

### گفتار ۱: قلب

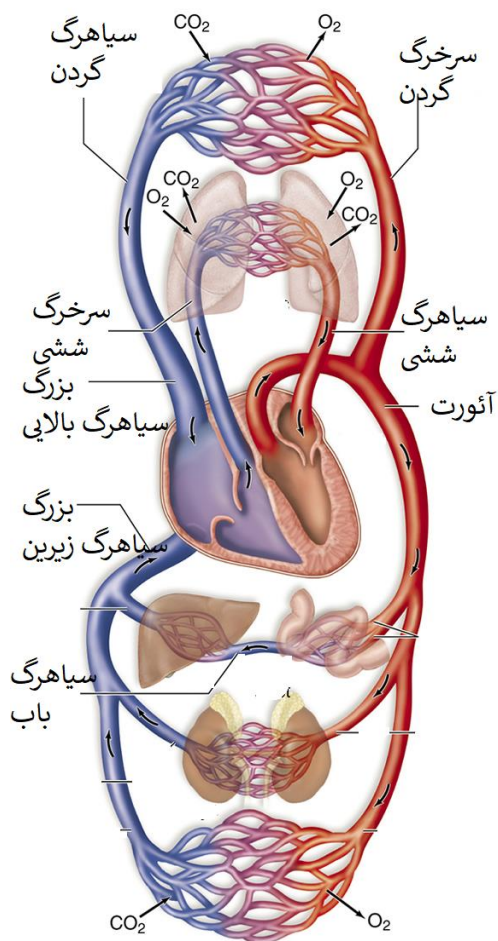
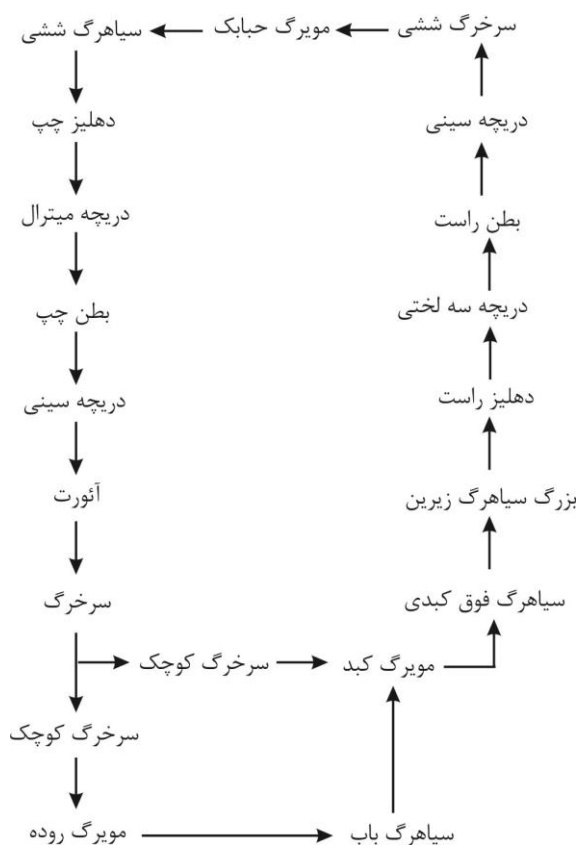
\* رگ‌های بند ناف (۲ سرخرگ تیره + یک سیاهرگ روشن) از لحاظ خون تیره و روشن شبیه رگ‌های گردش خون کوچک‌اند.

در سال‌های گذشته آموختید که دستگاه گردش مواد در انسان، از قلب، رگ‌ها و خون تشکیل شده است. در شکل ۱، بخش‌های قلب و رگ‌های متصل به آن را می‌بینید.

با گردش خون عمومی و ششی آشنا هستید. با توجه به شکل ۲، مسیر هر کدام را در بدن مشخص و هدف دو نوع گردش خون را با هم مقایسه کنید.

با توجه به آنچه قبلاً آموختید، در گروه‌های درسی خود در مورد پرسش‌های زیر با هم دیگر گفت‌وگو کنید و پاسخ مناسبی برای آن‌ها بیابید:

- هر کدام از دهلیزها خون را از کجا دریافت می‌کند؟
- هر کدام از بطن‌ها خون را به کجا می‌فرستد؟
- خون طرف چپ و راست قلب، با هم چه تفاوت‌هایی دارد؟
- ضخامت دیواره بطن‌های چپ و راست با هم متفاوت است، چرا؟



شکل ۱: گردش خون بزرگ و کوچک



**تست ۱:** در انسان تعداد رگ‌هایی که خون ..... به قلب وارد می‌کنند ..... برابر رگ‌هایی است که خون را ..... (۱) روشن - دو - تیره به شش‌ها می‌برند. (۲) روشن - دو - تیره به قلب می‌برند. (۳) تیره - سه - تیره به شش‌ها می‌برند. (۴) تیره - سه - روشن را از بطن‌ها خارج می‌کنند.

**پاسخ:**

گزینه «۱» صحیح است.



**تست ۲:** سرخرگ کرونری خون را از ..... خارج و سیاهرگ کرونری خون را به ..... وارد می‌کند.

- (۱) بطن چپ - دهلیز راست
- (۲) آئورت - دهلیز راست
- (۳) بطن چپ - بزرگ سیاهرگ بالای
- (۴) آئورت - بزرگ سیاهرگ بالای

**پاسخ:**

گزینه «۲» صحیح است.



**تمرین ۱:** به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- الف) تصلب شرایین به چه معنی است؟
- ب) در تشریح قلب گوسفند دیواره کدام بطن قطورتر است؟
- پ) طناب‌های ارتجاعی به کدام دریچه‌های قلبی متصل‌اند؟
- ت) منافذ سرخرگ‌های الکیلی در (بالای - زیر) ..... دریچه سینی قرار دارند.

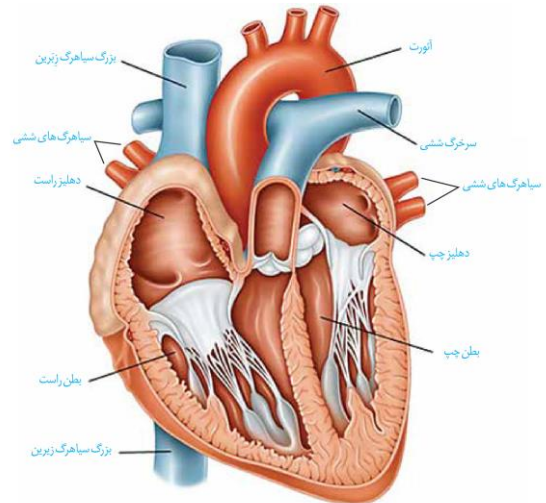
**پاسخ:**

الف - سخت شدن دیواره‌ی رگ‌های الکیلی

ب - چپ

پ - دولختی و سه لختی

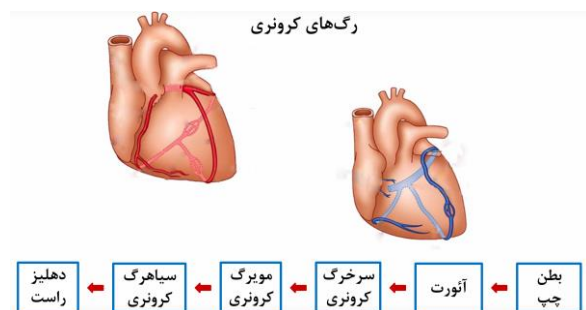
ت - بالای



شکل ۲: بخش‌های قلب و رگ‌های متصل به آن

### تأمین اکسیژن و مواد مغذی قلب

اگر چه خونی که از درون قلب عبور می‌کند، مواد مغذی و اکسیژن زیاد دارد ولی قلب نمی‌تواند با آن، نیازهای تنفسی و غذایی خود را برطرف کند. به همین دلیل ماهیچه‌ی قلب با رگ‌های ویژه‌ای **به نام الکیلی** که از **سرخرگ آئورت** انشعاب گرفته است، تغذیه می‌شود. این رگ‌ها پس از رفع نیاز یاخته‌های قلبی، با هم یکی می‌شوند و به صورت سیاهرگ به **دهلیز راست** متصل می‌شوند. بسته شدن این رگ‌ها توسط لخته یا سخت شدن دیواره‌ی آن‌ها (**تصلب شرایین**)، ممکن است باعث سکته یا حمله‌ی قلبی شود؛ چون در این حالت **به بخشی از ماهیچه‌ی قلب، اکسیژن نمی‌رسد و یاخته‌های آن می‌میرند** (شکل ۳).

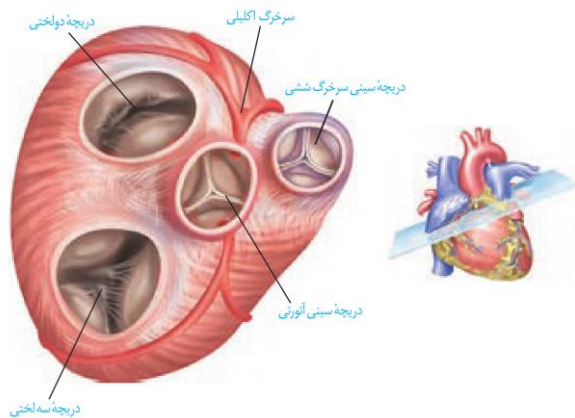


شکل ۳: رگ‌های کرونری

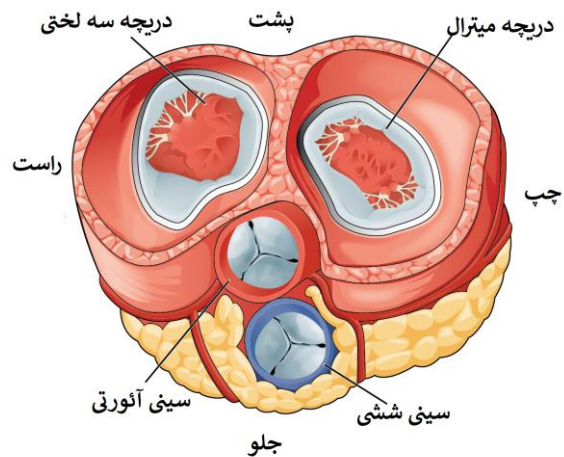
**دریچه‌های قلب:**

وجود دریچه‌ها در هر بخشی از دستگاه گردش مواد باعث یک‌طرفه شدن جریان خون در آن قسمت می‌شود. 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. ساختار خاص دریچه‌ها و تفاوت فشار در دو طرف آن‌ها، باعث باز یا بسته شدن دریچه‌ها می‌شود.

بین دهلیز و بطن در هر طرف قلب، دریچه‌ای هست که در هنگام انقباض بطن؛ از بازگشت خون به دهلیز، جلوگیری می‌کند. دریچه 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. در ابتدای سرخرگ‌های خروجی از بطن‌ها، دریچه‌های سینی قرار دارند که از بازگشت خون به بطن جلوگیری می‌کنند (شکل ۴).



شکل ۴: دریچه‌های قلب



**تمرین ۲:** کدام می‌تواند جمله را به‌طور مناسب تکمیل کند؟  
«هر گاه دریچه‌های .....»  
\* دو لختی و سه لختی باز باشند قطعاً قلب در وضعیت دیاستول است.  
\* سینی بسته باشند قطعاً قلب در وضعیت دیاستول است.

**پاسخ:**

دوره قلبی	۰/۳s	۰/۱s	۰/۴s
دهلیزها	استراحت	انقباض	استراحت
بطن‌ها	انقباض	استراحت	استراحت
دریچه‌های دو لختی و سه لختی	بسته	باز	باز
دریچه‌های سینی	باز	بسته	بسته



**تمرین ۳:** به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.  
الف) کدام دریچه سینی به دریچه دو لختی نزدیک‌تر است؟  
ب) سرخرگ‌های اکلیلی موقع سیستول قلب خون می‌گیرند یا دیاستول قلب؟  
پ) دورترین دریچه به دریچه سه لختی مانع ورود خون به کدام حفره قلب می‌شود؟  
ت) از سطح بالای قلب، تعداد انشعابات کدام سرخرگ اکلیلی بیش‌تر است راست یا چپ؟

**پاسخ:**

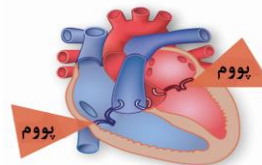
- الف- آئورتی
- ب- دیاستول
- پ- بطن راست
- ت- چپ

## صداهای قلب:

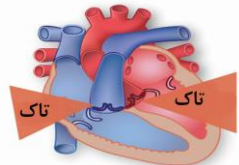
اگر گوش خود را به سمت چپ قفسه سینه کسی بچسانید یا گوشی پزشکی را روی قفسه سینه خود یا شخصی دیگر قرار دهید، صداهای قلب را می شنوید. صداهای قلب مربوط به بسته شدن دریچه‌ها است و از لحاظ پزشکی، نوع صدا و نظم آن‌ها، بسیار معنی‌دار است.

قلب در حالت طبیعی دو نوع صدا دارد؛ صدای اول (پووم) قوی، گنگ و طولانی‌تر است و به بسته شدن دریچه‌های دو لختی و سه‌لختی هنگام شروع انقباض بطن‌ها مربوط است. صدای دوم (تاک) کوتاه‌تر و واضح و به بسته شدن 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. متخصصان با گوش دادن دقیق به صداهای قلب، از سالم بودن قلب آگاه می‌شوند. در برخی بیماری‌ها به‌ویژه اختلال در ساختار دریچه‌ها، بزرگ شدن قلب یا نقایص مادرزادی مثل کامل نشدن دیواره میانی حفره‌های قلب، ممکن است صداهای غیرعادی شنیده شود.

صدای اول



صدای دوم



شکل ۵: صداهای قلبی

## ساختار بافتی قلب:

قلب، اندامی ماهیچه‌ای همراه با کیسه‌ای محافظت‌کننده است این کیسه از دو لایه به نام پیراشامه (پریکارد) و برون‌شامه (اپی‌کارد) تشکیل شده است. در هر دو لایه بافت پیوندی رشته‌ای و بافت پوششی سنگ‌فرشی ساده وجود دارد که ممکن است در آنها بافت چربی نیز تجمع کند.

برون شامه به بافت ماهیچه‌ای قلب چسبیده است. بین پیراشامه و برون شامه فضایی هست که با مایعی آبکی (مایع آبشامه ای) پر شده است. این مایع نیز ضمن محافظت از قلب، به حرکت روان قلب کمک می‌کند.



تست ۳: بلافاصله پس از شنیدن صدای .....

- (۱) اول قلب، دریچه‌های میترال و سه‌لختی بسته می‌شوند.
- (۲) اول قلب، دهلیزها شروع به پر شدن می‌کنند.
- (۳) دوم قلب، دریچه‌های سینی شکل بسته می‌شوند.
- (۴) دوم قلب، مانعی برای ورود خون به بطن‌ها ایجاد می‌شود.

پاسخ:

گزینه «۲» صحیح است.



تمرین ۴: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف) صدای واضح قلب پس از ورود خون به بطن‌ها شنیده می‌شود.

ب) با شروع انقباض قلب صدای پووم شنیده می‌شود.

پ) هر صدای غیرعادی که از قلب شنیده می‌شود نشان از اختلال در ساختار دریچه‌هاست.

ت) از لحاظ پزشکی، نوع صداهای قلب و نظم آن‌ها، بسیار معنی‌دار است.

پاسخ:

الف- ن / ب- ص / پ- ن / ت- ص



تست ۴: چند مورد صحیح است؟

- \* پریکارد همانند اپی‌کارد دارای کلاژن است.
- \* پریکارد همانند میوکارد دارای کلاژن است.
- \* آندوکارد همانند اپی‌کارد دارای سلول‌های با فضای بین سلولی اندک است.

\* آندوکارد همانند پریکارد دارای سلول‌هایی با فضای بین سلولی اندک است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

پاسخ:

گزینه «۴» صحیح است.



**تمرین ۵:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

(الف) در میوکارد یاخته‌های ماهیچه‌ای دوکی شکل و تک هسته‌ای یافت می‌شود.

(ب) هر لایه‌ای که در تماس مستقیم با میوکارد باشد دارای بزرگ‌ترین بافت ذخیره‌کننده انرژی است.

(پ) صفحات بینابینی سبب می‌شود تا همه یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب همزمان منقبض شوند.

(ت) یاخته‌های میوکارد قلب همانند یاخته‌های صاف کوچک تک یا دو هسته‌ای می‌باشد.

**پاسخ:**

(الف) درست است، چون در لایه رگ‌های خونی حضور دارند و در ساختار رگ‌های خونی ماهیچه صاف شرکت دارد.

(ب) نادرست است، به دلیل وجود بافت چربی

(پ) نادرست است، به دلیل وجود بافت عایق میوکارد دهلیزها جدا از میوکارد بطن‌ها منقبض می‌شوند.

(ت) نادرست است، از لحاظ غیرارادی و کوچک بودن شبیه‌اند ولی از نظر دو هسته‌ای بودن متفاوت.



**تمرین ۶:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

(الف) اسکلت فیبری جزو (ضخیم‌ترین - بیرونی‌ترین) ..... لایه قلب است.

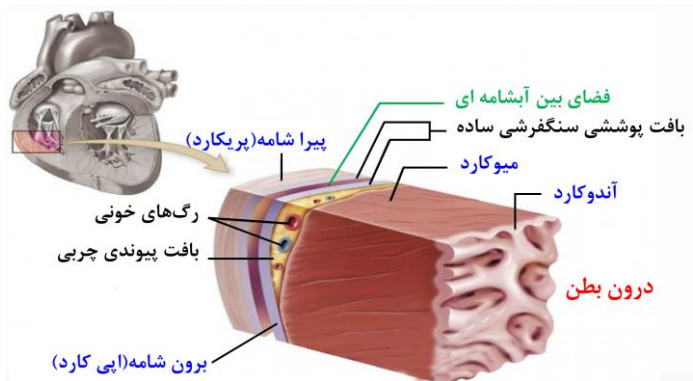
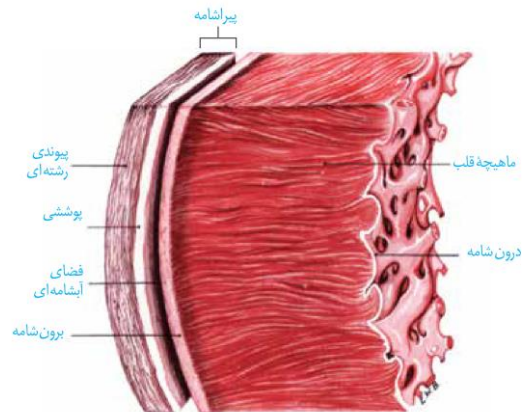
(ب) (همه - بسیاری) ..... از یاخته‌های ماهیچه قلب به کلاژن‌های چسبیده‌اند که در (یک جهت - جهات مختلف) ..... قرار گرفته‌اند.

(پ) در میوکارد (۳-۴) ..... نوع بافت اصلی یافت می‌شود.

(ت) دریچه میترال در قاعده خود اسکلت فیبری (دارد - ندارد) .....

**پاسخ:**

الف- ضخیم‌ترین / ب- بسیاری / پ - ۴ / ت- ندارد



شکل ۶: ساختار بافتی قلب

ضخیم‌ترین لایه قلب، ماهیچه قلب (میوکارد) است که عمدتاً از یاخته‌های بافت بافت ماهیچه‌ای قلبی تشکیل شده است. بین این یاخته‌ها، مقداری بافت پیوندی رشته‌ای به نام اسکلت فیبری 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 نیز در بین این یاخته‌ها پخش شده‌اند.

سطح داخلی حفره‌های قلبی توسط لایه‌ای نازک از بافت پوششی سنگفرشی ساده؛ به نام درون‌شامه (آندوکارد) پوشیده شده است. این لایه در تشکیل دریچه‌های قلب نیز شرکت می‌کند. دریچه‌های قلبی از یک قسمت مرکزی از جنس بافت پیوندی رشته‌ای تشکیل شده و در دو طرف با درون‌شامه پوشیده شده‌اند. دریچه‌ها در قاعده به اسکلت فیبری قلب، متصل شده‌اند.





**تمرین ۷:** با علامت + و - مشخص کنید که هر یک از لایه‌های قلب حاوی کدام موارداند؟

موارد	پیراشامه	برون شامه	میوکارد	آندوکارد
رتبه بندی از نظر ضخامت				
بافت پیوندی رشته‌ای				
بافت پوششی				
رشته‌های عصبی				
ماهیچه قلبی				

**پاسخ:**



**تمرین ۸:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف) در ماهیچه‌های قلبی (همانند- برخلاف) ..... ماهیچه‌های اسکلتی واحدهای انقباضی به‌طور (منظم- نامنظم) ..... قرار گرفته‌اند.

ب) صفحات بینابینی بافت ارتباط بین یاخته‌های نسبتاً (کوچک- بلند) ..... می‌شوند.

پ) در ساختار دریچه‌های میترال و سه‌لختی (۱-۲) ..... بافت اصلی شرکت دارد.

ت) (برخلاف- همانند) ..... پیام انقباض، پیام استراحت به سرعت بین یاخته‌های ماهیچه قلب منتشر (می‌شود- نمی‌شود) .....

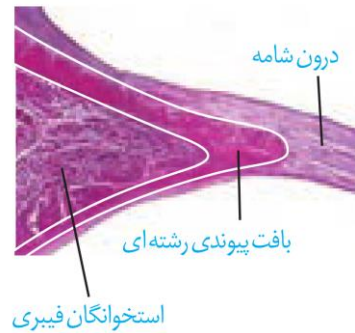
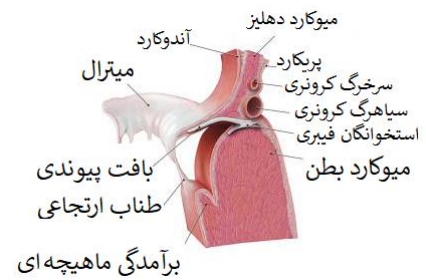
**پاسخ:**

الف- همانند - منظم

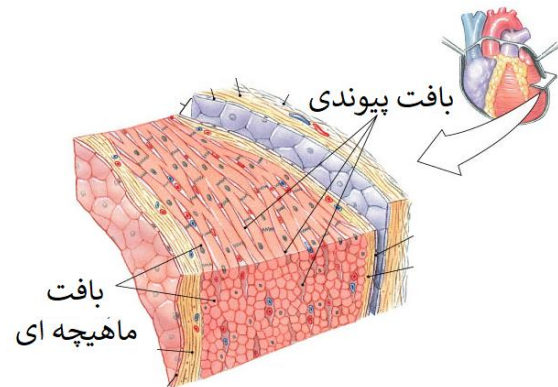
ب- کوچک

پ- ۲

ت- همانند- می‌شود.



شکل ۷: ساختار بافتی دریچه‌های قلب

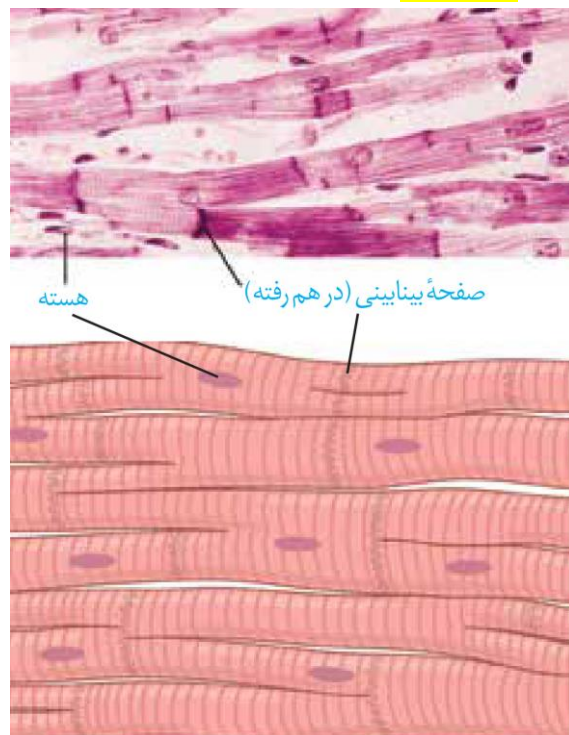


شکل ۸: ساختار بافتی قلب

### ساختار ماهیچه قلب:

همان‌طور که قبلاً خوانده‌اید، سه نوع بافت ماهیچه‌ای داریم اسکلتی، صاف و قلبی. ماهیچه قلبی، ترکیبی از ویژگی‌های ماهیچه اسکلتی و صاف دارد. همانند ماهیچه اسکلتی، دارای ظاهری مخطط است که در آن واحدهای انقباضی به‌طور منظم کنار هم قرار گرفته‌اند و انقباض آن‌ها در مجموع، باعث انقباض ماهیچه می‌شود. از طرف دیگر همانند یاخته‌های ماهیچه

صاف، به‌طور غیرارادی منقبض شده و یاخته‌های منفرد آن نسبتاً کوچک هستند و یک یا دو هسته دارند. یکی از ویژگی‌های یاخته‌های ماهیچه‌ای قلب ارتباط آن‌ها از طریق صفحات بینابینی (درهم‌رفته) 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 (شکل ۹). البته در محل ارتباط ماهیچه دهلیزها به ماهیچه بطن‌ها، بافت پیوندی عایقی وجود دارد؛ به‌طوری‌که انتشار تحریک از دهلیزها به بطن‌ها فقط از طریق شبکه هادی قلب انجام می‌شود.



شکل ۹: صفحات بینابینی در میوکارد قلب

شبکه هادی قلب:

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





**تست ۵:** تحریک الکتریکی در بین سلول‌های عضلهٔ بطن‌ها، ..... منتشر می‌شود. (سراسری ۸۷)

- (۱) به واسطهٔ گرهٔ دهلیزی - بطنی
- (۲) از محل اتصال تارهای ماهیچه‌ای
- (۳) توسط الیاف گرهی دیوارهٔ بطن
- (۴) از طریق بافت پیوندی میان تارهای ماهیچه‌ای

**پاسخ:**

گزینهٔ «۲» صحیح است.



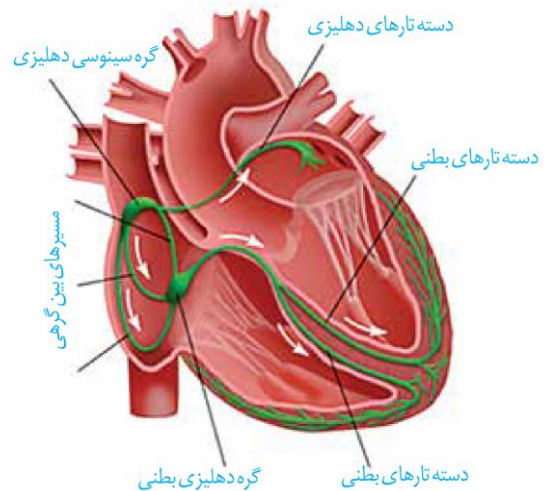
**تست ۶:** کدام عبارت در مورد قلب انسانی سالم و بالغ به‌درستی بیان شده است؟ (سراسری ۹۰)

- (۱) زایش تحریکات طبیعی قلب در سرتاسر بافت گرهی صورت می‌گیرد.
- (۲) انتشار تحریک از دهلیزها به بطن‌ها، فقط از طریق بافت گرهی ممکن است.
- (۳) گرهٔ دوم بزرگ‌تر از گرهٔ اول است و به‌وسیلهٔ رشته‌هایی از بافت گرهی به یک‌دیگر مربوط‌اند.
- (۴) سرعت انتشار تحریک در الیاف دیوارهٔ بین دو بطن، که قطر زیادی دارند کم است.

**پاسخ:**

گزینهٔ «۲» صحیح است.

شبکهٔ هادی قلب شامل دو گره و دسته‌هایی از تارهای تخصص‌یافته برای هدایت سریع جریان الکتریکی است. گره اول یا گره سینوس دهلیزی در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست و زیر منفذ بزرگ سیاهرگ بالایی قرار دارد. این گره بزرگ‌تر است و شروع‌کنندهٔ تکانه‌های قلبی است، به همین دلیل به آن پیشاهنگ یا ضربان‌ساز می‌گویند. گره دوم یا گره دهلیزی بطنی در دیوارهٔ پشتی دهلیز راست، بلافاصله در عقب دریچهٔ سه لختی است. ارتباط بین این دو گره از طریق مسیرهای بین‌گره‌ای انجام می‌شود این مسیرها شامل دسته‌ای از تارهای ماهیچه‌ای خاص هستند که با هم‌دیگر ارتباط یاخته‌ای تنگاتنگی دارند و می‌توانند با سرعت، جریان الکتریکی ایجاد شده در گره پیشاهنگ را به گره دوم منتقل کنند. پس از گره دهلیزی بطنی، تارهای ماهیچه‌ای خاص در دیوارهٔ بین دو بطن، دسته‌های قطورتری را ایجاد می‌کنند که سرعت هدایت بالایی دارند. این دسته تارها از دیوارهٔ بین دو بطن عبور می‌کند و با دو شاخه شدن، به سمت پایین و تا نوک قلب ادامه پیدا می‌کنند، سپس دور تا دور بطن‌ها تا لایه عایق بین بطن‌ها و دهلیز را احاطه، و در طی مسیر، به درون دیوارهٔ بطن‌ها گسترش پیدا می‌کنند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: شبکه هادی قلب

### چرخهٔ ضربان قلب:

قلب در هر ثانیه، تقریباً 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.





**تست ۷:** کدام رابطه درست است؟ (سراسری ۸۲)

- (۱)  $\frac{\text{تعداد زنش قلب در دقیقه}}{\text{حجم ضربه‌ای}} = \text{برون‌ده قلب}$
- (۲)  $\frac{\text{برون‌ده قلب}}{\text{تعداد زنش قلب در دقیقه}} = \text{حجم ضربه‌ای}$
- (۳)  $\text{حجم ضربه‌ای} = \text{برون‌ده قلب} \times \text{تعداد زنش قلب در دقیقه}$
- (۴)  $\frac{\text{حجم ضربه‌ای}}{\text{تعداد زنش قلب در دقیقه}} = \text{برون‌ده قلب}$

**پاسخ:**

گزینه «۴» صحیح است.



**تمرین ۹:** چرا این جمله نادرست است؟

«با کاهش برون‌ده قلب قطعاً حجم ضربه‌ای همانند تعداد ضربان قلب کم شده است.»

**پاسخ:**

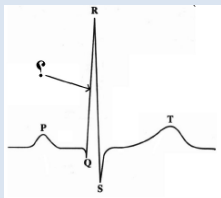
چون برای کاهش برون‌ده در قلب ۳ حالت وجود دارد.

	برون‌ده قلب = حجم ضربه‌ای × تعداد زنش قلب در دقیقه
حالت اول	کم = کم × کم
حالت دوم	کم = ثابت × کم
حالت سوم	کم = کم × ثابت



**تست ۸:** در نقطه‌ای از منحنی زیر که با علامت سؤال

مشخص گردیده، ..... (سراسری ۹۲)



- (۱) دهلیزها خود را برای انقباض آماده می‌کنند.
- (۲) همه حفرات قلب در حال استراحت می‌باشند.
- (۳) مانعی برای خروج خون از دهلیز راست وجود دارد.
- (۴) مانعی برای خروج خون از بطن چپ وجود دارد.

**پاسخ:** گزینه «۴» صحیح است.

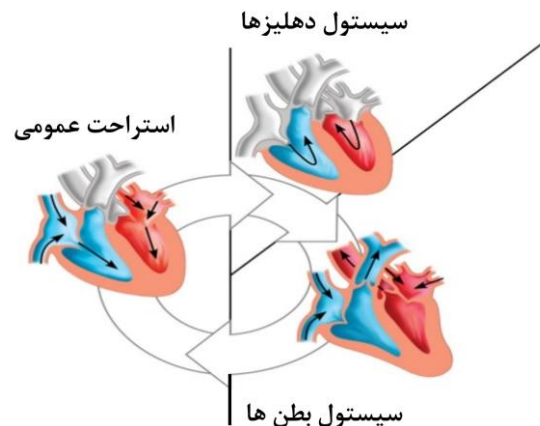
استراحت (دیاستول) و انقباض (سیستول) قلب را، که به‌طور متناوب انجام می‌شود، چرخه یا دوره قلبی می‌گویند. در طی هر چرخه، قلب با خون سیاهرگ‌ها به‌طور غیرفعال پر و سپس به‌طور فعال، منقبض می‌شود و خون را به سراسر بدن می‌فرستد. در هر چرخه، این مراحل دیده می‌شود (شکل ۱۱).

### ۱- انبساط قلب (استراحت عمومی):

تمام قلب در حال استراحت است. خون بزرگ سیاهرگ‌ها وارد دهلیز راست و خون سیاهرگ‌های ششی به دهلیز چپ وارد می‌شود. زمان: ۰/۴ ثانیه

**۲- انقباض دهلیزی:** بسیار زودگذر است و انقباض دهلیزها صورت می‌گیرد و با انجام آن، بطن‌ها به‌طور کامل با خون پر می‌شوند. زمان: حدود ۰/۱ ثانیه

**۳- انقباض بطنی:** انقباض بطن‌ها صورت می‌گیرد و خون از طریق سرخرگ‌ها به همه قسمت‌های بدن ارسال می‌شود. زمان: حدود ۰/۳ ثانیه



شکل ۱۱: مراحل چرخه ضربان قلب

### برون‌ده قلبی:

حجم خونی که در هر انقباض بطنی از یک بطن خارج، و وارد سرخرگ می‌شود، **حجم ضربه‌ای** نامیده می‌شود. اگر این مقدار را در تعداد ضربان قلب در دقیقه ضرب کنیم، **برون‌ده قلبی** به‌دست 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 بالغان در حالت استراحت حدود پنج لیتر در دقیقه است.

### الکتروقلب‌نگاری (الکتروکاردیوگرافی) یا نوار قلب چه می‌گوید؟

شاید تا به حال نوار قلب کسی را دیده باشید. منحنی‌های رسم شده در آن، نشانگر چیست؟

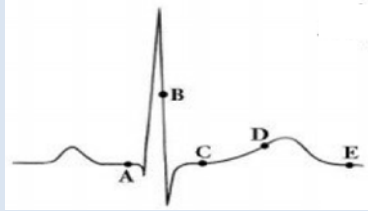
یاخته‌های ماهیچه قلبی در هنگام چرخه ضربان قلب، پیام‌های الکتریکی را بروز می‌دهند. به دلیل این‌که تعداد زیادی از یاخته‌ها در این فرایند شرکت می‌کنند پیام‌های الکتریکی به اندازه کافی قوی است و می‌توان اثر آن‌ها را در سطح پوست نیز دریافت کرد. این نشانه‌ها را می‌توان به صورت منحنی به نام الکتروقلب‌نگاره (الکتروکاردیوگرام ECG) ثبت کرد. دستگاه ثبت‌کننده این منحنی الکتروقلب‌نگار (الکتروکاردیوگراف) نام دارد که الکترودهای آن را در قسمت‌های مختلف بدن روی پوست قرار می‌دهند. «ECG» همان نوار قلب است که روی کاغذ یا صفحه حساس نمایشگر، نشان داده می‌شود و شامل ۳ موج «P»، «QRS» و «T» است (شکل ۱۲).

وقتی گره ضربان‌ساز (پیشاهنگ) به‌طور خودکار، پیام الکتریکی را به یاخته‌های ماهیچه‌ای دهلیزها می‌فرستد، این پیام توسط دستگاه به صورت منحنی «P» ثبت می‌شود. در قلعه منحنی، انقباض دهلیزها آغاز می‌شود. پیام، پس از رسیدن به گره دهلیزی بطنی به‌طور هم‌زمان به تعداد زیادی از یاخته‌های دیواره بطن می‌رسد که دستگاه، آن را به صورت موج «QRS» ثبت می‌کند و همین پیام، بطن‌ها را منقبض می‌کند. در هنگام به استراحت رفتن بطن‌ها نیز، پیام الکتریکی از یاخته‌ها خارج می‌شود که باعث ثبت موج «T» در دستگاه می‌شود.



**تست ۹:** با توجه به منحنی زیر، در نقطه A برخلاف

(سراسری ۹۴)



(۱) C، صدایی طولانی‌تر و بم‌تر از صدای دوم قلب شنیده می‌شود.

(۲) D، سلول‌های مخطط و منشعب بطنی در حالت استراحت می‌باشند.

(۳) B، جریان الکتریکی به شبکه گرهی دیواره میوکارد بطن‌ها منتشر می‌شود.

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

**پاسخ:**

گزینه «۲» صحیح است.



**تست ۱۰:** در یک فرد سالم، در فاصله زمانی شروع

صدای اول قلب تا خاتمه صدای دوم، کدام اتفاق روی می‌دهد؟

(سراسری ۹۵)

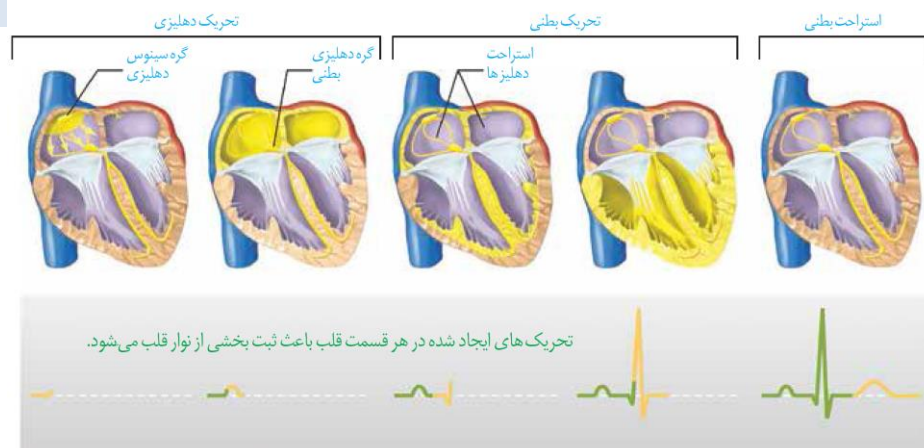
(۱) انقباض دو دهلیز راست و چپ

(۲) ثبت موج QRS در نوار قلب

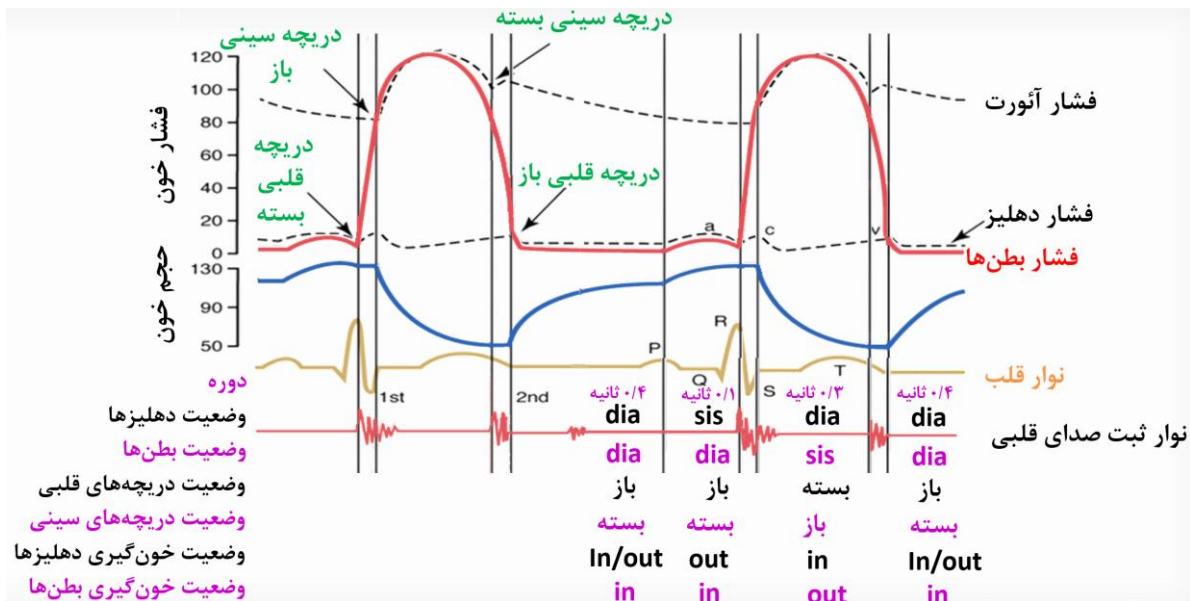
(۳) ثبت موج T در منحنی الکتروکاردیوگرام

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

**پاسخ:** گزینه «۳» صحیح است.



شکل ۱۲: الکتروکاردیوگرام



شکل ۱۳: مقایسه الکتروکاردیوگرام با دوره کار قلب

**تست ۱۱:** در یک فرد سالم، در فاصله زمانی شروع صدای

اول قلب تا خاتمه صدای دوم، کدام اتفاق روی نمی‌دهد؟

(سراسری خارج کشور ۹۵)

(۱) افزایش فشار خون در سرخرگ ششی

(۲) ثبت موج T در منحنی الکتروکاردیوگرام

(۳) کاهش فشار خون در درون بطن‌ها

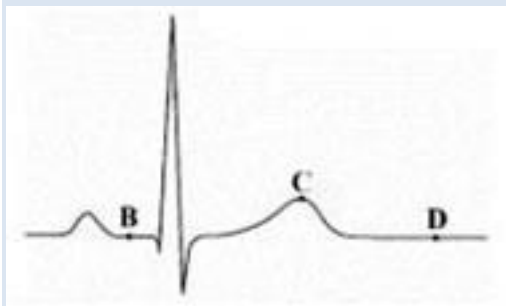
(۴) ثبت موج P در نوار قلب

**پاسخ:** گزینه «۴» صحیح است.

**تست ۱۲:** با توجه به منحنی زیر می‌توان بیان داشت که

..... در هنگام ثبت نقطه C، کم‌تر از نقطه ..... است.

(سراسری ۹۶)



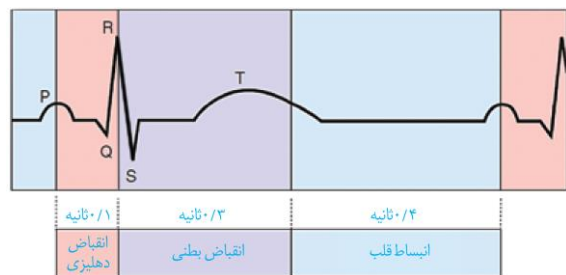
(۱) حجم خون بطن‌ها - D

(۲) تعداد دریچه‌های باز قلب - D

(۳) طول تارهای دهلیزها - B

(۴) فشار خون در ابتدای سرخرگ آئورت - B

**پاسخ:** گزینه «۱» صحیح است.



بررسی الکتروکاردیوگرام از نظر شکل، ارتفاع و فاصله منحنی‌ها

می‌تواند به متخصصان کمک کند تا وضعیت سلامت قلب را

مشخص کنند؛ مثلاً افزایش ارتفاع «QRS» ممکن است نشانه

بزرگ شدن قلب در اثر فشار خون مزمن یا تنگی دریچه‌ها باشد.

کاهش ارتفاع «QRS» نیز ممکن است نشانه سکت قلبی یا

آنفارکتوس باشد. افزایش یا کاهش فاصله منحنی‌ها ممکن است

نشانه اشکال در بافت هادی قلب، اشکال در خون‌رسانی رگ‌های

اکلیلی و یا آسیب به بافت قلب در اثر حمله قلبی باشد.

**تمرین ۱۰:** برای هر یک از موارد زیر کدام مورد داخل

پرانتر مناسب است؟

(الف) حداقل خون در بطن‌ها (موج T - موج R)

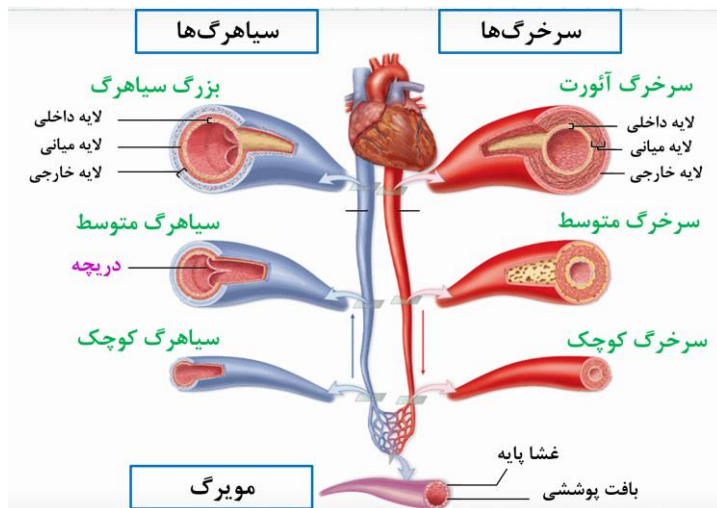
(ب) حداکثر خون در دهلیزها (موج T - موج P)

(پ) بین صدای اول و صدای دوم (استراحت عمومی - انقباض

بطن‌ها)

(ت) افزایش فشار خون در آئورت (بعد از R - بعد از P)

**پاسخ:**



## گفتار ۲: 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. دیواره همه سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از سه لایه اصلی تشکیل شده است (شکل ۱۴). لایه داخلی آن‌ها بافت پوششی سنگفرشی است که در زیر آن، غشای پایه قرار گرفته است. لایه میانی آن، ماهیچه‌های صاف است که همراه این لایه رشته‌های کشسان (الاستیک) زیادی وجود دارد. آخرین لایه نیز، بافت پیوندی دیگری است که لایه خارجی آن‌ها را می‌سازد.

شکل ۱۴: مقایسه انواع رگ‌های خونی و ساختار آن‌ها



**تمرین ۱۱:** برای هر یک از جاهای خالی زیر کدام مورد داخل پرانتز مناسب‌تر است؟

الف) ساختار پایه‌ای سرخرگ‌ها با سیاهرگ‌ها (شباهت- تفاوت) ..... دارد.

ب) سیاهرگ نسبت به سرخرگ هم‌قطر خود خون (کم‌تری- بیش‌تری) ..... می‌تواند در خود جای دهد.

پ) (همه- بسیاری از) ..... سیاهرگ‌های بدن انسان دریچه دارند.

ت) ضخامت لایه ماهیچه‌ای (برخلاف- همانند) ..... لایه پیوندی در سرخرگ‌ها نسبت به سیاهرگ‌ها بیش‌تر است.

**پاسخ:** الف- شباهت / ب- بیشتری / پ- بسیاری / ت- همانند



**تست ۱۲:** در انسان، همه رگ‌هایی که خون قلب را به سمت بافت‌های مختلف بدن هدایت می‌کنند چه مشخصه‌ای دارند؟ (سراسری ۹۶)

۱) خون در آن‌ها با سرعت متوسط ۳۵ سانتی‌متر در ثانیه عبور می‌کند.

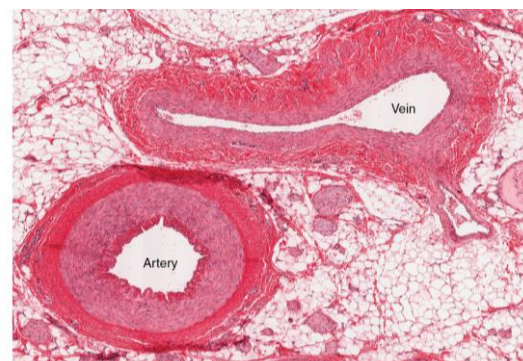
۲) یک لایه از سلول‌های بافت پوششی در دیواره آن‌ها وجود دارد.

۳) در دیواره آن‌ها، ماهیچه‌های صاف حلقوی فراوان یافت می‌شود.

۴) در درون آن‌ها، همواره خون به‌طور پیوسته جریان دارد.

**پاسخ:** گزینه «۲» صحیح است.

اگر چه ساختار پایه‌ای سرخرگ‌ها با سیاهرگ‌ها شباهت دارد، ضخامت لایه ماهیچه‌ای و پیوندی در سرخرگ‌ها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر است تا بتوانند فشار زیاد وارد شده 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 داخلی آن‌ها گسترده‌تر و بیش‌تر است. در عین حال، بسیاری از سیاهرگ‌ها دریچه‌هایی دارند که جهت حرکت خون را یک‌طرفه می‌کنند.



شکل ۱۵: مقطع عرضی سرخرگ و سیاهرگ





**تمرین ۱۲:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل

پرانتز پر کنید:

الف) تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها براساس نیاز بافت به (اکسیژن- مواد مغذی- هورمون) ..... نیست.

ب) تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها با انقباض و انبساط (بنداره‌های ابتدای مویرگ- سرخرگ‌های کوچک) ..... انجام می‌شود.

**پاسخ:**

الف-هورمون

ب- سرخرگ های کوچک



**تمرین ۱۳:** برای هر یک از جملات زیر کدام مناسب‌تر

است؟

الف) میزان لایه کشسان در سرخرگ‌های کوچک نسبت به سرخرگ‌های بزرگ (کم‌تر- بیش‌تر) ..... است.

ب) با ورود خون زیاد به (سرخرگ‌های کوچک- سرخرگ بزرگ) ..... قطر این رگ‌ها تغییر زیادی نمی‌کند.

پ) ضخامت لایه ماهیچه‌ای صاف در سرخرگ‌های کوچک نسبت به سرخرگ‌های بزرگ (بیش‌تر- کم‌تر) ..... است.

ت) به دنبال انقباض ماهیچه صاف دیواره سرخرگ‌های کوچک، میزان مقاومت به جریان خون (کم- زیاد) ..... می‌شود.

**پاسخ:**

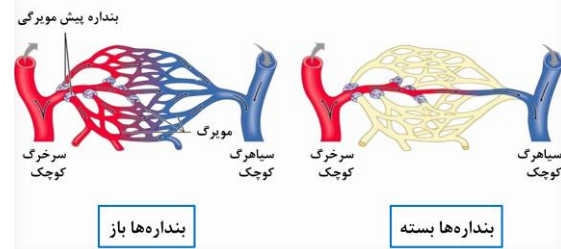
الف- کم تر

ب- سرخرگ های کوچک

پ- بیش تر

ت- زیاد

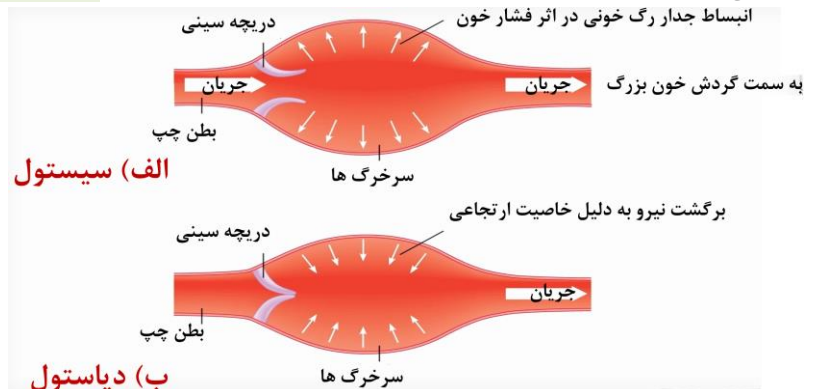
مویرگ‌ها فقط یک لایه بافت پوششی همراه با غشای پایه دارند. این ساختار با وظیفه آن‌ها که تبادل مواد بین خون و آب میان‌بافتی است، هماهنگی دارد. در دیواره مویرگ‌ها لایه ماهیچه‌ای نیست ولی در ابتدای بعضی از آن‌ها از جمله مویرگ‌های روده، حلقه‌های ماهیچه‌ای هست که میزان جریان خون در آن‌ها را تنظیم می‌کند و به آن بنداره مویرگی گویند. اگر چه تنظیم اصلی جریان خون در مویرگ‌ها براساس نیاز بافت به اکسیژن و مواد مغذی با انقباض و انبساط سرخرگ‌های کوچک انجام می‌شود که قبل از مویرگ‌ها قرار دارند (شکل ۱۶).



شکل ۱۶: بنداره مویرگی

### سرخرگ‌ها:

همان‌طور که می‌دانید سرخرگ‌ها خون را از قلب خارج می‌کنند و به بافت‌های بدن می‌رسانند. علاوه بر این باعث حفظ پیوستگی جریان خون و هدایت آن در همین رگ‌ها می‌شوند. دیواره سرخرگ از ماهیچه‌های صاف و بافت‌های کشسان ساخته شده است. 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 جلوگیری از منقطع شدن حرکت خون در هنگام استراحت قلب می‌شود.



شکل ۱۷: خاصیت کشسانی دیواره سرخرگ‌ها





**تمرین ۱۴:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف) در سطح بدن بیش تر رگ های دیده می شوند که در برش عرضی معمولاً مقطع گرد دارند.

ب) فشار بیشینه سرخرگ ها در دوره  $0/3$  ثانیه از کار قلب دیده می شود.

پ) فشار کمینه مربوط به دیواره سرخرگ ها و در دوره  $0/4$  ثانیه از کار قلب است.

ت) در فاصله موج **R** تا انتهای **T** موج فشار خون در سرخرگ آئورت فقط افزایش می یابد.

#### پاسخ:

الف- ن / ب- ص / پ- ن / ت- ن



**تمرین ۱۵:** به پرسش های زیر پاسخ دهید.

الف) کدام روی فشار خون بیش تر تأثیر می گذارد **LDL** یا **HDL**؟

ب) دلیل پیوستگی جریان خون در سرخرگ ها پس از بسته شدن دریچه های قلبی چیست؟

پ) علت احساس نبض چیست؟

ت) عوامل پدیدآورنده نیروی فشار خون در سرخرگ ها را نام ببرید؟

#### پاسخ:

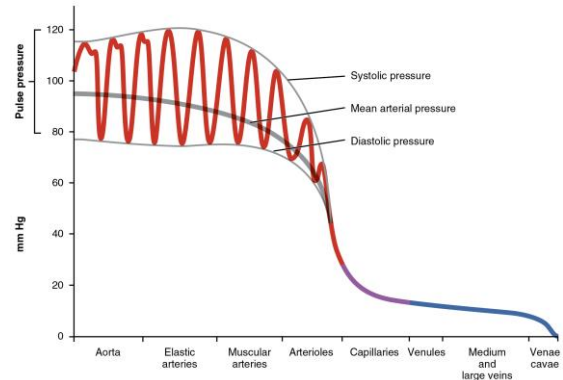
الف) **LDL**

ب) دیواره کشسان سرخرگ ها با ورود خون جمع می شود و سپس خون را با فشار به جلو می راند.

پ) تغییر حجم سرخرگ ها به دنبال هر انقباض بطن به صورت موجی در سرخرگ ها جلو می رود که به صورت نبض احساس می شود.

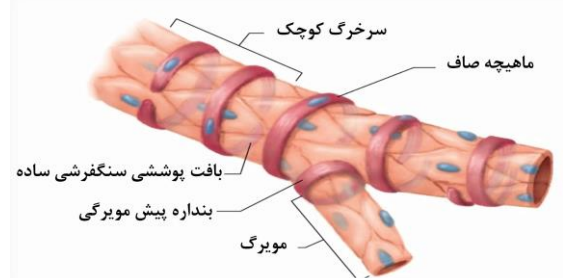
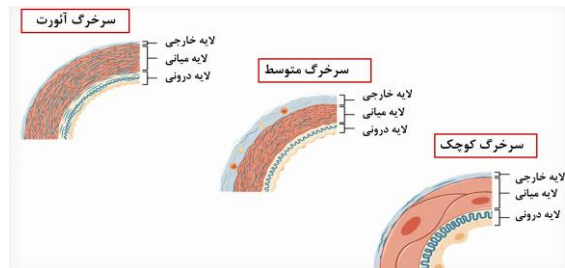
ت) ۱- نیروی انقباض بطن ۲- نیروی دیواره سرخرگ

تغییر حجم سرخرگ، به دنبال هر انقباض بطن، به صورت موجی در طول سرخرگ های می رود و به صورت نبض احساس می شود.



**شکل ۱۸:** موج سرخرگی که با رسیدن به مویرگ پایان می یابد.

در سرخرگ های کوچک تر، میزان لایه کشسان، کم تر و ضخامت لایه ماهیچه ای صاف، بیش تر است. این ساختار باعث می شود با ورود خون، قطر این رگ ها تغییر زیادی نکند و با وجود دهانه باریک، در برابر جریان خون مقاومت کنند. میزان این مقاومت در زمان انقباض ماهیچه صاف دیواره، بیش تر و در هنگام استراحت، کم تر می شود. کم و زیاد شدن این مقاومت، میزان ورود خون به مویرگ ها را تنظیم می کند.



**شکل ۱۹:** ساختار سرخرگ ها (شکل بالا) و ماهیچه های دیواره سرخرگ کوچک (شکل پایین)

**فشار خون:** بیش تر سرخرگ های بدن در قسمت های عمقی هر اندام قرار گرفته اند، در حالی که سیاهرگ ها بیش تر در سطح قرار دارند. به نظر شما علت چیست؟

زمان (S)	فشار خون (mm Hg)		
	دهلیز چپ	بطن چپ	اُتورت
۰/۰	۰/۵۴	۰/۴۳	۸۰
۰/۱	۱/۲۹	۰/۷۵	۸۰
۰/۲	۰/۳۲	۵۱	۸۰
۰/۳	۰/۴۳	۱۳۱	۱۲۲
۰/۴	۰/۸۶	۶۱	۹۱

- ۱- در چه زمانی خون به درون اُتورت جریان پیدا می کند؟
- ۲- بین چه زمان‌هایی در بچه‌های دهلیزی بطنی بسته هستند؟
- ۳- در فاصله چه زمان‌هایی هر دو دریچه سینی و دولختی بسته هستند؟

#### نقش سرخرگ‌ها

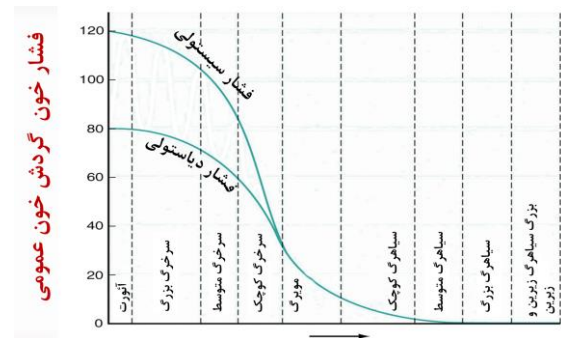
- ۱- خروج خون از بطن‌ها  
 ارسال به شش‌ها (گردش خون کوچک)  
 ارسال به بافت‌های بدن (گردش خون بزرگ)
- ۲- تامین فشار خون در هنگام استراحت بطن‌ها
- ۳- تنظیم خون‌رسانی به بافت‌ها (سرخرگ‌های کوچک)

#### نقش بنداره‌های مویرگی

- کاهش فشار خون سرخرگ کوچک
- (مانع از پاره شدن دیواره مویرگ)
- کنترل ورود خون در موقع لزوم

می‌داندید فشار خون، نیرویی است که از سوی خون بر دیواره رگ وارد می‌شود و ناشی از انقباض دیواره بطن‌ها یا سرخرگ‌ها است. اگر سرخرگی در بدن بریده شود، خون با سرعت زیاد از آن بیرون خواهد ریخت و بسیار خطرناک است. این خونریزی، ناشی از فشار خون زیاد درون سرخرگ است. چنین فشاری برای کار طبیعی دستگاه گردش خون لازم است.

معمولاً فشار خون را با دو عدد (مثلاً ۱۲۰ روی ۸۰) بیان می‌کنند. این دو عدد به ترتیب، معرف فشار بیشینه و فشار کمینه 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.



شکل ۲۰: فشار خون سرخرگی

عوامل مختلف 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.

#### مویرگ‌ها:

سرخرگ‌های کوچک به مویرگ‌هایی منتهی می‌شوند که کوچک‌ترین رگ‌های بدن هستند. تبادل مواد بین خون و یاخته‌های بدن، در این رگ‌ها انجام می‌شود. دیواره نازک و جریان خون کند، امکان تبادل مناسب مواد را در مویرگ‌ها فراهم می‌کند. در عین حال مویرگ‌ها شبکه وسیعی را در بافت‌ها ایجاد می‌کنند. به طوری که فاصله بیشتر یاخته‌های بدن تا مویرگ‌ها حدود ۰/۲ میلی‌متر (۲۰ میکرومتر) است. این فاصله کم، مبادله سریع مولکول‌ها را از طریق انتشار آسان‌تر می‌کند. دیواره مویرگ‌ها، فقط از یک لایه یاخته‌های پوششی سنگ‌فرشی ساخته شده است و ماهیچه صاف ندارد. لایه یاخته‌های پهن و نازک، روی هم قرار گرفته‌است و در همان قسمت، منافذی به وجود می‌آیند که عبور مواد را امکان‌پذیر می‌سازند.



**تمرین ۱۶:** هر یک از موارد زیر در چه نوع مویرگ‌های

- بدن انسان رخ می‌دهد؟  
 الف) تشکیل ادرار  
 ب) ورود انسولین  
 پ) ورود گلبول قرمز  
 ت) ورود اکسیژن به خون

**پاسخ:**

الف- منفذدار / ب- منفذدار / پ- ناپیوسته / ت- پیوسته



**تمرین ۱۷:** هر یک از مویرگ‌های زیر از چه رگی خون

- می‌گیرند و به چه رگی خون می‌دهند؟  
 الف) مویرگ ششی  
 ب) گلومرول کلیه  
 پ) مویرگ کبد  
 ت) مویرگ هیپوفیز پیشین

**پاسخ:**



**تمرین ۱۸:** هر یک از مولکول‌های زیر بیش‌تر از کدام

- راه در مویرگ منفذدار مبادله می‌شوند؟  
 الف) گلوکز  
 ب) اوره  
 پ) سدیم  
 ت) پادتن

**پاسخ:**

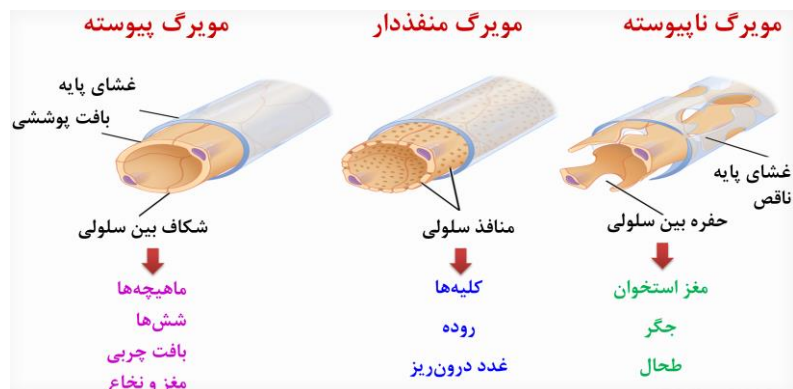
- الف) منافذ پر آب  
 ب) غشای یاخته  
 پ) منافذ پر آب  
 ت) آندوسیتوز و آگزوسیتوز

اندازه و تعداد این منافذ در بافت‌های مختلف، بسیار متفاوت است. مثلاً مویرگ‌های مغز ممکن است هیچ منفذی نداشته باشند، حال این‌که در مویرگ‌های جگر و طحال، منافذ بسیار بزرگی هست که مولکول‌های درشت می‌توانند از آن‌ها بگذرند. سطح بیرونی مویرگ‌ها را غشای پایه، احاطه می‌کند و نوعی صافی مولکولی برای محدود کردن عبور مولکول‌های بسیار درشت به‌وجود می‌آورد. بر این اساس مویرگ‌ها در سه گروه قرار می‌گیرند:

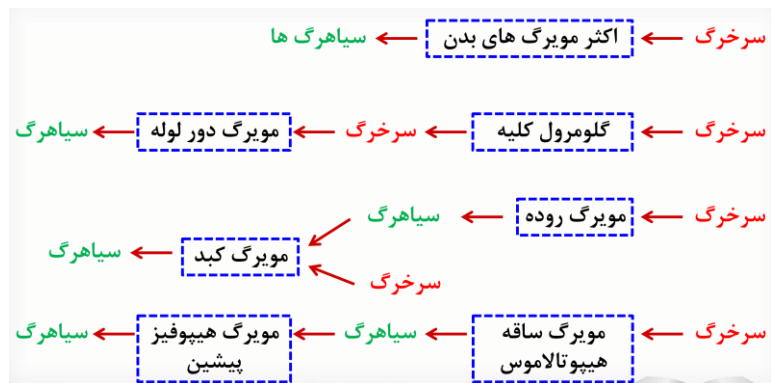
در **مویرگ‌های پیوسته** یاخته‌های پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. در **ماهیچه‌ها، شش‌ها، بافت چربی** و دستگاه **عصبی مرکزی** یافت می‌شود که ورود و خروج مواد در آن‌ها به شدت تنظیم می‌شود.

**مویرگ‌های منفذدار** در **کلیه‌ها، غدد درون‌ریز** و **روده** وجود دارند. این مویرگ‌ها با داشتن منافذ گسترده، مشخص می‌شوند که با لایه‌ای پروتئینی پوشیده شده‌اند. لایه پروتئینی، عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند.

**مویرگ‌های ناپیوسته** در **مغز استخوان، جگر** و **طحال** یافت می‌شوند. فاصله یاخته‌های بافت پوششی در این مویرگ‌ها آن قدر زیاد است که به‌صورت حفره‌هایی در اندام دیده می‌شود (شکل ۲۱).



شکل ۲۱: انواع مویرگ‌ها

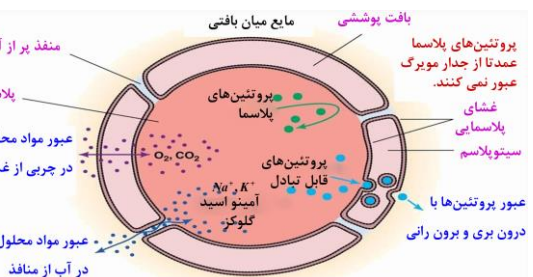


شکل ۲۲: انواع مویرگ ها براساس قرار گرفتن بین سرخرگ و

سیاهرگ

### تبادل مواد در مویرگ ها:

سیاری از مولکول های محلول در خون یا مایع میان بافتی از راه انتشار مبادله می شوند؛ مانند اکسیژن گلوکز و کربن دی اکسید. در همه موارد، جهت انتشار را شیب غلظت تعیین می کند. مولکول های محلول می توانند هم از راه منافذ پر از آب دیواره مویرگ منتشر شوند و هم به طور مستقیم از غشای یاخته های بافت پوششی می توانند عبور کنند. راه عبور را میزان انحلال مواد در لیپیدهای غشا یا آب تعیین می کند. مولکول هایی که انحلال آن ها در لیپیدهای غشا، کم است مثل گلوکز و یون های سدیم و پتاسیم از طریق منافذ منتشر می شوند و مولکول هایی مثل اکسیژن، کربن دی اکسید و اوره که انحلال آن ها در لیپیدهای غشا بیشتر است می توانند از غشای یاخته های دیواره مویرگ منتشر شوند. مولکول های آب از هر دو روش از دیواره مویرگ منتشر می شوند.



شکل ۲۳: روش های مختلف مبادله مواد در مویرگ ها

پروتئین های درشت، که نمی توانند از منافذ غشای یاخته های بافت پوششی عبور کنند، درون کیسه هایی از جنس غشا قرار



**تست ۱۳:** در مویرگ سمت سرخرگ ..... مویرگ سمت سیاهرگ، .....

- (۱) برخلاف- فشار تراوش کم‌تر از فشار اسمزی است.
- (۲) همانند- حجم مایع بین یاخته‌ای افزایش می‌یابد.
- (۳) برخلاف- حجم پلاسمای خون کاهش می‌یابد.
- (۴) همانند- فشار تراوش بالاتر از فشار اسمزی است.

**پاسخ:**

گزینه «۳» صحیح است.



**تست ۱۴:** در انسان، عدم ..... می‌تواند از ایجاد بیماری خیز ممانعت به عمل آورد. (سراسری خارج کشور ۹۳)

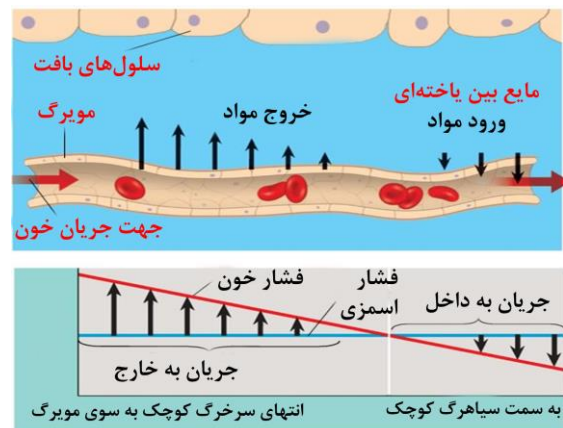
- (۱) ورود پروتئین‌های درشت به کپسول بومن
- (۲) سلامت دیواره گلومرول‌های کلیه
- (۳) دفع نمک و آب از بدن
- (۴) ورود لنف به رگ‌های لنفی

**پاسخ:**

گزینه «۱» صحیح است.

می‌گیرند و با درون‌بری وارد یاخته‌های پوششی شده و با برون‌رانی از آن‌ها خارج می‌شوند.

روش دیگری که مبادلهٔ مواد در مویرگ‌ها کمک می‌کند جریان توده‌ای است. در این روش، انتقال مواد از منافذ دیواره‌ها صورت می‌گیرد که عامل آن اختلاف فشار میان درون و بیرون مویرگ است. فشار اسمزی حاصل از وجود پروتئین‌ها در خون و باقی‌ماندهٔ فشار خون که فشار تراوشی نام دارد، دو نیروی مؤثر در تبادل مواد بین مویرگ و مایع میان‌بافتی است. بیش‌تر بودن فشار تراوشی در سمت سرخرگی، باعث خروج توده‌ای از مواد از مویرگ می‌شود و این مواد در اختیار یاخته‌ها قرار می‌گیرد و در طرف سیاهرگی، بیش‌تر بودن فشار اسمزی نسبت به فشار تراوشی باعث بازگشت توده‌ای مواد به مویرگ می‌شود که به این رفت و برگشت، جریان توده‌ای می‌گویند.



شکل ۲۴: جریان توده‌ای در مویرگ‌ها

کمبود پروتئین‌های خون و افزایش فشار درون سیاهرگ‌ها می‌تواند از سرعت این بازگشت مایعات از بافت به خون بکاهد. در نتیجه، مواد خارج‌شده از مویرگ به خون باز نمی‌گردند. در این حالت، بخش‌هایی از بدن، متورم می‌شود که به آن «خیز» یا «ادم» می‌گویند. مصرف زیاد نمک و مصرف کم مایعات نیز می‌تواند به خیز منجر شود.





**تست ۱۵:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می کند؟

«در انسان هر رگ دارای خون روشن نسبت به رگ دارای خون تیره .....»

- \* همواره فشار خون بیش تری دارد.
- \* خون دارای فشار نوسانی است.
- \* جریان خون پیوسته دارد.
- \* خون را از قلب دور می کند.

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)    صفر

**پاسخ:**

گزینه «۴» صحیح است.



**تست ۱۶:** وقتی عضلات بین دنده ای ..... منقبض می شوند فشار مکش بزرگ سیاهرگ زیری ..... و دریچه لانه کبوتری باز می شود.

- ۱) خارجی - زیاد
- ۲) داخلی - زیاد
- ۳) خارجی - کم
- ۴) داخلی - کم

**پاسخ:**

وقتی دریچه های لانه کبوتری بازند یعنی خون به سمت قلب در حال حرکت است پس فشار مکش در بزرگ سیاهرگ زیرین زیاد بوده و فرد در وضعیت دم قرار دارد.

گزینه «۱» صحیح است.

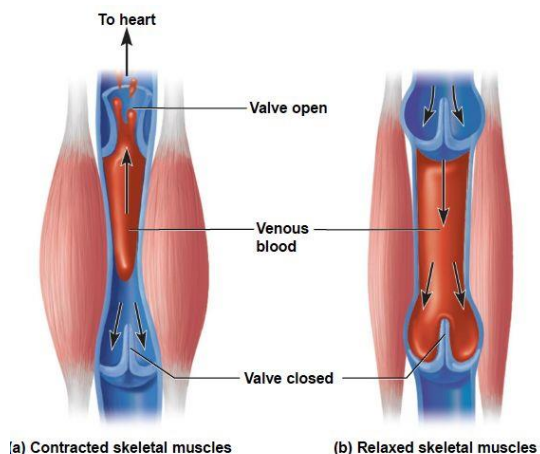


شکل ۲۵: خیز یا ادم

**سیاهرگ ها:**

همان طور که در شکل (ابتدای گفتار) دیدید، سیاهرگ ها با داشتن فضای داخلی وسیع و دیواره ای با مقاومت کم تر، می توانند بیش تر حجم خون را در خون جای دهند. با توجه به کاهش شدید فشار خون و جهت حرکت خون در سیاهرگ ها را که در بیش تر آن ها به سمت بالا است لازم است عواملی به جریان خون در سیاهرگ ها کمک کند.

**تلمبه ماهیچه اسکلتی:** حرکت خون در سیاهرگ ها به ویژه در اندام های پایین تر از قلب، به مقدار زیادی به انقباض ماهیچه های اسکلتی وابسته است. انقباض ماهیچه های دست و پا، شکم و دیافراگم، به سیاهرگ های مجاور خود فشاری وارد می کنند که باعث حرکت خون در سیاهرگ به سمت قلب می شود (شکل ۲۶).



شکل ۲۶: تلمبه ماهیچه اسکلتی



**تمرین ۱۹:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

الف) حرکت خون در سیاهرگ‌های پا بیش‌تر به باقی‌مانده فشار خون سرخرگ وابسته است.

ب) با انقباض دیافراگم در بعضی سیاهرگ‌ها فشار خون کم و در بعضی فشار خون زیاد می‌شود.

پ) دریچه‌های لانه کبوتری از برگشت خون به سمت مویزگ جلوگیری کنند.

ت) بیش‌ترین حجم خون بدن درون قلب جای دارد.

#### پاسخ:

الف- ن / ب- ص / پ- ص / ت- ن



**تست ۱۷:** دستگاه لنفی در چند مورد زیر دخالتی ندارد؟

- \* تأثیر در روند انعقاد خون
- \* ثابت نگه‌داشتن هماتوکریت
- \* تولید سلول‌های با هسته تکی گرد یا بیضی
- \* تولید HDL و LDL

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

#### پاسخ:

مورد اول درست است مثلاً با جذب ویتامین K

مورد دوم درست است با برگشت مایع میان‌بافتی به خون

مورد سوم درست است با تولید لنفوسیت

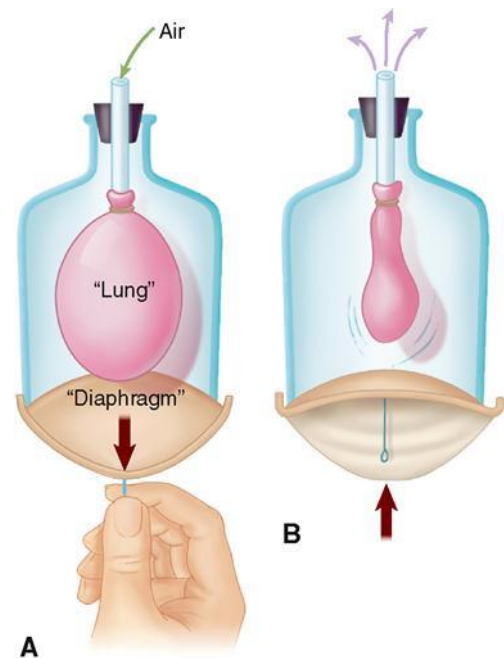
مورد چهارم نادرست است در انتقال آن‌ها دخالت دارد.

دستگاه لنفی

- وظیفه اصلی → تصفیه آب میان‌بافتی و مواد خارج شده از خون و برگشت آن به دستگاه گردش خون
- وظایف دیگر → انتقال چربی جذب شده از روده باریک به خون
- کمک به دستگاه ایمنی بدن

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

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



شکل ۲۷: فشار منفی قفسه سینه

#### دستگاه لنفی:

دستگاه لنفی شامل رگ‌های لنفی در اندازه‌های مختلف، گره‌های لنفی و اندام‌های لنفی است. وظیفه اصلی آن، تصفیه و بازگرداندن آب و مواد دیگری است که از مویرگ‌ها به فضای میان‌بافتی نشت پیدا کرده، و نتوانسته‌اند به مویرگ برگردند. 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.

وظیفه دیگر دستگاه لنفی، انتقال چربی‌های جذب شده از دیواره روده کوچک به خون است. هم‌چنین تولید و وجود لنفوسیت‌ها در گره‌ها و اندام‌های لنفی، به از بین برون عوامل بیماری‌زا کمک می‌کند.

جریان لنف از مویرگ‌های لنفی به رگ‌های لنفی بزرگ‌تر می‌پیوندد و با اتصال دو مجرای لنفی به سیاهرگ‌های سینه (زیر



**تست ۱۸:** کدام نمی‌تواند از وظایف اندام‌های لنفی باشد؟

- (۱) تولید بیلی‌روبین
- (۲) ترشح هورمون
- (۳) ترشح لیزوزیم
- (۴) تولید گویچه سرخ

**پاسخ:**

- (۱) ترشح لیزوزیم برعهده غده برون‌ریز مثل غدد اشکی و بزاق است.
- گزینه «۱»: طحال
- گزینه «۲»: غده تیموس هورمون تیموزین ترشح می‌کند.
- گزینه «۴»: مغز استخوان



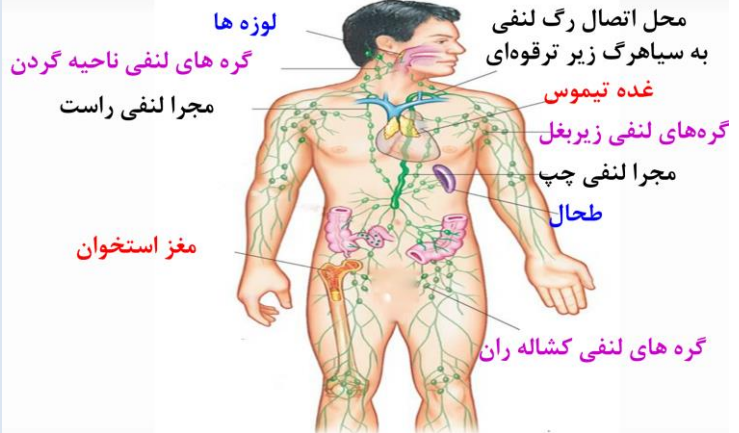
**تست ۱۹:** اعصاب هم‌حس ..... اعصاب پاد هم‌حس .....

- (۱) برخلاف- می‌تواند برون‌ده قلب را تغییر دهد.
- (۲) همانند- می‌تواند فشار خون کلیه‌ها و روده‌ها را افزایش دهد.
- (۳) برخلاف- می‌تواند مستقیماً میوکارد بطن‌ها را تحریک کند.
- (۴) همانند- می‌تواند همه تارهای بافت هادی را تحریک کند.

**پاسخ:**

- اعصاب سمپاتیک هم روی میوکارد و هم روی بافت گرهی اثر مستقیم دارد در حالی که اعصاب پاراسمپاتیک روی بافت هادی اثر مستقیم دارد.

ترقوهای چپ و راست) پایان می‌پذیرد. بنابراین، لنف پس از تصفیه‌شدن به دستگاه گردش خون برمی‌گردد (شکل ۲۸).



شکل ۲۸: دستگاه گردش لنف

لوزه‌ها، تیموس، طحال و آپاندیس که مجموعاً به آن‌ها اندام‌های لنفی می‌گویند مانند گره‌های لنفی مراکز تولید لنفوسیت‌ها هستند. لنفوسیت‌ها، یاخته‌های اصلی دستگاه ایمنی هستند که در سال‌های آینده با آن آشنا خواهید شد.

اگر چه دستگاه لنفی در مقابله با عوامل بیماری‌زا نقش دارد، ولی با داشتن مویرگ‌های سوراخ‌دار در پخش یاخته‌های سرطانی در قسمت‌های مختلف بدن نیز مؤثر است.

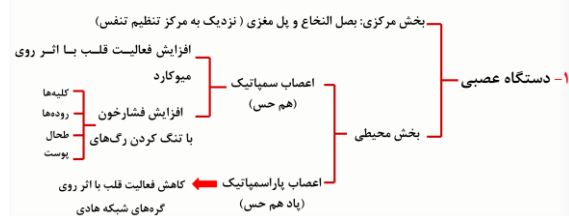
**تنظیم دستگاه گردش خون:**

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

**نقش دستگاه عصبی (اعصاب هم‌حس و پاد هم‌حس):**

تحریک اعصاب هم‌حس که در بین یاخته‌های ماهیچه‌ای بطن‌ها پخش هستند فعالیت قلب را افزایش داده و تحریک اعصاب پادهم‌حس که به گره‌های شبکه هادی متصل هستند، فعالیت قلب را کاهش می‌دهد. اعصاب هم‌حس هم‌چنین به رگ‌های خونی کلیه‌ها، روده‌ها، طحال و پوست متصل هستند تا در حالت فعالیت یا فشار روانی، رگ‌های خونی این اندام‌ها را تنگ کنند. مرکز هماهنگی این اعصاب در بصل‌النخاع و پل مغزی و در نزدیکی مرکز تنظیم تنفس قرار دارد و همکاری این مراکز، نیاز

**تنظیم دستگاه گردش خون**





**تمرین ۲۰:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

الف) افزایش  $CO_2$  همانند افزایش پتاسیم موجب گشاد شدن رگ خونی می‌شود.

ب) هموگلوبین می‌تواند روی گشاد شدن رگ‌های خونی مؤثر باشد.

پ) نوعی هورمون ترشح شده از غده فوق کلیه می‌تواند روی هر اندام ترشح‌کننده اریتروپویتین مؤثر باشد.

ت) در دیواره سرخرگ آئورت گیرنده‌های حساس به افزایش یون هیدروژن وجود دارند.

### پاسخ:

الف- ص    ب- ص    پ- ص    ت- ص

بخش مرکزی غده فوق کلیه (اپی نفرین و نوراپی نفرین)  
۲- نقش هورمونی }  
بخش قشری (آلدسترون و کورتیزول)



اثر روی قلب، کبد و کلیه باعث افزایش فشارخون و ضربان قلب

۳- تنظیم موضعی }  
مواد گشادکننده رگی }  
کربن دی اکسید، یون هیدروژن و پتاسیم }  
شل شدن ماهیچه های صاف حلقوی }  
سرخرگ‌های کوچک }  
بازشدن بنداره های مویرگی }  
مواد تنگ کننده رگ خونی: کلسیم + آنزیم رنین + آنژیوتانسین

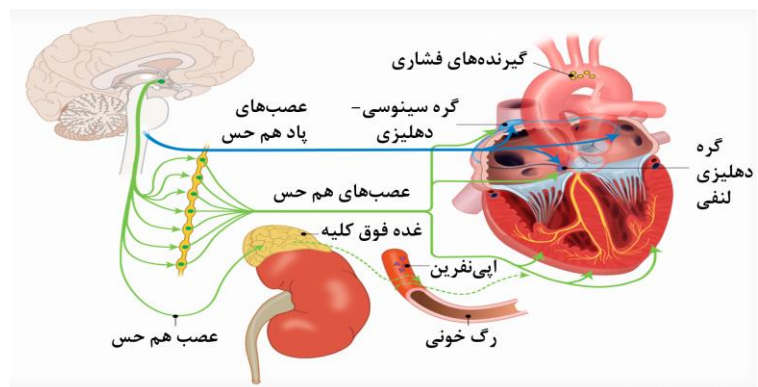
۴- سازو کارهای انعکاسی }  
گیرنده های فشاری (باروسپتور): دیواره سرخرگ های گردش عمومی }  
گیرنده های شیمیایی حساس به }  
کمبود  $O_2$  }  
افزایش  $H^+$  و  $CO_2$  }

بدن به مواد مغذی و اکسیژن‌دار را در شرایط خاص به خوبی تأمین می‌کند.

**نقش هورمون‌ها:** وقتی در حالت‌های ویژه فشار روانی مثل نگرانی، ترس و استرس امتحان قرار می‌گیریم، ترشح بعضی از هورمون‌ها از غدد درون‌ریز مثل فوق کلیه، افزایش می‌یابد. این هورمون‌ها با اثر روی بعضی اندام‌ها مثل قلب، کبد و فشار خون و ضربان قلب را افزایش می‌دهند.

**تنظیم موضعی جریان خون در بافت‌ها:** کربن دی‌اکسید، یون‌های پتاسیم و هیدروژن از جمله مواد گشادکننده رگی هستند که با تأثیر بر ماهیچه‌های صاف دیواره رگ‌ها، سرخرگ‌های کوچک را گشاد و بنداره‌های مویرگی را باز می‌کنند تا میزان جریان خون در آن‌ها افزایش یابد. 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.

**سازوکارهای انعکاسی برای حفظ فشار سرخرگی:** گیرنده‌های فشاری که در دیواره سرخرگ‌های گردش عمومی قرار دارند؛ هم‌چنین گیرنده‌های حساس به کمبود اکسیژن و گیرنده‌های حساس به افزایش کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن که گیرنده‌های شیمیایی نام دارند پس از تحریک، به مراکز عصبی پیام می‌فرستند تا فشار سرخرگی در حد طبیعی حفظ، و نیازهای بدن در شرایط خاص تأمین شود (شکل ۳۰).



شکل ۲۹: تنظیم عصبی و هورمونی دستگاه گردش خون



**تست ۲۰:** هر سلولی که جزو هماتوکریت باشد قطعاً

.....

- (۱) در مغز استخوان تولید شده است.
- (۲) تک هسته‌ای است.
- (۳) در حالت طبیعی می‌تواند از خون خارج شود.
- (۴) در غشای خود دو نوع لیپید دارد.

**پاسخ:**

گزینه «۴» صحیح است.

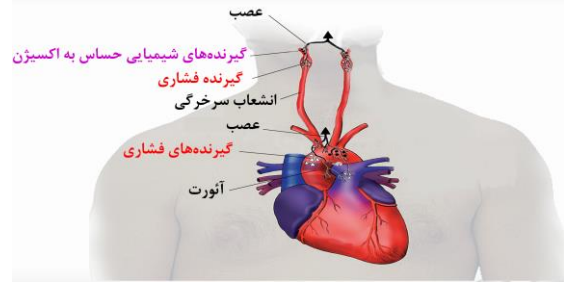


**تست ۲۱:** کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) بیش از ۹۰٪ هماتوکریت آب است.
- (۲) هر پروتئینی که در pH خون دخالت دارد می‌تواند به پنی‌سلین متصل شود.
- (۳) هر پروتئینی که در تنظیم فشار اسمزی خون نقش دارد توسط سلول‌های خونی تولید شده است.
- (۴) گلوبولین‌ها همانند هموگلوبین با جذب و انتقال یون‌ها می‌توانند در هومئوستازی نقش داشته باشند.

**پاسخ:**

گزینه «۴» صحیح است.

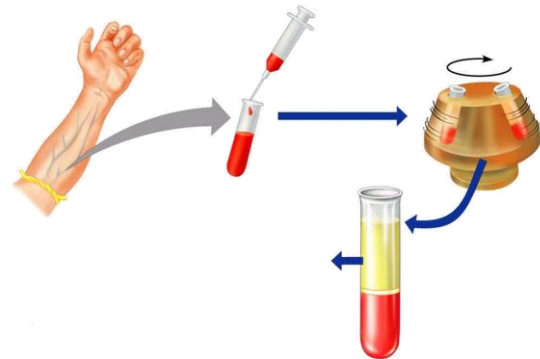


شکل ۳۰: گیرنده‌های شیمیایی و فشاری در رگ‌ها

### گفتار ۳: خون

خون نوعی بافت پیوندی است که به‌طور منظم و یک‌طرفه در رگ‌های خونی جریان دارد و دارای دو بخش است: **خوناب** که حالت مایع دارد و **بخش یاخته‌ای** که **گویچه‌های قرمز**، **گویچه‌های سفید** و **گرده‌ها (پلاکت)** را شامل می‌شود.

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** و ۴۵ درصد را **یاخته‌های خونی** تشکیل می‌دهند (شکل ۳۱).



شکل ۳۱: بخش‌های مختلف خون پس از سانتریفیوژ

به درصد حجمی یاخته‌های خونی، **خون بهر** (هماتوکریت) گویند. **افزایش آن تا ۵۰ درصد** مشکلی ایجاد نمی‌کند ولی بیش از آن باعث افزایش غلظت خون می‌شود و خطرناک است. از وظایف خون، **انتقال** مواد غذایی، اکسیژن، کربن دی‌اکسید، هورمون‌ها و مواد دیگر است و از همین طریق **ارتباط شیمیایی** بین یاخته‌های بدن را امکان‌پذیر می‌سازد و به **تنظیم دمای بدن** و یکسان کردن دما در نواحی مختلف بدن کمک می‌کند. همچنین در **ایمنی و دفاع** در برابر عوامل خارجی نقش اساسی دارد و در هنگام خون‌ریزی، به کمک عواملی، از **هدر رفتن خون** جلوگیری می‌کند.



$H_2O$ (بیش از ۹۰٪)	مواد معدنی	بخش خوناب	خون
$Na^+$			
$K^+$			
$Ca^{2+}$			
$Fe$			
$H_2CO_3^-$ و $H^+$			
غذایی: آمینو اسید، گلوکز و کلسترول	مواد آلی	بخش خوناب	خون
هورمونی			
پروتئینی			
استروئیدی			
$+HDL + LDL$ کلیکومیکرون			
پروتئین			
پادتن			
فعال			
پروتئین			
انقضادی			
پروتومبین			
پروتئین انتقالی (پنی سیلین)	یاخته‌های خونی (هماتوکریت)	بخش یاخته‌ای	خون
دفعی: کراتین، اوره، اوریک اسید، لاکتیک اسید			
ویتامین			
گوپچه‌های سرخ			
گوپچه‌های سفید			
پلاکت‌ها (گرده‌ها)	قطعات یاخته‌ای		

بیش از ۹۰ درصد خوناب، آب است که در آن پروتئین‌ها، مواد غذایی، یون‌ها و مواد دفعی حل شده‌اند. پروتئین‌های خوناب نقش‌های گوناگونی دارند از جمله حفظ فشار اسمزی خون، انتقال مواد، تنظیم pH، انعقاد خون و ایمنی بدن. آلبومین، در حفظ فشار اسمزی خون و انتقال بعضی از داروها مثل پنی‌سیلین نقش دارد. فیبرینوژن، در انعقاد خون و گلوبین‌ها در ایمنی و مبارزه با عوامل بیماری‌زا اهمیت دارند. هم‌چنین انواع گلوبین‌ها و هموگلوبین با جذب و انتقال یون‌ها می‌توانند در تنظیم pH خون مؤثر واقع شوند.

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.

بخش دوم خون شامل گوپچه‌های قرمز، گوپچه‌های سفید و گرده‌ها هستند که دو گروه اول، یاخته‌های خونی و گرده‌ها، قطعاتی از یاخته هستند. در یک فرد بالغ، تولید یاخته‌های خونی و گرده‌ها در مغز قرمز استخوان انجام می‌شود. در مغز استخوان یاخته‌های بنیادی وجود دارند که با تقسیمات خود، این بخش خون را تولید می‌کنند.

البته در دوران جنینی، یاخته‌های خونی در اندام‌های دیگری مثل کبد و طحال نیز ساخته می‌شود.

یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، یاخته‌هایی هستند که توانایی تقسیم و تولید چندین نوع یاخته را دارند. ابتدا این یاخته‌ها تقسیم می‌شوند و دو نوع یاخته را ایجاد می‌کنند: یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی که در جهت تولید لنفوسیت‌ها عمل می‌کنند و یاخته‌های بنیادی میلوئیدی که منشأ بقیه یاخته‌های خونی هستند (شکل ۳۲).



**تست ۲۲:** کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) وجود فولیک اسید برای کارکرد ویتامین B<sub>۱۲</sub> نیاز است.
- (۲) ترشحات سلول‌های کناری معده می‌تواند ویتامین B<sub>۱۲</sub> را در برابر ترشحات سلول‌های اصلی معده حفظ کند.
- (۳) آهن آزاد شده از تجزیه هموگلوبین در هر اندامی در همان اندام ذخیره می‌شود.
- (۴) هر یک از ویتامین‌های خانواده B با خوردن سبزیجات وارد بدن می‌شود.

**پاسخ:**

گزینه «۲» صحیح است.

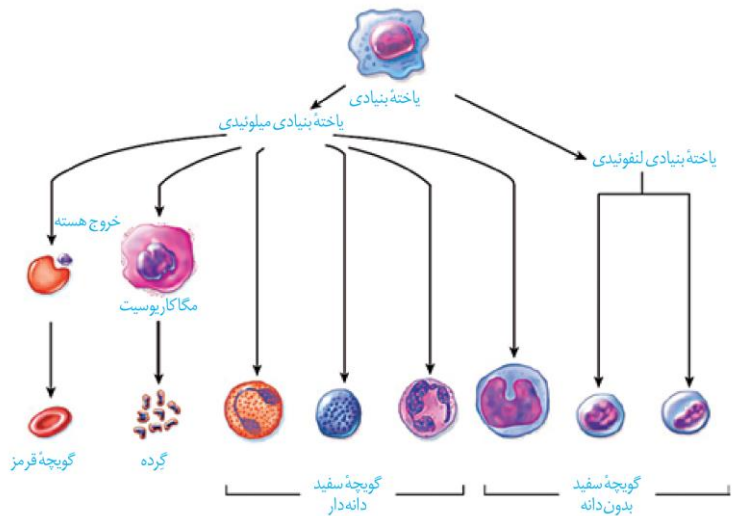


**تست ۲۳:** کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) سلول‌های کبدی و طحال رنگ‌های صفرا را تجزیه می‌کنند.
- (۲) عنصری که در هموگلوبین با اکسیژن ترکیب می‌شود از طریق انتقال فعال در روده جذب می‌شود.
- (۳) اریتروپویتین هورمونی است که از کبد و طحال ترشح شده موجب افزایش هماتوکریت می‌گردد.
- (۴) اریتروپویتین به‌طور طبیعی در جبران ۱٪ از مرگ سلول‌های خونی نقش دارد.

**پاسخ:**

گزینه «۲» صحیح است.



شکل ۲۲: تولید انواع سلول‌های خونی توسط سلول بنیادی

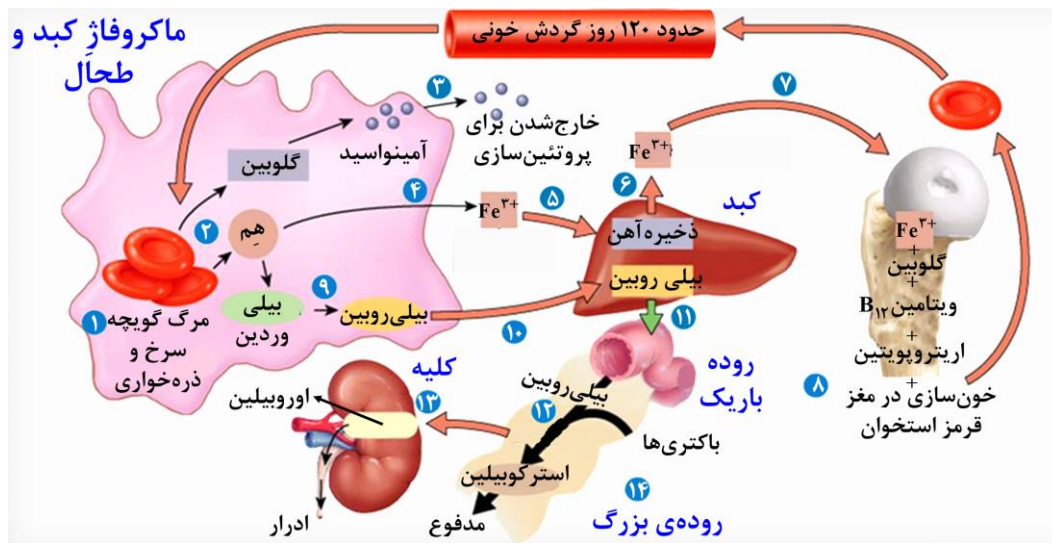
### یاخته‌های خونی قرمز:

در انسان بیش از ۹۹٪ یاخته‌های خونی را گویچه‌های قرمز تشکیل می‌دهند که به خون، ظاهری قرمز رنگ می‌دهند. این یاخته‌های کروی که از دو طرف، حالت فرو رفته دارند، در هنگام تشکیل در مغز استخوان، هسته خود را از دست می‌دهند و میان یاخته آن‌ها از هموگلوبین پر می‌شود (شکل ۳۲).

نقش اصلی گویچه‌های قرمز، انتقال گازهای تنفسی است. متوسط عمر گویچه‌های قرمز ۱۲۰ روز است. تقریباً یک درصد از گویچه‌های قرمز، روزانه تخریب می‌شود و باید جایگزین شود. تخریب یاخته‌های خونی آسیب‌دیده و مرده در طحال و 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.

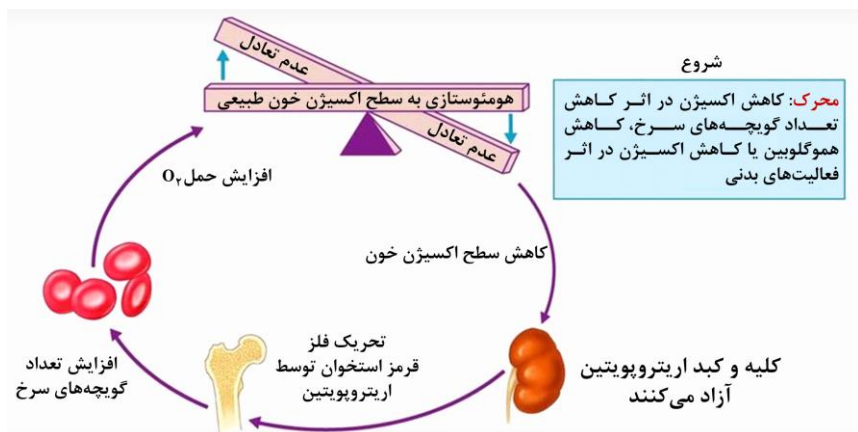
برای ساخته شدن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان، علاوه بر وجود آهن، فولیک اسید و ویتامین B<sub>۱۲</sub> نیز لازم است. آهن به‌صورت هم به پروتئین گلوبین می‌چسبد و هموگلوبین را می‌سازد.

فولیک اسید، نوعی ویتامین از خانواده B است که برای تقسیم طبیعی یاخته‌ای لازم است. کمبود آن باعث می‌شود یاخته‌ها به‌ویژه در مغز استخوان، تکثیر نشوند و تعداد گویچه‌های قرمز کاهش یابد. سبزیجات با برگ سبز تیره، حبوبات، گوشت قرمز و جگر از منابع آهن و فولیک اسیداند. کارکرد صحیح فولیک اسید به‌وجود ویتامین B<sub>۱۲</sub> وابسته است. این ویتامین فقط در غذاهای جانوری وجود دارد. البته در روده بزرگ مقداری ویتامین B<sub>۱۲</sub> تولید می‌شود.



شکل ۳۳: چرخه تولید و گردش گلبول قرمز

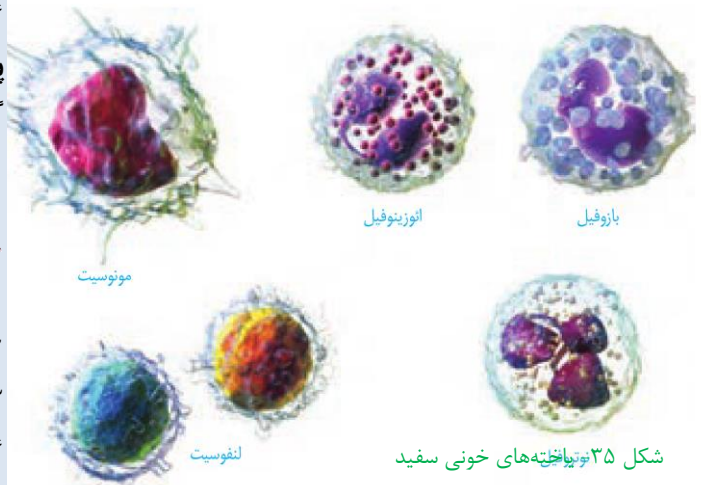
**تنظیم تولید گویچه‌های قرمز:** اگر چه تولید گویچه‌های قرمز به وجود آهن، فولیک اسید و ویتامین B<sub>۱۲</sub> وابسته است؛ در بدن ما تنظیم میزان گویچه‌های قرمز، به ترشح هورمونی به نام **اریتروپوئیتین** بستگی دارد. این هورمون توسط گروه ویژه‌ای از **یاخته‌های کلیه و کبد** به درون خون ترشح می‌شود و روی مغز استخوان اثر می‌کند تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند. این هورمون به‌طور طبیعی به مقدار کم ترشح می‌شود تا کاهش معمولی تعداد گویچه‌های قرمز را جبران کند. اما هنگام کاهش مقدار اکسیژن خون، این هورمون به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد که این حالت در **کم‌خونی**، **بیماری‌های تنفسی و قلبی**، ورزش‌های طولانی یا قرار گرفتن در ارتفاعات، ممکن است رخ دهد.



شکل ۳۴: تنظیم تولید گلبول قرمز

**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. انواع و ویژگی‌های آن‌ها را در شکل ۳۵ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۵: یاخته‌های خونی سفید

- ۱- بازوفیل: هستهٔ دو قسمتی روی هم افتاده- میان یاخته با دانه‌های تیره
- ۲- نوتروفیل: هستهٔ دو قسمتی دمبلی- میان یاخته با دانه‌های روشن درشت
- ۳- نوتروفیل: هستهٔ چند قسمتی- میان یاخته با دانه‌های روشن ریز
- ۴- مونوسیت: هستهٔ تکی خمیده یا لوبیایی- میان یاخته بدون دانه
- ۵- لنفوسیت: هستهٔ تکی گرد یا بیضی- میان یاخته بدون دانه

سلول	هسته	میان یاخته	فاگوسیت	دیاباز
بازوفیل	دو قسمتی روی هم افتاده	با دانه‌های تیره	-	+
نوتروفیل	دو قسمتی دمبلی	با دانه‌های روشن درشت	-	+
نوتروفیل	چند قسمتی	با دانه‌های روشن ریز	+	+
مونوسیت	تکی خمیده یا لوبیایی	بدون دانه	+	+
لنفوسیت	تکی گرد یا بیضی	بدون دانه	-	+

**تست ۲۴:** در حالت طبیعی هر سلول حاصل از یاخته بنیادی ..... می‌تواند .....

- (۱) میلوئیدی- وارد خون شود.
- (۲) لنفوئیدی- از خون خارج شود.
- (۳) میلوئیدی- O<sub>۲</sub> مصرف کند.
- (۴) لنفوئیدی- پادتن ترشح کند.

**پاسخ:**

گزینهٔ «۲» صحیح است.

**تست ۲۵:** هر گویچه سفید دارای هسته ..... قطعاً .....

- (۱) تکی بدون قسمت بندی- میان یاخته بدون دانه
- (۲) دو قسمتی- میان یاخته با دانه‌های روشن دارد.
- (۳) چند قسمتی- از یاخته لنفوئیدی منشأ گرفته است.
- (۴) چند قسمتی- میان یاخته با دانه‌های روشن درشت دارد.

**پاسخ:**

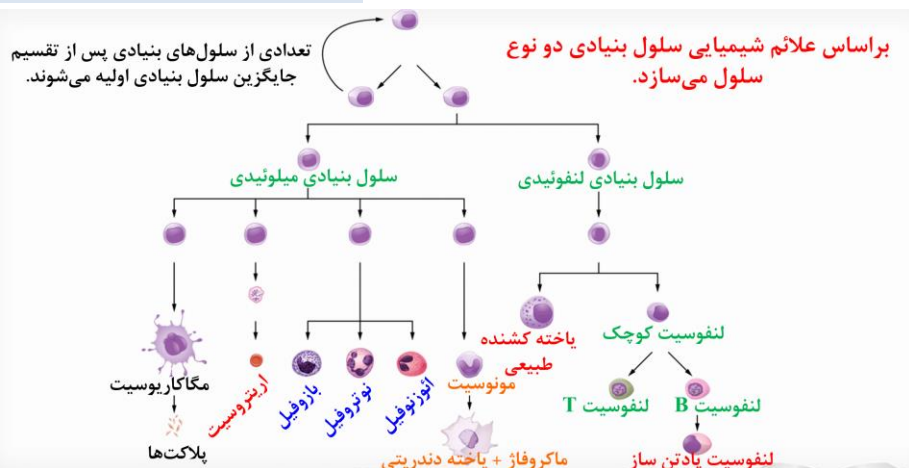
گزینهٔ «۱» صحیح است.

**تست ۲۶:** پلاکت ..... گلبول قرمز .....

- (۱) همانند- از گلبول سفید کوچک‌تر است.
- (۲) برخلاف- دارای هسته است.
- (۳) همانند- فاقد دانه می‌باشد.
- (۴) برخلاف- از یاخته‌های لنفوئیدی منشأ می‌گیرد.

**پاسخ:**

گزینهٔ «۱» صحیح است.



## گرده‌ها:

قطعات یاخته‌ای بی‌رنگ و بدون هسته‌ای هستند که درون خود دانه‌های زیادی دارند و از گویچه‌های خون کوچک‌ترند. گرده‌ها در مغز استخوان، زمانی تولید می‌شوند که بخش میان‌یاخته‌ای یاخته‌های بزرگی به نام **مگاکاریوسیت** قطعه‌قطعه و وارد جریان خون می‌شوند (شکل ۳۶). 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.

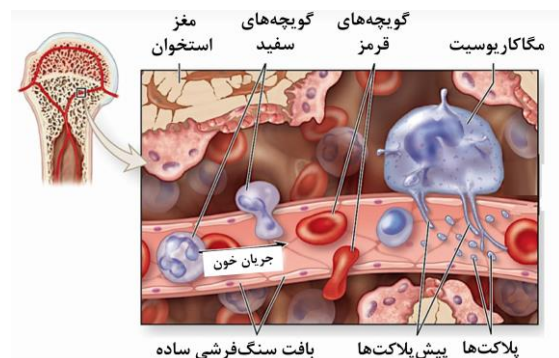


**تمرین ۲۱:** با توجه به خون‌سازی در مغز استخوان انسان درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- \* هر گویچه سفید بدون دانه قطعاً از یاخته بنیادی لنفوئیدی پدید آمده است.
- \* هر گویچه سفیدی که از یاخته بنیادی میلوئیدی پدید می‌آید دانه‌دار است.
- \* سلول سازنده گرده‌ها پس از ورود به پلازما قطعه قطعه می‌شود.
- \* هر سلول خونی غیر از گلبول سفید توسط یاخته‌های بنیادی میلوئیدی تولید می‌شود.

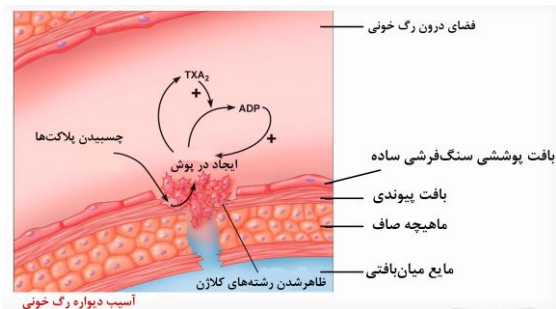
## پاسخ:

الف-ن / ب-ن / پ-ن / ت-ص



شکل ۳۶- عبور گلبول‌های سفید از مویرگ‌های ناپیوسته

گرده‌ها به چند طریق از هدر رفتن خون جلوگیری می‌کنند. 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.



شکل ۳۷- ایجاد درپوش پلاکتی

در خونریزی‌های شدیدتر، گرده‌ها در تولید لخته خون، نقش اصلی دارند. آن‌ها با ترشح مواد و با کمک پروتئین‌های خون مثل فیبرینوزن، لخته را ایجاد می‌کنند که در تشکیل لخته در





**تست ۲۷:** قطعاتی که از مگاکاربوسیت منشأ می‌گیرند ممکن نیست .....  
 (۱) پروترومبین را به ترومبین تبدیل کنند.  
 (۲) به جمع شدن رشته‌های فیبرین کمک کنند.  
 (۳) با ماده ژنتیکی خود پروتئین‌های مختلف را رمز کنند.  
 (۴) فاقد دانه‌های رنگی باشند.

**پاسخ:**

گزینه «۳» صحیح است.



**تست ۲۸:** چند مورد زیر به‌طور طبیعی در خوناب یک فرد سالم دیده می‌شود؟  
 \* آنزیم پروتومیناز  
 \* فیبرینوژن  
 \* هموگلوبین  
 \* میوزین

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) صفر

**پاسخ:**

گزینه «۱» مورد دوم صحیح است.

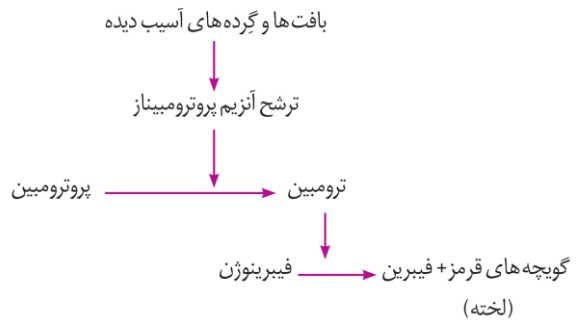


**تست ۲۹:** هر عامل ترشح‌کننده آنزیم پروترومیناز .....  
 (۱) از باخته میلوئیدی منشأ می‌گیرد.  
 (۲) بخشی از میان باخته نوعی یاخته بزرگ است.  
 (۳) کوچک‌ترین واحد سطح حیات است.  
 (۴) رشته‌هایی را پدید می‌آورند که یاخته‌های خونی و گرده‌ها در بر می‌گیرد.

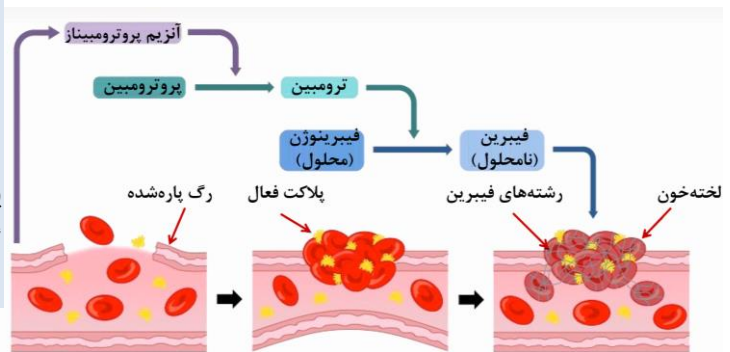
**پاسخ:**

گزینه «۴» صحیح است.

محل زخم، جلوی خونریزی را می‌گیرد (شکل ۳۸) . وجود ویتامین **K** و یون **Ca** در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است.  
 مراحل انعقاد خون با کمک گرده‌ها و عوامل انعقادی دیگر را در نمودار زیر می‌بینید.



پروتئین	محل تولد	محل فعالیت
پروتومیناز	گرده‌ها، یاخته آسیب‌دیده رگ‌ها	پلازما
فیبرینوژن	کبد	پلازما
پروترومبین	کبد	پلازما
ترومبین	پلازما	پلازما
فیبرین	پلازما	پلازما

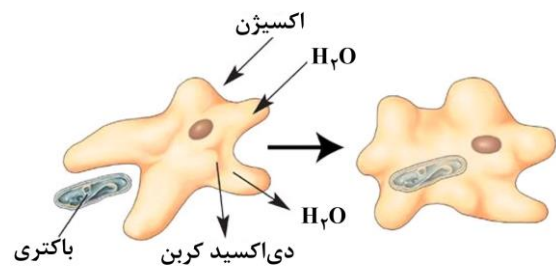


شکل ۳۷- انعقاد خون

شکل ۳۷- انعقاد خون

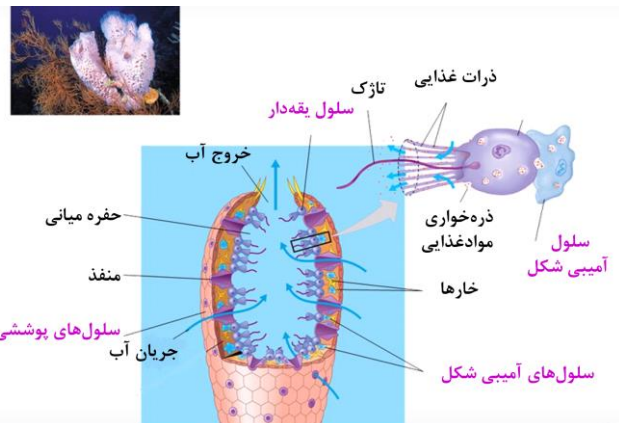
## گفتار ۴: تنوع گردش مواد در جانداران

در تک‌یاختگان به دلیل اندازه کوچک، نسبت سطح به حجم زیاد است و تبادل گاز، تغذیه و دفع بین محیط و یاخته از سطح آن انجام می‌شود. در جانداران پریاخته‌ای به دلیل زیاد بودن تعداد یاخته‌ها، همه یاخته‌ها با محیط بیرون ارتباط ندارند و لازم است در آن‌ها دستگاه گردش موادی به‌وجود آید تا یاخته‌ها نیازهای غذایی و دفع مواد زائد خود را با کمک آن برطرف کنند. دستگاه‌های گردش مواد در جانوران مختلف به‌صورت‌های زیر است:



شکل ۳۸- تبادل مواد در آمیب

**سامانه گردش آب:** برخی از بی‌مهرگان سامانه انتقال ویژه‌ای دارند؛ به‌عنوان مثال در اسفنج‌ها به‌جای گردش درونی مایعات، آب از محیط بیرون از طریق سوراخ‌های دیواره به حفره یا حفره‌هایی وارد، و پس از آن از سوراخ یا سوراخ‌های بزرگ‌تری خارج می‌شود. عامل حرکت آب، یاخته‌های یقه‌دار هستند که تاژک دارند.



شکل ۳۹- سامانه گردش مواد در آمیب

**حفره گوارشی:** در مرجانیان مثل هیدر آب شیرین، کیسه گوارشی پر از مایعات علاوه بر گوارش، وظیفه گردش مواد را نیز برعهده دارد. در عروس دریایی، این سامانه انشعاب‌های متعددی دارد که به گردش مواد در چتر و بازوهای جانور کمک می‌کند. در کرم‌های پهن آزاد زی مثل پلاناریا، انشعابات آن به تمام نواحی



**تست ۳۰:** در آمیب ممکن نیست .....

- (۱) سطح جاندار تأمین‌کننده گازهای تنفسی برای حجم باشد.
- (۲) همانند اسفنج‌ها یاخته مستقیم با محیط تبادل مواد انجام دهد.
- (۳) بدون تشکیل کریچه دفعی، مواد دفعی از سلول خارج شوند.
- (۴) همانند پارامسی بدون کافنده تن مواد غذایی گوارش یابند.

**پاسخ:**

گزینه «۴» صحیح است.



**تست ۳۱:** چند مورد زیر برای اسفنج صادق است؟

- \* داشتن حفره گوارش
- \* داشتن گوارش برون‌یاخته‌ای
- \* داشتن چند منفذ برای ورود آب ولی داشتن یک منفذ برای خروج آب

\* همانند هیدر دارای سلول‌های تاژک‌دار است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ صفر

**پاسخ:**

گزینه «۲» موارد سوم و چهارم صحیح است.



**تست ۳۲:** اگر در اسفنج‌ها یاخته‌های یقه‌دار غیرفعال

شود چند مورد زیر در جانور دچار اختلال می‌شود؟

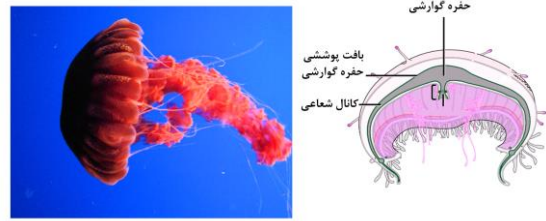
- \* خروج آب از حفره میانی
- \* گردش درونی مایعات بدن
- \* جذب مواد غذایی

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ صفر

**پاسخ:**

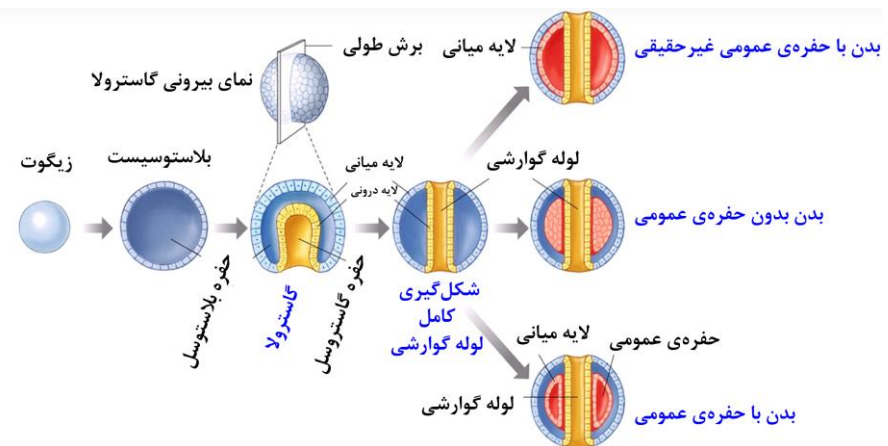
گزینه «۳» صحیح است.

بدن نفوذ می‌کند به طوری که فاصله انتشار مواد تا یاخته‌ها بسیار کوتاه است. در این جانوران حرکات بدن به جابه‌جایی مواد کمک می‌کند (شکل ۳۹ فصل ۲).

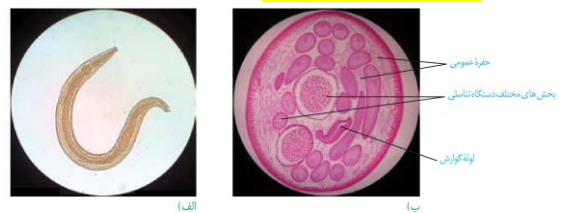


شکل ۳۹- سامانه گردش مواد در عروس دریایی

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.



در بی‌مهرگانی مثل کرم‌های لوله‌ای، حفره عمومی بدن با مایعی پر می‌شود که از آن برای انتقال مواد استفاده می‌شود (شکل ۴۱). در جانوران پیچیده‌تر، دستگاه اختصاصی برای گردش مواد شکل می‌گیرد که در آن مایعی برای جابه‌جایی مواد وجود دارد. در جانوران، دو نوع سامانه گردش مواد مشاهده می‌شود.



شکل ۴۱- کرم لوله‌ای (الف) - مقطع عرضی آن (ب)

سامانه گردش خون باز: در سامانه باز، قلب مایعی به نام همولنف را به حفره‌های بدن پمپ می‌کند. همولنف نقش‌های



تست ۳۳: هر جانوری دارای حفره گوارشی .....  
 (۱) مواد دفعی خود را فقط از دهان خارج می‌کند.  
 (۲) درون بازوهای خود حفره گوارشی دارد.  
 (۳) ابتدا در مایع بین یاخته سپس در میان یاخته مواد غذایی را گوارش می‌دهد.  
 (۴) فاقد هماتوکریت است.

پاسخ:

گزینه «۴» صحیح است.



تست ۳۴: هر جانور دارای ..... قطعاً .....  
 (۱) دهان - سلوم دارد.  
 (۲) سلوم - دارای گردش خون است.  
 (۳) گردش خون - سلوم دارد.  
 (۴) حلق - سلوم دارد.

پاسخ:

گزینه «۳» صحیح است.



**تست ۳۵:** چند مورد صحیح است؟

- \* هر جانور دارای تنفس نایبسی، همولنف دارد.
  - \* هر جانور دارای چینهدان، گردش خون بسته دارد.
  - \* هر جانور دارای حلق، دارای یک نوع سامانه گردش خون است.
  - \* هر جانور دارای گردش خون بسته، تنفس ششی دارد.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴ صفر

**پاسخ:**

گزینه «۱» مورد اول صحیح است.



**تست ۳۶:** جانور دارای ..... قطعاً نمی‌تواند فاقد ..... باشد.

- (۱) آیشش - مویرگ
- (۲) قلب لوله‌ای - همولنف
- (۳) همولنف - تنفس نایی
- (۴) مویرگ - گوارش برون‌یاخته‌ای

**پاسخ:**

گزینه «۴» صحیح است.



**تست ۳۷:** چند مورد بین ملخ و کرم‌خاکی مشترک است؟

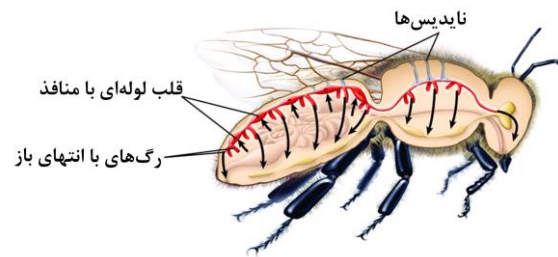
- \* چینهدان
  - \* حفره عمومی
  - \* قلب لوله‌ای
  - \* همولنف
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

**پاسخ:**

گزینه «۳» مورد آخر نادرست است.

خون، لنف و آب میان‌بافتی را برعهده دارد. این جانوران مویرگ ندارند و همولنف مستقیماً به فضای بین‌یاخته‌های بدن وارد می‌شود و در مجاورت آن‌ها جریان می‌یابد. بندپایان و بیش‌تر نرم‌تنان سامانه گردش باز دارند (شکل ۴۲).

در حشرات قلب لوله‌ای، همولنف را از طریق رگ‌ها به درون حفره‌هایی (سینوس‌ها) پمپ می‌کند. تبادل مواد بین یاخته و همولنف انجام شده و همولنف از طریق منافذ دریچه دار به قلب باز می‌گردد. دریچه‌های قلب در هنگام انقباض قلب، بسته هستند.



شکل ۴۲- گردش خون باز در حشره

**سامانه گردش خون بسته:** ساده‌ترین سامانه گردش خون بسته

در کرم‌های حلقوی، نظیر کرم‌خاکی وجود دارد. رگ‌های خونی در آن‌ها به‌صورت شبکه‌ای از سرخرگ، مویرگ و سیاهرگ است. مویرگ‌ها در کنار یاخته‌ها و با کمک آب میان‌بافتی، تبادل مواد غذایی، دفعی و گازها را انجام می‌دهند (شکل‌های ۴۳ و ۴۴).



گردش خون باز

گردش خون بسته

شکل ۴۳- گردش خون باز و بسته



**تست ۳۸:** سینوس‌ها در زنبور ..... .

- (۱) مستقیماً از منافذ قلبی همولنف می‌گیرند.
- (۲) مستقیماً خون را به رگ‌های همولنف وارد می‌کنند.
- (۳) محلهایی برای تبادل گازهای  $O_2$  و  $CO_2$  بین سلول‌های بدن‌اند.
- (۴) حاوی همولنف با مواد دفعی‌اند.

**پاسخ:**

گزینه «۴» صحیح است.



**تست ۳۹:** کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) در هر جانوری که قلب بیش از دو حفره دارد، گردش خون به صورت مضاعف است.
- (۲) هر جانوری که با پمپ فشار مثبت هوا را به شش‌ها هدایت می‌کند، قلب سه حفره‌ای دارد.
- (۳) در جانورانی که جدایی کامل بطن‌ها در آن‌ها دیده می‌شود، قلب قطعاً چهار حفره‌ای است.
- (۴) در جانورانی که تنها خون تیره از قلب عبور می‌کند، تنفس آبششی است.

**پاسخ:**

گزینه «۳» صحیح است.

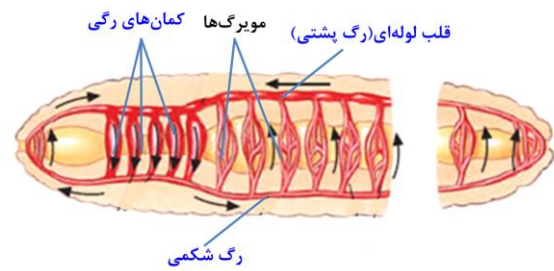


**تست ۴۰:** در ماهی مخروط سرخرگی ..... .

- (۱) خون را به سیاهرگ شکمی می‌دهد.
- (۲) خون را از حفره‌ای ماهیچه‌ای و دریچه‌دار دریافت می‌کند.
- (۳) برخلاف سینوس سیاهرگی خون روشن را از خود عبور می‌دهد.
- (۴) به انشعابات از مویرگ‌ها ختم می‌شود که در انتها خون تیره دارند.

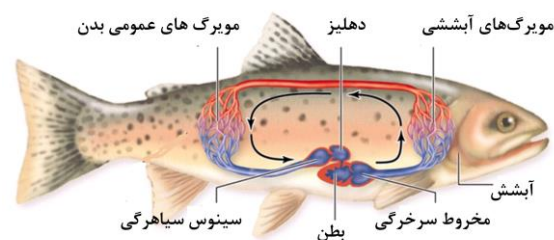
**پاسخ:**

گزینه «۲» صحیح است.



شکل ۴۴- ساده‌ترین گردش خون بسته در کرم‌خاکی- رگ پشتی به صورت قلب اصلی عمل می‌کند و خون را به جلو می‌راند. در قسمت جلویی بدن ۵ جفت کمان رگی در اطراف لوله گوارش به صورت قلب کمکی عمل می‌کنند و خون را به سمت پایین و سپس به عقب می‌رانند. مویرگ‌ها در همه قسمت‌های بدن، بین رگ پشتی و شکمی وجود دارند.

تمام مهره‌داران، سامانه گردش بسته دارند. گردش خون در مهره‌داران به صورت ساده و یا مضاعف است. در گردش ساده مثل ماهی و نوزاد دوزیستان، خون، ضمن یکبار گردش در بدن، یکبار از قلب دو حفره‌ای آن عبور می‌کند. مزیت این سیستم، انتقال یکبارۀ خون اکسیژن‌دار به تمام مویرگ‌های اندام‌هاست (شکل ۴۵).

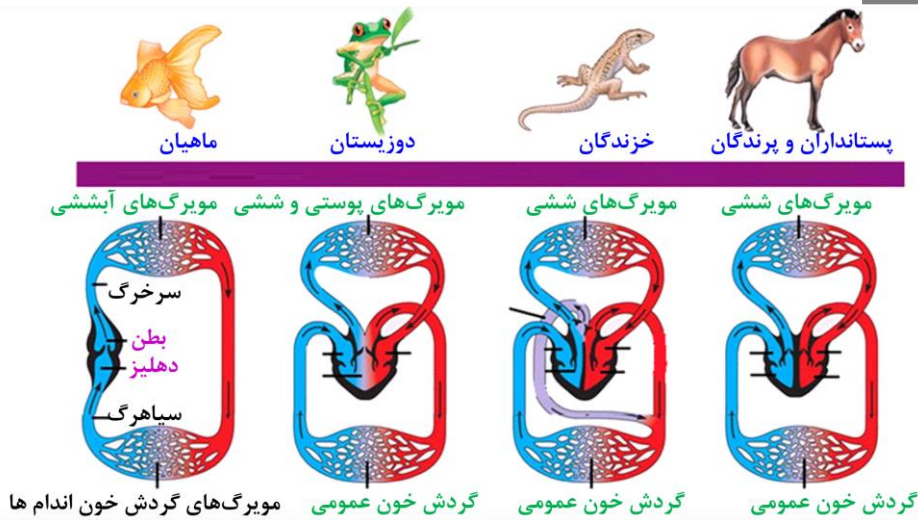


شکل ۴۵- گردش خون ماهی- خون تمام بدن از طریق سیاهرگ شکمی وارد دهلیز و سپس به بطن وارد می‌شود. انقباض بطن، خون را از طریق سرخرگ شکمی به آبشش‌ها می‌فرستد. پس از تبادل گازهای تنفسی، خون از طریق سرخرگ پشتی به تمام بدن و پس از تبادل مویرگی با یاخته‌های بدن وارد سیاهرگ شکمی می‌شود و به قلب برمی‌گردد. قبل از دهلیز، سینوس سیاهرگی و بعد از بطن، مخروط سرخرگی قرار دارد.

در گردش مضاعف، که در سایر مهره‌داران دیده می‌شود، خون ضمن یکبار 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.

سامانه گردش مضاعف، از دوزیستان به بعد، شکل گرفته است. دوزیستان، قلب سه حفره‌ای با دو دهلیز و یک بطن دارند که بطن، خون را یکبار به شش‌ها و پوست و سپس به بقیه بدن تلمبه می‌کند (شکل ۴۶).





شکل ۴۶- انواع سامانه گردش خون در مهره‌داران

**قلب و سامانه‌های گردش در پرندگان و پستانداران**

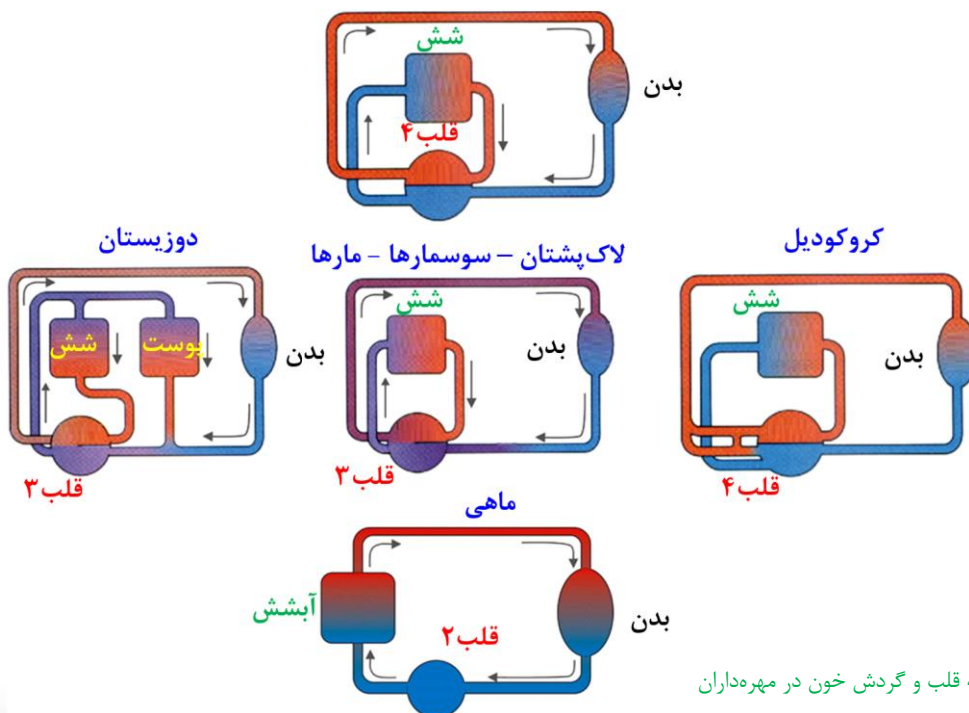
جدایی کامل بطن‌ها در پرندگان و پستانداران و برخی خزندگان مثل کروکودیل‌ها رخ می‌دهد. این حالت، حفظ فشار در سامانه گردش مضاعف را آسان می‌کند. فشار خون برای رساندن سریع مواد غذایی و خون غنی از اکسیژن به بافت‌ها در جانورانی با نیاز انرژی زیاد، مهم است.

**تست ۴۱:** هر مهره‌دار بالغ با قلب .....  
 ۱) دو حفره‌ای، ماهی است.  
 ۲) سه حفره‌ای، فاقد سامانه گردش مضاعف است.  
 ۳) چهار حفره‌ای، هر بطن خون را یکبار به شش و سپس به بقیه بدن پمپ می‌کند.  
 ۴) دارای جدایی کامل بطن‌ها، برای انجام تبادلات گازی به تلمبه‌ای با فشار بیش‌تر نیاز دارد.

**پاسخ:**

گزینه «۱» صحیح است.

**پرندگان و پستانداران**



شکل ۴۷- مقایسه قلب و گردش خون در مهره‌داران