

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؟

بیشتر بدانید

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

برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن، فولیک اسید و ویتامین B_{12} نیز لازم است. آهن به صورت گروه هم به پروتئین گلوبین می‌چسبد و هموگلوبین را می‌سازد (شکل ۱۲، دستگاه تنفس).

فولیک اسید، 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 با برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک اسیدند. کارکرد صحیح فولیک اسید به وجود ویتامین B_{12} وابسته است. این ویتامین فقط در غذاهای جانوری وجود دارد. البته در روده بزرگ مقداری ویتامین B_{12} تولید می‌شود.

تنظیم تولید گویچه‌های قرمز: اگرچه تولید گویچه‌های قرمز به وجود آهن، فولیک اسید و ویتامین B_{12} وابسته است؛ در بدن ما تنظیم میزان گویچه‌های قرمز، به ترشح هورمونی به نام **اریتروپویتین** بستگی دارد. این هورمون توسط گروه ویژه‌ای از یاخته‌های 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 به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که این حالت در کم‌خونی، بیماری‌های تنفسی و قلبی، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.

فعالیت

شاید برگه‌های جواب آزمایش خون را دیده باشید. در این برگه‌ها اطلاعات زیادی در مورد یاخته‌ها و

ترکیبات خون وجود دارد. یکی از این برگه‌ها را بررسی کنید و با توجه به آن، به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۱- تعداد طبیعی هریک از یاخته‌های خونی (WBC و RBC) و گرده‌ها (PLT) را در واحد اندازه‌گیری میکرو لیتر (μL)

مشخص کنید.

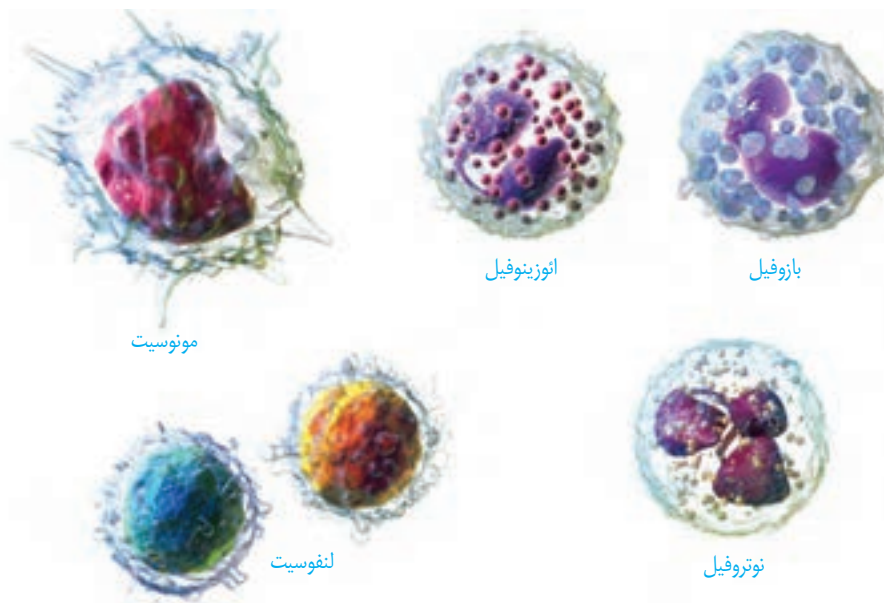
۲- میزان انواع چربی‌هایی را که در آزمایش خون سنجیده می‌شود؛ مشخص کنید.

۳- 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 یاخته‌ها 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 یاخته‌ها هسته دارند. انواع و ویژگی‌های آنها را در شکل ۲۲ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۲- یاخته‌های خونی سفید

- ۱- بازوفیل: هسته دو قسمتی روی هم افتاده - میان یاخته با دانه‌های تیره
- ۲- ائوزینوفیل: هسته دو قسمتی دمبلی - میان یاخته با دانه‌های روشن درشت
- ۳- نوتروفیل: هسته چند قسمتی - میان یاخته با دانه‌های روشن ریز
- ۴- مونوسیت: هسته تکی خمیده یا لوبیایی - میان یاخته بدون دانه
- ۵- لنفوسیت: هسته تکی گرد یا بیضی - میان یاخته بدون دانه

مشاهده یاخته‌های خونی

فعالیت

- با کمک معلم و رعایت نکات ایمنی، گسترش خونی تهیه کنید.

- در صورتی که امکانات لازم برای رنگ آمیزی یاخته‌های خونی در آزمایشگاه شما وجود دارد، گسترش خونی تهیه شده را رنگ آمیزی کنید.

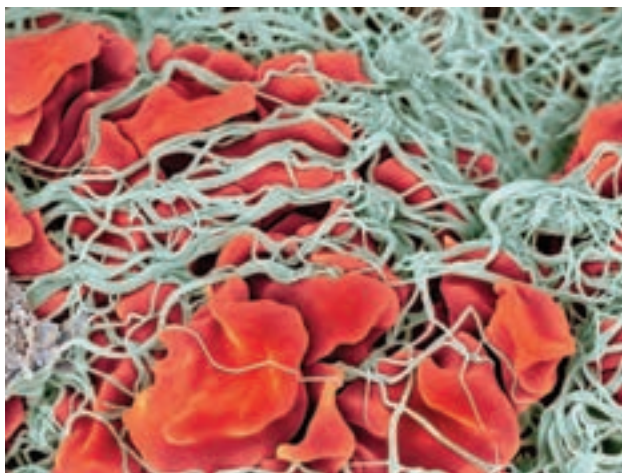
- همچنین می‌توانید از تیغه‌های آماده یاخته‌های خونی که رنگ آمیزی شده‌اند نیز استفاده کنید و انواع یاخته‌های خونی را در آن تشخیص دهید.

گرده‌ها

بیشتر بدانید

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 بخش میان یاخته‌ای یاخته‌های بزرگی به نام **مگا کاربوسیت** قطعه‌قطعه و وارد جریان خون می‌شوند (شکل ۲۳). درون هر یک از قطعات، دانه‌های کوچک پر از ترکیبات فعال وجود دارند. با آزاد شدن یکی از این ترکیبات از گرده‌ها و ورود به خوناب، فرایندی آغاز می‌شود که منجر به تشکیل **لخته** در محل خونریزی می‌گردد. همچنین دارای پروتئین‌های انقباضی مثل اکترین و میوزین هستند که پس از جلوگیری از خونریزی،

تعداد یاخته‌های خونی در میلی متر مکعب خون	
RBC	$5-6 \times 10^6$
WBC	$6-7 \times 10^3$
PLT	250×10^3



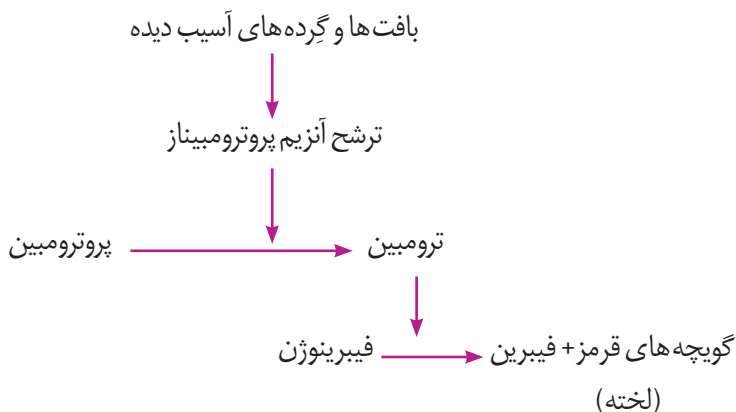
شکل ۲۳- رشته‌های پروتئینی فیبرین که یاخته‌های خونی و گرده‌ها را در برگرفته و لخته را تشکیل داده‌اند.

به انقباض لخته و جمع شدن آن کمک می‌کنند.

گرده‌ها به چند طریق از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کنند. در خونریزی‌های محدود، که دیواره 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 ترشح مواد و با کمک پروتئین‌های خون مثل فیبرینوژن، لخته را ایجاد می‌کنند که تشکیل لخته در محل زخم، جلوی خونریزی را می‌گیرد (شکل ۲۳). 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 یا 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.

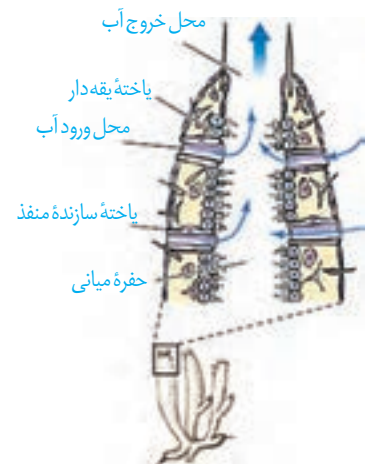
گفتار ۴ تنوع گردش مواد در جانداران

در تک یاختگان به دلیل اندازه کوچک، نسبت سطح به حجم زیاد است و تبادل گاز، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از سطح آن انجام می شود. در جانداران پریاخته ای به دلیل زیاد بودن تعداد یاخته ها، همه یاخته ها با محیط بیرون ارتباط ندارند و لازم است در آنها دستگاه گردش موادی به وجود آید تا یاخته ها نیازهای غذایی و دفع مواد زائد خود را با کمک آن برطرف کنند. دستگاه های گردش مواد در جانوران مختلف به صورت های زیر است:

سامانه گردش آب: برخی از بی مهرگان سامانه انتقال ویژه ای دارند؛ به عنوان مثال در اسفنج ها به جای گردش درونی مایعات، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ های دیواره به حفره یا حفره هایی وارد، و پس از آن از سوراخ یا سوراخ های بزرگ تری خارج می شود. عامل حرکت آب، یاخته های یقه دار هستند که تاژک دارند (شکل های ۲۴ و ۲۵).

حفره گوارشی: در مرجانیان مثل هیدر آب شیرین، کیسه گوارشی پر از مایعات علاوه بر گوارش، وظیفه گردش مواد را نیز بر عهده دارد. در عروس دریایی، این سامانه انشعاب های متعددی دارد که به گردش مواد در چتر و بازوهای جانور کمک می کند. در کرم های پهن آزادی مثل پلاناریا، انشعابات آن به تمام نواحی بدن نفوذ می کند به طوری که فاصله انتشار مواد تا یاخته ها بسیار کوتاه است. در این جانوران حرکات بدن به جابه جایی مواد کمک می کند (شکل ۳۹ فصل دو). با شکل گیری لوله گوارش که از دهان، شروع و به مخرج منتهی می شود در فاصله بین بخش خارجی این دستگاه و دیواره داخلی بدن، فضایی شکل می گیرد که **سلوم** یا **حفره عمومی** بدن نامیده می شود.

در بی مهرگانی مثل کرم های لوله ای، حفره عمومی بدن با مایعی پر می شود که از آن برای انتقال مواد استفاده می شود (شکل ۲۶).



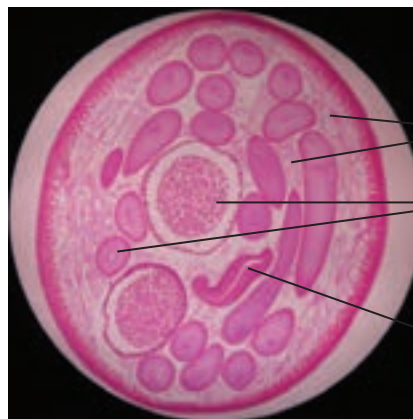
شکل ۲۴- گردش آب در بدن نوعی اسفنج



شکل ۲۵- شکل انواعی از اسفنج



(الف)



(ب)

حفره عمومی
بخش های مختلف دستگاه تناسلی
لوله گوارش

شکل ۲۶- کرم لوله ای (الف) و مقطع بدن آن (ب)

در جانوران پیچیده تر، دستگاه اختصاصی برای گردش مواد شکل می گیرد که در آن مایعی برای جابه جایی مواد وجود دارد. در جانوران، دو نوع سامانه گردش مواد مشاهده می شود.

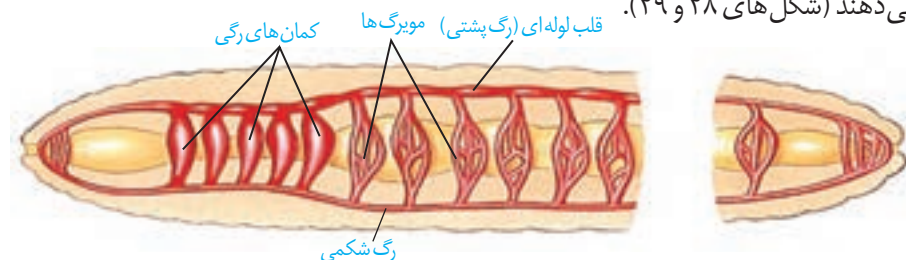


شکل ۲۷- گردش خون باز در

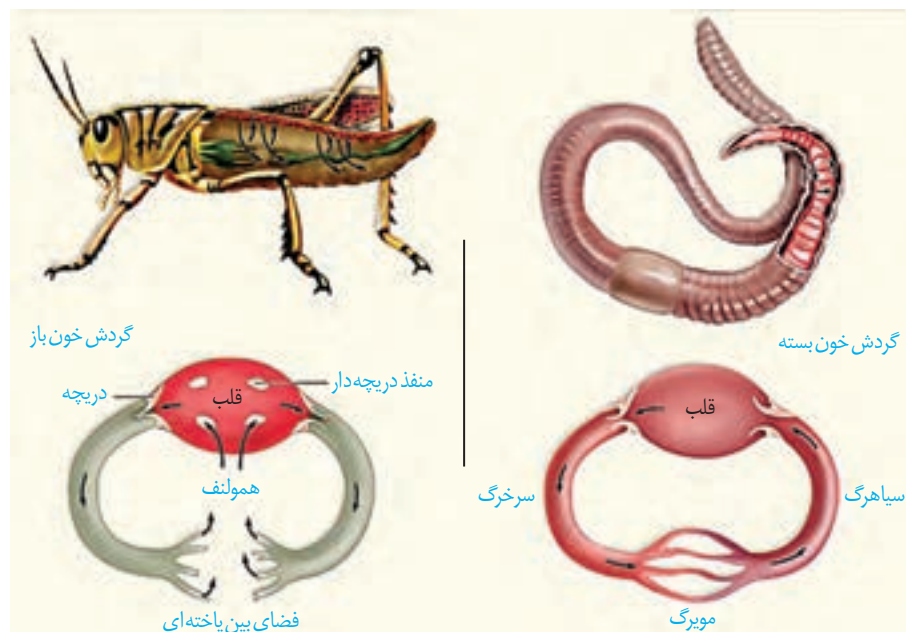
حشره- قلب لوله‌ای، همولنف را از طریق رگ‌ها به درون حفره‌هایی (سینوس‌ها) پمپ می‌کند. تبادل مواد بین یاخته‌ها و همولنف انجام شده و همولنف از طریق منافذ دریچه‌دار به قلب برمی‌گردد. دریچه‌های منافذ در هنگام انقباض قلب، بسته هستند.

سامانه گردش خون باز: در سامانه باز، قلب مایعی به نام **همولنف** را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های خون، لنف و آب میان بافتی را بر عهده دارد. این جانوران مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت آنها جریان می‌یابد. بندپایان و بیشتر نرم‌تنان سامانه گردش باز دارند (شکل ۲۷).

سامانه گردش خون بسته: ساده‌ترین سامانه گردش خون بسته در کرم‌های حلقوی، نظیر کرم‌خاکی وجود دارد. رگ‌های خونی در آنها به صورت شبکه‌ای از سرخرگ، مویرگ و سیاهرگ است. مویرگ‌ها در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند (شکل‌های ۲۸ و ۲۹).

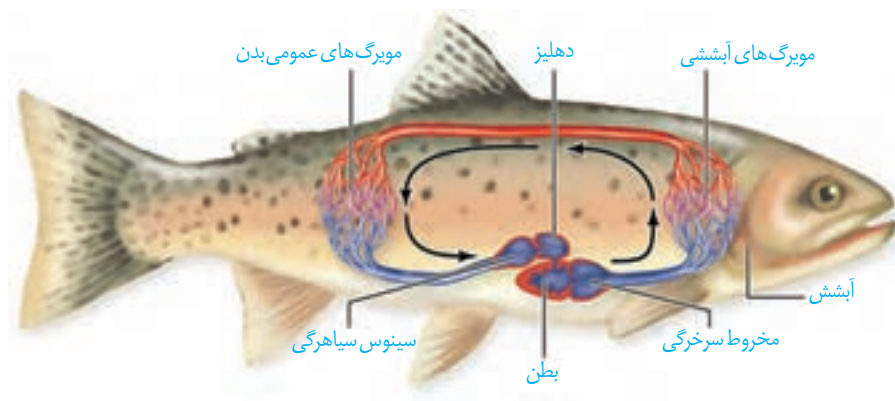


شکل ۲۸- ساده‌ترین گردش خون بسته در کرم‌خاکی- رگ پستی به صورت قلب اصلی عمل می‌کند و خون را به جلو می‌راند. در قسمت جلویی بدن ۵ جفت کمان رگی در اطراف لوله گوارش به صورت قلب کمکی عمل می‌کنند و خون را به سمت پایین و سپس به عقب می‌رانند. مویرگ‌ها در همه قسمت‌های بدن، بین رگ پستی و شکمی وجود دارند.



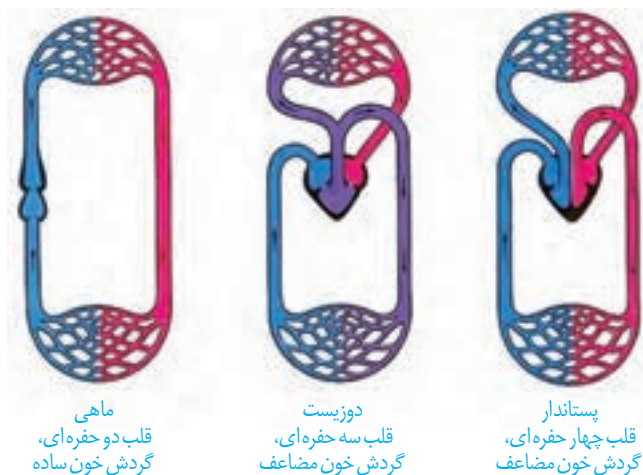
شکل ۲۹- مقایسه گردش خون باز و بسته

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 اکسیژن دار به



تمام مویرگ‌های اندام‌هاست (شکل ۳۰).

در گردش مضاعف، که در سایر مهره داران دیده می‌شود، خون ضمن یک بار گردش در بدن، دو بار از قلب عبور می‌کند. در این سامانه، قلب به صورت دو تلمبه عمل می‌کند: یک تلمبه با فشار کمتر برای تبادلات گازی و تلمبه دیگر با فشار بیشتر برای گردش عمومی، فعالیت می‌کند. 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 ۳۱).



قلب و سامانه‌های گردش در پرندگان و پستانداران

جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها 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 انرژی زیاد، مهم است.

شکل ۳۰- گردش خون ماهی - خون تمام بدن از طریق سیاهرگ شکمی وارد دهلیز و سپس به بطن وارد می‌شود. انقباض بطن، خون را از طریق سرخرگ شکمی به آبشش‌ها می‌فرستد. پس از تبادل گازهای تنفسی، خون از طریق سرخرگ پشته به تمام بدن و پس از تبادل مویرگی با یاخته‌های بدن وارد سیاهرگ شکمی می‌شود و به قلب برمی‌گردد. قبل از دهلیز، سینوس سیاهرگی و بعد از بطن، مخروط سرخرگی قرار دارد.

بیشتر بدانید

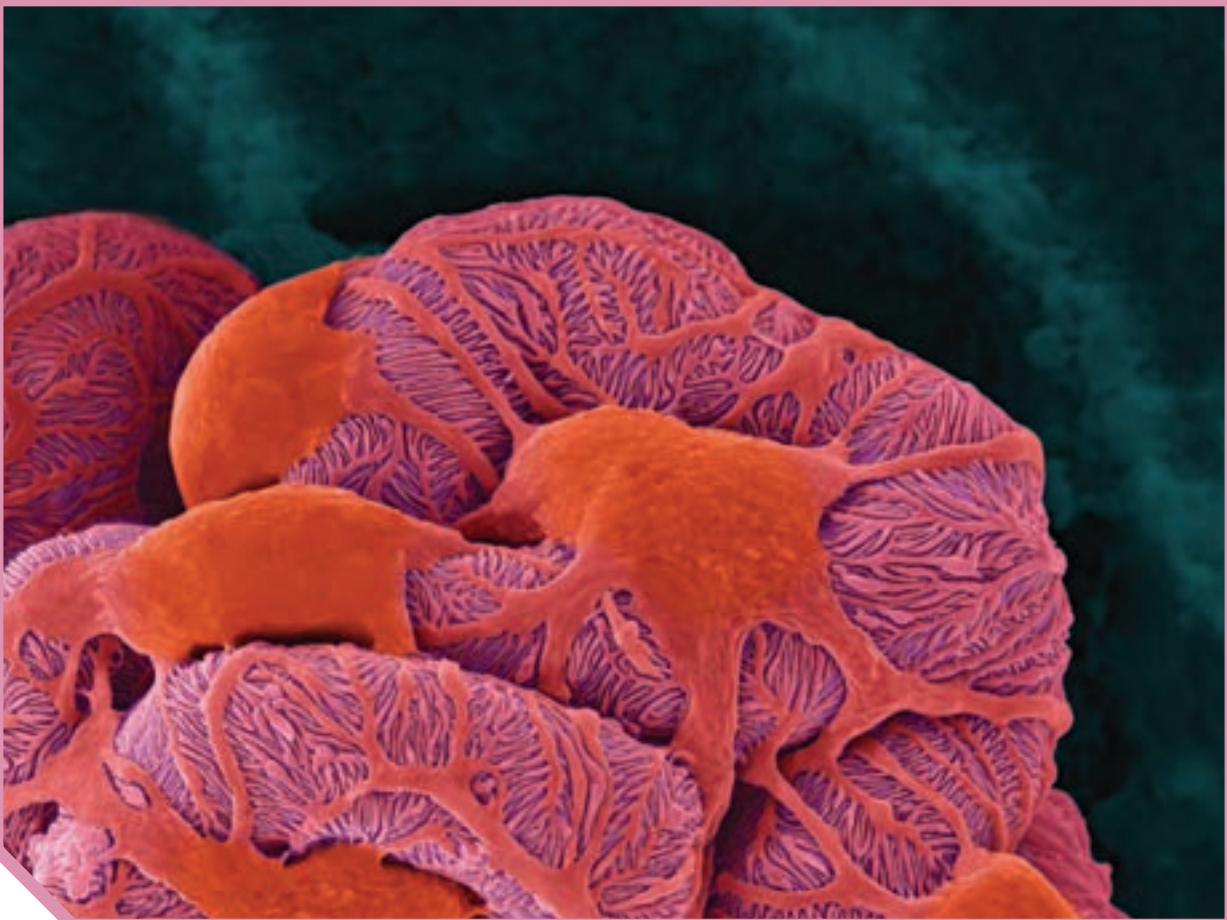
در دوزیستان به‌خاطر جذب اکسیژن بیشتر در پوست نسبت به آبشش و شش، خون برگشتی از پوست به دهلیز راست و سپس وارد بطن می‌شود و با انقباض بطن، به تمام بدن تلمبه می‌شود.

خون تیره و روشن به دلیل وجود یک درجه مارپیچی شکل در ابتدای تنه آئورتی مخلوط نمی‌شود بلکه به طور مستقل به گردش عمومی و ششی هدایت می‌شود.

شکل ۳۱- 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.



فصل ۵

تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

گرچه ما انسان‌ها در خشکی زندگی می‌کنیم اما تک تک یاخته‌های ما در محیطی مایع زندگی می‌کنند. آنچه که در مورد این محیط مایع حائز اهمیت است، مشابه بودن غلظت آن با غلظت درون یاخته‌ها یا به عبارت دقیق‌تر مشابه بودن فشار اسمزی آنهاست. اگر غلظت مایع اطراف یاخته‌ها رقیق‌تر یا غلیظ‌تر از یاخته‌ها باشد آنگاه خود به تهدیدی جدی برای ادامهٔ حیات ما مبدل خواهد شد؛ چون ممکن است به ورود بیش از حد آب به یاخته یا خروج آب از آن منجر شود. بدن ما چگونه فشار اسمزی مایع اطراف یاخته‌ها را تنظیم می‌کند؟ چگونه ترکیب شیمیایی آن را ثابت نگه می‌دارد؟ آیا روش‌هایی که بدن انسان به کار می‌گیرد، در سایر جانوران هم دیده می‌شوند؟ ادرار چگونه تشکیل می‌شود؟ ترکیب شیمیایی ادرار چه اطلاعاتی را دربارهٔ وضعیت درونی بدن فراهم می‌کند؟ این‌ها نمونه پرسش‌هایی است که پاسخ آنها را در این فصل خواهیم یافت.

اگر در یک روز گرم تابستانی ورزش کنید عرق می‌کنید. احتمالاً متوجه خواهید شد که از مقدار ادرار شما کاسته خواهد شد. می‌دانید چرا؟ چون بدن شما در نتیجهٔ 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 یاخته‌ها مثل کربن دی‌اکسید و مواد دفعی نیتروژن دار از جمله مواردی اند که ادامهٔ حیات را تهدید می‌کنند. حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. مجموعه اعمالی را که برای پایدار نگه داشتن وضعیت درونی بدن انجام می‌شود **هم‌ایستایی (هومئوستازی)** می‌نامند. هم‌ایستایی از ویژگی‌های اساسی همهٔ موجودات زنده است.

اگر وضعیت درونی بدن از تعادل خارج شود بعضی از مواد، بیش از حد لازم یا کمتر از حد لازم به یاخته‌ها می‌رسند. بسیاری از بیماری‌ها در نتیجهٔ برهم خوردن هم‌ایستایی پدید می‌آیند. برای مثال، در دیابت شیرین، مقدار قند خون افزایش می‌یابد که عوارضی جدی چون بیماری قلبی، نایبایی و نارسایی کلیه را در بر دارد.

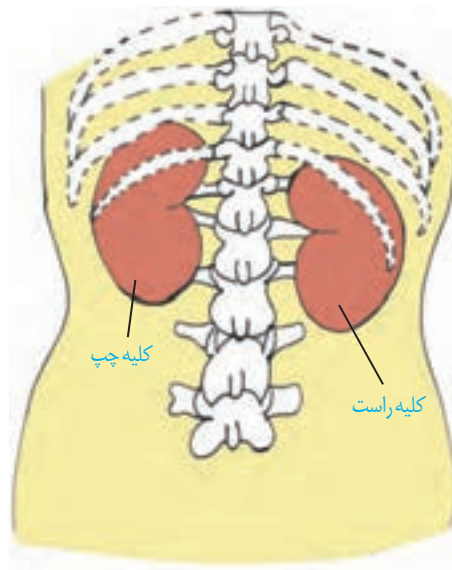
دستگاه دفع ادرار در حفظ هم‌ایستایی بدن نقش اساسی دارد. حفظ تعادل آب، اسید-باز، یون‌ها و نیز دفع مواد سمی و مواد زائد نیتروژن دار، از جمله وظایف کلیه‌اند که با ساختن ادرار به انجام می‌رسد.

کلیه‌ها

ساختار بیرونی کلیه و حفاظت از آن: کلیه‌ها، اندام‌هایی لوبیایی شکل اند و

به تعداد دو عدد در طرفین ستون مهره‌ها و پشت شکم قرار دارند. اندازهٔ کلیه در فرد بالغ، تقریباً به اندازهٔ مشت بستهٔ اوست. به علت موقعیت قرارگیری و شکل کبد، کلیهٔ راست قدری پایین‌تر از کلیهٔ چپ واقع است (شکل ۱).

دنده‌ها از بخشی از کلیه محافظت می‌کنند. علاوه بر این، پردهٔ شفاف از جنس بافت پیوندی رشته‌ای به نام **کپسول کلیه** اطراف هر کلیه را احاطه کرده است (شکل ۲). این پرده، مانعی در برابر نفوذ میکروب‌ها به کلیه ایجاد می‌کند. چربی اطراف کلیه، علاوه بر اینکه کلیه را از ضربه محافظت می‌کند در حفظ موقعیت کلیه نقش مهمی دارد. اگر این چربی بیش از حد تحلیل رود؛ گاهی خطری را متوجه آنهایی می‌کند که برنامهٔ کاهش وزن شدید و سریع را به کار می‌گیرند. کلیه‌ها ممکن است دچار افتادگی نسبی از موقعیت خود شوند. این رویداد، احتمال تاخوردگی میزنای را به دنبال دارد. در این صورت، فرد با خطر بسته شدن میزنای و عدم تخلیهٔ مناسب ادرار از کلیه روبه‌رو می‌شود که در نهایت به نارسایی کلیه خواهد انجامید. در اینجا با مثالی روبه‌رو هستیم

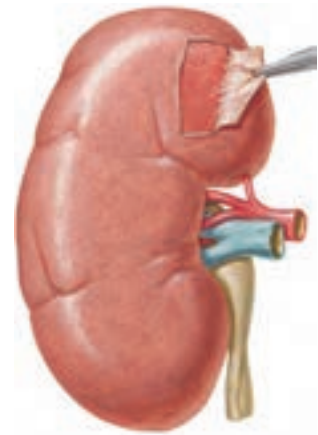


شکل ۱- موقعیت کلیه‌ها در انسان
از نمای پشت

که نشان می‌دهد تغییر در موقعیت اندام‌ها می‌تواند به از بین رفتن هم‌ایستایی منجر شود. رگ‌های خونی و لنفی، اعصاب و میزنای با گذر از ناف کلیه، با کلیه ارتباط برقرار می‌کنند. روی هر کلیه، غده فوق کلیه قرار دارد که همان‌گونه که بعداً خواهیم دید در تنظیم کار کلیه نقش مهمی ایفا می‌کند (شکل ۳).



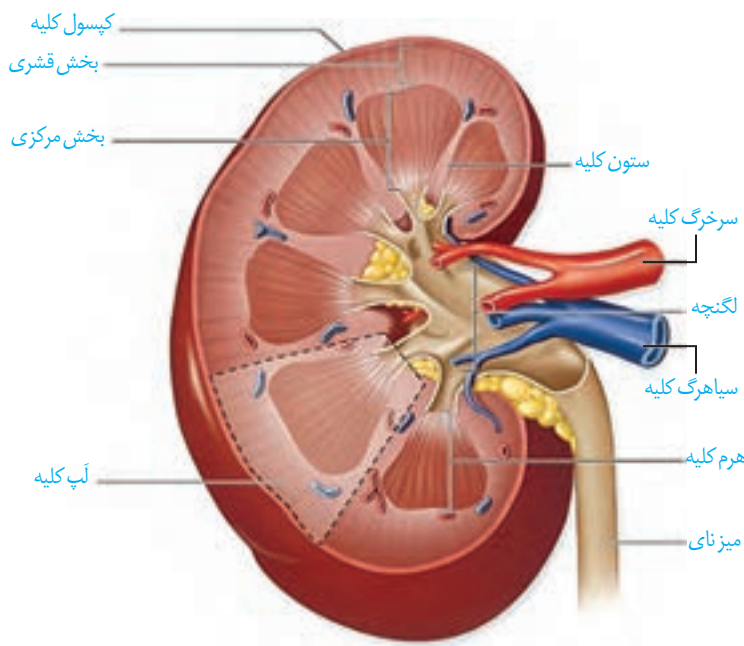
شکل ۳- موقعیت غده فوق کلیه



شکل ۲- کپسول کلیه

ساختار درونی کلیه: در برش طولی کلیه، سه ناحیه مشخص دیده می‌شود که از بیرون به درون عبارت‌اند از بخش قشری، بخش مرکزی و لگنچه (شکل ۴).

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. در فاصله بین هرم‌ها، انشعابات از بخش قشری به نام **ستون‌های کلیه** دیده می‌شود. لگنچه، ساختاری شبیه به قیف دارد. ادرار تولید شده، به آن وارد و به میزنای هدایت می‌شود تا کلیه را ترک کند.



شکل ۴- برش طولی کلیه

فعالیت

تشریح کلیه گوسفند

وسایل لازم: کلیه گوسفند،

قیچی، چاقوی جراحی، سوند

۱- یک عدد کلیه گوسفند تهیه کنید. اگر چربی های اطراف آن کنده نشده باشد بهتر است.

۲- در بین چربی ها میزنای، سرخرگ و سیاهرگ کلیه را تشخیص دهید.

۳- کپسول کلیه را بریدن قسمتی از آن، به راحتی جدا می شود.

۴- با یک برش طولی در سطح محدب کلیه، آن را باز کنید و مطابق شکل ۴، بخش های مختلف آن را تشخیص دهید.

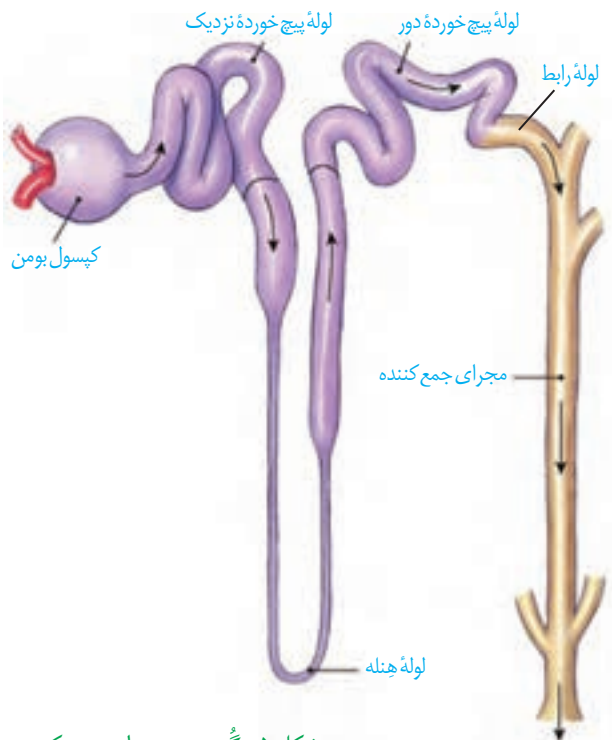
۵- در وسط لگنچه، منفذ میزنای مشخص است. با وارد کردن گمانه و جلو بردن آن درون میزنای، می توانید اطمینان پیدا کنید که میزنای را درست تشخیص داده اید.



گردیزه (نفرون) ها

هر کلیه از حدود یک میلیون گردیزه تشکیل شده است که فرایند تشکیل ادرار در آنها آغاز می شود. ابتدای گردیزه شبیه قیف است و کپسول بومن نام دارد. ادامه گردیزه، لوله ای شکل است و در قسمت هایی از طول خود، پیچ خوردگی هایی دارد و بر این اساس، به قسمت های مختلفی نام گذاری می شود (شکل ۵). این قسمت ها به ترتیب عبارت اند از **لوله پیچ خورده نزدیک**، **قوس هنله** که U شکل است و **لوله پیچ خورده دور** که گردیزه را به **مجرای جمع کننده** متصل می کند.

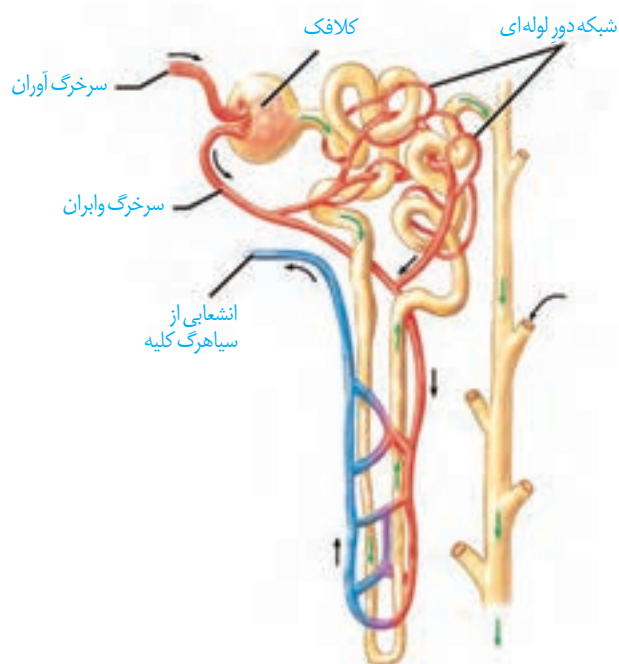
گردیزه ها برحسب موقعیت قرارگیری در کلیه به دو دسته **قشری و مجاور مرکز** تقسیم می شوند. گردیزه های قشری تقریباً به طور کامل در بخش قشری قرار دارند. در گردیزه های مجاور مرکز، بخش بزرگی از قوس هنله تا اعماق بخش مرکزی نفوذ



شکل ۵- گردیزه و مجرای جمع کننده

کرده است و بنابراین، قوس هنله در آنها طولانی تر است. تنها حدود ۲۰ درصد گردیزه‌ها از نوع مجاور مرکزند.

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 شاهد پدید آمدن شبکه‌های مویرگی هستیم. دو شبکه مویرگی در ارتباط با گردیزه مشاهده می‌شود. اولی به نام کلافک (گلوMERUL) 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. این انشعابات سرانجام کلافک‌ها را در کپسول‌های بومن می‌سازند. کلافک به سیاهرگ ختم نمی‌شود. خون از طریق سرخرگ آوران به کلافک وارد می‌شود و از طریق سرخرگ وایران آن را ترک

شکل ۶- شبکه‌های مویرگی مرتبط با گردیزه

می‌کند. سرخرگ وایران در اطراف لوله‌های پیچ خورده و قوس هنله، شبکه مویرگی دور لوله‌ای را می‌سازد. این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به وجود می‌آورند که سرانجام سیاهرگ کلیه را می‌سازند. این سیاهرگ، خون را از کلیه بیرون می‌برد.

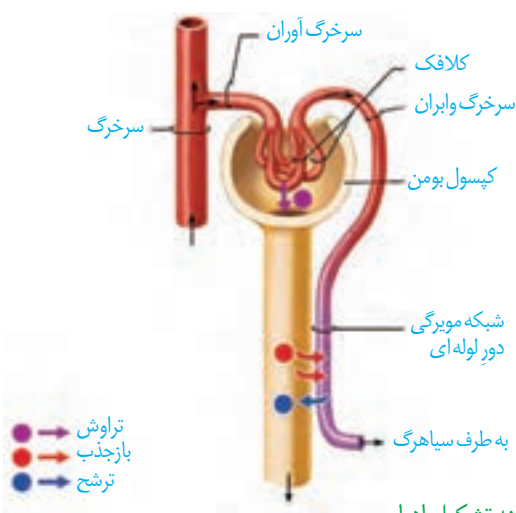
فرایند تشکیل ادرار، شامل سه مرحله است که عبارت‌اند از تراوش، بازجذب و ترشح (شکل ۷).

تراوش: تراوش، نخستین مرحله تشکیل ادرار است. در این مرحله خوناب شامل آب و مواد محلول در آن به جز پروتئین‌ها، در نتیجه فشار خون از کلافک خارج شده به کپسول بومن وارد می‌شوند. این فرایند را تراوش می‌نامند. هم ساختار کلافک و هم ساختار کپسول بومن برای تراوش متناسب شده است. مویرگ‌های کلافک منافذ بزرگی در دیواره خود دارند و بنابراین امکان خروج مواد از آنها به خوبی فراهم است. پروتئین‌ها به علت اندازه بزرگی که دارند به طور معمول نمی‌توانند از این منافذ عبور کنند اما اگر پروتئینی بتواند از این منافذ عبور کند، آن‌گاه با مانع دیگری روبه‌رو خواهد شد و آن غشای پایه مویرگ‌های کلافک است. این غشا در حدود پنج برابر ضخیم‌تر از غشای پایه در سایر مویرگ‌هاست و از خروج پروتئین‌های خوناب جلوگیری می‌کند (شکل ۸).

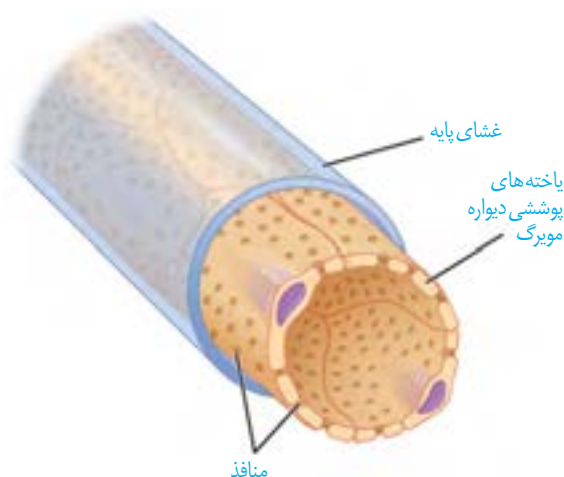
نیروی لازم برای خروج مواد، از فشار خون تأمین می‌شود. برای اینکه فشار تراوشی به حدکافی زیاد باشد سازوکار ویژه‌ای برای کلافک در نظر گرفته شده است. قطر سرخرگ آوران بیشتر از قطر سرخرگ وایران است و این، فشار تراوشی را در مویرگ‌های کلافک افزایش می‌دهد (شکل ۹).

اطراف کلافک را کپسول بومن احاطه کرده است. کپسول بومن شامل دو دیواره است؛ یکی بیرونی و دیگری درونی. دیواره درونی که با کلافک در تماس است، شکاف‌های فراوانی برای ورود مواد به گردیزه دارد.

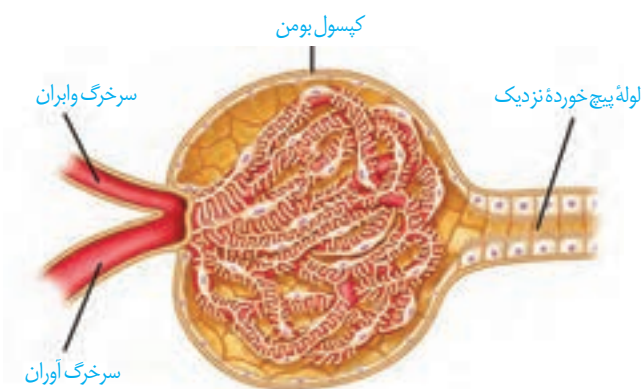
یاخته‌های دیواره بیرونی کپسول بومن از نوع پوششی سنگ‌فرشی ساده‌اند اما یاخته‌های دیواره درونی آن، به سمت کلافک، از نوع خاصی یاخته‌های پوششی به نام پودوسیت (به معنای یاخته پادار) ساخته شده‌اند (شکل ۱۰). هریک از پودوسیت‌ها رشته‌های کوتاه و پامانند فراوانی دارد. پودوسیت‌ها با پاهای خود اطراف مویرگ‌های کلافک را احاطه کرده‌اند.



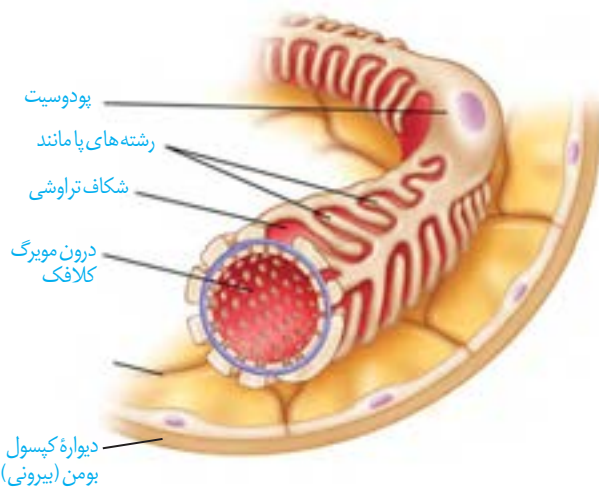
شکل ۷- فرایند تشکیل ادرار



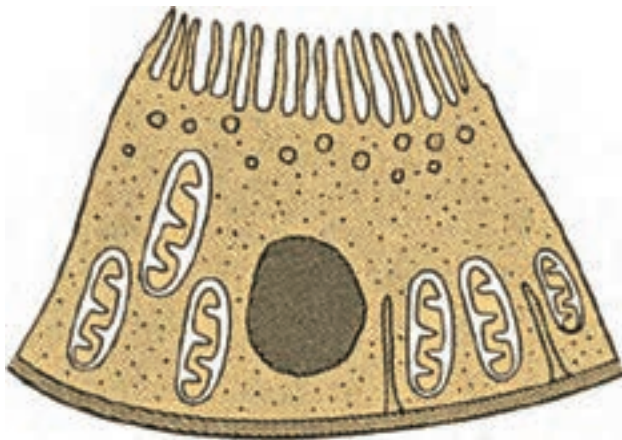
شکل ۸- مویرگ‌های کلافک



شکل ۹- کلافک درون کپسول بومن



شکل ۱۰- دیواره بیرونی و درونی کپسول بومن



شکل ۱۱- یاخته‌های ریزپرز دار لوله پیچ خورده نزدیک

بدین ترتیب نه تنها فاصله بین دیواره گردیزه و کلافک تقریباً از بین رفته است، بلکه شکاف‌های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارد به خوبی امکان نفوذ مواد را به گردیزه فراهم می‌کند.

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 فرایند را بازجذب می‌نامند.

یاخته‌های دیواره گردیزه، مواد مفید را از مواد تراوش شده می‌گیرند و آنها را در سمت دیگر خود (به سمت خارج گردیزه) رها می‌کنند. این مواد توسط مویرگ‌های دورلوله‌ای، دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می‌شوند.

به محض ورود مواد تراوش شده به لوله پیچ خورده نزدیک، بازجذب آغاز می‌شود. دیواره لوله پیچ خورده نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارند. ریزپرزها سطح بازجذب را افزایش می‌دهند. به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لوله پیچ خورده نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گردیزه، بیش از سایر قسمت‌هاست (شکل ۱۱).

در بیشتر موارد، بازجذب فعال است و با صرف انرژی زیستی 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.

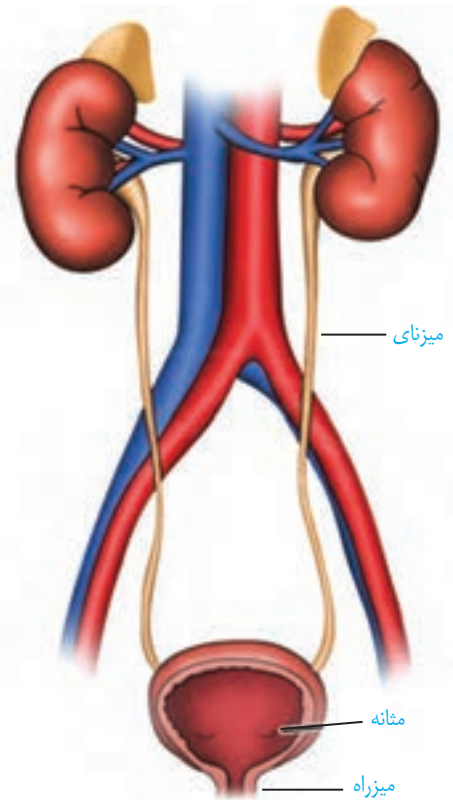
بعضی از سموم، داروها و یون‌های هیدروژن و پتاسیم اضافی به وسیله ترشح دفع می‌شوند. ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی دارد. اگر pH خون کاهش یابد، کلیه‌های هیدروژن را ترشح می‌کنند. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بیکربنات بیشتری دفع می‌کند و به این ترتیب pH خون را در محدوده ثابتی نگه می‌دارد.

تخلیه ادرار

ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنای به مثانه وارد می شود (شکل ۱۲). حرکت کرمی دیواره میزنای، که نتیجه انقباضات ماهیچه صاف دیواره آن است، ادرار را به پیش می راند. پس از ورود به مثانه، دریچه ای که حاصل چین خوردگی مخاط مثانه بر روی دهانه میزنای است مانع بازگشت ادرار به میزنای می شود.

مثانه، کیسه ای است ماهیچه ای که ادرار را موقتاً ذخیره می کند. چنانچه حجم ادرار جمع شده در آن از حد مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیواره مثانه باعث تحریک گیرنده های کششی و فرستادن پیام عصبی به نخاع می شود و به این ترتیب انعکاس تخلیه ادرار فعال می شود. نخاع با فرستادن پیام عصبی به مثانه، ماهیچه های صاف دیواره مثانه را منقبض می کند. با افزایش شدت انقباض، ادرار از مثانه خارج و به میزراه وارد می شود.

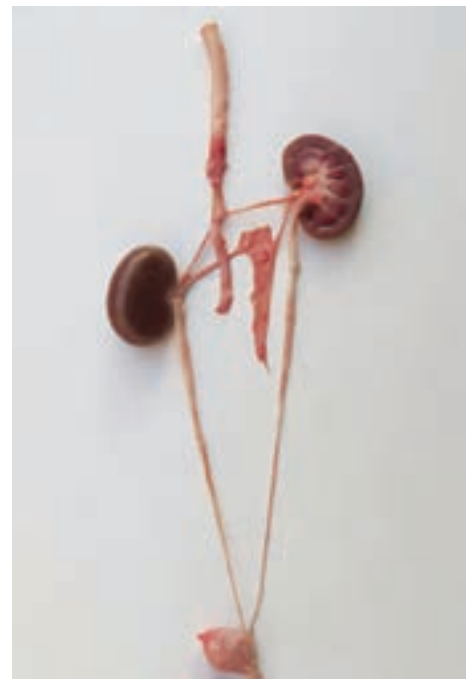
در محل اتصال مثانه به میزراه، بنداره قرار دارد که به هنگام ورود ادرار باز می شود. این بنداره، که **بنداره داخلی میزراه** نام دارد، از نوع ماهیچه صاف و غیرارادی است. بنداره دیگری به نام **بنداره خارجی میزراه**، از نوع ماهیچه مخطط و تحت فرمان ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به طور کامل برقرار نشده است، تخلیه مثانه به صورت غیرارادی صورت می گیرد.



ترکیب شیمیایی ادرار و تنظیم آب: دو فرایند بازجذب و ترشح، ترکیب مایع تراوش شده را هنگام عبور از لوله کلیوی و مجرای جمع کننده، تغییر می دهند و آنچه به لگنچه می ریزد، ادرار است.

مواد ادرار را می توان به دو دسته معدنی و آلی تقسیم کرد. در حدود ۹۵ درصد ادرار را آب تشکیل می دهد. دفع آب از طریق ادرار، راهی است برای تنظیم مقدار آب بدن، یونها نیز بخش مهمی از ادرار را تشکیل می دهند که دفع آنها برای حفظ تعادل یونها صورت می گیرد.

فراوان ترین ماده دفعی آلی در ادرار، **اوره** است. اوره چرا و چگونه تشکیل می شود؟ در نتیجه تجزیه آمینو اسیدها و نوکلئیک اسیدها، آمونیاک به دست می آید که بسیار سمی است. تجمع آمونیاک در خون به سرعت به مرگ می انجامد. کبد، آمونیاک را از طریق ترکیب آن با کربن دی اکسید به اوره تبدیل می کند. ویژگی سمی بودن اوره از آمونیاک بسیار کمتر است و بنابراین، امکان انباشته شدن آن و دفع با فواصل زمانی امکان پذیر است. کلیه ها اوره را از خون می گیرند و به وسیله ادرار از بدن دفع می کنند. ماده دفعی نیتروژن دار، دیگری که با ادرار دفع می شود **کراتینین** است که از کراتین فسفات تولید می شود. کراتین فسفات، مولکولی است که در ماهیچه ها به



شکل ۱۲- دستگاه دفع ادرار- آیا می توانید اجزای شکل را نام گذاری کنید؟

منظور تأمین انرژی به کار می‌آید؛ به این ترتیب که گروه فسفات آن به ADP منتقل و ATP تولید می‌شود. در جریان این تبدیل، کراتینین پدید می‌آید که توسط کلیه‌ها از بدن دفع می‌شود.

دیگر ماده‌ی دفعی نیتروژن‌دار در ادرار **اوریک اسید** است که در نتیجه‌ی سوخت و ساز نوکلئیک اسیدها حاصل می‌شود. اوریک اسید انحلال‌پذیری زیادی در آب ندارد. بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است. رسوب بلورهای اوریک اسید در کلیه‌ها باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث بیماری نقرس می‌شود. نقرس یکی از بیماری‌های مفصلی است که با دردناک شدن مفاصل و التهاب آنها همراه است.

تنظیم آب: تنظیم آب تحت تنظیم عوامل مختلفی مثل هورمون‌ها قرار دارد. اگر غلظت مواد حل‌شده در خوناب از یک حدّ مشخص فراتر رود، **گیرنده‌های اسمزی** در زیرنهنج تحریک می‌شوند. در نتیجه‌ی تحریک این گیرنده‌ها از یک سو، **مرکز تشنگی** در زیرنهنج فعال می‌شود و از سوی دیگر، **هورمون ضد ادراری** از غده‌ی زیرمغزی پسین ترشح می‌شود. این هورمون با اثر بر کلیه‌ها، بازجذب آب را افزایش می‌دهد و به این ترتیب دفع آب را توسط ادرار کاهش می‌دهد.

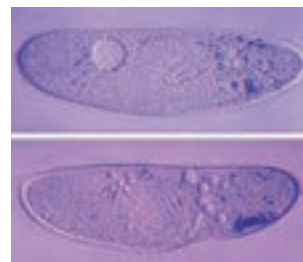
اگر بنا به عللی هورمون ضد ادراری ترشح نشود، مقدار زیادی ادرار رقیق از بدن دفع می‌شود. چنین حالتی به **دیابت بی‌مزه** معروف است. مبتلایان به این بیماری احساس تشنگی می‌کنند و مجبورند مایعات زیادی بنوشند. این بیماری به علت برهم زدن توازن آب و یون‌ها در بدن، نیازمند توجه جدّی است.

سازوکار دیگری نیز در تنظیم آب نقش دارد. در نتیجه‌ی کاهش مقدار آب خون و کاهش حجم آن، جریان خون یا فشار خون در سرخرگ آوران کاهش می‌یابد. در این وضعیت، از دیواره‌ی سرخرگ آوران آنزیمی به نام **رنین** به خون ترشح می‌شود. رنین با اثر بر یکی از پروتئین‌های خوناب به نام **آنژیوتانسین** و راه‌اندازی مجموعه‌ای از واکنش‌ها، باعث می‌شود از غده‌ی فوق کلیه، هورمون **آلدوسترون** ترشح شود. هورمون آلدوسترون با اثر بر کلیه‌ها بازجذب سدیم را باعث می‌شود. در نتیجه‌ی بازجذب سدیم، بازجذب آب هم در کلیه‌ها افزایش می‌یابد.

گفتار ۳ تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

در تک یاخته‌ای‌ها

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 گریچه‌های انقباضی دفع می‌شود (شکل ۱۳).

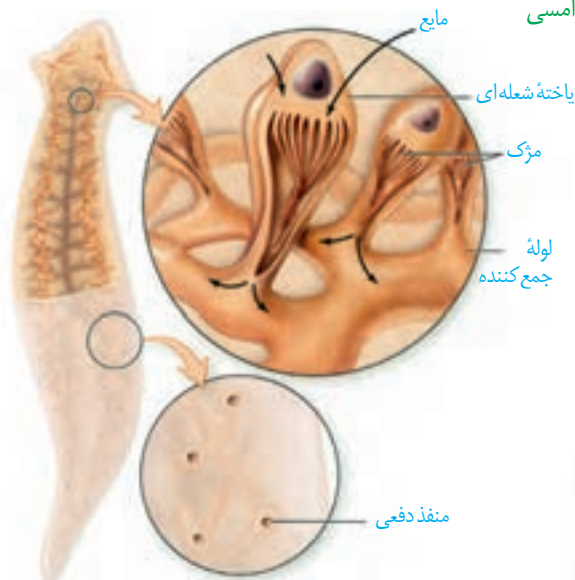


شکل ۱۳- گریچه انقباضی در پارامسی

در بی مهرگان

نفردی: بیشتر بی مهرگان دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند. یکی از این ساختارها نفردی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار می‌رود. **نفردی** لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز می‌شود. نفردی دو نوع است: پروتونفردی و متانفردی.

سامانه دفعی **پروتونفردی**، شبکه‌ای از کانال‌هاست که از طریق یک منفذ دفعی به خارج بدن راه می‌یابند. سامانه دفعی در پلاناریا از نوع پروتونفردی است، که کار اصلی آن، دفع آب اضافی است و بیشتر دفع نیتروژن، از طریق سطح بدن انجام می‌شود (شکل ۱۴).

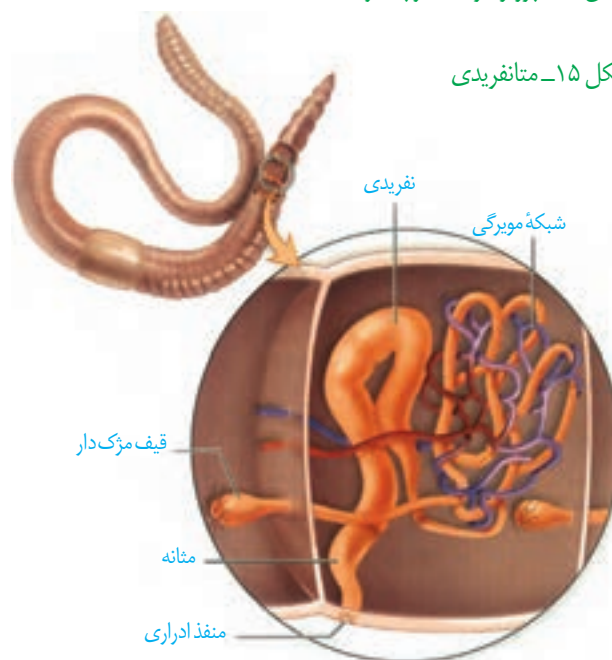


شکل ۱۴- پروتونفردی در پلاناریا

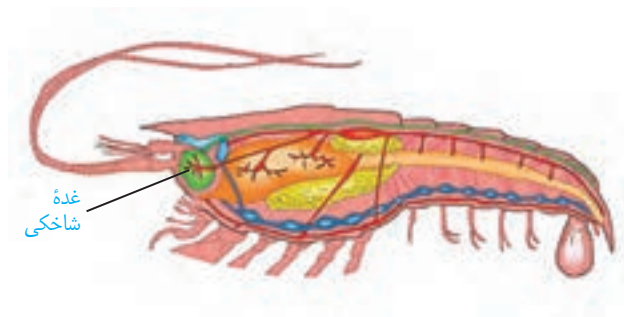
در طول کانال‌های پروتونفردی، **یاخته‌های شعله‌ای** قرار دارند. مایعات بدن از فضای بین یاخته‌ای به یاخته‌های شعله‌ای وارد می‌شوند و ضربان مژه‌های این یاخته (که ظاهری شبیه شعله شمع دارند) مایعات را به کانال‌های دفعی هدایت، و از منافذ دفعی خارج می‌کند.

نوع پیشرفته‌تر سامانه دفعی در بی مهرگان، **متانفردی** است. متانفردی لوله‌ای است که در جلو، **قیف مژک‌دار** و در نزدیک انتها، دارای مثانه است که به منفذ ادراری در خارج از بدن ختم می‌شود. دهانه این قیف به طور مستقیم با مایعات بدن ارتباط دارد. بیشتر کرم‌های حلقوی (نظیر کرم خاکی) و نرم‌تنان سامانه دفعی متانفردی دارند. بدن کرم خاکی از حلقه‌هایی تشکیل شده که هر کدام یک جفت متانفردی دارند (شکل ۱۵).

در عنکبوت‌ها کیسه‌های کروی مشاهد می‌شود که در

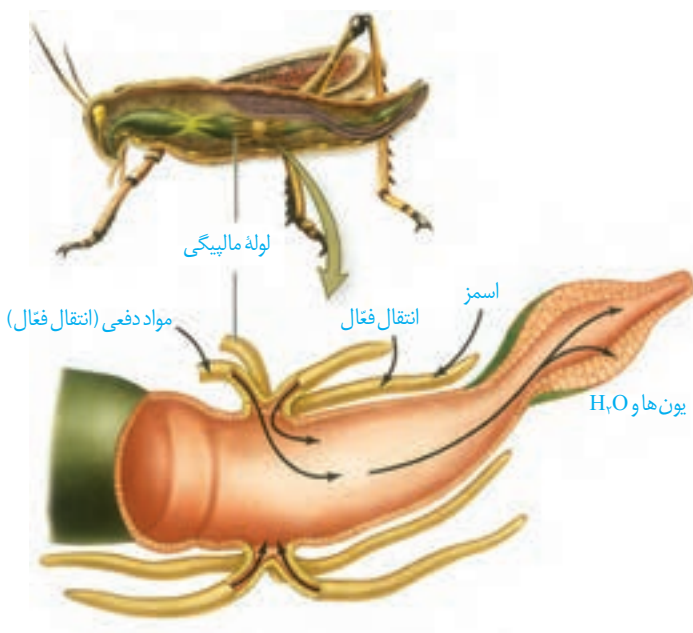


شکل ۱۵- متانفردی



شکل ۱۶- غده شاخکی

محل اتصال پا به بدن قرار دارند و غدد پیش رانی نامیده می شوند. **غده شاخکی:** در سخت پوستان، مواد دفعی نیتروژن دار با انتشار ساده، از آبشش ها دفع می شوند. برخی از سخت پوستان (مثل میگوها و خرچنگ ها) غدد شاخکی دارند (شکل ۱۶). مایعات دفعی، از حفره عمومی به این غده تراوش و از منفذ دفعی نزدیک شاخک، دفع می شوند.



شکل ۱۷- لوله های مالپیگی

لوله های مالپیگی: حشرات سامانه دفعی متصل به روده به نام لوله های مالپیگی دارند (شکل ۱۷). یون های پتاسیم و کلر از همولف به لوله های مالپیگی ترشح، و در پی آن آب از طریق اسمز وارد این لوله ها می شود. سپس اوریک اسید به لوله ها ترشح می شود. محتوای لوله های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون ها باز جذب می شوند. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می شود.

در مهره داران

انواعی از راهکارها در مهره داران برای مقابله با مسائل تنظیم اسمزی وجود دارد و بیشتر آنها سازگاری هایی در دستگاه ادراری است. همه مهره داران کلیه دارند که ساختار متفاوت، ولی عملکرد مشابهی در میان آنها دارد. مهره داران همچنین سیستم گردش خون بسته دارند که خون در آن تحت فشار است. این فشار، خون را از غشاهای به کلیه ها تراوش می کند.

ماهیان غضروفی (مثل کوسه ها و سفره ماهی ها) علاوه بر کلیه ها، دارای غدد راست روده ای هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می کنند.

در ماهیان آب شیرین، فشار اسمزی مایعات بدن از آب بیشتر است بنابراین آب می تواند وارد بدن شود (شکل ۱۸). برای مقابله با چنین مشکلی، ماهیان آب شیرین معمولاً آب زیادی نمی نوشند (باز و بسته شدن دهان در ماهی قرمز تنها به منظور عبور آب و تبادل گازها در آبشش هاست). همچنین بدن آنها با ماده مخاطی ای پوشیده شده است که مانع ورود آب به بدن می شود. جذب نمک و یون ها با انتقال فعال از آبشش هاست. این ماهی ها حجم زیادی از آب را به صورت ادرار رقیق دفع می کنند. در ماهیان دریایی فشار اسمزی مایعات بدن کمتر از آب دریاست. آب، تمایل به خروج از بدن دارد. برای جبران، ماهیان دریایی مقدار زیادی آب می نوشند. در این ماهیان برخی از یون ها از طریق

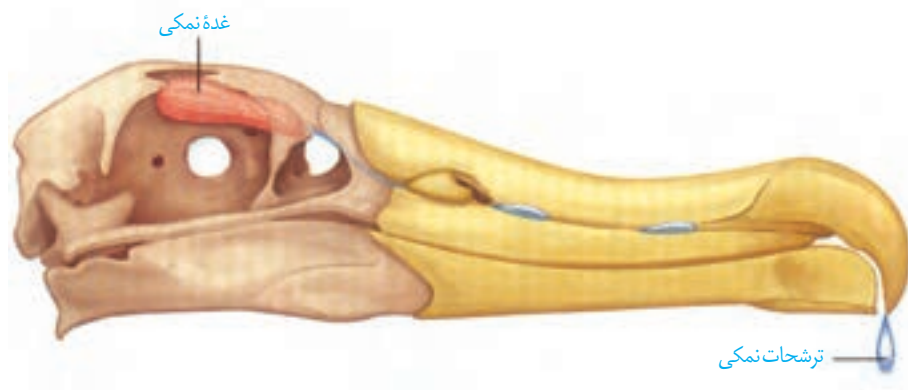
یاخته‌های آبشش و برخی، توسط کلیه به صورت ادرار غلیظ دفع می‌شوند.



شکل ۱۸- تنظیم آب در ماهیان آب شیرین (الف) و آب شور (ب)

کلیه دوزیستان مشابه ماهیان آب شیرین است. مثانه این جانوران محل ذخیره آب و یون‌هاست. به هنگام خشک شدن محیط، دفع ادرار کم، و مثانه برای ذخیره بیشتر آب بزرگ‌تر می‌شود و سپس بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند. خزندگان، پرندگان و پستانداران، پیچیده‌ترین شکل کلیه را دارند که متناسب با واپایش تعادل اسمزی مایعات بدن آنهاست.

ساختار کلیه در خزندگان و پرندگان مشابه است و توانمندی بازجذب آب زیادی دارد. برخی از خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- غده نمکی



فصل ۶

از یاخته تا گیاه

امروزه گیاهان آوندی، به ویژه نهان دانگان بیشترین گونه‌های گیاهی روی زمین را تشکیل می‌دهند. این گیاهان گرچه در جای خود ثابت‌اند؛ اما مانند جانوران به ماده و انرژی نیاز دارند. گیاهان برخلاف جانوران نمی‌توانند برای تأمین ماده و انرژی مورد نیاز خود از جایی به جای دیگر بروند و با احساس خطر، فرار یا به عامل خطر حمله کنند. چه ویژگی‌هایی به گیاهان کمک می‌کند تا بتوانند بر محدودیت ساکن بودن در محیط غلبه کنند؟ چگونه گیاهان می‌توانند در محیط‌های متفاوت، زندگی کنند؟ از طرفی گیاهان افزون بر اینکه منبع اصلی غذا برای بسیاری از مردم کره زمین‌اند، تأمین‌کننده مواد اولیه صنعتی، مانند داروسازی و پوشاک نیز هستند. گیاهان چه ویژگی‌هایی دارند که مواد اولیه چنین صنعتی را تأمین می‌کنند؟

اولین قدم برای یافتن پاسخ چنین پرسش‌هایی، دانستن ویژگی‌های یاخته گیاهی و چگونگی سازمان‌یابی یاخته‌ها در گیاهان آوندی و شکل‌گیری پیکر آنهاست.

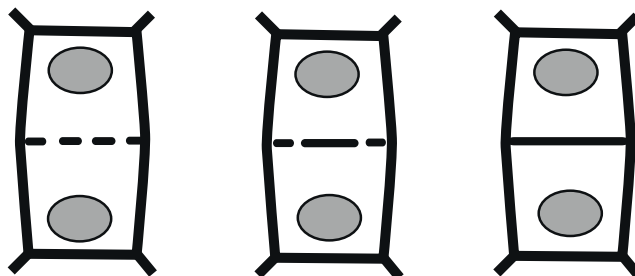
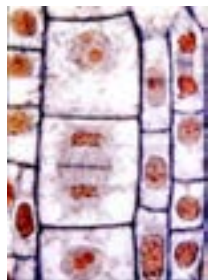
گفتار ۱ ویژگی‌های یاخته گیاهی

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. شاید برایتان جالب باشد که بدانید واژه یاخته، اولین بار با مشاهده چوب پنبه، وارد زیست‌شناسی 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 هم ارز یاخته در جانوران است (شکل ۲).

دیواره عملکردهای متفاوتی دارد. حفظ شکل یاخته‌ها، استحکام یاخته‌ها و در نتیجه استحکام پیکر گیاه، واپایش تبادل مواد بین یاخته‌ها در گیاه 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. به شکل ۳ توجه کنید! در تقسیم یاخته گیاهی بعد از تقسیم هسته، لایه‌ای به نام **تیغه میانی** تشکیل می‌شود. این لایه، میان یاخته (سیتوپلاسم) را به دو بخش تقسیم می‌کند و در نتیجه، دو یاخته ایجاد می‌شود. تیغه میانی از پلی ساکاریدی به نام **پکتین** ساخته شده است. پکتین مانند چسب عمل می‌کند و دو یاخته را در کنار هم نگه می‌دارد.

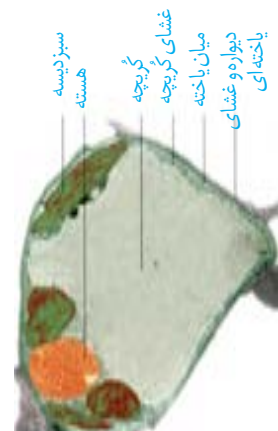


شکل ۳- تشکیل تیغه میانی

پروتوپلاست هریک از یاخته‌های تازه تشکیل شده، لایه یا لایه‌های دیگری به نام **دیواره نخستین** می‌سازند. در این دیواره، رشته‌های سلولز وجود دارند که در زمینه‌ای از پروتئین و انواعی از پلی ساکاریدهای غیر رشته‌ای (خمیری شکل) قرار می‌گیرند. دیواره نخستین، مانند قالبی، پروتوپلاست را در بر می‌گیرد؛ اما مانع رشد آن نمی‌شود؛ زیرا قابلیت گسترش و کشش دارد و همراه



شکل ۱- میکروسکوپ ابتدایی رابرت هوک و آنچه مشاهده کرد.



شکل ۲- یاخته گیاهی

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 **دیواره پسین** می‌گویند. طرز قرار گیری رشته‌های سلولزی در دیواره پسین، سبب می‌شود که استحکام و تراکم این دیواره از دیواره نخستین بیشتر باشد (شکل ۴). رشد یاخته بعد از تشکیل دیواره پسین متوقف می‌شود.



شکل ۴- چگونگی تشکیل دیواره یاخته‌ای. با تشکیل دیواره‌های نخستین و پسین، تیغه میانی از پروتوپلاست دور می‌شود.

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



شکل ۵- تصویر میکروسکوپ الکترونی که پلاسمودسم‌ها را نشان می‌دهد (الف)، لان در دیواره یاخته‌ای (ب)

ترکیب دیواره تغییر می‌کند

ترکیب شیمیایی دیواره در یاخته‌های متفاوت، متناسب با کاری که انجام می‌دهند، و حتی در طول عمر یک یاخته فرق می‌کند. چوبی شدن، کانی شدن و ژله‌ای شدن از این تغییرات‌اند. دیواره آوندهای چوبی، به علت تشکیل ماده‌ای به نام **لیگنین** (چوب)، چوبی شده است. پروتوپلاست این یاخته‌ها **لیگنین** می‌سازد و آن را به دیواره یاخته‌ای اضافه می‌کند. لیگنین سبب استحکام بیشتر دیواره می‌شود. به همین علت وجود درختانی با ارتفاع چند ده متر و حتی چند صد متر ممکن شده است.

اگر به برگ گیاه گندم، دست زده باشید، زبری آن را احساس کرده اید. این زبری به علت افزوده شدن سیلیس به دیوارهٔ یاخته‌هایی است که در سطح برگ قرار دارند. این تغییر از نوع کانی شدن است؛ زیرا در این تغییر، ترکیبات کانی به دیوارهٔ یاخته‌ای اضافه می‌شوند.

پکتین دیواره با جذب آب، متورم و ژله‌ای می‌شود، به این تغییر ژله‌ای شدن می‌گویند. مقدار پکتین در بعضی گیاهان به قدری فراوان است که از آن برای تولید ژله‌های گیاهی استفاده می‌کنند. ژله یا لعابی که از خیساندن دانه‌هایی مانند دانه به در آب ایجاد می‌شود، به علت فراوانی ترکیبات پکتینی در این دانه‌هاست.

کوتینی شدن و چوب پنبه‌ای شدن از تغییرات دیگر دیواره در یاخته‌های گیاهی اند که در کاهش از دست دادن آب و جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زای گیاه نقش دارند. کوتین و چوب پنبه از ترکیبات لیپیدی هستند.



تخم شربتی مقدار فراوانی ترکیبات پکتینی دارد.

فعالیت

الف) 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.

ب) تغییرات بسیاری در میوه‌های نارس روی می‌دهد که نتیجهٔ آن، رسیدن میوه است. پیش‌بینی می‌کنید در رسیدن میوه‌ها چه فرایندی در ارتباط با دیوارهٔ یاخته رخ دهد؟ این پیش‌بینی را بر چه اساسی انجام می‌دهید؟

گُرِیچه (واکونول)، محلی برای ذخیره

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

بعضی یاخته‌های گیاهی گُرِیچه درشتی دارند که بیشتر حجم یاخته را اشغال می‌کند (شکل ۲). وقتی مقدار آب در محیط بیشتر از مقدار آن در یاخته باشد، گُرِیچه‌ها حجیم و پر آب اند و سبب می‌شوند که پروتوپلاست به دیواره بچسبد و به آن فشار آورد (شکل ۶-الف). دیوارهٔ 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.

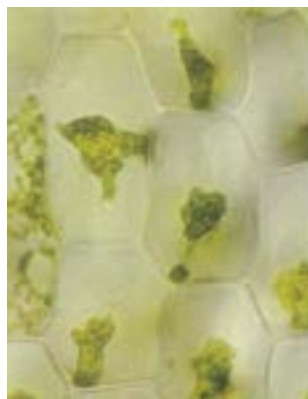
اگر به هر علتی آب کم باشد، حجم گُرِیچه کاهش می‌یابد و پروتوپلاست جمع می‌شود و از دیواره فاصله می‌گیرد. این وضعیت، **پلاسمولیز** نامیده می‌شود (شکل ۶-ب). اگر پلاسمولیز طولانی مدت باشد، پژمردگی حتی با آبیاری فراوان نیز رفع نمی‌شود و گیاه به دنبال مرگ یاخته‌هایش، می‌میرد.



تورژسانس



پلاسمولیز



(ب)



(الف)

شکل ۶- تورژسانس (الف) و
پلاسمولیز (ب) در یاخته گیاهی

فعالیت

تورژسانس و پلاسمولیز در یاخته های گیاه

- آب بر اساس اسمزی می تواند از غشای پروتوپلاست و گریچه، آزادانه و بدون صرف انرژی عبور کند.
- (الف) قطعه ای از روپوست پیاز قرمز را در آب مقطر و قطعه دیگر را در محلول ۱۰ درصد نمک قرار دهید. این محلول را چگونه درست می کنید؟
- (ب) پیش بینی می کنید بعد از مدتی کدام یک حالت تورژسانس و کدام یک حالت پلاسمولیز را نشان دهند؟
- (پ) نمونه های میکروسکوپی از هر کدام تهیه و با میکروسکوپ مشاهده کنید. یاخته ها در هر نمونه چه وضعی دارند؟ با رسم شکلی ساده، جهت ورود و خروج آب را در یاخته گیاهی در هر یک از این محیط ها نشان دهید.
- (ت) دانش آموزی به جای آب مقطر از آب معمولی استفاده و مشاهده کرد که یاخته ها در هر دو محلول درجه ای از حالت پلاسمولیز را نشان می دهند. شما چه توضیحی برای این مشاهده دارید؟
- (ث) پیش بینی می کنید عملکرد یاخته جانوری در محیط با فشار اسمزی کم چگونه باشد؟ برای پاسخ به این پرسش، آزمایشی طراحی کنید.
- (ج) دیدید که یاخته های گیاه براساس تفاوت فشار اسمزی پروتوپلاست و محیط اطراف، به حالت تورژسانس یا پلاسمولیز در می آیند. آیا پلاسمولیز و تورژسانس یاخته ها، سبب تغییر در اندازه یا وزن بافت گیاهی می شود؟ چگونه با روش علمی به این پرسش پاسخ می دهید؟

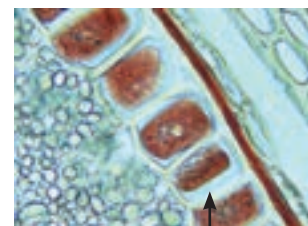
رنگ ها در گریچه

به جز آب، گریچه محل ذخیره ترکیبات پروتئینی، اسیدی و رنگی است که در گیاه ساخته می شوند؛ آنتوسیانین یکی از ترکیبات رنگی است که در گریچه ذخیره می شود. آنتوسیانین در ریشه چغندر قرمز، کلم بنفش و میوه هایی مانند پرتقال توسرخ، به مقدار فراوانی وجود دارد. جالب است که رنگ آنتوسیانین در pH های متفاوت تغییر می کند.

فعالیت

غشای گریچه مانند غشای یاخته، ورود مواد به گریچه و خروج از آن را کنترل می کند. برگ کلم بنفش را چند دقیقه در آب معمولی قرار دهید، چه اتفاقی می افتد؟ اکنون آن را به مدت چند دقیقه بجوشانید. چه می بینید؟ مشاهده خود را تفسیر کنید.

پروتئین، یکی دیگر از ترکیباتی است که در گریچه ذخیره می شود. گِلوتن یکی از این پروتئین هاست که در بذر گندم و جو ذخیره می شود و هنگام رویش بذر برای رشد و نمو رویان به مصرف می رسد (شکل ۷). گِلوتن ارزش غذایی دارد، اما بعضی افراد به آن حساسیت دارند و با خوردن فرآورده های گِلوتن دار، دچار اختلال رشد و مشکلات جدی در سلامت می شوند. تشخیص قطعی این حساسیت با انجام آزمایش های پزشکی است.



شکل ۷- یاخته هایی که گِلوتن در گریچه آنها ذخیره شده است.

رنگ های پاییزی

گیاهان را به سبز بودن می شناسیم؛ در حالی که انواعی از رنگ ها در گیاهان دیده می شود. دانستیم که بعضی رنگ ها به علت وجود مواد رنگی در گریچه است. آیا رنگ زرد یا نارنجی ریشه هویج، و رنگ قرمز میوه گوجه فرنگی مربوط به ترکیبات رنگی در گریچه هاست؟ پاسخ منفی است. یکی دیگر از ویژگی های یاخته های گیاهی، داشتن اندامکی به نام **دیسه (پلاست)** است. انواعی از دیسه ها در گیاهان وجود دارد (شکل ۸). **سبز دیسه (کلروپلاست)** به مقدار فراوانی سبزینه دارد. به همین علت گیاهان، سبز دیده می شوند.

نوع دیگری دیسه وجود دارد که در آن، رنگیزه هایی با نام **کاروتنوئیدها** ذخیره می شوند. به این دیسه ها، **رنگ دیسه (کروموپلاست)** می گویند؛ مثلاً رنگ دیسه ها در یاخته های ریشه گیاه هویج، مقدار فراوانی **کاروتن** دارند که نارنجی است. رنگ زرد گلبرگ ها به علت **گزانتوفیل** و رنگ قرمز گوجه فرنگی به علت **لیکوپن** در رنگ دیسه آنهاست.

مشخص شده است که ترکیبات رنگی در گریچه و رنگ دیسه، پاداکسند (آنتی اکسیدان) اند. ترکیبات پاداکسند در پیشگیری از سرطان و نیز بهبود کارکرد مغز و اندام های دیگر نقش مثبتی دارند.

بعضی دیسه ها رنگیزه ندارند، مثلاً در دیسه های یاخته های بخش خوراکی سیب زمینی، به مقدار فراوانی نشاسته ذخیره شده است که به همین علت به آن **نشادیسه (آمیلوپلاست)** می گویند. وجود نشادیسه در بخش خوراکی سیب زمینی را چگونه نشان می دهید؟

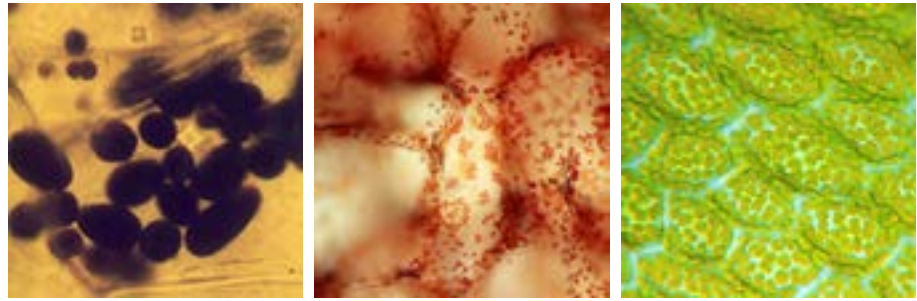
ذخیره نشاسته، هنگام رویش جوانه های سیب زمینی، برای رشد جوانه ها و تشکیل پایه های جدید از گیاه سیب زمینی مصرف می شود. سبز دیسه ها علاوه بر سبزینه، کاروتنوئید هم دارند که با رنگ سبز سبزینه پوشیده می شوند؛ در پاییز با کاهش طول روز و کم شدن نور، ساختار سبز دیسه ها در بعضی گیاهان تغییر می کند و به رنگ دیسه تبدیل می شوند. در این هنگام سبزینه در برگ تجزیه می شود و مقدار کاروتنوئیدها افزایش می یابد.



بیشتر بدانید

شیر با چای یا چای با شیر؟

چرا اگر در شیر چای بریزید، شیر کدر می شود؟ در گریچه یاخته های برگ چای، اگزالیک اسید وجود دارد. این اسید با کلسیم شیر تشکیل بلورهای جامد کلسیم اگزالات می دهد که رسوب می کنند. بنابراین اگر می خواهید کلسیم شیر به بدن شما برسد، چای به شیر اضافه نکنید. درباره افزودن شیر به چای چه نظری دارید؟



الف

ب

پ

شکل ۸- دیسه در باخته های گیاهان. باخته های دارای سبز دیسه (الف)، رنگ دیسه (ب)، نشادیسسه (پ).

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 می کند. چه توضیحی برای این رویداد دارید؟ چگونه می توانید به طور تجربی، درستی توضیح خود را تأیید کنید؟

ترکیبات دیگر

معمولاً گیاهان را به عنوان جانداران غذا ساز می شناسیم، اما گیاهان ترکیبات دیگری می سازند که استفاده هایی به غیر از غذا دارند (شکل ۹). مثلاً قبل از تولید رنگ های شیمیایی، گیاهان از منابع اصلی تولید رنگ برای رنگ آمیزی الیاف بودند. آیا می دانید قبل از تولید رنگ های شیمیایی از چه گیاهانی برای رنگ آمیزی الیاف فرش استفاده می شد؟

شکل ۹- از گیاهانی مانند نعنا و گل محمدی، ترکیبات معطر به دست می آورند. این ترکیبات علاوه بر صنعت عطر سازی در صنعت داروسازی نیز به کار می روند. ریشه گیاه روناس در رنگ آمیزی سنتی الیاف به کار می رود.



اگر دمبرگ انجیر را ببرید یا اینکه میوه تازه انجیر را از شاخه جدا کنید، از محل برش، شیره سفید رنگی خارج می شود که به آن شیرابه می گویند. شیرابه، ترکیبات متفاوتی دارد. لاستیک برای اولین بار از شیرابه نوعی درخت ساخته شد.



شکل ۱۰- خروج شیرابه از گیاهان. شیرابه انجیر ترکیبات آنزیمی و شیرابه خشخاش ترکیبات آلكالوئیدی دارد.

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 خواران.

آلكالوئیدها از ترکیبات گیاهی اند و در شیرابه بعضی گیاهان به مقدار فراوانی وجود دارند. نقش آنها دفاع از گیاهان در برابر گیاه خواران است. آلكالوئیدها را در ساختن داروهای مانند مسکن ها، آرام بخش ها و داروهای ضد سرطان به کار می برند. اما بعضی آلكالوئیدها اعتیادآورند. امروزه مصرف مواد اعتیادآور، از معضلات بسیاری از کشورهاست که سلامت و امنیت آنها را تهدید می کند. آیا گیاهی بودن یک ترکیب به معنی بی ضرر بودن آن است؟ شرکت های تجاری در تبلیغ محصولات خود و تشویق مردم برای خرید، عبارت محصول کاملاً گیاهی است و هیچ ضرری ندارد! را به کار می برند. در حالی که ترکیباتی در گیاهان ساخته می شود که در مقادیر متفاوت، ممکن است سرطان زا، مسموم کننده یا حتی کشنده باشند.



برگ بعضی گیاهان بخش های

غیر سبز، مثلاً سفید، زرد، قرمز یا

بنفش دارد. دیده می شود که کاهش نور در چنین گیاهانی،

سبب افزایش مساحت بخش های سبز می شود. چه

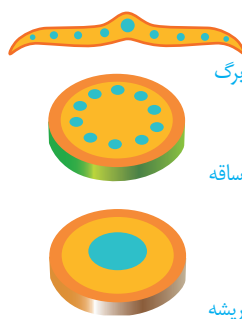
توضیحی برای این مشاهده دارید؟ این تغییر رنگ در

برگ چه اهمیتی در ماندگاری گیاه دارد؟

فعالیت

انواع یاخته و عملکرد

اگر ریشه، ساقه و برگ را در نهان دانگان برش دهیم، سه بخش پوششی، زمینه‌ای و آوندی در آنها قابل تشخیص است؛ به هر یک از این بخش‌ها **سامانه بافتی** می‌گویند؛ زیرا هر سامانه از بافت‌ها و یاخته‌های گوناگونی تشکیل شده است؛ بنابراین پیکر گیاهان آوندی از سه سامانه بافتی به نام **پوششی، زمینه‌ای و آوندی** تشکیل می‌شود (شکل ۱۱). هر سامانه بافتی، عملکرد خاصی دارد؛ مثلاً سامانه بافت پوششی، اندام‌ها را در برابر خطرهای حفظ می‌کند که در محیط بیرون قرار دارند. به نظر شما عملکرد دو سامانه دیگر چیست؟ در ادامه، به توضیح هر یک از این سامانه‌ها می‌پردازیم.



- بافت پوششی
- بافت زمینه‌ای
- بافت آوندی

شکل ۱۱- سه سامانه بافتی در گیاه.

سامانه بافت پوششی

این سامانه سراسر اندام گیاه را می‌پوشاند و آن را در برابر عوامل بیماری‌زا و تخریب‌گر، حفظ می‌کند؛ بنابراین عملکردی شبیه پوست در جانوران دارد. سامانه بافت پوششی در برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های جوان **روپوست** نامیده می‌شود و معمولاً از یک لایه یاخته تشکیل شده است (شکل ۱۲). سامانه بافت پوششی در اندام‌های مسن گیاه، **پیراپوست (پریدرم)** نامیده می‌شود و با آن در گفتار ۳، آشنا می‌شوید.

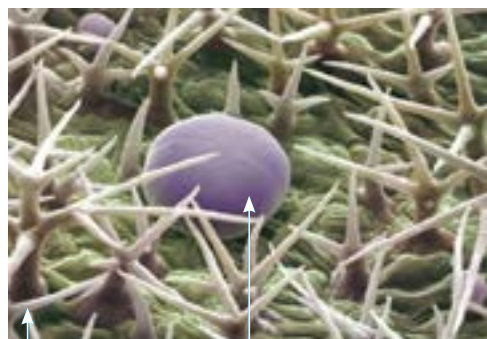


شکل ۱۲- روپوست در برگ

یکی از کارهای روپوست، کاهش تبخیر آب از اندام‌های هوایی گیاه است؛ اما روپوست چگونه این کار را انجام می‌دهد؟ در شکل ۱۲ می‌بینید که لایه‌ای روی سطح بیرونی یاخته‌های روپوست قرار دارد. این لایه **پوستک** نامیده می‌شود. پوستک نسبت به آب نفوذناپذیر است؛ زیرا از ترکیبات لیپیدی مانند کوتین ساخته شده است. یاخته‌های روپوستی این ترکیبات را می‌سازند و آن را به سطحی از روپوست ترشح می‌کنند که مجاور هواست. پوستک از ورود نیش حشرات و عوامل بیماری‌زا به

گیاه، نیز جلوگیری می‌کند و در حفظ گیاه در برابر سرما نیز نقش دارد. بعضی گیاهان پوستک ضخیم دارند. پوستک به کاهش تبخیر آب از سطح برگ کمک می‌کند.

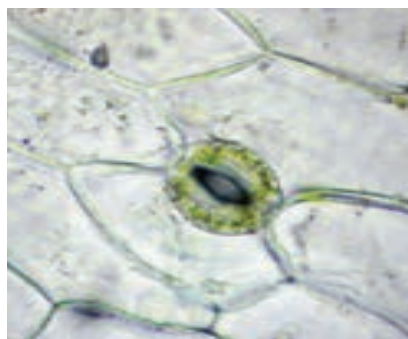
بعضی یاخته‌های روپوستی در اندام‌های هوایی گیاه، به یاخته‌های نگهبان روزنه، گُرک و یاخته‌های ترش‌حی، تمایز می‌یابند (شکل ۱۳). تار کشنده در ریشه‌های جوان، از تمایز یاخته‌های روپوست ایجاد می‌شود. روپوست ریشه، پوستک ندارد. به نظر شما این ویژگی چه فایده‌ای دارد؟



گُرک

یاخته‌های ترش‌حی

(ب)



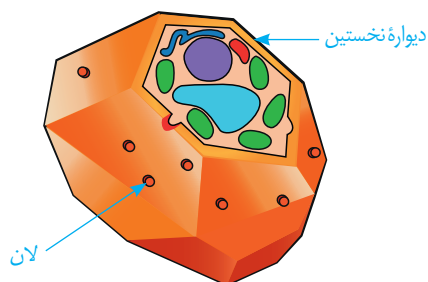
(الف)

شکل ۱۳- الف) یاخته‌های نگهبان روزنه برخلاف یاخته‌های دیگر روپوست، سبزینه دارند. این یاخته‌ها مقدار ورود و خروج گازها و بخار آب را تنظیم می‌کنند؛ ب) یاخته‌های ترش‌حی و گُرک. گُرک‌ها در کاهش تبخیر آب از سطح برگ نقش دارند و نور خورشید را بازتاب می‌دهند. در نتیجه در جلوگیری از افزایش دمای برگ نیز نقش دارند. بعضی گُرک‌ها ترکیبات معطر یا ترکیبات دیگر دارند.

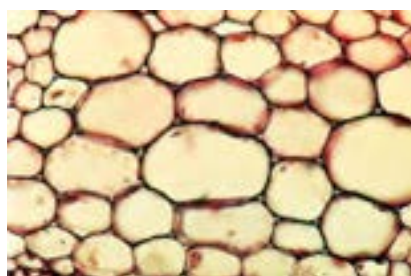
سامانه بافت زمینه‌ای

این سامانه که فضای بین روپوست و بافت آوندی را پر می‌کند از سه نوع بافت نرم آکنه (پارانشیمی)، چسب آکنه (کلانشیمی) و سخت آکنه (اسکلرانشیمی) تشکیل می‌شود.

بافت نرم آکنه‌ای (پارانشیمی) رایج‌ترین بافت در این سامانه است. یاخته‌های نرم آکنه‌ای، دیواره نخستین نازک و چوبی نشده دارند؛ بنابراین نسبت به آب نفوذپذیرند (شکل ۱۴). وقتی گیاه زخمی می‌شود، یاخته‌های نرم آکنه‌ای تقسیم می‌شوند و آن را ترمیم می‌کنند. بافت نرم آکنه‌ای کارهای متفاوتی، مانند ذخیره مواد و فتوسنتز انجام می‌دهد. نرم آکنه سبزینه دار به فراوانی در اندام‌های سبزی‌گیاه، مانند برگ دیده می‌شود.

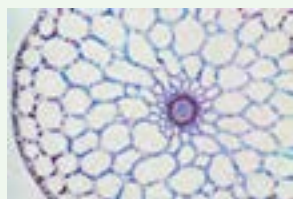


(ب)



(الف)

شکل ۱۴- یاخته‌های نرم آکنه‌ای با دیواره نازک (الف)، ترشیمی از یاخته‌های نرم آکنه‌ای (ب).



سامانه بافت زمینه‌ای در گیاهان آبی از نرم آکنه‌ای 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؟

فعالیت

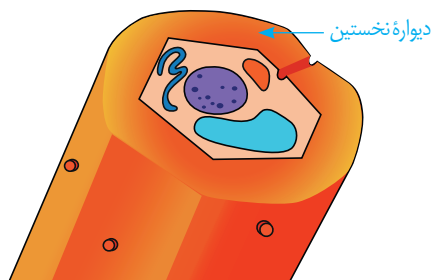


بیشتر بدانید

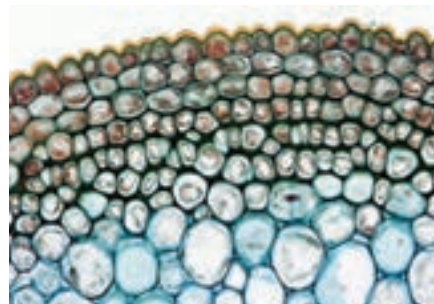
گُرک‌های گزنده!

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

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



(ب)



(الف)

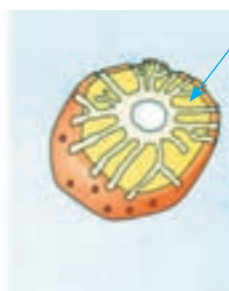
شکل ۱۵- دیوارهٔ ضخیم یاخته‌های چسب آکنه‌ای به علت رنگ آمیزی تیره دیده می‌شود (الف)، ترسیمی از یاختهٔ چسب آکنه‌ای (ب).

بافت سخت آکنه (اسکلرانسیم) از یاخته‌هایی با همین نام ساخته شده است. ذره‌های سختی که هنگام خوردن گلابی زیر دندان حس می‌کنیم، مجموعه‌ای از این یاخته‌هاست. یاخته‌های سخت آکنه‌ای دیوارهٔ پسین ضخیم و چوبی شده دارند. چوبی شدن دیواره، اغلب سبب مرگ پروتوپلاست می‌شود (آیا می‌دانید چرا؟). این یاخته‌ها به علت دیواره‌های چوبی ضخیم، سبب استحکام اندام می‌شوند.

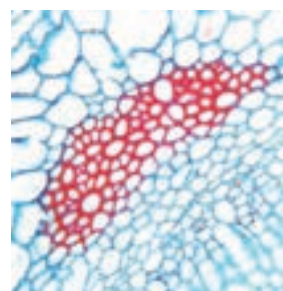
دو نوع یاختهٔ سخت آکنه‌ای وجود دارد. **اسکلرئیدها**، یاخته‌های کوتاه و فیبرها، یاخته‌های دراز سخت آکنه‌ای اند. از فیبرها در تولید طناب و پارچه نیز استفاده می‌کنند.



اسکلرئید



(ب)



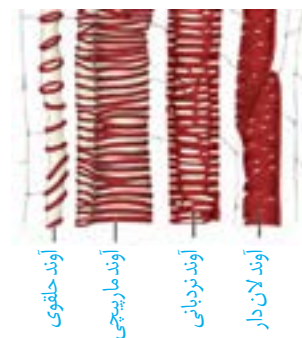
(الف)

شکل ۱۶- فیبر در برش عرضی و ترسیمی از آن (الف)، اسکلرئید و ترسیمی از آن (ب).

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، یاخته‌هایی اند که آوندها را می‌سازند و همان‌طور که می‌دانید شیرۀ خام و پرورده را در سراسر گیاه جابه‌جا می‌کنند. در این بافت‌ها علاوه بر آوندها، یاخته‌های دیگری مانند یاخته‌های نرم آکنه‌ای و فیبر نیز وجود دارد.

آوندهای چوبی یاخته‌های مرده‌ای‌اند که فقط دیوارهٔ پسین چوبی شدهٔ آنها، به جا مانده است. لیگنین در دیوارهٔ یاخته‌های آوندچوبی به شکل‌های متفاوتی قرار می‌گیرد (شکل ۱۷). بعضی آوندهای چوبی از یاخته‌های دوکی شکل دراز به نام **نایدیس (تراکئید)** ساخته شده‌اند. درحالی که بعضی دیگر، از به دنبال هم قرار گرفتن یاخته‌های کوتاهی به نام **عنصر آوندی** تشکیل می‌شوند. در این آوندها دیوارهٔ عرضی از بین رفته و لولهٔ پیوسته‌ای تشکیل شده است. آوند آبکش از یاخته‌هایی ساخته می‌شود که دیوارهٔ نخستین سلولزی دارند. دیوارهٔ عرضی در این یاخته‌ها صفحهٔ آبکشی دارد. این یاخته‌ها گرچه هسته ندارند، اما زنده‌اند؛ زیرا میان یاخته آنها از بین نرفته است. در کنار آوندهای آبکش نهان دانگان، **یاخته‌های همراه** قرار دارند. این یاخته‌ها به آوندهای آبکش در ترابری شیرهٔ پرورده کمک می‌کنند (شکل ۱۸). همان‌طور که در شکل ۱۸ می‌بینید، دسته‌های فیبر، آوندها را در بر گرفته‌اند.



شکل ۱۷- آوندها را بر اساس تزیینات چوبی دیواره نام گذاری می‌کنند. در آوندهای لان دار، دیواره فقط در محل لان، چوبی نشده است.

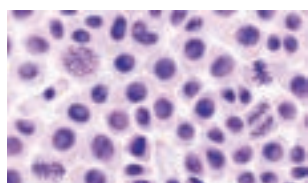


شکل ۱۸- آوندهای چوبی و آبکشی در یک دستهٔ آوندی

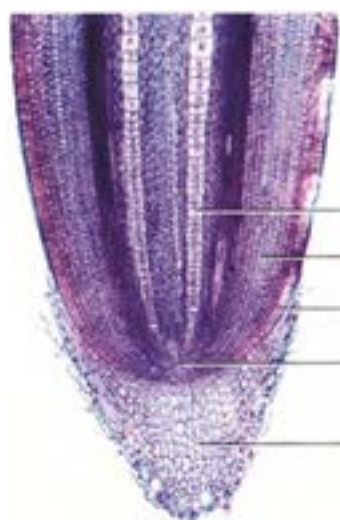
فعالیت

الف) سه سامانهٔ بافتی و انواع یاخته‌های سامانهٔ بافت زمینه ای را در جدول‌هایی جداگانه مقایسه کنید.
ب) مقدار بافت آوندچوبی در ساقهٔ چوبی شده، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است. این وضع چه اهمیتی برای گیاه دارد؟

از دانه تا درخت



یاخته‌های سرلادی



بافت آوندی در حال تشکیل
بافت زمینه‌ای در حال تشکیل
بافت پوششی در حال تشکیل
سرلاد نزدیک به
نوک ریشه
کلاهک

شکل ۱۹- سرلاد نزدیک به نوک
ریشه در مشاهده با میکروسکوپ
نوری

چگونه از دانه‌ای کوچک، گیاهی چندین برابر بزرگ‌تر یا درختی با چندین متر طول ایجاد می‌شود؟ چه چیزی سبب می‌شود که گیاهان، شاخه و برگ جدید تولید کنند؟ یا چرا از شاخه یا ساقه جدا شده، گیاه کاملی ایجاد می‌شود؟

تا به اینجا دانستید که پیکر گیاه آوندی از سه سامانه بافتی ساخته می‌شود. اما منشأ این سامانه‌های بافتی چیست؟ برای پاسخ به این پرسش باید به نوک ساقه و ریشه توجه کنیم.

در نوک ساقه و ریشه، یاخته‌های **سرلادی (مریستمی)** وجود دارند که دائماً تقسیم می‌شوند و مجموعه یاخته‌های مورد نیاز برای ساختن سامانه‌های بافتی را تولید می‌کنند. یاخته‌های سرلادی به طور فشرده به هم قرار می‌گیرند. هسته درشت آنها که در مرکز یاخته قرار دارد، بیشتر حجم یاخته را به خود اختصاص می‌دهد. در ادامه، انواع سرلاد را بررسی می‌کنیم.

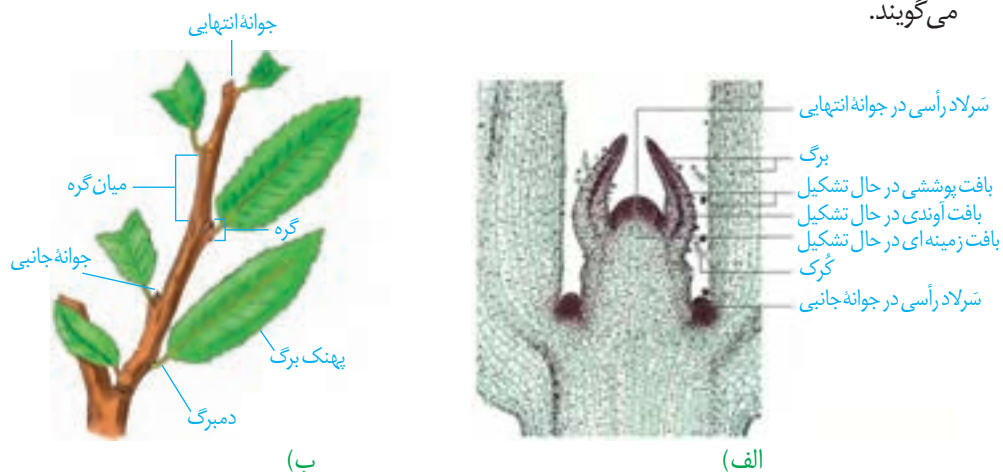
سرلاد نخستین ریشه: این سرلاد نزدیک به انتهای ریشه قرار دارد و با بخش انگشتانه ماندنی به نام **کلاهک** پوشیده می‌شود. کلاهک ترکیب پلی ساکاریدی ترشح می‌کند که سبب لزج شدن سطح آن و در نتیجه نفوذ آسان ریشه به خاک می‌شود. یاخته‌های سطح بیرونی کلاهک به طور مداوم می‌ریزند و با یاخته‌های جدید، جانشین می‌شوند. کلاهک، سرلاد نوک ریشه را در برابر آسیب‌های محیطی، حفظ می‌کند.

سرلاد نخستین ساقه: این سرلادها عمدتاً در جوانه‌ها قرار دارند. جوانه‌ها مجموعه‌ای از یاخته‌های سرلادی و برگ‌های بسیار جوان اند. رشد جوانه‌ها علاوه بر افزایش طول ساقه، به ایجاد شاخه‌ها و برگ‌های جدیدی نیز می‌انجامد. جوانه‌ها را براساس محلی که قرار دارند در دو گروه جوانه انتهایی و جوانه جانبی قرار می‌دهند (شکل ۲۰).

سرلاد نخستین علاوه بر جوانه‌ها، در فاصله بین دو گره در ساقه نیز وجود دارد. گره، محلی است که برگ به ساقه یا شاخه متصل است. به فاصله بین دو گره، **میان گره** می‌گویند. بنابراین به سرلادی که در این محل قرار دارد، **سرلاد میان گرهی** می‌گویند.

نتیجه فعالیت سرلادهای نخستین، افزایش طول و تا حدودی عرض ساقه، شاخه و ریشه است. همچنین برگ و انشعاب‌های جدید ساقه و ریشه از فعالیت این سرلادها تشکیل می‌شوند. چون با

فعالیت این سرلادها ساختار نخستین گیاه شکل می‌گیرد، به این سرلادها، سرلادهای نخستین می‌گویند.

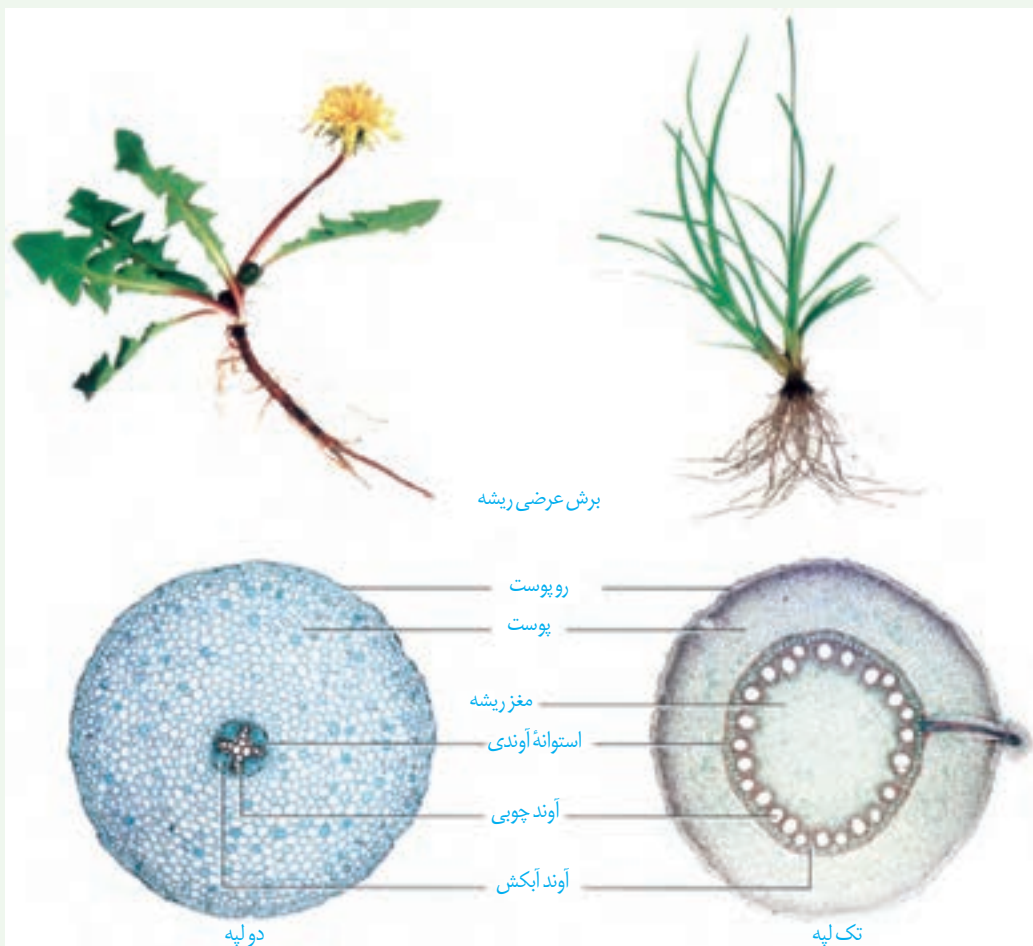


شکل ۲۰- سرلاد نوک ساقه در مشاهده با میکروسکوپ نوری (الف)، ترسیمی از ساقه و محل سرلادها در آن (ب).

ساختار نخستین ساقه و ریشه

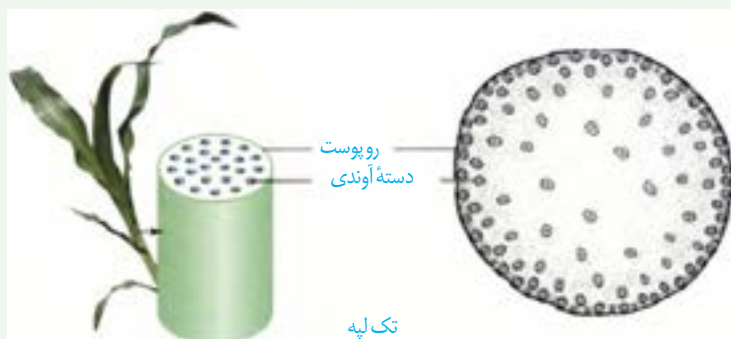
فعالیت

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





برش عرضی ساقه



استوانه آوندی، استوانه است که بافت‌های آوندی در آن قرار دارند.

مغز ساقه، بافت نرم آکنه‌ای و بخشی از سامانه بافت زمینه است که در دولپه‌ای‌ها دیده می‌شود.

مغز ریشه، بافت نرم آکنه‌ای است و در تک لپه‌ای‌ها دیده می‌شود.

الف) با توجه به تصاویر، ساختار نخستین گیاه تک لپه و دو لپه را با هم مقایسه کنید.

ب) برای مشاهده ساختار نخستین ریشه و ساقه در گیاهان، با استفاده از میکروسکوپ نوری روش زیر را به کار گیرید.

وسایل و مواد لازم: میکروسکوپ نوری دو چشمی با بزرگ‌نمایی شیئی ۴۰، تیغه و تیغک، تیغ تیز، شیشه ساعت، آب مقطر، ساقه و ریشه چوبی نشده و نرم گیاه.

روش کار: در شیشه ساعت مقداری آب مقطر بریزید. با استفاده از تیغ، برش‌های عرضی و نازک تهیه کنید و در شیشه ساعت قرار دهید. در استفاده از تیغ، نکات ایمنی را رعایت کنید!

برش‌ها را با میکروسکوپ مشاهده کنید. برای مشاهده، ابتدا از بزرگ‌نمایی کم و سپس از بزرگ‌نمایی بیشتر استفاده کنید. شکل برش عرضی را ترسیم و نام گذاری کنید.

برای مشاهده بهتر می‌توانید برش‌ها را با یک یا دو رنگ، رنگ آمیزی کنید. برای این کار به محلول رنگ بر، یا سفیدکننده، استیک اسید یک درصد (سرکه)، رنگ کارمن زاجی و آبی متیل نیاز دارید. برای رنگ آمیزی، برش‌ها را به ترتیب در هر یک از محلول‌های زیر قرار دهید.

آب مقطر، محلول رنگ بر (۱۵ تا ۲۰ دقیقه)، آب مقطر، استیک اسید (۱ تا ۲ دقیقه)، آب مقطر، آبی متیل (۱ تا ۲ دقیقه)، آب مقطر، کارمن زاجی (۲۰ دقیقه)، آب مقطر

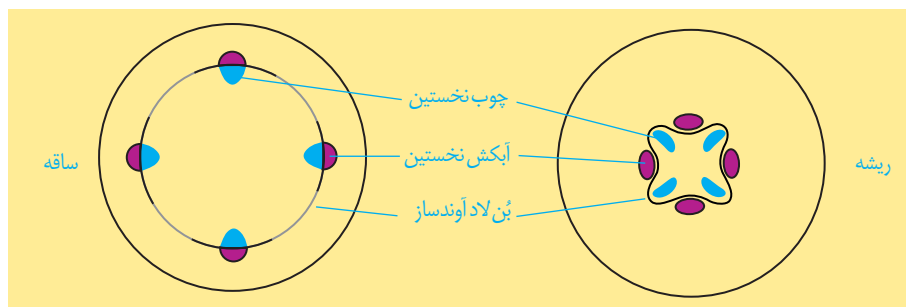
پ) هر یک از بافت‌های آوندی به چه رنگی در آمده‌اند؟

سرلادهایی که بعداً عمل می‌کنند

تشکیل ساقه‌ها و ریشه‌هایی با قطر بسیار در نهان دانگان دولپه ای نمی‌تواند حاصل فعالیت سرلاد نخستین در این گیاهان باشد. بنابراین باید سرلادهای دیگری باشند تا بتوانند با تولید مداوم یاخته‌ها، بافت‌های لازم برای این افزایش قطر را فراهم کنند. به این سرلادها که در افزایش ضخامت نقش دارند،

سرلاد پسین می‌گویند. دو نوع سرلاد پسین در گیاهان دو لپه ای وجود دارد.

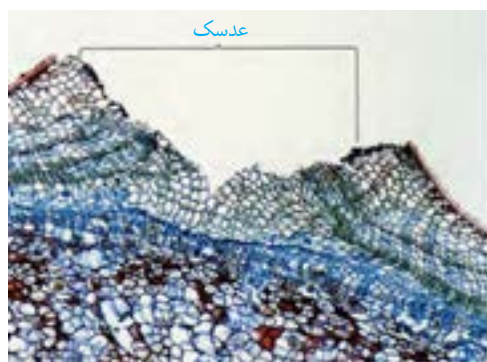
بُن لاد (کامبیوم) آوند ساز: این سرلاد همان طور که از نامش پیداست، منشأ بافت‌های آوندی چوب و آبکش است. این سرلاد بین آوندهای آبکش و چوب نخستین تشکیل می‌شود و آوندهای چوب پسین را به سمت داخل و آوندهای آبکش پسین را به سمت بیرون تولید می‌کند. مقدار بافت آوند چوبی ای که این سرلاد می‌سازد، به مراتب بیشتر از بافت آوند آبکشی است. شکل ۲۱ مراحل تشکیل بُن لاد آوند ساز را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱- بُن لاد آوند ساز در ساقه دو خاستگاه دارد: ۱- یاخته‌های سرلادی که بین آوندهای چوب و آبکش نخستین قرار دارند، ۲- یاخته‌های نرم آکنه‌ای که در فاصله بین دسته‌های آوندی قرار دارند. این یاخته‌ها به حالت سرلادی بر می‌گردند و بخشی از بُن لاد آوند ساز در ساقه را می‌سازند. خاستگاه بُن لاد آوند ساز در ریشه، یاخته‌های سرلادی است.

بُن لاد چوب پنبه ساز: این بُن لاد که در سامانه بافت زمینه ای ساقه و ریشه تشکیل می‌شود، به سمت درون، یاخته‌های نرم آکنه ای و به سمت بیرون، یاخته‌هایی را می‌سازد که دیواره آنها به تدریج چوب پنبه ای می‌شود و در نتیجه، بافتی به نام بافت چوب پنبه را تشکیل می‌دهند (شکل ۲۳). بافت چوب پنبه بافت مرده ای است (آیا می‌دانید چرا؟).

بُن لاد چوب پنبه ساز و یاخته‌های حاصل از آن در مجموع پیراپوست (پریدرم) را تشکیل می‌دهند. پیراپوست در اندام‌های مَسْن، جانشین روپوست می‌شود. پیراپوست به علت داشتن یاخته‌های چوب پنبه ای شده، نسبت به گازها نیز نفوذناپذیر است، در حالی که بافت‌های زیر آن زنده اند و برای زنده ماندن به اکسیژن نیاز دارند؛ به همین علت در پیراپوست مناطقی به نام **عدسک** ایجاد می‌شود (شکل ۲۲).



(الف) عدسک



(ب) عدسک

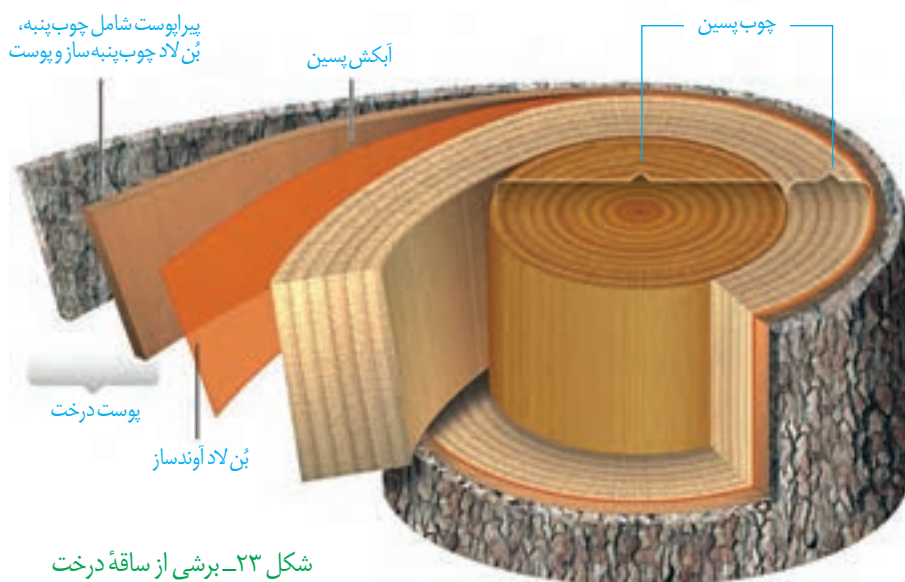
شکل ۲۲- عدسک به صورت برآمدگی در سطح اندام مشاهده می‌شود. (الف) عدسک در مشاهده با میکروسکوپ نوری (ب).



بیشتر بدانید

درخت‌های بدون بُن لاد!

تک لپه‌ای‌ها بر خلاف دولپه‌ای‌ها سرلاد پسین ندارند. اما درختانی مانند نخل و نارگیل تک لپه ای اند. افزایش ضخامت در برخی از این گیاهان مربوط به بافت‌های حاصل از سرلاد نخستین است.



آنچه به عنوان پوست درخت می‌شناسیم، مجموعه‌ای از لایه‌های بافتی است که از آوند آبکش پسین شروع می‌شود و تا سطح اندام ادامه دارد. با کندن پوست درخت، بُن لاد آوند ساز در برابر آسیب‌های محیطی قرار می‌گیرد.

شکل ۲۳- برشی از ساقه درخت

فعالیت

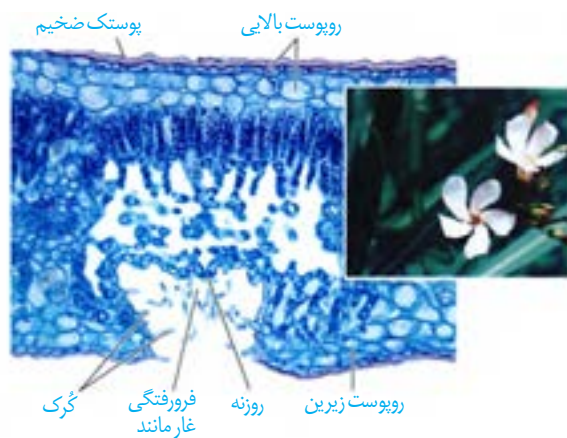
الف) سرلاد نخستین و پسین را بر اساس محل تشکیل و عملکرد با هم مقایسه کنید.
ب) در یک پژوهش گروهی، سه گیاه علفی در منطقه محل زندگی خود، انتخاب و تک لپه یا دولپه بودن این گیاهان را بر اساس ظاهر و ساختار بافتی آنها گزارش کنید.

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 مواجه‌اند. 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. با وجود این شرایط، 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 خودرؤ 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 گُرک وجود دارد. این کرک‌ها با به دام 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.

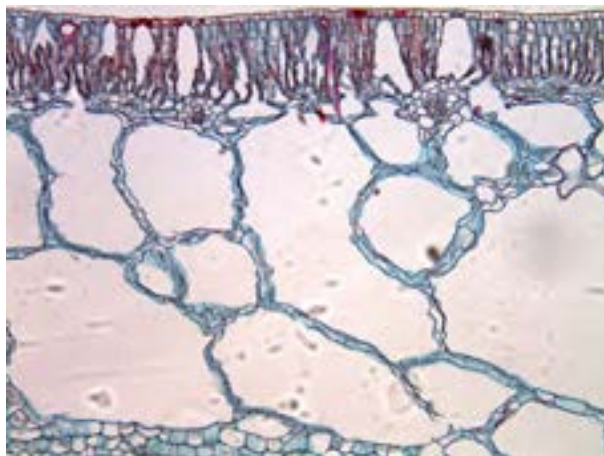
بعضی گیاهان در این مناطق ترکیب‌های پلی ساکاریدی در گُریچه‌های خود دارند. این ترکیبات مقدار فراوانی آب جذب می‌کنند و سبب می‌شوند تا آب فراوانی در گُریچه‌ها ذخیره شود. گیاه در دوره‌های کم‌آبی از این آب استفاده می‌کند.

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

بنابراین با توجه به اینکه کشور ما با مشکل کم‌آبی 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 آبها و یا در 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. نرم‌آکنه‌ها در ریشه، ساقه و برگ، یکی از سازش‌های گیاهان آبی است (شکل ۲۵).

جنگل‌های حِزّا در سواحل استان‌های هرمزگان و سیستان و بلوچستان از بوم‌سازگان‌های ارزشمند ایران‌اند. ریشه‌های درختان حِزّا در آب و گِل قرار دارند. درختان حِزّا 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، **نُش‌ریشه** می‌گویند (شکل ۲۶).



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



شکل ۲۶- نُش‌ریشه‌های درخت حِزّا در سطح آب دیده می‌شوند.

فعالیت

الف) با مراجعه به منابع معتبر، در باره ویژگی‌های درخت حِزّا، وضعیت جنگل‌های حِزّا 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 نگه‌دارند. بعضی از این گیاهان نمک را از سطح برگ دفع می‌کنند.



فصل ۷

جذب و انتقال مواد در گیاهان

گرچه بیشتر گیاهان می‌توانند به وسیله فتوسنتز، بخشی از مواد مورد نیاز خود مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و بعضی مواد آلی دیگر را تولید کنند اما همچنان به مواد مغذی مانند آب و مواد معدنی نیاز دارند. گیاهان، این مواد را به کمک اندام‌های خود، به ویژه ریشه‌ها جذب می‌کنند. گیاهان چه سازوکارهایی برای جذب مواد مورد نیاز و نیز انتقال آنها به اندام‌های خود دارند؟ مواد حاصل از فرایند فتوسنتز چگونه به سراسر گیاه منتقل می‌شوند؟ در این فصل به فرایندهای مربوط به تغذیه، جذب و انتقال گیاهان می‌پردازیم.

گیاهان برای رشد و نمو، به مواد مختلفی نیاز دارند. گیاهان، این مواد 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 ماده آلی و بنابراین یکی از عناصر مورد نیاز گیاهان است. این گاز به همراه سایر گازها از راه فضاهای بین‌یاخته‌ای به گیاه وارد می‌شود. مقداری از کربن دی‌اکسید هم با حل شدن در آب، به صورت بی‌کربنات در می‌آید که می‌تواند توسط برگ‌ها و یا ریشه جذب شود. سایر مواد مغذی هم بیشتر از طریق خاک جذب می‌شوند.

خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاهان

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

بخش آلی خاک یا گیاخاک (هوموس)، به طور عمده از بقایای جانداران و به‌ویژه اجزای در حال تجزیه آنها تشکیل شده است. بعضی از اجزای گیاخاک، که منشأ آنها بیشتر گیاهی است، موادی اسیدی تولید می‌کنند که به علت داشتن بارهای منفی، یون‌های مثبت را در سطح خود نگه می‌دارند. این کار گیاخاک مانع از شست‌وشوی این یون‌ها می‌شود. گیاخاک باعث نرمی بافت خاک نیز می‌شود که برای نفوذ ریشه مناسب است.

ذرات غیرآلی خاک از تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها در فرایندی به نام هوازدگی ایجاد می‌شوند. این ذرات از اندازه بسیار کوچک رس تا بسیار درشت شن و ماسه را شامل می‌شوند. تغییرات متناوب یخ‌زدن و ذوب شدن آب، که باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شود، نمونه‌ای از اثر هوازدگی فیزیکی است. اسیدهای تولید شده توسط بعضی از جانداران و نیز ریشه گیاهان هم می‌توانند هوازدگی شیمیایی ایجاد کنند. نقش بعضی عناصر معدنی مورد نیاز گیاهان را در جدول شماره ۱ مشاهده می‌کنید.

جدول ۱- نقش برخی عناصر در گیاهان

نام عنصر	نقش در گیاهان
نیتروژن	شرکت در ساختار پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها
گوگرد	شرکت در ساختار بعضی آمینواسیدها
فسفر	شرکت در ساختار نوکلئیک اسیدها، غشاها و ATP
پتاسیم	دخالت در تنظیم مقدار آب یاخته
کلسیم	استحکام دیواره یاخته‌های گیاهی
منیزیم	شرکت در ساختار سبزینه

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 در خاک

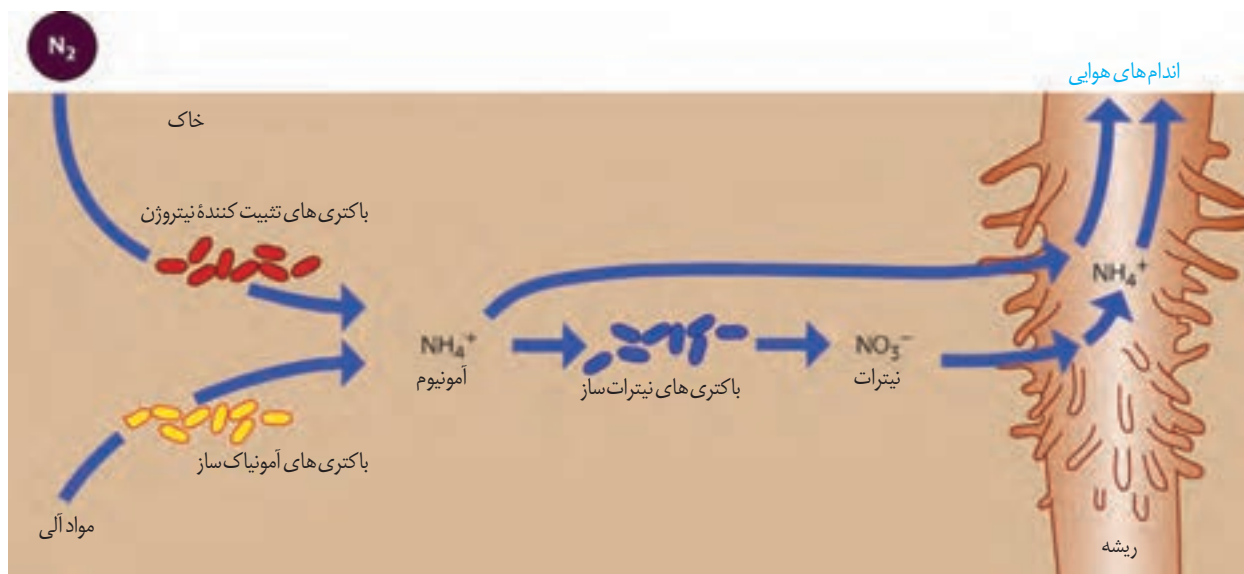
همان‌طور که در جدول ۱ دیدید، نیتروژن و فسفر دو عنصر مهمی هستند که در ساختار پروتئین‌ها و مولکول‌های وراثتی شرکت می‌کنند. گیاهان، این دو عنصر را بیشتر از خاک جذب می‌کنند.

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 است. این ترکیبات بیشتر در خاک و توسط ریزندامگان 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 بعضی از 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 دسترس 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

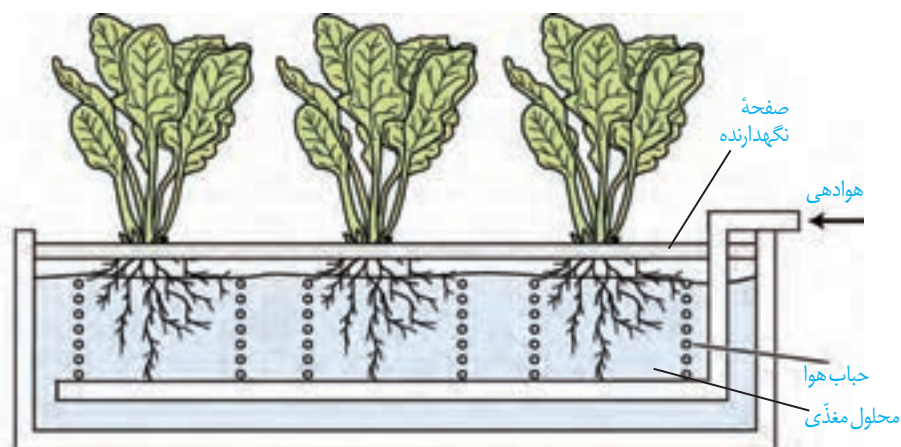


جذب فسفر

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 آن، این است که فسفات به بعضی ترکیبات معدنی خاک به طور 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.

بهبود خاک

خاک مناطق مختلف ممکن است دچار کمبود برخی مواد یا فزونی مواد دیگری باشد. اصلاح این خاک‌ها می‌تواند آنها را برای گیاهان قابل کشت کند. اگر این خاک‌ها دچار کمبود باشند، با افزودن کود می‌توان حاصلخیزی آنها را افزایش داد. زیست‌شناسان برای تشخیص نیازهای تغذیه‌ای گیاهان، آنها را در محلول‌های مغذی رشد می‌دهند (شکل ۲). این محلول‌ها، آب و عناصر مغذی محلول به مقدار معین دارند. از این شیوه برای تشخیص اثرات عناصر بر رشد و نمو گیاهان نیز استفاده می‌شود.



شکل ۲- دستگاه ساده‌ای برای کشت گیاهان در محلول‌های مغذی

مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اغلب خاک‌ها محدود است، به همین دلیل در بیشتر کودها این عناصر وجود دارند. کودهای مهم در انواع آلی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیک) وجود دارند. کودهای آلی، شامل بقایای در حال تجزیه جانداران اند. این کودها مواد معدنی را به آهستگی آزاد می‌کنند و چون به نیازهای جانداران شباهت بیشتری دارند، استفاده بیش از حد آنها به گیاهان آسیب کمتری می‌زند. از معایب این کودها، احتمال آلودگی به عوامل بیماری‌زاست.

کودهای شیمیایی شامل عناصر معدنی هستند که به راحتی در اختیار گیاه قرار می‌گیرند؛ بنابراین می‌توانند به سرعت، کمبود مواد مغذی خاک را جبران کنند. مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی می‌تواند آسیب‌های زیادی به خاک و محیط زیست وارد و بافت خاک را تخریب کند. از طرفی، با شسته شدن توسط بارش‌ها، این مواد به آب‌ها وارد می‌شوند. حضور این مواد باعث رشد سریع باکتری‌ها، جلبک‌ها و گیاهان آبی می‌شود. افزایش این عوامل مانع نفوذ نور و اکسیژن کافی به آب می‌شود و می‌تواند باعث مرگ و میر جانوران آبی شود.

بیشتر بدانید

به دلیل اینکه بیشتر کشور ما دارای اقلیم خشک و یا شور است، عناصری مانند بور و آلومینیم در خاک‌ها فراوان است که می‌تواند باعث مسمومیت در گیاهان شود. گیاهان از بور برای استحکام دیوارهٔ یاخته‌ای استفاده می‌کنند ولی افزایش آن موجب کاهش نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم برگ‌ها می‌شود. یون آلومینیم نیز یکی از مواد فراوان خاک است و به مقدار کم می‌تواند به بافت‌های گیاهی نفوذ کند. این یون مانع جذب مواد معدنی دیگر و آب، توسط ریشه‌ها می‌شود. مقدار آلومینیم در خاک‌های اسیدی فراوان‌تر است.

کودهای زیستی شامل باکتری‌هایی هستند که برای خاک مفید و با فعالیت و تکثیر خود، بعضی مواد معدنی خاک را افزایش می‌دهند. استفاده از این کودها بسیار ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر است. این کودها معمولاً به همراه کودهای شیمیایی به خاک افزوده می‌شوند و معایب دو نوع کود دیگر را ندارند. همان‌طور که کاهش عناصر مغذی در خاک برای گیاهان زیان‌بار است، افزایش بیش از حد بعضی مواد در خاک می‌تواند مسمومیت ایجاد کند و مانع رشد گیاهان شود. بعضی گیاهان می‌توانند غلظت‌های زیادی از این مواد را درون خود به صورت ایمن نگهداری کنند؛ مثلاً نوعی سرخس می‌تواند آرسنیک را که ماده‌ای سمی برای گیاه است، در خود جمع کند. بعضی گیاهان می‌توانند آلومینیم را نیز در بافت‌ها و گریچه‌ها ذخیره کنند. مثلاً وقتی گیاه گل‌ادرسی در خاک‌های اسیدی رشد می‌کند، با تجمع آلومینیم، گلبرگ‌ها از صورتی به آبی تغییر رنگ پیدا می‌کنند (شکل ۳). بعضی گیاهان نیز با جذب و ذخیرهٔ بعضی مواد مانند نمک‌ها، موجب کاهش شوری خاک می‌شوند. با کاشت و برداشت این گیاهان در چند سال پی‌درپی می‌توان باعث کاهش این مواد و بهبود کیفیت خاک شد.



(ب)



(الف)

شکل ۳- رنگ گل گیاه ادریسی در خاک‌های اسیدی (الف) و قلیایی (ب)

فعالیت

آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان تأثیر کاهش یا افزایش مواد معدنی را در رشد و نمو گیاهان تعیین کرد.

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.

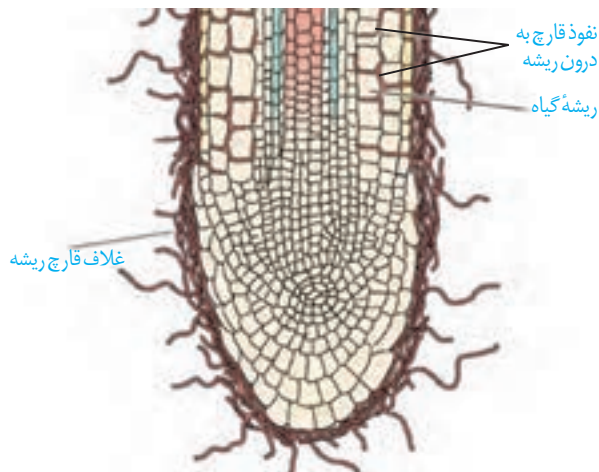
قارچ‌ریشه‌ای

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 درون ریشه یا به صورت غلافی در سطح ریشه زندگی می‌کنند و یا با فرستادن رشته‌های ظریفی به درون ریشه، تبادل مواد را با ریشه 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. وجود گیاهان شاداب همزیست با قارچ‌ریشه‌ای در خاک‌های فقیر، تا حد زیادی به علت توانایی قارچ‌ریشه‌ای در جذب سریع مواد و انتقال آن به ریشه گیاه است.



(ب)



(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) و در وضعیت برابر محیطی رشد کرده است.

همزیستی گیاه با تثبیت کننده های نیتروژن



شکل ۵- گرھک های ریشه گیاهان
تیره پروانه واران

برخی گیاهان با انواعی از باکتری ها همزیستی دارند که این همزیستی برای به دست آوردن نیتروژن بیشتر است. دو گروه مهم این باکتری ها عبارت اند از: ریزوبیوم ها و سیانوباکتری ها.

ریزوبیوم: از گذشته برای تقویت خاک، تناوب کشت انجام می شد که در آن گیاهان زراعی مختلف به صورت پی در پی کشت می شد. یکی از انواع گیاهانی که در تناوب کشت مورد استفاده قرار می گیرد، گیاهان تیره پروانه واران است (دلیل این نام گذاری، شباهت گل های آنها به پروانه است). سویا، نخود، عدس، لوبیا، شبدر و یونجه از گیاهان مهم زراعی این تیره هستند. در ریشه این گیاهان و در محل

برجستگی هایی به نام **گرھک**، نوعی باکتری تثبیت کننده نیتروژن به نام ریزوبیوم زندگی می کند (شکل ۵). هنگامی که این گیاهان می میرند یا بخش های هوایی آنها برداشت می شود، گرھک های آنها در خاک باقی می ماند و گیاهاک غنی از نیتروژن ایجاد می کنند. ریزوبیوم ها با تثبیت نیتروژن، نیاز گیاه را به این عنصر برطرف می کنند و گیاه نیز مواد آلی مورد نیاز باکتری را برای آن فراهم می کند.

همزیستی با سیانوباکتری ها.

سیانوباکتری ها نوعی از باکتری های فتوسنتز کننده هستند که بعضی از آنها می توانند علاوه بر فتوسنتز، تثبیت نیتروژن هم انجام دهند. آزولا گیاهی کوچک است که در تالاب های شمال و مزارع برنج کشور به فراوانی وجود دارد. گیاه آزولا با سیانوباکتری ها همزیستی دارد و نیتروژن تثبیت شده آن را دریافت می کند (شکل ۶). بعضی از گیاهان مانند **گونرا** نیز (شکل ۶) در نواحی فقیر از نیتروژن رشد شگفت انگیزی نشان می دهند. چگونه این گیاهان با وجود کمبود نیتروژن چنین رشدی دارند؟ سیانوباکتری های همزیست درون ساقه و دم برگ این گیاه، تثبیت نیتروژن انجام می دهند و از محصولات فتوسنتزی گیاه استفاده می کنند.

شکل ۶- چپ) گیاه آزولا، بومی ایران نیست و برای تقویت مزارع برنج به تالاب های شمالی وارد شد. رشد سریع این گیاه موجب کاهش اکسیژن آب و مرگ بسیاری آبزیان می شود. این گیاه اکنون به معضلی برای این تالاب ها بدل شده است.

راست) سیانوباکتری هایی که در حفره های کوچک شاخه و دم برگ این گیاه زندگی می کنند، نیتروژن تثبیت شده را برای گیاه فراهم می کنند. علت بزرگ بودن گیاه و برگ های آن در این مناطق غیر حاصلخیز، همزیستی با این باکتری هاست.



روش‌های دیگر به دست آوردن مواد غذایی در گیاهان

گیاهان گوشت‌خوار: این گیاهان فتوسنتزکننده‌اند، ولی در مناطقی زندگی می‌کنند که از نظر بعضی مواد مانند نیتروژن فقیرند. در این گیاهان برخی برگ‌ها برای شکار و گوارش جانوران کوچک مانند حشرات، تغییر کرده‌است. گیاه **توبره‌واش** که در تالاب‌های شمال کشور هست نیز به روش مشابهی حشرات و لاروی آنها را به سرعت به درون بخش کوزه مانند خود می‌کشد و سپس گوارش می‌دهد. در شکل ۸، انواع دیگری از گیاهان حشره‌خوار نشان داده شده‌است.



شکل ۷-توبره‌واش



گیاهان انگل: انواعی از گیاهان انگل وجود دارند که همه یا بخشی از آب و مواد غذایی خود را از گیاهان فتوسنتزکننده دریافت می‌کنند. گیاه سس، نمونه‌ای از این گیاهان است. این گیاه ساقه نازنجی یا زردرنگی تولید می‌کند که فاقد ریشه است. گیاه سس به دور گیاه سبز میزبان خود می‌پیچد و بخش‌های مکنده ایجاد می‌کند (شکل ۹الف) که به درون دستگاه آوندی گیاه نفوذ، و مواد مورد نیاز انگل را جذب می‌کند. گل جالیز نمونه دیگری از این گیاهان است که با ایجاد اندام مکنده و نفوذ آن به ریشه گیاهان جالیزی، مواد مغذی را دریافت می‌کند (شکل ۹ب).

شکل ۸-چند نوع گیاه حشره‌خوار. آیا با توجه به شکل آنها می‌توانید نحوه شکار حشرات را حدس بزنید؟



ب) گیاه گل جالیز در کنار بوته گوجه‌فرنگی

شکل ۹- گیاهان انگل: الف) گیاه سس

انتقال از خاک به برگ

آب و مواد مورد نیاز گیاهان، اغلب از خاک اطراف ریشه‌ها جذب می‌شود و در مسیرهایی به ساقه و برگ می‌رود. بخش زیادی از آب جذب شده از سطح برگ‌ها به هوا تبخیر می‌شود. خروج آب از سطح اندام‌های هوایی گیاه **تعرق** نامیده می‌شود. تعرق، سازوکار لازم را برای جابه‌جایی آب و مواد معدنی به برگ فراهم می‌کند. جابه‌جایی مواد در گیاهان را می‌توان در دو مسیر کوتاه و بلند بررسی کرد؛ در مسیر کوتاه، جابه‌جایی آب و مواد در سطح یاخته یا چند یاخته بررسی می‌شود. در مسیر بلند، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی‌تر بررسی می‌شود. این مسافت در بعضی درختان به بیش از صدمتر می‌رسد. در هر دوی این مسیرها آب به عنوان انتقال دهنده مواد، نقش اساسی دارد که این نقش به علت ویژگی‌های آن است. پتانسیل آب، عامل اصلی در حرکت آب است.

پتانسیل آب: می‌دانید که انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره شده در ماده یا سامانه یا توانایی انجام کار است. آب نیز دارای انرژی پتانسیل است و از محل دارای انرژی پتانسیل بالاتر به ناحیه‌ای با انرژی پتانسیل کمتر

حرکت می‌کند. بنابراین پتانسیل آب، تعیین کننده جهت حرکت آب و مواد حل شده در آن است. یکی از عوامل مهم مؤثر بر پتانسیل آب، غلظت مواد حل شده است. پتانسیل آب خالص، صفر است و وقتی ماده‌ای در آن حل می‌شود پتانسیل آب کاهش می‌یابد. بنابراین غلظت مواد محلول در آب بر پتانسیل آن مؤثر است. شکل ۱۰، نشان دهنده تغییرات پتانسیل آب در خاک، گیاه و هوای اطراف آن است.

جابه‌جایی مواد در مسیر کوتاه

انتقال مواد در سطح یاخته‌ای: در این حالت، جابه‌جایی مواد با فرایندهای فعال و غیرفعال

و در حد یاخته انجام می‌شود. با این فرایندها در فصل‌های گذشته آشنا شدید. شیوه‌هایی مثل انتشار و انتقال فعال، نمونه‌هایی از این روش‌هاست. آب یکی از مواد مهم برای جانداران است. برای انتقال آب در عرض غشای بعضی یاخته‌های گیاهی و جانوری و غشای گریچه بعضی یاخته‌های گیاهی، کانال‌های پروتئینی به نام **آکوپورین** هست که سرعت جریان آب را به درون یاخته و گریچه افزایش می‌دهند. هنگام کم‌آبی، ساخت این پروتئین‌ها تشدید می‌شود (شکل ۱۱).

پتانسیل آب هوای بیرون = -۱۰۰-

پتانسیل آب فضا‌های برگ = -۷-

پتانسیل آب یاخته‌های برگ = -۱-

پتانسیل آب آوندهای چوبی ساقه = -۰/۸-

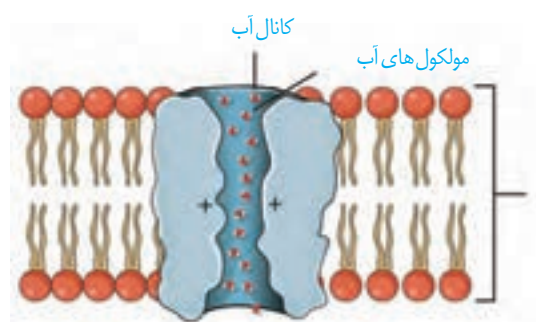
پتانسیل آب آوندهای چوبی ریشه = -۰/۶-

پتانسیل آب خاک = -۰/۳-

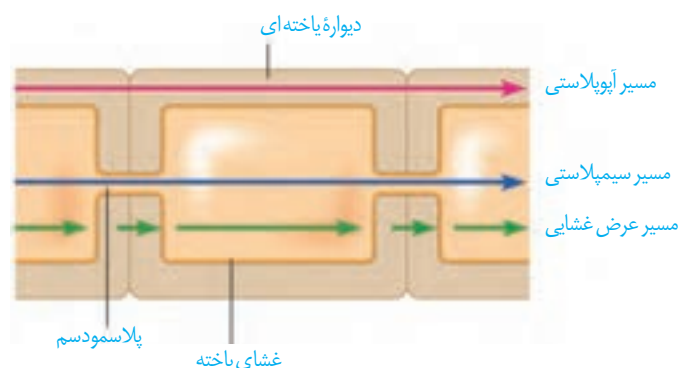


شکل ۱۰- اندازه‌های تقریبی پتانسیل آب در درخت و محیط اطراف آن (اعداد برای یادگیری نیست).

شکل ۱۱- پروتئین آکوپورین در غشا

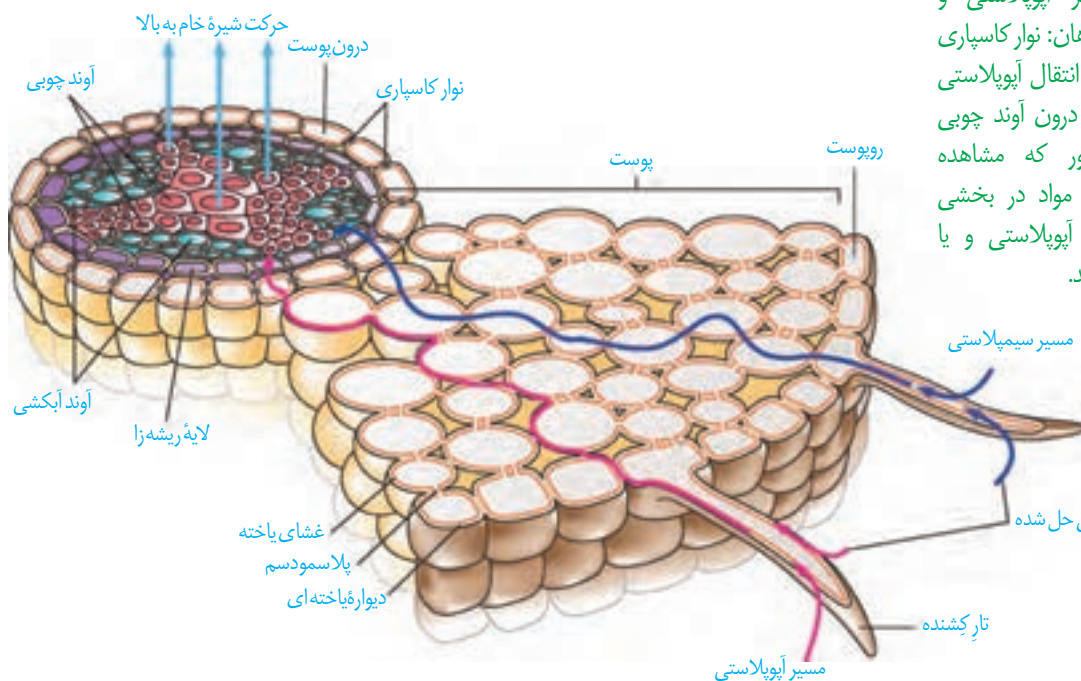


انتقال مواد در عرض ریشه: در عرض ریشه، انتقال آب و مواد محلول معدنی به سه روش انجام می‌شود: انتقال از عرض غشا، انتقال سیمپلاستی و انتقال آپوپلاستی. انتقال عرض غشایی شامل جابه‌جایی مواد از عرض غشای یاخته است. سیمپلاست به معنی پروتوپلاست همراه با پلاسمودسم‌ها است. انتقال سیمپلاستی حرکت مواد از پروتوپلاست یک یاخته به یاخته مجاور، از راه پلاسمودسم‌هاست. آب و بسیاری از مواد محلول می‌تواند از فضای پلاسمودسم به یاخته‌های دیگر منتقل شود (شکل ۱۲). منافذ پلاسمودسم آن قدر بزرگ است که پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها و حتی ویروس‌های گیاهی از آن عبور می‌کند. در مسیر آپوپلاستی، حرکت مواد محلول از فضاها بین یاخته‌ای و نیز دیواره یاخته‌ای انجام می‌شود.



شکل ۱۲- شیوه‌های انتقال مواد در مسیرهای کوتاه

آب و مواد محلول در عرض ریشه معمولاً به روش آپوپلاستی و سیمپلاستی انتقال می‌یابد. در این مسیر، حرکت آب و مواد محلول، از روپوست تا درونی ترین لایه پوست به نام **درون پوست (آندودرم)** انجام می‌گیرد. درون پوست استوانه‌ای ظریف از یاخته‌ها است که یاخته‌های آن کاملاً به هم چسبیده‌اند و سدی را در مقابل آب و مواد محلول ایجاد می‌کنند (شکل ۱۳). یاخته‌های

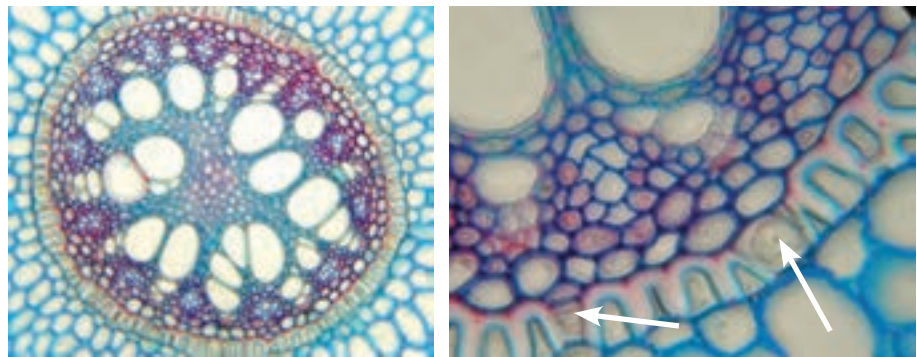


شکل ۱۳- مسیر آپوپلاستی و سیمپلاستی در گیاهان: نوار کاسپاری درون پوست، مانع انتقال آپوپلاستی از درون پوست به درون آوند چوبی می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود جابه‌جایی مواد در بخشی از مسیر می‌تواند آپوپلاستی و یا سیمپلاستی باشد.

درون پوست در دیواره جانبی خود دارای نواری از جنس چوب پنبه (سوبرین) هستند که به آن نوار کاسپاری گفته می‌شود. بنابراین آب و مواد محلول آن فقط می‌توانند از درون یاخته‌های درون پوست به استوانه آوندی منتقل شوند. در این حالت یاخته‌های درون پوست انتقال مواد را کنترل می‌کنند. این لایه در ریشه مانند صافی‌هایی عمل می‌کند که مانع از ورود مواد ناخواسته یا مضر مسیر آپوپلاستی به درون گیاه می‌شوند. درون پوست، همچنین از برگشت مواد جذب شده به بیرون از ریشه جلوگیری می‌کند. حرکت در هر دو مسیر در لایه ریشه‌زا ادامه می‌یابد و در آخر، مواد طی فرایندی به نام بارگیری چوبی، به آوندهای چوبی منتقل، و آماده جابه‌جایی برای مسیرهای طولانی‌تر می‌شود.

در ریشه بعضی از گیاهان، نوار کاسپاری علاوه بر دیواره‌های جانبی درون پوست، دیواره پستی را نیز می‌پوشاند و انتقال مواد از این یاخته‌ها را غیرممکن می‌کند. در برش عرضی و زیر میکروسکوپ نوری این یاخته‌ها ظاهر نعلی یا U شکل دارند (شکل ۱۴). در این گیاهان بعضی از یاخته‌های درون پوستی ویژه، به نام **یاخته معبر** هست که فاقد نوار کاسپاری در اطراف خود هستند و انتقال مواد به استوانه آوندی از طریق این یاخته‌ها انجام می‌شود.

شکل ۱۴- تصویر میکروسکوپی مقطع عرضی ریشه نوعی گیاه. یاخته‌های معبر با پیکان نشان داده شده‌اند. یاخته‌های درون پوست در این ریشه‌ها به صورت نعلی شکل (U) دیده می‌شود.

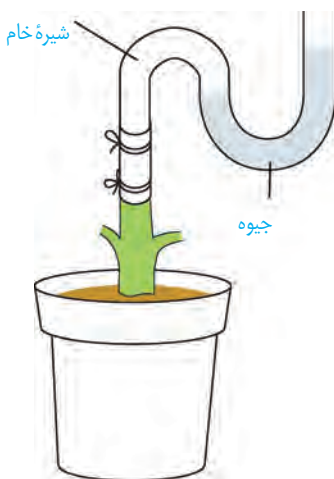


انتقال آب و مواد معدنی در مسیرهای بلند

شیره خام در گیاهان، گاه تا فواصل بسیار طولانی جابه‌جا می‌شود. انتشار و انتشار تسهیل شده برای فواصل طولانی، کارآمد نیست. در گیاهان، جابه‌جایی مواد در مسیرهای طولانی توسط **جریان توده‌ای** انجام می‌شود. جریان توده‌ای حرکت گروهی مواد از جایی با فشار زیادتر به جایی با فشار کمتر است. 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 ویژه آب انجام می‌شود.

فشار ریشه‌ای: یاخته‌های درون پوست و یاخته‌های زنده درون استوانه آوندی ریشه، با انتقال فعال، یون‌های معدنی را به درون آوندهای چوبی منتقل می‌کنند. این عمل باعث افزایش مقدار این یون‌ها، کاهش پتانسیل آب 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 شیره خام به سمت بالا می‌شود (شکل ۱۵). در بیشتر گیاهان، فشار ریشه‌ای در

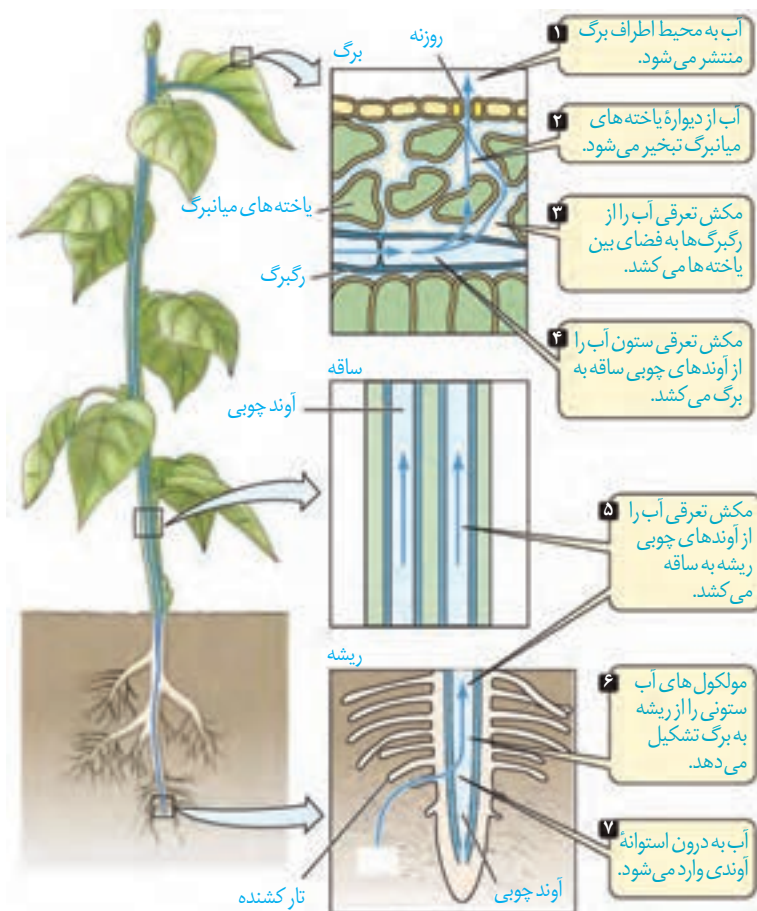
شکل ۱۵- آزمایشی برای اندازه‌گیری فشار ریشه‌ای



صعود شیرۀ خام نقش کمی دارد و در بهترین حالت می‌تواند چند متر آن را به بالا بفرستد. پس چه عاملی باعث حرکت شیرۀ خام به نوک درختان بسیار بلند می‌شود؟

تعرق: عامل اصلی انتقال شیرۀ خام، مکشی است که در اثر تعرق از سطح گیاه ایجاد می‌شود. تعرق، خروج آب به صورت بخار از سطح بخش‌های هوایی گیاهان است. علت تعرق نیز حرکت آب از محل دارای پتانسیل بیشتر به کمتر است. ستون آب درون آوندهای چوبی پیوسته است. این پیوستگی به علت ویژگی‌های هم‌چسبی و دگرچسبی مولکول‌های آب است (شکل ۱۶).

بیشتر تعرق گیاهان از روزنه‌های برگ انجام می‌شود. نیروی مکش تعرق آن‌قدر زیاد است که در یک روز گرم می‌تواند باعث کاهش قطر تنه یک درخت شود؛ هرچند این کاهش اندک است. اگر دیواره آوندهای چوبی استحکام کافی نداشت به راحتی در اثر مکش تعرق، له می‌شد.

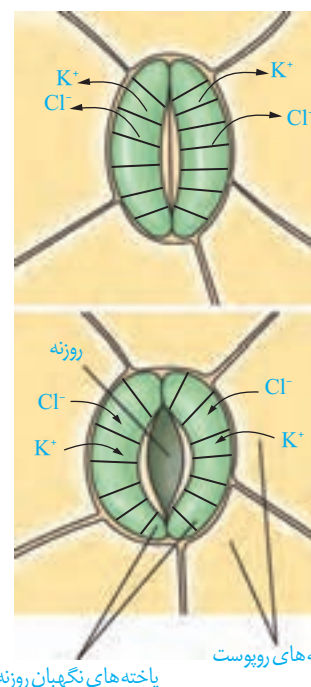


شکل ۱۶- حرکت شیرۀ خام، تحت تأثیر مکش تعرقی و پتانسیل آب

تعرق در گیاهان از چه بخش‌هایی انجام می‌شود؟

در گیاهان، تعرق می‌تواند از طریق روزنه‌های هوایی، پوستک و عدسک‌ها انجام شود. بیشتر تبادل گازها و در نتیجه تعرق برگ‌ها از منفذ بین یاخته‌های نگهبان روزنه هوایی انجام می‌شود. روزنه‌های هوایی می‌توانند با باز و بسته شدن، مقدار تعرق را تنظیم کنند. باز و بسته شدن روزنه به دلیل ساختار خاص یاخته‌های نگهبان روزنه و تغییر فشار تورژسانس آنها است. جذب آب به دنبال انباشت مواد محلول در یاخته‌های نگهبان روزنه انجام می‌شود. عوامل محیطی و عوامل درونی گیاه (مانند بعضی هورمون‌های گیاهی)، بازوبسته شدن روزنه‌ها را تنظیم می‌کنند. این عوامل با تحریک انباشت فعال بعضی یون‌ها و ساکارز در یاخته نگهبان، پتانسیل آب یاخته‌ها را کاهش داده و آب از یاخته‌های مجاور به یاخته‌های نگهبان روزنه وارد می‌شود. در نتیجه، یاخته‌ها دچار تورژسانس شده و به علت ساختار ویژه آنها، روزنه باز می‌شود. بسته شدن روزنه‌ها هم، در فرایندی معکوس انجام می‌شود (شکل ۱۷).

شکل ۱۷- چگونگی باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی. یاخته‌های نگهبان روزنه با انتقال فعال یون‌هایی مانند پتاسیم و کلر، پتانسیل آب را درون خود کاهش می‌دهند. این کار باعث جذب آب شده و با تورم یاخته‌ها، روزنه باز می‌شود.



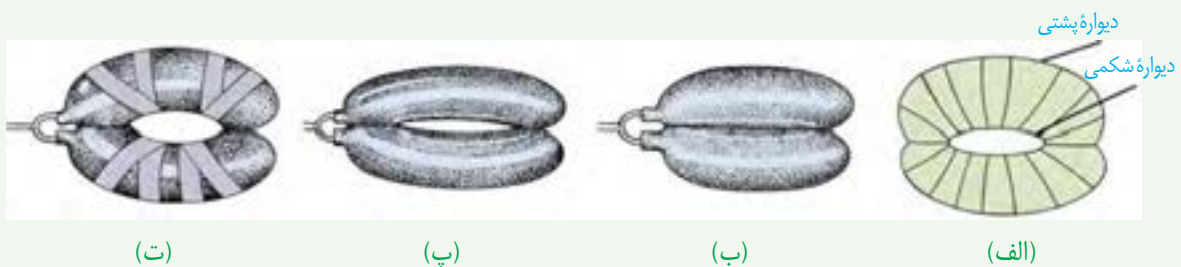
یاخته‌های روپوست یاخته‌های نگهبان روزنه

ساختار یاخته‌های نگهبان روزنه: دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه، ساختار خاصی دارند که

با جذب آب، افزایش طول پیدا می‌کنند. یکی از این عوامل، آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی است که مانند کمربندی دور دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه قرار دارند. این کمربندهای سلولزی، هنگام تورژسانس یاخته، مانع از گسترش عرضی یاخته شده، ولی مانع افزایش طول یاخته نمی‌شوند. عامل دیگر، ضخامت بیشتر دیواره یاخته‌های نگهبان روزنه در محل تماس دو یاخته است. هنگام تورژسانس، به علت ضخامت بیشتر در بخش شکمی این دیواره، دیواره پستی یاخته بیشتر منبسط می‌شود. این دو ویژگی باعث می‌شود هنگام جذب آب و تورژسانس، یاخته‌ها خمیدگی پیدا کند و منفذ روزنه هوایی باز شود. در این حالت امکان تبادل گازها، فراهم می‌شود (شکل ۱۷).

فعالیت

الگوی برای آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی در دیواره یاخته‌های نگهبان. الف) یک جفت یاخته نگهبان که در دیواره یاخته‌ای آنها آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی نشان داده شده است. ب) دو بادکنک نسبتاً مسطح که در دو انتهای خود، به یکدیگر چسبیده‌اند. پ) دو بادکنک مشابه شکل ب که در اثر فشار زیاد به طور کامل کشیده شده‌اند و در نتیجه یک مجرای باریک بین آن دو باز شده است. ت) یک جفت بادکنک که به منظور نشان دادن اثر آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی، به دور آنها نوار چسب به صورت شعاعی چسبانیده شده است. در حالت اخیر مجرای باز شده از حالت پ بزرگ‌تر است. چرا؟



عوامل محیطی مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها

در گیاهان، تغییرات مقدار نور، دما، رطوبت و کربن دی‌اکسید 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 کربن دی‌اکسید، تا حدی معین، می‌تواند باعث باز شدن روزنه‌ها در گیاهان شود. 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، روزنه‌های فرورفته، پوشیده شدن برگ از کرک‌ها و کاهش تعداد یا سطح برگ‌ها نیز از دیگر سازگاری‌های گیاهان برای زندگی در محیط‌های خشک هستند.

فعالیت

مشاهده روزنه‌های سطح پستی برگ

الف) یک برگ شاداب تره را انتخاب کرده و سطح پستی و رویی آن را مشخص کنید.
 ب) برگ را از محل رگبرگ میانی به بیرون شکسته ولی روپوست را پاره نکنید. هر نیمه را به نحوی به طرفین بکشید تا روپوست نازک آن از بافت‌های زیرین جدا شود. این کار اگر با دقت انجام شود روپوست غشایی و بی‌رنگ را جدا می‌کند.
 پ) نمونه را در یک قطره آب، روی تیغه شیشه‌ای قرار دهید و با تیغ بپوشانید. یاخته‌های روپوست و نگهبان روزنه را در بزرگ‌نمایی‌های مختلف مشاهده کنید. آیا می‌توانید سبزیسه‌ها 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 روپوست پستی را از برگ گیاهان میخک، شمعدانی و برگ بیدی تهیه و زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. یاخته‌های روپوست و نگهبان روزنه را در این گیاهان و تره مقایسه کنید.

تعریق

در هنگام شب یا در هوای بسیار مرطوب که شدت تعرق کاهش می‌یابد، یاخته‌های درون‌پوست 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 تعرق 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 ۱۸). 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 ۱۸- تعریق در گیاهان

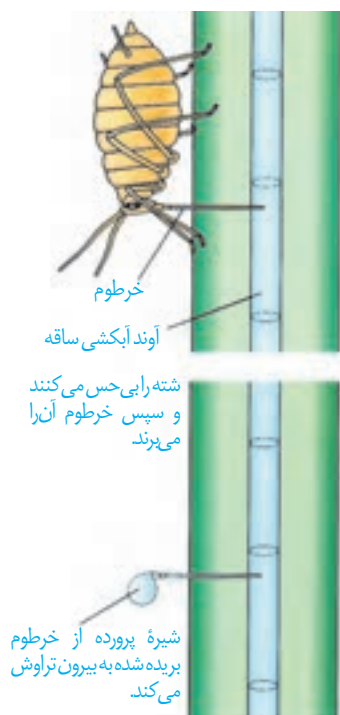
فعالیت

مشاهده باز و بسته شدن روزنه‌های هوایی

الف) همانند فعالیت قبل، روپوست تره یا کاهو را تهیه کنید ۱۵ دقیقه درون محلول‌های ۰/۵ درصد KCl، آب خالص و آب نمک ۴ درصد قرار دهید. تعدادی از نمونه‌ها را هم، در تاریکی قرار دهید. می‌توانید نمونه‌های تاریکی را در محلول‌های ذکر شده 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 محلول‌ها روزنه‌ها باز و در کدام بسته‌اند؟ آیا میزان باز یا بسته بودن روزنه‌ها یکسان است؟ چرا؟
 پ) نمونه‌های تاریکی را بلافاصله زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. چرا؟ روزنه‌ها چنین وضعی دارند؟

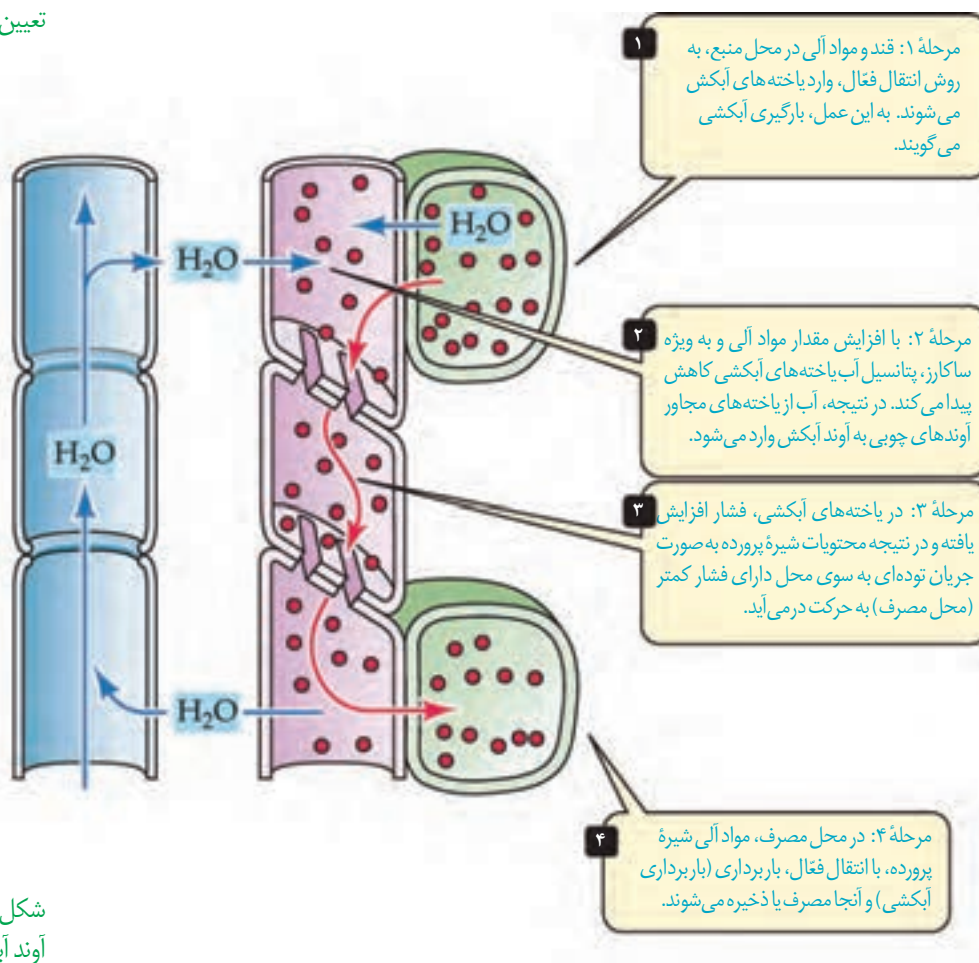
حرکت شیرۀ پرورده

می‌دانید که شیرۀ پرورده، درون آوندهای آبکشی حرکت می‌کند. حرکت شیرۀ پرورده در همهٔ جهات می‌تواند انجام شود. بخشی از گیاه که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش‌های دیگر گیاه را تأمین می‌کند، محل منبع و بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا می‌روند و ذخیره یا مصرف می‌شوند، محل مصرف نامیده می‌شود. برگ‌ها از مهم‌ترین محل‌های منبع هستند. بخش‌های ذخیره‌کنندهٔ مواد آلی، هنگام ذخیرهٔ این مواد، محل مصرف و هنگام آزادسازی آن، محل منبع به شمار می‌آیند. حرکت ترکیبات آلی درون گیاه از محل منبع به محل مصرف، جابه‌جایی نام دارد. برای تعیین سرعت و ترکیب شیرۀ پرورده می‌توان از شته‌ها استفاده کرد (شکل ۱۹).



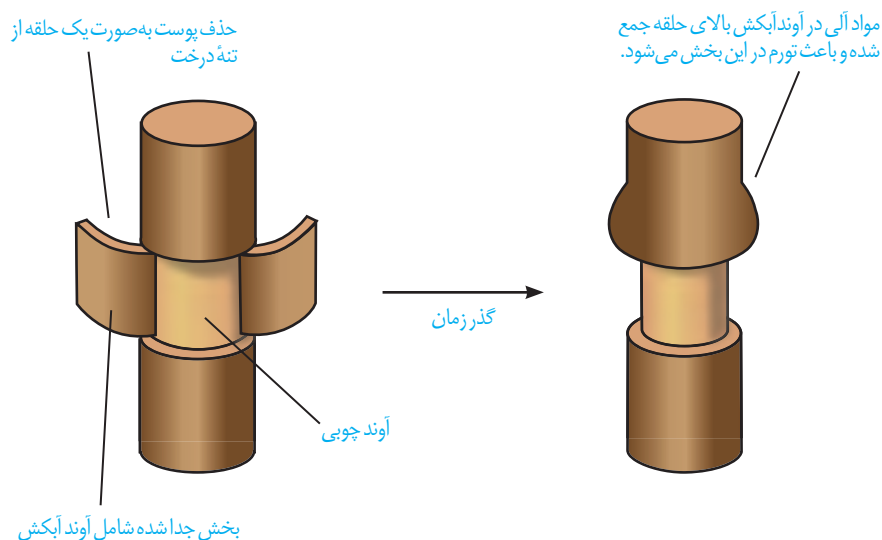
شکل ۱۹- استفاده از شته برای تعیین سرعت و ترکیب شیرۀ پرورده

چگونگی حرکت شیرۀ پرورده: حرکت شیرۀ پرورده از طریق میان‌یاخته (سیتوپلاسم) یاخته‌های زندهٔ آبکشی و از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر انجام می‌شود. بنابراین حرکت شیرۀ پرورده از شیرۀ خام کندتر و پیچیده‌تر است. یک گیاه‌شناس آلمانی به نام ارنست مونش، الگوی جریان فشاری را برای جابه‌جایی شیرۀ پرورده، ارائه داده است که در شکل ۲۰ به طور خلاصه مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۰- چگونگی حرکت مواد در آوند آبکش

مواد آلی در گیاهان به صورت تنظیم شده، تولید و مصرف می‌شوند. برای مثال در گل دهی یا تولید میوه، گاهی تعداد محل‌های مصرف، بیشتر از آن است که محل‌های منبع بتوانند مواد غذایی آنها را فراهم کنند. در این موارد ممکن است گیاه به حذف بعضی گل‌ها، دانه‌ها یا میوه‌های خود اقدام کند تا مقدار کافی مواد قندی به محل‌های مصرف باقی‌مانده برسد. در باغبانی، برای داشتن میوه‌های درشت‌تر، تعدادی از گل‌ها یا میوه‌های جوان را می‌چینند تا درختان میوه‌هایی کمتر ولی درشت‌تر به بار آورند.



شکل ۲۱- طرحی برای نشان دادن محل آوند آبکش و جهت جریان شیره پرورده. تورم در بالای حلقه نشان می‌دهد که شیره پرورده فقط در آوند آبکش و نه در آوند چوبی (بخش باقیمانده در تنه) جریان دارد.



فهرست منابع

- فیزیولوژی گیاهی، تائیز و زایگر، ترجمه دکتر حسن ابراهیم زاده و دیگران، نشرخانه زیست‌شناسی، ۱۳۸۶.
- زیست‌شناسی، ریون، ترجمه اصغر زمانی، نشرخانه زیست‌شناسی، ۱۳۹۲.
- فیزیولوژی، برن ولوی، ترجمه سیمین نامور و دیگران، نشر اندیشه رفیع، ۱۳۹۱.
- L. Mescher, Junqueira's Basic Histology Anthony, 13th Edition, Mc GrawHill, 2013.
- Kathleen Anne Ireland, Visualizing Human Biology, 3th Edition, Wiley & National Geographic Society, 2011.
- Eric P. Widmaier, Vander's Human Physiology, 13th Edition, Mc GrawHill, 2013.
- John E. Hall, Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 13th Edition, Elsevier, 2016.
- Neil A. Campbell, Biology A Global Approach, 10th Edition, Pearson Education, 2015.
- Cecie Starr, Biology Today and Tomorrow with Pisiology, Brooks/Cole, Cengage Learning, 4th Edition, 2013.
- Cleveland P. Hickman, Integrated Principles of Zoology, 14th Edition, M Graw-Hill, 2008.
- Russel Hertz Mcmillan, Biology The Dynamic Science, 2nd Edition, Brooks/Cole, Cengage Learning, 2011.
- Pijush Roy, Plant Anatomy, New Central Book Agency Ltd, 2010.
- David M. Hillis, Principles of Life, Sinauer Associates, Inc. 2012.
- Robert J. Brooker, Biology, McGraw-Hill, 2008.



واژه‌های مصوب فرهنگستان زبان و ادب	
استخوانگان: اسکلت	رنگ‌دیسه: کروموپلاست
اطلاعات ژنی: اطلاعات ژنتیک	ریزاندامگان: میکروارگانسیم
اکلیلی: کروئر	زیر نهنج: هیپوتالاموس
انیساط: دیاستول	زیر مغزی: هیپوفیز
انقباض: سیستول	زیست‌یار: پروبیوتیک
برچاکنای: اپی گلوت	سبزینه: کلروپلاست
برون‌شامه: اپی کارد	سخت‌آکنه: اسکراثشیم
برون‌رانی: آگزوسیتوز	سَرلاد: مریستم
برگشت اسید معده به مری: ریفلاکس	عامل سطح فعال: سورفاکتانت
بُن‌لاد: کامبیوم	کافنده‌تن: لیزوزوم
بَنداره: اسفنکتر	کُریچه: واکوئل
پادهم حس: پاراسمپاتیک	کلافک: گلومرول
پادأگسندنه: آنتی‌اکسیدان	کولون‌بینی: کولونوسکوپ
پژواک‌نگاری: اکو‌کاردیوگرافی	گُردیزه: نفرون
پیراپوست: پریدرم	گُمانه: سوند
پیراشامه: پریکارد	گیاخاک: هوموس
خوناب: پلاسما	گویچه: گلبول
خون‌بهر: همتوکریت	لَب: لوب
چسب‌آکنه: کلانشیم	لیپوپروتئین پر چگال: HLD (High density lipoprotein)
درشت‌خوار: ماکروفاژ	لیپوپروتئین کم‌چگال: LDL (LOW density lipoprotein)
درون‌بینی: آندوسکوپ	ماهیچه قلب: میوکارد
درون‌بری: آندوسیتوز	مهندسی ژن‌شناسی: مهندسی ژنتیک
درون‌پوست: آندودرم	میان‌یاخته: سیتوپلاسم
دم‌سنج: اسپرومتر	نایدیس: تراشه، تراکئید
دم‌نگاره: اسپروگرام	نشادیسه: آمیلوپلاست
دِنا: DNA	نرم‌آکنه: پارانشیم
درون‌شامه: آندوکارد	نمایه توده بدنی: BMI (Body Mass index)
دیسه: پلاست	هم‌ایستایی: هومئوستازی
راکیزه: میتوکندری	هم‌حس: سمپاتیک
رگ‌نگاری: آنژیوگرافی	یاخته عصبی: نورون

معلّمان محترم، صاحب نظران، دانش آموزان عزیز و اولیای آنان می توانند
نظر اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران،
صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۸۷۴، گروه درسی مربوطه یا پیام نگار (Email)
talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.
دفتر تألیف کتاب های درسی ابتدایی و متوسطه نظری