

فصل دوم

تحليل اکوسیستم، بوم‌شناسی

اکوسیستم و محیط زیست

هدف این کار (Task) بر اساس اهداف توانمندسازی عبارتند از:

- ۱ با تعریف بوم‌شناسی آشنا شود.
- ۲ تنوع اکوسیستم را بداند.
- ۳ تقسیمات بوم‌شناسی را بداند.
- ۴ با اکوسیستم‌های طبیعی و مصنوعی آشنا شود.
- ۵ انواع اکوسیستم‌های طبیعی را بداند.
- ۶ با اجزای اکوسیستم زنده آشنا شود.
- ۷ اجزای غیرزنده یک اکوسیستم را بداند.
- ۸ با تداخل عمل در جمعیت اکوسیستم آشنا شود.
- ۹ بتواند شکار - رقابت - هم‌زیستی هم‌پاری هم‌سفرگی - زندگی انگلی را تشریح نماید.
- ۱۰ اهمیت گونه‌ها در اکوسیستم را توضیح دهد.
- ۱۱ اثرات انسان بر اکوسیستم را تشریح کند.
- ۱۲ توالی، تحول و بلوغ اکوسیستم را شرح دهد.
- ۱۳ اکوسیستم‌های جنگلی و علف‌زار را شرح دهد.
- ۱۴ ویژگی‌های شاخص اکوسیستم‌های جنگلی را بداند.
- ۱۵ اکوسیستم علف‌زار را شرح دهد.
- ۱۶ با اکوسیستم‌های کوهستانی آشنا شود.
- ۱۷ با اکوسیستم کویری آشنا شود.
- ۱۸ با تنوع زیستی در اکوسیستم‌های خشکی ایران آشنا شود.

دانسته‌های قبلی مورد نیاز هنر جویان

هنر جویان قبل از شروع کار یا واحد یادگیری اکوسیستم و محیط زیست لازم است اطلاعات زیر را داشته باشند:

- ۱ رابطه میان موجودات زنده با محیط اطراف و مقدماتی که در سال‌های قبل مطالعه کرده‌اند.
- ۲ خصوصیات محیط زیست خود از نظر جمعیت - جانوران - گیاهان.
- ۳ نقش عوامل محیطی در زندگی موجودات زنده.
- ۴ چرخه انرژی - آب - غذا در اکوسیستم بر اساس کتاب‌های قبلی
- ۵ نکات ایمنی و بهداشتی در حین انجام کار

واژه‌های کلیدی

بوم‌شناسی
اکوسیستم
تنوع اکوسیستم
تقسیمات بوم‌شناسی
اکوسیستم‌های آبی
اکوسیستم‌های خشکی
شکار
رقابت
هم‌زیستی
هم‌یاری
توالی
اکوسیستم علفزار
اکوسیستم‌های کوهستانی
اکوسیستم کویری
پوشش گیاهی بیابان

خلاصه محتوا

در این واحد یادگیری درباره روابط موجودات زنده با محیط زیست و ضرورت دانستن آن بحث و گفت‌وگو می‌شود همچنین درباره جمعیت جانوران و انسان یا کلاً موجودات زنده و نقش آنها بر محیط‌زیست و نیز تأثیر عوامل محیطی بر موجودات زنده و حفظ محیط‌زیست صحبت می‌شود. ضرورت شناخت انواع اکوسیستم و تداخل انسان بر آنها و اهمیت گونه‌های گیاهی، جانوری، توالی، پوشش گیاهی بیابان، تنوع زیستی بحث می‌گردد.

ابزار و تجهیزات

ابزار و تجهیزات و ماشین‌های مورد نیاز به شرح جدول ذیل می‌باشد:

ردیف	نام ابزار و تجهیزات و ماشین ها	مشخصات فنی	تعداد برای ۱۵ هنرجو
۱	دماسنج	الکلی	۱
۲	دماسنج	جیوه‌ای	۱
۳	رایانه	قابل حمل	۱
۴	مودم برای اتصال به اینترنت	موجود در بازار	۱
۵	بادسنج	دستی یا ثابت	۱
۶	فشارسنج هوا (بارومتر)	دستی یا ثابت	۱
۷	رطوبت‌سنج مطلق	دستی یا ثابت	۱
۸	رطوبت‌سنج نسبی	دستی یا ثابت	۱
۹	تلفن همراه	هوشمند به سنسور نور	۱

فضا

- برای واحد یادگیری اکوسیستم و محیط‌زیست به حداقل به دو بازدید علمی از اکوسیستم جنگل و کویر نیاز است.
- در ضمن هنرآموزان گرمی می‌توانند برای آشنایی هنرجویان با اثرات دخالت انسان بر محیط‌زیست از محل جمع‌آوری شده زباله شهری بازدید نمایند.
- در ضمن هنرآموزان گرمی می‌توانند برای آنکه هنرجویان با نقش تأثیر عوامل محیطی بر گیاهان و جانوران آشنا شوند ضمن هماهنگی‌های لازم از اداره هواشناسی و سایر مراجع مربوط به هوا و اقلیم نیز بازدید به‌عمل آورند.
- همچنین هنرآموزان می‌توانند از فیلم‌های مستند در رابطه با انواع اکوسیستم‌ها استفاده قابل ملاحظه‌ای برای آموزش بیشتر و بهتر ببرند.

اجزای بسته آموزشی

این واحد یادگیری نیاز به کتاب درسی، کتاب راهنمای هنرآموز، فیلم آموزشی، نرم‌افزار آموزشی، عکس به شرح ذیل می‌باشد:

فیلم



- ۱ معرفی انواع اکوسیستم‌ها
- ۲ نقش و تأثیرات عوامل محیطی زنده بر عوامل غیرزنده و نیز نقش و تأثیرات عوامل غیرزنده بر موجودات زنده.
- ۳ علائم و نشانه‌های تغییرات در اکوسیستم
- ۴ کاربرد وسایل و تجهیزات اندازه‌گیری عوامل محیطی
- ۵ ایستگاه‌های هواشناسی و وظایف آنها در بخش کشاورزی
- ۶ نحوه اندازه‌گیری عوامل محیطی مؤثر در پرورش گیاهان

نرم‌افزار

- ۱ تأثیرات عوامل محیطی در بقای اکوسیستم
- ۲ وسایل و تجهیزات اندازه‌گیری عوامل محیطی و نحوه استفاده از آنها
- ۳ علائم تغییر و توالی در اکوسیستم

عکس

- ۱ تصاویر وسایل و تجهیزات اندازه‌گیری عوامل محیطی
- ۲ تأثیرات عوامل محیطی در تغییر اکوسیستم
- ۳ تصاویر دخالت انسان بر محیط‌زیست
- ۴ شناسایی انواع اکوسیستم
- ۵ گیاهان مقام در پوشش گیاهی انواع اکوسیستم
- ۶ جانوران ساکن در انواع اکوسیستم
- ۷ چرخه‌های انرژی - آب - جمعیت در انواع اکوسیستم

فرایند آموزش شایستگی‌های فنی و غیر فنی

- ۱ هنرآموزان ارجمند ابتدا کلاس درس را با یاد و نام خداوند بخشنده و مهربان شروع نمایند.
- ۲ برای آماده کردن و ایجاد انگیزه و ترغیب و همچنین مشارکت بیشتر هنرجویان در امر آموزش، هنرآموزان می‌توانند با روش‌های مختلف شامل:
(الف) با نمایش فیلمی از تأثیرات عوامل محیطی بر زندگی جانوران، گیاهان و نحوه سازگاری موجودات زنده در اکوسیستم، هنرجویان را در امر یادگیری یاری نمایند.
(ب) حضور هنرجویان به اتفاق هنرآموز در اکوسیستم‌های موجود در مجاور محل زندگی و نشان دادن نحوه اندازه‌گیری عوامل محیطی و تأثیرات هر یک بر سازگاری موجودات زنده از تجزیه‌کننده‌ها - تولیدکننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها

ج) نشان دادن عکس‌ها یا پوسترهایی در مورد علائم تغییر هر یک از عوامل محیطی و تأثیرات آنها بر اکوسیستم

د) طرح سؤالاتی مانند:

✓ روابط موجودات زنده با محیط‌زیست برای انسان چه ضرورتی دارد؟
✓ جمعیت جانوران در چه مقدار تحت تأثیر غذا و روابط آنها با سایر موجودات است؟

✓ عوامل محیطی چه تأثیر یا تأثیراتی در رشد و نمو گیاهان در مناطق مختلف دارد؟

✓ کمبود یا بیش بود هر یک از عوامل محیطی چه تأثیری بر موجودات زنده دارد؟
ه) طرح مسایل و مشکلاتی مانند:

✓ چقدر علم بوم‌شناسی یا محیط‌شناسی روشنگر ویژگی‌های محیط‌زیست طبیعی است؟

✓ چقدر آگاهی از محیط‌زیست طبیعی، از گیاهان، از حیوانات و از همه مهم‌تر منابع سرشار زیرزمینی و روزمینی ما را برای زندگی بهتر راهنمایی می‌کند؟

✓ آیا می‌دانید چرا انسان نیاز به شناخت محیط پیرامون خود دارد؟
✓ آیا می‌دانید موجودات زنده جهت بقای خویش ناچار به ارتباط و انتقال مواد و انرژی به یکدیگر می‌باشند؟

یا هر روش دیگری که توجه و علاقه هنرجویان را به موضوع آموزش بیشتر جلب نماید و آنها را برای بحث و گفت‌وگو و مشارکت بیشتر آماده کند و در نتیجه یادگیری بیشتری صورت گیرد، آغاز نمایید.

فعالیت‌های پیشنهادی و توصیه‌ها

1 هنرجویان را به چند گروه تقسیم نمایید و از هر گروه بخواهید تا در مورد نزولات جوی بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.

2 هنرآموز از هر گروه از هنرجویان بخواهد که در مورد وضعیت کشور ایران از نظر نزولات جوی (پراکنش، مدت و نوع نزولات و...) بحث و گفت‌وگو کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.

3 هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در مورد انتخاب نوع گیاه برای کاشت و تولید با توجه به نزولات جوی بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.

4 از هنرجویان هر گروه بخواهید تا در مورد شکار - رقابت - همزیستی، تدبیر و بحث و گفت‌وگو کنند و سپس هر گروه نتایج را ارائه دهند و در پایان کلیه شاخص‌ها را در روی تابلوی کلاس درس بنویسند.

- ۵ هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان آموزش کامل‌تری در خصوص اهمیت گونه‌ها در اکوسیستم داشته باشند از هنر جویان بخواهد تا با استفاده از منابع معتبر و اینترنت، مطالبی را جمع‌آوری نموده و به‌عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.
- ۶ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در مورد اثرات انسان بر اکوسیستم تدبیر و بحث و گفت‌وگو نمایند و سپس از سر گروه‌ها نتایج را پرسیده و پس از جمع‌بندی مطالب، آنها را روی تابلوی کلاس درس بنویسند.
- ۷ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در مورد توالی، تحول و بلوغ اکوسیستم تدبیر و بحث و گفت‌وگو نمایند و سپس از سر گروه‌ها نتایج را پرسیده و پس از جمع‌بندی مطالب، آنها را روی تابلوی کلاس درس بنویسند.
- ۸ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در اکوسیستم‌های جنگلی و علف‌زار بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۹ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا با استفاده از منابع معتبر و اینترنت، انواع جنگل‌ها را مشخص نمایند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۰ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا با استفاده از منابع معتبر علمی و اینترنت، انواع علف‌زارها را مشخص نمایند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۱ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در خصوص اکوسیستم‌های کوهستانی بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۲ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در خصوص اکوسیستم‌های کویری بحث و گفت‌وگو کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۳ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در موجودات زنده بیابانی (گیاهان و جانوران بیابان) بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۴ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در مورد پوشش گیاهی بیابان بحث و تبادل نظر نمایند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۵ هنرآموز با طرح چند مسئله میزان سازش موجودات عالی با شرایط بیابان را مورد سنجش قرار دهد و در صورت نیاز از هنرجویانی که این محاسبات را به‌خوبی انجام می‌دهند؛ بخواهد که این محاسبات را به هنرجویانی که این محاسبات را به‌خوبی فرا نگرفته‌اند آموزش دهند و در پایان نتیجه را بررسی نمایند.
- ۱۶ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در خصوص شناسایی تنوع زیستی در اکوسیستم‌های خشکی ایران بحث و گفت‌وگو کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.



۱ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی و مراجعه به اداره منابع طبیعی و محیط‌زیست و جهاد کشاورزی درباره اکوسیستم محل زندگی خود تحقیق نمایند و گزارش مربوطه را در کلاس درس ارائه نمایند.

۲ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی و مراجعه به اداره منابع طبیعی و محیط‌زیست و جهاد کشاورزی درباره، تنوع اکوسیستم با توجه به نزولات جوی و عوامل محیطی در منطقه گزارش تهیه نموده و در کلاس درس ارائه نمایند.

۳ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی و مطالعه میدانی و مراجعه به سایت‌های مربوطه درباره تقسیمات بوم‌شناسی گزارش تهیه کرده و در کلاس درس ارائه نمایند.

۴ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی و مراجعه به مزارع و باغات منطقه زندگی یا تحصیلی خود نوع اکوسیستم‌های طبیعی و مصنوعی را شناسایی کنند؛ و گزارش مربوطه را در کلاس درس ارائه نمایند.

۵ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی تداخل عمل در جمعیت اکوسیستم را شناسایی کنند؛ و گزارش مربوطه را در کلاس درس ارائه نمایند.

۶ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی اثرات انسان بر اکوسیستم و نحوه اثرات را شناسایی کرده و نتایج و گزارش مربوطه را در کلاس درس ارائه نمایند.

هنرآموز برای فهم بیشتر هنرجویان می‌تواند مطالب زیر را نیز علاوه بر مطالب درسی به هنرجویان آموزش دهد:

چرخه کربن

چرخه کربن از بخش تبادل‌ی یعنی کربن دی‌اکسید اتمسفر شروع می‌شود، کربن دی‌اکسید طی عمل فتوسنتز جذب گیاه شده و با عمل تنفس گیاهان به اتمسفر برمی‌گردد. مواد آلی مرده حاصل از بقایای گیاهان و جانوران به‌وسیله تجزیه‌کنندگان تجزیه شده و کربن دی‌اکسید را به اتمسفر برمی‌گردانند و این چرخه در اکوسیستم‌های خشکی و آبی جریان دارد.

نوسانات کربن دی‌اکسید در جو زمین

الف) نوسانات شبانه روزی: کربن دی‌اکسید در روز کم شده و در شب زیاد می‌شوند و در نزدیکی سطح زمین در مقایسه با بالای جو نوسانات شبانه‌روزی مقدار کربن دی‌اکسید زیادتر است.

ب) نوسانات فصلی: در نواحی معتدله در تابستان تراکم کربن دی‌اکسید کم شده و در شهریور به حداقل مقدار خود می‌رسد، دوباره در زمستان زیاد شده و در فروردین ماه به حداقل مقدار خود می‌رسد.

ج) نوسانات دراز مدت: در طول ۱۵۰ سال اخیر تراکم کربن دی‌اکسید از ۲۹۰ ppm در اوایل قرن بیستم به ۳۲۰ ppm در سال ۱۹۷۰ رسیده است. در این مدت تقریباً ۱۰×۷ تن کربن به اتمسفر افزوده شده است و علت این موضوع استفاده از سوخت‌های فسیلی می‌باشد.

راه‌های انتقال کربن دی‌اکسید به اتمسفر

عمل آتشفشان‌ها: این پدیده مقدار زیادی کربن دی‌اکسید تازه از ذخایر اصلی در مرکز زمین به چرخه زیست زمین شیمیایی وارد می‌نماید.
سوخت‌های فسیلی: مواد آلی در طی چند سال به سوخت آلی تبدیل شده و با استفاده‌های بشر و سوزاندن آن در صنایع و غیره به اتمسفر برمی‌گردد.
تجزیه‌کنندگان: موجوداتی مانند باکتری‌ها و گندخواران با انجام عمل تنفس کربن دی‌اکسید را به اتمسفر باز می‌گردانند.

چرخه نیتروژن (چرخه ازت)

در اکوسیستم‌های کشاورزی با استعمال کودهای شیمیایی می‌توان بر کمبود نیتروژن ناشی از شرایط محیطی فائق آمد. در بیشتر گیاهان زراعی، استعمال کودهای نیتروژنی سبب افزایش عملکرد می‌شود. چنانچه مقدار نیتروژن استعمال شده خیلی زیاد باشد سایر عوامل، محدودکننده شده و افزایش در عملکرد متوقف می‌شود. اگر مقدار

نیتروژن استعمال شده از حدی فراتر رود، حتی ممکن است کاهش هر چند جزئی در عملکرد گیاه مشاهده شود که البته چنین کاهش بیش از آنکه به دلیل سمی بودن نیتروژن باشد، احتمالاً ناشی از تجمع نمک‌ها در خاک است. به‌طور مثال گزارش شده است که در آمریکای شمالی، ذرت بیشترین سهم را در مصرف کودهای نیتروژنی دارد و کشاورزان برای هر فصل زراعی از ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در مزارع ذرت استفاده می‌کنند استفاده از کودهای نیتروژنی در مقادیر زیاد، از نظر انرژی نیز هزینه زیادی در پی خواهد داشت. به عنوان مثال، تخمین زده شده است که یک سوم از کل هزینه انرژی یک مزرعه ذرت متعلق به تولید و توزیع کودهای نیتروژنی است. چنانچه استعمال کودهای شیمیایی متوقف شود عملکرد گیاهان زراعی غیرلگوم برای مدتی کاهش می‌یابد. در چندین مورد که تأثیر توقف استفاده از کودها در بازدهی محصول برای مدتی از زمان ارزیابی شده، معلوم شده است که عملکرد سرانجام پس از مقداری کاهش در حدی ثابت شده و دیگر کاهش نمی‌یابد. ثابت ماندن عملکرد در چنین شرایطی به دلیل تعادل بین استخراج نیتروژن و سایر عناصر از خاک و ورود نیتروژن به خاک از منابع مختلف از جمله بارندگی، آب، گرد و خاک و هوادیدگی سنگ مادر است.

تبیین نقش نیتروژن در اکوسیستم‌های طبیعی بسیار دشوارتر است. بخشی از این دشواری مربوط به پایین بودن نیتروژن ورودی به این اکوسیستم‌ها در مقایسه با کل منبع نیتروژن و همچنین بازیافت بخش اعظم نیتروژن است. با تمام اوصاف می‌توان ادعا کرد که محدودکنندگی نیتروژن در اکوسیستم‌های کشاورزی به همان اندازه اکوسیستم‌های طبیعی است. در اکوسیستم‌های جنگلی تقریباً دوسوم از میزان نیتروژن ورودی سالانه از راه تثبیت نیتروژن و یک سوم دیگر آن از راه منابع جوی تأمین می‌شود. منبع جوی نیتروژن هم می‌تواند به‌صورت نزولات باشد و هم رسوبات جامد اکسیدهای نیتروژن.

در مطالعه‌ای دیده شده است که به‌طور متوسط نزدیک به نیمی از نیتروژن تثبیت شده ورودی در تاج پوشش گیاهی حفظ می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد که جذب نیتروژن از راه شاخ و برگ می‌تواند نقش مهمی در جذب نیتروژن توسط گونه‌های جنگلی داشته باشد. به جز در جنگل‌های بالغی که رشد کندی دارند، بخش عمده نیتروژن جذب شده یا در تاج پوششی گیاه حفظ می‌شود و یا به‌صورت دراز مدت در بقایای موجود در کف جنگل‌ها ذخیره گشته و به مرور زمان بازیافت می‌شود. محتوای نیتروژنی بقایای جنگلی به مرور به‌وسیله باران و آب‌های سطحی شسته و وارد خاک می‌شود و یا به‌وسیله انواع باکتری‌های خاکی، قارچ‌ها و اسیر موجودات تجزیه‌کننده به ترکیبات ساده‌تری می‌شکنند. مرحله‌نهایی در تجزیه، معدنی شدن یا تبدیل نیتروژن معدنی به نیتروژن آلی است. معدنی شدن به‌طور عمده از فرایند آمونیفیکاسیون ناشی می‌شود. معدنی شدن تقریباً بدون استثنا

با غیرقابل انتقال شدن Immobilization نیتروژن یا به عبارت دیگر نگهداری نیتروژن و استفاده از آن توسط موجودات تجزیه‌کننده همراه است. اینکه چه مقدار از نیتروژن موجود در بقایای جنگلی در دسترس گیاهان قرار داشته باشد، بیش از هر چیز تابع مقدار خالص فرایند معدنی شدن یا به عبارت بهتر ما به تفاوت معدنی شدن و غیرقابل انتقال شدن است.

چرخه فسفر

ویژگی‌های عنصر فسفر: فسفر جزو عناصر غذایی است که به مقدار زیاد مورد نیاز موجودات زنده می‌باشد و تفاوت آن با دو عنصر کربن و ازت در آنست که فسفر در اتمسفر وجود ندارد (ذخیره‌ای در جو ندارد). چرخه فسفر یک چرخه زیست‌زمین‌شیمیایی رسوبی می‌باشد. منبع و ذخیره اصلی فسفر در طبیعت سنگ‌های رسوبی و آذرین است که با عمل فرسایش خاک (خاک‌شویی) و استخراج معادن فسفات، به صورت ذخیره تبدالی فسفر یعنی فسفات‌های محلول درمی‌آید. فسفات محلول در آب توسط گیاهان جذب شده و در ساختار پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه وارد می‌شود و در زنجیره غذایی به بدن مصرف‌کنندگان می‌رسد. مواد آلی مرده (لاشبرگ‌ها و لاشه‌ها) به وسیله تجزیه‌کنندگان تجزیه شده و فسفر مجدداً مورد استفاده گیاهان قرار می‌گیرد.

چرخه فسفر: در اکوسیستم‌ها فسفر به‌طور مداوم از سنگ‌های رسوبی و آذرین در اثر فرسایش خاک تدریجاً جدا شده و همراه آب رودخانه‌ها به دریاها منتقل می‌شود (حدود ۳/۵ میلیون تن) و ممکن است این فسفر رسوب شده هرگز به اکوسیستم خشکی بازنگردد یا میلیون‌ها سال طول می‌کشد تا وارد چرخه فسفر گردد (خروج فسفر از بیوسف). به همین دلیل ممکن است اکوسیستم‌های خشکی در آینده با کمبود فسفر مواجه شوند.

البته مقداری از فسفر در دریاها قبل از رسوب شدن توسط ماهی‌ها مصرف شده و در بدن آنها ذخیره می‌شود، و با صید ماهی توسط انسان (صید سنتی و صنعتی) و مرغان ماهی‌خوار به اکوسیستم‌های خشکی بازگشته و وارد چرخه فسفر می‌شود (در حدود $10^4 \times 6$ الی $10^4 \times 7$ تن). این مقدار فسفر هم ممکن است خیلی سریع به دریا بازگردد زیرا مصرف ماهی در شهرهای بندری بیشتر رایج است.

چرخه گوگرد

گوگرد با مواد معدنی و سیستم‌های زنده واکنش‌هایی انجام می‌دهد و به سوی آنها حرکت می‌کند یا از سوی آنها بازمی‌گردد. این چرخه برای زندگی مهم است

زیرا گوگرد یک عنصر ضروری محسوب می‌شود که سازنده بسیاری از پروتئین‌ها و کوفاکتورها است. چرخه گوگرد در خاک به وسیله انواع باکتری‌های گوگردی و به دنبال دو فرآیند اصلی انجام می‌شود. یکی از این فرآیندها تغییرات اکسایش گوگرد و دیگری تغییرات کاهش گوگرد و در نهایت تولید H_2S است و میکروارگانیسم‌ها در مراحل اکسایش گوگرد نقش دارند.

بسیاری از موجودات زنده ذره‌بینی همانند واسطه‌ای برای بازگرداندن گوگرد بین این منابع ذخیره شده و زیست‌کره هستند. پروتئینی که در مدفوع، زواید و اجساد مرده موجودات زنده وجود دارد توسط این باکتری‌ها و بعضی قارچ‌ها تبدیل به سولفات می‌شود که ممکن است بلافاصله به زنجیره غذایی بازگردانده شوند. البته باید قبل از آن توسط گیاهان جذب شده باشد و برای این عمل وجود اکسیژن بسیار ضروری است. در آب‌هایی که دارای عمق کمی هستند و در لجن‌زارهای بدون گاز باکتری‌هایی وجود دارند که سولفات‌ها را به گوگرد خالص یا به سولفور تبدیل می‌کنند. «هیدروژن سولفور» (H_2S) از لجن‌زارهای بدون اکسیژن و نیز از آب‌های عمیق به دست می‌آید. هیدروژن سولفور بویی شبیه به تخم مرغ گندیده دارد و بسیاری از ماهیان در این نقاط بر اثر وجود این گاز می‌میرند. البته طبیعت همیشه برای رسیدن به تعادل راهکارهایی منحصر به فرد دارد. از جمله این که باکتری‌هایی بی‌رنگ و سبز رنگ در طبیعت وجود دارند که می‌توانند هیدروژن سولفور و گوگرد خالص را در اعمال حیاتی خود وارد کنند.

گاز گوگرد از جمله گازهای آلوده‌کننده هوا به شمار می‌رود، به نحوی که می‌تواند تمامی کره زمین را آلوده سازد. گاز گوگرد در مه و غبار بالای شهرها وجود دارد و در حال حاضر نیز غلظت آن به حدی است که چرخه طبیعی گوگرد را دچار اختلال کرده است، اما باید دانست که خاک‌ها و اقیانوس‌ها بخش عظیمی از این گاز خطرناک را جذب می‌کنند و دوباره به هوا می‌فرستند.

یک عنصر دیگر که در اکوسیستم‌ها جریان دارد فسفر است که در گذشته در اعماق زمین و درون مواد معدنی نهفته بود. این عنصر آرام آرام به درون نظام طبیعی وارد و احتیاج موجودات زنده به آن فراهم شد. فسفر همانند هیدروژن، ازت و گوگرد از عوامل اصلی سازنده پروتئین و نیز از جمله عناصر اصلی پروتوپلاسم در سلول‌ها است. همچنین فسفر در ساختمان DNA وجود دارد و می‌توان گفت که بدون وجود فسفر زندگی غیر ممکن است.

هنگامی که مواد آلی تغییر و تبدیل می‌شوند و رسوبات اعماق دریاها و اقیانوس‌ها را تشکیل می‌دهند، فسفر از زنجیره غذایی خارج می‌شود و با بالا آمدن آب‌های عمیق فسفر دوباره می‌تواند به جریان در آید. این پدیده به طور مرتب در بعضی از دریاچه‌ها و دریاها رخ می‌دهد. چون بالا آمدن آب باعث تکثیر خزه و دیگر موجودات زنده ذره‌بینی در سطح آب می‌شود. ماهیان از این خوراک بیشتر تغذیه

می‌کنند و به همین علت نیز صید ماهی در چنین مناطقی پربرکت است. همچنین برای افزایش محصولات کشاورزی و دام‌پروری مقادیر بسیار زیادی فسفر به کودهای مصنوعی می‌افزایند. آلوده شدن جو توسط عنصر فسفر به تازگی صورت گرفته است و بیشتر به علت حضور مواد پاک‌کننده محتوی فسفر است که به آب‌ها بازگشت داده می‌شوند و در نتیجه باعث آلوده شدن اکوسیستم‌های آبی می‌شوند. فسفر وارد شده به آب موجب تکثیر بعضی از گیاهان می‌شود و تعادل این اکوسیستم را برهم می‌زند. یکی از راه‌های تصفیه آب و پاک شدن آن از فسفر این است که این آب‌ها را از زمین‌های فقیر عبور می‌دهند و به این صورت خاک را غنی و آب را عاری از فسفات و ازت می‌کنند.

فسفر در اکوسیستم‌های آبی به دو شکل آلی و غیرآلی در چرخه حیات وجود دارد. هنگامی که فسفر غیرآلی توسط گیاهان جذب شد به شکل فسفر آلی در می‌آید و به مصرف جاندار می‌رسد. وجود عنصر فسفر نقش عمده‌ای در تشکیل بافت‌های استخوانی جانورانی که دارای ستون فقرات هستند دارد، زیرا عامل اصلی تشکیل ستون فقرات «فسفات دو کلسیم» است. همچنین فسفر در ترکیب اسیدهای نوکلئیک وجود دارد. به هر حال تمامی عناصری که موجودات زنده جذب می‌کنند از بین نمی‌روند، زیرا آنها به‌طور همیشگی به محیط غیر زنده بازگردانده می‌شوند و زندگی چیزی جز همین چرخه‌ها نیست که در تمامی اکوسیستم‌ها قابل مشاهده است. پژوهشگرها نیز در تلاش هستند تا بتوانند این چرخه‌های حیاتی عناصر را که سبب به‌وجود آمدن جهان زنده هستند کشف کنند، زیرا به عقیده آنها زندگی تمامی موجودات روی زمین وابسته به همین دریافت‌های پی در پی عناصر تشکیل‌دهنده آنها است.

زنجیره‌های غذایی و شبکه‌های غذایی

هر موجود زنده‌ای به انرژی نیاز دارد تا زنده بماند. برای مثال گیاهان از خورشید انرژی می‌گیرند. بعضی از جانوران گیاهان را می‌خورند و بعضی از جانوران، جانوران دیگر را می‌خورند. یک زنجیره غذایی، توالی موجوداتی است که در یک جامعه زیست‌شناسی (اکوسیستم) موجودات دیگر را می‌خورند تا مواد مغذی به‌دست آورند. یک زنجیره غذایی با منبع انرژی اولیه شروع می‌شود که معمولاً خورشید یا مجراهای دریاهای عمیق داغ و در حال جوش است.

حلقه بعدی در زنجیره، موجود زنده‌ای است که غذایش را از منبع انرژی اولیه تأمین می‌کند. این موجودات زنده به‌عنوان مثال گیاهان فتوسنتز کننده‌ای هستند که غذایشان را از نور خورشید می‌سازند (با استفاده از فرایندی به نام فتوسنتز) یا باکتری‌های شیموسنتز کننده هستند که انرژی غذایشان را از مواد شیمیایی، در منافذ آبی گرمایی می‌سازند. اینها آتوتروف‌ها یا تولیدکنندگان اولیه نامیده می‌شوند.

زنجیره غذایی ساده

محل سکونت اقیانوس	محل سکونت دریاچه	محل سکونت چمن زار	سطح وابستگی به غذا
فیتوپلانکتون	جلبک	علف	تولیدکننده اولیه
↓	↓	↓	
زووپلانکتون	نوزاد پشه	ملخ	مصرف کننده اولیه
↓	↓	↓	
ماهی	نوزاد سنجاقک	موش صحرائی	مصرف کننده ثانویه
↓	↓	↓	
سیل	ماهی	مار	مصرف کننده تریاری
↓	↓	↓	
کوسه آبی	راکون	شاهین	مصرف کننده کواترنری
↓	↓	↓	

در حلقه بعد موجوداتی قرار دارند که آتوتروفها را می‌خورند. این موجودات زنده گیاه‌خواران یا مصرف‌کنندگان اولیه هستند. مثال این موجودات خرگوش است که علف می‌خورد. حلقه بعدی در زنجیره حیواناتی هستند که گیاه‌خواران را می‌خورند. اینها مصرف‌کنندگان ثانویه نامیده می‌شوند. نمونه آنها مار است که خرگوش‌ها را می‌خورد. این حیوانات به‌وسیله شکارچیان بزرگ و قوی خورده می‌شوند. مثال آنها جغد است که مارها را می‌خورد.

مصرف‌کنندگان ترتیاری به‌وسیله مصرف‌کنندگان کوآترنری خورده می‌شوند. یک مثال از آنها شاهین است که جغدها را می‌خورد. هر زنجیره غذایی با یک گوشت‌خوار و جانوری بدون دشمن طبیعی در رأس پایان می‌یابد (مثل شاهین، خرس قطبی و تمساح).

فلش‌ها در زنجیره غذایی، جریان انرژی را از خورشید یا منفذهای گرمایی آبی به یک شکارچی نوک نشان می‌دهد. هنگامی که انرژی از موجود زنده به موجود زنده دیگر جریان می‌یابد، انرژی در هر پله از دست می‌رود. شبکه‌ای از تعداد زیادی زنجیره‌های غذایی، شبکه غذایی نامیده می‌شود. سطح پیروی یک موجود زنده موقعیتی است که این موجود زنده در یک زنجیره غذایی دارد.

۱ تولیدکنندگان اولیه (موجودات زنده‌ای که غذایشان را از نور خورشید و یا از انرژی شیمیایی در مجراهای دریای عمیق می‌سازند)، پایه هر زنجیره غذایی هستند. این موجودات زنده آتوتروف‌ها نامیده می‌شوند.

۲ مصرف‌کنندگان اولیه جانورانی هستند که تولیدکنندگان اولیه را می‌خورند. آنها گیاه‌خوار هم نامیده می‌شوند.

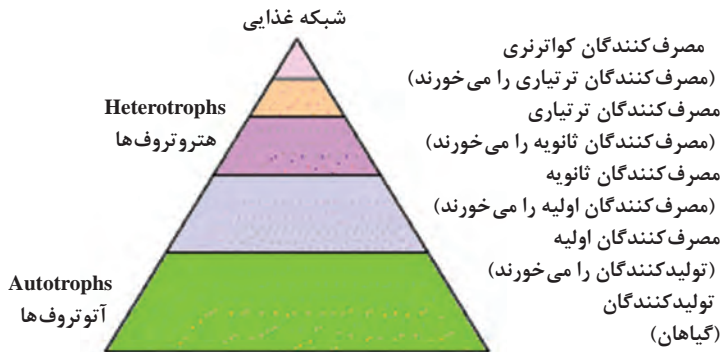
۳ مصرف‌کنندگان ثانویه، مصرف‌کنندگان اولیه را می‌خورند. آنها گوشت‌خواران و همه‌چیزخواران هستند (حیواناتی که هم حیوانات و هم گیاهان را می‌خورند).

۴ مصرف‌کنندگان ترتیاری، مصرف‌کنندگان ثانویه را می‌خورند.

۵ مصرف‌کنندگان کوآترنری، مصرف‌کنندگان ترتیاری را می‌خورند.

۶ زنجیره‌های غذایی با شکارچیان، یعنی جانورانی که دشمنی ندارند یا دشمنان کمی دارند، پایان می‌پذیرد. وقتی موجود زنده‌ای می‌میرد، در نهایت به‌وسیله جانورانی مثل کرکس‌ها، کرم‌ها و خرچنگ‌ها خورده می‌شود و به‌وسیله تجزیه‌کنندگان (اکثرًا باکتری‌ها) و نیز تداوم تبادل انرژی تجزیه می‌شود.

موقعیت بعضی از موجودات زنده در زنجیره غذایی می‌تواند هنگامی که غذایشان متفاوت می‌شود، فرق کند؛ برای مثال موقعی که یک خرس توت می‌خورد، مثل یک مصرف‌کننده اولیه عمل می‌کند. موقعی که یک خرس یک جوئنده گیاهخواری را می‌خورد، مثل یک مصرف‌کننده ثانویه عمل می‌کند. موقعی که خرس ماهی آزاد (سالمون) را می‌خورد، مثل یک مصرف‌کننده ترتیاری عمل می‌کند (این به خاطر این است که سالمون یک مصرف‌کننده ثانویه است. چون سالمون شاه‌ماهی را می‌خورد که آن هم زوپلانکتون‌ها را می‌خورد، که زوپلانکتون هم فیتوپلانکتون‌ها را می‌خورد که آنها هم انرژی‌شان را از نور خورشید به‌دست می‌آورند).



در هر شبکه غذایی، انرژی هر لحظه از دست می‌رود. چون یک موجود زنده، موجود زنده دیگری را می‌خورد. به این خاطر باید گیاهان خیلی بیشتری نسبت به گیاه‌خواران وجود داشته باشد. به این ترتیب تعداد آتوتروفها از هتروتروفها بیشتر است و تعداد گیاه‌خواران از گوشت‌خواران بیشتر است.

اگرچه رقابت شدیدی بین جانوران وجود دارد، اما یک وابستگی متقابل هم بین آنها وجود دارد. موقعی که یک گونه منقرض می‌شود، می‌تواند یک زنجیره کامل از گونه‌های دیگر را تحت تأثیر قرار دهد و نتایج غیر قابل پیش‌بینی‌ای به بار آورد. هنگامی که تعداد گوشت‌خواران در یک جامعه افزایش می‌یابد، تعداد بیشتر و بیشتری از گیاه‌خواران را می‌خورند که جمعیت گیاه‌خواران را کاهش می‌دهند و برای گوشت‌خواران سخت و سخت‌تر می‌شود تا گیاه‌خواری را بیابند و بخورند و جمعیت گوشت‌خواران کاهش می‌یابد. به این شکل، گوشت‌خواران و گیاه‌خواران در تعادل نسبتاً پایدار می‌مانند. چرا که هر جمعیت، جمعیت دیگری را محدود می‌کند. یک تعادل مشابه بین گیاهان و گیاه‌خواران نیز وجود دارد.

انتقال انرژی از تولیدکننده اولیه

با مطالعه درس گذشته حتماً این سؤال برایتان پیش آمده که انرژی ذخیره شده توسط گیاهان چگونه به جانداران دیگر منتقل می‌شود؟ در تمام اکوسیستم‌ها انرژی توسط تولیدکنندگان اولیه یعنی گیاهان گرفته و ذخیره می‌شود. مقداری از این انرژی با خوردن گیاه توسط حیوانات منتقل می‌گردد که به آنها مصرف‌کنندگان اولیه می‌گویند. در مرحله بعد حیواناتی هستند که با خوردن حیوانات دیگر تغذیه می‌کنند. این جانداران در واقع انرژی را به صورت دست دوم از گیاهان و به واسطه مصرف‌کنندگان اولیه به دست می‌آورند و به این دلیل مصرف‌کنندگان ثانوی خوانده می‌شوند. در بعضی محیط‌ها مصرف‌کنندگان ثانوی نیز توسط حیوانات دیگر خورده



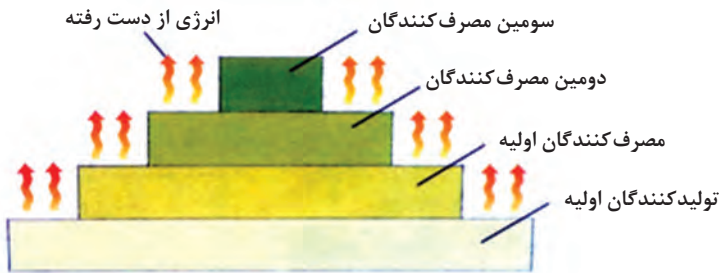
می‌شوند که به این گروه، مصرف‌کنندگان سومین یا مرحله سوم می‌گویند. اکولوژیست‌ها هر یک از این مراحل را به نام سطح غذایی می‌شناسند. در هر مرحله، مقداری انرژی به سطح بعدی منتقل گشته در نهایت به صورت مواد گیاهی یا گوشت در بدن حیوانات ذخیره می‌گردد. همواره مقداری از انرژی در جریان انتقال از یک سطح به سطح دیگر از دست می‌رود. مقدار مواد زنده‌ای که در سطح غذایی وجود دارد، به عنوان گیاهان ثابت چه به صورت گیاه و چه جانور شناخته می‌شود. این تولیدات نشان دهنده مقدار انرژی بالقوه‌ای است که برای سطح بعدی در دسترس است. مقدار گیاهان ثابت را توده زنده

یا بیومس می‌نامند که عبارت از تعداد گیاهان و حیوانات موجود در هر سطح غذایی می‌باشند. اکولوژیست‌ها این ارقام را به منظور مقایسه اکوسیستم‌ها و شناخت چگونگی کارکرد آنها مورد استفاده قرار می‌دهند.

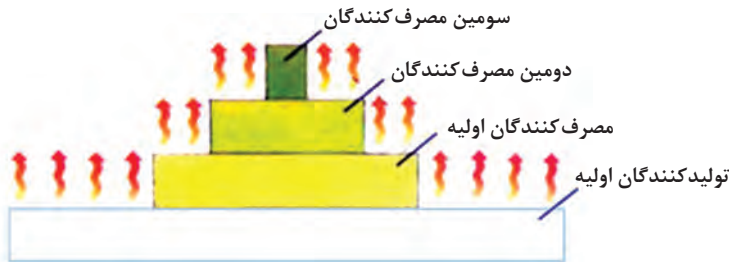
همواره در جریان انتقال انرژی از سطحی به سطح دیگر، انرژی از دست می‌رود. اکولوژیست‌ها محاسبه کرده‌اند که فقط حدود ۱۰ درصد انرژی سطح پایین به سطح بالاتر انتقال می‌یابد. بدین معنی که مقدار انرژی ذخیره شده در تولیدکنندگان اولیه به سرعت از بین می‌رود و مقدار خیلی کمی از آن به سطح بالاتر منتقل می‌گردد. در هر سطح غذایی، موجودات زنده انرژی را در بدن خود ذخیره می‌کنند و از آن در فعالیتهای حیاتی خود برای زندگی استفاده کرده و مقداری را نیز به صورت حرارت در هوا رها می‌کنند. انرژی هرگز نمی‌تواند در یک اکوسیستم چرخش کند و مجدداً به جای اول برگردد زیرا تنها مواد خام چرخش می‌کنند.

هرم انرژی

چون انرژی هنگام انتقال از یک سطح غذایی به سطح دیگر از بین می‌رود، می‌توان وضعیت انتقال انرژی را از سطوح پایین به بالا به صورت هرمی نشان داد که در هر انتقال از مقدار آن کاسته می‌شود.



هرم غذایی با کارایی انرژی مناسب



هرم غذایی با کارایی انرژی مناسب

این دو هرم، وضعیت نسبی انتقال انرژی را در دو اکوسیستم نشان می‌دهد. در هرم بالا انتقال انرژی به نحو کارایی صورت گرفته مخصوصاً بین تولیدکنندگان و مصرف اولیه، به علت اینکه مواد گیاهی غالباً چوبی بوده و به سهولت و تماماً توسط حیوانات خورده نمی‌شوند، لذا، انتقال انرژی در اکوسیستم‌های ساحلی بهتر از اکوسیستم‌های جنگلی صورت می‌گیرد. در ساحل مواد غذایی از بین نمی‌رود، چون مواد گیاهی آن سریع‌تر هضم شده و انرژی آن به صورت مفیدتری به وسیله موجودات بالای هرم مصرف می‌شود.

مشابه چنین هرمی را می‌توان برای مواد غذایی در نظر گرفت که سطوح غذایی یک اکوسیستم را نشان دهد. تعداد سطوح متغیر است، اما به علت محدود بودن میزان انرژی و افت انرژی در هر سطح غذایی، به ندرت بیش از ۶ سطح غذایی در هر اکوسیستم یافت می‌شود. هرم غذایی در شکل زیر گوشه‌ای از جنگل را نشان می‌دهد. در این هرم غذایی،

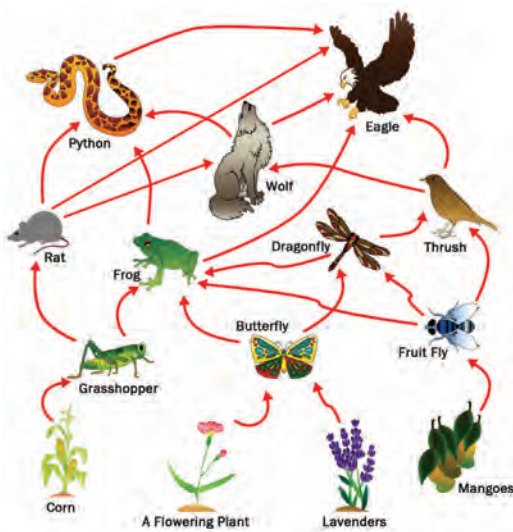
جغد جنگلی شکارگر بالاترین حد است. این جغد هم مصرف کننده سطح سوم است و هم مصرف کننده ثانوی است چون از راسو، موش و وول تغذیه می کند. راسوها نیز از جوندگان کوچک یعنی موش ها و وول تغذیه می کنند. جوندگان کوچک مصرف کنندگان اولیه اند چون از مواد گیاهی به صورت علوفه، بذر و میوه استفاده می کنند.

شبکه های غذایی

اکولوژیست ها برای آنکه بدانند انرژی چگونه به اکوسیستم وارد شده و در آن می چرخد، ضروری است روابط غذایی بین موجودات زنده در اکوسیستم را بشناسند. انتقال انرژی غذا از طریق گیاهان به مراحل که در آن مرتباً می خورند و خورده می شوند را زنجیره غذایی می گویند. در یک زنجیره ساده، گیاه توسط گیاه خوار خورده می شود، مجدداً گیاه خوار توسط گوشت خوار خورده می شود. در طبیعت زنجیره های غذایی متعدد و پیچیده ای وجود دارد که با یکدیگر ارتباط دارند. این مجموعه زنجیره غذایی پیچیده را شبکه غذایی می گویند. در تصویر زیر یک شبکه غذایی اقیانوس را می بینید که حیوانات زیادی از سطوح مختلف غذایی تغذیه می کنند. به عنوان مثال کاکایی نقره ای از طیف وسیعی از گونه های شکار تغذیه می کند.

تعداد بسیار اندکی از حیوانات تنها از یک گونه تغذیه می کنند. وابستگی انحصاری یک گونه به گونه دیگر، مخاطرات بسیار دارد. این زنجیره غذایی، طیف غذایی را که گونه های مختلف می خورند، نشان می دهد. فلش ها نشان می دهد که

چه گونه ای گونه دیگر را می خورد. حتی این شبکه نسبتاً پیچیده نیز نشان دهنده بعضی از روابط است نه تمام ارتباط درون شبکه.



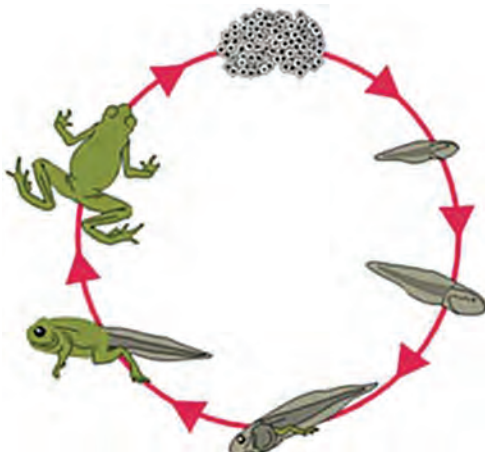
چرخه حیات

تمام موجودات زنده در نهایت می‌میرند. از نظر اکولوژی، مواد شیمیایی تشکیل دهنده بدن موجودات از زمین به امانت گرفته شده و هنگام مرگ باز پس داده می‌شود.



تمام موادی که یک حیوان اعم از یک پشه کوچک تا یک فیل بزرگ، می‌گیرد از طریق تغذیه است که بعداً به صورت مواد زاید به زمین برگردانده می‌شود. مواد مرده یا مواد زاید، مواد غذایی گروهی از جانداران را تشکیل می‌دهد که به آنها تجزیه‌کنندگان می‌گویند.

این موجودات شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها و موجودات ریزی هستند که مواد زاید را در طبیعت شکسته و به مواد ریز تری تبدیل می‌کنند و بالاخره آنها را به خاک، هوا یا آب برمی‌گردانند تا مجدداً در دسترس موجودات زنده قرار گیرند. بدون وجود دی‌اکسید کربن که حاصل این تجزیه است، تمام حیات گیاهی از بین می‌رود. بدون اکسیژنی که گیاهان پس می‌دهند و بدون غذایی که تولید می‌کنند، حیات متوقف گشته و



تمام موجودات از گرسنگی می‌میرند. تجزیه‌کنندگان حلقه حیاتی چرخه طبیعی حیات و مرگ هستند.

بیشتر مواد زاید و مرده گیاهی مانند جوانه‌ها و ساقه‌ها، سلولز دارند. صفحات کتاب‌هایی که در اختیار دارید از مواد فیبری و سلولزی که از گیاهان به خصوص درختان به دست آمده، ساخته شده است.

همانند شکر و نان، سلولز یک هیدرات کربن است. این مواد حاوی کربن یا عنصر اساسی مورد نیاز حیات است. تعداد کمی از حیوانات می‌توانند مولکول‌های هیدرات را شکسته و مورد استفاده قرار دهند. تجزیه‌کنندگان اصلی سلولز، باکتری‌ها بوده که بعضی از آنها درون معده حیوانات دیگر زندگی می‌کنند. قارچ‌ها نیز می‌توانند بعضی از مولکول‌های هیدرات را بشکنند و بعضی از آنها که کپک یا زنگ نام دارند، بر روی گیاهان رشد می‌کنند.

به باغچه حیات مدرسه یا منزل خود سری بزنید و با ذره‌بین از نزدیک شاهد چرخه حیات و چرخه تجزیه‌کنندگان در آن باشید.

چرخه تجزیه‌کنندگان

در هر اکوسیستم همواره مواد زائدی به وجود می‌آید که شاخ و برگ افتاده بر روی زمین، فضله حیوانات و همچنین حیوانات مرده را شامل می‌شود، به این مواد مجموعاً خرده ریز می‌گویند. به موجودات ریزی که این مواد را می‌خورند، ریزه خوار گفته می‌شود، موجودات ریز می‌توانند مقدار زیادی مواد کوچک و درشت را خرد و هضم کرده، به صورت مدفوع خارج سازند. اینها مواد را به صورتی درمی‌آورند که به سادگی توسط قارچ‌ها و باکتری‌ها مصرف شده و تبدیل به ترکیبات ساده شوند. بعضی از این موجودات ریزه خوار عبارتند از: خرخاکی‌ها، حلزون‌ها، کرم‌ها، چندپایان و دم حلقه ای‌ها.

کرم‌ها نقش ویژه و مهمی در فرایند تجزیه سطح زمین دارند. کرم‌ها برگ‌های مرده را در روی زمین می‌خورند و بخشی از آنها را به صورت فضولات به خاک باز می‌گردانند، یا در واقع مواد هضم شده آنها به خاک برگردانده می‌شود و به وسیله باکتری‌ها و قارچ‌ها مصرف شده و گردش برگ‌های افتاده بر روی زمین پایان می‌یابد. همچنین کرم‌ها، خاک را برگردانده، مواد زیرین را به سطح خاک می‌آورند و امکان اکسیژن‌گیری خاک را



فراهم می‌کنند. بنابراین کرم‌ها در حاصل‌خیزی خاک نقش مهمی دارند. در خاک‌های مناطق معتدله در هر متر مربع ممکن است حدود ۷۰ عدد کرم وجود داشته باشد. علاوه بر ریزه‌خواران، موجودات ریز میکروسکوپی نیز وجود دارند که در تجزیه مواد نقش دارند.



باکتری‌ها موجودات کوچک و میکروسکوپی هستند که بدون چشم مسلح دیده نمی‌شوند. اینها عموماً بیماری‌زا می‌باشند اما اهمیت زیادی در تجزیه مواد دارند. هنگامی که جمعیت آنها زیاد می‌شود، تشکیل لکه‌های رنگی می‌دهند که لکه‌های رنگین روی برگ درختان نمونه‌ای از آنها است. آنها در شرایط مرطوب خیلی خوب عمل می‌کنند و جمعیت شان بسیار زیاد می‌شود و بعضی از آنها در شرایط غیر هوازی نیز رشد می‌کنند. مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها نیز از خود آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند و از این طریق مواد را هضم کرده و می‌توانند به وسیله سلول‌هایشان آنها را جذب کنند.



تصویر زیر نشان‌دهنده شمایی از جریان انرژی و مواد در یک جنگل است.

تحلیل محیط‌زیست و کشاورزی

هدف این کار (Task) براساس اهداف توانمندسازی عبارتند از :

- ۱ با تعریف توسعه پایدار آشنا شود.
- ۲ اهداف توسعه پایدار را بداند.
- ۳ بحران محیط‌زیست را بداند.
- ۴ با حفاظت کلی منابع طبیعی آشنا شود.
- ۵ صنعت و مشکلات زیست‌محیطی را بداند.
- ۶ با اجزای کشاورزی و محیط‌زیست آشنا شود.
- ۷ جنگل‌داری و مرتع‌داری را بداند.

دانسته‌های قبلی مورد نیاز هنرجویان :

هنرجویان قبل از شروع کار با واحد یادگیری تحلیل محیط‌زیست و کشاورزی لازم است اطلاعات زیر را داشته باشند.

- ۱ رابطه میان اقتصاد و اکولوژی مقدماتی که در سال‌های قبل مطالعه کرده‌اند.
- ۲ مفهوم «نیازها» به ویژه نیازهای اساسی براساس کتاب‌های قبلی
- ۳ متعادل ساختن نیاز به توسعه و رشد در مقابل نیاز به طبیعت و محیط‌زیست
- ۴ استفاده از منابع و محیط‌زیست در زمان کنونی هیچ آسیبی به دورنمای استفاده نسل آینده وارد نمی‌سازد.
- ۵ نکات ایمنی و بهداشتی در حین انجام کار

واژه‌های کلیدی :

- توسعه پایدار
- تنوع زیستی
- اهداف توسعه پایدار
- بحران محیط‌زیست
- تأثیر انسان بر محیط‌زیست
- حفاظت کلی منابع طبیعی
- جنگل‌داری و مرتع‌داری
- کاربرد اراضی
- کشاورزی و محیط‌زیست

از بین رفتن پوشش و گونه‌های گیاهی
صنعت و مشکلات زیست‌محیطی
راه‌های جلوگیری از تخریب محیط‌زیست

خلاصه محتوا:

در این واحد یادگیری درباره توسعه پایدار - تنوع زیستی - اهداف توسعه پایدار - بحران محیط‌زیست - تأثیر انسان بر محیط‌زیست - حفاظت کلی منابع طبیعی - جنگل‌داری و مرتع‌داری - کاربرد اراضی - کشاورزی و محیط‌زیست - از بین رفتن پوشش و گونه‌های گیاهی - صنعت و مشکلات زیست‌محیطی - راه‌های جلوگیری از تخریب محیط‌زیست بحث و گفت‌وگو می‌شود همچنین درباره توسعه پایدار از نظر اقتصادی - اجتماعی و سیاسی - تکنولوژی و تخریب محیط‌زیست بحث می‌گردد.

ابزار و تجهیزات :

ابزار و تجهیزات و ماشین‌های مورد نیاز برای این کار یا واحد یادگیری نیاز گیاه به عوامل محیطی به شرح جدول ذیل می‌باشد :

ردیف	نام ابزار و تجهیزات و ماشین‌ها	مشخصات فنی	تعداد برای ۱۵ هنرجو
۱	رایانه	خانگی	
۲	مودم برای اتصال به اینترنت	موجود در بازار	۱
۳	تلفن همراه	هوشمند	۱
۴	دوربین عکاسی	دیجیتال	۱

فضا :

- برای واحد یادگیری حداقل به دو بازدید علمی از اکوسیستم جنگل و کویر نیاز است.
- در ضمن هنرآموزان گرامی می‌توانند برای آنکه هنرجویان با مفاهیم اقتصادی و اجتماعی توسعه پایدار بیشتر آشنا شوند از سازمان گردشگری و جذب توریست بازدید به عمل آورند.

- در ضمن هنرآموزان گرامی می‌توانند برای آنکه هنرجویان با نقش تأثیرات فرهنگی آشنا شوند ضمن هماهنگی‌های لازم سازمان آمار و برنامه‌ریزی و بوجه و سایر مراجع مربوط جهت کسب اطلاعات نیز بازدید به عمل آورند.
- همچنین هنرآموزان می‌توانند از فیلم‌های مستند در رابطه با توسعه پایدار برای آموزش بیشتر و بهتر بهره ببرند.

اجزای بسته آموزشی:

این واحد یادگیری نیاز به کتاب درسی، کتاب راهنمای هنرآموز، فیلم آموزشی، نرم‌افزار آموزشی، عکس به شرح ذیل می‌باشد:

فیلم



- ۱ تجزیه و تحلیل اصول مدیریت پایدار
- ۲ تجزیه و تحلیل شاخص‌های مورد نیاز در مدیریت توسعه پایدار
- ۳ بحث مفاهیم آثار اکولوژیکی و قلمرو محیطی از نقطه نظر ارزیابی پایداری بالقوه آن
- ۴ کاربرد مفاهیم قلمرو محیطی و آثار زیست محیطی
- ۵ منابع طبیعی تجدیدناپذیر
- ۶ منابع کشاورزی

نرم‌افزار:

- ۱ جنگل‌داری و توسعه پایدار
- ۲ مرتع‌داری و توسعه پایدار
- ۳ محیط‌زیست و توسعه پایدار
- ۴ فیلم آموزشی آشنایی با اکو توریسم
- ۵ اقتصاد مقاومتی، مدیریت و توسعه پایدار
- ۶ پدافند غیرعامل

عکس:

- ۱ تصاویر وسایل و تجهیزات مورد نیاز تحلیل اکوسیستم و محیط‌زیست
- ۲ تأثیرات عوامل محیطی توسعه گردشگری
- ۳ تصاویر دخالت انسان بر انرژی‌های تجدیدپذیر
- ۴ شناسایی عوامل مؤثر بر حفظ محیط‌زیست توسعه پایدار
- ۵ حفاظت از منابع طبیعی و ارتقای منابع

- ۶ جهت‌گیری مجدد دانش فنی (دانش بومی)
- ۷ محیط‌زیست و تصمیم‌گیری اقتصادی
- ۸ جهت‌گیری مجدد روابط اقتصادی و بین‌المللی
- ۹ اقدام در جهت مشارکتی ساختن توسعه پایدار

فرایند آموزش شایستگی‌های فنی و غیر فنی :

- ۱ هنرآموزان ارجمند ابتدا کلاس درس را با یاد و نام خداوند بخشنده و مهربان شروع نمایند.
- ۲ برای آماده کردن و ایجاد انگیزه و ترغیب و همچنین مشارکت بیشتر هنرجویان در امر آموزش، هنرآموزان می‌توانند با روش‌های مختلف شامل :
 - (الف) با نمایش فیلمی از تجزیه و تحلیل اصول مدیریت پایدار، هنرجویان را در امر یادگیری یاری نمایند.
 - (ب) حضور هنرجویان به اتفاق هنرآموز در سازمان آمار و برنامه‌ریزی و بودجه و سایر مراجع مربوطه
 - (ج) نشان دادن عکس‌ها یا پوسترهایی در مورد منابع طبیعی تجدیدناپذیر
 - (د) طرح سؤالاتی مانند :
 - ✓ تنوع زیستی به عنوان یک منبع کلیدی برای توسعه چه ضرورتی دارد؟
 - ✓ اهمیت حفاظت گیاهان در مناطق طبیعی حفاظت شده چیست؟
 - ✓ تأثیر انسان بر محیط‌زیست، را مثبت ارزیابی می‌کنید یا منفی؟
 - ✓ تخریب محیط‌زیست کاهش منابع طبیعی، تغییرات آب و هوا و تخریب لایه اوزون، چه پیامدهایی دارد؟
 - ه) طرح مسایل و مشکلاتی مانند:
 - ✓ تأمین نیازهای غذایی اساسی نسل حاضر و آینده از نظر کمی و کیفی و در عین حال تأمین تولیدات کشاورزی
 - ✓ ایجاد مشاغل دائمی، درآمد کافی و شرایط مناسب زندگی و کار برای کسانی که در فرایند تولیدات کشاورزی اشتغال دارند؛
 - ✓ حفظ و ارتقای ظرفیت تولیدی منابع طبیعی پایه و منابع تجدیدشونده بدون ایجاد اختلال در عملکرد چرخه‌های اساسی بوم شناختی و تعادل‌های طبیعی
 - ✓ کاهش آسیب‌پذیری بخش کشاورزی نسبت به عوامل طبیعی، اقتصادی و اجتماعی و دیگر تهدیدها و تقویت خوداتکایی این بخش
 - ✓ یا هر روش دیگری که توجه و علاقه هنرجویان را به موضوع آموزش بیشتر جلب نماید و آنها را برای بحث و گفت‌وگو و مشارکت بیشتر آماده کند و در نتیجه یادگیری بیشتری صورت گیرد، آغاز نمائید.

فعالیت‌های پیشنهادی و توصیه‌ها:

- ۱ هنرجویان را به چند گروه تقسیم نمایید و از هر گروه بخواهید تا در مورد توسعه پایدار به معنای تلفیق اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۲ هنرآموز از هر گروه از هنرجویان بخواهد که در مورد وضعیت کشور ایران از نظر نیازهای اساسی فقرا اولویت‌بندی و بحث و گفت‌وگو کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۳ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در توسعه پایدار بر پایه هشیاری انسان نسبت به خودش و نسبت به منابع طبیعی کره زمین و خواهان یک سبک زندگی پایدار برای همه انسان‌ها و مخالف مصرف بیش از اندازه، بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۴ از هنرجویان هر گروه بخواهید تا در مورد این سؤال که آیا سبک فعلی زندگی قابل قبول است و آیا صحیح است که این سبک از زندگی و بهره‌برداری از منابع پایه به نسل‌های بعدی تسری پیدا کند؟ تدبیر و بحث و گفت‌وگو کنند و سپس هر گروه نتایج را ارائه دهند و در پایان کلیه شاخص‌ها را در روی تابلوی کلاس درس بنویسند.
- ۵ هنرآموز گرامی برای اینکه هنرجویان در خصوص اهمیت توسعه پایدار آموزش کامل‌تری ببینند، از هنرجویان بخواهد تا با استفاده از منابع معتبر و اینترنت، مطالبی را جمع‌آوری نموده و به‌عنوان پژوهش در کلاس ارائه نمایند.
- ۶ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در مورد متعادل ساختن نیاز به توسعه و رشد در مقابل نیاز به طبیعت و محیط‌زیست تدبیر و بحث و گفت‌وگو نمایند ضمن اینکه نیازهای نسل کنونی بدون در خطر قرار گرفتن نیازها و آرزوهای نسل‌های آینده، برآورده شود و سپس از سر گروه‌ها نتایج را پرسیده و پس از جمع‌بندی مطالب، آنها را روی تابلوی کلاس درس بنویسند.
- ۷ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا راه‌های استفاده از منابع و محیط‌زیست در زمان کنونی که هیچ آسیبی به دورنمای استفاده نسل آینده وارد نمی‌سازد تدبیر و بحث و گفت‌وگو نمایند و سپس از سر گروه‌ها نتایج را پرسیده و پس از جمع‌بندی مطالب، آنها را روی تابلوی کلاس درس بنویسند.
- ۸ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در نگهداری و محافظت از اکوسیستم متنوع و گوناگون خاک، گیاهان، جانوران، حشرات و آغازیان ضمن اینکه بهره‌وری جنگل‌ها ثابت باقی بماند بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۹ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا با استفاده از منابع معتبر و اینترنت، بهبود کیفیت زندگی انسان‌هایی که از ظرفیت‌های اکوسیستم‌های اطرافشان استفاده می‌کنند مشخص نمایند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.

- ۱۰ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا با استفاده از منابع معتبر علمی و اینترنت، فعالیت‌های انسانی که زیان‌های همیشگی به محیط‌زیست وارد نمی‌سازد یا منابع مورد استفاده برای نسل‌های آینده را غارت نمی‌کند مشخص نمایند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۱ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا درخصوص دستیابی به اهداف اقتصادی و اجتماعی، به گونه‌ای که در بلند مدت منابع نگهداری شوند، محیط‌زیست محافظت شود و تندرستی و رفاه انسان‌ها تضمین گردد، بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۲ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا درخصوص توسعه اقتصادی که بدون کاهش و تحلیل درآمد، منابع و محیط‌زیست نسل‌های آینده را تأمین کند بحث و گفت‌وگو کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۳ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا استفاده از منابع به گونه‌ای که سامانه‌های طبیعی فرصت یابند تا آنها را بازسازی کنند و پرهیز از ایجاد آلودگی‌هایی که سامانه‌های زیستی را نابود می‌کنند بحث و تبادل نظر کنند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.
- ۱۴ هنرآموز از هنرجویان هر گروه بخواهد تا در مورد استفاده خردمندانه از منابع در چارچوبی متشکل از عوامل محیطی، اقتصادی و اجتماعی جلوگیری از کاهش و نیز بهبود دادن کیفیت زندگی کنونی ضمن اینکه کیفیت زندگی نسل‌های آینده حفظ شود، بحث و تبادل نظر نمایند و سپس نتایج را در کلاس درس ارائه نمایند.



۱ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی و مراجعه به اداره منابع طبیعی و محیط‌زیست و جهاد کشاورزی درباره محصولات کشاورزی به روش‌های بی‌خطر نسبت به محل زندگی خود تحقیق نمایند و گزارش مربوطه را در کلاس درس ارائه نمایند.

۲ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی و مراجعه به اداره منابع طبیعی و محیط‌زیست و جهاد کشاورزی، درباره روش‌های کشاورزی و دوست‌دار محیط‌زیست که اجازه تولید محصولات زراعی و دامی را بدون آسیب به بوم‌سامانه می‌دهد و تأثیر این روش‌ها در منطقه، گزارش تهیه نموده و در کلاس درس ارائه نمایند.

۳ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی و مطالعه میدانی و مراجعه به سایت‌های مربوطه درباره رهیافتی برای کشاورزی که حاصل‌خیزی خاک را در بلند مدت حفظ می‌کند گزارش تهیه کرده و در کلاس درس ارائه نمایند.

۴ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی روش‌های کشاورزی و دامداری که باعث حفظ تعادل بوم‌شناختی می‌شوند و از کاهش منابع طبیعی جلوگیری می‌کنند را شناسایی کنند؛ و گزارش مربوطه را در کلاس درس ارائه نمایند.

۵ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی تولیدی که منابع طبیعی را استثمار نمی‌کند، ضمن اینکه بهره‌وری را حفظ می‌نماید را شناسایی کنند؛ و گزارش مربوطه را در کلاس درس ارائه نمایند.

۶ هنرآموز از هنرجویان بخواهد تا با بررسی میدانی روش کشاورزی‌ای که از نظر زیست‌محیطی کم‌خطر، بسیار پربار، از نظر اقتصادی امکان‌پذیر و قابل‌زیست و از نظر اجتماعی مطلوب است را شناسایی کرده و نتایج و گزارش مربوطه را در کلاس درس ارائه نمایند.

هنرآموز برای فهم بیشتر هنرجویان می‌تواند مطالب زیر را نیز علاوه بر مطالب درسی به هنرجویان آموزش دهد :

آشنایی با موضوع توسعه پایدار

اصطلاح توسعه پایدار یا پایا در اوایل سال‌های دهه ۱۹۷۰ درباره محیط و توسعه به‌کار رفت. سه حوزه مهمی که توسعه پایدار روی آن تأکید دارد، مسایل محیطی است از آن زمان سازمان‌های بین‌المللی که خواهان دستیابی به محیطی مناسب و مساعد برای توسعه سودمند بودند نام خاص و ویژگی آنها در راهبرد توسعه پایدار نمود یافت. به‌کار بردن واژه توسعه پایدار بعد از کنفرانس ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۲ در محافل علمی فراگیر شد. وظیفه معماران در این حوزه بسیار خطیر است، چرا که معماران به‌صورت غیرمستقیم و مستقیم مسئول ۷۵٪ تغییر آب و هوا هستند. ارائه راه‌حلی در مقابل الگوهای فانی کالبدی، اجتماعی و اقتصادی توسعه می‌باشد که بتواند از بروز مسایلی همچون نابودی منابع طبیعی، تخریب سامانه‌های زیستی،

آلودگی جهانی تغییر اقلیم، افزایش بی‌رویه جمعیت، بی‌عدالتی و پایین آمدن کیفیت زندگی انسان‌ها در حال و آینده جلوگیری کند. توسعه پایدار فرایند تغییری است در استفاده از منابع، هدایت سرمایه‌گذاری‌ها، سمت‌گیری توسعه فناوری و تغییری نهادی است که با نیازهای حال و آینده سازگار باشد. توسعه پایدار که از دهه ۱۹۹۰ بر آن تأکید شد جنبه‌ای از توسعه انسانی و در ارتباط با محیط‌زیست و نسل‌های آینده است. هدف توسعه انسانی پرورش قابلیت‌های انسانی محسوب می‌شود. توسعه پایدار به عنوان یک فرایند که لازمه بهبود و پیشرفت است، اساس بهبود وضعیت و رفع کاستی‌های اجتماعی، فرهنگی جوامع پیشرفته است و باید موتور محرکه پیشرفت متعادل، متناسب و هماهنگ اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی تمامی جوامع و به‌ویژه کشورهای در حال توسعه باشد. توسعه پایدار سعی دارد به پنج نیاز اساسی زیر پاسخ گوید^{۴۷}: تلفیق حفاظت و توسعه، تامین نیازهای اولیه زیستی انسان، دستیابی به عدالت اجتماعی، خودمختاری و تنوع فرهنگی و حفظ یگانگی اکولوژیکی. تمامی کشورهای جهان و موسسات مختلف در مورد تحقق توسعه پایدار با چالش‌ها و مسائل گوناگون روبه‌رو هستند. کسب سود فراوان در مدت کوتاه و حتی تحقق اهداف راهبردی از پیش تعیین شده در دراز مدت، کار سخت و دشواری است. چه خوب است که در جهان امروزی، اکثر افراد و گروه‌ها به‌صورت هدف دراز مدت با این مسئله برخورد کنند و با در نظر گرفتن منافع نسل‌های آینده، در جست‌وجوی راهی برای ایجاد هماهنگی بین انسان، طبیعت و منافع اقتصادی باشند. مسلماً بدون برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح این مهم امکان‌پذیر نخواهد بود.

کشور ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی حساس خود، اکنون در مقطعی از تاریخ و در مرحله‌ای از توسعه قرار گرفته است که تحت هر شرایطی باید مقوله توسعه پایدار را به‌طور جدی در همه زمینه‌ها مورد توجه قرار دهد. تحقق این امر هم زمانی ممکن است که بتوانیم مدیریت جهادی را در کلیه زمینه‌ها به نحو مطلوب و اثربخشی به سمت توسعه پایدار سوق دهیم.

در راستای تحکیم و عملیاتی نمودن این عزم فراگیر و بهره‌برداری مناسب از برکات آن و همچنین به منظور ترویج و توسعه مدیریت و فرهنگ متمدن ایرانی اسلامی تحقق بخش توسعه پایدار، برآنیم تا با برگزاری چهارمین کنفرانس بین‌المللی علوم انسانی آموزش و پرورش با محوریت توسعه پایدار ضمن شناخت ماهیت و ویژگی‌های علوم انسانی مختلف، زمینه مناسب را برای ارتقای سطح دانش در پژوهش‌ها و مطالعات و برنامه‌ریزی صحیح و پایدار این حوزه فراهم آورده و در جهت ترویج فرهنگ مدیریت صحیح و شناخت مفهومی توسعه پایدار در جامعه گام‌های مؤثری با کمک مدیران آینده برداریم.

'توسعه پایدار' sustainable development برنامه‌ای جهانی است که برای پاسخ به معضلات اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی دنیای امروز از سوی دانشمندان

مطرح و به‌طور گسترده توسط دولت‌ها، نهادهای بین‌المللی، مورد پذیرش قرار گرفته است. ایران نیز به عنوان کشوری که در مسیر توسعه قرار دارد، دستیابی به شاخص‌های بین‌المللی در این خصوص را در دستور کار نهادهای مختلف قرار داد و در این امر در برنامه ششم توسعه کشور نیز تعریف و تبیین شده است. «توسعه پایدار» مفهوم پیچیده‌ای است که جنبه‌های مختلفی را در بر می‌گیرد و واژه Sustainable به معنی «قابل دوام، باثبات، مستمر» الزامات خاص و معناداری را برای دستیابی به شاخص‌های آن به همراه دارد. اکنون ایران در گزارش سال ۲۰۱۷، رتبه ۸۹ را در میان ۱۵۷ کشور به خود اختصاص داده و این نشان می‌دهد که کشورمان راهی طولانی در مسیر دستیابی به اهداف تعیین شده در پیش دارد.

توسعه پایدار چیست؟

کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷ در گزارشی موسوم به «آینده مشترک ما» (our common future) که از سوی دانشگاه آکسفورد منتشر شد، «توسعه پایدار» را به عنوان «الگویی از توسعه که نیازهای بشر را بدون از بین بردن توانایی نسل‌های آینده تأمین می‌کند» تعریف کرد. به بیان دیگر، در این نوع از توسعه، بر «توسعه و پیشرفت نسل حاضر با حفظ منابع برای توسعه نسل آینده» تأکید شده است. این مفهوم جهانی در سه وجه اساسی اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی که با هم به‌طور کامل در تعامل هستند تعریف شده و اغلب محققان این سه جنبه اصلی زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی را بررسی می‌کنند. به این معنا که توسعه پایدار باید رشد اجتماعی را که در آن نیازهای همه افراد برآورده شده فراهم کند، از محیط‌زیست به گونه مؤثری حفاظت کند و در مصرف منابع طبیعی با دقت عمل کند.

شرایط اساسی تلاش برای دستیابی به توسعه پایدار: برخی از مهم‌ترین شرایط ضروری و الزامات اساسی برای تحقق توسعه پایدار در کشورهای جهان عبارتند از:

- ۱ وجود یک نظام سیاسی که با تأمین امنیت برای شهروندان، آنها را در تصمیم‌گیری‌ها مشارکت دهد.
- ۲ وجود یک نظام اقتصادی که بتواند برای تنش‌های ایجاد شده از ناموزونی‌های توسعه، چاره‌اندیشی کند.
- ۳ وجود یک نظام تولیدی که ملزم به حمایت از محیط‌زیست باشد و محیط را اساس توسعه بداند.
- ۴ وجود یک نظام دانش فنی مناسب که الگوهای پایداری از تجارت مالی فراهم کند

- ۵ وجود یک نظام بین‌المللی که الگوهایی از تجارت و دارایی را ایجاد کند.
- ۶ وجود یک نظام مدیریتی قابل انعطاف که ظرفیت خود اصلاحی را داشته باشد.

اهداف توسعه پایدار: در سپتامبر ۲۰۱۵ با تلاش‌های جمعی گسترده‌ای در سطح نهادهای دولتی و غیردولتی به خصوص آژانس‌های سازمان ملل اهداف توسعه پایدار (Sustainable Goals Development) موسوم به SDGs تدوین و به تصویب سران ۱۹۳ کشور جهان رسید که یک دستور کار جهانی برای توسعه پایدار است و تمام ملت‌ها را به تلاش برای انجام پیگیرانه این راهبرد جامع که در برگیرنده توسعه اقتصادی، فراگیری اجتماعی و پایداری محیط‌زیست است، فرا می‌خواند. اهداف توسعه پایدار صرفاً به عنوان یک توافق جهانی مطرح نیست، بلکه دستور کار غیرمعمول و پیچیده‌ای را برای دولت‌ها عرضه کرده است. گذشته از این که دولت‌ها باید سه رکن اصلی توسعه پایدار یعنی توسعه اقتصادی، فراگیری اجتماعی و پایداری محیط‌زیستی را با هم دنبال کنند، باید استراتژی‌های سرمایه‌گذاری را برای ۱۵ سال آتی یا بیشتر تدوین کنند و این امر نیازمند جهت‌گیری نوینی از سوی دولت‌ها و رویکرد جدیدی برای طراحی و اجرای آنهاست. اهداف هفده گانه توسعه پایدار که از آنها با عنوان «آرمان‌های توسعه پایدار» هم یاد می‌شود، عبارتند از:

- محو فقر در کلیه اشکال آن در همه جا
- محو گرسنگی، دستیابی به امنیت غذایی، بهبود تغذیه، ترویج کشاورزی پایدار، تضمین زندگی سالم و ترویج رفاه برای همه در همه گروه‌های سنی
- تضمین آموزش با کیفیت برابر و ترویج فرصت‌های یادگیری مادام‌العمر برای همه و دستیابی به توانمندسازی همه زنان و دختران
- تضمین در دسترس بودن و مدیریت پایدار آب و فاضلاب برای همه
- تضمین دسترسی به انرژی ارزان، قابل اتکا، پایدار و پیشرفته برای همه
- ترویج رشد اقتصادی پایدار و فراگیر، اشتغال کامل و بهره‌ور و مناسب برای همه
- ایجاد زیرساخت‌های مناسب، ترویج صنعتی شدن پایدار و فراگیر و ترویج ابتکار
- کاهش نابرابری داخل کشورها و میان آنها
- امن و پایدار نمودن شهرها و مکان‌های اسکان بشری و مقاوم نمودن آنها در برابر حوادث به صورت فراگیر
- تضمین الگوهای مصرف و تولید پایدار
- اقدام فوری برای مقابله با تغییرات آب و هوا و تأثیرات آن
- حفاظت و استفاده پایدار از اقیانوس‌ها، دریاها و منابع دریایی برای توسعه پایدار
- حفاظت، بازسازی و ترویج استفاده پایدار از اکوسیستم‌های (زیست بوم‌های) خاکی، مدیریت پایدار جنگل‌ها، مقابله با بیابان‌زایی و متوقف نمودن و

معکوس کردن جریان نشست زمین و متوقف نمودن از دست رفتن تنوع زیستی

- ترویج جوامع صلح‌آمیز و فراگیر برای توسعه پایدار، در اختیار قرار دادن عدالت برای همه و ساخت نهادهای مؤثر، پاسخ‌گو و فراگیر در همه سطوح
- تقویت ابزار لازم برای اجرا و احیای همکاری جهانی جهت توسعه پایدار

وضعیت ایران به لحاظ شاخص‌های توسعه پایدار:

'شاخص‌ها' ابزارهایی هستند که اطلاعات پیچیده و گسترده را به صورت کمی و قابل درک برای عموم و تصمیم‌گیران فراهم و نشان می‌دهند که در کجا قرار داریم، مسیر حرکت چگونه است و آیا این مسیر و تحولات مربوط در راستای دستیابی به اهداف پیش‌بینی شده قرار دارد یا خیر. این معیارها روند و تنش‌های موجود در هر سیستمی را نمایان می‌کنند و نشان می‌دهند که سیاست‌ها و برنامه‌ها چگونه بر کارکرد سیستم اثر می‌گذارند. چنانچه شاخص‌ها به صورت منطقی و مطابق با شرایط هر کشور انتخاب شوند و از پشتوانه اطلاعاتی مستندی برخوردار باشند، می‌توان براساس آنها دگرگونی‌ها و تحولات هر سیستم و حوزه‌های آن را به خوبی درک و تبیین کرد.

از سال ۲۰۱۵ وضعیت کشورها به لحاظ دستیابی به اهداف توسعه پایدار در گزارش‌هایی با عنوان (Index SDG) منتشر شد تا کشورها بتوانند خود را با منطقه، سایر شرکت‌کننده‌ها در سطوح مشابهی از توسعه اقتصادی کلی و نیز با کل جهان، از جمله بهترین و بدترین عملکردها مقایسه کنند. در این گزارش‌ها، برای هر کشوری امتیاز شاخصی که بین صفر تا ۱۰۰ است تعیین شده است. این مقادیر جایگاه هر کشور را در بین بدترین (۰) و بهترین (۱۰۰) نشان می‌دهد؛ به عنوان مثال کشوری که دارای امتیاز ۷۰ است یعنی ۷۰ درصد مسیر به سمت بهترین حالت را پیش رفته است. براساس گزارش سال ۲۰۱۷ در این خصوص که دیروز یکشنبه ۲۵ تیر ماه (۱۶ ژوئیه) منتشر شد، ایران با امتیاز ۶۴٫۷ (شصت و چهار و هفت دهم) رتبه ۸۹ را در میان ۱۵۷ کشور به خود اختصاص داده است و در فهرست رتبه‌بندی کشورهای مورد بررسی بالاتر از قطر، عربستان سعودی، آفریقای جنوبی، هند، کویت و اندونزی قرار دارد. همچنین براساس مقاله علمی پژوهشی که در دوره ۱۴، شماره ۴ فصلنامه دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران با عنوان «وضعیت توسعه پایدار در ایران» منتشر شد، توسعه پایدار در کشور از منظر شاخص‌های کمی مرگ کودکان و مادران و شاخص توسعه انسانی، بهبود داشته است اما کیفیت هوا، بیکاری، تورم و سایر آسیب‌های اجتماعی سیر نزولی داشته است. براساس یافته‌های این تحقیق وابسته بودن کشور به درآمد نفت، عامل ایجاد بیکاری، افزایش تورم، بی‌عدالتی در درآمد و فقر است.

همچنین براساس مقاله‌ای علمی پژوهشی که در دوره ۱۴، شماره ۴ فصلنامه دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران با

عنوان «وضعیت توسعه پایدار در ایران» منتشر شد، توسعه پایدار در کشور از منظر شاخص‌های کمی مرگ کودکان و مادران و شاخص توسعه انسانی، بهبود داشته است اما کیفیت هوا، بیکاری، تورم و سایر آسیب‌های اجتماعی سیر نزولی داشته است. نکته حائز اهمیت این است که شاخص‌های توسعه پایدار برای یک کشور در طول زمان متغیر است و با تغییر چالش‌ها و اهداف، شاخص‌ها می‌باید اصلاح شوند. سازمان حفاظت از محیط‌زیست و منتخبان پنجمین دوره شورای اسلامی سراسر کشور، روز شنبه ۳۱ تیر ماه نشست یک روزه را درباره محیط‌زیست و «توسعه پایدار» برگزار می‌کند. در این هم‌اندیشی سیاست‌های کلی محیط‌زیست و اهداف توسعه پایدار تبیین می‌شود.