

فصل ۱۵

تبادل با محیط

بدن انسان و همه موجودات زنده برای زنده ماندن همواره موادی را با محیط مبادله می‌کنند. از مهم‌ترین موادی که ما به طور مداوم با محیط مبادله می‌کنیم می‌توان به گازهای تنفسی یعنی اکسیژن و کربن دی‌اکسید اشاره کرد. ما همیشه اکسیژن از محیط دریافت می‌کنیم و کربن دی‌اکسید به آن پس می‌دهیم. آیا هیچ وقت با خود اندیشیده‌اید که این اکسیژن در بدن چه کاری انجام می‌دهد؟ و چگونه به کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شود؟ چرا ما می‌توانیم گرسنگی و تشنگی را تا مدتی تحمل کنیم ولی کمیود اکسیژن را نمی‌توانیم؟

پاسخ این سؤال‌ها این است که یاخته‌های بدن ما برای انجام فعالیت‌های حیاتی خود به انرژی نیاز دارند و این انرژی را از برخی از مولکول‌های مواد مغذی مانند؛ کربوهیدرات‌ها و لیپیدها و به دست می‌آورند. می‌دانیم که این مواد انرژی شیمیایی دارند اما یاخته‌های بدن ما نمی‌توانند به طور مستقیم از انرژی شیمیایی مولکول‌های این مواد مغذی استفاده کنند. بلکه انرژی خود را مستقیماً از مولکول‌های پرانرژی به نام ATP (آدنوزین تری فسفات) به دست می‌آورند. ولی چرا این مولکول‌های ATP در یاخته‌ها تمام نمی‌شوند؟ چون مولکول‌های پرانرژی مواد مغذی، در بدن ما طی فرآیندی به نام **تنفس یاخته‌ای** با اکسیژن ترکیب می‌شوند و به آب و کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شوند و انرژی شیمیایی موجود در آنها نیز آزاد شده، در ساخت مولکول‌های پرانرژی ATP به کار می‌رود. به عنوان مثال می‌توان واکنش تنفس یاخته‌ای را برای مولکول گلوکز به طور خلاصه به صورت زیر نشان داد.



این واکنش به ما نشان می‌دهد که چرا یاخته‌های ما به اکسیژن نیاز دارند و چرا همواره در آنها کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. کربن دی‌اکسید برای بدن ما یک ماده دفعی محسوب می‌شود چون انباشته شدن آن در بدن می‌تواند بسیار خطرناک باشد. نتیجه اینکه بدن ما همواره باید اکسیژن از محیط دریافت کند و کربن دی‌اکسید به آن پس بدهد. این وظیفه مهم بر عهده دستگاه تنفسی است.

یاخته‌های بدن ما فقط کربن دی‌اکسید تولید نمی‌کنند بلکه علاوه بر آن، مواد دفعی دیگری مانند اوره نیز تولید می‌کنند. دفع این مواد نیز بر عهده دستگاه دفع ادرار است. بنابراین **دستگاه تنفس و دفع ادرار**، دو دستگاه مبادله کننده مواد با محیط هستند. ابتدا با دستگاه تنفس آشنا می‌شویم.

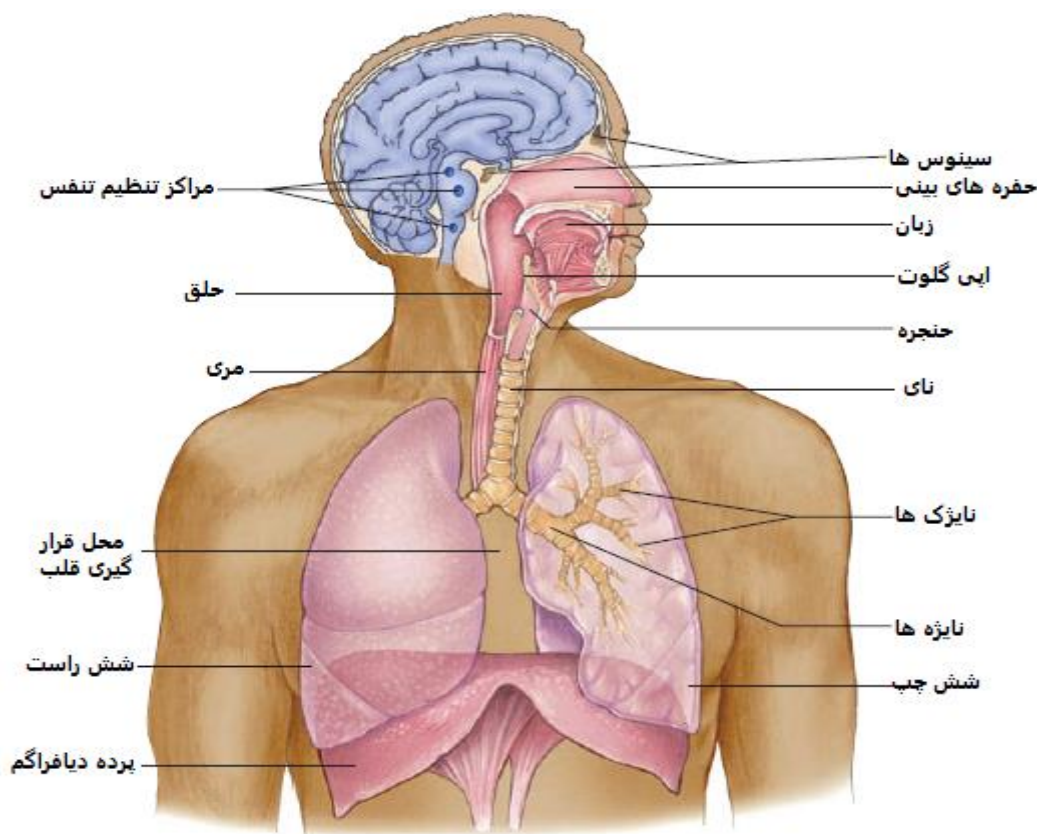
ساختار دستگاه تنفس

دستگاه تنفس نمی تواند اکسیژن را مستقیماً به یاخته ها برساند بلکه آن را به خون می رساند و وظیفه رساندن اکسیژن به یاخته ها و گرفتن کربن دی اکسید تولیدی آنها بر عهده دستگاه گردش خون می باشد. اما اکسیژن چگونه به خون می رسد؟ می توان دستگاه تنفسی را از نظر عملکردی به دو قسمت تقسیم کرد:

❖ **بخش مجاری تنفسی:** این بخش وظیفه دارد هوا را به محلی برساند که قرار است در آنجا عمل مبادله گازها انجام شود (یعنی کیسه های هوایی). این بخش به ترتیب شامل؛ بینی یا دهان، حلق، حنجره، نای، نایژه ها، نایژک ها می باشد. می توان وظیفه مجاری تنفسی به صورت زیر خلاصه کرد.

- ✓ هدایت کردن هوا به بیرون و یا درون دستگاه تنفسی.
- ✓ تصفیه هوای تنفسی از ناخالصی ها مانند گرد و غبار و میکروب ها.
- ✓ گرم و مرطوب کردن هوای تنفسی.

❖ **بخش مبادله کننده گازهای تنفسی:** این بخش شامل کیسه های هوایی می باشد که در انتهای نایژک های بسیار ریز قرار دارند. در هر شش انسان میلیون ها از این کیسه های هوایی وجود دارد. در محل کیسه های هوایی گازهای تنفسی بین خون و هوای تنفسی مبادله می شود.



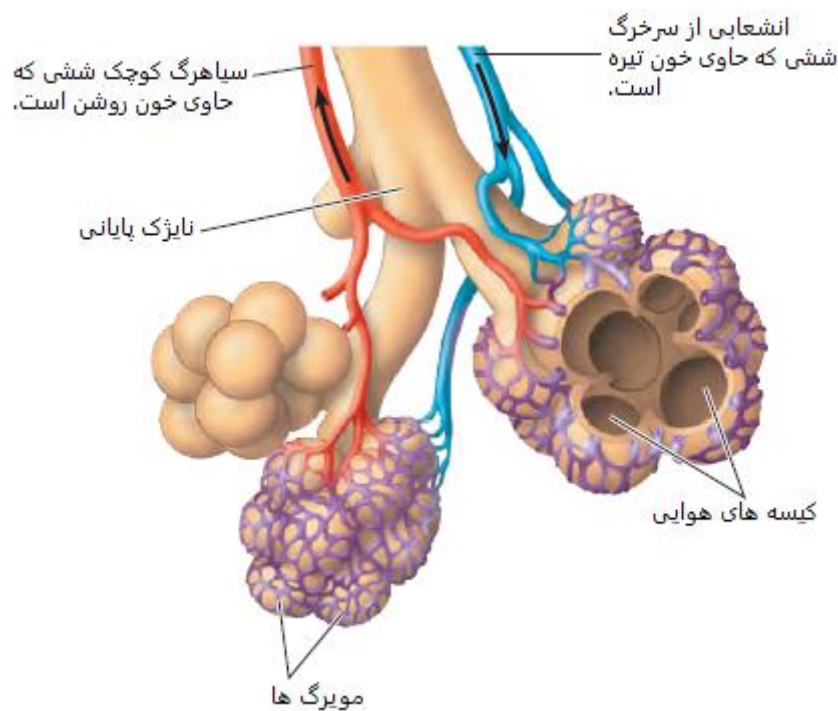
دستگاه تنفسی - همانطور که در شکل مشاهده می کنید، شش سمت چپ کمی کوچکتر از شش راست می باشد. آیا می دانید چرا؟

چند نکته درباره دستگاه تنفسی انسان

- سطح داخلی مجاری تنفسی را نوعی بافت پوششی مخصوص می‌پوشاند تعدادی از یاخته‌های این لایه، ماده لزج و چسبنده‌ای به نام ماده مخاطی ترشح می‌کنند تا در هنگام عبور هوا ناخالصی‌ها به آن بچسبند. تعداد دیگری از یاخته‌ها هم مژک دارند و با حرکت دادن مژک‌های خود ماده مخاطی را به سمت حلق حرکت می‌دهند. تا ماده مخاطی حاوی ذرات گرد و غبار و میکروب‌ها یا از طریق دهان از بدن خارج شود و یا با بلعیده شدن وارد معده شود.
- با توجه به اینکه این ماده مخاطی در مجاری بینی به مقدار زیاد وجود دارند بهتر است که از راه بینی نفس بکشیم.
- در افراد سیگاری یاخته‌های پوششی مژک‌دار مجاری تنفسی آسیب می‌بینند بنابراین افراد سیگاری مجبورند با سرفه کردن و با کمک جریان هوا ماده مخاطی را به سمت حلق حرکت دهند در نتیجه زیاد سرفه می‌کنند.
- در ساختار دیواره نای و نایژه‌ها حلقه‌های غضروفی وجود دارند که با داشتن انعطاف پذیری زیاد مانع حرکت گردن نمی‌شوند. از طرف دیگر باعث می‌شوند تا مجاری هوا همواره باز باشند. این حلقه‌های غضروفی در دیواره نای به شکل حرف C هستند اما در دیواره نایژک‌ها حلقه کامل هستند. می‌دانید چرا؟

تبادل هوا

دیواره کیسه‌های هوایی فقط از یک لایه یاخته‌های پوششی تشکیل شده است. اطراف کیسه‌های هوایی را تعداد بسیار زیادی مویرگ‌های خونی فرا گرفته‌اند، دیواره مویرگ‌های خونی نیز از یک لایه یاخته‌های پوششی تشکیل شده است. پس از اینکه هوای تنفسی وارد کیسه‌های هوایی شد. در مایع موجود در داخل کیسه‌های هوایی حل می‌شود. در نتیجه بین خون و هوای محلول داخل کیسه‌های هوایی ۲ لایه یاخته‌ای وجود دارد، گازهای تنفسی طبق پدیده انتشار از این دو لایه یاخته عبور کرده و بین دو محیط مبادله می‌شوند. مولکول‌های اکسیژن به خاطر غلظت بیشتر در مایع داخل کیسه‌های هوایی، وارد خون می‌شود و کربن‌دی‌اکسید نیز برعکس جابه‌جا می‌شود.

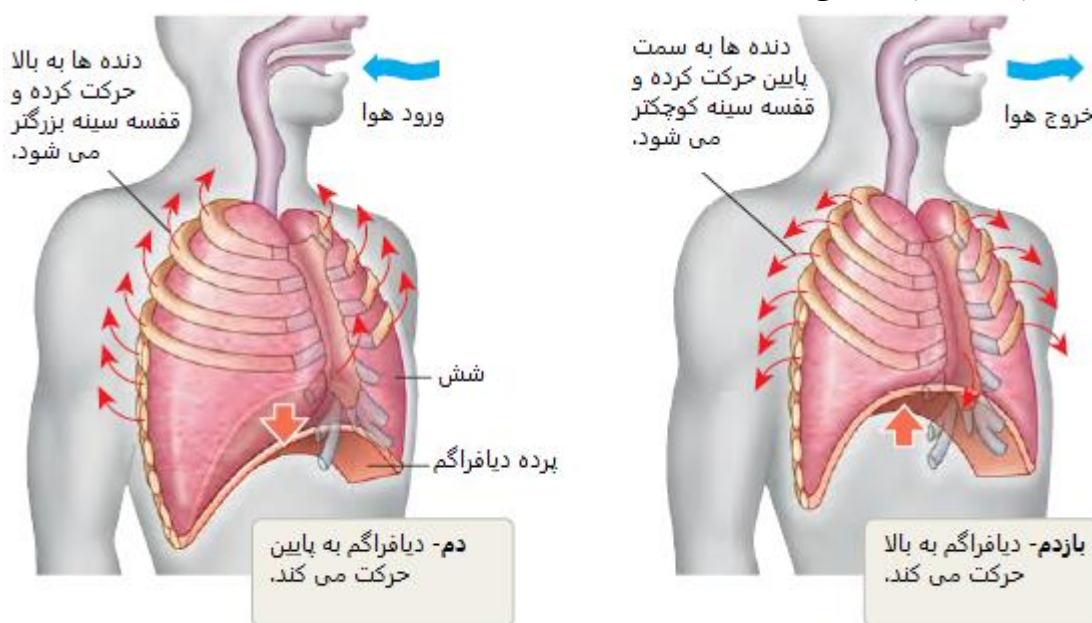


دم و بازدم

آیا هیچ وقت فکر کرده‌اید که چگونه هوا وارد شش‌ها می‌شود و چگونه از آن خارج می‌شود؟ شش‌ها درون محفظه‌ای به نام قفسه سینه قرار دارند. قفسه سینه علاوه بر اینکه از شش‌های ما محافظت می‌کند، باعث باز و بسته شدن شش‌ها شده و به انجام عمل دم و بازدم کمک می‌کند. قفسه سینه محفظه‌ای است که اطراف آن را ۲۴ عدد دنده فرا گرفته‌اند، دنده‌ها از پشت به ۱۲ مهره از ستون مهره‌ها و ۲۰ عدد از آنها از جلو به استخوان جناغ متصل‌اند. کف قفسه سینه هم پرده ماهیچه‌ای دیافراگم قرار گرفته است. بنابراین دیواره‌های قفسه سینه را دنده‌ها و استخوان جناغ و مهره‌ها، و کف آن را پرده دیافراگم تشکیل داده‌اند. شش‌ها که درون محفظه قفسه سینه قرار گرفته‌اند به طور مستقیم با دیواره داخلی قفسه سینه متصل نیستند بلکه هر کدام از شش‌ها به طور جداگانه توسط پرده‌ای دو جداره به نام پرده جنب احاطه شده‌اند. لایه داخلی پرده جنب به سطح شش‌ها چسبیده و لایه بیرونی آن به دیواره داخلی قفسه سینه چسبیده است. بین دو لایه جنب، مایعی به نام مایع جنب وجود دارد.

دم: به ورود هوا از بیرون به درون شش‌ها دم می‌گویند. برای انجام عمل دم، پرده ماهیچه‌ای دیافراگم منقبض شده به سمت پایین حرکت کرده و حالت مسطح به خود می‌گیرد. از طرف دیگر با انقباض ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی، دنده‌ها نیز به سمت بالا حرکت می‌کنند در نتیجه حجم داخلی قفسه سینه زیاد می‌شود. و چون شش‌ها به وسیله پرده جنب به قفسه سینه متصل‌اند آنها نیز منبسط می‌شوند و فشار هوای درون آنها از فشار هوای بیرون کمتر می‌شود بنابراین هوا از بیرون از طریق مجاری تنفسی وارد شش‌ها می‌شود. لازم به ذکر است که در تنفس عادی پرده دیافراگم نقش بسیار مهم‌تری دارد.

بازدم: به خروج هوا از شش‌ها بازدم می‌گویند. در حالت عادی برای انجام بازدم کافی است ماهیچه‌های دمی یعنی پرده دیافراگم و ماهیچه‌های بین دنده‌ای خارجی از حالت انقباض خارج شوند و قفسه سینه کوچک شود. و چون شش‌های ما خاصیت کشسانی دارند به حالت اول خود باز می‌گردند و فشار هوای درون آنها زیادتر از فشار هوای بیرون می‌شود و هوا از شش‌ها خارج می‌شود. بنابراین برای انجام عمل بازدم در حالت عادی ما انرژی مصرف نمی‌کنیم. مگر اینکه بخواهیم بازدم عمیق انجام دهیم که در آن صورت ماهیچه‌های دیگری به صورت فعال منقبض شده و به انجام عمل بازدم کمک می‌کنند.



مکانیسم انجام عمل دم و بازدم عادی

مقایسه ترکیب هوای دم و بازدم: در جدول زیر هوای دم و بازدم از نظر ترکیب با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

نوع هوا	اکسیژن	کربن دی‌اکسید	بخار آب	نیتروژن
هوای دم	زیاد (حدود ۲۱ درصد)	کم (حدود ۰/۰۳ درصد)	کم	حدود ۷۸ درصد
هوای بازدم	کم (حدود ۱۷ درصد)	زیاد (حدود ۴ درصد)	زیاد	حدود ۷۸ درصد

نکته: این ترکیب‌ها در یک هوای سالم و بدون آلودگی می‌باشد امروزه به دلیل آلودگی هوا میزان اکسیژن هوا کاهش یافته است.

تأثیرات سیگار بر سلامتی انسان

دود سیگار حاوی مواد بسیار سمی و مضر برای سلامتی انسان است، از جمله معروف‌ترین آنها می‌توان به نیکوتین، کربن مونوکسید، آمونیاک و اشاره کرد در نتیجه دود سیگار بر روی خیلی از ارگان‌ها و فعالیت‌های بدن انسان تأثیر می‌گذارد اما شاید مخرب‌ترین تأثیر را بر سیستم تنفسی انسان داشته باشد. احتمال بروز بیماری‌هایی مانند تنگی نفس، آسم و بیماری‌های ریوی به طور معنی‌داری در افراد سیگاری بیشتر از افراد دیگر است. همچنین آمارها نشان می‌دهد که افراد سیگاری بیشتر در معرض ابتلا به سرطان‌های دهان، حنجره، ریه و حتی مثانه می‌باشند.

نکته: افرادی که در کنار افراد سیگاری زندگی می‌کنند به اندازه خود افراد سیگاری در معرض عوارض آن قرار دارند.

تولید صدا

در قسمت بالایی نای بخشی به نام حنجره قرار دارد. در داخل حنجره از چین‌خوردگی لایه مخاطی به سمت داخل، دو عدد پرده ماهیچه‌ای صوتی به وجود می‌آید. حرف زدن در دو مرحله انجام می‌شود:

✓ **تولید صدا:** در اثر برخورد هوای بازدمی به تارهای صوتی، صدا تولید می‌شود.

✓ **واژه سازی:** پس از اینکه صدا تولید شد با کمک حرکات زبان، لب‌ها و دندان‌ها صدا به شکل حروف مختلف ادا می‌شود.

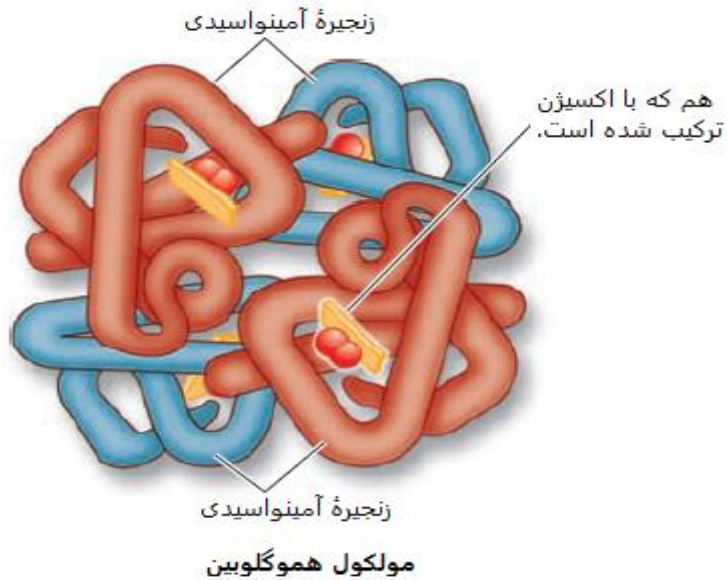
انتقال گازها

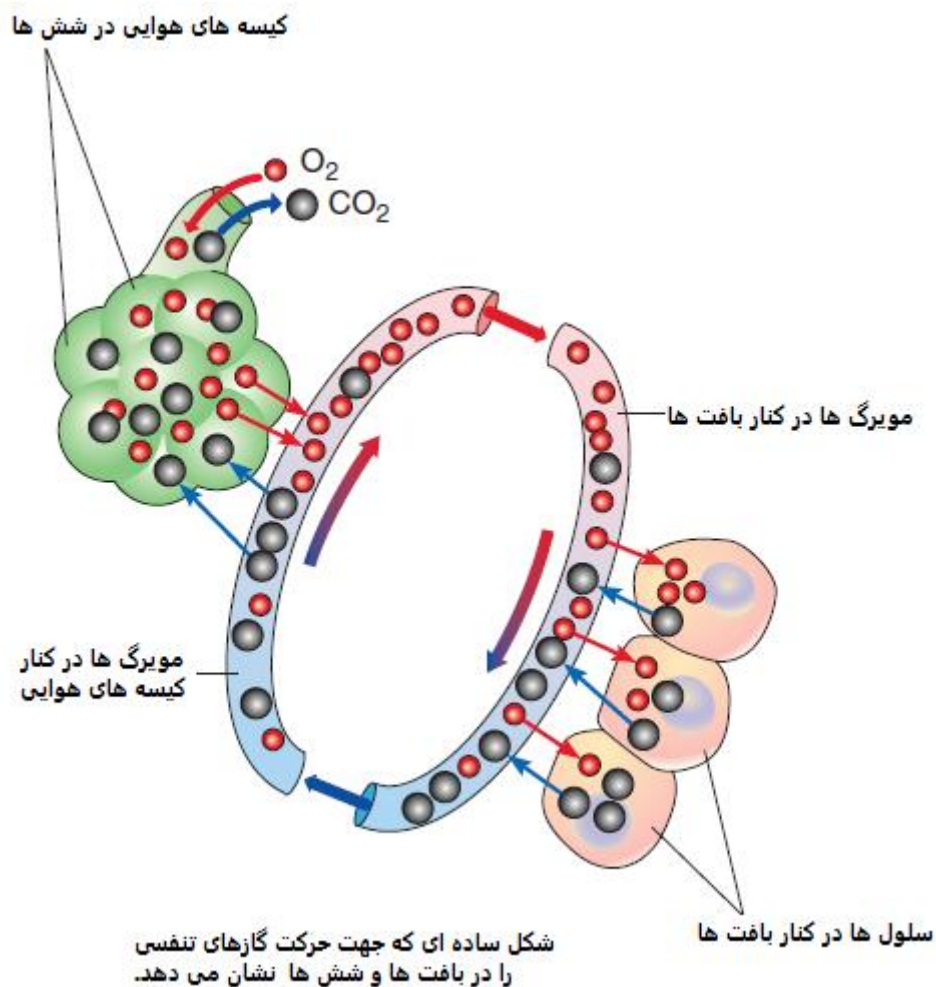
همانطور که قبلاً گفته شد وظیفه دستگاه تنفسی فقط مبادله گازهای تنفسی بین خون و محیط است. اما سوالی که پیش می‌آید این است که گازهای تنفسی در داخل خون چگونه منتقل می‌شوند؟ با توجه به اینکه این گازها به مقدار خیلی کم در پلاسما حل می‌شوند به مقدار بسیار ناچیزی به صورت محلول در داخل پلاسما جابه‌جا می‌شوند. در زیر چگونگی انتقال گازهای تنفسی در خون به صورت خیلی خلاصه ذکر می‌شود.

➤ **اکسیژن:** در داخل گویچه‌های قرمز خون مولکول بسیار مهمی به نام هموگلوبین وجود دارد که از دو بخش تشکیل شده است؛ بخش پروتئینی و بخشی به نام هم. این مولکول ویژگی بسیار عجیبی که دارد این است که هر کجا تراکم مولکول‌های اکسیژن بیشتر باشد با آنها ترکیب می‌شود البته به صورت برگشت پذیر. و در جاهایی از بدن که تراکم گاز اکسیژن کمتر باشد اکسیژن‌ها از آن جدا می‌شوند در نتیجه در خون موجود در مویرگ‌های اطراف کیسه‌های هوایی با اکسیژن ترکیب شده و در کنار بافت‌ها از اکسیژن جدا می‌شود. ۹۷ درصد اکسیژن در داخل خون بدین ترتیب منتقل می‌شود. ۳ درصد باقی‌مانده نیز به صورت محلول در پلاسما منتقل می‌شود.

➤ کربن دی اکسید: کربن دی اکسید در داخل خون به شکل های زیر منتقل می شود:

- ✓ ۷ درصد به صورت محلول در پلاسما
- ✓ ۲۳ درصد به صورت ترکیب با هموگلوبین
- ✓ ۷۰ درصد به صورت یون بی کربنات. کربن دی اکسید در داخل گویچه های قرمز در طی یک سری واکنش- های شیمیایی به یون بی کربنات تبدیل شده و منتقل می شود.





فعالیت

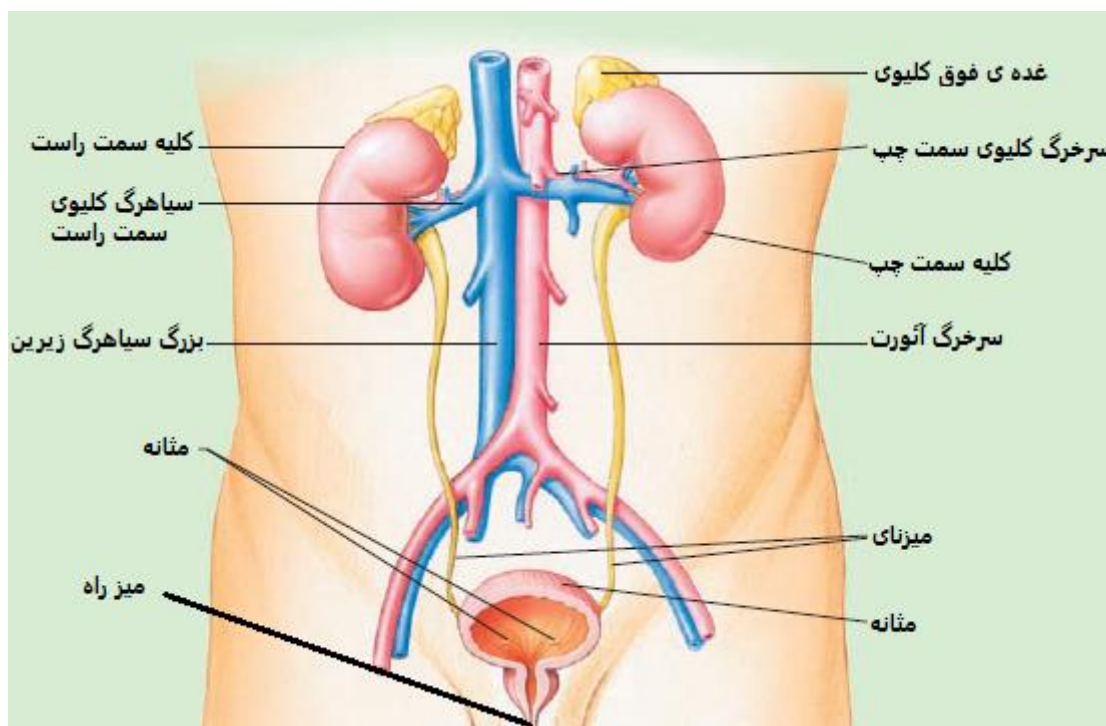
همانطور که می دانید برای پی بردن به وجود گاز کربن دی اکسید از آب آهک استفاده می کنند آب آهک در مجاورت گاز کربن دی اکسید به رنگ شیری در می آید. حال برای اینکه ثابت کنیم در هوای بازدم مقدار گاز کربن دی اکسید بیشتر است می توانیم این آزمایش را انجام دهیم در دو ظرف جداگانه مقداری آب آهک می ریزیم سپس با کمک یک نی در یکی از ظرف ها می دمیم و همزمان در ظرف دیگر با کمک یک تلمبه، هوا وارد می کنیم. به نظر شما کدام یک از ظرف ها زودتر تغییر رنگ می دهد؟ البته پس از مدتی آب آهک موجود در هر دو ظرف تغییر رنگ می دهد. فکر می کنید چرا؟

دستگاه دفع ادرار

می دانیم که یاخته‌های بدن ما در داخل مایع بین‌یاخته‌ای زندگی می‌کنند و تمام نیازهای خود را از طریق آن تأمین می‌کنند. آب و مواد مغذی را از آن می‌گیرند و مواد دفعی خود را وارد آن می‌کنند. بنابراین ما تا زمانی زنده هستیم که بدن ما به روش‌های گوناگون بتواند این مایع بین‌یاخته‌ای را از نظر میزان مواد مغذی، مقدار آب، گازهای تنفسی، میزان مواد دفعی یاخته‌ها، دما، PH و.....در شرایط نسبتاً ثابتی نگه بدارد. در فصل‌های قبلی یاد گرفتیم که دستگاه گوارش مواد مغذی را به این مایع بین‌یاخته‌ای می‌رساند. و دستگاه تنفس اکسیژن را به آن رسانده و کربن‌دی‌اکسید را از آن دور می‌کند. ولی مواد دفعی دیگری مانند اوره که یک ماده بسیار سمی است و از تجزیه پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک (DNA و RNA) به وجود می‌آید چگونه از این مایع خارج و از بدن دفع می‌شود؟ این وظیفه مهم بر عهده دستگاه دفع ادرار می‌باشد. دستگاه دفع ادرار علاوه بر دفع مواد نیتروژن‌دار، مقدار آب و PH و مقدار نمک‌ها را نیز در مایع بین‌یاخته‌ای کنترل می‌کند. بنابراین کلیه‌ها در ثابت نگه داشتن شرایط مایع بین‌یاخته‌ای نقش بسیار مهمی دارند.

بخش‌های تشکیل دهنده دستگاه دفع ادرار

دستگاه دفع ادرار شامل؛ **کلیه‌ها**، **دو لوله به نام میزنای**، **کیسه مثانه** و لوله‌ای به نام **میزراه** می‌باشد. کلیه‌ها به صورت دو اندام لوبیایی شکل در طرفین ستون مهره‌ها (یعنی در پشت شکم و روده‌ها) و در بالای ناحیه کمر قرار دارند.



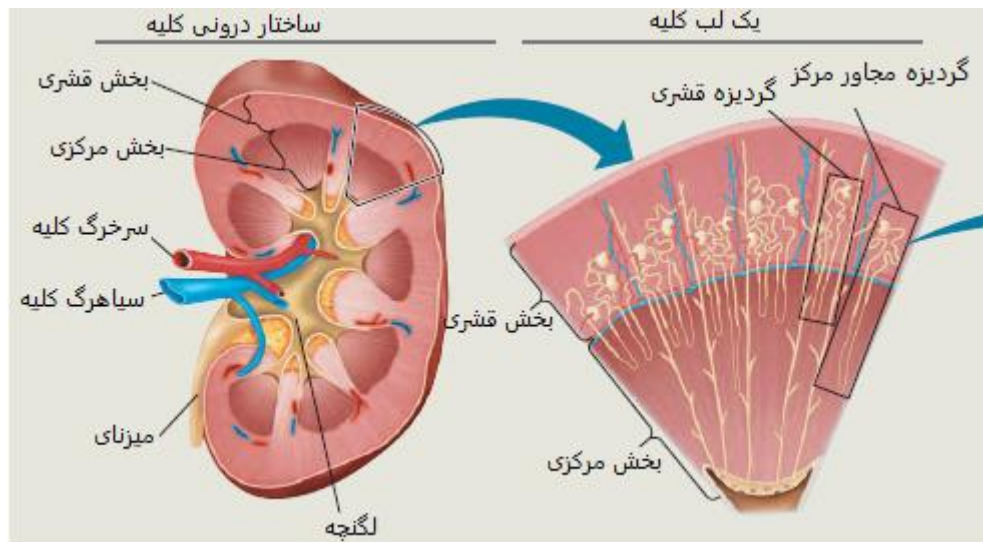
اگر به شکل دقت کنید می‌بینید که کلیه سمت راست قدری پایین‌تر از کلیه سمت چپ قرار گرفته است. می‌دانید چرا؟

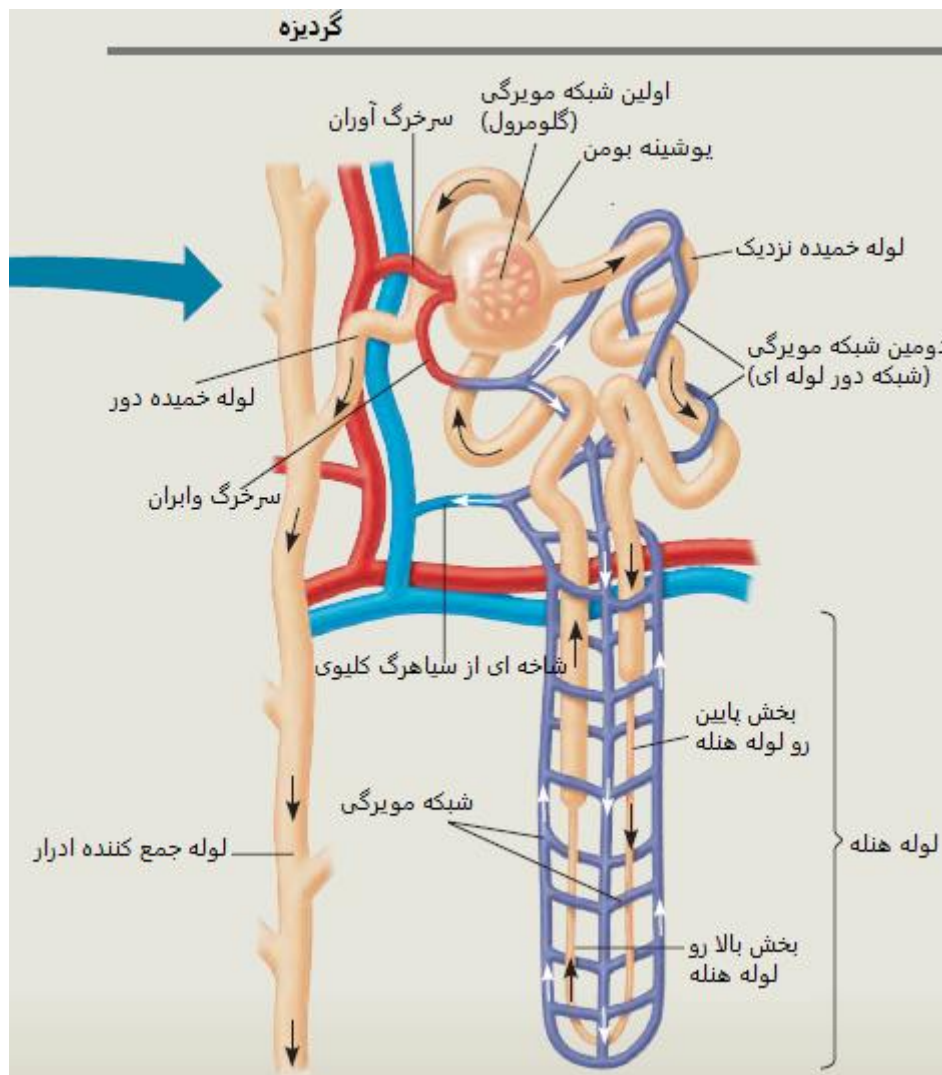
ساختار درونی کلیه‌ها

از بیرون هر کدام از کلیه‌ها را کیسه شفاف به صورت جداگانه احاطه می‌کند این کیسه به نام **کپسول کلیه** معروف است، علاوه بر آن در برش طولی از کلیه سه بخش مشخص دیده می‌شود. که از بیرون به دورن عبارتند از: **بخش قشری** – **بخش مرکزی و لگنچه**.

در بخش مرکزی تعدادی ساختارهای هرمی شکل به نام **هرم‌های کلیه** وجود دارند که قاعده آنها به سمت بخش قشری و رأس آنها به سمت لگنچه می‌باشد. به هر کدام از هرم‌ها به اضافه بخش قشری بالایی آن، **لب‌های کلیه** می‌گویند.

در ساختار میکروسکوپی کلیه میلیون‌ها لوله پیچ در پیچ وجود دارد که به نام لوله ادراری یا **گردیزه (نفرون)** معروف هستند. کار اصلی کلیه‌ها را این نفرون‌ها انجام می‌دهند. یعنی خون را تصفیه و مواد دفعی و اضافی آن را جدا می‌کنند و به اسم ادرار از بدن دفع می‌کنند.





چگونگی کار کلیه

تصفیه خون در کلیه‌ها و جدا کردن ادرار از آن در سه مرحله انجام می‌شود. که در زیر به طور خلاصه بیان شده‌اند.

- ❖ **مرحله تراوش:** در این مرحله در داخل پوشینه بومن، به خاطر فشار خون، مقدار نسبتاً زیادی از پلاسمای خون از منافذ و شکاف‌های موجود در دیواره مویرگ‌ها و یاخته‌های دیواره پوشینه بومن عبور کرده و وارد لوله گردیزه می‌شود. در این مرحله هیچ انتخابی صورت نمی‌گیرد و مواد صرفاً بر اساس اندازه وارد نفرون می‌شوند به غیر از یاخته‌های خونی و مولکول‌های پروتئینی درشت بقیه مواد می‌توانند عبور کنند.
- ❖ **مرحله بازجذب:** اگر قرار باشد همه موادی که در مرحله تراوش وارد گردیزه شده‌اند از بدن دفع شوند دیگر پلاسمایی برای خون باقی نمی‌ماند. بنابراین موادی که مورد نیاز بدن بوده و وارد گردیزه‌ها شده‌اند باید دوباره جذب شده و به خون بازگردند. در این مرحله شاید تخصصی‌ترین مرحله تصفیه خون باشد یاخته‌های تشکیل دهنده دیواره گردیزه مواد مورد نیاز بدن مانند گلوکز و آمینواسیدها و را از مایع داخل گردیزه‌ها جذب کرده و به خون باز می‌گردانند.

❖ **مرحله ترشح:** در این مرحله مواد دفعی و اضافی که در مرحله تراوش نتوانسته‌اند وارد گردیزه شوند توسط یاخته-های دیواره گردیزه و مویرگ‌های شبکه دوم مویرگی وارد نفرون می‌شوند موادی مانند؛ بعضی از سم‌ها، داروها و یون‌های اضافی که از این طریق وارد گردیزه می‌شوند.

تخلیه ادرار

ادرار پس از تشکیل در داخل گردیزه‌ها، وارد **لوله‌های جمع کننده ادرار** می‌شود سپس از آنجا وارد **لگنچه** شده و از طریق لوله‌های **میزنای** وارد **مثانه** می‌شود. مثانه یک کیسه ماهیچه‌ای است که ادرار در داخل آن جمع می‌شود. وقتی که مقدار ادرار به حد مشخصی رسید به خاطر کشیدگی دیواره مثانه، سلول‌های ماهیچه‌ای موجود در دیواره آن منقبض شده و ادرار را وارد **میزراه** می‌کند. در میزراه دریچه‌ای وجود دارد که در افراد بالغ با خواست و اراده خود انسان باز شده و عمل دفع ادرار صورت می‌گیرد.

تنظیم محیط داخلی

همانطور که می‌دانید یاخته‌های بدن ما در داخل مایعی قرار دارند که به نام مایع بین‌یاخته‌ای معروف است به مجموع مایع بین یاخته‌های بدن، **محیط داخلی** می‌گویند. باید توجه کنیم که وظیفه کلیه‌ها فقط دفع مواد سمی نیست بلکه کلیه‌ها با دفع مواد زائد مانند آب و نمک‌ها هم نقش بسیار مهمی در ثابت نگه داشتن شرایط محیط داخلی دارند. یکی از مهم‌ترین کارهای کلیه **تنظیم میزان آب بدن** است. کلیه‌ها با کم و زیاد کردن دفع آب به صورت ادرار این تنظیم را انجام می‌دهند.

فکر کنید

با توجه به مطالبی که درباره چگونگی تشکیل ادرار یاد گرفته‌اید آیا می‌توانید بگویید که چرا وقتی مقدار زیادی مایع مصرف می‌کنیم حجم ادرار زیاد می‌شود؟ به عبارت دیگر مصرف زیاد آب چگونه باعث زیاد شدن ادرار می‌شود؟

چند مطلب در رابطه با دستگاه دفع ادرار

- به غیر از کلیه‌ها، **شش‌ها** و **پوست** نیز اندام دفعی محسوب می‌شوند. چون عرق که از طریق پوست دفع می‌شود علاوه بر آب دارای مقدار زیادی املاح نیز می‌باشد. شش‌ها هم که کربن‌دی‌اکسید دفع می‌کنند.
- در ادرار یک فرد سالم نباید موادی مانند گلوکز و آمینواسید مشاهده شود.
- مصرف آب به مقدار مناسب و کافی از تشکیل سنگ مثانه و کلیه تا حدود زیادی جلوگیری می‌کند.
- میزان نیاز بدن به آب در شرایط مختلف یکسان نیست.
- نگه داشتن ادرار به مدت طولانی ممکن است منجر به تشکیل سنگ مثانه شود.