

درسنامه

گفتار ۱

هم ایستایی توسط کلیه‌ها

با اینکه جانورانی مثل انسان در محیط خشکی زندگی می‌کنند، ولی مانند هر جانور پریاخته دیگری، تک‌تک یاخته‌های آن در محیط مایع زندگی می‌کنند. همان‌طور که قبلاً توضیح دادیم هر بخشی که غلیظ‌تر باشد، فشار اسمزی بیشتری به همراه مقدار آب کمتری داشته و با فرایند اسمز تا ایل به جذب آب بیشتری از محیط رقیق‌تر اطراف خود دارد. از طرفی به دلیل اینکه هر جاندار باید قدرت هم ایستایی (هومئوستازی) داشته باشد یعنی با وجود تغییر شرایط محیطی، شرایط درون خود را تقریباً پایدار نگه دارد، در جانداران پریاخته‌ای و تک‌یاخته‌ای باید غلظت مایع درون یاخته‌ای، مشابه غلظت مایع بین یاخته‌ای یا محیطی باشد تا جذب و دفع آب یاخته‌ها منظم شود. در غیر این صورت ادامه حیات در اثر از دست دادن یا جذب زیاد آب به مخاطره شدید می‌افتد.

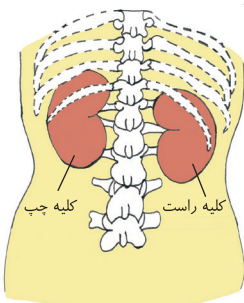
در این فصل به دنبال حل این موضوع هستیم که چگونه بدن، ترکیب شیمیایی و فشار اسمزی درون و بیرون یاخته را تقریباً ثابت نگه می‌دارد. پس می‌خواهیم به مطالعه مکانیسم تشکیل و دفع ادرار در انسان و برخی جانوران بپردازیم. در ابتدا چند نکته در مورد حفظ شرایط درونی بدن را بررسی می‌کنیم.

چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

- ۱ مقدار ادرار در هوای گرم و همراه ورزش کردن کمتر می‌شود که دلیل آن، عرق کردن، کمبود آب بدن و رسیدن خون بیشتر به سطح بدن می‌باشد. در این حالت از طرفی خون‌رسانی به ماهیچه‌ها زیاد و به کلیه‌ها کم شود تا تولید ادرار کاهش یابد. در این حالت بدن از مقدار آب ادرار کم می‌کند. برعکس در هوای سرد مقدار ادرار بیشتر می‌شود، چون خون به بخش‌های عمقی بدن مثل کلیه بیشتر از پوست می‌رسد. با خون‌رسانی بیشتر به کلیه‌ها، فرایند تولید ادرار نیز شدت می‌گیرد.
- ۲ هم ایستایی (هومئوستازی) در هر جاندار برای تداوم حیات و تنظیم آب و مواد شیمیایی بدن ضرورت دارد. چون بسیاری از بیماری‌ها در نتیجه بر هم خوردن هم ایستایی بدن رخ می‌دهد.
- ۳ در دستگاه دفع ادرار، کلیه‌ها در حفظ هم ایستایی بدن نقش اساسی دارند که باعث حفظ تعادل آب، اسید و باز و pH بدن، یون‌ها و دفع مواد زائد نیتروژن دار و سمی می‌شوند و ادرار می‌سازند.
- ۴ از فصل قبل به یاد دارید که کلیه‌ها به همراه کبد، در تولید هورمون اریتروپوئیتین نقش دارند. این هورمون با اثر بر مغز استخوان در ساخت گویچه قرمز مؤثر است.
- ۵ باز هم از فصل قبل به یاد دارید که مویرگ خونی کلیه‌ها از نوع منفذدار با غشای پایه ضخیم می‌باشد.

بررسی کلیه‌ها در انسان

الف) موقعیت کلیه‌ها



«موقعیت کلیه‌ها در انسان از نمای پشت»

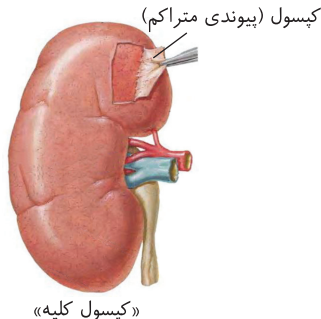
در انسان سالم و بالغ، دو کلیه لوبیایی شکل (نیم به اندازه لوبه!) تقریباً هر کدام به اندازه مشت بسته هر فرد در زیر دیافرگم، در سطح پشتی شکم و طرفین ستون مهره‌ها وجود دارد. به دلیل شکل و موقعیت قرارگیری کبد که روی کلیه سمت راست قرار گرفته، این کلیه قدری از کلیه سمت چپ پایین‌تر می‌باشد. (پس فاصله کلیه سمت راست تا دیافرگم، بیشتر از کلیه سمت چپ تا این دیافرگم می‌باشد).

پایه‌ای: از فصل‌های قبل آموختید که مویرگ خونی کلیوی از نوع منفذدار است و از طرفی هر کلیه توانایی تولید هورمون اریتروپوئیتین به خون برای تنظیم تولید مقدار گویچه قرمز در مغز قمرز استخوان دارد.

ب) عوامل بیرونی محافظت کننده از کلیه‌ها

(۱) **دنده‌ها:** استخوان‌هایی هستند که از **بخشی** از کلیه‌ها محافظت می‌کنند. این عوامل اغلب از بافت **پیوندی استخوانی** می‌باشند. اگر در شکل زیر دقت کنید، ملاحظه می‌کنید که به دلیل پایین‌تر بودن کلیه راست، در سمت راست یک دنده و در سمت چپ دو دنده روی بخشی از قسمت فوقانی پشت کلیه را پوشانده است. (دقت کنید که دنده‌ها همگی از عقب به ستون مهره‌ها متصل هستند ولی از جلو، برخی دنده‌ها به جناغ متصل نمی‌باشند).

(۲) **پرده شفاف از جنس بافت پیوندی متراکم:** این پرده به نام **کپسول کلیه** دور تمام قسمت‌های هر کلیه وجود دارد. این پرده به راحتی از روی هر کلیه جدا می‌شود.



«کپسول کلیه»

پاتوقی: بافت پیوندی متراکم از بافت پیوندی سست:

الف) رشته‌های کلاژن و مقاومت **بیشتری** دارد.

ب) تعداد یاخته، ماده زمینه‌ای و انعطاف‌پذیری **کمتری** دارد.

(۳) آخرین عامل بیرونی محافظت کننده از کلیه‌ها، **چربی** می‌باشد که نوعی بافت پیوندی است و در اطراف کلیه‌ها وجود دارد. این بافت عایق، هم کلیه‌ها را از ضربه‌ها **محافظت** می‌کند و هم در **حفظ موقعیت** کلیه نقش مهمی دارد.

نکته

اگر به هر دلیلی مثلاً **کاهش وزن شدید و سریع**، **چربی** روی کلیه **بیش از حد** تحلیل رود، ممکن است کلیه به دلیل **افتادگی نسبی** از موقعیت خود خارج شود که در این حالت احتمال **تاخوردن میزنای** (مجرای دهنده ادرار به مثانه) را زیاد کرده و باعث خطر بسته شدن **میزنای** و **عدم تخلیه مناسب ادرار از کلیه به مثانه می‌شود**. این وضعیت **در نهایت** می‌تواند با فشار به کلیه سبب نارسایی کلیوی و اشکال در هم‌ایستایی یا هومئوستازی شود.



- در فصل ۲ آموختیم که بافت چربی:
- نوعی بافت پیوندی سرشار از یاخته‌های چربی‌دار می‌باشد.
 - بزرگ‌ترین ذخیره کننده **انرژی** در بدن است.
 - در بخش‌هایی مثل کلیه‌ها، کف دست‌ها و پاها نقش **ضربه‌گیر** دارد.
 - نوعی عایق **حرارتی** می‌باشد.
 - فضای بین‌یاخته‌ای متفاوت دارد.
 - هسته هر یاخته در نزدیک غشا قرار دارد.

تست ۱

کدام عبارت درست است؟ «در یک فرد بالغ»

- (۱) ماده زمینه‌ای بافتی که اطراف هر کلیه را احاطه کرده است، دارای رشته‌های کلاژن است.
 - (۲) در اثر تحلیل رفتن بافت چربی اطراف کلیه، احتمال تاخوردگی میزنای وجود دارد.
 - (۳) بخشی تحتانی از کلیه‌ها توسط بافت استخوانی محافظت می‌شود.
 - (۴) میزنای در مقطعی پایین‌تر از سرخرگ و سیاهرگ اصلی به یک کلیه متصل است.
- با توجه به شکل کتاب درسی و درسنامه متوجه می‌شوید که در یک کلیه به ترتیب از بالا به پایین، سرخرگ، سیاهرگ و میزنای وجود دارد.

C

پایه ۴

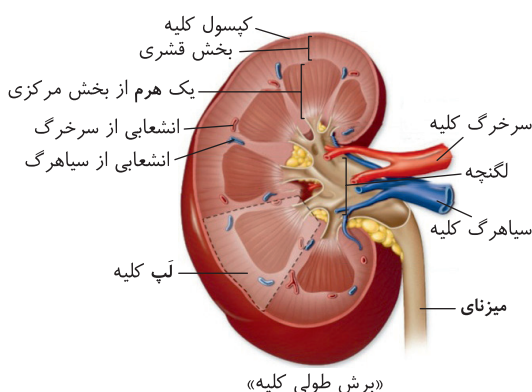
تله‌های تستی گزینه (۱): کپسول کلیه، اطراف هر کلیه را احاطه کرده است و از جنس بافت پیوندی است ولی رشته‌های کلاژن آن، جزئی از بافت زمینه‌ای آن نمی‌باشند. / گزینه (۲): دقت کنید که تحلیل چربی سبب تاخوردگی میزنای می‌شود (نه میزنای!). / گزینه (۳): بخش **بالایی** کلیه‌ها توسط دنده‌ها محافظت می‌شوند.

ج) ساختار درونی هر کلیه

اگر یک برش **طولی** به کلیه انسان (یا گوسفند) بزنیم، در **زیر کپسول** آن، **سه ناحیه** مشخص می‌شود که از **بیرون به درون** آن‌ها را بررسی می‌کنیم:

● (۱) بخش قشری هر کلیه

بخشی بین **کپسول** و بخش مرکزی هر کلیه است که حاوی بخش‌هایی فراوان از گردیزه‌ها می‌باشد. این بخش از بخش مرکزی نازک‌تر است.



«برش طولی کلیه»

● (۲) بخش مرکزی هر کلیه

این بخش تعدادی ساختار **هرمی شکل** دارد. در هر م‌های کلیه، **قاعده** هر م‌ به سمت بخش **قشری** و نوک آن به سمت لگنچه می‌باشد. به مجموعه **هر م‌ موجود در بخش مرکزی کلیه و بخش قشری** مربوط به آن یک **لپ کلیه** می‌گویند. رأس هر م‌ کلیه در مرکز به سمت **لگنچه** می‌باشد. **همه م‌ها** ادرار تولید کرده در خود را به **لگنچه** در بخش مرکزی کلیه وارد می‌کنند. (با توجه به شکل کتاب بخش مرکزی لپ علاوه بر هر م‌، کم‌ی از دو بخش اطراف هر م‌ در بین آن‌ها را نیز در بر می‌گیرد.) انشعابات رگ‌های خونی در بخش‌های مختلف قشری و مرکزی وجود دارند.

● (۳) لگنچه

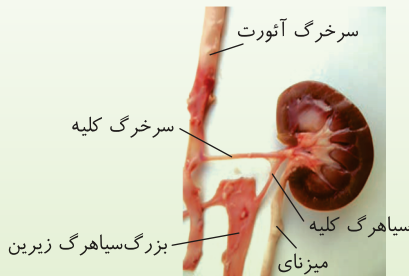
ساختاری شبیه **قیف** است. این قیف از بخش دهانه حجیم‌تر خود به بخش **مرکزی** کلیه متصل می‌باشد. ادرار تولید شده در **لپ‌های کلیه** به آن **لگنچه** وارد شده تا از راه آن به میزنای هدایت شود و کلیه را به سوی **مثانه** ترک کند. (رته کنید که لگنچه ادرار تولید نمی‌کند بلکه ادرار به آن وارد می‌شود.)

نکته

با توجه به شکل زیر، در برش طولی کلیه، سرخرگ کلیه بالای سیاهرگ و میزنای زیر این دو رگ اصلی هر کلیه قرار دارد.

نکات تشریح کلیه گوسفند

- ۱ میزنای، سرخرگ و سیاهرگ کلیه در **بین چربی** روی کلیه قابل تشخیص است.
- ۲ کپسول کلیه با بریدن قسمتی از آن، به **راحتی** جدا می‌شود.
- ۳ منفذ میزنای در وسط لگنچه مشخص است که با وارد کردن سوند به آن می‌توان اطمینان یافت که تشخیص آن درست بوده است.
- ۴ با توجه به شکل مقابل که کلیه سمت چپ را نشان می‌دهد، سیاهرگ بزرگ زیرین به آن نزدیک‌تر از سرخرگ آئورت می‌باشد.
- ۵ با توجه به شکل در گوسفند، سیاهرگ کلیه سمت چپ کوتاه‌تر از سرخرگ کلیه می‌باشد.
- ۶ مدخل میزنای پایین‌تر از سرخرگ و سیاهرگ کلیه می‌باشد.



(قلم‌چی)

تست ۲ چند مورد عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در برش طولی از یک کلیه»

الف) کپسول کلیه در مجاورت ساختارهایی قرار دارد که رأس آن‌ها به سمت لگنچه است.

ب) در یک لپ کلیه، هر قسمتی از گردیزه‌ها قابل مشاهده است.

ج) بخشی از کلیه که جز لپ کلیه نمی‌باشد، می‌تواند در مجاورت بافت چربی قرار داشته باشد.

۴) صفر مورد

۳) ۳ مورد

۲) ۲ مورد

۱) ۱ مورد

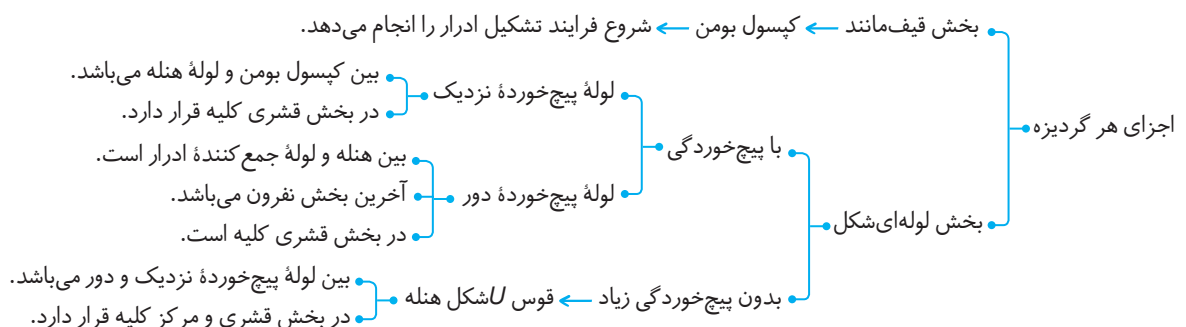
موارد (ب) و (ج) صحیح می‌باشند. (عبارت (ج) در مورد کپسول کلیه صحیح می‌باشد.)

پاسخ ۲

نله‌های تستی الف) نادرست است. کپسول کلیه در مجاورت بخش قشری قرار دارد نه بخش مرکزی و هر م‌ها که رأس آن‌ها به لگنچه نزدیک است. / ب) درست است. لپ کلیه در دو بخش قشری و مرکزی خود قسمت‌های مختلف نفرون را جای داده است. / ج) درست است. منظور لگنچه می‌باشد. در فعالیت آمده است که در بین چربی کلیه می‌توان میزنای، سرخرگ و سیاهرگ را تشخیص داد که این رگ‌ها و مجاری در نزدیکی لگنچه قرار دارند.

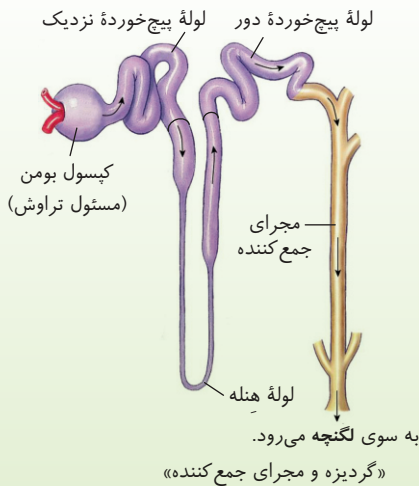
گردیزه‌ها (نفرون‌ها) و ساختار آن‌ها

به **ساختار عمل** در هر کلیه، **گردیزه یا نفرون** می‌گویند. هر کلیه حدود یک میلیون گردیزه دارد که فرایند تشکیل ادرار در آن‌ها **آغاز** می‌شود.



چند نکته در بررسی تست‌ها

- ۱ در لوله U شکل هنله، **ابتدای** پایین‌روی آن و **انتهای** بالا روی آن **قطرتر** است که طول منطقه **قطر** در بخش **بالا** رو از **پایین** رو بیشتر است.
- ۲ هر گردیزه از چهار بخش کپسول بومن، لوله پیچ‌خورده نزدیک، قوس U شکل هنله و لوله پیچ‌خورده دور تشکیل شده است که لوله **پیچ‌خورده دور** آن به مجرای جمع‌کننده ادرار، در بخش **مرکزی** کلیه متصل می‌شود. ادرار درون مجرای جمع‌کننده از چند گردیزه به آن وارد می‌شود و سپس به لگنچه می‌ریزد. (**رست کنید که مجرای جمع‌کننده از اجزای گردیزه نم‌باشد.**)
- ۳ در بخش مرکزی کلیه، مجاری جمع‌کننده ادرار و قوس U شکل هنله، به هر **هرم** ظاهر **مخطط** می‌دهند. در هر می‌های کلیه، **مجاری جمع‌کننده**، ادرار را به سوی لگنچه می‌برند.
- ۴ در یک **نپ** کلیوی، **همه** اجزای هر گردیزه موجود می‌باشد ولی در **هرم‌های** کلیه که در بخش مرکزی هستند، بخش **زیادی** از لوله U شکل هنله گردیزه‌ها و مجاری جمع‌کننده ادرار وجود دارند.
- ۵ **لگنچه**، بخش قیف‌مانند هر کلیه در درونی‌ترین قسمت آن است ولی کپسول بومن، بخش قیف‌مانند هر گردیزه در بخش قشری یا **بیرونی** کلیه می‌باشد.

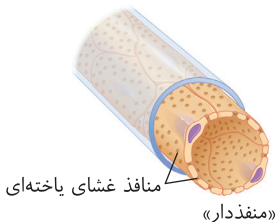


گردش خون در کلیه‌ها

چون منشأ ادرار نیز از **خون** (**یرت به‌بافت پیوندی**) می‌باشد، پس باید بین رگ‌های خونی و گردیزه‌ها، ارتباط **تنگاتنگی** وجود داشته باشد. در این قسمت نیز مانند هر جای بدن، **مویرگ‌ها** به تبادل مواد می‌پردازند.

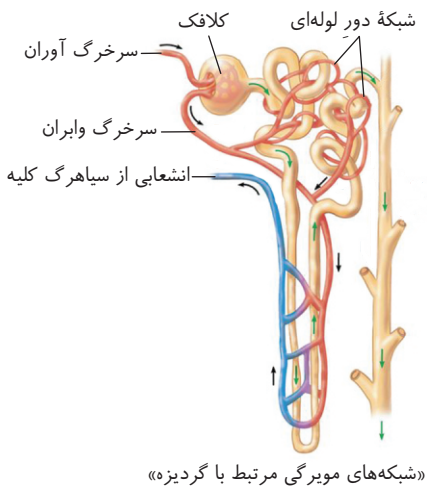
نکته

از فصل قبل به یاد دارید که مویرگ‌های **کلیوی** از نوع **منفذدار** همراه با غشای پایه صافی مانند با لایه **پروتئینی** برای ممانعت از خروج مولکول‌های بسیار درشت می‌باشند. این مویرگ‌ها **منافذ** زیاد در غشای یاخته‌ای دارند.



بررسی مسیر گردش خون در کلیه

به هر کلیه، **یک** انشعاب از سرخرگ **آئورت** به نام سرخرگ کلیوی از وسط کلیه وارد می‌شود. این سرخرگ **ماده زائد نیتروژن دار، زیادی** دارد ولی مقدار O_2 و مواد غذایی آن (برخلاف مقدار CO_2)، **زیاد** است. سرخرگ کلیه در بخش **مرکزی** کلیه به انشعابات به نام **سرخرگ بین هرم‌ها** تقسیم می‌شود و از بین هرم‌ها، عبور می‌کند تا بالاخره وارد بخش **قشری** کلیه شوند و به سرخرگ‌های کوچک‌تری تبدیل گردند.



در **نزدیکی کپسول بومن** هر گردیزه، یک سرخرگ کوچک به نام **سرخرگ آوران** منشعب می‌شود که **درون قسمت داخلی قیف‌مانند کپسول بومن** یک شبکه مویرگی به نام **کلافک (گلوله‌وار یا شبکه مویرگی اور)** ایجاد می‌کند و مواد **زائد و غیرزائد** با فرایندی به نام **تراوش (در گفتار بعد می‌خوانید)**، از خون کلافک وارد مجرای گردیزه می‌شوند.

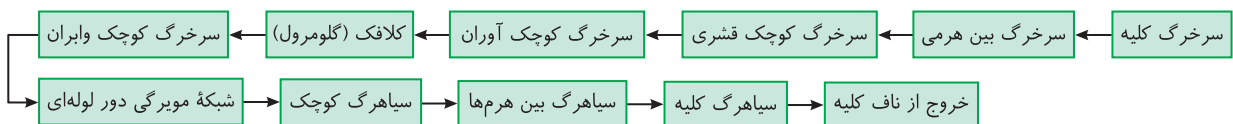
پس از کلافک، **سرخرگی دیگر** که از آوران **قطر کمتر** دارد و **سرخرگ وایران** نامیده می‌شود، کپسول بومن را ترک می‌کند و وارد بخش لوله‌ای نفرون می‌شود. سرخرگ کوچک وایران ابتدا دو شاخه می‌شود که در اطراف **لوله‌های پیچ‌خورده نزدیک و دور و قوس هنله** شبکه مویرگی دیگری (شبکه **مویرگی روم**) را به نام **شبکه مویرگی دور لوله‌ای** می‌سازد. این شبکه مویرگی با عمل **بازجذب** مواد مورد نیاز و **ترشح** مواد زائد دیگر به مجرا، در نهایت موجب تشکیل ادرار می‌شود. شبکه مویرگی دور لوله‌ای پس از پیوستن به هم، **سیاهرگ‌های** کوچکی را می‌سازند که در نهایت به صورت **یک** سیاهرگ کلیه با CO_2 زیاد ولی مواد زائد نیتروژن دار و O_2 و غذای **کم** درمی‌آیند. این سرخرگ، خون را از مرکز هر کلیه خارج کرده تا از راه بزرگ سیاهرگ **زیرین** به دهلیز راست برسد.

نکاتی در بررسی تست‌ها

- ۱ کلافک نوعی شبکه مویرگی در انسان می‌باشد که **همانند** شبکه مویرگی آبشش ماهی‌ها، **فاقد بخش سیاهرگی** می‌باشد. البته دقت کنید که در شبکه مویرگی کلافکی کلیه‌های انسان، **برخلاف** شبکه مویرگ‌های آبششی ماهی، دو طرف آن سرخرگ‌هایی با خون **روشن** در جریان می‌باشند ولی در آبشش ماهی سرخرگ شکمی ورودی به آبشش خون **تیره** و سرخرگ خروجی پشته خون **روشن** دارد.
- ۲ سرخرگ‌های آوران و وایران، از انواع سرخرگ‌های **کوچک** بوده که نسبت لایه کشسان آن **کمتر** و بافت ماهیچه‌ای مقاوم **بیشتری** برای مقاومت در مقابل عبور خون دارند. این سرخرگ‌ها تغییر قطر **اندکی** در فعالیت‌های مختلف و ورود خون به خود دارند.
- ۳ با توجه به شکل گردش خون گردیزه‌ها مشاهده می‌شود که بیشتر انشعابات **شبکه مویرگی دور لوله‌ای** که حاوی خون تیره می‌باشند، در بخش مرکزی کلیه و در مجاورت لوله هنله و **سیاهرگ‌های نزدیک آن** قرار دارند.

- ۴ شبکه مویرگی دورلوله‌ای در اطراف لوله‌های جمع‌کننده ادرار قرار ندارند ولی قسمتی از آن که در اطراف بخش **نازک U** شکل لوله‌ها هستند، در **بخش مرکزی کلیه (هرم‌ها)** قرار دارند.
- ۵ جهت جریان خون سرخرگ و ابران در اطراف لوله U شکل هنله از **قشر** کلیه به سمت **مرکز** بوده ولی سیاهرگ کوچک اطراف این لوله، جریان خون را از **مرکز** کلیه به سمت **بخش قشری** دریافت می‌کند.
- ۶ به‌طور معمول، سرخرگ آوران و شبکه مویرگی کلافکی در **بخش قشری** کلیه بوده ولی شبکه مویرگی دورلوله‌ای در **بخش قشری و مرکزی** کلیه قرار دارد.
- ۷ با توجه به شکل می‌توان برداشت کرد که انشعابی از سرخرگ و ابران به سمت لوله پیچ‌خورده دور و نزدیک هر نفرون می‌رود ولی انشعاب دیگر به سمت لوله‌ها هنله وارد می‌شود. البته انتهای انشعاب لوله‌های پیچ‌خورده با انشعابات رگی لوله‌ها هنله در ارتباط هستند.

مسیر گردش خون در کلیه



- تست ۳** بخشی از گردیزه که شبیه قیف است بخشی از کلیه که ساختاری شبیه قیف دارد، (قلم‌چی)
- ۱) همانند - در تولید ادرار نقش دارد.
 ۲) همانند - با میزنای در ارتباط است.
 ۳) برخلاف - در ارتباط با شبکه مویرگی تشکیل دهنده سرخرگ و ابران است.
 ۴) برخلاف - به بخش مرکزی تعلق دارد.
- کپسول بومن، بخشی از گردیزه است که شبیه قیف می‌باشد ولی لگنچه بخشی از کلیه است که ساختاری شبیه قیف دارد. کپسول بومن برخلاف لگنچه با کلافک در ارتباط است که در انتها سرخرگ و ابران را به وجود می‌آورد. (گنجه در تشکیل ادرار نقش ندارد).
- تست ۴** در بخش قشری کلیه‌های انسان رگی که بین دو شبکه مویرگی رابطه برقرار می‌کند، (قلم‌چی)
- ۱) دارای خون روشن و با خون‌بهر بالاتر از معمول است.
 ۲) دارای خون تیره و با خون‌بهر بالاتر از معمول است.
 ۳) دارای خون روشن و با خون‌بهر کمتر از معمول است.
 ۴) دارای خون تیره و با خون‌بهر کمتر از معمول است.
- در کلیه انسان، **سرخرگ و ابران** بین دو شبکه مویرگی واقع شده است که دارای **خون روشن** می‌باشد و به دلیل تراوش زیاد در شبکه مویرگی کلافکی، سرخرگ و ابران آب کمتر و درصد خون‌بهر بالاتری از آوران دارد.

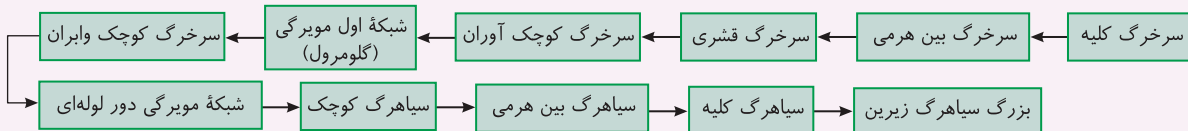
درسنامه

گفتار ۲

فرایند تشکیل ادرار و تخلیه آن در انسان

همان‌طور که در گفتار قبل گفتیم، فرایند تشکیل ادرار در گردیزه‌ها آغاز می‌شود. این فرایند در سه مرحله **تراوش، بازجذب و ترشح** صورت می‌گیرد که قبل از بررسی دقیق آن‌ها مسیر گردش خون و رگ‌های خونی کلیه را یادآوری می‌کنیم.

باتاوی: مسیر گردش خون در کلیه



ویژگی مویرگ‌های کلافک (گلومرول = شبکه اول مویرگی)

این مویرگ‌ها درون حفره **داخلی** کپسول بومن واقع شده‌اند که در دو طرف آن‌ها سرخرگ آوران و وایران قرار دارند. این مویرگ‌ها، **منافذ زیادی** در دیواره خود دارند، به همین دلیل امکان خروج مواد مختلف زائد و غیرزائد را فقط **بر اساس اندازه آن‌ها (نه براساس نیز بودن!!)** به خوبی فراهم می‌کنند. البته **به‌طور معمول**، مولکول‌های بزرگ مثل پروتئین‌ها، به دلیل اندازه بزرگ خود نمی‌توانند از منافذ مویرگی دیواره کلافک عبور کنند.

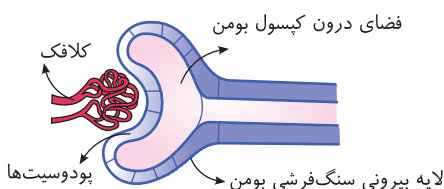
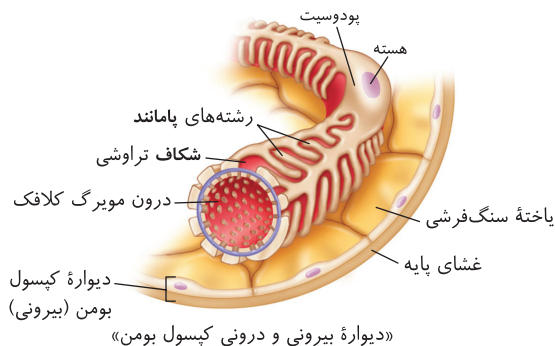
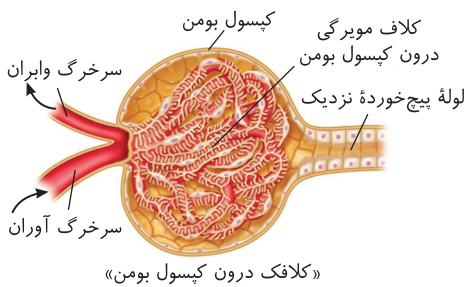
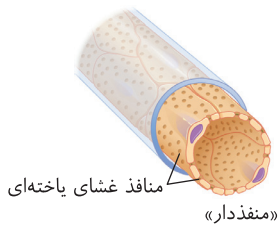
باتاوی: مویرگ‌های **کلیه** از نوع **منفذدار** هستند که **یک لایه پروتئینی** یا همان غشای پایه ضخیم برای ممانعت از عبور مولکول‌های **درشت** دارند.

ویژگی کپسول بومن و لایه‌های آن

کپسول بومن اولین قسمت هر گردیزه می‌باشد. این قسمت **قیف‌مانند**، دارای **دو دیواره یاخته‌ای** است که **دیواره درونی** آن در حفره قیف واقع شده و با **کلافک مویرگی (گلومرول)** در تماس می‌باشد ولی دیواره بیرونی آن در تماس با رگ خونی کلافکی نمی‌باشد. در حقیقت لایه درونی کپسول بومن فضایی را ایجاد کرده است که شبکه مویرگی گلومرولی در آن قرار گرفته است.

همان‌طور که شبکه مویرگی کلافکی **(گلومرول)**، دارای منافذ **متعدد** می‌باشند، یاخته‌های دیواره **درونی** کپسول بومن نیز شکل ویژه‌ای دارند تا **مواد خارج شده** از گلومرول بتوانند از طریق این ویژگی‌های **شکاف‌های کپسول بومن** وارد گردیزه شوند. در حقیقت یاخته‌های **دیواره درونی** کپسول بومن که به سمت کلافک **(گلومرول)** می‌باشند، نوع خاصی از یاخته‌های **پوششی تک‌هسته‌ای** به نام **پودوسیت (یخته پاره)** می‌باشند. **هریک از پودوسیت‌ها، رشته‌های کوتاه و پاماند فراوان** دارد. پاهای یاخته‌ای پودوسیت‌ها، اطراف مویرگ‌های کلافک را احاطه می‌کنند و **شکاف‌های باریک متعددی** در **بین پاهای** ایجاد می‌کنند. دقت کنید که این پاهای متعدد متعلق به یک یاخته هستند که در بین خود شکاف‌های باریک برای عبور مواد از یاخته ایجاد کرده‌اند.

در این حالت مواد به **راحتی** و به خوبی امکان نفوذ از **گلومرول به گردیزه** را پیدا می‌کنند که به آن **تراوش** می‌گویند (**جلوتر بررسی می‌کنیم**). در حقیقت مواد درون رگ خونی گلومرول، برحسب **اندازه** خود از یاخته‌های سنگ‌فرشی کلافک و غشای پایه آن عبور کرده و سپس از شکاف‌های بین رشته‌های پاماند هر یاخته پودوسیتی (**نه از فضای بین یاخته‌ها**) عبور می‌کنند تا وارد فضای درون کپسول بومن بشوند. در حقیقت پاهای پودوسیت‌ها دور کلافک را احاطه کرده‌اند و ارتباط تنگاتنگی با هم دارند.



نکته

یاخته‌های دیوارهٔ **کیسول بومن** که در تماس با کلافک نیستند، همانند بافت پوششی داخلی رگ‌ها و بیشتر یاخته‌های حبابک تنفسی (یاخته‌های نوع اول) از نوع **سنگ‌فرشی ساده** می‌باشند. این یاخته‌ها نیز در سطح خارجی خود یک غشای پایه دارند. پس هر دو نوع یاخته کیسول بومن از بافت پوششی است ولی شکل و کار آن‌ها متفاوت است.

نکته

بین گلومرول و پودوسیت‌ها یک غشای پایه و خارج یاخته‌های سنگ‌فرشی کیسول بومن نیز غشای پایه دیگری وجود دارد. پس همانند شش‌ها در اینجا نیز غشای پایه می‌تواند بین دو بافت پوششی باشد.

تست ۵

کدام مورد عبارت را به نادرستی کامل می‌کند؟ «در سرخرگ وایران نسبت به»

(قلم‌چی)

۱) سرخرگ آوران از میزان مواد زائد نیتروژن‌دار کاسته شده است.

۲) انشعاب سرخرگ کلیه بر نسبت میزان CO_2 ی خون به O_2 افزوده شده است.

۳) سرخرگ آوران بر میزان گلوکز خون افزوده شده است.

۴) انشعاب سرخرگ کلیه از میزان سرعت جریان خون کاسته شده است.

گلوکزهای موجود در سرخرگ آوران در طی تراوش از طریق کلافک در کیسول بومن وارد لوله‌های ادراری و در شبکه‌های مویرگی دورلوله‌ای بازجذب می‌شوند، پس امکان ندارد میزان گلوکز در سرخرگ وایران نسبت به سرخرگ آوران بیشتر باشد.

تله‌های تستی گزینه (۱): چون در کلافک اغلب مواد زائد از رگ خارج می‌شود، پس سرخرگ وایران مادهٔ زائد کمتری دارد. / گزینه (۲): چون در مویرگ‌ها مقداری تبادل گاز تنفسی رخ می‌دهد، پس مقدار CO_2 زیاد می‌شود. / گزینه (۴): هرچه سرخرگی باریک‌تر می‌شود، فشار خون آن کمتر می‌شود.

B

پایه ۳

بررسی مراحل ساخت ادرار

الف) تراوش

اولین مرحلهٔ تشکیل ادرار، تراوش است که به‌طور معمول در بخش **قشری** کلیه و همواره در **کیسول بومن** صورت می‌گیرد. تراوش یعنی **آب و مواد محلول** در خوناب (همهٔ قسمت‌های خون به‌جز پروتئین‌ها و بخش یا بخش‌های کلافک (شبکهٔ مویرگی گلومرول) خارج شده و **وارد مجرای گردیزه‌ای** شوند. همان‌طور که گفتیم به دلیل وجود **منافذ متعدد در کلافک‌های مویرگی گلومرول و شکاف‌های متعدد فراوان** در بین پاهای پودوسیت‌ها در دیوارهٔ داخلی کیسول بومن، ساختار این قسمت‌ها برای **تراوش** متناسب شده‌اند. در این عمل مواد مفید و غیر مفید موجود در مویرگ‌های گلومرولی می‌توانند فقط برحسب **اندازهٔ خود** و تحت تأثیر **فشار خون** وارد مجرای درون گردیزه شوند. این فشار خون در کلافک‌ها از این جهت ایجاد می‌شود که قطر سرخرگ وایران از سرخرگ آوران **کمتر** بوده و زمان ماندن خون در مویرگ‌های کلافکی را **افزایش** می‌دهد (تصور کنید که آب از یک لولهٔ گشاد به یک محل آمده و حالا می‌خواهد از لولهٔ تنگ خارج شود خب به‌دین است که زمان بیشتری طول می‌کشد). با این عمل برخورد مواد درون مویرگ کلافکی به جدار آن بیشتر شده و تراوش با زمان و قدرت بیشتری صورت می‌گیرد.

چند نکته مهم در بررسی تست‌ها

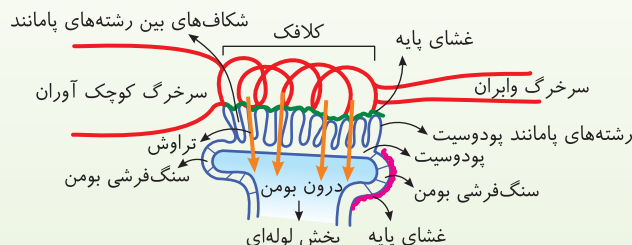
۱) تراوش فقط در اثر فشار خون (یعنی **فشار وارد شده بر دیوارهٔ مویرگی گلومرول**) صورت می‌گیرد که زیاده‌تر بودن قطر سرخرگ آوران قبل از گلومرول نسبت به قطر سرخرگ وایران بعد از گلومرول سبب افزایش فشار خون یا تراوشی در کلافک می‌شود. یعنی خونی که از سرخرگ آوران وارد گلومرول می‌شود با سرعت **کمتری** وارد سرخرگ وایران می‌شود.

۲) به این موضوع فکر نکنید که در کیسول بومن، سرخرگ آوران بالاتر است یا وایران! چون این موضوع بستگی به حالت قرارگیری میلیونی گردیزه‌ها دارد. همان‌طور که می‌بینید در کتاب درسی نیز هر دو حالت را کشیده است.

۳) **توضیح شکل مقابل:** برای تراوش، مواد باید از **منافذ مویرگی کلافک‌ها**، غشای پایهٔ **ضخیم** اطراف کلافک‌ها و **شکاف‌های** متعدد بین رشته‌های هر پودوسیت کیسول بومن عبور کنند تا به درون فضای کیسول بومن برسند. این عمل اولین مرحله از فرایند تشکیل ادرار به نام **تراوش** می‌باشد ولی به مایع درون گردیزه‌ها نباید لفظ ادرار تعلق بگیرد. ادرار نهایی در مجرای جمع‌کننده تشکیل شده که وارد لگنچه می‌شود.

۴) تراوش فقط برحسب **اندازه**، یعنی ریزی یا درشتی مواد و برحسب فشار خون صورت می‌گیرد و هیچ انتخاب دیگری مثلاً برحسب نیاز بدن به ماده‌ای یا عدم نیاز مواد زائد برای تراوش صورت نمی‌گیرد، بنابراین در اثر تراوش، هم مواد **دفعی** مثل اوره و هم مواد **مفیدی** مثل گلوکز، آمینواسید و... به کیسول بومن **گردیزه‌ها** وارد می‌شوند. البته دقت کنید که فشار اسمزی حاصل از **پروتئین‌های** پلاسمایی درون رگ، تا حدی می‌تواند مخالف تراوش عمل کند و تراوش را **کاهش** دهد، چون مانند هر مویرگی در بدن، تبادل مواد در مویرگ‌ها تابع دو فشار خون و اختلاف فشار اسمزی می‌باشد.

۵) دقت داشته باشید که کلافک (گلومرول) بین دو سرخرگ کوچک واقع شده است و در حقیقت این مویرگ‌ها فاقد بخش سیاهرگی می‌باشند. از طرفی کلافک‌های کلیه انسان فقط خون روشن دارند و مقدار CO_2 آن‌ها به نسبت O_2 بسیار کمتر است. از طرفی بدیهی است که طی تراوش به دلیل خروج خوناب، به تدریج مقدار خون‌بهر درون این شبکه افزایش می‌یابد.



تست ۶

کدام گزینه زیر صحیح می باشد؟

- (۱) هر چند یاخته پودوسیتی، یک رشته پامانند می سازند.
- (۲) هر پودوسیت تعدادی هسته و رشته های کوتاه پامانند دارد.
- (۳) همه رشته های کوتاه پامانند هر پودوسیت، اطراف مویرگ کلافکی را احاطه کرده اند.
- (۴) به مجموع فواصل بین پاهای هر پودوسیت، یک شکاف تراوشی می گویند.

پاسخ ۳

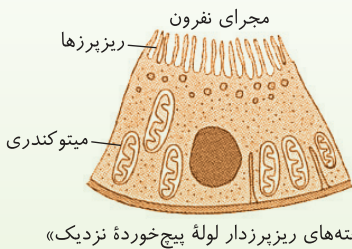
- ▶ لایه درونی کپسول بومن یک ردیف یاخته پادار به نام پودوسیتی دارد که از بافت پوششی می باشند.
- ▶ هر پودوسیت تعداد فراوانی رشته های کوتاه پامانند به همراه یک هسته دارد (نادرستی گزینه های (۱) و (۲)).
- ▶ پاهای فراوان پودوسیت سبب تشکیل **تعداد زیادی** شکاف تراوشی و احاطه کردن شبکه مویرگی کلافکی شده است (درستی گزینه (۳) و نادرستی گزینه (۴)).

ب) بازجذب

همان طور که مشاهده کردید در تراوش علاوه بر مواد زائد، مواد کوچک مفید و مورد نیاز بدن نیز می توانند وارد گردیزه شوند که این مواد برای ادامه حیات بسیار ضروری هستند و باید به خون برگردند. **بازجذب** دومین مرحله تشکیل ادرار است و به معنی **برگشت** مواد مفید و مورد نیاز بدن از درون مجرای جمع کننده ادرار یا از بخش های **لوله ای** گردیزه یعنی لوله های پیچ خورده **دور و نزدیک و هنله** به خارج از این مجاری و ورود این مواد به **مویرگ های دورلوله ای** می باشد تا دوباره به سیستم گردش خون **عمومی** برگردند.

نکات مهم

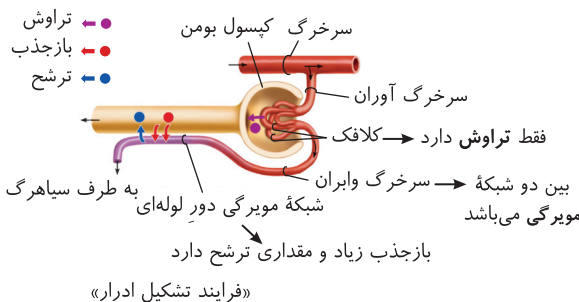
- ۱ بازجذب فرایندی است که در مورد **بیشتر مواد** با مکانیسم **انتقال فعال** و صرف انرژی زیستی (ATP) صورت می گیرد، اگرچه در مورد **برخی** مواد مثل **آب**، بازجذب می تواند غیرفعال، بدون صرف انرژی زیستی و به صورت اسمز باشد.
- ۲ **بیشترین بازجذب** مواد در **لوله پیچ خورده نزدیک** صورت می گیرد. یعنی به **محض** ورود مواد تراوش شده از کپسول بومن به آنجا، عمل بازجذب مواد **آغاز** می شود. در لوله پیچ خورده **نزدیک**، بافت **پوششی مکی یک لایه** وجود دارد و یاخته ها حاوی چین خوردگی های غشایی به نام **ریزپرزهای** فراوانی (**همنند روزه باریک**) به سمت مجرای گردیزه برای افزایش یافتن سطح **بازجذب** می باشند. چون مقدار این ریزپرزها در **لوله پیچ خورده نزدیک** فراوان است، مقدار بازجذب مواد در این قسمت گردیزه از سایر قسمت ها **بیشتر** است. ضمناً با توجه به شکل مقابل که یک یاخته ریزپرزدار در لوله پیچ خورده نزدیک را نشان داده است، مشخص است که به دلیل بازجذب فعال زیادی که توسط این بخش گردیزه صورت می گیرد، تراکم **راکیزه (میکوندری)** در این یاخته ها زیاد است تا انرژی زیستی مناسبی را فراهم کنند. غشای این یاخته ها به سمت **مجرای** گردیزه حاوی چین خوردگی می باشد. در مورد بازجذب دقت کنید که فقط مواد **مفید** و مورد نیاز بدن از سمت مجرای گردیزه های وارد یاخته های پوشاننده لوله های پیچ خورده و هنله گردیزه ای و مجاری جمع کننده ادرار شده و از سمت دیگر این یاخته ها از راه فضای بین یاخته ای وارد مویرگ خونی دورلوله ای می شوند.
- ۳ هرچه در بدن مقدار تراوش بیشتر شود، مقدار بازجذب مواد نیز تا حدی زیادتر می شود ولی بازجذب یک حدی دارد! مثلاً در افرادی که به مرض قند (دیابت شیرین) مبتلا می شوند، مقدار تراوش گلوکز خیلی زیاد می شود ولی بازجذب آن تا حدی صورت می گیرد و اگر مقدار گلوکز تراوش شده از آن حد بالاتر برود، ناچاراً مقداری از آن که انرژی بدن بوده است وارد ادرار می شود.
- ۴ تنها قسمتی از گردیزه ها که در بازجذب نقش ندارند، همان کپسول بومن در ابتدای گردیزه می باشد.



«یاخته های ریزپرزدار لوله پیچ خورده نزدیک»

ج) ترشح

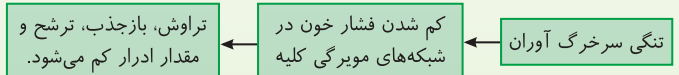
ترشح، سومین و **آخرین** مرحله ادرارسازی است. در این عمل و براساس انتخاب و نیاز بدن، مواد زائدی را که باید دفع شوند (ب اینکه ضمن تراوش نیز وارد گردیزه شده برزند) باز هم دفع آن ها به گردیزه بیشتر می شود. این عمل **اغلب با روش فعال**، یعنی با صرف انرژی زیستی و در **خلاف** جهت بازجذب، از **درون مویرگ های دورلوله ای** یا از **خود یاخته های گردیزه** به درون گردیزه صورت می گیرد. در اینجا دقت کنید که ترشح می تواند سبب خروج مواد زائد تولید شده در یاخته های گردیزه نیز بشود، بدون اینکه این مواد از خون وارد این یاخته ها شده باشد. لازم به ذکر است که برحسب متن کتاب درسی، عمل ترشح فقط از گردیزه ها و شبکه دورلوله ای به درون گردیزه صورت می گیرد و مجرای جمع کننده ادرار با اینکه در عمل **بازجذب** نقش دارد را در اینجا کتاب در عمل ترشح شریک ندانسته است ولی در جلوتر یک جمله گفته که کاسه کوزه رو ریخته به هم و بهش می رسم!



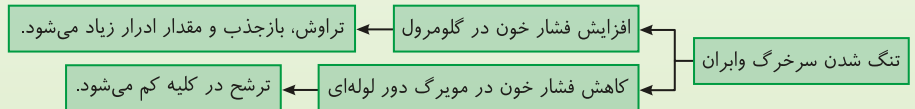
«فرایند تشکیل ادرار»

چند نکته مهم

- موادی مانند داروها، برخی از سموم و یون‌های هیدروژن اضافی علاوه بر **تراوش**، با عمل ترشح نیز وارد مجرای گردیزه و مایع درون آن می‌شوند. در حقیقت هر ماده ترشح شده به گردیزه، قبلاً از راه تراوش نیز مقداری وارد گردیزه شده است و مقدار آن‌ها در طول گردیزه زیادتر می‌شوند (چون بازجذب نشده‌اند).
- عمل ترشح و بازجذب برخلاف عمل تراوش همراه با نفوذپذیری **انتخابی** و برحسب **نیاز بدن** و بدون توجه به **اندازه** مواد صورت می‌گیرند.
- هر دو** فرایند بازجذب و ترشح، در **اغلب** موارد به صورت فعال و صرف انرژی زیستی صورت می‌گیرند. در این دو مکانیسم، **کپسول بومن** و **کلافاک (گلوپورول)** نقش مستقیمی ندارند.
- در عمل تراوش، مواد از بین شکاف رشته‌های پاماند هر پودوسیت عبور می‌کنند ولی در عمل بازجذب و ترشح، اغلب مواد از درون یاخته‌ها و برحسب نفوذپذیری **انتخابی** از راه غشایی یا پمپ‌ها و کانال‌های آن عبور می‌کنند.
- اگر سرخرگ‌های **کوچک آوران** تنگ شوند، مقدار خون و فشار خون هم در کلافاک (**گلوپورول**) و هم در شبکه مویرگی دور لوله‌ای **کم** می‌شود، به همین دلیل تراوش، بازجذب و ترشح مواد و مقدار ادرار در فرد نیز **کاهش** می‌یابد.

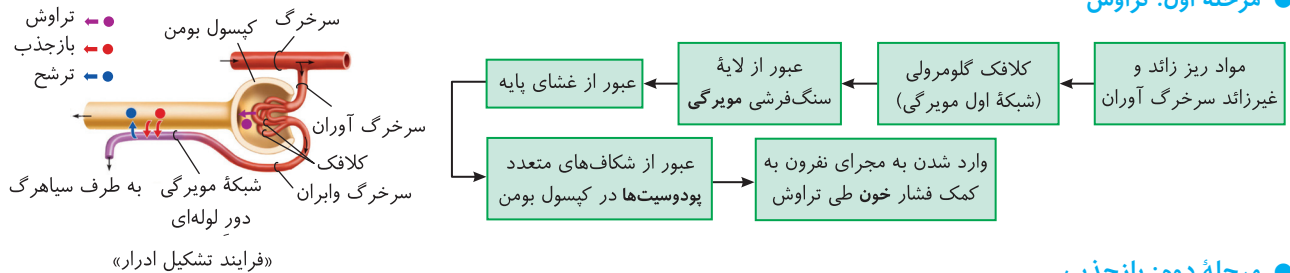


- اگر سرخرگ‌های **کوچک وابران** تنگ شوند، مقدار خون و فشار آن در کلافاک (**گلوپورول**) درون حفره کپسول بومن **زیاد** شده و به دنبال آن عمل تراوش و بازجذب **زیاد** می‌شود ولی چون مقدار خونی که به شبکه **مویرگی دور لوله‌ای** می‌رسد **کم** می‌شود، ترشح مواد به گردیزه‌ها **کاهش** می‌یابد. در این حالت مقدار ادرار **زیاد** می‌شود. چون حجم ادرار نسبت مستقیم با **تراوش** دارد و بیشتر ادرار تشکیل شده در اثر تراوش مواد به درون گردیزه‌ها است.

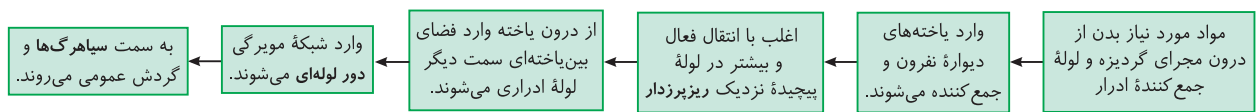


خلاصه مراحل تشکیل ادرار

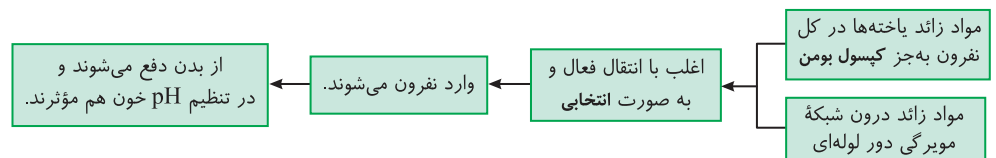
● مرحله اول: تراوش



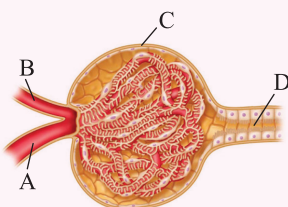
● مرحله دوم: بازجذب



● مرحله سوم: ترشح



(قلم‌چی)



با توجه به شکل مقابل، چند مورد صحیح است؟

- یاخته‌های **D** توانایی ترشح و بازجذب دارند.
- برخلاف **B** خون روشن را به برخی یاخته‌های **C** می‌آورد.
- یاخته‌های پوششی **B** برخلاف یاخته‌های دیواره بیرونی **C**، سنگ فرشی تک‌لایه‌اند.
- یاخته‌های دیواره درونی **C**، شبکه مویرگی‌ای را احاطه کرده‌اند که به **A** ختم می‌شود.

(۲) ۲ مورد

(۴) ۴ مورد

(۱) ۱ مورد

(۳) ۳ مورد

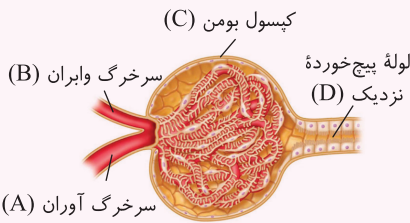
پایه ۲

تست ۲

موارد (الف) و (ب) صحیح می‌باشند. (A) سرخرگ آوران (قطر تر)، (B) سرخرگ وایران (برکت تر)، (C) کپسول بومن و (D) لوله پیچ‌خورده نزدیک را نشان می‌دهد.

تله‌های تستی

الف) درست است. یاخته‌های لوله پیچ‌خورده نزدیک (D) توانایی ترشح و بازجذب دارند. / ب) درست است. سرخرگ آوران خون روشن را به یاخته‌های پودوسیته کپسول بومن ولی سرخرگ وایران خون روشن را به سایر بخش‌های لوله‌ای گردیزه‌ای می‌برد. / ج) نادرست است. هر دو یاخته مورد نظر، پوششی سنگ‌فرشی یک‌لایه‌اند. / د) نادرست است. پودوسیته‌ها، کلافک را احاطه کرده‌اند که به سرخرگ وایران ختم می‌شود.



تست ۸

پایه ۲

چند مورد جمله مقابل را به درستی کامل می‌کنند؟ «از سه پدیده‌ای که منجر به تشکیل ادرار در انسان می‌شود،» (قلم‌چی)

الف) بازجذب پدیده‌ای است که در بخش مرکزی کلیه نیز رخ می‌دهد.

ب) بازجذب پدیده‌ای است که در خارج از گردیزه نیز رخ می‌دهد.

ج) ترشح تنها پدیده‌ای است که فقط با مصرف انرژی توسط کلیه رخ می‌دهد.

د) تراوش تنها پدیده‌ای است که باعث ورود اوره به گردیزه می‌شود.

۴) ۱ مورد

۳) ۲ مورد

۲) ۳ مورد

۱) ۴ مورد

پایه ۲

تست ۲

همه موارد به‌جز عبارت (ج) درست هستند.

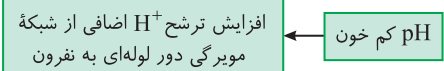
تله‌های تستی

الف و ب) درست است. بازجذب برخلاف ترشح و تراوش در بخش قشری و مرکزی و در گردیزه و مجاری جمع‌کننده ادراری صورت می‌گیرد. / ج) نادرست است. ترشح برخلاف تراوش ولی همانند بازجذب، اغلب با صرف انرژی زیستی می‌باشد. / د) درست است. اوره با تراوش وارد گردیزه شده و با بازجذب، کمی به خون برمی‌گردد ولی بیشتر آن در ادرار دفع می‌شود (اوره ترشح ندارد).

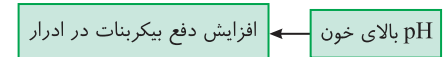
تنظیم pH خون توسط کلیه‌ها

pH طبیعی خون برای عمل آنزیم‌ها باید در حدود ۷/۳۵ تا ۷/۴۵ باشد. کلیه‌ها با عمل ترشح در تنظیم میزان pH (اسیدوباز) خون نقش مهمی دارند (رصد کنید که ترشح نقش مهمی دارد نه اینکه فقط با ترشح تنظیم شود).

تنظیم pH کم خون: اگر به هر دلیلی (مثل مصرف زیاد پروتئین‌ها یا اسهال شدید) pH خون اسیدی شود و پایین بیاید یعنی تراکم یون H^+ در خون زیاد شده است. در این حالت کلیه‌ها یون هیدروژن اضافی را از طریق شبکه مویرگی دورلوله‌ای به درون گردیزه‌ها ترشح می‌کنند.



تنظیم pH بالای خون: اگر pH خون به هر دلیلی (مثل استفراغ شدید یا مصرف زیاد پروتئین‌ها یا گیاهی) افزایش یابد، بدین معنی می‌باشد که بیکربنات خون بالا رفته است و کلیه‌ها باید بر مقدار دفع بیکربنات خود بیافزایند تا pH خون در حد متعادل و ثابتی نگه داشته شود. در اینجا دقت کنید که کتاب درسی نگفته ترشح بیکربنات زیاد می‌شود بلکه نوشته مقدار دفع بیکربنات زیاد می‌شود. یعنی مقدار تراوش آن زیاد شده و بازجذب آن کاهش یافته است چون در فرد سالم ترشح بیکربنات و بازجذب H^+ صورت نمی‌گیرد.



تست ۹

پایه ۲

در بیشتر موارد، (قلم‌چی)

۱) تراوش مواد بر اساس اندازه صورت می‌گیرد.

۲) ترشح همانند بازجذب با صرف انرژی انجام می‌گیرد.

۳) لوله پیچ‌خورده دور حداکثر بازجذب مواد را بر عهده دارد.

۴) بیشترین میزان یون هیدروژن به واسطه ترشح دفع می‌شود.

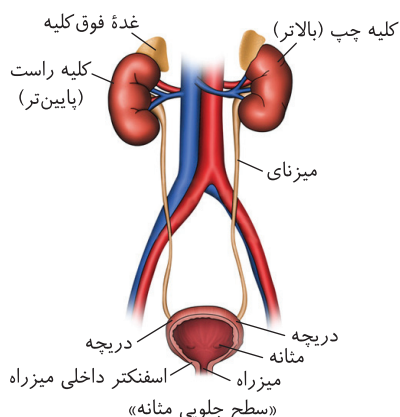
بازجذب و ترشح در بیشتر موارد فعال و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرند.

تله‌های تستی

گزینه (۱): در همه موارد در تراوش، مواد براساس اندازه به گردیزه وارد می‌شوند (نبرد بیشتر موارد). / گزینه (۳): بیشترین مقدار بازجذب در اطراف لوله پیچ‌خورده نزدیک است. / گزینه (۴): بیشترین میزان یون هیدروژن براساس تراوش بوده ولی یون‌های هیدروژن اضافی طی فرایند ترشح برای تنظیم pH دفع می‌شوند.

مشاوره: دوستان عزیزم یکی از مدل‌های جدید طراحی تست در کنکورهای ۹۶ به بعد، گذاشتن قید در متن سؤال است که مثلاً در مورد بعضی یا همه یا بیشتر موارد صحبت می‌کند. در این حالت باید خیلی دقیق عبارات را بررسی کنید (مثل تست فوق و...).

مکانیسم تخلیه ادرار



همان‌طور که یاد گرفتید، ادرار طی سه فرایند در گردیزه‌ها و مجاری جمع‌کننده ساخته و سپس وارد لگنچه در داخلی‌ترین قسمت کلیه می‌شود و سپس از وسط هر کلیه، وارد مجرای به نام **میزنای** که حاوی ماهیچه صاف است می‌گردد. پس از آن با حرکات **گرمی (ورک)** دیواره میزنای و تحت تأثیر اعصاب **خودمختار**، ادرار در میزنای جلو می‌رود و پایین می‌آید. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید میزنای‌ها از **جلوی** محل دو شاخه شدن آئورت نزولی عبور می‌کنند و از سطح **پشتی وارد مثانه** می‌شوند. مثانه، **دائماً در حال دریافت** ادرار از دو کلیه (از طریق **رو میزنای**) می‌باشد. از طرفی، مثانه کیسه‌ای با ماهیچه صاف است که ادرار را **موقتاً ذخیره** می‌کند و **چنانچه** حجم ادرار در آن از حد مشخصی زیادتر شود، **کشیدگی زیاد دیواره آن** سبب تحریک گیرنده‌های **کششی** شده و پیام **حسی** خود را به دستگاه عصبی مرکزی می‌فرستد تا با ایجاد فرمان حرکتی سبب انقباض ماهیچه‌های صاف دیواره مثانه و سازوکار تخلیه ادرار شود. با **افزایش** شدت انقباض مثانه، ادرار وارد مجرای به نام **میزراه** می‌شود.

نکته

در محل اتصال **هر میزنای به مثانه**، بنداره (اسفنکتر) وجود **ندارد** ولی در اثر چین‌خوردگی‌های **مخاط مثانه** بر روی دهانه ورودی میزنای، **دریچه‌ای** ایجاد می‌شود که مانع بازگشت ادرار به میزنای و مانع فشار به کلیه می‌شود.

نکته

دریچه محل اتصال میزنای به مثانه، همانند پرده‌های صوتی حنجره و دریچه‌های قلبی و سیاهرگی، حاصل چین‌خوردگی مخاط پوششی هستند و بنداره ماهیچه‌ای نمی‌باشند.

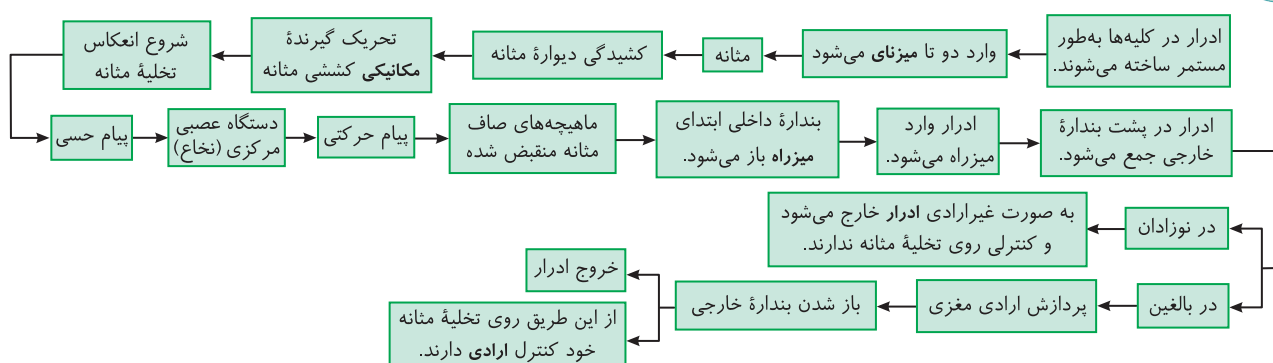
● خروج ادرار از مثانه

خروج ادرار از مثانه توسط مجرای به نام **میزراه** صورت می‌گیرد. میزراه در زنان فقط مجرای **ادرار و در مردان مجرای مشترک ادرار و اسپرم** است. در ابتدا و انتهای این مجرا، دو **بنداره (اسفنکتر)** وجود دارد. **بنداره داخلی** میزراه، همان **بنداره محل اتصال مثانه به میزراه** یا **دهانه میزراه** است. این بنداره از نوع ماهیچه صاف و **غیرارادی** تحت کنترل اعصاب **خودمختار** می‌باشد که در حالت عادی **منقبض** و بسته است ولی در هنگام خروج ادرار همراه با انقباض شدید مثانه، این بنداره غیرفعال شده و باز می‌شود تا ادرار وارد میزراه شود. در **انتهای میزراه**، بنداره دیگری به نام **بنداره خارجی میزراه** با ماهیچه **مخطط** وجود دارد که تحت کنترل **قشر مخ** و اعصاب **پیکری** می‌باشد. در بالغین این بنداره به صورت **ارادی، غیرفعال** شده و باز می‌شود تا ادرار از بدن خارج شود. دقت کنید که اعصاب مغزی که باز و بسته کردن بنداره خارجی میزراه را در کنترل دارند، از راه **نخاع** پیام را دریافت یا ارسال می‌کنند. به همین دلیل اشکال در نخاع می‌تواند سبب خروج غیرارادی ادرار شود.

چند نکته مهم

- در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آن‌ها به‌طور کامل برقرار نشده است، تخلیه مثانه به صورت **غیرارادی** صورت می‌گیرد بنابراین نوزادان قدرت ارادی کاملی روی تخلیه مثانه و عمل **بنداره خارجی انتهای میزراه** خود ندارند. در این افراد نخاع پیام مناسبی را به مغز ارسال نمی‌کند و مغز تشخیص مناسبی برای کنترل بنداره خارجی میزراه ندارد. در حالی که بالغین می‌توانند **تخلیه مثانه** خود را از طریق عدم باز کردن بنداره خارجی میزراه، کنترل کنند.
- لطفاً در تست‌ها دقت کنید که در هر فرد کودک یا بالغی، ورود ادرار به میزراه یک فرایند غیرارادی می‌باشد که باز شدن بنداره داخلی در آن مؤثر است ولی این عمل یعنی ورود ادرار از مثانه به میزراه سبب تخلیه مثانه نمی‌شود. در حقیقت نوزادان چون روی بنداره خارجی میزراه تسلط ارادی ندارند، تخلیه کامل مثانه آن‌ها غیرارادی بوده ولی در بالغین چون می‌توانند بنداره خارجی میزراه خود را مدتی بسته نگه دارند، پس تخلیه کامل مثانه آن‌ها به صورت ارادی صورت می‌گیرد.
- کشیدگی دیواره مثانه** باعث فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار می‌شود.
- دقت کنید که راه ارتباطی مغز با نخاع تا دوران کودکی، **کامل** نشده است (نه اینکه هیچ ارتباطی نداشته باشد).
- دقت کنید که ماهیچه‌های مثانه، میزراه و میزنای به صورت صاف و **غیرارادی** هستند و انسان قدرت انجام انقباض ارادی آن‌ها را ندارد. افراد بالغ فقط به کمک تأثیر ارادی روی بنداره **خارجی** میزراه، قدرت تخلیه مثانه و سایر مجاری ادراری را دارند.

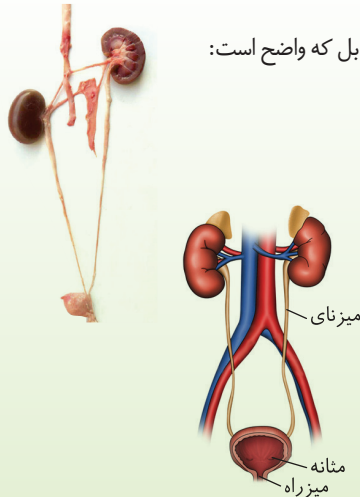
خلاصه



نگاهی به آینده

- در بدن دو نوع انعکاس ماهیچه‌ای وجود دارد (همگی غیرارادی هستند)
- انعکاس با تحریک اعصاب پیکری
 - توسط ماهیچه مخطط (انقباض) صورت می‌گیرد.
 - مانند انعکاس عقب کشیدن دست در برخورد با جسم داغ
 - انعکاس با تحریک اعصاب خودمختار
 - توسط ماهیچه صاف صورت می‌گیرد.
 - انعکاس انقباضی مثانه در تخلیه ادرار

نکاتی از شکل روبه‌رو



متأسفانه در کتاب درسی دو شکل زیر هم کشیده شده است که کاملاً همدیگر را نقض کرده‌اند. برحسب شکل مقابل که واضح است:

- به سرخرگ آئورت نزدیک‌تر از بزرگ‌سیاهرگ زیرین است.
- کلیه راست که پایین‌تر است در مقایسه با کلیه چپ (بالا‌تر)
- طول سرخرگ کلیوی راست از چپ کوتاه‌تر است.
- طول سیاهرگ کلیوی راست از چپ بلندتر است.
- طول میزنای آن تا مثانه از کلیه چپ کمتر است.

ولی برحسب شکل بالای آن در کتاب درسی که از نظر علمی صحیح‌تر است، سرخرگی که به کلیه چپ می‌آید از کلیه راست کوتاه‌تر است و دقت کنید که سرخرگ کلیه راست از زیر سیاهرگ بزرگ زیرین رد می‌شود. از طرفی سیاهرگ کلیوی سمت چپ از راست درازتر است و با عبور از روی سرخرگ آئورت به بزرگ‌سیاهرگ زیرین می‌رسد.

تذکره ۱۰

در مورد مکانیسم تخلیه ادرار کدام مورد زیر نادرست نمی‌باشد؟

- ۱) انقباض دریچه دهانه میزنای مانع برگشت ادرار از مثانه می‌شود.
- ۲) فرستادن پیام عصبی به نخاع سبب تحریک گیرنده کششی مثانه می‌شود.
- ۳) در بالغین تخلیه میزراه برخلاف میزنای به‌طور ارادی صورت می‌گیرد.
- ۴) تخلیه میزنای در نوزادان برخلاف بالغین به صورت غیرارادی صورت می‌گیرد.

پاسخ ۳

در هنگام تخلیه ادرار، با ارسال پیام حرکتی از نخاع، مثانه منقبض می‌شود ولی افزایش شدت این انقباض‌ها، سبب خروج ادرار از مثانه می‌شود. دقت کنید که تخلیه ادرار میزنای به مثانه در هر سنی به‌طور غیرارادی می‌باشد ولی تخلیه کامل مثانه و میزراه در بالغین، به صورت ارادی صورت می‌گیرد.

نکته: دقت کنید که با ورود ادرار از مثانه به میزراه، تخلیه مثانه صورت نگرفته است بلکه مقداری ادرار از مثانه خارج شده است. در حقیقت تخلیه مثانه وقتی انجام می‌شود که به صورت ارادی در بالغین و غیرارادی در کودک و نوزاد، بنداره خارجی میزراه باز شود.

گزینه (۱): دریچه دهانه میزنای در اتصال به مثانه فاقد بافت ماهیچه‌ای است و قدرت انقباض ندارد. این دریچه از چین‌خوردگی بافت پوششی مخاط مثانه ایجاد شده است. / گزینه (۲): تحریک گیرنده کششی مثانه در اثر کشیدگی دیواره آن سبب ارسال پیام حسی به نخاع می‌شود (درست برعکس عنوان شده است). / گزینه (۴): تخلیه میزنای و ورود ادرار آن به مثانه همواره و در هر فردی و در هر سنی به صورت غیرارادی رخ می‌دهد.

ترکیب شیمیایی ادرار

خب ابتدای این مطلب کتاب به خطی نوشته که کار رو خراب کرده! یادتونه تو مبحث ترشح کتاب صراحتاً نوشته بود این عمل شامل ورود مواد زائد از یاخته‌های گردیزه و مویرگ دورلوله‌ای (به درون به درون به خدا نوشته به درون) گردیزه است؟ حالا اون رو اینجا چی نوشته؟ ببین: اینجا کتاب نوشته در کلیه، موادی که تراوش می‌شوند، حاوی مواد مضر و مفید می‌باشند، به همین دلیل ترکیب مایعی که به کپسول بومن تراوش می‌شود، هنگام عبور از گردیزه‌ها (لوله‌های پیچ‌خورده و صاف) و مجرای جمع‌کننده ادرار تحت تأثیر بازجذب و ترشح! تغییر می‌یابد (خب حالا در مورد ترشح هم خروس رو یاد کنیم یا قسم حضرت عباس رو!) بی‌خیال! همون‌طور که می‌دونید واژه ادرار را به مایعی نسبت می‌دهیم که وارد داخلی‌ترین بخش کلیه یعنی لگنچه شده باشد، چون مواد مورد نیاز بدن در آن بازجذب و مواد زائد اضافی به آن ترشح شده است و دیگر تا خروج از بدن دچار تغییر نمی‌شود. پس حالا منتظر می‌شینیم تا ببینیم کی این مطلب یا عوض بشه یا سؤال کنکور بشه و حاشیه‌سازی کنه!

نکته

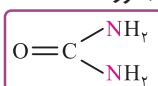
دقت کنید که در فرد سالم، ادرار فاقد آمینواسید و گلوکز یا هر قند ساده‌ای می‌باشد چون همه آن‌ها طی بازجذب به خون برمی‌گردند. در حقیقت مایع درون لگنچه، میزنای، مثانه و میزراه یک فرد سالم، فاقد قند و آمینواسید می‌باشد و به آن لفظ ادرار اطلاق می‌شود.

- مواد معدنی ادرار
- (۱) آب ← حدود ۹۵ درصد ادرار را آب تشکیل می‌دهد که با دفع آن، مقدار آب بدن تنظیم می‌شود.
 - (۲) یون‌ها ← موادی مانند بیکربنات، H^+ ، K^+ ، Cl^- و Na^+ ... می‌باشد که دفع آن‌ها به همراه آب برای حفظ تعادل یون‌ها و pH خون صورت می‌گیرد.

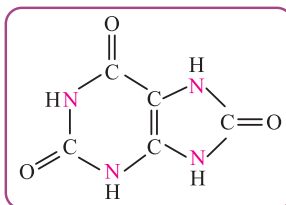
مواد درون ادرار انسان

مواد آلی نیتروژن دار ادرار

(۱) اوره



(۲) اوریک اسید



(A) فراوان‌ترین ماده آلی دفعی در ادرار می‌باشد.

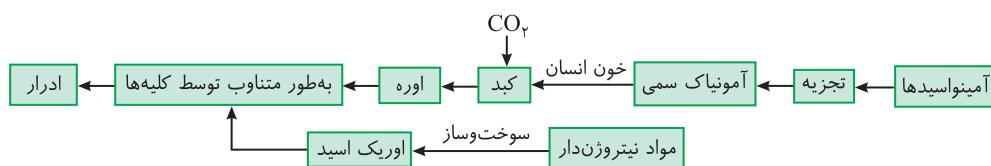
(B) در بافت‌های مختلف بدن انسان، از تجزیه موادی مثل آمینواسیدها ابتدا آمونیاک با سمیت زیاد ایجاد می‌شود که تجمع آن در خون به سرعت سبب مرگ می‌شود. کبد، آمونیاک‌ها را از خون گرفته و با CO_2 ترکیب کرده و به اوره که بسیار سمیت کمتری از آمونیاک دارد تبدیل می‌کند. در حقیقت اوره ماده دفعی نیتروژن دار اصلی بدن است. بدن می‌تواند اوره را تا مدتی در خود انباشته کند و سپس کلیه‌ها با فاصله زمانی، آن را از خون می‌گیرند و به وسیله ادرار دفع می‌کنند. (پس کبد تنها اندام انسان است که می‌تواند مواد معدنی را به آلی (اوره) تبدیل کند.)



(A) ماده آلی زائد نیتروژن داری با قدرت انحلال کم در آب است و تمایل زیاد به رسوب کردن و تشکیل بلور دارد.

(B) این ماده از سوخت و ساز مواد نیتروژن دار ایجاد می‌شود و در ساختار خود دو حلقه آلی نیتروژن دار دارد (بیشتر بدانید).

(C) رسوب بلور این ماده در کلیه‌ها باعث ایجاد سنگ کلیه شده و در مفاصل باعث ایجاد بیماری نقرس می‌شود. نقرس یک بیماری مفصلی است، در این بیماری مفصل‌ها دردناک و ملتهب می‌شوند (التهاب و علائم آن را در سال آینده می‌خوانیم).



نکته

- CO_2 حاصل از تنفس یاخته‌ای در کبد
- مقداری وارد خون می‌شود ← از شش‌ها دفع می‌شود.
 - مقداری از آن، در کبد با آمونیاک ترکیب می‌شود ← اوره تولید می‌شود.

تست ۱۱

بیشترین ترکیب تشکیل دهنده ادرار همانند

(قلم‌چی)

- (۱) فراوان‌ترین ماده دفعی آلی در ادرار بازجذب ندارد.
 - (۲) اوره با صرف انرژی ترشح می‌شود.
 - (۳) ماده دفعی نیتروژن داری که انحلال پذیری زیادی در آب ندارد، فاقد تراوش است.
 - (۴) ماده دفعی نیتروژن دار معدنی می‌تواند طی واکنش آنزیمی در کبد با کربن دی‌اکسید ترکیب شود.
- آمونیاک ماده دفعی نیتروژن دار معدنی است که در کبد در ترکیب با CO_2 اوره را تشکیل می‌دهد. آب نیز بیشترین ترکیب تشکیل دهنده ادرار است که در مویرگ‌های کبدی توسط آنزیم کربنیک انیدراز با CO_2 ترکیب و کربنیک اسید تولید می‌کند.

B

پایخ ۴

نمونه‌های تستی گزینه (۱): آب با مکانیسم اسمز، بازجذب می‌یابد. / گزینه (۲): آب بیشترین ماده دفعی ادرار است که بدون صرف انرژی دفع یا بازجذب می‌شود. / گزینه (۳): اوریک اسید، ماده دفعی نیتروژن داری است که انحلال پذیری زیادی ندارد که همانند آب هر دو تراوش می‌شوند.

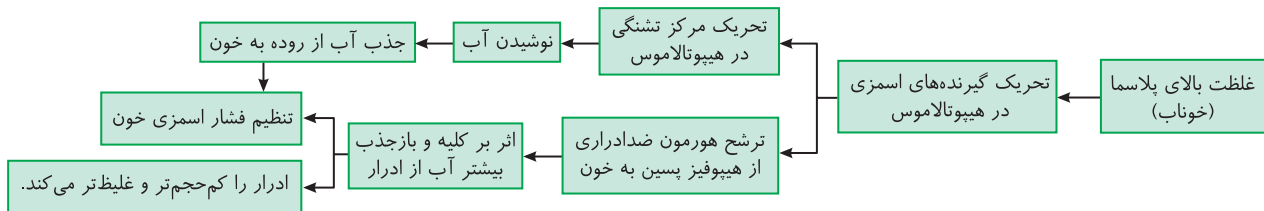
مکانیسم تنظیم آب در بدن

یکی از مهم‌ترین عوامل تنظیم آب در بدن عوامل هورمونی می‌باشند. هورمون‌های ضدادراری و آلدوسترون در تنظیم آب و نمک بدن مؤثرند. در گردیزه‌ها، هورمون ضدادراری با بازجذب آب و هورمون آلدوسترون با بازجذب سدیم در تنظیم این مواد نقش دارند. (البته در کتاب رصم فقط در مورد هورمون ضدادراری و یکی از مکانیسم‌های تنظیم آب صحبت شده است.)

تنظیم آب بدن در هنگام افزایش غلظت خون به کمک عمل هورمون ضدادراری (ADH = آنتی دیورتیک)

در مغز، غده هیپوتالاموس هم مرکز تشنگی برای نوشیدن می باشد و هم گیرنده های اسمزی برای تنظیم آب دارد. در حقیقت در اثر بالا رفتن فشار اسمزی خوناب (پلاسما) یعنی افزایش غلظت مواد حل شده در خون، این گیرنده های اسمزی در هیپوتالاموس تحریک می شوند. این تحریک از یک سو باعث فعال شدن مرکز تشنگی آن می شود و نوشیدن آب را زیاد می کند تا با جذب آب از روده، غلظت خون تا حدی تنظیم شود. از سوی دیگر تحریک گیرنده اسمزی هیپوتالاموس، سبب ترشح هورمون ضدادراری از غده هیپوفیز پسین به خون می گردد. در کتاب زیست یازدهم می خوانیم که هورمون ضدادراری ابتدا در هیپوتالاموس ساخته شده و در غده هیپوفیز پسین ذخیره شده است، در موقع نیاز با ترشح و ورود این هورمون از هیپوفیز پسین به خون، روی کلیه ها اثر می کند و بازجذب آب را در قسمت های لوله ای گردیده ها و مجاری جمع کننده ادرار افزایش می دهد. بدین ترتیب دفع آب توسط کلیه ها و به صورت ادرار کاهش می یابد. با این عمل از غلظت خوناب کاسته می شود تا فشار اسمزی خون تنظیم شود.

● خلاصه تنظیم آب به کمک هورمون ضدادراری



دیابت به مزه چه؟ عدم تولید یا ترشح هورمون ضدادراری (به هر دلیل)، سبب عدم بازجذب مناسب آب از کلیه ها می شود. در این صورت مقدار زیادی آب به صورت ادرار رقیق دفع می شود که به این بیماری دیابت بی مزه می گویند. مبتلایان به دیابت بی مزه، به دلیل دفع آب زیاد، احساس تشنگی زیادی کرده و مجبورند آب زیادی بنوشند تا تنظیم فشار اسمزی خون غلیظ شده آن ها با جذب آب از روده جبران شود. در این بیماری با اینکه برخلاف دیابت شیرین (مرض قند)، قندی در ادرار وجود ندارد، ولی توازن آب و یون ها در بدن به هم خورده است. این افراد نیاز به توجه زیادی دارند (در حقیقت چون قند تو ادرار این افراد نیست، ادرار آن ها نیز شیرین نیست و بی مزه است!).

نکته

در هر نوع دیابتی چه بی مزه و چه شیرین، دفع آب از ادرار و تمایل به نوشیدن زیاد می شود.

تست ۱۲

چند مورد عبارت را به نادرستی تکمیل می کند؟ «اگر در فردی ترشح هورمون ضدادراری متوقف شود،»

الف) میزان حجم ادرار افزایش می یابد.

ب) غلظت خون برخلاف غلظت مایع بین باخته ای افزایش می یابد.

ج) میزان بازجذب آب به شبکه دورلوله ای کاهش می یابد.

۴) صفر مورد

۳) ۳ مورد

۲) ۲ مورد

۱) ۱ مورد

موارد الف) و ج) عبارت را به درستی تکمیل می کنند.

در اثر توقف ترشح هورمون ضدادراری، غلظت خون همانند غلظت مایع بین باخته ای افزایش می یابد چون بیشتر آب بدن از راه ادرار دفع می شود (نادرستی ب). در این صورت حجم ادرار زیاد شده (درستی الف) چون میزان بازجذب آب کم می شود (درستی ج).

A

پایه ۱

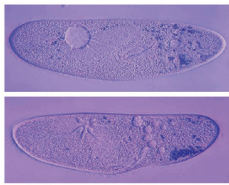
درسنامه

۳

تغذیه و تنظیم اسمزی در سایر جانداران

در این گفتار می‌خواهیم انواع روش‌ها و سامانه‌های موجود در جانداران مختلف را برای تنظیم اسمزی و دفع آب و مواد زائد بررسی کنیم که از ساده‌ترین آن‌ها در تک‌یاخته‌ای‌ها تا پیچیده‌ترین آن‌ها را در ادامه خواهید آموخت (البته در مورد آن‌ها که ان شاء الله خوب یاد گرفته باشید اینها!).

دفع مواد در تک‌یاخته‌ای‌ها



«واکوئول انقباضی در پارامسی»

در بین جانداران، کل باکتری‌ها به همراه برخی قارچ‌ها و برخی آغازیان تک‌یاخته‌ای می‌باشند. در بین آن‌ها بسیاری از تک‌یاخته‌ای‌ها مواد را برای تنظیم اسمزی فقط با انتشار دفع می‌کنند. در این حالت با خروج مواد زائد از یاخته، آب نیز به همراه آن از جاندار خارج می‌شود.

برخی آغازیان مانند شکل مقابل تک‌یاخته‌ای مانند پارامسی‌ها هستند که آب زیادی را با اسمز از حفره دهان یاخته‌ای وارد می‌کنند. آب اضافی به همراه مواد دفعی تولید شده در سوخت‌وساز یاخته مثل آمونیاک، وارد واکوئول‌های انقباضی شده و سپس با انقباض این اندامک‌ها دفع می‌شود.

در حقیقت این جانداران تک‌یاخته‌ای، تعدادی واکوئول تنظیم آب به نام واکوئول‌های انقباضی دارند که فقط مسئول تنظیم آب و دفع مواد زائد نیتروژن‌دار می‌باشند. در اغلب این جانداران ماده زائد نیتروژن‌دار، آمونیاک می‌باشد که به‌طور مداوم وارد آب می‌شود تا از سمیت آن کاسته شود. اگر به‌خاطر داشته باشید، در جاندارانی مثل پارامسی، گوارش و گردش مواد غذایی به صورت درون‌یاخته‌ای و توسط واکوئول‌های غذایی، گوارشی و دفعی صورت می‌گرفت. این جانداران، واکوئول‌هایی اختصاصی برای تنظیم آب و مواد دفعی نیتروژن‌دار به نام واکوئول انقباضی دارند.

نکته

پارامسی یک منفذ جذب آب و مواد به نام حفره دهانی دارد.

سیستم‌های (سامانه‌های) دفع مواد در بی‌مهرگان

در ابتدا لازم است بدانید که بیشتر جانوران آبزی، مواد زائد نیتروژن‌دار را به صورت آمونیاک وارد آب می‌کنند ولی در جانداران خشکی‌زی، به‌طور معمول اوره یا اوریک اسید یا هر دو را به عنوان ماده زائد وارد محیط می‌کنند. در بین این سه ماده فرمول شیمیایی و راه تولید اوریک اسید پیچیده‌تر می‌باشد و دفع آن به دلیل انحلال کم در آب، لازمه مصرف انرژی بیشتر می‌باشد.

از نظر سمیت لازم برای دفع: اوریک اسید > اوره > آمونیاک

از نظر مقدار آب لازم برای دفع: اوریک اسید > اوره > آمونیاک

از نظر انرژی لازم برای دفع: آمونیاک > اوره > اوریک اسید (بلور جامد)

نکته

بیشتر بی‌مهرگان دارای ساختار مشخص برای دفع مواد هستند که برای این کار تمایز یافته‌اند.

الف) نفریدی

این سیستم دفعی ساده، برای دفع مواد زائد، تنظیم اسمزی (آب) و یا هر دو مورد به کار می‌رود. هر نفریدی از هر نوعی که باشند به‌طور کلی، لوله‌ای هستند که توسط منفذ مشخص در انتهای خود به بیرون باز شده و در ارتباط می‌باشند. لوله‌های نفریدی فقط از یک انتهای خود باز هستند که مواد را دفع می‌کنند.

نکته

- در سیستم‌های نفریدی
 - برخی نفریدی‌ها ← فقط دفع مواد نیتروژن‌دار دارند و تنظیم اسمزی آب را انجام نمی‌دهند.
 - برخی نفریدی‌ها ← فقط دفع آب دارند و معمولاً دفع مواد نیتروژن‌دار نمی‌کنند ولی تنظیم اسمزی می‌کنند.
 - برخی نفریدی‌ها ← هم دفع آب و هم دفع مواد نیتروژن‌دار می‌کنند.
 - همواره هر نفریدی، ساختار لوله‌ای با یک منفذ باز در انتهای آن می‌باشد.

از فصل ۳ به یاد دارید که ساده‌ترین آبشش‌ها به صورت برجستگی‌های پراکنده پوستی در ستاره دریایی وجود دارد ولی در آن جانور این آبشش‌ها فقط برای تنفس به کار می‌رود. در برخی جانوران، آبشش‌ها به تنظیم اسمزی و یونی نیز مبادرت می‌کنند. مثلاً در سخت‌پوستان (خرچنگ) مواد دفعی نیتروژن‌دار که اغلب آمونیاک می‌باشد، بدون صرف انرژی و با انتشار ساده از آبشش‌ها دفع می‌شوند. حتماً به یاد دارید که آبشش این جانوران در مناطق خاصی از بدن (در اطراف سر) وجود دارند و به صورت پراکنده در بدن نمی‌باشند. دقت کنید که این جانوران برخلاف ماهی‌ها، کمان، رشته و سرخرگ و سیاهرگ مستقل آبششی ندارند.

تست ۱۳

در هر جاندار تک‌یاخته‌ای،

(قلم‌چی)

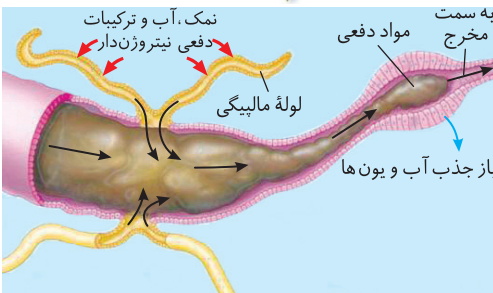
- ۱) تنظیم اسمزی بدون صرف انرژی و در جهت شیب غلظت رخ می‌دهد.
 - ۲) اندامک‌های غشادار در تبادل مواد نقش دارند.
 - ۳) واکوئول‌های انقباضی در تنظیم هم‌ایستایی نقش مهمی دارند.
 - ۴) غشای یاخته در تغذیه همانند دفع مواد زائد نقش مهمی دارد.
- در تک‌یاخته‌ای‌ها، تبادل گازها، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از سطح آن یعنی غشا انجام می‌شود.

B پاسخ ۴



تله‌های تستی گزینه (۱): در بسیاری از تک‌یاخته‌ای‌ها، تنظیم اسمزی با کمک انتشار (در جهت شیب غلظت و بدون صرف انرژی) رخ می‌دهد (نبرد هم‌آر). / گزینه (۲): باکتری‌ها فاقد اندامک غشادار می‌باشند. / گزینه (۳): واکوئول انقباضی در هر تک‌یاخته‌ای وجود ندارد بلکه در برخی یوکاریوت‌ها مثل پارامسی دیده می‌شوند.

ج) لوله‌های مالپیگی



«لوله‌های مالپیگی»

این سامانه دفعی در حشرات (نهمه بن‌ریزان) دیده می‌شود که به صورت لوله‌های مجزا در کنار هم بوده که به سمت همولنف انتهای بسته دارند و از طرف دیگر باز و دو سمت در دو طرف روده هستند. این سامانه در آخر ادرار و مدفوع را مخلوط کرده و به‌طور مشترک از طریق روده و دریچه مخرجی از بدن خارج می‌کنند.

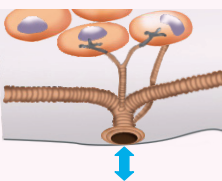
لوله‌های مالپیگی از همولنف موجود در گردش مواد باز، ابتدا یون‌ها و نمک‌ها را وارد لوله مالپیگی کرده و سپس با بالا رفتن فشار اسمزی در این لوله‌ها، آب را نیز طی فرایند اسمز از همولنف وارد می‌کنند، در ضمن ورود آب، اوریک اسید نیز به صورت بلورهای جامد به درون این لوله‌ها وارد می‌شود. همه این مواد (آب، یون‌ها و اوریک اسید) از طریق لوله‌های مالپیگی که به روده جانور متصلند، وارد روده می‌شوند. در روده و راست‌روده، آب و یون‌های مورد نیاز آن دوباره جذب شده (بجز جذب می‌شوند) و اوریک اسید به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش و به صورت ادرار و مدفوع مخلوط شده از مخرج جانور خارج می‌شود.

نکته

لوله‌های مالپیگی در دو طرف روده حشره وجود دارند و مجموعه هر چند لوله مجاور با یک منفذ مشترک مواد خود را وارد روده می‌کنند. در حقیقت حشرات در اطراف معده خود حاوی کیسه‌های ترشح‌کننده آنزیم و در اطراف روده خود حاوی لوله‌های ترشح‌کننده مواد زائد می‌باشند. جذب غذا در معده جانور ولی جذب آب و املاح در روده یا راست‌روده جانور صورت می‌گیرد.

تست ۱۴

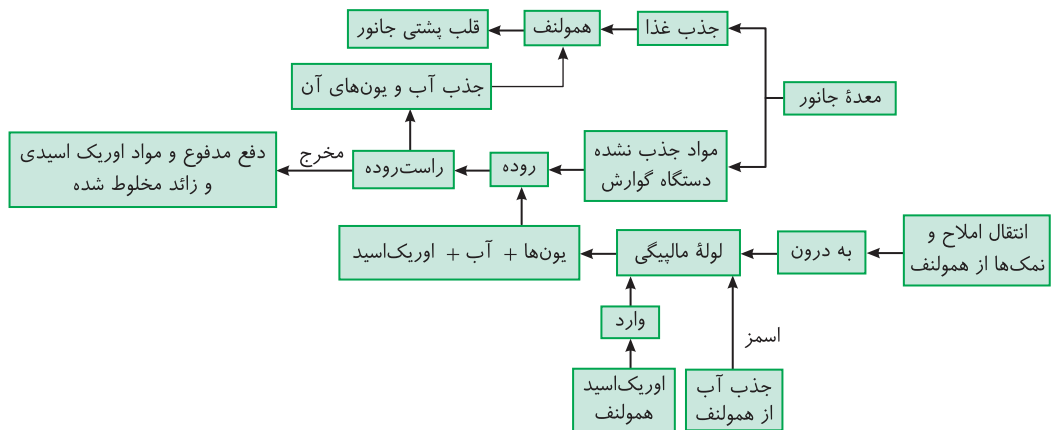
در جانور دارای سیستم تنفسی مقابل،



- ۱) اسکلت بیرونی در سطح خارجی بدن وجود دارد.
 - ۲) خروج اوریک اسید به همراه مدفوع صورت نمی‌گیرد.
 - ۳) انشعابات بن‌بست آن‌ها، فاقد سطح تنفسی مرطوب می‌باشد.
 - ۴) جذب غذا فقط در روده صورت می‌گیرد.
- شکل سؤال، سیستم ناییدی حشرات را نشان می‌دهد. اسکلت خارجی در حشرات وجود دارد. در این جانوران، اوریک اسید به همراه مدفوع از روده خارج می‌شود (نادرستی گزینه ۲) و درستی گزینه ۱). این سیستم در انشعابات انتهایی خود، که بن‌بست می‌باشد و در مجاور یاخته‌هاست، مایعی برای مرطوب کردن گازهای تنفسی برای مبادله آن‌ها دارد (نادرستی گزینه ۳).
ملخ حشره‌ای با تنفس ناییدی است که در معده جذب غذا و در روده جذب آب دارد (نادرستی گزینه ۴).

B پاسخ ۱

خلاصه عمل گوارش، گردش مواد و دفع در حشرات (مثل ملخ)



نکات	نوع دفع یا سامانه تنظیم اسمزی	جاندار
با انتشار ساده و اسمز تنظیم آب را انجام می دهند (پروکاریوت و یوکاریوت).	انتشار	بیشتر تک یاخته ها
مواد زائد و آب را با انتشار ساده از آبشش دفع می کنند.	آبشش دارند	سخت پوستان
بلور اوریک اسید را به همراه یونها و آب از همولنف می گیرد و به روده می دهد تا به همراه مدفوع دفع شوند.	لوله های مالپیگی	حشرات

تنظیم اسمزی در مهره داران

مهره داران راهکارهای متنوعی برای تنظیم اسمزی خود دارند که بیشتر آن ها مربوط به سازگاری های دستگاه دفع ادرار آن ها می باشد.

نکته

همه مهره داران کلیه دارند. بیشتر سازگاری های مسائل تنظیم اسمزی بدن آن ها را کلیه ها و دستگاه دفع ادرار انجام می دهند. چون همه مهره داران گردش خون بسته دارند و خون آن ها درون رگ ها تحت فشار می باشد، این فشار وارده از خون به جداره رگ ها سبب تراوش مواد از غشاها به کلیه های آن ها می شود که آن ها را در مورد گردیزه های انسان و کپسول بومن، به طور کامل بررسی کردیم.

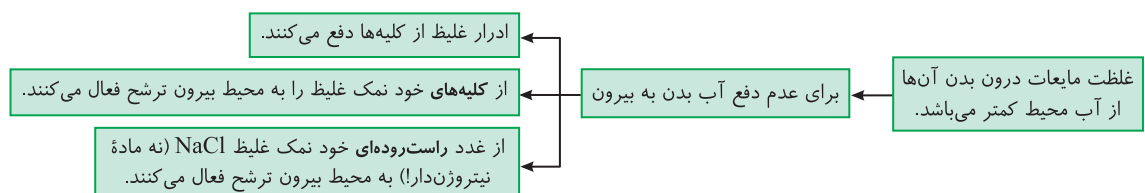
دفع ادرار در ماهی ها

● الف) ماهی غضروفی

ماهیان غضروفی و سایر ماهی هایی که در آب شور زندگی می کنند، چون فشار اسمزی محیط زندگی آن ها شدیداً بالاست، با مشکل تمایل زیاد آب به خروج از بدن مواجه می شوند. مایعات درون بدن این جانداران به نسبت محیط خود، بسیار رقیق تر است. به همین دلیل آب بدن این جانوران تمایل زیادی به خروج از بدن دارد. در این جانوران مکانیسم های مختلفی وجود دارد که ادرار بسیار غلیظ از کلیه ها یا محلول نمکی بسیار غلیظی را از روده با حجم کم دفع می کنند. این ماهی ها، آب زیادی می نوشند ولی چون این آب نمک زیادی دارد، مجبورند با مکانیسم هایی نمک اضافی را از بدن خارج کنند. در ماهی های غضروفی (مثل کوسه ها، ماهی و سگ ماهی) علاوه بر اینکه کلیه های آن ها با بازجذب آب زیاد، ادرار غلیظ را ترشح و دفع می کنند، غدد راست روده ای نیز دارند که محلول نمک بسیار غلیظ «NaCl» را به روده ترشح فعال می کنند و از راه روده دفع می کنند. با این عمل مانع دفع آب بدن از راه اسمز می شوند.

ماهی غضروفی: کلیه ها ← دفع املاح زائد نیتروژن دار
 غدد راست روده ← NaCl ← ترشح ← روده ← دفع

خلاصه تنظیم اسمزی در ماهی غضروفی



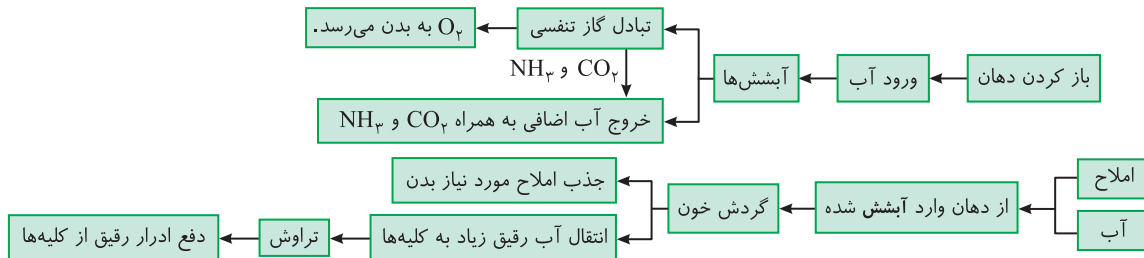
● (ب) ماهیان ساکن آب شیرین

در ماهیان و سایر جانداران ساکن آب شیرین، چون فشار اسمزی مایعات درون بدن آن‌ها از مایعات محیط غلیظ‌تر می‌باشد، پس جاندار تمایل زیادی به **گرفتن** آب برای تنظیم فشار اسمزی دارد. این ماهی‌ها برای مقابله با ورود زیاد آب، معمولاً آب زیادی **نمی‌نوشند**. آن‌ها در محیطی نیستند که نمک و مواد محلول زیادی داشته باشد، به همین دلیل نباید املاح بدن خود را به راحتی از دست بدهند. جانور به دنبال تحقق این امر، باز و بسته کردن دهان را فقط برای رساندن آب به آبشش‌ها و تبادل گاز تنفسی انجام می‌دهد. مقدار کم املاح موجود در آب ورودی را نیز جذب می‌کنند ولی بیشتر آب را به صورت ادرار رقیق از کلیه‌ها دفع می‌کنند.

نکته

باز و بسته شدن دهان این ماهی‌ها فقط برای گرفتن مقدار آب لازم برای **تبادل گازهای تنفسی** در آبشش‌ها است و پس از تبادل گازها، آب اضافی را از طریق ادرار رقیق خارج می‌کنند. در این جانوران تمام سعی جانور برای گرفتن نمک و املاح از محیط است که چون مقدار املاح محیط کم است این کار را به صورت فعال انجام می‌دهند.

مکانیسم جریان آب در ماهی‌های آب شیرین



● (ج) ماهیان ساکن آب شور

در ماهیان دریایی ساکن آب شور، چون فشار اسمزی محیط بیرون (آب دریا) از مایعات درون بدن جانور **بیشتر** است، پس همانند ماهی‌های غضروفی، آب بدن آن‌ها تمایل زیادی به خروج دارد. برای جبران این مشکل، این ماهیان مقدار **زیادی** آب می‌نوشند که این آب همراه با مقدار **زیادی** املاح و نمک می‌باشد. برخی از این یون‌ها از طریق **یاخته‌های آبششی** و برخی توسط **کلیه‌ها** و به صورت ادرار غلیظ دفع می‌شوند. (این ماهی‌ها همانند سخت‌پوستان آبزی، مواد دفعی را از آبشش خارج می‌کنند.)

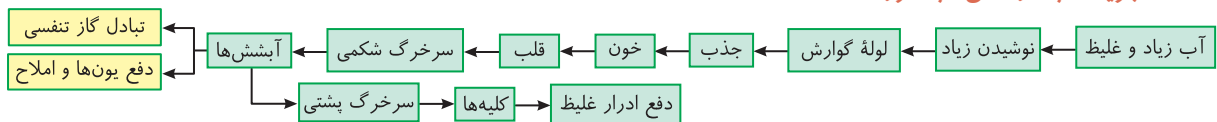
نکته

ماهی‌های ساکن آب شیرین، قدرت دفع ادرار رقیق از سیستم دفع ادرار خود دارند ولی ماهی‌های ساکن آب شور دریا، یون‌ها را به صورت ادرار غلیظ و از طریق سیستم دفع ادرار کلیوی و مقداری نیز از طریق سیستم تنفسی آبششی دفع می‌کنند.

نکته

مشکل تنظیم آب در ماهیان ساکن آب شیرین ← با نوشیدن کم آب و دفع ادرار رقیق همراه با جذب املاح حل می‌شود.
مشکل تنظیم آب در ماهیان ساکن آب شور ← با نوشیدن زیاد آب و دفع نمک آن در ادرار غلیظ و آبشش‌ها حل می‌شود.

خلاصه جریان آب در ماهی آب شور



نکته آسان برای یادگیری

اگر محیط آب شیرین رقیق داشت ← ادرار جانور هم رقیق با نمک کم دفع می‌شود.
اگر محیط آب شور پرنمک غلیظ داشت ← ادرار جانور هم غلیظ و با نمک زیاد دفع می‌شود.

تست ۱۵

در ماهیان همانند ماهیان

(۱) آب شیرین - غضروفی، فشار اسمزی آب از مایعات بدن بیشتر است.

(۲) غضروفی - دریایی، برخی از یون‌ها به صورت محلول غلیظ دفع می‌شوند.

(۳) دریایی - آب شیرین، مثانه محل ذخیره آب و یون‌ها است.

(۴) دریایی - غضروفی، نمک اضافه از طریق غدد نمکی به صورت قطره‌های غلیظ دفع می‌شود.

در ماهیان غضروفی غدد راست‌روده‌ای یون‌های محلول نمک سدیم کلرید را به صورت غلیظ به روده ترشح و از طریق آن دفع می‌کنند. در ماهیان دریایی نیز برخی از یون‌ها از طریق یاخته‌های آبششی و برخی توسط کلیه به صورت ادرار غلیظ دفع می‌شوند.

تله‌های تستی (۱): فقط در مورد ماهیان آب شیرین صحیح است. / گزینه (۳): ذخیره آب در مثانه ویژه دوزیستان بالغ است. / گزینه (۴): این ویژگی فقط در ماهیان غضروفی وجود دارد.

B

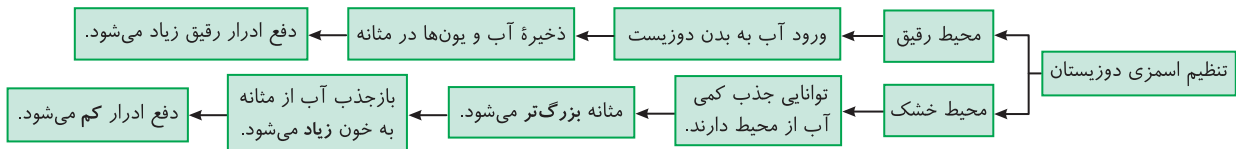
پایه ۲

(قلم‌چی)

دفع ادرار در دوزیستان

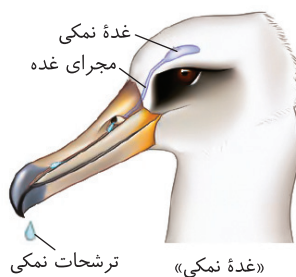
همان‌طور که به یاد دارید دوزیست نوزاد آبشش دارد و سیستم دفعی آن نیز مانند ماهی‌هاست (البته معمولاً در آب شیرین هستند) ولی دوزیستان بالغ، در محیط پر آب، دفع ادرار رقیق دارند. در این جانوران **مثانه‌ای** برای ذخیره آب و یون‌ها وجود دارد که وقتی محیط خشک باشد، مثانه آن‌ها **بزرگ‌تر** شده و آب بیشتری را ذخیره می‌کند و به دنبال آن **بازجذب آب از مثانه به خون** زیاد شده تا دفع ادرار کمتر شود. دوزیستان در محیط غیر خشک به دفع ادرار رقیق می‌پردازند تا نمک خود را از دست ندهند.

بازجذب آب از **مثانه** به خون فقط در سامانه دفع ادرار دوزیستان دیده می‌شود.



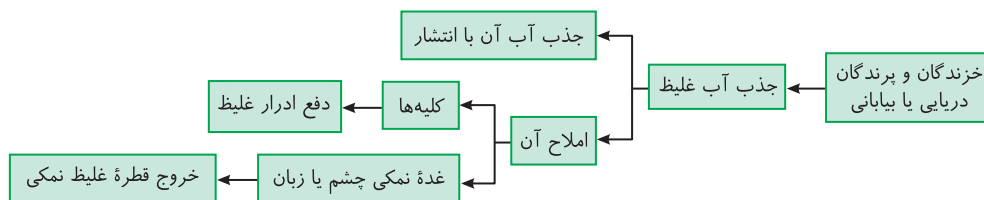
- نکات دوزیستان
- (۱) نوزادان آن‌ها دارای زندگی آبی، **آبشش‌دار**، گیاه‌خوار و با قلب **دوحفره‌ای** و گردش خون **بسته ساده** می‌باشند ولی دوزیست بالغ، شش دارد و گوشت‌خوار همراه با قلب **سه‌حفره‌ای** با گردش خون **مضاعف** است.
 - (۲) گوارش **برون‌یاخته‌ای** همراه لوله گوارش دارند.
 - (۳) در حالت بلوغ، تنفس **پوستی** نیز انجام می‌دهند و خون از بطن به پوست آن‌ها نیز می‌رسد.
 - (۴) در حالت بلوغ شش‌هایی با سیستم تهویه فشار **مثبت** دارند که با بینی **بسته**، هوا را به زور وارد شش‌ها می‌کنند.
 - (۵) در حالت نوزاد قلب دوحفره‌ای با گردش خون ساده ولی در حالت بلوغ قلب سه‌حفره‌ای با دو دهلیز و یک بطن و گردش خون مضاعف دارند.

دفع ادرار در خزندگان و پرندگان



ترشحات نمکی «غده نمکی»

این دو گروه کلیه‌هایی با توانایی زیاد در بازجذب آب دارند تا ادرار کم و غلیظی را دفع کنند چون اغلب در محیط‌های **خشک** زندگی می‌کنند. نگه‌داری آب در بدن آن‌ها مخصوصاً در برخی از خزندگان و پرندگان **دریایی** و **بیابانی** که از آب شور دریا و غذای نمک‌دار استفاده می‌کنند، بسیار مهم است. این گروه آن‌قدر نمک از راه آب یا غذا وارد بدن می‌کنند که ممکن است فشار اسمزی بدن آن‌ها خیلی بالا برود، به همین دلیل در آن‌ها **غدد نمکی** در **نزدیکی چشم یا زبان** وجود دارد (**نم‌دریان** *آرچه*) که نمک اضافه بدن را گرفته و به صورت قطره‌های **غلیظ** به محیط دفع می‌کنند. با توجه به شکل روبه‌رو غده نمکی بالای چشم نیز مجرای دارد که از راه جلوی منقار پرنده نمک اضافی را خارج می‌کند.



تذکره ۱۶ چند مورد عبارت را به درستی کامل می‌کند؟ «غدد نمکی ویژه تنظیم اسمزی در جانورانی شش‌دار وجود دارد که همگی» (قلم‌چی)

- (الف) توانمندی زیادی در بازجذب آب توسط کلیه دارند. (ب) جدایی کامل بطن‌ها در آن‌ها مشاهده می‌شود.
(ج) فقط در مناطق خشک و بیابانی زندگی می‌کنند. (د) در سامانه گردش مضاعف خود به آسانی، توانایی حفظ فشار خون بالا را دارند.
(۱) ۱ مورد (۲) ۲ مورد (۳) ۳ مورد (۴) ۴ مورد

تنها مورد (الف) عبارت را به درستی کامل می‌کند. (سؤال در مورد برخی خزندگان و پرندگان است که در محیط دارای نمک زیاد مثل دریا یا بیابان زندگی می‌کنند.)

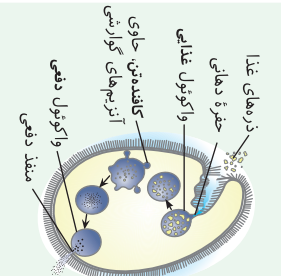
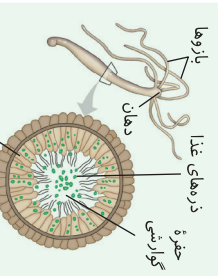
تله‌های تستی (الف) درست است. غدد نمکی در برخی خزندگان و پرندگان وجود دارد که کلیه آن‌ها توانمندی **بازجذب آب** زیادی دارد. / (ب) نادرست است. جدایی کامل بطن‌ها در همه خزندگان دیده **نمی‌شود**. / (ج) نادرست است. این جانوران می‌توانند در مناطق دریایی یا بیابانی زندگی کنند. / (د) نادرست است. جدایی بطن‌ها، حفظ فشار در سامانه گردش مضاعف را آسان می‌کند در حالی که این وضعیت در همه خزندگان دیده **نمی‌شود**.

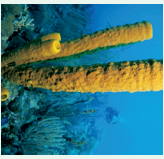
سامانه‌های تنظیم اسمزی مهره‌داران

جانور	ساکن	دفع ادرار کلیوی	نکته
ماهی غضروفی	اغلب آب شور	غلیظ	غدد راست‌روده‌ای محلول $NaCl$ بسیار غلیظ را برای دفع وارد روده می‌کند.
ماهی آب شیرین	آب شیرین	بسیار رقیق	آب زیاد نمی‌نوشند - نمک و یونها از آبشش و کلیه‌ها جذب می‌شوند.
ماهی دریازی	آب شور	غلیظ	آب زیاد نمی‌نوشند - یون‌های اضافی را از آبشش یا کلیه دفع می‌کنند.
دوزیست	آب و محیط مرطوب	بسیار رقیق	مثانه با قدرت بازجذب آب دارد - در محیط خشک دفع ادرار آن‌ها کم و مثانه بزرگ‌تر می‌شود.
خزنده و پرنده	برخی دریازی یا بیابانی	بسیار غلیظ	غدد نمکی در نزدیکی چشم یا زبان برای دفع قطره‌های غلیظ دارند.

تنظیم اسهزی و دفع مواد زائد

جدول مقایسهٔ دستگاه‌ها و قسمت‌های مختلف بدن جانداران

حرکت	تنظیم عصبی	نکات دفع مواد زائد و اسمز	نکات گردش مواد	نکات تنفسی	نکات گوارشی	شکل	جاندار
با انقباض ماهیچه‌های بدن حرکت می‌کند.	کتاب بررسی نکرده است	مواد زائد را نیز از سطح پوست خارج می‌کند.	خون و سیستم گردش مواد ندارد و مواد را با انتشار منتقل می‌کند.	گازها مستقیماً بین یاخته‌ها و محیط از سطح پوست مبادله می‌شوند.	فاقد دهان و دستگاه گوارش است. مواد مغذی را از سطح بدن (پوست) جذب می‌کند.	 دوختشی با خاصیت خودلقاحی می‌باشد.	کرم کدو (کرم پهن)
با حرکات مژک‌ها در آب جابه‌جایی می‌شود.	-	آب اضافی، به همراه مواد دفعی (مثل کوپریت) توسط واکوئول‌های انقباضی (ضربات‌دار) از بدن دفع می‌شوند.	گردش مواد را همانند گوارش در مروین یافته انجام می‌دهد.	چون تک‌یاخته‌ای است، مستقیماً با محیط، تبادل گاز تنفسی می‌کند ولی ساختار تنفسی اختصاصی ندارد.	گوارش مروین یاخته‌ای دارد. مژک‌ها غذا را به حفره دهانی می‌آورند و واکوئول غذایی ایجاد می‌کنند. واکوئول غذایی متحرک در سیتوپلاسم با لیزوزوم‌ها (هضم‌کننده) ترکیب می‌شود. = واکوئول گوارشی (عضه سیمین ابعاع معده). مواد گوارش یافته از واکوئول گوارشی جذب شده و باقی‌مانده آن واکوئول دفعی برای دفع از منفذ دفعی یاخته می‌باشد.	 ذره‌های غذا حفره دهانی واکوئول غذایی کاندیدین، حاوی آنزیم‌های گوارشی واکوئول دفعی منفذ دفعی	پارامسی (کرم رار)
برخی ساکن و برخی حرکات کندی دارند. اسکلت آب‌پیمایی در عروس دریایی باعث خروج آب از بدن و حرکت جانور به سمت مخالف می‌شود.	ساده‌ترین ساختار عصبی را دارند که به صورت شش‌په عصبی از مجموعه‌ای نورون عصبی به صورت پراکنده می‌باشد. در این گروه مغز، گره عصبی، طناب عصبی و تقسیم‌بندی اعصاب محیطی و مرکب وجود ندارد بین نورون‌ها ارتباط وجود دارد و تحریک هر نقطه از بدن جانور سبب تحریک همه بدن می‌شود. این شبکه در یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن جانور وجود دارد.	کیسه گوارشی آن‌ها که پیر از مایع می‌باشد، گردش مواد را نیز انجام می‌دهد. هیدر، یک کیسه منشعب همراه بازوهای دهانی و تارک در سطح داخلی دارد.	گازها مستقیماً بین یاخته‌ها و محیط و به صورت انتشار از مایع می‌باشد، گردش مواد را نیز انجام می‌دهد. هیدر، یک کیسه منشعب همراه بازوهای دهانی و تارک در سطح داخلی دارد.	کیسه منشعبی به نام حفره گوارشی دارند. فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارند. جایگاه گردش مواد و گوارش برون‌یاخته‌ای در همین کیسه و اشعاعات آن می‌باشد. برخی یاخته‌های داخلی با ترشح آنزیم، گوارش برون‌یاخته‌ای را در کیسه آغاز می‌کنند. گوارش درون‌یاخته‌ای در واکوئول‌های غذایی و پس از فناغوسیتوز غذا ادامه می‌یابد. هیدر تارک دارد و پاروهای در اطراف دهان دارد.	ذره‌های غذا حفره گوارشی	 پاروها دهان گوارشی	هیدر
به کمک انقباض ماهیچه‌ها و تارهای زیر بدن	مغز و طناب عصبی شگشی دارد.	-	تنفس پوستی دارد. پوستی پیر از شبکه مویرگی زیرپوستی دارد و گازها را با هوای بین ذرات خاک تبادل می‌کند. ساکن محیط مرطوب است. آبشش‌هایی به صورت پرچستنی‌های کوچک و پراکنده پوستی در همه جای بدن دارند.	-	-	کرم خاکی	

جاندار	نکات گوارشی	نکات تنفسی	نکات گردش مواد	نکات دفع و تنظیم اسمزی	تنظیم عصبی	حرکت
بندپایان مخصوصاً حشرات (ملخ)	▶ ملخ حشره گیاهخوار است که آنزیم تجربه نشاسته را به صورت برون اخته‌ای ترشح می‌کند. ▶ شروع گوارش مکانیکی، آرواره دهانی ▶ بخش حجیم انتهایی مری ▶ ذخیره و نرم کردن غذا ▶ بالای عدد بزاقی می‌باشد. ▶ بخش کوچک بعد از چینه‌دان ▶ آدامه و پایان هضم مکانیکی دارد. ▶ پیش‌معدۀ آنزیم‌های مترشحه از معدۀ و کیسه‌های معدۀ در پیش‌معدۀ فعالیت می‌کنند. ▶ آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کنند. ▶ کیسه‌های معدۀ ← در پایان گوارش شیمیایی مؤثر است. ▶ معدۀ [محل جفت غذا] ▶ روده ← انتقال مواد به راست‌روده ▶ راست‌روده ← جذب آب و پوین‌ها ▶ تعدادی عدد بزاقی از یک مجرا مواد خود را وارد آرواره‌های دهان می‌کنند.	▶ تنفس نایدیسی با لوله‌هایی باز در ابتدای خود دارند. ▶ لوله‌های منشعب و مرتبط دارند. ▶ می‌توانند منافذ سطحی ابتدای خود را ببندند تا آب بدن هدر نرود. ▶ انقباضات انتهایی نایدیس‌ها، مجاور باخته‌ها و بسته می‌باشند ولی مایعی برای تبادل گازی دارند. ▶ در حشرات که بیمهرگان فشرتی‌ری هستند، تنفس نایدیسی دیده می‌شود. ▶ دستگاه گردش مواد آن‌ها، نقشی در انتقال گاز تنفسی ندارد. ▶ گارها بین نایدیس و باخته‌ها با انتشار مبادله می‌شوند.	▶ بندپایان و از جمله آن‌ها حشرات، سامانهٔ گردش مواد باز دارند. ▶ قلب لوله‌ای پشتی آن‌ها مایعی به نام همولف که شامل آب میان‌بافتی، خون و لف می‌باشد را در بدن چپ می‌کند. ▶ مویسرگ ندارند و همولف از انتهای باز برخی، رگ‌ها به فضای بین‌باخته‌ای یا همان خفرت در مجاورت باخته‌ها می‌رسد. ▶ تبادل مواد غذایی بین باخته‌ها و همولف صورت می‌گیرد ولی O_2 و CO_2 آن‌ها در حشرات توسط تنفس نایدیسی منتقل می‌شود. ▶ قلب همولف را از منافذ دریچه‌داری بدون وجود ساهوگ به درون خود برمی‌گرداند. ▶ هر رگ متصل به قلب برای خروج خون بوده و سرخرگی دریچه‌دار است.	▶ سخت‌پوستان: ▶ آبش‌ها → انتشار ساده → نشر و زدن‌دار ▶ خروج ▶ لوله‌های مایلیگی حشرات: ▶ همولف → اوریکاسید آب → املاح ▶ روده → لوله‌های مایلیگی ▶ دفع مدفوع به همراه ادرار حای اوریکاسید زیاد از مخرج ▶ زنجیرک‌ها گیرنده مکانیکی صدا در پا و پرده صداخ دارند. ▶ حشرات مربک دارند. ▶ زنبور فرومسون حسسی برای هشدار از حضور شکارچی دارد.	ساده‌ترین ساختار عصبی دارای مغز، طناب عصبی و طبقه‌بندی مهری و میخی اعصاب دارد. دو کره عصبی در سر به عنوان مغز از جسم‌های باخته‌ای دارد. دو طناب عصبی جانبی و رشته‌های مرتبط نوبانی به عنوان اعصاب مهری دارد. رشته‌های کوچک‌تری به عنوان اعصاب میخی دارد.	به کمک انقباض ماهیچه‌ها
اسفنج‌ها	ساده‌ترین جانورانی که در بدن خود به ذخیرهٔ گلیکوژن می‌پردازند و در غشای باختهٔ خود کلاسترول دارند.	انتشار ساده با محیط	ساده‌ی گردش آب به کمک سوراخ‌های متعدد ورودی و سوراخ یا سوراخ‌های برگ‌تر خروجی مواد دارند. باختهٔ قه‌دار تاری‌دار در سطح داخلی بدن برای حرکت آب دارند.		-	-
پلانار یا کرم پهن (کرم‌ریزی)	ساده‌ترین جانورانی که در بدن خود به ذخیرهٔ گلیکوژن می‌پردازند و در غشای باختهٔ خود کلاسترول دارند.	انتشار ساده با محیط	ساده‌ی گردش آب به کمک سوراخ‌های متعدد ورودی و سوراخ یا سوراخ‌های برگ‌تر خروجی مواد دارند. باختهٔ قه‌دار تاری‌دار در سطح داخلی بدن برای حرکت آب دارند.		-	-

تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

جدول مقایسهٔ دستگاه‌ها و قسمت‌های مختلف بدن جانداران

جدول مقایسهٔ دستگاه‌ها و قسمت‌های مختلف بدن جانداران						
مهره‌داران	نکات گوارشی	نکات تنفسی	نکات گردش مواد (خون)	نکات دفع و تنظیم اسمزی	تنظیم عصبی	حرکت
			قلب آن‌ها یک دهلیز کوچک در بالا و یک بطن بزرگ‌تر در پایین دارد که هر دو در سطح شکمی هستند. ماهی‌ها قلب دو حفره‌ای با گردش خون بسته ساده دارند که خون تیره قلب به آبشش‌ها رفته و پس از تبادل به یکباره به سایر اندام‌های بدن می‌رسد. <pre>graph TD A[دهلیز] --> B[خون تیره بطن (انقباض)] B --> C[مخروط سرخرگی] C --> D[سرخرگ شکمی (تیره)] D --> E[آبشش‌ها (تبادل)] E --> F[سرخرگ سینه‌ای (تیره)] F --> G[سیاهرگ شکمی] G --> H[سیاهرگ شکمی (تیره)] H --> I[مویرگ اندام‌ها (تبادل)] I --> J[خون روشن] J --> K[سرخرگ شکمی (روشن)] K --> L[خون روشن]</pre> بین دهلیز و سینه‌وس سیاهرگی یک دریچه دارند. بین دهلیز و بطن یک دریچهٔ قلبی دارند. بین بطن و مخروط سرخرگی، یک دریچه دارند.	همهٔ مهره‌داران کلیه دارند. ماهی‌های غضروفی، (گوسماهی و سفرده‌ماهی) ساکی آب شور مواد زائد نیتروژن‌دار کلیه ← خروج از بدن آمونیاک خون NaCl سایر غلیظ خون ← ترشح ← عدد راست‌و‌دهای خروج همراه مدفوع ادرار غلیظ دفع می‌کنند. ماهیان ساکن آب شیرین، آب زیادی نمی‌نوشند و دهان فقط برای تبادل گاز، آب می‌گیرد و پار و بسته می‌شود. ادرار را با آب زیاد و بسیار رقیق دفع می‌کنند. ماهیان دریایی؛ غلظت آب محیط آن‌ها زیاد است. آب زیادی نمی‌نوشند. برخی ← توسط پاخته‌های آبششی دفع می‌شوند. یون‌ها ← به صورت اور غلیظ از کلیه‌ها دفع می‌شوند.	مغز و طناب عصبی پشتی دارند. مجموعه غضروفی یا اسکلتونی حاوی مغز دارند. گیرندهٔ مکانیکی حساس به ارتعاش در خط جانبی دارند. لوب‌ها یا پیازهای بویایی بزرگی به نسبت مغز سایر جانوران دارند. مخ از جلو با لوب بویایی و از عقب با لوب بینایی در تماس می‌باشد.	ماهی‌های غضروفی مثل کوسه‌ماهی با اسکلت داخلی غضروفی و بقیه با اسکلت داخلی استخوانی غضروفی و به کمک باله‌ها حرکت می‌کنند.
				همگام خشکی دارد ← ادرار رقیق دارند. مثانه آن‌ها هم قدرت بازجذب آب اضافی در هنگام خشکی دارد ← ادرار رقیق دارند.	مغز و طناب عصبی پشتی دارند.	اندام‌های حرکتی و اسکلت استخوانی درونی دارند.
					</	

جدول مقایسهٔ دستگاه‌ها و قسمت‌های مختلف بدن جانداران

مهره‌داران	نکات گوارشی	نکات تنفسی	نکات گردش مواد (خون)	نکات دفع و تنظیم اسمزی	تنظیم عصبی	حرکت
خزندگان	لوله گوارش کامل دارند.	بیشتر خزندگان پمپ فشار منفی سازوکار تهویه‌ای شش دارند (همانند پرندگان و پستانداران).	خزندگان قلب چهارجفره‌ای با گردش خون مضاعف دارند که در برخی مثل کروکودیل‌ها دیوارهٔ بین دو بطن کامل است ولی در سایر خزندگان دیوارهٔ ناقصی بین دو بطن وجود دارد.	خزندگان و برسندگان سانسختار کلیه مشابه دارند و توانایی بازجذب آب بیابانی دارند. برخی خزندگان و برسندگان دریایی و بیابانی که آب غلیظ دریا یا غذای برنفسک می‌خورند ← نمک اضافی را از غدد نمکی نزدیک چشم پا بران به صورت قطره‌های غلیظ دفع می‌کنند.	مغز و طناب عصبی پشتی دارند. گیرندهٔ امواج فروسرخ در سوراخ جلو و تیر هر چشم مار زنگی وجود دارد. مارها قادر به تشخیص فرومونها‌های هوا بوده و با کمک آن به جفت‌یابی می‌پردازند.	برخی اندام‌های حرکتی دست و پا دارند و برخی با انقباض ماهیچه‌ها و حرکت خزیدن طی مسیر می‌کنند ولی همگی اسکلت داخلی استخوانی دارند.
پرنندگان	نوع دانه‌خوار آن‌ها چینه‌دان و سنگدان دارند که معدده لوله‌ای‌شکل بین چینه‌دان و سنگدان آن‌هاست. - رودهٔ باریک و بزرگ جدا دارند. - کبد آن‌ها همانند سنگدان آن‌ها به رودهٔ باریک راه دارد. - کبد زیر معده و سنگدان آن‌هاست.	- مکش با فشار منفی شش‌ها دارند. - کیسه‌های هوا دار علاوه بر شش‌ها دارند. - کارایی تنفسی بیشتری از پستانداران دارند. - کیسه‌های هوادار آن‌ها در حفرات بدن، دو طرف گردن و استخوان‌های بازو می‌باشند.	پرنندگان و پستانداران قلب چهارجفره‌ای با گردش خون مضاعف دارند که مانند کروکودیل‌ها می‌توانند فشار خون را در سامانهٔ گردش خون مضاعف، حفظ و آسان کنند.	کلیه‌هایی با کارایی بالا دارند.	مغز و طناب عصبی پشتی دارند. اندازهٔ نسبی مغز آن‌ها به همراه پستانداران نسبت به وزن بدن از بقیه جانوران بیشتر است.	با یک جفت بال و به کمک پاها حرکات پروازی یا راه رفتن یا شنا در روی آب دارند.
پستانداران	نشخوارکننده‌ها معددهٔ چهارقسمتی دارند. - هضم میکروبی زیاد - بخش مورد سیرابی در هر دو بلع غذا می‌گیرند - بخش‌های هزارلا ← آبگیری در بلع دوم فقط مؤثر در بعد شیردان → آزیم‌های گوارشی از نشخوار معده	شش با مکش فشار منفی دارند.	گردش خون مضاعف و کامل دارند.	کلیه‌هایی با کارایی بالا دارند.	مغز و طناب عصبی پشتی دارند. اندازهٔ نسبی مغز آن‌ها همانند پرنندگان نیست به وزن بدن از بقیه جانوران بیشتر است.	اندام‌های حرکتی و اسکلت درونی استخوانی دارند.