

فرایند تشکیل ادرار، شامل سه مرحله تراوش،

بازجذب و ترشح است (شکا ۶). تراوش از گلومرول به کیپسول بومن صورت می گیرد

**تراوش:** تراوش، نخستین مرحله تشکیل ادرار است. در این مرحله بخشی از خوناب در نتیجه فشار خون از کلافک خارج شده به کیپسول بومن وارد می شوند. این فرایند را تراوش می نامند. هم ساختار کلافک و هم ساختار کیپسول بومن برای تراوش متناسب شده است. مویرگ های کلافک از نوع منفذدار هستند و بنابراین امکان خروج مواد از آنها به خوبی فراهم است.

مولکول های بزرگ نمی توانند وارد کیپسول بومن شوند.

برای اینکه فشار تراوشی به حد کافی زیاد باشد سازوکار ویژه ای در نظر گرفته شده است. قطر سرخرگ اوران

بیشتر از قطر سرخرگ و ابران است و این، فشار تراوشی را در مویرگ های کلافک افزایش می دهد (شکل ۷).

اطراف کلافک را کیپسول بومن احاطه کرده است. کیپسول بومن شامل دو دیواره است؛ یکی بیرونی و دیگری درونی. دیواره بیرونی از یاخته های پوششی سنگ فرشی ساده و دیواره درونی که با کلافک در تماس است، از یاخته هایی به نام پودوسیت تشکیل شده است (شکل ۸).

هریک از پودوسیت ها رشته های کوتاه و پا مانند فراوانی دارد. پودوسیت ها با پاهای خود اطراف مویرگ های کلافک را احاطه کرده اند.

شکاف های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارد به خوبی امکان نفوذ مواد را به دیواره درونی فراهم می کند.

- تراوش
- بازجذب
- ترشح

مهم ترین عامل در تعیین مواد قابل تراوش، اندازه مواد است. مواد قابل تراوش در اثر فشار خون سرخرگی وارد کلافک می شود. منشأ فشار خون، نیروی بطن چپ است

تراوش با فشار خون رابطه مستقیم و با فشار اسمزی خون رابطه عکس دارد

کاهش پروتئین خوناب سبب افزایش تراوش می شود

سرخرگ انورت

سرخرگ کلیه

سرخرگ اوران

کلافک

سرخرگ و ابران

کیپسول بومن

شبکه مویرگی دور لوله ای

به طرف سیاهرگ کلیه

بزرگ سیاهرگ زیرین

شکل ۶- فرایند تشکیل ادرار

غشای پایه در مویرگ های منفذ دار ضخیم است که، عبور مولکول های درشت را محدود می کند

سلول پوششی سنگفرشی

کیپسول بومن

لوله پیچ خورده نزدیک

سرخرگ و ابران

سلول پوششی مکعبی

سرخرگ اوران

سلول های پودوسیت در اطراف کلافک

شکل ۷- کلافک درون کیپسول بومن

هسته

پودوسیت

رشته های پا مانند

شکاف تراوشی

درون مویرگ کلافک

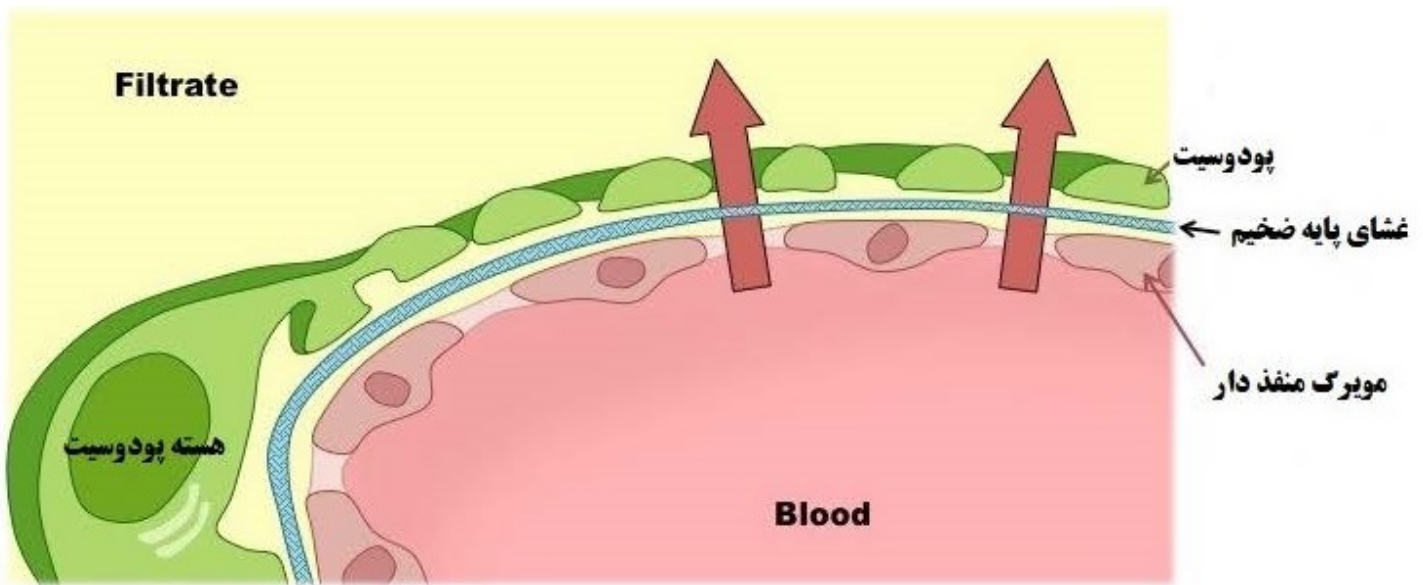
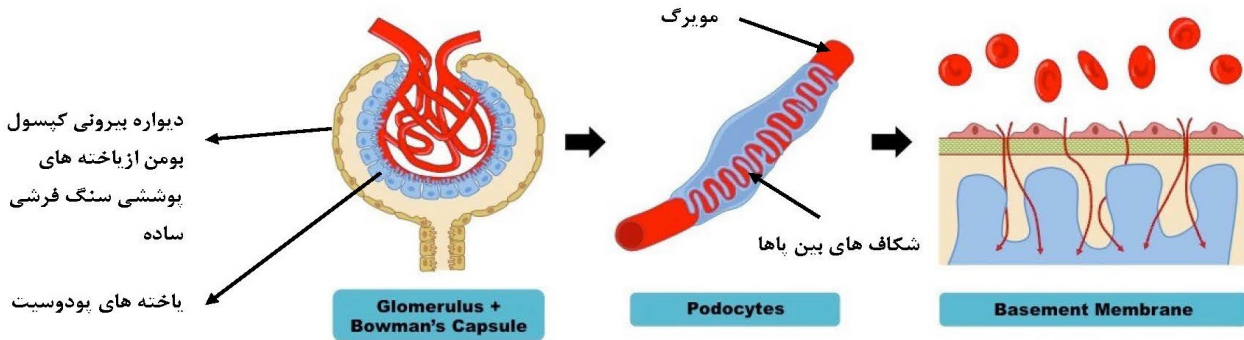
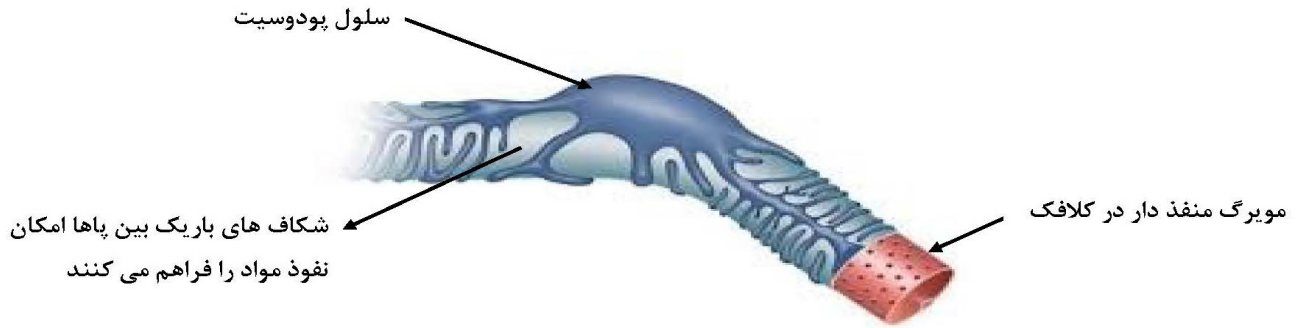
یاخته سنگ فرشی

دیواره کیپسول بومن (بیرونی)

غشای پایه

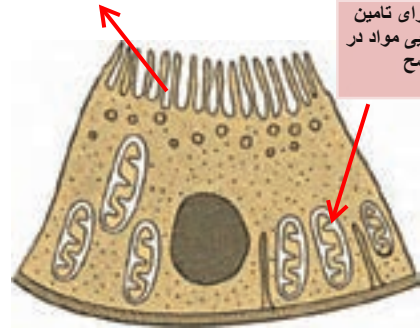
شکل ۸- دیواره بیرونی و درونی کیپسول بومن

# پودوسیت



## تراوش

اطراف مویرگ های منفذ دار در کلافک ، سلول های پودوسیت قرار دارند . انتقال مواد از منافذ مویرگ ها به فضای کیسول بومن از طریق شکاف های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارد به خوبی امکان نفوذ مواد را به دیواره درونی فراهم می کند .



شکل ۹- یاخته های ریزپرز دار لوله پیچ خورده نزدیک

**باز جذب:** در تراوش، مواد براساس اندازه وارد گردیزه می شوند و هیچ انتخاب دیگری صورت نمی گیرد. بنابراین، هم مواد دفعی مثل اوره و هم مواد مفید مثل گلوکز و آمینواسیدها به گردیزه وارد می شوند. مواد مفید دوباره باید به خون بازگردند. این مواد از طریق مویرگ های دورلوله ای، دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می شوند. این فرایند را بازجذب می نامند.

به محض ورود مواد تراوش شده به لوله پیچ خورده نزدیک، بازجذب آغاز می شود. دیواره لوله پیچ خورده نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارند. ریزپرزها سطح بازجذب را افزایش می دهند. به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لوله پیچ خورده نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گردیزه، بیش از سایر قسمت هاست (شکل ۹).

در بیشتر موارد، بازجذب فعال است و با صرف انرژی انجام می گیرد؛ گرچه بازجذب ممکن است غیرفعال باشد مثل بازجذب آب که با اسمز انجام می شود.

**ترشح:** ترشح در جهت مخالف بازجذب رخ می دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ های دورلوله ای یا خود یاخته های گردیزه به درون گردیزه ترشح می شوند. این فرایند را ترشح می نامند. ترشح در بیشتر موارد به روش فعال و با صرف انرژی زیستی انجام می گیرد.

ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی دارد. اگر pH خون کاهش یابد، کلیه ها یون هیدروژن را ترشح می کنند. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بیکربنات بیشتری دفع می کند و به این ترتیب pH خون را در محدوده ثابتی نگه می دارد. بعضی سموم و داروها به وسیله ترشح دفع می شوند.

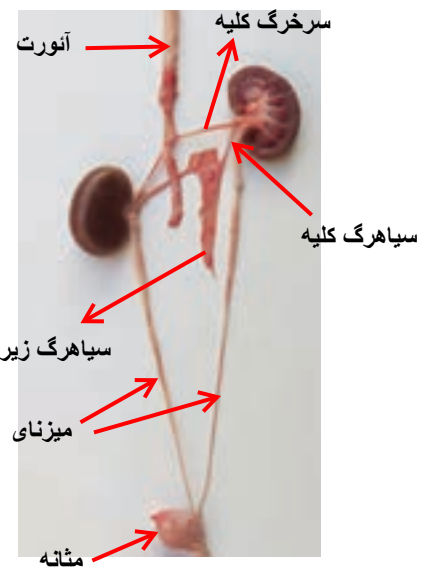
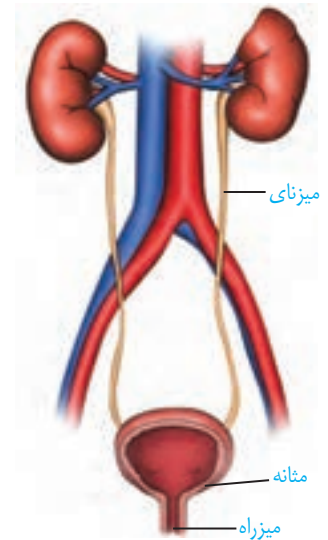
هم ایستایی

پروتئین های خوناب و فرایند ترشح در تنظیم PH خون نیز نقش دارند

## تخلیه ادرار

ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنای به مثانه وارد می شود (شکل ۱۰). حرکت کرمی دیواره میزنای، که نتیجه انقباضات ماهیچه صاف دیواره آن است، ادرار را به پیش می راند. پس از ورود به مثانه، درجه ای که حاصل چین خوردگی مخاط مثانه روی دهانه میزنای است، مانع بازگشت ادرار به میزنای می شود.

مثانه، کیسه ای است ماهیچه ای که ادرار را موقتاً ذخیره می کند. چنانچه حجم ادرار جمع شده در آن از حد مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیواره مثانه باعث فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار می شود. در محل اتصال مثانه به میزراه، بنداره ای قرار دارد که به هنگام ورود ادرار باز می شود. این بنداره، که بنداره داخلی میزراه نام دارد، از نوع ماهیچه صاف و غیرارادی است. بعد از این بنداره، بنداره دیگری به نام بنداره خارجی میزراه وجود دارد که از نوع ماهیچه مخطط و ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاع آنان به طور کامل شکل نگرفته است، تخلیه مثانه به صورت غیرارادی صورت می گیرد.



شکل ۱۰- دستگاه دفع ادرار- آیا می توانید اجزای شکل را نام گذاری کنید؟



در تراوش هم مواد مفید و هم مواد دفعی وارد نفرون می شود  
در بازجذب، مواد مفید از نفرون به خون باز می گردند

## ترکیب شیمیایی ادرار: دو فرایند بازجذب و ترشح، ترکیب مایع تراوش شده را هنگام عبور از

گردیزه و مجرای جمع کننده، تغییر می دهند و آنچه به لگنچه می ریزد، ادرار است.

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

فراوان ترین ماده دفعی آلی در ادرار، **اوره** است. اوره چرا و چگونه تشکیل می شود؟ در نتیجه تجزیه موادی مانند آمینو اسیدها، آمونیاک تولید می شود که بسیار سمی است. تجمع آمونیاک در خون به سرعت به مرگ می انجامد. کبد، آمونیاک را از طریق ترکیب آن با کربن دی اکسید به اوره تبدیل می کند. ویژگی سمی بودن اوره از آمونیاک بسیار کمتر است و بنابراین، امکان انباشته شدن آن و دفع با فواصل زمانی امکان پذیر است. کلیه ها اوره را از خون می گیرند و همراه با ادرار از بدن دفع می کنند.

دیگر ماده دفعی نیتروژن دار در ادرار **اوریک اسید** است. اوریک اسید انحلال پذیری زیادی در آب ندارد؛ بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است. رسوب بلورهای اوریک اسید در کلیه ها باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث بیماری نقرس می شود. نقرس یکی از بیماری های مفصلی است که با دردناک شدن مفاصل و التهاب آنها همراه است.

**تنظیم آب:** تنظیم آب تحت تنظیم عوامل مختلفی مثل هورمون ها قرار دارد. یکی از سازوکارها به غلظت مواد حل شده در خون وابسته است. اگر غلظت این مواد از حد مشخصی فراتر رود، مرکز تشنگی در هیپوتالاموس تحریک می شود که نتیجه آن فعال شدن مرکز تشنگی و تمایل به نوشیدن آب و از طرف دیگر ترشح هورمون ضد ادراری است. این هورمون با اثر بر کلیه ها، بازجذب آب را افزایش می دهد و به این ترتیب دفع آب از راه ادرار کاهش پیدا می کند.

اگر بنا به عللی هورمون ضد ادراری ترشح نشود، مقدار زیادی ادرار رقیق از بدن دفع می شود. چنین حالتی به **دیابت بی مزه** معروف است. مبتلایان به این بیماری احساس تشنگی می کنند و مایعات زیادی می نوشند. این بیماری به علت برهم زدن توازن آب و یون ها در بدن، نیازمند توجه جدی است.

افزایش غلظت مواد حل شده در خون

تحریک مرکز تشنگی در هیپوتالاموس

فعال شدن مرکز تشنگی و تمایل به نوشیدن آب

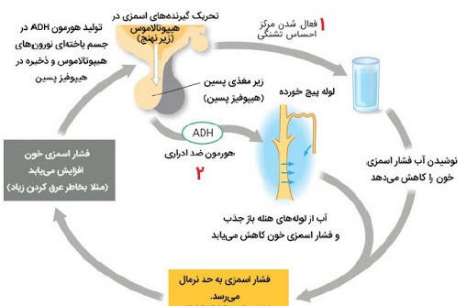
ترشح هورمون ضد ادراری

اثر بر کلیه

افزایش بازجذب آب

کاهش دفع آب از راه ادرار

کلیه ها با دفع آب و یون ها سبب تنظیم مقدار آب بدن و حفظ تعادل یون ها می شوند. کلیه ها از اندام های ایجاد کننده هم ایستایی هستند.

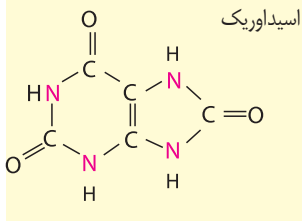
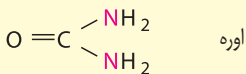


از نظر سمیت مواد دفعی :  
اوریک اسید > اوره > آمونیاک

از نظر انحلال پذیری مواد دفعی :  
آمونیاک < اوره < اوریک اسید

### بیشتر بدانید

آمونیاک  $NH_3$



### بیشتر بدانید

#### دیابت و کلیه ها

دیابت به رگ های کلیه آسیب می رساند. در نتیجه کلیه ها نمی توانند خون را به درستی تصفیه کنند. نمک و آب بیشتری در بدن می ماند که در نهایت به افزایش وزن و تجمع مواد دفعی در خون می انجامد. دیابت همچنین باعث آسیب دیدن اعصاب مثانه و ایجاد مشکلاتی در تخلیه ادرار می شود. اگر مثانه به موقع تخلیه نشود کلیه ها آسیب می بینند. علاوه بر این، از آنجا که در دیابت، ادرار حاوی قند است تجمع طولانی مدت ادرار در مثانه امکان رشد باکتری ها و عفونت مثانه را فراهم می آورد.