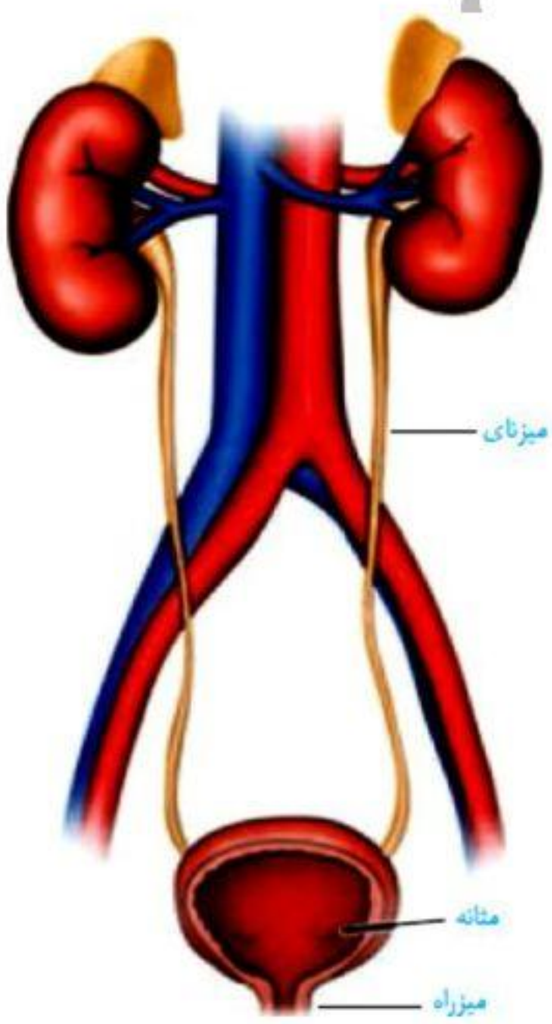
# خلاصهٔ فصل پنجم زیست شناسی (۱) پایهٔ دهم

## تنظیم اسمزی و دفع مواد زاید (ویرایش شده در تیرماه۹۷)

کپی برداری و استفاده از این جزوه به هر نحوی مجاز و رایگان است و از لحاظ شرعی و قانونی هیچ مشکلی ندارد!

## گفتار ۱ : هم ایستایی و کلیه ها

### هم ایستایی (هومئوستازی)




۱- مجموعه اعمالی است که برای پایدار نگه داشتن وضعیت درونی بدن انجام می شود .

۲- از ویژگی های اساسی تمامی موجودات زنده است.

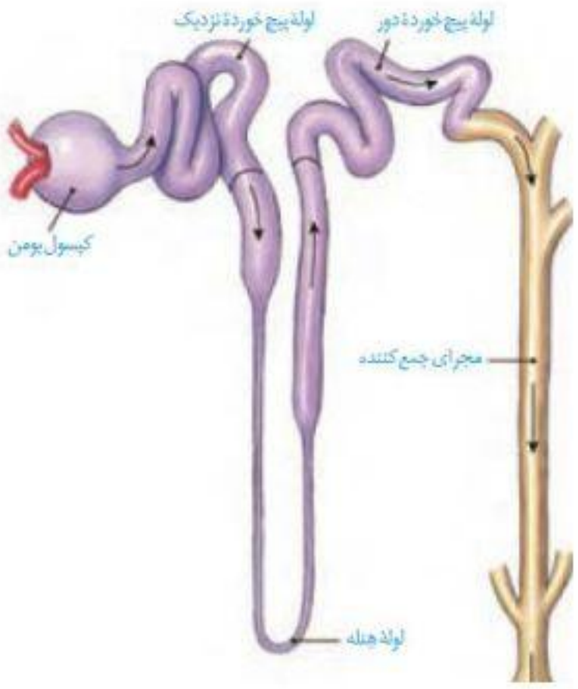
۳- خارج شدن هومئوستازی از حالت تعادل، باعث ایجاد بسیاری از بیماری ها می شود.

۴- در دیابت شیرین، مقدار قند خون افزایش می یابد که عوارضی جدی چون بیماری قلبی، نابینایی و نارسایی کلیه را دربر دارد.

۵- دستگاه دفع ادرار در حفظ هومئوستازی نقش اساسی دارد.

۶- کلیه ها باساختن ادرار باعث: الف) حفظ تعادل آب، اسید باز، یون‌ها ب)دفع مواد سمی و مواد زائد نیتروژن دار می شوند.

## ساختار بیرونی کلیه ها




۱- کلیه ها،دو اندام لوبیایی شکل اند و در طرفین ستون مهره ها و پشت شکم قرار دارند.

۲- اندازهٔ کلیه در فرد بالغ، تقریباً به اندازهٔ مشت بستهٔ اوست.

۳- به علت موقعیت قرارگیری و شکل کبد، کلیهٔ راست قدری پایین تر از کلیه چپ واقع است.

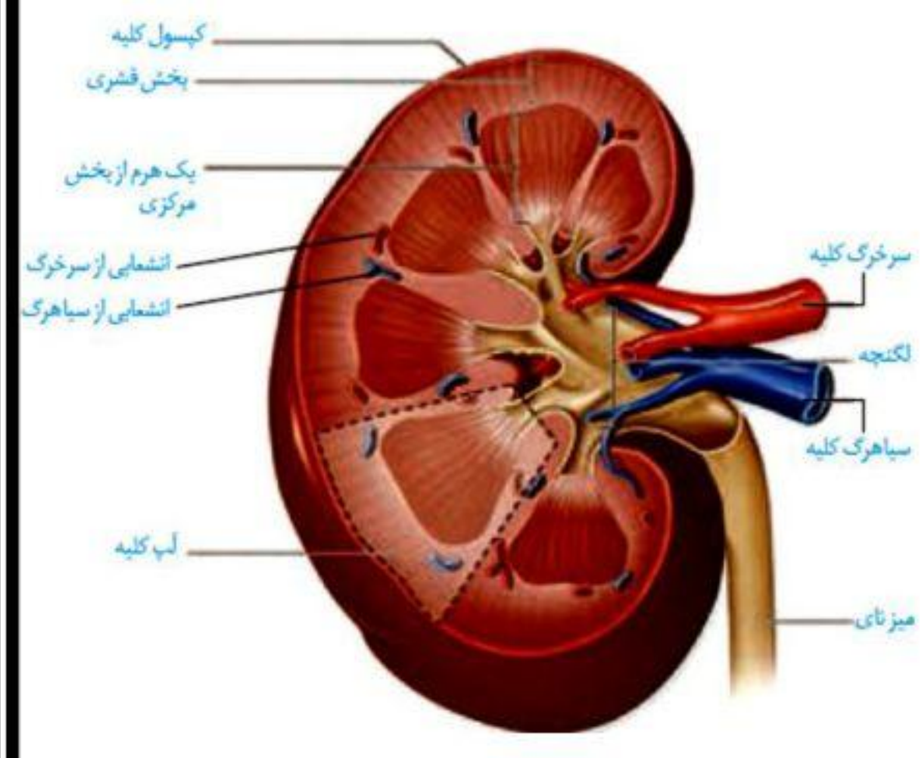
۴- دنده‌ها از بخشی از کلیه محافظت می‌کنند.

۵- پردهٔ شفافی از جنس بافت پیوندیِ رشته‌ای به نام کپسول کلیه اطراف هر کلیه را احاطه کرده است و مانع از نفوذ میکروب ها به کلیه می شود.

۶- چربیِ اطراف کلیه، علاوه بر اینکه کلیه را از ضربه محافظت می‌کند در حفظ موقعیت کلیه نقش مهمی دارد.

۷- پیامدهای ناشی از کاهش بیش از حد چربیِ اطراف کلیه :

- افتادگی نسبی کلیه ها نسبت به موقعیت خود
- احتمال تاخوردگی میزنای
- خطر بسته شدن میزنای و عدم تخلیهٔ مناسب ادرار از کلیه
- نارسایی کلیه




**نکته مهم و جالب! :**

تمام عوامل محافظت کنندهٔ کلیه ها از جنس بافت پیوندی هستند:

دنده ها (استخوان) – کپسول کلیه (بافت پیوندی رشته ای) – چربی ( بافت پیوندی)

## ساختار درونی کلیه ها

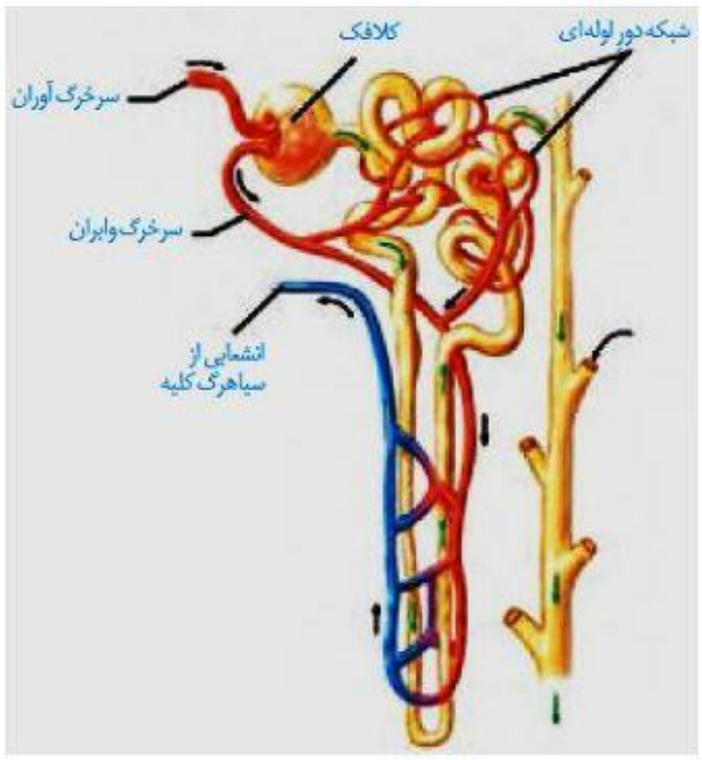
۱- در برش طولی کلیه سه ناحیه دیده می شود:

- بخش قِشری: بخش خارجی کلیه که بین کپسول کلیه و بخش مرکزی قرار دارد.
- بخش مرکزی:
  i. الف) دارای تعدادی ساختار هرمی شکل به نام هرم های کلیه است.
  ii. ب) قاعدهٔ هرم ها به سمت بخش قشری و رأس آنها به سمت لگنچه است.
  iii. پ) هر هرم و ناحیهٔ قشری مربوط به آن را، یک لَپ کلیه می نامند.
  iv. ت) در فاصلهٔ بین هرم ها، انشعاباتی از بخش قشری به نام ستون های کلیه دیده می شود.
- لگنچه:
  i. حالت قیفی شکل دارد.
  ii. ادرار تولید شده، به آن وارد می شود و سپس به میزنای هدایت شده تا کلیه را ترک کند.

۲- نافِ کلیه محل اتصال رگ‌ها ، اعصاب و میزنای به کلیه است.

۳- روی هرکلیه، غدهٔ فوق کلیه قرار دارد که در تنظیم کار کلیه نقش مهمی دارد.

# نفرون (گُردیزه!)




۱- در هر کلیه یک میلیون نفرون وجود دارد که فرایند تشکیل ادرار در آن ها آغاز می شود. هر نفرون شامل اجزای زیر است:

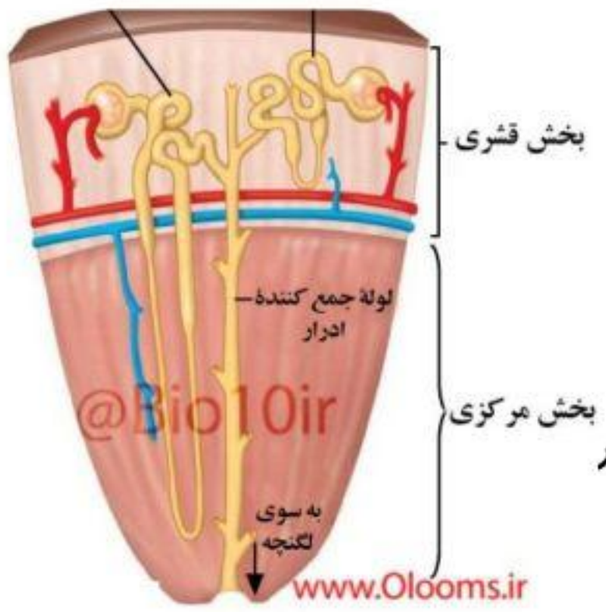
- ابتدای نفرون شبیه قیف است و **کپسول بومن** نام دارد.
- لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک
- **قوس هنله** که **U** شکل است
- لولهٔ پیچ خوردهٔ دور که نفرون را به مجرای جمع کننده متصل می‌کند.

## گردش خون در کلیه

۱- منشأ ادرار، از خون است.

۲- شبکه های مویرگیِ نفرون ها:

- گلومِرول (کَلافَک) : درون کپسول بومن قرار گرفته است.
- دورِ لوله ای: اطرافِ قسمت های دیگرِ نفرون قرار دارد.




۳- مسیرِ حرکت خون در این مویرگ ها به صورت زیر است:

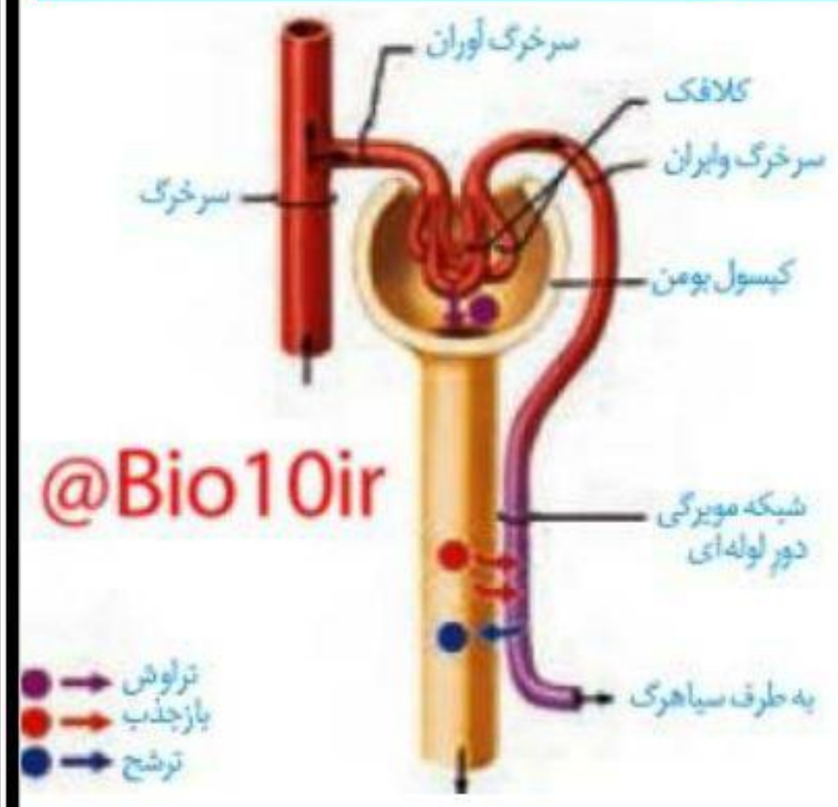
- به هر کلیه، یک سرخرگ وارد می شود. انشعابات این سرخرگ از فواصل بین هر به سرخرگ های کوچک تری تقسیم می شود.
- این انشعابات سرانجام گلومرول ها را در کپسول های بومن می سازند.
- خون از طریق سرخرگ آوران به گلومرول وارد می‌شود و از طریق سرخرگ وابران آن را ترک می کند.
- سرخرگ وابران در اطراف لوله های پیچ خورده و قوس هنله، شبکهٔ مویرگی دورِلوله ای را می سازد.
- این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به وجود می آورند که سرانجام سیاهرگ کلیه را می‌سازند.
- این سیاهرگ، خون را از کلیه بیرون می برد.

۴- خلاصهٔ مسیر خون در کلیه :

- سرخرگ کلیه ← سرخرگ های بین هرمی ← سرخرگ آوران ← گلومرول ← سرخرگ وابران ←
- شبکهٔ مویرگیِ دورِ لوله ای ← سیاهرگ های کوچک ← سیاهرگ کلیه

DarsYad.ir

# گفتار ۲ : فرایند تشکیل ادرار و تخلیهٔ آن




**مراحل تشکیل ادرار : تراوش ، بازجذب ، ترشح**

## مرحلهٔ تراوش

۱- اولین مرحلهٔ تشکیل ادرار است.

۲- پلاسما (شامل آب و مواد محلول در آن) به جز پروتئین ها، در نتیجهٔ فشار خون از گلومرول خارج شده به کپسول بومن وارد می‌شوند. به این پدیده تراوش گفته می شود.

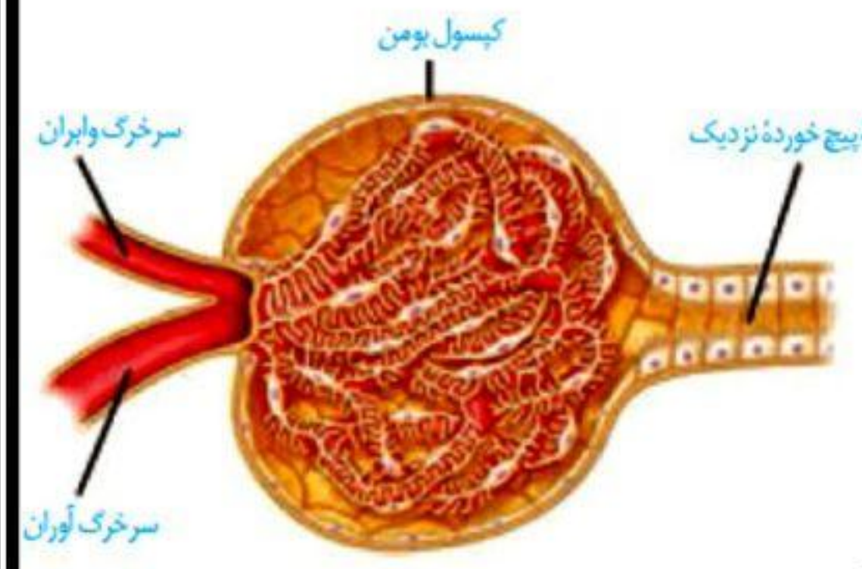
۳- مویرگ های گلومرول از نوع مویرگ های منفذ دار هستند و بنابراین امکان خروج مواد از آنها به خوبی فراهم است.

۴- مواد بر اساس اندازه وارد نفرون می شوند و هیچ انتخابی صورت نمی گیرد.

۵- در هنگام تراوش، هم مواد دفعی و هم مواد مفید وارد نفرون می شوند.

۶- پروتئین ها به علت اندازهٔ بزرگی که دارند به طور معمول نمی توانند از این منافذ عبور کنند.

۷- اگر پروتئینی بتواند از این منافذ عبور کند، در غشای پایهٔ مویرگ های گلومرول گیر می افتد.




۸- غشای پایه، در حدود پنج برابر ضخیم‌تر از غشای پایه در سایر مویرگ‌هاست و از خروج پروتئین های خوناب جلوگیری می‌کند.

۹- نیروی لازم برای خروج مواد، از فشار خون تأمین می شود.

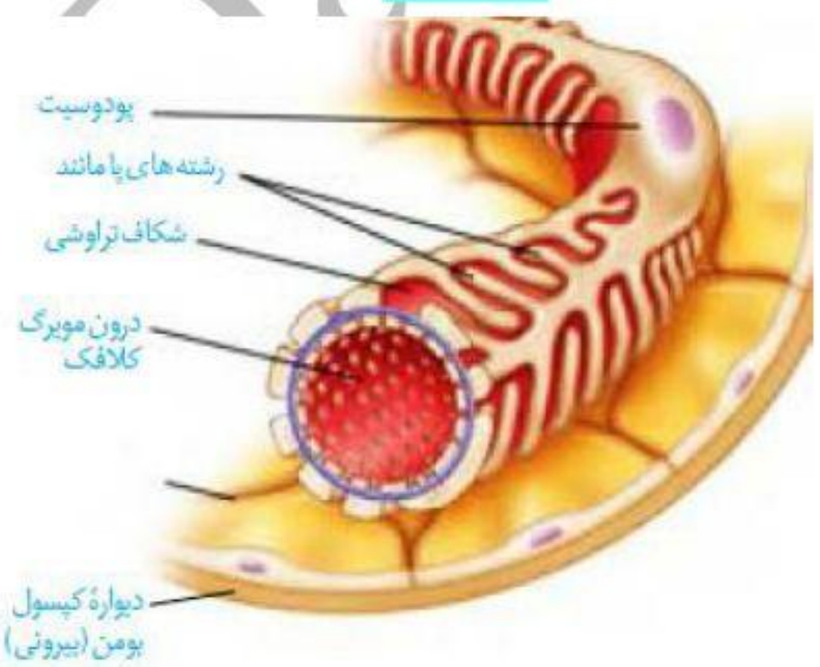
۱۰- قطر سرخرگ آوران بیشتر از قطر سرخرگ وابران است و باعث می شود فشار تراوشی در مویرگ های گلومرول افزایش یابد.

## دیواره های کپسول بومن

۱- دیوارهٔ بیرونی : یاخته های این دیواره، از نوع پوششی سنگ فرشی ساده اند.

۲- دیوارهٔ درونی: با گلومرول در تماس است و شکاف های فراوانی برای ورود مواد به نفرون دارد.

- یاخته های دیوارهٔ درونی ، به سمت گلومرول، از نوعِ خاصّی یاخته های پوششی به نام پودوسیت (به معنای یاختهٔ پادار) ساخته شده اند.
- هریک از پودوسیت ها رشته های کوتاه و پا مانند فراوانی دارد. پودوسیت ها با پاهای خود اطراف مویرگ های گلومرول را احاطه کرده اند.
- فاصلهٔ بین دیوارهٔ نفرون و گلومرول تقریباً از بین رفته و شکاف های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارد به خوبی امکان نفوذ مواد را به نفرون فراهم می‌کند.



## مرحلهٔ بازجذب

۱- به بازگشت مواد مفید (که در مرحله تراوش وارد نفرون شده اند) از نفرون به خون، بازجذب گفته می شود.

۲- فرایند بازجذب در لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک آغاز می شود.

۳- دیوارهٔ لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارند.

۴- ریزپرزها سطح بازجذب را افزایش می‌دهند.

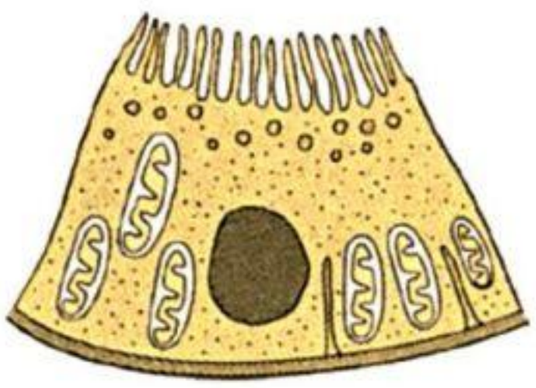
۵- در لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده ، بیش از سایر قسمت هاست.زیرا یاخته ها دارای ریزپرزهای زیاد هستند.

۶- یاخته های دیوارهٔ نفرون، مواد مفید را از مواد تراوش شده می‌گیرند و آن‌ها را در سمت دیگر خود یعنی به سمت خارج نفرون رها می‌کنند.

۷- مواد مفید، توسط مویرگ های دورِلوله ای، دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می‌شوند.

۸- در بیشتر موارد، بازجذب فعّال است و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد. (انتقال فعال)

۹- گاهی بازجذب ممکن است غیرفعّال باشد مثل بازجذب آب که با اسمز انجام می شود.( بدون صرف انرژی زیستی)



## مرحلهٔ ترشح

۱- ترشح در جهت مخالف بازجذب رخ می دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ های دورِلوله‌ای یا خودِ یاخته های نفرون به درون نفرون ترشح می شوند. (از خون به نفرون)

۲- ترشح در بیشتر موارد به روش فعّال و با صرف انرژی زیستی انجام می گیرد.

۳- بعضی از سموم، داروها و یون های هیدروژن و پتاسیم اضافی به وسیلهٔ ترشح دفع می شوند.

۴- کلیه ها pH خون را در محدودهٔ ثابتی نگه می‌دارد:

- اگر pH خون کاهش یابد، (خون اسیدی شود) کلیه ها یون هیدروژن بیشتری را ترشح می کنند.
- اگر pH خون افزایش یابد، (خون اسیدقلیایی شود) کلیه ها یون بیکربنات بیشتری دفع می‌کند.
- دوجملهٔ بالا را می توان به صورت زیر بیان کرد:
  i. هنگام اسیدی شدنِ خون، ترشح یون هیدروژن و بازجذب یون بیکربنات افزایش می یابد.
  ii. هنگام قلیایی شدنِ خون، ترشح یون هیدروژن و بازجذب یون بیکربنات کاهش می یابد.
- توضیحات بیشتر در مورد جملات بالا به صورت صوتی در کانال تلگرام Bio10ir@ ...

## تخلیهٔ ادرار

۱- ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنای وارد مثانه می‌شود.

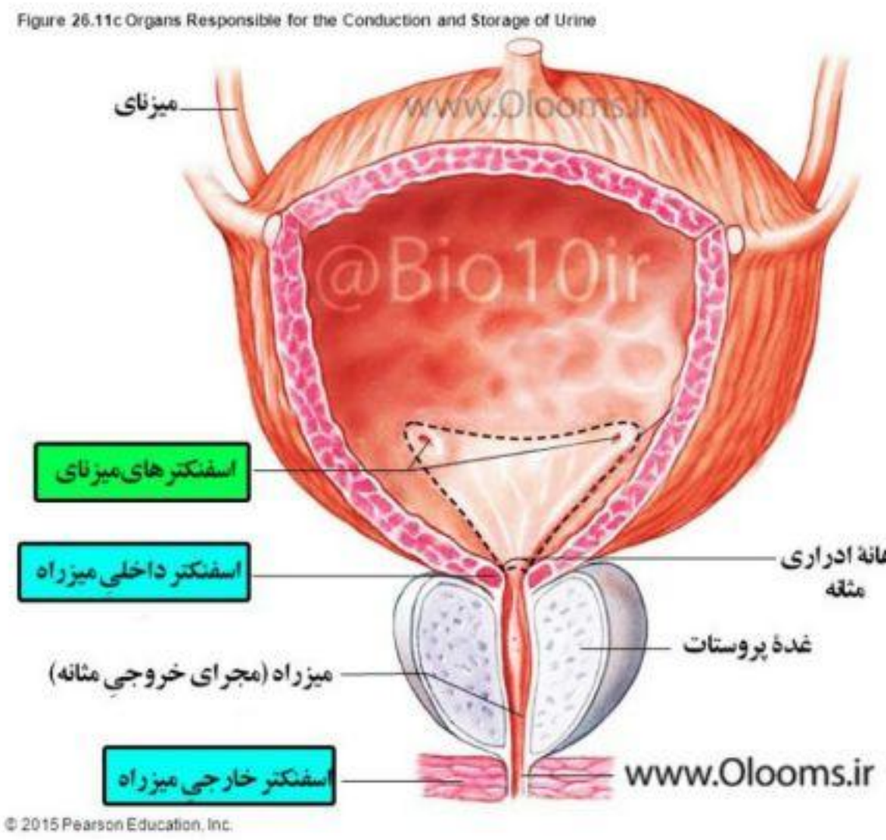
۲- دیوارهٔ میزنای از نوع ماهیچهٔ صاف است که با حرکات کرمی، ادرار را در میزنای پیش می راند.

۳- بر روی دهانهٔ میزنای دریچه‌ای است که حاصل چین خوردگی مخاط مثانه است و مانع بازگشت ادرار به میزنای می‌شود.

۴- مثانه، کیسه ای است ماهیچه ای که ادرار را موقتاً ذخیره می کند.

۵- چنانچه حجم ادرارِ درون مثانه از حد مشخصی بیشتر شود، کشیدگیِ دیوارهٔ مثانه باعث تحریک گیرنده های کششی و فرستادن پیام عصبی به نخاع می شود و به این ترتیب انعکاس تخلیهٔ ادرار فعّال می شود.

۶- نخاع با فرستادن پیام عصبی به مثانه، ماهیچه های صاف دیوارهٔ مثانه را منقبض می‌کند. با افزایش شدت انقباض، ادرار از مثانه خارج و به میزراه وارد می شود.




۷- در محلّ اتصال مثانه به میزراه، اسفنکتری قرار دارد که به هنگام ورودِ ادرار باز می شود. این اسفنکتر که از نوع ماهیچهٔ صاف و غیرارادی است، اسفنکتر داخلیِ میزراه نام دارد.

۸- اسفنکتر دیگری به نام اسفنکتر خارجی میزراه، از نوع ماهیچهٔ مخطط و ارادی است.

۹- در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاعِ آنان به طور کامل برقرار نشده است، تخلیهٔ مثانه به صورت غیرارادی صورت می گیرد.

## ترکیب شیمیایی ادرار

۱- در فرایند بازجذب و ترشح، ترکیب مایع درون نفرون و لولهٔ جمع کنندهٔ ادرار تغییر می کند در نهایت ادرار تشکیل شده و به لگنچه می ریزد.

۲- موادِ معدنیِ موجود در ادرار:

- در حدود ۹۵ درصد ادرار را آب تشکیل می دهد.
- دفع آب از طریق ادرار، راهی برای تنظیم مقدار آب بدن است.
- یون ها بخش مهمی از ادرار را تشکیل می دهند که دفع آنها برای حفظ تعادل یون ها صورت می‌گیرد.

۳- مواد آلیِ موجود در ادرار:

- مواد آلی موجود در ادرار شامل مواد دفعی نیتروژن دار هستند: آمونیاک ، اوره ، اوریک اسید و کِرآتینین.
- فراوان ترین مادهٔ دفعی آلی در ادرار، اوره است.

۴- از تجزیهٔ آمینو اسیدها و نوکلئوتیدها (واحدهای سازنده DNA و RNA )، آمونیاک به دست می آید که بسیار سمّی است.

۵- تجمع آمونیاک درخون باعث مرگ می‌شود بنابراین کبد،آمونیاک را ازطریق ترکیب آن با کربن دی‌اکسید به اوره تبدیل می‌کند.

۶- ویژگیِ سمی بودن اوره از آمونیاک بسیار کمتر است پس امکان انباشته شدن آن و دفع با فواصل زمانی امکان‌پذیر است.

۷- کلیه‌ها اوره را از خون می‌گیرند و به وسیلهٔ ادرار از بدن دفع می‌کنند.

۸- کِرآتینین از کِرآتین فسفات تولید می شود.

۹- کِرآتین فسفات، مولکولی است که در ماهیچه‌ها به منظور تأمین انرژی استفاده می شود.

۱۰- یک گروه فسفات ($PO_4^-$) از کرآتین فسفات جدا شده و به ADP می پیوندد و ATP (انرژی زیستی) تولید می شود.

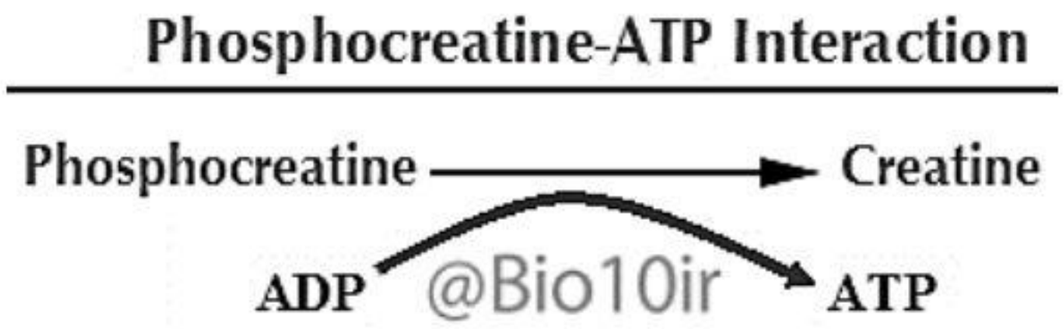
۱۱- کرآتین فسفات هنگامی که گروه فسفات خود را از دست می دهد، به کرآتینین تبدیل شده و توسط کلیه ها دفع می گردد.

۱۲- اوریک اسید از تجزیهٔ نوکلئیک اسیدها حاصل می شود.

۱۳- اوریک اسید انحلال پذیری زیادی در آب ندارد. بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است.

۱۴- رسوب بلورهای اوریک اسید در کلیه ها باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث بیماری نقرس می شود.

۱۵- نقرس یکی از بیماری های مفصلی است که با دردناک شدن مفاصل و التهاب آنها همراه است.




**جمع بندی نکات بالا:**

۱- آمینواسیدها و نوکلئوتیدها ←(تجزیه) آمونیاک

۲- آمونیاک + کربن دی اکسید ←(در کبد) اوره

۳- کِرآتین فسفات + ADP ←(در ماهیچه) کِرآتینین + ATP

۴- نوکلئیک اسیدها ←(تجزیه) اوریک اسید

## تنظیم آب

در تنظیمِ آب بدن، دو راهکار اصلی وجود دارد:

**راهکار اول: افزایشِ غلظتِ مواد حل شده در پلاسما:**

۱- تنظیم آب تحت کنترل عوامل مختلفی مثل هورمون‌ها قرار دارد.

۲- اگر غلظت موادحل شده در پلاسما از حدِمشخصی بیشتر شود، گیرنده‌های اسمزی در هیپوتالاموس(زیرنهنج!! )تحریک می‌شوند.

۳- در نتیجهٔ تحریک این گیرنده ها دو اتفاق می افتد:

- مرکز تشنگی در هیپوتالاموس فعّال می شود.
- هورمون ضد ادراری از غدهٔ هیپوفیزِ پَسین (زیرمغزی!! 😂)ترشح می شود و با اثر بر کلیه ها، بازجذب آب را افزایش داده و به این ترتیب دفع آب از طریق ادرار کاهش می دهد.

۴- اگر هورمون ضد ادراری ترشح نشود، مقدارِ زیادی ادرارِ رقیق از بدن دفع می‌شود. چنین حالتی به دیابت بی مزه! معروف است.

۵- مبتلایان به دیابت بی مزه احساس تشنگی می کنند و مجبورند مایعات زیادی بنوشند. این بیماری باعث برهم زدن توازن آب و یون ها در بدن می شود.

**راهکار دوّم: کاهشِ آبِ خون:**

۱- درصورتِ کاهش آبِ خون و کاهش حجمِ آن، فشار خون در کلیه کاهش می یابد.

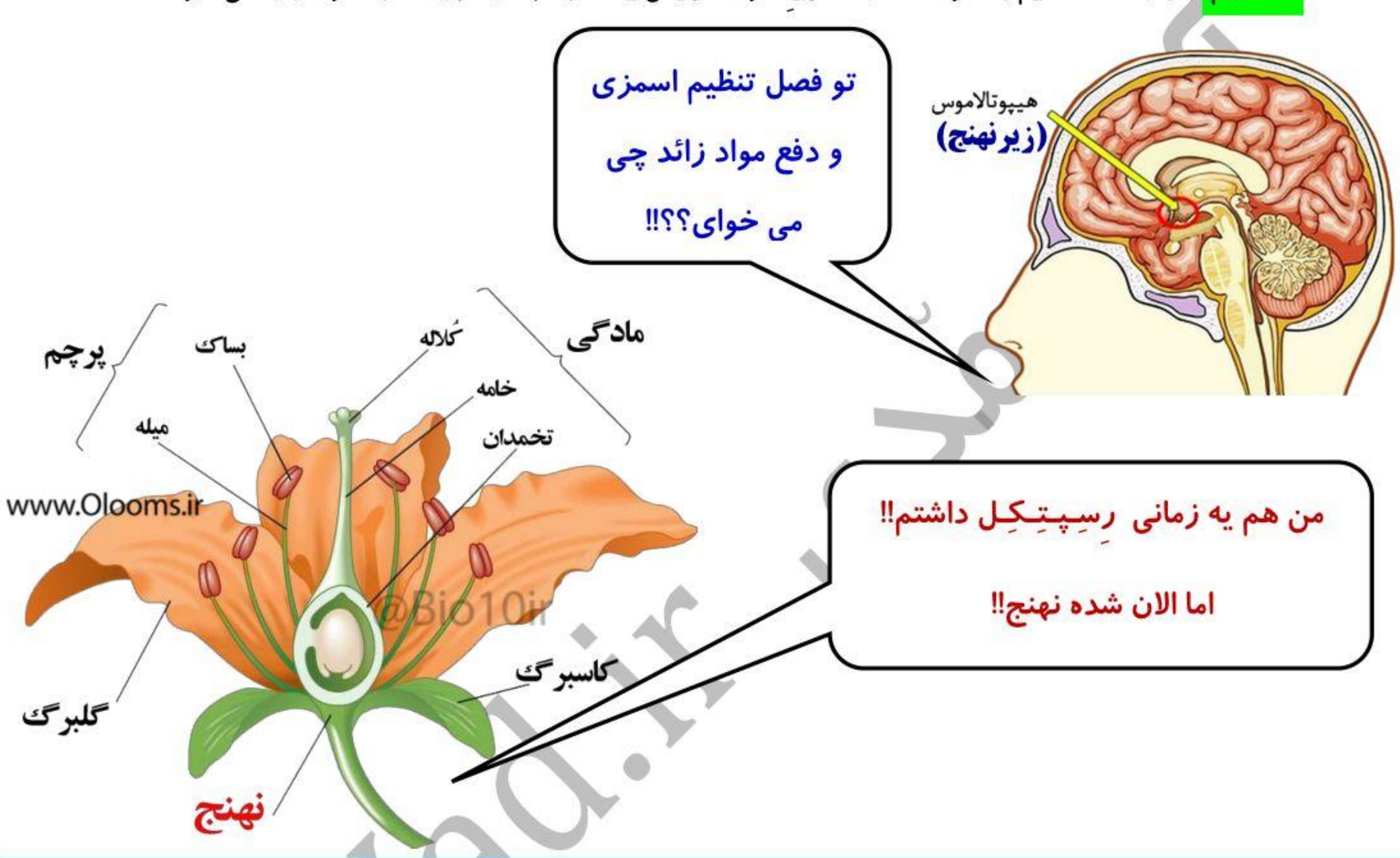
۲- در این وضعیت، از کلیه آنزیمی به نام رِنین به خون ترشح می شود.

۳- رنین با اثر بر یکی از پروتئین های پلاسما باعث راه اندازی مجموعه واکنش هایی می‌شود و در نهایت باعث می شود از غدهٔ فوق کلیه، هورمون آلدوسترون ترشح شود.

۴- هورمون آلدوسترون با اثر بر کلیه ها، بازجذب سدیم را انجام می دهد. (بازگشت سدیم از نفرون به خون)

۵- در نتیجهٔ بازجذب سدیم، بازجذب آب هم در کلیه ها افزایش می یابد.

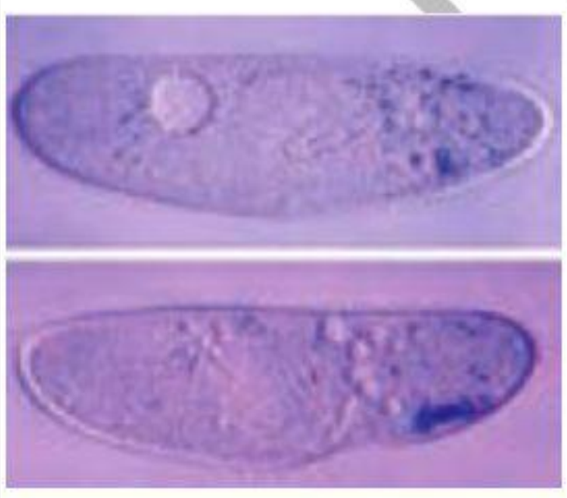
۶- نکتهٔ مهم: با بازگشت سدیم به خون، فشار اسمزیِ خون افزایش یافته و آب از نفرون ها به خون وارد می شود!




## گفتار ۳ : تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

**تک یاخته ای ها**

در بسیاری از تک یاخته ای ها تنظیم اسمزی با کمک انتشار انجام می شود. ولی در برخی دیگر مانند پارامسی، آبی که در نتیجهٔ اسمز وارد می شود به همراه مواد دفعی توسط واکوئل های انقباضی دفع می شود.



نکته مفهومی: در پارامسیِ آب شیرین، به دلیل اینکه فشار اسمزی درون پارامسی بیشتر از محیط بیرون است، آب مدام وارد پارامسی می شود و می تواند باعث ترکیدن آن شود. پارامسی دارای واکوئل انقباضی (ضربان دار) است که آب و مواد دفعی را از درون سلول جمع کرده و به بیرون می فرستد.

**بی مهرگان**

۱- نفریدی:

- برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار می رود.
- نفریدی لوله ای است که با منفذی به بیرون باز می شود و دو نوع است: پروتونفریدی و متانفریدی.

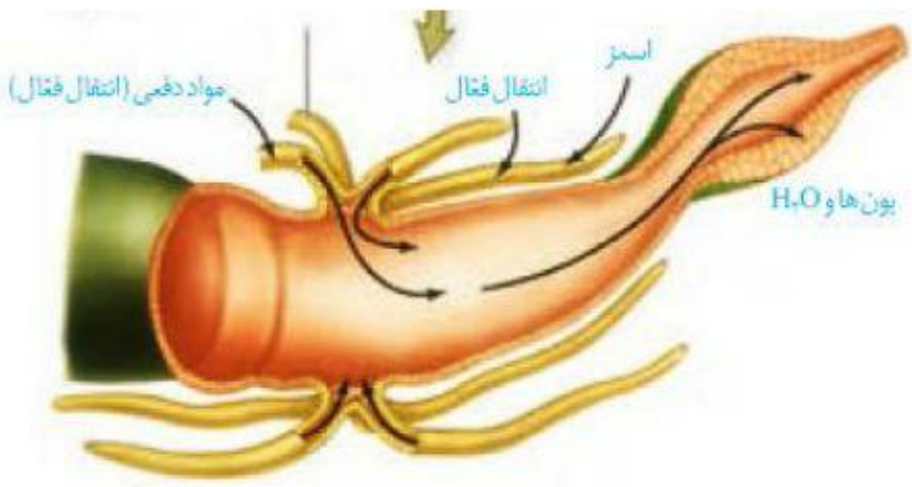
- سامانهٔ دفعی پروتونفریدی، شبکه ای از کانال هاست که از طریق یک منفذ دفعی به خارج بدن راه می یابند.
- سامانهٔ دفعی در پلاناریا از نوع پروتونفریدی است، که کار اصلی آن، دفع آب اضافی است.
- بیشتر دفع نیتروژن در پلاناریا، از طریق سطح بدن انجام می شود.
- در طول کانال های پروتونفریدی، یاخته های شعله ای قرار دارند.
- مایعات بدن از فضای بین یاخته ای به یاخته های شعله ای وارد می شوند و ضربان مژه های این یاخته (که ظاهری شبیه شعلهٔ شمع دارند) مایعات را به کانال های دفعی هدایت، و از منافذ دفعی خارج می کند.

- سامانهٔ متانفریدی پیشرفته تر از پروتونفریدی است.
- متانفریدی لوله ای است که در جلو، قیف مژک دار و در نزدیک انتها، دارای مثانه است.
- دهانهٔ قیف مژک دار به طور مستقیم با مایعات بدن ارتباط دارد.
- متانفریدی درپایان به منفذ ادراری در خارج از بدن ختم می شود.
- بیشتر کرم های حلقوی (مثل کرم خاکی) و نرم تنان سامانهٔ دفعی متانفریدی دارند.
- بدن کرم خاکی از حلقه هایی تشکیل شده که هر کدام یک جفت متانفریدی دارند.

۲- غدد شاخکی:

- در سخت پوستان، مواد دفعی نیتروژن دار با انتشار ساده، از آبشش ها دفع می شوند.
- برخی از سخت پوستان (مثل میگوها و خرچنگ ها) غدد شاخکی دارند .
- مایعات دفعی، از حفرهٔ عمومی به این غده تراوش و از منفذ دفعی نزدیک شاخک، دفع می شوند.

۳- لوله های مالپیگی:




- حشرات سامانهٔ دفعی متصل به روده به نام لوله های مالپیگی دارند .
- یون‌های پتاسیم وکلر از همولنف به لوله‌های مالپیگی ترشح، و در پی آن آب از طریق اسمز وارد این لوله ها می‌شود. سپس اوریک اسید به لوله‌ها ترشح می‌شود.
- محتوای لوله‌های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون ها بازجذب می شوند.
- اوریک اسید از طریق روده به همراه مواددفعی دستگاه گوارش دفع می شود.

مهره داران:

۱- همهٔ مهره‌داران کلیه دارند که ساختار متفاوت، ولی عملکرد مشابهی دارد.

۲- ماهیان غضروفی (مثل کوسه ها و سفره ماهی ها) که ساکن آب های شور هستند ،علاوه بر کلیه ها، دارای غدد راست روده ای هستند که محلول سدیم کلرید بسیار غلیظ را به روده ترشح می کنند.

۳- در ماهیان آب شیرین، فشار اسمزی مایعات بدن از آب بیشتر است بنابراین آب می تواند وارد بدن شود. این ماهیان:

- برای مقابله با چنین مشکلی، معمولاً آب زیادی نمی نوشند.
- بدن آنها با مادهٔ مخاطی ای پوشیده شده است که مانع ورود آب به بدن می شود.
- نمک و یون ها با انتقال فعّال از آبشش ها جذب می شوند.

- این ماهی ها حجم زیادی از آب را به صورت ادرار رقیق دفع می کنند.

۴- در ماهیان دریایی (آب شور) فشار اسمزی مایعات بدن کمتر از آب دریاست وآب، تمایل به خروج از بدن دارد. بنابراین:

- ماهیان دریایی مقدار زیادی آب می نوشند.
- در این ماهیان برخی از یون ها از طریق یاخته های آبشش و برخی، توسط کلیه به صورت ادرار غلیظ دفع می‌شوند.

۵- کلیه در دوزیستان، مشابه ماهیان آب شیرین است.

- مثانهٔ دوزیستان محل ذخیرهٔ آب و یون هاست.
- هنگام خشک شدن محیط، دفع ادرار کم، و مثانه برای ذخیرهٔ بیشتر آب بزرگ تر می شود.
- بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند.

۶- خزندگان، پرندگان و پستانداران، پیچیده ترین شکل کلیه را دارند که متناسب با تنظیم تعادل اسمزی مایعات بدن آن‌هاست.

- ساختار کلیه در خزندگان و پرندگان مشابه است و توانمندی بازجذب آب زیادی دارد.
- برخی از خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک دار مصرف می کنند می توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند.

## پایان خلاصهٔ فصل پنجم

جهت دریافت خلاصه سایر فصول و سوالات تشریحی و تدریس صوتی خط به خط
کتاب به صورت کاملا مفهومی در کانال تلگرام ما عضو شوید:
Telegram.me/Bio10ir

تهیه کننده : رضاآقامحمّدی - دبیرزیست شناسی

توجه کنید که سوالات تشریحی، خلاصه فصل ها ، نمونه سوالات امتحانی، پاسخ فعالیت ها، تست های کنکور ، تدریس صوتی و .... در این کانال و سایر کانال های مرتبط قرار دارد. www.DarsYad.ir

پس هم اکنون در کانال های تلگرام ما عضو شوید:

@BIO4IR | @BIO3IR | @BIO2IR | @BIO10IR | @OLOOMS789 | OLOOMIR

کپی برداری و استفاده از این جزوه به هر نحوی مجاز و رایگان است و از لحاظ شرعی و قانونی هیچ مشکلی ندارد!

سایت www.olooms.ir کانال های تلگرام زیست شناسی : @Bio12ir @Bio11ir @Bio10ir