

### دستگاههای جذب و انتقال مواد مورد نیاز و دفع مواد زاید

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند:

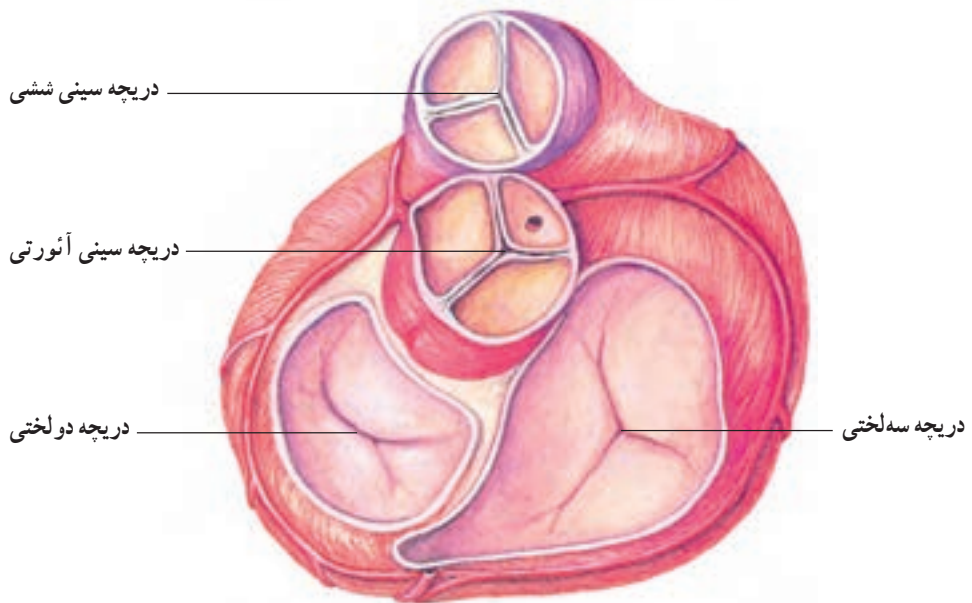
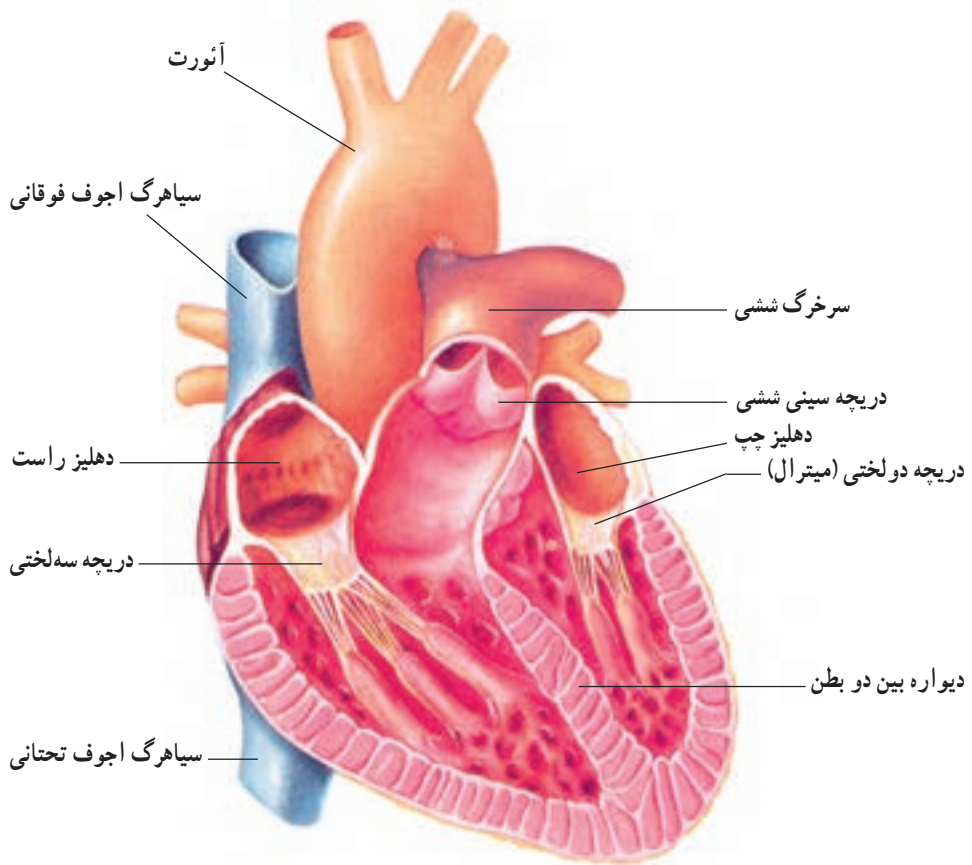
- ۱- وظایف دستگاه گردش خون را توضیح دهد.
- ۲- ساختمان و عمل قلب را شرح دهد.
- ۳- انواع رگهای خونی و نحوه ارتباط رگهای مختلف در شبکه رگی بدن را شرح دهد.
- ۴- مایع میان‌بافتی، لنف و چگونگی گردش آن در بدن را توضیح دهد.
- ۵- قسمتهای مختلف تشکیل دهنده خون و وظایف هریک را به اختصار توضیح دهد.
- ۶- انواع سلولهای سفید خون و وظایف آنها را شرح دهد.
- ۷- اعمال خون را به تفصیل توضیح دهد.
- ۸- وظایف دستگاه گوارش را شرح دهد.
- ۹- قسمتهای مختلف دستگاه گوارش و نقش هریک را در هضم و جذب مواد غذایی شرح دهد.
- ۱۰- وظایف دستگاه تنفس را شرح دهد.
- ۱۱- ساختمان و عمل مجاری تنفسی و ششها را به اختصار شرح دهد.
- ۱۲- نقش قفسه سینه و ماهیچه‌های تنفسی را در فرآیند دم و بازدم شرح دهد.
- ۱۳- مسیر انتقال و چگونگی تبادل گازهای تنفسی را شرح دهد.
- ۱۴- وظایف دستگاه دفع ادرار و نقش آن در تنظیم محیط داخلی بدن را شرح دهد.
- ۱۵- ساختمان کلیه و وظایف اجزای آن را شرح دهد.
- ۱۶- جریان خون کلیه و نحوه تشکیل ادرار را به اختصار شرح دهد.
- ۱۷- مکانیسم دفع ادرار را شرح دهد.

خواندیم که در موجودات پرسلولی، برای دسترسی آسان همه سلولها به مواد غذایی و دفع مواد زاید، تخصصی شدن و تمایز سلولها، تشکیل بافتها، اندامها و دستگاههای مختلف صورت گرفته است. در این فصل با دستگاههایی که وظیفه جذب مواد لازم، دفع مواد زاید و انتقال آنها را در بدن برعهده دارند آشنا می‌شوید.

## ۱-۷- دستگاه گردش خون

برای رسیدن مواد غذایی و اکسیژن، از روده‌ها و ششها به تمام نقاط بدن و جمع‌آوری دی‌اکسیدکربن و سایر مواد دفعی سلولها از محیط اطراف آنها و رساندن این مواد به اندامهای دفعی و همچنین گشت‌زنی واحدهای دفاعی بدن در تمامی نقاط برای مقابله با خطرهای احتمالی مثل میکروبها - که در فصل آینده با آن آشنا خواهید شد - دستگاه گردش خون بوجود آمده است. این دستگاه دارای سه بخش اصلی قلب، رگها و خون می‌باشد.

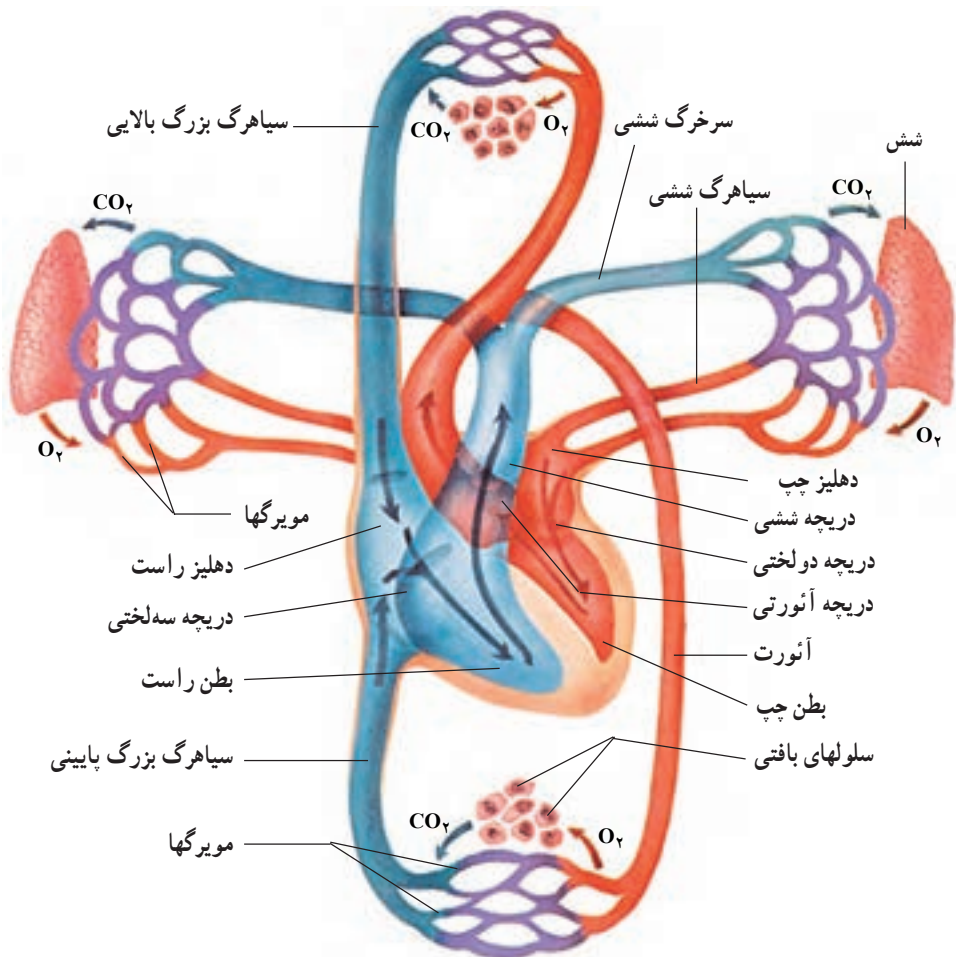
۱-۷-۱- ساختمان و عمل قلب: قلب، تلمبه ماهیچه‌ای مخروطی شکل است که در داخل قفسه سینه بین دو شش و اندکی متمایل به سمت چپ قرار گرفته است. اندازه قلب بسته به سن، جنس و جثه افراد کمی متفاوت است و گفته می‌شود که قلب هر فرد تقریباً به اندازه مشت بسته اوست. قلب دارای چهار حفره است (شکل ۱-۷)، دو حفره در بالا به نام «دهلیز» و دو حفره در پایین که «بطن» نامیده می‌شوند. هیچ ارتباطی بین دو دهلیز و یا دو بطن وجود ندارد و دیواره‌های ماهیچه‌ای بین آنها قرار گرفته است اما هر دهلیز و بطن همان طرف از طریق یک دریچه باز و بسته شونده، با هم در ارتباطند. دریچه بین دهلیز و بطن راست سه تکه است و آن را «دریچه سه‌لختی» می‌نامند. دریچه بین دهلیز و بطن چپ «دریچه دولختی» یا «میترال» نامیده می‌شود. این دریچه‌ها فقط به سمت بطنها باز می‌شوند و وضعیت قرار گرفتن آنها طوری است که در هنگام انقباض بطنها بسته می‌شوند و از بازگشت خون به داخل دهلیزها جلوگیری می‌کنند. خون جمع‌آوری شده از سراسر بدن، از طریق دو بزرگ‌سیاهرگ زیرین و زبرین وارد دهلیز راست گردیده، از آنجا به بطن راست منتقل می‌گردد. در هنگام انقباض بطنها، خون درون بطن راست وارد سرخرگ ششی می‌شود تا برای اکسیژن‌گیری روانه ششها شود. خون عبور کرده از ششها از طریق سیاهرگهای ششی وارد دهلیز چپ و از آنجا به بطن چپ روانه می‌گردد. این خون در هنگام انقباض بطنها وارد سرخرگ آئورت می‌شود تا اکسیژن و مواد غذایی را به تمام بخشهای بدن برساند. در دهانه سرخرگ آئورت و سرخرگ ششی دریچه‌هایی به نام «دریچه‌های سینی» قرار دارند، وضعیت قرار گرفتن این دریچه‌ها طوری است که در هنگام استراحت بطنها، از بازگشت خون داخل سرخرگهای ششی و آئورت به درون قلب ممانعت می‌کنند.



شکل ۱-۷- ساختمان قلب و دریچه‌های آن

در طول هر ضربان قلب دو صدا شنیده می‌شود. صدای اول گنگ، کشیده و قوی است و مربوط به بسته شدن دریچه‌های میترا و سه‌لختی است صدای دوم واضح و کوتاه است و مربوط به بسته شدن دریچه‌های سینی می‌باشد.

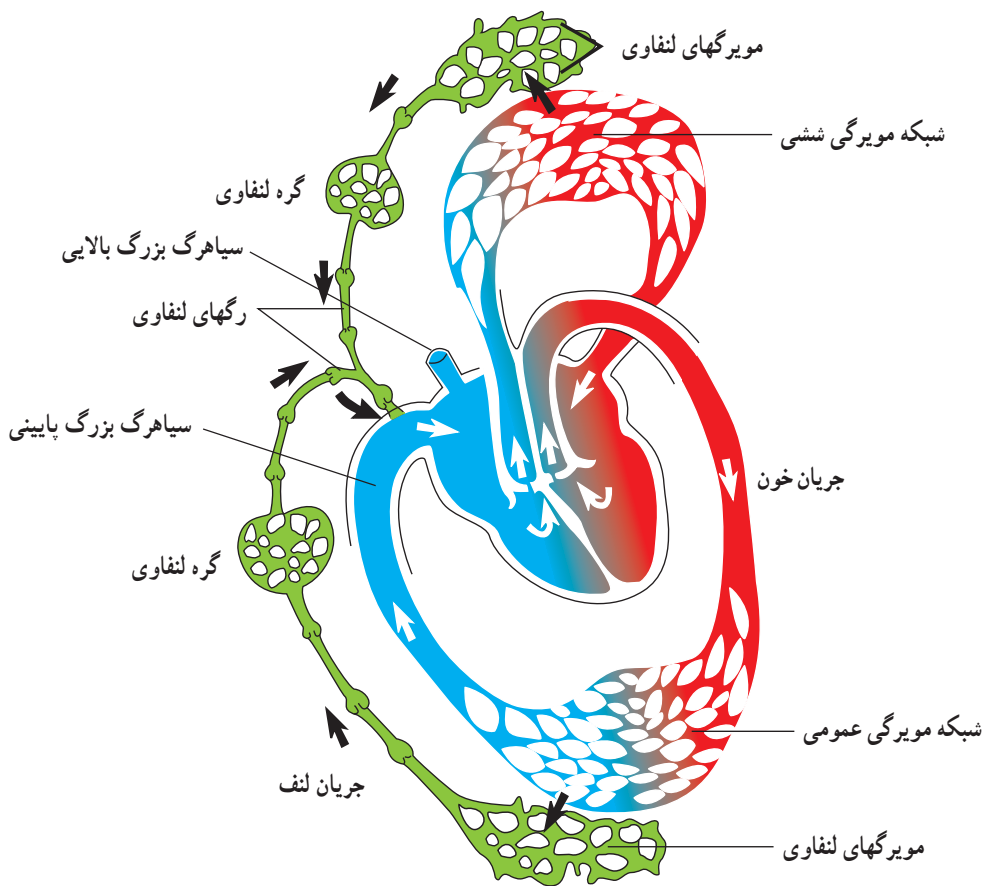
مسیر حرکت خون در بدن معمولاً به دو بخش تقسیم می‌شود: گردش ششی خون و گردش عمومی خون. حرکت خون از بطن راست به ششها و برگشت آن به دهلیز چپ را «گردش ششی خون» و حرکت خون از بطن چپ به بافتهای سراسر بدن و بازگشت آن به دهلیز راست را «گردش عمومی خون» می‌نامند (شکل ۲-۷).



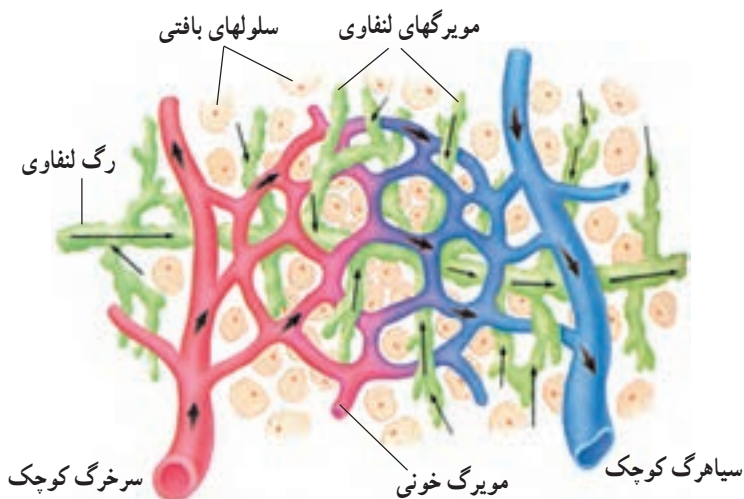
شکل ۲-۷- گردش خون عمومی و ششی

۲-۱-۷- رگهای خونی: رگهای خونی شبکه‌ای لوله‌ای شامل سرخرگها، سیاهرگها و مویرگها را تشکیل می‌دهند که جریان خون از قلب تا مجاورت تمام سلولهای زنده بدن و سپس بازگشت آن به قلب را ممکن می‌سازد. آئورت، بزرگترین سرخرگ بدن است که از بطن چپ منشأ می‌گیرد و خون را از آن خارج می‌سازد. سرخرگها خون را به سمت بافتها می‌برند و در طول مسیر به سرخرگهای باریک و باریکتری تقسیم می‌شوند تا جایی که مویرگها که ریزترین و پر تعدادترین رگهای خونی هستند، ایجاد شوند. تمام تبادلات مواد غذایی، گازهای تنفسی، مایع و مواد دفعی بین خون و بافتها در مویرگها انجام می‌شود. مویرگها در انتهای خود به سیاهرگهای کوچک وصل می‌شوند که از به هم پیوستن آنها سیاهرگهای بزرگتر شکل می‌گیرند. سیاهرگها خون را به قلب باز می‌گردانند. به جز چند استثنا، معمولاً خون خارج شده از یک اندام از هیچ اندام دیگری عبور نمی‌کند. یکی از موارد استثنا، خون سیاهرگهای معده، روده، لوزالمعده و طحال است که در مجموع سیاهرگ باب را می‌سازند که از کبد عبور می‌کند.

فشار خون باعث می‌شود که مقداری از مایع پلاسما، از طریق دیواره مویرگها به داخل بافتها نشت کند. مایع مشتق از پلاسما که از جدار مویرگها به داخل بافتهای اطراف وارد می‌شود «مایع میان بافتی» نامیده می‌شود. آب میان بافتی، همه ترکیبات خون به جز سلولها و پروتئینهای درشت را دارد و به صورت واسطه‌ای بین خون و سلولهای بدن برای انتقال مواد عمل می‌کند. بیشتر مایع خارج شده از مویرگها مستقیماً به داخل خود مویرگها برمی‌گردد و مقدار کمتری وارد رگهای دیگری می‌شود که «رگهای لنفی» نامیده می‌شوند. مایع وارد شده به رگهای لنفی، لنف نامیده می‌شود که ترکیبی شبیه آب میان بافتی دارد. لنف در درون رگهای لنفی حرکت می‌کند. رگهای لنفی به هم می‌پیوندند و رگهای بزرگتر را می‌سازند که در جای ویژه‌ای دوباره به درون یک سیاهرگ می‌ریزد و وارد جریان خون می‌شود. در مسیر رگهای لنفی گرههای ویژه‌ای وجود دارد که لنف را قبل از رسیدن به خون سیاهرگی از میکروبها، ذرات و سلولهای مرده تمیز می‌کنند. همانگونه که در فصل آینده خواهید خواند، دستگاه لنف‌آوری نیز مانند دستگاه گردش خون در گشت زنی واحدهای دفاعی بدن در تمامی نقاط برای مقابله با خطرهای احتمالی مثل میکروبها دخالت دارد (شکل ۳-۷).



الف) دستگاه لنفاوی و ارتباط آن با گردش خون



ب) چگونگی ارتباط خون، مایع میان بافتی و لنف

شکل ۳-۷

## مشاهده ۱: ساختمان قلب گوسفند

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از انجام این مشاهده بتواند:

۱- با در دست داشتن مدل قلب یا قلب گوسفند قسمت‌های مختلف آن را نشان داده و نام ببرد.

۲- با توجه به آشنایی بهتر با ساختمان قلب، نحوه عمل و نقش هر یک از اجزای قلب را به تفصیل شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: قلب گوسفند، تیغ جراحی یا چاقوی تیز، تستک تشریح روش انجام: یک قلب گوسفند را که رگهای متصل به آن و دهلیزهای سالم هستند تهیه نمایید. مشاهده می‌کنید که دهلیزها تنها بخش کوچکی از قلب را تشکیل می‌دهند.

بطنها بخش اعظم قلب را به خود اختصاص داده‌اند، در سطح قلب، عروق تغذیه‌کننده قلب، بافت چربی و آبشامه را بررسی کنید. میله‌ای را از مسیر رگهای متصل به قلب وارد کنید. اگر داخل دهلیز شد آن رگ یک سیاهرگ است و اگر داخل بطن شد، آن رگ یک سرخرگ است. دیواره بطن چپ از بطن راست قطورتر است (چرا؟) بدین ترتیب می‌توانید دو بطن را از هم تشخیص دهید. پس از تعیین دو بطن، تشخیص سرخرگ ششی از آئورت نیز آسان خواهد بود. با استفاده از یک تیغ دیواره سرخرگ ششی و بطن راست را برش دهید. بدین ترتیب قادر خواهید بود، درون بطن راست، محل دریچه سینی و دریچه سه‌لختی را مشاهده کنید. آیا سطح داخلی بطن صاف است؟ آیا اتصالات ارتجاعی بین جدار بطن و دریچه سه‌لختی وجود دارد؟ به روش مشابهی، دیواره آئورت و بطن چپ را برش دهید و دریچه‌های سینی، میترا و سطح داخلی بطن چپ را بررسی نمایید. آیا در اینجا نیز اتصالات ارتجاعی بین جدار بطن و دریچه میترا وجود دارد؟ به‌نظر شما نقش این اتصالات چیست؟ اکنون که دیواره هر دو بطن را شکافته‌اید یک‌بار دیگر قطر دیواره دو بطن را با هم مقایسه کنید. آیا می‌توانید محل انشعاب رگهای غذا دهنده قلب (عروق کرونر) از آئورت و سوراخ مربوط به آن را پیدا کنید؟

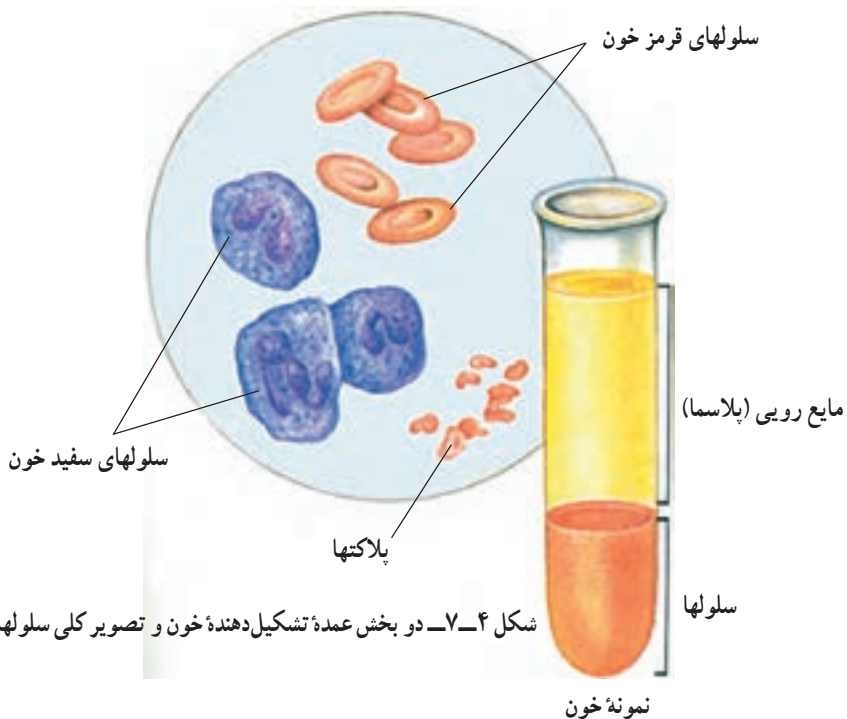
### برخی ناراحتیهای شایع قلب و رگها

سخت شدن دیواره رگها: رسوب کلسترول در دیواره سرخرگها و اضافه شدن ترکیبات آهنی به آن، باعث سخت شدن دیواره رگ می‌گردد. یکی از عوارض این سخت شدن، برخورد خون به دیواره سخت شده و تشکیل لخته خونی است. اگر این لخته، رگهای مغزی یا قلب را مسدود کند منجر به سکته مغزی یا قلبی می‌گردد. انسداد

رگها همچنین باعث بالا رفتن فشار خون می‌گردد. کلسترول در روغنهای حیوانی فراوان است. افزایش چربی خون، نگرانی و اضطراب، کار زیاد و کمی تحرک زمینه را برای ابتلا به سخت شدن دیواره سرخرگها (تصلب شرائین) فراهم می‌کند.

**فشار خون بالا:** فشار خون در حد فاصل انقباض و استراحت قلب بین ۸ تا ۱۲ سانتیمتر جیوه تغییر می‌کند. هرگاه حداقل و حداکثر فشار خون فردی از این مقادیر بالاتر باشد، می‌گوییم فشار خون او بالاست. فشار خون بالا خود می‌تواند باعث آسیبهای جدی به قلب و رگهای اعضای مختلف مثل کلیه‌ها و چشمها شود. همچنین ممکن است باعث پاره‌شدن مویرگهای مغزی و در نتیجه سکته مغزی گردد. فشارهای روانی، اضطراب و غصه، کار زیاد و رژیم غذایی نامناسب از مهمترین علت‌های ابتلا به فشار خون بالا هستند.

۳-۱-۷- خون: خونی بافتی سیال و زنده است که فعالیتهای حیاتی همه اندامها به آن بستگی دارد. چنانچه مقداری از خون تازه را با احتیاط در ظرفی بریزیم و آن را در یخچال قرار دهیم تا منعقد نگردد، پس از مدتی محتوای ظرف به دو بخش تقسیم می‌شود. بخش رویی، مایعی است شفاف که «پلاسما» نام دارد و بخش زیرین که قرمز رنگ است و بیشتر از سلولهای قرمز خون تشکیل شده است «هماتوکریت» نام دارد و حدود ۴۵ درصد خون را تشکیل می‌دهد (شکل ۴-۷).





پلازما: پلازما حاوی مواد مختلفی مثل انواع پروتئینها، نمکها، مواد زاید دفعی و مواد غذایی، هورمونها و ویتامینها و آب می باشد. اگر به پلازما اسید یا باز اضافه کنیم خیلی دیرتر از آب خالص و بسیاری از مایعات دیگر خاصیت اسیدی یا بازی پیدا می کند. این خاصیت را «خاصیت بافری» پلازما می نامند که به دلیل وجود برخی پروتئینها و نمکها در خون است. مهمترین پروتئینهای پلازما، آلبومینها، گلوبولینها، فیبرینوژن و آنزیمها می باشند. «آلبومینها» در ایجاد و حفظ «فشار اسمزی» خون مؤثرند و از این طریق میزان آب خون و بافتها و انتقال آب و مواد بین مویرگها و بافتها را «تنظیم» می کنند. آلبومینها در جگر ساخته می شوند و مقدار آنها از همه پروتئینهای پلازما بیشتر است. گلوبولینها نیز اعمال زیادی را برعهده دارند، یک دسته از آنها که گاماگلوبولین<sup>۱</sup> نامیده می شوند در «مبارزه با عوامل بیماریزا» نقش مهمی دارند و «آنتی بادی»<sup>۲</sup> (پادتن یا آنتی کور) نامیده می شوند. آنتی بادیها به وسیله دسته ای از سلولهای خون و اعضا ساخته می شوند. فیبرینوژن<sup>۳</sup> در جگر ساخته می شود و در انعقاد خون نقش دارد. هورمونها، ویتامینها و یونهای نمکی مثل سدیم، پتاسیم، کلسیم، کلرید، فسفات و کربنات و برخی گازها مثل اکسیژن و دی اکسید کربن نیز به صورت محلول در پلازما وجود دارند و «منتقل» می شوند.

اگر قطره ای خون را در زیر میکروسکوپ مشاهده کنید می توانید سلولهایی را ببینید که در پلازما شناورند. سلولهای خون به سه دسته تقسیم می شوند: سلولهای سفید، سلولهای قرمز و پلاکتها که پس از تولد، همگی در مغز استخوان ساخته می شوند. به سلولهای خون «گلوبول» نیز گفته می شود.

## مشاهده ۲: گلبولهای قرمز

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می رود پس از انجام این مشاهده بتواند:

– شکل گلبولهای قرمز را شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: میکروسکوپ، لام، لامل، لانست، الکل طبی

روش انجام: نوک انگشت خود را با استفاده از الکل طبی ضدعفونی نموده، اجازه دهید تا خشک شود. سپس با کمک یک لانست استریل نوک انگشت را سوراخ کنید و قطره کوچکی از خون خارج شده را بر یک لام بچکانید و سپس، یک لامل روی آن قرار دهید. لام حاوی خون را

۱- Gamaglobulins

۲- Antibody

۳- Fibrinogene

زیر میکروسکوپ مشاهده کنید. به شکل خاص گلبولهای قرمز توجه کنید.

«سلولهای سفید» به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱- گروه دانه‌دار «گرانولوسیت<sup>۱</sup>» که در سیتوپلاسم آنها دانه‌هایی وجود دارد و هسته آنها چندقسمتی است.

۲- گروه بدون دانه «آگرانولوسیت<sup>۲</sup>» که یک هسته یک پارچه دارند و سیتوپلاسم بیشتر آنها نیز صاف و بدون دانه است. سلولهای سفید خاصیت اندوسیتوز دارند. اما برخی از آنها در این زمینه تخصص پیدا کرده‌اند و هنگام گردش در خون و بافتهای بدن ذرات بیگانه مثل میکروبها و یا ذرات زاید مثل سلولهای مرده را فاگوسیتوز کرده، از بین می‌برند. سلولهای سفید بدون دانه شامل لنفوسیتها و مونوسیتها می‌باشند. آنتی‌بادیها به وسیله دستهای از لنفوسیتها ساخته می‌شوند. عده‌ای از مونوسیتها به بافتها رفته، در آنجا تبدیل به سلولهای ماکروفاژ می‌شوند. بیشتر سلولهای گرانولوسیت، مونوسیتها و ماکروفاژها برای فاگوسیتوز (ذره‌خواری) تخصص یافته‌اند.

تعداد «سلولهای قرمز» حدود هفتصد برابر سلولهای سفید است. این سلولها زنده‌اند اما پس از ساخته شدن در مغز استخوان و هنگامی که به خون وارد می‌شوند معمولاً هسته ندارند و چون فاقد میتوکندری نیز می‌باشند مواد غذایی را از راه تخمیر، تجزیه و مصرف می‌کنند. عمر متوسط هر سلول قرمز ۱۲۰ روز است. رنگ قرمز این سلولها به دلیل وجود پروتئین هموگلوبین در آنهاست که با اتصال گازها (اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و مونواکسیدکربن) و بعضی از یونهای نمکی (بی‌کربنات و یون هیدروژن اسیدی) در محل تولید آنها و انتقال آنها به محل دفع (ششها و کلیه‌ها) یا مصرف (مثل سلولها) عمل خود را انجام می‌دهد. ظرفیت انتقال هموگلوبین خیلی بیشتر از پلاسماست و به این ترتیب با جمع‌آوری و انتقال یونهای اسیدی و گازها در ایجاد خاصیت بافری خون (حفظ موازنه اسید و باز) نیز کمک می‌کند. ویتامین B<sub>۱۲</sub> و آهن برای تولید گلبولهای قرمز ضروری هستند و کمبود آنها باعث کم‌خونی می‌شود.

«پلاکتها» بسیار کوچک‌اند و هسته ندارند اما میتوکندری دارند و در عمل انعقاد خون و مبارزه با عوامل بیماریزا در بدن نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

پس خون، نقشهای بسیاری از جمله دفاع از بدن در برابر عوامل بیماریزا، حفظ موازنه اسید و باز، انتقال مواد زاید دفعی و مواد غذایی و موادی مثل هورمونها و ... در سراسر بدن و حفظ تعادل آب بافتها را برعهده دارد. یکی دیگر از وظایف خون، حفظ و نگهداری دمای بدن است. با بالا رفتن دما در هر قسمت از بدن، جریان خون به آن قسمت سریعتر می‌شود. خون گرمای دریافت

۱- Granulocytes

۲- Agranulocytes

شده از بافت را به قسمت‌های سطحی بدن می‌رساند که آن هم با تعرق دفع می‌شود. با توجه به اینکه قسمت اعظم خون را آب تشکیل می‌دهد و انرژی زیادی برای تغییر دمای آب مورد نیاز است خود خون دچار تغییر دمای زیادی نمی‌شود.

## انعقاد خون

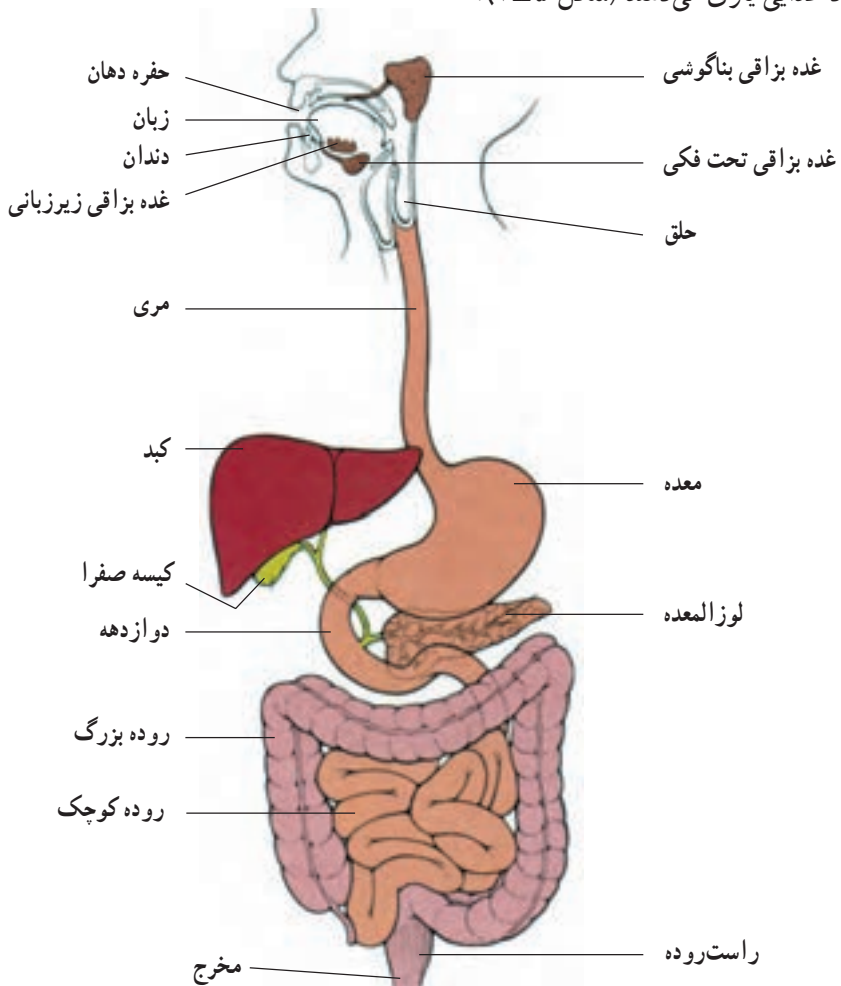
چنانچه در محلی از بدن، بریدگی ایجاد شود خون در آن محل منعقد می‌شود و سدی را پدید می‌آورد که مانع اتلاف خون می‌گردد. وقتی که ضربه شدیدی به ناحیه‌ای از بدن وارد می‌شود، باعث پارگی مویرگها در داخل بدن و خروج خون از رگ می‌شود و انعقاد صورت می‌گیرد (خون مردگی). انعقاد، با ترشح عاملی از پلاکتهای صدمه‌دیده و دیگر سلولهای مجروح بدن در محل زخم آغاز می‌شود. این عامل با واسطه تعدادی از مواد دیگر، باعث تغییر فیبرینوژن و تبدیل شدن آن به فیبرین می‌گردند که برخلاف فیبرینوژن در پلاسما محلول نیست و رشته‌هایی را می‌سازد که مانند یک تور عمل می‌کنند و سلولهای خونی به آنها می‌چسبند و به این صورت سد محکمی ایجاد می‌شود که از خروج خون بیشتر جلوگیری می‌کنند. حضور یون کلسیم و ویتامین K در انعقاد خون ضروری است. مولکولهای مختلفی در پدیده انعقاد شرکت می‌کنند. بعضی از افراد، ژن مربوط به تولید بعضی از این مولکولهای مهم را ندارند و به همین دلیل انعقاد در بدن آنها صورت نمی‌گیرد، در نتیجه ضربه‌ها و زخمهای کوچک عواقب خطرناکی برای آنها به دنبال دارد. این بیماری را «هموفیلی» می‌نامند.

## درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- انواع سلولهای سفید و وظایف آنها را برشمارید.
- ۲- اعمال مشترک پلاسما و سلولهای خون را نام ببرید. آیا به نظر شما در کلیه موارد همکاری پلاسما و سلولها مکمل عمل یکدیگر نیستند؟ مثالی در این مورد بیان نمایید.
- ۳- وظیفه درجه‌های مختلف قلب را شرح دهید. اگر هر یک از آنها دچار نقص شوند چه مشکلاتی ایجاد می‌شود؟
- ۴- مسیر حرکت خون در سیاهرگها، مویرگها و سرخرگها را شرح دهید.

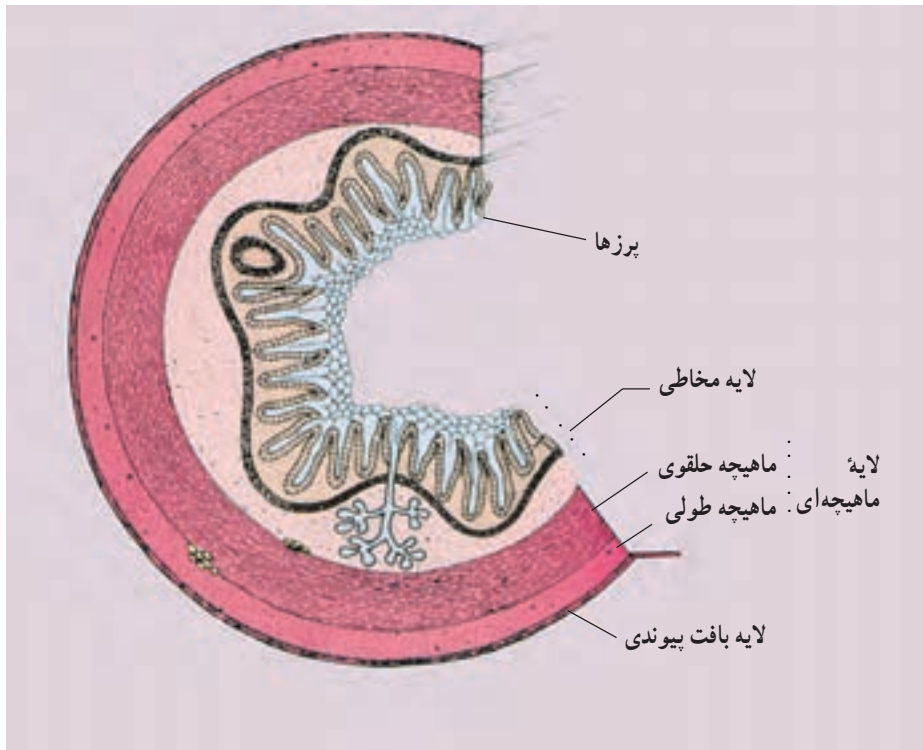
## ۲-۷- دستگاه گوارش

موجودات زنده برای زنده ماندن، رشد، نگهداری و ترمیم بافتهای خود به غذا نیاز دارند که آن را از طریق دستگاه گوارش بدست می‌آورند. وظیفه اصلی این دستگاه هضم و جذب مواد غذایی مختلف است. مواد غذایی، به همان شکلی که مصرف می‌شوند قابل جذب و ورود به جریان خون و مصرف نیستند، به همین دلیل طی فرآیند هضم (گوارش) برای جذب و مصرف سلولها آماده می‌شوند. اجزا و ساختمان دستگاه گوارش: این دستگاه شامل اندامهای دهان، حلق، مری، معده، روده کوچک، روده بزرگ، راست روده و مخرج می‌باشد. چند غده از جمله غدد بزاقی، غدد بافت پوششی معده و روده، کبد و پانکراس در یک ارتباط تنگاتنگ با اندامهای گوارشی، آنها را در هضم مواد غذایی یاری می‌دهند (شکل ۵-۷).



شکل ۵-۷- دستگاه گوارش شامل بخشهای مختلف و اندامهای ضمیمه آن

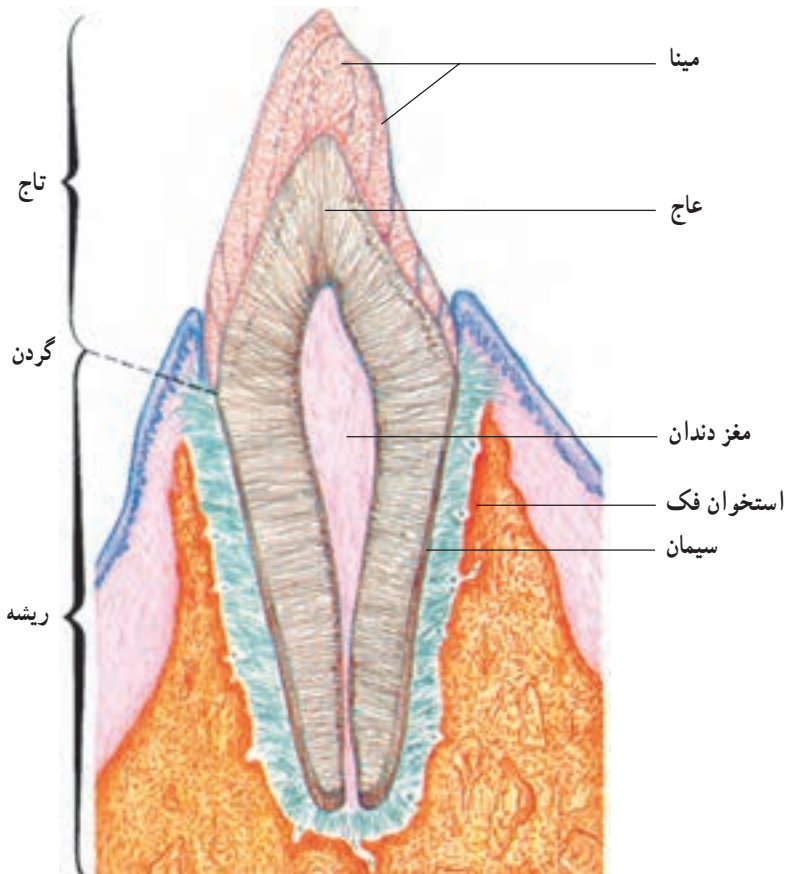
با وجود تفاوت‌های بارز بخش‌های مختلف لوله گوارش، اساس ساختمانی این لوله در همه جا یکسان است و از داخل لوله به خارج دارای سه لایه پوششی مخصوص، ماهیچه‌ای و بافت پیوندی است (شکل ۶-۷). لایه پوششی مخصوص که آن را «مخاط» می‌گویند شامل سلول‌های پوششی جدار لوله گوارش و مقداری بافت پیوندی در زیر آن است. لایه ماهیچه‌ای شامل ماهیچه‌های حلقوی و طولی صاف است که در ایجاد حرکات لوله گوارش نقش دارد. لایه خارجی از جنس بافت پیوندی است و بخشی از روده بند (صفاق) است که اندام‌های مختلف حفره شکمی را به هم متصل می‌کند.



شکل ۶-۷ - ساختمان لوله گوارش و سه لایه اصلی آن در برش عرضی

۱-۲-۷-دهان: دهان با توجه به مزه، بافت و جنس مواد وارد شده، کیفیت آنها را شناسایی می‌کند تا در صورت وجود مواد ناخواسته در غذا، فرد بتواند آن را خارج کند. پس یکی از وظایف دهان، تشخیص کیفیت غذاست. دهان به دو روش مکانیکی و شیمیایی باعث هضم مواد غذایی می‌گردد. هضم مکانیکی به کمک دندانها و هضم شیمیایی به وسیله بزاق مترشحه از غدد بزاقی انجام می‌شود.

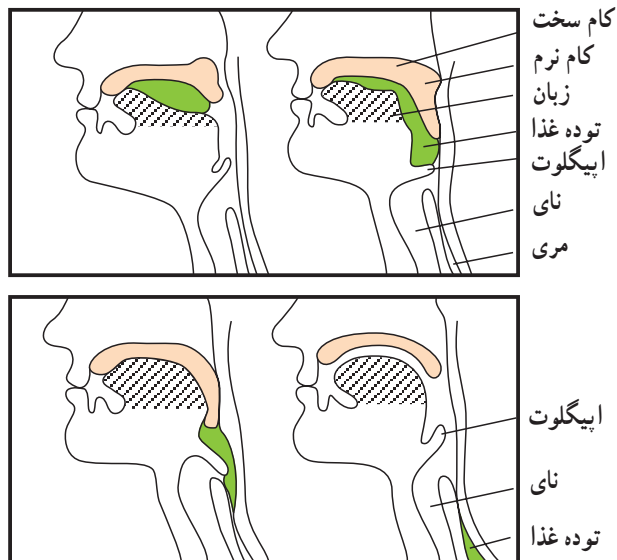
دندانها: شکل دندانها در حیوانات گوشتخوار برای بریدن و پاره کردن تنظیم شده است. برعکس در جانوران گیاهخوار شکل دندانها برای بریدن و آسیاکردن مناسب است. آیا می‌توانید شکل دندانهای شیر و گوسفند را مجسم و مقایسه کنید؟ انسان دارای انواع مختلفی از دندانهاست که با رژیم غذایی همه‌چیزخواری (گوشت‌خواری و گیاهخواری هر دو) تناسب دارد. هر دندان دارای دو بخش تاج و ریشه است. سطح تاج را ماده‌ای به نام مینا پوشانده است که سخت‌ترین ماده بدن است. فلوراید موجود در خمیردندان علاوه بر اثر میکروب‌کشی مستقیم، بر میزان سختی مینا نیز می‌افزاید، زیر لایه مینا، عاج دندان قرار دارد که سختی آن از مینا کمتر است و ساختمان آن مانند استخوان است. در بخش مرکزی دندانها، «مغز دندان» جای دارد که دارای رگهای خونی، اعصاب و بافت پیوندی است و قسمت زنده دندان محسوب می‌شود. در اطراف ریشه دندان «سیمان» قرار دارد که آن را در داخل استخوان فک محکم می‌کند (شکل ۷-۷).



شکل ۷-۷- ساختمان دندان و بافتهای اطراف آن

بزاق: بزاق مایعی لزج و چسبنده است که از غدد بزاقی پراکنده در دیواره دهان و سه جفت غده بزاقی «زیرزبانی»، «تحت فکی» و «بناگوشی» ترشح می شود. بزاق دارای آنزیمی به نام «پتیلین» است که باعث تجزیه نشاسته و شکستن آن به قندهای ساده تر می شود. آنزیم دیگر بزاق «لیزوزیم» است که ضد عفونی کننده است و دیواره سلولی باکتریها را تخریب می کند. برخی از حیوانات مثل گربه ها محل زخم های خود را می لیسند و با استفاده از لیزوزیم بزاق، آنها را ضد عفونی می کنند. موسینها گروه دیگری از پروتئینهای بزاق هستند که با ایجاد خاصیت لزجی و چسبندگی بزاق به تشکیل گلوله های غذا و حرکت آنها به سوی حلق کمک می کنند.

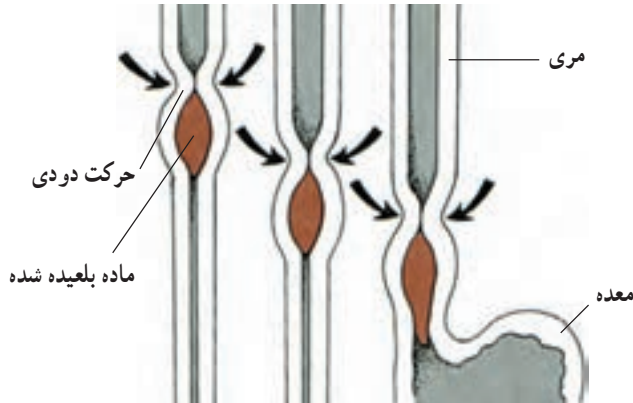
۲-۲-۷- حلق و مری: غذا پس از جویده شدن و مخلوط شدن با بزاق، به صورت گلوله هایی به سمت حلق رانده می شود، حلق یک چهارراه است (شکل ۸-۷). در هنگام بلع راه بینی



شکل ۸-۷- چهارراه حلق و فرآیند بلع

به کمک زبان کوچک و راه نای به وسیله اپیگلوت مسدود می شود و غذا به ناچار به داخل مری حرکت می کند. صحبت کردن و عصبانیت می تواند باعث اختلال در عمل بلع و ورود غذا به نای شود. انسداد نای معمولاً با سرفه های شدید رفع می شود. در غیر این صورت منجر به خفگی می گردد. غذا، با «حرکات دودی» مری به سمت معده حرکت می کند. ساختمان مری طوری است که هرگاه بخشی از آن به وسیله گلوله غذا باز (متسع) گردد، عضلات جدار آن درست در بخش بالای بخش

باز شده، دچار انقباض می‌شوند و باعث وارد آمدن فشار به توده غذا و حرکت آن به سمت معده می‌گردند. این عمل مرحله به مرحله در طول مری تکرار می‌شود تا لقمه غذایی به معده برسد (شکل ۷-۹).



شکل ۷-۹- حرکات دودی در مری و حرکت غذا به سمت معده

**۷-۲-۳- معده:** دو وظیفه اصلی معده ذخیره موقت غذا و کمک به هضم آن است. انقباضهای جدار معده از طرفی باعث مخلوط کردن غذا با شیره معده و از طرف دیگر باعث حرکت دادن آن به سمت دهانه روده می‌گردد. شیره معده حاوی اسید کلریدریک، آنزیم پپسین<sup>۱</sup> و ماده مخاطی است که از غدد جدار معده ترشح می‌گردند. اسید معده در ضد عفونی کردن و هضم غذا شرکت می‌کند. آنزیم پپسین پروتئینها را به اجزای کوچکتر می‌شکند. آنزیمهای دیگری نیز در شیره معده وجود دارند که باعث تجزیه مواد غذایی می‌شوند. ماده مخاطی، سطح جدار معده را می‌پوشاند و از آن در برابر آسیب ناشی از اسید و آنزیمها جلوگیری می‌کند.

**۷-۲-۴- روده باریک:** غذا با عبور از دریچه پیلور از معده وارد روده می‌شود. بخش ابتدای روده باریک «دوازدهه» نامیده می‌شود که بعضی از سلولهای دیواره آن قادر به ترشح برخی آنزیمهای گوارشی می‌باشند. علاوه بر این، ترشحات برون ریز لوزالمعده و صفرا نیز به آن می‌ریزند. ترشحات لوزالمعده حالت اسیدی غذای وارد شده از معده را خنثی می‌کند و دارای آنزیمهایی برای هضم انواع مواد غذایی نیز می‌باشد. صفرا به وسیله کبد ترشح می‌شود و در کیسه صفرا که در زیر کبد واقع شده است، ذخیره می‌گردد. کیسه صفرا در هنگام ورود مواد غذایی، بویژه غذاهای چرب به

<sup>۱</sup> Pepsin

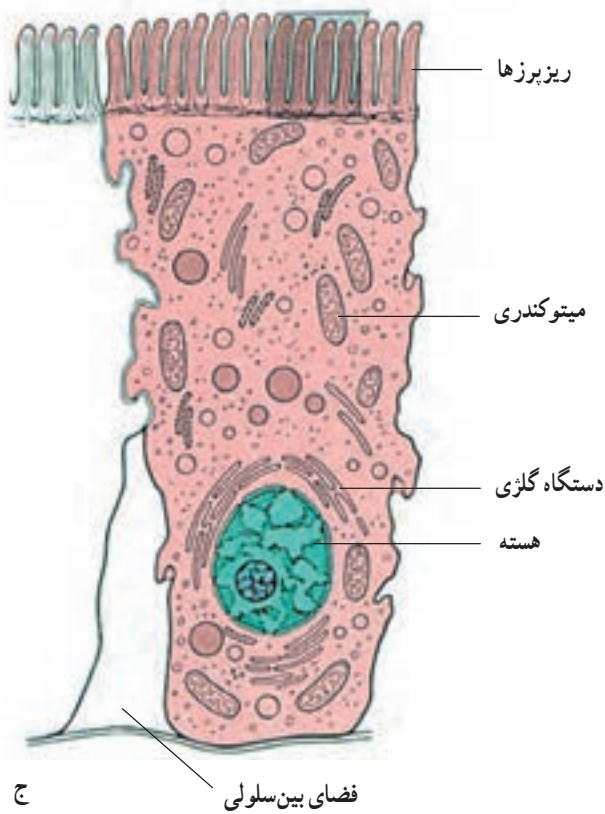
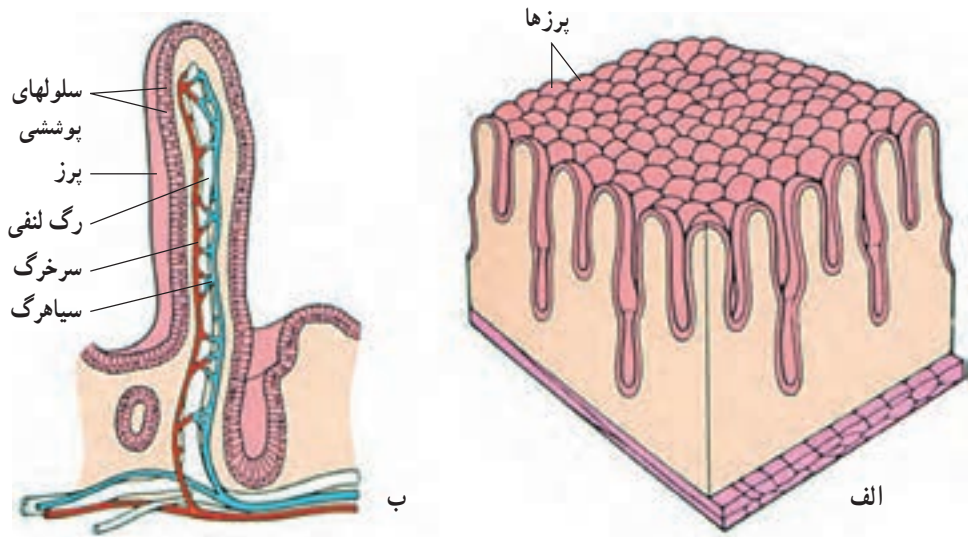


دوازدهم تخلیه می‌شود. نمکهای صفراوی موجود در صفرا باعث تبدیل قطره‌های درشت چربی به قطره‌های ریز می‌شوند و به این ترتیب به هضم آنها کمک می‌کنند. پس مهمترین عمل صفرا، کمک به هضم چربیهاست.

**جذب غذا:** غذایی که از دوازدهم می‌گذرد به مقدار زیادی هضم شده است. با پیمودن مسیر روده باریک، مواد غذایی آن جذب می‌گردد. جدار داخلی روده، دارای پرزهایی است که عملاً سطح روده را برای جذب بیشتر، چند برابر افزایش می‌دهند. فرض کنید که برای پوشاندن پنجره به پرده نیاز دارید. اگر پرده‌ای با چین‌های فراوان انتخاب کنید بیش از یک پرده ساده به پارچه نیاز دارید، در روده نیز با ایجاد پرز، سطح بیشتری ایجاد می‌شود که به همان نسبت جذب بیشتری هم صورت می‌گیرد (شکل ۱-۷). روی سطح پرزها نیز «ریزپرزه‌هایی» به همین منظور ایجاد شده‌اند. آب، نمکها، ویتامینها و کلیه مواد غذایی «به جز چربیها» از جدار روده جذب شده و وارد سیاهرگی در محور پرز می‌شوند. این سیاهرگهای کوچک به هم می‌پیوندند و در نهایت «سیاهرگ باب» را می‌سازند که ابتدا وارد کبد می‌شود تا غلظت مواد غذایی آن به وسیله کبد کنترل گردد. در درون هر پرز؛ یک مویرگ لنفی هم وجود دارد. چربیها پس از جذب، وارد این رگهای کوچک لنفی می‌شوند. رگهای لنفی پس از به هم پیوستن از طریق سیدرگ تنه، وارد جریان خون می‌شوند.

غلظت اغلب مواد غذایی و ویتامینها در روده بیشتر از خون است پس به راحتی از طریق انتشار جذب می‌شوند. قندهای ساده و اسیدهای آمینه با انتشار تسهیل شده و یونها از طریق انتقال فعال جذب می‌شوند. آب نیز به دنبال مواد فوق براساس پدیده اسمز جذب می‌گردد.

**۵-۲-۷- روده بزرگ:** روده بزرگ دارای سه بخش بالارو، افقی و پایین‌رو است که در ابتدای بخش بالارو آن، روده کور و زائده آپاندیس قرار دارند. این زائده، گرمی شکل و توخالی است. گاهی عفونت این قسمت که «آپاندیسیت» نامیده می‌شود منجر به عمل جراحی می‌گردد. سلولهای جدار روده بزرگ تنها مقداری آب و نمک جذب می‌کنند. برخی از باکتریها به صورت همزیست در روده بزرگ زندگی می‌کنند و از باقیمانده مواد غذایی استفاده می‌نمایند. اهمیت این باکتریها در آن است که برخی ویتامینها مانند ویتامینهای K و B را می‌سازند که از طریق جدار روده بزرگ جذب می‌شوند. گروهی از باکتریها وظیفه تولید گازهای روده را برعهده دارند. باقیمانده مواد غذایی و ترشحات لوله گوارش به همراه مقداری از باکتریها در نهایت وارد راست‌روده شده، در آنجا انباشته



شکل ۱۰-۷- شکل گیری پرزها بر سطح روده باریک (الف)، ساختمان یک پرز (ب)، شکل گیری ریزپرزها بر سطح سلولهای پوششی جدار روده کوچک (ج)

می‌شوند تا در موقع مناسب و تحت اراده فرد دفع شوند.

### برخی از ناراحتیهای دستگاه گوارش

زخم معده و دوازدهه: استعمال مشروبات الکلی، برخی داروها مانند آسپیرین، اضطراب و نگرانی، ترشح بیش از حد اسید معده و آنزیمها و نقص لایه مخاطی، می‌توانند باعث ایجاد زخم در جدار معده و روده و بویژه دوازدهه شوند که علامت آن درد سوزشی در ناحیه زیر جناغ سینه است.

آپاندیسیت: مسدود شدن دهانه آپاندیس با مواد غذایی، مدفوع یا انگلها، منجر به عفونی شدن آن می‌شود. علائم بیماری درد شدید اطراف ناف و سمت راست پایین شکم، استفراغ و تب است که در نهایت منجر به جراحی و برداشتن زائده آپاندیس می‌گردد.

یبوست و اسهال: علت این عوارض، به ترتیب کند شدن و تند شدن حرکتهای روده بزرگ است که باعث توقف و جذب آب بیش از حد و خشک شدن مدفوع در هنگام یبوست و یا توقف کم و عدم جذب آب و دفع مدفوع آبی در هنگام اسهال می‌گردد. اسهال با دفع مقدار زیاد آب و نمک همراه است و در صورتی که این دفع با مصرف محلول نمکی جبران نشود می‌تواند خطر آفرین باشد. اسهال معمولاً به دلیل ابتلا به برخی از بیماریهای باکتریایی و ویروسی ایجاد می‌شود. مصرف اغلب سبزیجات و میوه‌ها در هنگام اسهال این عارضه را تشدید می‌کند اما به دلیل وجود سلولز برای بهبود یبوست مفید می‌باشد.

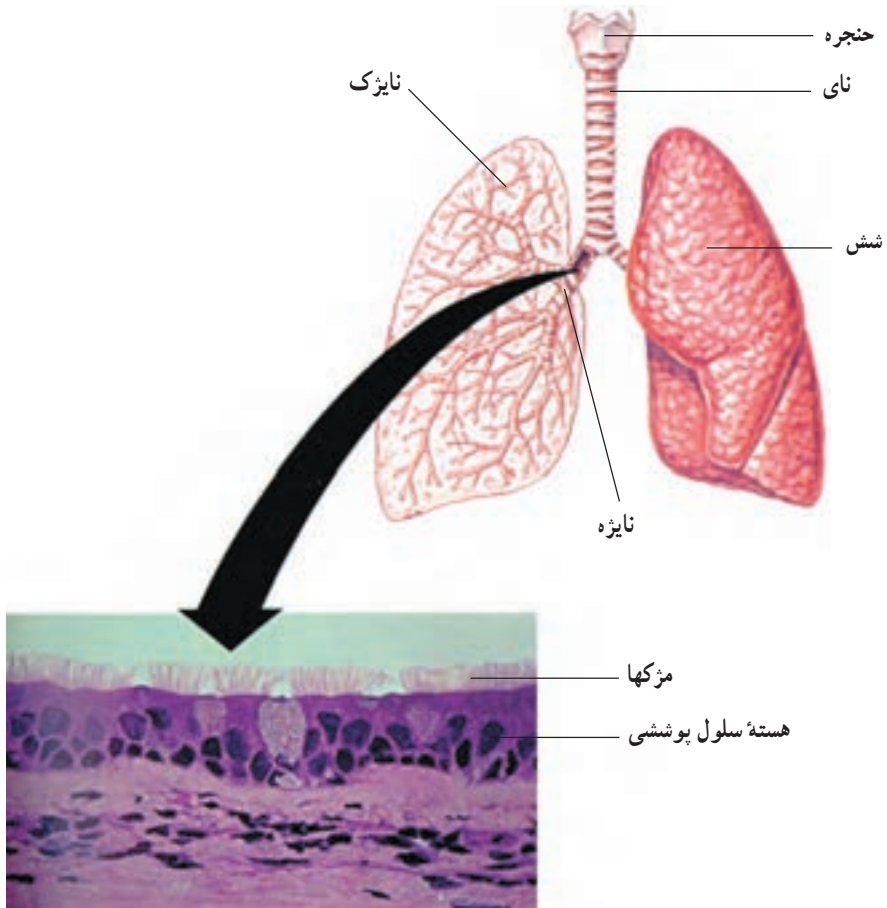
### درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- هضم در چه قسمتهایی از دستگاه گوارش انجام می‌گیرد؟
- ۲- جذب مواد در چه قسمتهایی از دستگاه گوارش انجام می‌گیرد؟
- ۳- چه غده‌هایی به دستگاه گوارش مربوط می‌شوند؟
- ۴- مسیر حرکت غذا در دستگاه گوارش را شرح دهید.

### ۷-۳- دستگاه تنفس

سوخت و ساز مواد در درون سلولها نیاز به اکسیژن دارد. در موجودات پرسلولی که تک تک سلولها در تماس مستقیم با محیط نیستند، دستگاه تنفس وظیفه گرفتن اکسیژن و رساندن آن به همه سلولها، با همکاری دستگاه گردش خون را برعهده دارد. دستگاه تنفس همچنین دی اکسید کربن حاصل از مصرف اکسیژن و تنفس سلولی در بافتها را که به خون منتقل شده است، از آن گرفته، دفع می کند. دستگاه تنفس در انسان، شامل دو «شش» است که درون «قفسه سینه» قرار گرفته اند و از طریق مجاری تنفسی با محیط بیرون ارتباط دارند. «ماهیچه های تنفسی» در جدار و کف قفسه سینه قرار دارند و به انجام عمل دم و بازدم کمک می کنند.

۷-۳-۱- ساختمان و عمل مجاری تنفسی و ششها: مجاری تنفسی شامل بینی، حنجره، نای، نایژه ها و نایژکهاست که نایژکهای نازک انتهایی به کیسه های هوا ختم می شوند (شکل ۷-۱۱).



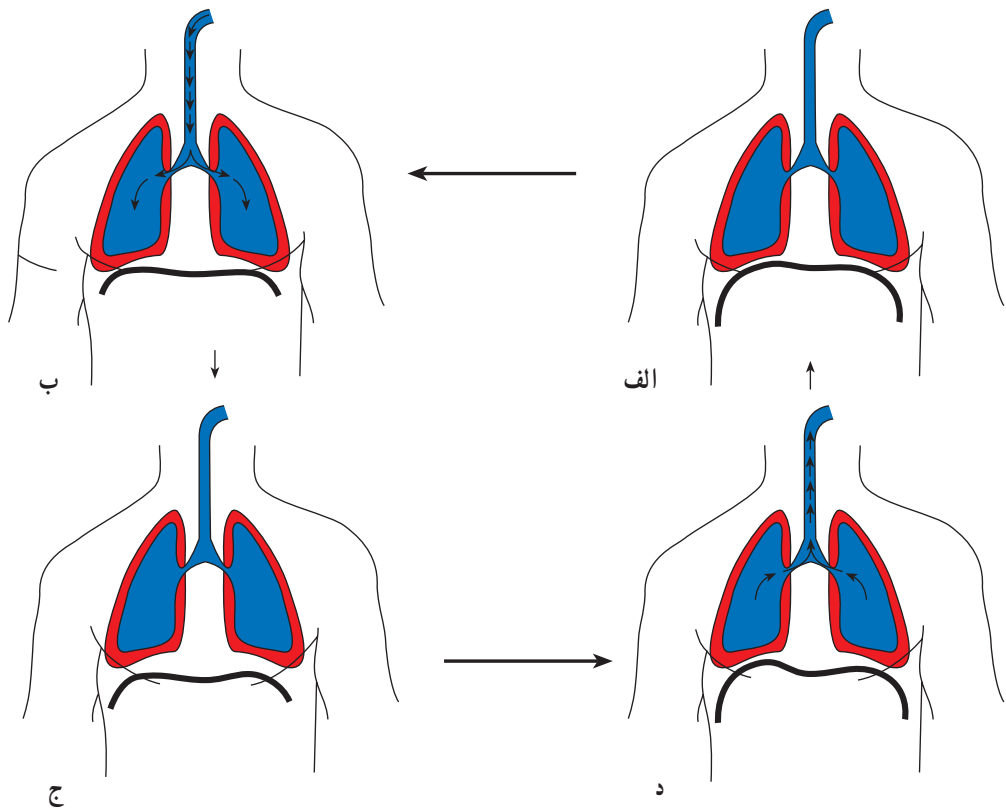
شکل ۷-۱۱- بخش تحتانی مجاری تنفسی و ششها

مخاط حفره‌های بینی مرطوب و دارای مژه‌ها (برجستگی‌های مو مانند) و رگهای خونی فراوان است که در مجموع هوای تنفسی را مرطوب و گرم می‌سازند و ذرات خارجی معلق در آن را می‌گیرند. در ادامه حفره بینی و ابتدای نای، حنجره قرار دارد که اتاقکی غضروفی است و دارای تعدادی تار صوتی با طول و ضخامت متغیر است. با خروج هوا، این تارهای صوتی مرتعش می‌شوند و تولید صدا می‌نمایند. این صدا به همراه حرکت‌های هماهنگ لبها و زبان، تکلم را ممکن می‌سازند. در ادامه حنجره، نای قرار گرفته است که حلقه‌های غضروفی آن از بسته شدن و روی هم خوابیدن دیواره‌های نای جلوگیری می‌کنند. شما با لمس قسمت جلوی گردن خود می‌توانید آنها را احساس کنید. نای در انتها به دو نایژه تقسیم می‌شود که هریک وارد یکی از ششها می‌گردند. نایژه، پس از ورود به ششها مرتب تقسیم می‌شوند و نایژکهای ریز و ریزتری را می‌سازند. نایژکهای انتهایی جدار نازکی دارند و هرکدام به چند کیسه هوایی ختم می‌شوند. در تمام طول مجاری تنفسی پایین‌تر از حنجره سلولهای لایه پوششی مژکهای دارند که همیشه در حال زنش به سمت حلق می‌باشند و ذرات معلق در هوا را پس از چسبیدن به جدار مجاری، به سمت حلق حرکت می‌دهند تا دفع شوند. در سطح داخلی کیسه‌های هوایی سلولهای وجود دارند که با فاگوسیتوز، ذرات خارجی را بلعیده، حذف می‌کنند. در اطراف کیسه‌های هوایی و نایژکهای انتهایی شبکه‌های گسترده مویرگی قرار گرفته است که با توجه به نازک بودن جدار کیسه‌های هوایی، انتشار اکسیژن و دی‌اکسید کربن بین کیسه‌های هوایی و خون را به راحتی ممکن می‌سازند. فقط کافی است هوای درون کیسه‌های هوایی به طور مرتب با هوای تازه بیرون جایگزین گردد. این عمل تهویه نام دارد و با دم و بازدم انجام می‌گیرد.

**۲-۳-۷- قفسه سینه و ماهیچه‌های تنفسی:** قفسه سینه، اتاقکی مخروطی شکل است که جدار آن را ۱۲ جفت دنده تشکیل می‌دهند. دنده‌ها از پشت به ستون مهره‌ها و از جلو به استخوان جناغ متصل‌اند. کف این اتاقک را ماهیچه دیافراگم تشکیل می‌دهد. درون قفسه سینه پرده دو لایه «جنب» جای دارد که لایه خارجی آن به جدار قفسه سینه و لایه داخلی آن به سطح ششها چسبیده است. ششها قابل ارتجاع‌اند و بنابراین تغییر حجم قفسه سینه باعث تغییر حجم ششها هم می‌گردد. انقباض ماهیچه دیافراگم که در حالت معمولی گنبدی شکل است باعث حرکت روبه پایین آن و در نتیجه افزایش حجم قفسه سینه می‌گردد به طور همزمان انقباض ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای نیز به کاهش و افزایش حجم قفسه سینه و در نتیجه ششها کمک می‌کند.

**۳-۳-۷- فرآیند دم و بازدم:** تنفس دارای دو مرحله دم و بازدم است. تحت فرمان مراکز عصبی، طی عمل دم برخی از ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای و دیافراگم منقبض می‌شوند و حجم قفسه سینه را افزایش می‌دهند. در نتیجه حجم ششها نیز افزایش می‌یابد و به دنبال آن هوا از طریق مجاری تنفسی

به درون ششها کشیده می‌شود (شکل ۱۲-۷) به این عمل «دم» گفته می‌شود. به محض قطع فرمان عصبی، انقباض ماهیچه‌های فوق پایان می‌پذیرد. در نتیجه وزن قفسه سینه و خاصیت ارتجاعی ششها باعث کاهش حجم قفسه سینه و ششها و بازگشت آنها به حالت اول می‌گردند و هوای وارد شده در مدت زمان دم را از ششها خارج می‌کنند. این عمل را «بازدم» می‌گویند. شخص می‌تواند با منقبض کردن بعضی از عضلات بین‌دنده‌ای و عضلات شکم، بازدم را به‌طور ارادی و با سرعت دلخواه انجام دهد اما در حالت معمولی بازدم همانگونه که گفته شد، خودبخود انجام می‌گیرد.

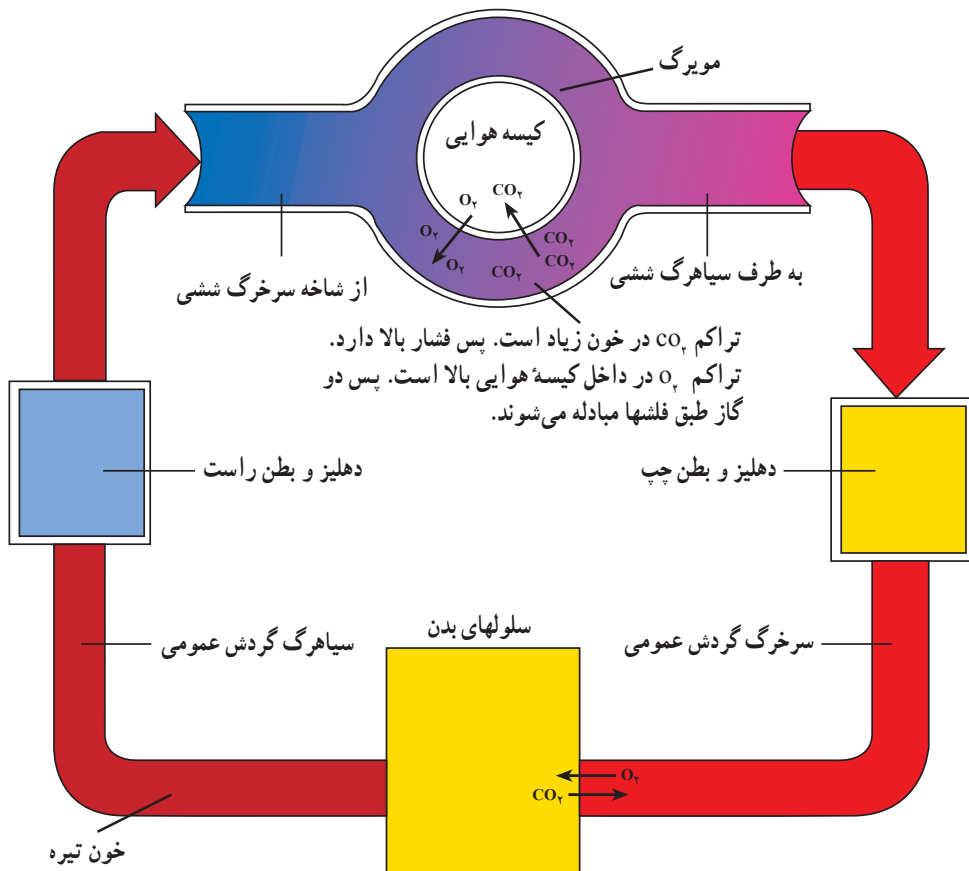


شکل ۱۲-۷- چگونگی دم و بازدم. وضعیت ششها و دیافراگم قبل از دم (الف)، طی دم (ب)، در پایان دم (ج) و طی بازدم (د)

مرکز کنترل تنفس در بصل النخاع قرار دارد و فعالیت آن با غلظت دی‌اکسید کربن و اکسیژن تغییر می‌کند. افزایش دی‌اکسید کربن در خون این مرکز را فعال می‌کند تا در نتیجه افزایش تنفس، دی‌اکسید کربن دفع شود و غلظت آن به حد طبیعی برگردد. کاهش اکسیژن خون نیز به طریقی این مرکز را تحریک می‌کند تا با افزایش تنفس، کمبود اکسیژن خون برطرف گردد.

۴-۳-۷- مبادله گازهای تنفسی و انتقال آنها در خون: غلظت اکسیژن در درون کیسه‌های هوایی از خون بیشتر است، بنابراین اکسیژن از کیسه‌های هوایی به خون انتشار می‌یابد. در مورد دی‌اکسید کربن، این وضعیت معکوس است. یعنی غلظت آن در خون بیشتر است. از این رو از طریق انتشار وارد کیسه‌های هوایی می‌گردد. اکسیژن پس از ورود به خون به هموگلوبین موجود در گلبولهای قرمز متصل و به بافتها منتقل می‌شود. مقدار کمی اکسیژن به صورت محلول در پلاسماي خون منتقل می‌گردد.

دی‌اکسید کربن حاصل سوخت و ساز مواد در سلولهاست و دائماً در بافتها تولید می‌شود که باید به ششها منتقل و از آنجا دفع شود. بیشتر دی‌اکسید کربن به شکل یون بی‌کربنات توسط پلاسما و گلبولهای قرمز و مقدار کمتری به صورت ترکیب با هموگلوبین و مقدار اندکی نیز به شکل گاز محلول به سوی ششها منتقل می‌گردد (شکل ۱۳-۷). زیرا علیرغم آنکه یون بی‌کربنات به طور عمده در گلبولهای قرمز ساخته می‌شود ولی مقدار زیادی از آن به پلاسما منتقل شده و از آن طریق حمل می‌شود.



شکل ۱۳-۷- تبادل گازهای تنفسی در ششها و بافتها

## برخی از ناراحتیهای دستگاه تنفس

آلودگی هوا، مصرف سیگار و ابتلا به سرماخوردگی، اصلی‌ترین عوامل زمینه‌ساز برای بیماریهای تنفسی هستند. برونشیت به معنای تورم و التهاب مجاری تنفسی (نای و نایژه‌ها) است که در اثر عفونت با برخی باکتریها و ویروسها ایجاد می‌گردد. ذات‌الریه یا سینه‌پهلو، در اثر عفونت ششها و کیسه‌های هوایی با بعضی از باکتریها و ویروسها ایجاد می‌گردد که می‌تواند تبادل گازهای تنفسی را از جدار کیسه‌های هوایی بشدت کاهش دهد.

آسم، نوعی بیماری است که مجاری تنفسی در آن بویژه در هنگام بازدم تنگ می‌شوند و بنابراین دم و بازدم به‌سختی انجام می‌گیرد. آسم ممکن است به‌علل مختلفی مثل حساسیت، آلودگی هوا، عفونت مجاری تنفسی و مشکلات ارثی بوجود آید.

## مشاهده ۳: ساختمان دستگاه تنفسی گوسفند

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از انجام این مشاهده بتواند:

۱- با در دست داشتن مدل دستگاه تنفسی یا شش گوسفند، قسمت‌های مختلف آن را نشان داده و نام ببرد.

۲- با توجه به آشنایی با ساختمان دستگاه تنفسی نقش و عمل هریک از قسمت‌های مختلف این دستگاه و مسیر انتقال گازهای تنفسی را شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: شش گوسفند که به‌همراه نای سالم از بدن حیوان خارج شده است، تیغ جراحی یا چاقوی تیز، تشک تشریح

روش انجام: در ساختمان نای، دقت کنید. آیا حلقه‌های غضروفی جدار آن را می‌توانید مشخص کنید؟ آیا این حلقه‌ها کامل‌اند؟ به محل دوشاخه‌شدن در نای و اجزای آن دقت کنید؟ لب‌های هر شش را بررسی کنید. سعی کنید تفاوت دو شش راست و چپ را بیان کنید. در پرده سطح ششها دقت کنید. دهانه نای را تمیز نموده، درون آن بدمید. چه اتفاقی می‌افتد؟ بخشی از شش را برش دهید و مقطع آن را بررسی نمایید.



## آزمایش: اندازه‌گیری حجم هوای جاری

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از انجام این آزمایش بتواند:

- ۱- مفهوم حجم هوای جاری را به تفصیل شرح دهد.
- ۲- با در دست داشتن وسایل لازم نحوه اندازه‌گیری حجم هوای جاری را نشان

دهد.

مواد و وسایل لازم: یک عدد تشت، یک بشر یک لیتری، آب، کیسه فریزر، استوانه مدرج هوای جاری، مقدار هوایی است که طی دم و بازدم معمولی وارد دستگاه تنفس می‌شود و یا از آن خارج می‌گردد. برای اندازه‌گیری حجم هوای جاری، یک بشر یک لیتری را پر از آب کنید و درون تشت قرار دهید. دقت کنید در این مرحله درون تشت آبی وجود نداشته باشد. درحالی‌که دم و بازدم طبیعی انجام می‌دهید، بازدم خود را وارد کیسه فریزر خالی کنید و دهانه آن را ببندید. کیسه فریزر بادشده را وارد بشر پر از آب کنید و بعد به آرامی هوای آن را خارج کنید. حجم آب سرریز شده به داخل تشت را با کمک استوانه مدرج اندازه بگیرید این حجم برابر حجم هوای جاری ریۀ شماست.

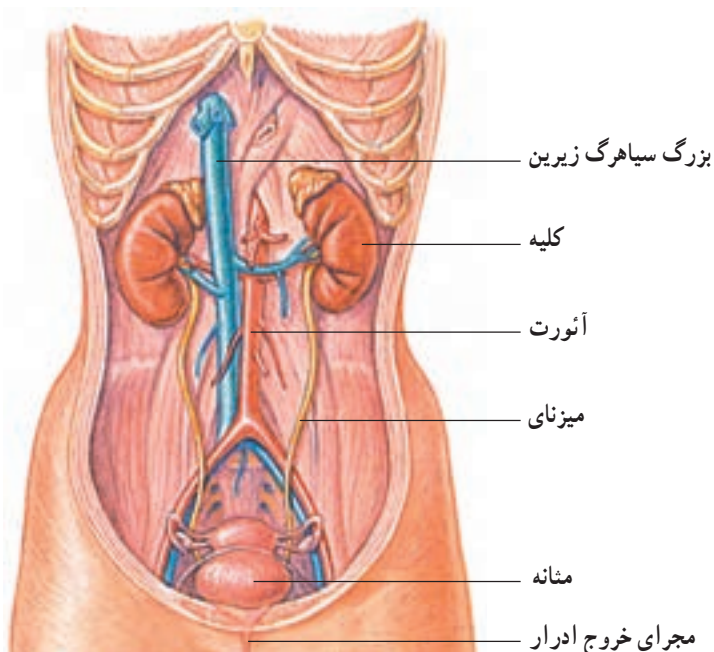
### درباره این پرسشها بحث کنید

- ۱- اکسیژن چگونه و از چه مسیری به سلولها می‌رسد؟
- ۲- دی‌اکسید کربن چگونه و از چه مسیری از سلولها دور شده، از بدن دفع می‌گردد؟
- ۳- چگونگی فرآیند دم و بازدم را شرح دهید.

### ۷-۴- دستگاه دفع ادرار

سلولهای زنده با استفاده از اکسیژن و مواد غذایی، انرژی لازم برای فعالیتهای گوناگون خود را بدست می‌آورند. در کنار واکنشهای شیمیایی درون سلول همواره مواد زایدی نیز تولید می‌شوند. از مهمترین مواد دفعی و زاید سلولها می‌توان از دی‌اکسید کربن، اوره و اسید اوریک نام برد. دفع دی‌اکسید کربن وظیفه دستگاه تنفس است. اگر سایر مواد که دائماً از درون سلولها به بیرون یعنی به داخل مایع میان‌بافتی سرازیر می‌گردند از پیرامون سلولها دور نشوند، ادامه زندگی را برای آنها غیرممکن می‌سازند. خون مواد زاید را از بافتها می‌گیرد و کلیه‌ها نیز آنها را از خون جدا کرده، به‌صورت ادرار درمی‌آورند. دستگاه ادراری شامل دو کلیه، دو میزنای، مثانه و مجرای ادراری است

(شکل ۱۴-۷). کلیه‌ها علاوه بر دفع مواد زاید اعمال مهم دیگری از قبیل تنظیم میزان اسیدی بودن و فشار اسمزی خون را نیز بر عهده دارند.



شکل ۱۴-۷- موقعیت دستگاه دفع ادرار و اجزای تشکیل دهنده آن در بدن

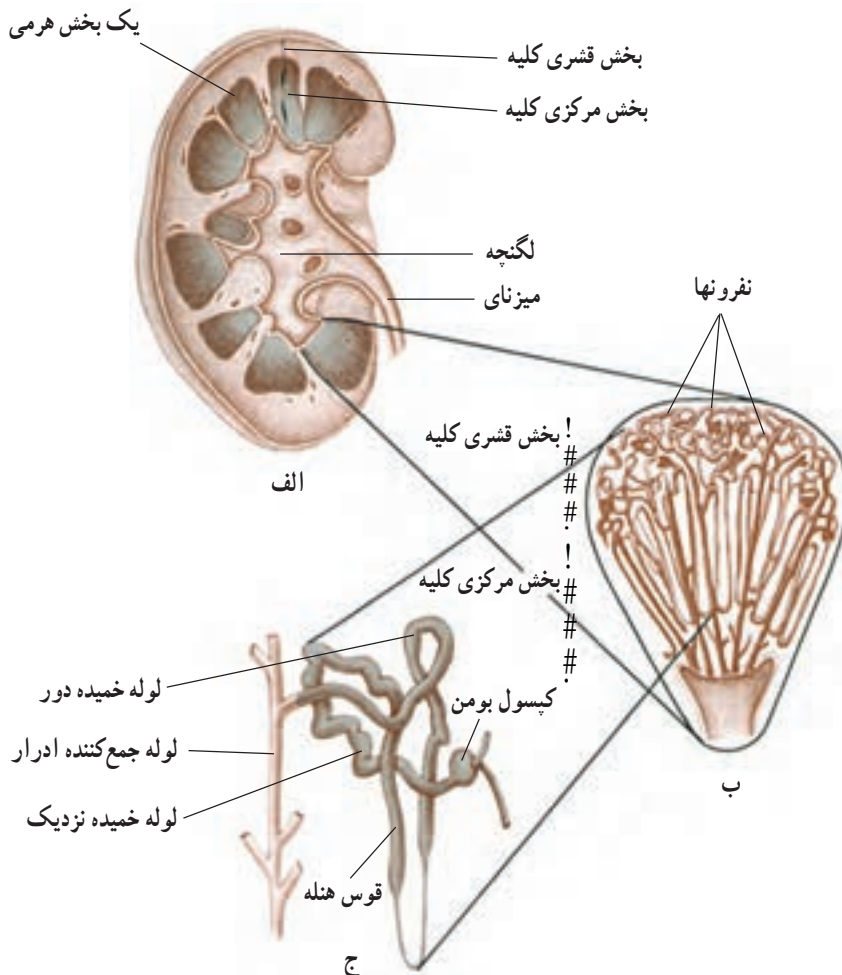
۱-۴-۷- ساختمان کلیه‌ها: انسان دارای دو کلیه است که در دو پهلوئی او، زیر دیافرآگم و متمایل به پشت قرار گرفته‌اند. کلیه‌ها لوبیایی شکل هستند و روی هم حدود  $300^{\circ}$  گرم وزن دارند. فرورفتگی کلیه‌ها را «ناف کلیه» می‌نامند که محل ورود رگها و اعصاب کلیه است. کلیه دارای دو بخش مرکزی و قشری است (شکل ۱۵-۷). بخش مرکزی از هرمهایی تشکیل شده است. هر هرم بخش مرکزی و ناحیه قشری روبه‌روی آن را یک «لوب کلیه» می‌نامند.

واحد عملی کلیه نفرونها می‌باشند. هر کلیه از میلیونها نفرون تشکیل شده است که هر کدام به تنهایی قادر به تولید ادرار است. نفرون لوله‌ای پر پیچ و خم است که ابتدای آن مسدود شده و کیفی شکل است و «کپسول بومن» نامیده می‌شود.

درون کپسول بومن یک کلاف مویرگی قرار دارد که به آن «اولین شبکه مویرگی» می‌گویند. در طول نفرون، پس از کپسول بومن چند پیچ و خم وجود دارد که به آن «لوله خمیده نزدیک» می‌گویند. لوله خمیده نزدیک به یک بخش خمیده «(U)» شکل متصل می‌شود که قسمت پایین آن در بخش مرکزی

کلیه قرار می‌گیرد. این بخش U شکل را «قوس هنله» می‌گویند. پس از قوس هنله چند پیچ و خم دیگر وجود دارد که لوله خمیده دور نامیده می‌شود. کپسول بومن، اولین شبکه مویرگی، لوله خمیده نزدیک، لوله خمیده دور و بخش فوقانی قوس هنله، همگی در بخش قشری کلیه قرار دارند. لوله خمیده دور به «لوله جمع کننده ادرار» متصل می‌شود که تا فضای موجود در بخش ناف کلیه امتداد دارد و فضای موجود در ناف کلیه که تمامی لوله‌های جمع کننده ادرار به آن ختم می‌شوند و ادرار را به آن می‌ریزند «لگنچه» نامیده می‌شود. لگنچه از سوی دیگر به «میزنای» ختم می‌شود.

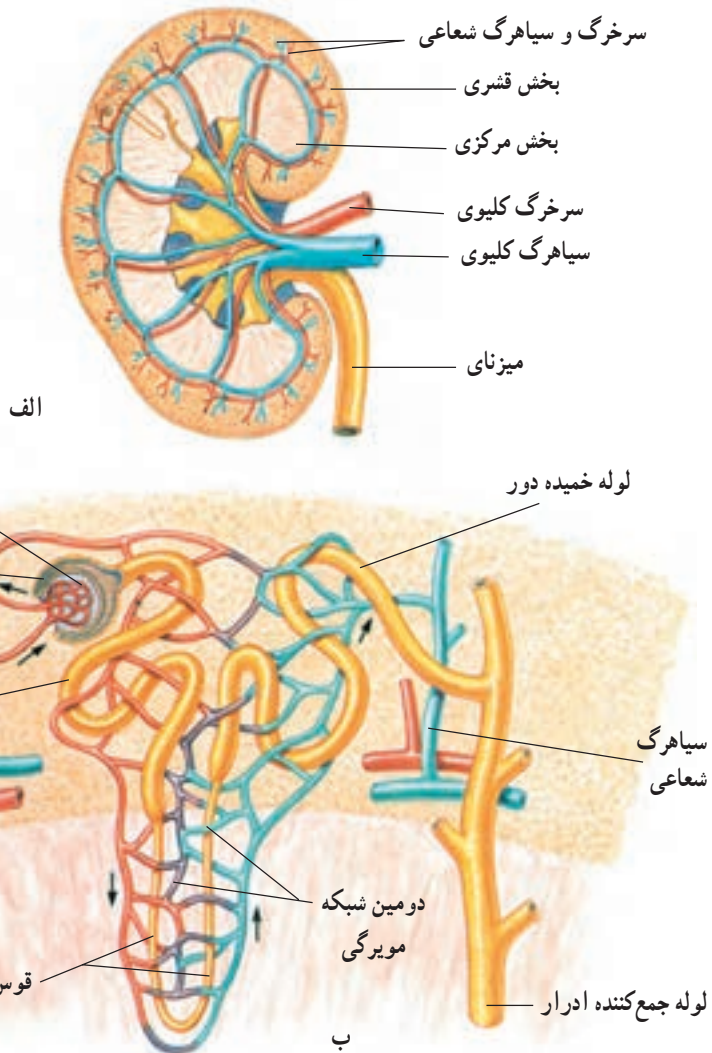
از هر کلیه لوله‌ای به نام میزنای خارج می‌شود که ادرار را به مثانه، منتقل می‌نماید. ادرار در مثانه انباشته می‌شود تا در موقع مناسب، تحت اراده فرد از طریق «مجرای ادراری» دفع گردد.



شکل ۱۵-۷- ساختمان درونی یک کلیه (الف)، ساختمان بزرگ شده یک لوب آن (ب) و ساختمان یک نفرون (ج)

۲-۴-۷- جریان خون کلیه: شاخه‌های سرخرگی که از ناف کلیه به آن وارد می‌شود تا دورترین بخشهای ناحیه قشری کلیه گسترده شده‌اند. این شاخه‌ها را «سرخرگهای شعاعی» می‌نامند. انشعابی از سرخرگهای شعاعی وارد کیسول بومن هر نفرون می‌شود و «اولین شبکه مویرگی» را می‌سازد. خونی که از این شبکه مویرگی می‌گذرد، وارد شبکه مویرگی دیگری که در اطراف سایر بخشهای نفرون قرار دارد، می‌شود که به آن «دومین شبکه مویرگی» می‌گویند (شکل ۱۶-۷).

خون، از این شبکه وارد یک سیاهرگ کوچک به نام «سیاهرگ شعاعی» می‌شود. سیاهرگها به هم پیوسته و در انتها سیاهرگ کلیوی را می‌سازند که از ناف کلیه خارج می‌گردد.



شکل ۱۶-۷- خون‌رسانی کلیه (الف) و جریان خون پیرامون یک نفرون (ب)

۳-۴-۷- تشکیل ادرار: دیوارهٔ اولین شبکه مویرگی که درون کپسول بومن قرار گرفته است بسیار نفوذپذیر است. تحت تأثیر فشار خون موجود در این شبکه، مقدار زیادی از آب و مواد محلول در پلاسما از آن خارج و وارد کپسول بومن می‌گردد. به این عمل «تصفیه» یا «تراوش» می‌گویند. در فرآیند تراوش سطح داخلی کپسول بومن و جدار مویرگهای اولین شبکه مویرگی مانند صافی عمل می‌کنند و مواد را برحسب اندازه انتخاب می‌نمایند. طی تراوش مواد محلول درشت مولکول مثل پروتئینها از صافی عبور نمی‌کنند. بدین ترتیب مقدار زیادی آب، اسیدهای آمینه، گلوکز و انواع نمکها وارد نفرون می‌شوند که برای بدن لازم هستند. خوشبختانه سلولهای جدار نفرون می‌توانند این مواد را گرفته، به درون خون موجود در دومین شبکهٔ مویرگی که اطراف نفرون را فرا گرفته است، برگردانند. به این عمل «بازجذب» می‌گویند. بنابراین همزمان با حرکت مایع تصفیه‌شده در داخل نفرون، در یک فرد سالم تمامی اسیدهای آمینه، گلوکز و بخش اعظم آب و نمکها بازجذب می‌شوند. سلولهای کلیه همچنین، قادرند برخی مواد دفعی از جمله یون هیدروژن را که مقدار اسیدی بودن خون را تنظیم می‌کنند از آن گرفته، به درون نفرون بفرستند، این عمل را «ترشح» می‌گویند. آنچه در نهایت در انتهای نفرون تشکیل می‌شود ادرار است که به لگنچه و سپس به مثانه منتقل می‌گردد.

۴-۴-۷- تنظیم محیط داخلی: هرگاه مایعات بدن بیش از حد معمول اسیدی شوند، سلولهای جدار نفرون یون هیدروژن بیشتری را ترشح می‌کنند و برعکس هنگام کاهش اسیدی بودن مایعات بدن، نفرونها مقدار ترشح یون هیدروژن را کاهش می‌دهند. بدین ترتیب کلیه‌ها با کاهش یا افزایش دفع یون هیدروژن مقدار اسیدی بودن خون را که مستقیماً با مایعات دیگر بدن در ارتباط است تنظیم می‌کنند. کلیه‌ها همچنین می‌توانند مقدار بازجذب آب و نمک را بسته به نیاز بدن افزایش یا کاهش دهند و با این روش میزان آب و نمک بدن را نیز تنظیم نمایند.

۵-۴-۷- دفع ادرار: ادرار تولیدشده در کلیه‌ها از طریق میزنای به مثانه منتقل می‌شود. مثانه کیسه‌ای قابل اتساع با جدار ماهیچه‌ایست که از راه مجرای دفع ادرار با بیرون ارتباط دارد. در محل اتصال مجرای دفع ادرار به مثانه دو ماهیچه حلقوی وجود دارد که یکی ارادی (تحت کنترل ارادهٔ فرد) و دیگری غیرارادی است. هرگاه ادرار در درون مثانه جمع شود، کشش جدار مثانه زیاد می‌شود و بالاخره به حدی می‌رسد که گیرنده‌های عصبی جدار آن را فعال نموده، پیام عصبی مربوط را به نخاع می‌فرستند. نخاع نیز از طریق اعصاب خودکار باعث انقباض عضلات جدار مثانه و شل شدن ماهیچه حلقوی غیرارادی ابتدای مجرای دفع ادرار می‌گردد اما مثانه تخلیه نمی‌گردد مگر اینکه فرد در موقعیت مناسب عضله حلقوی ارادی را نیز شل نماید.

در نوزادان این عضله هنوز تحت کنترل اراده نیست بنابراین هرگاه حجم ادرار به اندازه‌ای برسد که جدار مثانه را تحت کشش قرار دهد و تحریک نماید، عمل تخلیه ادرار خودبه‌خود و غیرارادی انجام می‌شود.

### برخی از ناراحتیهای دستگاه دفع ادرار

سنگ کلیه و مثانه: املاح موجود در ادرار بویژه فسفات و کربنات کلسیم ممکن است رسوب کرده، سنگ کلیه یا سنگ مثانه را ایجاد نمایند. این سنگها معمولاً سطحی ناصاف دارند و به مسیر حرکت خود آسیب می‌رسانند به همین دلیل دردهای شدیدی ایجاد می‌نمایند، برخی افراد استعداد وراثتی بیشتری برای ابتلا به این بیماری را دارند که اصطلاح «کلیه‌های سنگ‌ساز» در این موارد به کار می‌رود. نوشیدن مداوم حجم زیادی از مایعات به دفع سنگ کمک می‌کند. اگر سنگها بزرگ باشند و دفع نشوند با عمل جراحی یا با استفاده از دستگاههای سنگ‌شکن، خارج یا شکسته و دفع می‌گردند.

ناتوانی کلیه‌ها: عوامل مختلفی مثل عفونت و التهاب کلیه‌ها، مسمومیت و خونریزی باعث از کارافتادگی شدید یا حتی کامل کلیه‌ها می‌شوند. در این حالت خون بدن بیمار با استفاده از دستگاه کلیه مصنوعی یا دیالیز تصفیه می‌شود. پیوند کلیه، یعنی تعویض کلیه از کارافتاده با کلیه اهدایی از طرف فردی دیگر نیز راهی برای ادامه حیات فرد است.

### مشاهده ۴: ساختمان کلیه گوسفند

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود پس از انجام این مشاهده بتواند:

— با در دست داشتن مدل کلیه یا کلیه گوسفند ساختمان آن را شرح دهد.

مواد و وسایل لازم: تیغ جراحی یا چاقوی تیز، کلیه گوسفند، تشتک تشریح

در شکل ظاهری و پرده روی سطح کلیه دقت کنید. در بخش فرورفتگی (ناف) کلیه رگهای کلیه را پیدا کنید. اگر مقداری از میزنای نیز به کلیه متصل مانده است آنرا نیز مورد بررسی قرار دهید. اکنون کلیه را از طول، طوری برش دهید که برش از ناف کلیه عبور کند. در مقطع کلیه چه

بخشهایی مشاهده می‌شود؟ آنها را نام ببرید. تصویری از برش طولی کلیه رسم نمایید و بخشهای مختلف آن را نامگذاری کنید.

### در باره این پرسشها بحث کنید

- ۱- مواد دفعی سلولها (به جز گازها) چگونه و از چه مسیری از سلولها دور شده، از بدن دفع می‌گردند؟
- ۲- ساختمان نفرون و چگونگی ارتباط آن با خون را شرح دهید.
- ۳- نقش کلیه‌ها در تنظیم محیط داخلی بدن را شرح دهید.