

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّآلِ مُحَمَّدٍ وَّعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# دانش فنی تخصصی

رشتهٔ امور زراعی

گروه کشاورزی و غذا

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** دانش فنی تخصصی (رشته امور زراعی) - ۲۱۲۳۵۹
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** عابدین آریان‌پور، علیرضا ابدالی، احسان کفاشان، حسین رادنیان، حسین اکبرلو و آرش روزبهرانی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** حسین اکبرلو، یعقوب جعفریان، سهیلا تکاور، میرزا حسین رشنو و آرش روزبهرانی (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** جواد صفری (مدیر هنری) - مریم وثوقی انباردان (صفحه‌آرا) - مریم کیوان (طراح جلد) - الهام محبوب (تصویرگر و رسام)
- ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱ - ۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹  
وب سایت: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir), [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵ - ۱۳۹
- سال انتشار و نوبت چاپ:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»  
چاپ هشتم ۱۴۰۴

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ما باید زحمت بکشیم تا در همهٔ جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به‌دست بیاید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین‌طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی «قُدَسِ سِرَّة»

پودمان ۱: کسب اطلاعات فنی ..... ۱

پودمان ۲: اکوسیستم و چرخه مواد ..... ۱۹

■ واحد یادگیری ۱- تحلیل اکوسیستم‌های زراعی ..... ۲۰

■ واحد یادگیری ۲- تحلیل چرخه مواد ..... ۲۵

پودمان ۳: فتوسنتز و تنفس گیاهان ..... ۴۷

■ واحد یادگیری ۱- تحلیل فتوسنتز گیاهان ..... ۴۸

■ واحد یادگیری ۲- تحلیل تنفس گیاهان ..... ۶۶

پودمان ۴: ژنتیک و اصلاح بذر ..... ۷۷

■ واحد یادگیری ۱- کاربرد ژنتیک در تولید بذر ..... ۷۸

■ واحد یادگیری ۲- اصلاح بذر در گیاهان زراعی ..... ۹۳

پودمان ۵: تولید خوراک سالم ..... ۱۰۷

■ واحد یادگیری ۱- تحلیل ترکیبات مواد خوراکی ..... ۱۰۸

■ واحد یادگیری ۲- تحلیل رابطه کشاورزی و خوراک سالم ..... ۱۱۵

## سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و تغییرات سریع عصر فناوری و نیازهای متغیر جامعه بشری و دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته امورزراعی طراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. این کتاب از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می‌باشد که در سبد درسی هنرجویان برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است. و مانند سایر دروس شایستگی و کارگاهی دارای ۵ پودمان می‌باشد. کتاب دانش فنی تخصصی مباحث نظری و تفکیک شده دروس کارگاهی و سایر شایستگی‌های رشته را تشکیل نمی‌دهد بلکه پیش‌نیازی برای شایستگی‌های لازم در سطوح بالاتر صلاحیت حرفه‌ای - تحصیلی می‌باشد. هدف کلی کتاب دانش فنی تخصصی آماده‌سازی هنرجویان برای ورود به مقاطع تحصیلی بالاتر و تأمین نیازهای آنان در راستای محتوای دانش نظری است. یکی از پودمان‌های این کتاب با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی موردنیاز از متون فنی غیر فارسی و جداول، راهنمای استفاده از نهاده‌ها و ماشین زراعی در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد. تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد.

به مانند سایر دروس، هنرآموزان گرامی برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت می‌کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش ارزشیابی پایانی و مستمر تشکیل می‌شود. این کتاب مانند سایر کتاب‌ها جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ برخی از فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. در هنگام ارزشیابی براساس استاندارد عملکرد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند.

کتاب دانش فنی تخصصی شامل پودمان‌هایی به شرح زیر است:

پودمان اول: کسب اطلاعات فنی

پودمان دوم: اکوسیستم و چرخه مواد

پودمان سوم: فتوسنتز و تنفس گیاهان

پودمان چهارم: ژنتیک و اصلاح بذر

پودمان پنجم: تولید خوراک سالم

هنرآموزان گرامی در هنگام یادگیری و ارزشیابی، هنرجویان بایستی کتاب همراه هنرجو را با خود داشته باشند.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



نظرسنجی کتاب درسی



شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌های درسی، تغییر رویکرد آموزشی، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار در محیط واقعی براساس استاندارد عملکرد تعریف شده است. توانایی نیز شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند تفسیر برچسب مواد مصرفی، بذر و ماشین‌های کاربردی، تحلیل اکوسیستم‌های زراعی، تحلیل چرخه مواد، تحلیل فتوسنتز و تنفس در گیاهان و...

۲- شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند مسئولیت‌پذیری، نوآوری و مصرف بهینه انرژی

۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها و انواع شبیه‌سازها

۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر.

براین اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده است که مرجع اصلی و راهنمای تألیف برای همه کتاب‌های درسی در تمام رشته‌هاست.

درس دانش فنی تخصصی، از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می‌باشد که ویژه رشته امور زراعی برای پایه دوازدهم تألیف شده است. کسب شایستگی‌های فنی و غیر فنی این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و توسعه آن براساس جدول توسعه حرفه‌ای بسیار ضروری است. شما عزیزان سعی نمایید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

این کتاب نیز شامل پنج پودمان است که شما می‌توانید پس از طی فرایند یاددهی - یادگیری هر پودمان، شایستگی‌های مربوط به آن را کسب کنید. در پودمان «کسب اطلاعات فنی» هدف توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای شما بعد از اتمام دوره تحصیلی در مقطع کنونی است تا بتوانید با درک مطالب از منابع غیرفارسی در راستای یادگیری در تمام طول عمر گام بردارید و در دنیای متغیر و متحول کار و فناوری، اطلاعات خود را به روز رسانی کنید. هنرآموز محترم شما مانند سایر دروس این خوشه برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید. نمره قبولی این درس حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. در کارنامه شما این درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی تشکیل می‌شود و چنانچه در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، لازم است از همان پودمان مورد ارزشیابی قرار گیرید. همچنین این درس دارای ضریب ۴ بوده و در معدل کل شما تأثیر می‌گذارد. همچنین در کتاب همراه هنرجو واژه‌های پرکاربرد تخصصی در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما آورده شده است. کتاب همراه هنرجوی خود را هنگام یادگیری، آزمون و ارزشیابی حتماً همراه داشته باشید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیر فنی مانند مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست، شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی، طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



# پودمان ۱

## کسب اطلاعات فنی



آشنایی با اصطلاحات انگلیسی در رشته زراعت، نیازی اساسی است. هنرجوی این رشته باید بتواند مفهوم عبارت‌های تخصصی را که با آنها روبه‌رو می‌شود را به خوبی درک کند. بدیهی است کسب اطلاعات در زمینه‌های گوناگون از جمله برچسب مواد مورد نیاز، اطلاعات روی کیسه بذر، جدول راهنمای روی دستگاه‌ها، اصطلاحات انگلیسی و نام اندام‌های گیاهی و... در این رشته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

## درس ۱

متن زیر را که درباره تاریخچه و رشته‌های کشاورزی است، به فارسی ترجمه کنید.

### Agriculture

Agriculture is defined as the cultivation and/or production of crop plants or livestock products. The history of agriculture goes back thousands of years ago, when humans started to stay in one place and began farming (agriculture). Today, agriculture developed greatly in different climates, cultures and technologies. In modern agriculture, plant breeding, pest control, fertilizers application and mechanization have increased yields.

As you know, agriculture is the job of more than 60 percent of the people all over the world. So, it is very important because it prepares crops with different usages such as food, fiber, medicine, raw materials and of course biofuel.

Agronomy is a branch of agriculture that is about principles & practices of soil, water & crop management. Some of the food products are cereals (wheat, rice, corn, etc.), legumes (bean, pea, etc.), oil seeds (sunflower, soybean, etc.), and sugar crops (sugar beet, etc.).

Due to increasing population in the world and the critical need for food, agriculture is more important than the past for human life.

### تمرین

۱ از میان کلمات زیر واژه مناسب هر تصویر را انتخاب کنید:

(Livestock Farming, modern agriculture, oil seed, fiber crop, biofuel, cereals, sunflower, water management, farm)







۲ با توجه به متن درس، از جملات زیر کدام درست و کدام نادرست است؟

..... Agriculture is the job of 65 percent people all over the world.

..... Soybean is a cereal food.

..... Biofuel is a fuel.

..... Food products are increased by using technology.

۳ با توجه به متن درس، کلمات موجود در ستون A را به عبارت مناسب در ستون B وصل کنید.

**A**

Farmer

Fiber

Yield

Biofuel

**B**

is produced through biological processes

the measure of a crop per unit area of a farm land

is used for making clothes

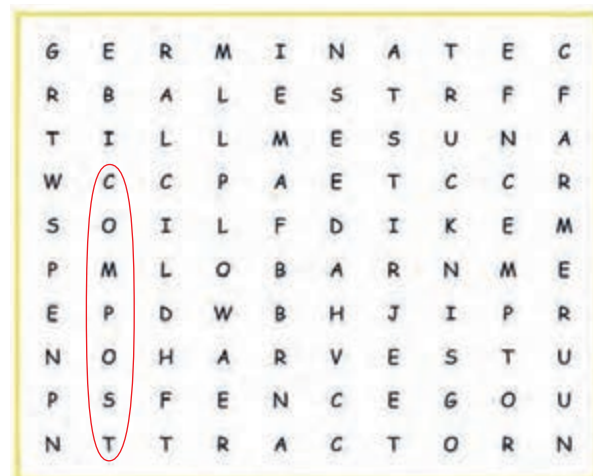
someone who works in a farm

COMPOST	HARVEST	TRUCK	BARN	FARMER
SOIL	SEED	PLOW	PEN	BALE
SUN	GERMINATE	TRACTOR	FENCE	TILL

۴ کلمات روبه‌رو را در جدول حروف

مانند نمونه به‌صورت ستونی یا ردیفی

پیدا و ترجمه کنید.



۵ کلمات انگلیسی مناسب هر یک از عبارات زیر را از متن درس یافته و در جای خالی بنویسید.

(الف) ماده شیمیایی را که برای افزایش حاصلخیزی خاک به آن اضافه می‌کنند (.....).

(ب) حشره‌ها یا سایر حیواناتی که به محصولات زراعی حمله می‌کنند (.....).

(ج) دو گیاه از خانواده نخود که به‌عنوان محصول زراعی کشت می‌شوند (..... و .....).

## درس ۲

متن زیر را که درباره اندام‌های گیاه است به فارسی ترجمه کنید.

### Plant parts

Farmers need to know plant parts. Generally, each plant has two major systems: shoot and root. Shoot system is placed above ground. It includes: stems, leaves, buds, flowers, fruits, and seeds. Stems conduct water, nutrients and food for the needs of roots, leaves and other parts of the plant. Leaves are on the stems. They have many different shapes and sizes. Leaves are the food making factories of green plants. They are the site of the food making process called photosynthesis.

Buds are small parts of plants that develop into a leaf, flower, or stem. Flowers not only look pretty, but in fact, are important in producing seeds. Flowers are known as the reproductive parts of a plant. They composed of petal, sepal, pistil and stamen. Pistil usually is located in the center of the flower and is made up of three parts: stigma, style, and ovary. Stamen is made up of two parts: anther and filament. Fruit is the ripened ovary of a plant containing the seeds. Seeds are the most common way to reproduce plants.

Roots grow downward into the soil, anchoring the plants above the ground parts and absorbing nutrients and water. Then root transport nutrients and water to shoot. In some plants like potato and sugar beet, roots or stems store extra food for future use.

### تمرین

۱ از میان کلمات زیر واژه مناسب هر تصویر را انتخاب کنید:

(Leaf, leaves, stem, root, bud, flower, seed, fruit)

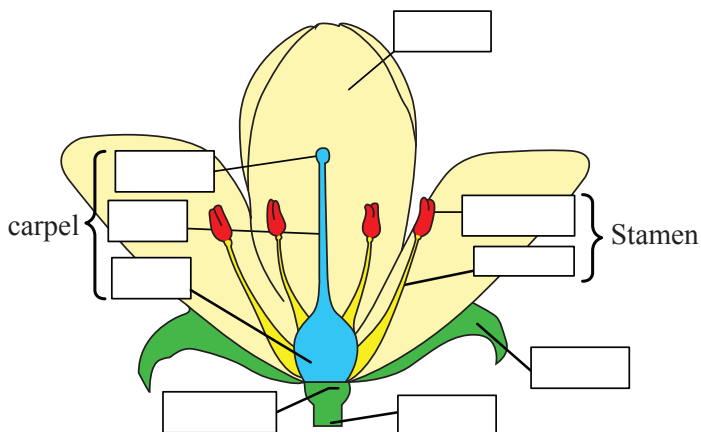
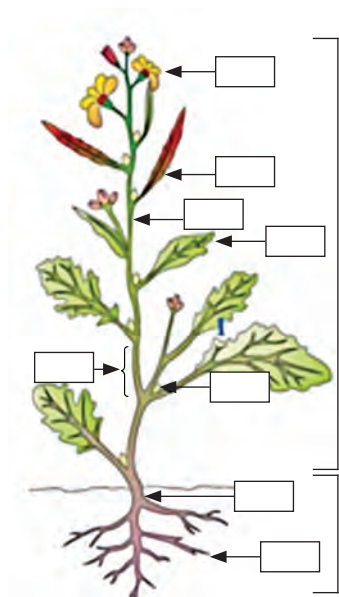


۲ پاسخ مناسب برای ادامه متن زیر را انتخاب کنید.

The pistil usually is made up of .....

- a. anther, sepal, and receptacle
- b. style, petal, and stamen
- c. stigma, style, and ovary
- d. stamen, filament, and stigma

۳ در شکل زیر نام هر یک از اندام‌ها را به انگلیسی بنویسید.



۴ جای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

(Absorb - furnish - photosynthesis - use)

- a. One of the principal functions of the roots is to ..... water and nutrients.
- b. The second principal function of the roots is to ..... physical support for the stem.

۵ با حروف جدول زیر کلمه بسازید و در قسمت مشخص شده بنویسید. (از متن درس کمک بگیرید)

.....  
 .....  
 .....  
 .....

f	l	o	w	e	r	b
o	s	t	e	m	o	o
o	k	p	i	r	o	n
d	p	l	a	n	t	s

## درس ۳

متن زیر را که درباره کاشت و داشت گیاهان زراعی است به فارسی ترجمه کنید.

### **Planting and maintenance operations**

To produce crops, farmers cultivate and maintain plants during the growing season and then harvest them. First of all, they have to analyze the soil to understand its texture and fertility. Then, for preparation of the soil, just prior to planting, farmers break up large clods of soil by tilling.

Tillage is the agricultural preparation of the soil by using tools for cultivation of crop plants and bringing about conditions favorable for raising of crop plants. Tillage often loosens the soil and adds organic matter in the form of compost and aged manure or using mulch or growing cover crops (green manures) and chemical fertilizers.



Then, they sow selected seeds or transplant. Seed or transplant has to be selected from the strong and healthy plants. There are different seed sowing methods in different plants with or without machine including broadcasting, line sowing, and dibbling.



## برچسب ماشین‌ها

روی بخشی از موتورها یا قطعات ماشین‌های کشاورزی نیز اغلب اطلاعاتی نوشته می‌شود که برای آگاهی کاربر آن ماشین‌ها بسیار اهمیت دارد. این اطلاعات عموماً به مشخصات، سرویس یا نحوه کاربرد آن قطعه یا ماشین مربوط می‌شود.

در شکل زیر یک دستگاه گاواهن خاص به نام زیرشکن یا Mole plough نشان داده می‌شود. ترجمه مطالبی که در کنار تصویر مذکور نوشته شده به شرح زیر است:

این گاواهن را می‌توان برای ایجاد کانال‌های باریک یا به‌طور موقت برای زهکشی خاک‌های ورتیسول (یا خاک‌هایی که رسی تیره‌رنگ) آب‌گرفته به کار برد. دستگاه را می‌توانید بر اتصال سه نقطه تراکتور (۷۵ اسب بخار یا بیشتر) ببندید. باید زهکش‌ها در عمق حدود ۶۰۰ میلی‌متری سطح خاک ساخته شوند. این روش‌ها در واقع روش زهکشی بدون لوله هستند. زمان انجام این کار به عوامل فیزیکی خاک و فصل بستگی دارد و زمان بهتر آن یک ماه پس از پایان فصل بارندگی‌های موسمی (monsoon) است. برای تشکیل زهکش‌ها در عمق مطلوب، خاک باید نرم باشد.


۱ اکنون جدول مشخصات و روش کار دستگاه را خوانده و توضیح دهید.  
برای اطلاع بیشتر در اینجا معنای برخی از واژه‌های فنی آورده می‌شود:

Overall	روی هم رفته
Leg	بازو
Bullet	گلوله (منظور سنبه گلوله شکلی است که بر پشت گاواهن بسته می‌شود)
Operating speed	سرعت دستگاه در حین کار
Capacity	ظرفیت
Dimensions	ابعاد

CIAE PRODUCT CATALOGUE

**MOLE PLOUGH**  
Equipment Code : TL-07

This Plough can be used for making moles and to drain temporarily water logged vertisols. The plough can be attached to a 3-point linkage of a tractor (75 hp or more) and about 600 mm depth from the surface drains are to be constructed. This methods as also as pipe less drainase. The timing of moling depends on the soil physical parameters are well as season. The better timing could be one month after the with drawl of the monsoon. For formation of drains at the desired depth, the soil should be in plastic state.



**SPECIFICATIONS AND WORKING FEATURES**

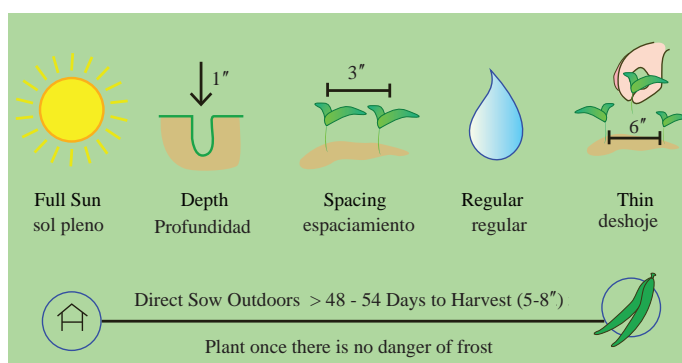
Overall Dimensions mm					Weight kg	Recommended working depth mm	Tractor operating speed km/ph	Drain Spacing m	Held capacity ha/h	Total cost of operation Rs/ha
Lenght of leg mm	Width of leg mm	Thickness of leg mm	Foot diameter mm	Bullet diameter mm						
۱۰۰۰	۲۵۰	۲۵	۱۰۰	۱۱۰	۸۵	۶۰۰	۰/۸	۲ m ۴ m ۶ m	۰/۴۲ ۰/۲۸ ۰/۱۴	۱۰۸۲ ۷۶۱ ۶۴۴



۲ در تصاویر زیر روش کاشت بذر را به انگلیسی بنویسید.



## برچسب راهنمای کشت بذور



وقتی روی بسته‌های بذور سبزی، گل یا هر گیاه دیگری را نگاه می‌کنید، در هر نوع ظرفی که باشند (ظروف فلزی، مقوایی یا هر جنس دیگر) برچسبی توجه شما را جلب می‌کند. این برچسب دارای نکاتی است که ما را در کشت بذرها راهنمایی می‌کند.

۳ در شکل روبه‌رو که نمونه‌ای از راهنمای کشت بذر روی پاکت‌های بذور می‌باشد، نکاتی درباره نیاز یک گیاه به نور و نیز طرز کشت و مراقبت از آن همراه با درج علائمی نشان داده می‌شوند. سعی کنید مطالب مندرج در آن را به فارسی ترجمه و تفسیر کنید.

Type	Planting Depth	Thin to	Sun/ Shade	Height	Days to Germination
Annual	1/4"	12"	Sun	2'-3'	3-7 Days
Direct Sow	Start Indoors	Blooms			
After Danger of Frost	2-4 Weeks Before Last Frost	Summer/Fall			

۴ در شکل روبه‌رو هم نمونه دیگری از راهنمای کشت، داشت و نیاز یک گیاه نشان داده می‌شوند. محتوای این جدول را به فارسی ترجمه کنید.

۵ در کاتالوگ صفحه بعد نکاتی درباره راهنمای کشت (planting directions) و ملاحظات مربوط به چگونگی پرورش گوجه‌فرنگی در هوای آزاد درج گردیده است. مراعات این توصیه‌ها برای کسانی که می‌خواهند بذرها داخل قوطی یا پاکت آن را بکارند، بسیار مفید می‌باشد.



در اینجا دو اصطلاح موجود در بخش پایانی این کاتالوگ را توضیح داده و ترجمه بقیه مطالب آن را برای تمرین به شما محول می‌کنیم.

### گیاهان همراه و گیاهان ناسازگار

گیاهان همراه (Companion Plants) شامل گیاهانی هستند که وقتی در مجاورت همدیگر رشد می‌یابند، می‌توانند به همدیگر کمک نمایند تا رشد و عملکرد بیشتری داشته باشند. زمانی که مزرعه‌ای دارای گیاهان همراه سازگار باشد، آنگاه می‌توانید بیشترین بهره‌برداری را از نتایج ارتباطات مفید و مثبت آنها کسب نمایید. برخلاف این حالت، وقتی گیاهان ناسازگار (Incompatible Plants) را در کنار هم بکارید، ممکن است بر رشد و نمو همدیگر تأثیر منفی داشته باشند. سعی کنید در برچسب زیر نام گیاهان همراه و گیاهان ناسازگار با گوجه‌فرنگی را شناسایی کنید.



**Quantity:** 50 Seeds  
**Soil Temperature:** 75 – 85° F  
**Seed Planting Depth:** ¼"  
**Plant Spacing:** 18" to 24"  
**Row Spacing:** 3' to 4'  
**Indoor Sowing:** 6-8 weeks before last frost date  
**Direct Sowing:** 4-12 weeks after last frost date;  
Ideal only for areas with a long growing season.  
**Germination Time:** 7-10 days  
**Sun Exposure:** Full Sun (6 hours daily)  
**Growing Condition:** Warm, hot

**Water Requirement:** Moderate

**Hardiness:** Tender

**Ideal Hardiness Zone:** USDA Zones 3-14

**Days to Maturity:** 70-90 days

**Life Cycle:** Annual

**Companion Plants:** Asparagus, basil, beans, borage, carrots, celery, lettuce, melon, onions, parsley, peppers, radish, spinach, thyme

**Incompatible Plants:** Broccoli, Brussels sprouts, cabbage, cauliflower, corn, kale, potatoes

باید اضافه کنیم در برخی موارد مقیاس‌های طولی برحسب اینچ (Inch) یا فوت (Foot) ذکر می‌شوند که در صورت لزوم باید آنها را به سانتی‌متر یا متر تبدیل نمایید و یا وزن را برحسب پوند و دما را برحسب فارنهایت (Fahrenheit) یادآور شده که باید به ترتیب به کیلوگرم و سانتی‌گراد (Centigrade) یا سلسیوس (Celsius) تبدیل شوند.

## درس ۴

متن زیر را که درباره نیازها و نگهداری از گیاهان است، به فارسی ترجمه کنید.

### Needs of the plants for growth

Technically, to get high yields, a farmer has to supply the needs of the plants very well to do better photosynthesis and grow as a crop. As you know, quality and quantity of these needs in kinds of plants are different. These vital needs are:

#### Light

Plants require sunlight as an energy source to do photosynthesis. The amount and duration of light radiation influences on photosynthesis and plant growth. The time required for light in a day differs from plant to plant.

#### Water

Water is the main component of plants. It absorbs and transports nutrients in the plant and it is used in photosynthesis.

#### Air

Plants take carbon dioxide from the air through the leaves and give oxygen to air.

#### Temperature

Plants grow well only within a limited temperature range. In too high or too low temperatures, they will have abnormal development and reduced production. For example, wheat seeds cannot germinate under 4 °C (degree centigrade) and will die.

#### Mineral nutrients

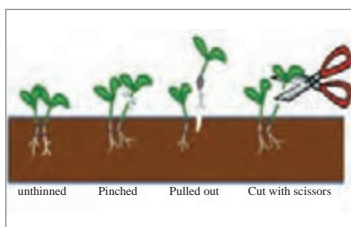
The essential elements as mineral nutrients needed in large quantities are Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), and Sulfur (S). These elements are called major elements. Micronutrients or minor elements are needed in very small amounts in-

Major and Minor Elements	
Major Elements	Minor Elements
Nitrogen (N)	Iron (Fe)
Phosphorus (P)	Copper (cu)
Potassium (K)	Zinc (zn)
Calcium (Ca)	Manganese (Mn)
Magnesium (mg)	Cobalt (Co)
Sulphur (s)	Chlorine (CL)
	Boron (B)
	Molybdenum (Mo)

cluded Iron (Fe), Manganese (Mn), Boron (B), Zinc (Zn), Copper (Cu), Molybdenum (Mo), and Chlorine (Cl). Plants absorb minerals through their roots from the soil.

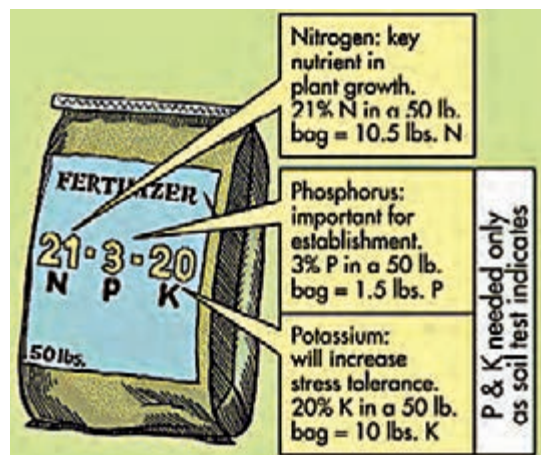
Different kind of irrigation methods: surface irrigation, sprinkler irrigation and drip irrigation.

Also, pests, diseases and weeds management are important. Today's integrated pest management (IPM) is advisable: Applying different methods such as biological, mechanical, cultural, and chemical methods to prevent and control pests.



Pesticide labels contain detailed information on how to use the product correctly and legally. Labels also contain information on potential hazards concerning the product and instructions you should follow in the event of a poisoning or spilling.

## انواع کودهای شیمیایی



۱ کودهای شیمیایی که در بازار به فروش می‌رسند، از نظر شکل ظاهری (جامد، مایع یا گاز) و ترکیبات آنها (عناصر پرمصرف یا Micro-elements و کم‌مصرف یا Macroelements) دارای انواع مختلفی هستند. در مطالب روی پاکت روبه‌رو علاوه بر وزن کود، وزن و مقدار درصد هریک از این سه عنصر ذکر شده است. بدیهی است بقیه درصد این کود یعنی:

$$100 - (23 + 3 + 20) = 66\%$$

را مواد بی‌اثر تشکیل می‌دهد که برای سهولت مصرف و اثر بهتر آن لازم می‌باشد. از روی برچسب چگونگی اثر هریک از عناصر سه‌گانه گفته شده را توضیح دهید.

۲ در شکل صفحه بعد نمونه دیگری از پاکت‌های کودهای شیمیایی نشان داده شده است. آیا می‌توانید درصد عناصر پرمصرف موجود در هر یک از آنها را از روی برچسب مربوطه مشخص کنید؟ لازم به توضیح است که همواره اولین عدد از سمت چپ نشان‌دهنده مقدار نیتروژن، دومی فسفر، سومی پتاسیم بوده (N-P-K) و در صورت وجود عنصر چهارم، مقدار گوگرد (S) را نشان خواهد داد (K-S-N-P).



۳ با توجه به متن درس، کلمات موجود در ستون A را به عبارت مناسب در ستون B وصل کنید.

A	B
Germinate	light from the sun.
Quality	animal dung used for fertilizing land.
Manure	the standard of something as measured against other things of a similar kind.
Quantity	begin to grow.
Yield	absolutely necessary.
Vital	the amount or number of something, especially that can be measured.
Sunlight	the amount of profits, crops etc. that something produces.

۴ با توجه به متن درس، جملات زیر کدام درست و کدام نادرست است؟

- ..... Plants need air and water
- ..... A fertilizer label is including N-P-K
- ..... Photosynthesis is the plant growth
- ..... Food products are crops

۵ جای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

A bag of ۳۰-۱۰-۲۰ fertilizer contains ۳۰ percent ....., ۱۰ percent ..... and ۲۰ percent .....

۶ در تصاویر زیر روش آبیاری را به انگلیسی بنویسید.





۷ در شکل‌های زیر روش به کار رفته در مدیریت تلفیقی آفات را به انگلیسی مشخص کنید.



## برچسب سم

طبیعتاً هر ماده‌ای که سم نامیده می‌شود خواصی دارد که بی احتیاطی در زمان مصرف آن ممکن است عواقب خطرناکی داشته باشد. لذا برای جلب توجه مصرف کنندگان و پرهیز از هرگونه خطر احتمالی، برچسبی روی ظرف سموم نصب می‌کنند که حاوی نکات ایمنی لازم برای مصرف بوده و با ارائه دستورالعملی چگونگی کاربرد آنها را یادآور می‌شود. بخش‌های اصلی یک برچسب سم در زیر شرح داده می‌شود:

### نام برند (Brand Name)

نام برند یا نام تجاری نامی است که در صفحه جلوی برچسب برای تشخیص محصول به کار می‌رود؛ مانند رانداپ (Roundup) یا سوین (Sevin).

### شماره ثبت اپا (Environmental Protection Agency: EPA)

این شماره نشان می‌دهد که EPA (آژانس حفاظت محیط زیست) محصول را بررسی نموده و تشخیص داده است که اگر راهنمای برچسب به درستی مراعات شود، می‌توان آن را با ریسک کم یا حداقل ریسک مصرف نمود.

### شرح اجزای تشکیل دهنده (Ingredients Statement)

مواد مؤثر درون سموم شیمیایی موادی هستند که آفت هدف را کشته یا کنترل می‌کنند. مواد بی اثر اغلب اثربخشی یا ایمنی آفت کش را بهبود می‌بخشند. این بخش نام شیمیایی هر یک از اجزای تشکیل دهنده مؤثر، درصد وزنی هر کدام از این اجزا و درصد وزنی تمام اجزای بی اثر را نشان می‌دهد. فهرست یا نام یکایک مواد بی اثر ذکر نمی‌شوند.

### کلمات هشداردهنده

کلماتی مانند احتیاط (Caution)، اخطار (Warning) و خطر (Danger) چگونگی سمیت دقیق محصول بر انسان، براساس یک یا چند راه قرار گرفتن در معرض سم را بیان می‌کند. عبارت «دور از دسترس کودکان قرار دهید» نیز بایستی همراه کلمات هشداردهنده روی برچسب تمام سموم نوشته شود. در اینجا بر مفهوم هر یک از کلمات مذکور اشاره می‌کنیم.

**احتیاط:** سمی است که برای انسان‌ها کمتر مضر است.

**اخطار:** بیشتر از آنهایی که برچسب احتیاط دارند، سمی است.

**خطر:** خیلی سمی یا ناراحت‌کننده است و باید با نهایت مراقبت مصرف شود؛ زیرا می‌تواند به شدت پوست بدن و چشم‌ها را بسوزاند. اکثر سمومی که علامت خطر دارند، آفت‌کش‌هایی هستند که مصرف آنها ممنوع بوده و در دسترس عموم قرار ندارند.

### نکات احتیاطی (Precautionary Statements)

این نکات پوشش‌های محافظ، مانند لباس، دستکش و عینک را شامل می‌گردند که باید در موقع سم‌پاشی بپوشید. این بخش همچنین بیان می‌کند که چگونه باید کودکان یا حیوانات اهلی را از نواحی سم‌پاشی شده دور نگهدارید.

### دستورالعمل کمک‌های اولیه (First Aid Instructions)

برچسب به ما می‌گوید که در صورت مسمومیت احتمالی یک فرد، چه باید کرد.

### تجهیزات حفاظتی شخصی (Personal Protective Equipment: PPE)

تجهیزات مورد نیاز فوق برای جلوگیری از قرار گرفتن در معرض سم در برچسب نام برده می‌شوند.

### مخاطرات زیست محیطی (Environmental Hazards)

این بخش اعلام می‌کند که آیا این سم خطراتی را برای محیط زیست؛ نظیر حیات وحش، ماهی‌ها و ناقلین گرده دارد، یا نه و گیاهان، حیوانات و یا محیط‌های آبی مثل استخرها، برکه‌ها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دریاها را آلوده نمی‌سازد؟

### دستورات مصرف (Directions for Use)

باید مطمئن شویم که محصول برچسب لازم جهت مصرف برعلیه آفت/آفات مورد نظر را دارد. مثلاً فرآورده‌ای را که در برچسب آن فقط برای کنترل کنه‌ها ذکر شده، نمی‌توان در کنترل کک‌ها به کار برد. فقط به مقدار تعیین شده مصرف کنید و دستورالعمل را به دقت اجرا نمایید.



### نگهداری و دور ریختن

تمام دستورات مربوط به نگهداری و یا دور ریختن سموم را به دقت خوانده و به منظور حفظ ایمنی آنها را مراعات کنید.

۸ در شکل زیر یک نمونه ساده از برچسب سم را مشاهده می کنید. البته گاهی مطالب به طور مشروح مطرح می شوند. رعایت نکات ایمنی در مصرف سموم بسیار ضروری است. هر یک از کلمات یا عبارات روی برچسب این قوطی را به فارسی توضیح دهید.



۹ قوطی نمونه‌هایی دیگر از سم‌ها را تهیه کنید و به صورت گروهی موارد روی برچسب آنها را تفسیر کنید.

## درس ۵

متن زیر را که درباره برداشت و پس از برداشت است، به فارسی ترجمه کنید.

### Harvesting and post harvesting

The nutritional value, freshness and flavor of produce depend on the stage of maturity and the time of day that they are harvested. If a product is harvested at a too early stage of maturity, it may not mature at all. On the other hand, if the same product is harvested when it exceeded the stage of maturity, it will be coarse.



The quality of a product depends on the way it is harvested and handled thereafter. A key factor in this process is to make use of the correct tools, equipment and harvesting technique. Using the correct tools and techniques will ensure crop is not harmed. Harvesting is the process of gathering a ripe crop from the fields.

Field crops such as grains produced for industrial purposes, potatoes, onions, oil crops and cotton are harvested mechanically. Wheat, maize, sunflower and soybean can be harvested with combine harvesters. These types of harvesters harvest the whole plant. When maize is a silage crop, the entire plant is usually chopped at once with a chopper. Mower, rake and bailer are used for harvesting alfalfa.



Postharvest handling is the stage of crop production immediately following harvest, including cleaning, sorting, packing, and storing.

## تمرین

۱ از میان کلمات زیر واژه مناسب هر تصویر را انتخاب کنید:

Mover, rake, bailer, sorter



۲ با توجه به متن درس، جملات زیر کدام درست و کدام نادرست است؟

- ..... Tools have increased yields.
- ..... Harvesting is the process of gathering a crop.
- ..... The quality of a product is depended on harvesting technique.
- ..... Crop Gathering is decreased by using technology

۳ با توجه به متن درس، کلمات موجود در ستون A را به عبارت مناسب در ستون B وصل کنید.

**A**

Crop

Chopper

Maturity

Soybean

**B**

is the time for harvesting

is the yield

is an oil crop

chops the entire plant

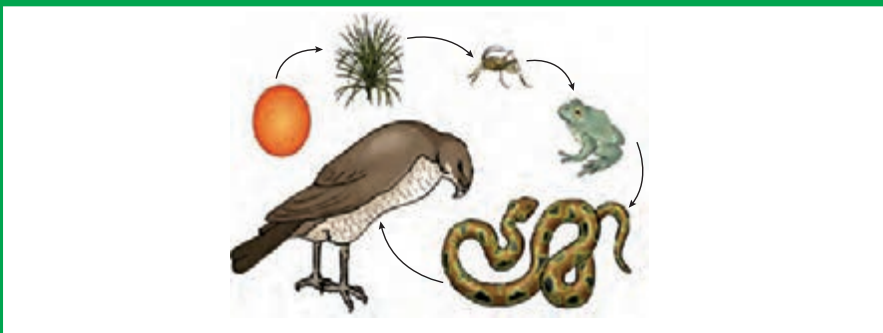
### جدول ارزشیابی پودمان

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کسب اطلاعات فنی	کسب اصطلاحات و اطلاعات فنی	توانایی درک اصطلاحات تخصصی رشته، تحلیل و تفسیر برچسب راهنمای روی نهاده‌های مصرفی و ادوات کاربردی در رشته امور زراعی	بالتر از حد انتظار	ترجمه اصطلاحات انگلیسی تخصصی و اندام‌های گیاه، توانایی تحلیل و تفسیر برچسب کیسه بذر و پاکت مواد شیمیایی کاربردی (سموم و کودها)، استخراج مشخصات فنی ادوات زراعی و ویژگی‌های اجزای آنها	۳
			در حد انتظار	ترجمه اصطلاحات انگلیسی و اندام‌های گیاه، توانایی تفسیر برچسب کیسه بذر و پاکت مواد شیمیایی کاربردی (سموم و کودها)، استخراج مشخصات فنی ادوات زراعی و ویژگی‌های اجزای آنها	۲
			پایین‌تر از انتظار	ناتوانی در ترجمه و تفسیر نهاده‌های مصرفی (کودها و سموم) و یا برچسب راهنمای استفاده از ادوات زراعی	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					



## پودمان ۲

### اکوسیستم و چرخه مواد



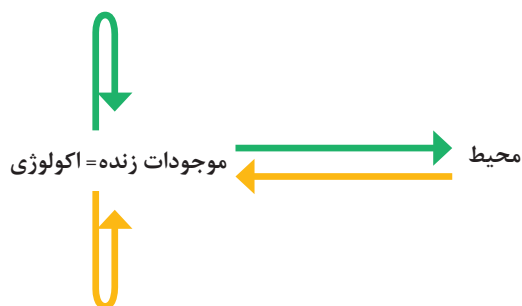
آیا می‌دانید که:

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

# واحد یادگیری ۱

## تحلیل اکوسیستم‌های زراعی

### بوم‌شناسی (اکولوژی)



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

بوم‌شناسی با اقلیم‌شناسی چه تفاوتی دارد؟

گفت‌وگو



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

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

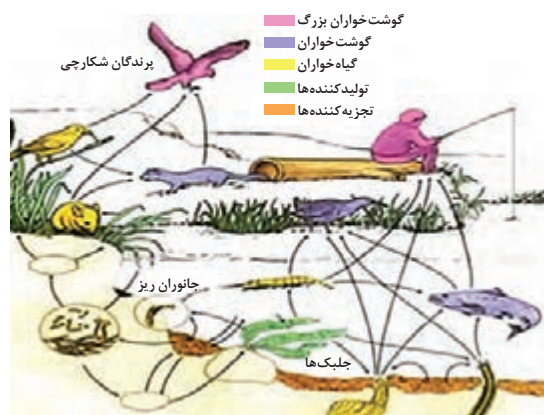
### اکوسیستم و خواص آن

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





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



شکل ۱- روابط بین موجودات زنده در اکوسیستم‌ها

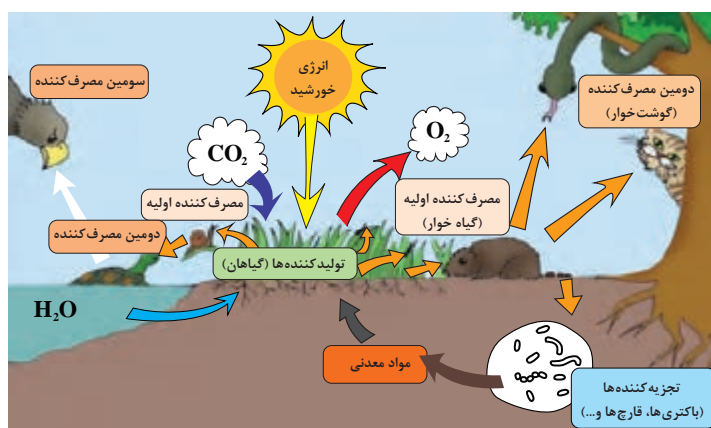
## اجزای اکوسیستم

در هر اکوسیستم دو بخش مشخص و جدا وجود دارد:

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

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

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



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

گفت و گو



شکل ۳- تالاب انزلی

در شکل ۳، اجزای اکوسیستم تالاب انزلی شامل تولیدکننده و مصرف کننده را مشخص نمایید. آیا تجزیه کنندگان را مشاهده می کنید؟ چگونه به وجود آنها پی می بریم؟

### طبقه بندی اکوسیستم ها

اکوسیستم ها دارای اندازه های مختلف هستند. بر همین اساس اکوسیستم ها به سه دسته تقسیم می شوند.  
**۱ اکوسیستم خرد (میکرو اکوسیستم)** مانند یک درخت مرده یا یک آبی دان (آکواریوم). مجموعه درخت مرده و خزه های روی آن نوعی اکوسیستم را به وجود آورده اند (شکل ۴).

گفت و گو



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

شکل ۴- اکوسیستم کوچک

**۲ اکوسیستم متوسط (مزو اکوسیستم)** مانند جنگل یا تالاب.  
**۳ اکوسیستم بزرگ (ماکرو اکوسیستم)** مانند خشکی ها و اقیانوس ها

گفت و گو



اجزای اکوسیستم اقیانوس را مشخص نمایید.



شکل ۵- اکوسیستم بزرگ

## جانمایی و تحول در اکوسیستم‌ها

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

گفت‌وگو

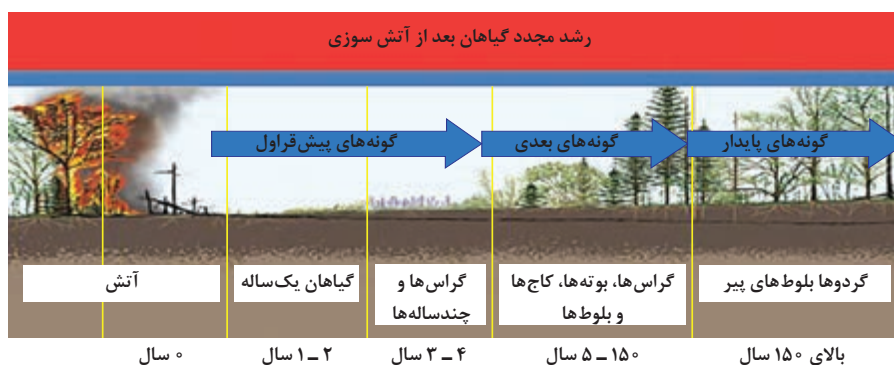


جانمایی و تحول را در شکل ۶ تفسیر کنید.

شکل ۶- آتش زدن بقایای گندم

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

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



شکل ۷- جانمایی در اکوسیستم‌ها با گذشت زمان

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

گفت‌وگو



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

### توالی<sup>۱</sup>

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

پژوهش



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

۱- Succession

۲- Climax

## واحد یادگیری ۲

### تحلیل چرخه مواد

#### انتقال ماده و انرژی در اکوسیستم‌ها

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

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

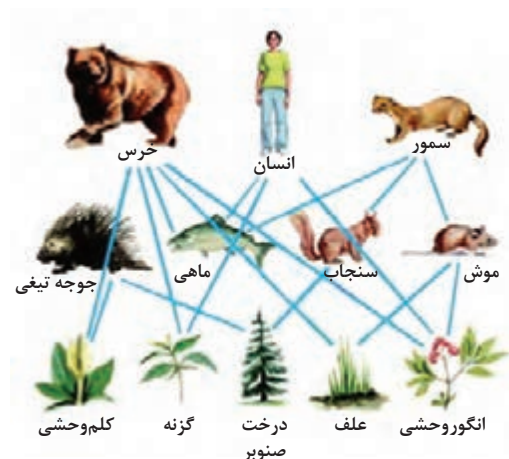
اولین سطح این زنجیره را گیاهان سبز و دومین سطح آن را علف خواران و سومین سطح آن را گوشت خوار ۱ و چهارمین سطح آن را گوشت خوار ۲ تشکیل می دهد. در یک زنجیره جانوران ممکن است از چند جانور قبل از خود تغذیه نمایند.

انسان در کجای این زنجیره قرار دارد؟ چرا؟

فکر کنید



#### شبکه غذایی



به ارتباط بین زنجیره های غذایی شبکه غذایی گفته می شود. هر شبکه غذایی شامل دو یا چند زنجیره غذایی است (شکل ۸). اولین سطح همه زنجیره های غذایی گیاهان هستند اما مصرف کنندگان همه از یک گیاه تغذیه نمی کنند، در صورت آلودگی زمین مقدار آلودگی ها بین جانوران مختلف توزیع و تقسیم می شود.

شکل ۸- شبکه غذایی



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



شکل ۹- دو نوع زنجیره غذایی مختلف

### هرم‌های اکولوژیکی

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



شکل ۱۰- هرم تعداد

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

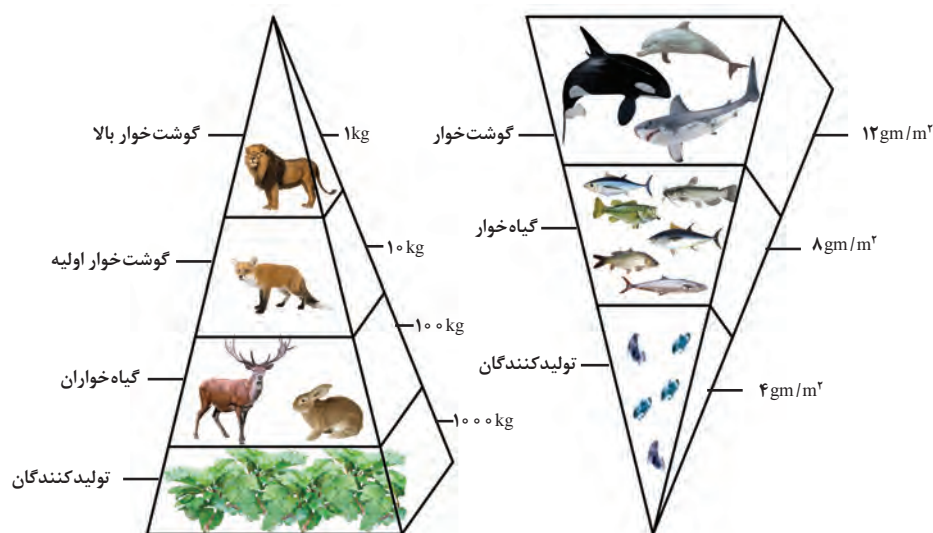


## فعالیت



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

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



شکل ۱۱- هرم بیوماس

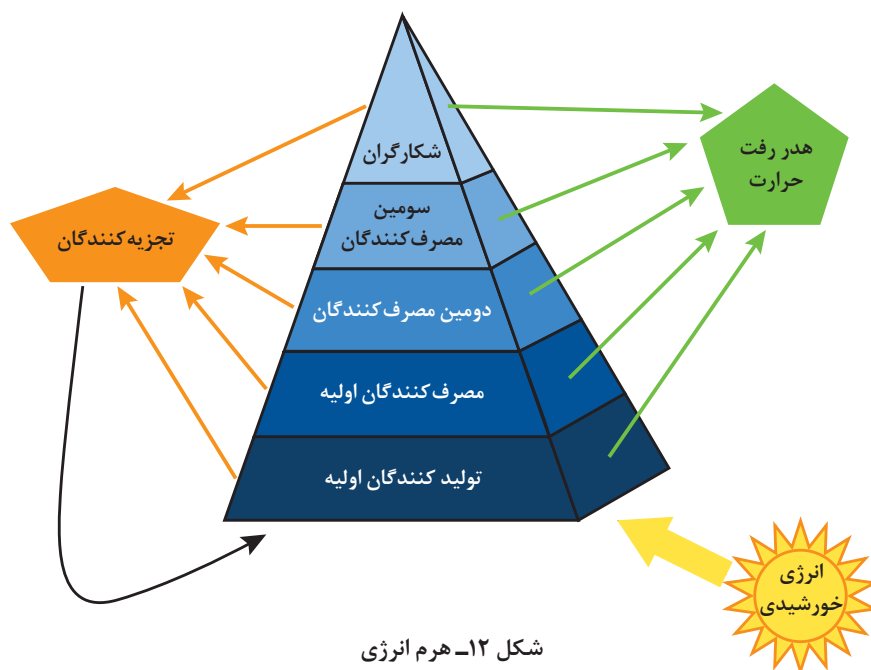
## فعالیت



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

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

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



شکل ۱۲- هرم انرژی

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

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

محاسبه

+ -  
× ÷

## چرخه عناصر غذایی در اکوسیستم‌ها

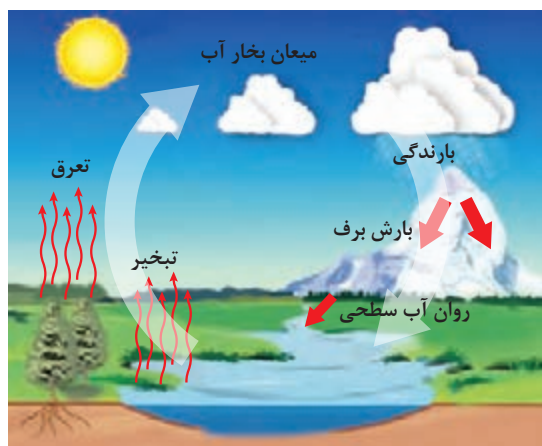
زمین دستگاهی پویا و تکامل یافته است به‌طوری که حرکت و ذخیره مواد بر فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیست‌شناختی آن به‌شدت تأثیر می‌گذارد. کلیه عناصر غذایی که برای ساخته شدن مواد آلی ضروری هستند به‌صورت چرخه‌ای در اکوسیستم‌ها منتقل می‌شوند و چندین بار توسط موجودات مختلف استفاده می‌شوند.

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

## برخی از چرخه‌های عناصر غذایی و آب

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

### ۱- چرخه آب



شکل ۱۳- چرخه آب

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

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

فکر کنید



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

مراحل چرخه آب در طبیعت را به شکل دیگری بر روی یک ورقه مقوایی A<sub>۰</sub> رسم کنید. پس از تأیید مربی، در محل مناسب در معرض نمایش هنرجویان قرار دهید.

فعالیت



### ۲- چرخه کربن

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

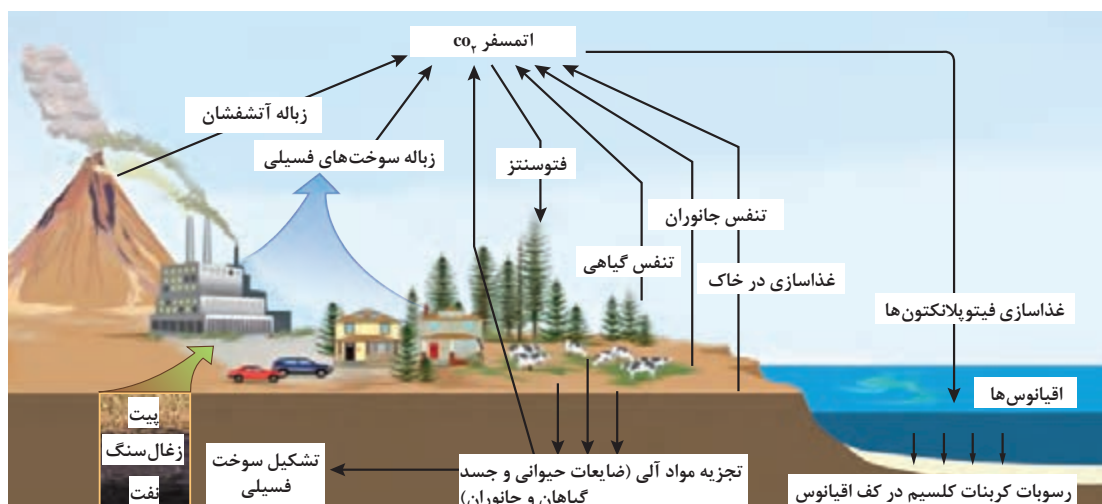
حدود ۰/۰۳ درصد حجم هوا را کربن دی اکسید تشکیل می دهد. کربن در اتمسفر به صورت متان ( $CH_4$ ) و کربن دی اکسید ( $CO_2$ ) وجود دارد. کربن دی اکسید با آب موجود در جو ترکیب شده، اسید ضعیفی به نام کربنیک اسید تولید می کند. کربنیک اسید همراه بارندگی به زمین برمی گردد. بخشی از کربن از طریق فرایند فتوسنتز وارد گیاهان سبز می شود. کربن اندوخته شده در اندام ها و محصولات گیاهی به جانوران منتقل شده یا به خاک برمی گردد. جانوران در فرایند تنفس، بخشی از کربن را به جو برمی گردانند. کربن موجود در اجساد جانوران و بقایای گیاهی، توسط تجزیه کنندگان آزاد شده و به جو برمی گردد. اقیانوس ها منبع عظیم کربن هستند که در پیکر گیاهان و جانوران شناور در آب (فیتوپلانکتون ها<sup>۱</sup> و ژئوپلانکتون ها<sup>۲</sup>) وجود دارند. بعد از مرگ این موجودات، طی فرایند تجزیه، کربن آنها وارد رسوبات کف اقیانوس می شود.

پژوهش



کربن در تولید محصولات گیاهی چه نقشی دارد؟

زمان متوسط توقف کربن در کف اقیانوس ها ۱۵۰۰ سال و در خاک ۲۵ تا ۳۰ سال و در جو ۳ سال است. مقدار کربن در کف اقیانوس ها ۵۵ برابر اتمسفر و مقدار آن در خاک ۲ برابر اتمسفر است. بنابراین، کربن از طریق فرایند فتوسنتز، بارندگی از اتمسفر به خاک ها و اقیانوس ها وارد می شود و از طریق فرایند تجزیه میکروبی به اتمسفر برمی گردد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- چرخه کربن

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

فعالیت



۱- Phytoplankton

۲- Zooplankton

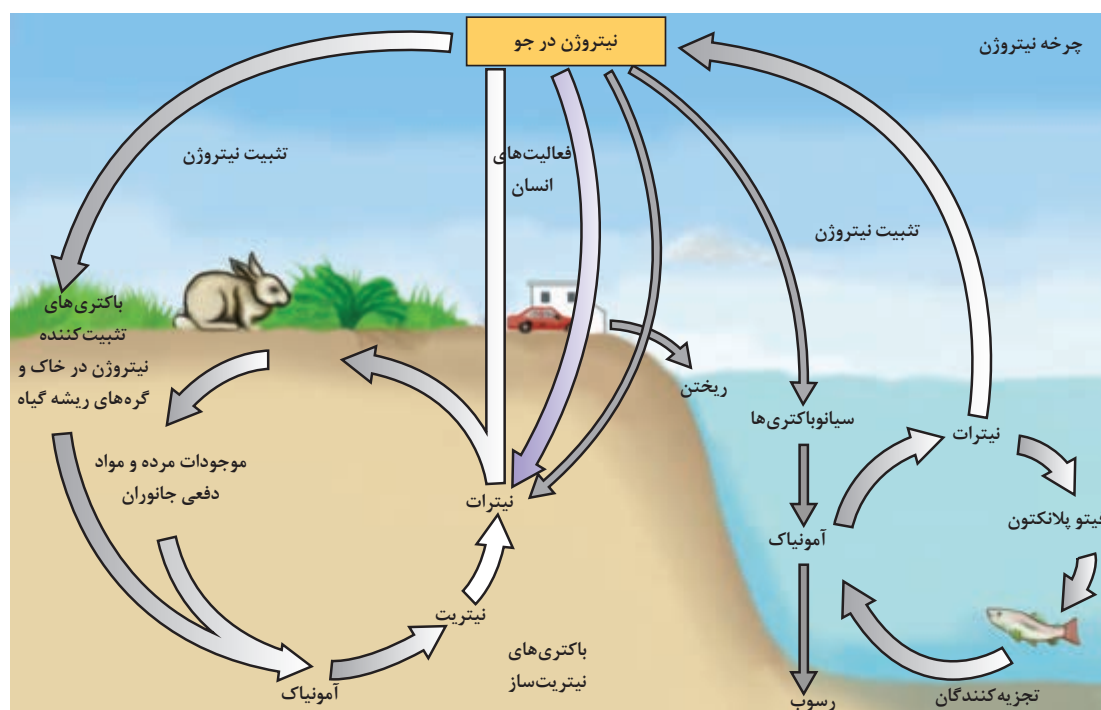
### ۳- چرخه نیتروژن

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

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

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

■ **تبدیل نیتروژن گازی به نیترات در اثر رعدوبرق سبب می‌شوند:** رعدوبرق می‌تواند پیوندهای مولکول‌های گازی نیتروژن را بشکند و از شکستن مولکول‌های آب و نیتروژن، نیترات تولید شود. سالانه مقدار  $255 \times 10^6$  تن نیترات از طریق آب باران وارد زمین می‌شود. در کارخانه‌های پتروشیمی سالانه حدود ۱۷۶ میلیون تن کودهای نیتروژن دار برای مصرف در بخش کشاورزی، تولید می‌شود (شکل ۱۵).



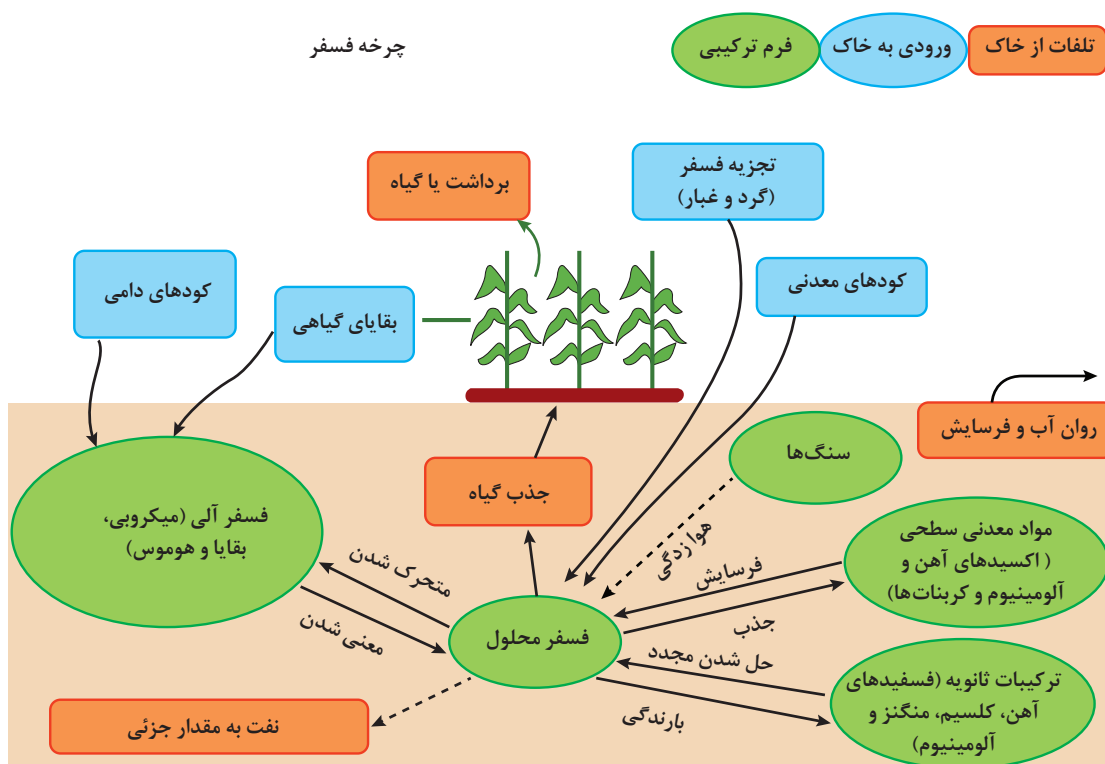
شکل ۱۵- چرخه نیتروژن



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

#### ۴- چرخه فسفر

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



شکل ۱۶- چرخه فسفر





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

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

## جمعیت و جامعه در اکوسیستم

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

### تراکم گونه‌ها در اکوسیستم

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



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



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

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

M : تعداد افراد علامت‌دار شده در اولین سال

n : تعداد افراد گرفته‌شده یک سال بعد

m : تعداد افراد علامت‌دار از n فرد گرفته‌شده

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

#### پراکندگی گونه‌ها در اکوسیستم

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



(ج)



(ب)



(الف)

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

#### مرگ‌ومیر گونه‌ها در اکوسیستم

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

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

به ترتیب تعداد مرده‌ها و کل جمعیت می‌باشند.

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



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

### زادوولد گونه‌ها در اکوسیستم

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



شکل ۱۸- زادو ولد فیزیولوژیک

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

### نرخ رشد جمعیت

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

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

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



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

## تنوع زیستی گونه‌ها در اکوسیستم‌ها

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

فکر کنید



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

## روابط متقابل بین موجودات زنده

### ۱- رقابت

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

فکر کنید



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

### ۱-۱- رقابت درون گونه‌ای

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



شکل ۱۹- رقابت درون گونه‌ای مزرعه چغندر قند

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

## ۲-۱- رقابت بین گونه‌ها



شکل ۲۰- رشد خاکشیر در مزرعه گندم

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

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

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

گفت‌وگو



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

شکل ۲۱- همکاری باکتری‌های همزیست با ریشه گیاهان لگوم

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





(ب)



(الف)

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

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

پژوهش



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

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

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

پژوهش



### عوامل اکولوژیکی

محیط فیزیکی موجودات زنده و کلیه موجودات زنده درون آن تحت تأثیر عوامل اکولوژیکی می‌باشند. در زیر عوامل اکولوژیکی و نقش آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

**تأثیر عوامل اکولوژیکی بر رشد و پراکنش موجودات زنده در اکوسیستم‌ها:** کلیه موجودات زنده در محیط زیست تحت تأثیر هم‌زمان عوامل مختلفی قرار می‌گیرند و هیچ موجودی بدون وابستگی به محیط اطراف و به‌صورت مجزا زندگی نمی‌کنند. برخی از عوامل به‌صورت مستقیم و برخی به‌صورت غیرمستقیم بر رشد و پراکنش موجودات زنده تأثیر می‌گذارند.





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

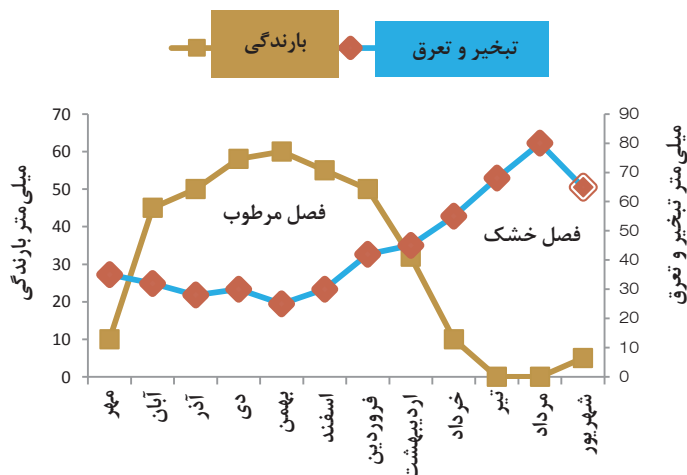
عوامل اکولوژیکی به دودسته زیستی و اقلیمی تقسیم می‌شوند. عوامل زیستی شامل رفتار اجتماعی موجودات زنده مانند شکارگری، طعمه جویی و انگلی است و عوامل اقلیمی به تأثیر ترکیبات فیزیکی - شیمیایی آب و خاک و غیره اشاره دارد. عوامل اکولوژیکی اقلیمی به ۴ دسته تقسیم می‌شوند.

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

## هواشناسی و اقلیم‌شناسی در اکوسیستم‌ها

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

نمودار ۱- تعیین آغاز و پایان فصل مرطوب



۱- Wether  
۲- Meterology  
۳- Climate



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

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

### ریز اقلیم (میکروکلیم)

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



شکل ۲۳- تالاب پل دختر در منطقه گرم و خشک

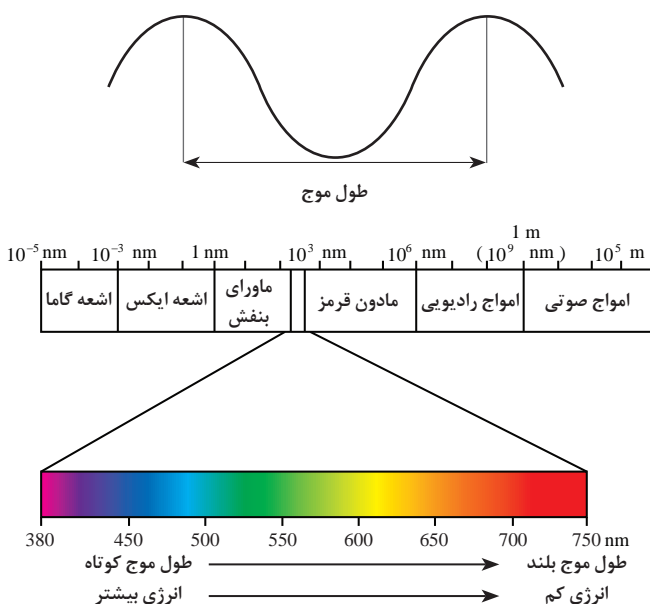
### نور

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



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

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



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

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

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

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

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



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



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

### شدت نور

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

### درجه حرارت

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



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

نام گیاه	دمای کمینه	دمای بهینه	دمای بیشینه

## عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا

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

فکر کنید



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

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

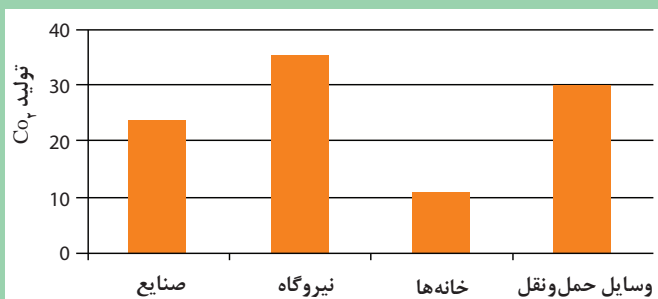
## تغییر اقلیم جهانی

### گازهای گلخانه‌ای

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



نمودار ۲- سهم بخش‌های مختلف در تولید کربن دی‌اکسید

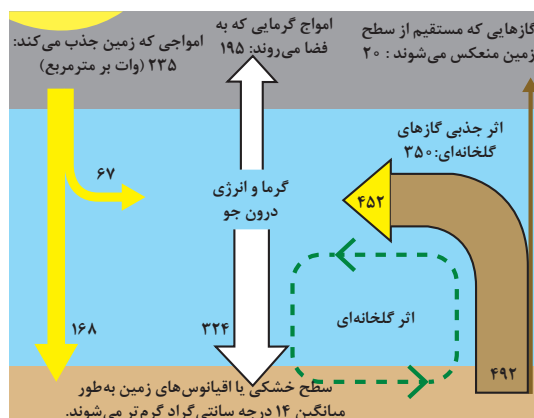


نمودار روبه‌رو را تفسیر کنید (محور عمودی میزان گازهای گلخانه‌ای است). آیا این حق را داریم که آن قدر الکتریسیته مصرف کنیم تا جهان گرم‌تر شود، سیل راه بیفتد، جنگل‌ها نابود شود؟

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



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



شکل ۲۴



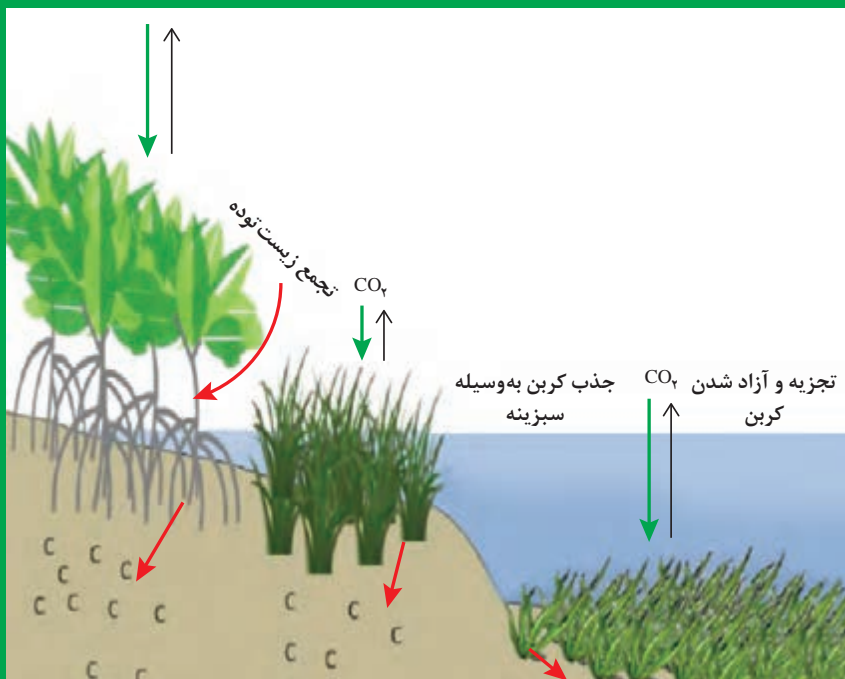
جدول ارزشیابی پودمان						
عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره	
اکوسیستم و چرخه مواد	تحلیل اکوسیستم زراعی	معرفی اجزای اکوسیستم، تحلیل جانشینی و تحول در اکوسیستم، انتقال مواد و انرژی در اکوسیستم‌ها. تحلیل جمعیت در اکوسیستم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





## پودمان ۳

### فتوسنتز و تنفس گیاهان



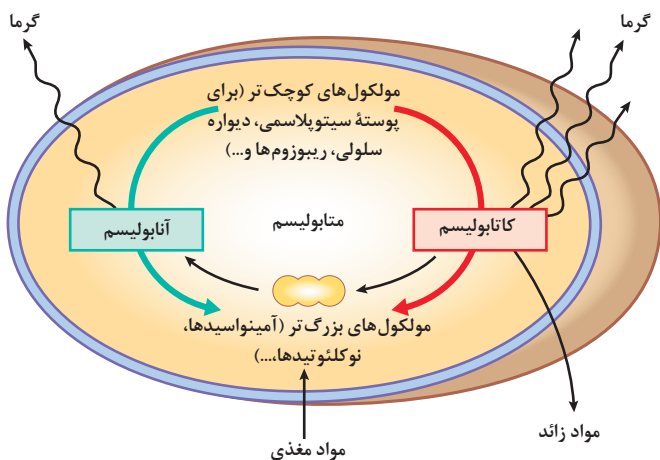
آیا می دانید که:

- گیاهان اولین موجوداتی هستند که فرایند غذاسازی را انجام می دهند.
- از شروع غذاسازی توسط گیاهان تا ذخیره شدن آن مراحل مختلفی وجود دارد.
- همه غذای تولید شده توسط گیاه در اندام ذخیره ای تجمع نمی یابد.
- تمام مواد ذخیره ای به دانه (بذر) منتقل می شود.

## واحد یادگیری ۱

## تحليل فتوستز گیاهان

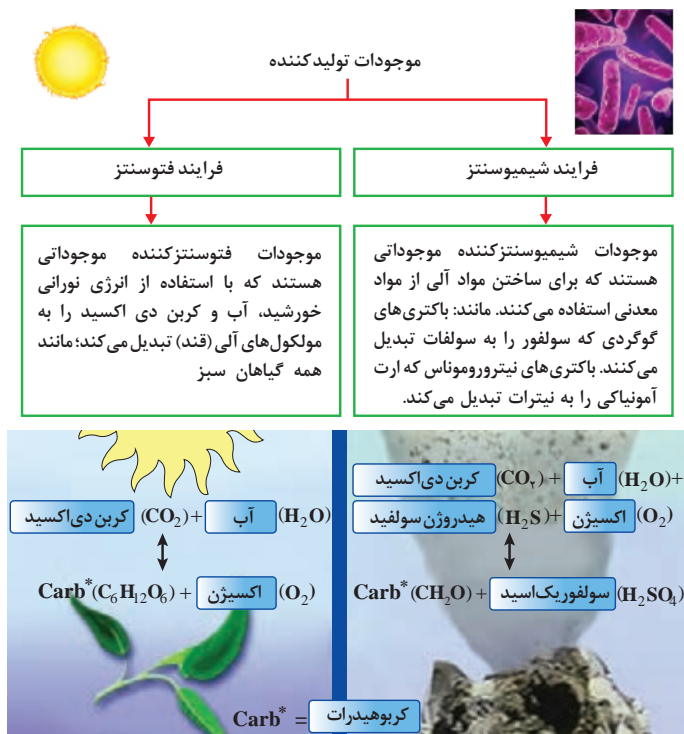
## سوخت و ساز (متابولیسم)



### شکل ۱- سوخت و ساز موجودات زنده

یکی از ویژگی‌های دستگاه‌های حیاتی موجودات زنده به ویژه گیاهان و جانوران (تک سلولی و پرسلولی) توان سوخت‌وساز است که اصطلاحاً متابولیسم گفته می‌شود. در سوخت و ساز دو گروه فرایند مورد بررسی قرار می‌گیرند: فرایندهای فراگشت (آنابولیسمی) و فرایندهای فروگشت (کاتابولیسمی) (شکل ۱).

## فرایندهای فراگشت (آنابولیسمی)



این فرایندها انرژی خواه هستند. در جریان این فرایندها، مولکول‌های کوچک به مولکول‌های درشت آلی تبدیل می‌شوند. فرایندهای آنابولیسمی شامل فتوسنتز و شیمیوسنتز می‌باشند که در تولیدکنندگانی مانند گیاهان سبز، جلبک‌ها و برخی باکتری‌ها انجام می‌شود.

فتوسنتز عبارت است از پدیده‌ای که گیاهان سبز در حضور نور و کربن دی‌اکسید، مواد قندی می‌سازند و اکسیژن را به محیط پس می‌دهند.

شیمیوسنتز یکی از راه‌های غذاسازی در جاندارانی غیر از گیاهان سبز می‌باشد، که در مقایسه با فتوسنتز از اهمیت کمتری برخوردار است.

در این فرایندها، پیش‌سازهای ساده و

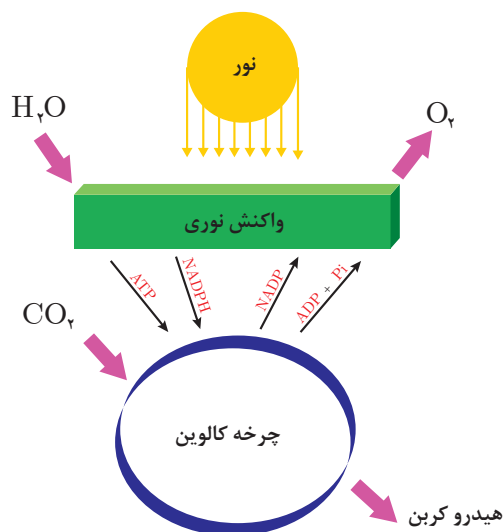
کوچک برای ساختن مولکول‌های بزرگ‌تر و پیچیده‌تر، نظیر لیپیدها، پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک مورد استفاده قرار می‌گیرند. تمامی واکنش‌های آنابولیک نیاز به مصرف انرژی دارند.

### فرایندهای فروگشت (کاتابولیسمی)

پدیده‌هایی هستند که در جریان آن موجودات زنده مولکول‌های درشت آلی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و لیپیدها) را تجزیه کرده و به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کنند و انرژی آزاد می‌شود که این انرژی در جریان فرایندهای آنابولیسمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مهم‌ترین فرایندهای کاتابولیسمی عبارت‌اند از: تنفس و تخمیر.

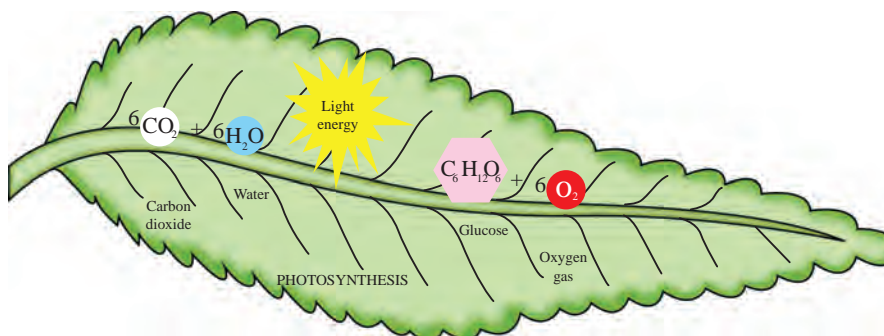
## فتوسنتز

خورشید تنها تأمین‌کننده انرژی زمین محسوب می‌شود. فتوسنتز منبع اولیه انرژی برای بشر و بستر برای تولید غذا، پوشاک، علوفه و سایر نیازهای انسان می‌باشد، بنابراین فتوسنتز تنها فرایند زیستی مهمی است که می‌تواند از این انرژی بهره‌برداری نماید.



فتوسنتز از نظر لغوی به معنی ساختن با استفاده از نور است. موجودات فتوسنتزکننده از انرژی خورشیدی در ساخت ترکیبات کربنی که واکنش‌هایی نیازمند انرژی هستند، استفاده می‌کنند. انرژی ذخیره شده در کربوهیدرات‌ها سپس برای تأمین انرژی و فرایندهای سلولی گیاه و همچنین به عنوان منبع انرژی برای تمامی موجودات زنده مورد استفاده قرار می‌گیرد. فتوسنتز در گیاهان سبز، جلبک‌ها و باکتری‌های فتوسنتزکننده نیز صورت می‌گیرد. محل انجام فتوسنتز در سلول‌های گیاهی و جلبک‌ها در کلروپلاست و در باکتری‌های فتوسنتزکننده، غشای سلولی است. در این پودمان به فتوسنتز در گیاهان سبز پرداخته می‌شود.

شکل ۲- فتوسنتز در گیاهان سبز



برگ و ساقه هر دو از مریستم مشترکی به نام «مریستم انتهایی نوک ساقه» به وجود می آیند. برگ گیاهان دارای بیشترین مقدار سبزینه یا کلروفیل هستند.



وظایف برگ در گیاه را از منابع معتبر جست و جو کنید و نتیجه پژوهش خود را در کلاس ارائه دهید.

## برگ



**اجزای تشکیل دهنده برگ:** برگ از پهنک و دم برگ تشکیل شده است. پهنک صفحه مسطحی است و رگ برگ ها ادامه دم برگ بوده و در سطح زیرین برگ مشخص تر هستند. دم برگ میله کوتاهی است که پهنک را در محل گره به ساقه متصل می کند. قاعده برگ گاهی به صورت غلاف یا نیام گسترش می یابد. ضمایمی به نام گوشوارک و زبانک هم در برخی گونه ها دیده می شود.

شکل ۳- ساختار بیرونی برگ

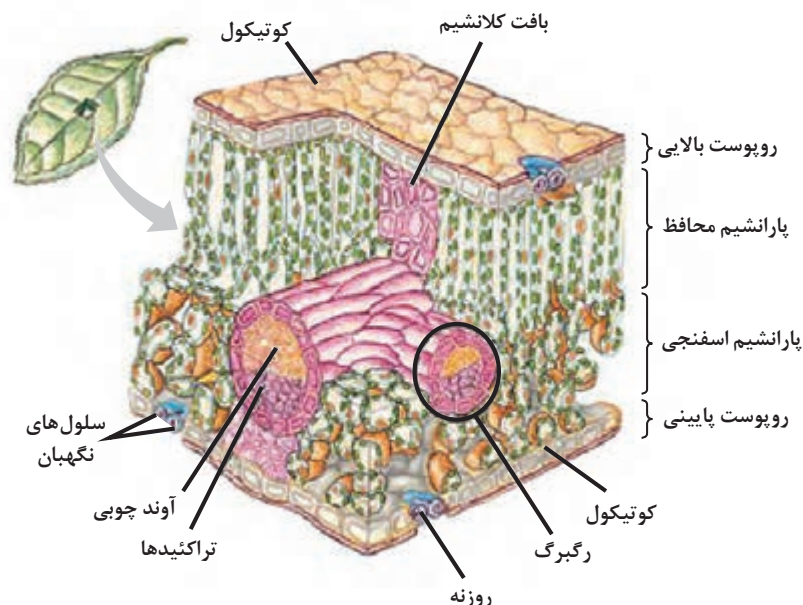


- برگ ها از نظر ظاهری چند نوع اند؟ برگ چند گیاه زراعی را بررسی و مقایسه کنید؟
- با تهیه برش عرضی برگ قسمت های مختلف آن را در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید؟

**ساختمان برگ:** در برش عرضی پهنک سه نوع بافت شامل اپیدرم بالایی، اپیدرم زیرین و مزوفیل دیده می شود. **روپوست (اپیدرم):** لایه روپوست تمامی سطح برگ را می پوشاند و به روپوست شاخه ای که برگ بر روی آن واقع شده متصل می شود. دو روپوست زیرین و زیرین (بالایی) سطوح بالا و پایین برگ را می پوشانند. سلول های روپوست خاستگاه انواع کرک ها و روزنه ها هستند.

**میانبرگ (مزوفیل):** میانبرگ به پارانشیمی که بین روپوست زیرین و زیرین وجود دارد گفته می شود. یاخته های میانبرگ حتی پس از بلوغ دارای هسته و دیواره نازک هستند. در میانبرگ بیشتر برگ ها دو نوع پارانشیم نرده ای و اسفنجی وجود دارد. سلول های پارانشیم نرده ای سلول هایی نرده ای، دراز و باریک و سلول های پارانشیم اسفنجی به طور معمول کروی و حفره ای شکل هستند. سلول های پارانشیم نرده ای زیر اپیدرم زیرین قرار گرفته اند و زیر آنها سلول های پارانشیم اسفنجی قرار می گیرند. در تک لپه ای ها میانبرگ بیشتر از سلول های پارانشیم اسفنجی تشکیل شده است. (شکل ۴)





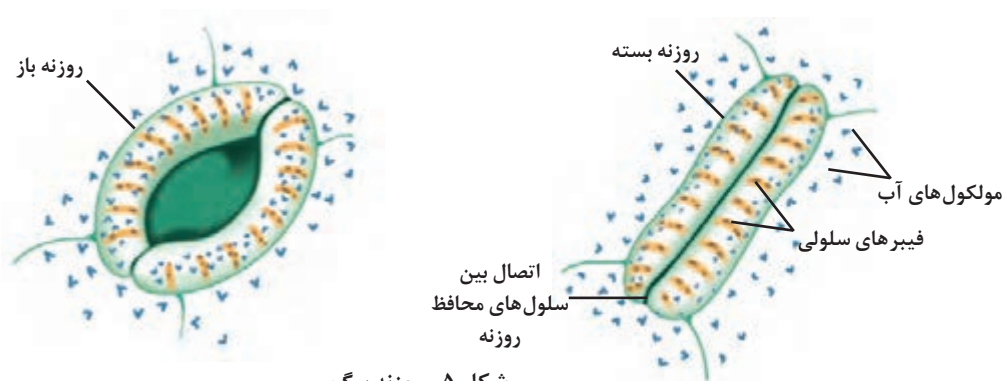
شکل ۴- میانبرگ یا مزوفیل

### رگبرگ‌ها یا دستجات آوندی

دسته‌های آوندهای چوبی و آبکشی، رگبرگ‌های برگ را به وجود می‌آورند. هر دسته آوندی به وسیله غلاف آوندی احاطه می‌شوند. رگبرگ‌ها در واقع ادامه رشته‌های آوندهای چوبی و آبکشی دمبرگ هستند که شبکه گسترده‌ای را در میانبرگ تشکیل می‌دهند. رگبرگ‌های اصلی غالباً در سطح پهنک برجسته‌اند و همان تشکیلات دمبرگ در آنها دیده می‌شود بنابراین دمبرگ و نیام ساختاری مشابه پهنک برگ دارند.

### روزنه‌ها

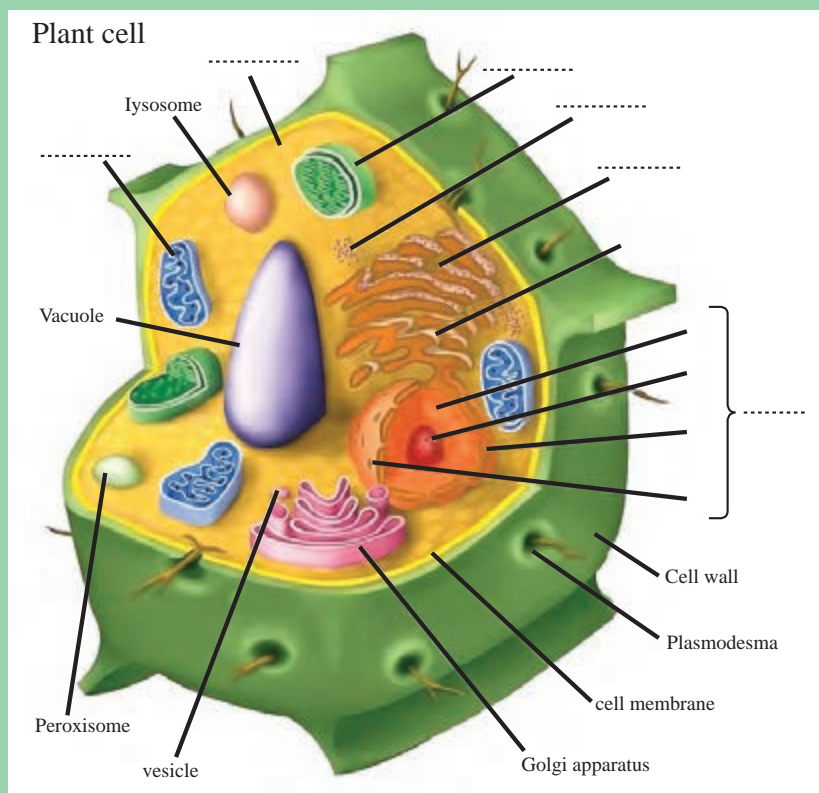
روزنه‌ها در سطح زیرین و زیرین برگ برای تبادل گازهای دی اکسید کربن و اکسیژن (پدیده فتوسنتز) و بخار آب می‌باشند.



شکل ۵- روزنه برگ

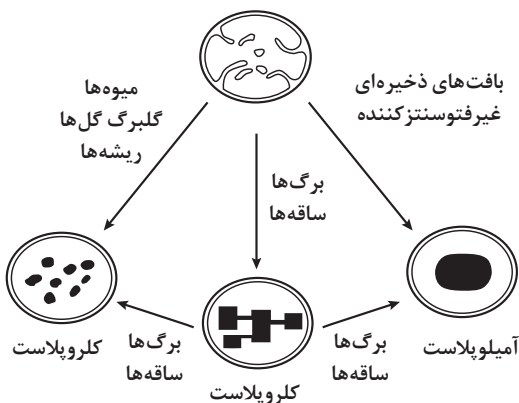


اجزای سلول‌های گیاهی نوشته نشده در شکل ۶ را بنویسید. سپس سایر اجزای مشخص شده را به فارسی ترجمه کرده و وظیفه هر یک را به‌طور خلاصه توضیح دهید.



شکل ۶- سلول گیاهی

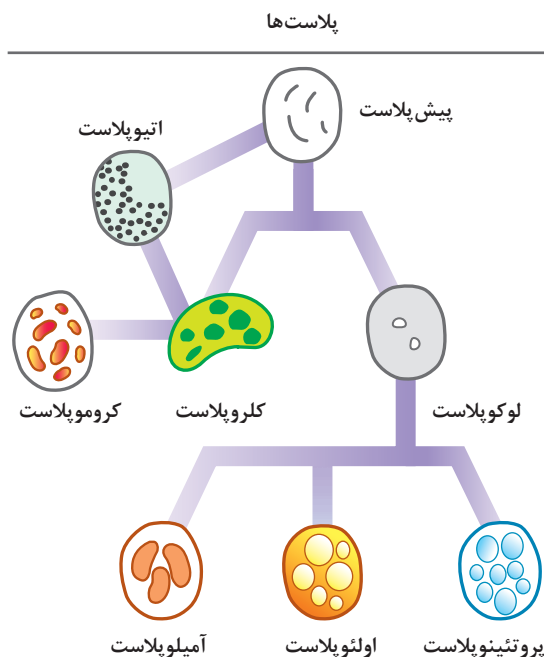
### پیش پلاست‌ها



شکل ۷

پلاست‌های کوچک، کم‌رنگ یا بی‌رنگ هستند که پیش‌ساز همه پلاست‌ها هستند و معمولاً در مریستم انتهایی ریشه و ساقه وجود دارند. پیش پلاست‌ها بسته به شرایط محیطی و نوع بافتی که در آن قرار دارند به پلاست‌های دیگر تبدیل می‌شوند. برای نمونه وقتی پیش پلاست‌ها (پروپلاستیدها) در معرض نور قرار می‌گیرند (در برگ‌ها و سایر اندام‌های هوایی) به کلروپلاست‌ها تبدیل می‌شوند (شکل ۷).

## پلاست ها (پلاستیدها)



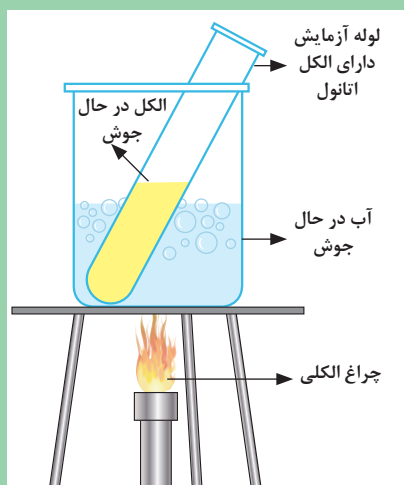
پلاست ها اندامک های دو غشایی در یاخته های گیاهی و برخی از آغازیان مثل جلبک ها هستند. معمولاً مدور، تخم مرغی شکل و دیسک مانند که دارای ابعادی حدود ۴ تا ۶ میکرون هستند و در سنتز و ذخیره مواد غذایی مشارکت دارند. این اندامک ها نه تنها در تجمع و اندوختن مواد مختلف ذخیره ای و رنگیزه ها نقش دارند بلکه نوعی از آنها یعنی کلروپلاست ها با انجام فتوسنتز و تولید مواد آلی دارای انرژی نهفته اند و در بقای مصرف کنندگان نقش اساسی دارند. پلاست ها اندامک هایی هستند که نقش تولیدی آنها با فراهم آوری ترکیبات مختلفی مانند نشاسته، پروتئین ها و... روشن شده است. پلاست های سلول های بالغ بر حسب ماهیت موادی که در خود جمع می کنند انواع مختلفی دارند که عبارت اند از: کروموپلاست ها (پلاست های رنگی)، لوکوپلاست ها (پلاست های بی رنگ) و کلروپلاست ها (پلاست های سبز)

## کروموپلاست ها

کروموپلاست ها، پلاست های زرد و نارنجی و قرمز رنگی هستند که به شکل های گوناگون دیده می شوند و کلروفیل ندارند. ولی دارای کاروتنوئیدها هستند. کاروتنوئیدها مسئول رنگ زرد و نارنجی و قرمز در گلبرگ ها، میوه ها، برخی ریشه ها و برگ های پائیزی هستند. رنگ میوه گوجه فرنگی و رنگ ریشه های هویج به علت وجود کروموپلاست هایی است که دارای رنگدانه قرمز و نارنجی هستند. در بیشتر موارد کروموپلاست ها از کلروپلاست ها به وجود می آیند. وظیفه حفاظتی به ویژه حفاظت نوری و همچنین مشارکت در جلب حشرات و پروانه ها برای انتشار دانه های گرده، از وظایف کروموپلاست ها است.

## لوکوپلاست ها

لوکوپلاست ها پلاست های بی رنگی هستند که در یاخته های پوست و دیگر بافت های بی رنگ وجود دارند. این پلاست ها معمولاً در اندام های زیرزمینی که دور از نور هستند، مانند ریشه ها و ساقه های زیرزمینی، دیده می شوند. ولی در بخش های هوایی هم دیده می شوند. در ساختن مواد نقش ندارند ولی وظیفه آنها ذخیره است. لوکوموپلاست ها شامل آمیلوپلاست ها (که نشاسته ذخیره می کنند)، پروتئینوپلاست ها (که دارای پروتئین هستند) و اولئوپلاست ها (که دارای روغن هستند) می باشند. در لپه های دانه گیاه هم آمیلوپلاست ها هم پروتئینوپلاست ها و هم اولئوپلاست ها یافت می شوند.



شکل ۸- آزمایش تولید نشاسته در برگ

آیا برگ‌ها نشاسته تولید و ذخیره می‌کنند؟

### روش آزمایش:

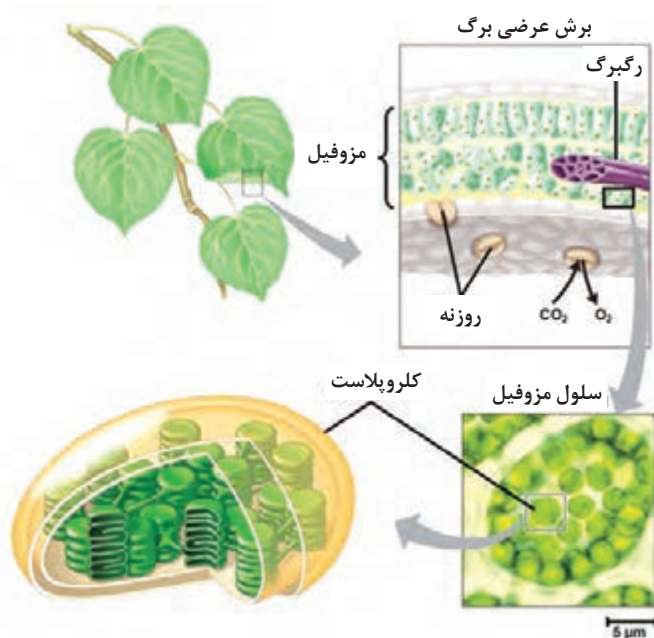
این آزمایش برای شناسایی نشاسته در برگ انجام می‌شود. نشاسته سفیدرنگ است و زمانی که به ید آغشته شود به رنگ آبی در می‌آید.

برگ را به مدت ۳۰ ثانیه در آب جوش فرو ببرید تا سیتوپلاسم و آنزیم‌ها کشته شوند و نفوذپذیری نسبت به محلول ید افزایش یابد. سپس برگ را در لوله آزمایشی که الکل اتانول درون آن ریخته شده و درون بشر آب جوش که در حال جوشیدن است قرار دهید تا کلروفیل آن از بین برود و برگ کاملاً سفید شود (شکل ۸). دوباره برگ را در آب جوش فرو برده و پس از خشک کردن روی کاغذ سفیدی قرار دهید، سپس روی آن چند قطره ید بریزید. نواحی‌ای که آبی‌رنگ می‌شوند مکان تولید و ذخیره نشاسته است.

### کلروپلاست‌ها

کلروپلاست‌ها مکان تولید غذا در سلول هستند و معمولاً در برش عرضی برگ ۱۰-۳ میکرون می‌باشند. رنگدانه‌های موجود در کلروپلاست‌ها شامل کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها است. چون مقدار کلروفیل در برگ بیشتر است، به رنگ سبز دیده می‌شود. رنگ کاروتنوئیدها در پاییز در برگ‌ها، پس از آنکه کلروفیل تخریب شد، مشاهده می‌گردد.

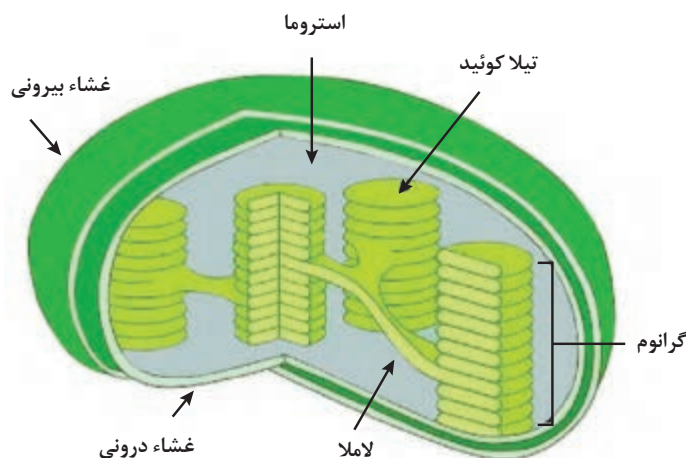
رنگ کاروتنوئیدها همچنین در برگ‌های پیر نیز نمایان می‌شود. همچنین کلروپلاست‌های سلول‌های مزوفیل نردبانی معمولاً از نظر اندازه و تعداد بزرگ‌تر از سلول‌های مزوفیل اسفنجی هستند. نقش اصلی کلروپلاست‌ها فتوسنتز است. کلروپلاست‌ها علاوه بر آنکه محل فتوسنتز در سنتز اسید آمینه و اسید چرب نیز شرکت می‌کنند (شکل ۹).



شکل ۹

**ساختمان کلروپلاست:** کلروپلاست از دو غشای درونی و غشای بیرونی تشکیل شده است. ماده زمینه‌ای کلروپلاست استروما نام دارد که شامل نشاسته و بیشتر آنزیم‌های لازم برای فتوسنتز، پروتئین‌ها، آب و رشته‌های RNA به صورت محلول می‌باشد. مهم‌ترین پروتئین ذخیره‌ای آن، آنزیمی به نام ریبولوز-۱۵- بیس فسفات کربوکسیلاز اکسیژناز معروف به روبیسکو است. این اندامک غشایی دو لایه‌ای دارد. بخش درونی کلروپلاست شامل دو

سیستم لایه‌ای و ماده دربرگیرنده این دو سیستم یعنی ماده زمینه‌ای است. سیستم لایه‌ای دو بخش دارد: بخشی که گرانوم‌ها را تشکیل می‌دهد و بخش دیگری که آنها را به هم متصل می‌کند (لاملا). بخش درونی گرانوم دارای ساختار غشاء ماندی به نام تیلاکوئید هستند که محل قرار گرفتن فتوسیستم‌ها (سیستم‌های نوری) می‌باشد. فضای داخلی تیلاکوئید، لومن نامیده می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- ساختمان کلروپلاست

### رنگیزه‌های فتوسنتزی

رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان سبز عامل اصلی جذب انرژی نور خورشید هستند و شامل کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها می‌باشند:

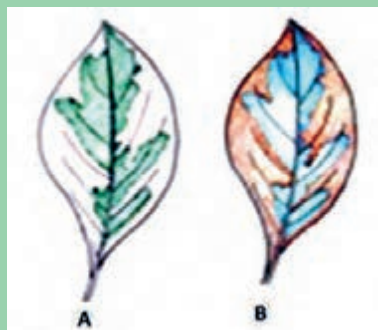
**کلروفیل‌ها:** رنگیزه‌های سبز و فعال فتوسنتزی موجود در کلروپلاست هستند که به انواع متنوع a, b, c, d, e شناخته شده‌اند. تمام گیاهان فتوسنتزکننده دارای کلروفیل‌های a و b هستند. در بعضی جلبک‌ها کلروفیل b وجود ندارد و به جای آن کلروفیل c یا d دیده می‌شود. کلروفیل a به رنگ آبی مایل به سبز و کلروفیل b به رنگ سبز متمایل به زرد است. طیف جذبی کلروفیل a با b متفاوت است.

در ساختار کلروفیل‌ها عنصرهای کربن، اکسیژن، هیدروژن، نیتروژن و منیزیم مشارکت دارند. به نظر شما اگر دلیل زرد شدن برگ گیاه کمبود مواد غذایی باشد چه نوع کودهایی را برای رفع زردی برگ آن پیشنهاد می‌کنید؟ دلیل خود را در کلاس توضیح دهید.

گفت‌وگو

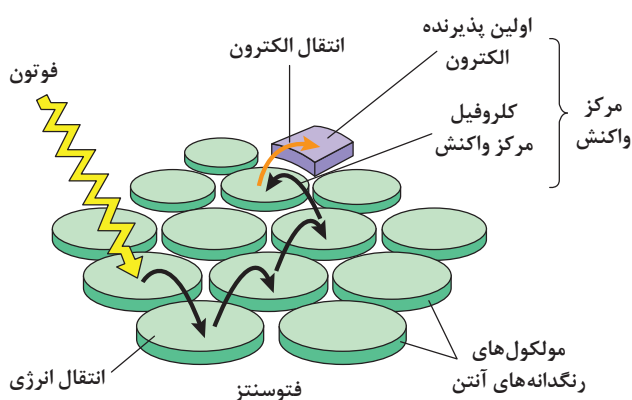


**کاروتنوئیدها:** کاروتنوئیدها ترکیباتی لیپیدی هستند که به مقدار زیاد در جانوران و گیاهان به صورت‌های گزانتوفیل‌ها، کاروتن و لیکوپن به ترتیب به رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز یافت می‌شوند. و نقش کمکی برای کلروفیل a و b دارند یعنی طول موج‌هایی که توسط کلروفیل a و b جذب نمی‌شوند توسط کاروتنوئیدها جذب می‌شوند و به نورهای با طول موج بالاتر مانند قرمز تبدیل می‌شوند.



آیا کلروفیل‌ها برای انجام عمل فتوسنتز ضروری هستند؟  
 روش آزمایش: برگ یک گیاه ابلق مانند گیاه زینتی بنجامین ابلق را انتخاب نمایید و بدون اینکه آن را از بوته جدا نمایید چند ساعت در معرض نور خورشید قرار دهید و سپس آزمایش شناسایی نشاسته را توسط ید انجام دهید.  
 آیا ناحیه‌هایی که قبلاً سبز بودند با عنصر ید به رنگ آبی در می‌آیند و ناحیه‌هایی که سفید بودند قهوه‌ای می‌شوند؟

## فتوسیستم‌ها



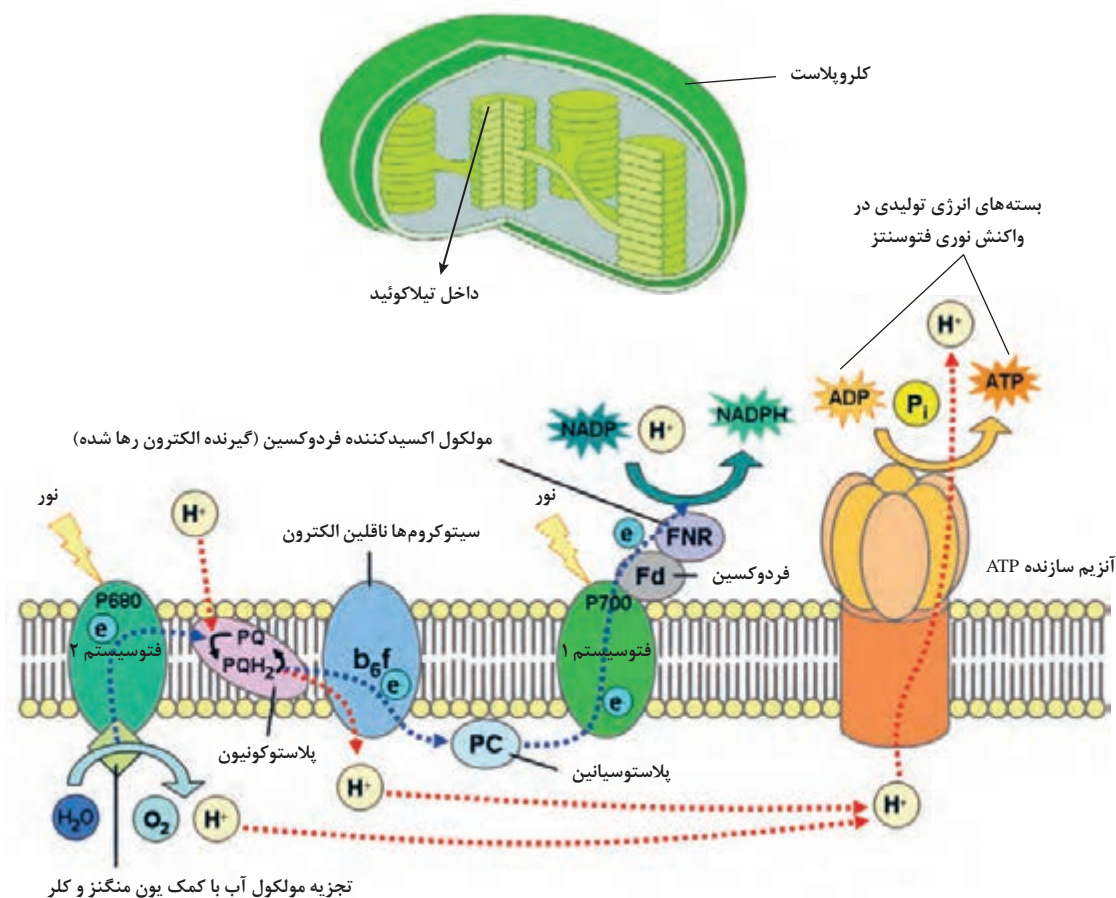
مجموعه‌ای شامل چندصد مولکول رنگیزه (کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها) و پروتئین، ساختارهایی از ترکیب‌های پروتئینی رنگیزه به نام فتوسیستم به وجود می‌آورند که در غشاهای تیلاکوئید کلروپلاست قرار دارند (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- ساختمان کلروپلاست

## هر فتوسیستم دو بخش دارد

**الف)-** سیستم برداشت کننده نوری (آنتن) توسط رنگیزه‌های کمکی (کلروفیل b و کاروتنوئیدها) دو وظیفه اصلی جذب نور و هدایت انرژی آن به کلروفیل a در مرکز واکنش فتوسیستم را انجام می‌دهد.  
**ب)-** مرکز واکنش که ترکیبی از پروتئین و کلروفیل a است. دو نوع فتوسیستم وجود دارد: فتوسیستم یک و دو، که هر کدام دارای مراکز واکنش کلروفیلی مجزا هستند که به ترتیب  $P_{700}$  (فتوسیستم ۱) و  $P_{680}$  (فتوسیستم ۲) نام دارند. این رنگیزه‌ها بر اساس طول موجی که بیشترین جذب را در آن دارند، نام گذاری شده‌اند (شکل ۱۲).





شکل ۱۲- فتوسیستم یک و دو در غشای تیلاکوئید و انجام مرحله نوری فتوسنتز

آیا نور برای فتوسنتز گیاهان ضروری است؟

**روش آزمایش:** گلدانی را در نظر بگیرید و یک برگ آن را انتخاب کنید، سپس بخشی از دو طرف برگ را با فویل آلومینیمی بپوشانید. روی ورقه آلومینیمی می‌توانید شکل L را ایجاد کنید. سپس گیاه را ۴ تا ۶ ساعت در معرض نور خورشید قرار داده و پس از آن برگ را جدا نموده و پوشش آلومینیمی را برداشته و آزمون شناسایی نشاسته را با آن انجام دهید.



شکل ۱۳- آزمایش ضرورت نور برای فتوسنتز

**نتیجه:** تنها ناحیه‌هایی از برگ که نور خورشید را دریافت کرده‌اند به وسیله پد آبی رنگ می‌شوند. به نظر شما علت آن چیست؟

فعالیت



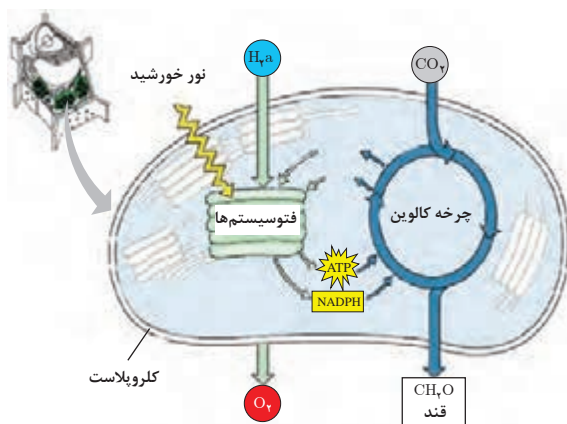
## واکنش‌های شیمیایی فتوسنتز

واکنش‌های فتوسنتز در دو مرحله انجام می‌شوند:

- ۱ واکنش‌های وابسته به نور یا واکنش‌های نوری فتوسنتز که در غشای تیلاکوئید انجام می‌شوند.
- ۲ واکنش‌های مستقل از نور یا واکنش‌های تاریکی که در استرومای کلروپلاست انجام می‌شوند.

### واکنش‌های وابسته به نور (واکنش‌های روشنایی فتوسنتز)

در گیاهان عالی واکنش‌های فتوسنتزی در کلروپلاست انجام می‌شود. کلروپلاست ابتدا انرژی تابشی خورشید را به دام می‌اندازد و سپس بخشی از آن را به شکل شیمیایی (ATP و NADPH) ذخیره می‌کند. واکنش‌هایی که این انتقال انرژی را انجام می‌دهند، به واکنش‌های وابسته به نور فتوسنتز معروف‌اند. به عبارتی این دسته از واکنش‌های فتوسنتزی در حضور نور انجام می‌شوند. در موجودات فتوسنتزکننده از طریق اکسیدکردن آب به مولکول اکسیژن (فتولیز آب) و احیای نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات (NADPH)، الکترون را به صورت غیر چرخه‌ای منتقل می‌کنند. بخشی از انرژی نور از طریق اختلاف PH و اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو طرف غشای فتوسنتزی (غشای تیلاکوئید) به صورت انرژی پتانسیل شیمیایی یا ATP (آدنوزین تری فسفات) ذخیره می‌شود (فسفوریلاسیون نوری غیرچرخه‌ای). این ترکیبات پر انرژی، انرژی لازم برای احیای کربن در واکنش‌های تاریکی فتوسنتز را تأمین می‌کنند (شکل ۱۴).



شکل ۱۴-واکنش‌های روشنایی فتوسنتز

واکنش‌های وابسته به نور در فتوسیستم‌های واقع در گرانای کلروپلاست انجام می‌شود و شامل مراحل زیر است:

- ۱ ابتدا نور خورشیدی به سیستم برداشت‌کننده نوری (آنتن) فتوسیستم ۲ برخورد کرده و انرژی فوتون آن، توسط رنگیزه‌های کمکی (کلروفیل b و کاروتنوئیدها) جذب شده، سپس به کلروفیل a مرکز واکنش P۶۸۰ (فتوسیستم ۲) انتقال می‌یابد.
- ۲ سپس الکترون‌های کلروفیل a آن‌قدر پر انرژی می‌شوند که به حالت ناپایدار در آمده و این مولکول را ترک می‌کنند که طی آن کلروفیل یک الکترون را به مجموعه‌ای از مولکول‌های پذیرنده و ناقل الکترون در زنجیره انتقال الکترون منتقل می‌کند.

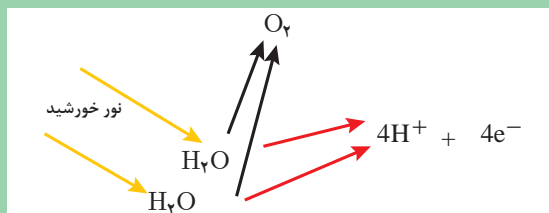
بیشتر بدانید



۳ کلروفیل مرکز واکنش  $P_{680}$  (فتوسیستم ۲) به وسیله پذیرش یک الکترون به حالت اولیه اش برمی گردد.

در فتوسیستم ۲، الکترونی که سرانجام  $P_{680}$  را احیاء می کند طی واکنش فتولیز آب به اکسیژن و  $H^+$

تبدیل می شود. این واکنش ها در گیاهان باعث آزاد شدن گاز اکسیژن می شوند و اکسیژن موجود در اتمسفر را تأمین می کند.



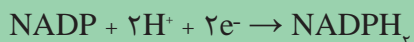
۴ الکترون فعال شده در جریان انتقال توسط مولکول های ناقل بخشی از انرژی خود را از دست می دهد.

در این فرایند یکی از پروتئین هایی که به وسیله انرژی الکترون فعال شده است (کمپلکس سیتوکروم)، به عنوان کاتالیزور در واکنش میان آدنوزین دی فسفات و یون فسفات معدنی وارد عمل می شود و در نتیجه آدنوزین تری فسفات (ATP) تشکیل می شود. بنابراین قسمتی از انرژی دریافت شده از فوتون به پیوند پر انرژی فسفات در مولکول ATP منتقل می شود.

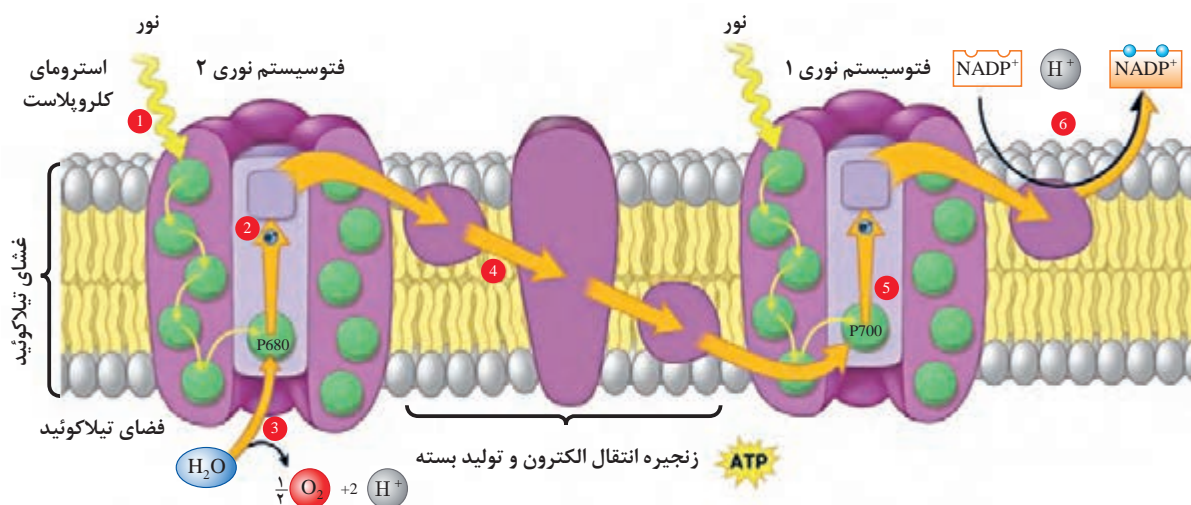


۵ به دنبال تشکیل ATP، الکترون به فتوسیستم ۱ منتقل می شود و آن را فعال می کند. سپس دومین

فوتون جذب می شود و انرژی الکترون را بالا می برد. این الکترون به مولکول های پذیرنده و ناقل الکترون انتقال یافته و سرانجام باعث احیای نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات ( $NADP$ ) و تولید  $NADPH$  می شود (شکل ۱۵).



وقایع بالا را فسفری شدن نوری غیر چرخه ای می نامند، زیرا الکترون های جدا شده از مولکول آب در یک مسیر خطی حرکت کرده و به مولکول  $NADP$  می رسند و ضمن این انتقال ATP ساخته می شود. در شرایطی ممکن است فسفری شدن چرخه ای نیز انجام شود، مثلاً با وقوع تنش کم آبی روزنه های گیاه بسته شده و ورود دی اکسید کربن متوقف می شود که سبب توقف مرحله تاریکی فتوسنتز شده که نتیجه آن عدم نیاز به محصولات مرحله روشنایی فتوسنتز است ( $NADPH$  و  $ATP$ ). در این شرایط ممکن است تجمع الکترون های اضافی آسیب زا باشد بنابراین الکترون ها به کمپلکس سیتوکروم برگشته و ضمن انتقال چرخه ای به فتوسیستم ۱ مقداری ATP تولید می کند. این وقایع را فسفری شدن نوری چرخه ای می نامند که همانند دریچه اطمینان از گیاه در برابر آسیب حفاظت می کند.



شکل ۱۵- واکنش‌های وابسته به نور در فتوسنتز

### واکنش‌های مستقل از نور (واکنش‌های تاریکی) فتوسنتز

واکنش‌هایی که در استرومای کلروپلاست انجام شده و با مصرف نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات ( $\text{NADPH}_2$ ) و آدنوزین تری فسفات (ATP) حاصل از مرحله نورانی فتوسنتز باعث احیای دی‌اکسید کربن به کربوهیدرات می‌شوند. این واکنش‌ها به واکنش‌های تاریکی فتوسنتز معروف هستند زیرا مستقیماً به نور نیاز ندارند. مکانیزم انجام این واکنش‌ها در گروه‌های مختلف گیاهی متفاوت است و میزان بازده حاصل هم متفاوت خواهد بود. واکنش‌های نوری و تاریکی فتوسنتز هر دو در روز انجام می‌شوند. گیاهان سبز به سه روش شامل چرخه گیاهان سه کربنه ( $\text{C}_3$ )، چرخه گیاهان چهار کربنه ( $\text{C}_4$ ) و چرخه گیاهان کم (CAM)، دی اکسید کربن را به قند تبدیل می‌کنند:

**۱ چرخه گیاهان سه کربنه ( $\text{C}_3$ ):** گیاهان  $\text{C}_3$  گیاهانی هستند که اولین ماده تولیدی در مرحله تاریکی فتوسنتز آنها، یک اسید آلی سه کربنه به نام فسفو گلیسریک اسید می‌باشد، به همین علت به این گیاهان سه کربنه یا گیاهان  $\text{C}_3$  گویند. بیشتر گیاهان زراعی جزو گیاهان سه کربنه می‌باشند. این گیاهان به آب و هوای معتدل و خنک سازگاری دارند. همچنین این گیاهان در حدود یک چهارم شدت نور خورشید به اشباع نوری رسیده و پس از آن نسبت به افزایش نور واکنش نشان نمی‌دهند، بنابراین به شرایط کمبود نور سازگاری بیشتری نسبت به گیاهان چهار کربنه ( $\text{C}_4$ ) دارند. از جمله گیاهان زراعی که مسیر تثبیت  $\text{CO}_2$  سه کربنه دارند می‌توان گندم، جو، یولاف، برنج، سیب زمینی، لوبیا، نخود، چغندر قند و غیره را نام برد.

چرخه احیای کربن گیاهان سه کربنه ( $\text{C}_3$ ) را به احترام دکتر ملوین کالوین که نخستین بار این چرخه را کشف و در سال ۱۹۶۱ موفق به دریافت جایزه نوبل گردید، سیکل کالوین می‌گویند. چرخه کالوین دارای سه مرحله کلی است:

**گام اول:** ابتدا با مصرف یک مولکول ATP که گروه فسفات خود را به ریبولوز ۵- فسفات منتقل می‌کند

بیشتر بدانید



ماده ریبولوز ۵- فسفات (Ru5P) به ریبولوز ۱ و ۵ بیس فسفات (RuBP)، تبدیل می‌شود. **گام دوم:** سپس با کربوکسیلاسیون (ترکیب گاز کربنیک با هر ماده‌ای) ریبولوز ۱ و ۵ بیس فسفات (RuBP)، دو مولکول ۳- فسفوگلیسریک اسید (PGA) تشکیل می‌شود. بدین ترتیب که  $\text{Co}_2$  از طریق واکنش با ریبولوز ۱ و ۵ بیس فسفات (RuBP) وارد چرخه تثبیت کربن شده و به ۲ مولکول ۳- فسفوگلیسریک اسید (PGA) تبدیل می‌شود. این واکنش به وسیله آنزیم ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز (RUBPC) که به اختصار به آن روبیسکو (Rubisco) می‌گویند، کاتالیز می‌شود. به علت اینکه اولین ماده تولیدی در این چرخه یک اسید سه کربنه به نام فسفوگلیسریک اسید (PGA) است این چرخه را چرخه گیاهان سه کربنه ( $\text{C}_3$ ) نیز گویند.

**گام سوم:** سپس ماده ۳- فسفوگلیسریک اسید (PGA) به گلیسر آلدهید ۳- فسفات (PGAL) احیاء می‌شود. در جریان تبدیل ۳- فسفوگلیسریک اسید (PGA) به گلیسر آلدهید ۳- فسفات (PGAL)، مولکول NADPH و ATP مصرف می‌شوند. برای هر چرخه کلوین و تثبیت یک مولکول  $\text{Co}_2$  نیاز به ۳ مولکول ATP و ۲ مولکول NADPH است که از طریق مرحله نورانی فتوسنتز تأمین می‌شوند. **گام چهارم:** از هر ۶ مولکول گلیسر آلدهید ۳- فسفات (PGAL)، ۵ مولکول چرخه را ادامه داده و صرف بازسازی ماده اولیه می‌شود و یک مولکول از چرخه خارج شده و ابتدا یک قند سه کربنه (تریوز فسفات) و سپس قند شش کربنه (هگزوز فسفات) و در نهایت نشاسته تولید می‌شود (شکل ۱۵).

آزمایش کنید



آیا دی اکسید کربن برای فتوسنتز گیاهان ضروری است؟

**روش آزمایش:** دو گلدان سالم را که خوب آبیاری کرده‌اید در نظر بگیرید و سپس برگ‌های آن را با کیسه پلاستیکی شفاف بپوشانید. درون یکی از کیسه‌ها آهک سودا (مخلوطی از هیدروکسید کلسیم با هیدرواکسید سدیم یا پتاسیم که به عنوان جاذب دی اکسید کربن متصاعد شده در هوا به کار می‌رود) برای جذب دی اکسید کربن از هوا قرار دهید (شکل ۱۶) و درون گلدان دوم مقداری محلول بی کربنات

سدیم درون پتريدیش قرار دهید. سپس دو گلدان را چند ساعت در معرض نور خورشید قرار داده و پس از آن یک برگ از هر گلدان را جدا نموده و آزمون شناسایی نشاسته را انجام دهید. نتیجه: به نظر شما علت آن چیست؟



شکل ۱۶- آزمایش ضرورت دی اکسید کربن در فتوسنتز گیاهان

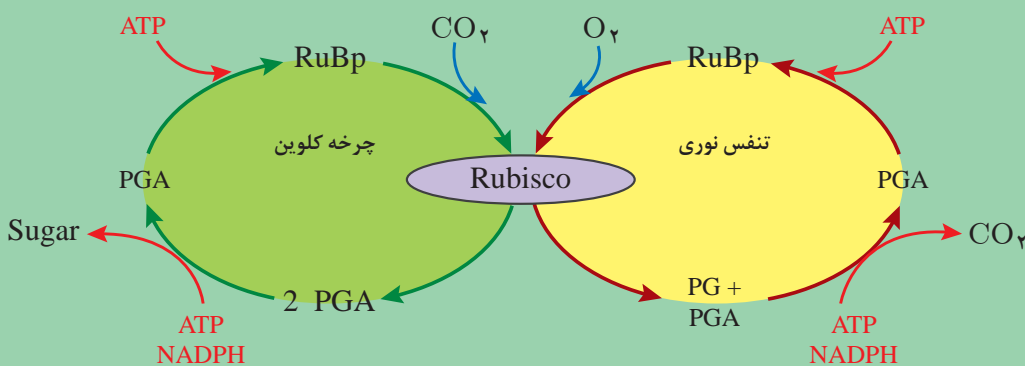
## تنفس نوری

تنفس نوری در شرایطی صورت می‌گیرد که مقدار کربن دی اکسید ( $\text{CO}_2$ ) در دسترس گیاه کمتر از حد متعادل است. در این حالت گیاه به جای فتوسنتز، تنفس می‌کند تا فتوسنتز یعنی شدت تنفس بیشتر از فتوسنتز است. تنفس نوری فرایندی وابسته به نور است که طی آن اکسیژن جذب و دی اکسید کربن آزاد می‌شود. این فرایند در برخی گیاهان موسوم به گیاهان سه کربنه همراه با فتوسنتز انجام می‌شود. تنفس نوری مانع از وارد شدن دی اکسید کربن به چرخه کالوین می‌شود و به همین دلیل به عنوان فرایندی مخالف با تولیدکنندگی فتوسنتز در نظر گرفته می‌شود و در واقع باعث هدررفت بخشی از انرژی تثبیت شده در فرایند فتوسنتز می‌شود.

بیشتر بدانید



تنفس نوری با همکاری سه اندامک کلروپلاست، میتوکندری و پراکسیزوم انجام می‌شود. آنزیم روبیسکو (RuBisCo) یک آنزیم دو لبه است یعنی علاوه بر کربوکسیله کردن ریبولوز ۱ و ۵- بیس فسفات (RuBP) می‌تواند آن را اکسیده کند که این عمل به غلظت نسبی دی اکسید کربن به اکسیژن بستگی دارد. هرگاه این نسبت بالا باشد آنزیم روبیسکو کار کربوکسیله کردن ریبولوز ۱ و ۵- بیس فسفات (RuBP) را انجام داده یعنی دی اکسید کربن را با آن ترکیب نموده و باعث انجام سیکل کالوین می‌شود (فتوسنتز). ولی هرگاه این نسبت پایین باشد آنزیم روبیسکو کار اکسیده کردن ریبولوز ۱ و ۵- بیس فسفات (RuBP) را انجام داده یعنی اکسیژن را با آن ترکیب نموده و باعث انحراف سیکل کالوین به سیکل تنفس نوری می‌شود. بنابراین فرایند اکسید شدن ریبولوز ۱ و ۵- بیس فسفات (RuBP) توسط آنزیم روبیسکو تنفس نوری گویند. در نتیجه تنفس نوری خلاف جهت فتوسنتز باعث اتلاف  $\text{CO}_2$  در گیاهان سه کربنه ( $\text{C}_3$ ) می‌شود. (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- تنفس نوری در گیاهان  $\text{C}_3$

گفت و گو



آیا تنفس نوری برای گیاهان فایده هم دارد؟



**۲ چرخه گیاهان چهار کربنه ( $C_4$ ):** گیاهان  $C_4$  گیاهانی هستند که اولین ماده تولیدی آنها در مرحله تاریکی فتوسنتز، یک اسید آلی چهار کربنه به نام اسید اگزوالوستیک می باشد، به همین علت به این گیاهان چهار کربنه یا گیاهان  $C_4$  گویند. از جمله گیاهان زراعی که مسیر تثبیت  $CO_2$  چهار کربنه دارند می توان ذرت، نیшکر، ذرت خوشه ای و ارزن را نام برد. کارایی گیاهان  $C_4$  در آب و هوای گرم، شدت زیاد نور، یا کمبود آب تقریباً دو برابر گیاهان  $C_3$  است. همچنین گیاهان  $C_4$  به علت عدم وجود تنفس نوری و انتقال بیشتر مواد فتوسنتزی عملکرد محصول بالاتری نسبت به گیاهان  $C_3$  دارند.

بیشتر بدانید



تا اواسط دهه ۱۹۶۰ چنین تصور می شد که تمام گیاهان مسیر فتوسنتز ۳ کربنه ( $C_3$ ) دارند. ولی دو دانشمند به نام های هاچ و اسلک در سال ۱۹۶۶ ضمن مطالعه روی نیشکر متوجه شدند که اولین ماده ای که پس از تثبیت  $CO_2$  در گیاه ساخته می شود یک اسید ۴ کربنه به نام اسید اگزوالوستیک است. بنابراین به این صورت مسیر دیگری برای تثبیت  $CO_2$  شناخته شد. ساختمان برگ گیاهان  $C_4$  با  $C_3$  متفاوت است. در گیاهان  $C_4$  هر دسته آوندی توسط یک لایه از سلول های بزرگ پارانشیمی به نام غلاف آوندی احاطه شده است و این غلاف آوندی هم توسط سلول های کوچک تر مزوفیل احاطه شده اند. به این ساختار برگ گیاهان  $C_4$  آناتومی یا ساختار کرانز (Kranz) می گویند.

مسیر تثبیت  $CO_2$  در گیاهان  $C_4$  به این صورت است که در سلول های مزوفیل این گیاهان ابتدا فسفوانول پیروات (PEP) با  $CO_2$  ترکیب شده و تولید اسید آلی چهار کربنه مانند اسید اگزوالوستیک می نماید که این واکنش تحت تأثیر آنزیم PEP کربوکسیلاز صورت می گیرد به همین علت به این گیاهان چهار کربنه یا گیاهان  $C_4$  گویند. سپس این ماده به اسید مالیک یا اسید اسپارژیک تبدیل شده و سپس این اسید ۴ کربنه تولید شده از طریق پلاسمودسماتا به سلول های غلاف آوندی منتقل می شود و بلافاصله دکربوکسیله می شود، به طوری که  $CO_2$  جدا شده صرف تغذیه چرخه کالوین شده و بقیه که یک ماده سه کربنه است صرف بازسازی ماده اولیه می شود. چرخه تثبیت  $CO_2$  از این مرحله به بعد مانند گیاهان  $C_3$  است. اسید ۴ کربنه که یک مولکول  $CO_2$  خود را از دست داده به پیروات تبدیل می شود که پیروات تولید شده به سلول های مزوفیل برگشت داده می شود. پیروات در سلول های مزوفیل پس از گرفتن یک گروه فسفات تبدیل به فسفوانول پیروات (PEP) شده و مجدداً وارد سیکل تثبیت  $CO_2$  می شود. آنزیم PEP کربوکسیلاز که در گیاهان  $C_4$  تثبیت کربن را انجام می دهد نسبت به آنزیم RUBP کربوکسیلاز میل ترکیبی بیشتری با  $CO_2$  دارد. بنابراین در این گیاهان تثبیت  $CO_2$  بهتر صورت می گیرد. همچنین در این گیاهان با انتقال  $CO_2$  به سلول های غلاف آوندی غلظت  $CO_2$  در این سلول ها چندین برابر اتمسفر می شود (۲۰ تا ۳۰ برابر). تثبیت  $CO_2$  توسط آنزیم RUBP کربوکسیلاز در محیطی با غلظت  $CO_2$  بالا صورت گرفته بنابراین دیگر اکسیژن نمی تواند با  $CO_2$  برای ترکیب با RUBP کربوکسیلاز رقابت کند در نتیجه تنفس نوری رخ نمی دهد و همین عدم وجود تنفس نوری در گیاهان  $C_4$  باعث عملکرد بالای آن می شود.



گیاهان زراعی  $C_3$  و  $C_4$  قابل کشت در منطقه خود را شناسایی کنید و در جدولی آنها را از نظر نیاز آبی و عملکرد باهم مقایسه کنید. علت تفاوت این دو گروه از گیاهان زراعی را در گفت‌وگوی کلاسی با راهنمایی هنرآموز خود توضیح دهید.

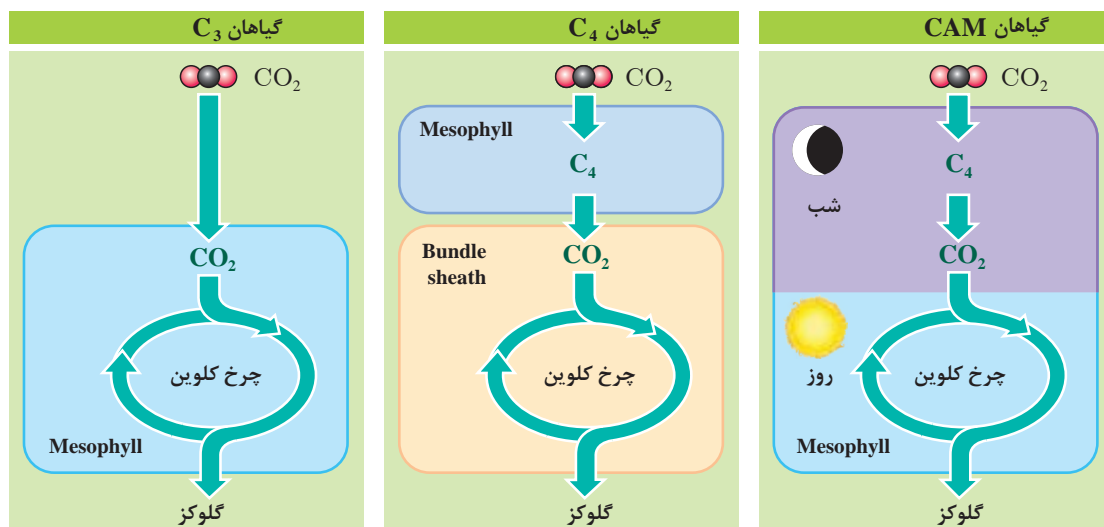
**۳ گیاهان CAM:** نوع دیگر تثبیت  $Co_2$  در گیاهان CAM<sup>۱</sup> یا دارای متابولیسم کراسولایی است. به‌طور عمده در گیاهان آبدار که دارای برگ‌ها یا ساقه‌های گوشتی هستند (مانند آناناس) صورت می‌گیرد. چنین گیاهانی به شرایط خشک که کمی تعرق لازمه بقاء است سازگار شده‌اند. این دست از گیاهان در مناطق گرم و خشک، بیابانی و کم‌آب امکان انجام فتوسنتز در روز را به دلیل تلفات آب از طریق روزنه‌های خود ندارند به‌طوری که اگر روزنه‌های خود را در روز برای انجام فتوسنتز باز نگه دارند به دلیل تلفات شدید آب از روزنه‌ها به‌صورت تعرق امکان حیات را از دست می‌دهند. بنابراین در این گیاهان برای سازگاری با شرایط بحرانی (از نظر دما و رطوبت) تکاملی در خود ایجاد کرده‌اند که در شرایط بسته بودن روزنه‌ها در روز بتوانند فتوسنتز کرده و به حیات خود ادامه دهند. به این ترتیب گیاهان CAM با انجام تعرق بسیار کم، فتوسنتز می‌کنند و به این صورت به حیات خود ادامه می‌دهند. اپیدرم گیاهان CAM از چند لایه تشکیل شده است و کوتیکول ضخیم دارند. سطح برگ آنها پوشیده از کرک است. در بعضی از گونه‌ها کرک‌ها کاملاً تحلیل رفته و به‌صورت خار درآمده است. همچنین این گیاهان توانایی حفظ بقای خود در گرمای شدید را دارند، اما معمولاً به کندی رشد می‌کنند.



مکانیسم تثبیت  $Co_2$  در گیاهان CAM شبیه گیاهان  $C_4$  است با این تفاوت که در گیاهان  $C_4$  محل فعالیت دو آنزیم PEP کربوکسیلاز و RUBP کربوکسیلاز متفاوت است ولی در گیاهان CAM زمان فعالیت این دو آنزیم فرق می‌کند. گیاهان CAM در شب که دما و تعرق پایین است روزنه‌های خود را باز نموده و  $Co_2$  را به‌صورت اسید مالیک تثبیت کرده و در واکوئل‌های خود ذخیره می‌کنند. سپس در روز اسید مالیک ذخیره شده را به هیدرات‌های کربن تبدیل می‌کنند (مانند گیاهان  $C_4$ ).

### تولید ساکارز

بسیاری از گیاهان زراعی تولیدات فتوسنتزی مازاد را به‌صورت نشاسته در کلروپلاست ذخیره می‌کنند. ساکارز یک دی‌ساکارید محلول است که از یک گلوکز و یک فروکتوز تشکیل شده است. ساکارز یکی از فراوان‌ترین فراورده‌های طبیعی است که نه تنها در زندگی گیاه نقش حیاتی دارد، بلکه یک فراورده مهم تجاری نیز محسوب می‌شود. تولید ساکارز منحصراً در سیتوسول سلول فتوسنتزی صورت می‌گیرد. ساکارز ممکن است مانند آنچه در چغندر قند و نیشکر دیده می‌شود با ذخیره شدن در واکوئل سلول‌های ذخیره‌ای به عنوان یک فراورده فتوسنتزی ذخیره‌ای عمل کند. همچنین ممکن است با انتقال به بافت‌های غیر فتوسنتزی در گیاه به مصرف مستقیم متابولیسم گیاهی یا تبدیل به نشاسته شود (مانند سیب زمینی). ساکارز عمده‌ترین شکل قند در نقل و انتقالات مواد در داخل گیاه محسوب می‌شود.



شکل ۱۸- مقایسه گیاهان C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> و CAM

### تولید نشاسته

دانه‌های نشاسته کلروپلاست‌ها از ذخایر موقتی گیاه هستند. زمانی که گیاه فعالانه فتوسنتز می‌کند، نشاسته در کلروپلاست‌ها انباشته می‌شود. در شب این نشاسته‌ها تجزیه شده و به آمیلوپلاست‌ها انتقال و در آنجا ذخیره می‌شود.

- ☐ انواع قندهای گیاهی را دسته‌بندی نمایید و در کلاس توضیح دهید.
- ☐ تولید این قندها به وسیله چه گیاهانی انجام می‌شود؟ محل ذخیره این قندها کجاست؟

پژوهش



## واحد یادگیری ۲

### تحلیل تنفس گیاهان

#### تنفس سلولی

تنفس یعنی واکنش‌های شیمیایی اساسی که با شکسته شدن مولکول‌های مواد آلی و رها شدن انرژی آنها پایان می‌یابد. سلول‌های بدن جانداران برای تأمین انرژی لازم برای زندگی، مولکول‌های غذایی را تجزیه می‌کنند و انرژی حاصل از این فرایند را صرف سایر فعالیت‌های حیاتی می‌کنند. گیاهان و سایر جانداران موقعی می‌توانند به زندگی ادامه دهند که قدرت تجزیه مولکول‌های پیچیده مواد آلی و استفاده از انرژی اندوخته شده در آنها را داشته باشند. عمل اکسیداسیون مواد آلی که منتهی به آزاد شدن انرژی می‌شود، مستلزم جذب اکسیژن از راه منافذ روی برگ، ساقه و ریشه گیاه است. بنابراین تنفس عبارت است از: جذب اکسیژن و دفع دی‌اکسید کربن یعنی مبادلات گازی بین گیاه و محیط. فرایند فتوسنتز به ساخته شدن مواد آلی منتهی می‌شود، در حالیکه در عمل تنفس مولکول‌های حاصل از عمل فتوسنتز شکسته شده و انرژی حاصل از آنها صرف فعالیت‌های حیاتی مانند ساختن برخی مواد، جذب و شناسایی مواد محلول، جنبش‌های سیتوپلاسمی و جنبش اندام‌های گیاهی، به‌وجود آمدن پتانسیل الکتریکی و به‌طور کلی رشد و نمو می‌شود.

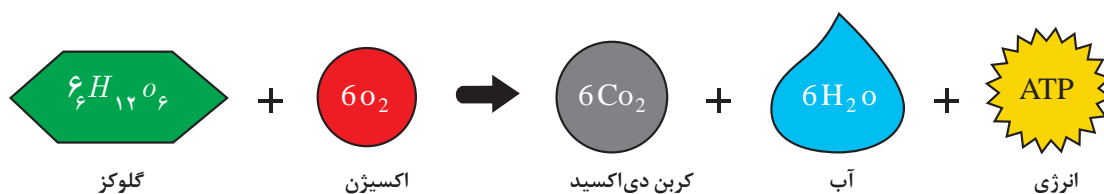
#### انواع تنفس سلولی

- تنفس هوازی
- تنفس بی‌هوازی

#### تنفس هوازی چیست؟

تنفس هوازی نوعی تنفس سلولی است که در آن از اکسیژن برای تبدیل گلوکز به ATP استفاده می‌شود. محصول تنفس هوازی، تولید دی‌اکسید کربن، آب و انرژی برای سلول است. ATP تولید شده صرف فعالیت‌های سلول شده و دی‌اکسید کربن دفع می‌شود. تنفس هوازی در سیتوپلاسم و اندامک میتوکندری رخ می‌دهد و ATP قابل توجهی تولید می‌کند. میزان تولید ATP به این روش، ۳۸ مولکول آدنوزین تری فسفات از یک مولکول گلوکز است.

#### تنفس سلولی به شکل هوازی



## تنفس بی‌هوازی چیست؟

همان‌طور که از نام آن پیداست، تنفس بی‌هوازی نوعی تنفس سلولی است که نیازی به اکسیژن ندارد. این نوع از تنفس درون سیتوپلاسم سلول‌ها رخ می‌دهد. محصول تنفس بی‌هوازی ATP، دی‌اکسید کربن و اتانول یا اسید لاکتیک است. تنفس بی‌هوازی از یک مولکول گلوکز تنها دو مولکول آدنوزین تری فسفات تولید می‌کند.

گفت‌وگو

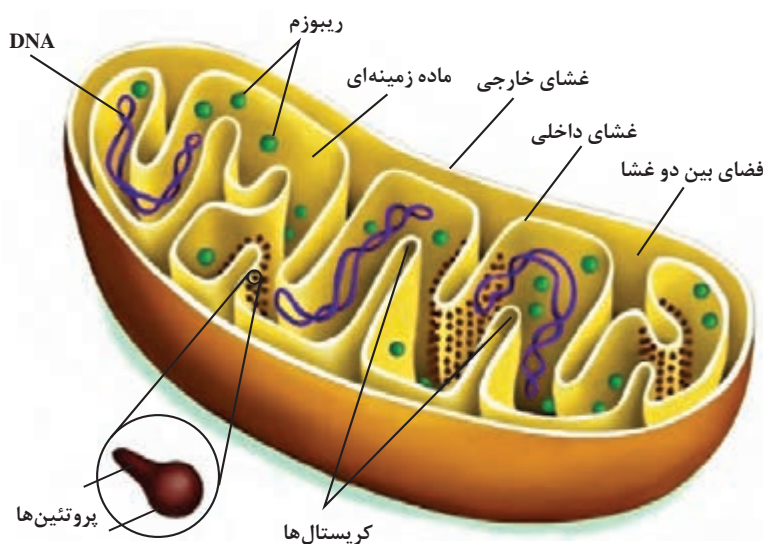


تفاوت‌های تنفس هوازی و بی‌هوازی را بیان کنید؟

## میتوکندری

میتوکندری اندامکی است که وظیفه آن تنفس سلولی و نوعی دستگاه انتقال انرژی است که موجب می‌شود انرژی شیمیایی موجود در مواد غذایی با عمل فسفوریلاسیون اکسیداتیو، به‌صورت پیوندهای پرانرژی فسفات (آدنوزین تری فسفات) ذخیره شود. این اندامک در تمام یاخته‌های دارای تنفس هوازی به جز در باکتری‌ها که آنزیم‌های تنفسی آنها در غشای سیتوپلاسمی جایگزین شده‌اند وجود دارد. میتوکندری نیز همانند کلروپلاست از دو غشای داخلی و خارجی تشکیل شده است با این تفاوت که دو غشای داخلی و خارجی فضای درون میتوکندری را به دو بخش تقسیم می‌کند که عبارت‌اند از: ۱ فضای درون میتوکندری ۲ فضای بین دو غشا. درون میتوکندری مایعی سیال به نام ماتریکس وجود دارد که واکنش‌های مربوط به فرایند تنفس سلولی در آن انجام می‌شود. تنفس سلولی فرایندی است که طی آن انرژی ذخیره شده در غذاها (قندها) به ATP (مولکول سوختی سلول) تبدیل می‌شود. در غشای داخلی چین‌خوردگی‌هایی وجود دارد که به آن کریستا گویند که باعث افزایش سطح غشا می‌شود. میتوکندری‌ها محل اکسیداسیون سلولی هستند. در طی این عمل،

دی‌اکسید کربن تولید می‌گردد و این همان دی‌اکسید کربنی است که از سلول دفع می‌شود. میتوکندری مانند کارخانه‌ای باعث تولید انرژی سلول می‌شود.



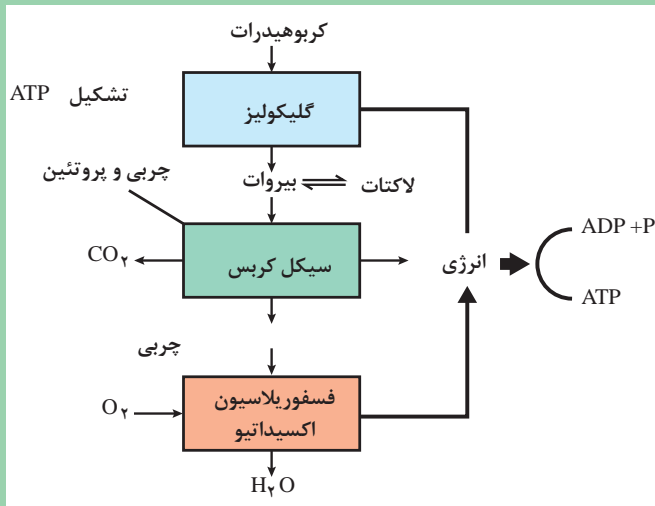
شکل ۱۹- میتوکندری

## مراحل تنفس هوازی

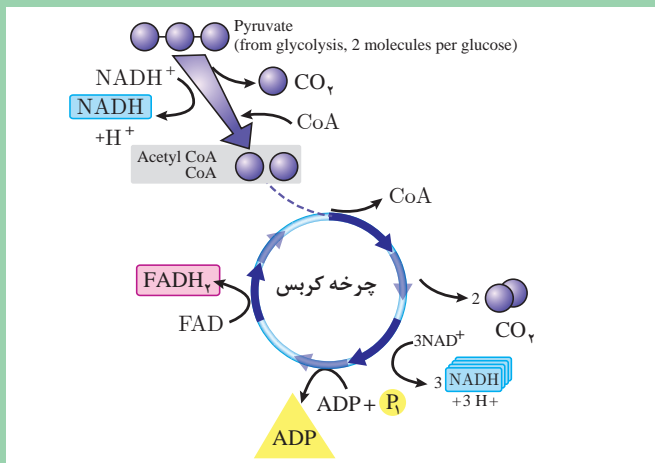
تنفس هوازی شامل مسیرهایی است که توسط آنها کربوهیدرات‌ها و سایر مولکول‌ها به منظور دسترسی به انرژی ذخیره شده در جریان فتوسنتز و نیز دستیابی به اسکلت کربنی مورد استفاده در رشد و نگهداری سلول، اکسید می‌شوند. به عبارتی تنفس سلولی در گیاهان فرایندی است که منجر به تجزیه و اکسیداسیون مولکول آلی (گلوکز) و تبدیل آن به مولکول‌های کوچک‌تر و سرانجام تولید آب، دی‌اکسید کربن و انرژی به شکل ATP می‌گردد.



مکانیسم تثبیت  $\text{CO}_2$  در گیاهان CAM شبیه گیاهان  $\text{C}_4$  است با این تفاوت که در گیاهان  $\text{C}_4$  محل تنفس هوازی شامل سه مرحله جداگانه و در مجموع بیش از ۵۰ واکنش جداگانه انجام می‌شود:



شكل ٢٠



شکل ۲۱

**۱** مرحله اول تنفس در سیتوپلاسم سلول‌ها صورت می‌گیرد. این مرحله گلیکولیز نامیده می‌شود که طی آن قند ۶ کربنی مانند گلوکز شکسته شده و به دو مولکول ۳ کربنی به نام اسید پیروویک تبدیل می‌شود (شکل ۲۰).

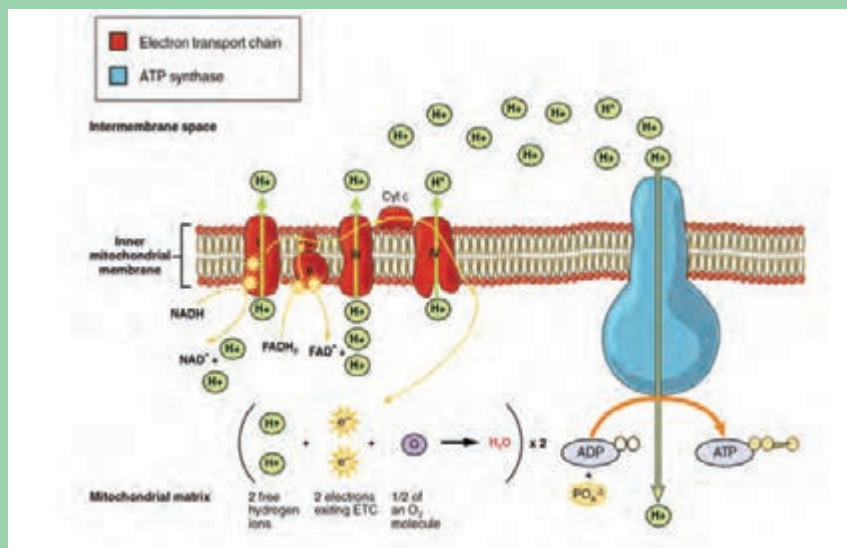
**۲** کربس در سال ۱۹۱۰ مشخص کرد که مکانیسم تبدیل پیرووات به ترکیبات ساده‌تر طی یک سری واکنش‌های چرخه‌ای صورت می‌گیرد این چرخه به نام چرخه کربس معروف است. کربس این چرخه را چرخه تری‌کربوکسیلیک اسید (TCA) نامید. مرحله دوم واکنش‌ها در ماتریکس میتوکندری اتفاق می‌افتد که با حضور اسید پیروویک است. این واکنش‌ها به صورت چرخه‌ای انجام می‌شوند که چرخه کربس نامیده می‌شود، در هر چرخه یک مولکول اسید پیروویک به ۳ مولکول  $\text{Co}_\text{P}$  تبدیل شده و انرژی حاصل از شکسته شدن آن در ناقل‌های انرژی مانند  $\text{FAOH}_\text{P}$  و  $\text{NADH}$ ، ذخیره می‌شود (شکل ۲۱).

بیشتر بدانید





۳ مرحله سوم واکنش‌های تنفس در غشای میتوکندری انجام می‌شود که دارای سیستم ناقل الکترون است. بدین ترتیب که در اول زنجیره ناقل‌های انرژی، الکترون از دست داده و گیرنده نهایی این الکترون‌ها، اکسیژن ( $O_2$ ) است که در این فرایند انرژی به صورت ATP (آدنوزین تری فسفات) در می‌آید که انرژی قابل استفاده برای تمام اعمال سلولی است (شکل ۲۲).



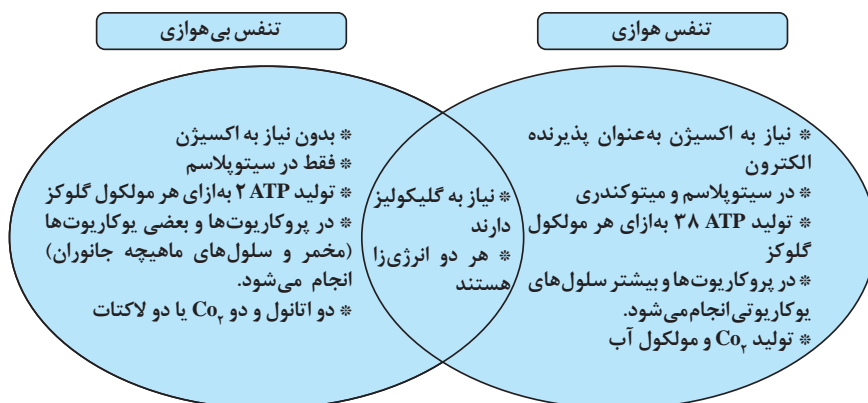
شکل ۲۲- تنفس سلولی

### تنفس هوازی شامل سه بخش است

- ۱ تنفس رشد جزئی از تنفس هوازی است که شامل عمل‌آوری کربن احیاء شده به منظور تأمین رشد گیاه جدید می‌باشد.
- ۲ تنفس نگهداری که جزئی از تنفس لازم برای حفظ سلول‌های بالغ در وضعیت حیاتی است. این فرایند بیش از ۵۰ درصد کل جریان تنفسی را به خود اختصاص می‌دهد.
- ۳ تنفس شوری که بخشی از انرژی تنفسی است که صرف مقابله با تنش‌ها مثلاً تنش شوری می‌شود.

### تنفس بی‌هوازی (تخمیر)

تخمیر پدیده‌ای است ناشی از مجموعه فعالیت‌های زیستی که در آن ترکیبات آلی دارای مولکول‌های بزرگ به ترکیبات دارای مولکول‌های کوچک‌تر و ساده‌تر شکسته و تجزیه (کاتابولیسم) شده از فرایند آن علاوه بر ایجاد ترکیبات آلی ساده‌تر، گاز کربنیک و انرژی نیز آزاد می‌گردد. به بیان دیگر تخمیر تجزیه ناقص بعضی از متابولیت‌ها (ترکیبات آلی) به ترکیبات ساده‌تر همراه با انرژی توسط عامل تخمیری است. بعضی از گیاهان بی‌هوازی هستند یعنی در شرایط نبود  $O_2$  می‌توانند زنده بمانند. ارگانیسم‌هایی هم هستند که در شرایط هوازی و هم بی‌هوازی رشد و نمو می‌کنند.



در چه مواقعی در گیاهان تنفس بی‌هوازی اتفاق می‌افتد؟

گفت‌وگو



بیشتر بدانید



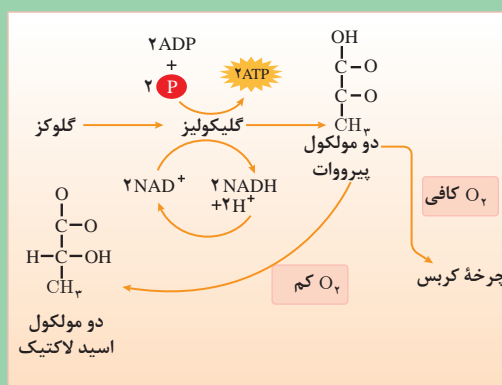
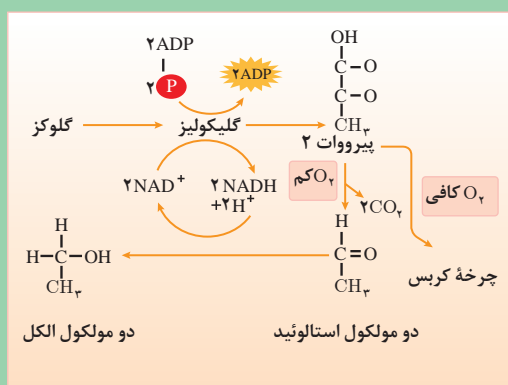
تنفس هوازی و تخمیر در واکنش‌های گلیکولیز مشترک هستند. اسید پیروویک سوسترای مشترک تخمیر هاست. دو نوع تخمیر داریم:

۱ تخمیر الکلی: در تخمیر الکلی اسید پیروویک به کمک آنزیم پیرووات دکربوکسیلاز تبدیل به استالندئید می‌شود. استالندئید به‌وسیله آنزیم الکل دهیدروژناز تبدیل به اتانول می‌شود (شکل ۲۳).

۲ تخمیر اسیدی: در تخمیر اسید لاکتیک، اسید پیروویک به اسید لاکتیک تبدیل می‌شود (شکل ۲۴).  

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2; \Delta G = -33 \text{ Kcal}$$

تجزیه گلوکز در واکنش‌های تخمیری ناقص بوده از آن فقط مولکول ATP حاصل می‌شود درحالی‌که در فرایند تنفس تجزیه گلوکز به‌طور کامل صورت گرفته، ۳۶ مولکول ATP از آن تولید می‌شود (شکل ۲۴).





چه موجوداتی در تخمیر مواد غذایی نقش دارند؟ نقش آنها را در تهیه مواد غذایی جست‌وجو کنید.

## اثر عوامل درونی و برونی بر فتوسنتز و تنفس

**۱ اثر عوامل درونی بر فتوسنتز و تنفس:** میزان فتوسنتز و تنفس در کل گیاه بسته به عوامل درونی شامل نوع گیاه، سن، وضعیت متابولیکی، زاویه برگ‌ها، شکل برگ‌ها و... دارد.

## ۲ عوامل مؤثر برونی (محیطی) بر فتوسنتز و تنفس



شکل ۲۵

آب: آب یکی از مواد اولیه برای انجام فتوسنتز است و بدون وجود آن، فتوسنتز هرگز صورت نمی‌گیرد. بیش از ۹۹ درصد آب جذب شده توسط گیاه صرف تعرق و سایر اعمال بیوشیمیایی گیاه شده و کمتر از یک درصد در فرایند فتوسنتز به کار می‌رود و نقش اساسی در آن دارد. اثر اصلی آب در فتوسنتز بر باز و بسته شدن روزنه‌هاست. با کاهش آب به گیاه، حالت پژمردگی دست می‌دهد و روزنه‌های گیاه بسته می‌شود. بسته شدن روزنه‌ها باعث کاهش غلظت  $\text{CO}_2$  در داخل برگ و کاهش شدید فتوسنتز می‌شود. بنابراین اثر آب بیشتر یک اثر غیرمستقیم است. افزایش رطوبت به‌ویژه در دانه‌ها، عامل بسیار مهمی در افزایش تنفس و در افزایش فعالیت‌های گیاه است.

آیا نیاز آبی گیاهان زراعی در مراحل مختلف رشد، یکسان است؟ آیا یکی از دلایل تفاوت می‌تواند میزان فتوسنتز گیاه در آن مرحله رشد باشد؟



## نور

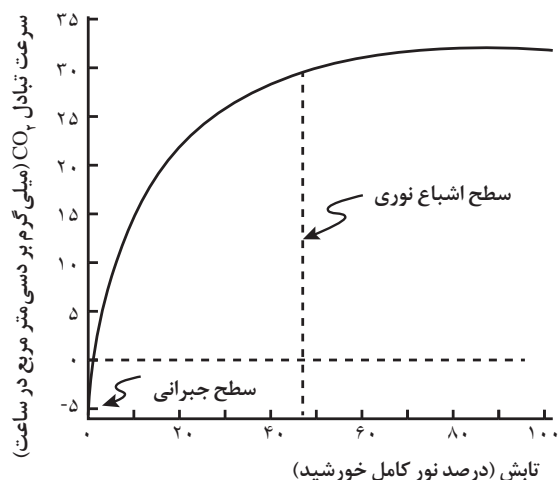
نور خورشید منبع اصلی انرژی گرمایی در کره زمین می‌باشد به‌طوری که بیش از ۹۹ درصد از کل انرژی دنیا از نور خورشید تأمین می‌گردد. عواملی مانند عرض جغرافیایی، فصل، اثر خشکی‌ها و آب‌ها، انحنای زمین و انحراف محور گردش، ضخامت اتمسفر، ذرات معلق در اتمسفر، پستی و بلندی سطح زمین بر روی میزان انرژی تابشی دریافت شده از خورشید تأثیرگذار می‌باشند. انرژی نورانی خورشید، سرعت فتوسنتز و تنفس و سایر پدیده‌های حیاتی را در گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. نور خورشید یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر فتوسنتز در گیاهان است. گیاهان، جلبک‌ها و بعضی باکتری‌ها حدود یک درصد از انرژی نور خورشید را که به زمین می‌رسد، به دام می‌اندازند و آن را در فرایند فتوسنتز به انرژی شیمیایی تبدیل می‌کنند.



در کشور ما کاشت گیاهان زراعی در شیب‌های دامنه‌های جنوبی عملکرد بیشتری دارند یا شیب‌های دامنه شمالی؟ چرا؟

### خصوصیات نور

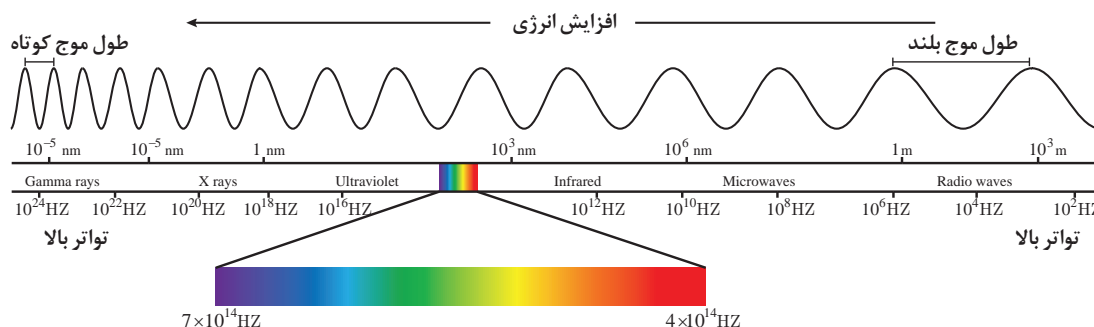
**الف) شدت نور:** شدت نور مقدار نور تابیده شده در واحد سطح زمین می‌باشد و در حقیقت کمیت نور را بیان می‌کند و مهم‌ترین عامل مؤثر بر فتوسنتز است. میزان تشعشع خورشیدی در مناطق گرمسیری نسبت به نواحی معتدله بیشتر است به همین علت این مناطق تولید بالاتری دارند. به‌طور کلی سرعت فتوسنتز با افزایش شدت نور، تا حدی که همه رنگیزه‌ها مورد استفاده قرار گیرند، زیاد می‌شود اما این افزایش محدودیت نیز دارد؛ زیرا رنگیزه‌ها در این حالت نمی‌توانند نور بیشتری جذب کنند و در این حالت فتوسنتز به نقطه اشباع خود می‌رسد. در شدت‌های نور کم یک رابطه خطی بین شدت نور و سرعت فتوسنتز (در تک برگ) وجود دارد. شدت نوری که در آن، میزان فتوسنتز ( $C_0$  جذب شده) با میزان تنفس ( $C_0$  دفع شده) برابر باشد، نقطه جبرانی گفته می‌شود. در شدت‌های پایین‌تر از نقطه جبرانی میزان تنفس از فتوسنتز بیشتر می‌شود و گیاه با گرسنگی روبه‌رو خواهد شد. باید توجه شود که اگرچه گونه‌های  $C_4$  اغلب اشباع نوری نمی‌شوند و در سطوح نوری بالا خیلی بهتر از گونه‌های  $C_3$  عمل می‌کنند؛ نقطه جبران نوری در گیاهان  $C_4$  بالاتر از گیاهان  $C_3$  است. با افزایش شدت نور



میزان فتوسنتز به‌صورت خطی افزایش می‌یابد ولی در نهایت به جایی می‌رسد که با افزایش شدت نور دیگر فتوسنتز افزایش نمی‌یابد، به این نقطه، اشباع نوری گفته می‌شود. نقطه اشباع نوری در گیاهان  $C_3$  پایین‌تر از گیاهان  $C_4$  است. در واقع گیاهان  $C_4$  در شدت نورهای طبیعی حتی با شدت‌های بالا به اشباع نوری نمی‌رسند. در کل، گیاهان  $C_4$  در شدت نورهای بالا عملکرد بهتری از گیاهان  $C_3$  دارند ولی گیاهان  $C_3$  در شدت نورهای پایین‌تر عملکرد بهتری دارند.

**ب) کیفیت نور:** نور خورشید دارای طیفی بین  $0.4$  تا  $0.7$  میکرومتر (اشعه کیهانی و گاما) تا  $10000$  نانومتر (امواج رادیویی) می‌باشد. گیاهان طیف مرئی نور ( $400-700$  نانومتر) به ویژه طیف آبی ( $435$  نانومتر) و قرمز ( $660$  نانومتر) را به شدت جذب می‌کنند و این طیف بیشترین تأثیر را بر فتوسنتز دارد به همین دلیل به آن تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR) گویند. طول موج‌های  $280-400$  نانومتر را فرابنفش (UV) گویند که  $5$  درصد نور رسیده به زمین را شامل می‌شود. این طیف نور نقشی در فتوسنتز نداشته و اثرات مخرب بر گیاهان دارد. طول موج‌های فرابنفش (UV) تا حدود زیادی توسط لایه ازن اتمسفر جذب می‌شود. طول موج‌های بیشتر از  $700$  نانومتر، طیف مادون قرمز (FR) را شامل می‌شود که در واکنش‌های فتوشیمیایی

تأثیری ندارد و سبب گرم شدن گیاه و افزایش تعرق می شود. همچنین دارای اثرات اندام‌زایی (فتومورفوژنز)<sup>۱</sup> می باشد. طیف مادون قرمز در حدود ۵۰ درصد از کل تشعشع خورشیدی را شامل می شود.



### مدت روشنایی (طول روز)

مدت روشنایی به دلیل وجود فتوپریودیسم در گیاهان زراعی از اهمیت خاص برخوردار است. در حقیقت اثر فتوپریودیسم، یعنی تأثیر طول نسبی دوره‌های روشنایی و تاریکی روزانه بر مراحل رشد و نمو رویشی و زایشی گیاهان می باشد. طول روز، زمان بین طلوع تا غروب خورشید است که عواملی مانند فصل سال و عرض جغرافیایی آن را تغییر می دهند. در استوا طول روز در تمام فصول سال ثابت و ۱۲/۱ ساعت بوده و در این منطقه کمترین تغییرات فتوپریود دیده می شود. گیاهان بر مبنای نیاز به طول روز برای گل‌آغازی به سه دسته گیاهان روز بلند، روز کوتاه و روز خنثی تقسیم می شوند.

### فعالیت

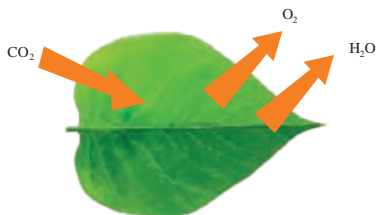


بعضی گیاهان در نور کم رشد می کنند، اما بعضی دیگر از آنها به نور شدید نیاز دارند، به نظر شما کدام یک  $C_3$  و  $C_4$  هستند؟ چرا؟

در منطقه خود گیاهان روز بلند، روز کوتاه و روز خنثی را تقسیم‌بندی کنید؟

### دی‌اکسیدکربن ( $CO_2$ )

به‌طور معمول، کربن دی‌اکسید حدود ۰/۰۳ درصد از هواکره زمین را می‌پوشاند. (هوا، شامل حدود ۲۱ درصد اکسیژن و ۷۸ درصد نیتروژن است). اگرچه غلظت دی‌اکسیدکربن کم می‌باشد ولیکن ۸۵ تا ۹۲ وزن خشک گیاه از دی‌اکسیدکربن جذب شده در عمل فتوسنتز تشکیل شده است. دی‌اکسیدکربن یکی از مواد خام اصلی فتوسنتز است و بین غلظت دی‌اکسیدکربن و فتوسنتز یک رابطه مستقیم وجود دارد. مقدار دی‌اکسیدکربن قبل از انقلاب صنعتی در حدود ۲۶۰ تا ۲۹۰ قسمت در میلیون (ppm) بوده است و در اثر افزایش سوخت‌های فسیلی میزان آن افزایش یافته و هم اکنون در حدود



۱- کلیه مراحل رشد گیاه از جوانه‌زدن تا گل‌دهی را که تحت تأثیر نور قرار می‌گیرد اصطلاحاً فتومورفوژنز گویند.

۳۴۰ ppm می‌باشد و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ میلادی به حدود ۷۰۰ ppm برسد. کاهش غلظت دی‌اکسیدکربن سبب کاهش فتوسنتز می‌شود. به غلظتی از دی‌اکسیدکربن که میزان فتوسنتز و تنفس مساوی است اصطلاحاً نقطه جبران دی‌اکسیدکربن گویند. یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در میزان و شدت فتوسنتز، مقدار گاز کربن دی‌اکسید است. هرچه میزان دی‌اکسید کربن هوا افزایش یابد، شدت فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد.

پژوهش



تأثیر افزایش غلظت کربن دی‌اکسید بر فتوسنتز در گیاهان  $C_3$  و  $C_4$  چگونه است؟

فکر کنید



به نظر شما تأثیر باد با توجه میزان کربن دی‌اکسید هوا، بر فتوسنتز چگونه است؟

### درجه حرارت

به میزان شدت انرژی گرمایی، درجه حرارت گفته می‌شود. منبع اصلی حرارت در زمین، نور خورشید است ولی سوخت‌های فسیلی و تنفس موجودات نیز در دمای زمین نقش دارند. رشد و نمو گونه‌های مختلف گیاهی از درجه حرارت‌های متفاوتی تأثیرپذیر است. برخی از گونه‌های گیاهی می‌توانند در شرایط دمایی خیلی پایین یا خیلی بالا رشد کنند برای نمونه چاودار زمستانه برای رشد و نمو به درجه حرارت پایین نیاز دارد و می‌تواند در برابر یخبندان مقاومت کند. درحالی‌که محصولات گرمسیری مانند نیشکر و ذرت، نیاز به دمای زیاد دارند. بیشتر گیاهان مناطق معتدله (گیاهان  $C_3$ ) در دمای ۱۵-۲۲ درجه سلسیوس و گیاهان گرمسیری (گیاهان  $C_4$ ) در دمای بالاتر از ۲۲ درجه سلسیوس بهترین رشد و نمو را انجام می‌دهند. هر جامعه گیاهی برای رشد و نمو به درجه حرارت‌های حداقل، مطلوب و حداکثر خودی نیاز دارد که به آنها دماهای اصلی گفته می‌شود.

برای انجام عمل فتوسنتز، آنزیم‌های متعددی فعالیت می‌کنند که سرعت آن را تا حد زیادی افزایش می‌دهند. کاهش دما تا ۱۵ درجه سلسیوس، سبب می‌شود سرعت واکنش‌های آنزیمی درون سلول‌ها کاهش یابد و در نتیجه، فتوسنتز آهسته‌تر صورت گیرد. در دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس نیز سرعت فتوسنتز کاهش می‌یابد، زیرا آنزیم‌ها در این دما، ساختار سه‌بعدی خود را از دست داده و آسیب می‌بینند. در دمای ۳۵ درجه سلسیوس، شدت فتوسنتز به بیشترین اندازه می‌رسد. تنفس نوری هم با درجه حرارت افزایش می‌یابد زیرا تنفس نوری نیز یک واکنش است که تحت تأثیر آنزیم‌ها کنترل می‌شود به همین دلیل میزان فتوسنتز در گونه‌های سه‌کربنه نسبت به گونه‌های چهارکربنه در دماهای بالا کمتر است. فرایند تنفس به شدت، تحت تأثیر دمای محیط است، زیرا در مراحل مختلف تجزیه قند، آنزیم‌هایی دست‌اندرکارند و واکنش‌های شیمیایی متعددی انجام می‌شود که همگی تحت تأثیر دمای محیط قرار دارند. سرعت تنفس هم با افزایش درجه حرارت زیاد خواهد شد.



## مواد غذایی گیاه

عامل اصلی که بر شدت پیری اثر می‌گذارد وضعیت عناصر معدنی برگ است. وجود عناصر غذایی به میزان کافی سبب بهبود رشد برگ‌های پیر و جوان می‌شوند. با وجود این، عناصر محدود ترجیحاً بین برگ‌های جوان توزیع می‌گردد بنابراین، شدت فتوسنتز در برگ‌های پیر کاهش می‌یابد. سایر عناصر غذایی که تحرک کمتری در گیاه دارند از قبیل کلسیم و آهن می‌توانند فتوسنتز برگ‌های جوان تر را کاهش دهند؛ کاهش میزان عناصر غذایی به‌طور عمده به‌علت تأثیر روی سیستم فتوسنتزی آن را کاهش می‌دهد؛ به‌عنوان مثال کلروفیل دارای ازت و منیزیم است. اگر این عناصر به مقدار کافی موجود نباشند ممکن است کلروفیل تشکیل نشود. مولکول اولیه لازم برای ساختن کلروفیل، آهن می‌باشد و در صورت عدم وجود آهن کلروفیل تشکیل نمی‌گردد. باوجود این در شرایط کمبود و یا پیری برگ‌های دیگر، عناصر غذایی به برگ‌های جوان منتقل می‌شوند. بنابراین شدت فتوسنتز در برگ‌های پیر کاهش می‌یابد. در گیاهان رشد محدود برگ‌های پایینی ساقه به دلیل سایه‌اندازی برگ‌های بالایی و تنفس بیشتر آنها دچار پیری زودرس می‌شوند و مواد غذایی متحرک در این نوع برگ‌ها به برگ‌های جوان منتقل می‌گردند. در شرایط کمبود عناصر غذایی غیرمتحرک برگ‌های جوان زودتر از برگ‌های پیر تحت تأثیر قرار می‌گیرند. پیری برگ‌ها زمانی اتفاق می‌افتد که تنفس از فتوسنتز بیشتر باشد و وزن برگ‌ها به‌جای افزایش کاهش یابد. برخی از عناصر مانند آهن، منیزیم و نیتروژن به‌طور مستقیم در ساختمان مولکول کلروفیل به‌کار رفته‌اند و کمبود آنها سبب تشکیل نشدن کلروفیل و زردی برگ‌ها می‌شود.

گفت‌وگو



با توجه به مطالب بالا نقش کودها در تغذیه گیاهان را چطور ارزیابی می‌کنید؟ کدام یک بر فرایند فتوسنتز تأثیر بیشتری دارند؟ چرا؟

جدول ارزشیابی پودمان

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
فتوسنتز و تنفس گیاهان	تحلیل فتوسنتز گیاهان	تشخیص اجزای سلول گیاهی، چگونگی فتوسنتز و تنفس در گیاهان و عوامل مؤثر بر آنها را تحلیل نماید.	بالاتر از حدّ انتظار	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 کربن‌دی‌اکسید به قند در گیاهان C <sub>۳</sub> و C <sub>۴</sub> ، تحلیل و تفسیر تفاوت انواع تنفس سلولی (هوازی و بی‌هوازی)، تحلیل مراحل تنفس هوازی و بی‌هوازی، تحلیل عوامل مؤثر بر فتوسنتز و تنفس در گیاهان	۳
	تحلیل تنفس گیاهان		در حدّ انتظار	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	۲
			پایین‌تر از حدّ انتظار	ناتوانی در معرفی اجزای سلول گیاهی یا ناتوانی در معرفی اجزای تشکیل‌دهنده 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	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره پودمان از ۲۰				



## پودمان ۴

### ژنتیک و اصلاح بذر



آیا می‌دانید که:

- بذر برخی از گیاهان را می‌توان برای چند سال از محصول سال قبل تهیه کرد ولی در برخی از گیاهان هر ساله باید بذر از مؤسسات تولید بذر تهیه شود.
- اگر بذر برخی گیاهان مانند گندم چند سال پیاپی از محصول سال قبل تهیه شود هر سال کیفیت محصول نسبت به سال قبل کاهش خواهد یافت.
- ضرب‌المثل «گندم از گندم بروید جو ز جو» برگرفته از ماهیت درونی هر جاندار است.

## واحد یادگیری ۱

### کاربرد ژنتیک در تولید بذر

براساس اطلاعات سازمان خواروبار جهانی (FAO) جمعیت جهان به سرعت در حال افزایش است و وضعیت کشاورزی موجود نمی تواند جوابگوی نیازهای غذایی آیندگان باشد. کشفیات جدید علم وراثت و استفاده از تکنولوژی برای اصلاح نژاد گیاهان و جانوران، می تواند یکی از راه حل های مهم برای تأمین نیازهای غذایی آیندگان باشد.

علم وراثت یا ژنتیک، رشته ای از علوم زیستی است که چگونگی انتقال صفات را از والدین به فرزندان یا از نسلی به نسل دیگر را مورد بحث و بررسی قرار می دهد. بدون شک از زمانی که بشر قدرت تفکر پیدا کرده است، همیشه به دنبال کشف علت وجود تشابهات ظاهری بین والدین و فرزندان و یا خویشاوندان بوده است. در سال ۱۸۶۵ میلادی یک کشیش اتریشی به نام گregor مندل موفق به کشف قوانینی گردید که بعدها پایه های علم وراثت را تشکیل داد.

فکر کنید



شما از چه نظرهایی شبیه پدر خود هستید؟ با مادرتان چه شباهت هایی دارید؟ آیا شما با پدر بزرگ ها، مادر بزرگ ها، عمو، دایی، عمه، خاله و... خود، تشابهاتی دارید؟ تشریح کنید.

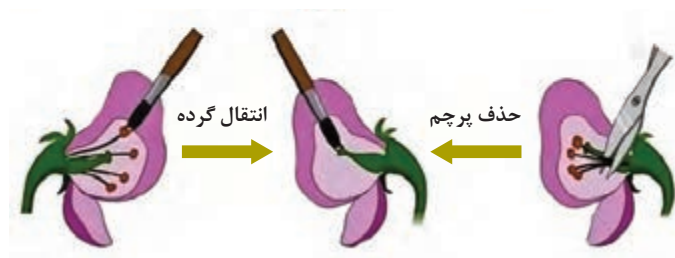
### آزمایش ها و قوانین مندل

**آزمایش اول مندل:** در متن زیر آزمایش تک عاملی یا منو هیبریدیسم (تلاقی با در نظر گرفتن یک صفت) را مورد بررسی قرار می دهیم. مندل گیاه نخود فرنگی دانه صاف را با نخود فرنگی دیگری که دانه چروکیده داشت تلاقی داد. او ابتدا پرچم گل نخود فرنگی چروکیده را با قیچی حذف (اخته) کرد و به عنوان پایه مادری از آن استفاده نمود.



سپس نخود فرنگی دانه صاف را به عنوان پایه پدری انتخاب و دانه گرده آنها را به وسیله یک میله نازک روی کلاله نخود فرنگی دانه چروکیده منتقل کرد. دانه های به دست آمده از این تلاقی همگی صاف بودند. مندل صفت صافی دانه را که در نسل اول ظاهر شده بارز و صفت چروکیده را که مخفی مانده، نهفته نامید. (شکل ۲)

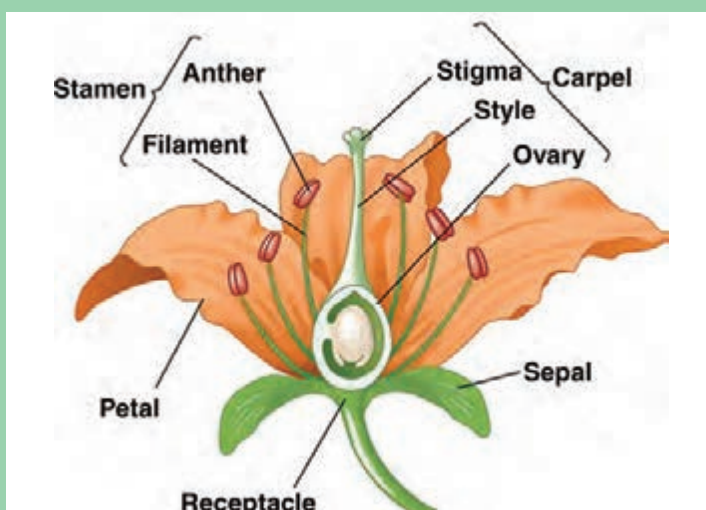
شکل ۱- نخود فرنگی چروکیده و صاف



شکل ۲- اخته کردن گل و انتقال گرده

قسمت‌های مختلف اجزای گل را در شکل ۳ ترجمه کنید.

ترجمه کنید

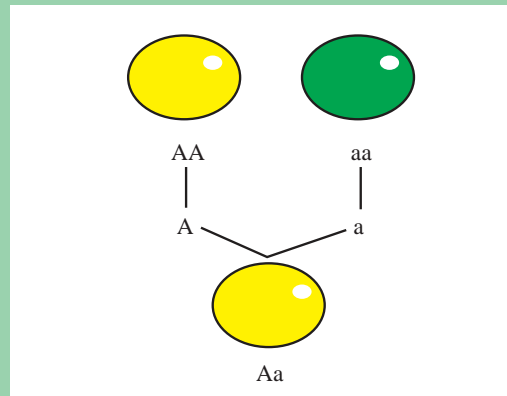
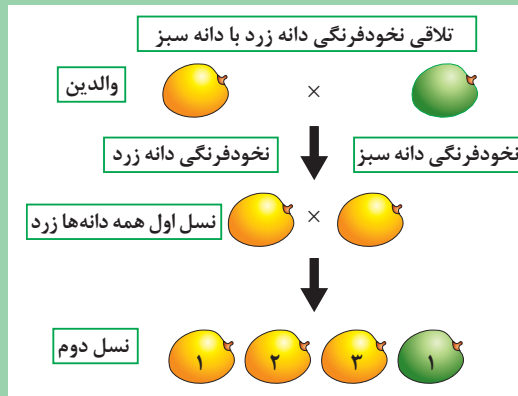


شکل ۳- اجزای گل

او همه دانه‌های حاصل از نسل اول ( $F_1$ ) را کاشت و گیاهان حاصل از این دانه‌ها را مراقبت نمود تا گل و دانه ( $F_2$ ) تولید کنند. دانه‌های نسل دوم ( $F_2$ ) از لحاظ ظاهر (فنوتیپ) یکسان نبودند. او دانه‌های برداشت شده را شمارش کرد و متوجه شد که تعداد دانه‌های صاف سه برابر تعداد دانه‌های چروکیده است. مندل در آزمایش بعدی جای نر و ماده را تغییر داد یعنی این بار دانه گرده نخودفرنگی دانه چروکیده را روی کلاله نخودفرنگی دانه صاف منتقل کرد. با کمال تعجب مشاهده کرد که نتیجه کار هیچ تفاوتی با آزمایش قبلی ندارد.



با توجه به شکل‌های زیر در مورد آزمایش مندل، در کلاس، تفسیر کنید.



مندل نتیجه گرفت که، هر صفت ارثی را دو فاکتور به وجود می‌آورند که یکی متعلق به پدر و دیگری متعلق به مادر است. امروزه فاکتور ارثی را ژن می‌گویند. ژن واحد اصلی وراثت است و در روی کروموزوم مکان خاصی را به خود اختصاص داده است. درمقایسه دو موجود زنده با یکدیگر، همیشه صفات دو به دو مورد مطالعه قرار می‌گیرند (مانند صفات پاکوتاهی، پا بلندی - چروکیدگی و صاف و...). در تجارب مندل این قبیل صفات را اصطلاحاً متقابل می‌گویند.

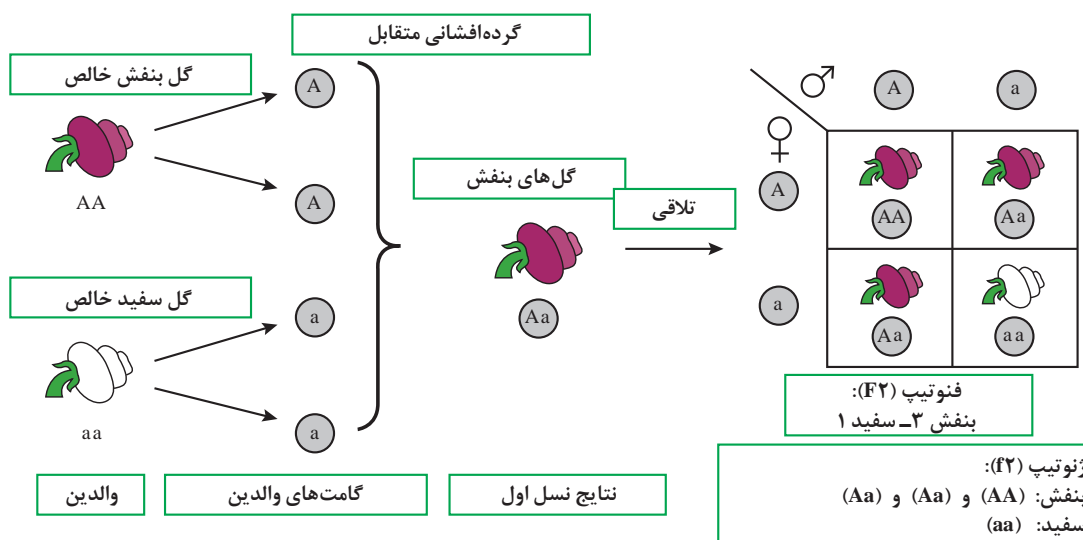


در شکل زیر جاهای خالی را برای صفات متقابل، با کمک هم کلاسی‌ها تکمیل کنید.

ساقه		غلاف		گل		بذر
ارتفاع بوته	جایگاه گل	رنگ	ظاهر	رنگ	رنگ	ظاهر
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱

اگر یک فرد خالص، از نظر یک صفت ارثی معین، ژن‌های مشابهی داشته باشد، این فرد را اصطلاحاً هموزیگوت می‌گویند (مانند گل بنفش خالص (AA) و گل سفید خالص (aa) در مثال زیر). (شکل ۴)



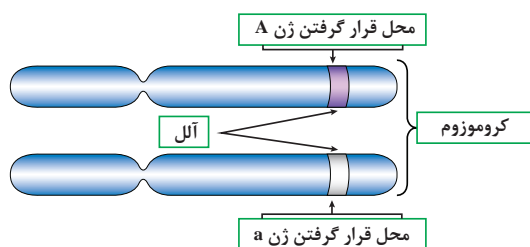


شکل ۴- گرده افشانی متقابل

موجود خالص از نظر یک صفت خاص همیشه سلول‌های جنسی مشابه تولید می‌کند. بنابراین اگر گل بنفش خالص (AA) مثال بالا را هر چند بار بکاریم فقط گل‌های هم‌رنگ خودش تولید می‌کند. (همچنین گل سفید aa). همان‌طور که ملاحظه کردید، گل‌های بنفش حاصل از تلاقی (AA) با (aa) دارای ژنوتیپ (Aa) بود. این گونه موجود را ناخالص می‌گویند. چون از نظر یک صفت ارثی معین دارای ژن‌های متفاوتی است. فرد ناخالص از نظر ژنوتیپ را **هتروزیگوت** می‌گویند. (مانند گل‌های بنفش نسل اول آزمایش بالا (Aa)). به عبارت دیگر ۵۰ درصد ژن این گل از یک نوع (A) و ۵۰ درصد دیگر از نوع (a) می‌باشد. ژنوتیپ فرمول ژنتیکی یک موجود را بیان می‌کند. ولی فنتوتیپ تنها به قیافه ظاهری یک موجود زنده گفته می‌شود. (مانند نخود فرنگی دانه صاف یا دانه چروکیده، و یا نخود فرنگی گل سفید یا گل بنفش)

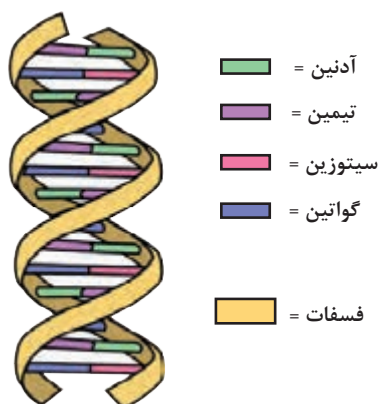
یک گیاه گلدانی، یا یک درخت میوه یا یک فرد یا جانور را با دقت تماشا کنید و حداقل ۱۰ صفت فنوتیپی آن را یادداشت کرده در کلاس ارائه دهید.

پژوهش



شکل ۵- کروموزوم‌های همولوگ

چنان‌که ملاحظه کردید هر صفت ارثی با دخالت دو ژن ظاهر می‌شود. یکی از این ژن‌ها متعلق به پدر و دیگری متعلق به مادر است. این قبیل ژن‌ها را **هم‌ردیف** یا **آلل** می‌گویند. (شکل ۵) ژن‌های هم‌ردیف یا آلل، روی یک جفت کروموزوم هم‌تا در مکان‌های مشابه قرار می‌گیرند.



DNA

شکل ۶- ساختمان DNA

مانند آال (Aa) در شکل روبه‌رو کروموزوم‌ها رشته‌هایی در داخل هسته سلول هستند که ژن‌ها را در روی خود جای می‌دهند. کروموزوم یک نمونه فشرده شده از (DNA) یا دی اکسی ریبونوکلوئید اسید است.

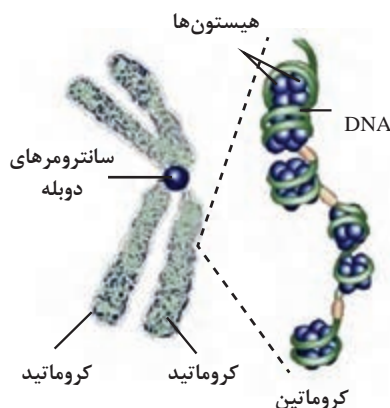
مولکول (DNA) شبیه نردبان تاب‌خورده یا مارپیچ دو رشته‌ای است. هر مولکول (DNA) از یک قند ساده ریبوز، یک فسفات، و چهار باز به‌نام‌های آدنین (A)، گوانین (G)، تیمین (T) و سیتوزین (C) ساخته می‌شود. آدنین (A) همیشه با تیمین (T) و سیتوزین (C) همیشه با گوانین (G)، در مقابل هم قرار می‌گیرند. (شکل ۶)

این بازها به ترتیب‌های متفاوت در طول رشته قرار می‌گیرند. آرایش‌های گوناگون بازها، روی رشته (DNA) رمز توارث را به‌وجود می‌آورد. همین چهار باز تعیین‌کننده ویژگی‌های همه جانداران هستند.

فعالیت



با استفاده از وسایل و امکانات ساده، ساختمان DNA را نمونه‌سازی کنید. به ترکیب رنگ‌ها و پیچش رشته‌ها توجه نمایید.



شکل ۷- کروموزوم در حال تقسیم

کروموزوم‌ها از دو بخش به نام کروماتیدهای خواهری تشکیل یافته‌اند. کروماتیدهای خواهری شبیه همدیگرند و در طی همانندسازی DNA تشکیل می‌شوند. (شکل ۷)

کروماتیدها از وسط به وسیله سانترومر به هم متصل می‌گردند. هر کروماتید خواهر در طی فرایند تقسیم سلولی به یک سلول مجزا انتقال می‌یابد.

در هر کروموزوم واحدهای توارثی منفردی به نام ژن وجود دارد. هر ژن بخشی از مولکول اسید دی‌اکسی ریبونوکلوئیک (DNA) است که صفت خاصی را کنترل می‌کند.

ژن‌ها نیز همانند کروموزوم‌ها آرایش جفتی دارند. از هر جفت ژن، در گیاه یکی متعلق به کروموزوم‌های گرده و دیگری هم متعلق به کروموزوم‌های تخمک است. به این ترتیب، یک گیاه نیمی از ژن‌ها را از والد نر و نیمی دیگر را از والد ماده تحویل می‌گیرد.

فعالیت



ماکتی از کروموزوم در حالت معمولی و مرحله تقسیم بسازید. سانترومر، کروماتید و ژن‌ها را در آن مشخص کنید.





## ژن‌های بارز و نهفته

در هر جفت ژن، هرکدام می‌تواند بارز یا نهفته باشد. اگر هر دو بارز باشند ویژگی آنها در شخص نمایان می‌شود. اما اگر یکی بارز و دیگری نهفته باشد، ژن بارز ویژگی را تعیین می‌کند. یک ژن بارز را با حرف بزرگ لاتین و یک ژن نهفته هم‌ردیف آن را با همان حرف، ولی کوچک نمایش می‌دهند. (مانند A بارز و a نهفته).  
براین اساس نمایش ژنوتیپ‌ها نیز کار آسانی خواهد بود، مثلاً در مثال بالا:  
نخود فرنگی گل بنفش خالص با AA و نخود فرنگی گل بنفش ناخالص با Aa و نخود فرنگی گل سفید خالص با aa نمایش داده شده است.

گفت‌وگو



در جدول روبه‌رو با مشورت در کلاس به سؤال‌های مربوط به جدول پاسخ دهید.

		گرده ♂	
		$\frac{1}{2}B$	$\frac{1}{2}b$
مادگی ♀	$\frac{1}{2}B$	BB 	Bb 
	$\frac{1}{2}b$	Bb 	bb 

- ژنوتیپ والدین را مشخص کنید؟
- والدین از نظر ژنوتیپ هموزیگوت هستند یا هتروزیگوت؟
- آل‌های نر و آل‌های ماده والدین را مشخص کنید.
- ژن ناخالص (Bb) را با توجه به جدول توجیه می‌کنید؟
- کدام ژن در والدین غالب و کدام یک مغلوب است؟
- فنوتیپ گل‌های نسل جدید چه رنگی هستند؟
- نسبت ژنوتیپ‌ها و فنوتیپ‌های به‌وجود آمده را مشخص نمایید.

**آزمایش دوم مندل:** پس از آنکه مندل به اصول کلی و مهم تک‌عاملی یا منو هیبریدیسم دست یافت. آزمایش‌های مشکل‌تری را شروع کرد. در این قسمت وی به بررسی دو صفت متقابل به‌صورت هم‌زمان پرداخت.  
وقتی دو صفت مختلف به‌طور هم‌زمان مورد مطالعه قرار می‌گیرند، چه پیش می‌آید؟ مندل برای پاسخ دادن به این سؤال آزمایشات متعددی انجام داد و به زودی دریافت که مسئله وراثت دو صفت، تفاوت چندانی با مسئله وراثت یک صفت ندارد و به عبارت دیگر، اصول اولیه کشف شده به‌وسیله وی تغییری نمی‌کند.  
مندل در آزمایش دیگر دو صفت متقابل یا (دی هیبریدیسم) را به‌طور هم‌زمان مورد مطالعه و بررسی قرار داد.  
در این آزمایش مندل نخود فرنگی دانه صاف زردرنگ را با نخود فرنگی دانه چروکیده سبز تلاقی داد و به نتایج (شکل ۸) رسید.

تمرین



از تلاقی فردی با ژنوتیپ Aa با فردی با ژنوتیپ aa، ژنوتیپ و فنوتیپ افراد نسل  $F_1$  را مشخص نمایید.

آلل مغلوب چروکیدگی دانه (r)	آلل غالب صافی دانه (R)
آلل مغلوب رنگ سبز دانه (y)	آلل غالب رنگ زرد دانه (Y)

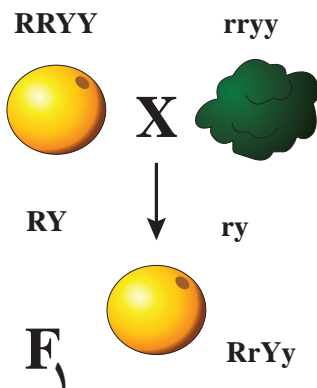
برای درک آسان نتایج آزمایش، آلل‌ها با نمادها در جدول نشان داده می‌شوند.

تمرین



فنوتیپ هر یک از ژنوتیپ‌های مشخص شده در جدول زیر را بنویسید.

ژنوتیپ	فنوتیپ	ژنوتیپ	فنوتیپ
RRYY	دانه صاف زرد	Rryy	
RRYy		rrYY	دانه چروکیده زرد
RrYY		rrYy	
RrYy		rryy	



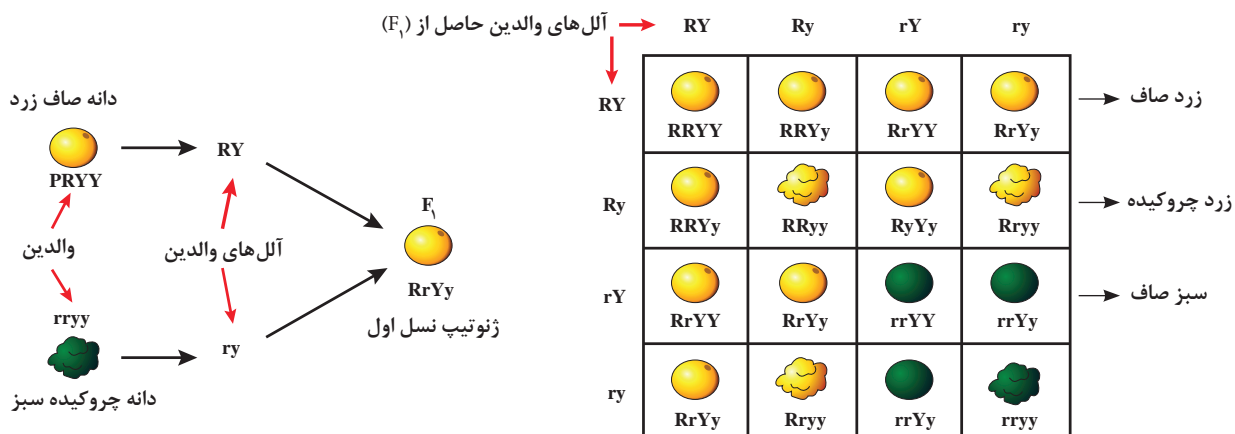
چنانچه در شکل روبه‌رو ملاحظه می‌کنید، از تلاقی نسل اول ( $F_1$ ) بین نخود فرنگی دانه صاف زرد با ژنوتیپ (RRYY) با نخود فرنگی دانه چروکیده سبز با ژنوتیپ (rryy) فقط نخود فرنگی دانه صاف زرد با ژنوتیپ (RrYy) حاصل شده است. (شکل ۸)

آلل‌هایی که از نسل اول با ژنوتیپ (RrYy) برای تلقیح به‌دست می‌آید عبارت‌اند از: { (rY), (Ry), (RY), (ry) }

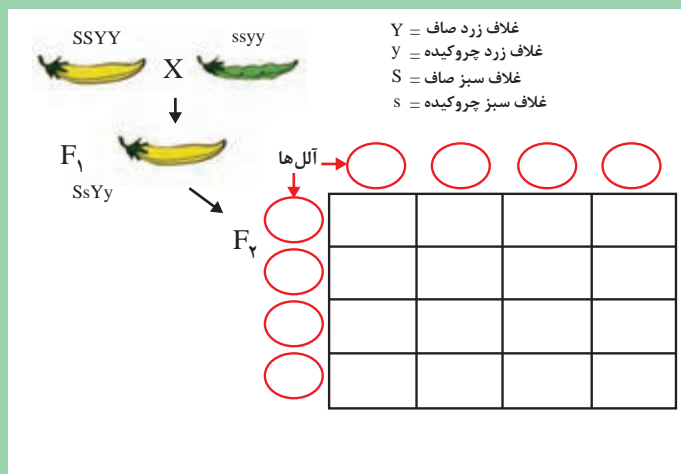
چنانچه در جدول ۱ (مربع پانت) ملاحظه می‌کنید از تلاقی نتایج حاصل از ( $F_1$ ) با ژنوتیپ (RrYy) با یکدیگر، ۱۶ نوع ژنوتیپ و ۴ نوع فنوتیپ متفاوت به‌دست آمده است.

شکل ۸- نتایج حاصل از تلاقی بین نخودفرنگی دانه صاف زرد با نخودفرنگی دانه چروکیده سبز

جدول ۱- ژنوتیپ‌ها و فنوتیپ‌های حاصل از خودلقاحی RrYy



فنوتیپ‌های ( $F_2$ ): زرد دانه صاف ۹ عدد - زرد دانه چروکیده ۳ عدد - سبز دانه صاف ۳ عدد - سبز دانه چروکیده ۱ عدد



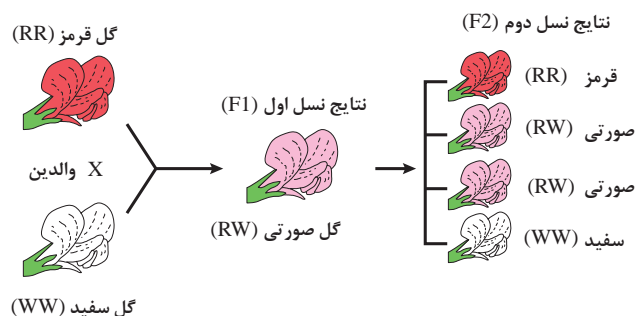
مربع پانت، زیر را در نسل دوم (F<sub>2</sub>)، با مشورت در کلاس تکمیل کنید. (آل‌ها، ژنوتیپ و فنوتیپ)

آزمایش سوم مندل: هر صفت ارثی به‌طور مستقل به ارث می‌رسد و توارث یک صفت تأثیری در توارث سایر صفات ارثی ندارد.



یکی از مسائلی که در آزمایش‌های مندل توجه او را جلب می‌کرد، این بود که در هر یک از صفات مورد آزمایش همیشه حالت بارز بودن یک صفت بر صفت دیگر حتمی است و فرزندان نسل اول به والدی که دارای صفت بارز بود، شباهت کاملی داشتند.

پس از مندل محققان دیگر ثابت کردند که مسئله بارز و نهفته‌بودن صفات همیشه وجود ندارد و گاهی ممکن است فرزندان نسل اول، حد واسط بین والدین خود بشوند. مثلاً در آمیزش دو گل میمون که رنگ گل یکی قرمز و رنگ دیگری سفید است، افراد نسل اول همگی صورتی رنگ می‌شوند و نتیجه آمیزش دو گیاه با گل صورتی در نسل دوم (۲ عدد صورتی رنگ، ۱ عدد قرمز رنگ و ۱ عدد سفید) خواهد بود. این نوع صفات را اصطلاحاً هم‌بارز می‌نامند. (شکل ۹)



شکل ۹- نتایج حاصل از تلاقی بین دو گل قرمز و سفید میمون در نسل دوم



آیا با توجه به مطالبی که در این بخش مطالعه کردید و تمرین‌هایی که حل نمودید می‌توانید موارد زیر را تأیید کنید؟

- ۱ هر جاندار برای هر صفت خود، ۲ آلل دارد که یکی از آنها را از پدر و دیگری را از مادر دریافت می‌کند.
- ۲ دو آلل مربوط به یک صفت ممکن است مشابه یا متفاوت باشند.
- ۳ از دو آلل مربوط به یک صفت، ممکن است یکی به‌طور کامل ظاهر (آلل غالب)، و دیگری هیچ اثر قابل مشاهده‌ای از خود بروز ندهد (آلل مغلوب).
- ۴ هنگام تشکیل سلول تخم، یک آلل از گامت نر و یک آلل از گامت ماده به اشتراک گذاشته می‌شوند.
- ۵ فرزندان نسل اول همه فنوتیپ یکسان دارند.
- ۶ هر صفت ارثی به‌طور مستقل به ارث می‌رسد و انتقال یک صفت تأثیری در انتقال سایر صفات ارثی ندارد.

توجه: این موارد به قوانین ژنتیکی مندل معروف است.

آن بخش از علم ژنتیک که درباره روش‌های کمی این نوع صفات بحث می‌کند به نام ژنتیک کمی و بخشی از علم ژنتیک که تغییرات ژنتیکی یک جامعه زنده در حال تغییر را مورد بررسی قرار می‌دهد، ژنتیک جمعیت نامیده می‌شود. علم ژنتیک در اصلاح نژاد گیاهان کاربرد وسیعی دارد. مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی در واقع انقلاب بزرگی را در علوم زیستی و همچنین تولیدات کشاورزی بنیان نهاده و با اینکه سابقه کوتاهی دارند اما نتایج مثبت بسیاری را فراهم آورده‌اند.

## جهش ژنی (موتاسیون)

گاهی در افراد یک گونه صفاتی بروز می‌کند که در نسل‌های گذشته آنها وجود نداشته است. این صفات اگر پس از ظهور موروثی شوند، ناشی از موتاسیون یا جهش می‌باشند. جهش، تغییر در ساختمان شیمیایی ژن‌ها و یکی از عوامل مهم ایجاد تنوع و تکامل در موجودات است. اغلب موتاسیون‌ها مضر و زیان‌بار بوده و بسیاری از آنها کشنده هستند. با این حال گاهی خصوصیات جدید و مطلوبی را موجب می‌شوند. تعداد زیادی از گیاهان زراعی از جمله چغندر قند، ذرت، کتان، سویا، گندم، جو، برنج و لوبیا و گوجه فرنگی از این طریق تنوع یافته‌اند. برای اینکه جهش قابل شناسایی باشد باید موجب تغییر فتوتیپی خاص یا نادری در گیاه گردد. تغییر قابل مشاهده در صفات ظاهری (ارتفاع گیاه، رنگ پوسته بذر، علایم برگ، نقص کلروفیلی، تراکم سنبله و غیره)، ساده‌ترین طریقه شناسایی جهش است.



هر نوع تغییر جدید در گیاه را می‌توان به جهش، نسبت داد؟ چرا؟



**انواع جهش:** جهش‌ها را می‌توان بر اساس منشأ آنها یعنی خود به خودی و القایی تقسیم‌بندی نمود. جهش خود به خودی آن است که در طبیعت رخ داده، در حالی که جهش القایی در نتیجه عمل یک عامل جهش‌زا به وجود آمده است. تمایز واضحی بین جهش خود به خودی و القایی وجود ندارد.

یک نمونه از جهش‌های مفید خود به خودی را در گیاهان زراعی را از منابع معتبر جست‌وجو کنید و ویژگی‌های آن را در گزارشی به هنرآموز خود ارائه دهید.

پژوهش



**عوامل به وجود آورنده جهش:** هر ماده‌ای که بتواند جهش ایجاد کند، ماده جهش‌زا نامیده می‌شود. مواد جهش‌زا به دو دسته عمده اشعه (پرتوتابی‌های یونیزه) و مواد شیمیایی تقسیم می‌شوند. برخی از مواد جهش‌زا منشأ طبیعی و برخی دیگر منشأ مصنوعی دارند. برای ایجاد جهش با هدف به نژادی، معمولاً بذر را تیمار می‌کنند. تیمار با پرتوتابی برای بذرهای دارای خواب، بهتر از تیمار سایر اندام‌های گیاهی است. برای تیمار با مواد شیمیایی جهش‌زا، بذرهای در محلول جهش‌زا خیسانده شده و بلافاصله کشت می‌گردند. در گونه‌هایی که با روش رویشی تکثیر می‌شوند، استفاده از پرتوتابی معمول‌تر از مواد شیمیایی جهش‌زا است. غده‌ها، ریزوم‌ها، قلمه‌ها، پیوندها، مریستم انتهایی ساقه یا انتهای دمبرگ، بافت‌های غیرجنسی در فرایند کشت را در شرایط خاص می‌توان با عوامل جهش‌زا تحت تیمار قرار داد. (شکل ۱۰)



ایجاد چند طبقی در آفتابگردان



ایجاد تغییر در گوجه‌فرنگی



ایجاد پریشتی و تغییر رنگ



تغییر اندازه سنبل و تعداد سنبله گندم



ایجاد دورنگی در گلبرگ‌ها



ایجاد تغییر در ذرت

شکل ۱۰- چند نمونه از گیاهان جهش یافته

## پلی پلوئیدی

واژه پلوئیدی، به تعداد مجموعه کروموزومی یک موجود زنده اشاره دارد. موجودات زنده اعم از جانوران و گیاهان اغلب دارای دو سری کروموزوم می‌باشند. به همین دلیل آنها را دیپلوئید ( $2X$ ) می‌گویند. سطوح بالاتر از دیپلوئیدی را **پلی پلوئیدی** می‌گویند. سطح پلوئیدی را با ( $X$ ) نشان می‌دهند. به این ترتیب موجوداتی که در هر سلول بدنی دارای سه سری کروموزوم هستند را تریپلوئید ( $3X$ )، چهار سری کروموزومی را تتراپلوئید ( $4X$ )، پنج سری کروموزومی را پنتاپلوئید ( $5X$ ) و شش سری کروموزوم را هگزاپلوئید ( $6X$ ) می‌نامند. تعداد کروموزوم بدنی (رویشی) هر موجود زنده صرف نظر از سطح پلوئیدی آن موجود با ( $2n$ ) نشان داده می‌شود. بنابراین نمایش کروموزومی گندم نان به عنوان یک گیاه هگزاپلوئید به صورت  $6X=2n=42$  نشان داده می‌شود.

پژوهش



تریپلوئید	تتراپلوئید	هگزاپلوئید

نام چند گیاه تریپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید را از منابع معتبر تهیه کنید و در جدول روبه‌رو بنویسید.

## کشت سلول و بافت گیاهی

به کشت مواد گیاهی عاری از میکروب اعم از بذر، جنین، بافت، سلول و پروتوپلاست گیاهان عالی در محیط ضدعفونی شده درون ظروف استریل مانند لوله آزمایش، کشت درون شیشه‌ای گیاهی گفته می‌شود. از کشت درون شیشه‌ای به منظور گیاه‌افزایی، به نژادی گیاهی، تولید فرآورده‌های بیوشیمیایی، بیماری‌شناسی گیاهی، نگهداری و انبار کردن بافت‌های گیاهی، پژوهش‌های علمی و غیره استفاده می‌شود. ریز ازدیادی یکی از جنبه‌های تجاری استفاده از کشت درون شیشه‌ای است و مزایای زیادی نسبت به روش‌های متداول ازدیاد رویشی دارد. تخمین زده می‌شود که بیش از یک میلیارد گیاه حاصل از کشت بافت در سال به فروش می‌رود.

### اهداف اصلی کشت بافت گیاهان

- تولید سریع و تعداد بالا از گیاهانی که دارای ژنوتیپ یکسان هستند.
- ایجاد گیاهان تراریخت و انتقال ژن
- کشت بافت گیاهانی که با روش‌های مرسوم به آسانی تکثیر نمی‌شوند.
- تولید گیاهان عاری از بیماری
- امکان تولید ارقام (ژنوتیپ‌های) جدید
- تسهیل و امکان جوانه‌زنی در بذوری که در محیط خارج از آزمایشگاه امکان جوانه‌زنی ندارند.
- تولید پایه و گیاه در تمام فصول
- صرفه‌جویی در مصرف نهاده‌ها



امروزه چه گیاهانی در سطح ایران و جهان، به روش کشت بافت ازدیاد و پرورش داده می‌شوند. اگر پرورش نمونه‌هایی از این نوع گیاهان در منطقه شما رواج دارد، در مورد علت رواج آن گزارش تهیه و ارائه نمایید.



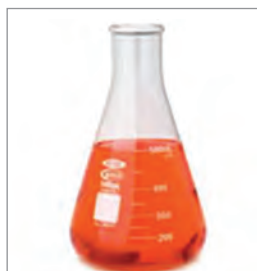
یک نمونه اتوکلاو



یک نمونه اتاق تهیه محیط کشت با دو دستگاه لامینار



بشر



ارلن



فالکون



پتری دیش

شکل ۱۱- نمونه‌هایی از تجهیزات و محل کشت بافت گیاهی

### مواد تشکیل‌دهنده محیط کشت

نیاز اولیه سلول‌های گیاهی به عناصر غذایی با گیاه کامل شباهت زیادی دارد. به‌طور کلی، محیط‌های کشت بافت گیاهی از مواد زیر تشکیل یافته‌اند:

■ عناصر پر مصرف (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S)

■ عناصر کم مصرف (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo, CL)

■ ویتامین‌ها

■ قندها (ساکارز، گلوکز، فروکتوز و...)

■ تنظیم‌کننده‌های رشد (هورمون‌ها)

■ اسیدهای آمینه و دیگر مواد نیتروژن دار

■ مواد جامدکننده محیط کشت (آگار، ژل رایت، فیتاژل و...)

■ زغال فعال (اکتیو) برای جذب مواد سمی تولید شده توسط ریزنمونه‌ها و تنظیم PH و... .

## انواع محیط‌های کشت

از میان محیط‌های کشت مختلف، محیط موراشیگ و اسکوگ معروف‌ترین و پراستفاده‌ترین است که به محیط MS معروف است. پس از تهیه محیط کشت PH آن را باید کنترل نمود که بین ۵-۷ باشد. تهیه نمونه برای کشت بافت: گیاهی که برای نمونه‌گیری انتخاب می‌شود، باید سالم، بدون بیماری و آفت باشد. لازم به ذکر است هر چه سن گیاه کمتر باشد و از قسمت‌های جوان گیاه نمونه‌برداری شود، کشت بافت آن موفق‌تر خواهد بود.

## انواع کشت بافت در شرایط درون شیشه‌ای

انواع کشت بافت در شرایط درون شیشه‌ای عبارت‌اند از:

**۱ کشت سلول:** برای کاشت سلول‌های منفرد در محیط‌های مایع (بدون آگار)، باید از ظرف‌هایی استفاده شود که امکان تکان خوردن برای تهویه داشته باشند، کشت سلولی می‌گویند. (در داخل محیط‌های مایع ممکن است هوا به اندازه کافی وجود نداشته باشد)

**۲ کشت پروتوپلاست:** در اثر هضم دیواره سلول توسط آنزیم‌هایی مانند پکتیناز و سلولاز پروتوپلاست قابل کشت به دست می‌آید. از کشت پروتوپلاست برای ایجاد تغییرات ژنتیکی و هیبریداسیون سلولی استفاده می‌شود.

**۳ کشت گرده و تخمک:** هدف از کشت بساک یا گرده تولید گیاهان هاپلوئیدی (n کروموزومی) است. تعداد کروموزوم این گیاهان را می‌توان با استفاده از ماده‌ای به نام کلشی سین به صورت دوپل (۲n کروموزومی) در آورد.

**۴ کشت تک جوانه:** در این روش یک جوانه را به همراه قسمتی از شاخه جدا نموده و به منظور تشکیل ساقه از طریق نمو جوانه در محیط کشت قرار می‌دهند. این روش طبیعی‌ترین روش تکثیر رویشی می‌باشد. (شکل ۱۲)

**۵ کشت رأس شاخه:** رأس شاخه، همراه مریستم انتهایی ساقه و برگ‌های مجاور است. از این روش برای تکثیر در سطح وسیع استفاده می‌شود. (شکل ۱۳)



شکل ۱۳- کشت بافت (رأس شاخه)



شکل ۱۲- کشت بافت (تک جوانه)

**۶ کشت گیاه کامل:** یک بذر ممکن است در شرایط درون شیشه‌ای کشت شود و یک گیاه کامل تولید کند.

**۷ کشت جنین:** در این نوع کشت، پس از حذف پوسته‌های بذر، جنین را جدا نموده و کشت می‌کنند. این روش در مواردی مانند نجات جنین کاربرد دارد. (شکل ۱۴)

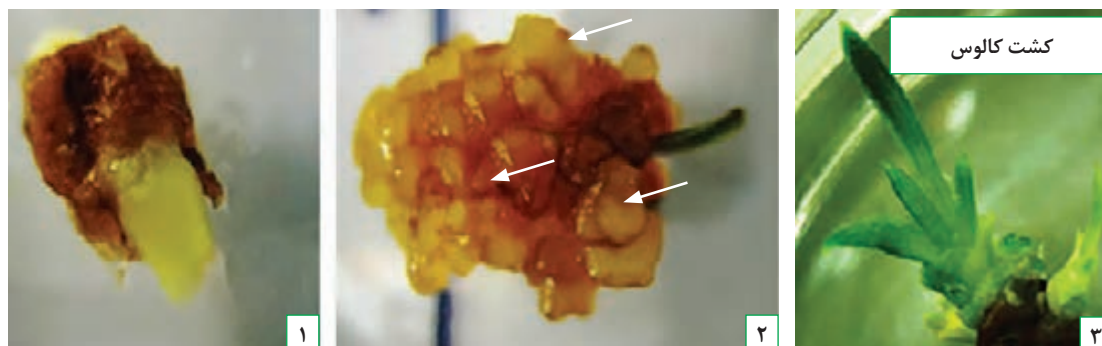
**۸ کشت اندام و بافت:** برای این منظور اندام یا بافت گیاهی را جدا کرده و در شرایط درون شیشه‌ای رشد می‌دهند (مانند کشت پیاز، میانگه، مریستم، ریشه، برگ و...). (شکل ۱۵)



شکل ۱۵- کشت بافت (اندام و بافت)

شکل ۱۴- کشت بافت (جنین جدا شده)

**۹ کشت کالوس:** وقتی یک بافت تمایز یافته مانند برگ یک گیاه را در محیط درون شیشه‌ای کشت کنیم، توده تمایز نیافته پارانشیمی یا کالوس (پینه) تولید می‌کند. کالوس تولید شده را می‌توان واگشت نمود. (شکل ۱۶)



شکل ۱۶- کشت بافت (کشت کالوس)

### مراحل تکثیر

**۱ تهیه کشت‌های استریل (استقرار):** در این مرحله باید تعداد مناسبی ریز نمونه تهیه و با روش‌هایی که قبلاً توضیح داده شد ضدعفونی کرده و سپس ریز نمونه‌ها را بر روی محیط کشت، استریل قرار داد تا شروع به رشد کنند.

**۲ تولید و تکثیر گیاهچه:** در این مرحله هورمون‌های سیتوکینین به محیط کشت افزوده می‌شود تا از جوانه‌های جانبی شاخه، یا از شاخساره برگ، به میزان زیادی تولید شود. جهت افزایش تولید گیاه در این مرحله می‌توان نمونه‌ها را چندین مرتبه واگشت نمود.

**۳ ریشه‌زایی در شرایط درون شیشه‌ای:** گیاهچه‌های حاصل از مرحله قبل به محیط حاوی اکسین منتقل می‌شوند تا ریشه تولید کنند.

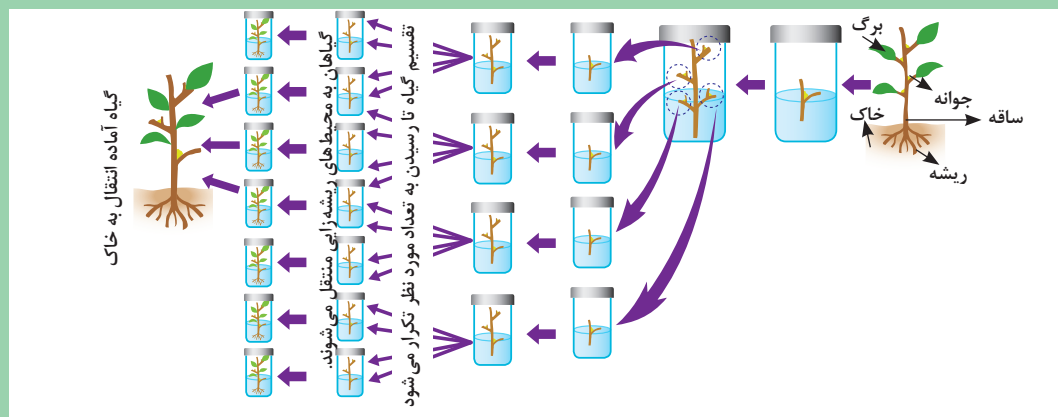
**۴ سازگاری:** گیاهچه‌های ریشه‌دار شده از محیط کشت خارج شده و آگار آنها به آرامی شسته می‌شود و به داخل گلدان منتقل می‌شوند. این گیاهچه‌ها برای سازگاری باید مدتی را در گلخانه‌های با رطوبت بالا سپری کنند.



مشورت  
کنید



با مشورت هم گروه‌های خود مراحل مختلف ریز اذیادی را با استفاده از شکل شماتیک زیر در کلاس توضیح دهید.



فعالیت



از یکی از مراکز کشت بافت گیاهی بازدید کرده و گزارش تنظیم نمایید. در گزارش خود افزون بر فضا و تجهیزات، فرایند عملیات را تشریح کنید.

## بیوتکنولوژی

بیوتکنولوژی را می‌توان مجموعه‌ای از روش‌ها و فنونی دانست که در آن از ارگانیسم‌های موجود زنده و یا قسمتی از آنها برای تولید، تغییر فرآورده‌ها، بهینه‌سازی گیاهان یا حیوانات و تولید میکرو ارگانیسم‌های جدید استفاده می‌شود.

برخی از دستاوردهای  
بیوتکنولوژی  
کشاورزی



شکل ۱۷- برخی از دستاوردهای بیوتکنولوژی کشاورزی

از منظر فناوری زیستی نیز، بیوتکنولوژی را می‌توان به مفهوم استفاده از مهندسی ژنتیک در تولید میکرو ارگانیسم‌ها، گیاهان و حیوانات با ویژگی‌های جدید، دانست. با این روش، ژن‌های خاصی از یک موجود زنده به دیگری انتقال می‌یابد. بیوتکنولوژی کاربردهای امیدوارکننده بسیاری دارد. این روش یک راه حل عمومی و جایگزین برای روش‌های موجود نیست، بلکه یک روش کمکی برای حل مشکلات کشاورزی است. (شکل ۱۷)

پژوهش



عمده‌ترین کاربردهای بیوتکنولوژی در کشاورزی را از منابع معتبر جست‌وجو کنید و ضمن تحویل گزارش پژوهشی خود به هنرآموز، یافته‌های خود را در کلاس درس ارائه دهید.



## واحد یادگیری ۲

### اصلاح بذر در گیاهان زراعی

#### روش‌های رایج در اصلاح گیاهان زراعی

کشاورزان از زمانی که شروع به کشت کار و تولید محصولات کشاورزی کردند، سعی داشته‌اند از ارقامی استفاده کنند که ویژگی‌های مطلوب‌تری داشته باشد. ویژگی‌هایی مثل مقاومت در برابر خشکی و کم آبی، عملکرد بالا، مقاومت در برابر انواع آفات، از جمله مواردی هستند که در انتخاب بذر اهمیت بسزایی دارند. ازدیاد گیاهان: ازدیاد گیاهان به دو روش غیرجنسی و جنسی انجام می‌گیرد.

#### ازدیاد غیر جنسی

تمامی سلول‌های گیاهی توانایی ساخت یک گیاه کامل همانند پایه مادری خود را دارند. هر ازدیادی که با استفاده از اندام‌های گیاهی غیر از بذر واقعی انجام گیرد، یکی از انواع روش غیرجنسی است. مانند کاشت قلمه نیشکر، پیاز زعفران، غده سیب‌زمینی و... (شکل ۱۸)



استولون توت‌فرنگی



غده سیب‌زمینی



پیاز زعفران



ریزوم نعنّا

شکل ۱۸- برخی از اندام‌های غیرجنسی برای تکثیر

#### ازدیاد جنسی

در ازدیاد جنسی، دانه یا میوه تولید شده توسط گیاه را می‌کارند. در کشاورزی به هر بخش از گیاه که بتواند نسل دیگری از همان گیاه را تولید کند بذر می‌گویند. اما از نظر گیاه‌شناسی، تخمک رسیده و بارور است که قابلیت رشد و تبدیل به یک گیاه کامل را دارد. بذر سبب تداوم نسل‌ها در گیاهان می‌شود. تکثیر به‌وسیلهٔ بذر معمولاً ارزان‌تر و آسان‌تر از سایر روش‌ها است. (شکل ۱۹)



میوه پنبه



میوه ذرت



میوه چغندر



میوه گندم

شکل ۱۹- بذر برخی از گیاهان زراعی

از مزایای ازدیاد جنسی می‌توان به امکان انبار کردن بذر در شرایط مناسب و کشت آن در سال‌های بعد، ارزان و اقتصادی بودن، کاهش انتقال بیماری‌های ویروسی توسط بذر، سازگار بودن بذر به شرایط متغیر محیطی، امکان ازدیاد اکثر گیاهان زراعی با این روش، تکثیر پایه‌های بذری، ازدیاد کلون‌های اصلاح شده توسط بذر و... اشاره نمود.

پژوهش



در منطقه شما کشت چه نوع گیاهان زراعی به روش غیرجنسی است؟ ضمن نام بردن، دلایل انتخاب روش را پرس‌وجو کنید.

## منشأ بذر و بیولوژی آن

انتقال دانه گرده به سطح کلاله را گرده افشانی می‌گویند. عامل انتقال گرده در گیاهان زراعی متفاوت است. مثلاً در چغندر قند باد، در یونجه، حشرات می‌باشد بعضی از گرده‌ها ممکن است روی کلاله همان گیاه انتقال یابد که آن گیاه را خود گشن یا خود گرده افشان می‌گویند. در طبیعت درصد بیشتری از گرده‌های تولید شده به گل‌ها و بوته‌های اطراف انتقال می‌یابند چنین حالتی را هم دگرگشن یا دگرگرده افشان می‌گویند.

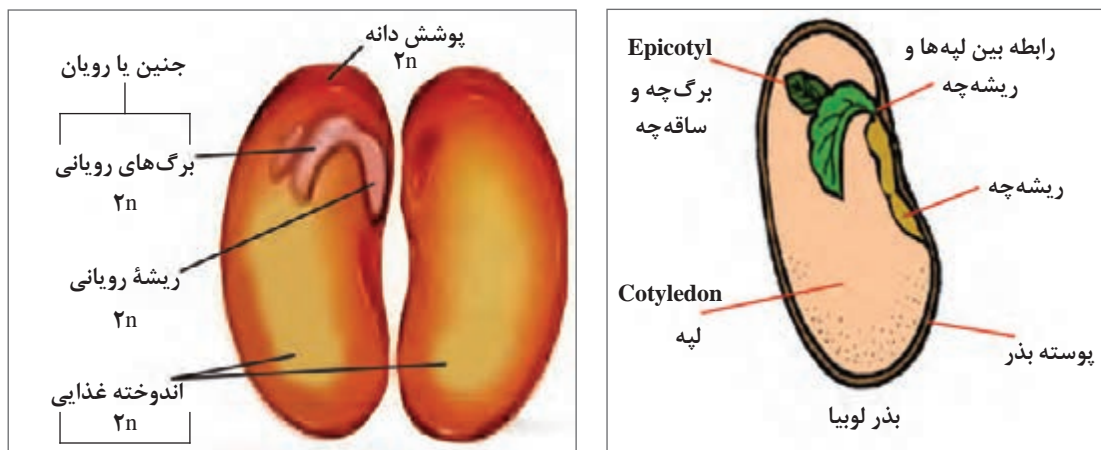
گفت‌وگو



از گیاهان زراعی قابل کشت در شرایط آب و هوایی منطقه خود پنج گیاه زراعی را که بیشترین سطح زیر کشت را دارند مشخص کنید. برای هر یک از گیاهان تعیین شده روش انتقال گرده و درصد دگرگشنی مشخص کنید.

هسته رویشی دانه گرده روی سطح کلاله رشد نموده و لوله‌ای را ایجاد می‌کند. لوله ایجاد شده از طریق خامه به تخمدان وارد می‌شود. هسته زایشی دانه گرده ضمن عبور از این لوله، چندین بار تقسیم می‌شود. هسته‌های حاصل با هسته‌های داخل کیسه جنینی تخمک‌های تخمدان ترکیب شده و سلول تخم و اندوخته را به وجود می‌آورند. سلول تخم با تقسیم، تکامل و تمایز، جنین یا رویان را به وجود می‌آورد. یک بذر جنسی رسیده، بایستی دارای چهار جزء باشد: پوسته، جنین، مواد غذایی ذخیره‌ای، آنزیم‌ها و هورمون‌ها پوسته بذر، قسمت‌های داخلی بذر از جمله جنین را در برابر عوامل محیطی محافظت می‌نماید. پوسته نقش مهمی در فرایند جذب آب برای جوانه زنی بذر دارد. جنین یا رویان یک بذر، شامل محور جنینی، هیپوکوتیل و یک یا دو عدد لپه می‌باشد. فعال شدن جنین موجب جوانه‌زنی بذر و رویش گیاه جدید می‌شود. جوانه‌زنی شامل پاره شده پوسته بذر و ظاهر شدن ریشه‌چه می‌باشد. (شکل ۲۰)

مواد ذخیره‌ای بذر، غذای مورد نیاز جنین را تا زمان مستقل شدن و تبدیل به یک گیاه کامل فتوسنتز کننده تأمین می‌کند. مواد ذخیره‌ای بذر شامل کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و سایر ترکیبات می‌باشد. (شکل ۲۰)



شکل ۲۰- قسمت‌های مختلف بذر لوبیا

آنزیم‌های بذر، سبب هضم مواد ذخیره‌ای می‌شوند که برای ساخت بافت‌های جدید در طی جوانه‌زنی مورد نیاز است. هورمون‌ها نیز می‌توانند سبب تحریک ساخت آنزیم‌ها یا ایجاد حالت سکون یا استراحت در بذور خشک شوند. خواب بذر مهم‌ترین مکانیزم در حفظ بقای گیاهان است که باعث به تأخیر انداختن جوانه‌زنی تا فراهم آمدن زمان و مکان مناسب برای رشد بذر می‌شود.

انواع خواب در بذر و علل و اهمیت آن را تحقیق کنید. در گزارش تحقیق منابع مورد استفاده را معرفی کنید.

پژوهش



## اهداف اصلاح گیاهان

به‌طور کلی مهم‌ترین اهداف اصلاح گیاهان عبارت‌اند از:

**۱ بهبود کیفیت:** کیفیت خصوصیتی است که به ویژگی‌های کیفی محصول اشاره دارد. در نباتات علوفه‌ای کیفیت نشان‌دهنده خوش‌خوراکی و ارزش تغذیه‌ای محصول است. در محصولات انباری ماندگاری، خصوصیات بیوشیمیایی و مقاومت در برابر تغییرات طولانی مدت، نشانگر با کیفیت بودن است.

**۲ افزایش تولید در واحد سطح:** افزایش تولید در واحد سطح و استفاده از ژنوتیپ‌های مفید و مطلوب در هر منطقه آب و هوایی از دیگر اهداف اصلاح‌گران نباتات می‌باشد. عملکرد گیاه در واحد سطح متأثر از ژنوتیپ و محیط کشت است.

**۳ مقاومت به آفات و بیماری:** اصلاح‌گران همواره سعی بر دستیابی به گیاهانی را دارند که دارای ژن‌های مقاوم به آفات و بیماری‌ها باشند. مقاومت به آفات و بیماری‌ها بیشترین بازده اقتصادی را برای کشاورزان دارد.

**۴ مقاومت به تنش‌های محیطی:** گیاهان فقط در مناطق مساعد از نظر اقلیم و ترکیب خاک کاشته نمی‌شوند. به همین دلیل مجبورند برای تولید کافی با شرایط نامساعد مقابله کنند. بعضی از واریته‌های گیاهان در شرایط نامساعد محیطی نیز می‌توانند مقدار مناسبی محصول در واحد سطح تولید نمایند. شناسایی ژن‌های مقاوم به تنش‌های محیطی و انتقال آنها به گیاهان زراعی از اصلی‌ترین راهکارها برای کم‌کردن خطر این تنش‌ها است.

## ۵ ماشین نمودن برداشت گیاهان

چه ویژگی‌هایی از گیاهان زراعی منطقه شما در اثر اقدامات اصلاحی، تغییر و بهبود یافته است؟ از خبرگان و کارشناسان کشاورزی منطقه، پرس‌وجو کنید.

پژوهش



## ۶ تولید واریته‌های دو رگه

به چه گیاهانی دو رگ یا هیبرید می‌گویند؟ آیا این ادعا درست است که یک اصلاحگر همواره در جست‌وجوی ترکیبات نو از ژنوتیپ‌های مطلوب است؟

گفت‌وگو



## روش‌های اصلاح در گیاهان زراعی

### الف) روش‌های اصلاح در گیاهان خود گشن (خود تلقیح)

■ **وارد کردن ارقام جدید از دیگر کشورها:** در این روش اقدام به وارد کردن ارقامی از سایر کشورها نموده و نسبت به صفت مورد نظر، در اقلیم‌های متفاوت آزمایش‌های مختلفی را انجام می‌دهند. سپس نتایج حاصل را با ارقام بومی مشابه مقایسه می‌کنند.

در صورت مناسب بودن، آن رقم را انتخاب و اقدام به تکثیر می‌نمایند. با این عمل در حقیقت سازش‌پذیری رقم مورد نظر را می‌سنجند. قابلیت تطابق گیاهان با شرایط محیطی جدید را سازگاری یا سازش‌پذیری می‌گویند.

■ **انتخاب از بین توده‌های بومی گیاهان خود گشن:** بعد از کشت واریته‌های بومی در مزرعه، بوته‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و بهترین آنها گزینش می‌شوند. در این گزینش، بوته‌هایی که دارای فنوتیپ‌های بهتر و یکسان هستند انتخاب می‌شوند. بذر کلیه بوته‌های انتخابی را مخلوط نموده و در سال بعد می‌کارند.

در سال دوم جمعیت جدید را در یک طرح آزمایشی با شاهد (واریته بومی قبل از گزینش) از لحاظ صفاتی مانند عملکرد، تاریخ رسیدگی، مقاومت به ورس، مقاومت به سرما، مقاومت به آفات و بیماری‌ها، کیفیت محصول و... مقایسه می‌کنند. اگر واریته گزینش شده بهتر از شاهد بود آن را به مدت ۳ سال دیگر نیز در مناطق مختلف کاشته و با شاهد مقایسه می‌کنند. این عمل را تا زمانی که گیاهان برای یک صفت و یا صفات مورد مطالعه یکنواخت نشده باشند ادامه می‌دهند. در صورت برتری آن را به مقدار زیاد تکثیر و به کشاورزان معرفی می‌کنند.

بررسی کنید گیاهان زراعی رایج در منطقه شما به چه روش‌هایی اصلاح شده‌اند. سابقه اصلاح حداقل ۳ گیاه زراعی گزارش شود.

پژوهش

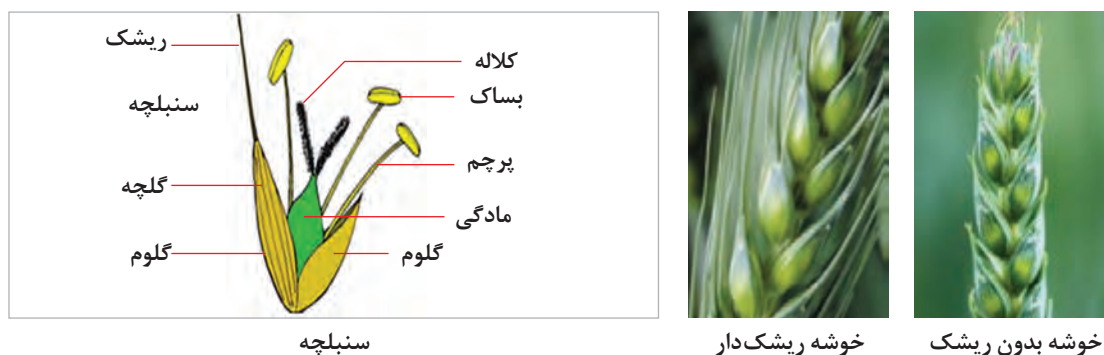


■ **خالص کردن واریته‌های اصلاح شده گیاهان خودگشن:** واریته‌های اصلاح شده به مرور زمان در اثر اختلاط مکانیکی، جهش ژنی و دگرگرده افشانی تصادفی خلوص خود را از دست می‌دهند. با استفاده از روش گزینش توده‌ای آنها را می‌توان به سمت خالص کردن هدایت نمود.



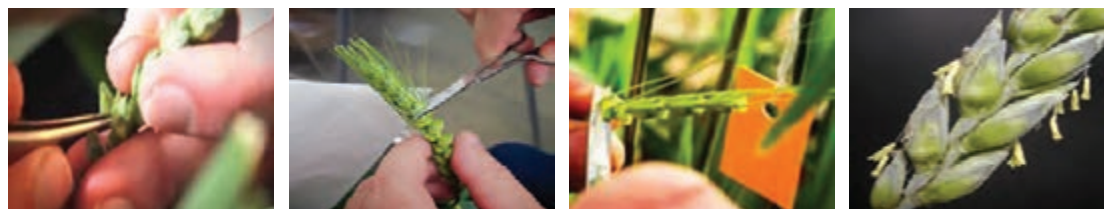
- دانه کدام یک از گیاهان زیر را می‌توان به عنوان بذر در سال بعد پس از آماده‌سازی مورد کشت قرار داد؟ دلایل خود را توضیح دهید. (گندم، ذرت، برنج، آفتابگردان، چغندر، کلزا، سویا، یونجه)
- آیا گزینش توده‌ای یا به‌گزینی در مزرعه برای تهیه بذر از محصول سال قبل بعضی از گیاهان زراعی می‌تواند مفید باشد؟

■ **تلقیح مصنوعی (دورگ‌گیری) در گیاهان خود گشن:** گاهی اوقات برای اصلاح یک گیاه لازم است دو بوته با هم آمیزش داده شوند این عمل را به اصطلاح دورگ‌گیری یا هیبریداسیون<sup>۱</sup> می‌گویند. مثلاً یک گیاه پر محصول را که به یک بیماری خاص حساس است با یک رقم دیگر که در مقابل آن بیماری مقاوم است تلاقی می‌دهند. ممکن است از این تلاقی رقمی حاصل شود که هم پر محصول و هم مقاوم به بیماری مورد بحث باشد. برای توضیح مراحل مختلف تلقیح مصنوعی در گیاهان خود گشن، دورگ‌گیری در گندم را مورد بررسی قرار می‌دهیم. خوشه در گندم از چندین سنبلچه تشکیل شده و هر سنبلچه هم دارای یک یا چند گل می‌باشند. هر گل از یک گلوم، دو گلومل و سه پرچم و یک مادگی تشکیل یافته است. مادگی دارای یک خامه دو شاخه پر مانند است. (شکل ۲۱)



شکل ۲۱- سنبله گندم

موقع گل کردن گلوم‌ها باز می‌شوند و پرچم‌ها خارج می‌گردند. برای تلاقی بین دو واریته مختلف گندم لازم است قبل از رسیدن دانه‌های گرده پایه‌های مادری را اخته نمود. برای این کار دو یا سه روز قبل از رسیدن پرچم‌ها یا موقعی که تقریباً دو سوم خوشه از غلاف خارج شده، تعدادی از سنبلچه‌های بالایی و پایینی را با پنس حذف می‌کنند. اگر خوشه ریشک دارد بهتر است آنها را هم با قیچی قطع نمود. (شکل ۲۲)



حذف سنبلچه‌های پایینی

حذف سنبلچه‌های بالایی

حذف ریشک‌ها

پرچم‌ها پس از گلدهی

شکل ۲۲- حذف برخی از سنبلچه‌ها و ریشک گندم



سپس قسمت فوقانی گلوم را با قیچی قطع و پرچم‌ها را با پنس خارج کرد. باید دقت نمود هیچ پرچمی نباید داخل گل باقی بماند (اخته کردن). بعد از عملیات اخته کردن باید روی خوشه‌ها را با پاکت کوچک شفاف پوشاند تا گرده دیگری روی آنها ننشیند.

دو یا سه روز بعد باید گرده‌ها را از پرچم پایه پدری گرفته و با یک برس نازک روی کلاله پر مانند مادگی قرار می‌داد.

درروش دیگر برای انتقال گرده، یک یا دو عدد از پرچم زرد رنگ واریته پدری را به کمک پنس داخل گل اخته شده قرار می‌دهند (گرده افشانی مصنوعی). پس از گرده افشانی دوباره روی خوشه‌ها را با پاکت پوشانیده و روی مقوایی نام پایه پدری و مادری را نوشته به گل‌های تلقیح شده می‌بندند. (شکل ۲۳)



پوشش پس از گرده افشانی



پوشش پس از اخته کردن



اخته کردن

شکل ۲۳- اخته کردن و پوشاندن سنبل گندم

بذری که از تلاقی دو بوته به دست می‌آید بذر نسل اول یا ( $F_1$ ) نامیده می‌شود. بوته‌های حاصل از کاشت بذر نسل اول دارای فنوتیپ و ژنوتیپ مشابه هستند. گیاهان حاصله در نسل دوم یا ( $F_2$ ) خصوصیات ظاهری و ژنوتیپ متفاوتی خواهند داشت.

برای انتخاب بوته‌های دلخواه از میان توده‌های ( $F_2$ ) به بعد، از روش گزینش لینه‌های خالص در گیاهان خودگشن، یا روش‌های مشابه استفاده می‌کنند.

■ **گزینش لینه‌های خالص در گیاهان خود گشن:** برای انتخاب لاین‌های خالص به شرح زیر عمل می‌کنند:

**مرحله اول:** از بین یک توده مخلوط خود گشن که دارای تنوع ژنتیکی است، تعدادی بوته با صفت مطلوب را انتخاب می‌کنند.

**مرحله دوم:** سال بعد بذور هر بوته انتخابی در ردیف‌های جداگانه کاشت می‌شود. در طول سال زراعی بوته‌ها از نظر صفات ظاهری مانند مقاومت به بیماری‌ها، آفات، زودرسی، ارتفاع بوته و غیره مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. حتی در بعضی مواقع لاین‌ها را تحت تأثیر آلودگی‌های مصنوعی هم قرار می‌دهند و مقاومت آنها را بررسی می‌کنند. این مرحله ممکن است ۲ تا ۳ سال طول بکشد. در نهایت لاین‌های نامطلوب را حذف می‌کنند. معمولاً در این مرحله لاین‌های بسیاری حذف می‌شود.

**مرحله سوم:** در این مرحله بذورهای حاصل از لاین‌های انتخابی مرحله دوم را با استفاده از طرح‌های آزمایشی در چند تکرار مورد مقایسه قرار می‌دهند. برای ارزیابی بهتر آنها را با ارقام خوب موجود در منطقه نیز مقایسه می‌کنند. در آخر چند لاین پر محصول را گزینش می‌کنند.



عملکرد لاین‌های گزینش شده ۳ سال دیگر ارزیابی شده و با واریته‌های بومی مقایسه می‌گردد. اگر پایداری ارقام نسبت به تغییرات آب و هوایی مورد تأیید قرار گرفت ارقام انتخابی را به مقدار زیاد تکثیر و در اختیار زارعین قرار می‌دهند. (شکل ۲۴)



شکل ۲۴- مراحل مختلف گزینش لینه‌های خالص در گیاهان خودگشن

کدام یک از خوشه‌های شکل زیر را برای انجام عملیات اخته کردن توصیه می‌کنید؟ چرا؟



گفت و گو



فعالیت



مراحل اصلاح گیاهان خود گشن را به صورت نمودار بر روی یک ورقه مقوایی A<sub>0</sub> رسم کنید. پس از تأیید مربی، در محل مناسب در معرض نمایش هنرجویان قرار دهید.

## هدف‌های اصلاح بذر گندم

افزایش عملکرد در واحد سطح، تهیه واریته‌های مقاوم به خشکی، تهیه واریته‌های مقاوم به بیماری‌ها از جمله اهداف اصلاح بذر گندم است.

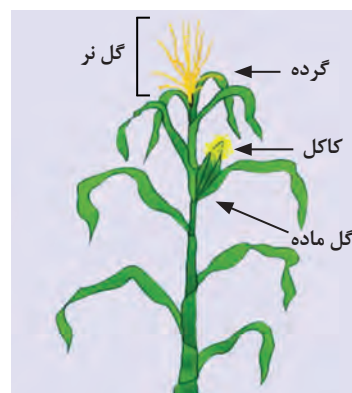
از صفات بسیار مهم در مقاومت به خشکی زودرس بودن گیاه و طول، حجم و وزن زیاد ریشه است. برای افزایش شانس جمع کردن ژن‌های مؤثر در افزایش عملکرد، بهتر است از توده گیاهی بزرگ و همچنین از مقایسه عملکرد در نسل‌های اولیه استفاده شود.

### ب) اصلاح گیاهان دگرگشن (دگر تلقیح)

**۱ انتخاب (سلکسیون) در گیاهان دگرگشن:** تهیه بذر سلکسیونی در گیاهان دگرگشن کمی آسان‌تر است. در این روش بذر بوته‌های مورد نظر انتخاب و یک جا کاشته می‌شوند. مقایسه و انتخاب صفات در این روش ظاهری و فنوتیپی است. انتخاب می‌تواند بر مبنای صفات کیفی باشد مانند رنگ گل و عکس‌العمل به بیماری‌ها یا بر مبنای کمی باشد مانند زودرسی و یا عملکرد در واحد سطح. همه بوته‌های نامطلوب قبل از گل‌دهی و گرده افشانی باید حذف شوند تا امکان رسیدن به یک جمعیت مطلوب فراهم شود. اگر انتخاب بعد از گل‌دهی و گرده افشانی انجام گیرد تعدادی از ژن‌های نامطلوب به نسل آینده منتقل خواهند شد. بذرهای حاصل از اصلاح سلکسیونی را با (S۱) مشخص می‌کنند.

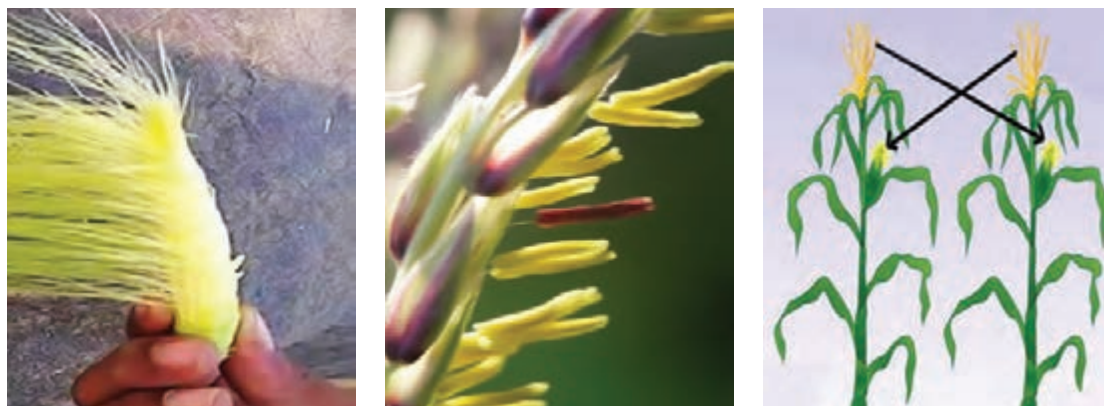
**۲ دو رگ‌گیری (هیبریداسیون) در گیاهان دگرگشن:** در این روش ابتدا از گیاهانی که می‌خواهند دورگ‌گیری کنند لینه‌های خالص به‌دست می‌آورند. ایجاد لینه‌های خالص در اثر مجبور کردن گیاه به خود تلقیحی (سلفینگ) امکان‌پذیر است. بعد از به‌دست آوردن لینه‌های خالص (هموزیگوت) می‌توان به دورگ‌گیری بین لینه‌ها اقدام نمود. برای توضیح مراحل مختلف دورگ‌گیری در گیاهان دگرگشن، تلقیح مصنوعی ذرت را مورد بررسی قرار می‌دهیم. ذرت گیاهی است یک پایه که در آن آرایش گل‌های نر یا گل تاجی به‌صورت خوشه‌ای در قسمت انتهایی ساقه قرار دارد. روی خوشه نر سنبل‌های فرعی به‌صورت جفتی قرار می‌گیرند. هر سنبل فرعی نیز دارای دو گل و هر گل نر دارای سه پرچم می‌باشد.

گل‌های ماده روی ساقه ذرت ظاهر می‌شوند. گل آذین ماده خوشه‌ای است که محوری قطور دارد. هر گل ماده دارای تخمدانی است که از آن رشته نازکی جدا می‌شود که مجموعاً خامه و کلاله هستند (کاکل) (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- گل‌های نر و ماده ذرت

عمل گرده افشانی در ذرت توسط باد صورت می گیرد. ۹۵ درصد گل ها به حالت دگر گشن تلقیح می شوند. آزاد شدن گرده ۱ تا ۳ روز قبل از خروج کاکل شروع می شود. هر دانه گرده می تواند در تمام طول کاکل جای گیرد و شروع به رشد نماید. عمر دانه گرده ذرت ۱۸ تا ۲۴ ساعت است. (شکل ۲۶)



شکل ۲۶- گرده افشانی طبیعی در ذرت

قبل از اینکه کاکل ظاهر شود باید پایه مادری انتخاب و گل های ماده توسط پاکت پوشانده شود. یک روز قبل از گرده افشانی نوک کاکل باید به طول ۲ سانتی متر کوتاه شود. درست روزی که گل های ماده پوشانده می شوند خوشه های گل نر را هم باید با پاکت های غیر قابل نفوذ در مقابل آب پوشاند. روز گرده افشانی خوشه نر را در پاکت تکان می دهند تا گرده ها در پاکت جمع شوند. پاکت خوشه ماده را بریده و گرده ها را روی کاکل ها می ریزند و در آخر پاکت گرده ها را روی گل ماده قرار داده و به دور ساقه می بندند. مشخصات والدین و تاریخ گرده افشانی را روی پاکت می نویسند. (شکل ۲۷)



شکل ۲۷- گرده افشانی مصنوعی ذرت

بذرهای دلخواه را با استفاده از روش های سلکسیون انتخاب و تکثیر می کنند. هدف های اصلاح بذر ذرت: میزان عملکرد در واحد سطح، سازش گیاه با محیط، مقاومت به خوابیدگی، مقاومت به ریزش بلال ها، مناسب بودن برای درو با کمباین، کیفیت ذرت، مقاومت به بیماری ها و آفت ها و ...



مراحل اصلاح گیاهان دگرگشن را به صورت نمودار بر روی یک ورقه مقوایی  $A_0$  رسم کنید. پس از تأیید مربی، در محل مناسب در معرض نمایش هنرجویان قرار دهید. در نمودار خود سعی کنید تفاوت‌ها با گیاهان خودگشن را نشان دهید.

### صفات بذر اصلاح شده

- بذور اصلاح شده باید شرایط زیر را داشته باشند:
- الف) خالص بوده و از نظر خواص بیولوژیکی و مورفولوژیکی کاملاً یک نواخت باشند.
  - ب) در مقابل بیماری‌ها و آفات گیاهی مقاوم باشند.
  - پ) از نظر عملکرد در واحد سطح و زودرسی نسبت به ارقام بومی برتر باشند.
  - ت) بازار پسند باشند.



از یکی از مراکز اصلاح بذر گیاهان زراعی در زمان مناسب بازدید کرده و با فرایند اصلاح بذر آشنا شوید. از مشاهدات گزارش تنظیم نمایید. در گزارش خود تفاوت فرایند و نوع عملیات در گیاهان خودگشن و دگرگشن را تشریح کنید.

### مراحل مختلف تهیه بذر گواهی شده

الگوی کلی گواهی بذر از اصلاح یک وارسته جدید تا امکان بهره برداری اقتصادی از آن توسط کشاورز به شرح زیر است:

الف) **بذر اولیه یا بذر اصلاح گر (Nucleus):** بذر اولیه به بذر و سایر اندام‌های رویشی گیاه گفته می‌شود که زیر نظر مستقیم متخصصین اصلاح نباتات تولید شود. این نوع بذرها مقدارشان بسیار ناچیز است و برای تولید بذر پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب) **بذر پایه یا سوپر الیت (Super Elite):** از کشت بذر اولیه تولید می‌گردد. این بذر زیر نظر اصلاح‌کننده یا مؤسسه مربوط ازدیاد می‌شود و مزرعه ازدیادی به مساحت ۲ یا ۳ هکتار است. کشت بذر پایه ممکن است چندین بار تکرار شود.

پ) **بذر ثبت شده یا مادری (EGIT):** این بذر از تکثیر بذر پایه با نظارت کارشناسان بذر تولید می‌شود. بذر ثبت شده ممکن است چندین بار تهیه شود. بدین معنی که از بذر ثبت شده دوباره بذر ثبت شده تهیه گردد. هدف از این مرحله افزایش مقدار بذر قبل از تولید بذر گواهی شده می‌باشد. بذر ثبت شده به عنوان بذر تجاری در نظر گرفته نمی‌شود.

ت) **بذر گواهی شده (Cerified seed):** بذر گواهی شده حاصل کشت بذر ثبت شده است. در سطح وسیعی توسط مؤسسات اصلاح بذر یا کشاورزان خبره کاشته می‌شود. بذر گواهی شده بایستی دارای همه خصوصیات باشد که توسط مؤسسات گواهی‌کننده بذر تعیین شده است. این بذر برای تولید انبوه به زارعین تحویل می‌شود. به‌طور کلی هدف از کنترل و گواهی بذر را می‌توان به این صورت بیان کرد: حفظ خصوصیات فنوتیپی، ژنوتیپی و خلوص ارقام اصلاح شده بذوری که مشخصات بهتری نسبت به محصولات مشابه خود دارند. استفاده از این بذور توسط کشاورزان، باعث افزایش کمی و کیفی محصولات شده و موجب افزایش درآمد آنها نیز می‌شود.





برچسب هر یک از کلاس‌های بذری به چه رنگی بود و چه مشخصاتی روی آنها درج می‌شود. سعی کنید نمونه برچسب‌ها را جمع‌آوری کرده و نمایش دهید.

## آشنایی با فرایند گواهی بذر

کیفیت بذر شامل مؤلفه‌های متفاوتی مانند خلوص فیزیکی، خلوص ژنتیکی، میزان رطوبت، قدرت و قوه نامیه، وزن هزار دانه و... می‌باشد. از هزاران سال پیش بشر برای زنده ماندن و ادامه حیات خود به امر جمع‌آوری و نگهداری بذر مشغول است. بذر یک رابط زنده بین والدین و نتاج است. همچنین می‌توان گفت که بذر یک گیاه زنده و در حال رکود و استراحت است. گواهی بذر، کنترل مزرعه و آزمون بذر به عنوان ابزارهایی برای کنترل کیفی می‌باشد.

بازرسی مزارع مهم‌ترین فرصت برای مشاهده و اندازه‌گیری کیفیت گیاهان در حال تولید بذر است. مزارع تولید بذر باید برای تعیین خلوص فیزیکی - ژنتیکی و عاری بودن از آلودگی به بیماری‌ها و علف‌های هرز مورد بازرسی قرار گیرند.



از یکی از مراکز یا مزارع طرف قرار داد در تولید بذر گواهی شده در چند مرحله مناسب بازدید کرده و با فرایند تولید بذر گواهی شده، آشنا شوید. از مشاهدات گزارش تنظیم نمایید. به انواع بررسی‌ها و وظایف بازرسی‌ها، توجه داشته باشید.

## روش بازرسی مزارع به دو صورت زیر انجام می‌گیرد

**۱ بازرسی مزارع:** برای مشخص کردن نمای کلی مزارع در تمام مزرعه قدم زده و کل مزرعه را مشاهده می‌کنند. تمام مزارع مورد کشت باید بازرسی شود. به‌خصوص زمانی که بتوان علف‌های هرز و واریته‌های بیگانه را به راحتی تشخیص و جدا نمود. معمولاً بازرسی‌ها چند هفته پس از بذرکاری شروع می‌شود. مهم‌ترین مراحل بازدید به قرار زیر است:

الف) قبل از دوره گل‌دهی (ب) دوره گل‌دهی (پ) قبل از برداشت (زمان پر کردن دانه) (ت) زمان برداشت یکی دیگر از مواردی که در این مرحله بررسی می‌شود ایزولاسیون (جدایی) مزارع است. مثلاً غلات دانه ریز به غیر از چاودار معمولاً خود گرده‌افشان هستند و نیاز چندانی برای ایزولاسیون‌های شدید برای حفظ خلوص واریته ندارند. به همین منظور در موقع کشت فقط یک فاصله چند متری به‌صورت کشت نشده بین آنها رها می‌شود و یا گیاه دیگری بین آنها کاشته می‌شود. این کار برای جدا کردن دو واریته مانند گندم از یکدیگر کافی است ولی در مورد چاودار که یک گیاه دگرگشن است لازم است که حداقل بین مزارع چاودار حدود ۳۰۰-۴۰۰ متر فاصله موجود باشد تا از تلاقی‌های ناخواسته و اختلاط اجتناب گردد.

در زمان برداشت مقدار رطوبت بذر، خالص بودن، وارد نشدن خسارت مکانیکی به بذر، مهم‌ترین موارد بازرسی هستند. بذوری که با رطوبت بیشتر برداشت می‌شوند کیفیت خود را در انبار از دست می‌دهند. همچنین بذرهایی خیلی خشک نیز ممکن است دچار خسارت مکانیکی گردند. پیش از برداشت، باید ماشین‌های برداشت و وسایل حمل و نقل نیز تمیز و ضدعفونی شوند.

**۲ آماده سازی بذر:** بذرها پیش از دریافت درجه خلوص بر اساس استاندارد بذر، باید به طور کامل بوجاری و تمیز شوند. بذور علف های هرز و سایر محصولات زراعی، کاه، کلش و سایر مواد خارجی باید به طور کامل جدا گردند. هنگام بوجاری باید دقت شود که هیچ خسارت مکانیکی به بذر وارد نشود.

**۳ نمونه برداری:** پس از بوجاری و طی آخرین مراحل آماده سازی بایستی نمونه هایی برای آزمایش کیفی بذر و تجزیه در آزمایشگاه جهت گواهی بذر تهیه شود. این کار با استفاده از ادوات اتوماتیک و یا به طریق متداول یعنی تهیه نمونه با دست از کیسه ها یا توده های بذر، توسط مأمورین رسمی گواهی بذر انجام می گیرد. تهیه نمونه باید با دقت کافی انجام گیرد. نمونه باید نشان دهنده خصوصیات کل توده بذر تولید شده باشد.

**۴ تجزیه بذر:** گواهی نمودن نمونه یک بذر بوجاری شده مستلزم گذراندن آزمایش های خلوص، جوانه زنی، تعیین مقدار بذر علف های بذر و گاهی آزمون های بهداشت گیاهی است. جزئیات آلودگی در اینجا شمارش شده و ثبت می شود، سپس با استانداردهای مزرعه مقایسه می گردد. در آزمایشگاه تعیین کیفیت خلوص فیزیکی، میزان رطوبت، قوه نامیه و سلامت بذر مشخص می شود.

**خلوص فیزیکی بذر:** نشان دهنده درصد وزنی بذر سالم و رسیده در نمونه موجود می باشد.

**قوه نامیه بذر:** نشان دهنده درجه زنده بودن بذر، فعالیت متابولیکی و فعال بودن آنزیم ها است.

**رطوبت بذر:** یکی از مهم ترین عواملی که زنده بودن بذر را ضمن نگهداری به خطر می اندازد و باعث تقلیل قوه نامیه می گردد، رطوبت زیاد موجود در آن است. پس از برداشت، رطوبت اضافی موجود در بذور را بایستی یا به طور طبیعی و یا به طریق مصنوعی کم نمود، غیر از رطوبت، عوامل دیگری از قبیل خسارت حشرات، قارچ ها و... به طور مستقیم یا غیرمستقیم باعث آلودگی بذور می گردد.

نتایج آزمایشگاهی نشان داده که حداکثر رطوبت برای نگهداری بذور به مدت ۳-۵ سال در شرایط صحیح انبارداری به شرح زیر است:

نوع بذر	یونجه	گندم	ذرت	یولاف	نخود	جو	انواع شبدر	کتان	سویا
حداکثر رطوبت	۶٪	۱۰٪	۸٪	۱۰٪	۸٪	۱۰٪	۸-۶٪	۷٪	۷٪

دمای مناسب برای نگهداری بذور، ۵ تا ۱۵ درجه سانتی گراد است.

**تعیین وزن هزار دانه:** از آنجا که محاسبه وزن یک دانه بذر سخت است و در صورت اندازه گیری برآورد مناسبی از توده بذر نمی باشد، بنابراین از وزن هزار دانه استفاده می شود. درشتی بذر یکی از عوامل مرغوبیت محسوب می شود.

**ضد عفونی بذر:** برای جلوگیری از رشد و توسعه عوامل بیماری زا و آفاتی که ممکن است درون بذر یا در بستر کاشت وجود داشته باشند، بذور را با سموم خاص ضد عفونی می کنند. بذرها گواهی شده عموماً ضد عفونی شده هستند.

**کوتینگ<sup>۱</sup> (پوشش دادن بذر):** کوتینگ، بذر را در مقابل عفونت قارچی و پرندگان محافظت می کند. حجم و وزن بذور را افزایش داده و در نتیجه باعث می شود عملیات کاشت آسان و دقیق تر انجام گیرد. سازگاری بذر را با شرایط محیطی و آب و هوایی گوناگون افزایش می دهد. همچنین باعث افزایش قدرت جوانه زنی، رشد ریشه گیاه و جذب مواد غذایی می شود. موادی که برای پوشش بذر به کار می رود معمولاً شامل مواد مغذی، سموم دفع آفات، اسید هیومیک، مواد محرک و مواد حجم دهنده مانند پودر تالک می باشد. عموماً بذرهای ریز به کوتینگ نیاز دارند. مانند بذر یونجه، چغندر قند و... (شکل ۲۸)



شکل ۲۸- دو نوع از بذور پوشش داده شده زراعی

**۵ برچسب زنی بذر:** پس از آنکه بذر از تمام آزمایش‌ها عبور نموده و با ضعف و مشکلی روبه‌رو نشد، مورد گواهی قرار می‌گیرد و برچسب زده می‌شود. تعدادی از سازمان‌های گواهی بذر دارای روش تک برچسب می‌باشند که در آن اطلاعات کامل از قبیل خلوص، جوانه زنی، رطوبت و ... قید می‌شود. بیشتر سازمان‌های گواهی بذر دارای سیستم دو برچسب می‌باشند (برگه گواهی بذر و برگه مشخصات بذر). برچسب‌ها باید به طریقی نصب گردند که کاملاً در معرض دید بوده و امکان باز کردن بسته بذر بدون پاره کردن یا صدمه دیدن برچسب وجود نداشته باشد. این کار به سادگی با دوخت برچسب در داخل کیسه و در زیر سر کیسه امکان‌پذیر می‌باشد. (شکل ۲۹)

بذر ذرت هیبرید دابل کراس وارینه زودرس ۳۷۰					
این بذر تحت نظارت فنی موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال با رعایت کلیه استانداردهای بذری تولید و بسته‌بندی گردیده است.					
					
وزن خالص	خلوص فیزیکی	قوه نامیه	تاریخ تست	شماره لات	
۲۵ kg	۹۹	۹۰			
بذر ذرت سینگل کراس ۷۰۴ گواهی شده توسط مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال					
هیبرید	سال تولید	وزن خالص کیلوگرم	حداقل خلوص	حداقل قوه نامیه	شکل بذر
سینگل کراس	۱۳۹۳	۳۰۰ ± ۱۲/۵۰۰ گرم	۹۸ درصد	۹۲ درصد	
توصیه‌های به زراعی					
نوع کشت	فاصله ردیف‌های (سانتی‌متر)	عمق کاشت (سانتی‌متر)	فاصله کاشت بذر روی ردیف (سانتی‌متر)	مصرف بذر در هکتار (کیلوگرم)	تعداد بوته در هکتار (هزار)
دانه‌ای	۷۵-۷۰	۴-۵	۱۸-۱۶	۲۵-۲۳	۷۵-۶۵
علوفه‌ای	۷۵-۷۰	۵-۶	۱۶-۱۴	۳۷	۹۵-۸۵
					طول دوره رشد (به روز)
					۱۳۵-۱۲۵
					۱۱۰-۱۰۰

شکل ۲۹- نمونه برچسب روی بذر گواهی شده

**۶ بازاریابی:** بازاریابی بذر گواهی شده به عهده تولیدکننده بذر است. سازمان گواهی‌کننده بذر عاملی برای جلب مشتری است.

فرایند تهیه و عرضه بذر گواهی شده را به صورت نمودار بر روی یک ورقه مقوایی A<sub>۰</sub> رسم کنید. پس از تأیید مربی، در محل مناسب در معرض نمایش هنجریان قرار دهید. در نمودار خود سعی کنید ویژگی هر مرحله را به صورت خلاصه نمایش دهید.

فعالیت





جدول ارزشیابی پودمان

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
ژنتیک و اصلاح بذر	کاربرد ژنتیک در تولید بذر	تحلیل قوانین ژنتیک، سازوکار انتقال صفات، فرایند کاربرد ژنتیک در اصلاح گیاهان و تولید بذر را انجام دهد.	بالتر از حد انتظار	تحلیل قوانین مندل، تحلیل سازوکار انتقال صفات در گیاهان، تحلیل جهش و عوامل به‌وجود آورنده آن، تحلیل فرایند کشت بافت در گیاهان، تحلیل روش‌های اصلاح بذر و اهداف آن، تحلیل روش‌های مختلف اصلاح بذر، تحلیل و تفسیر مراحل مختلف تهیه بذر گواهی شده	۳
	اصلاح بذر در گیاهان زراعی		در حد انتظار	تحلیل قوانین مندل، تحلیل سازوکار انتقال صفات در گیاهان، تحلیل جهش و عوامل به‌وجود آورنده آن، تحلیل فرایند کشت بافت در گیاهان، تحلیل فرایند اصلاح بذر، تحلیل و تفسیر مراحل مختلف تهیه بذر گواهی شده	۲
			پایین‌تر از انتظار	ناتوانی در تحلیل قوانین مندل یا ناتوانی در تحلیل فرایند اصلاح بذر یا ناتوانی در تحلیل مراحل مختلف تهیه بذر گواهی شده	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					



## پودمان ۵

### تولید خوراک سالم



آیا می‌دانید که:

- مصرف خوراکی، چه ضرورتی دارد؟
- همه موجودات زنده به غذا نیاز دارند؟
- موجودات زنده در مراحل مختلف زندگی به مقدار غذای متفاوتی نیاز دارند؟
- غذای سالم و امنیت غذایی چیست؟
- چگونه می‌توان با حفظ محیط زیست و منابع طبیعی، خوراک سالم و کافی تولید کرد؟

## واحد یادگیری ۱

### تحلیل ترکیبات مواد خوراکی

#### ضرورت و اهمیت مواد خوراکی

خوراک، مهم‌ترین و حیاتی‌ترین نیاز انسان است. رشد و نمو، تندرستی و شادابی، آرامش و زیبایی، رفتار و منش، دانایی و توانایی، تولیدمثل و تکثیر نسل، طول عمر و... وابسته به خوراک سالم است. خداوند بر اهل مکه به «خوراک» و «امنیت»، منت نهاده<sup>۱</sup>: مردی به پیامبر اکرم (ص) می‌گوید: دوست دارم دعایم مستجاب شود، حضرت فرمود: خوراک خود را پاکیزه کن و از هرگونه خوراکی حرام بپرهیز. در ادیان الهی به مؤمنان سفارش شده است که فقط از خوراک‌های پاکیزه استفاده کنند<sup>۲</sup>. اصولاً بین خوراک پاکیزه و عمل صالح ارتباط داده می‌شود<sup>۳</sup>. در فرهنگ اصیل ایرانی روح سالم در بدن سالم است. بنابراین سلامتی روح، تابع سلامتی تن و سلامتی تن تابع خوراک و خوراکی سالم است.

#### انسان و خوراک



خوراک دارای سه جنبه مهم: تغذیه‌ای، ایمنی یا بهداشتی یا دارویی یا درمانی است. بدن ما مانند ماشین بزرگی است که پیوسته در حال کار است. حتی زمانی که در خواب هستیم، قلب ما می‌تپد، شش‌ها می‌دمند و مغز مدیریت می‌کند. مواد خوراکی افزون بر نقش اصلی و اساسی در ساختمان این ماشین، انرژی مورد نیاز برای درست کارکردن آن و مواد لازم برای سرویس و نگهداری یا ترمیم و بازسازی آن را هم فراهم می‌کند.

اگر خوراک به مقدار و کیفیت مورد نیاز به بدن نرسد، ساختمان اندام‌ها به درستی کامل نمی‌شود. عملکرد اندام‌ها، مختل شده و سرانجام از کار می‌افتند. (شکل ۱)

شکل ۱- نقش غذا در رشد و تقویت

از چه جنبه‌هایی می‌تواند بدن یک موجود زنده را با یک ماشین یا موتور مقایسه کرد؟ چند مثال ارائه دهید.

فکر کنید



قد خود را هرماه اندازه بگیرید، تا ببینید بدن شما چقدر رشد می‌کند. حداکثر رشد تا سن ۱۸ سالگی بوده و پس از آن به تدریج کاهش یافته و در ۴۰ سالگی تقریباً متوقف می‌شود. اما سایر نقش‌های مواد خوراکی مانند ترمیم فرسودگی‌ها، تأمین انرژی، اثرات بهداشتی و درمانی آن تا آخر عمر ادامه دارد.

۱- الذی اطعمهم من جوع و آمنهم من خوف  
۲- یا ایها الذین آمنوا کلوا من طیبات ما رزقناکم  
۳- کلوا من الطیبات و عملوا صالحا



- آیا پرخوری یا خوردن بیش از اندازه خوراک سبب افزایش سرعت رشد می‌شود؟
- آیا بزرگ شدن حجم شکم، رشد کردن است؟

### مواد خوراکی شامل چه ترکیباتی می‌باشند؟



شکل ۲- برخی از مواد پروتئینی

**۱ پروتئین‌ها:** پروتئین‌ها اجزای ساختمانی بدن ما می‌باشند. بدن انسان از این ترکیبات برای تشکیل اجزا، رشد اندام‌ها و دستگاه‌ها و ترمیم قسمت‌های آسیب‌دیده استفاده می‌کند. بدن انسان در سن رشد به پروتئین بیشتری نیاز دارد. هرچند بیشتر خوراکی‌ها دارای تمامی ترکیبات می‌باشند اما شیر، گوشت، تخم‌مرغ، ماهی، پنیر، حبوبات و قارچ دارای پروتئین بیشتری هستند. (شکل ۲)



شکل ۳- برخی از مواد کربوهیدراتی

**۲ کربوهیدرات‌ها:** کربوهیدرات‌ها یا قندها از مواد انرژی‌زا هستند. به صورت ساده یا مرکب در انواع مواد خوراکی وجود دارند. مصرف بیش از اندازه کربوهیدرات‌ها موجب چاقی انسان می‌شود. غلات، فرآورده‌های حاصل از غلات، قند و شکر و شیرینی‌ها مقدار فراوانی کربوهیدرات دارند.



شکل ۴- برخی از محصولات گیاهی سرشار از روغن

**۳ چربی‌ها:** چربی‌ها هم در ساختار برخی از اجزای بدن مشارکت دارند و هم اینکه انرژی مورد نیاز بدن را فراهم می‌کنند. چربی در زیرپوست بدن ذخیره می‌شود و مانند یک لایه حفاظتی بدن را گرم نگه می‌دارد. دانه‌های روغنی (آفتابگردان، کنجد، کلزا، پنبه دانه، سویا)، مغز دانه‌ها، لبنیات، گوشت و فرآورده‌های گوشتی دارای چربی هستند. (شکل ۳)

**۴ مواد معدنی:** ترکیباتی هستند که گیاهان آنها را از خاک دریافت می‌نمایند. به عبارت دیگر ترکیباتی که آلی نباشند در گروه ترکیبات معدنی دسته‌بندی می‌شوند. هرچند برخی از مواد معدنی مثل نمک طعام را به صورت



شکل ۵- محصولات خوراکی سرشار از ویتامین و مواد معدنی

مستقیم مصرف می‌کنیم اما اغلب مواد معدنی مورد نیاز بدن ما از خوراکی‌ها تأمین می‌شود. بدن ما به بیست نوع ماده معدنی ساده و مرکب، مانند: نمک، کلسیم، فسفر و آهن نیاز دارد. آب دارای مواد معدنی فراوانی است، همچنین جگر، گوشت، اسفناج دارای مقادیر فراوانی از آهن و شیر، پنیر و ماست دارای کلسیم و فسفر هستند. (شکل ۵)

**۵ ویتامین‌ها:** ویتامین‌ها ترکیبات آلی هستند که به مقدار خیلی جزئی برای سوخت‌وساز مواد غذایی و اعمال حیاتی بدن و رشد و نمو و تندرستی مورد نیاز هستند. بدن انسان به بیست نوع ویتامین مختلف نیاز دارد. کمبود هر یک از این ویتامین‌ها بیماری ویژه‌ای را در بدن ایجاد می‌کند. بدن انسان قادر است برخی از ویتامین‌ها را با استفاده از مواد ساده، بسازد به این گروه از ویتامین‌ها، غیرضروری می‌گویند درحالی‌که توانایی ساخت برخی دیگر را ندارد. که به آنها ویتامین‌های ضروری گفته می‌شود و بایستی از خوراکی‌های مناسب تأمین گردد.



شکل ۶- آب مایه حیات

**۶ آب:** آب افزون بر اینکه مهم‌ترین عامل رویش گیاهان و در نتیجه تولید خوراک است، تمام اعمال حیاتی بدن موجودات زنده با حضور و وجود آب امکان‌پذیر است. بدون آب، زندگی غیرممکن است. کمبود آب در بدن به تغییرات ذهنی و فیزیکی منجر می‌شود. بیش از ۶۰ تا ۷۰ درصد وزن بدن ما از آب تشکیل شده است. (شکل ۶)

چندگروه کاری تشکیل دهید. هر گروه در مورد یکی از موضوعات زیر تحقیق کرده و یافته‌های خود را در کلاس ارائه و پاسخگوی پرسش‌های کلاس باشد.

- ۱ پروتئین‌ها دارای چه ساختاری بوده و در بدن انسان چه نقش‌هایی دارند؟ چه گیاهان زراعی دارای درصد پروتئین بالایی هستند؟ درصد پروتئین آنها را از منابع معتبر به دست آورید.
- ۲ کربوهیدرات‌ها چند نوع هستند؟ کالری مورد نیاز هر فرد در روز بر چه اساسی و چه مقداری تعیین می‌شود؟ چه تناسبی از مصرف انواع مواد خوراکی برای تأمین این حد از انرژی مطلوب است؟ درصد قند در دانه یا محصول گیاهان زراعی عمده را از منابع معتبر به دست آورید.
- ۳ چربی‌ها دارای چه ساختاری بوده و در بدن انسان چه نقش‌هایی دارند؟ آیا بین چربی و روغن، تفاوتی است؟ درصد روغن در دانه یا محصول گیاهان زراعی عمده را از منابع معتبر به دست آورید.
- ۴ انواع مواد معدنی مورد نیاز بدن انسان را تعیین کنید. مشخص کنید این مواد از چه منابع‌هایی تأمین

پژوهش



می‌شود و حد مورد نیاز آنها در افراد بر چه اساسی تعیین می‌گردد؟ نوع و درصد مواد معدنی در دانه یا محصول گیاهان زراعی عمده را از منابع معتبر به‌دست آورید.

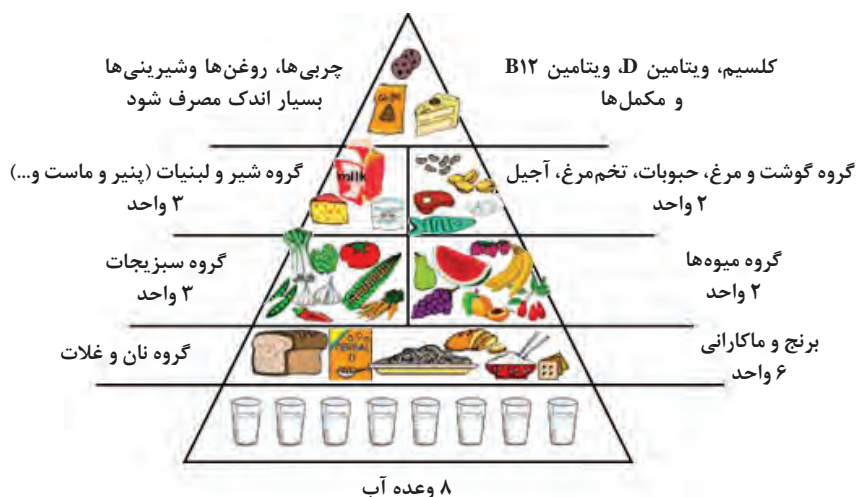
۵ انواع ویتامین‌های مورد نیاز بدن انسان را تعیین کنید. مشخص کنید این مواد از چه منبع‌هایی تأمین می‌شوند؟ مقدار مورد نیاز و نقش هریک از ویتامین‌ها را به‌دست آورید. نوع و مقدار ویتامین موجود در دانه یا محصول گیاهان زراعی عمده را از منابع معتبر به‌دست آورید.

۶ فیبرها چگونه موادی هستند و نقش آنها در بدن چیست؟ چه نوع خوراکی‌هایی سرشار از فیبر می‌باشند؟

۷ تعریف و مشخصات آب سالم را ارائه دهید و مشخص کنید مقدار آب مورد نیاز چگونه تعیین می‌شود و به چه مقداری است؟ آب چه نقشی در سلامتی انسان داشته و چه درصدی از وزن بدن را تشکیل می‌دهد؟ درصد آب در دانه یا محصول گیاهان زراعی عمده را از منابع معتبر به‌دست آورید.

### به چه مقدار مواد خوراکی نیاز داریم

نیازهای غذایی انسان برحسب سن، جنس، نوع و مقدار فعالیت، متفاوت است. برای حفظ سلامت جسم و تناسب اندام، باید نیازهای بدن را همگام با این تغییرات تشخیص داده و تأمین گردد. برای تأمین نیازهای غذایی، باید از آب و انواع خوراکی‌ها به مقدار و نسبت مناسب، مصرف نمود. زیرا تمامی این ترکیبات در یک یا تعداد محدودی از مواد خوراکی فراهم نمی‌شود. بنابراین مصرف انواع خوراکی‌ها با منشأ گیاهی و جانوری، ضروری است. به عبارت دیگر، یک رژیم غذایی متنوع بر پایه میوه‌ها، سبزی‌ها، غلات، حبوبات، لبنیات و گوشت (دام، طیور و آبزیان) باشد، قادر به برطرف کردن این نیازها هست. (شکل ۷)



شکل ۷- هرم غذایی

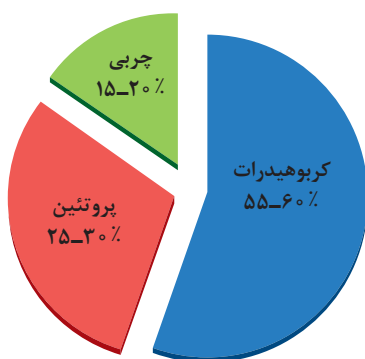
## کالری مورد نیاز

یک رژیم غذایی وقتی خوب و سالم نامیده می‌شود که از یک سو کالری مورد نیاز را تأمین نماید، از سوی دیگر تأمین این کالری از مواد و خوراکی‌های متنوعی باشد تا سایر نیازهای غذایی نیز تأمین گردد.

گفت‌وگو



مقدار کالری مورد نیاز یک فرد برای تأمین انرژی فعالیت‌های روزانه، برحسب چه عواملی تعیین می‌گردد؟ آیا سن، جنسیت، میزان فعالیت یا نوع کار و روش زندگی در میزان کالری مورد نیاز تأثیر دارند؟



شکل ۸- دقت در وعده‌های غذایی

یک مرد بالغ فعال، روزانه ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوکالری انرژی مصرف می‌کند. این مقدار انرژی چنانچه گفته شد باید از ترکیبات غذایی مختلف فراهم گردد. بدن انسان انرژی مورد نیاز خود را از فرایند هضم و جذب پروتئین‌ها، چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها به دست می‌آورد. هر گرم پروتئین و کربوهیدرات حدود ۴ کیلوکالری (۱۷ کیلوژول) و هر گرم چربی معادل ۹ کیلوکالری (۳۸ کیلوژول) انرژی دارد.

مطلوب آن است که ۲۵ تا ۳۰ درصد از کالری مورد نیاز از مواد پروتئینی، ۵۵ تا ۶۰ درصد از کربوهیدرات و ۱۵ تا ۲۰ درصد از چربی تأمین شود. درحالی‌که جیره غذایی اغلب کشورهای فقیر یا کمتر توسعه‌یافته به ترتیبی است که حدود ۱۱ درصد انرژی از منبع پروتئین‌ها تأمین می‌گردد. (شکل ۸)

یک انسان سالم باید میزان کالری مورد نیاز بدن خود را طی ۵ تا ۶ وعده به بدن برساند که البته به دلیل شرایط شغلی و فرهنگی به ما آموزش داده‌اند که غذای خود را در ۳ وعده نسبتاً بزرگ‌تر بخوریم، که این امر به عنوان یک رژیم غذایی سالم به شمار نمی‌رود.

گفت‌وگو



اگر تمام کالری مورد نیاز را از یک منبع مثلاً کربوهیدرات‌ها تأمین نماییم، چه اتفاقی می‌افتد؟

فکر کنید



پیام این عبارت چیست؟ یک مرد بالغ قادر به هضم ۴۰ گرم پروتئین در هر وعده غذایی است. هر چه بیش از این مقدار مصرف شود به عنوان چربی در بدن او ذخیره می‌شود.



### محاسبه میزان کالری روزانه مورد نیاز (BMR)<sup>۱</sup>



روش‌های گوناگونی برای تعیین میزان کالری مورد نیاز روزانه بدن وجود دارد. یکی از آسان‌ترین آنها به نام فرمول «هریس بندیک» است. عوامل مهم در این فرمول عبارت‌اند از: جنسیت، وزن بدن (به کیلوگرم)، قد (به سانتی‌متر)، و سن (به سال). فرمول مذکور به این شکل است.

$$\text{BMR} = ۶۶ + (۱۳ / ۷ \times \text{وزن}) + (۵ \times \text{قد cm}) - (۶/۸ \times \text{سن})$$

(برای مردان)

$$\text{BMR} = ۶۵۵ + (۹ / ۶ \times \text{وزن}) + (۱/۸ \times \text{قد cm}) - (۴/۷ \times \text{سن})$$

(برای زنان)

شکل ۹- تعادل بین انرژی دریافتی و مصرفی

#### برای نمونه:

انرژی پایه مورد نیاز برای یک مرد ۲۸ ساله با قد ۱۷۵ سانتی‌متر و وزن ۷۵ کیلوگرم، چنین است:

$$۶۶ + (۱۳/۷ \times ۷۵) + (۵ \times ۱۷۵) - (۶/۸ \times ۲۸) = ۱۷۷۸/۱$$

با افزایش فعالیت فرد، میزان انرژی مورد نیاز بدن او به کالری بیشتر می‌شود. بر این اساس انرژی پایه با ضرب شدن در ضرایبی به انرژی مورد نیاز برای فعالیت، تبدیل می‌شود.

#### جدول ۱- ضریب مصرف کالری بر حسب نوع فعالیت

ضریب برای مردان	ضریب برای زنان	نوع فعالیت
$\text{BMR} \times ۱/۲$	$\text{BMR} \times ۱/۲$	افراد بدون فعالیت (میزان کم یا هیچ‌گونه فعالیت)
$\text{BMR} \times ۱/۳۷۵$	$\text{BMR} \times ۱/۳$	افراد کم فعالیت (کمی نرمش در حد ۱ تا ۳ روز در هفته)
$\text{BMR} \times ۱/۵۵$	$\text{BMR} \times ۱/۵$	افراد با فعالیت متوسط (نرمش متعادل ۳ تا ۵ بار در هفته)
$\text{BMR} \times ۱/۷۲۵$	$\text{BMR} \times ۱/۶$	افراد فعال (ورزش روزانه)
$\text{BMR} \times ۱/۹$	$\text{BMR} \times ۱/۹$	افراد بیش فعال (ورزش‌های سنگین روزانه)

در این حالت اگر فردی که در نمونه بالا میزان کالری مصرفی روزانه او محاسبه شد، دارای فعالیت فیزیکی متوسطی باشد می‌بایست عدد به دست آمده (۱۷۷۸/۱) را در ۱/۵۵ ضرب کند تا کالری نهایی مورد نیاز بدن خود را به دست آورد. این مقدار ۲۷۵۶ کیلوکالری در هر روز خواهد شد.

۱- میزان انرژی پایه برای اعمال حیاتی (BMR) basal metabolic rate



برای اعضای خانواده که دارای سن، جنس، وزن و فعالیت مختلف هستند، مقدار انرژی پایه و انرژی مورد نیاز روزانه را به دست آورید.



آیا می‌توانید نرم‌افزاری طراحی کنید که با داده‌های اولیه، انرژی پایه و روزانه را محاسبه نماید؟

### آلودگی‌ها و فساد در مواد خوراکی

مواد خوراکی زمانی مفید یا سودمند خواهند بود که:  
 الف) سالم باشند. (شکل ۱۰)  
 ب) به درستی نگهداری، فرآوری، طبخ و مصرف شوند. (شکل ۱۰)



شکل ۱۰- افزون بر خوب بودن مواد خوراکی، عمل آوری و نگهداری آنها هم باید خوب باشد

## واحد یادگیری ۲

### تحلیل رابطه کشاورزی و خوراک سالم

#### مواد خوراکی سالم

خوراک یا محصول سالم به محصولی گفته می‌شود که بدون عناصر و ترکیبات سمی و آلاینده‌ها باشد یا اینکه مقدار آنها در حد مجاز باشد.

گفت و گو



رئیس انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع خوراکی کشور گفت: ۱۱۰ میلیون تن مواد خوراکی در کشور تولید می‌شود که از این میزان ۳۰ درصد ضایع می‌شود. ایشان افزودند: مردم کشور به سرعت چاق می‌شوند و در حال حاضر نزدیک به نیمی از افراد، چاق هستند و هر ایرانی به‌طور متوسط ۴۰۰ کیلوکالری بیشتر دریافت می‌کند.

#### امنیت غذایی

امنیت غذایی تولید غذا به مقدار کافی، توزیع آن به‌طور یکسان در میان جمعیت و دستیابی افراد به منابع غذایی برای داشتن زندگی فعال و سالم است. (شکل ۱۱).

به بیان دیگر کشور یا جامعه‌ای از نظر غذایی در امنیت است که مردم آن در هر زمان و در جای‌جای آن کشور به غذای کافی و سالم دسترسی داشته باشند. غذا باید کاملاً سالم، قابل اعتماد و متناسب با فرهنگ و علائق مردم باشد. مواد مضر، باقیمانده سموم در محصولات کشاورزی، مواد افزودنی، رنگ‌ها، مواد شیمیایی نامناسب، آلودگی‌های بیولوژیک و غیره نداشته باشد. مهم‌تر اینکه این ایمنی باید از مزرعه تا سفره دیده شود. امنیت غذایی هم در سطح کلان و هم در سطح خانواده باید مورد توجه قرار گیرد. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱- امنیت غذایی همه جانبه است

گفت و گو



چه تفاوتی بین بهداشت مواد غذایی، ایمنی غذا و امنیت غذایی وجود دارد؟

وزارت کشاورزی چندین سال است که با ارائه آمار اعلام می‌کند مصرف سرانه هر ایرانی ۳ هزار کیلوکالری است. این بدان معنی است که امنیت غذایی در سطح ملی مطلوب است ولی بررسی‌های ملی مانند «پژوهش در وضعیت ریزمغذی‌های ایران (پورا)» نشانگر کمبودهایی از نظر دریافت ریزمغذی‌ها وجود دارد. این کمبودها موجب نوعی گرسنگی پنهان به نام گرسنگی سلولی می‌شود که در بیشتر نقاط کشور به‌ویژه در مناطق روستایی وجود دارد. از سوی دیگر آلودگی مواد غذایی به باقی‌مانده مواد شیمیایی مانند سم، کود، فلزات سنگین و میکروب‌ها نیز نشان‌دهنده ضرورت توجه بیشتر به امنیت غذایی است.

گفت‌وگو



■ درباره سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) چه اطلاعاتی دارید؟

■ آیا کشور ما هم عضو این سازمان هست؟

■ روز جهانی غذا در تقویم کشور ما (هجری خورشیدی) چه روزی است؟

شکل ۱۲ - نمونه‌ای از بزرگداشت روز جهانی غذا در کشور

### عوامل تأثیرگذار بر امنیت غذایی

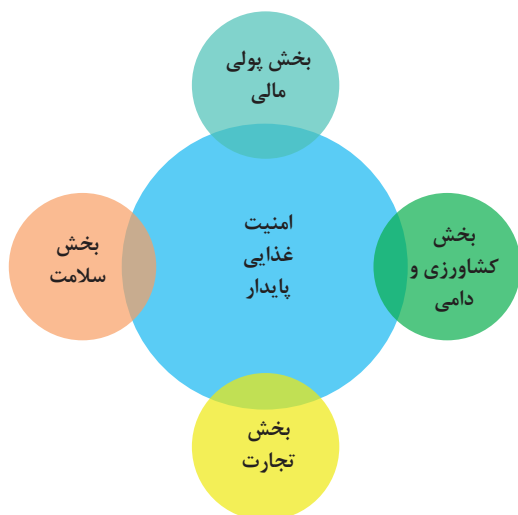
اگر سبدی که هر روز برای خانواده تهیه می‌شود، متناسب با نیازهای افراد آن خانواده باشد، به‌درستی فراوری یا عمل‌آوری (پخت‌وپز) گردد، به‌خوبی نگهداری و به‌موقع و به طرز صحیح استفاده شود، به‌گونه‌ای که موجب سیری سلولی افرادی که دور سفره می‌نشینند شود و این رفتار پایدار یا مستمر باشد، می‌توان گفت که امنیت غذایی تأمین شده است.

فکر کنید



مهم‌ترین عامل مؤثر برای رسیدن به امنیت غذایی وجود خوراک سالم در یک کشور است. آیا عواملی مانند میزان درآمد خانوار، سهمی از درآمد که صرف خریدن غذا می‌شود، سلیقه و ذائقه، عادت و سنت، سهولت دسترسی به مراکز عرضه انواع محصولات کشاورزی، میزان اطلاعات تغذیه‌ای خریدار مواد غذایی خانوار، چگونگی تقسیم غذا در داخل خانواده یا عوامل دیگری را نیز می‌توان از عوامل مؤثر بر امنیت غذایی برشمرد؟

بر این اساس تأمین امنیت غذایی یک کشور صرفاً به‌عهده تولیدکنندگان محصولات کشاورزی نیست بلکه نیازمند هماهنگی سازمان‌های متعدد و تصمیمات اصولی و اساسی برنامه‌ریزان و مدیران کلان جامعه است. در این فرایند سیاست‌گذاران، تولیدکنندگان، تجارت‌پیشگان، بخش آموزش و پرورش، رسانه‌ها، مبلغ‌ها،



شکل ۱۳- پیوستگی بخش‌ها در زنجیره امنیت غذایی



شکل ۱۴- فست و فود و سس‌ها، بلایی جدید برای سلامتی جامعه

نظام‌های مالی، اقتصادی، قضایی... همه و همه نقش دارند. مجموعه این سازمان‌ها البته در قالب مدیریت تعریف‌شده متولی امنیت غذایی کشور بوده و عملکرد بهینه آن می‌تواند امنیت غذایی کشور را تضمین نماید. چنانچه پیش‌تر گفته شد در دهه‌های اخیر با افزایش جمعیت و گسترش فناوری، مصرف انواع مواد شیمیایی و بیوشیمیایی به‌صورت کود، سم، آنتی‌بیوتیک، هورمون‌ها در تولید مواد غذایی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، رشد چشمگیری داشته است. (شکل ۱۳) از سوی دیگر با تغییر روش زندگی از جمله ورود سرعت و شتاب در امور روزانه و نیز بالا رفتن سطح درآمد و زندگی افراد، شکل و شیوه آماده‌سازی و نگهداری مواد غذایی تغییر چشمگیری کرده است. غذاهای فوری (فست‌فودها)، سس‌ها، افزودنی‌ها، طعم‌دهنده‌ها و نگه‌دارنده‌ها، نمونه‌هایی از این تغییرها می‌باشند. (شکل ۱۴) این مواد اثرات سوء انکارناپذیری بر سلامت انسان از جمله بروز انواع ناهنجاری‌های مادرزادی و سرطان‌ها به‌ویژه در کودکان و بیماری‌های معروف به بیماری‌های عصر جدید در بزرگسالان منجر شده است. بر اساس آمار موجود، میزان وقوع مسمومیت‌های ناشی از آلودگی غذا در کشورهای در حال توسعه، ۱۳ درصد بیشتر از کشورهای صنعتی است. (شکل ۱۴)

فکر کنید



آیا روش آماده‌سازی یا پخت‌وپز می‌تواند روی کیفیت مواد خوراکی تأثیر گذاشته و آن را فاقد ارزش غذایی یا حتی مضر نماید؟ چگونه؟ مثال‌ها را از مشاهدات عینی خود بیاورید و با بیان اهل علم، مستند نمایید.

با توجه به اهمیت امنیت غذایی کشور و نقش آموزش در تأمین این امنیت، از یک‌سو انواع آلودگی‌های محصولات کشاورزی آشکارسازی و اطلاع‌رسانی شده و خطرات مصرف این‌گونه مواد آموزش داده شود و از سوی دیگر بایستی انواع غذاهای سالم معرفی شده و روش‌های تولید آنها آموزش داده شود.

### انواع محصولات ایمن

تولید محصولات کشاورزی (گیاهی و حیوانی) با استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی و بیوشیمیایی بیشتر آلوده

و مضر هستند. در نتیجه مصرف این گونه محصولات هر چند ما را سیر می‌کند اما قطعاً بیمار و معیوب هم می‌سازد. حال باید بدانیم که چه محصولاتی سالم و ایمن هستند و چگونه می‌توانیم محصولات سالم و ایمن تولید نماییم. محصولات ایمن در سه گروه زیر قرار می‌گیرند:



شکل ۱۵ - مناطق بکر، محصولات طبیعی

**۱ محصولات طبیعی:** محصول طبیعی محصولاتی تحت پوشش نظام پایش و گواهی با عنوان «موقعیت جغرافیایی» است. این محصولات عاری از بقایای مواد شیمیایی مصنوعی بوده و حاصل تولید در مناطق وحشی، طبیعی و دست‌نخورده (از نظر ورود فئآوری و مصرف مواد شیمیایی) مانند مراتع، جنگل‌ها، دیم‌زارها و یا مزارع مشخصی هستند که به دلیل شرایط خاص اقلیم و اکولوژی منطقه در سالیان طولانی به صورت سنتی، در تولید آنها از هیچ‌گونه نهاده‌های شیمیایی استفاده نشده است. (شکل ۱۵) هر چند بیشتر محصولات طبیعی به صورت سنتی تولید می‌شوند اما هر محصول سنتی را نمی‌توان محصول طبیعی نامید. چرا؟

در منطقه شما یا مناطق نزدیک به شما چه محصولات طبیعی تولید می‌شود یا به صورت وحشی قابل استفاده هستند؟

گفت‌وگو



**۲ محصولات سالم:** محصولات سالم در نتیجه اعمال دستورالعمل‌ها و روش‌های تولیدی معروف به GAP<sup>۱</sup> تولید می‌شوند. گپ یا GAP در واقع علامت اختصاری برای عبارت «عملیات خوب کشاورزی» است. در این روش عناصر و ترکیبات سمی و آلاینده در محصول وجود دارد اما حداکثر باقی‌مانده مجاز<sup>۲</sup> (MRL) آن کمتر از حد مضر برای مصرف‌کننده است.

GAP از دیدگاه سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) اصولی است که به فرایندهای قبل، ضمن و بعد از برداشت محصول اعمال شده و به تولید محصول ایمن و سالم کشاورزی با رعایت جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پایدار منجر می‌گردد.

GAP از دیدگاه استاندارد ملی ایران (واژه‌نامه ایران گپ به شماره ۱۳۳۲۵) به چه مفهومی است؟

پژوهش



۱- Good Agricultural Practices (GAP) عملیات خوب کشاورزی

۲- Maximum Residue Limit or Maximum Residue Level (MRL) حداکثر حد مجاز سم یا حداکثر مقدار باقی‌مانده سم



## محصولات زیستی (ارگانیک)

این محصولات نتیجه انجام دستورالعمل‌ها و روش‌های تولید کشاورزی زیستی است. با این روش محصول تولیدشده بدون عناصر و ترکیبات سمی و هر نوع آلاینده خواهد بود. افزون بر این، در کشاورزی زیستی حفظ و احیا محیط زیست، حیات خاک، بقای گیاهان، حفاظت از جانوران و سلامت انسان هدف اصلی است. در این روش در مزارع و باغات با استقرار نظام بازرسی و نظارت ویژه و اعمال مدیریت خاص باعث می‌شوند که فرایند گذار از مرحله کشاورزی رایج به مرحله کشاورزی زیستی و تولید محصول زیستی صورت گیرد. فرایندی که انجام کامل آن به شرایط ویژه، تخصص و تعهد بالا و زمان طولانی نیاز دارد.

تولید محصول ارگانیک نتیجه نگاه ارزشمند و هدفمند به انسان و محیط زیست است. در این نگاه هدف اولویت دادن به تنوع زیستی، چرخه‌های حیاتی و بهبود فعالیت‌های بیولوژیکی خاک است. از اصول مهم کشاورزی زیستی، استفاده نکردن از نهاده‌های شیمیایی مصنوعی مانند آفتکش‌ها، کودهای شیمیایی و افزودنی‌های شیمیایی در تولید محصول است.



انجمن ارگانیک ایران  
Iran Organic Association

استفاده از نهاده‌های زیستی مانند بذرهای ارگانیک، حفظ و ارتقای حاصلخیزی خاک با به‌کارگیری راهکارهای زیستی، بازیافت بقایای گیاهی و جانوری به‌منظور بازگشت عناصر به خاک، حفظ چرخه عناصر غذایی و تقویت چرخه‌های زیستی در اکوسیستم زراعی (کشت بوم) شامل ریزموجودات، پوشش گیاهی و جانوری خاک، گیاهان و حیوانات است.

هر محصولی که با این فرایند تولید شود و درستی اجرای تمامی مراحل آن توسط یک‌نهاد بازرسی‌کننده و یا گواهی‌کننده تأیید و گواهی‌گرفته باشد، محصولی است که عاری از عناصر و ترکیبات سمی و آلاینده بوده و بسیار سالم و ایمن است. این محصولات با نام محصول ارگانیک، عرضه می‌شود.

به نظر شما چند درصد از محصولات کشاورزی جهانی از نوع ارگانیک است؟ این نسبت در ایران چگونه است؟

پاسخ دهید



تحلیل کنید



متن زیر را بخوانید و برداشت خود را داشته باشید.

نوع تغذیه شما نشان‌دهنده سلامتی شماست. هر ماده غذایی که وارد بدنتان می‌شود بخشی از وجود شما را می‌سازد. تصور کنید در حال بنا کردن ساختمانی هستید و از مصالح بی‌کیفیت اما شیک، استفاده می‌کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ صاحب چه نوع ساختمانی می‌شوید؟ احتمالاً تمام تلاشتان را به‌کار می‌بندید که نمای ساختمان را زیباتر کنید. اما ساختمان شما فاقد استحکام کافی است و با کوچک‌ترین لرزش و حادثه‌ای ممکن است فرو ریخته و ویران شود. یا اینکه هر روز یک قسمتش ایراد پیدا می‌کند. انسان عاقل از مصالحی استفاده می‌کند که داخل ساختمان محکم و بیرون آن زیبا و چشم‌نواز باشد. این درست همان کاری است که با بدنتان می‌کنید. زمانی که معده‌تان را با مواد غذایی ناسالم انباشته

می‌کنید که فاقد مواد مغذی یا دارای آلودگی است، هرچند خوشمزه و خوش طعم باشد، بدنتان کم‌کم از مواد ضروری محروم می‌شود. شما دچار گرسنگی سلولی می‌شوید. حتی اگر شکمی برجسته و بازویی متورم داشته باشید. برای همین کم‌کم قدرت و توان خود را از دست می‌دهید. ممکن است با ترفندهای مختلف تا مدتی ظاهرتان را حفظ کنید و سالم به نظر برسید اما از درون خواهید پوسید. شک نکنید! بیایید ساختمان خود را به‌درستی بنا کنید. آزموده را آزمودن خطاست!

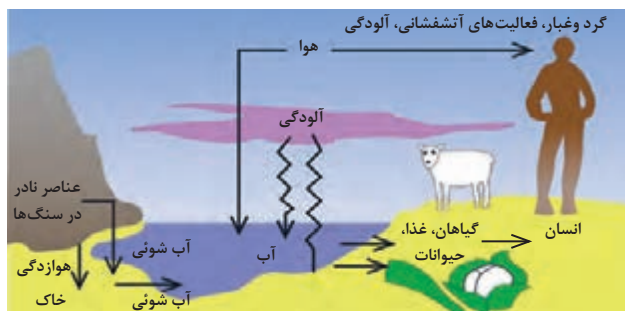
## انواع آلودگی‌ها در محصولات کشاورزی

### ۱- باقی‌مانده مواد شیمیایی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی

در کشاورزی رایج یا معمول، کاربرد کودهای شیمیایی امری مرسوم و متداول است. وقتی که مصرف کود براساس آزمایش خاک یا اندام گیاهی باشد سپس نتایج آزمایش توسط کارشناس خبره، تفسیر و توصیه گردد که چه نوع کود به چه مقداری و با چه روشی و در چه زمانی مصرف گردد، اشکالی ندارد. زیرا در خاک‌های غیر حاصلخیز یا با حاصلخیزی کم تا متوسط کاربرد کودهای شیمیایی امری ضروری است. هرچند توصیه کلی و مبتنی بر کشاورزی زیستی، تقویت خاک بایستی با شناخت روابط حاکم بین اجزای خاک به‌عنوان یک مجموعه زنده صورت گیرد. اگر خاک به‌درستی حفاظت و تقویت گردد، می‌تواند بدون دریافت مواد شیمیایی تمام نیازهای گیاهان کاشته شده را برآورده نماید. (شکل‌های ۱۶ و ۱۷)



شکل ۱۷ - مصرف بی‌رویه کود، عامل مهم آلودگی خوراکی‌ها



شکل ۱۶- آنچه که از آب، خاک و هوا، آلوده می‌شود در نهایت به انسان برمی‌گردد

باکمال تأسف سال‌هاست که کودهای شیمیایی در کشاورزی به‌صورت بی‌رویه رایج شده است. رواجی که ضمن آلوده کردن خاک، منابع آب و محیط‌زیست را آلوده کرده است. همچنین هزینه زیاد به کشاورز تحمیل نموده و باعث ناسالم و غیر ایمن شدن محصول تولیدی هم می‌شود.

هرچند مصرف بیش‌ازحد هیچ ماده‌ای از جمله کود شیمیایی در مزرعه مطلوب نیست اما بیشتر آلودگی‌ها از کود نیتروژن است. نیتروژن (N) یک یون با بار منفی (آنیون) است که با یون‌های بار مثبت (کاتیون) ترکیب می‌شود و به‌صورت نمک‌های: پتاسیم نیترات، کلسیم نیترات یا سدیم نیترات درمی‌آید. البته نیترات ( $\text{NO}_3^-$ ) یک ماده سمی برای انسان محسوب نمی‌شود، ولی نیتريت ( $\text{NO}_2^-$ ) که حاصل احیای نیترات است برای انسان خطرناک است.

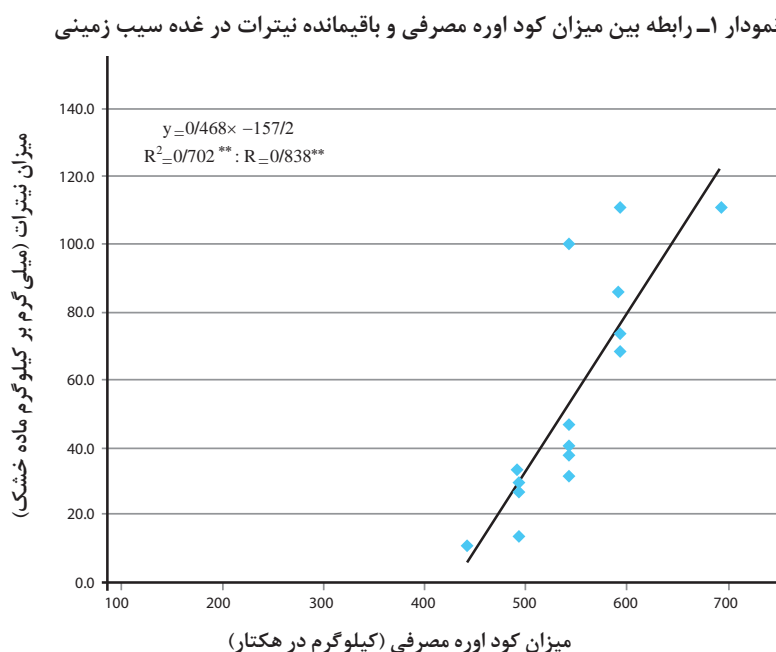
نیتريت ممکن است مستقیماً وارد بدن گردد یا این که در سیستم گوارشی بدن از تبدیل نیتريت حاصل گردد.

آسیب‌های ناشی از تجمع نیتريت در بدن را به‌طور خلاصه از منابع معتبر جست‌وجو کنید و در کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



نیتريت یکی از محلول‌ترین آنیون‌هایی است که شناخته شده است. نیتريت به‌صورت: کلسیم نیتريت، پتاسیم نیتريت و آمونیوم نیتريت به‌عنوان کود، در کشاورزی استفاده می‌شود. مصرف بیش از حد کودهای نیتروژن باعث افزایش غلظت نیتريت در اندام‌های قابل مصرف محصولات گیاهی به‌خصوص سبزی‌ها می‌شود. به‌طوری که اگر میزان کود نیتروژنی در مزارع سیب‌زمینی و هویج را از ۹۰ به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار برسانیم مقدار نیتريت در سیب‌زمینی ۵ برابر و در هویج ۱/۵ برابر بیش از میزان مطلوب آن می‌گردد. بعد از برداشت سیب‌زمینی هر ۲۴ ساعت میزان تبدیل نیتريت به نیتريت ۲ برابر می‌شود.



از چه منابع دیگری ممکن است نیتريت به گیاهان، مواد خوراکی یا بدن انسان، وارد شود.

پژوهش



برحسب استانداردهای اتحادیه اروپا بیشترین غلظت نیتريت در سبزی‌های مختلف مشخص شده است. در میدان‌های میوه و تره‌بار بسیاری از کشورها، این استاندارد بررسی و سپس مجوز عرضه داده می‌شود. بیشترین مقدار نیتريت که وارد شدن آن به بدن مجاز است، روزانه کمتر از ۳/۶۵ میلی گرم در کیلوگرم وزن بدن تعیین شده است. با این حال نایبستی در مجموع بیش از ۲۲۵ میلی گرم برای یک فرد در یک روز باشد.



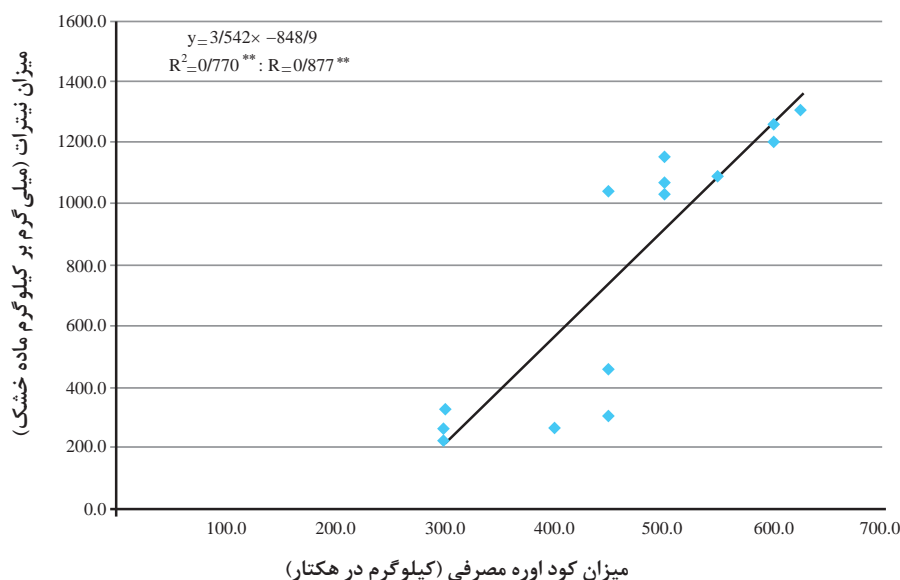
یک فرد ۵۰ کیلوگرمی حداکثر چه مقدار نیترات در یک روز می‌تواند دریافت کند. فرد ۸۰ کیلوگرمی چه مقدار؟

با بررسی منابع علمی معتبر میزان نیترات اندازه‌گیری شده در برخی از تولیدات گیاهی کشور را به دست آورده و با استانداردهای جهانی مقایسه کنید. نتایج پژوهش خود را گزارش نمایید.

## ۲- باقی‌مانده مواد شیمیایی ناشی از مصرف بی‌رویه سموم دفع آفات نباتی

افزایش جمعیت جهانی باعث گردید که تقاضا برای محصولات کشاورزی، به شدت افزایش یابد. در ابتدا با افزایش سطح زیر کاشت، به این تقاضا، پاسخ داده شد. با ادامه روند رشد جمعیت و همچنین با بالاتر رفتن سطح رفاه افراد، افزایش تولید محصولات کشاورزی از راه افزایش سطح اراضی قابل کشت، تقریباً به پایان رسید بنابراین امکان افزایش تولید از طریق افزایش سطح زیر کاشت یا ممکن نبود یا این که توجه اقتصادی و زیست‌محیطی، نداشت. در این زمان انسان چاره کار را در افزایش محصول در واحد سطح یافت. اثر سم‌ها در کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و همچنین نقش این مواد در افزایش عملکرد، بسیار واضح و قابل‌مشاهده برای کشاورز بود. ضمن آنکه کاربرد آن تقریباً ساده و سریع بود. بر این اساس مصرف آن در سطح جهانی و تقریباً در تمام کشورها به‌طور خیره‌کننده‌ای مورد استقبال قرار گرفت و به‌سرعت افزایش یافت. به ترتیبی که امروزه سالانه میلیون‌ها تن از این مواد شیمیایی مصرف می‌شود.

نمودار ۲- رابطه بین میزان کود اوره مصرفی و باقیمانده نیترات در گوجه فرنگی



جدول ۲- میزان مصرف سم در هکتار برای برخی از محصولات زراعی و باغبانی

نام محصول	سطح زیر کاشت (میلیون هکتار)	تولید سالانه (میلیون تن)	کل سم مصرفی (تن)	مصرف سم (گرم در هکتار)	مصرف سم (گرم به ازای یک کیلوگرم محصول تولیدی)
گندم و جو	۱/۸	۱۸	۴۲۰۰	۵۱۸	۰/۲
برنج	۰/۶۳	۳	۱۳۵۰	۲۱۴۲	۰/۴۵
ذرت	۰/۲۵	۱/۶۸	۱۰۰۰	۴۰۰۰	۰/۶
صیفی و جالیز	۰/۳۵	۶	۲۰۰۰	۵۷۱۴	۰/۳۳
پسته	۰/۴۲	۰/۲۴۵	۲۵۰۰	۵۹۵۲	۱۰/۲
سیب درختی	۰/۱۹	۲/۶	۱۳۰۰	۶۸۴۲	۰/۵

منبع: نشریه موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور ۱۳۹۴ شماره فروست ۵۱-۹۴ک

پژوهش



هریک از کارگروه‌ها در مورد یکی از موارد زیر پژوهش کنند.

- ۱ سالانه در سطح جهانی چه مقدار کود و سم‌های شیمیایی در بخش کشاورزی مصرف می‌شود؟ توزیع آن بین کشورها چگونه است؟
- ۲ روند مصرف کودها و سم‌های شیمیایی در ۵۰ ساله اخیر در سطح جهانی چگونه بوده است؟ نمودار آن را رسم کنید. (فاصله سال‌های انتخابی را ۵ یا ۱۰ سال انتخاب کنید).
- ۳ سالانه در سطح کشورمان چه مقدار کود و سم‌های شیمیایی در بخش کشاورزی مصرف می‌شود؟ توزیع استانی آن چگونه است؟
- ۴ روند مصرف کودها و سم‌های شیمیایی در ۵۰ ساله اخیر در کشور ما چگونه بوده است؟ نمودار آن را رسم کنید (فاصله سال‌های انتخابی را ۵ یا ۱۰ سال انتخاب کنید).
- ۵ جدیدترین آمار و اطلاعات مربوط به تولید و واردات کود و سم در کشورمان چگونه است؟
- ۶ انواع سم‌های کشاورزی (مربوط با آفات، بیماری‌ها، علف‌های هرز) مورد استفاده در کشور ما کدام‌ها هستند؟ (مورد تأیید سازمان حفظ نبات)

جدول ۳- مصرف سموم در ایران و جهان

شاخص	ایران	جهان
کل مصرف سالانه سموم	۲۵-۲۰ هزار تن	۴ میلیون تن
ارزش اقتصادی سموم مصرفی	۱۳۸ میلیون دلار	۵۲ میلیارد دلار
میانگین مصرف ماده مؤثره	۵۶۲ گرم	۱۰۰۰ گرم
متوسط قیمت هر لیتر/کیلوگرم سم	۵/۳ دلار	۱۲/۷ دلار

## اثرات سموم



شکل ۱۸- سم‌های کشاورزی

در ابتدای کاربرد کودها و سم‌های شیمیایی، کمتر کسی به اثرات زیان‌بار زیست‌محیطی، اکولوژیکی و به‌ویژه نقش مخرب این ترکیبات بر سلامت انسان‌ها آگاه بود. اما این خوشحالی از کشف فرمولاسیون سم‌ها و افتخار به ساخت انواع جدید و جدیدتر و صداخته قوی و کشنده‌تر، چندان به طول نینجامید.

در فاصله کوتاهی پژوهشگران به‌ویژه اکولوژیست‌ها به اثرات زیان‌بار این مواد در به‌هم زدن روابط سالم و طبیعی بین موجودات یک زنجیره پی بردند و هشدار دادند.

نابودی دشمنان طبیعی و طغیان آفات خاص از جمله مهم‌ترین دلایل اولیه برای این هشدارها بود. متأسفانه این



شکل ۱۹- مرگ آبزیان در آب‌های آلوده به سموم

هشدار هم از سوی تولیدکنندگان سم که به قدرت بزرگ اقتصادی و سیاسی تبدیل شده بودند به‌طور کاملاً آگاهانه نشنیده گرفته شد و هم اینکه کاربران کمتر حاضر بودند روش سریع، آسان و با منافع فوری را کنار بگذارند. (شکل ۱۹)

امروزه کاربرد سم‌ها و کودهای شیمیایی در کشورهای توسعه‌یافته یا همان زادگاه ساخت این مواد مهلک، محدود و محدودتر می‌شود. اما در کشورهای جهان سوم و کمتر توسعه‌یافته، همچنان به فراوانی مصرف می‌گردد. چرا؟

نمونه‌هایی از اثرات مخرب زیست‌محیطی سم‌های کشاورزی را نام‌برده و درباره آن گفت‌وگو کنید.

گفت‌وگو



شکل ۲۰- اثر آلودگی آب و خاک بر پوست

نقش زیان‌بار سموم بر سلامت انسان ابتدا از نشانه‌ها یا عوارض ظاهری تماس سم بر پوست کارگران کارخانه‌های سم‌سازی و نیز مصرف‌کنندگان سم در مزرعه شروع گردید. درماتیت‌ها (حساسیت پوستی) همراه با خارش و سوزش محل‌های تماس و چشم‌ها، عمومی‌ترین و سریع‌ترین عارضه تماس با سم است.



با نفوذ یا ورود سم به داخل بدن عوارض متعددی بروز می‌کند. این عوارض به نوع سم، مقدار و غلظت ماده سمی و سازوکار تأثیر آن بستگی دارد. بدیهی است که با تکرار و دوام آلودگی، عوارض آن بیشتر و بیشتر شده و در موارد متعدد منجر به مرگ می‌گردد. (شکل ۲۰)

گفت‌وگو



برداشت و نظر شما در مورد جمله زیر چیست؟  
آمار مرگ‌ومیر ناشی از اثرات سم‌های دفع آفات به‌حدی است که برخی از فعالان محیط‌زیست و طرفداران کشاورزی زیستی، آفت‌کش‌های شیمیایی را دشمنان انسان و طبیعت نامیده‌اند. دشمنانی که آهسته و بی‌خبر به سوی‌مان می‌خزند و خود و طبیعت ما را نابود می‌کنند.

**بیماری‌های ناشی از باقی‌مانده سموم در محصولات غذایی بسیار است. برخی از آنها عبارت‌اند از:**

■ به هم خوردن ریتم یا آهنگ طبیعی فعالیت‌های اعضا یا دستگاه‌های بدن: این به هم خوردگی ممکن است به‌صورت افزایشی یا کاهش‌ی باشد. مانند افزایش تپش قلب، بالا رفتن مقدار تعریق، تحریک فعالیت‌های عصبی افزایش یا افت شدید فشار، کاهش شدت تنفس تا حد قطع تنفس، مشاهده می‌گردد. این علائم در اثر تأثیر مواد سمی روی غدد، هورمون‌ها، سلول‌ها...



شکل ۲۱ - تپش قلب

بروز می‌کند. در نهایت نظم دستگاه‌ها را که خالق هستی آن را «خود پایدار» خلق کرده است، به هم می‌زنند. برحسب اینکه کدام اندام تحت تأثیر سم قرار گرفته باشد، علائم مسمومیت متفاوت خواهد بود. (شکل ۲۱)



شکل ۲۲ - تنگی نفس

وقتی بینی، نای و سیستم تنفسی آلودگی پیدا کند، سوزش سینه، سرفه، تنگی نفس و خفگی قابل‌مشاهده است. آلودگی روده و معده، با تهوع، استفراغ و اسهال آشکار می‌گردد. ورود سم به کلیه‌ها باعث پشت‌درد، افزایش یا کاهش اوره از حد نرمال می‌شود. درحالی‌که تأثیر سم بر مغز و نخاع سبب سردرد، سرگیجه، اختلالات رفتاری، افسردگی و تشنجات اغمائی می‌شود. ورود سم به خون موجب کم‌خونی شده و اغلب با خستگی، ضعف و رنگ‌پریدگی همراه است. (شکل ۲۲)

پژوهش



سالانه چه تعداد افراد در ایران و جهان ناشی از اثرات مستقیم انواع سم‌های شیمیایی، مسموم شده یا فوت می‌نمایند؟ با مطالعه منابع معتبر، پژوهش خود را علمی و مستند نمایید.

■ **ناباروری و سقط جنین:** تحقیقات متعدد نشان داده است که با افزایش رسوبات یا میزان تجمع سموم کشاورزی در بدن انسان موجب افزایش احتمال عقیمی یا کاهش توان باروری می‌گردد. همچنین درصد نوزادان ناقص یا معیوب (نارسایی جنین) افزایش می‌یابد. کاهش زنده‌زایی یا افزایش سقط جنین هم ثابت شده است. وقتی آلودگی مواد خوراکی با سموم شیمیایی با آلودگی هوای منطقه‌ای که مادران باردار در آن زندگی می‌کنند، توأم می‌شود، این موارد به شدت بالاتر رفته و خطرناک می‌گردد. افزون بر این، آلودگی مواد خوراکی به سموم، باعث بیش‌فعالی، تندخویی، پرخاشگری و عقب‌افتادگی ذهنی کودکان نیز می‌گردد.

■ **انواع بیماری‌های نوظهور یا بیماری‌های شایع قرن حاضر:** بسیاری از دانشمندان بیماری‌هایی چون: دیابت، انواع سرطان، اوتیسم، پارکینسون و البته چاقی مفرط را عمدتاً ناشی از سم‌هایی که در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌دانند و با روش‌های علمی و آزمایشگاهی ثابت کرده‌اند. تأثیری که این مواد بر روی دستگاه‌ها و اندام‌های بدن و بعضاً تک‌تک سلول‌ها دارند باعث بروز این ناهنجاری‌ها می‌شوند یا آنها را به شدت تحریک و تشدید می‌نمایند. به عنوان مثال «تولی‌فلانید»، قارچ‌کش مورد استفاده در کشاورزی، به مقاومت سلول‌های چربی در برابر انسولین منجر می‌شود. همچنین دانشمندان دریافته‌اند که خطر ابتلا به بیماری دیابت نوع ۲ در افرادی که دارای اضافه‌وزن بوده و سطوح بالایی از آفت‌کش‌های «ارگانوکلورین» در بدن آنها وجود دارد، نسبت به افراد دیگر بسیار بیشتر است.

■ **اوتیسم،** بیماری قرن ۲۱ به واسطه ترکیبی از ژن‌ها و آلاینده‌ها در رحم مادر و سال‌های آغازین زندگی

فرد ایجاد می‌شود. سازوکار تأثیر برخی از حشره‌کش‌ها به ترتیبی است که با تأثیر روی سامانه عصبی آفت موجب نابودی آن می‌شود. امکان بروز شرایطی مشابه برای برخی از کودکان نیز وجود دارد. احتمال ابتلا به «ADHD»، بیماری که با ویژگی‌های فقدان تمرکز و بیش‌فعالی شناخته می‌شود، در کودکانی که اثر آفت‌کش «ارگانوفسفره» در ادرار آنها وجود دارد، بیش از سایر کودکان است. (شکل ۲۳)



شکل ۲۳ - اوتیسم

آیا در خانواده، محل یا منطقه شما، فرد یا افراد اوتیسم وجود دارد؟ در مورد مشکلات شخصی و خانوادگی این افراد و نقش سایرین و جامعه، بررسی نمایید.

پژوهش





شکل ۲۴ - آلزایمر

■ **آلزایمر** (بیماری فراموشی یا زوال حافظه) و پارکینسون (سفتی عضلانی پیش‌رونده تدریجی، لرزش و از دست رفتن مهارت‌های حرکتی) که هر دو از جنس بیماری‌های عصبی هستند بیش از هر چیزی به آلودگی مواد خوراکی به آفات کش‌ها مربوط می‌شوند. (شکل ۲۴)



شکل ۲۵ - سرطان

■ **انواع سرطان‌ها:** هرچند رابطه بین سرطان‌ها و مصرف سموم به‌طور علمی و دقیق تبیین و تشریح نشده است اما مطالعات گسترده در مناطق مختلف نشان می‌دهد که میزان سرطان در مناطقی که مصرف سموم کشاورزی بالایی دارند، بیشتر است. همچنین در مناطقی که باقی‌مانده سم در مواد خوراکی آنها بالاتر بوده است، درصد انواع سرطان‌ها به‌ویژه سرطان‌های خونی، پوستی، ریوی و گوارشی بالاتر بوده است. بر این اساس محققین اعلام کرده‌اند که بین سموم کشاورزی و سرطان‌ها رابطه معنی‌داری وجود دارد. (شکل ۲۵)

حداقل ۳ مقاله علمی در رابطه با نقش کیفیت مواد غذایی و سلامت انسان به‌دست آورید. مقاله‌ها را پس از خلاصه‌سازی و جمع‌بندی در کلاس ارائه دهید.

پژوهش



### ۳- فلزات سنگین

یکی از جنبه‌های بسیار مهم کیفیت محصولات کشاورزی، غلظت فلزات سنگین، یون‌های سمی می‌باشد. عناصر سنگین شامل فلزاتی هستند که غلظت آنها در خاک یا فراورده‌های غذایی بیشتر از حد مجاز می‌باشد. حد مجاز عناصر در خاک یا محصولات کشاورزی و فراورده‌های بسته‌بندی شده متفاوت می‌باشند. ویژگی‌های خاک مانند PH، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، درصد رس، مواد آلی خاک، تهویه، رطوبت و دما، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان جذب عناصر سنگین توسط گیاه داشته باشد. گیاهان مختلف و حتی گونه‌های مختلف یک گیاه و بخش‌های مختلف یک گیاه، رفتار متفاوتی در مقابل جذب عناصر سنگین نشان می‌دهند. هشت مورد از رایج‌ترین فلزات آلوده‌ساز که از سوی آژانس حفاظت محیط‌زیست امریکا معرفی شده‌اند به ترتیب آرسنیک، کادمیوم، روی، سرب، نیکل، جیوه، مس و کروم است.



هشت عنصر سنگین گفته شده در سطر بالا را در جدول تناوبی (مندلیف) پیدا کرده و ویژگی‌های آنها را بنویسید.



شکل ۲۶ - ورود پساب به رودخانه‌ها

آبیاری یا ورود فاضلاب‌های شهری و پساب‌های صنعتی و همچنین بارندگی از آسمان آلوده به فلزات سنگین، از راه‌های اصلی آلودگی اراضی و محصولات پرورشی این مزارع است. (شکل ۲۶)



چرا احتمال آلودگی محصولات حاشیه شهرها و مناطق صنعتی به فلزات سنگین بیشتر است؟



شکل ۲۷ - نمونه‌ای از اثرات فلزات سنگین

فلزات سنگین دارای خاصیت تجمع‌پذیری و دوام طولانی هستند. این عناصر در اندام‌های گیاهی و بافت‌های بدن موجودات زنده ذخیره شده و در زنجیره غذایی به بدن انسان می‌رسد. خاصیت تجمع‌پذیری و دوام سبب می‌گردد که غلظت‌های پایین فلزات در طی زمانی طولانی در بدن انسان افزایش یافته و در بافت‌های چربی، عضلانی، استخوانی و یا مفاصل بدن به حدی برسد که اختلالات متعدد فیزیولوژیکی را باعث شود.

هرچند حد بروز اختلال یا بیماری برحسب نوع عنصر سنگین و ویژگی‌های فردی مصرف‌کننده (سن، وزن، جنس) متفاوت است اما با رسیدن غلظت به حد مسمومیت عوارض آن قابل مشاهده است. (شکل ۲۷)

### برخی از عوارض ناشی از مسمومیت بدن با فلزات سنگین عبارت‌اند از:

وزن کم و ضریب هوشی پایین و حتی گاهی فلج مغزی و نقایص مادرزادی فرزندان مادرانی که مقدار فلزات سنگین مصرفی آنها در محدوده سمیت است.

کاهش خاصیت ارتجاعی یا انعطاف‌پذیری رگ‌ها، نامنظم کردن ضربان قلب، دچار شدن افراد به پرفشاری خون، عوارض چشمی تا حد نابینایی، ایجاد پوکی استخوان در افراد مسن به‌ویژه بانوان، خستگی زودرس، کم‌خونی، بی‌قراری و ضعف، افسردگی، اختلالات روانی، اشکال در تمرکز، تشدید بیماری MS از دیگر علائم تغذیه از خوراکی‌های حامل فلزات سنگین به مقدار بیش از حد مجاز است. (شکل ۲۸)

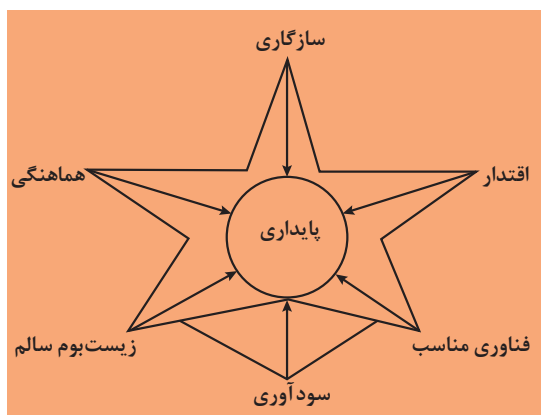


مطالب شکل مقابل را به فارسی ترجمه کنید.



شکل ۲۸ - عوارض فلزات سنگین

## روش‌های نوین کشاورزی و تولید خوراک سالم



شکل ۲۹ - عوامل مؤثر پایداری در توسعه

در اواسط قرن بیستم، کشاورزی صنعتی و انقلاب سبز، سبب شد که تولید محصولات کشاورزی به‌طور امیدوارکننده‌ای افزایش یابد. بخش بزرگی از این افزایش ناشی از کاربرد مواد شیمیایی و به‌کار بستن روش‌های مغایر با مبانی حفاظت از محیط‌زیست بود. در نتیجه بخش عظیمی از منابع طبیعی نابود و گستره وسیعی از محیط‌زیست تخریب می‌گردید. قطعاً این نظام کشاورزی نمی‌تواند دوام یابد به عبارت دیگر پایدار نیست. (شکل ۲۹)

مدت طولانی است که اندیشمندان عرصه کشاورزی با دغدغه محیط‌زیست و منابع طبیعی، ضرورت کشاورزی پایدار<sup>۱</sup> را مطرح کرده‌اند. کشاورزی پایدار به مدیریت درست منابع کشاورزی گفته می‌شود که در جهت رفع نیازهای

۱- Sustainable Agriculture

انسان به کار برده شود و درعین حال منابع طبیعی و نیز کیفیت محیط زیست را حفظ کرده و حتی بهبود بخشد. پایداری کشاورزی و تولید مستمر، متکی بر هماهنگی بین عوامل مؤثر در پایداری است. (شکل ۲۹)

فکر کنید



در کشاورزی پایدار کدام جمله‌های زیر در نظر گرفته می‌شود؟ استدلال خود را توضیح دهید.

- افزون بر توجه به مسائل فنی و اقتصادی، به امور اجتماعی، زیست محیطی و اکولوژیک توجه دارد.
- به صورت عادلانه و منصفانه از منابع موجود بهره‌برداری می‌نماید. حقوق دیگر موجودات کره زمین و همچنین نسل‌های آینده را محترم می‌شمارد.
- انسان در اندیشه برتری بر طبیعت نیست، بلکه خود را جزئی از سامانه حیات دانسته و سعی می‌کند به صورت هماهنگ و مسالمت‌آمیز با طبیعت و منابع آن رفتار نماید و از قوانین موجود در طبیعت برای ادامه حیات و از جمله کشاورزی استفاده نماید.

در این روش، به منظور کاهش مصرف سم‌ها و کودهای شیمیایی از تناوب زراعی، عملیات مبارزه بیولوژیکی و استفاده از شیوه‌های به زراعی و به‌نژادی و نیز جایگزینی کود سبز و انواع کودهای حیوانی به جای کودهای شیمیایی استفاده می‌شود. در نتیجه میزان خسارت و اثرات سوء مواد شیمیایی به سلامت انسان، منابع طبیعی، محیط زیست و جوامع روستایی و شهری به حداقل کاهش می‌یابد. (شکل ۲۹)

گفت‌وگو



شکل ۳۰ - کل نگری و جزء نگری

کشاورزی پایدار یک دیدگاه جامع‌نگر یا کل‌نگر است. در این دیدگاه به مزرعه به عنوان یک موجود زنده‌ای نگریسته می‌شود که بین اجزاء تشکیل دهنده آن روابط حیاتی برقرار است. این روابط متکی به اصول اکولوژیکی بوده و رعایت این اصول ضامن پایداری سامانه (مزرعه) می‌گردد.

اشعار مربوط به شکل (۳۰) با موضوع کل‌نگری و جزء‌نگری را از دیوان مولوی یافته و درباره ارتباط مفهومی آن در کشاورزی پایدار گفت‌وگو کنید.

### اهداف کشاورزی پایدار در مدیریت خاک

- به حداقل رساندن فرسایش خاک
- حفظ مواد آلی خاک
- موازنه بین عملکرد محصول و سلامت زیست محیطی
- اتکای کمتر به انرژی تجدیدنپذیر نظیر سوخت‌های فسیلی و مواد شیمیایی
- تولید غذای کافی و سالم برای مصرف‌کنندگان
- پایداری جوامع روستایی
- درآمد کافی برای تولیدکننده





روش یا روش‌های دستیابی به هریک از هدف‌های کشاورزی پایدار در مدیریت خاک را از منبع معتبر یا کارشناسان و کشاورزان خبره پرس‌وجو کنید و گزارش آن را به هنرآموز خود تحویل دهید.

### مدیریت زراعی در کشاورزی پایدار

در کشاورزی پایدار تأکید بر روش‌های نوینی از کشتکار است که در آن موارد زیر رعایت گردد.

- ۱ مبارزه پایدار با علف‌های هرز
- ۲ مبارزه پایدار با آفات و بیماری‌ها
- ۳ اصلاح خاک‌های زراعی به روش‌های مختلف
- ۴ زراعت مخلوط

### زراعت مخلوط



یعنی کشت بیش از یک گیاه در یک زمین و در یک سال زراعی. لزومی ندارد که این گیاهان هم‌زمان کشت یا برداشت شوند بلکه می‌توان یک گیاه را هم‌زمان و یا مدتی پس از گیاه اول کشت نمود و هم‌زمان یا قبل و یا بعد از آن برداشت کرد. (شکل ۳۱)

شکل ۳۱- کشت دو یا چند محصول در یک زمین و در یک زمان (کشت مخلوط)

### مزایای کشت مخلوط

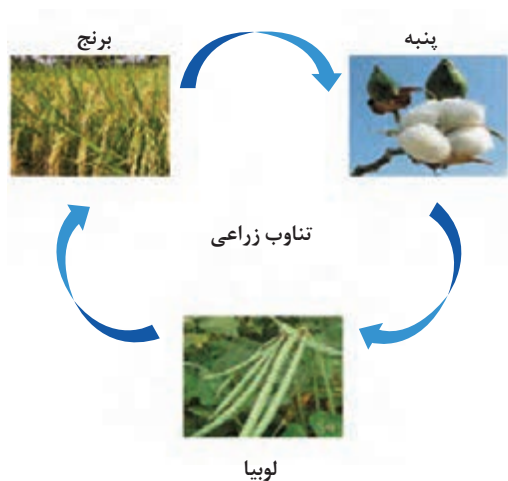
- حداکثر استفاده از منابع محیطی (آب، نور، دما...)
- کاهش خطرات احتمالی (سرما، گرما، آفات...)
- آسان‌تر شدن مهار علف‌های هرز (با محدودتر کردن فضا برای گیاهان)
- موازنه یا متعادل شدن امر تغذیه
- بهبود حاصلخیزی و حفاظت خاک
- سودمندی اقتصادی بیشتر (اغلب مجموع عملکرد بیش از عملکرد انفرادی هریک است)
- پایداری بیشتر اکوسیستم زراعی



در منطقه شما چه نوع کشت مخلوطی سابقه داشته است. الان چه نوعی رواج دارد؟ از آگاهان محلی پرس‌وجو کرده و علت‌یابی کنید.

### چرخه زراعی (تناوب زراعی) در کشاورزی پایدار

چرخه زراعی به مفهوم اجتناب از کاشت یک گیاه به مدت چندین سال در یک قطعه زمین زراعی است.



شکل ۳۲ - چرخه زراعی از اصول کشاورزی پایدار

به عبارت دیگر چرخه بیان‌کننده کاشت گیاهان گوناگون با ویژگی‌های متفاوت در یک زمین در سال‌های پشت سرهم است. به این ترتیب یک گیاه مثلاً چغندر قند هر ۳-۵ سالی ممکن است در زمینی که قبلاً کاشته شده بود، دوباره کاشته شود. نوع گیاهان قابل کاشت، ترتیب قرار گرفتن آنها در پشت سرهم، فاصله زمانی تا کشت دوباره گیاه (دوره تناوب) و سایر روش‌های مدیریتی بر اساس حاصلخیزی زمین، ویژگی‌های گیاه‌شناسی، شرایط اقلیمی، مقدار آب و حق آب، مقدار و رژیم بارندگی، وضعیت نیروی انسانی، امکانات مکانیزاسیون، نوع و جمعیت آفات، عوامل بیماری‌زا و علف‌های هرز، مسائل اقتصادی، اجتماعی و غیره بستگی داشته و توسط کارشناسان تعیین می‌گردد. (شکل ۳۲)

گفت‌وگو



- همان‌گونه که در پودمان برنامه‌ریزی زراعی آموختید، مهم‌ترین هدف‌های اجرای تناوب زراعی، را در کارگروه خود مطرح و یادداشت نموده سپس در کلاس هریک از موارد را توضیح دهید.
- چند مورد مهم از قواعد کلی برنامه‌ریزی جدول چرخه زراعی را نیز پس از مشورت در گروه در کلاس بیان کرده و اهمیت هر مورد را برای سایر هم‌کلاسی‌هایتان تحلیل نمایید.

### مدیریت تلفیقی عناصر غذایی و مواد آلی خاک در کشاورزی پایدار

چنانکه پیش‌تر گفته شد، یکی از معایب کشاورزی جاری که مبتنی بر استفاده هرچه بیشتر از کودهای شیمیایی است، آلودگی محیط‌زیست و محصولات حاصل از آنها است. این آلودگی‌ها، بیماری‌های متعددی را در مصرف‌کنندگان این محصولات ایجاد کرده است. روش‌های جایگزین برای پیشگیری از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار متعدد و متنوع است.

■ استفاده از کودهای آلی (شکل ۳۳)



شکل ۳۳ - از انواع کودهای آلی، خاکبرگ و کودهای دامی را می‌توان نام برد

■ استفاده از کودهای زیستی (شکل ۳۴)



شکل ۳۴ - کودهای زیستی شامل انواع متعدد می باشد

■ استفاده از کمپوست و ورمی کمپوست (شکل های ۳۵ و ۳۶)



شکل ۳۶ - ورمی کمپوست یا کود حاصل از فعالیت کرم های خاکی روی بقایای آلی، از بهترین کودهای آلی محسوب می شود



شکل ۳۵ - کمپوست شهری یا خانگی، روشی مناسب برای پاکسازی محیط و تقویت خاک



شکل ۳۷ - کود سبز عامل حفاظت و تقویت خاک

■ توسعه کشت کود سبز (شکل ۳۷)



شکل ۳۸ - مصرف دقیق و به موقع کودهای شیمیایی از اصول کشاورزی پایدار است

### مصرف بهینه و بهنگام کودهای شیمیایی

در مدیریت تلفیقی ازجمله راهکارهای قابل استفاده، مصرف بهینه و بهنگام کودهای شیمیایی است. این روش هرچند آخرین راهکار و با رعایت سلامت محیط زیست و مصرف کنندگان خواهد بود اما به این زودی قابل صرفه نظر کردن نمی باشد. (شکل ۳۸)

## مدیریت تلفیقی عوامل زیان آور

از دیگر ویژگی‌های کشاورزی پایدار، مدیریت تلفیقی آفات، مدیریت تلفیقی بیماری‌ها، مدیریت تلفیقی علف‌های هرز به‌ویژه در اولویت قراردادن کنترل بیولوژیکی است. شما پیشتر با اصول و روش‌های این مدیریت‌ها در دروس مربوطه آشنا شده‌اید.

## نقش ژنتیک، اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی در کشاورزی پایدار

کشف ژن و رابطه آن با صفات و تشریح قواعد و قوانین، کنش‌ها و واکنش‌ها، انتقال و اختلال آنها در قالب علم ژنتیک و کاربردی کردن آنها ابتدا در علم اصلاح نباتات سپس در بیوتکنولوژی، انقلاب بزرگی را در کشاورزی ایجاد کرد. متخصصین اصلاح نباتات صفات مطلوب و موردنظر خود را به روش‌های مختلف تهیه یا ایجاد کرده و به‌عنوان ارقام خاص معرفی کردند. با ورود فناوری‌های پیشرفته انتقال ژن‌ها و به تبع آن صفات موردنظر با روش‌ها و سازوکارهای پیشرفته یا نوینی که فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) به آن دست یافته بود، انجام گردید. در اینجا بود که مهندسی ژنتیک پا به عرصه کشاورزی گذاشته و با چیدمان نوینی از ساختار ژنی، محصولات دستکاری‌شده ژنتیکی یا تراریخته را معرفی می‌نماید. این محصولات که در سلامتی آن مباحث ضدونقیضی وجود دارد، در ایجاد ارقام مقاوم به آفات، بیماری‌ها و علف‌کش‌ها، بی‌نظیر عمل کرده است. با وجود این، مقاومت ارقام تولید شده توسط آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز قابل شکستن می‌باشد و انسان همواره به‌دنبال تولید ارقام جدید می‌باشد. (شکل‌های ۳۹ و ۴۰)



شکل ۴۰ - دانش ژنتیک و اصلاح گیاهان نقش مؤثری در ایجاد ارقام مطلوب و تأمین امنیت غذایی دارد.



شکل ۳۹ - کشت بافت روشی برای تکثیر ایمن و فراوان گیاهان و تولید غذای سالم

نظرات موافقین و مخالفین در مورد محصولات تراریخته را بررسی و گفت‌وگو کنید.

گفت‌وگو



جدول ارزشیابی پودمان					
عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
خوراک سالم	تحلیل ترکیبات مواد خوراکی	تحلیل ضرورت و اهمیت مواد خوراکی، عوامل تأثیرگذار در امنیت غذایی و محاسبه میزان کالری روزانه افراد را انجام دهد. روش‌های نوین کشاورزی پایدار را تعیین کند.	بالاتر از حد انتظار	تحلیل ضرورت و اهمیت خوراک سالم، محاسبه کالری روزانه افراد، تعیین محصولات ایمن، تحلیل رابطه استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی برای تولید محصول باکیفیت آنها، تفسیر نمودارهای رابطه بین میزان مواد شیمیایی مصرفی و باقی‌مانده آن در یک گیاه زراعی، تعیین روش‌های نوین کشاورزی برای تولید خوراک سالم و تولید پایدار	۳
	تحلیل رابطه کشاورزی و خوراک سالم		در حد انتظار	تحلیل ضرورت و اهمیت مواد خوراکی، محاسبه کالری روزانه افراد، تحلیل رابطه استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی در تولید محصول باکیفیت آنها، تعیین روش‌های نوین کشاورزی برای تولید خوراک سالم و تولید پایدار	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	ناتوانی در تحلیل رابطه استفاده بی‌رویه از مواد شیمیایی باکیفیت محصول یا ناتوانی در تعیین روش‌های نوین برای تولید خوراک سالم	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره پودمان از ۲۰				

- ۱ اردکانی محمدرضا. ۱۳۹۱. اکولوژی عمومی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲ میندی‌نژاد، محمدجواد. ۱۳۷۱. شالوده بوم‌شناسی. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳ کوچکی، عوض و غلامحسین سرمندیا. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۴ مدیر شانه‌چی، محسن. ۱۳۷۲. اکولوژی گیاهی (ترجمه) انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۵ ملکوتی، محمدجعفر، ۱۳۸۷، رابطه بین مصرف بهینه کود و تولید پایدار، اولین همایش ملی مدیریت و توسعه کشاورزی پایدار در ایران، اهواز، مؤسسه عالی علمی و پژوهشی سیمای دانش، [https://WWW.civilica.com/Paper-NCMDSA101-NCMDSA101\\_081.html](https://WWW.civilica.com/Paper-NCMDSA101-NCMDSA101_081.html)
- ۶ مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک - بهار - ۱۳۹۳ (جلد ۱۸ شماره ۶۷ صفحات ۷۱-۸۱)
- ۷ کوچکی، علیرضا و زند، اسکندر و مهدوی دامغانی، عبدالمجید. ۱۳۹۲. تولید پایدار محصولات زراعی. مرکز نشر دانشگاهی.
- ۸ شیخ‌الاسلامی، رضا. ۱۳۹۰. درمان با تغذیه: غذای سالم، انسان سالم، جامعه سالم، تهران. علم کشاورزی ایران.
- ۹ لینکلن تایز، ادوارد زایگر. فیزیولوژی گیاهی. جلد اول. ترجمه محمد کافی و اسکندر زند و همکاران. ۱۳۹۲. جهاد دانشگاهی (دانشگاه مشهد)
- ۱۰ ویلیام هاپکینز. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی گیاهی. مترجمان علی احمدی، فرهاد جباری و پرویز احسان‌زاده، ۱۳۸۳. انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۱ روزبهبانی، آرش. ۱۳۹۴. هورمون‌ها و ویتامین‌های گیاهی و کاربرد آنها. ناشر: آموزش و ترویج کشاورزی.
- ۱۲ توکل افشاری، رضا و همکاران. ۱۳۸۷. فناوری بذور مبنای زیست شناخت آن. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۳ پاسبان اسلام، بهمن. ۱۳۹۰. دانش و تکنولوژی بذر. انتشارات دانشگاه شاهد.
- ۱۴ امیدی، حشمت و همکاران. ۱۳۹۳. بذر گیاهان دارویی و زراعی. انتشارات دانشگاه شاهد.
- ۱۵ امیدی، منصور و همکاران. ۱۳۹۳. مباحث نوین در کشت بافت گیاهی. ناشر مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- ۱۶ جلینی، محمد. دوستی، فاطمه. فصلنامه علمی محیط‌زیست. شماره ۵۰. ۱۳۹۳. بررسی میزان تجمع نیترات در محصول سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی.





سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

#### اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب دانش فنی تخصصی رشته امور زراعی کد ۲۱۲۳۵۹

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	حسن محمد شریفی دارانی	اصفهان	۹	کریم ریاحی کیاسری	مازندران
۲	نادر آزرکردار	کردستان	۱۰	عادل سلیمانی	کرمانشاه
۳	زهرا گازرانی	شهرستان‌های تهران	۱۱	شهرام شیرخانقاه	اردبیل
۴	صمد باصری	فارس	۱۲	سیاوش شمسی	آذربایجان شرقی
۵	سیدجلال اتحادی	خراسان رضوی	۱۳	هادی نصرتی	خراسان جنوبی
۶	سجاد حسینی	آذربایجان غربی	۱۴	عباس علینقی زاده لنگری	کرمان
۷	عیسی حیدری	کرمان	۱۵	راضیه صالحی خواه	خراسان رضوی
۸	علی نیک فال	اردبیل	۱۶	محمد پورحسنخانی	کرمان

