



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب:  
پدیده‌آوردنده:  
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:  
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

زیست‌شناسی (۱) - پایه دهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۰۲۱۶  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
دکتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری  
سیدعلی آل محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، علیرضا ساری، الهه علوی، بهمن فخریان و محمد کریم‌الدینی (اعضای شورای برنامه‌ریزی و تألیف)  
بهمن فخریان (دبیراستاد علمی) - محمد دلشنگر و علیرضا کاهنه (دبیراستاد ادبی)  
اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

مدیریت آماده‌سازی هنری:  
شناسه افزوده آماده‌سازی:

احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری) - احسان رضوانی (طراح گرافیک و طراح جلد) - مریم ونوئی انباردان (صفحه‌آرا) - الهه بهمن (تصویرگر) - عزیز عطار (عکاس تشریح اندام‌ها) - مرشیه اخلاقی، سیده فاطمه طباطبایی، رعنا فرج‌زاده درویش، شاداب ارشادی، فریبا سیر، مریم دهقان‌زاده و فاطمه رئیسیان فیروزآباد (امور آماده‌سازی)  
تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۲۷۲۵۹  
وبسایت: [www.intextbook.ir](http://www.intextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

نشانی سازمان:

تلفن: ۲۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۲۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

تلفن:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران - ۱۷ کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۴۱ (تلروبخش)  
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران \*سهامی خاص\*  
چاپ نهم ۱۳۹۲

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۵۱۵-۹  
ISBN: 978-964-05-2515-9



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب:  
پدیده‌آوردنده:  
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:  
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

زیست‌شناسی (۱) - پایه دهم دوره دوم متوسطه - ۱۱۰۲۱۶  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
دکتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری  
سیدعلی آل محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، علیرضا ساری، الهه علوی، بهمن فخریان و محمد کریم‌الدینی (اعضای شورای برنامه‌ریزی و تألیف)  
بهمن فخریان (دبیراستاد علمی) - محمد دلشنگر و علیرضا کاهنه (دبیراستاد ادبی)  
اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

مدیریت آماده‌سازی هنری:  
شناسه افزوده آماده‌سازی:

احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - جواد صفری (مدیر هنری) - احسان رضوانی (طراح گرافیک و طراح جلد) - مریم ونوئی انباردان (صفحه‌آرا) - الهه بهمن (تصویرگر) - عزیز عطار (عکاس تشریح اندام‌ها) - مرشیه اخلاقی، سیده فاطمه طباطبایی، رعنا فرج‌زاده درویش، شاداب ارشادی، فریبا سیر، مریم دهقان‌زاده و فاطمه رئیسیان فیروزآباد (امور آماده‌سازی)  
تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۲۷۲۵۹  
وبسایت: [www.intextbook.ir](http://www.intextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

نشانی سازمان:

تلفن: ۲۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۲۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

تلفن:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران - ۱۷ کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۴۱ (تلروبخش)  
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران \*سهامی خاص\*  
چاپ هفتم ۱۳۹۱

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۵۱۵-۹  
ISBN: 978-964-05-2515-9

## فهرست

۱	فصل ۱- دنیای زنده
۲	گفتار ۱. زیست‌شناسی چیست؟
۷	گفتار ۲. گسترهٔ حیات
۱۱	گفتار ۳. باخته و بافت در بدن انسان
۱۷	فصل ۲- گوارش و جذب مواد
۱۸	گفتار ۱. ساختار و عملکرد لولهٔ گوارش
۲۵	گفتار ۲. جذب مواد و تنظیم فعالیت دستگاه گوارش
۳۰	گفتار ۳. تنوع گوارش در جانداران
۳۳	فصل ۳- تبادلات گازی
۳۴	گفتار ۱. سازوکار دستگاه تنفس در انسان
۴۰	گفتار ۲. نهبویهٔ ششی
۴۵	گفتار ۳. تنوع تبادلات گازی
۴۷	فصل ۴- گردش مواد در بدن
۴۸	گفتار ۱. قلب
۵۵	گفتار ۲. رگ‌ها
۶۱	گفتار ۳. خون
۶۵	گفتار ۴. تنوع گردش مواد در جانداران
۶۹	فصل ۵- تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد
۷۰	گفتار ۱. هم‌ایستایی و کلیه‌ها
۷۳	گفتار ۲. تشکیل ادرار و تخلیهٔ آن
۷۶	گفتار ۳. تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران
۷۹	فصل ۶- از باخته تا گیاه
۸۰	گفتار ۱. ویژگی‌های باختهٔ گیاهی
۸۶	گفتار ۲. سامانهٔ بافتی
۹۰	گفتار ۳. ساختار گیاهان
۹۷	فصل ۷- جذب و انتقال مواد در گیاهان
۹۸	گفتار ۱. تغذیهٔ گیاهی
۱۰۲	گفتار ۲. جانداران مؤثر در تغذیهٔ گیاهی
۱۰۵	گفتار ۳. انتقال مواد در گیاهان

## فهرست

۱	فصل ۱- دنیای زنده
۲	گفتار ۱. زیست‌شناسی چیست؟
۷	گفتار ۲. گسترهٔ حیات
۱۱	گفتار ۳. باخته و بافت در بدن انسان
۱۷	فصل ۲- گوارش و جذب مواد
۱۸	گفتار ۱. ساختار و عملکرد لولهٔ گوارش
۲۵	گفتار ۲. جذب مواد و تنظیم فعالیت دستگاه گوارش
۳۰	گفتار ۳. تنوع گوارش در جانداران
۳۳	فصل ۳- تبادلات گازی
۳۴	گفتار ۱. سازوکار دستگاه تنفس در انسان
۴۰	گفتار ۲. نهبویهٔ ششی
۴۵	گفتار ۳. تنوع تبادلات گازی
۴۷	فصل ۴- گردش مواد در بدن
۴۸	گفتار ۱. قلب
۵۵	گفتار ۲. رگ‌ها
۶۱	گفتار ۳. خون
۶۵	گفتار ۴. تنوع گردش مواد در جانداران
۶۹	فصل ۵- تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد
۷۰	گفتار ۱. هم‌ایستایی و کلیه‌ها
۷۳	گفتار ۲. تشکیل ادرار و تخلیهٔ آن
۷۶	گفتار ۳. تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران
۷۹	فصل ۶- از باخته تا گیاه
۸۰	گفتار ۱. ویژگی‌های باختهٔ گیاهی
۸۶	گفتار ۲. سامانهٔ بافتی
۹۰	گفتار ۳. ساختار گیاهان
۹۷	فصل ۷- جذب و انتقال مواد در گیاهان
۹۸	گفتار ۱. تغذیهٔ گیاهی
۱۰۲	گفتار ۲. جانداران مؤثر در تغذیهٔ گیاهی
۱۰۵	گفتار ۳. انتقال مواد در گیاهان

## مقدمه

کتاب زیست‌شناسی ۱ اولین کتاب زیست‌شناسی از دوره دوم متوسطه است که برای پایه دهم و رشته تجربی تألیف و چاپ شده است. این کتاب ادامه اجرای برنامه ۱۲ ساله حوزه تربیتی و یادگیری علوم تجربی است که از دوره ابتدایی آغاز و در سه سال اول متوسطه در قالب کتاب‌های علوم تجربی ادامه یافته و به دوره دوم متوسطه رسیده است. در این دوره، علوم تجربی به صورت ۴ کتاب مجزا تعریف شده است. درس زیست‌شناسی برای رشته علوم تجربی در سه پایه دهم، یازدهم و دوازدهم ارائه می‌شود. برنامه زیست‌شناسی براساس راهنمای برنامه حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی و منطبق با برنامه درسی ملی تدوین شده است.


اهداف این برنامه مطابق با برنامه درسی ملی در سه عرصه ارتباطی یعنی ارتباط انسان با خود، خلق و خلقت که مبتنی بر ارتباط او با خداوند متعال است، تعریف شده و در جهت تقویت پنج عنصر (تفکر و تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق) پیش خواهد رفت. بر این اساس مهم‌ترین شایستگی‌های مدنظر حوزه علوم تجربی که درس زیست‌شناسی تلاش می‌کند در دانش‌آموز تحقق یابد، عبارت‌اند از:

۱. نظام‌مندی طبیعت را براساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده‌های طبیعی به عنوان آیات الهی کشف و گزارش می‌کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب ایده یا ابزار ارائه می‌دهد / به کار می‌گیرد.  
 ۲. با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط با خود و دیگران در موقعیت‌های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب می‌کند / گزارش می‌کند / به کار می‌گیرد.  
 ۳. با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به کارگیری این علم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده)، تحلیل و محدودیت‌ها و توانمندی‌های علوم تجربی را در حل این مسائل گزارش می‌کند.

۴. با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، می‌تواند ایده‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهد و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کند.

با توجه به زمینه انتخاب شده برای این کتاب یعنی کسب ماده و انرژی و نیز تأکید برنامه درسی ملی بر آموزش زمینه محور و لزوم ارائه محتوایی که با زندگی حال و آینده دانش‌آموزان ارتباط داشته باشد، موضوع‌های زیر در این کتاب گنجانده شده‌اند:

- معرفی زیست‌شناسی، محدوده علوم تجربی، مرزهای حیات؛
  - زیست‌شناسی در خدمت جامعه انسانی از جمله تهیه غذای سالم و کافی، حفظ محیط زیست و تأمین سلامت انسان؛
  - آشنایی با دستگاه‌های مختلف بدن انسان، بعضی از بیماری‌های مرتبط با آنها و مقایسه دستگاه‌های بدن انسان با جانوران دیگر؛
  - آشنایی با ساختار گیاهان و چگونگی جذب و دفع در آنها.
- در تألیف این کتاب چند نکته مدنظر مؤلفان و شورای تألیف بوده است:
- سعی شده حجم کتاب با ساعت اختصاص یافته به آن متناسب باشد.
  - مباحث مطرح شده در دوره اول متوسطه در این کتاب کامل‌تر شده و به‌صورت تخصصی‌تر به آن پرداخته شده است البته سعی شده از تکرار مطالب دوره اول خودداری شود.
  - به بعضی از مباحث زیست‌شناسی فصل جداگانه‌ای اختصاص داده نشده و در هر قسمت بسته به نیاز درباره موضوع توضیح مشخصی داده شده است.

■ در ابتدای هر فصل، نشانه‌های زمینه سریع پاسخ  آمده است که با استفاده از تلفن همراه با رایانک (تبلت) و اتصال به اینترنت می‌توان به محتوای آموزشی آن دست یافت.

گروه زیست‌شناسی لازم می‌داند از دبیران منتخب و سرگروه‌های آموزشی محترم استان‌های اصفهان و گیلان که در اعتبارسنجی این کتاب با ما همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی نماید.

- گروه زیست‌شناسی
- دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری



دفتر اعتبارسنجی

## مقدمه

کتاب زیست‌شناسی ۱ اولین کتاب زیست‌شناسی از دوره دوم متوسطه است که برای پایه دهم و رشته تجربی تألیف و چاپ شده است. این کتاب ادامه اجرای برنامه ۱۲ ساله حوزه تربیتی و یادگیری علوم تجربی است که از دوره ابتدایی آغاز و در سه سال اول متوسطه در قالب کتاب‌های علوم تجربی ادامه یافته و به دوره دوم متوسطه رسیده است. در این دوره، علوم تجربی به صورت ۴ کتاب مجزا تعریف شده است. درس زیست‌شناسی برای رشته علوم تجربی در سه پایه دهم، یازدهم و دوازدهم ارائه می‌شود. برنامه زیست‌شناسی براساس راهنمای برنامه حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی و منطبق با برنامه درسی ملی تدوین شده است.

اهداف این برنامه مطابق با برنامه درسی ملی در سه عرصه ارتباطی یعنی ارتباط انسان با خود، خلق و خلقت که مبتنی بر ارتباط او با خداوند متعال است، تعریف شده و در جهت تقویت پنج عنصر (تفکر و تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق) پیش خواهد رفت. بر این اساس مهم‌ترین شایستگی‌های مدنظر حوزه علوم تجربی که درس زیست‌شناسی تلاش می‌کند در دانش‌آموز تحقق یابد، عبارت‌اند از:

۱. نظام‌مندی طبیعت را براساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده‌های طبیعی به عنوان آیات الهی کشف و گزارش می‌کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب ایده یا ابزار ارائه می‌دهد / به کار می‌گیرد.  
 ۲. با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط با خود و دیگران در موقعیت‌های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب می‌کند / گزارش می‌کند / به کار می‌گیرد.  
 ۳. با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به کارگیری این علم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده)، تحلیل و محدودیت‌ها و توانمندی‌های علوم تجربی را در حل این مسائل گزارش می‌کند.

۴. با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، می‌تواند ایده‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی، برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهد و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت کند.

با توجه به زمینه انتخاب شده برای این کتاب یعنی کسب ماده و انرژی و نیز تأکید برنامه درسی ملی بر آموزش زمینه محور و لزوم ارائه محتوایی که با زندگی حال و آینده دانش‌آموزان ارتباط داشته باشد، موضوع‌های زیر در این کتاب گنجانده شده‌اند:

- معرفی زیست‌شناسی، محدوده علوم تجربی، مرزهای حیات؛
  - زیست‌شناسی در خدمت جامعه انسانی از جمله تهیه غذای سالم و کافی، حفظ محیط زیست و تأمین سلامت انسان؛
  - آشنایی با دستگاه‌های مختلف بدن انسان، بعضی از بیماری‌های مرتبط با آنها و مقایسه دستگاه‌های بدن انسان با جانوران دیگر؛
  - آشنایی با ساختار گیاهان و چگونگی جذب و دفع در آنها.
- در تألیف این کتاب چند نکته مدنظر مؤلفان و شورای تألیف بوده است:
- سعی شده حجم کتاب با ساعت اختصاص یافته به آن متناسب باشد.
  - مباحث مطرح شده در دوره اول متوسطه در این کتاب کامل‌تر شده و به‌صورت تخصصی‌تر به آن پرداخته شده است البته سعی شده از تکرار مطالب دوره اول خودداری شود.
  - به بعضی از مباحث زیست‌شناسی فصل جداگانه‌ای اختصاص داده نشده و در هر قسمت بسته به نیاز درباره موضوع توضیح مشخصی داده شده است.

■ سعی شده مباحث گیاهی و جانوری جداگانه مطرح شوند تا دانش‌آموزان انگیزه بیشتری برای یادگیری داشته باشند.

گروه زیست‌شناسی لازم می‌داند از دبیران منتخب و سرگروه‌های آموزشی محترم استان‌های اصفهان و گیلان که در اعتبارسنجی این کتاب با ما همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی نماید.

- گروه زیست‌شناسی
- دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

مطالب «بیشتر بدانید» و «واژه‌شناسی» در این کتاب، صرفاً جنبه آگاهی‌بخشی دارد و نباید در ارزشیابی، آزمون‌ها و آزمون سراسری ورود به دانشگاه (کنکور) مورد پرسش قرار گیرد.

مطالب «بیشتر بدانید» و «واژه‌شناسی» در این کتاب، صرفاً جنبه آگاهی‌بخشی دارد و نباید در ارزشیابی، آزمون‌ها و آزمون سراسری ورود به دانشگاه (کنکور) مورد پرسش قرار گیرد.

## گفتار ۱ زیست‌شناسی چیست؟

- چگونه می‌توان گیاهانی پرورش داد که در مدتی کوتاه‌تر، مواد غذایی بیشتری تولید کنند؟
  - چرا باید تنوع زیستی حفظ شود؟ چرا باید حیات وحش حفظ شود؟
  - چرا بعضی از باخته‌های بدن انسان سرطانی می‌شوند؟ چگونه می‌توان باخته‌های سرطانی را در مراحل اولیه سرطانی شدن شناسایی و نابود کرد؟
  - چگونه می‌توان سوخت‌های زیستی مانند الکل را جانشین سوخت‌های فسیلی، مانند مواد نفتی کرد؟
  - چگونه می‌توان از بیماری‌های ارثی، پیشگیری، و یا آنها را درمان کرد؟
- اینها فقط چند پرسش از میان انبوه پرسش‌هایی است که زیست‌شناسان تلاش می‌کنند پاسخ‌های آنها را بیابند تا علاوه بر پی بردن به رازهای آفرینش، به حل مسائل و مشکلات زندگی انسان امروزی نیز کمک کنند و در این راه به موفقیت‌هایی هم رسیده‌اند. زیست‌شناسی، شاخه‌ای از علوم تجربی است که به بررسی علمی جانداران و فرایندهای زیستی می‌پردازد.

### فعالیت ۱

یک روزنامه خبری معمولی تهیه کنید. خبرهای مربوط به زیست‌شناسی را انتخاب کنید (برای تعیین خبرهای مربوط به زیست‌شناسی از معلم خود کمک بخواهید).

در روزنامه‌ای که انتخاب کرده‌اید، چند درصد از خبرها به زیست‌شناسی مربوط است؟ از این خبرها، چند خبر خوب و چند خبر بد هستند؟

می‌توانید به جای روزنامه از وبگاه‌های خبری در بازه زمانی خاصی استفاده و درصد خبرهای زیستی آن را پیدا کنید.



### محدوده علم زیست‌شناسی

امروزه بسیاری از بیماری‌ها مانند بیماری قند و افزایش فشارخون که حدود صد سال پیش به مرگ منجر می‌شدند، مهارشده‌اند و به علت روش‌های درمانی و داروهای جدید، دیگر مرگ‌آور نیستند. ممکن است با مشاهده پیشرفت‌ها و آثار علم زیست‌شناسی، این تصور در ذهن ما شکل بگیرد که این علم به اندازه‌ای توانا و گسترده است که می‌تواند به همه پرسش‌های انسان پاسخ دهد و همه مشکلات زندگی ما را حل کند؛ درحالی‌که این طور نیست، به‌طورکلی علم تجربی، محدودیت‌هایی دارد و نمی‌تواند به همه پرسش‌های ما پاسخ دهد و از حل برخی مسائل بشری ناتوان است.

دانشمندان و پژوهشگران علوم تجربی فقط در جست‌وجوی علت‌های پدیده‌های طبیعی و قابل مشاهده‌اند. مشاهده، اساس علوم تجربی است؛ بنابراین، در زیست‌شناسی، فقط ساختارها و یا

## گفتار ۱ زیست‌شناسی چیست؟

- چگونه می‌توان گیاهانی پرورش داد که در مدتی کوتاه‌تر، مواد غذایی بیشتری تولید کنند؟
  - چرا باید تنوع زیستی حفظ شود؟ چرا باید حیات وحش حفظ شود؟
  - چرا بعضی از باخته‌های بدن انسان سرطانی می‌شوند؟ چگونه می‌توان باخته‌های سرطانی را در مراحل اولیه سرطانی شدن شناسایی و نابود کرد؟
  - چگونه می‌توان سوخت‌های زیستی مانند الکل را جانشین سوخت‌های فسیلی، مانند مواد نفتی کرد؟
  - چگونه می‌توان از بیماری‌های ارثی، پیشگیری، و یا آنها را درمان کرد؟
- اینها فقط چند پرسش از میان انبوه پرسش‌هایی است که زیست‌شناسان تلاش می‌کنند پاسخ‌های آنها را بیابند تا علاوه بر پی بردن به رازهای آفرینش، به حل مسائل و مشکلات زندگی انسان امروزی نیز کمک کنند و در این راه به موفقیت‌هایی هم رسیده‌اند. زیست‌شناسی، شاخه‌ای از علوم تجربی است که به بررسی علمی جانداران و فرایندهای زیستی می‌پردازد.

### فعالیت ۱

یک روزنامه خبری معمولی تهیه کنید. خبرهای مربوط به زیست‌شناسی را انتخاب کنید (برای تعیین خبرهای مربوط به زیست‌شناسی از معلم خود کمک بخواهید).

در روزنامه‌ای که انتخاب کرده‌اید، چند درصد از خبرها به زیست‌شناسی مربوط است؟ از این خبرها، چند خبر خوب و چند خبر بد هستند؟

می‌توانید به جای روزنامه از وبگاه‌های خبری در بازه زمانی خاصی استفاده و درصد خبرهای زیستی آن را پیدا کنید.



### محدوده علم زیست‌شناسی

امروزه بسیاری از بیماری‌ها مانند بیماری قند و افزایش فشارخون که حدود صد سال پیش به مرگ منجر می‌شدند، مهارشده‌اند و به علت روش‌های درمانی و داروهای جدید، دیگر مرگ‌آور نیستند. ممکن است با مشاهده پیشرفت‌ها و آثار علم زیست‌شناسی، این تصور در ذهن ما شکل بگیرد که این علم به اندازه‌ای توانا و گسترده است که می‌تواند به همه پرسش‌های انسان پاسخ دهد و همه مشکلات زندگی ما را حل کند؛ درحالی‌که این طور نیست، به‌طورکلی علم تجربی، محدودیت‌هایی دارد و نمی‌تواند به همه پرسش‌های ما پاسخ دهد و از حل برخی مسائل بشری ناتوان است.

دانشمندان و پژوهشگران علوم تجربی فقط در جست‌وجوی علت‌های پدیده‌های طبیعی و قابل مشاهده‌اند. مشاهده، اساس علوم تجربی است؛ بنابراین، در زیست‌شناسی، فقط ساختارها و یا

فرایندهایی را بررسی می‌کنیم که برای ما به طور مستقیم یا غیر مستقیم قابل مشاهده و اندازه‌گیری اند. پژوهشگران علوم تجربی نمی‌توانند دربارهٔ زشتی و زیبایی، خوبی و بدی، ارزش‌های هنری و ادبی نظر بدهند.

## فعالیت ۲

مجری یک برنامهٔ تلویزیونی گفته است «زیست‌شناسان ثابت کرده‌اند که شیر، مایعی خوشمزه است». این گفته درست است یا نادرست؟

### زیست‌شناسی نوین

امروزه زیست‌شناسی ویژگی‌هایی دارد که آن را به رشته‌ای مترقی، توانا، پویا و امیدبخش تبدیل کرده است. در ادامه به این ویژگی‌ها می‌پردازیم.

**کل نگری:** جورجینی (پازلی) را در نظر بگیرید که از قطعات بسیار زیادی تشکیل شده است. ممکن است هر یک از قطعات آن به‌تنهایی بی‌معنی به نظر آید؛ اما اگر قطعه‌های آن را یکی یکی در جای درست در کنار همدیگر قرار دهیم، مشاهده می‌کنیم که اجزای جورجین، به‌تدریج نمای بزرگ، کلی و معنی‌دار پیدا می‌کنند و تصویری از شیئی آشنا به ما نشان می‌دهند.

بیکر هر یک از جانداران نیز از اجزای بسیاری تشکیل شده است. هر یک از این اجزا، بخشی از یک سامانه بزرگ را تشکیل می‌دهد که در نمای کلی برای ما معنی پیدا می‌کند. بنابراین، جانداران را نوعی سامانه می‌دانند که اجزای آن باهم ارتباط دارند؛ به همین علت ویژگی‌های سامانه را نمی‌توان فقط از طریق مطالعه اجزای سازندهٔ آن توضیح داد و ارتباط بین اجزا نیز مانند خود اجزا در تشکیل جاندار، مؤثر و کلی سامانه، چیزی بیشتر از مجموع اجزای آن است.

**نگرش بین‌رشته‌ای:** زیست‌شناسان امروزی برای شناخت هر چه بیشتر سامانه‌های زنده از اطلاعات رشته‌های دیگر نیز کمک می‌گیرند؛ مثلاً برای بررسی ژن‌های جانداران، علاوه بر اطلاعات زیست‌شناختی، از فنون و مفاهیم مهندسی، علوم رایانه، آمار و بسیاری رشته‌های دیگر هم استفاده می‌کنند.

**فناوری‌های نوین:** این فناوری‌ها نقش مهمی در پیشرفت علم زیست‌شناسی داشته و دارند. در ادامه به نمونه‌هایی از این فناوری‌ها می‌پردازیم.

**فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی:** امروزه بیشتر از هر زمان دیگر به جمع‌آوری، بایگانی و تحلیل اطلاعات حاصل از پژوهش‌های زیست‌شناختی نیاز داریم؛ دستاوردها و تحولات بیست‌سالهٔ اخیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در پیشرفت زیست‌شناسی، تأثیر بسیاری داشته است. این فناوری‌ها امکان انجام محاسبات را در کوتاه‌ترین زمان ممکن فراهم کرده‌اند (شکل ۱).

فرایندهایی را بررسی می‌کنیم که برای ما به طور مستقیم یا غیر مستقیم قابل مشاهده و اندازه‌گیری اند. پژوهشگران علوم تجربی نمی‌توانند دربارهٔ زشتی و زیبایی، خوبی و بدی، ارزش‌های هنری و ادبی نظر بدهند.

## فعالیت

مجری یک برنامهٔ تلویزیونی گفته است «زیست‌شناسان ثابت کرده‌اند که شیر، مایعی خوشمزه است». این گفته درست است یا نادرست؟

### زیست‌شناسی نوین

امروزه زیست‌شناسی ویژگی‌هایی دارد که آن را به رشته‌ای مترقی، توانا، پویا و امیدبخش تبدیل کرده است. در ادامه به این ویژگی‌ها می‌پردازیم.

**کل نگری:** جورجینی (پازلی) را در نظر بگیرید که از قطعات بسیار زیادی تشکیل شده است. ممکن است هر یک از قطعات آن به‌تنهایی بی‌معنی به نظر آید؛ اما اگر قطعه‌های آن را یکی یکی در جای درست در کنار همدیگر قرار دهیم، مشاهده می‌کنیم که اجزای جورجین، به‌تدریج نمای بزرگ، کلی و معنی‌دار پیدا می‌کنند و تصویری از شیئی آشنا به ما نشان می‌دهند.

بیکر هر یک از جانداران نیز از اجزای بسیاری تشکیل شده است. هر یک از این اجزا، بخشی از یک سامانه بزرگ را تشکیل می‌دهد که در نمای کلی برای ما معنی پیدا می‌کند. بنابراین، جانداران را نوعی سامانه می‌دانند که اجزای آن باهم ارتباط دارند؛ به همین علت ویژگی‌های سامانه را نمی‌توان فقط از طریق مطالعه اجزای سازندهٔ آن توضیح داد و ارتباط بین اجزا نیز مانند خود اجزا در تشکیل جاندار، مؤثر و کلی سامانه، چیزی بیشتر از مجموع اجزای آن است.

**نگرش بین‌رشته‌ای:** زیست‌شناسان امروزی برای شناخت هر چه بیشتر سامانه‌های زنده از اطلاعات رشته‌های دیگر نیز کمک می‌گیرند؛ مثلاً برای بررسی ژن‌های جانداران، علاوه بر اطلاعات زیست‌شناختی، از فنون و مفاهیم مهندسی، علوم رایانه، آمار و بسیاری رشته‌های دیگر هم استفاده می‌کنند.

**فناوری‌های نوین:** این فناوری‌ها نقش مهمی در پیشرفت علم زیست‌شناسی داشته و دارند. در ادامه به نمونه‌هایی از این فناوری‌ها می‌پردازیم.

**فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی:** امروزه بیشتر از هر زمان دیگر به جمع‌آوری، بایگانی و تحلیل اطلاعات حاصل از پژوهش‌های زیست‌شناختی نیاز داریم؛ دستاوردها و تحولات بیست‌سالهٔ اخیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در پیشرفت زیست‌شناسی، تأثیر بسیاری داشته است. این فناوری‌ها امکان انجام محاسبات را در کوتاه‌ترین زمان ممکن فراهم کرده‌اند (شکل ۱).

#### بیشتر بدانید

##### زیست‌شناسی مصنوعی

زیست‌شناسی مصنوعی موضوع‌های مختلفی مانند زیست‌فناوری، زیست‌شناسی مولکولی، زیست‌شناسی سامانه‌ها، مهندسی رایانه و مهندسی ژنتیک را به هم مرتبط می‌کند. متخصصان این علم می‌کوشند سامانه‌هایی طراحی و اجرا کنند که به‌طور طبیعی یافت نمی‌شوند. طراحی و تولید آنزیم‌هایی با کارایی بهینه کاربرد آنها مثلاً برای تولید مواد پاک‌کننده، یک نمونه از کاربردهای این رشته است. رعایت اخلاق زیستی در زیست‌شناسی مصنوعی اهمیت فراوان دارد.

#### بیشتر بدانید

##### زیست‌شناسی مصنوعی

زیست‌شناسی مصنوعی موضوع‌های مختلفی مانند زیست‌فناوری، زیست‌شناسی مولکولی، زیست‌شناسی سامانه‌ها، مهندسی رایانه و مهندسی ژنتیک را به هم مرتبط می‌کند. متخصصان این علم می‌کوشند سامانه‌هایی طراحی و اجرا کنند که به‌طور طبیعی یافت نمی‌شوند. طراحی و تولید آنزیم‌هایی با کارایی بهینه کاربرد آنها مثلاً برای تولید مواد پاک‌کننده، یک نمونه از کاربردهای این رشته است. رعایت اخلاق زیستی در زیست‌شناسی مصنوعی اهمیت فراوان دارد.



شکل ۱- راست: انتقال حافظه ۵ مگابایتی شرکتی بی‌ام. پیشرفته‌ترین سخت‌افزار روز جهان در سال ۱۹۵۶؛ این حافظه را از نظر اندازه، ظرفیت و قیمت با حافظه‌های امروزی مقایسه کنید. چپ: یک حافظه ۲ ترابایتی امروزی



شکل ۱- راست: انتقال حافظه ۵ مگابایتی شرکتی بی‌ام. پیشرفته‌ترین سخت‌افزار روز جهان در سال ۱۹۵۶؛ این حافظه را از نظر اندازه، ظرفیت و قیمت با حافظه‌های امروزی مقایسه کنید. چپ: یک حافظه ۲ ترابایتی امروزی

**مهندسی ژنتیک:** مدت هاست که زیست‌شناسان می‌توانند ژن‌های یک جاندار را به بدن جانداران دیگر وارد کنند، به گونه‌ای که ژن‌های منتقل شده بتوانند اثرهای خود را ظاهر کنند. این روش که باعث انتقال صفت یا صفاتی از یک جاندار به جانداران دیگر می‌شود، **مهندسی ژنتیک** نام دارد.

**اخلاق زیستی:** پیشرفت‌های سریع علم زیست‌شناسی، به ویژه در مهندسی ژنتیک، زمینه سوء استفاده‌هایی را در جامعه فراهم کرده است. محرمانه بودن اطلاعات ژنی و نیز اطلاعات پزشکی افراد و حقوق جانوران از موضوع‌های اخلاق زیستی هستند.

یکی از سوء استفاده‌ها از علم زیست‌شناسی، تولید سلاح‌های زیستی است. چنین سلاحی مثلاً می‌تواند عامل بیماری‌زایی باشد که نسبت به داروهای رایج مقاوم است یا فرآورده‌های غذایی و دارویی با عواقب زیانبار برای افراد باشند. بنابراین وضع قوانین جهانی برای جلوگیری از چنین سوء استفاده‌هایی از علم زیست‌شناسی ضروری است.

### زیست‌شناسی در خدمت انسان

امروزه با مسائل فراوانی در زمینه‌های متفاوت مواجه هستیم. زیست‌شناسی به حل این مسائل چه کمکی می‌تواند بکند؟ در ادامه مروری بر نقش زیست‌شناسی در حل این مسائل داریم.

**تأمین غذای سالم و کافی:** گفته می‌شود که هم‌اکنون حدود یک میلیارد نفر در جهان از گرسنگی و سوء تغذیه رنج می‌برند؛ چگونه غذای سالم و کافی برای جمعیت‌های رو به افزایش انسانی فراهم کنیم؟

می‌دانیم غذای انسان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از گیاهان به دست می‌آید؛ پس شناخت بیشتر گیاهان یکی از راه‌های تأمین غذای بیشتر و با مواد مغذی بیشتر است.

از راه‌های افزایش کمیت و کیفیت غذای انسان، شناخت روابط گیاهان و محیط زیست است. گیاهان مانند همه جانداران دیگر در محیطی پیچیده، شامل عوامل غیرزنده مانند دما، رطوبت، نور و عوامل زنده شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات و مانند آنها رشد می‌کنند و محصول می‌دهند.

**مهندسی ژنتیک:** مدت هاست که زیست‌شناسان می‌توانند با استفاده از مهندسی ژنتیک در جانداران تغییر ایجاد کنند. مهندسی ژنتیک مجموعه‌ای از روش‌ها و فنون آزمایشگاهی است که به منظور تغییر در محتوای دنا جانداران و ایجاد صفت جدید به کار می‌رود. انتظار نداریم که جانوری مانند بز بتواند پروتئین تار عنکبوت بسازد، اما این کار با استفاده از مهندسی ژنتیک رخ داده است. پژوهشگران توانسته‌اند با انتقال ژن، بزهایی تولید کنند که در شیر آنها این پروتئین ساخته می‌شود که در صورت تجاری شدن تحولی در صنعت رخ خواهد داد. تار عنکبوت از مواد ارزشمند در طبیعت است و می‌تواند کاربردهای وسیعی در صنایع متفاوت داشته باشد.

**اخلاق زیستی:** پیشرفت‌های سریع علم زیست‌شناسی، به ویژه در مهندسی ژنتیک، زمینه سوء استفاده‌هایی را در جامعه فراهم کرده است. محرمانه بودن اطلاعات ژنی و نیز اطلاعات پزشکی افراد و حقوق جانوران از موضوع‌های اخلاق زیستی هستند.

یکی از سوء استفاده‌ها از علم زیست‌شناسی، تولید سلاح‌های زیستی است. چنین سلاحی مثلاً می‌تواند عامل بیماری‌زایی باشد که نسبت به داروهای رایج مقاوم است یا فرآورده‌های غذایی و دارویی با عواقب زیانبار برای افراد باشند. بنابراین وضع قوانین جهانی برای جلوگیری از چنین سوء استفاده‌هایی از علم زیست‌شناسی ضروری است.

### زیست‌شناسی در خدمت انسان

امروزه با مسائل فراوانی در زمینه‌های متفاوت مواجه هستیم. زیست‌شناسی به حل این مسائل چه کمکی می‌تواند بکند؟ در ادامه مروری بر نقش زیست‌شناسی در حل این مسائل داریم.

**تأمین غذای سالم و کافی:** گفته می‌شود که هم‌اکنون حدود یک میلیارد نفر در جهان از گرسنگی و سوء تغذیه رنج می‌برند؛ چگونه غذای سالم و کافی برای جمعیت‌های رو به افزایش انسانی فراهم کنیم؟

می‌دانیم غذای انسان به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از گیاهان به دست می‌آید؛ پس شناخت بیشتر گیاهان یکی از راه‌های تأمین غذای بیشتر و با مواد مغذی بیشتر است.

از راه‌های افزایش کمیت و کیفیت غذای انسان، شناخت روابط گیاهان و محیط زیست است. گیاهان مانند همه جانداران دیگر در محیطی پیچیده، شامل عوامل غیرزنده مانند دما، رطوبت، نور

و عوامل زنده شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات و مانند آنها رشد می‌کنند و محصول می‌دهند. بنابراین، شناخت بیشتر تعامل‌های سودمند یا زیانمند بین این عوامل و گیاهان، به افزایش محصول کمک می‌کند.

**حفاظت از بوم‌سازگان‌ها، ترمیم و بازسازی آنها:** انسان، جزئی از دنیای زنده است و لذا نمی‌تواند بی‌نیاز و جدا از موجودات زنده دیگر و در تنهایی به زندگی ادامه دهد. به‌طورکلی منابع و سودهایی را که هر بوم‌سازگان در بردارد، خدمات بوم‌سازگان می‌نامند. میزان خدمات هر بوم‌سازگان به میزان تولیدکنندگان آن بستگی دارد. پایدار کردن بوم‌سازگان‌ها به طوری که حتی در صورت تغییر اقلیم، تغییر چندانی در مقدار تولیدکنندگی آنها روی ندهد، موجب ارتقای کیفیت زندگی انسان می‌شود.



شکل ۲- یکی از بوم‌سازگان‌های آسیب‌دیده ایران، دریاچه ارومیه است.

#### بیشتر بدانید

##### دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران است و در سال ۱۳۵۲ در فهرست پارک‌های ملی ایران به ثبت رسیده است. پارک ملی دریاچه ارومیه از زیستگاه‌های طبیعی ایران است.

بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که این دریاچه تا سال ۱۳۹۴ مقدار زیادی از مساحت خود را از دست داده است. خشکسالی، حفر بی‌حساب‌جاهای کشاورزی در اطراف آن، بی‌توجهی به قوانین طبیعت، احداث بزرگراه روی دریاچه، استفاده غیرعلمی از آب‌های رودخانه‌هایی که به این دریاچه می‌ریزند و سدسازی در مسیرین رودها، از عوامل این خشکی هستند.

بنابراین، شناخت بیشتر تعامل‌های سودمند یا زیانمند بین این عوامل و گیاهان، به افزایش محصول کمک می‌کند.

**حفاظت از بوم‌سازگان‌ها، ترمیم و بازسازی آنها:** انسان، جزئی از دنیای زنده است و لذا نمی‌تواند بی‌نیاز و جدا از موجودات زنده دیگر و در تنهایی به زندگی ادامه دهد. به‌طورکلی منابع و سودهایی را که هر بوم‌سازگان در بردارد، خدمات بوم‌سازگان می‌نامند. میزان خدمات هر بوم‌سازگان به میزان تولیدکنندگان آن بستگی دارد. پایدار کردن بوم‌سازگان‌ها به طوری که حتی در صورت تغییر اقلیم، تغییر چندانی در مقدار تولیدکنندگی آنها روی ندهد، موجب ارتقای کیفیت زندگی انسان می‌شود.



شکل ۳- یکی از بوم‌سازگان‌های آسیب‌دیده ایران، دریاچه ارومیه است.

#### بیشتر بدانید

##### دریاچه ارومیه

دریاچه ارومیه بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران است و در سال ۱۳۵۲ در فهرست پارک‌های ملی ایران به ثبت رسیده است. پارک ملی دریاچه ارومیه از زیستگاه‌های طبیعی ایران است.

بررسی تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که این دریاچه تا سال ۱۳۹۴ مقدار زیادی از مساحت خود را از دست داده است. خشکسالی، حفر بی‌حساب‌جاهای کشاورزی در اطراف آن، بی‌توجهی به قوانین طبیعت، احداث بزرگراه روی دریاچه، استفاده غیرعلمی از آب‌های رودخانه‌هایی که به این دریاچه می‌ریزند و سدسازی در مسیرین رودها، از عوامل این خشکی هستند.

دریاچه ارومیه چندین سال است که در خطر خشک شدن قرار گرفته است. زیست‌شناسان کشورمان با استفاده از اصول علمی بازسازی بوم‌سازگان‌ها، راهکارهای لازم را برای احیای آن ارائه کرده‌اند و امید دارند که در آینده از نابودی این میراث طبیعی جلوگیری کنند (شکل ۲). قطع درختان جنگل‌ها برای استفاده از چوب یا زمین جنگل، مسئله محیط‌زیستی امروز جهان است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در سال‌های اخیر، مساحت بسیار گسترده‌ای از جنگل‌های ایران و جهان تخریب و بی‌درخت شده‌اند. از بین رفتن جنگل‌ها پیامدهای بسیار بدی برای سیاره زمین دارد. تغییر آب‌وهوا، سیل، کاهش تنوع زیستی و فرسایش خاک از آن جمله‌اند.

**تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر:** نیاز مردم جهان به انرژی در حال افزایش است. بیشترین نیاز کنونی جهان به انرژی از منابع فسیلی، مانند نفت، گاز و بنزین تأمین می‌شود؛ اما می‌دانیم که سوخت‌های فسیلی موجب افزایش کربن دی‌اکسید جو، آلودگی هوا و درنهایت باعث گرمایش زمین

دریاچه ارومیه چندین سال است که در خطر خشک شدن قرار گرفته است. زیست‌شناسان کشورمان با استفاده از اصول علمی بازسازی بوم‌سازگان‌ها، راهکارهای لازم را برای احیای آن ارائه کرده‌اند و امید دارند که در آینده از نابودی این میراث طبیعی جلوگیری کنند (شکل ۲).

قطع درختان جنگل‌ها برای استفاده از چوب یا زمین جنگل، مسئله محیط‌زیستی امروز جهان است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که در سال‌های اخیر، مساحت بسیار گسترده‌ای از جنگل‌های ایران و جهان تخریب و بی‌درخت شده‌اند. از بین رفتن جنگل‌ها پیامدهای بسیار بدی برای سیاره زمین دارد. تغییر آب‌وهوا، سیل، کاهش تنوع زیستی و فرسایش خاک از آن جمله‌اند.

**تأمین انرژی‌های تجدیدپذیر:** نیاز مردم جهان به انرژی در حال افزایش است. بیشترین نیاز کنونی جهان به انرژی از منابع فسیلی، مانند نفت، گاز و بنزین تأمین می‌شود؛ اما می‌دانیم که سوخت‌های فسیلی موجب افزایش کربن دی‌اکسید جو، آلودگی هوا و درنهایت باعث گرمایش زمین

### بیشتر بدانید

#### ناتوانی در خدمت بینایی انسان

بیماری تحلیل شبکیه چشم، یکی از علت‌های نابینایی کهن سالان است. در این بیماری که ممکن است از ۶۵ سالگی به بعد در افراد ظاهر شود، پخته‌های حساس به نور در شبکیه به تدریج از بین می‌روند، یا نمی‌توانند به درستی کار کنند. برای کمک به این بیماران، شبکیه مصنوعی ساخته شده است. می‌توان عصب‌هایی را که از پخته‌های عصبی مسئول بینایی در شبکیه خارج می‌شوند و به مغز می‌روند به ریزترانه‌هایی شامل مجموعه‌ای از چشم‌های الکترونیکی میکروسکوپی متصل کرد که می‌توانند اثر نور را به پیام عصبی تبدیل کنند. در نتیجه، بیمارانی که نابینا هستند، می‌توانند اشیا را ببینند و خطوط درشت روزنامه‌ها را بخوانند.

### واژه‌شناسی

#### دنا (DNA / دی.ان.ای)

دنا اکسی‌ریبونوکلئیک اسید یا نام اختصاری DNA و تلفظ دی.ان.ای شناخته می‌شود. فرهنگستان زبان و ادب فارسی به‌جای حروف تک‌تک (د) و (ن) و (ا) کلمه «دنا» را معرفی می‌کند که در تلفظ و ترکیب سهل‌تر و خوش‌آوا تر است.

### فعالیت ۳

اگرچه سوخت‌های فسیلی نیز منشأ زیستی دارند و از تجزیه پیکر جانداران به وجود آمده‌اند؛ اما امروزه سوخت زیستی به سوخت‌هایی می‌گویند که از جانداران امروزی به دست می‌آیند. مزایا و زیان‌های سوخت‌های فسیلی و زیستی را از دید محیط زیستی با هم مقایسه کنید. درباره امکان استفاده از پسماند مزارعی مانند تیشکر در تهیه سوخت‌های زیستی اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

### سلامت و درمان بیماری‌ها: به‌تازگی، روشی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها در حال

گسترش است که پزشکی شخصی نام دارد. پزشکان در پزشکی شخصی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها علاوه بر بررسی وضعیت بیمار، با بررسی اطلاعاتی که در دنا (DNA) هر فرد وجود دارد، روش‌های درمانی و دارویی خاصی هر فرد را طراحی می‌کنند.

### فعالیت ۴

با مراجعه به منابع معتبر درباره زمینه‌های فعالیت زیست‌شناسان در ایران و جهان اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس ارائه دهید.

### بیشتر بدانید

#### پرهیز از پیش‌دوری

استفاده از تجربه و آزمایش برای بررسی درستی نظریه‌های علمی، تاریخی دیرینه دارد. این هبتم دانشمندان مسلمان قرن چهارم هجری، شواهد تجربی را لازمه استدلال برای پذیرش نظریه‌های علمی می‌دانست و آنها را با انجام آزمایش و ساختن ابزار مورد بررسی قرار می‌داد. همچنین بر این باور بود که محقق در استخراج نتایج از شواهد تجربی و استدلال عقلی، باید با احتیاط عمل کند. او در مطالعه و انجام تحقیقات بر رعایت انصاف، پرهیز از پیش‌دوری و حقیقت‌جویی تأکید داشت. این هبتم براساس همین باور با انجام مشاهده و آزمایش، توصیفی مبتنی بر واقعیت از سازوکار بینایی ارائه داد.

### بیشتر بدانید

#### ناتوانی در خدمت بینایی انسان

بیماری تحلیل شبکیه چشم، یکی از علت‌های نابینایی کهن سالان است. در این بیماری که ممکن است از ۶۵ سالگی به بعد در افراد ظاهر شود، پخته‌های حساس به نور در شبکیه به تدریج از بین می‌روند، یا نمی‌توانند به درستی کار کنند. برای کمک به این بیماران، شبکیه مصنوعی ساخته شده است. می‌توان عصب‌هایی را که از پخته‌های عصبی مسئول بینایی در شبکیه خارج می‌شوند و به مغز می‌روند به ریزترانه‌هایی شامل مجموعه‌ای از چشم‌های الکترونیکی میکروسکوپی متصل کرد که می‌توانند اثر نور را به پیام عصبی تبدیل کنند. در نتیجه، بیمارانی که نابینا هستند، می‌توانند اشیا را ببینند و خطوط درشت روزنامه‌ها را بخوانند.

### واژه‌شناسی

#### دنا (DNA / دی.ان.ای)

دنا اکسی‌ریبونوکلئیک اسید یا نام اختصاری DNA و تلفظ دی.ان.ای شناخته می‌شود. فرهنگستان زبان و ادب فارسی به‌جای حروف تک‌تک (د) و (ن) و (ا) کلمه «دنا» را معرفی می‌کند که در تلفظ و ترکیب سهل‌تر و خوش‌آوا تر است.

### فعالیت

اگرچه سوخت‌های فسیلی نیز منشأ زیستی دارند و از تجزیه پیکر جانداران به وجود آمده‌اند؛ اما امروزه سوخت زیستی به سوخت‌هایی می‌گویند که از جانداران امروزی به دست می‌آیند. مزایا و زیان‌های سوخت‌های فسیلی و زیستی را از دید محیط زیستی با هم مقایسه کنید.

### سلامت و درمان بیماری‌ها: به‌تازگی، روشی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها در حال

گسترش است که پزشکی شخصی نام دارد. پزشکان در پزشکی شخصی برای تشخیص و درمان بیماری‌ها علاوه بر بررسی وضعیت بیمار، با بررسی اطلاعاتی که در دنا (DNA) هر فرد وجود دارد، روش‌های درمانی و دارویی خاصی هر فرد را طراحی می‌کنند.

### فعالیت

با مراجعه به منابع معتبر درباره زمینه‌های فعالیت زیست‌شناسان در ایران و جهان اطلاعاتی جمع‌آوری و در کلاس ارائه دهید.

### بیشتر بدانید

#### پرهیز از پیش‌دوری

استفاده از تجربه و آزمایش برای بررسی درستی نظریه‌های علمی، تاریخی دیرینه دارد. این هبتم دانشمندان مسلمان قرن چهارم هجری، شواهد تجربی را لازمه استدلال برای پذیرش نظریه‌های علمی می‌دانست و آنها را با انجام آزمایش و ساختن ابزار مورد بررسی قرار می‌داد. همچنین بر این باور بود که محقق در استخراج نتایج از شواهد تجربی و استدلال عقلی، باید با احتیاط عمل کند. او در مطالعه و انجام تحقیقات بر رعایت انصاف، پرهیز از پیش‌دوری و حقیقت‌جویی تأکید داشت. این هبتم براساس همین باور با انجام مشاهده و آزمایش، توصیفی مبتنی بر واقعیت از سازوکار بینایی ارائه داد.

## گفتار ۲ گستره حیات

زیست‌شناسی، علم بررسی حیات است؛ اما حیات چیست؟ تعریف حیات بسیار دشوار است و شاید حتی غیرممکن باشد. بنابراین، معمولاً به جای تعریف حیات، ویژگی‌های آن و یا ویژگی‌های جانداران را بررسی می‌کنیم. گستره حیات، از باخته شروع می‌شود و با زیست‌کره پایان می‌یابد.

جانداران همه این هفت ویژگی زیر را باهم دارند:

**نظم و ترتیب:** یکی از ویژگی‌های جالب حیات، سطوح سازمان‌یابی آن است (شکل ۳). همه جانداران، سطحی از سازمان‌یابی دارند و منظم‌اند.

**هم‌ایستایی (هومئوستازی):** محیط جانداران همواره در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی پیکر خود را در محدوده ثابتی نگه دارد؛ مثلاً وقتی سدیم خون افزایش می‌یابد، دفع آن از طریق ادرار زیاد می‌شود. مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگه داشتن وضعیت درونی جاندار انجام می‌شود **هم‌ایستایی (هومئوستازی)** می‌نامند.

**رشد و نمو:** جانداران رشد و نمو می‌کنند. رشد به معنی بزرگ شدن و شامل افزایش برگشت ناپذیر ابعاد یا تعداد باخته‌هاست. نمو به معنی عبور از مرحله‌ای به مرحله دیگری از زندگی است؛ مثلاً تشکیل گل در گیاه، نمونه‌ای از نمو است.

**فرایند جذب و استفاده از انرژی:** جانداران انرژی می‌گیرند؛ از آن برای انجام فعالیت‌های زیستی خود استفاده می‌کنند و بخشی از آن را به صورت گرما از دست می‌دهند؛ مثلاً گنجشک غذا می‌خورد و از انرژی آن برای گرم کردن بدن و نیز برای پرواز و جست‌وجوی غذا استفاده می‌کند.

**پاسخ به محیط:** همه جانداران به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند؛ مثلاً ساقه گیاهان به سمت نور خم می‌شود.

**تولیدمثل:** جانداران موجوداتی کم و بیش شبیه خود را به وجود می‌آورند. یوزپلنگ همیشه از یوزپلنگ زاده می‌شود.

**سازش با محیط:** جانداران ویژگی‌هایی دارند که برای سازش و ماندگاری در محیط، به آنها کمک می‌کنند؛ مانند موهای سفید خرس قطبی.

## گفتار ۲ گستره حیات

تعریف حیات بسیار دشوار است و شاید حتی غیرممکن باشد. در علم زیست‌شناسی به جای تعریف حیات، ویژگی‌های آن و یا ویژگی‌های جانداران را بررسی می‌کنیم. گستره حیات زمینی از باخته شروع می‌شود و با زیست‌کره پایان می‌یابد.

جانداران همه این هفت ویژگی زیر را باهم دارند:

**نظم و ترتیب:** یکی از ویژگی‌های جالب حیات، سطوح سازمان‌یابی آن است (شکل ۳). همه جانداران، سطحی از سازمان‌یابی دارند و منظم‌اند.

**هم‌ایستایی (هومئوستازی):** محیط جانداران همواره در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی پیکر خود را در محدوده ثابتی نگه دارد؛ مثلاً وقتی سدیم خون افزایش می‌یابد، دفع آن از طریق ادرار زیاد می‌شود. مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگه داشتن وضعیت درونی جاندار انجام می‌شود **هم‌ایستایی (هومئوستازی)** می‌نامند.

**رشد و نمو:** جانداران رشد و نمو می‌کنند. رشد به معنی بزرگ شدن و شامل افزایش برگشت ناپذیر ابعاد یا تعداد باخته‌هاست. نمو به معنی عبور از مرحله‌ای به مرحله دیگری از زندگی است؛ مثلاً تشکیل گل در گیاه، نمونه‌ای از نمو است.

**فرایند جذب و استفاده از انرژی:** جانداران انرژی می‌گیرند؛ از آن برای انجام فعالیت‌های زیستی خود استفاده می‌کنند و بخشی از آن را به صورت گرما از دست می‌دهند؛ مثلاً گنجشک غذا می‌خورد و از انرژی آن برای گرم کردن بدن و نیز برای پرواز و جست‌وجوی غذا استفاده می‌کند.

**تولیدمثل:** جانداران موجوداتی کم و بیش شبیه خود را به وجود می‌آورند. یوزپلنگ همیشه از یوزپلنگ زاده می‌شود.

**پاسخ به محیط:** همه جانداران به محرک‌های محیطی پاسخ می‌دهند؛ مثلاً ساقه گیاهان به سمت نور خم می‌شود.

**سازش با محیط:** این ویژگی باعث می‌شود جمعیتی از جانداران با محیطی که در آن زندگی می‌کنند، متناسب و در آن ماندگار باشند؛ مثلاً گیاهانی که بومی مناطق خشک هستند، برای حفظ آب، برگ‌هایی با پوستک ضخیم دارند. مثال دیگر موهای سفید خرس قطبی است که به استتار این جانور در محیط برفی کمک می‌کند.



### یادآوری تعریف گونه

همان طور که می‌دانید گونه به گروهی از جانداران می‌گویند که به هم شبیه‌اند و می‌توانند از طریق تولید مثل زاده‌هایی شبیه خود با قابلیت زنده ماندن و تولید مثل به وجود آورند.

شکل ۳- سطوح سازمان‌یابی حیات

- ۱- یاخته پایین‌ترین سطح سازمان‌یابی حیات است. همه جانداران از یاخته تشکیل شده‌اند.
- ۲- تعدادی یاخته یک بافت را به وجود می‌آورند.
- ۳- هر اندام از چند بافت مختلف تشکیل می‌شود؛ مانند استخوانی که در اینجا نشان داده شده است.
- ۴- هر دستگاه از چند اندام تشکیل شده است؛ مثلاً دستگاه حرکتی از ماهیچه‌ها و استخوان‌ها تشکیل شده است.
- ۵- جاندارانی مانند این گوزن، فردی از جمعیت گوزن‌هاست.
- ۶- افراد یک گونه که در زمان و مکانی خاص زندگی می‌کنند، یک جمعیت را به وجود می‌آورند.
- ۷- جمعیت‌های گوناگونی که با هم تعامل دارند، یک اجتماع را به وجود می‌آورند.
- ۸- عوامل زنده (اجتماع) و غیرزنده محیط و تأثیرهایی که بر هم می‌گذارند، بوم‌سازگان را می‌سازند.
- ۹- زیست‌بوم از چند بوم‌سازگان تشکیل می‌شود که از نظر اقلیم (آب و هوا) و پراکندگی جانداران مشابه‌اند.
- ۱۰- زیست‌کره شامل همه زیست‌بوم‌های زمین است.

### مولکول‌های زیستی

در جانداران مولکول‌هایی وجود دارند که در دنیای غیر زنده دیده نمی‌شوند. کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها چهار گروه اصلی مولکول‌های تشکیل‌دهنده یاخته‌اند و در



### یادآوری تعریف گونه

همان طور که می‌دانید گونه به گروهی از جانداران می‌گویند که به هم شبیه‌اند و می‌توانند از طریق تولید مثل زاده‌هایی شبیه خود با قابلیت زنده ماندن و تولید مثل به وجود آورند.

شکل ۳- سطوح سازمان‌یابی حیات

- ۱- یاخته پایین‌ترین سطح سازمان‌یابی حیات است. همه جانداران از یاخته تشکیل شده‌اند.
- ۲- تعدادی یاخته یک بافت را به وجود می‌آورند.
- ۳- هر اندام از چند بافت مختلف تشکیل می‌شود؛ مانند استخوانی که در اینجا نشان داده شده است.
- ۴- هر دستگاه از چند اندام تشکیل شده است؛ مثلاً دستگاه حرکتی از ماهیچه‌ها و استخوان‌ها تشکیل شده است.
- ۵- جاندارانی مانند این گوزن، فردی از جمعیت گوزن‌هاست.
- ۶- افراد یک گونه که در زمان و مکانی خاص زندگی می‌کنند، یک جمعیت را به وجود می‌آورند.
- ۷- جمعیت‌های گوناگونی که با هم تعامل دارند، یک اجتماع را به وجود می‌آورند.
- ۸- عوامل زنده (اجتماع) و غیرزنده محیط و تأثیرهایی که بر هم می‌گذارند، بوم‌سازگان را می‌سازند.
- ۹- زیست‌بوم از چند بوم‌سازگان تشکیل می‌شود که از نظر اقلیم (آب و هوا) و پراکندگی جانداران مشابه‌اند.
- ۱۰- زیست‌کره شامل همه زیست‌بوم‌های زمین است.

### مولکول‌های زیستی

کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها چهار گروه اصلی مولکول‌های تشکیل‌دهنده یاخته‌اند و در جانداران ساخته می‌شوند. این مولکول‌ها را مولکول‌های زیستی می‌نامند. در ادامه به بررسی آنها می‌پردازیم.

### کربوهیدرات‌ها

این مولکول‌ها از سه عنصر کربن (C)، هیدروژن (H) و اکسیژن (O) ساخته شده‌اند. **مونوساکاریدها** ساده‌ترین کربوهیدرات‌ها هستند. گلوکز و فروکتوز مونوساکاریدهایی با شش کربن‌اند. ریبوز مونوساکاریدی با پنج کربن است (شکل ۴).



شکل ۵- مالتوز نوعی دی‌ساکارید است.

شکل ۴- مونوساکارید واحد ساختاری قندهاست.

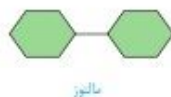
**دی‌ساکاریدها** از ترکیب دو مونوساکارید تشکیل می‌شوند. شکر و قندی که می‌خوریم، دی‌ساکاریدی به نام ساکارز هستند. ساکارز از پیوند بین گلوکز و فروکتوز تشکیل می‌شود. مالتوز دی‌ساکارید دیگری است که از دو گلوکز تشکیل می‌شود. این قند در جوانه گندم و جو وجود دارد (شکل ۵). لاکتوز دی‌ساکارید دیگری است که به قند شیر نیز معروف است.

**پلی‌ساکاریدها** از ترکیب چندین مونوساکارید ساخته می‌شوند. نشاسته، سلولز و گلیکوژن پلی‌ساکاریدند. این پلی‌ساکاریدها از تعداد فراوانی مونوساکارید گلوکز تشکیل شده‌اند؛ مثلاً نشاسته در سیب‌زمینی و غلات وجود دارد. آیا روش تشخیص نشاسته را به یاد می‌آورید؟ سلولز از پلی‌ساکاریدهای مهم در طبیعت است. سلولز ساخته شده در گیاهان در کاغذسازی و تولید انواعی از پارچه‌ها به کار می‌رود.

جانداران ساخته می‌شوند. این مولکول‌ها، **مولکول‌های زیستی** نیز نامیده می‌شوند. در ادامه به بررسی آنها می‌پردازیم.

### کربوهیدرات‌ها

این مولکول‌ها از سه عنصر کربن (C)، هیدروژن (H) و اکسیژن (O) ساخته شده‌اند. **مونوساکاریدها** ساده‌ترین کربوهیدرات‌ها هستند. گلوکز و فروکتوز مونوساکاریدهایی با شش کربن‌اند. ریبوز مونوساکاریدی با پنج کربن است (شکل ۴).



شکل ۵- مالتوز نوعی دی‌ساکارید است.

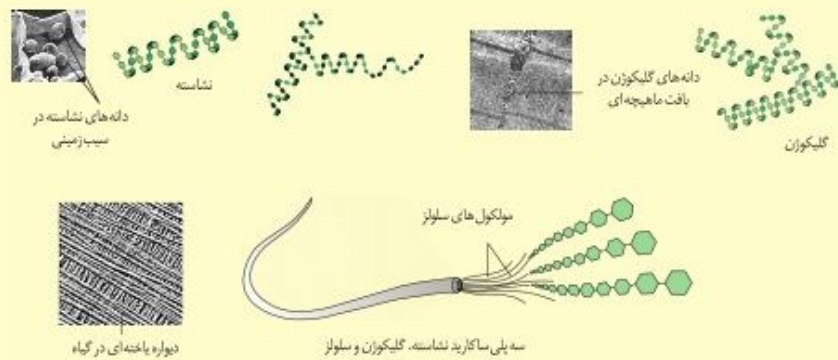


شکل ۴- مونوساکارید واحد ساختاری قندهاست.

**دی‌ساکاریدها** از ترکیب دو مونوساکارید تشکیل می‌شوند. شکر و قندی که می‌خوریم، دی‌ساکاریدی به نام ساکارز هستند. ساکارز از پیوند بین گلوکز و فروکتوز تشکیل می‌شود. مالتوز دی‌ساکارید دیگری است که از دو گلوکز تشکیل می‌شود. این قند در جوانه گندم و جو وجود دارد (شکل ۵). لاکتوز دی‌ساکارید دیگری است که به قند شیر نیز معروف است.

**پلی‌ساکاریدها** از ترکیب چندین مونوساکارید ساخته می‌شوند. نشاسته، سلولز و گلیکوژن پلی‌ساکاریدند. این پلی‌ساکاریدها از تعداد فراوانی مونوساکارید گلوکز تشکیل شده‌اند. نشاسته مثلاً در سیب‌زمینی و غلات وجود دارد. آیا روش تشخیص نشاسته را به یاد می‌آورید؟ سلولز از پلی‌ساکاریدهای مهم در طبیعت است. سلولز ساخته شده در گیاهان در کاغذسازی و تولید انواعی از پارچه‌ها به کار می‌رود.

### بیشتر بدانید



### بیشتر بدانید



گلیکوزن در جانوران و قارچ‌ها ساخته می‌شود. این پلی ساکارید در کبد و ماهیچه وجود دارد و منبع ذخیره گلوکز در جانوران است.

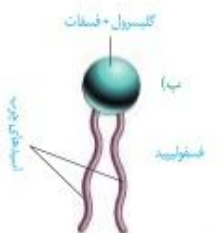
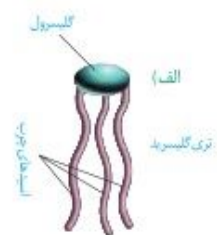
### لیپیدها

این ترکیبات نیز از سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن ساخته شده‌اند؛ گرچه نسبت این عناصر در لیپیدها با نسبت آنها در کربوهیدرات‌ها فرق می‌کند.

**تری گلیسریدها** از انواع لیپیدها هستند. هر تری گلیسرید از یک مولکول گلیسرول و سه اسید چرب تشکیل شده است (شکل ۶-الف). روغن‌ها و چربی‌ها انواعی از تری گلیسریدها هستند. تری گلیسریدها در ذخیره انرژی نقش مهمی دارند. انرژی تولید شده از یک گرم تری گلیسرید حدود دو برابر انرژی تولید شده از یک گرم کربوهیدرات است.

**فسفولیپیدها** گروه دیگری از لیپیدها و بخش اصلی تشکیل دهنده غشای پخته‌ای هستند. ساختار فسفولیپیدها شبیه تری گلیسریدها است، با این تفاوت که مولکول گلیسرول در فسفولیپیدها به دو اسید چرب و یک گروه فسفات متصل می‌شود (شکل ۶-ب).

**کلیسترول** لیپید دیگری است که در ساخت غشای پخته‌های جانوری و نیز انواعی از هورمون‌ها شرکت می‌کند.



شکل ۶-الف تری گلیسرید  
ب-فسفولیپید

### پروتئین‌ها

این مولکول‌ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن (N) نیز دارند. پروتئین‌ها از به هم پیوستن واحدهایی به نام آمینواسید، تشکیل می‌شوند (شکل ۷).



پروتئین‌ها کارهای متفاوتی انجام می‌دهند. انقباض ماهیچه، انتقال مواد در خون و کمک به عبور مواد از غشای پخته و عملکرد آنزیمی از کارهای پروتئین‌هاست. آنزیم‌ها مولکول‌های پروتئینی‌اند که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهند.

### نوکلئیک اسیدها

مولکول **دنا** (DNA) که در سال‌های قبل با آن آشنا شده‌اید، یک نوع نوکلئیک اسید است. اطلاعات وراثتی در دنا ذخیره می‌شود (شکل ۸). این مولکول‌ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن و فسفر نیز دارند.



شکل ۸-دنا

گلیکوزن در جانوران و قارچ‌ها ساخته می‌شود. این پلی ساکارید در کبد و ماهیچه وجود دارد و منبع ذخیره گلوکز در جانوران است.

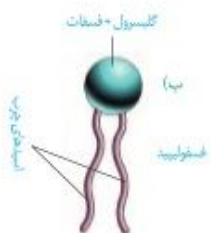
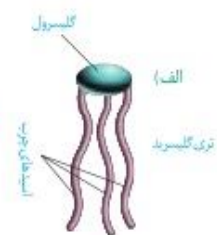
### لیپیدها

این ترکیبات نیز از سه عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن ساخته شده‌اند؛ گرچه نسبت این عناصر در لیپیدها با نسبت آنها در کربوهیدرات‌ها فرق می‌کند. در ادامه با برخی لیپیدها آشنا می‌شویم.

**تری گلیسریدها** از انواع لیپیدها هستند. هر تری گلیسرید از یک مولکول گلیسرول و سه اسید چرب تشکیل شده است (شکل ۶-الف). روغن‌ها و چربی‌ها انواعی از تری گلیسریدها هستند. تری گلیسریدها در ذخیره انرژی نقش مهمی دارند. انرژی تولید شده از یک گرم تری گلیسرید حدود دو برابر انرژی تولید شده از یک گرم کربوهیدرات است.

**فسفولیپیدها** گروه دیگری از لیپیدها و بخش اصلی تشکیل دهنده غشای پخته‌ای هستند. ساختار فسفولیپیدها شبیه تری گلیسریدها است، با این تفاوت که مولکول گلیسرول در فسفولیپیدها به دو اسید چرب و یک گروه فسفات متصل می‌شود (شکل ۶-ب).

**کلیسترول** لیپید دیگری است که در ساخت غشای پخته‌های جانوری و نیز انواعی از هورمون‌ها شرکت می‌کند.



شکل ۶-الف تری گلیسرید  
ب-فسفولیپید

### پروتئین‌ها

این مولکول‌ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن (N) نیز دارند. پروتئین‌ها از به هم پیوستن واحدهایی به نام آمینواسید، تشکیل می‌شوند (شکل ۷).



پروتئین‌ها کارهای متفاوتی انجام می‌دهند. انقباض ماهیچه، انتقال مواد در خون و کمک به عبور مواد از غشای پخته و عملکرد آنزیمی از کارهای پروتئین‌هاست. آنزیم‌ها مولکول‌های پروتئینی‌اند که سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهند.

### نوکلئیک اسیدها

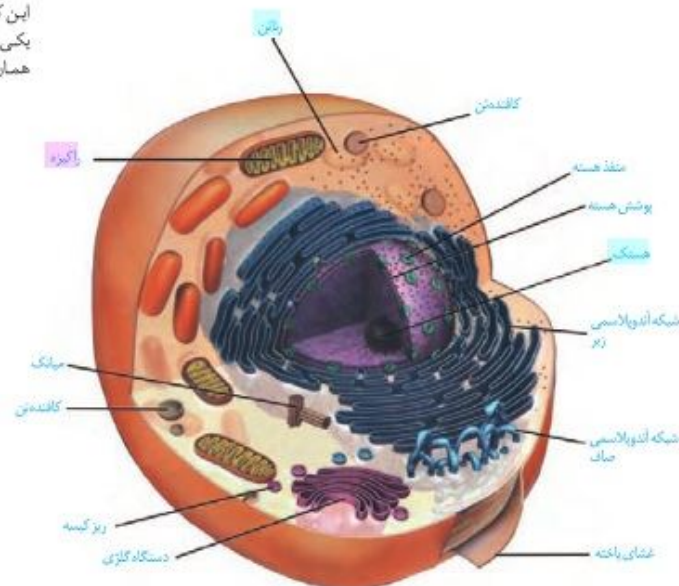
این مولکول‌ها علاوه بر کربن، هیدروژن و اکسیژن، نیتروژن و فسفر نیز دارند. مولکول دنا (DNA) که در سال‌های قبل با آن آشنا شده‌اید، یک نوع نوکلئیک اسید است. اطلاعات وراثتی در دنا ذخیره می‌شود (شکل ۸).



شکل ۸-دنا

### گفتار ۳ یاخته و بافت در بدن انسان

یاخته، واحد ساختار و عملکرد در جانداران است. در شکل ۹ بخش‌های تشکیل دهنده یک یاخته جانوری را می‌بینید. هر یک از بخش‌های یاخته چه کاری انجام می‌دهند؟ می‌توان به سادگی گفت که این یاخته از سه بخش هسته، سیتوپلاسم و غشا تشکیل شده است.



شکل ۹- یاخته جانوری و اندامک‌های آن:  
 رانتن (ریبوزوم): کار آن ساختن پروتئین است.  
 شبکه آندوپلاسمی: شبکه‌ای از لوله‌ها و کیسه‌ها که در سراسر سیتوپلاسم گسترش دارند و بر دو نوع زیر (دارای رانتن) و صاف (بدون رانتن) است. شبکه آندوپلاسمی زیر در ساختن پروتئین‌ها و شبکه آندوپلاسمی صاف در ساختن لیپیدها نقش دارد.  
 دستگاه گلژی: از کیسه‌هایی تشکیل شده است که روی هم قرار می‌گیرند. در بسته‌بندی مواد و ترشح آنها به خارج از یاخته نقش دارد.  
 راکیزه (میتوکندری): دو غشا دارد و کار آن تأمین انرژی برای یاخته است.  
 کافنده تن (لیوزوم): کیسه‌ای است که انواعی از آنزیم‌ها برای تجزیه مواد دارد.  
 میبک (میتوکندریول): ساختار استوانه‌ای شکلی است که در سلول به تعداد دو عدد عمود برهم دیده می‌شود و نقش آنها در تقسیم سلولی است.  
 ریزکیسه (وزیکول): کیسه‌ای است که در جایه‌جایی مواد در یاخته نقش دارد.

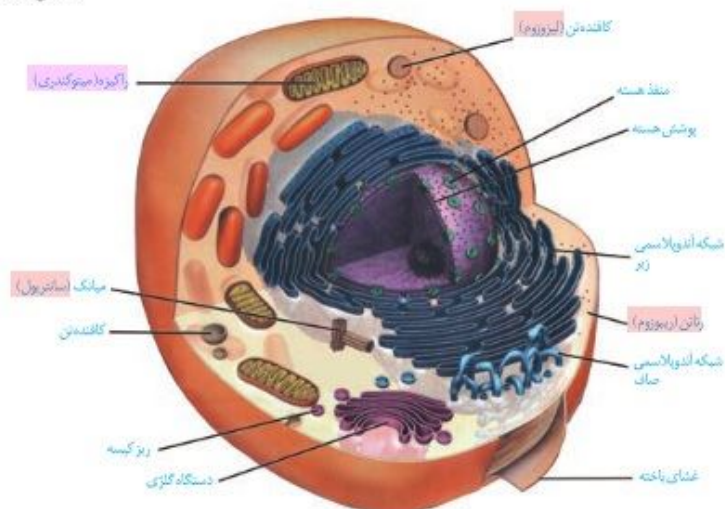
#### واژه‌شناسی

##### یاخته (Cell / سلول)

به واحد ساختاری و کارکردی جانداران سلول گفته می‌شود. کلمه سلول به معنای خانه است. برای این کلمه، یاخته انتخاب شده که یکی از معانی آن در لغت‌نامه دهخدا همان خانه است.

### گفتار ۳ یاخته و بافت در بدن انسان

یاخته، واحد ساختار و عملکرد در جانداران است. در شکل ۹ بخش‌های تشکیل دهنده یک یاخته جانوری را می‌بینید. هر یک از بخش‌های یاخته چه کاری انجام می‌دهند؟ می‌توان به سادگی گفت که این یاخته از سه بخش هسته، سیتوپلاسم و غشا تشکیل شده است.



شکل ۹- یاخته جانوری و اندامک‌های آن:  
 رانتن (ریبوزوم): کار آن ساختن پروتئین است.  
 شبکه آندوپلاسمی: شبکه‌ای از لوله‌ها و کیسه‌ها که در سراسر سیتوپلاسم گسترش دارند و بر دو نوع زیر (دارای رانتن) و صاف (بدون رانتن) است. شبکه آندوپلاسمی زیر در ساختن پروتئین‌ها و شبکه آندوپلاسمی صاف در ساختن لیپیدها نقش دارد.  
 دستگاه گلژی: از کیسه‌هایی تشکیل شده است که روی هم قرار می‌گیرند. در بسته‌بندی مواد و ترشح آنها به خارج از یاخته نقش دارد.  
 راکیزه (میتوکندری): دو غشا دارد و کار آن تأمین انرژی برای یاخته است.  
 کافنده تن (لیوزوم): کیسه‌ای است که انواعی از آنزیم‌ها برای تجزیه مواد دارد.  
 میبک (میتوکندریول): ساختار استوانه‌ای شکلی است که در سلول به تعداد دو عدد عمود برهم دیده می‌شود و نقش آنها در تقسیم سلولی است.  
 ریزکیسه (وزیکول): کیسه‌ای است که در جایه‌جایی مواد در یاخته نقش دارد.

#### واژه‌شناسی

##### یاخته (Cell / سلول)

به واحد ساختاری و کارکردی جانداران سلول گفته می‌شود. کلمه سلول به معنای خانه است. برای این کلمه، یاخته انتخاب شده که یکی از معانی آن در لغت‌نامه دهخدا همان خانه است.

### هسته

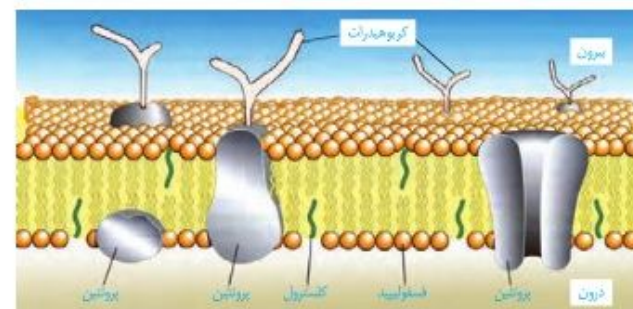
هسته شکل، اندازه و کار یاخته را مشخص و فعالیت‌های آن را کنترل می‌کند. در هسته، دنا قرار دارد. دنا دارای اطلاعات لازم برای تعیین صفات است. هسته پوششی دو لایه (غشای داخلی، غشای بیرونی) دارد. در این پوشش منافذی وجود دارند که از طریق آنها ارتباط بین هسته و سیتوپلاسم برقرار می‌شود. ساختار گروهی شکلی در هسته دیده می‌شود که هستک نام دارد. هستک در ساختن رزاتن نقش دارد.

### سیتوپلاسم

سیتوپلاسم فاصله بین غشای یاخته و هسته را پر می‌کند. سیتوپلاسم از اندامک‌ها و ماده زمینه تشکیل شده است. ماده زمینه شامل آب و مواد دیگر است. هر یک از اندامک‌ها در سیتوپلاسم کار ویژه‌ای دارند (شکل ۹). در سال‌های بعد با بعضی از این اندامک‌ها بیشتر آشنا می‌شوید.

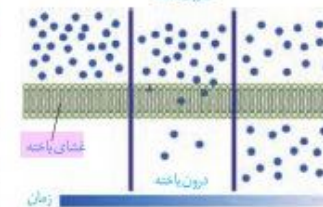
### غشای یاخته‌ای

اطراف یاخته را غشای یاخته‌ای احاطه کرده است. این غشا مرز بین درون یاخته و بیرون آن است. مواد گوناگون برای ورود به یاخته یا خروج از آن باید از این غشا عبور کنند. غشای یاخته، نفوذپذیری انتخابی یا تراوایی نسبی دارد؛ یعنی فقط برخی از مواد می‌توانند از آن عبور کنند. غشای یاخته از دو لایه مولکول‌های فسفولیپید تشکیل شده است که در آن مولکول‌های پروتئین و کلسترول قرار دارند. همچنین انواعی از کریوهدرات‌ها به مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی متصل اند (شکل ۱۰). این ترکیبات را به ترتیب گلیکولیپید و گلیکوپروتئین نامیده‌اند.



شکل ۱۰- غشای یاخته

### بیرون یاخته



شکل ۱۱- انتشار ساده

### ورود مواد به یاخته و خروج از آن

**انتشار ساده:** جریان مولکول‌ها از جای پر غلظت به جای کم غلظت (در جهت شیب غلظت) انتشار نام دارد. نتیجه نهایی انتشار هر ماده، یکسان شدن غلظت آن در محیط است. مولکول‌ها به دلیل داشتن انرژی جنبشی می‌توانند منتشر شوند. بنابراین در صورتی که مواد به روش انتشار از غشا عبور کنند، یاخته انرژی مصرف نمی‌کند. مولکول‌هایی مانند اکسیژن و کربن دی‌اکسید با این روش از غشا عبور می‌کنند (شکل ۱۱).

### هسته

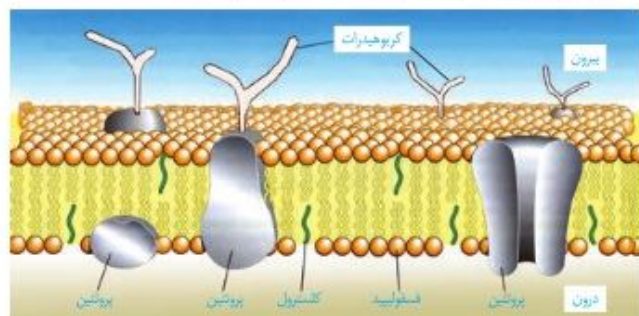
هسته شکل، اندازه و کار یاخته را مشخص و فعالیت‌های آن را کنترل می‌کند. در هسته، دنا قرار دارد. دنا دارای اطلاعات لازم برای تعیین صفات است. هسته پوششی دو لایه (غشای داخلی، غشای بیرونی) دارد. در این پوشش منافذی وجود دارند که از طریق آنها ارتباط بین هسته و سیتوپلاسم برقرار می‌شود.

### سیتوپلاسم

سیتوپلاسم فاصله بین غشای یاخته و هسته را پر می‌کند. سیتوپلاسم از اندامک‌ها و ماده زمینه تشکیل شده است. ماده زمینه شامل آب و مواد دیگر است. هر یک از اندامک‌ها در سیتوپلاسم کار ویژه‌ای دارند (شکل ۹). در سال‌های بعد با بعضی از این اندامک‌ها بیشتر آشنا می‌شوید.

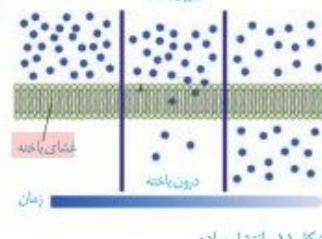
### غشای یاخته‌ای

اطراف یاخته را غشای یاخته‌ای احاطه کرده است. این غشا مرز بین درون یاخته و بیرون آن است. مواد گوناگون برای ورود به یاخته یا خروج از آن باید از این غشا عبور کنند. غشای یاخته، نفوذپذیری انتخابی یا تراوایی نسبی دارد؛ یعنی فقط برخی از مواد می‌توانند از آن عبور کنند. غشای یاخته از دو لایه مولکول‌های فسفولیپید تشکیل شده است که در آن مولکول‌های پروتئین و کلسترول قرار دارند. همچنین انواعی از کریوهدرات‌ها به مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی متصل اند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- غشای یاخته

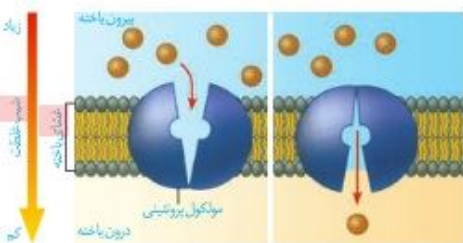
### بیرون یاخته



شکل ۱۱- انتشار ساده

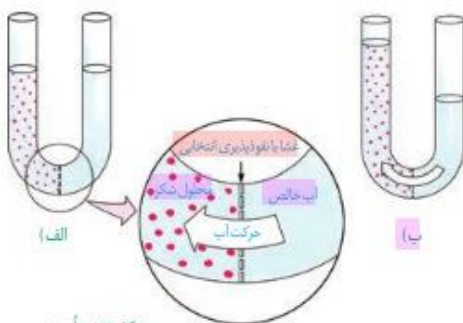
### ورود مواد به یاخته و خروج از آن

**انتشار ساده:** جریان مولکول‌ها از جای پر غلظت به جای کم غلظت (در جهت شیب غلظت) انتشار نام دارد. نتیجه نهایی انتشار هر ماده، یکسان شدن غلظت آن در محیط است. مولکول‌ها به دلیل داشتن انرژی جنبشی می‌توانند منتشر شوند. بنابراین در صورتی که مواد به روش انتشار از غشا عبور کنند، یاخته انرژی مصرف نمی‌کند. مولکول‌هایی مانند اکسیژن و کربن دی‌اکسید با این روش از غشا عبور می‌کنند (شکل ۱۱).



شکل ۱۲- انتشار تسهیل شده

**انتشار تسهیل شده:** در این روش پروتئین های غشا، انتشار مواد را تسهیل می کنند و مواد را در جهت شیب غلظت آنها، از غشا عبور می دهند (شکل ۱۲).



**گذرندگی (اُسمز):** شکل ۱۳ را ببینید. در یک طرف غشای نازکی که نفوذ پذیری انتخابی یا تراوایی نسبی دارد، آب خالص و در طرف دیگر آن، محلول شکر وجود دارد. حجم مواد در دو طرف غشا یکسان است. فقط مولکول های آب می توانند از غشا عبور کنند؛ در این حالت، تعداد مولکول های آب در واحد حجم، در سمت راست بیشتر است و این مولکول ها بیشتر به سمت چپ منتشر می شوند. به انتشار آب از غشایی با تراوایی نسبی، اُسمز می گویند. فشار لازم برای توقف کامل اُسمز، فشار اسمزی محلول نام دارد. هرچه تفاوت تعداد مولکول های آب در واحد حجم،

در دو سوی غشا بیشتر باشد، فشار اسمزی بیشتر است و آب سریع تر جابه جا می شود. جابه جایی خالص آب از محیطی با فشار اسمزی کمتر به محیطی با فشار اسمزی بیشتر است.

همان طور که در شکل می بینید در اثر اُسمز، حجم محلول سمت چپ افزایش می یابد. آیا این پدیده برای یاخته ها در بدن ما هم رخ می دهد؟ آیا ممکن است ورود آب به درون یاخته در اثر اُسمز موجب ترکیدن یاخته های بدن ما شود؟ خیر. فشار اسمزی مایع اطراف یاخته ها تقریباً مشابه درون آنهاست، در نتیجه آب بیش از حد وارد نمی شود و یاخته ها از خطر تورم و ترکیدن حفظ می شوند.

### فعالیت

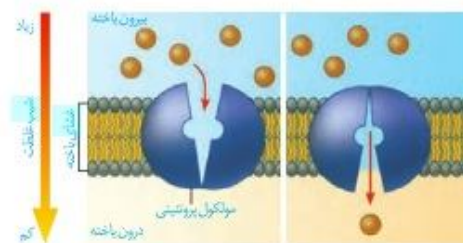
الف) در این فعالیت با چگونگی اُسمز از پرده ای با تراوایی نسبی آشنا می شوید.

**وسایل و مواد لازم:** ظرف شیشه ای (یا بشر) با دهانه کوچک، مقداری آب مقطر (یا آب جوشیده سرد شده)، نی نوشابه خوری شفاف، تخم مرغ خام، مقداری خمیر بازی، قاشق فلزی

**روش کار:**

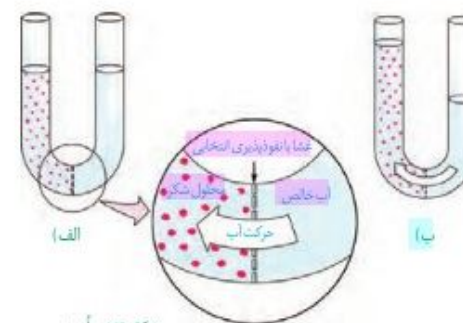
۱-  $\frac{3}{4}$  ظرف شیشه ای را آب بریزید.

۲- با لیه قاشق، به انتهای مدور تخم مرغ آهسته ضربه بزنید و با ناخن تکه کوچکی به اندازه نوک انگشت از پوسته آهکی را جدا کنید. مراقب باشید که پرده نازک زیر پوسته آسیب نبیند.



شکل ۱۲- انتشار تسهیل شده

**انتشار تسهیل شده:** در این روش پروتئین های غشا، انتشار مواد را تسهیل می کنند و مواد را در جهت شیب غلظت آنها، از غشا عبور می دهند (شکل ۱۲).



شکل ۱۳- اُسمز

**گذرندگی (اُسمز):** شکل ۱۳ را ببینید. در یک طرف غشای نازکی که نفوذ پذیری انتخابی یا تراوایی نسبی دارد، آب خالص و در طرف دیگر آن، محلول شکر وجود دارد. حجم مواد در دو طرف غشا یکسان است. فقط مولکول های آب می توانند از غشا عبور کنند؛ در این حالت، تعداد مولکول های آب در واحد حجم، در سمت راست بیشتر است و این مولکول ها بیشتر به سمت چپ منتشر می شوند. به انتشار آب از غشایی با تراوایی نسبی، اُسمز می گویند. فشار لازم برای توقف کامل اُسمز، فشار اسمزی محلول نام دارد. هرچه تفاوت تعداد مولکول های آب در واحد حجم، در دو سوی غشا بیشتر باشد، فشار اسمزی بیشتر است و آب سریع تر جابه جا می شود. جابه جایی خالص آب از محیطی با فشار اسمزی کمتر به محیطی با فشار اسمزی بیشتر است.

همان طور که در شکل می بینید در اثر اُسمز، حجم محلول سمت چپ افزایش می یابد. آیا این پدیده برای یاخته ها در بدن ما هم رخ می دهد؟ آیا ممکن است ورود آب به درون یاخته در اثر اُسمز موجب ترکیدن یاخته های بدن ما شود؟ خیر. فشار اسمزی مایع اطراف یاخته ها تقریباً مشابه درون آنهاست، در نتیجه آب بیش از حد وارد نمی شود و یاخته ها از خطر تورم و ترکیدن حفظ می شوند.

### فعالیت ۵

الف) در این فعالیت با چگونگی اُسمز از پرده ای با تراوایی نسبی آشنا می شوید.

**وسایل و مواد لازم:** ظرف شیشه ای (یا بشر) با دهانه کوچک، مقداری آب مقطر (یا آب جوشیده سرد شده)، نی نوشابه خوری شفاف، تخم مرغ خام، مقداری خمیر بازی، قاشق فلزی

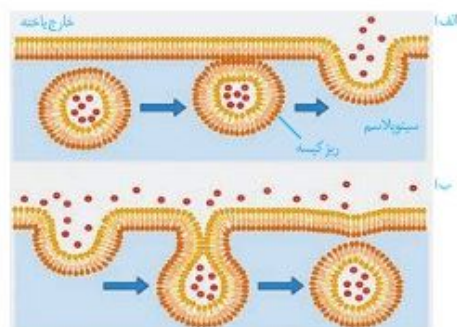
**روش کار:**

۱-  $\frac{3}{4}$  ظرف شیشه ای را آب بریزید.

۲- با لیه قاشق، به انتهای مدور تخم مرغ آهسته ضربه بزنید و با ناخن تکه کوچکی به اندازه نوک انگشت از پوسته آهکی را جدا کنید. مراقب باشید که پرده نازک زیر پوسته آسیب نبیند.

### واژه‌شناسی

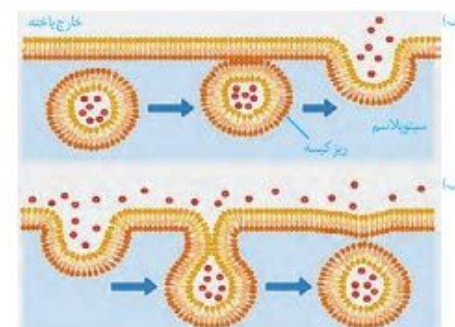
واژه درون‌بری برای آندوسیتوز (endocytosis) و واژه برون‌رانی برای اگزوسیتوز (exocytosis) انتخاب شده‌اند. در آندوسیتوز، آندو به معنای درون و سینتوز به یاخته اشاره می‌کند. اگر نیز در اگزوسیتوز به معنای بیرون است.



شکل ۱۵- الف) برون‌رانی، ب) درون‌بری

### واژه‌شناسی

واژه درون‌بری برای آندوسیتوز (endocytosis) و واژه برون‌رانی برای اگزوسیتوز (exocytosis) انتخاب شده‌اند. در آندوسیتوز، آندو به معنای درون و سینتوز به یاخته اشاره می‌کند. اگر نیز در اگزوسیتوز به معنای بیرون است.



شکل ۱۵- الف) برون‌رانی، ب) درون‌بری

### بافت‌های بدن انسان

می‌دانید بافت‌های بدن انسان را می‌توان به چهار نوع پوششی، پیوندی، ماهیچه‌ای و عصبی دسته‌بندی کرد. در اندام‌ها و دستگاه‌های بدن انواع بافت‌ها به نسبت‌های متفاوت وجود دارند.

**بافت پوششی:** بافت پوششی، سطح بدن و سطح حفره‌ها و مجاری درون بدن (مانند دهان، معده، روده‌ها و رگ‌ها) را می‌پوشاند. یاخته‌های این بافت، به یکدیگر بسیار نزدیک‌اند و بین آنها فضای بین‌یاخته‌ای اندکی وجود دارد. در زیر یاخته‌های این بافت، بخشی به نام **غشای پایه** وجود دارد که این یاخته‌ها را به یکدیگر و به بافت‌های زیر آن، متصل نگه می‌دارد. غشای پایه، شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی (ترکیب کربوهیدرات و پروتئین) است. یاخته‌های بافت پوششی به شکل‌های متفاوتی مانند سنگ‌فرشی، مکعبی و استوانه‌ای در یک یا چند لایه سازمان می‌یابند (شکل ۱۶).

**بافت پیوندی:** بافت پیوندی از انواع یاخته‌ها، رشته‌های پروتئینی، مانند رشته‌های کلاژن و رشته‌های کشسان (ارتجاعی) و ماده‌ی زمینه‌ای تشکیل شده است. ماده‌ی زمینه‌ای بافت پیوندی، ممکن است مایع، جامد یا نیمه جامد باشد. در ادامه به انواع بافت پیوندی می‌پردازیم.

در **بافت پیوندی سست** ماده‌ی زمینه‌ای شفاف، بی‌رنگ، چسبنده و مخلوطی از انواع مولکول‌های درشت، مانند گلیکوپروتئین است. این بافت معمولاً بافت پوششی را پشتیبانی می‌کند. در **بافت پیوندی متراکم** میزان رشته‌های کلاژن از بافت پیوندی سست بیشتر، تعداد یاخته‌های آن کمتر و ماده‌ی زمینه‌ای آن نیز اندک است؛ بنابراین مقاومت این بافت از بافت پیوندی سست بیشتر است. در زردی و رباط بافت پیوندی متراکم وجود دارد. **بافت چربی** نیز نوعی بافت پیوندی است که در آن یاخته‌های سرشار از چربی فراوان است. این بافت بزرگ‌ترین ذخیره انرژی در بدن است. بافت چربی نقش ضربه‌گیری دارد و به عنوان عایق حرارتی نیز عمل می‌کند. خون، استخوان و غضروف، انواع دیگر بافت پیوندی هستند که به تدریج با آنها آشنا می‌شوید.



مکعبی یک لایه‌ای گردیده (تفویض)



غشای پایه

سنگ‌فرشی یک لایه‌ای (دایواره‌مویز)



سنگ‌فرشی چند لایه‌ای (مری)



استوانه‌ای یک لایه‌ای (روده)

شکل ۱۶- انواع بافت پوششی



مکعبی یک لایه‌ای گردیده (تفویض)



غشای پایه

سنگ‌فرشی یک لایه‌ای (دایواره‌مویز)



سنگ‌فرشی چند لایه‌ای (مری)



استوانه‌ای یک لایه‌ای (روده)

شکل ۱۶- انواع بافت پوششی

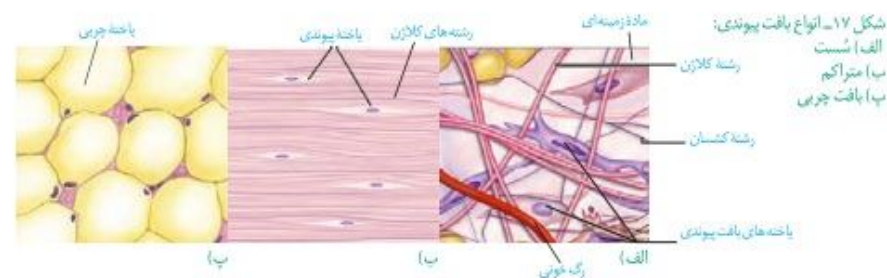
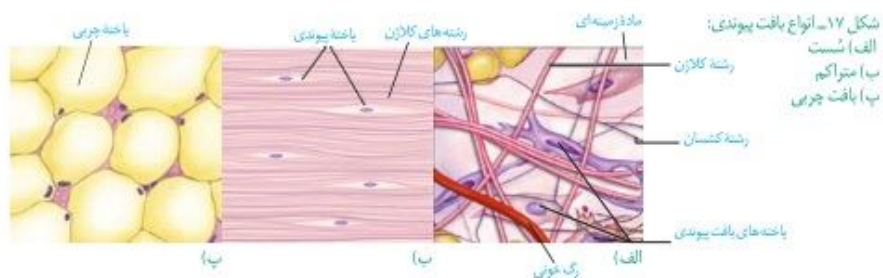
### بافت‌های بدن انسان

می‌دانید بافت‌های بدن انسان را می‌توان به چهار نوع پوششی، پیوندی، ماهیچه‌ای و عصبی دسته‌بندی کرد. در اندام‌ها و دستگاه‌های بدن انواع بافت‌ها به نسبت‌های متفاوت وجود دارند.

**بافت پوششی:** بافت پوششی، سطح بدن و سطح حفره‌ها و مجاری درون بدن (مانند دهان، معده، روده‌ها و رگ‌ها) را می‌پوشاند. یاخته‌های این بافت، به یکدیگر بسیار نزدیک‌اند و بین آنها فضای بین‌یاخته‌ای اندکی وجود دارد. در زیر یاخته‌های این بافت، بخشی به نام **غشای پایه** وجود دارد که این یاخته‌ها را به یکدیگر و به بافت‌های زیر آن، متصل نگه می‌دارد. غشای پایه، شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی (ترکیب کربوهیدرات و پروتئین) است. یاخته‌های بافت پوششی به شکل‌های متفاوتی مانند سنگ‌فرشی، مکعبی و استوانه‌ای در یک یا چند لایه سازمان می‌یابند (شکل ۱۶).

**بافت پیوندی:** بافت پیوندی از انواع یاخته‌ها، رشته‌های پروتئینی، مانند رشته‌های کلاژن و رشته‌های کشسان (ارتجاعی) و ماده‌ی زمینه‌ای تشکیل شده است. ماده‌ی زمینه‌ای بافت پیوندی، ممکن است مایع، جامد یا نیمه جامد باشد. در ادامه به انواع بافت پیوندی می‌پردازیم.

در **بافت پیوندی سست** ماده‌ی زمینه‌ای شفاف، بی‌رنگ، چسبنده و مخلوطی از انواع مولکول‌های درشت، مانند گلیکوپروتئین است. این بافت معمولاً بافت پوششی را پشتیبانی می‌کند. در **بافت پیوندی متراکم** میزان رشته‌های کلاژن از بافت پیوندی سست بیشتر، تعداد یاخته‌های آن کمتر و ماده‌ی زمینه‌ای آن نیز اندک است؛ بنابراین مقاومت این بافت از بافت پیوندی سست بیشتر است. در زردی و رباط بافت پیوندی متراکم وجود دارد. **بافت چربی** نیز نوعی بافت پیوندی است که در آن یاخته‌های سرشار از چربی فراوان است. این بافت بزرگ‌ترین ذخیره انرژی در بدن است. بافت چربی نقش ضربه‌گیری دارد و به عنوان عایق حرارتی نیز عمل می‌کند. خون، بافت‌های استخوانی و غضروفی، انواع دیگر بافت پیوندی هستند که به تدریج با آنها آشنا می‌شوید.



**بافت ماهیچه ای:** در گذشته، با انواع بافت های ماهیچه ای در بدن انسان آشنا شدید (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- انواع بافت ماهیچه ای:  
الف) مختلط (اسکلتی)  
ب) قلبی  
پ) صاف

**بافت ماهیچه ای:** در گذشته، با انواع بافت های ماهیچه ای در بدن انسان آشنا شدید (شکل ۱۸).

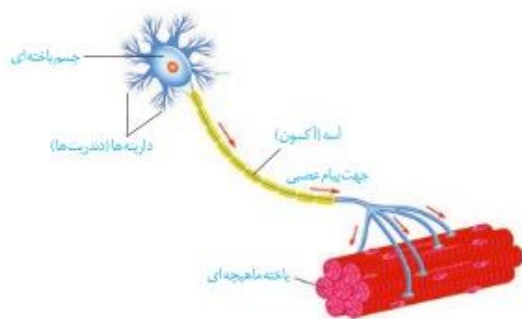


شکل ۱۸- انواع بافت ماهیچه ای:  
الف) مختلط (اسکلتی)  
ب) قلبی  
پ) صاف

فعالیت ۶ ساختار و کار انواع بافت های ماهیچه ای بدن را در یک جدول فهرست کنید.

**فعالیت**

**بافت عصبی:** می دانید بافتهای عصبی (نورون ها)، باخته های اصلی بافت عصبی هستند (شکل ۱۹). این باخته ها با باخته های بافت های دیگر مانند باخته های ماهیچه ارتباط دارند. باخته های عصبی باخته های ماهیچه را تحریک می کنند تا منقبض شوند.

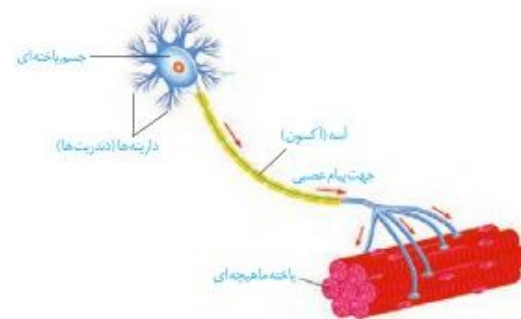


شکل ۱۹- باخته عصبی

فعالیت ۶ ساختار و کار انواع بافت های ماهیچه ای بدن را در یک جدول فهرست کنید.

**فعالیت ۶**

**بافت عصبی:** می دانید باخته های عصبی (نورون ها)، باخته های اصلی بافت عصبی هستند (شکل ۱۹). این باخته ها با باخته های بافت های دیگر مانند باخته های ماهیچه ارتباط دارند. باخته های عصبی باخته های ماهیچه را تحریک می کنند تا منقبض شوند.

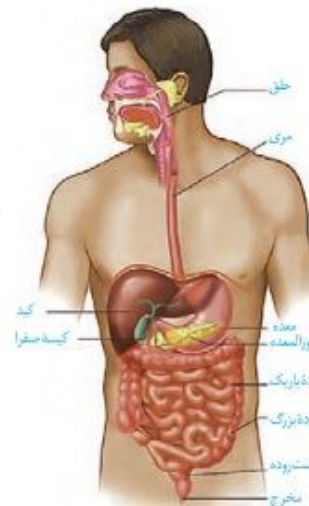


شکل ۱۹- باخته عصبی

## گفتار ۱ ساختار و عملکرد لوله گوارش

در گذشته آموختید دستگاه گوارش از لوله گوارش و اندام‌های دیگر مرتبط با آن تشکیل شده است. لوله گوارش چه قسمت‌هایی دارد (شکل ۱)؟

لوله گوارش، لوله پیوسته‌ای است که از دهان تا مخرج ادامه دارد. در قسمت‌هایی از لوله گوارش ماهیچه‌های حلقوی به نام **بنداره (اسفنکتر)** وجود دارد. بنداره‌ها در تنظیم عبور مواد نقش دارند (شکل ۲).

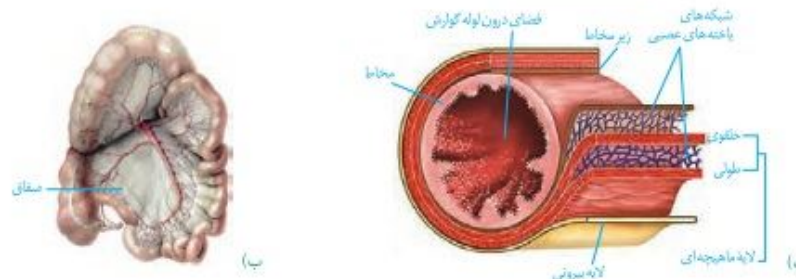


شکل ۱- لوله گوارش و اندام‌های مرتبط با آن

غده‌های بزاقی؛ پانکراس (لوزالمعده)، کبد (جگر) و کیسه صفرا با لوله گوارش مرتبط‌اند و در گوارش غذا نقش دارند.

**ساختار لوله گوارش:** دیواره بخش‌های مختلف لوله گوارش، ساختار تقریباً مشابهی دارند. این لوله از خارج به داخل، چهار لایه دارد: لایه بیرونی، ماهیچه‌ای، زیر مخاطی و مخاطی. هر لایه، از انواع بافت‌ها تشکیل شده است (شکل ۳- الف). در همه این لایه‌ها بافت پیوندی سست وجود دارد. **لایه بیرونی در ناحیه شکمی بخشی از صفاق است. صفاق پرده‌ای است که اندام‌های درون شکم را به هم وصل می‌کند (شکل ۳- ب).**

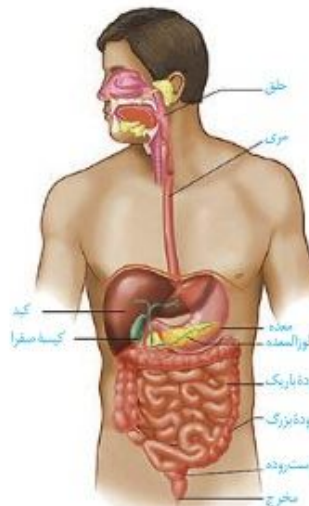
شکل ۳- الف) ساختار لایه‌های لوله گوارش ب) بخشی از صفاق مربوطه به روده‌ها



## گفتار ۱ ساختار و عملکرد لوله گوارش

در گذشته آموختید دستگاه گوارش از لوله گوارش و اندام‌های دیگر مرتبط با آن تشکیل شده است. لوله گوارش چه قسمت‌هایی دارد (شکل ۱)؟

لوله گوارش، لوله پیوسته‌ای است که از دهان تا مخرج ادامه دارد. در قسمت‌هایی از لوله گوارش ماهیچه‌های حلقوی به نام **بنداره (اسفنکتر)** وجود دارد. بنداره‌ها در تنظیم عبور مواد نقش دارند (شکل ۲).

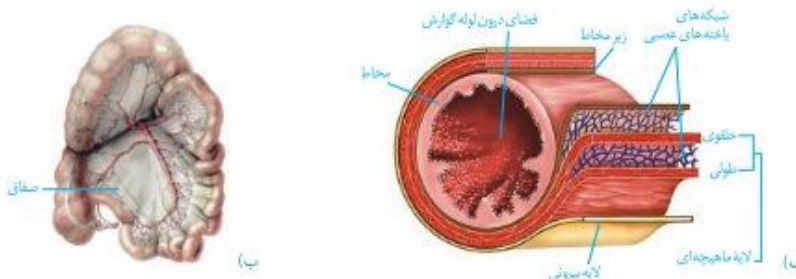


شکل ۱- لوله گوارش و اندام‌های مرتبط با آن

غده‌های بزاقی؛ پانکراس (لوزالمعده)، کبد (جگر) و کیسه صفرا با لوله گوارش مرتبط‌اند و در گوارش غذا نقش دارند.

**ساختار لوله گوارش:** دیواره بخش‌های مختلف لوله گوارش، ساختار تقریباً مشابهی دارند. این لوله از خارج به داخل، چهار لایه دارد: لایه بیرونی، ماهیچه‌ای، زیر مخاطی و مخاطی. هر لایه، از انواع بافت‌ها تشکیل شده است (شکل ۳- الف). در همه این لایه‌ها بافت پیوندی سست وجود دارد. **لایه بیرونی، بخشی از صفاق است. صفاق پرده‌ای است که اندام‌های درون شکم را به هم وصل می‌کند (شکل ۳- ب).**

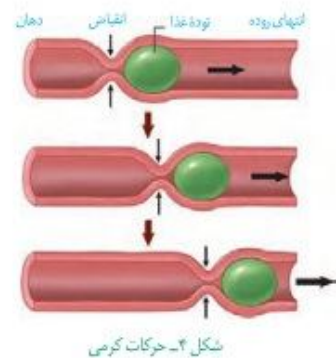
شکل ۳- الف) ساختار لایه‌های لوله گوارش ب) بخشی از صفاق مربوطه به روده‌ها



### واژه‌شناسی

**بنداره (Sphincter/اسفنکتر)** اسفنکتر به معنای ماهیچه‌ای است که با انقباض خود سبب بسته یا تنگ شدن آن می‌شود. برای آن در فارسی کلمه بنداره (صفت بندار + پسوند ه) انتخاب شده است. بنداره به معنای بندآورنده است.

**لایه ماهیچه‌ای** در دهان، حلق، ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع مخطط است. این لایه در بخش‌های دیگر لوله گوارش شامل باخته‌های ماهیچه‌ای صاف است که به شکل حلقوی و طولی سازمان یافته‌اند. دیواره معده یک لایه ماهیچه‌ای موزب نیز دارد. **زیر مخاط (لایه زیر مخاطی)** موجب می‌شود مخاط، روی لایه ماهیچه‌ای بچسبد و به راحتی روی آن بلغزد یا چین بخورد. در لایه ماهیچه‌ای و زیر مخاط، شبکه‌ای از باخته‌های عصبی وجود دارد. **مخاط (لایه مخاطی)** باخته‌هایی از بافت پوششی دارد که در بخش‌های مختلف لوله گوارش، کارهای متفاوتی مثل جذب و ترشح را انجام می‌دهند.



شکل ۴- حرکات کرمی

**حرکات لوله گوارش:** انقباض ماهیچه‌های دیواره لوله گوارش، حرکات منظمی را در آن به وجود می‌آورد. لوله گوارش، دو حرکت گرمی و قطعه قطعه کننده دارد. در حرکات گرمی، ورود غذا لوله گوارش را گشاد و باخته‌های عصبی دیواره لوله را تحریک می‌کند. باخته‌های عصبی، ماهیچه‌های دیواره را به انقباض وادار می‌کنند. در نتیجه، یک حلقه انقباضی در لوله ظاهر می‌شود که غذا را به حرکت درمی‌آورد (شکل ۴).

حرکات گرمی نقش مخلوط‌کنندگی نیز دارند؛ به ویژه وقتی که حرکت محتویات لوله با برخورد به یک بنداره، متوقف شود؛ مثل وقتی که محتویات معده به پیلول برخورد می‌کنند. پیلول بنداره بین معده و روده باریک است. در این حالت، حرکات گرمی فقط می‌توانند محتویات لوله را مخلوط کنند.

در حرکات قطعه قطعه‌کننده بخش‌هایی از لوله به صورت یک در میان منقبض می‌شوند. سپس این بخش‌ها از حالت انقباض خارج و بخش‌های دیگر منقبض می‌شوند. تداوم این حرکات در لوله گوارش موجب می‌شود محتویات لوله، ریزتر و بیشتر با شیره‌های گوارشی مخلوط شوند (شکل ۵).

شکل ۵- حرکت‌های قطعه‌قطعه‌کننده

### فعالیت ۱

مری یک گوسفند یا گاو را تهیه و لایه‌های آن را مشاهده کنید.

### واژه‌شناسی

امیلاز از ترکیب واژه آمیلوم (به معنای نشاسته) و آاز (پسوند نشان‌دهنده آنزیم) تشکیل شده است. لیپاز پروتئاز هم به ترتیب آنزیم‌های تجزیه‌کننده لیپید و پروتئین هستند.

دستگاه گوارش طی فرایند گوارش مکانیکی، غذا را آسیاب می‌کند و با فرایند گوارش شیمیایی، مولکول‌های بزرگ را به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کند. این فرایندها چگونه انجام می‌شوند؟ چه عواملی در آنها نقش دارند؟

### واژه‌شناسی

**بنداره (Sphincter/اسفنکتر)** اسفنکتر به معنای ماهیچه‌ای است که با انقباض خود سبب بسته یا تنگ شدن آن می‌شود. برای آن در فارسی کلمه بنداره (صفت بندار + پسوند ه) انتخاب شده است. بنداره به معنای بندآورنده است.

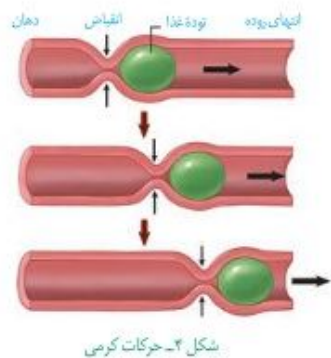
**لایه ماهیچه‌ای** در دهان، حلق، ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع مخطط است. این لایه در بخش‌های دیگر لوله گوارش شامل باخته‌های ماهیچه‌ای صاف است که به شکل حلقوی و طولی سازمان یافته‌اند. دیواره معده یک لایه ماهیچه‌ای موزب نیز دارد. **زیر مخاط (لایه زیر مخاطی)** موجب می‌شود مخاط، روی لایه ماهیچه‌ای بچسبد و به راحتی روی آن بلغزد یا چین بخورد. در لایه ماهیچه‌ای و زیر مخاط، شبکه‌ای از باخته‌های عصبی وجود دارد. **مخاط (لایه مخاطی)** باخته‌هایی از بافت پوششی دارد که در بخش‌های مختلف لوله گوارش، کارهای متفاوتی مثل جذب و ترشح را انجام می‌دهند.

**حرکات لوله گوارش:** انقباض ماهیچه‌های دیواره لوله گوارش، حرکات منظمی را در آن به وجود می‌آورد. لوله گوارش، دو حرکت گرمی و قطعه قطعه کننده دارد.

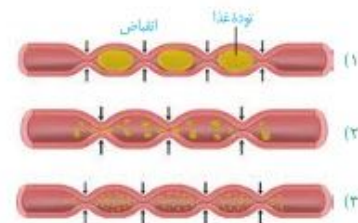
در حرکات گرمی، ورود غذا لوله گوارش را گشاد و باخته‌های عصبی دیواره لوله را تحریک می‌کند. باخته‌های عصبی، ماهیچه‌های دیواره را به انقباض وادار می‌کنند. در نتیجه، یک حلقه انقباضی در لوله ظاهر می‌شود که غذا را به حرکت درمی‌آورد (شکل ۴).

حرکات گرمی نقش مخلوط‌کنندگی نیز دارند؛ به ویژه وقتی که حرکت محتویات لوله با برخورد به یک بنداره، متوقف شود؛ مثل وقتی که محتویات معده به پیلول برخورد می‌کنند. پیلول بنداره بین معده و روده باریک است. در این حالت، حرکات گرمی فقط می‌توانند محتویات لوله را مخلوط کنند.

در حرکات قطعه قطعه‌کننده بخش‌هایی از لوله به صورت یک در میان منقبض می‌شوند. سپس این بخش‌ها از حالت انقباض خارج و بخش‌های دیگر منقبض می‌شوند. تداوم این حرکات در لوله گوارش موجب می‌شود محتویات لوله، ریزتر و بیشتر با شیره‌های گوارشی مخلوط شوند (شکل ۵).



شکل ۴- حرکات کرمی



شکل ۵- حرکت‌های قطعه‌قطعه‌کننده

### فعالیت

مری یک گوسفند یا گاو را تهیه و لایه‌های آن را مشاهده کنید.

### گوارش غذا

دستگاه گوارش طی فرایند گوارش مکانیکی، غذا را آسیاب می‌کند و با فرایند گوارش شیمیایی، مولکول‌های بزرگ را به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کند. این فرایندها چگونه انجام می‌شوند؟ چه عواملی در آنها نقش دارند؟

### واژه‌شناسی

امیلاز از ترکیب واژه آمیلوم (به معنای نشاسته) و آاز (پسوند نشان‌دهنده آنزیم) تشکیل شده است. لیپاز پروتئاز هم به ترتیب آنزیم‌های تجزیه‌کننده لیپید و پروتئین هستند.

**گوارش در دهان:** با ورود غذا به دهان، جویدن غذا و گوارش مکانیکی آن آغاز می‌شود. آسیاب شدن غذا به ذره‌های بسیار کوچک برای فعالیت بهتر آنزیم‌های گوارشی، و اثر بزاق بر آن لازم است. سه جفت غده بزاقی بزرگ و غده‌های بزاقی کوچک، بزاق ترشح می‌کنند (شکل ۶). بزاق، ترکیبی از آب، یون‌ها، انواعی از آنزیم‌ها و موسین است. آنزیم آمیلاز بزاق به گوارش نشاسته کمک می‌کند. لیپوزیم، آنزیمی است که در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد. موسین، گلیکوپروتئینی است که آب فراوانی جذب و ماده مخاطی ایجاد می‌کند. ماده مخاطی دیواره لوله گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا با آسیب شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) حفظ می‌کند و ذره‌های غذایی را به هم می‌چسباند و آنها را به توده لغزنده‌ای تبدیل می‌کند.

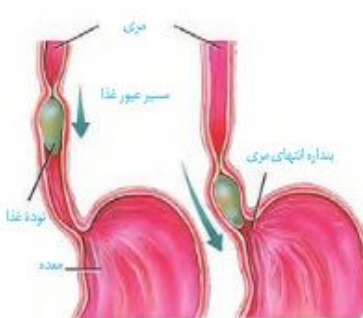


شکل ۶- غده‌های بزاقی، زیرارواری و بزاقی، بزاق ترشح می‌کنند.



شکل ۷- الف) هنگام بلع فقط راه مری برای عبور غذا باز است.

**بلع غذا:** هنگام بلع با فشار زبان، توده غذا به عقب دهان و داخل حلق رانده می‌شود. با رسیدن غذا به حلق، بلع به شکل غیرارادی، ادامه پیدا می‌کند. همان‌طور که می‌دانید حلق را به چهارراه تشبیه می‌کنند. با استفاده از شکل ۷- الف، توضیح دهید هنگام بلع چگونه راه‌های دیگر حلق بسته می‌شوند؟ در ادامه دیواره ماهیچه‌ای حلق منقبض می‌شود و حرکت کرمی آن، غذا را به مری می‌راند. حرکت کرمی در مری ادامه پیدا می‌کند و با شل شدن بنداره انتهایی مری، غذا وارد معده می‌شود (شکل ۷- ب). غده‌های مخاط مری، ماده مخاطی ترشح می‌کنند تا حرکت غذا آسان‌تر شود.



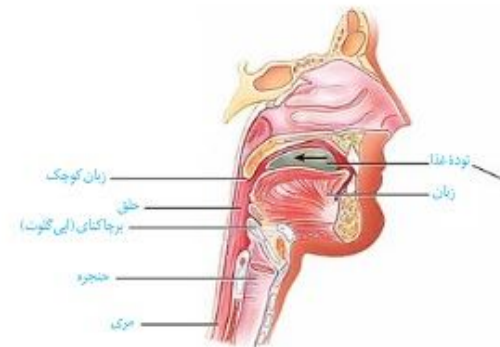
شکل ۷- ب) حرکات کرمی، غذا را در طول مری حرکت می‌دهند.

**گوارش در معده:** معده، بخش کیسه‌ای شکل لوله گوارش است. دیواره معده، چین‌خوردگی‌هایی دارد که با پرشدن معده باز می‌شوند تا غذای بلع شده در آن انبار شود. گوارش غذا در معده در اثر شیره

**گوارش در دهان:** با ورود غذا به دهان، جویدن غذا و گوارش مکانیکی آن آغاز می‌شود. آسیاب شدن غذا به ذره‌های بسیار کوچک برای فعالیت بهتر آنزیم‌های گوارشی، و اثر بزاق بر آن لازم است. سه جفت غده بزاقی بزرگ و غده‌های بزاقی کوچک، بزاق ترشح می‌کنند (شکل ۶). بزاق، ترکیبی از آب، یون‌ها، انواعی از آنزیم‌ها و موسین است. آنزیم آمیلاز بزاق به گوارش نشاسته کمک می‌کند. لیپوزیم، آنزیمی است که در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد. موسین، گلیکوپروتئینی است که آب فراوانی جذب و ماده مخاطی ایجاد می‌کند. ماده مخاطی دیواره لوله گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا با آسیب شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) حفظ می‌کند و ذره‌های غذایی را به هم می‌چسباند و آنها را به توده لغزنده‌ای تبدیل می‌کند.

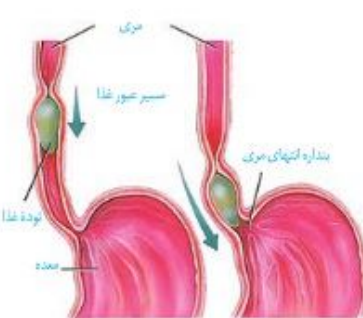


شکل ۶- غده‌های بزاقی، زیرارواری و بزاقی، بزاق ترشح می‌کنند.



شکل ۷- الف) هنگام بلع فقط راه مری برای عبور غذا باز است.

**بلع غذا:** هنگام بلع با فشار زبان، توده غذا به عقب دهان و داخل حلق رانده می‌شود. با رسیدن غذا به حلق، بلع به شکل غیرارادی، ادامه پیدا می‌کند. همان‌طور که می‌دانید حلق را به چهارراه تشبیه می‌کنند. با استفاده از شکل ۷- الف، توضیح دهید هنگام بلع چگونه راه‌های دیگر حلق بسته می‌شوند؟ در ادامه دیواره ماهیچه‌ای حلق منقبض می‌شود و حرکت کرمی آن، غذا را به مری می‌راند. حرکت کرمی در مری ادامه پیدا می‌کند و با شل شدن بنداره انتهایی مری، غذا وارد معده می‌شود (شکل ۷- ب). غده‌های مخاط مری، ماده مخاطی ترشح می‌کنند تا حرکت غذا آسان‌تر شود.



شکل ۷- ب) حرکات کرمی، غذا را در طول مری حرکت می‌دهند.

**گوارش در معده:** معده، بخش کیسه‌ای شکل لوله گوارش است. دیواره معده، چین‌خوردگی‌هایی دارد که با پرشدن معده باز می‌شوند تا غذای بلع شده در آن انبار شود. گوارش غذا در معده در اثر شیره

### بیشتر بدانید

#### زخم پپتیک

ترشح بیش از حد اسید و آنزیم در شیره گوارشی و کاهش توانایی سد حفاظتی ماده مخاطی در مخاط معده یا دوازدهه، زخم پپتیک ایجاد می‌کند. بسیاری از افراد مبتلا به زخم پپتیک، عفونت مزمن ناشی از نوعی باکتری به نام هلیکو باکتر پیلوری دارند. این باکتری می‌تواند سد حفاظتی ماده مخاطی را تخریب کند. از علامت‌های این بیماری، احساس درد در بخش بالایی معده است که ممکن است تا چند ساعت پس از خوردن غذا ادامه پیدا کند. تشن مداوم، سیگار کشیدن، الکل و برخی داروها مانند آسپرین نیز ماده مخاطی را تخریب می‌کنند.

با ورود غذا، معده اندکی انبساط می‌یابد و انقباض‌های معده، آغاز می‌شوند. این انقباض‌ها غذا را با شیره معده می‌آمیزند که نتیجه آن تشکیل کیموس معده است. همان‌طور که گفتیم با باز شدن بنداره پیلور، کیموس وارد دوازدهه می‌شود.

**برگشت اسید معده (ریفلاکس):** اگر انقباض بنداره انتهایی مری کافی نباشد، فرد دچار برگشت اسید می‌شود. در این حالت مخاط مری به تدریج، آسیب می‌بیند؛ زیرا حفاظت دیواره آن به اندازه معده و روده باریک نیست. سیگار کشیدن، الکل، رژیم غذایی نامناسب و استفاده بیش از اندازه از غذاهای آماده، تشن و اضطراب، از عوامل برگشت اسید معده‌اند.

### فعالیت ۲

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد آنزیم پسیپین در حضور کلریدریک اسید، پروتئین سفیده تخم مرغ را گوارش می‌دهد. توجه کنید که آنزیم‌ها در دمای ویژه‌ای فعالیت می‌کنند.

### گوارش در روده باریک: کیموس به تدریج وارد روده باریک

می‌شود تا مراحل پایانی گوارش به ویژه در دوازدهه انجام شود. صفرا، شیره‌های روده و لوزالمعده که به دوازدهه می‌ریزند به کمک حرکات روده، در گوارش نهایی کیموس نقش دارند (شکل ۱۰).

**حرکت‌های روده باریک:** حرکت‌های روده باریک، علاوه بر گوارش مکانیکی و پیش بردن کیموس در طول روده، کیموس را در سراسر مخاط روده می‌گستراند تا تماس آن با شیره‌های گوارشی و نیز باخته‌های پوششی مخاط، افزایش یابد.

**شیره روده:** روده باریک این شیره را ترشح می‌کند. شیره روده شامل موسین، آب، یون‌های مختلف از جمله بیکربنات و آنزیم است.

**صفرا:** کبد، صفرا را می‌سازد. صفرا آنزیم ندارد و ترکیبی از نمک‌های صفراوی، بیکربنات، کلسترول و فسفولیپید است. صفرا به دوازدهه می‌ریزد و به گوارش چربی‌ها کمک می‌کند. همچنین بیکربنات صفرا به خنثی کردن حالت اسیدی کیموس معده کمک می‌کند.

گاهی ترکیبات صفرا در کیسه صفرا رسوب می‌کنند و سنگ ایجاد می‌شود. رژیم غذایی پرچرب در ایجاد سنگ کیسه صفرا نقش دارد (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- سنگ کیسه صفرا



### بیشتر بدانید

#### زخم پپتیک

ترشح بیش از حد اسید و آنزیم در شیره گوارشی و کاهش توانایی سد حفاظتی ماده مخاطی در مخاط معده یا دوازدهه، زخم پپتیک ایجاد می‌کند. بسیاری از افراد مبتلا به زخم پپتیک، عفونت مزمن ناشی از نوعی باکتری به نام هلیکو باکتر پیلوری دارند. این باکتری می‌تواند سد حفاظتی ماده مخاطی را تخریب کند. از علامت‌های این بیماری، احساس درد در بخش بالایی معده است که ممکن است تا چند ساعت پس از خوردن غذا ادامه پیدا کند. تشن مداوم، سیگار کشیدن، الکل و برخی داروها مانند آسپرین نیز ماده مخاطی را تخریب می‌کنند.

### فعالیت

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد آنزیم پسیپین در حضور کلریدریک اسید، پروتئین سفیده تخم مرغ را گوارش می‌دهد. توجه کنید که آنزیم‌ها در دمای ویژه‌ای فعالیت می‌کنند.

### گوارش در روده باریک: کیموس به تدریج وارد روده باریک

می‌شود تا مراحل پایانی گوارش به ویژه در دوازدهه انجام شود. صفرا، شیره‌های روده و لوزالمعده که به دوازدهه می‌ریزند به کمک حرکات روده، در گوارش نهایی کیموس نقش دارند (شکل ۱۰).

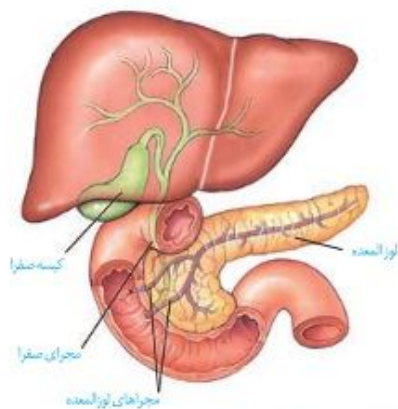
**حرکت‌های روده باریک:** حرکت‌های روده باریک، علاوه بر گوارش مکانیکی و پیش بردن کیموس در طول روده، کیموس را در سراسر مخاط روده می‌گستراند تا تماس آن با شیره‌های گوارشی و نیز باخته‌های پوششی مخاط، افزایش یابد.

**شیره روده:** روده باریک این شیره را ترشح می‌کند. شیره روده شامل موسین، آب، یون‌های مختلف از جمله بیکربنات و آنزیم است.

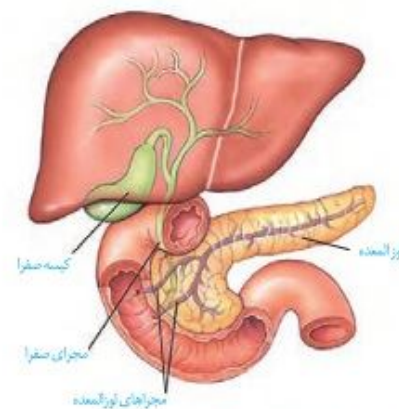
**صفرا:** کبد، صفرا را می‌سازد. صفرا آنزیم ندارد و ترکیبی از نمک‌های صفراوی، بیکربنات، کلسترول و فسفولیپید است. صفرا به دوازدهه می‌ریزد و به گوارش چربی‌ها کمک می‌کند. همچنین بیکربنات صفرا به خنثی کردن حالت اسیدی کیموس معده کمک می‌کند.

گاهی ترکیبات صفرا در کیسه صفرا رسوب می‌کنند و سنگ ایجاد می‌شود. رژیم غذایی پرچرب در ایجاد سنگ کیسه صفرا نقش دارد (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- سنگ کیسه صفرا



شکل ۱۰- صفرا از راه مجرای صفراوی کبد به یک مجرای مشترک وارد و در کیسه صفرا ذخیره می‌شود.



شکل ۱۰- صفرا از راه مجرای صفراوی کبد به یک مجرای مشترک وارد و در کیسه صفرا ذخیره می‌شود.

**بیشتر بدانید**

آنزیم‌های شیره لوزالمعده و کار آنها

نام آنزیم	مولکول مورد اثر	نتیجه کار آنزیم
تریپسین	پروتئین	تشکیل پپتید
کربوکسی پپتیداز	پروتئین و پپتید	جدا کردن آمینواسید از انتهای زنجیره
لیپاز	لیپید (چربی)	ایجاد گلیسرول و اسید چرب
فسفولیپاز	فسفولیپید	جدا کردن اسید چرب از فسفولیپید
آمیلاز	نشاسته، گلیکوژن	دی‌ساکارید، تری‌ساکارید
نوکلئاز (آنزیم تجزیه کننده نوکلئیک اسیدها)	نوکلئیک اسیدها مانند DNA	تبدیل به واحدهای سازنده

**شیره لوزالمعده:** آنزیم‌ها و بیקרینات لوزالمعده به دوازده می‌ریزند. لوزالمعده، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند. پروتئاز‌های لوزالمعده درون روده باریک فعال می‌شوند. بیקרینات اثر اسید معده را خنثی می‌کند. به این ترتیب دیواره دوازده از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود.

**فعالیت ۲**

پروتئاز‌های لوزالمعده قوی و متنوع اند و می‌توانند خود لوزالمعده را نیز تجزیه کنند.

فکر می‌کنید بدن چگونه از این مسئله جلوگیری می‌کند؟

**گوارش کربوهیدرات‌ها:** رژیم غذایی ما شامل انواع گوناگون کربوهیدرات‌هاست. مونوساکاریدها بدون گوارش جذب می‌شوند. دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها برای جذب شدن باید گوارش یابند و به مونوساکارید تبدیل شوند.

آنزیم‌های گوارشی با واکنش آب کافت (هیدرولیز)، مولکول‌های درشت را به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کنند. در آب کافت همراه با مصرف آب، پیوند بین مولکول‌ها شکسته می‌شود. شکل ۱۲ واکنش آب کافت را در تبدیل دی‌ساکارید به مونوساکارید نشان می‌دهد. دستگاه گوارش ما آنزیم مورد نیاز برای گوارش همه کربوهیدرات‌ها را نمی‌سازد، مثلاً آنزیم مورد نیاز برای تجزیه سلولز را نمی‌سازد.

**گوارش پروتئین‌ها:** پپسین گوارش پروتئین‌ها را در معده آغاز می‌کند. در روده باریک در نتیجه فعالیت پروتئاز‌های لوزالمعده و آنزیم‌های روده باریک، پروتئین‌ها به آمینواسیدها، تجزیه می‌شوند.

**گوارش تری‌گلیسریدها:** فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی، تری‌گلیسریدها هستند. آنزیم لیپاز، تری‌گلیسریدها را به واحدهای سازنده آن تجزیه می‌کند. صفرا و حرکات مخلوط کننده روده باریک موجب ریز شدن چربی‌ها می‌شوند. گوارش چربی‌ها، بیشتر در اثر فعالیت لیپاز لوزالمعده در دوازده انجام می‌شود.

شکل ۱۲- آب کافت یک دی‌ساکارید



**بیشتر بدانید**

آنزیم‌های شیره لوزالمعده و کار آنها

نام آنزیم	مولکول مورد اثر	نتیجه کار آنزیم
تریپسین	پروتئین	تشکیل پپتید
کربوکسی پپتیداز	پروتئین و پپتید	جدا کردن آمینواسید از انتهای زنجیره
لیپاز	لیپید (چربی)	ایجاد گلیسرول و اسید چرب
فسفولیپاز	فسفولیپید	جدا کردن اسید چرب از فسفولیپید
آمیلاز	نشاسته، گلیکوژن	دی‌ساکارید، تری‌ساکارید
نوکلئاز (آنزیم تجزیه کننده نوکلئیک اسیدها)	نوکلئیک اسیدها مانند DNA	تبدیل به واحدهای سازنده

**شیره لوزالمعده:** آنزیم‌ها و بیקרینات لوزالمعده به دوازده می‌ریزند. لوزالمعده، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند. پروتئاز‌های لوزالمعده درون روده باریک فعال می‌شوند. بیקרینات اثر اسید معده را خنثی می‌کند. به این ترتیب دیواره دوازده از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود.

**فعالیت ۳**

پروتئاز‌های لوزالمعده قوی و متنوع اند و می‌توانند خود لوزالمعده را نیز تجزیه کنند.

فکر می‌کنید بدن چگونه از این مسئله جلوگیری می‌کند؟

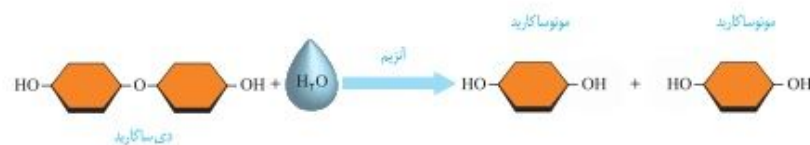
**گوارش کربوهیدرات‌ها:** رژیم غذایی ما شامل انواع گوناگون کربوهیدرات‌هاست. مونوساکاریدها بدون گوارش جذب می‌شوند. دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها برای جذب شدن باید گوارش یابند و به مونوساکارید تبدیل شوند.

آنزیم‌های گوارشی با واکنش آب کافت (هیدرولیز)، مولکول‌های درشت را به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کنند. در آب کافت همراه با مصرف آب، پیوند بین مولکول‌ها شکسته می‌شود. شکل ۱۲ واکنش آب کافت را در تبدیل دی‌ساکارید به مونوساکارید نشان می‌دهد. دستگاه گوارش ما آنزیم مورد نیاز برای گوارش همه کربوهیدرات‌ها را نمی‌سازد، مثلاً آنزیم مورد نیاز برای تجزیه سلولز را نمی‌سازد.

**گوارش پروتئین‌ها:** پپسین گوارش پروتئین‌ها را در معده آغاز می‌کند. در روده باریک در نتیجه فعالیت پروتئاز‌های لوزالمعده و آنزیم‌های روده باریک، پروتئین‌ها به آمینواسیدها، تجزیه می‌شوند.

**گوارش تری‌گلیسریدها:** فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی، تری‌گلیسریدها هستند. آنزیم لیپاز، تری‌گلیسریدها را به واحدهای سازنده آن تجزیه می‌کند. صفرا و حرکات مخلوط کننده روده باریک موجب ریز شدن چربی‌ها می‌شوند. گوارش چربی‌ها، بیشتر در اثر فعالیت لیپاز لوزالمعده در دوازده انجام می‌شود.

شکل ۱۲- آب کافت یک دی‌ساکارید



### بیشتر بدانید

#### مشاهده درون دستگاه گوارش

با استفاده از **درون بینی (آندوسکوپی)**؛ آندو به معنای درون و اسکوپ به معنی دیدن) می توان درون مری، معده و دوازدهه را مشاهده کرد. **درون بین (آندوسکوپ / Endoscope)** لوله ای باریک و انعطاف پذیر با دوربینی بر یک سر آن است. درون بینی برای تشخیص زخم ها، سرطان و عفونت به کار می رود. درون بین در نمونه برداری نیز استفاده می شود. **کولون بینی (کولونوسکوپی)** روشی برای بررسی کولون یا روده بزرگ است که به کمک آن روده بزرگ را تا محل اتصال به روده باریک بررسی می کنند تا اختلال های احتمالی آن را مشاهده کنند.



مشاهده درون لوله گوارش

### بیشتر بدانید

#### مشاهده درون دستگاه گوارش

با استفاده از **درون بینی (آندوسکوپی)**؛ آندو به معنای درون و اسکوپ به معنی دیدن) می توان درون مری، معده و دوازدهه را مشاهده کرد. **درون بین (آندوسکوپ / Endoscope)** لوله ای باریک و انعطاف پذیر با دوربینی بر یک سر آن است. درون بینی برای تشخیص زخم ها، سرطان و عفونت به کار می رود. درون بین در نمونه برداری نیز استفاده می شود. **کولون بینی (کولونوسکوپی)** روشی برای بررسی کولون یا روده بزرگ است که به کمک آن روده بزرگ را تا محل اتصال به روده باریک بررسی می کنند تا اختلال های احتمالی آن را مشاهده کنند.



مشاهده درون لوله گوارش

### فعالیت ۲

#### اثر آمیلاز بزاق بر نشاسته

**مواد و وسایل لازم:** یک گرم نشاسته، محلول لوگول، آب، ۳ لوله آزمایش، جا لوله ای، سه ظرف شیشه ای با حجم ۱۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ میلی لیتر، دماسنج، شعله گاز آزمایشگاه، توری و سه پایه

#### روش کار

- ۱- یکی از افراد گروه، دهان خود را دو یا سه مرتبه با آب بشوید و سپس بزاق خود را درون ظرف شیشه ای تمیزی بریزد.
  - ۲- در یک ظرف شیشه ای ۱۵۰ میلی لیتری، یک گرم نشاسته بریزید و به آن ۱۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید.
  - ۳- سه لوله آزمایش تمیز بردارید و آنها را شماره گذاری کنید.
  - ۴- در لوله آزمایش شماره ۱، دو میلی لیتر از محلول نشاسته و در لوله آزمایش شماره ۲، یک میلی لیتر بزاق بریزید؛ سپس به محتویات هر لوله، یک قطره لوگول بیفزایید.
  - ۵- در لوله آزمایش شماره ۳، دو میلی لیتر محلول نشاسته و دو میلی لیتر بزاق و یک قطره لوگول بریزید.
  - ۶- هر سه لوله آزمایش را با استفاده از حمام آب گرم، در دمای ۳۷ درجه قرار دهید.
- تغییرات را مشاهده و یادداشت کنید.  
علت تغییراتی را که مشاهده کردید، توضیح دهید.

### فعالیت

#### اثر آمیلاز بزاق بر نشاسته

**مواد و وسایل لازم:** یک گرم نشاسته، محلول لوگول، آب، ۳ لوله آزمایش، جا لوله ای، سه ظرف شیشه ای با حجم ۱۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ میلی لیتر، دماسنج، شعله گاز آزمایشگاه، توری و سه پایه

#### روش کار

- ۱- یکی از افراد گروه، دهان خود را دو یا سه مرتبه با آب بشوید و سپس بزاق خود را درون ظرف شیشه ای تمیزی بریزد.
  - ۲- در یک ظرف شیشه ای ۱۵۰ میلی لیتری، یک گرم نشاسته بریزید و به آن ۱۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید.
  - ۳- سه لوله آزمایش تمیز بردارید و آنها را شماره گذاری کنید.
  - ۴- در لوله آزمایش شماره ۱، دو میلی لیتر از محلول نشاسته و در لوله آزمایش شماره ۲، یک میلی لیتر بزاق بریزید؛ سپس به محتویات هر لوله، یک قطره لوگول بیفزایید.
  - ۵- در لوله آزمایش شماره ۳، دو میلی لیتر محلول نشاسته و دو میلی لیتر بزاق و یک قطره لوگول بریزید.
  - ۶- هر سه لوله آزمایش را با استفاده از حمام آب گرم، در دمای ۳۷ درجه قرار دهید.
- تغییرات را مشاهده و یادداشت کنید.  
علت تغییراتی را که مشاهده کردید، توضیح دهید.

### بیشتر بدانید

باکتری های همزیست روده بزرگ و انتهای روده باریک، آنزیم آب کافت کننده سلولز دارند و گلوکز تولید می کنند. اما بافت پوششی روده بزرگ نمی تواند این گلوکز را جذب کند. این باکتری ها، انواعی از ویتامین های گروه B و ویتامین «K» می سازند که روده بزرگ می تواند آنها را جذب کند. بخشی از گازهای روده از فعالیت این باکتری ها به وجود می آیند. علاوه بر آن، این باکتری ها با ترشح مواد سمی، باکتری های بیماری زا را می کشند و از باخته های پوششی روده بزرگ حفاظت می کنند. مصرف آنتی بیوتیک ممکن است، این باکتری های مفید را از بین ببرد. امروزه مواد غذایی مانند ماست، با باکتری های مفید غنی سازی شده اند تا تعداد این باکتری ها را در لوله گوارش افزایش دهند. این محصولات را **زیست یار (پروبیوتیک)** می نامند.

### بیشتر بدانید

باکتری های همزیست روده بزرگ و انتهای روده باریک، آنزیم آب کافت کننده سلولز دارند و گلوکز تولید می کنند. اما بافت پوششی روده بزرگ نمی تواند این گلوکز را جذب کند. این باکتری ها، انواعی از ویتامین های گروه B و ویتامین «K» می سازند که روده بزرگ می تواند آنها را جذب کند. بخشی از گازهای روده از فعالیت این باکتری ها به وجود می آیند. علاوه بر آن، این باکتری ها با ترشح مواد سمی، باکتری های بیماری زا را می کشند و از باخته های پوششی روده بزرگ حفاظت می کنند. مصرف آنتی بیوتیک ممکن است، این باکتری های مفید را از بین ببرد. امروزه مواد غذایی مانند ماست، با باکتری های مفید غنی سازی شده اند تا تعداد این باکتری ها را در لوله گوارش افزایش دهند. این محصولات را **زیست یار (پروبیوتیک)** می نامند.

### واژه شناسی

خلاصه‌واژه‌های لیپوپروتئین کم‌چگال و لیپوپروتئین پرچگال از سوی فرهنگستان زبان و ادب فارسی، به‌ترتیب «لیپوک» و «لیپوب» اعلام شده‌است.

مواد گوناگون به روش‌های متفاوتی که در فصل قبل خواندید، از یاخته‌های پوششی هر پرز عبور می‌کنند و به شبکه مویرگی درون پرز و سپس جریان خون وارد می‌شوند. همان‌طور که در شکل ۱۳-الف می‌بینید، در هر پرز، مویرگ بسته‌لنفی نیز وجود دارد. لنف از آب و ترکیبات دیگر تشکیل شده و در رگ‌های لنفی جریان دارد. مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها به مویرگ لنفی و سپس به خون وارد می‌شوند (در فصل دستگاه گردش مواد در بدن، با ساختار مویرگ خونی و لنفی بیشتر آشنا می‌شوید). این مولکول‌ها در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند. در کبد از این لیپیدها، مولکول‌های لیپوپروتئین (ترکیب لیپید و پروتئین) ساخته می‌شود.

گروهی از لیپوپروتئین‌ها کلسترول زیادی دارند و به آنها **لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL)** می‌گویند. در گروهی دیگر، پروتئین از کلسترول بیشتر است که **لیپوپروتئین پرچگال (HDL)** نام دارند. زیاد بودن لیپوپروتئین پرچگال نسبت به کم‌چگال، احتمال رسوب کلسترول در دیواره سرخرگ‌ها را کاهش می‌دهد. چاقی، کم‌تحركی و مصرف بیش از حد کلسترول، میزان لیپوپروتئین‌های کم‌چگال را افزایش می‌دهد.

### فعالیت ۵

یک برگه آزمایش خون را که مواد موجود خون در آن ثبت شده است، بررسی کنید. میزان طبیعی لیپوپروتئین پرچگال (HDL)، لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL)، نسبت HDL/LDL و تری‌گلیسرید در خون چقدر است؟

### واژه شناسی

خلاصه‌واژه‌های لیپوپروتئین کم‌چگال و لیپوپروتئین پرچگال از سوی فرهنگستان زبان و ادب فارسی، به‌ترتیب «لیپوک» و «لیپوب» اعلام شده‌است.

مواد گوناگون به روش‌های متفاوتی که در فصل قبل خواندید، از یاخته‌های پوششی هر پرز عبور می‌کنند و به شبکه مویرگی درون پرز و سپس جریان خون وارد می‌شوند. همان‌طور که در شکل ۱۳-الف می‌بینید، در هر پرز، مویرگ بسته‌لنفی نیز وجود دارد. لنف از آب و ترکیبات دیگر تشکیل شده و در رگ‌های لنفی جریان دارد. مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها به مویرگ لنفی و سپس به خون وارد می‌شوند (در فصل دستگاه گردش مواد در بدن، با ساختار مویرگ خونی و لنفی بیشتر آشنا می‌شوید). این مولکول‌ها در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند. در کبد از این لیپیدها، مولکول‌های لیپوپروتئین (ترکیب لیپید و پروتئین) ساخته می‌شود.

گروهی از لیپوپروتئین‌ها کلسترول زیادی دارند و به آنها **لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL)** می‌گویند. در گروهی دیگر، پروتئین از کلسترول بیشتر است که **لیپوپروتئین پرچگال (HDL)** نام دارند. زیاد بودن لیپوپروتئین پرچگال نسبت به کم‌چگال، احتمال رسوب کلسترول در دیواره سرخرگ‌ها را کاهش می‌دهد. چاقی، کم‌تحركی و مصرف بیش از حد کلسترول، میزان لیپوپروتئین‌های کم‌چگال را افزایش می‌دهد.

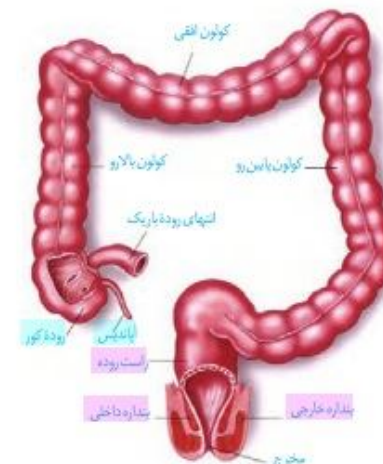
### فعالیت

یک برگه آزمایش خون را که مواد موجود خون در آن ثبت شده است، بررسی کنید. میزان طبیعی لیپوپروتئین پرچگال (HDL)، لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL)، نسبت HDL/LDL و تری‌گلیسرید در خون چقدر است؟

### روده بزرگ و دفع

ابتدای روده بزرگ **روده کور** نام دارد. روده کور به اپاندیس ختم می‌شود. ادامه روده بزرگ از کولون بالارو، کولون افقی و کولون پایین‌رو، تشکیل شده است. روده بزرگ، پرز ندارد و یاخته‌های پوششی مخاط آن، ماده مخاطی ترشح می‌کنند ولی آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کنند. بعد از روده بزرگ، راست روده قرار دارد. در انتهای راست‌روده، بنداره‌های داخلی (ماهیچه صاف) و خارجی (ماهیچه مخطط) قرار دارند (شکل ۱۴).

مواد جذب نشده و گوارش نیافته، یاخته‌های مرده و باقی مانده شیره‌های گوارشی، وارد روده بزرگ می‌شوند. روده بزرگ، آب و یون‌ها را جذب می‌کند؛ در نتیجه، مدفوع به شکل جامد در می‌آید. حرکات روده بزرگ، آهسته انجام می‌شوند. مدفوع به راست روده وارد و سرانجام دفع به صورت ارادی انجام می‌شود.



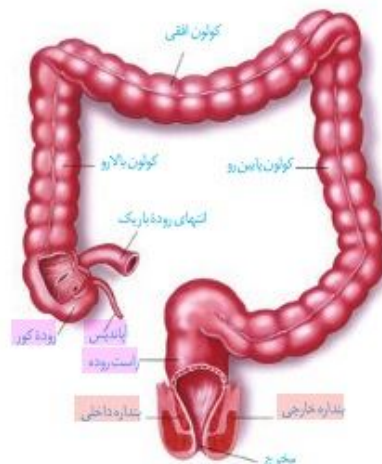
شکل ۱۴- بخش‌های انتهایی لوله گوارش

۱. LDL : Low-density Lipoproteins  
۲. HDL : High-density Lipoproteins

### روده بزرگ و دفع

ابتدای روده بزرگ **روده کور** نام دارد که به اپاندیس ختم می‌شود. ادامه روده بزرگ از کولون بالارو، کولون افقی و کولون پایین‌رو، تشکیل شده است. روده بزرگ، پرز ندارد و یاخته‌های پوششی مخاط آن، ماده مخاطی ترشح می‌کنند ولی آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کنند. بعد از روده بزرگ، راست روده قرار دارد. در انتهای راست‌روده، بنداره‌های داخلی (ماهیچه صاف) و خارجی (ماهیچه مخطط) قرار دارند (شکل ۱۴).

مواد جذب نشده و گوارش نیافته، یاخته‌های مرده و باقی مانده شیره‌های گوارشی، وارد روده بزرگ می‌شوند. روده بزرگ، آب و یون‌ها را جذب می‌کند؛ در نتیجه، مدفوع به شکل جامد در می‌آید. حرکات روده بزرگ، آهسته انجام می‌شوند. مدفوع به راست روده وارد و سرانجام دفع به صورت ارادی انجام می‌شود.

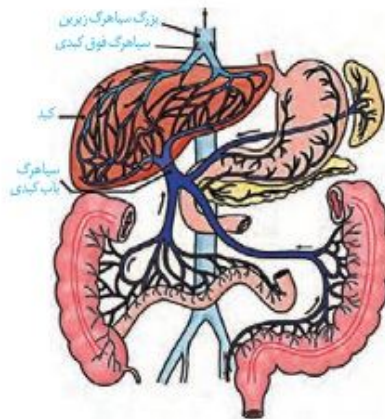


شکل ۱۴- بخش‌های انتهایی لوله گوارش

۱. LDL : Low-density Lipoproteins  
۲. HDL : High-density Lipoproteins

### گردش خون دستگاه گوارش

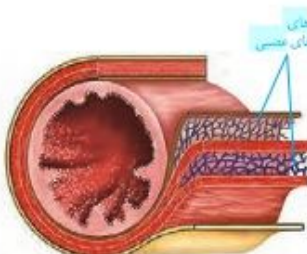
خون بخش‌هایی از دستگاه گوارش به طور مستقیم به قلب برنمی‌گردد؛ بلکه از راه سیاهرگ باب، ابتدا به کبد و سپس از راه سیاهرگ‌های دیگر به قلب می‌رود (شکل ۱۵). پس از خوردن غذا، میزان جریان خون دستگاه گوارش افزایش می‌یابد تا نیاز آن برای فعالیت بیشتر تأمین شود و مواد مغذی جذب شده، به کبد منتقل شوند. در کبد، از مواد جذب شده، گلیکوژن و پروتئین ساخته می‌شود و موادی مانند آهن و برخی ویتامین‌ها نیز در آن ذخیره می‌شوند.



شکل ۱۵- سیاهرگ باب و فوق کبدی

### تنظیم فرایندهای گوارشی

دستگاه گوارش یک مرحله خاموشی نسبی (فاصله بین خوردن وعده‌های غذایی) و یک مرحله فعالیت شدید (بعد از ورود غذا) دارد. این دستگاه باید به ورود غذا پاسخ مناسبی بدهد؛ یعنی شیره‌های گوارشی به موقع و به اندازه کافی ترشح و حرکات لوله گوارش به موقع انجام شوند تا غذا را با شیره‌ها مخلوط کند و در طول لوله با سرعت مناسب حرکت دهد. فعالیت بخش‌های دیگر بدن از جمله گردش خون نیز باید با فعالیت دستگاه گوارش هماهنگ باشد. فعالیت دستگاه گوارش را مانند بخش‌های دیگر بدن، دستگاه‌های عصبی و هورمونی تنظیم می‌کنند.

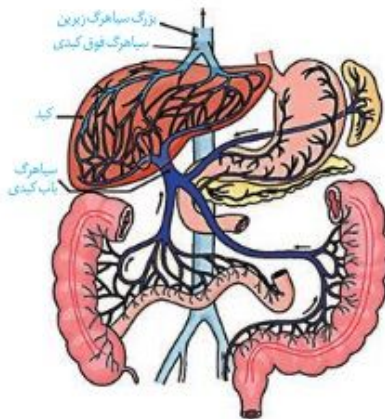


شکل ۱۶- شبکه‌های باخته‌های عصبی لوله گوارش در زیر مخاط و لایه ماهیچه‌ای

تنظیم عصبی دستگاه گوارش را بخشی از دستگاه عصبی به نام **دستگاه عصبی خودمختار** انجام می‌دهد. فعالیت این دستگاه، ناخودآگاه است؛ مثلاً وقتی به غذا فکر می‌کنیم، بزاق ترشح می‌شود. با فعالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق ترشح می‌شود. دیدن غذا و بوی آن نیز باعث افزایش ترشح بزاق می‌شوند. انجام فعالیت‌های گوارشی با فعالیت‌های بخش‌های دیگر بدن نیز باید هماهنگ شود. مثلاً هنگام بلع و عبور غذا از حلق، مرکز بلع در بصل‌التخاج، فعالیت مرکز تنفس را که در نزدیک آن قرار دارد، مهار می‌کند؛ در نتیجه، نای بسته و تنفس برای زمانی کوتاه، متوقف می‌شود. همان‌طور که در ساختار لوله گوارش دیدیم، در دیواره این لوله (از مری تا مخرج) شبکه‌های باخته‌های عصبی، وجود دارند (شکل ۱۶). این شبکه‌ها که **شبکه‌های عصبی روده‌ای** نامیده می‌شوند، تحرک و ترشح را در لوله گوارش، تنظیم می‌کنند. شبکه‌های عصبی روده‌ای می‌توانند مستقل از دستگاه عصبی خودمختار، فعالیت کنند. اما دستگاه عصبی خودمختار با آنها ارتباط دارد و بر عملکرد آنها تأثیر می‌گذارد.

### گردش خون دستگاه گوارش

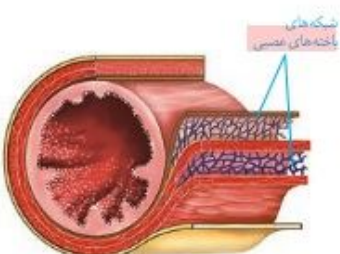
خون بخش‌هایی از بدن مانند خون لوله گوارش به طور مستقیم به قلب برنمی‌گردد؛ بلکه از راه سیاهرگ باب، ابتدا به کبد و سپس از راه سیاهرگ‌های دیگر به قلب می‌رود (شکل ۱۵). پس از خوردن غذا، میزان جریان خون دستگاه گوارش افزایش می‌یابد تا نیاز آن برای فعالیت بیشتر تأمین شود و مواد مغذی جذب شده، به کبد منتقل شوند. در کبد، از مواد جذب شده، گلیکوژن و پروتئین ساخته می‌شود و موادی مانند آهن و برخی ویتامین‌ها نیز در آن ذخیره می‌شوند.



شکل ۱۵- سیاهرگ باب و فوق کبدی

### تنظیم فرایندهای گوارشی

دستگاه گوارش یک مرحله خاموشی نسبی (فاصله بین خوردن وعده‌های غذایی) و یک مرحله فعالیت شدید (بعد از ورود غذا) دارد. این دستگاه باید به ورود غذا پاسخ مناسبی بدهد؛ یعنی شیره‌های گوارشی به موقع و به اندازه کافی ترشح و حرکات لوله گوارش به موقع انجام شوند تا غذا را با شیره‌ها مخلوط کند و در طول لوله با سرعت مناسب حرکت دهد. فعالیت بخش‌های دیگر بدن از جمله گردش خون نیز باید با فعالیت دستگاه گوارش هماهنگ باشد. فعالیت دستگاه گوارش را مانند بخش‌های دیگر بدن، دستگاه‌های عصبی و هورمونی تنظیم می‌کنند.



شکل ۱۶- شبکه‌های باخته‌های عصبی لوله گوارش در زیر مخاط و لایه ماهیچه‌ای

تنظیم عصبی دستگاه گوارش را بخشی از دستگاه عصبی به نام **دستگاه عصبی خودمختار** انجام می‌دهد. فعالیت این دستگاه، ناخودآگاه است؛ مثلاً وقتی به غذا فکر می‌کنیم، بزاق ترشح می‌شود. با فعالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق ترشح می‌شود. دیدن غذا و بوی آن نیز باعث افزایش ترشح بزاق می‌شوند. انجام فعالیت‌های گوارشی با فعالیت‌های بخش‌های دیگر بدن نیز باید هماهنگ شود. مثلاً هنگام بلع و عبور غذا از حلق، مرکز بلع در بصل‌التخاج، فعالیت مرکز تنفس را که در نزدیک آن قرار دارد، مهار می‌کند؛ در نتیجه، نای بسته و تنفس برای زمانی کوتاه، متوقف می‌شود. همان‌طور که در ساختار لوله گوارش دیدیم، در دیواره این لوله (از مری تا مخرج) شبکه‌های باخته‌های عصبی، وجود دارند (شکل ۱۶). این شبکه‌ها که **شبکه‌های عصبی روده‌ای** نامیده می‌شوند، تحرک و ترشح را در لوله گوارش، تنظیم می‌کنند. شبکه‌های عصبی روده‌ای می‌توانند مستقل از دستگاه عصبی خودمختار، فعالیت کنند. اما دستگاه عصبی خودمختار با آنها ارتباط دارد و بر عملکرد آنها تأثیر می‌گذارد.

### بیشتر بدانید

**سکرترین** به معنی ماده ترشح شده است. سکرترین نخستین هورمون کشف شده است. **گاسترین**: گاستر وازه‌ای یونانی به معنی معده است و گاسترین به معنای ماده‌ای است که معده آن را ترشح می‌کند.

### وزن مناسب

در بخش‌های مختلف معده و روده، یاخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند. این هورمون‌ها به خون می‌ریزند و همراه با دستگاه عصبی، فعالیت‌های دستگاه گوارش را تنظیم می‌کنند. **سکرترین** و **گاسترین** از این هورمون‌ها هستند. سکرترین، از دوازدهه به خون ترشح می‌شود و با اثر بر لوزالمعده موجب می‌شود ترشح بیکربنات افزایش یابد. گاسترین از معده ترشح و باعث افزایش ترشح اسید معده و پپسینوزن می‌شود.

از دلایل چاقی در جوامع امروزی، استفاده از غذاهای پر انرژی (غذاهای پرچرب و شیرین)، عوامل روانی مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش و شیوه زندگی کم تحرک است. البته چاقی در برخی از افراد به زن‌ها مربوط است. چاقی، سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت نوع ۲، انواعی از سرطان، تنگ شدن سرخرگ‌ها، سکتة قلبی و مغزی را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، افرادی که کمتر از نیاز غذا می‌خورند و در نتیجه، لاغر می‌شوند؛ به علت کاهش دریافت مواد مغذی دچار مشکلاتی مانند کم‌خونی و کاهش استحکام استخوان‌ها می‌شوند. تبلیغات و فشار اجتماعی در تمایل افراد به کاهش وزن بیش از حد نقش دارد. برای تعیین وزن مناسب، از شاخص توده بدنی استفاده می‌کنند. این شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{جرم (Kg)} = \frac{\text{شاخص توده بدنی}}{\text{مربع قد (m}^2\text{)}}$$

شاخص توده بدنی کمتر از ۱۹، نشان‌دهنده کمبود وزن و بیشتر از ۳۰ به معنی چاقی است. اگر این شاخص بین ۱۹ تا ۲۵ باشد، نشان‌دهنده وزن مناسب و بین ۲۵ تا ۳۰ به معنی داشتن وزن اضافه است.

تعیین وزن مناسب بر اساس شاخص توده بدنی برای افراد بیشتر از بیست سال است. از آنجا که افراد کمتر از بیست سال در سن رشد قرار دارند، برای بررسی مناسب بودن وزن این افراد، شاخص توده بدنی آنها را با افراد هم سن و هم جنس، مقایسه می‌کنند. البته وزن هر فرد به تراکم استخوان، مقدار بافت ماهیچه و چربی بدن او بستگی دارد. بنابراین فقط افراد متخصص می‌توانند درباره مناسب بودن وزن فرد، قضاوت کنند.

### فعالیت ۶

ذخیره بیش از اندازه چربی در کبد موجب بیماری «کبد چرب» می‌شود. چگونه می‌توان از این بیماری پیشگیری کرد؟ در این باره اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به کلاس ارائه دهید.

### بیشتر بدانید

**سکرترین** به معنی ماده ترشح شده است. سکرترین نخستین هورمون کشف شده است. **گاسترین**: گاستر وازه‌ای یونانی به معنی معده است و گاسترین به معنای ماده‌ای است که معده آن را ترشح می‌کند.

### وزن مناسب

در بخش‌های مختلف معده و روده، یاخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند. این هورمون‌ها به خون می‌ریزند و همراه با دستگاه عصبی، فعالیت‌های دستگاه گوارش را تنظیم می‌کنند. **سکرترین** و **گاسترین** از این هورمون‌ها هستند. سکرترین، از دوازدهه به خون ترشح می‌شود و با اثر بر لوزالمعده موجب می‌شود ترشح بیکربنات افزایش یابد. گاسترین از معده ترشح و باعث افزایش ترشح اسید معده و پپسینوزن می‌شود.

از دلایل چاقی در جوامع امروزی، استفاده از غذاهای پر انرژی (غذاهای پرچرب و شیرین)، عوامل روانی مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش و شیوه زندگی کم تحرک است. البته چاقی در برخی از افراد به زن‌ها مربوط است. چاقی، سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت نوع ۲، انواعی از سرطان، تنگ شدن سرخرگ‌ها، سکتة قلبی و مغزی را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، افرادی که کمتر از نیاز غذا می‌خورند و در نتیجه، لاغر می‌شوند؛ به علت کاهش دریافت مواد مغذی دچار مشکلاتی مانند کم‌خونی و کاهش استحکام استخوان‌ها می‌شوند. تبلیغات و فشار اجتماعی در تمایل افراد به کاهش وزن بیش از حد نقش دارد. برای تعیین وزن مناسب، از شاخص توده بدنی استفاده می‌کنند. این شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{جرم (Kg)} = \frac{\text{شاخص توده بدنی}}{\text{مربع قد (m}^2\text{)}}$$

شاخص توده بدنی کمتر از ۱۹، نشان‌دهنده کمبود وزن و بیشتر از ۳۰ به معنی چاقی است. اگر این شاخص بین ۱۹ تا ۲۵ باشد، نشان‌دهنده وزن مناسب و بین ۲۵ تا ۳۰ به معنی داشتن وزن اضافه است.

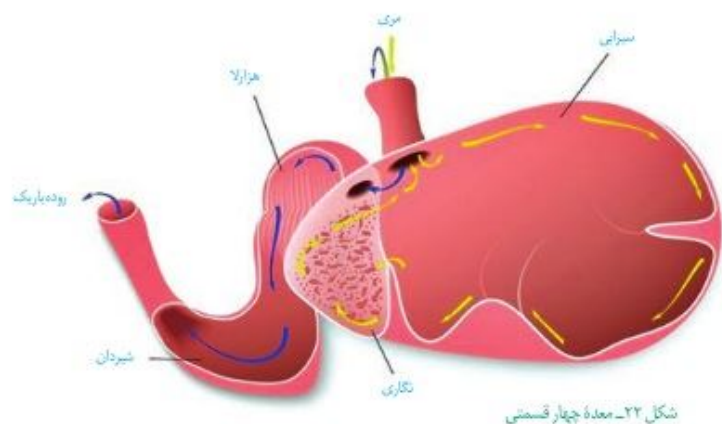
تعیین وزن مناسب بر اساس شاخص توده بدنی برای افراد بیشتر از بیست سال است. از آنجا که افراد کمتر از بیست سال در سن رشد قرار دارند، برای بررسی مناسب بودن وزن این افراد، شاخص توده بدنی آنها را با افراد هم سن و هم جنس، مقایسه می‌کنند. البته وزن هر فرد به تراکم استخوان، مقدار بافت ماهیچه و چربی بدن او بستگی دارد. بنابراین فقط افراد متخصص می‌توانند درباره مناسب بودن وزن فرد، قضاوت کنند.

### فعالیت

ذخیره بیش از اندازه چربی در کبد موجب بیماری «کبد چرب» می‌شود. چگونه می‌توان از این بیماری پیشگیری کرد؟ در این باره اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به کلاس ارائه دهید.

پستانداران نشخوارکننده، نظیر گاو و گوسفند، معده چهار قسمتی دارند (شکل ۲۲). در این جانوران، معده، شامل کیسه بزرگی به نام **سیرابی**؛ بخشی به نام **نگاری**؛ یک اتاقک لایه لایه به نام **هزارلا** و معده واقعی یا **شیردان** است. این جانوران به سرعت غذا می‌خورند تا در فرصت مناسب یا مکانی امن، غذا را با نشخوارکردن به دهان برگردانند و بچوند. ابتدا غذای نیمه جویده بلعیده و وارد سیرابی می‌شود و در آنجا به کمک میکروب‌ها تا حدی گوارش می‌یابد. در نشخوارکنندگان، وجود میکروب‌ها برای گوارش سلولز ضروری است. سلولز مقدار زیادی انرژی دارد ولی اغلب جانوران فاقد توانایی تولید آنزیم لازم برای گوارش آن هستند.

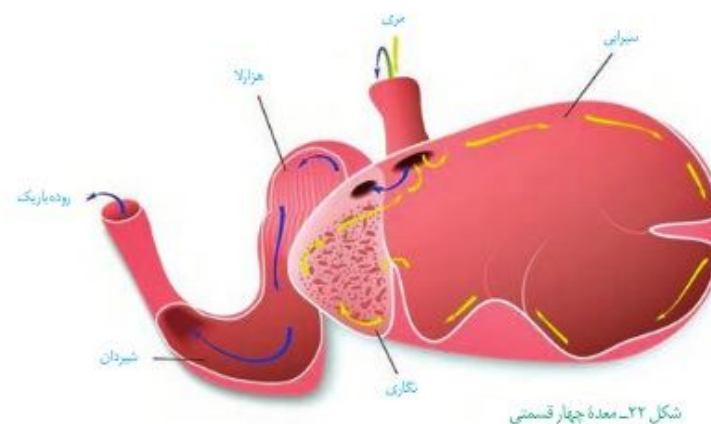
توده‌های غذا سپس به نگاری وارد و به دهان برمی‌گردند. در این زمان غذا به طور کامل، جویده و دوباره به سیرابی وارد می‌شود؛ بیشتر حالت مایع پیدا می‌کند و سپس به نگاری جریان می‌یابد. مواد از آنجا به هزارلا رفته، تا حدودی آبیگری و سرانجام به شیردان وارد می‌شوند. در این محل آنزیم‌های گوارشی وارد عمل می‌شوند و گوارش ادامه پیدا می‌کند (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- معده چهار قسمتی

پستانداران نشخوارکننده، نظیر گاو و گوسفند، معده چهار قسمتی دارند (شکل ۲۲). در این جانوران، معده، شامل کیسه بزرگی به نام **سیرابی**؛ بخشی به نام **نگاری**؛ یک اتاقک لایه لایه به نام **هزارلا** و معده واقعی یا **شیردان** است. این جانوران به سرعت غذا می‌خورند تا در فرصت مناسب یا مکانی امن، غذا را با نشخوارکردن به دهان برگردانند و بچوند. ابتدا غذای نیمه جویده بلعیده و وارد سیرابی می‌شود و در آنجا به کمک میکروب‌ها تا حدی گوارش می‌یابد. در نشخوارکنندگان، وجود میکروب‌ها برای گوارش سلولز ضروری است. سلولز مقدار زیادی انرژی دارد ولی اغلب جانوران فاقد توانایی تولید آنزیم لازم برای گوارش آن هستند.

توده‌های غذا سپس به نگاری وارد و به دهان برمی‌گردند. در این زمان غذا به طور کامل، جویده و دوباره به سیرابی وارد می‌شود؛ بیشتر حالت مایع پیدا می‌کند و سپس به نگاری جریان می‌یابد. مواد از آنجا به هزارلا رفته، تا حدودی آبیگری و سرانجام به شیردان وارد می‌شوند. در این محل آنزیم‌های گوارشی وارد عمل می‌شوند و گوارش ادامه پیدا می‌کند (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- معده چهار قسمتی

**فعالیت**  
درباره ارتباط بین گوارش نشخوارکنندگان با گرم شدن کره زمین اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

**فعالیت ۷**  
درباره ارتباط بین گوارش نشخوارکنندگان با گرم شدن کره زمین اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

### فعالیت ۱

#### آیا هوای دمی با هوای بازدمی متفاوت است؟

پژوهش‌های دانشمندان در ابتدا، وجود سه گاز نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید را در هوا نشان داد. در این آزمایش، هوای دمی و بازدمی را از نظر مقدار نسبی کربن دی‌اکسید بررسی می‌کنیم. اما چگونه می‌توان مقدار کربن دی‌اکسید را در هوا تشخیص داد؟

برای انجام این آزمایش می‌توان از محلول آب آهک (بی‌رنگ) یا برم تیمول بلو رقیق (آبی‌رنگ) که معرف کربن دی‌اکسید هستند استفاده کرد. با دمیدن کربن دی‌اکسید به درون این محلول‌ها، آب آهک شیری‌رنگ و برم تیمول بلو، زرد رنگ می‌شود.

- دستگاه را مطابق شکل سوار کنید. انتهای لوله بلند را درون محلول و انتهای لوله کوتاه را در بالای محلول قرار دهید.
- به آرامی از طریق لوله مرکزی، عمل دم و بازدم را انجام دهید. در هنگام دم، در کدام ظرف، حباب‌ها مشاهده می‌شود؟ هنگام بازدم چطور؟
- دم و بازدم را ادامه دهید تا رنگ معرف در یکی از طرف‌ها تغییر کند. آن را یادداشت کنید.

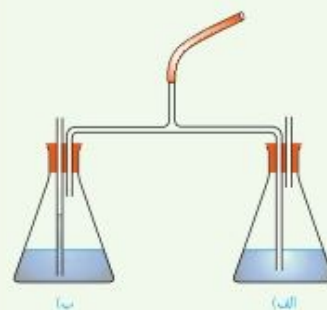
۴- چند دقیقه دیگر نیز به دم و بازدم ادامه دهید و تغییرات بعدی رنگ را در هر دو ظرف مشاهده، و یادداشت کنید.

۵- اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) چرا هوای دمی، به یک طرف و هوای بازدمی، به طرف دیگر وارد می‌شود؟

ب) نخست در کدام ظرف تغییر رنگ مشاهده کردید؟

پ) آیا معرف در هر دو ظرف سرانجام تغییر رنگ داد؟ این موضوع چه چیزی را برای ما روشن می‌کند؟



### فعالیت

#### آیا هوای دمی با هوای بازدمی متفاوت است؟

پژوهش‌های دانشمندان در ابتدا، وجود سه گاز نیتروژن، اکسیژن و کربن دی‌اکسید را در هوا نشان داد. در این آزمایش، هوای دمی و بازدمی را از نظر مقدار نسبی کربن دی‌اکسید بررسی می‌کنیم. اما چگونه می‌توان مقدار کربن دی‌اکسید را در هوا تشخیص داد؟

برای انجام این آزمایش می‌توان از محلول آب آهک (بی‌رنگ) یا برم تیمول بلو رقیق (آبی‌رنگ) که معرف کربن دی‌اکسید هستند استفاده کرد. با دمیدن کربن دی‌اکسید به درون این محلول‌ها، آب آهک شیری‌رنگ و برم تیمول بلو، زرد رنگ می‌شود.

- دستگاه را مطابق شکل سوار کنید. انتهای لوله بلند را درون محلول و انتهای لوله کوتاه را در بالای محلول قرار دهید.
- به آرامی از طریق لوله مرکزی، عمل دم و بازدم را انجام دهید. در هنگام دم، در کدام ظرف، حباب‌ها مشاهده می‌شود؟ هنگام بازدم چطور؟
- دم و بازدم را ادامه دهید تا رنگ معرف در یکی از طرف‌ها تغییر کند. آن را یادداشت کنید.

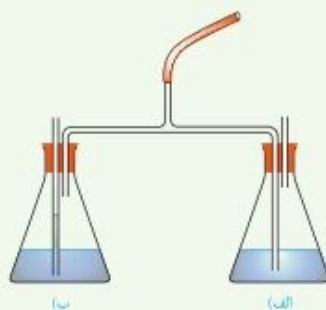
۴- چند دقیقه دیگر نیز به دم و بازدم ادامه دهید و تغییرات بعدی رنگ را در هر دو ظرف مشاهده، و یادداشت کنید.

۵- اکنون به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) چرا هوای دمی، به یک طرف و هوای بازدمی، به طرف دیگر وارد می‌شود؟

ب) نخست در کدام ظرف تغییر رنگ مشاهده کردید؟

پ) آیا معرف در هر دو ظرف سرانجام تغییر رنگ داد؟ این موضوع چه چیزی را برای ما روشن می‌کند؟



### بخش‌های عملکردی دستگاه تنفس

از نظر عملکردی، می‌توان دستگاه تنفس را به دو بخش اصلی به نام‌های بخش هادی و بخش مبادله‌ای تقسیم کرد.

#### بخش هادی

بخش هادی، از مجاری تنفسی‌ای تشکیل شده است که هوا را به درون و بیرون دستگاه تنفسی هدایت می‌کنند و آن را از ناخالصی‌ها، مثل میکروب‌های بیماری‌زا و ذرات گرد و غبار، پاک‌سازی و نیز، گرم و مرطوب می‌کنند تا برای مبادله گازها با خون آماده شود. از بینی تا نایزک انتهایی به بخش هادی تعلق دارد.

ابتدای مسیر ورود هوا در بینی، از پوست نازکی پوشیده شده است که موهای آن، مانعی در برابر ورود ناخالصی‌های هوا ایجاد می‌کند. با پایان یافتن این پوست، مخاط مزکدار در بینی آغاز می‌شود که در سراسر مجاری هادی ادامه پیدا می‌کند. این مخاط، باخته‌های مزکدار فراوان و ترشحات

#### بیشتر بدانید

عوامل مختلفی بر عملکرد باخته‌های مزکدار اثر می‌گذارند. هوای خیلی سرد، حرکت مزک‌های لایه مخاطی را کند می‌کند. دود سیگار و قلیان و بعضی از آلاینده‌های شیمیایی موجود در هوا، باعث مرگ باخته‌های مزکدار می‌شوند.

### بخش‌های عملکردی دستگاه تنفس

از نظر عملکردی، می‌توان دستگاه تنفس را به دو بخش اصلی به نام‌های بخش هادی و بخش مبادله‌ای تقسیم کرد.

#### بخش هادی

بخش هادی، از مجاری تنفسی‌ای تشکیل شده است که هوا را به درون و بیرون دستگاه تنفسی هدایت می‌کنند و آن را از ناخالصی‌ها، مثل میکروب‌های بیماری‌زا و ذرات گرد و غبار، پاک‌سازی و نیز، گرم و مرطوب می‌کنند تا برای مبادله گازها با خون آماده شود. از بینی تا نایزک انتهایی به بخش هادی تعلق دارد.

ابتدای مسیر ورود هوا در بینی، از پوست نازکی پوشیده شده است که موهای آن، مانعی در برابر ورود ناخالصی‌های هوا ایجاد می‌کند. با پایان یافتن این پوست، مخاط مزکدار در بینی آغاز می‌شود که در سراسر مجاری هادی ادامه پیدا می‌کند. این مخاط، باخته‌های مزکدار فراوان و ترشحات

#### بیشتر بدانید

عوامل مختلفی بر عملکرد باخته‌های مزکدار اثر می‌گذارند. هوای خیلی سرد، حرکت مزک‌های لایه مخاطی را کند می‌کند. دود سیگار و قلیان و بعضی از آلاینده‌های شیمیایی موجود در هوا، باعث مرگ باخته‌های مزکدار می‌شوند.

مخاطی دارد. در این ترشحات مواد ضد میکروبی وجود دارد. (شکل ۲).

ترشحات مخاطی، ناخالصی‌های هوا را ضمن عبور به دام می‌اندازد. مزگ‌ها با حرکت ضربانی خود، ترشحات مخاطی و ناخالصی‌های به دام افتاده در آن را به سوی حلق می‌رانند. در آنجا یا به دستگاه گوارش وارد شده، شیرهٔ معده آنها را نابود می‌کند یا به خارج از بدن هدایت می‌شوند.

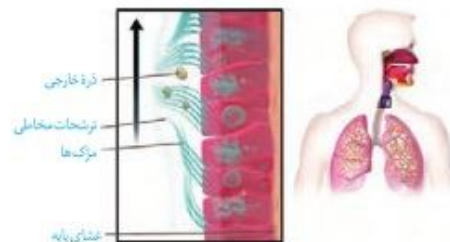
ترشحات مخاطی، هوا را مرطوب می‌کنند. مرطوب کردن هوا برای تبادل گازها ضرورت دارد. گازهای تنفسی تنها در صورتی که محلول در آب باشند، می‌توانند بین شش‌ها و خون مبادله شوند.

در بینی، شبکه‌ای وسیع از رگ‌هایی با دیوارهٔ نازک وجود دارد که هوا را گرم می‌کند. این شبکه به سطح درونی بینی بسیار نزدیک است، بنابراین آسیب‌پذیری بیشتری دارد و آسان‌تر از دیگر نقاط، دچار خون‌ریزی می‌شود.

هوا با عبور از بینی، دهان، یا هر دو، به حلق وارد می‌شود (شکل ۳). حلق، گذرگاهی ماهیچه‌ای است که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهای حلق به یک دو راهی ختم می‌شود. در این دوراهی، حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد.

حنجره در بالای نای واقع است و در تنفس، دو کار مهم انجام می‌دهد. یکی آنکه دیوارهٔ غضروفی آن، مجرای عبور هوا را باز نگه می‌دارد و دیگر آنکه در پوشی به نام **برچاکنای (اپی‌گلوت)** دارد که مانع ورود غذا به مجرای تنفسی می‌شود.

دیوارهٔ نای، حلقه‌های غضروفی شبیه به نعل اسب یا حرف C دارد که مجرای نای را همیشه باز نگه می‌دارند (شکل ۴). دهانهٔ غضروف (دهانهٔ حرف C) به سمت مری قرار دارد. در نتیجه حرکت لقمه‌های بزرگ غذا در مری با مانعی روبه‌رو نمی‌شود. ساختار دیوارهٔ نای در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۲- در مخاط نای سلول‌های استوانه‌ای مزگ‌دار قرار دارند.

### واژه شناسی

#### برچاکنای

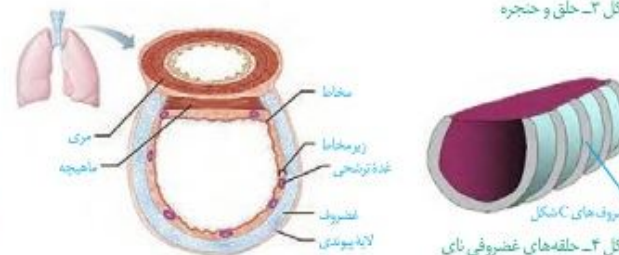
#### (اپی‌گلوت / Epiglottis)

اپی‌گلوت زبانه‌ای است که در بالای حنجره قرار دارد و مانع ورود غذا به نای می‌شود. چاکنای به معنای شکاف میان تارهای صوتی است که در حنجره وجود دارد. اپی‌گلوت در پیچه‌ای است که این شکاف را می‌پوشاند. پس برچاکنای به معنای پوشاننده چاکنای همان معنی را می‌دهد که در آن بر به معنای بالا و رو به کار رفته است.



شکل ۳- حلق و حنجره

شکل ۵- ساختار بافتی دیوارهٔ نای. دیوارهٔ نای از بیرون به درون شامل چهار لایه است:  
۱- بیوتندی  
۲- غضروفی ماهیچه‌ای  
۳- زیر مخاط  
۴- مخاط



شکل ۴- حلقه‌های غضروفی نای

مخاطی دارد. در این ترشحات مواد ضد میکروبی وجود دارد. (شکل ۲).

ترشحات مخاطی، ناخالصی‌های هوا را ضمن عبور به دام می‌اندازد. مزگ‌ها با حرکت ضربانی خود، ترشحات مخاطی و ناخالصی‌های به دام افتاده در آن را به سوی حلق می‌رانند. در آنجا یا به دستگاه گوارش وارد شده، شیرهٔ معده آنها را نابود می‌کند یا به خارج از بدن هدایت می‌شوند.

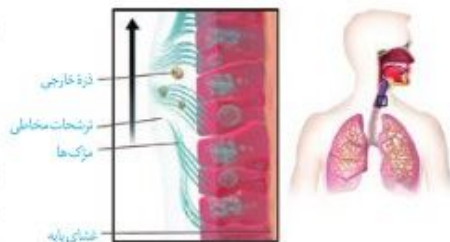
ترشحات مخاطی، هوا را مرطوب می‌کنند. مرطوب کردن هوا برای تبادل گازها ضرورت دارد. گازهای تنفسی تنها در صورتی که محلول در آب باشند، می‌توانند بین شش‌ها و خون مبادله شوند.

در بینی، شبکه‌ای وسیع از رگ‌هایی با دیوارهٔ نازک وجود دارد که هوا را گرم می‌کند. این شبکه به سطح درونی بینی بسیار نزدیک است، بنابراین آسیب‌پذیری بیشتری دارد و آسان‌تر از دیگر نقاط، دچار خون‌ریزی می‌شود.

هوا با عبور از بینی، دهان، یا هر دو، به حلق وارد می‌شود (شکل ۳). حلق، گذرگاهی ماهیچه‌ای است که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهای حلق به یک دو راهی ختم می‌شود. در این دوراهی، حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد.

حنجره در بالای نای واقع است و در تنفس، دو کار مهم انجام می‌دهد. یکی آنکه دیوارهٔ غضروفی آن، مجرای عبور هوا را باز نگه می‌دارد و دیگر آنکه در پوشی به نام **برچاکنای (اپی‌گلوت)** دارد که مانع ورود غذا به مجرای تنفسی می‌شود.

دیوارهٔ نای، حلقه‌های غضروفی شبیه به نعل اسب یا حرف C دارد که مجرای نای را همیشه باز نگه می‌دارند (شکل ۴). دهانهٔ غضروف (دهانهٔ حرف C) به سمت مری قرار دارد. در نتیجه حرکت لقمه‌های بزرگ غذا در مری با مانعی روبه‌رو نمی‌شود. ساختار دیوارهٔ نای در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۲- در مخاط نای سلول‌های استوانه‌ای مزگ‌دار قرار دارند.

### واژه شناسی

#### برچاکنای

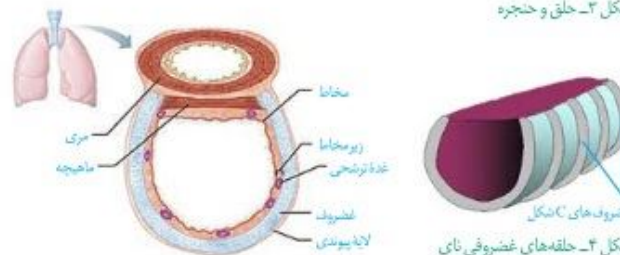
#### (اپی‌گلوت / Epiglottis)

اپی‌گلوت زبانه‌ای است که در بالای حنجره قرار دارد و مانع ورود غذا به نای می‌شود. چاکنای به معنای شکاف میان تارهای صوتی است که در حنجره وجود دارد. اپی‌گلوت در پیچه‌ای است که این شکاف را می‌پوشاند. پس برچاکنای به معنای پوشاننده چاکنای همان معنی را می‌دهد که در آن بر به معنای بالا و رو به کار رفته است.

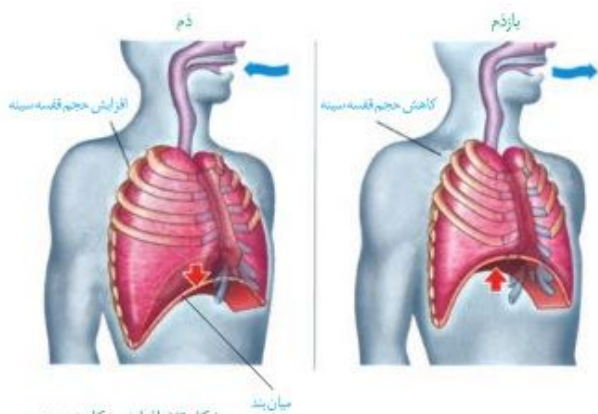


شکل ۳- حلق و حنجره

شکل ۵- ساختار بافتی دیوارهٔ نای. دیوارهٔ نای از بیرون به درون شامل چهار لایه است:  
۱- بیوتندی  
۲- غضروفی ماهیچه‌ای  
۳- زیر مخاط  
۴- مخاط



شکل ۴- حلقه‌های غضروفی نای

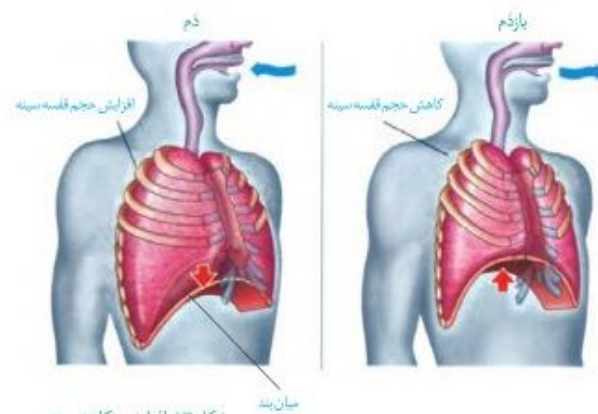


شکل ۱۳- افزایش و کاهش حجم قفسه سینه در دم و بازدم عادی

دم، فرایندی است که در نتیجه افزایش حجم قفسه سینه رخ می‌دهد. در این رویداد، دو عامل دخالت دارد. اول، ماهیچه میان‌بند که در حالت استراحت، گنبدی شکل است، اما وقتی منقبض می‌شود، به حالت مسطح در می‌آید. دوم، انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی که دنده‌ها را به سمت بالا و جلو جابه‌جا می‌کند و جناغ را به جلو می‌راند (شکل ۱۳). در تنفس آرام و

طبیعی، میان‌بند نقش اصلی را بر عهده دارد. در دم عمیق، انقباض ماهیچه‌های ناحیه گردن نیز، به افزایش حجم قفسه سینه کمک می‌کند.

با به استراحت در آمدن ماهیچه میان‌بند و ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی، و بر اثر ویژگی کشسانی شش‌ها، حجم قفسه سینه و در نتیجه، حجم شش‌ها کاهش می‌یابد و هوای درون آنها به بیرون رانده می‌شود. در بازدم عمیق، انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای داخلی و نیز ماهیچه‌های شکمی، به کاهش حجم قفسه سینه کمک می‌کند.



شکل ۱۳- افزایش و کاهش حجم قفسه سینه در دم و بازدم عادی

دم، فرایندی است که در نتیجه افزایش حجم قفسه سینه رخ می‌دهد. در این رویداد، دو عامل دخالت دارد. اول، ماهیچه میان‌بند که در حالت استراحت، گنبدی شکل است، اما وقتی منقبض می‌شود، به حالت مسطح در می‌آید. دوم، انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی که دنده‌ها را به سمت بالا و جلو جابه‌جا می‌کند و جناغ را به جلو می‌راند (شکل ۱۳). در تنفس آرام و طبیعی، میان‌بند نقش اصلی را بر عهده دارد. در دم عمیق، انقباض ماهیچه‌های ناحیه گردن نیز، به افزایش حجم قفسه سینه کمک می‌کند.

با به استراحت در آمدن ماهیچه میان‌بند و ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی، و بر اثر ویژگی کشسانی شش‌ها، حجم قفسه سینه و در نتیجه، حجم شش‌ها کاهش می‌یابد و هوای درون آنها به بیرون رانده می‌شود. در بازدم عمیق، انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای داخلی و نیز ماهیچه‌های شکمی، به کاهش حجم قفسه سینه کمک می‌کند.

### فعالیت

#### تشریح شش گوسفند

۱- ویژگی ظاهری: شش به علت دارا بودن کیسه‌های حیابکی فراوان، حالتی اسفنج گونه دارد. شش

راست از شش چپ بزرگتر است. شش راست از سه قسمت یا لپ (لوب) و شش چپ از دو قسمت تشکیل شده است.

۲- تشخیص شش راست و چپ: اگر در نمونه‌ای که تهیه کرده‌اید مری نیز وجود دارد، به محل قرارگیری آن توجه کنید. نای در جلو و مری در پشت قرار گرفته است و به این ترتیب می‌توانید سطح جلویی و پشتی نای و شش‌ها (و در نتیجه راست و چپ آنها) را نیز مشخص کنید.

مری را جدا کنید. برای تشخیص سطح جلویی و پشتی نای در حالتی که مری از آن جدا شده است، کافی است به یاد داشته باشید که غضروف‌های نای C شکل اند. این وضعیت باعث می‌شود که در نای، قسمت دهانه حرف C از سایر قسمت‌ها نرم‌تر باشد. با لمس کردن، این قسمت را پیدا کنید.



### فعالیت ۲

#### تشریح شش گوسفند

۱- ویژگی ظاهری: شش به علت دارا بودن کیسه‌های حیابکی فراوان، حالتی اسفنج گونه دارد. شش

راست از شش چپ بزرگتر است. شش راست از سه قسمت یا لپ (لوب) و شش چپ از دو قسمت تشکیل شده است.

۲- تشخیص شش راست و چپ: اگر در نمونه‌ای که تهیه کرده‌اید مری نیز وجود دارد، به محل قرارگیری آن توجه کنید. نای در جلو و مری در پشت قرار گرفته است و به این ترتیب می‌توانید سطح جلویی و پشتی نای و شش‌ها (و در نتیجه راست و چپ آنها) را نیز مشخص کنید.

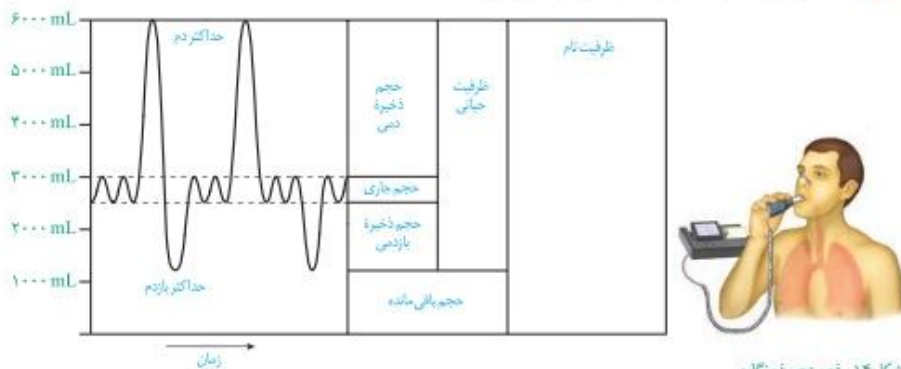
مری را جدا کنید. برای تشخیص سطح جلویی و پشتی نای در حالتی که مری از آن جدا شده است، کافی است به یاد داشته باشید که غضروف‌های نای C شکل اند. این وضعیت باعث می‌شود که در نای، قسمت دهانه حرف C از سایر قسمت‌ها نرم‌تر باشد. با لمس کردن، این قسمت را پیدا کنید.



باید توجه کرد که بخشی از هوای دمی در بخش هادی دستگاه تنفس می ماند و به بخش مبادله ای نمی رسد. به این هوا که در حدود ۱۵۰ میلی لیتر است، هوای مرده می گویند. مقدار حجم ها در فرد سالم، به سن و جنسیت او بستگی دارد.

### ظرفیت های تنفسی

ظرفیت تنفسی، مجموع دو یا چند حجم تنفسی است. ظرفیت حیاتی مقدار هوایی است که پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق می توان از شش ها خارج کرد و برابر با مجموع حجم های جاری، ذخیره دمی و ذخیره بازدمی است. ظرفیت تام، حداکثر مقدار هوایی است که شش ها می توانند در خود جای دهند و برابر است با مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقی مانده.

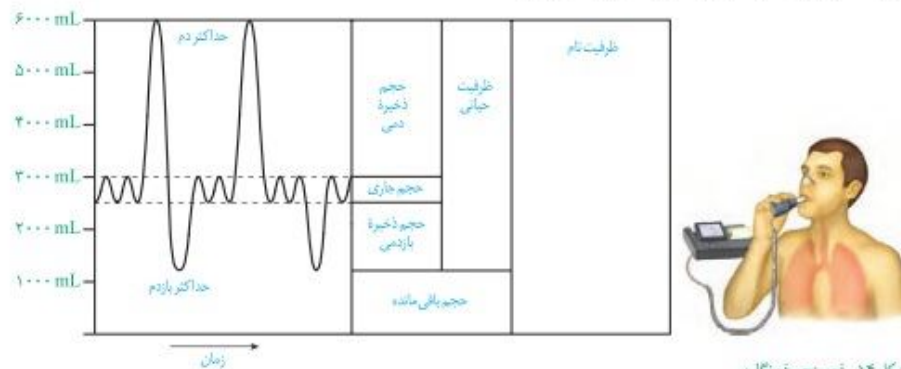


شکل ۱۴- دم سنج و دم نگاره

باید توجه کرد که بخشی از هوای دمی در بخش هادی دستگاه تنفس می ماند و به بخش مبادله ای نمی رسد. به این هوا که در حدود ۱۵۰ میلی لیتر است، هوای مرده می گویند. مقدار حجم ها در فرد سالم، به سن و جنسیت او بستگی دارد.

### ظرفیت های تنفسی

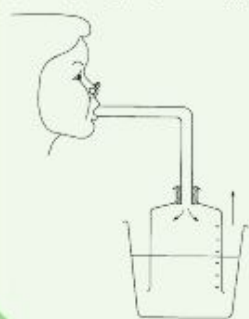
ظرفیت تنفسی، مجموع دو یا چند حجم تنفسی است. ظرفیت حیاتی مقدار هوایی است که پس از یک دم عمیق و با یک بازدم عمیق می توان از شش ها خارج کرد و برابر با مجموع حجم های جاری، ذخیره دمی و ذخیره بازدمی است. ظرفیت تام، حداکثر مقدار هوایی است که شش ها می توانند در خود جای دهند و برابر است با مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقی مانده.



شکل ۱۴- دم سنج و دم نگاره

### فعالیت

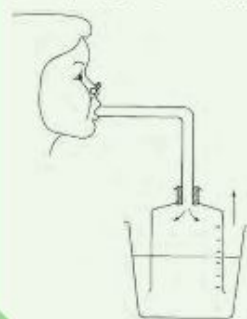
ظرفیت شش های افراد مختلف مساوی نیست. با ساختن دستگاهی مانند شکل زیر، می توانید گنجایش شش های خود و هم کلاسی هایتان را اندازه بگیرید. گنجایش ظرف وارونه، حداقل باید پنج لیتر باشد. در



- ابتدا، ظرف را از آب پر و سپس در تشت وارونه کنید.
- ابتدا نفس بسیار عمیقی بکشید و بعد تا جایی که می توانید در لوله فوت کنید. هنگام فوت کردن بینی خود را بگیرید.
- ۱- آیا عددی که در اینجا نشان داده می شود، ظرفیت واقعی شش های شماست؟ دلیل بیاورید.
- ۲- چگونه می توانید به کمک این دستگاه، مقدار هوای دم و بازدم خود را نیز اندازه بگیرید؟

### فعالیت ۳

ظرفیت شش های افراد مختلف مساوی نیست. با ساختن دستگاهی مانند شکل زیر، می توانید گنجایش شش های خود و هم کلاسی هایتان را اندازه بگیرید. گنجایش ظرف وارونه، حداقل باید پنج لیتر باشد. در



- ابتدا، ظرف را از آب پر و سپس در تشت وارونه کنید.
- ابتدا نفس بسیار عمیقی بکشید و بعد تا جایی که می توانید در لوله فوت کنید. هنگام فوت کردن بینی خود را بگیرید.
- ۱- آیا عددی که در اینجا نشان داده می شود، ظرفیت واقعی شش های شماست؟ دلیل بیاورید.
- ۲- چگونه می توانید به کمک این دستگاه، مقدار هوای دم و بازدم خود را نیز اندازه بگیرید؟

### تأمین اکسیژن و مواد مغذی قلب

خونی که از درون قلب عبور می‌کند، نمی‌تواند نیازهای تنفسی و غذایی قلب را برطرف کند. مورد نیاز قلب با رگ‌های ویژه‌ای به نام سرخرگ‌های تاجی (کرونی) که از آئورت منشعب شده‌اند، تأمین می‌شود. خونی که در این رگ‌ها جریان دارد، پس از رفع نیاز باخته‌های قلبی از طریق سیاهرگ تاجی وارد دهلیز راست می‌شود. بسته شدن سرخرگ‌های تاجی توسط لخته یا سخت شدن دیواره آنها (تصلب شرایین)، ممکن است باعث سکته قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچه قلب، اکسیژن نمی‌رسد و باخته‌های آن می‌میرند (شکل ۳).



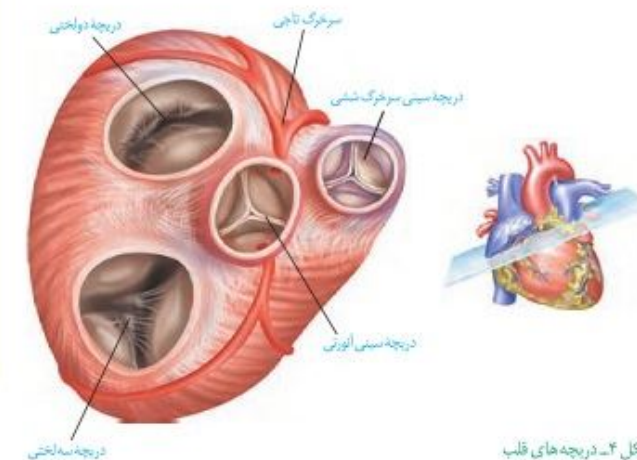
سرخرگ و سیاهرگ تاجی

شکل ۳-رگ‌های تاجی قلب

### دریچه‌های قلب

وجود دریچه‌ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث یک طرفه شدن جریان خون در آن قسمت می‌شود. در ساختار دریچه‌ها، بافت ماهیچه‌ای به کار نرفته بلکه همان بافت پوششی است که چین خورده است و دریچه‌ها را می‌سازد؛ وجود بافت پیوندی در این دریچه‌ها به استحکام آنها کمک می‌کند. ساختار خاص دریچه‌ها و تفاوت فشار در دو طرف آنها، باعث باز یا بسته شدن دریچه‌ها می‌شود.

بین دهلیز و بطن دریچه‌ای هست که در هنگام انقباض بطن؛ از بازگشت خون به دهلیز، جلوگیری می‌کند. دریچه بین دهلیز و بطن چپ را دریچه دولختی می‌گویند، زیرا از دو قطعه آویخته تشکیل شده است. بین دهلیز و بطن راست، دریچه سه‌لختی قرار دارد. در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها، دریچه‌های سیینی قرار دارند که از بازگشت خون به بطن‌ها جلوگیری می‌کنند (شکل ۴).



شکل ۴- دریچه‌های قلب

### تأمین اکسیژن و مواد مغذی قلب

خونی که از درون قلب عبور می‌کند، نمی‌تواند نیازهای تنفسی و غذایی قلب را برطرف کند. به همین دلیل ماهیچه قلب با رگ‌های ویژه‌ای به نام سرخرگ‌های تاجی (کرونی) که از آئورت منشعب شده‌اند، تغذیه می‌شود. این رگ‌ها پس از رفع نیاز باخته‌های قلبی، با هم یکی می‌شوند و به صورت سیاهرگ تاجی به دهلیز راست متصل می‌شوند. بسته شدن سرخرگ‌ها توسط لخته یا سخت شدن دیواره آنها (تصلب شرایین)، ممکن است باعث سکته قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچه قلب، اکسیژن نمی‌رسد و باخته‌های آن می‌میرند (شکل ۳).



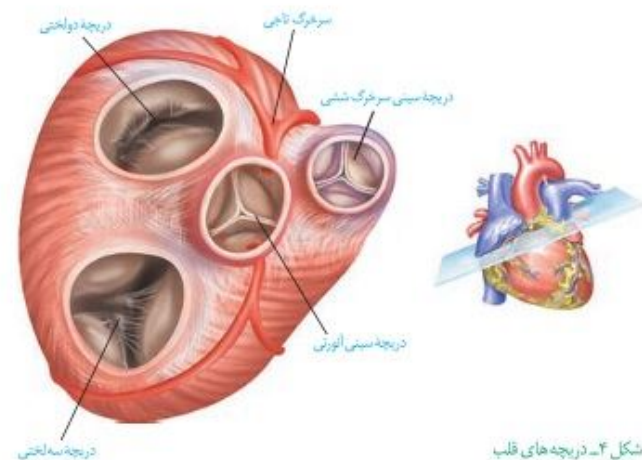
سرخرگ و سیاهرگ تاجی

شکل ۳-رگ‌های تاجی قلب

### دریچه‌های قلب

وجود دریچه‌ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث یک طرفه شدن جریان خون در آن قسمت می‌شود. در ساختار دریچه‌ها، بافت ماهیچه‌ای به کار نرفته بلکه همان بافت پوششی است که چین خورده است و دریچه‌ها را می‌سازد؛ وجود بافت پیوندی در این دریچه‌ها به استحکام آنها کمک می‌کند. ساختار خاص دریچه‌ها و تفاوت فشار در دو طرف آنها، باعث باز یا بسته شدن دریچه‌ها می‌شود.

بین دهلیز و بطن دریچه‌ای هست که در هنگام انقباض بطن؛ از بازگشت خون به دهلیز، جلوگیری می‌کند. دریچه بین دهلیز و بطن چپ را دریچه دولختی می‌گویند، زیرا از دو قطعه آویخته تشکیل شده است. بین دهلیز و بطن راست، دریچه سه‌لختی قرار دارد. در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها، دریچه‌های سیینی قرار دارند که از بازگشت خون به بطن‌ها جلوگیری می‌کنند (شکل ۴).



شکل ۴- دریچه‌های قلب

#### بیشتر بدانید

#### پژواک نگاری قلب (اکوکاردیوگرافی)

با استفاده از پژواک نگاری قلب می‌توان نمای از دیواره‌های قلبی، دریچه‌ها و ابتدای سرخرگ‌های بزرگ را به دست آورد. در این روش، از امواج صوتی ساده استفاده می‌شود و هیچ‌گونه پرتو یا موج خطرناکی به فرد انتقال پیدا نمی‌کند. در نوع ساده پژواک نگاری از زوایای مختلف قلب، تصویری ساده تهیه می‌شود. در پژواک نگاری دو بعدی تصویر با جزئیات بیشتری مشخص می‌شود و برای اندازه‌گیری اندازه قلب، اجزا و میزان کارایی آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد. پژواک نگاری دوپلر برای اندازه‌گیری سرعت جریان خون در داخل قلب و رگ‌های بزرگ، تصاویر رنگی (فرمز و آبی) ایجاد می‌کند که شاید بهترین و دقیق‌ترین روش در ارزیابی ناهنجاری‌های مادرزادی قلبی و اشکالات دریچه‌ای باشد.

### صداهای قلب

اگر گوش خود را به سمت چپ قفسه سینه کسی بچسبانید یا گوشی پزشکی را روی قفسه سینه خود یا شخصی دیگر قرار دهید، صداهای قلب را می شنوید.

**صدای اول (بوم) قوی، گنگ و طولانی تر است و به بسته شدن دریچه های دولختی و سه لختی هنگام شروع انقباض بطن ها مربوط است. صدای دوم (تاک) واضح و کوتاه تر و مربوط به بسته شدن دریچه های سینی ابتدای سرخرگ ها و همراه با شروع استراحت بطن است. متخصصان با گوش دادن دقیق به صداهای قلب و نظم آنها، از سالم بودن قلب آگاه می شوند. در برخی بیماری ها به ویژه اختلال در ساختار دریچه ها، بزرگ شدن قلب یا نقایص مادرزادی مثل کامل نشدن دیواره میانی حفره های قلب، ممکن است صداهای غیرعادی شنیده شود.**

### صداهای قلب

اگر گوش خود را به سمت چپ قفسه سینه کسی بچسبانید یا گوشی پزشکی را روی قفسه سینه خود یا شخصی دیگر قرار دهید، صداهای قلب را می شنوید.

**صدای اول (بوم) قوی، گنگ و طولانی تر است و به بسته شدن دریچه های دولختی و سه لختی هنگام شروع انقباض بطن ها مربوط است. صدای دوم (تاک) واضح و کوتاه تر و مربوط به بسته شدن دریچه های سینی ابتدای سرخرگ ها و همراه با شروع استراحت بطن است. متخصصان با گوش دادن دقیق به صداهای قلب و نظم آنها، از سالم بودن قلب آگاه می شوند. در برخی بیماری ها به ویژه اختلال در ساختار دریچه ها، بزرگ شدن قلب یا نقایص مادرزادی مثل کامل نشدن دیواره میانی حفره های قلب، ممکن است صداهای غیرعادی شنیده شود.**

### فعالیت ۱

#### تشریح قلب گوسفند



سطح شکمی قلب

**وسایل و مواد لازم:** قلب سالم گوسفند، تشنگ تشریح، قیچی، گمانه (شوند) شیاردار

**الف) مشاهده شکل ظاهری:** سطح پشتی، شکمی، چپ و راست قلب را مشخص کنید.

ضخامت دیواره قلب در بطن ها را با هم مقایسه کنید. چرا بطن چپ، دیواره قویتری دارد؟

– رگ های تاجی را مشاهده و آنها را در جلو و عقب قلب، مقایسه کنید.

– در بالای قلب، سرخرگ ها و سیاهرگ ها قابل مشاهده اند. دیواره سرخرگ ها و سیاهرگ ها را با هم مقایسه کنید.

– با وارد کردن گمانه یا مداد به داخل رگ ها و اینکه به کجا می روند، می توان آنها را از یکدیگر تمیز داد.

#### ب) مشاهده بخش های درونی قلب

– گمانه را از دهانه سرخرگ ششی به بطن راست وارد کنید. دیواره سرخرگ و بطن را در امتداد گمانه، با قیچی ببرید. با بازکردن آن، دریچه سینی، سه لختی، برآمدگی های ماهیچه ای و طناب های ارتجاعی را می توان دید.

– به همین روش، سرخرگ آئورت و بطن چپ را شکاف دهید و جزئیات بطن چپ را مشاهده کنید.

– در ابتدای سرخرگ آئورت، بالای دریچه سینی، می توانید دو ورودی سرخرگ های تاجی را ببینید.

### فعالیت

#### تشریح قلب گوسفند



سطح شکمی قلب

**وسایل و مواد لازم:** قلب سالم گوسفند، تشنگ تشریح، قیچی، گمانه (شوند) شیاردار

**الف) مشاهده شکل ظاهری:** سطح پشتی، شکمی، چپ و راست قلب را مشخص کنید.

ضخامت دیواره قلب در بطن ها را با هم مقایسه کنید. چرا بطن چپ، دیواره قویتری دارد؟

– رگ های تاجی را مشاهده و آنها را در جلو و عقب قلب، مقایسه کنید.

– در بالای قلب، سرخرگ ها و سیاهرگ ها قابل مشاهده اند. دیواره سرخرگ ها و سیاهرگ ها را با هم مقایسه کنید.

– با وارد کردن گمانه یا مداد به داخل رگ ها و اینکه به کجا می روند، می توان آنها را از یکدیگر تمیز داد.

#### ب) مشاهده بخش های درونی قلب

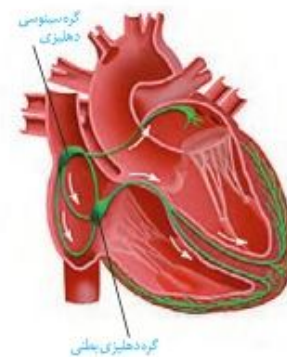
– گمانه را از دهانه سرخرگ ششی به بطن راست وارد کنید. دیواره سرخرگ و بطن را در امتداد گمانه، با قیچی ببرید. با بازکردن آن، دریچه سینی، سه لختی، برآمدگی های ماهیچه ای و طناب های ارتجاعی را می توان دید.

– به همین روش، سرخرگ آئورت و بطن چپ را شکاف دهید و جزئیات بطن چپ را مشاهده کنید.

– در ابتدای سرخرگ آئورت، بالای دریچه سینی، می توانید دو ورودی سرخرگ های تاجی را ببینید.



سطح پشتی قلب



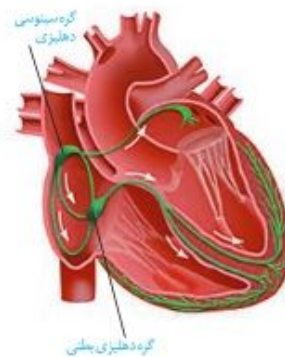
شکل ۷- شبکه هادی قلب؛ شبکه هادی به رنگ سبز نمایش داده شده است.

### شبکه هادی قلب

بعضی باخته‌های ماهیچه قلب ویژگی‌هایی دارند که آنها را برای تحریک خودبه‌خودی قلب اختصاصی کرده است. پراکندگی این باخته‌ها به صورت شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها در بین سایر باخته‌هاست که به مجموع آنها **شبکه هادی قلب** می‌گویند. باخته‌های این شبکه با دیگر باخته‌های ماهیچه قلبی ارتباط دارند. در این شبکه پیام‌های الکتریکی برای شروع انقباض ماهیچه قلبی ایجاد می‌شوند و به سرعت در همه قلب گسترش می‌یابند.

شبکه هادی قلب شامل دو گره و دسته‌هایی از تارهای تخصص یافته برای ایجاد و هدایت سریع جریان الکتریکی است. گره اول یا **گره سینوسی - دهلیزی** در دیواره پستی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد. این گره بزرگ‌تر و شروع‌کننده پیام‌های الکتریکی است. به همین دلیل به آن **پیشاهنگ** یا **ضربان ساز** می‌گویند. گره دوم یا **گره دهلیزی - بطنی** در دیواره پستی دهلیز راست، و در عقب درجه سه لختی است. ارتباط بین این دو گره از طریق **رشته‌های شبکه هادی** انجام می‌شود که جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل می‌کند. پس از گره دهلیزی بطنی رشته‌هایی از بافت هادی که در دیواره بین دو بطن وجود دارند به دو مسیر راست و چپ تقسیم می‌شوند و جریان الکتریکی را در بطن‌ها پخش می‌کنند. در نتیجه پیام الکتریکی به باخته‌های ماهیچه قلبی منتقل می‌شود و بطن‌ها به طور هم‌زمان منقبض می‌شوند (شکل ۷).

### شبکه هادی قلب



شکل ۷- شبکه هادی قلب؛ شبکه هادی به رنگ سبز نمایش داده شده است.

بعضی باخته‌های ماهیچه قلب ویژگی‌هایی دارند که آنها را برای تحریک خودبه‌خودی قلب اختصاصی کرده است. پراکندگی این باخته‌ها به صورت شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها در بین سایر باخته‌هاست که به مجموع آنها **شبکه هادی قلب** می‌گویند. باخته‌های این شبکه با دیگر باخته‌های ماهیچه قلبی ارتباط دارند. در این شبکه پیام‌های الکتریکی برای شروع انقباض ماهیچه قلبی ایجاد می‌شوند و به سرعت در همه قلب گسترش می‌یابند.

شبکه هادی قلب شامل دو گره و دسته‌هایی از تارهای تخصص یافته برای ایجاد و هدایت سریع جریان الکتریکی است. گره اول یا **گره سینوسی - دهلیزی** در دیواره پستی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد. این گره بزرگ‌تر و شروع‌کننده پیام‌های الکتریکی است. به همین دلیل به آن **پیشاهنگ** یا **ضربان ساز** می‌گویند. گره دوم یا **گره دهلیزی - بطنی** در دیواره پستی دهلیز راست، و در عقب درجه سه لختی است. ارتباط بین این دو گره از طریق **رشته‌های شبکه هادی** انجام می‌شود که جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل می‌کند. پس از گره دهلیزی بطنی رشته‌هایی از بافت هادی که در دیواره بین دو بطن وجود دارند به دو مسیر راست و چپ تقسیم می‌شوند و جریان الکتریکی را در بطن‌ها پخش می‌کنند. در نتیجه پیام الکتریکی به باخته‌های ماهیچه قلبی منتقل می‌شود و بطن‌ها به طور هم‌زمان منقبض می‌شوند (شکل ۷).

### فعالیت ۲

با توجه به شکل بافت گرهی در قلب، اهمیت دو مورد زیر را در کار قلب توضیح دهید:

- ۱- فرستادن پیام از گره دهلیزی بطنی به درون بطن، با فاصله زمانی انجام می‌شود.
- ۲- انقباض بطن‌ها از قسمت پایین آنها شروع می‌شود و به سمت بالا ادامه می‌یابد.

### فعالیت

با توجه به شکل بافت گرهی در قلب، اهمیت دو مورد زیر را در کار قلب توضیح دهید:

- ۱- فرستادن پیام از گره دهلیزی بطنی به درون بطن، با فاصله زمانی انجام می‌شود.
- ۲- انقباض بطن‌ها از قسمت پایین آنها شروع می‌شود و به سمت بالا ادامه می‌یابد.

### بیشتر بدانید

#### آزمون ورزش (تست ورزش)

یکی از راه‌های بررسی عملکرد قلب آزمون ورزش است. در این روش فعالیت راه رفتن و یا دویدن بر روی یک نقاله متحرک، شبیه‌سازی می‌شود. فشارخون و نوار قلب فرد را در این حالت اندازه‌گیری و ثبت می‌کنند. پزشک متخصص با بررسی و تفسیر نتایج به سالم بودن قلب یا وجود تنگی در رگ‌های تاجی قلب پی می‌برد و یا انجام روش‌های دیگر را توصیه می‌کند.

### چرخه ضربان قلب

قلب تقریباً در هر ثانیه، یک ضربان دارد و ممکن است در یک فرد با عمر متوسط در طول عمر، نزدیک به سه میلیارد بار منقبض شود، بدون اینکه مانند ماهیچه‌های اسکلتی بتواند استراحتی پیوسته داشته باشد.

استراحت (**دیاستول**) و انقباض (**سیستول**) قلب را، که به طور متناوب انجام می‌شود، **چرخه** یا **دوره قلبی** می‌گویند. در هر چرخه، قلب با خون سیاهرگ‌ها پر، و سپس منقبض می‌شود و خون را به سراسر بدن می‌فرستد. در هر چرخه، این مراحل دیده می‌شود (شکل ۸).

### بیشتر بدانید

#### آزمون ورزش (تست ورزش)

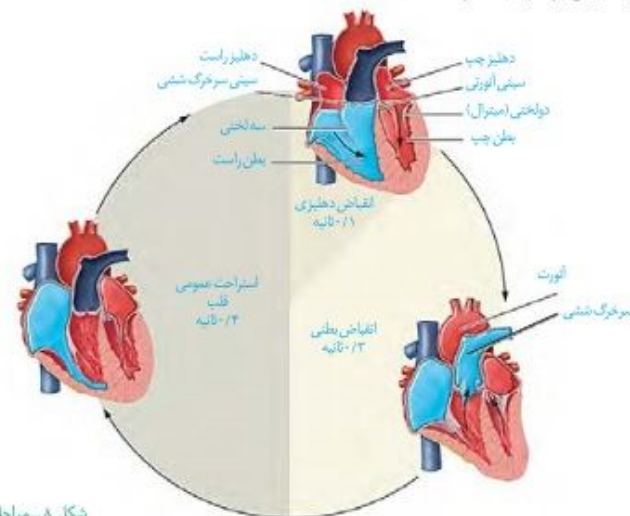
یکی از راه‌های بررسی عملکرد قلب آزمون ورزش است. در این روش فعالیت راه رفتن و یا دویدن بر روی یک نقاله متحرک، شبیه‌سازی می‌شود. فشارخون و نوار قلب فرد را در این حالت اندازه‌گیری و ثبت می‌کنند. پزشک متخصص با بررسی و تفسیر نتایج به سالم بودن قلب یا وجود تنگی در رگ‌های تاجی قلب پی می‌برد و یا انجام روش‌های دیگر را توصیه می‌کند.

### چرخه ضربان قلب

قلب تقریباً در هر ثانیه، یک ضربان دارد و ممکن است در یک فرد با عمر متوسط در طول عمر، نزدیک به سه میلیارد بار منقبض شود، بدون اینکه مانند ماهیچه‌های اسکلتی بتواند استراحتی پیوسته داشته باشد.

استراحت (**دیاستول**) و انقباض (**سیستول**) قلب را، که به طور متناوب انجام می‌شود، **چرخه** یا **دوره قلبی** می‌گویند. در هر چرخه، قلب با خون سیاهرگ‌ها پر، و سپس منقبض می‌شود و خون را به سراسر بدن می‌فرستد. در هر چرخه، این مراحل دیده می‌شود (شکل ۸).

- ۱- **استراحت عمومی:** تمام قلب در حال استراحت است. خون بزرگ سیاهرگ‌ها وارد دهلیز راست و خون سیاهرگ‌های ششی به دهلیز چپ وارد می‌شود. زمان: حدود ۰/۴ ثانیه
- ۲- **انقباض دهلیزی:** بسیار زودگذر است و انقباض دهلیزها صورت می‌گیرد و با انجام آن، بطن‌ها به طور کامل با خون پر می‌شوند. زمان: حدود ۰/۱ ثانیه
- ۳- **انقباض بطنی:** انقباض بطن‌ها صورت می‌گیرد و خون از طریق سرخرگ‌ها به همه قسمت‌های بدن ارسال می‌شود. زمان: حدود ۰/۳ ثانیه



شکل ۸ - مراحل چرخه ضربان قلب

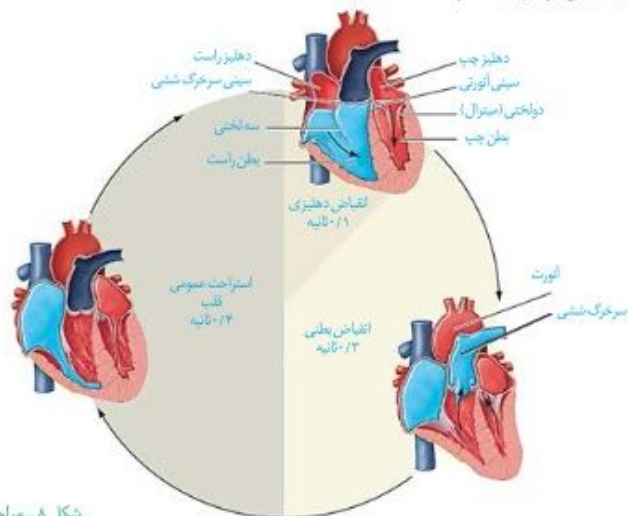
### فعالیت ۳

با توجه به چرخه ضربان قلب، به موارد زیر پاسخ دهید:  
 الف) در هر مرحله از چرخه قلبی، وضعیت درجه‌های قلبی را بررسی، و باز یا بسته‌بودن آنها را مشخص کنید.  
 ب) با توجه به زمان‌های مشخص شده در چرخه قلبی، تعداد ضربان طبیعی قلب را در دقیقه محاسبه کنید.

### برون‌ده قلبی

حجم خونی که در هر انقباض بطنی از یک بطن خارج و وارد سرخرگ می‌شود، **حجم ضربه‌ای** نامیده می‌شود. اگر این مقدار را در تعداد ضربان قلب در دقیقه ضرب کنیم، **برون‌ده قلبی** به دست می‌آید. برون‌ده قلبی متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می‌کند و عواملی مانند سوخت و ساز پایه بدن، مقدار فعالیت بدنی، سن و اندازه بدن، در آن مؤثر است. میانگین برون‌ده قلبی در بزرگسالان در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است.

- ۱- **استراحت عمومی:** تمام قلب در حال استراحت است. خون بزرگ سیاهرگ‌ها وارد دهلیز راست و خون سیاهرگ‌های ششی به دهلیز چپ وارد می‌شود. زمان: حدود ۰/۴ ثانیه
- ۲- **انقباض دهلیزی:** بسیار زودگذر است و انقباض دهلیزها صورت می‌گیرد و با انجام آن، بطن‌ها به طور کامل با خون پر می‌شوند. زمان: حدود ۰/۱ ثانیه
- ۳- **انقباض بطنی:** انقباض بطن‌ها صورت می‌گیرد و خون از طریق سرخرگ‌ها به همه قسمت‌های بدن ارسال می‌شود. زمان: حدود ۰/۳ ثانیه



شکل ۸ - مراحل چرخه ضربان قلب

### فعالیت

با توجه به چرخه ضربان قلب، به موارد زیر پاسخ دهید:  
 الف) در هر مرحله از چرخه قلبی، وضعیت درجه‌های قلبی را بررسی، و باز یا بسته‌بودن آنها را مشخص کنید.  
 ب) با توجه به زمان‌های مشخص شده در چرخه قلبی، تعداد ضربان طبیعی قلب را در دقیقه محاسبه کنید.

### برون‌ده قلبی

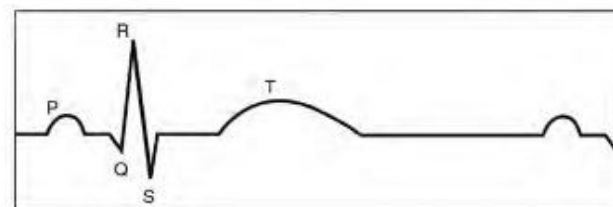
حجم خونی که در هر انقباض بطنی از یک بطن خارج و وارد سرخرگ می‌شود، **حجم ضربه‌ای** نامیده می‌شود. اگر این مقدار را در تعداد ضربان قلب در دقیقه ضرب کنیم، **برون‌ده قلبی** به دست می‌آید. برون‌ده قلبی متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می‌کند و عواملی مانند سوخت و ساز پایه بدن، مقدار فعالیت بدنی، سن و اندازه بدن، در آن مؤثر است. میانگین برون‌ده قلبی در بزرگسالان در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است.

## فعالیت ۴

گفتیم که برون‌ده قلبی در بزرگسالان، در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است. با توجه به تعداد ضربان قلب در دقیقه، حجم ضربه‌ای را بر حسب میلی لیتر محاسبه کنید.

### نوار قلب چه می‌گوید؟

شاید تا به حال نوار قلب کسی را دیده باشید. منحنی رسم شده، نشانگر چیست؟  
 یاخته‌های ماهیچه قلبی در هنگام چرخه ضربان قلب، فعالیت الکتریکی را نشان می‌دهند. جریان الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می‌توان در سطح پوست دریافت و به صورت نوار قلب ثبت کرد.  
 نوار قلب شامل سه موج P، QRS و T است (شکل ۹). فعالیت الکتریکی دهلیزها به شکل موج P و فعالیت الکتریکی بطن‌ها به شکل موج QRS ثبت می‌شود. انقباض هر یک از این بخش‌ها، اندکی پس از شروع فعالیت الکتریکی آن بخش است. موج T اندکی پیش از پایان انقباض بطن‌ها و بازگشت آنها به حالت استراحت ثبت می‌شود.  
 بررسی تغییراتی که در نوار قلب رخ می‌دهد، می‌تواند به متخصصان در تشخیص بیماری‌های قلبی کمک کند.



شکل ۹. نوار قلب

### بیشتر بدانید

#### اسکن قلب

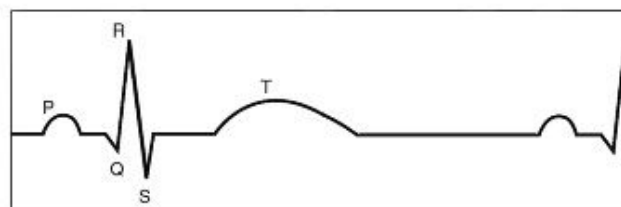
این روش برای تشخیص خون‌رسانی سرخرگ‌های تاجی قلب در دو حالت همراه با آزمون ورزش و استراحت انجام می‌شود. فرد مدتی بر روی نقاله متحرک می‌دود. سپس یک رادیودارو به یکی از سیاهرگ‌های او تزریق می‌شود. دستگاه آشکارساز پرتوهای حاصل از رادیو دارو را به صورت تصاویر رنگی ثبت می‌کند. در مرحله دوم، بدون انجام ورزش به بیمار رادیودارو تزریق و تصویربرداری انجام می‌شود. تصویرهای دو مرحله را مقایسه و تفسیر می‌کنند. در این روش، آسیب‌های قلبی و تنگی موجود در رگ‌های آن مشخص می‌شوند.

## فعالیت

گفتیم که برون‌ده قلبی در بزرگسالان، در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است. با توجه به تعداد ضربان قلب در دقیقه، حجم ضربه‌ای را بر حسب میلی لیتر محاسبه کنید.

### نوار قلب چه می‌گوید؟

شاید تا به حال نوار قلب کسی را دیده باشید. منحنی رسم شده، نشانگر چیست؟  
 یاخته‌های ماهیچه قلبی در هنگام چرخه ضربان قلب، فعالیت الکتریکی را نشان می‌دهند. جریان الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می‌توان در سطح پوست دریافت و به صورت نوار قلب ثبت کرد.  
 نوار قلب شامل سه موج P، QRS و T است (شکل ۹). فعالیت الکتریکی دهلیزها به شکل موج P و فعالیت الکتریکی بطن‌ها به شکل موج QRS ثبت می‌شود. انقباض هر یک از این بخش‌ها، اندکی پس از شروع فعالیت الکتریکی آن بخش است. موج T اندکی پیش از پایان انقباض بطن‌ها و بازگشت آنها به حالت استراحت ثبت می‌شود.  
 بررسی تغییراتی که در نوار قلب رخ می‌دهد، می‌تواند به متخصصان در تشخیص بیماری‌های قلبی کمک کند.



شکل ۹. نوار قلب

### بیشتر بدانید

#### اسکن قلب

این روش برای تشخیص خون‌رسانی سرخرگ‌های تاجی قلب در دو حالت همراه با آزمون ورزش و استراحت انجام می‌شود. فرد مدتی بر روی نقاله متحرک می‌دود. سپس یک رادیودارو به یکی از سیاهرگ‌های او تزریق می‌شود. دستگاه آشکارساز پرتوهای حاصل از رادیو دارو را به صورت تصاویر رنگی ثبت می‌کند. در مرحله دوم، بدون انجام ورزش به بیمار رادیودارو تزریق و تصویربرداری انجام می‌شود. تصویرهای دو مرحله را مقایسه و تفسیر می‌کنند. در این روش، آسیب‌های قلبی و تنگی موجود در رگ‌های آن مشخص می‌شوند.

اگرچه تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها بر اساس نیاز یافت به اکسیژن و مواد مغذی با تنگ و گشاد شدن سرخرگ‌های کوچک انجام می‌شود که قبل از مویرگ‌ها قرار دارند (شکل ۱۱).

### بیشتر بدانید

#### رگ نگاری (آنژیوگرافی)

تصویربرداری از رگ‌های اندام‌های مختلف بدن با استفاده از پرتو ایکس، رگ‌نگاری نام دارد. در این روش در قسمتی از سطح بدن که یک سرخرگ زیر آن قرار دارد، شکافی ایجاد و لوله‌ای را به درون سرخرگ وارد و به سوی رگ مورد نظر هدایت می‌کنند. سپس از طریق لوله، مادهٔ جذب‌کنندهٔ پرتو ایکس را به درون رگ تزریق و با تاباندن این پرتو، از رگ تصویربرداری می‌کنند. یکی از کاربردهای این روش، بررسی وجود تنگی در رگ‌های تاجی قلب است. پس از آن برای برطرف کردن تنگی، درون رگ بسته شده، یک بادکنک کوچک قرار می‌دهند و آن را باد می‌کنند و چند ثانیه در این حالت نگاه می‌دارند تا رگ باز شود. گاهی هم لازم است با قرار دادن یک لولهٔ مشبک فنری، از بسته شدن دوبارهٔ رگ جلوگیری کنند.

### سرخرگ‌ها

همان‌طور که می‌دانید سرخرگ‌ها خون را از قلب خارج می‌کنند و به بافت‌های بدن می‌رسانند. علاوه بر این باعث حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت آن در این رگ‌ها می‌شوند. دیوارهٔ سرخرگ قدرت کشسانی زیادی دارد. وقتی بطن منقبض می‌شود، ناگهان مقدار زیادی خون از آن به درون سرخرگ پمپ می‌شود. سرخرگ‌ها در این حالت گشاد می‌شوند تا خون رانده شده از بطن را در خود جای دهند. در هنگام استراحت بطن یعنی وقتی که دیگر خونی از قلب خارج نمی‌شود، دیوارهٔ کشسان سرخرگ‌ها به حالت اولیه باز می‌گردد و خون را با فشار به جلو می‌راند. این فشار باعث هدایت خون در رگ‌ها و پیوستگی جریان خون در هنگام استراحت قلب می‌شود. تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به صورت موقی در طول سرخرگ‌ها پیش می‌رود و به صورت نبض احساس می‌شود. در سرخرگ‌های کوچک‌تر، میزان رشته‌های کشسان، کمتر و میزان ماهیچه‌های صاف، بیشتر است. این ساختار باعث می‌شود با ورود خون، قطر این رگ‌ها تغییر زیادی نکند و در برابر جریان خون مقاومت کنند. میزان این مقاومت در زمان انقباض ماهیچه صاف دیواره، بیشتر و در هنگام استراحت، کمتر می‌شود. کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگ‌ها را تنظیم می‌کند.

**فشار خون:** بیشتر سرخرگ‌های بدن در قسمت‌های عمقی هر اندام قرار گرفته‌اند. در حالی که سیاهرگ‌ها بیشتر در سطح قرار دارند. به نظر شما مزیت آن چیست؟  
فشار خون، نیرویی است که از سوی خون بر دیوارهٔ رگ وارد می‌شود. اگر سرخرگی در بدن بریده شود، خون با سرعت زیاد از آن بیرون خواهد ریخت و بسیار خطرناک است. این خون‌ریزی، ناشی از فشار خون زیاد درون سرخرگ است. چنین فشاری برای کار طبیعی دستگاه گردش خون لازم است.

### فعالیت ۵

#### اندازه‌گیری فشار خون

دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار خون انواع زیادی دارند، از جمله عقربه‌ای و جیوه‌ای که انواع رقمی (دیجیتال) هم به آنها اضافه شده است. یکی از انواع آن را به کلاس بیابورید و با کمک معلم خود فشار خون هم کلاس‌ان را اندازه‌گیری کنید.

فشار خون را با دو عدد (مثلاً ۱۲۰ روی ۸۰) بیان می‌کنند. این دو عدد به ترتیب، معرف فشار بیشینه و فشار کمینه برحسب میلی‌متر جیوه است. فشار بیشینه فشاری است که خون در نتیجه انقباض بطن روی دیوارهٔ سرخرگ وارد می‌کند. فشار کمینه فشاری است که خون در هنگام استراحت قلب، به دیوارهٔ سرخرگ وارد می‌کند.

### سرخرگ‌ها

#### بیشتر بدانید

#### رگ نگاری (آنژیوگرافی)

تصویربرداری از رگ‌های اندام‌های مختلف بدن با استفاده از پرتو ایکس، رگ‌نگاری نام دارد. در این روش در قسمتی از سطح بدن که یک سرخرگ زیر آن قرار دارد، شکافی ایجاد و لوله‌ای را به درون سرخرگ وارد و به سوی رگ مورد نظر هدایت می‌کنند. سپس از طریق لوله، مادهٔ جذب‌کنندهٔ پرتو ایکس را به درون رگ تزریق و با تاباندن این پرتو، از رگ تصویربرداری می‌کنند. یکی از کاربردهای این روش، بررسی وجود تنگی در رگ‌های تاجی قلب است. پس از آن برای برطرف کردن تنگی، درون رگ بسته شده، یک بادکنک کوچک قرار می‌دهند و آن را باد می‌کنند و چند ثانیه در این حالت نگاه می‌دارند تا رگ باز شود. گاهی هم لازم است با قرار دادن یک لولهٔ مشبک فنری، از بسته شدن دوبارهٔ رگ جلوگیری کنند.

اگرچه تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها بر اساس نیاز یافت به اکسیژن و مواد مغذی با تنگ و گشاد شدن سرخرگ‌های کوچک انجام می‌شود که قبل از مویرگ‌ها قرار دارند (شکل ۱۱).

### سرخرگ‌ها

همان‌طور که می‌دانید سرخرگ‌ها خون را از قلب خارج می‌کنند و به بافت‌های بدن می‌رسانند. علاوه بر این باعث حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت آن در این رگ‌ها می‌شوند. دیوارهٔ سرخرگ قدرت کشسانی زیادی دارد. وقتی بطن منقبض می‌شود، ناگهان مقدار زیادی خون از آن به درون سرخرگ پمپ می‌شود. سرخرگ‌ها در این حالت گشاد می‌شوند تا خون رانده شده از بطن را در خود جای دهند. در هنگام استراحت بطن یعنی وقتی که دیگر خونی از قلب خارج نمی‌شود، دیوارهٔ کشسان سرخرگ‌ها به حالت اولیه باز می‌گردد و خون را با فشار به جلو می‌راند. این فشار باعث هدایت خون در رگ‌ها و پیوستگی جریان خون در هنگام استراحت قلب می‌شود. تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به صورت موقی در طول سرخرگ‌ها پیش می‌رود و به صورت نبض احساس می‌شود. در سرخرگ‌های کوچک‌تر، میزان رشته‌های کشسان، کمتر و میزان ماهیچه‌های صاف، بیشتر است. این ساختار باعث می‌شود با ورود خون، قطر این رگ‌ها تغییر زیادی نکند و در برابر جریان خون مقاومت کنند. میزان این مقاومت در زمان انقباض ماهیچه صاف دیواره، بیشتر و در هنگام استراحت، کمتر می‌شود. کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگ‌ها را تنظیم می‌کند.

**فشار خون:** بیشتر سرخرگ‌های بدن در قسمت‌های عمقی هر اندام قرار گرفته‌اند. در حالی که سیاهرگ‌ها بیشتر در سطح قرار دارند. به نظر شما مزیت آن چیست؟  
فشار خون، نیرویی است که از سوی خون بر دیوارهٔ رگ وارد می‌شود. اگر سرخرگی در بدن بریده شود، خون با سرعت زیاد از آن بیرون خواهد ریخت و بسیار خطرناک است. این خون‌ریزی، ناشی از فشار خون زیاد درون سرخرگ است. چنین فشاری برای کار طبیعی دستگاه گردش خون لازم است.

### فعالیت

#### اندازه‌گیری فشار خون

دستگاه‌های اندازه‌گیری فشار خون انواع زیادی دارند، از جمله عقربه‌ای و جیوه‌ای که انواع رقمی (دیجیتال) هم به آنها اضافه شده است. یکی از انواع آن را به کلاس بیابورید و با کمک معلم خود فشار خون هم کلاس‌ان را اندازه‌گیری کنید.

فشار خون را با دو عدد (مثلاً ۱۲۰ روی ۸۰) بیان می‌کنند. این دو عدد به ترتیب، معرف فشار بیشینه و فشار کمینه برحسب میلی‌متر جیوه است. فشار بیشینه فشاری است که خون در نتیجه انقباض بطن روی دیوارهٔ سرخرگ وارد می‌کند. فشار کمینه فشاری است که خون در هنگام استراحت قلب، به دیوارهٔ سرخرگ وارد می‌کند.

عوامل مختلفی می‌تواند روی فشار خون تأثیر بگذارد، از جمله: چاقی، تغذیه نامناسب به ویژه مصرف چربی و نمک زیاد، دخانیات، استرس (فشار روانی) و سابقه خانوادگی.

## فعالیت ۶

در مورد اینکه آیا نوشیدن قهوه بر فشارخون افراد تأثیر می‌گذارد یا نه، پژوهشی را طراحی کنید و با همکاری گروه درسی خود، آن را انجام دهید و نتیجه را در کلاس ارائه کنید.

### مویرگ‌ها

سرخرگ‌های کوچک به مویرگ‌هایی منتهی می‌شوند که کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند. تبادل مواد بین خون و باخته‌های بدن، در این رگ‌ها انجام می‌شود. دیواره نازک و جریان خون کند، امکان تبادل مناسب مواد را در مویرگ‌ها فراهم می‌کند. در عین حال مویرگ‌ها شبکه وسیعی را در بافت‌ها ایجاد می‌کنند به طوری که فاصله بیشتر باخته‌های بدن تا مویرگ‌ها حدود ۰/۰۲ میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است. این فاصله کم، مبادله سریع مولکول‌ها را از طریق انتشار، آسان‌تر می‌کند. دیواره مویرگ‌ها، فقط از یک لایه باخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساخته شده است و ماهیچه صاف ندارد.

سطح بیرونی مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند و نوعی صافی برای محدود کردن عبور مولکول‌های بسیار درشت به وجود می‌آورد. مویرگ‌های بدن در سه گروه قرار می‌گیرند:

در **مویرگ‌های پیوسته** باخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. چنین مویرگ‌هایی به عنوان مثال در دستگاه عصبی مرکزی یافت می‌شوند که ورود و خروج مواد در آنها به شدت تنظیم می‌شود (شکل ۱۲ - الف).

**مویرگ‌های منفذدار** منافذ فراوانی در غشای سلول‌های پوششی دارند. غشای پایه در این مویرگ‌ها ضخیم است که، عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند (شکل ۱۲ - ب). این مویرگ‌ها به عنوان مثال در کلیه یافت می‌شوند.

در **مویرگ‌های ناپیوسته** باخته‌های پوششی به هم متصل‌اند؛ گرچه بین آنها فاصله‌هایی به صورت حفره‌هایی در دیواره مویرگ دیده می‌شود (شکل ۱۲ - پ). چنین مویرگ‌هایی به عنوان مثال در جگر یافت می‌شوند.



شکل ۱۲- انواع مویرگ

عوامل مختلفی می‌تواند روی فشار خون تأثیر بگذارد، از جمله: چاقی، تغذیه نامناسب به ویژه مصرف چربی و نمک زیاد، دخانیات، استرس (فشار روانی) و سابقه خانوادگی.

## فعالیت

در مورد اینکه آیا نوشیدن قهوه بر فشارخون افراد تأثیر می‌گذارد یا نه، پژوهشی را طراحی کنید و با همکاری گروه درسی خود، آن را انجام دهید و نتیجه را در کلاس ارائه کنید.

### مویرگ‌ها

سرخرگ‌های کوچک به مویرگ‌هایی منتهی می‌شوند که کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند. تبادل مواد بین خون و باخته‌های بدن، در این رگ‌ها انجام می‌شود. دیواره نازک و جریان خون کند، امکان تبادل مناسب مواد را در مویرگ‌ها فراهم می‌کند. در عین حال مویرگ‌ها شبکه وسیعی را در بافت‌ها ایجاد می‌کنند به طوری که فاصله بیشتر باخته‌های بدن تا مویرگ‌ها حدود ۰/۰۲ میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است. این فاصله کم، مبادله سریع مولکول‌ها را از طریق انتشار، آسان‌تر می‌کند. دیواره مویرگ‌ها، فقط از یک لایه باخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساخته شده است و ماهیچه صاف ندارد.

سطح بیرونی مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند و نوعی صافی برای محدود کردن عبور مولکول‌های بسیار درشت به وجود می‌آورد. مویرگ‌های بدن در سه گروه قرار می‌گیرند:

در **مویرگ‌های پیوسته** باخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. چنین مویرگ‌هایی به عنوان مثال در دستگاه عصبی مرکزی یافت می‌شوند که ورود و خروج مواد در آنها به شدت تنظیم می‌شود (شکل ۱۲ - الف).

**مویرگ‌های منفذدار** منافذ فراوانی در غشای سلول‌های پوششی دارند. غشای پایه در این مویرگ‌ها ضخیم است که، عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند (شکل ۱۲ - ب). این مویرگ‌ها به عنوان مثال در کلیه یافت می‌شوند.

در **مویرگ‌های ناپیوسته** فاصله باخته‌های بافت پوششی آن قدر زیاد است که به صورت حفره‌هایی در دیواره مویرگ دیده می‌شود (شکل ۱۲ - پ). چنین مویرگ‌هایی به عنوان مثال در جگر یافت می‌شوند.



شکل ۱۲- انواع مویرگ

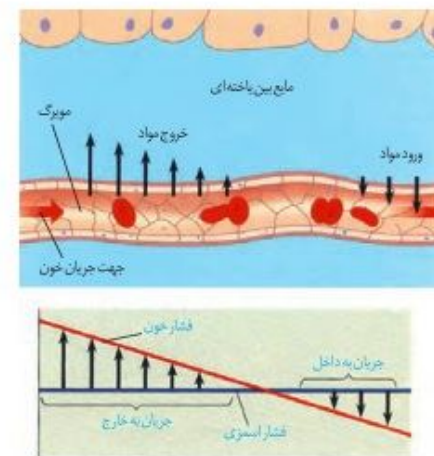
## فعالیت ۷

پیوسته بودن مویرگ‌ها در مغز و نایبوسته بودن آنها در جگر چه مزیتی دارد؟

### تبادل مواد در مویرگ‌ها

تبادل مواد بین خون و بافت‌ها در مویرگ‌ها انجام می‌شود. مولکول‌های مواد ممکن است از غشای پاخته‌های پوششی مویرگ و یا از فاصله‌های بین این پاخته‌ها عبور کنند. در ابتدای سرخرگی مویرگ، فشار خون نسبت به فشار اسمزی بیشتر است و باعث خروج مواد از مویرگ می‌شود. در اینجا بخشی از خونابه جز مولکول‌های درشت از مویرگ خارج و به بافت وارد می‌شوند. در نتیجه خروج خونابه، فشار خون کاهش می‌یابد؛ به طوری که در بخش سیاهرگی مویرگ، فشار اسمزی از فشار خون بیشتر است. در نتیجه آب همراه با مولکول‌های متفاوت از جمله مواد دفعی پاخته‌ها، وارد مویرگ می‌شوند (شکل ۱۳).

کمبود پروتئین‌های خون و افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها می‌تواند سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون را کاهش دهد. در نتیجه، بخش‌هایی از بدن، متورم می‌شوند که به این حالت «خیز» یا «ادم» می‌گویند. مصرف زیاد نمک و مصرف کم مایعات نیز می‌تواند به خیز منجر شود.



شکل ۱۳- تبادل مواد در مویرگ‌ها

### سیاهرگ‌ها

همان‌طور که در شکل ۱۰ دیدید، سیاهرگ‌ها با داشتن فضای داخلی وسیع و دیواره‌ای با مقاومت کمتر، می‌توانند بیشتر حجم خون را در خود جای دهند، باقیمانده فشار سرخرگی باعث ادامه جریان خون در سیاهرگ‌ها می‌شود اما به علت کاهش شدید فشار خون و جهت حرکت خون در سیاهرگ‌ها که در بیشتر آنها به سمت بالا است لازم است عواملی به جریان خون در سیاهرگ‌ها کمک کند. **تلمبه ماهیچه اسکلتی:** حرکت خون در سیاهرگ‌ها به ویژه در اندام‌های پایین‌تر از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است. انقباض ماهیچه‌های دست و پا، شکم و میان‌بند، به سیاهرگ‌های مجاور خود فشاری وارد می‌کنند که باعث حرکت خون در سیاهرگ به سمت قلب می‌شود (شکل ۱۴).

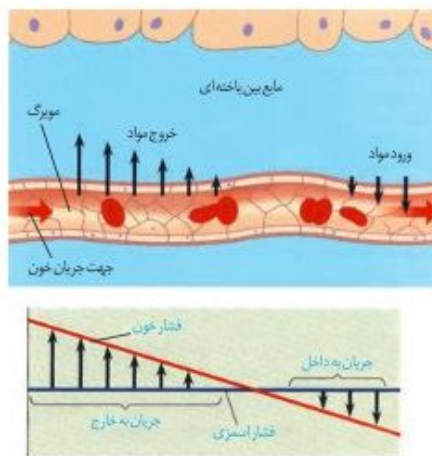
## فعالیت

پیوسته بودن مویرگ‌ها در مغز و نایبوسته بودن آنها در جگر چه مزیتی دارد؟

### تبادل مواد در مویرگ‌ها

تبادل مواد بین خون و بافت‌ها در مویرگ‌ها انجام می‌شود. مولکول‌های مواد ممکن است از غشای پاخته‌های پوششی مویرگ و یا از فاصله‌های بین این پاخته‌ها عبور کنند. در ابتدای سرخرگی مویرگ، فشار خون نسبت به فشار اسمزی بیشتر است و باعث خروج مواد از مویرگ می‌شود. در اینجا بخشی از خونابه جز مولکول‌های درشت از مویرگ خارج و به بافت وارد می‌شوند. در نتیجه خروج خونابه، فشار خون کاهش می‌یابد؛ به طوری که در بخش سیاهرگی مویرگ، فشار اسمزی از فشار خون بیشتر است. در نتیجه آب همراه با مولکول‌های متفاوت از جمله مواد دفعی پاخته‌ها، وارد مویرگ می‌شوند (شکل ۱۳).

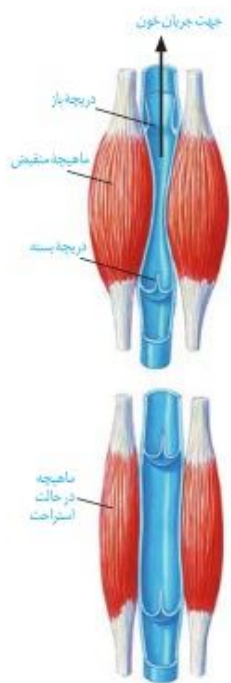
کمبود پروتئین‌های خون و افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها می‌تواند سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون را کاهش دهد. در نتیجه، بخش‌هایی از بدن، متورم می‌شوند که به این حالت «خیز» یا «ادم» می‌گویند. مصرف زیاد نمک و مصرف کم مایعات نیز می‌تواند به خیز منجر شود.



شکل ۱۳- تبادل مواد در مویرگ‌ها

### سیاهرگ‌ها

همان‌طور که در شکل ۱۰ دیدید، سیاهرگ‌ها با داشتن فضای داخلی وسیع و دیواره‌ای با مقاومت کمتر، می‌توانند بیشتر حجم خون را در خود جای دهند، باقیمانده فشار سرخرگی باعث ادامه جریان خون در سیاهرگ‌ها می‌شود اما به علت کاهش شدید فشار خون و جهت حرکت خون در سیاهرگ‌ها که در بیشتر آنها به سمت بالا است لازم است عواملی به جریان خون در سیاهرگ‌ها کمک کند. **تلمبه ماهیچه اسکلتی:** حرکت خون در سیاهرگ‌ها به ویژه در اندام‌های پایین‌تر از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است. انقباض ماهیچه‌های دست و پا، شکم و میان‌بند، به سیاهرگ‌های مجاور خود فشاری وارد می‌کنند که باعث حرکت خون در سیاهرگ به سمت قلب می‌شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- تلمبه ماهیچه اسکلتی و عملکرد دریچه‌های لانه کیوتری

**دریچه‌های لانه کیوتری:** در سیاهرگ‌های دست و پا، جریان خون را یک‌طرفه و به سمت بالا هدایت می‌کنند. در هنگام انقباض هر ماهیچه در سیاهرگ مجاور آن، دریچه‌های بالایی باز و دریچه‌های پایینی، بسته می‌شوند (شکل ۱۴).

**فشار مکشی قفسه سینه:** هنگام دم به وجود می‌آید، که قفسه سینه باز می‌شود. در این حالت فشار از روی سیاهرگ‌های نزدیک قلب برداشته می‌شود و درون آنها فشار مکشی ایجاد می‌شود که خون را به سمت بالا می‌کشد.

### فعالیت

#### مشاهده گردش خون در باله دمی ماهی

بدن یک ماهی کوچک را در پنبه خیس بپیچید به طوری که فقط باله

دمی آن بیرون باشد. ماهی را در ظرف پتری قرار دهید که مقداری آب دارد. روی باله دمی،

یک تیغه بگذارید تا باله دمی گسترده شود و ماهی تکان نخورد. مجموعه را روی صفحه

میکروسکوپ طوری قرار دهید که نور

از باله دمی عبور کند. ابتدا با بزرگ‌نمایی

کم و سپس با بزرگ‌نمایی متوسط، آن را

مشاهده کنید.

– با توجه به معکوس بودن تصویر در

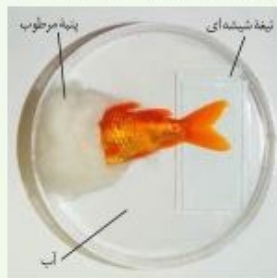
میکروسکوپ، چگونه می‌توانید سرخرگ

و سیاهرگ را در باله دمی، تشخیص

دهید؟

– گزارشی از آنچه مشاهده می‌کنید به معلم خود ارائه کنید.

– پس از پایان کار، ماهی را به آب برگردانید.



شکل ۱۴- تلمبه ماهیچه اسکلتی و عملکرد دریچه‌های لانه کیوتری

**دریچه‌های لانه کیوتری:** در سیاهرگ‌های دست و پا، جریان خون را یک‌طرفه و به سمت بالا هدایت می‌کنند. در هنگام انقباض هر ماهیچه در سیاهرگ مجاور آن، دریچه‌های بالایی باز و دریچه‌های پایینی، بسته می‌شوند (شکل ۱۴).

**فشار مکشی قفسه سینه:** هنگام دم به وجود می‌آید، که قفسه سینه باز می‌شود. در این حالت فشار از روی سیاهرگ‌های نزدیک قلب برداشته می‌شود و درون آنها فشار مکشی ایجاد می‌شود که خون را به سمت بالا می‌کشد.

### فعالیت ۸

#### مشاهده گردش خون در باله دمی ماهی

بدن یک ماهی کوچک را در پنبه خیس بپیچید به طوری که فقط باله

دمی آن بیرون باشد. ماهی را در ظرف پتری قرار دهید که مقداری آب دارد. روی باله دمی،

یک تیغه بگذارید تا باله دمی گسترده شود و ماهی تکان نخورد. مجموعه را روی صفحه

میکروسکوپ طوری قرار دهید که نور

از باله دمی عبور کند. ابتدا با بزرگ‌نمایی

کم و سپس با بزرگ‌نمایی متوسط، آن را

مشاهده کنید.

– با توجه به معکوس بودن تصویر در

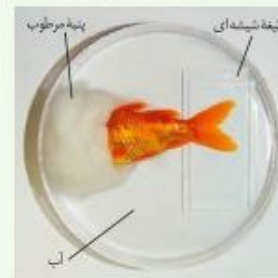
میکروسکوپ، چگونه می‌توانید سرخرگ

و سیاهرگ را در باله دمی، تشخیص

دهید؟

– گزارشی از آنچه مشاهده می‌کنید به معلم خود ارائه کنید.

– پس از پایان کار، ماهی را به آب برگردانید.



### دستگاه لنفی

دستگاه لنفی شامل لثف، رگ‌های لنفی، مجاری لنفی، گره‌های لنفی و اندام‌های لنفی است. کار اصلی آن، تصفیه و بازگرداندن آب و مواد دیگری است که از مویرگ‌ها به فضای میان بافتی نشت پیدا می‌کنند و به مویرگ‌ها برنمی‌گردند. نشت این مواد در جریان ورزش و بعضی بیماری‌ها، افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند. لثف مایعی تشکیل شده از مواد متفاوت و گویچه‌های سفید است. کار دیگر دستگاه لنفی، انتقال چربی‌های جذب شده از دیواره روده باریک به خون و همچنین از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا و یاخته‌های سرطانی است. لثف بعد از عبور از مویرگ‌ها و رگ‌های لنفی از طریق دو رگ بزرگ لنفی به نام **مجرای لنفی** به سیاهرگ‌های زیر ترقوه‌ای چپ و راست می‌ریزد. بنابراین، لثف پس از تصفیه شدن به دستگاه گردش خون برمی‌گردد (شکل ۱۵).

### دستگاه لنفی

دستگاه لنفی شامل لثف، رگ‌های لنفی، مجاری لنفی، گره‌های لنفی و اندام‌های لنفی است. کار اصلی آن، تصفیه و بازگرداندن آب و مواد دیگری است که از مویرگ‌ها به فضای میان بافتی نشت پیدا می‌کنند و به مویرگ‌ها برنمی‌گردند. نشت این مواد در جریان ورزش و بعضی بیماری‌ها، افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند. لثف مایعی تشکیل شده از مواد متفاوت و گویچه‌های سفید است. کار دیگر دستگاه لنفی، انتقال چربی‌های جذب شده از دیواره روده باریک به خون و همچنین از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا و یاخته‌های سرطانی است. لثف بعد از عبور از مویرگ‌ها و رگ‌های لنفی از طریق دو رگ بزرگ لنفی به نام **مجرای لنفی** به سیاهرگ‌های زیر ترقوه‌ای چپ و راست می‌ریزد. بنابراین، لثف پس از تصفیه شدن به دستگاه گردش خون برمی‌گردد (شکل ۱۵).

در مغز استخوان **یاخته‌های بنیادی** وجود دارند که با تقسیمات خود، این بخش خون را تولید می‌کنند. البته در دوران جنینی، یاخته‌های خونی و گرده‌ها در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شود. یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، یاخته‌هایی هستند که توانایی تقسیم و تولید چندین نوع یاخته را دارند. ابتدا این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و دو نوع یاخته را ایجاد می‌کنند: یاخته‌های بنیادی **لنفوتیدی** که در جهت تولید لنفوسیت‌ها عمل می‌کنند و یاخته‌های بنیادی **میلونیدی** که منشأ بقیه یاخته‌های خونی و گرده‌ها هستند (شکل ۱۷).

### یاخته‌های خونی قرمز

در انسان بیش از ۹۹ درصد یاخته‌های خونی را گویچه‌های قرمز تشکیل می‌دهند که به خون، ظاهری قرمز رنگ می‌دهند. این یاخته‌های کروی که از دو طرف، حالت فرو رفته دارند، در هنگام تشکیل در مغز استخوان، هسته خود را از دست می‌دهند و سیتوپلاسم آنها از هموگلوبین پر می‌شود (شکل ۱۸).

نسبت حجم گویچه‌های قرمز خون به حجم خون که به صورت درصد بیان می‌شود، **خون بهر (هماتوکریت)** گفته می‌شود.

نقش اصلی گویچه‌های قرمز، انتقال گازهای تنفسی است. متوسط عمر گویچه‌های قرمز ۱۲۰ روز است. تقریباً یک درصد از گویچه‌های قرمز، روزانه تخریب می‌شود و باید جایگزین شود. تخریب یاخته‌های خونی قرمز آسیب‌دیده و مرده در طحال و کبد انجام می‌شود. آهن آزاد شده در این فرایند یا در کبد ذخیره می‌شود و یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود و در ساخت دوباره گویچه‌های قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱۸- یاخته‌های خونی قرمز

### واژه شناسی

#### خون بهر

(Hematocrit / هماتوکریت)

بهر در خون بهر به معنی بهره و نسبت است.

### فعالیت

— به نظر شما چرا در انسان و بسیاری از پستانداران، گویچه‌های قرمز، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند؟

— چرا غشای گویچه‌های قرمز در دو طرف، حالت فرورفته دارد؟

— محصور بودن هموگلوبین در غشای گویچه‌های قرمز چه اهمیتی دارد؟

برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن، ویتامین «B<sub>۱۲</sub>» و **فولیک‌اسید** نیز لازم است.

فولیک‌اسید، نوعی ویتامین از خانواده B است که برای تقسیم طبیعی یاخته‌ای لازم است. کمبود آن باعث می‌شود یاخته‌ها به ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد. سبزیجات یا برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک‌اسیدند. کارکرد صحیح

در مغز استخوان **یاخته‌های بنیادی** وجود دارند که با تقسیمات خود، این بخش خون را تولید می‌کنند. البته در دوران جنینی، یاخته‌های خونی و گرده‌ها در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شود. یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، یاخته‌هایی هستند که توانایی تقسیم و تولید چندین نوع یاخته را دارند. ابتدا این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و دو نوع یاخته را ایجاد می‌کنند: یاخته‌های بنیادی **لنفوتیدی** که در جهت تولید لنفوسیت‌ها عمل می‌کنند و یاخته‌های بنیادی **میلونیدی** که منشأ بقیه یاخته‌های خونی و گرده‌ها هستند (شکل ۱۷).

### یاخته‌های خونی قرمز

در انسان بیش از ۹۹ درصد یاخته‌های خونی را گویچه‌های قرمز تشکیل می‌دهند که به خون، ظاهری قرمز رنگ می‌دهند. این یاخته‌های کروی که از دو طرف، حالت فرو رفته دارند، در هنگام تشکیل در مغز استخوان، هسته خود را از دست می‌دهند و سیتوپلاسم آنها از هموگلوبین پر می‌شود (شکل ۱۸).

نسبت حجم گویچه‌های قرمز خون به حجم خون که به صورت درصد بیان می‌شود، **خون بهر (هماتوکریت)** گفته می‌شود.

نقش اصلی گویچه‌های قرمز، انتقال گازهای تنفسی است. متوسط عمر گویچه‌های قرمز ۱۲۰ روز است. تقریباً یک درصد از گویچه‌های قرمز، روزانه تخریب می‌شود و باید جایگزین شود. تخریب یاخته‌های خونی قرمز آسیب‌دیده و مرده در طحال و کبد انجام می‌شود. آهن آزاد شده در این فرایند یا در کبد ذخیره می‌شود و یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود و در ساخت دوباره گویچه‌های قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱۸- یاخته‌های خونی قرمز

### واژه شناسی

#### خون بهر

(Hematocrit / هماتوکریت)

بهر در خون بهر به معنی بهره و نسبت است.

### فعالیت ۹

— به نظر شما چرا در انسان و بسیاری از پستانداران، گویچه‌های قرمز، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند؟

— چرا غشای گویچه‌های قرمز در دو طرف، حالت فرورفته دارد؟

— محصور بودن هموگلوبین در غشای گویچه‌های قرمز چه اهمیتی دارد؟

برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن، ویتامین «B<sub>۱۲</sub>» و **فولیک‌اسید** نیز لازم است. فولیک‌اسید، نوعی ویتامین از خانواده B است که برای تقسیم طبیعی یاخته‌ای لازم است. کمبود آن باعث می‌شود یاخته‌ها به ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد. سبزیجات یا برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک‌اسیدند. کارکرد صحیح فولیک‌اسید به وجود ویتامین «B<sub>۱۲</sub>» وابسته است. این ویتامین در غذاهای جانوری به فراوانی وجود دارد.

### بیشتر بدانید

کاهش تعداد گویچه‌های قرمز و نیز کاهش مقدار هموگلوبین را آنمی یا کم خونی می‌گویند. ضعف و خستگی زودرس و پریدگی رنگ، ممکن است از نشانه‌های کم خونی باشد ولی تشخیص آن با آزمایش خون و تعیین میزان هموگلوبین انجام می‌شود. استفاده از گوشت، چکر و سبزیجات تیره تازه، برای جلوگیری از آن توصیه می‌شود.

تنظیم تولید گویچه‌های قرمز: اگرچه تولید گویچه‌های قرمز به وجود آهن، فولیک اسید و ویتامین B<sub>12</sub> وابسته است؛ در بدن ما تنظیم میزان گویچه‌های قرمز، به ترشح هورمونی به نام اریتروپوئین بستگی دارد. این هورمون توسط گروه ویژه‌ای از باخته‌های کلیه و کبد به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌کند تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند. این هورمون به طور طبیعی به مقدار کم ترشح می‌شود تا کاهش معمولی تعداد گویچه‌های قرمز را جبران کند. اما هنگام کاهش مقدار اکسیژن خون، این هورمون افزایش می‌یابد که این حالت در کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.

### بیشتر بدانید

کاهش تعداد گویچه‌های قرمز و نیز کاهش مقدار هموگلوبین را آنمی یا کم خونی می‌گویند. ضعف و خستگی زودرس و پریدگی رنگ، ممکن است از نشانه‌های کم خونی باشد ولی تشخیص آن با آزمایش خون و تعیین میزان هموگلوبین انجام می‌شود. استفاده از گوشت، چکر و سبزیجات تیره تازه، برای جلوگیری از آن توصیه می‌شود.

فولیک اسید به وجود ویتامین B<sub>12</sub> وابسته است. این ویتامین فقط در غذاهای جانوری وجود دارد. البته در روده بزرگ مقداری ویتامین B<sub>12</sub> تولید می‌شود.

تنظیم تولید گویچه‌های قرمز: اگرچه تولید گویچه‌های قرمز به وجود آهن، فولیک اسید و ویتامین B<sub>12</sub> وابسته است؛ در بدن ما تنظیم میزان گویچه‌های قرمز، به ترشح هورمونی به نام اریتروپوئین بستگی دارد. این هورمون توسط گروه ویژه‌ای از باخته‌های کلیه و کبد به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌کند تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند. این هورمون به طور طبیعی به مقدار کم ترشح می‌شود تا کاهش معمولی تعداد گویچه‌های قرمز را جبران کند. اما هنگام کاهش مقدار اکسیژن خون، این هورمون افزایش می‌یابد که این حالت در کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.

### فعالیت ۱۰

شاید برگه‌های جواب آزمایش خون را دیده باشید. در این برگه‌ها اطلاعات زیادی در مورد باخته‌ها و ترکیبات خون وجود دارد. یکی از این برگه‌ها را بررسی کنید و با توجه به آن، به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- تعداد طبیعی هریک از باخته‌های خونی (WBC و RBC) و گرده‌ها (PLT) را در واحد اندازه‌گیری میکرو لیتر (μL) مشخص کنید.
- میزان انواع لیبیدهایی را که در آزمایش خون سنجیده می‌شود؛ مشخص کنید.
- گفتیم که روزانه تقریباً یک درصد گویچه‌های قرمز تخریب می‌شود. با توجه به تعداد RBC اگر حجم کل خون ما پنج لیتر باشد، روزانه چه تعداد از این باخته‌ها تخریب می‌شوند و باید جایگزین شوند؟

### فعالیت

شاید برگه‌های جواب آزمایش خون را دیده باشید. در این برگه‌ها اطلاعات زیادی در مورد باخته‌ها و ترکیبات خون وجود دارد. یکی از این برگه‌ها را بررسی کنید و با توجه به آن، به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- تعداد طبیعی هریک از باخته‌های خونی (WBC و RBC) و گرده‌ها (PLT) را در واحد اندازه‌گیری میکرو لیتر (μL) مشخص کنید.
- میزان انواع لیبیدهایی را که در آزمایش خون سنجیده می‌شود؛ مشخص کنید.
- گفتیم که روزانه تقریباً یک درصد گویچه‌های قرمز تخریب می‌شود. با توجه به تعداد RBC اگر حجم کل خون ما پنج لیتر باشد، روزانه چه تعداد از این باخته‌ها تخریب می‌شوند و باید جایگزین شوند؟

### یاخته‌های خونی سفید

یاخته‌های خونی، که ضمن گردش در خون، در بافت‌های مختلف بدن نیز پراکنده می‌شوند، گویچه‌های سفید هستند. نقش اصلی آنها، دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی است. این باخته‌ها هسته دارند. انواع و ویژگی‌های آنها را در شکل ۱۹ مشاهده می‌کنید.

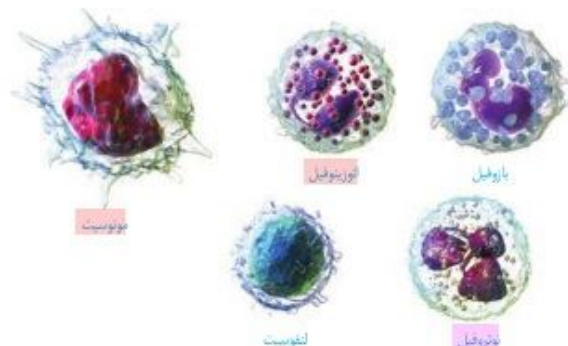


شکل ۱۹- یاخته‌های خونی سفید

- بازوفیل: هسته دو قسمتی روی هم افتاده - سیتوپلاسم با دانه‌های تیره
- نوتروفیل: هسته دو قسمتی دمبلی - سیتوپلاسم با دانه‌های روشن درشت
- نوتروفیل: هسته چند قسمتی - سیتوپلاسم با دانه‌های روشن ریز
- مونوسیت: هسته تکی خمیده یا لوبیایی - سیتوپلاسم بدون دانه
- لنفوسیت: هسته تکی گرد یا بیضی - سیتوپلاسم بدون دانه

### یاخته‌های خونی سفید

یاخته‌های خونی، که ضمن گردش در خون، در بافت‌های مختلف بدن نیز پراکنده می‌شوند، گویچه‌های سفید هستند. نقش اصلی آنها، دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی است. این باخته‌ها هسته دارند. انواع و ویژگی‌های آنها را در شکل ۱۹ مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۹- یاخته‌های خونی سفید

- بازوفیل: هسته دو قسمتی روی هم افتاده - سیتوپلاسم با دانه‌های تیره
- نوتروفیل: هسته دو قسمتی دمبلی - سیتوپلاسم با دانه‌های روشن درشت
- نوتروفیل: هسته چند قسمتی - سیتوپلاسم با دانه‌های روشن ریز
- مونوسیت: هسته تکی خمیده یا لوبیایی - سیتوپلاسم بدون دانه
- لنفوسیت: هسته تکی گرد یا بیضی - سیتوپلاسم بدون دانه

### بیشتر بدانید

تعداد یاخته‌های خونی و گرده‌ها در میلی‌متر مکعب خون	
RBC	$5.6 \times 10^6$
WBC	$6.7 \times 10^2$
PLT	$250 \times 10^3$



شکل ۲۰- رشته‌های پروتئینی فیبرین که یاخته‌های خونی و گرده‌ها را دربرگرفته و لخته را تشکیل داده‌اند.

### فعالیت ۱۱

#### مشاهده یاخته‌های خونی قرمز و سفید

– با کمک معلم و رعایت نکات ایمنی، گسترش خونی تهیه کنید.  
– در صورتی که امکانات لازم برای رنگ‌آمیزی یاخته‌های خونی در آزمایشگاه شما وجود دارد، گسترش خونی تهیه شده را رنگ‌آمیزی کنید.  
– همچنین می‌توانید از نمونه‌های آماده یاخته‌های خونی که رنگ‌آمیزی شده‌اند، نیز استفاده کنید و انواع یاخته‌های خونی را با استفاده از میکروسکوپ در آن تشخیص دهید.

### گرده‌ها

گرده‌ها قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته‌ای هستند که درون خود دانه‌های زیادی دارند و از گویچه‌های خون کوچک‌ترند. گرده‌ها در مغز استخوان، زمانی تولید می‌شوند که یاخته‌های بزرگی به نام مگاکاریوسیت قطعه‌قطعه و وارد جریان خون می‌شوند (شکل ۱۷). درون هر یک از قطعات، دانه‌های کوچک پر از ترکیبات فعال وجود دارند. گرده‌ها به چند طریق از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کنند. در خون‌ریزی‌های محدود، که دیواره‌ی رگ‌ها آسیب جزئی می‌بیند، در محل آسیب، گرده‌ها دور هم جمع می‌شوند، به هم می‌چسبند و ایجاد درپوش می‌کنند. این درپوش جلوی خروج خون از رگ آسیب‌دیده را می‌گیرد.

در خون‌ریزی‌های شدیدتر، گرده‌ها در تولید لخته خون، نقش اصلی دارند. آنها با آزاد کردن مواد و با کمک پروتئین‌های خوناب مثل فیبرینوژن، لخته را ایجاد می‌کنند. تشکیل لخته در محل زخم، جلوی خون‌ریزی را می‌گیرد (شکل ۲۰). وجود ویتامین K و یون Ca در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.

مراحل انعقاد خون با کمک گرده‌ها و عوامل انعقادی دیگر را در نمودار زیر می‌بینید.

### بیشتر بدانید

#### آزمایش PT (Prothrombin Time)

یکی از آزمایش‌های تعیین‌کننده سلامت گرده‌ها و چگونگی عمل آنها در انعقاد خون، آزمایش PT با زمان پروترومبین است که در آن، زمان لازم برای انعقاد خون را می‌سنجند. PT طبیعی تقریباً ۱۲ ثانیه است. اگر این مدت در فردی کم یا زیاد باشد میزان گرده یا کارکرد آنها طبیعی نیست. در استفاده از داروهای ضد انعقاد مثل وارفارین نیز معیار سنجش تأثیر دارو، تعیین PT شخص است که از روی آن میزان دارو را تغییر می‌دهند.



### بیشتر بدانید

تعداد یاخته‌های خونی و گرده‌ها در میلی‌متر مکعب خون	
RBC	$5.6 \times 10^6$
WBC	$6.7 \times 10^2$
PLT	$250 \times 10^3$



شکل ۲۰- رشته‌های پروتئینی فیبرین که یاخته‌های خونی و گرده‌ها را دربرگرفته و لخته را تشکیل داده‌اند.

### بیشتر بدانید

#### آزمایش PT (Prothrombin Time)

یکی از آزمایش‌های تعیین‌کننده سلامت گرده‌ها و چگونگی عمل آنها در انعقاد خون، آزمایش PT با زمان پروترومبین است که در آن، زمان لازم برای انعقاد خون را می‌سنجند. PT طبیعی تقریباً ۱۲ ثانیه است. اگر این مدت در فردی کم یا زیاد باشد میزان گرده یا کارکرد آنها طبیعی نیست. در استفاده از داروهای ضد انعقاد مثل وارفارین نیز معیار سنجش تأثیر دارو، تعیین PT شخص است که از روی آن میزان دارو را تغییر می‌دهند.

### فعالیت

#### مشاهده یاخته‌های خونی قرمز و سفید

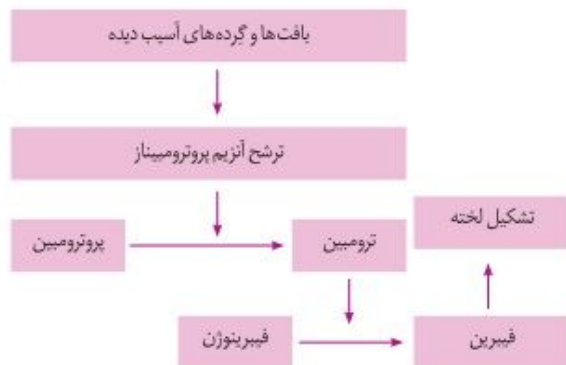
– با کمک معلم و رعایت نکات ایمنی، گسترش خونی تهیه کنید.  
– در صورتی که امکانات لازم برای رنگ‌آمیزی یاخته‌های خونی در آزمایشگاه شما وجود دارد، گسترش خونی تهیه شده را رنگ‌آمیزی کنید.  
– همچنین می‌توانید از نمونه‌های آماده یاخته‌های خونی که رنگ‌آمیزی شده‌اند، نیز استفاده کنید و انواع یاخته‌های خونی را با استفاده از میکروسکوپ در آن تشخیص دهید.

### گرده‌ها

گرده‌ها قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته‌ای هستند که درون خود دانه‌های زیادی دارند و از گویچه‌های خون کوچک‌ترند. گرده‌ها در مغز استخوان، زمانی تولید می‌شوند که یاخته‌های بزرگی به نام مگاکاریوسیت قطعه‌قطعه و وارد جریان خون می‌شوند (شکل ۱۷). درون هر یک از قطعات، دانه‌های کوچک پر از ترکیبات فعال وجود دارند. گرده‌ها به چند طریق از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کنند. در خون‌ریزی‌های محدود، که دیواره‌ی رگ‌ها آسیب جزئی می‌بیند، در محل آسیب، گرده‌ها دور هم جمع می‌شوند، به هم می‌چسبند و ایجاد درپوش می‌کنند. این درپوش جلوی خروج خون از رگ آسیب‌دیده را می‌گیرد.

در خون‌ریزی‌های شدیدتر، گرده‌ها در تولید لخته خون، نقش اصلی دارند. آنها با آزاد کردن مواد و با کمک پروتئین‌های خوناب مثل فیبرینوژن، لخته را ایجاد می‌کنند. تشکیل لخته در محل زخم، جلوی خون‌ریزی را می‌گیرد (شکل ۲۰). وجود ویتامین K و یون Ca در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.

مراحل انعقاد خون با کمک گرده‌ها و عوامل انعقادی دیگر را در نمودار زیر می‌بینید.



## گفتار ۴ تنوع گردش مواد در جانداران

در تک یاخته‌ای‌ها تبادل گاز، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از سطح آن انجام می‌شود. در جانداران پریاخته‌ای به دلیل زیاد بودن تعداد یاخته‌ها، همه یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط ندارند و لازم است در آنها دستگاه گردش موادی به وجود آید تا یاخته‌ها نیازهای غذایی و دفع مواد زائد خود را با کمک آن برطرف کنند. دستگاه‌های گردش مواد در جانوران مختلف به صورت‌های زیر است:

**سامانه گردش آب:** در اسفنج‌ها، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ‌های دیواره به حفره یا حفره‌هایی وارد و پس از آن از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تری خارج می‌شود. عامل حرکت آب، یاخته‌های یقه‌دار هستند که تاژک دارند (شکل‌های ۲۱ و ۲۲).

**حفره گوارشی:** حفره گوارشی در هیدر پر از مایعات است و علاوه بر گوارش، وظیفه گردش مواد را نیز بر عهده دارد.

در کرم‌های پهن آزادی مثل پلاناریا، انشعابات حفره گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کنند به طوری که فاصله انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند (شکل ۲۳).

در جانوران پیچیده‌تر، دستگاه اختصاصی برای گردش مواد شکل می‌گیرد که در آن مایعی برای جابه‌جایی مواد وجود دارد. در این جانوران، دو نوع **سامانه گردش مواد** مشاهده می‌شود.

**سامانه گردش باز:** قلب در سامانه باز، مایعی به نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های خون، لنف و آب میان‌بافتی را بر عهده دارد. جانورانی که سامانه گردش باز دارند، مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن آنها وارد می‌شود و در مجاورت آنها جریان می‌یابد. بندپایانی مانند ملخ سامانه گردش باز دارند.

**سامانه گردش بسته:** ساده‌ترین سامانه گردش بسته در کرم‌های حلقوی، نظیر کرم‌خاکی وجود دارد. در این سامانه مویرگ‌ها در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان‌بافتی، تبادل مواد مغذی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند (شکل ۲۴).

تمام مهره‌داران، سامانه گردش بسته

دارند. گردش خون در مهره‌داران به صورت

**ساده و یا مضاعف** است. در گردش ساده مثل

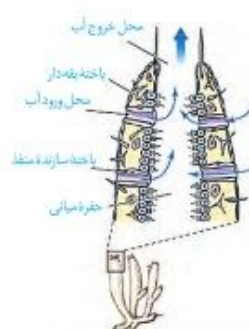
ماهی و نوزاد دوزیستان، خون، ضمن یک

بار گردش در بدن، یک بار از قلب دو حفره‌ای

آن عبور می‌کند. مزیت این سیستم، انتقال

یکباره خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های

اندام‌هاست (شکل ۲۵).



شکل ۲۱- گردش آب در بدن نوعی اسفنج



شکل ۲۲- شکل نوعی اسفنج



شکل ۲۳- حفره گوارشی و انشعابات آن در پلاناریا

## گفتار ۴ تنوع گردش مواد در جانداران

در تک یاخته‌ای‌ها تبادل گاز، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از سطح آن انجام می‌شود. در جانداران پریاخته‌ای به دلیل زیاد بودن تعداد یاخته‌ها، همه یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط ندارند و لازم است در آنها دستگاه گردش موادی به وجود آید تا یاخته‌ها نیازهای غذایی و دفع مواد زائد خود را با کمک آن برطرف کنند. دستگاه‌های گردش مواد در جانوران مختلف به صورت‌های زیر است:

**سامانه گردش آب:** در اسفنج‌ها، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ‌های دیواره به حفره یا حفره‌هایی وارد و پس از آن از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تری خارج می‌شود. عامل حرکت آب، یاخته‌های یقه‌دار هستند که تاژک دارند (شکل‌های ۲۱ و ۲۲).

**حفره گوارشی:** حفره گوارشی در هیدر پر از مایعات است و علاوه بر گوارش، وظیفه گردش مواد را نیز بر عهده دارد. در کرم‌های پهن آزادی مثل پلاناریا، انشعابات حفره گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کنند به طوری که فاصله انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند.

در جانوران پیچیده‌تر، دستگاه اختصاصی برای گردش مواد شکل می‌گیرد که در آن مایعی برای جابه‌جایی مواد وجود دارد. در این جانوران، دو نوع **سامانه گردش مواد** مشاهده می‌شود.

**سامانه گردش باز:** قلب در سامانه باز، مایعی به نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های خون، لنف و آب میان‌بافتی را بر عهده دارد. جانورانی که سامانه گردش باز دارند، مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن آنها وارد می‌شود و در مجاورت آنها جریان می‌یابد. بندپایانی مانند ملخ سامانه گردش باز دارند.

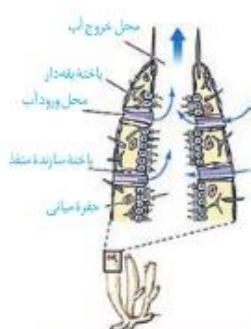
**سامانه گردش بسته:** ساده‌ترین سامانه گردش بسته در کرم‌های حلقوی، نظیر کرم‌خاکی وجود دارد. در این سامانه مویرگ‌ها در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان‌بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند (شکل ۲۴).

تمام مهره‌داران، سامانه گردش بسته دارند. گردش خون در مهره‌داران به صورت

**ساده و یا مضاعف** است. در گردش ساده مثل ماهی و نوزاد دوزیستان، خون، ضمن یک بار گردش در بدن،

یک بار از قلب دو حفره‌ای آن عبور می‌کند. مزیت این سیستم، انتقال یکباره خون اکسیژن‌دار به

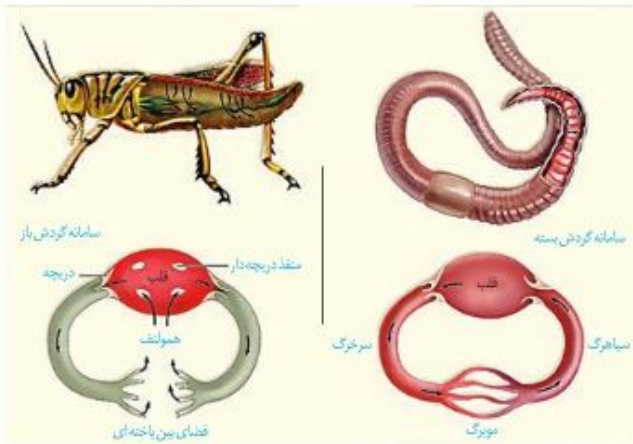
تمام مویرگ‌های اندام‌هاست (شکل ۲۵).



شکل ۲۱- گردش آب در بدن نوعی اسفنج



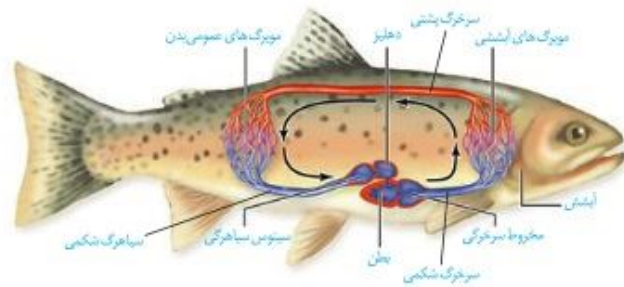
شکل ۲۲- شکل نوعی اسفنج



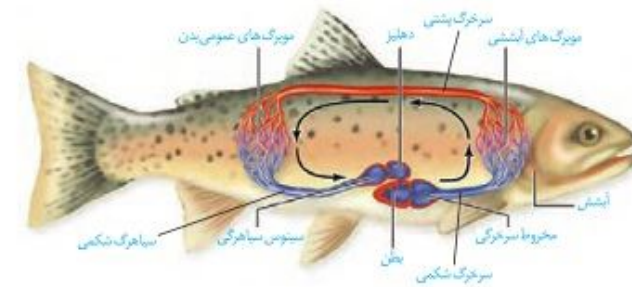
شکل ۲۳. مقایسه سامانه گردش باز و بسته در کرم خاکی و ملخ



شکل ۲۴. مقایسه سامانه گردش باز و بسته در کرم خاکی و ملخ



شکل ۲۴. گردش خون ماهی - خون همه بدن از طریق سواهرگ شکمی به دهلیز و سپس به بطن وارد می شود. خون را از طریق سرخرگ شکمی به آیشش‌ها می فرستد پس از تبادل گازهای تنفسی، خون از طریق سرخرگ پششی به تمام بدن و پس از تبادل مویزگی با باخته‌های بدن وارد سواهرگ شکمی می شود و به قلب برمی گردد. قبل از دهلیز، سینوس سواهرگی و بعد از بطن، مخروط سرخرگی قرار دارد.



شکل ۲۵. گردش خون ماهی - خون همه بدن از طریق سواهرگ شکمی به دهلیز و سپس به بطن وارد می شود. خون را از طریق سرخرگ شکمی به آیشش‌ها می فرستد. پس از تبادل گازهای تنفسی، خون از طریق سرخرگ پششی به تمام بدن و پس از تبادل مویزگی با باخته‌های بدن وارد سواهرگ شکمی می شود و به قلب برمی گردد. قبل از دهلیز، سینوس سواهرگی و بعد از بطن، مخروط سرخرگی قرار دارد.

در گردش مضاعف، که در سایر مهره داران دیده می شود، خون ضمن یک بار گردش در بدن، دو بار از قلب عبور می کند. در این سامانه، قلب به صورت دو تلمبه عمل می کند: یک تلمبه با فشار کمتر برای تبادلات گازی و تلمبه دیگر با فشار بیشتر برای گردش عمومی فعالیت می کند.

در گردش مضاعف، که در سایر مهره داران دیده می شود، خون ضمن یک بار گردش در بدن، دو بار از قلب عبور می کند. در این سامانه، قلب به صورت دو تلمبه عمل می کند: یک تلمبه با فشار کمتر برای تبادلات گازی و تلمبه دیگر با فشار بیشتر برای گردش عمومی فعالیت می کند.

سامانه گردش مضاعف، از دوزیستان به بعد شکل گرفته است. دوزیستان، قلب سه حفره ای با دو دهلیز و یک بطن دارند که بطن خون را یک بار به شش‌ها و پوست و سپس به بقیه بدن تلمبه می‌کند. (شکل ۲۵).



شکل ۲۵- قلب در انواع مهره داران

#### بیشتر بدانید

در سه گروه خزندگان (مارها، لاک‌پشت‌ها و سوسمارها) قلب چهار حفره‌ای است ولی دیواره بین دو بطن کامل نشده است.

#### قلب و سامانه‌های گردش در پرندگان و پستانداران

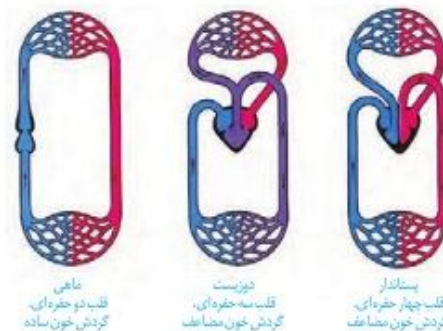
جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل کرم‌کودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت، حفظ فشار در سامانه گردش مضاعف را آسان می‌کند. فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در جانورانی با نیاز زیاد به انرژی مهم است.

#### بیشتر بدانید

##### قلب مصنوعی؛ پیوند علم و فناوری

خون با انتقال بطن‌ها در رگ‌ها جاری می‌شود، اما ممکن است قلب به دلایل متفاوت آسیب ببیند و نتواند نیروی لازم را برای گردش خون فراهم کند. این وضعیت که **نارسایی قلبی** نامیده می‌شود، نیاز به مراقبت‌های پزشکی دارد و به دلایل متفاوت مانند پرفشاری خون، مشکل در رگ‌های قلب یا التهاب بافت قلب ایجاد می‌شود. در صورتی که نارسایی شدید باشد، با انجام عمل پیوند قلب، زندگی بیمار را حفظ می‌کنند. اما قلب سالم برای پیوند همیشه در دسترس نیست یا ممکن است فرد بیمار شرایط دریافت پیوند را نداشته باشد. در چنین مواردی از قلب مصنوعی برای ایجاد نیروی لازم برای گردش خون در رگ‌ها استفاده می‌شود. تاریخچه قلب مصنوعی که نمونه‌ای از پیوند زیست‌شناسی و فناوری است به اواسط قرن بیستم میلادی برمی‌گردد. ساختن قلب مصنوعی علاوه بر دانش مربوط به ساختار و عملکرد قلب و رگ‌ها، به شناخت مواد مناسب و یا چگونگی ساختن آنها، دانش ریاضی و مهندسی وابسته است. تا به امروز تلاش‌های موفقیت‌آمیزی برای بهبود قلب مصنوعی انجام شده است. در حال حاضر جدیدترین قلب مصنوعی، بیشترین شباهت را با قلب طبیعی دارد. در ایران نیز عمل پیوند قلب مصنوعی از سال ۱۳۹۳ انجام می‌شود. شرکت‌های سازنده قلب مصنوعی، در ساخت و بهبود قلب مصنوعی به مواردی مانند استفاده از مواد مناسب، بیشترین کارایی، کمترین هزینه و سهولت به کارگیری توجه دارند.

سامانه گردش مضاعف، از دوزیستان به بعد شکل گرفته است. قلب سه حفره‌ای دوزیستان از یک بطن و دو دهلیز تشکیل شده است (شکل ۲۶). در فصل ۳ دانستید که دوزیستان تنفس پوستی دارند و بنابراین علاوه بر شش‌ها، پوست نیز در تبادل گازهای تنفسی نقش اساسی دارد.



شکل ۲۶- قلب در انواع مهره داران

#### بیشتر بدانید

در سه گروه خزندگان (مارها، لاک‌پشت‌ها و سوسمارها) قلب چهار حفره‌ای است ولی دیواره بین دو بطن کامل نشده است.

#### قلب و سامانه‌های گردش در پرندگان و پستانداران

جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل کرم‌کودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت، حفظ فشار در سامانه گردش مضاعف را آسان می‌کند. فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در جانورانی با نیاز زیاد به انرژی مهم است.

#### بیشتر بدانید

##### قلب مصنوعی؛ پیوند علم و فناوری

خون با انتقال بطن‌ها در رگ‌ها جاری می‌شود، اما ممکن است قلب به دلایل متفاوت آسیب ببیند و نتواند نیروی لازم را برای گردش خون فراهم کند. این وضعیت که **نارسایی قلبی** نامیده می‌شود، نیاز به مراقبت‌های پزشکی دارد و به دلایل متفاوت مانند پرفشاری خون، مشکل در رگ‌های قلب یا التهاب بافت قلب ایجاد می‌شود. در صورتی که نارسایی شدید باشد، با انجام عمل پیوند قلب، زندگی بیمار را حفظ می‌کنند. اما قلب سالم برای پیوند همیشه در دسترس نیست یا ممکن است فرد بیمار شرایط دریافت پیوند را نداشته باشد. در چنین مواردی از قلب مصنوعی برای ایجاد نیروی لازم برای گردش خون در رگ‌ها استفاده می‌شود. تاریخچه قلب مصنوعی که نمونه‌ای از پیوند زیست‌شناسی و فناوری است به اواسط قرن بیستم میلادی برمی‌گردد. ساختن قلب مصنوعی علاوه بر دانش مربوط به ساختار و عملکرد قلب و رگ‌ها، به شناخت مواد مناسب و یا چگونگی ساختن آنها، دانش ریاضی و مهندسی وابسته است. تا به امروز تلاش‌های موفقیت‌آمیزی برای بهبود قلب مصنوعی انجام شده است. در حال حاضر جدیدترین قلب مصنوعی، بیشترین شباهت را با قلب طبیعی دارد. در ایران نیز عمل پیوند قلب مصنوعی از سال ۱۳۹۳ انجام می‌شود. شرکت‌های سازنده قلب مصنوعی، در ساخت و بهبود قلب مصنوعی به مواردی مانند استفاده از مواد مناسب، بیشترین کارایی، کمترین هزینه و سهولت به کارگیری توجه دارند.

## گفتار ۱ هم‌ایستایی و کلیه‌ها

### واژه‌شناسی

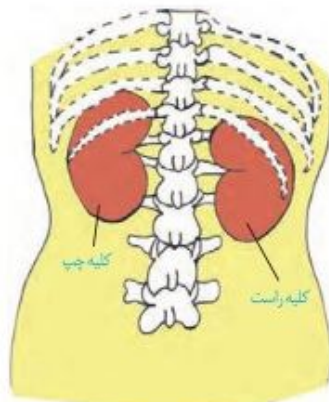
**هم‌ایستایی (Homeostasis)**  
**هومئوستازی**

هومئو به معنای هم‌با همان و ستازی به معنی وضعیت ثابت و ایستا است و برای حفظ تعادل و پایداری وضعیت طبیعی بدن به کار می‌رود. هم‌ایستایی کلمه‌ای است که از ترکیب هم با صفت فاعلی ایستا به معنی ایستادن تشکیل شده است.

اگر در یک روز گرم تابستانی ورزش کنید، عرق می‌کنید و احتمالاً متوجه خواهید شد که از مقدار ادرار شما کاسته خواهد شد. می‌دانید چرا؟ چون بدن شما در نتیجه عرق کردن، آب از دست می‌دهد و بنابراین مقدار ادرار را کاهش می‌دهد تا آب از دست رفته را جبران کند. کمبود آب، اکسیژن و مواد مغذی یا انباشته شدن مواد دفعی یا خسته‌ها مثل کربن دی‌اکسید و مواد دفعی نیتروژن دار از جمله مواردی است که ادامه حیات را تهدید می‌کنند. حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت (هم‌ایستایی)، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. اگر وضعیت درونی بدن از تعادل خارج شود، بعضی مواد، بیش از حد لازم یا کمتر از حد لازم به باخته‌ها می‌رسند. بسیاری از بیماری‌ها در نتیجه برهم خوردن هم‌ایستایی پدید می‌آیند. کلیه‌ها در هم‌ایستایی نقش اساسی دارند. حفظ تعادل آب، اسید-باز، یون‌ها و نیز دفع مواد سمی و مواد زائد نیتروژن دار، از جمله وظایف کلیه‌اند.

### کلیه‌ها

**ساختار بیرونی کلیه و حفاظت از آن:** کلیه‌ها، اندام‌هایی لوبیایی شکل‌اند و به تعداد دو عدد در طرفین ستون مهره‌ها و پشت محوطه شکمی قرار دارند. اندازه کلیه در فرد بالغ، تقریباً به اندازه مشت بسته اوست. به علت موقعیت قرارگیری و شکل کبد، کلیه راست قدری پایین‌تر از کلیه چپ واقع است (شکل ۱). دنده‌ها از بخشی از کلیه محافظت می‌کنند. علاوه بر این، پرده‌ای از جنس بافت پیوندی به نام **کیسول کلیه**، هر کلیه را در بر گرفته است (شکل ۲). چربی اطراف کلیه، علاوه بر اینکه کلیه را از ضربه محافظت می‌کند در حفظ موقعیت کلیه نقش مهمی دارد. تحلیل بیش از حد این چربی در افرادی که برنامه کاهش وزن سریع و شدید به کار می‌گیرند ممکن است سبب افتادگی کلیه و تاخوردگی میزنا می‌شود. در این صورت، فرد با خطر بسته شدن میزنا می‌شود و عدم تخلیه مناسب ادرار از کلیه رویه‌رو می‌شود که در نهایت به نارسایی کلیه خواهد انجامید.



شکل ۱- موقعیت کلیه‌ها در انسان از نمای پشت



شکل ۲- کیسول کلیه

## گفتار ۱ هم‌ایستایی و کلیه‌ها

### واژه‌شناسی

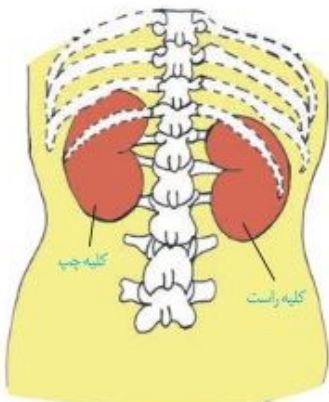
**هم‌ایستایی (Homeostasis)**  
**هومئوستازی**

هومئو به معنای هم‌با همان و ستازی به معنی وضعیت ثابت و ایستا است و برای حفظ تعادل و پایداری وضعیت طبیعی بدن به کار می‌رود. هم‌ایستایی کلمه‌ای است که از ترکیب هم با صفت فاعلی ایستا به معنی ایستادن تشکیل شده است.

اگر در یک روز گرم تابستانی ورزش کنید، عرق می‌کنید و احتمالاً متوجه خواهید شد که از مقدار ادرار شما کاسته خواهد شد. می‌دانید چرا؟ چون بدن شما در نتیجه عرق کردن، آب از دست می‌دهد و بنابراین مقدار ادرار را کاهش می‌دهد تا آب از دست رفته را جبران کند. کمبود آب، اکسیژن و مواد مغذی یا انباشته شدن مواد دفعی یا خسته‌ها مثل کربن دی‌اکسید و مواد دفعی نیتروژن دار از جمله مواردی است که ادامه حیات را تهدید می‌کنند. حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت (هم‌ایستایی)، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. اگر وضعیت درونی بدن از تعادل خارج شود، بعضی مواد، بیش از حد لازم یا کمتر از حد لازم به باخته‌ها می‌رسند. بسیاری از بیماری‌ها در نتیجه برهم خوردن هم‌ایستایی پدید می‌آیند. کلیه‌ها در هم‌ایستایی نقش اساسی دارند. حفظ تعادل آب، اسید-باز، یون‌ها و نیز دفع مواد سمی و مواد زائد نیتروژن دار، از جمله وظایف کلیه‌اند.

### کلیه‌ها

**ساختار بیرونی کلیه و حفاظت از آن:** کلیه‌ها، اندام‌هایی لوبیایی شکل‌اند و به تعداد دو عدد در طرفین ستون مهره‌ها و پشت محوطه شکمی قرار دارند. اندازه کلیه در فرد بالغ، تقریباً به اندازه مشت بسته اوست. به علت موقعیت قرارگیری و شکل کبد، کلیه راست قدری پایین‌تر از کلیه چپ واقع است (شکل ۱). دنده‌ها از بخشی از کلیه محافظت می‌کنند. علاوه بر این، پرده‌ای از جنس بافت پیوندی به نام **کیسول کلیه**، هر کلیه را در بر گرفته است (شکل ۲). چربی اطراف کلیه، علاوه بر اینکه کلیه را از ضربه محافظت می‌کند در حفظ موقعیت کلیه نقش مهمی دارد. تحلیل بیش از حد این چربی در افرادی که برنامه کاهش وزن سریع و شدید به کار می‌گیرند ممکن است سبب افتادگی کلیه و تاخوردگی میزنا می‌شود. در این صورت، فرد با خطر بسته شدن میزنا می‌شود و عدم تخلیه مناسب ادرار از کلیه رویه‌رو می‌شود که در نهایت به نارسایی کلیه خواهد انجامید.



شکل ۱- موقعیت کلیه‌ها در انسان از نمای پشت



شکل ۲- کیسول کلیه

### واژه شناسی

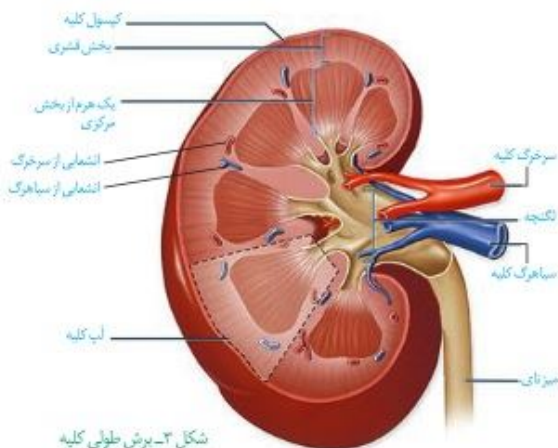
#### لپ (Lobe / لوپ)

لوپ به هریک از بخش‌های متمایز اندام‌هایی نظیر مغز و شش و کبد گفته می‌شود و معادل آن لپ است که همان معنی بخش یا قطعه را در زبان فارسی دارد.

### بیشتر بدانید

#### از کلیه‌های خود چگونه مراقبت کنیم؟

- فعالیت بدنی داشته باشید.
- قند و فشار خون را کنترل کنید.
- از غذاهای آماده کمتر استفاده کنید.
- وزن خود را کنترل کنید.
- آب کافی بنوشید.
- سیگار نکشید.
- هیچ دارویی را خودسرانه مصرف نکنید.



شکل ۳- برش طولی کلیه

**ساختار درونی کلیه:** در برش طولی کلیه، سه بخش مشخص دیده می‌شود که از بیرون به درون عبارت‌اند از بخش قشری، بخش مرکزی و لگنچه (شکل ۳). در بخش مرکزی، تعدادی ساختار هرمی شکل دیده می‌شود که هرم‌های کلیه نام دارند. قاعده هرم‌ها به سمت بخش قشری و رأس آنها به سمت لگنچه است. هر هرم و ناحیه قشری مربوط به آن را، یک لپ کلیه می‌نامند. لگنچه، ساختاری شبیه به قیف دارد. ادرار تولید شده، به آن وارد و به میزنای هدایت می‌شود تا کلیه را ترک کند.

### واژه شناسی

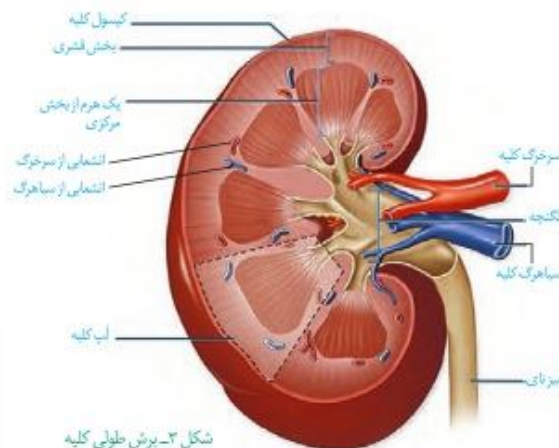
#### لپ (Lobe / لوپ)

لوپ به هریک از بخش‌های متمایز اندام‌هایی نظیر مغز و شش و کبد گفته می‌شود و معادل آن لپ است که همان معنی بخش یا قطعه را در زبان فارسی دارد.

### بیشتر بدانید

#### از کلیه‌های خود چگونه مراقبت کنیم؟

- فعالیت بدنی داشته باشید.
- قند و فشار خون را کنترل کنید.
- از غذاهای آماده کمتر استفاده کنید.
- وزن خود را کنترل کنید.
- آب کافی بنوشید.
- سیگار نکشید.
- هیچ دارویی را خودسرانه مصرف نکنید.



شکل ۳- برش طولی کلیه

**ساختار درونی کلیه:** در برش طولی کلیه، سه بخش مشخص دیده می‌شود که از بیرون به درون عبارت‌اند از بخش قشری، بخش مرکزی و لگنچه (شکل ۳). در بخش مرکزی، تعدادی ساختار هرمی شکل دیده می‌شود که هرم‌های کلیه نام دارند. قاعده هرم‌ها به سمت بخش قشری و رأس آنها به سمت لگنچه است. هر هرم و ناحیه قشری مربوط به آن را، یک لپ کلیه می‌نامند. لگنچه، ساختاری شبیه به قیف دارد. ادرار تولید شده، به آن وارد و به میزنای هدایت می‌شود تا کلیه را ترک کند.

### فعالیت

#### تشریح کلیه گوسفند

وسایل لازم: کلیه گوسفند، قیچی، چاقوی جراحی، گمانه

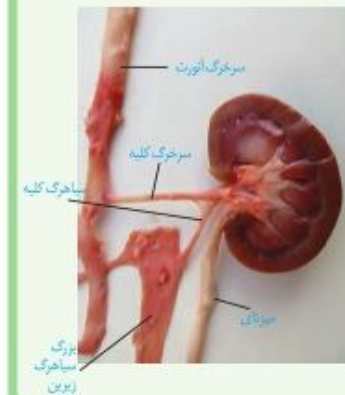


- ۱- یک عدد کلیه گوسفند تهیه کنید. اگر چربی‌های اطراف آن کنده نشده باشد بهتر است.
- ۲- در بین چربی‌ها میزنای، سرخرگ و سیاهرگ کلیه را تشخیص دهید.
- ۳- کپسول کلیه با بریدن قسمتی از آن، به راحتی جدا می‌شود.
- ۴- با یک برش طولی در سطح محدب کلیه، آن را باز کنید و مطابق شکل روبه‌رو بخش‌های مختلف آن را تشخیص دهید.
- ۵- در وسط لگنچه، منفذ میزنای مشخص است. با وارد کردن گمانه و جلو بردن آن درون میزنای، می‌توانید اطمینان پیدا کنید که میزنای را درست تشخیص داده‌اید.

### فعالیت ۱

#### تشریح کلیه گوسفند

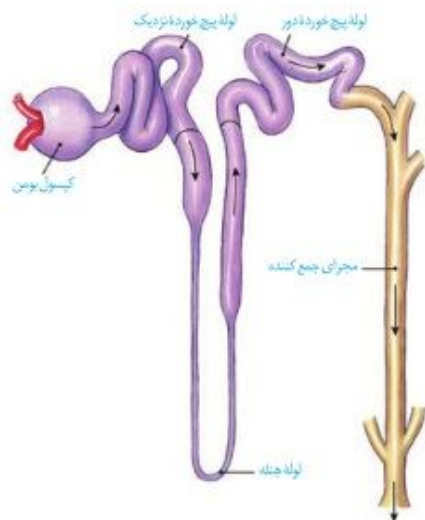
وسایل لازم: کلیه گوسفند، قیچی، چاقوی جراحی، گمانه



- ۱- یک عدد کلیه گوسفند تهیه کنید. اگر چربی‌های اطراف آن کنده نشده باشد بهتر است.
- ۲- در بین چربی‌ها میزنای، سرخرگ و سیاهرگ کلیه را تشخیص دهید.
- ۳- کپسول کلیه با بریدن قسمتی از آن، به راحتی جدا می‌شود.
- ۴- با یک برش طولی در سطح محدب کلیه، آن را باز کنید و مطابق شکل روبه‌رو بخش‌های مختلف آن را تشخیص دهید.
- ۵- در وسط لگنچه، منفذ میزنای مشخص است. با وارد کردن گمانه و جلو بردن آن درون میزنای، می‌توانید اطمینان پیدا کنید که میزنای را درست تشخیص داده‌اید.

### گردیزه (نفرون) ها

هر کلیه از حدود یک میلیون گردیزه تشکیل شده است که فرایند تشکیل ادرار در آنها انجام می‌شود. ابتدای گردیزه شبیه قیف است و کپسول بومن نام دارد. ادامه گردیزه، لوله‌ای شکل است و در قسمت‌هایی از طول خود، پیچ‌خوردگی‌هایی دارد و بر این اساس، به قسمت‌های مختلفی نام‌گذاری می‌شود (شکل ۴). این قسمت‌ها به ترتیب عبارت‌اند از **لوله پیچ‌خورده نزدیک، قوس هنله** که U شکل است و **لوله پیچ‌خورده دور** که گردیزه را به مجرای جمع‌کننده متصل می‌کند.



شکل ۴- گردیزه و مجرای جمع‌کننده

### گردش خون در کلیه

منشأ ادرار از خون است و بنابراین بین گردیزه و رگ‌های خونی، ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. با توجه به اینکه تبادل مواد از طریق مویرگ‌ها رخ می‌دهد در اینجا نیز شبکه‌های مویرگی را می‌بینیم. دو شبکه مویرگی در ارتباط با گردیزه مشاهده می‌شود. اولی به نام **کلافک (گلوبمرول)** که درون کپسول بومن قرار دارد و دومی به نام **دور لوله‌ای** که اطراف قسمت‌های دیگر گردیزه را فرا گرفته است.

به هر کلیه، یک سرخرگ وارد می‌شود. انشعابات این سرخرگ از فواصل بین هرم‌ها عبور می‌کند و در بخش قشری به سرخرگ‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود. انشعاب انتهایی این سرخرگ‌ها، **سرخرگ آوران** نامیده می‌شود. خون از طریق سرخرگ آوران به کلافک وارد می‌شود و از طریق **سرخرگ وایران** آن را ترک می‌کند. سرخرگ وایران در اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و قوس هنله، شبکه

مویرگی دور لوله‌ای را می‌سازد. این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به وجود می‌آورند که پس از عبور از فواصل بین هرم‌ها سرانجام **سیاهرگ کلیه** را می‌سازند. این سیاهرگ، خون را از کلیه بیرون می‌برد (شکل ۵).

### واژه شناسی

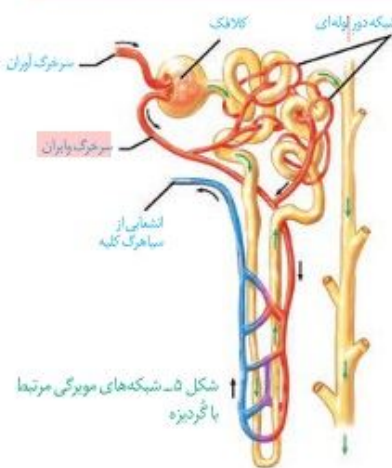
#### گردیزه (Nephron / نفرون)

نفرون به معنی واحد ساختاری و کارکردی کلیه در مهره‌داران است و معادل آن گردیزه انتخاب شده است که از اسم گرده و پسوند ایزه تشکیل شده است. گرده در فرهنگ دهخدا به معنی کلیه و قلوبه و ایزه پسوند تصغیر است و همان معنی کوچک‌ترین واحد ساختاری کلیه را دارد.

#### کلافک

#### (Glomerulus / گلوبمرول)

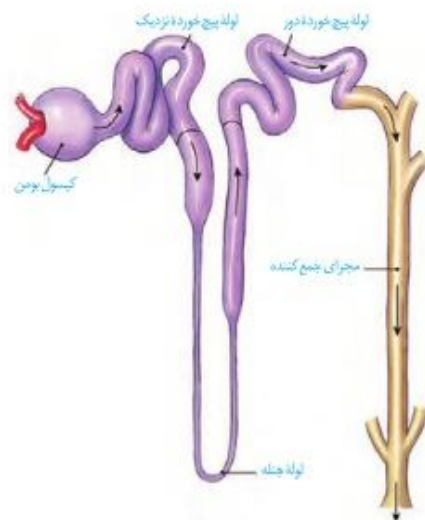
گلوبمرول به شبکه مویرگی اول واقع در کپسول بومن در کلیه مهره‌داران گفته می‌شود. به دلیل در هم پیچیده بودن مویرگ‌ها به صورت کلاف کوچکی دیده می‌شود که واژه کلافک برای آن مناسب است.



شکل ۵- شبکه‌های مویرگی مرتبط با گردیزه

### گردیزه (نفرون) ها

هر کلیه از حدود یک میلیون گردیزه تشکیل شده است که فرایند تشکیل ادرار در آنها انجام می‌شود. ابتدای گردیزه شبیه قیف است و کپسول بومن نام دارد. ادامه گردیزه، لوله‌ای شکل است و در قسمت‌هایی از طول خود، پیچ‌خوردگی‌هایی دارد و بر این اساس، به قسمت‌های مختلفی نام‌گذاری می‌شود (شکل ۴). این قسمت‌ها به ترتیب عبارت‌اند از **لوله پیچ‌خورده نزدیک، قوس هنله** که U شکل است و **لوله پیچ‌خورده دور** که گردیزه را به مجرای جمع‌کننده متصل می‌کند.



شکل ۴- گردیزه و مجرای جمع‌کننده

### گردش خون در کلیه

منشأ ادرار از خون است و بنابراین بین گردیزه و رگ‌های خونی، ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. با توجه به اینکه تبادل مواد از طریق مویرگ‌ها رخ می‌دهد در اینجا نیز شبکه‌های مویرگی را می‌بینیم. دو شبکه مویرگی در ارتباط با گردیزه مشاهده می‌شود. اولی به نام **کلافک (گلوبمرول)** که درون کپسول بومن قرار دارد و دومی به نام **دور لوله‌ای** که اطراف قسمت‌های دیگر گردیزه را فرا گرفته است.

به هر کلیه، یک سرخرگ وارد می‌شود. انشعابات این سرخرگ از فواصل بین هرم‌ها عبور می‌کند و در بخش قشری به سرخرگ‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود. انشعاب انتهایی این سرخرگ‌ها، **سرخرگ آوران** نامیده می‌شود. سرخرگ آوران در کپسول بومن، شبکه مویرگی کلافک را می‌سازد. خون از طریق سرخرگ آوران به کلافک وارد می‌شود و از طریق **سرخرگ وایران** آن را ترک می‌کند.

سرخرگ وایران در اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و قوس هنله، شبکه مویرگی دور لوله‌ای را می‌سازد. این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به وجود می‌آورند که پس از عبور از فواصل بین هرم‌ها سرانجام **سیاهرگ کلیه** را می‌سازند. این سیاهرگ، خون را از کلیه بیرون می‌برد (شکل ۵).

### واژه شناسی

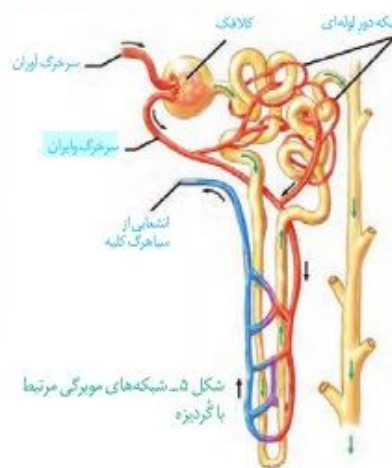
#### گردیزه (Nephron / نفرون)

نفرون به معنی واحد ساختاری و کارکردی کلیه در مهره‌داران است و معادل آن گردیزه انتخاب شده است که از اسم گرده و پسوند ایزه تشکیل شده است. گرده در فرهنگ دهخدا به معنی کلیه و قلوبه و ایزه پسوند تصغیر است و همان معنی کوچک‌ترین واحد ساختاری کلیه را دارد.

#### کلافک

#### (Glomerulus / گلوبمرول)

گلوبمرول به شبکه مویرگی اول واقع در کپسول بومن در کلیه مهره‌داران گفته می‌شود. به دلیل در هم پیچیده بودن مویرگ‌ها به صورت کلاف کوچکی دیده می‌شود که واژه کلافک برای آن مناسب است.



شکل ۵- شبکه‌های مویرگی مرتبط با گردیزه

## گفتار ۲ تشکیل ادرار و تخلیه آن

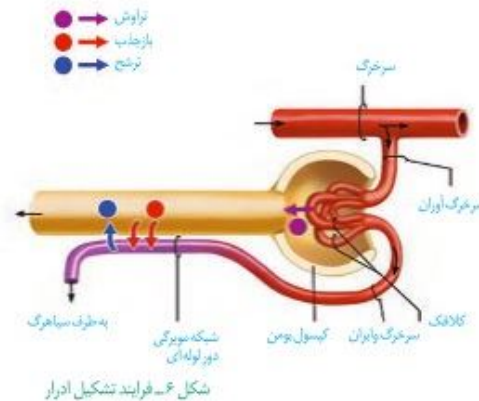
فرایند تشکیل ادرار، شامل سه مرحله تراوش، بازجذب و ترشح است (شکل ۶).

**تراوش:** تراوش، نخستین مرحله تشکیل ادرار است. در این مرحله بخشی از خوناب در نتیجه فشار خون از کلافک خارج شده به کیسول بومن وارد می‌شوند. این فرایند را تراوش می‌نامند. هم ساختار کلافک و هم ساختار کیسول بومن برای تراوش متناسب شده است. مویرگ‌های کلافک از نوع منفذدار هستند و بنابراین امکان خروج مواد از آنها به خوبی فراهم است.

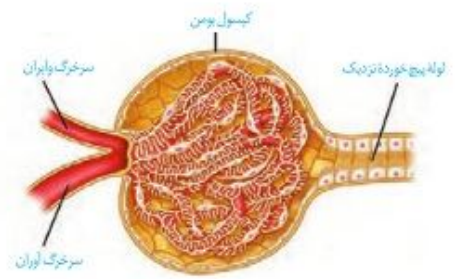
مولکول‌های بزرگ نمی‌توانند وارد کیسول بومن شوند. برای اینکه فشار تراوشی به حد کافی زیاد باشد ساز و کار ویژه‌ای در نظر گرفته شده است. قطر سرخرگ اوران بیشتر از قطر سرخرگ وابران است و این، فشار تراوشی را در مویرگ‌های کلافک افزایش می‌دهد (شکل ۷).

اطراف کلافک را کیسول بومن احاطه کرده است. کیسول بومن شامل دو دیواره است: یکی بیرونی و دیگری درونی. دیواره بیرونی از باخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساده و دیواره درونی که با کلافک در تماس است، از باخته‌هایی به نام پودوسیت تشکیل شده است (شکل ۸). هر یک از پودوسیت‌ها رشته‌های کوتاه و پاماند فراوانی دارد. پودوسیت‌ها با پاهای خود اطراف مویرگ‌های کلافک را احاطه کرده‌اند.

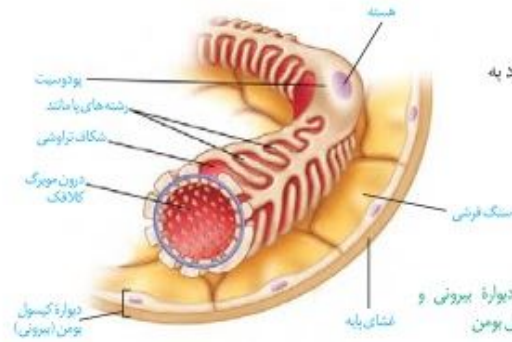
شکاف‌های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارد به خوبی امکان نفوذ مواد را به دیواره درونی فراهم می‌کند.



شکل ۶- فرایند تشکیل ادرار



شکل ۷- کلافک درون کیسول بومن



شکل ۸- دیواره بیرونی و درونی کیسول بومن

## گفتار ۲ تشکیل ادرار و تخلیه آن

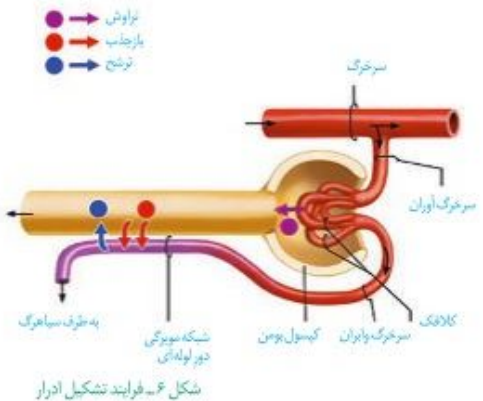
فرایند تشکیل ادرار، شامل سه مرحله تراوش، بازجذب و ترشح است (شکل ۶).

**تراوش:** تراوش، نخستین مرحله تشکیل ادرار است. در این مرحله بخشی از خوناب در نتیجه فشار خون از کلافک خارج شده به کیسول بومن وارد می‌شوند. این فرایند را تراوش می‌نامند. هم ساختار کلافک و هم ساختار کیسول بومن برای تراوش متناسب شده است. مویرگ‌های کلافک از نوع منفذدار هستند و بنابراین امکان خروج مواد از آنها به خوبی فراهم است. مولکول‌های بزرگ نمی‌توانند وارد کیسول بومن شوند.

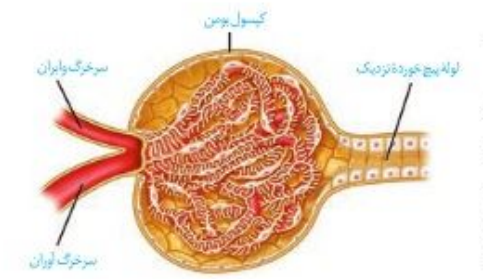
برای اینکه فشار تراوشی به حد کافی زیاد باشد ساز و کار ویژه‌ای در نظر گرفته شده است. قطر سرخرگ اوران بیشتر از قطر سرخرگ وابران است و این، فشار تراوشی را در مویرگ‌های کلافک افزایش می‌دهد (شکل ۷).

اطراف کلافک را کیسول بومن احاطه کرده است. کیسول بومن شامل دو دیواره است: یکی بیرونی و دیگری درونی. دیواره بیرونی از باخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساده و دیواره درونی که با کلافک در تماس است، از باخته‌هایی به نام پودوسیت تشکیل شده است (شکل ۸). هر یک از پودوسیت‌ها رشته‌های کوتاه و پاماند فراوانی دارد. پودوسیت‌ها با پاهای خود اطراف مویرگ‌های کلافک را احاطه کرده‌اند.

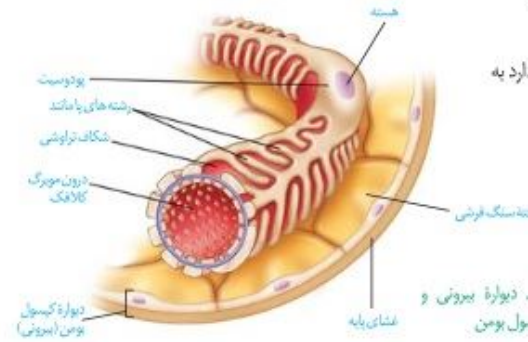
شکاف‌های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارد به خوبی امکان نفوذ مواد را به دیواره درونی فراهم می‌کند.



شکل ۶- فرایند تشکیل ادرار

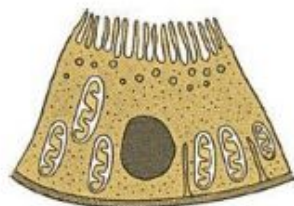


شکل ۷- کلافک درون کیسول بومن



شکل ۸- دیواره بیرونی و درونی کیسول بومن

**باز جذب:** در تراوش، مواد براساس اندازه وارد گردیزه می‌شوند و هیچ انتخاب دیگری صورت نمی‌گیرد. بنابراین، هم مواد دفعی مثل اوره و هم مواد مفید مثل گلوکز و آمینواسیدها به گردیزه وارد می‌شوند. مواد مفید دوباره باید به خون بازگردند. این مواد از طریق مویرگ‌های دورلوله‌ای، دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می‌شوند. این فرایند را بازجذب می‌نامند.



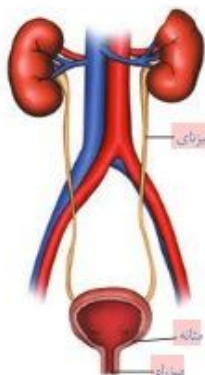
شکل ۹- یاخته‌های ریزپرز دار لوله پیچ‌خورده نزدیک

به محض ورود مواد تراوش شده به لوله پیچ‌خورده نزدیک، بازجذب آغاز می‌شود. دیواره لوله پیچ‌خورده نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارند. ریزپرها سطح بازجذب را افزایش می‌دهند. به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لوله پیچ‌خورده نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گردیزه، بیش از سایر قسمت‌هاست (شکل ۹).

در بیشتر موارد، بازجذب فعال است و با صرف انرژی انجام می‌گیرد؛ گرچه بازجذب ممکن است غیرفعال باشد مثل بازجذب آب که با اسمز انجام می‌شود.

**ترشح:** ترشح در جهت مخالف بازجذب رخ می‌دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ‌های دورلوله‌ای یا خود یاخته‌های گردیزه به درون گردیزه ترشح می‌شوند. این فرایند را ترشح می‌نامند. ترشح در بیشتر موارد به روش فعال و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد.

ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی دارد. اگر pH خون کاهش یابد، کلیه‌ها یون هیدروژن را ترشح می‌کنند. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بی‌کربنات بیشتری دفع می‌کند و به این ترتیب pH خون را در محدوده ثابتی نگه می‌دارد. بعضی سموم و داروها به وسیله ترشح دفع می‌شوند.



### تخلیه ادرار

ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنای به مثانه وارد می‌شود (شکل ۱۰). حرکت کرمی دیواره میزنای، که نتیجه انقباضات ماهیچه صاف دیواره آن است، ادرار را به پیش می‌راند. پس از ورود به مثانه، درجه‌ای که حاصل چین خوردگی مخاط مثانه روی دهانه میزنای است، مانع بازگشت ادرار به میزنای می‌شود.

مثانه، کیسه‌ای است ماهیچه‌ای که ادرار را موقتاً ذخیره می‌کند. چنانچه حجم ادرار جمع شده در آن از حد مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیواره مثانه باعث فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار می‌شود. در محل اتصال مثانه به میزراه، بنداره‌ای قرار دارد که به هنگام ورود ادرار باز می‌شود. این بنداره، که بنداره داخلی میزراه نام دارد، از نوع ماهیچه صاف و غیرارادی است. بعد از این بنداره، بنداره دیگری به نام بنداره خارجی میزراه وجود دارد که از نوع ماهیچه مخطط و ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به طور کامل شکل نگرفته است، تخلیه مثانه به صورت غیرارادی صورت می‌گیرد.



شکل ۱۰- دستگاه دفع ادرار- آیا می‌توانید اجزای شکل را نام گذاری کنید؟

**باز جذب:** در تراوش، مواد براساس اندازه وارد گردیزه می‌شوند و هیچ انتخاب دیگری صورت نمی‌گیرد. بنابراین، هم مواد دفعی مثل اوره و هم مواد مفید مثل گلوکز و آمینواسیدها به گردیزه وارد می‌شوند. مواد مفید دوباره باید به خون بازگردند. این مواد از طریق مویرگ‌های دورلوله‌ای، دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می‌شوند. این فرایند را بازجذب می‌نامند.



شکل ۹- یاخته‌های ریزپرز دار لوله پیچ‌خورده نزدیک

به محض ورود مواد تراوش شده به لوله پیچ‌خورده نزدیک، بازجذب آغاز می‌شود. دیواره لوله پیچ‌خورده نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارند. ریزپرها سطح بازجذب را افزایش می‌دهند. به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لوله پیچ‌خورده نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گردیزه، بیش از سایر قسمت‌هاست (شکل ۹).

در بیشتر موارد، بازجذب فعال است و با صرف انرژی انجام می‌گیرد؛ گرچه بازجذب ممکن است غیرفعال باشد مثل بازجذب آب که با اسمز انجام می‌شود.

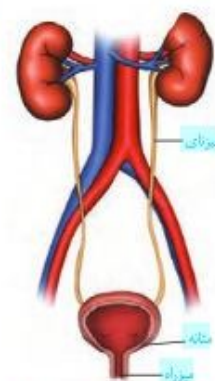
**ترشح:** ترشح در جهت مخالف بازجذب رخ می‌دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ‌های دورلوله‌ای یا خود یاخته‌های گردیزه به درون گردیزه ترشح می‌شوند. این فرایند را ترشح می‌نامند. ترشح در بیشتر موارد به روش فعال و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد.

ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی دارد. اگر pH خون کاهش یابد، کلیه‌ها یون هیدروژن را ترشح می‌کنند. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بی‌کربنات بیشتری دفع می‌کند و به این ترتیب pH خون را در محدوده ثابتی نگه می‌دارد. بعضی سموم و داروها به وسیله ترشح دفع می‌شوند.

### تخلیه ادرار

ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنای به مثانه وارد می‌شود (شکل ۱۰). حرکت کرمی دیواره میزنای، که نتیجه انقباضات ماهیچه صاف دیواره آن است، ادرار را به پیش می‌راند. پس از ورود به مثانه، درجه‌ای که حاصل چین خوردگی مخاط مثانه روی دهانه میزنای است، مانع بازگشت ادرار به میزنای می‌شود.

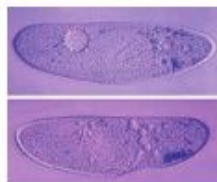
مثانه، کیسه‌ای است ماهیچه‌ای که ادرار را موقتاً ذخیره می‌کند. چنانچه حجم ادرار جمع شده در آن از حد مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیواره مثانه باعث فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار می‌شود. در محل اتصال مثانه به میزراه، بنداره‌ای قرار دارد که به هنگام ورود ادرار باز می‌شود. این بنداره، که بنداره داخلی میزراه نام دارد، از نوع ماهیچه صاف و غیرارادی است. بعد از این بنداره، بنداره دیگری به نام بنداره خارجی میزراه وجود دارد که از نوع ماهیچه مخطط و ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به طور کامل شکل نگرفته است، تخلیه مثانه به صورت غیرارادی صورت می‌گیرد.



شکل ۱۰- ترسیمی از دستگاه دفع ادرار در انسان

### گفتار ۳ تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

در بسیاری از تک یاخته‌ای‌ها تنظیم اسمزی با کمک انتشار انجام می‌شود. ولی در برخی دیگر مانند پارامسی، آبی که در نتیجه اسمز وارد می‌شود به همراه مواد دفعی توسط واکنول‌های انقباضی دفع می‌شود (شکل ۱۱).

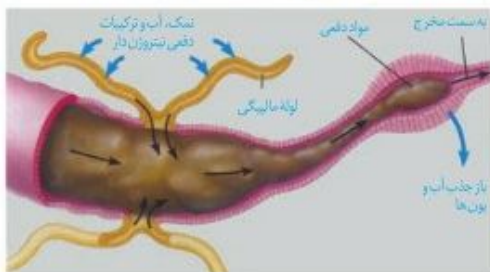


شکل ۱۱- واکنول انقباضی در پارامسی

#### در بی‌مه‌رگان

**نفریدی:** بیشتر بی‌مه‌رگان دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند. یکی از این ساختارها نفریدی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار می‌رود. نفریدی لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز و دفع از طریق آن انجام می‌شود.

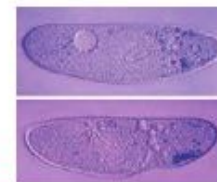
**آبشش:** در سخت پوستان، مواد دفعی نیتروژن دار با انتشار ساده، از آبشش‌ها دفع می‌شوند. **لوله‌های مالپیگی:** حشرات سامانه دفعی متصل به روده به نام لوله‌های مالپیگی دارند (شکل ۱۲). ماده دفعی در حشرات، اوریک اسید است. اوریک اسید همراه با آب به لوله‌های مالپیگی وارد می‌شود. محتوای لوله‌های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون‌ها بازجذب می‌شوند. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می‌شود.



شکل ۱۲- لوله‌های مالپیگی

### گفتار ۳ تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

در بسیاری از تک یاخته‌ای‌ها تنظیم اسمزی با کمک انتشار انجام می‌شود. ولی در برخی دیگر مانند پارامسی، آبی که در نتیجه اسمز وارد می‌شود به همراه مواد دفعی توسط واکنول‌های انقباضی دفع می‌شود (شکل ۱۱).

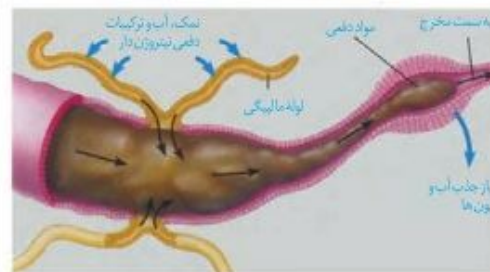


شکل ۱۱- واکنول انقباضی در پارامسی

#### در بی‌مه‌رگان

**نفریدی:** بیشتر بی‌مه‌رگان دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند. یکی از این ساختارها نفریدی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار می‌رود. نفریدی لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز و دفع از طریق آن انجام می‌شود.

**آبشش:** در سخت پوستان، مواد دفعی نیتروژن دار با انتشار ساده، از آبشش‌ها دفع می‌شوند. **لوله‌های مالپیگی:** حشرات سامانه دفعی متصل به روده به نام لوله‌های مالپیگی دارند (شکل ۱۲). ماده دفعی در حشرات، اوریک اسید است. اوریک اسید همراه با آب به لوله‌های مالپیگی وارد می‌شود. محتوای لوله‌های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون‌ها بازجذب می‌شوند. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می‌شود.



شکل ۱۲- لوله‌های مالپیگی

## گفتار ۱ ویژگی‌های یاخته گیاهی

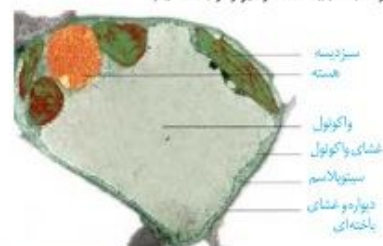
### دیواره یاخته‌ای

اگر از شما بپرسند که یاخته در گیاهان چه تفاوتی با یاخته در جانوران دارد، احتمالاً علاوه بر سبزیسه (کلروپلاست)، دیواره را نیز نام می‌برید. یاخته، اولین بار در بافت چوب‌پنبه، مشاهده شد (شکل ۱). چوب پنبه از یاخته‌های مرده تشکیل شده است. یاخته‌های این بافت در مشاهده با میکروسکوپ به صورت مجموعه حفره‌هایی دیده می‌شوند که دیواره‌هایی آنها را از یکدیگر جدا کرده‌اند. این دیواره‌ها، دیواره یاخته‌ای و تنها بخش باقی مانده از یاخته گیاهی در بافتی مرده‌اند. دیواره یاخته‌ای در بافت‌های زنده گیاه، بخشی به نام پروتوپلاست را در بر می‌گیرد. پروتوپلاست شامل غشا، سیتوپلاسم و هسته است (شکل ۲).

دیواره عملکردهای متفاوتی دارد. حفظ شکل و استحکام یاخته‌ها و در نتیجه استحکام پیکر گیاه، کنترل تبادل مواد بین یاخته‌ها و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا، از کارهای دیواره یاخته‌ای است. برای پی بردن به نقش دیواره در هر یک از این کارها ابتدا باید ساختار دیواره را بشناسیم.

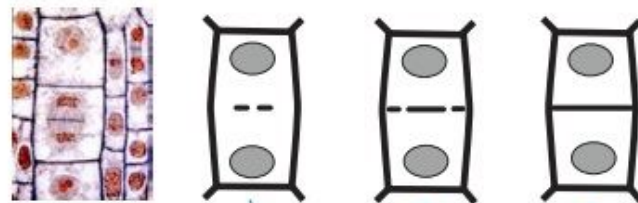


شکل ۱- میکروسکوپ ابتدایی را برت هوک و آنچه مشاهده کرد.



شکل ۲- نوعی یاخته گیاهی

به شکل ۳ توجه کنید! در تقسیم یاخته گیاهی لایه‌ای به نام تیغه میانی تشکیل می‌شود. این لایه، سیتوپلاسم را به دو بخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو یاخته ایجاد می‌شود. تیغه میانی از پکتین ساخته شده است. پکتین مانند چسب عمل می‌کند و دو یاخته را در کنار هم نگاه می‌دارد.



شکل ۳- تشکیل تیغه میانی

پروتوپلاست هریک از یاخته‌های تازه تشکیل شده، دیواره نخستین را می‌سازد. در این دیواره، علاوه بر پکتین رشته‌های سلولز وجود دارند. دیواره نخستین، مانند قالبی، پروتوپلاست را در بر می‌گیرد؛

## گفتار ۱ ویژگی‌های یاخته گیاهی

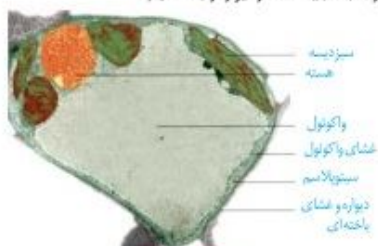
### دیواره یاخته‌ای

اگر از شما بپرسند که یاخته در گیاهان چه تفاوتی با یاخته در جانوران دارد، احتمالاً علاوه بر سبزیسه (کلروپلاست)، دیواره را نیز نام می‌برید. یاخته، اولین بار در بافت چوب‌پنبه، مشاهده شد (شکل ۱). چوب پنبه از یاخته‌های مرده تشکیل شده است. یاخته‌های این بافت در مشاهده با میکروسکوپ به صورت مجموعه حفره‌هایی دیده می‌شوند که دیواره‌هایی آنها را از یکدیگر جدا کرده‌اند. این دیواره‌ها، دیواره یاخته‌ای و تنها بخش باقی مانده از یاخته گیاهی در بافتی مرده‌اند. دیواره یاخته‌ای در بافت‌های زنده گیاه، بخشی به نام پروتوپلاست را در بر می‌گیرد. پروتوپلاست شامل غشا، سیتوپلاسم و هسته است (شکل ۲).

دیواره عملکردهای متفاوتی دارد. حفظ شکل و استحکام یاخته‌ها و در نتیجه استحکام پیکر گیاه، کنترل تبادل مواد بین یاخته‌ها و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا، از کارهای دیواره یاخته‌ای است. برای پی بردن به نقش دیواره در هر یک از این کارها ابتدا باید ساختار دیواره را بشناسیم.

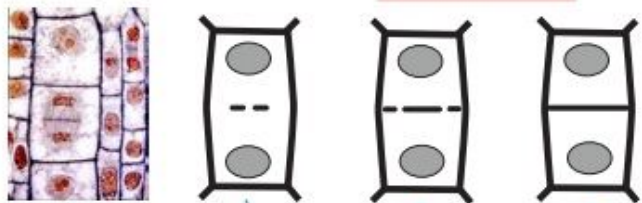


شکل ۱- میکروسکوپ ابتدایی را برت هوک و آنچه مشاهده کرد.



شکل ۲- نوعی یاخته گیاهی

به شکل ۳ توجه کنید! در تقسیم یاخته گیاهی بعد از تقسیم هسته، لایه‌ای به نام تیغه میانی تشکیل می‌شود. این لایه، سیتوپلاسم را به دو بخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو یاخته ایجاد می‌شود. تیغه میانی از پکتین ساخته شده است. پکتین مانند چسب عمل می‌کند و دو یاخته را در کنار هم نگاه می‌دارد.



شکل ۳- تشکیل تیغه میانی

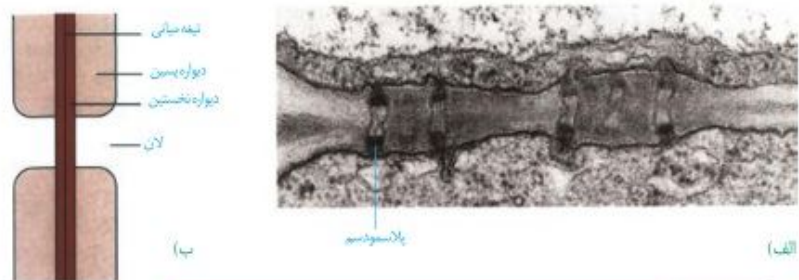
پروتوپلاست هریک از یاخته‌های تازه تشکیل شده، دیواره نخستین را می‌سازد. در این دیواره، علاوه بر پکتین رشته‌های سلولز وجود دارند. دیواره نخستین، مانند قالبی، پروتوپلاست را در بر می‌گیرد؛

برمی‌گیرد؛ اما مانع رشد آن نمی‌شود؛ زیرا قابلیت گسترش و کشش دارد و همراه با رشد پروتوپلاست و اضافه شدن ترکیبات سازنده دیواره، اندازه آن نیز افزایش می‌یابد. در بعضی یاخته‌های گیاهی، لایه‌های دیگری نیز ساخته می‌شود که به مجموع آنها دیوارهٔ پسین می‌گویند. رشته‌های سلولزی در هر لایه از دیوارهٔ پسین با هم موازی و با لایهٔ دیگر زاویه دارند. استحکام و تراکم این دیواره از دیوارهٔ نخستین بیشتر است (شکل ۴). دیوارهٔ پسین مانع از رشد یاخته می‌شود.



شکل ۴- چگونگی تشکیل دیوارهٔ یاخته‌ای با تشکیل دیواره‌های نخستین و پسین. نیفه میانی از پروتوپلاست دور می‌شود.

دیدیم که دیوارهٔ یاخته‌ای، دور تا دور یاخته را می‌پوشاند. آیا این دیواره، یاخته‌ها را به‌طور کامل از هم جدا می‌کند؟ مشاهدهٔ بافت‌های گیاهی با میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که کانال‌های سیتوپلاسمی از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر کشیده شده‌اند. به این کانال‌ها، پلاسمودسم می‌گویند (شکل ۵). مواد مغذی و ترکیبات دیگر می‌توانند از راه پلاسمودسم‌ها از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر بروند. پلاسمودسم‌ها در مناطقی از دیواره به نام لان، به فراوانی وجود دارند. لان به منطفقه‌ای گفته می‌شود که دیوارهٔ یاخته‌ای در آنجا نازک مانده است.



شکل ۵- تصویر پلاسمودسم با میکروسکوپ الکترونی (الف). لان در دیوارهٔ یاخته‌ای (ب)

### فعالیت

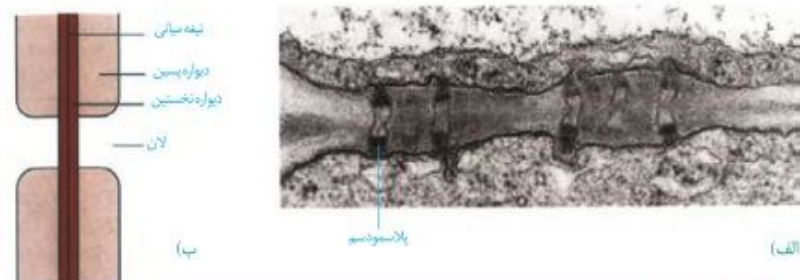
با استفاده از ابزار و مواد مناسب، نمونه‌ای از یاختهٔ گیاهی بسازید. در این نمونه، لایه‌های دیواره و ارتباط بین یاخته‌های گیاهی را نیز نشان دهید.

اما مانع رشد آن نمی‌شود؛ زیرا قابلیت گسترش و کشش دارد و همراه با رشد پروتوپلاست و اضافه شدن ترکیبات سازنده دیواره، اندازه آن نیز افزایش می‌یابد. در بعضی یاخته‌های گیاهی، لایه‌های دیگری نیز ساخته می‌شود که به مجموع آنها دیوارهٔ پسین می‌گویند. رشته‌های سلولزی در هر لایه از دیوارهٔ پسین با هم موازی و با لایهٔ دیگر زاویه دارند. استحکام و تراکم این دیواره از دیوارهٔ نخستین بیشتر است (شکل ۴). دیوارهٔ پسین مانع از رشد یاخته می‌شود.



شکل ۴- چگونگی تشکیل دیوارهٔ یاخته‌ای با تشکیل دیواره‌های نخستین و پسین. نیفه میانی از پروتوپلاست دور می‌شود.

دیدیم که دیوارهٔ یاخته‌ای، دور تا دور یاخته را می‌پوشاند. آیا این دیواره، یاخته‌ها را به‌طور کامل از هم جدا می‌کند؟ مشاهدهٔ بافت‌های گیاهی با میکروسکوپ الکترونی نشان می‌دهد که کانال‌های سیتوپلاسمی از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر کشیده شده‌اند. به این کانال‌ها، پلاسمودسم می‌گویند (شکل ۵). مواد مغذی و ترکیبات دیگر می‌توانند از راه پلاسمودسم‌ها از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر بروند. پلاسمودسم‌ها در مناطقی از دیواره به نام لان، به فراوانی وجود دارند. لان به منطفقه‌ای گفته می‌شود که دیوارهٔ یاخته‌ای در آنجا نازک مانده است.



شکل ۵- تصویر پلاسمودسم با میکروسکوپ الکترونی (الف). لان در دیوارهٔ یاخته‌ای (ب)

### فعالیت ۱

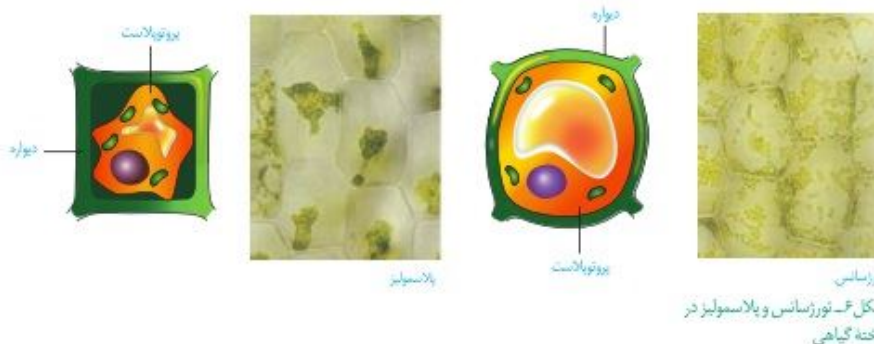
با استفاده از ابزار و مواد مناسب، نمونه‌ای از یاختهٔ گیاهی بسازید. در این نمونه، لایه‌های دیواره و ارتباط بین یاخته‌های گیاهی را نیز نشان دهید.

### واکونول، محلی برای ذخیره

چگونه گیاه پژمرده بعد از آبیاری شاداب می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش باید نگاهی دقیق به یاخته گیاه داشته باشیم. می‌دانیم یکی از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **واکونول** است. در این اندامک، مایعی به نام شیره واکونولی قرار دارد. شیره واکونولی ترکیبی از آب و مواد دیگر است. مقدار و ترکیب این شیره، از گیاهی به گیاه دیگر و حتی از بافتی به بافت دیگر فرق می‌کند.

بعضی یاخته‌های گیاهی واکونول درشتی دارند که بیشتر حجم یاخته را اشغال می‌کند (شکل ۲). به شکل ۶ نگاه کنید! وقتی تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم در محیط بیشتر از یاخته باشد، آب وارد یاخته می‌شود. در نتیجه پروتوپلاست حجیم و به دیواره فشار می‌آورد. در این حالت واکونول‌ها **پر آب و حجیم** اند. دیواره یاخته‌ای در برابر این فشار تا حدی کشیده می‌شود، اما پاره نمی‌شود. یاخته در این وضعیت در حالت **تورژسانس** یا تورم است. حالت تورم یاخته‌ها در بافت‌های گیاهی سبب می‌شود که اندام‌های غیر چوبی، مانند برگ و گیاهان علفی استوار بمانند.

اگر به هر علتی تراکم آب کم شود، پروتوپلاست جمع می‌شود و از دیواره فاصله می‌گیرد. این وضعیت، **پلاسمولیز** نامیده می‌شود. اگر پلاسمولیز طولانی مدت باشد، پژمردگی حتی با آبیاری فراوان نیز رفع نمی‌شود و گیاه به دنبال مرگ یاخته‌هایش، می‌میرد.



### فعالیت ۲

#### تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته‌های گیاه

آب بر اساس اسمز می‌تواند از غشای پروتوپلاست و واکونول، آزادانه و بدون صرف انرژی عبور کند.

الف) برای مشاهده تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته گیاهی آزمایشی طراحی و اجرا کنید.

ب) گفتیم که یاخته‌های گیاه بر اساس تفاوت فشار اسمزی پروتوپلاست و محیط اطراف، به حالت تورژسانس یا پلاسمولیز در می‌آیند. آیا پلاسمولیز و تورژسانس یاخته‌ها، سبب تغییر در اندازه یا وزن بافت گیاهی می‌شود؟ چگونه با روش علمی به این پرسش پاسخ می‌دهید؟

### واکونول، محلی برای ذخیره

چگونه گیاه پژمرده بعد از آبیاری شاداب می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش باید نگاهی دقیق به یاخته گیاه داشته باشیم. می‌دانیم یکی از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **واکونول** است. در این اندامک، مایعی به نام شیره واکونولی قرار دارد. شیره واکونولی ترکیبی از آب و مواد دیگر است. مقدار و ترکیب این شیره، از گیاهی به گیاه دیگر و حتی از بافتی به بافت دیگر فرق می‌کند.

بعضی یاخته‌های گیاهی واکونول درشتی دارند که بیشتر حجم یاخته را اشغال می‌کند (شکل ۲). به شکل ۶ نگاه کنید! وقتی تعداد مولکول‌های آب در واحد حجم در محیط بیشتر از یاخته باشد، آب وارد یاخته می‌شود. در نتیجه پروتوپلاست حجیم و به دیواره فشار می‌آورد. در این حالت واکونول‌ها **پر آب و حجیم** اند. دیواره یاخته‌ای در برابر این فشار تا حدی کشیده می‌شود، اما پاره نمی‌شود. یاخته در این وضعیت در حالت **تورژسانس** یا تورم است. حالت تورم یاخته‌ها در بافت‌های گیاهی سبب می‌شود که اندام‌های غیر چوبی، مانند برگ و گیاهان علفی استوار بمانند.

اگر به هر علتی تراکم آب کم شود، پروتوپلاست جمع می‌شود و از دیواره فاصله می‌گیرد. این وضعیت، **پلاسمولیز** نامیده می‌شود. اگر پلاسمولیز طولانی مدت باشد، پژمردگی حتی با آبیاری فراوان نیز رفع نمی‌شود و گیاه به دنبال مرگ یاخته‌هایش، می‌میرد.



### فعالیت

#### تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته‌های گیاه

آب بر اساس اسمز می‌تواند از غشای پروتوپلاست و واکونول، آزادانه و بدون صرف انرژی عبور کند.

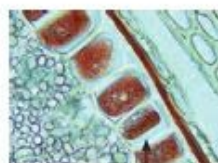
الف) برای مشاهده تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته گیاهی آزمایشی طراحی و اجرا کنید.

ب) گفتیم که یاخته‌های گیاه بر اساس تفاوت فشار اسمزی پروتوپلاست و محیط اطراف، به حالت تورژسانس یا پلاسمولیز در می‌آیند. آیا پلاسمولیز و تورژسانس یاخته‌ها، سبب تغییر در اندازه یا وزن بافت گیاهی می‌شود؟ چگونه با روش علمی به این پرسش پاسخ می‌دهید؟

به جز آب، واکونول محل ذخیره ترکیبات پروتئینی، اسیدی و رنگی است که در گیاه ساخته می‌شوند؛ **آنتوسیانین** یکی از ترکیبات رنگی است که در واکونول ذخیره می‌شود. آنتوسیانین در ریشه چغندر قرمز، کلم بنفش و میوه‌هایی مانند پرتقال توسرخ، به مقدار فراوانی وجود دارد. جالب است که رنگ آنتوسیانین در pH های متفاوت تغییر می‌کند.

### فعالیت ۳

غشای واکونول مانند غشای باخته، ورود مواد به واکونول و خروج از آن را کنترل می‌کند. برگ کلم بنفش را چند دقیقه در آب معمولی قرار دهید، چه اتفاقی می‌افتد؟ اکنون آن را به مدت چند دقیقه بجوشانید. چه می‌بینید؟ مشاهده خود را تفسیر کنید.



شکل ۷- یاخته‌هایی که گلوتن در واکونول آنها ذخیره شده است.

پروتئین، یکی دیگر از ترکیباتی است که در واکونول ذخیره می‌شود. گلوتن یکی از این پروتئین‌هاست که در گندم و جو ذخیره می‌شود و برای رشد و نمو روپان به مصرف می‌رسد (شکل ۷).

### رنگ‌ها در گیاهان

گیاهان را به سبز بودن می‌شناسیم؛ در حالی که انواعی از رنگ‌ها در گیاهان دیده می‌شود. دانستیم که بعضی رنگ‌ها به علت وجود مواد رنگی در واکونول است. آیا رنگ زرد یا نارنجی ریشه هویج، و رنگ قرمز میوه گوجه فرنگی مربوط به ترکیبات رنگی در واکونول هاست؟ پاسخ منفی است. یکی دیگر از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **دیسه (پلاست)** است. انواعی از دیسه‌ها در گیاهان وجود دارد (شکل ۸). **سبز دیسه (کلروپلاست)** به مقدار فراوانی سبزینه دارد. به همین علت گیاهان، سبز دیده می‌شوند. نوع دیگری دیسه وجود دارد که در آن، رنگیزه‌هایی با نام **کاروتنوئیدها** ذخیره می‌شوند. به این دیسه‌ها، **رنگ دیسه (کروموپلاست)** می‌گویند؛ مثلاً رنگ دیسه‌ها در یاخته‌های ریشه گیاه هویج، مقدار فراوانی **کاروتن** دارند که نارنجی است.



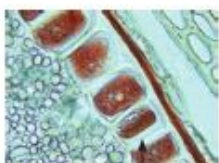
### بیشتر بدانید

**شیر با چای یا شیر با شیر؟** چرا اگر در شیر چای بریزید، شیر کدر می‌شود؟ در واکونول یاخته‌های برگ چای، اگر آلکالیک اسید وجود دارد انواعی از سنگ‌های کلیه از نوع اگزالات هستند. اگر آلکالیک اسید با کلسیم شیر تشکیل بلورهای جامد کلسیم اگزالات می‌دهد که رسوب می‌کنند. بنابراین اگر می‌خواهید کلسیم شیر به بدن شما برسد، چای به شیر اضافه نکنید. درباره افزودن شیر به چای چه نظری دارید؟

به جز آب، واکونول محل ذخیره ترکیبات پروتئینی، اسیدی و رنگی است که در گیاه ساخته می‌شوند؛ **آنتوسیانین** یکی از ترکیبات رنگی است که در واکونول ذخیره می‌شود. آنتوسیانین در ریشه چغندر قرمز، کلم بنفش و میوه‌هایی مانند پرتقال توسرخ، به مقدار فراوانی وجود دارد. جالب است که رنگ آنتوسیانین در pH های متفاوت تغییر می‌کند.

### فعالیت

غشای واکونول مانند غشای باخته، ورود مواد به واکونول و خروج از آن را کنترل می‌کند. برگ کلم بنفش را چند دقیقه در آب معمولی قرار دهید، چه اتفاقی می‌افتد؟ اکنون آن را به مدت چند دقیقه بجوشانید. چه می‌بینید؟ مشاهده خود را تفسیر کنید.



شکل ۷- یاخته‌هایی که گلوتن در واکونول آنها ذخیره شده است.

پروتئین، یکی دیگر از ترکیباتی است که در واکونول ذخیره می‌شود. گلوتن یکی از این پروتئین‌هاست که در گندم و جو ذخیره می‌شود و برای رشد و نمو روپان به مصرف می‌رسد (شکل ۷).

### رنگ‌ها در گیاهان

گیاهان را به سبز بودن می‌شناسیم؛ در حالی که انواعی از رنگ‌ها در گیاهان دیده می‌شود. دانستیم که بعضی رنگ‌ها به علت وجود مواد رنگی در واکونول است. آیا رنگ زرد یا نارنجی ریشه هویج، و رنگ قرمز میوه گوجه فرنگی مربوط به ترکیبات رنگی در واکونول هاست؟ پاسخ منفی است. یکی دیگر از ویژگی‌های یاخته‌های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **دیسه (پلاست)** است. انواعی از دیسه‌ها در گیاهان وجود دارد (شکل ۸). **سبز دیسه (کلروپلاست)** به مقدار فراوانی سبزینه دارد. به همین علت گیاهان، سبز دیده می‌شوند. نوع دیگری دیسه وجود دارد که در آن، رنگیزه‌هایی با نام **کاروتنوئیدها** ذخیره می‌شوند. به این دیسه‌ها، **رنگ دیسه (کروموپلاست)** می‌گویند؛ مثلاً رنگ دیسه‌ها در یاخته‌های ریشه گیاه هویج، مقدار فراوانی **کاروتن** دارند که نارنجی است.



### بیشتر بدانید

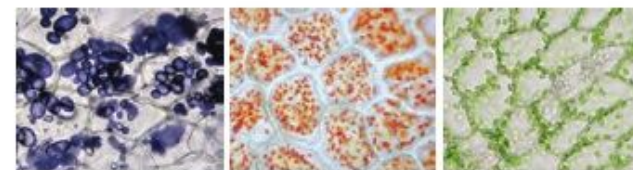
**شیر با چای یا شیر با شیر؟** چرا اگر در شیر چای بریزید، شیر کدر می‌شود؟ در واکونول یاخته‌های برگ چای، اگر آلکالیک اسید وجود دارد انواعی از سنگ‌های کلیه از نوع اگزالات هستند. اگر آلکالیک اسید با کلسیم شیر تشکیل بلورهای جامد کلسیم اگزالات می‌دهد که رسوب می‌کنند. بنابراین اگر می‌خواهید کلسیم شیر به بدن شما برسد، چای به شیر اضافه نکنید. درباره افزودن شیر به چای چه نظری دارید؟

### واژه شناسی

#### دیسسه (Plastide / پلاست)

پلاست اندامکی است که توسط غشا محصور و در باخته‌های گیاهی ساخته شدن و ذخیره‌سازی مواد را برعهده دارد. معادل آن دیسه است که از مصدر دیسیدن به معنی شکل دادن و ساختن گرفته شده است. همراه این واژه سبزدیسه-رنگ دیسه و نشادیسسه نیز ساخته شده است.

تغییر می‌کند و به رنگ دیسه تبدیل می‌شوند. در این هنگام سبزینه در برگ تجزیه می‌شود و مقدار کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد.



شکل ۸- دیسه در باخته‌های گیاهان  
الف) باخته‌های دارای سبزدیسه      ب) رنگ دیسه      پ) نشادیسسه

### فعالیت ۴

#### مشاهده رنگ دیسه

وسایل و مواد لازم: تیغه و تیغک، میکروسکوپ نوری، تیغ، آب مقطر، پوست

گوجه فرنگی.

**روش کار:** برای مشاهده رنگ دیسه، با استفاده از تیغ، سمت داخلی پوست گوجه فرنگی را خراش دهید و از آن نمونه میکروسکوپی تهیه و با میکروسکوپ مشاهده کنید.  
گوجه فرنگی در ابتدا سبز رنگ و با گذشت زمان رنگ آن تغییر می‌کند. چه توضیحی برای این رویداد دارید؟ چگونه می‌توانید به طور تجربی، درستی توضیح خود را تأیید کنید؟

### ترکیبات دیگر در گیاهان

معمولاً گیاهان را به عنوان جانداران غذا ساز می‌شناسیم، اما گیاهان ترکیبات دیگری می‌سازند که استفاده‌هایی به غیر از غذا دارند (شکل ۹)؛ مثلاً قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی، گیاهان از منابع اصلی تولید رنگ برای رنگ آمیزی الیاف بودند. آیا می‌دانید قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی از چه گیاهانی برای رنگ آمیزی الیاف فرش استفاده می‌شد؟



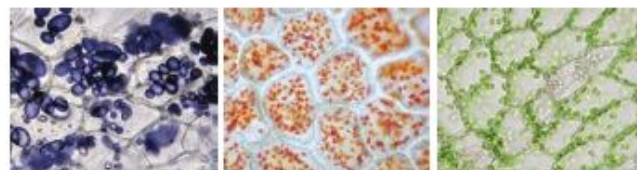
شکل ۹- گیاهان استفاده‌های متفاوتی دارند.  
گل محمدی      ننا      روناس

### واژه شناسی

#### دیسسه (Plastide / پلاست)

پلاست اندامکی است که توسط غشا محصور و در باخته‌های گیاهی ساخته شدن و ذخیره‌سازی مواد را برعهده دارد. معادل آن دیسه است که از مصدر دیسیدن به معنی شکل دادن و ساختن گرفته شده است. همراه این واژه سبزدیسه-رنگ دیسه و نشادیسسه نیز ساخته شده است.

تغییر می‌کند و به رنگ دیسه تبدیل می‌شوند. در این هنگام سبزینه در برگ تجزیه می‌شود و مقدار کاروتنوئیدها افزایش می‌یابد.



شکل ۸- دیسه در باخته‌های گیاهان  
الف) باخته‌های دارای سبزدیسه      ب) رنگ دیسه      پ) نشادیسسه

### فعالیت

#### مشاهده رنگ دیسه

وسایل و مواد لازم: تیغه و تیغک، میکروسکوپ نوری، تیغ، آب مقطر، پوست

گوجه فرنگی.

**روش کار:** برای مشاهده رنگ دیسه، با استفاده از تیغ، سمت داخلی پوست گوجه فرنگی را خراش دهید و از آن نمونه میکروسکوپی تهیه و با میکروسکوپ مشاهده کنید.  
گوجه فرنگی در ابتدا سبز رنگ و با گذشت زمان رنگ آن تغییر می‌کند. چه توضیحی برای این رویداد دارید؟ چگونه می‌توانید به طور تجربی، درستی توضیح خود را تأیید کنید؟

### ترکیبات دیگر در گیاهان

معمولاً گیاهان را به عنوان جانداران غذا ساز می‌شناسیم، اما گیاهان ترکیبات دیگری می‌سازند که استفاده‌هایی به غیر از غذا دارند (شکل ۹)؛ مثلاً قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی، گیاهان از منابع اصلی تولید رنگ برای رنگ آمیزی الیاف بودند. آیا می‌دانید قبل از تولید رنگ‌های شیمیایی از چه گیاهانی برای رنگ آمیزی الیاف فرش استفاده می‌شد؟



شکل ۹- گیاهان استفاده‌های متفاوتی دارند.  
گل محمدی      ننا      روناس

اگر دمبرگ انجیر را ببرید یا اینکه میوه تازه انجیر را از شاخه جدا کنید، از محل برش، شیره سفید رنگی خارج می‌شود که به آن شیرابه می‌گویند. ترکیب شیرابه، در گیاهان متفاوت، فرق می‌کند. لاستیک برای اولین بار از شیرابه نوعی درخت ساخته شد.



شکل ۱۰-۱ خروج شیرابه از گیاهان

#### بیشتر بدانید

##### آلكالوئیدها در گیاهان

آلكالوئیدها ترکیبات نیتروژن دارند. در ارتباط با ساخته شدن این ترکیبات در گیاهان سه نظر وجود دارد: راهی برای دفع نیتروژن اضافی، ذخیره نیتروژن و استفاده از آن در هنگام نیاز و در امان ماندن از گیاه خوران.

آلكالوئیدها از ترکیبات گیاهی اند و در شیرابه بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. نقش آنها دفاع از گیاهان در برابر گیاه خوران است. آلكالوئیدها را در ساختن داروهایی مانند مسکن‌ها، آرام‌بخش‌ها و داروهای ضد سرطان به کار می‌برند. اما بعضی آلكالوئیدها اعتیادآورند. امروزه مصرف مواد اعتیادآور، از معضلات بسیاری از کشورهاست که سلامت و امنیت آنها را تهدید می‌کند. آیا گیاهی بودن یک ترکیب به معنی بی‌ضرر بودن آن است؟ شرکت‌های تجاری در تبلیغ محصولات خود و تشویق مردم برای خرید، عبارت **محصول کاملاً گیاهی است و هیچ ضرری ندارد!** را به کار می‌برند. در حالی که ترکیباتی در گیاهان ساخته می‌شود که در مقادیر متفاوت، ممکن است سرطان‌زا، مسموم‌کننده یا حتی کشنده باشند.

#### فعالیت

برگ بعضی گیاهان بخش‌های

غیر سبز، مثلاً سفید، زرد، قرمز

یا بنفش دارد. دیده می‌شود که کاهش نور در چنین گیاهانی، سبب افزایش مساحت بخش‌های سبز می‌شود. چه توضیحی برای این مشاهده دارید؟ این تغییر رنگ در برگ چه اهمیتی در ماندگاری گیاه دارد؟



اگر دمبرگ انجیر را ببرید یا اینکه میوه تازه انجیر را از شاخه جدا کنید، از محل برش، شیره سفید رنگی خارج می‌شود که به آن شیرابه می‌گویند. ترکیب شیرابه، در گیاهان متفاوت، فرق می‌کند. لاستیک برای اولین بار از شیرابه نوعی درخت ساخته شد.



شکل ۱۰-۱ خروج شیرابه از گیاهان

#### بیشتر بدانید

##### آلكالوئیدها در گیاهان

آلكالوئیدها ترکیبات نیتروژن دارند. در ارتباط با ساخته شدن این ترکیبات در گیاهان سه نظر وجود دارد: راهی برای دفع نیتروژن اضافی، ذخیره نیتروژن و استفاده از آن در هنگام نیاز و در امان ماندن از گیاه خوران.

آلكالوئیدها از ترکیبات گیاهی اند و در شیرابه بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. نقش آنها دفاع از گیاهان در برابر گیاه خوران است. آلكالوئیدها را در ساختن داروهایی مانند مسکن‌ها، آرام‌بخش‌ها و داروهای ضد سرطان به کار می‌برند. اما بعضی آلكالوئیدها اعتیادآورند. امروزه مصرف مواد اعتیادآور، از معضلات بسیاری از کشورهاست که سلامت و امنیت آنها را تهدید می‌کند. آیا گیاهی بودن یک ترکیب به معنی بی‌ضرر بودن آن است؟ شرکت‌های تجاری در تبلیغ محصولات خود و تشویق مردم برای خرید، عبارت **محصول کاملاً گیاهی است و هیچ ضرری ندارد!** را به کار می‌برند. در حالی که ترکیباتی در گیاهان ساخته می‌شود که در مقادیر متفاوت، ممکن است سرطان‌زا، مسموم‌کننده یا حتی کشنده باشند.

#### فعالیت ۵

برگ بعضی گیاهان بخش‌های

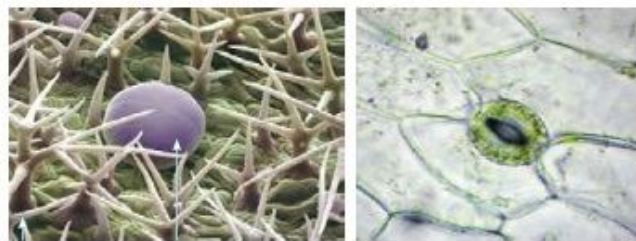
غیر سبز، مثلاً سفید، زرد، قرمز

یا بنفش دارد. دیده می‌شود که اگر به آنها، مثلاً به دلیل قرار گرفتن در سایه، نور کافی نرسد، مساحت بخش‌های سبز افزایش و بخش‌های غیرسبز کاهش می‌یابد. چه توضیحی برای این مشاهده دارید؟ این تغییر رنگ در برگ چه اهمیتی در ماندگاری گیاه دارد؟



### واژه شناسی

بعضی یاخته‌های رویوستی در اندام‌های هوایی گیاه، به یاخته‌های نگهبان روزنه، گُرک و یاخته‌های ترشچی، تمایز می‌یابند (شکل ۱۳). یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف یاخته‌های دیگر رویوست، سبزینه دارند. تار کشنده در ریشه‌های جوان، از تمایز یاخته‌های رویوست ایجاد می‌شود. رویوست ریشه، پوستک ندارد. به نظر شما این ویژگی چه فایده‌ای دارد؟

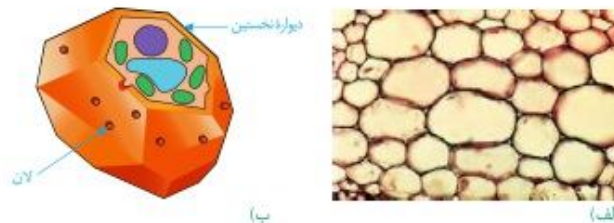


شکل ۱۳- الف) یاخته‌های نگهبان روزنه، ب) یاخته‌ترشچی و گُرک.

### سامانه بافت زمینه‌ای

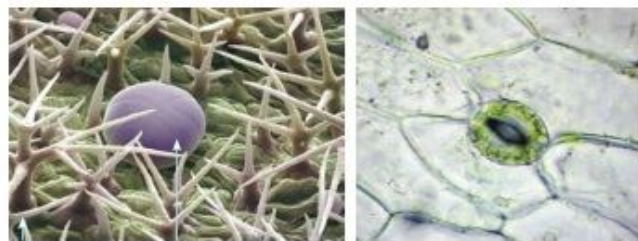
این سامانه که فضای بین رویوست و بافت آوندی را پر می‌کند از سه نوع بافت پارانشیمی (نرم‌آگند)، کلانشیمی (چسب‌آگند) و اسکلرانشیمی (سخت‌آگند) تشکیل می‌شود. بافت پارانشیمی رایج‌ترین بافت در این سامانه است. یاخته‌های پارانشیمی، دیواره نخستین نازک و چوبی نشده دارند؛ بنابراین نسبت به آب نفوذپذیرند (شکل ۱۴). وقتی گیاه زخمی می‌شود، این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و آن را بازسازی می‌کنند. بافت پارانشیمی کارهای متفاوتی، مانند ذخیره مواد و فتوسنتز انجام می‌دهد. پارانشیم سبزینه دار به فراوانی در اندام‌های سبزی‌گیاه، مانند برگ دیده می‌شود.

شکل ۱۴- الف) یاخته‌های پارانشیمی یا دیواره نازک، ب) ترشیمی از این یاخته‌ها



### واژه شناسی

بعضی یاخته‌های رویوستی در اندام‌های هوایی گیاه، به یاخته‌های نگهبان روزنه، گُرک و یاخته‌های ترشچی، تمایز می‌یابند (شکل ۱۳). یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف یاخته‌های دیگر رویوست، سبزینه دارند. تار کشنده در ریشه‌های جوان، از تمایز یاخته‌های رویوست ایجاد می‌شود. رویوست ریشه، پوستک ندارد. به نظر شما این ویژگی چه فایده‌ای دارد؟



شکل ۱۳- الف) یاخته‌های نگهبان روزنه، ب) یاخته‌ترشچی و گُرک.

### سامانه بافت زمینه‌ای

این سامانه که فضای بین رویوست و بافت آوندی را پر می‌کند از سه نوع بافت پارانشیمی (نرم‌آگند)، کلانشیمی (چسب‌آگند) و اسکلرانشیمی (سخت‌آگند) تشکیل می‌شود. بافت پارانشیمی رایج‌ترین بافت در این سامانه است. یاخته‌های پارانشیمی، دیواره نخستین نازک و چوبی نشده دارند؛ بنابراین نسبت به آب نفوذپذیرند (شکل ۱۴). وقتی گیاه زخمی می‌شود، این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و آن را بازسازی می‌کنند. بافت پارانشیمی کارهای متفاوتی، مانند ذخیره مواد و فتوسنتز انجام می‌دهد. پارانشیم سبزینه دار به فراوانی در اندام‌های سبزی‌گیاه، مانند برگ دیده می‌شود.

شکل ۱۴- الف) یاخته‌های پارانشیمی یا دیواره نازک، ب) ترشیمی از این یاخته‌ها



### فعالیت

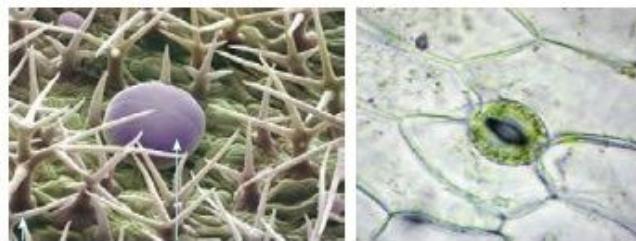
سامانه بافت زمینه‌ای در گیاهان آبی از پارانشیمی ساخته می‌شود که فاصله فراوانی بین یاخته‌های آن وجود دارد. این فاصله‌ها با هوا پر شده‌اند. این ویژگی چه اهمیتی برای گیاهی دارد که در آب زندگی می‌کند؟



حفره‌ها

### واژه شناسی

بعضی یاخته‌های رویوستی در اندام‌های هوایی گیاه، به یاخته‌های نگهبان روزنه، گُرک و یاخته‌های ترشچی، تمایز می‌یابند (شکل ۱۳). یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف یاخته‌های دیگر رویوست، سبزینه دارند. تار کشنده در ریشه‌های جوان، از تمایز یاخته‌های رویوست ایجاد می‌شود. رویوست ریشه، پوستک ندارد. به نظر شما این ویژگی چه فایده‌ای دارد؟

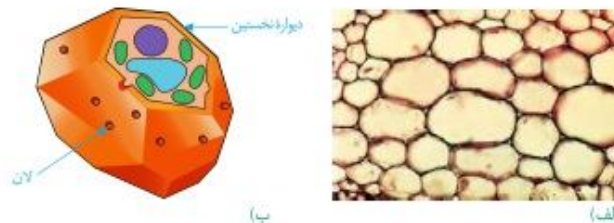


شکل ۱۳- الف) یاخته‌های نگهبان روزنه، ب) یاخته‌ترشچی و گُرک.

### سامانه بافت زمینه‌ای

این سامانه که فضای بین رویوست و بافت آوندی را پر می‌کند از سه نوع بافت پارانشیمی (نرم‌آگند)، کلانشیمی (چسب‌آگند) و اسکلرانشیمی (سخت‌آگند) تشکیل می‌شود. بافت پارانشیمی رایج‌ترین بافت در این سامانه است. یاخته‌های پارانشیمی، دیواره نخستین نازک و چوبی نشده دارند؛ بنابراین نسبت به آب نفوذپذیرند (شکل ۱۴). وقتی گیاه زخمی می‌شود، این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و آن را بازسازی می‌کنند. بافت پارانشیمی کارهای متفاوتی، مانند ذخیره مواد و فتوسنتز انجام می‌دهد. پارانشیم سبزینه دار به فراوانی در اندام‌های سبزی‌گیاه، مانند برگ دیده می‌شود.

شکل ۱۴- الف) یاخته‌های پارانشیمی یا دیواره نازک، ب) ترشیمی از این یاخته‌ها



### فعالیت ۶

سامانه بافت زمینه‌ای در گیاهان آبی از پارانشیمی ساخته می‌شود که فاصله فراوانی بین یاخته‌های آن وجود دارد. این فاصله‌ها با هوا پر شده‌اند. این ویژگی چه اهمیتی برای گیاهی دارد که در آب زندگی می‌کند؟



حفره‌ها

**بافت کلانشیم** از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. این یاخته‌ها دیوارهٔ پسین ندارند؛ اما دیوارهٔ نخستین آنها ضخیم است. به همین علت ضمن ایجاد استحکام، سبب انعطاف‌پذیری اندام می‌شوند. این بافت مانع رشد اندام گیاهی نمی‌شود. یاخته‌های کلانشیمی معمولاً زیر رپوست قرار می‌گیرند (شکل ۱۵).

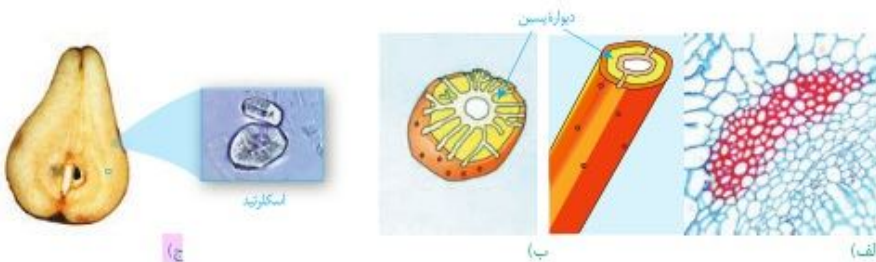


**بیشتر بدانید**

**گرک‌های گزنده!**

بعضی گرک‌ها نقش دفاعی نیز دارند. گرک گزنده در گیاه گزنه، اسید دارد. وقتی نوک سوزن مانند گرک، شکسته می‌شود، اسید از آن خارج و سبب سوزش پوست می‌شود.

**بافت اسکلرانشیم** از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. ذره‌های سختی که هنگام خوردن گلابی زیر دندان حس می‌کنیم، مجموعه‌ای از این یاخته‌هاست. این یاخته‌ها دیوارهٔ پسین ضخیم و چوبی شده دارند. چوبی شدن دیواره، سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود. دیوارهٔ این یاخته‌ها ضخیم و به علت تشکیل ماده‌ای به نام لیگنین (چوب) چوبی شده است. چوبی شدن دیواره سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود. این یاخته‌ها نقش استحکامی دارند. دو نوع یاختهٔ اسکلرانشیمی وجود دارد. اسکلرنییدها، یاخته‌های کوتاه و فیبرها، یاخته‌های دراز اسکلرانشیمی‌اند. از فیبرها در تولید طناب و پارچه نیز استفاده می‌کنند.



**سامانه بافت آوندی**

این سامانه بافتی، ترابری مواد را در گیاه بر عهده دارد. زیرا دارای بافت آوند چوبی و بافت آوند آبکشی است. به یاد می‌آورید این دو نوع بافت چه تفاوت اساسی با هم دارند؟ اصلی‌ترین یاخته‌های این بافت‌ها، یاخته‌هایی‌اند که آوندها را می‌سازند و همان‌طور که می‌دانید

**بافت کلانشیم** از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. این یاخته‌ها دیوارهٔ پسین ندارند؛ اما دیوارهٔ نخستین آنها ضخیم است. به همین علت ضمن ایجاد استحکام، سبب انعطاف‌پذیری اندام می‌شوند. این بافت مانع رشد اندام گیاهی نمی‌شود. یاخته‌های کلانشیمی معمولاً زیر رپوست قرار می‌گیرند (شکل ۱۵).

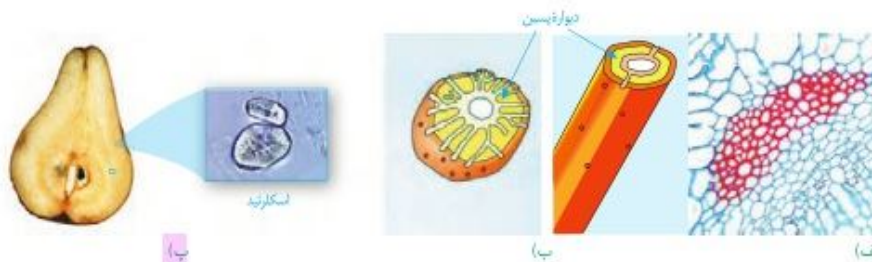


**بیشتر بدانید**

**گرک‌های گزنده!**

بعضی گرک‌ها نقش دفاعی نیز دارند. گرک گزنده در گیاه گزنه، اسید دارد. وقتی نوک سوزن مانند گرک، شکسته می‌شود، اسید از آن خارج و سبب سوزش پوست می‌شود.

**بافت اسکلرانشیم** از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. ذره‌های سختی که هنگام خوردن گلابی زیر دندان حس می‌کنیم، مجموعه‌ای از این یاخته‌هاست. این یاخته‌ها دیوارهٔ پسین ضخیم و چوبی شده دارند. چوبی شدن دیواره، به علت تشکیل ماده‌ای به نام لیگنین (چوب) است که در نهایت سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود. این یاخته‌ها نقش استحکامی دارند. دو نوع یاختهٔ اسکلرانشیمی وجود دارد. اسکلرنییدها، یاخته‌های کوتاه و فیبرها، یاخته‌های دراز اسکلرانشیمی‌اند. از فیبرها در تولید طناب و پارچه نیز استفاده می‌کنند.



**سامانه بافت آوندی**

این سامانه بافتی، ترابری مواد را در گیاه بر عهده دارد. زیرا دارای بافت آوند چوبی و بافت آوند آبکشی است. به یاد می‌آورید این دو نوع بافت چه تفاوت اساسی با هم دارند؟ اصلی‌ترین یاخته‌های این بافت‌ها، یاخته‌هایی‌اند که آوندها را می‌سازند و همان‌طور که می‌دانید



شکل ۱۷- آوندهای چوبی به شکل های متفاوتی دیده می شوند.

شیره خام و پرورده را در سراسر گیاه جابه جا می کنند. در این بافت ها علاوه بر آوندها، باخته های دیگری مانند باخته های پارانشیمی و فیبر نیز وجود دارد.

آوندهای چوبی باخته های مرده ای اند که دیواره چوبی شده آنها، به جا مانده است. لیگنین در دیواره باخته های آوند چوبی به شکل های متفاوتی قرار می گیرد (شکل ۱۷).

بعضی آوندهای چوبی از باخته های دوکی شکل دراز به نام **تراکتید** ساخته شده اند. در حالی که بعضی دیگر، از به دنبال هم قرار گرفتن باخته های کوتاهی به نام **عنصر آوندی** تشکیل می شوند. در عناصر آوندی دیواره عرضی از بین رفته و لوله پیوسته ای تشکیل شده است.

آوند آبکش از باخته هایی ساخته می شود که دیواره نخستین سلولزی دارند. دیواره عرضی در این باخته ها صفحه آبکشی دارد. این باخته ها هسته ندارند، اما زنده اند؛ زیرا سیتوپلاسم آنها از بین نرفته است. در کنار آوندهای آبکش نهدان دانه گان، **باخته های همراه** قرار دارند. این باخته ها به آوندهای آبکش در ترابری شیره پرورده کمک می کنند (شکل ۱۸). همان طور که در شکل ۱۸ می بینید، دسته های فیبر، آوندها را در بر گرفته اند.



شکل ۱۸- آوندهای چوبی و آبکشی در یک دسته آوندی



### فعالیت

الف) سه سامانه بافتی و انواع باخته های سامانه بافت زمینه ای را با هم مقایسه کنید.  
ب) مقدار بافت آوند چوبی در ساقه چوبی شده، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است. این وضع چه اهمیتی برای گیاه دارد؟



شکل ۱۷- آوندهای چوبی به شکل های متفاوتی دیده می شوند.

شیره خام و پرورده را در سراسر گیاه جابه جا می کنند. در این بافت ها علاوه بر آوندها، باخته های دیگری مانند باخته های پارانشیمی و فیبر نیز وجود دارد.

آوندهای چوبی باخته های مرده ای اند که دیواره چوبی شده آنها، به جا مانده است. لیگنین در دیواره باخته های آوند چوبی به شکل های متفاوتی قرار می گیرد (شکل ۱۷).

بعضی آوندهای چوبی از باخته های دوکی شکل دراز به نام **تراکتید** ساخته شده اند. در حالی که بعضی دیگر، از به دنبال هم قرار گرفتن باخته های کوتاهی به نام **عنصر آوندی** تشکیل می شوند. در عناصر آوندی دیواره عرضی از بین رفته و لوله پیوسته ای تشکیل شده است.

آوند آبکش از باخته هایی ساخته می شود که دیواره نخستین سلولزی دارند. دیواره عرضی در این باخته ها صفحه آبکشی دارد. این باخته ها هسته ندارند، اما زنده اند؛ زیرا سیتوپلاسم آنها از بین نرفته است. در کنار آوندهای آبکش نهدان دانه گان، **باخته های همراه** قرار دارند. این باخته ها به آوندهای آبکش در ترابری شیره پرورده کمک می کنند (شکل ۱۸). همان طور که در شکل ۱۸ می بینید، دسته های فیبر، آوندها را در بر گرفته اند.



شکل ۱۸- آوندهای چوبی و آبکشی در یک دسته آوندی

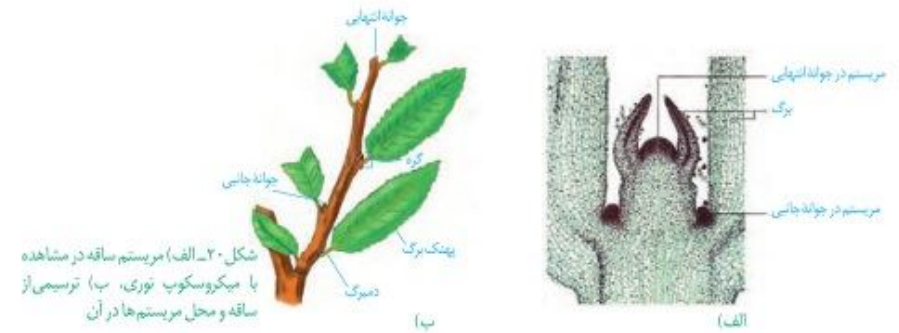


### فعالیت ۷

الف) سه سامانه بافتی و انواع باخته های سامانه بافت زمینه ای را با هم مقایسه کنید.  
ب) مقدار بافت آوند چوبی در ساقه چوبی شده، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است. این وضع چه اهمیتی برای گیاه دارد؟



شکل ۲۰- الف) مریستم ساقه در مشاهده با میکروسکوپ نوری، ب) ترسیمی از ساقه و محل مریستم‌ها در آن

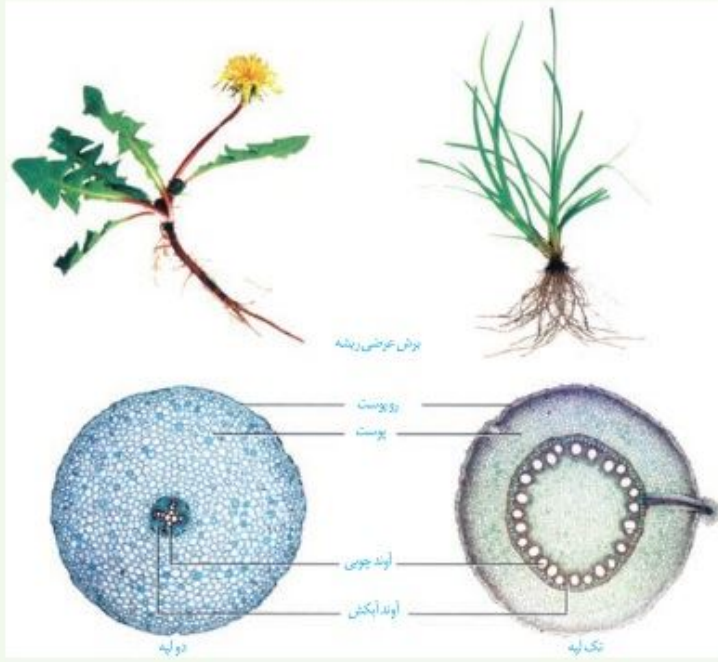


شکل ۲۰- الف) مریستم ساقه در مشاهده با میکروسکوپ نوری، ب) ترسیمی از ساقه و محل مریستم‌ها در آن

### فعالیت

#### ساختار نخستین ساقه و ریشه

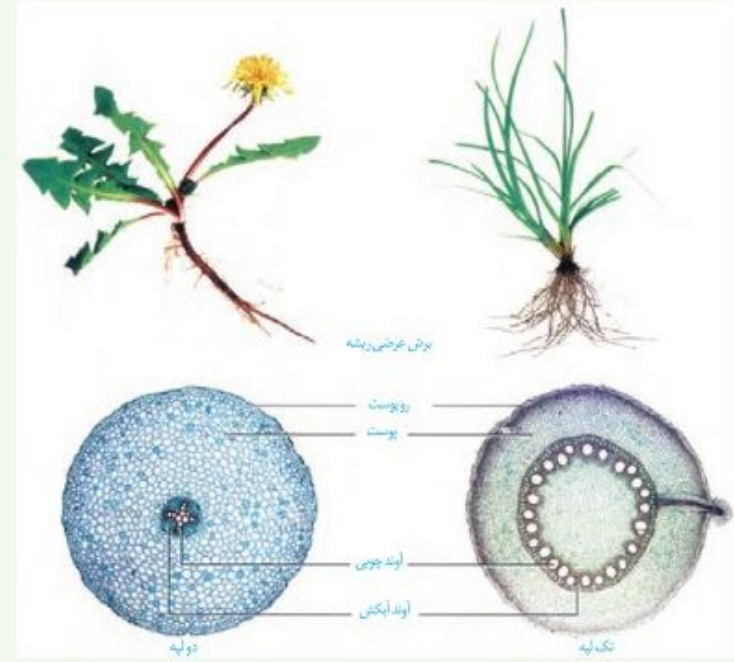
شکل‌های زیر، ساختار نخستین ساقه و ریشه را در نوعی گیاه تک لپه و نوعی گیاه دو لپه نشان می‌دهد. برای مشاهده چگونگی قرارگیری سه سامانه بافتی در ساختار نخستین گیاه، باید از ریشه و ساقه، برش تهیه کنیم.



### فعالیت ۸

#### ساختار نخستین ساقه و ریشه

شکل‌های زیر، ساختار نخستین ساقه و ریشه را در نوعی گیاه تک لپه و نوعی گیاه دو لپه نشان می‌دهد. برای مشاهده چگونگی قرارگیری سه سامانه بافتی در ساختار نخستین گیاه، باید از ریشه و ساقه، برش تهیه کنیم.

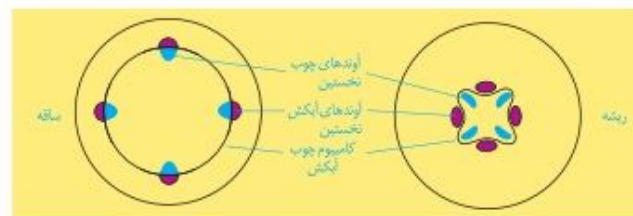


نقش دارند. **مریستم پسین** می‌گویند. دو نوع مریستم پسین در گیاهان دو لیه‌ای وجود دارد.

### واژه شناسی

لایه‌زای، مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی برای واژه کامبیوم (Cambium) است. با استفاده از این واژه، واژه‌هایی مانند لایه‌زای لوندی (Vascular Cambium) و لایه‌زای چوب‌پنبه (Cork Cambium) ساخته می‌شود.

**کامبیوم چوب آبکش (آوندساز):** این مریستم همان‌طور که از نامش پیداست، منشأ بافت‌های آوندی چوب و آبکش است (شکل ۲۱). این مریستم بین آوندهای آبکش و چوب نخستین تشکیل می‌شود و آوندهای چوب پسین را به سمت داخل و آوندهای آبکش پسین را به سمت بیرون تولید می‌کند. مقدار بافت آوند چوبی‌ای که این مریستم می‌سازد، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است.



شکل ۲۱- کامبیوم چوب آبکش در ساقه و ریشه

**کامبیوم چوب‌پنبه ساز:** این مریستم در سامانه بافت زمینه‌ای ساقه و ریشه تشکیل می‌شود.

به سمت درون، یاخته‌های پارانشیمی و به سمت بیرون، یاخته‌هایی را می‌سازد که دیواره آنها به تدریج چوب‌پنبه‌ای می‌شود و در نتیجه، بافتی به نام بافت چوب‌پنبه را تشکیل می‌دهند (شکل ۲۲). چوب‌پنبه از ترکیبات لیپیدی و نسبت به آب نفوذناپذیر است. بافت چوب‌پنبه بافت مرده‌ای است.

کامبیوم چوب‌پنبه ساز و یاخته‌های حاصل از آن در مجموع **پیراپوست (پریدرم)** را تشکیل می‌دهند. پیراپوست در اندام‌های مسن، جانشین رپوست می‌شود. پیراپوست به علت داشتن یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای شده، نسبت به گازها نیز نفوذناپذیر است، در حالی که بافت‌های زیر آن زنده‌اند و برای زنده ماندن به اکسیژن نیاز دارند؛ به همین علت در پیراپوست مناطقی به نام **عدسک** ایجاد می‌شود (شکل ۲۲). در این مناطق یاخته‌ها از هم فاصله دارند و امکان تبادل گازها را فراهم می‌کنند.



### بیشتر بدانید

**درخت‌های بدون کامبیوم!** تک لیه‌ای‌ها بر خلاف دولیه‌ای‌ها مریستم پسین ندارند. اما درختانی مانند نخل و نارگیل تک لیه‌ای‌اند. افزایش ضخامت در برخی از این گیاهان مربوط به بافت‌های حاصل از مریستم نخستین است.



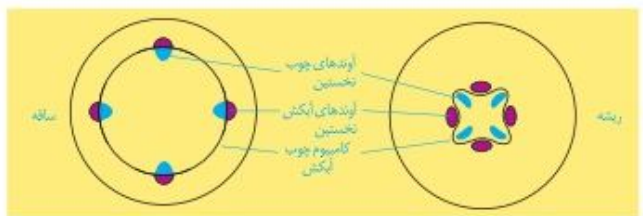
شکل ۲۲- الف) عدسک به صورت برآمدگی در سطح اندام مشاهده می‌شود. ب) عدسک در مشاهده با میکروسکوپ نوری.

نقش دارند. **مریستم پسین** می‌گویند. دو نوع مریستم پسین در گیاهان دو لیه‌ای وجود دارد.

### واژه شناسی

لایه‌زای، مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی برای واژه کامبیوم (Cambium) است. با استفاده از این واژه، واژه‌هایی مانند لایه‌زای لوندی (Vascular Cambium) و لایه‌زای چوب‌پنبه (Cork Cambium) ساخته می‌شود.

**کامبیوم چوب آبکش (آوندساز):** این مریستم همان‌طور که از نامش پیداست، منشأ بافت‌های آوندی چوب و آبکش است. این مریستم بین آوندهای آبکش و چوب نخستین تشکیل می‌شود و آوندهای چوب پسین را به سمت داخل و آوندهای آبکش پسین را به سمت بیرون تولید می‌کند (شکل ۲۱). مقدار بافت آوند چوبی‌ای که این مریستم می‌سازد، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است.



شکل ۲۱- کامبیوم چوب آبکش در ساقه و ریشه

**کامبیوم چوب‌پنبه ساز:** این مریستم در سامانه بافت زمینه‌ای ساقه و ریشه تشکیل می‌شود.

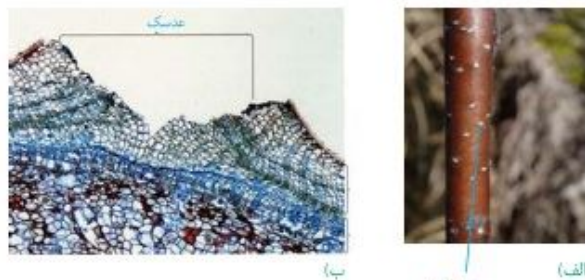
به سمت درون، یاخته‌های پارانشیمی و به سمت بیرون، یاخته‌هایی را می‌سازد که دیواره آنها به تدریج چوب‌پنبه‌ای می‌شود و در نتیجه، بافتی به نام بافت چوب‌پنبه را تشکیل می‌دهند (شکل ۲۲). چوب‌پنبه از ترکیبات لیپیدی و نسبت به آب نفوذناپذیر است. بافت چوب‌پنبه بافت مرده‌ای است.

کامبیوم چوب‌پنبه ساز و یاخته‌های حاصل از آن در مجموع **پیراپوست (پریدرم)** را تشکیل می‌دهند. پیراپوست در اندام‌های مسن، جانشین رپوست می‌شود. پیراپوست به علت داشتن یاخته‌های چوب‌پنبه‌ای شده، نسبت به گازها نیز نفوذناپذیر است، در حالی که بافت‌های زیر آن زنده‌اند و برای زنده ماندن به اکسیژن نیاز دارند؛ به همین علت در پیراپوست مناطقی به نام **عدسک** ایجاد می‌شود (شکل ۲۲). در این مناطق یاخته‌ها از هم فاصله دارند و امکان تبادل گازها را فراهم می‌کنند.



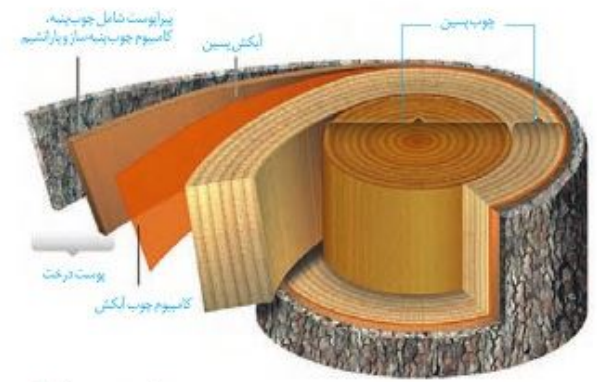
### بیشتر بدانید

**درخت‌های بدون کامبیوم!** تک لیه‌ای‌ها بر خلاف دولیه‌ای‌ها مریستم پسین ندارند. اما درختانی مانند نخل و نارگیل تک لیه‌ای‌اند. افزایش ضخامت در برخی از این گیاهان مربوط به بافت‌های حاصل از مریستم نخستین است.



شکل ۲۲- الف) عدسک به صورت برآمدگی در سطح اندام مشاهده می‌شود. ب) عدسک در مشاهده با میکروسکوپ نوری.

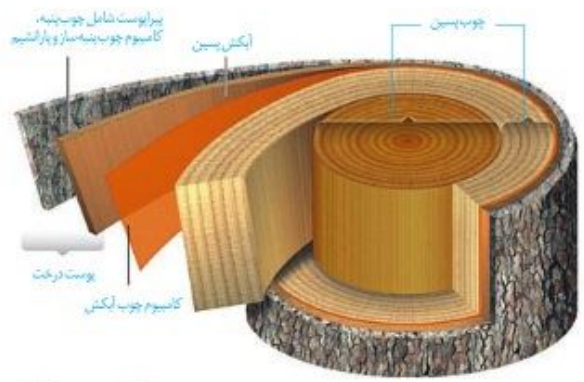
آنچه به عنوان پوست درخت می‌شناسیم، مجموعه‌ای از لایه‌های بافتی است که از آوند آبکش پسین شروع می‌شود و تا سطح اندام ادامه دارد (شکل ۲۳). با کندن پوست درخت، کامبیوم آوندساز در برابر آسیب‌های محیطی قرار می‌گیرد.



شکل ۲۳- برشی از ساقه درخت

**فعالیت ۹**  
الف) مرستم نخستین و پسین را بر اساس محل تشکیل و عملکرد با هم مقایسه کنید.  
ب) در یک پژوهش گروهی، سه گیاه علفی در منطقه محل زندگی خود، انتخاب، ساختار ظاهری و بافتی آنها را گزارش کنید.

آنچه به عنوان پوست درخت می‌شناسیم، مجموعه‌ای از لایه‌های بافتی است که از آوند آبکش پسین شروع می‌شود و تا سطح اندام ادامه دارد (شکل ۲۳). با کندن پوست درخت، کامبیوم آوندساز در برابر آسیب‌های محیطی قرار می‌گیرد.



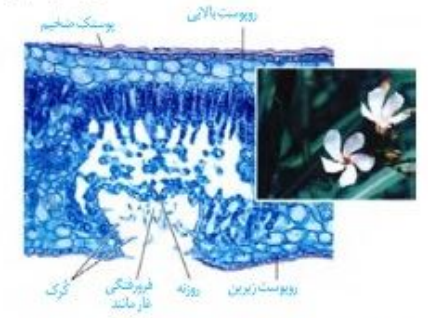
شکل ۲۳- برشی از ساقه درخت

**فعالیت**  
الف) مرستم نخستین و پسین را بر اساس محل تشکیل و عملکرد با هم مقایسه کنید.  
ب) در یک پژوهش گروهی، سه گیاه علفی در منطقه محل زندگی خود، انتخاب، ساختار ظاهری و بافتی آنها را گزارش کنید.

**سازش با محیط**

مساحت پهناوری از سرزمین ایران را مناطق خشک و کم آب تشکیل می‌دهند؛ اما در این مناطق انواعی از گیاهان زندگی می‌کنند. برای اینکه بدانیم این گیاهان چه ویژگی‌های ساختاری متناسب با محیط دارند، ابتدا باید به این موضوع توجه کنیم که این گیاهان با چه مشکلاتی مواجه اند. همان‌طور که از نام این مناطق پیداست، آب در این مناطق کم، و به همین علت پوشش گیاهی اندک است. تابش شدید نور خورشید و دمای بالا، به ویژه در روز، از ویژگی‌های دیگر این مناطق است. در نتیجه، گیاهانی می‌توانند در چنین مناطقی زندگی کنند که توانایی بالایی در جذب آب و نیز سازوکارهایی برای کاهش تبخیر آن داشته باشند.

**روزنه‌هایی در غار:** خرزهره گیاهی است که به طور خودرو در چنین مناطقی رشد می‌کند. پوستک در برگ‌های این گیاه ضخیم است و روزنه‌های آن در فرورفتگی‌های غارمانندی قرار می‌گیرند. در این فرورفتگی‌ها تعداد فراوانی کُرک وجود دارد. این کُرک‌ها با به‌دام انداختن رطوبت هوا، اتمسفر مرطوبی در اطراف روزنه‌ها ایجاد می‌کنند و مانع خروج بیش از حد آب از برگ می‌شوند (شکل ۲۴).

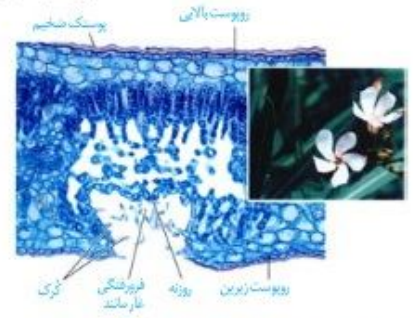


شکل ۲۴- روزنه‌ها در برگ خرزهره در فرورفتگی‌های غارمانند قرار دارند.

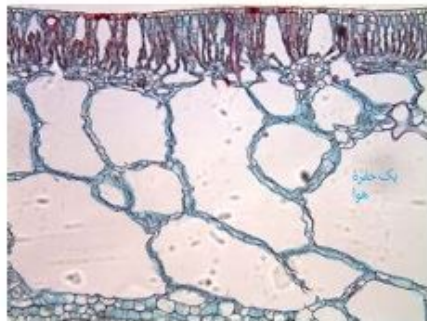
**سازش با محیط**

مساحت پهناوری از سرزمین ایران را مناطق خشک و کم آب تشکیل می‌دهند؛ اما در این مناطق انواعی از گیاهان زندگی می‌کنند. برای اینکه بدانیم این گیاهان چه ویژگی‌های ساختاری متناسب با محیط دارند، ابتدا باید به این موضوع توجه کنیم که این گیاهان با چه مشکلاتی مواجه اند. همان‌طور که از نام این مناطق پیداست، آب در این مناطق کم، و به همین علت پوشش گیاهی اندک است. تابش شدید نور خورشید و دمای بالا، به ویژه در روز، از ویژگی‌های دیگر این مناطق است. در نتیجه، گیاهانی می‌توانند در چنین مناطقی زندگی کنند که توانایی بالایی در جذب آب و نیز سازوکارهایی برای کاهش تبخیر آن داشته باشند.

**روزنه‌هایی در غار:** خرزهره گیاهی است که به طور خودرو در چنین مناطقی رشد می‌کند. پوستک در برگ‌های این گیاه ضخیم است و روزنه‌های آن در فرورفتگی‌های غارمانندی قرار می‌گیرند. در این فرورفتگی‌ها تعداد فراوانی کُرک وجود دارد. این کُرک‌ها با به‌دام انداختن رطوبت هوا، اتمسفر مرطوبی در اطراف روزنه‌ها ایجاد می‌کنند و مانع خروج بیش از حد آب از برگ می‌شوند (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- روزنه‌ها در برگ خرزهره در فرورفتگی‌های غارمانند قرار دارند.



شکل ۲۵- برگ گیاهی آبیزی به حفره‌های بزرگ هوا توجه کنید.



شکل ۲۶- شش ریشه‌های درخت جزا در سطح آب دیده می‌شوند.

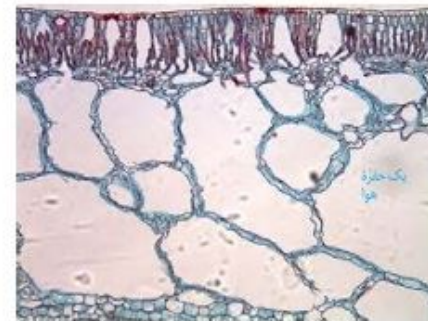
بعضی گیاهان در این مناطق ترکیب‌های پلی ساکاریدی در واکوئول‌های خود دارند. این ترکیبات مقدار فرولانی آب جذب می‌کنند و سبب می‌شوند تا آب فرولانی در واکوئول‌ها ذخیره شود. گیاه در دوره‌های کم آبی از این آب استفاده می‌کند.

شما چه ویژگی‌های دیگری می‌شناسید که به حفظ زندگی گیاهان در چنین محیط‌هایی کمک می‌کند؟

با توجه به اینکه کشور ما با مشکل کم آبی مواجه است، شناخت ساختار گیاهان، نقش مهمی در انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای کشاورزی و توسعه فضای سبز دارد.

**زندگی در آب:** بعضی گیاهان در آب و یا جاهایی زندگی می‌کنند که زمان‌هایی از سال با آب پوشیده می‌شوند. این گیاهان با مشکل کمبود اکسیژن مواجه‌اند، به همین علت برای زیستن در چنین محیط‌هایی سازش‌هایی دارند. تشکیل فضاهای وسیع در بافت پارانشیم ریشه، ساقه و برگ از سازش‌های چنین گیاهانی است (شکل ۲۵).

جنگل‌های جزا در سواحل استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان از بوم‌سازگان‌های ارزشمند ایران‌اند. ریشه‌های درختان جزا در آب و گل قرار دارند. درختان جزا برای مقابله با کمبود اکسیژن، ریشه‌هایی دارند که از سطح آب بیرون آمده‌اند. این ریشه‌ها با جذب اکسیژن، مانع از مرگ ریشه‌ها به علت کمبود اکسیژن می‌شوند. به همین علت به این ریشه‌ها، **شش ریشه** می‌گویند (شکل ۲۶).



شکل ۲۵- برگ گیاهی آبیزی به حفره‌های بزرگ هوا توجه کنید.



شکل ۲۶- شش ریشه‌های درخت جزا در سطح آب دیده می‌شوند.

بعضی گیاهان در این مناطق ترکیب‌های پلی ساکاریدی در واکوئول‌های خود دارند. این ترکیبات مقدار فرولانی آب جذب می‌کنند و سبب می‌شوند تا آب فرولانی در واکوئول‌ها ذخیره شود. گیاه در دوره‌های کم آبی از این آب استفاده می‌کند.

شما چه ویژگی‌های دیگری می‌شناسید که به حفظ زندگی گیاهان در چنین محیط‌هایی کمک می‌کند؟

با توجه به اینکه کشور ما با مشکل کم آبی مواجه است، شناخت ساختار گیاهان، نقش مهمی در انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب برای کشاورزی و توسعه فضای سبز دارد.

**زندگی در آب:** بعضی گیاهان در آب و یا جاهایی زندگی می‌کنند که زمان‌هایی از سال با آب پوشیده می‌شوند. این گیاهان با مشکل کمبود اکسیژن مواجه‌اند، به همین علت برای زیستن در چنین محیط‌هایی سازش‌هایی دارند. تشکیل فضاهای وسیع در بافت پارانشیم ریشه، ساقه و برگ از سازش‌های چنین گیاهانی است (شکل ۲۵).

جنگل‌های جزا در سواحل استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان از بوم‌سازگان‌های ارزشمند ایران‌اند. ریشه‌های درختان جزا در آب و گل قرار دارند. درختان جزا برای مقابله با کمبود اکسیژن، ریشه‌هایی دارند که از سطح آب بیرون آمده‌اند. این ریشه‌ها با جذب اکسیژن، مانع از مرگ ریشه‌ها به علت کمبود اکسیژن می‌شوند. به همین علت به این ریشه‌ها، **شش ریشه** می‌گویند (شکل ۲۶).

**بیشتر بدانید**

**زیستن در زمین‌های شور!**  
گیاهانی که در زمین‌های شور زندگی می‌کنند، می‌توانند با جذب فعال سدیم، فشار اسمزی خود را بالاتر از فشار اسمزی محیط نگه دارند. بعضی از این گیاهان نمک را از سطح برگ دفع می‌کنند.

**فعالیت**

الف) با مراجعه به منابع معتبر، درباره ویژگی‌های درخت جزا، وضعیت جنگل‌های جزا در ایران، نقش این جنگل‌ها در حفظ گونه‌های جانوری و زندگی مردم محلی، به صورت گروهی گزارشی ارائه دهید.  
ب) در منطقه‌ای که زندگی می‌کنید، آیا گیاهانی وجود دارند که با شرایط خاص آن منطقه سازگاری‌هایی داشته باشند؟ در صورت وجود چنین گیاهانی، گزارشی به صورت گروهی از این سازگاری‌ها ارائه دهید.

**بیشتر بدانید**

**زیستن در زمین‌های شور!**  
گیاهانی که در زمین‌های شور زندگی می‌کنند، می‌توانند با جذب فعال سدیم، فشار اسمزی خود را بالاتر از فشار اسمزی محیط نگه دارند. بعضی از این گیاهان نمک را از سطح برگ دفع می‌کنند.

**فعالیت ۱۰**

الف) با مراجعه به منابع معتبر، درباره ویژگی‌های درخت جزا، وضعیت جنگل‌های جزا در ایران، نقش این جنگل‌ها در حفظ گونه‌های جانوری و زندگی مردم محلی، به صورت گروهی گزارشی ارائه دهید.  
ب) در منطقه‌ای که زندگی می‌کنید، آیا گیاهانی وجود دارند که با شرایط خاص آن منطقه سازگاری‌هایی داشته باشند؟ در صورت وجود چنین گیاهانی، گزارشی به صورت گروهی از این سازگاری‌ها ارائه دهید.

## گفتار ۱ تغذیه گیاهی

گیاهان، مواد مورد نیاز را از هوا، آب یا خاک اطراف خود جذب می‌کنند. کربن دی‌اکسید یکی از مهم‌ترین موادی است که گیاهان از هوا جذب می‌کنند. کربن، اساس ماده‌آلی و بنابراین یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است. کربن دی‌اکسید به همراه سایر گازها از طریق روزه‌ها وارد فضاهای بین‌باخته‌ای گیاه می‌شود. مقداری از کربن دی‌اکسید هم با حل شدن در آب، به صورت بیکربنات درمی‌آید که می‌تواند توسط گیاه جذب شود. سایر مواد مغذی هم بیشتر از طریق خاک جذب می‌شوند.

### خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

خاک، ترکیبی از مواد آلی، غیرآلی و ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) است. خاک‌های مناطق مختلف به علت تفاوت در این ترکیبات، توانایی متفاوتی در نگهداری آب، مقدار هوای خاک، pH و مواد معدنی دارند.

**گیاخاک (هوموس)**، لایه سطحی خاک است و به طور عمده از بقایای جانداران و به‌ویژه اجزای در حال تجزیه آنها تشکیل شده است. گیاخاک، با داشتن بارهای منفی، یون‌های مثبت را در سطح خود نگه می‌دارند و در نتیجه مانع از شست‌وشوی این یون‌ها می‌شوند. گیاخاک همچنین باعث اسفنجی شدن حالت خاک می‌شود که برای نفوذ ریشه مناسب است.

ذرات غیرآلی خاک از تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها در فرآیندی به نام هوازدگی ایجاد می‌شوند. این ذرات از اندازه بسیار کوچک رس تا درشت شن و ماسه را شامل می‌شوند. تغییرات متناوب یخ‌زدن و ذوب شدن، که باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شود، نمونه‌ای از اثر هوازدگی فیزیکی است. اسیدهای تولید شده توسط جانداران و نیز ریشه گیاهان هم می‌توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند.

### فعالیت ۱

خاک‌های مختلف، ذراتی با اندازه‌های مختلف دارند. تحقیق کنید که رشد ریشه گیاهان در خاک‌های رسی و ماسه‌ای با چه چالش‌ها و فرصت‌هایی روبه‌روست؟

### جذب مواد معدنی خاک

نیترژن و فسفر دو عنصر مهمی هستند که در ساختار پروتئین‌ها و مولکول‌های وراثتی شرکت می‌کنند. گیاهان، ترکیبات این دو عنصر را بیشتر از خاک جذب می‌کنند.

## گفتار ۱ تغذیه گیاهی

گیاهان، مواد مورد نیاز را از هوا، آب یا خاک اطراف خود جذب می‌کنند. کربن دی‌اکسید یکی از مهم‌ترین موادی است که گیاهان از هوا جذب می‌کنند. کربن، اساس ماده‌آلی و بنابراین یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است. کربن دی‌اکسید به همراه سایر گازها از طریق روزه‌ها وارد فضاهای بین‌باخته‌ای گیاه می‌شود. مقداری از کربن دی‌اکسید هم با حل شدن در آب، به صورت بیکربنات درمی‌آید که می‌تواند توسط گیاه جذب شود. سایر مواد مغذی هم بیشتر از طریق خاک جذب می‌شوند.

### خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

خاک، ترکیبی از مواد آلی، غیرآلی و ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) است. خاک‌های مناطق مختلف به علت تفاوت در این ترکیبات، توانایی متفاوتی در نگهداری آب، مقدار هوای خاک، pH و مواد معدنی دارند.

**گیاخاک (هوموس)**، لایه سطحی خاک است و به طور عمده از بقایای جانداران و به‌ویژه اجزای در حال تجزیه آنها تشکیل شده است. گیاخاک، با داشتن بارهای منفی، یون‌های مثبت را در سطح خود نگه می‌دارند و در نتیجه مانع از شست‌وشوی این یون‌ها می‌شوند. گیاخاک همچنین باعث اسفنجی شدن حالت خاک می‌شود که برای نفوذ ریشه مناسب است.

ذرات غیرآلی خاک از تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها در فرآیندی به نام هوازدگی ایجاد می‌شوند. این ذرات از اندازه بسیار کوچک رس تا درشت شن و ماسه را شامل می‌شوند. تغییرات متناوب یخ‌زدن و ذوب شدن، که باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شود، نمونه‌ای از اثر هوازدگی فیزیکی است. اسیدهای تولید شده توسط جانداران و نیز ریشه گیاهان هم می‌توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند.

### فعالیت ۱

خاک‌های مختلف، ذراتی با اندازه‌های مختلف دارند. تحقیق کنید که رشد ریشه گیاهان در خاک‌های رسی و ماسه‌ای با چه چالش‌ها و فرصت‌هایی روبه‌روست؟

### جذب مواد معدنی خاک

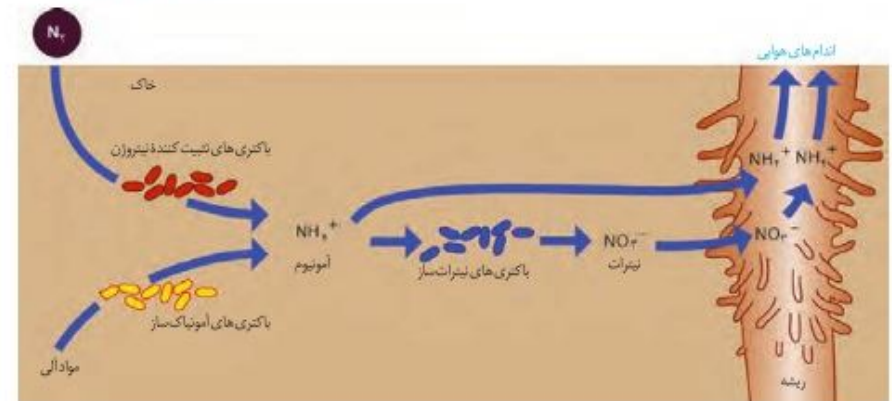
نیترژن و فسفر دو عنصر مهمی هستند که در ساختار پروتئین‌ها و مولکول‌های وراثتی شرکت می‌کنند. گیاهان، ترکیبات این دو عنصر را بیشتر از خاک جذب می‌کنند.

### جذب نیتروژن

با اینکه جو زمین دارای ۷۸ درصد نیتروژن ( $N_2$ ) است، گیاهان نمی‌توانند شکل مولکولی نیتروژن را جذب کنند. بیشتر نیتروژن مورد استفاده گیاهان به صورت یون آمونیوم ( $NH_4^+$ ) یا نیترات ( $NO_3^-$ ) است. این ترکیبات در خاک و توسط ریزجانداران تشکیل می‌شوند. خلاصه‌ای از این فرایندها در شکل ۱ نشان داده شده‌است. به تبدیل نیتروژن جو به نیتروژن قابل استفاده گیاهان تثبیت نیتروژن گفته می‌شود. بخشی از نیتروژن تثبیت شده در خاک، حاصل عملکرد زیستی باکتری‌هاست. باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، به صورت آزاد در خاک یا همزیست با گیاهان زندگی می‌کنند. نیتروژن تثبیت شده در این باکتری‌ها به مقدار قابل توجهی دفع، و یا پس از مرگ آنها برای گیاهان قابل دسترسی می‌شود. مهم‌ترین انواع تثبیت نیتروژن، در ادامه این فصل توضیح داده خواهد شد. امروزه تلاش‌های زیادی برای انتقال ژن‌های مؤثر در تثبیت نیتروژن به گیاهان در جریان است، تا بدون نیاز به این باکتری‌ها، نیتروژن مورد نیاز در اختیار گیاه قرار گیرد.

در شکل ۱ انواع دیگری از باکتری‌های خاک دیده می‌شوند. نقش هر یک از آنها در تغییر و تبدیل مواد نیتروژن دار چیست؟

شکل ۱- تغییرات مواد نیتروژن دار و چگونگی جذب آنها از خاک



### جذب فسفر

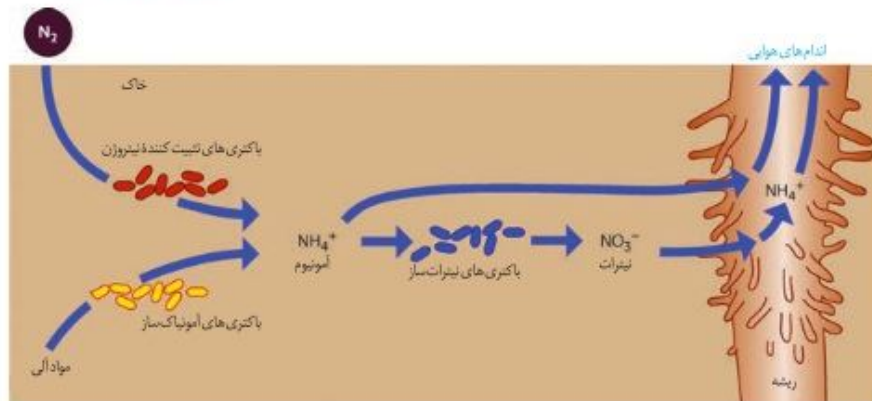
فسفر (P) از دیگر عناصر معدنی است که کمبود آن، رشد گیاهان را محدود می‌کند. گیاهان، فسفر مورد نیاز خود را به صورت یون‌های فسفات از خاک به دست می‌آورند. گرچه فسفات در خاک فراوان است، اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس است. یکی از دلایل، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک به‌طور محکمی متصل می‌شود. برخی گیاهان برای جبران، شبکه گسترده‌تری از ریشه‌ها و یا ریشه‌های دارای تار کشنده بیشتر ایجاد می‌کنند که جذب را افزایش می‌دهد.

### جذب نیتروژن

با اینکه جو زمین دارای ۷۸ درصد نیتروژن ( $N_2$ ) است، گیاهان نمی‌توانند شکل مولکولی نیتروژن را جذب کنند. بیشتر نیتروژن مورد استفاده گیاهان به صورت یون آمونیوم ( $NH_4^+$ ) یا نیترات ( $NO_3^-$ ) است. این ترکیبات در خاک و توسط ریزجانداران تشکیل می‌شوند. خلاصه‌ای از این فرایندها در شکل ۱ نشان داده شده‌است. به تبدیل نیتروژن جو به نیتروژن قابل استفاده گیاهان تثبیت نیتروژن گفته می‌شود. بخشی از نیتروژن تثبیت شده در خاک، حاصل عملکرد زیستی باکتری‌هاست. باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، به صورت آزاد در خاک یا همزیست با گیاهان زندگی می‌کنند. نیتروژن تثبیت شده در این باکتری‌ها به مقدار قابل توجهی دفع، و یا پس از مرگ آنها برای گیاهان قابل دسترسی می‌شود. مهم‌ترین انواع تثبیت نیتروژن، در ادامه این فصل توضیح داده خواهد شد. امروزه تلاش‌های زیادی برای انتقال ژن‌های مؤثر در تثبیت نیتروژن به گیاهان در جریان است، تا بدون نیاز به این باکتری‌ها، نیتروژن مورد نیاز در اختیار گیاه قرار گیرد.

در شکل ۱ انواع دیگری از باکتری‌های خاک دیده می‌شوند. نقش هر یک از آنها در تغییر و تبدیل مواد نیتروژن دار چیست؟

شکل ۱- تغییرات مواد نیتروژن دار و چگونگی جذب آنها از خاک



### جذب فسفر

فسفر (P) از دیگر عناصر معدنی است که کمبود آن، رشد گیاهان را محدود می‌کند. گیاهان، فسفر مورد نیاز خود را به صورت یون‌های فسفات از خاک به دست می‌آورند. گرچه فسفات در خاک فراوان است، اغلب برای گیاهان غیرقابل دسترس است. یکی از دلایل، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک به‌طور محکمی متصل می‌شود. برخی گیاهان برای جبران، شبکه گسترده‌تری از ریشه‌ها و یا ریشه‌های دارای تار کشنده بیشتر ایجاد می‌کنند که جذب را افزایش می‌دهد.

است (شکل ۳). بعضی گیاهان نیز با جذب و ذخیره نمک‌ها، موجب کاهش شوری خاک می‌شوند. با کاشت و برداشت این گیاهان در چند سال پی‌درپی می‌توان باعث کاهش شوری خاک و بهبود کیفیت آن شد.



شکل ۳- الف) رنگ گل گیاه آدریسی در خاک‌های اسیدی، ب) قلیایی و خنثی

الف) ب)

## فعالیت ۲

آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان تأثیر کاهش یا افزایش مواد معدنی را در رشد و نمو گیاهان تعیین کرد.

## فعالیت

آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان تأثیر کاهش یا افزایش مواد معدنی را در رشد و نمو گیاهان تعیین کرد.



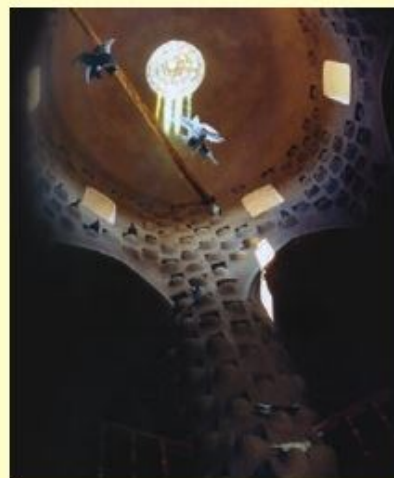
شکل ۳- الف) رنگ گل گیاه آدریسی در خاک‌های اسیدی، ب) قلیایی و خنثی

الف) ب)

## بیشتر بدانید

### کیوترخانه: سازگار با طبیعت

کشاورزی به‌عنوان راهی برای تأمین غذای انسان همواره مورد توجه بوده است. پیشینیان می‌دانستند که کشت‌وکار مداوم باعث کاهش مواد مورد نیاز رشد گیاهان می‌شود. به همین منظور از مدفوع جانوران برای تقویت خاک‌های کشاورزی استفاده می‌کردند. آنها می‌دانستند که مدفوع کیوترا، کودی مناسب برای حاصل‌خیزی زمین‌های کشاورزی است. در پرندگان محل خروج ادرار و مواد دفعی از دستگاه گوارش یکی است و چون مدفوع شامل ادرار نیز می‌شود کودی غنی به حساب می‌آید. همچنین در مقایسه با مدفوع جانوران دیگر، مشکلات کمتری دارد. در ایران برای استفاده حداکثر از مدفوع پرندگان برج‌های گلی، معروف به کیوترخانه برای پرورش کیوترا و جمع‌آوری مدفوع آنها با مهندسی دقیق و در نظرگرفتن امنیت کیوترا ساخته شدند که بعضی همچنان پابرجا هستند. معماری این برج‌ها به گونه‌ای بود که امکان ورود پرندگان شکاری به کیوترخانه وجود نداشت و کیوترا می‌توانستند در امنیت و آسایش در آشیانه‌های ساخته شده در فضای درونی کیوترخانه، به زندگی و پرورش زاده‌ها بپردازند. استفاده از مدفوع پرنده برای حاصل‌خیزی زمین که با محیط‌زیست سازگار بود، نشانه‌ای از شناخت طبیعت و بهره‌برداری مناسب از آن است.



## بیشتر بدانید

### کیوترخانه: سازگار با طبیعت

کشاورزی به‌عنوان راهی برای تأمین غذای انسان همواره مورد توجه بوده است. پیشینیان می‌دانستند که کشت‌وکار مداوم باعث کاهش مواد مورد نیاز رشد گیاهان می‌شود. به همین منظور از مدفوع جانوران برای تقویت خاک‌های کشاورزی استفاده می‌کردند. آنها می‌دانستند که مدفوع کیوترا، کودی مناسب برای حاصل‌خیزی زمین‌های کشاورزی است. در پرندگان محل خروج ادرار و مواد دفعی از دستگاه گوارش یکی است و چون مدفوع شامل ادرار نیز می‌شود کودی غنی به حساب می‌آید. همچنین در مقایسه با مدفوع جانوران دیگر، مشکلات کمتری دارد. در ایران برای استفاده حداکثر از مدفوع پرندگان برج‌های گلی، معروف به کیوترخانه برای پرورش کیوترا و جمع‌آوری مدفوع آنها با مهندسی دقیق و در نظرگرفتن امنیت کیوترا ساخته شدند که بعضی همچنان پابرجا هستند. معماری این برج‌ها به گونه‌ای بود که امکان ورود پرندگان شکاری به کیوترخانه وجود نداشت و کیوترا می‌توانستند در امنیت و آسایش در آشیانه‌های ساخته شده در فضای درونی کیوترخانه، به زندگی و پرورش زاده‌ها بپردازند. استفاده از مدفوع پرنده برای حاصل‌خیزی زمین که با محیط‌زیست سازگار بود، نشانه‌ای از شناخت طبیعت و بهره‌برداری مناسب از آن است.

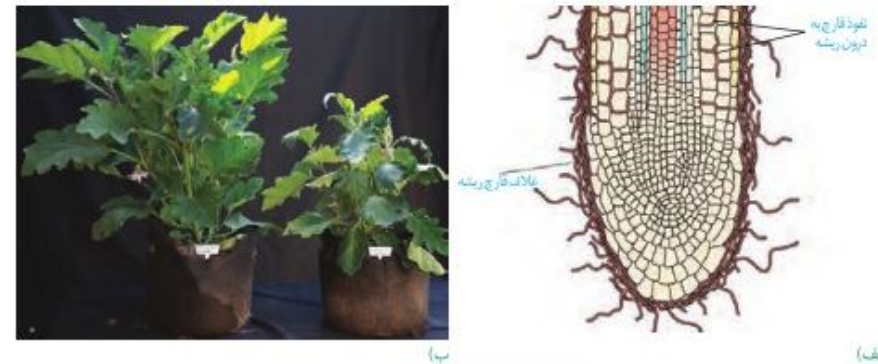


## گفتار ۲ جانداران مؤثر در تغذیه گیاهی

گیاهان شیوه‌های شگفت‌انگیزی برای گرفتن مواد مورد نیاز خود از جانداران دیگر دارند. گیاهان با بعضی از این جانداران ارتباط همزیستی برقرار می‌کنند. از مهم‌ترین انواع این همزیست‌ها، قارچ‌ریشه‌ای‌ها (میکوریزا) و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هستند.

### قارچ ریشه‌ای

یکی از معمول‌ترین سازگاری‌ها برای جذب آب و مواد مغذی، همزیستی ریشه گیاهان با انواعی از قارچ‌ها است که به آن قارچ‌ریشه‌ای گفته می‌شود (شکل ۴). حدود ۹۰ درصد گیاهان دانه‌دار با قارچ‌ها همزیستی دارند. این قارچ‌ها در سطح ریشه زندگی می‌کنند. رشته‌های طرفی به درون ریشه می‌فرستد که تبادل مواد را با آن انجام می‌دهند. در قارچ‌ریشه‌ای، قارچ، مواد آلی را از ریشه گیاه می‌گیرد و برای گیاه، مواد معدنی و به خصوص فسفات فراهم می‌کند. پیکر رشته‌ای و بسیار ظریف قارچ‌ها، نسبت به ریشه گیاه با سطح بیشتری از خاک در تماس است و می‌تواند مواد معدنی بیشتری را جذب کند.



(الف)

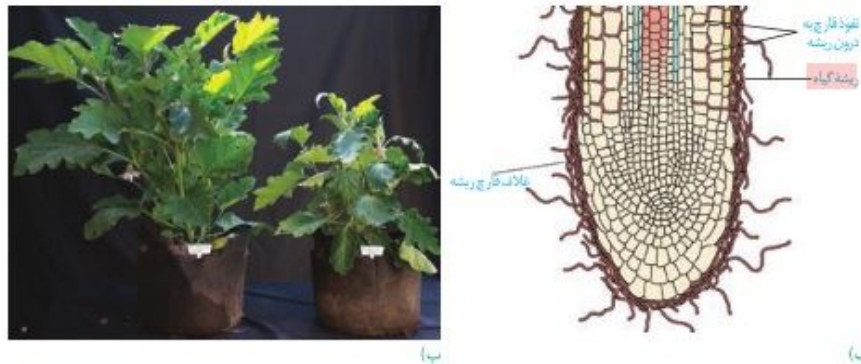
شکل ۴- همزیستی ریشه گیاه با قارچ و نتایج آن. (الف) طرح ساده نوعی قارچ ریشه‌ای که غلافی را روی ریشه گیاه تشکیل می‌دهد. بخش کوچکی از قارچ به درون ریشه نفوذ و در تبادل مواد شرکت می‌کند. (ب) مقایسه دو گیاه که یکی با کمک قارچ ریشه‌ای (چپ) و دیگری بدون آن (راست) او در وضعیت برابر محیطی رشد کرده است.

## گفتار ۲ جانداران مؤثر در تغذیه گیاهی

گیاهان شیوه‌های شگفت‌انگیزی برای گرفتن مواد مورد نیاز خود از جانداران دیگر دارند. گیاهان با بعضی از این جانداران ارتباط همزیستی برقرار می‌کنند. از مهم‌ترین انواع این همزیست‌ها، قارچ‌ریشه‌ای‌ها (میکوریزا) و باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن هستند.

### قارچ ریشه‌ای

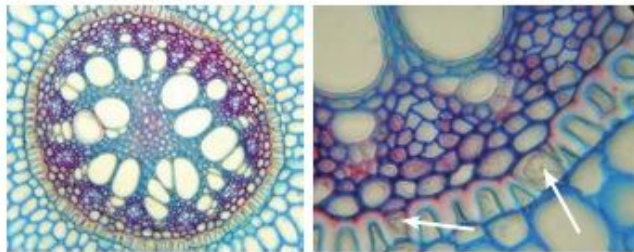
یکی از معمول‌ترین سازگاری‌ها برای جذب آب و مواد مغذی، همزیستی ریشه گیاهان با انواعی از قارچ‌ها است که به آن قارچ‌ریشه‌ای گفته می‌شود (شکل ۴). حدود ۹۰ درصد گیاهان دانه‌دار با قارچ‌ها همزیستی دارند. این قارچ‌ها در سطح ریشه زندگی می‌کنند. رشته‌های طرفی به درون ریشه می‌فرستد که تبادل مواد را با آن انجام می‌دهند. در قارچ‌ریشه‌ای، قارچ، مواد آلی را از ریشه گیاه می‌گیرد و برای گیاه، مواد معدنی و به خصوص فسفات فراهم می‌کند. پیکر رشته‌ای و بسیار ظریف قارچ‌ها، نسبت به ریشه گیاه با سطح بیشتری از خاک در تماس است و می‌تواند مواد معدنی بیشتری را جذب کند.



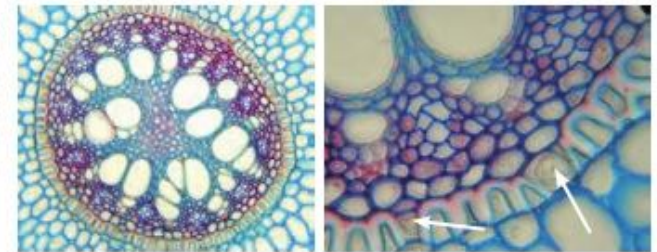
(الف)

شکل ۴- قارچ‌ریشه‌ای: (الف) طرح ساده نوعی قارچ ریشه‌ای که غلافی را روی ریشه گیاه تشکیل می‌دهد. بخش کوچکی از قارچ به درون ریشه نفوذ و در تبادل مواد شرکت می‌کند. (ب) مقایسه دو گیاه که یکی با کمک قارچ ریشه‌ای (چپ) و دیگری بدون آن (راست) او در وضعیت برابر محیطی رشد کرده است.

شکل ۱۳- تصویر میکروسکوپی مقطع عرضی ریشه نوعی گیاه. باخته‌های معبر با پیکان نشان داده شده‌اند. باخته‌های درون‌پوست در این ریشه‌ها به صورت نعلی شکل (U) دیده می‌شود.



شکل ۱۳- تصویر میکروسکوپی مقطع عرضی ریشه نوعی گیاه. باخته‌های معبر با پیکان نشان داده شده‌اند. باخته‌های درون‌پوست در این ریشه‌ها به صورت نعلی شکل (U) دیده می‌شود.



### انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

شیرهٔ خام در گیاهان، گاه تا فواصل بسیار طولانی جابه‌جا می‌شود. انتشار برای فواصل طولانی، کارآمد نیست. در گیاهان، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی توسط جریان توده‌ای انجام می‌شود. سرعت انتشار آب و مواد در گیاه، چند میلی‌متر در روز است ولی در جریان توده‌ای، این سرعت به چندین متر در روز می‌رسد. جریان توده‌ای در آوندهای چوبی تحت اثر دو عامل فشار ریشه‌ای و تعرق، و با همراهی خواص ویژهٔ آب انجام می‌شود.

**فشار ریشه‌ای:** باخته‌های درون‌پوست و باخته‌های زنده پیرامون آوندهای ریشه، با انتقال فعال، یون‌های معدنی را به درون آوندهای چوبی منتقل می‌کنند. این عمل باعث افزایش مقدار این یون‌ها، افزایش فشار اسمزی و در نتیجه ورود آب به درون آوند چوبی می‌شود. در اثر تجمع آب و یون‌ها، فشار در آوندهای چوبی ریشه افزایش می‌یابد و فشار ریشه‌ای را ایجاد می‌کند. فشار ریشه‌ای باعث هل دادن شیرهٔ خام به سمت بالا می‌شود (شکل ۱۴). در بیشتر گیاهان، فشار ریشه‌ای در صعود شیرهٔ خام نقش کمی دارد و در بهترین حالت می‌تواند چند متر آن را به بالا بفرستد. پس چه عاملی باعث حرکت شیرهٔ خام به نوک درختان بسیار بلند می‌شود؟

**تعرق:** عامل اصلی انتقال شیرهٔ خام، مکشی است که در اثر تعرق از سطح گیاه ایجاد می‌شود. علت تعرق نیز حرکت آب از محل دارای آب بیشتر به محل با آب کمتر است. ستون آب درون آوندهای چوبی پیوسته است. این پیوستگی به علت ویژگی‌های هم‌چسبی و دگرچسبی مولکول‌های آب است (شکل ۱۵).

بیشتر تعرق گیاهان از روزنه‌های برگ انجام می‌شود. نیروی مکش تعرق آن قدر زیاد است که در یک روز گرم می‌تواند باعث کاهش قطر تنهٔ یک درخت شود؛ هرچند این کاهش اندک است. اگر دیوارهٔ آوندهای چوبی استحکام کافی نداشت به راحتی در اثر مکش تعرق، له می‌شد.



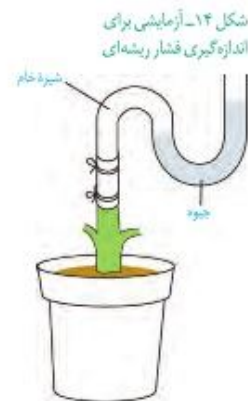
### انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

شیرهٔ خام در گیاهان، گاه تا فواصل بسیار طولانی جابه‌جا می‌شود. انتشار برای فواصل طولانی، کارآمد نیست. در گیاهان، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی توسط جریان توده‌ای انجام می‌شود. سرعت انتشار آب و مواد در گیاه، چند میلی‌متر در روز است ولی در جریان توده‌ای، این سرعت به چندین متر در روز می‌رسد. جریان توده‌ای در آوندهای چوبی تحت اثر دو عامل فشار ریشه‌ای و تعرق، و با همراهی خواص ویژهٔ آب انجام می‌شود.

**فشار ریشه‌ای:** باخته‌های درون‌پوست و باخته‌های زنده پیرامون آوندهای ریشه، با انتقال فعال، یون‌های معدنی را به درون آوندهای چوبی منتقل می‌کنند. این عمل باعث افزایش مقدار این یون‌ها، افزایش فشار اسمزی و در نتیجه ورود آب به درون آوند چوبی می‌شود. در اثر تجمع آب و یون‌ها، فشار در آوندهای چوبی ریشه افزایش می‌یابد و فشار ریشه‌ای را ایجاد می‌کند. فشار ریشه‌ای باعث هل دادن شیرهٔ خام به سمت بالا می‌شود (شکل ۱۴). در بیشتر گیاهان، فشار ریشه‌ای در صعود شیرهٔ خام نقش کمی دارد و در بهترین حالت می‌تواند چند متر آن را به بالا بفرستد. پس چه عاملی باعث حرکت شیرهٔ خام به نوک درختان بسیار بلند می‌شود؟

**تعرق:** عامل اصلی انتقال شیرهٔ خام، مکشی است که در اثر تعرق از سطح گیاه ایجاد می‌شود (شکل ۱۵). علت تعرق نیز حرکت آب از محل دارای آب بیشتر به محل با آب کمتر است. ستون آب درون آوندهای چوبی پیوسته است. این پیوستگی به علت ویژگی‌های هم‌چسبی و دگرچسبی مولکول‌های آب است.

بیشتر تعرق گیاهان از روزنه‌های برگ انجام می‌شود. نیروی مکش تعرق آن قدر زیاد است که در یک روز گرم می‌تواند باعث کاهش قطر تنهٔ یک درخت شود؛ هرچند این کاهش اندک است. اگر دیوارهٔ آوندهای چوبی استحکام کافی نداشت به راحتی در اثر مکش تعرق، له می‌شد.



### عوامل مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

در گیاهان، تغییرات مقدار نور، دما، رطوبت و کربن‌دی‌اکسید از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر حرکات روزنه‌های هوایی است. مقدار آب گیاه و نیز هورمون‌های گیاهی، از عوامل درونی مهم هستند. افزایش مقدار نور، دما و کاهش کربن‌دی‌اکسید، تا حدی معین، می‌تواند باعث باز شدن روزنه‌ها در گیاهان شود. کاهش شدید رطوبت هوا باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. رفتار روزنه‌ای برخی گیاهان نواحی خشک مانند بعضی کاکتوس‌ها، در حضور نور متفاوت است و سبب می‌شود در طول روز، روزنه‌ها بسته بمانند و از هدر رفتن آب جلوگیری شود. کاهش تعداد روزنه‌ها، کاهش تعداد یا سطح برگ‌ها نیز از سازگاری‌های گیاهان برای زندگی در محیط‌های خشک هستند. شما چه سازگاری‌های دیگری را می‌شناسید؟

### فعالیت ۳

#### مشاهده روزنه‌های سطح پشتی برگ

الف) یک برگ شاداب تره را انتخاب کرده و سطح پشتی و رویی آن را مشخص کنید.  
 ب) برگ را از محل رگبرگ میانی به بیرون شکسته ولی روی پوست را پاره نکنید. هر نیمه را به نحوی به طرفین بکشید تا روی پوست نازک آن از بافت‌های زیرین جدا شود. این کار اگر با دقت انجام شود روی پوست غشایی و بی‌رنگ را جدا می‌کند.  
 پ) نمونه را در یک قطره آب، روی تیغه شیشه‌ای قرار دهید و با تیغک بیوشانید. یاخته‌های روی پوست و نگهبان روزنه را در بزرگ‌نمایی‌های مختلف مشاهده کنید. آیا می‌توانید سبب بسته شدن آن را در این یاخته‌ها ببینید؟  
 ت) تعداد روزنه‌های موجود در میدان دید را شمارش کنید. تعداد روزنه را در واحد سطح برگ تعیین کنید.  
 ث) با استفاده از تیغ تیز و با احتیاط، نمونه‌های روی پوست پشتی را از برگ گیاهان میخک، شمعدانی و برگ بیدی تهیه و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. یاخته‌های روی پوست و نگهبان روزنه را در این گیاهان و تره مقایسه کنید.

### تعریق

در هنگام شب یا در هوای بسیار مرطوب که شدت تعریق کاهش می‌یابد، یاخته‌های درون پوست همچنان به پمپ کردن یون‌های معدنی به درون استوانه آوندی ادامه می‌دهند. اگر مقدار آبی که در اثر فشار ریشه‌ای به برگ‌ها می‌رسد از مقدار تعریق آن از سطح برگ بیشتر باشد، آب به صورت قطراتی از انتها یا لبه برگ‌های بعضی گیاهان علفی خارج می‌شود که به آن تعریق می‌گویند (شکل ۱۷). گرچه شرایط محیطی ایجادکننده تعریق مشابه شرایط ایجاد شبنم است، این دو پدیده را نباید با هم اشتباه گرفت. تعریق از ساختارهای ویژه‌ای به نام روزنه‌های آبی انجام می‌شود و نشانه فشار ریشه‌ای است. این روزنه‌ها همیشه باز هستند و محل آنها در انتها یا لبه برگ‌هاست.

شکل ۱۷- تعریق در گیاهان



### عوامل مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

در گیاهان، تغییرات مقدار نور، دما، رطوبت و کربن‌دی‌اکسید از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر حرکات روزنه‌های هوایی است. مقدار آب گیاه و نیز هورمون‌های گیاهی، از عوامل درونی مهم هستند. افزایش مقدار نور، دما و کاهش کربن‌دی‌اکسید، تا حدی معین، می‌تواند باعث باز شدن روزنه‌ها در گیاهان شود. کاهش شدید رطوبت هوا باعث بسته شدن روزنه‌ها می‌شود. رفتار روزنه‌ای برخی گیاهان نواحی خشک مانند بعضی کاکتوس‌ها، در حضور نور متفاوت است و سبب می‌شود در طول روز، روزنه‌ها بسته بمانند و از هدر رفتن آب جلوگیری شود. کاهش تعداد روزنه‌ها، کاهش تعداد یا سطح برگ‌ها نیز از سازگاری‌های گیاهان برای زندگی در محیط‌های خشک هستند. شما چه سازگاری‌های دیگری را می‌شناسید؟

### فعالیت

#### مشاهده روزنه‌های سطح پشتی برگ

الف) یک برگ شاداب تره را انتخاب کرده و سطح پشتی و رویی آن را مشخص کنید.  
 ب) برگ را از محل رگبرگ میانی به بیرون شکسته ولی روی پوست را پاره نکنید. هر نیمه را به نحوی به طرفین بکشید تا روی پوست نازک آن از بافت‌های زیرین جدا شود. این کار اگر با دقت انجام شود روی پوست غشایی و بی‌رنگ را جدا می‌کند.  
 پ) نمونه را در یک قطره آب، روی تیغه شیشه‌ای قرار دهید و با تیغک بیوشانید. یاخته‌های روی پوست و نگهبان روزنه را در بزرگ‌نمایی‌های مختلف مشاهده کنید. آیا می‌توانید سبب بسته شدن آن را در این یاخته‌ها ببینید؟  
 ت) تعداد روزنه‌های موجود در میدان دید را شمارش کنید. تعداد روزنه را در واحد سطح برگ تعیین کنید.  
 ث) با استفاده از تیغ تیز و با احتیاط، نمونه‌های روی پوست پشتی را از برگ گیاهان میخک، شمعدانی و برگ بیدی تهیه و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. یاخته‌های روی پوست و نگهبان روزنه را در این گیاهان و تره مقایسه کنید.

### تعریق

در هنگام شب یا در هوای بسیار مرطوب که شدت تعریق کاهش می‌یابد، یاخته‌های درون پوست همچنان به پمپ کردن یون‌های معدنی به درون استوانه آوندی ادامه می‌دهند. اگر مقدار آبی که در اثر فشار ریشه‌ای به برگ‌ها می‌رسد از مقدار تعریق آن از سطح برگ بیشتر باشد، آب به صورت قطراتی از انتها یا لبه برگ‌های بعضی گیاهان علفی خارج می‌شود که به آن تعریق می‌گویند (شکل ۱۷). گرچه شرایط محیطی ایجادکننده تعریق مشابه شرایط ایجاد شبنم است، این دو پدیده را نباید با هم اشتباه گرفت. تعریق از ساختارهای ویژه‌ای به نام روزنه‌های آبی انجام می‌شود و نشانه فشار ریشه‌ای است. این روزنه‌ها همیشه باز هستند و محل آنها در انتها یا لبه برگ‌هاست.

شکل ۱۷- تعریق در گیاهان



### فعالیت ۴

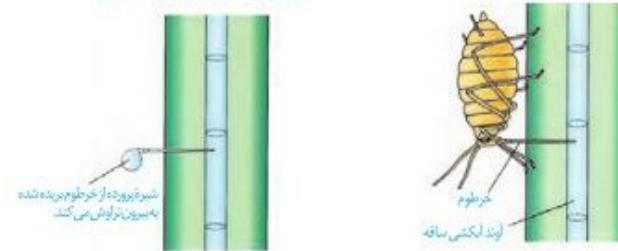
#### مشاهده باز و بسته شدن روزنه های هوایی

الف) همانند فعالیت قبل، روپوست تریه یا کاهو را تهیه کنید و درون محلول های ۰/۵ درصد KCl، آب خالص و آب نمک ۴ درصد در روشنایی قرار دهید. مشابه این نمونه ها را تهیه و در تاریکی قرار دهید.  
 ب) پس از ۱۵ دقیقه، روپوست را در یک قطره از همان مایعی که درون آن قرار دارد، زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. در کدام محلول ها روزنه ها باز و در کدام بسته اند؟ آیا میزان باز یا بسته بودن روزنه ها یکسان است؟ چرا؟  
 پ) پس از ۱۵ دقیقه نمونه های تاریکی را به سرعت زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. چرا باید به سرعت آنها را مشاهده کنیم؟ وضعیت روزنه ها را با مرحله قبل مقایسه کنید.

#### حرکت شیرۀ پرورده

می دانید که شیرۀ پرورده، درون آوند های آبکشی حرکت می کند. حرکت شیرۀ پرورده در همه جهات می تواند انجام شود. بخشی از گیاه که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش های دیگر گیاه را تأمین می کند، محل منبع و بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا می روند و ذخیره (مثلاً ریشه) یا مصرف (گل) می شوند، محل مصرف نامیده می شود. برگ ها از مهم ترین محل های منبع هستند. بخش های ذخیره کننده مواد آلی، هنگام ذخیره این مواد، محل مصرف و هنگام آزادسازی آن، محل منبع به شمار می آیند. برای تعیین سرعت و ترکیب شیرۀ پرورده می توان از شته ها استفاده کرد (شکل ۱۸).

شته را بی حس می کنند و سپس خرطوم آن را می برند.



شکل ۱۸- استفاده از شته برای تعیین سرعت و ترکیب شیرۀ پرورده

**چگونگی حرکت شیرۀ پرورده:** حرکت شیرۀ پرورده از طریق سیتوپلاسم باخته های زنده آبکشی و از باخته ای به باخته دیگر انجام می شود. بنابراین حرکت شیرۀ پرورده از شیرۀ خام کندتر و پیچیده تر است. یک گیاه شناس آلمانی به نام ارنست مونش، الکوی جریان فشاری را برای جابه جایی شیرۀ پرورده، ارائه داده است که در شکل ۱۹ به طور خلاصه مشاهده می کنید.

### فعالیت

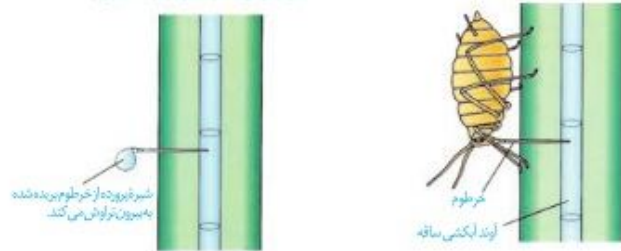
#### مشاهده باز و بسته شدن روزنه های هوایی

الف) همانند فعالیت قبل، روپوست تریه یا کاهو را تهیه کنید و درون محلول های ۰/۵ درصد KCl، آب خالص و آب نمک ۴ درصد در روشنایی قرار دهید. مشابه این نمونه ها را تهیه و در تاریکی قرار دهید.  
 ب) پس از ۱۵ دقیقه، روپوست را در یک قطره از همان مایعی که درون آن قرار دارد، زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. در کدام محلول ها روزنه ها باز و در کدام بسته اند؟ آیا میزان باز یا بسته بودن روزنه ها یکسان است؟ چرا؟  
 پ) پس از ۱۵ دقیقه نمونه های تاریکی را به سرعت زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. چرا باید به سرعت آنها را مشاهده کنیم؟ وضعیت روزنه ها را با مرحله قبل مقایسه کنید.

#### حرکت شیرۀ پرورده

می دانید که شیرۀ پرورده، درون آوند های آبکشی حرکت می کند. حرکت شیرۀ پرورده در همه جهات می تواند انجام شود. بخشی از گیاه که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش های دیگر گیاه را تأمین می کند، محل منبع و بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا می روند و ذخیره (مثلاً ریشه) یا مصرف (گل) می شوند، محل مصرف نامیده می شود. برگ ها از مهم ترین محل های منبع هستند. بخش های ذخیره کننده مواد آلی، هنگام ذخیره این مواد، محل مصرف و هنگام آزادسازی آن، محل منبع به شمار می آیند. برای تعیین سرعت و ترکیب شیرۀ پرورده می توان از شته ها استفاده کرد (شکل ۱۸).

شته را بی حس می کنند و سپس خرطوم آن را می برند.



شکل ۱۸- استفاده از شته برای تعیین سرعت و ترکیب شیرۀ پرورده

**چگونگی حرکت شیرۀ پرورده:** حرکت شیرۀ پرورده از طریق سیتوپلاسم باخته های زنده آبکشی و از باخته ای به باخته دیگر انجام می شود. بنابراین حرکت شیرۀ پرورده از شیرۀ خام کندتر و پیچیده تر است. یک گیاه شناس آلمانی به نام ارنست مونش، الکوی جریان فشاری را برای جابه جایی شیرۀ پرورده، ارائه داده است که در شکل ۱۹ به طور خلاصه مشاهده می کنید.

معلمان محترم، صاحب نظران، دانش آموزان عزیز و اولیای آنان می توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «nazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۱۵۸۷۵ - ۴۸۴۴ ارسال کنند.

دفتر تألیف کتاب های درسی عمومی و متوسطه نظری

معلمان محترم، صاحب نظران، دانش آموزان عزیز و اولیای آنان می توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «nazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۱۵۸۷۵ - ۴۸۴۴ ارسال کنند.

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

