

گردش مواد

در بدن خود دستگاهی به نام دستگاه گردش مواد دارند. کار این دستگاه به گردش درآوردن اکسیژن، دی اکسید کربن، مواد غذایی، هورمون ها و مواد دیگر در بدن است. در گیاهان نیز دستگاهی برای انتقال موادی که جذب می شود و نیز انتقال فرآورده هایی که در گیاه تولید می شود، وجود دارد.

دستگاه گردش خون در جانوران گوناگون، متفاوت است

کیسه تنان دستگاه گردش خون ندارند. بدن این جانوران از دو یا سه لایه سلولی ساخته شده است. بنابراین همه سلول ها می توانند به طور مستقل به تبادل مواد با محیط پردازند. در کیسه تنان آب از دهان وارد کیسه گوارشی می شود و سپس بار دیگر از همان طریق از آن خارج می شود. کیسه تنان خون ندارند. عروس دریایی (شکل ۱-۶) نیز یک کیسه گوارشی دارد، اما این کیسه دارای لوله هایی است که به صورت شعاعی به یک لوله دایره ای دیگر متصل اند. سلول های پوشاننده درون این لوله ها مژک دارند و زنش این مژک ها آب را در این لوله ها به حرکت درمی آورد. تنها این سلول ها به طور مستقیم با مواد غذایی موجود در آب در تماس اند، اما فاصله سایر سلول ها با آب، چندان زیاد نیست.

جانورانی که بدن آنها چندین لایه سلولی دارد به یک دستگاه گردش مواد و مایعی به نام خون نیازمندند. در جانوران

بدن ما دائماً تحت اثر نیروی گرانش زمین قرار دارد. نیروی گرانش زمین به رانده شدن خون به درون بخش های پایینی بدن کمک می کند. دستگاه گردش خون ما سازگاری جالبی با این گرانش پیدا کرده است. اگر این سازگاری نبود، خون درون پاهای ما جمع می شد و پاها متورم می شدند.

این سازگاری چگونه حاصل شده است؟ بخشی از این سازگاری، وجود قلب ماهیچه ای است، بخشی دیگر مربوط به تلمبه ماهیچه هاست؛ هنگامی که راه می رویم یا می دویم، فشاری که از سوی ماهیچه های در حال انقباض به رگ ها وارد می شود، خون درون آنها را به بالا، به سوی قلب می راند. در سیاهرگ های پاهای ما دریچه هایی وجود دارد که به سوی قلب، یک طرفه هستند. علاوه بر این ها، مقدار زیادی بافت پیوندی در پا وجود دارد. این بافت از متورم شدن بیش از حد رگ های پاها جلوگیری می کند. علی رغم این سازگاری ها، گاه نیروی گرانش زمین پیروز می شود؛ گاهی به علت ایستادن بیش از حد، به ویژه در افرادی که معمولاً ایستاده کار می کنند، خون در رگ های پاها جمع می شود. توانایی به گردش درآوردن خون، برخلاف جهت نیروی گرانش، برای جانوران اهمیت بسیار دارد.

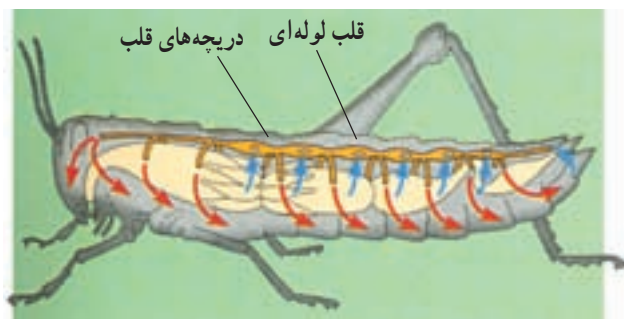
همه جانداران باید به تبادل مواد با محیط پردازند و موادی را که از محیط جذب کرده اند در درون خود در جهت یا خلاف جهت گرانش زمین به گردش درآورند. بسیاری از جانوران

مهره‌داران دستگاه گردش خون بسته دارند. این دستگاه از قلب و شبکه‌ای از رگ‌ها ساخته شده است. خون در این نوع دستگاه گردش خون، هنگام گردش از رگ‌ها خارج نمی‌شود. دستگاه گردش خون ماهی (شکل ۴-۶)، نمونه‌ای از دستگاه گردش خون بسته است.

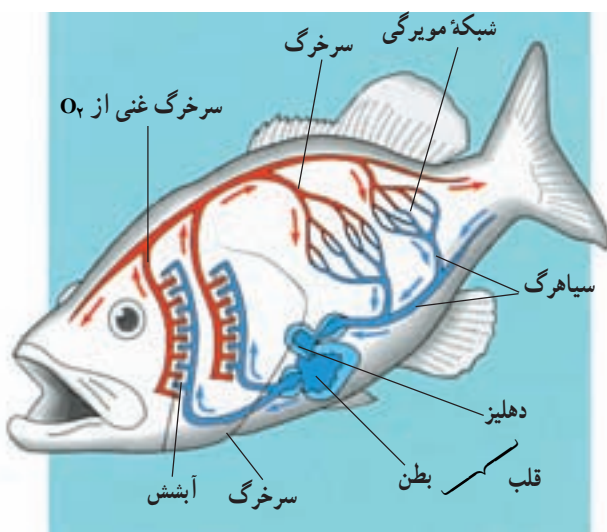


شکل ۱-۶- دستگاه گردش مواد در عروس دریایی: ساده‌ترین دستگاه گردش مواد در جانوران

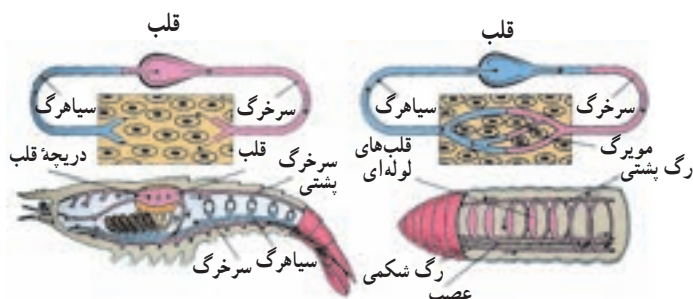
دو نوع دستگاه گردش خون وجود دارد: بسیاری از بی‌مهرگان، مانند عنکبوتیان، خرچنگ دراز و ملخ گردش خون باز دارند. خون در بدن این جانداران درون رگ‌های بسته جریان ندارد، بلکه از انتهای باز بعضی رگ‌ها خارج می‌شود و در میان سلول‌ها گردش می‌کند (شکل ۲-۶).



شکل ۳-۶- دستگاه گردش خون ملخ باز است.



شکل ۴-۶- دستگاه گردش خون ماهی بسته است. (در ماهی‌های استخوانی معمولاً چهار جفت کمان آبششی و صدها هزار مویرگ آبششی وجود دارد.)



گردش خون بسته در کرم خاکی

شکل ۲-۶- نمایش گردش خون بسته در کرم خاکی و گردش خون باز در خرچنگ دراز

قلب ملخ (شکل ۳-۶) لوله‌ای شکل است و خون را به‌سوی سر و سایر بخش‌های بدن می‌راند. مواد غذایی به‌طور مستقیم بین خون و سلول‌های ملخ مبادله می‌شوند و حرکت ماهیچه‌های بدن جانور خون را به بخش‌های عقبی بدن می‌راند. هنگام استراحت قلب، خون بار دیگر از طریق چند منفذ به قلب باز می‌گردد. هر یک از این منافذ دریچه‌ای دارد که هنگام انقباض قلب بسته می‌شود.

خودآزمایی ۱-۶

- ۱- چرا جانداران به دستگاه گردش مواد احتیاج دارند؟
- ۲- دستگاه گردش خون ما برای غلبه بر نیروی گرانش چه سازگاری‌هایی حاصل کرده است؟
- ۳- مواد در بدن عروس دریایی چگونه به گردش درمی‌آیند؟
- ۴- دستگاه گردش خون را در ملخ و ماهی، با یکدیگر مقایسه کنید.

قلب این جانور دوحفره‌ای است و یک دهلیز و یک بطن دارد. خون از سیاهرگ وارد دهلیز می‌شود و از آنجا به بطن می‌رود. بطن خون را به درون سرخرگ می‌فرستد. خون از سرخرگ به آئشش‌ها می‌رود و در آنجا به تبادل

کاشف گردش ششی خون

ابن نفیس دانشمند مسلمان قرن هفتم هجری است. پزشکی یکی از رشته‌هایی بود که ابن نفیس در آن تبحر داشت. او پزشکی را در بیمارستان بزرگ آن زمان دمشق آموخت و سپس کار خود را در بیمارستان‌های مصر دنبال کرد. ابن نفیس کاشف گردش کوچک خون (گردش خون میان قلب و شش‌ها) است. تا سال ۱۹۲۴ میلادی، این کشف را به یک اسپانیایی به نام میگوئل سروتو (Miguel Serveto) نسبت می‌دادند ولی در این سال یک دانشجوی مصری در رساله‌ی دکتری خود اثبات کرد که سیصد سال قبل از سروتو ابن نفیس برای اولین بار گردش ششی خون را توضیح داده است.

ابن نفیس اعتقاد داشت برای این که عمل هر یک از اعضای بدن را بشناسیم، باید فقط به نگاه دقیق و بررسی صادقانه درباره‌ی آن عضو تکیه کنیم، بدون ملاحظه‌ی این که آیا با آنچه پیشینیان گفته‌اند، مطابقت دارد یا نه. به همین دلیل او بدن انسان و جانوران را تشریح کرد و توانست چیزهای جدیدی را کشف و تصورات دانشمندان قبل از خود را تصحیح کند. او در کتاب خود که شرحی بر بخش تشریح کتاب قانون ابن سیناست، نظریه‌ی ویژه‌ی خود را درباره‌ی گردش ششی خون عرضه کرده است. نظریه‌ی او را پیشگام نظریه‌ی گردش کلی خون می‌شمارند که ویلیام هاروی در قرن هفدهم میلادی ارائه کرده است.

ابن نفیس ضمن ارائه‌ی نظریه‌ی خود درباره‌ی گردش ششی خون، توضیح می‌دهد که دیواره‌ی میان دو بطن ضخیم است و آن‌طور که جالینوس فکر می‌کرد، مشبک نیست و سیاهرگ‌های ریه با هوا و یا دود پر نشده‌اند، بلکه درون آن‌ها خون جریان دارد. تغذیه‌ی قلب هم از طریق سرخرگ‌های جدار آن انجام می‌شود و نه از طریق دهلیز چپ و داخل قلب. هم‌چنین برخلاف نظر ابن‌سینا قلب از سه حفره تشکیل نشده است.

مویگ های بخش بالایی بدن

بزرگ سیاهرگ زیرین

سرخرگ ششی

مویگ های ششی

سیاهرگ ششی

دهلیز راست

بزرگ سیاهرگ زیرین

بطن راست

بطن چپ

دهلیز چپ

آنورت

مویگ های بخش پایینی بدن

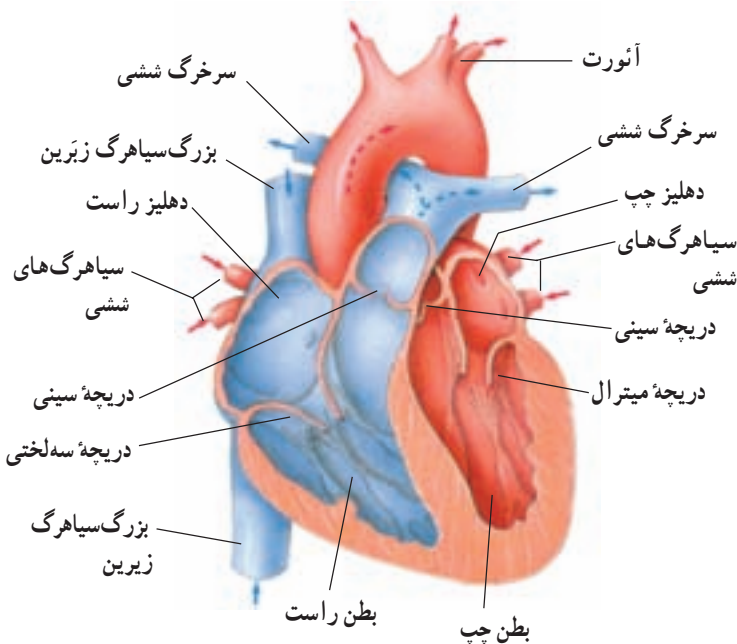
شکل ۵-۶- مسیر جریان خون یستانداران و یرندگان

قلب: قلب تلمبه مرکزی دستگاه گردش خون است و با زش‌های خود خون را در رگ‌ها به جریان می‌اندازد. جریان خون در ماهی‌ها به صورت ساده و در سایر مهره‌داران مضاعف است. منظور از ساده بودن جریان خون در ماهی‌ها این است که خون تیره‌ای (دارای CO_2 با تراکم بالا) که به قلب می‌آید با زش‌های قلب به آبشش‌ها می‌رود و پس از تبادلات گازی، دیگر به قلب بر نمی‌گردد، بلکه مستقیماً به بافت‌های بدن می‌رود. درحالی که در سایر مهره‌داران خون تیره از قلب ابتدا به شش‌ها می‌رود و پس از تبادل اکسیژن و دی‌اکسید کربن، به قلب باز می‌گردد و سپس بار دیگر در گردش عمومی خون به حرکت در می‌آید و به اندام‌ها می‌رود (شکل ۵-۶).

قلب خزندگان، پرندگان و پستانداران از چهار حفره، دو دهلیز در بالا و دو بطن در پایین، ساخته شده است. سمت راست

شده است. لایه داخلی از جنس بافت پوششی است که حفره‌های دهلیز و بطن را می‌پوشاند. لایه میانی ماهیچه‌ای و ضخیم و بخش قابل انقباض قلب است و لایه خارجی بافت پیوندی است که آبشامه قلب را می‌سازد. در ساختار قلب، علاوه بر بافت ماهیچه‌ای میوکارد، نوعی بافت ماهیچه‌ای دیگر نیز وجود دارد که بافت گرهی خوانده می‌شود و در تولید و هدایت تحریک‌های قلب نقش اساسی دارد. ویژگی‌های ماهیچه قلب: میوکارد دهلیزها و میوکارد

بطن‌ها، هر کدام جداگانه به صورت یک مجموعه تارهای ماهیچه‌ای به هم پیوسته به انقباض درمی‌آیند. زیرا تارهای (سلول‌های) ماهیچه‌ای هر یک از این ماهیچه‌ها به یکدیگر متصل هستند و تحریک یک تار به سهولت از راه این اتصال‌ها به تارهای دیگر انتشار می‌یابد. در محل ارتباط ماهیچه دهلیزها به ماهیچه بطن‌ها یک بافت پیوندی عایق وجود دارد، به طوری که انتشار تحریک از دهلیزها به بطن‌ها، فقط از طریق بافت گرهی صورت می‌گیرد. قلب ماهیچه‌ای خودکار است و بافت گرهی، کانون زایش تحریک و انقباض آن است. اعصاب قلب می‌توانند این انقباض‌ها را تند یا کند کنند. به انقباض درآمدن ماهیچه قلب را سیستول و بازگشت آن به حالت آرامش را دیاستول می‌گویند.



شکل ۶-۶- قلب انسان

قلب خون را به شش‌ها می‌فرستد. این مسیر را گردش کوچک (ششی) می‌نامند. سمت چپ قلب خونی را که از شش‌ها آمده است، در مسیر گردش بزرگ به جریان می‌اندازد. دیواره قلب از سه لایه داخلی (آندوکارد)، میانی (میوکارد) و خارجی (پریکارد) ساخته

فعالیت ۱-۶

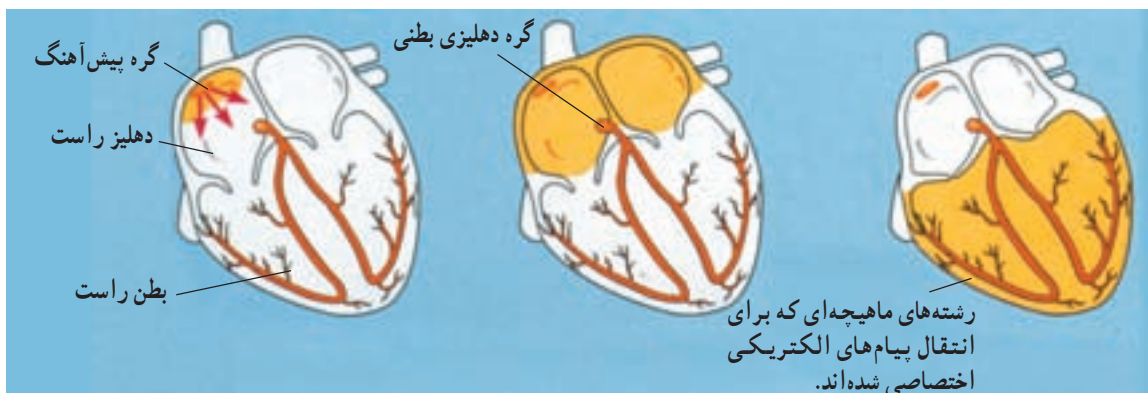


تشریح قلب گوسفند

مواد لازم برای هر گروه: قلب سالم گوسفند، تشک تشریح، وسایل تشریح.

الف — مشاهده شکل ظاهری: قسمت بیش‌تر قلب را بطن‌های آن تشکیل می‌دهند. محل بطن‌ها را لمس کنید. متوجه خواهید شد که دو بطن ضخامت یکسانی ندارند. بطن چپ دیواره قطورتری نسبت به بطن راست دارد. آیا علت این ضخامت زیاد را می‌توانید حدس بزنید؟ در روی بطن‌ها رگ‌های غذا دهنده قلب و مقداری جری نیز وجود دارد. در صورتی که قلب را با دقت از بدن گوسفند بیرون آورده باشند، آبشامه و مایع درونی آن به راحتی قابل مشاهده است، در غیر این صورت تنها پرده داخلی آبشامه که روی قلب چسبیده قابل مشاهده است که با نوک چاقو می‌توان کمی از آن را جدا کرد. در قاعده قلب سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌های قلب قابل مشاهده‌اند. دیواره سرخرگ‌ها در مقایسه با سیاهرگ‌ها محکم‌تر و دارای خاصیت ارتجاعی بیش‌تر هستند. با وارد کردن یک خودکار یا مداد به داخل آنها و تشخیص این که خودکار در دهلیز و یا بطن فرو می‌رود می‌توان سیاهرگ‌ها و سرخرگ‌ها را از یکدیگر تمیز داد.

ب — مشاهده بخش‌های درونی قلب: یک سوند شیاردار را از دهانه سرخرگ ششی به بطن راست وارد کنید، سپس دیواره سرخرگ و بطن راست را در امتداد آن با قیچی ببرید به این ترتیب دریچه سینه در ابتدای سرخرگ مشاهده می‌شود. سپس می‌توانید به مشاهده درون بطن بپردازید. در سطح داخلی بطن برآمدگی‌هایی ماهیچه‌ای دیده می‌شود که به نوک برخی از آنها طناب‌های ارتجاعی دریچه سه لختی متصل‌اند. در حد فاصل بین دهلیز و بطن راست دریچه سه لختی قابل مشاهده است. مشاهده بطن چپ با انجام اقدامات مشابه با شکافتن سرخرگ آنورت و دیواره بطن صورت می‌گیرد.



۱- گره پیش آهنگ پیام‌های الکتریکی را تولید می‌کند.

۲- پیام‌های الکتریکی در دهلیزها منتشر می‌شوند.

۳- پیام‌های الکتریکی در بطن‌ها منتشر می‌شوند.

شکل ۷-۶- بافت گرهی قلب و طرز کار آن

منتشر می‌شود. سرعت انتشار تحریک در گره دهلیزی-بطنی و الیاف دیواره بین دو بطن نسبتاً کم و در شبکه گرهی دیواره میوکارد زیاد است. به طوری که تحریک به سرعت و به صورت هم‌زمان ماهیچه هر دو بطن را فرا می‌گیرد.

دریچه‌های قلب و رگ‌ها: دریچه‌های دهلیزی-بطنی به صورت یک طرفه خون را از دهلیزها به بطن‌ها راه می‌دهند و بسته می‌شوند. این دریچه‌ها شامل دریچه دولختی (میترال) بین دهلیز چپ و بطن چپ و دریچه سه‌لختی، بین دهلیز راست و بطن راست است. این دریچه‌ها فاقد بافت ماهیچه‌ای هستند و جهت جریان خون آنها را باز یا بسته می‌کند. دریچه‌ها به وسیله رشته‌هایی به برجستگی‌های ماهیچه‌ای دیواره داخلی قلب اتصال دارند. در ابتدای آئورت و ابتدای سرخرگ ششی دریچه‌های سینی شکل دیده می‌شوند. این دریچه‌ها در هنگام ورود خون به سرخرگ‌ها باز می‌شوند و از بازگشت خون از سرخرگ‌ها به درون بطن‌ها جلوگیری می‌کنند. در طول سیاهرگ‌های نواحی پایین بدن، دریچه‌های لانه کبوتری وجود دارد که به صورت یک طرفه به سوی قلب باز می‌شوند و بازگشت خون از سیاهرگ‌ها به قلب را تسهیل می‌کنند (شکل ۱۳-۶).

صداها: قلب: در هر دوره قلبی که شامل سیستول و دیاستول دهلیزها و بطن‌هاست، صداهایی از قلب شنیده می‌شود. این صداها را می‌توان به کمک گوشی طبی از سمت چپ قفسه سینه شنید. دو صدای اصلی از قلب به گوش می‌رسد. صدای اول طولانی‌تر و به‌تر از صدای دوم است و در هنگام بسته شدن

بافت گرهی و خودکاری قلب: بافت گرهی که به علت نقش هدایت‌کننده خود بافت‌های نیز خوانده می‌شود، تحریک‌کننده میوکارد قلب است. هنگام به وجود آمدن قلب در جنین همه تارهای ماهیچه‌ای آن قادر به انقباض ذاتی هستند، ولی به تدریج با تمایز یافتن بافت ماهیچه‌ای قلب و افزایش قدرت انقباض تارها این خاصیت در میوکارد معمولی قلب از بین می‌رود و منحصراً در بافت گرهی قلب، باقی می‌ماند. بافت گرهی قلب انسان شامل یک گره سینوسی-دهلیزی، یک گره دهلیزی-بطنی و رشته‌هایی در دیواره بین دو بطن و در میوکارد بطن‌هاست. گره اول گره پیشاهنگ خوانده می‌شود و محل زایش تحریکات طبیعی قلب است. این گره در دیواره پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زیرین قرار گرفته است و از گره دوم بزرگتر است. تارهای ماهیچه‌ای این گره متناوباً به صورت خود به خودی تحریک می‌شوند. این تحریک به سایر تارهای میوکارد قلب منتقل می‌شود و آنها را به انقباض درمی‌آورد. گره دهلیزی-بطنی در حد فاصل بین دهلیزها و بطن‌ها و کمی متمایل به دهلیز راست قرار گرفته است. چند رشته از جنس بافت گرهی، گره‌های سینوسی-دهلیزی و دهلیزی-بطنی را به یکدیگر مربوط می‌سازد. تحریکی که در گره سینوسی-دهلیزی ایجاد می‌شود، سراسر ماهیچه دهلیزها را فرا می‌گیرد و پس از رسیدن به گره دهلیزی-بطنی به الیاف گرهی موجود در دیواره دو بطن منتقل می‌شود و از این راه به نوک بطن و سراسر بافت گرهی که در ماهیچه میوکارد پراکنده است و بالاخره به ماهیچه میوکارد

یک پدیده الکتریکی کلی نیز تولید می‌کند. این پدیده الکتریکی با توجه به هادی بودن بافت‌های بدن تا سطح پوست منتشر می‌شود و ثبت آن الکتروکاردیوگرافی نام دارد. منحنی ثبت شده الکتروکاردیوگرام است که به نوار قلب نیز شهرت دارد. برای الکتروکاردیوگرافی الکترودهای دستگاه الکتروکاردیوگراف را بر روی پوست قرار می‌دهند و جریان الکتریکی قلب که به وسیله دستگاه تقویت می‌شود به صورت یک منحنی روی کاغذ رسم، یا روی یک صفحه حساس نمایان می‌شود. این منحنی‌ها را می‌توان از جلو قفسه سینه و یا از اندام‌ها (دست‌ها و پای چپ) ثبت کرد. شکل منحنی‌ها در انواع مختلف ثبت، کمی متفاوت است. در یک منحنی عادی الکتروکاردیوگرام سه موج ثبت می‌شود که با حروف P، QRS و T نشان داده می‌شوند. موج P کمی قبل از انقباض دهلیزها و موج QRS کمی قبل از انقباض بطن‌ها رسم می‌شود و بخش T نیز کمی پیش از پایان یافتن انقباض بطن‌ها و بازگشت آنها به حالت آرامش ثبت می‌شود. در بیماری‌های قلبی تغییراتی در این منحنی‌ها پدیدار می‌شود که از آنها برای تشخیص

دریچه‌های دهلیزی - بطنی ایجاد می‌شود. صدای دوم مربوط به بسته شدن دریچه‌های سرخرگی (سینی شکل) است. در برخی بیماری‌های قلب و در نقایص مادرزادی در جدار بین دهلیزها یا بطن‌ها، ممکن است صداهای غیرطبیعی و ممتد از قلب شنیده شود.

کار قلب: هر دوره کار قلب شامل انقباض دهلیزها، انقباض بطن‌ها و استراحت عمومی قلب است. این دوره در انسان، در حالت استراحت، به ترتیب $1/3$ ، $0/4$ و $0/4$ ثانیه طول می‌کشد. در پایان دیاستول در حدود 120 میلی‌لیتر خون در هر بطن جمع می‌شود که تقریباً 70 میلی‌لیتر آن در سیستول بعدی وارد سرخرگ‌ها می‌شود. به مقدار خونی که در هر ضربه از هر بطن خارج می‌شود حجم ضربه‌ای و به حاصل ضرب حجم ضربه‌ای در تعداد زنبش‌های قلب در دقیقه برون‌ده قلب می‌گویند.

کاردیوگرافی و الکتروکاردیوگرافی: ثبت حرکات مکانیکی و تغییرات فشار درون حفره‌های قلب را کاردیوگرافی و منحنی ثبت شده را کاردیوگرام می‌گویند. قلب در هر انقباض

فعالیت ۲-۶



سرعت طپش قلب خود را اندازه بگیرید



محل احساس نبض

شکل ۸-۶

شما می‌توانید با لمس کردن محل نبض خود در مچ دست، سرعت زنبش قلب خود را اندازه بگیرید.

۱- روی صندلی یا نیمکت آرام بنشینید و کف یک دست خود را رو به بالا نگه دارید.

۲- با انگشت میانی دست دیگر محلی را که در شکل نشان داده شده است، به آرامی لمس کنید.

آیا حرکت نبض خود را احساس می‌کنید؟ اگر پاسخ منفی است مکان انگشت خود را کمی تغییر دهید تا هنگامی که نبض را احساس کنید.

۳- تعداد ضربان‌های نبض خود را که همیشه مساوی با ضربان‌های قلب‌تان است، به مدت یک دقیقه بشمارید.

۴- مرحله ۳ را چهار بار تکرار کنید و میانگین طپش قلب خود را در یک دقیقه به دست آورید. این عدد سرعت طپش قلب را در حال استراحت نشان می‌دهد.

۵- به مدت یک دقیقه بایستید.

۶- در حالی که هنوز ایستاده‌اید، ضربان‌های قلب خود را دو دقیقه، اندازه بگیرید. این کار را نیز پنج بار تکرار کنید و میانگین تعداد ضربان‌های قلب خود را در حالت ایستاده محاسبه کنید. بین دو عددی که به دست آورده‌اید چقدر تفاوت وجود دارد؟ فکر می‌کنید چرا این دو عدد متفاوت‌اند؟

می‌توانند حجم زیادی خون را در خود جای دهند. سرخرگ‌ها با دیواره قابل ارتجاعی خود، بخشی از انرژی سیستول قلب را در دیواره خود ذخیره می‌کنند و در دیاستول به خون برمی‌گردانند و به این ترتیب پیوستگی خون در رگ‌ها را تأمین می‌کنند.

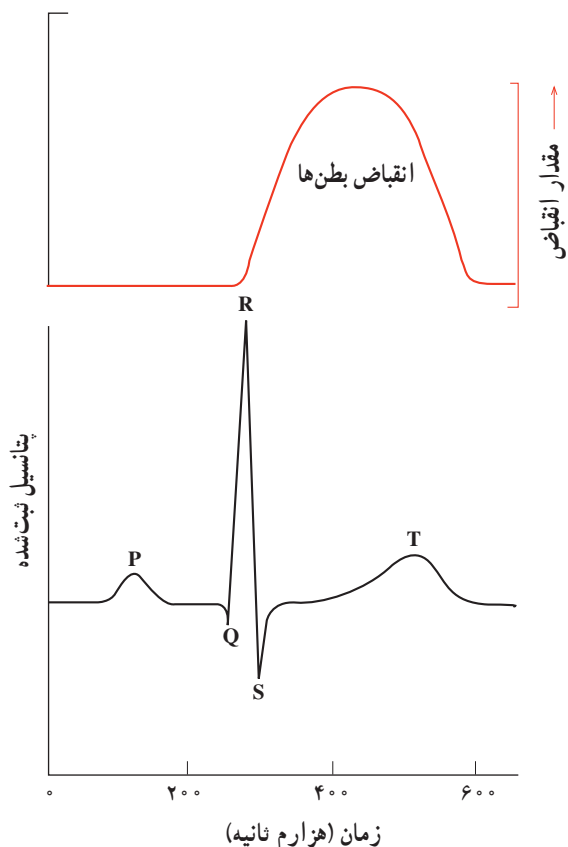
دیواره مویرگ‌ها فقط از یک ردیف سلول ساخته شده و باعث تبادلات بین خون و مایع بین‌سلولی می‌شود.

تعداد زیاد گلبول‌های قرمز و پروتئین‌های پلاسما از یک سو و کمی قطر رگ‌ها از سوی دیگر، نوعی مقاومت ایجاد می‌کنند و موجب می‌شوند که حرکت خون در رگ‌ها به فشار نسبتاً زیادی نیاز داشته باشد. سرعت سیر خون در وسط رگ‌ها بیش از کناره‌های آن است. سرعت متوسط خون در آئورت از رگ‌های دیگر بیش‌تر است.

توزیع خون در بافت‌ها: خون‌رسانی به بافت‌ها و کم و زیاد شدن آن با عوامل مختلف ارتباط دارد که قطر رگ‌ها و تعداد ضربان‌های قلب را تغییر می‌دهند. سرخرگ‌های کوچک در دیواره خود ماهیچه‌های صاف حلقوی فراوان دارند و مهم‌ترین نقش را در تغییر مقدار خون بافت‌ها به عهده دارند، زیرا ماهیچه‌های دیواره آنها بر اثر مواد شیمیایی و یا تحریک عصبی به سرعت به انقباض یا انبساط درمی‌آیند و قطر رگ را کم یا زیاد می‌کنند. اندام‌هایی که به‌طور طبیعی متابولیسم شدید دارند و یا به‌طور موقت فعال‌تر می‌شوند خون بیش‌تری را به‌سوی خود می‌کشند، زیرا تغییرات حاصل از متابولیسم، مانند کاهش اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن و گرما مستقیماً بر دیواره رگ‌ها اثر می‌کند و باعث گشاد شدن رگ‌ها می‌شود. فقط واکنش رگ‌های دیواره کیسه‌های هوایی شش‌ها در برابر کمبود اکسیژن با نواحی دیگر بدن متفاوت است.

فشار سرخرگی: فشار خون در سرخرگ‌ها بین دو حد، یعنی حداکثر و حداقل، نوسان می‌کند و به‌علت خاصیت ارتجاعی دیواره آنها به صفر نمی‌رسد. فشار خون در مسیر گردش خون به‌تدریج پایین می‌آید. در انسان به‌علت وضعیت قائم بدن، فشار سرخرگی نسبتاً بالاست و خون‌رسانی به مغز را در حالت ایستاده تأمین می‌کند.

نوع بیماری استفاده می‌کنند. این تغییرات ممکن است در شکل منحنی، ارتفاع آن و یا زمان بخش‌های مختلف پدیدار شود. مثلاً بزرگ شدن قلب در مواردی، مانند فشار خون مزمن و تنگی دریچه‌ها باعث افزایش ارتفاع QRS و انفارکتوس قلب که ناشی از نرسیدن خون به میوکارد است، موجب کاهش این ارتفاع می‌شود و اگر تحریک ایجاد شده در گره سینوسی کندتر از حالت عادی به سوی بطن‌ها هدایت شود، فاصله زمانی P تا Q از حد طبیعی خود بیش‌تر می‌شود. بی‌نظمی‌های زنجیر قلب نیز روی منحنی‌های الکتروکاردیوگرام نمایان می‌شوند (شکل ۹-۶).



شکل ۹-۶ الکتروکاردیوگرام و ارتباط آن با انقباض بطن‌ها

گردش خون در رگ‌ها: در هر دو مسیر گردش بزرگ و گردش کوچک، رگ‌ها شامل سرخرگ‌های بزرگ، سرخرگ‌های کوچک، مویرگ‌ها، سیاهرگ‌های کوچک و سیاهرگ‌های بزرگ است. بیش‌ترین مقدار خون در سیاهرگ‌هاست.

سیاهرگ‌ها با داشتن قطر زیاد و مقاومت کم دیواره خود،

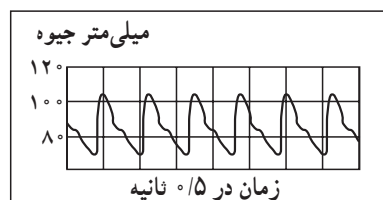
خودآزمایی ۲-۷

- ۱- منظور از دستگاه گردش خون ساده و مضاعف چیست؟ در هر مورد یک مثال ذکر کنید.
- ۲- خونی که از بخش‌های پایین بدن به طرف قلب می‌رود چه مسیرهایی را طی می‌کند تا به بافت مغز برسد؟
- ۳- لایه‌های مختلف دیواره قلب را نام ببرید. مهم‌ترین ویژگی ماهیچه قلب چیست؟
- ۴- نقش بافت هادی را در تولید و هدایت پیام الکتریکی قلب، شرح دهید.
- ۵- در هنگام دیاستول و سیستول چه درجه‌هایی باز و چه درجه‌هایی بسته هستند؟ هریک از صداهای قلب مربوط به بسته شدن چه درجه‌ای است؟
- ۶- براساس مثالی که در کتاب برای مدت زمان هریک از مراحل ضربان قلب شرح داده شده است، قلب در هر دقیقه چند ضربان خواهد داشت؟ اگر حجم ضربه‌ای ۶۵ میلی لیتر باشد، برون ده قلب چقدر خواهد بود؟
- ۷- یک منحنی الکتروکاردیوگرام را رسم کنید. هریک از مراحل آن را مختصراً توضیح دهید.

فعالیت ۳-۶



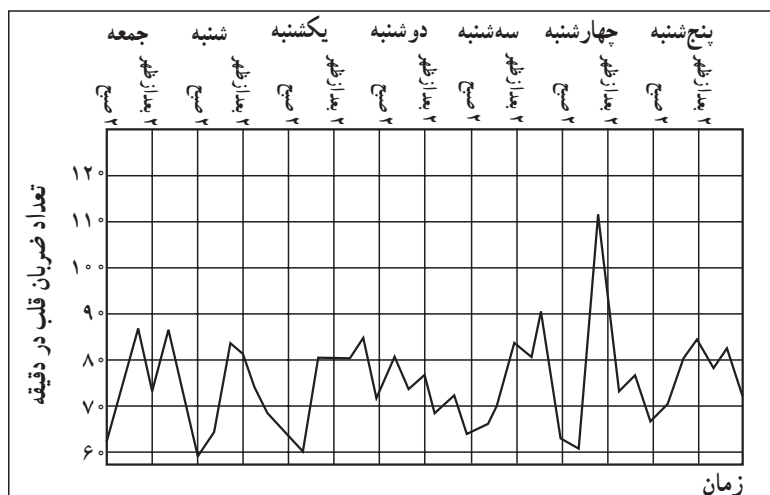
- ۱- فشار خون یک شخص را می‌توان با قراردادن دستگاه الکترونیکی حساس به فشار، درون یکی از سرخرگ‌ها به‌طور دائم اندازه گرفت. نمودار زیر تغییرات فشار خون شخصی را که به ترتیب فوق به‌دست آمده است، نشان می‌دهد:



شکل ۱-۶

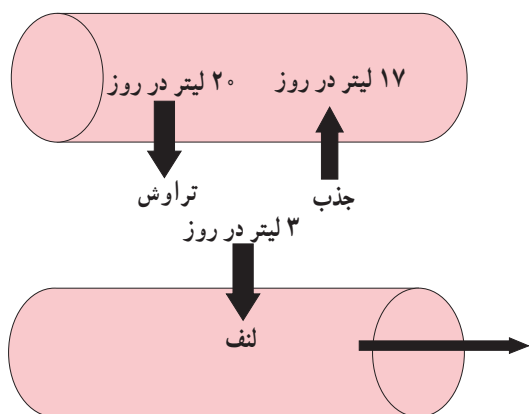
- الف - فکر می‌کنید چرا فشار خون مرتب بالا و پایین می‌رود؟
- ب - چه عواملی ممکن است باعث افزایش تعداد این امواج در واحد زمان بشوند؟
- ۲- برای هر کدام از موارد زیر، حداقل یک دلیل ذکر کنید:
 - الف - دیواره بطن چپ بزرگ‌تر از دیواره بطن راست است.
 - ب - لایه ماهیچه‌ای موجود در دیواره سرخرگ‌ها ضخیم‌تر از لایه ماهیچه‌ای دیواره سیاهرگ‌هاست.
 - ج - دیواره مویرگ‌ها بسیار نازک است.
 - د - در سیاهرگ‌ها درجه‌هایی وجود دارد.
- ۳- آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد دیواره سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از نظر خاصیت کش‌سانی یکسان نیستند.
- ۴- سرعت متوسط خون در سرخرگ‌ها در حدود ۳۵ سانتی متر در ثانیه است، اما این سرعت در مویرگ‌ها ۵/۰ میلی متر در ثانیه است:
 - الف - سرعت حرکت خون در سرخرگ‌ها چند برابر سرعت حرکت خون در مویرگ‌هاست؟
 - ب - این تفاوت به چه علت است؟
 - ج - چرا لازم است سرعت حرکت خون در مویرگ‌ها، به نسبت آهسته باشد؟
- ۵- نمودار صفحه بعد تعداد ضربان‌های قلب یک بیمار را که هر ۴ ساعت یک‌بار اندازه‌گیری شده است، نشان می‌دهد.
 - الف - آیا می‌توانید تغییراتی تناوبی در تپش‌های قلب این بیمار ببایید؟ اگر پاسخ مثبت است، آن را توصیف کنید.

- ب - آیا روش رسم نمودار برای نشان دادن حرکات قلب این بیمار را مناسب می دانید؟ پاسخ خود را شرح دهید.
- ج - بیشترین و کمترین زتسهای قلب چه هنگامی انجام شده اند؟
- د - چند دلیل برای ایجاد این بیشترین و کمترین زتسها ذکر کنید.



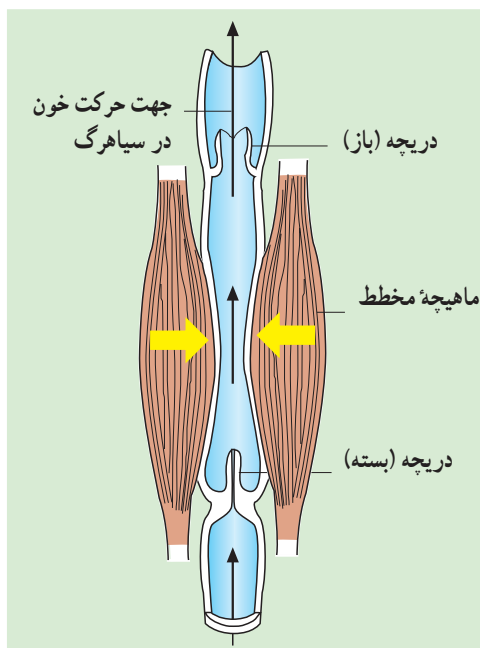
شکل ۶-۱۱

است. به همین جهت مقدار زیادی از ترکیبات پلاسما در ابتدای مویرگها به فضاهای بین سلولی می رود، ولی در حدود ۹۰ درصد حجم این مایع در انتهای مویرگها دوباره به درون خون برمی گردد و ۱۰ درصد باقی مانده به وسیله رگهای لنفی به گردش سیاهرگی بازگردانده می شود (شکل ۶-۱۲). کمبود پروتئین در خون، افزایش فشار درون سیاهرگها، بسته شدن رگهای لنفی، آسیب دیواره مویرگها و افزایش سدیم بدن از عوامل ایجاد خیز است. مویرگهای مغز نسبت به سایر مویرگها نفوذپذیری کمتری دارند و دیواره آنها از ورود بسیاری از مواد موجود در خون به مغز جلوگیری می کند. همه مویرگها به جز مویرگهای کلیه



شکل ۶-۱۲ - زایش و گردش مایع بین سلولی

گردش خون در مویرگها: مویرگها تبادل مواد بین خون و مایع میان بافتی را تأمین می کنند. دیواره مویرگها از یک ردیف سلول ساخته شده و نفوذپذیری آن زیاد است. در ابتدای هر مویرگ یک ماهیچه صاف حلقوی وجود دارد که به صورت یک دریچه عمل می کند و با انقباض و انبساط خود، دهانه مویرگ را بسته یا باز می کند. به این ترتیب در هر لحظه در اغلب بافتها، فقط تعدادی از مویرگها باز هستند. اغلب مویرگها در دیواره خود منافذ زیادی دارند که باعث افزایش نفوذپذیری آنها می شود. از این منافذ علاوه بر آب و گازهای تنفسی مواد غذایی ساده و مولکولهای ریز عبور می کنند، ولی گلبولهای قرمز و پروتئینهای درشت نمی گذرند. در تولید گردش و بازگشت مایع بین سلولی فشار تراوشی و تفاوت فشار اسمزی شرکت دارند و با یکدیگر مقابله می کنند. فشار تراوش نتیجه فشار خون است که در جهت بیرون راندن مواد از مویرگ اثر می کند. تفاوت فشار اسمزی بین پلاسمای درون مویرگ و مایع بین سلولی در جهت عکس عمل می کند، زیرا فشار اسمزی پروتئینهای پلاسما بیش از فشار اسمزی پروتئینهای مایع میان بافتی است. در ابتدای مویرگها فشار تراوش بیش از فشار اسمزی است، در حالی که در انتهای مویرگها فشار اسمزی بیش تر



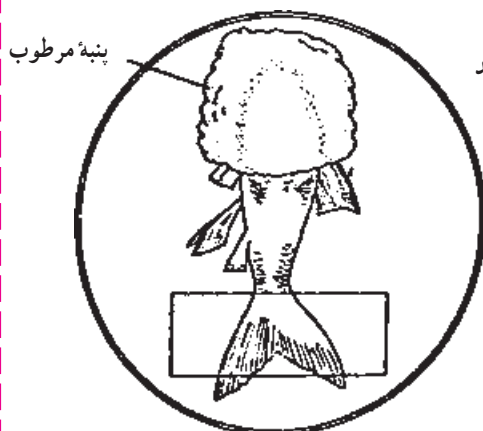
شکل ۱۳-۶ حرکت خون در سیاهرگ‌ها

گردش خون در سیاهرگ‌ها: سیاهرگ‌ها بیش‌ترین مقدار خون را در خود جا داده‌اند. قطر سیاهرگ‌ها بیش‌تر از سرخرگ‌ها و دیواره آنها کم مقاومت است. باقی مانده فشار سرخرگی باعث ادامه جریان خون در سیاهرگ‌ها می‌شود. علاوه بر آن فشار منفی (مکش) قفسه سینه که به سیاهرگ‌های این ناحیه منتقل می‌شود و فشاری که بر اثر پایین آمدن پرده دیافراگم در هنگام دم بر شکم وارد می‌شود و به خصوص حرکات موزون ماهیچه‌ها که به سیاهرگ‌های مجاور خود اثر می‌گذارند، کمک مؤثری به جریان خون در سیاهرگ‌ها می‌کند. وجود دریچه‌های سیاهرگی یک طرفی در اغلب سیاهرگ‌ها که به سوی قلب باز می‌شوند نیز بازگشت خون به قلب را تسهیل می‌کند و در موقع ایستادن اثر نامساعد نیروی گرانش زمین را بر گردش خون در سیاهرگ‌ها کاهش می‌دهد (شکل ۱۳-۶).

فعالیت ۴-۷



مشاهده گردش خون ماهی



شکل ۱۴-۶ طرز استفاده از باله دم ماهی برای مشاهده جریان خون در رگ‌ها

بدن یک ماهی کوچک را مطابق شکل ۱۴-۶ در پنبه مرطوب بپیچید به طوری که فقط باله دم آن بیرون باشد. ماهی را در ظرف پتری که اندکی آب دارد قرار دهید، روی باله دم یک لام بگذارید تا آن را گسترده نگهدارد. حال آن قسمت از ظرف پتری را که حاوی باله و لام است در زیر میکروسکوپ قرار دهید و ابتدا با بزرگ‌نمایی کم و سپس با بزرگ‌نمایی متوسط آن را مشاهده کنید. در صورتی که ماهی به حد کافی کوچک باشد می‌توانید آن را روی لام مرطوب ببندید و باله دم آزاد آن را در زیر میکروسکوپ ببینید. گزارشی از آنچه مشاهده می‌کنید به معلم خود ارائه دهید.

بیش‌تر بدانید

روش‌های تشخیص بیماری‌های قلب و رگ‌ها

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

ثبت فعالیت‌های دستگاه گردش خون در یک دوره‌ی زمانی: متخصصان با متصل کردن دستگاه‌های الکترونیکی ویژه‌ای به بدن فرد، فشارخون و فعالیت الکتریکی قلب او را در مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت تحت نظر قرار می‌دهند. در این حالت فرد فعالیت‌های معمول خود را انجام می‌دهد. پزشکان با بررسی نمودارهای حاصل به چگونگی کار قلب و رگ‌ها در شرایط مختلف پی می‌برند.

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

اسکن قلب: این روش برای تشخیص خون‌رسانی سرخرگ‌های کرونر قلب در دو حالت همراه با آزمون ورزش و استراحت انجام می‌شود. در مرحله‌ی نخست فرد مدتی بر روی نقاله‌ی متحرک حرکت می‌کند، سپس یک رادیودارو به یکی از سیاهرگ‌های او تزریق می‌شود. پس از آن یک دستگاه آشکارساز پرتوهای حاصل از رادیوداروی موجود در بدن بیمار را به الکتریسیته تبدیل و آن‌ها را به صورت تصاویر رنگی ثبت می‌کند. در مرحله‌ی دوم بدون انجام ورزش به بیمار رادیودارو تزریق و تصویربرداری انجام می‌شود. تصاویرهای حاصل از هر دو مرحله را متخصص پزشکی هسته‌ای و گزارش آزمون ورزش را نیز متخصص قلب و عروق تفسیر می‌کند. در این روش بخش‌های آسیب دیده‌ی قلب و تنگی موجود در رگ‌های آن مشخص می‌شوند.

خودآزمایی ۳-۷

- ۱- توزیع خون در بافت‌ها چگونه کنترل می‌شود، چه عواملی باعث گشادشدن رگ‌های بافت‌ها می‌شوند؟
- ۲- تغییرات فشار خون در سرخرگ‌های گردش بزرگ و گردش ششی، چگونه است؟
- ۳- چه نوع سازگاری‌هایی بین ساختار دیواره‌ی سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها و نقش هریک دیده می‌شود؟
- ۴- چه نیروهایی در تبادل مواد بین مویرگ‌ها و بافت‌ها دخالت دارند. نقش هریک در مبادله مواد چیست؟
- ۵- چه عواملی در بازگشت خون از سیاهرگ‌ها به قلب مؤثرند؟

خون مایعی است که درون رگ‌ها حرکت می‌کند

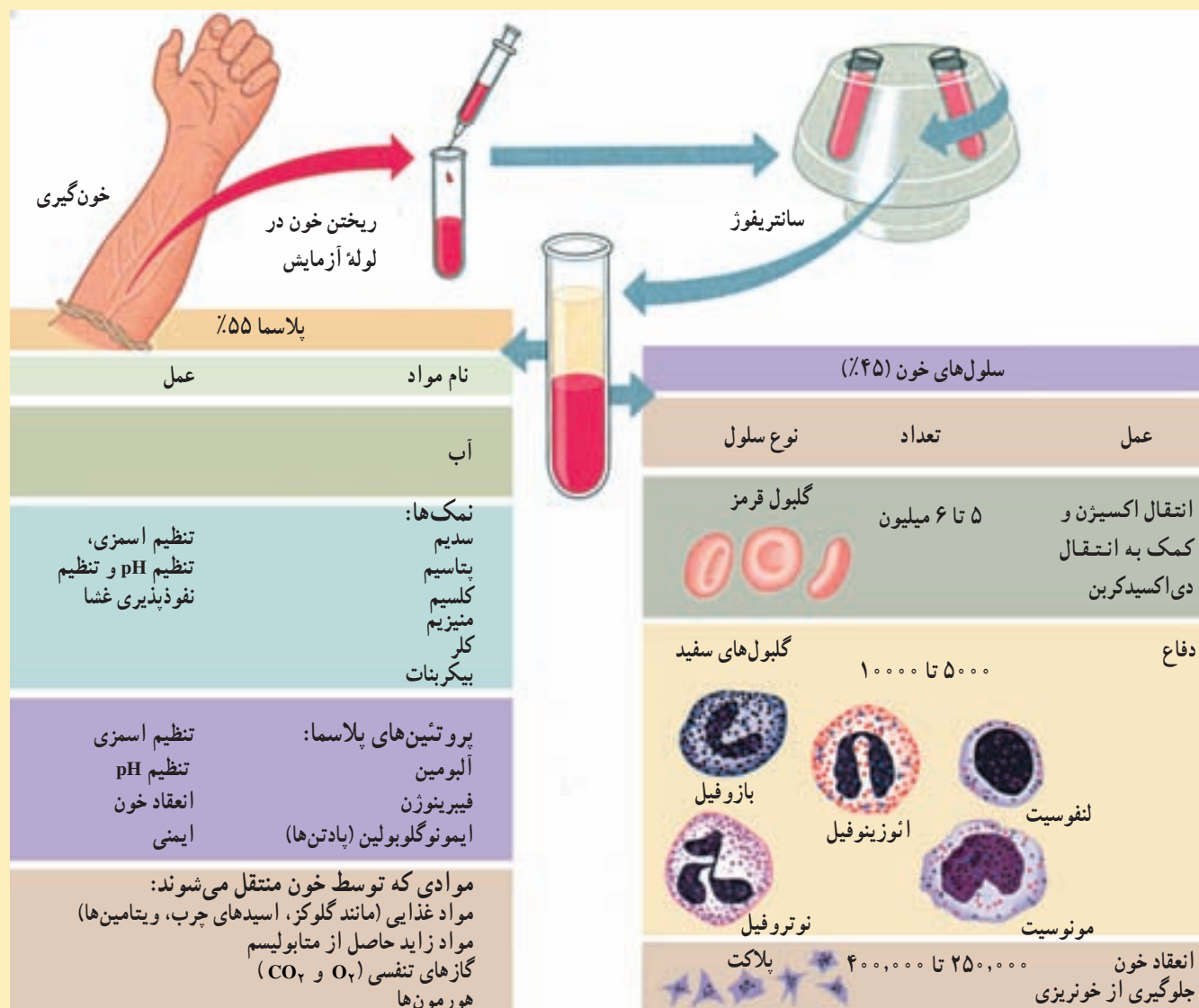
در جانورانی که گردش خون بسته دارند، خون فقط با آن دسته از سلول‌هایی که در دیواره‌ی داخلی قلب و رگ‌ها قرار دارند، تماس مستقیم دارد. در این جانوران بخشی از پلاسمای خون از دیواره‌ی مویرگ‌ها به فضاهای بین سلول‌ها نفوذ می‌کند و مایع میان بافتی را می‌سازد. این مایع پس از تغذیه‌ی سلول‌ها به وسیله‌ی رگ‌های لنفی جمع‌آوری و به سیاهرگ‌ها بازگردانده می‌شود. در جانورانی که گردش خون باز دارند در بین سرخرگ‌ها

خون ارتباط شیمیایی بین سلول‌های بدن را امکان‌پذیر می‌سازد. حرکت خون در بدن علاوه بر انتقال مواد غذایی، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن، هورمون‌ها و مواد دیگر، به تنظیم دمای بدن و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن کمک می‌کند. خون با عمل گلبول‌های سفید در ایمنی بدن و دفاع در برابر عوامل خارجی نقش اساسی دارد.

شناورند. در انسان بالغ خون در حدود ۸ درصد کل وزن بدن را تشکیل می‌دهد. ۵۵ درصد حجم خون را پلاسما و ۴۵ درصد آن را سلول‌های خونی تشکیل می‌دهند. نسبت حجم سلول‌ها به حجم خون هماتوکریت نام دارد که به درصد بیان می‌شود (شکل ۱۵-۶).

و سیاهرگ‌ها شبکه مویرگی کامل وجود ندارد و خون مستقیماً به فضای بین سلول‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت سلول‌ها جریان می‌یابد. این مایع همولنف نام دارد و نقش خون، مایع میان بافتی و لنف را داراست. در خون گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها (گرده‌ها) در یک محیط مایع به نام پلاسما

بیش‌تر بدانید



شکل ۱۵-۶- اجزای خون

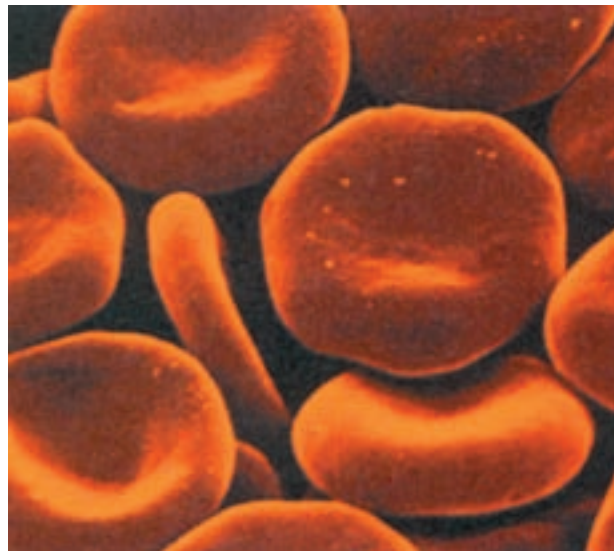
به بعد گلبول سازی فقط در مغز استخوان های پهن و بخش کوچکی از استخوان های دراز که به تنه متصل هستند، ادامه می یابد. عامل تنظیم کننده تولید گلبول های قرمز ماده ای به نام اریتروپویتین است که بر اثر کاهش اکسیژن رسانی به بافت ها از کلیه ها و کبد ترشح می شود و بر سلول های زاینده مغز استخوان اثر می کند و تولید گلبول های قرمز را افزایش می دهد. برای تولید گلبول های قرمز وجود ویتامین B_{12} و اسید فولیک ضرورت دارد. همان طور که می دانید، با توجه به این که سلول های دیواره معده با ترشح گلیکوپروتئینی (پروتئین + کربوهیدرات) به نام فاکتور داخلی معده از تخریب ویتامین B_{12} به وسیله آنزیم های معده جلوگیری می کند، آسیب مخاط معده باعث کم خونی وخیم می شود.

هموگلوبین پروتئین آهن داری است. در بدن فرد بالغ و سالم در حدود ۴ گرم آهن وجود دارد که بخش اصلی آن در هموگلوبین گلبول های قرمز و نیز در میوگلوبین ماهیچه هاست. کمبود آهن بدن باعث کوچک شدن گلبول های قرمز و کاهش هموگلوبین آنها می شود. هر مولکول هموگلوبین دارای یک بخش پروتئینی به نام گلوبین و یک بخش آهن دار به نام هم است.

مرگ گلبول های قرمز: عمر گلبول های قرمز پس از ورود به خون در حدود ۱۲۰ روز است. با افزایش سن آنها، از مقدار آنزیم های آنها کم و غشا شکننده می گردد. این گلبول ها در موقع عبور از مویرگ های باریک کبد و طحال آسیب می بینند و از بین می روند. هموگلوبین آزاد شده، به وسیله ماکروفاژها تجزیه می شود و آهن آن بار دیگر به مغز استخوان انتقال می یابد و برای ساخته شدن گلبول های جدید به کار می رود. گلوبین نیز وارد چرخه های متابولیک پروتئین ها می شود. بیلی روبین که ماده اصلی رنگی صفراست، به وسیله ماکروفاژها از تجزیه هموگلوبین به وجود می آید.

کاهش تعداد گلبول های قرمز و نیز کاهش مقدار هموگلوبین گلبول ها را آنمی، و به افزایش آنها پلی سیتمی می گویند. از دست دادن خون و کمبود آهن از علل مهم آنمی و کم رسیدن اکسیژن به بافت ها و یا پرکاری غیرطبیعی مغز استخوان علت اصلی پلی سیتمی است.

گلبول های قرمز (اریتروسیت ها): این سلول ها که در انسان و بسیاری دیگر از جانوران بدون هسته هستند، تقریباً همه اجزای سلولی خود را از دست داده اند و از ماده ای به نام هموگلوبین پر شده اند. در دو طرف مقعر هستند (شکل ۱۶-۶). شکل خاص گلبول های قرمز موجب می شوند تا این سلول ها بتوانند تغییر شکل دهند و از مویرگ های باریکی که در برخی نواحی بدن از اندازه گلبول ها نیز کوچک تر هستند، عبور کنند. البته برخی از گلبول های پیر در عبور از این رگ ها، آسیب می بینند و از بین می روند. در ارتفاعات که فشار اکسیژن هوا کم تر است بر تعداد گلبول های قرمز خون افزوده می شود. گلبول های قرمز به وسیله هموگلوبین خود اکسیژن خون را حمل و پخش می کنند و نقش مختصری نیز در جابه جایی دی اکسید کربن دارند. گلبول های قرمز علاوه بر آن با دارا بودن مقدار زیادی آنزیم انیدراز کربنیک (فصل ۵) در غشای خود به ترکیب آب و دی اکسید کربن کمک می کنند و با این عمل خود در جابه جایی و دفع دی اکسید کربن نیز نقش بسیار مهم دارند.



شکل ۱۶-۶ - گلبول های قرمز

زایش گلبول های قرمز: در دوره جنینی گلبول های قرمز ابتدا در کیسه زرده و سپس در کبد، طحال، گره های لنفی و مغز استخوان ساخته می شوند. مغز استخوان های دراز و پهن همچنان به تولید گویچه های قرمز ادامه می دهند و از حدود ۵ سالگی



- ۱- در هر میلی متر مکعب خون، به طور متوسط پنج میلیون گلبول قرمز وجود دارد. سطح هر گلبول قرمز 120 میکرومتر مربع و حجم خون انسان به طور متوسط 5 لیتر است :
- الف - در خون انسان حدوداً چند گلبول قرمز وجود دارد؟
- ب - مجموع سطوح گلبول های قرمز خون یک انسان چند مترمربع است؟
- ج - وجود این سطح از گلبول قرمز، چه مزیتی دارد؟
- ۲- چرا از دست دادن بیش از دو لیتر خون خطرناک است؟
- ۳- پژوهشگری تعداد متوسط گلبول های قرمز افرادی را که در ارتفاع 5860 متری از سطح دریا زندگی می کنند و نیز تعداد متوسط گلبول های قرمز خون افرادی را که در کنار دریا زندگی می کنند، اندازه گرفته است :

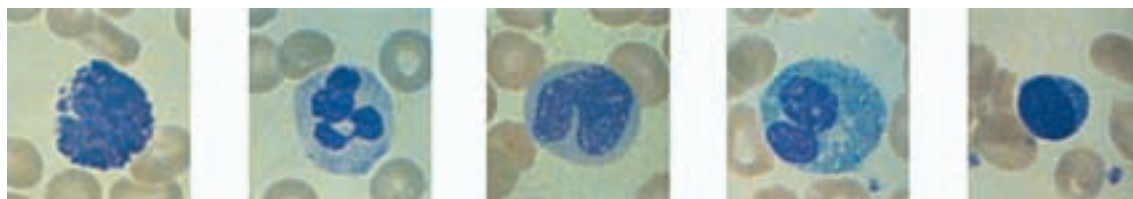
| | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| در سطح دریا | ۵ میلیون در هر میلی مترمکعب |
| در ارتفاع 5860 متری سطح دریا | $7/4$ میلیون در هر میلی مترمکعب |

فکر می کنید دلیل این تفاوت چیست؟

ائوزینوفیل ها از نظر ظاهری به نوتروفیل ها شباهت دارند ولی قدرت آندوسیتوز (فصل ۲) آنها کم تر است. ائوزینوفیل ها در عفونت های انگلی افزایش می یابند و با ترشح موادی می توانند بسیاری از انگل ها را نابود سازند. در حساسیت ها (آلرژی ها) نیز تعداد ائوزینوفیل ها زیاد می شود. بازوفیل ها در ترشح هیپارین که یک ماده ضد انعقاد خون است و هیستامین که گشاد کننده رگ هاست دخالت دارند.

مونوسیت ها به همراه نوتروفیل ها با حمله به باکتری ها، ویروس ها و سایر ذرات خارجی که به بدن وارد شده اند، آنها را از بین می برند. مونوسیت ها پس از خروج از خون و ورود به بافت های بدن به صورت سلول های درشتی به قطر 80 میکرون به نام ماکروفاژ درمی آیند و با داشتن لیزوزوم های فراوان در مبارزه با عوامل بیماری زا نقش مهمی دارند. مونوسیت ها و نوتروفیل ها دارای حرکات آمیبی شکل هستند و به کمک پدیده ای به نام دیپلداز از منافذ رگ های خونی عبور می کنند.

گلبول های سفید: این سلول ها در مغز قرمز استخوان ساخته می شوند و به تعداد تقریبی 7000 در هر میلی متر مکعب خون سیستم دفاعی بدن را می سازند. گلبول های سفید به دو نوع اصلی گرانولوسیت و آگرانولوسیت تقسیم می شوند. گرانولوسیت ها خود شامل سه گروه : نوتروفیل، ائوزینوفیل و بازوفیل هستند. آگرانولوسیت ها به دو گروه لنفوسیت و مونوسیت تقسیم می شوند. طول عمر گلبول های سفید به جز مونوسیت هایی که در بافت ها به ماکروفاژ تبدیل می شوند و می توانند تا بیش از یک سال زنده بمانند، از چند ساعت تا چند هفته بیش تر نیست. مهم ترین اعمال گلبول های سفید به شرح زیر است : نوتروفیل ها سلول هایی هستند که تحرک زیاد دارند. این سلول ها با خاصیت تاکتیک شیمیایی به سوی ذرات خارجی یا بافت های در حال تخریب کشیده می شوند و با پدیده فاگوسیتوز موجب از بین رفتن آنها می شوند.



بازوفیل

نوتروفیل

مونوسیت

ائوزینوفیل

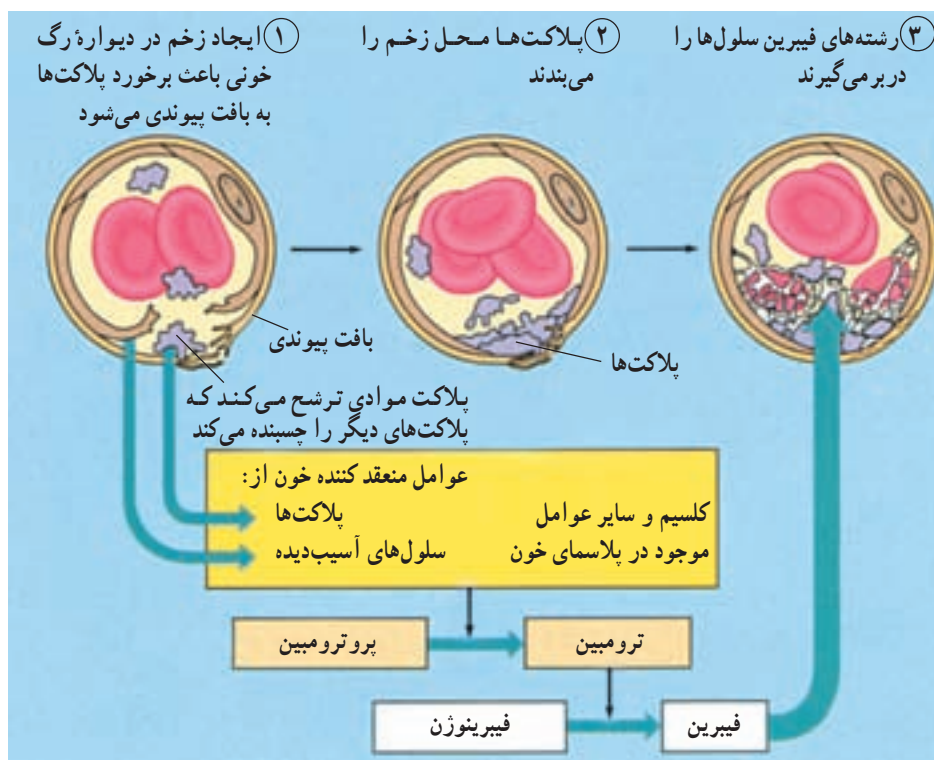
لنفوسیت

انعقاد خون: اگر یک رگ خونی پاره شود، برای جلوگیری از خونریزی تغییراتی در محل زخم رخ می‌دهد که اگر پارگی رگ زیاد نباشد، به بسته شدن آن منجر می‌شود. پلاکت‌ها در این واکنش‌ها نقش اساسی دارند.

انقباض ماهیچه‌های صاف دیواره رگ در محل بریدگی و آماس و به هم چسبیدن پلاکت‌ها و بالاخره لخته شدن خون مانع خونریزی می‌شود. در روند انعقاد، فیبرینوژن محلول در پلاسما، تحت تأثیر ماده‌ای به نام ترومبین به رشته‌های فیبرین تبدیل می‌شود و فیبرین گلبول‌های خون را با خود جمع می‌کند و لخته را می‌سازد. ترومبین از شکسته شدن یکی از پروتئین‌های پلاسما به نام پروترومبین به وجود می‌آید. این عمل تحت تأثیر ماده‌ای به نام ترومبوپلاستین صورت می‌گیرد که از بافت‌های آسیب‌دیده جدار رگ‌ها، یا از پلاکت‌ها آزاد می‌شود. وجود ویتامین K و کلسیم برای انجام روند انعقاد خون لازم است.

گروه‌های خونی: در سال گذشته با چهار گروه خون اصلی به نام‌های A و B و AB و O آشنا شدید و دیدید که نوع گروه خونی بستگی به نوع آنتی‌ژن موجود در غشاء گلبول قرمز دارد. علاوه بر آنتی‌ژن A و B گلبول‌های قرمز اکثر افراد دارای آنتی‌ژن دیگری به نام Rh نیز هستند.

آنتی‌ژن رزوس (Rh): به افرادی که آنتی‌ژن Rh دارند، Rh^+ و به کسانی که فاقد آن هستند Rh^- می‌گویند. اگر خون Rh^+ را به فرد Rh^- تزریق کنند، پادتن ضد Rh در خون او ساخته می‌شود به طوری که اگر چنین تزریقی تکرار شود، واکنش شدیدی در بدن میزبان پدید می‌آید. در بارداری‌هایی که Rh خون مادر منفی و Rh خون جنین مثبت باشد، به علت ورود مقداری آنتی‌ژن‌های Rh از خون جنین به خون مادر، پادتن‌های ضد Rh در بدن مادر به وجود آمده از جفت عبور می‌کنند و موجب آگلوتینه شدن خون جنین می‌شوند. این واکنش از حاملگی‌های دوم به بعد ظاهر می‌شود.



شکل ۱۸-۶- مراحل انعقاد خون

خودآزمایی ۴-۷

- ۱- مهم‌ترین اعمال خون را نام ببرید.
- ۲- نقش پروتئین‌های خون، گلبول‌های قرمز و هریک از گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها را در جریان خون مختصراً توضیح دهید.
- ۳- هریک از موارد زیر در تولید گلبول قرمز چه نقشی را به عهده دارند؟
مغز قرمز استخوان، اریتروپوئیتین، فاکتور داخلی، آهن
- ۴- با رسم شکل مراحل انعقاد خون را تشریح کنید.

دستگاه لنفی به گردش خون و نیز به ایمنی بدن کمک می‌کند

گاهی ممکن است پزشک زیر چانه و گردن ما را برای پیدا کردن «غده‌ها» لمس کرده باشد. متورم بودن این گره‌ها، علامت بیماری است. کار این گره‌ها چیست؟ برای یافتن پاسخ این پرسش، لازم است دستگاه گردش خون را بار دیگر مرور کنیم.

هنگامی که خون درون مویرگ‌ها حرکت می‌کند، مایعی از میان دیواره مویرگ‌ها به خارج آنها نشت می‌کند. این مایع که از پلاسما منشأ می‌گیرد، در بافت‌هایی که در مجاورت آن مویرگ قرار دارند، به گردش درمی‌آید و در این حالت مایع میان بافتی نامیده می‌شود. پروتئین‌ها و گلبول‌های خون از مویرگ خارج نمی‌شوند. بخشی از مایع میان بافتی پس از تبادل مواد با سلول‌ها بار دیگر به مویرگ‌ها باز می‌گردد؛ اما بخشی از آن به رگ‌های باریکی که مویرگ لنفی نامیده می‌شوند، وارد می‌شود. مایع مذکور هنگامی که درون دستگاه لنفی در جریان است، لنف نامیده می‌شود. لنف مایعی بی‌رنگ است.

فعالیت ۶-۷



- ۱- شخصی دندان درد گرفته است، اما پس از مدتی گره لنفی زیر گلو او متورم و دردناک شده است. علت آن چیست؟
- ۲- چرا وجود گره‌های لنفی فراوان در گلو و گردن لازم است؟

خودآزمایی ۵-۷

- ۱- مایع میان بافتی و لنف چگونه به وجود می‌آیند؟ تفاوت آنها با پلاسما در چیست؟
- ۲- نقش گره لنفی چیست؟ چند نوع گره لنفی نام ببرید.



شکل ۱۹-۶- بخشی از دستگاه لنفی در سر و گردن

ریشه‌ها گیاه را در خاک ثابت نگه می‌دارند، اما نقش مهم‌تر آنها جذب آب و یون‌های معدنی محلول از خاک است. در نزدیکی رأس ریشه، تارهای کشنده از لایه خارجی، یعنی روپوست (فصل ۳) ایجاد می‌شوند. تارهای کشنده فقط در منطقه کوچکی از ریشه، قابل مشاهده هستند. این تارها در اصل سلول‌های روپوستی طولی شده‌ای هستند (شکل ۲۰-۶) که سطح وسیعی را برای جذب آب فراهم می‌کنند.

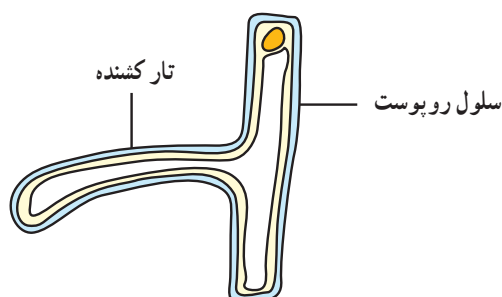
رگ‌های لنفی در همه جای بدن حضور دارند و شبکه‌ای به نام دستگاه لنفی تشکیل می‌دهند. لنف سرانجام به یکی از سیاهرگ‌های بدن می‌ریزد و به این طریق دوباره به خون باز می‌گردد. دریچه‌هایی که در رگ‌های لنفی قرار دارند، از بازگشت مایع درون آنها جلوگیری می‌کنند.

در مسیر رگ‌های لنفی برآمدگی‌هایی به نام گره لنفی وجود دارد. این گره‌ها اسفنجی هستند. لنف در میان حفره‌ها و مجاری اسفنج مانند این گره‌ها حرکت می‌کند و میکروب‌ها و ذرات درشت خود را در آن جا بر جای می‌گذارد. ماکروفاژها در این گره‌ها حضور دارند و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند.

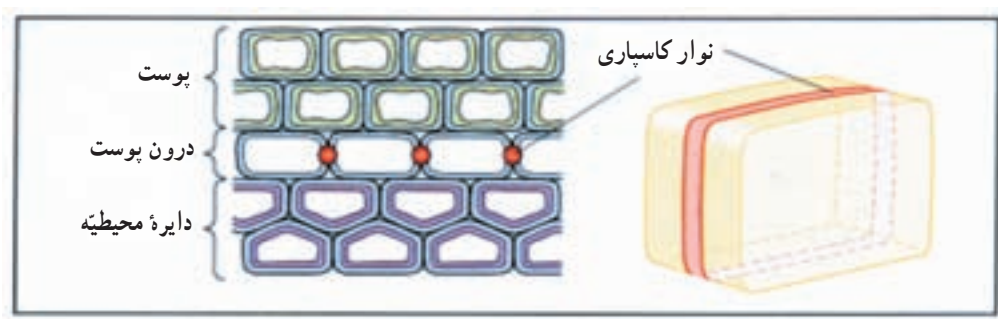
فرض کنید اگر جایی در دهان شما دچار عفونت شده است، میکروب‌هایی که از طریق این عفونت به بدن شما راه پیدا کرده‌اند، در گره‌های لنفی گردن و زیر چانه به دام می‌افتند و مبارزه‌ای که در آن جا بین بدن و این باکتری‌ها درمی‌گیرد، باعث تورم این گره‌ها می‌شود. پزشک با لمس این گره‌ها از وضعیت آنها آگاه می‌شود و به بیمار بودن یا نبودن ما پی می‌برد. شایان ذکر است که این گره‌ها «غده» نیستند، چون ماده‌ای از خود به بیرون ترشح نمی‌کنند؛ اما در زبان عامیانه به آنها «غده» گفته می‌شود. در اطراف گردن، زیر بغل و کشاله ران تعداد زیادی گره لنفی وجود دارد. لوزه‌ها نیز ساختار لنفی دارند.

انتقال مواد در گیاهان

نقش اصلی ریشه‌ها جذب آب و مواد معدنی است.



شکل ۲۰-۶- یک سلول تار کشنده



شکل ۶-۲۱ ساختار سلول‌های درون پوست

جذب آب

گیاهان برای فتوسنتز و نیز به منظور حفظ شادابی (آماس) سلولی به آب نیاز دارند. به منظور ترابری نمک‌های معدنی و مواد محلول آلی نیز آب مورد نیاز است. ریشه‌ها آب مورد نیاز بقیه بخش‌های گیاه را جذب می‌کنند.

اسمز

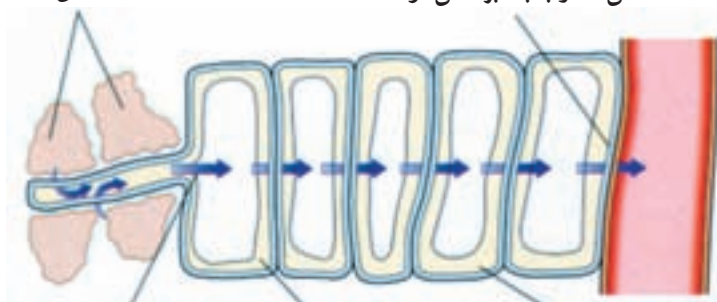
ذرات خاک موجود در اطراف ریشه‌ها را لایه‌ای نازک از آب می‌پوشاند. در این لایه نازک آب، یون‌های معدنی حل شده است. قسمت اعظم آبی که گیاه جذب می‌کند، از منطقه تارهای کشنده است. همان‌طوری که در شکل ۶-۲۲ مشخص است، فشار اسمزی آب را از این لایه نازک به درون سلول‌های تارهای کشنده وارد می‌کند.

درون پوست (آندودرم) درونی‌ترین لایه پوست را تشکیل می‌دهد. سلول‌های درون پوست دارای یک لایه مومی، به نام سوپرین (چوب پنبه) در اطراف خود هستند. این لایه چوب پنبه‌ای (که به آن آندودرمین نیز می‌گویند) نوار کاسپاری را تشکیل می‌دهد. سوپرین نسبت به آب نفوذناپذیر است. در نتیجه دیواره سلول‌های درون پوست در محل‌هایی که سوپرین وجود دارد، نسبت به آب نفوذناپذیر است. این امر در حرکت آب و یون‌های معدنی در عرض ریشه بسیار مهم است. در شکل ۶-۲۱ به ساختار سلول‌های درون پوست توجه کنید.

در ریشه برخی از گیاهان، چند لایه سطحی پوست به صورت برون پوست (اگزودرم) تمایز پیدا می‌کنند. در ریشه‌های دارای برون پوست، نوار کاسپاری در دیواره‌های جانبی (شعاعی و عرضی) این سلول‌ها قابل تشخیص است. وجود برون پوست، کنترل ورود یون‌های معدنی را دوچندان می‌کند.

ذرات خاک را لایه نازکی از آب احاطه می‌کند.

آب به داخل آوند چوبی حرکت می‌کند و به بالا برده می‌شود.



آب به روش اسمز از خاک وارد سلول تار کشنده ریشه می‌شود.

به محض ورود آب به سلول تار کشنده، پتانسیل آب سلول افزایش می‌یابد. بنابراین آب وارد سلول بعدی می‌شود.

و به همین ترتیب آب در عرض ریشه از یک سلول به سلول دیگر حرکت می‌کند.

شکل ۶-۲۲ مسیر حرکت آب از خاک به آوند چوبی. آب همواره از محلی که پتانسیل آب در آنجا بیش‌تر است به محلی که پتانسیل آب کم‌تر دارد، حرکت می‌کند.

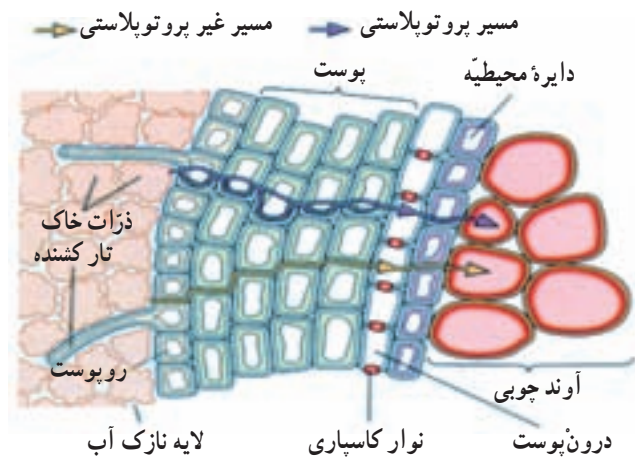


شکل ۲۴-۶ تصویر (میکروسکوپ الکترونی) دو سلول گیاهی مجاور و پلاسمودسم‌های بین آنها ($\times 68000$)

بالا حرکت می‌کند و آب سلول‌های مجاور آوند جانشین آبی می‌شود که به بالاتر صعود کرده است. هنگامی که آب از این سلول‌ها به آوند چوبی می‌رود، پتانسیل آب این سلول‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه اختلاف فشار اسمزی، آب سلول‌های مجاور را به این سلول‌ها می‌راند. وقایعی که ذکر شد، در عرض ریشه به صورت پیوسته انجام می‌شود و در نتیجه یک حرکت پیوسته آب، از لایه نازک آب اطراف ذرات خاک، به درون ریشه و در عرض پوست ریشه به داخل آوند چوبی، صورت می‌گیرد.

مسیر غیر پروتوپلاستی

دیواره سلولی از رشته‌های سلولزی به همراه پلی ساکاریدهای بستری تشکیل شده است. بنابراین در دیواره برای حرکت مولکول‌های آب، فضای کافی وجود دارد. برخی



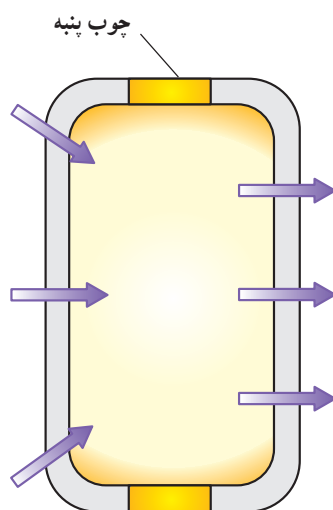
شکل ۲۳-۶ دو مسیر برای حرکت آب در عرض ریشه گیاه

به محض ورود آب به سلول تار کشنده، پتانسیل آب سلول تار کشنده افزایش می‌یابد. حال پتانسیل آب این سلول بالاتر از پتانسیل آب سلول درونی‌تر مجاور آن است. بنابراین آب از سلول تار کشنده به سلول مجاور آن منتقل می‌شود. فرآیند انتقال آب از یک سلول به سلول مجاور درونی‌تر در عرض ریشه تکرار می‌شود تا آب وارد آوند چوبی شود.

آب در عرض ریشه از چند مسیر عبور می‌کند (شکل ۲۳-۶). دو راه عبور آب در عرض ریشه را نشان می‌دهد: مسیر پروتوپلاستی و مسیر غیر پروتوپلاستی.

مسیر پروتوپلاستی

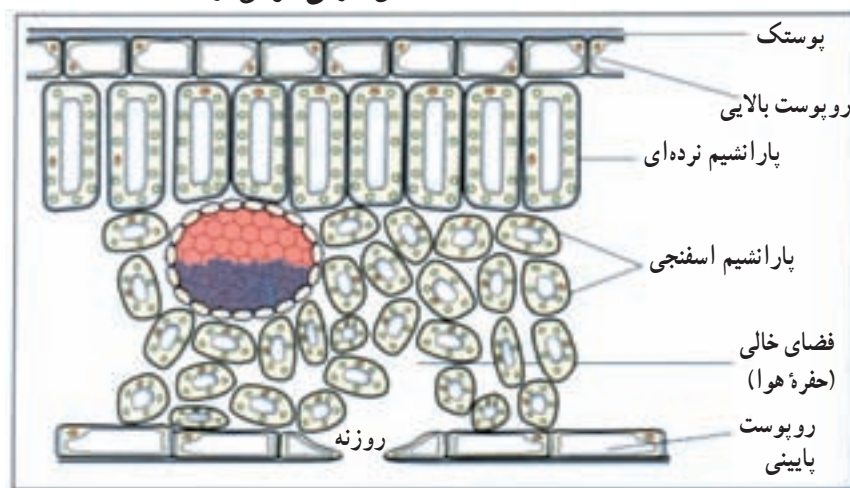
لایه آب موجود در اطراف ذرات خاک، نسبت به سلول‌های تار کشنده ریشه دارای پتانسیل آب بالاتری است. در نتیجه فشار اسمزی آب را وارد سلول تار کشنده می‌کند. آب برای ورود به سلول، از دیواره سلولی و غشا عبور می‌کند. پلاسمودسم‌ها که از منافذ موجود در دیواره‌های سلولی عبور می‌کنند، سیتوپلاسم سلول‌های گیاهی مجاور را به یکدیگر مرتبط می‌کند (شکل ۲۴-۶). آب و مواد محلول در آن که از خاک وارد سیتوپلاسم سلول‌های تار کشنده شده است، از طریق پلاسمودسم‌ها از سیتوپلاسم یک سلول به سیتوپلاسم سلول مجاور وارد می‌شود. به این مسیر، مسیر پروتوپلاستی می‌گویند. به دلیل اختلاف پتانسیل آب در سلول‌های عرض ریشه، آب جذب بخش‌های درونی‌تر می‌شود. در توضیح این مسئله می‌توان گفت که آب در آوند چوبی به صورت پیوسته به سمت



در یک سلول جوان درون پوست، نوار چوب پنبه (نوار کاسپاری) از حرکت آب و یون‌ها از طریق دیواره‌های جانبی جلوگیری می‌کند. شکل ۲۵-۶- درون پوست و نوار کاسپاری، پایان مسیر غیر پروتوپلاستی است.

کشیده شدن آب از بالا

در شکل ۲۶-۶ حفره‌های هوایی درون برگ یک گیاه نمایش داده شده است. این فضاها همواره با بخار آب دیواره‌های سلولی میان برگ اسفنجی اشباع هستند. به محض تبخیر مقداری از آب هر سلول، این سلول به روش اسمز مقداری آب از سلول مجاور جذب می‌کند. بدین ترتیب هر سلول از سلول قبلی خود آب جذب می‌کند و سرانجام آخرین سلول آبی را که از دست داده است، از آوند چوبی می‌گیرد. هنگامی که آب در برگ با نیروی اسمزی از آوند چوبی خارج می‌شود، یک کشش (یا مکش) در ستون آب موجود در آوند چوبی ایجاد می‌شود. به این پدیده کشش تعرقی نیز می‌گویند.



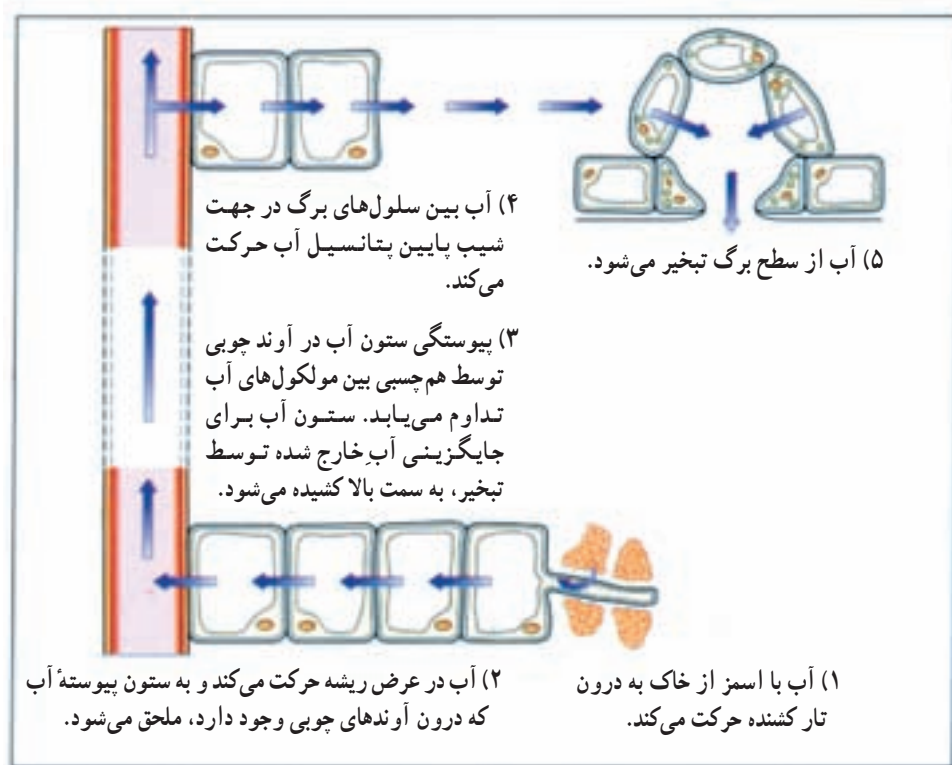
شکل ۲۶-۶ - ساختار برگ

از مولکول‌های آب که وارد ریشه می‌شوند، در عرض ریشه از طریق دیواره‌های سلولی و فضاها برون سلولی بین سلول‌ها حرکت می‌کنند. مولکول‌های آب به یکدیگر چسبیده‌اند (نیروی هم‌چسبی) و بنابراین آب در عرض ریشه به سمت آوند چوبی حرکت می‌کند. یون‌های معدنی محلول در آب نیز می‌توانند از راه مسیر غیر پروتوپلاستی حرکت کنند.

مسیر غیر پروتوپلاستی می‌تواند آب را در عرض پوست تا محل درون پوست حرکت دهد. در محل درون پوست، چوب پنبه موجود در نوار کاسپاری، از حرکت آب و یون‌های معدنی در مسیر غیر پروتوپلاستی جلوگیری می‌کند. از این رو آب و یون‌ها مجبور به ورود به درون سیتوپلاسم می‌شوند (شکل ۲۵-۶). به نظر می‌رسد که نوار کاسپاری راهی برای کنترل ورود آب و یون‌های معدنی به درون آوند چوبی فراهم می‌کند.

حرکت آب در داخل گیاه

حرکت آب در آوند چوبی وابسته به تعرق است. تعرق، یعنی خروج آب به صورت بخار از سطح گیاه که بیش‌تر توسط برگ‌ها انجام می‌شود. قسمت اعظم تعرق از طریق روزنه‌ها انجام می‌شود. روزنه‌ها به منظور مبادلهٔ گازها باز می‌شوند. به علاوه، آب از راه پوستک (کوتیکول) و عدسک‌ها نیز از گیاه خارج می‌شود. در برخی از گیاهان برگ‌ها در فاصله‌ای بیش از ۱۰۰ متری بالای سطح زمین قرار دارند. در چنین گیاهانی آب و مواد معدنی چگونه به برگ‌ها می‌رسد؟



شکل ۲۷-۶- چگونگی حرکت آب در داخل گیاه مطابق نظریه هم‌چسبی - کشش

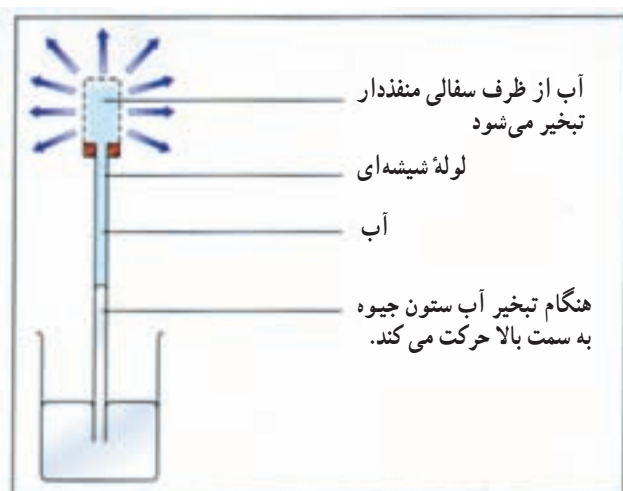
شده وصل کنیم، آب به تدریج در لوله شیشه‌ای بالا می‌رود (شکل ۲۹-۶). فشار ریشه‌ای آب را در آوند چوبی به بالا می‌راند. همان‌طوری که می‌دانیم در زیر درون پوست لایه‌ای به نام دایره محیطیه (پریسیکل) قرار دارد. یون‌های محلول در آب به صورت فعال و با صرف انرژی از سلول‌های دایره محیطیه به درون آوند چوبی ترابری می‌شوند. ورود فعال یون‌ها به آوند چوبی باعث کاهش پتانسیل آب آوند چوبی می‌شود و این امر

مولکول‌های آب دارای هم‌چسبی هستند، یعنی توسط پیوندهایی به یکدیگر متصل و چسبیده هستند. نیروی هم‌چسبی توان ستون آب درون آوند چوبی را بسیار زیاد می‌کند و در نتیجه احتمال ایجاد گسستگی (حفره‌دارشدگی یا حباب‌دارشدگی) کاهش می‌یابد. هنگامی که تعرق به خروج آب از آوند چوبی برگ منجر می‌شود، کل ستون آبی که در آوند چوبی وجود دارد، به سمت بالا کشیده می‌شود. حرکت آب در داخل گیاه را نظریه هم‌چسبی - کشش تفسیر می‌کند (شکل ۲۷-۶).

عامل دیگری که به کشیده شدن آب در آوند چوبی به سمت بالا کمک می‌کند و از گسستگی ستون آب جلوگیری می‌کند، چسبندگی مولکول‌های آب به دیواره‌های آوندهای چوبی است. این نیرو دگر چسبی نامیده می‌شود. می‌توان برای به نمایش درآوردن نظریه هم‌چسبی - کشش آزمایشی انجام داد (شکل ۲۸-۶).

رانده شدن آب از پایین

اگر ساقه گیاهی را که در گلدان کاشته شده است، درست در بالای ریشه قطع کنیم، و یک لوله شیشه‌ای را به ساقه بریده



شکل ۲۸-۶- آزمایشی برای نشان دادن نیروهای بالا برنده شیرۀ خام (هم‌چسبی، دگر چسبی و کشش)

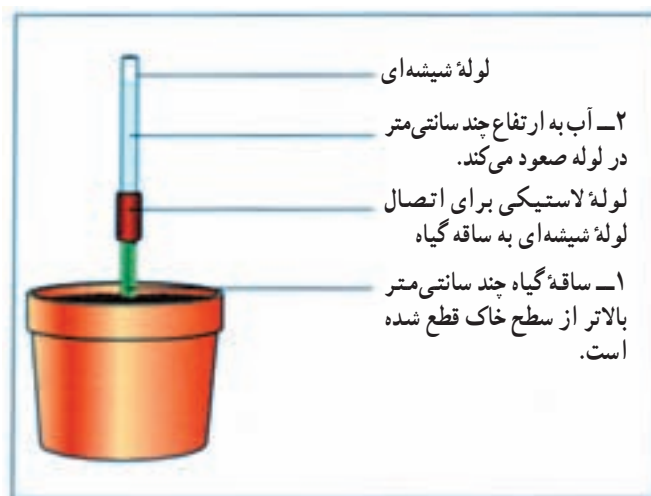


شکل ۳۰-۶ تعریق در برگ یک گیاه که نشان دهنده وجود فشار ریشه‌ای است.

دارند، اما تعداد آنها در برگ بسیار بیش‌تر از سایر بخش‌هاست. فضاها بین سلولی کندویی شکل که پر از هوا هستند سلول‌های میان‌برگ را که دیواره نازک دارند، احاطه می‌کنند. روزنه‌ها در تماس با این فضاها هستند.

هر روزنه را یک جفت سلول نگهبان لویایی شکل احاطه می‌کند. تغییرات فشار آب سلول‌های نگهبان، باعث باز و بسته شدن روزنه‌ها می‌شود (شکل ۳۱-۶). وقتی که سلول‌های نگهبان آب جذب می‌کنند، متورم می‌شوند و فشار آب (فشار آماس) در آنها افزایش می‌یابد. با این حال آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی دیواره‌های سلولی اگرچه به سلول‌ها اجازه افزایش طول را می‌دهد، ولی از افزایش قطری آنها جلوگیری می‌کند (شکل ۳۲-۶). در نتیجه جذب آب توسط سلول‌های نگهبان باعث می‌شود که این دو سلول از یکدیگر دور شوند و با باز شدن روزنه‌ها تعرق انجام شود. هنگام خروج آب از سلول‌های نگهبان، این سلول کوتاه‌تر و به یکدیگر نزدیک‌تر می‌شوند. نزدیک شدن سلول‌های نگهبان به یکدیگر باعث بسته شدن روزنه و توقف تعرق می‌شود. بنابراین خروج آب از سلول‌های نگهبان باعث بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه توقف خروج بیش‌تر آب می‌شود.

گیاهان برای کاهش تعرق دارای سازش‌های متعددی هستند. داشتن روزنه‌های فرورفته و کاهش تعداد روزنه‌ها در اقلیم‌های خشک و سرد (درختان کاج)، یا گرم (تیره کاکتوس) و داشتن کُرک روی برگ‌ها از این سازش‌ها هستند. در گیاهان تیره گل ناز، روزنه‌ها در روز بسته و در شب باز هستند.



شکل ۲۹-۶ نمایش فشار ریشه‌ای

به ورود آب به درون آوند چوبی کمک می‌کند. نکته مهم این است که حرکت این یون‌های معدنی به درون آوند چوبی باعث ایجاد فشار ریشه‌ای می‌شود.

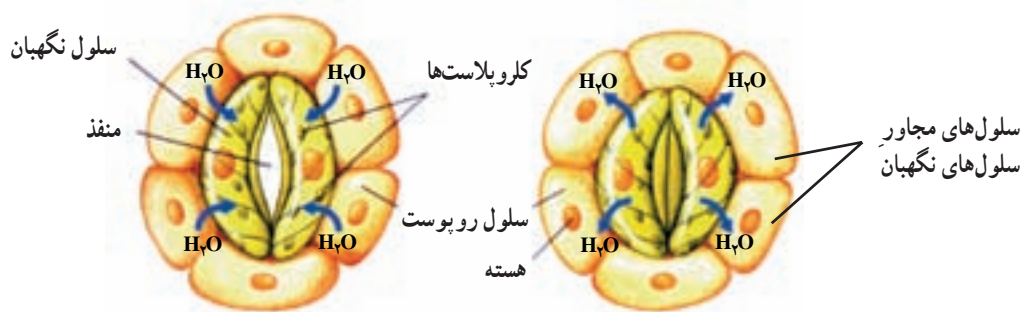
تعریق از نشانه‌های بارز فشار ریشه‌ای است

خروج آب از گیاه به صورت مایع تعریق نامیده می‌شود. این پدیده موقعی انجام می‌گیرد که فشار آب در داخل گیاه زیاد، اما شدت تعرق کمتر از شدت جذب باشد. این حالت در شب‌های تابستان که خاک هنوز گرم است و عمل جذب ادامه دارد، اما به علت سرد شدن هوا تعرق کاهش یافته است، مشاهده می‌شود. به علاوه در مواقعی که هوا گرم و اتمسفر اشباع از بخار آب است (در مناطق گرمسیری)، یعنی در شرایطی که سرعت جذب آب بالا، ولی تعرق پایین است، پدیده تعریق به علت افزایش فشار ریشه‌ای در گیاهان قابل مشاهده است.

تعریق از راه روزنه‌های ویژه‌ای به نام روزنه‌های آبی که در منتهی‌الیه آوندهای چوبی قرار دارند انجام می‌شود. دهانه این روزنه‌ها همواره باز است. روزنه‌های آبی در حاشیه برگ‌های لادن، عشقه، گوجه‌فرنگی و یا در انتهای برگ‌های گیاهان تیره گندم وجود دارد. خروج آب به صورت مایع از گیاه که به‌ویژه در سپیده صبح به خوبی قابل رؤیت است، نباید با شبیم اشتباه شود.

سلول‌های نگهبان و تعرق

روزنه‌ها در ساختار همه بخش‌های هوایی جوان گیاه وجود

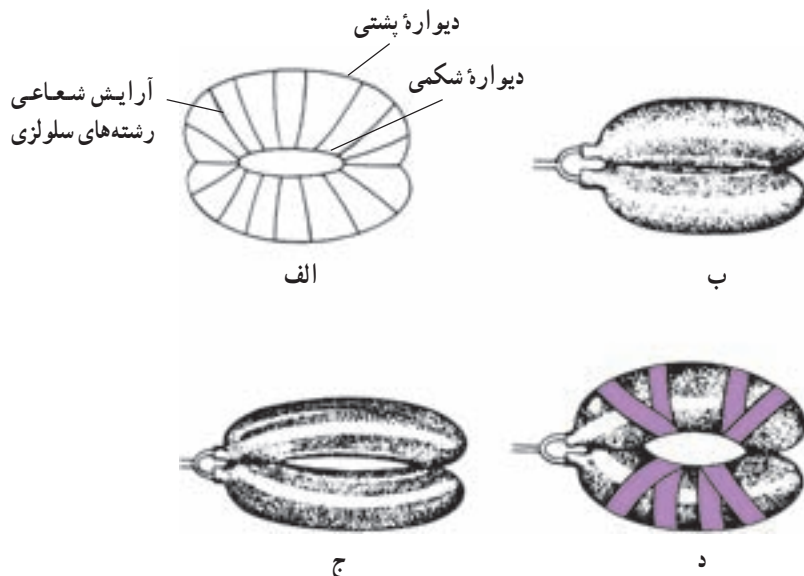


شکل ۳۱-۶ تغییرات
شکل سلول های نگهبان
باعث باز و بسته شدن
روزنه ها می شود.

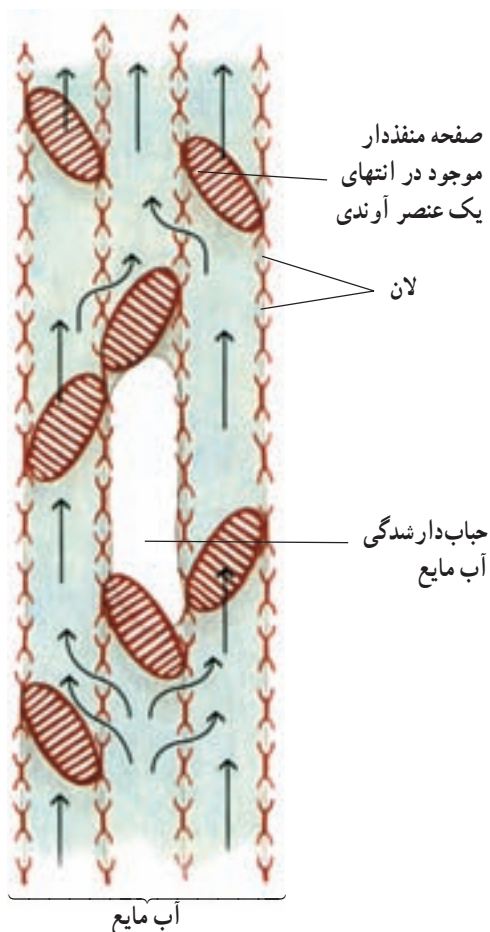
- ۱- سلول های نگهبان پس از جذب آب
انبساط طولی پیدا می کنند و از یکدیگر دور
می شوند. در نتیجه روزنه ها باز می شود.
- ۲- سلول های نگهبان آب از دست می دهند
و کوتاه تر می شوند. با نزدیک شدن این
سلول ها به یکدیگر روزنه بسته می شود.

انبساط عرضی آنها جلوگیری می کند. نیروی دوم در محل تماس
میان دو سلول نگهبان مستقر است. هنگام انبساط، طول دیواره
مشترک این دو سلول در محل تماس، ثابت باقی می ماند. در هنگام
ورود آب به درون سلول های نگهبان، دیواره های خارجی (پشتی)
نسبت به دیواره های داخلی (شکمی) بیش تر منبسط می شوند و
علت این امر طول بیش تر دیواره پشتی و ضخامت کم تر آن نسبت
به دیواره شکمی است. نیروی حاصل از انبساط بیش تر دیواره
پشتی از طریق رشته های شعاعی سلول به دیواره شکمی منتقل
می شود و در نتیجه منفذ روزنه باز می شود.

جهت گیری شعاعی رشته های سلولزی دیواره های
سلول های نگهبان در باز شدن روزنه ها دخالت می کنند:
همان طوری که در قسمت قبل نیز اشاره شد، ساختار سلول های
نگهبان نقش مهمی در باز و بسته شدن روزنه ها برعهده دارد.
هنگام انبساط سلول های نگهبان، دو نیروی فیزیکی باعث
خمیده شدن این سلول ها و باز شدن منفذ روزنه می شود. یکی از
این نیروها، آرایش شعاعی رشته های سلولزی دیواره سلول های
نگهبان است (شکل ۳۲-۶). این جهت گیری رشته های سلولزی
امکان طولی شدن سلول های نگهبان را فراهم می کند، اما از



شکل ۳۲-۶ مدلی برای نمایش آرایش شعاعی رشته های سلولزی در دیواره سلول های نگهبان. (الف) یک جفت سلول نگهبان که در دیواره سلولی آنها
آرایش شعاعی رشته های سلولزی نشان داده شده است. (ب) دو بادکنک نسبتاً مسطح که در دو انتهای خود به یکدیگر چسبانیده شده اند. (ج) دو بادکنک مشابه شکل
ب که در اثر فشار زیاد به طور کامل کشیده شده اند و در نتیجه یک مجرای باریک بین آن دو باز شده است. (د) یک جفت بادکنک که به منظور نشان دادن اثر
آرایش شعاعی رشته های سلولزی، به دور آنها نوار چسب به صورت شعاعی چسبانیده شده است. در حالت اخیر مجرای باز شده بزرگتر از حالت ج است. چرا؟



شکل ۳۳-۶ - مدلی برای نمایش پدیده حباب دار شدگی در عنصر آوندی. بخار آب و هوا ممکن است باعث مسدود شدن یک عنصر آوندی شوند. در چنین حالتی آب و شیره خام می‌توانند از راه لان‌ها از یک سلول آوندی حباب‌دار شده وارد عنصر آوندی مجاور شوند.

به سه دلیل حرکت ترکیبات آلی در یک گیاه نسبت به حرکت آب پیچیده‌تر است: نخست، آب در سلول‌های خالی آوند چوبی به صورت آزاد حرکت می‌کند، در حالی که ترکیبات آلی باید از طریق سیتوپلاسم سلول‌های زنده آوندهای آبکشی عبور کنند. دوم، آب در آوند چوبی فقط به سمت بالا حرکت می‌کند، در حالی که ترکیبات آلی در آوند آبکشی در همه جهات حرکت می‌کنند. سوم، آب می‌تواند از طریق غشاهای سلولی نیز منتشر شود، در حالی که ترکیبات آلی قادر به انتشار از غشای پلاسمایی نیستند. یک گیاه‌شناس آلمانی به نام ارنست مونس در سال ۱۹۲۴ یک مدل برای جابه‌جایی پیشنهاد کرد. مدل مونس که اغلب تحت عنوان مدل جریان فشاری یا مدل جریان توده‌ای نامیده می‌شود، در شکل ۳۴-۶ نشان داده شده است.

حباب‌های هوا ممکن است پیوستگی شیره خام را در آوند چوبی قطع کنند

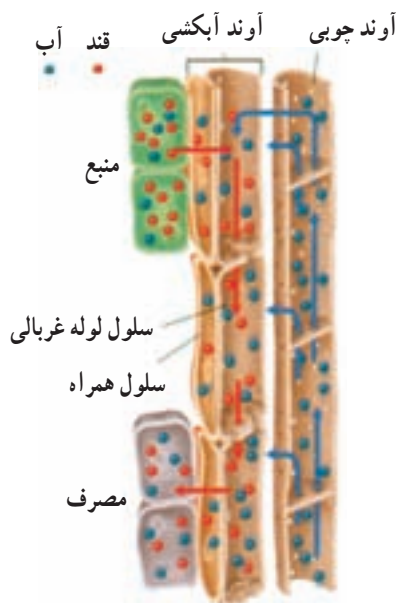
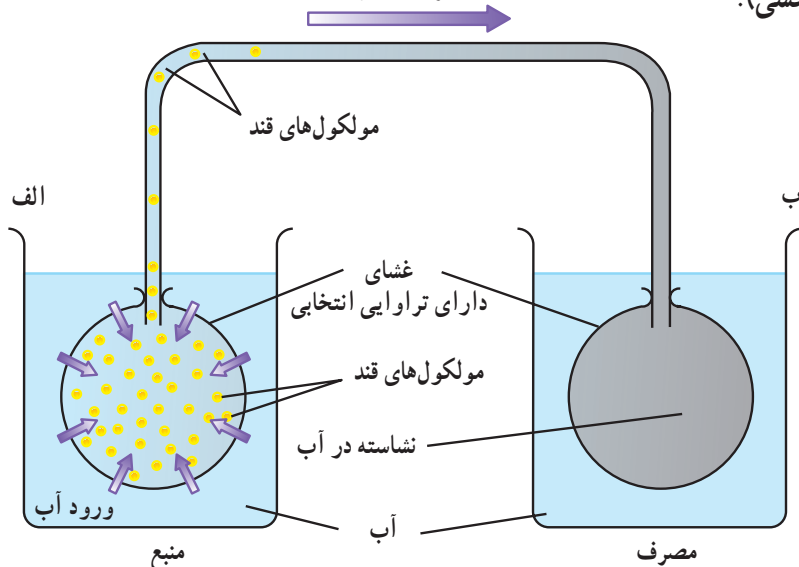
شیره خام در درون خود دارای گازهای محلول (هوا محلول) است. هنگامی که تعرق شدید باشد، این گازها تمایل به خروج از شیره خام پیدا می‌کنند و با پیوستن مولکول‌های گاز به یکدیگر یک حباب هوای بزرگ در آوند چوبی تشکیل می‌شود. این حباب‌های بزرگ در تداوم شیره خام اختلال ایجاد می‌کنند (شکل ۳۳-۶). علاوه بر آن هنگامی که آوندهای چوبی یا تراکئیدهای گیاه در اثر نیش حشره یا شکستن شاخه آسیب می‌بینند، امکان بروز پدیده حباب دار شدگی افزایش می‌یابد. انجماد نیز به این پدیده سرعت می‌بخشد، چون هوا در یخ حل نمی‌شود. خوشبختانه به دلیل ساختار خاص لان‌های دیواره آوندهای چوبی و تراکئیدها، امکان انتشار این حباب‌ها از یک آوند به آوند دیگر بسیار کم است و بنابراین حباب‌ها در یک آوند چوبی یا تراکئید محصور می‌مانند. با این حال اگر فشار حاصل از این حباب‌ها زیاد باشد، ممکن است از یک آوند چوبی یا تراکئید به آوندها یا تراکئیدهای مجاور منتقل شوند. به این پدیده بذرافشانی هوا می‌گویند. افزایش فشار ریشه‌ای ممکن است باعث کاهش پدیده حباب دار شدگی شود.

حرکت مواد آلی در گیاه

ترکیبات آلی گیاهان، درون آوندهای آبکشی حرکت می‌کنند. گیاه‌شناسان بخشی از گیاه را که ترکیبات آلی مورد نیاز بخش‌های دیگر گیاه در آنجا تأمین می‌شود، منبع می‌نامند. مثلاً، برگ یک منبع است، زیرا با کمک فرآیند فتوسنتز نشاسته تولید می‌کند. ریشه‌ای که قند ذخیره می‌کند نیز منبع محسوب می‌شود. گیاه‌شناسان همچنین به بخشی از گیاه که ترکیبات آلی به آنجا هدایت می‌شوند و در آنجا به مصرف می‌رسند محل مصرف می‌گویند. بخش‌های در حال رشد، مانند نوک ریشه‌ها و نیز میوه‌های در حال تکوین مثال‌هایی از محل‌های مصرف هستند. بافت‌های ذخیره‌ای گیاه، هنگام وارد کردن ترکیبات آلی «محل‌های مصرف» و هنگام صدور ترکیبات آلی «محل‌های منبع» نامیده می‌شوند. حرکت ترکیبات آلی درون گیاه از منبع به محل مصرف جابه‌جایی نامیده می‌شود.

چگونه می‌توان مدل جریان فشاری را به صورت تجربی مورد آزمون قرارداد؟ به شکل ۳۵-۶ نگاه کنید. در ظرف الف کیسه‌ای با غشایی که دارای تراوایی انتخابی است و با محلول غلیظ قند پر شده است به منظور نمایش محل منبع، قرار دارد. در ظرف ب نیز کیسه‌ای با همین مشخصات، اما دارای آب و نشاسته به منظور نمایش محل مصرف قرار دارد. در اطراف این کیسه‌ها آب خالص وجود دارد. در ظرف الف آب به روش اسمز وارد کیسه می‌شود. در نتیجه فشار افزایش می‌یابد و محلول قند از طریق لوله رابط از ظرف الف به ظرف ب حرکت می‌کند. در ظرف ب فقط مقدار اندکی آب وارد کیسه موجود در آن می‌شود. علت این پدیده آن است که نشاسته نامحلول است و بنابراین پتانسیل آب در کیسه موجود در ظرف ب بالاست و ورود آب به روش اسمز اندک است. بدین ترتیب قند از ظرف الف به ظرف ب به صورت توده‌ای حرکت می‌کند. در این آزمایش حرکت مورد اشاره پس از مدتی متوقف می‌شود؛ اما به عقیده طرفداران فرضیه جریان فشاری در صورتی که به صورت مداوم قند به کیسه موجود در ظرف الف اضافه شود این حرکت به صورت دائمی انجام خواهد شد.

آیا فرضیه جریان فشاری صحیح است؟ دانشمندان از صحت کامل فرضیه جریان فشاری مطمئن نیستند، سرعت حرکت ساکارز و آمینواسیدها در آوند آبکشی آنقدر سریع است که با روش نیروی غیر فعال جریان توده‌ای قابل توجیه نیست. براساس نتایج تحقیقات انجام شده، مواد حل شده مختلف با سرعت‌های متفاوت حرکت می‌کنند و حتی جهت حرکت مواد مختلف در حرکت محلول



شکل ۳۴-۶ مدل جریان فشاری. این مدل جابه‌جایی را توصیف می‌کند.

این مدل را می‌توان در ۴ مرحله ذیل خلاصه کرد:
مرحله ۱: قندی که در سلول‌های برگ (منبع) تولید می‌شود به روش انتقال فعال وارد سلول‌های آوند آبکشی می‌شود (بارگیری آبکشی).

مرحله ۲: وقتی که غلظت قند در آوند آبکشی افزایش می‌یابد پتانسیل آب کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه آب به روش اسمز از آوند چوبی وارد آوند آبکشی می‌شود.

مرحله ۳: فشار در داخل سلول‌های آوند آبکشی افزایش می‌یابد و در نتیجه قند به همراه محتویات دیگر شیرۀ پرورده به صورت جریان توده‌ای به حرکت درمی‌آید.

مرحله ۴: قند موجود در شیرۀ پرورده به روش انتقال فعال وارد محل مصرف می‌شود (باربرداری آبکشی).

شکل ۳۵-۶ مدلی برای نمایش جریان فشاری (جریان توده‌ای).

حشرات، مانند شته است. شته از شیرۀ پرورده تغذیه می کند. این حشرات که به صورت کلنی روی ساقه های گیاهان زندگی می کنند، خرطوم دهانی خود را تا محل آوندهای آبکشی در پوست فرو می کنند و مدت ۲ تا ۳ ساعت به همان حالت باقی می ماند (شکل ۳۶-۶). برای جمع آوری شیرۀ پرورده، نخست آنها را بی حس می کنند و سپس خرطوم آنها را قطع می کنند.

آوند آبکشی متفاوت است. سلول های همراه که دارای میتوکندری های زیادی هستند، انرژی مورد نیاز برای حرکت فعال ترکیبات آلی آوند آبکشی را تأمین می کنند.

شته ها به تعیین ترکیب شیرۀ پرورده کمک مهمی کرده اند یکی از راه های استخراج شیرۀ پرورده استفاده از برخی



شکل ۳۶-۶- شته ها برای تغذیه، خرطوم خود را وارد آوند آبکش می کنند. با بریدن خرطوم این حشره، شیرۀ پرورده از انتهای خرطوم به بیرون تراوش می کند.

بیش تر بدانید

یکی از روش هایی که برای بررسی چگونگی انتقال مواد در گیاهان به کار می رود، استفاده از ایزوتوپ های رادیواکتیو به عنوان ماده ی نشاندار و ردیابی آنها در بافت ها و سلول های گیاهان است. این روش از دهه ی ۱۹۴۰ به این طرف، کاربردهای فراوانی پیدا کرده است. گیاه شناسان برای اندازه گیری میزان جذب آب و مواد معدنی، تعیین مسیر عبور آب و مواد معدنی در ریشه و چگونگی حرکت مواد آلی در بخش های مختلف گیاهان از ایزوتوپ عنصرهایی مثل نیتروژن، فسفر، هیدروژن و کربن استفاده می کنند. این ایزوتوپ ها، فعالیت های معمول گیاهان را تغییر نمی دهند.

خودآزمایی ۷-۷

- ۱- شباهت های درون پوست و برون پوست را بنویسید.
- ۲- به نظر شما برون پوست چه وظایفی را برعهده دارد؟
- ۳- تفاوت های بین مسیر غیرپروتوپلاستی و مسیر پروتوپلاستی را بنویسید.
- ۴- هریک از بخش های مختلف دستگاهی که در شکل ۲۸-۶ نشان داده شده است، مشابه کدام بخش های گیاه هستند.
- ۵- تعرق چه وظایفی در گیاهان برعهده دارد؟
- ۶- چه عواملی ممکن است بر تعرق مؤثر باشند؟
- ۷- شب هنگام، وقتی که تعرق بسیار پایین است، قطرات آب در حاشیه برگ های برخی از گیاهان ظاهر می شود. علت این امر را توضیح دهید.
- ۸- پدیده تعریق در کدام یک از گیاهان به خوبی دیده می شود؟
- ۹- چرا گیاهان تیره گل ناز روزنه های خود را در شب باز می کنند؟

۱۰- نحوهٔ دخالت آرایش شعاعی رشته‌های سلولزی در بازشدن روزنه‌ها را توضیح دهید.

۱۱- حباب‌دار شدگی چیست؟ چه عواملی این پدیده را تشدید می‌کنند؟

۱۲- نقش فشار ریشه‌ای در حباب‌دار شدگی چیست؟

۱۳- در مدلی که در شکل ۳۵-۶ نشان داده شده است، چرا در ظرف ب نسبت به ظرف الف آب کمتری

وارد کیسه می‌شود؟

۱۴- نقش شته‌ها در پژوهش‌های مربوط به شیرهٔ پرورده چیست؟

فعالیت ۷-۷



تعیین سرعت خروج آب از گیاه

کاغذ آغشته به کلرید کبالت برای تشخیص رطوبت کاربرد دارد. این کاغذ هنگامی که خشک باشد، آبی رنگ است، اما پس از مرطوب شدن صورتی رنگ می‌شود.

با استفاده از کاغذ کلرید کبالت آزمایشی طراحی کنید که خروج آب را از موارد زیر تعیین کند:

۱- سطح بالایی و سطح زیرین برگ یک گیاه

۲- سطوح زیرین برگ‌های گیاهان مختلف

پس از تأیید معلم و در صورتی که کاغذ کلرید کبالت در اختیار دارید، آزمایشی که طراحی کرده‌اید، انجام دهید. نتایج را که از آزمایش خود می‌گیرید، یادداشت کنید و مورد بحث قرار دهید.

فعالیت ۷-۸



یک آشام سنج بسازید

از آشام سنج برای اندازه‌گیری سرعت صعود آب از ساقهٔ گیاه استفاده می‌شود. با استفاده از دستورالعمل زیر یک آشام‌سنج بسازید:

۱- انتهای بریده شدهٔ یک شاخهٔ گیاهی را با یک لولهٔ پلاستیکی کوچک به یک لولهٔ موئین متصل کنید.

۲- گیاه و لولهٔ موئین را به طور عمودی در یک بشر آب قرار دهید. توجه داشته باشید که هوا وارد لوله نشود.

۳- دو علامت در طول لولهٔ موئین بگذارید. فاصلهٔ بین این دو علامت ۱۰ cm باشد.

۴- اکنون لولهٔ موئین را از بشر خارج کنید، آب ته لوله را با دستمال کاغذی خشک کنید و دوباره آن را وارد بشر بکنید. به این وسیله یک حباب هوا در ابتدای لوله تشکیل می‌شود.

۵- مدت زمانی را که حباب هوا از نقطهٔ پایینی که علامت‌گذاری کرده‌اید، به نقطهٔ بالایی می‌رسد (یعنی ۱۰ cm) اندازه‌گیری کنید.

۶- هنگامی که حباب هوا از علامت بالایی عبور کرد و بالاتر رفت، با فشار دادن محل لولهٔ لاستیکی، حباب را به درون بشر بازگردانید و به جای آن آب را دوباره به درون لولهٔ موئین بالا بکشید.

۷- اکنون با دستگاهی که ساخته‌اید آزمایش‌های زیر را انجام دهید:

الف - گیاه را در برابر باد قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید.

ب - گیاه را در محیط مرطوب قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید.

ج - مقداری وازلین روی سطح برگ‌های شاخه‌ای که مورد آزمایش قرار می‌دهید، بمالید تا روزنه‌ها بسته شوند و سپس آزمایش را تکرار کنید.

د - تعدادی از برگ‌های گیاه یا همهٔ آنها را قطع کنید و آزمایش را تکرار کنید.

ه - گیاه را در موقعیت‌های دیگری، به انتخاب خود، قرار دهید و آزمایش را تکرار کنید.

و - چه نتیجه‌ای از این آزمایش‌ها می‌گیرید؟



کشف راه عبور آب در گیاه



- ۱- یک گیاه علفی کوچک را همراه با ریشه، از خاک خارج کنید.
- ۲- ریشه را با آب خوب شست و شو دهید تا خاک و گل‌های اطراف آن شسته شود.
- ۳- درون یک لیوان مقداری جوهر رنگی بریزید.
- ۴- چهار ساعت پس از آن، با تیغ یا چاقویی تیز ساقه را از طول نصف کنید. مواظب باشید دستتان را نبرید.
- ۵- بخشی از ساقه را که در آب رنگی قرار داشته، با بخش‌های بالاتر از آن مقایسه کنید. مشاهدات خود را تفسیر کنید.
- ۶- ساقه را از طول برش دهید و صعود ماده رنگی را در آوندهای آن بررسی کنید.