

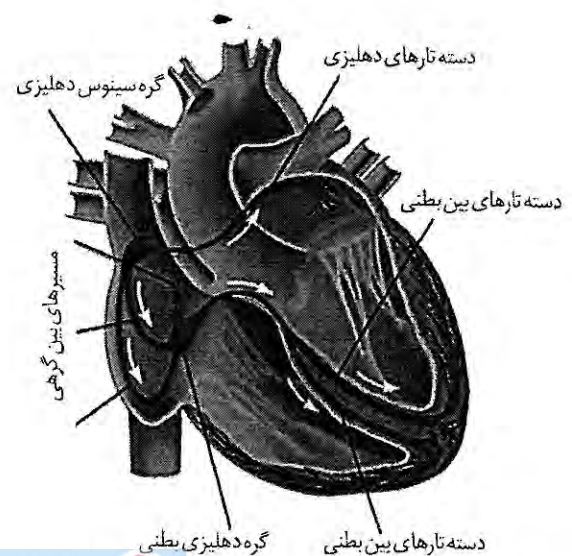
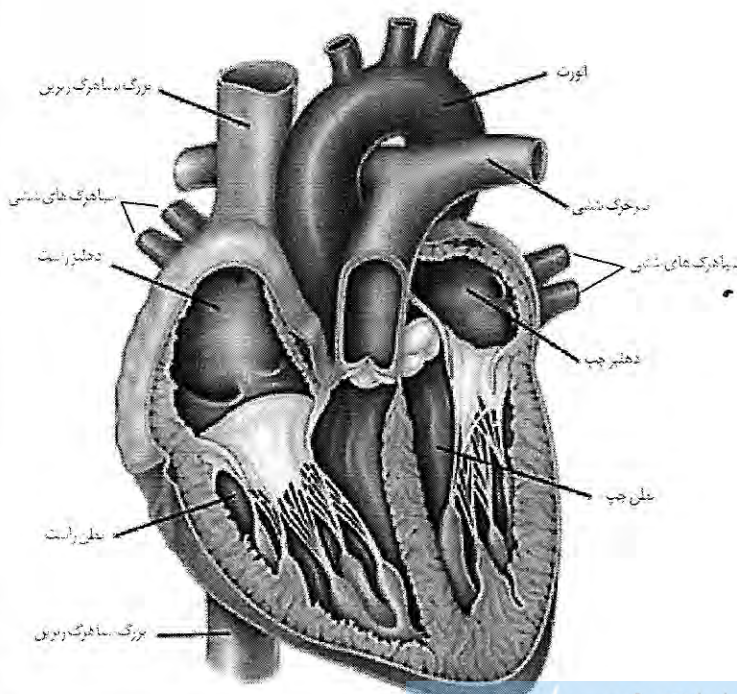
## فصل چهارم گردش مواد

### گردش خون در انسان :

**نکته ۱:** گردش خون انسان بسته و مضاعف است خون تیره اندام‌ها از طریق سه عدد سیاهرگ وارد دهلیز راست می‌شود. (یک عدد بزرگ سیاهرگ زیرین که خون اندام‌های زیر قلب و یک عدد بزرگ سیاهرگ زیرین که خون دست راست و دست چپ و سر و گردن و یک عدد سیاهرگ کرونر (اکیلی) که خون میوکارد قلب را مستقیماً وارد دهلیز راست می‌کند).

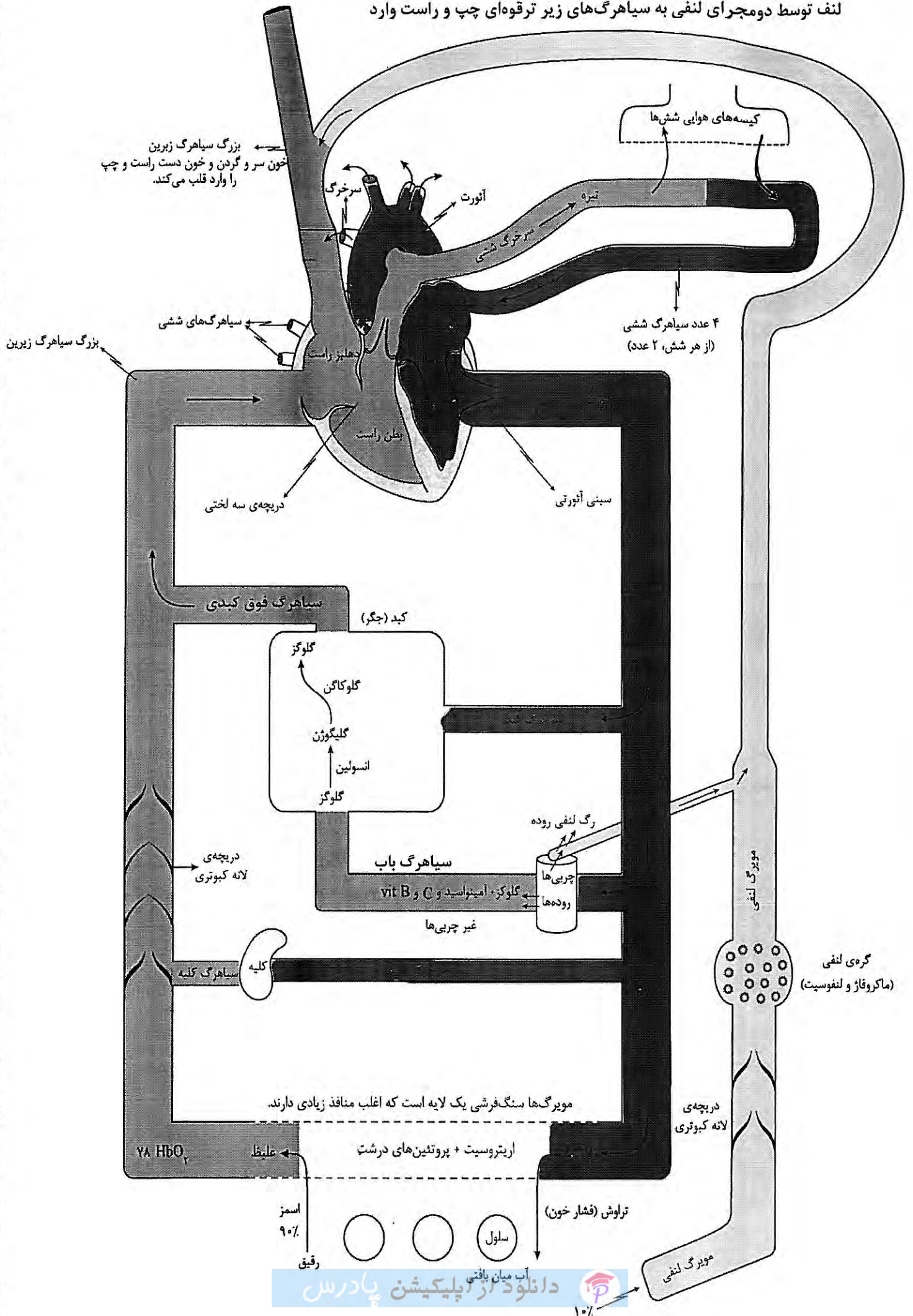
**نکته ۲:** خون تیره از طریق دریچه سه‌لختی از دهلیز راست وارد بطن راست می‌شود. با انقباض بطن راست، دریچه سه‌لختی بسته می‌شود و دریچه سرخرگی (سینی ششی) باز می‌شود. و خون تیره از بطن راست از طریق دریچه سینی ششی وارد سرخرگ ششی می‌شود. یک سرخرگ ششی خون تیره را از بطن راست خارج می‌کند و ابتدا به دو شاخه تبدیل می‌شود که خون تیره را به شش‌های راست و چپ می‌برد و ضمن عبور از مویرگ‌های اطراف حبابک‌ها، تبادل گازها را انجام می‌دهد و دی‌اکسید کربن خود را از دست می‌دهد و اکسیژن می‌گیرد. خون روشن از طریق چهار عدد سیاهرگ ششی (از هر شش دو عدد) وارد دهلیز چپ می‌شود.

**نکته ۳:** در زمان استراحت عمومی (۰/۴ ثانیه) و زمان انقباض دهلیزها (۰/۱ ثانیه)، خون روشن دهلیز چپ از طریق دریچه میترال یا دو لختی وارد بطن چپ می‌شود. با شروع انقباض بطن چپ دریچه میترال بسته می‌شود تا خون به دهلیز چپ برنگردد. بلافاصله دریچه سرخرگی (سینی آئورتی) باز می‌شود و خون روشن از طریق دریچه سینی آئورتی وارد سرخرگ آئورت می‌شود.





لنف توسط دومجرای لنفی به سیاهرگ‌های زیر ترقوه‌ای چپ و راست وارد





**نکته ۴:** آئورت بزرگترین سرخرگ بدن است که از بطن چپ خارج می‌شود. آئورت از قسمت بالایی بطن چپ خارج می‌شود ابتدا از پشت سرخرگ ششی عبور می‌کند سپس از روی شاخه‌ی سرخرگ ششی راست عبور می‌کند به طرف چپ و پایین قوس بر می‌دارد. در ابتدای سرخرگ آئورت، بالای دریچه سینی دو عدد سرخرگ‌های کرونر (اکلیلی) از آن منشعب می‌شود و خون روشن را به میوکارد قلب (ماهیچه قلب) منتقل می‌کند بعد از آن سه عدد سرخرگ از قوس آن منشعب می‌شوند، که خون را به سر و گردن و دست‌ها می‌فرستد و سپس آئورت به طرف پایین می‌آید و از دیافراگم عبور می‌کند و به تمام بدن خون می‌دهد.

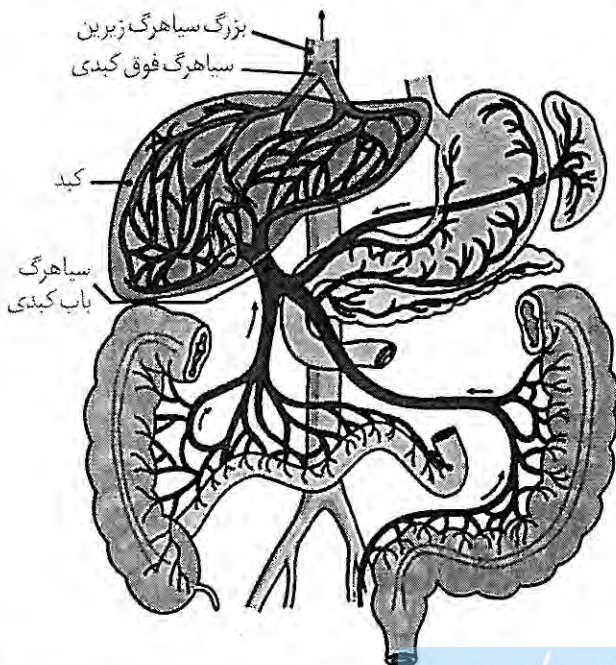
**نکته ۵:** جمعاً ۷ عدد سیاهرگ مستقیماً خون خود را وارد درون دهلیزهای قلب می‌کنند. (۳ تا به دهلیز راست و ۴ تا به دهلیز چپ) و از درون هر بطن فقط یک سرخرگ خارج می‌شود.

**نکته ۶:** اگر بگویند خون سر و گردن از طریق بزرگ سیاهرگ‌های زیرین وارد دهلیز راست می‌شود غلط است؛ چون فقط یک بزرگ سیاهرگ زیرین وجود دارد. اگر بگویند خون بزرگ سیاهرگ‌های زیرین و زیرین وارد دهلیزها می‌شود غلط است. چون خون بزرگ سیاهرگ‌ها فقط وارد یک دهلیز (دهلیز راست) می‌شود.

**نکته ۸:** تمام مهره‌داران سامانه گردش بسته دارند. در این سامانه مویرگ‌ها در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان‌بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند. در این سامانه بین خون و آب میان‌بافتی جدایی وجود دارد، دقت کنید که هر جانداري که گردش خون بسته دارد الزاماً مهره‌دار نیست، کرم خاکی جانور بی‌مهره است ولی گردش خون بسته دارد. بنابراین برخی جاندارانی که سامانه گردش بسته دارند فاقد معده و فاقد استخوان هستند و قلب پشتی و تنفس پوستی دارند (مانند کرم خاکی).

## گردش خون دستگاه گوارش :

**نکته ۱:** نمی‌توان گفت که خون هر اندامی ابتدا (مستقیماً) وارد قلب می‌شود. در برخی موارد خونی که، مویرگ‌های یک اندام را ترک می‌کند، قبل از این که وارد قلب شود از اندام دیگر عبور می‌کند. مثلاً خون بیشتر بخش‌های لوله‌ی گوارش بر خلاف اندام‌های دیگر بدن، به طور مستقیم به قلب بر نمی‌گردد. **خونی که روده‌ها (روده باریک و بزرگ) و معده و لوزالمعده و طحال و آپاندیس را ترک می‌کند ابتدا توسط سیاهرگ باب وارد کبد می‌شود.** پس از عبور از مویرگ‌های کبدی از طریق سیاهرگ فوق کبدی وارد بزرگ سیاهرگ زیرین می‌شود. سیاهرگ باب در دو انتهای خود مویرگ دارند.





**نکته ۵:** مواد غیر چربی مانند گلوکز و املاح و ویتامین C و B (مانند فولیک اسید) و آمینواسیدها (مانند متیونین - تیروزین - فنیل آلانین - ....) هنگام جذب از روده ابتدا از سلول‌های بافت پوششی استوانه‌ای یک لایه ی مخاط روده عبور می‌کنند، سپس از بافت پوششی سنگفرشی یک لایه مویرگ‌های خونی مخاط روده عبور می‌کنند و وارد سیاهرگ‌های روده می‌شوند. خون این سیاهرگ‌ها ابتدا توسط سیاهرگ‌باز وارد کبد می‌شوند. در کبد موادی مانند گلوکز و آهن و برخی ویتامین‌ها (مثل ویتامین B<sub>۱۲</sub>) ذخیره می‌شوند.

**نکته ۶:** پس از خوردن غذا، فعالیت دستگاه گوارش افزایش می‌یابد. و میزان جریان خون دستگاه گوارش افزایش می‌یابد تا نیاز آن برای فعالیت بیشتر تأمین شود.

**نکته ۷:** توجه کنید که پلی‌مرها (مانند نشاسته و گلیکوژن و پروتئین‌های غذایی) از روده جذب نمی‌شوند این مواد ابتدا در لوله گوارش، گوارش برون سلولی پیدا می‌کند و سپس مونومرهای حاصل از آن جذب می‌شوند. بیشتر مواد غذایی پس از جذب شده از روده ابتدا به کبد منتقل می‌شوند. در کبد از آمینواسیدها، پروتئین ساخته می‌شود و گلوکز درون سلول‌های کبدی، تحت تأثیر هورمون انسولین، به صورت پلیمر (گلیکوژن) ذخیره می‌شود. و موقعی که قند خون کاهش پیدا کند سلول‌های کبدی تحت تأثیر هورمون گلوکاگون، گلیکوژن ذخیره‌ای خود را هیدرولیز می‌کند و به صورت گلوکز وارد جریان خون عمومی می‌شود.

**نکته ۸: جذب لیپیدها:** سطح خارجی همه ی مویرگ‌های خونی لایه ای پلی ساکارید دارند که مانع جذب لیپیدها می‌شود. برای همین لیپیدها (مانند کیلومیکرون‌ها - کلسترول - اسید چرب - ویتامین D, A, K, E) و لسیتین (چربی صفر) پس از جذب از روده ابتدا وارد مویرگ‌های خونی نمی‌شوند بلکه وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند، بعد از عبور از مویرگ‌ها و رگ‌های لنفی و پس از تصفیه شدن از طریق دو مجرای لنفی به سیاهرگ‌های سینه (سیاهرگ زیر ترقوه ای چپ و راست) می‌ریزد. البته بیشتر لنف به سیاهرگ زیر ترقوه ای چپ وارد می‌شود. و سپس همراه با خون تیره، از طریق یک عدد سیاهرگ (بزرگ سیاهرگ زبرین) وارد دهلیز راست می‌شود. بنابراین بخشی از مایع میان بافتی روده از طریق بزرگ سیاهرگ زبرین وارد دهلیز راست می‌شود. توجه کنید که لنف هیچ اندامی وارد بزرگ سیاهرگ زبرین نمی‌شود. لیپیدها پس از ورود به خون در بافت‌های چربی و کبد ذخیره می‌شوند.

**نکته ۹: عوارض بسته شدن رگ‌های لنفی:** ۱- کاهش جذب ویتامین‌های محلول در چربی مثل A و K و E و vit D و کاهش جذب کلسترول و لسیتین و تری‌گلیسرید از روده ۲- افزایش دفع چربی‌ها از روده ۳- کاهش ویتامین K باعث اختلال در انعقاد خون می‌شود و زمان انعقاد خون افزایش می‌یابد. ۴- کاهش ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می‌شود. ۵- کاهش ویتامین A باعث کاهش تولید ماده حساس به نور می‌شود. ۶- افزایش آب میان بافتی (آب میان‌باخته‌ای = خیز)



## گردش خون کبد (جگر)

**نکته ۱:** به کبد انسان هم خون تیره سیاهرگ باب و هم خون روشن سرخرگ کبدی وارد می‌شود. یعنی سلول‌های کبدی گلوکز را هم از طریق رگ‌های پر اکسیژن و هم رگ‌های کم اکسیژن دریافت می‌کنند. در کبد برخی مویرگ‌ها دو انتهای سیاهرگی و برخی مویرگ‌ها یک انتهای سرخرگی و یک انتهای سیاهرگی دارند.

**نکته ۲:** یاخته‌های ماهیچه‌ای و کبدی توانایی تبدیل گلوکز به پلیمر ذخیره‌ای (گلیکوژن) را دارند. گلیکوژن کبد در مواقع نیاز تحت تأثیر گلوکاگون هیدرولیز می‌شود و گلوکز حاصل از آن وارد خون می‌شود. بنابراین کبد در تنظیم قندخون نقش دارد. ولی توجه کنید که یاخته‌های ماهیچه‌ای برای گلوکاگون گیرنده ندارند و گلیکوژن ذخیره شده در آن‌ها پس از تجزیه به مصرف خودشان می‌رسد و وارد خون نمی‌شود.

**نکته ۳:** خون تیره‌ای که معده و روده‌ها و برخی غدد درون‌ریز و برون‌ریز (مانند لوزالمعده) و برخی اندام‌های لنفی (مانند طحال و آپاندیس) را ترک می‌کند از مویرگ‌های کبد عبور می‌کند. خونی که وارد معده و روده‌ها و لوزالمعده و طحال می‌شود پس از عبور از سه شبکه مویرگی (مویرگ‌های خود اندام، مویرگ‌های کبد، و مویرگ‌های کیسه‌های هوایی) وارد دهلیز چپ می‌شود.

**نکته ۴:** خونی که کلیه را ترک می‌کند برخلاف خونی که لوله گوارش را ترک می‌کند وارد کبد نمی‌شود. خونی که وارد سرخرگ کلیه می‌شود پس از عبور از سه شبکه مویرگی (شبکه اول و دوم مویرگی کلیه، و کیسه‌های هوایی) وارد دهلیز چپ می‌شود.

**نکته ۵:** کبد در افراد بالغ در تنظیم تولید و تخریب گلبول‌های قرمز نقش دارد. هورمون اریتروپویتین که توسط گروه ویژه‌ای (برخی) از یاخته‌های کلیه و کبد به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌کند، تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند.

**نکته ۶:** کبد و طحال، در دوران جنینی دارای یاخته‌های بنیادی هستند و یاخته‌های خونی تولید می‌کنند. ولی در افراد بالغ فاقد سلول‌های بنیادی میلوئیدی و لنفوئیدی هستند.

**نکته ۷:** کبد افراد بالغ، گویچه قرمز نمی‌سازد ولی با ترشح اریتروپویتین در تولید گویچه قرمز نقش دارد.

**نکته ۸:** در جگر و طحال مویرگ‌های ناپیوسته یافت می‌شوند. تخریب یاخته‌های خونی آسیب دیده و مرده توسط ماکروفاژهای واقع در طحال (یک نوع اندام لنفی است) و ماکروفاژهای کبد انجام می‌شود. آهن آزاد شده در این فرایند یا در کبد ذخیره می‌شود و یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود و در ساخت دوباره گویچه‌های قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**نکته ۹:** کیلومیکرون‌ها تولیدشده در یاخته‌های پوششی روده باریک همراه با لنف وارد خون می‌شوند و لیپید‌های در کبد و یافت چربی ذخیره می‌شوند. در کبد از این لیپیدها مولکول‌های لیپوپروتئین ساخته می‌شود که انواع لیپیدها را در خون به بافت‌ها منتقل می‌کنند.

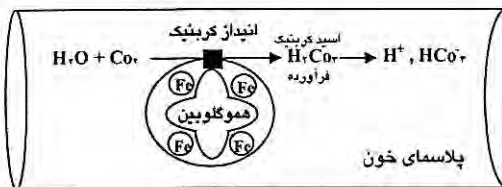
**نکته ۱۰:** در یاخته‌های جگر با ترکیب دو عدد آمونیاک و یک عدد کربن‌دی‌اکسید اوره که فراوانترین ماده ی دفعی آلی در ادرار است تولید می‌شود.

**نکته ۱۱:** توجه کنید که نمی‌توان گفت هر رگی که معده و روده یا طحال و یا لوزالمعده را ترک می‌کند، الزاماً ابتدا وارد کبد می‌شود. چون رگ‌های لنفی لوله گوارش وارد کبد نمی‌شوند.



## حمل اکسیژن و دی اکسید کربن در خون :

نکته ۱: تبادل گازهای تنفسی طبق انتشار ساده در مویرگ‌های اطراف حبابک صورت می‌گیرد. هنگام تبادل گازها دو لایه سلول بافت پوششی سنگ فرشی ساده عبور می‌کنند (یکی جدار مویرگها و یکی جدار حبابک‌ها). بین این دو لایه سلول یک غشای پای مشترک وجود دارد، که جنس آن از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی است.



الف) حمل اکسیژن } ۹۷٪ متصل به هموگلوبین ( $HbO_2$ )  
۳٪ به صورت محلول در پلاسما

ب) حمل دی اکسید کربن } ۷٪ به صورت محلول در پلاسما  
۲۳٪ متصل به هموگلوبین ( $HbCO_2$ )  
۷۰٪ دی اکسید کربن با آب ترکیب می‌شود و به صورت یون بیکربنات حمل میشود.

**آنزیم کربنیک انیدراز:** در گویچه‌های قرمز (اریتروسیت) آنزیم کربنیک انیدراز وجود دارد. این آنزیم کربن دی‌اکسید را با آب ترکیب می‌کند و کربنیک اسید را پدید می‌آورد. درون گلبول قرمز کربنیک اسید به سرعت به یون بیکربنات و هیدروژن تجزیه می‌شود. یون هیدروژن به هموگلوبین می‌پیوندد و به همین علت، هموگلوبین مانع اسیدی شدن خون می‌شود. یون بیکربنات از گویچه قرمز خارج و به پلاسما (خوناب) وارد می‌شود. با رسیدن به شش‌ها، کربن دی‌اکسید از ترکیب یون بیکربنات آزاد می‌شود و از آنجا به هوا انتشار می‌یابد.

**نکته ۲:** گویچه‌های قرمز در تنظیم ..... خون نقش مؤثری دارند. نوعی پروتئین (هموگلوبین) درون یاخته‌های قرمز خون در تنظیم ..... نقش دارند.

**نکته ۳:** توجه کنید که در ماهیچه‌ها مانند دیافراگم میوگلوبین و هموگلوبین در ذخیره اکسیژن نقش دارند. دقت کنید که درون تارهای ماهیچه میوگلوبین وجود دارد ولی هموگلوبین وجود ندارد. در عوض در مویرگ‌های ماهیچه، هموگلوبین وجود دارد ولی میوگلوبین وجود ندارد.

**نکته ۴:** سرخرگ با خون تیره : ۱- سرخرگ ششی در گردش خون مضاعف ۲- دو عدد سرخرگ بند ناف  
۳- سرخرگ شکمی ماهی

**نکته ۵:** سیاهرگ با خون روشن : ۱- چهار عدد سیاهرگ ششی در گردش خون مضاعف ۲- یک عدد سیاهرگ بند ناف

**نکته ۶:** دقت کنید که نمی‌توان گفت که در همه رگ‌های بدن بیشتر اکسیژن به صورت .....



**نکته ۷:** در سیتوپلاسم تمام سلول‌های زنده انسان، گلوکز در مرحله گلیکولیز به پیرووات تبدیل می‌شود. همه‌ی سلول‌های زنده انسان می‌توانند در عدم حضور اکسیژن انرژی زیستی تولید کنند. و ATP را در سطح پیش‌ماده تولید می‌کنند. در یاخته‌های بدن انسان (به جز گلبول قرمز) پیرووات که محصول نهایی گلیکولیز است با انتقال فعال وارد میتوکندری می‌شود و درون میتوکندری ابتدا  $\text{CO}_2$  تولید می‌کند. و همراه با  $\text{NADH}$ ،  $\text{CO}_2$  و استیل کوآنزیم A تولید می‌شود. استیل کوآنزیم A وارد چرخه کربس می‌شود و در چرخه کربس، کربن دی‌اکسید، ATP،  $\text{NADH}$  و  $\text{FADH}_2$  تولید می‌شود. و مولکول‌های  $\text{NADH}$  و  $\text{FADH}_2$  وارد زنجیره انتقال الکترون می‌شوند و در این زنجیره با مصرف اکسیژن، ATP تولید می‌شود.

**نکته ۸:** در انسان هر یاخته‌ای که استیل کوآنزیم A و  $\text{FADH}_2$  بیشتری تولید و مصرف می‌کند و یا در هر یاخته‌ای که اکسیژن بیشتری مصرف می‌کند، بطور قطع کربن دی‌اکسید ..... و افزایش کربن دی‌اکسید خون منجر به ..... می‌شود و می‌تواند فعالیت نوعی آنزیم ..... همچنین باعث تحریک گیرنده‌های حساس به ..... شود.

**نکته ۹:** در پرکاری تیروئید (افزایش  $T_3$ ،  $T_4$ ) متابولیسم یاخته‌ها افزایش می‌یابد بنابراین تولید و مصرف استیل کوآنزیم A و  $\text{FADH}_2$  و پیرووات و  $\text{NADH}$  افزایش می‌یابد، مصرف اکسیژن افزایش می‌یابد و تولید کربن دی‌اکسید در یاخته‌ها افزایش می‌یابد بنابراین پرکاری تیروئید می‌تواند باعث افزایش فعالیت نوعی آنزیم در گلبول‌های قرمز (کربنیک انیدراز) شود. و می‌تواند تولید بی‌کربنات و  $\text{H}^+$  را افزایش دهد. در پرکاری تیروئید ذخیره گلیکوژن عضلات و کبد کاهش می‌یابد و اندازه یاخته‌های چربی کوچک‌تر می‌شوند.

**نکته ۱۰:** در انسان گلبول قرمز (اریتروسیت) گلیکولیز را دارند یعنی می‌توانند ATP را در سطح پیش‌ماده تولید کنند. ولی دقت کنید گلبول‌های قرمز انسان میتوکندری ندارد توانایی تولید و مصرف استیل کوآنزیم A و  $\text{FADH}_2$  را ندارد. گلبول قرمز توانایی تولید دی‌اکسید کربن را ندارد. توانایی مصرف اکسیژن را ندارد. چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون ندارد.

۲ عدد پیرووات (مولکول آلی ۳ کربنه) → گلیکولیز (قند کافت) تولید ATP در سطح پیش‌ماده در سیتوپلاسم → گلوکز

مرحله دوم (مرحله هوازی تنفس) در داخل بستره میتوکندری رخ می‌دهد.

پیرووات ←  $\text{NADH} + \text{CO}_2$  + استیل کوآنزیم A



## مویرگ‌ها ؛

نکته ۱: سرخرگ های کوچک به مویرگ منتهی می‌شوند. مویرگ‌ها کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند. توجه کنید انتهای برخی ..... هم به مویرگ منتهی می‌شود، (مثلاً انتهای ..... در کبد به مویرگ منتهی می‌شود). همه مویرگ‌ها محتویات خود را به سمت قلب هدایت می‌کنند.

نکته ۲: مویرگ‌ها فقط یک لایه‌ی بافت پوششی (یک لایه‌ی یاخته‌ی پوششی سنگ فرشی) همراه با غشای پایه دارند و ماهیچه‌ی صاف ندارند. این ساختار با وظیفه‌ی آن‌ها که تبادل مواد بین خون و مایع میان بافتی است، هماهنگی دارد. اگر بگویند افزایش  $CO_2$  باعث .....

نکته ۳: سطح بیرونی همه‌ی مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند. غشای پایه، شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی (ترکیب کربوهیدرات و پروتئین) است. غشای پایه عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند. ضخامت غشای پایه در مویرگ‌های مختلف متفاوت است. مثلاً ضخامت غشای پایه مویرگ‌های منفذدار کلافاک (گلومرول کلیه) پنج برابر ضخیم‌تر از غشاء پایه در سایر مویرگ‌ها است. و از خروج پروتئین‌های خوناب جلوگیری می‌کند. غشای پایه فاقد سلول است بنابراین فاقد هسته و اندامک است. و نمی‌توان از آن ژن استخراج کرد.

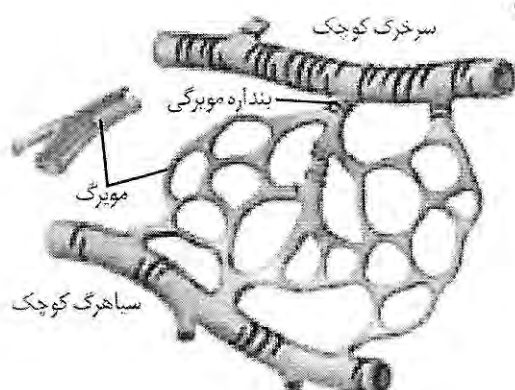
نکته ۴: تبادل مواد بین خون و یاخته‌های بدن، در این مویرگ‌ها انجام می‌شود. دیواره‌ی مویرگ‌ها نازک و جریان خون در مویرگ‌ها کند است و امکان تبادل مناسب مواد را در مویرگ‌ها فراهم می‌کند. در عین حال مویرگ‌ها شبکه‌ی وسیعی را در بافت‌ها ایجاد می‌کنند به طوری که فاصله‌ی بیشتر یاخته‌های بدن تا مویرگ‌ها حدود  $0.2 / 0$  میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است. این فاصله کم، مبادله‌ی سریع مولکول‌ها را از طریق انتشار، آسان تر می‌کند.

نکته ۵: در برخی بافت‌های بدن مویرگ یافت نمی‌شود مثلاً قرنیه و عدسی چشم فاقد مویرگ است. قرنیه و عدسی چشم از مایع زلالیه تغذیه می‌کنند.

نکته ۶: برخی مویرگ‌ها دو انتهای سرخرگی دارند مانند: ۱- گلومرول (کلافاک) در کلیه ۲- مویرگ‌های آبششی در ماهی و نوزاد دوزیستان

نکته ۷: برخی مویرگ‌ها دو انتهای سیاهرگی دارند مانند برخی مویرگ‌های کبدی

نکته ۸: برخی سرخرگ‌ها در دو انتهای خود مویرگ دارند مانند سرخرگ و ابران در کلیه و برخی سیاهرگ‌ها در دو انتهای خود مویرگ دارند مانند سیاهرگ‌هایی که دستگاه گوارش را ترک می‌کنند.





## تبادل مواد در مویرگ ها

نکته ۱: در تبادل مواد بین مویرگ و مایع میان بافتی دو نیروی مؤثر هستند.

**الف) فشار تراوشی:** که نتیجه باقیماندهی فشار خون است و در جهت بیرون راندن مواد از مویرگ اثر می کند. افزایش سدیم خون چون فشار خون را افزایش می دهد می تواند فشار تراوشی را افزایش دهد.

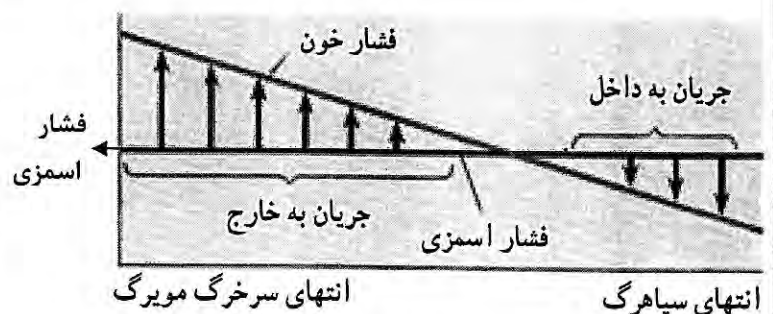
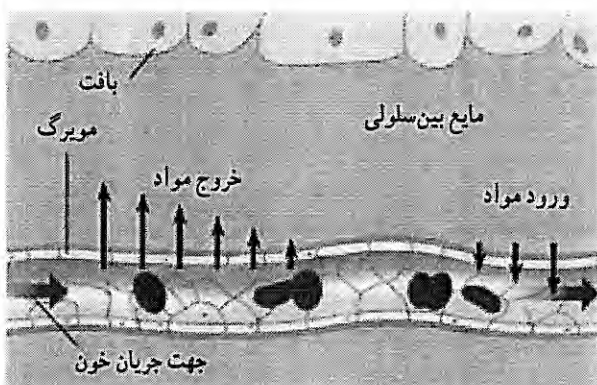
**ب) فشار اسمزی:** که حاصل پروتئین های موجود در خوناب است. فشار اسمزی در جهت بازگشت آب میان بافتی به مویرگ عمل می کند. هرچقدر مقدار پروتئین های پلاسما (مثل آلبومین) بیشتر باشند، خون غلیظ تر است و فشار اسمزی داخل رگ بیشتر است بنابراین پتانسیل آب پلاسما کم تر است در نتیجه بازگشت آب از مایع میان بافتی به داخل مویرگ بیشتر می شود.

**نکته ۲:** بیشتر بودن فشار تراوشی در سمت سرخرگی، باعث خروج توده ای از مواد از مویرگ می شود. این مواد در اختیار یاخته ها قرار می گیرد و در طرف سیاهرگی، بیشتر بودن فشار اسمزی نسبت به فشار تراوشی باعث بازگشت توده ای مواد به مویرگ می شود که به این رفت و برگشت، **جریان توده ای** می گویند. در حدود ۹۰ درصد حجم این مایع در انتهای مویرگ ها دوباره به درون خون برمی گردد و ۱۰ درصد باقی مانده به وسیله رگ های لنفی به گردش سیاهرگی بازگردانده می شود.

**نکته ۳:** توجه کنید که فشار اسمزی در تمام طول مویرگ یکسان است یعنی فشار اسمزی سمت سرخرگی مویرگ و سمت سیاهرگی مویرگ باهم یکسان است، ولی به علت بالا بودن پروتئین های خون فشار اسمزی خون همواره از فشار اسمزی آب میان بافتی بیشتر است. در سمت سرخرگی مویرگ، فشار خون بیشتر از فشار اسمزی است ولی در سمت سیاهرگی آن فشار اسمزی بیشتر از فشار تراوشی است.

**نکته ۵:** در دیواره مویرگ ها لایه ماهیچه ای نیست، ولی در ابتدای بعضی از آنها (مانند مویرگ های روده) حلقه ای ماهیچه ای صاف وجود دارد که میزان جریان خون در آنها را تنظیم می کند و به آن اسفنکتر (بنداره) مویرگی گویند که به صورت یک دریچه عمل می کند و با انقباض و انبساط خود، دهانه ی مویرگ را بسته یا باز می کند. بنابراین نمی توان گفت که جریان خون در همه رگ ها به صورت پیوسته است.

**نکته ۶:** تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ ها بر اساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی با تنگ و گشاد شدن سرخرگ های کوچک انجام می شود که قبل از مویرگ ها قرار دارند. سرخرگ های کوچک در دیواره ی خود ماهیچه های صاف حلقوی فراوان دارند و مهم ترین نقش را در تغییر مقدار خون بافت ها به عهده دارند.





## علل ایجاد خیز (ادم) :

افزایش تجمع آب در فضای بین سلول‌ها را ادم (خیز) می‌گویند. کمبود پروتئین‌های خون (مانند آلبومین) و افزایش فشار خون درون سیاهرگ‌ها می‌تواند از سرعت این بازگشت مایعات از بافت به خون بکاهد. در نتیجه، مواد خارج شده از مویرگ به خون باز نمی‌گردند. در این حالت، بخش‌هایی از بدن، متورم می‌شود که به آن «خیز» یا «ادم» می‌گویند.

۱- کمبود پروتئین در خون: الف) کسی که نارسایی کلیه دارد دفع پروتئین از گلومرول (کلافک) های کلیه افزایش می‌یابد و پروتئین خون کم می‌شود. ب) کسی که دیابت دارد چون قند نمی‌سوزد تجزیه پروتئین‌ها افزایش می‌یابد. ج) افرادی که پرکاری غده فوق کلیوی دارند به علت افزایش کورتیزول، تجزیه پروتئین‌ها افزایش می‌یابد. د) بیماری سلایک که جذب آمینواسیدها کاهش می‌یابد.

۲- افزایش فشار درون سیاهرگ‌ها: در نارسایی بطن‌ها و نارسایی دریچه‌های لانه‌ی کبوتری، فشار درون سیاهرگ‌ها افزایش می‌یابد.

۳- بسته شدن رگ‌های لنفی: چون بخشی از آب میان‌بافتی از طریق لنف به جریان خون سیاهرگی برمی‌گردد.

۴- افزایش سدیم بدن: افزایش ترشح غیر طبیعی آنزیم رنین از دیواره سرخرگ آوران کلیه می‌تواند منجر به خیز شود. این آنزیم با اثر بر یکی از پروتئین‌های خوناب و راه‌اندازی مجموعه‌ای از واکنش‌ها، باعث می‌شود از قشر غده فوق کلیه، آلدسترون ترشح شود. این هورمون با اثر بر کلیه‌ها بازجذب سدیم را باعث می‌شود. در نتیجه بازجذب سدیم، بازجذب آب هم در کلیه‌ها افزایش می‌یابد.

۵- مصرف کم مایعات ۶- آسیب مویرگ‌ها ۷- در التهاب از ماستوسیت‌های آسیب دیده، هیستامین‌رها می‌شود و هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذ پذیری آن‌ها را زیاد می‌کند و خوناب بیشتری به بیرون نشت می‌کند، و ادم موضعی ایجاد می‌شود.

نکته ۱: پرکاری قشر فوق کلیوی به دو علت خیز می‌دهد:

الف) آلدسترون، سدیم بدن را افزایش می‌دهد. و فشار خون و فشار تراوشی افزایش می‌دهد.

ب) کورتیزول، پروتئین خون را تجزیه می‌کند و فشار اسمزی داخل رگ کم می‌کند.

نکته ۲: از هیپوفیز پیشین هورمون محرک فوق کلیوی ترشح می‌شود که باعث تحریک قشر فوق کلیوی می‌شود و افزایش ترشح کورتیزول از قشر فوق کلیوی می‌شود. بنابراین پرکاری هیپوفیز پیشین می‌تواند منجر به ایجاد خیز (افزایش آب میان‌بافتی) شود.

نکته ۳: برای بهبودی خیز بایه مصرف نمک را کم و مصرف پروتئین را افزایش داد.



## ساختار و انواع مویرگ‌ها

**نکته ۱:** دیواره‌ی مویرگ‌ها، فقط از یک لایه یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساخته شده است. و ماهیچه صاف ندارد. در مویرگ‌ها، لبه یاخته‌های پهن و نازک، روی هم قرار گرفته است و در همان قسمت، منافذی به وجود می‌آیند که عبور مواد را امکان‌پذیر می‌سازند. اندازه و تعداد این منافذ در بافت‌های مختلف، بسیار متفاوت است. برای همین نفوذ پذیری مویرگ‌ها در بافت‌های مختلف باهم متفاوت است.

**نکته ۲:** مویرگ‌های مغز ممکن است هیچ منفذی نداشته باشند، مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) نفوذ پذیری کمی دارند که به آن سد خونی-مغزی می‌گویند. البته گلوکز و اکسیژن و  $CO_2$  و آمینواسیدها و املاح از و برخی از مواد که در متابولیسم سلول‌های مغزی نقش ندارند (نیکوین، ...) و نیز برخی میکروب‌ها از سد خونی مغزی عبور می‌کنند.

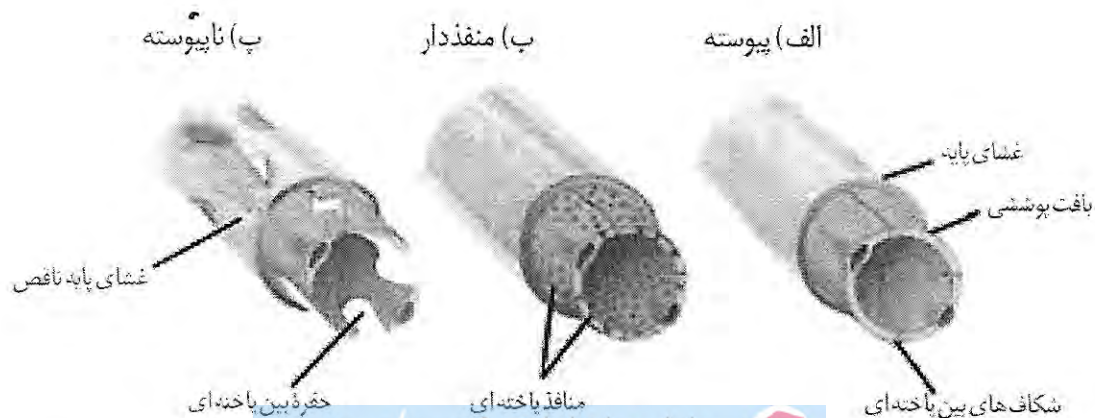
**نکته ۳:** در مویرگ‌های جگر و طحال، منافذ بسیار بزرگ و غشای پایه ناقص وجود دارد که مولکول‌های درشت می‌توانند از آنها بگذرند. برای همین در طحال و کبد یاخته‌های خونی قرمز می‌توانند توسط ماکروفاژها تخریب شوند.

**نکته ۴:** سطح بیرونی مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند و نوعی صافی مولکولی برای محدود کردن عبور مولکول‌های بسیار درشت به وجود می‌آورد. براین اساس مویرگ‌ها در سه گروه قرار می‌گیرند:

**الف) مویرگ‌های پیوسته:** یاخته‌های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. در ماهیچه‌ها، شش‌ها، بافت چربی و دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) یافت می‌شوند که ورود و خروج مواد در آنها به شدت تنظیم می‌شود. این مویرگ‌ها کم‌ترین نفوذ پذیری را دارند.

**ب) مویرگ‌های منفذدار:** در کلیه‌ها (کلاف یا گلومرول)، غدد درون‌ریز (مانند هیپوفیز، تیروئید، پانکراس، پاراتیروئید و ...) و روده (دوازدهه، کولون) وجود دارند. این مویرگ‌ها با داشتن منافذ زیاد در غشای سلول‌های پوششی همراه با غشای پایه ضخیم مشخص می‌شوند که در آن لایه پروتئینی، عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند. مویرگ‌های لنفی منفذدار هستند.

**ج) مویرگ‌های ناپیوسته:** در مغز استخوان، جگر و طحال یافت می‌شوند. فاصله یاخته‌های بافت پوششی در این مویرگ‌ها آنقدر زیاد است که به صورت حفره‌هایی در دیواره مویرگ دیده می‌شود. این مویرگ‌ها غشای پایه‌ی به صورت ناقص وجود دارد. این مویرگ‌ها بیشترین نفوذ پذیری را دارند.





## روش‌های مختلف مبادله‌ی مواد در مویرگ‌ها

بسیاری از مولکول‌های محلول در خون یا مایع میان بافتی (مانند اکسیژن گلوکز و کربن دی‌اکسید) از راه انتشار مبادله می‌شوند؛ در همه موارد، جهت انتشار را شیب غلظت تعیین می‌کند. مولکول‌های محلول می‌توانند هم از راه منافذ پر از آب دیواره مویرگ منتشر شوند و هم به طور مستقیم از غشای یاخته‌های بافت پوششی عبور کنند. راه عبور را میزان انحلال مواد در لیپیدهای غشا یا آب تعیین می‌کند.

### الف) انتشار از طریق فضای بین فسفولیپیدها سلول‌های دیواره‌ی مویرگ :

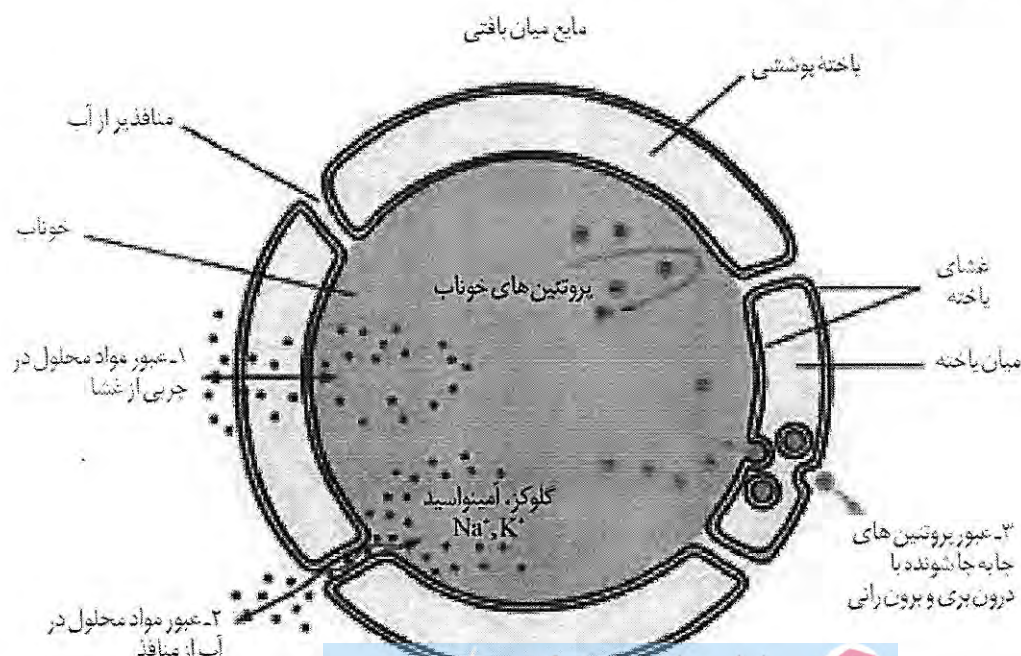
برخی مواد که انحلال آن‌ها در لیپیدهای غشا بیشتر است، (مثل اکسیژن، کربن دی‌اکسید و اوره) و به علت ریز بودن می‌تواند با انتشار ساده از طریق فضای بین فسفولیپیدهای یاخته‌های مویرگ، از خون وارد سلول‌های بافت پوششی دیواره مویرگ شوند و سپس از طریق فضای بین فسفولیپیدهای غشاء، از داخل سلول‌های بافت پوششی وارد آب میان‌بافتی شوند. هنگام انتقال این مواد از خون به آب میان‌بافتی باید از چهار لایه فسفولیپید عبور کنند. برای انتقال این مواد که در جهت شیب غلظت انجام می‌شود سلول انرژی مصرف نمی‌کند.

### ب) انتشار مواد محلول در آب از طریق منافذ :

برخی مولکول‌هایی که انحلال آن‌ها در لیپیدهای غشا، کم است مثل گلوکز و آمینواسیدها و یون‌های سدیم و پتاسیم و همچنین مواد که انحلال آن‌ها در لیپیدهای غشا بیشتر است، (مثل اکسیژن، کربن دی‌اکسید و اوره) می‌تواند از طریق منافذ واقع در دیواره‌ی مویرگ منتشر می‌شوند.

### ج) عبور پروتئین‌های درشت با درون بری و برون رانی :

پروتئین‌های درشت مانند؛ پادتن‌ها و پروتئین‌های مکمل و یا هورمون‌های پروتئینی (انسولین و گلوکاگن) که نمی‌توانند از منافذ غشای یاخته‌های بافت پوششی عبور کنند، با درون بری وارد یاخته‌های پوششی مویرگ می‌شوند و درون کیسه‌ای از جنس غشاء قرار می‌گیرند، و سپس با برون رانی از داخل سلول‌های بافت پوششی مویرگ خارج می‌شوند. این دو فرآیند به انرژی ATP نیاز دارد.





نکته ۱: آب و برخی مواد که انحلال آن‌ها در لیپیدهای غشا بیشتر است، (مثل اکسیژن، کربن دی‌اکسید و اوره) از هر دو روش یعنی هم از راه منافذ پر از آب و هم به طور مستقیم از فضای بین فسفولیپیدهای یاخته‌های پوششی مویرگ منتشر می‌شوند. در انتقال این مواد سلول انرژی مصرف نمی‌کند.

نکته ۲: توجه کنید که گلوکز و آمینواسید و یون‌ها ( $K^+$ ،  $Na^+$ ، ...) انتشار ساده ندارد و نمی‌توانند از فضای بین فسفولیپیدهای غشاء عبور کنند.

نکته ۳: جریان توده‌ای (فشار تراوشی) به مبادله‌ی مواد در مویرگ‌ها کمک می‌کند. هرچقدر فشار تراوشی خون بیشتر باشد سرعت عبور مواد از منافذ بیشتر است. در این روش، انتقال مواد از منافذ دیواره‌ی مویرگ‌ها صورت می‌گیرد که عامل آن اختلاف فشار خون (تراوشی) میان درون و بیرون مویرگ است.

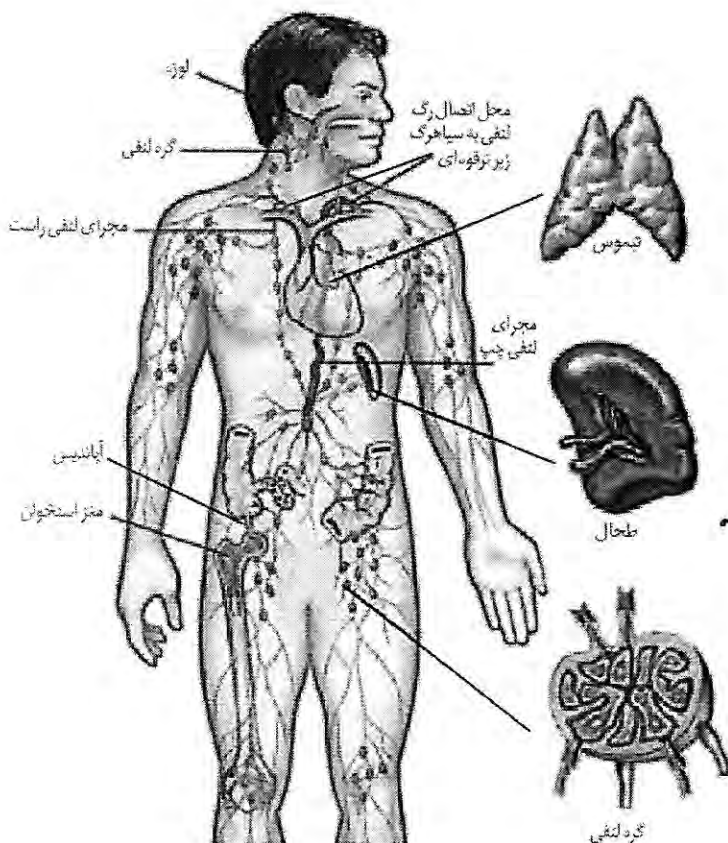
## دستگاه لنفی

نکته ۱: دستگاه لنفی شامل رگ‌های لنفی، مجاری لنفی، گره‌های لنفی و اندام‌های لنفی است.

نکته ۲: لوزه‌ها، تیموس، طحال، آپاندیس و مغز استخوان که مجموعاً به آنها اندام‌های لنفی می‌گویند مانند گره‌های لنفی مراکز تولید لنفوسیت‌ها هستند. لنفوسیت‌ها، یاخته‌های اصلی دستگاه ایمنی هستند.

نکته ۳: توجه کنید خون تیره برخی اندام‌های لنفی (طحال و آپاندیس) از طریق سیاهرگ‌ها وارد کبد می‌شود.

نکته ۴: اگرچه دستگاه لنفی در مقابله با عوامل بیماری‌زا نقش دارد، ولی مویرگ‌های آن با داشتن ..... در پخش یاخته‌های سرطانی در قسمت‌های مختلف بدن نیز مؤثر است.





**نکته ۵: وظایف دستگاه لنفی،**

الف) یکی از وظایف اصلی آن، تصفیه و بازگرداندن مقداری از آب میان‌بافتی به جریان خون است. بخشی از آب و مواد دیگری است که از مویرگ‌های خونی به فضای میان‌بافتی نشت پیدا کرده‌اند، به مویرگ‌های خونی بر نمی‌گردند. بلکه از طریق رگ‌های لنفی به جریان خون برمی‌گردند. بنابراین بخشی از آب میان‌بافتی ماهیچه‌های پا که وارد مویرگ‌ها می‌شود از طریق بزرگ‌سیاهرگ زبرین وارد دهلیز راست می‌شود. نشت این مواد در جریان ورزش و بعضی بیماری‌ها، افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند. به مجموعه مایعات و مواد وارد شده به رگ‌های لنفی، لنف گفته می‌شود.

ب) وظیفه دیگر دستگاه لنفی، انتقال چربی‌های جذب شده از دیواره روده باریک به خون است.

ج) تولید و تجمع لنفوسیت‌ها در گره‌ها و اندام‌های لنفی، به از بین بردن عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند. در گره‌های لنفاوی تعداد زیادی لنفوسیت وجود دارد. لنفوسیت‌های B پس از مواجه شدن با آنتی‌ژن (پادگن) با میتوز تقسیم می‌شوند و به سلول‌های پادتن ساز (پلاسموسیت) تبدیل می‌شوند. و همچنین لنفوسیت‌های T کشنده با ترشح پرفورین در ایمنی بدن نقش دارد.

د) در گره‌های لنفی ماکروفاژها و یاخته‌های دارینه‌ای (دندریتی) وجود دارند که با عمل بیگانه‌خواری میکروب‌ها را از بین می‌برند. تجمع گره‌های لنفاوی در کشاله ران و زیر بغل و در ناحیه‌ی گردن از سایر قسمت‌ها بیشتر است.

**نکته ۶:** فرایند عبور گویچه‌های سفید را از دیواره مویرگ‌ها، تراگذری (دیپادن) می‌نامند. همه گویچه‌های سفید داخل خون توانایی تراگذری را دارند.

**نکته ۷:** مونوسیت‌ها پس از خروج از خون تغییر (نه اینکه تقسیم شوند) می‌کنند. و به درشت‌خوار (ماکروفاژ) و یاخته‌های دندریتی (دارینه‌ای) تبدیل می‌شوند. اگر بگویند مونوسیت با تقسیم میتوز به ماکروفاژ تبدیل می‌شود غلط است. درون رگ‌های خونی ماکروفاژ و یاخته دندریتی یافت نمی‌شود. ولی در برخی رگ‌های بدن این یاخته‌ها یافت می‌شوند. (منظور رگ‌های لنفی)

**نکته ۸:** **طحال:** یک اندام لنفی در سمت چپ معده و لوزالمعده است. دارای مویرگ‌های ناپیوسته است. ماکروفاژهای کبد و طحال در تخریب گویچه‌های قرمز آسیب دیده نقش دارند. آهن آزاد شده در این فرایند یا در کبد ذخیره می‌شود و یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود. خونی که مویرگ‌های ناپیوسته طحال را ترک می‌کند، توسط سیاهرگ باب از مویرگ‌های ناپیوسته کبد عبور می‌کند.

**نکته ۹:** همه مویرگ‌های بدن (چه خونی و چه لنفی) محتویات خود را به سمت قلب هدایت می‌کنند. همه مویرگ‌ها لنفوسیت و پلاسموسیت و پادتن و پرفورین دارند. ولی برخی مویرگ‌ها فاقد .....



## رگ‌های خونی

در دستگاه گردش خون، سه نوع رگ در شبکه‌ای مرتبط به هم وجود دارد. این شبکه، که از قلب شروع می‌شود و پس از عبور از بافت‌ها به قلب باز می‌گردد، از سرخرگ‌ها، مویرگ‌ها و سیاهرگ‌ها تشکیل شده است. ساختار هر یک از این رگ‌ها متناسب با کاری است که انجام می‌دهد. رگ‌هایی که خون را وارد درون دهلیزها می‌کنند سیاهرگ‌اند و رگ‌هایی که خون را از درون بطن‌ها خارج می‌کنند، سرخرگ هستند.

**دیواره‌های سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از سه لایه‌ی اصلی تشکیل شده است.**

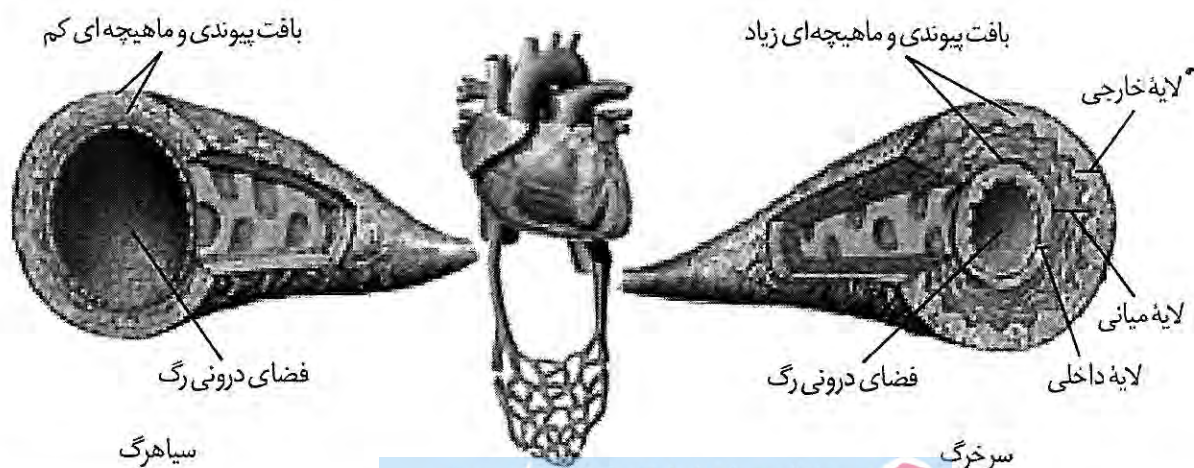
**الف) لایه‌ی داخلی:** بافت پوششی سنگ فرشی ساده است که در زیر آن، غشای پایه قرار گرفته است. غشای پایه، شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی (ترکیب کربوهیدرات و پروتئین) است.

**ب) لایه‌ی میانی؛** ماهیچه‌ای صاف حلقوی است که همراه این لایه رشته‌های کشسان (الاستیک) زیادی وجود دارد.

**ج) لایه‌ی خارجی؛** بافت پیوندی رشته‌ای (متراکم) است که میزان رشته‌های کلاژن آن از بافت پیوندی سست بیشتر است ولی تعداد یاخته‌های آن کم‌تر است و ماده‌ی زمینه‌ای آن نیز اندک است. مقاومت این بافت در مقابل کشش از بافت پیوندی سست بیشتر، ولی انعطاف پذیری آن کم‌تر است.

**نکته ۱:** در دیواره‌ی همه رگ‌ها بدن بافت پوششی سنگ فرشی یک لایه دیده می‌شود. ولی نمی‌توان گفت که دیواره‌ی همه رگ‌ها از سه لایه‌ی اصلی تشکیل شده است. چون دیواره مویرگ‌ها فقط از یک لایه‌ی بافت پوششی سنگ فرشی ساخته شده، و فاقد ماهیچه و بافت پیوندی رشته‌ای است.

**نکته ۲:** در دستگاه گردش خون سه نوع رگ وجود دارد ولی در دستگاه گردش مواد بیش از سه نوع رگ وجود دارد چون رگ‌های دیگری هم به نام رگ لنفی دیده می‌شود. نمی‌توان گفت که در همه رگ‌های بدن بیشتر اکسیژن .....





## سرخرگ‌ها

**نکته ۱:** سرخرگ‌ها خون را از قلب خارج می‌کنند و به بافت‌های بدن می‌رسانند. اگرچه ساختار پایه‌ای سرخرگ‌ها با سیاهرگ‌ها شباهت دارد، ضخامت لایه ماهیچه‌ای و پیوندی رشته‌ای در سرخرگ‌ها به طور معنی‌داری بیشتر است تا بتوانند فشار زیاد واردشده از سوی قلب را تحمل و هدایت کنند. به همین دلیل سرخرگ‌ها در برش عرضی، بیشتر گرد دیده می‌شوند، در حالی که سیاهرگ‌های هم‌اندازه آن‌ها، دیوارهای نازک‌تر دارند و حفره داخل آن‌ها گسترده‌تر و بیشتر است.

**نکته ۲:** سرخرگ‌ها باعث حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت خون در همین رگ‌ها می‌شوند. دیواره سرخرگ قدرت کشسانی زیادی دارد وقتی بطن منقبض می‌شود، ناگهان مقدار زیادی خون از آن به درون سرخرگ پمپ می‌شود. سرخرگ‌ها در این حالت گشاد می‌شوند تا خون رانده شده از بطن را در خود جای دهند. در هنگام استراحت بطن یعنی وقتی که دیگر خونی از قلب خارج نمی‌شود، دیواره کشسان سرخرگ‌ها جمع می‌شود و خون را با فشار به جلو می‌راند. این فشار باعث هدایت خون در رگ‌ها و پیوستگی جریان خون در سرخرگ‌ها هنگام استراحت قلب می‌شود. و از منقطع شدن حرکت خون سرخرگ‌ها در هنگام استراحت قلب جلوگیری می‌کند. جریان خون در سرخرگ‌ها پیوسته حرکت می‌کند.

**نکته ۳:** فشار خون درون آئورت در هر لحظه ثابت نیست بلکه متغیر است. چون خون به طور منقطع از بطن چپ وارد آئورت می‌شود. در هنگام سیستول بطن (حدود  $1/3$  ثانیه) دریچه‌های سینی باز هستند و خون وارد آئورت می‌شود. و فشار آئورت زیاد می‌شود. ولی در هنگام دیاستول بطن‌ها (حدود  $2/5$  ثانیه) دریچه‌های سینی بسته هستند و خون وارد آئورت نمی‌شود و فشار آئورت کاهش می‌یابد. یعنی فشار خون در سرخرگ‌ها بین دو حد، یعنی حداکثر و حداقل، نوسان می‌کند ولی به علت خاصیت ارتجاعی دیواره آن فشار آئورت به صفر نمی‌رسد.

**نکته ۴:** معمولاً فشار خون را با دو عدد (مثلاً  $120/80$ ) بیان می‌کنند. این دو عدد به ترتیب، معرف فشار بیشینه و فشار کمینه بر حسب 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 بسته شدن به خون وارد می‌کند.

**نکته ۵:** تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به صورت موجی در طول سرخرگ‌ها پیش می‌رود و به صورت نبض احساس می‌شود.

**نکته ۶:** فشار خون در همه ی رگ‌ها یکسان نیست بیشترین فشار در ابتدا آئورت و کمترین فشار در بزرگ سیاهرگ زیرین است.

**نکته ۷:** در سرخرگ‌های کوچک‌تر، میزان لایه‌ی کشسان، کمتر و ضخامت لایه‌ی ماهیچه‌ای صاف، بیشتر است. این ساختار باعث می‌شود با ورود خون، قطر این رگ‌ها تغییر زیادی نکند و در برابر جریان خون مقاومت کنند. میزان این مقاومت در زمان انقباض ماهیچه‌ی صاف دیواره، بیشتر و در هنگام استراحت، کمتر می‌شود. کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگ‌ها را تنظیم می‌کند.



**نکته ۸:** سرخرگ های کوچک به علت داشتن ماهیچه های صاف حلقوی فراوان ، مهم ترین نقش را در تغییر مقدار خون بافت ها به عهده دارند، زیرا ماهیچه‌های دیواره آن‌ها بر اثر مواد شیمیایی و یا تحریک عصبی به سرعت به انقباض یا اتبساط درمی آیند و قطر رگ را کم یا زیاد می‌کنند.

**نکته ۹:** اندام‌هایی که به طور طبیعی متابولیسم شدید (مغز) دارند و یا به طور موقت فعال تر (ماهیچه‌ها) می‌شوند خون بیشتری را به سوی خود می‌کشند، زیرا تغییرات حاصل از متابولیسم، مانند کاهش اکسیژن و افزایش دی اکسید کربن و گرما مستقیماً بر دیواره ی رگ ها اثر می‌کند و باعث گشادشدن رگ ها می‌شود.

**نکته ۱۱:** بیشتر سرخرگ‌های بدن در قسمت های عمقی هر اندام قرار گرفته‌اند، در حالی که سیاهرگ‌ها بیشتر در سطح قرار دارند. می‌دانید فشار خون، نیرویی است که از سوی خون بر دیواره رگ وارد می‌شود و ناشی از انقباض دیواره بطن ها یا سرخرگ ها است. اگر سرخرگی در بدن بریده شود، خون با سرعت زیاد از آن بیرون خواهد ریخت و بسیار خطرناک است. این خون ریزی، ناشی از فشار خون زیاد درون سرخرگ است. چنین فشاری برای کار طبیعی دستگاه گردش خون لازم است.

**نکته ۱۲:** عوامل مختلفی می‌تواند روی فشار خون تأثیر بگذارد، از جمله: چاقی، تغذیه نامناسب به ویژه مصرف چربی و نمک زیاد، دخانیات، استرس (فشار روانی) و سابقه خانوادگی.



## عوامل لازم برای حرکت جریان خون در سیاهرگ‌ها

۱- باقیمانده فشار سرخرگی: باقیمانده فشار خون سرخرگی باعث ادامه جریان خون در سیاهرگ‌ها می‌شود اما به علت کاهش شدید فشار خون و جهت حرکت خون در سیاهرگ‌ها که در بیشتر آنها به سمت بالا است لازم است عواملی به جریان خون در سیاهرگ‌ها کمک کند.

۲- تلمبه ماهیچه‌ای اسکلتی: حرکت خون در سیاهرگ‌ها به ویژه در اندام‌های پایین‌تر از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه‌های اسکلتی وابسته است. انقباض ماهیچه‌های دست و پا، شکم و دیافراگم، به سیاهرگ‌های مجاور خود فشاری وارد می‌کنند که باعث حرکت خون در سیاهرگ‌ها به سمت قلب می‌شود.

۳- دریچه‌های لانه کبوتری: وجود آنها در سیاهرگ‌های دست و پا، جریان خون را یک طرفه و به سمت بالا هدایت می‌کنند. در هنگام انقباض هر ماهیچه در سیاهرگ مجاور آن، دریچه‌های بالایی باز و دریچه‌های پایینی، بسته می‌شوند.

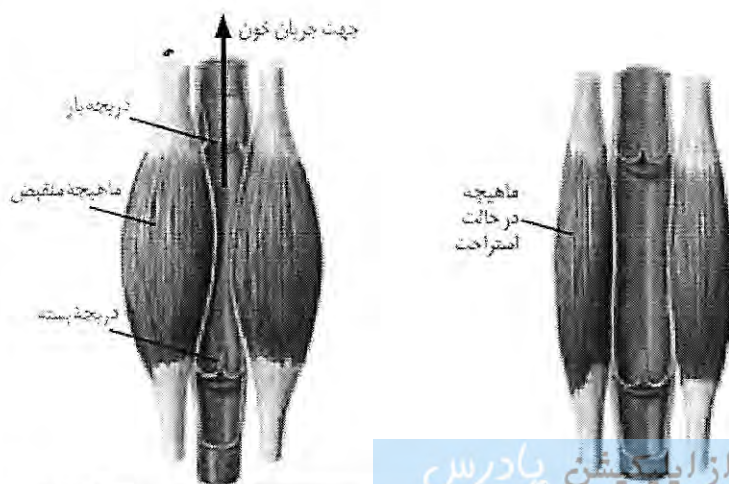
۴- فشار مکشی قفسه‌ی سینه: در موقع دم، دیافراگم منقبض می‌شود و پایین می‌رود و از حالت گنبدی خارج شده و مسطح می‌شود و فشار شکم افزایش پیدا می‌کند. و عضلات بین دنده‌ای خارجی قفسه سینه را بالا می‌برند و حجم قفسه سینه زیاد می‌شود و فشار درون قفسه سینه کم می‌شود با باز شدن قفسه سینه باز، فشار از روی سیاهرگ‌های نزدیک قلب برداشته می‌شود و درون آنها فشار مکشی ایجاد می‌شود که خون را به سمت بالا می‌کشد. بنابراین موقع دم عمیق یعنی موقعی که دیافراگم مسطح است و یا عضلات بین دنده‌ای خارجی منقبض هستند، خون بیشتری وارد قلب می‌شود.

نکته ۱: سیاهرگ‌ها با داشتن فضای داخلی وسیع و دیواره‌های با مقاومت کمتر، می‌توانند بیشتر حجم خون را در خود جای دهند.

نکته ۲: بسیاری از سیاهرگ‌ها (مانند سیاهرگ‌های پاها و بازو و بزرگ سیاهرگ زیرین) در داخل خود دریچه‌های لانه کبوتری دارند که جهت حرکت خون را یک طرفه می‌کنند. برخی از سیاهرگ‌ها (مانند سیاهرگ‌های گردن و زیر ترقوه چپ و راست و بزرگ سیاهرگ زیرین) فاقد دریچه‌ی لانه کبوتری هستند.

نکته ۳: ..... سیاهرگ‌های ..... گیرنده‌های دمایی دارند. که به تغییرات دمای درون بدن حساس هستند. توجه کنید که سیاهرگ‌ها برخلاف سرخرگ‌ها گیرنده فشار خون و گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن را ندارد.

نکته ۴: هر سه نوع بافت ماهیچه‌ای .....





## 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 برون ده قلبی ناشی از آن، نیاز اکسیژن و مواد مغذی اندام‌های بدن را برطرف می‌کند. اما در هنگام فعالیت ورزشی یا در حالت استراحت، برون ده قلب باید تغییر یابد. این تنظیم‌ها با ساز و کارهای مختلفی انجام می‌شود:

- ۱- **نقش دستگاه عصبی خود مختار:** افزایش و کاهش فعالیت قلب متناسب با شرایط، به وسیله اعصاب دستگاه عصبی خود مختار انجام می‌شود. مرکز هماهنگی این اعصاب در بخشی از ساقه مغز (بصل النخاع و پل مغزی) و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد و همکاری این مراکز، نیاز بدن به مواد مغذی و اکسیژن را در شرایط خاص به خوبی تأمین می‌کند.
- نکته ۱:** اعصاب هم‌حس (سمپاتیك) با افزایش تحریک گره پیش‌آهنگ باعث افزایش ضربان قلب می‌شود. سمپاتیك سبب افزایش فشار خون و تعداد تنفس می‌شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند. ولی با تنگ کردن رگ‌های خونی کلیه‌ها، روده‌ها، طحال و پوست، خون‌رسانی را به آن‌ها کاهش می‌دهد.
- نکته ۲:** تحریک اعصاب پادهم‌حس (پاراسمپاتیك) که به گره‌های شبکه‌ی هادی متصل هستند، باعث کاهش ضربان قلب و کاهش فشار خون می‌شود.

- ۲- **نقش هورمون‌ها:** وقتی در حالت‌های ویژه فشار روانی مثل نگرانی، ترس و استرس امتحان قرار می‌گیریم، ترشح بعضی از هورمون‌ها از غدد درون ریز مثل فوق کلیه، افزایش می‌یابد. این هورمون‌ها با اثر روی بعضی اندام‌ها مثل قلب و کلیه، ضربان قلب و فشارخون را افزایش می‌دهند.
- نکته ۳:** در پرکاری بخش قشر فوق کلیوی با افزایش هورمون آلدسترون چون بازجذب سدیم در کلیه افزایش می‌یابد. و به دنبال بازجذب سدیم، بازجذب آب هم افزایش می‌یابد و با افزایش حجم خون فشار خون زیاد می‌شود.
- نکته ۴:** در پرکاری بخش مرکزی فوق کلیوی با افزایش ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین فشار خون و ضربان قلب و گلوکز خوناب افزایش می‌یابد. نایزک‌ها را در شش‌ها باز می‌کند.
- نکته ۵:** در پرکاری تیروئید با افزایش هورمون  $T_4$  و  $T_3$  (تیروکسین)، مقدار فشار خون را افزایش می‌دهند.



### ۳- تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها:

نکته ۶: کربن‌دی‌اکسید، از جمله مواد گشادکننده رگی است که با تأثیر بر ماهیچه‌های صاف دیواره رگ‌ها، سرخرگ‌های کوچک را گشاد و بنداره‌های مویرگی را باز می‌کند تا میزان جریان خون در آنها افزایش یابد.

نکته ۷: ورود بعضی از مواد مانند یون کلسیم به درون مایعات بدن نیز باعث تنگی رگ‌ها می‌شود. تغییر مقدار این مواد در بافت‌ها باعث تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها می‌شود. افزایش ترشح هورمون ..... .

### ۴- سازوکارهای انعکاسی برای حفظ فشار سرخرگی:

نکته ۸: گیرنده‌های فشار خون مکانیکی هستند که در دیواره سرخرگ‌های گردش عمومی قرار دارند؛

نکته ۹: گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن نوعی گیرنده‌های شیمیایی هستند. این گیرنده‌ها بیشتر در سرخرگ آنورت و سرخرگ‌های ناحیه گردن که خون‌رسانی را به سر و مغز برعهده دارند واقع شده‌اند. چنانچه اکسیژن خون کاهش یابد، این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند و پیام عصبی را توسط نورون‌هایی به بصل النخاع ارسال می‌کنند. تا فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ، و نیازهای بدن در شرایط خاص تأمین شود. و هم‌چنین بصل النخاع تعداد تنفس را افزایش می‌دهد.

نکته ۱۰: گیرنده‌های حساس به افزایش کربن‌دی‌اکسید و یون هیدروژن نوعی گیرنده شیمیایی هستند. این گیرنده‌ها در بخشی از ساقه مغز (در بصل النخاع) قرار دارند که با تحریک آن‌ها آهنگ تنفس افزایش می‌یابد.

نکته ۱۱: گیرنده‌های حساس به کاهش اکسیژن برخلاف گیرنده‌های حساس به افزایش کربن‌دی‌اکسید و هیدروژن در خارج از مغز (خارج از بصل النخاع) قرار دارند. هر سه نوعی گیرنده شیمیایی هستند، و پس از تحریک، به مراکز عصبی پیام می‌فرستند تا فشار خون را در حد طبیعی حفظ و نیازهای بدن را در شرایط خاص تأمین شود.



۱- در انسان ، عدم ..... می تواند از ایجاد بیماری خیز ممانعت به عمل آورد .

- (۱) ورود پروتئین های درشت به کپسول بومن  
(۲) سلامت دیواره ی گلو مروزل های کلیه  
(۳) دفع نمک و آب از بدن  
(۴) ورود لنت به رگ های لنفی

۲- چند عبارت به درستی جمله ی زیر را تکمیل می کند؟ به طور معمول در انسان ، ..... مستقیماً .....

- (الف) سه سیاهرگ-خون تیره را به یکی از حفره های قلب وارد می کند.  
(ب) چهار سیاهرگ-خون روشن را به یکی از حفره های قلب می کند.  
(ج) خونی که همه اندام های لنفی را ترک می کند- وارد دهلیز راست می شود.  
(د) خونی که ماهیچه ی توام و تیروئید را ترک می کند - با یک سیاهرگ وارد قلب می شود.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۳- چند عبارت به درستی جمله ی زیر را تکمیل نمی کند؟ به طور معمول در انسان ، ..... ابتدا .....

- (الف) لنفی که روده و مغز را ترک می کند - از طریق سیاهرگ های سینه وارد بزرگ سیاهرگ زیرین می شود.  
(ب) خون روشن که مویرگ های اطراف کیسه های حبابکی را ترک می کند توسط سیاهرگ های ششی - وارد دهلیزها می شود.  
(ج) هورمون سکرترین و گاسترین پس از ترشح به خون - وارد دهلیز راست قلب می شوند.  
(د) خونی که میوگارد بطن چپ را ترک می کند توسط سیاهرگ - به دهلیز راست وارد می شود.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۴- خون سرخرگ بند ناف جنین انسان ..... خون ..... ماهی، ..... است.

- (۱) همانند - سرخرگ پشتی - روشن  
(۲) برخلاف - سیاهرگ شکمی - تیره  
(۳) همانند - سرخرگ شکمی - تیره  
(۴) برخلاف - سرخرگ آبششی - روشن

۵- در ارتباط با همه سلول های پیکر یک فرد سالم درست است که توانایی هیدرولیز گلیکوژن را دارند، کدام صحیح است؟

- (۱) گلوکز را فقط از طریق رگ های پر اکسیژن می گیرند.  
(۲) تحت تأثیر گلوکاکون، گلوکز را به داخل خون وارد می کنند.  
(۳) با ترشح اریتروپوئیتین می توانند باعث افزایش هماتوکریت شوند.  
(۴) در نخستین مرحله از تنفس سلولی، ATP را در سطح پیش ماده می سازند.

۶- چند مورد، درباره ی خون هر سیاهرگ بدن انسان صادق است؟

- (الف) محتویات مویرگ های لنفی را دریافت می کند.  
(ب) مقادیر ناچیزی گلوکز و مقادیر فراوانی دی اکسید کربن دارد.  
(ج) هموگلوبین سهم کمتری در حمل کربن دی اکسید دارد  
(د) فقط تحت تأثیر باقی مانده ی فشار سرخرگی به سمت قلب جریان می یابد.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷- چند مورد درباره همه مویرگ های استخوان ران صحیح است؟

- (الف) همه محتویات خود را از طریق بزرگ سیاهرگ زیرین وارد دهلیز راست می کند.  
(ب) بیشتر اکسیژن بصورت متصل به هموگلوبین حمل می شود.  
(ج) دارای مایعات حاوی پادتن و یاخته های دفاع اختصاصی است.  
(د) فاقد ماکروفاژ و سلول های دارینای هستند.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۸- افزایش ..... مانع بروز خیز در انسان می شود.

- (۱) ترشح آلدوسترون  
(۲) جریان لنف  
(۳) پروتئین در ادرار  
(۴) نفوذپذیری مویرگ ها

۹- چند مورد عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می نماید؟ «در انسان ، با کاهش اکسیژن محیط ، ..... را افزایش می یابد.»

- (الف) نیاز به مصرف اسید فولیک و B<sub>۱۲</sub>  
(ب) قطر رگ های خون رسان به مغز  
(ج) در مواردی احتمال تغییر شکل اریتروسیت ها  
(د) فعالیت سلول های بنیادی میلوئیدی در برخی لایه های محافظ مغز

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵ (۴)

۱۰- چند مورد نادرست اند؟ به طور معمول در یک فرد بالغ .....

- (الف) خون جمع آوری شده از همه ی اندام ها ، از طریق سیاهرگ ها مستقیماً به قلب وارد می شود  
(ب) هر رگی که طحال را ترک می کند ابتدا وارد کبد می شود.  
(ج) کلسترول از پس از جذب از روده توسط رگ لنفی به سرخرگ های زیر ترقوه ای چپ و راست می ریزد.  
(د) کاهش سدیم بدن و افزایش پروتئین خون در بهبود ادم موثر می باشد.  
(ه) میوگارد بطن راست همانند بطن چپ توسط خون روشن تغذیه می شود.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۱- در ..... رگ هایی که بیشترین خون را در خود جای داده اند .....

- (۱) برخی - گیرنده های فشار خون وجود دارد.  
(۲) برخی - گیرنده های دمایی وجود دارد.  
(۳) همه ی - وجود دریچه های لانه کیوتری ، بازگشت خون را به قلب تسهیل می کند.  
(۴) همه ی - مقادیر ناچیزی گلوکز و مقادیر فراوانی دی اکسید کربن دارند.

۱۲- کدام نادرست است؟ در انسان بسته شدن رگی که کیلومیکرون ها را از یاخته های روده به خون وارد می کند باعث ..... می شود.

- (۱) کاهش تولید فاکتورهای انعقادی  
(۲) افزایش آب میان بافتی  
(۳) کاهش تولید ماده حساس به نور در شبکیه چشم  
(۴) کاهش جذب فولیک اسید و متیونین



## ساختار بافتی قلب

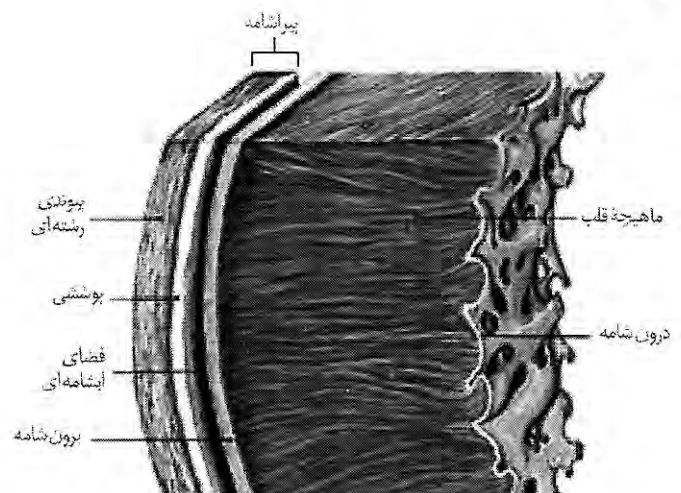
۱- **لایه‌ی خارجی (آبشامه قلب)؛** قلب اندامی ماهیچه‌ای همراه با کیسه‌ای محافظت‌کننده است. این کیسه دارای دو لایه به نام پیراشامه (پریکارد) و برون شامه (اپی‌کارد) است. در هر دو لایه یافت پوششی سنگ فرشی و بافت پیوندی رشته‌ای با کلاژن فراوان وجود دارد که ممکن است در آن‌ها بافت چربی نیز جمع شود.

**الف) پیراشامه (پریکارد):** قسمت خارجی آن بافت پیوندی رشته‌ای (متراکم) است، که میزان رشته‌های کلاژن آن از بافت پیوندی سست بیشتر است ولی تعداد یاخته‌های آن کم‌تر و ماده‌ی زمینه‌ای آن نیز اندک است. مقاومت این بافت در مقابل کشش از بافت پیوندی سست بیشتر است. ولی انعطاف پذیری آن کم‌تر است. و در زیر بافت پیوندی، بافت پوششی قرار دارد، که فضای بین سلولی اندک دارد و بر روی غشای پایه (شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی) قرار دارد.

**ب) برون شامه (اپی‌کارد)؛** در این لایه بافت پوششی سنگ فرشی ساده وجود دارد که توسط لایه‌ای از بافت پیوندی پشتیبانی می‌شود. رگ‌ها و اعصاب قلب در این لایه پیوندی قرار دارند. اپی‌کارد به بافت ماهیچه‌ای قلب چسبیده است. بین پیراشامه و برون شامه فضایی هست که با مایعی آبکی (مایع آبشامه‌ای) پر شده است. این مایع نیز ضمن محافظت از قلب، به حرکت روان قلب کمک می‌کند.

۲- **لایه میانی؛** ضخیم‌ترین لایه دیواره قلب، ماهیچه‌ای قلب (میوکارد) است. بیشتر یاخته‌های لایه میانی قلب از یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای قلبی تشکیل شده است. بین این یاخته‌ها، مقداری بافت پیوندی رشته‌ای متراکم به نام اسکلت فیبری (استخوانگان) قرار دارد. این بافت، رشته‌های کلاژن ضخیمی دارد که در جهات مختلف قرار گرفته و بسیاری از یاخته‌های ماهیچه‌ای به آن‌ها چسبیده‌اند. در ضمن، اسکلت فیبری باعث استحکام دریچه‌های قلبی می‌شود. رشته‌های عصبی خود مختار (نه پیکری) نیز در بین این یاخته‌ها پخش شده‌اند. در ساختار لایه میانی قلب بیش از یک نوع بافت به کار رفته است. میوکارد بطن چپ ضخیم‌تر از میوکارد بطن راست است و هردو از خون روشن سرخرگ کرونر تغذیه می‌کنند.

۳- **لایه داخلی؛** سطح داخلی حفره‌های قلبی توسط یک لایه نازک از بافت پوششی سنگ فرشی ساده؛ به نام درون شامه (آندوکارد) پوشیده شده است. که فضای بین سلولی اندک دارد بر روی غشای پایه مستقر است. این لایه در تشکیل دریچه‌های قلب نیز شرکت می‌کند.





## ساختار ماهیچه‌ی قلب

نکته ۱: ماهیچه قلبی، ترکیبی از ویژگی‌های ماهیچه‌ی اسکلتی و صاف دارد. همانند ماهیچه اسکلتی، دارای ظاهری مخطط است. و دارای نوار تیره و روشن است. از طرف دیگر همانند یاخته‌های ماهیچه صاف، به طور غیرارادی منقبض می‌شوند. ماهیچه قلبی تحت کنترل دستگاه عصبی خودمختار (نه پیکری) فعالیت خود را تغییر می‌دهد. یاخته‌های آن بیش‌تر یک هسته‌ای و بعضی دوهسته‌ای اند.

نکته ۲: یکی از ویژگی‌های یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب ارتباط آنها از طریق صفحات بینابینی (در هم رفته) است. نوع 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. توجه کنید که صفحات بینابینی، بین یاخته‌ها و یا تارهای ماهیچه‌ی قلبی یافت می‌شود (نه بین تارچه‌ها)

نکته ۳: در محل ارتباط ماهیچه‌ی دهلیزها به ماهیچه‌ی بطن‌ها، بافت پیوندی عایقی وجود دارد؛ به طوری که انتشار تحریک از دهلیزها به بطن‌ها از طریق شبکه هادی قلب انجام می‌شود.

## تأمین اکسیژن و مواد مغذی قلب

خونی که از درون قلب عبور می‌کند، نمی‌تواند نیازهای تنفسی و غذایی قلب را برطرف کند. به همین دلیل ماهیچه قلب با رگ‌های ویژه‌ای به نام سرخرگ اکیلی (کرونر) تغذیه می‌شود. در ابتدای سرخرگ آئورت، بالای دریچه‌ی سینی آئورتی دو عدد سرخرگ کرونر که از آئورت انشعاب می‌گیرند. این رگ‌ها پس از رفع نیاز یاخته‌های قلبی، با هم یکی می‌شوند و به صورت یک عدد سیاهرگ کرونر (اکیلی) به دهلیز راست متصل می‌شوند. بسته شدن این سرخرگ‌ها توسط لخته یا سخت شدن دیواره آن‌ها (تصلب شرایین) ممکن است باعث سکته قلبی (آنفارکتوس) شود؛ چون در این حالت به بخشی از ماهیچه قلب، اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند.

## تأمین انرژی انقباض ماهیچه

الف- ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده: کراتین فسفات طبق واکنش زیر می‌تواند به سرعت با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت باز تولید کند. در جریان این تبدیل کراتینین پدید می‌آید که ماده دفعی نیتروژن دار است که در ماهیچه‌ها تولید می‌شود. و توسط کلیه‌ها از بدن دفع می‌شود.

ب- بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن گلوکز به دست می‌آید.

در ماهیچه‌های گلیکوژن (پلی‌مری انشعابی از گلوکز) به صورت ذخیره وجود دارد که در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می‌شود. در صورت وجود اکسیژن تجزیه‌ی گلوکز می‌تواند تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند.

ج- برای مدت طولانی‌تر انقباض ماهیچه‌ها از اسیدهای چرب استفاده می‌کنند.



## دریچه‌های قلب

قلب انسان دارای چهار دریچه است. وجود دریچه‌ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث یکطرفه شدن جریان خون در آن قسمت می‌شود.

**نکته ۱:** در ساختار دریچه‌ها، بافت ماهیچه‌ای به کار نرفته بلکه همان بافت پوششی است، که چین خورده است و دریچه‌ها را می‌سازد؛ البته وجود بافت پیوندی به استحکام آن‌ها کمک می‌کند.

**نکته ۲:** دریچه‌های قلبی از یک قسمت مرکزی از جنس بافت پیوندی رشته‌ای متراکم تشکیل شده و در دو طرف با درون‌شامه (آندوکارد) پوشیده شده‌اند. دریچه در قاعده به اسکلت فیبری قلب متصل شده است.

**نکته ۳:** ساختار خاص دریچه‌ها و تفاوت فشار در دو طرف آنها، باعث باز یا بسته شدن دریچه‌ها می‌شود.

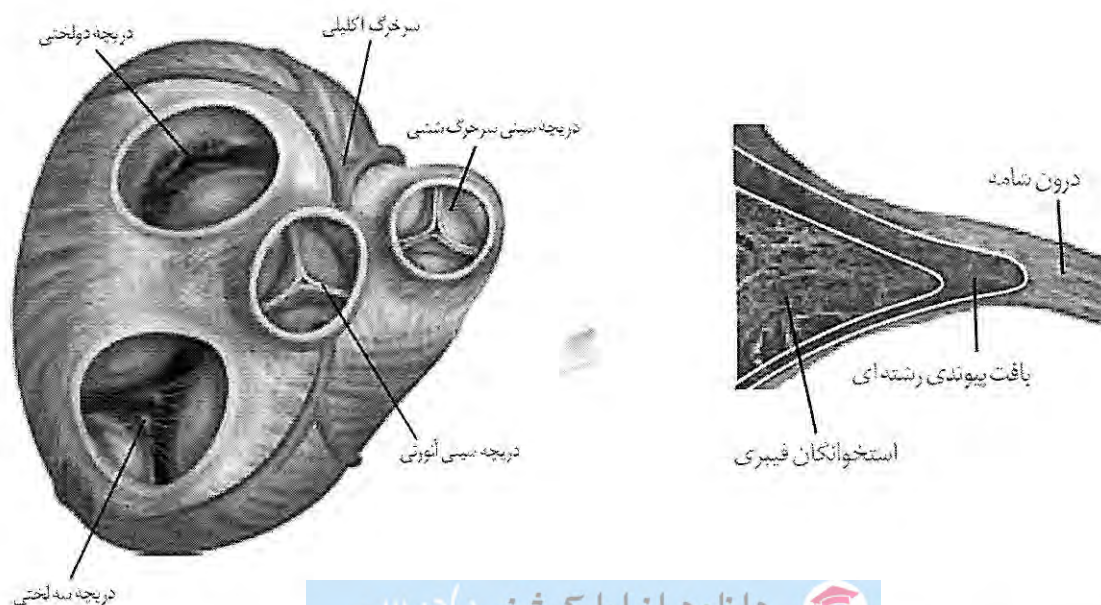
**نکته ۴:** بین دهلیز و بطن در هر طرف قلب، دریچه‌ای هست که در هنگام انقباض بطن؛ از بازگشت خون به دهلیز، جلوگیری می‌کند. این دریچه‌ها توسط رشته‌هایی به دیواره بطن متصل هستند. دریچه‌ی دهلیزی - بطنی چپ را میترال یا دولختی می‌گویند؛ چون از دو قطعه آویخته تشکیل شده است، و در سمت راست قلب، دریچه سه لختی قرار دارد.

**نکته ۵:** در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها، دریچه‌های سینی قرار دارند که از بازگشت خون به بطن جلوگیری می‌کنند. دریچه‌های سینی ششی و سینی آئورتی همانند دریچه‌ی سه لختی، سه قطعه‌ای هستند. بنابراین هر دریچه‌ای که سه قطعه‌ای بود الزاماً دریچه‌ی دهلیزی - بطنی نیست.

**نکته ۶:** در یک دوره قلبی  $0/5$  ثانیه (زمان انقباض دهلیزها و زمان استراحت عمومی) میترال و ۳ لختی باز اند و سینی‌ها بسته‌اند و  $0/3$  ثانیه (زمان انقباض بطنها) میترال و ۳ لختی بسته‌اند و سینی‌ها باز هستند.

**نکته ۷:** در هنگام انقباض بطنها بیشترین فشار روی دریچه میترال است. و در دیاستول بطنها بیشترین فشار روی سینی آئورتی است.

**نکته ۸:** دریچه‌های دهلیزی بطنی نسبت به دریچه‌های سینی بزرگ‌ترند. بالای دریچه سینی آئورتی از ابتدای سرخرگ آئورت، دو عدد سرخرگ کرونر (اکلیلی) منشعب می‌شود.





## شبکه‌ی هادی قلب

نکته ۱: تقریباً یک درصد یاخته‌های ماهیچه قلبی ویژگی‌هایی دارند که آن‌ها را برای تحریک طبیعی قلب، اختصاصی کرده است. این یاخته‌ها به صورت شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها در بین یاخته‌های ماهیچه قلبی گسترده شده‌اند و به مجموعه آن‌ها، شبکه‌ی هادی قلب گفته می‌شود. یاخته‌های این شبکه با دیگر یاخته‌های ماهیچه قلبی، ارتباط دارند. این شبکه، شروع کننده ضربان است و جریان الکتریکی را در سراسر قلب به سرعت گسترش می‌دهد.

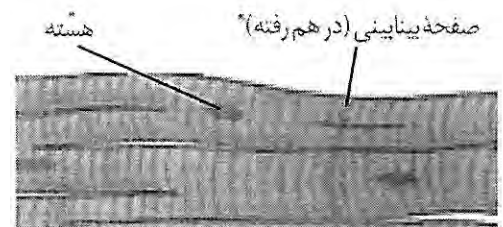
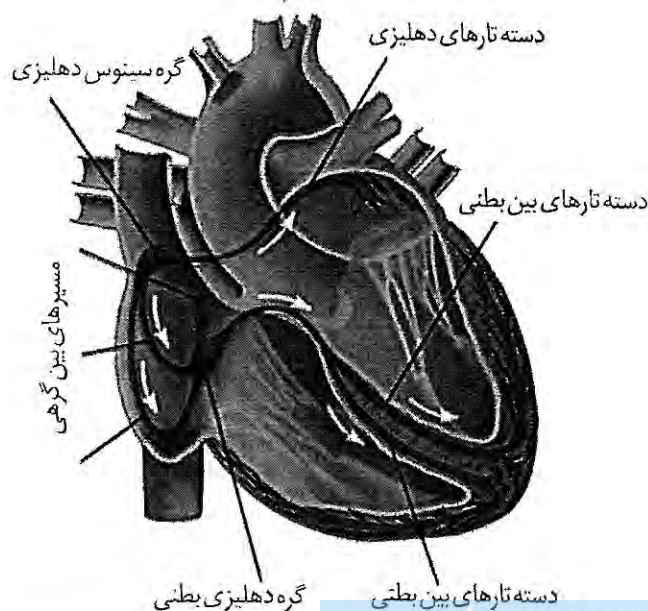
نکته ۲: شبکه‌ی هادی قلب شامل دو گره و دسته‌هایی از تارهای ماهیچه‌ای تخصص یافته برای هدایت سریع جریان الکتریکی است. جنس شبکه‌ی هادی عصبی نیست بلکه ماهیچه‌ای است.

نکته ۳: گره اول یا گره سینوسی دهلیزی: در دیواره پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد. این گره بزرگ‌تر است و شروع کننده تکانه‌های قلبی است، به همین دلیل به آن پیشاهنگ یا ضربان سازمی گویند.

نکته ۴: گره دوم یا گره دهلیزی بطنی: در دیواره پشتی دهلیز راست، بلافاصله در عقب دریچه سه لختی است. نکته ۵: توجه کنید که بین یاخته‌های دهلیز و یاخته‌های بطن، صفحات بینابینی (درهم‌رفته) وجود ندارد. در محل ارتباط ماهیچه دهلیزها به بطن‌ها یک بافت پیوندی عایق (نه بافت گرهی) وجود دارد برای همین انتشار تحریک از دهلیزها به بطن‌ها را غیر ممکن می‌سازد.

نکته ۶: ارتباط بین این دو گره از طریق سه عدد مسیر بین گرهی انجام می‌شود این مسیرها شامل دسته‌ای از تارهای ماهیچه‌ای خاص هستند که با همدیگر ارتباط یاخته‌ای تنگاتنگی (صفحات بینابینی) دارند و می‌توانند با سرعت، جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل کنند. انتشار تحریک از دهلیز به بطن فقط از طریق سه عدد مسیر بین گره‌ای انجام می‌شود.

نکته ۷: پس از گره دهلیزی بطنی، تارهای ماهیچه‌ای خاص در دیواره بین دو بطن وجود دارند. این دسته تارها از بین دو بطن عبور می‌کند و با دو شاخه شدن به سمت پایین و تا نوک بطن ادامه پیدا می‌کنند، سپس دور تادور بطن‌ها تا لایه عایق بین بطن‌ها و دهلیزها را احاطه و در طی مسیر، به درون بطن‌ها گسترش پیدا می‌کند.





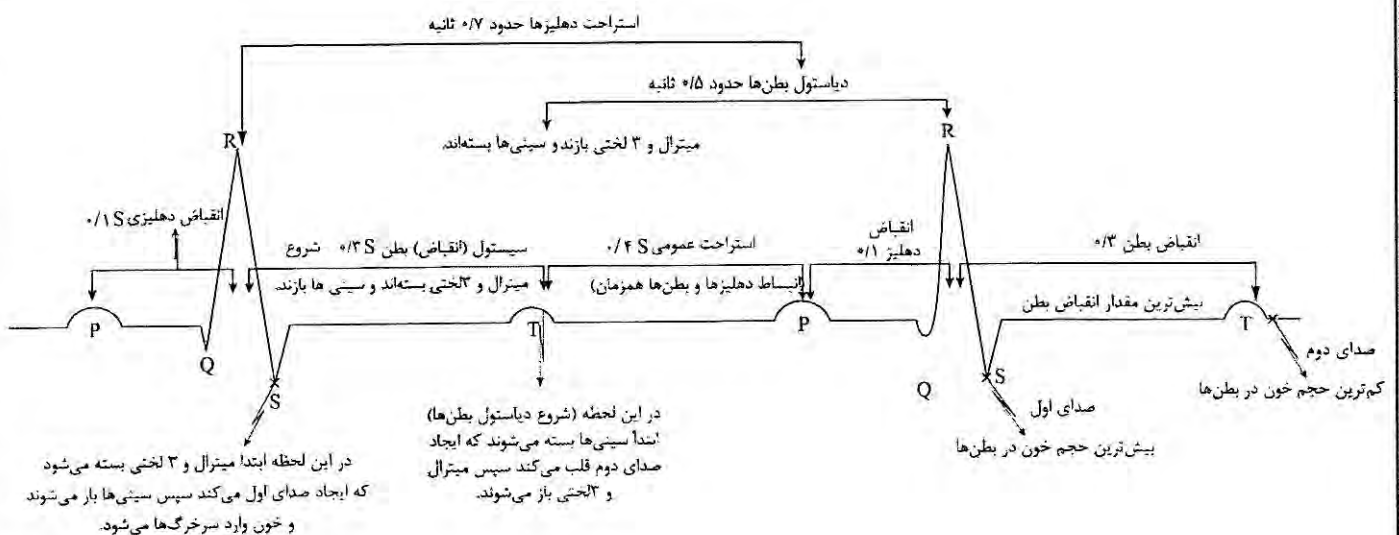
## چرخه‌ی ضربان قلب و الکتروکاردیوگرام (ECG) :

**نکته ۱:** 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، بدون اینکه مانند ماهیچه‌های اسکلتی بتواند استراحتی پیوسته داشته باشد.

**نکته ۲:** استراحت (دیاستول) و انقباض (سیستول) قلب را، که به طور متناوب انجام می‌شود، چرخه‌ی یا دوره قلبی می‌گویند. در طی هر دوره قلبی، قلب با خون سیاهرگ‌ها به طور غیرفعال پر، و سپس با انقباض بطن‌ها به صورت فعال خون را به سراسر بدن می‌فرستد. در هر چرخه، این مراحل دیده می‌شود.

### ① تحریک گره پیش‌آهنگ و رسم موج P :

گره پیش‌آهنگ (گره سینوس - دهلیزی) در دیواره پشتی دهلیز راست، زیر منفذ بزرگ سیاهرگ زبرین قرار دارد، و محل زایش تحرکات طبیعی قلب است. برای همین به آن **گره ضربان‌ساز** می‌گویند. این تحرکات توسط دسته‌تارهای دهلیزی که از جنس بافت گره‌ای هستند به یاخته‌های ماهیچه‌ای دهلیز راست و چپ منتقل می‌شود. وقتی گره ضربان‌ساز به طور خودکار، پیام الکتریکی را به یاخته‌های ماهیچه‌ای دهلیزها می‌فرستد؛ موج P رسم می‌شود. توجه کنید که در شروع رسم موج P، هنوز دهلیزها در حال استراحت هستند. یعنی منقبض نیستند، بلکه در حال آماده شدن برای انقباض هستند. در لحظه‌ای که موج P شروع به رسم شدن می‌کند، قلب هنوز در حال استراحت عمومی است (دهلیزها و بطن‌ها در حال انقباض اند) و خون سیاهرگ‌ها وارد دهلیزها می‌شود. در این هنگام میترا و سه لختی باز هستند بنابراین خون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود. در زمان رسم موج P سینی‌ها بسته‌اند پس مانعی برای خروج خون از بطن‌ها وجود دارد و چون خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود، فشار سرخرگ‌ها کم است. گره پیش‌آهنگ می‌تواند تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار (نه پیکری) فعالیت خود را تغییر دهد. سمپاتییک باعث افزایش فعالیت این گره و پاراسمپاتییک باعث کاهش فعالیت این گره می‌شود. در پرکاری تیروئید فعالیت این گره افزایش می‌یابد.





## ② انقباض دهلیزها :

انقباض دهلیزها بسیار زودگذر است یک دهم ثانیه طول می‌کشد. انقباض دهلیزها اندکی بعد از رسم موج P یعنی از وسط موج P (قله منحنی P) شروع و تا R ادامه دارد. با انقباض دهلیزها باقیمانده‌ی خون روشن دهلیز چپ از طریق میترال وارد بطن چپ و باقی مانده‌ی خون تیره دهلیز راست از طریق سه لختی وارد بطن راست میشود. برای همین حجم خون دهلیزها در حال کاهش و حجم خون بطن‌ها در حال افزایش است. در پایان انقباض دهلیزها بطن‌ها بطور کامل با خون پر می‌شوند. در پایان انقباض دهلیزها، یعنی هنگام رسم موج R در دهلیزها کم‌ترین حجم خون و در بطن‌ها بیشترین حجم خون وجود دارد. در تمام زمان انقباض دهلیزها، بطن‌ها منبسط هستند، دریچه میترال سه لختی باز هستند و دریچه‌های سینی بسته هستند. چون مانعی برای خروج خون از بطن‌ها وجود دارد و خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود، فشار سرخرگ‌ها پایین است. در پایان انقباض دهلیزها، یعنی هنگام رسم موج R، آئورت کم‌ترین فشار خون خود را دارد.

**نکته ۴:** توجه کنید که در شروع انقباض دهلیزها میترال سه لختی باز نمی‌شوند بلکه از قبل باز بوده اند و سینی‌ها از قبل بسته بوده اند (در شروع استراحت عمومی یعنی  $1/4$  ثانیه قبل از شروع انقباض دهلیزها میترال و سه لختی باز می‌شوند و سینی‌ها بسته می‌شوند)

**نکته ۵:** توجه کنید اگر بگویند در شروع انقباض دهلیزها، ورود خون از دهلیز به بطن آغاز می‌شود نادرست است. چون  $1/4$  ثانیه قبل یعنی در شروع استراحت عمومی ورود خون به بطن آغاز شده است و دقت کنید که حجم عمده خون دهلیزها در هنگام استراحت عمومی وارد بطن‌ها می‌شود.

**نکته ۶:** انقباض دهلیزها در قله‌ی منحنی P آغاز می‌شود. اگر بگویند در شروع انقباض دهلیزها، موج P شروع به رسم شدن می‌کند، غلط است. چون کمی قبل از شروع انقباض دهلیزها، موج P شروع به رسم شدن می‌کند.

**نکته ۷:** توجه کنید که بین یاخته‌های دهلیز و یاخته‌های بطن، صفحات بینابینی (درهم‌رفته) وجود ندارد. در محل ارتباط ماهیچه دهلیزها به بطن‌ها یک بافت پیوندی عایق (نه بافت گرهی) وجود دارد، برای همین انتشار تحریک از دهلیزها به بطن‌ها را غیر ممکن می‌سازد. انتشار تحریک از دهلیز به بطن فقط از طریق سه عدد مسیری بزرگ انجام می‌شود این مسیرها شامل دسته‌ای از تارهای ماهیچه‌ای خاص هستند که با همدیگر ارتباط یافته‌ای تنگاتنگی دارند و جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل کنند.

**نکته ۸:** اگر تارهای ماهیچه‌ای مسیری بین گره‌های آسیب ببینند، تحریکات ایجاد شده در گره پیش آهنگ کندتر از حد عادی به سوی گره دهلیزی بطنی هدایت شود در نتیجه فاصله زمانی موج P تا Q از حد طبیعی خود بیشتر می‌شود.

**نکته ۹:** توجه کنید که موقعی که تارهای بین گرهی تحریک می‌شوند یعنی هنگامی که تحریک از گره پیشاهنگ به گره دهلیزی - بطنی منتقل می‌شود و همچنین در فاصله‌ی رسم موج Q تا R، هنوز دهلیزها منقبض هستند و بطن‌ها در حال انقباض هستند. و هنوز میترال و سه لختی باز هستند بنابراین خون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود. و هنوز سینی‌ها بسته هستند پس مانعی برای خروج خون از بطن‌ها وجود دارد و چون خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود، فشار سرخرگ‌ها کم است

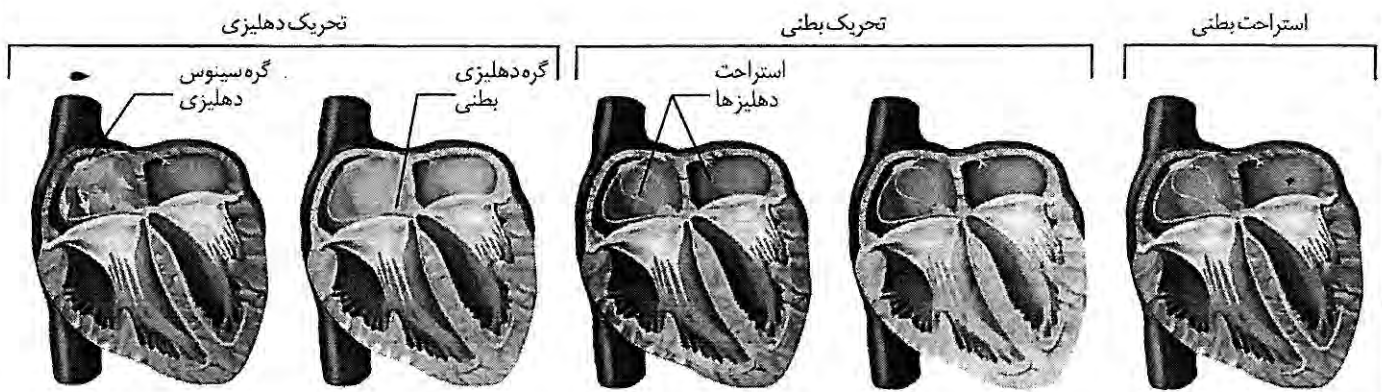


### ③ تحریک گره دهلیزی - بطنی و رسم موج QRS

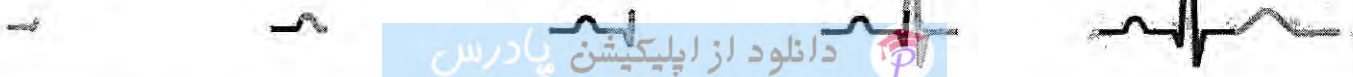
گره دوم یا گره دهلیزی بطنی در دیواره پستی دهلیز راست، بلافاصله در عقب دریچه سه لختی قرار دارد. پس از رسیدن پیام الکتریکی به گره دهلیزی بطنی به طور همزمان به تعداد زیادی از یاخته‌های دیواره‌ی بطن می‌رسد که دستگاه آن را به صورت موج QRS ثبت می‌کند. جریان الکتریکی ایجاد شده در گره دهلیزی - بطنی، توسط دسته‌ای از تارهای ماهیچه‌ای خاص که جزء شبکه‌ی هادی قلب هستند به یاخته‌های بطن منتقل می‌شود. این تارهای ماهیچه‌ای خاص در دیواره بین دو بطن، دسته‌های قطوری را ایجاد می‌کنند که سرعت هدایت بسیار بالایی دارند. این دسته تارها از دیواره بین دو بطن عبور می‌کند و در دیواره‌ی بین دو بطن دوشاخه می‌شوند، سپس هر دو شاخه به سمت پایین و تا نوک قلب ادامه پیدا می‌کنند، در نوک بطن یکی از شاخه‌ها دور تا دور بطن چپ و دیگری دور تا دور بطن راست را تا لایه عایق بین بطن‌ها و دهلیزها را احاطه می‌کند. و در طی مسیر، به درون دیواره بطن‌ها گسترش پیدا می‌کنند. و همین پیام بطن‌ها را بطور همزمان منقبض می‌کنند.

**نکته ۱۰:** تحریکی که به نوک بطن‌ها می‌رسد سبب انقباض همزمان سلول‌های میوکارد هر دو بطن می‌شود. توجه کنید که تحریکی که به نوک بطن می‌رسد، به علت وجود بافت پیوندی عایق هیچ‌وقت به دهلیزها منتقل نمی‌شود یعنی نمی‌تواند همه‌ی تارهای میوکارد قلب را منقبض کند. چون بین میوکارد دهلیزها و بطن‌ها بافت پیوندی عایق وجود دارد.

**نکته ۱۱:** توجه کنید که در لحظه تحریک گره دهلیزی - بطنی و تحریک بافت گره‌ای بین دو بطن و ثبت موج Q تا R، هنوز دهلیزها در حال انقباض هستند و بطن‌ها منبسط هستند یعنی هنوز بطن‌ها منقبض نشده‌اند، بلکه برای انقباض آماده می‌شوند. در این هنگام میترا ل و سه‌لختی باز هستند بنابراین خون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود. سینی‌ها بسته‌اند پس مانعی برای خروج خون از بطن‌ها وجود دارد و چون خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود، فشار سرخرگ‌ها کم است.



تحریک‌های ایجاد شده در هر قسمت قلب باعث ثبت بخشی از قلب نگاره می‌شود.





## ④ سیستول (انقباض) بطن‌ها:

انقباض بطن‌ها بلافاصله بعد از ثبت موج R شروع می‌شود و تا قبل از پایان رسم موج T ادامه دارد. و حدود  $\frac{1}{3}$  ثانیه طول می‌کشد. انقباض بطن‌ها از قسمت پایین آن‌ها شروع می‌شود، و به سمت بالا ادامه می‌یابد.

۱- در شروع انقباض بطن‌ها ابتدا فشار درون بطن‌ها افزایش می‌یابد.

۲- این افزایش فشار باعث می‌شود که جهت جریان خون در ریه‌های دهلیزی بطنی (میترال و سه‌لختی) را ببندد.

۳- بسته شدن در ریه میترال و سه‌لختی باعث ایجاد صدای اول قلب می‌شود. صدای اول قلب، اندکی بعد از رسم موج R یعنی اندکی قبل از رسم موج S تا اندکی بعد از S شنیده می‌شود. لحظه‌ای که صدای اول قلب شنیده می‌شود و لحظه رسم موج S هر چهار در ریه بسته هستند.

۴- بسته شدن میترال مانع برگشت خون از بطن چپ به دهلیز چپ و بسته شدن سه‌لختی، مانع برگشت خون از بطن راست به دهلیز راست می‌شود.

۵- با انقباض بیشتر بطن‌ها و افزایش بیشتر فشار بطن‌ها، بلافاصله بعد از شنیدن صدای اول، و بلافاصله بعد از S در ریه‌های سینی باز می‌شوند و خون روشن بطن چپ از طریق سینی آنورتی وارد سرخرگ آئورت می‌شود. و خون تیره بطن راست از طریق سینی ششی وارد سرخرگ ششی می‌شود. بنابراین حجم خون بطن‌ها شروع به کاهش و فشار خون درون سرخرگ‌ها شروع به افزایش می‌کند.

۶- بلافاصله بعد از رسم موج R انقباض دهلیزها شروع می‌شود و خون سیاهرگ‌ها وارد دهلیزها می‌شود.

**نکته ۱۲:** در فاصله کمی بعد از رسم موج R تا رسم موج S، انقباض بطن‌ها شروع شده است و میترال و سه‌لختی در حال بسته شدن هستند ولی هنوز سینی‌ها باز نشده‌اند. برای همین در هنگام شنیدن صدای اول هر چهار در ریه بسته هستند.

**نکته ۱۳:** بلافاصله بعد از شنیدن صدای اول، سینی‌ها باز می‌شوند و حجم خون بطن‌ها در حال کاهش فشار سرخرگ‌ها افزایش می‌یابد. و چون دهلیزها در حال استراحت هستند حجم خون دهلیزها در حال افزایش است. اگر بگویند بعد از صدای اول میترال و سه‌لختی بسته می‌شوند غلط است. چون وقتی صدای اول را می‌شنویم این در ریه‌ها بسته شده‌اند.

**نکته ۱۴:** در طول فاصله S تا کمی قبل از پایان T، در ریه‌های میترال و سه‌لختی بسته هستند. خونی از دهلیزها وارد بطن‌ها نمی‌شود و چون خون سیاهرگ‌ها وارد دهلیزها می‌شود، بنابراین دهلیزها در حال پر شدن هستند و خون در دهلیزها جمع می‌شود. ولی چون سینی‌ها باز هستند. خون بطن‌ها وارد سرخرگ‌ها می‌شود و حجم خون بطن‌ها رو به کاهش است.

**نکته ۱۵:** در پایان انقباض دهلیزها و یا در شروع سیستول بطن‌ها (در فاصله S تا R)، بطن‌ها بیشترین حجم خون و در دهلیزها کمترین حجم خون را دارند. و در پایان سیستول بطن‌ها یعنی کمی قبل از پایان موج T، در بطن‌ها کمترین حجم خون و در دهلیزها بیشترین حجم خون را داریم.





### ⑤ رسم موج T:

در هنگام به استراحت رفتن بطن‌ها نیز، پیام الکتریکی از یاخته‌ها خارج می‌شود، که باعث ثبت موج T در دستگاه می‌شود.

**نکته ۱۵:** دقت کنید که در شروع رسم موج T هنوز بطن‌ها منقبض‌اند، و برای انقباض آماده می‌شوند. در شروع رسم موج T هنوز دهلیزها منبسط هستند، میترال و سه‌لختی بسته و سینی‌ها باز هستند و مانعی برای ورود خون از دهلیزها به بطن‌ها وجود دارد. کمی قبل پایان موج T بطن‌ها شروع به انقباض می‌کنند.

### ⑥ استراحت عمومی (انقباض قلب):

تمام قلب (دهلیزها و بطن‌ها) در حال استراحت است. حدوداً  $0/4$  ثانیه طول می‌کشد. کمی قبل از پایان موج T شروع می‌شود. و تا وسط موج p (قله منحنی P) ادامه دارد.

۱- در شروع استراحت عمومی بطن‌ها شروع به انقباض (دیاستول) می‌کنند با شروع دیاستول ابتدا فشار درون بطن‌ها کاهش می‌یابد برای همین جهت جریان خون باعث بسته شدن دریچه‌های سرخرگی (سینی) می‌شوند.

۲- سینی آئورتی مانع برگشت خون روشن از آئورت به بطن چپ و سینی ششی مانع برگشت خون تیره از سرخرگ ششی به بطن راست می‌شود و چون خون وارد سرخرگ‌ها نمی‌شود، فشار خون سرخرگ‌ها کاهش می‌یابد.

۳- بسته شدن دریچه سینی باعث ایجاد صدای دوم می‌شود. صدای دوم (تاک) کوتاه تر و واضح و به بسته شدن دریچه‌های سینی ابتدای سرخرگ‌ها مربوط است که با شروع استراحت بطن، همراه است و زمانی شنیده می‌شود که خون وارد شده به سرخرگ‌های آئورت و ششی، قصد برگشت به بطن‌ها را دارد و با بسته شدن دریچه‌های سینی، جلوی آن گرفته می‌شود.

۴- زمان شنیدن صدای دوم هر چهار دریچه بسته هستند. چون سینی‌ها بسته شده‌اند و میترال و سه‌لختی می‌خواهند باز شوند. بلافاصله پس از صدای دوم میترال و سه‌لختی باز می‌شود. و خون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود و حجم خون در بطن‌ها افزایش می‌یابد.

**نکته ۱۶:** در شروع استراحت عمومی یعنی قبل از پایان موج T، بطن‌ها (نه دهلیزها) شروع به استراحت می‌کنند اگر بگویند دهلیزها شروع به استراحت می‌کنند غلط است، چون  $0/3$  ثانیه قبل یعنی در شروع انقباض بطن‌ها، دهلیزها شروع به استراحت کرده‌اند.

**نکته ۱۷:** هیچوقت هر چهار دریچه قلب باهم باز نیستند. در طول استراحت عمومی (حدود  $0/4$  ثانیه) تمام قلب در حال استراحت است، و هر چهار حفره‌ی قلب یعنی هم دهلیزها و هم بطن‌ها منبسط‌اند. خون بزرگ‌سیاهرگ‌ها وارد دهلیز راست و خون سیاهرگ‌های ششی وارد دهلیز چپ می‌شود، میترال و سه‌لختی باز هستند و خون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود و مقدار خون بطن‌ها در حال افزایش است. ولی سینی‌ها بسته‌اند و مانعی برای خروج خون از بطن‌ها وجود دارد، برای همین خونی از بطن‌ها خارج نمی‌شود و فشار خون سرخرگ‌ها در حال کاهش است.



**نکته ۱۸: استراحت دهلیزها:** حدود  $0/7$  ثانیه طول می‌کشد، در طول انقباض بطن‌ها (حدود  $0/3$  ثانیه) و در طول استراحت عمومی (حدود  $0/4$  ثانیه) دهلیزها در حال استراحت هستند. استراحت دهلیزها بلافاصله بعد از موج R شروع می‌شود و تا وسط موج P (قله منحنی P) ادامه دارد. در تمام طول استراحت دهلیزها، خون وارد دهلیزها می‌شود. ولی حدود  $0/3$  ثانیه (یعنی زمان انقباض بطن‌ها) به علت بسته بودن میترال و سه لختی، خون از دهلیزها خارج نمی‌شود. در این مدت خون در دهلیزها جمع می‌شود. در هنگام استراحت دهلیزها حدود  $0/4$  ثانیه (زمان استراحت عمومی) خون هم وارد دهلیز و هم خارج می‌شود. در طول استراحت دهلیزها، موج S و T و شروع رسم موج P را داریم.

**نکته ۱۹:** در طول استراحت دهلیزها،  $0/3$  ثانیه میترال و سه لختی بسته و سینی‌ها باز هستند. و خونی از دهلیزها خارج نمی‌شود و خون در دهلیزها جمع می‌شود. ولی  $0/4$  ثانیه میترال و سه لختی باز و سینی‌ها بسته‌اند، و خون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شوند.

**نکته ۲۰: استراحت بطن‌ها:** استراحت بطن‌ها کمی قبل از پایان موج T تا R ادامه دارد. حدود  $0/5$  ثانیه طول می‌کشد، در طول استراحت عمومی ( $0/4$  ثانیه) و در طول انقباض دهلیزها ( $0/1$  ثانیه) بطن‌ها در حال استراحت هستند. در یک دوره‌ی قلبی جمعاً  $0/5$  ثانیه بطن‌ها استراحت می‌کنند. بنابراین  $0/5$  ثانیه میترال و سه لختی باز هستند و خون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شوند. البته در  $0/4$  ثانیه اول دهلیزها منبسط‌اند و در  $0/1$  آخر دهلیزها منقبض می‌شوند. در طول استراحت بطن‌ها یعنی  $0/5$  ثانیه چون سینی‌ها بسته هستند، مانعی برای خروج خون از بطن‌ها وجود دارد و فشار سرخرگ‌ها در حال کاهش است. در طول استراحت بطن‌ها رسم موج P و QR را داریم.

**نکته ۲۱: حجم ضربه‌ای:** حجم خونی که در هر انقباض بطنی از یک بطن (ته بطن‌ها) از یک دریچه‌ی سینی (نه سینی‌ها) خارج، و وارد سرخرگ آئورت یا سرخرگ ششی می‌شود، حجم ضربه‌ای نامیده می‌شود. حجم ضربه‌ای در افراد بالغ حدود  $70$  سی‌سی است. و به طور طبیعی تعداد ضربان قلب  $75$  عدد در دقیقه است.

**نکته ۲۲: برون‌ده قلب = حجم ضربه‌ای × تعداد ضربان در دقیقه:**

اگر حجم ضربه‌ای را در تعداد ضربان قلب در دقیقه ضرب کنیم، برون‌ده قلبی به دست می‌آید. برون‌ده قلبی متناسب با سطح فعالیت بدن تغییر می‌کند و عواملی مانند سوخت و ساز پایه بدن، مقدار فعالیت بدنی، سن و اندازه بدن در آن مؤثر است. میانگین برون‌ده قلبی در بزرگسالان در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است. در پرکاری تیروئید و تحریک سمپاتیک چون تعداد ضربان قلب زیاد می‌شود، می‌تواند برون‌ده قلب افزایش یابد.

(تعداد زنش در دقیقه) ÷ (برون‌ده قلب) = حجم ضربه‌ای



## صدا های قلب:

اگر گوش خود را به سمت چپ قفسه سینه کسی بچسبانید یا گوشی پزشکی را روی قفسه سینه خود یا شخصی دیگر قرار دهید، صداهای قلب را می‌شنوید. صداهای قلب مربوط به بسته شدن دریچه‌ها است و از لحاظ پزشکی، نوع صدا و نظم آن‌ها، بسیار معنی‌دار است. متخصصان با گوش دادن دقیق به صداهای قلب، از سالم بودن قلب آگاه می‌شوند.

قلب در حالت طبیعی دو نوع صدا دارد؛

صدای اول (پووم): قوی، گنگ و طولانی‌تر است و به بسته شدن دریچه‌های دولختی و سه‌لختی هنگام شروع انقباض بطن‌ها مربوط است. زمانی شنیده می‌شود که خون بطن‌ها، قصد برگشت به دهلیزها را دارد و با بسته شدن دریچه‌های دهلیزی بطنی، جلوی آن گرفته می‌شود.

صدای دوم (تاک): کوتاه‌تر و واضح و به بسته شدن دریچه‌های سینی ابتدای سرخرگ‌ها مربوط است که با شروع استراحت بطن، همراه است و زمانی شنیده می‌شود که خون وارد شده به سرخرگ‌های آئورت و ششی، قصد برگشت به بطن‌ها را دارد و با بسته شدن دریچه‌های سینی، جلوی آن گرفته می‌شود.

صدا	علت	درجه هنگام	روی منحنی	نوع صدا
اول S <sub>1</sub>	بسته شدن میترال و سه‌لختی	در شروع سیستول بطنها	لحظه S	قوی، گنگ و طولانی (پوم)
دوم S <sub>2</sub>	بسته شدن سینی‌ها	در شروع دیاستول بطنها (استراحت عمومی)	تقریباً پایان T	کوتاه و واضح (تاک)

**نکته ۱:** در برخی بیماری‌ها به ویژه اختلال در ساختار دریچه‌ها، بزرگ شدن قلب یا نقایص مادرزادی مثل کامل نشدن دیواره میانی حفره‌های قلب، ممکن است صداهای غیرعادی شنیده شود.

**نکته ۲:** فاصله صدای اول قلب (بسته شدن میترال و سه‌لختی) تا صدای دوم (بسته شدن سینی‌ها) حدود ۰/۳ ثانیه طول می‌کشد. در این فاصله بطن‌ها منقبض اند و دهلیزها در حال استراحت اند، خون سیاهرگ‌ها وارد دهلیزها می‌شود. و خون در دهلیزها جمع می‌شود. میترال و سه‌لختی بسته هستند یعنی مانعی برای خروج خون از دهلیزها وجود دارد. سینی‌ها باز هستند و خون بطن‌ها وارد سرخرگ‌ها می‌شود و مقدار خون بطن‌ها در حال کاهش و فشار خون سرخرگ‌ها بالا است. در این فاصله موج T رسم می‌شود و هیچ‌کدام از گره‌های قلب تحریک نمی‌شوند.

**نکته ۳:** فاصله صدای دوم تا صدای اول حدود ۰/۵ ثانیه است. در این فاصله بطن‌ها منبسط (به جز فاصله R تا S) هستند. میترال سه‌لختی باز است و خون دهلیزها وارد بطن‌ها می‌شود و حجم خون بطن‌ها در حال افزایش است. ولی سینی‌ها بسته‌اند بنابراین مانعی برای خروج خون از بطن‌ها وجود دارد برای همین خون وارد سرخرگ‌ها نمی‌شود و فشار سرخرگ‌ها در حال کاهش است. در این فاصله ۰/۴ ثانیه دهلیزها در حال استراحت اند و ۰/۱ ثانیه در حال انقباض هستند. در این فاصله موج P و QRS رسم می‌شود. در این فاصله ابتدا گره پیش‌آهنگ و سپس دهلیزی - بطنی تحریک می‌شوند.



## الکتروکاردیوگرافی (الکترو قلب نگاری) یا نوار قلب :

یاخته‌های ماهیچه قلبی در هنگام چرخه ضربان قلب، فعالیت الکتریکی را نشان می‌دهند. به دلیل اینکه تعداد زیادی از یاخته‌ها در این فرایند شرکت می‌کنند فعالیت الکتریکی به اندازه کافی قوی است و می‌توان اثر آن‌ها را در سطح پوست نیز دریافت کرد این نشانه‌ها را می‌توان به صورت منحنی به نام الکترو قلب نگاره (الکتروکاردیوگرام ECG) ثبت کرد. دستگاه ثبت کننده این منحنی الکترو قلب نگاره (الکتروکاردیوگراف) نام دارد. که الکترودهای آن در قسمت‌های مختلف بدن روی پوست قرار می‌دهند. اگر بگویند فقط روی قلب قرار می‌دهند غلط است.

**نکته ۱:** بررسی الکترو قلب نگاره از نظر شکل، ارتفاع و فاصله‌ی منحنی‌ها می‌تواند به متخصصان کمک کند تا وضعیت سلامت قلب را مشخص کنند؛ افزایش ارتفاع «QRS» ممکن است نشانه بزرگ شدن قلب در اثر فشار خون مزمن (پرکاری تیروئید و یا پرکاری غده فوق کلیوی) یا تنگی دریچه‌ها باشد.

**نکته ۲:** افزایش هورمون  $T_3$  و  $T_4$  از تیروئید و افزایش آنزیم رنین از کلیه و افزایش هورمون آلدسترون از غده فوق کلیوی چون فشار خون را افزایش می‌دهند می‌توانند باعث افزایش ارتفاع QRS شوند.

**نکته ۴:** افزایش پروتئین خون و یا افزایش غیر طبیعی تعداد اریتروسیت‌ها (به علت افزایش ترشح بیش از حد اریتروپویتین) باعث غلیظ شدن خون می‌شود و سرعت جریان خون کند می‌شود و از سوی دیگر کمی قطر رگها نوعی مقاومت ایجاد می‌کند و موجب می‌شود که حرکت خون در رگها به فشار بیشتری نیاز داشته باشد. برای همین قلب باید با نیروی بیشتری خون را پمپ کند برای همین قلب بزرگ می‌شود و ارتفاع موج QRS زیاد می‌شود.

**نکته ۵:** افزایش یا کاهش فاصله منحنی‌ها ممکن است نشانه اشکال در بافت هادی قلب، اشکال در خون رسانی رگ‌های اکلیلای و یا آسیب به بافت قلب در اثر حمله قلبی باشد. کاهش ارتفاع «QRS» نیز ممکن است نشانه سکته قلبی یا آنفارکتوس باشد. تنگی کرونر می‌تواند باعث کاهش ارتفاع QRS شود.

**نکته ۶:** تحریک سمپاتیک و ترشح آدرنالین (اپی نفرین) از مرکز غده فوق کلیوی و ترشح تیروکسین از تیروئید در هیپر تیروئیدیسم باعث افزایش تعداد ضربان و تعداد تنفس می‌شود برای همین ارتفاع QRS زیاد و فاصله QRS ها به هم نزدیک می‌شود. ولی هنگام تحریک عصب پاراسمپاتیک و قطع عصب سمپاتیک و در هیپوتیروئیدیسم (کم کاری غده تیروئید) تعداد تنفس و ضربان قلب کم می‌شود.



## مکانیسم انقباض ماهیچه

- ۱- با رسیدن پیام الکتریکی به یاخته‌های میوکاردا، یک موج الکتریکی در طول غشای یاخته میوکاردا ایجاد می‌شود. با تحریک یاخته ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آن آزاد می‌شود.
  - ۲- در پی آزاد شدن یون‌های کلسیم، ATP ای که از قبل به میوزین متصل شده بود، با فعالیت آنزیمی سر میوزین تجزیه می‌شود و به ADP تبدیل می‌شود. اکنون سرهای پروتئین‌های میوزین همراه با ADP، به اکتین متصل می‌شوند و در بین سرهای میوزین و رشته اکتین پل‌های عرضی برقرار می‌شود.
  - ۳- پس از رها شدن مولکول ADP، سر میوزین تغییر شکل می‌دهد و سر میوزین با حرکت خمشی با ضربه‌ای قوی رشته‌ی اکتین را به حرکت در می‌آورد و به مرکز سارکومر نزدیک می‌کند. با حرکت رشته‌های اکتین، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک می‌شوند. نزدیک شدن خطوط Z باعث کوتاه شدن سارکومرها و در کل، کاهش طول ماهیچه می‌شود. دقت کنید که زمانی که سر میوزین رشته اکتین را به حرکت در می‌آورد، مولکول ADP از سر میوزین رها گردیده است.
  - ۴- برای جدا شدن سر میوزین از اکتین، یک ATP جدید به سر میوزین متصل می‌شود، و با چسبیدن یک مولکول ATP به سر میوزین، اتصال سر میوزین با رشته اکتین سست می‌شود. به دنبال سست شدن اتصال سر میوزین به اکتین در صورت وجود مقدار مناسب کلسیم، ATP به ADP تجزیه می‌گردد و سر میوزین همراه با ADP به اکتین متصل می‌شود و این چرخه تکرار می‌شود.
- نکته ۱:** هنگام شنیدن صدای اول قلب میوکاردا در حال انقباض است بنابراین کلسیم درون شبکه‌ی آندوپلاسمی کاهش یافته و در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم در مجاورت تارچه‌ها (نه تارها) افزایش یافته است. طول نوار روشن و فاصله خط Z تا میوزین و طول سارکومر کاهش می‌یابد. ولی طول اکتین (رشته نوار روشن) و طول میوزین و نوار تیره بدون تغییر می‌ماند.
- نکته ۲:** هنگام شنیدن صدای اول قلب میوکاردا دهلیزها در حال استراحت هستند بنابراین کلسیم درون شبکه‌ی آندوپلاسمی آن‌ها در حال افزایش است و کلسیم ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم در حال کاهش است. طول نوار روشن و فاصله خط Z تا نوار تیره و طول سارکومر افزایش می‌یابد. ولی طول اکتین و میوزین و نوار تیره بدون تغییر می‌ماند.

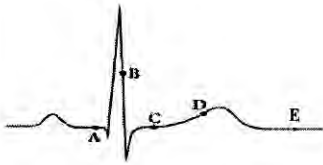
تست - کدام عبارت، در ارتباط با مراحل انقباض در یک یاخته‌ی ماهیچه‌ی دوزنقه‌ای بدن انسان نادرست است؟ (سراسری ۹۸)

- ۱) به دنبال سست شدن اتصال سر میوزین به اکتین، ATP به ADP تجزیه می‌گردد.
- ۲) با چسبیدن یک مولکول ATP به سر میوزین، اتصال سر میوزین با رشته‌ی اکتین سست می‌شود.
- ۳) به دنبال اتصال یک گروه فسفات به مولکول ADP موجود در سر میوزین، طول ماهیچه کوتاه می‌شود.
- ۴) در زمانی که سر میوزین، رشته‌ی اکتین را به همراه خود به حرکت در می‌آورد، مولکول ADP رها گردیده است.



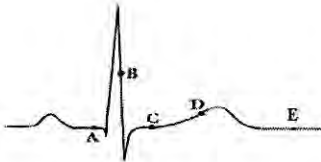
۱- چند عبارت جمله زیر را بطور صحیح تکمیل می‌کنند؟

«با توجه به منحنی زیر می‌توان بیان داشت که ..... در هنگام ثبت نقطه‌ی E ..... از نقطه‌ی ..... است.»



- الف) حجم خون بطن‌ها - بیشتر - D
  - ب) تعداد حفرات قلبی در حال انقباض - بیشتر - A
  - ج) طول نوار تیره‌ی میوکارد دهلیزها - بیشتر - A
  - د) فشار خون در ابتدای سرخرگ آئورت - کمتر - C
  - هـ) مقدار کلسیم درون شبکه آندوپلاسمی بطن‌ها - بیشتر - C
- ۱(۱)      ۲(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)

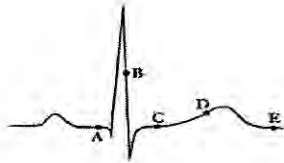
۲- چند مورد صحیح است؟ «با توجه به منحنی زیر می‌توان بیان داشت که ..... در هنگام ثبت نقطه‌ی D، کم‌تر از نقطه‌ی ..... است.»



- الف) فاصله خط Z تا نوار تیره در میوکارد بطن‌ها - E
- ب) تعداد دریچه‌های باز قلب - E
- ج) حجم خون دهلیزها - A
- د) فشار خون در سرخرگ ششی - A
- هـ) مقدار کلسیم ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم دهلیزها - A

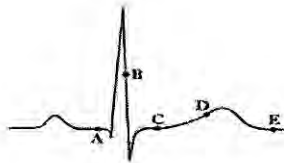
۱(۱)      ۲(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)

۳- کدام عبارت نادرست است؟ با توجه به منحنی زیر، در نقطه‌ی ..... نقطه‌ی .....



- ۱) همانند - E، مانعی برای ورود خون به آئورت وجود دارد.
- ۲) برخلاف - C، خون روشن سیاهرگ‌های ششی وارد دهلیز چپ می‌شود.
- ۳) همانند - B، تحریک بطنی باعث ثبت بخشی از نوار قلب می‌شود.
- ۴) برخلاف - A، فشار خون آئورت افزایش یافته است.

۴- چند مورد درست است؟ «با توجه به منحنی زیر، در زمان ثبت نقطه.....»



- الف) A جریان الکتریکی از گره سینوسی - دهلیزی به تارهای ماهیچه‌ی دهلیزی سرایت می‌کند.
- ب) C خون روشن سیاهرگ‌های ششی وارد دهلیزها می‌شود.
- ج) D مانعی برای ورود خون از بطن‌ها به دهلیزها وجود دارد.
- د) E مانعی برای خروج خون از بطن‌ها وجود دارد.

۱(۱)      ۲(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)

۵- در انسان افزایش ..... می‌تواند به علت ..... باشد.

- ۱) تولید دی‌اکسیدکربن - احیای پیرووات در سلول‌های ماهیچه‌ای
- ۲) آب میان‌بافتی - پرکاری قشر فوق کلیوی و کاهش فشار سیاهرگی
- ۳) فاصله P تا Q در الکتروکاردیوگرام - افزایش هدایت تحریک گره سینوسی به سوی بطن‌ها
- ۴) ارتفاع QRS در نوار قلب - ترشح مزمن نوعی آنزیم از کلیه

۶- الیاف گرهی موجود در دیواره و نوک بطن‌های قلب انسان، نمی‌توانند، .....

- ۱) موجب انقباض هم‌زمان سلول‌های هر دو بطن شوند.
- ۲) در بسته شدن دریچه‌های دولختی و سه لختی نقش داشته باشند.
- ۳) عامل اصلی بسته شدن دریچه‌های سینی محسوب شوند.
- ۴) تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار فعالیت خود را تغییر دهند.

۷- چند عبارت، درباره‌ی دریچه میترال صحیح است؟

- الف) سلول‌های آن گلوکز را به پلی‌ساکارید ذخیره‌ای تبدیل کند.
- ب) در خونی که از آن عبور می‌کند بیشتر دی‌اکسیدکربن به صورت بیکربنات حمل می‌شود.
- ج) قطر آن نسبت به دریچه سینی آئورتی بیشتر است.
- د) در شروع رسم موج T مانع ورود خون از بطن‌ها به دهلیزها می‌شود.

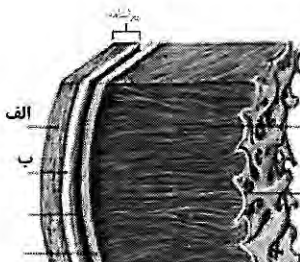
۱(۱)      ۲(۲)      ۳(۳)      ۴(۴)

۸- کدام جمله‌ی زیر را به طور نادرست تکمیل می‌کند؟ «در یاخته‌های ماهیچه‌ی ..... زمانی که .....»

- ۱) دیافراگم - خط Z به میوزین نزدیک می‌شود، دیافراگم مسطح می‌شود و خون بیشتری وارد دهلیز راست می‌شود.
- ۲) میوکارد بطن‌ها - کلسیم شبکه آندوپلاسمی کاهش می‌یابد، فشار سرخرگ‌ها افزایش پیدا می‌کند.
- ۳) میوکارد بطن‌ها - صدای اول قلب شنیده می‌شود، دو خط Z به هم نزدیک می‌شوند.
- ۴) میوکارد دهلیزها - صدای دوم قلب شنیده می‌شود، سرهای میوزین از رشته‌های اکتین شروع به جدا شدن می‌کنند.

۹- با توجه به شکل مقابل کدام عبارت درست بیان نشده است؟

- ۱) بخش «ب» همانند «د» فضای بین سلولی اندک دارد و روی غشای پایه مستقر است.
- ۲) تعداد یاخته‌ها و ماده زمینه‌ای بخش «الف» از بافت پیوندی سست کم‌تر است.
- ۳) در بخش «ج» برخلاف دیافراگم یاخته‌ها با صفحات بینابینی باهم ارتباط دارند.
- ۴) یاخته‌های بخش «ج» می‌توانند تحت تأثیر دستگاه عصبی پیکری فعالیت خود را تغییر دهند.





۱۰- چند مورد، عبارت مقابل را بطور مناسب کامل می‌کند؟ «هنگامی که ..... در سلول‌های ماهیچه‌ای .....»  
 الف) دیافراگم مسطح می‌شود - بین دنده‌ای خارجی، یون کلسیم به شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف نشت می‌کند.  
 ب) دریچه‌ی دو لختی بسته هستند - میوکارد بطن‌ها، رشته‌های خط Z به نوار تیره نزدیک می‌شوند.  
 ج) صدای اول قلب شنیده می‌شود - میوکارد دهلیزها، طول رشته‌های نوار روشن افزایش می‌یابد.  
 د) حجم خون بطن‌ها کاهش می‌یابد - میوکارد بطن‌ها، کلسیم از شبکه‌ی سارکوپلاسمی به اطراف تارها نشت می‌کند.  
 ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۱- چند مورد عبارت مقابل را بطور مناسب کامل می‌کند؟ «در رابطه با سلول‌های زنده بدن انسان فقط .....»  
 الف) گویچه‌های قرمز می‌توانند پیرووات را در عدم حضور اکسیژن به اسیدلاکتیک تبدیل کنند.  
 ب) در سلول‌های ماهیچه قلبی، بین تارچه‌ها صفحات بینابینی (در هم رفته) وجود دارد.  
 ج) سلول‌های ماهیچه‌ای صاف، تحت کنترل دستگاه عصبی خودمختار فعالیت خود را تغییر می‌دهند.  
 د) گلبول‌های قرمز، نمی‌توانند با تجزیه کامل گلوکز، دی‌اکسیدکربن تولید کنند.  
 ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۲- چند مورد، عبارت مقابل را بطور مناسب کامل می‌کند؟ «هنگامی که ..... در سلول‌های ماهیچه‌ای .....»  
 الف) هوای ذخیره بازدمی از شش‌ها خارج می‌شود - بین دنده‌ای داخلی، فاصله‌ی خط Z تا نوار تیره افزایش می‌یابد.  
 ب) دریچه‌های سینی بسته و دهلیزی، بطنی باز هستند - میوکارد بطن‌ها، کلسیم از شبکه‌ی آندوپلاسمی به اطراف رشته‌های اکتین نشت می‌کند.  
 ج) صدای دوم قلب شنیده می‌شود - میوکارد بطن‌ها، طول رشته‌های نوار روشن افزایش می‌یابد.  
 د) فشار خون آئورت افزایش می‌یابد - میوکارد دهلیزها، به مقدار کلسیم شبکه‌ی آندوپلاسمی افزوده می‌شود.  
 ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۳- کدام عبارت درست است؟ «در سلول‌های ماهیچه‌ای .....»  
 ۱) بین دنده داخلی هنگامی که خط Z به میوزین نزدیک می‌شود، خون بیشتری از بزرگ‌سیاهرگ‌های زیرین وارد دهلیز راست می‌شود.  
 ۲) حلقوی عنبیه هنگامی که طول نوار روشن کاهش می‌یابد، نور کمتری وارد شبکیه می‌شود.  
 ۳) میوکارد دهلیزها، به دنبال کوتاه شدن طول سارکومر، در نوار قلب موج P رسم می‌شود.  
 ۴) میوکارد بطن، در پی ورود یون کلسیم به شبکه‌ی آندوپلاسمی، حجم خون بطن‌ها افزایش می‌یابد.

۱۴- چند مورد صحیح است؟ «در انسان نوعی بیماری، .....»  
 الف) وراثتی می‌تواند اختلالی در تولید هورمون‌های تیروئیدی ایجاد کند.  
 ب) گوارشی می‌تواند در کاهش اکسیژن‌رسانی به سلول‌ها مؤثر باشد.  
 ج) خودایمنی می‌تواند باعث تغییر در فشار اسمزی خون شود.  
 د) غده درون‌ریز می‌تواند سبب ناتوانی در انعقاد خون شود.  
 ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۵- چند مورد صحیح است؟ «در انسان نوعی، ..... می‌تواند .....»  
 الف) الل بیماری - فرد را نسبت به نوعی بیماری انگلی مقاوم سازد.  
 ب) بیماری غده درون‌ریز - با ورود بعضی از مواد به درون مایعات بدن باعث تنگی رگ‌ها شود.  
 ج) بیماری گوارشی - باعث افزایش ترشح پیک شیمیایی از غده پاراتیروئید شود.  
 د) بیماری غده درون‌ریز می‌تواند سبب افزایش آب میان‌بافتی شود.  
 ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۶- چند عبارت جمله‌ی زیر را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟ «در فرد مبتلا به .....»  
 الف) سنگ کیسه صفرا، به علت کاهش جذب برخی ویتامین‌ها، می‌تواند در روند انعقاد خون اختلال ایجاد شود.  
 ب) انسداد رگ‌های لنفاوی، بخشی از کیلومیکرون‌ها به مویرگ‌های خونی دیواره‌ی روده وارد می‌شوند.  
 ج) خیز، کاهش سدیم و افزایش پروتئین خون می‌تواند در بهبودی آن مؤثر باشد.  
 د) انسداد رگی که در جذب ویتامین D از روده نقش دارد، منجر به افزایش آب میان‌بافتی می‌شود.  
 ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۷- در انسان، عدم ..... می‌تواند از ایجاد بیماری خیز ممانعت به عمل آورد.  
 ۱) ورود پروتئین‌های درشت به کپسول بومن  
 ۲) سلامت دیواره‌ی گلومرول‌های کلیه  
 ۳) دفع نمک و آب از بدن  
 ۴) ورود لطف به رگ‌های لنفی

۱۸- رگ‌هایی که ضخامت لایه‌ی ماهیچه‌ای و پیوندی بطور معناداری کمتر است بطور قطع .....  
 ۱) مقادیر ناچیزی گلوکز و مقادیر فراوانی مواد زاید نیتروژن‌دار را حمل می‌کند. ۲) نمی‌توانند به مویرگ‌های خونی منتهی شوند.  
 ۳) هموگلوبین سهم کمتری در حمل کربن دی‌اکسید دارد. ۴) حرکت خون در آن به سبب وجود دریچه‌های سپاهرگی تسهیل می‌شود.



۱۹- در انسان کدام عبارت، درباره سرخرگ‌هایی که تنظیم اصلی جریان خون را در مویرگ‌ها به عهده دارند، نادرست است؟

- (۱) بر اساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد غذایی می‌توانند بنداره‌های مویرگی را باز کنند.
  - (۲) با افزایش کلسیم اطراف آن‌ها انقباض ماهیچه‌های آن‌ها بیشتر و میزان مقاومت آن‌ها در برابر جریان خون بیشتر می‌شود.
  - (۳) افزایش کربن دی‌اکسید، با تأثیر بر ماهیچه‌های صاف دیواره آن‌ها، گشادتر می‌شوند و میزان جریان خون در آن‌ها افزایش می‌یابد.
  - (۴) میزان لایه‌ی کشسان بیشتر و ضخامت لایه ماهیچه‌ای صاف کمتر است.
- ۲۰- کدام عبارت، درباره‌ی هر جانوری درست است که بین خون و مایع میان‌بافتی آن جدایی وجود دارد؟
- (۱) بعضی از آنزیم‌ها، در محیط خارج از سلول‌های بدن فعال‌اند.
  - (۲) در درون بدن آن، بخش‌های ویژه‌ای برای تنفس تمایز یافته است.
  - (۳) در حفرات مغز استخوان آن، انشعاباتی از رگ‌های خونی وجود دارد.
  - (۴) بخش جلویی طناب عصبی پشتی، برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد.
- ۲۱- در یک انسان بالغ، هر.....

- (۱) یاخته ماهیچه‌ای در لایه‌ی میانی قلب برای تحریک طبیعی قلب اختصاص یافته است.
  - (۲) تار ماهیچه‌ای که در ساختار دریچه سه لختی وجود دارد، می‌تواند در عدم حضور اکسیژن، انرژی زیستی تولید کند.
  - (۳) هر یاخته واقع در ضخیم‌ترین لایه قلب از طریق صفحات بینابینی باهم در ارتباط هستند.
  - (۴) دو لایه کیسه محافظت کننده قلب دارای یاخته‌های پوششی سنگ فرشی مستقر بر روی شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی هستند.
- ۲۲- در انسان، رشته‌های ماهیچه‌ای که در نوک بطن‌ها قرار دارند و برای انتقال پیام الکتریکی اختصاصی شده‌اند، نمی‌توانند.....

- (۱) سبب انقباض هم زمان سلول‌های هر دو بطن شوند.
- (۲) سبب انقباض همه‌ی تارهای میوکارد قلب شوند.
- (۳) در باز شدن دریچه‌های سرخرگی نقش داشته باشند.
- (۴) تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار خود را تغییر دهند.

۲۳- کدام عبارت نادرست است؟ بلافاصله پس از شنیدن صدای اول قلب در یک فرد سالم،.....

- (۱) دریچه‌های سینی باز می‌شوند.
- (۲) خون در دهلیزها جمع می‌شوند.
- (۳) دریچه‌های دهلیزی-بطنی بسته می‌شوند.
- (۴) فشار خون در آئورت افزایش می‌یابد.

۲۴- چند عبارت جمله‌ی زیر را به طور صحیح تکمیل می‌نمایند؟ بلافاصله پس از شنیدن صدای دوم قلب در یک فرد سالم،.....

- |                                         |                                      |                               |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| (الف) دریچه‌های سینی بسته می‌شوند.      | (ب) دهلیزها شروع به استراحت می‌کنند. | (ج) موج T رسم می‌شود.         |
| (د) حجم خون در بطن راست افزایش می‌یابد. | (ه) فشار آئورت کاهش می‌یابد.         | (و) دریچه‌ی میترا باز می‌شود. |
| ۱ (۲)                                   | ۳ (۳)                                | ۴ (۴)                         |

۲۵- کدام باعث افزایش ارتفاع موج QRS نمی‌شود؟

- (۱) پرکاری مزمن غده‌ی فوق کلیوی و تیروئید
- (۲) تنگی دریچه‌ی سرخرگی
- (۳) افزایش پروتئین خون و پلی‌سیتمی
- (۴) تنگی کرونر و افزایش تولید لاکتات در قلب

۲۶- کدام نادرست است؟ در حالت طبیعی در چرخه ضربان قلب حدود..... ثانیه قبل از.....

- (۱) ۰/۴- شروع انقباض دهلیزها، دریچه‌های سینی بسته می‌شوند.
- (۲) ۰/۳- شنیدن صدای کوتاه و واضح، دهلیزها شروع به استراحت کرده‌اند.
- (۳) ۰/۵- شنیدن صدای گنگ و طولانی، دیاستول بطن‌ها شروع شده است.
- (۴) ۰/۴- پایان سیستول بطن‌ها، در شروع انقباض دهلیزها، میترا و ۳ لختی باز می‌شوند.

۲۷- کدام نادرست است؟ در فاصله‌ی شنیدن صدای گنگ تا صدای واضح در قلب.....

- (۱) مانعی برای ورود خون به بطن چپ وجود دارد.
- (۲) مقداری خون در دهلیزها جمع می‌شود.
- (۳) فشار خون در سرخرگ‌ها افزایش می‌یابد.
- (۴) موج T و QRS رسم می‌شود.

۲۸- نمی‌توان گفت که در فاصله‌ی شنیدن صدای کوتاه تا صدای طولانی در قلب.....

- (۱) گره پیش‌آهنگ و گره دهلیزی بطنی تحریک می‌شوند.
- (۲) مانعی برای ورود خون به بطن چپ وجود دارد.
- (۳) دریچه‌های دهلیزی-بطنی باز هستند.
- (۴) موج P و QRS رسم می‌شود.

۲۹- با توجه به منحنی زیر، کدام عبارت درست است؟

- (۱) در نقطه‌ی A همانند B، جریان الکتریکی به شبکه‌ی گرهی دیواره‌ی میوکارد بطن‌ها منتشر می‌شود.
- (۲) در نقطه‌ی D برخلاف A، یاخته‌های مخطط و دارای صفحات بینابینی بطنی در حالت استراحت می‌باشند.
- (۳) در نقطه‌ی C همانند B، جریان الکتریکی از سلول‌های دهلیزها به گروه دوم منتقل می‌گردد.
- (۴) در نقطه‌ی A برخلاف C، صدایی طولانی‌تر و بم‌تر از صدای دوم قلب شنیده می‌شود.

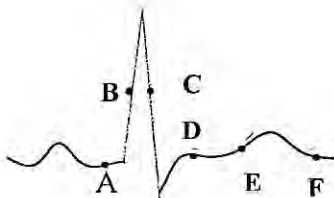
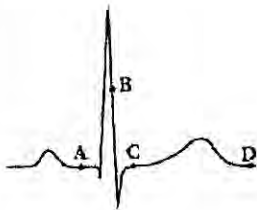
۳۰- کدام عبارت نادرست است؟ به طور معمول در یک فرد بالغ.....

- (۱) انتشار تحریک از دهلیزها به بطن‌ها از طریق بافت پیوندی غیر ممکن است.
- (۲) افزایش هورمون‌های تیروئیدی باعث کاهش فاصله‌ی دو موج QRS می‌شود.
- (۳) چندرشته از جنس بافت پیوندی گره پیش‌آهنگ و دهلیزی-بطنی را به یکدیگر مربوط می‌سازد.
- (۴) میترا فاقد بافت ماهیچه‌ای است و توسط رشته‌هایی به برجستگی‌های ماهیچه‌ای دیواره‌ی داخل بطن چپ اتصال دارد.

۳۱- با توجه به منحنی زیر کدام عبارت صحیح است؟ «در نقطه‌ی.....»

- (۱) A همانند F، سلول‌های مخطط بطنی در حال استراحت‌اند.
- (۲) B برخلاف E، مانعی برای خروج خون از بطن چپ وجود دارد.
- (۳) D برخلاف F، مانعی برای خروج خون از دهلیز راست وجود دارد.
- (۴) A همانند B، جریان الکتریکی از گره سیتوسی-دهلیزی به تارهای ماهیچه‌ی سرایت می‌کند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)





۳۲- کدام جمله زیر را به طور نادرست تکمیل می کنند؟

در انسان در حالت طبیعی در فاصله بین .....

(۱) صدای اول تا دوم، در تارهای بطن، کلسیم درون شبکه آندوپلاسمی کاهش یافته و طول میوزین تغییر نکرده است.

(۲) صدای دوم تا اول، خون دهلیزها وارد بطنها می شود و فشار خون آنورت کاهش می یابد.

(۳) بسته شدن میترال تا باز شدن آن، در میوکارد بطن ها طول نوار روشن کاهش یافته و خون سیاهرگ ها وارد دهلیزها می شود.

(۴) بسته شدن سینی تا باز شدن آن ها، دهلیزها در حال استراحت هستند.

۳۳- با توجه به منحنی زیر، در نقطه ی A بر خلاف .....

(۱) صدایی طولانی تر و بم تر از صدای دوم قلب شنیده می شود.

(۲) D، سلول های مخطط و منشعب بطنی در حالت استراحت می باشند.

(۳) B، جریان الکتریکی به شبکه ی گرهی دیواره ی میوکارد بطنها منتشر می شود.

(۴) E، جریان الکتریکی از گره سینوسی - دهلیزی به تارهای ماهیچه ی دهلیزی سرایت می کند.

۳۴- به فرض اینکه در الکتروکاردیوگرام بیماری فاصله موج P تا Q افزایش یابد در .....

(۱) بافت پیوندی عایق بین دهلیز و بطن آسیب دیده است.

(۲) بافت گرهی بین دهلیز و بطن آسیب دیده است.

(۳) تحریک ایجاد شده در گره سینوسی سریعتر از حالت عادی به بطن می رسد. (۴) تحریک ایجاد شده در گره دهلیزی - بطنی کندتر به بطنها هدایت می شود.

۳۵- کدام جمله زیر را به طور نادرست تکمیل می کند؟ در انسان بلافاصله بعد از رسم موج .....

(۱) T، فشار درون سرخرگ ها کاهش می یابد.

(۲) P، ورود خون از دهلیزها به بطن ها آغاز می شود.

(۳) S، خون در دهلیزها جمع می شود.

(۴) R، فشار خون آنورت افزایش می یابد.

۳۶- در انسان بلافاصله بعد از .....

(۱) شنیدن صدای دوم قلب، دهلیزها شروع به استراحت می کنند.

(۲) شروع انقباض دهلیزها، دریچه میترال و ۳ لختی باز می شوند.

(۳) شنیدن صدای اول قلب، میترال و ۳ لختی بسته می شوند.

(۴) بسته شدن میترال و ۳ لختی، فشار آنورت و سرخرگ ششی افزایش می یابد.

۳۷- کدام عبارت در مورد قلب انسان سالم و بالغ به درستی بیان شده است؟

(۱) حجم خونی که در هر انقباض از بطنها خارج و وارد سرخرگها می شود، حجم ضربه ای نامیده می شود.

(۲) انتشار تحریک بین تارهای میوکارد دهلیز و بطن از طریق صفحات بینابینی است.

(۳) گره بزرگ تر شبکه هادی پیام الکتریکی را از دیواره پشتی دهلیز راست توسط دسته تارهایی به دهلیز چپ منتقل می کند.

(۴) تحریک گره ضربان ساز از طریق سه دسته از تارهای ماهیچه ای خاص که با همدیگر ارتباط یاخته ای تنگاتنگی دارند به گره ای در عقب دریچه میترال منتقل می شود.

۳۸- چند عبارت در مورد انسان جمله زیر را بطور نادرست تکمیل می کند؟ فقط .....

(الف) فشار خون نیرویی که از سوی خون بر دیواره رگها وارد می شود - ناشی از انقباض بطنها است

(ب) در کبد - سرخرگهای کوچک به مویرگها منتهی می شوند.

(ج) کربن دی اکسید و اوره - از طریق غشای یاخته های دیواره مویرگ از مایع میان بافتی به خون منتشر می شوند.

(د) در ماهیچه ها و دستگاه عصبی مرکزی - مویرگهای پیوسته یافت می شوند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ (۴)

۳۹- کدام عبارت زیر را به طور نادرست تکمیل می کند؟ «در سلول های میوکارد .....

(۱) دهلیزها - P، طول نوار تیره تغییر نمی کند.

(۲) دهلیزها - T، طول نوار روشن شروع به افزایش می کند.

(۳) در یک فرد سالم، در فاصله ی زمانی شروع صدای گنگ قلب تا خاتمه ی صدایی واضح، کدام اتفاق روی می دهد؟

(۱) انقباض دو دهلیز راست و چپ

(۲) ثبت موج QRS در نوار قلب

(۳) ثبت موج T در منحنی الکتروکاردیوم

(۴) انتشار پیام الکتریکی از گره ی پیشاهنگ به گره ی دوم

پاسخ آزمون شماره یک قلب

۴ (۸)	۲ (۷) «ب، ج»	۳ (۶)	۴ (۵)	۲ (۴) «د، ج»	۲ (۳)	۲ (۲) «الف، ه»	۴ (۱) «الف، ب، د، ه»
۳ (۱۶) «الف، ج، د»	۴ (۱۵)	۴ (۱۴)	۴ (۱۳)	۱ (۱۲) «د»	۱ (۱۱) «د»	۱ (۱۰) «ب»	۴ (۹)
۲ (۲۴) «د، ه، و»	۳ (۲۳)	۲ (۲۲)	۴ (۲۱)	۱ (۲۰)	۴ (۱۹)	۳ (۱۸)	۱ (۱۷)
۴ (۳۲)	۳ (۳۱) «الف، ب، ج»	۳ (۳۰)	۱ (۲۹)	۲ (۲۸)	۴ (۲۷)	۴ (۲۶)	۴ (۲۵)
۳ (۴۰)	۳ (۳۹)	۴ (۳۸)	۳ (۳۷)	۴ (۳۶)	۲ (۳۵)	۲ (۳۴)	۲ (۳۳)



## خون

خون، نوعی بافت پیوندی است که به طور منظم و یک طرفه در رگ‌های خونی جریان دارد. خون دارای دو بخش خوناب (پلاسما) و بخش یاخته‌ای است که بخش یاخته‌ای، گویچه‌های قرمز، گویچه‌های سفید و گرده‌ها (پلاکت) را شامل می‌شود.

### وظایف خون:

- ۱) انتقال مواد غذایی، اکسیژن، کربن‌دی‌اکسید، هورمون‌ها و مواد دیگر است
- ۲) ارتباط شیمیایی بین یاخته‌های بدن از طریق خون امکان‌پذیر است.
- ۳) به تنظیم دمای بدن و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن کمک می‌کند.
- ۴) همچنین گویچه‌های سفید موجود در خون در ایمنی و دفاع در برابر عوامل خارجی نقش اساسی دارند.
- ۵) در هنگام خون‌ریزی، به کمک عواملی، از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کند.

### هماتوکریت (خون‌بهر):

نکته ۱: به درصد حجمی یاخته‌های خونی، خون‌بهر (هماتوکریت) گویند. اگر مقداری از خون را گریزانه (سانتریفیوژ) کنیم، دو بخش خون از هم جدا می‌شود و می‌توان درصد هر کدام را مشخص کرد. معمولاً در فرد سالم و بالغ ۵۵ درصد حجم خون را خوناب (پلاسما) و ۴۵ درصد را یاخته‌های خونی تشکیل می‌دهند. نکته ۲: افزایش آن تا ۵۰ درصد مشکلی ایجاد نمی‌کند ولی بیش از آن باعث افزایش غلظت خون می‌شود و خطرناک است. که به آن پلی‌سیتمی می‌گویند.



### الف) خوناب (پلاسما):

پلاسما حالت مایع دارد. بیش از ۹۰ درصد پلاسما (خوناب)، آب است که در آن پروتئین‌ها، مواد غذایی، یون‌ها و مواد دفعی حل شده‌اند.

نکته ۳: پروتئین‌های خوناب نقش‌های گوناگونی دارند، از جمله حفظ فشار اسمزی خون، انتقال مواد، تنظیم pH، انعقاد خون و ایمنی بدن.

نکته ۴: پروتئین آلبومین: در حفظ فشار اسمزی خون و انتقال بعضی از داروها مثل پنی‌سیلین نقش دارد.

نکته ۵: پروتئین فیبرینوژن، پروترومبین، در انعقاد خون نقش دارند.

نکته ۶: گلوبولین‌ها: در ساختار پادتن‌ها وجود دارند و در ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری‌زا اهمیت دارند.

نکته ۷: انواع گلوبولین‌ها داخل پلاسما و هموگلوبین داخل گلبول قرمز با جذب و انتقال یون‌ها می‌توانند در تنظیم pH خون مؤثر واقع شوند.

نکته ۸: وجود یون‌های پتاسیم و سدیم در خوناب، اهمیت زیادی دارد چون در فعالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارند. مواد غذایی خوناب شامل کربوهیدرات‌ها و آمینواسیدها است. اوره، کربن‌دی‌اکسید و لاکتیک اسید نیز از جمله مواد دفعی آن هستند.



**(ب) بخش یاخته‌ای خون:**

بخش دوم خون شامل گویچه‌های قرمز، گویچه‌های سفید و گرده‌ها هستند. گویچه‌های قرمز، گویچه‌های سفید، یاخته‌های خونی هستند ولی گرده‌ها (پلاکت‌ها)، قطعاتی از یاخته هستند.

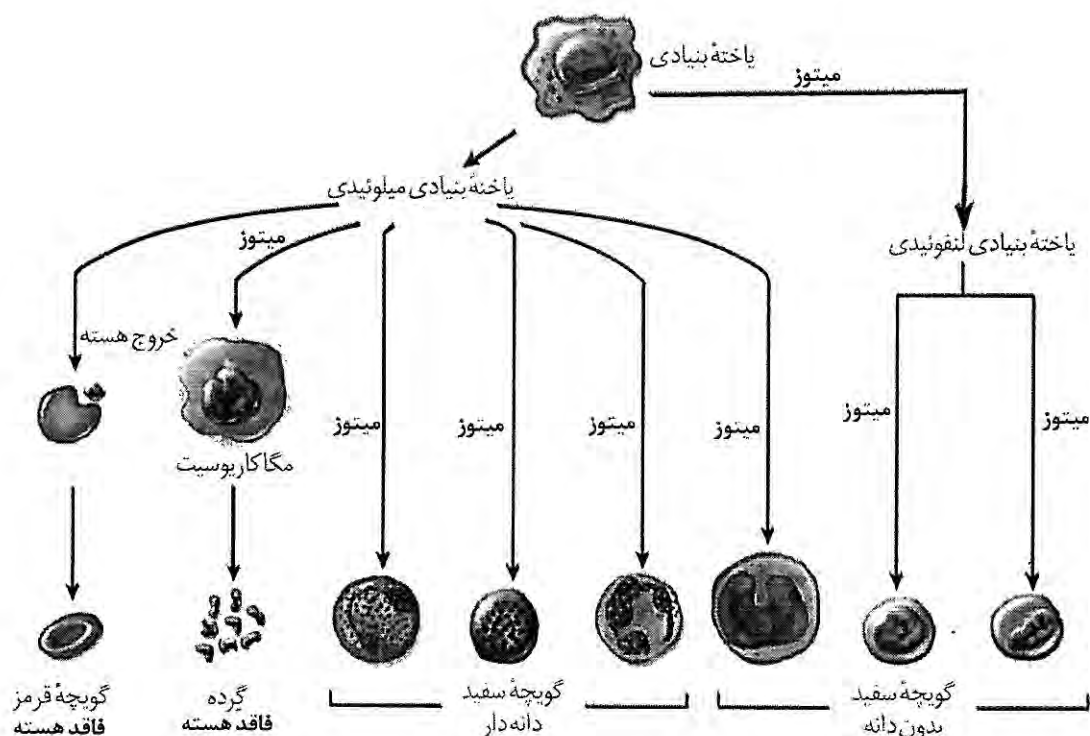
**نکته ۲:** در یک فرد بالغ، تولید یاخته‌های خونی و گرده‌ها در مغز قرمز استخوان انجام می‌شود. در مغز استخوان یاخته‌های بنیادی وجود دارند که با تقسیمات خود، این بخش خون را تولید می‌کنند.

**نکته ۳:** در دوران جنینی، یاخته‌های خونی در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شود.

**نکته ۴:** 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: یاخته‌های بنیادی لنفوییدی که در جهت تولید لنفوسیت‌ها عمل می‌کنند و یاخته‌های بنیادی میلوئیدی که منشأ بقیه یاخته‌های خونی هستند. بنابراین بیشتر یاخته‌های خونی (از قبیل گلبول‌های سفید دانه‌دار و گلبول‌های قرمز) منشأ میلوئیدی دارند.

**نکته ۵:** یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های بنیادی لنفوییدی و یاخته‌های بنیادی میلوئیدی، قدرت تقسیم میتوز فراوان دارند. در مرحله S اینترفاز کروموزوم‌های خود را مضاعف (همانند سازی) می‌کنند و در مرحله G<sub>۲</sub> اینترفاز، سانتیریول‌های خود را مضاعف می‌کنند. این سلول‌ها توانایی ناپدید کردن هستک و غشای هسته خود را دارند. و می‌توانند کروموزوم‌های مضاعف شده را تک کروماتیدی کنند.

**نکته ۶:** اگر بگویند پلاکت‌ها از میتوز مگاکاریوسیت به وجود می‌آیند غلط است.





## گرده‌ها (پلاکت‌ها)

گرده‌ها قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته‌ای هستند. که درون خود دانه‌های زیادی دارند و از گویچه‌های خون کوچک‌ترند. پلاکت‌ها فاقد هسته‌اند، ولی میتوکندری دارند بنابراین با مصرف گلوکز و اکسیژن، می‌توانند کربن دی‌اکسید و انرژی (ATP) را تولید کنند.

**نکته ۱:** گرده‌ها در مغز استخوان، زمانی تولید می‌شوند که بخش میان یاخته‌ای (سیتوپلاسم) یاخته‌های بزرگی به نام مگاکاریوسیت قطعه قطعه و وارد جریان خون می‌شوند. درون هر یک از قطعات، دانه‌های کوچک پر از ترکیبات فعال وجود دارند. با آزاد شدن یکی از این ترکیبات از گرده‌ها و ورود به خوناب، فرایندی آغاز می‌شود که منجر به تشکیل لخته در محل خون‌ریزی می‌گردد. پلاکت‌ها دارای پروتئین‌های انقباضی مثل اکتین و میوزین هستند که پس از جلوگیری از خون‌ریزی، به انقباض لخته و جمع شدن آن کمک می‌کنند.

**نکته ۲:** توجه کنید که پلاکت‌ها از میتوز مگاکاریوسیت‌ها به وجود نمی‌آیند

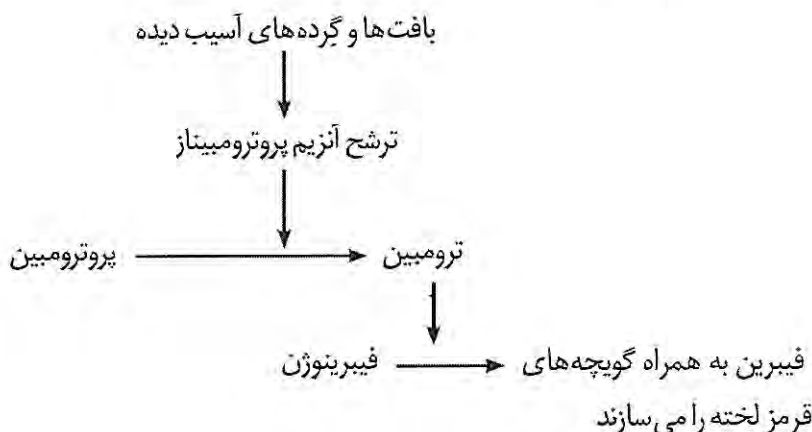
**نکته ۳:** پلاکت‌ها (PLT) به چند طریق از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کنند.

**الف) ایجاد درپوش:** در خونریزی‌های محدود، که دیواره رگ‌ها آسیب جزئی می‌بیند، در محل آسیب، گرده‌ها دور هم جمع می‌شوند، به هم می‌چسبند و ایجاد درپوش می‌کنند. این درپوش جلوی خروج خون از رگ آسیب‌دیده را می‌گیرد.

**ب) ایجاد لخته:** در خون‌ریزی‌های شدیدتر، گرده‌ها در تولید لخته خون، نقش اصلی دارند. آنها با ترشح مواد و با کمک پروتئین‌های خون مثل فیبرینوژن، لخته را ایجاد می‌کنند که تشکیل لخته در محل زخم، جلوی خونریزی را می‌گیرد.

### نکته ۴: مراحل انعقاد خون:

هنگام آسیب دیواره رگ‌ها از بافت‌ها و از پلاکت‌های آسیب دیده آنزیمی به نام پروترومبیناز ترشح می‌شود و روند انعقاد آغاز می‌شود. آنزیم پروترومبیناز توسط فاکتور هشت که از قبل داخل پلاسما بوده، فعال می‌شود. و آنزیم پروترومبیناز فعال، همراه با یون کلسیم باعث تبدیل پروترومبین به ترومبین می‌شود. و ترومبین با عمل آنزیمی خود باعث تبدیل فیبرینوژن محلول در پلاسما به فیبرین نامحلول می‌شود. رشته‌های پروتئینی فیبرین با گویچه‌های خونی و گرده‌ها تشکیل لخته را می‌دهند.



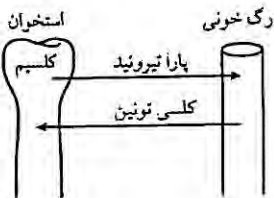


نکته ۵: وجود ویتامین k و یون Ca در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است. برای تولید پروترومبین ویتامین k لازم داریم. و برای تبدیل پروترومبین به ترومبین یون کلسیم لازم داریم.

نکته ۶: پروتئین‌های انعقادی پلاسما شامل:

۱- فیبرینوژن ۲- پروترومبین ۳- فاکتور ۸ می باشد. در حالت طبیعی فیبرین، ترومبین، پروترومبیناز در پلاسما (خوناب) یافت نمی‌شوند. بلکه بعد از شروع روند انعقاد به وجود می‌آیند.

نکته ۷: علل اختلال انعقادی که باعث افزایش زمان انعقاد خون می‌شود:



۱- کاهش کلسیم پلاسما: به علت:

الف) کاهش ویتامین D، باعث کاهش جذب کلسیم از روده می‌شود.  
ب) افزایش ترشح کلسی‌تونین از تیروئید (کلسی‌تونین، از برداشت کلسیم از استخوان‌ها جلوگیری می‌کند. و کلسیم خون را کاهش می‌دهند)

ج) کم کاری غده پاراتیروئید (هورمون پاراتیروئید، کلسیم را از مادهٔ زمینهٔ استخوان جدا و آزاد می‌کند. همچنین باز جذب کلسیم را در کلیه افزایش می‌دهد. بنابراین کلسیم خون را افزایش می‌دهد.)

۲- کاهش ویتامین K (نوعی ویتامین محلول در چربی) به علت:

الف) کاهش ترشح صفرا، چون صفرا در گوارش و ورود چربی‌ها به محیط داخلی نقش دارد. اختلال در ترشح یا عملکرد صفرا ممکن است به سوء جذب ویتامین‌های محلول در چربی (D, A, K, E) و کمبود آن‌ها در بدن شود.

ب) انسداد رگ لنفی، که باعث کاهش جذب ویتامین‌های محلول در چربی از روده می‌شود.

ج) بیماری سلیاک (حساسیت به پروتئین گلوتن نوعی پروتئین در گندم و جو) در این بیماری یاخته‌های روده تخریب می‌شوند و ریزپررها و حتی پرزهای روده باریک از بین می‌روند. در نتیجه، سطح جذب مواد کاهش شدیدی پیدا می‌کند و بسیاری از مواد مغذی مورد نیاز بدن جذب نمی‌شوند. کاهش جذب کلسیم و ویتامین K باعث اختلال در تشکیل لخته می‌شود.

۳- هموفیلی: جهش در ژن فاکتور هشت منجر به هموفیلی می‌شود. این ژن روی کروموزوم X قرار دارد.

۴- افزایش کورتیزول: چون باعث تجزیه ی پروتئین‌های انعقادی می‌شود.

نکته ۹: هیپارین ماده ضد انعقاد خون است. که از بازوفیل‌های خون یا ماستوسیت‌های بافت پیوندی ترشح می‌شود. و جلو عمل ترومبین را می‌گیرد.

نکته ۱۰: نقش کلسیم: ۱- انقباض ماهیچه و کوتاه شدن سارکومرها ۲- تبدیل پروترومبین به ترومبین در روند انعقاد خون ۳- ترشح بعضی از مواد از سلولها (اگزوسیتوز)

نکته ۱۱: موارد زیر از سلول‌های آسیب دیده ترشح می‌شود: ۱) پروترومبیناز ۲) هیستامین ۳) اینترفرون

نکته ۱۲: توجه کنید که پلاکت‌ها چون فاقد هسته هستند بنابراین دمای خطی و نوکلئوزوم ندارند، ژن فاکتور هشت را ندارند،

نکته ۱۳: توجه کنید که ترومبین و فیبرین .....



## یاخته های خونی قرمز (اریتروسیت)

در انسان بیش از ۹۹ درصد یاخته‌های خونی را گویچه‌های قرمز تشکیل می‌دهند که به خون، ظاهری قرمز رنگ می‌دهند. این یاخته‌های کروی که از دو طرف، حالت فرورفته دارند، در هنگام تشکیل در مغز استخوان، هسته خود را از دست می‌دهند و میان یاخته (سیتوپلاسم) آن‌ها از هموگلوبین پر می‌شود.

**نکته ۱:** در انسان و بسیاری از پستانداران گویچه‌های قرمز، هسته و بیشتر اندامک‌های خود را از دست می‌دهند.  
**نکته ۲:** گلبول قرمز بالغ انسان فاقد هسته است، بنابراین فاقد هیستون و نوکلئوزوم است و نمی‌توان از آن‌ها ژن استخراج کرد.

**نکته ۳:** نقش اصلی گویچه‌های قرمز، انتقال گازهای تنفسی (اکسیژن و کربن‌دی‌اکسید) است.

**نکته ۴:** متوسط عمر گویچه‌های قرمز ۱۲۰ روز است. تقریباً یک درصد از گویچه‌های قرمز، روزانه تخریب می‌شود و باید جایگزین شود.

**نکته ۵:** تخریب یاخته‌های خونی آسیب دیده و مرده توسط ماکروفاژهای واقع در طحال (یک نوع اندام لنفی است) و ماکروفاژهای کبد انجام می‌شود. آهن آزاد شده در این فرایند یا در کبد ذخیره می‌شود و یا همراه خون به مغز استخوان می‌رود و در ساخت دوباره گویچه‌های قرمز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**نکته ۶:** بیلی‌روبین ماده‌ی رنگی صفرا است که از تخریب هموگلوبین گویچه‌های قرمز توسط ماکروفاژهای کبد به وجود می‌آید. سپس از طریق صفرا دفع می‌شود. توجه کنید که صفرا در کیسه صفرا ساخته نمی‌شود.

**نکته ۷:** برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن، ویتامین B<sub>۱۲</sub> و فولیک‌اسید نیز لازم است. آهن به صورت گروه هم به پروتئین گلوبین می‌چسبد و هموگلوبین را می‌سازد. ویتامین B<sub>۱۲</sub> و فولیک‌اسید برخلاف آهن در ساختار هموگلوبین به کار نمی‌روند.

**نکته ۸:** فولیک‌اسید، نوعی ویتامین از خانواده B است، که برای تقسیم میتوز طبیعی یاخته‌های لازم است. کمبود آن باعث می‌شود یاخته‌ها به ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد. و منجر به کاهش خون‌بهر می‌شود. کارکرد صحیح فولیک‌اسید به وجود ویتامین B<sub>۱۲</sub> وابسته است. سبزیجات با برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک‌اسید اند. ویتامین B<sub>۱۲</sub> برخلاف آهن و فولیک‌اسید در غذاهای گیاهی یافت نمی‌شود.

**نکته ۹:** ویتامین B<sub>۱۲</sub>، فقط در غذاهای جانوری وجود دارد. البته در روده بزرگ (کولون) مقداری ویتامین B<sub>۱۲</sub> توسط نوعی باکتری به نام اشریشیا گلای (Ecoli) تولید می‌شود. توجه کنید که خود سلول‌های دیواره‌ی روده بزرگ ویتامین B<sub>۱۲</sub> نمی‌سازند.

**نکته ۱۰:** فاکتور (عامل) داخلی معده: فاکتور داخلی معده (عامل داخلی) نوعی پروتئین است که توسط ریبوزوم‌های روی شبکه آندوپلاسمی زبر در سلول‌های کناری معده ساخته می‌شود پس از عبور از شبکه آندوپلاسمی زبر و دستگاه گلژی از غشای سلول‌های کناری با اگزوسیتوز ترشح می‌شود. این پروتئین برای حفاظت از B<sub>۱۲</sub> در برابر آنزیم‌ها و برای جذب آن در روده باریک ضروری است. آسیب سلول‌های کناری باعث کاهش جذب ویتامین B<sub>۱۲</sub> می‌شود. و کمبود B<sub>۱۲</sub> باعث کاهش کارکرد صحیح فولیک‌اسید می‌شود. در نتیجه تولید گویچه‌های قرمز در مغز قرمز استخوان کاهش می‌یابد و هماتوکریت (خون‌بهر) کاهش می‌یابد.



**نکته ۱۱:** تنظیم تولید گویچه‌های قرمز: اگرچه تولید گویچه‌های قرمز به وجود آهن، فولیک‌اسید و ویتامین B<sub>۱۲</sub> وابسته است؛ در بدن ما تنظیم میزان گویچه‌های قرمز، به ترشح هورمونی به نام اریتروپویتین بستگی دارد.

**نکته ۱۲:** اریتروپویتین: این هورمون یک نوع پیک شیمیایی دوربرد است که توسط گروه ویژه‌ای (برخی) از یاخته‌های کلیه و کبد به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌کند، تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند. این هورمون به طور طبیعی به مقدار کم ترشح می‌شود تا کاهش معمولی تعداد گویچه‌های قرمز را جبران کند. اما هنگام کاهش مقدار اکسیژن خون، این هورمون به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که این حالت در بیماری کم‌خونی (مانند تالاسمی و کم‌خونی داسی‌شکل)، مالاریا (به علت تخریب گلبول‌های قرمز)، بیماری‌های تنفسی (مانند آسم) و بیماری‌های قلبی، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.

**نکته ۱۳:** به دنبال کاهش اکسیژن رسانی (رفتن به ارتفاع، آسم)

۱- ترشح هورمون اریتروپویتین از کلیه و کبد افزایش می‌یابد. اندام هدف این هورمون سلول‌های بنیادی مغز قرمز استخوان است و باعث افزایش تولید گلبول قرمز (پلی‌سیتی و افزایش هماتوکریت) می‌شود این هورمون مصرف اسید فولیک و ویتامین B<sub>۱۲</sub> و آهن را در مغز استخوان (نوعی بافت پیوندی) افزایش می‌یابد.

۲- سرخرگ‌های همه اندام‌ها به جز کیسه هوایی گشاد می‌شوند.

۳- در افراد مبتلا به کم‌خونی داسی‌شکل، شکل اریتروسیت‌ها تغییر می‌کند.

**نکته ۱۴:** کاهش تعداد گلبول قرمز و نیز کاهش مقدار هموگلوبین را کم‌خونی (آئمی) می‌گویند، علل آن:

- ۱- کمبود ویتامین B<sub>۱۲</sub> ۲- کمبود آهن ۳- کمبود فولیک‌اسید ۴- کاهش فعالیت مغز قرمز استخوان
- ۵- نارسایی کلیه و کبد به علت کمبود هورمون اریتروپویتین ۶- نارسایی سلول‌های کناری معده به علت کاهش تولید فاکتور داخلی معدوم ۷- جهش ژن هموگلوبین که منجر به تالاسمی یا کم‌خونی داسی‌شکل می‌شود.
- ۸- سلیاک به علت کاهش جذب آهن و فولیک‌اسید و B<sub>۱۲</sub>

**نکته ۱۵:** گلبول قرمز انسان چون فاقد میتوکندری است بنابراین اکسیژن مصرف نمی‌کند و کربن‌دی‌اکسید تولید نمی‌کند. تنفس آن بی‌هوازی است. برای تولید انرژی ابتدا در مرحله بی‌هوازی، گلوکز را به پیرووات تبدیل می‌کند. سپس در فرآیند تخمیر، پیرووات را احیا می‌کند و به لاکتیک‌اسید تبدیل می‌کند.

**نکته ۱۶:** گروه خونی Rh هر فرد بستگی به بودن یا نبودن نوعی پروتئین است که در غشاء گویچه‌های قرمز قرار دارد. و پروتئین D نامیده می‌شود. ژن این پروتئین بر روی کروموزوم شماره یک قرار دارد که دارای یک جایگاه ژنی است. در افراد Rh<sup>+</sup> این پروتئین توسط ریبوزوم‌های گویچه‌های قرمز نابالغ ساخته می‌شود و پس از عبور از شبکه آندوپلاسمی و گلژی در غشاء گلبول قرمز قرار می‌گیرد.



## 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.

### نکته ۱: دیپدز:

گویچه‌های سفید خون، توانایی خروج از خون را دارند. فرایند عبور گویچه‌های سفید را از دیواره مویرگ‌ها (بافت پوششی سنگفرشی ساده)، تراگذاری (دیپدز) می‌نامند. تراگذاری از ویژگی‌های همه گویچه‌های سفید واقع در خون است.

**نکته ۲:** همه‌ی گلبول‌های سفید خون توانایی دیپدز دارند. ماکروفاژ و ماستوسیت و یاخته‌های دارینه‌ای در خون وجود ندارند. برای همین این سه دیپدز ندارند. همه‌ی فاگوسیتوز کننده‌های خون (مونوسیت و نوتروفیل) دیپدز دارند. ولی برخی فاگوسیت کننده‌ها و برخی سلول‌هایی که حرکت آمیبی دارند، توانایی دیپدز ندارند.

منشأ میلوئیدی دارند	نوتروفیل	هسته چند قسمتی دارد و میان یاخته با دانه‌های روشن ریز دارد	دانه‌دار (گرانولوسیت)
	ائوزینوفیل	هسته دو قسمتی دمبلی دارد و میان یاخته با دانه‌های روشن درشت دارد.	
	بازوفیل	هسته دو قسمتی روی هم افتاده و میان یاخته با دانه‌های تیره دارد.	
منشأ لنفوئیدی دارند	منوسیت	هسته تکی خمیده یا لوبیایی دارد، میان یاخته بدون دانه دارد. پس از دیپدز به ماکروفاژ و یاخته دندریتی تبدیل می‌شود.	بدون دانه (آگرانولوسیت)
	لنفوسیت	یاخته کشنده طبیعی	
		T خاطره	
		T کشنده	
	B خاطره	T کمک کننده	
		B خاطره	
پلاسموسیت (بادتن ساز)			



## انواع گویچه‌های سفید (WBC):

### الف) یاخته‌های سفید دانه‌دار (گرانولوسیت) :

۱- **نوتروفیل‌ها**؛ منشأ میلوئیدی دارد. هسته چند قسمتی دارد و سیتوپلاسم (میان یاخته) با دانه‌های روشن ریز دارد. نوتروفیل‌ها را می‌توان به نیروهای واکنش سریع تشبیه کرد. اگر عامل بیماریزا در بافت وارد شود با دیپدز (تراگذری) خود را از خون به بافت‌ها می‌رساند و با بیگانه‌خواری آن‌ها را نابود می‌کند. نوتروفیل‌ها هم در خون و هم در بافت‌ها فاگوسیتوز انجام می‌دهند. نوتروفیل‌ها مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند، برای همین چابک هستند.

۲- **اُئوزینوفیل**؛ منشأ میلوئیدی دارد، هسته دو قسمتی دمبلی دارد و سیتوپلاسم (میان یاخته) با دانه‌های روشن درشت دارد. در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، اُئوزینوفیل‌ها مبارزه می‌کنند. اُئوزینوفیل‌ها به جای بیگانه‌خواری، محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند. در حساسیت‌ها (آلرژی) مانند آسم، تعداد اُئوزینوفیل‌های خون زیاد می‌شود.

۳- **بازوفیل**؛ منشأ میلوئیدی دارد، هسته دو قسمتی روی هم افتاده و سیتوپلاسم (میان یاخته) با دانه‌های تیره دارد. در هنگام بروز آلرژی در واکنش به ماده حساسیت‌زا، هیستامین از بازوفیل‌های خون و ماستوسیت‌های بافت پیوندی ترشح می‌شود و در نتیجه ترشح هیستامین علائم شایع حساسیت مثل قرمزی و آبریزش از بینی ایجاد می‌شود. بازوفیل و ماستوسیت، ماده ضد انعقاد خون (هپارین) ترشح می‌کنند.

### ب) یاخته‌های سفید بدون دانه (آگرانولوسیت) :

۱- **مونوسیت‌ها**؛ منشأ میلوئیدی دارد، هسته تکی خمیده یا لویبایی دارد، سیتوپلاسم (میان یاخته) بدون دانه دارد. مونوسیت‌ها، با دیپدز (تراگذری) از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به ماکروفاژ (درشت‌خوار) و یا یاخته‌های دندریتی (دارینه‌ای) تبدیل می‌شوند. ماکروفاژها و یاخته‌های دندریتی، فاگوسیتوز دارند ولی دیپدز ندارند.

۲- **لنفوسیت‌ها**؛ منشأ لنفوئیدی دارند، هسته تکی گرد یا بیضی دارند، سیتوپلاسم (میان یاخته) بدون دانه دارد. انواع مختلفی دارند. لنفوسیتی را که در دفاع غیر اختصاصی نقش دارد، یاخته‌ی کشنده طبیعی می‌نامند که یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. ولی لنفوسیت‌های T و B دفاع اختصاصی دارند.





**نکته ۱:** همه ی گویچه‌های سفید دانه دار قطعاً منشأ میلوئیدی دارند و قطعاً دفاع غیر اختصاصی دارند ولی توجه کنید که هر سلولی که دفاع غیر اختصاصی داشت، لزوماً دانه دار نیست چون مونوسیت‌ها و برخی لنفوسیت‌ها (مثل یاخته‌های کشنده طبیعی) گویچه‌ی سفید بدون دانه هستند ولی دفاع غیر اختصاصی دارند.

**نکته ۲:** همه‌ی گویچه‌های سفیدی که منشأ میلوئیدی دارند، دفاع غیر اختصاصی دارند ولی توجه کنید که هر سلولی که دفاع غیر اختصاصی داشت، لزوماً منشأ میلوئیدی ندارند چون برخی لنفوسیت‌ها (مثل یاخته‌های کشنده طبیعی) منشأ لنفوئیدی دارند ولی دفاع غیر اختصاصی دارند. و توجه کنید که هر سلولی که منشأ میلوئیدی دارد الزاماً دفاع غیر اختصاصی ندارد. مثلاً گلبول قرمز و پلاکت منشأ میلوئیدی دارند ولی دفاع غیر اختصاصی ندارند.

**نکته ۳:** برخی گویچه‌های سفید که دفاع غیر اختصاصی دارند، منشأ لنفوئیدی دارند مانند برخی لنفوسیت‌ها (یاخته‌های کشنده طبیعی) و برخی گویچه‌های سفید که دفاع غیر اختصاصی دارند، هسته‌ی تک قسمتی و میان یاخته‌ی بدون دانه دارند مانند مونوسیت‌ها و برخی لنفوسیت‌ها (مانند؛ یاخته‌های کشنده طبیعی).

**نکته ۴:** هر گویچه‌ی سفید که دفاع اختصاصی دارد یعنی بتواند عامل غیر خودی را به طور اختصاصی شناسایی کند و یا توانایی شناسایی یک میکروب خاص را از سایر میکروب‌ها را داشته باشد قطعاً لنفوسیت است، قطعاً منشأ لنفوئیدی دارد، قطعاً هسته تک قسمتی و میان یاخته‌ی بدون دانه دارد و قطعاً توانایی فاگوسیتوز ندارد.

**نکته ۵:** همه‌ی فاگوسیت‌کننده‌ها (ماکروفاژ، یاخته‌های دندریتی، ماستوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و مونوسیت) قطعاً دفاع غیر اختصاصی دارد. یعنی سلول‌های فاگوسیت‌کننده نمی‌توانند عامل غیر خودی را به طور اختصاصی شناسایی کنند و یا توانایی شناسایی یک میکروب خاص را از سایر میکروب‌ها را ندارند. ولی توجه کنید فاگوسیت‌کننده‌ها توانایی تشخیص خودی را از بیگانه دارند، یعنی قبل از آنکه بیگانه خوارهای بدن ما، به میکروب حمله کنند، ابتدا باید بیگانه بودن را آن را تشخیص دهد. دستگاه ایمنی هر فرد، یاخته‌های «خودی» را می‌شناسد و تنها در برابر آنچه که بیگانه تشخیص داده می‌شود پاسخ می‌دهد.

**نکته ۶:** همه‌ی فاگوسیت‌کننده‌های خون منشأ میلوئیدی دارند. ولی هر سلولی که منشأ میلوئیدی دارد، الزاماً فاگوسیت‌کننده نیست.



## تنوع گردش مواد در جانداران

**نکته ۱:** همه ی جانداران باید به تبادل مواد با محیط پردازند. در تک یاخته‌ای‌ها مانند پارامسی تبادل گاز، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از سطح آن انجام می‌شود.

**نکته ۲:** بسیاری از جانداران در بدن خود دستگاهی به نام دستگاه گردش مواد دارند. کار این دستگاه به گردش درآوردن اکسیژن، دی اکسید کربن، مواد غذایی، هورمون‌ها و مواد دیگر در بدن است.

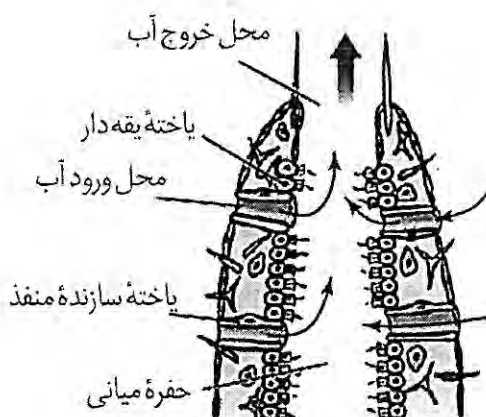
**نکته ۳:** در جانداران پر یاخته‌ای به دلیل زیاد بودن تعداد یاخته‌ها، همه‌ی یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط ندارند و لازم است در آن‌ها دستگاه گردش موادی به وجود آید تا یاخته‌ها نیازهای غذایی و دفع مواد زائد خود را با کمک آن برطرف کنند. دستگاه‌های گردش مواد در جانوران مختلف به صورت‌های زیر است:

### الف) سامانه‌ی گردش آب:

**نکته ۱:** برخی از بی‌مهرگان سامانه‌ی انتقال ویژه‌ای دارند؛ به عنوان مثال در اسفنج‌ها به جای گردش درونی مایعات، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ‌های دیواره (چندین عدد سوراخ)، به حفره‌ی یا حفره‌هایی وارد، و پس از آن از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگتری خارج می‌شود.

**نکته ۲:** در اسفنج عامل حرکت آب در حفره میانی، یاخته‌های یقه‌دار هستند که تاژک دارند. توجه کنید اگر بگویید تاژک عامل حرکت آب در منافذ است غلط است، چون یاخته‌های سازنده منفذ فاقد تاژک هستند.

**نکته ۳:** دقت کنید که فقط برخی یاخته‌های اسفنج تاژک (نه مژک) دارند. یاخته‌های یقه‌دار نسبت به سایر یاخته‌ها کوچک‌ترند و تاژک‌ها به سمت حفره‌ی میانی قرار دارند.





## ب) حفره گوارشی در کیسه تنان و پلاناریا:

### ۱) مرجانیان (کیسه تنان)

**نکته ۱:** در مرجانیان (کیسه تنان) از قبیل هیدر آب شیرین و عروس دریایی و شقایق دریایی، یکی از ساده‌ترین دستگاه گردش مواد را دارند. مرجانیان گردش خون ندارند، قلب و رگ خونی و خون ندارند. در هیدر همه‌ی یاخته‌های بدن به محیط بیرون دسترسی دارند، گازهای تنفسی می‌توانند مستقیماً بین یاخته‌ها و محیط مبادله شوند.

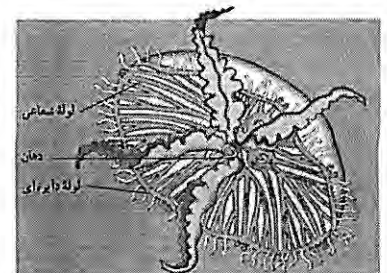
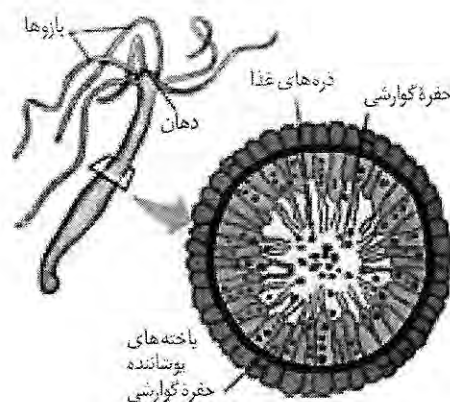
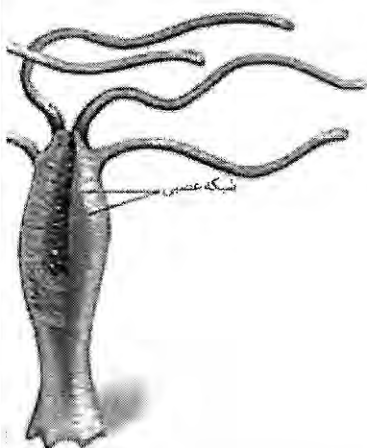
**نکته ۲:** گوارش در کیسه تنان در کیسه‌ی منشعبی، به نام حفره‌ی گوارشی انجام می‌شود. در مرجانیان، کیسه گوارشی (نه کیسه‌های گوارشی) پراز مایعات علاوه بر گوارش، وظیفه‌ی گردش مواد و انتقال گازهای تنفسی را نیز بر عهده دارد. این حفره فقط یک سوراخ (نه سوراخ‌ها) برای ورود و خروج مواد دارد. گردش مواد نیز درون همین کیسه و انشعابات آن انجام می‌شود.

**نکته ۳:** برخی یاخته‌های کیسه گوارشی به درون این حفره، آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند که فرایند گوارش بیرون یاخته‌ای را آغاز می‌کنند. یاخته‌های این حفره، ذره‌های غذایی را با ذره‌خواری (فاگوسیتوز) دریافت می‌کنند. فرایند گوارش درون یاخته‌ای در گریچه‌های غذایی ادامه می‌یابد. ذرات غذایی با درون بری وارد یاخته می‌شوند.

**نکته ۴:** در عروس دریایی، این سامانه انشعاب‌های متعددی دارد که به گردش مواد در چتر و بازوهای جانور کمک می‌کند.

**نکته ۵:** برخی یاخته‌های کیسه گوارشی در هیدر دارای تازک هستند. که غذا را با آنزیم‌های گوارشی مخلوط می‌کند.

**نکته ۶: هیدر:** نوعی جانور بی مهره است از کیسه تنان است. ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکه عصبی در هیدر است. شبکه عصبی مجموعه‌ای از نورون‌های پراکنده در دیواره بدن هیدر است که با هم ارتباط دارند. تحریک هر نقطه از بدن جانور در همه سطح آن منتشر می‌شود. شبکه عصبی سلول‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند. هیدر سر و مغز و طناب عصبی ندارد و نیز تقسیم بندی مرکزی و محیطی در دستگاه عصبی آن وجود ندارد.



شکل ۱-سعد دستگاه گردش مواد در عروس دریایی: ساده‌ترین دستگاه گردش مواد در جانوران



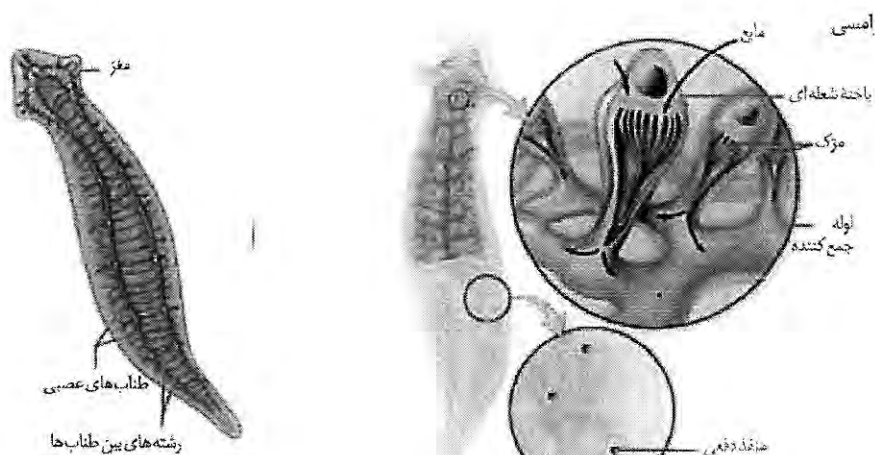
## ۲) پلاناریا :

**نکته ۱:** پلاناریا یک نوع کرم پهن است که دارای حفره گوارشی است. پلاناریا فاقد لوله گوارش است. در کرم‌های پهن آزادی مثل پلاناریا، انشعابات از 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 جابه جایی مواد کمک می‌کند. روش تغذیه آن شبیه کیسه‌تنان است.

**نکته ۲:** در پلاناریا همه یاخته‌های بدن به محیط بیرون دسترسی دارند، گازهای تنفسی می‌توانند مستقیماً بین یاخته‌ها و محیط مبادله شوند. برای همین ساختارهای ویژه تنفسی ندارند. پلاناریا گردش خون، قلب و رگ خونی ندارد.

**نکته ۳:** پلاناریا نوعی کرم پهن است. جانور بی‌مهره است در پلاناریا دو گره عصبی در سر جانور، مغز را تشکیل داده‌اند. هر گره مجموعه‌ای از جسم سلولی نورون‌هاست. پلاناریا دو عدد طناب عصبی موازی دارد که به مغز متصل است و در طول بدن جانور کشیده شده است، دو طناب عصبی موازی با رشته‌هایی به هم متصل شده، ساختار نردبانمانندی را ایجاد می‌کنند. در دستگاه عصبی پلاناریا تقسیم بندی مرکزی و محیطی وجود دارد. مغز و دو عدد طناب عصبی و رشته‌هایی که دو طناب عصبی را به هم متصل کرده‌اند بخش مرکزی دستگاه عصبی جانور را تشکیل می‌دهند. و رشته‌های جانبی متصل به آن نیز (نه هر رشته‌ای)، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند.

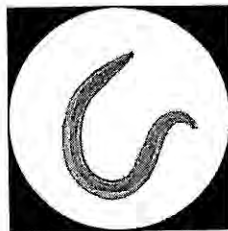
**نکته ۴:** در پلاناریا، سامانه دفعی از نوع پروتوتونفریدی است، سامانه دفعی پروتوتونفریدی، شبکه‌ای از کانال‌هاست که از طریق منافذ دفعی (چند عدد منفذ) به خارج بدن راه می‌یابند. سامانه دفعی در پلاناریا از نوع پروتوتونفریدی است، که کار اصلی آن، دفع آب اضافی است و بیشتر دفع نیتروژن، از طریق سطح بدن انجام می‌شود. در طول کانال‌های پروتوتونفریدی، یاخته‌های شعله‌ای قرار دارند. مایعات بدن از فضای بین یاخته‌ای به یاخته‌های شعله‌ای وارد می‌شوند و ضربان مژه‌های این یاخته (که ظاهری شبیه شعله شمع دارند) مایعات را به کانال‌های دفعی هدایت، و از منافذ دفعی خارج می‌کند.



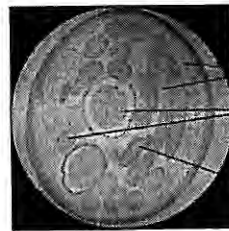


## ج) سلوم (حفره عمومی)

- ۱- با شکل‌گیری لوله گوارش که از دهان، شروع و به مخرج منتهی می‌شود در فاصله بین بخش خارجی این دستگاه و دیواره داخلی بدن، فضایی شکل می‌گیرد که سلوم یا حفره عمومی بدن نامیده می‌شود.
- ۲- در بی‌مهرگانی مثل کرم‌های لوله‌ای (کرم آسکاریس و کرمک)، برخلاف کرم‌های پهن آزادزی (مثل پلاناریا) دارای لوله گوارش هستند. حفره عمومی بدن با مایعی پر می‌شود که از آن برای انتقال مواد استفاده می‌شود. کرم‌های لوله‌ای فاقد گردش خون و رگ خونی هستند.
- ۳- در سخت پوستان (مثل میگوها و خرچنگ‌ها) حفره عمومی یا سلوم وجود دارد. در برخی سخت پوستان مایعات دفعی از حفره عمومی به غدد شاخی تراوش و از منفذ دفعی نزدیک به شاخک دفع می‌شوند.



(الف)



ب

حفره عمومی  
بخش‌های مختلف دستگاه تناسلی  
لوله گوارش

## د) سامانه‌ی گردش خون :

در جانوران پیچیده‌تر، دستگاه اختصاصی برای گردش مواد شکل می‌گیرد که در آن مایعی برای جابه‌جایی مواد وجود دارد. در این جانوران، دو نوع سامانه گردش مواد مشاهده می‌شود.

### ۱) سامانه‌ی گردش خون باز:

**نکته ۱:** در سامانه باز، قلب مایعی به نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های خون، لنف و آب میان بافتی را بر عهده دارد. این جانوران مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت آن‌ها جریان می‌یابد.

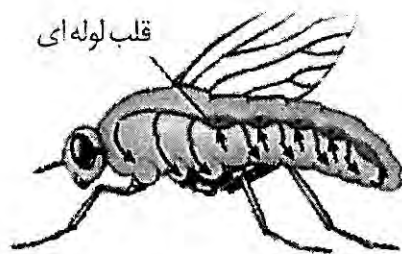
**نکته ۲:** بسیاری از بی‌مهرگان، مانند بندپایان (حشرات)، عنکبوتیان و سخت پوستان) و بیشتر نرم تنان سامانه‌ی گردش باز دارند. در بدن این جانداران همولنف درون رگ‌های بسته جریان ندارد، بلکه از انتهای باز رگ‌ها خارج می‌شود. در بین سرخرگها و سیاهرگها شبکه مویرگی وجود ندارد و همولنف مستقیماً به فضای بین سلول‌های بدن وارد میشود و در مجاورت سلول‌ها جریان می‌یابد. این مایع همولنف نام دارد و نقش خون، مایع میان بافتی و لنف را داراست.



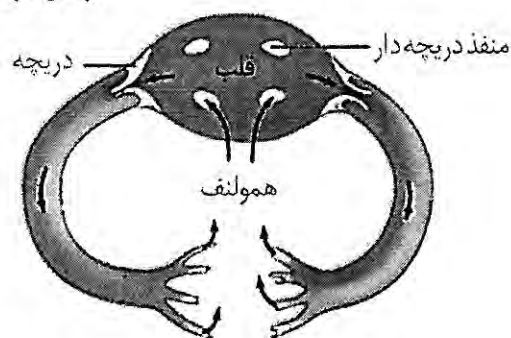
## حشرات گردش خون باز دارند

نکته ۱: در حشرات يك قلب لوله‌ای پشتی وجود دارد، هنگامی که قلب استراحت می‌کند از طریق چند عدد منفذ دریچه‌دار، همولنف وارد قلب پشتی می‌شود، در هنگام استراحت قلب دریچه منافذ باز هستند، و همولنف وارد قلب می‌شود، جهت جریان خون در قلب از عقب به جلو است. هنگامی که قلب منقبض می‌شود، دریچه این منافذ بسته می‌شوند و از برگشت جریان خون جلوگیری می‌کند. با انقباض قلب همولنف از طریق چند عدد رگ از قلب خارج می‌شود. قلب لوله‌ای از طریق رگ‌هایی همولنف را به درون حفره‌هایی (سینوس‌ها) پمپ می‌کند. انتهای این رگ‌ها باز است و به مویرگ ختم نمی‌شود. حشرات مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین یاخته‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت یاخته‌ها جریان می‌یابد. و تبادل مواد غذایی (نه گازهای تنفسی) بین یاخته‌ها و همولنف انجام می‌شود.

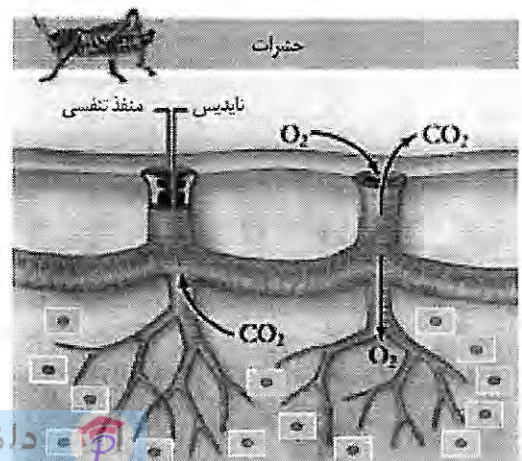
نکته ۱: حشرات برخلاف کرم خاکی، رگ شکمی ندارند و در سطوح تنفسی خود مویرگ ندارند و گردش مواد در حمل گازهای تنفسی نقش ندارد.



گردش خون باز



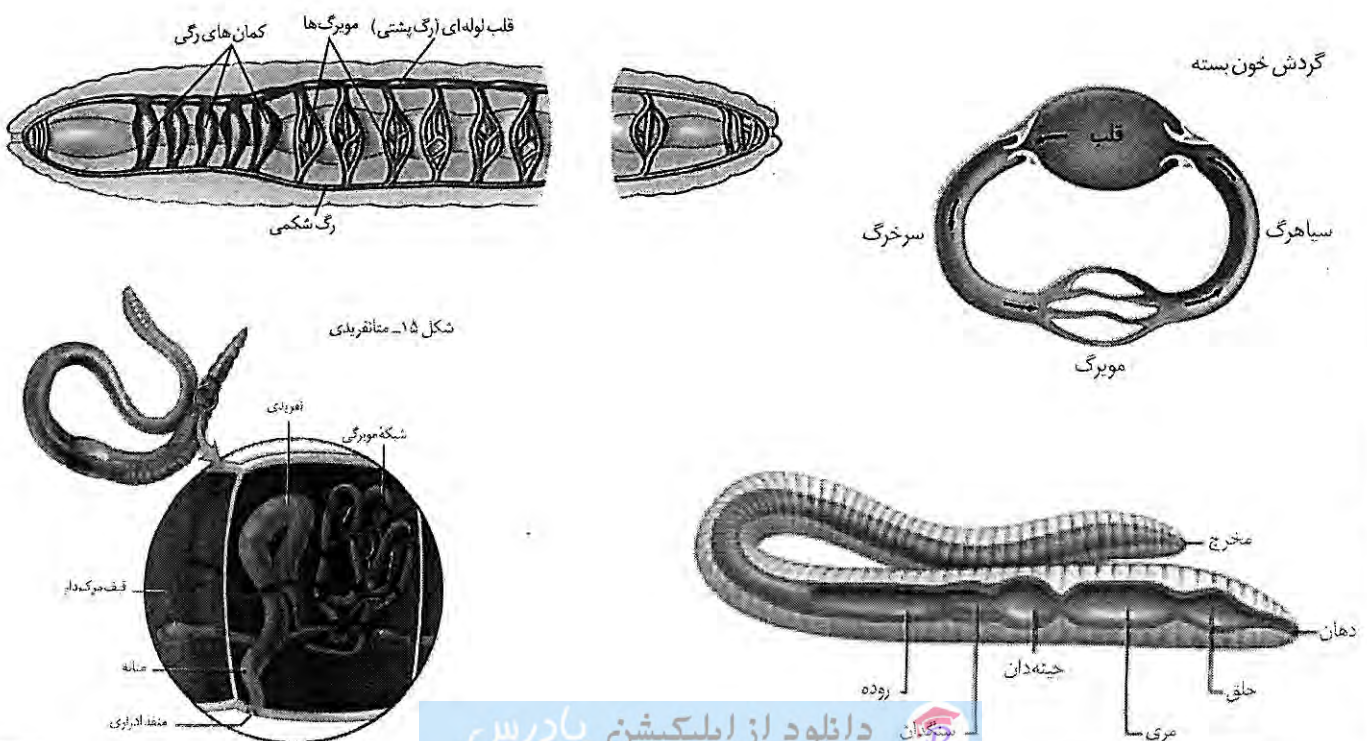
فضای بین یاخته‌ای





## ۲) سامانه‌ی گردش خون بسته:

- ۱- ساده‌ترین سامانه‌ی گردش خون بسته در کرم‌های حلقوی، نظیر کرم خاکی وجود دارد. در این سامانه مویرگ‌ها در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند.
- ۲- رگپشتی به صورت قلب اصلی عمل می‌کند و خون اندام‌ها را از عقب به جلو می‌راند و وارد کمان‌های رگی می‌کند.
- ۳- در قسمت جلویی بدن ۵ جفت کمان رگی (۱۰ عدد) در اطراف لوله‌ی گوارش به صورت قلب کمکی عمل می‌کنند. در کمان‌های رگی خون از بالا به سمت پایین و سپس به عقب حرکت می‌کند.
- ۴- رگ شکمی از کمان‌های رگی خون را از جلو به عقب حرکت می‌دهد. مویرگ‌ها در همه قسمت‌های بدن، بین رگ پشته‌ی و شکمی وجود دارند.
- ۵- کرم خاکی تنفس پوستی دارد. دارای شبکه مویرگی زیر پوستی با مویرگ‌های فراوان است و گازها را با هوای درون فضا‌های خالی بین ذرات خاک تبادل می‌کند. کرم خاکی در محیط مرطوب زندگی می‌کند.
- ۶- کرم خاکی لوله گوارش دارد، لوله گوارش امکان جریان یک طرفه غذا را بدون مخلوط شدن غذای گوارش یافته و مواد دفعی فراهم می‌کند. مسیر لوله گوارش آن الف (دهان ب) حلق (ج) مری (د) چینه‌دان (ه) سنگدان (ساختار ماهیچه‌ای برای گوارش مکانیکی و ذخیره مواد غذایی است) و روده.
- ۷- کرم خاکی معده ندارد.
- ۸- کرم خاکی سامانه دفعی متانفریدی دارد: متانفریدی لوله‌ای است که در جلو، قیف مژکدار و در نزدیک انتها، دارای مثانه است که به منفذ ادراری در خارج از بدن (نه روده) ختم می‌شود. دهانه این قیف به طور مستقیم با مایعات بدن ارتباط دارد. بیشتر کرم‌های حلقوی (نظیر کرم خاکی) و نرم تنان سامانه دفعی متانفریدی دارند. کرم خاکی از حلقه‌هایی تشکیل شده که هر حلقه یک جفت (دو عدد) متانفریدی دارند.



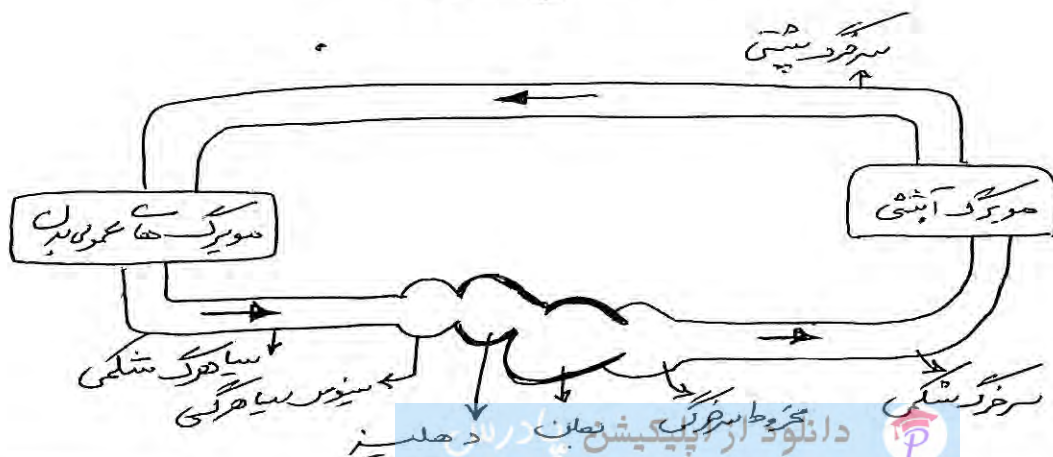
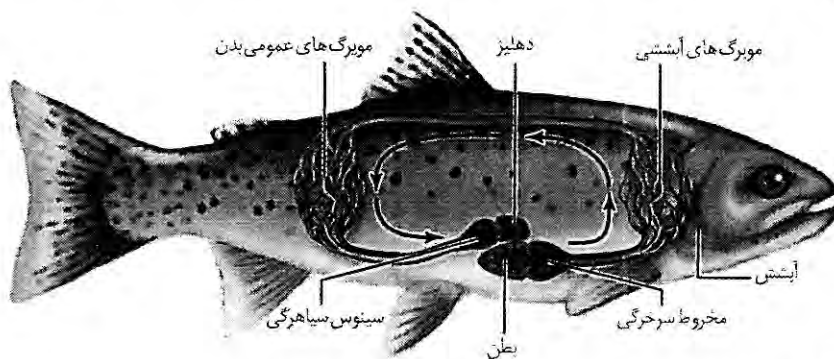


## گردش خون در ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان ساده است.

(۱) ماهی و نوزاد دوزیستان گردش خون ساده دارند، خون ضمن یکبار گردش در بدن یکبار از قلب دو حفره‌ای آن‌ها عبور می‌کند. مزیت این سیستم انتقال یکباره خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های اندام‌ها است. (۲) ماهی و نوزاد دوزیستان یک قلب شکمی دو حفره‌ای دارند که شامل یک دهلیز و یک بطن است. (۳) خون تیره تمام اندام‌ها از طریق یک سیاهرگ شکمی از انتهای بدن (جهت جریان خون از عقب به جلو) ابتدا وارد یک سینوس سیاهرگی و سپس وارد دهلیز (نه دهلیزها) می‌شود و از آنجا وارد بطن می‌شود. خون تیره بطن (نه بطن‌ها) ابتدا وارد یک مخروط سرخرگی و سپس وارد سرخرگ شکمی می‌شود. خون تیره از طریق سرخرگ شکمی (از عقب به جلو) به مویرگ‌های آبششی می‌رود و در آنجا پس از تبادل گازها و دفع مقداری آمونیاک خون روشن از طریق سرخرگ پشتی مستقیماً به اندام‌ها (مغز، کبد، کلیه و ..... ) می‌رود.

نکته ۱: ماهیان بالغ و نوزاد دوزیستان آبشش دارند. تبادل گاز از طریق سطوح آبشش، بسیار کارآمد است. جهت حرکت خون در مویرگ‌ها، و عبور آب در طرفین تیغه‌های آبششی، برخلاف یکدیگر است. مویرگ‌های آبششی دو انتهای سرخرگی دارند، خون از طریق سرخرگ شکمی وارد آبشش و از طریق سرخرگ پشتی از آن خارج می‌شود. خارهای آبششی از خروج مواد غذایی از شکاف آبششی جلوگیری می‌کنند.

نکته ۲: مقایسه ی سرخرگ شکمی و سرخرگ پشتی در ماهی: (۱) سرخرگ شکمی خون تیره را از بطن (نه بطن‌ها) خارج می‌کند و به دستگاه تنفس می‌برد (و جهت جریان خون در آن عقب به جلو است) (۲) سرخرگ پشتی خون روشن را از مویرگ‌های آبششی (سطوح تنفسی) به اندام‌ها منتقل می‌کند. (و جهت جریان خون در آن جلو به عقب است) (۳) فشار خون سرخرگ شکمی از سرخرگ پشتی بیشتر است. (۴) فشار اکسیژن در سرخرگ پشتی بیشتر از سرخرگ شکمی است. ولی در هر دو بیشتر ظرفیت هموگلوبین با اکسیژن اشباع شده است. (۵) ماهیان دریایی می‌توانند برخی از یونها (مانند آمونیاک) از طریق یاخته‌های آبشش دفع کنند برای همین آمونیاک سرخرگ پشتی کمتر از شکمی است.





**نکته ۳:** دقت کنید که سرخرگ پشتی ماهی در دو انتهای خود مویرگ دارد و سرخرگ‌هایی که به مغز و کلیه و خط جانبی و باله‌های ماهی می‌رود (به جز مویرگ‌های آبششی) از سرخرگ پشتی منشعب می‌شوند.

**نکته ۴:** توجه کنید که در ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان مویرگ‌های آبششی دو انتهای سرخرگی دارند.

**نکته ۵:** از درون قلب ماهی و نوزاد دوزیستان خون تیره عبور می‌کند. ولی توجه کنید که میوکارد قلب از خون روشن تغذیه می‌کند.

**نکته ۶:** از قلب همه مهره‌داران خون تیره عبور می‌کند. از قلب ماهی و نوزاد قورباغه فقط خون تیره عبور می‌کند. از قلب دوزیستان بالغ و خزندگان، پرندگان و پستانداران هم خون تیره و هم خون روشن عبور می‌کند. حشرات و صد پایان تنفس نایدیسی دارند و دستگاه گردش مواد، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارد، بنابراین خون تیره و روشن ندارند.

**نکته ۷:** در گردش خون ساده بر خلاف گردش خون مضاعف:

۱) در گردش خون ساده مثل ماهی‌ها و نوزاد دوزیستان، خون، ضمن یک بار گردش در بدن، یک بار از قلب دو حفره‌ای آن عبور می‌کند. مزیت این سیستم، انتقال یکباره خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های اندام‌ها است. در گردش خون مضاعف که در سایر مهره‌داران دیده می‌شود، خون ضمن یک بار گردش در بدن، دو بار از قلب عبور می‌کند. در این سامانه، قلب به صورت دو تلمبه عمل می‌کند: یک تلمبه با فشار کمتر برای تبادلات گازی و تلمبه دیگر با فشار بیشتر برای گردش عمومی، فعالیت می‌کند.

۲) در گردش خون ساده، تمام خونی که از قلب خارج می‌شود ابتدا به سطوح تنفسی می‌رود. ولی در گردش خون مضاعف خونی که قلب را ترک می‌کند هم به سطوح تنفسی و هم به اندام‌ها می‌رود.

۳) در گردش خون ساده، خونی که دستگاه تنفس را ترک می‌کند مستقیماً به مویرگ‌های اندام‌ها می‌رود یعنی ابتدا وارد حفرات قلب نمی‌شود. ولی در گردش خون مضاعف خونی که سطوح تنفسی را ترک می‌کند ابتدا وارد دهلیز چپ (نه دهلیزها) می‌شود.

**نکته ۸:** رگ پشتی:

۱- در کرم خاکی رگ پشتی به صورت قلب اصلی عمل می‌کند و خون تیره مویرگ اندام‌ها را از قسمت‌های عقبی بدن به جلو می‌راند و وارد پنج جفت کمان رگی می‌کند. جهت جریان خون از عقب به جلو است.

۲- در ماهی سرخرگ پشتی خون روشن را از آبشش (نه شش) به سر و قسمت‌های پشتی منتقل می‌کند.

۳- در ملخ رگ پشتی خون را از انتهای بدن به سوی سر و سایر قسمت‌ها می‌راند. (عقب به جلو)

**نکته ۹:** سرخرگ شکمی: ۱- در کرم خاکی خون را از قلب به قسمت‌های انتهایی بدن منتقل می‌کند ۲- ماهی سرخرگ شکمی خون تیره را از مخروط سرخرگی به دستگاه تنفس (آبشش) منتقل می‌کند ۳- توجه کنید که ملخ رگ شکمی ندارد.

**نکته ۱۰:** تمام مهره‌داران و برخی بی‌مهرگان سامانه گردش بسته دارند.

دقت کنید که هر جاندار که گردش خون بسته دارد الزاماً مهره‌دار نیست، کرم خاکی جانور بی‌مهره است ولی گردش خون بسته دارد. بنابراین برخی جاندارانی که سامانه گردش بسته دارند فاقد معده و فاقد استخوان هستند و قلب پشتی و تنفس پوستی دارند (مانند کرم خاکی).



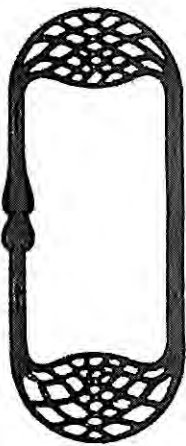
سامانه‌ی گردش خون در دوزیستان بالغ و خزندگان و پرنندگان و پستانداران مضاعف است.

- ۱- گردش خون ششی (کوچک) : از بطن راست خون تیره از طریق دریچه سینی ششی وارد سرخرگ ششی شده و پس از تبادل گازها خون روشن از طریق سیاهرگ های ششی به دهلیز چپ بر میگردد.
- ۲- گردش خون عمومی (بزرگ) : از بطن چپ خون روشن از طریق دریچه سرخرگی ( سینی آئورتی ) وارد سرخرگ آئورت می شود و به تمام بدن خون می دهد سپس خون تیره اندامها به دهلیز راست می ریزد.

**نکته ۱:** سامانه گردش‌ی مضاعف، از دوزیستان به بعد، شکل گرفته است. دوزیستان بالغ، قلب سه‌حفره‌ای با دو دهلیز و یک بطن دارند. که بطن (نه بطن‌ها)، خون را یک بار به شش‌ها و پوست و سپس به بقیه بدن تلمبه می‌کند. خون دهلیز چپ به آن‌ها روشن‌تر از خون بطن و خون بطن‌ها روشن‌تر از خون دهلیز راست است. بخشی از خون دهلیز راست پس از ورود به بطن می‌تواند ابتدا وارد آئورت شود. و بخشی از خون دهلیز چپ پس از ورود به بطن می‌تواند وارد سرخرگ ششی شود.

**نکته ۲:** در دوزیستان، بیشتر تبدلات گازی از طریق پوست است. پوست دوزیستان ساده‌ترین ساختار در اندام‌های تنفس مهره‌داران است. در قورباغه‌ها، شبکه مویرگی یکنواخت و وسیعی در زیر پوست قرار دارد که تبادل گازها را با محیط آسان می‌کند. ماده مخاطی لغزنده که پوست دوزیستان را مرطوب نگه می‌دارد، به افزایش کارایی تنفس پوستی کمک می‌کند. در دوزیستان خونی که سطوح تنفسی را ترک می‌کند می‌تواند ابتدا وارد دهلیز راست (خون مویرگ‌های پوست) و می‌تواند ابتدا وارد دهلیز چپ (خون سیاهرگ ششی) شود.

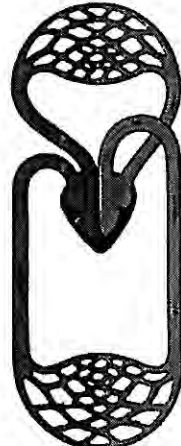
**نکته ۳:** قورباغه‌ای که قلب دو حفره‌ای دارد، قطعاً نابالغ است و تنفس آبششی دارد و از درون قلب آن خون تیره عبور می‌کند، و گردش خون ساده دارد، چون نوزاد است بنابراین توانایی تولید گامت و میوز و لقاح ندارد.



ماهی  
قلب دو حفره‌ای،  
گردش خون ساده



دوزیست  
قلب سه حفره‌ای،  
گردش خون مضاعف



پستاندار  
قلب چهار حفره‌ای،  
گردش خون مضاعف



**نکته ۵:** جدایی کامل بطن‌ها در همی‌پستانداران و پرندگان و برخی خزندگان (مثل کروکودیل) 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.

**نکته ۶:** هر جانداری که گردش خون مضاعف دارد قطعاً مهره‌دار و دارای اسکلت استخوانی است و یک عدد طناب عصبی پشتی دارد. برخی لقاح خارجی دارند (دوزیستان) ولی بیشتر لقاح داخلی دارند. برخی می‌توانند از تخمک لقاح نیافته (بکرزایی) به وجود آیند (مانند برخی خزندگان). برخی می‌توانند مننژ سه لایه و دیافراگم داشته باشند (همه ی پستانداران)

**نکته ۷:** مهره‌دارانی که لقاح خارجی دارند می‌توانند گردش خون ساده و قلب دوحفره‌ای و آبشش‌های داخلی داشته باشند. (مانند ماهی‌ها) و یا می‌توانند گردش خون مضاعف و قلب سه حفره‌ای و تنفس پوستی و ششی داشته باشند. (مانند دوزیستان)

**نکته ۷:** مهره‌دارانی که لقاح داخلی دارند می‌توانند قلب .....



- ۱- اگر رگ دست انسانی بریده شود ..... قبل از ..... است؟
- (۱) ترشح پروترومبیناز از سلول‌های آسیب دیده - تولید فیبرینوژن  
(۲) انقباض ماهیچه‌های دیواره‌ی مویرگ‌ها - برخورد پلاکت‌ها به بافت پیوندی  
(۳) ترشح ترومبین از سلول‌های آسیب دیده - تشکیل فیبرین  
(۴) چسبیدن پلاکت‌ها به هم و ایجاد درپوش - تشکیل فیبرین
- ۲- چند مورد می‌تواند زمان انعقاد خون را افزایش می‌دهد؟
- الف) کم کاری پاراتیروئید  
ب) افزایش کلسی تونین از تیروئید  
ج) افزایش فعالیت ماستوسیت‌ها  
د) حساسیت به گلوتن  
ه) جهش در ژنی واقع در کروموزوم X
- ۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶ (۴)
- ۳- کدام عبارت در انسان به درستی بیان شده است؟
- (۱) پلاکت‌ها از تقسیم میتوز ماکاروبوسیت‌ها به وجود می‌آیند.  
(۲) اریتروپویتین تقسیم گویچه‌های قرمز را افزایش می‌دهد.  
(۳) پلاکت‌ها فاقد ژن فاکتور هشت انعقادی هستند.  
(۴) پروتئین D در غشاء گلبول قرمز ساخته می‌شود.
- ۴- چند مورد در ارتباط با همه اندام‌های یک فرد سالم درست است که توانایی تولید اریتروپویتین را دارند؟
- الف) گلوکز را فقط از طریق رگ‌هایی که ضخامت لایه ماهیچه‌ای و پیوندی بطور معناداری بیشتر است، دریافت می‌کنند.  
ب) مویرگ‌های ناپوسته دارند و در تخریب یاخته‌های خونی آسیب دیده و مرده نقش دارند.  
ج) آمونیاک را از طریق ترکیب آن با کربن‌دی‌اکسید به اوره تبدیل می‌کند.  
د) خون غنی از کربن‌دی‌اکسید که آن‌ها را ترک می‌کند از طریق یک سیاهرگ به قلب وارد می‌شود.
- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ (۴)
- ۵- در پی مرگ گلبول‌های قرمز در یک فرد بالغ ، کدام اتفاق روی می‌دهد؟
- (۱) تجزیه کامل هموگلوبین توسط سلول‌های کبد و طحال  
(۲) انتقال آهن به کبد و یا مغز استخوان‌های پهن  
(۳) تولید ماده رنگی در کیسه صفرا  
(۴) تجزیه هموگلوبین بدون مصرف انرژی زیستی
- ۶- کدام در ارتباط با همه گویچه‌های قرمز یک فرد سالم درست است؟
- (۱) در خون هسته خود را از دست می‌دهند و میان‌یاخته آن‌ها از هموگلوبین پر می‌شود.  
(۲) ویتامین B<sub>۱۲</sub> و فولیک اسید برای تقسیم طبیعی آن‌ها لازم است  
(۳) توانایی مصرف اکسیژن و تولید کربن‌دی‌اکسید را ندارند.  
(۴) ضمن اکسایش پیرووات، استیل کوآنزیم A تولید می‌کنند.
- ۷- چند مورد، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ «آنزیم کربنیک اتیدراز در گلبول قرمز فقط .....»
- الف) پیوند پپتیدی منجر به ثبات نسبی و پایداری ساختار آن می‌شود.  
ب) یکی از یون‌های حاصل از تجزیه فرآورده آن قادر به اتصال به هموگلوبین می‌باشد.  
ج) نسبت به تغییرات شدید pH محیط حساس است.  
د) نوعی واکنش آپکافت را به انجام می‌رساند.
- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ (۴)
- ۸- بطور معمول، کدام ویژگی مربوط به نوعی ترکیب شیمیایی است که منشأ ماده اصلی رنگی صفرا محسوب می‌شود؟
- (۱) شکل فضایی آن تحت تاثیر پروتئاز تغییر می‌کند.  
(۲) با اتصال به یکی از یون‌های حاصل از تجزیه فرآورده آنزیم کربنیک‌انیدراز مانع افزایش pH خون می‌شود.  
(۳) برخلاف میوگلوبین ساختار نهایی هر زنجیره آن به شکل ساختار چهارم است.  
(۴) در پی هر بار فعالیت مجدد تولید می‌شود.
- ۹- چند مورد صحیح است؟ در یک فرد سالم اندامی که توانایی تولید اریتروپویتین را دارد می‌تواند .....
- الف) گلوکز را از طریق رگ‌هایی که ضخامت لایه ماهیچه‌ای و پیوندی بطور معناداری کمتر است، دریافت کند.  
ب) مویرگ‌های ناپوسته داشته باشد و در تخریب یاخته‌های خونی آسیب دیده و مرده نقش داشته باشد.  
ج) همانند بافت چربی لیپیدهای کیلومیکرون‌ها را در خود ذخیره کند.  
د) با تولید آنزیمی، باعث افزایش بازجذب آب در نفرون و افزایش فشار خون شود.
- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ (۴)
- ۱۰- چند مورد صحیح است؟ در یک فرد اندامی که در آن تخریب یاخته‌های خونی آسیب‌دیده انجام می‌گیرد می‌تواند .....
- الف) انواعی از مولکول‌های لیپوپروتئینی که لیپیدها را در خون به بافت‌ها منتقل می‌کنند را تولید کند.  
ب) خون تیره که مویرگ‌های ناپوسته آن را ترک می‌کند از طریق سیاهرگ باب وارد کبد کند.  
ج) آمونیاک را از طریق ترکیب آن با کربن‌دی‌اکسید به اوره تبدیل کند.  
د) با تقسیم برخی یاخته‌های دفاعی خط سوم، سلول‌های پادتن‌ساز تولید کند.
- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ (۴)
- ۱۱- چند مورد صحیح است؟ «در انسان نوعی بیماری ، .....»
- الف) غدد درون‌ریز می‌تواند سبب افزایش آب میان‌بافتی شود.  
ب) گوارشی می‌تواند در کاهش اکسیژن‌رسانی به سلول‌ها مؤثر باشد.  
ج) خودابمنی می‌تواند باعث تغییر در فشار اسمزی خون شود.  
د) غدد درون‌ریز می‌تواند سبب ناتوانی در انعقاد خون شود.
- ۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ (۴)
- ۱۵- کدام عبارت، در مورد یاخته‌های خونی که دانه‌های روشن ریز دارند، نادرست است؟
- (۱) منشأ میلوئیدی دارد، هسته چند قسمتی و در سینتوپلاسم خود لیزوزوم دارند.  
(۲) از نیروهای واکنش دهنده سریع هستند و با دایبند خود را از خون به بافت‌ها می‌رسانند



- ۳) مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند، برای همین چابک هستند هم در خون و هم در یافت بیگانه‌خواری می‌کنند.  
 ۴) پس از مواجه شدن با آنتی‌ژن خاصی با تقسیم میتوز سلول خاخره تولید می‌کنند.  
 ۱۷- کدام عبارت، در مورد یاخته‌های خونی که هسته دو قسمتی دمبلی دارند، نادرست است؟  
 ۱) منشأ میلوئیدی دارند، سیتوپلاسم (میان یاخته) آن‌ها دارای دانه‌های تیره است.  
 ۲) به جای بیگانه‌خواری، محتویات دانه‌های خود را به روی کرم انگل می‌ریزند.  
 ۳) توانایی دیپلزد دارند و در واکنش‌های عمومی اما سریع می‌توانند یاخته‌های خودی را از بیگانه تشخیص دهند.  
 ۴) دانه‌های این یاخته دارای مواد گشاد کننده رگ و ضد انعقاد خون هستند.

- ۲۰- در ماهی خاردار ..... انسان ، خون خارج شده از ..... ، ابتدا به ..... وارد می‌شود.  
 ۱) مانند - روده - قلب (۲) مانند - قلب - روده (۳) برخلاف - دستگاه تنفس - مغز (۴) برخلاف - دستگاه تنفس - قلب  
 ۲۲- ..... در ماهی مانند ..... در انسان ، ..... منتقل می‌کند.

- ۱) سرخرگ پشتی - آئورت - خون روشن را از قلب به اندام‌ها  
 ۲) سرخرگ شکمی - سرخرگ ششی - خون تیره را از قلب به دستگاه تنفس  
 ۳) سرخرگ شکمی - سیاهرگ ششی - خون تیره را از قلب به دستگاه تنفس  
 ۴) سرخرگ پشتی - سرخرگ ششی - خون را از قلب به دستگاه تنفس  
 ۲۳- چند مورد در ارتباط با گردش خون ملخ درست است؟  
 الف) خون غنی از گازهای تنفسی توسط چند منفذ به قلب وارد می‌شود.  
 ب) همولنف از طریق منافذ دریچه دار قلب، در اختیار سلول‌ها قرار می‌گیرد.  
 ج) قلب لوله‌ای همولنف را به نواحی جلویی بدن می‌راند.  
 د) یک رگ شکمی، همولنف را به نواحی عقبی بدن هدایت می‌کند.  
 ۱) (۱) ۲) (۲) ۳) (۳) ۴) (۴)

- ۲۵- چند عبارت زیر نادرست محسوب می‌شود؟  
 الف) هورمونی که از کلیه و کبد ترشح می‌شود، تقسیم گویچه‌های قرمز خون را افزایش می‌دهند.  
 ب) ضخامت بافت پوششی سرخرگ کلیه نسبت به سیاهرگ کلیه بطور معناداری بیشتر است.  
 ج) همه مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی پیوسته و فاقد منفذ هستند.  
 د) درون هر یاخته ماهیچه‌ای دیافراگم بیشتر اکسیژن به صورت متصل به هموگلوبین حمل می‌شود.  
 ۱) (۱) ۲) (۲) ۳) (۳) ۴) (۴)

- ۲۶- چند مورد در ارتباط با همه سلول‌های پیکری یک فرد سالم درست است که توانایی هیدرولیز گلیکوژن را دارند؟  
 الف) گلوکز را فقط از طریق رگ‌های پر اکسیژن می‌گیرند  
 ب) آمونیاک را از طریق ترکیب آن با کربن‌دی‌اکسید به اوره تبدیل می‌کنند.  
 ج) ژن‌های مسئول تعیین جنسیت را دارند  
 د) توانایی تولید بیلی‌روبین را دارند.  
 ۱) (۱) ۲) (۲) ۳) (۳) ۴) (۴)

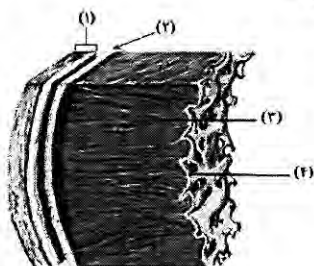
- ۲۷- سامانه‌ی دفاعی در زنبور برخلاف سامانه‌ی دفاعی در کرم خاکی چه مشخصه‌ای دارد؟  
 ۱) به روده تخلیه می‌شود.  
 ۲) در دو انتها باز است.  
 ۳) نزدیک به انتها به صورت مثانه در آمده است.  
 ۴) در بخشی از طول یا شبکه‌ی مویرگی ارتباط دارد.  
 ۲۸- در یاخته کناری معده، به منظور تغییر محصول نهایی قند کافت (گلیکولیز) و ورود آن به چرخه‌ی کربس لازم است تا این محصول ابتدا .....  
 ۱) در راکیزه (میتوکندری)،  $CO_2$  تولید کند.  
 ۲) در درون راکیزه (میتوکندری)، به گوازیم A متصل شود.  
 ۳) در ماده‌ی زمینه‌ی میان یاخته (سیتوپلاسم)،  $NADH$  بسازد.  
 ۴) در غشای خارجی راکیزه (میتوکندری)،  $ATP$  تولید نماید.

- ۲۹- سامانه‌ی گردش مضعف برای نخستین‌بار در گروهی از جانوران شکل گرفت. کدام ویژگی، درباره‌ی این گروه از جانوران نادرست است؟  
 ۱) هوا به وسیله‌ی مکش حاصل از فشار منفی به شش‌های آن‌ها وارد می‌شود.  
 ۲) لاروی آن‌ها دارای آبشش‌های خارجی بیرون‌زده از سطح بدن است.  
 ۳) در شرایطی، باز جذب آب از مثانه‌ی آن‌ها به خون افزایش می‌یابد.  
 ۴) بیشتر تبادل‌گازی آن‌ها، از طریق پوست انجام می‌گیرد.

- ۳۰- چند مورد، در ارتباط با کلیه‌های یک فرد سالم صحیح است؟  
 الف) در پی حضور نوعی ترکیب شیمیایی در خون، از حجم ادرار وارد شده به مثانه کاسته می‌شود.  
 ب) سرخرگ آوران در اطراف بخش‌های مختلف گردبزه (نفرون) منشعب می‌شود.  
 ج) نوعی ترشح درون‌ریز به طور حتم بر دومین مرحله‌ی ساخت ادرار تأثیرگذار است.  
 د) به محض ورود مواد به اولین بخش گردبزه (نفرون) فرایند بازجذب آغاز می‌شود.  
 ۱) (۱) ۲) (۲) ۳) (۳) ۴) (۴)

- ۳۱- کدام عبارت، در ارتباط با شبکه‌های یاخته‌های عصبی دستگاه عصبی روده‌ای لوله‌ی گوارش انسان درست است؟  
 ۱) فقط در لایه‌ی ماهیچه‌ای دیواره‌ی روده نفوذ می‌کند.  
 ۲) فقط میزان ترشح را در بخش روده تنظیم می‌نماید.  
 ۳) می‌تواند مستقل از دستگاه عصبی خودمختار فعالیت کند.  
 ۴) به ندرت تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار قرار می‌گیرد.

- ۳۲- مطابق شکل زیر، کدام عبارت صحیح است؟  
 ۱) بخش ۲ برخلاف بخش ۳، با رشته‌های عصبی در ارتباط است.  
 ۲) بخش ۱ همانند بخش ۲، بیش از یک نوع رشته پروتئینی دارد.  
 ۳) بخش ۳ همانند بخش ۴، ساختاری حاوی صفحات بینابینی دارد.  
 ۴) بخش ۴ برخلاف بخش ۱، یاخته‌هایی با فضا‌های بین‌یاخته‌ای اندک دارد.





۳۳- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ «در ..... ، ساختاری که به ذخیره‌ی غذا کمک می‌کند و به جانور امکان می‌دهد تا با دفعات کم‌تر تغذیه، انرژی موردنیاز خود را تأمین کند، .....»

- (۱) ملخ - در بالای غده ترشح‌کننده‌ی آمیلاز قرار دارد.  
 (۲) گوسفند - تا حدود زیادی به آب‌گیری مواد غذایی می‌پردازد.  
 (۳) کرم خاکی - دندان‌هایی برای خرد کردن بیشتر مواد غذایی دارد.  
 (۴) پرند دانه‌خوار - مواد غذایی را ابتدا به بخش عقبی معده وارد می‌نماید.

۳۴- کدام عبارت، نادرست است؟

- (۱) در جنین انسان، همه‌ی یاخته‌های خونی از یاخته‌های بنیادی مغز استخوان به وجود می‌آیند.  
 (۲) در یک فرد بالغ،  $pH$  خون می‌تواند توسط پروتئینی حاوی چهار رشته‌ی پلی‌پپتیدی تنظیم شود.  
 (۳) در یک فرد بالغ، یاخته‌های بنیادی مغز استخوان می‌تواند منشأ انواع مختلف یاخته‌های خونی باشد.  
 (۴) در جنین انسان، یک نوع یاخته‌ی بنیادی می‌تواند در تولید قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته‌ی سه‌پیم باشد.
- ۳۵- نوعی یاخته‌ی خونی که هسته‌ی دوقسمتی روی هم افتاده و میان یاخته‌ای (سیتوپلاسمی) با دانه‌های تیره دارد، .....  
 (۱) می‌تواند پس از شناسایی آنتی‌ژن به سرعت تکثیر شود.  
 (۲) می‌تواند پس از تغییر، به نوعی درشت‌خوار تبدیل شود.  
 (۳) در مواردی باعث می‌شود تا دستگاه ایمنی به مواد بی‌خطر واکنش نشان دهد.  
 (۴) در مواردی، به کمک نوعی بسیار (پلیمر) خود، مرگ برنامه‌ریزی‌شده‌ای را به راه می‌اندازد.

۳۶- کدام مورد، درباره‌ی هر تار ماهیچه‌ی اسکلتی بدن انسان صحیح است؟

- (۱) بیشتر انرژی خود را به روش هوازی به دست می‌آورد.  
 (۲) از به هم پیوستن چند یاخته در دوران جنینی ایجاد شده است.  
 (۳) بیشتر انرژی لازم برای انقباض آن از کرانین فسفات به دست می‌آید.  
 (۴) مقدار زیادی میوگلوبین دارد و انرژی خود را به گندیدگی از دست می‌دهد.

۳۷- کدام عبارت، در ارتباط با سیستم ایمنی بدن انسان صحیح است؟

- (۱) همه‌ی یاخته‌های دندریتی، همواره در درون خون فعالیت می‌کنند.  
 (۲) همه‌ی یاخته‌های سرطانی، توسط سومین خط دفاعی نابود می‌شوند.  
 (۳) همه‌ی عوامل بیماری‌زا، با بیگانه‌خواری گویچه‌های سفید از بین می‌روند.  
 (۴) همه‌ی یاخته‌های قادر به ترشح اینترفرون II ، می‌توانند از خون خارج شوند.

۳۸- کدام عبارت، در ارتباط با مراحل انقباض در یک یاخته‌ی ماهیچه‌ی دوزنقه‌ای بدن انسان نادرست است؟

- (۱) به دنبال سست شدن اتصال سر میوزین به اکتین،  $ATP$  به  $ADP$  تجزیه می‌گردد.  
 (۲) با چسبیدن یک مولکول  $ATP$  به سر میوزین، اتصال سر میوزین با رشته‌ی اکتین سست می‌شود.  
 (۳) به دنبال اتصال یک گروه فسفات به مولکول  $ADP$  موجود در سر میوزین، طول ماهیچه کوتاه می‌شود.  
 (۴) در زمانی که سر میوزین، رشته‌ی اکتین را به همراه خود به حرکت در می‌آورد، مولکول  $ADP$  رها گردیده است.

۳۹- برای تعیین سرعت و ترکیب شیرهای پرورده‌ی گیاه می‌توان از نوعی جاندار استفاده کرد. کدام ویژگی، درباره‌ی این جاندار صادق است؟

- (۱) مغز آن، از چند گره‌ی مجزا تشکیل شده است.  
 (۲) همولنف آن از طریق منافذ در پیچه‌دار به قلب باز می‌گردد.  
 (۳) دهانه‌ی قیف مزک‌دار سامانه‌ی دفعی آن، مستقیماً با مایعات بدن ارتباط دارد.  
 (۴) تنفس آن از طریق برجستگی‌های کوچک و پراکنده‌ی پوستی صورت می‌گیرد.

۴۰- چند مورد عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟

«در انسان، انجام ..... عضلات بدن، متأثر از بخش ..... دستگاه عصبی محیطی است و این بخش در تنظیم ترشح غده فاقد نقش است.»

- (الف) همه‌ی حرکات ارادی - پیکری  
 (ب) همه‌ی حرکات غیرارادی - خودمختار  
 (ج) فقط بعضی از حرکات ارادی - خودمختار  
 (د) فقط بعضی از حرکات غیرارادی - پیکری
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۴۱- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ «در انسان، به منظور انجام هر نوع عمل ..... ، ماهیچه یا ماهیچه‌های .....»

- (۱) دم - گردن، به افزایش حجم قسمتی سینه کمک می‌نماید.  
 (۲) بازدم - بین دنده‌ای داخلی، به انقباض در می‌آیند.  
 (۳) دم - دیافراگم، از حالت گنبدی خارج می‌شود.  
 (۴) بازدم - شکمی، از نظر طول کوتاه می‌شود.
- ۴۲- در یک فرد بالغ، آهن آزاد شده از هموگلوبین در داخل اندامی از بدن که خون لوله‌ی گوارش ابتدا به آن وارد می‌شود، ذخیره می‌گردد، چند مورد، درباره‌ی این اندام صحیح است؟

- (الف) در تولید کلاسترول نقش دارد.  
 (ب) بر سرعت تولید یاخته‌های قرمز خون تأثیرگذار است.  
 (ج) از طریق یاخته‌های بنیادی خود، گویچه‌های قرمز را تولید می‌نماید.  
 (د) قاصله‌ی یاخته‌های بافت پوششی در مویرگ‌های آن بسیار زیاد است.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۴۳- کدام عبارت، درباره‌ی هر ناقل عصبی تحریک‌کننده‌ی ماهیچه‌های بدن انسان درست است؟

- (۱) پس از انتقال پیام، توسط آنزیم‌هایی تجزیه می‌گردد.  
 (۲) در پایانه‌ی اکسون یاخته‌ی پیش‌سیناپسی تولید می‌گردد.  
 (۳) به جایگاه ویژه‌ی خود در درون یاخته‌ی پس‌سیناپسی متصل می‌شود.  
 (۴) از طریق تأثیر بر نوعی پروتئین کانالی، باعث باز شدن آن می‌گردد.

۴ (۱)	۴ (۲)	۳ (۳)	۴ (۴)	۲ (۵)	۳ (۶)	۱ (۷)	۱ (۸)
۴ (۹)	۴ (۱۰)	۴ (۱۱)	۴ (۱۲)	۳ (۱۳)	۴ (۱۴)	۴ (۱۵)	۳ (۱۶)
۴ (۱۷)	۲ (۱۸)	۲ (۱۹)	۳ (۲۰)	۴ (۲۱)	۲ (۲۲)	۱ (۲۳)	۳ (۲۴)
۴ (۲۵)	۱ (۲۶)						