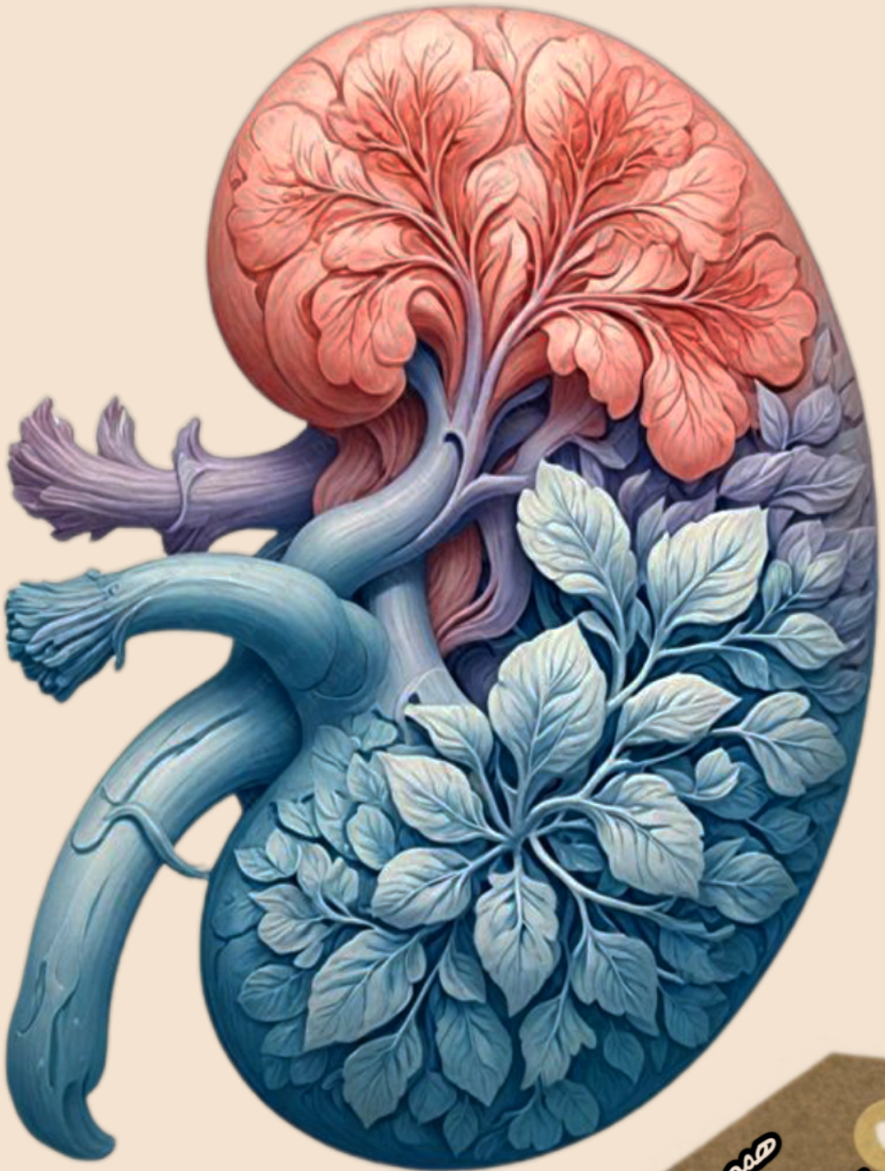
-فصل ۵ دهم:

«تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد»

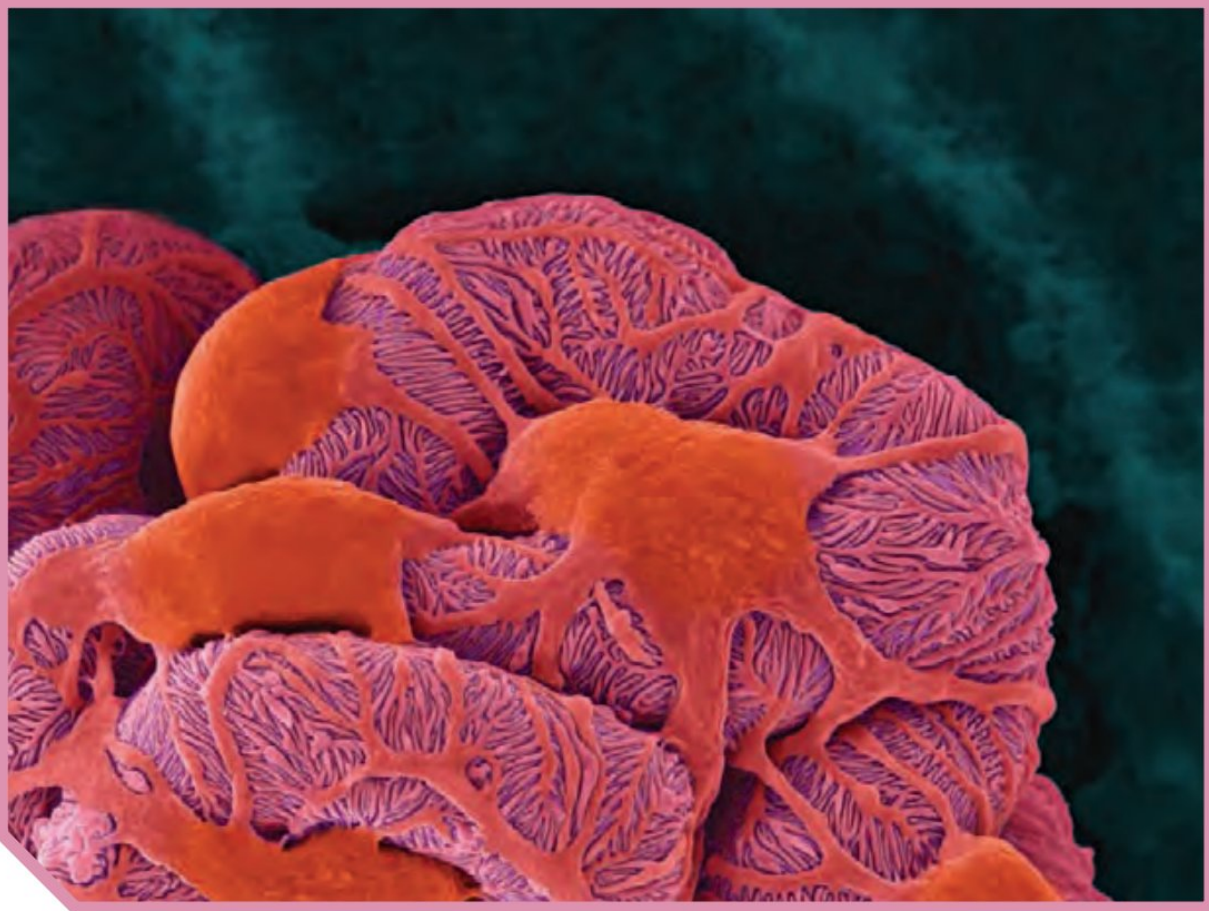


همه چی تو همین کتابه !

زیست 1

BIOLOGY BOOK

دکتر زهرا همایونی



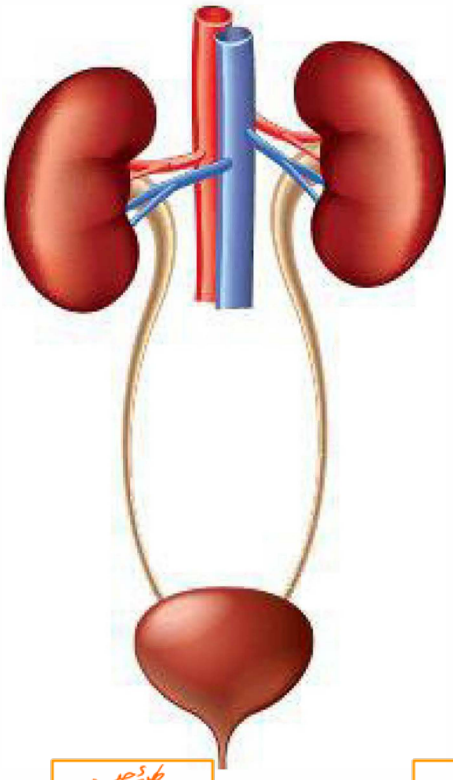
فصل ۵

تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

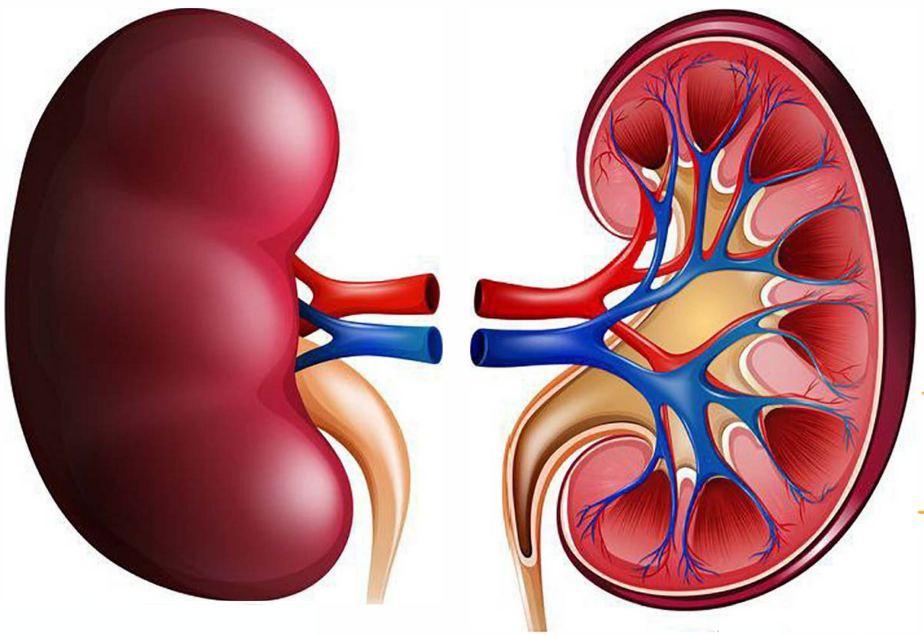
گرچه ما انسان‌ها در خشکی زندگی می کنیم اما یاخته‌های ما با محیط مایع در ارتباط‌اند. آنچه دربارهٔ این محیط مایع حائز اهمیت است، مشابه بودن غلظت آن با غلظت درون یاخته‌ها با به عبارت دقیق‌تر مشابه بودن فشار اسمزی آنهاست. (اگر غلظت مایع اطراف یاخته‌ها رقیق‌تر یا غلیظ‌تر از یاخته‌ها باشد، تهدیدی جدی برای ادامهٔ حیات ما خواهد بود؛ چون ممکن است به ورود بیش از حد آب به یاخته یا خروج آب از آن منجر شود.) بدن ما چگونه فشار اسمزی مایع اطراف یاخته‌ها را تنظیم می کند؟ چگونه ترکیب شیمیایی آن را ثابت نگه می‌دارد؟ آیا روش‌هایی که بدن انسان به‌کار می گیرد، در سایر جانوران هم دیده می‌شوند؟ ادرار چگونه تشکیل می شود؟ ترکیب شیمیایی ادرار چه اطلاعاتی را دربارهٔ وضعیت درونی بدن فراهم می کند؟ اینها نمونه پرسش‌هایی است که پاسخ آنها را در این فصل خواهیم یافت.

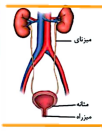
دستگاه دفع ادرار

دستگاه دفع ادرار
- کلیه‌ها ← 2 عدد
- میزنای‌ها ← 2 عدد
- مثانه ← 1 عدد
- میزراه ← 1 عدد

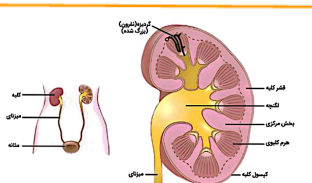


	کلیهٔ راست	کلیهٔ چپ
فاصله از دیافراگم	بیشتر	کمتر
فاصله با سرخرگ آئورت	بیشتر	کمتر
فاصله با بزرگ سیاهرگ زیرین	کمتر	بیشتر
دنده‌های محافظ	دندهٔ ۱۲	دندهٔ ۱۱ و ۱۲
سرخرگ کلیوی	بلندتر	کوتاه‌تر
سیاهرگ کلیوی	کوتاه‌تر	بلندتر
طول میزنای	کوتاه‌تر از کلیهٔ چپ	بلندتر از کلیهٔ راست





سرخرگ کلیه راست طول بیشتری نسبت به سرخرگ کلیه چپ دارد.
سیاهرگ کلیه چپ طول بیشتری نسبت به سیاهرگ کلیه راست دارد.
میزنای کلیه چپ طول بیشتری نسبت به میزنای کلیه راست دارد.
در محل ارتباط رگ‌های خونی و کلیه، از عقب به جلو، به‌ترتیب میزنای، سرخرگ کلیه و سیاهرگ کلیه قرار دارند.



* بیماری‌ها
  1. دانژنا بودی هوموتوستازی
  2. بیماری میلودی
  3. وراثتی

* مواد زائد N دار حاصل متابولیسم مواد آلی دار N دار (پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها) می‌باشد.

* مواد سمی N دار:
  - آمونیاک
  - اوره
  - اسید اوریک

سمیت ↓ بیحسی ↑
افکار تهوع و درد ↑
افکار رسوب ↑

دنده‌ها ← اندام‌هایی دستگاه عصبی هستند که 11 و 12 (دنده‌های آزاد) در حفاظت بخش بالایی حفره شکمی نقش دارند.

حفره چپ چون بالاتر است حفاظت بیشتری توسط دنده‌ها دارد (11 و 12) و حفره راست فقط توسط دنده 12 حفاظت می‌شود.

* از بخش فرورفتگی حفره 3 ستاره متصل شده:
  - سرخرگ حفره ← دارای بیشترین ماده زائده دار [ورود]
  - سیاهرگ حفره ← به کمترین ... [خارج]
  - عصبی ← حاوی ادرار [خارج]

از حجم: به ترتیب: سیاهرگ ← سرخرگ ← عصبی

از نظر ارتفاع: سرخرگ (بالاترین) ← سیاهرگ ← عصبی (پایین‌ترین)

جایگاه اجزای یکسان در بدن نسبت به هم:

کلیهٔ سمت چپ **بالاتر** از کلیهٔ سمت راست	علت: موقعیت قرارگیری و شکل کبد
طول میزنای سمت چپ **بلندتر** از طول میزنای سمت راست	علت: بالاتر بودن کلیهٔ سمت چپ
بخش ابتدایی کولون افقی **پایین‌تر** از بخش انتهایی آن	علت: موقعیت قرارگیری و شکل کبد
نیمهٔ سمت راست دیافراگم **بالاتر** از نیمهٔ سمت چپ آن	علت: موقعیت قرارگیری و شکل کبد
اندازهٔ شش سمت راست **بزرگتر** از شش سمت چپ.	علت: موقعیت قرارگیری قلب
طول و ضخامت مجرای لنفی چپ **بیشتر** از طول و ضخامت مجرای لنفی راست	علت: مقدار لنف دریافتی بیشتر
طول سیاهرگ کلیوی چپ **بلندتر** از سیاهرگ کلیوی سمت راست	علت: مایل بودن بزرگ‌سیاهرگ زیرین به سمت راست بدن
طول سرخرگ کلیوی چپ **کوتاه‌تر** از سرخرگ کلیوی راست	علت: مایل بودن سرخرگ آئورت به سمت چپ بدن
فاصلهٔ سرخرگ کلیهٔ راست تا غدهٔ فوق کلیه **کمتر** از سرخرگ کلیهٔ چپ	علت: پایین‌تر قرار داشتن کلیهٔ راست
فاصلهٔ سرخرگ آئورت تا کلیهٔ چپ **کمتر** از کلیهٔ راست	علت: مایل بودن سرخرگ آئورت به سمت چپ بدن
فاصلهٔ بزرگ‌سیاهرگ زیرین تا کلیهٔ راست **کمتر** از کلیهٔ چپ	علت: مایل بودن بزرگ‌سیاهرگ زیرین به سمت راست بدن

گفتار ۱ هم‌ایستایی و کلیه‌ها

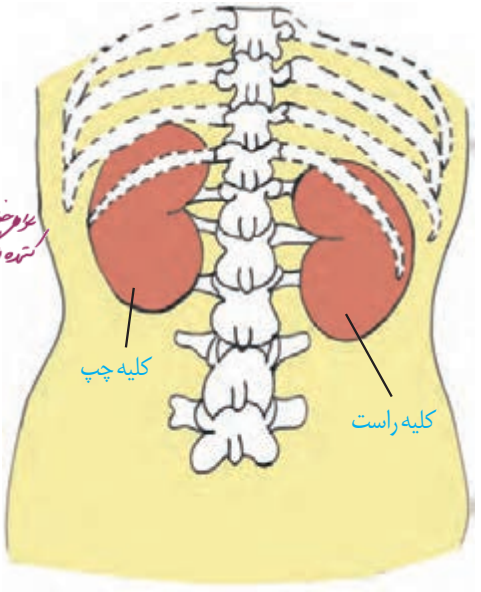
اگر در یک روز گرم تابستانی ورزش کنید، عرق می‌کنید و احتمالاً متوجه خواهید شد که از مقدار ادرار شما کاسته خواهد شد. می‌دانید چرا؟ چون بدن شما در نتیجهٔ عرق کردن، آب از دست می‌دهد و بنابراین مقدار ادرار را کاهش می‌دهد تا آب از دست رفته را جبران کند.

کمبود آب، اکسیژن و مواد مغذی یا انباشته شدن مواد دفعی یا خته‌ها مثل کربن دی‌اکسید و مواد دفعی نیتروژن دار از جمله مواردی‌اند که ادامهٔ حیات را تهدید می‌کنند. حفظ وضعیت درونی بدن در محدوده‌ای ثابت (هم‌ایستایی)، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. اگر وضعیت درونی بدن از تعادل خارج شود، بعضی مواد، بیش از حدِ لازم یا کمتر از حدِ لازم به یاخته‌ها می‌رسند. بسیاری از بیماری‌ها درنتیجهٔ برهم خوردن هم‌ایستایی پدید می‌آیند.

کلیه‌ها در هم‌ایستایی نقش اساسی دارند. حفظ تعادل آب، اسید ـ باز، یون‌ها و نیز دفع مواد سمی و مواد زائد نیتروژن‌دار، از جمله وظایف کلیه‌اند.

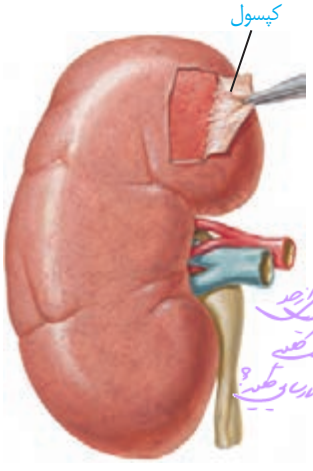
کلیه‌ها

ساختار بیرونی کلیه و حفاظت از آن: کلیه‌ها، اندام‌هایی لوبیایی شکل‌اند و به تعداد دو عدد در طرفین ستون مهره‌ها و پشت محوطهٔ شکمی قرار دارند. اندازهٔ کلیه در فرد بالغ، تقریباً به اندازهٔ مشت بستهٔ اوست. به علت موقعیت قرارگیری و شکل کبد، کلیهٔ راست قدری پایین‌تر از کلیه چپ واقع است (شکل ۱).

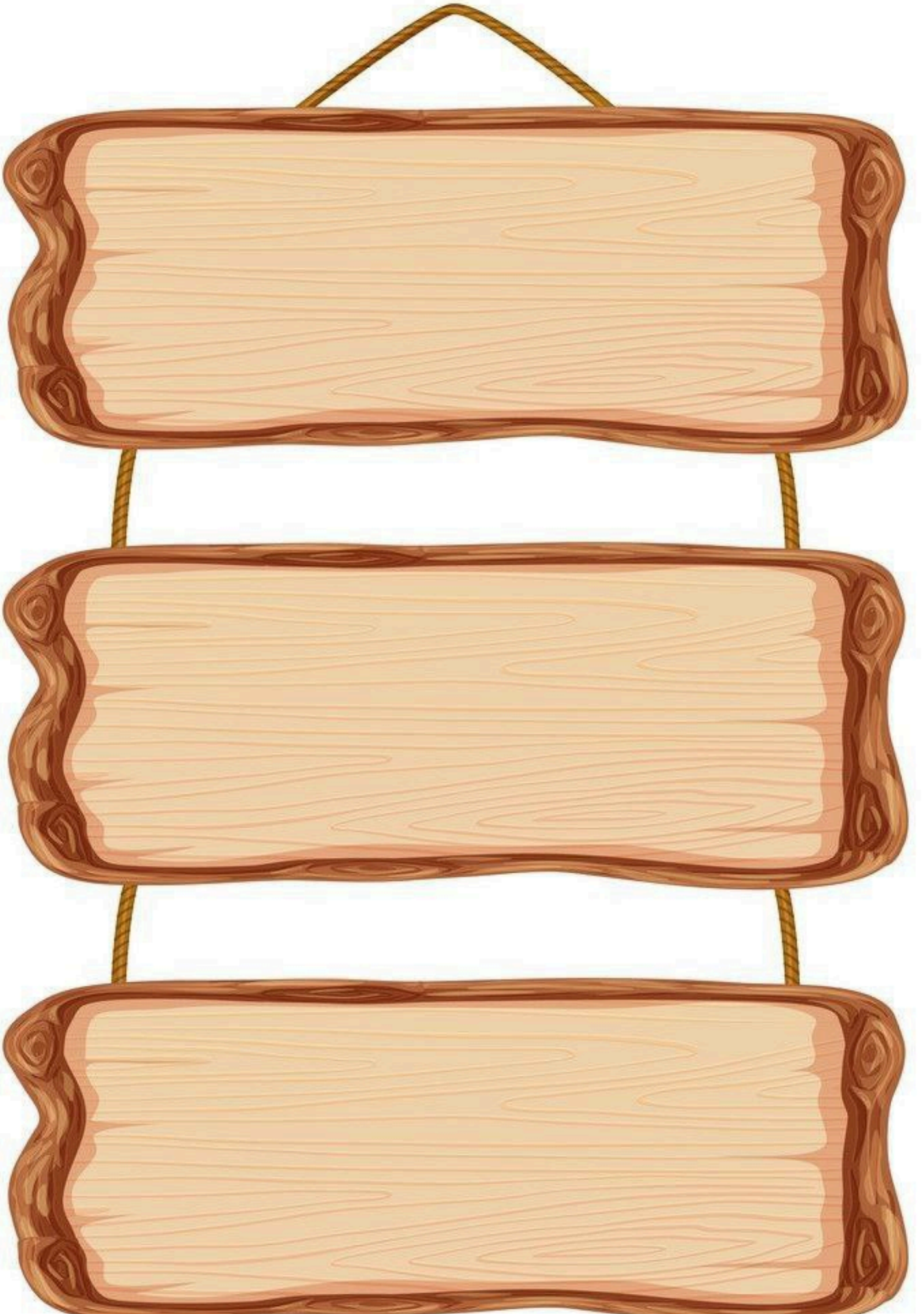


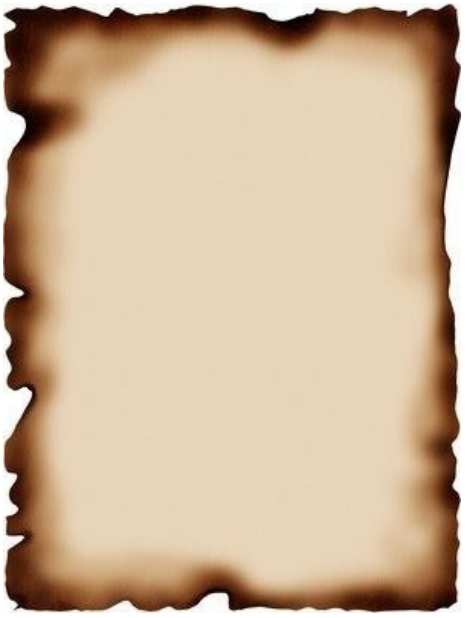
شکل ۱ــ موقعیت کلیه‌ها در انسان از نمای پشت

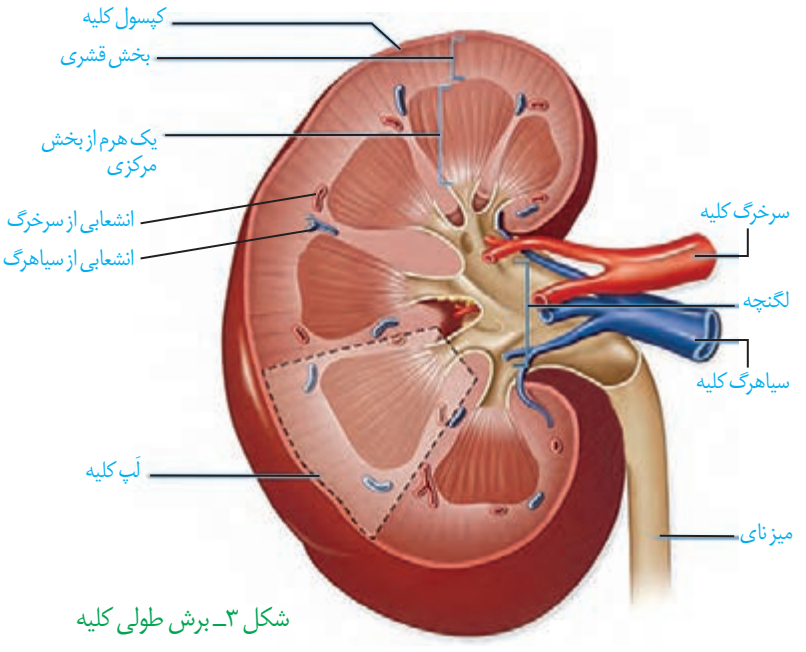
دنده‌ها از بخشی از کلیه محافظت می‌کنند. علاوه بر این، پرده‌ای از جنس بافت پیوندی به نام کپسول کلیه هر کلیه را دربر گرفته است (شکل ۲). چربی اطراف کلیه، علاوه بر اینکه کلیه را از ضربه محافظت می‌کند در حفظ موقعیت کلیه نقش مهمی دارد. تحلیل بیش از حد این چربی در افرادی که برنامه کاهش وزن سریع و شدید به‌کار می‌گیرند ممکن است سبب افتادگی کلیه و تاخوردگی میزنای شود. در این صورت، فرد با خطر بسته شدن میزنای و عدم تخلیهٔ مناسب ادرار از کلیه روبه‌رو می‌شود که در نهایت به نارسایی کلیه خواهد انجامید.



شکل ۲ــ کپسول کلیه







شکل ۳ـ برش طولی کلیه

ساختار درونی کلیه: در برش طولی کلیه، سه بخش مشخص دیده می‌شود که از بیرون به درون عبارت‌اند از بخش **قشری**، بخش **مرکزی** و **لگنچه** (شکل ۳).

در بخش مرکزی، تعدادی ساختار هرمی‌شکل دیده می‌شود که **هرم‌های کلیه** نام دارند. قاعدهٔ هرم‌ها به سمت بخش قشری و رأس آن‌ها به سمت لگنچه است. هر هرم و ناحیهٔ قشری مربوط به آن را، یک **لَپ کلیه** می‌نامند.

لگنچه، ساختاری شبیه به قیف دارد. ادرار تولید شده، به آن وارد و به میزنای هدایت می‌شود تا کلیه را ترک کند.

فعّالیت ۱

تشریح کلیهٔ گوسفند

وسایل لازم: کلیهٔ گوسفند، قیچی، چاقوی جراحی، گمانه

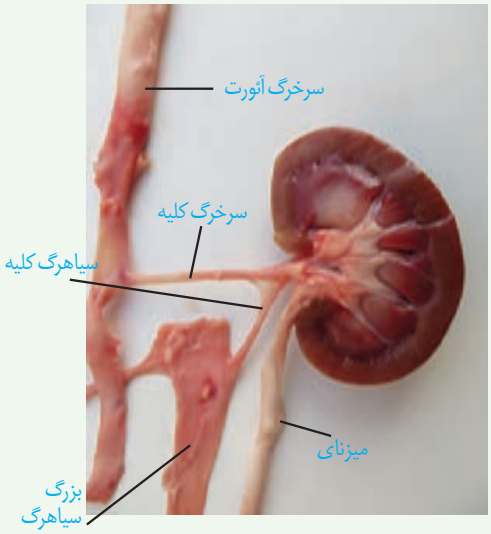
۱ـ یک عدد کلیهٔ گوسفند تهیه کنید. اگر چربی‌های اطراف آن کنده نشده باشد بهتر است.

۲ـ در بین چربی‌ها میزنای، سرخرگ و سیاهرگ کلیه را تشخیص دهید.

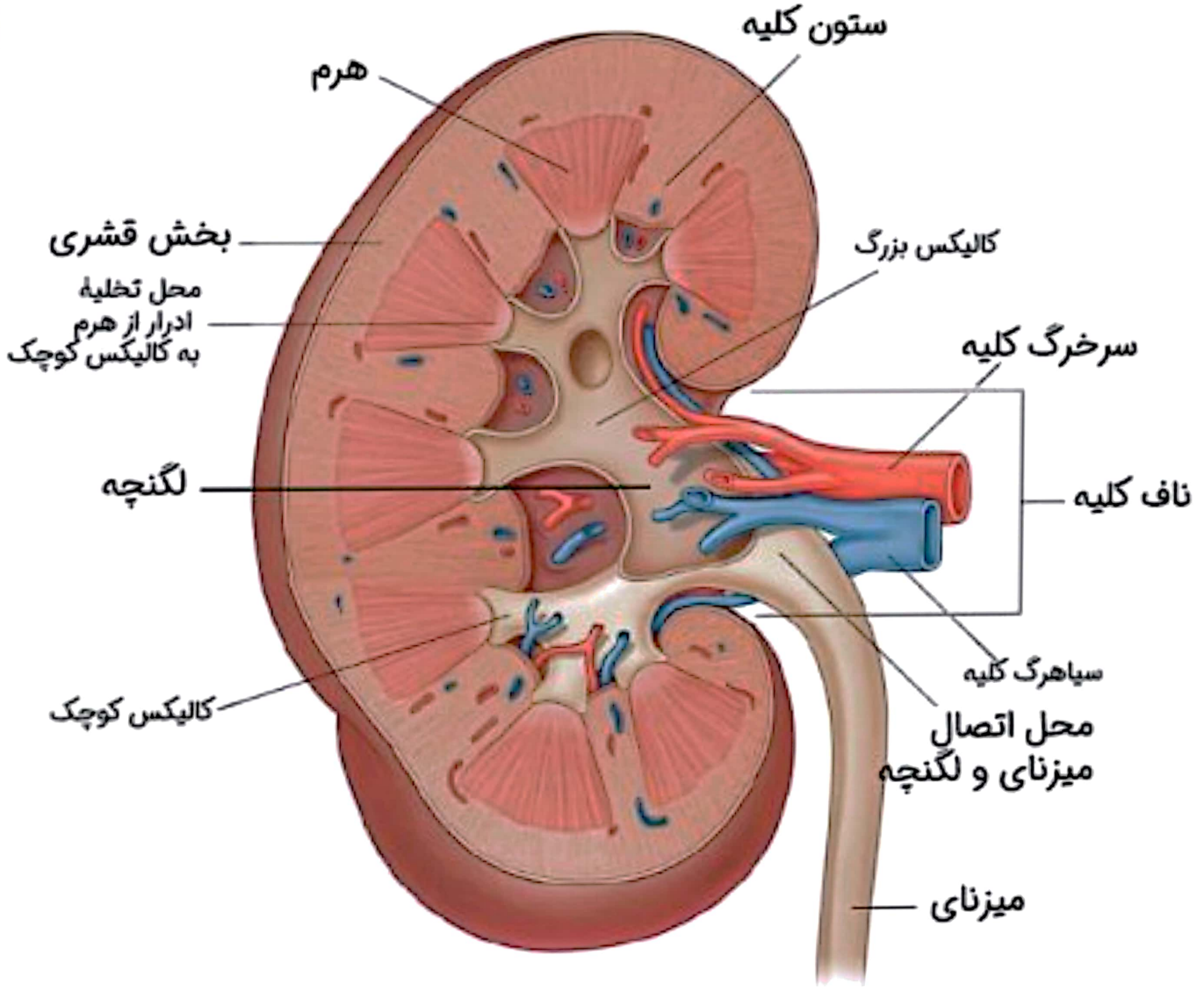
۳ـ کپسول کلیه با بریدن قسمتی از آن، به راحتی جدا می‌شود.

۴ـ با یک برش طولی در سطح محدّب کلیه، آن را باز کنید و مطابق شکل روبه‌رو بخش‌های مختلف آن را تشخیص دهید.

۵ـ در وسط لگنچه، منفذ میزنای مشخص است. با وارد کردن گمانه و جلو بردن آن درون میزنای، می‌توانید اطمینان پیدا کنید که میزنای را درست تشخیص داده‌اید.

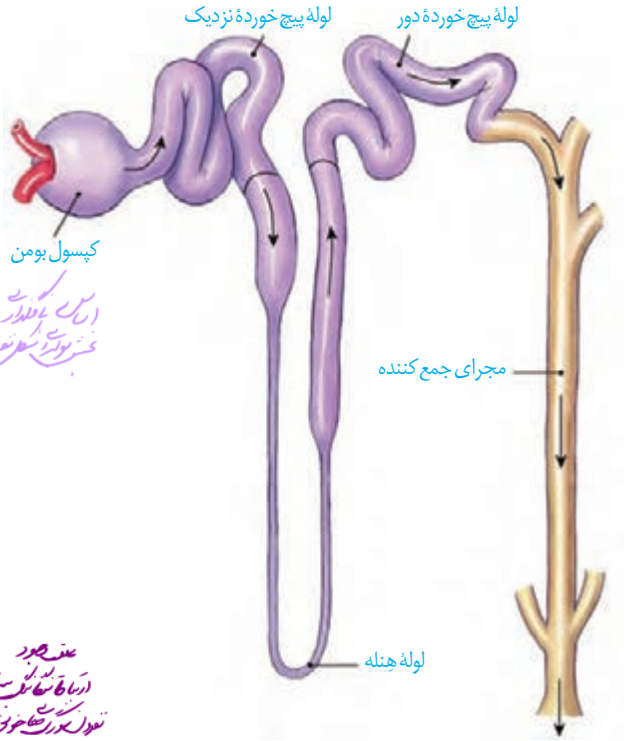


بردیس طبی


ستون کلیه
هرم
بخش قشری
محل تخلیه
ادرار از هرم
به کالیکس کوچک
کالیکس بزرگ
سرخرگ کلیه
لگنچه
ناف کلیه
سیاهرگ کلیه
کالیکس کوچک
محل اتصال
میزنای و لگنچه
میزنای

گُردیزه (نفرون)ها

هر کلیه از حدود یک میلیون گُردیزه تشکیل شده است که فرایند تشکیل ادرار در آنها انجام می‌شود. ابتدای گُردیزه شبیه قیف است و **کپسول بومن** نام دارد. ادامهٔ گُردیزه، لوله‌ای شکل است و در قسمت‌هایی از طول خود، پیچ‌خوردگی‌هایی دارد و بر این اساس، به قسمت‌های مختلفی نام‌گذاری می‌شود (شکل ۴). این قسمت‌ها به ترتیب عبارت‌اند از **لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک**، **قوس هنله** که U شکل است و **لولهٔ پیچ خوردهٔ دور** که گُردیزه را به **مجرای جمع کننده** متصل می‌کند.



شکل ۴ــ گُردیزه و مجرای جمع کننده

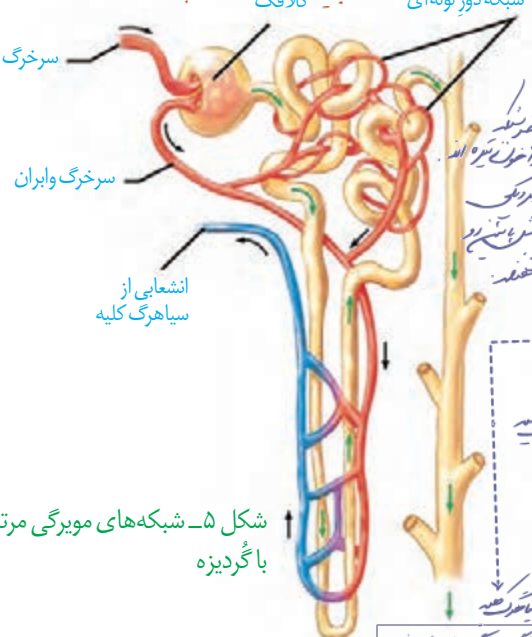
گردش خون در کلیه

منشأ ادرار از خون است و بنابراین بین گُردیزه و رگ‌های خونی، ارتباط تنگاتنگی وجود دارد. با توجه به اینکه تبادل مواد از طریق مویرگ‌ها رخ می‌دهد در اینجا نیز **شبکه‌های مویرگی** را می‌بینیم.

دو شبکهٔ مویرگی در ارتباط با گُردیزه مشاهده می‌شود. اوّلی به‌نام **کلافک (گلومرول)** که درون کپسول بومن قرار دارد و دومی به نام **دور لوله‌ای** که اطراف قسمت‌های دیگر گُردیزه را فراگرفته است.

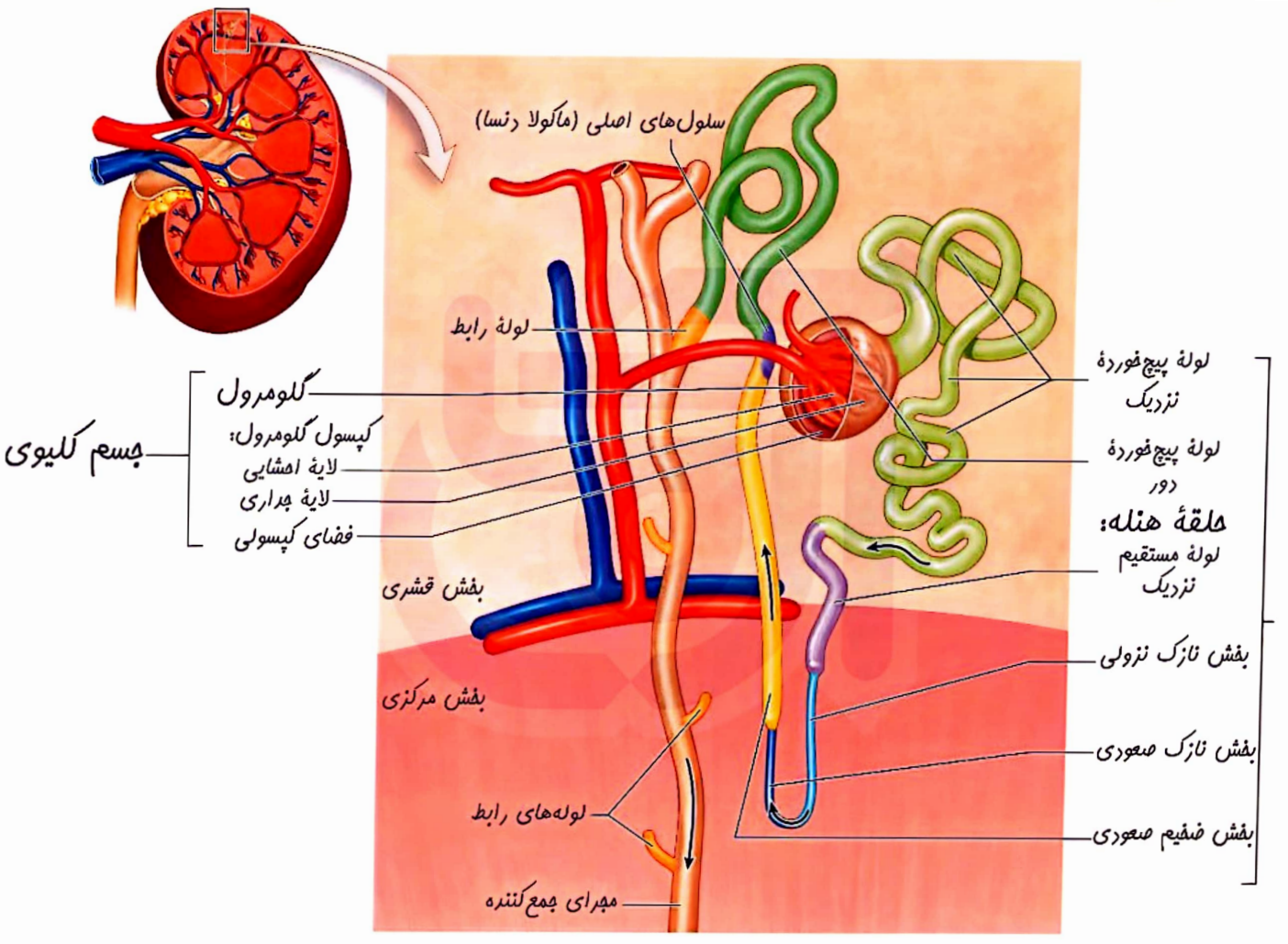
به هر کلیه، یک سرخرگ وارد می‌شود. انشعابات این سرخرگ از فواصل بین هرم‌ها عبور می‌کند و در بخش قشری به سرخرگ‌های کوچک‌تری تقسیم می‌شود. انشعاب انتهایی این سرخرگ‌ها، **سرخرگ آوران** نامیده می‌شود. سرخرگ آوران در کپسول بومن، شبکهٔ مویرگی کلافک را می‌سازد. خون از طریق سرخرگ آوران به کلافک وارد می‌شود و از طریق **سرخرگ وابران** آن را ترک می‌کند.

سرخرگ وابران در اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و قوس هنله، شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای را می‌سازد. این مویرگ‌ها به یکدیگر می‌پیوندند و سیاهرگ‌های کوچکی به‌وجود می‌آورند که پس از عبور از فواصل بین هرم‌ها سرانجام **سیاهرگ کلیه** را می‌سازند. این سیاهرگ، خون را از کلیه بیرون می‌برد (شکل ۵).



شکل ۵ــ شبکه‌های مویرگی مرتبط با گُردیزه

مقایسه	سرخرگ آوران	سرخرگ وابران
قطر و اندازه	بیشتر	کمتر
حجم خون دربرگرفته شده	بیشتر از وابران	کمتر از آوران
محل حضور در کلیه	قشری	قشری + مرکزی
ساخت کدام شبکهٔ مویرگی؟	اول (کلافک)	دوم (دور لوله‌ای)
غلظت مواد دفعی	زیاد	کم
فشار اسمزی	کمتر از وابران	بیشتر از آوران
فشارخون	بیشتر از وابران	کمتر از آوران
نوع خون	روشن	روشن
بعد تشکیل دوشاخه می‌شود؟	خیر	بله
تنگ شدن آن موجب	کمتر شدن تراوش	بیشتر شدن تراوش



«(در) هر فرایند از تشکیل ادرار که .....»

۱) بیشترین مواد بین خون و نفرون جابه‌جا می‌شود ← تراوش

۲) با افزایش‌یافتن حجم خون، کاهش پیدا می‌کند ← بازجذب

۳) در خارج از نفرون نیز به انجام می‌رسد ← ترشح و بازجذب

۴) توسط یاخته‌های مکعبی شکل به انجام می‌رسد ← ترشح و بازجذب

۵) می‌تواند بدون تبادل مواد بین نفرون و شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای به انجام برسد ← هر سه فرایند

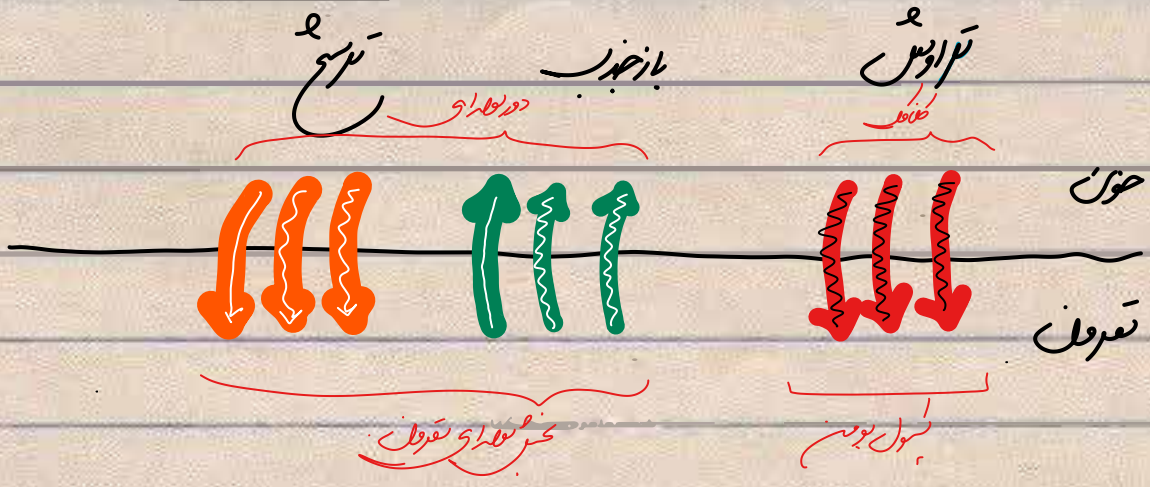
۶) با عبور مواد از عرض غشای یاخته‌های بافت پوششی همراه است ← ترشح و بازجذب

۷) در پایین‌ترین ساختار هر نفرون مشاهده می‌شود ← ترشح و بازجذب در قوس هنله

۸) با افزایش هورمون آلدوسترون، کاهش پیدا می‌کند ← هیچ‌کدام

مقایسه	شبکهٔ مویرگی اول	شبکهٔ مویرگی دوم
نام (های) دیگر	گلومرول - کلافک	دور لوله ای
محل قرارگیری	درون کپسول بومن (نه اطراف آن)	اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و هنله
رگ ورودی	سرخرگ آوران	سرخرگ وابران
رگ خروجی	سرخرگ وابران	سیاهرگ کوچک
رگ‌های دو طرف آن	هر دو سرخرگ	یکی سرخرگ یکی سیاهرگ
فرایند مؤثر در تشکیل ادرار	تراوش	ترشح و باز جذب
رنگ خون	روشن	ابتدا روشن بعد تیره
فشارخون	زیادتر	کمتر
در بخش قشری	حضور دارد.	حضور دارد.
در بخش مرکزی	حضور ندارد.	حضور دارد. (به دلیل هنله)
وسعت و گستردگی	وسعت کم	وسعت زیاد
میزان مواد دفعی	زیاد	کم
جنس	بافت پوششی سنگ‌فرشی تک لایه	
جهت حرکت مواد	به درون نفرون	به درون نفرون و خون
در اطراف مجاری جمع کننده	دیده نمی‌شود، چون مویرگی در اطراف آن وجود ندارد.	

ویژگی/ ساختار	بخش قشری کلیه	بخش مرکزی کلیه	
		هرم کلیه	انشعابات بخش قشری
انشعابات سرخرگ کلیه	✓	✓	✓
انشعابات ابتدایی سرخرگ کلیه	✗	✗	✓
انشعابات سیاهرگ کلیه	✓	✓	✓
لولهٔ هنله	✗	✓	✗
مجرای جمع‌کنندهٔ ادراری	✗	✓	✗
لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک و دور	✓	✗	✗
کپسول بومن و گلومرول	✓	✗	✗
تماس با لگنچه	✗	✓	✓



* تمامی مواد تراوش شده از گلومرول در تعرق باقی نمی‌ماند بلکه بخشی از مواد تراوش شده از بازجذب، ترشح و تعرق می‌یابد.

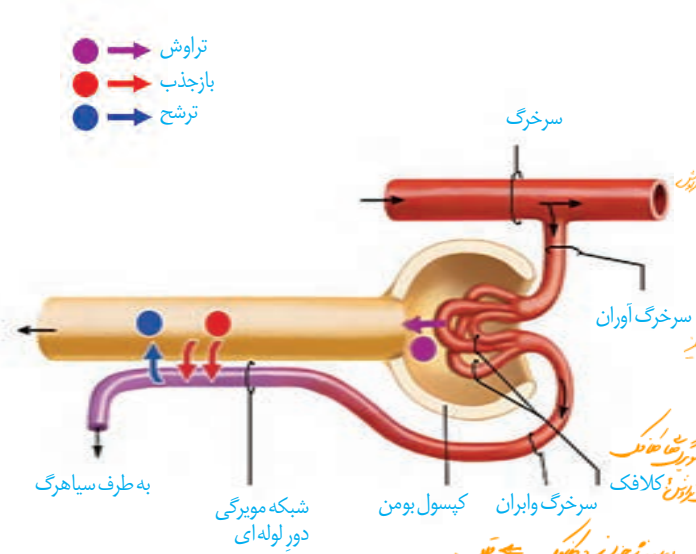
* در تعرق‌ها بخش سلولی خون، پلاسما و پروتئین‌ها دیده نمی‌شوند.

مورد مقایسه	تراوش	بازجذب	ترشح
مصرف مولکول ATP	✗	✓ در بیشتر موارد	✓ در بیشتر موارد
ورود مواد به نفرون	✓	✗	✓
خروج مواد از نفرون	✗	✓	✓
انجام شدن در مجرای جمع کننده و خارج از نفرون	✗	✓	✓
مویرگ‌های مؤثر در انجام آن	کلافک	مویرگ‌های دورلوله‌ای	مویرگ‌های دورلوله‌ای
تغییر میزان آن بر اثر هورمون ضدادراری و آلدوسترون	✗	✓	✗
قابل انجام در بخش قشری	✓	✓	✓
قابل انجام در بخش مرکزی	✗	✓	✓

گفتار ۲ تشکیل ادرار و تخلیهٔ آن

فرایند تشکیل ادرار، شامل سه مرحله **تراوش**، **بازجذب** و **ترشح** است (شکل ۶).

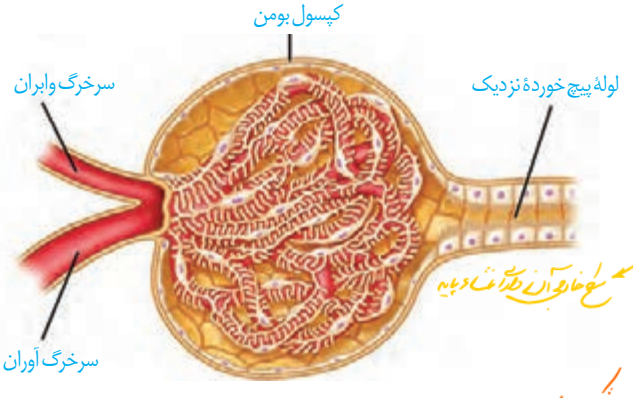
۱ تراوش: تراوش، نخستین مرحلهٔ تشکیل ادرار است. در این مرحله بخشی از خوناب در نتیجهٔ فشار خون از کلافک خارج شده به کپسول بومن وارد می‌شوند. این فرایند را **تراوش** می‌نامند. هم ساختار کلافک و هم ساختار کپسول بومن برای تراوش متناسب شده است. مویرگ‌های کلافک از نوع منفذدار هستند و بنابراین امکان خروج مواد از آنها به خوبی فراهم است. مولکول‌های بزرگ نمی‌توانند وارد کپسول بومن شوند.



شکل ۶ــ فرایند تشکیل ادرار

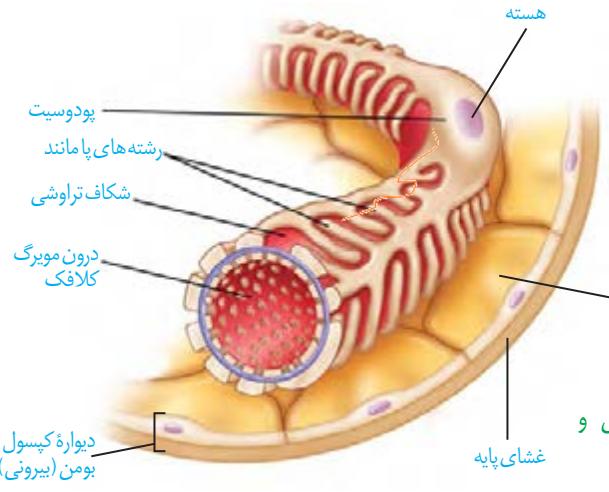
برای اینکه فشار تراوشی به حد کافی زیاد باشد سازوکار ویژه‌ای در نظر گرفته شده است. قطر سرخرگ آوران بیشتر از قطر سرخرگ وابران است و این، فشار تراوشی را در مویرگ‌های کلافک افزایش می‌دهد (شکل ۷).

اطراف کلافک را کپسول بومن احاطه کرده است.



شکل ۷ــ کلافک درون کپسول بومن

کپسول بومن شامل دو دیواره است؛ یکی **بیرونی** و دیگری **درونی**. دیوارهٔ بیرونی از یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساده و دیوارهٔ درونی که با کلافک در تماس است، از یاخته‌هایی به نام **پودوسیت** تشکیل شده است (شکل ۸). هریک از پودوسیت‌ها رشته‌های کوتاه و پا مانند فراوانی دارد. پودوسیت‌ها با پاهای خود اطراف مویرگ‌های کلافک را احاطه کرده‌اند. شکاف‌های باریک متعددی که در فواصل بین پاها وجود دارد به خوبی امکان نفوذ مواد را به دیوارهٔ درونی فراهم می‌کند.



شکل ۸ــ دیوارهٔ بیرونی و درونی کپسول بومن

مراحل تشکیل ادرار	تراوش	ترشح	بازجذب
چندمین مرحلهٔ تشکیل ادرار است؟	اولین	سومین	دومین
در کدام بخش از گردیزه انجام می‌شود؟	فقط کپسول بومن	سایر بخش‌های گردیزه به‌جزء کپسول بومن	
در مجرای جمع‌کننده انجام می‌شود؟	×	✓	
مواد بر چه اساسی جابه‌جا می‌شوند؟	اندازه	اندازه و نیاز بدن به آن ماده	
مصرف انرژی زیستی توسط یاخته‌های گردیزه	ندارد	در بیشتر موارد با مصرف انرژی زیستی است.	
مواد در جهت خروج از مویرگ حرکت می‌کنند؟	✓		×
مواد در جهت ورود به مویرگ حرکت می‌کنند؟	×		✓
در کدام شبکهٔ مویرگی کلیه دیده می‌شود؟	اول (گلومرول)	دوم (دورلوله‌ای)	

هر مرحله‌ای از فرایندهای تشکیل ادرار که .....

۱ انتخاب مواد تنها بر اساس اندازه آن‌ها صورت می‌گیرد: تراوش

۲ در محل مویرگ‌هایی با غشای پایهٔ ضخیم‌تر نسبت به سایر مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی و کبد به انجام می‌رسد: تراوش

۳ در برجسته‌ترین قسمت گردیزه (نفرون) انجام می‌شود: تراوش

۴ بدون صرف انرژی زیستی (مصرف مستقیم آدنوزین تری فسفات یا ...) در کلیه انجام می‌شود: تراوش

۵ توسط یاخته‌های مکعبی در لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک آغاز می‌شود: بازجذب + ترشح

۶ در شبکهٔ مویرگی احاطه شده توسط دو سرخرگ انجام می‌شود: تراوش

۷ توسط لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، قوس هنله و لولهٔ پیچ‌خوردهٔ دور انجام نمی‌شود: تراوش

۸ در بازگرداندن مواد مفید به شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای نقش دارد: بازجذب

۹ مهم‌ترین علت آن ناشی از انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن چپ است: تراوش

۱۰ توسط یاخته‌های مجرای جمع‌کننده انجام می‌شود: ترشح - بازجذب

۱۱ اکثراً با صرف انرژی زیستی انجام می‌شود: ترشح - بازجذب

۱۲ به دفع داروها و یون‌های هیدروژن اضافی اقدام می‌کند: ترشح

۱۳ مرتبط با یون مثبت حاصل از تجزیهٔ کربنیک اسید در فراوان‌ترین گویچه‌های خونی است: ترشح

۱۴ مرتبط با یون منفی حاصل از تجزیهٔ کربنیک اسید در فراوان‌ترین گویچه‌های خونی است: بازجذب

۱۵ توسط شبکهٔ مویرگی احاطه شده توسط دو نوع رگ متفاوت (سرخرگ - سیاهرگ) انجام می‌شود: ترشح - بازجذب

۱۶ در خارج از ساختار گردیزه‌ها نیز انجام می‌شود: ترشح - بازجذب

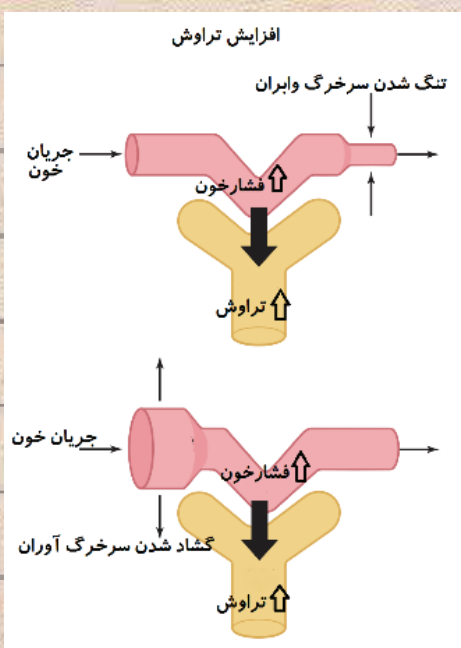
۱۷ در تنظیم میزان اسیدیتهٔ خون مؤثر است : بازجذب - ترشح

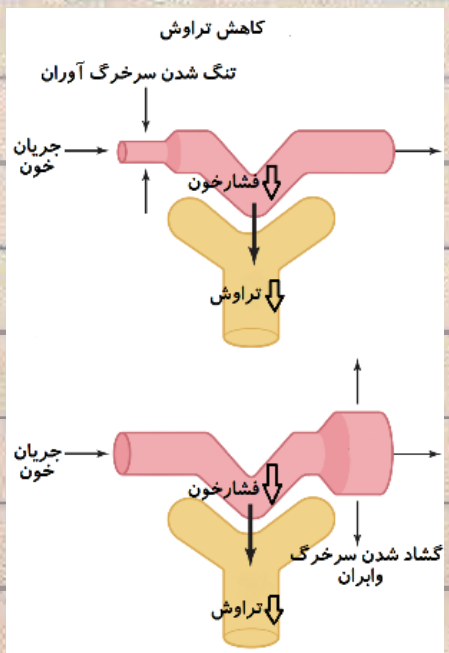
۱۸ به‌واسطه یاخته‌های پودوسیت (نوع خاصی از یاخته‌های پوششی) با کارایی بیشتری انجام می‌شود: تراوش

۱۹ در جریان آن مواد از درون سیتوپلاسم یاخته‌های گردیزه عبور می‌کنند: ترشح - بازجذب

۲۰ به دلیل وجود ریزپرزها در سطح گروهی از یاخته‌های گردیزه به مقدار بیشتری انجام می‌شود: بازجذب

- تراوش ← از مویرگ به بافت‌ها — فعال — مصرف ATP
  - فشار خون بیشتر بودن
- بازجذب ← از بافت‌ها به مویرگ — فعال یا غیرفعال
  - مصرف ATP
  - فشار خون کمتر بودن نسبت به بافت‌ها
- ترشح ← از مویرگ به بافت‌ها — فعال یا غیرفعال





	کبد	طحال
در آن گویچهٔ قرمز تجزیه می‌شود.	✓	✓
توانایی تولید گویچهٔ قرمز؟	✓ (فقط در دوران جنینی)	✓ (فقط دوران جنینی)
تولید نوعی مادهٔ آلی از معدنی	✓ (تولید اوره از آمونیاک و CO_2)	–
دارای مویرگ‌های خونی با دو انتهای متصل به یک نوع رگ	✓ (شبکهٔ مویرگی بین سیاهرگ باب و فوق کبدی)	–
خون خارج‌شده از آن می‌تواند وارد کدام سیاهرگ شود؟	سیاهرگ فوق کبدی	سیاهرگ باب
لنف خود را به کدام مجرای لنفی می‌دهد؟	چپ	چپ
به دفع بعضی از مولکول‌های آلی بدن کمک می‌کنند.	✓	–
در فرایند انعقاد خون مؤثر هستند.	✓ (مثلن با تولید پروتئین‌ها)	–
توانایی تغییر در میزان سمّیت یک مادهٔ دفعی نیتروژن‌دار را دارد.	✓ (کاهش سمیّت آمونیاک، با تبدیل‌کردن آن به اوره)	–
در تغییر میزان هماتوکریت مؤثر است.	✓ (به واسطهٔ مؤثربودن در میزان گویچه‌های قرمز و ترشح اریتروپویتین)	✓ (به واسطهٔ مؤثربودن در تخریب گویچه‌های قرمز)

باز جذب: در تراوش، مواد براساس اندازه وارد گُردیزه می‌شوند و هیچ انتخاب دیگری صورت نمی‌گیرد. بنابراین، هم مواد دفعی مثل اوره و هم مواد مفید مثل گلوکز و آمینواسیدها به گُردیزه وارد می‌شوند. مواد مفید دوباره باید به خون بازگردند. این مواد از طریق مویرگ‌های دورلوله‌ای، دوباره جذب و به این ترتیب به خون وارد می‌شوند. این فرایند را **بازجذب** می‌نامند.

به محض ورود مواد تراوش شده به لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، بازجذب آغاز می‌شود. دیوارهٔ لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارند. ریزپرزها سطح بازجذب را افزایش می‌دهند. به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گُردیزه، بیش از سایر قسمت‌هاست (شکل ۹).

شکل ۹ــ یاخته های ریزپرز دار لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک

در بیشتر موارد، بازجذب فعّال است و با صرف انرژی انجام می‌گیرد؛ گرچه بازجذب ممکن است غیرفعّال باشد مثل بازجذب آب که با اسمز انجام می‌شود.

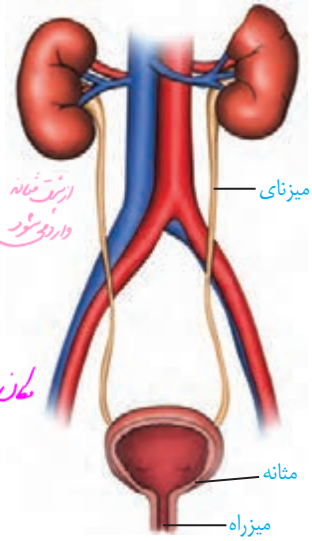
ترشح: ترشح در جهت مخالف بازجذب رخ می‌دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ‌های دورلوله‌ای یا خودِ یاخته‌های گُردیزه به درون گُردیزه ترشح می‌شوند. این فرایند را **ترشح** می‌نامند. ترشح در بیشتر موارد به روش فعّال و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد.

- ترشح در تنظیم میزان pH خون، نقش مهمی دارد. (اگر pH خون کاهش یابد، کلیه‌ها یون هیدروژن را ترشح می‌کنند. اگر pH خون افزایش یابد، کلیه بیکربنات بیشتری دفع می‌کند و به این ترتیب pH خون را در محدودهٔ ثابتی نگه می‌دارد.)
- بعضی سموم و داروها به وسیلهٔ ترشح دفع می‌شوند.

تخلیهٔ ادرار

ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنای به مثانه وارد می‌شود (شکل ۱۰). حرکت کرمی‌دیوارهٔ میزنای، که نتیجهٔ انقباضات ماهیچهٔ صاف دیوارهٔ آن است، ادرار را به پیش می‌راند. پس از ورود به مثانه دریچه‌ای که حاصل چین‌خوردگی مخاط مثانه روی دهانهٔ میزنای است، مانع بازگشت ادرار به میزنای می‌شود.

مثانه، کیسه‌ای است ماهیچه‌ای که ادرار را موقتاً ذخیره می‌کند. چنانچه حجم ادرار جمع‌شده در آن از حدّ مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیوارهٔ مثانه باعث فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار می‌شود. در محلِّ اتصال مثانه به میزراه، بنداره‌ای قرار دارد که به هنگام ورود ادرار باز می‌شود. این بنداره، که **بنداره داخلی میزراه** نام دارد، از نوع ماهیچهٔ صاف و غیرارادی است. بعد از این بنداره، بنداره دیگری به نام **بنداره خارجی میزراه** وجود دارد که از نوع ماهیچهٔ مخطط و ارادی است. در نوزادان و کودکانی که هنوز ارتباط مغز و نخاعِ آنان به طور کامل شکل نگرفته است، تخلیهٔ مثانه به صورت غیرارادی صورت می‌گیرد.



شکل ۱۰ــ ترسیمی از دستگاه دفع ادرار در انسان

تنظیم pH خون توسط کلیه‌ها در شرایط مختلف

فرایند	اسهال	استفراغ	فعالیت ماهیچه‌ای شدید	فعالیت تنفسی شدید
تغییر در pH خون	↓ اسیدی‌تر	↑ قلیایی‌تر	↓ اسیدی‌تر (افزایش CO_2 خون)	↑ قلیایی‌تر (کاهش CO_2 خون)
ترشح یون هیدروژن (غلظت H^+ در ادرار)	↑افزایش	↓ کاهش	↑افزایش	↓ کاهش
دفع یون بیکربنات (غلظت بیکربنات در ادرار)	↓ کاهش	↑افزایش	↓ کاهش	↑افزایش

میزنای ≠ میزراه

مواد‌ی که بازجذب می‌شوند:

۱ مقدار دفعشان از مقدار تراوش شده، کمتر است.

۲ مقدار آنها در سیاهرگ کلیه بیشتر از سرخرگ وابران و در صورتی که به طور کامل بازجذب شوند، مقدارشان در سیاهرگ کلیه و سرخرگ آوران، یکسان است.

۳ در سرخرگ وابران نسبت به سیاهرگ کلیه و سرخرگ آوران، کمتر است؛ چون در مویرگ ایجاد شده از سرخرگ آوران، مواد تراوش می‌شوند. از این مواد تراوش شده، مولکول‌هایی که بازجذب می‌شوند به شبکهٔ دورلوله‌ای و سیاهرگ کلیه وارد می‌شوند.

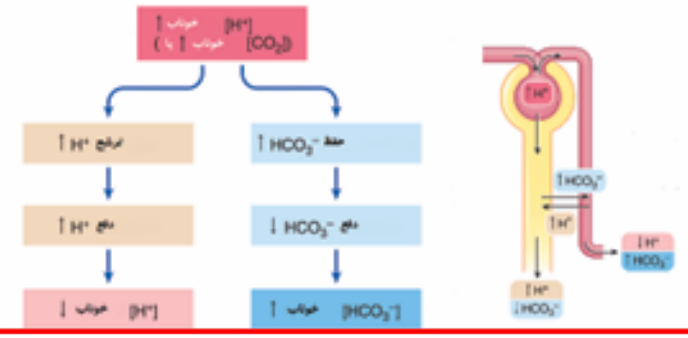
در فرایند بازجذب، یک مولکول برای ورود به شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای باید مسیر زیر را طی کند:

فضای درون نفرون ← عبور از غشای رو به داخل یاخته‌های (مکعبی) دیوارهٔ نفرون ← وارد شدن به سیتوپلاسم یاخته‌های دیوارهٔ نفرون ← عبور از غشای رو به مایع میان‌بافتی یاخته‌های (مکعبی) دیوارهٔ نفرون ← وارد شدن به مایع میان بافتی ← عبور از دیوارهٔ مویرگ دورلوله‌ای ← خوناب!

برای ترشح دو مسیر داریم:

مسیر اول: مولکول درون سیتوپلاسم یاخته‌های دیوارهٔ نفرون ← عبور از غشای رو به داخل نفرون ← ورود به درون نفرون.

مسیر دوم: مولکول درون خوناب ← عبور از دیوارهٔ مویرگ دورلوله‌ای ← مایع میان بافتی ← عبور از غشای رو به مایع میان بافتی دیوارهٔ نفرون ← سیتوپلاسم یاخته‌های دیوارهٔ نفرون ← عبور از غشای رو به داخل یاخته‌های نفرون ← وارد شدن به درون نفرون!



ترشح و بازجذب دو فرایند از تشکیل ادرار هستند که دقیقاً در جهت مخالف یکدیگرند و در بخش‌های مشترک از گردیزه رخ می‌دهند.

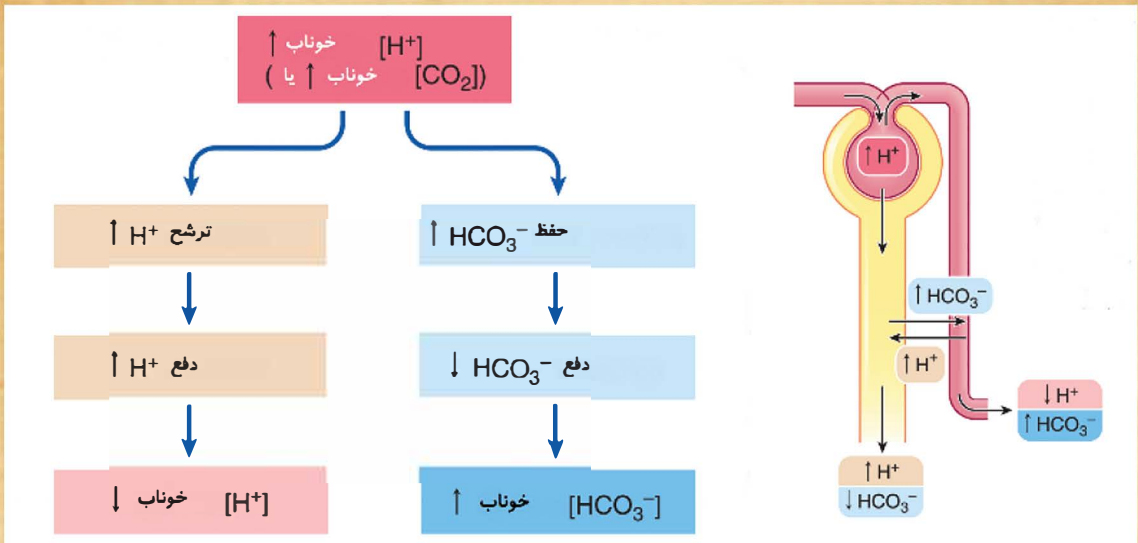
تغییر در دفع یون بیکربنات، با تغییر در بازجذب آن امکان‌پذیر است. در واقع زمانی که pH خون افزایش می‌یابد، میزان بازجذب یون بیکربنات، کم می‌شود و در نتیجه دفعش زیاد خواهد شد!

بندارهٔ داخلی	بندارهٔ خارجی
از یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف تشکیل شده است.	از یاخته‌های ماهیچه‌ای اسکلتی (مخطط) تشکیل شده است.
در محل اتصال مثانه به میزراه قرار دارد.	در طول میزراه و بعد از بندارهٔ داخلی قرار گرفته است.
در مردان هر دو بندارهٔ پایین‌تر از مثانه و غدد وزیکول‌سمینال قرار دارند (فصل ۷ یازدهم)	
در مردان بالاتر از غدهٔ پروستات و غدد پیازی میزراهی قرار دارد.	در مردان پایین‌تر از غدهٔ پروستات و تقریباً هم‌سطح با غدد پیازی میزراهی قرار دارد.
توسط اعصاب خودمختار عصب‌دهی می‌شود.	توسط اعصاب پیکری عصب‌دهی می‌شود.
بعد از فعال شدن انعکاس تخلیهٔ ادرار، به صورت غیرارادی باز می‌شود و منجر به ورود ادرار به میزراه می‌شود.	در حالت عادی بسته است ولی بعد از جمع شدن ادرار در پشت آن، می‌تواند به صورت ارادی از انقباض خارج شود.
یاخته‌های ماهیچه‌ای هر دو بنداره در حالت عادی منقبض هستند؛ در زمان تخلیهٔ ادرار به دلیل عدم دریافت پیام انقباض از سوی نورون‌های حرکتی، از حالت انقباض خارج و در نتیجه بنداره باز می‌شود.	

مقایسه		تراوش	ترشح	باز جذب
با صرف انرژی؟		خیر	اغلب بله	اغلب بله
محل انجام فرایند	کپسول بومن	بله	خیر	خیر
	لولهٔ پیچ‌خورده دور و نزدیک	خیر	بله	بله
	قوس هنله	خیر	بله	بله
	مجرای جمع کننده	خیر	بله	بله
از تباط	با شبکهٔ مویرگی اول	بله	خیر	خیر
	با شبکهٔ مویرگی دوم	خیر	بله	بله
اساس عبور مواد		اندازه	انتخابی	انتخابی

هورمون‌های دخیل (فقط در باز جذب)	ضد ادراری ← باز جذب آب آلدوسترون ← باز جذب سدیم پاراتیروئیدی ← باز جذب کلسیم		
امکان رخ دادن بدون نیاز به انرژی	خیر (انرژی انقباض بطن)	خیر (انرژی جنبشی)	خیر (انرژی جنبشی)
هورمون‌های مؤثر در تنظیم اسیدیتهٔ خون	افزایش گاسترین ← افزایش PH خون ← افزایش دفع بی‌کربنات افزایش سکرتین ← کاهش PH خون ← افزایش ترشح هیدروژن کاهش انسولین ← کاهش PH خون ← افزایش ترشح هیدروژن		
میزان مواد انتقالی	تراوش > بازجذب > ترشح		
آغاز فرایند	کپسول بومن		لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک
پایان فرایند	کپسول بومن		مجرای جمع کننده

	آمونیاک	اوره	اوریک اسید
نوعی مادهٔ آلی است.	خیر	بله	بله
چگونه تولید می‌شود؟	حاصل متابولیسم آمینواسیدها	از ترکیب آمونیاک و CO_2	–
کجا تولید می‌شود؟	تقریبن همهٔ یاخته‌های بدن	در یاخته‌های کبدی	–
میزان سمیت	بیشترین	کم‌تر از آمونیاک	–
میزان در ادرار	–	بیشترین مادهٔ آلی	کم‌تر از اوره
بیماری مرتبط	–	–	نقرس + سنگ کلیه
حلالیت در آب	دارد	دارد	کم
امکان دفع با فواصل زمانی	ندارد	دارد	دارد

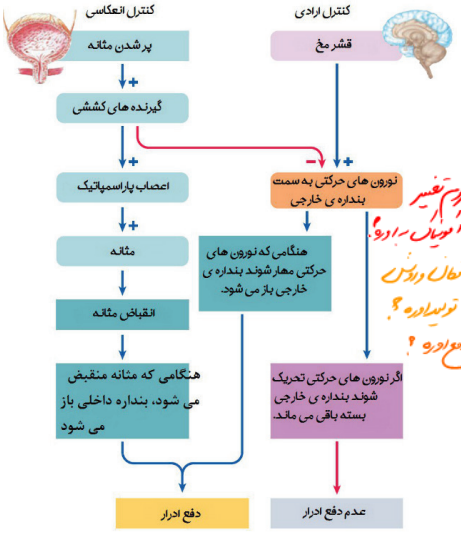


مقایسهٔ بنداره و دریچه‌های میزراه و میزنای

نام دریچه	نحوهٔ ایجاد	محل	عصب‌دهی	نقش	نحوه بازشدن
دریچهٔ انتهای میزنای	چین‌خوردگی مخاط مثانه	محل اتصال میزنای به مثانه	-	ممانعت از بازگشت ادرار به میزنای و کلیه	توسط جریان ادرار
بندارهٔ داخلی میزراه	ماهیچهٔ صاف حلقوی	محل اتصال مثانه به میزراه	غیرارادی	کنترل ورود ادرار از مثانه به میزراه	افزایش انقباض ماهیچهٔ صاف دیوارهٔ مثانه و استراحت غیرارادی ماهیچه
بندارهٔ خارجی میزراه	ماهیچهٔ مخطط حلقوی	در طول میزراه	ارادی	کنترل حرکت ادرار در میزراه و خروج از بدن	تحت تأثیر پیام حرکتی از قشر مخ

ترکیب شیمیایی ادرار: (دو فرایند بازجذب و ترشح، ترکیب مایع تراوش شده را هنگام عبور از گردیزه و مجرای جمع‌کننده، تغییر می‌دهند و آنچه به لگنچه می‌ریزد، ادرار است.)

حدود ۹۵ درصد ادرار را آب تشکیل می‌دهد. دفع آب از طریق ادرار، راهی است برای تنظیم مقدار آب بدن. یون‌ها نیز بخش مهمی از ادرار را تشکیل می‌دهند که دفع آن‌ها برای حفظ تعادل یون‌ها صورت می‌گیرد.



فراوان‌ترین مادهٔ دفعی الی در ادرار، **اوره** است. اوره چرا و چگونه تشکیل می‌شود؟ در نتیجهٔ تجزیهٔ موادی مانند آمینو اسیدها، **آمونیاک** تولید می‌شود که بسیار سمّی است. تجمع آمونیاک در خون به سرعت به مرگ می‌انجامد. کبد، آمونیاک را از طریق ترکیب آن با کربن‌دی‌اکسید به اوره تبدیل می‌کند. ویژگی سمی‌بودن اوره از آمونیاک بسیار کمتر است و بنابراین، امکان انباشته شدن آن و دفع با فواصل زمانی امکان‌پذیر است. کلیه‌ها اوره را از خون می‌گیرند و همراه با ادرار از بدن دفع می‌کنند.

دیگر مادهٔ دفعی نیتروژن‌دار در ادرار **اوریک اسید** است. اوریک اسید انحلال‌پذیری زیادی در آب ندارد؛ بنابراین تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است. رسوب بلورهای اوریک اسید در کلیه‌ها باعث ایجاد سنگ کلیه و در مفاصل باعث بیماری نقرس می‌شود. نقرس یکی از بیماری‌های مفصلی است که با دردناک‌شدن مفاصل و التهاب آن‌ها همراه است.

تنظیم آب: تنظیم آب تحت تنظیم عوامل مختلفی مثل هورمون‌ها قرار دارد. یکی از سازوکارها به غلظت مواد حل شده در خون ارتباط دارد. اگر غلظت این مواد از حدّ مشخصی فراتر رود، مرکز تشنگی در هیپوتالاموس تحریک می‌شود 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 کلیه‌ها، بازجذب آب را افزایش می‌دهد و به این ترتیب دفع آب از راه ادرار کاهش پیدا می‌کند.

اگر بنا به عللی هورمون ضد ادراری ترشح نشود، مقدار زیادی ادرار رقیق از بدن دفع می‌شود. چنین حالتی به **دیابت بی‌مزه** معروف است. مبتلایان به این بیماری احساس تشنگی می‌کنند و مایعات زیادی می‌نوشند. این بیماری به علت برهم زدن توازن آب و یون‌ها در بدن، نیازمند توجه جدّی است.

مواد دفعی نیتروژن‌دار انسان			
نوع مادهٔ سمی نیتروژن‌دار	آمونیاک	اوره	اوریک‌اسید
منشأ تولید	تجزیهٔ موادی مانند آمینواسیدها	ترکیب آمونیاک و کربن دی‌اکسید	تجزیهٔ بعضی از ترکیبات نیتروژن‌دار
محل تولید	یاخته‌های مختلف بدن	کبد	یاخته‌های مختلف بدن
انحلال‌پذیری در آب	——	بیشتر از اوریک‌اسید	کم ← تمایل به رسوب و تشکیل بلور
میزان سمیّت	زیاد	بسیار کمتر از آمونیاک	——
عوارض تجمع در بدن	به‌سرعت باعث مرگ می‌شود	امکان انباشته‌شدن آن در بدن و دفع با فواصل زمانی وجود دارد	در کلیه‌ها: سنگ کلیه در مفاصل: نقرس ← التهاب و درد مفصل
فراوانی در ادرار	✗	فراوان‌ترین مادهٔ دفعی آلی ادرار	کمتر از اوره

* دریچه‌ها دهانه‌ی غیرهای در مثانه باعث یک طرفه شدن جریان ادرار به مثانه می‌شود.

* ترکیبات ادرار ← 95٪ H_2O (سفید)

5٪ مواد محلول در آب ← مواد دفعی نیتروژن‌دار (یونها)

مواد آلی ← اوره

اسید اوریک

* فراوان‌ترین مادهٔ داخل ادرار ← آب (رنگی)

* " " " ← آلی ← اوره (آلی)

* تولید اوره ← کبد

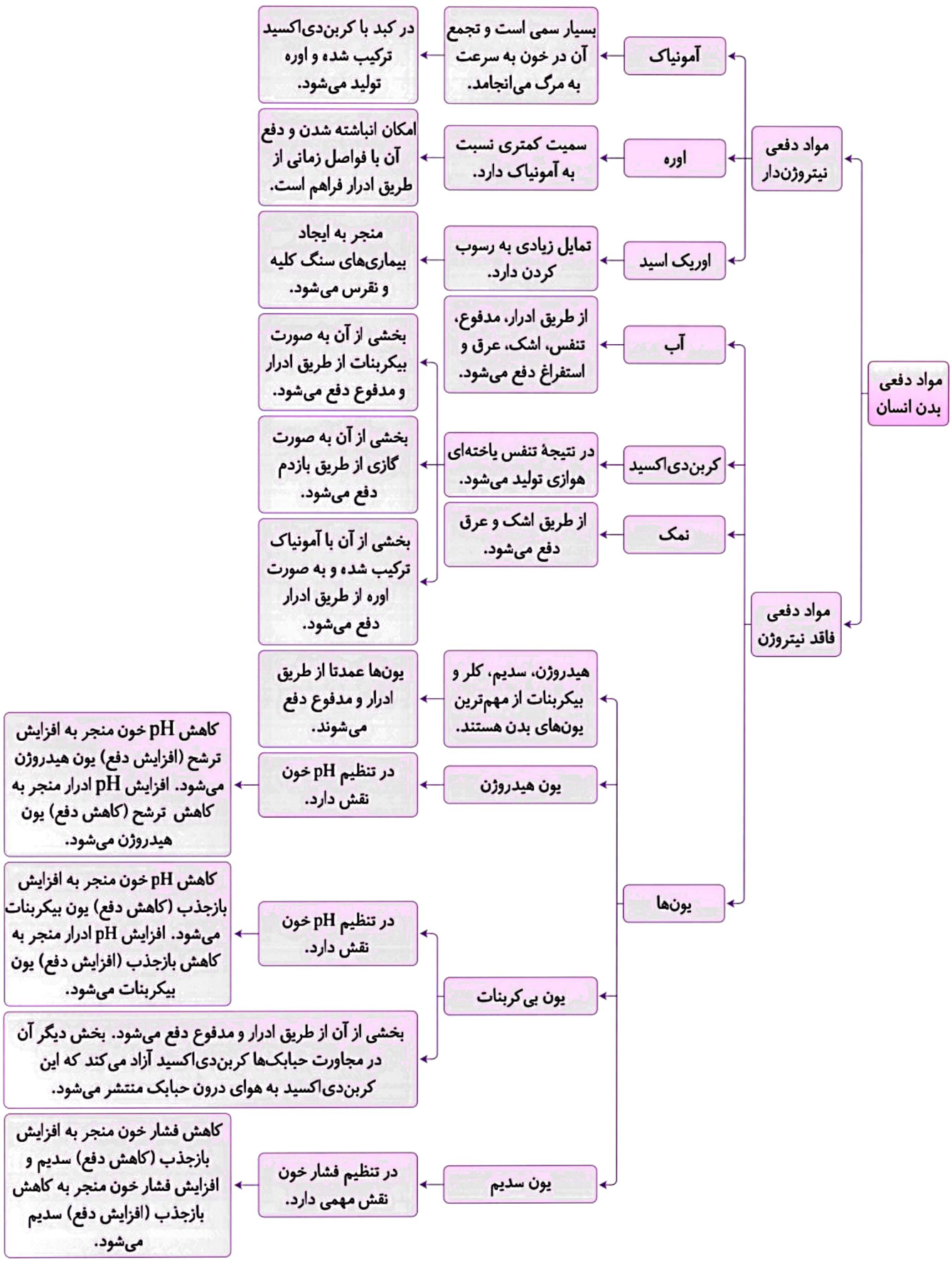
* دفع اوره ← کلیه

↑ آب بدن ← تحریک گیرنده‌های فشاری

↓ اثر بر هیپوتالاموس

↓ پاسخ هورمونی ← تولید هورمون ضدادراری ADH

↓ پاسخ عصبی ← ایجاد حس تشنگی


مواد دفعی بدن انسان
مواد دفعی نیتروژن‌دار
آمونیاک
بسیار سمی است و تجمع آن در خون به سرعت به مرگ می‌انجامد.
در کبد با کربن‌دی‌اکسید ترکیب شده و اوره تولید می‌شود.
اوره
سمیت کمتری نسبت به آمونیاک دارد.
امکان انباشته شدن و دفع آن با فواصل زمانی از طریق ادرار فراهم است.
اوریک اسید
تمایل زیادی به رسوب کردن دارد.
منجر به ایجاد بیماری‌های سنگ کلیه و نقرس می‌شود.
مواد دفعی فاقد نیتروژن
آب
از طریق ادرار، مدفوع، تنفس، اشک، عرق و استفراغ دفع می‌شود.
بخشی از آن به صورت بیکربنات از طریق ادرار و مدفوع دفع می‌شود.
کربن‌دی‌اکسید
در نتیجهٔ تنفس یاخته‌ای هوازی تولید می‌شود.
بخشی از آن به صورت گازی از طریق بازدم دفع می‌شود.
نمک
از طریق اشک و عرق دفع می‌شود.
بخشی از آن با آمونیاک ترکیب شده و به صورت اوره از طریق ادرار دفع می‌شود.
یون‌ها
هیدروژن، سدیم، کلر و بیکربنات از مهم‌ترین یون‌های بدن هستند.
یون‌ها عمدتا از طریق ادرار و مدفوع دفع می‌شوند.
یون هیدروژن
در تنظیم pH خون نقش دارد.
کاهش pH خون منجر به افزایش ترشح (افزایش دفع) یون هیدروژن می‌شود. افزایش pH ادرار منجر به کاهش ترشح (کاهش دفع) یون هیدروژن می‌شود.
یون بی‌کربنات
در تنظیم pH خون نقش دارد.
کاهش pH خون منجر به افزایش بازجذب (کاهش دفع) یون بیکربنات می‌شود. افزایش pH ادرار منجر به کاهش بازجذب (افزایش دفع) یون بیکربنات می‌شود.
بخشی از آن از طریق ادرار و مدفوع دفع می‌شود. بخش دیگر آن در مجاورت حبابک‌ها کربن‌دی‌اکسید آزاد می‌کند که این کربن‌دی‌اکسید به هوای درون حبابک منتشر می‌شود.
یون سدیم
در تنظیم فشار خون نقش مهمی دارد.
کاهش فشار خون منجر به افزایش بازجذب (کاهش دفع) سدیم و افزایش فشار خون منجر به کاهش بازجذب (افزایش دفع) سدیم می‌شود.

تولید آمونیاک توسط یاخته‌های بدن فقط از تجزیهٔ آمینواسید نیست! مثلاً از تجزیهٔ نوکلئوتیدها هم، آمونیاک حاصل می‌شود.

در اثر افزایش بیش از حد اوریک‌اسید در بدن، هم سنگ کلیه می‌تواند ایجاد شود و هم نقرس!

یاخته‌های کبدی می‌توانند مواد معدنی را به مواد آلی تبدیل کنند.

مسیر حرکت اوره از کبد تا زمان دفع شدن را ببینید:

تولید اوره توسط یاخته‌های کبدی ← ورود اوره به مویرگ نابیوستهٔ کبدی ← سیاهرگ فوق‌کبدی ← بزرگ سیاهرگ زیرین ← قلب (دهلیز راست و بعد بطن راست) ← سرخرگ ششی ← مویرگ اطراف حبابک‌ها ← سیاهرگ ششی ← قلب (دهلیز چپ و بعد بطن چپ) ← سرخرگ آئورت ← سرخرگ کلیه ← سرخرگ بین هرمی ← سرخرگ‌های کوچک‌تر بخش قشری ← سرخرگ آورانت ← کلافک ← ورود به درون کپسول بومن و نفرون از طریق تراوش!

بدانید که اوره در این مسیر از ۳ بستر مویرگی عبور می‌کند: مویرگ نابیوستهٔ کبدی + مویرگ حبابک + مویرگ ملفذدار کلافک.

طبق متن کتاب درسی و کنکور ۱۴۰۰، کبد می‌تواند با تغییر در مقادیر چشم‌گیری از آمونیاک به اوره، از سمیت آمونیاک بکاهد.

در یاخته‌های کبدی تولیدکنندهٔ اوره، آنزیمی وجود دارد که پیش‌مادهٔ و فراورده‌اش سمی هستند.

نارسایی کبدی مثلاً به دلیل اثر الکل بر روی آن می‌تواند منجر به کاهش تولید اوره در بدن شود!

اثر هورمون ضدادراری می‌تواند غلظت مواد درون مایع تراوش شده را در طول نفرون و مجاری جمع‌کننده تغییر دهد. مثلاً با اثر این هورمون غلظت اوره در مجاری جمع‌کننده افزایش می‌یابد چون حجم آب مایع تراوش شده کم می‌شود!

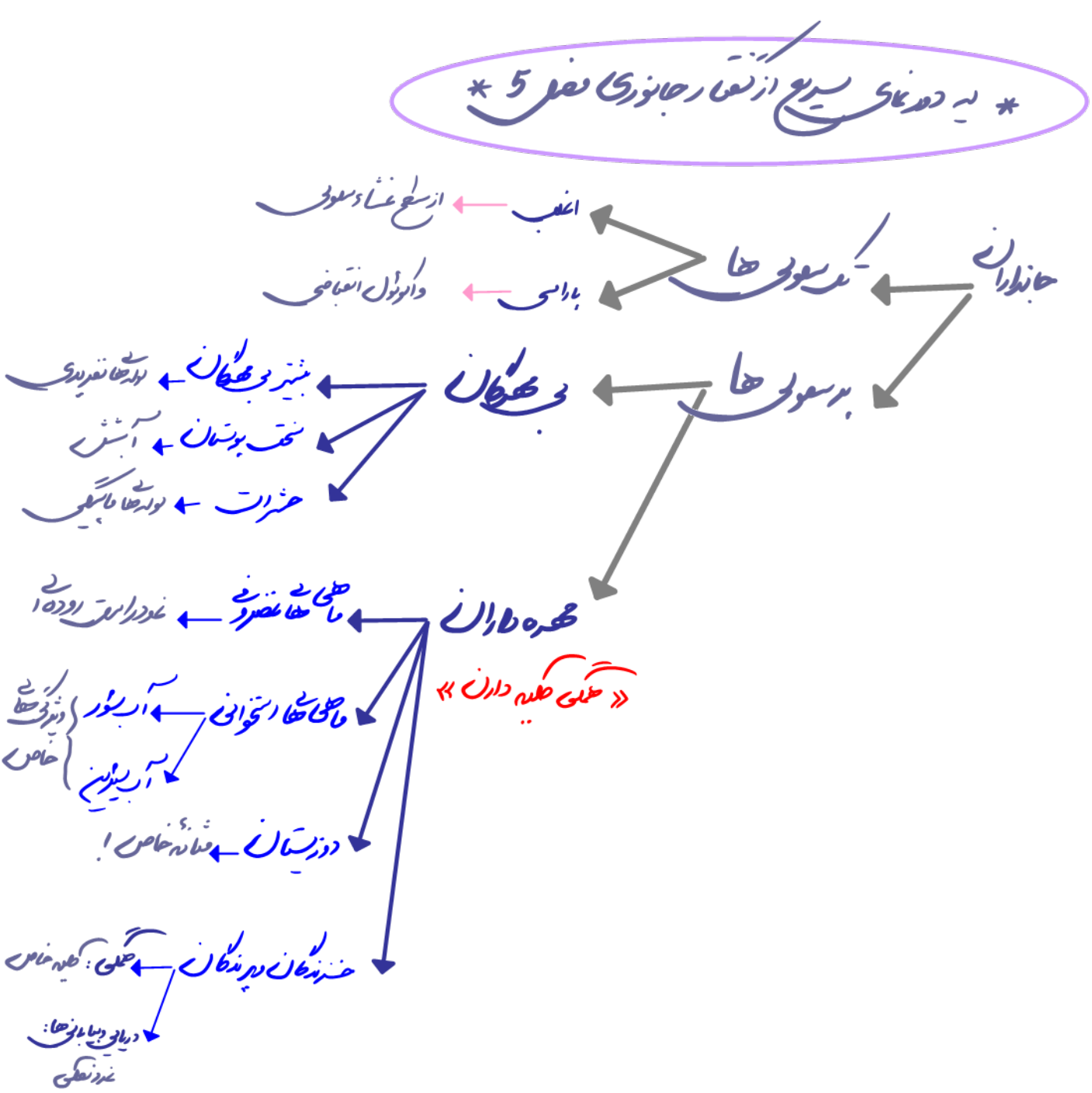
حجم ادرار زیاد می‌شود در صورتی که:

الف) اختلال در هیپوتالاموس و یا هیپوفیز پسین وجود داشته باشد ← به دلیل تولید و ترشح هورمون ضدادراری

ب) ابتلای فرد به دیابت شیرین

ج) کم‌کاری بخش قشری غدهٔ فوق‌کلیه ← هورمون آلدوسترون که از بخش قشری فوق‌کلیه ترشح می‌شود، باعث افزایش بازجذب سدیم و به دنبال آن، آب می‌شود. در صورت کاهش ترشح این هورمون، میزان حجم ادرار افزایش می‌یابد.

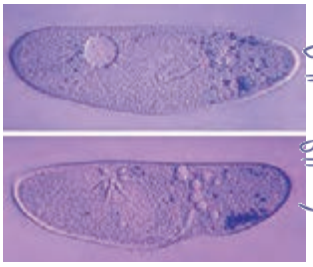
هورمون‌های پاراتیروئیدی با اثر بر کلیه‌ها میزان بازجذب کلسیم را افزایش می‌دهند.



تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران				
نوع جاندار	دفع مواد زائد نیتروژن‌دار		تنظیم اسمزی	
	ساختار	مکانیسم	ساختار	مکانیسم
بسیاری از تک‌یاخته‌ای‌ها	دفع از طریق غشای یاخته		انتشار از طریق غشای یاخته	
پارامسی	واکوئول انقباضی	دفع همراه با آب	واکوئول انقباضی	دفع آب همراه با مواد دفعی
بی‌مهرگان دارای نفریدی	نفریدی	دفع از طریق منفذ نفریدی	نفریدی	دفع از طریق منفذ نفریدی
	نفریدی برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار می‌رود			
سخت‌پوستان	آبشش‌ها	انتشار ساده	ـــــ	ـــــ
حشرات	لوله‌های مالپیگی (متصل به روده)	ورود اوریک‌اسید و آب به لوله‌های مالپیگی و سپس روده و دفع همراه با مدفوع	ـــــ	ـــــ
ماهیان غضروفی	کلیه	تشکیل ادرار	غدد راست‌روده‌ای	ترشح محلول نمک بسیار غلیظ به روده
ماهیان آب شیرین	کلیه	تشکیل ادرار	ـــــ	نوشیدن کم آب + دفع حجم زیادی از آب به‌صورت ادرار رقیق
ماهیان استخوانی آب شور	کلیه	تشکیل ادرار	کلیه و آبشش	۱ـ نوشیدن مقدار زیاد آب ۲ـ دفع برخی یون‌ها به‌صورت ادرار غلیظ توسط کلیه‌ها و برخی از طریق آبشش‌ها
دوزیستان	کلیه	تشکیل ادرار	مثانه	۱ـ ذخیره آب و یون‌ها ۲ـ افزایش اندازه مثانه در محیط خشک ۳ـ کاهش دفع ادرار در محیط خشک ۴ـ افزایش بازجذب آب از مثانه به خون در محیط خشک
خزندگان و پرندگان	کلیه	تشکیل ادرار	کلیه	توانمندی زیاد در بازجذب آب
برخی خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی	کلیه	تشکیل ادرار	غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان	دفع نمک اضافه به‌صورت قطره‌های غلیظ نمکی

گفتار ۳ تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران

در بسیاری از تک یاخته‌ای‌ها تنظیم اسمزی با کمک انتشار انجام می‌شود؛ ولی در برخی دیگر مانند پارامسی، آبی که در نتیجهٔ اسمز وارد می‌شود به همراه مواد دفعی توسط **واکوئول‌های انقباضی** دفع می‌شود (شکل ۱۱).



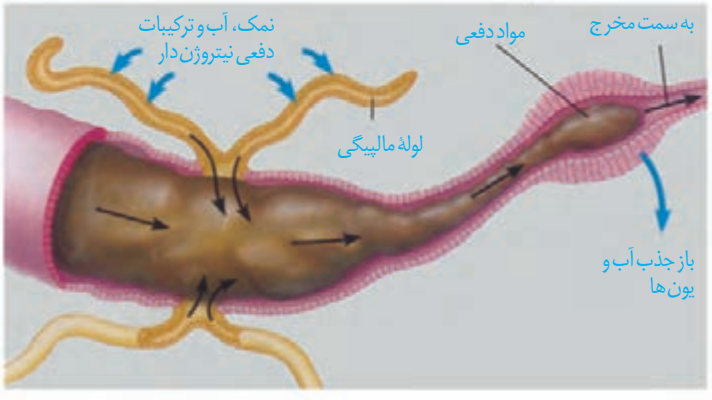
شکل ۱۱ــ واکوئول انقباضی در پارامسی

در بی‌مهرگان

۱ نفریدی: بیشتر بی‌مهرگان دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند. یکی از این ساختارها نفریدی است که برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به‌کار می‌رود. **نفریدی** لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز و دفع از طریق آن انجام می‌شود.

۲ آبشش: در سخت پوستان، مواد دفعی نیتروژن‌دار با انتشار ساده، از آبشش‌ها دفع می‌شوند.

۳ لوله‌های مالپیگی: حشرات سامانهٔ دفعی متصل به روده به‌نام **لوله‌های مالپیگی** دارند (شکل ۱۲). ماده دفعی در حشرات، اوریک اسید است. اوریک اسید همراه با آب به لوله‌های مالپیگی وارد می‌شود. محتوای لوله‌های مالپیگی به روده، تخلیه و با عبور مایعات در روده، آب و یون‌ها بازجذب می‌شوند. اوریک اسید از طریق روده به همراه مواد دفعی دستگاه گوارش دفع می‌شود.



شکل ۱۲ــ لوله‌های مالپیگی

جذب ≠ بازجذب

جذب: گرفتن
* در ریشه
* توسط خاک

بازجذب: پس گرفتن
نمک‌ها
از ریشه توسط خاک
توسط جانداران

	خروج مواد دفعی از جانداران از محیط داخلی	خروج مواد دفعی از جانداران از بدن
تک‌سلولی‌ها	غشای سلولی	غشای سلولی
بی‌مهرگان نقدیس‌دار	نقدیس‌ها	نقدیس‌ها
نرم‌تنان	آبشش‌ها	آبشش‌ها
حشرات	لوله‌های مالپیگی	لوله‌های گوارش
مهره‌داران	نفرون‌ها و کلیه	مثانه

♥ سازوکار مهره‌داران جهت سازش ← جهت تنظیم اسفزینه محیط داخلی است.

مهره داران

همهٔ مهره‌داران کلیه دارند. ماهیان غضروفی (مثل کوسه‌ها و سفره ماهی‌ها) که ساکن آب شور هستند، علاوه بر کلیه‌ها، دارای غدد راست روده‌ای هستند که محلول نمک (سدیم کلرید) بسیار غلیظ را به روده ترشح می‌کنند.

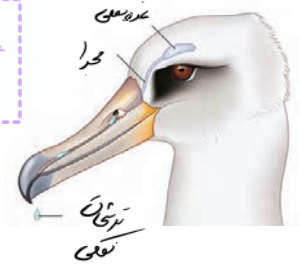
مقایسه	ماهی آب شیرین	ماهی آب شور
غلظت و حجم ادراری	رقیق (حجم زیاد)	غلیظ (حجم کم)
میزان نوشیدن آب	آب زیادی نمی‌نوشند.	مقدار فراوانی آب می‌نوشند.
وجود ماده مخاطی در سطح بدن	دارد.	ندارد.
عملکرد آبشش‌ها	جذب یون‌ها	دفع یون‌ها
فشار اسمزی بدن	بیشتر از محیط	کمتر از محیط
فشار اسمزی محیط	کمتر از بدن ماهی	بیشتر از بدن ماهی
دفع یون‌ها از طریق	کلیه‌ها	کلیه‌ها و آبشش‌ها
جذب یون‌ها از طریق	آبشش‌ها	دستگاه گوارش

در ماهیان آب شیرین، فشار اسمزی مایعات بدن از محیط بیشتر است؛ بنابراین آب می‌تواند وارد بدن شود. برای مقابله با چنین مشکلی، ماهیان آب شیرین معمولاً آب زیادی نمی‌نوشند (باز و بسته شدن دهان در ماهی‌ها تنها به منظور عبور آب و تبادل گازها در آبشش‌هاست). این ماهی‌ها حجم زیادی از آب را به‌صورت ادرار رقیق دفع می‌کنند.

در ماهیان آب شور فشار اسمزی مایعات بدن کمتر از فشار اسمزی محیط است؛ بنابراین آب، تمایل به خروج از بدن دارد. در نتیجه، ماهیان دریایی مقدار زیادی آب می‌نوشند. در این ماهیان برخی یون‌ها توسط کلیه به‌صورت ادرار غلیظ و برخی از طریق یاخته‌های آبشش دفع می‌شوند.

مثانهٔ دوزیستان محل ذخیرهٔ آب و یون‌هاست به هنگام خشک شدن محیط، دفع ادرار کم، و مثانه برای ذخیرهٔ بیشتر آب بزرگ‌تر می‌شود و سپس بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند.

کلیه در خزندگان و پرندگان توانمندی زیادی در بازجذب آب دارد. برخی خزندگان و پرندگان دریایی و بیابانی که آب دریا یا غذای نمک‌دار مصرف می‌کنند، می‌توانند نمک اضافه را از طریق غدد نمکی نزدیک چشم یا زبان، به‌صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند (شکل ۱۳).

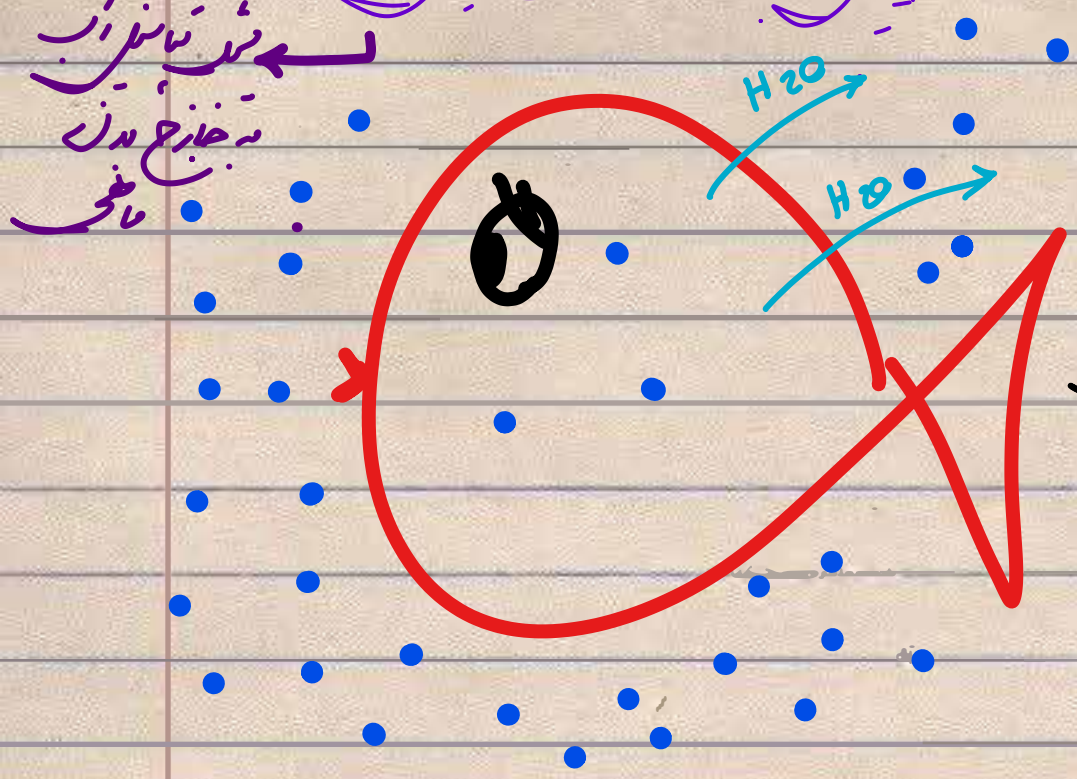


* اندام‌سازگاری‌های مهره‌داران

- ماهیان غضروفی ← ترشح محلول بسیار غلیظ توسط غدد راست روده‌ای به روده و دفع آن از طریق دستگاه گوارش
- ماهیان آب شیرین ← کم آب خوردن ↓ ← جذب آب در روده ↓ ← فشار اسمزی مایعات بدن ↑
  ادرار زیاد ← جذب آب در کلیه ↓ ← فشار اسمزی مایعات بدن ↑
  ادرار رقیق ← بازجذب آب در کلیه و دفع نمک ↓ ← فشار اسمزی مایعات بدن ↑
- ماهیان آب شور ← آب زیادی خوردن ↑ ← جذب آب در کلیه ↑ ← فشار اسمزی مایعات بدن ↑
  ادرار غلیظ ← بازجذب آب در کلیه ↑ ← فشار اسمزی مایعات بدن ↓
  دفع یون‌ها از آبشش‌ها ← دفع یون‌ها
- دوزیستان ← ادرار کم ↓ ← بازجذب آب در کلیه ↑ ← فشار اسمزی مایعات بدن ↓
  تجمع ادرار در مثانه ↑ ← دفع ادرار ↓ ← فشار اسمزی مایعات بدن ↑
- خزندگان و پرندگان ← کلیه ← بازجذب زیاد آب در کلیه ← فشار اسمزی مایعات بدن ↓
  کلیه‌ها و غدد نمکی ← دفع یون‌ها

آب شور :

فشار اسمزی آب > فشار اسمزی داخل بدن ماهی
پتانسیل آب در بدن ماهی > پتانسیل آب در محیط



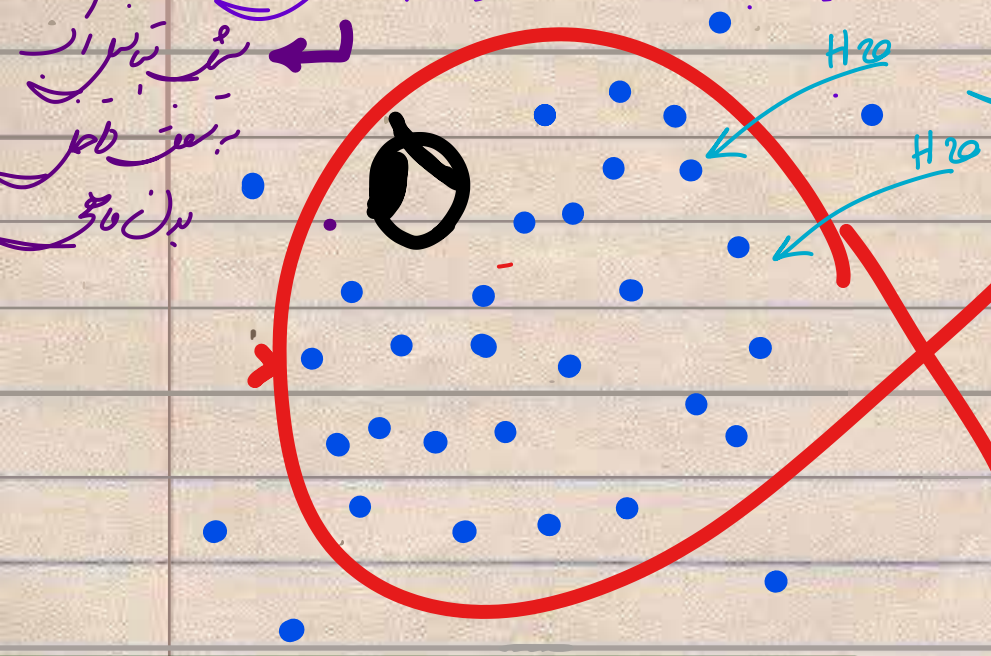
پتانسیل آب به خارج بدن ماهی

✓ خروج H2O از بدن ماهی

⚠ حضور آب!

آب شیرین

فشار اسمزی آب < فشار اسمزی داخل بدن ماهی
پتانسیل آب در محیط > پتانسیل آب داخل



پتانسیل آب به سمت داخل بدن ماهی

✓ ورود H2O به داخل بدن ماهی

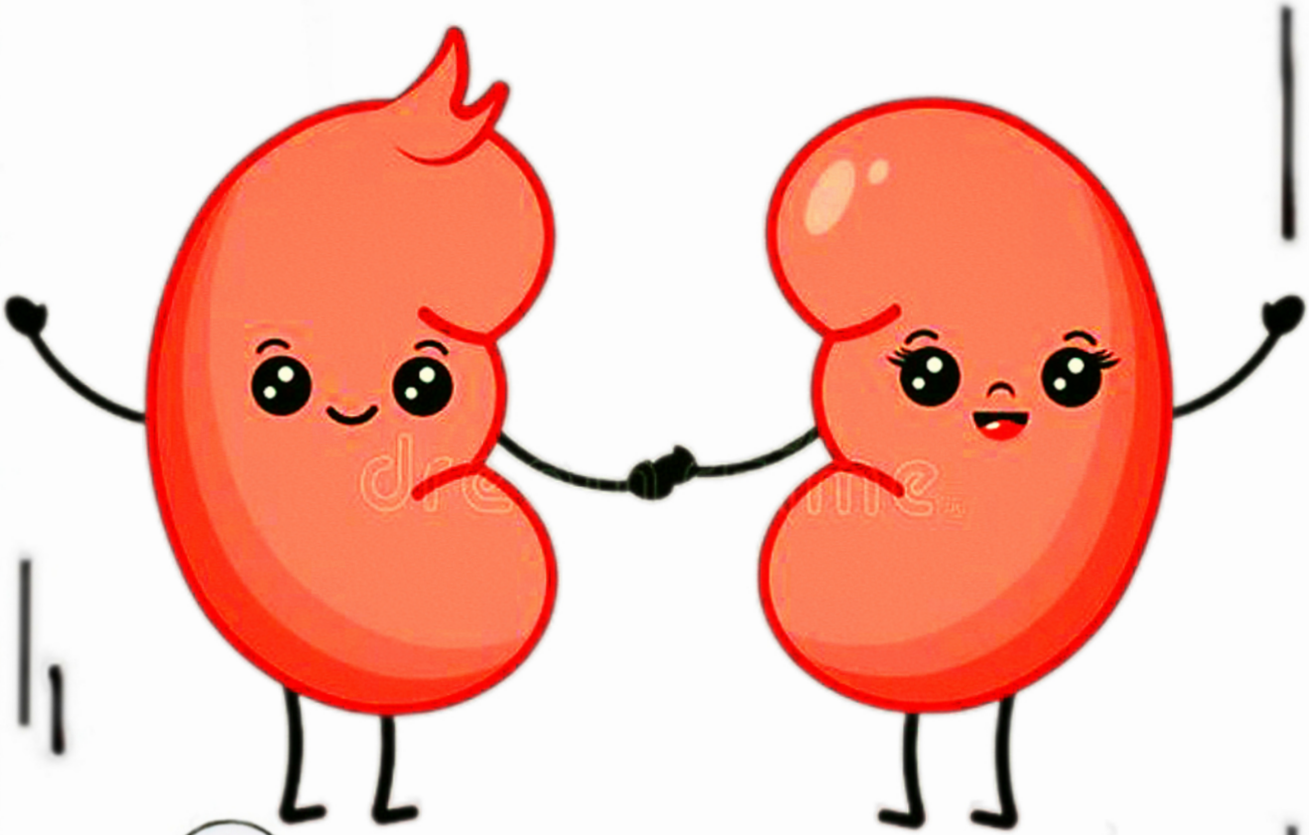
⚠ دفع آب بدون!!

	ماهیان آب شیرین	ماهیان آب شور
انواع	فقط استخوانی	استخوانی و غضروفی
فشار اسمزی مایعات بدن نسبت به محیط	بیشتر	کمتر
میزان نوشیدن آب	کم	زیاد
حجم ادرار	زیاد (تولید ادرار رقیق)	کم (ادرار غلیظ)
میزان تراوش در کلیه‌ها	زیاد	کم
بازجذب آب از مثانه	×	×
وضعیت تمایل آب	تمایل به ورود به بدن ماهی	تمایل به خروج از بدن ماه
میزان بازجذب آب در کلیه‌ها	کم	زیاد
دفع یون از چه طریقی	کلیه	کلیه + آبشش
غدد راست‌روده‌ای دارند.	×	✓ (غضروفی‌ها)

وجه مقایسه	ماهی	دوزیست نابالغ	دوزیست بالغ	خزندگان	پرندگان	پستاندارا
دستگاه گوارش	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد
دستگاه تنفس	آبشش	آبشش	شش و پوست	شش	شش و کیسه‌های هوادار	شش
دستگاه گردش مواد	بستهٔ ساده	بستهٔ ساده	بستهٔ مضاعف	بستهٔ مضاعف (جدایی بطن‌ها در اغلب آن‌ها	بستهٔ مضاعف (جدایی بطن‌ها در همهٔ آن‌ها	بستهٔ مضاعف (جدایی بطن در همهٔ آن‌ه
دستگاه دفع مواد	ماهی آب شیرین (ادرار رقیق از کلیه) ماهی آب شور (ادرار غلیظ از کلیه و گروهی از یون‌ها از طریق آبشش)	-	در شرایط خشکی مثانه بزرگ‌تر شده تا بازجذب آب از آن به خون افزوده شود. در این جانور کلیه نیز وجود دارد.	در برخی غدد نمکی (دفع محلول غلیظ نمکی) کلیه در همهٔ آن‌ها	در برخی غدد نمکی (دفع محلول غلیظ نمکی) کلیه در همهٔ آن‌ها	کلیه
دستگاه عصبی مرکزی	مغز و طناب عصبی پشتی	مغز و طناب عصبی پشتی	مغز و طناب عصبی پشتی	مغز و طناب عصبی پشتی	مغز و طناب عصبی پشتی	مغز و طناب عصبی پشتی
حواس	گیرندهٔ مکانیکی خط جانبی	-	-	گیرندهٔ فروسرخ در مار زنگی (خارج از چشم)	-	-
دستگاه حرکتی	اسکلت درونی : غضروف و استخوان (اغلب) فقط غضروف (به تعداد کمتر)	اسکلت درونی	اسکلت درونی	اسکلت درونی	اسکلت درونی	اسکلت درونی
دستگاه ایمنی	دفاع غیر اختصاصی و اختصاصی	دفاع غیر اختصاصی و اختصاصی	دفاع غیر اختصاصی و اختصاصی	دفاع غیر اختصاصی و اختصاصی	دفاع غیر اختصاصی و اختصاصی	دفاع غیر اختصاصی و اختصاصی
دستگاه تولیدمثل	لقاح خارجی (اغلب)لقاح داخلی (به تعداد کمتر)	-	لقاح خارجی	لقاح داخلی (همه) بکرزایی (بعضی)	لقاح داخلی	لقاح داخلی

زیست ۱

«تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد»



فصل ۵

BIOGALLERY

پودوسیت در نفروز

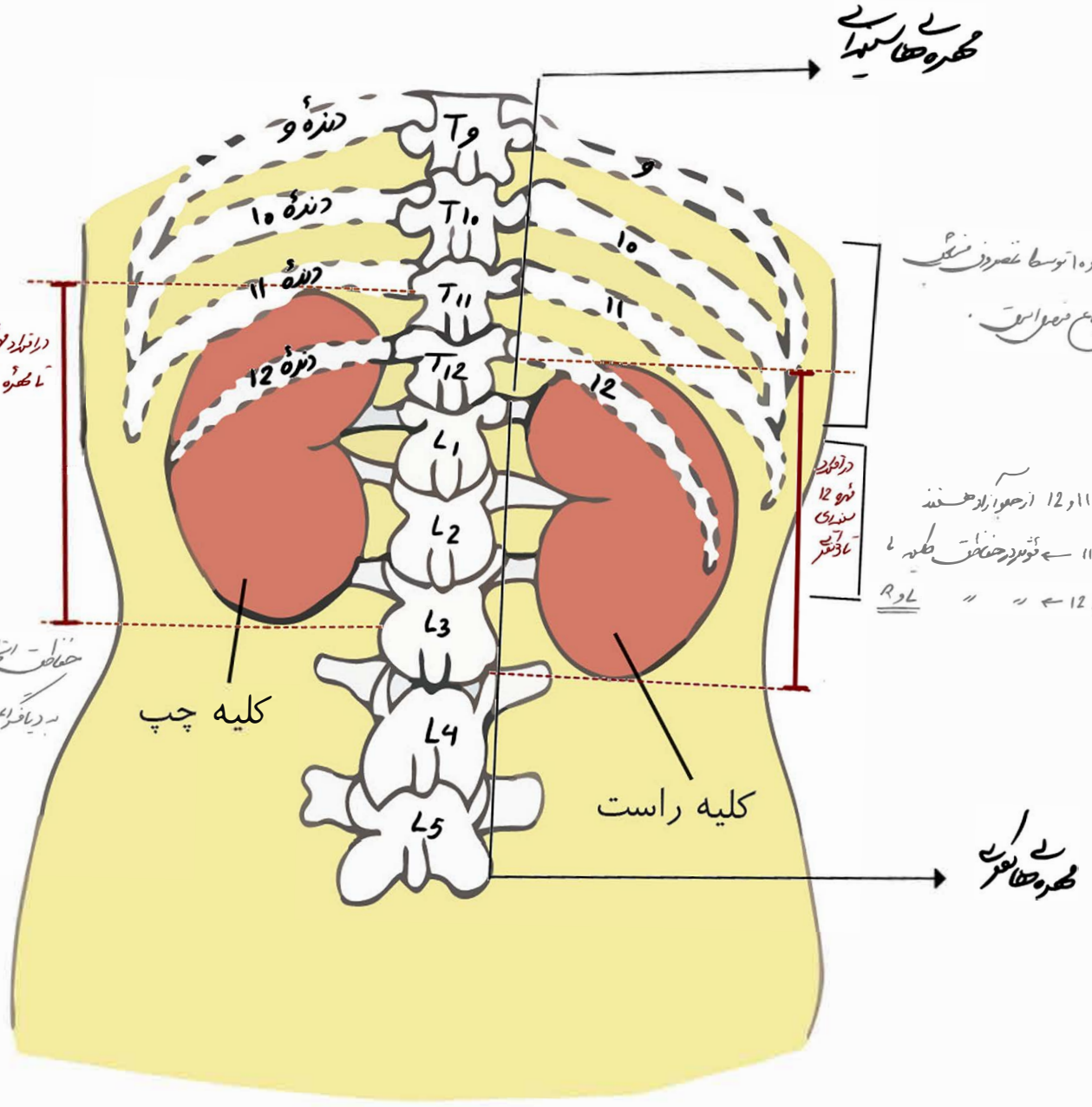
شبکه موئینه گلومرولی

پودوسیت

برجستگی سطح پودوسیت به دنبال هجوم هسته سلول

دانشه‌های پا مانند پودوسیت از دست رفته و تبدیل به ساختار تخت شده

موقعیت کلیه‌ها در زمان تولد



- در سطح جلویی کلیهٔ راست، بخشی از کبد و کولون بالارو و در سطح جلویی کلیهٔ چپ، بخشی از لوزالمعده و کولون پایین‌رو!
- هر دو کلیه در سطح زیرین دیافراگم قرار دارند.

شکل و موقعیت کبد در سمت راست بدن باعث می‌شود که:

1. کلیهٔ چپ بالاتر از کلیهٔ راست باشد.
2. نیمهٔ راست دیافراگم بالاتر از نیمهٔ چپ آن باشد.
3. نیمهٔ راست کولون افقی پایین‌تر از نیمهٔ چپ آن باشد.

سطح پایینی هر دو کلیه توسط دنده‌ها محافظت نمی‌شود!

دنده‌هایی که از کلیه‌ها حفاظت می‌کنند:

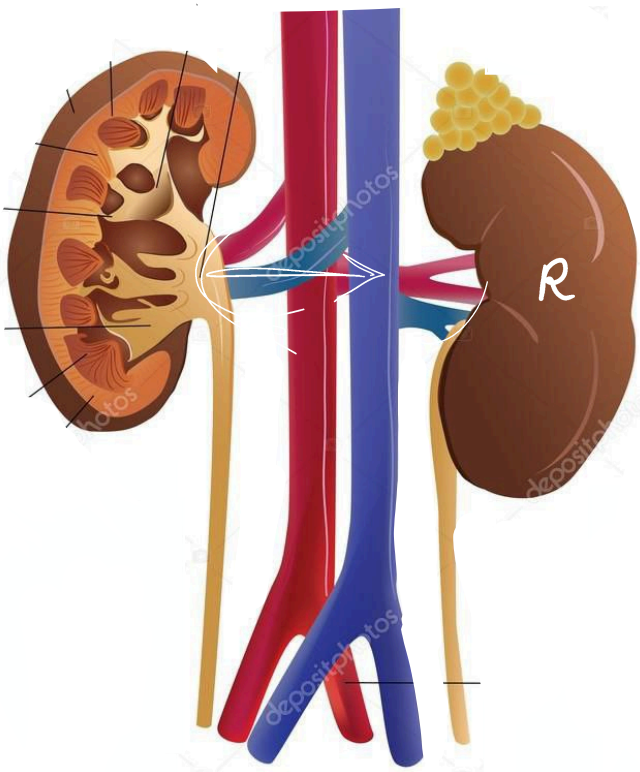
- به ستون مهره مفصل شده‌اند.
- به استخوان جناغ اتصالی ندارند.

تشخیص کلیه چپ و راست ← هر دو کلیه بالا

← همیشه در صورت مشاهده‌ی هر دو کلیه، کلیه R پایین‌تر است.

در صورتی که نمای شکمی باشد، کلیه‌ها چپ و راست هم جهت با ما می‌باشند

از نمای شکمی

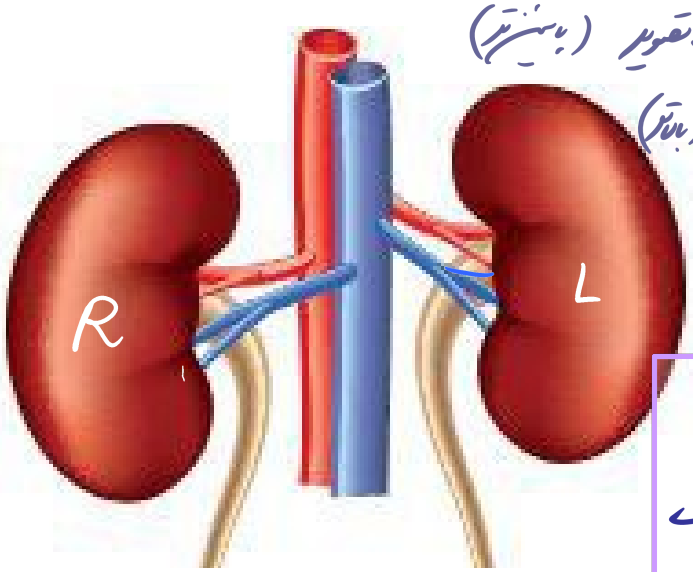


در صورتی که نمای کلیه‌ها از روبه رو باشد جهت کلیه‌ها خلاف جهت ما می‌باشد.

کلیه راست ← سمت چپ تصویر (پایین‌تر)

کلیه چپ ← سمت راست تصویر (بالاتر)

از نمای روبه رو



در نمای روبه رو کلیه‌ها
↓
تودرتوترین ساختار قدامی کلیه: لگنچه

تشخیص کلیه چپ و راست ← اکثر جا نمی‌دهد.

جهت تشخیص کلیه $\binom{R}{L}$ ابتدا باید نمای تصویر را تشخیص داد.

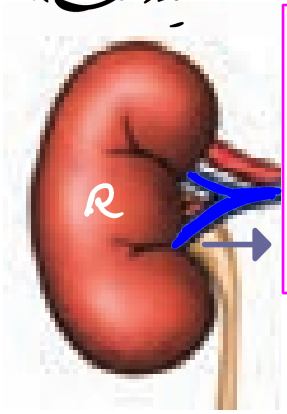
از نمای رو به رو

ساختارها متصل به فرورفتگی کلیه از جلو به عقب به ترتیب: سیاهرگ کلیه (نزدیک‌ترین) ← سیاهرگ کلیه ← شریان

کلیه راست ← فرورفتگی آن به سمت راست تصویر است

* سیاهرگ کلیه راست از ادغام 2 سیاهرگ در خارج کلیه ایجاد شده *

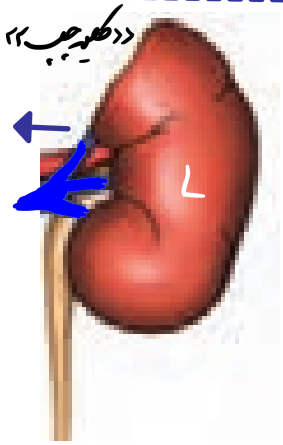
«کلیه راست»



کلیه چپ ← فرورفتگی آن به سمت چپ تصویر است

* سیاهرگ کلیه چپ از ادغام 3 سیاهرگ در خارج کلیه ایجاد شده *

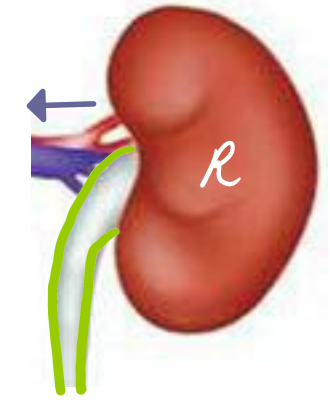
«کلیه چپ»



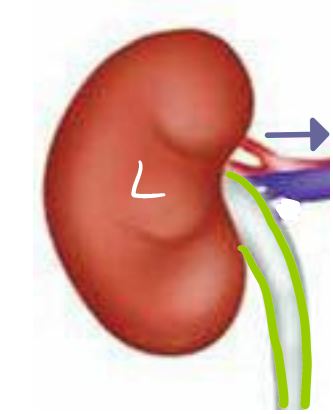
از نمای شکمی

ساختارها متصل به فرورفتگی کلیه از جلو به عقب به ترتیب: شریان (نزدیک‌ترین) ← سیاهرگ کلیه ← لگنچه (دورترین)

کلیه راست ← فرورفتگی آن به سمت چپ تصویر می‌باشد

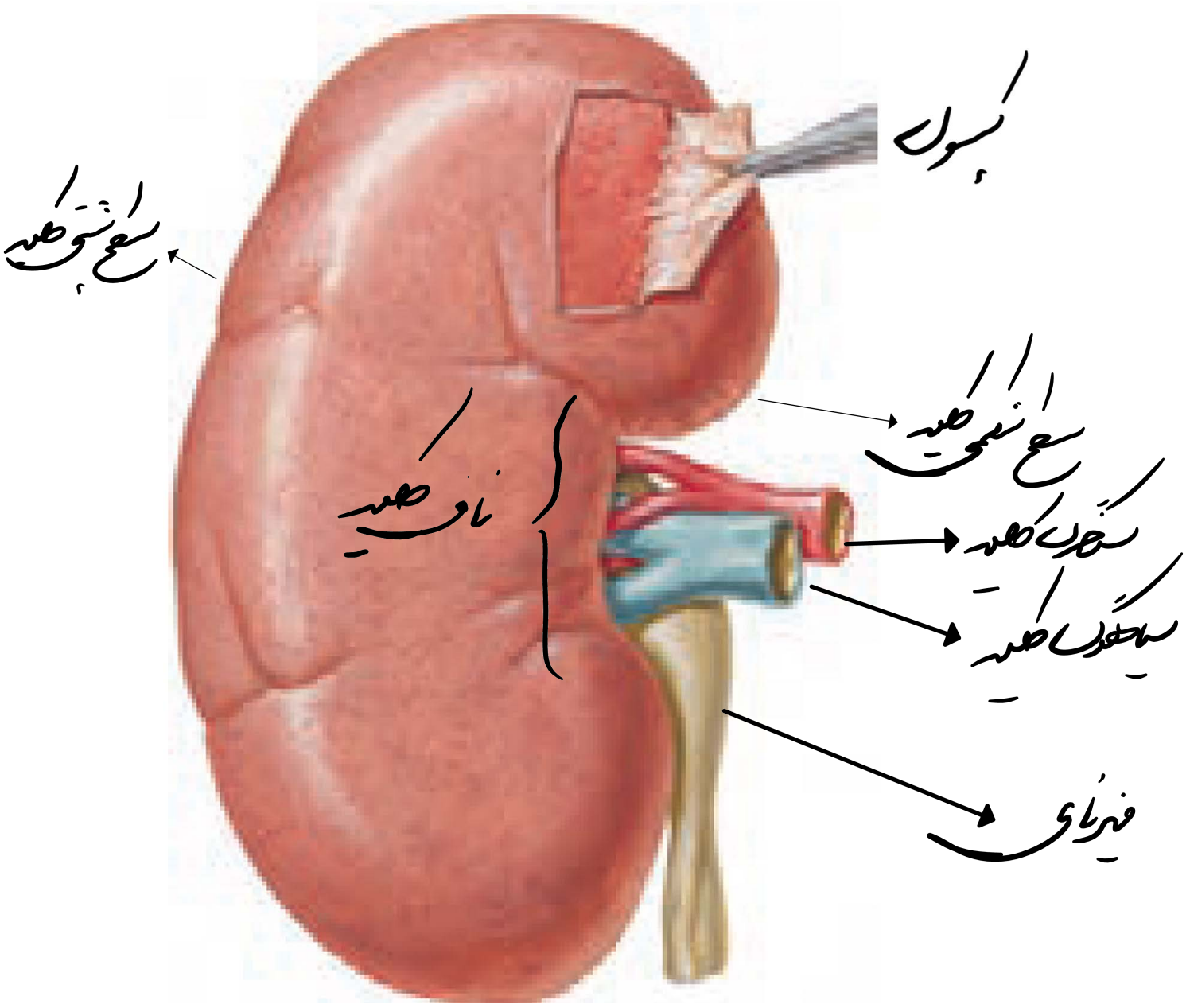


کلیه چپ ← فرورفتگی آن به سمت راست تصویر می‌باشد.

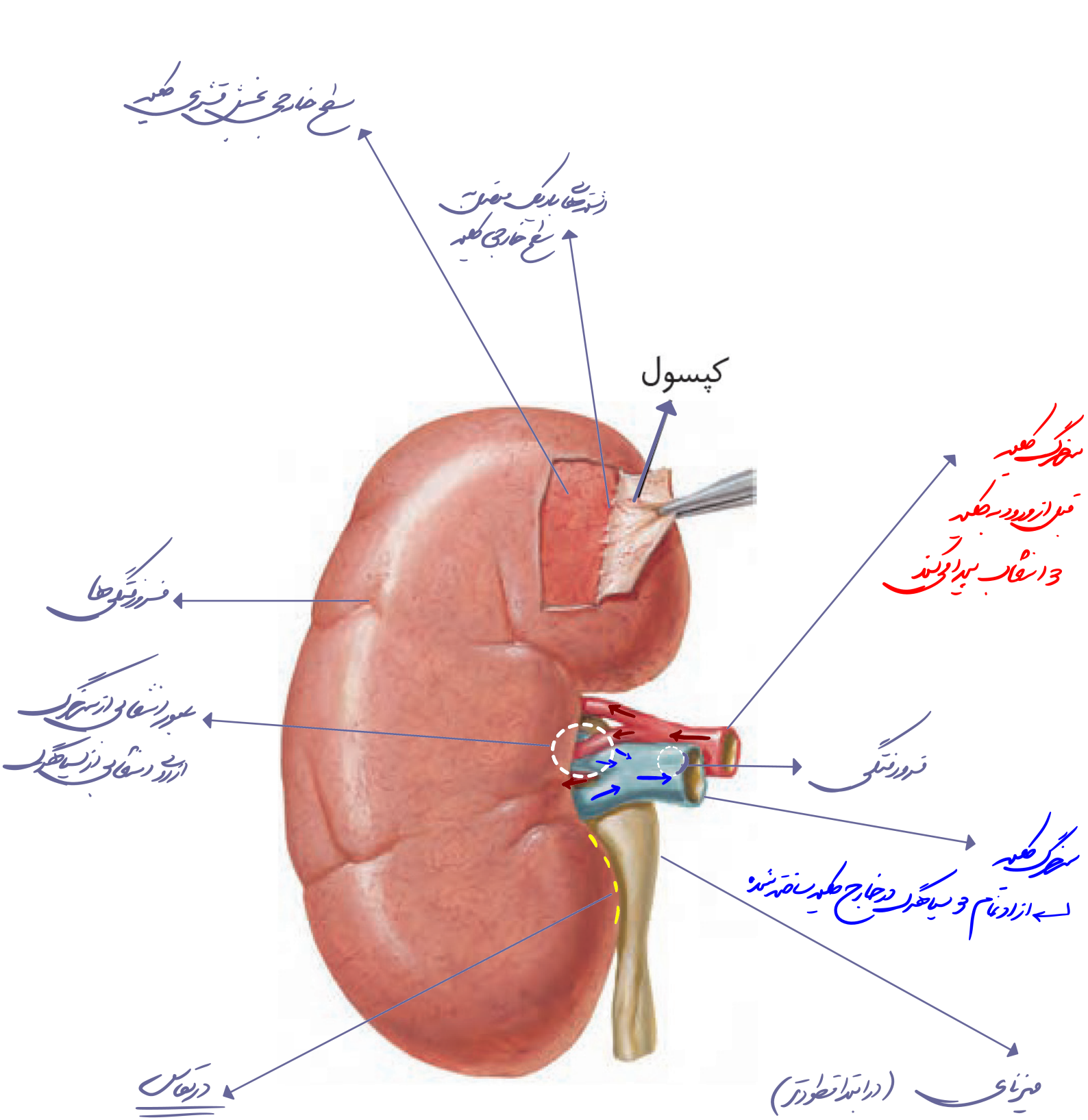


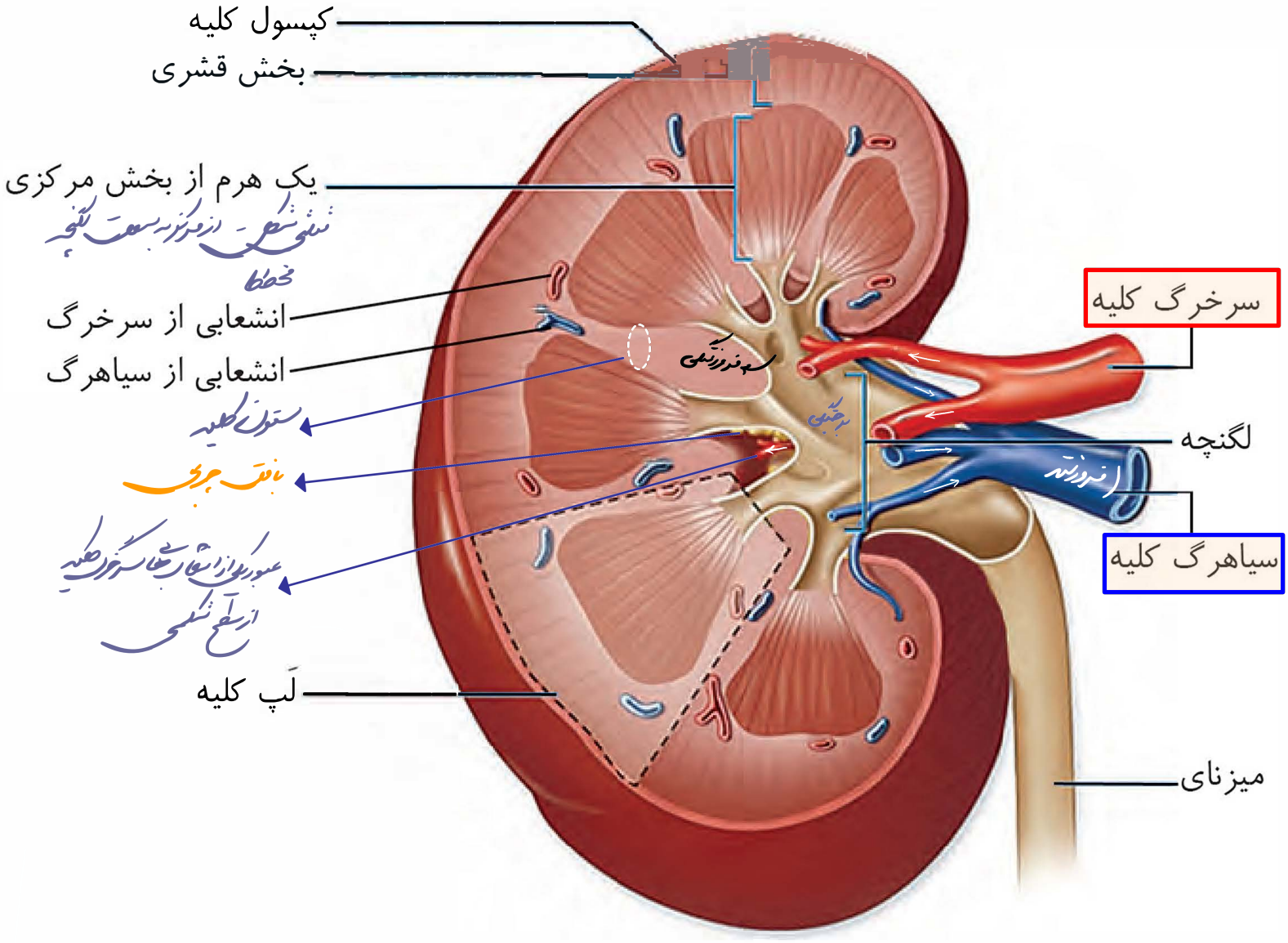
کپسول کلیه

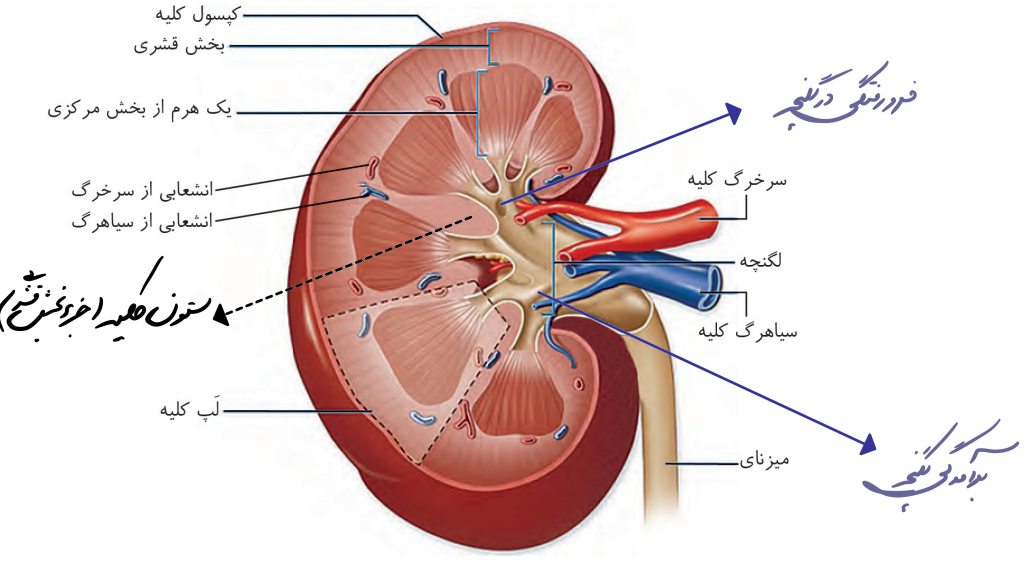
کلیه راست از کلیه چپ پایین‌تر است



- در محل ارتباط رگ‌ها با کلیه می‌توان گفت که سیاهرگ جلوتر از سرخرگ قرار دارد.
- در صورت تاخوردگی میزنای حجم ادرار وارد شده از کلیه به مثانه، کاهش می‌یابد.
- در صورت تجزیهٔ بافت چربی در بدن، میزان یون هیدروژن خون افزایش می‌یابد و در نتیجه گیرنده‌های حسی مربوطه تحریک می‌شوند.
- در شرایطی که بافت چربی اطراف کلیهٔ چپ تجزیه شود و افتادگی این کلیه اتفاق بیفتد، آنگاه کلیه‌های چپ و راست در یک راستا قرار می‌گیرند.
- در صورت نارسایی کلیه، کم‌خونی و خیز (إدم) می‌تواند ایجاد شود.


کپسول


کپسول کلیه
بخش قشری
یک هرم از بخش مرکزی
انشعابی از سرخرگ
انشعابی از سیاهرگ
ستون کلیه
بافت چربی
لَپ کلیه
سرخرگ کلیه
لگنچه
سیاهرگ کلیه
میزنای



بخش قشری:

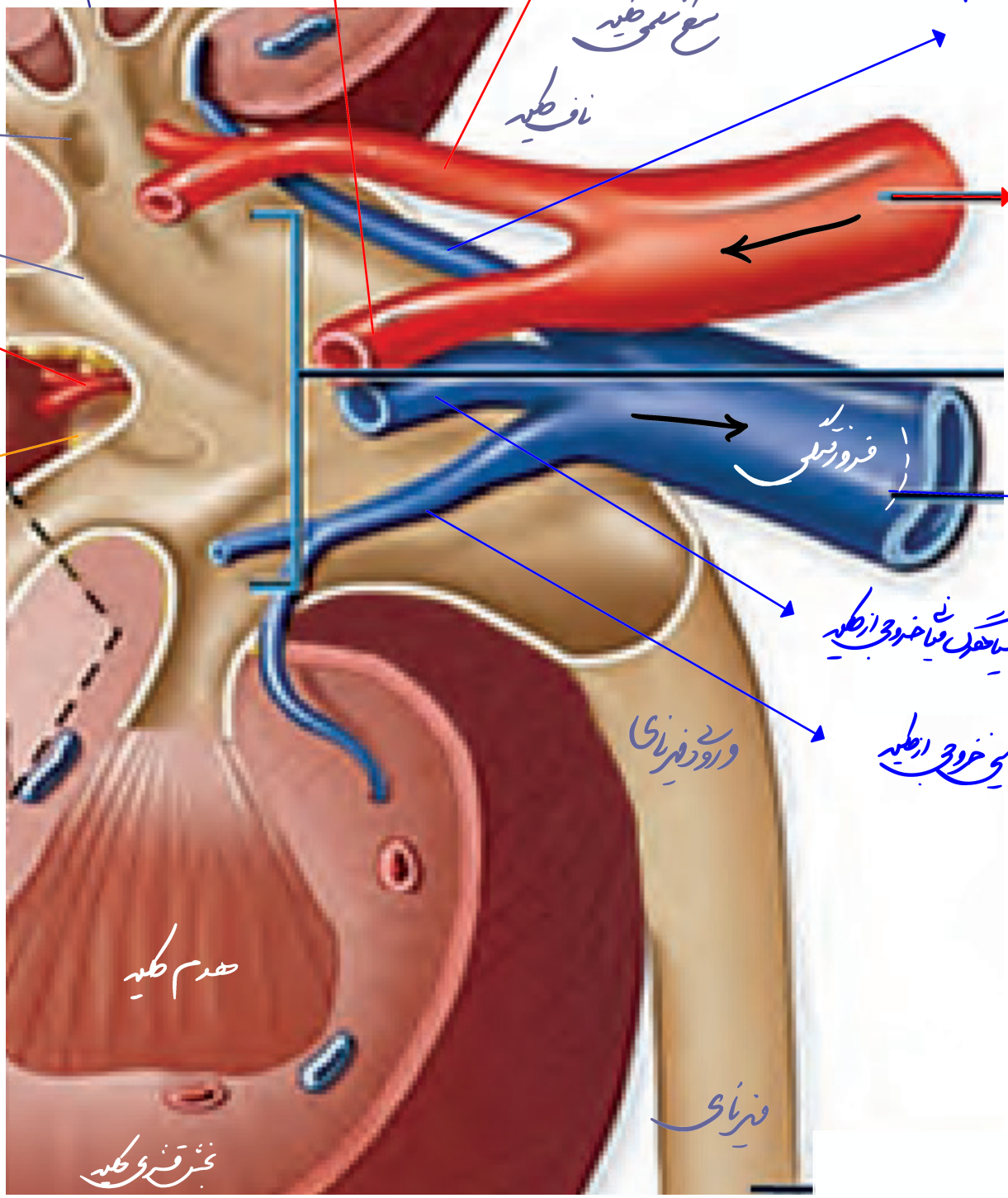
- خارجی‌ترین بخش هر کلیه است و بخش کمی از حجم هر کلیه را دربرمی‌گیرد. این بخش از خارج با کپسول کلیه و از داخل با بخش مرکزی مجاورت دارد.
- در بخش قشری، انشعاباتی از سرخرگ و سیاهرگ کلیه مشاهده می‌شود.

بخش مرکزی:

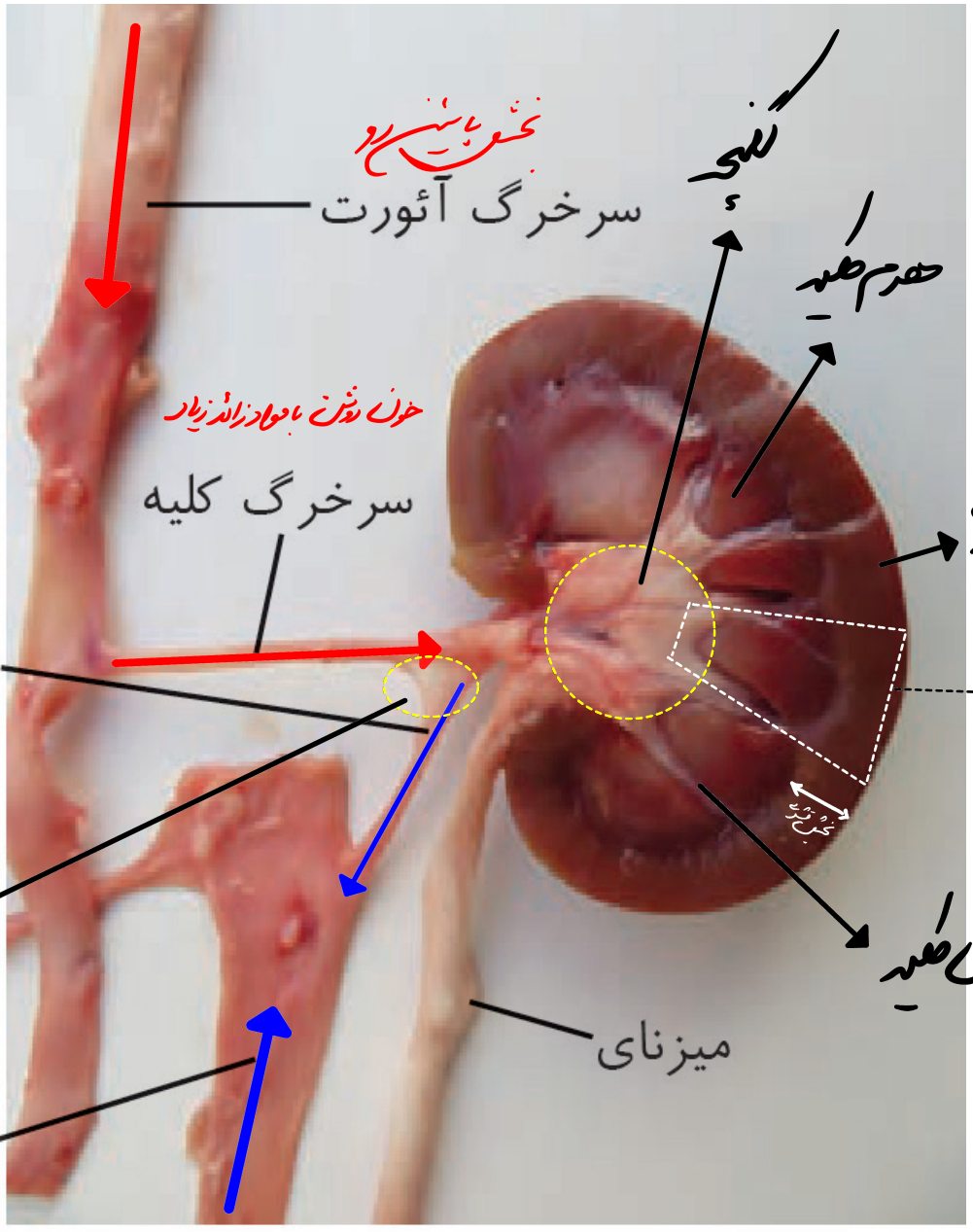
- قطورترین بخش هر کلیه است و بخش زیادی از حجم هر کلیه به آن مربوط می‌شود.
- رأس هر هرم به یک مجرا ختم می‌شود که از طریق آن ادرار تولید شده توسط گردیزه‌ها به لگنچه منتقل می‌شود.
- در هر لَپ کلیه در دو سمت هر هرم، انشعاباتی از بخش قشری وجود دارد.
- هر هرم در محل اتصال به لگنچه رنگ روشن‌تری دارد.

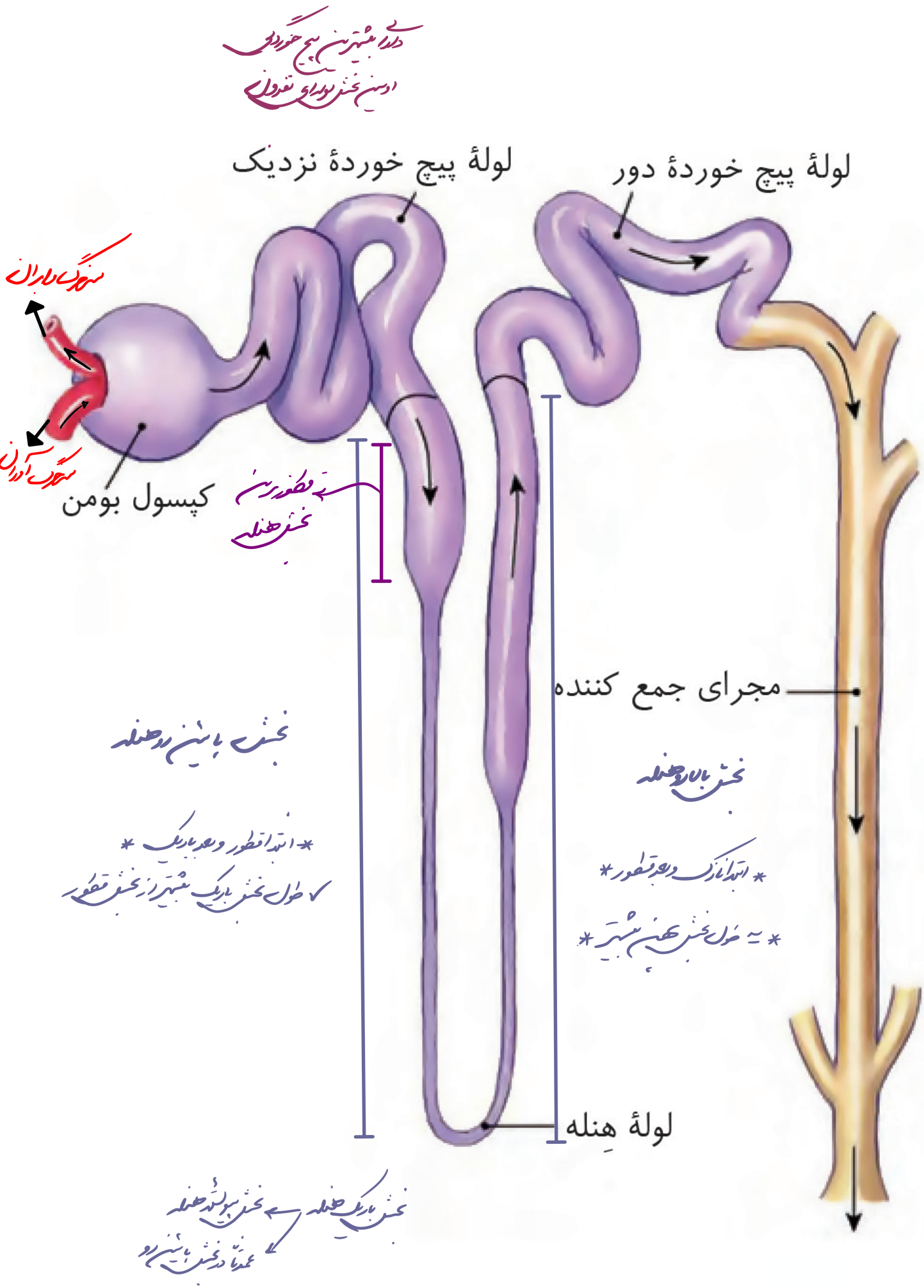
لگنچه:

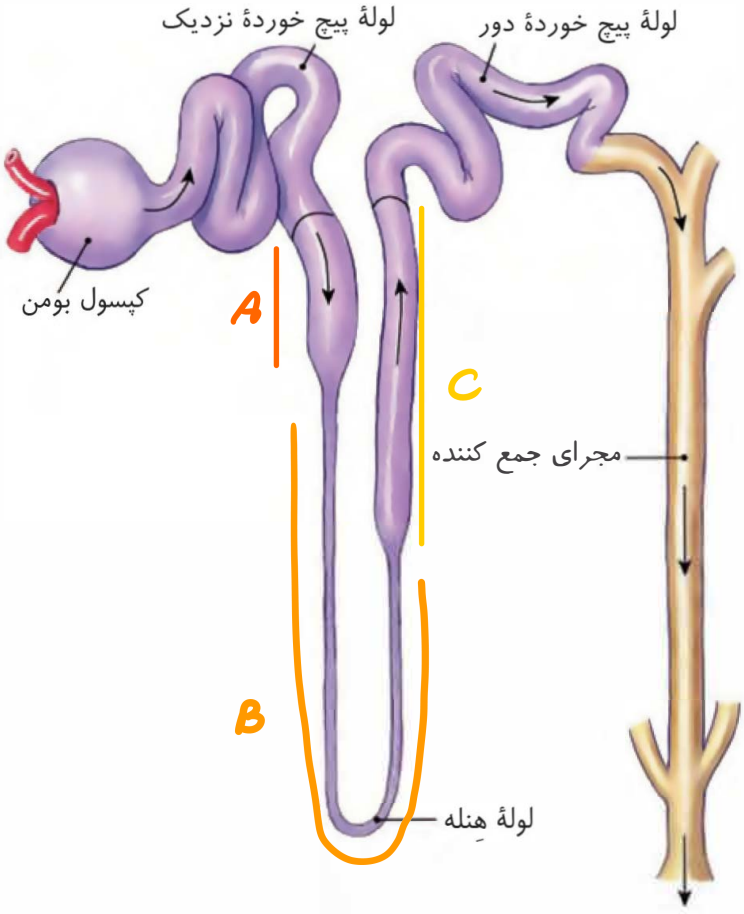
- داخلی‌ترین بخش هر کلیه در برش طولی است.
- ساختاری شبیه به قیف دارد.
- در این بخش کلیه تغییری در ترکیب شیمیایی مایع وارد شده به آن صورت نمی‌گیرد!


ورود اوران تولید شده به گلنجه
انشعاب بالایی سیاهرگ کلیه
انشعاب میانی سیاهرگ کلیه
سیاهرگ بالایی خروجی از کلیه
سطح شکمی کلیه
نافِ کلیه
سیاهرگ کلیه
گلنجه
فرورفتگی
سیاهرگ میانی خروجی از کلیه
سیاهرگ پایینی خروجی از کلیه
ورود شریانی
هدم کلیه
شریان
بخش قشری کلیه

کلیه گوسفند


سرخرگ آئورت
سرخرگ کلیه
سیاهرگ کلیه
میزنای
بزرگ سیاهرگ زیرین


لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک
لولهٔ پیچ خوردهٔ دور
سرخرگ آبران
سرخرگ وابران
کپسول بومن
مجرای جمع کننده
لولهٔ هِنله



* نفرون‌های حلمه ← از نظر قطر
B < C < A
از نظر طول
A < C < B

هر گردیزه ۴ بخش دارد: کپسول بومن، پیچ‌خوردهٔ نزدیک، قوس هنله و پیچ‌خوردهٔ دور!

مجرای جمع‌کننده جزء نفرون نیست! هر مجرای جمع‌کننده به چند نفرون متصل است و از آنها مایع تراوش شده را دریافت می‌کند. در این مجرا با انجام فرایندهای بازجذب و ترشح، ترکیب نهایی ادرار مشخص می‌شود.

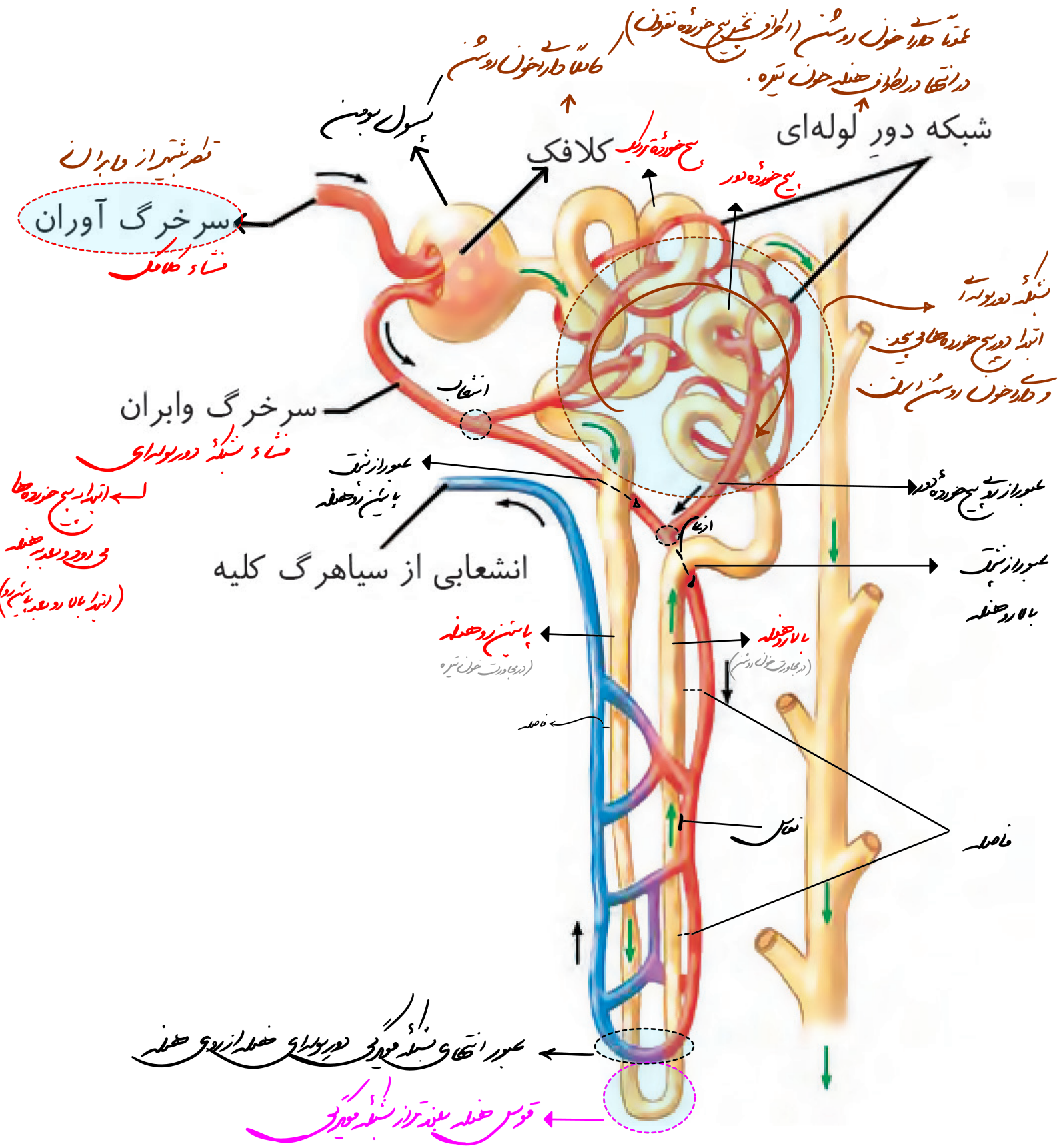
میزان پیچ‌خوردگی در لولهٔ پیچ خوردهٔ نزدیک بیشتر از پیچ‌خوردهٔ دور است.

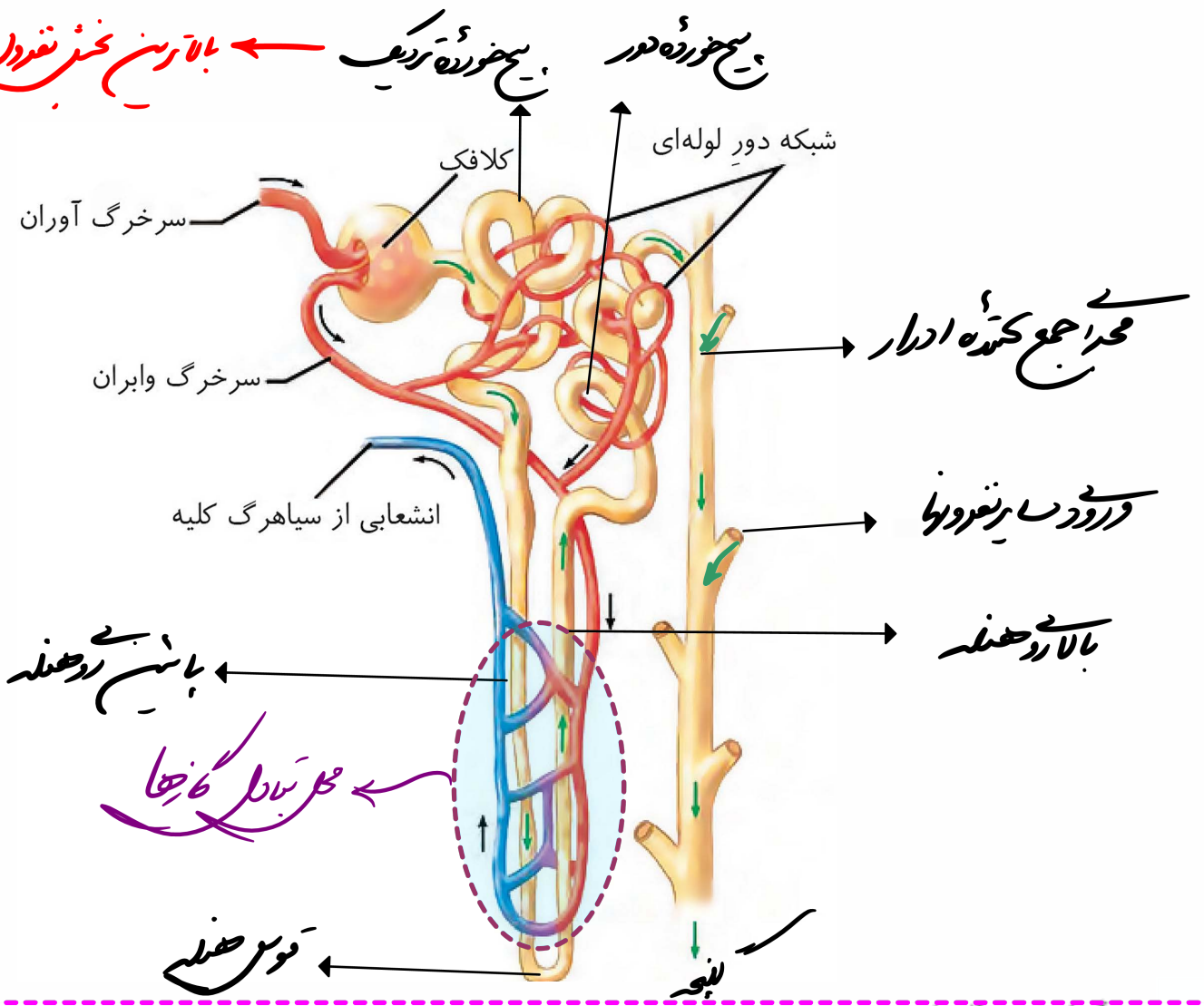
قوس هنله در تمام طول خود ضخامت یکسانی ندارد. در شاخهٔ نزولی، طول قسمت باریک بیشتر از قسمت پهن است ولی در شاخهٔ صعودی، طول قسمت پهن‌تر بیشتر است. دقت کنید که هنله از بخش پهن‌تر خود به لوله‌های پیچ‌خوردهٔ نزدیک و دور متصل است.

قطورترین بخش هنله در ابتدای آن و در محل اتصال به لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک قرار دارد.

محل تغییر ضخامت در هنلهٔ نزولی و صعودی در یک راستا قرار ندارد.

شبکه‌های مویرگی وابران و وابرون





مسیر گردش خون در کلیه را ببینید:

بطن چپ ← سرخرگ آئورت ← سرخرگ کلیه ← سرخرگ بین هرمی ← سرخرگ‌های کوچک‌تر ← سرخرگ آوران ← کلافک (گلومرول) ← سرخرگ وابران ← شبکهٔ مویرگی دورِ لوله‌ای ← سیاهرگ کوچک ← سیاهرگ بین هرمی ← سیاهرگ کلیه ← بزرگ سیاهرگ زیرین ← دهلیز راست.

در بدن مویرگ‌های خونی به طور معمول بین یک سرخرگ و یک سیاهرگ قرار دارد و خون ورودی به مویرگ، روشن و خون خروجی از آن تیره است. البته همیشه این‌طور نیست، به مثال‌های زیر در بخش‌های مختلف زیر توجه کنید :

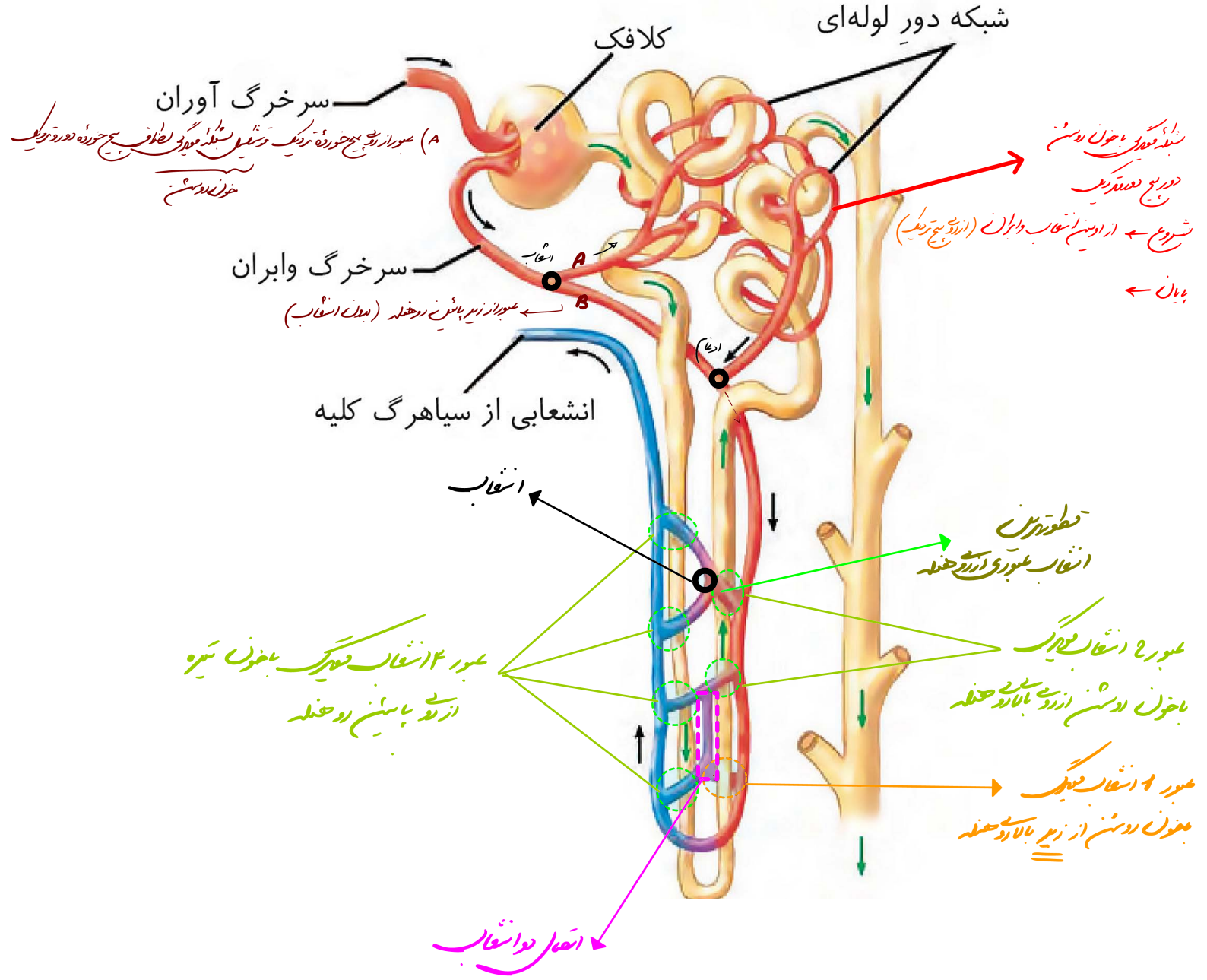
- در کبد مویرگ خونی بین دو سیاهرگ قرار دارد: سیاهرگ باب ← مویرگ ← سیاهرگ فوق‌کبدی
- در بندناف مویرگ خونی بین یک سرخرگ و یک سیاهرگ قرار دارد ولی سرخرگ ورودی به مویرگ، خون تیره است و سیاهرگ خروجی، خون روشن!

سرخرگ وابران خارج شده از کلافک در مجاورت محل اتصال پیچ‌خوردهٔ نزدیک به هنله، به دو انشعاب تقسیم می‌شود:

الف) انشعاب اول ← به سمت لوله‌های پیچ‌خوردهٔ نزدیک و دور می‌رود. ب) انشعاب دوم ← به سمت هنلهٔ صعودی می‌رود.

این دو انشعاب در نهایت در محل اتصال هنلهٔ صعودی به پیچ‌خوردهٔ دور به یکدیگر متصل می‌شوند.

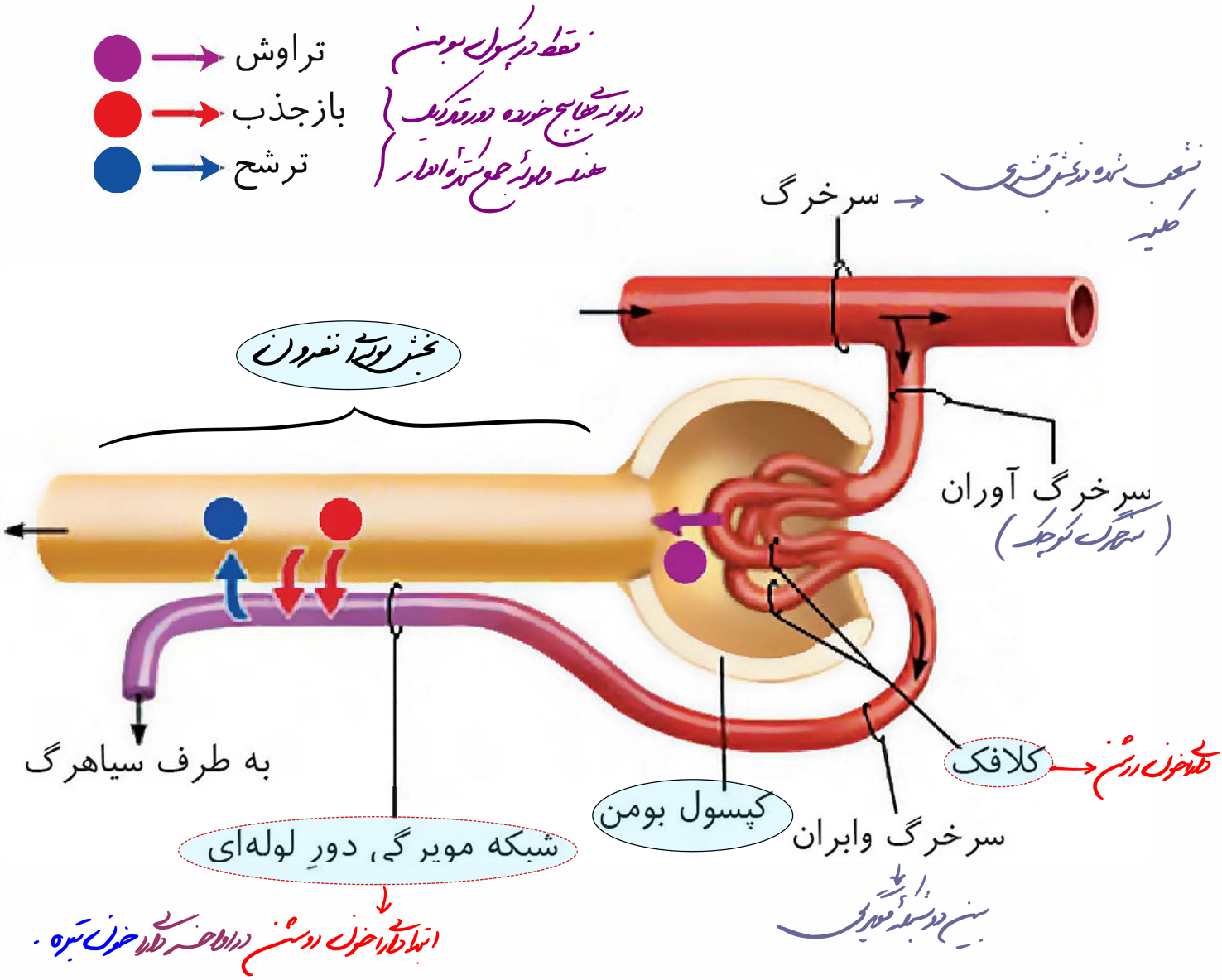
	شبکهٔ اول مویرگی (کلافک)	شبکهٔ دوم مویرگی (شبکهٔ دورلوله‌ای)
محل قرارگیری	درون کپسول بومن	اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و هنله
رگ ورودی به آن	سرخرگ با خون روشن	سرخرگ با خون روشن
رگ خروجی از آن	سرخرگ با خون روشن	سیاهرگ با خون تیره
نوع مویرگ	منفذدار	


شبکه دورِ لوله‌ای
کلافک
سرخرگ آوران
سرخرگ وابران
انشعابی از سیاهرگ کلیه
انشعاب
A
B
(دفع)
انشعاب

فرآیند تشکیل ادرار

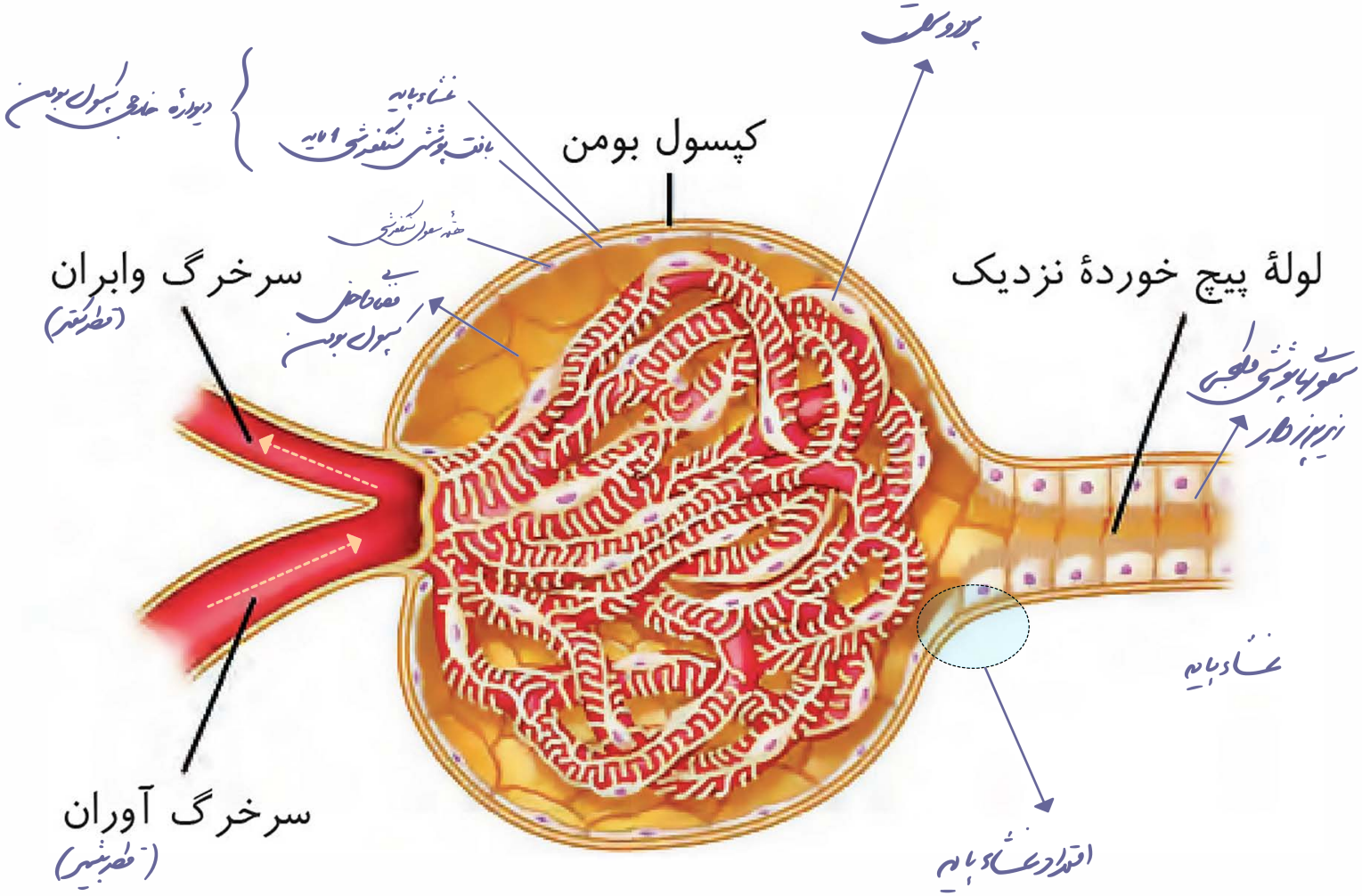
- طبق شکل مقابل می‌توانیم بگوییم که میزان دفع یک ماده برابر است با: (میزان تراوش+ترشح) − (میزان بازجذب)
- تراوش فقط در کپسول بومن ولی بازجذب و ترشح در سایر بخش‌های نفرون و حتی لولهٔ جمع‌کنندهٔ ادرار انجام می‌شود.

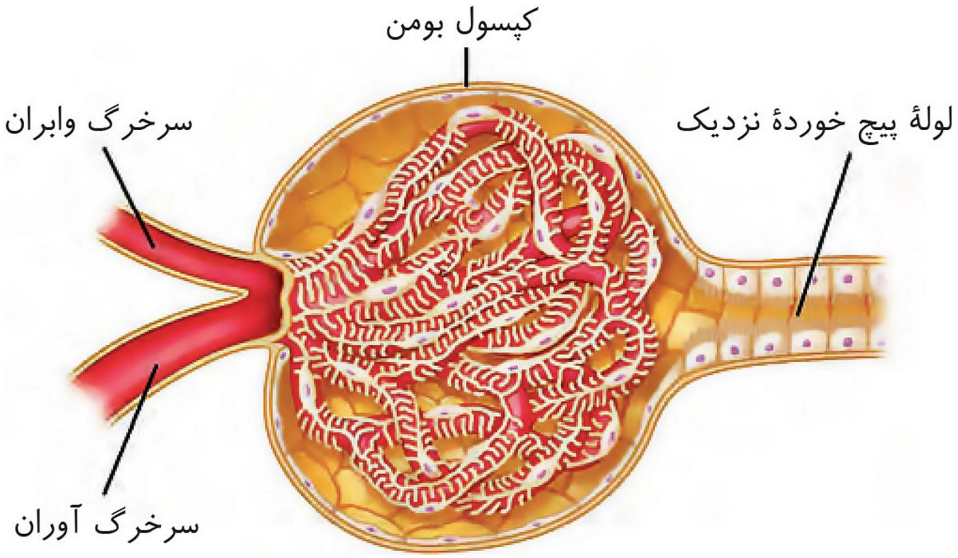
- تراوش فقط در نفرون رخ می‌دهد!
- تراوش فقط توسط یکی از مویرگ‌های مرتبط با نفرون انجام می‌گیرد و فرایندهای بازجذب و ترشح هم همین‌طور! البته این رو هم بگم که ترشح و بازجذب، می‌تواند توسط مویرگ‌هایی به جز مویرگ‌های مرتبط با نفرون انجام شود. چون این فرایندها در مجرای جمع‌کنندهٔ ادرار هم صورت می‌گیرد!



- طبق شکل کتاب درسی، در شبکهٔ مویرگی دورلوله‌ای میزان بازجذب مواد از میزان ترشح بیشتر است. این رو از کجای شکل می‌گیم؟! نگاه کنید که دو فلش برای بازجذب زده ولی برای ترشح، یکی! فقط دقت کنید تراوش از دو مرحلهٔ دیگر قطعاً بیشتر است و اینجا دیگه فلش ملش نداریم!

اطراف درون کپسول بومن





کپسول بومن

بیشتر فضای کپسول بومن با کلافک پر شده است.

نوع یاخته‌ها

در داخل کپسول	یاختهٔ پوششی سنگفرشی دیوارهٔ بیرونی یاختهٔ پوششی دیوارهٔ مویرگ پودوسیت	مقایسه		
		مورد مقایسه	پودوسیت	یاختهٔ پوششی دیوارهٔ بیرونی
		اندازهٔ یاخته	بزرگ‌تر	کوچک‌تر
در ساختار خود کپسول	یاختهٔ پوششی سنگفرشی دیوارهٔ بیرونی پودوسیت	اندازهٔ هسته	بزرگ‌تر	کوچک‌تر
		تعداد	کم‌تر	بیشتر

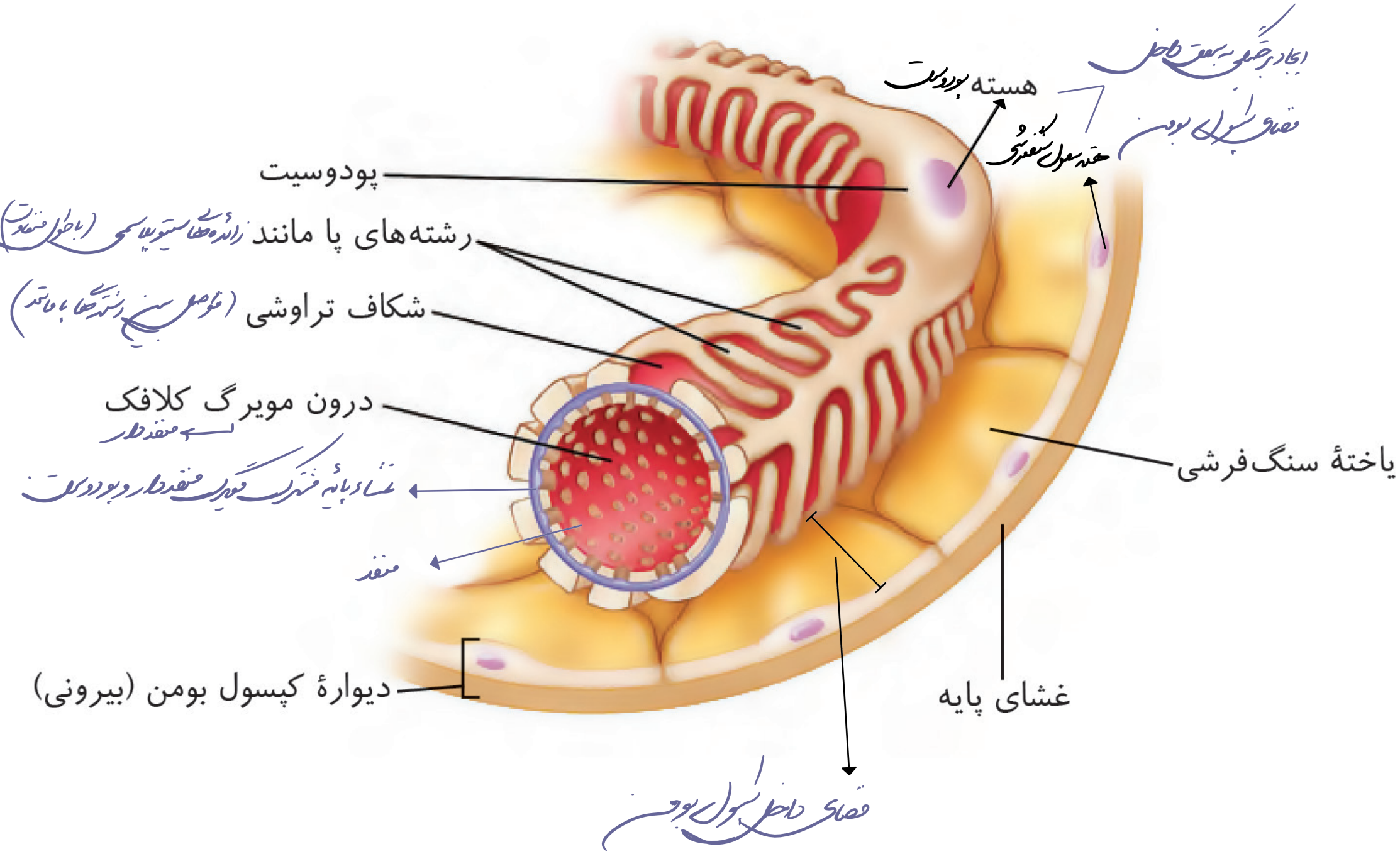
یک نوع تقسیم‌بندی دیگر:

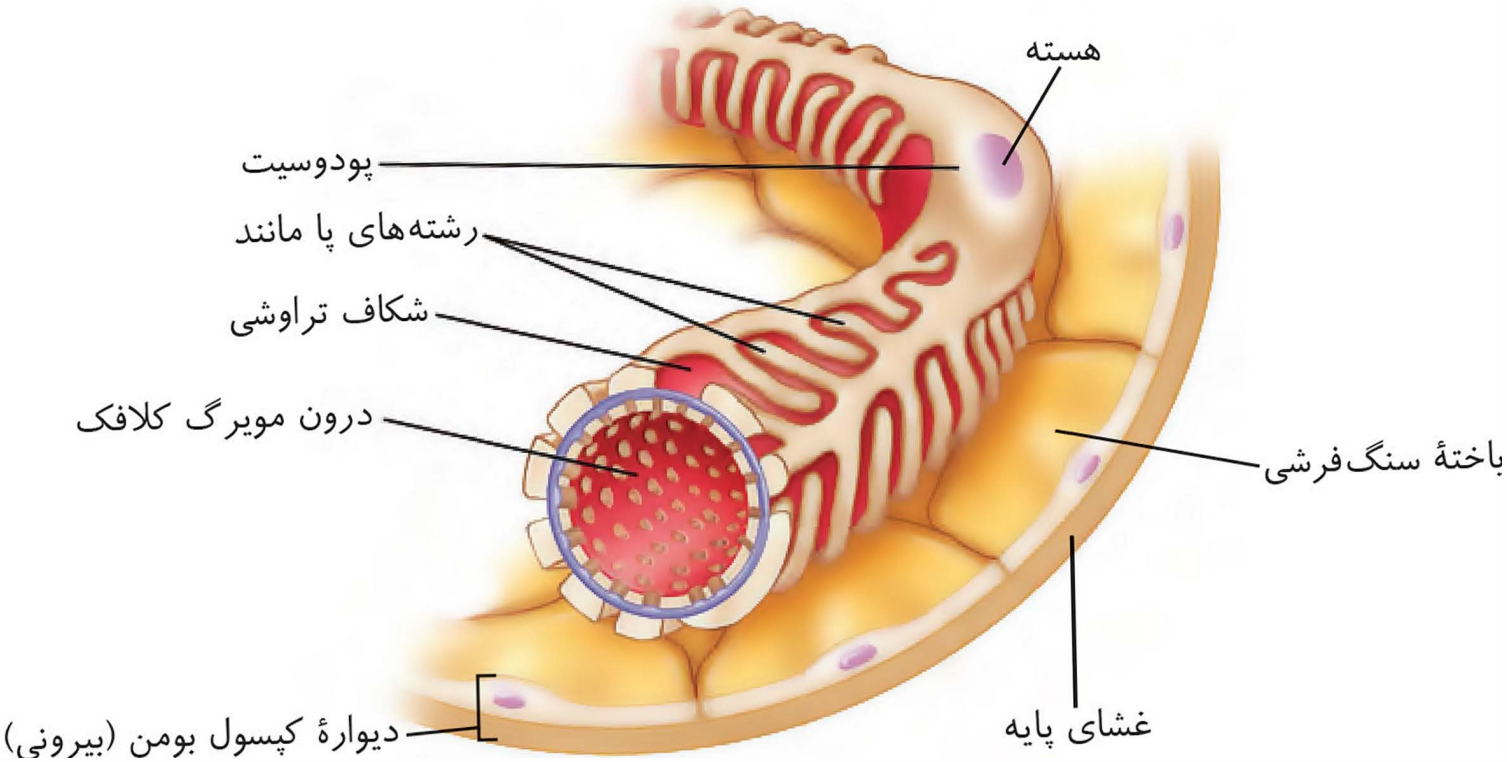
دیوارهٔ داخلی	جنس: پودوسیت (نوعی یاختهٔ پوششی)	هستهٔ پودوسیت در شکاف تراوشی مشاهده نمی‌شود. (درون رشته‌های پامانند نیست).
		فقط این دیواره به کلافک متصل است.
دیوارهٔ بیرونی	جنس: یاختهٔ پوششی سنگفرشی	این دیواره، در امتداد دیوارهٔ لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک است. جنس دیوارهٔ لولهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک: پوششی مکعبی تک‌لایهٔ ریزپرزدار.
		غشای پایهٔ این دیواره، ضخامت بیشتری نسبت به غشای پایهٔ بین یاخته‌های دیوارهٔ مویرگ‌های کلافک و پودوسیت‌ها دارد.

مکانیسم‌های تسهیل تراوش

شکاف‌های تراوشی	شکاف‌های تراوشی در بین رشته‌های کوتاه و پامانند پودوسیت‌ها هستند. لزوماً بین پاهای دو یاختهٔ پودوسیت مختلف نیست.
	این شکاف‌ها باعث افزایش میزان حجم تراوش و تسهیل عبور امکان نفوذ مواد به نفرون می‌شوند.
	در محل شکاف‌های تراوشی، دیوارهٔ درونی کپسول بومن وجود ندارد.
اختلاف فشار در سرخرگ‌های ورودی و خروجی	اختلاف قطر این سرخرگ‌ها ← اختلاف فشار ← تسهیل تراوش
	سرخرگ‌های آوران و وابران هر دو از یک سمت به کپسول بومن متصل هستند.

دیوارهٔ بیرونی و درونی کپسول بومن



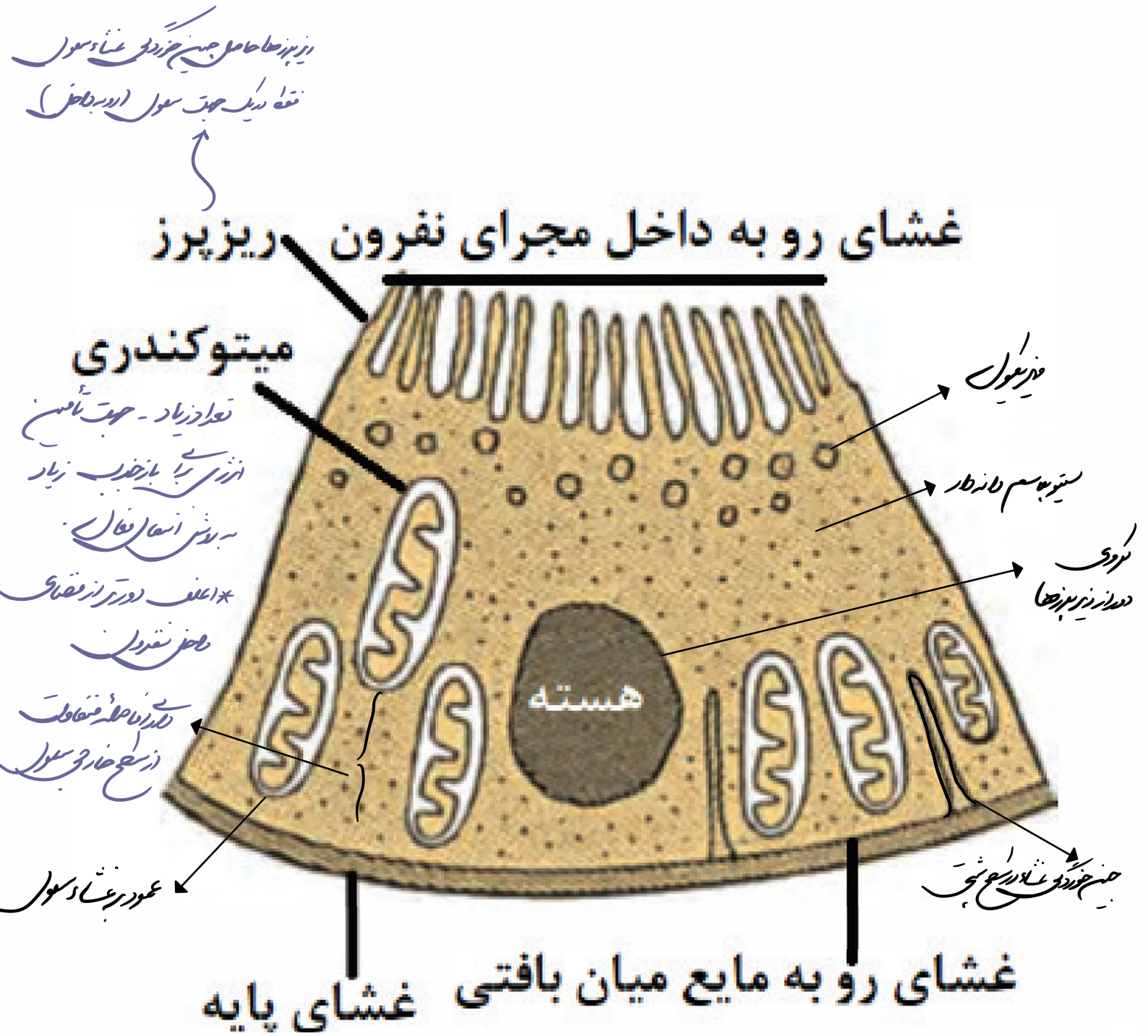


- هستهٔ یاخته‌های بیرونی کپسول بومن همانند هستهٔ پودوسیت‌ها، کشیده است.
- در پودوسیت‌ها از محل قرارگیری هسته در یاخته، چند زائدهٔ بزرگ ایجاد می‌شوند که از آن‌ها زوائد کوچک‌تر و موازی ایجاد می‌شوند و رشته‌های پامانند را تشکیل می‌دهند.
- در شکل برخلاف مثن، لایهٔ بیرونی کپسول بومن علاوه بر یاختهٔ پوششی سنگفرشی ساده، غشای پایه را نیز شامل می‌شود
- پودوسیت‌ها یاخته‌های بزرگی هستند ولی به دلیل وجود رشته‌های پامانند، نسبت سطح به حجم زیادی دارند.
- ضخامت پودوسیت از ضخامت یاختهٔ سنگفرشی سادهٔ لایهٔ بیرونی کپسول بومن بیشتر است.
- شکاف‌های تراوشی می‌تواند بین رشته‌های پامانند یک پودوسیت و یا با یک پودوسیت دیگر ایجاد شود.
- رشته‌های پامانند قسمت زیادی از سطح یک مویرگ را می‌پوشانند و در تماس مستقیم با غشای پایهٔ مویرگ هستند.
- در فضای بین غشای پایهٔ لایهٔ بیرونی کپسول بومن و غشای پایهٔ پودوسیت‌ها می‌توانند موارد زیر را مشاهده کرد:

  یاخته‌های پوششی لایهٔ بیرونی کپسول بومن + یاخته‌های لایهٔ درونی درونی کپسول بومن + فضایی که مواد تراوش شده در آن قرار می‌گیرد!
- در کتاب‌های درسی در دو بخش غشای پایه مشترک وجود دارد:

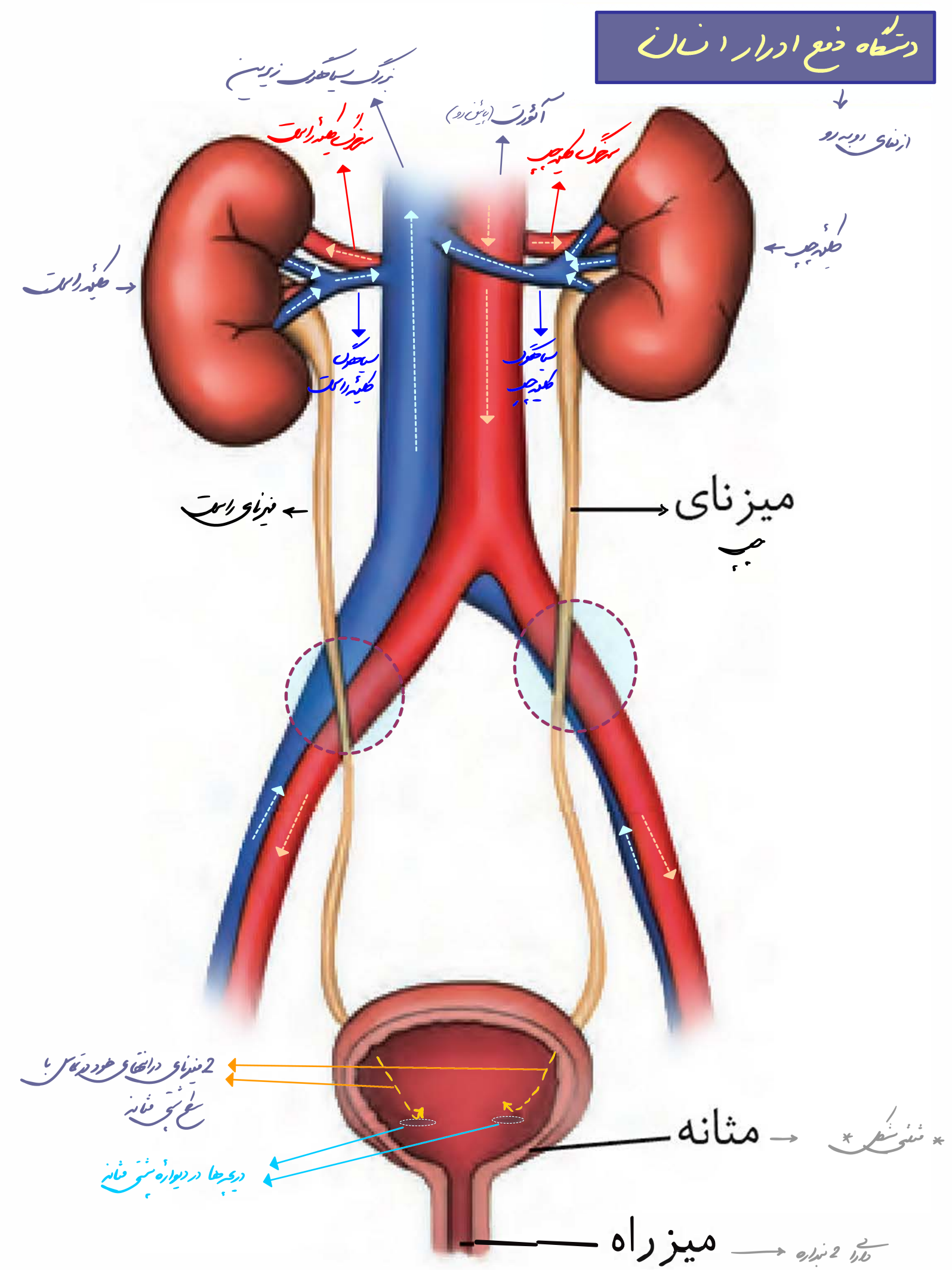
  در شش‌ها ← بین یاخته‌های سنگفرشی (نوع I) دیواره حبابک و یاخته‌های سنگفرشی دیواره مویرگ

سلولهای دیواره پیچ‌خورده نزدیک



- یاخته‌های دیوارهٔ پیچ‌خوردهٔ نزدیک هم در سطح رأسی و هم در سطح قاعده‌ای، چین‌خوردگی غشایی دارند. البته تعداد چین‌خوردگی‌های غشایی سطح قاعده‌ای از سطح رأسی بسیار کمتر است.
- بخش قاعده‌ای این یاخته‌ها نسبت به سطح رأسی، پهنای بیشتری دارد.
- در سطح زیر ریزپرزها، تعداد زیادی وزیکول قرار دارد.
- در یاخته‌های پیچ‌خوردهٔ نزدیک، میتوکندری‌ها تقریباً عمود بر غشای یاخته قرار دارند.

دستگاه دفع ادرار انسان

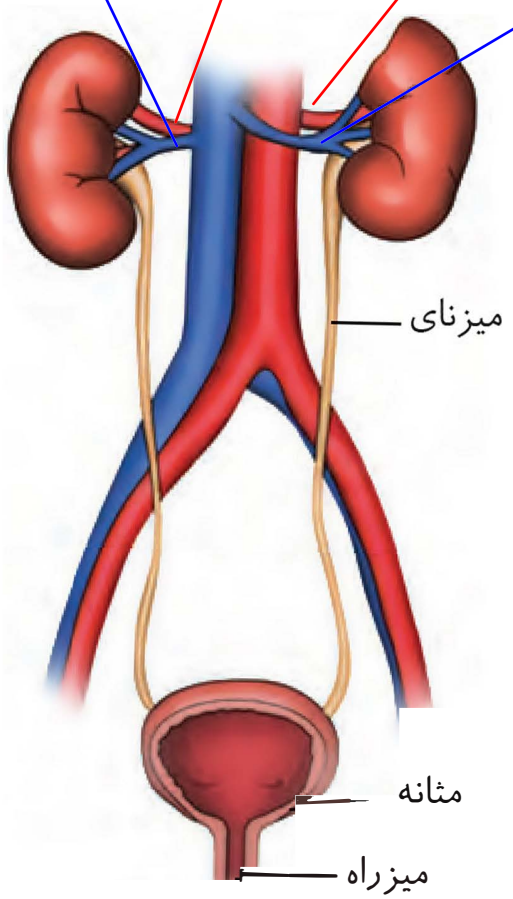


سیاهرگ کلیه چپ بلندتر از سیاهرگ کلیه راست است.
از جلو نخاع پایین آئورت عبور می‌کند
از ادغام 2 سیاهرگ ایجاد شده

سیاهرگ کلیه راست کوتاه‌تر است.
از ادغام 2 سیاهرگ ایجاد شده

سرخرگ کلیه راست بلندتر از سرخرگ کلیه چپ است.
از پشت بزرگ سیاهرگ زیرین عبور می‌کند

سرخرگ کلیه چپ کوتاه‌تر از سرخرگ کلیه راست است



- سرخرگ کلیه، بالاتر و عقب‌تر از سیاهرگ همان کلیه است.
- فضای بین سرخرگ و سیاهرگ کلیه عقب‌تر است و در تردیکی حفره لگنی از روی انشعابات آئورت و بزرگ سیاهرگ عبور می‌کند.
- فضای ادرارها از حفره شکمی به حفره لگنی می‌رود.

فضای چپ بلندتر از فضای راست.

- کلیه راست ← سرخرگ بلندتر از سیاهرگ
- کلیه چپ ← سیاهرگ بلندتر از سرخرگ

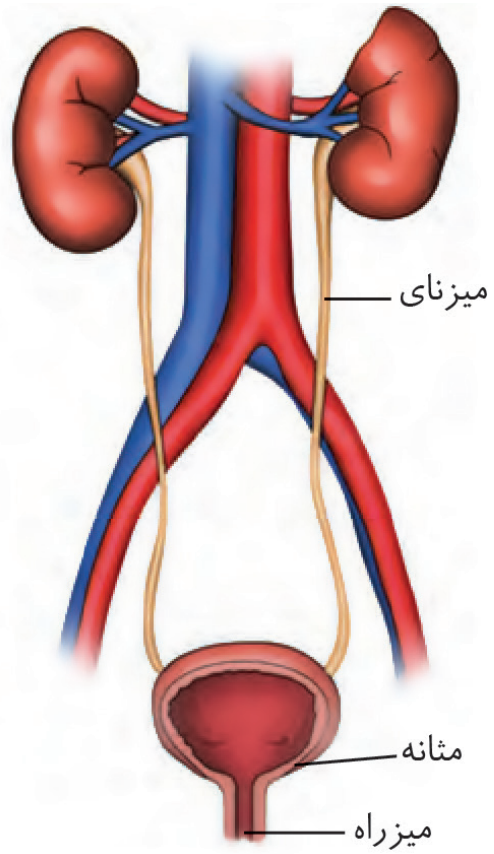
- سیاهرگ خارج شده از هر کلیه نسبت به سرخرگ وارد به هر کلیه در سطح جلوتری است.
- کلیهٔ چپ به سرخرگ آئورت و کلیهٔ راست به بزرگ سیاهرگ زیرین نزدیک‌تر است؛ در نتیجه داریم:

الف) سرخرگ‌ها از نظر طول: سرخرگ کلیهٔ چپ کوتاه‌تر از سرخرگ کلیهٔ راست.

ب) سیاهرگ‌ها از نظر طول: سیاهرگ کلیهٔ راست کوتاه‌تر از کلیهٔ چپ.

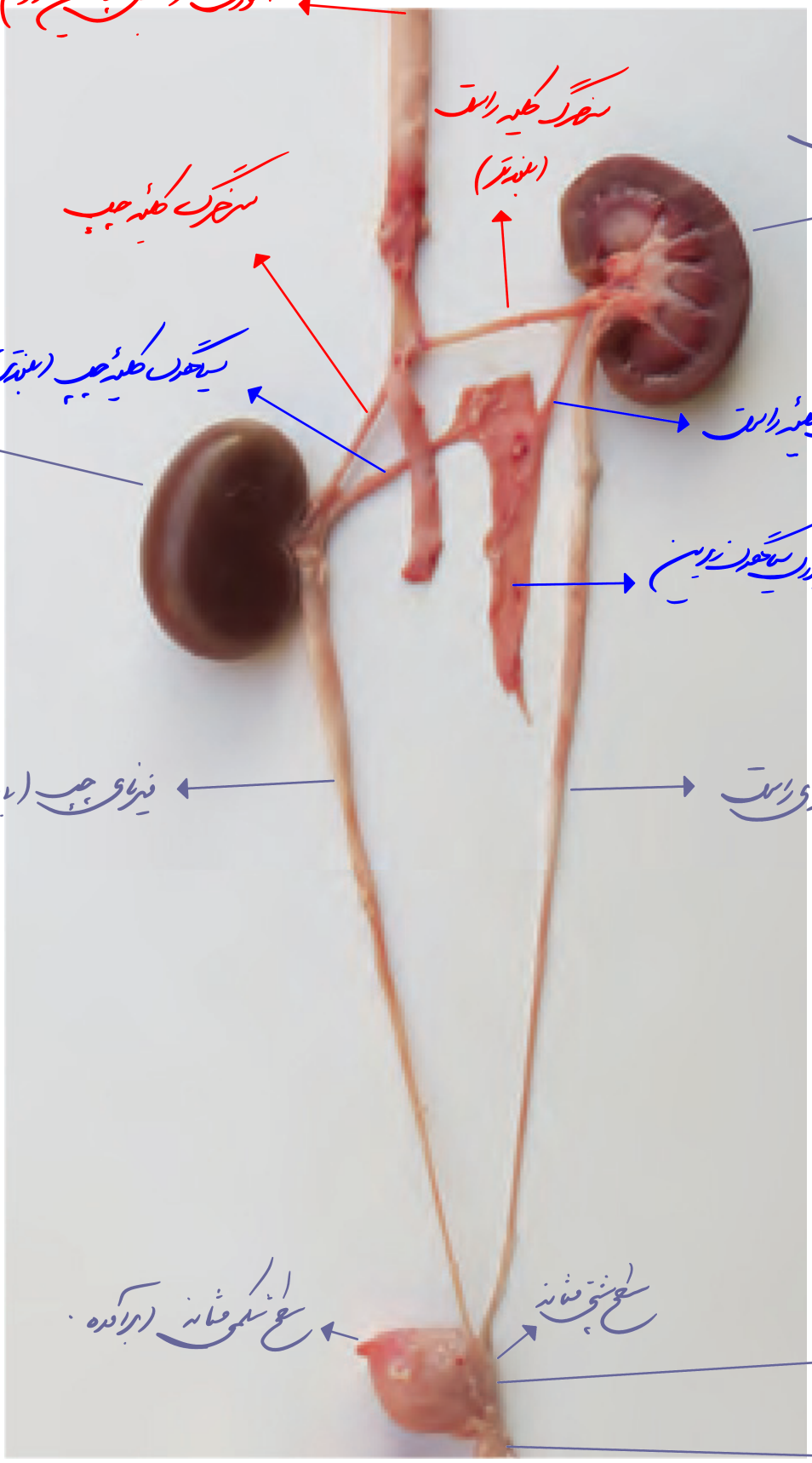
- سیاهرگ کلیهٔ چپ از روی آئورت عبور می‌کند.
- سرخرگ کلیهٔ راست از پشت بزرگ سیاهرگ زیرین عبور می‌کند.
- سیاهرگ کلیهٔ راست برخلاف سیاهرگ کلیهٔ چپ، دو انشعاب دارد.
- بخش ابتدایی میزنای در پشت سیاهرگ و سرخرگ کلیه قرار دارد وای امتداد آن در جلوی بزرگ سیاهرگ زیرین و آئورت قرار می‌گیرد.
- آئورت در محل قرارگیری کلیه‌ها در پشت بزرگ سیاهرگ زیرین است ولی آئورت در ادامه از بزرگ سیاهرگ زیرین جلوتر قرار می‌گیرد.

محل عبور میزنای چپ از روی انشعاب آئورت نسبت به محل عبور میزنای راست از روی همین رگ، بالاتر است.



موارد مقایسه	کلیهٔ چپ	کلیهٔ راست
جایگاه	در سمت چپ ستون مهره‌ها و پشت محوطهٔ شکمی	در سمت راست ستون مهره‌ها و پشت محوطهٔ شکمی
موقعیت	بالاتر	پایین‌تر (به علت موقعیت قرارگیری و شکل کبد)
دنده(های) محافظت‌کننده	۱۱ و ۱۲	۱۲
طول میزنای	بلندتر	کوتاه‌تر
طول سرخرگ کلیه	کوتاه‌تر	بلندتر
طول سیاهرگ کلیه	بلندتر	کوتاه‌تر
فاصله تا سرخرگ آئورت	کم‌تر	بیش‌تر
فاصله تا بزرگ‌سیاهرگ‌زیرین	بیش‌تر	کم‌تر
فاصله تا کبد	بیش‌تر	کم‌تر
فاصله تا طحال	کم‌تر	بیش‌تر
فاصله تا مثانه	بیش‌تر	کم‌تر

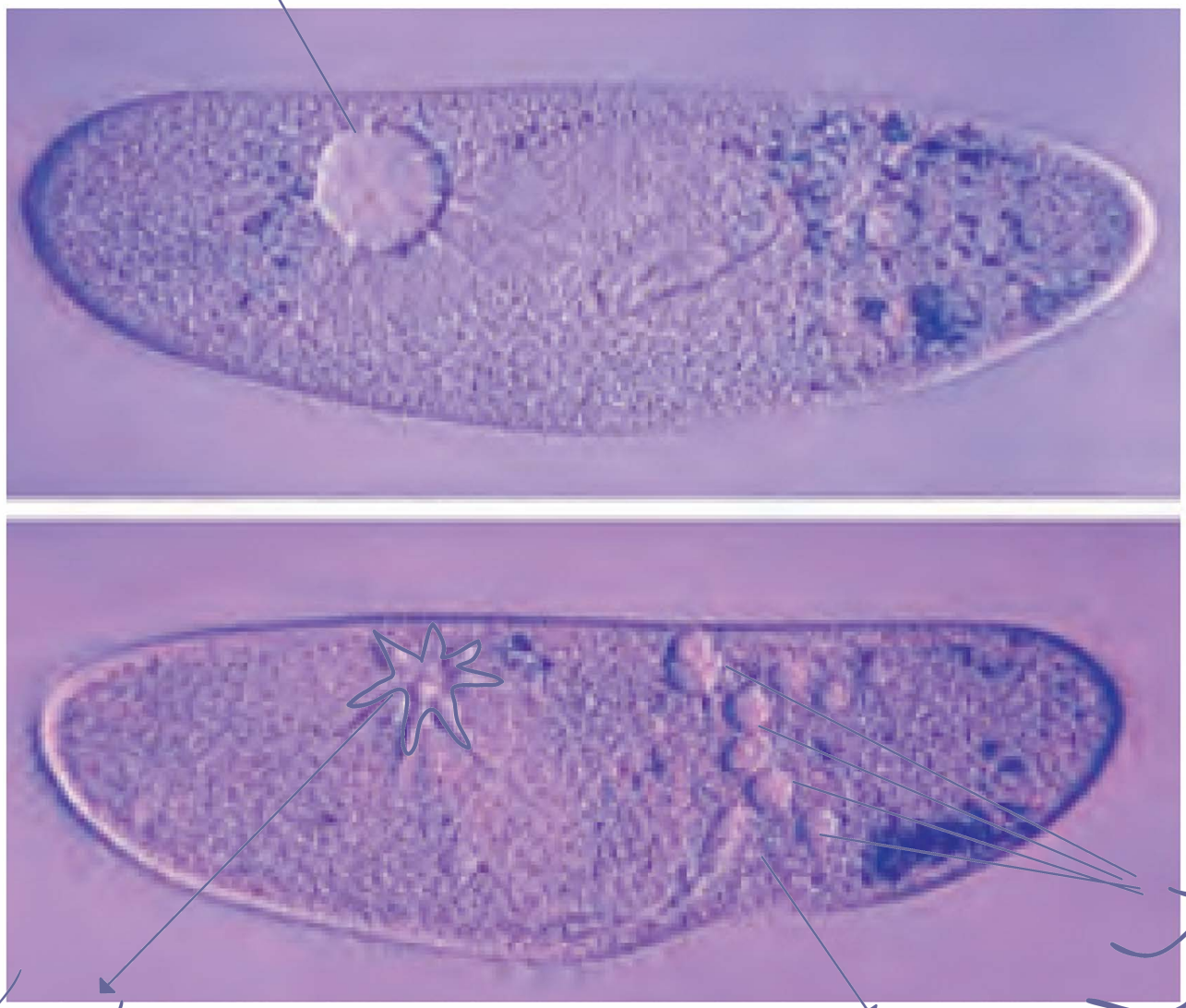
دستگاه دفع ادرار در گوسفند



واکوئول انقباضی در پارامسی

ورود آب ← واکوئول انقباضی ← اسمز (غیرفعال)

خروج آب ← از واکوئول انقباضی ← فعال



واکوئول انقباضی پر از آب (لوبی)

واکوئول انقباضی کم آب (ستاره‌ای)

حفرهٔ دهانی

واکوئول‌ها مرتبط با آوندهای سطحی

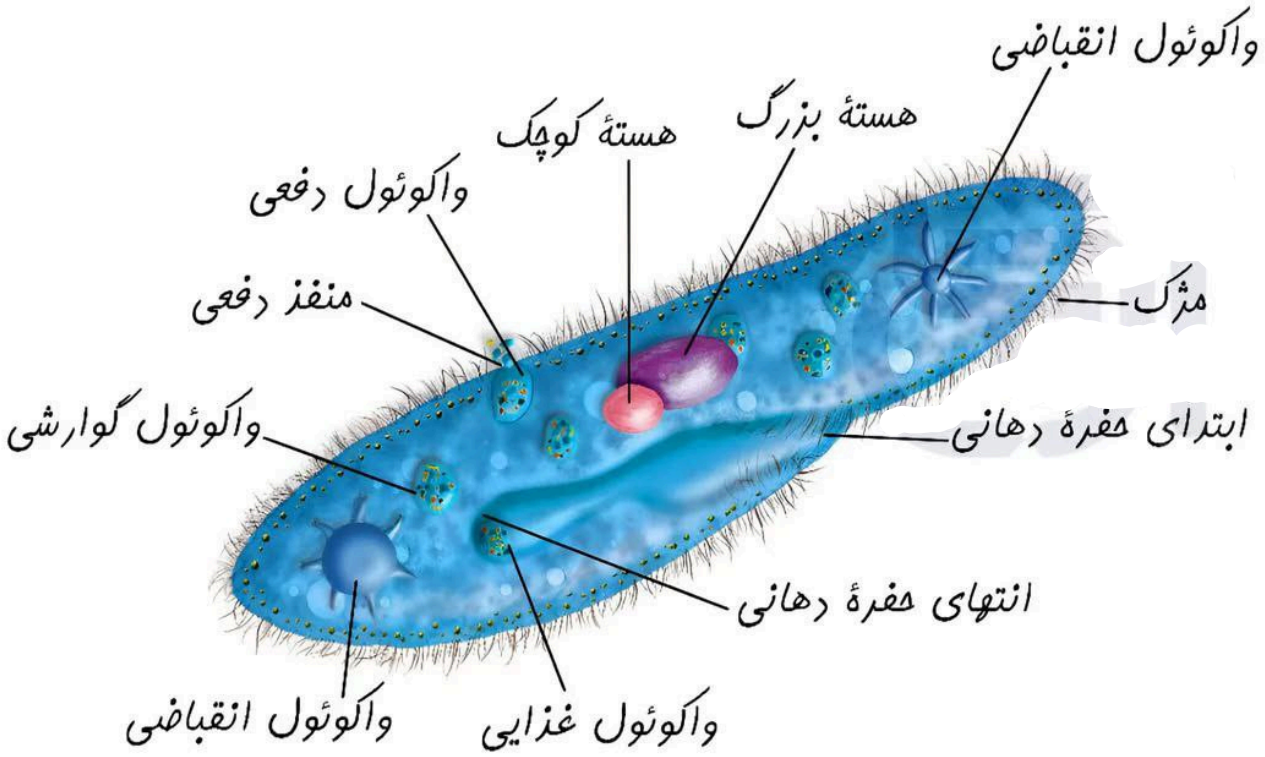
- واکوئول انقباضی در محلی دور از حفرهٔ دهانی قرار دارد.
- واکوئول انقباضی در زمان داشتن آب، دایره‌ای شکل ولی با از دست دادن آن، شکلی ستاره‌ای پیدا می‌کند.
- واکوئول انقباضی برای خارج کردن و مواد دفعی انرژی مصرف می‌کند.

واکوئول انقباضی نوعی واکوئول دفعی است.

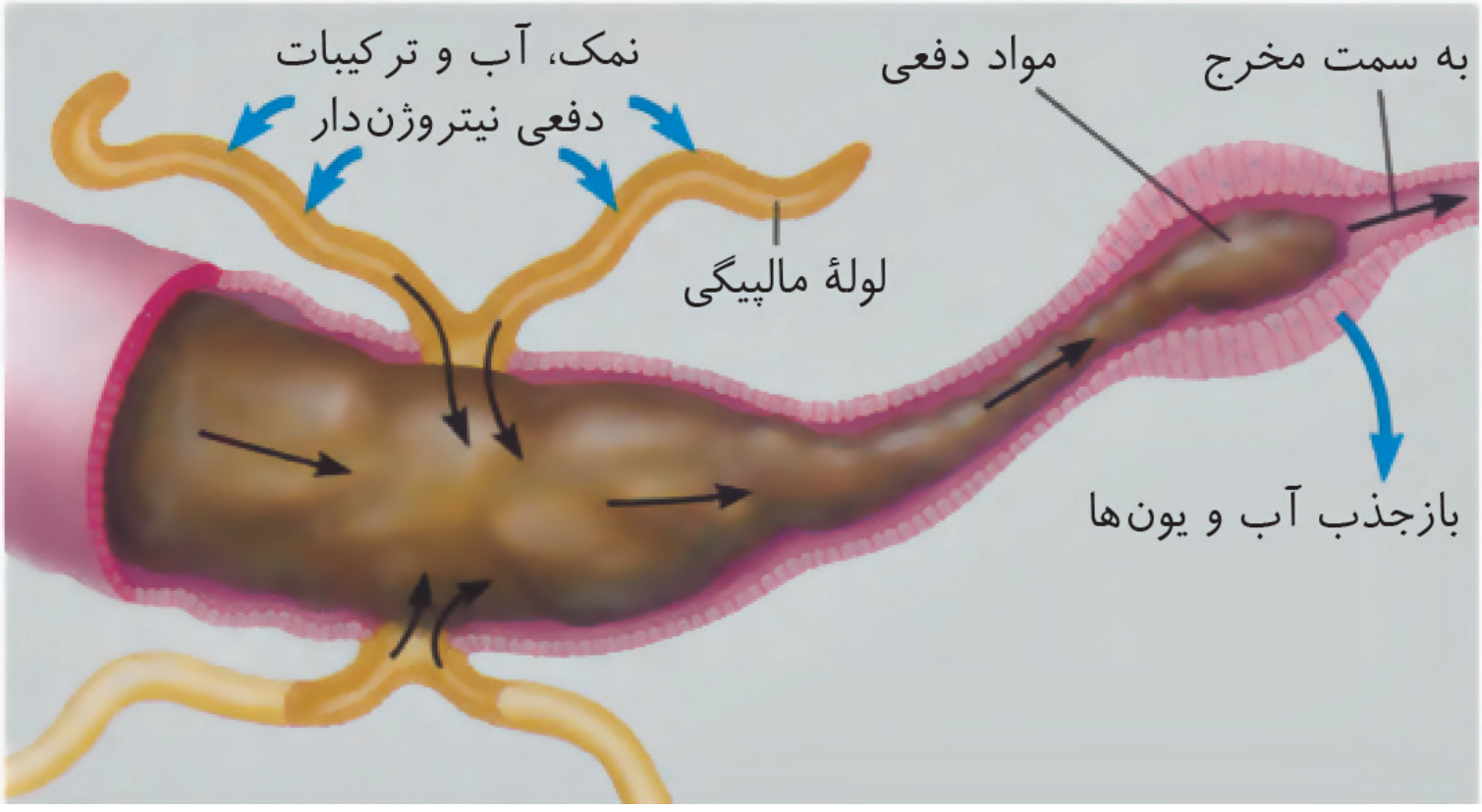
- پارامسی نوعی تک‌یاخته‌ای یوکاریوت می‌باشد که در محیط آبی زندگی می‌کند.
- پارامسی دارای سطوح بافت، اندام و دستگاه در گسترهٔ حیات نبوده و سطح فرد و یاختهٔ آن یکسان است.
- پارامسی دارای مژک‌هایی در سطح خود است که در هدایت مواد غذایی به حفرهٔ دهانی نقش دارند.
- غذا پس از ورود به حفرهٔ دهانی، در انتهای آن طی فرایند آندوسیتوز (درون‌بری) وارد یاخته می‌شود و در واکوئول غذایی قرار می‌گیرد. (واکوئول غذایی حاوی مواد غذایی وارد شده به یاخته است.)
- مواد غذایی موجود در واکوئول گوارشی، در پی نوعی گوارش (که در کتاب درسی نوع آن عنوان نشده!) ریزتر می‌شوند.
- چندین لیزوزوم در یاخته، به واکوئول غذایی متصل شده و در پی یکی شدن غشاهای آن‌ها، واکوئول گوارشی تشکیل می‌شود. (واکوئول گوارشی حاوی مواد غذایی + آنزیم‌های گوارشی موجود در لیزوزوم می‌باشد.)
- مواد غذایی در واکوئول گوارشی، گوارش شده *(قب اسمش که روشه!)* و در پی آن، مواد مورد نیاز پارامسی از واکوئول گوارشی خارج شده و مواد دفعی در آن باقی می‌مانند. در این مرحله، واکوئول گوارشی به واکوئول دفعی تبدیل می‌شود. (واکوئول دفعی، حاوی مواد دفعیِ حاصل از گوارش مواد غذایی می‌باشد.)
- واکوئول دفعی از راه منفذ دفعی، مواد دفعی را به خارج از پارامسی هدایت می‌کند. این فرایند به روش اگزوسیتوز (برون‌رانی) صورت می‌گیرد.
- در پی تشکیل واکوئول غذایی، از سطح غشای پارامسی کاسته و در پی خارج کردن مواد دفعی توسط واکوئول دفعی، به سطح غشای پارامسی افزوده می‌گردد.
- اندازهٔ واکوئول‌های تشکیل شده در طی فرایند گوارش در پارامسی، از اندازهٔ اندامک لیزوزوم بسیار بزرگ‌ترند.
- جانداران تک‌یاخته‌ای به طور معمول، تبادل مواد غذایی و مواد دفعی، تبادل گازهای تنفسی و تنظیم اسمزی خود را به طور مستقیم از سطح غشا با محیط انجام می‌دهند. پارامسی دارای واکوئول انقباضی نیز می‌باشد که این واکوئول در تنظیم فشار اسمزی و دفع آب اضافی پیکر این جاندار نقش دارد.

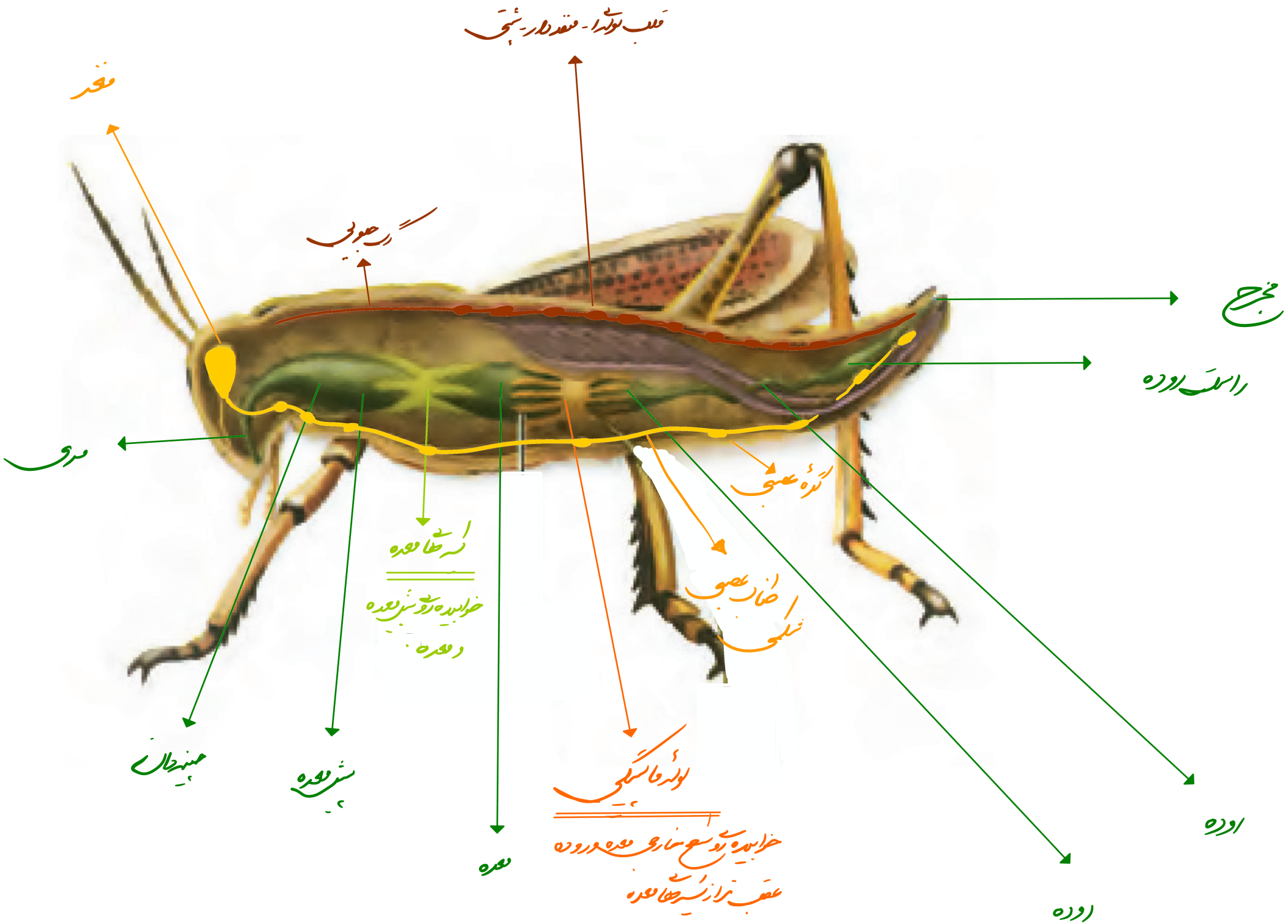
واکوئول‌ها در بدن پارامسی

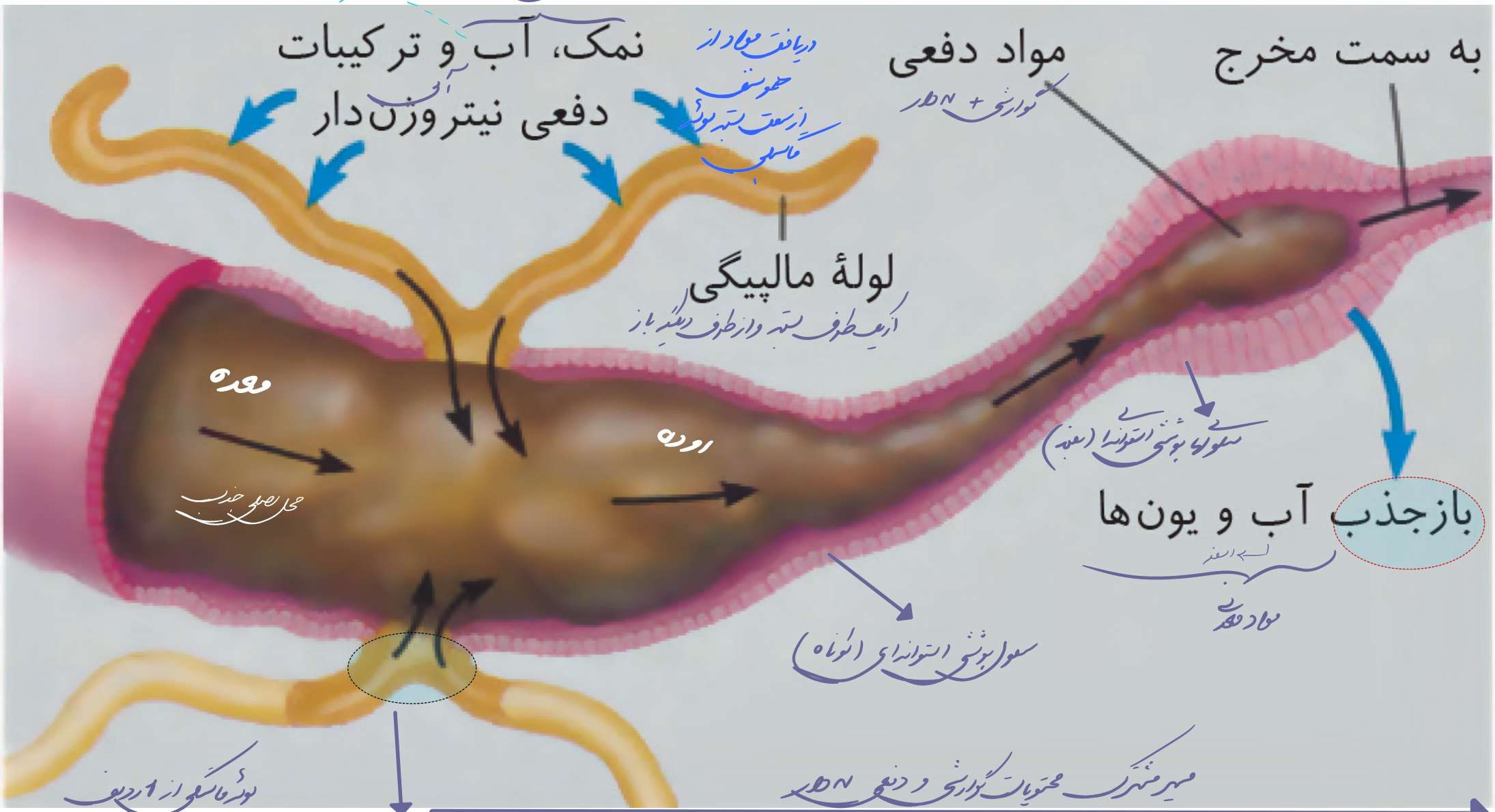
- **واکوئول غذایی:** در انتهای حفرهٔ دهانی، در اثر ورود غذا به درون بدن پارامسی ایجاد می‌شود.
- **واکوئول گوارشی:** در اثر اضافه شدن لیزوزوم‌ها به واکوئول غذایی تشکیل شده و در گوارش مواد غذایی نقش دارد.
- **واکوئول دفعی:** پس از خروج مواد مفید گوارش یافته، در دفع مواد باقی‌مانده از طریق منفذ دفعی نقش دارد.
- **واکوئول انقباضی:** آب را که از طریق اسمز به بدن پارامسی وارد می‌شود به همراه مواد دفعی از بدن خارج می‌کند.



لولهٔ مالپیگی

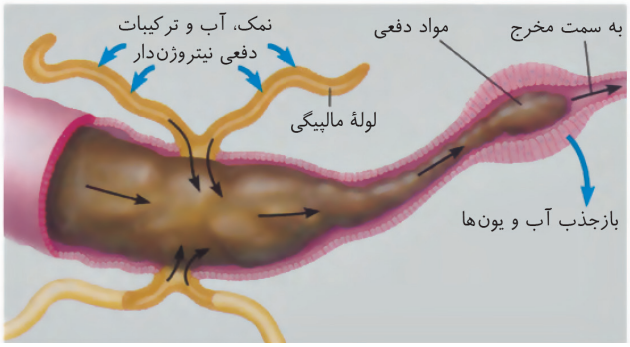

نمک، آب و ترکیبات
دفعی نیتروژن‌دار
مواد دفعی
به سمت مخرج
لولهٔ مالپیگی
بازجذب آب و یون‌ها


قلب لوله‌ای - منقبض شونده
مغز
گره جلویی
مخرج
راه‌های اوره
مری
گره عصبی
انشعابات عصبی شکمی
انشعابات معده
خارج شده از روی بخش جلویی معده
لوله‌های مالپیگی
خارج شده از سطح خارجی معده و روده
عقب‌تر از انشعابات معده
اوره
اوره
مغز
بخش جلویی معده
معده


نمک، آب و ترکیبات
دفعی نیتروژن‌دار
مواد دفعی
به سمت مخرج
لولهٔ مالپیگی
بازجذب آب و یون‌ها

لوله‌های مالپیگی:

- یک انتهای بسته و یک انتهای باز به سمت روده دارند.
- در تماس با همولنف قرار دارند.
- بین معده و روده قرار دارند ولی به درون روده باز می‌شوند.
- دیوارهٔ آن‌ها از یک ردیف یاختهٔ پوششی تشکیل شده است.
- نمک، آب و اوریک‌اسید به بخش میانی هر لولهٔ مالپیگی وارد می‌شود.
- بافت پوششی لولهٔ مالپیگی در امتداد بافت پوششی دیوارهٔ لولهٔ گوارش قرار دارد.



لوله‌های مالپیگی و کیسه‌های معده اطراف لولهٔ گوارش قرار دارند.

یاخته‌های راست‌روده شکلی استوانه‌ای دارند و نسبت به یاخته‌های روده، کشیده‌تر هستند.

یاخته‌های راست‌روده، اندازهٔ یکسانی ندارند و بلندترین یاخته‌های در بخش میانی راست‌روده قرار دارد.

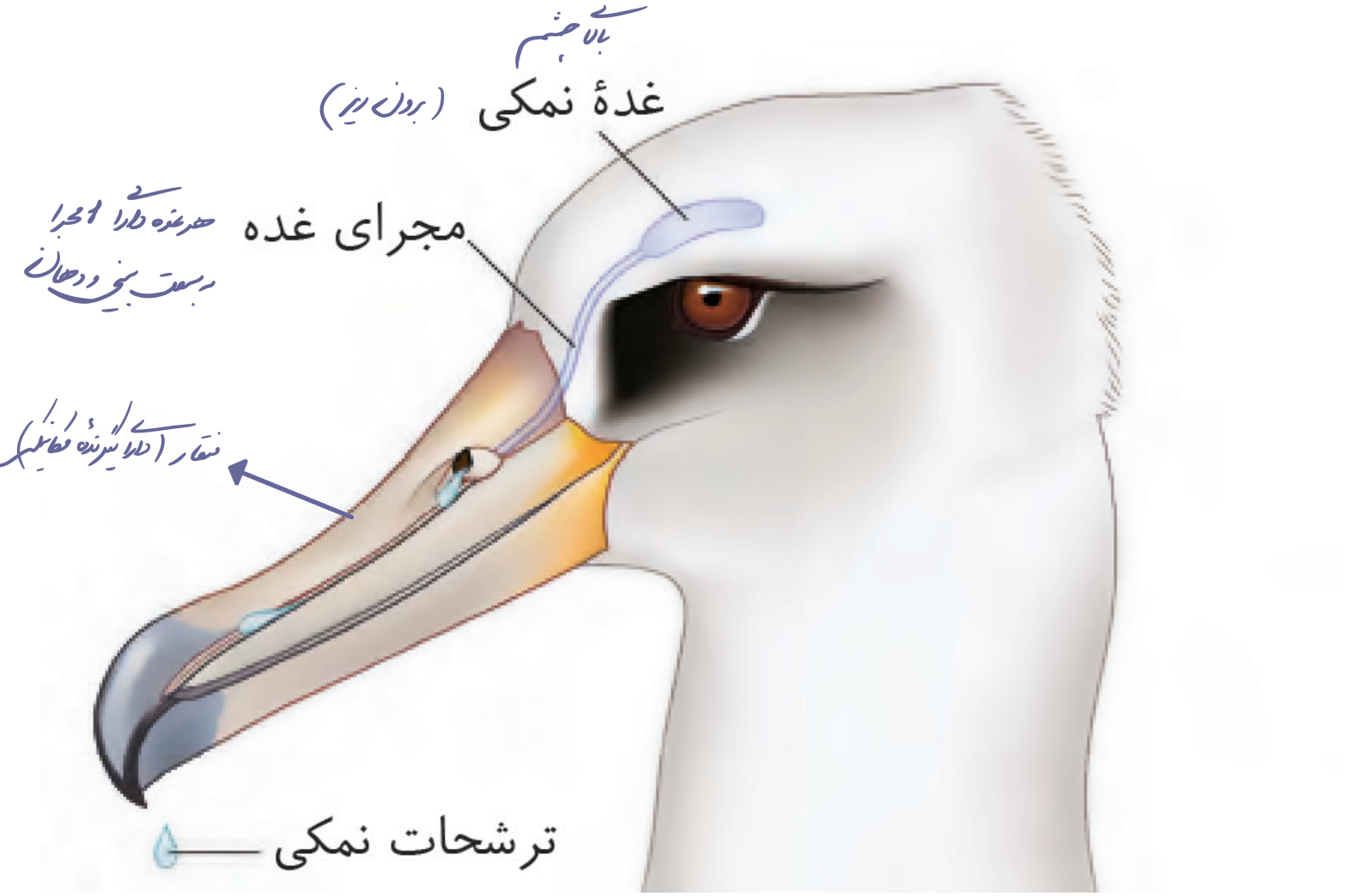
لوله‌های مالپیگی در مجاورت محل اتصال پاهای میانی به بدن ملخ، قرار دارند.

تعداد لوله‌های مالپیگی متصل به لولهٔ گوارش از تعداد کیسه‌های معدهٔ متصل به لولهٔ گوارش بیشتر ولی ضخامت آنها کمتر است.

محتویات لوله‌های مالپیگی به ابتدای روده که بخش ضخیم روده است، وارد می‌شود.

طبق شکل کتاب درسی، در بال‌های ملخ، همولنف دیده می‌شود.

اوریک‌اسید نوعی مادهٔ دفعی نیتروژن‌دار است که انحلال‌پذیری زیادی در آب ندارد؛ در نتیجه تمایل آن به رسوب کردن و تشکیل بلور زیاد است.


بالای چشم
غدهٔ نمکی (برون ریز)
مجرای غده
منقار (دارای گیرندهٔ فشار)
ترشحات نمکی