



## فصل چهارم

# گیاهان



– تصویر بالا نشان دهنده کدام جنبه از فعالیت‌های انسان‌ها و ارتباط با جانداران است؟

یاخته، بافت و اندام گیاهی



رده‌بندی گیاهان



تولید مثل و تکثیر گیاهان



تغذیه گیاهی



گیاهان و انسان



## ۱-۴- یاخته، بافت و اندام گیاهی:

مانند جانوران، به این گروه وابسته است. با توجه به مقایسه سطوح سازمان یافته‌گی در بین جانوران و گیاهان در تصویر ۴-۱ چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین گیاهان و جانوران می‌بینید؟

گیاهان گروه دیگری از موجودات پریاخته‌ای هستند. ویژگی اصلی گیاهان اجرای فرایند فتوسنتز است که طی این فرایند، انرژی نورانی به انرژی شیمیایی تبدیل و در مواد آلی ذخیره می‌شود. به همین دلیل، حیات موجوداتی که توانایی تولید مواد آلی را ندارند



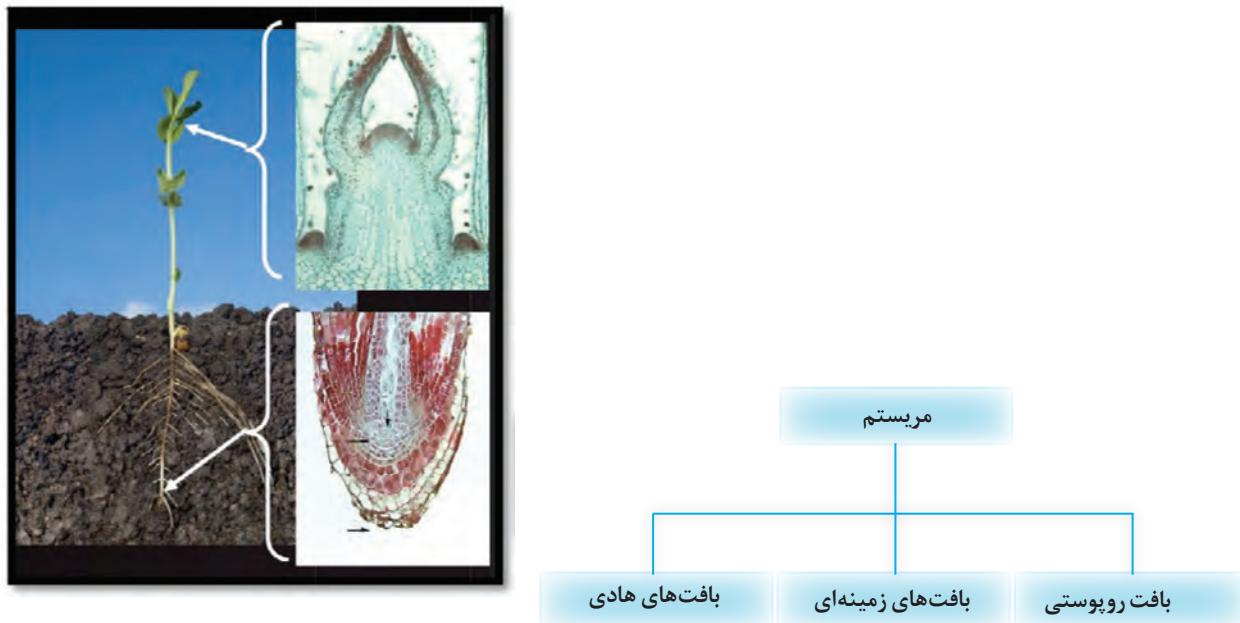
تصویر ۱-۴- مقایسه سطوح سازمان یافته‌گی در جانوران و گیاهان

## ۱-۴-۱- یاخته و بافت گیاهی:

پیکر گیاهان نیز مانند سایر جانداران از یاخته ساخته شده است. ویژگی اصلی و مهم یاخته‌های گیاهی داشتن دیواره یاخته‌ای و کلروپلاست است. دیواره یاخته‌ای که ترکیب اصلی سازنده آن سلولز است در تبادلاتی داشته باشد.

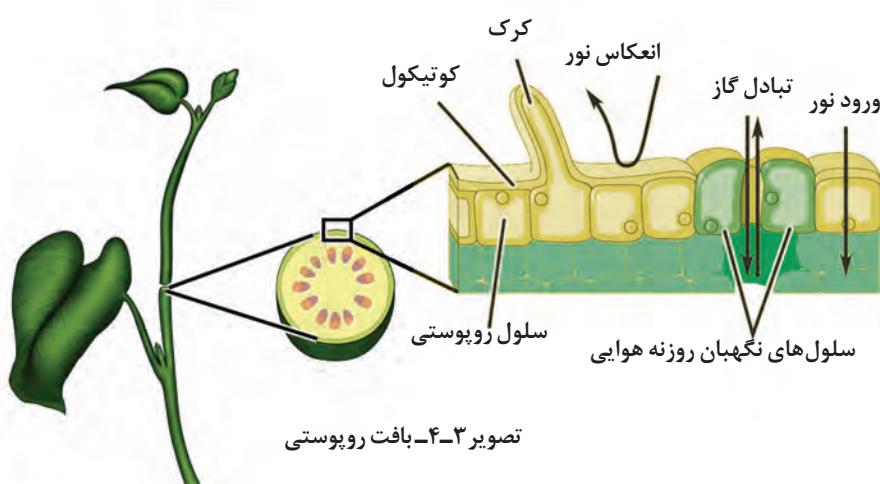
بافت در موجودات پریاخته‌ای، از اجتماع یاخته‌هایی که اکثراً شکل یکسان و کار مشابهی دارند تشکیل می‌شود. پیکر گیاهان نیز مانند جانوران از انواع بافت‌ها تشکیل می‌گردد. در رأس ساقه و نزدیک به نوک ریشه دو گروه یاخته تمایز نیافته، به نام یاخته بنیادی و یاخته مریستم وجود دارد.

یاخته‌های بنیادی سازنده مریستم‌ها هستند و یاخته‌های مریستمی با تقسیم شدن، سه بافت اصلی روپوست، بافت‌های زمینه‌ای و بافت‌های هادی را می‌سازند (تصویر ۴-۲).



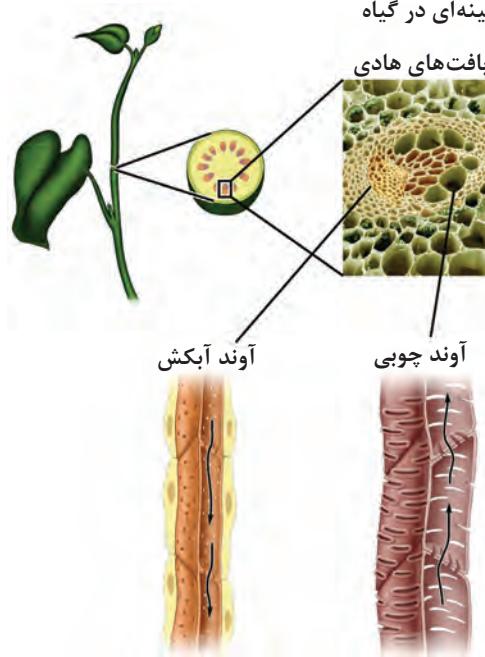
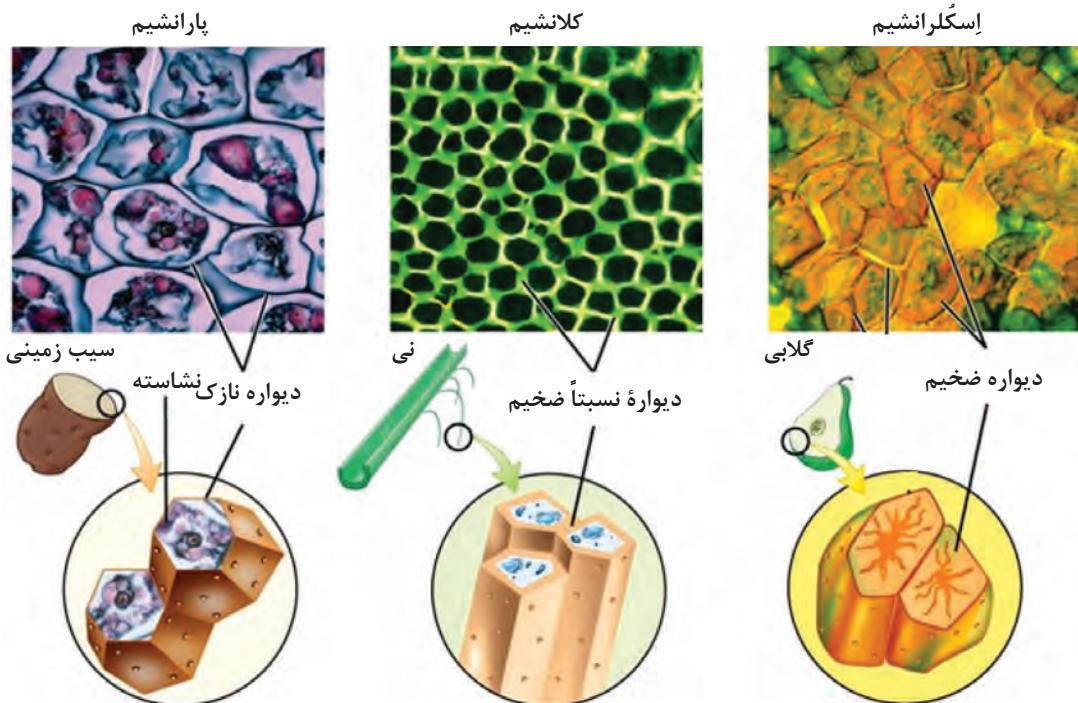
تصویر ۴-۲- انواع بافت‌های گیاهی

**(الف) بافت روپوست:** روپوست (اپیدرم) بافتی است که یاخته‌های روپوستی در اندام‌های هوایی گیاه ماده‌ای بخش خارجی اندام‌های گیاهی جوان را می‌پوشاند از جنس لیپید به نام کوتین ترشح می‌کنند. کوتین (تصویر ۴-۳). اغلب یاخته‌های این بافت قادر در سطح برگ‌ها و میوه‌ها (مثل سیب) لایه کوتیکول کلروپلاست‌اند. کرک و یاخته‌های نگهبان روزنه، دو (پوستک) را می‌سازد که علاوه بر حفاظت، مانع تبخیر نوع از یاخته‌های روپوستی در بخش هوایی گیاه‌اند. زیاد آب از گیاه می‌گردد.



تصویر ۴-۳- بافت روپوستی

**(ب) بافت‌های زمینه‌ای:** در گیاهان متنوع‌اند (تصویر ۴-۴). پارانشیم نوعی بافت زمینه‌ای است که در ذخیره مواد (مثل نشاسته) و فتوسنتز دخالت دارد. کلانشیم نوعی بافت زمینه‌ای است که به بخش‌های اسکلرالانشیم نسبتاً ضخیم است که اسکلرالانشیم نوع دیگری از بافت‌های زمینه‌ای است.



که نقش استحکامی در بخش‌های پوسته دانه و برخی از میوه‌ها را دارد.

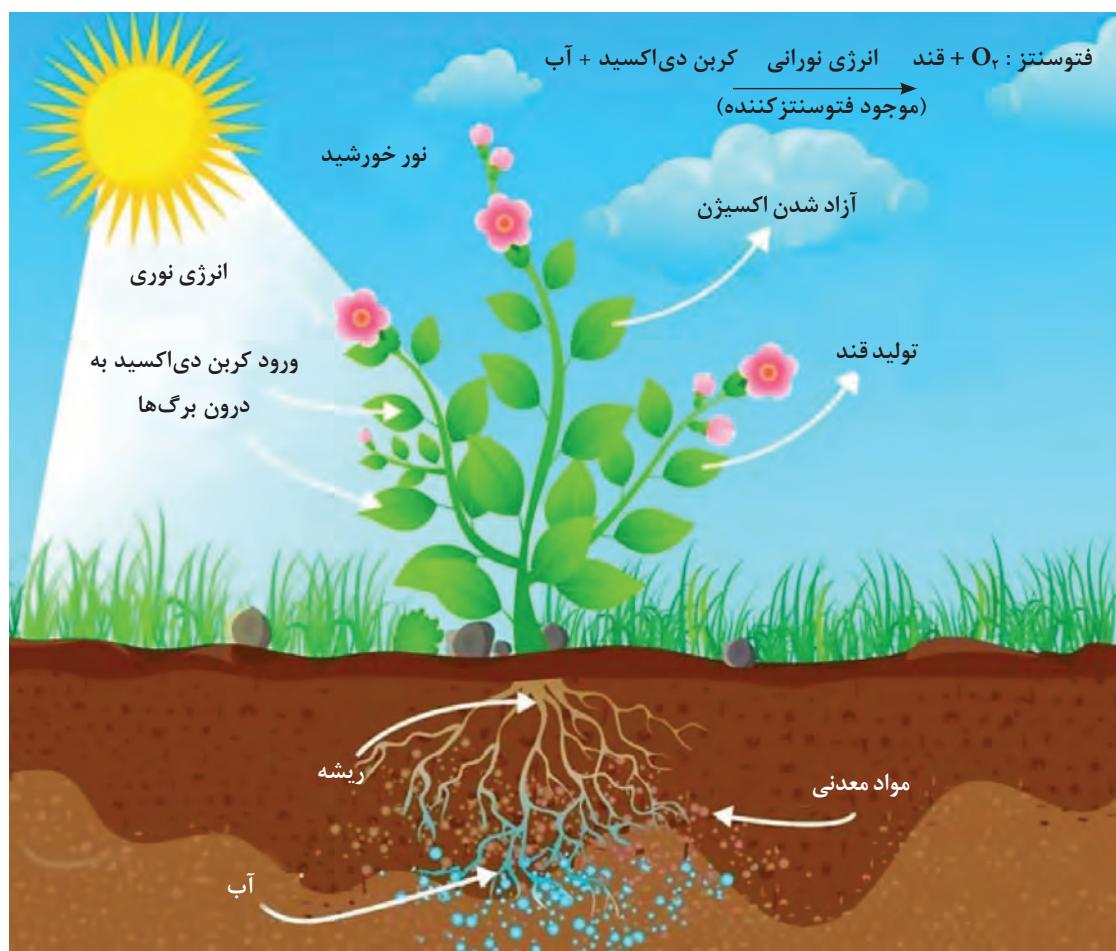
**(پ) بافت‌های هادی (بافت‌های آوندی):** از دو نوع آوند چوبی و آوند آبکش تشکیل شده است (تصویر ۴-۵). آوند چوبی در انتقال آب و املاح جذب شده از ریشه به برگ‌ها نقش دارد. انتقال مواد حاصل از فتوسنتز و ذخیره شده به بخش‌هایی که نیاز به مواد آلی دارند بر عهده آوند آبکش است.

می شود و کربن دی اکسید توسط برگ ها از هوا گرفته می شود. قند تولید شده توسط گیاه نیز ذخیره یا مصرف می شود و بخش اعظم اکسیژن تولیدی در فتوسنتز وارد هوا می شود (تصویر ۴-۶).

سالانه بیش از ۲۵۰ میلیارد تن ترکیبات قندی به وسیله موجودات فتوسنتز کننده سراسر جهان تولید می شود. بدون اجرای فتوسنتز، حیات بر روی کره زمین به سرعت از بین می رود.

عوامل محیطی و درونی گیاه بر سرعت فتوسنتز تأثیر دارند. شدت نور و مقدار کربن دی اکسید مهم ترین عوامل محیطی مؤثر بر سرعت و شدت فتوسنتز هستند.

**فتوسنتز:** فتوسنتز فرایندی است که طی آن گیاهان و سایر موجودات فتوسنتز کننده انرژی نورانی را به انرژی شیمیایی تبدیل می کنند. در فتوسنتز، گیاهان از آب و کربن دی اکسید که مواد معدنی ساده ای هستند، کربوهیدرات ها را می سازند. برای ساختن قند انرژی لازم از نور تأمین می شود. آیا این پدیده علمی می تواند بدون علم الهی صورت گیرد؟ مولکول های سبزینه (کلروفیل) مسئول جذب انرژی نورانی هستند. آب و کربن دی اکسید مواد اولیه واکنش فتوسنتز هستند. قند و اکسیژن نیز محصولات فتوسنتز هستند. آب به وسیله ریشه از خاک جذب



#### ۴-۱-۲- اندام‌های گیاهی:

**ساقه:** ساقه اندامی از گیاهان است که دو کار مهم انجام می‌دهد:

۱- نگه داشتن برگ‌ها، گل‌ها و میوه‌ها.

۲- هدایت و رساندن آب و مواد معنی جذب شده به برگ‌ها و جابه‌جایی مواد غذایی ساخته شده در

برگ‌ها به ریشه و به جاهای دیگر گیاه.

ساقه در بعضی از گیاهان کار مهم دیگری هم انجام می‌دهد و آن اندوختن ماده‌های غذایی است (مانند

نیشکر). پیاز، ریزوم و ساقه‌غدهای، انواعی از ساقه هستند که در تکثیر گیاه نقش دارند (تصویر ۴-۷).

از اجتماع بافت‌ها، اندام‌های گیاهی ایجاد می‌شود. در گیاهان پیشرفت‌هه مثل گیاهان گل‌دار، اندام‌های گیاهی به دو گروه رویشی و زایشی تقسیم می‌شوند. اندام‌های رویشی مسئول رشد رویشی گیاهاند و شامل ریشه، ساقه و برگ می‌شوند.

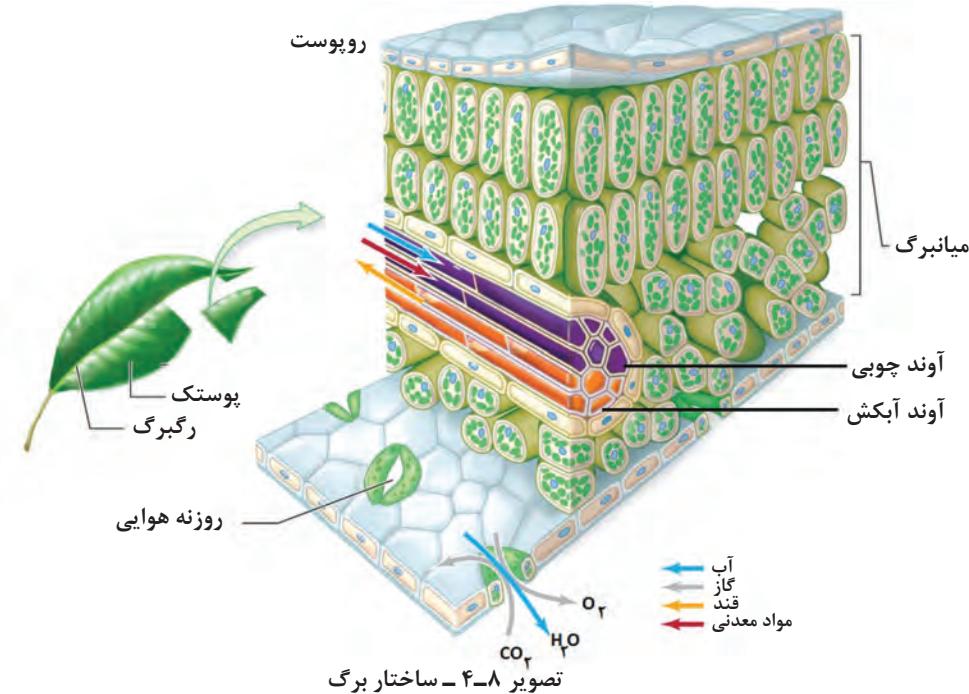
ریشه: به غیر از چند گیاه (مثل خزه) بقیه گیاهان ریشه دارند. ریشه گیاهان خشکی در داخل خاک قرار می‌گیرد و یکی از نقش‌های آن جذب آب و املاح معنی است. چغندر و هویج دارای ریشه‌های ذخیره‌ای‌اند، که برای ما ارزش غذایی دارند.

ریزوم



تصویر ۴-۷- انواع ساقه‌های تغییر شکل یافته

**برگ‌ها:** بر روی ساقه تشکیل می‌شوند. برگ اندام اصلی فتوسنترزی گیاه است. یاخته‌های میانبرگ (تصویر ۴-۸) بیشترین کلروپلاست را دارند و بخش اصلی برگ را می‌سازند و مسئول انجام دادن فتوسنترز هستند.



اندام‌های زایشی گیاه در تولیدمثل گیاه نقش دارند. گیاهان، متفاوت خواهد بود. برای مثال در درخت همان‌طور که در ادامه فصل در بخش تولیدمثل کاج مخروط‌ها اندام‌های زایشی‌اند ولی اندام زایشی گیاهان خواهید خواند، این بخش، براساس تکامل درخت سیب، پرچم و مادگی است.

## ۴-۲- رده‌بندی گیاهان:

عرضه کرده خاکی شاهد گیاهان گوناگونی است. برای درک بهتر، گیاهان براساس ویژگی‌هایی مثل آوند، دانه و گل طبقه‌بندی می‌شوند (تصویر ۴-۹). گیاهان



#### ۱-۴-۲- خزه‌ها (نهانزادان بدون آوند):

خزه‌ها گیاهانی بدون آوند و بدون دانه‌اند که در مناطق مرطوب، رویش و گسترش دارند. از بخش‌های سبز این گیاهان می‌توان برای تکثیر غیرجنسی استفاده کرد. اما این گیاهان به منظور تولیدمثل جنسی هاگ تولید می‌کنند. از خزه‌ها برای نشان دادن آلودگی هوا و آلودگی غذای دام و طیور استفاده می‌شود (تصویر ۱۰-۴).



تصویر ۱۰-۴- بخش مولد هاگ در خزه (سمت چپ) و پیت (سمت راست)، که از نوعی خزه به دست می‌آید. پیت به عنوان بستر کشت گیاهی مورد استفاده قرار گیرد و خواص ضد میکروبی دارد.

گیاهانی هستند که دانه آنها را پوششی احاطه نمی‌کند. این گیاهان به صورت درخت یا درختچه وجود دارند و چوبی می‌شوند. مهم‌ترین و اصلی‌ترین گروه بازدانگان امروزی مخروطداران هستند که کاج و سرو معروف‌ترین آنهاست. در این گروه دو نوع مخروط نر و ماده وجود دارد (تصویر ۱۱-۴).

#### ۱-۴-۳- نهانزادان آوندی:

نهانزادان گیاهان آونددار ولی بدون دانه هستند که خاص مناطق مرطوب‌اند و با هاگ تولیدمثل می‌کنند. گیاهان این گروه دارای آوند هستند. سرخس‌ها معروف‌ترین گروه نهانزادان آوندی به شمار می‌روند.

#### ۱-۴-۴- بازدانگان:

گیاهان دانه‌دار براساس این که دانه‌های آنها توسط بخش‌های میوه احاطه شود یا نشود به دو گروه بازدانگان و نهاندانگان تقسیم می‌شوند. بازدانگان



تصویر ۱۱-۴- مخروط نر (سمت راست) و ماده (سمت چپ) در گیاه کاج

#### ۴-۲-۴- نهاندانگان:

نهاندانگان برای تولیدمثل جنسی ساختاری به نام گل را به وجود می‌آورند. بیشتر گیاهانی که امروزه با آنها سر و کار داریم و در اطراف خود مشاهده می‌کنیم به گروه گیاهان گلدار (نهاندانگان) تعلق دارند. در این گروه از گیاهان، دانه در داخل میوه مخفی است. گیاهان نهاندانه به دو گروه گیاهان تک‌لپه (مثل گندم و ذرت) و دولپه (مثل نخود و لوبیا) تقسیم می‌شوند.

#### ۴-۳- تولیدمثل و تکثیر گیاهان:

تکثیر و تولیدمثل گیاهان به دو روش جنسی و غیرجنسی انجام می‌شود. در تولید مثل جنسی اندام‌های زایشی نقش دارند و با دخالت یاخته‌های جنسی نر و ماده انجام می‌شود. در گیاهان بدون دانه تولیدمثل جنسی با تشکیل هاگ و سپس رویش و رشد هاگ در شرایط مساعد صورت می‌گیرد. در گیاهان بازدانه و گیاهان نهاندانه (گلدار) تولیدمثل جنسی همراه با تشکیل دانه است.

**۱-۴-۳- اجزای گل:**

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، گل دستگاه زایشی گیاهان نهاندانه است. با توجه به تصویر ۴-۱۲ اجزای یک گل کامل از خارج به داخل عبارت‌انداز :

**(الف) کاسبرگ:** نقش حفاظت از غنچه را دارد.

**(ب) گلبرگ:** در جلب حشرات برای گردیده‌افشانی



تصویر ۴-۱۲- ساختار گل: گیاهان گلدار (نهاندانگان)

### ۲-۳-۴- تولیدمثل غیرجنسی:

تکثیر و تولید مثل غیرجنسی نیز در اغلب گیاهان دیده می‌شود. در تولیدمثل غیرجنسی بخش‌های رویشی گیاه نقش دارند (جدول ۱-۴).

بیشتر بدانید

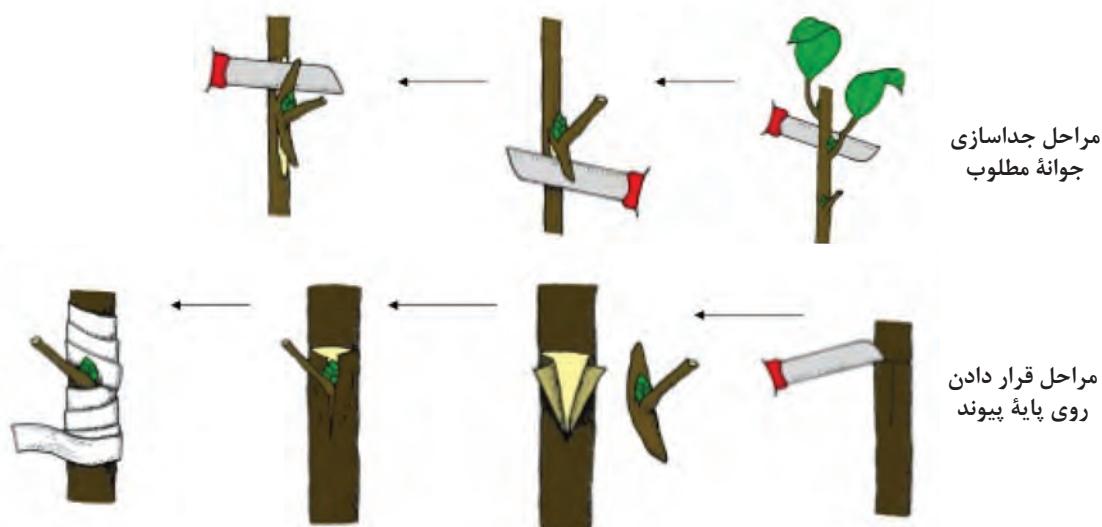


جدول ۱-۴- ساقه‌های تغییرشکل یافته که در تولیدمثل غیرجنسی گیاهان نقش دارند

نام	ویژگی‌ها	مثال
ساقه‌رونده	به حالت افقی بر سطح خاک رشد کرده است.	توت فرنگی، چمن، تمشک، نعناع
پیاز	ساقه‌ای بسیار کوتاه با برگ‌های ضخیم و گوشتشی دارد.	پیاز خوراکی، نرگس، لاله
ریزوم	ساقه زیرزمینی که به صورت افقی در زیر خاک رشد می‌کند و در انتهای آن جوانه انتهایی وجود دارد.	زنبق، سرخس، نیشکر
غده	ساقه زیرزمینی و گوشتشی که به منزله انتهای ساقه است.	سیب‌زمینی
بُنه	بُنه نسبت به پیاز ساقه بزرگ‌تری دارد اما فاقد فلس‌های متعدد است.	زعفران، گلایول

انسان نیز برای تکثیر گیاهان، علاوه بر دانه، از است که در درختان انجام می‌شود. در قلمه‌زنی بخشی بخش‌های رویشی آنها استفاده می‌کند. قلمه‌زنی و از ساقه گیاه را جدا می‌کنند و در بستر مناسب قرار پیوندزدن روش‌های دیگری از تکثیر رویشی گیاهان می‌دهند تا ریشه‌دار شود. در پیوند زدن، جوانه‌ای از

درخت مورد نظر را به درخت دیگر پیوند می‌زنند تا بعد از رشد جوانه، شاخه‌ای به وجود آید که ویژگی‌های درخت موردنظر را داشته باشد (تصویر ۴-۱۳).



تصویر ۴-۱۳- نحوه انجام پیوند در گیاهان و نمونه‌هایی از گیاهان پیوندی روش کشت بافت نیز از روش‌های جدید تکثیر گیاهان است. در این روش، قطعه‌ای از گیاه را بر روی محیط کشت استریل (عاری از میکروب) کشت می‌دهند و از رشد آن و کنترل شرایط کشت سرانجام گیاهچه‌های جدیدی حاصل می‌شود (تصویر ۴-۱۴).



تصویر ۴-۱۴- تکثیر گیاهان به روش کشت بافت

## ۴-۴- تغذیه گیاهی:

۲- بخشی از ساختار مولکول‌ها یا اجزایی از گیاه باشد. این مولکول‌ها و اجزا برای رشد گیاه الزامی هستند. در حال حاضر ۱۷ عنصر، به عنوان عناصر ضروری گیاهان شناسایی و تعیین شده است. این عناصر به دو گروه پرمصرف و کم‌صرف تقسیم می‌شوند. کربن، پتاسیم، منیزیم و فسفر نمونه‌هایی از عناصر پرمصرف و آهن، روی، مس و منگنز مثال‌هایی از عناصر کم‌صرف‌اند (تصویر ۴-۱۵).

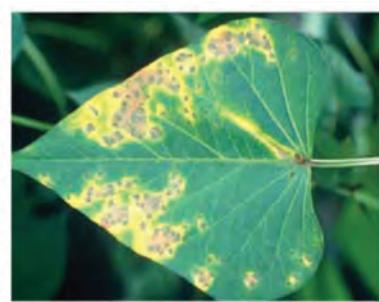
تغذیه گیاهی شامل این موارد است: جذب مواد معدنی خام موردنیاز برای اجرای فرایندهای بیوشیمیایی ضروری از محیط، توزیع آنها در داخل گیاه و کاربرد آنها در رشد گیاه. بخش عمده عناصر شیمیایی به صورت یون‌های معدنی از خاک جذب می‌شوند. تارهای کشنده ریشه در جذب یون‌های معدنی نقش مهمی دارند. دو معیار اصلی برای ضروری بودن عناصر وجود دارد: ۱- در غیاب این عنصر چرخه زندگی گیاه تکمیل نشود.



کمبود آهن



کمبود روی



کمبود مس

تصویر ۴-۱۵- نمونه‌هایی از کمبود عناصر کم‌صرف در گیاهان

## ۴-۵- گیاهان و انسان:

### ۱-۴- کشاورزی و اصلاح گیاهان:

صیفی‌جات و دانه‌های روغنی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی هستند که مصارف غذایی دارند. گیاه پنبه (تصویر ۴-۱۷) برای استفاده در صنایع پوشاش و گروهی دیگر از گیاهان برای استفاده‌های زینتی کشت می‌شوند.

استفاده از گیاهان به گیاهان اصلاح شده (زراعی) منحصر نمی‌شود. انسان از گیاهان وحشی نیز در موارد بسیاری از قبیل سوخت، صنایع وابسته به چوب و کاغذ استفاده می‌کند. از گروهی از گیاهان، که دارای ترکیبات معطرنده، به صورت ادویه و طعم‌دهنده استفاده می‌گردد.

علاوه بر مصارف ذکر شده، گیاهان از منابع مهم

احتمالاً اولین کشت برنامه‌ریزی شده گیاهان حاصل مجموعه‌ای از وقایع ساده بوده است. اصلاح گیاهان در حدود ۱۳۰۰۰ سال پیش در ناحیه خاورمیانه آغاز شد که با کشت جو وحشی و گندم و به دنبال آن عدس، نخود، زیتون، خرما و انگور همراه بوده است.

هدف اولیه از کشت گیاهان زراعی تأمین غذا، برای انسان‌ها بوده است ولی بعداً کشت گیاهان زراعی برای اهداف متعدد دیگری صورت گرفته است. امروزه نیز یکی از اهداف مهم در کشت گیاهان تولید مواد غذایی است. غلات و حبوبات (تصویر ۴-۱۶) دو گروه از مهم‌ترین منابع غذایی مردم در اغلب نقاط جهان است. همچنین انواع میوه‌ها، سبزیجات،

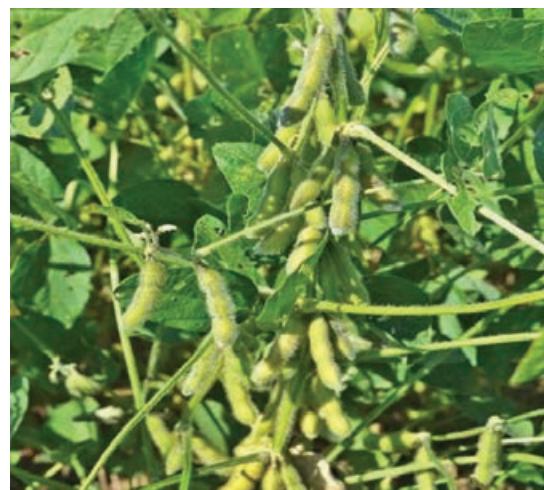
دارویی گیاه ترکیبات شیمیایی ثانوی است که در برخی از گونه‌های گیاهی ساخته می‌شود. در کشور ما حدود ۴۵۰ گونه گیاهی دارویی، به میزان بیشتری در مناطق مختلف، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

داروهای گیاهی به شمار می‌آیند. در گذشته، گیاه‌شناسی به عنوان یکی از شاخه‌های پزشکی به شمار می‌آمده است.

داروهای گیاهی، نسبت به ترکیبات آزمایشگاهی، به صرف هزینه و انرژی کمتری نیاز دارد. بخش



شکل ۴-۱۷- پنبه از سودمندترین گیاهان، که در تولید الیاف، روغن و غذای دام کاربرد دارد.

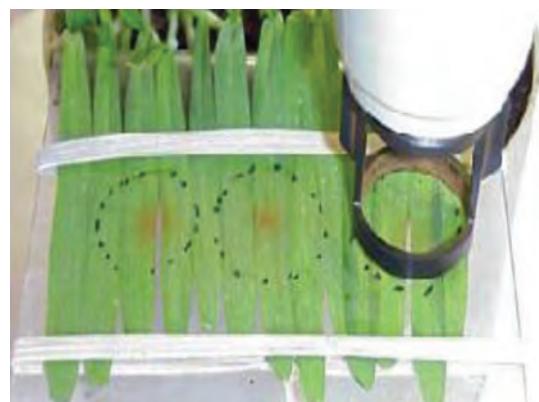


شکل ۴-۱۶- سویا یکی از غنی‌ترین منابع غذایی در بین گیاهان است.

امروزه دانش زیست فناوری نیز، در تولید موادغذایی کشاورزی تأثیر شگرفی داشته است. با توجه به رشد فزاینده جمعیت جهان و افزایش تقاضا برای موادغذایی در دهه‌های اخیر، ضرورت روی آوری از کشاورزی سنتی به کشاورزی پیشرفته ایجاد شده است. محققان زیست‌فناوری با شناسایی، تکثیر و پرورش گونه‌های دارای ژن‌های مقاوم به نمک و خشکی، گیاهان مقاومی مانند کاکتوس، کاج و سرو اصلاح شده را تولید کرده‌اند که قابلیت رشد در مناطق سخت بیابانی را دارند (تصویر ۴-۱۸) بدین ترتیب نقش مؤثری را در بیابان‌زدایی و کویرزدایی ایفا نمودند.



تصویر ۴-۱۸- انتقال ژن به گیاهان با استفاده از تفنگ ژن





## تکثیر لیلیوم بدون پیاز

روش‌های مختلف تکثیر لیلیوم (گیاه سوسن)، به غیر از کشت بافت، نیاز به پیاز دارد، زیرا تکثیر توسط تولید پیازچه در فلس‌های پیاز مادری صورت می‌گیرد. در روش کشت بافت می‌توان برای تکثیر ارقام مختلف لیلیوم از پیاز استفاده نمود.

در بسیاری از موارد ممکن است شاخه‌ای از لیلیوم از گل فروشی خریداری نموده و مایلید پیاز آن را داشته باشد اما چون در اغلب موارد پیاز این ارقام فقط در دست گلخانه‌داران است دسترسی به پیاز آن رقم خاص برایتان امکان نداشته است.



این فعالیت شما را با روشی آشنا می‌سازد که بتوانید بدون نیاز به روش کشت بافت، از هر گل لیلیوم البته شاخه‌تازه بریده یا هر گیاه لیلیومی که دارای برگ‌های جوان و سالم باشد، پیازچه تولید کنید.



تصویر ۴-۱۹- برگ‌های جدا شده لیلیوم



تصویر ۴-۲۰- قرار دادن برگ‌ها در محلول ریشه‌زا

### مواد لازم:

۱- مقداری ماسه ریز و تمیز یا پرلیت ریز یا شن

دریا که به خوبی شسته شده باشد.

۲- برگ لیلیوم

۳- مقداری هورمون ریشه‌زا (نفتالین استیک اسید: NAA) که اغلب به صورت پودر است.

این هورمون در کشت بافت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد و از آن در باغبانی برای ریشه‌دار کردن

قلمه‌ها یا افزایش گل‌دهی گیاهان و در لیلیوم برای تولید پیازچه استفاده می‌شود.

### روش کار:

(الف) وقتی برگ‌ها را جدا می‌کنید دقت کنید قسمت کوچکی از شاخه هم با برگ بماند و برگ انتخاب شده جوان و سالم باشد (تصویر ۴-۱۹).

(ب) برگ‌ها را در هورمون ریشه‌زا فرو ببرید (تصویر ۴-۲۰).

(ج) قسمت پایین برگ‌ها را در داخل ماسه یا پرلیت ریز فرو ببرید. [ماسه یا پرلیت باید مرطوب باشد (تصویر ۴-۲۱)].

برای افزایش موفقیت و جلوگیری از آلودگی قارچی، بهتر است قبل از جدا نمودن برگ‌ها، چندبار با یک قارچ‌کش باغبانی مانند ترکیب بنومیل که محلول در آب است گل شاخه بریده لیلیوم را اسپری کنید و بعد از یک روز، برگ‌های آن را جدا کنید.

در این روش هر برگ مانند یک فلس عمل می‌کند و مانند فلس، پیازچه تولید می‌نماید.

د) برگ‌هارا در مکانی دور از نور خورشید و در محل خنک و سایه قرار دهید. بهتر است گلدان حاوی برگ‌ها را در کیسهٔ پلاستیکی قرار دهید و سر کیسه را ببندید تا برگ‌ها خشک نشوند.

ه) تولید پیازچه یک تا دو ماه طول می‌کشد (تصویر ۴-۲۲)، بنابراین برای بیرون آوردن برگ‌ها جهت بازرگانی عجله نداشته باشید. بعد از چند ماه که پیازچه‌ها تشکیل شدند می‌توانید آنها را بکارید.



تصویر ۴-۲۱- قرار دادن برگ‌ها در داخل ماسه



تصویر ۴-۲۲- تولید پیازچه در انتهای برگ

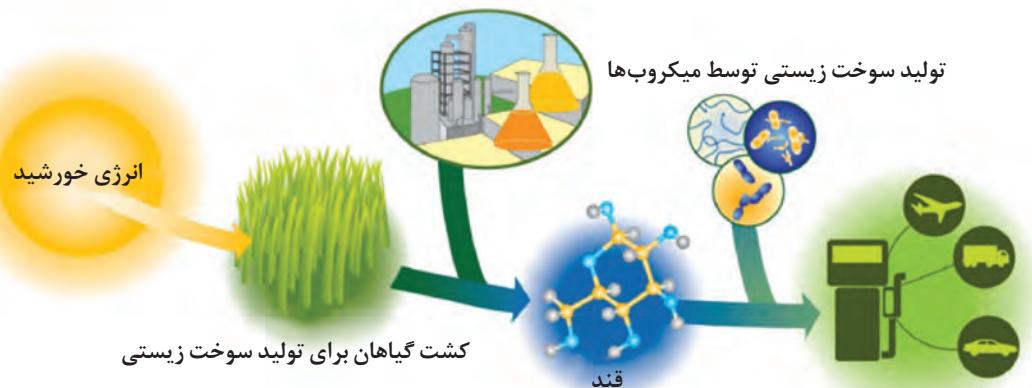


تصویر ۴-۲۳- مزرعه کشت دانه‌های روغنی جهت تولید سوخت زیستی در اروپا



تصویر ۴-۲۴- اتوبوسی که برای سوخت از زیست دیزل استفاده می‌کند.

عصاره‌گیری، پالایش و تغییرات آنزیمی



تصویر ۴-۲۵- چرخه تولید سوخت زیستی

#### ۴-۵-۲- سوخت‌های زیستی:

سوخت زیستی به سوخت‌هایی گفته می‌شود که از فتوسنتر حاصل می‌شود این سوخت از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر است. نگرانی از انتشار کربن توسط سوزاندن سوخت‌های فسیلی شدیداً مورد توجه علمی و همگانی قرار گرفته است. سوخت زیستی ممکن است جامد، مایع یا گاز باشد. چوب و زغال نمونه‌ای از سوخت‌های زیستی جامد، زیست دیزل، اتانول و متابول از سوخت‌های زیستی مایع، متان و هیدروژن از سوخت‌های زیستی گازی هستند.

زیست دیزل از دانه‌های روغنی (تصویر ۴-۲۳)، روغن‌های حیوانی و روغن‌های بازیافت شده به دست می‌آید و از ترکیب شیمیایی روغن‌های گیاهی یا حیوانی، هیدروکسید سدیم و متابول (یا اتانول) حاصل می‌شود. زیست دیزل می‌تواند به عنوان سوخت خالص در خودروها به کار رود (تصویر ۴-۲۴).

زیست دیزل، همگانی‌ترین سوخت زیستی در اروپاست. اتانول زیستی نیز نوعی سوخت الکلی جایگزین برای بنزین است که توسط میکروگانیسم‌ها و از اثر آنزیم‌ها بر محصولات نشاسته‌ای و قندی (مانند گندم، ذرت، نیشکر و چغندر قند) تولید می‌شود (تصویر ۴-۲۵). با

پیشرفت فناوری، سلولزهایی مانند درختان و چمن‌ها را نیز می‌شود به عنوان ماده خام در فراوری اتانول زیستی به کار برد. اتانول را می‌توان به صورت خالص برای سوخت خودرو به کار برد اما بیشتر به دلیل اینکه عملکرد خودرو بهبود یابد از افزودنی بنزین استفاده می‌شود. اتانول زیستی، در مقایسه با بنزین معمولی ۳۰ تا ۶۵ درصد مقدار کربن‌دی‌اکسید را کاهش می‌دهد و مقدار کربن‌دی‌اکسیدی که از اتانول زیستی تولید می‌شود برابر با مقدار کربن‌دی‌اکسیدی است که گیاه برای ساخت آن مصرف کرده است. امروزه در جهان، سوخت زیستی نسبت به سوخت فسیلی ۹ درصد افزایش یافته است. در حال حاضر نیز در جهان برای سوخت‌های زیستی و بالا بردن ظرفیت آن سرمایه‌گذاری بیشتری شده است.

## ارزشیابی پایانی فصل چهارم

۱ اثر تغییرات عوامل محیطی مختلفی نظیر کربن دی اکسید، اکسیژن، دما و شدت نور را بر میزان فتوسنتر گیاهان بررسی نمایید.

۲ مزایای تکثیر گیاهان به روش تکثیر رویشی (تولید مثل غیرجنسی) با تکثیر گیاهان با استفاده از دانه (تولیدمثل جنسی) را با یکدیگر مقایسه کنید.

## پروژه

در مورد جایگزین کردن سوخت های زیستی به جای سوخت های فسیلی با توجه به تأثیرات آنها بر محیط زیست و سلامت جامعه تحقیق کنید.