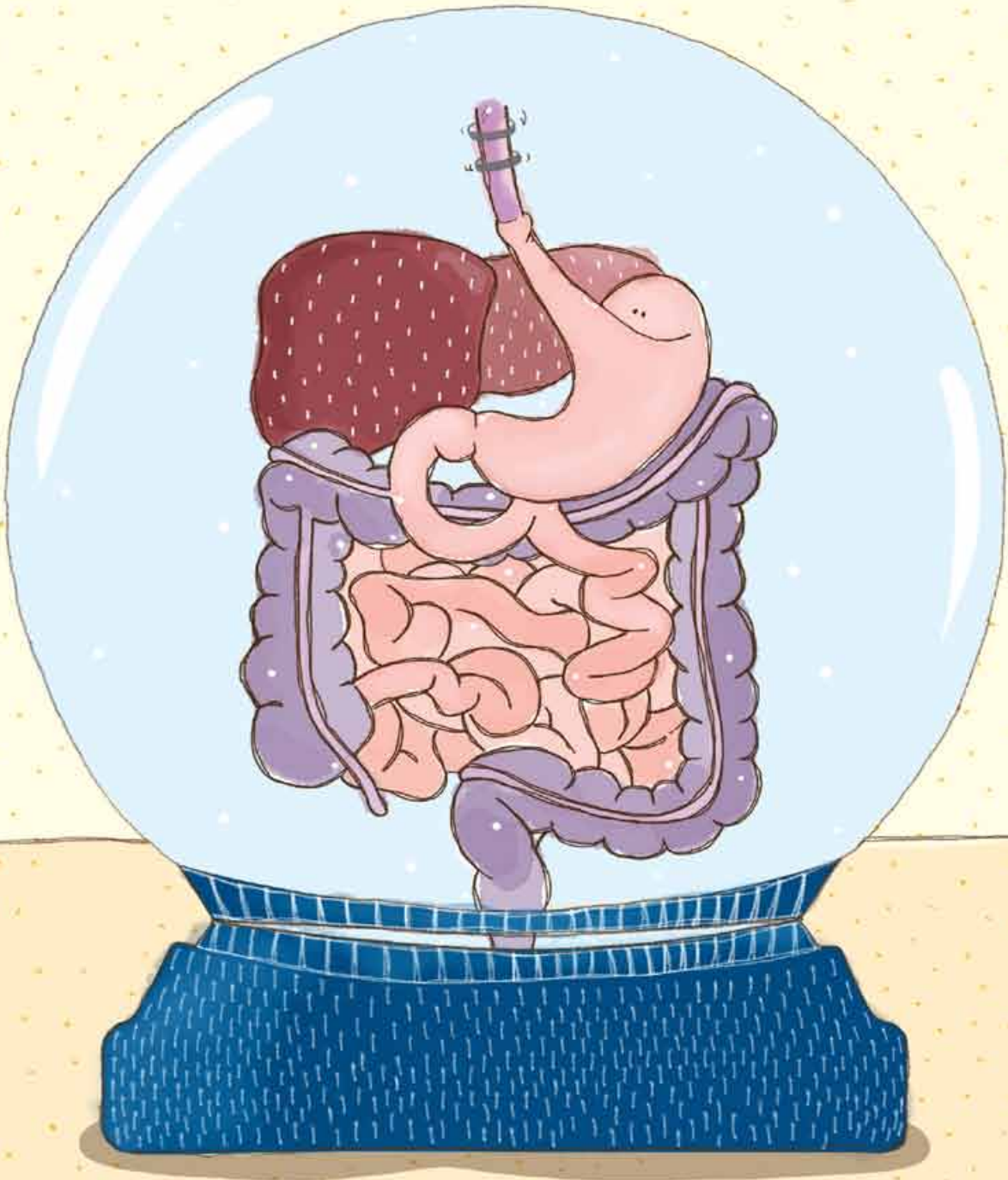


## فصل ۲ دهم

### گوارش و جذب مواد





**۵۲- گزینه ۱** بخش‌های نشان داده شده در شکل صورت سؤال به ترتیب: (۱) بنداره انتهای مری و (۲) بنداره پیلور می‌باشند. حرکات کرمی از حلق آغاز شده و در مری ادامه پیدا می‌کند و با شل شدن بنداره انتهای مری، غذا وارد معده می‌شود. در معده نیز با شدت پیدا کردن حرکات کرمی، حلقه انقباضی محکمی به سمت پیلور حرکت می‌کند و با کاهش انقباض پیلور، کیموس معده به روده باریک وارد می‌شود؛ بنابراین، بنداره انتهای مری و بنداره پیلور به دنبال حرکات کرمی (در مری یا معده) باز می‌شوند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۲): در فرایند استفراغ، هر دوی این بنداره‌ها می‌توانند به استراحت دربیایند، بنابراین به‌کارگیری واژه برخلاف، غلط است. / گزینه (۳): ماهیچه‌های حلقوی بنداره انتهای مری و بنداره پیلور توسط شبکه عصبی موجود بین لایه‌های ماهیچه‌ای، عصب‌دهی می‌شوند نه شبکه عصبی زیرمخاط. / گزینه (۴): هر دو بنداره از جنس بافت ماهیچه صاف هستند و یاخته‌های تک‌هسته‌ای دارند.

**۵۳- گزینه ۳** یاخته‌های ماهیچه‌ای دستگاه گوارش تحت تأثیر اعصاب منقبض می‌شوند؛ بنابراین در هر لایه‌ای از لوله گوارش که یاخته ماهیچه‌ای وجود دارد، یاخته‌های عصبی (یاخته‌های اصلی بافت عصبی) نیز مشاهده می‌شوند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): شبکه عصبی در لایه ماهیچه‌ای و لایه زیرمخاط دیده می‌شود. لایه زیرمخاط از بافت پیوندی سست، رگ‌های فراوان و شبکه عصبی تشکیل شده است، ولی یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف در این لایه، به شکل حلقوی و طولی دیده نمی‌شوند. / گزینه (۲): در همه لایه‌های لوله گوارش، بافت پیوندی سست دیده می‌شود، در حالی که یاخته ترشح‌کننده شیره گوارشی در ساختار همه لایه‌های لوله گوارش، حضور ندارد و فقط در لایه مخاط و زیرمخاط لوله گوارش دیده می‌شوند. / گزینه (۴): همان‌طور که در شکل (۱۵ - الف) کتاب درسی می‌بینید، بافت پوششی غده‌ای در لایه مخاط و زیرمخاط لوله گوارش وجود دارد، در حالی که در لایه مخاط شبکه عصبی وجود ندارد.

توضیحات	اجزا	لایه‌ها	لایه‌های لوله گوارش (از سمت خارج به داخل)
این لایه در حفره شکم (زیر پرده دیافراگم)، بخشی از صفاق را تشکیل می‌دهد، در قسمت‌هایی از لوله گوارش، بافت پیوندی سست ممکن است روی خود، بافت پوششی داشته باشد یا نداشته باشد.	بافت پیوندی سست	لایه بیرونی	
	بافت چربی		
	رگ‌های خونی		
	بافت پوششی		
این لایه فقط در دهان، حلق، ابتدای مری، بنداره ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع ماهیچه مخطط است و در سایر قسمت‌ها از نوع ماهیچه صاف می‌باشد.	ماهیچه مخطط	لایه ماهیچه‌ای	

ادامه جدول در صفحه بعد ...



توضیحات	اجزا	لایه‌ها
<p>ماهیچه صاف لوله گوارش در قسمت میانی و انتهایی مری، روده باریک، روده بزرگ و راست‌روده به صورت دو لایه حلقوی و طولی است. لایه طولی (بیرونی) از خارج به بافت پیوندی سست لایه بیرونی متصل است. لایه حلقوی (درونی) نیز از داخل به لایه زیرمخاط متصل است.</p> <p>بین دو لایه ماهیچه‌های طولی و حلقوی، بافت پیوندی سست، رگ‌های خونی و شبکه‌های از یاخته‌های عصبی وجود دارد.</p> <p>معدة برخلاف قسمت‌های دیگر لوله گوارش، سه لایه ماهیچه صاف دارد که از خارج به داخل عبارت‌اند از: (۱) لایه طولی، (۲) لایه حلقوی و (۳) لایه مورب.</p> <p>مخرج، دو لایه ماهیچه دارد: (۱) لایه بیرونی، ماهیچه مخطط است و بنداره خارجی مخرج را به وجود می‌آورد. (۲) لایه درونی، ماهیچه صاف است و بنداره داخلی مخرج را به وجود می‌آورد.</p> <p>انتقباض ماهیچه‌های طولی، سبب کوتاه‌شدن و انتقباض ماهیچه‌های حلقوی، سبب تنگ‌شدن لوله گوارش می‌شود. انتقباض لایه ماهیچه‌های لوله گوارش ۳ نتیجه در پی دارد:</p> <p>۱- سبب حرکت مواد درون لوله گوارش می‌شود.</p> <p>۲- سبب گوارش مکانیکی و خردشدن ذرات غذایی می‌شود.</p> <p>۳- با مخلوط‌کردن غذا با شیرهای گوارشی به گوارش شیمیایی نیز کمک می‌کند.</p>	<p>طولی</p> <p>حلقوی</p> <p>بافت پیوندی سست</p> <p>رگ‌های خونی</p> <p>شبکه‌های از یاخته‌های عصبی</p>	<p>ماهیچه صاف</p> <p>لایه ماهیچه‌های</p>
<p>این لایه سبب می‌شود تا لایه مخاط روی لایه ماهیچه‌های بچسبد و به راحتی روی آن بلغزد یا چین بخورد. شبکه عصبی لایه زیرمخاطی با شبکه عصبی بین دو لایه ماهیچه‌های متفاوت است ولی با یکدیگر ارتباط دارند. شبکه عصبی لایه زیرمخاطی در کنترل ترشحات لوله گوارش و حرکت پرزهای روده باریک نقش دارد، ولی شبکه عصبی بین دو لایه ماهیچه‌های حرکت لوله گوارش را کنترل می‌کند.</p> <p>در دو لایه از لوله گوارش، غدد ترشحی دیده می‌شود: (۱) لایه زیرمخاط و (۲) لایه مخاط. هر دوی این غده‌ها از فرورفتن بافت پوششی لایه مخاط به درون بافت پیوندی به وجود آمده‌اند.</p>	<p>بافت پیوندی سست</p> <p>رگ‌های فراوان</p> <p>شبکه‌های از یاخته‌های عصبی</p>	<p>لایه زیرمخاطی (زیرمخاط)</p> <p>لایه‌های لوله گوارش</p>
<p>مخاط از داخل به خارج شامل: (۱) بافت پوششی، (۲) بافت پیوندی و (۳) ماهیچه مخاطی است. داخلی‌ترین بخش این لایه، بافت پوششی است. بافت پوششی در دهان و مری از نوع سنگفرشی چندلایه‌ای و در معده و روده باریک از نوع استوانه‌ای یک‌لایه‌ای است.</p> <p>یاخته‌های پوششی مخاط در بخش‌های مختلف لوله گوارش اعمال متفاوتی انجام می‌دهند، مثلن: (۱) جذب برخی مواد در دهان و جذب اصلی در روده باریک، (۲) ترشح آنزیم‌های گوارشی از قبیل آمیلاز در دهان و پپسینوژن در معده، (۳) ترشح موسین در سراسر لوله گوارش، (۴) ترشح هورمون‌های گاسترین در معده (نزدیک پیلور) و سکرترین در دوازدهه روده باریک و (۵) ترشح کلریدریک اسید در معده و نقش‌های دیگر.</p> <p>ماهیچه مخاطی دو لایه است که لایه بیرونی از نوع ماهیچه صاف طولی است.</p> <p>ماهیچه مخاطی در روده باریک سبب حرکت پرزها می‌شود.</p> <p>لایه مخاطی به وسیله آستر مخاط به لایه زیرمخاطی متصل می‌شود.</p> <p>در ساختار چین‌خوردگی‌های لوله گوارش دو لایه زیرمخاطی و مخاطی شرکت دارند. چین‌خوردگی‌های مری و معده به صورت طولی و چین‌خوردگی‌های روده باریک و روده بزرگ به صورت حلقوی هستند.</p>	<p>بافت پوششی</p> <p>بافت پیوندی سست (آستر مخاط)</p> <p>رگ‌ها</p> <p>ماهیچه مخاطی</p>	<p>لایه مخاطی (مخاط)</p>

در همه لایه‌های لوله گوارش، بافت پیوندی سست وجود دارد.

در دو لایه زیرمخاطی و ماهیچه‌های، شبکه عصبی وجود دارد.

ماده مخاطی را با لایه مخاطی اشتباه نگیرید! یاخته‌های پوششی لایه مخاطی، گلیکوپروتئین (پروتئین + کربوهیدرات) موسین را با فرایند برون‌رانی و مصرف انرژی ترشح می‌کنند. موسین، مقدار زیادی آب جذب می‌کند و ماده مخاطی را به وجود می‌آورد.

ماده مخاطی با خاصیت لغزنده‌سازی خود، دیواره لوله گوارش را از آسیب‌های مکانیکی (خراشیدگی حاصل از تماس غذا) و شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) حفظ می‌کند. هم‌چنین با به هم چسباندن و لغزنده‌کردن ذرات غذا به عمل بلع کمک می‌کند.

۵۴- گزینه «۳» همان‌طور که در شکل (۱۵ - الف) کتاب درسی می‌بینید، غده‌های روده باریک در لایه‌های مخاط و زیرمخاط دیده می‌شوند.

۱۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): صفاق پرده‌ای است که اندام‌های درون شکم را از خارج به هم وصل می‌کند، بنابراین بخش‌هایی از لوله گوارش که بالاتر از دیافراگم قرار دارند (بیشتر طول مری)، در ارتباط با صفاق قرار نمی‌گیرند. گزینه (۲): همان‌طور که در شکل (۲۹ - ب) کتاب درسی می‌بینید، در ساختار چین روده، لایه ماهیچه‌های و لایه بیرونی لوله گوارش دیده نمی‌شود؛ بلکه لایه مخاط و زیرمخاط هستند که چین‌های حلقوی را ایجاد می‌کنند. گزینه (۴): در معده، یاخته‌هایی وجود دارند که هورمون گاسترین را می‌سازند. این هورمون‌ها به خون ترشح می‌شوند و به فضای درون لوله گوارش وارد نمی‌شوند.

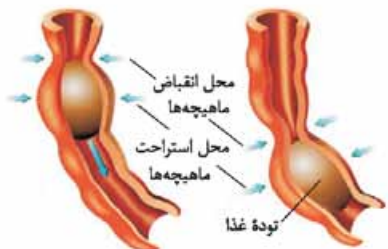


۵۵- گزینه ۱»

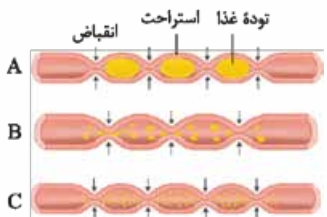
حرکات کرمی با ایجاد یک حلقه انقباضی مواد را در طول لوله گوارش از حلق به سمت مخرج حرکت می‌دهند. در دهان، حلق و ابتدای مری ماهیچه‌ها از نوع **مخطط** هستند؛ بنابراین، حرکات کرمی در حلق و ابتدای مری توسط عضلات مخطط و در سایر نواحی لوله گوارش، توسط عضلات صاف راه‌اندازی می‌شوند؛ در حالی که حرکات قطعه‌قطعه‌کننده فقط در **روده باریک** و توسط عضلات صاف راه‌اندازی می‌شوند.

**۱- بررسی سایر گونه‌ها ۱-۲** گزینه ۲: در ایجاد حرکات کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده هم عضلات حلقوی و هم عضلات طولی نقش دارند. / گزینه ۳: هر دو نوع حرکت کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده در مخلوط‌نمودن غذا با شیره گوارشی و تسهیل گوارش شیمیایی غذا نقش دارند. / گزینه ۴: در دهان، معده و روده باریک، آنزیم‌های گوارشی ترشح می‌شوند، در حالی که در دهان حرکات کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده صورت نمی‌گیرد.

انواع حرکات در لوله گوارش	محل	نقش	توضیحات
کرمی	حلق و ابتدای مری تا مخرج	جلوراندن غذا در طول لوله گوارش	<p>با ورود لقمه غذا به حلق و گشادشدن لوله گوارش در این ناحیه، یاخته‌های عصبی دیواره لوله گوارش تحریک می‌شوند، در نتیجه سبب انقباض ماهیچه‌های لوله گوارش و ایجاد یک حلقه انقباضی پیش از لقمه غذا می‌گردد. این حلقه انقباضی زمانی که به بنداره ابتدای مری می‌رسد، سبب شل شدن و به استراحت درآمدن ماهیچه حلقوی آن می‌گردد، در نتیجه لقمه غذا وارد مری می‌گردد. پس از ورود غذا به مری، بنداره ابتدای آن دوباره بسته می‌شود و موج حرکت کرمی غذا را به جلو می‌برد تا این که به بنداره انتهایی مری می‌رسد، این بنداره نیز شل می‌شود تا غذا وارد معده شود. پس از ورود غذا به معده، دیواره آن اندکی انبساط می‌یابد و حرکات کرمی در آن آغاز می‌گردد. شدت این حرکات هر چه به سمت دریچه پیلور نزدیک‌تر می‌شوند، افزایش می‌یابد. با رسیدن موج انقباضی به پیلور، این دریچه اندکی شل می‌شود و مقداری از محتویات معده (کیموس) به روده باریک وارد می‌شود و سپس دوباره منقبض می‌شود و محتویات معده به عقب برمی‌گردند. این عمل تکرار می‌گردد تا معده تخلیه شود. این حرکات در روده باریک نیز ادامه دارند و در روده بزرگ با شدت و قدرت کم‌تر رخ می‌دهند.</p> <p>حرکات کرمی لوله گوارش، معمولاً از دهان به سمت مخرج انجام می‌شوند؛ اما در استفراغ، در جهت عکس و به سمت دهان رخ می‌دهد.</p> <p>حرکات کرمی، علاوه بر لوله گوارش در میزنا نیز به دفع ادرار از کلیه‌ها کمک می‌کنند (زیست رهم- فصل ۵).</p> <p>در حرکات کرمی لوله گوارش، نیروی انقباض از یک یاخته ماهیچه‌ای به یاخته ماهیچه‌ای بعدی منتقل می‌شود؛ اما با رسیدن به بنداره‌ها، نیروی انقباض به یاخته‌های ماهیچه حلقوی بنداره منتقل نمی‌شود؛ زیرا در حالت عادی منقبض‌اند و با رسیدن موج حرکت کرمی به استراحت درمی‌آیند.</p>
		مخلوط‌کنندگی	<p>حرکات کرمی نقش مخلوط‌کنندگی نیز دارند، به ویژه در حرکت رو به جلو که محتویات لوله با برخورد به یک بنداره، متوقف می‌شود؛ مثل وقتی که محتویات معده به پیلور برخورد می‌کنند. در این صورت، حرکات کرمی می‌توانند محتویات لوله را مخلوط کنند</p>
	روده باریک	گوارش مکانیکی و ریزتر کردن غذا	<p>در این حرکات، برخلاف حرکات کرمی چندین حلقه انقباضی به وجود می‌آید اما این حلقه‌های انقباضی در طول لوله گوارش حرکت نمی‌کنند. این عمل همچنان تکرار می‌شود تا مواد غذایی کاملاً خرد و ریز شوند.</p> <p>در این حرکت برخلاف حرکت کرمی، قبل و بعد از توده غذا، حلقه انقباضی تشکیل می‌شود.</p> <p>ایجاد حلقه انقباضی در قسمت میانی نواحی شل، ضمن این که سبب ریزش توده غذا می‌شود، قطعات حاصل را در دو جهت عقب و جلو منتقل می‌کند.</p>
	روده باریک	در تماس قرارگرفتن مکرر پرزها با مواد غذایی روده می‌شود.	<p>ماهیچه مخاطی در روده باریک به درون پرزها ادامه یافته است و با انقباضات خود سبب حرکت پرزهای روده باریک</p>



- حرکات کرمی لوله گوارش، معمولاً از دهان به سمت مخرج انجام می‌شوند؛ اما در استفراغ، در جهت عکس و به سمت دهان رخ می‌دهد.
- حرکات کرمی، علاوه بر لوله گوارش در میزنا نیز به دفع ادرار از کلیه‌ها کمک می‌کنند (زیست رهم- فصل ۵).
- در حرکات کرمی لوله گوارش، نیروی انقباض از یک یاخته ماهیچه‌ای به یاخته ماهیچه‌ای بعدی منتقل می‌شود؛ اما با رسیدن به بنداره‌ها، نیروی انقباض به یاخته‌های ماهیچه حلقوی بنداره منتقل نمی‌شود؛ زیرا در حالت عادی منقبض‌اند و با رسیدن موج حرکت کرمی به استراحت درمی‌آیند.



- هم حرکات کرمی و هم حرکات قطعه‌قطعه‌کننده در گوارش مکانیکی مواد غذایی نقش دارند.
- هر جا سخن از حرکات لوله گوارش به میان بیاید، منظور حرکات کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده است نه حرکت پرزها!
- فقط حرکات کرمی می‌توانند بنداره‌های بسته را باز کنند و به حالت استراحت درآورند و حرکات قطعه‌قطعه‌کننده در آن نقشی ندارند.



## ۵۶- گزینه ۳»

پسین در محیط اسیدی معده، گوارش پروتئین‌ها را آغاز و آن‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر تبدیل می‌کند، در حالی که **تریپسین** یکی

از **پروتئازهای** پانکراس است که در **دوازدهه** فعال می‌شود.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه ۱: گوارش چربی‌ها درون **معده** و با ترشح **لیپاز** از یاخته‌های اصلی غدد معده، آغاز می‌شود. در معده انواعی از پیش‌سازهای پروتئازها ترشح می‌شوند که به طور کلی پپسینوژن نامیده می‌شوند. / گزینه ۲: گوارش کربوهیدرات‌ها به کمک آنزیم‌های موجود در روده باریک پایان می‌یابد. در ابتدای روده باریک (دوازدهه)، گروهی از یاخته‌ها هورمون سکرترین ترشح می‌کنند. / گزینه ۴: گوارش چربی‌ها در روده باریک پایان می‌یابد و یاخته‌های روده، آب و انواعی از یون‌ها مانند بی‌کربنات را به درون لوله گوارش ترشح می‌کنند.

محصول	پیش‌ماده	منبع آنزیم	آنزیم	توضیحات	محل	گوارش شیمیایی انواع مواد غذایی
دی‌ساکارید مالتوز + مولکول‌های بزرگ‌تر	نشاسته	غدد بزاقی	آمیلاز بزاقی	—	دهان	
دی‌ساکارید مالتوز + مولکول‌های بزرگ‌تر	نشاسته	غدد بزاقی	آمیلاز بزاقی	آمیلاز بزاق همراه و مخلوط با لقمه غذا به معده منتقل می‌شود و تا مدتی در معده نیز فعالیت می‌کند و نشاسته را به صورت ناقص تجزیه می‌کند. از آن‌جا که آنزیم آمیلاز بزاق از جنس پروتئین است، توسط پروتئازهای معده تجزیه می‌شود و قدرت فعالیت خود را از دست می‌دهد.	معده	
دی‌ساکارید مالتوز + کربوهیدرات درشت دارای ۳ تا ۹ مولکول گلوکز	نشاسته	پانکراس (لوزالمعده)	آمیلاز پانکراس	در روده باریک، آمیلاز پانکراس (لوزالمعده) نیز بر روی باقی‌مانده نشاسته اثر می‌گذارد و با قدرت بیشتری آن را تجزیه می‌کند، تا این‌که از نشاسته غذایی در روده باریک فقط دی‌ساکاریدها باقی بماند. یاخته‌های روده باریک آنزیم‌هایی دارند که مولکول‌ها را به مونوساکارید گلوکز تجزیه می‌کند.	روده باریک	کربوهیدرات‌ها
دی‌ساکارید مالتوز + کربوهیدرات درشت دارای ۳ تا ۹ مولکول گلوکز	دی‌ساکارید مالتوز + کربوهیدرات درشت دارای ۳ تا ۹ مولکول گلوکز	روده باریک	آنزیم‌های غشایی	آبکافت دی‌ساکاریدها از قبیل ساکارز (قند نیشکر) و لاکتوز (قند شیر)، توسط آنزیم‌های روده باریک انجام می‌شود.		
گلوکز + فروکتوز	ساکارز					
گلوکز + گالاکتوز	لاکتوز					
مولکول کوچک‌تر (پپتید)	پروتئین	این آنزیم ترشعی نیست بلکه از شکستن پپسینوژن به وجود می‌آید.	پسین‌ها	پروتئازهای معده به صورت غیرفعال ترشح می‌شوند. این آنزیم‌ها را به طور کلی <b>پپسینوژن</b> می‌نامند. در ابتدا این مواد در تماس با کلریدریک اسید قرار گرفته و به پسین تبدیل می‌شوند. پسین، پروتئاز فعال معده است. پس از تولید پسین، علاوه بر کلریدریک اسید، پسین نیز بر روی پپسینوژن اثر می‌گذارد و آن را به پسین تبدیل می‌کند. پسین‌های فعال در معده گوارش پروتئین‌ها را آغاز می‌کنند و پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر (نه آمینواسید) آبکافت می‌کنند.	معده	پروتئین‌ها
آمینواسیدها	پروتئین‌ها + زنجیره‌های کوچک آمینواسیدی	پانکراس	پروتئازهای پانکراس مانند تریپسین	در روده باریک تحت تأثیر پروتئازهای پانکراس و پروتئازهای یاخته‌های روده باریک، پروتئین‌ها به زنجیره‌های کوچک آمینواسیدی + آمینواسیدها آبکافت می‌شوند. زنجیره‌های کوچک آمینواسیدی تولیدشده در معده و روده باریک نیز به تدریج به آمینواسیدها تجزیه می‌شوند.	روده باریک	
آمینواسیدها	پروتئین‌ها + زنجیره‌های کوچک آمینواسیدی	روده باریک	آنزیم‌های غشایی			

ادامه جدول در صفحه بعد ...



محصول	پیش‌ماده	منبع آنزیم	آنزیم	توضیحات	محل	گوارش شیمیایی انواع مواد غذایی
گلیسرول، اسیدهای چرب، مونوگلیسریدها و دی‌گلیسریدها	چربی (تری‌گلیسرید)	معدده	لیپاز	آنزیم لیپاز مترشحه از یاخته‌های اصلی معدده، به مقدار کمی تری‌گلیسریدها را به گلیسرول، اسیدهای چرب، مونوگلیسریدها و دی‌گلیسریدها آبکافت می‌کند.	معدده	لیپیدها
گلیسرول، اسیدهای چرب، مونوگلیسریدها و دی‌گلیسریدها	چربی (تری‌گلیسرید)	پانکراس	لیپاز	گوارش چربی‌ها (تری‌گلیسریدها) ابتدا چربی‌ها در بدن تحت تأثیر سه عامل به قطرات ریزی تبدیل می‌شوند (گوارش مکانیکی): (۱) دمای بدن (۲) نمک‌های صفرا و لسیتین (۳) حرکات مخلوط‌کننده روده باریک سپس قطرات چربی تحت تأثیر آنزیم لیپاز لوزالمعدده در دوازدهه آبکافت می‌شوند.	روده باریک	

۱ - در لوله گوارش دو عامل در شکستن پیوند بین آمینواسیدها نقش دارند: (۱) **ماده معدنی**: کلریدریک اسید پیوند بین آمینواسیدها را در پپسینوژن می‌شکند. (۲) **ماده آلی**: پروتئازها

۲- منظور از چربی فقط تری‌گلیسرید است نه همه لیپیدها!

۳- هر مولکول تری‌گلیسرید از یک گلیسرول و سه مولکول اسید چرب ساخته شده است.

۴- گوارش کربوهیدرات‌ها در دهان ولی گوارش پروتئین‌ها و لیپیدها در معدده آغاز می‌شود.

۵- گوارش مکانیکی مواد غذایی در دهان به وسیله دندان‌ها آغاز و در قسمت‌های دیگر لوله گوارش به وسیله حرکات ماهیچه‌ها ادامه می‌یابد.

۶- پپسینوژن از آن‌جا که غیرفعال است؛ بنابراین هیچ پیش‌ماده و محصولی ندارد.

۷- در هنگام فرایند آبکافت بسیاری، به ازای شکستن هر پیوند، یک مولکول آب مصرف (نه تولید) می‌شود. اگر از آبکافت یک بسپار خطی (نه حلقوی) تعداد n تکپار حاصل شود، در طی آبکافت به تعداد n-1 مولکول آب مصرف شده است؛ مثلاً یک زنجیره کربوهیدراتی که ۲۰ گلوکز دارد، در طی آبکافت کامل آن ۱۹ مولکول آب مصرف می‌شود.

**۵۷- گزینه ۴** با توجه به شکل ۲۱ کتاب درسی، در ساختار معدده انسان، عضلات موجود در ناحیه پیلور نسبت به نواحی بالاتر آن، قطر بیشتر و در نتیجه، توانایی انقباض بیشتری دارند. در ضمن، پیلور، بنداره‌ای است که حتمن قدرت انقباضی آن بیشتر از عضلات حلقوی نواحی بالاتر آن است. در دیواره معدده، از خارج به داخل (شکل‌های ۱۴ و ۲۱): (۱) لایه پیوندی خارجی، (۲) لایه ماهیچه‌ای طولی، (۳) لایه ماهیچه‌ای حلقوی، (۴) لایه ماهیچه‌ای مورب، (۵) لایه زیرمخاط و (۶) لایه مخاط قرار گرفته است.

**۵۸- گزینه ۲** نشاسته غذا تحت تأثیر آمیلاز به مالتوز و مولکول‌های دیگر تبدیل می‌شود.

**۱- ابررسی سایر گروه‌ها** - گزینه (۱): بزاق، ترکیبی از آب، یون‌هایی مانند بی‌کربنات، موسین و انواعی از آنزیم‌ها است. آنزیم آمیلاز بزاق به گوارش نشاسته کمک می‌کند و لیپوزیم، آنزیمی است که در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد. **در واقع لیپوزیم فعالیت دفاعی دارد، نه گوارشی.** / گزینه (۳): ماهیچه‌های جونده در دهان از نوع مخطط هستند و گوارش مکانیکی غذا را آغاز می‌کنند. / گزینه (۴): سه جفت غده بزاقی بزرگ و غدد بزاقی کوچک در دهان وجود دارد. همان‌طور که در شکل ۹ کتاب درسی می‌بینید، در غدد بزاقی اندازه یاخته‌ها متفاوت است.

**۵۹- گزینه ۴** گوارش شیمیایی پروتئین‌ها در معدده و توسط پروتئازهای ترشح‌شده از یاخته‌های اصلی غدد دیواره معدده، شروع می‌شود. این یاخته‌ها (یاخته‌های اصلی)، گروهی از پیش‌سازهای پروتئازها را با نام کلی پپسینوژن ترشح می‌کنند که غیرفعال بوده و در اثر برخورد با اسید معدده (کلریدریک اسید که توسط یاخته‌های کناری تولید و ترشح می‌شود) به پپسین فعال تبدیل می‌شود و پپسین با اثر بر مولکول‌های درشت پروتئینی، آن‌ها را تبدیل به زنجیره‌های کوچک پروتئینی می‌کند و توانایی تولید آمینواسید ندارد. هم‌چنین دقت کنید که یاخته‌های اصلی در سراسر دیواره معدده یافت می‌شوند و فقط در مجاور دریاچه انتهایی معدده یعنی پیلور قرار ندارند.

**۶۰- گزینه ۱** فقط مورد «الف» درست است. لوزالمعدده، یاخته‌های سطحی معدده، یاخته‌های ترشح‌کننده بزاق در دهان، یاخته‌های پوششی در روده باریک و یاخته‌های ترشح‌کننده صفرا در کبد، بی‌کربنات ترشح می‌کنند.

(الف): همه این یاخته‌های ترشحاتی از بافت پوششی هستند و فضای بین یاخته‌ای اندکی دارند. / (ب): یاخته‌های پوششی سطحی معدده، بی‌کربنات ترشح می‌کنند، اما این یاخته‌ها درون غدد معددی قرار نگرفته‌اند و در **سطح معدده** قرار دارند. / (ج): بی‌کربنات از یاخته‌های پوششی روده و معدده توسط یاخته‌های سطحی مخاط و بدون ورود به مجرای غده ترشح می‌شود. / (د): یاخته‌های ترشح‌کننده بی‌کربنات در پانکراس و کبد، **در ساختار داخلی‌ترین لایه لوله گوارش وجود ندارند و جزء اندام‌های مرتبط با لوله گوارش محسوب می‌شوند** و ترشحات خود را از طریق مجاری به روده وارد می‌کنند.



## ۶۱- گزینه ۲»

همان‌طور که در شکل (۱۹ - الف) کتاب درسی می‌بینید، در هنگام بلع، حنجره به سمت بالا و برچاکنای به سمت پایین حرکت می‌کند

و راه نای بسته می‌شود.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): هنگام بلع با فشار زبان، توده غذا به عقب دهان و داخل حلق رانده می‌شود. با رسیدن غذا به حلق، بلع به شکل غیرارادی، ادامه پیدا می‌کند. در لوله گوارش، عضلات لایه ماهیچه‌های دهان، حلق و ابتدای مری از نوع مخطط و ارادی هستند. / گزینه (۳): حلق یک چهارراه است و در هنگام بلع، زبان و زبان کوچک به ترتیب راه دهان و بینی (نیمی از راه‌ها) را می‌بندند. / گزینه (۴): در هنگام بلع، دیواره ماهیچه‌های حلق بسته می‌شود و حرکت کرمی آن، غذا را به مری می‌راند.

فرایند بلع غذا		
<p>در این مرحله به صورت ارادی، با فشار دادن غذا توسط زبان به عقب و بالای دهان، غذا به سمت حلق رانده می‌شود. پس از رسیدن غذا به حلق، انتقال غذا به صورت غیرارادی، ادامه می‌یابد.</p> <p>در این مرحله، پیام انقباض ماهیچه‌های مخطط زبان به وسیله یاخته‌های عصبی حرکتی (دستگاه عصبی خودمختار)، از مغز به زبان می‌رسد و سپس حرکت زبان صورت می‌گیرد.</p>	<p>مرحله ارادی</p>	
<p>پس از ورود غذا به حلق، برای این که غذا وارد مری شود باید سایر مجراها و کانال‌هایی که غذا می‌تواند به درون آن‌ها وارد شود، بسته گردد. اولین مجرا در مسیر غذا، بینی است. برای بسته شدن راه بینی پس از رسیدن غذا به زبان کوچک، زبان کوچک به سمت بالا رفته تا مجاری بینی را ببندد. پس از عبور غذا از مجاورت مجرای بینی، غذا به یک دوراهی می‌رسد؛ دوراهی نای و مری. برای ورود توده غذا به مری باید راه نای هم بسته شود. زمانی که غذا به اپی گلوت (برچاکنای) می‌رسد، روی آن قرار می‌گیرد و آن را پایین می‌آورد. هم‌زمان با پایین آمدن اپی گلوت، حنجره بالا می‌آید. در این زمان دیواره ماهیچه‌های حلق بسته شده و منقبض می‌شود و یک موج حرکت کرمی در آن به سمت مری شروع می‌شود. با رسیدن موج کرمی به بنداره ابتدای مری، آن را از حالت انقباض به استراحت درمی‌آورد و شل می‌شود. بدین ترتیب غذا وارد مری می‌شود.</p> <p>هنگام بلع و عبور غذا از حلق، مرکز بلع در بصل النخاع فعالیت مرکز تنفس در بصل النخاع را مهار می‌کند. در نتیجه نای بسته و تنفس برای زمانی کوتاه متوقف می‌شود.</p>	<p>مرحله غیرارادی</p>	
<p>پس از ورود غذا به مری، امواج کرمی سبب جلو رانده شدن غذا درون مری به سمت معده می‌شود. تا این که این امواج به بنداره انتهایی مری می‌رسند و این بنداره را به حالت استراحت درمی‌آورند و غذا وارد معده می‌شود.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>نیروی جاذبه زمین به حرکت غذا درون مری کمک نموده و سرعت می‌بخشد.</li> <li>حلق یک چهارراهی بین دهان، بینی، مری و نای است.</li> <li>در انعکاس بلع، مسیر دهان و بینی تا هنگام ورود غذا به درون مری بسته می‌ماند اما پس از ورود غذا به مری این مسیرها با پایین آمدن زبان بزرگ و زبان کوچک بازمی‌گردند.</li> </ul>		



## ۶۲- گزینه ۲»

یاخته‌های نشان داده شده در شکل صورت سؤال به ترتیب: (۱) یاخته کناری، (۲) یاخته اصلی و (۳) یاخته ترشح‌کننده هورمون هستند.

یاخته‌های ترشح‌کننده هورمون، ترشحات خود (هورمون‌ها) را به خون می‌ریزند.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): یاخته‌های کناری غده‌های معده، کلریدریک اسید و عامل (فاکتور) داخلی ترشح می‌کنند. عامل داخلی، برای جذب ویتامین B<sub>۱۲</sub> در روده باریک و حفاظت از آن در برابر آنزیم‌ها ضروری است. اگر این یاخته‌ها تخریب شوند، فرد علاوه بر کمبود کلریدریک اسید، به کم‌خونی خطرناکی دچار می‌شود؛ زیرا ویتامین B<sub>۱۲</sub> که برای ساختن گویچه‌های قرمز در مغز استخوان لازم است، جذب نمی‌شود. / گزینه (۳): یاخته‌های اصلی غده‌ها، آنزیم‌های معده (پروتئازها و لیپاز) را به فضای داخلی معده (فضایی خارج از محیط داخلی) ترشح می‌کنند. پیش‌سازهای پروتئازهای معده را به طور کلی پپسینوژن می‌نامند. / گزینه (۴): غده معدی نشان داده شده حاوی یاخته ترشح‌کننده هورمون (گاسترین) است. یاخته‌های ترشح‌کننده گاسترین نیز در غدد مجاور پیلور دیده می‌شوند.

۶۳- گزینه ۴» همه موارد درست است.

(الف): سنگ کیسه صفرا، مجرای خروج صفرا را می‌بندد و درد ایجاد می‌کند. در پی بسته شدن مجرای صفرا، صفرا درون کیسه صفرا تجمع می‌یابد و در پی آن، میزان بیلی‌روبین در خون افزایش می‌یابد. (ب): نخستین گام در گوارش چربی‌ها، تبدیل آن‌ها به قطره‌های ریز است تا آنزیم لیپاز بتواند بر روی آن‌ها اثر بگذارد. صفرا و حرکات مخلوط‌کننده روده سبب ریزش ذرات چربی می‌شوند. جذب ویتامین‌های محلول در چربی شامل ویتامین‌های A، D، E و K به همراه جذب چربی صورت می‌گیرد. اگر چربی‌ها به درستی گوارش پیدا نکنند، جذب چربی‌ها و در نتیجه ویتامین‌های محلول در چربی کاهش می‌یابد. ویتامین K و یون کلسیم در فرایند انعقاد خون ضروری هستند و با کاهش ویتامین K امکان اختلال در انجام روند انعقاد خون وجود دارد. (ج): با عدم جذب کامل چربی‌ها، دفع آن‌ها از طریق مدفوع افزایش یافته و میزان چربی در محتویات درون کولون‌ها افزایش می‌یابد. (د): کیلومیکرون‌ها ذره‌هایی شامل تری‌گلیسرید، فسفولیپیدها، کلسترول و پروتئین هستند که در پی جذب لیپیدها تولید می‌شوند؛ بنابراین با کاهش جذب لیپیدها تولید آن‌ها در یاخته‌های پوششی روده نیز کاهش می‌یابد.

سنگ کیسه صفرا	
علت	رسوب ترکیبات صفرا مانند کلسترول در کیسه صفرا و مجرای خروج صفرا
علائم	۱) ایجاد درد (۲ زردی بافت‌ها (یرقان) ۳) چرب شدن مدفوع (به علت کاهش گوارش و جذب چربی‌ها) ۴) زرد شدن (پیرنگ شدن) ادرار ۵) کم‌رنگ شدن مدفوع
عوارض	جذب چربی‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی (A، D، E و K) از روده باریک کاهش می‌یابد. ۱- کاهش جذب چربی‌ها سبب لاغر شدن و کاهش ذخایر انرژی بدن می‌شود. ۲- کاهش جذب ویتامین A ← به دلیل کاهش تولید ماده حساس به نور در گیرنده‌های بینایی قدرت بینایی کاهش می‌یابد. ۳- کاهش جذب ویتامین D ← به دلیل کاهش جذب کلسیم از روده باریک استحکام استخوان‌ها کاهش و تجزیه آن‌ها تحت تأثیر هورمون پاراتیروئیدی افزایش می‌یابد و در نتیجه پوکی استخوان ایجاد می‌گردد. ۴- وجود ویتامین K و یون Ca در انجام روند انعقاد خون و تشکیل لخته لازم است. کاهش آن سبب افزایش خونریزی در هنگام آسیب و اختلال در انعقاد خون می‌گردد.
توضیحات	افرادی که چند سال رژیم پرچربی داشته باشند، بیشتر در معرض تولید سنگ صفرا قرار دارند.

۶۴- گزینه ۳» با توجه به شکل ۱۳ کتاب درسی، بنداره انتهایی مری و کولون پایین‌رو در سمت چپ بدن و روده کور، دریچه انتهایی معده (پیلور)، کولون بالا رو و کیسه صفرا در سمت راست بدن قرار گرفته‌اند.

۶۵- گزینه ۲» در معده، یاخته‌های پوششی سطحی، بی‌کربنات ترشح می‌کنند که لایه ژله‌ای حفاظتی را قلیایی می‌کند. به این ترتیب سد حفاظتی محکمی در مقابل اسید و آنزیم به وجود می‌آید.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه ۱: یاخته‌های ترشح‌کننده موسین می‌توانند یاخته‌های پوششی سطحی و یا یاخته‌های درون غدد معده (یاخته‌های ترشح‌کننده ماده مخاطی) باشند. گزینه ۳: یاخته‌های اصلی غده‌های معده، آنزیم‌های معده (پروتئاز و لیپاز) را ترشح می‌کنند. تنها پروتئازهای معده به صورت غیرفعال ترشح می‌شوند و لیپاز هنگام ترشح فعال است. گزینه ۴: یاخته‌های کناری غده‌های معده، کلریدریک اسید و عامل (فاکتور) داخلی را ترشح می‌کنند. یاخته‌های کناری در غدد سایر نواحی معده نیز دیده می‌شوند. یاخته‌های ترشح‌کننده هورمون گاسترین تنها در غدد مجاور پیلور یافت می‌شوند.

۶۶- گزینه ۲» همان‌طور که در شکل ۲۰ کتاب درسی می‌بینید، برخی از یاخته‌های درون غدد معده (یاخته‌های کناری) در ترشح اسید معده نقش دارند. بیشتر یاخته‌های درون غدد معده از نوع یاخته اصلی هستند و در ترشح پروتئاز و لیپاز نقش دارند.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه ۱: همان‌طور که در شکل (۲۰ - ب) کتاب درسی می‌بینید، برخی یاخته‌های پوششی در غدد این ناحیه هورمون تولید کرده و هورمون تولیدشده را به خون وارد می‌کنند. گزینه ۳: یاخته‌های اصلی در عمق غدد این ناحیه وجود دارند که لیپاز و پپسینوژن را برون‌رانی می‌کنند. گزینه ۴: همان‌طور که در شکل (۲۰ - ب) می‌بینید، یاخته‌های کناری در بین یاخته‌های تولیدکننده ماده مخاطی (موسین) قرار دارند.

۶۷- گزینه ۱» همان‌طور که در شکل (۱۹ - ب) کتاب درسی می‌بینید، به هنگام حرکت توده غذا در مری، انقباض ماهیچه‌های حلقوی در پشت توده غذا یک حلقه انقباضی را ایجاد نموده و توده غذا را به سمت جلو می‌رانند.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه ۲: در هنگام حرکات کرمی، ماهیچه‌های حلقوی در جلوی توده غذا در حال استراحت هستند، تا مسیر مری برای عبور غذا باز باشد. گزینه ۳: انقباض ماهیچه حلقوی باعث تشکیل حلقه انقباضی می‌شود. گزینه ۴: به هنگام انجام حرکات کرمی در مری، انقباض ماهیچه‌های طولی در جلوی توده غذا سبب کوتاه شدن مسیر عبور غذا می‌شود.

۶۸- گزینه ۱» در فرد مبتلا به سنگ کیسه صفرا، مجرای خروج صفرا بسته شده و در نتیجه بخشی از مواد دفعی صفرا مانند بیلی‌روبین به خون وارد می‌شود و میزان آن در درون خون افزایش می‌یابد و به دنبال رسوب آن در بافت‌های مختلف، زردی یا یرقان پدید می‌آید.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه‌های ۲) و ۴): در فرد مبتلا به سنگ کیسه صفرا، مجرای خروج صفرا بسته شده و در نتیجه ترشح صفرا به داخل دوازدهه کاهش می‌یابد. صفرا دارای فسفولیپید لیسیتین و نمک‌های مختلف است که به گوارش شیمیایی لیپیدها کمک می‌کند (تأثیر آنزیم‌های گوارشی موجود در روده باریک بر روی لیپیدها را تسهیل می‌کند). به دنبال کاهش ترشح صفرا به دوازدهه، گوارش شیمیایی لیپیدها مختل می‌شود و در نتیجه میزان جذب لیپیدها از جمله تری‌گلیسریدها





به مویرگ‌های لنفی، کاهش یافته و دفع لیبیدها از طریق روده، افزایش می‌یابد و فرد مدفوع چرب دفع می‌کند. / گزینه (۳): صفا فاقد آنزیم است. آنزیم‌های مؤثر در گوارش چربی‌ها شامل آنزیم‌های لیپاز ترشح‌شده از یاخته‌های اصلی غدد معده، لیپاز ترشح‌شده توسط یاخته‌های ترشعی غدد برون‌ریز پانکراس است. **۶۹- گزینه (۲)** اندام تولیدکننده صفا، کبد است. در شرایط استرس و ترس، هورمون‌هایی از غده فوق کلیه ترشح می‌شوند. این هورمون‌ها با اثر بر روی بعضی اندام‌ها مثل قلب، کبد و کلیه، فشار خون و ضربان قلب را افزایش می‌دهند (زیست دهم - فصل ۴).

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها (۱):** کیلومیکرون‌ها همراه لنف به خون وارد می‌شوند و لیبیدهای آن‌ها در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند. لیبیدها پس از ورود به رگ لنفی ابتدا از قلب عبور کرده و سپس از طریق سرخرگ کبدی، به کبد وارد می‌شوند. / گزینه (۳): در کبد، از مواد جذب‌شده، گلیکوژن و پروتئین ساخته می‌شود و موادی مانند آهن و برخی ویتامین‌ها نیز در آن ذخیره می‌شوند. / گزینه (۴): مواد زائد نیتروژن‌دار تولیدشده در یاخته‌های ماهیچه‌ای شامل آمونیاک، اوریک اسید و کراتینین است. کراتینین ماده زائد نیتروژن‌داری است که در ماهیچه‌ها تولید می‌شود و به وسیله کلیه و از طریق ادرار از بدن خارج می‌شود، در حالی که کبد در سم‌زدایی آمونیاک نقش دارد و آن را به اوره تبدیل می‌کند.

**۷۰- گزینه (۱)** غده لوزالمعده در زیر معده و موازی با آن قرار دارد. هورمون سکرترین از دوازدهه و در پاسخ به ورود کیموس معده، به داخل خون ترشح می‌شود. این هورمون با اثر بر پانکراس موجب افزایش ترشح بی‌کربنات می‌شود و تأثیری بر ترشح آنزیم‌های گوارشی از پانکراس ندارد.

**۲- بررسی سایر گزینه‌ها (۲):** پانکراس با داشتن آنزیم‌های متعدد، آمیلاز و لیپاز در گوارش بسپارهای مختلف غذایی نظیر پروتئین‌ها، چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها نقش دارد. / گزینه (۳): بی‌کربنات لوزالمعده از راه مجرای به دوازدهه می‌ریزد و به همراه بی‌کربنات درون صفا، سبب قلیایی‌شدن فضای درون دوازدهه می‌شود. / گزینه (۴): پروتئازهای لوزالمعده همانند پروتئازهای معده، به شکل غیرفعال ترشح می‌شوند.

**۷۱- گزینه (۴)** همه موارد نادرست هستند. آمیلاز بزاق، نشاسته را به مالتوز و مولکول‌های درشت‌تر تبدیل می‌کند. یاخته‌های روده باریک نیز آنزیم‌هایی دارند که این مولکول‌ها را به مونوساکارید تبدیل می‌کنند؛ در روده باریک دو نوع آنزیم در گوارش کربوهیدرات‌ها نقش اصلی دارند: (۱) آمیلاز پانکراس و (۲) آنزیم‌های روده باریک. (الف): آمیلاز لوزالمعده نمی‌تواند دی‌ساکاریدهای حاصل از فعالیت آمیلاز بزاق را تجزیه کند. (ب): آنزیم‌های یاخته‌های روده باریک که در گوارش کربوهیدرات‌ها نقش دارند، جزء پروتئین‌های غشایی هستند، نه ترشعی. (ج): آمیلاز پانکراس به همراه صفا و ترکیبات قلیایی، وارد روده می‌شود، در حالی که آنزیم‌های روده باریک این‌گونه نیستند. (د): دستگاه گوارش انسان و اغلب جانوران، آنزیم‌هایی که توانایی آبکافت سلولز را داشته باشند، تولید نمی‌کند. سلولز و نشاسته دو نوع پلی‌ساکارید مهم هستند که در غذای ما یافت می‌شوند.

**۱۰- آمیلاز پانکراس قادر به آبکافت کربوهیدرات‌های حاصل از آمیلاز بزاق نیست! آمیلاز لوزالمعده همانند آمیلاز بزاق، نشاسته را به مالتوز و مولکول‌های درشت‌تر تبدیل می‌کند.**

**۷۲- گزینه (۴)** درون روده، مویرگ‌های خونی منفذدار وجود دارد (زیست دهم - فصل ۴). گوارش پروتئین‌ها تحت تأثیر آنزیم‌های روده باریک پایان می‌یابد. **۱- بررسی سایر گزینه‌ها (۲):** یاخته‌های تولیدکننده هورمون در معده و روده باریک یافت می‌شوند. گوارش پروتئین‌ها در معده و تحت تأثیر آنزیم پپسین آغاز می‌شود. / گزینه‌های (۱) و (۳): در شکل (۱۵ - الف) کتاب درسی می‌بینید که در روده انسان، غده‌هایی در لایه زیرمخاط دیده می‌شوند. درون روده باریک، گوارش پروتئین‌ها و سایر پروتئازهای شیره پانکراس ادامه می‌یابد تا به پایان برسد.

توبه شما رو به یک درس نامه فوق کامل پلپ می‌کنیم!

توضیحات	تنظیم ترشح	شیوه ترشح	نقش ماده ترشعی	ماده ترشعی	یاخته ترشعی	مری	یاخته‌های پوششی سطحی	اجزای لوله گوارش
—	عصبی	برون‌ریز	لغزنده کردن دیواره مری و جلوگیری از آسیب‌های مکانیکی (خراشیدگی حاصل از تماس غذا) و شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) آن	ماده مخاطی (موسین + آب)	یاخته‌های مخاطی ترشح‌کننده موسین	مری	یاخته‌های پوششی سطحی	اجزای لوله گوارش
			کشتن باکتری‌ها	آنزیم لیزوزیم				
پوشش سطحی علاوه بر این که سطح درونی معده را می‌پوشاند، حفره‌های (نه غده) معده را نیز می‌پوشاند.	عصبی	برون‌ریز	لایه زله‌ای چسبناکی است و به کمک بی‌کربنات، سد حفاظتی محکمی در مقابل اسید و آنزیم به وجود می‌آورد.	ماده مخاطی (موسین + آب)	یاخته‌های مخاطی ترشح‌کننده موسین			
			کشتن باکتری‌ها	آنزیم لیزوزیم		معده		
			به کمک ماده مخاطی، سد حفاظتی محکمی در مقابل اسید و آنزیم به وجود می‌آورد.	بی‌کربنات ( $\text{HCO}_3^-$ )				
این یاخته‌ها، در عمق (قعر) غدد معده قرار دارند.	عصبی و هورمونی	برون‌ریز	پپسینوژن غیرفعال است و هیچ فعالیتی ندارد و پس از تبدیل شدن به پپسین فعال، نقش پروتئاز دارد.	پپسینوژن	یاخته اصلی	غدد معده		
	عصبی		آبکافت تری‌گلیسریدها	لیپاز				

ادامه جدول در صفحه بعد ...



توضیحات	تنظیم ترشح	شیوه ترشح	نقش ماده ترشحی	ماده ترشحی	یاخته ترشحی	معدده	غدد معدده	اجزای لوله گوارش						
این یاخته‌ها، بزرگ‌ترین یاخته‌های غدد معده هستند و در قسمت میانی غدد معده فراوان‌تر هستند. اگر این یاخته‌ها تخریب شوند، فرد علاوه بر کمبود کلریدریک اسید دچار کم‌خونی شدید می‌شود، زیرا ویتامین B <sub>12</sub> که برای تولید گویچه‌های قرمز در مغز استخوان ضروری است، جذب نمی‌شود. با برداشتن معده نیز عامل داخلی معده ترشح نمی‌شود، در نتیجه سبب کم‌خونی شده و زندگی فرد را با خطر مواجه می‌کند.	عصبی و هورمونی	برون‌ریز	تبدیل پپسینوژن به پپسین	کلریدریک اسید (HCl)	یاخته کناری	معدده	غدد معدده	اجزای لوله گوارش						
			حفظ ویتامین B <sub>12</sub> در معده و روده باریک در برابر آنزیم‌ها	عامل (فاکتور) داخلی معده										
این یاخته‌ها، در قسمت ابتدایی و میانی غدد معده فراوان‌تر هستند.	عصبی	برون‌ریز	لغزنده کردن دیواره معده و جلوگیری از آسیب‌های مکانیکی (خراشیدگی حاصل از تماس غذا) و شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) آن	ماده مخاطی (موسین + آب)	یاخته ترشح‌کننده ماده مخاطی	معدده	غدد معدده		اجزای لوله گوارش					
این یاخته‌ها در غدد مجاور پیپلور وجود دارند و کم‌ترین تعداد یاخته‌های غدد معده این ناحیه را تشکیل می‌دهند.	عصبی و هورمونی	درون‌ریز	کشتن باکتری‌ها	آنزیم لیزوزیم	هورمون گاسترین					معدده	غدد معدده	اجزای لوله گوارش		
			این هورمون بر روی یاخته‌های اصلی و کناری اثر می‌گذارد و ترشح اسید و پپسینوژن را افزایش می‌دهد.	هورمون گاسترین										
—	عصبی	برون‌ریز	—	آب و یون‌های مختلف از قبیل بی‌کربنات	یاخته پوششی استوانه‌ای ریزپرذارد	معدده	غدد معدده			اجزای لوله گوارش				
این یاخته‌ها سفیدرنگ هستند.	عصبی	برون‌ریز	لغزنده کردن دیواره روده و جلوگیری از آسیب‌های مکانیکی (خراشیدگی حاصل از تماس غذا) و شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) آن	ماده مخاطی (موسین + آب)	یاخته ترشح‌کننده ماده مخاطی						معدده		غدد معدده	اجزای لوله گوارش
—	عصبی و هورمونی	درون‌ریز	کشتن باکتری‌ها	آنزیم لیزوزیم	هورمون سکرترین	معدده	غدد معدده							
			این هورمون از دوازدهه و در پاسخ به ورود کیموس به خون ترشح می‌شود و با اثر بر پانکراس موجب می‌شود ترشح بی‌کربنات (نه آنزیم) افزایش یابد.	هورمون سکرترین										
این آنزیم‌ها، گوارش مواد غذایی گوناگون را بر عهده دارند.	—	—	آنزیم‌ها در سطح خارجی یاخته‌ها قرار می‌گیرند و به درون روده ترشح نمی‌شوند.	آنزیم‌های گوارشی گوناگون	یاخته‌های پوششی روده باریک	معدده	غدد معدده				اجزای لوله گوارش			
—	عصبی	برون‌ریز	لغزنده کردن دیواره روده و جلوگیری از آسیب‌های مکانیکی (خراشیدگی حاصل از تماس غذا) و شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) آن	ماده مخاطی (موسین + آب)	یاخته ترشح‌کننده ماده مخاطی			معدده					غدد معدده	
			کشتن باکتری‌ها	آنزیم لیزوزیم										





**۷۳- گزینه «۳»** فقط مورد «ج» به درستی بیان شده است. آنزیم‌هایی که در روده باریک انسان مشاهده می‌شوند: (۱) آنزیم‌هایی که توسط یاخته‌های روده باریک تولید می‌شوند و در ساختار غشای یاخته قرار می‌گیرند، (۲) آنزیم‌هایی که توسط یاخته‌های ترشحی موجود در بخش برون‌ریز لوزالمعده ساخته و سپس وارد شیره لوزالمعده شده و در نهایت به داخل روده باریک (دوازدهه) ترشح می‌شود و (۳) آنزیم‌هایی که در بخش‌های قبل تر لوله گوارش ساخته شده و در روده باریک غیرفعال می‌باشند. همه این آنزیم‌ها، توسط یاخته‌های پوششی دستگاه گوارش (لوله گوارش یا اندام‌های مرتبط با آن مثل لوزالمعده) ساخته می‌شوند. این یاخته‌ها فضای بین سلولی اندکی دارند.

(الف): فقط پروتئازهای لوزالمعده هستند که در ابتدا به صورت غیر فعال ترشح می‌شوند. / (ب): آنزیم‌هایی که توسط یاخته‌های پوششی مخاط روده ساخته می‌شوند، چنین خصوصیتی ندارند. / (د): گروهی از آنزیم‌های موجود در دستگاه گوارش در ساختار غشای یاخته‌ها قرار دارند و ترشح نمی‌شوند.

**۷۴- گزینه «۴»** درون‌بینی (آندوسکوپی)، روشی است که با آن می‌توان درون بخش‌های مختلف بدن از جمله دستگاه گوارش و درون مری، معده و دوازدهه را مشاهده کرد. درون‌بین (آندوسکوپ) لوله‌ای باریک و انعطاف‌پذیر با دوربینی بر یک سر آن است که از راه دهان و یا برش جراحی وارد بدن می‌شود. درون‌بین برای تشخیص زخم‌ها، سرطان معده، به کار می‌رود. کولون‌بینی (کولونوسکوپی) روشی برای بررسی کولون یا روده بزرگ است که به کمک آن روده بزرگ را تا محل اتصال به روده کوچک بررسی می‌کنند تا احتمال احتمالی دیواره آن را بررسی کنند؛ بنابراین همواره در فرایند آندوسکوپی، دوربین در تماس با ماده مخاطی که سراسر لوله گوارش را پوشانده است، قرار می‌گیرد.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها ۱-** گزینه (۱): اگر آندوسکوپی از بخش میانی مری صورت بگیرد، آندوسکوپ فقط از یک بنداره (بنداره ابتدای مری) عبور می‌کند. / گزینه (۲): در کولونوسکوپی، روده بزرگ (نه روده باریک) مورد بررسی قرار می‌گیرد. / گزینه (۳): عفونت‌های ناشی از هلیکوباکتر پیلوری در معده صورت می‌گیرد و به کمک آندوسکوپی قابل بررسی است، نه کولونوسکوپی.

روش‌های مشاهده درون دستگاه گوارش		
کولون‌بینی (کولونوسکوپی)	درون‌بینی (آندوسکوپی)	
	درون‌بینی (آندوسکوپی)، روشی است که با آن می‌توان درون بخش‌های مختلف بدن از جمله دستگاه گوارش (درون مری، معده و دوازدهه به جز روده بزرگ) را مشاهده کرد. درون‌بین (آندوسکوپ) لوله‌ای باریک و انعطاف‌پذیر با دوربینی بر یک سر آن است که از راه دهان وارد بدن می‌شود. درون‌بین، دوربین ویدئویی نیز دارد که تصویر درون بدن را به طور مستقیم در صفحه نمایش نشان می‌دهد.	توضیحات
روش برای بررسی کولون یا روده بزرگ است که به کمک آن روده بزرگ را تا محل اتصال به روده کوچک (بنداره انتهایی روده کوچک) بررسی می‌کنند.	تشخیص زخم‌ها، سرطان معده، تشخیص عفونت در اثر هلیکوباکتر پیلوری، نمونه‌برداری به منظور بررسی سلامت بافت	کاربرد
مشاهده اختلال‌های احتمالی دیواره روده بزرگ		

**۷۵- گزینه «۳»** در روده بزرگ، مقداری ویتامین  $B_{12}$  توسط میکروب‌های موجود در آن ساخته و جذب خون می‌شود. روده بزرگ آب و یون‌ها را جذب می‌کند. به دنبال جذب آب از طریق روده بزرگ و ورود آن به مایع بین یاخته‌ای، میزان فشار اسمزی در مایع بین یاخته‌ای کاهش می‌یابد.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها ۱-** گزینه (۱): در تمام طول لوله گوارش، حرکات قطعه‌قطعه‌کننده فقط در روده باریک دیده می‌شود. روده باریک برای هورمون پاراتیروئیدی گیرنده ندارد، بلکه با تأثیر بر کلیه‌ها سبب می‌شود ویتامین D به شکل دیگری تبدیل شود (شکل فعال) که این شکل از ویتامین D با اثر بر روده باریک، میزان جذب کلسیم را افزایش می‌دهد. / گزینه (۲): سطح داخلی معده توسط لایه زله‌ای محافظت‌کننده غلیظی پوشیده شده است. مقدار اندکی از جذب مواد در معده انجام می‌شود و این مواد جذب‌شده همراه با سایر مواد جذب‌شده در روده باریک، توسط سیاهرگ باب به کبد رفته و بعضی از این ترکیبات در یاخته‌های کبدی ذخیره می‌شوند. بنابراین معده در تعیین ترکیبات ذخیره‌شده در کبد نقش دارد. / گزینه (۴): اختلال در انقباض بنداره انتهایی مری باعث ریفلکس می‌شود. مری فقط در قسمت‌های فوقانی خود در تماس با نای قرار دارد.

**۷۶- گزینه «۴»** هدف اصلی گوارش مکانیکی خرد و آسیاب کردن مواد غذایی به منظور افزایش سطح غذا برای اثر کردن آنزیم‌ها است. از عواملی که در آغاز گوارش مکانیکی در دهان نقش دارد، دندان‌ها و آرواره‌ها هستند که جزئی از اسکلت محوری محسوب می‌شوند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها ۱-** گزینه (۱): هر دو نوع گوارش شیمیایی و مکانیکی در دهان شروع می‌شوند، یعنی حرکات قطعه‌قطعه‌کننده که در روده باریک دیده می‌شوند، توانایی آغاز هیچ‌گونه گوارشی را ندارند. / گزینه (۲): هر دو نوع گوارش شیمیایی و مکانیکی در دهان آغاز می‌شوند اما فقط به واسطه گوارش شیمیایی و در روده باریک مولکول‌های قابل جذب از تجزیه مواد غذایی به وجود می‌آیند. / گزینه (۳): محل اصلی انجام گوارش شیمیایی در روده باریک است. عامل اصلی گوارش شیمیایی، آنزیم‌های دستگاه گوارش هستند، هر چند که ترشحات دیگری از قبیل بی‌کربنات و صفرا نیز در آن نقش دارند.

انواع گوارش	مکانیکی	شیمیایی
هدف	آسیاب و خردکردن غذا تا حد ذرات غذایی کوچک	مولکول‌های بزرگ مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و لیپیدها را تا حد مولکول‌های کوچک تجزیه می‌کند.
شروع	دهان	دهان
محل اصلی گوارش	دهان	روده باریک
عوامل انجام‌دهنده	در دهان ماهیچه‌های اسکلتی آرواره‌ها و گونه‌ها، لب‌ها، زبان و دندان‌ها سبب گوارش مکانیکی می‌شوند ولی در قسمت‌های دیگر لوله گوارش فقط ماهیچه‌ها در گوارش مکانیکی نقش دارند. عامل اصلی گوارش شیمیایی، آنزیم‌های دستگاه گوارش هستند، هر چند که ترشحات دیگری از قبیل بی‌کربنات و صفرا نیز در آن نقش دارند.	

۷۷- گزینه «۳» فقط بنداره انتهای مری، بین دو بخش با پوشش داخلی متفاوت قرار دارد؛ پوشش مری، سنگفرشی چندلایه و پوشش معده، استوانه‌ای تک‌لایه است (سایر بنداره‌ها رو فودتون بررسی کنین!).

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): بنداره ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع ماهیچه اسکلتی حلقوی هستند. همه بنداره‌ها در هنگام بسته‌بودن، از بازگشت مواد به قسمت قبلی لوله گوارش جلوگیری می‌کنند به‌جز بنداره‌های داخلی و خارجی مخرج! گزینه (۲): بنداره‌های ابتدا و انتهای مری و بنداره انتهای معده در هنگام استفراغ شل شده و به استراحت درمی‌آیند. بنداره ابتدای مری از ماهیچه مخطط و بنداره‌های انتهای مری و معده از ماهیچه صاف به وجود آمده‌اند. گزینه (۴): بنداره‌های ابتدا و انتهای مری در هنگام خروج باد گلو نیز شل می‌شوند ولی حرکت کرمی انجام نمی‌شود!

بنداره‌های لوله گوارش				
بنداره / موقعیت	کنترل	نوع ماهیچه	زمان بازشدن	نقش آن هنگام بسته‌بودن
ابتدای مری	غیرارادی	مخطط (اسکلتی)	عبور توده غذا به سمت پایین	جلوگیری از ورود هوا به مری و معده
			خروج استفراغ به سمت بالا	
			خروج باد گلو (گازهای بلعیده‌شده با غذا) به سمت بالا	
انتهای مری	غیرارادی	صاف	عبور توده غذا به سمت پایین	جلوگیری از ورود اسید معده به مری
			خروج استفراغ به سمت بالا	
			خروج باد گلو (گازهای بلعیده‌شده با غذا) به سمت بالا	
انتهای معده (پیلور)	غیرارادی	صاف	عبور توده غذا به سمت پایین	جلوگیری از بازگشت کیموس به معده
			خروج استفراغ به سمت بالا	
انتهای روده باریک	غیرارادی	صاف	عبور توده غذا به سمت پایین	جلوگیری از بازگشت محتویات روده بزرگ به روده باریک
انتهای لوله گوارش (مخرج)	داخلی	غیرارادی	دفع مدفوع	جلوگیری از تخلیه مدفوع
	خارجی	ارادی		
<p>۱- بنداره‌ها (اسفنکترها) از جنس ماهیچه‌های حلقوی هستند نه طولی!</p> <p>۲- همه بنداره‌ها در هنگام بسته‌بودن، از بازگشت مواد به قسمت قبلی لوله گوارش جلوگیری می‌کنند، به‌جز بنداره‌های داخلی و خارجی مخرج!</p>				

۷۸- گزینه «۱» پروتئازهای پانکراس در دوازدهه فعال می‌شوند. این عمل در واقع نوعی تنظیم بیان ژن پس از رونویسی است. ۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): همین الان گفتیم! گزینه (۳): زای پیک به کمک آنزیم رنابسپازاز نوع ۲ ساخته می‌شود. گزینه (۴): پروتئازها با فرایند آبکافت باعث گوارش شیمیایی مواد غذایی می‌شوند. آبکافت با مصرف مولکول‌های آب صورت می‌گیرد.



### ۷۹- گزینه «۴»

در یوکاریوت‌ها، مولکول استیل کوآنزیم A در فضای میتوکندری (نوعی اندامک دوغشایی که حاوی دناى حلقوی است) تولید می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها**: گزینه (۱): در فرایند گلیکولیز (قندکافت) به ازای هر مولکول گلوکز، در نهایت دو مولکول ATP بدون مصرف اکسیژن تولید می‌شود. / گزینه (۲): گروهی از آنزیم‌های گوارشی در سطح یاخته‌های پوششی روده باریک مستقر شده‌اند و ترشح نمی‌شوند. / گزینه (۳): همه کربوهیدرات‌های متصل به غشا در سطح خارجی مستقر شده‌اند.

### ۸۰- گزینه «۲»

موارد «ج» و «د» نادرست هستند. (الف): اتصال آمینواسیدها به یکدیگر توسط رنای ریبوزومی (نوعی آنزیم غیرپروتئینی) صورت می‌گیرد. / (ب): ساختار سوم پروتئین‌ها به کمک پیوندهای یونی، هیدروژنی و کووالانسی (اشتراکی) مستحکم شده و دارای ثبات نسبی است. / (ج): پانکراس یکی از اجزای دستگاه گوارش است که به ترشح آنزیم‌های گوارشی می‌پردازد. پانکراس جزء لوله گوارش نیست! / (د): گروهی از یاخته‌های بالغ مانند گویچه قرمز فاقد هسته و ژن هستند.

### ۸۱- گزینه «۴»

آنزیم پپسین حاصل از پپسینوزن ترشح‌شده از یاخته‌های اصلی معده، در pH اسیدی (حدود ۲) بهترین عملکرد خود را دارد. **بررسی سایر گزینه‌ها**: گزینه (۱): به طور طبیعی، در ساختار همه آنزیم‌ها بخشی به نام جایگاه فعال وجود دارد که پیش‌ماده به آن متصل می‌شود. / گزینه (۲): هر آنزیم روی یک یا چند پیش‌ماده خاص مؤثر است؛ بنابراین گفته می‌شود آنزیم‌ها دارای عملکرد اختصاصی هستند. / گزینه (۳): آنزیم‌های لوله گوارش در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد فعالیت می‌کنند.

در برخی آنزیم‌ها بیش از یک جایگاه فعال وجود دارد. برای مثال، آنزیم روبیسکو برای مولکول‌های اکسیژن، کربن دی‌اکسید و ریبولوزبیس فسفات دارای جایگاه فعال است.

### ۸۲- گزینه «۳»

در ساختار هر مولکول چربی (تری‌گلیسرید) یک مولکول گلیسرول و سه اسید چرب وجود دارد. این سه اسید چرب ممکن است مشابه یا متفاوت باشند.

**بررسی سایر گزینه‌ها**: گزینه (۱): در صورت کمبود گلوکز خون و گلوکز ذخیره‌شده، بدن از چربی‌ها و پروتئین به عنوان منبع برای تولید ATP استفاده می‌کند. / گزینه (۲): گوارش چربی‌ها بیشتر در دوازدهه و تحت تأثیر لیپاز لوزالمعده صورت می‌گیرد. / گزینه (۴): مواد ترشح‌شده از کبد (صفرا) در پراکنده کردن ذرات چربی (گوارش مکانیکی چربی‌ها) نقش دارد.

### ۸۳- گزینه «۴»

می‌دانید که در ابتدای مری ماهیچه‌های اسکلتی و در ادامه آن ماهیچه‌های صاف وجود دارند. همه این ماهیچه‌ها، دارای هسته و اندامک راکیزه هستند. ژنگان یا همان کل محتوای ژنتیکی یاخته درون هسته و راکیزه این یاخته‌ها ذخیره می‌شود. پس می‌توان گفت در تمامی این یاخته‌ها، اطلاعات لازم برای ساخت آنزیم‌ها در انواع مختلفی از اندامک‌ها ذخیره شده است.

**بررسی سایر گزینه‌ها**: گزینه (۱): ماهیچه‌های اسکلتی بخش ابتدای مری توسط دستگاه عصبی پیکری عصب‌دهی می‌شوند، نه دستگاه عصبی خودمختار! / گزینه (۲): همه یاخته‌های زنده توانایی انجام قندکافت یا مرحله اول تنفس یاخته‌ای را دارند که در واکنش‌های این مرحله، بدون نیاز به حضور مولکول‌های اکسیژن، ATP در میان یاخته تولید می‌شود. / گزینه (۳): یاخته‌های ماهیچه صاف که در بخش میانی و انتهایی مری هستند، فاقد بخش‌های تیره و روشن بوده و بنابراین، ظاهری مختلط ندارند.

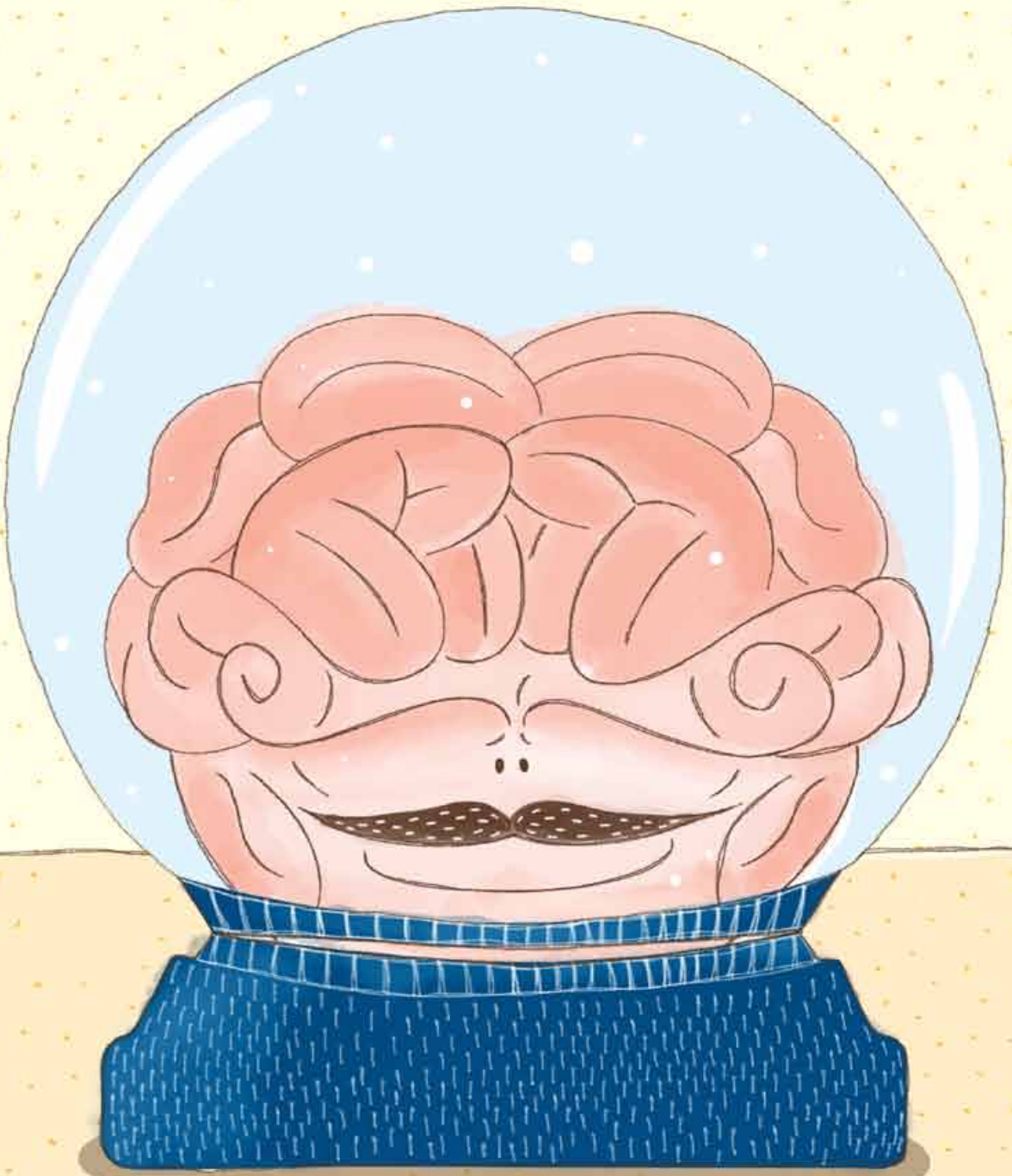
### ۸۴- گزینه «۴»

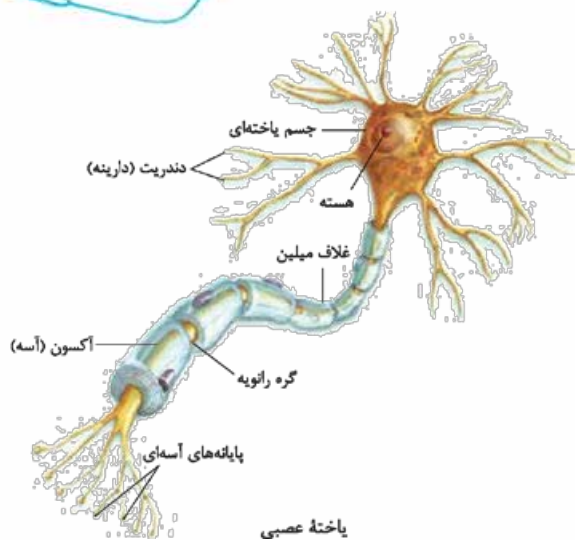
برای پاسخ به این سؤال باید به این نکته توجه کرده باشید که گوارش پلی‌ساکاریدها می‌تواند به صورت خارج از یاخته‌ها و توسط آنزیم‌های گوارشی موجود در لوله گوارش و هم‌چنین درون یاخته‌های کبدی و ماهیچه‌های جهت تجزیه گلیکوژن به مولکول‌های گلوکز انجام گیرد. تمامی این آنزیم‌ها با انجام هیدرولیز منجر به این اتفاق شده و از آنجایی که این واکنش‌ها نیاز به مصرف مولکول‌های آب دارند، پس از میزان پتانسیل آب محل فعالیت آن‌ها کاسته شده و فشار اسمزی محیط افزایش می‌یابد.

**بررسی سایر گزینه‌ها**: گزینه (۱): آنزیم‌های تجزیه‌کننده گلیکوژن در یاخته‌های کبدی در خود یاخته فعالیت می‌کنند و از آن خارج نمی‌شوند. / گزینه (۲): آمیلاز موجود در بزاق و پانکراس با اثر بر روی مولکول‌های نشاسته، منجر به تولید دی‌ساکارید مالتوز و مولکول‌های بزرگ‌تر می‌شود؛ اما، باعث تولید مونوساکارید نمی‌شوند. / گزینه (۳): همان‌طور که اشاره کردیم، این آنزیم‌ها می‌توانند در یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز حضور داشته و به فعالیت بپردازند.



فصل ۱ یازدهم  
تنظیم عصبی





یاخته عصبی

۱- گزینه «۳» فقط مورد «ج» درست است. بافت عصبی از یاخته‌های عصبی و غیرعصبی (پشتیبان) تشکیل شده است. (الف) و (ب): یاخته‌های پشتیبان فاقد دندریت و آکسون‌اند و پیام عصبی نیز تولید نمی‌کنند. (ج): یاخته‌های عصبی و غیرعصبی هر دو تنفس یاخته‌ای دارند و با مصرف گلوکز و اکسیژن قادر به تولید  $CO_2$ ، آب و ATP هستند (زیست دوازدهم - فصل ۵). (د): پروتئین‌های غلاف میلین فقط توسط یاخته‌های پشتیبان سازنده میلین تولید می‌شوند. اینم از بررسی موشکافانه و دقیق بافت عصبی!

انواع یاخته‌های بافت عصبی	توانایی تقسیم	نوع یاخته	توانایی تولید، هدایت و انتقال پیام عصبی	فراوانی در بافت عصبی	اجزا	عملکرد اجزا
یاخته عصبی	به ندرت	عصبی	دارد	کم‌تر از یاخته‌های پشتیبان	دارینه (دندریت) آسه (آکسون) جسم یاخته‌ای	رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. حرکتی: پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها) می‌برد. رابط: در مغز و نخاع قرار دارد و ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی را فراهم می‌کند.
یاخته پشتیبان (نوروگلیا)	دارد	غیرعصبی	ندارد	بیشتر (چند برابر یاخته‌های عصبی)	—	محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت و ساز یاخته‌های عصبی است. می‌تواند همانند دارینه مستقیم پیام را نیز دریافت کند.

۲- گزینه «۴» محل خروج پیام از جسم یاخته عصبی، محلی است که آکسون به جسم یاخته‌ای متصل می‌شود و در همه انواع نورون‌ها، این بخش فاقد میلین است. به شکل ۳ کتاب درسی نگاه کنید.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): محل دریافت پیام عصبی می‌تواند دندریت یا جسم یاخته‌ای یاخته عصبی باشد. / گزینه (۲): چندین یاخته پشتیبان در عایق‌بندی یک رشته عصبی نقش دارند؛ در واقع به ازای هر غلاف میلین، یک یاخته پشتیبان وجود دارد. هم‌چنین توجه داشته باشید که هر سه نوع یاخته عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند. / گزینه (۳): جسم یاخته‌ای یاخته عصبی محل انجام سوخت و ساز یاخته نیز هست. جسم یاخته‌ای، می‌تواند محل تشکیل سیناپس و دریافت پیام عصبی باشد. تنها مورد «ب» عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

۳- گزینه «۳» (الف): نورون‌ها قادر به انتقال پیام عصبی به یاخته‌های ماهیچه‌ای، یاخته غده‌ای و یا یاخته عصبی دیگر هستند. / (ب): دارینه‌ها پیام عصبی را به جسم یاخته‌ای نزدیک و آسه، پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند؛ بنابراین، جریان در رشته‌های عصبی همیشه یک‌طرفه است. / (ج): همان‌طور که در شکل ۱۰ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، یک نورون می‌تواند هم‌زمان با چندین نورون دیگر همایه (سیناپس) برقرار کند و پیام عصبی را از چندین آسه دریافت کند. / (د): پایانه آسه‌ای نورون‌ها منشعب است و لذا نورون با یک آسه خود می‌تواند هم‌زمان چند همایه تشکیل دهد و چند یاخته دیگر را تحریک کند.



۴- **گزینه ۱** بیشتر یاخته‌های موجود در بافت عصبی، از نوع یاخته پستیپان هستند و لذا غیرعصبی‌اند. این یاخته‌ها نورون نیستند و قادر به هدایت پیام عصبی نیز نیستند.

۵- **گزینه ۲** یاخته‌های پستیپان انواعی دارند و گروهی از آن‌ها به ساخت میلین می‌پردازند. گزینه ۳: مویرگ‌های بافت عصبی از نوع پیوسته هستند (زیست دهم - فصل ۴) و همه یاخته‌های بافت عصبی (نه بیشتر آن‌ها!!!) به کمک این مویرگ‌ها تغذیه می‌شوند. گزینه ۴: یاخته پستیپان دارینه و آسه ندارد.

۵- **گزینه ۳** همه یاخته‌های پستیپان در بافت عصبی با کمک به حفظ شرایط طبیعی بافت، به نوعی در ایجاد هم‌ایستایی نقش دارند. یاخته‌های پستیپان نقش‌های متفاوتی دارند به طوری که:

۶- **گزینه ۱** گروهی از این یاخته‌ها داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند. گزینه ۲: گروهی در ساخت میلین نقش دارند. غلاف میلین، رشته‌های آسه و دارینه بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. گزینه ۴: گروهی نیز در دفاع از یاخته‌های عصبی دخالت دارند.

۶- **گزینه ۱** همه یاخته‌های زنده بدن انسان، قادر به تبادل یون‌ها با محیط اطراف خود هستند و با این کار به حفظ هم‌ایستایی محیط اطراف خود کمک می‌کنند.

۷- **گزینه ۲** فقط گروهی از یاخته‌های پستیپان قادر به ساخت میلین هستند. گزینه ۳: یاخته پستیپان که رشته عصبی نمی‌سازد/گزینه ۴: نورون‌ها و یاخته‌های پستیپان هر دو می‌توانند یاخته هدف هورمون‌ها باشند (زیست یازدهم - فصل ۴). هورمون‌های تیروئیدی میزان تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس بدن را تنظیم می‌کنند. از آنجایی که تجزیه گلوکز در همه یاخته‌های بدن صورت می‌گیرد، پس همه یاخته‌های بدن از جمله یاخته‌های پستیپان و نورون‌ها یاخته هدف این هورمون هستند و با هورمون انسولین نیز باعث ورود گلوکز به یاخته‌های بدن می‌شود.

۷- **گزینه ۳** در لایه ماهیچه‌ای لوله گوارش و لایه زیرمخاط آن، شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی یافت می‌شود (زیست دهم - فصل ۲).

۸- **گزینه ۱** نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت‌شده یاخته‌های عصبی (نورون‌های) مغز است. گزینه ۲: زیست‌شناسان در بدن پروانه مونارک یاخته‌های عصبی (نورون‌هایی) را یافته‌اند که پروانه با استفاده از آن‌ها، جایگاه خورشید در آسمان و جهت مقصد را تشخیص می‌دهد و به سوی آن پرواز می‌کند (زیست دهم - فصل ۱). گزینه ۴: همان‌طور که در شکل ۳ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، رشته‌های دریافت‌کننده پیام عصبی یا همان دارینه‌ها، در تمامی طول خود قطری یکسان ندارند و قسمت‌های متصل به جسم یاخته‌ای قطری بیشتر نسبت به سایر قسمت‌های دیگر دارد.

۸- **گزینه ۴** رشته‌های میلین‌دار مانند دارینه نورون حسی و آسه نورون حرکتی می‌توانند در خارج از مغز و نخاع (داخل رشته‌های عصبی) نیز مشاهده شوند.

۹- **گزینه ۱** فقط تعدادی از یاخته‌های غیرعصبی (پستیپان) قادر به ساخت میلین هستند. گزینه ۲: غلاف میلین فقط در اطراف رشته‌های عصبی یافت می‌شود. گزینه ۳: غلاف میلین توسط یاخته‌های پستیپان در مجاور یاخته عصبی ساخته می‌شود.

## هرچی که درباره غلاف میلین باید بدویند!

همان‌طور که در شکل ۳ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، آسه (آکسون) یاخته‌های عصبی حرکتی و هم‌چنین آسه و دارینه (دندریت) یاخته‌های عصبی حسی (اکثر یاخته‌های عصبی) دارای پوششی به نام غلاف میلین هستند. یاخته‌های عصبی رابط و هم‌چنین دارینه یاخته عصبی حرکتی، فاقد غلاف میلین هستند. غلاف میلین جزئی از یاخته عصبی محسوب نمی‌شود، بلکه این غلاف را یاخته پستیپان میلین‌ساز می‌سازد.

نحوه ایجاد غلاف میلین: یاخته پستیپان به دور رشته عصبی می‌پیچد و غشای پلاسمایی خود را به دور رشته عصبی می‌پیچاند. همان‌طور که در شکل ۲- ب کتاب درسی مشاهده می‌کنید، میان یاخته و هسته این یاخته‌های پستیپان در سطح خارجی غلاف میلین به صورت لایه ظریفی دیده می‌شود. غلاف میلین از چند لایه غشای پلاسمایی تشکیل شده است؛ بنابراین در ساختار خود اجزای غشا شامل فسفولیپید، پروتئین، کربوهیدرات و کلسترول را دارد. غلاف میلین پیوسته نیست و در بخش‌هایی از رشته عصبی قطع می‌شود؛ این بخش‌ها را گره رانویه می‌نامند. در واقع حد فاصل دو یاخته پستیپان، گره رانویه وجود دارد.

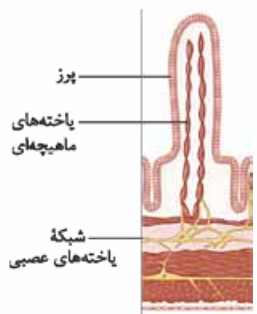
نواحی‌ای از رشته عصبی که دارای غلاف میلین است، فاقد کانال‌های دریچه‌دار هستند، از طرفی میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. در نواحی میلین‌دار پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شود و فقط در گره‌های رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود، به همین دلیل به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد، این نوع هدایت را هدایت جهشی می‌گوییم. هدایت جهشی فقط در رشته‌های میلین‌دار وجود دارد. یاخته عصبی رابط هیچ‌گاه هدایت جهشی پیام عصبی ندارد.

سرعت هدایت پیام عصبی به دو عامل بستگی دارد:

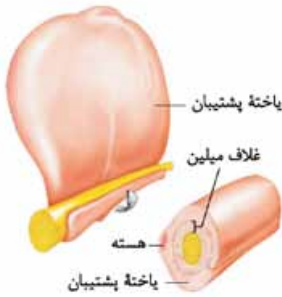
۱- **وجود میلین**: سرعت هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین‌دار بیشتر از رشته‌های فاقد میلین هم‌قطر است.

۲- **قطر رشته عصبی**: هر چه رشته عصبی قطورتر باشد، سرعت هدایت پیام عصبی در آن بیشتر است.

بیماری ام. اس (مالتیپل اسکلروزیس) نوعی بیماری خودایمنی است که در آن یاخته‌های دستگاه ایمنی به یاخته‌های پستیپان میلین‌ساز دستگاه عصبی مرکزی حمله می‌کنند و آن‌ها را از بین می‌برند، در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به اندام‌ها به درستی انجام نمی‌شود. در نتیجه بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.



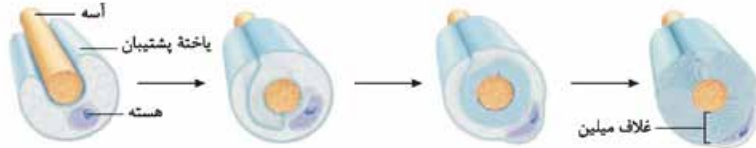




۹- گزینه «۲» مانع تماس بخشی از رشته عصبی با مایع اطراف آن می‌شود.

۱۰- گزینه «۱» غلاف میلین، رشته آسه و دارینه بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. / گزینه «۳»: غلاف میلین موجب هدایت جهشی پیام عصبی می‌شود. / گزینه «۴»: همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، به منظور تشکیل غلاف میلین، غشای یاخته پشתיبان چندین دور به دور رشته عصبی می‌پیچد، بنابراین، یک غلاف میلین حاوی چندین لایه فسفولیپیدی است.

۱۰- گزینه «۲» همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، با پیچ‌خوردن غشای یاخته پشתיبان به دور رشته عصبی، هسته آن در بخش سطحی غلاف میلین قرار می‌گیرد.



۱۰- گزینه «۱»: چندین یاخته پشתיبان به منظور ایجاد چندین غلاف میلین در سطح یک رشته عصبی عمل می‌کنند. / گزینه «۳»: همان‌طور که در شکل ۳ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، ابتدا و انتهای رشته‌های عصبی فاقد میلین است. / گزینه «۴»: همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید، در یاخته سازنده میلین، مقدار غشاسازی بسیار بیشتر از میزان میان‌یاخته (سیتوپلاسم) است؛ بنابراین نسبت مساحت غشا به میزان سیتوپلاسم، افزایش می‌یابد.

۱۱- گزینه «۱» ماده سفید در مغز و نخاع از رشته‌های عصبی میلین‌دار تشکیل شده‌اند. توجه داشته باشید که علاوه بر آکسون نورون حرکتی، آکسون نورون حسی که پیام عصبی را به دستگاه عصبی مرکزی منتقل می‌کند، دارای غلاف میلین است.

۱۰- گزینه «۲»: آکسون نورون‌های حرکتی که میلین‌دار است، در انتقال پیام عصبی به یاخته‌های ماهیچه اسکلتی نقش دارد. / گزینه «۳»: در فرد مبتلا به ام. اس (MS)، یاخته‌های دستگاه ایمنی به یاخته‌های پشתיبان سازنده میلین در دستگاه عصبی مرکزی حمله می‌کنند (زیست یازدهم - فصل ۵). / گزینه «۴»: وجود میلین و افزایش قطر رشته عصبی، موجب افزایش سرعت هدایت پیام عصبی در رشته عصبی می‌شود.

۱۲- گزینه «۱» فقط مورد «ب» عبارت را به درستی کامل می‌کند.

(الف) و (ب): تشکیل غلاف میلین موجب افزایش سرعت هدایت (نه انتقال) پیام عصبی در رشته عصبی می‌شود. / (ج): در بخش‌های میلین‌دار، رشته عصبی در تماس با مایع بین‌یاخته‌ای قرار نمی‌گیرد، پس تشکیل میلین موجب کاهش سطح تماس غشای نورون با مایع بین‌یاخته‌ای می‌شود. / (د): در رشته‌های عصبی میلین‌دار، کانال‌های دریچه‌دار یونی در محل گره رانویه حضور دارند؛ بنابراین، تعداد کانال‌های یونی مؤثر در ایجاد پیام عصبی نیز در رشته‌های عصبی میلین‌دار کم‌تر از سایر رشته‌هاست. / گزینه «۲»: نورون‌های حسی، پیام‌های حسی را دریافت می‌کنند و آن را توسط یک رشته (نه چندین رشته) به جسم یاخته‌ای هدایت می‌کنند.

یک نکته غلط: جسم یاخته‌ای در نورون حسی بین دو گره رانویه قرار گرفته است!

در نورون حسی برخلاف نورون‌های دیگر، آکسون و دندریت در یک محل به جسم یاخته‌ای متصل‌اند.

۱۰- گزینه «۱»: تحریک انقباض ماهیچه اسکلتی توسط نورون حرکتی صورت می‌گیرد. همان‌طور که در شکل ۳ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، در نورون حرکتی، طول آسه بیشتر از دارینه است. / گزینه «۳»: نورون‌های حسی پیام را از اندام‌های حسی دریافت می‌کنند و فقط یک دارینه دارند (دارینه پیام عصبی را به سمت جسم یاخته‌ای هدایت می‌کند). / گزینه «۴»: همان‌طور که در شکل ۳ فصل ۱ یازدهم مشاهده می‌کنید، یاخته عصبی رابط با یاخته عصبی حسی و حرکتی می‌تواند همایه تشکیل دهد و ارتباط لازم بین این دو نوع یاخته عصبی را برقرار کند.

نورون حسی، پیام عصبی را از گیرنده حسی دریافت می‌کند و به دستگاه عصبی مرکزی وارد می‌کند و یا خود به عنوان گیرنده حسی عمل می‌کند.

### مقایسه انواع نورون‌ها

انواع یاخته‌های عصبی	اجزا	طول	موقعیت نسبت به ماده خاکستری دستگاه عصبی مرکزی	توانایی شرکت در سیناپس	توانایی انتقال پیام عصبی
حسی	دارینه	بلند	خارج ماده خاکستری	ندارد	ندارد
	جسم یاخته‌ای	—	خارج ماده خاکستری	ندارد	ندارد
	آسه	کوتاه	فقط پایانه آسه‌ای درون ماده خاکستری قرار دارد.	دارد	دارد
رابط	دارینه	کوتاه	درون ماده خاکستری	دارد	ندارد
	جسم یاخته‌ای	—	درون ماده خاکستری	دارد	ندارد
	آسه	بلند	درون ماده خاکستری	دارد	دارد
حرکتی	دارینه	کوتاه	درون ماده خاکستری	دارد	ندارد
	جسم یاخته‌ای	—	درون ماده خاکستری	دارد	ندارد
	آسه	بلند	خارج ماده خاکستری	دارد	دارد



**۱۴- گزینه ۴** هر سه نوع یاخته عصبی حسی، حرکتی و رابط می‌توانند دارای غلاف میلین باشند؛ بنابراین، می‌توانند با یاخته‌های سازنده میلین (یاخته‌های پشتیبان) ارتباط نزدیک داشته باشند.

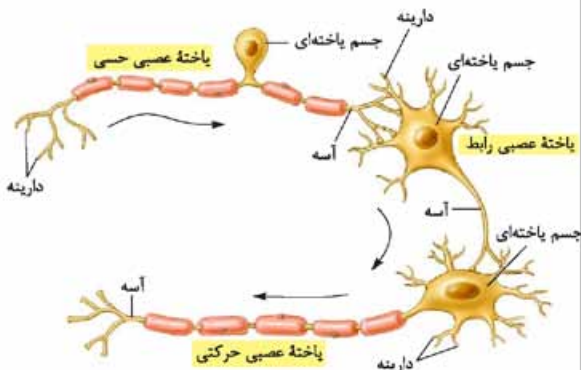
**۱۴- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): یاخته عصبی حسی برخلاف یاخته عصبی حرکتی و رابط از طریق یک رشته پیام را به جسم یاخته‌ای وارد می‌کنند. گزینه (۲): جسم یاخته‌ای یاخته عصبی حسی برخلاف یاخته عصبی حرکتی و رابط در خارج از دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند. گزینه (۳): جسم یاخته‌ای یاخته عصبی حسی برخلاف یاخته‌های عصبی حرکتی و رابط قادر به تشکیل همایه نیست.

**۱۵- گزینه ۴** نورون‌های رابط و حرکتی، می‌توانند از طریق جسم یاخته‌ای، همایه تشکیل دهند و پیام عصبی دریافت کنند. اگرچه نورون‌ها ندرتن تقسیم می‌شوند، ولی ژن‌های مربوط به تقسیم‌شدن را در هسته (که در جسم یاخته‌ای واقع شده) دارند. البته این ژن‌ها، به طور معمول خاموش هستند و بیان نمی‌شوند.

**۱۴- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): دارینه در دریافت و هدایت پیام عصبی نقش دارد، نه انتقال آن! گزینه (۲): غلاف میلین موجب هدایت جهشی پیام عصبی می‌شود، نه انتقال جهشی! گزینه (۳): آسه نورون رابط برخلاف نورون حرکتی، میلین‌دار نیست.

**۱۶- گزینه ۱** نورون‌های رابط فقط در مغز و نخاع هستند. پرده‌های منژ حفاظت از مغز و نخاع را بر عهده دارند.

**۱۴- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۲): خودشون درون دستگاه عصبی مرکزی‌اند! گزینه (۳): در یاخته عصبی رابطی که فاقد غلاف میلین است، سرعت هدایت پیام عصبی در بخش‌های قطورتر بیشتر است. گزینه (۴): یاخته عصبی رابط بین یاخته‌های عصبی ارتباط برقرار می‌کند؛ همان‌طور که در شکل ۳ فصل ۱ یازدهم مشاهده می‌کنید، جسم یاخته‌ای یاخته عصبی رابط فقط با یک نوع یاخته عصبی (حسی) قادر به برقراری همایه است.



**۱۷- گزینه ۳** در نورون رابط و نورون حرکتی، جسم یاخته‌ای و دارینه می‌توانند با آسه یاخته دیگر، همایه تشکیل دهند؛ بنابراین، در غشای دارینه و جسم یاخته‌ای آن‌ها، گیرنده ناقل عصبی وجود دارد.

**۱۴- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در نورون حسی، دارینه و آسه در یک سمت جسم یاخته‌ای به آن متصل می‌شوند. گزینه (۲): دارینه و جسم یاخته‌ای نورون حرکتی و کل نورون رابط، در بخش مرکزی دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند. گزینه (۴): آسه نورون حسی به دستگاه عصبی مرکزی وارد می‌شود، پایانه آسه نورون حسی همانند نورون رابط، منشعب است و می‌تواند در ماده خاکستری نخاع، همایه تشکیل دهد.

**۱۸- گزینه ۴** در حالت آرامش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا،  $-70$  میلی‌ولت است.

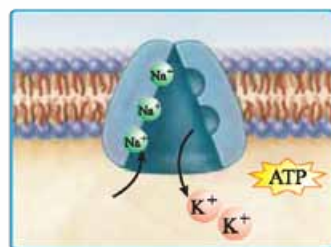
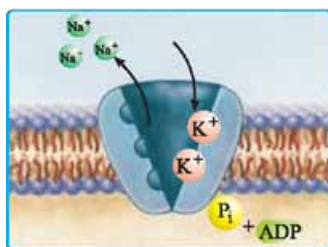
**۱۴- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): در هنگام مهار یک یاخته عصبی، با وجود تغییر اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، پیام عصبی تولید نمی‌شود. گزینه (۲): همان‌طور که در شکل ۷ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، در مراحل پتانسیل عمل، دو مرتبه اختلاف پتانسیل دو سوی غشا صفر می‌شود و مقدار بار الکتریکی دو سوی غشا یکسان می‌شود. گزینه (۳): همان‌طور که در شکل ۴ کتاب درسی می‌بینید، برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دو الکترود در دو سوی غشای نورون قرار داده می‌شود.

**۱۹- گزینه ۴** کانال‌های نشتی، یون‌ها را در جهت شیب غلظت عبور می‌دهند (انتشار تسهیل‌شده)، بنابراین در جهت کاهش اختلاف غلظت یون در دو سوی غشا و کاهش شیب غلظت آن‌ها عمل می‌کنند.

**۱۴- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): کانال‌های یونی، انتشار تسهیل‌شده انجام می‌دهند. گزینه (۲): کانال‌های نشتی با عبور بیشتر یون پتاسیم از غشا، سبب می‌شوند تا مقدار بار مثبت در بیرون یاخته بیشتر از درون آن باشد. گزینه (۳): کانال‌های نشتی به صورت اختصاصی و یک‌طرفه، یون‌ها را منتقل می‌کنند.

**۱۹** دو نوع کانال نشتی در غشای یاخته عصبی وجود دارند که عبارت‌اند از: کانال نشتی سدیمی و کانال نشتی پتاسیمی.

**۲۰- گزینه ۴** پمپ سدیم - پتاسیم با حفظ اختلاف غلظت یون‌ها در دو سوی یاخته، موجب حفظ هم‌ایستایی یاخته عصبی می‌شود.



**۱۴- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): سایر یاخته‌ها نیز مانند یاخته‌های پوششی روده، دارای پمپ سدیم - پتاسیم در غشای خود هستند (زیست دهم - فصل ۲). گزینه (۲): پمپ سدیم - پتاسیم دارای دو جایگاه برای اتصال یون پتاسیم و سه جایگاه برای اتصال یون سدیم است. گزینه (۳): یون سدیم و پتاسیم، هر دو بار مثبت دارند.

۲۱- گزینه «۳» پمپ سدیم - پتاسیم و کانال‌های نشتی هر دو در جهت حفظ پتانسیل آرامش غشا ( $-70$ ) و ممانعت از تغییر این پتانسیل عمل می‌کنند.

عوامل حفظ پتانسیل آرامش	خروج یون‌های پتاسیم بیشتر از یاخته عصبی توسط کانال‌های نشتی پتاسیمی و ورود یون‌های سدیم کم‌تر به درون یاخته عصبی توسط کانال‌های نشتی سدیمی ← کاهش مقدار بار مثبت درون یاخته
	فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم: در هر بار فعالیت با مصرف ATP (انرژی زیستی)، ۳ یون سدیم را از یاخته عصبی خارج و ۲ یون پتاسیم را وارد یاخته عصبی می‌کند ← کاهش مقدار بار مثبت درون یاخته

۲۲- گزینه «۲» فقط موارد «ب» و «ج» درست هستند.

(الف): در پتانسیل آرامش، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی برخلاف کانال‌های نشتی سدیمی، غیرفعال‌اند. / (ب): در پتانسیل آرامش، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی پتاسیمی (مولکول پروتئینی در غشا) از یاخته خارج می‌شوند. / (ج): یون‌های سدیم توسط پمپ سدیم - پتاسیم در خلاف جهت شیب غلظت خود از یاخته عصبی خارج می‌شوند. / (د): با هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج و دو یون پتاسیم به یاخته وارد می‌شوند؛ یعنی با هر بار فعالیت این پمپ، یک یون مثبت در بیرون یاخته بیشتر می‌شود اما این به معنای یک میلی‌ولت منفی‌تر شدن غشای یاخته نیست!

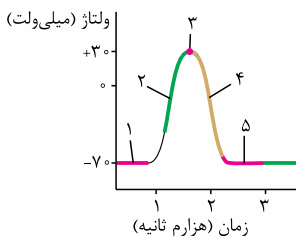
۲۳- گزینه «۱» اینو یاد بگیرید حتمن: وقتی یاخته عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک (نه کل یاخته)، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): پس از زمان کوتاهی از تحریک، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند و اختلاف پتانسیل دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد. / گزینه (۳): در شروع پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز شده و یون‌های سدیم به درون یاخته وارد می‌شوند. / گزینه (۴): پس از آن‌که پتانسیل غشای یاخته به  $+30$  می‌رسد، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند (همه کانال‌ها بسته) و بلافاصله پس از آن، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

در هیچ‌یک از مراحل پتانسیل عمل، هر دو کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی باز نیستند.

همه چیز درباره پتانسیل عمل!

ناحیه	ویژگی	کانال دریچه‌دار سدیمی	کانال دریچه‌دار پتاسیمی	کانال نشتی سدیمی	کانال نشتی پتاسیمی	پمپ سدیم - پتاسیم
۱	وضعیت	بسته	بسته	بسته	بسته	
	جهت عبور یون از غشا	—	—	—	—	
	اختلاف پتانسیل	$-70$ میلی‌ولت				
۲	وضعیت	باز	بسته	بسته	بسته	
	جهت باز شدن دریچه	به سمت خارج باز می‌شود.				
	جهت عبور یون از غشا	به داخل	—	—	—	
	اختلاف پتانسیل	از $-70$ تا صفر کاهش می‌یابد و از صفر تا $+30$ افزایش می‌یابد.				
۳	وضعیت	بسته	باز می‌شود (آماده باز شدن)	باز می‌شود (آماده باز شدن)	باز می‌شود (آماده باز شدن)	
	جهت باز شدن دریچه	—	به سمت داخل باز می‌شود.			
	جهت عبور یون از غشا	—	—	—	—	
	اختلاف پتانسیل غشا	$+30$ میلی‌ولت				
۴	وضعیت	بسته	باز	باز	باز	
	جهت عبور یون از غشا	—	به خارج			
	اختلاف پتانسیل غشا	از $+30$ میلی‌ولت تا صفر کاهش می‌یابد و از صفر تا $-70$ میلی‌ولت افزایش می‌یابد.				
۵	وضعیت	بسته	بسته	بسته	بسته	
	جهت عبور یون از غشا	—	—	—	—	
	اختلاف پتانسیل غشا	$-70$ میلی‌ولت				



فعال

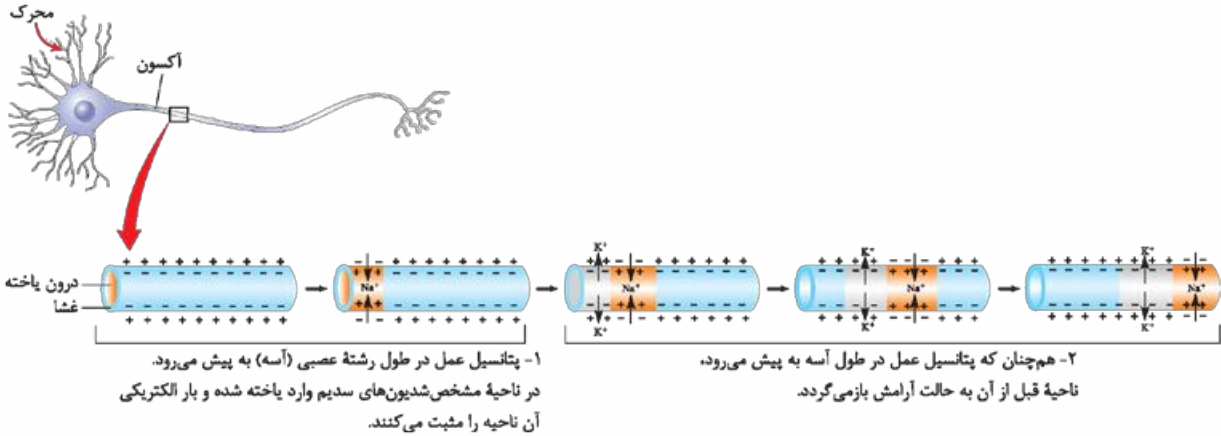
(با مصرف ATP در هر بار، ۳ یون سدیم را به خارج و ۲ یون پتاسیم را به داخل یاخته جابه‌جا می‌کند.)

فعال‌تر

خروج یون‌های پتاسیم بیشتر از یاختهٔ عصبی توسط کانال‌های نشتی پتاسیمی و ورود یون‌های سدیم کم‌تر به درون یاختهٔ عصبی توسط کانال‌های نشتی سدیمی ← کاهش مقدار بار مثبت درون یاخته	عوامل حفظ پتانسیل آرامش
فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم: در هر بار فعالیت با مصرف ATP، ۳ یون سدیم را از یاختهٔ عصبی خارج و ۲ یون پتاسیم را وارد یاختهٔ عصبی می‌کند ← کاهش مقدار بار مثبت درون یاخته	
تحریک مستقیم یاختهٔ عصبی و باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی	عوامل پتانسیل عمل
دریافت پیام عصبی به وسیلهٔ ناقل عصبی از یاختهٔ عصبی پیش‌سیناپسی و باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی	
باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی پس از بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و رسیدن به حالت آرامش	

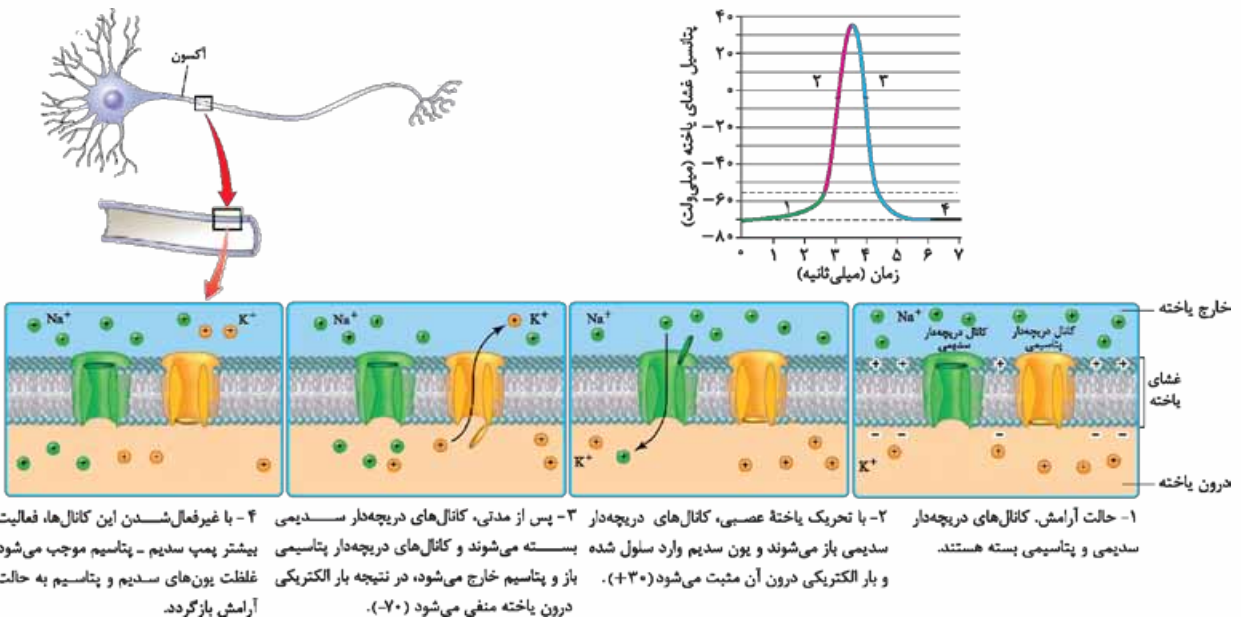
**۲۴- گزینهٔ «۴»** علت برگشت پتانسیل غشا از  $+30^{\circ}$  میلی‌ولت به حالت آرامش ( $-70^{\circ}$  میلی‌ولت)، باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است، نه فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم.

**۱۰- ابررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): هنگام هدایت پیام عصبی، پتانسیل عمل در طول یاختهٔ عصبی حرکت می‌کند و در این هنگام، پتانسیل غشا در نقاط مختلف، متفاوت است (شکل زیر). / گزینهٔ (۲): باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی موجب رسیدن پتانسیل غشا از  $+30^{\circ}$  به  $-70^{\circ}$  میلی‌ولت (پتانسیل آرامش) می‌شود. / گزینهٔ (۳): هنگام هدایت پیام عصبی در طول یک رشته، در یک نقطه کانال‌های سدیمی و در نقطهٔ مجاور، کانال‌های پتاسیمی می‌توانند باز باشند.



**۲۵- گزینهٔ «۳»** کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در حالت آرامش بسته‌اند و در طول پتانسیل عمل نیز، پس از رسیدن پتانسیل غشا به  $+30^{\circ}$  بسته می‌شوند. در مراحل پتانسیل عمل، باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در ابتدا باعث کاهش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌شود؛ نه بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی!

**۱۰- ابررسی سایر گزینه‌ها:** گزینهٔ (۱): باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در هنگام تحریک یاخته در ابتدا منجر به کاهش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌شود (از  $-70^{\circ}$  به صفر). / گزینه‌های (۲) و (۴): باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در مراحل پتانسیل عمل، در ابتدا منجر به کاهش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌شود ( $+30^{\circ}$  به صفر) و سپس سبب افزایش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌شود (از صفر به  $-70^{\circ}$ ).



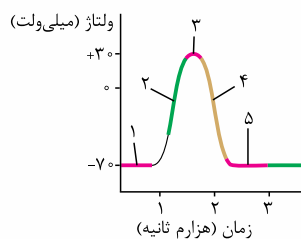
۲۶- گزینه «۱» در شروع پتانسیل عمل (از  $-70^{\circ}$  به سمت صفر) و در ادامه پتانسیل عمل (از  $+30^{\circ}$  به سمت صفر)، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در حال کاهش است و در این دو بازه زمانی، به ترتیب کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی باز می‌شوند.

۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه «۲»: در همه مراحل پتانسیل عمل، پمپ سدیم - پتاسیم فعال است و یون‌های سدیم را از یاخته خارج می‌کند. / گزینه «۳»: از آنجا که کانال‌های نشستی پتاسیمی نسبت به سدیمی، به پتاسیم نفوذپذیری بیشتری دارند و تعداد یون‌های پتاسیم بیشتری به بیرون می‌رود و نیز پمپ سدیم - پتاسیم ۳ یون سدیم را خارج و ۲ یون پتاسیم را وارد می‌کند؛ در نتیجه، بار مثبت بیرون همواره از داخل بیشتر است! / گزینه «۴»: خروج یون‌های پتاسیم از یاخته، هم از طریق کانال‌های دریچه‌دار و هم از طریق کانال‌های نشستی (همیشه فعال) ممکن است.

۱-۲- مراحل پتانسیل عمل در هر لحظه، در یک نقطه از غشا صورت می‌گیرد و در کل یاخته، همواره غلظت پتاسیم بیشتر از بیرون و غلظت سدیم کم‌تر از بیرون است.

۲۷- گزینه «۳» در شکل مقابل، در مرحله ۲ میزان بارهای مثبت درون یاخته افزایش می‌یابد و در مرحله ۴، میزان بارهای مثبت درون یاخته کاهش می‌یابد. در مرحله ۴، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.

۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه «۱»: در شروع مرحله ۲، ابتدا اختلاف پتانسیل دو سوی غشا کاهش می‌یابد و سپس افزایش می‌یابد. / گزینه «۲»: کانال‌های نشستی انتقال‌دهنده پتاسیم همواره فعال‌اند. / گزینه «۴»: در شروع مرحله ۴ (از  $+30^{\circ}$  به سمت صفر)، پتانسیل غشا مثبت است.



مرحله و رویدادهای پتانسیل عمل (فقط جهت تسهیل یادگیری، پتانسیل عمل را سه مرحله در نظر گرفته‌ایم.)	پس از تحریک یاخته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، به سمت خارج یاخته عصبی باز می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هم چنان بسته می‌مانند (نه این که بسته شوند)؛ در نتیجه مقدار فراوانی یون سدیم وارد یاخته می‌شود و مقدار بار الکتریکی درون یاخته مثبت‌تر می‌شود تا این که اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاخته عصبی از $-70^{\circ}$ به $+30^{\circ}$ میلی‌ولت می‌رسد. در انتهای این مرحله، درون یاخته بیشترین مقدار بار الکتریکی (نه اختلاف پتانسیل الکتریکی) را دارد.
مرحله ۲	پس از رسیدن اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به $+30^{\circ}$ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و در یک لحظه (قله نمودار) و هم‌زمان کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته هستند.
مرحله ۳	بلافاصله پس از بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی به سمت داخل باز می‌شوند. در نتیجه یون‌های پتاسیم از یاخته عصبی خارج می‌شوند و مقدار بار الکتریکی درون یاخته کاهش می‌یابد تا این که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به $-70^{\circ}$ میلی‌ولت (پتانسیل آرامش) بازمی‌گردد. در انتهای این مرحله و همچنین حالت آرامش، درون یاخته بیشترین مقدار اختلاف پتانسیل الکتریکی (نه بار الکتریکی) را دارد. در انتهای پتانسیل عمل که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا به همان پتانسیل آرامش بازگشته است پمپ‌های سدیم - پتاسیم فعال‌تر می‌شوند و در هر بار با مصرف ATP، ۲ یون پتاسیم را به داخل یاخته و ۳ یون سدیم را به خارج جابه‌جا می‌کنند تا غلظت یون‌ها به حالت اول بازگردد.

۱- پمپ سدیم - پتاسیم همواره فعال است ولی در انتهای پتانسیل عمل فعال‌تر می‌شود.

۲- پمپ سدیم - پتاسیم باعث بازگشت به پتانسیل آرامش نمی‌شود بلکه فقط غلظت یون‌ها را به حالت اول بازمی‌گرداند.

۳- در مرحله ۱ مقدار بار الکتریکی درون یاخته همواره افزایش می‌یابد و در مرحله ۳ همواره مقدار بار الکتریکی درون یاخته کاهش می‌یابد.

۴- در مرحله ۱ و مرحله ۳ ابتدا اختلاف پتانسیل الکتریکی کاهش و سپس افزایش می‌یابد ولی مقدار کاهش در مرحله ۱ بیشتر و مقدار افزایش در مرحله ۳ بیشتر است.

۵- در هنگام پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاخته عصبی دو بار به همه مقادیر  $-70^{\circ}$  تا  $+30^{\circ}$  میلی‌ولت می‌رسد، یک بار زمانی که کانال دریچه‌دار سدیمی باز است و بار دیگر زمانی که کانال دریچه‌دار پتاسیمی باز است ولی فقط یک بار به  $+30^{\circ}$  میلی‌ولت می‌رسد.

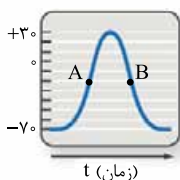
۶- حداکثر تغییر اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاخته عصبی در هنگام پتانسیل عمل  $100^{\circ}$  میلی‌ولت است (از  $-70^{\circ}$  تا  $+30^{\circ}$  میلی‌ولت).

۷- حداکثر اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاخته عصبی در هنگام پتانسیل عمل  $70^{\circ}$  میلی‌ولت است.

۸- حداقل اختلاف پتانسیل دو سوی غشا و همچنین حداقل مقدار تغییر اختلاف پتانسیل غشای یاخته عصبی صفر است.

۹- علامت + یا - مقادیر اختلاف پتانسیل فقط مشخص می‌کند غلظت یون‌های مثبت درون یاخته بیشتر (علامت +) یا کم‌تر (علامت -) از بیرون است.

۱۰- هیچ‌گاه در یک نقطه از غشای یاخته دو کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی هم‌زمان باز نخواهند بود.



۲۸- گزینه «۴» کانال‌های نشستی و پمپ سدیم - پتاسیم که همیشه فعال‌اند. در نقطه A، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و در نقطه B، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی فعال‌اند.

۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه «۱»: در نقطه B، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در حال منفی‌تر شدن و افزایش است. / گزینه «۲»: در هر دو نقطه امکان عبور یون سدیم از طریق پمپ سدیم - پتاسیم و کانال‌های نشستی سدیمی از غشا وجود دارد. / گزینه «۳»: در نقطه A، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بازند و یون‌های سدیم به درون یاخته وارد می‌شوند.



۲۹- گزینه «۳» تصویر مرحله ابتدایی پتانسیل عمل را نشان می‌دهد. پس از این مرحله، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند و این نکته جالب که در شکل کتاب نهفته است رو حواستون باشه! دریچه کانال‌های پتاسیمی به سمت داخل یاخته و دریچه کانال‌های سدیمی به سمت خارج یاخته باز می‌شوند. انگار دریچه هر یون، به سمتی باز می‌شه که غلظت اون یون بیشتره!

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): در لحظه نشان داده شده در شکل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند و یک لحظه بعد باز می‌شوند (نه این که بسته بشوند!). گزینه (۲): با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا ابتدا کاهش می‌یابد. / گزینه (۴): باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی (نه باز شدن پمپ سدیم - پتاسیم) منجر به ایجاد پتانسیل آرامش می‌شود.

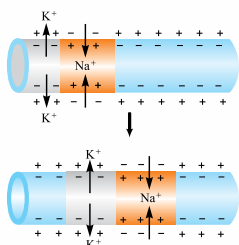
۳۰- گزینه «۴» با رسیدن پتانسیل غشا به  $+30$  میلی‌ولت کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند و یون‌های پتاسیم به طور ناگهانی از یاخته خارج می‌شوند.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، بعد از بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در انتهای پتانسیل عمل افزایش می‌یابد. / گزینه (۲): باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی موجب بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش می‌شود؛ پس دریچه این کانال‌ها هنگامی بسته می‌شود که پتانسیل غشا در حالت آرامش است. / گزینه (۳): کانال‌های دریچه‌دار در انتشار تسهیل شده یون‌ها دخالت دارند و ATP مصرف نمی‌کنند. در واقع پس از بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و افزایش فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم پس از پایان پتانسیل عمل، مصرف ATP به جهت تامین انرژی پمپ، افزایش می‌یابد.

۳۱- گزینه «۲» عامل تغییر اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، فعالیت کانال‌های دریچه‌دار است؛ پس در هنگام تغییر اختلاف پتانسیل، قطع نوعی کانال دریچه‌دار باز است.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): در مراحل پتانسیل عمل نیز هنگامی که پتانسیل غشا به  $+30$  میلی‌ولت می‌رسد، برای لحظه‌ای کوتاه کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی هر دو بسته‌اند. / گزینه (۳): در شروع پتانسیل عمل (از  $-70$  به سمت صفر) و پس از آن (از  $+30$  به سمت صفر) با وجود باز بودن کانال‌های دریچه‌دار، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در حال کاهش است. / گزینه (۴): پمپ سدیم - پتاسیم همیشه فعالیت می‌کند و شیب غلظت یون‌ها نیز در حین پتانسیل عمل و بعد از پایان آن، تغییر می‌کند.

نقش	انواع یون‌هایی که هر پروتئین جابه‌جا می‌کند	زمان فعالیت	جهت انتقال یون‌ها	روش انتقال یون‌ها	مصرف انرژی	انواع پروتئین‌های غشایی عمل‌کننده در هدایت و انتقال پیام عصبی
حفظ پتانسیل آرامش	دو نوع یون (سدیم و پتاسیم)	همواره	در خلاف جهت شیب غلظت	انتقال فعال	دارد	پمپ سدیم - پتاسیم
حفظ پتانسیل آرامش	کانال نشستی سدیمی فقط سدیم (یک نوع یون) کانال نشستی پتاسیمی فقط پتاسیم (یک نوع یون)	همواره	در جهت شیب غلظت	انتشار تسهیل شده	ندارد	کانال‌های نشستی
کانال دریچه‌دار سدیمی: پتانسیل عمل از $-70$ تا $+30$ میلی‌ولت	کانال دریچه‌دار سدیمی فقط سدیم	پتانسیل عمل	در جهت شیب غلظت	انتشار تسهیل شده: پس از رسیدن اختلاف پتانسیل غشا به مقدار مشخصی، باز می‌شوند.	ندارد	وابسته به اختلاف پتانسیل
کانال دریچه‌دار پتاسیمی: پتانسیل عمل از $+30$ تا $-70$ میلی‌ولت	کانال دریچه‌دار پتاسیمی فقط پتاسیم		در جهت شیب غلظت	انتشار تسهیل شده: پس از اتصال به ماده خاصی باز می‌شوند.	ندارد	وابسته به ماده شیمیایی
گیرنده ناقل عصبی در یاخته پس‌سیناپسی است.	فقط یک نوع یون را جابه‌جا می‌کند، مثلن در سیناپس تحریکی فقط یون سدیم را وارد یاخته می‌کند.	دریافت پیام عصبی از طریق ناقل عصبی	در جهت شیب غلظت			

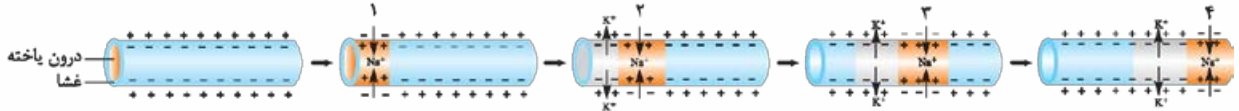


۳۲- گزینه «۱» در مراحل پتانسیل عمل در یک نقطه از غشا، هیچ‌گاه باز بودن هم‌زمان کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی مشاهده نمی‌شود ولی در محل‌های مختلف یک آکسون، هنگام هدایت پیام عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی می‌توانند هم‌زمان با هم بسته باشند. به شکل مقابل نگاه کنید:

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): یون‌های پتاسیم می‌توانند از طریق کانال‌های یونی از یاخته خارج و از طریق پمپ سدیم - پتاسیم به یاخته وارد شوند. / گزینه (۳): اینم که  $100$  بار گفتیم! / گزینه (۴): کانال‌های نشستی نیز مانند کانال‌های دریچه‌دار به طور اختصاصی عمل می‌کنند و هر کانال فقط یک نوع یون را جابه‌جا می‌کند.

۳۳- گزینه «۴» هنگام هدایت پیام عصبی در طول آسه، پیام عصبی از جسم یاخته‌ای به سمت پایانه آسه حرکت می‌کند و ابتدا در بخش‌های نزدیک جسم یاخته‌ای و سپس در بخش‌های دورتر، پتانسیل عمل ایجاد شده و پتانسیل غشا تغییر می‌کند.

۱-۴- بررسی سایر گزیده‌ها: گزینه (۱): کانال‌های دریچه‌دار با فاصله زمانی (به نوبت) در طول رشته عصبی باز می‌شوند و موجب ایجاد پتانسیل عمل‌های پی‌درپی در طول رشته عصبی می‌شوند. / گزینه (۲): همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، پتانسیل بخش جلویی محل ایجاد پتانسیل عمل، همانند بخش عقبی آن، منفی است. / گزینه (۳): هدایت پیام عصبی، یعنی ابتدا در محل ۱، بعد در محل ۲ و سپس در محل ۳ پتانسیل غشا تغییر کند و به این ترتیب، پتانسیل عمل از یک نقطه به نقطه دیگر هدایت می‌شود. / گزینه (۴): به یاد داشته باشید که تا پایان بسته شدن کانال‌های پتاسیمی، پتانسیل عمل تمام نشده است (یعنی تار سیدن دوباره به  $70^{\circ}$  میلی‌ولت) و فقط  $70^{\circ}$  تا  $30^{\circ}$  میلی‌ولت را به عنوان پتانسیل عمل در نظر نگیرید.



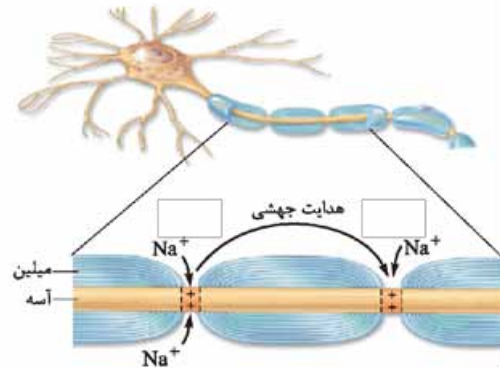
۳۴- گزینه «۳»

در محل گره رانویه برخلاف بخش‌های پوشیده شده توسط غلاف میلین، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی وجود دارند و باز شدن این کانال‌ها، منجر به تغییر ناگهانی پتانسیل غشا می‌شود. حضور غلاف میلین سبب می‌شود تا بخش‌های حاوی غلاف میلین در طول رشته عصبی skip شوند و فقط در محل‌های فاقد میلین، پتانسیل غشا تغییر کند، در نتیجه به جای این که در  $1000$  نقطه، پتانسیل عمل ایجاد شود، در  $10$  نقطه پتانسیل عمل ایجاد شده و زمان کم‌تری صرف هدایت پیام عصبی در طول رشته عصبی می‌شود.

۳۵- گزینه «۲»

موارد «الف» و «ب» عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

(الف) و (ب): سرعت هدایت پیام عصبی در طول یک رشته عصبی، با قطر رشته عصبی و وجود میلین ارتباط مستقیم دارد، یعنی هر چه قطر رشته عصبی بیشتر باشد و میلین‌دار نیز باشد، سرعت هدایت پیام عصبی در آن بیشتر است. از بین دو عامل «قطر» و «میلین»، قطر در سرعت هدایت نقش اصلی و میلین نقش فرعی را دارد؛ به این معنا که یک رشته قطور ولی فاقد میلین نسبت به یک رشته کم‌قطر ولی میلین‌دار، به طور معمول سرعت هدایت بیشتری دارد. / آسه یا دارینه بلند را رشته عصبی می‌گویند.



(ج): در محل‌های دارای میلین، غشای نورون با مایع میان‌بافتی (سیتوپلاسم) در تماس نیست و کانال دریچه‌دار یونی نیز وجود ندارد، پس در رشته‌های میلین‌دار، تعداد کانال‌های دریچه‌دار یونی کم‌تر است. / (د): در رشته‌های قطور، سرعت هدایت پیام عصبی بیشتر و مدت زمان هدایت پیام، کم‌تر است.

۳۶- گزینه «۳»

در بخش‌های فاقد میلین، هدایت پیام عصبی به صورت نقطه به نقطه و در بخش‌های میلین‌دار پیام عصبی به صورت جهشی است. بیشتر طول دارینه نورون حسی با میلین پوشیده شده است و امکان هدایت نقطه به نقطه در آن وجود ندارد.

۱-۴- بررسی سایر گزیده‌ها: گزینه (۱): جسم یاخته‌ای همه نورون‌ها فاقد میلین است. / گزینه‌های (۲) و (۴): ماده سفید در نخاع و مغز حاوی رشته‌های میلین‌دار هستند.

۳۷- گزینه «۲»

بیماری ام. اس (MS) نوعی بیماری خودایمنی است که در آن دستگاه ایمنی به یاخته‌های پشتیبان سازنده میلین در دستگاه عصبی مرکزی حمله می‌کند و آن‌ها را از بین می‌برد. به همین علت در هدایت جهشی پیام‌های عصبی در مغز و نخاع، اختلال ایجاد می‌شود (زیست یازدهم - فصل ۵).

۱-۴- بررسی سایر گزیده‌ها: گزینه (۱): هدایت جهشی پیام عصبی دچار اختلال می‌شود، نه انتقال جهشی! / گزینه (۳): در این بیماری میلین از بین می‌رود و ضخامت غلاف میلین کاهش می‌یابد. / گزینه (۴): فقط یاخته‌های پشتیبان سازنده میلین مورد حمله قرار می‌گیرند.

۳۸- گزینه «۲»

دارینه نورون‌های حسی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد! در حالی که در بیماری ام. اس (MS)، یاخته‌های سازنده میلین در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) مورد حمله قرار می‌گیرند.

۳۹- گزینه «۴»

تصویر یک رشته عصبی میلین‌دار را نشان می‌دهد. آسه نورون حسی و حرکتی و دارینه نورون حسی میلین دارند. نقطه A نیز گره رانویه را نشان می‌دهد که در هنگام هدایت پیام عصبی، در این نقطه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و اختلاف غلظت یون‌ها به طور موقت تغییر می‌کند.

۱-۴- بررسی سایر گزیده‌ها: گزینه (۱): آگه یا تون باشه، گفتیم که هنگام هدایت پیام عصبی در طول رشته

میلین‌دار، بخش‌های حاوی میلین skip می‌شن و در این قسمت‌ها پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شه. / گزینه (۲): در هنگام ایجاد پتانسیل عمل، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند. / گزینه (۳): دارینه نورون حرکتی هم فاقد میلین تشریف دارن!

۴۰- گزینه «۴»

تصویر، هدایت نقطه به نقطه پیام عصبی در یک یاخته عصبی را نشان می‌دهد. وضعیت غشا در بخش‌های نشان داده شده به این شکل است:

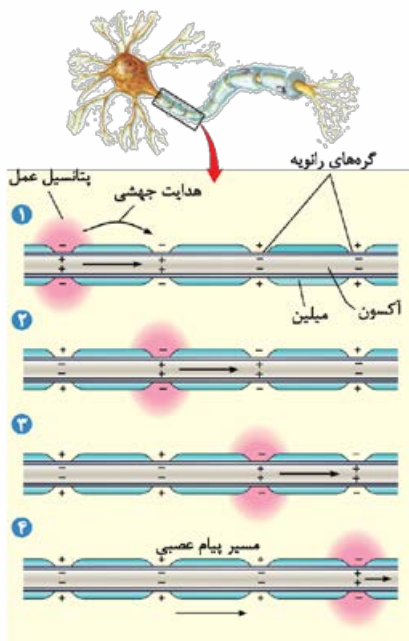
D: در حالت آرامش

C: به علت ورود یون‌های سدیم به یاخته، پتانسیل مثبت شده (پتانسیل عمل) است.

B: به علت خروج یون‌های پتاسیم از یاخته، پتانسیل غشا منفی شده و به حالت آرامش برگشته است.

A: در حالت آرامش

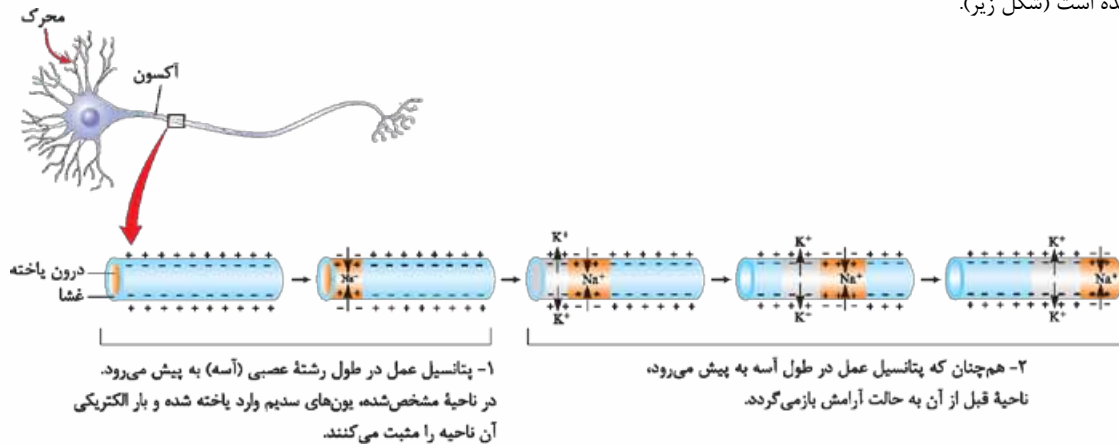
در نقطه A و D، پمپ سدیم - پتاسیم و کانال‌های نشستی به حفظ پتانسیل غشا کمک می‌کنند.





**۱-۱- بررسی سایر گزینیه‌ها ۱-۱-۱:** گزینۀ (۱): در نقطه B نیز، پتانسیل داخل یاخته نسبت به بیرون آن منفی است و می‌تواند پتانسیل آرامش برقرار باشد (اگر  $70^-$  میلی‌ولت باشد). / گزینۀ (۲): برای نقطه B دو حالت وجود دارد: الف) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و پتانسیل غشا در حال کاهش است (مثلن  $50^-$  میلی‌ولت) یا ب) پتانسیل غشا به  $70^-$  میلی‌ولت رسیده و پتانسیل آرامش برقرار شده است. / گزینۀ (۳): در نقطه D نیز، کانال‌های نشستی فعال هستند و یون‌های سدیم می‌توانند به درون یاخته وارد شوند.

**۴۱- گزینۀ «۲»** نقطه ۳ ادامه پتانسیل عمل را نشان می‌دهد که به علت خروج ناگهانی یون‌های پتاسیم از یاخته، پتانسیل داخل غشا نسبت به خارج آن منفی شده است (شکل زیر).



**۱-۱- بررسی سایر گزینیه‌ها ۱-۱-۲:** گزینۀ (۱): جهت حرکت پیام عصبی از ۴ به سمت ۱ است. / گزینۀ (۳): در نقطه ۳ خروج (نه ورود) یک نوع یون از یاخته افزایش یافته است. / گزینۀ (۴): در ادامه هدایت پیام عصبی، غلظت یون‌ها در بخش ۱ برخلاف ۴ تغییر می‌کند.

**۴۲- گزینۀ «۱»** تنها مورد «ج» درست است.

الف): در محل همایه، دو یاخته به هم متصل نمی‌شوند، بلکه بین آن‌ها فضایی به نام فضای همایه‌ای وجود دارد! / ب): یاخته پس‌همایه‌ای می‌تواند یاخته عصبی یا غیرعصبی باشد. / ج): تعدادی ناقل عصبی با انجام برون‌رانی از یاخته پیش‌همایه‌ای خارج می‌شوند؛ بنابراین در محل همایه، فعالیت‌های سوخت و سازی رخ می‌دهد. / د): در یاخته پس‌همایه‌ای پس از اتصال ناقل‌های عصبی به آن، نفوذپذیری غشا نسبت به برخی یون‌ها تغییر می‌کند و پتانسیل غشا دچار تغییر می‌شود. البته به این نکته مهم توجه داشته باشید که اگر همایه در حالت فعالیت نباشد، هیچ ناقل عصبی از آن برون‌رانی نمی‌شود و نفوذپذیری غشای یاخته پس‌همایه‌ای هم دستخوش تغییر نمی‌شود.

### انتقال پیام عصبی



● یاخته‌های عصبی برای انتقال پیام عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام همایه (سیناپس) برقرار می‌کنند.

در هر دو نوع همایه (تحریکی و مهارتی) نفوذپذیری غشای یاخته پس‌همایه‌ای به یون‌ها تغییر می‌کند. مثلن در همایه تحریکی با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، یون‌های سدیم وارد یاخته می‌شوند اما فقط همایه تحریکی سبب ایجاد پتانسیل عمل در یاخته پس‌همایه‌ای می‌شود.

● در همایه تحریکی، پتانسیل الکتریکی یاخته پس‌همایه‌ای افزایش و در همایه مهارتی پتانسیل الکتریکی یاخته پس‌همایه‌ای کاهش (کم‌تر از  $70^-$  مثلن  $90^-$  میلی‌ولت) می‌یابد.

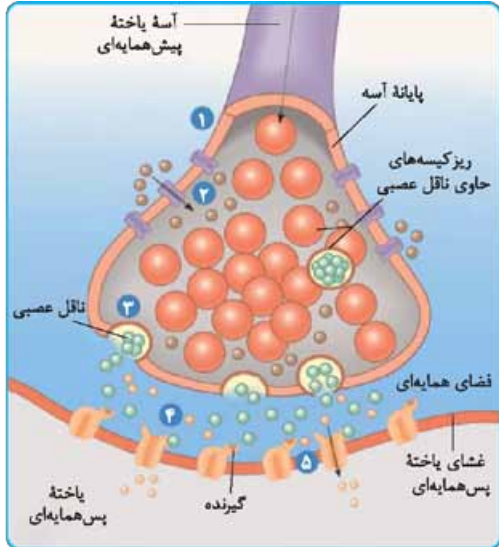
● پس از انتقال پیام عصبی، مولکول‌های ناقل عصبی باقی‌مانده در فضای همایه‌ای به دو طریق حذف می‌شوند: ۱) جذب دوباره ناقل به یاخته پیش‌همایه‌ای ۲) آنزیم‌هایی ناقل عصبی را تجزیه می‌کنند.

**۴۳- گزینۀ «۴»** ناقل عصبی می‌تواند موجب تحریک یاخته هدف (ایجاد پتانسیل عمل در آن) یا مهار یاخته هدف (عدم ایجاد پتانسیل عمل در آن) شود. / **۱-۱- بررسی سایر گزینیه‌ها ۱-۱-۳:** گزینۀ (۱): ناقل‌های عصبی از پایانه آسه‌ای نورون پیش‌همایه‌ای ترشح می‌شوند. / گزینۀ (۲): ناقل‌های عصبی در نورون‌ها ساخته شده و در داخل ریزکیسه‌هایی حمل می‌شوند و از طریق برون‌رانی و مصرف ATP خارج می‌شوند. / گزینۀ (۳): گیرنده ناقل‌های عصبی در غشای یاخته پس‌همایه‌ای قرار دارد.



**۴۴- گزینه «۲»** ناقل‌های عصبی درون ریزکیسه‌ها قرار دارند و هنگام انتقال پیام عصبی، این ریزکیسه‌ها با غشای پایانه آسه ادغام شده و به فضای همایه‌ای وارد می‌شوند (برون‌رانی).

**۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها «۱»** گزینه (۱): بعضی یاخته‌های عصبی، هورمون تولید می‌کنند؛ پس ترکیب ترشح‌شده از پایانه آسه می‌تواند ناقل عصبی یا هورمون باشد (اگر نورون‌ها، پیک شیمیایی را به داخل خون ترشح کنند به آن هورمون می‌گویند). هورمون‌هایی که در پایانه آسه ترشح می‌شوند: هورمون ضداداراری، هورمون اکسی‌توسین، هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده هیپوتالاموس (زیست یازدهم - فصل ۴). / گزینه (۳): باز شدن کانال‌های یونی که گیرنده ناقل عصبی نیز هستند، وابسته به اتصال ناقل عصبی به آن‌هاست؛ در حالی که سایر کانال‌های یونی با توجه به پتانسیل غشا، باز یا بسته می‌شوند. / گزینه (۴): تغییر پتانسیل غشای یاخته پس‌همایه‌ای، می‌تواند منجر به تحریک آن (تولید پیام عصبی) یا مهار آن شود.



**۴۵- گزینه «۲»** ناقل‌های عصبی از طریق برون‌رانی (مصرف ATP) از پایانه آسه یاخته عصبی خارج می‌شوند. گیرنده ناقل‌های عصبی نیز نوعی کانال یونی است که باز شدن آن منجر به تغییر نفوذپذیری غشا به برخی یون‌ها می‌شود. مثلن در همایه‌های حرکتی، گیرنده ناقل عصبی نوعی کانال دریچه‌دار سدیمی است که باز شدن آن منجر به ورود یون‌های سدیم به یاخته و ایجاد پتانسیل عمل می‌شود. با توجه به شکل مقابل، مراحل ۱ تا ۵ عبارتند از:

(۱) پتانسیل آرامش، (۲) پتانسیل عمل غشا، (۳) برون‌رانی ناقل عصبی از نورون پیش‌همایه‌ای، (۴) اتصال ناقل عصبی به گیرنده و (۵) تغییر پتانسیل الکتریکی یاخته پس‌همایه‌ای.

**۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها «۱»** گزینه (۱): گیرنده‌ها در غشای یاخته پس‌همایه‌ای قرار دارند! نه این که از آن خارج شوند. / گزینه (۳): گیرنده ناقل‌های عصبی همواره از جنس پروتئین است. / گزینه (۴): ناقل عصبی با برون‌رانی (نه انتقال فعال) به فضای همایه‌ای وارد می‌شود.

**۴۶- گزینه «۳»** جسم یاخته‌ای نورون‌های حسی برخلاف نورون‌های حرکتی، در ریشه پشتی اعصاب نخاعی قرار دارد و نمی‌تواند محل تشکیل همایه باشد.

**۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها «۱»** گزینه (۱): در پایانه آسه نورون حسی، ناقل‌های عصبی با انجام برون‌رانی ترشح می‌شوند. / گزینه (۲): تحریک دارینه نورون حسی منجر به تولید پیام عصبی و ارسال آن به دستگاه عصبی مرکزی می‌شود. / گزینه (۴): جسم یاخته‌ای نورون‌های حرکتی و رابط درون ماده خاکستری قرار دارند و می‌توانند در همایه شرکت کنند و دارای گیرنده ناقل عصبی در غشای خود هستند.

**۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها «۱»** گیرنده‌های ناقل عصبی می‌توانند در این جاها یافت شوند: الف) دارینه نورون‌ها ب) جسم یاخته‌ای نورون‌ها (به جز نورون حسی)

**۴۷- گزینه «۳»** فقط مورد «ج» نادرست است. یاخته پیش‌همایه‌ای همواره یک نورون است (رد مورد «ج») و یاخته پس‌همایه‌ای می‌تواند نورون، ماهیچه (صاف، قلبی یا اسکلتی) و یاخته ترشحی باشد.

**۴۸- گزینه «۳»** گیرنده ناقل عصبی می‌تواند در غشای دارینه و جسم یاخته‌ای نورون رابط یافت شود. جسم یاخته‌ای محل انجام سوخت و ساز نیز هست. / گزینه (۱): غلاف میلین مانع تماس غشای یاخته با مایع بین یاخته‌ای می‌شود، پس در بخشی از یاخته که گیرنده ناقل عصبی وجود دارد، غلاف میلین وجود ندارد! / گزینه‌های (۲) و (۴): گیرنده ناقل عصبی در غشای جسم یاخته‌ای و دارینه نورون حرکتی وجود دارد، نه آسه!

**۴۹- گزینه «۲»** ناقل‌های عصبی پس از برون‌رانی از پایانه آسه به گیرنده‌های خود در غشای یاخته پس‌همایه‌ای متصل می‌شوند که در پی آن، نفوذپذیری غشای یاخته پس‌همایه‌ای به برخی یون‌ها تغییر می‌کند و در پی عبور یون‌ها از غشا، پتانسیل الکتریکی یاخته پس‌همایه‌ای دچار تغییر می‌شود.

**۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها «۱»** گزینه (۱): یاخته پس‌همایه‌ای می‌تواند یاخته عصبی یا غیرعصبی باشد. / گزینه (۳): باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در همایه‌های حرکتی مشاهده می‌شود؛ در حالی که در همایه‌های مهارتی، این کانال‌ها باز نمی‌شوند. / گزینه (۴): افزایش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا (منفی تر شدن پتانسیل غشا) نیز فقط در همایه‌های مهارتی مشاهده می‌شود.

**۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها «۱»** در هر نوع سیناپسی، پتانسیل الکتریکی یاخته پس‌سیناپسی تغییر می‌کند:

(۱) در سیناپس حرکتی، پتانسیل الکتریکی یاخته به سمت مثبت شدن حرکت می‌کند. (۲) در سیناپس مهارتی، پتانسیل الکتریکی یاخته به سمت منفی تر شدن حرکت می‌کند.

**۵۰- گزینه «۲»** ناقل‌های عصبی در طول آسه هدایت و در پایانه آسه ترشح می‌شوند. همان‌طور که می‌دانید، پایانه آسه فاقد غلاف میلین است؛ در نتیجه، هدایت جهشی امکان‌پذیر نیست.

**۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها «۱»** گزینه (۱): آسه نورون‌های حسی و حرکتی، میلین دارد. / گزینه (۳): پیام عصبی در طول آسه از جسم یاخته‌ای دور می‌شود. / گزینه (۴): گیرنده ناقل‌های عصبی در دارینه و جسم یاخته‌ای نورون‌ها یافت می‌شود.

**۵۱- گزینه «۱»** هدایت پیام عصبی، می‌تواند در دارینه، جسم یاخته‌ای یا آسه صورت بگیرد؛ اما انتقال پیام عصبی، همواره در محل پایانه آسه‌ای انجام می‌شود.

**۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها «۱»** گزینه (۲): هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین‌دار جهشی است. / گزینه (۳): هدایت و انتقال پیام عصبی، فقط توسط یاخته عصبی صورت می‌گیرد. / گزینه (۴): در بیماری ام. اس (MS) هدایت پیام عصبی در طول رشته‌های میلین‌دار در دستگاه عصبی مرکزی، با اختلال مواجه می‌شود.



عملکرد یاخته عصبی	تعریف	ماهیت	فرایند اصلی	تأثیر غلاف میلین بر سرعت	اختلال در بیماری ام. اس (MS)
هدایت پیام عصبی	هدایت پیام عصبی در طول آسه و دارینه یک یاخته عصبی صورت می‌گیرد.	الکتریکی	انتشار	دارد (سبب افزایش سرعت هدایت می‌شود).	بله
انتقال پیام عصبی	انتقال پیام عصبی از یاخته عصبی پیش‌همایه‌ای به یاخته پس‌همایه‌ای صورت می‌گیرد.	شیمیایی	برون‌رانی	ندارد	خیر

۵۲- گزینه «۲» موارد «ب» و «ج» درست هستند.

(الف): گیرنده‌های عصبی نیز نوعی کانال یونی در پیچه‌دار هستند که پس از اتصال به ناقل عصبی باز می‌شوند. (ب): کانال‌های در پیچه‌دار یونی به طور اختصاصی عمل می‌کنند و با انجام انتشار تسهیل شده، یک نوع یون را در جهت شیب غلظت از غشا عبور می‌دهند. (ج): اختلاف پتانسیل دو سوی غشا وابسته به غلظت یون‌ها در دو سوی غشاست؛ پس هر کانال در پیچه‌دار یونی بر اختلاف پتانسیل دو سوی غشا مؤثر است. (د): فقط گروهی از کانال‌های در پیچه‌دار یونی به عنوان گیرنده‌های ناقل عصبی نیز عمل می‌کنند.

۵۳- گزینه «۲» پتانسیل غشای نورون‌ها در حالت آرامش،  $-70$  میلی‌ولت است و در هنگام تحریک، ابتدا به سمت صفر حرکت می‌کند و سپس به  $+30$  میلی‌ولت می‌رسد؛ پس در همایه تحریکی، ابتدا اختلاف پتانسیل دو سوی غشا کاهش می‌یابد (به سمت مثبت شدن پیش می‌ره) در حالی که در همایه مهاری، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا افزایش می‌یابد (منفی تر می‌شود).

۱۰۰- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): همایه بین نورون و ماهیچه همیشه از نوع تحریکی است. همایه مهاری فقط بین نورون‌ها دیده می‌شود. / گزینه (۳): در هر دو نوع همایه، ناقل عصبی ترشح می‌شود. / گزینه (۴): در همایه تحریکی برخلاف همایه مهاری، کانال‌های در پیچه‌دار سدیمی در یاخته پس‌همایه‌ای باز شده و یاخته پس‌همایه‌ای تحریک می‌شود.

۱۰۱- نکته خارج از کتاب ولی مفید، در همایه بازدارنده، کانالی که در نورون پس‌همایه‌ای باز می‌شود از نوع پتاسیمی است و بنابراین با خروج پتاسیم اضافی، افتلاف پتانسیل دو سوی غشا از  $-70$  میلی‌ولت هم منفی‌تر می‌شود و مثلن به حدود  $-100$  میلی‌ولت می‌رسد.

۵۴- گزینه «۴» انتقال‌دهنده‌های عصبی تحریکی با تحریک باز شدن کانال در پیچه‌دار، باعث ایجاد پتانسیل عمل در یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن می‌شوند. ۱۰۰- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): انتقال‌دهنده‌های عصبی بعد از این که تأثیر خودشانو گذاشتن، ممکنه تجزیه بشن یا دوباره به یاخته پیش‌همایه‌ای برگردن. / گزینه (۲): انتقال‌دهنده‌های عصبی داخل جسم یاخته‌ای تولید می‌شن. / گزینه (۳): جایگاه اتصال انتقال‌دهنده عصبی بر روی غشای یاخته پس‌همایه‌ای نه درونش! ۵۵- گزینه «۱» تنها مورد «ج» درست است.

(الف) و (د): پایانه آسه نمی‌تواند محل گیرنده ناقل عصبی باشد! (ب): ناقل‌های عصبی می‌توانند با درون‌بری به پایانه آسه‌ای نورون پیش‌همایه‌ای برگردند، ولی نمی‌توانند به یاخته پس‌همایه‌ای وارد شوند و تنها بر سطح غشای آن اثر می‌کنند. (ج): ناقل‌های عصبی می‌توانند به گیرنده‌هایی در غشای دارینه یا جسم یاخته‌ای نورون حرکتی متصل شوند. پس از انتقال پیام عصبی، ناقل‌های عصبی می‌توانند دوباره به درون آسه بازگردند (عبور از غشای پایانه آسه). تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی (چه افزایش و چه کاهش) از دلایل ابتلا به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است (مثل اعتیاد).

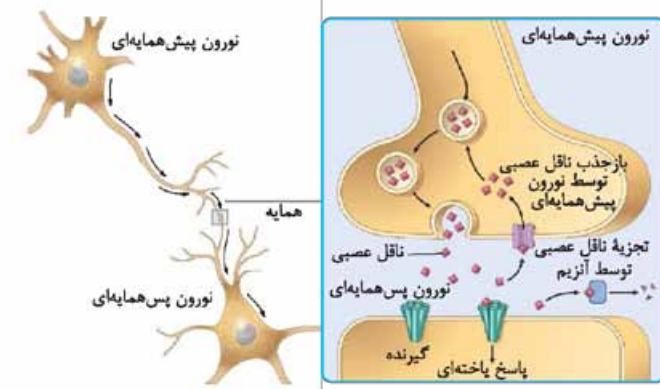
۵۶- گزینه «۳» تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی (چه افزایش و چه کاهش) از دلایل ابتلا به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است (مثل اعتیاد). ۱۰۰- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۴): همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده

می‌کنید، انشعابات آسه یک نورون بر روی نورون دیگر قرار دارد؛ پس با تحریک یک نورون پیش‌همایه‌ای ناقل‌های عصبی هم‌زمان از چندین پایانه آسه‌ای بر روی یک نورون عمل می‌کنند.

در صورتی که چندین همایه بین آسه‌های مختلف و یک نورون تشکیل شود، فعالیت نورون در جهت برآیند فعالیت همایه‌ها تغییر می‌کند؛ مثلن اگر ۴ همایه مهاری و ۲ همایه تحریکی با یک نورون تشکیل شود، نورون در نهایت مهار می‌شود!

۵۷- گزینه «۲» پتانسیل الکتریکی یاخته پس‌همایه‌ای قطع تغییر می‌یابد که این تغییر می‌تواند در جهت تحریک یا مهار آن باشد. ۱۰۰- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): در شکل ۱۰ کتاب درسی می‌بینید که غشای یاخته پس‌همایه‌ای در محل همایه، فرورفته است. / گزینه (۳): گیرنده ناقل عصبی نوعی کانال یونی است. / گزینه (۴): پس از انتقال پیام عصبی، ناقل‌های عصبی می‌توانند به درون یاخته ترشح‌کننده خود جذب شوند.

۵۸- گزینه «۱» موارد «ب» و «ج» عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند. (الف): در یاخته‌های عصبی از روی برخی ژن‌ها رونویسی صورت می‌گیرد که باعث ایجاد ویژگی‌های نورون می‌شود؛ پس رنابسپاراز بر روی دناى آن فعالیت می‌کند. (ب): در یک یاخته عصبی، پیام عصبی توسط آسه از جسم یاخته‌ای دور می‌شود، نه دارینه! (ج): در برخی از یاخته‌های پشتیبان (نه عصبی) از ژن‌های مؤثر در ساخت غلاف میلین، رونویسی صورت می‌گیرد. (د): یاخته‌های عصبی به ندرت تقسیم می‌شوند؛ پس در این یاخته‌ها، امکان فعالیت آنزیم‌های دنابسپاراز جهت همانندسازی مولکول‌های دنا وجود دارد.



## ۵۹- گزینه «۳»

فقط مورد «ج» نادرست است. نورون‌ها و گیرنده‌های حسی موجود در بدن توانایی تولید جریان الکتریکی را دارند. (الف): همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن انسان، دارای کانال‌های انتقال‌دهندهٔ یون‌ها هستند. (ب): بیان ژن‌های سازندهٔ غلاف میلین، فقط در یاخته‌های پشتیبان انجام می‌شود که این یاخته‌ها فاقد توانایی تولید جریان الکتریکی هستند. (ج): می‌دانید که گیرنده‌ها می‌توانند نوعی یاختهٔ غیرعصبی باشند، همانند گیرنده‌های شنوایی که نوعی از یاخته‌های پوششی تمایز یافته محسوب می‌شوند. (د): پمپ سدیم - پتاسیم در غشای همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن انسان، وجود دارد و در طی فعالیت خود دو نوع یون سدیم و پتاسیم را جابه‌جا می‌کند.

## ۶۰- گزینه «۳»

ژن سازندهٔ گیرنده‌های ناقلین عصبی در یاخته‌های پس‌همایه‌ای رونویسی می‌شود. تمامی یاخته‌های هسته‌دار بدن انسان، دارای تمامی ژن‌ها بوده و ژنگان یکسانی دارند؛ اما ژن‌ها، در بعضی یاخته‌ها بیان شده و در بعضی یاخته‌ها بیان نمی‌شوند.

## ۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها ۱-۱

گزینه (۱): یاختهٔ پس‌همایه‌ای ممکن است یک یاختهٔ غیرعصبی مثل ماهیچه باشد که در این صورت، در آن پیام عصبی تولید نخواهد شد. / گزینه (۲): نورون‌ها توانایی تولید ناقل عصبی را دارند، ولی ماهیچه‌ها و غدد فاقد این توانایی هستند. / گزینه (۴): نورون‌های رابط می‌توانند هم با آسهٔ نورون حسی و هم با دارینهٔ نورون حرکتی همایه تشکیل دهند.

## ۶۱- گزینه «۳»

تنها مورد «ب» توسط رناتن‌های نورون‌ها تولید نمی‌شود.

(الف): پمپ سدیم - پتاسیم از پروتئین‌های ناقل موجود در غشای نورون‌ها است. (ب): تمامی پروتئین‌های موجود در غشای یاخته‌ها توسط رناتن‌های روی شبکهٔ آندوپلاسمی یاختهٔ سازندهٔ خود تولید می‌شوند، اما باید توجه داشته باشید که پروتئین‌های غلاف میلین که بر روی سطح غشای نورون‌ها قرار می‌گیرند، توسط یاخته‌های پشتیبان تولید می‌شوند؛ نه نورون‌ها! (ج): ناقلین عصبی پروتئینی، از پایانهٔ آسهٔ نورون‌ها به فضای همایه‌ای وارد می‌شوند. این پروتئین‌ها توسط رناتن‌های موجود بر روی شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شوند. (د): نورون‌های پس‌همایه‌ای نیز می‌توانند حاوی گیرنده برای ناقلین عصبی باشند. این گیرنده‌ها از پروتئین‌های غشایی هستند. تمامی یاخته‌های هسته‌دار پیکری بدن انسان، دارای تمامی ژن‌ها بوده و ژنگان یکسانی دارند؛ ژن‌های مختلف، در بعضی یاخته‌ها بیان شده و در بعضی یاخته‌ها بیان نمی‌شوند.

## ۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها ۱-۱

گزینه (۱): گیرنده‌های پروتئینی ناقلین عصبی علاوه بر نقش گیرندهٔ نوعی پیک شیمیایی، نوعی کانال یونی نیز هستند که می‌توانند منجر به انتقال یون‌ها از عرض غشا شوند. / گزینه (۲): منظور از پروتئینی که دارای جایگاه فعال برای نوعی پیش‌ماده است، نوعی آنزیم است. پمپ سدیم - پتاسیم، نوعی پروتئین غشایی است که علاوه بر انتقال یون‌های سدیم و پتاسیم در خلاف جهت شیب غلظت و تغییر میزان یون‌ها در مایع خارج یاخته‌ای (افزایش  $Na^+$ )، توانایی تجزیهٔ مولکول‌های ATP به مولکول‌های ADP و P را دارد و از انرژی این واکنش استفاده می‌کند. / گزینه (۳): کانال‌های پروتئینی سدیمی و پتاسیمی در عبور یون‌ها در جهت شیب غلظت نقش دارند، اما به عنوان مثال، کانال‌های نشستی فاقد دریچه هستند.

## ۶۳- گزینه «۲»

بازگشت پتانسیل عمل به پتانسیل آرامش، وظیفهٔ کانال دریچه‌دار پتاسیمی است. وظیفهٔ پمپ سدیم - پتاسیم، بازگرداندن غلظت یون‌ها به حالت آرامش است.

## ۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها ۱-۱

گزینه (۱): پمپ سدیم - پتاسیم علاوه بر انتقال یون‌های سدیم و پتاسیم، دارای فعالیت آنزیمی است. این آنزیم با تجزیهٔ مولکول‌های ATP، منجر به کاهش انرژی فعال‌سازی نوعی واکنش درون‌یاخته‌ای می‌شود. / گزینه (۳): فعالیت این پروتئین‌ها، باعث افزایش مصرف مولکول‌های ATP توسط یاخته می‌شود که این اتفاق می‌تواند منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های درون راکتور که در تنفس یاخته‌ای شرکت می‌کنند، شود و میزان تولید مولکول‌های ATP را افزایش دهند. / گزینه (۴): تمامی پروتئین‌های غشایی، توسط رناتن‌های موجود بر روی شبکهٔ آندوپلاسمی این یاخته‌ها تولید می‌شوند.

## ۶۴- گزینه «۲»

گروهی از یاخته‌های پشتیبان دستگاه عصبی، توانایی بیان ژن رمزکنندهٔ پروتئین‌های غلاف میلین را دارند. هیچ‌یک از این یاخته‌ها، از یاخته‌های عصبی محسوب نمی‌شوند و توانایی بیان ژن‌های ناقلین عصبی و ساخت آن‌ها را ندارند.

## ۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها ۱-۱

گزینه‌های (۱) و (۴): یاخته‌های پشتیبان توانایی تحریک‌پذیری، تولید و هدایت پیام عصبی را ندارند. / گزینه (۳): درسته که این یاخته‌ها با تشکیل غلاف میلین در محافظت از نورون نیز نقش دارند، ولی تمامی این یاخته‌ها لزومند در دستگاه عصبی مرکزی حضور ندارند و می‌توانند در دستگاه عصبی محیطی نیز ایفای نقش کنند.

## ۶۵- گزینه «۲»

موارد «الف» و «د» دور از انتظار هستند.

(الف): در هر دوراهی همانندسازی دو آنزیم دنباسپاراز فعالیت دارد، پس چون دو دوراهی داریم، ۴ آنزیم فعالیت دارد، نه ۲ تا! (ب): مولکول‌های ATP، می‌توانند در تنفس هوازی و در واکنش چرخهٔ کربس در سطح پیش‌ماده تولید شوند. چرخهٔ کربس، درون راکتورها انجام می‌شود. (ج): توجه داشته باشید که، درون نورون‌ها رونویسی از ژن‌های مختلف انجام می‌گیرد که در این فرایند، پیوند هیدروژنی میان نوکلئوتیدهای مولکول دنا تخریب می‌شود. (د): ناقلین عصبی، توسط رناتن‌های روی شبکهٔ آندوپلاسمی تولید می‌شوند؛ نه درون آن! درون شبکهٔ آندوپلاسمی، ریبوزوم یافت نمی‌شود.

فصل ۱ دوازدهم  
مولکول‌های اطلاعاتی





### ۱- گزینه «۲» موارد «ج» و «د» درست هستند.

(الف): تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما موجب مرگ موش‌ها نمی‌شود. / (ب): باکتری‌های بدون پوشینه در آزمایش چهارم گرفت، با دریافت ژن‌های سازنده پوشینه از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار، موجب ایجاد بیماری در موش‌ها شدند. / (ج): گرفت، مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما و زنده بدون پوشینه را به موش‌ها تزریق کرد؛ برخلاف انتظار، موش‌ها مردند! او در بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد زیادی از باکتری‌های پوشینه‌دار زنده را مشاهده کرد. / (د): گرفت مشاهده کرد تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار به موش باعث بروز علائم بیماری و مرگ در آن‌ها می‌شود؛ در حالی که تزریق باکتری‌های بدون پوشینه به موش‌های مشابه، باعث بروز علائم بیماری نمی‌شود. او در آزمایش دیگری، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گرفت نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.

هدف	تولید واکسن برای آنفلوآنزا	
اهمیت	از نتایج این آزمایش‌ها مشخص شد ماده وراثتی می‌تواند به یاخته دیگری منتقل شود؛ ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.	
آزمایش‌های گرفت	مراحل	۱- تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار زنده به موش‌ها
		۲- تزریق باکتری‌های بدون پوشینه زنده به موش‌ها
		۳- تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما به موش‌ها
	از آزمایش سوم نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.	بروز علائم بیماری و مرگ موش‌ها
با بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد زیادی باکتری پوشینه‌دار زنده مشاهده کرد. او به این نتیجه رسید که تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه به باکتری‌های پوشینه‌دار تبدیل شده‌اند.	بروز علائم بیماری و مرگ موش‌ها (برخلاف انتظار!)	عدم بروز علائم بیماری

### ۲- گزینه «۱» اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گرفت به دست آمد. از نتایج آزمایشات

گرفت مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند به یاخته دیگری منتقل شود ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): در آزمایشات گرفت ماهیت ماده وراثتی کشف نشد. / گزینه (۳): گرفت در آزمایشات خود از دو نوع باکتری استرپتوکوکوس نومونیا استفاده کرد (پوشینه‌دار و بدون پوشینه). گرفت باکتری‌های بدون پوشینه را به صورت زنده به موش‌ها تزریق کرد. (آزمایش‌های ۲ و ۴) / گزینه (۴): گرفت در آزمایش سوم خود فقط باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما را به موش‌ها تزریق کرد.

۳- گزینه «۳» نتایج آزمایش‌های دوم و سوم، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است. با این حال، نتایج به دست آمده مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند. پس از آن، در آزمایش سوم ایوری و همکارانش، عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب‌کننده یک گروه از مواد آلی را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری بدون پوشینه منتقل کردند و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همه ظروف انتقال صفت صورت می‌گیرد به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دنا است.

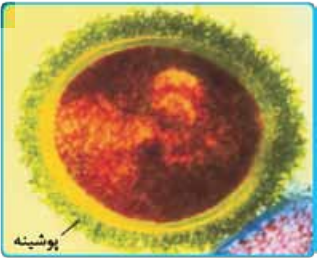
۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه‌های (۱) و (۴): ایوری و همکارانش در آزمایش دوم، عصاره استخراج‌شده از باکتری کشته‌شده پوشینه‌دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هر یک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دنا وجود دارد انجام می‌شود. / گزینه (۲): در آزمایش اول ایوری و همکارانش، تمامی پروتئین‌های عصاره باکتری استرپتوکوکوس نومونیا پوشینه‌دار با استفاده از آنزیم پروتازاز بین رفت.

۴- گزینه «۱» گرفت سعی داشت واکسنی برای آنفلوآنزا تولید کند. در آن زمان تصور می‌شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است. گرفت در آزمایش چهارم، در زمان بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد زیادی باکتری‌های پوشینه‌دار زنده را مشاهده کرد. نوع بیماری‌زای باکتری استرپتوکوکوس نومونیا (نوع پوشینه‌دار) در موش‌ها سبب سینه‌پهلو می‌شود.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه‌های (۲) و (۳): گرفت به دنبال تولید واکسن برای بیماری آنفلوآنزا بود نه سینه‌پهلو! / گزینه (۴): گرفت در آزمایش‌های اول، سوم و چهارم از باکتری پوشینه‌دار استفاده کرد. در آزمایش اول و چهارم موش‌ها مردند ولی در آزمایش سوم موش زنده ماند. گرفت در آزمایش سوم خود، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گرفت از این آزمایش نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست.

۵- گزینه «۲» از نتایج آزمایش‌های گرفتیت مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند به یاخته دیگری منتقل شود، ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.

۱- **آزمایش سایر گزینه‌ها** - گزینه (۱): تعداد زیادی از باکتری‌های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده بودند. / گزینه (۳): با توجه به آزمایش‌های گرفتیت، ماهیت ماده وراثتی مشخص نشد. / گزینه (۴): در آزمایش‌های گرفتیت، ماده وراثتی از محیط (و نه از یاخته زنده) به باکتری‌های بدون پوشینه منتقل شد.

 <p>بakteri پوشینه‌دار</p>	اطلاعات اولیه درباره ماده وراثتی از فعالیت‌های گرفتیت روی این باکتری به دست آمد.	
	در ابتدا تصور می‌شد که این باکتری عامل بیماری آنفلوآنزا است.	
	بدون پوشینه	در موش‌ها بیماری ایجاد نمی‌کند.
	دارای پوشینه	در موش‌ها باعث سینه‌پهلو می‌شود. (بیماری‌زا)
	انواع	
استرپتوکوکوس نومونیا		

۶- گزینه «۲» در آزمایش اول و چهارم گرفتیت، موش‌ها مردند که در هر دوی این آزمایش‌ها، باکتری‌های پوشینه‌دار در خون موش حضور داشتند و ژن‌های مؤثر در ساخت پوشینه توسط دو نوع آنزیم پلی‌مراز یعنی دنباسپاراز (هنگام تقسیم باکتری) و رنابسپاراز الگوبرداری شدند.

۱- **آزمایش سایر گزینه‌ها** - گزینه (۱): در آزمایش چهارم، ژنگان باکتری‌های بدون پوشینه تغییر یافت و این باکتری‌ها ژن یا ژن‌های سازنده پوشینه را دریافت کردند. / گزینه (۳): هم در آزمایش دوم و هم در آزمایش سوم (در واقع در همه مراحل)، پادتن علیه پوشینه باکتری‌های بیماری‌زا تولید شد. / گزینه (۴): در آزمایش دوم، دستگاه ایمنی موش به باکتری‌های بدون پوشینه حمله کرد و موجب به هم خوردن هم‌مستسازی باکتری‌ها و در نهایت مرگ آن‌ها شد.

۷- گزینه «۳» در آزمایش ۴ گرفتیت، مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده و فاقد پوشینه زنده به موش تزریق شد. در این مرحله پس از انتقال ماده وراثتی باکتری‌های کپسول‌دار به باکتری‌های بدون کپسول، باکتری‌های کپسول‌دار از تغییر باکتری‌های بدون کپسول در بدن موش به وجود آمدند. یعنی این‌که، در آزمایش چهارم گرفتیت، باکتری‌های کپسول‌دار فقط در بدن موش به وجود می‌آیند که از خارج تزریق بشن.

۱- **آزمایش سایر گزینه‌ها** - گزینه (۱): در آزمایشات دوم و سوم، موش‌ها زنده ماندند. در آزمایش سوم، باکتری فاقد پوشینه به موش تزریق نشد. / گزینه (۲): در آزمایشات سوم و چهارم از گرما استفاده شد. در آزمایش چهارم باکتری‌های فاقد پوشینه، پوشینه‌دار شدند و با حمله به شش‌های موش و اختلال در سیستم تنفسی آن سبب کاهش حجم هوای جاری آن شدند. / گزینه (۴): در آزمایشات اول و چهارم با تکثیر باکتری‌های پوشینه‌دار، پوشینه توسط باکتری‌ها ساخته شد. فقط در آزمایش چهارم مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده و فاقد پوشینه زنده به موش تزریق شد.

۸- گزینه «۳» ایوری و همکارانش در آزمایش دوم، عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار را در یک گریزان (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هر یک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دنا وجود دارد انجام می‌شود.

نتایج این آزمایش‌ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است.

۱- **آزمایش سایر گزینه‌ها** - گزینه (۱): اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گرفتیت به دست آمده است. / گزینه (۲): در آزمایش سوم عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب‌کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و نوکلئیک اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری‌های بدون پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همه ظروف انتقال صورت می‌گیرد، به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دنا است. در این آزمایش‌ها آن‌ها به چگونگی انتقال ماده وراثتی پی نبردند! / گزینه (۴): این مورد هم مربوط به گرفتیت، نه ایوری!

۹- گزینه «۳» ایوری و همکارانش در آزمایش دوم خود، عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار را در یک گریزان (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هر یک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دنا وجود دارد انجام می‌شود.

۱- **آزمایش سایر گزینه‌ها** - گزینه (۱): عامل مؤثر در انتقال صفات بین باکتری‌های استرپتوکوکوس تا حدود ۱۶ سال بعد از گرفتیت هم‌چنان ناشناخته ماند تا این‌که نتایج کارهای دانشمندی به نام ایوری و همکارانش، عامل مؤثر در آن را مشخص کرد. / گزینه (۲): ایوری و همکارانش در هر سه آزمایش خود، به عدم انتقال صفات توسط پروتئین‌ها پی بردند. / گزینه (۴): ایوری و همکارانش ابتدا از عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن‌ها تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. سپس باقی‌مانده محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد و باکتری‌های پوشینه‌دار ایجاد می‌شوند؛ پس چهره جمعیت این باکتری‌ها تغییر کرد.



- ۱۰- گزینه ۲» در آزمایش سوم، ایوری آنزیم‌های تخریب‌کننده مواد آلی را به چهار لوله حاوی عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار اضافه کرد. سپس محتویات این لوله‌ها را به محیط کشت باکتری‌های بدون پوشینه منتقل کرد و اجازه داد تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همه ظروف به جز ظرف حاوی آنزیم تخریب‌کننده دنا، انتقال صفت (پوشینه‌دار شدن) صورت گرفت.
- ۱۱- گزینه ۳» ترتیب مراحل آزمایشات ایوری در کادر زیر آورده شده است:

آزمایشات ایوری و همکاری‌ها	
آزمایش اول	آن‌ها ابتدا از عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن‌ها تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. سپس باقی‌مانده محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.
آزمایش دوم	در آزمایش دیگری، عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هر یک از لایه‌ها به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دنا وجود دارد انجام می‌شود. نتایج این آزمایش‌ها، ایوری و همکاری‌ها را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است. به عبارت ساده‌تر، دنا همان ماده وراثتی است. با این حال نتایج به دست آمده مورد قبول عده‌ای قرار نگرفت؛ چون در آن زمان بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.
آزمایش سوم	در آزمایش‌های دیگری عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار را استخراج و آن را به چهار قسمت تقسیم کردند. به هر قسمت، آنزیم تخریب‌کننده یک گروه از مواد آلی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و نوکلئیک اسیدها) را اضافه کردند. سپس هر کدام را به محیط کشت حاوی باکتری‌های بدون پوشینه منتقل و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همه ظروف انتقال صورت می‌گیرد، به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دنا است.

- ۱۲- گزینه ۳» مدل واتسون و کریک بیان می‌کند که هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محور فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دورشته‌ای را ایجاد می‌کند. بازهای مکمل موجود در یک مولکول دنا تعداد حلقه‌های متفاوتی دارند. پس هر یک از جفت بازهای مولکول دورشته‌ای دنا تعداد اتم‌های هیدروژن متفاوتی دارند.
- هر جفت باز مکمل در نوکلئیک اسیدها، شامل یک باز دو حلقه‌ای (پورین) و یک باز تک حلقه‌ای (پیریمیدین) است.
- ۱۳- گزینه ۱» گزینه ۱): پیوند قند و فسفات موجود در یک نوکلئوتید، پیوند فسفودی‌استر محسوب نمی‌شود. در واقع پیوند اشتراکی بین فسفات یک نوکلئوتید با گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر، از نوع فسفودی‌استر است. / گزینه ۲): در یک مولکول دنا میان هر دو نوکلئوتید مقابل پیوند هیدروژنی و میان دو نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌شود. / گزینه ۴): با توجه از اطلاعات حاصل از اصل چارگاف، در مجموع در یک مولکول دنا دورشته‌ای (نه هر رشته مولکول دنا)، تعداد بازهای آلی پیریمیدینی با تعداد بازهای آلی پورینی برابر است.

دورشته‌ای بودن	توجیه همانندسازی نیمه‌حفاظت‌شده	
جفت‌شدن بازهای مکمل	تسهیل توضیح نحوه همانندسازی دنا	
ویژگی‌های مدل مارپیچ دورشته‌ای	امکان تعیین توالی نوکلئوتیدی رشته مکمل با دانستن توالی نوکلئوتیدی یک رشته ثابت‌ماندن قطر مولکول دنا	
جفت‌شدن بازهای مکمل با پیوند هیدروژنی	پایداری بیشتر کردن مولکول دنا (اگرچه هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دنا حالت پایداری می‌دهد).	
مدل واتسون و کریک (مارپیچ دورشته‌ای)	امکان جداسازی دو رشته از هم در صورت نیاز، بدون بر هم خوردن پایداری آن‌ها (مثل زمان انجام همانندسازی)	

**۱۳- گزینه ۲»** واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایشات چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. آدنین (A) با تیمین (T) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می‌شوند. به این جفت بازها، بازهای مکمل می‌گویند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.

**۱۴- بررسی سایر گزینه‌ها»** گزینه‌های (۱) و (۳): هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دورشته‌ای را ایجاد می‌کند. این مارپیچ اغلب با یک نردبان پیچ‌خورده مقایسه می‌شود. ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور یک پیوند فسفودی‌استر برقرار است. گزینه (۴): اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند. مثلن اگر ترتیب نوکلئوتیدها در یک رشته دنا ATGC باشد، ترتیب نوکلئوتیدها در رشته مکمل آن باید TACG باشد.

**۱۴- گزینه ۳»** به دلیل قرارگیری بازهای آلی پورین و پیریمیدین در مقابل هم، قطر مولکول دنا در سراسر طول آن یکسان می‌باشد. به عبارتی دیگر، یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد.

**۱۵- بررسی سایر گزینه‌ها»** گزینه (۱): ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصاویری تهیه کردند. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند؛ از جمله این که دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. هم‌چنین با استفاده از این روش، ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند. گزینه (۲): مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد. گزینه (۴): گریفیت درباره تهیه واکسن آنفلوآنزا تحقیق می‌کرد؛ نه مولکول دنا!

<ul style="list-style-type: none"> <li>اطلاعات اولیه درباره ماده ژنتیکی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گریفیت به دست آمده است.</li> <li>گریفیت نشان داد ماده وراثتی می‌تواند به یاخته دیگری منتقل شود، ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.</li> <li>عامل مؤثر در انتقال صفات تا حدود ۱۶ سال بعد از گریفیت ناشناخته ماند تا این که ایوری و همکارانش نشان دادند که ماده وراثتی (عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات وراثتی) دنا است.</li> </ul>	سیر کشف ماده ژنتیکی
<ul style="list-style-type: none"> <li>در ابتدا تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند؛ به همین دلیل دانشمندان انتظار داشتند که مقدار چهار نوع باز آلی در تمامی مولکول‌های دنا از هر جاندار که به دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد؛ اما مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند.</li> <li>اما چارگاف متوجه علت این موضوع نشد.</li> </ul>	تحقیقات دانشمندان
<ul style="list-style-type: none"> <li>ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس، از مولکول‌های دنا تصاویری تهیه کردند و با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند از جمله این که دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد.</li> <li>با استفاده از این روش، ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند.</li> </ul>	کشف ساختار مولکولی دنا
<ul style="list-style-type: none"> <li>واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند (که باعث شد جایزه نوبل را دریافت کنند).</li> <li>هم‌چنین ارائه این مدل، نقش مؤثری در تأیید یافته‌های چارگاف و توضیح نحوه همانندسازی دنا داشت.</li> </ul>	

**۱۵- گزینه ۳»** واتسون و کریک (رد گزینه‌های (۱) و (۲)) با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند. هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محور فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دورشته‌ای را ایجاد می‌کند. گزینه (۴): بین بازهای آلی روبه‌روی هم، پیوند هیدروژنی برقرار است. هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد.

**۱۶- گزینه ۳»** پیوند بین جفت بازها از نوع هیدروژنی است. هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دنا حالت پایدارتری می‌دهد. در عین حال، دو رشته دنا در موقع نیاز هم می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند، بدون این که پایداری آن‌ها به هم بخورد.

**۱۷- بررسی سایر گزینه‌ها»** گزینه (۱): پیوندهای هیدروژنی بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. آدنین با تیمین روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و گوانین با سیتوزین جفت می‌شوند. گزینه (۲): قرارگیری جفت بازهای مکمل در مقابل هم باعث می‌شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد؛ زیرا یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد و باعث پایداری مولکول دنا می‌شود. گزینه (۴): نتیجه دیگر جفت بازهای مکمل این است که اگرچه دو رشته یک مولکول دنا یکسان نیستند، ولی شناسایی ترتیب نوکلئوتیدهای هر کدام می‌تواند ترتیب نوکلئوتیدهای رشته دیگر را هم مشخص کند.





۱۷- گزینه «۴» ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصویری تهیه کردند. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند؛ از جمله این که دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد.

۱۸- بررسی سایر گزینه‌ها: ۱- گزینه «۱»: ایوری و همکارانش ابتدا از عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. سپس باقی‌مانده محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد و نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند. اضافه کردن هر لایه از عصاره سانتریفیوژشده باکتری‌ها به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه در آزمایش دوم انجام گرفت. / گزینه «۲»: گرفت در آزمایش سوم خود، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. گرفت در این آزمایش نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست. / گزینه «۳»: مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آذین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابر می‌کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد و پی بردند که بازهای آلی دارای رابطه مکملی با یکدیگر هستند.

۱۸- گزینه «۴» ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصویری تهیه کردند و با بررسی آن‌ها فهمیدند دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. ۱۹- بررسی سایر گزینه‌ها: ۱- گزینه «۱»: گرفت در آزمایش چهارم خود، مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما و زنده بدون پوشینه را به موش‌ها تزریق کرد و با توجه به نتیجه متوجه شد تعدادی از باکتری‌های بدون پوشینه به نحوی تغییر کرده و پوشینه‌دار شده‌اند. از نتایج این آزمایش‌ها مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند به یاخته دیگری منتقل شود. در این آزمایش‌ها، ماده وراثتی از یک یاخته به یاخته دیگری منتقل شد که در نتیجه تقسیم آن یاخته نبوده است. / گزینه «۲»: مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آذین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابر می‌کند. اما او از مکمل بودن این بازها اطلاعی نداشت. / گزینه «۳»: ایوری و همکارانش ابتدا از عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. سپس باقی‌مانده محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد؛ پس می‌توان نتیجه گرفت که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند. دقت کنید، ماده وراثتی که به محیط کشت اضافه شد، فاقد پروتئین بود! نه این که بدون پروتئین پوشینه تولید شود. تولید پوشینه نیازمند فعالیت آنزیم‌های پروتئینی مختلفی در یاخته سازنده آن است.

۱۹- گزینه «۱» در هیچ یک از قسمت‌های پژوهش واتسون و کریک، نیازی به استفاده از گریزانه با سرعت بالا نبود، چراکه کار آن‌ها در واقع مدلسازی و تئوری بوده و کار آزمایشگاهی اندکی داشت. بالعکس، در آزمایش دوم ایوری، از گریزانه با سرعت بالا استفاده شد.

۱۹- بررسی سایر گزینه‌ها: ۲- گزینه «۲»: ویلکینز و فرانکلین از بررسی تصاویر پرتو X پی برده بودند که دنا بیش از یک رشته دارد. واتسون و کریک نیز نشان دادند که دنا دورشته‌ای است. / گزینه «۳»: پژوهش چارگاف همانند واتسون و کریک، صرفن متمرکز بر دنا بود و بنابراین هیچ یک از این دانشمندان، به بررسی باز اختصاصی رنا یعنی یوراسیل نپرداختند. / گزینه «۴»: واتسون و کریک در نتایج پژوهش خود بیان نمودند که دو رشته دنا، در موقع نیاز می‌توانند در بعضی نقاط از هم جدا شوند. مزلسون و استال نیز نشان دادند که همانندسازی دنا به صورت نیمه‌حفاظتی است و مستلزم جدا شدن دو رشته از یکدیگر است.

۲۰- گزینه «۴» مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آذین موجود در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین

در آن با مقدار سیتوزین برابر می‌کند. تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد:  $\frac{A+G}{T+C} = 1$

۱۹- بررسی سایر گزینه‌ها: ۱- گزینه «۱»: اطلاعات اولیه در مورد ماده وراثتی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های گرفت به دست آمد. از نتایج آزمایش‌های او ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد. / گزینه «۲»: ایوری و همکارانش برای نخستین بار اثبات کردند که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند. نتایج آزمایش دوم آن‌ها، نشان داد که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است. / گزینه «۳»: ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصویری تهیه کردند. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند؛ از جمله این که دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد (نه این که الزامن دورشته‌ای باشد).

۲۱- گزینه «۳» واتسون و کریک در مدل مارپیچ دورشته‌ای خود ثابت کردند که هر مولکول دنا شبیه یک نردبان پیچ‌خورده است. ستون‌های این نردبان را قند و فسفات و پله‌ها را بازهای آلی تشکیل می‌دهند. بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر و بین بازهای روبه‌روی هم پیوند هیدروژنی برقرار است. بنابراین در وسط یک رشته دنا، مولکول قند هر نوکلئوتید هم به فسفات همان نوکلئوتید و هم به فسفات نوکلئوتید مجاور متصل است.

۱۹- بررسی سایر گزینه‌ها: ۱- گزینه «۱»: قوانین چارگاف فقط برای مولکول‌های دنا مطرح شد و این قوانین برای مولکول‌های رنا صدق نمی‌کند. / گزینه «۲»: ویلکینز و فرانکلین با تصویربرداری از دنا پی بردند که مولکول دنا، مارپیچی است و بیش از یک رشته دارد. / گزینه «۴»: خود گرفت ثابت کرد که پوشینه باکتری‌ها به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نمی‌باشد.

۲۲- گزینه «۴» مولکول دنا قطر یکسانی در سراسر طول خود دارد؛ چون در سراسر طول آن، بازهای آلی پورین و پیریمیدین در مقابل هم قرار می‌گیرند (به نوعی می‌توان گفت که قطر مولکول دنا در سراسر آن برابر است با ۵ حلقه آلی شامل: قند پنج‌کربنی + باز پورین + باز پیریمیدین + قند پنج‌کربنی)؛ بنابراین مقدار بازهای آلی پورین و پیریمیدین در دنا یکسان است  $T + C = A + G$ .

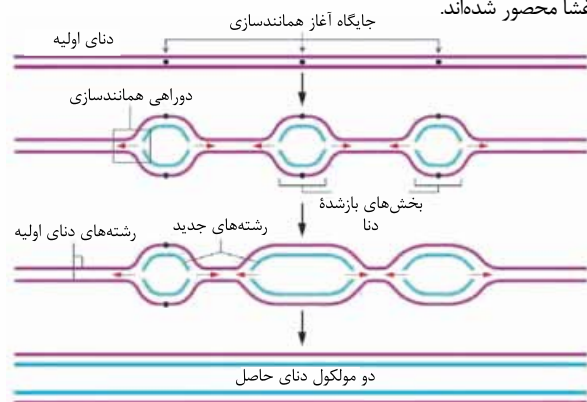
۱۹- بررسی سایر گزینه‌ها: ۱- گزینه «۱»: در یاخته‌ها دو نوع نوکلئیک اسید یافت می‌شود: دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید (دنا) و ریبونوکلئیک اسید (رنا) که مولکول دنا به صورت دورشته‌ای و مولکول رنا به صورت تک‌رشته‌ای است. هر دو نوع نوکلئیک اسید، از واحدهای سازنده‌ای به نام نوکلئوتید تشکیل شده‌اند و هر نوکلئوتید از سه قسمت (باز آلی + قند ۵ کربنی + گروه فسفات) تشکیل شده است که بین قند و گروه فسفات (و هم‌چنین بین قند و باز آلی)، پیوند اشتراکی (کووالانسی) وجود دارد. پیوند اشتراکی بین فسفات یک نوکلئوتید با گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر، پیوند فسفودی‌استر نامیده می‌شود؛ در حالی که پیوند اشتراکی بین فسفات و قند یک نوکلئوتید را فسفودی‌استر نمی‌نامند. / گزینه «۲»: پیوند بین دو رشته نوکلئوتیدی در دنا از نوع هیدروژنی است، نه اشتراکی! / گزینه «۳»: درون هسته، هم رنا و هم دنا یافت می‌شود. در حالی که رنا برخلاف دنا جزء فام‌تن محسوب نمی‌شود.



پورین (دو حلقه‌ای) در دنا و رنا	آدنین	باز آلی	اجزای تشکیل دهنده	واحد تشکیل دهنده نوکلئوتید	نوکلئیک اسیدها
پورین (دو حلقه‌ای) در دنا و رنا	گوانین				
پیریمیدین (تک حلقه‌ای) فقط در دنا	تیمین				
پیریمیدین (تک حلقه‌ای) در دنا و رنا	سیتوزین				
پیریمیدین (تک حلقه‌ای) فقط در رنا	یوراسیل				
در دنا	دئوکسی ریبوز	قند پنج کربنه	تشکیل دهنده	واحد تشکیل دهنده نوکلئوتید	نوکلئیک اسیدها
در رنا	ریبوز	گروه فسفات			
نوکلئوتیدها خارج از زنجیره پلی‌نوکلئوتیدی سه فسفات دارند؛ اما برای شرکت در ساختار رشته پلی‌نوکلئوتیدی دوتا از فسفات‌های خود را از دست می‌دهند و با یک فسفات در زنجیره قرار می‌گیرند. ● نوکلئوتیدها می‌توانند دو فسفات نیز داشته باشند؛ ADP نوکلئوتیدی دوفسفات است.					
بین باز آلی نیتروژن‌دار با قند بین گروه فسفات با قند			اشتراکی (کووالانسی)	پیوندها	نوکلئیک اسیدها
نوکلئوتیدهای پرانرژی از طریق شکستن این پیوندها انرژی تولید می‌کنند.			پیوند پرانرژی بین گروه‌های فسفات نوکلئوتیدهای دو یا سه فسفاته		
پیوند اشتراکی بین فسفات یک نوکلئوتید با گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتید نیز می‌توانند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند. در دنا و رنا مشاهده می‌شود.			فسفودی‌استر	پیوندها	نوکلئیک اسیدها
بین بازهای آلی مکمل دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی (در تشکیل دنا) یا یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی (در تشکیل رنا) ناقل) تشکیل می‌شود. در دنا، باز آلی A با T و باز آلی G با C جفت می‌شود (بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود). در بعضی از رناها مثل رنا ناقل، باز آلی A با U و باز آلی G با C جفت می‌شود.			هیدروژنی		
دناهای موجود در هسته سلول‌های یوکاریوتی	گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است.	خطی	دنا	انواع	نوکلئیک اسیدها
دناهای موجود در سلول‌های پروکاریوتی و دناهای موجود در میتوکندری و دیسه سلول‌های یوکاریوتی	دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل می‌شوند؛ در نتیجه، این رشته فاقد قطبیت است.	حلقوی			
گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است. (از روی بخشی از مولکول دنا ساخته می‌شود)			رنا		

### ۲۳- گزینه ۱

در یوکاریوت‌ها که شامل آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران می‌شود دنا در هر فام‌تن به صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آن‌ها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند. در یوکاریوت‌ها بیشتر دنا درون هسته و مقداری درون میتوکندری و پلاست‌ها قرار دارد. همان‌طور که می‌دانید هسته، میتوکندری و پلاست دارای غشا هستند؛ بنابراین در یوکاریوت‌ها مولکول‌های وراثتی (دنا) در غشا محصور شده‌اند.



بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه ۲: همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، تعداد نقاط پایان همانندسازی (پایان فعالیت هلیکازها) می‌تواند بیشتر از تعداد نقاط آغاز همانندسازی (آغاز فعالیت هلیکازها) باشد. / گزینه‌های (۳) و (۴): در محل دوراهی‌های همانندسازی به‌جز هلیکاز، انواع دیگری از آنزیم‌ها با همدیگر فعالیت می‌کنند تا یک رشته دنا در مقابل رشته الگو ساخته شود. یکی از مهم‌ترین آن‌ها که نوکلئوتیدهای مکمل را با نوکلئوتیدهای رشته الگو جفت می‌کند دنباسپاراز است؛ بنابراین در هر دوراهی همانندسازی بیش از دو نوع آنزیم فعالیت دارند. از طرفی، ساخت هر قسمتی از رشته دنا یوکاریوتی توسط یک دنباسپاراز صورت می‌گیرد، بنابراین در مجموع برای ساخت یک رشته دنا جدید، چندین دنباسپاراز فعالیت می‌کنند.



## ۲۴- گزینه ۲»

دنا یا باکتری‌ها به صورت حلقوی است. در یک دنا حلقوی، چون دو انتهای دنا به هم متصل است، پس می‌توان گفت که تعداد پیوندهای فسفودی‌استر با تعداد نوکلئوتیدها برابر است. خوب حالا، هر پیوند فسفودی‌استر هم شامل دو تا پیوند قند - فسفات است. پس تعداد پیوندهای قند - فسفات، دو برابر تعداد پیوندهای فسفودی‌استر و ۴ برابر تعداد نوکلئوتیدهاست.

شفاف‌سازی: بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌شود؛ بنابراین یک پیوند فسفودی‌استر شامل دو پیوند قند - فسفات است. در ساختار این پیوند، فسفات یک نوکلئوتید به قند نوکلئوتید دیگر متصل است.

۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): تعداد پیوندهای فسفودی‌استر نصف تعداد پیوندهای قند - فسفات است. / گزینه (۳): حلقه‌های آلی پنج‌ضلعی در ساختار قند دئوکسی‌ریبوز و بازهای پورین دیده می‌شوند. تعداد قندها برابر با تعداد نوکلئوتیدهاست و تعداد بازهای پورین در یک دنا هم حداکثر نصف تعداد نوکلئوتیدهاست. پس تعداد حلقه‌های آلی پنج‌ضلعی حداکثر، یک و نیم برابر تعداد نوکلئوتیدهاست. / گزینه (۴): تعداد پیوندهای میان قند و باز آلی هم به تعداد نوکلئوتیدهاست.

## ۲۵- گزینه ۱»

در یاخته‌های هوسته‌ای که شامل همه باکتری‌ها می‌شوند، مولکول‌های اصلی دنا به غشا متصل هستند. در یوکاریوت‌ها (هوسته‌ای‌ها) که بقیه موجودات زنده یعنی آغازیان، قارچ‌ها، گیاهان و جانوران را شامل می‌شوند دنا در هر فام‌تن به صورت خطی است و مجموعه‌ای از پروتئین‌ها که مهم‌ترین آن‌ها هیستون‌ها هستند همراه آن قرار دارند. پس در این یاخته‌ها پروتئین‌های غیرهیستونی نیز به فام‌تن‌ها متصل‌اند.

۱-۲- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): در یاخته‌های پیش‌هسته‌ای دنا اصلی به غشای یاخته متصل هستند. جانداران پیش‌هسته‌ای، تک‌یاخته‌ای هستند و یاخته آن نمی‌تواند با همانندسازی ماده وراثتی خود رشد و نمو انجام دهد بلکه همانندسازی در این یاخته‌ها به منظور تولیدمثل خواهد بود. / گزینه (۳): در یاخته‌های پیش‌هسته‌ای علاوه بر مولکول‌های دنا مولکول‌های رنا نیز وجود دارند. این مولکول‌ها خطی و تک‌رشته‌ای بوده و دو انتهای مولکولی متفاوت دارند. / گزینه (۴): در یاخته‌های هوسته‌ای امکان همانندسازی مولکول‌های دنا هسته‌ای و سیتوپلاسمی وجود دارد. همانندسازی دنا هسته‌ای در مرحله S چرخه یاخته‌ای صورت می‌گیرد و همانندسازی مولکول‌های دنا موجود در راکیزه‌ها و دیسه‌ها می‌تواند در مرحله دیگری از چرخه یاخته‌ای صورت گیرد.

## ۲۶- گزینه ۱»

فقط مورد «الف» درست هستند. دنا و رنا در یاخته ذخیره و انتقال اطلاعات را بر عهده دارند. (الف): در یاخته جانوری تولید دنا و رنا درون اندامک‌های هسته، دیسه و راکیزه صورت می‌گیرد که همگی ساختارهای غشادار هستند. (ب): آنزیم دنابسپراز توانایی ویرایش دارد در حالی که رنا توسط آنزیم رنابسپراز تولید می‌شود. (ج): مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابر می‌کند. در واقع در دنا مقدار بازهای پورین و پیریمیدین برابر است. در حالی که مولکول رنا تک‌رشته‌ای است و تعداد بازهای پورین و پیریمیدین در آن الزاماً یکسان نیست. (د): در یک یاخته جانوری هم دنا خطی (در هسته) و هم دنا حلقوی (درون راکیزه) وجود دارد. در نوکلئیک اسیدهای خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشته دنا و رنا خطی همیشه دو سر متفاوت دارد.

## ۲۷- گزینه ۱»

نوکلئوتیدها علاوه بر شرکت در ساختار رنا و دنا نقش‌های اساسی دیگری نیز در یاخته بر عهده دارند. برای مثال نوکلئوتید آدنین‌دار ATP (آدنوزین تری‌فسفات) به عنوان منبع رایج انرژی در یاخته است و یاخته در فعالیت‌های مختلف از آن استفاده می‌کند. رنا مولکولی تک‌رشته‌ای است و قطر آن به علت وجود بازهای آلی تک و دو حلقه‌ای در نقاط مختلف متغیر است. قطر دنا به دلیل شکل قرارگیری جفت بازها (هر باز دو حلقه‌ای در مقابل یک باز تک‌حلقه‌ای)، در سراسر آن یکسان است.

۱-۳- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): نوکلئوتید ATP می‌تواند در ساختار رنا قرار بگیرد، ولی در زمان تولید رنا و اضافه شدن این نوکلئوتید به رشته، دو فسفات از سه فسفات خود را از دست می‌دهد و از طریق یکی از فسفات‌های خود در پیوند فسفودی‌استر شرکت می‌کند. / گزینه (۳): در ساختار ATP باز آلی دو حلقه‌ای آدنین قرار دارد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، بازهای آلی دو حلقه‌ای از طریق حلقه پنج‌ضلعی خود به قند متصل می‌شوند. / گزینه (۴): انرژی لازم برای تهیه پلی‌پپتید و انجام ترجمه هم از مولکول‌های پرانرژی مانند ATP به دست می‌آید.

## ۲۸- گزینه ۱»

اطلاعات وراثتی در واحدهایی به نام ژن سازماندهی شده‌اند. ژن بخشی از مولکول دنا است که بیان آن می‌تواند به تولید رنا یا پلی‌پپتید بینجامد. ۱-۴- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): اطلاعات وراثتی در دنا قرار دارد و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. / گزینه (۳): در همه جانداران، مولکول‌های دنا (DNA) و رنا (RNA) در یاخته به ذخیره و انتقال اطلاعات می‌پردازند. / گزینه (۴): اطلاعات برای تولید هر نوع آنزیم، در دنا وجود دارد؛ بنابراین برای تولید بیشتر آنزیم‌ها ابتدا رونویسی و سپس ترجمه صورت می‌گیرد و برخی از آنزیم‌ها (که از جنس رنا هستند) هم محصول مستقیم رونویسی ژن مربوط به خود هستند.

## ۲۹- گزینه ۱»

باکتری‌ها دنا حلقوی دارند. در دنا حلقوی، دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتید نیز می‌توانند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند. در واقع در دنا حلقوی هر نوکلئوتید در ایجاد دو پیوند فسفودی‌استر شرکت دارد.

۱-۵- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): تقسیم دنا میتوکندری و کلروپلاست در یوکاریوت‌ها، مستقل از چرخه یاخته‌ای است؛ پس نمی‌شود گفت که الزاماً دنا آن‌ها در مرحله S چرخه یاخته‌ای ساخته شده‌اند. / گزینه (۳): ATP یک نوکلئوتید با باز آلی دو حلقه‌ای آدنین است که در تأمین انرژی واکنش‌ها نقش دارد. / گزینه (۴): باز آلی تیمین در دنا قرار دارد. در نوکلئیک اسیدهای خطی گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است؛ بنابراین هر رشته دنا و رنا خطی همیشه دو سر متفاوت دارد. اما دنا حلقوی نیز داریم که ابتدا و انتها ندارد.

## ۳۰- گزینه ۴»

شکل مقابل، تصویری است که ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول دنا گرفتند. همان‌طور که می‌بینید، رشته‌های دنا تیره و فاصله بین دو رشته (محل برقراری پیوندهای هیدروژنی) روشن به نظر می‌رسد.

۱-۶- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): در نوکلئوتیدهای پورین‌دار، قند به حلقه پنج‌ضلعی باز دو حلقه‌ای متصل است. / گزینه (۲): در یک دنا حلقوی تعداد پیوندهای فسفودی‌استر و بازهای آلی با هم برابر است. / گزینه (۳): هیچ‌گاه در حالت طبیعی بازهای پورینی با هم جفت نمی‌شوند، بلکه هر باز پورینی با یک باز پیریمیدینی رابطه مکملی برقرار می‌کند.



۳۱- **گزینه ۴** در ساختار نوکلئوتیدها فقط بازهای پورینی دو حلقه آلی دارند. بازهای آلی با پیوند اشتراکی به قند و با پیوند هیدروژنی (غیراشتراکی) به نوکلئوتید مکمل خود متصل می‌شوند.

۳۲- **گزینه ۱** قند موجود در نوکلئوتیدها، دارای اکسیژن در حلقه کربنی خود است، ولی در تشکیل پیوند هیدروژنی نقشی ندارد. **گزینه ۲**، باز آلی و فسفات به قند موجود در نوکلئوتید متصل هستند. باز آلی در تشکیل پیوند هیدروژنی و فسفات در تشکیل پیوند فسفودی‌استر شرکت می‌کند. **گزینه ۳**، گروه‌های فسفات موجود در نوکلئوتیدها، دارای اتم فسفر هستند. فسفات نوکلئوتیدها فقط در تشکیل پیوند اشتراکی شرکت می‌کنند.

۳۳- **گزینه ۳** هر نوکلئوتید شامل سه بخش است: یک قند پنج‌کربنه، یک باز آلی نیتروژن‌دار و یک تا سه گروه فسفات. برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می‌شوند.

۳۴- **گزینه ۱** در نوکلئوتیدهایی که حاوی باز پورین هستند، قند پنج‌کربنی به حلقه پنج‌ضلعی باز آلی اتصال دارد. **گزینه ۲**، درون یک یاخته یوکاریوتی، علاوه بر دنا، حلقوی در هسته، دنا حلقوی در راکیزه و دیسه نیز یافت می‌شود. **گزینه ۴**، مولکول حاصل از رونویسی ژن، رنا (RNA) است که فقط یک نوع از رناها (رنا پیک) ترجمه می‌شوند و پلی‌پپتیدها را ایجاد می‌کنند. در حالی که محصول نهایی سایر ژن‌ها، همان مولکول رنا است.

۳۵- **گزینه ۴** هر مولکول دنا از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دورشته‌ای را ایجاد می‌کند. **گزینه ۱**، هر رشته دنا در یک انتهای خود دارای گروه هیدروکسیل آزاد است، (نه کل دنا) در دو سمت دنا، هم گروه هیدروکسیل و هم گروه فسفات وجود دارد. **گزینه ۲**، بازهای آلی تک‌حلقه‌ای (پیریمیدینی)، تنها دارای یک حلقه شش‌کربنی در ساختار خود هستند. **گزینه ۳**، در دناهای خطی، یک گروه فسفات در یک انتهای هر رشته پلی‌نوکلئوتیدی قرار گرفته است، این پیوند قند - فسفات، برخلاف سایر پیوندهای قند - فسفات، جزئی از یک پیوند فسفودی‌استر محسوب نمی‌شود.



باز آلی نیتروژن‌دار

گروه فسفات

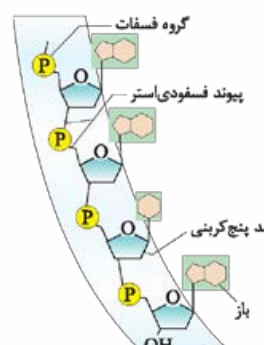
قند پنج‌کربنه

نوکلئوتیدها از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروه‌های فسفات با یکدیگر تفاوت دارند.

۱- از نظر نوع قند می‌توان نوکلئوتیدها را به دو نوع تقسیم کرد. هم‌چنین از نظر نوع باز آلی، ۵ نوع نوکلئوتید و از نظر تعداد گروه فسفات، ۳ نوع نوکلئوتید در یاخته داریم.

۲- باز آلی دو حلقه‌ای، از یک حلقه پنج‌ضلعی و یک حلقه شش‌ضلعی تشکیل شده است که یک ضلع مشترک دارند.

**پیوند فسفودی‌استر**




گروه فسفات

پیوند فسفودی‌استر

قند پنج‌کربنی

باز

OH



باز نیتروژن‌دار

جفت باز

دنا

رنا

آدنین

تیمین

گوانین

سیتوزین

یوراسیل

نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام **فسفودی‌استر** به هم متصل می‌شوند و رشته پلی‌نوکلئوتیدی را می‌سازند. در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، **فسفات متصل به قند یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید مجاور متصل می‌شود.** رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی یا به تنهایی نوکلئیک اسید را می‌سازند؛ مثل رنا یا به صورت دوتایی مقابل هم قرار می‌گیرند و نوکلئیک اسیدهایی مثل دنا را می‌سازند.

۱- پس هر پیوند قند - فسفاتی، پیوندی فسفودی‌استر نیست! پیوند فسفودی‌استر **بین قند یک نوکلئوتید با قند نوکلئوتید مجاور** برقرار می‌شود.

۲- بین هر دو نوکلئوتید در یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی، دو پیوند قند - فسفات و یک پیوند فسفودی‌استر وجود دارد؛ پس هر پیوند فسفودی‌استر شامل دو پیوند قند - فسفات است.

۳- هر نوکلئیک اسید حداقل از یک رشته و حداکثر از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل می‌شود. بنابراین، مولکول‌های دنا از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی و مولکول‌های رنا از یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل می‌شوند. دو انتهای رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی نیز می‌توانند با پیوند فسفودی‌استر به هم متصل شوند و **نوکلئیک اسید حلقوی** را ایجاد کنند؛ برای مثال دنا در **باکتری‌ها** به صورت حلقوی است. در **نوکلئیک اسیدهای خطی**، گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر، آزاد است؛ بنابراین هر رشته دنا و رنا خطی، **همیشه دو سر متفاوت دارند.**

۱- دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی در دنا از طریق پیوند هیدروژنی بین جفت بازها به هم متصل می‌شوند؛ و هر جفت باز شامل یک باز آلی دو حلقه‌ای و یک باز آلی تک‌حلقه‌ای است؛ باز آلی A و T با هم و باز آلی C و G نیز با هم جفت می‌شوند و بین آن‌ها پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود.

۲- در مولکول رنا که از یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل شده است نیز، بازهای آلی مکمل می‌توانند در برابر هم قرار گرفته و بین آن‌ها پیوند هیدروژنی تشکیل شود.

۳- در سراسر مولکول دنا، سه حلقه آلی بین دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی دیده می‌شود.

۳۴- **گزینه ۴** در یاخته‌های هومستهای، انواع مختلفی از مولکول‌های رنا در بیان ژن‌ها نقش ایفا می‌کنند. تمامی مولکول‌های رنا مولکول‌های **تک‌رشته‌ای** و **خطی** هستند که در یک سر خود دارای گروه فسفات و در سر دیگر خود دارای گروه هیدروکسیل مرتبط به قند ریبوز هستند.

۳۵- **گزینه ۱** رنا رناتی در ساختار رناتان‌ها شرکت می‌کند. رناها دارای توالی مکمل (نه مشابه) با رشته الگوی ژن خود هستند. **گزینه ۲**، رناهای ناقل در انتقال آمینواسید به رناتان‌ها نقش دارند. این مولکول‌های رنا می‌توانند علاوه بر هسته در داخل **میتوکندری** یا **دیسه** یاخته‌های یوکاریوتی نیز تولید شوند. درون میتوکندری و دیسه، عمل رونویسی و ترجمه در یک محل صورت می‌گیرد. **گزینه ۳**، مولکول‌های رنا پیک اطلاعات را از دنا به رنا منتقل می‌کنند. در صورتی که این مولکول‌ها در درون میتوکندری یا دیسه و از روی ژن موجود در آن‌ها تولید شده باشند، دیگر با توالی دنا هسته‌ای رابطه مکملی نخواهند داشت.



عملکرد	پلی‌نوکلئوتید / نوکلئوتید
انتقال اطلاعات از دنا به ریبوزوم	رنای پیک (mRNA)
انتقال آمینواسیدها به ریبوزوم	رنای ناقل (tRNA)
درون ساختار ریبوزوم و کمک به ترجمه	رنای رناتنی (rRNA)
آنزیمی و تنظیم بیان ژن (رناهای کوچک با تنظیم منفی ترجمه)	سایر رناها
منبع رایج انرژی یاخته	آدنوزین تری‌فسفات (ATP)
دخالت در فتوسنتز (NADPH) و تنفس سلولی (NADH و FADH <sub>2</sub> )	حاملین الکترون

۳۵- گزینه «۴» تمام موارد درست هستند.

(الف): در دنا حلقوی، دو انتهای هر رشته مولکول با یکدیگر پیوند فسفودی‌استر برقرار می‌کنند. (ب): در هر زیرواحد سازنده دنا که دئوکسی‌ریبونوکلئوتید نامیده می‌شود، فقط یک گروه هیدروکسیل آزاد وجود دارد که هنگام تشکیل پیوند فسفودی‌استر وارد پیوند شده و از حالت آزاد خارج می‌شود. در دنا حلقوی، همه هیدروکسیل‌ها به پیوند وارد شده‌اند و هیچ هیدروکسیل آزادی وجود ندارد. (ج): در مولکول‌های رنا، مانند رنا ناقل، ممکن است رشته بر روی خود تا خورده و بازهای مکمل آن با هم تشکیل پیوند هیدروژنی بدهند. (د): به صورت فرضی، تعداد ۴ نوع نوکلئوتید دنا می‌تواند با هم برابر باشد، چراکه در این حالت تعداد  $A = T$  و تعداد  $C = G$  خواهد بود. اگرچه در دنا طبیعی چنین نسبتی در بین نوکلئوتیدها رایج نیست.

### مقایسه DNA و RNA

دنا (DNA)	رنا (RNA)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ساختار دورشته‌ای به شکل مارپیچ</li> <li>حاوی ۴ نوع نوکلئوتید با بازهای آلی A، T، C و G است که به قند دئوکسی‌ریبوز متصل می‌باشند.</li> <li>تبعیت از قوانین چارگاف</li> <li>در دو نوع خطی و حلقوی می‌تواند در یاخته یافت شود.</li> <li>آنزیم‌های متعددی برای تولید آن لازم است، از جمله هلیکاز و دنابسپاراز</li> <li>جایگاه قرارگیری آن در باکتری: در تماس با غشای یاخته</li> <li>جایگاه قرارگیری آن در یوکاریوت: درون هسته یا درون میتوکندری و پلاست یوکاریوت‌ها تولید می‌شوند.</li> <li>جایگاه قرارگیری آن در یاخته: هم در درون هسته، هم خارج از هسته در سیتوپلاسم (میان‌یاخته) و هم‌چنین در داخل میتوکندری و پلاست نیز یافت می‌شود.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>قطع تک‌رشته‌ای است.</li> <li>حاوی ۴ نوع نوکلئوتید با بازهای آلی A، U، C و G است که به قند ریبوز متصل می‌شوند.</li> <li>عدم تبعیت از قوانین چارگاف</li> <li>به انواع متعددی در یاخته یافت می‌شود، از جمله mRNA، tRNA و rRNA</li> <li>rRNA و رناهای دیگری که به عنوان آنزیم هستند و یا در تنظیم بیان ژن نقش دارند (مثل بعضی رناهای کوچک).</li> <li>توسط رنابسپاراز پروکاریوتی در باکتری‌ها و رنابسپارازهای ۱، ۲ و ۳ در یوکاریوت‌ها تولید می‌شوند.</li> <li>جایگاه قرارگیری آن در یاخته: هم در درون هسته، هم خارج از هسته در سیتوپلاسم (میان‌یاخته) و هم‌چنین در داخل میتوکندری و پلاست نیز یافت می‌شود.</li> </ul>

۳۶- گزینه «۳» دو نوع نوکلئیک اسید در هسته وجود دارد: DNA و RNA تک‌رشته‌ای است و تنها در یک انتهای آن گروه فسفات به صورت آزاد وجود دارد. آنزیم رونویسی کننده که RNA را می‌سازد، فاقد توانایی ویرایش و نوکلئازی است.

۳۷- گزینه «۱» DNA مولکولی دورشته‌ای است که هر رشته آن، در یک انتهای خود گروه فسفات دارد. پس در هر یک از دو انتهای DNA خطی، یک گروه فسفات آزاد وجود دارد. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): مولکول DNA دورشته‌ای است و دارای پیوند هیدروژنی بین دو رشته خود است. گزینه (۲): هر دو مولکول DNA و RNA در انتقال و ذخیره اطلاعات یاخته نقش دارند. (به کلمه «فقط» در صورت سؤال توجه کنید!) / گزینه (۴): همه RNAها مستقیم در پروتئین‌سازی نقش ندارند! به کلمه «هر» در صورت سؤال توجه کنید.

۳۷- گزینه «۳» در دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسیدها (مولکول‌های دنا)، فقط دو نوع باز آلی تک‌حلقه‌ای وجود دارد که عبارت‌اند از تیمین و سیتوزین. بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): در هنگام رونویسی، ریبونوکلئوتیدها با دئوکسی‌ریبونوکلئوتیدها رابطه مکملی برقرار می‌کنند. / گزینه (۲): در مولکول‌های رنا ناقل، بین گروهی از نوکلئوتیدها (نوکلئوتیدهای بازهای رنا) پیوند هیدروژنی تشکیل می‌گردد. مولکول‌های رنا تک‌رشته‌ای هستند. / گزینه (۴): در نوکلئیک اسیدهای خطی در هر رشته پلی‌پپتیدی، گروه فسفات در یک انتها و گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آزاد است.

۳۸- گزینه «۱» نوکلئوتیدهای آدنین‌دار می‌توانند با نوکلئوتیدهای تیمین‌دار و یوراسیل‌دار رابطه مکملی برقرار می‌کنند. ATP که رایج‌ترین انرژی مورد نیاز یاخته‌ها است، یک ریبونوکلئوتید آدنین‌دار است.

بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): بازهای آلی C و G می‌توانند بیشترین تعداد پیوندهای هیدروژنی را برقرار کنند. / گزینه (۳): نوکلئوتیدهای آدنین‌دار می‌توانند در فرایندهای همانندسازی یا رونویسی شرکت کنند. در فرایند رونویسی، نوکلئوتیدها در جایگاه فعال آنزیم رنابسپاراز قرار می‌گیرند. / گزینه (۴): بازهای دو حلقه‌ای دارای یک حلقه پنج‌ضلعی و یک حلقه شش‌ضلعی هستند. آدنین یک باز دو حلقه‌ای است و فقط با بازهای تک‌حلقه‌ای تیمین و یوراسیل (فاقد حلقه پنج‌ضلعی) رابطه مکملی تشکیل می‌دهد.

## ۳۹- گزینه ۲»

موارد «ب» و «ج» عبارت را به نادرستی کامل می‌کنند.

(الف): در همه انواع مولکول‌های دنا تعداد بازهای دو حلقه‌ای با تک‌حلقه‌ای برابر هستند. / (ب): مولکول‌های دنا خطی در یک انتهای هر رشته پلی‌نوکلئوتیدی خود دارای گروه هیدروکسیل هستند. دنا حلقوی اصلن سر و ته نداره! / (ج): در دنا حلقوی دو برابر پیوندهای قند - باز، پیوند قند - فسفات وجود داره، ولی در دنا خطی تعداد پیوندهای قند - فسفات کمتر از دو برابر تعداد پیوندهای قند - بازه! در واقع آگه یک مولکول دنا خطی  $2n$  نوکلئوتید داشته باشه، تعداد پیوندهای قند - باز اون  $2n$  و تعداد پیوندهای قند - فسفات اون  $2n - 2$  است و بنابراین دوتا از دو برابر کمتر است. / (د): همه مولکول‌های دنا از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل شده و به دور محوری فرضی پیچ می‌خورند. / (ه): در ساختار مولکول‌های رنا، قند ریبوز و در ساختار دنا، قند دئوکسی‌ریبوز وجود دارد.

## ۴۰- گزینه ۲»

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: / گزینه ۱): مولکول‌های رنا، تک‌رشته‌ای هستند و لزومن تعداد برابری باز پورینی و پیریمیدینی ندارند؛ ولی تعداد بازهای پورین با پیریمیدین در مولکول دنا برابر است. / گزینه ۳): دنا حلقوی ابتدا، انتها و قطبیت (رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی با سرهای متفاوت) ندارد. / گزینه ۴): مولکول‌های رنا مانند رنا ناقل می‌توانند در بعضی از قسمت‌های خود، دارای پیوند هیدروژنی بین بازهای مکمل باشند!