

با توجه به شکل به نکات زیر توجه کنید:

- ۱- شکل مربوط به یاخته‌های ریز پرز دار لوله پیچ خورده نزدیک است.
 - ۲- قاعده بیرونی بزرگ‌تر و قاعده رو به داخل سلول، کوچک‌تر بوده و دارای ریز پرز است.
 - ۳- سلول‌ها تک هسته‌ای هستند و تعداد زیادی میتو کندری دارند.
 - ۴- تعداد زیاد میتو کندری‌ها دلیل بر مصرف زیاد انرژی در این نوع یاخته‌ها است.
- در بیشتر موارد، باز جذب فعال است و با صرف انرژی زیستی (ATP) انجام می‌شود. باز جذب غیرفعال که براساس انتشار و اسمز باشد نیز ممکن است روی دهد. مثل باز جذب آب که با اسمز صورت می‌گیرد.

ترشح

فرآیند ترشح در جهت مخالف باز جذب رخ می‌دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ‌های دور لوله‌ای یا خود یاخته‌های گردیزه به درون گردیزه ترشح می‌شوند.

نکته: فرآیند ترشح در بیشتر موارد فعال و با صرف انرژی زیستی (ATP) می‌باشد. و سلول‌های انجام‌دهنده آن دارای میتو کندری فراوان هستند.

برخی از مواد که با ترشح دفع می‌شوند عبارتند از:

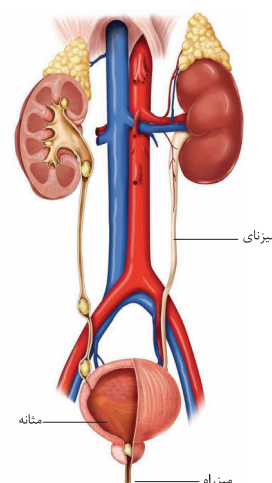
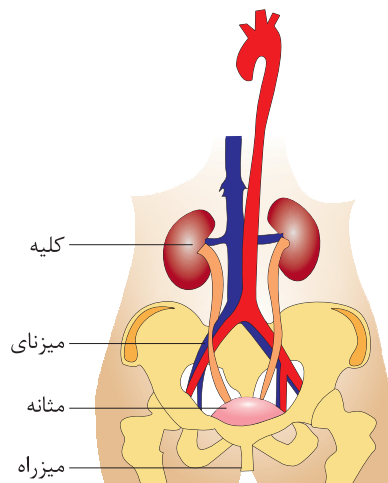
- ۱- بعضی از سموم
- ۲- برخی داروها
- ۳- یون هیدروژن اضافی
- ۴- یون پتاسیم اضافی

نقش ترشح در تنظیم Ph خون

اگر pH خون کاهش یابد، کلیه‌ها یون هیدروژن را ترشح می‌کنند و pH خون را بالا می‌برند.
اگر pH خون افزایش یابد، کلیه‌ها بی‌کربنات بیشتری دفع می‌کنند و pH خون را در محدوده ثابتی نگه می‌دارند.

تخلیه ادرار

ادرار از طریق میزنای به مثانه وارد می‌شود. حرکت کرمی شکل دیواره میزنای، که نتیجه انقباضات ماهیچه صاف دیواره آن است، ادرار را به پیش و به سوی مثانه می‌راند. پس از ورود به مثانه، دریچه‌ای که حاصل چین خوردگی مخاط مثانه بر روی دهانه میزنای است مانع بازگشت ادرار به میزنای می‌شود.



با توجه به شکل می‌توان گفت که:

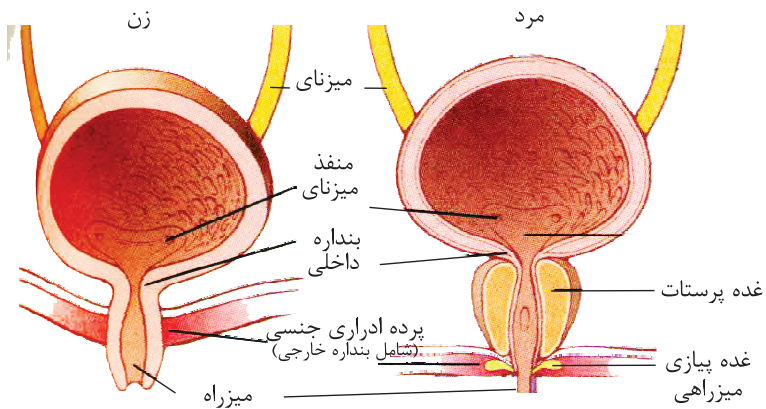
- ۱- دریچه انتهایی میزنای به سوی مثانه باز شده و به سوی میزنای بسته می‌شود.
- ۲- دیواره میزنای و مثانه از نوع ماهیچه صاف است.
- ۳- انعکاس تخلیه ادرار از نوع انعکاس‌های نخاعی است و بدون فرمان مغز نیز رخ می‌دهد.
- ۴- کلیه راست کمی پایین‌تر قرار دارد.
- ۵- میزنای هنگام پایین آمدن به سوی مثانه، از روی آنورت و بزرگ سیاهرگ زیرین عبور می‌کند.
- ۶- نحوه قرار گرفتن میزنای و رگ‌ها در شکل از جلو به عقب میزنای > سرخرگ آنورت > بزرگ سیاهرگ زیرین
- ۷- در ناحیه‌ای که آنورت دو شاخه می‌شود و به سوی پاها می‌رود، آنورت روی بزرگ سیاهرگ زیرین است.
- ۸- در محل انشعاب سرخرگ‌های کلیه و روبه‌روی ناف کلیه سرخرگ آنورت در سمت چپ و بزرگ سیاهرگ زیرین در سمت راست قرار می‌گیرد.



با توجه به شکل می‌توان گفت که:

- ۱- کلیه راست بالاتر و کلیه چپ پایین‌تر است.
- ۲- رگ سمت راست بزرگ سیاهرگ زیرین است.
- ۳- رگ سمت چپ سرخرگ آنورت است.

مثانه



ماهیچه‌های صاف دیواره مثانه را منقبض می‌کند. با افزایش شدت انقباض، ادرار از مثانه خارج و به میزراه وارد می‌شود.



• در محل اتصال مثانه به میزراه، دو بنداره (اسفنکتر) قرار دارد که به هنگام ورود ادرار باز می‌شود:

۱- **بنداره داخلی میزراه:** این بنداره از نوع ماهیچه صاف و غیر ارادی است و تحت کنترل انعکاس نخاعی فعالیت می‌کند و با رسیدن پیام عصبی از نخاع باز می‌شود و ادرار از مثانه وارد ابتدای لوله خروج ادرار (میزراه) می‌گردد.

۲- **بنداره خارجی میزراه:** این بنداره از نوع ماهیچه مخطط و ارادی (اسکلتی) بوده و تحت فرمان ارادی است. این بنداره حتی هنگامی که کنترل‌های غیرارادی سعی در تخلیه مثانه دارند، قابل استفاده است.
نکته: در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به‌طور کامل برقرار نشده است و مسیرهای ارادی کامل تکامل نیافته‌اند، تخلیه مثانه به‌صورت غیرارادی صورت می‌گیرد.

ترکیب شیمیایی ادرار و تنظیم آب

ترکیب مایع تراوش شده از کلافک‌ها به هنگام عبور از لوله کلیوی و مجرای جمع‌کننده تحت تأثیر دو فرآیند بازجذب و ترشح قرار گرفته و تغییر می‌یابد و در نهایت به ادرار تبدیل شده و وارد لگنچه می‌شود.

• مواد موجود در ادرار پس از تشکیل نهایی آن به دو دسته قابل تقسیم‌اند:

۱- مواد معدنی ادرار

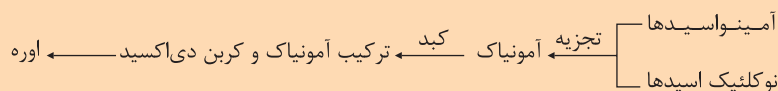
مواد معدنی ادرار شامل آب و یون‌هاست. حدود ۹۵ درصد ادرار را آب تشکیل می‌دهد. یون‌ها نیز بخشی از ادرار را تشکیل می‌دهند. دفع آب و یون‌ها از طریق ادرار راهی برای حفظ تعادل آن‌ها در بدن است.

۲- مواد آلی ادرار

درون ادرار چندین ماده آلی وجود دارد که دفعی هستند و وجود آن‌ها در بدن ممکن است باعث آسیب به بدن شود.

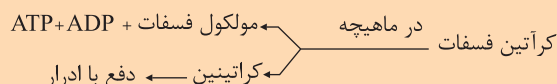
الف: اوره

اوره فراوان‌ترین ماده دفعی آلی در ادرار است. در نتیجه تجزیه آمینواسیدها و نوکلئیک اسیدها درون یاخته‌ها، آمونیاک تولید می‌شود. آمونیاک یک ماده دفعی نیتروژن‌دار و بسیار سمی است. تجمع آمونیاک در خون به سرعت مرگ‌آور است. درون کبد، آمونیاک با کربن دی‌اکسید ترکیب شده و به اوره تبدیل می‌شود. میزان سمی بودن اوره از آمونیاک بسیار کمتر است، بنابراین بدن می‌تواند آن را انباشته کند و نگه دارد و به تناسب آن را دفع کند. در هنگام تشکیل ادرار در لوله‌های کلیوی (گردیزه‌ها) اوره از خون گرفته شده و وارد ادرار شده و به این وسیله از بدن دفع می‌شود.



ب. کراتینین

کراتینین ماده دفعی نیتروژن‌دار دیگری است که همراه با ادرار دفع می‌شود. کراتینین از کراتین فسفات تولید می‌شود. کراتین فسفات، مولکولی است که در ماهیچه می‌سوزد و انرژی تولید می‌کند. در هنگام سوختن این ماده گروه فسفات آن به ADP (آدنوزین دی‌فسفات) منتقل می‌شود و ATP (آدنوزین تری‌فسفات) تولید می‌شود. در این واکنش، کراتینین تولید می‌شود که به وسیله کلیه‌ها از بدن دفع می‌شود.



پ. اوریک اسید

یکی دیگر از مواد دفعی نیترژن‌دار که در نتیجه سوخت و ساز نوکلئیک اسیدها تولید می‌شود، اوریک اسید می‌باشد. اوریک اسید به مقدار بسیار کم در آب حل می‌شود، بنابراین به آسانی رسوب می‌کند و به شکل بلور در می‌آید. در صورتی که مقدار زیادی بلور اوریک اسید رسوب کند، منجر به اختلالات زیر خواهد شد:

۱- **سنگ کلیه:** رسوب بلورهای اوریک اسید در کلیه‌ها باعث ایجاد سنگ کلیه می‌شود.

۲- **نقرس:** یکی از بیماری‌های مفصلی است که با دردناک شدن مفاصل و التهاب آن‌ها همراه است. در بیماری نقرس بلورهای اوریک اسید در مفاصل رسوب می‌کند.

تنظیم آب

عوامل مختلفی از جمله هورمون‌ها در تنظیم آب بدن دخالت دارند. هرگاه غلظت مواد حل‌شده در خوناب (پلاسما) از یک حد مشخصی فراتر برود، گیرنده‌های اسمزی در زیر نهنج (هیپوتالاموس) تحریک می‌شوند.

● تحریک گیرنده‌های اسمزی در زیر نهنج (هیپوتالاموس) منجر به موارد زیر می‌شود:

۱- **فعال شدن مرکز تشنگی در هیپوتالاموس:** این مرکز با ایجاد حس تشنگی تمایل به نوشیدن آب را ایجاد می‌کند. نوشیدن آب کافی حس تشنگی را از بین می‌برد و آب خوناب افزایش می‌یابد.

۲- ترشح هورمون ضد ادراری از غده ریز مغزی پسین (هیپوفیز پسین)

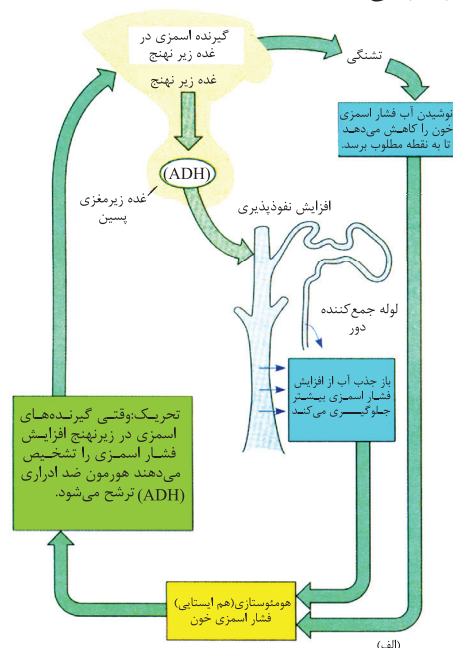
این هورمون از طریق گردش خون به کلیه‌ها رسیده و بر گردیزه‌ها اثر می‌کند و بازجذب آب را افزایش می‌دهد و به این ترتیب دفع آب را توسط ادرار کاهش می‌دهد.

🔪 **نکته:** با توجه به این که در کیسول بومن فقط تراوش صورت می‌گیرد. می‌توان گفت که این بخش از گردیزه گیرنده هورمون ضد ادراری ندارد و در باز جذب آب بی‌تأثیر است.

دیابت بی‌مزه

هرگاه بنا به عللی هورمون ضد ادراری از غده ریز مغزی پسین (هیپوفیز پسین) ترشح نشود، آب از کلیه‌ها بازجذب نشده و مقدار زیادی ادرار رقیق از بدن دفع می‌شود. چنین حالتی به دیابت بی‌مزه معروف است.

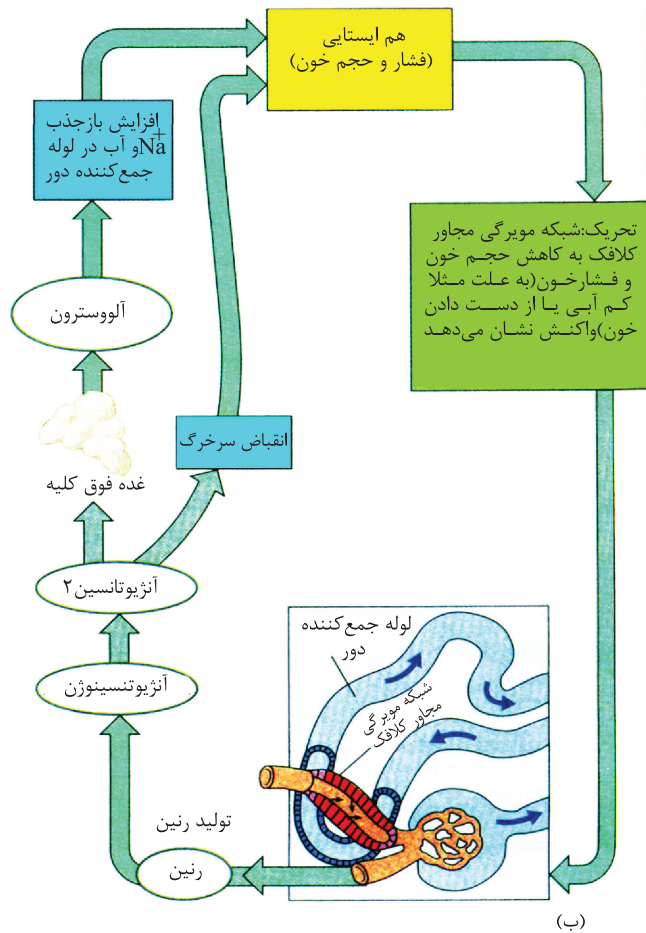
علامت دیابت بی‌مزه اساس تشنگی زیاد است. افراد مبتلا به این بیماری مجبورند مقدار زیادی مایعات بنوشند. در این بیماری توازن آب و یون‌ها در بدن به هم می‌ریزد و نیازمند توجه جدی است.





سازوکار رنین - آنژیوتانسین - آلدوسترون

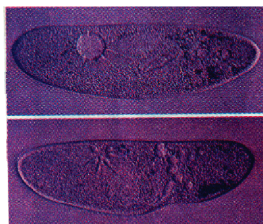
هرگاه مقدار آب خون کاهش یابد، حجم خون نیز کاهش پیدا می‌کند. به دنبال آن جریان خون یا فشار خون در سرخرگ آوران کلافک‌ها کاهش می‌یابد. در این هنگام، از دیواره سرخرگ آوران آنژیومی به نام رنین به خون ترشح می‌شود. رنین بر یکی از پروتئین‌های خوناب (پلاسما) به نام آنژیوتانسین اثر می‌کند و مجموعه‌ای از واکنش‌ها را راه‌اندازی می‌کند. این واکنش‌ها باعث می‌شوند از غده فوق کلیه، هورمون آلدوسترون ترشح شود. هورمون آلدوسترون بر کلیه‌ها اثر کرده و باعث بازجذب سدیم می‌شود. بازجذب سدیم از کلیه‌ها، فشار اسمزی خون درون شبکه مویرگی دور لوله‌ای را افزایش می‌دهد و به دنبال آن آب نیز با اسمز بازجذب می‌شود.



(ب)

تنظیم اسمزی در تک یاخته‌ای‌ها

- تنظیم اسمزی در تک یاخته‌ای‌ها با دو روش صورت می‌گیرد:
 - ۱- **انتشار:** در بسیاری از تک یاخته‌ای‌ها تنظیم اسمزی با کمک انتشار انجام می‌شود.
 - ۲- **کریچه انقباضی:** در برخی تک یاخته‌ای‌ها مانند پارامسی، آبی که در نتیجه اسمز وارد می‌شود به همراه مواد فعی توسط کریچه‌های (واکوئل) انقباضی دفع می‌شود.



کریچه انقباضی در پارامسی

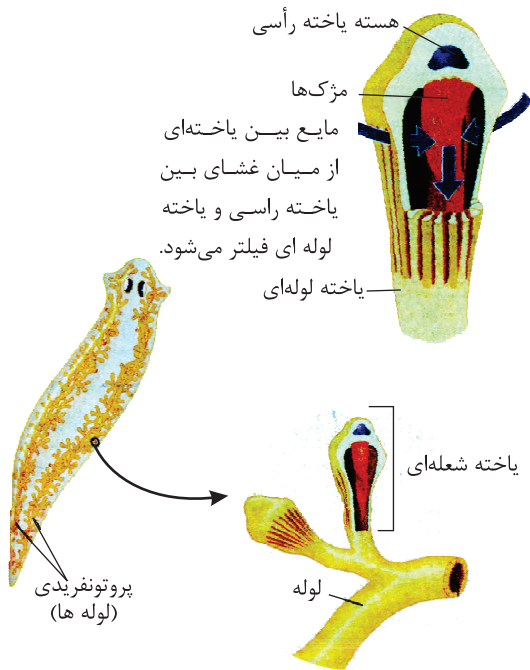
تنظیم اسمزی در بی‌مهرگان

نفردی

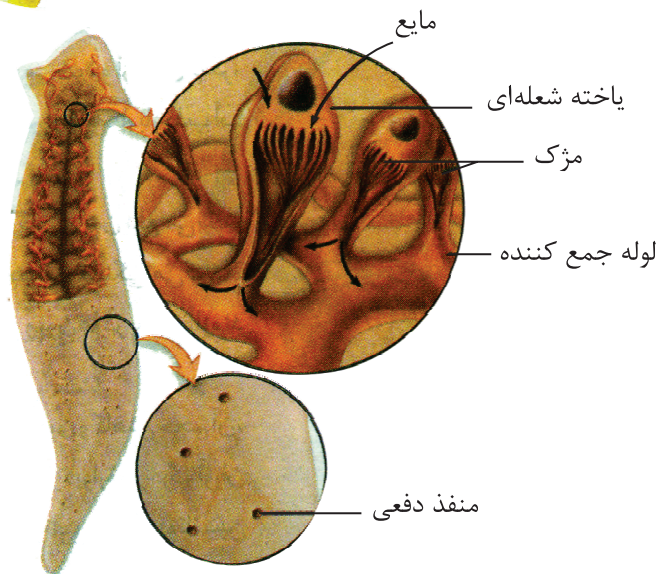
بیشتر بی‌مهرگان ساختار دفعی مشخصی دارند. یکی از این ساختارها نفردی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو به کار می‌رود. نفردی لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز می‌شود. نفردی بر دو نوع است: پروتونفردی و متانفردی.

الف. پروتونفردی

پروتونفردی شامل شبکه‌ای از لوله‌ها و کانال‌هایی با انتهای بسته است که در سراسر بدن منشعب می‌شوند و از طریق یک منفذ دفعی به خارج بدن راه دارند. سامانه دفعی در پلاناریا از نوع پروتونفردی است که کار اصلی آن دفع آب اضافی است و بیشتر دفع نیتروژن، از طریق سطح بدن انجام می‌شود.



کوچک‌ترین انشعاب پروتونفریدی به وسیله یک واحد یاخته‌ای به نام یاخته شعله‌ای احاطه می‌شود و انشعاب پروتونفریدی درون آن قرار می‌گیرد. یاخته‌های شعله‌ای در طول کانال‌های پروتونفریدی قرار دارند. مایعات بدن از فضای بین یاخته‌ای به یاخته‌های شعله‌ای وارد می‌شوند و ضربان مزه‌ای این یاخته‌ها (که ظاهری شبیه به شعله شمع دارند) مایعات را به کانال‌های دفعی هدایت، و از منافذ دفعی خارج می‌کند.



با توجه به شکل به نکات زیر توجه کنید:

- ۱- پروتونفریدی به صورت یک شبکه کانال مانند است.
- ۲- هر یاخته شعله‌ای دارای چندین مزک است.
- ۳- یاخته‌های شعله‌ای درون مایع بین یاخته‌ای شناورند.
- ۴- مزک‌ها عامل حرکت مایعات درون کانال هستند.
- ۵- هر کانال یک منفذ دفعی دارد.
- ۶- پروتونفریدی آب اضافی را دفع می‌کند نه مواد دفعی.
- ۷- دفع سایر مواد دفعی مثل نیترژن بیشتر از طریق پوست بدن است.

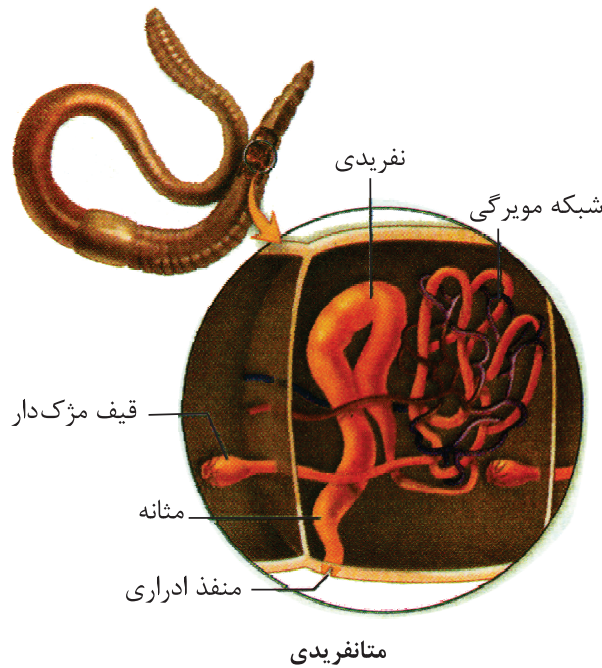


متانفریدی

نوع پیشرفته‌تر سامانه دفعی در بی‌مهرگان، متانفریدی است که مایعات بدن را جمع‌آوری می‌کند. متانفریدی لوله‌ای است که در جلو، قیف مؤکدار و در نزدیک به انتهای خود دارای مثانه است و در انتها به منفذ ادراری و در خارج از بدن ختم می‌شود. هر قطعه از بدن کرم یک جفت متانفریدی دارد که در مایع حفره بدن غوطه‌ور است و به وسیله یک شبکه مویرگی احاطه می‌گردد. قیف مربوط به هر متانفریدی در قطعه جلوتر قرار دارد و بقیه آن در قطعه عقبی‌تر قرار دارد.



دهانه این قیف به‌طور مستقیم با مایعات بدن ارتباط دارد. بیشتر کرم‌های حلقوی (نظیر کرم خاکی) و نرم‌تنان سامانه دفعی متانفریدی دارند.



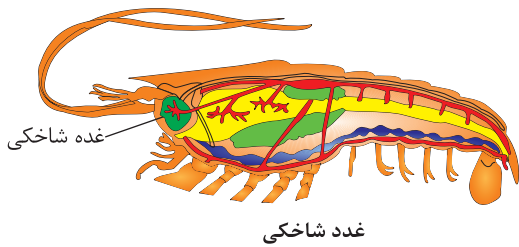
با توجه به شکل به نکات زیر توجه کنید:

- ۱- هر حلقه بدن کرم خاکی یک جفت متانفریدی دارد.
- ۲- هر متانفریدی از قیف مؤکدار، لوله جمع‌کننده و مثانه تشکیل شده است.
- ۳- قیف مؤکدار هر متانفریدی درون قطعه جلوتر قرار دارد.
- ۴- هر قطعه از بدن دارای دو منفذ دفعی ادراری می‌باشد.
- ۵- شبکه مویرگی در اطراف مثانه وجود ندارد.

غدد پیش‌رانی

در عنکبوت‌ها کیسه‌های کروی مشاهده می‌شود که در محل اتصال پا به بدن قرار دارند و به غدد پیش‌رانی معروفند.

غدد شاخکی



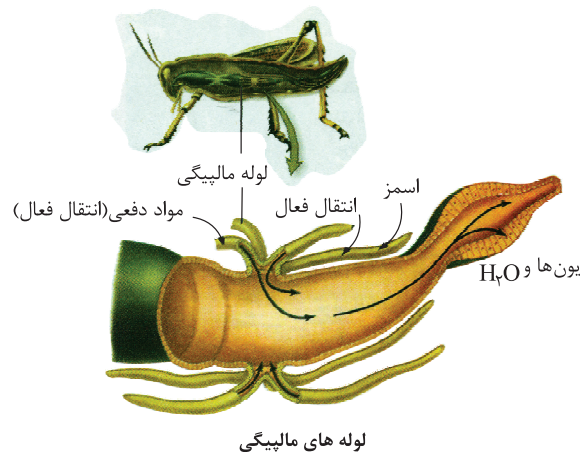
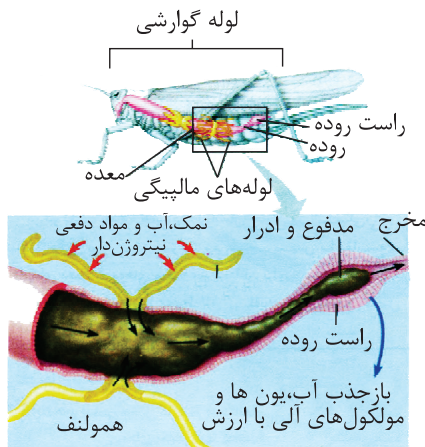
غده شاخکی

در سخت‌پوستان، مواد دفعی نیتروژن‌دار با انتشار ساده، از آبشش‌ها دفع می‌شوند. در برخی سخت‌پوستان علاوه بر دفع آبششی، غدد شاخکی نیز در دفع مؤثرند. این نوع سامانه دفعی در میگوها و خرچنگ‌ها مشاهده می‌شود. مایعات دفعی، از حفره عمومی بدن به این غده تراوش می‌یابد و سپس از منفذ دفعی نزدیک شاخک، دفع می‌شود.

لوله‌های مالپیگی

حشرات اندام‌هایی به نام لوله‌های مالپیگی دارند که مواد زائد نیتروژنی را دفع می‌کنند. لوله‌های مالپیگی به صورت لوله‌های ته‌بسته‌ای هستند که انتهای بسته آن‌ها در همولنف غوطه‌ور است و انتهای باز آن‌ها به روده متصل است. روش فعالیت لوله مالپیگی به ترتیب به شکل زیر است:

- ۱- یون‌های پتاسیم و کلر از همولنف به لوله مالپیگی ترشح می‌شوند.
- ۲- به علت افزایش فشار اسمزی لوله‌ها، آب با اسمز وارد آن‌ها می‌شود.
- ۳- اوریک اسید به داخل لوله‌ها ترشح می‌شود.
- ۴- محتوای لوله مالپیگی به روده تخلیه می‌شود.
- ۵- با عبور مایعات از روده، آب و یون‌ها بازجذب می‌شوند.
- ۶- اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می‌شود.



لوله‌های مالپیگی

● با توجه به شکل می‌توان گفت که:

- ۱- لوله مالپیگی در سطح شکمی قرار دارد.
 - ۲- لوله مالپیگی رابط بین همولنف و روده است و یک طرفه کار می‌کند.
 - ۳- مواد در ابتدا و در طول آن وارد لوله می‌شوند.
 - ۴- ورود یون‌ها با انتقال فعال و آب با اسمز است.
 - ۵- مواد دفعی با انتقال فعال وارد لوله می‌شوند.
 - ۶- حضور آب باعث روان شدن حرکت مواد می‌شود.
 - ۷- دریافت آب و یون‌ها و مواد دفعی در انشعابات لوله مالپیگی در همولنف صورت می‌گیرد.
 - ۸- در طول مجرای اصلی انتقال صورت می‌گیرد.
 - ۹- جذب مجدد و بازگشت آب و یون‌ها در طول روده صورت می‌گیرد.
 - ۱۰- اوریک اسید باز جذب نمی‌شود و درون روده باقی می‌ماند.
 - ۱۱- دفع اوریک اسید و مدفوع همراه با هم صورت می‌گیرد.
- هدف از ترشح و بازجذب آب و یون‌ها، کمک به دفع اوریک اسید است.



تنظیم اسمزی در مهره‌داران

مهره‌داران از روش‌های مختلفی برای مقابله با مسائل تنظیم اسمزی استفاده می‌کنند و بیشتر آن‌ها سازگاری‌هایی در دستگاه ادراری است. همه مهره‌داران کلیه دارند. کلیه در مهره‌داران ساختارهای متفاوتی دارد، اما عملکرد آن در همه مشابه است. مهره‌داران سیستم گردش خون بسته دارند. در این نوع گردش خون، خون تحت فشار قرار دارد. این فشار، خون را از غشاهای کلیه‌ها تراوش می‌کند.

تنظیم اسمزی در ماهیان غضروفی

در ماهیان غضروفی علاوه بر کلیه، غده‌های ویژه‌ای به نام غدد راست روده‌ای در تنظیم اسمزی دخالت دارند. غدد راست روده‌ای، محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند. از جمله کوسه و سفره‌ماهی جزء ماهیان غضروفی هستند.

تنظیم اسمزی در ماهیان آب شیرین

در ماهیان آب شیرین فشار اسمزی مایعات بدن از آب بیشتر است، بنابراین آب با اسمز وارد بدن می‌شود.



برای مقابله با این مشکل و جلوگیری از ورود آب اضافی به بدن، ماهیان آب شیرین با دو روش عمل می‌کنند.

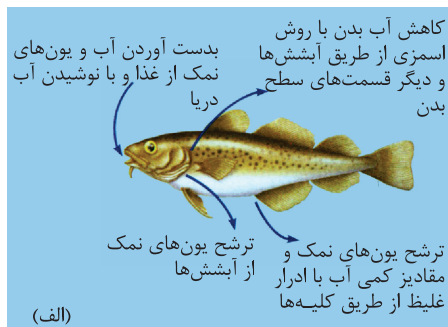
۱- معمولاً آب زیادی نمی‌نوشند. باز و بسته شدن دهان در ماهی قرمز تنها به منظور عبور آب و تبادل گازها در آبشش‌ها است.

۲- بدن آن‌ها با ماده مخاطی پوشیده شده است. ماده مخاطی مانع ورود آب به بدن می‌شود.

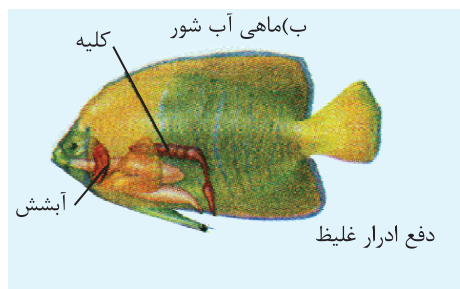
جذب نمک و یون‌ها با انتقال فعال از آبشش‌ها صورت می‌گیرد. ماهیان آب شیرین حجم زیادی از آب را به صورت ادرار رقیق دفع می‌کنند.

تنظیم اسمزی در ماهیان آب شور

در ماهیان دریایی (آب شور) فشار اسمزی مایعات بدن کمتر از آب دریا است. آب تمایل به خروج از بدن با اسمز را دارا است.



برای جبران آب خارج شده از بدن ماهیان دریایی مقدار زیادی آب می‌نوشند در این ماهیان برخی از یون‌ها از طریق یاخته‌های آبششی و برخی، توسط کلیه به صورت ادرار غلیظ دفع می‌شوند.



تنظیم آب در ماهیان آب شیرین (الف) و (ب)