

آزمون حضوری  
شماره شش



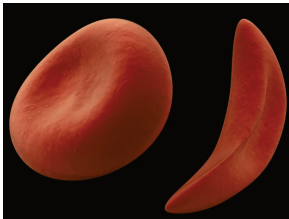
پایه دوازدهم  
رشته تجربی

## مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
زیست شناسی	زیست شناسی دوازدهم فصل ۲، از صفحه ۲۱ تا ۳۶ زیست شناسی دهم فصل ۴ + فصل ۵	۲	۴۰	فاطمه آفانچور - حسن محمدنشتایی - اشکان زرندي	فاطمه تاجبخش - روزا امیری - مهناز احمديان

### گفتار ۱: رونویسی

#### بیماری کم‌خونی داسی‌شکل



- گویچه قرمز سمت راست مربوط به شخصی است که دچار نوعی بیماری ارثی به نام کم‌خونی داسی‌شکل است.
- علت این بیماری نوعی تغییر ژنی است که باعث می‌شود پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر شود که نتیجه آن تغییر شکل گویچه قرمز از حالت گرد به داسی‌شکل است.
- این تغییر ژنی، بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است.
- این بیماری به نوعی، رابطه بین ژن و پروتئین را نشان می‌دهد.
- انواع کم‌خونی:

۱) کم‌خونی داسی‌شکل (بروز مشکلات ژنتیکی و تشکیل شکل ناقصی از هموگلوبین)

۲) کم‌خونی ناشی از کاهش آهن و فولیک اسید

۳) کم‌خونی ناشی از ویتامین  $B_{12}$  (در اثر مشکلات تغذیه‌ای و مشکلات معده)

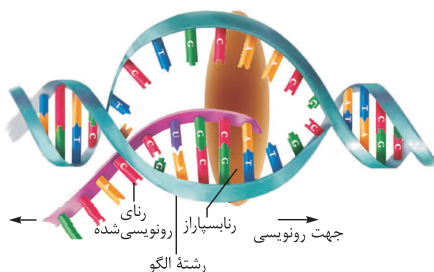
۴) کم‌خونی ناشی از خونریزی (در اثر جراحات یا قاعدگی)

- بعضی ژن‌ها مانند ژن سازنده هموگلوبین فقط در گویچه‌های قرمز نابالغ بیان می‌شوند و مثلاً در یاخته‌های بافت پوششی پوست بیان نمی‌شوند.

#### دنا چگونه نوع آمینواسیدهای پلی‌پپتید را تعیین می‌کند؟

- در مولکول دنا، ۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارند.
- پلی‌پپتیدها از ۲۰ نوع آمینواسید تشکیل شده‌اند.
- پس از پژوهش‌هایی مشخص شد که هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای دنا، بیانگر نوعی آمینواسید است. با ۴ نوع نوکلئوتید به کار رفته در دنا، ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌شود که می‌توانند رمز ساخت پلی‌پپتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند؛ به هر یک از این توالی‌های سه‌نوکلئوتیدی در دنا رمز می‌گویند.

#### نقش مولکول رنا به عنوان میانجی



- پلی‌پپتیدها براساس اطلاعات دنا و توسط رناتن‌ها در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.
- در یاخته‌های دارای هسته، چون رناتن‌های فعال درون هسته حضور ندارند، فرایند ساخت پلی‌پپتید در هسته انجام نمی‌شود.
- اطلاعات دنا برای ساخت پلی‌پپتید ضروری است و دنا هم از هسته خارج نمی‌شود، پاسخ در مولکول رنا است.
- انواعی از رنا در یاخته وجود دارند که در پروتئین‌سازی نقش دارند. این رناها از روی مولکول دنا ساخته می‌شوند.
- به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا، رونویسی گفته می‌شود.
- مولکول رنای پیک، مولکول میانجی بین دنا و رناتن برای تولید پروتئین است.





# مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

زیست شناسی

● مقایسه رونویسی و همانندسازی:

رونویسی	همانندسازی	
رنابسپاراز	دنا بسپاراز، هلیکاز و ...	آنزیم مؤثر
رنا	دنا	محصول فرایند
مستقل از چرخه (البته می تواند درون چرخه هم انجام شود).	خطی: مرحله S حلقوی: مستقل از چرخه	زمان انجام در چرخه یاخته ای
بارها	برای دنا ی اصلی یاخته یک بار	تعداد انجام فرایند در چرخه یاخته ای
بخشی از یک رشته دنا	دو رشته دنا	مولکول الگو
هسته - میتوکندری - کلروپلاست	هسته - میتوکندری - کلروپلاست	محل انجام در یاخته یوکاریوتی
ریبونوکلئوتید	دئوکسی ریبونوکلئوتید	نوع نوکلئوتیدهای مورد استفاده
ندارد	دارد	انجام ویرایش
سنتز آبدی	سنتز آبدی	نوع واکنش زیستی
دارد	دارد	مصرف انرژی

## ●● آنزیم های ویژه ای رونویسی را تسهیل می کنند ●●

- در یاخته انواعی از رنا ساخته می شود. عمل رونویسی از دنا به کمک آنزیم ها انجام می شود. این آنزیم ها را، تحت عنوان کلی رنابسپاراز نام گذاری می کنند.
- در پروکاریوت ها یک نوع رنابسپاراز وظیفه ساخت انواع رنا را بر عهده دارد.
- در یوکاریوت ها، انواعی از رنابسپاراز، ساخت رناهای مختلف را انجام می دهند:

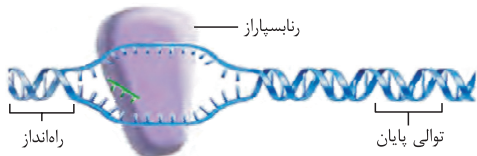
آنزیم	رونویسی از کدام ژن	محصول	محصول قابل ترجمه	نوع پیوندهای درون محصول	محصول فعالیت آنزیمی دارد؟
رنابسپاراز ۱	ژن های rRNA ساز	rRNA	نیست	فسفودی استر	بله
رنابسپاراز ۲	ژن های پروتئین ساز	mRNA	هست	فسفودی استر	خیر
رنابسپاراز ۳	ژن های tRNA ساز	tRNA	نیست	فسفودی استر + هیدروژنی	خیر

- در یوکاریوت ها رونویسی از همه ژن های سازنده پروتئین ها، توسط رنابسپاراز ۲ انجام می گیرد؛ در نتیجه اگر به شما بگویند در یک یاخته رونویسی از دو ژن مختلف توسط یک نوع رنابسپاراز صورت می گیرد، با کلی ذوق و خوشحالی سریع نگید پروکاریوت! چون امکان خیط شدن وجود دارد.
- هر ژن فقط توسط یک نوع رنابسپاراز رونویسی می شود ولی یک نوع رنابسپاراز می تواند چندین ژن مختلف را رونویسی کند.
- مقایسه دو نوع آنزیم بسپاراز یعنی رنابسپاراز و دنا بسپاراز:

آنزیم رنابسپاراز	آنزیم دنابسپاراز	
✓	✓	نوعی آنزیم پروتئینی و درون یاخته‌ای است.
✗	✓	توانایی شکستن پیوند هیدروژنی را دارد.
✓	✗	توانایی شکستن پیوند فسفودی‌استر را دارد.
✓	✓	توانایی شکستن پیوند اشتراکی را دارد.
✗	✓	در زمان متصل به دنا، هر دو رشته دنا را احاطه می‌کند.
✓	✗	محصول فعالیت آن، مولکولی با دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی است.
✓	✗	در تولید ژن دخالت دارد.
✗	✓	در بیان شدن ژن دخالت دارد.
✓	✗	توانایی انجام ویرایش دارد.

### مراحل رونویسی

رونویسی فرایندی پیوسته است ولی برای سادگی موضوع، آن را به سه مرحله آغاز، طویل شدن و پایان تقسیم می‌کنند. در این مراحل، آنزیم رنابسپاراز، عمل رونویسی را از یک رشته دنا انجام می‌دهد.

رونویسی		
	آغاز	<p>شناسایی راه انداز و اتصال به آن → بازکردن بخش کوچکی از دنا (شکست پیوندهای هیدروژنی بین دو رشته دنا) → الگوبرداری از بخش کوچکی از رشته الگو → تولید زنجیره کوچکی از مولکول رنا (ایجاد پیوند فسفودی‌استر بین ریبونوکلئوتیدها)</p>
	طویل شدن	<p>حرکت رنابسپاراز در طول ژن → بازشدن دو رشته دنا از هم در جلوی آنزیم → اضافه شدن نوکلئوتید به رشته در حال ساخت → جداسدن رنا از دنا در چندین نوکلئوتید عقب‌تر از بخشی که رنابسپاراز قرار دارد → متصل شدن دو رشته دنا به یکدیگر</p>
	پایان	<p>شناسایی توالی پایان رونویسی → الگوبرداری از توالی پایان رونویسی → جداسدن رنا به طور کامل از رشته الگو → جداسدن رنابسپاراز از مولکول دنا و رنای تازه ساخت → اتصال دو رشته دنا به یکدیگر</p>

اتفاقی که در هر مرحله رخ می‌دهد.

وضعیت پیوندهای مختلف در مراحل رونویسی

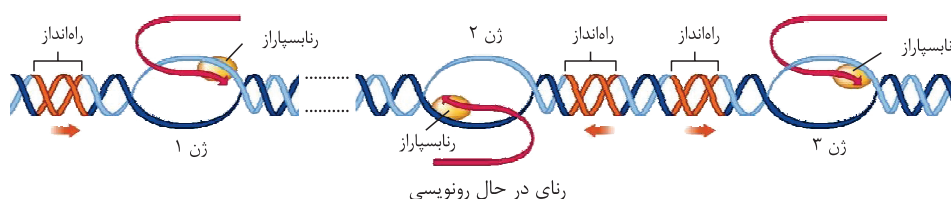
مرحله آغاز	مرحله طویل شدن	مرحله پایان
پیوند هیدروژنی بین دو رشته دنا	فقط شکسته می شود.	هم شکسته و هم تشکیل می شود.
پیوند هیدروژنی بین رشته الگو و رنای در حال ساخت	فقط تشکیل می شود.	هم تشکیل و هم شکسته می شود.
پیوند فسفودی استر بین دئوکسی ریبونوکلوئیدها	نه تشکیل و نه شکسته می شود.	نه تشکیل و نه شکسته می شود.
پیوند فسفودی استر بین ریبونوکلوئیدها	فقط تشکیل می شود.	فقط تشکیل می شود.
پیوند اشتراکی بین فسفاتی	فقط شکسته می شود (در نوکلئوتید ۳ فسفاته ای که می خواهد به زنجیره رنا متصل شود).	فقط شکسته می شود (در نوکلئوتید ۳ فسفاته ای که می خواهد به زنجیره رنا متصل شود).

### — راه انداز —

- بخشی از مولکول دنا است؛ در نتیجه نوکلئوتیدهای آن قند دئوکسی ریبوز دارند + بین نوکلئوتیدهای آن پیوندهای هیدروژنی و فسفودی استر برقرار است.
- پیوستن رنابسپاراز به آن، علامت شروع رونویسی است.
- در یوکاریوت ها رنابسپاراز برای شناسایی راه انداز نیاز به کمک دارد؛ یعنی زمانی رنابسپاراز، راه انداز را شناسایی می کند که به آن عوامل رونویسی متصل باشد.
- هم در سرعت و هم در مقدار رونویسی مؤثر است.
- توسط رنابسپاراز الگوداری نمی شود.
- پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای آن در زمان همانندسازی و توسط آنزیم هلیکاز باز می شود.
- راه انداز دو ژن مختلف می تواند در مجاورت یکدیگر باشد.
- در یوکاریوت ها هر ژن، یک راه انداز مخصوص به خود را دارد ولی در پروکاریوت ها، چند ژن متوالی می توانند یک راه انداز داشته باشند.

### ●● فقط یکی از دو رشته دنا در هر ژن رونویسی می شود. ●●

- ژن بخشی از مولکول دنا در رشته ای است ولی رونویسی از روی هر دو رشته یک ژن انجام نمی شود.
- اگر از روی دو رشته یک ژن رونویسی انجام می شد، محصولات این دو رشته مکمل نسبت به هم، بسیار متفاوت می شدند.
- برای هر ژن خاص، یکی از دو رشته رونویسی می شود.
- به بخشی از رشته دنا که مکمل رشته رنای رونویسی شده است رشته الگو می گویند و به رشته مکمل همین بخش در مولکول دنا، رشته رمزگذار گفته می شود، زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشته رنایی است که از روی رشته الگوی آن ساخته می شود.



- رشته مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن های دیگر یکسان یا متفاوت باشد.
- رشته مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته مورد رونویسی ژن مجاور خود یکسان یا متفاوت باشد.

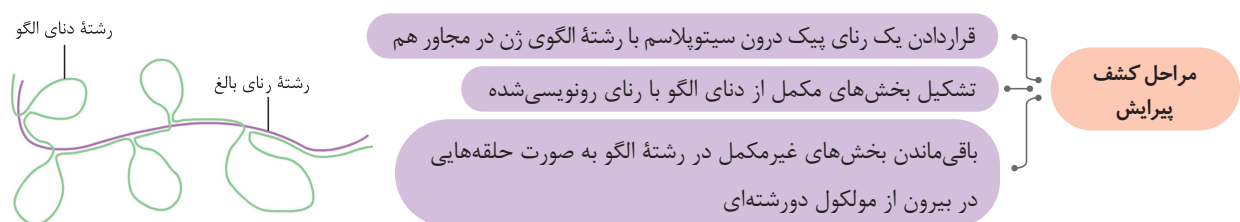
- در دو ژن مجاور در حال رونویسی (مانند ژن های ۲ و ۳)، جهت حرکت آنزیم های رنابسپاراز می تواند عکس یکدیگر باشد.
- وقتی دو رنابسپاراز از دو ژن مختلف در جهت مخالف هم حرکت می کنند؛ یعنی یا به یکدیگر نزدیک می شوند (مثلن ژن ۱ و ژن ۲) و یا از هم فاصله می گیرند، قطع رشته دنا در حال رونویسی و رشته رمزگذار در این دو ژن با هم متفاوت است.
- اگر بین دو ژن متوالی در دنا، راه انداز وجود نداشته باشد، جهت رونویسی می تواند یکسان (در پروکاریوت ها) و یا متفاوت (یوکاریوت ها) باشد.

### رناهای ساخته شده دچار تغییر می شوند.

- در یاخته های یوکاریوتی، رنای ساخته شده در رونویسی با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد، تفاوت دارد.
- رناها برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می شوند.

#### تغییرات رنای پیک -

- امکان تغییر رنای پیک در حین رونویسی و یا پس از آن وجود دارد.
- یکی از این تغییرات حذف بخش هایی از مولکول رنای پیک است.
- در بعضی ژن ها، توالی های معینی از رنای ساخته شده، جدا و حذف می شود و سایر بخش ها به هم متصل می شوند و یک رنای پیک یکپارچه می سازند. به این فرایند پیرایش گفته می شود.
- مراحل کشف پیرایش:

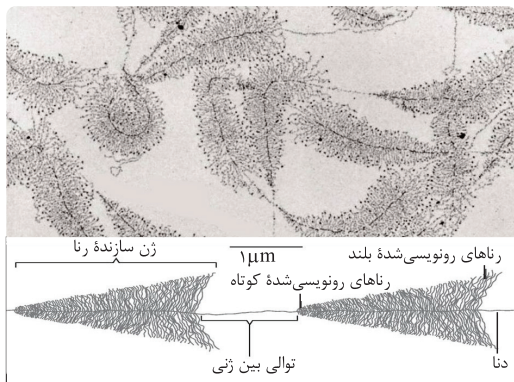


- اگرژون (بیانه): بخش هایی از مولکول دنا که رونوشت آن ها در رنای بالغ وجود دارد.
- اینترون (میانها): بخش هایی از مولکول دنا که رونوشت آن ها در رنای اولیه وجود دارد، ولی در رنای بالغ وجود ندارد!
- آنزیم های مؤثر در پیرایش رنا:
- ❶ آنزیم هایی پروتئینی هستند.
- ❷ در ریبوزوم های آزاد در سیتوپلاسم تولید و در هسته فعالیت می کنند. این آنزیم ها برای وارد شدن به هسته، از منافذ درون غشای هسته عبور می کنند.
- ❸ مثل دنابسپاراز توانایی شکستن پیوند فسفودی استر را دارند. البته دقت کنید که دنابسپاراز پیوند فسفودی استر بین دو نوکلئوتید دارای قند دئوکسی ریبوز را می شکند ولی آنزیم مؤثر در پیرایش، پیوند فسفودی استر بین دو نوکلئوتید دارای قند ریبوز را می شکند.
- ❹ فقط در یوکاریوت ها وجود دارند و فقط در یکی از روش های مؤثر در بالغ شدن رنای پیک نقش دارند.
- مقایسه پیرایش و ویرایش:

فرایند مرتبط	آنزیم مؤثر	در کدام مولکول	محل انجام	وضعیت پیوند فسفودی استر	در کدام یاخته انجام می شود؟	بر رشته الگو مؤثر؟	نوع تأثیر بر رشته تولید شده
هماندسازی	دنا بسپاراز	دنا	هسته، راکیزه و دیسه	شکسته می شود.	یوکاریوت و پروکاریوت	نیست	قرار گرفتن نوکلئوتید مناسب
تغییر رنای پیک	—	رنای پیک	هسته	شکسته و تشکیل می شود.	یوکاریوت	نیست	کاهش طول



### – شدت و میزان رونویسی –



- میزان رونویسی یک ژن به مقدار نیاز یاخته به فراورده‌های آن بستگی دارد.
- بعضی ژن‌ها، مانند ژن‌های سازنده رنا، رنای رنانتی در یاخته‌های تازه تقسیم‌شده بسیار فعال‌اند؛ زیرا باید تعداد زیادی از این نوع رنا را بسازند.
- در این نوع ژن‌ها، هم‌زمان تعداد زیادی رنابسپاراز از ژن رونویسی می‌کنند.
- به این دلیل که در هر زمان، رنابسپارازها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند، در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازه رناهای ساخته‌شده متفاوت دیده می‌شود.

● در این تصاویر رناها از اندازه کوتاه به بلند دیده می‌شود.

● همه رناهایی که از روی یک ژن رونویسی می‌شوند، از یک نوع هستند و همه رنابسپارازهایی که از یک ژن رونویسی انجام می‌دهند هم، از یک نوع هستند.

● در یاخته‌های پروکاریوتی رنابسپارازهایی که از روی دو ژن مختلف، رونویسی می‌دهند، قطعاً از یک نوع هستند ولی در یاخته‌های یوکاریوتی امکان متفاوت‌بودن رنابسپارازها وجود دارد.

● آنزیم‌های متعددی که رونویسی از یک ژن را انجام می‌دهند، به طور هم‌زمان به راه‌انداز و ژن متصل نشده‌اند (با فاصله زمانی متصل می‌شوند) ولی همگی به طور هم‌زمان از ژن در حال رونویسی از ژن هستند.

### ♦♦ گفتار ۲: به سوی پروتئین ♦♦

### – تبدیل زبان نوکلئیک اسیدی رنا به زبان پلی‌پپتیدی –

- پلی‌پپتیدها از مهم‌ترین فراورده‌های ژن‌ها هستند.
- به ساخته‌شدن پلی‌پپتید از روی اطلاعات رنای پیک، ترجمه می‌گویند.
- توالی‌های ۳ نوکلئوتیدی رنای پیک تعیین می‌کند که کدام آمینواسیدها باید در ساختار پلی‌پپتید قرار بگیرد. به این توالی‌ها، رمزه (کدون) گفته می‌شود.
- در یاخته ۶۴ نوع رمزه وجود دارد.
- رمزه آمینواسیدها در جانداران یکسان‌اند.
- رمزه‌های UGA، UAA و UAG هیچ آمینواسیدی را رمز نمی‌کنند که به آن‌ها رمزه پایان می‌گویند، زیرا حضور این رمزه‌ها در رنای پیک موجب پایان یافتن عمل ترجمه می‌شود.
- رمزه آغاز یا AUG رمزه‌ای است که ترجمه از آن آغاز می‌شود. این رمزه، معرف آمینواسید متیونین نیز است.

### – عوامل لازم در ترجمه –

رنای پیک ← حاوی دستورالعمل تولید رشته(های) پلی‌پپتید

آمینواسیدها ← مواد اولیه مصرفی در تولید رشته پلی‌پپتیدی

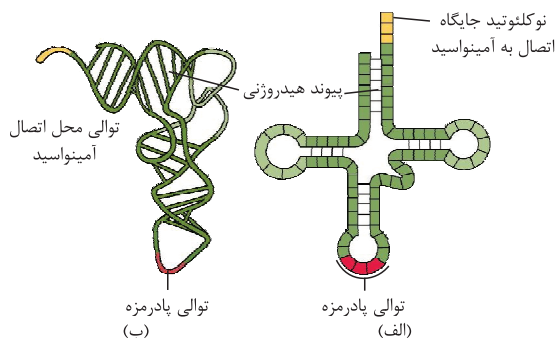
رنانتها ← به عنوان کارخانه تولید پروتئین

رنای ناقل ← حمل آمینواسید به ریبوزوم (رنانت)

مولکول‌های پرانرژی مثل PTA

عوامل لازم  
در ترجمه

### – ساختار رنای ناقل –



● هم در یوکاریوت‌ها و هم در پروکاریوت‌ها رنای ناقل پس از رونویسی دچار تغییراتی می‌شود:

برقراری پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای مکمل ← تاخوردن رنای تک‌رشته‌ای روی خود ← تاخوردگی‌های مجدد در رنای ناقل ← تشکیل ساختار سه‌بعدی.

● در ساختار سه‌بعدی رناهای ناقل، یک بخش محل اتصال آمینواسید و یک توالی ۳ نوکلئوتیدی به نام پادرمزه (آنتی کدون) وجود دارد.

● هنگام ترجمه، توالی پادرمزه با توالی رمزه مکمل خود پیوند هیدروژنی مناسب برقرار می‌کند.

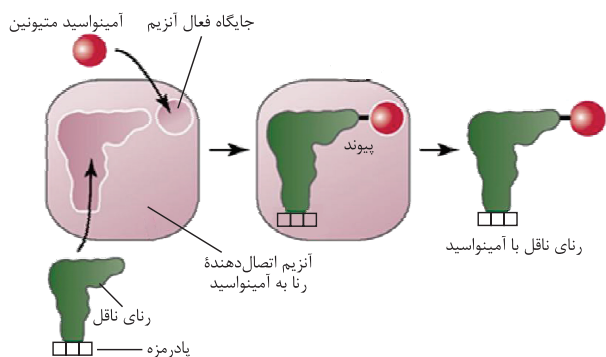
● در همه رناهای ناقل، به‌جز در ناحیه پادرمزه‌ای، انواع توالی‌های مشابهی وجود دارند.

● تعداد انواع پادرمزه‌ها کم‌تر از رمزه‌ها است؛ مثلاً برای رمزه‌های پایان، رنای ناقل وجود ندارد.

● دو رنای ناقل مختلف می‌توانند یک نوع آمینواسید را حمل کنند؛ چون بعضی از آمینواسیدها بیشتر از یک نوع رمزه و بنابراین پادرمزه دارند.

● یک نوع رنای ناقل همواره فقط یک نوع آمینواسید را حمل می‌کند

نحوه عمل رنای ناقل:



● در یاخته‌ها، آنزیم‌های ویژه‌ای وجود دارند که براساس نوع توالی پادرمزه، آمینواسید مناسب را به رنای ناقل متصل می‌کنند؛ یعنی آنزیم با تشخیص پادرمزه در رنای ناقل، آمینواسید مناسب را یافته و به آن وصل می‌کند. این فرایند نیازمند انرژی است.

● نحوه اتصال آمینواسید به رنای ناقل: قرارگیری رنای ناقل در جایگاه خود ← قرارگیری آمینواسید مناسب ← ایجاد پیوند اشتراکی بین گروه کربوکسیل آمینواسید و هیدروکسیل قند نوکلئوتید جایگاه اتصال در رنای ناقل.

### – ساختار رناتن –

دو زیرواحد بزرگ و کوچک دارد که هر زیرواحد نیز از رنا (رنای رناتنی) و پروتئین تشکیل شده است.

ساختار کامل آن زمانی شکل می‌گیرد که دو زیرواحد به یکدیگر متصل باشند.

در ساختار کامل دارای ۳ جایگاه است:

جایگاه P ← محل قرارگیری رنای ناقل دارای رشته پلی‌پپتید

جایگاه A ← محل قرارگیری رنای ناقل (به‌جز اولین رنای ناقل) به همراه آمینواسید متصل به آن

جایگاه E ← محل خروج رنای ناقل بدون آمینواسید از رناتن در مرحله طولی شدن ترجمه

رناتن



در پروکاریوت‌ها ← درون سیتوپلاسم حضور دارد.

در یوکاریوت‌ها ← به صورت آزاد در سیتوپلاسم + متصل به شبکه آندوپلاسمی زبر + درون راکیزه و کلروپلاست

### – مراحل ترجمه –

● ترجمه نیز فرایندی پیوسته است که برای سادگی در یادگیری آن را به سه مرحله آغاز، طولی شدن و پایان تقسیم می‌کنند.

ترجمه			
<p>هدایت شدن زیر واحد کوچک رناتن به سوی رمزه آغاز توسط بخش هایی از رنای پیک → اتصال رنای ناقلی که مکمل رمزه آغاز است به آن → اضافه شدن زیر واحد بزرگ رناتن به این مجموعه → کامل شدن ساختار رناتن.</p>	<p>آغاز</p>		
<p>ورود رنای ناقل مختلف به جایگاه A → در صورت مکمل بودن با رمزه جایگاه A، مستقر و در غیر این صورت از جایگاه خارج می شود → جدا شدن آمینواسید جایگاه P از رنای ناقل خود → ایجاد پیوندی پپتیدی این آمینواسید با آمینواسید مستقر شده جایگاه A → حرکت رناتن به اندازه یک رمزه به سوی رمزه پایان → خالی شدن جایگاه A + قرار گرفتن رنای ناقل حامل رشته پلی پپتید در جایگاه P + قرار گرفتن رنای ناقل بدون آمینواسید در جایگاه E → ورود tRNA حامل آمینواسید به جایگاه A → خارج شدن رنای ناقل بدون آمینواسید از جایگاه E → تکرار اتفاقات بالا و افزایش طول زنجیره پلی پپتیدی.</p>	<p>طول شدن</p>		
<p>ورود یکی از رمزه های پایان ترجمه به جایگاه A → اشغال شدن این جایگاه توسط پروتئین هایی به نام عوامل آزاد کننده (چون رمزه های پایان، پادرمزه ندارند). → جدا شدن پلی پپتید از آخرین رنای ناقل توسط عوامل آزاد کننده و جدا شدن tRNA از جایگاه P → جدا شدن زیر واحدهای رناتن از هم و آزاد شدن رنای پیک.</p>	<p>پایان</p>		
<p>در مراحل آغاز و طول شدن بین رمزه و پادرمزه و به ترتیب در جایگاه های P و A رناتن!</p>	<p>هیدروژنی</p>		
<p>در مراحل طول شدن و پایان در زمان خروج رنای ناقل بدون آمینواسید به ترتیب از جایگاه های E و P بین رمزه و پادرمزه</p>	<p>فسفودی استر</p>		
<p>تشکیل در مرحله طول شدن در جایگاه A رناتن</p>	<p>پپتیدی</p>		



● وضعیت رناهای ناقل وارد شده به ریبوزوم:

۱) بعضی از رناهای ناقل فقط به جایگاه P و E وارد می شوند ← رنای ناقل مربوط به کدون آغاز ابتدا به جایگاه P و بعد از اولین حرکت ریبوزوم به جایگاه E وارد می شود.

۲) بعضی از رناهای ناقل به هر ۳ جایگاه ریبوزوم وارد می شوند ← این رناها ابتدا در جایگاه A مستقر می شوند. سپس بعد از حرکت ریبوزوم به جایگاه P منتقل می شوند و بعد از یک حرکت دیگر به جایگاه E ریبوزوم وارد می شوند.

۳) بعضی از رناهای ناقل فقط به جایگاه A و P وارد می شوند ← رناهای ناقل مربوط به آخرین کدون قابل ترجمه ابتدا به جایگاه A و بعد از حرکت ریبوزوم به جایگاه P منتقل می شوند.

۴) بعضی از رناهای ناقل فقط به جایگاه A وارد می شوند، این رناهای ناقل به دلیل مکمل نبودن رمزه و پادرمزه، در جایگاه A مستقر نمی شوند؛ در نتیجه از همین جایگاه از ریبوزوم خارج می شوند و به سایر جایگاه ها وارد نمی شوند!

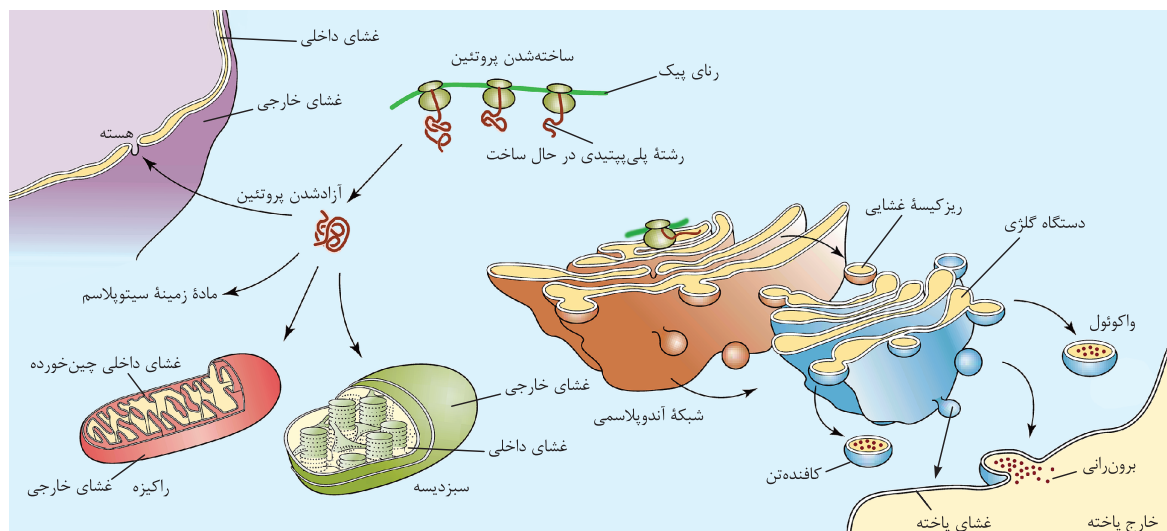
● جدول مقایسه ای جایگاه های ریبوزوم:

جایگاه E	جایگاه P	جایگاه A	
✓	✓	×	حضور کدون آغاز
×	×	✓	تشکیل پیوند پپتیدی
×	✓	×	شکستن پیوند بین رنای ناقل و آمینواسید
×	×	✓	ورود کدون پایان
×	✓	✓	تشکیل پیوند هیدروژنی بین کدون و آنتی کدون
×	×	✓	ورود پروتئین های عوامل آزادکننده
×	✓	×	محل خروج آخرین رنای ناقل وارد شده به ریبوزوم
✓	×	×	محل خروج همه رناهای ناقل وارد شده به ریبوزوم به جز آخرین رنای ناقل
✓	×	×	ورود رنای ناقل بدون آمینواسید
✓	×	✓	ورود توالی ۳ نوکلئوتیدی غیر قابل ترجمه

### – محل پروتئین سازی و سرنوشت آن ها –

● پروتئین سازی در هر بخشی از یاخته که رناتنها حضور داشته باشند می تواند انجام شود.

● براساس مقصدی که پروتئین باید برود، توالی های آمینواسیدی در آن وجود دارد که پروتئین را به مقصد هدایت می کند. یعنی در صورت یکسان بودن مقصد دو پروتئین مختلف، شباهت بین توالی آمینواسیدی خاصی در آن دو پروتئین وجود دارد.



محل قرارگیری ریبوزومها	مقصد پروتئینهای تولیدشده
آزاد درون سیتوپلاسم	درون هسته ← عوامل رونویسی و آنزیمهای هلیکاز، دنا بپاراز، رنا بپاراز، جداکننده رونوشتهای میانه
	درون خود سیتوپلاسم ← آنزیمهای مؤثر در فرایند قندکافت
	درون راکیزه و سبزدیسه ← بخشی از پروتئینهای درون این دو اندامک
درون راکیزه و سبزدیسه	بخشی از پروتئینهای درون این دو اندامک توسط رانتهای درون خود آنها تولید می شود.
روی آندوپلاسمی زبر	درون واکوئول ← گلوتن که منجر به بیماری سلیاک در بعضی از افراد می شود.
	درون لیزوزوم ← انواعی از آنزیمهای گوارشی که از آنها در گوارش درون یاخته ای استفاده می شود.
	درون غشای یاخته ← کانال و پروتئینهای غشایی
	بیرون از یاخته ← آنزیمهای گوارشی لوله گوارش، پادتن، پروتئین مکمل، اینترفرون، هورمون ها و ...

### – سرعت و مقدار پروتئین سازی –

به طور کلی سرعت و مقدار پروتئین سازی در یاخته ها بسته به نیاز تنظیم می شود.

● ممکن است پیش از پایان رونویسی رنای پیک، پروتئین سازی آغاز شود؛ زیرا طول عمر رنای پیک در این یاخته ها کم است.

● نیاز بیشتر به بعضی از پروتئین ها ← ساخت پروتئین ها، به طور هم زمان و پشت سر هم توسط مجموعه ای از رانته ها ← تولید تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان.

● نیاز بیشتر به بعضی از پروتئین ها ← ساخت پروتئین ها، به طور هم زمان و پشت سر هم توسط مجموعه ای از رانته ها ← تولید تعداد پروتئین بیشتری در واحد زمان.

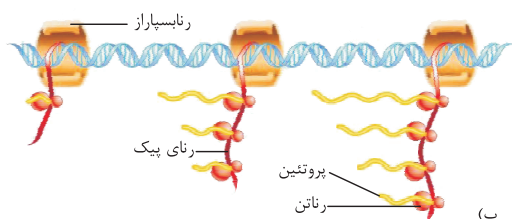
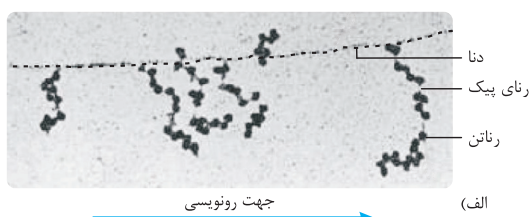
● وجود سازوکارهایی برای حفاظت رنای پیک در برابر تخریب ← طولانی تر شدن عمر رنای پیک پیش از تجزیه ← داشتن فرصت بیشتر برای پروتئین سازی.

در پروکاریوت ها

تنظیم  
سرعت و مقدار  
پروتئین سازی

در یوکاریوت ها

● در تجمع رانته ها در یوکاریوت ها و پروکاریوت ها؛



الف) تصویر میکروسکوپی مجموعه رانته ها  
ب) طرحی ساده از رانته هایی که چند رنای در حال رونویسی را ترجمه می کنند.

۱) رانته ها مانند دانه های تسبیح و رنای پیک شبیه نخ است که از درون این دانه ها می گذرد.

۲) رانته نزدیک به رنا بپاراز، اولین رانته ای است که ترجمه را شروع کرده است. این رانته، طول بیشتری از رنای پیک را ترجمه کرده است.

۳) رانته های متصل به رنای پیک، همگی به صورت هم زمان متصل نشده اند.

● در یاخته های پروکاریوتی، رنای پیک چندزنی تولید می شود. در ترجمه این رنای پیک، به صورت هم زمان چند رانته عمل ترجمه را انجام می دهند.

### – تنظیم بیان ژن –

● همه یاخته های پیکری بدن از تقسیم رشتمان (میتوز) یاخته تخم منشأ می گیرند.

● یاخته های حاصل، از نظر فام تنی و ژن ها یکسان اند. با این حال در ادامه تقسیمات و رشد جنین، یاخته های متفاوتی ایجاد می شوند که اعمال مختلفی انجام می دهند؛ مثلاً یاخته های عصبی و ماهیچه ای بدن یک فرد، ژن های یکسانی دارند ولی دارای عملکرد و شکل متفاوتی هستند.

# مروارثه آزمون آزمایشی خیلی سبز



- در هر یاخته تنها تعدادی از ژن‌ها فعال و سایر ژن‌ها غیرفعال هستند.
- هرگاه اطلاعات ژنی در یک یاخته مورد استفاده قرار بگیرد، می‌گوییم آن ژن بیان شده و به اصطلاح روشن است و ژنی که اطلاعات آن، مورد استفاده قرار نمی‌گیرد، خاموش و به اصطلاح بیان نشده است.
- مقدار، بازه و زمان استفاده از ژن در یاخته‌های مختلف یک جاندار ممکن است فرق داشته باشد و حتی در یک یاخته هم بسته به نیاز متفاوت باشد.
- به فرایندهایی که تعیین می‌کنند در چه هنگام، به چه مقدار و کدام ژن‌ها بیان شوند و یا بیان نشوند، فرایندهای تنظیم بیان ژن می‌گویند.
- تنظیم بیان ژن فرایندی بسیار دقیق و پیچیده است و عوامل متعددی ممکن است بر آن اثر بگذارند.
- کاربرد تنظیم بیان ژن:

- ۱ پاسخ‌دادن جاندار به تغییرات ← فعال‌شدن ژن سازنده آنزیم مورد استفاده در فتوسنتز در حضور نور (عدم بیان این ژن در نبود نور!)
- ۲ ایجاد یاخته‌های متفاوتی از یاخته بنیادی مغز قرمز استخوان

## تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها -

- تنظیم بیان ژن در پروکاریوت‌ها می‌تواند در هر یک از مراحل ساخت رنا و پروتئین تأثیر بگذارد.
- به طور معمول تنظیم بیان ژن در مرحله رونویسی انجام می‌شود.
- در مواردی ممکن است با تغییر در پایداری (طول عمر) رنا یا پروتئین، فعالیت آن را تنظیم کند.

تنظیم بیان ژن  
در پروکاریوت‌ها

## تنظیم رونویسی در پروکاریوت‌ها -

در این نوع تنظیم عواملی به پیوستن رنابسپاراز به توالی راه‌انداز کمک و یا مانع حرکت رنابسپاراز می‌شوند. در نتیجه، رونویسی از ژن تسهیل یا ممانعت می‌شود؛ مثلاً با اتصال پروتئین‌های خاصی به بخشی از دنا که سر راه رنابسپاراز است، از انجام رونویسی جلوگیری می‌شود.

قند مصرفی ترجیحی این باکتری گلوکز است.

در این باکتری امکان استفاده از قندهای لاکتوز (در صورت نبود گلوکز در محیط) و مالتوز نیز وجود دارد. لاکتوز و مالتوز متفاوت از گلوکز هستند و آنزیم‌های لازم برای مصرف آن‌ها نیز متفاوت است.

مصرف لاکتوز (تنظیم منفی رونویسی)

- در صورت وجود لاکتوز و نبود گلوکز؛ ورود لاکتوز موجود در محیط به باکتری ← اتصال لاکتوز به پروتئین مهارکننده ← تغییر شکل در پروتئین مهارکننده ← جداشدن مهارکننده از اپراتور ← رونویسی از ژن‌های سازنده آنزیم‌های تجزیه‌کننده لاکتوز ← تولید یک رنای پیک چندژنی (مربوط به ۳ ژن است) ← ترجمه رنای پیک ← تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده لاکتوز ← تجزیه لاکتوز درون باکتری و افزایش گلوکز در دسترس باکتری!
- در صورت نبود یا کاهش لاکتوز در محیط؛ متصل‌شدن پروتئین مهارکننده به توالی اپراتور ← ممانعت از حرکت رنابسپاراز ← توقف یا کاهش تولید آنزیم‌های لازم برای تجزیه لاکتوز.

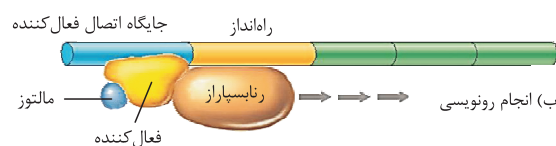
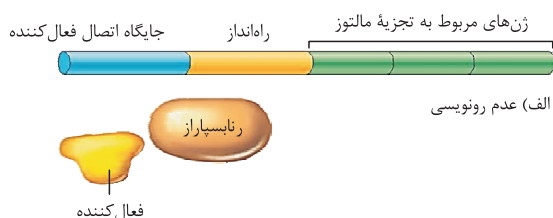
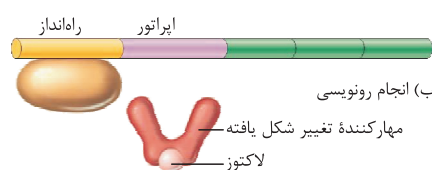
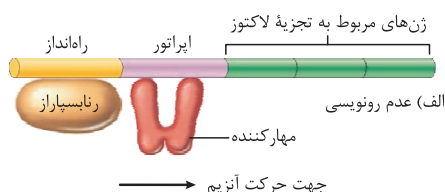
انواع  
تنظیم بیان  
ژن در باکتری Ecoli

مصرف مالتوز (تنظیم مثبت رونویسی)

- در صورت وجود مالتوز در محیط و نبود گلوکز؛ ورود مالتوز موجود در محیط به باکتری ← اتصال مالتوز به پروتئین فعال‌کننده ← متصل‌شدن فعال‌کننده به توالی خاصی از دنا (جایگاه فعال‌کننده) ← کمک‌کردن فعال‌کننده به رنابسپاراز برای اتصال به راه‌انداز ← شروع رونویسی و تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده مالتوز.
- در صورت نبود مالتوز؛ عدم رونویسی و تولید آنزیم‌های تجزیه‌کننده مالتوز چون باکتری به آن‌ها نیاز ندارد.

و در نهایت یک جدول خیلی مهم!

فعال کننده	مهارکننده	محل تولید
درون سیتوپلاسم		
x	x	به راه انداز متصل می شود.
x	x	توانایی اتصال به بخشی از ژن را دارد.
x	✓	به اپراتور (توالی بین ژن و راه انداز) متصل می شود.
✓	x	به بخشی از دنا متصل می شود که قبل از راه انداز و ژن قرار گرفته است.
x	x	به بخشی از دنا متصل می شود که ممکن است در فاصله دوری از ژن باشد.
✓	x	باعث هدایت شدن رنابسپاراز به سمت راه انداز و اتصال به آن می شود.
✓	✓	در شروع حرکت آنزیم رونویسی کننده نقش دارد.
x	✓	با اتصال به دنا، سبب جلوگیری از حرکت رنابسپاراز بر روی دنا می شود.
✓	x	اتصال آن به دنا شرط لازم برای فعالیت آنزیم رونویسی کننده است.
✓	✓	می تواند به قندی متفاوت از گلوکز متصل شود.

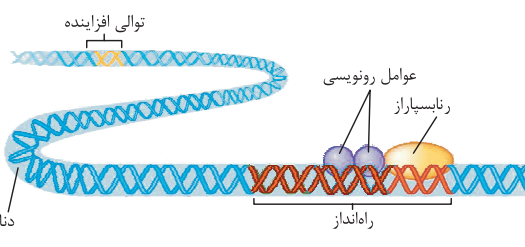
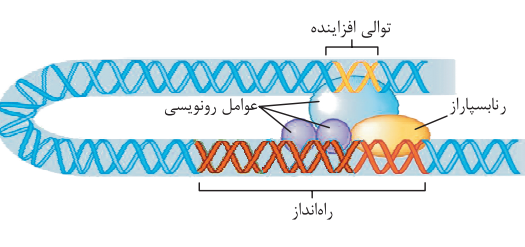


### تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها -

- تنظیم بیان ژن در یوکاریوت ها پیچیده تر از پروکاریوت هاست و می تواند در مراحل بیشتری انجام شود.
- یاخته های یوکاریوتی به وسیله غشاها به بخش های مختلفی تقسیم شده اند. بنابراین، برای آن که یاخته نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد، آن ماده باید به طریقی از غشاها عبور کند و ژن ها را تحت تأثیر قرار دهد.
- در یاخته های یوکاریوتی، بیشتر ژن ها در هسته و برخی در راکیزه ها و دیسه ها قرار دارند. در هر یک از این محل ها، یاخته می تواند بر بیان ژن نظارت داشته باشد. بنابراین تنظیم بیان ژن می تواند در مراحل متعددی انجام شود.

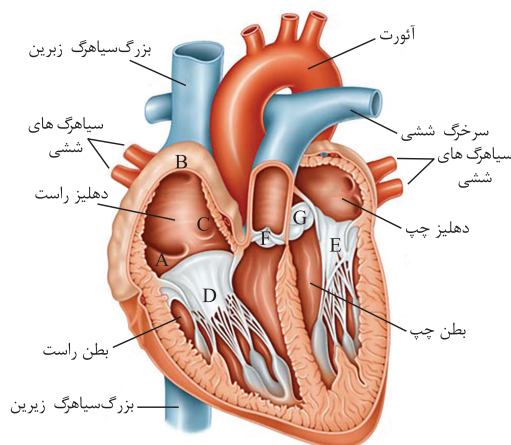


● مراحل تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها:

	<p>عدم توانایی شناسایی راه‌انداز توسط رناسپاراز به تنهایی وابسته بودن اتصال رناسپاراز به راه‌انداز به پروتئین‌هایی به نام عوامل رونویسی.</p> <p>عوامل رونویسی ← پروتئین‌هایی غیر آنزیمی که با اتصال خود به دنا بر سرعت و مقدار رونویسی اثر می‌گذارند.</p> <p>اتصال گروهی از عوامل رونویسی به نواحی خاصی از راه‌انداز ← هدایت شدن رناسپاراز به محل راه‌انداز</p> <p>تغییر مقدار رونویسی ژن به دنبال تغییر در تمایل پیوستن عوامل رونویسی به راه‌انداز در اثر بعضی از عوامل (این خودش نوعی تنظیم بیان ژن هستش!)</p> <p>اتصال بعضی از عوامل دیگر رونویسی به توالی خاصی از دنا به نام افزاینده.</p> <p>افزاینده توالی‌ای متفاوت از راه‌انداز است و ممکن است در فاصله دوری از ژن باشد.</p> <p>با ایجاد خمیدگی در دنا ← قرار گرفتن عوامل رونویسی متصل به راه‌انداز و افزاینده ← افزایش سرعت رونویسی</p>	<p>در مرحله رونویسی</p>
	<p>۱- اتصال بعضی رناهای کوچک مکمل به رنای پیک.</p> <p>● با اتصال این رناها از کار رناتن جلوگیری می‌شود در نتیجه، عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته شده پس از مدتی تجزیه می‌شود.</p> <p>● رنای پیکی که درون هسته ایجاد می‌شود، بلافاصله پس از تولید یا خارج شدن از آن، ترجمه نمی‌شود.</p> <p>۲- تنظیم طول عمر رنای پیک</p> <p>● افزایش طول عمر رنای پیک موجب افزایش محصول می‌شود و بالعکس.</p> <p>● تغییر در طول عمر رنای پیک در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها صورت می‌گیرد.</p>	<p>در مراحل غیر رونویسی</p>
<p>به طور معمول بخش‌های فشرده فام‌تن کم‌تر در دسترس رناسپارازها قرار می‌گیرند ← بنابراین یاخته می‌تواند با تغییر در میزان فشردگی فام‌تن در بخش‌های خاصی، دسترسی رناسپاراز را به ژن مورد نظر تنظیم کند.</p>	<p>در سطح فام‌تنی (قبل از رونویسی)</p>	

## فصل ۱۴

### گفتار ۱: قلب



● دستگاه گردش مواد در انسان، از قلب، رگ‌ها و خون تشکیل شده است.

بررسی یک شکل خیلی مهم:

۱) قلب اندامی ماهیچه‌ای است که ۴ حفره دارد. دو حفره کوچک‌تر در بالا به نام‌های

دهلیز راست و چپ و دو حفره بزرگ‌تر در پایین به نام‌های بطن راست و چپ.

۲) بین دوتا دهلیز و دوتا بطن دیواره‌ای وجود دارد که فضای داخلی آن‌ها را از

هم جدا می‌کند. دیواره بین دو بطن از دیواره بین دو دهلیز، ضخامت بیشتری دارد.

۳) ضخامت لایه ماهیچه‌ای دهلیز چپ یکنواخت است ولی ضخامت این لایه در

دهلیز راست در بخش‌های نزدیک به بطن، بیشتر از سایر بخش‌ها است.

۴) تعداد رگ‌های متصل به بخش‌های مختلف قلب:

الف) دهلیز راست: سیاهرگ کرونر + بزرگ سیاهرگ زیرین + بزرگ سیاهرگ زیرین

ب) بطن راست: یک سرخرگ ششی که بعد از خارج شدن به دو شاخه تقسیم می‌شود:

● شاخه بلندتر ← با عبور از زیر قوس آئورت و سطح پشتی بزرگ سیاهرگ زیرین به شش راست وارد می‌شود.

● شاخه کوتاه‌تر ← به شش چپ وارد می‌شود.

ج) دهلیز چپ: ۴ سیاهرگ ششی

د) بطن چپ: سرخرگ آئورت که بعد از خارج شدن قوس می‌زند.

۵) در شکل مدخل سیاهرگ‌های متصل به دهلیز راست و چپ را می‌توانید ببینید. مدخل بزرگ سیاهرگ زیرین با حرف A، بزرگ سیاهرگ

زیرین با حرف B و سیاهرگ کرونر با حرف C مشخص شده است.

۶) مدخل همه سیاهرگ‌های وارد شده به دهلیز راست در سطح پشتی این حفره قرار دارد.

۷) ۴ دریچه در قلب مشاهده می‌شود؛ دوتا بین دهلیزها و بطن‌ها و دوتا هم بین بطن‌ها و سرخرگ‌های خارج شده از آن‌ها!

۸) بین دهلیز راست و بطن راست، دریچه ۳ ختی (بخش D) و بین دهلیز چپ و بطن چپ، دریچه ۲ ختی (بخش E)

۹) بین بطن راست و سرخرگ ششی، دریچه سینی ششی (بخش F) و بین بطن چپ و سرخرگ آئورت، دریچه سینی آئورتی (بخش G)

۱۰) بین دهلیزها و سیاهرگ‌های ورودی به آن‌ها دریچه‌ای وجود ندارد ولی بین بطن‌ها و سرخرگ‌های خروجی از آن‌ها، دریچه وجود دارد.

۱۱) در بطن‌ها طناب‌های ارتجاعی وجود دارند. این طناب‌ها از یک انتها به دریچه بین دهلیزها و بطن‌ها متصل می‌شوند و از انتهای دیگر به

برآمدگی‌های ماهیچه‌ای درون بطن‌ها. طناب‌های ارتجاعی باعث می‌شوند که در زمان انقباض بطن‌ها لت‌های دریچه‌های بین دهلیز و بطن، به

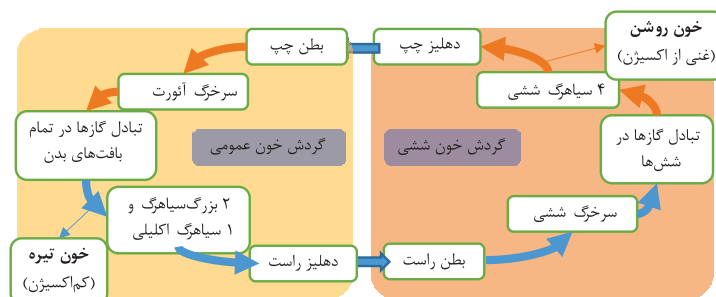
درون دهلیزها برنگردند این کار باعث می‌شود که هنگام انقباض بطن‌ها، خون بطن‌ها به درون دهلیزها برنگردد.

۱۲) تعداد برآمدگی‌های درون بطن راست از بطن چپ بیشتر است.

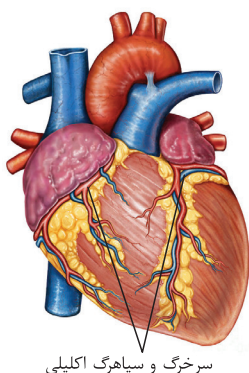
۱۳) ضخامت ماهیچه‌ای دیواره بطن چپ از بطن راست بیشتر است. اینم بگم تا یادم نرفته که ضخامت ماهیچه دیواره بطن چپ حتی از ضخامت دیواره بین دو بطن بیشتره!

۱۴) سطح دهلیزها، صاف ولی سطح داخلی بطن‌ها ناهموار است.

### گردش خون عمومی و ششی



### تأمین اکسیژن و مواد مغذی قلب -



سرخرگ و سیاهرگ اکلیلی

- خونی که از درون قلب عبور می کند، نمی تواند نیازهای تنفسی و غذایی قلب را برطرف کند.
- ماهیچه قلب با رگ های ویژه ای به نام سرخرگ اکلیلی (کرونری) که از آئورت منشعب شده اند، تغذیه می شود.
- سرخرگ های اکلیلی پس از رفع نیاز یاخته های قلبی، با هم یکی شده و به صورت سیاهرگ اکلیلی به دهلیز راست متصل می شوند.
- بسته شدن سرخرگ های اکلیلی توسط لخته یا سخت شدن دیواره آن ها (تصلب شرایین)، ممکن است باعث سکتة قلبی شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچه قلب، اکسیژن نمی رسد و یاخته های آن می میرند.
- بیشتر بودن لیپوپروتئین کم چگال (LDL) نسبت به پرچگال (HDL) → افزایش احتمال رسوب کلسترول در دیواره سرخرگ های اکلیلی → امکان بروز سکتة قلبی.

### دریچه های قلب -

ساختار → از چین خوردن بافت پوششی لایة درون شامه قلب و استحکام به دلیل وجود بافت پیوندی متراکم

ساختار خاص دریچه ها و تفاوت فشار خون در دو طرف آن ها، باعث باز یا بسته شدن آن ها می شود.

دریچه سه لختی → بزرگ ترین و عقبی ترین دریچه + از آن خون تیره عبور می کند + جلوگیری از بازگشت خون به دهلیز راست در انقباض بطن

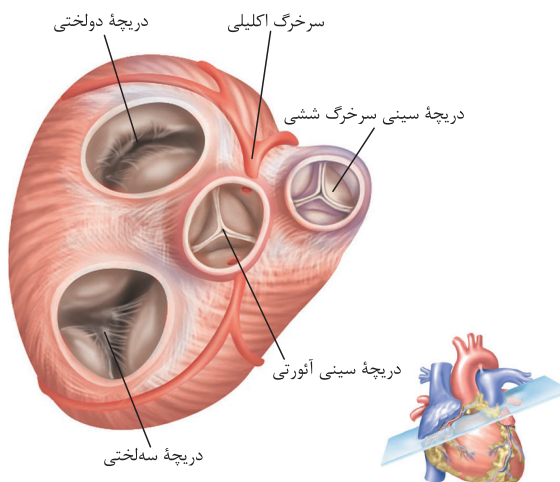
دریچه دولختی → از آن خون روشن عبور می کند + جلوگیری از بازگشت خون به دهلیز چپ در انقباض بطن

دریچه سینی ششی → جلویی ترین و کوچک ترین دریچه + از آن خون تیره عبور می کند + جلوگیری از بازگشت خون به بطن ها

دریچه سینی آئورتی → در بین ۳ دریچه دیگر قرار دارد + از آن خون روشن عبور می کند + جلوگیری از بازگشت خون به بطن ها + مدخل سرخرگ های اکلیلی بالاتر از آن قرار دارد.

دریچه های دولختی و سه لختی به ترتیب از دو و سه قطعه آویخته تشکیل شده اند ولی هر دو دریچه سینی از ۳ قطعه غیر آویخته تشکیل شده اند.

### دریچه های قلب





### – صداهاى قلب –

- قلب سالم و طبیعی دو صدای اصلی دارد:

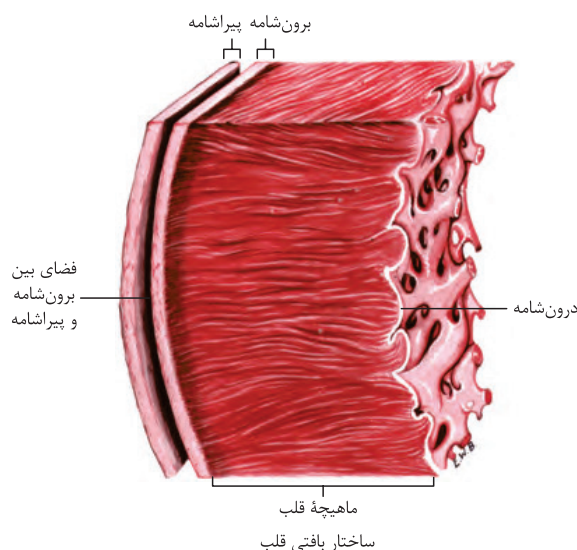
صدای	ویژگی	علت ایجاد	زمان ایجاد
اول (پوم)	قوی، گنگ و طولانی تر	بسته شدن دریچه های دولختی و سه لختی	شروع انقباض بطن ها
دوم (تاک)	کوتاه و واضح	بسته شدن دریچه های سینی	شروع استراحت بطن ها

- متخصصان با گوش دادن دقیق به صداهاى قلب، از سالم بودن قلب آگاه می شوند.
- در برخی بیماری ها به ویژه اختلال در ساختار دریچه ها، بزرگ شدن قلب یا نقایص مادرزادی مثل کامل نشدن دیواره میانی حفره های قلب، ممکن است صداهاى غیرعادی شنیده شود.

### – ساختار بافتی قلب –

قلب اندامی ماهیچه ای است و دیواره آن سه لایه دارد:

چه بافت هایی دارد؟	ویژگی
لایه بیرونی (برون شامه)	بافت پوششی سنگفرشی بافت پیوندی متراکم برون شامه روی خود برمی گردد و پیراشامه را به وجود می آورد. بین برون شامه و پیراشامه فضای وجود دارد که با مایع پر شده است. این مایع ضمن محافظت از قلب، به حرکت روان آن کمک می کند.
لایه میانی (ماهیچه قلب)	بافت ماهیچه قلب (بیشترین بافت این لایه) بافت پیوندی متراکم بسیاری از یاخته های ماهیچه قلبی به رشته های کلاژن بافت پیوندی اتصال دارند. بافت پیوندی موجود در این لایه در استحکام دریچه های قلبی نقش دارد. یاخته های این لایه توسط سرخرگ های کرونر خون رسانی می شوند.
لایه درونی (درون شامه)	یک لایه نازک بافت پوششی بافت پیوندی زیر بافت پوششی دریچه های قلبی حاصل چین خوردگی بافت پوششی این لایه هستند.



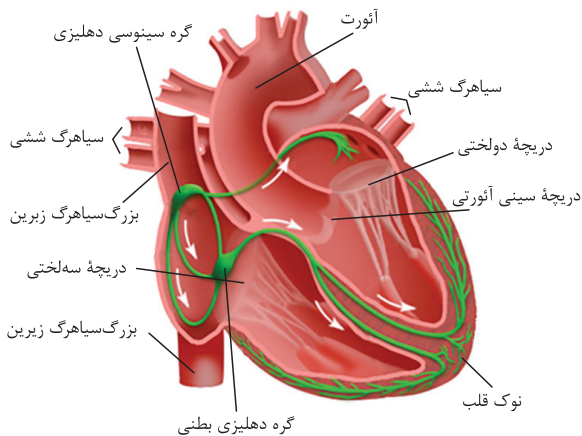
### – ساختار ماهیچه قلب –

- ماهیچه قلبی، ترکیبی از ویژگی های ماهیچه اسکلتی و صاف دارد.
- همانند ماهیچه اسکلتی، دارای ظاهری مخطط است. از طرف دیگر همانند یاخته های ماهیچه صاف، به طور غیرارادی منقبض می شوند.



- یاخته‌های آن بیشتر یک‌هسته‌ای و بعضی دوهسته‌ای‌اند.
- یکی از ویژگی‌های یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب ارتباط آن‌ها از طریق صفحات بینابینی (درهم‌رفته) است.
- ارتباط یاخته‌ای در این صفحات باعث می‌شود پیام انقباض و استراحت به سرعت بین یاخته‌های ماهیچه قلب منتشر شود و قلب در انقباض و استراحت مانند یک توده یاخته‌ای واحد عمل کند.
- در محل ارتباط ماهیچه دهلیزها به ماهیچه بطن‌ها، بافت پیوندی عایقی وجود دارد که مانع از انقباض هم‌زمان دهلیزها و بطن‌ها می‌شود.

### شبکه هادی قلب -

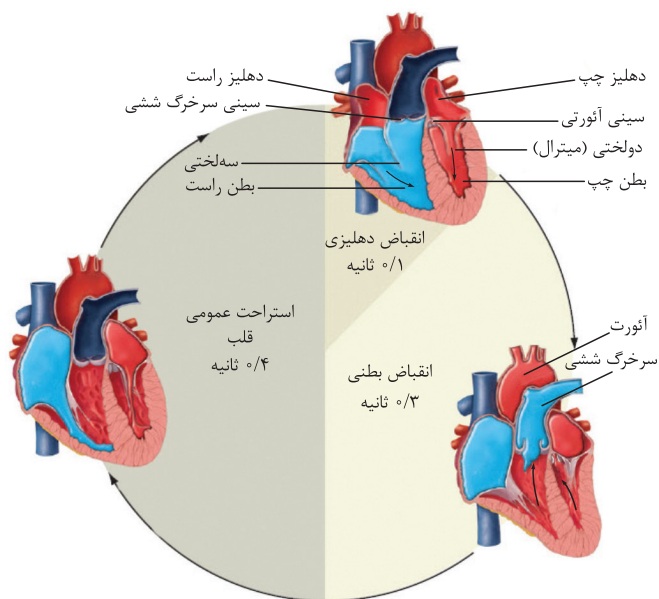


- یاخته‌های شبکه هادی با دیگر یاخته‌های ماهیچه قلبی، ارتباط دارند.
- در شبکه هادی پیام‌های الکتریکی برای شروع انقباض ماهیچه قلبی ایجاد می‌شوند و به سرعت در همه قلب گسترش می‌یابند.
- پس از گره دهلیزی بطنی، رشته‌هایی از بافت هادی که در دیواره بین دو بطن، وجود دارند به دو مسیر راست و چپ تقسیم می‌شوند و جریان الکتریکی را در بطن‌ها پخش می‌کنند. در نتیجه پیام الکتریکی به یاخته‌های ماهیچه قلبی منتقل می‌شود و بطن‌ها به طور هم‌زمان منقبض می‌شوند.
- گره‌های شبکه هادی قلب:

گره دوم	گره اول	نام‌های دیگر
دهلیزی - بطنی	سینوسی دهلیزی + پیشاهنگ + ضربان‌ساز	
کوچک‌تر	بزرگ‌تر	اندازه
دیواره پشته دهلیز راست و در عقب دریچه ۳ لختی و پایین‌تر از گره دیگر	دیواره پشته دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زیرین و بالاتر از گره دیگر	موقعیت
۴ تا (از ۳ دسته تار پیام می‌گیرد و از این گره یک دسته تار خارج می‌شود).	۴ تا (۳ دسته ارتباطی با گره دوم و یک دسته به دهلیز چپ می‌رود).	تعداد دسته تار متصل به آن

- فرستادن پیام از گره دهلیزی بطنی به درون بطن، با فاصله زمانی انجام می شود.
- انقباض بطن ها از قسمت پایین آن ها شروع می شود و به سمت بالا ادامه می یابد ولی انقباض دهلیزها از بخش بالای آن ها شروع و به سمت پایین ادامه دارد.

## چرخه ضربان قلب -

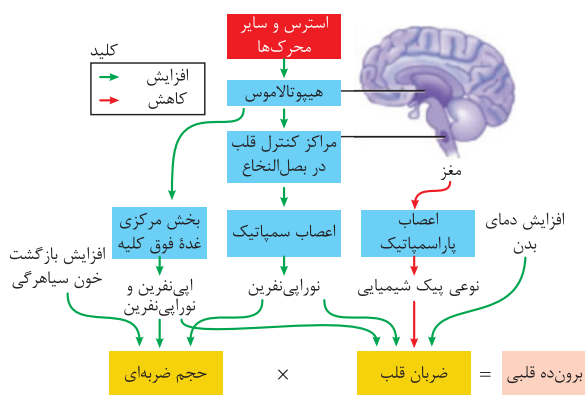


- قلب تقریباً در هر ثانیه، یک ضربان دارد و ممکن است در یک فرد با عمر متوسط در طول عمر، نزدیک به سه میلیارد بار منقبض شود.
- ماهیچه قلب برخلاف ماهیچه های اسکلتی نمی تواند استراحتی پیوسته داشته باشد.
- استراحت (دیاستول) و انقباض (سیستول) قلب را، که به طور متناوب انجام می شود، چرخه یا دوره قلبی می گویند.
- در طی هر چرخه، قلب با خون سیاهرگ ها پر، و سپس منقبض می شود و خون را به سراسر بدن می فرستد. در هر چرخه، این مراحل دیده می شود.

- مراحل چرخه ضربان قلب:

نام مرحله	مدت زمان	وضعیت در بجه ها		عملکرد	وضعیت حفرات		نوار قلب
		دهلیزی بطنی	سینی		دهلیز	بطن	
انقباض دهلیزی	0.1 ثانیه	باز	بسته	انتقال باقی مانده خون درون دهلیزها به بطن ها	انقباض	استراحت	از قله موج P تا قله موج R
انقباض بطنی	0.3 ثانیه	بسته	باز	انتقال خون درون بطن ها به سرخرگ های آنورت و ششی	استراحت	انقباض	از قله موج R تا کمی پیش از انتهای موج T
استراحت عمومی	0.4 ثانیه	باز	بسته	انتقال خون جمع شده در دهلیزها به بطن ها	استراحت	استراحت	از کمی پیش از انتهای موج T تا قله موج P

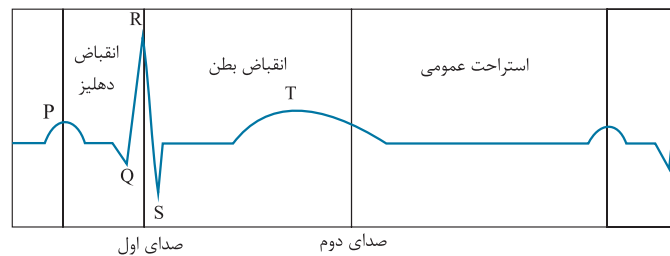
## برون ده قلبی -



- حجم ضربه ای ← حجم خونی که در هر انقباض بطنی از یک بطن خارج، و وارد سرخرگ می شود.
- برون ده قلبی: حجم ضربه ای × تعداد ضربان قلب در دقیقه.
- برون ده قلبی متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می کند و عواملی مانند سوخت و ساز پایه بدن، مقدار فعالیت بدنی، سن و اندازه بدن، در آن مؤثر است.
- میانگین برون ده قلبی در بزرگسالان در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است.
- در شکل مقابل عوامل مؤثر در برون ده قلبی را مشاهده می کنید:

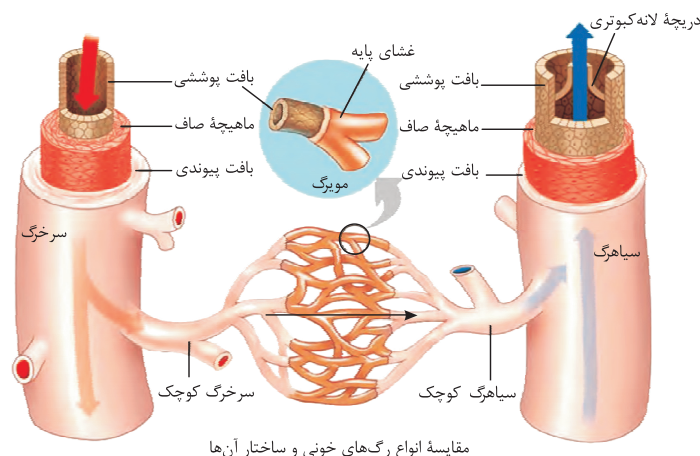
## – نوار قلب چه می گوید؟ –

- یاخته‌های ماهیچه قلبی در هنگام چرخه ضربان قلب، فعالیت الکتریکی را نشان می‌دهند.
- جریان الکتریکی حاصل از فعالیت قلب را می‌توان در سطح پوست دریافت و به صورت نوار قلب ثبت کرد.
- نوار قلب شامل ۳ موج «P»، «QRS» و «T» است.
- فعالیت الکتریکی دهلیزها به شکل موج P و فعالیت الکتریکی بطن‌ها به شکل موج QRS ثبت می‌شود.
- انقباض دهلیزها و بطن‌ها، اندکی پس از شروع فعالیت الکتریکی آن بخش است.
- موج T اندکی پیش از پایان انقباض بطن‌ها و بازگشت آن‌ها به حالت استراحت ثبت می‌شود.
- بررسی تغییراتی که در نوار قلب رخ می‌دهد، می‌تواند به متخصصان در تشخیص بیماری‌های قلبی کمک کند.



## ♦♦ گفتار ۲: رگ‌ها ♦♦

- در دستگاه گردش خون، سه نوع رگ در شبکه‌ای مرتبط به هم وجود دارد.
- شبکه رگ خونی، که از قلب شروع می‌شود و پس از عبور از بافت‌ها به قلب بازمی‌گردد، از سرخرگ‌ها، مویرگ‌ها و سیاهرگ‌ها تشکیل شده است.
- ساختار هر یک از این رگ‌ها متناسب با کاری است که انجام می‌دهد.
- دیواره همه سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از سه لایه اصلی تشکیل شده است:
- ۱) لایه داخلی ← بافت پوششی سنگفرشی است که در زیر آن، غشای پایه قرار دارد.
- ۲) لایه میانی ← ماهیچه‌ای صاف همراه با رشته‌های کشسان (الاستیک) زیاد
- ۳) لایه خارجی ← بافت پیوندی.
- ساختار پایه‌ای سرخرگ‌ها با سیاهرگ‌ها شباهت دارد.
- بسیاری از سیاهرگ‌ها دریچه‌هایی دارند که جهت حرکت خون را یک‌طرفه می‌کنند.



مقایسه انواع رگ‌های خونی و ساختار آن‌ها



● جدول مقایسه‌ای سرخرگ و سیاهرگ:

سرخرگ	سیاهرگ	
زیاد (به دلیل لایه ماهیچه‌ای و پیوندی ضخیم‌تر)	کم	تحمل فشار
بیشتر گرد دیده می‌شود.	—	شکل در برش عرضی
کوچک‌تر و کم‌تر	گسترده‌تر و بیشتر	حفره داخلی
زیاد	کم	مقاومت دیواره
کم	زیاد	گنجایش خون
ندارد	در سیاهرگ‌های دست و پا	دریچه لانه کبوتری
دور کردن خون از قلب	نزدیک کردن خون به قلب	وظیفه
بیشتر قسمت‌های عمقی اندام‌ها	بیشتر قسمت‌های سطحی اندام‌ها	محل قرارگیری

### — سرخرگ‌ها —

- نقش سرخرگ‌ها: خون‌رسانی به بافت‌ها با خارج کردن خون از قلب + حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت خون در آن‌ها.
- دیواره سرخرگ‌ها قدرت کشسانی زیادی دارد.
- انقباض بطن — پمپ‌شدن مقدار زیادی خون به درون سرخرگ — گشادشدن سرخرگ به دلیل داشتن قدرت کشسانی زیاد — جای دادن خون رانده‌شده از قلب درون سرخرگ.
- استراحت بطن — خونی از قلب خارج نمی‌شود (چون دریچه‌های سینی بسته هستند) — جمع‌شدن دیواره کشسان سرخرگ‌ها — هل دادن خون — رانده‌شدن خون به جلو با فشار.
- تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به صورت موجی در طول سرخرگ‌ها پیش می‌رود و به صورت نبض احساس می‌شود.
- عدم تغییر زیاد قطر سرخرگ‌های کوچک‌تر به دنبال ورود خون — به دلیل داشتن ماهیچه صاف بیشتر و رشته کشسان کم‌تر.
- میزان این مقاومت دیواره رگ در برابر ورود خون در زمان انقباض ماهیچه صاف دیواره، بیشتر و در هنگام استراحت، کم‌تر می‌شود. کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگ را تنظیم می‌کند.

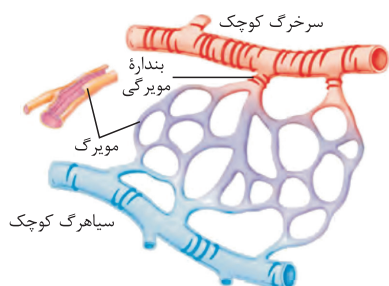
### — فشار خون —

- بیشتر سرخرگ‌های بدن در قسمت‌های عمقی هر اندام قرار گرفته‌اند، در حالی که سیاهرگ‌ها بیشتر در سطح قرار دارند.
- فشار خون، نیرویی است که از سوی خون بر دیواره رگ وارد می‌شود و ناشی از انقباض دیواره بطن‌ها یا سرخرگ‌ها است.
- اگر سرخرگی در بدن بریده شود، خون با سرعت زیاد از آن بیرون خواهد ریخت و بسیار خطرناک است.
- معمولاً فشار خون را با دو عدد (مثلاً ۱۲۰ روی ۸۰) بیان می‌کنند. این دو عدد به ترتیب، معرف فشار بیشینه و فشار کمینه برحسب میلی‌متر جیوه است.
- فشار بیشینه فشاری است که انقباض بطن روی سرخرگ وارد می‌کند و فشار کمینه در هنگام استراحت قلب، فشاری است که دیواره سرخرگ باز شده، در هنگام بسته‌شدن به خون وارد می‌کند (از طرف سرخرگ به خون وارد می‌شود).
- عوامل مؤثر روی فشار خون: چاقی، تغذیه نامناسب به‌ویژه مصرف چربی و نمک زیاد، دخانیات، استرس (فشار روانی) و سابقه خانوادگی.

### — مویرگ‌ها —

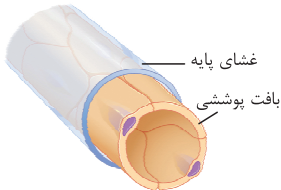
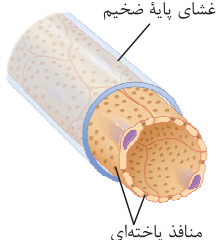
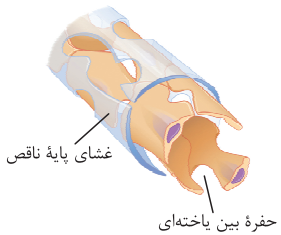
- سرخرگ‌های کوچک به مویرگ‌هایی منتهی می‌شوند که کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند.
- تبادل مواد بین خون و یاخته‌های بدن، در مویرگ‌ها انجام می‌شود.
- دیواره نازک و جریان خون کند، امکان تبادل مناسب مواد را در مویرگ‌ها فراهم می‌کند.

- مویرگ‌ها شبکه وسیعی را در بافت‌ها ایجاد می‌کنند به طوری که فاصله بیشتر یاخته‌های بدن تا مویرگ‌ها حدود  $0.2/0$  میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است. این فاصله کم، مبادله سریع مولکول‌ها را از طریق انتشار، آسان‌تر می‌کند.
- دیواره مویرگ‌ها، فقط از یک لایه یاخته‌های پوششی سنگفرشی ساخته شده است و ماهیچه صاف ندارد.
- سطح بیرونی مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند و نوعی صافی مولکولی برای محدود کردن عبور مولکول‌های بسیار درشت به وجود می‌آورد.
- دیواره مویرگ‌ها لایه ماهیچه‌ای ندارد؛ ولی در ابتدای بعضی از آن‌ها حلقه‌های ماهیچه‌ای وجود دارد که میزان جریان خون در آن‌ها را تنظیم می‌کند و به آن بنداره مویرگی گویند.
- تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها براساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی با تنگ و گشاد شدن سرخرگ‌های کوچک انجام می‌شود که قبل از مویرگ‌ها قرار دارند.
- به جدول زیر خیلی دقت کنید. مرسی!

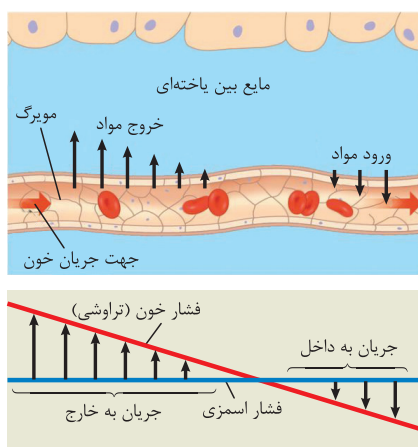


نوع رگ و خون ورودی به مویرگ	نوع رگ و خون ورودی به مویرگ	مثال
سرخرگ با خون روشن	سیاهرگ با خون تیره	بیشتر مویرگ‌های خونی بدن
سرخرگ با خون تیره	سیاهرگ با خون روشن	مویرگ‌های بخش جنینی + مویرگ‌های محل تبادل گازها با محیط در شش‌ها
سرخرگ با خون روشن	سرخرگ با خون روشن	شبکه اول مویرگی کلیه (گلومرول)
سیاهرگ با خون تیره	سیاهرگ با خون تیره	مویرگ‌های کبد که بین سیاهرگ و سیاهرگ فوق کبدی قرار دارند.

- مویرگ‌های خونی بدن در سه گروه قرار می‌گیرند:

نوع مویرگ	محل قرارگیری	ویژگی	شکل
پیوسته	دستگاه عصبی مرکزی	ارتباط تنگاتنگ یاخته‌های بافت پوششی تنظیم شدید ورود و خروج مواد	
منفذدار	کلیه	منافذ یاخته‌ای زیاد (در غشای یاخته‌های پوششی) غشای پایه ضخیم وجود لایه پروتئینی در غشای پایه، برای جلوگیری از خروج درشت‌مولکول‌ها مانند پروتئین‌ها	
ناپیوسته	جگر	حفره بین یاخته‌ای غشای پایه ناقص	

### تبادل مواد در مویرگ‌ها -



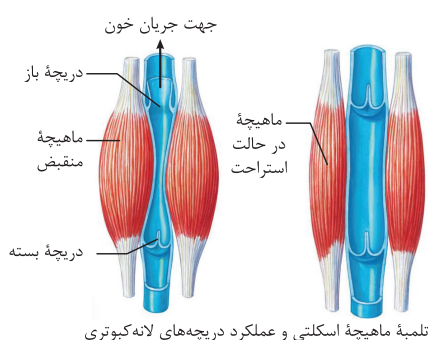
- مولکول‌های مواد ممکن است از غشای یاخته‌های پوششی مویرگ و یا از فاصله‌های بین این یاخته‌ها عبور کنند.
- در ابتدای سرخرگی مویرگ، فشار خون که به آن فشار تراوشی می‌گویند، باعث خروج مواد از مویرگ می‌شود.
- با اثر فشار تراوشی بخشی از خونابه جز مولکول‌های درشت از مویرگ خارج و به بافت وارد می‌شود.
- با خروج بخشی از خونابه فشار اسمزی درون مویرگ به تدریج افزایش می‌یابد؛ به طوری که در بخش سیاهرگی مویرگ، فشار اسمزی درون مویرگ از فشار اسمزی بافت‌های اطراف آن بیشتر است. در حالی که فشار تراوشی خون کم‌تر شده است. در نتیجه آب همراه با مولکول‌های متفاوت از جمله مواد دفعی یاخته‌ها وارد مویرگ می‌شوند.

- بیشترین میزان خروج مواد از مویرگ و برگشت مواد به مویرگ، در دو انتهای مویرگ وجود دارد.
- محل برابری فشار تراوشی و اسمزی در وسط مویرگ قرار ندارد و به سمت سیاهرگی مویرگ نزدیک‌تر است.
- خیز یا ادم:

- 1 نوعی بیماری که در آن عواملی سرعت بازگشت مایعات از بافت به خون را کاهش می‌دهند و بدن دچار تورم می‌شود.
- 2 عوامل مؤثر: کمبود پروتئین‌های خون + افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها + مصرف زیاد نمک + مصرف کم مایعات + بیماری‌های قلبی (نارسایی قلب) + بیماری‌های کلیوی (دفع پروتئین) + بیماری‌های هورمونی (فعالیت بیش از حد غده فوق کلیه «قسمت قشری») + اختلالات در مویرگ‌های لنفی + اختلال در فعالیت دریچه‌های لانه‌کبوتری

### سیاهرگ‌ها -

- سیاهرگ‌ها با داشتن فضای داخلی وسیع و دیوارهای با مقاومت کم‌تر، می‌توانند بیشتر حجم خون را در خود جای دهند.
- جهت حرکت خون در بیشتر سیاهرگ‌ها به سمت بالا است.
- عوامل مؤثر در جریان خون در سیاهرگ‌ها:



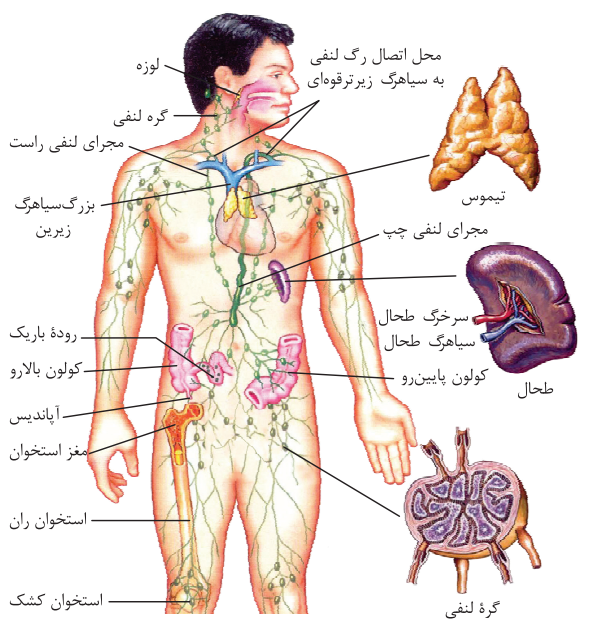
- 1 باقی‌مانده فشار سرخرگی
- 2 تلمبه ماهیچه اسکلتی ← حرکت خون در سیاهرگ‌ها به‌ویژه در اندام‌های پایین‌تر از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است. انقباض ماهیچه‌های دست و پا، شکم و میان‌بند، به سیاهرگ‌های مجاور خود فشاری وارد می‌کنند که باعث حرکت خون در سیاهرگ‌ها به سمت قلب می‌شود.
- 3 دریچه‌های لانه‌کبوتری: در سیاهرگ‌های دست و پا، جریان خون را یک‌طرفه و به سمت بالا هدایت می‌کنند. در هنگام انقباض هر ماهیچه در سیاهرگ مجاور آن، دریچه‌های بالایی باز و دریچه‌های پایینی، بسته می‌شوند.

- 4 فشار مکشی قفسه سینه: هنگام دم به وجود می‌آید، که قفسه سینه باز می‌شود، فشار از روی سیاهرگ‌های نزدیک قلب برداشته می‌شود و درون آن‌ها فشار مکشی ایجاد می‌شود که خون را به سمت بالا می‌کشد.

- فشار مکشی قفسه سینه باعث کاهش فشار در سیاهرگ‌های قفسه سینه و افزایش سرعت حرکت خون در این رگ‌ها می‌شود.
- فشار مکشی قفسه سینه به طور مستقیم به سیاهرگ‌های نواحی نزدیک قلب که درون قفسه سینه هستند، وارد می‌شود مثل سیاهرگ‌های ترقوه‌ای و بزرگ سیاهرگ‌های زیرین و زیرین.
- در زمان بازدم عمیق، ماهیچه‌های شکمی منقبض می‌شوند و از این طریق به سیاهرگ‌های مجاور خود فشاری وارد می‌کنند که می‌تواند باعث حرکت خون در این سیاهرگ‌ها شود.



### - دستگاه لنفی -

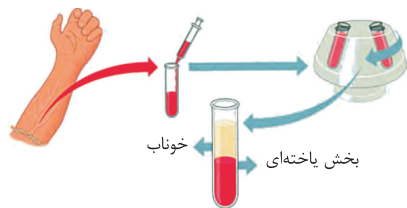
<p>وظیفه</p>	<p>کار اصلی ← تصفیه و بازگرداندن آب و مواد دیگری که از مویرگ‌ها به فضای میان‌بافتی نشت پیدا و به مویرگ‌ها برنمی‌گردند. کارهای دیگر ← (۱) انتقال چربی‌های جذب‌شده از دیواره روده باریک به خون (۲) از بین بردن میکروب‌های بیماری‌زا و یاخته‌های سرطانی</p>
<p>لنف</p>	<p>لنف مایعی تشکیل‌شده از مواد متفاوت مانند آب، پروتئین، لیپیدها و گویچه‌های سفید است.</p>
<p>رگ‌های لنفی</p>	<p>درون آن‌ها لنف جریان دارد و تقریباً در همه جای بدن قرار دارند.</p>
<p>مجاری لنفی</p>	<p>مجرای لنفی چپ ← قطر و طول بیشتری دارد + لنف بیشتر بدن را جمع‌آوری می‌کند + محتویات آن به سیاهرگ زیرترقوه‌ای چپ وارد می‌شود + از دیافراگم عبور می‌کند + مواد حاصل از گوارش چربی در روده باریک را جمع‌آوری می‌کند. مجرای لنفی راست ← قطر و طول کم‌تری دارد + لنف دست راست، سمت راست سر و سمت راست قفسه سینه را جمع‌آوری می‌کند.</p>
<p>گره‌های لنفی</p>	<p>در بخش‌های مختلف بدن قرار دارند + به یک گره لنفی ۴ رگ وارد ولی ۲ رگ از آن خارج می‌شود + رگ‌های مرتبط با هر گره لنفی دارای دریچه یک‌طرفه‌کننده جریان لنف هستند.</p>
<p>اجزا</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p>بزرگ‌ترین اندام لنفی بدن است + سطح خارجی آن برآمده است + در سمت چپ بدن و در سطح پشتی معده قرار دارد + یک سرخرگ به آن وارد و یک سیاهرگ از آن خارج می‌شود + سیاهرگ خارج‌شده از طحال در سطحی پایین‌تر از سرخرگ مربوط به طحال قرار دارد + سیاهرگ خارج‌شده از طحال به انشعابی از سیاهرگ باب ملحق می‌شود که خون بخش‌های فوقانی معده را جمع‌آوری می‌کند + در دوران جنینی به همراه کبد در تولید یاخته‌های خونی نقش دارد و در یک فرد بالغ به واسطه درشت‌خوارهایی که دارد، گویچه‌های قرمز مرده و آسیب‌دیده را تجزیه می‌کند + لنف خارج‌شده از طحال به مجرای لنفی چپ وارد می‌شود.</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>طحال</p> <p>بزرگ‌ترین اندام لنفی بدن است + سطح خارجی آن برآمده است + در سمت چپ بدن و در سطح پشتی معده قرار دارد + یک سرخرگ به آن وارد و یک سیاهرگ از آن خارج می‌شود + سیاهرگ خارج‌شده از طحال در سطحی پایین‌تر از سرخرگ مربوط به طحال قرار دارد + سیاهرگ خارج‌شده از طحال به انشعابی از سیاهرگ باب ملحق می‌شود که خون بخش‌های فوقانی معده را جمع‌آوری می‌کند + در دوران جنینی به همراه کبد در تولید یاخته‌های خونی نقش دارد و در یک فرد بالغ به واسطه درشت‌خوارهایی که دارد، گویچه‌های قرمز مرده و آسیب‌دیده را تجزیه می‌کند + لنف خارج‌شده از طحال به مجرای لنفی چپ وارد می‌شود.</p> </div> </div>
<p>اندام‌های لنفی</p>	<p>تیموس: یک غده درون‌ریز است + در قفسه سینه و پشت استخوان جناغ و در جلوی نای، مری و حفرات بالایی (دهلیز) قلب قرار دارد + در سطحی پایین‌تر از سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای و غدد تیروئید و پاراتیروئید قرار دارد. + هورمون تیموسین ترشح می‌کند که در تمایز لنفوسیت‌ها نقش دارد + لنفوسیت‌های T در غده تیموس بالغ می‌شوند. + در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازه آن تحلیل می‌رود.</p> <p>آپاندیس: در سمت راست بدن قرار دارد. + به روده کور متصل است. + خون سیاهرگی آن توسط سیاهرگ باب به کبد وارد می‌شود.</p> <p>لوزه‌ها: در بدن یک فرد سالم، لوزه‌ها در سه ناحیه حلقی، کامی! و زبانی قرار می‌گیرند. + لوزه‌ای که در شکل است لوزه حلقی است که یک عدد است و در پشت و بالای زبان کوچک قرار دارد.</p> <p>مغز استخوان: شامل مغز زرد و قرمز استخوان است. + مغز قرمز در بافت اسفنجی بعضی از استخوان‌های بدن و مغز زرد در مجرای مرکزی استخوان‌های دراز قرار دارد.</p>

### – تنظیم دستگاه گردش خون –

- گره ضربان ساز، تکانه‌های منظمی را ایجاد و در قلب منتشر می‌کند تا چرخه ضربان قلب به طور منظم تکرار شود.
- در حالت عادی این ضربان و برون‌ده قلبی ناشی از آن، نیاز اکسیژن و مواد مغذی اندام‌های بدن را برطرف می‌کند. اما در هنگام فعالیت ورزشی یا در حالت استراحت، برون‌ده قلب باید تغییر یابد. این تنظیم‌ها با سازوکارهای مختلفی انجام می‌شود:

جزئی از بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی، و شامل سمپاتیک و پاراسمپاتیک است. مرکز هماهنگی این اعصاب در بصل‌النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنفس قرار دارد. افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با شرایط، به وسیله اعصاب دستگاه عصبی خودمختار انجام می‌شود. همکاری این مراکز، نیاز بدن به مواد مغذی و اکسیژن را به خوبی تأمین می‌کند.	دستگاه عصبی خودمختار
در پاسخ به فشارهای روانی و استرس، ترشح بعضی از هورمون‌ها از غدد درون‌ریز مثل فوق کلیه، افزایش می‌یابد. این هورمون‌ها با اثر بر روی بعضی اندام‌ها مثل قلب، ضربان قلب و فشار خون را افزایش می‌دهند.	هورمونی
افزایش $CO_2$ ← اثر بر روی ماهیچه‌های صاف دیواره رگ‌ها ← گشاد کردن سرخرگ‌های کوچک + بازکردن بنداره‌های مویرگی ← افزایش میزان جریان خون در آن‌ها. هیستامین ← از ماستوسیت‌ها و بازوفیل ترشح می‌شود / سبب گشاد شدن رگ‌ها ← افزایش جریان خون درون آن‌ها + افزایش میزان نشت خوناب به بیرون	تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها
گیرنده‌های حساس به فشار، گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن و گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن پس از تحریک، به مراکز عصبی پیام می‌فرستد تا فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ، و نیازهای بدن در شرایط خاص تأمین شود.	نقش گیرنده‌ها در حفظ فشار سرخرگی

### ♦♦ گفتار ۳: خون ♦♦



- خون، نوعی بافت پیوندی است که به طور منظم و یک‌طرفه در رگ‌های خونی جریان دارد.
- خون ۲ بخش دارد:
- ۱ خوناب که حالت مایع دارد.
- ۲ بخش یاخته‌ای که گویچه‌های قرمز، گویچه‌های سفید و گرده‌ها (پلاکت) را شامل می‌شود.
- دو بخش خون با گریزانه از یکدیگر جدا می‌شوند.
- معمولاً در فرد سالم و بالغ ۵۵ درصد حجم خون را خوناب و ۴۵ درصد را یاخته‌های خونی تشکیل می‌دهند.
- کارهای خون:

- انتقال مواد غذایی، گازهای تنفسی (اکسیژن و کربن دی‌اکسید)، هورمون‌ها و مواد دیگر
- ارتباط شیمیایی بین یاخته‌های بدن را امکان‌پذیر می‌سازد.
- کمک به تنظیم دمای بدن و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن
- دارای نقش اساسی در ایمنی و دفاع در برابر عوامل خارجی
- در هنگام خونریزی، به کمک عواملی، از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کند.

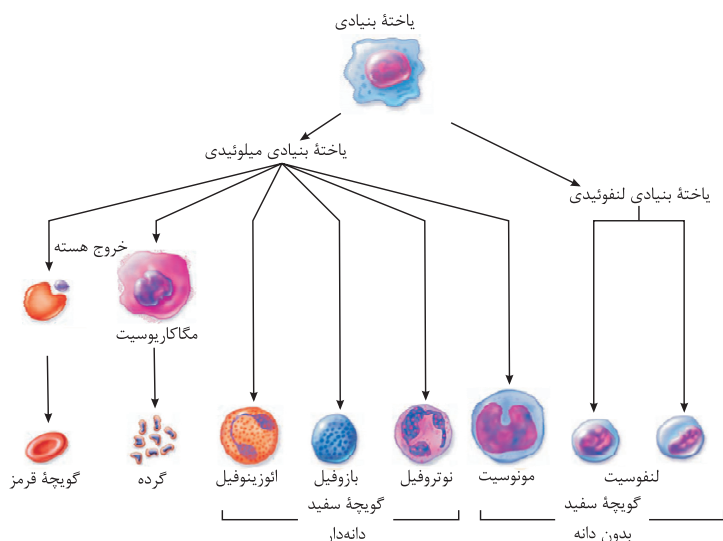
#### کارهای خون

### – خوناب –

- بیش از ۹۰ درصد خوناب، آب است که در آن پروتئین‌ها، مواد غذایی، یون‌ها و مواد دفعی وجود دارند.
- نقش پروتئین‌های خوناب: حفظ فشار اسمزی خون، انتقال مواد، تنظیم pH، انعقاد خون و ایمنی بدن.
- آلبومین، فیبرینوژن و گلوبولین از پروتئین‌های خوناب‌اند.
- آلبومین، در حفظ فشار اسمزی خون و انتقال بعضی داروها مثل پنی‌سیلین نقش دارد.
- فیبرینوژن، در انعقاد خون.
- گلوبولین‌ها در ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری‌زا.
- وجود یون‌های پتاسیم و سدیم در خوناب، اهمیت زیادی دارد چون در فعالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارند.

### – بخش دوم خون؛ بخش یاخته‌ای: –

- شامل گویچه‌های قرمز، گویچه‌های سفید و گرده‌ها هستند که دو گروه اول، یاخته‌های خونی و گرده‌ها، قطعاتی از یاخته هستند.
- در یک فرد بالغ، تولید یاخته‌های خونی و گرده‌ها در مغز قرمز موجود در بافت اسفنجی استخوان انجام می‌شود.
- در دوران جنینی، یاخته‌های خونی در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شود.
- یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، یاخته‌هایی هستند که توانایی تقسیم و تولید چندین نوع یاخته را دارند. ابتدا این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و دو نوع یاخته را ایجاد می‌کنند:



- ۱ یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی که در جهت تولید لنفوسیت‌ها عمل می‌کنند.
- ۲ یاخته‌های بنیادی میلوئیدی که منشأ بقیه یاخته‌های خونی هستند.

### – یاخته‌های خونی قرمز –

ویژگی‌های گویچه‌های قرمز	
فراوانی در بخش یاخته‌ای خون	۹۹ درصد یاخته‌های خونی (فراوان‌ترین یاخته‌ها)
یک تعریف مهم!	نسبت حجم گویچه‌های قرمز به حجم خون، هماتوکریت گفته می‌شود.
رنگ	قرمز (به دلیل وجود رنگدانه هموگلوبین)
شکل ظاهری در حال بلوغ در فرد سالم	کروی و حالت فرورفته از دو طرف
هسته و اندامک	در انسان و بیشتر پستانداران، هسته و بسیاری از اندامک‌ها را از دست داده‌اند.
نحوه تولید	یاخته بنیادی مغز استخوان → یاخته بنیادی میلوئیدی → گویچه قرمز نابالغ → از دست دادن هسته + پرشدن سیتوپلاسم با هموگلوبین → گویچه قرمز بالغ
محل تولید	دوران جنینی: مغز استخوان + کبد و طحال → بعد از تولد: فقط مغز استخوان
مواد لازم برای تولید	آهن، ویتامین B <sub>۱۲</sub> و فولیک اسید + مواد دیگر مثل آمینواسیدها
هورمون تنظیم‌کننده تولید	اریتروپوئیتین (ترشح از یاخته‌های درون ریز کبد و کلیه‌ها)
نقش اصلی	انتقال گازهای تنفسی
متوسط عمر	۱۲۰ روز (۴ ماه)
میزان تخریب روزانه	یک درصد از گویچه‌های قرمز
محل تخریب	کبد و طحال → ذخیره آهن آزاد شده در کبد یا انتقال به مغز استخوان همراه خون
یاخته تخریب‌کننده	ماکروفاژهای درون کبد و طحال
ارتباط با گروه خونی	در صورت داشتن پروتئین D در غشا → فرد گروه خونی مثبت دارد. در صورت داشتن کربوهیدرات‌های گروه خونی در غشا → فرد می‌تواند گروه خونی A (فقط کربوهیدرات A)، گروه خونی B (فقط کربوهیدرات B) و گروه خونی AB (هر دو کربوهیدرات A و B)



### – یاخته‌های خونی سفید –

- یاخته‌های خونی، که ضمن گردش در خون، در بافت‌های مختلف بدن نیز پراکنده می‌شوند، گویچه‌های سفید هستند.
- نقش اصلی آن‌ها، دفاع از بدن در برابر عوامل خارجی است. این یاخته‌ها هسته دارند.

شکل	وظیفه	شکل ظاهری	
  	نیروی واکنش سریع، بیگانه‌خوار	یک هسته چندقسمتی، دانه‌های روشن ریز	نوتروفیل
  	مقابله با کرم‌های انگلی با ترشح مولکول‌های شیمیایی	یک هسته دوقسمتی دمبلی، دانه‌های روشن درشت	ائوزینوفیل
  	مؤثر در بروز حساسیت ترشح هیستامین و هپارین	یک هسته دوقسمتی روی هم افتاده، دانه‌های تیره درشت	بازوفیل
  	توانایی تغییر به درشت‌خوار و یاخته دارینه‌ای	یک هسته تکی خمیده یا لوبیایی	مونوسیت
  	مبارزه با یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس	یک هسته تکی گرد یا بیضی	یاخته کشنده طبیعی (نوعی لنفوسیت)
			بی‌دانه

### – گرده‌ها –

- قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته‌ای هستند که درون خود دانه‌های زیادی دارند و از گویچه‌های خون کوچک‌ترند.
- گرده‌ها در مغز استخوان، زمانی تولید می‌شوند که یاخته‌های بزرگی به نام **مگاکاریوسیت قطعه‌قطعه** و وارد جریان خون می‌شوند.
- درون هر یک از قطعات، دانه‌های کوچک پر از ترکیبات فعال وجود دارند.

- گرده‌ها به چند طریق از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کنند:

۱) خونریزی‌های محدود که دیواره رگ آسیب جزئی می‌بیند ← دور هم جمع شدن پلاکت (گرده) ها ← به هم چسبیدن پلاکت‌ها ← ایجاد درپوش

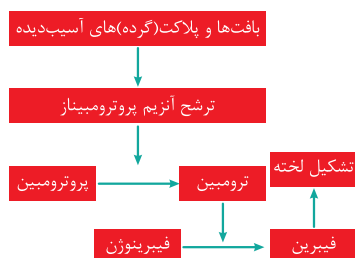
۲) خونریزی‌های شدیدتر ← ترشح پروترومبیناز توسط بافت‌ها و پلاکت‌های آسیب‌دیده ← تبدیل پروترومبین به ترومبین ← تبدیل فیبرینوژن به فیبرین ← در بر گرفتن یاخته‌های خونی و پلاکت‌ها توسط رشته‌های فیبرین ← تشکیل لخته خون.

- وجود ویتامین K و یون Ca در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.

- دانه‌های موجود در بازوفیل‌ها، هیستامین و ماده‌ای به نام **هپارین** دارند. هپارین ضد انعقاد خون است.

- هموفیلی یک بیماری وابسته به X و نهفته است. در این بیماری، فرایند لخته‌شدن خون دچار اختلال می‌شود. شایع‌ترین نوع هموفیلی به فقدان عامل انعقادی VIII (هشت) مربوط است.

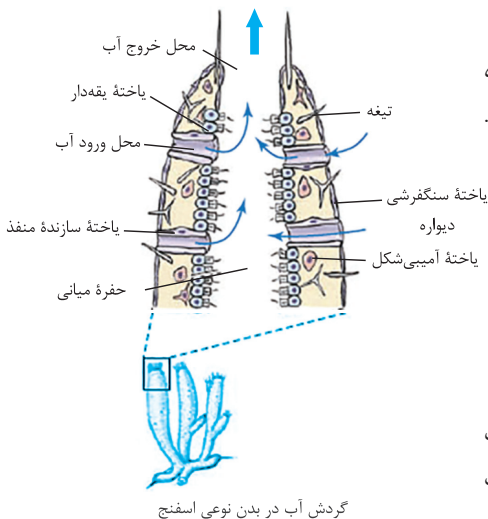
- لخته‌ها به طور طبیعی در بدن توسط آنزیم پلاسمین تجزیه می‌شوند. پلاسمین کاربرد درمانی دارد.



### گفتار ۴: تنوع گردش مواد در جانداران

- در تک یاخته‌ای‌ها تبادل گاز، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از سطح آن انجام می‌شود.
- در جانداران پریاخته‌ای به دلیل زیادبودن تعداد یاخته‌ها، همه یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط ندارند و لازم است در آن‌ها دستگاه گردش موادی به وجود آید تا یاخته‌ها نیازهای غذایی و دفع مواد زائد خود را با کمک آن برطرف کنند.

#### – سامانه گردش آب در اسفنج –



گردش آب در بدن نوعی اسفنج

- در اسفنج مورد بررسی در کتاب درسی آب از محیط بیرون از طریق سوراخ‌های دیواره به حفره یا حفره‌هایی وارد، و پس از آن از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تری خارج می‌شود.
- عامل حرکت آب، یاخته‌های یقه‌دار هستند که تاژک دارند.
- حرکت تاژک‌ها در یاخته‌های یقه‌دار با مصرف انرژی (ATP) همراه است.
- در محل ورود و خروج آب، یاخته یقه‌دار وجود ندارد.
- واردشدن آب به درون اسفنج فقط به دلیل فعالیت یاخته‌های یقه‌دار نیست!
- مقایسه سوراخ‌های ورود آب و سوراخ یا سوراخ‌های خروج آب:

الف) قطر: ورودی > خروجی      ب) تعداد: ورودی < خروجی

- یاخته‌های یقه‌دار: تاژک یاخته‌های یقه‌دار به سمت حفره میانی قرار دارد. + در اطراف تاژک زائده‌های فراوان قرار دارد که بخشی از طول تاژک را احاطه کرده‌اند. + جهت حرکت آب و مواد غذایی در ساختار یقه، برخلاف یکدیگر است.
- انواع یاخته‌های سازنده بدن اسفنج:
- الف) یاخته‌های یقه‌دار: می‌توانند در تماس با یاخته مشابه و یا غیرمشابه (یاخته سازنده منفذ) باشند + نسبت به سایر یاخته‌ها فراوان‌ترند + نسبت به یاخته سازنده منفذ، کوچک‌تر است. + به طور معمول در دو طرف پیکر اسفنج، مقابل هم قرار دارند.
- ب) یاخته سازنده منفذ: شکلی کشیده دارد و با یاخته یقه‌دار و یاخته سنگفرشی دیواره تماس دارد.
- پ) یاخته سنگفرشی دیواره: یاخته‌هایی با ضخامت کم هستند که در سطح بیرونی اسفنج قرار دارند.
- ت) یاخته آمیبی شکل: این رو از ما به یادگار داشته باشید چون یک کوچولو خارج از کتاب است. این یاخته‌ها در بیگانه‌خواری (فاگوسیتوز) ذرات غذایی نقش دارند.

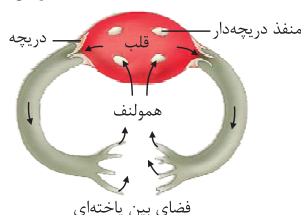
#### – حفره گوارشی –

- حفره گوارشی در هیدر پر از مایعات است و علاوه بر گوارش، وظیفه گردش مواد را نیز بر عهده دارد.
- در کرم‌های پهن آزادی مثل پلاناریا، انشعابات حفره گوارشی به تمام نواحی بدن نفوذ می‌کند به طوری که فاصله انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند.
- سامانه گردش آب در اسفنج و حفره گوارشی اختصاصی برای گردش مواد نیستند!

#### – سامانه گردش باز –



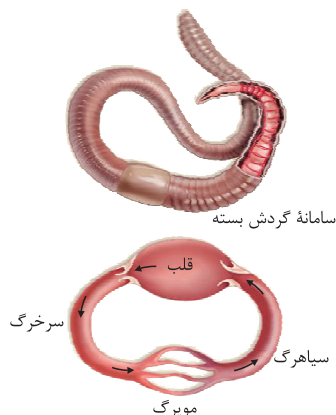
سامانه گردش باز



- قلب در سامانه باز، مایعی به نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند.
- همولنف نقش‌های خون، لنف و آب میان‌بافتی را بر عهده دارد.
- جانورانی که سامانه گردش باز دارند، مویرگ ندارند و همولنف مستقیم به فضای بین یاخته‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت آن‌ها جریان می‌یابد.
- بندپایانی مانند ملخ سامانه گردش باز دارند.
- قلب ملخ در سطح پشتی بدن و بالاتر از لوله گوارش قرار دارد.
- رگ‌های متصل به قلب، در ابتدای خود دریچه دارند. این رگ‌ها همولنف را فقط از قلب خارج می‌کنند و در برگشت آن به قلب، نقشی ندارند. این دریچه‌ها، یک‌طرفه به سمت درون رگ باز می‌شود که در زمان انقباض قلب باز و در زمان استراحت آن، بسته هستند.

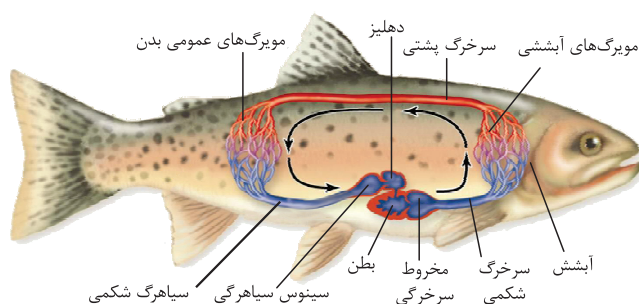
- در قلب ملخ، ۴ منفذ دریچه‌دار وجود دارد که در زمان استراحت قلب، باز می‌شوند. همولنف از طریق این منافذ به قلب برمی‌گردد.
- در قلب همولنف از عقب به جلو حرکت می‌کند و در خارج از قلب و درون حفرات بدن، همولنف از جلو به سمت عقب بدن حرکت می‌کند.
- در ملخ رگ شکمی وجود ندارد!

### – سامانه گردش بسته در کرم خاکی –



- در این سامانه مویرگ‌ها در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان‌بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند.
- ساده‌ترین سامانه گردش بسته را دارد.
- در ابتدای سرخرگ خارج‌شده از قلب و در انتهای سیاهرگ واردشده به قلب دریچه یک‌طرفه‌کننده جریان خون وجود دارد.
- جهت بازشدن دریچه ابتدای سرخرگ به سمت درون رگ و جهت بازشدن دریچه سیاهرگ به سمت درون قلب است.

### – سامانه گردش بسته در ماهی‌ها –



- ماهی و نوزاد دوزیستان، گردش خون بسته ساده دارند.
- در گردش خون بسته ساده، خون ضمن یک بار گردش در بدن، یک بار از قلب دو حفره‌ای جانور عبور می‌کند. مزیت این سیستم، انتقال یکباره خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های اندام‌هاست.
- خون همه بدن از طریق سیاهرگ شکمی به دهلیز و سپس بطن وارد می‌شود. انقباض بطن، خون را از طریق سرخرگ شکمی به آبشش‌ها می‌فرستد. پس از تبادل گازهای تنفسی، خون از طریق سرخرگ پشتی به تمام بدن و پس از تبادل مویرگی با یاخته‌های بدن وارد سیاهرگ شکمی می‌شود و به قلب برمی‌گردد.
- در گردش خون ماهی قبل از دهلیز، سینوس سیاهرگی و بعد از بطن، مخروط سرخرگی قرار دارد.

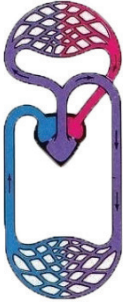
- خون عبوری از قلب، کم‌اکسیژن است. البته خون روشن (پراکسیژن برای تغذیه یاخته‌های قلب) به آن وارد می‌شود.
- در سطح پشتی بدن، یک سرخرگ پشتی قرار دارد که خون روشن را از جلوی بدن به سمت عقب حرکت می‌دهد.
- در سطح شکمی بدن، هم سیاهرگ و هم سرخرگ وجود دارد و هر دو هم خون تیره دارند.
- در ماهی شبکه مویرگی آبشش بین دو سرخرگ (سرخرگ شکمی و پشتی) قرار دارد.
- حفرات و دریچه‌های آن‌ها:

- الف) بین سینوس سیاهرگی و دهلیز — به سمت دهلیز باز می‌شود؛ یعنی جریان خون را به سمت دهلیز یک‌طرفه می‌کند.
- ب) بین دهلیز و بطن — به سمت بطن باز می‌شود.
- پ) بین بطن و مخروط سرخرگی — به سمت مخروط سرخرگی باز می‌شود.
- ضخامت دیواره بطن بیشتر از دهلیز، مخروط سرخرگی و سینوس سیاهرگی است.
- مسیر حرکت خون در ماهی:

مویرگ عمومی بدن — سیاهرگ شکمی — سینوس سیاهرگی — دهلیز — بطن — مخروط سرخرگی — سرخرگ شکمی — مویرگ‌های آبششی — سرخرگ پشتی — مویرگ‌های عمومی بدن.

- مقایسه فشار خون در رگ‌ها: سرخرگ شکمی < سرخرگ پشتی < سیاهرگ شکمی
- مقایسه میزان اکسیژن خون در رگ‌ها: سرخرگ پشتی < سیاهرگ شکمی < سرخرگ شکمی

### – سامانه گردش بسته در دوزیستان بالغ –



- نوزاد دوزیستان، قلبی دوحفره‌ای و گردش خون بسته ساده دارد.
- سامانه گردش مضاعف، از دوزیستان به بعد، شکل گرفته است. دوزیستان بالغ، قلب سه‌حفره‌ای با دو دهلیز و یک بطن دارند که بطن، خون را یک بار به شش‌ها (تلمبه با فشار کم‌تر) و پوست و سپس (تلمبه با فشار بیشتر) به بقیه بدن تلمبه می‌کند.
- لازمه داشتن گردش خون مضاعف، داشتن بیش از یک دهلیز است نه بطن!
- از بطن یک سرخرگ خارج می‌شود که به دو شاخه تقسیم می‌شود؛ یک شاخه به سمت سطوح تنفسی (شش + پوست) و شاخه دیگر به سمت اندام‌های بدن می‌رود.
- در دوزیستان بالغ هر دو نوع خون تیره و روشن، همراه با هم وارد رگ خارج‌کننده خون از بطن می‌شود.
- انواع گردش خون در جمعیت دوزیستان!

دوزیست بالغ	دوزیست نابالغ	
بسته مضاعف	بسته ساده	نوع سیستم گردش خون
۲	۱	تعداد دهلیز در قلب
۱	۱	تعداد بطن در قلب
۱	۱	تعداد رگ خروجی از قلب
به دهلیز راست، خون تیره و به دهلیز چپ، خون روشن	تیره	کیفیت خون ورودی به قلب
مخلوط	تیره	کیفیت خون خروجی از قلب
۲	۱	ضمن گردش خون در بدن، چند بار از قلب عبور می‌کند؟
—	انتقال یکباره خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های اندام‌ها	مزیت سیستم گردش خون آن‌ها
✓	x	قلب آن‌ها به صورت دو تلمبه عمل می‌کند.
✓		خون از قلب به سطوح تنفسی ارسال می‌شود.
✓	x	خون از سطوح تنفسی ابتدا به قلب وارد می‌شود.
✓	x	خون از قلب به مویرگ‌های عمومی بدن ارسال می‌شود.
		شکل





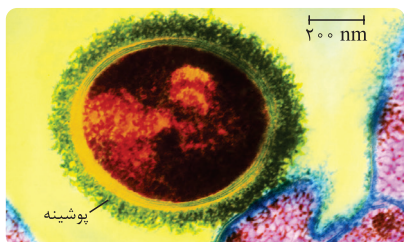
### – قلب و سامانه‌های گردش در پرندگان و پستانداران –

- جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت، حفظ فشار در سامانه گردش مضاعف را آسان می‌کند.
- فشار خون بالا برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در جانورانی با نیاز انرژی زیاد، مهم است.
- در همه جانوران با بیش از یک دهلیز، دیواره بین دهلیزها به طور کامل شکل گرفته است.

### گفتار: نوکلئیک اسیدها

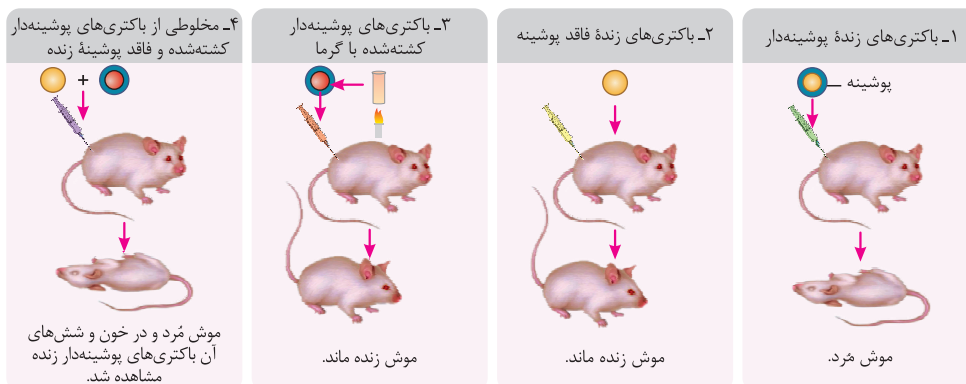
- یکی از پرسش‌هایی که یافتن جوابی برای آن بیش از پنجاه سال طول کشید، این بود که ژن چیست و از چه ساخته شده است؟
- مولکول‌های مرتبط با ژن عبارت‌اند از: دنا + رنا + پروتئین
- هریک از یاخته‌های بدن ما ویژگی‌هایی مانند شکل و اندازه دارند. این ویژگی‌ها تحت فرمان هسته هستند. دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از یاخته‌ای به یاخته دیگر و در حین تولید مثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود.
- فام‌تن‌ها در هسته قرار دارند و در ساختار آن‌ها دنا و پروتئین مشارکت می‌کنند. دنا درون فام‌تن‌ها به عنوان ماده ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی عمل می‌کند.

### آزمایشات گریفیت



- اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گریفیت به دست آمد.
- گریفیت سعی داشت واکسنی برای آنفلوآنزا تولید کند. در آن زمان تصور می‌شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است.
- گریفیت با دو نوع از این باکتری، آزمایش‌هایی را روی موش‌ها انجام داد. نوع بیماری‌زای آن که پوشینه‌دار (کپسول‌دار) است در موش‌ها سبب سینه‌پهلو می‌شود، ولی نوع بدون پوشینه آن موش‌ها را بیمار نمی‌کند.
- در نوع پوشینه‌دار بین غشا و پوشینه، بخشی (دیواره) وجود دارد که ضخامتش از پوشینه کم‌تر است.
- از نتایج این آزمایش‌ها مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند به یاخته دیگری منتقل شود، ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.
- مراحل آزمایشات:

شماره آزمایش	نوع باکتری تزریقی به موش	وضعیت موش بعد از تزریق	نتیجه آقای گریفیت بعد از انجام آزمایش
۱	پوشینه‌دار زنده	مرده	—
۲	بدون پوشینه زنده	زنده	باکتری بدون پوشینه عامل بیماری نیست و احتمالاً پوشینه دلیل مرگ موش‌ها باشد.
۳	پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما	زنده	پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش نیست.
۴	پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما + بدون پوشینه زنده	مرده	عاملی باعث تغییر شکل باکتری‌های زنده بدون پوشینه به باکتری‌های زنده پوشینه‌دار شده است.

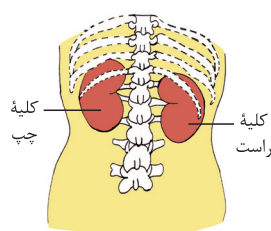


### گفتار ۱: هم‌ایستایی و کلیه‌ها

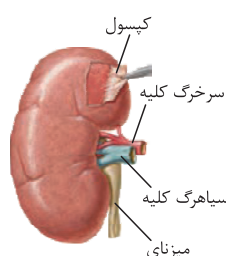
- همهٔ یاخته‌های بدن ما با محیط مایع در ارتباطاند.
- غلظت مایع اطراف یاخته‌های بدن با غلظت درون یاخته‌ها مشابه (نه لزومن یکسان) است.
- اگر غلظت مایع اطراف یاخته‌ها رقیق‌تر یا غلیظ‌تر از یاخته‌ها باشد تهدیدی جدی برای ادامهٔ حیات ما خواهد بود؛ چون ممکن است به ورود بیش از حد آب به یاخته یا خروج آب از آن منجر شود.
- ورزش کردن در یک روز گرم تابستانی ← از دست دادن آب با عرق کردن ← کاهش حجم ادرار
- کمبود آب، اکسیژن و مواد مغذی یا انباشته شدن مواد دفعی یاخته‌ها 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 حد لازم یا کم‌تر از حد لازم به یاخته‌ها می‌رسند. بسیاری از بیماری‌ها در نتیجهٔ بر هم خوردن هم‌ایستایی پدید می‌آیند.
- نقش کلیه‌ها: نقش اساسی در حفظ هم‌ایستایی + حفظ تعادل آب + حفظ تعادل اسید - باز + حفظ تعادل یون‌ها + دفع مواد سمی و مواد زائد نیتروژن دار + ترشح هورمون اریتروپویتین برای تولید گویچهٔ قرمز

#### - 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 کلیهٔ چپ واقع است.
- در ارتباط با آناتومی کلیه باید بدانید که:
- ۱ در سطح جلویی کلیهٔ راست، بخشی از کبد و کولون بالارو و در سطح جلویی کلیهٔ چپ، بخشی از لوزالمعده و کولون پایین‌رو!



موقعیت کلیه‌ها در بدن انسان  
(نمای پشتی)

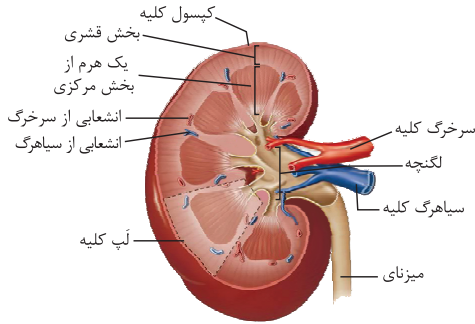


- ۲ هر دو کلیه در سطح زیرین دیافراگم قرار دارند.
- شکل و موقعیت کبد در سمت راست بدن باعث می‌شود که:
- ۱ کلیهٔ چپ بالاتر از کلیهٔ راست باشد.
- ۲ نیمهٔ راست دیافراگم بالاتر از نیمهٔ چپ آن باشد.
- ۳ نیمهٔ راست کولون افقی پایین‌تر از نیمهٔ چپ آن باشد.

#### - عوامل محافظتی از کلیه‌ها -

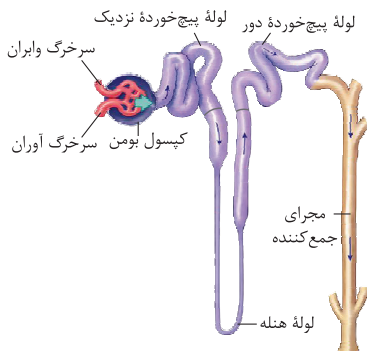
- الف) دنده‌ها ← از کلیهٔ چپ دنده‌های ۱۱ و ۱۲، ولی از کلیهٔ راست فقط دندهٔ ۱۲ محافظت می‌کند.
- ب) کپسول کلیه ← پردهٔ شفافی از جنس بافت پیوندی رشته‌ای که اطراف هر کلیه را در بر گرفته است. کپسول کلیه با بریدن قسمتی از آن، به راحتی جدا می‌شود.
- پ) چربی اطراف کلیه ← علاوه بر حفاظت کلیه از ضربه در حفظ موقعیت آن نیز نقش دارد.
- تحلیل بیش از حد این چربی در افرادی که برنامهٔ کاهش وزن سریع و شدید به کار 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.

### – ساختار درونی کلیه –



- در برش طولی کلیه، سه ناحیه مشخص دیده می‌شود که از بیرون به درون عبارت‌اند از: بخش قشری، بخش مرکزی و لگنچه.
- در بخش مرکزی، تعدادی ساختار هرمی شکل دیده می‌شود که هرم‌های کلیه نام دارند.
- قاعده هرم‌ها به سمت بخش قشری و رأس آن‌ها به سمت لگنچه است.
- هر هرم و ناحیه قشری مربوط به آن را یک لپ کلیه می‌نامند.
- لگنچه، ساختاری شبیه به قیف دارد. ادرار تولیدشده، به آن وارد و به میزنای هدایت می‌شود تا کلیه را ترک کند.
- در وسط لگنچه، منفذ میزنای وجود دارد.
- سرخرگ کلیه قبل از ورود به کلیه، در محل فرورفتگی کلیه، به سرخرگ‌های باریک‌تر منشعب می‌شود، و سیاهرگ‌های کوچک کلیه در بیرون از فرورفتگی کلیه به هم می‌پیوندند و سیاهرگ کلیه را ایجاد می‌کنند.

### – گردیزه (نفرون)ها –



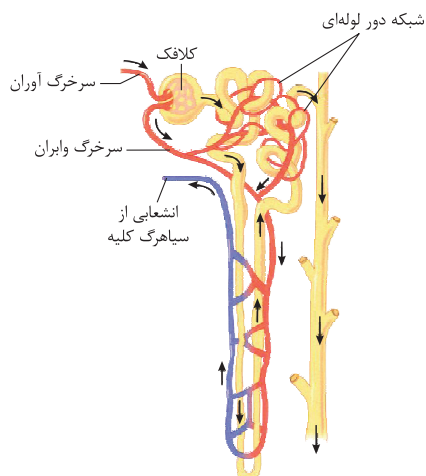
- هر کلیه از حدود یک میلیون گردیزه تشکیل شده است که فرایند تشکیل ادرار در آن‌ها آغاز می‌شود.
- ابتدای گردیزه شبیه قیف است و کپسول بومن نام دارد.
- ادامه گردیزه، لوله‌ای شکل است و در قسمت‌هایی از طول خود، پیچ‌خوردگی‌هایی دارد که به ترتیب عبارت‌اند از: لوله پیچ‌خورده نزدیک، قوس هنله که U شکل است و لوله پیچ‌خورده دور که گردیزه را به مجرای جمع‌کننده متصل می‌کند.

### بررسی شکل بالا:

- ۱ هر کلیه از حدود یک میلیون گردیزه تشکیل شده است که فرایند تشکیل ادرار در آن‌ها آغاز می‌شود.
- ۲ ابتدای گردیزه شبیه قیف است و کپسول بومن نام دارد.
- ۳ بخش‌های قیف‌مانند کلیه: کپسول بومن و لگنچه
- ۴ هر گردیزه ۴ بخش دارد: کپسول بومن، پیچ‌خورده نزدیک، قوس هنله و پیچ‌خورده دور!
- ۵ مجرای جمع‌کننده جزء نفرون نیست! هر مجرای جمع‌کننده به چند نفرون متصل است و از آن‌ها مایع تراوش‌شده را دریافت می‌کند. در این مجرا با انجام فرایندهای بازجذب و ترشح، ترکیب نهایی ادرار مشخص می‌شود.
- ۶ میزان پیچ‌خوردگی در لوله پیچ‌خورده نزدیک بیشتر از پیچ‌خورده دور است.
- ۷ قوس هنله در تمام طول خود ضخامت یکسانی ندارد. در شاخه نزولی، طول قسمت باریک بیشتر از قسمت پهن است ولی در شاخه صعودی، طول قسمت پهن تر بیشتر است.
- ۸ هنله از بخش پهن تر خود به لوله‌های پیچ‌خورده نزدیک و دور متصل است.
- ۹ قطورترین بخش هنله در ابتدای آن و در محل اتصال به لوله پیچ‌خورده نزدیک قرار دارد.
- ۱۰ محل تغییر ضخامت در هنله نزولی و صعودی در یک راستا قرار ندارد.
- ۱۱ ضخامت مجرای جمع‌کننده ادرار از بالا به پایین افزایش می‌یابد.
- ۱۲ ضخامت لوله پیچ‌خورده نزدیک نسبت به پیچ‌خورده دور، بیشتر است.



### گردش خون در کلیه -



- منشأ ادرار از خون است و بنابراین بین گردیزه و رگ‌های خونی، ارتباط تنگاتنگی وجود دارد.
- دو شبکه مویرگی در ارتباط با گردیزه مشاهده می‌شود. اولی به نام کلافک (گلومرول) که درون کپسول بومن قرار دارد و دومی به نام دور لوله‌ای که اطراف قسمت‌های دیگر گردیزه را فراگرفته است.
- مسیر گردش خون در کلیه را ببینید: بطن چپ → سرخرگ آئورت → سرخرگ کلیه → سرخرگ بین هرمی → سرخرگ‌های کوچک‌تر → سرخرگ آوران → کلافک (گلومرول) → سرخرگ وایران → شبکه مویرگی دور لوله‌ای → سیاهرگ کوچک → سیاهرگ بین هرمی → سیاهرگ کلیه → بزرگ سیاهرگ زیرین → دهلیز راست.
- دقت کنید که سرخرگ آوران انشعاب انتهایی سرخرگ‌های کوچک‌تر بخش قشری است.
- سرخرگ وایران خارج شده از کلافک در مجاورت محل اتصال پیچ‌خورده نزدیک به هنله، به دو انشعاب تقسیم می‌شود:

الف) انشعاب اول → به سمت لوله‌های پیچ‌خورده نزدیک و دور می‌رود.

ب) انشعاب دوم → به سمت هنله صعودی می‌رود.

این دو انشعاب در نهایت در محل اتصال هنله صعودی به پیچ‌خورده دور به یکدیگر متصل می‌شوند.

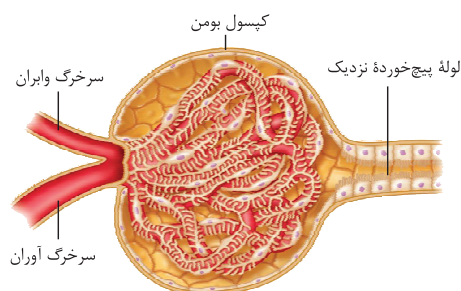
- جهت حرکت خون درون رگ اطراف هنله با جهت حرکت مایع درون هنله یکسان نیست.

شبکه دوم مویرگی (شبکه دور لوله‌ای)	شبکه اول مویرگی (کلافک)	محل قرارگیری
اطراف لوله‌های پیچ‌خورده و هنله	درون کپسول بومن	رگ ورودی به آن
سرخرگ با خون روشن	سرخرگ با خون روشن	رگ خروجی از آن
سیاهرگ با خون تیره	سرخرگ با خون روشن	در دو سمت خود یک نوع رگ دارد.
x	✓	در کدام مرحله تشکیل ادرار نقش دارد؟
بازجذب و ترشح	تراوش	تبادل مواد با گردیزه را به چه صورتی انجام می‌دهد؟
دوطرفه	یک‌طرفه	نوع مویرگ
منفذدار		

### تشکیل ادرار و تخلیه آن

فرایند تشکیل ادرار، شامل سه مرحله است که عبارت‌اند از: تراوش، بازجذب و ترشح.

#### تراوش -



- تراوش، نخستین مرحله تشکیل ادرار است.

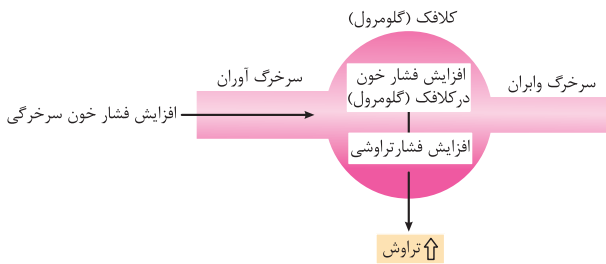
- در این مرحله بخشی از خوناب در نتیجه فشار خون از کلافک خارج شده و به کپسول بومن وارد می‌شوند.

- مواد براساس اندازه وارد گردیزه می‌شوند و هیچ انتخاب دیگری صورت نمی‌گیرد.

- بنابراین، هم مواد دفعی مثل اوره و هم مواد مفید مثل گلوکز و آمینواسیدها به گردیزه وارد می‌شوند.

- ساختار کلافک و 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.



● برای این که فشار تراوشی به حد کافی زیاد باشد سازوکار ویژه‌ای برای کلافک در نظر گرفته شده است. قطر سرخرگ آوران بیشتر از قطر سرخرگ و ابران است و این، فشار تراوشی را در مویرگ‌های کلافک افزایش می‌دهد. چون قطر سرخرگ آوران بیشتر از سرخرگ و ابران است؛ فنون زیادی وارد کلافک می‌شود اما این فنون نمی‌تواند سریع از کلافک خارج شود؛ در واقع قطر کم تر و ابران باعث می‌شود فنون در کلافک تجمع کند و جمع شدن فنون در آن، فشار تراوشی و در نتیجه تراوش را در کلافک افزایش می‌دهد. این سازوکار ویژه (کم تر بودن قطر و ابران نسبت به آوران) باعث افزایش فشار تراوشی در آن منطقه شده و در نهایت زیاد شدن مقدار تراوش و افزایش مقدار مایع تراوش شده به نفرون را موجب می‌شود. همین‌ها رو به صورت شکل هم ببینید که فوب با پیفته!

● اطراف کلافک را کپسول بومن احاطه کرده است.

● کپسول بومن شامل دو دیواره است:

الف) دیواره بیرونی از یاخته‌های پوششی سنگفرشی ساده تشکیل شده است.

ب) دیواره درونی که با کلافک در تماس است، از یاخته‌هایی به نام پودوسیت تشکیل شده است.

### پودوسیت‌ها -

● نوع خاصی از یاخته‌های پوششی هستند.

● هر یک از پودوسیت‌ها رشته‌های کوتاه و پاماند 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 گردیزه فراهم می‌کند.

### بررسی یک شکل مهم!

● در پودوسیت‌ها از محل قرارگیری هسته در یاخته، چند زائده بزرگ ایجاد می‌شوند که از آن‌ها زوائد کوچک تر و موازی ایجاد می‌شوند و رشته‌های پاماند را تشکیل می‌دهند.

● ضخامت پودوسیت از ضخامت یاخته سنگفرشی ساده لایه بیرونی کپسول بومن بیشتر است.

● شکاف‌های تراوشی می‌تواند بین رشته‌های پاماند یک پودوسیت و یا با یک پودوسیت دیگر ایجاد شود.

● رشته‌های پاماند قسمت اعظم سطح یک مویرگ را می‌پوشانند و در تماس مستقیم با غشای پایه مویرگ هستند.

● بین یاخته‌های پودوسیت و دیواره مویرگ، غشای پایه مشترک وجود دارد.

### بازجذب -

● جذب شدن دوباره مواد مفید خارج شده از خون طی تراوش به خون، بازجذب نام دارد.

● موادی که بازجذب می‌شوند از شبکه مویرگی اول خارج شده و به شبکه مویرگی دوم وارد می‌شوند.

● در بیشتر موارد، بازجذب فعال است و با صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد؛ گرچه بازجذب ممکن است غیرفعال باشد، مثل بازجذب آب که با اسمز انجام می‌شود.

● به محض ورود مواد تراوش شده به لوله پیچ‌خورده نزدیک، بازجذب آغاز می‌شود.

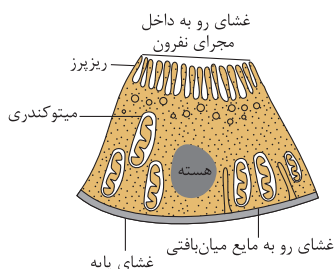
● دیواره لوله پیچ‌خورده نزدیک از یک لایه بافت پوششی مکعبی تشکیل شده است که ریزپرز دارند. ریزپرزها سطح بازجذب را افزایش می‌دهند.

● به علت وجود ریزپرزهای فراوان در لوله پیچ‌خورده نزدیک، مقدار مواد بازجذب شده در این قسمت از گردیزه، بیش از سایر قسمت‌هاست.

● یاخته‌های دیواره پیچ‌خورده نزدیک هم در سطح رأسی و هم در سطح قاعده‌ای، چین‌خوردگی غشایی دارند. البته تعداد چین‌خوردگی‌های غشایی سطح قاعده‌ای از سطح رأسی بسیار کم تر است.

● بخش قاعده‌ای این یاخته‌ها نسبت به سطح رأسی پهنای بیشتری دارد.

● در یاخته‌های پیچ‌خورده نزدیک، میتوکندری‌ها تقریباً عمود بر غشای یاخته قرار دارند. (کنکور ۱۴۰۱)





### ترشح -

- ترشح در جهت مخالف بازجذب رخ می‌دهد و در آن موادی که لازم است دفع شوند از مویرگ‌های دور لوله‌ای یا خود یاخته‌های گردیزه به درون گردیزه ترشح می‌شوند.
- ترشح در بیشتر موارد به روش فعال 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 محدوده ثابتی نگه می‌دارد.
- یون هیدروژن فقط تراوش و ترشح می‌شود و یون بیکربنات هم فقط تراوش و بازجذب می‌شود. در واقع در شرایطی که PH خون زیاد می‌شود، بازجذب بیکربنات کم می‌شود و در زمان کاهش PH خون ترشح  $H^+$  زیاد می‌شود.
- بعضی سموم و داروها به وسیله ترشح دفع می‌شوند.

بازجذب	ترشح	تراوش	
—	—	اولین	چندمین مرحله تشکیل ادرار است؟
	همه بخش‌های گردیزه به جز کپسول بومن	فقط کپسول بومن	در کدام بخش از گردیزه انجام می‌شود؟
✓		x	در مجرای جمع‌کننده انجام می‌شود.
	اندازه و نیاز بدن به آن ماده	فقط اندازه	مواد بر چه اساسی وارد گردیزه می‌شوند؟
	در بیشتر موارد با مصرف انرژی زیستی است.	ندارد	مصرف انرژی زیستی
x		✓	مواد در جهت خروج از مویرگ حرکت می‌کنند.
✓		x	مواد در جهت ورود به مویرگ حرکت می‌کنند.
	دوم (دور لوله‌ای)	اول (گلوبمرول)	در کدام شبکه مویرگی کلیه دیده می‌شود؟

### تخلیه ادرار -

- ادرار پس از ساخته شدن در کلیه، از طریق میزنای به مثانه وارد می‌شود.
- حرکت کرمی دیواره میزنای، که نتیجه انقباضات ماهیچه صاف دیواره آن است، ادرار را به پیش می‌راند.
- پس از ورود ادرار به مثانه، دریچه‌ای که حاصل چین‌خوردگی مخاط مثانه بر روی دهانه میزنای است مانع بازگشت ادرار به میزنای می‌شود.
- دریچه حاصل چین‌خوردگی بافت پوششی است و در ساختار خود فاقد بافت ماهیچه‌ای است، ولی بنداره از جنس ماهیچه است.
- مثانه، کیسه‌ای است ماهیچه‌ای که ادرار را موقتاً ذخیره می‌کند. چنانچه حجم ادرار جمع شده در آن از حد مشخصی فراتر رود، کشیدگی دیواره مثانه باعث فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار می‌شود.
- در نوزادان و کودکانی که هنوز در ارتباط مغز و نخاع آنان به طور کامل شکل نگرفته است، تخلیه مثانه به صورت غیرارادی صورت می‌گیرد.
- بنداره‌های میزراه:

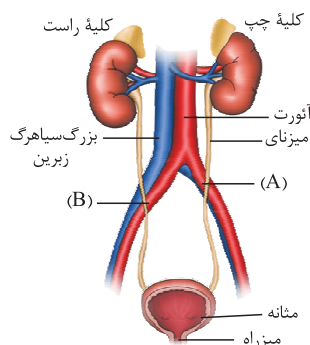
بنداره خارجی	بنداره داخلی	
پایین‌تر از بنداره داخلی	محل اتصال مثانه به میزراه	موقعیت
اسکلتنی	صاف	چه نوع ماهیچه‌ای دارد؟
پیکری	خودمختار	نوع اعصاب کنترل‌کننده
—	بعد از فعال شدن سازوکار تخلیه ادرار و در زمان ورود ادرار به میزراه	زمان باز شدن

داستان تقلیه ادرار به زبان آدمیزاد! تحریک گیرنده حساس به کشش در دیواره مثانه در اثر وارد شدن حجم مشخصی از ادرار به مثانه → ارسال پیام به نخاع → ارسال پیام توسط نورون‌های حرکتی اعصاب پاراسمپاتیک از نخاع به دیواره مثانه در جهت انقباض آن + ارسال پیام شروع تخلیه مثانه از نخاع به مغز → انقباض مثانه و باز شدن بنداره داخلی میزراه و ورود ادرار به پشت بنداره خارجی → در ادامه دو حالت وجود

دارد: (۱) ارسال پیام ارادی از سوی مغز توسط نورون حرکتی اعصاب پیکری به بنداره خارجی ← انقباض بیشتر بنداره خارجی میزراه و عدم دفع ادرار. این پاست که فرد بالا پایین می پره ولی دست شویی نمی تونه بره، چون کسی دیگه اون پاست 😊! (۲) عدم ارسال پیام انقباض از سوی مغز به بنداره خارجی ← به استراحت درآمدن بنداره خارجی و باز شدن آن ← تخلیه ادرار و حس رهایی و شادی!

● بنداره ها در حالت عادی در حال انقباض هستند و برای باز شدن یک بنداره باید پیام عصبی به آن نرسد. چون ماهیچه از نورون ها فقط دستور انقباض را دریافت می کنند.

### بررسی یک شکل خیلی مهم!



- سیاهرگ خارج شده از هر کلیه نسبت به سرخرگ وارد به هر کلیه در سطح جلوتری است.
- کلیه چپ به سرخرگ آئورت و کلیه راست به بزرگ سیاهرگ زیرین نزدیک تر است؛ در نتیجه داریم:
- الف) سرخرگ ها از نظر طول: سرخرگ کلیه چپ کوتاه تر از سرخرگ کلیه راست
- ب) سیاهرگ ها از نظر طول: سیاهرگ کلیه راست کوتاه تر از کلیه چپ
- سیاهرگ کلیه چپ از روی آئورت عبور می کند.
- سرخرگ کلیه راست از پشت بزرگ سیاهرگ زیرین عبور می کند.
- سیاهرگ کلیه راست برخلاف سیاهرگ کلیه چپ، دو انشعاب دارد.
- بخش ابتدایی میزنای در پشت سیاهرگ و سرخرگ کلیه قرار دارد ولی امتداد آن در جلوی بزرگ سیاهرگ زیرین و آئورت قرار می گیرد.
- میزنای به سطح پشتی و پایینی مثانه متصل است.
- آئورت در محل قرارگیری کلیه ها در پشت بزرگ سیاهرگ زیرین است ولی آئورت در ادامه از بزرگ سیاهرگ زیرین جلوتر قرار می گیرد.
- محل عبور میزنای چپ از روی انشعاب آئورت (A) نسبت به محل عبور میزنای راست از روی همین رگ (B)، بالاتر است.
- قطر میزنای از بالا به پایین کم می شود.

### ترکیب شیمیایی ادرار و تنظیم آب -

- دو فرایند باز جذب و ترشح، ترکیب مایع تراوش شده را هنگام عبور از گردیزه و مجرای جمع کننده، تغییر می دهند و آن چه 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 آن ها برای حفظ تعادل یون ها صورت می گیرد.
- فراوان ترین ماده دفعی آلی در ادرار، اوره است. دقت داشته باشید که تولید اوره در بدن فقط توسط کبد انجام می گیرد.
- جدول مقایسه ای انواع مواد زائد نیتروژن دار:

آمونیاک	اوره	اوریک اسید	
خیر	بله	بله	نوعی ماده آلی است.
حاصل متابولیسم آمینواسیدها	از ترکیب آمونیاک و $CO_2$	-	چگونه تولید می شود؟
تقریباً همه یاخته های بدن	در یاخته های کبدی	-	کجا تولید می شود؟
بیشترین	کم تر از آمونیاک	-	میزان سمیت
-	بیشترین ماده آلی	کم تر از اوره	میزان در ادرار
-	-	نقرس + سنگ کلیه	بیماری مرتبط
دارد	دارد	کم	حلالیت در آب
ندارد	دارد	دارد	امکان دفع با فواصل زمانی



### - تنظیم آب -

- تنظیم آب تحت تنظیم عوامل مختلفی مثل هورمون‌ها قرار دارد.
- اگر غلظت مواد حل شده در خوناب از یک حد مشخص 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 ضدادراری 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 ضدادراری 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 بر هم زدن توازن آب و یون‌ها در بدن، نیازمند توجه جدی است.
- هورمون‌های مؤثر در تنظیم آب بدن: ضدادراری، پرولاکتین و آلدوسترون

### - تنوع دفع و تنظیم اسمزی در جانداران -

- در بسیاری از تک‌یاخته‌ای‌ها تنظیم اسمزی با کمک انتشار انجام می‌شود.
- در برخی از جانداران مانند پارامسی، آبی که در نتیجه اسمز وارد می‌شود به همراه مواد دفعی توسط واکوئول‌های انقباضی (نوعی واکوئول دفعی) دفع می‌شود.
- پارامسی در آب شیرین زندگی می‌کند. جاندارانی که در آب شیرین زندگی می‌کنند فشار اسمزی بدن آن‌ها از محیط بیرون بیشتر است و آب با اسمز وارد بدن آن‌ها می‌شود.

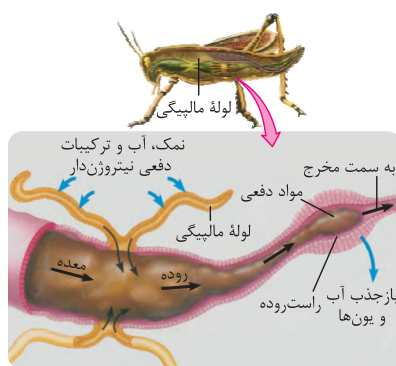
### - تنظیم اسمزی در بی‌مهرگان -

- بیشتر بی‌مهرگان دارای ساختار مشخصی برای دفع هستند.
- ① نفردی: نفردی لوله‌ای است که با منفذی به بیرون باز و دفع از طریق آن انجام می‌شود. نفردی می‌تواند برای دفع، تنظیم اسمزی یا هر دو مورد به کار رود.

② آبشش: در سخت‌پوستان مواد دفعی نیتروژن‌دار با انتشار ساده، از آبشش‌ها دفع می‌شوند.

③ لوله‌های مالپیگی:

نوع سامانه دفعی	سامانه متصل به روده به نام لوله‌های مالپیگی
نوع ماده دفعی نیتروژن‌دار	اوریک اسید
نقش لوله‌های مالپیگی	آب، اوریک اسید و نمک را از همولف دریافت و به بخش ابتدایی روده، هدایت می‌کند. با عبور مایعات از روده، آب و یون‌ها بازجذب می‌شوند و اوریک اسید از طریق مخرج، همراه با مدفوع دفع می‌شود.
نکات مهم	<ul style="list-style-type: none"> <li>● لوله‌های مالپیگی از بالا و از پایین محتویات خود را به روده وارد می‌کنند.</li> <li>● هر لوله مالپیگی یک انتهای بسته و یک انتهای باز به سمت روده دارد.</li> <li>● لوله‌های مالپیگی در اطراف معده و روده هستند ولی محتویات آن‌ها به روده تخلیه می‌شود.</li> <li>● طبق شکل یاخته‌های راست‌روده نسبت به یاخته‌های روده، کشیده‌ترند.</li> <li>● البته دقت کنید که یاخته‌های راست‌روده در اندازه‌های متفاوتی دیده می‌شوند.</li> <li>● تعداد لوله‌های مالپیگی متصل به لوله گوارش از تعداد کیسه‌های معده متصل به لوله گوارش بیشتر ولی ضخامت آن‌ها کم‌تر است.</li> <li>● یاخته‌های سطح داخلی لوله‌های مالپیگی و یاخته‌های داخلی روده، تقریباً هم‌شکل و هم‌اندازه هستند.</li> <li>● هر کدام از لوله‌های مالپیگی به یک ناحیه خاص از روده متصل نیست؛ یعنی دو یا چند لوله مشترک با هم به یک نقطه از روده متصل می‌شوند.</li> </ul>



### – تنظیم اسمزی در مهره‌داران –

- همه مهره‌داران کلیه دارند.

### – ۱- تنظیم اسمزی در ماهی‌ها –

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

### – ۲- تنظیم اسمزی در دوزیستان –

- مثانه دوزیستان محل ذخیره آب و یون‌هاست. به هنگام خشک شدن محیط، دفع ادرار کم، و مثانه برای ذخیره بیشتر آب بزرگ‌تر می‌شود و سپس بازجذب آب از مثانه به خون افزایش پیدا می‌کند.
- کلیه دوزیستان توانمندی کمی در بازجذب آب دارد و ادرار تولیدشده توسط آن، رقیق است.

### – ۳- تنظیم اسمزی در خزندگان و پرندگان –

- کلیه 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، به صورت قطره‌های غلیظ دفع کنند.
- در پرندۀ روبه‌رو، غده نمکی در سطح بالای کاسه چشم قرار دارد و قطرات غلیظ نمک را از طریق مجرای غده به منقار وارد می‌کند.
- در بخشی از منقار که به چشم نزدیک‌تر است، سوراخی وجود دارد که قطرات نمک از آن خارج و با حرکت در شیارهای دو سوی منقار، از نزدیکی نوک آن دفع می‌شود.
- منقار پرندۀ به استخوان‌های جمجمه متصل است.
- غدد نمکی پرندۀ دریایی و بیابانی از نظر عملکرد معادل غدد راست‌روده‌ای ماهیان غضروفی است.

