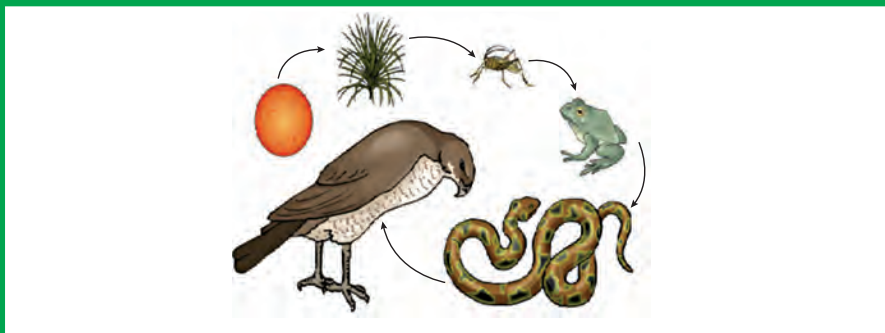


## پودمان ۲

### اکوسیستم و چرخه مواد



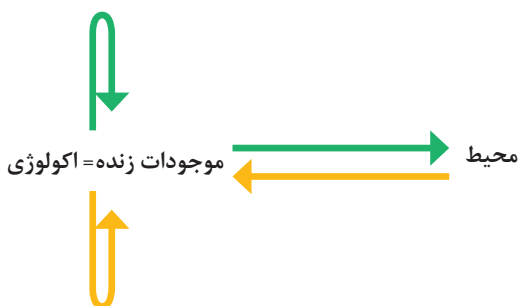
آیا می دانید که:

- شناخت روابط موجودات زنده با محیط زیست برای انسان چه ضرورتی دارد؟
- جمعیت جانوران در زیست کره تحت تأثیر غذا و روابط آنها با سایر موجودات است؟
- عوامل اقلیمی در پراکندگی جانوران و گیاهان، نقش اساسی دارند؟
- چگونه می توانید در حفظ محیط زیست و منابع طبیعی نقش آفرینی کنید؟

# واحد یادگیری ۱

## تحلیل اکوسیستم‌های زراعی

### بوم‌شناسی (اکولوژی)



واژه اکولوژی از دو کلمه Oikos (به معنی بوم، خانه، بستر زیست یا محل زندگی) و Logos (به معنی شناخت) تشکیل شده است و در زبان فارسی به آن بوم‌شناسی گفته می‌شود. دانش اکولوژی شامل مجموعه شناخت‌هایی است که انسان درباره تأثیر محیط بر روی موجودات زنده، تأثیر موجودات زنده روی محیط و ارتباطات متقابل بین موجودات زنده است.

بوم‌شناسی با اقلیم‌شناسی چه تفاوتی دارد؟

گفت‌وگو



مطالعات علم بوم‌شناسی برحسب موجود زنده شامل: اکولوژی گیاهی (رابطه گیاهان با محیط‌زیست)، اکولوژی جانوری (رابطه جانوران با محیط‌زیست) و اکولوژی انسانی (رابطه انسان با محیط‌زیست) است. در مطالعات اکولوژیکی ممکن است رابطه یک فرد یا گروهی از افراد با محیط‌زیست مطالعه شود. در زراعت به‌طور عمده رابطه گیاهان زراعی با محیط بررسی می‌گردد. مانند اثر متقابل بوته‌های ذرت بر حضور علف‌های هرز مورد توجه قرار داده می‌شود.

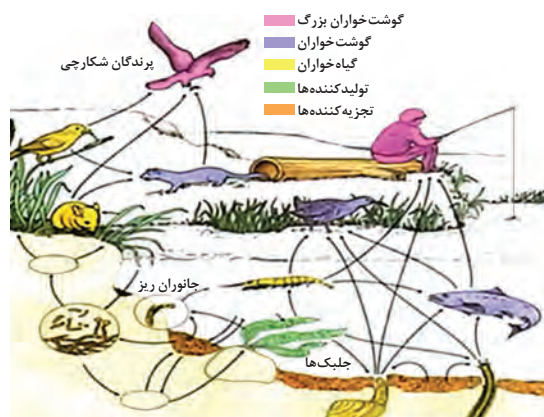
محیط‌زیست یا محیط زندگی موجودات زنده شامل: هوا (اتم‌سفر یا هوا کره)، خشکی‌ها (لیتوسفر یا خاک کره) و آب‌ها (آب کره یا هیدروسفر) است. همه این بخش‌ها برای زندگی کردن موجودات زنده مناسب نیستند. در واقع مرز مشترک بین هوا کره، خاک کره و آب کره منطقه مناسب برای زندگی کردن موجودات زنده است و یا دارای قابلیت حیات برای موجودات زنده هست، بیوسفر یا زنده کره می‌گویند. زیست کره بسیار بزرگ و پیچیده بوده و همه موجودات زنده را در خود جای می‌دهد.

### اکوسیستم و خواص آن

به‌منظور مطالعه دقیق‌تر زیست کره آن را به بخش‌های کوچک‌تر، که اندازه هر بخش محدود، قابل مطالعه و به نسبت مستقل است، تقسیم می‌کنند که اکوسیستم نامیده می‌شود. هر اکوسیستم شامل کلیه موجودات زنده است که با محیط فیزیکی خود در ارتباط هستند. مثلاً در یک مزرعه حشرات از گیاهان تغذیه می‌کنند و پرندگان، حشرات را شکار می‌کنند. ریشه گیاهان نیز بر هم تأثیر دارند و بوته‌های بلند بر بوته‌های کوتاه سایه می‌اندازند.



نمونه‌هایی از روابط بین موجودات همانند مثال بالا با تحقیق از فرهنگ بومی محل زندگی خود، گردآوری و گزارش نمایید.



شکل ۱- روابط بین موجودات زنده در اکوسیستم‌ها

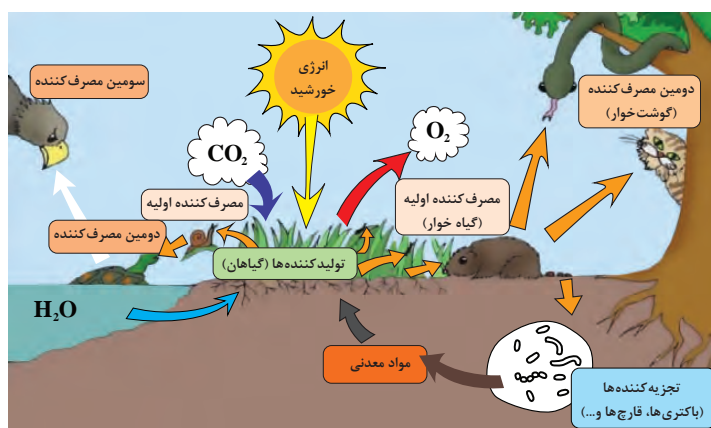
### اجزای اکوسیستم

در هر اکوسیستم دو بخش مشخص و جدا وجود دارد:

**۱ بخش غیرزنده:** شامل محیط فیزیکی و شیمیایی است که گیاهان و جانوران در محدوده آن زندگی می‌کنند. کربن دی‌اکسید، اکسیژن، سنگ‌ها و کانی‌ها، نیتروژن، کربن و عناصر معدنی پرمصرف، کم‌مصرف و رژیم اقلیمی مانند گرما و سرما ... نمونه‌هایی از بخش غیرزنده اکوسیستم می‌باشند.

**۲ بخش زنده:** شامل سه قسمت است که عبارت‌اند از:

- تولیدکننده‌ها که با استفاده از نور خورشید غذای موردنیاز خود را می‌سازند (گیاهان سبز و فیتوپلانکتون‌ها).
- مصرف‌کننده‌ها که از گیاهان و یا جانوران دیگر تغذیه می‌کنند (جانوران علف‌خوار و گوشت‌خوار)
- تجزیه‌کنندگان سبب تجزیه پیکره گیاهان و جانوران بعد از مرگ می‌شوند (قارچ‌ها، باکتری‌ها...) (شکل ۲).



شکل ۲- بخش‌های اکوسیستم و روابط بین موجودات زنده در آن

گفت و گو



در شکل ۳، اجزای اکوسیستم تالاب انزلی شامل تولیدکننده و مصرف‌کننده را مشخص نمایید. آیا تجزیه‌کنندگان را مشاهده می‌کنید؟ چگونه به وجود آنها پی می‌بریم؟

شکل ۳- تالاب انزلی

### طبقه‌بندی اکوسیستم‌ها

اکوسیستم‌ها دارای اندازه‌های مختلف هستند. بر همین اساس اکوسیستم‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند. ۱ اکوسیستم خرد (میکرواکوسیستم) مانند یک درخت مرده یا یک آبی‌دان (آکواریوم). مجموعه درخت مرده و خزه‌های روی آن نوعی اکوسیستم را به وجود آورده‌اند (شکل ۴).

گفت و گو



اجزای اکوسیستم در آبی‌دان (آکواریوم) (شکل ۴) را مشخص نمایید.

شکل ۴- اکوسیستم کوچک

۲ اکوسیستم متوسط (مزو اکوسیستم) مانند جنگل یا تالاب.  
۳ اکوسیستم بزرگ (ماکرو اکوسیستم) مانند خشکی‌ها و اقیانوس‌ها

گفت و گو



اجزای اکوسیستم اقیانوس را مشخص نمایید.



شکل ۵- اکوسیستم بزرگ

## جانشینی و تحول در اکوسیستم‌ها

بخش‌های زنده و غیرزنده اکوسیستم بر روی هم اثر دارند. اگر سیل رخ دهد خاک اکوسیستم فرسایش می‌یابد و بسیاری از عناصر غذایی شست‌وشو می‌شوند و سبب کاهش تولیدات گیاهی در منطقه می‌گردد. کاهش زیست‌توده گیاهی نیز سبب کاهش علف‌خواران و گوشت‌خواران می‌شود. همچنین اگر تعداد جانوران علف‌خوار منطقه‌ای زیاد شوند سبب مصرف گیاهان می‌شوند و ممکن است خاک منطقه نیز به دلیل کاهش پوشش گیاهی، فرسایش یابد و بخش غیرزنده را تغییر دهد.

گفت‌وگو



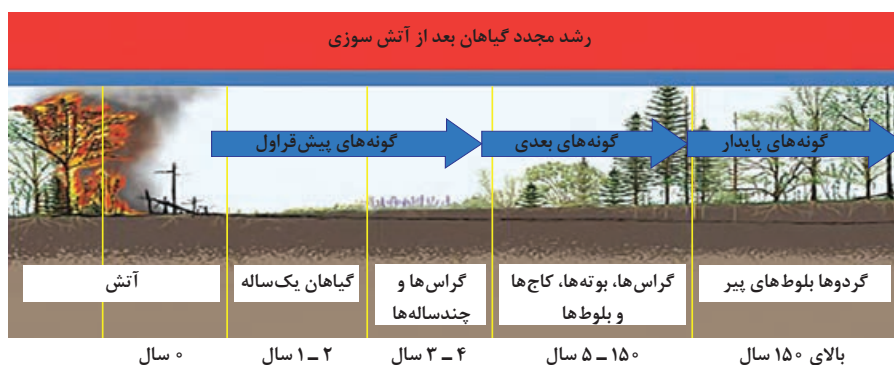
جانشینی و تحول را در شکل ۶ تفسیر کنید.



شکل ۶- آتش زدن بقایای گندم

وقتی از جنگل‌های شمال به سمت دشت قزوین نزدیک می‌شوید به آرامی از درختان بلند قامت منطقه شمال کاسته می‌شود و به درختچه‌ها و بوته‌ها در منجیل و رودبار افزوده می‌شود. در چنین مناطقی که مرز بین مناطق پر درخت شمال و دشت خشک قزوین است انواعی از درختان، درختچه‌ها و جانوران دیده می‌شود. چنین مناطقی که مرز بین دو اکوسیستم جنگل و خشکی است «پهن زیست مرزا» گفته می‌شود. پهن زیست مرزها دارای تنوع بالایی نسبت به دو منطقه مجاور هستند.

اگر یک منطقه متروکه را به مدت طولانی زیر نظر بگیریم با مساعد شدن شرایط بعد از یک یا دو سال ابتدا گیاهان یک ساله مستقر می‌شوند. پس از سپری شدن ۲ تا ۵ سال گیاهان دوساله و درختچه‌ها و در نهایت بعد از ۱۵-۵ سال درختان زیادی در زمین متروکه مستقر می‌شوند. بنابراین، به تدریج در این زمین متروکه جایگزینی صورت می‌گیرد.



شکل ۷- جانشینی در اکوسیستم‌ها با گذشت زمان

اولین گیاهانی که در زمین مستقر می‌شوند موجودات پیشگام نامیده می‌شوند. موجودات پیشگام در مزرعه به‌طور عمده علف‌های هرز هستند.

گفت‌وگو



چه ویژگی‌هایی از علف‌های هرز سبب شده است که این گیاهان زودتر و سریع‌تر از سایر گیاهان در اراضی متروکه مستقر شوند؟

### توالی<sup>۱</sup>

تغییرات تدریجی اکوسیستم در زمان را توالی گویند. با گذشت زمان گیاهان و جانوران مختلفی در اکوسیستم ظاهر می‌شوند و هر گیاه یا جانور، جایگاه ویژه‌ای در اکوسیستم دارد. در این شرایط تنوع زیستی و تعادل در اکوسیستم به وجود می‌آید. این نقطه از تکامل اکوسیستم را «کلیماکس<sup>۲</sup>» یا «نقطه اوج» گفته می‌شود. گاهی اوقات عواملی مانند سیل و آتش‌سوزی سبب به هم زدن اکوسیستم در نقطه اوج می‌شود.

پژوهش



اکوسیستم‌ها در مرحله کلیماکس یا نقطه اوج، دارای چه ویژگی‌هایی هستند؟

۱- Succession

۲- Climax



## واحد یادگیری ۲

### تحلیل چرخه مواد

#### انتقال ماده و انرژی در اکوسیستم‌ها

برای شناخت زمین و محیط زیست بایستی موادی که در آن حرکت می‌کنند و یا ذخیره می‌شوند را شناخت. همچنین به چگونگی اثرات آن با سایر عوامل توجه کافی نمود. مقدار مواد منتقل شده بین محیط زیست و موجودات زنده و همچنین از جاننداری به جاندار دیگر متفاوت است. همه موادی که به پیکر گیاه وارد می‌شوند برای گیاه خوار قابل مصرف نیستند و همه پیکر گیاه خوار برای گوشت خوار نیز قابل مصرف نیست و این زنجیره به همین ترتیب ادامه پیدا می‌کند تا اینکه به انسان برسد. زنجیره غذایی: به مجموعه پی‌درپی از موجودات زنده گفته می‌شود که هر موجود زنده قبل از اینکه خورده شود از موجود قبل از خود تغذیه می‌نماید.

... → گوشت خوار ۲ → گوشت خوار ۱ → گیاه خواران → گیاهان

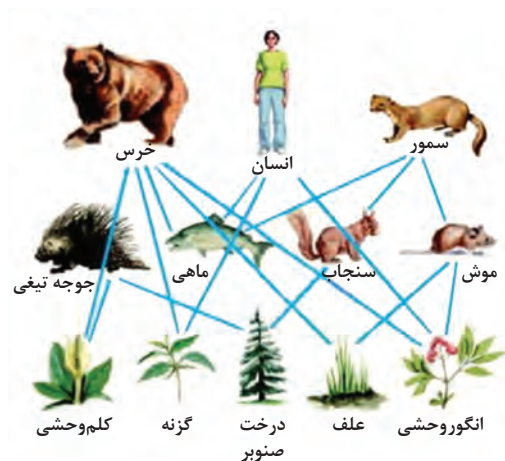
اولین سطح این زنجیره را گیاهان سبز و دومین سطح آن را علف خواران و سومین سطح آن را گوشت خوار ۱ و چهارمین سطح آن را گوشت خوار ۲ تشکیل می‌دهد. در یک زنجیره جانوران ممکن است از چند جانور قبل از خود تغذیه نمایند.

فکر کنید



انسان در کجای این زنجیره قرار دارد؟ چرا؟

#### شبکه غذایی



به ارتباط بین زنجیره‌های غذایی شبکه غذایی گفته می‌شود. هر شبکه غذایی شامل دو یا چند زنجیره غذایی است (شکل ۸). اولین سطح همه زنجیره‌های غذایی گیاهان هستند اما مصرف‌کنندگان همه از یک گیاه تغذیه نمی‌کنند، در صورت آلودگی زمین مقدار آلودگی‌ها بین جانوران مختلف توزیع و تقسیم می‌شود.

شکل ۸- شبکه غذایی



به زنجیره‌های غذایی شکل ۹ توجه کنید. در مورد تفاوت آنها گفت‌وگو کنید (به شروع زنجیره‌ها دقت کنید).



شکل ۹- دو نوع زنجیره غذایی مختلف

### هرم‌های اکولوژیکی

اغلب اکوسیستم‌ها دارای تعداد زیادی زنجیره و شبکه غذایی پیچیده هستند و بررسی تعیین جریان انرژی و ماده در بین سطوح زنجیره‌ها مشکل به نظر می‌رسد به همین منظور الگوهای دیگری به نام هرم‌های اکولوژیکی استفاده می‌شود که نمایانگر مقدار ماده غذایی یا انرژی موجود در هر سطح غذایی می‌باشند. هرم‌های اکولوژیکی شامل هرم تعداد، بیوماس و انرژی می‌باشند.



شکل ۱۰- هرم تعداد

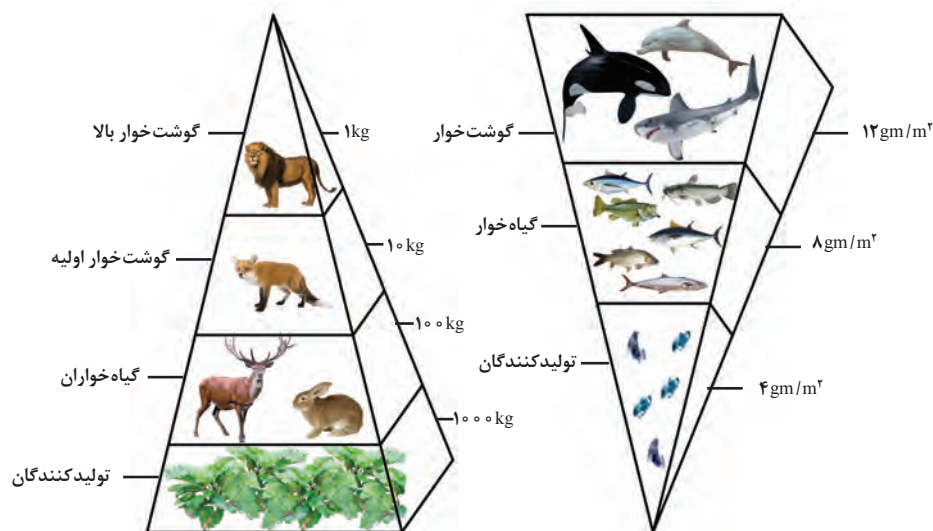
**۱ هرم تعداد:** اگر هر سطح غذایی را با مستطیلی نشان دهیم که طول مستطیل نشان‌دهنده تعداد افراد در آن سطح باشند. تعداد افراد در اولین سطح (تعداد گیاهان) به مراتب بیشتر از تعداد علف‌خواران و تعداد علف‌خواران بیشتر از تعداد گوشت‌خواران است. شکلی که به دست می‌آید هرم تعداد نامیده می‌شود (شکل ۱۰). در هرم تعداد هر چه از قاعده هرم به رأس هرم برویم تعداد افراد کمتر اما جثه آنها بزرگتر می‌شود. در هرم تعداد به همه افراد به یک اندازه نگاه می‌کند مثلاً ارزش یک علف‌هرز با یک درخت برابر است.





- یک هکتار ذرت سیلویی با تراکم ۸-۶ بوته در مترمربع چند بوته دارد؟
- اگر تولید یک هکتار ذرت ۶۰۰۰۰ کیلوگرم باشد و مصرف هر دام ۶۰۰ کیلوگرم ذرت علوفه‌ای باشد تعداد دام‌هایی که می‌توان به ازای هر هکتار نگهداری کرد را محاسبه کنید.
- اگر هر فرد در روز ۱۲۰ گرم گوشت مصرف کند با فرض اینکه هر دام ۶۰ کیلوگرمی حدود ۳۶ کیلوگرم گوشت خالص داشته باشد تعداد افرادی که می‌توانند از دام‌ها تغذیه کنند را حساب کنید.
- هرم مربوطه را رسم کنید.

**۲ هرم بیوماس:** در این نوع هرم، وزن موجودات زنده حاضر در هر سطح غذایی مورد توجه است. عموماً وزن تولیدکنندگان از وزن علف‌خواران و وزن علف‌خواران از وزن گوشت‌خواران بیشتر است. در هرم بیوماس وزن در واحد سطح موردنظر است. یعنی وزن گیاهان در یک هکتار جنگل از وزن علف‌خواران و وزن علف‌خواران از وزن گوشت‌خواران این سطح، بیشتر است. در هرم بیوماس تمام اعضا و بافت‌های موجود در یک سطح غذایی ارزش برابر دارند. و به ارزش انرژی‌زایی آنها توجه نشده است زیرا بیوماس تولید شده ممکن است حاصل چند روز تا چند سال باشد. در این هرم موجودات ریزجثه کم‌اهمیت می‌باشند.



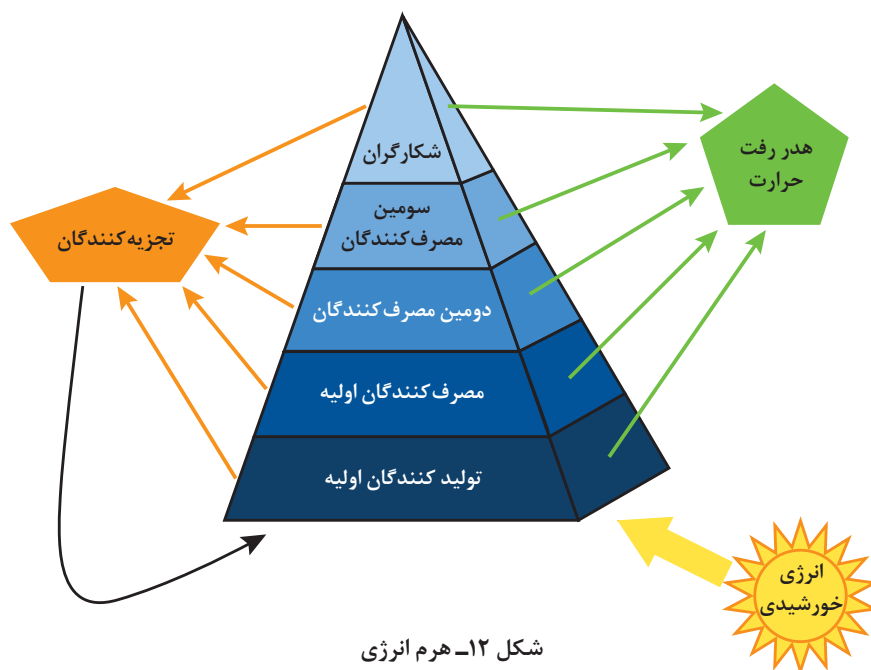
شکل ۱۱- هرم بیوماس



وزن گیاهان، گیاه‌خواران و گوشت‌خواران در هر سطح از فعالیت پیشین را محاسبه کرده و هرم بیوماس را رسم کنید. وزن هر انسان را ۶۰ کیلوگرم فرض کنید.

**۳ هرم انرژی:** زمانی که انرژی نورانی خورشید به گیاهان می‌رسد بخش کمی از آن جذب گیاهان می‌گردد (حدود ۲ درصد). تمام پیکر گیاه توسط علف‌خواران هضم و جذب نمی‌شود و بخشی از مواد در گیاه باقی

می‌مانند و به بدن جانور علف‌خوار منتقل نمی‌گردد (شکل ۱۲). بخش‌هایی از پیکر علف‌خواران مانند استخوان‌ها و موی بدن، برای گوشت‌خوار قابل‌هضم و جذب نیستند. بخش بزرگی از استخوان‌های بدن علف‌خوار نیز برای گوشت‌خوار قابل‌هضم نیستند بنابراین تبدیل انرژی از سطحی به سطح دیگر با راندمان صددرصد انجام نمی‌شود و همواره مقداری از انرژی به صورت گرما هدر می‌رود. بنابراین هرم انرژی بهترین نوع و شیوه نمایش کارکرد اکوسیستم‌ها می‌باشد. چون انرژی هر سطح تغذیه‌ای نسبت به سطح بعدی بیشتر است. مثلاً یک گیاه که ۱۰۰۰ کیلو ژول انرژی دارد فقط ۱۰ درصد آن به سطح تغذیه‌ای بعدی (ملخ) می‌رسد.



در هرم انرژی، تعداد و وزن موجودات در هر سطح غذایی به مقدار انرژی و نسبت تولید غذا در سطح ماقبل بستگی دارد. همواره مقدار انرژی رسیده به هر سطح کمتر از سطح ماقبل است. بنابراین، شکل هرم همیشه به شکل مثلثی خواهد بود که رأس آن رو به بالا قرار دارد.

با توجه به شکل (۱۲) درصد انرژی منتقل شده به سطح بعد و انرژی هدررفته را محاسبه کنید.

محاسبه

+ -  
x ÷

### چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم‌ها

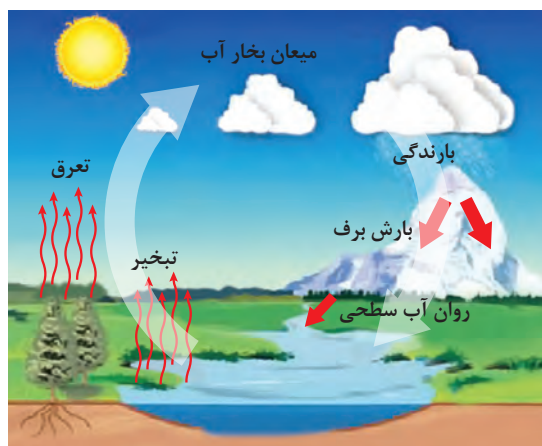
زمین دستگاهی پویا و تکامل یافته است به طوری که حرکت و ذخیره مواد بر فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی آن به شدت تأثیر می‌گذارد. کلیه عناصر غذایی که برای ساخته شدن مواد آلی ضروری هستند به صورت چرخه‌ای در اکوسیستم‌ها منتقل می‌شوند و چندین بار توسط موجودات مختلف استفاده می‌شوند.

هنگامی که بقایای گیاهی و جانوری توسط قارچ‌ها و باکتری‌ها تجزیه می‌شوند عناصر غذایی درون پیکر آنها آزاد می‌گردد و به بخش غیرزنده اکوسیستم برمی‌گردد. در فعالیتهای کشاورزی هدف حفظ چرخه‌های آب و عناصر غذایی می‌باشد تا هم مزرعه از نظر تأمین عناصر غذایی مستقل شود و هم سفره‌های آب زیرزمینی تقویت شوند.

## برخی از چرخه‌های عناصر غذایی و آب

اهمیت آب و برخی از عناصر غذایی مانند نیتروژن (به دلیل نقشی که در تولید پروتئین‌ها دارند)، فسفر (به دلیل نقش در تولید و ذخیره انرژی)، کربن (ماده اصلی تولید غذا در فرایند فتوسنتز) برای موجودات زنده قابل توجه است. به همین منظور در این پودمان، چرخه آب، نیتروژن و فسفر بررسی می‌شود.

### ۱- چرخه آب



شکل ۱۳- چرخه آب

چرخه آب از انرژی خورشیدی منشأ می‌گیرد. آب از رودها، دریاها، اقیانوس‌ها به شکل بخار به اتمسفر می‌رود. از اتمسفر به صورت باران و برف به اقیانوس‌ها و خشکی‌ها برمی‌گردد (شکل ۱۳). آب‌های زیرزمینی هم با استخراج از چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق با قرار گرفتن در معرض تابش خورشید تبخیر شده و در این چرخه قرار می‌گیرند.

آیا آبی که از یک منطقه بخار می‌شود لزوماً به همان منطقه برمی‌گردد؟

فکر کنید



حدود ۹۷ درصد آب‌ها در اقیانوس‌ها و ۲ درصد در یخچال‌ها و کمتر از ۱ درصد آن در اتمسفر وجود دارد.

مراحل چرخه آب در طبیعت را به شکل دیگری بر روی یک ورقه مقوایی  $A_0$  رسم کنید. پس از تأیید مربی، در محل مناسب در معرض نمایش هنرجویان قرار دهید.

فعالیت



### ۲- چرخه کربن

کربن مهم‌ترین عنصر در بدن موجودات زنده است و بین بخش زنده و غیرزنده در حال چرخش است. کربن در زغال سنگ، نفت و DNA کروموزم سلولی وجود دارد. در طبیعت به صورت گرافیت و الماس وجود دارد.

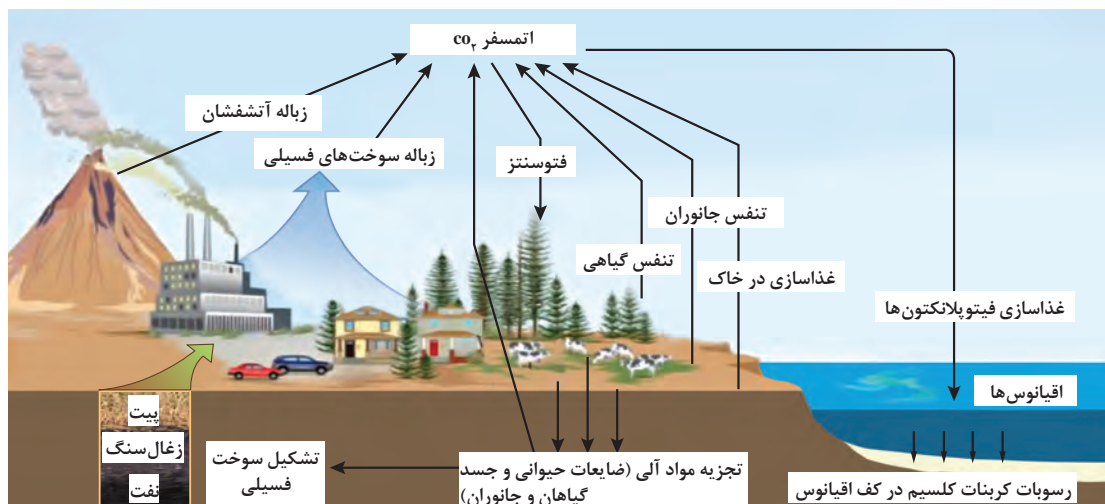
حدود ۰/۰۳ درصد حجم هوا را کربن دی‌اکسید تشکیل می‌دهد. کربن در اتمسفر به صورت متان ( $CH_4$ ) و کربن دی‌اکسید ( $CO_2$ ) وجود دارد. کربن دی‌اکسید با آب موجود در جو ترکیب شده، اسید ضعیفی به نام کربنیک اسید تولید می‌کند. کربنیک اسید همراه بارندگی به زمین برمی‌گردد. بخشی از کربن از طریق فرایند فتوسنتز وارد گیاهان سبز می‌شود. کربن اندوخته شده در اندام‌ها و محصولات گیاهی به جانوران منتقل شده یا به خاک برمی‌گردد. جانوران در فرایند تنفس، بخشی از کربن را به جو برمی‌گردانند. کربن موجود در اجساد جانوران و بقایای گیاهی، توسط تجزیه‌کنندگان آزاد شده و به جو برمی‌گردد. اقیانوس‌ها منبع عظیم کربن هستند که در پیکر گیاهان و جانوران شناور در آب (فیتوپلانکتون‌ها<sup>۱</sup> و ژئوپلانکتون‌ها<sup>۲</sup>) وجود دارند. بعد از مرگ این موجودات، طی فرایند تجزیه، کربن آنها وارد رسوبات کف اقیانوس می‌شود.

پژوهش



کربن در تولید محصولات گیاهی چه نقشی دارد؟

زمان متوسط توقف کربن در کف اقیانوس‌ها ۱۵۰۰ سال و در خاک ۲۵ تا ۳۰ سال و در جو ۳ سال است. مقدار کربن در کف اقیانوس‌ها ۵۵ برابر اتمسفر و مقدار آن در خاک ۲ برابر اتمسفر است. بنابراین، کربن از طریق فرایند فتوسنتز، بارندگی از اتمسفر به خاک‌ها و اقیانوس‌ها وارد می‌شود و از طریق فرایند تجزیه میکروبی به اتمسفر برمی‌گردد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- چرخه کربن

چرخه کربن در طبیعت را به شکل دیگری بر روی یک ورقه مقوایی  $A_0$  رسم کنید. پس از تأیید مربی، در محل مناسب برای نمایش عموم نصب کنید.

فعالیت



۱- Phytoplankton  
۲- Zooplankton

### ۳- چرخه نیتروژن

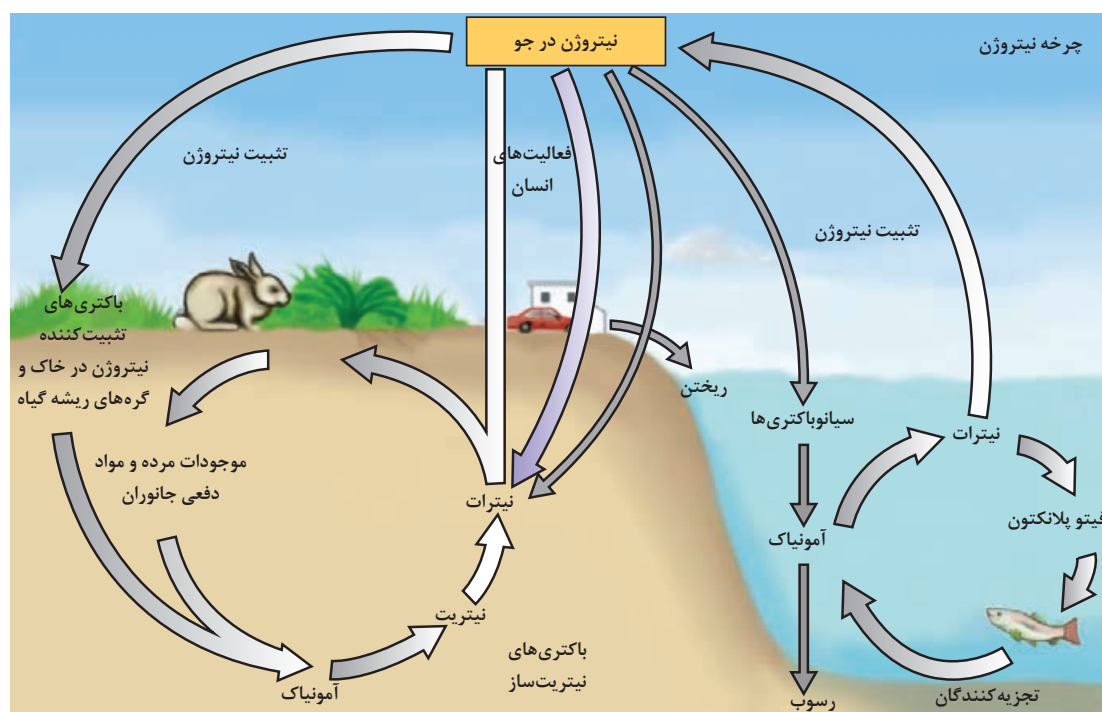
حدود ۷۸ درصد حجم هوا را نیتروژن ۲۱ درصد آن را اکسیژن و ۱ درصد آن را کربن دی‌اکسید و گازهای نادر تشکیل می‌دهد. نیتروژن ماده اولیه ساختن آمینواسیدها و پروتئین‌ها است و از این جهت اهمیت زیادی دارد. چرخه نیتروژن شامل دو بخش عمده است.

■ **تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های هم‌زیست و آزادی:** تثبیت فرایندی است که نیتروژن گازی موجود در هوا توسط دو گروه از باکتری‌ها جذب و ذخیره می‌شود. این شکل از نیتروژن پس از طی فرایندی قابل استفاده گیاه می‌گردد. گروه اول از باکتری‌های هم‌زیست با ریشه گیاهان خانواده پروانه‌آسا (لگوم‌ها) مانند یونجه، شبدر، نخود، عدس، لوبیا، ماش، باقلا، خارشتر و... می‌باشند که نیتروژن گازی را ابتدا به آمونیاک و سپس آمونیاک را به نیتريت و سپس نیتريت را به نیترات تبدیل می‌نمایند. با برگشتن اندام‌های گیاهی به خاک و تجزیه بقایا، نیترات در خاک آزاد می‌شود. بخشی از نیترات به صورت گاز از خاک آزاد و به جو برمی‌گردد (شکل ۱۵). گروه دوم از باکتری‌ها، آزادی هستند (مانند سیانو باکترها). نیتروژن گازی توسط این باکتری‌ها به طور مستقل به آمونیاک تبدیل و در خاک رسوب می‌کند.

نیترات موجود در بقایای فیتوپلانکتون‌ها توسط تجزیه‌کنندگان، آزاد و به جو برمی‌گردد (شکل ۱۵).

■ **تبدیل نیتروژن گازی به نیترات در اثر رعدوبرق سبب می‌شوند:** رعدوبرق می‌تواند پیوندهای مولکول‌های گازی نیتروژن را بشکند و از شکستن مولکول‌های آب و نیتروژن، نیترات تولید شود. سالانه مقدار  $10^6 \times 255$  تن نیترات از طریق آب باران وارد زمین می‌شود.

در کارخانه‌های پتروشیمی سالانه حدود ۱۷۶ میلیون تن کودهای نیتروژن دار برای مصرف در بخش کشاورزی، تولید می‌شود (شکل ۱۵).



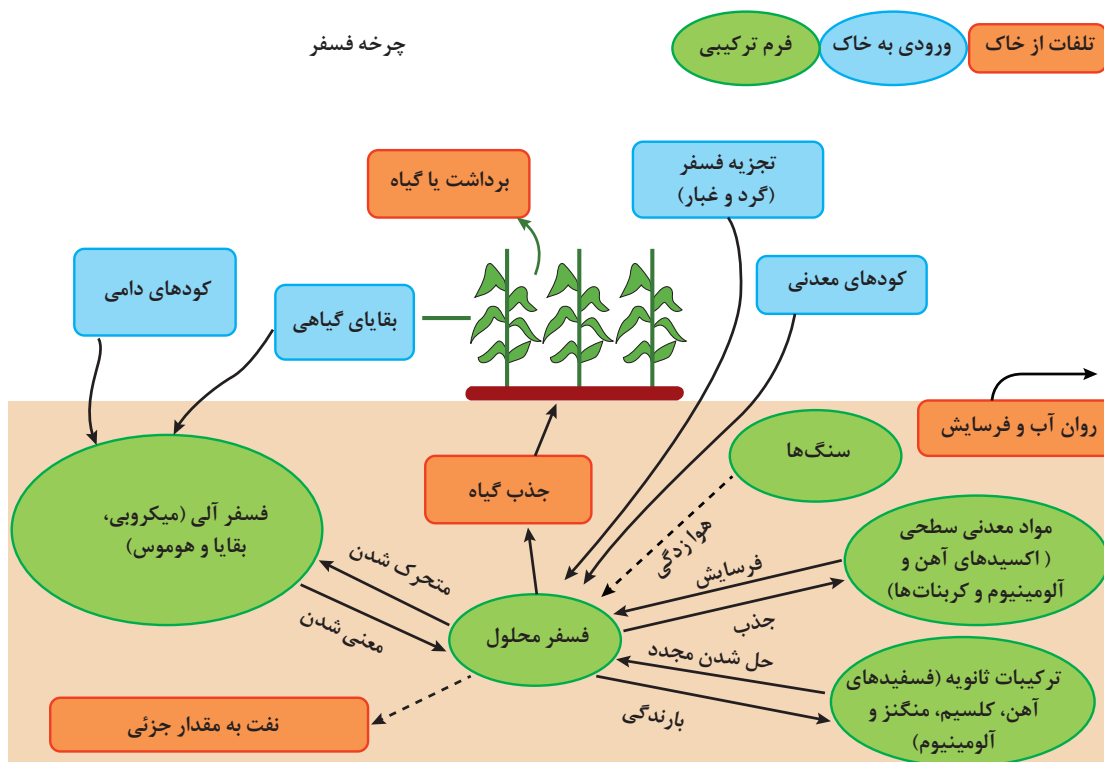
شکل ۱۵- چرخه نیتروژن



چرخه نیتروژن در طبیعت را به شکل دیگری بر روی یک ورقه مقوایی A<sub>0</sub> رسم کنید. پس از تأیید مربی، در محل مناسب به نمایش بگذارید.

#### ۴- چرخه فسفر

فسفر در سنگ‌ها به صورت نامحلول وجود دارد. فسفر در ترکیب عناصر کلسیم، منیزیم، پتاسیم به صورت فسفات وجود دارد و حلالیت آن بسیار کم است. در اثر شستشو، فسفر به دریاها و اقیانوس‌ها وارد می‌گردد و در اعماق اقیانوس‌ها رسوب می‌کند. اگر جریان‌های اقیانوسی و عامل‌های بالا آورنده نباشد، کمبود فسفر اتفاق می‌افتد. با جریان‌ها بالا آورنده اقیانوسی، فیتوپلانکتون‌ها (گیاهان ریز شناور در آب) مقداری از آن را جذب می‌نمایند. فیتوپلانکتون توسط ماهی‌ها خورده می‌شوند و پرندگان به‌ویژه پلیکان‌ها و مرغ‌های ماهی‌خوار مقداری از فسفر دریا را به خشکی حمل می‌کنند. ورودی‌های فسفر به خاک شامل: کودهای معدنی، بقایای گیاهی، کودهای دامی و تلفات فسفر خاک شامل: شست‌وشو (جزئی) و فرسایش، جذب گیاه و برداشت گیاه است. فسفر در مخازن خاک به شکل‌های محلول و غیرمحلول وجود دارد و در حال تبادل است (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- چرخه فسفر





چرخه فسفر در طبیعت را به شکل دیگری بر روی یک ورقه مقوایی  $A_0$  رسم کنید. پس از تأیید مربی، در محل مناسب در معرض نمایش عموم قرار دهید.

وجود عناصر غذایی و مواد آلی در اکوسیستم سبب افزایش جمعیت گونه‌ها می‌شود. حفظ چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم‌های طبیعی (مراتع، جنگل‌ها و اقیانوس‌ها) و اکوسیستم‌های مصنوعی (مزارع کشاورزی) به تعادل جمعیت کمک می‌کند. در زیر مفهوم جمعیت، جامعه و عواملی که سبب تغییر در جمعیت می‌شوند مورد بررسی قرار می‌گیرند.

## جمعیت و جامعه در اکوسیستم

جمعیت عبارت است از مجموعه افراد وابسته به یک‌گونه خاص که توانایی تبادل ژن را دارند و در زمان معینی منطقه خاصی را اشغال می‌نمایند. مانند جمعیت بوته‌های گندم و جمعیت کفشدوزک‌ها. مهم‌ترین ویژگی‌های جمعیت عبارت‌اند از: تراکم، پراکندگی، مرگ‌ومیر، زادوولد، توزیع سنی و ظرفیت زیستی است.

### تراکم گونه‌ها در اکوسیستم

تراکم عبارت است از تعداد افراد در واحد سطح یا حجم، تراکم دارای اهمیت زیادی است زیرا بسیاری از اعمال حیاتی اکوسیستم‌ها به تراکم بستگی دارد. عوامل افزایش‌دهنده تراکم شامل مهاجرت به داخل و زادوولد و عوامل کاهش‌دهنده تراکم شامل مرگ‌ومیر و مهاجرت به خارج است.



عوامل مهاجرت به داخل و زادوولد سبب افزایش جمعیت یک‌گونه یا گونه‌های اکوسیستم می‌شوند و عوامل مرگ‌ومیر و مهاجرت به خارج سبب کاهش جمعیت می‌شوند.



اگر جمعیت اولیه گونه خرگوش‌ها در یک اکوسیستم جنگلی ۲۸۹ عدد و مرگ‌ومیر و زادوولد به ترتیب ۶۵، ۳۲ عدد باشد. به دلیل شرایط نامساعد محیطی ۲۵ عدد خرگوش به منطقه دیگر مهاجرت نمودند اما ۳۷ خرگوش از دشت به جنگل آمدند تا در امان بمانند. جمعیت خرگوش‌ها در اکوسیستم جنگل چند عدد است؟

در اکوسیستم‌های طبیعی برای تعیین تراکم جانوران از روش «علامت‌گذاری و بازگیری» استفاده می‌کنند. به همین منظور ابتدا تعدادی از افراد را به دام می‌اندازند و علامت‌دار می‌کنند (M). بعد از گذشت مدت زمانی مثلاً ۲ سال اقدام به بازگیری همان نمونه می‌نمایند (n). اگر از افراد بازگیری شده تعداد m نفر دارای علامت باشند از رابطه  $Y = \frac{M(n+1)}{m+1}$  برای تعیین جمعیت آن گونه استفاده می‌کنند.

M : تعداد افراد علامت‌دار شده در اولین سال

n : تعداد افراد گرفته شده یک سال بعد

m : تعداد افراد علامت‌دار از n فرد گرفته شده

در مراتع از روش قاب‌اندازی استفاده می‌نمایند. هراندازه تعداد قاب‌ها بیشتر باشد تخمین تراکم گیاهان مرتعی در هکتار دقیق‌تر است. در این روش از قاب  $1 \times 1 m^2$  استفاده می‌شود و با پرتاب تصادفی در چند جای مرتع یا مزارع بیوماس داخل قاب‌ها را وزن و سپس میانگین بیوماس قاب‌ها را در واحد سطح محاسبه می‌کنند. در مراتع از این روش برای تنوع گونه‌های مرتع نیز استفاده می‌نمایند.

### پراکندگی گونه‌ها در اکوسیستم

پراکندگی به توزیع افراد یک گونه یا گونه‌های مختلف در سطح زیستگاه گفته می‌شود (شکل ۱۷). اگر افراد گونه در زیستگاه توزیع یکنواخت داشته باشند پراکنش همگن گفته می‌شود و اگر افراد گونه در یک یا چند نقطه به صورت دسته‌جمعی باشند پراکنش توده‌ای گفته می‌شوند. افراد جمعیت یک گونه ممکن است به صورت تصادفی نیز دیده شوند که در این صورت پراکنش تصادفی گفته می‌شوند.



(ج)



(ب)



(الف)

شکل ۱۷- نمونه‌هایی از پراکندگی گونه‌ها: (الف) درخت و درختچه (ب) جانوری (ج) مرتع

### مرگ‌ومیر گونه‌ها در اکوسیستم

تعداد افراد که در یک زمان معین نسبت به کل جمعیت می‌میرند به صورت درصد بیان می‌شود که نرخ مرگ‌ومیر نامیده می‌شود.

$$D, M = \frac{D}{P} \times 100$$

به ترتیب تعداد مرده‌ها و کل جمعیت می‌باشند.

محاسبه نرخ مرگ‌ومیر و زادوولد برای جانوران اهمیت بیشتری دارد زیرا اگر جمعیت جانوران از تعداد معینی کمتر شوند جفت‌گیری آنها با مشکل مواجه می‌شود و توانایی پیدا کردن همدیگر را ندارند. بنابراین در معرض انقراض قرار می‌گیرند.



اگر در جمعیتی به تعداد ۶ میلیون، تعداد ۲۰۰۰ در یک سال از بین بروند نرخ مرگ و میر را محاسبه کنید.

### زادوولد گونه‌ها در اکوسیستم

تعداد افرادی را که در طول یک زمان معین درون جمعیت زاده می‌شوند به صورت نسبت در هزار یا درصد بیان می‌شود و آن را نسبت زادوولد می‌نامند. دانستن اندازه جمعیت اهمیت زیادی دارد. اگر جمعیتی در سال ۲۰۰ نفر ایجاد کند به خودی خود اهمیت زیادی ندارد اما اگر اندازه جمعیت را بدانیم نرخ زادوولد مشخص می‌شود.



شکل ۱۸- زادوولد فیزیولوژیک

$N = \frac{B}{P} \times 100$  که در معادله B تعداد متولدین در یک سال و P جمعیت در همان سال است. اگر زادوولد بدون هیچ نوع محدودیتی انجام شود و موانع و کمبودها وجود نداشته باشند حداکثر زادوولد به دست می‌آید که «زادوولد فیزیولوژیک» نامیده می‌شود. زادوولد تحت شرایط محیطی زادوولد واقعی یا «زادوولد اکولوژیکی» نامیده می‌شود (شکل ۱۸).

### نرخ رشد جمعیت

نرخ رشد جمعیت از رابطه  $r = \frac{B-D}{P} \times 100$  محاسبه می‌شود که تفاضل مرگ‌ومیر از زادوولد بر کل جمعیت است.

در معادله بالا D، B و P به ترتیب تعداد مرگ‌ومیر، تعداد زادوولد و کل جمعیت می‌باشند. زمان لازم برای ۲ برابر شدن جمعیت نیز از رابطه  $T = \frac{70}{r}$  محاسبه می‌شود که t زمان لازم برای ۲ برابر شدن، r نرخ رشد جمعیت و ۷۰ عدد ثابت است. اگر نرخ رشد جمعیتی ۲/۳۶ باشد زمان لازم برای ۲ برابر شدن ۲۹ سال است.

پیش‌بینی تعداد افراد جمعیت در آینده در اکولوژی اهمیت زیادی دارد زیرا تعداد افراد جمعیت به میزان تولید مواد غذایی وابسته است. اگر  $N_0$  جمعیت اولیه و r نرخ رشد جمعیت باشد جمعیت در t سال آینده ( $N_t$ ) از رابطه  $N_t = N_0(1+r)^t$  محاسبه می‌شود. به صورت درصد بیان می‌شود. اگر ۲ درصد باشد در معادله ۰/۰۲ نوشته می‌شود.



در یک مزرعه یونجه ۵۰ عدد موش با نرخ رشد جمعیت ۵ درصد وجود دارد. جمعیت موش‌های این مزرعه بعد از یک سال چه تغییری می‌کند؟

## تنوع زیستی گونه‌ها در اکوسیستم‌ها

ترکیب جامعه از نظر گونه‌های مختلف جانوران و گیاهان تنوع زیستی نامیده می‌شود. به عبارت دیگر وجود جانوران و گیاهان مختلف تنوع را بیشتر می‌کند. هراندازه تنوع در اکوسیستم بیشتر باشد خودتنظیمی در اکوسیستم بیشتر و اکوسیستم به پایداری بیشتری می‌رسد. تنوع زیستی شامل تنوع ژنتیکی (تفاوت‌ها و تنوع ژن‌ها)، تنوع گونه‌ای (وجود گونه‌های مختلف در یک منطقه) و تنوع اکوسیستمی است. عوامل مختلفی شامل عرض جغرافیایی، عوامل اقلیمی و قدمت اکوسیستم‌ها بر تنوع زیستی مؤثر می‌باشند.

فکر کنید



چرا با حرکت به سمت قطبین از تنوع گونه‌ای کاسته می‌شود. دما از جمله عوامل اقلیمی است که با افزایش درجه حرارت تنوع گونه‌ای افزایش می‌یابد.

## روابط متقابل بین موجودات زنده

### ۱- رقابت

گیاهان به آب، و مواد غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاس و ...) نیاز دارند. اگر مواد غذایی و آب به میزان کافی در اختیار گیاه قرار گیرد هر بوته به اندازه نیاز خود از آب و مواد غذایی برداشت می‌کند. در برخی از شرایط مانند کمبود باران و برداشت زیاد مواد غذایی توسط گیاهان عوامل لازم برای رشد کاهش می‌یابند و بین گیاهان رقابت به وجود می‌آید. رقابت به مفهوم تلاش موجودات کنار همدیگر برای به دست آوردن عاملی مشترک است.

فکر کنید



سلمه‌تره علف هرزی است که ارتفاع آن ۵۰-۲۰ سانتی‌متر است اما وقتی در کنار گیاهی مانند ذرت قرار می‌گیرد گاهی ارتفاع آن تا ۲۲۰ سانتی‌متر می‌رسد چرا؟ آیا رقابت بین سلمه‌تره و ذرت اتفاق افتاده است؟ چه عاملی؟

### ۱-۱- رقابت درون گونه‌ای



شکل ۱۹- رقابت درون گونه‌ای مزرعه چغندر قند

رقابت درون گونه‌ای زمانی به وجود می‌آید که افراد درون گونه برای کسب منبع مشترک و محدود رقابت نمایند. در بسیاری از گونه‌های مهره‌داران و بی‌مهرگان عالی، پرندگان و ماهی‌ها گروه‌های خانوادگی محدوده‌ای را برای فعالیت حیاتی خود انتخاب می‌کنند که قلمرو نامیده می‌شوند. مثلاً پرنده نر بعد از جفت‌یابی منطقه‌ای را معین می‌کند که به استثنای پرنده ماده، هیچ پرنده‌ای از آن گونه حق ورود به آن منطقه را ندارد. تعیین قلمرو از زمان

لانه‌سازی تا بزرگ شدن جوجه‌ها ادامه دارد. برخی از حشرات با ترشح ماده‌ای از خود، جفت خود را در فاصله ۲ کیلومتری پیدا می‌کنند. این به آن مفهوم است که حشرات با ترشح فرمون‌ها قلمرو خود را تعیین می‌کنند.

## ۲-۱- رقابت بین گونه‌ها



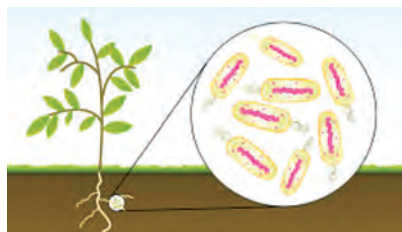
افراد گونه‌های مختلف بر همدیگر اثر دارند برخی از این اثرات ممکن است برای هر دو گونه مثبت، یا برای یک گونه مثبت و برای گونه دیگر منفی و یا برای هر دو گونه مثبت باشد. دو گونه همچنین ممکن است در کنار همدیگر فایده‌ای به هم نرسانند و بی‌تأثیر باشند بر این اساس انواع روابط متقابل گونه‌ها عبارت‌اند از:

- **زندگی مستقل:** دو موجود در کنار هم در اکوسیستم رابطه‌ای باهم ندارند. مانند زرافه و خرگوش یا رشد خاکشیر در مزرعه گندم (شکل ۲۰)

شکل ۲۰- رشد خاکشیر در مزرعه گندم

باتوجه به مفهوم رقابت بین گونه‌ای، درون گونه‌ای و نیاز انسان به غذا اهمیت تعیین تراکم و کنترل علف‌های هرز در کاشت گیاهان زراعی را توضیح دهید؟

گفت‌وگو



- **همکاری اجباری:** هر دو گونه در کنار هم از یکدیگر سود می‌برند و در صورت دور بودن از یکدیگر زیان می‌بینند مانند باکتری‌های همزیست با ریشه برخی از گیاهان (شکل ۲۱)

شکل ۲۱- همکاری باکتری‌های همزیست با ریشه گیاهان لگوم

- **همکاری اختیاری:** در این صورت هر دو موجود زنده در کنار یکدیگر سود می‌برند اما ارتباط بین آنها اجباری نیست مانند پرندگان که از حشرات روی بدن فیله‌ها تغذیه می‌کنند.
- **هم‌سفرگی:** در این حالت یک گونه به‌عنوان میزبان و گونه دیگر به‌عنوان هم‌سفره می‌باشند. هم‌سفره سود می‌برد اما میزبان نه سود می‌برد و نه زیان. مانند سگ و انسان
- **بازدارندگی یک‌جانبه (آلوپاتیکی) یا دگرآسیبی:** در این نوع زندگی یکی از گونه‌ها ماده‌ای ترشح می‌کند و مانع رشد گونه دیگر می‌شود مانند درخت گردو که ماده جوگلن ترشح می‌کند و مانع رشد گیاهان دیگر می‌شود.
- **زندگی انگلی:** در این حالت یک گونه میزبان است و گونه دیگر انگل است. انگل سود می‌برد و میزبان زیان می‌بیند مانند گیاه سس، بذر گیاه سس در خاک جوانه می‌زند سپس به دور ساقه می‌پیچد و زائده‌ای در ساقه میزبان فرو می‌کند و ارتباط خود را با زمین قطع می‌کند. (شکل ۲۲- الف)
- **زندگی شکارگری:** یکی از گونه‌ها شکارچی و دیگری شکار است. مانند کفشدوزک و شته (شکل ۲۲- ب)





(ب)



(الف)

شکل ۲۲- الف) نمونه‌ای از زندگی انگلی، ب) نمونه‌ای از زندگی شکارگری

برای کدام یک از انواع رقابت‌های بین‌گونه‌ای می‌توانید نمونه‌های را پیدا کنید که در زراعت گیاهان مؤثر است (مفید یا مضر)؟

پژوهش



### گونه‌های در حال انقراض و ضرورت حفظ آنها در اکوسیستم‌ها

به‌طور کلی تعداد گونه‌های مناطق معتدله کمتر از تعداد گونه‌های مناطق استوایی هستند اما تعداد افراد یا جمعیت هرگونه در مناطق معتدله بیشتر از تعداد افراد هرگونه در مناطق حاره و استوایی است. اگر گونه‌ای دارای جمعیت کمتری در یک منطقه باشد احتمال انقراض آن بیشتر است. در مناطق گرمسیری درجه حرارت و رطوبت برای رشد و تولیدمثل موجودات فراهم است و جمعیت آنها افزایش می‌یابد. در ایران جانورانی مانند یوزپلنگ ایرانی، کبک و سیاه‌گوش در حال انقراض می‌باشند و جمعیت آنها به دلایل مختلفی کاهش یافته است.

دلایل انقراض گونه‌ای یوز ایرانی و سیاه‌گوش را بررسی نمایید و ضرورت حفظ این گونه‌های در حال انقراض چیست؟

پژوهش



### عوامل اکولوژیکی

محیط فیزیکی موجودات زنده و کلیه موجودات زنده درون آن تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی می‌باشند. در زیر عوامل اکولوژیکی و نقش آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد. تأثیر عوامل اکولوژیکی بر رشد و پراکنش موجودات زنده در اکوسیستم‌ها: کلیه موجودات زنده در محیط زیست تحت تأثیر هم‌زمان عوامل مختلفی قرار می‌گیرند و هیچ موجودی بدون وابستگی به محیط اطراف و به‌صورت مجزا زندگی نمی‌کنند. برخی از عوامل به‌صورت مستقیم و برخی به‌صورت غیرمستقیم بر رشد و پراکنش موجودات زنده تأثیر می‌گذارند.





در خصوص تأثیر عوامل محیطی مانند درجه حرارت بر رشد موجودات زنده بحث و تبادل نظر کنید.

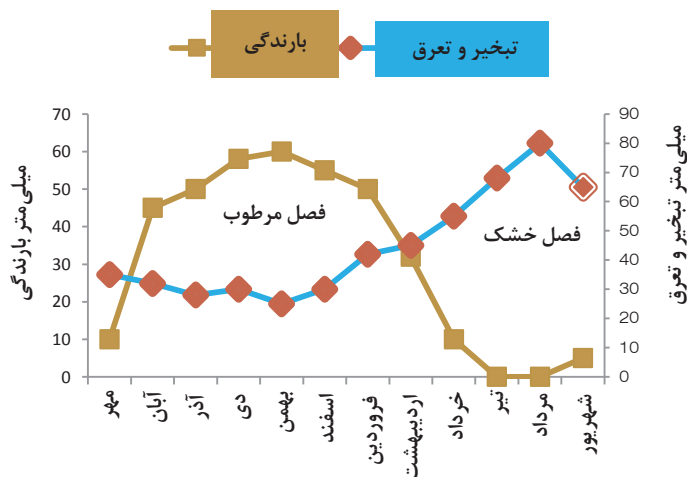
عوامل اکولوژیکی به دودسته زیستی و اقلیمی تقسیم می‌شوند. عوامل زیستی شامل رفتار اجتماعی موجودات زنده مانند شکارگری، طعمه جویی و انگلی است و عوامل اقلیمی به تأثیر ترکیبات فیزیکی - شیمیایی آب و خاک و غیره اشاره دارد. عوامل اکولوژیکی اقلیمی به ۴ دسته تقسیم می‌شوند.

- ۱ عوامل اقلیمی شامل نور، درجه حرارت آب و باد هستند. و بر رشد و پراکنش موجودات زنده نقش اساسی دارند.
- ۲ عوامل خاکی شامل خواصی از قبیل عناصر غذایی، اسیدیته و مقدار رطوبت خاک است.
- ۳ پستی و بلندی شامل ناهمواری‌های زمین است. شیب زمین، زاویه برخورد نور خورشید به زمین
- ۴ عوامل زیستی شامل روابط متقابل بین موجودات زنده است.

## هواشناسی و اقلیم‌شناسی در اکوسیستم‌ها

آب‌وهوا<sup>۱</sup> حالت زودگذر و موقتی اتمسفر است و مطالعه جنبه‌های فیزیکی این حالت و پدیده‌های مرتبط با آن را هواشناسی<sup>۲</sup> می‌گویند. کلیما<sup>۳</sup> متوسط پارامترهای محیطی مانند بارندگی، دما یا تبخیر و تعرق را نشان می‌دهد و هواشناسی در واقع الگوی وضعیت آب و هوایی در زمان ۲۰ تا ۳۰ ساله در مکان خاصی را نشان می‌دهد. اقلیم‌ها در مناطق، تابع بارندگی و درجه حرارت یا تبخیر و تعرق هستند و ثابت می‌باشند اما آب‌وهوا زودگذر و موقتی است. بر این اساس اقلیم‌ها از بسیار خشک تا بسیار مرطوب تقسیم‌بندی می‌شوند و تاریخ کاشت گیاهان به‌ویژه در شرایط دیم تابع فصل مرطوب یا شروع بارندگی است. فصل مرطوب زمانی است که بارندگی از تبخیر و تعرق بیشتر است. اگر شروع فصل مرطوب را بدانید با ۱۰ روز پس یا پیش بردن می‌توان تاریخ کاشت گیاه را تعیین نمود. در نمودار ۱، فصل مرطوب از اواخر مهر تا پایان اردیبهشت و کشت دیم گیاهان در این فصل انجام می‌شود. در حالی که فصل خشک از اواخر اردیبهشت تا اواخر مهر است و کشت آبی گیاهان در این زمان صورت می‌گیرد.

نمودار ۱- تعیین آغاز و پایان فصل مرطوب



۱- Wether  
۲- Meterology  
۳- Climate



در منطقه محل تحصیل خود مانند نمودار (۱) نمودار شروع و پایان فصل مرطوب را از منابع معتبر تهیه کنید.

درخصوص تأثیر پارامترهای هواشناسی مانند تغییرات دما، رطوبت نسبی، بارندگی و تبخیر و تعرق را در اکولوژی گیاهان زراعی توضیح دهید.

### ریز اقلیم (میکروکلیم)

از نظر اکولوژی آن بخش از اتمسفر که در تماس با پیکر جاندار زنده قرار دارد اهمیت زیادی دارد و در اصلاح میکروکلیم گفته می‌شود. فضای محصور پایین کانوپی نوعی میکروکلیم است و نسبت به هوای بالای مزرعه متفاوت است و ممکن است در یک منطقه اقلیم خاصی حاکم باشد اما برخی از عوامل مانند شیب زمین بر این کلیم تأثیر بگذارد. در شیب‌های رو به شمال رطوبت بیشتری وجود دارد و گونه‌های جدیدتری نسبت به شیب‌های رو به جنوب وجود دارد. گاهی در یک منطقه گرم و خشک بخش کوچکی از منطقه دارای آب و هوای خنک می‌باشد. این امر به دلیل وجود شیب و تجمع آب، پستی و بلندی‌های محل می‌باشد که نوعی میکروکلیم تشکیل داده است.



شکل ۲۳- تالاب پل دختر در منطقه گرم و خشک

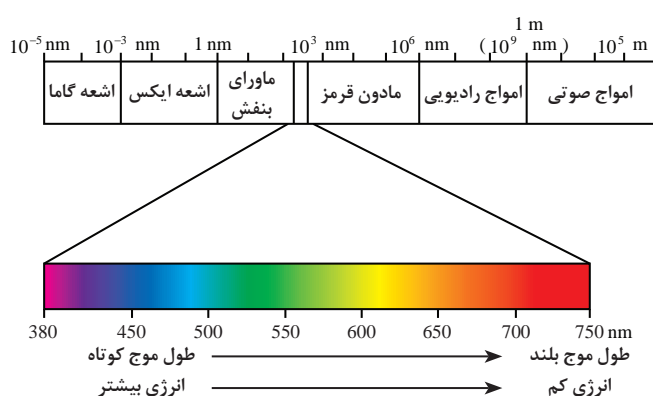
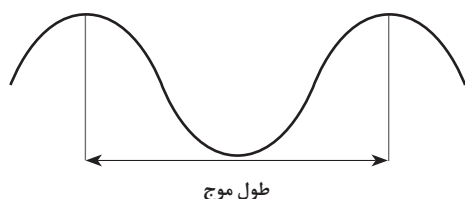
### نور

خورشید منبع اصلی انرژی برای اعمال حیاتی در کلیه اکوسیستم‌ها است. از کل انرژی ورودی حدود ۵۰ درصد آن به سطح زمین می‌رسد و ۱ الی ۲ درصد آن جذب گیاهان می‌شود. نور از ۳ جهت اهمیت دارد: شدت نور، کیفیت نور و طول مدت تابش شدت نور: هنگامی که نور از لایه‌های اتمسفر عبور می‌کند مقداری از آن منعکس، مقداری توسط ذرات معلق پخش و مقداری نیز عبور می‌کند. شدت نور از ساعتی به ساعت دیگر و از فصلی به فصل دیگر متفاوت است. در عرض‌های جغرافیایی بالا شدت نور کم می‌شود چون زاویه تابش خورشید به سطح زمین مایل می‌تابد و نور تابیده شده در سطح بیشتری از زمین پخش می‌شود. همچنین شیب زمین و پستی و بلندی‌ها بر شدت نور دریافتی نقش اساسی دارند. در نیم کره شمالی شیب‌های جنوبی شدت نور بیشتری دریافت می‌کنند و رطوبت خاک سریع تر بخار می‌شود اما شیب‌های رو به شمال شدت نور کمتر و رطوبت بیشتر دارند بنابراین فراوانی گونه‌ها در شیب رو به شمال بیشتر از شیب رو به جنوب است.



چگونه در اکوسیستم‌های طبیعی گیاهان نورپسند و سایه‌پسند را تشخیص می‌دهید. به شادابی برگ‌های داخل تاج و برگ‌های درون تاج توجه نمایید و قضاوت کنید. همچنین به شادابی شاخه‌های پائینی توجه کنید.

کیفیت نور: دانشمندان معتقدند که نور به دو صورت از منبع خورشید جریان پیدا می‌کند. ۱- به صورت بسته‌های انرژی (فوتون) ۲- به صورت طول موج. طول موج در واقع فاصله بین دو برآمدگی یا دو فرورفتگی در موج می‌باشد. انرژی خورشیدی از طول موج‌های مختلفی تشکیل شده است.



نور قابل دیدن (مرئی) شامل قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش، با طول موج‌هایی از ۳۹۰ تا ۷۶۰ نانومتر می‌باشند. نور قابل دیدن بین طول موج فرابنفش و فروسرخ است. طول موج‌های بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر در فتوسنتز مؤثرند. نور سبز از سطح برگ منعکس می‌شود اما طیف قرمز و آبی جذب کلروفیل می‌شود. فرابنفش دارای انرژی زیاد و مخرب است و در ارتفاعات سبب کوتاهی ارتفاع گیاهان و درختان و پراکنش گیاهان در ارتفاعات مختلف می‌شود. طول موج فروسرخ نقش گرمایی دارد و ۴۲ درصد انرژی خورشیدی را به خود اختصاص می‌دهد. در مناطق دارای رطوبت نسبی بالا به آسانی توسط بخار آب جذب می‌شود.

**طول مدت تابش نور:** طول مدت تابش نور به معنی طول دوره روشنایی از طلوع خورشید تا غروب آن است. اختلاف محور قطب‌ها با محور گردش زمین به دور خورشید (۶۶ درجه و ۳۳ دقیقه) سبب اختلاف شب و روز می‌شود.

گیاهان در واکنش به طول روز به سه دسته روزبلند، روز کوتاه و روزخنش تقسیم می‌شوند. **گیاهان روزبلند:** این گیاهان برای شروع گل‌دهی به طول روز بیشتر از ۱۲ ساعت نیاز دارند و طول روزهای کوتاه سبب تأخیر در گل‌دهی می‌شود.

**گیاهان روزکوتاه:** گیاهانی هستند که برای انتقال از مرحله رویشی به زایشی به طول روز کمتر از ۱۲ ساعت نیاز دارند و طول روزهای بلند سبب تأخیر در گل‌دهی می‌شود.

**گیاهان روزخنش:** گل‌دهی آنها وابسته به طول روز نیست و عوامل دیگری مانند درجه حرارت، حاصلخیزی خاک و... مؤثراند.



بیشترین طول روز و کمترین طول روز در چه روزی از سال اتفاق می‌افتد؟  
طول روزها از اول تابستان که به فصل پاییز نزدیک می‌شویم چه تغییری می‌کند؟



از گیاهان زراعی قابل کشت در منطقه خود هفت نمونه را انتخاب کنید و از نظر واکنش به طول روز آنها را مورد ارزیابی قرار دهید.

### شدت نور

مقدار نور تابیده شده از خورشید در واحد سطح در راستای تابش، شدت نور گفته می‌شود. شدت نور در عرض‌های جغرافیایی مختلف متفاوت است. در استوا شدت نور رسیده به زمین بیشتر است چون خورشید به صورت عمودی به زمین تابیده می‌شود اما در عرض دمای جغرافیایی بالا با زاویه حاده (تند) بر سطح زمین می‌تابد و بنابراین نور رسیده در مساحت بیشتری از سطح زمین توزیع می‌شود. شدت نور بر میزان پراکنش گیاهان و جانوران مؤثر است. تنوع گونه‌های گیاهی در استوا بیشتر است و هرچه به سمت قطبین زمین حرکت می‌کنیم از این تنوع کاسته می‌شود.

### درجه حرارت

درجه حرارت کمیتی است که به وسیله آن انرژی گرمایی اندازه‌گیری می‌شود. منبع گرما انرژی خورشیدی و انرژی منعکس شده از زمین است. دامنه فعالیت موجودات زنده بین صفر و ۵۰ درجه سلسیوس است. دمای صفر دمای انجماد آب و دمای ۵۰ درجه سلسیوس دمای انعقاد پروتئین‌ها است. درجه حرارت برای فعالیت موجودات زنده به ویژه گیاهان زراعی به سه دسته درجه حرارت کمینه، بهینه و بیشینه تقسیم می‌شود. درجه حرارت‌های بالا سبب تبخیر آب و پژمردگی برگ‌ها می‌شوند و دماهای زیر صفر سبب یخ زدن آب داخل سلولی می‌شود و با افزایش حجم یخ سلول‌ها پاره می‌شوند و محتویات درون سلولی تخلیه می‌گردد. مقاومت گیاهان به سرما سبب سازگاری آنها به مناطق سرد می‌شوند. بر این اساس گیاهان به دو گروه گرمادوست (برنج، ذرت و سویا) و سرمادوست (گندم، جو، چاودار و یولاف) تقسیم می‌شوند.



درجه حرارت کمینه، بهینه و بیشینه برای  
جوانه‌زنی هفت گیاه زراعی تعیین شده در  
پژوهش بالا را از منابع معتبر جستجو کنید و  
در جدول روبه‌رو بنویسید.

نام گیاه	دمای کمینه	دمای بهینه	دمای بیشینه

## عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا

سطح دریاهای آزاد را مبنای مقایسه در نظر می‌گیرند و ارتفاع مناطق را نسبت به دریاهای ارتفاع از سطح دریا می‌نامند. متناسب با افزایش ارتفاع دما کاهش می‌یابد. به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع دما ۶ درجه سلسیوس کاهش می‌یابد. کاهش دما سبب افزایش طول دوره رشد گیاهان و برداشت دیرتر می‌گردد. بررسی‌ها نشان داده است که هر ۱۱۰ متر ارتفاع از سطح دریا زمان برداشت را ۴ روز به تأخیر می‌اندازد. همچنین با افزایش هر ۱ درجه عرض جغرافیایی نیز زمان برداشت را ۴ روز به تأخیر می‌اندازد. بنابراین هر ۱ درجه عرض جغرافیایی معادل ۱۱۰ متر ارتفاع از سطح دریا و ۱۱۰ کیلومتر مسافت مستقیم روی زمین است. با افزایش ارتفاع از سطح دریا تنوع گونه‌ها تغییر می‌کند و ممکن است گونه‌های مختلف یک جنس در ارتفاعات مختلف مشاهده شوند. برخی از گیاهان به عرض‌های جغرافیایی خاصی سازگاری دارند. اگر بخواهید گیاهی را از عرض جغرافیایی بالا به عرض جغرافیایی پایین انتقال دهید و بکارید بایستی منطقه کاشت دارای ارتفاع از سطح دریا بالاتری نسبت به عرض منطقه کاشت باشد.

فکر کنید



۱ اگر بخواهیم گیاهی را در یک منطقه با عرض جغرافیایی ۴۵ درجه و ارتفاع ۷۰۰ متر از سطح دریا به منطقه‌ای با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه منتقل نماییم. ارتفاع منطقه مورد کاشت گیاه در عرض ۳۸ را محاسبه نمایید.  
پاسخ: ۱۴۷۰ متر

۲ تبریز با ارتفاع ۱۴۱۰ متر از سطح دریا و مغان با ۲۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا و فاصله ۳۳۰ کیلومتر از تبریز است. با توجه به اینکه مغان به قطب شمال نزدیک‌تر است در کدام منطقه برداشت گندم دیرتر انجام می‌شود و این برداشت چند روز دیرتر اتفاق می‌افتد؟  
(پاسخ: ۳۲ روز در تبریز برداشت دیرتر انجام می‌شود)

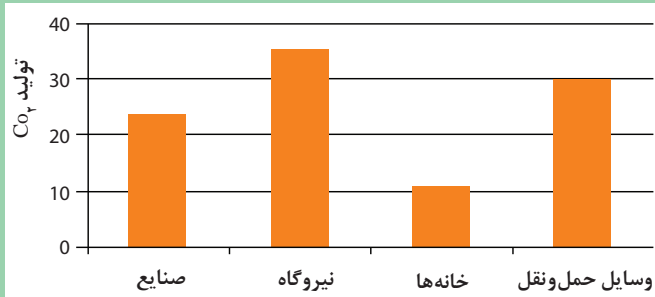
## تغییر اقلیم جهانی

### گازهای گلخانه‌ای

گازهای کربن دی‌اکسید، متان و بخار آب موجود در هوا مانع بازگشت گرما به اتمسفر می‌شوند و در نتیجه سبب گرم شدن کره زمین می‌گردند. میزان کربن دی‌اکسید موجود در هوا معیاری برای سنجش گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود به‌عنوان نمونه پیش از صنعتی شدن دنیا، کربن دی‌اکسید موجود در هوا PPM ۲۶۰-۲۸۰ بود، اما پس از صنعتی شدن این میزان افزایش یافت و در حال حاضر به PPM ۳۶۰ رسیده است.



نمودار ۲- سهم بخش‌های مختلف در تولید کربن دی‌اکسید

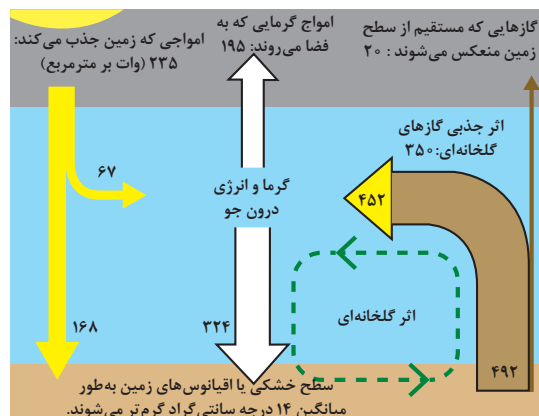


نمودار روبه‌رو را تفسیر کنید (محور عمودی میزان گازهای گلخانه‌ای است). آیا این حق را داریم که آن قدر الکتریسیته مصرف کنیم تا جهان گرم‌تر شود، سیل راه بیفتد، جنگل‌ها نابود شود؟

پژوهش‌ها نشان داده است که کاهش کربن دی‌اکسید به تنهایی نمی‌تواند دمای هوا را کاهش دهد زیرا متان یکی از گازهای دیگری است که نادیده گرفته شده است. حدود ۲۰ درصد گرمایش جهانی ناشی از تولید گاز متان در بخش کشاورزی است. گازهای گلخانه‌ای سبب افزایش دمای اکوسیستم‌ها می‌شوند. گرمایش جهانی بر تمامی موجودات زنده و غیرزنده زمین تأثیر می‌گذارد.



- تأثیر هر یک از موارد به وجود آمده در اثر گرم شدن زمین که در پایین اشاره شده است بر زندگی انسان را از منابع معتبر جست‌وجو کنید و نتیجه پژوهش خود را در کلاس بیان کنید و به سؤالات احتمالی پاسخ دهید.
- گرم شدن زمین موجب افزایش شدت تبخیر می‌شود.
- افزایش دمای زمین همچنین باعث آب شدن سریع یخ‌های قطبی و کوه‌های شناور یخی و در نتیجه بالا آمدن سطح آب دریاها می‌شود.
- پیامد مخرب دیگر افزایش دما، گسترش بیماری‌های مناطق گرمسیری، بعضی تب‌ها و بیماری‌های ویروسی است.



شکل ۲۴



### جدول ارزشیابی پودمان

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان فصل
۳	معرفی اجزای اکوسیستم، تحلیل جانشینی و تحول در اکوسیستم‌ها، تحلیل و تفسیر انتقال مواد و انرژی در اکوسیستم، تحلیل ویژگی‌های جمعیت و جامعه و تفاوت آنها، تحلیل عوامل مؤثر بر رشد و پراکنش موجودات زنده در اکوسیستم و تفسیر آنها در اکوسیستم‌های زراعی	بالتر از حد انتظار	معرفی اجزای اکوسیستم، تحلیل جانشینی و تحول در اکوسیستم، انتقال مواد و انرژی در اکوسیستم‌ها. تحلیل جمعیت در اکوسیستم و تحلیل تأثیر عوامل اکولوژیکی بر رشد و پراکنش موجودات زنده در اکوسیستم را انجام دهد.	تحلیل اکوسیستم زراعی	اکوسیستم و چرخه مواد
۲	معرفی اجزای اکوسیستم، تحلیل جانشینی و تحول در اکوسیستم‌ها، تحلیل انتقال مواد و انرژی در اکوسیستم، تحلیل ویژگی‌های جمعیت و جامعه و تفاوت آنها، تحلیل عوامل مؤثر بر رشد و پراکنش موجودات زنده در اکوسیستم	در حد انتظار		مدیریت اکوسیستم‌های زراعی و چرخه مواد	
۱	ناتوانی در تحلیل تحول در اکوسیستم‌ها یا ناتوانی در تحلیل و تفسیر انتقال مواد و انرژی در اکوسیستم‌ها	پایین تر از انتظار			
				نمره مستمر از ۵	
				نمره شایستگی پودمان از ۳	
				نمره پودمان از ۲۰	