



## فصل ۲

### اکوسیستم و چرخه مواد



## بودجه‌بندی پودمان

شماره جلسه	موضوع جلسه
۷	بوم‌شناسی، اکوسیستم و خواص آن، جانمایی و تحول در اکوسیستم
۸	شبکه غذایی، هرم‌های اکولوژی، هرم بیوماس، هرم انرژی
۹	چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم (چرخه آب، چرخه کربن، چرخه نیتروژن، چرخه فسفر)
۱۰	جمعیت و جامعه در اکوسیستم (تراکم گونه‌ها در اکوسیستم، پراکندگی گونه‌ها در اکوسیستم، مرگ و میر گونه‌ها در اکوسیستم، زاد و ولد گونه‌ها در اکوسیستم، نرخ رشد جمعیت، تنوع گونه‌ها در اکوسیستم‌ها، روابط متقابل بین موجودات زنده)
۱۱	هواشناسی و اقلیم‌شناسی در اکوسیستم‌ها
۱۲	ارزشیابی پایانی پودمان

## هفته هفتم

**اهداف توانمندسازی:** آموزش مفهوم اکولوژی، اکوسیستم، طبقه‌بندی اکوسیستم و ارائه نمونه‌های اکوسیستم زراعی  
**محل آموزش:** کلاس درس با امکانات آموزشی واحد سمعی و بصری

### تجهیزات و وسایل مورد نیاز آموزش

- ۱ طرح درس هفتگی، ماهانه و سالانه خود را در ابتدای سال آماده نمایید و براساس طرح درس آموزش دهید.
- ۲ مواد و تجهیزات مورد نیاز خود را حداقل ۲ هفته قبل از زمان تدریس به معاونت فنی یا سرپرست بخش تحویل دهید.
- ۳ سی‌دی‌های آموزشی از طبیعت و مستندهای آموزشی که در تلویزیون به‌عنوان نمونه پخش می‌شود.
- ۴ واحد سمعی و بصری

### روش تدریس: کار گروهی و بحث و گفتگو

موارد پیشنهادی:

- ۱ با نام و یاد خدا کلاس درس را شروع نمایید.
- ۲ حضور و غیاب نمایید و سپس با هنرجویان احوال‌پرسی کنید.

- ۲ هنرجویان را به گروه‌های ۳ یا ۴ نفره تقسیم نمایید و در صورت لزوم میز گرد تشکیل دهید.
- ۴ فیلم کوتاه ۱۵ دقیقه‌ای را از طبیعت منطقه‌ای از کشور عزیزمان ایران را برای هنرجویان پخش نمایید.
- ۵ یک سؤال واحد را در ارتباط با روابط موجودات زنده در محیط در فیلم آموزشی را مطرح نمایید و در برگ کاغذ در اختیار سرگروه‌ها قرار دهید.
- ۶ اجازه دهید هنرجویان با هم بحث کنند و سرگروه‌ها پاسخ سؤال را در جلوی کلاس به هم‌کلاسان خود توضیح دهند. مهم نیست که پاسخ سؤال درست یا غلط باشد. اجازه دهید تا آخر پاسخ خود را بیان کنند.
- ۷ بعد از پاسخ سؤال در خصوص فیلم اجازه دهید هنرجویان دیگر اظهارنظر نمایند.
- ۸ بعد از توضیح همه سرگروه‌ها جمع‌بندی نمایید و در ۵ تا ۱۰ دقیقه درس را کامل کنید.

<p><b>مشخصات کلی</b></p>	<p>نام و نام خانوادگی طراح: ..... عنوان درس: .....  نام پودمان: ..... پایه تحصیلی: دوازدهم زمان تدریس: ۵۰ دقیقه  نام هنرستان: ..... تاریخ تدریس: ..... شماره جلسه: .....</p>
<p><b>اهداف کلی درس</b></p>	<p>ایجاد توانایی در: ۱- اکولوژی را تعریف کند. ۲- انواع اکولوژی را بیان کند. ۳- اکوسیستم را تعریف نماید. ۴- اکوسیستم‌ها را طبقه‌بندی نماید.</p>
<p><b>اهداف جزئی و رفتاری</b></p>	<p>۱- روابط بین موجودات در اکوسیستم را تشخیص دهد.  ۲- بخش زنده و غیرزنده اکوسیستم را تفکیک نماید.  ۳- اکوسیستم مزرعه را بر مبنای اکوسیستم‌های طبیعی تجزیه و تحلیل کند.  ۴- نهادهای ورودی و ستادهای خروجی از مزرعه را تشخیص دهد.  ۵- موجودات زنده خاک را مشخص کند و رابطه آنها را با زراعت گیاه زراعی تفسیر نماید.  ۶- کمبود یا بیشبود یک نهاده در مزرعه را تفسیر نماید.  ۷- مزرعه را جزئی از طبیعت بداند و برای پایداری تولید در مزرعه تلاش نماید.</p>
<p><b>روش تدریس: تشکیل گروه‌های ۴-۵ نفره در کلاس</b></p>	<p>چیدمان کلاس یا نوبت‌بندی در عملیات: ترجیحاً افراد نزدیک به هم یک گروه را تشکیل دهند.</p>
<p><b>موارد نیاز</b></p>	<p>۱- واحد سمعی و بصری ۲- فیلم‌های کوتاه در خصوص اکوسیستم‌های دریا، خشکی، جنگل، مرتع یا مزرعه ۳- دفترچه یادداشت و خودکار ۴- هر وسیله دیگری که مورد نیاز است.</p>
<p><b>اقدامات قبل از تدریس</b></p>	<p>ذکر نام و یاد خدای هستی بخش، سلام و احوال‌پرسی با هنرجویان، گروه‌بندی هنرجویان، پخش فیلم کوتاه ۵ تا ۱۰ دقیقه‌ای</p>
<p><b>پرسش‌های ارزشیابی تشخیصی</b></p>	<p>۱- اکولوژی را تعریف کند. ۲- اکوسیستم را تعریف کند و انواع آن را از نظر اندازه بیان کند. ۳- اکوسیستم زراعی را تشخیص دهد و اجزای آن را مشخص نماید. ۴- تفاوت اکوسیستم زراعی و طبیعی را در موارد مختلف تشخیص دهد. ۵- ورودی‌ها و خروجی‌های اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی را مشخص کند. ۶- رابطه موجودات زنده با محیط را تفسیر کند. ۷- رابطه بوته‌های گندم را با هم‌دیگر و با سایر گیاهان مزرعه را تفسیر نماید.</p>
<p><b>پرسش‌های انگیزشی آغازین در هر مبحث</b></p>	<p>۱- در یک جنگل چه موجودات زنده‌ای وجود دارد؟ ۲- کدام گروه با استفاده از نور خورشید غذا می‌سازند؟ ۳- کدام گروه گیاه‌خوارند؟ ۴- کدام گروه گوشت‌خوارند؟ ۵- پس از مرگ جانوران و گیاهان جسد آنها چه تغییراتی می‌کند؟</p>
<p><b>ارائه محتوای نظری</b></p>	<p>اکولوژی را با استفاده از مثال‌های مختلف توضیح دهد. برای مطالعه اکولوژیکی طبیعت اکوسیستم را تعریف کند و حدود آن را مشخص نموده اندازه آن را با ذکر مثال‌هایی بیان نماید. یک اکوسیستم را مشخص کند و بخش زنده و غیرزنده آن را تعیین کند. تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان و تجزیه‌کنندگان اکوسیستم را توضیح نماید و با ذکر مثال‌هایی هنرجویان را با اجزای اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی را مشخص کند. پس از تعریف مفاهیم اولیه در اکولوژی اکوسیستم‌های زراعی را مثال بزنبق و به نقش حشرات و علف‌های هرز و کودهای شیمیایی مبنی بر قرار گرفتن آنها در بخش‌های زنده و غیرزنده بپردازد.</p>
<p><b>ارزشیابی تکوینی</b></p>	<p>پرسش و پاسخ در جریان آموزش در هر جلسه جزو ارزشیابی تکوینی است.</p>
<p><b>انجام فعالیت‌های عملی</b></p>	<p>به مزرعه یونجه‌زار بروید و از یک متر مربع خاک مزرعه نمونه برداری نمایید (تا عمق ۳۰ سانتی‌متری). تعداد کرم‌های خاکی را به‌صورت حدودی شمارش کنید. در صورت امکان نمونه‌های از خاک را زیر بینوکولر به هنرجویان نشان دهید و با بزرگ‌نمایی‌های ۱۰، ۴۰ و... بزرگ‌نمایی نمایید و در صورت تماشای سایر موجودات در خاک نقش آنها را به هنرجویان بازگو نمایید.</p>
<p><b>ارزشیابی پایانی</b></p>	<p>با چند پرسش موضوع درس را بررسی نمایید. مثلاً پرسش‌هایی در خصوص تعاریف اکولوژی، اکوسیستم، اجزای اکوسیستم، اندازه اکوسیستم‌ها، روابط بخش زنده و غیرزنده، ورودی‌ها در مزرعه، خروجی‌های مزرعه، روابط بین بوته‌ها، روابط بین بوته‌ها با علف‌های هرز، رابطه حشرات با گیاه زراعی و انسان و تحلیل مزرعه به‌عنوان یک اکوسیستم</p>

پودمان اکولوژی در کتاب دانش فنی شامل دو واحد یادگیری زیر است:

۱- اکوسیستم و مفاهیم آن

۲- اکوسیستم‌های زراعی و چرخه مواد

بخش اول شامل اکولوژی عمومی و مفاهیم و واژگان اختصاصی در اکولوژی می‌باشد. در واحد یادگیری دوم به توضیح در خصوص چرخه عناصر غذایی و حفظ چرخه عناصر غذایی در مزرعه به منظور استقلال مزرعه و مفاهیم پایه در خصوص جمعیت‌ها در اکولوژی عمومی و زراعی، کارکرد اکوسیستم‌ها و هرم‌ها و در نهایت نقش عوامل اکولوژیکی در رشد و پراکنش گیاهان و جانوران مطرح و بررسی شده است. توصیه می‌شود مطالب زیر را قبل از تدریس مطالعه نمایید تا بتوانید پودمان اکولوژی را بهتر تدریس نمایید.

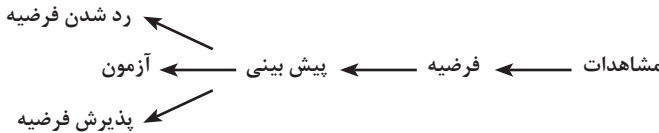
**تعریف علم:** علم عبارت است از پالایش ما از طبیعت که از طریق طرح مداوم پرسش‌ها و پژوهش فعالانه آنها صورت می‌گیرد. در واقع علم شیوه نگرش به جهان هستی هست. این کار با مشاهده جهان خارج شروع می‌شود و دانشمند با استفاده از آن فرضیه‌هایی را جمع‌بندی می‌کند تا مورد آزمایش قرار دهد. علوم جدید با نآزمودنی‌ها مانند هدف نهایی حیات یا جهان ماوراء الطبیعه سرو کار ندارد. آنچه مورد مطالعه علم هست آن است که بتوان آن را با آزمایش و تجربه محک زد.

مشاهدات به عنوان شالوده علوم با حواس پنج‌گانه صورت می‌گیرد. دقت بسیاری از مشاهدات توسط شمار بسیاری از دانشمندان کنترل می‌شود. وقتی مشاهده‌ای مورد قبول همه باشد آن را واقعیت می‌نامند. بین مشاهده و استنباط تفاوت وجود دارد مثلاً مشاهده در مورد یک شیء ممکن است آن را سفید، بلورین و شیرین نشان دهد و کسی چنین استنباط کند که شیء مذکور شکر است اما قبل از پذیرش باید آزمایشات دیگری هم روی شیء مذکور انجام شود. دانشمندان وقتی بخواهند استنباطی را آزمایش کنند آن را به صورت عباراتی در می‌آورند که بتوان آن را نفی نمود. یک فرضیه تا زمانی مورد قبول است که نفی نشده باشد.

در مطالعه روابط بین موجودات زنده با محیط‌زیست و کنش‌ها و واکنش‌های بین آنها فرضیات زیادی مطرح است که به ما کمک می‌کند از این روابط موجود برای پایداری تولید و حفظ محیط‌زیست بهره‌مند شویم. آشنا کردن هنرجویان با مراحل یک تحقیق و پذیرش یا رد یک فرضیه به ما کمک می‌نماید که اصول موضوعه در خصوص حفظ محیط‌زیست مانند راهکارهای لازم برای حفظ پوشش گیاهی، کنترل آفات و بیماری‌ها و حفظ حشرات مفید، حفظ جامعه زنده خاک، حفظ چرخه عناصر غذایی مزرعه و... را در نسل آینده نهادینه نماییم. آموزش اصول مربوط به اکولوژی به هنرجویان بر مبنای حفظ محیط‌زیست بستر لازم برای فرهنگ‌سازی رفتار با محیط‌زیست را فراهم می‌نماید.

## مراحل انجام یک مطالعه علمی

### بازنگری و یا طرح فرضیات جدید



در مطالعه اکولوژیکی مشاهده و آزمون دو اصل اساسی برای شناخت روابط موجودات زنده و محیطزیست آنها می باشد. مثلاً اگر بخواهیم رابطه بین دادن کود نیتروژن و اندازه گوجه فرنگی را بررسی نماییم بایستی ابتدا متغیر مستقل (مقدار کود، زمان کوددهی) و متغیر وابسته (اندازه گوجه فرنگی، کیفیت گوجه فرنگی، مقدار نیترات موجود در گوجه فرنگی) را بشناسیم و سپس با انجام یک آزمایش به فرضیه زیر پاسخ دهیم:

«افزایش کود نیتروژن سبب افزایش اندازه گوجه فرنگی می شود.»

«کود نیتروژن سبب کاهش کیفیت گوجه فرنگی می گردد.»

هر کدام از این فرضیات مورد آزمایش قرار می گیرند و پذیرش یا عدم پذیرش آن بررسی می شوند.

در پایان این موضوع نحوه فرضیه نویسی را به دانش آموزان پاسخ دهید.

**دلایل مطالعه محیطزیست:** اندیشیدن به محیطزیست به اندازه عمر اجداد ما قدیمی است و بقای آنها بستگی زیادی به آگاهی از آن داشته است. امروزه آگاهی از محیطزیست در شکل گیری زندگی ما و رشد و توسعه زندگی انسانها نقش بسیار زیادی دارد. تفکر در محیطزیست نیز قدمتی به اندازه خود علم دارد و از زمان شکل گیری علم در یونان باستان، مصر باستان و ایران باستان ریشه دارد. انسانها در گذشته به دو دلیل عمده محیطزیست را مطالعه نمودند:

۱- کشت محصولات کشاورزی برای تأمین غذای درحد معیشت

۲- استفاده از موقعیت کرات و ستارگان در پیشگویی رخ دادهای انسانی

امروزه ما در آستانه تحولی نو در برخورد خویش با محیطزیست قرار گرفته ایم و دو راه پیش روی ما قرار دارد:

**راه اول:** نگاه معمول و متداول در برخورد با محیطزیست که از ۳۰ سال گذشته

شروع و هنوز ادامه دارد. در این نگاه پیشرفت‌های بسیار اما شکست‌ها و تبعات فراوانی را نیز دربر داشته است. در این شیوه درک مناسبی از واقعیت‌های اساسی محیط‌زیست و نحوه عمل سیستم‌های اکولوژیکی وجود نداشته یا بسیار ضعیف بوده است. سیستم‌های زراعی مانند یک کارخانه فرض شده‌اند و با مصرف ورودی بیشتر مانند کود، سم، علف‌کش و سایر مواد شیمیایی به دنبال تولید بیشتر بوده‌اند. این نگرش زمانی رونق بیشتری یافت که مازاد تولید محصولات زراعی و باغی با سیستم‌های حمل و نقل نوین مانند کانتینرها شدت بیشتری یافت و اقتصاد کشاورزی مفهوم واقعی پیدا نمود. این نگرش که هنوز هم ادامه دارد درک درستی از واکنش بین مصرف نهادهای شیمیایی و جامعه زنده خاک و نشت مواد شیمیایی به آب‌های زیرزمینی ندارد و از این موضوع مهم غافل می‌باشد که بخش زیادی از بیماری‌های انسانی به دلیل اثر باقیماندگی سموم شیمیایی در خاک، آب و محصولات زراعی و باغی می‌باشد. برخی از بیماری‌های به قدری پرهزینه می‌باشند که برای درمان این بیماران نیاز به داروهای خاص، بیمارستان‌های خاص می‌باشد و هزینه پنهانی را به دولت‌ها و حکومت‌ها تحمیل می‌نماید که اگر کسری از این هزینه‌ها صرف مطالعه، تحقیق و اجرای راهکارهای لازم برای حفظ محیط زیست می‌گردید به این شرایط نامناسب در جوامع بشری مبتلا نمی‌شدیم.

**راه دوم:** نگرشی نو به محیط‌زیست و اکوسیستم‌های زراعی می‌باشد که در آن به حل مشکلات پایدار زیست بوم‌ها پرداخته شود. این نوع نگرش به‌عنوان یک راهکار علمی مناسب در جوامع مورد پذیرش قرار گرفته است و هر جامعه‌ای براساس بینشی که نسبت منابع طبیعی و نقش آنها در آینده جامعه، برای حفظ و نگهداری منابع برنامه‌ریزی و هزینه می‌نمایند.

امروزه تفاهم عمومی حکایت از آن دارد راه حل واقعی مشکلات محیط‌زیست باید انسان را هم شامل شده و متکی به آن باشد و انسان بایستی به دنبال پایداری نه فقط برای محیط‌زیست بلکه محیطی برای فعالیت‌های اقتصادی خود باشد تا شاید بشریت و محیط‌زیست بتوانند آینده‌ای طولانی‌تر داشته باشند.







### پیشنهاد مربوط به پژوهش بالا

نمونه‌هایی از روابط بین موجودات با استفاده از فرهنگ بومی در منطقه خود را مثال بزنید.

در این پژوهش هدف آن است که هنرجو به دنبال یافتن روابط بین موجودات باشد و اهمیت هر موجود برای موجودات بعد از خود مشخص شود و این موضوع روشن شود که در اکوسیستم‌ها یا سیستم‌های زراعی نیز نمونه‌هایی از سیستم‌های ساده شده طبیعت هستند و با حذف گروه‌هایی از موجودات زنده نظیر حشرات یا علف‌های هرز تغییراتی در اکولوژی منطقه رخ می‌دهد که نتایج آن به نفع انسان نخواهد بود. در این خصوص هنرجویان را راهنمایی کنید تا نمونه‌هایی از روابط موجودات در سیستم‌های زراعی را پژوهش کنند.

توجه: به هنرجویان نگرش اکولوژیکی دهید اما قبل از اینکه نوع نگرش هنرجو را تعیین کنید بایستی دامنه مطالعات اکولوژیک را برای او مشخص کنید.

**نظام‌های زیستی و تعیین طیف مطالعات اکولوژیکی:** دانشمندان برای سهولت مطالعه موجودات عالم را در سطوح مختلف و به صورت سلسله مراتب طبقه‌بندی نموده‌اند که مجموعاً نظام‌های واقعی و مشخصی را تشکیل می‌دهند. کلیه اجزایی که کنش متقابل دارند و نیازمند یکدیگر هستند و واحد هدف‌دار و مشخصی را تشکیل می‌دهند یک نظام معینی را به وجود می‌آورند. مطالعات اکولوژیکی به صورت انفرادی و جمعی مورد نظر می‌باشد. مطالعه یک بوته در مزرعه بدون در نظر گرفتن رابطه آن با سایر بوته‌ها مطالعه انفرادی محسوب می‌شود. مطالعه همه بوته‌ها با توجه به روابط بین تمام بوته‌ها در مزرعه مانند تخلیه عناصر غذایی خاک، تخلیه رطوبتی خاک با توجه به تراکم بوته در واحد سطح مطالعه جمعی نامیده می‌شود. مطالعات اکولوژی از کجا تا کجا را شامل می‌شود. فرد در مطالعات اکولوژیکی شامل سلول، تولید مثل با تأکید بر مضاعف شدن DNA تا یک فرد می‌باشد. جمعیت شامل مجموعه‌ای از گیاهان و جانوران متعلق به یک گونه خاص می‌باشد که در یک منطقه معین زندگی می‌کنند و بتوانند با همدیگر تبادل ژن داشته باشند. جمعیت بوته‌های گندم در یک مزرعه، جمعیت بوته‌های ذرت در مزرعه ذرت نمونه‌ای از جمعیت‌های زراعی می‌باشند. جامعه از جمعیت‌های مختلف تشکیل شده است و مجموعه تمام موجودات زنده اعم از گیاهان و جانوران و موجودات ذره‌بینی که

در ناحیه معینی هستند «بیوتا» نامیده می‌شوند.

**طیف سطوح مختلف نظام زیستی و قلمرو بیولوژی و اکولوژی:** در جدول مقابل مشخص شده است که اکولوژی شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی می‌باشد که روابط موجودات زنده با همدیگر و محیط زیست آنها را مورد بررسی قرار می‌دهد. در این جدول دامنه مطالعات اکولوژی شمال فرد، جمعیت و جامعه در زنده کره (بیوسفر) می‌باشد. وجود پروتوپلاسم مرز بین موجودات زنده و غیرزنده می‌باشد. در موجودات زنده و غیرزنده عناصر غذایی وجود دارند اما تفاوت آنها در این است که در موجودات زنده به صورت ترکیبی از عناصر با سایر ترکیبات آلی هستند. بیوسفر دارای ساختمانی بسیار پیچیده

طیف ناشناخته	کیهان	طیف بیولوژی	
	کهکشان		
	ستارگان		
	سیارات		
طیف بیولوژی	اکوسفر (کره زمین)	طیف اکولوژی	
	اکوسیستم		
	جامعه زیستی		
	جمعیت		
	موجود زنده		
	اندام		
	بافت		
	سلول		
	مرز بین موجودات زنده و مرده	پروتوپلاسم	
	فاقد حیات	مولکول	
اتم			
اجزای کوچک‌تر از اتم			

می‌باشد که انواع متفاوتی از موجودات زنده در آن زندگی می‌نمایند و تکامل بیوسفر به تنوع موجودات آن می‌باشد. همچنین بیوسفر دارای ساختمانی نامتقارن و نامنظم است زیرا در آن توزیع نامتقارنی از موجودات جانوری و گیاهی، دریاها و خشکی‌ها مشاهده می‌شود.

**اکوسیستم‌ها:** مفهوم اکوسیستم ریشه در علم زیست‌شناسی دارد از ترکیب دو واژه بوم‌شناسی و سیستم تشکیل شده‌است. این مفهوم اولین بار توسط تنسلی در سال ۱۹۳۵ مطرح شد. از نظر تنسلی، اکوسیستم اجتماعی از ارگانیسم‌های زنده است که در ارتباط با اجزای غیر زنده موجود در محیط خود (از جمله هوا، آب و خاک) به‌عنوان یک سیستم تعامل دارند. در واقع اکوسیستم مفهومی است که محیط زیست گیاهی و حیوانی، پویایی‌های جمعیت، رفتار و تکامل را با هم یکپارچه می‌کند. همه اکوسیستم‌های فارغ از اندازه و مقیاس دارای دو جزء کلی هستند: یک بخش مربوط به محیط اکوسیستم است که غیرزنده است مانند رودخانه و هوا و... که از آن با عنوان بیوتوپ (زیست‌جای) نام می‌برند. بخش دوم که شامل اجزای زنده و تعاملات آنها است و با عنوان بیوسنوز شناخته می‌شود. شایان ذکر است که مجموعه این عوامل نه تنها مواد و انرژی لازم را در اختیار اکوسیستم قرار می‌دهند بلکه در تعیین حدود پراکندگی گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی نقش فراوانی دارند.

اکوسیستم‌ها به ورودی‌ها واکنش نشان می‌دهند و خود دارای خروجی می‌باشند. یک اکوسیستم ممکن است نسبت به یک عامل باز اما نسبت به عامل دیگر بسته باشند. عمده اکوسیستم‌های طبیعی باز هستند و همواره ورودی‌ها وارد اکوسیستم‌ها می‌شوند و از طرفی خروجی‌ها از اکوسیستم خارج می‌گردند. اکوسیستم‌های طبیعی به حفظ چرخه‌های عناصر غذایی مبادرت می‌کنند و همواره تلاش می‌کنند که استقلال لازم در اکوسیستم برقرار باشد.



اکوسیستم‌ها از دو بخش عمده تشکیل شده‌اند:

- ۱ بخش زنده اکوسیستم که شامل گیاهان و جانوران می‌باشند.
  - ۲ بخش غیرزنده اکوسیستم‌ها که شامل عناصر غذایی، دی‌اکسیدکربن، اکسیژن می‌باشد.
- گیاهان غذا ساز یا اتوتروف و جانوران مصرف کننده یا هتروتروف می‌باشند. مصرف کنندگان نیز به دو دسته مصرف کنندگان بزرگ و مصرف کنندگان کوچک تقسیم می‌شوند. اهمیت مصرف کنندگان کوچک در تجزیه بقایای گیاهی و جانوری می‌باشد.

### ضرورت اهمیت تجزیه کنندگان برای هنرجویان توضیح داده شود.

متن زیر به شما کمک می‌کند تا اهمیت تجزیه کنندگان بیشتر روشن شود. اکوسیستم‌ها به دنبال استقلال تغذیه‌ای خود هستند و راهکارهای لازم برای تولید غذای کافی برای مصرف کنندگان در اکوسیستم‌ها وجود دارد. بعد از مرگ گیاهان و جانوران و بر سطح خاک نیاز به تجزیه پیکر آنها می‌باشد. تجزیه کنندگان شامل قارچ‌ها، باکتری‌ها، اکتینومیسیت‌ها و ریز موجودات دیگر می‌باشند و به آرامی سبب تجزیه پیکر گیاهان و جانوران می‌شوند. شرایط اکولوژیک منطقه مانند درجه حرارت، رطوبت بر شدت تجزیه مؤثر می‌باشد. در منطقه معتدله با دمای مناسب و رطوبت مناسب سرعت تجزیه بقایا به آرامی و در مدت طولانی تری نسبت به مناطق گرمسیر با دمای بالا و رطوبت کم انجام می‌شود.

الگو برداری از اکوسیستم‌های طبیعی در تولید غذا در مزرعه به ما کمک می‌کند که با توجه با اصل استقلال اکوسیستم‌ها چرخه عناصر غذایی را در این مزارع به وجود آوریم و از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی جلوگیری به عمل آید. تنوع گیاهی در اکوسیستم‌ها سبب تکامل اکوسیستم‌ها و کاهش آفات و بیماری‌ها در آنها می‌شود. تنوع گیاهی در اکوسیستم‌های زراعی مانند سیستم‌های دو، سه یا چند کشتی به صورت مخلوط به صورت هدف مند و براساس شناخت ویژگی‌های گیاهی سبب کاهش آفات و بیماری‌ها در مزارع می‌شود.

**ارزشیابی:** هنگام تدریس ضمن اجرای راهبردهای یاددهی یادگیری (بازدید از اکوسیستم‌های مختلف)، از اهداف تعیین شده در طرح درس، چندین مرتبه ارزشیابی انجام گیرد (با توجه به شاخص‌های تعیین شده در جدول ارزشیابی). جمع بندی نتایج این ارزشیابی‌ها و سنجش‌های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت پذیری و کار تیمی، ... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هنرجو برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

مانند جلسه قبل طرح درس روزانه تهیه کنید و در اجرای آن تلاش کنید. با مطالعه مطالب زیر بهتر می‌توانید توالی را آموزش دهید. لازم نیست انواع توالی را شرح دهید این موضوع برای درک بهتر توالی می‌باشد که قبل از تدریس مورد مطالعه قرار گیرد. تبدیل مرتع به زمین زراعی و بر عکس را مورد بررسی قرار دهید و تغییرات ممکن در این تبدیل را مورد بررسی قرار دهید.

**توالی و تحول اکوسیستم:** منظور از اکوسیستم مجموعه جانداران یک محیط به همراه کلیه عوامل و تشکیل‌دهنده‌های آن محیط است. بنابراین به طور خلاصه اکوسیستم را می‌توان با عبارت محیط و موجودات زنده آن تعریف کرد. و این واژه از دو کلمه Endogical و System تشکیل یافته است که به معنای مجموعه موجودات زنده و محیط زندگی آنها می‌باشد. مراد از پدیده توالی، جایگزین شدن جامعه‌های زنده و به تعبیر دقیق‌تر، انواع اکوسیستم‌ها در یک منطقه به‌دنبال یکدیگر است. به‌طور کلی تحول و تکامل اکوسیستم را توالی گویند.

ماهیت تحول و بلوغ، جایگزین شدن منظم و جهت‌دار جامعه‌های زنده، یکی پس از دیگری است. توالی، با استقرار کم‌نیازترین جامعه‌ها آغاز می‌شود و هر جامعه‌ای شرایط محیط را برای استقرار جامعه‌ای دیگر، جامعه‌ای پرنیازتر از خود، آماده می‌سازد. به تعبیری دیگر علت توالی، نوسان توان رقابت جانداران به دنبال تحول در شرایط محیط است. به‌عنوان مثال در محیط متشکل از یک لایه چند سانتی‌متری خاک، بوته‌ها بهتر از درختچه‌ها رشد می‌کنند. اما وقتی ضخامت خاک افزایش یافت، توان رقابت درختچه‌ها در برابر بوته‌ها بالا می‌رود و جایگزین شدن درختچه‌ها در محل استقرار قبلی بوته‌ها را ممکن می‌سازد.

### جهات تغییرات در ضمن توالی

هم‌زمان با وقوع توالی، بسیاری از مشخصات اکوسیستم هر کدام در مسیر معینی تغییر می‌یابند و یا به بیان دقیق‌تر وقوع توالی معلول تغییر در عده‌ای از ویژگی‌های اکوسیستم است. برای آسانی بیان جهات تغییر در طی توالی می‌توان به‌صورت زیر طبقه‌بندی کرد.

- از لحاظ توده زنده و انرژی
- از لحاظ چرخه‌های مواد
- از لحاظ ساختار اکوسیستم و جامعه زیستی
- از لحاظ ثبات اکوسیستم
- از لحاظ استراتژی کلی اکوسیستم

### تقسیمات توالی

**توالی اولیه:** نوعی از توالی که برای نخستین بار در یک منطقه رخ می‌دهد.  
**توالی ثانویه:** در مناطقی که توالی اولیه به‌صورت کامل یا نزدیک کامل رخ داد

و جامعه زیستی متعادل با شرایط محیط استقرار یافته، به دلیل اثر عوامل بیرونی، خواه مستقل از دخالت انسان و خواه ناشی از دخالت انسان.

**توالی درون‌زا:** مراد از توالی درون‌زا یا منبعث از درون یا ایجاد شده به‌وسیله خود، نوعی از توالی است که بدون دخالت عوامل بیرون از خود اکوسیستم نظیر تغییر در شرایط اقلیمی یا حریق و سیل رخ می‌دهد.

**توالی برون‌زا:** شکلی از توالی است که از تأثیر یک عامل بیرونی یعنی عاملی غیر از تحول درونی اکوسیستم نشئت می‌گیرد. مثلاً جایگزین شدن پوشش‌های گیاهی پس از دوره‌های یخبندان و افزایش تدریجی دما و تبدیل منظم اقلیم رخ می‌دهد. **توالی اتوتروفیک:** این نوع توالی به لحاظ تعداد و سطح وقوع توالی بیشترین شکل توالی را تشکیل می‌دهد. وجه مشخصه اصلی در این نوع توالی برتری تولید بر مصرف در طی مراحل توالی است.

**توالی هتروتروفیک:** به لحاظ تعداد و سطح وقوع این شکل از توالی محدودتر از نوع قبلی است. در این نوع توالی طی مراحل اولیه توالی، نقش هتروتروف‌ها یا مصرف‌کننده‌ها بر نقش اتوتروف‌ها یا تولیدکننده‌ها برتری دارد.

**کلیماکس:** آخرین نوع اکوسیستم است که در پایان توالی در یک منطقه استقرار می‌یابد. تعریف رایج‌تر کلیماکس، اکوسیستم متعادل یعنی در حال تعادل پایدار با محیط است.

**ارزشیابی:** هنگام تدریس ضمن اجرای راهبردهای یاددهی یادگیری، از اهداف تعیین شده در طرح درس، چندین مرتبه ارزشیابی انجام گیرد (با توجه به شاخص‌های تعیین شده در جدول ارزشیابی). این کار موجب مشارکت هنرجویان برای تکمیل یادگیری و بادوام‌تر اهداف تعیین شده گردیده ضمن اینکه جمع‌بندی نتایج این ارزشیابی‌ها و سنجه‌های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت‌پذیری و کار تیمی،... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هنرجو برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

## هفته نهم

### انتقال ماده و انرژی در اکوسیستم‌ها

قبل از شروع تدریس طرح درس روزانه را تهیه نمایید و مطابق طرح درس روزانه تدریس را آغاز کنید و به پایان برسانید.

**زنجیر غذایی و شبکه غذایی در اکوسیستم:** در دانش اکولوژی هر یک از سطوح انباشتگی مواد آلی یا انرژی را یک پله غذایی یا یک سطح غذایی (Trophilevel) می‌نامند و تولیدکننده‌ها بالطبع سطح اول و هر یک از ردیف‌های مصرف‌کننده، یک سطح دیگر تلقی می‌شوند. این زنجیره‌های غذایی مستقل از هم نیستند و بین اکثر

زنجیره‌های غذایی حلقه‌های مشترک وجود دارد.

برای مثال در یک اکوسیستم مرتعی، یک زنجیره غذایی با سه حلقه گیاه، خرگوش و گرگ استقرار می‌یابند و زنجیر دیگری نیز با سه حلقه گیاه، گوسفند و گرگ تشکیل می‌شود. حلقه سوم بین دو زنجیر مشترک است. پس گرگ این دو زنجیر را به هم پیوند می‌دهد. مجموعه زنجیره‌های غذایی را که باهم حلقه‌های مشترک دارند در اصطلاح رشته یا شبکه غذایی (Food Web) می‌نامند.

**جریان ماده و انرژی در سیستم‌های اکولوژیکی:** به طور کلی جریان انرژی در اکوسیستم‌ها تابع قوانین خاصی می‌باشد که به قوانین ترمودینامیک معرف هستند. **قانون اول ترمودینامیک (اصل بقای انرژی):** انرژی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود بلکه همواره از صورتی به صورت دیگر تبدیل می‌شوند. تبدیل انرژی در طبیعت اتفاق می‌افتد مثلاً انرژی نورانی به انرژی شیمیایی تبدیل می‌شود.

سؤال اساسی این هست که اگر مقدار کل انرژی همواره ثابت است پس چرا نمی‌توانیم انرژی درون بدن خود را بازچرخش نماییم؟ و به همین ترتیب چرا انرژی درون اکوسیستم‌ها بازچرخش نمی‌شود؟ واقعیت آن است که در زنجیره غذایی تمام پیکر یک گیاه به مصرف یک گیاه خوار نمی‌رسد مثلاً بخش چوبی آن به مصرف دام نمی‌رسد یعنی همواره مقدار انرژی تولید شده در سطح دوم زنجیره غذایی کمتر از مقدار انرژی ذخیره شده در سطح اول است و همواره مقداری از انرژی در سطح اول باقی می‌ماند. بنابراین تبدیل مقدار انرژی نورانی به انرژی شیمیایی به طور کامل انجام نمی‌شود و مقداری از آن به صورت گرما هدر می‌رود.

**قانون دوم ترمودینامیک:** در تبدیل انرژی از صورتی به صورت دیگر با راندمان ۱۰۰ درصد انجام نمی‌شود و همواره مقداری از انرژی به صورت گرما از دست می‌رود. مثلاً هنگامی که یک جانور علفخوار گیاهی را جهت تأمین سلامتی خود مصرف می‌کند هرگز نمی‌تواند تمام انرژی موجود در گیاه را استفاده نماید. بنابراین انرژی از حالت سازمان یافته و مفید به نوع کم فایده‌تر و نامنظم‌تر تغییر می‌کند و انرژی نمی‌تواند کاملاً به حالت سازمان یافته و با کیفیت مفید اولیه‌اش بازچرخش شود این پدیده پراکنده شدن انرژی را آنتروپی یا بی‌نظمی می‌گویند. قانون اول و دوم توسط دانشمند آلمانی بنام کلاسیوس خلاصه شده است. مقدار انرژی در جهان همواره ثابت است و آنتروپی آن به طرف حداکثر گرایش دارد.

**هرم‌های اکوسیستم:** هر چقدر از پله پایین‌تر اکوسیستم به طرف پله‌های بالاتر پیش رویم، تعداد موجودات زنده پله‌ها کمتر می‌شود، در واقع می‌توان گفت مقدار انرژی انباشته در پله‌های اکوسیستم از پایین به بالا به تدریج کاهش می‌یابد. توجه به این مطلب، انگیزه اصلی طرح مبحثی تحت عنوان هرم‌های اکوسیستم است. اگر در یک اکوسیستم، موجودات زنده پله اول را یک‌جا جمع کنیم و بعد موجودات زنده پله‌های دیگر را به همان توالی طبیعی به ترتیب پله‌ها روی هم قرار دهیم، شکل عمومی آنها، به صورت یک هرم خواهد بود.

اگر گیاهان و حیوانات موجود در اکوسیستم از نظر مدت زمان رشد، حجم و وزن بدن با همدیگر هماهنگ باشند می‌توان از هرم تعداد، به‌عنوان هرم وزن استفاده نمود به این نوع هرم، هرم وزن زنده یا توده زنده نیز گفته می‌شود. اما شرط اصلی این هرم این است که همه موجودات زنده همه پله‌های آن یک‌ساله باشد اگر بیشتر از این باشد هرم وزن زنده گویایی خود را از دست می‌دهد.

چرا که در این حالت، وزن زنده جانداران مختلف در این هرم، در طول یک‌سال یکسان نخواهد بود. مثلاً وزن زنده مصرف‌کنندگانی مانند فیل و زرافه، در یک‌سال تفاوت فاحشی خواهد داشت. به خاطر همین، هرم انرژی مطرح گردید که منظور از آن، محاسبه مقدار انرژی‌ای است که در مدت معینی در هر کدام از پله‌های اکوسیستم ذخیره می‌شود در این حالت مقدار انرژی انباشته شده در مدت معین مثلاً یک‌سال، ملاک رسم هرم قرار می‌گیرد.

**کارایی اکولوژیکی:** گیاهان اولین زنجیره را تشکیل می‌دهند و بیشترین میزان انرژی را به دام می‌اندازند. اکولوژی خروجی یک سیستم به ورودی آن می‌باشد و برحسب درصد بیان می‌شود

$$\text{کارایی اکولوژیکی} = \frac{\text{میزان تولید مربوط به سطح مصرف کننده (صیاد)}}{100 \times \text{میزان تولید مربوط به سطح میزبان (صید)}}$$

**تولید اولیه:** ساخته شدن مواد آلی در بخش تولیدکنندگان (گیاهان)

**تولید ثانویه:** ساخته شدن مواد آلی در بخش مصرف‌کنندگان

**تولید ناخالص:** کل مقدار ماده آلی ساخته شده

**تولید خالص:** مقدار ماده باقیمانده پس از کسر مقداری که در اثر تنفس جهت ایجاد انرژی مصرف شده است.

**تولید اولیه ناخالص:** مقدار ماده آلی ساخته شده توسط گیاهان

**تولید اولیه خالص:** مقدار ماده آلی باقیمانده پس از کسر مقداری که در اثر تنفس در گیاهان هزینه می‌شود.

مقدار از دست رفته در تنفس - تولید اولیه ناخالص = تولید خالص

**تولید ثانویه ناخالص:** کل مقدار ماده‌ای که توسط جانوران ساخته می‌شوند.

**تولید ثانویه خالص:** مقدار ماده آلی باقیمانده پس از کسر مقداری که در اثر تنفس جانوران مصرف شده است.

مقدار از دست رفته در تنفس - تولید ثانویه ناخالص = تولید ثانویه خالص

**ارزشیابی:** هنگام تدریس ضمن اجرای راهبردهای یاد دهی - یادگیری (طراحی و نصب انواع هرم‌های اکولوژیکی و چرخه مواد در اکوسیستم در کلاس)، از اهداف تعیین شده در طرح درس، ارزشیابی انجام گیرد (باتوجه به شاخص‌های تعیین



شده در جدول ارزشیابی). جمع‌بندی نتایج این ارزشیابی‌ها و سنجه‌های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت‌پذیری و کار تیمی... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هنرجو برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

## هفته دهم

جمعیت، جامعه و روابط متقابل بین موجودات هنرآموزان عزیز همانند سایر جلسات طرح درس روزانه و چک لیست تهیه نمایند و در آموزش جمعیت به مفهوم تراکم در اکوسیستم‌های زراعی نیز پرداخته شود.

اگر جمعیت اولیه گونه خرگوش‌ها در یک اکوسیستم جنگلی ۲۸۹ عدد و مرگ‌ومیر و زاد و ولد 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؟

فکر کنید



### پیشنهاد مربوط به فکر بالا کنید:

پیشنهاد می‌شود ابتدا با طرح مسئله‌ای که در مورد جمعیت موش‌ها در مزرعه یونجه آورده شده است هنرجویان را به تعادل جمعیتی در یک اکوسیستم زراعی آشنا کنید. شما می‌توانید مثال‌های دیگری غیر از مثال کتاب درسی را مطرح نمایید.

یکی از روش‌های برآورد جمعیت در اکوسیستم‌های طبیعی روش «علامت‌گذاری و بازگیری» می‌باشد در این خصوص فیلم‌هایی در شبکه‌های مستند وجود دارد که دانلود آنها به آموزش این روش کمک می‌کند. معمولاً زمان بارگیری را براساس دوره تولید مثلی در نظر می‌گیرند ولی برای ساده‌تر شدن کار زمان را یک سال در نظر بگیرید. این روش برای تخمین تراکم جانوران مورد توجه است. عوامل نامساعد محیطی ممکن است جمعیت جانوران و گیاهان را در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی را مورد تأثیر قرار دهد و حتی در برخی از مواقع سبب انقراض نسل شود بنابراین حفاظت گونه‌ها بایستی در دستور کار قرار گیرد.

واکاری گیاهان زراعی در شرایط نامساعد جوی به‌ویژه در گیاهان بهاره اتفاق

توجه



می‌افتد. در شرایط طبیعی نیز گاهی آفات و بیماری‌ها سبب از بین رفتن گونه‌های گیاهی و جانوری در اکوسیستم‌ها می‌شود مانند آفت جامعه بلوط‌های سلسله کوه‌های زاگرس.

نرخ مرگ و میر و نرخ زاد و ولد را با عنوان کردن مثال‌هایی شروع کنید. نرخ رشد جمعیت در اکوسیستم‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است و در این خصوص به تعیین نرخ رشد جمعیت انسانی و برآورد جمعیت پیردازید و اکولوژی انسانی و نقش آن در طبیعت روشن کنید. اجازه دهید هنرجویان از ماشین حساب در محاسبات استفاده نمایند.

هریک از جملات ذکر شده در نمون برگ را به اجزای ریزتر تقسیم کنید تا ارزشیابی راحت‌تر صورت گیرد.

رقابت را توضیح دهد.

■ نیاز مشترک را تشخیص دهد.

■ میزان نیاز هرگونه به نیاز مشترک را تشخیص دهد.

■ سود هرگونه به گونه دیگر را مشخص کند.

■ زیان هرگونه به گونه دیگر را تشخیص دهد.

■ درحالتی که دو گونه از همدیگر جدا هستند کدام گونه زیان می‌بیند.

■ درحالتی که دوگونه جدا از همدیگر هستند کدام گونه زیان نمی‌بیند.

■ نوع رقابت را با توجه به تعاریف متن تشخیص دهد.

## هفته یازدهم

اقلیم‌شناسی، هواشناسی، عوامل اکولوژیکی و تغییرات اقلیم جهانی در این جلسه نیز طرح درس روزانه و چک لیست تهیه کنید و مباحث موردنظر را آموزش دهید.

**ارزشیابی:** هنگام تدریس ضمن اجرای راهبردهای یاددهی - یادگیری (بازدید از ریز اقلیم‌های منطقه، گفتگو و...)، از اهداف تعیین شده در طرح درس، ارزشیابی انجام گیرد (با توجه به شاخص‌های تعیین شده در جدول ارزشیابی). جمع‌بندی نتایج این ارزشیابی‌ها و سنجش‌های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت‌پذیری و کار تیمی،... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هنرجو برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

ارزشیابی بهتر است به صورت‌های تشریحی آزمایشگاهی و از نوع شایسته محور طراحی و تدوین گردد.

ارزشیابی پایانی می‌بایست متناسب با شاخص‌های تعیین شده (معرفی اجزای اکوسیستم، تحلیل جانشینی و تحول در اکوسیستم، 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 جدول ارزشیابی زیر انجام می‌شود. نتیجه ارزشیابی پایانی با توجه به درصد پاسخ‌های درست تعیین می‌گردد.

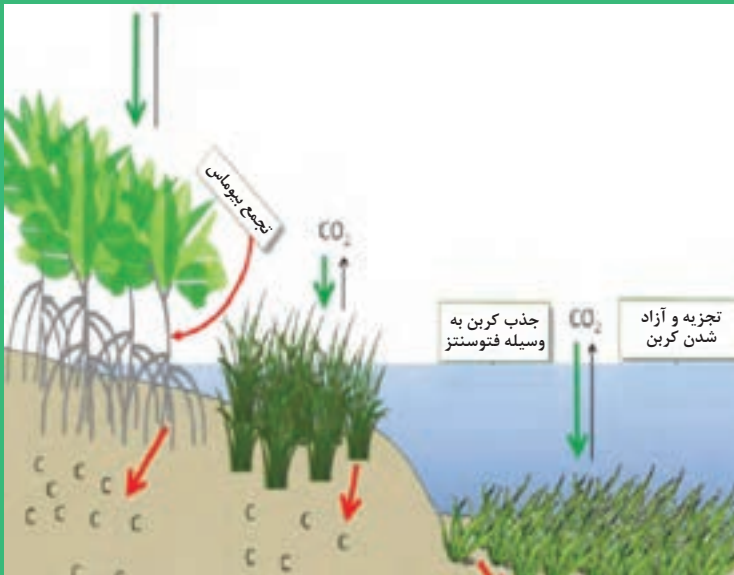
به بیش از ۸۴ درصد از اهداف تعیین شده نمره ۳ (بالاتر از حد انتظار) از ۶۰ تا ۸۴ درصد در نمره ۲ (در حد انتظار) و کمتر از ۶۰ درصد نمره ۱ (کمتر از حد انتظار)

جدول ارزشیابی پودمان

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

## فصل ۳

# فتوسنتز و تنفس گیاهان



## بودجه بندی پودمان

شماره جلسه	موضوع جلسه
۱۳	سوخت و ساز (آنابولیسم، کاتابولیسم، ساختمان کلروپلاست)
۱۴	واکنش‌های شیمیایی فتوسنتز (مرحله نوری و تاریکی فتوسنتز)
۱۵	تنفس نوری
۱۶	تنفس گیاهان
۱۷	عوامل مؤثر بر فتوسنتز و تنفس
۱۸	ارزشیابی

این پودمان شامل دو واحد یادگیری است. واحد اول تحلیل فتوسنتز و چگونگی ذخیره انرژی نورانی و تبدیل آن به صورت شیمیایی را توضیح می‌دهد. در این واحد یادگیری تلاش شده است که اطلاعات لازم در خصوص به‌دام افتادن انرژی نورانی را تشریح نماید. اهمیت این واحد از آنجا روشن می‌شود که اساس تولید غذا در گیاهان فتوسنتز می‌باشد. در واحد یادگیری سعی شده است ساختمان برخی از اندامک‌های گیاهی مانند کلروپلاست و میتوکندری تشریح شود و تأکید شود که کلروپلاست آشپزخانه گیاهان و میتوکندری مانند واحد سلف سرویس می‌باشد که غذای سرو شده مصرف می‌گردد. در واحد یادگیری دوم به تنفس گیاهان اختصاص یافته است تا اطلاعاتی در خصوص تأمین انرژی لازم برای رشد و نگهداری گیاهان چگونه تأمین می‌گردد. در این واحد یادگیری نحوه سوختن مواد غذایی و آزاد شدن انرژی در سلول‌های گیاهی تشریح گردیده است تا شرایط محیطی که سبب سوختن غیرضروری گیاهان می‌شود روشن شود و با اطلاع از انرژی پایه لازم برای گیاهان زراعی از اکسید شدن مواد ذخیره شده در شرایط تنش‌های محیطی جلوگیری شود.

## هفته سیزدهم

برای سهولت در تدریس موضوعات زیر به هنرآموز کمک می‌کند تا راحت‌تر بتواند فیزیولوژی گیاهان زراعی را آموزش دهد. قبل از تدریس طرح درس هفتگی، سالیانه و چک لیست را آماده نمایید و مطابق طرح درس به آموزش بپردازید. در طرح درس سالیانه ۶ جلسه را برای پودمان فیزیولوژی در نظر بگیرید و ۵ جلسه را به آموزش محتوای ۱ جلسه را به ارزشیابی هنجاری اختصاص دهید.

در صفحه بعد نمونه‌ای از طرح درس روزانه، هفتگی و چک لیست آورده می‌شود و هنرآموز عزیز می‌تواند براساس شرایط و سلیقه خود عمل نمایند.

<p>نام و نام خانوادگی طراح: میرزاحسین رشنو مرحله کاری:  نام درس: فیزیولوژی پایه تحصیلی: دوازدهم زمان تدریس: ۵۰ دقیقه  نام هنرستان: امام صادق (ع) تاریخ تدریس: ۹۷/۱۰/۱ شماره جلسه: اول</p>	<p>مشخصات کلی</p>
<p>ایجاد توانایی در:  ۱- آنابولیسم را تعریف کند.  ۲- کاتابولیسم را تعریف کند.  ۳- فتوسنتز را تعریف کند.</p>	<p>اهداف کلی درس</p>
<p>۱- مثال‌هایی در خصوص آنابولیسم را تشخیص دهد.  ۲- فتوسنتز را در گروه فعالیت کاتابولیسم قرار دهد.  ۳- مواد اولیه فتوسنتز را تشخیص دهد.  ۴- مواد ساخته شده در فتوسنتز را تشخیص دهد.  ۵- مرحله نوری فتوسنتز را ترسیم نماید.  ۶- مرحله تاریکی در فتوسنتز را مشخص کند.  ۷- ماده ساخته شده در مرحله تاریکی را مشخص کند.  ۸- اندامک کلروپلاست را معرفی نماید.  ۹- تیلاکوئید را معرفی کند.</p>	<p>اهداف جزئی و رفتاری</p>
<p>چیدمان کلاس یا نوبت‌بندی در عملیات: ترجیحاً افراد نزدیک بهم هم یک گروه را تشکیل دهند.</p>	<p>روش تدریس:  تشکیل گروه‌های ۴-۵ نفره در کلاس</p>
<p>۱- واحد سمعی و بصری ۲- فایل پاور پوینت</p>	<p>موارد نیاز</p>
<p>ذکر نام و یاد خدای هستی بخش، سلام و احوالپرسی با هنرجویان، گروه بندی هنرجویان</p>	<p>اقدامات قبل از تدریس</p>
<p>۱- وظیفه برگ چیست؟ ۲- ساختمان برگ را ترسیم نماید. ۳- در کدام سلول‌های برگ کلروپلاست وجود دارد؟ ۴- وظیفه ریشه چیست؟ ۵- وظیفه ساقه چیست ۶- .....</p>	<p>پرسش‌های ارزشیابی تشخیصی</p>
<p>۱- گیاهان چگونه غذا می‌سازند؟ ۲- گیاهان چگونه از نور خورشید به‌عنوان انرژی استفاده می‌کنند؟ ۳- از زمانی که نور به برگ می‌تابد تا زمانی که دانه تولید می‌شود چه اتفاقاتی در گیاه رخ می‌دهد؟ ۴- کدام اندام گیاه کارخانه غذاسازی می‌باشد؟</p>	<p>پرسش‌های انگیزشی  آغازین در هر مبحث</p>
<p>اندامک‌های سلولی مؤثر در فتوسنتز را نام ببرد. اندامک کلروپلاست را تشریح نماید. سیستم‌های نوری را معرفی کند و .....</p>	<p>ارائه محتوای نظری</p>
<p>پرسش و پاسخ در جریان آموزش در هر جلسه جزو ارزشیابی تکوینی است.</p>	<p>ارزشیابی تکوینی</p>
<p>برگ را در زیر میکروسکوپ مشاهده نماید. آزمایش ساخت نشاسته در برگ را انجام دهد.</p>	<p>انجام فعالیت‌های عملی</p>
<p>فرمول فرایند فتوسنتز را بنویسید. ساختمان کلروپلاست را تشریح کنید. مواد ساخته شده در مرحله نوری چه موادی هستند؟ ماده ساخته شده در مرحله تاریکی چه ماده‌ای است؟</p>	<p>ارزشیابی پایانی</p>

**اندامک های سلولی:** از مهم ترین اندامک های سلولی که فتوسنتز در آن انجام می شود کلروپلاست می باشد. کلروپلاست اندامکی است که دارای دو غشای خارجی و داخلی می باشد.



تیلاکوئیدها محل به دام انداختن انرژی نوری می باشند که واکنش های لازم در این مکان اتفاق می افتد. تیلاکوئیدها به هم متصل می باشند و به صورت سکه مانند روی همدیگر قرار گرفته اند که گرانونم نامیده می شوند. بخش دیگر کلروپلاست ماده زمینه ای یا ماتریکس نامیده می شود و در داخل ماتریکس اسیدهای آمینه، DNA, RNA و... مشاهده می شود.

**ارزشیابی:** هنگام تدریس ضمن اجرای راهبردهای یاددهی یادگیری، از اهداف تعیین شده در طرح درس، ارزشیابی انجام گیرد (با توجه به شاخص های تعیین شده در جدول ارزشیابی). این کار موجب یادگیری بهتر و عمیق تر اهداف تعیین شده گردیده ضمن اینکه جمع بندی نتایج این ارزشیابی ها و سنجش های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت پذیری و کار تیمی،... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هنرجو برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

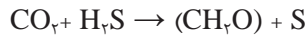
## هفته چهاردهم

### فتوسنتز و ذخیره انرژی

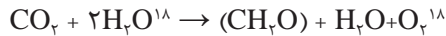
وقتی نور با طول موج مناسب توسط کلروپلاست جذب می شود گاز کربنیک موجود در هوا به همراه آب به قند تبدیل می شود و گاز اکسیژن به حجم مساوی گاز کربنیک جذب شده آزاد می گردد که اکسیژن لازم برای تنفس همه موجودات زنده برای گیاهان و جانوران را فراهم می نماید. بنابراین، گیاهان نقش تعادلی را در طبیعت ایفا می نمایند. معادله فتوسنتز به صورت زیر است:



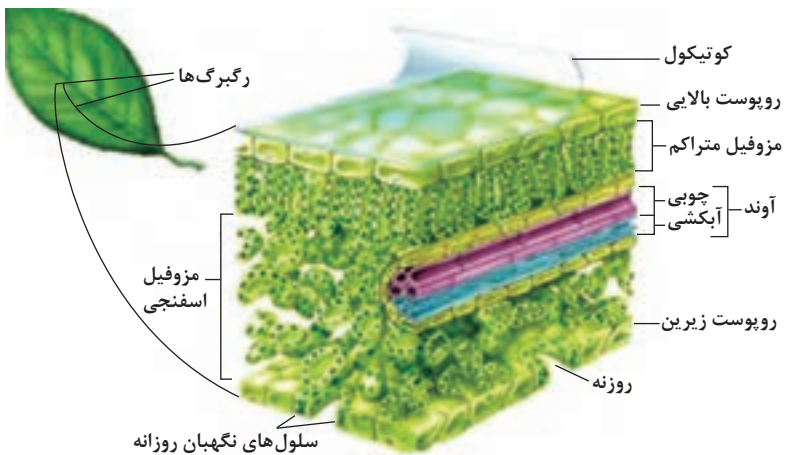
توجه کنید که مواد به کار رفته در این واکنش و محصولات حاصل طوری نوشته شده است که همه دارای اکسیژن هستند و معلوم نیست اکسیژنی که به صورت گاز آزاد شده است از تجزیه آب به دست آمده است یا از تجزیه کربن دی‌اکسید؟ برخی از باکتری‌ها در شرایط طبیعت از واکنش بیوشیمیایی کربن دی‌اکسید و هیدروژن سولفید ماده به دست آمده گوگرد بود. محققان از این آزمایش نتیجه گرفتند که اکسیژن آزاد شده در واکنش فتوسنتز ناشی از تجزیه مولکول آب است.



دانشمندان با به کار بردن  $\text{O}^{18}$  در ساختمان آب و کربن دی‌اکسید به این نتیجه رسیدند که وقتی آب دارای  $\text{O}^{18}$  استفاده می‌شود اکسیژن آزاد شده نیز  $\text{O}^{18}$  می‌باشد. این به آن مفهوم است که آب در اثر انرژی نورانی تجزیه شده است و اکسیژن آزاد شده است. همچنین زمانی که کربن دی‌اکسید دارای  $\text{O}^{18}$  است در ساختمان بیوشیمیایی قند نیز  $\text{O}^{18}$  وجود دارد. به واکنش‌های زیر دقت نمایید.



**جزئیات واکنش فتوسنتز:** کربن دی‌اکسید که در واکنش فتوسنتز شرکت می‌کند از طریق روزنه‌ها و سیستم مجاری پرانشعاب بین سلولی به سلول‌های سبز برگ وارد می‌شود. مزوفیل برگ طوری ساخته شده است که هر سلول فتوسنتزکننده ۲ یا ۳ سلول از رگبرگ‌های هادی فاصله دارد.



### سرنوشت کربن دی‌اکسید

کربن دی‌اکسید موجود در فضا وارد روزنه می‌شود و در سطح مزوفیل برگ توزیع می‌گردد و سپس با آب واکنش می‌دهد و تولید اسید کربنیک  $\text{H}_2\text{CO}_3$  می‌کند.



اسید کربنیک تولید یون بی کربنات  $\text{HCO}_3^-$  می نماید که مخزن مهم کربن دی اکسید است. غلظت کربن دی اکسید حدود ۰/۰۳ درصد یا ۳ در ده هزار است که در چند دهه اخیر به حدود ۳۸۰ پی پی ام رسیده است. افزایش غلظت کربن دی اکسید دارای تبعات زیر است:

۱ گرم شدن زمین به دلیل جذب اشعه مادون قرمز و جلوگیری از خروج گرما در اتمسفر

۲ افزایش تولیدات گیاهی در سطح زمین

۳ آب شدن یخها و یخچالها و زیر آب رفتن شهرها

آب جذب شده در گیاه سبب تورم سلولهای روزنه می گردد و روزنهها باز می شوند. بنابراین کاهش مقدار آب در خاک سبب بسته شدن روزنهها و کاهش فتوسنتز برگ می شود.

اکسیژن تولید شده در فتوسنتز نیز از طریق روزنهها وارد هوا می شود. وقتی روزنهها در اثر تنشها بسته می گردد میزان فتوسنتز و تنفس کاهش می یابند ولی همواره مقدار فتوسنتز ۲۰-۱۰ برابر تنفس سلولی است.

حفظ شدت فتوسنتز به تأمین مواد اولیه مانند آب، کربن دی اکسید و نور بستگی دارد و تداوم فتوسنتز نیز به تأمین این مواد بستگی دارد. در شرایط کمبود یک عامل سرعت فتوسنتز به عاملی بستگی دارد که در کمترین مقدار می باشد. البته عناصر غذایی مانند آهن و منیزیم نیز در ساختمان کلروفیل وجود دارند و سبب افزایش سرعت فتوسنتز می گردد. سرعت فتوسنتز به میزان مواد تخلیه شده از سطح مقطع آوند آبکش به مخازن دارد. مثلاً اگر میوهها، ریشهها یا جوانههای رویشی گنجایش ذخیره مواد کربوهیدرات را نداشته باشند فتوسنتز نیز کاهش می یابد.

با طرح ۴ سؤال اساسی به پایان فتوسنتز می رسیم و به راحتی می توان بیوشیمی فتوسنتز را متوجه شد هر چند که ما دنبال بیوشیمی فتوسنتز نیستیم.

۱ انرژی چگونه جذب می شود؟

۲ چگونه برای انجام عمل انرژی شیمیایی فراهم می گردد؟

۳ اکسیژن از طریق چه مسیری از آب جدا می شود؟

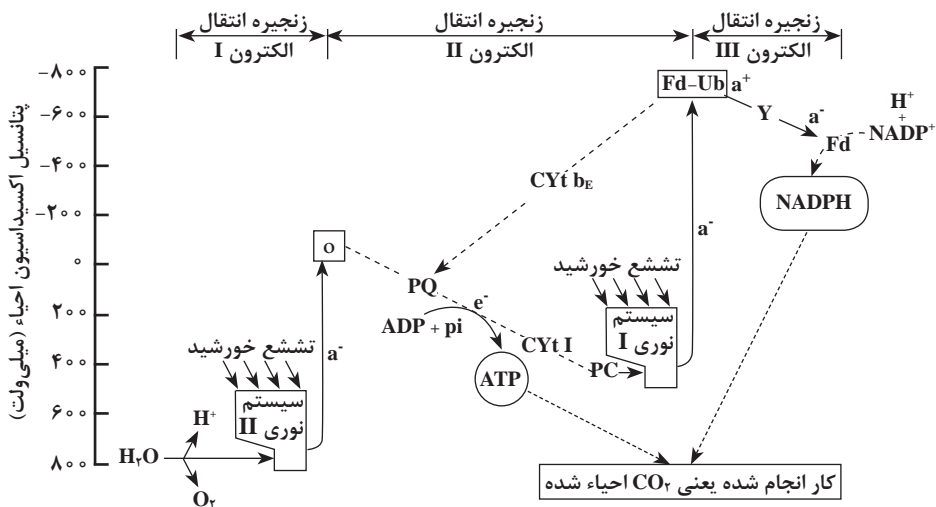
۴ از کدام مسیر کربن دی اکسید به قند تبدیل می گردد؟

**رنگیزه های فتوسنتزی:** ترکیباتی که بتوانند فوتونها یا بسته های نوری را جذب می کنند رنگیزه گفته می شوند. میزان نور جذب شده به مقدار کلروفیل موجود در سلولها بستگی دارد. کلروفیل یکی از رنگیزهها می باشد. کلروفیلها در غشای تیلاکوئیدها قرار دارد. رنگیزه های دیگر شامل کاروتنوئیدها مانند فیکوگزانتین و پیریدینین است. فیکوبیلینها نیز از جمله رنگیزه های موجود در جلبک های سبز

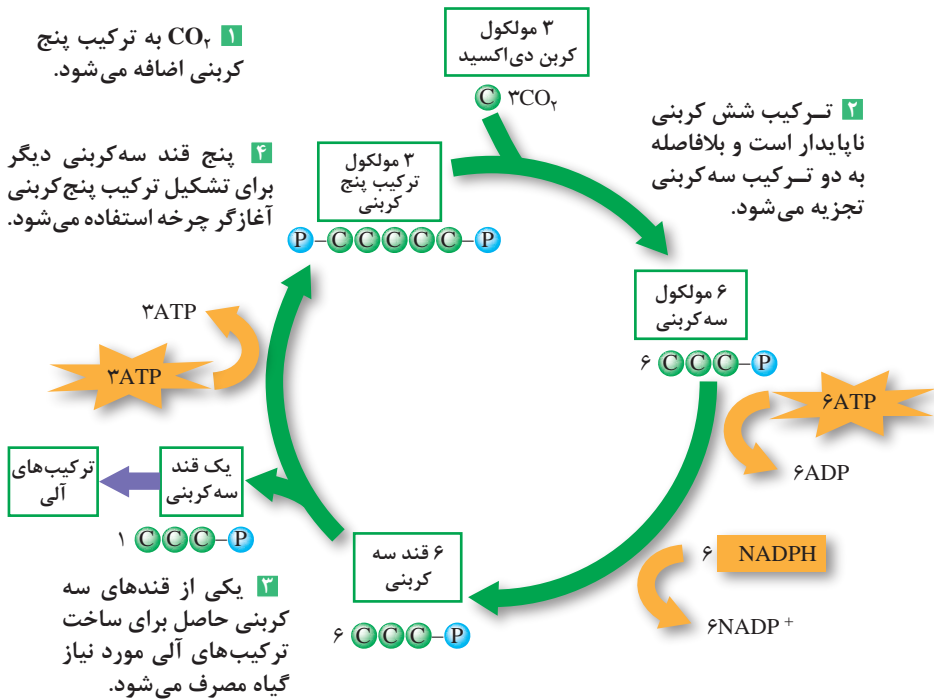
آبی می‌باشند که شامل فیکواریترن، فیکوسیانین و آلفوئیکوسیانین هستند که به جز کلروفیل‌ها بقیه رنگیزه‌ها گیرنده محسوب می‌شوند. نور مرئی در محدوده طول موج ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر است و توسط رنگیزه‌های اصلی و کمکی جذب می‌گردند.

**دگرگونی انرژی تابشی به انرژی شیمیایی:** عقیده بر این است که نور به صورت فوتون یا بسته‌های انرژی حرکت می‌کند. وقتی یک فوتون به مراکز تله نوری برخورد می‌کند سبب پراثری شدن برخی از الکترون‌ها شده و از مولکول کلروفیل تله نوری جدا شده و به ناقل‌های الکترون انتقال می‌یابد و به ناقل‌های دیگر منتقل می‌گردد. انرژی به‌دست آمده از انتقال الکترون از یک ناقل به ناقل دیگر سبب تولید ATP یا بودجه انرژی می‌شود که این مرحله را فسفوریلاسیون نوری می‌گویند.

تکامل گیاهان نشان داده است که در باکتری‌های اولیه روی کره زمین فقط نظام نوری ۱ وجود داشته و این مرکز نوری توانایی آزاد شدن اکسیژن را نداشته است. با تکامل گیاهان نظام نوری دیگری به نام نظام نوری ۲ به وجود آمده است که توانایی تجزیه مولکول آب را دارد. بنابراین، با برخورد فوتون به مرکز نوری ۲ یک الکترون از آن پراثری شده و به ناقل بعدی منتقل می‌گردد. کمبود الکترون نظام نوری ۲ با تجزیه مولکول آب تأمین می‌گردد. نظام‌های نوری ۱ و ۲ هم‌زمان شروع به جذب فوتون می‌کنند اما الکترون انتقال یافته از نظام نوری ۲ به نظام نوری ۱ می‌رسد و کمبود آن را جبران می‌نماید. حاصل فعالیت‌های نظام نوری ۱ و ۲ یک مولکول ATP و یک مولکول NADPH است که بودجه‌های انرژی برای مرحله بعدی فتوسنتز یعنی احیای کربن‌دی‌اکسید می‌باشد.



واکنش‌های تاریکی فتوسنتز یا تبدیل کربن دی‌اکسید به قند: در این مرحله با کمک بسته‌های انرژی ATP و NADPH حاصل از مرحله روشنایی کربن دی‌اکسید با یک پیش ماده ترکیب می‌شود و یک ماده نسبتاً پایداری به نام فسفوگلیسریک اسید PGA تولید می‌شود. PGA نیز با مصرف بودجه‌های انرژی به PGAL که یک آلدهید فسفات است تبدیل می‌شود و فقط دارای ۳ اتم کربن است در حالی که قند هگزوز ۶ اتم کربن دارد. آزمایشات رادیواکتیو کربن ۱۴ نشان داد که ۲ مولکول PGAL با هم ترکیب می‌شوند و یک مولکول هگزوز فسفات تولید می‌نمایند و گروه فسفات آن جدا و به درون کلروپلاست بر می‌گردد این تبادل به دلیل صدور گلوکز به خارج از کلروپلاست می‌باشد. از ترکیب گلوکزها با همدیگر نشاسته ساخته می‌شود و به اندام ذخیره‌ای منتقل و ذخیره می‌شوند. چرخه‌ای که در آن کربن دی‌اکسید وارد می‌شود و گلوکز تولید می‌کند چرخه کالوین نامیده می‌شود. واکنش کربن دی‌اکسید با پیش ماده با کمک آنزیم روپیسکو RUBP کربو کسپلاز انجام می‌شود.



ملاحظه می‌شود که برای ورود ۳ مولکول کربن‌دی‌اکسید ATP ۹ و NADPH ۶ مصرف می‌شود که در مرحله روشنایی فتوسنتز ساخته شده‌اند یعنی برای ورود یک مولکول کربن‌دی‌اکسید ۳ مولکول ATP و ۲ مولکول NADPH مصرف می‌گردد.

**ارزشیابی:** هنگام و پس از تدریس از اهداف تعیین ارزشیابی انجام گیرد (با توجه به شاخص‌های تعیین شده در جدول ارزشیابی). ارزشیابی و پاسخ‌دهی به برخی سؤالات پیچیده‌تر به صورت گروهی انجام شود. این کار موجب مشارکت هنرجویان برای تکمیل یادگیری و بادوام‌تر اهداف تعیین شده گردیده ضمن اینکه جمع‌بندی نتایج این ارزشیابی‌ها و سنجش‌های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت‌پذیری و کار تیمی،... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هنرجو برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

## هفته پانزدهم

**تنفس نوری:** مسیر فتوسنتزی گیاهان به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱ گیاهان ۳ کربنه که اولین ماده ساخته شده در چرخه کالوین فسفوگلیسریک اسید است که دارای ۳ کربن است.

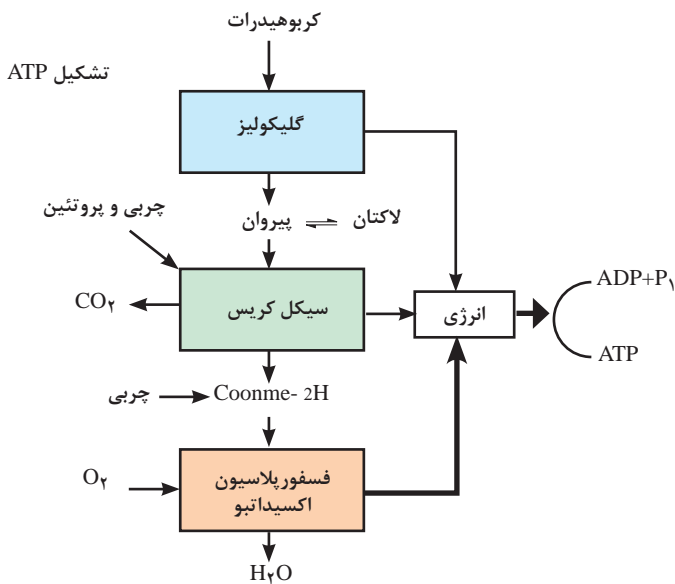
۲ گیاهان ۴ کربنه که اولین ماده ساخته شده در مسیر فتوسنتزی آنها یک ماده ۴ کربنه مانند اکسالیک اسید ۴ کربنه می‌باشد.

۳ گروه سوم گروهی هستند که به CAM معروف‌اند و روزه‌های آنها در روز بسته و در شب باز می‌باشند. این عمل به دلیل جلوگیری از تلفات آب در شرایط گرم و خشک می‌باشد.

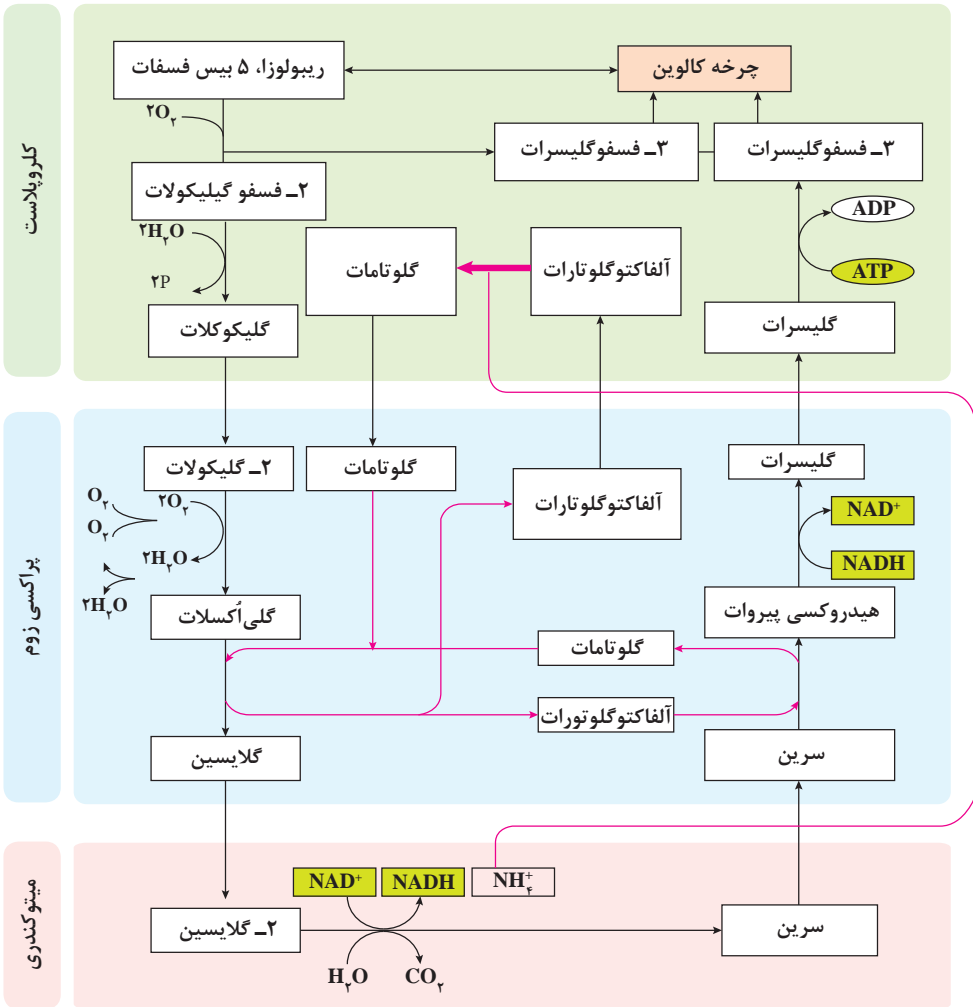
گیاهان ۳ کربنه در مناطق معتدله و گیاهان ۴ کربنه و CAM در مناطق گرم فعالیت می‌نمایند. به همین دلیل مسیرهای فتوسنتزی آنها با توجه به شرایط محیطی تکامل یافته‌اند.

در گیاهان ۳ کربنه بخشی از مواد ساخته شده از طریق تنفس نوری سوخته می‌شوند و تولید برخی از اسیدهای آمینه می‌نمایند. تقریباً ۲۵ درصد مواد ساخته شده در مسیر فتوسنتزی گیاهان ۳ کربنه از طریق این واکنش هدر می‌روند. به نظر می‌رسد که نقش عمده تنفس نوری برای جلوگیری از تجمع بیوماس زیاد در کره زمین در اثر فتوسنتز باشد زیرا اکسیژن در ابتدای حیات روی کره زمین به مقدار زیاد وجود نداشت اما با تکامل گیاهان و انجام فتوسنتز مقدار اکسیژن بیشتر گردید و تنفس نوری هم به وجود آمد.

آنزیم روپیسکو میل ترکیبی با گازهای اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید دارد اما به دلایلی مانند سنگین بودن کربن‌دی‌اکسید در آب (۴۴ گرم جرم مولکولی) و سبک بودن



اکسیژن (۳۲ گرم) با افزایش درجه حرارت مقدار اکسیژن بیشتری در آب حل می‌شود و غلظت آن در شرایط گرمای بالا افزایش می‌یابد و قابلیت دسترسی روبیسکو به اکسیژن بیشتر از کربن دی‌اکسید می‌باشد. بنابراین با اکسیژن ترکیب می‌شود و سوخته می‌گردد و به جای تولید دو مولکول PGA به یک مولکول PG و یک مولکول PGA تبدیل می‌شود. بنابراین تثبیت خالص کربن صورت نمی‌گیرد. تنفس نوری در سه اندامک کلروپلاس، پراکسیزوم و میتوکندری انجام می‌شود که در شکل صفحه بعد جهت توضیح بیشتر آورده شده است.



آیا می‌توان تنفس نوری را کنترل نمود؟ اگر بتوان جلوی هدر روی مواد را با استفاده از کاهش تنفس نوری گرفت امکان افزایش دو برابر شدن عملکرد گیاهان زراعی ۳ کربنه وجود خواهد داشت اما واقعیت آن است که فقط می‌توان با کاهش غلظت اکسیژن و افزایش کربن دی‌اکسید و شرایط نور کم سرعت تنفس نوری کاهش می‌یابد به نژاد گران به دنبال موتان‌هایی هستند که تنفس نوری در آنها کم است و امیدوارند که بتوانند این صنعت را در توده بذر وارد سازند.

## تفاوت گیاهان ۳ کربنه و ۴ کربنه

۱ نوع آنزیم‌های گیرنده کربن‌دی‌اکسید. در گیاهان ۳ کربنه آنزیم روبیسکو و در گیاهان ۴ کربنه PEP کربوکسیلاز می‌باشد.

۲ در گیاهان ۴ کربنه PEP کربوکسیلاز در مزوفیل برگ فعالیت می‌کند و کربن‌دی‌اکسید را جذب و به اسید اکسالیک تبدیل می‌کند و پس از تجزیه اسید اکسالیک به مالیک اسید ۳ کربنه و کربن‌دی‌اکسید فعالیت آن تمام می‌شود و برای بازگیری کربن‌دی‌اکسید آماده می‌شود.

۳ ساختار برگ: برگ گیاهان ۴ کربنه دارای سلول‌های غلاف آوندی کلروپلاست‌دار هستند که چرخه کالوین و تثبیت نهایی کربن‌دی‌اکسید در آنجا اتفاق می‌افتد.

۴ گیاهان ۴ کربنه مقدار انرژی بیشتری برای تثبیت کربن‌دی‌اکسید مصرف می‌کنند (۵ مولکول ATP) یعنی ۲ مولکول بیشتر از گیاهان ۳ کربنه. این ۲ مولکول توسط آنزیم PEP در مزوفیل برگ مصرف می‌گردد.

۵ میل ترکیبی آنزیم PEP با کربن‌دی‌اکسید بیشتر از آنزیم روبیسکو است و در غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام کربن‌دی‌اکسید هم فعالیت دارد در حالی که آنزیم روبیسکو در غلظت ۵ پی‌پی‌ام کربن‌دی‌اکسید فعالیت را شروع می‌کند.

هنوز دلیل به وجود آمدن مسیر ۴ کربنه‌ها در گیاهان کاملاً درک نشده است. هنوز مشخص نشده است که تکامل گیاهان در منطقه اکولوژیکی آنها سبب این پیشرفت گردیده است؟ در برخی از مناطق گیاهان ۳ و ۴ کربنه در کنار هم می‌رویند و دلیل خاصی مبنی بر اینکه ۴ کربنه‌ها بهتر از ۳ کربنه‌ها هستند وجود ندارد. به نظر می‌رسد تا زمانی که نقش تنفس نوری در گیاهان ۳ کربنه مشخص نشود دلیل مسیر ۴ کربنه‌ها و اهمیت آن مشخص نمی‌شود و این مستلزم تکنولوژی‌های نوتر می‌باشد.

گیاهان ۳ کربنه زراعی شامل گندم، جو، برنج، یولاف، آفتابگردان، گلرنگ، کزنا، کتان، بزرک، چغندر قند، همه حبوبات، لگوم‌های علوفه‌ای و... می‌باشند.

گیاهان ۴ کربنه شامل ذرت، نیشکر، سورگوم سودانگراس و... هستند.

**ارزشیابی:** از ارزشیابی در پایان هر جلسه می‌تواند مهم‌ترین ابزار برای تکمیل و دوام یاددهی - یادگیری باشد. جمع‌بندی نتایج این ارزشیابی‌ها و سنجش‌های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت‌پذیری و کار تیمی،... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هرنجوه برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

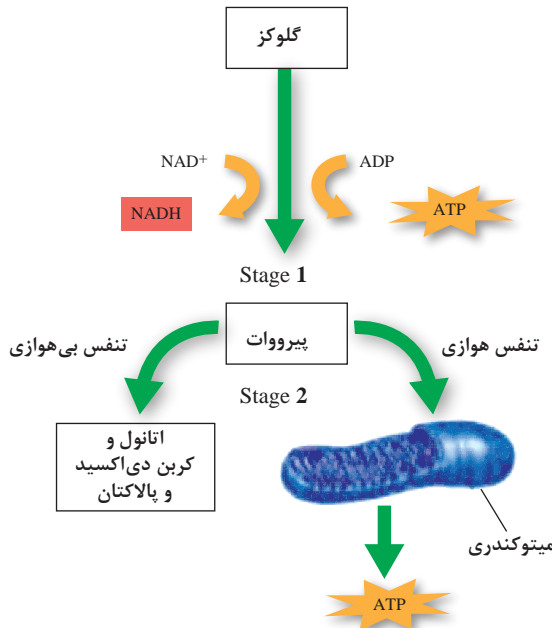
## هفته شانزدهم

**تنفس و متابولیسم:** انرژی شیمیایی موجود در ترکیبات آلی که حالت دگرگون شده انرژی خورشیدی است در ساختار پیوندهای آنها ذخیره می‌شود و معمولاً در عمل اکسیداسیون که پیوندهای مزبور می‌شکند آزاد می‌گردد. وقتی یک ماده آلی

مانند چوب می‌سوزد همه انرژی آن به صورت گرما بیرون داده می‌شود و مورد استفاده ما قرار می‌گیرد. در مورد گیاه آزاد کردن این مقدار انرژی به صورت یک جا امکان پذیر نمی‌باشد و در صورت آزاد شدن گیاه نمی‌تواند از این انرژی آزاد شده استفاده نماید. آزاد شدن انرژی در گیاهان و جانوران بایستی مرحله به مرحله و به تدریج اتفاق افتد تا بتوان انرژی آزاد شده در گیاه مهار و به صورت ATP (واحد رایج انرژی) در فعالیت دیگر گیاه مورد استفاده واقع شود.

یکی از فرم‌های اکسیداسیون مواد در گیاهان زنجیره انتقال الکترون از یک ماده یا ترکیب به ماده یا ترکیب دیگر است. وقتی الکترونی از یک ترکیب آزاد می‌شود به ناقل الکترون تحویل داده می‌شود. شیوه قرار گرفتن ناقل‌ها طوری هست که هر ناقل نسبت به ناقل قبلی دارای سطح انرژی کمتری است و الکترون در سراسیمی از ماده‌ای به ماده دیگر منتقل می‌شود تا در نهایت به اکسیژن برسد.

در فتوسنتز در دو زنجیره انتقال الکترون مورد بحث قرار گرفت: اول انتقال الکترون از نظام نوری ۱ به فرودوکسین و ساخته شدن NADPH بود. دوم زنجیره انتقال الکترون بین نظام نوری ۱ و ۲ که منجر به ساخته شدن ATP چرخه ای گردید. این مقدار انرژی ساخته شده در فتوسنتز در برابر تنفس ناچیز است. اگر یک مولکول گلوکز به طور کامل سوخته شود ۳۸ مولکول ATP آزاد می‌شود که این واکنش به فسفوریلاسیون اکسیداسیونی گفته می‌شود. بنابراین مشخص می‌شود که انرژی شیمیایی در ترکیبات ساخته شده در فتوسنتز بایستی به تدریج رها شود تا بتوان آن





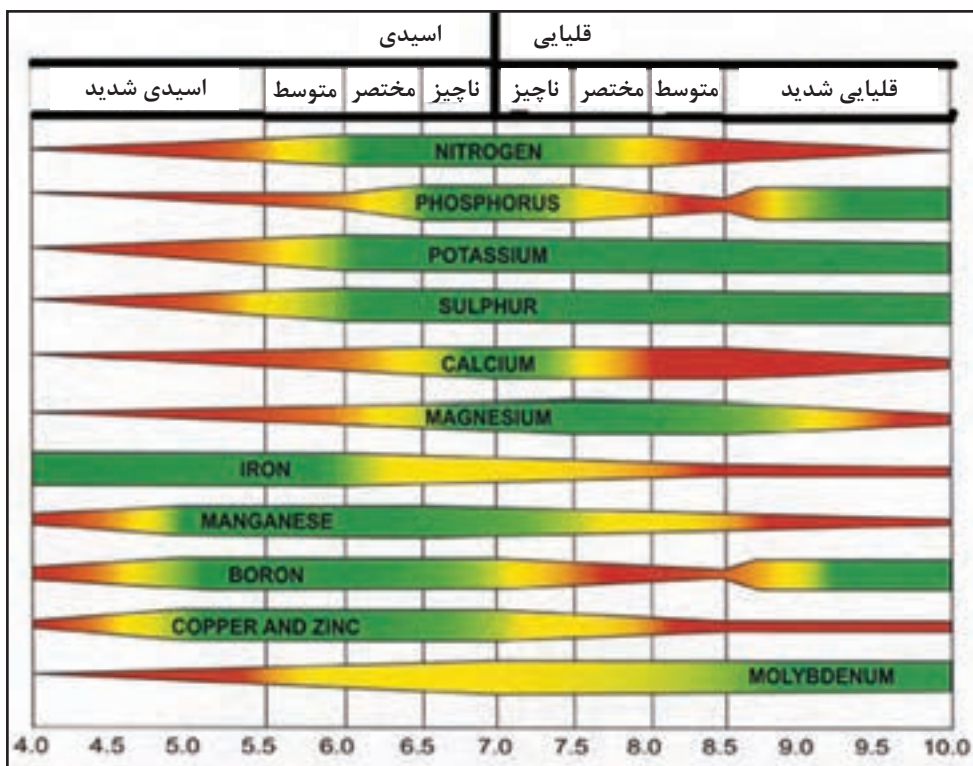
را فعالیت‌های گیاهی مصرف گردد بلکه مولکول‌های پیچیده‌ای مانند پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک و چربی‌ها نیز بایستی طی مراحل متعددی ساخته شوند. در این فرایند مولکول‌های کوچکی نیز ساخته می‌شوند که با ترکیب با سایر مولکول‌ها تولید مولکول‌های بزرگ‌تر می‌نمایند.

**ارزشیابی:** هنگام تدریس ضمن اجرای راهبردهای یاددهی یادگیری، از اهداف تعیین شده در طرح درس، چندین مرتبه ارزشیابی انجام گیرد (با توجه به شاخص‌های تعیین شده در جدول ارزشیابی). این کار موجب مشارکت هنرجویان برای تکمیل یادگیری و بادوام‌تر اهداف تعیین شده گردیده ضمن اینکه جمع‌بندی نتایج این ارزشیابی‌ها و سنجه‌های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت‌پذیری و کار تیمی،... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هنرجو برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

## هفته هفدهم

تنفس به دو بخش تقسیم می‌شود:

- ۱ تنفس رشد:** بخشی از انرژی تولیدی در فرایند تنفس صرف رشد گیاه می‌شود.
  - ۲ تنفس نگهداری:** مقداری از انرژی نیز صرف نگهداری گیاه می‌گردد.
- عناصر غذایی و فتوسنتز:** مواد غذایی عمده که در کشاورزی مصرف می‌شود نیتروژن، فسفر و پتاسیم است. اغلب کودها یک یا چند واحد از این عناصر را دارا می‌باشند. درصد عناصر غذایی بایستی روی هر بسته منعکس باشد. بدین ترتیب یک کود ۵:۱۰:۵ حاوی ۵ درصد نیتروژن، ۱۰ درصد اکسید فسفر و ۵ درصد اکسید پتاسیم است. نیتروژن نسبت به دو عنصر دیگر سبب رشد شاخ و برگ بیشتر و فتوسنتز بیشتر گیاه می‌شود. اگر در خاکی نیتروژن کم باشد فتوسنتز گیاه کاهش می‌یابد زیرا کلروفیل در برگ و سایر اندام‌های سبز گیاه از بین می‌رود. عناصر غذایی کم مصرف در بسته‌های کودی منعکس نمی‌شوند زیرا در هر مرحله از رشد گیاه نشانه‌های کمبود آنها مشخص شود می‌توان با اضافه کردن عناصر کم‌مصرف به خاک یا به صورت محلول پاشی کمبود آنها را جبران نمود بهترین منابع کودی کم مصرف و پرمصرف منابعی هستند که کند حل یا «آهسته رهش» باشند.



برخی از عناصر غذایی در محیط‌های اسیدی به مقدار زیاد محلول و قابل دسترس می‌شوند که در این حالت سمی می‌شوند. اسیدیته نامناسب خاک یکی از عوامل محدودکننده عناصر غذایی برای گیاه می‌باشد و به همین دلیل فتوسنتز گیاه نیز در این شرایط کاهش می‌یابد. در شرایط اسیدی کمتر از ۵ آهن به مقدار زیادی در محیط ریشه محلول می‌گردد و بنابراین سمی می‌شود و آسیب گیاه شدید می‌گردد. در خاک‌های شدیداً اسیدی یون هیدروژن نیست که سبب صدمه به گیاه می‌شود بلکه حضور دو یون آهن و آلومینیوم در محیط ریشه است که سبب صدمه شدید به ریشه می‌گردد.

وقتی عنصری به مقدار کم مورد نیاز گیاه می‌باشد برگ‌ها به مقدار کافی آن را جذب می‌کنند تا نیاز گیاه برطرف شود. برخی دیگر از عناصر کم‌مصرف مانند بور بین مقدار مورد نیاز و مقدار سمی آن در خاک فاصله کمی می‌باشد درحالی‌که نقش مهمی در گلدهی و تولید بذر دارند.

برخی دیگر از عناصر غذایی مانند آهن و منیزیم در ساختمان کلروفیل وجود دارند و کمبود آنها سبب نارسایی کلروفیل و کاهش فتوسنتز می‌شوند.

## خشکی، شوری و فتوسنتز

محققان اعلام کرده‌اند که شوری باعث کاهش جذب نیترات می‌شود و علت آن را رقابت بین یون کلر و یون نیترات در جذب توسط ریشه ذکر نموده‌اند. در گیاهان متحمل به شوری جذب نیترات بیشتر از گیاهان حساس به شوری می‌باشد بنابراین فتوسنتز در گیاهان حساس به شوری کاهش بیشتری دارد. شوری به دو دلیل عمده سبب کاهش فتوسنتز می‌گردد:

**۱** در شوری بالا سمیت برخی از عناصر نمکی افزایش می‌یابد و سبب کاهش رشد گیاه می‌گردد.

**۲** شوری بالا سبب افزایش فشار اسمزی و نگهداری آب بیشتر در محیط خاک و کاهش جذب آب نیز می‌شود.

برگ‌های گیاهی که به تنهایی رشد می‌کنند تعرق می‌نمایند زیرا با هوای خشک احاطه شده‌اند. در مزرعه وضعیت تا حدودی متفاوت از حالتی هست که تک بوته تعرق می‌کند. در مزرعه برگ‌هایی که در زیر سایه انداز وجود دارند با تعرق برگ‌های بالایی از رطوبت اشباع می‌شوند و تعرق کمتری در آنها انجام می‌شود. در شرایطی که سطح مزرعه توسط گیاهان مزرعه پوشیده شوند تعرق از سطح سایه‌انداز گیاهی اهمیت دارد و مهم نیست که چه تعداد گیاه با چه تعداد برگ در هر بوته وجود دارد. رشد گیاهان به آب مورد نیاز برای تورم سلول‌های گیاهی توسط آب بستگی دارد... و مقدار آبی که در تعرق از دست داده شده است باید جبران شود. معمولاً مقدار آب از دست داده شده بایستی با همان شدتی که از گیاه خارج می‌شود بایستی جذب و تأمین گردد اما این امر عملی نیست و گیاهان در برابر تحمل به کمبود آب متفاوت هستند و اجتناب از کاهش رشد در برابر کمبود آب رفتارهای مختلف دارند.

تلفات آب از مقادیر ناچیز تا بیشتر از تبخیر از سطح آب یک دریاچه متفاوت است اما چون روزنه‌ها در شب بسته هستند مقدار تلف شده همواره کمتر از سطح آب‌های آزاد است. در یک خاک برهنه بعد از مدتی سطح خاک خشک می‌شود و مانع تلفات آب از طریق لوله‌های مویینه می‌گردد و به‌عنوان یک لایه مالچی عمل می‌کند و بنابراین می‌توان از این اصل استفاده نمود و در کشت‌های دیم فاصله بین ردیف‌ها را بیشتر از حد معمول گرفت تا آب ذخیره شده در بین ردیف‌ها توسط ریشه جذب گردد.

همواره سطح پوشیده شده توسط درختان و گیاهان ردیفی بیشتر از گیاهان غیر ردیفی می‌باشد و تعداد دفعات آبیاری در گیاهان ردیفی بیشتر از گیاهان غیرردیفی می‌باشد.

**ارزشیابی:** هنگام تدریس همانند سایر جلسات ارزشیابی انجام شود. سعی شود به‌صورت گروهی تأثیر عوامل بیرونی بر فتوسنتز گیاهان زراعی که در سال‌های گذشته و یا در سال جاری تولید آن را فرا گرفته‌اند را تحلیل نمایند. جمع‌بندی

نتایج این ارزشیابی‌ها و سنجه‌های دیگر مانند مستندات ساخته شده، چگونگی ارائه گزارش، مشارکت‌پذیری و کار تیمی،... همراه با میانگین نمرات سایر جلسات، نمره مستمر هنرجو برای این پودمان را تعیین خواهد کرد.

## هفته هجدهم

ارزشیابی بهتر است به صورت‌های تشریحی آزمایشگاهی و از نوع شایسته محور طراحی و تدوین گردد.

ارزشیابی پایانی می‌بایست متناسب با شاخص‌های تعیین شده (معرفی اجزای سلول گیاهی و وظیفه اجزای تحلیل ساختمان برگ و نقش آنها در فتوسنتز، تحلیل چگونگی واکنش‌های روشنایی و تاریکی فتوسنتز، تفسیر تفاوت تنفس سلولی، تحلیل عوامل مؤثر بر فتوسنتز و تنفس گیاهان) در جدول ارزشیابی صفحه بعد انجام می‌شود. نتیجه ارزشیابی پایانی با توجه به درصد پاسخ‌های درست تعیین می‌گردد. به بیش از ۸۴ درصد از اهداف تعیین شده نمره ۳ (بالتر از حد انتظار) از ۶۰ تا ۸۴ درصد در نمره ۲ (در حد انتظار) و کمتر از ۶۰ درصد نمره ۱ (کمتر از حد انتظار)

جدول ارزشیابی پودمان

نمره	استاندارد (شاخص‌ها/داوری/نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان (فصل)	
۳	معرفی اجزای سلول گیاهی و بیان وظیفه آنها، تحلیل ساختمان برگ و نقش آنها در فتوسنتز، تحلیل چگونگی واکنش‌های روشنایی فتوسنتز، تحلیل واکنش‌های تاریکی فتوسنتز، تحلیل تفاوت چرخه تبدیل کربن دی‌اکسید و تفسیر تفاوت انواع تنفس سلولی (هوازی و بی‌هوازی)، تحلیل مراحل تنفس هوازی و بی‌هوازی، تحلیل عوامل مؤثر بر فتوسنتز و تنفس در گیاهان	بالتر از حدانتظار	تشخیص اجزای سلول گیاهی، چگونگی فتوسنتز و تنفس در گیاهان و عوامل مؤثر بر آنها را تحلیل نماید.	تحلیل فتوسنتز گیاهان	فتوسنتز و تنفس گیاهان	
	معرفی اجزای سلول گیاهی و بیان وظیفه آنها، تحلیل ساختمان برگ و نقش آنها در فتوسنتز، تحلیل چگونگی واکنش‌های روشنایی فتوسنتز، تحلیل واکنش‌های تاریکی فتوسنتز، تحلیل و تفسیر تفاوت انواع تنفس سلولی (هوازی و بی‌هوازی)، تحلیل عوامل مؤثر بر فتوسنتز و تنفس در گیاهان	در حد انتظار				تحلیل تنفس گیاهان
	ناتوانی در معرفی اجزای سلول گیاهی با ناتوانی در معرفی اجزای تشکیل دهنده برگ و تحلیل نقش آنها یا ناتوانی در تحلیل و تفسیر انواع تنفس سلولی یا ناتوانی در تحلیل عوامل مؤثر بر فتوسنتز و تنفس در گیاهان	پایین تر از انتظار				
نمره مستمر از ۵						
نمره شایستگی پودمان از ۳						
نمره پودمان از ۲۰						