی)<sup>۸</sup> یا عملی: در وهله اول به بررسی تکامل جوامع و عوامل مؤثر در توالی و در وهله دوم به بررسی انتقال ماده و انرژی، زنجیره غذایی، هرم‌های اکولوژیک، باروری، تولید و راندمان اکوسیستم‌ها می‌پردازد. با توجه به اینکه در این مرحله کمیت از اهمیت قابل توجهی برخوردار است به این بخش، اکولوژی کمی نیز گفته می‌شود.

۱. Ethology

۲. Autecology

۳. Synecology

۴. Poulation Ecology

۵. Community Ecology

۶. Ecosystem Ecology

۷. Statics

۸. Dynamics

		اکولوژی گیاهی اکولوژی حیوانی اکولوژی انسانی	قدیمی	تقسیم بندی مطالعات اکولوژیکی
اتواکولوژی (گونه‌های جداگانه) اکولوژی جمعیت سین اکولوژی	اکولوژی گیاهی	۱- بر اساس موجود زنده	جدید	
اکولوژی حیوانی				
اکولوژی جنگل‌ها اکولوژی مرغزارها اکولوژی صحرا اکولوژی اراضی	اکولوژی خشکی زیستی	۲- براساس زیستگاه موجود زنده (اکوسیستم)		
Limeno ecology اکولوژی آب‌های شیرین (آبهای جاری، آبهای راکد و بخار) اکولوژی دریاها و اقیانوس‌ها اکولوژی استخرها اکولوژی رودخانه	اکولوژی آبی			
		اکولوژی زراعی اکولوژی علف‌های هرز اکولوژی مراتع اکولوژی فضای سبز اکولوژی میکروبی تجزیه کننده	۳- مطالعه براساس جنبه‌های کاربردی	



# اکوسیستم

## عناوین اصلی

- ❖ تاریخچه و تعریف
- ❖ خصوصیات مشترک اکوسیستم‌ها
- ❖ بیوسفر
- ❖ عناصر تشکیل دهنده اکوسیستم
- ❖ میدان اکولوژی
- ❖ عوامل محدودکننده
- ❖ عوامل اکولوژیکی



## فصل دوم

### اکوسیستم

#### تاریخچه و تعریف

واژه اکوسیستم<sup>۱</sup> در سال ۱۹۳۵ توسط یک بوم‌شناس انگلیسی به نام تانسلی<sup>۲</sup> مطرح شد و خلاصه شده عبارت "سیستم اکولوژیک"<sup>۳</sup> می‌باشد. اکوسیستم به معنای موجودات زنده و محیط زندگی آنها می‌باشد. موجودات زنده در محیط‌های مختلف آبی و خشکی شامل اقیانوس، دریا، جنگل، بیابان، مناطق سرد و گرم پراکنده‌اند.

کلیه اکوسیستم‌های کره زمین، بزرگ‌ترین واحد زندگی یا اکوسیستم سیاره‌ای را به وجود می‌آورند که اکوسفر<sup>۴</sup> یا بیوسفر<sup>۵</sup> (بوم سپهر یا زیست سپهر) نامیده می‌شود. بنابراین کره زمین بزرگ‌ترین اکوسیستم می‌باشد. اکوسیستم بخشی از طبیعت است که در آن ماده در یک چرخه بسته بین محیط گیرنده و موجودات زنده در حال چرخش می‌باشد و به واسطه آن امکان تثبیت و ذخیره انرژی نورانی خورشید را ممکن می‌سازد. به‌عنوان مثال، در یک اکوسیستم جنگل یا آب شیرین موجودات گیاه‌خوار از گیاهان تغذیه می‌کنند و انرژی نورانی تثبیت شده در گیاهان را آزاد می‌کنند و به این طریق فعالیت‌های حیاتی خود را انجام می‌دهند.

در تعریف دیگر، اکوسیستم جامعه‌ای از موجودات زنده می‌باشد که با یکدیگر و محیط فیزیکی خود شامل انرژی خورشید، هوا، آب، خاک، گرما، باد و مواد شیمیایی اثر متقابل دارند. اکوسیستم ناحیه‌ای است با مرز مشخص که در داخل آن انرژی و ماده وارد و خارج شده و قابل اندازه‌گیری و ارتباط دهی به یک یا چند عامل زیست محیطی است، اما مرز بندی اکوسیستم اختیاری است. اکوسیستم یک سیستم بی‌نهایت کارا و خستگی ناپذیر است و به این واسطه ادامه زندگی در کره زمین ممکن و مقدور است. اکوسیستم، سیستمی باز و پایدار است و پیدایش آن براساس فرآیندی منظم، جهت‌دار و قابل پیش‌بینی است و این فرآیند توسط موجودات زنده کنترل می‌شود. اکوسیستم‌ها اجزای مؤثر جوامع زنده یا بیوسنوز<sup>۶</sup> می‌باشند و محیط زندگی این موجودات در محیط غیرزنده یا بیوتوپ<sup>۷</sup> است. لازم به ذکر است، اصطلاحاتی مانند ژئوبیوسنوز در زبان روسی یا بیوژئوسنوز<sup>۸</sup> در زبان آلمانی و میکروکوسم<sup>۹</sup> معادل اکوسیستم در نظر گرفته می‌شوند.

---

۱. Ecosystem

۲. Tansely

۳. Ecological System

۴. Ecosphere

۵. Biosphere

۶. Biocenose

۷. Biotop

۸. Biogeocenosis

۹. Microcosm

## خصوصیات مشترک اکوسیستم‌ها

هر چند اکوسیستم‌ها دارای ویژگی خاص خود هستند، اما دارای خصوصیات عمومی به شرح ذیل می‌باشند:

- هر اکوسیستم از بخش‌هایی تشکیل شده است که بین آن‌ها ارتباط نزدیک وجود دارد و هریک دارای وظیفه مخصوص به خود می‌باشند.
- در اکوسیستم یک خود تنظیمی وجود دارد که سبب پایداری و بقای آن می‌گردد. بنابراین تغییر شدید در یک یا چند قسمت، سبب تخریب آن خواهد گردید.
- هر اکوسیستم ظرفیت پذیرش و قدرت تولید محدودی را دارد.
- مواد شیمیایی در اکوسیستم‌ها، از حالت معدنی تا آلی در یک مدار بسته در گردش می‌باشند.
- بین ورود و خروج ماده و انرژی در یک اکوسیستم توازن وجود دارد و بر هم خوردن توازن موجب تخریب اکوسیستم می‌گردد.
- بقای اکوسیستم به ورود انرژی به آن بستگی دارد و کلیه اکوسیستم‌ها به صورت مستقیم یا غیرمستقیم انرژی خود را از خورشید می‌گیرند.
- دو اکوسیستم مجاور توسط مرزهای بوم شناختی مشخص از یکدیگر جدا می‌شوند.
- هدف اولیه اکوسیستم‌ها حفظ و ادامه زندگی است و هدف ثانویه آن‌ها پایدار نگه داشتن شرایط محل زندگی است.

## بیوسفر<sup>۱</sup>

کره زمین را می‌توان به سه قسمت مرتبط به هم تقسیم نمود:

۱- اتمسفر<sup>۲</sup> (هوا)

۲- هیدروسفر<sup>۳</sup> (آب)

۳- لیتوسفر<sup>۴</sup> (خاک و سنگ)

بیوسفر (اکوسفر)<sup>۵</sup> یا کره حیات در میان این سه کره قرار دارد. بیوسفر محدوده‌ای از کره زمین است که واجد حیات بوده و یا اینکه به طور طبیعی استعداد زندگی را داراست. بیوسفر فضایی محدود بسته است و فقط به دلیل دریافت انرژی می‌توان آن را بسته فرض نکرد.

## اتم‌سفر

کره هوا با ضخامت حدود ۱۰ کیلومتر می‌باشد که در آن تعداد معدودی از عناصر متشکله بیوسفر به صورت اتمی، مولکولی و گازی شکل یافت می‌شود و از دو بخش فیزیکی و حیاتی تشکیل شده است.

بخش فیزیکی از حدود ۶ عنصر شیمیایی تشکیل شده است: نیتروژن ۷۸٪، اکسیژن ۲۱٪، گاز کربنیک ۰۳٪، گازهای بی‌اثر نظیر نئون، هلیوم، کریپتون و گزنون با غلظت‌های کمتر از ۰۰۱٪، بخار آب ۴٪ و گازهای آلوده کننده اتمسفری که غلظت آن‌ها متغیر می‌باشد. بخش حیاتی از موجودات زنده‌ای تشکیل می‌شود که تمام یا قسمتی از زندگی خود را در جو می‌گذرانند. اگرچه این بخش مانند هیدروسفر یا لیتوسفر، محل مناسبی برای زندگی دایم موجودات زنده نیست، اما بعضی از انواع باکتری‌ها و قارچ‌های میکروسکوپی قادرند دوره زندگی خود را در جو سپری کنند. بسیاری از پرندگان و حشرات نیز قسمت زیادی از عمر خود را در کره هوا می‌گذرانند. بخش فیزیکی تأمین کننده اکسیژن و انرژی مورد نیاز بخش حیاتی است و این بخش مناسب‌ترین مسیر جابه‌جایی و ارتباط مکانی موجودات زنده است. اگرچه اثر بخش حیاتی بر فیزیکی واضح و مشخص نیست، اما ترکیب بخش فیزیکی، ناشی از فعالیت بخش حیاتی و سایر بخش‌ها (هیدروسفر و لیتوسفر) می‌باشد.

۱. Biosphere

۲. Atmosphere

۳. Hydrosphere

۴. Lithosphere

۵. Ecosphere





### کره آب (هیدروسفر)<sup>۱</sup>

کره آب به محدوده‌ای از بیوسفر گفته می‌شود که عناصر به صورت یون، مولکول و ترکیبات ساده جامد و گازی در آن معلق یا محلول می‌باشند. عمق متوسط هیدروسفر ۴۰۰۰ متر و عمیق‌ترین قسمت آن ۱۱ هزار متر می‌باشد. در هیدروسفر نیز دو بخش فیزیکی و حیاتی قابل تشخیص می‌باشد. بخش فیزیکی هیدروسفر از دو عنصر هیدروژن و اکسیژن H<sub>2</sub>O تشکیل شده است. ناخالصی‌های هیدروسفر شامل عناصر و ترکیباتی است که بقا و حیات هیدروسفر را تضمین می‌کند. اکسیژن محلول، CO<sub>2</sub> و ترکیبات معدنی در غلظت مجاز برای زندگی موجوداتی که در هیدروسفر زندگی می‌کنند، ضروری می‌باشد. غلظت ترکیبات در نواحی ساحلی و در بخش‌های گرمتر و در بخش‌هایی که با اقیانوس آزاد ارتباط کمتری دارند، بیشتر است. pH هیدروسفر حدود ۸ و غلظت املاح آن حدود ۰.۳۵٪ می‌باشد. این بخش منبع ذخیره گاز کربنیک و اکسیژن می‌باشد و در تنظیم و تعدیل دمای سایر بخش‌های بیوسفر مؤثر می‌باشد. بخش حیاتی هیدروسفر از دو گروه مشخص موجودات زنده شامل گیاهان (تولید کنندگان) و جانوران (مصرف کنندگان) تشکیل شده است.

گیاهان هیدروسفر، بیشتر تک سلولی می‌باشند. جانوران نیز با ابعاد بسیار کوچک مانند زئو پلانکتون تا نهنگ با ابعاد بزرگ موجود می‌باشند. این موجودات نسبت به تغییر شرایط فیزیکی محیط حساسیت زیادتری دارند و دارای میدان اکولوژیک محدودتری هستند. موجودات کره آب توانایی تحمل غلظت‌های بالای نمک را دارند. اگرچه حدود ۷۰ عنصر در بخش فیزیکی هیدروسفر وجود دارد، اما حدود ۱۶ عنصر در بخش حیاتی به طور عمده وجود دارد.

### کره خاک (لیتوسفر یا پدوسفر)

لیتوسفر بخشی از کره زمین است که خارج از هیدروسفر قرار دارد و کلیه عناصر کره زمین در آن یافت می‌شود. عمق لیتوسفر را ۴۰۰۰ متر تخمین می‌زنند، زیرا گفته می‌شود که باکتری‌های غیر هوازی در طبقات نفتی وجود دارند. از نظر کاربردی، متوسط ضخامت لیتوسفر را معادل عمق نفوذ ریشه درختان در نظر می‌گیرند. عمیق‌ترین ریشه با ۱۲۰ متر نفوذ در زمین به درخت انجیر وحشی تعلق دارد. عمق متوسط نفوذ ریشه سایر درختان به بیش از چند متر نمی‌رسد. در بخش فیزیکی لیتوسفر عناصر از آزادی و تحرک کمی برخوردارند. این بخش تأمین کننده اصلی نیازهای بخش حیاتی می‌باشد. ۹۰٪ اشعه رسیده به زمین توسط این بخش جذب می‌شود اما به دلیل پایین بودن ظرفیت گرمای ویژه لیتوسفر به همان سرعت که گرم می‌شود، سرد می‌شود.

براساس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، لیتوسفر از سه بخش تشکیل شده است:

- ۱- سنگ‌ها
- ۲- رسوبات
- ۳- خاک

**سنگ‌ها** منشأ اصلی خاک و رسوبات ثانویه می‌باشند و به سه شکل آذرین، رسوبی و دگرگونی وجود دارند. مقاومت متفاوت سنگ‌ها در مقابل فرسایش سبب پدید آمدن زیستگاه‌های متفاوتی در سطح زمین می‌گردد. این بخش به عنوان منبع ذخیره کننده آب مطرح است. آبی که در زمین نفوذ می‌کند، در درز و شکاف سنگ‌ها ذخیره شده و قابل بازیابی است.

**رسوبات** ثانویه حاصل فرسایش خاک، سنگ و انباشت آن‌ها در نقاط پست لیتوسفر می‌باشد. ذخیره آب در این بخش بیشتر بوده و از حاصلخیزی بیشتری نیز برخوردار است.

**خاک** سطحی‌ترین قشر لیتوسفر است و از تجزیه سنگ‌ها و رسوبات ثانویه تحت تأثیر عوامل اقلیمی و حیاتی تشکیل می‌شود. خاک یک مجموعه فعال است که تحت تأثیر آب و هوا، گیاهان، پستی و بلندی، سنگ مادر، زمان و استفاده انسان در حال تغییر است. خاک رابط بین لیتوسفر و تمام گیاهانی است که در سطح آن زندگی می‌کنند خاک مخلوط پیچیده‌ای از مواد معدنی، آلی، موجودات زنده، هوا و آب است. ماده به طور دایم از خاک به گیاه و برعکس در حال چرخش است. خاک از چندین لایه یا افق<sup>۲</sup>

۱. Hydrosphere

۲. Horizon

تشکیل شده است:

- افق A یا لایه بالایی که از خاک برگ تازه گیاهان، برگ و شاخه، زیر لایه هوموس شامل مواد آلی در حال پوسیدگی و مواد معدنی و زیر لایه مواد معدنی غیر محلول تشکیل شده است. به این لایه، افق زهکشی نیز گفته می‌شود. مقدار و نوع مواد آلی و غیرآلی در افق A، حاصلخیزی خاک را معین می‌کند. با قطع درختان و گیاهان یک منطقه این لایه با ارزش فرسایش یافته و از بین می‌رود.

- افق یا لایه B که زیر افق A قرار دارد، حاوی ذرات نرم معدنی مانند رس است که از افق A شسته شده و مقداری از مواد معدنی موجود در سنگ مادری است. به این افق، منطقه رسوبی نیز گفته می‌شود. به دلیل کمبود مواد آلی و غذایی حاصلخیزی این منطقه بسیار کمتر از افق A می‌باشد.

- افق C شامل قطعات سنگ شکسته شده از سنگ مادری توسط عوامل فرسایش نظیر یخبندان و یا سایر شرایط آب و هوایی می‌باشد و از نظر حاصلخیزی ضعیف می‌باشد.

### عناصر تشکیل دهنده اکوسیستم

اکوسیستم از دو بخش مجزا شامل محیط غیر زنده و موجودات زنده تشکیل شده است. محیط غیرزنده شامل منبع انرژی خارجی (مانند خورشید)، عوامل فیزیکی مختلف (بسته به نوع اکوسیستم) و مواد شیمیایی می‌باشد.

### انرژی

منبع انرژی حیات در کره زمین خورشید است. انرژی خورشیدی با کمک در به وجود آوردن آب و هوا، بازسازی مواد شیمیایی و تأمین زندگی گیاه، اکوسیستم را به گردش در می‌آورد. خورشید منبع عظیم انرژی است. درجه حرارت در سطح خورشید به بیش از ۱۰۰ میلیون درجه سانتی‌گراد می‌رسد. انرژی خورشیدی به صورت انرژی نورانی بعد از عبور از مسیر طولانی در فضا با سرعت  $3 \times 10^8$  کیلومتر در ثانیه به زمین می‌رسد. نور مرئی فقط قسمت کوچکی از طیف انرژی خورشیدی که به آن طیف الکترومغناطیس گفته می‌شود را شامل می‌گردد. در این طیف طول موج‌های کوتاه با انرژی زیاد گاما تا اشعه مرئی با انرژی کمتر و امواج رادیویی با طول موج بلند حضور دارند. اشعه‌های طول موج کوتاه این طیف مانند گاما، ایکس و ماورای بنفش که دارای انرژی زیاد می‌باشند اثر زیان‌آوری بر موجودات زنده دارند.

۳۰ درصد انرژی خورشیدی توسط ابرها، ترکیبات شیمیایی موجود در هوا، گرد و غبار و سطح زمین منعکس شده و به فضا باز می‌گردد. ۷۰٪ باقیمانده به اتمسفر زمین وارد می‌گردد و توسط لیتوسفر و هیدروسفر جذب می‌گردد، به طوریکه ۴۷٪ صرف گرم کردن زمین و اتمسفر می‌شود و ۲۳٪ انرژی لازم را برای گردش آب در بیوسفر تأمین می‌نماید. اندکی از این انرژی (۰/۲٪) صرف ایجاد باد و ۰/۰۲۳٪ نیز صرف انجام فتوسنتز در گیاهان می‌گردد که منجر به ساخته شدن ترکیباتی نظیر هیدروکربن‌ها، پروتئین‌ها و غیره می‌گردد.

### عوامل فیزیکی

عوامل فیزیکی شامل درجه حرارت، نور، باد، رطوبت و بارندگی می‌باشد که در اثر رابطه متقابل بین انرژی خورشیدی و ترکیبات شیمیایی موجود در اکوسیستم به وجود می‌آید.

### ترکیبات شیمیایی

این ترکیبات شامل مواد معدنی مانند آب، اکسیژن، کربن، نیتروژن و دی‌اکسید کربن و مواد آلی مانند پروتئین‌ها، هیدرات‌های کربن، چربی‌ها و ویتامین‌ها می‌باشند.

بنابراین خصوصیت محیط غیرزنده در اکوسیستم‌های مختلف متفاوت است و بسته به نوع اکوسیستم آبی، خاکی، جنگل و غیره بعضی از ترکیبات نمود بیشتری در اکوسیستم خواهد داشت.

### تقسیم‌بندی موجودات زنده

موجودات زنده از نظر نقشی که در تولید و مصرف اکوسیستم دارند به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند:

۱- موجودات غذا ساز<sup>۱</sup> یا تولید کننده<sup>۲</sup>: این گروه شامل موجودات فتوسنتز کننده یا شیمیوسنتز کننده می‌باشند که به ترتیب با استفاده از انرژی نورانی خورشید یا انرژی درون ترکیبات معدنی هیدرات کربن تولید می‌کنند.

۲- موجودات غذا گیر<sup>۳</sup> یا مصرف کننده<sup>۴</sup>: این گروه قادر به ساخت غذای خود نبوده و از ترکیبات آلی موجود در سایر موجودات زنده استفاده می‌کنند. مصرف کنندگان به دو گروه بزرگ تقسیم می‌شوند.

الف) مصرف کننده‌های بزرگ<sup>۵</sup> یا زنده خواران<sup>۶</sup> که براساس تغذیه آن‌ها از گیاهان، جانوران یا هردو، به گیاه‌خوار، گوشت‌خوار یا دوگانه‌خوار تقسیم می‌شوند.

ب) مصرف کنندگان کوچک<sup>۷</sup> یا میکروارگانیسم‌ها<sup>۸</sup> (مرده خواران)<sup>۹</sup> که از بقایای دفع شده مصرف کنندگان بزرگ یا از جسد آن‌ها تغذیه می‌کنند و ضمن تأمین انرژی مورد نیاز خود، مواد را درون چرخه مواد به حرکت درمی‌آورند. مراحل اولیه تجزیه توسط جاندارانی نظیر هزارپا، کرم خاکی و سایر بی‌مهرگان انجام می‌گیرد و قسمت آخر تجزیه توسط باکتری‌ها و مخمرها انجام می‌شود بنابراین از نظر نقش و وظیفه، موجودات زنده در سه گروه تولیدکنندگان، مصرف کنندگان و تجزیه کنندگان قرار می‌گیرند.

اکوسیستم‌ها از نظر بخش زنده نیز تفاوت‌های قابل توجهی دارند. به طوری که مهم‌ترین تفاوت بین اکوسیستم‌های آبی و خاکی از نظر گیاهان سبز می‌باشد. اتوتروفهای خشکی به صورت منفرد بوده و از بیوماس تولیدی در واحد سطح کمتر و از نظر جثه بزرگتر از آبزیان تولید کننده هستند (فیتوپلانکتون‌ها). موجودات اتوتروف خاکزی قسمت زیادی از انرژی تولیدی خود را صرف ساخت بافت‌های نگهدارنده می‌کنند. بیوماس موجود در اکوسیستم‌های خشکی کمتر از اکوسیستم‌های آبی است (۱۰ برابر) و به همین ترتیب زمان تبدیل مواد در اکوسیستم‌های خشکی نیز بیشتر از اکوسیستم‌های آبی است.

## میدان اکولوژی

هر موجود زنده در محدوده مشخصی از شرایط محیطی زندگی می‌کند. منظور از میدان اکولوژی یک موجود زنده، مجموعه‌ای از شرایط محیط است که موجود زنده در طبیعت تحت تأثیر آن‌ها قرار دارد و زندگی می‌کند. برای تعیین میدان اکولوژی باید مشخص گردد که فعالیت‌های حیاتی یک موجود زنده در چه محدوده‌ای از شرایط محیطی مانند دما، عناصر غذایی و غیره تغییر می‌کند. هر پدیده حیاتی در حد فاصل دو مرز به نام حداقل<sup>۱۰</sup> و حداکثر<sup>۱۱</sup> یا حد پایینی و حد بالایی از یک عامل محیطی می‌تواند فعال باقی بماند. در پایین‌تر از حد پایینی و بالاتر از حد بالایی فعالیت مذکور متوقف می‌گردد. حدفاصل بین مرز بالایی و پایینی، در محلی که پدیده حیاتی بیشترین فعالیت را از خود نشان می‌دهد، حد مطلوب<sup>۱۲</sup> نامیده می‌شود که بهترین و پراثرترین محدوده میدان بردباری است.

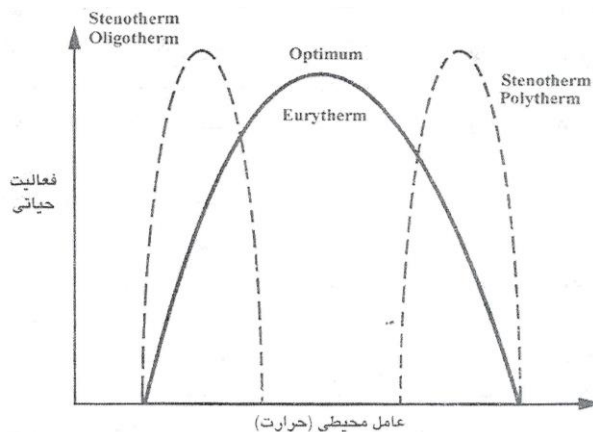
اپتیمی که فعالیت هریک از اعمال حیاتی در آن به بیشترین مقدار خود می‌رسد، اپتیمم مطلق نامیده می‌شود. به عنوان مثال اپتیمم مطلق تنفس و فتوسنتز متفاوت می‌باشد. برای آنکه هریک از اعمال حیاتی انجام سایر اعمال را محدود نسازد و باعث وقفه و رکود عمل دیگری نگردد، باید آن اعمال با یکدیگر هماهنگی داشته باشند که اپتیمم به وجود آمده، اپتیمم هارمونیک نامیده می‌شود. اعمال حیاتی گیاه نیز در اثر عوامل مختلف محیطی دارای حالات هارمونیک متعددی می‌باشد و در اثر تماس آن‌ها با

1. Autotroph
۲. Producer
۳. Heterotroph
۴. Consumer
۵. Macroconsumers
۶. Saprophages
۷. Microconsumers
۸. Microorganisms
۹. Decomposers
۱۰. Minimum
۱۱. Maximum
۱۲. Optimum

یکدیگر، اپتیمی به نام اپتیمم اکولوژیک به وجود می‌آید که اپتیمم واقعی گیاه محسوب می‌شود. بردباری هرگونه در مراحل مختلف زندگی ثابت نیست. درجه بردباری یک موجود زنده نسبت به یک عامل را والانس<sup>۱</sup> گویند و به وسیله پیشوندهای "Steno" و "Eury" به ترتیب به معنای باریک و پهن مشخص می‌گردد. اگر میدان اکولوژیکی از نظر یک عامل وسیع باشد پیشوند Eury و اگر محدود و تنگ باشد، پیشوند Steno را قبل از نام عامل اکولوژیک ذکر می‌کنند.

Stenotherm	Eurytherm	حرارت
Stenohydric	Euryhydric	آب
Stenohaline	Euryhaline	املاح (شوری)
Stenophagic	Euryphagic	غذا
Stenoecious	Euryecious	محل زندگی
Stenotope	Eurytope	امکان انتشار

اگر موجودی به کمبود یک عامل یا عنصر بردبار باشد، با پیشوند "Oligo" به معنای معدود نمایش داده می‌شود و Oligovalence می‌باشد و اگر به زیادی آن بردباری نشان دهد، با پیشوند Poly به معنای متعدد مشخص می‌شود. انتشار موجودات زنده در نقاط مختلف کره زمین به میدان بردباری آن‌ها بستگی دارد. بر این اساس هر موجود زنده دارای میدان اکولوژیک ویژه‌ای<sup>۲</sup> می‌باشد که حاصل تطابق اپتیمم هارمونیک و خواص فیزیولوژیک جاندار می‌باشد. هرچه میدان اکولوژیک وسیع‌تر باشد، گستره انتشار آن موجود بیشتر می‌باشد و در تمام آن مناطق به حالت اپتیمم دیده می‌شود. چنین موجوداتی متعلق به اقلیم خاصی نیستند، مانند علف‌های هرز و گیاهان مرجانی. در صورتی که انتشار نبات به محیط خاصی محدود گردد گیاهان را اندمیک<sup>۳</sup> گویند، مانند گیاهانی که در قله کوه یا جزایر رشد می‌کنند. بعضی از گیاهان اندمیک مانند درخت عظیم سکویا Sequoia، فسیل زنده‌ای محسوب می‌شوند که از زمان‌های قدیم بر جای مانده‌اند و اتوکتون<sup>۴</sup> نامیده می‌شوند. گیاهانی که مهاجرت می‌کنند و در جایی دیگر زندگی می‌کنند الوکتون<sup>۵</sup> نامیده می‌شوند.



وضعیت قرار گرفتن موجودات زنده در میدان بردباری تحت تأثیر یک عامل محیطی (حرارت)

کلیه گیاهانی که به یک گونه تعلق دارند، آزادانه تلقیح و بارور می‌شوند و دارای نیازهای اکولوژیک یکسانی می‌باشند اکوتیپ<sup>۶</sup>

۱. Valence
۲. Amplitude
۳. Andemic
۴. Autochton
۵. Allochton
۶. Ecotype

نامیده می‌شوند، مانند گیاهانی که در یک مرتع رشد می‌کنند و اکوتیپ آن‌ها در یک مزرعه رشد می‌کنند. در تعریف دیگر، اکوتیپ به فرم‌هایی از یک گونه گفته می‌شود که از نظر مورفولوژی کم و بیش با یکدیگر اختلاف داشته و در محیط زیست پراکنده شده‌اند (اکوتیپ تقریباً معادل رقم یا واریته است که در گیاهان زراعی به کار برده می‌شود). اکوتیپ‌ها در حقیقت حاصل تغییرات آب و هوایی هستند. اکوتیپ‌های اقلیمی در یک عرض جغرافیایی ولی در ارتفاعات متفاوت قرار دارند و به اصطلاح اکوتیپ‌های میکروکلیمایی یا اقلیمچه‌ای نامیده می‌شوند. اکوتیپ‌های اقلیمی که در عرض‌های جغرافیایی متفاوت یافت می‌شوند اکوتیپ فتوپریود<sup>۱</sup> تا ترموپریود<sup>۲</sup> نامیده می‌شوند، مثلاً گیاهی از یک گونه که در مناطق قطبی و دیگری در کوهستان می‌روید، اکوتیپ‌هایی هستند که در اثر تفاوت دما و یا نور به وجود آمده‌اند. دسته دیگری از اکوتیپ‌ها ناشی از تغییرات خاک می‌باشد و به آن‌ها اکوتیپ‌های خاکی یا اداپتیکی<sup>۳</sup> گویند. بنابراین اکوتیپ را می‌توان به عنوان نژاد اکولوژیک در نظر گرفت. در برابر واژه نژاد اکولوژیک می‌توان به نژاد فیزیولوژیک اشاره نمود. فرم‌هایی از یک گونه در زیستگاه‌های متفاوت یافت شده و از نظر شکل ظاهری یا مورفولوژیک با یکدیگر اختلاف نداشته باشند ولی واکنش متفاوتی نشان دهند، به اصطلاح نژادهای فیزیولوژیک نامیده می‌شوند.

### عوامل محدودکننده

#### الف- قانون مینیمم یا قانون لیبیگ<sup>۴</sup>

در شرایط ثابت آن دسته از مواد که از نظر مقدار قابل استفاده به حداقل بحرانی کاهش یابند عامل محدود کننده نامیده می‌شوند. براساس قانون لیبیگ عنصر غذایی که کمترین مقدار را در محیط زندگی یک موجود زنده داراست، میزان رشد و نمو آن را تعیین می‌کند. به عبارت دیگر، اگر تمام عناصر به اندازه کافی در محیط وجود داشته باشند و فقط یک عنصر مانند فسفر (پرمصرف) یا روی (کم مصرف) در محیط کم باشد، میزان رشد، تابع این عنصر است. این قانون که بعدها توسط مایر<sup>۵</sup> اصلاح گردید، به قانون مینیمم یا لیبیگ مشهور است.

وقتی محیط از نظر عناصر غذایی کمبودی نداشته باشد، رشد و تولید گیاهان به وسیله عوامل اکولوژیک محیط نظیر نور، دما، آب و غیره کنترل می‌گردد. اما هنگامی که محیط با کمبود یک ماده غذایی یا عنصر شیمیایی روبرو گردد یکی از عناصر شیمیایی ممکن است جایگزین عنصر دیگر گردد و نیاز گیاه به شرایط مختلف محیط متفاوت می‌باشد، مثلاً نرم تنان قادرند به جای کلسیم از عنصر استرنسیوم در صدف خود استفاده نمایند. وجود شب‌نم یا مه در رفع مقداری از نیازهای آبی گیاهان می‌تواند جایگزین باران گردد. نیاز گیاهان به عناصر غذایی تحت تأثیر محیط قرار دارد. مثلاً در صورتی که گیاهان در سایه کاشته شوند، نیاز آن‌ها به روی کمتر از گیاهان کاشته شده در آفتاب می‌باشد.

#### ب- قانون عوامل محدود کننده

تایلور<sup>۶</sup> (۱۹۳۴) و بلک من<sup>۷</sup> (۱۹۴۵) با توسعه قانون مینیمم، قانون عوامل محدود کننده را بنیان نهادند. براین اساس عوامل اکولوژیکی محیطی اثری مشابه عناصر غذایی دارند. زمانی که عامل محیطی در حالت کمبود یا محدودیت قرار گیرد، رشد موجود زنده تحت تأثیر آن عامل خواهد بود. مثلاً در نواحی قطبی حرارت و در مناطق بیابانی آب عامل محدودکننده است.

#### ج- قانون تحمل یا قانون بردباری شلفورد<sup>۸</sup>

قانون مینیمم اثر عناصر غذایی را در حد پایین میدان بردباری بررسی می‌کند. در صورتی که عوامل محیطی در حد بالایی قرار

۱. Photoperiod
۲. Termoperiod
۳. Edaphic
۴. Liebig
۵. Mayer
۶. Taylor
۷. Blackman
۸. Shelford

داشته باشد، بر رشد و زندگی موجود زنده تأثیر منفی می‌گذارد. شلفورد (۱۹۱۳) دریافت که وفور یا شدت عوامل اکولوژیک، مرزها و امکانات رشد و زندگی موجودات را محدود و تعیین می‌کند. مثلاً تعرق تحت تأثیر دمای هوا قرار دارد و با افزایش دمای محیط، افزایش می‌یابد. اما زمانی که دما از حد معینی بالاتر رود تعرق مختل گردیده و با بسته شدن روزنه‌ها کاهش می‌یابد. موارد زیر در رابطه با قانون تحمل قابل توجه می‌باشد:

- موجودات زنده ممکن است دامنه بردباری وسیعی نسبت به یک عامل و محدود نسبت به عامل دیگر داشته باشند.  
- بعضی از موجودات زنده در برابر بیشتر عوامل محیطی تحمل وسیع دارند، اینگونه موجودات دارای انتشار وسیعی در کره زمین هستند.

- کلیه عوامل محیطی مانند نور، حرارت، ارتفاع از سطح دریا، عرض جغرافیایی، آب، خاک، pH و عوامل حیاتی از عوامل محدود کننده انتشار محسوب می‌شود. انتشار جغرافیایی گیاهان ابتدا به وسیله آب و هوا و سپس به وسیله عوامل خاک تعیین می‌شود. در صورتی که بردباری گونه‌ها مشابه باشد، انتشار توسط تنازع بقا مشخص می‌گردد.

- زمانی که بعضی از عوامل اکولوژیکی برای موجودات زنده نامناسب می‌شود، دامنه تحمل آن در مقابل عوامل محیطی دیگر محدودتر و تنگ‌تر می‌شود.

- موجودات زنده برای بقا و زندگی در یک منطقه، بخش‌هایی را که از نظر عوامل غالب مناسب‌ترند، برای زندگی انتخاب می‌کنند. مثلاً گیاهان سایه دوست تمایل به رشد در زیر سایه گیاهان بزرگتر از خود دارند.

- موجودات زنده در تمام مراحل زندگی خود به طور یکسان به عوامل اکولوژیک حساسیت یا تحمل نشان نمی‌دهند، به طوری که در مراحل زایشی و ابتدایی زندگی تحمل کمتری دارند.

- ضعف یا شدت بیش از حد عوامل اکولوژیکی، دامنه انتشار و امکان زندگی جانداران را معین و محدود می‌سازد.

تراکم موجودات زنده و منطقه انتشار آن‌ها به وسیله عوامل محدود کننده تعیین می‌گردد. موجودات زنده در مرکز ناحیه انتشار خود دارای بیشترین تراکم می‌باشند. زاخارف<sup>۱</sup> (۱۹۳۱) و بویکو<sup>۲</sup> (۱۹۴۵) قانون ژئواکولوژیک انتشار را بدین صورت عنوان کردند. عوامل جغرافیایی مانند عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، جهت دامنه‌ها، درجه و شیب آن‌ها باعث محدودیت انتشار گیاهان می‌شوند که انتشار آن‌ها به وسیله میدان اکولوژیک آن‌ها مشخص می‌شود و دو عامل زمان و توارث در انتشار آن‌ها مؤثر می‌باشد.

محدودیت بیشتر گونه‌ها در عرض‌های جغرافیایی زیاد مانند نواحی قطبی تابع عامل حرارت می‌باشد، در حالیکه در نواحی استوایی آب تحت الارض عامل محدودیت انتشار می‌باشد. محدودیت انتشار گیاهان در نواحی مرتفع کوهستانی تابع حرارت می‌باشد و در قسمت دره‌ها تحت تأثیر آب قابل دسترس است. شدت تابش نور در جهت‌های مختلف دامنه و در شیب‌های مختلف آن یکسان نیست و به همین دلیل تغییرات میکرو اقلیمی در آن دامنه را منجر می‌گردد. مثلاً دامنه‌های جنوبی همواره گرم‌تر از دامنه‌های شمالی می‌باشد.

تراکم موجودات زنده در قسمت مرکزی حوزه انتشار به وسیله عواملی کنترل می‌شود که از تمرکز جمعیت ناشی می‌شود، بنابراین عوامل مؤثر بر تراکم همیشه مشابه با عوامل مؤثر بر انتشار موجودات زنده نیستند.

## عوامل اکولوژیکی

عواملی که در تغییرات محیط مؤثرند به دو دسته عوامل فیزیکی و زنده تقسیم می‌شوند. عوامل فیزیکی به سه بخش شامل عوامل جغرافیایی<sup>۳</sup>، آب و هوایی<sup>۴</sup> و خاکی<sup>۵</sup> تقسیم می‌گردند.

### الف - عوامل جغرافیایی

این عوامل به طور غیر مستقیم عوامل فیزیکی و زنده را تحت تأثیر قرار می‌دهند. عوامل جغرافیایی در انتشار موجودات زنده

۱. Zakharov

۲. Boyko

۳. Topographic

۴. Climatic

۵. Edaphic



مؤثرند. وجود موانع طبیعی مانند اقیانوس‌ها، دریاها، کوه‌ها و عرض‌های جغرافیایی از انتشار و اختلاط موجودات زنده جلوگیری می‌نمایند.

- عرض جغرافیایی: میزان حرارتی که به سطح زمین می‌رسد به زاویه تابش خورشید بستگی دارد. بعلاوه، این عامل به طور مستقیم در انتشار موجودات زنده و به ویژه گیاهان مؤثر است. مورب بودن محور زمین نسبت به مدار خود سبب بر هم خوردن تعادل شب و روز و اختلاف فصلی در کره زمین می‌گردد. ایجاد پدیده فتوپریودیسم ناشی از همین خصوصیت می‌باشد.

- ارتفاع (کوه‌ها) و جهت‌ها: این دو عامل اهمیت قابل توجهی در انتشار گیاهان دارند. با افزایش ارتفاع، آب و هوای منطقه تغییر می‌کند. فشار هوا کمتر می‌شود، از شدت تشعشع کاسته می‌گردد و اشعه ماورای بنفش زیادتر می‌شود. نتیجه این تغییرات، کاهش رشد گیاهان و افزایش غلظت رنگیزه‌ها در گل‌ها و اندام‌های گیاه خواهد بود. به این لحاظ است که گل‌های کوهستان زیباتر هستند. در ارتفاعات اختلاف نور و دما در سایه و آفتاب بسیار بیشتر از مناطق پست‌تر می‌باشد. با افزایش ارتفاع، به ازای هر ۱۰۰۰ متر، دمای محیط ۵/۵ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد. شدت باد در ارتفاعات زیاد است. روزها باد گرم و شب‌ها، باد سرد و خشک است.

رشد گیاهان در ارتفاعات بستگی به جهت شیب دارد. در شیب‌های شمالی و شرقی، تابش اشعه خورشید متمایل و زاویه‌دار است و به این لحاظ معمولاً از شیب‌های جنوبی سردتر می‌باشند. در این جهت شیب، اشعه آفتاب عمودی‌تر می‌تابد، بنابراین دما در این بخش نیز بالاتر است. در دامنه جنوبی برف زمستانی سریع‌تر از دامنه شمالی آب می‌شود و دوره نمو گیاهان طولانی‌تر می‌باشد. شدت نور با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابد، به طوری که در ارتفاع ۳۰۰۰ متری از سطح دریا، در یک روز صاف و در وسط روز شدت نور به ۱۳۰/۰۰۰ لوکس می‌رسد، در صورتی که با همان شرایط در سطح دریا شدت نور ۱۰۷/۰۰۰ لوکس می‌باشد. بنابراین ارتفاعات برای رشد گیاهان مساعد نیست، زیرا فصل رشد کوتاه است، دمای محیط مناسب نیست و بادها شدید هستند.

### ب- عوامل آب و هوایی

آب و هوا به دو دسته اقلیمی<sup>۱</sup> و روزمره<sup>۲</sup> تقسیم می‌شود. آب و هوای اقلیمی عبارت است از میانگین شرایط اتمسفر در یک دوره نسبتاً طولانی، در حالی که آب و هوای روزمره اختلاف روزانه شرایط اتمسفر می‌باشد. بنابراین آب و هوای اقلیمی، میانگین آب و هوای روزمره در یک دوره نسبتاً طولانی خواهد بود.

آب و هوای اقلیمی تحت تأثیر میانگین سالانه، فصلی و پراکندگی نور، درجه حرارت، نزولات آسمانی و رطوبت قرار دارد. این عوامل خود تحت تأثیر عرض جغرافیایی، نزدیکی به دریا، وجود جریان‌های دریایی، ارتفاع از سطح دریا و وجود کوه قرار می‌گیرد.

### شدت تابش

شدت تابش بستگی به زاویه تابش، عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، صاف یا ابری بودن و بخار آب موجود در هوا دارد. فاصله زمین تا خورشید در زمستان حداقل و در تابستان به حداکثر می‌رسد. تابش خورشید در عرض‌های مختلف جغرافیایی یکسان نیست. در صورتی که اشعه خورشید به صورت مایل به سطح زمین بتابد، به دلیل طی مسیر طولانی‌تر توسط اشعه‌های خورشیدی در داخل جو، انرژی کمتری به سطح زمین می‌رسد. در زمانی که خورشید عمود بر سطح زمین می‌تابد، ۲۲٪ انرژی رسیده جذب اتمسفر می‌گردد و در صورتیکه زاویه تابش به ۵° برسد، ۹۹٪ انرژی خورشیدی جذب هوای اطراف خواهد شد. مناطق قطب شمال و جنوب که سردترین مناطق کره زمین محسوب می‌شوند، در وسط تابستان از بیشترین شدت تشعشعات برخوردارند. در مناطق استوایی به دلیل اینکه زاویه تابش خورشید به زمین در طول سال، از تغییرات کمتری برخوردار است، شدت تشعشعات نیز از نوسان کمتری برخوردار است.

### نور

نور یکی از عوامل اصلی رشد و نمو گیاهان می‌باشد. از نظر اکولوژیکی، کیفیت نور (طول موج)، شدت نور (انرژی) و مدت روشنایی (طول روز) دارای اهمیت است انرژی نورانی به صورت امواج به زمین می‌رسند. میزان انرژی دریافتی زمین از خورشید در هر سال برابر با  $۶۱۰ \times ۱۰^{۱۸}$  کیلوکالری است، بنابراین به هر سانتی‌متر مربع ۱/۹۴ کالری انرژی می‌رسد. طول موج خورشیدی رسیده

۱. Climatic

۲. Weather

به زمین بین ۲۹۰ تا ۵۰۰۰ نانومتر<sup>۱</sup> می‌باشد و به سه دسته تقسیم می‌شود:

- ۴۰۰ - ۲۹۰ نانومتر که به آن اشعه ماورای بنفش گویند و ۴٪ انرژی نورانی را شامل می‌شود.
- ۷۵۰ - ۴۰۰ نانومتر یا نور مرئی که ۵۴٪ انرژی خورشیدی را شامل می‌شود و شامل اشعه‌های بنفش، آبی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز می‌باشد.
- ۵۰۰۰ - ۷۵۰ نانومتر یا مادون قرمز که ۴۲٪ انرژی خورشیدی را شامل می‌گردد.

### اثر طول موج‌های مختلف بر گیاهان

اشعه ماورای بنفش سبب از بین رفتن قارچ‌ها و باکتری‌ها می‌شود. این طول موج دارای انرژی زیادی است و رشد هورمونی را غیرفعال می‌کند. اشعه کیهانی و X نیز به دلیل انرژی زیاد برای گیاهان مضر می‌باشند و به دلیل تغییر کروموزومی سبب موتاسیون می‌گردند. نور بنفش و آبی دارای انرژی زیادی می‌باشند و مانع رشد سلولی می‌گردند. این طول موج‌ها به همراه اشعه ماورای بنفش در تولید آنتوسیانین در گیاهان مؤثر هستند. نور قرمز علاوه بر نقشی که در فعالیت فتوسنتزی گیاهان دارد، عامل مؤثری در رشد سلول‌ها و تولید بافت‌های گیاهی می‌باشد.

شدت طول موج‌های مختلف و امواج رسیده به زمین تحت تأثیر فصل سال قرار دارد. انرژی امواج مادون قرمز در تابستان ۱۰٪ بیشتر از زمستان است. انرژی حاصل از امواج آبی و بنفش، ۲۵٪ و ماورای بنفش، ۱۰۰٪ در تابستان بیش از زمستان می‌باشد. در پاییز امواج ماورای بنفش نیز در نور تابیده شده به زمین زیاد می‌باشد. در حالی که نور مادون قرمز در بهار به حداکثر و در زمستان به حداقل خود می‌رسد.

### اثر نور در گیاهان

نور عامل فعالیت فتوسنتزی در گیاهان است و مقداری از واکنش‌های بیوشیمیایی از طریق نور انجام می‌گیرد. کیفیت و شدت نور و مدت تابش آن بر جوانه زنی، رشد، تکثیر، حرکت و پراکنش گیاهان مؤثر است. نور بر کلیه اعمال حیاتی گیاه مؤثر است و به طور غیرمستقیم بر فعالیت روزنه‌ها، تعریق، فتوپریودیسم و جوانه‌زنی بذور مؤثر است.

### نفوذ نور در پوشش گیاهی

میزان نفوذ نور در پوشش گیاهی به شاخص سطح برگ<sup>۲</sup> (LAI)، فصل سال، زاویه تابش و صاف یا ابری بودن هوا بستگی دارد.

### اثر نور در جذب گیاه

نور باعث افزایش جذب مواد غذایی می‌گردد. با وجود نور، قابلیت نفوذ آب و مواد غذایی در سلول‌ها افزایش می‌یابد و توانایی سیتوپلاسم در جذب مواد مورد نیاز بالا می‌رود.

### اثر نور در رشد گیاه

نور سبب افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه می‌گردد، رشد طولی ساقه را محدود، اما توسعه رویشی گیاه را با افزایش تعداد شاخه افزایش می‌دهد. در حالی که سایه رشد طولی ساقه را افزایش می‌دهد و سبب کاهش رشد قطری می‌گردد همچنین سبب افزایش اندازه گل‌ها می‌گردد. نور تأثیر منفی بر رشد اندام‌های زیرزمینی دارد.

### اثر نور در ساختمان برگ

برگ‌هایی که در سایه قرار می‌گیرند معمولاً پهن‌تر، نازک‌تر و لطیف‌تر از برگ‌های در معرض آفتاب می‌باشند. باید توجه داشت در صورتی که گیاه به مدت طولانی در شرایط نوری کم قرار گیرد به دلیل کاهش رشد عمومی، اندام‌های گیاهی کوچک‌تر خواهند شد.

### بردباری گیاهان نسبت به نور

گیاهان از نظر عکس‌العمل نسبت به شدت نور به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- گیاهان نورپسند یا آفتاب دوست<sup>۳</sup>

۱. Nano Meter

۲. Leaf Area Index

۳. Heliophyte





- گیاهان سایه‌پسند یا سایه دوست<sup>۱</sup>

برگ گیاهان سایه دوست بیش از نور دوست دارای کلروپلاست می‌باشد، اما کلروفیل کمتری دارد و از روزه‌های درشت‌تری برخوردار است. گیاهان سایه دوست حدود ۷۰٪ نوری را که به آن‌ها می‌رسد جذب می‌کنند در حالی که گیاهان آفتاب دوست تنها ۱۰٪ نور را جذب می‌کنند. تمام گیاهان در اوایل دوره زندگی سایه را تحمل می‌کنند، اما با بزرگ شدن نیاز به نور افزایش می‌یابد. کلیه جوامع گیاهی که دارای یک اشکوب می‌باشند یا اشکوب فوقانی جوامعی که دارای چند اشکوب می‌باشند، نورپسند هستند، در دریاها، فتوسنتز دیاتومه‌ها با شدت روشنایی کمتر از ۵٪ نور آفتاب به حداکثر خود می‌رسد. پلانکتون‌های دریا نور دوست نیستند و با افزایش شدت نور فعالیت آن‌ها بسیار کاهش می‌یابد و به این دلیل است که میزان تولید در مناطق سطحی کمتر از مناطق عمقی‌تر می‌باشد. گیاهانی که در شیب‌های شمالی یا داخل غارها و چاه‌ها می‌رویند، گیاهان اپیفیت و بالارونده و گیاهان زیرین جوامع چند اشکوبی سایه دوست می‌باشند.

مهم‌ترین اثر نور در گیاه عمل فتوسنتز و تولید هیدرات‌های کربن می‌باشد. برگ‌ها حدود ۱۰٪ نوری که به آن‌ها تابیده شده است را منتقل می‌کنند. مقدار نوری که برای ایجاد تعادل بین تنفس و فتوسنتز لازم است نقطه موازنه نوری<sup>۲</sup> می‌نامند. در گیاهان نور دوست موازنه نوری با دریافت ۴۲۰۰ لوکس و در گیاهان سایه دوست با دریافت ۲۷ لوکس به دست می‌آید. افزایش شدت نور بعد از نقطه موازنه باعث می‌شود که گیاهان سایه دوست به سرعت به حداکثر فتوسنتز دست یابند، اما در گیاهان آفتاب دوست، این میزان با دریافت شدت‌های بسیار بیشتری به دست می‌آید. در هر صورت شدت‌های نوری کم و زیاد، بازدارنده رشد و نمو گیاهان می‌باشند. در شدت‌های کم میزان فتوسنتز کم است اما در شدت‌های زیاد، نور با اکسید کردن آنزیم‌ها و تنفس شدید سبب افزایش مصرف مواد فتوسنتزی می‌گردد.

#### دوره نوری (فتوپریود)<sup>۳</sup>

فتوپریود عبارت است از تغییرات طول روز در فصول مختلف سال و اثر آن بر فعالیت‌های گیاهان. زمان گلدهی، رسیدن دانه، تولید شاخه و برگ (رشد رویشی) و تولید اندام‌های زیرزمینی تحت تأثیر فتوپریود قرار می‌گیرد. تأثیر فتوپریود بر گیاهان بستگی به عرض جغرافیایی دارد. با افزایش عرض جغرافیایی، اختلاف طول روز و شب بیشتر می‌شود. طول موج نور نیز بر فتوپریود مؤثر است و طول موج‌های آبی، بنفش و مادون قرمز سبب تسریع در گلدهی می‌گردد. اما طول موج‌های قرمز، زرد و سبز مانع از گلدهی می‌گردند.

#### اثر فتوپریود در گلدهی

نمو زایشی در گیاهان تحت تأثیر هورمون‌های گلدهی، نسبت C/N (باید حدود ۱۵-۱۰ باشد) و طول روز می‌باشد. گیاهان از نظر عکس‌العمل به طول روز به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- گیاهان روز بلند<sup>۴</sup>: به گیاهانی گفته می‌شود که برای نمو زایشی به طول روزهای بیش از ۱۴-۱۲ ساعت نیاز دارند، مانند گندم، جو (خانواده غلات) و کلیه گیاهان دوساله. در صورتی که این گیاهان در منطقه‌ای با طول روز کوتاه‌تر کشت گردند رشد علفی در آن گیاهان صورت خواهد گرفت.

- گیاهان روز کوتاه<sup>۵</sup>: به گیاهانی گفته می‌شود که برای نمو زایشی به طول روزهای کمتر از ۱۴-۱۲ ساعت نیاز دارند مانند سویا، ذرت، توتون و گوجه فرنگی. این گیاهان در عرض‌های جغرافیایی پایین و مناطق گرمسیری دیده می‌شوند. اگر گیاهان روز کوتاه در منطقه‌ای با طول روز طولانی‌تر قرار گیرند، دارای رشد علفی خواهند گردید. بنابراین جثه گیاه بسیار بزرگتر از محل اصلی خود خواهد بود. این پدیده را غول آسایی گویند.

۱. Sciophyte

۲. Compensation Point

۳. Photoperiod

۴. Hemeroperiod

۵. Nyctiperiod

- گیاهان بی تفاوت<sup>۱</sup>: در این گیاهان که نمو زایشی تحت تأثیر طول روز قرار نمی‌گیرد و عامل دما بیش از سایر عوامل در گلدهی مؤثر است. بنابراین با تأمین نیاز حرارتی، گیاه وارد مرحله گلدهی می‌گردد، مانند آفتابگردان، رز، اکالیپتوس و گل همیشه بهار. وجود شرایط مناسب در هر زمان و در تمام عرض‌های جغرافیایی سبب گلدهی این گیاهان می‌گردد. به چنین گیاهانی Eury periodic گفته می‌شود. در صورتی که گیاهان روز کوتاه و روز بلند احتیاج به محدوده خاصی از طول روز برای گلدهی داشته باشند، Stenoperiodic نامیده می‌شوند.

## دما<sup>۲</sup> (حرارت)

حرارت، مقدار انرژی را مشخص می‌کند و برحسب کالری بیان می‌شود، اما دما مشخص کننده میزان فعالیت مولکول‌هاست و برحسب درجه سانتی‌گراد یا فارنهایت بیان می‌شود. دما عاملی است متغیر و تحت تأثیر زمان (ساعت و روز)، فصل، عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، جهت (شیب)، بافت خاک، نوع پوشش گیاهی و فعالیت‌های انسانی (شهرنشینی و صنعتی شدن) قرار می‌گیرد.

با افزایش ارتفاع از دمای محیط کاسته می‌شود. به طوری که به ازای افزایش ۱۰۰۰ متر ارتفاع، از دمای هوا  $6-5/5^{\circ}\text{C}$  کاسته می‌گردد. وجود اشکوب‌ها یا کمربندهای گیاهی در ارتفاعات مختلف نشان دهنده وابستگی گیاهان به دما می‌باشد. تفاوت دما در ارتفاعات ناشی از جهت شیب می‌باشد. شیب‌های جنوبی گرمتر از شیب‌های شمالی می‌باشند. زیرا در این شیب‌ها آفتاب عمود بر زمین می‌تابد و خاک زودتر گرم می‌شود. تغییرات دما در تابستان بیشتر از زمستان می‌باشد. بررسی تأثیر دما بر انتشار گونه‌ها نشان داده است که با افزایش ارتفاع از تعداد گونه‌ها کاسته می‌شود.

اگر چه به نظر می‌رسد که استوا گرمترین و قطب‌ها سردترین نقاط کره زمین باشند، اما بیابان‌های مرکزی آفریقا گرمترین نقطه کره زمین هستند. دمای هوا در بعضی از نقاط سیبری به  $71^{\circ}\text{C}$  زیر صفر می‌رسد. در خشکی‌های کره زمین دمای هوا در ساعت ۲ بعدازظهر و در اکوسیستم‌های دریایی ساعت ۳ بعدازظهر گرم‌ترین ساعت شبانه‌روز می‌باشد. سپیده‌دم کمی قبل از طلوع نیز سردترین ساعت شبانه‌روز است. در نیمکره شمالی ماه مرداد برای اکوسیستم‌های خشکی و ماه شهریور برای اکوسیستم‌های دریایی، گرمترین ماه‌های سال هستند. سردترین ماه برای اکوسیستم‌های خشکی و دریایی به ترتیب ماه‌های بهمن و اسفند می‌باشد. دما در داخل پوشش گیاهی متعادل‌تر از بیرون آن است. به طوری که در روزهای گرم تابستان دمای داخل پوشش گیاهی (جنگل) خنک‌تر و در روزهای سرد زمستان دما بیشتر می‌باشد. دمای پوشش گیاهی در شب و نزدیک صبح قبل از طلوع آفتاب به حداقل می‌رسد.

## تأثیر دما در رشد موجودات زنده

اگرچه بعضی از موجودات زنده در حالت استراحت و مدت محدود می‌توانند دماهای بسیار کم را تحمل کنند، اما تعدادی دیگر مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها در چشمه‌های آب گرم و دمای نزدیک به جوش زندگی و تولید مثل می‌کنند. دامنه تغییرات دمایی در محیط آب کمتر از خشکی است. موجودات خشکی زی از دامنه بردباری محدودتری نسبت به موجودات آبی برخوردارند. گیاهان در برابر دمای کم و زیاد تا اندازه‌ای بردباری نشان می‌دهند، اما حیوانات بهتر از گیاهان دمای محیط را تحمل می‌کنند و با محیط سازش می‌یابند.

دمای محیط تأثیر متفاوتی بر رشد اندام‌های گیاهان می‌گذارد. اندام‌هایی که در خارج از خاک قرار دارند در معرض تغییرات دمایی محیط قرار می‌گیرند و واکنش سریع‌تری نسبت به آن نشان می‌دهند. در هر صورت فعالیت گیاهان در فاصله بین دمای حداقل و حداکثر انجام می‌گیرد و بیشترین فعالیت در نقطه اپتیمم انجام می‌شود.

حداکثر دمایی که گیاه نسبت به آن بردباری نشان می‌دهد، تحت تأثیر گونه گیاهی، میزان آب و اندام گیاهی می‌باشد. در مناطقی که دمای محیط زیاد می‌باشد، گیاهان سازگاری‌هایی پیدا کرده‌اند. به عنوان مثال در مناطق بیابانی و کویری، گیاهان با کاهش سطح برگ و تغییر رنگ برگ‌ها مانند کم‌رنگ کردن از صدمات ناشی از دمای زیاد کاسته‌اند. کرک‌دار شدن برگ‌ها، قرار گرفتن روزه‌ها در داخل فرو رفتگی‌هایی به نام کریپت<sup>۳</sup>، لوله‌ای و جمع‌شدن برگ‌ها، صمغ‌دار یا رزینی شدن برگ‌ها، افزایش ضخامت

۱. Photoaperiod

۲. Temperature

۳. Crypte



اپیدرم، کاهش ابعاد سلول‌های اپیدرمی، کاهش ارتفاع ساقه و چوب‌پنبه‌ای شدن آن و توسعه ریشه از جمله راه‌کارهایی است که گیاهان در مقابل گرما از خود بروز می‌دهند.

مقاومت گیاهان نسبت به دمای زیاد در شرایط مختلف رشدی گیاهان متفاوت است. بیشتر گیاهان در مراحل اولیه رشد نسبت به دما حساسند و با افزایش رشد میزان تحمل آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. همچنین گیاهانی که در حالت رکود به سر می‌برند تحمل بیشتری نسبت به دمای زیاد از خود نشان می‌دهند، مثلاً بذر بعضی درختان تا دمای  $100^{\circ}\text{C}$  را می‌توانند تحمل کنند اگر چه قوه نامیه بذور آن‌ها کاهش می‌یابد. بردباری گیاهان نسبت به دمای حداقل به گونه گیاهی، نوع اندام گیاهی و سن گیاه بستگی دارد. بذر خشک بعضی از گونه‌های گیاهی تا  $190^{\circ}\text{C}$  زیر صفر را تحمل می‌کنند یا اندام‌های زیرزمینی تا  $40^{\circ}\text{C}$  زیر صفر را تحمل می‌کنند.

گیاهان جوان بیش از گیاهان بالغ (نهال در مقابل درختان چند ساله) نسبت به سرما حساس می‌باشند. حساسیت گل نسبت به سرما بیش از برگ‌ها و حساسیت ساقه نسبت به سرما کمتر از برگ‌ها و ریشه می‌باشد. درختان با کاهش آب سیتوپلاسم، شیره گیاهی را غلیظ می‌کنند و از این طریق با سرما مقابله می‌کنند. وجود سرمای ناگهانی به دلیل عدم تطابق گیاه با آن سبب صدمه به گیاهان می‌گردد.

#### باد

باد یک عامل محیطی است و به واسطه وجود تفاوت فشار هوا بین دو نقطه (محل) به وجود می‌آید. باد تأثیر مستقیمی بر تغییرات محیط و گیاهان دارد. جهت و سرعت باد تحت تأثیر حرکت زمین، وجود پستی و بلندی، خشکی و دریاها قرار می‌گیرد. باد عامل مهم انتقال رطوبت و تولید ابر و باران است، همچنین نقش مؤثری در فرسایش خاک و تغییرات رطوبتی خاک دارد. سرعت باد در سطح زمین کم و با افزایش ارتفاع به سرعت آن افزوده می‌گردد.

#### تأثیر باد بر گیاهان

باد در گرده‌افشانی بسیاری از گیاهان نقش مؤثری دارد. به چنین گیاهانی آنموفیل<sup>۱</sup> یا آنموگام<sup>۲</sup> گفته می‌شود. باد در انتشار دانه بسیاری از گیاهان و درختان مؤثر است. به چنین گیاهانی آنموکور<sup>۳</sup> گفته می‌شود. باد دارای اثرات منفی بر گیاهان نیز می‌باشد. صدمات ناشی از باد را به دو بخش تقسیم می‌کنند:

- **صدمات مکانیکی:** باد سبب شکسته شدن شاخه و حتی تنه درختان بزرگ می‌گردد هرچه ارتفاع گیاه افزایش یابد احتمال افزایش صدمات، بیشتر می‌شود. سیستم ریشه‌ای نقش مؤثری در مقابله گیاهان با باد دارد. گیاهانی که ریشه سطحی دارند با وزش باد ممکن است از جا کنده شوند، در حالی که گیاهان ریشه عمیق از تحمل بیشتری برخوردارند.

- **صدمات فیزیولوژیکی:** باد سبب افزایش شدت تبخیر و ترقق می‌گردد. بادهای گرم بیش از بادهای خنک گیاهان را در معرض خشکی قرار می‌دهند. به این جهت باد عامل محدود کننده زندگی گیاهان نواحی خشک است و تنش خشکی ناشی از باد سبب کاهش تلقیح و خشک شدن برگ‌های جوان می‌گردد. باد در انتقال آفات و بیماری‌ها از طریق انتقال اندام‌های آلوده و حتی عوامل بیماری‌زا مؤثر است.

#### باد شکن

برای کاهش شدت باد و جلوگیری از صدمات ناشی از آن، از بادشکن استفاده می‌شود. بادشکن‌ها به دو صورت زنده و غیرزنده وجود دارند.

- **زنده:** گیاهان در مقابل وزش باد ایستادگی می‌کنند و از شدت آن می‌کاهند حتی گیاهان علفی با ایجاد پوشش در سطح خاک سبب کاهش فرسایش خاک می‌گردند. درختان بیش از درختچه‌ها و درختچه‌ها بیش از گیاهان علفی در مقابل وزش باد ایستادگی می‌کنند. علاوه بر این هرچه تراکم پوشش گیاهی بیشتر باشد، توانایی گیاه در برابر باد بیشتر است. این نوع بادشکن مصرف کننده آب می‌باشد و ذخیره آبی را کاهش می‌دهد، بنابراین برای مناطقی که به دلیل کاهش نزولات جوی با کاهش منابع آبی روبه‌رو

۱. Anemophile

۲. Anemogame

۳. Anemochore

هستند لازم است از نوع دیگری از بادشکن‌ها استفاده نمود.

- **غیر زنده:** در این نوع، بادشکن یک مانع فیزیکی است که در مقابل باد مقاومت می‌کند. دیوار پرچین و صفحات سوراخدار از جنس پلاستیک از جمله این موانع می‌باشند. در این نوع بادشکن‌ها، ارتفاع بادشکن بسته به نیاز استفاده کننده متغیر خواهد بود. به طوری که برای گیاهان زراعی از بادشکن‌هایی با ارتفاع کمتر و برای باغ‌ها از بادشکن‌های بلندتر استفاده می‌گردد. بادشکن (زنده یا غیرزنده) زمین اطراف خود را از وزش باد حفظ می‌کند. شکل این زمین به صورت مثلث می‌باشد که قاعده آن طول بادشکن می‌باشد و ارتفاع مثلث به ارتفاع بادشکن بستگی دارد. پناه جلوی بادشکن کمتر از پناه پشت می‌باشد به طوری که ارتفاع مثلث جلو و پشت به ترتیب ۹-۵ برابر و ۳۰ برابر ارتفاع بادشکن می‌باشد. شدت کاهش باد در مناطق جلوی بادشکن یکسان نیست، به طوری که در پناه جلو، در فاصله ۳ برابر ارتفاع بادشکن ۱۰٪، در فاصله مساوی با ارتفاع بادشکن ۲۰٪ و در کنار بادشکن ۴۰٪ از شدت باد کاسته می‌شود. در پناه پشت، شدت باد کمتر است، به طوری که در فاصله ۵-۲ برابر ارتفاع بادشکن سرعت باد با کاهش حدود ۶۵٪ به کمترین مقدار خود می‌رسد و در فاصله ۳۰ برابر، اثر بادشکن کاملاً از بین می‌رود. هرچه طول بادشکن بیشتر باشد اثر آن بیشتر خواهد بود. تراکم پوشش گیاهی بادشکن‌های زنده نیز در کاهش سرعت باد از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. به طوری که در جنگل‌هایی با پوشش متراکم سرعت باد تا ۸۰٪ کاهش می‌یابد.

باد شکن باعث متعادل شدن دما و رطوبت محیط می‌شود. به طوری که سبب افزایش دمای محیط در فصل زمستان می‌گردد و از یخ زدگی گیاهان جلوگیری می‌نماید، اما با ایجاد سایه مانع از رسیدن نور کافی به گیاهان می‌گردد. بادشکن در جهت عمود بر وزش باد احداث می‌شود. نوع پوشش گیاهی استفاده شده برای احداث بادشکن مهم می‌باشد. درختانی برای احداث بادشکن مناسبند که دارای شاخ و برگ زیاد باشند. ارتفاع درختان باید در ردیف‌های جلو کوتاه و در ردیف‌های عقب بلند باشد تا باد به سمت بالا هدایت گردد.

## آب

در رابطه با آب موجود در هوا به واژه‌های رطوبت مطلق، مخصوص و نسبی باید توجه داشت. رطوبت مطلق مقدار واقعی آب را به صورت وزن بخار آب در واحد حجم هوا نشان می‌دهد. رطوبت مخصوص نسبت وزن بخار آب در واحد وزن هوا می‌باشد. رطوبت نسبی تعیین کننده مقدار بخار آب موجود در هوا و نسبت درصد بخار هوا به هوای اشباع شده در همان درجه حرارت می‌باشد. رطوبت نسبی توسط دماسنج تر و خشک اندازه‌گیری می‌شود. به عنوان مثال رطوبت نسبی ۸۰٪ بیانگر آن است که ۲۰٪ درصد بخار آب برای اشباع آن کافی است. رطوبت نسبی در روز کمتر و در شب بیشتر است. رطوبت نسبی با افزایش ارتفاع از سطح زمین افزایش می‌یابد. پوشش گیاهی سبب افزایش رطوبت نسبی می‌گردد. در حال حاضر به جای رطوبت نسبی از عکس آن، یعنی کمبود فشار بخار آب استفاده می‌کنند. این کمیت اختلاف بین فشار جزئی بخار آب اشباع شده و فشار بخار آب موجود را نشان می‌دهد.

رطوبت مطلق هوا در تابستان بیشتر از زمستان و در روز بیش از شب می‌باشد. در مناطق استوایی رطوبت مطلق زیاد است. به طور کلی رطوبت هوا، حرارت، باد و تابش خورشید در میزان بخار آب و هوا و عمل تبخیر مؤثر است. در مناطق مرتفع و کوهستان‌ها به دلیل کاهش فشار هوا، تبخیر شدید است. رطوبت نسبی در کوه‌ها برعکس مناطق کوهپایه و در بهار و تابستان بیش از زمستان است.

## سازگاری گیاهان نسبت به آب

آب از عوامل محدود کننده انتشار گیاهان می‌باشد. براساس نیاز گیاهان به آب، گیاهان را طبقه‌بندی می‌نمایند.

- گیاهان آب دوست (هیدروفیل): به گیاهانی گفته می‌شود که حداقل یکی از اندام‌های آن‌ها درون آب باشد، مانند برنج، نیلوفر و نی. این گیاهان به آب زیاد نیاز دارند.

- گیاهان خشکی دوست (زروفیت): گیاهانی که نیاز آبی کمی دارند و در مناطقی رشد می‌کنند که میزان تبخیر زیاد و میزان آب

۱. Hydrophyte, Hydrophile

۲. Exrophyte, Xerophyte



در دسترس آن‌ها کم می‌باشد. این گیاهان در مناطق خشک رشد و نمو می‌یابند مانند کاکتوسها، گون‌ها و تاغ. گیاهان خشکی دوست، آب کمتری را در اثر تعرق از دست می‌دهند که ناشی از سازگاری ویژه‌ای است که با مناطق رشد خود پیدا نموده‌اند.

- گیاهان با نیاز آبی متوسط<sup>۱</sup> (مزوفیت): گیاهانی هستند که از نظر نیاز آبی بین دو گروه قبلی قرار دارند. کاهش آب در این دسته گیاهان سبب پلاسیده شدن آن‌ها می‌شود و زیادی آب به مدت طولانی (غرقابی) آن‌ها را از بین می‌برد مانند گیاهان زراعی.

- گیاهان دوست‌دار تناوب خشکی و رطوبت<sup>۲</sup>: در مناطقی مانند ساوان‌ها<sup>۳</sup> نیمی از سال خشک و نیم دیگر مرطوب و پرباران می‌باشد. در نیمه بارانی، پوشش گیاهی غنی و در نیمه خشکی، پوشش گیاهی از بین می‌رود. به گیاهانی که در چنین مکان‌هایی رشد می‌کنند دوست‌دار تناوب خشکی و رطوبت گفته می‌شود مانند علف فیل.

### هوا

قسمت اعظم بیوسفر را هوا تشکیل می‌دهد. هوا، محیطی با ثبات است و میزان رطوبت موجود در هوا به مقدار زیادی تغییر می‌کند. غلظت CO<sub>2</sub> و اکسیژن موجود در هوا به عنوان یک عامل بالقوه محدود کننده رشد گیاهان مطرح است. در اکوسیستم‌های خشکی، کاهش اکسیژن به میزان ۵٪ سبب کاهش ۵۰٪ در فتوسنتز می‌گردد. ترکیب هوای خاک به عمق خاک بستگی دارد. با افزایش عمق خاک میزان O<sub>2</sub> کاهش و CO<sub>2</sub> افزایش می‌یابد، همچنین غلظت بخار آب نیز افزایش می‌یابد. در محیط‌های آبی نیز غلظت O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub> و سایر گازها تحت تأثیر زمان شبانه‌روز، فصل سال و مکان اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. در دریاچه‌ها و آب‌هایی که ماده آلی زیاد است، اکسیژن عامل محدود کننده است. میزان اکسیژن آب بسیار کمتر از هوا می‌باشد (۱۰ سانتی‌متر مکعب در لیتر آب در مقابل ۲۱۰ سانتی‌متر مکعب در لیتر هوا). میزان حلالیت اکسیژن در آب به دما و غلظت املاح بستگی دارد. با کاهش دما میزان حلالیت افزایش و با افزایش غلظت نمک، میزان حلالیت اکسیژن کاهش می‌یابد.

### ج- عوامل خاکی

خاک به عنوان یکی از عوامل محدود کننده در فعالیت موجودات زنده به ویژه گیاهان نقش مؤثری دارد. گیاهان هر اکوسیستم مواد مورد نیاز خود را از خاک تأمین می‌کنند، پس هرگونه تغییر در خصوصیات خاک اعم از فیزیکی، شیمیایی یا بیولوژیکی بر انتشار گیاهان مؤثر خواهد بود. خاک محیطی است که در آن تجزیه بقایای موجودات زنده (تبدیل مواد آلی به معدنی) صورت می‌گیرد و همچنین تکیه‌گاه و محل زندگی گیاهان و جانوران می‌باشد.

خاک از سه بخش تشکیل شده است: بخش گازی، بخش مایع و بخش جامد.

- بخش گازی یا هوای خاک: مقدار هوا و آب موجود در خاک با یکدیگر نسبت عکس دارند. در خاک‌های خشک حجم فضای آزاد خاک به وسیله هوا اشغال می‌شود، اما در خاک‌های مرطوب فضای خاک عمدتاً توسط آب اشغال شده است. هوای خاک مشابه هوای اتمسفر است، اما غلظت گازهای اکسیژن و دی‌اکسید کربن آن متفاوت می‌باشد. به دلیل تنفس موجودات خاک، غلظت اکسیژن در هوای خاک کمتر و دی‌اکسید کربن بیشتر است. همواره بین هوای داخل خاک و اتمسفر تبادل وجود دارد. هرگونه کاهش تبادل، مانند یخ‌زدگی سطح خاک یا اشباع خاک از آب، سبب افزایش غلظت دی‌اکسید کربن و کاهش اکسیژن می‌گردد. در دمای صفر درجه و یا خشکی شدید به دلیل مرگ موجودات زنده خاک، غلظت CO<sub>2</sub> به شدت کاهش می‌یابد.

بافت خاک در تبادل هوای خاک و اتمسفر بسیار مؤثر است. در خاک‌هایی با بافت شنی به دلیل درشت بودن منافذ، تبادل بهتر صورت می‌گیرد. همچنین تبادل هوای اعماق مختلف خاک با اتمسفر نیز متفاوت می‌باشد. با افزایش عمق خاک میزان تبادل کاهش می‌یابد به همین جهت غلظت CO<sub>2</sub> در بخش‌های عمیق‌تر بیشتر می‌باشد. کاهش غلظت اکسیژن خاک نه تنها بر فعالیت موجودات میکروبی خاک تأثیر منفی می‌گذارد بلکه سبب کاهش جذب آب و مواد غذایی توسط ریشه گیاهان می‌گردد. کاهش اکسیژن شرایط را برای فعالیت میکروارگانیسم‌های بی‌هوازی فراهم می‌آورد که موجب افزایش غلظت گازهایی مانند متان و سولفید هیدروژن می‌گردد.

- بخش مایع یا آب خاک: آب خاک از طریق بارندگی، آب‌های جاری و منابع زیرزمینی تأمین می‌گردد. میزان آب خاک تحت تأثیر

۱. Mesophile, Mesophyte

۲. Trophephile, Trophyte

۳. Savan



میزان آب ورودی و بافت خاک می‌باشد. خاک‌هایی با بافت ریز، آب را به مدت طولانی‌تر حفظ می‌نمایند، در حالی که خاک‌های بافت درشت، آب را از خود سریع عبور می‌دهند. آب خاک سبب حل شدن نمک‌ها و ترکیب‌های معدنی خاک می‌گردد. گیاهان عناصر غذایی را تنها به طور محلول از ریشه جذب می‌کنند. بنابراین کاهش آب خاک علاوه بر اثرات ناشی از کم آبی، سبب کاهش توان جذب گیاه نیز خواهد شد.

- بخش جامد خاک: در رابطه با این بخش از قبل توضیحاتی ارائه شده است.

با توجه به ویژگی‌ها، خاک‌های دنیا به دو دسته پدالفر و پدوکال تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف) خاک‌های پدالفر: این نوع از خاک‌ها در نقاطی یافت می‌شوند که از نظر اقلیمی دارای نزولات جوی متوسط یا زیاد می‌باشند و دمای آن‌ها متوسط تا سرد می‌باشد مانند خاک جنگل‌های سوزنی برگ یا توندرا.

ب) خاک‌های پدوکال: این نوع از خاک‌ها در مناطقی دیده می‌شوند که دارای بارندگی متوسط یا کم هستند و دمای آن‌ها متوسط تا زیاد می‌باشد، مانند خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک. این خاک‌ها برای زراعت مناسب‌تر می‌باشند.