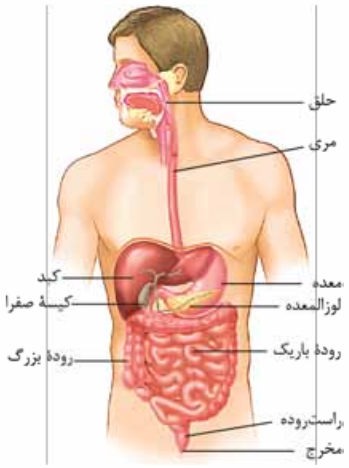
# فهرست


| دهم | عنوان فصل | |
|---|---|---|
| فصل ۱ | دنیای زنده | ۶ |
| فصل ۲ | گوارش و جذب مواد | ۲۳ |
| فصل ۳ | تبادلات گازی | ۴۷ |
| فصل ۴ | گردش مواد در بدن | ۸۷ |
| فصل ۵ | تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد | ۱۳۱ |
| فصل ۶ | از یاخته تا گیاه | ۱۵۷ |
| فصل ۷ | جذب و انتقال مواد در گیاهان | ۱۹۲ |

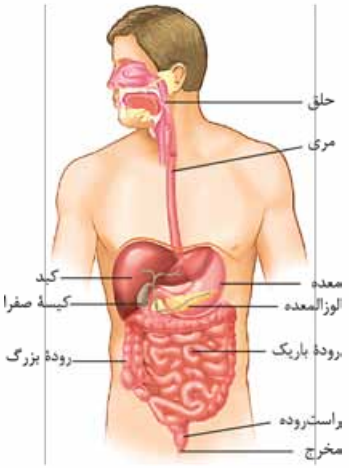
| یازدهم | عنوان فصل | |
|---|---|---|
| فصل ۱ | تنظیم عصبی | ۲۳۵ |
| فصل ۲ | حواس | ۲۷۲ |
| فصل ۳ | دستگاه حرکتی | ۳۰۴ |
| فصل ۴ | تنظیم شیمیایی | ۳۲۶ |
| فصل ۵ | ایمنی | ۳۵۴ |
| فصل ۶ | تقسیم یاخته | ۳۸۴ |
| فصل ۷ | تولیدمثل | ۴۰۸ |
| فصل ۸ | تولیدمثل نهان‌دانگان | ۴۴۲ |
| فصل ۹ | پاسخ گیاهان به محرک‌ها | ۴۶۸ |

| دوازدهم | عنوان فصل | |
|---|---|---|
| فصل ۱ | مولکول‌های اطلاعاتی | ۴۹۰ |
| فصل ۲ | جریان اطلاعات در یاخته | ۵۲۲ |
| فصل ۳ | انتقال اطلاعات در نسل‌ها | ۵۴۸ |
| فصل ۴ | تغییر در اطلاعات وراثتی | ۵۷۲ |
| فصل ۵ | از ماده به انرژی | ۶۰۵ |
| فصل ۶ | از انرژی به ماده | ۶۳۲ |
| فصل ۷ | فناوری‌های نوین زیستی | ۶۶۲ |
| فصل ۸ | رفتارهای جانوران | ۶۹۰ |




**۱۱۱- گزینهٔ «۲»** لوزالمعده، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند. همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، لوزالمعده بالاتر از کولون افقی رودهٔ بزرگ قرار گرفته است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): لولهٔ گوارش، لولهٔ پیوسته‌ای است که از **دهان تا مخرج** (اولین بخش لولهٔ گوارش، دهان است) ادامه دارد. در قسمت‌هایی از لولهٔ گوارش، **ماهیچه‌های حلقوی** به نام بنداره وجود دارد. بنداره‌ها در تنظیم عبور مواد نقش دارند. در انتهای دهان بنداره وجود ندارد و اولین بندارهٔ لولهٔ گوارش، بندارهٔ ابتدای مری است./ گزینهٔ (۳): رودهٔ بزرگ اندام جذب‌کنندهٔ آب و یون‌ها است. رودهٔ بزرگ در هر دو سمت بدن مشاهده می‌شود (کولون بالارو در سمت راست و کولون پایین‌رو در سمت چپ بدن است). هم‌چنین معده نیز به طور کامل در سمت چپ بدن قرار نگرفته و **انتهای آن** (قسمت متصل به ابتدای رودهٔ باریک) در سمت راست بدن است./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، کبد و کیسهٔ صفرا در سمت راست بدن هستند. دقت کنید لولهٔ گوارش، **لوله‌ای پیوسته** بوده و در هیچ قسمتی منقطع نمی‌شود.




**۱۱۲- گزینهٔ «۴»** لولهٔ گوارش، لولهٔ پیوسته‌ای است که از دهان تا مخرج ادامه دارد. بخش‌های مختلف این لوله را ماهیچه‌های **حلقوی** به نام اسفنکتر (بنداره) از هم جدا می‌کند.

(الف): همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، بندارهٔ ابتدای مری و بنداره‌های داخلی و خارجی مخرج در خط وسط بدن قرار دارند، اما بندارهٔ انتهای مری در سمت چپ بدن و بندارهٔ پیلور و بندارهٔ انتهای رودهٔ باریک در سمت راست بدن قرار دارند./ (ب): یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی، چندهسته‌ای می‌باشند. اسفنکتر خارجی مخرج از نوع ماهیچهٔ اسکلتی است، اما سایر اسفنکترها از ماهیچهٔ صاف تشکیل شده‌اند./ (ج): بندارهٔ خارجی مخرج از نوع مخطط است؛ در نتیجه توسط رشته‌های عصبی پیکری، عصب‌دهی می‌شوند. البته بندارهٔ ابتدای مری به صورت غیرارادی (انعکاسی) باز می‌شود؛ در حالی که بندارهٔ خارجی مخرج به صورت ارادی باز می‌شود./ (د): خارجی‌ترین لایهٔ ماهیچه‌ای در لولهٔ گوارش، ماهیچهٔ طولی است؛ نه حلقوی!

در معده علاوه بر لایهٔ ماهیچه‌ای طولی و حلقوی، ماهیچهٔ مورب نیز وجود دارد که در سطح داخلی ماهیچهٔ حلقوی قرار می‌گیرد.

**۱۱۳- گزینهٔ «۲»** موارد «الف» و «د» به درستی بیان شده‌اند.

(الف): بندارهٔ ابتدای بعضی مویرگ‌ها تحت تأثیر کربن دی‌اکسید باز می‌شوند هم‌چنین کربن دی‌اکسید بر روی سرخرگ‌های کوچک نیز اثر می‌گذارد./ (ب): بنداره‌ای با نام بندارهٔ ابتدای معده وجود ندارد بلکه این بندارهٔ انتهای مری است و معده تنها یک بندارهٔ انتهایی دارد./ (ج): شبکهٔ عصبی روده‌ای توسط دستگاه عصبی خودمختار کنترل می‌شود و در واقع دستگاه عصبی خودمختار به صورت **غیرمستقیم** بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش را کنترل می‌کند./ (د): بندارهٔ خارجی مخرج، از نوع ماهیچهٔ اسکلتی بوده که اعمال آن ارادی است و توسط مغز کنترل می‌شود.

**۱۱۴- گزینهٔ «۲»** بندارهٔ نشان داده شده در شکل، بندارهٔ انتهای مری است. این بنداره در سمت چپ بدن قرار گرفته است (محل اتصال مری به معده در سمت چپ بدن است). هم‌چنین طولانی‌ترین کولون رودهٔ بزرگ (کولون پایین‌رو) نیز در سمت چپ بدن است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): اگر انقباض بندارهٔ انتهای مری **کافی نباشد** (نه این‌که بنداره اصلن منقبض نشود!)، فرد دچار برگشت اسید معده می‌شود. در این حالت در اثر برگشت شیرهٔ معده (اسید و آنزیم) به مری، به تدریج مخاط آن آسیب می‌بیند (به لفظ «قطعن» در صورت سؤال دقت کنید!)./ گزینهٔ (۳): در مری، تنها حرکت کرمی انجام می‌شود. این حرکت باعث هدایت غذا به انتهای مری، شل‌شدن بندارهٔ انتهای آن (بازشدن بنداره) و عبور مواد از آن می‌شود./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که گفته شد، این بنداره در **انتهای مری** قرار دارد. به دلیل این‌که یاخته‌های مخاط آن بی‌کربنات **ترشح نمی‌کنند**، حفاظت دیوارهٔ آن از معده و رودهٔ باریک کم‌تر است و در اثر ورود اسید و آنزیم به مری، دیوارهٔ آن به تدریج تخریب می‌شود.

**۱۱۵- گزینهٔ «۴»** ماهیچه‌های حلقوی که عبور مواد در لولهٔ گوارش را تنظیم می‌کنند، همان بنداره‌ها هستند. بندارهٔ انتهایی مری، فقط در شرایط خاصی (ریفلاکس)، در بازگشت مواد از معده به مری نقش دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): با توجه به شکل ۱ کتاب درسی، بیشتر بنداره‌ها (نه بعضی!)، در خط میانی بدن قرار دارند./ گزینهٔ (۲): برخی بنداره‌ها، از یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی تشکیل شده‌اند. یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی چند هسته دارند./ گزینهٔ (۳): بنداره‌هایی که از ماهیچهٔ مخطط تشکیل شده‌اند، تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار قرار ندارند. ماهیچه‌های مخطط تحت تأثیر دستگاه عصبی پیکری هستند.

**۱۱۶- گزینهٔ «۳»** با توجه به شکل ۱۳ کتاب درسی، بندارهٔ انتهایی مری و کولون پایین‌رو در سمت چپ بدن و رودهٔ کور، بندارهٔ پیلور، کولون بالارو و کیسهٔ صفرا در سمت راست بدن قرار گرفته‌اند.

**۱۱۷- گزینهٔ «۱»** شکل صورت سؤال، بخشی از صفاق (لایهٔ بیرونی) مربوط به **روده‌ها** را نشان می‌دهد. صفرا و حرکات مخلوط‌کنندهٔ رودهٔ باریک (انقباضات ماهیچه‌های رودهٔ باریک) موجب ریزشدن چربی‌ها (گوارش مکانیکی) می‌شوند. این گوارش مکانیکی برای فعالیت لیپاز لوزالمعده (گوارش شیمیایی) ضروری است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): در لایهٔ ماهیچه‌ای دیوارهٔ رودهٔ باریک، ماهیچهٔ حلقوی داخلی‌تر از ماهیچهٔ طولی قرار گرفته و به شبکهٔ عصبی زیرمخاط

متصل است. (طبق شکل ۳ صفحهٔ ۱۸) در معده به دلیل وجود لایهٔ ماهیچه‌ای مورب، ماهیچهٔ حلقوی در میان دو لایهٔ ماهیچه‌ای دیگر قرار گرفته و به شبکهٔ عصبی زیرمخاط متصل نیست./ گزینهٔ (۳): یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی، هم **در ساختار پرز و هم در ساختار غدد روده‌ای** (ساختاری فرورفته میان دو پرز) قرار دارند (با توجه به شکل ۱۳ صفحهٔ ۲۵)./ گزینهٔ (۴): مواد مغذی برای رسیدن به یاخته‌های بدن باید از یاخته‌های بافت پوششی لولهٔ گوارش عبور کنند و وارد محیط داخلی شوند. ورود مواد به **محیط داخلی** بدن، جذب نام دارد. **خون، لنف و مایع بین یاخته‌ای**، محیط داخلی را تشکیل می‌دهند؛ بنابراین ورود مواد به یاخته‌های پوششی دیوارهٔ رودهٔ باریک (این یاخته‌ها جزء محیط داخلی نیستند)، جذب محسوب نمی‌شود؛ بلکه خروج مواد از این یاخته‌ها به مایع بین یاخته‌ای، جذب است.

**۱۱۸- گزینهٔ «۴»** ۱ تا ۴ به ترتیب: لایهٔ بیرونی، ماهیچهٔ طولی، ماهیچهٔ حلقوی و لایهٔ زیرمخاطی لولهٔ گوارش را نشان می‌دهند. یاخته‌های لایهٔ بیرونی و زیرمخاطی، طی تنفس هوازی، کربن دی‌اکسید تولید کرده که وارد رگ‌های خونی اطراف آن‌ها می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): هر دو نوع ماهیچه، در انجام حرکات لولهٔ گوارش مؤثرند./ گزینهٔ (۲): درون معده به علت وجود لایهٔ مورب، این لایه در تماس با زیرمخاط است./ گزینهٔ (۳): در لایهٔ ماهیچه‌ای، غدهٔ برون‌ریز دیده نمی‌شود.

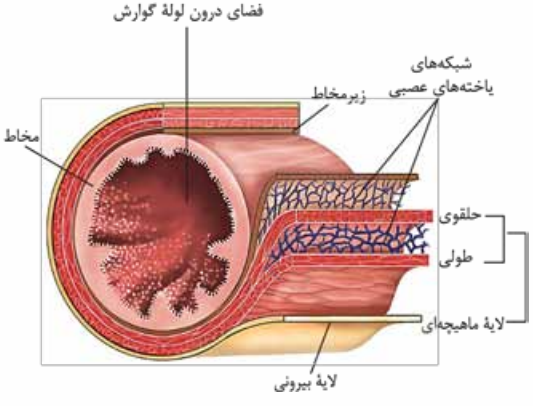
**۱۱۹- گزینهٔ «۱»** لایهٔ زیرمخاطی موجب می‌شود که مخاط، روی لایهٔ ماهیچه‌ای بچسبد و به راحتی روی آن **بلغزد و یا چین بخورد**.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): **دیوارهٔ بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش**، ساختار تقریبن مشابهی دارند (نه این‌که **لایه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش** ساختار یکسانی داشته باشند!)./ گزینهٔ (۳): صفاق پرده‌ای است که **اندام‌های درون شکم** (نه فقط اندام‌های متعلق به دستگاه گوارش!) را به هم وصل می‌کند (در اتصال اندام‌های دستگاه‌های دیگر نیز نقش دارد)./ گزینهٔ (۴): لایهٔ مخاطی یاخته‌هایی از بافت پوششی دارد که در بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش، کارهای متفاوتی مانند جذب و ترشح (موسین، آنزیم، اسید، هورمون و ...) را انجام می‌دهند. هورمون‌های ترشح‌شده از یاخته‌های مخاطی (مانند گاسترین و سکرتین) به محیط داخلی بدن (ابتدا مایع بین یاخته‌ای و سپس خون) وارد می‌شوند (فضای لولهٔ گوارش محیطی خارجی محسوب می‌شود).

**۱۲۰- گزینهٔ «۴»** بافت پیوندی سست دارای کلاژن اندکی است. در همهٔ لایه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش، بافت پیوندی سست مشاهده می‌شود. هم‌چنین ترشح مواد به محیط داخلی نیز در همهٔ لایه‌ها انجام می‌شود. یاخته‌های همهٔ لایه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش، **مواد دفعی** خود را (کربن دی‌اکسید و ...) وارد **محیط داخلی** (ابتدا به مایع بین یاخته‌ای و سپس خون) می‌کنند (برخی از یاخته‌های **لایهٔ مخاطی** هورمون نیز به محیط داخلی ترشح می‌کنند).

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): **هر چهار لایهٔ** دیوارهٔ رودهٔ باریک، با دیوارهٔ دهان متفاوت است. در دهان لایهٔ مخاطی از یاخته‌های سنگفرشی چندلایه، اما در رودهٔ باریک از یاخته‌های استوانه‌ای تک‌لایه تشکیل شده است. در دهان شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی در لایهٔ زیرمخاط وجود ندارد (شبکهٔ یاخته‌های عصبی **از مری تا مخرج** است). نوع ماهیچه در لایهٔ ماهیچه‌ای آن‌ها متفاوت است (در دهان، اسکلتی و در رودهٔ باریک، صاف). هم‌چنین در رودهٔ باریک، دیوارهٔ بیرونی بخشی از صفاق است؛ اما در دهان این‌گونه نیست. تنها لایه‌های زیرمخاط و ماهیچه‌ای دارای شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی هستند (در این شبکه، یاخته‌های عصبی فراوانی به صورت متصل به هم قرار گرفته‌اند)./ گزینهٔ (۲): **همهٔ لایه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش** دارای رگ خونی می‌باشند. در دیوارهٔ میانی این رگ‌ها (سرخرگ و سیاهرگ) ماهیچهٔ صاف (یاخته‌های ماهیچه‌ای تک‌هسته‌ای) وجود دارد. تنها در لایهٔ ماهیچه‌ای، در میان دو لایه ماهیچه (حلقوی و طولی) شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی وجود دارد./ گزینهٔ (۳): **یاخته‌های پوششی مخاط**، ترشح آنزیم‌های مختلف گوارشی و یون‌هایی مانند بی‌کربنات را بر عهده دارند. به دلیل حضور رگ‌های مختلف در این لایه، بافت پوششی سنگفرشی در آن مشاهده می‌شود (لایهٔ داخلی سرخرگ‌ها و سیاهرگ‌ها از **بافت پوششی سنگفرشی تک‌لایه** است).

**۱۲۱- گزینهٔ «۳»** همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، در دیوارهٔ مری، **لایهٔ ماهیچهٔ حلقوی** میان دو شبکه از یاخته‌های عصبی قرار گرفته است. (یک شبکهٔ عصبی مربوط به لایهٔ ماهیچه‌ای و شبکهٔ عصبی دیگر مربوط به لایهٔ زیرمخاط است). در قسمت‌هایی از لولهٔ گوارش، **ماهیچه‌های حلقوی** به نام بنداره وجود دارد. در صورت انقباض ماهیچه، بنداره بسته شده و مانع جابه‌جایی مواد می‌شود.




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): لایهٔ ماهیچه‌ای در دهان، حلق، ابتدای مری و بندارهٔ خارجی مخرج، از نوع اسکلتی بوده و **فاقد ماهیچهٔ صاف حلقوی** است./ گزینهٔ (۲): **بیشتر** بنداره‌های موجود در لولهٔ گوارش، غیرارادی است (تنها بندارهٔ اول که در ابتدای مری قرار گرفته و بندارهٔ خارجی مخرج، از نوع ارادی هستند). این بنداره‌ها از **ماهیچهٔ صاف حلقوی** تشکیل می‌شوند./ گزینهٔ (۴): در مری، **تنها در یک سمت**، پس از شبکهٔ یاخته‌های عصبی، یاخته‌های ماهیچه‌ای (ماهیچهٔ صاف طولی) قرار می‌گیرند (در معده، به دلیل وجود سه لایه ماهیچهٔ متفاوت، در دو سمت لایهٔ ماهیچه‌ای حلقوی، یاخته‌های ماهیچه‌ای وجود دارند).

**۱۲۲- گزینهٔ «۱»** در لایهٔ ماهیچه‌ای و زیرمخاط، شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی وجود دارد. این شبکه‌ها، تحرک و ترشح را در لولهٔ گوارش تنظیم می‌کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): در همهٔ این لایه‌ها بافت پیوندی سست وجود دارد، در حالی که فقط لایهٔ بیرونی بخشی از صفاق است. صفاق پرده‌ای است که اندام‌های درون شکم را به هم وصل می‌کند./ گزینهٔ (۳): غده‌های مخاط مری مادهٔ مخاطی ترشح می‌کنند تا حرکت غذا در لولهٔ گوارش آسان‌تر شود، بنابراین در لایهٔ مخاطی لولهٔ گوارش غدد ترشحی دیده می‌شوند. تحرک و ترشح در لولهٔ گوارش توسط دستگاه عصبی روده‌ای کنترل می‌شود. دستگاه عصبی خودمختار نیز در کنترل فعالیت‌های ترشحی غدهٔ گوارش نقش دارد و بر فعالیت دستگاه عصبی روده‌ای اثر می‌گذارد./ گزینهٔ (۴): هر چهار لایه دارای یاخته‌های زنده هستند و برای زنده‌ماندن نیاز به مویرگ‌های خونی دارند. می‌دانید که مویرگ‌های خونی از یک لایه بافت پوششی تشکیل شده‌اند، پس هر چهار لایه بافت پوششی دارند، در حالی که فقط لایهٔ درونی توانایی جذب و ترشح دارد.

**۱۲۳- گزینهٔ «۱»** لایهٔ زیرمخاطی سبب می‌شود که لایهٔ مخاطی روی لایهٔ ماهیچه‌ای چین بخورد و بلغزد. در همهٔ لایه‌های لولهٔ گوارش بافت پیوندی سست (که مادهٔ زمینه‌ای شفاف و بی‌رنگ دارد) وجود دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): لایه‌های زیرمخاطی و ماهیچه‌ای دارای شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی هستند. تنها لایهٔ ماهیچه‌ای دارای یاخته‌هایی است که با انقباض خود حرکات لولهٔ گوارش را ایجاد می‌کند./ گزینهٔ (۳): یاخته‌های لایهٔ مخاطی عمل جذب و ترشح را انجام می‌دهند، این یاخته‌ها در طول لولهٔ گوارش متفاوت‌اند./ گزینهٔ (۴): لایهٔ بیرونی بخشی از صفاق را تشکیل می‌دهد که فاقد غدد ترشحی در ساختار خود است.

**۱۲۴- گزینهٔ «۲»** انقباض ماهیچه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش، حرکات منظمی را در آن به وجود می‌آورد. لولهٔ گوارش، دو حرکت کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده دارد. در حرکات قطعه‌قطعه‌کننده بخش‌هایی از لولهٔ گوارش به صورت یک‌درمیان منقبض می‌شوند. سپس این بخش‌ها از حالت انقباض خارج و بخش‌های دیگر منقبض می‌شوند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): حرکات قطعه‌قطعه‌کننده در مری ایجاد نمی‌شوند. این حرکات در روده انجام می‌شوند./ گزینه‌های (۳) و (۴): حرکات قطعه‌قطعه‌کننده در لولهٔ گوارش موجب می‌شود محتویات لوله، **ریزتر (یعنی گوارش مکانیکی غذا) و بیشتر با شیره‌های گوارشی مخلوط شوند**. **حرکات کرمی نیز نقش مخلوط‌کنندگی دارند**؛ به‌ویژه وقتی که حرکت رو به جلوی محتویات لوله با برخورد به یک بنداره، متوقف شود؛ مثل وقتی که محتویات معده به پیلور برخورد می‌کنند. در این حالت، حرکات کرمی فقط می‌توانند محتویات لوله را مخلوط کنند. پس هر دو نوع حرکت در مخلوط‌شدن غذا با شیره‌های گوارشی نقش دارند.

**۱۲۵- گزینهٔ «۴»** انقباض ماهیچه‌های لولهٔ گوارش، حرکات منظمی را در آن به وجود می‌آورد. لولهٔ گوارش، **دو حرکت کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده** دارد. از اون‌جایی که صورت سؤال می‌گه بعضی حرکات ...، یعنی گزینه‌ای درست هست که فقط دربارهٔ یکی از این حرکات صدق کنه! در حرکات کرمی، ورود غذا لولهٔ گوارش را گشاد و یاخته‌های عصبی دیوارهٔ لوله را تحریک می‌کند. یاخته‌های عصبی، ماهیچه‌های دیواره را به انقباض وادار می‌کنند؛ در نتیجه **یک حلقهٔ انقباضی در لوله ظاهر می‌شود که به جلو (از دهان به سمت مخرج) حرکت می‌کند**. حرکات کرمی، غذا را در طول لوله با سرعتی مناسب به جلو می‌رانند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): انقباض ماهیچه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش (حلقوی + طولی)، حرکات منظمی را در آن به وجود می‌آورد. لولهٔ گوارش، دو حرکت کرمی و قطعه‌قطعه‌کننده دارد. در واقع برای ایجاد هر دو نوع حرکت، این ماهیچه‌ها نقش دارند./ گزینهٔ (۲): تداوم حرکات قطعه‌قطعه‌کننده در لولهٔ گوارش موجب می‌شود محتویات لوله، ریزتر و بیشتر با شیره‌های گوارشی مخلوط شوند. حرکات کرمی نیز نقش مخلوط‌کنندگی دارند؛ به‌ویژه وقتی که حرکت رو به جلوی محتویات لوله با برخورد به یک بنداره متوقف شود؛ مثل وقتی که محتویات معده به پیلور برخورد می‌کنند. در این حالت، حرکات کرمی فقط می‌توانند محتویات لوله را مخلوط کنند. پس هر دو نوع حرکت، در مخلوط‌کردن مواد غذایی با شیرهٔ گوارشی نقش دارند./ گزینهٔ (۳): در دیوارهٔ لولهٔ گوارش از مری تا مخرج، شبکه‌های یاخته‌های عصبی، وجود دارند. این شبکه‌ها **تحرک و ترشح** را در لولهٔ گوارش تنظیم می‌کنند، پس هر دو نوع حرکت، تحت تأثیر این شبکه‌های عصبی قرار می‌گیرند.

**۱۲۶- گزینهٔ «۳»** هر دو حرکت در اثر **انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش** به وجود می‌آیند. انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای نیاز به **تحریک یاخته‌های عصبی** و ایجاد پیام عصبی دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): حرکات کرمی از **حلق شروع شده** و در سرتاسر لولهٔ گوارش به پیشروی غذا کمک می‌کنند. اما در دهان (اولین قسمت لولهٔ گوارش)، حرکت کرمی وجود ندارد./ گزینهٔ (۲): انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای طولی و حلقوی (**یاخته‌های لایهٔ ماهیچه‌ای**) باعث ایجاد این دو نوع حرکت می‌شود (تنها یک لایه باعث ایجاد این حرکات می‌شود؛ نه یاخته‌های ماهیچه‌ای لایه‌های مختلف!)./ گزینهٔ (۴): حرکات کرمی نقش مخلوط‌کنندگی نیز دارند؛ به‌ویژه وقتی که حرکت محتویات لوله با برخورد به یک بنداره، متوقف شود. در این حالت حرکات کرمی فقط می‌توانند **محتویات لوله را مخلوط کنند** (مخلوط‌کردن بیشتر غذاها با شیره‌های گوارشی)، هم‌چنین تداوم حرکات قطعه‌قطعه‌کننده نیز موجب می‌شود محتویات لوله، ریزتر و **بیشتر با شیره‌های گوارشی** مخلوط شوند.

**۱۲۷- گزینهٔ «۴»** هنگام بلع با فشار زبان، تودهٔ غذا به عقب دهان و داخل حلق رانده می‌شود. با رسیدن غذا به حلق، بلع به شکل غیرارادی ادامه پیدا می‌کند (مرحلهٔ بلع در دهان، ارادی و پس از ورود غذا به حلق تا واردشدن آن به معده، بلع به صورت غیرارادی انجام می‌شود). اسفنکترها از ماهیچه‌های صاف حلقوی تشکیل شده‌اند. با شل‌شدن و استراحت این ماهیچه‌ها، اسفنکتر باز شده و مواد از آن عبور می‌کنند. اولین اسفنکتر قرارگرفته در لولهٔ گوارش، در ابتدای مری قرار دارد و در ابتدای حلق، اسفنکتری وجود ندارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در **سراسر لولهٔ گوارش**، موسین ترشح شده که با جذب آب باعث تشکیل مادهٔ مخاطی می‌شود (در مرحلهٔ ارادی، دیوارهٔ دهان موسین تولید می‌کند و در مرحلهٔ غیرارادی، دیوارهٔ مری باعث ترشح آن می‌شود)./ گزینهٔ (۲): لایهٔ ماهیچه‌ای **ابتدای مری** از یاخته‌های ماهیچهٔ اسکلتی (یاخته‌های ماهیچه‌ای مخطط) تشکیل شده است، بنابراین در مرحلهٔ غیرارادی بلع (انعکاس بلع) انقباض ماهیچه‌های اسکلتی به **صورت غیرارادی** انجام می‌شود./ گزینهٔ (۳): در **دهان و معده** نیز جذب اندکی رخ می‌دهد، اما جذب اصلی در رودهٔ باریک انجام می‌شود؛ بنابراین در مرحلهٔ ارادی بلع نیز (در دهان)، ورود مواد غذایی به محیط داخلی انجام می‌شود.

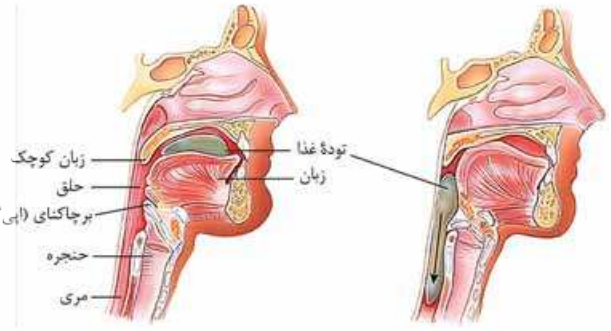
**۱۲۸- گزینهٔ «۲»** در حرکات کرمی، یک حلقهٔ انقباضی در پشت تودهٔ غذایی ایجاد می‌شود و غذا را در طول لولهٔ گوارش پیش می‌برد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): هم حرکات کرمی و هم حرکات قطعه‌قطعه‌کننده علاوه بر پیش‌بردن غذا در طول لولهٔ گوارش، در گوارش مکانیکی آن نقش دارند./ گزینهٔ (۳): هر دو حرکات لولهٔ گوارش، حاصل انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای لایهٔ ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش است./ گزینهٔ (۴): هر دو حرکات لولهٔ گوارش، تحت تنظیم شبکهٔ عصبی موجود در لایهٔ زیرمخاط و ماهیچه‌ای است.

**۱۲۹- گزینهٔ «۲»** حرکات کرمی لولهٔ گوارش از حلق شروع می‌شود. پس از عبور تودهٔ غذایی از حلق، ابتدا غذا به یک چهارراهی می‌رسد که با پایین‌آمدن اپی‌گلوت و بسته‌شدن راه نای، تودهٔ غذایی وارد مری می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): بندارهٔ ابتدایی مری از یاخته‌های ماهیچه‌ای چندهسته‌ای (اسکلتی) تشکیل شده است، نه ماهیچهٔ تک‌هسته‌ای./ گزینهٔ (۳): پیش از رسیدن غذا به حلق، تودهٔ غذایی در اثر مخلوط‌شدن با بزاق به توده‌ای لغزنده تبدیل می‌شود./ گزینهٔ (۴): در حلق و مری حرکات قطعه‌قطعه‌کننده مشاهده نمی‌شود.

**۱۳۰- گزینهٔ «۴»** همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، بخش ۱، حلق، بخش ۲، اپی‌گلوت، بخش ۳، حنجره و بخش ۴، مری است. تودهٔ غذا در مری توسط حرکات کرمی به بندارهٔ انتهای آن برخورد کرده و آن را باز می‌کند. دقت کنید با وجود این‌که، یاخته‌های مخاط مری، **آنزیم گوارشی** ترشح نمی‌کنند، اما آنزیم آمیلاز که از **غدد بزاقی** ترشح شده است، در مری یافت می‌شود. (مواد غذایی، آنزیم‌ها و ... از دهان به حلق و سپس از حلق به مری وارد می‌شود).




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): همان‌طور که در شکل ۳ صفحهٔ ۳۶ مشاهده می‌کنید، اپی‌گلوت جزئی از حنجره است. در هنگام بلع به منظور بستن نای، اپی‌گلوت به **سمت پایین** حرکت کرده و مانند درپوشی مانع ورود غذا به مجرای تنفسی می‌شود./ گزینهٔ (۲): حنجره محل قرارگیری پرده‌های صوتی است. (پایین‌تر از اپی‌گلوت) پرده‌های صوتی، صدا را تولید می‌کنند؛ در صورتی که واژه‌سازی به وسیلهٔ لب‌ها و دهان صورت می‌گیرد./ گزینهٔ (۳): حلق، چهارراهی است ماهیچه‌ای (**ماهیچهٔ اسکلتی**) که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند.

**۱۳۱- گزینهٔ «۱»** همهٔ موارد نادرست می‌باشند.

(الف): موسین **گلیکوپروتئینی** (ترکیب کربوهیدرات و پروتئین که مولکولی درشت است) است که **آب فراوانی جذب** و مادهٔ مخاطی ایجاد می‌کند. **مادهٔ مخاطی** (نه موسین!) دیوارهٔ لولهٔ گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا (آسیب فیزیکی) یا آسیب شیمیایی (در اثر اسید و آنزیم) حفظ می‌کند./ (ب): آسیاب‌شدن غذا به ذره‌های بسیار کوچک (**گوارش مکانیکی**) برای فعالیت بهتر آنزیم‌های گوارشی و **اثر بزاق بر آن** لازم است. در صورتی که در گوارش شیمیایی، **مولکول‌های بزرگ به مولکول‌های کوچک** تبدیل می‌شوند (در گوارش مکانیکی غذا آسیاب شده و **مولکول‌ها** کوچک نمی‌شوند)./ (ج): بزرگ‌ترین غدهٔ بزاقی، غدهٔ بناگوشی است./ (د): دو نوع آنزیم لیزوزیم و آمیلاز در بزاق وجود دارند. آنزیم آمیلاز به **گوارش نشاسته (یک نوع پلی‌ساکارید)** کمک می‌کند و آنزیم لیزوزیم در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد.

**۱۳۲- گزینهٔ «۳»** بلع با ورود غذا **به دهان** آغاز و با **ورود به معده** پایان می‌یابد، بنابراین غذا در حین بلع از دو بندارهٔ ابتدا و انتهای مری عبور می‌کند. بندارهٔ ابتدای مری ماهیچهٔ مخطط و ارادی و بندارهٔ انتهای مری ماهیچهٔ صاف و غیرارادی است. غدد بزاقی با ترشح موسین و ایجاد مادهٔ مخاطی باعث چسبیدن ذرات غذایی به یکدیگر و تبدیل آن‌ها به توده‌ای لغزنده می‌شوند؛ بنابراین به حرکت تودهٔ غذا درون لولهٔ گوارش و عبور آن‌ها از بندارهای مختلف کمک می‌کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): بزاق مترشحه از غدد بزاقی ترکیبی از آب، **یون‌ها**، انواعی از آنزیم‌ها و موسین است. علاوه بر آب، یون‌ها نیز قابل تجزیه‌شدن نبوده و به طور مستقیم در رودهٔ بزرگ جذب می‌شوند./ گزینهٔ (۲): آنزیم آمیلاز موجود در بزاق به گوارش نشاسته کمک کرده و آن را به **مولکول‌های کوچک‌تر** تبدیل می‌کند. اما دقت کنید ممکن است بعضی کربوهیدرات‌های **گوارش‌شده** جذب نشده و وارد رودهٔ بزرگ شوند. *(البته آنزیم آمیلاز بزاق نمی‌تونه پلی‌ساکاریدا رو به مونوساکارید تبدیل کنه؛ برای همین، فراوردهٔ این آنزیما نمی‌تونن تو رودهٔ باریک جذب بشن!)*/ گزینهٔ (۴): با فعالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق ترشح می‌شود. اما در هنگام بلع، با فشار زبان تودهٔ غذا به عقب دهان و داخل حلق رانده می‌شود و ربطی به دستگاه عصبی خودمختار ندارد.

**۱۳۳- گزینهٔ «۱»** **موسین، گلیکوپروتئینی** است که آب فراوانی جذب و مادهٔ مخاطی ایجاد می‌کند. مادهٔ مخاطی، دیوارهٔ لولهٔ گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا یا آسیب شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) حفظ می‌کند و ذره‌های غذایی را به هم می‌چسباند و آن‌ها را به تودهٔ لغزنده‌ای تبدیل می‌کند. یاخته‌های پوششی سطحی مخاط معده و برخی از یاخته‌های غده‌های آن، مادهٔ مخاطی زیادی ترشح می‌کنند که بسیار چسبنده است و به شکل لایهٔ ژله‌ای چسبناکی، مخاط معده را می‌پوشاند. یاخته‌های پوششی سطحی، بی‌کربنات نیز ترشح می‌کنند که لایهٔ ژله‌ای را قلیایی می‌کند. به این ترتیب **سد حفاظتی محکمی در مقابل اسید و آنزیم به وجود می‌آید.**

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): **سه جفت غدهٔ بزاقی بزرگ و غده‌های بزاقی کوچک**، بزاق ترشح می‌کنند. **بزاق، ترکیبی از آب، یون‌ها**، انواعی **از آنزیم‌ها و موسین** است. **آنزیم آمیلاز** بزاق به گوارش نشاسته کمک می‌کند و **لیزوزیم**، آنزیمی است که در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد. *پس درسته که در بزاق انواعی از آنزیم‌ها ترشح می‌شه اما بزاق فقط یک نوع آنزیم گوارشی داره و اونم آمیلازه!*/ گزینهٔ (۳): **غده‌های مخاط مری**، مادهٔ مخاطی ترشح می‌کنند تا حرکت غذا آسان‌تر شود. یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی در مری به صورت مجتمع قرار گرفته و غده را تشکیل می‌دهند و به صورت پراکنده نیستند./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که گفتیم موسین **گلیکوپروتئین** است و از **کربوهیدرات و پروتئین** ساخته شده است که فقط قسمت پروتئینی آن حاصل ترجمهٔ رنای پیک هستند.

**۱۳۴- گزینهٔ «۴»** همهٔ موارد، عبارت داده‌شده را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

(الف): لیزوزیم و آمیلاز، آنزیم‌های تشکیل‌دهندهٔ بزاق هستند. لیزوزیم در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد و در گوارش شیمیایی نقشی ندارد./ (ب): آنزیم‌ها که از پروتئین ساخته شده‌اند و موسین که یک نوع گلیکوپروتئین است، ترکیبات آلی بزاق هستند. فقط موسین، با ایجاد مادهٔ مخاطی، دیوارهٔ لولهٔ گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا حفظ می‌کند./ (ج): آب و یون‌ها، ترکیبات معدنی بزاق هستند. فقط آب از طریق اسمز جابه‌جا می‌شود./ (د): ترکیبات غیرآنزیمی بزاق، شامل آب، یون‌ها و موسین می‌شود. یون‌ها و آب، در غشای پایه وجود ندارند. غشای پایه، یاخته‌های پوششی را به یکدیگر متصل می‌کند.

**۱۳۵- گزینهٔ «۱»** غدد بزاقی با ترشح آنزیم آمیلاز موجب تجزیهٔ نشاسته (نه انواع کربوهیدرات‌ها) می‌شوند. توجه کنید که تجزیهٔ کربوهیدرات‌ها از دهان آغاز می‌شود و آمیلاز بزاق فقط می‌تواند نشاسته را به دی‌ساکارید یا مولکول‌های درشت‌تر تبدیل کند. تولید مونوساکارید در روده صورت می‌گیرد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه‌های (۲) و (۳): غدد بزاقی هم‌چنین موسین ترشح می‌کنند. موسین، گلیکوپروتئینی است که آب فراوانی جذب و مادهٔ مخاطی ایجاد می‌کند. مادهٔ مخاطی دیوارهٔ لولهٔ گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا یا آسیب شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) حفظ می‌کند./ گزینهٔ (۴): غدد بزاقی بزاق ترشح می‌کنند. بزاق ترکیبی از آب، یون‌ها، انواعی از آنزیم‌ها و موسین است.

**۱۳۶- گزینهٔ «۴»** با رسیدن غذا به حلق، بلع به شکل غیرارادی، ادامه پیدا می‌کند. بلع از دهان آغاز شده است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): همان‌طور که در شکل (۷- الف) کتاب درسی مشاهده می‌کنید، هنگام بلع برچاکنای پایین می‌آید ولی حنجره کمی بالاتر می‌رود./ گزینهٔ (۲): همان‌طور که در شکل (۷- الف) کتاب درسی می‌بینید، اپی‌گلوت و زبان کوچک هنگام بلع، بیش‌ترین فاصلهٔ ممکن را از یکدیگر دارند./ گزینهٔ (۳): در ادامه دیوارهٔ ماهیچه‌ای حلق منقبض می‌شود و حرکت کرمی آن، غذا را به مری می‌راند. حلق گذرگاهی ماهیچه‌ای است که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند.

**۱۳۷- گزینهٔ «۳»** منظور صورت سؤال از انعکاسی که در آن تنها یک مسیر از چهارراه حلق باز می‌ماند، **بخش** غیرارادی **عمل بلع** است که حین آن، مسیر دهان، بینی و نای بسته می‌شوند و تنها مسیر مری باز می‌ماند. گزینهٔ (۳) چنین بیان می‌کند که شمارهٔ ۷ بلافاصله پس از شمارهٔ ۶ رخ می‌دهد، بنابراین درست است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): این گزینه بیان می‌کند که شمارهٔ ۷ بلافاصله پس از شمارهٔ ۴ رخ می‌دهد؛ بنابراین نادرست است./ گزینهٔ (۲): در فرایند بلع، اصلن افزایش چین‌های مخاطی معده را شاهد نیستیم! بلکه به دلیل ورود غذا به معده، این چین‌خوردگی‌ها باز شده و کاهش می‌یابند (طبق شمارهٔ ۷)./ گزینهٔ (۴): این گزینه بیان می‌کند که شمارهٔ ۳ بلافاصله پس از شمارهٔ ۵ رخ می‌دهد؛ بنابراین نادرست است.

**۱۳۸- گزینهٔ «۴»** تنظیم عصبی دستگاه گوارش را بخشی از دستگاه عصبی به نام دستگاه عصبی **خودمختار** انجام می‌دهد. فعالیت این دستگاه ناخودآگاه است؛ مثلن وقتی به غذا فکر می‌کنیم (عدم تحریک گیرندهٔ حسی)، بزاق ترشح می‌شود. با فعالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی از مغز به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق به شکل انعکاسی ترشح می‌شود. دیدن غذا (تحریک گیرنده‌های نوری و تجزیهٔ مادهٔ حساس به نور) و بوی آن نیز (تحریک گیرنده‌های بویایی در سقف حفرهٔ بینی) باعث افزایش ترشح بزاق می‌شود. در همهٔ این حالات، ترشح بزاق از یاخته‌های برون‌ریز، نیازمند اتصال انتقال‌دهنده‌های دستگاه عصبی خودمختار به گیرنده‌های خود (کانال‌های یونی پروتئینی) در غشای یاخته‌های ترشحی و تحریک آن‌ها است.

**۱۳۹- گزینهٔ «۳»** عمل بلع در ابتدا به صورت ارادی پیش می‌رود و پس از رسیدن غذا به حلق، بلع به صورت غیرارادی ادامه پیدا می‌کند.

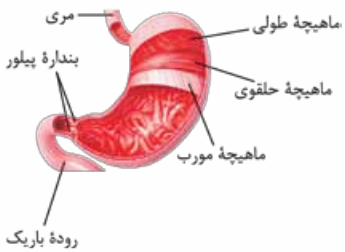
عمل دفع ادرار در فرد بالغ ابتدا به صورت غیرارادی رخ می‌دهد (بازشدن بندارهٔ داخلی میزنای که از نوع ماهیچهٔ صاف و غیرارادی است)، و بعد به صورت ارادی با بازشدن بندارهٔ خارجی رخ می‌دهد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): عمل تنفس هم به صورت ارادی و هم به صورت غیرارادی رخ می‌دهد، اما نه این‌که ابتدا به یک صورت باشد و بعد به صورت دیگر./ گزینهٔ (۲): عطسه یک نوع انعکاس است که توسط بصل‌النخاع رخ می‌دهد، پس کلن به صورت غیرارادی است./ گزینهٔ (۴): عمل دفع نیز مانند دفع ادرار ابتدا به صورت غیرارادی با بازشدن بندارهٔ داخلی و سپس به صورت ارادی با بازشدن بندارهٔ خارجی رخ می‌دهد.

**۱۴۰- گزینهٔ «۱»** گوارش شیمیایی مواد غذایی از دهان آغاز می‌شود. شبکهٔ عصبی روده‌ای کنترل تحرک و ترشح را از مری تا مخرج تنظیم می‌کند و بر تحرک و ترشح دهان اثری ندارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): حرکات کرمی لولهٔ گوارش، از حلق شروع شده و ادامه می‌یابد؛ نه از دهان./ گزینهٔ (۳): دهان در ابتدا و انتهای خود فاقد بنداره است./ گزینهٔ (۴): سه جفت غدهٔ بزاقی بزرگ و غدد بزاقی کوچک، با تولید بزاق، مواد غذایی را به توده‌ای قابل بلع تبدیل می‌کنند.

**۱۴۱- گزینهٔ «۱»** همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، بخش ۱، بندارهٔ پیلور، بخش ۲، رودهٔ باریک، بخش ۳، مری، بخش ۴، ماهیچهٔ مورب و بخش ۵، ماهیچهٔ طولی است. ماهیچهٔ طولی از میان سه لایه ماهیچه، خارجی‌ترین لایهٔ ماهیچه‌ای است؛ بنابراین ماهیچهٔ طولی از طرفی با شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی لایهٔ ماهیچه‌ای و از طرف دیگر با بافت پیوندی سست (لایهٔ بیرونی) ارتباط دارد.




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): حرکات کرمی نقش مخلوط‌کنندگی دارند؛ **به‌ویژه** وقتی که حرکت رو به جلوی محتویات لوله با برخورد به یک بنداره متوقف شود؛ مثل وقتی که محتویات معده به پیلور برخورد می‌کنند./ گزینهٔ (۳): در ساختار غده‌ای رودهٔ باریک، یاخته‌هایی وجود دارد که آنزیم‌های گوارشی متفاوتی تولید می‌کنند (هم‌چنین این یاخته‌ها با ترشح مادهٔ مخاطی، آنزیم لیزوزیم به لولهٔ گوارش وارد می‌کنند). در غده‌های مخاط مری نیز، مادهٔ مخاطی تولید و به لولهٔ گوارش ترشح شده که درون این ماده آنزیم لیزوزیم وجود دارد./ گزینهٔ (۴): با ورود غذا، معده اندکی انبساط می‌یابد و انقباض‌های معده، آغاز می‌شوند. این انقباض‌ها (انقباض تمام ماهیچه‌های لایهٔ ماهیچه‌ای) **غذا را با شیرهٔ معده می‌آمیزند** که نتیجهٔ آن تشکیل کیموس معده است، بنابراین انقباضات ماهیچه‌های معده هم در گوارش مکانیکی و هم در گوارش شیمیایی نقش دارند.

**۱۴۲- گزینهٔ «۱»** تنها مورد «د» درست است.

بخش A، حفرهٔ معده، بخش B، غدهٔ معده، بخش ۱، یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی و بخش ۲، یاخته‌های سطحی معده هستند.

(الف): حفره‌های معده، فاقد مجرا بوده و **مجاری غده‌های معده** با حفرات معده و محیط لولهٔ گوارش (محیط خارجی بدن) ارتباط دارند./ (ب): یاخته‌های سطحی معده، علاوه بر **مادهٔ مخاطی**، **بی‌کربنات** نیز ترشح می‌کنند؛ بنابراین دو نوع ماده از شیرهٔ معده را تولید و ترشح می‌کنند./ (ج): بی‌کربنات در قلیایی‌شدن سد حفاظتی در مقابل اسید و آنزیم نقش دارد. یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی توانایی ترشح بی‌کربنات نداشته و تنها مادهٔ چسبناکی (مادهٔ مخاطی) تولید می‌کنند./ (د): در غدهٔ معده، یاخته‌های اصلی با ترشح **پپسینوژن** و یاخته‌های کناری با ترشح **اسید**، در تولید پپسین و گوارش پروتئین‌ها (متنوع‌ترین مولکول‌های زیستی) نقش دارند (پپسینوژن بر اثر کلریدریک اسید به پپسین تبدیل می‌شود).

**۱۴۳- گزینهٔ «۲»** بیشترین یاخته‌های موجود در عمق غدد معده یاخته‌های اصلی هستند که به ترشح آنزیم‌ها می‌پردازند. این یاخته‌ها تحت تأثیر دو نوع پیک شیمیایی قرار می‌گیرند. یکی پیک‌های شیمیایی عصبی (دستگاه عصبی روده‌ای) و دیگری هورمون گاسترین که میزان ترشح پپسینوژن از این یاخته‌ها را افزایش می‌دهد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): **درشت‌ترین** یاخته‌های درون غدد معده، **یاخته‌های کناری** هستند که **کلریدریک اسید و فاکتور داخلی** معده را ترشح می‌کنند./ گزینهٔ (۳): یاخته‌های پوششی مخاط معده در بافت پیوندی زیرین **مخاط** معده فرورفته‌اند (نه بافت پیوندی زیرمخاط) و حفره‌های معده را به وجود می‌آورند./ گزینهٔ (۴): یاخته‌های پوششی سطحی مخاط معده و برخی از یاخته‌های غده‌های آن، مادهٔ مخاطی زیادی ترشح می‌کنند که بسیار چسبنده است و به شکل لایهٔ ژله‌ای چسبناکی، مخاط معده را می‌پوشاند. یاخته‌های پوششی سطحی، بی‌کربنات نیز ترشح می‌کنند؛ پس یاخته‌های پوششی سطح معده، مادهٔ مخاطی قلیایی می‌سازند، در حالی که یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی در غدد معده، فقط موسین ترشح می‌کنند و اسید ترشح‌شده از یاخته‌های کناری، موجب اسیدی‌شدن این موسین می‌شود.

**۱۴۴- گزینهٔ «۳»** موارد «الف»، «ب» و «ج» نادرست هستند.

معده، بخش کیسه‌ای‌شکل لولهٔ گوارش است.

(الف): دیوارهٔ معده چین‌خوردگی‌هایی دارد که با پرشدن معده **باز می‌شوند** تا غذای بلع‌شده در آن انبار شود (در حضور غذا این چین‌خوردگی‌ها **از بین می‌روند** و تعداد آن‌ها کاهش می‌یابد تا فضا برای ذخیرهٔ غذا در معده بیشتر شود)./ (ب): یاخته‌های اصلی غده‌ها، آنزیم‌های معده (پروتئاز و لیپاز) را ترشح می‌کنند (**یک نوع یاخته** باعث ترشح دو نوع **آنزیم گوارشی** می‌شود)./ (ج): یاخته‌های پوششی مخاط معده در بافت پیوندی زیرین فرورفته‌اند و **حفره‌های معده** را به وجود می‌آورند. **مجاری غده‌های معده** به این حفره‌ها راه دارند./ (د): یاخته‌های پوششی سطحی مخاط معده و برخی از یاخته‌های غده‌های آن، مادهٔ مخاطی فراوانی ترشح می‌کنند که به شکل لایهٔ ژله‌ای چسبناکی، مخاط معده را می‌پوشاند. **یاخته‌های پوششی سطحی** بی‌کربنات نیز ترشح می‌کنند که **لایهٔ ژله‌ای حفاظتی را قلیایی** (ایجاد لایهٔ ژله‌ای چسبناک و قلیایی) می‌کند.

**۱۴۵- گزینهٔ «۴»** اگر یاخته‌های کناری معده تخریب شوند، فرد به کم‌خونی خطرناکی دچار می‌شود. همان‌طور که در شکل ۹ کتاب درسی می‌بینید، این یاخته‌ها در عمق غدد معده قرار ندارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): یاخته‌های کناری با ترشح عامل داخلی، در جذب ویتامین $B_{12}$ نقش دارند. ویتامین $B_{12}$ برای ساخت گویچه‌های قرمز ضروری است، بنابراین بر میزان خون‌بهر (هماتوکریت) مؤثرند. به نسبت حجم گویچه‌های قرمز خون به حجم خون که به صورت درصد بیان می‌شود، خون‌بهر (هماتوکریت) گفته می‌شود./ گزینهٔ (۲): یاخته‌های کناری، اسید نیز ترشح می‌کنند. در ریفلاکس، فرد دچار برگشت اسید می‌شود و مخاط مری آسیب می‌بیند./ گزینهٔ (۳): پیش‌ساز پروتئازهای معده را به طور کلی پپسینوژن می‌نامند. پپسینوژن بر اثر کلریدریک اسید ترشح‌شده از یاخته‌های کناری، به پپسین تبدیل می‌شود. پپسین، فرم فعال پروتئازهاست.

**۱۴۶- گزینهٔ «۱»** یاخته‌های مشخص‌شده به ترتیب: A، یاختهٔ سطحی B، یاختهٔ ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی C، یاختهٔ کناری و D، یاختهٔ اصلی.

یاختهٔ سطحی، بی‌کربنات و یاختهٔ کناری، HCl که هر دو نوع مادهٔ معدنی هستند، را به حفرهٔ داخلی معده ترشح می‌کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): فراوان‌ترین مادهٔ دفعی آلی ادرار اوره می‌باشد که در یاخته‌های کبدی ایجاد می‌شود، نه یاخته‌های معده./ گزینهٔ (۳): هر دو یاخته در غدهٔ معده قرار گرفته‌اند و هر دو مواد ترشحی خود را به مجاری این غدد می‌ریزند و این مجاری به حفره‌ها وارد می‌شوند./ گزینهٔ (۴): یاختهٔ ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی در غدهٔ معده و یاختهٔ سطحی در حفرهٔ معده قرار گرفته است.

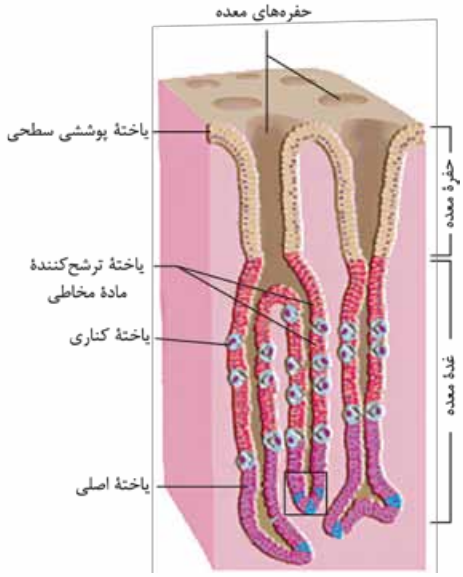
**۱۴۷- گزینهٔ «۲»** در لولهٔ گوارش، هنگامی که مواد مغذی قصد ورود به دوازدهه را دارند، انقباض پیلور کاهش یافته و این بنداره باز می‌شود (خروج کیموس از معده به طور تدریجی). پیش از آن، معده با ورود غذا انبساط یافته (افزایش حجم پیدا می‌کند) و سپس انقباض‌های آن آغاز می‌شود. این انقباض‌ها مواد را با **شیرهٔ معده می‌آمیزند** (کمک به گوارش شیمیایی) که نتیجهٔ آن **تشکیل کیموس معده** است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): صفرا و حرکات مخلوط‌کنندهٔ رودهٔ باریک باعث ریزشدن چربی‌ها می‌شوند. پس از آن، گوارش این مولکول‌ها بیشتر در اثر فعالیت **لیپاز لوزالمعده** انجام می‌شود. این وقایع **پس از خروج کیموس از معده** انجام می‌شود./ گزینهٔ (۳): همهٔ یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ بی‌کربنات در معده (یاخته‌های پوششی سطحی مخاط معده) می‌توانند در فرایندی انرژی‌خواه (برون‌رانی) باعث ترشح مادهٔ مخاطی شوند. اما دقت کنید ترشحات یاخته‌های سطحی معده به **مجرای معده** وارد نمی‌شود (**یاخته‌های برون‌ریز غدد معده** ترشحات خود را به این مجرا می‌ریزند)./ گزینهٔ (۴): پروتئین‌های غشای پایه نیز درون یاخته‌های بافت پوششی ساخته شده و به خارج آن ترشح می‌شوند (این پروتئین‌ها به همراه گلیکوپروتئین‌هایی به صورت شبکه‌ای در غشای پایه قرار می‌گیرند). این پروتئین‌ها برخلاف آنزیم‌های ترشح‌شده، نقشی در گوارش مواد غذایی ندارند.

**۱۴۸- گزینهٔ «۴»** **صفرا، شیره‌های روده و لوزالمعده** که به دوازدهه می‌ریزند، به کمک حرکات روده، در گوارش نهایی کیموس نقش دارند. در هر سه شیرهٔ گوارشی گفته‌شده، بی‌کربنات وجود دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): حرکت‌های رودهٔ باریک، علاوه بر **گوارش مکانیکی** و پیش‌بردن کیموس در طول روده، کیموس را در سراسر مخاط روده می‌گستراند تا تماس آن با **شیره‌های گوارشی** (کمک به گوارش شیمیایی) و نیز **یاخته‌های پوششی مخاط** (کمک به جذب مواد به محیط داخلی)، افزایش یابد./ گزینهٔ (۲): علاوه بر آنزیم‌های لوزالمعده، آنزیم‌های معده و آنزیم‌های بزاق نیز به همراه کیموس وارد دوازدهه می‌شوند. آنزیم‌های معده در **محیط اسیدی** بیشترین فعالیت خود را دارند. هم‌چنین آنزیم‌های معده و بزاق در گوارش کیموس نقشی ندارند (کیموس در **انتهای گوارش در معده** تولید می‌شود)./ گزینهٔ (۳): با بازشدن بندارهٔ پیلور، کیموس تشکیل‌شده در معده، **به تدریج** (در طی چندین مرحله باز و بسته شدن بندارهٔ پیلور) وارد رودهٔ باریک می‌شود تا مراحل پایانی گوارش به‌ویژه در دوازدهه انجام شود.

**۱۴۹- گزینهٔ «۴»** غدهٔ معده شامل یاخته‌های اصلی، کناری و یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی است. همان‌طور که در شکل صفحهٔ بعد مشاهده می‌کنید، یاخته‌های کناری به صورت پراکنده در ساختار غدهٔ معده قرار گرفته‌اند. این یاخته‌ها، اسید معده و فاکتور داخلی را به مجرای غده ترشح می‌کنند. به دلیل وجود لایهٔ




ژله‌ای چسبناکی در سطح مخاط معده (مادهٔ مخاطی) و پوشیده‌شدن سطح معده توسط آن، هیچ‌کدام از مواد مترشحه از یاخته‌ها، در ارتباط مستقیم با **مخاط معده** قرار نمی‌گیرند (در ارتباط مستقیم با **مادهٔ مخاطی** قرار می‌گیرند). هم‌چنین برخی دیگر از مواد مترشحه از آن‌ها نیز (مانند کربن دی‌اکسید) وارد محیط داخلی (ابتدا مایع میان‌بافتی و سپس خون) شده و ارتباطی با مخاط معده ندارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): **یاخته‌های اصلی** با ترشح آنزیم‌های گوناگون و **یاخته‌های کناری** با ترشح اسید، در تجزیه و گوارش مولکول‌های زیستی مختلف نقش دارند. یاخته‌های کناری، **کلریدریک اسید که نوعی مادهٔ معدنی** است را به مجرای غده ترشح می‌کنند./ گزینهٔ (۲): تنها **یاخته‌های سطحی** معده توانایی ترشح بی‌کربنات را دارند. به شکل مقابل توجه کنید؛ این یاخته‌ها تنها در قسمت حفرهٔ معده (نه غدهٔ معده!) مشاهده می‌شوند (یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی که در غدهٔ معده یافت می‌شوند، توانایی ساخت بی‌کربنات ندارند)./ گزینهٔ (۳): همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، **یاخته‌های اصلی**، پایین‌ترین یاخته‌های قرارگرفته در ساختار غدهٔ معده هستند؛ بنابراین این یاخته‌ها کم‌ترین فاصله را با لایهٔ زیرین (لایهٔ زیرمخاط) دارند، در صورتی که **یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی** در تشکیل لایهٔ ژله‌ای چسبناک که پوشانندهٔ مخاط معده است (مادهٔ مخاطی)، نقش دارند.

**۱۵۰- گزینهٔ «۳»** در صورت کاهش ترشح کلریدریک اسید، در ترشحات درون‌ریز لولهٔ گوارش تغییری ایجاد نمی‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): به دلیل اختلال در ترشح عامل داخلی، میزان خون‌بهر یا هماتوکریت فرد تغییر می‌کند./ گزینهٔ (۲): به دلیل اختلال در ترشح عامل داخلی، مصرف ویتامین $B_{12}$ و فولیک اسید کاهش می‌یابد./ گزینهٔ (۴): به دلیل اختلال در تبدیل پپسینوژن به پپسین، در گوارش متنوع‌ترین مولکول‌های زیستی (پروتئین‌ها) اختلال ایجاد می‌شود.

**۱۵۱- گزینهٔ «۴»** با توجه به شکل ۸ صفحهٔ ۲۱ کتاب درسی، در ساختار معدهٔ انسان، عضلات موجود در ناحیهٔ پیلور نسبت به نواحی بالاتر آن، قطر بیشتر و در نتیجه، توانایی انقباض بیشتری دارند. در ضمن، پیلور، بندراه‌ای است که حتمن قدرت انقباضی آن بیشتر از عضلات حلقوی نواحی بالاتر آن است. در دیوارهٔ معده، از خارج به داخل (شکل ۸ کتاب درسی در صفحهٔ ۲۱): ۱- لایهٔ پیوندی خارجی، ۲- لایهٔ ماهیچه‌ای طولی، ۳- لایهٔ ماهیچه‌ای حلقوی، ۴- لایهٔ ماهیچه‌ای مورب، ۵- لایهٔ زیرمخاط و ۶- لایهٔ مخاط قرار گرفته است.

**۱۵۲- گزینهٔ «۴»** گوارش شیمیایی پروتئین‌ها در معده و توسط پروتئازهای ترشح‌شده از یاخته‌های اصلی غدد دیوارهٔ معده، 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 معده (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 دیوارهٔ معده یافت می‌شوند و فقط در مجاور دریچهٔ انتهایی معده یعنی پیلور قرار ندارند.

**۱۵۳- گزینهٔ «۴»** غذایی که وارد معده شده و به شکل کیموس درآمده است، برای طی مراحل نهایی گوارش باید وارد دوازدهه شود؛ بنابراین منظور سؤال، گوارش در معده است. در معده یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ مادهٔ مخاطی هم در حفره و هم در غده‌های برون‌ریز آن مشاهده می‌شوند که روی‌هم‌رفته مادهٔ مخاطی زیادی را ترشح می‌کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): کربوهیدرات‌ها در رودهٔ باریک به مونوساکارید تبدیل می‌شوند./ گزینهٔ (۲): پروتئازهای معده پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر تبدیل می‌کنند (نه به آمینواسید)./ گزینهٔ (۳): گوارش نهایی لیپیدهای رژیم غذایی در رودهٔ باریک انجام می‌شود و در این بخش از بدن تری‌گلیسریدها (فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی) به طور کامل گوارش می‌یابند.

**۱۵۴- گزینهٔ «۴»** با کاهش میزان اسید معده در بدن انسان، ممکن نیست ترشح همهٔ مواد در لولهٔ گوارش دچار اختلال شوند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): چنان‌چه یاخته‌های کناری معده دچار اختلال شده باشند، هم ترشح HCl و هم ترشح عامل داخلی معده دچار اختلال می‌شود. با کاهش عامل داخلی معده، جذب ویتامین $B_{12}$ دچار مشکل شده و در نتیجه فرد دچار کم‌خونی و کاهش میزان هماتوکریت می‌شود./ گزینهٔ (۲): با کاهش میزان اسید معده، پپسینوژن‌ها کم‌تر به پپسین تبدیل می‌شوند و هضم پروتئین‌ها در معده دچار مشکل می‌شود./ گزینهٔ (۳): اگر شبکهٔ عصبی زیرمخاطی در معده دچار اختلال شده باشد، نمی‌تواند میزان ترشح مواد را در معده تنظیم کند و در نتیجه مثلن ترشح HCl هم کاهش پیدا می‌کند.

**۱۵۵- گزینهٔ «۳»** در لوزالمعده انواع آنزیم‌ها، شامل آنزیم‌های برون‌یاخته‌ای (مثل آنزیم‌های گوارشی) و آنزیم‌های درون‌یاخته‌ای ساخته می‌شود. همهٔ آنزیم‌ها در ساختار خود بخشی به نام جایگاه فعال دارند. جایگاه فعال بخش اختصاصی در آنزیم است که پیش‌ماده در آن قرار می‌گیرد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): لوزالمعده، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند. پروتئازهای لوزالمعده (نه همهٔ آنزیم‌های آن) درون رودهٔ باریک فعال می‌شوند./ گزینهٔ (۲): هر آنزیم در یک pH ویژه بهترین فعالیت را دارد که به آن pH بهینه می‌گویند؛ مثلن pH بهینه پپسین حدود ۲ است، در حالی که آنزیم‌هایی که از لوزالمعده به رودهٔ باریک وارد می‌شوند pH بهینه حدود ۸ دارند. *فهمیدی چی شد؟! ما در سؤال گفتیم همهٔ آنزیم‌هایی که در لوزالمعده تولید می‌شوند اما در کتاب می‌گه آنزیم‌هایی که وارد رودهٔ باریک می‌شوند pH بهینهٔ حدود ۸ دارند.*/ گزینهٔ (۴): آنزیم‌های مؤثر در تنفس یاخته‌ای، آنزیم‌های مؤثر در همانندسازی و رونویسی، در یاخته‌های لوزالمعده، درون یاخته فعالیت می‌کنند و از یاخته خارج نمی‌شوند.

**۱۵۶- گزینهٔ «۴»** غدهٔ لوزالمعده در زیر معده و موازی با آن قرار گرفته است. این غده جزئی از دستگاه گوارش محسوب می‌شود و آنزیم‌های گوارشی آن به رودهٔ باریک تخلیه می‌شوند. پروتئازهای لوزالمعده (چند نوع آنزیم) هنگام ترشح، غیرفعال هستند و درون رودهٔ باریک فعال می‌شوند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): هورمون سکرتین که از دوازدهه ترشح می‌شود، با اثر بر لوزالمعده موجب افزایش ترشح بی‌کربنات از آن می‌شود و تأثیری بر ترشح آنزیم‌های گوارشی از این غده ندارد./ گزینهٔ (۲): صفرا هم بی‌کربنات دارد، اما صفرا درون کبد تولید می‌شود؛ نه کیسهٔ صفرا!/ گزینهٔ (۳): لوزالمعده دارای دو مجرا است و ترشحات آن از طریق دو مجرا (یک مجرا به طور مستقل و یک مجرا مشترک با مجرای صفرا) به دوازدهه تخلیه می‌شود.

**۱۵۷- گزینهٔ «۴»** مجرای ۱، صفرا و مجرای ۲، شیرهٔ لوزالمعده را جابه‌جا می‌کند. محتویات هر دو مجرا دارای بی‌کربنات است. آنزیم‌های معده (مانند پپسین) را می‌توان درون دوازدهه یافت (به همراه کیموس از معده به دوازدهه وارد می‌شوند). آنزیم‌های معده درون محیط اسیدی بهترین فعالیت خود را دارند، بنابراین با ورود بی‌کربنات به فضای دوازدهه (تغییر pH از اسیدی به قلیایی)، شکل این آنزیم‌ها تغییر کرده و در فعالیت آن‌ها اختلال ایجاد می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): صفرا دارای یک نوع مولکول زیستی (لیپید) است (دو نوع لیپید کلسترول و فسفولیپید). هم‌چنین شیرهٔ لوزالمعده نیز یک نوع مولکول زیستی (پروتئین) دارد (انواع مختلف آنزیم‌های موجود در آن، همگی پروتئینی هستند)./ گزینهٔ (۲): صفرا درون کبد و شیرهٔ لوزالمعده درون لوزالمعده تولید می‌شود. لوزالمعده نوعی غدهٔ درون‌ریز است؛ در صورتی که کبد با وجود داشتن **یاخته‌های درون‌ریز**، غدهٔ درون‌ریز محسوب نمی‌شود (وجود چند یاختهٔ درون‌ریز در یک اندام، الزامن باعث ایجاد یک **غدهٔ درون‌ریز** نمی‌شود؛ مانند کبد، معده، رودهٔ باریک و ...)./ گزینهٔ (۳): گاهی ترکیبات صفرا در **کیسهٔ صفرا** رسوب می‌کنند و سنگ ایجاد می‌شود، در صورتی که صفرا در **کبد** تولید می‌شود.

**۱۵۸- گزینهٔ «۴»** همهٔ موارد، عبارت داده‌شده را به نادرستی تکمیل می‌کنند. شیرهٔ معده، روده، صفرا و پانکراس از جمله شیره‌های گوارشی مؤثر در گوارش مواد غذایی هستند.

(الف): صفرا نوعی شیرهٔ گوارشی است که توسط کبد تولید می‌شود. کبد یکی از اجزای دستگاه گوارش است ولی جزء لولهٔ گوارش نیست!/ (ب): صفرا آنزیم گوارشی نداره!/ (ج): صفرا توسط یک مجرا به دوازدهه می‌ریزد. همان‌طور که در شکل ۱۰ فصل ۲ زیست دهم مشاهده می‌کنید، شیرهٔ پانکراس از طریق دو مجرا وارد دوازدهه می‌شود./ (د): صفرا در ریزشدن ذرات چربی (گوارش مکانیکی) شرکت می‌کند.

**۱۵۹- گزینهٔ «۳»** یاخته‌های کبد، صفرا را می‌سازند که شامل کلسترول نیز می‌شود. بنابراین ویتامین فولیک اسید می‌تواند در کبد ذخیره شود. این ویتامین برای تقسیم طبیعی یاخته‌ها لازم است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): گوارش چربی‌ها، بیشتر در اثر فعالیت لیپاز لوزالمعده در دوازدهه انجام می‌شود. یاخته‌های درون‌ریز معده، توانایی ترشح گاسترین را دارند. لوزالمعده، اندام هدف هورمون سکرتین است که از دوازدهه ترشح می‌شود. اما اندام هدف هورمون گاسترین، معده است نه لوزالمعده./ گزینهٔ (۲): معده و لوزالمعده، پروتئازهای غیرفعال ترشح می‌کنند. چین‌خوردگی‌های معده، با پرشدن معده باز می‌شوند و دائمی نیستند. لوزالمعده هم که چین‌خوردگی ندارد!/ گزینهٔ (۴): همان‌طور که گفتیم، کبد صفرا را می‌سازد. صفرا شامل بی‌کربنات نیز می‌شود. توجه کنید که صفرا آنزیم ندارد.

**۱۶۰- گزینهٔ «۳»** رودهٔ باریک محل انجام مراحل پایانی گوارش شیمیایی مواد غذایی است. مواد ترشح‌شده از کبد، لوزالمعده و دیوارهٔ رودهٔ باریک وارد این بخش می‌شوند. صفرا، شیرهٔ لوزالمعده و رودهٔ باریک هر سه حاوی بی‌کربنات هستند. بی‌کربنات با قلیایی‌کردن محیط داخلی دوازدهه و رودهٔ باریک در فعال‌شدن پروتئازهای قوی لوزالمعده نقش دارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی، تری‌گلیسریدها هستند. صفرا و حرکات مخلوط‌کنندهٔ رودهٔ باریک موجب ریزشدن چربی‌ها می‌شوند. پس این گزینه فقط در مورد کبد که صفرا را می‌سازد صدق می‌کند./ گزینهٔ (۲): کبد صفرا را می‌سازد. توجه کنید که صفرا آنزیم ندارد./ گزینهٔ (۴): آنزیم‌ها جایگاه فعال دارند و می‌توانند پلی‌مرها را به واحدهای سازندهٔ خود تبدیل کنند. صفرا آنزیم ندارد.

**۱۶۱- گزینهٔ «۳»** لوزالمعده در زیر معده و موازی با آن قرار گرفته است. این اندام، تحت تأثیر هورمون سکرتین مترشحه از لولهٔ گوارش، در تولید بی‌کربنات خود تغییر ایجاد می‌کند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): این غده، علاوه بر ترشحات برون‌ریز، دارای ترشحات درون‌ریز بوده که به خون وارد می‌شوند./ گزینهٔ (۲): اندام ذخیره‌کنندهٔ صفرا، کیسهٔ صفرا است که در سمت راست بدن قرار گرفته است؛ در حالی که لوزالمعده در سمت چپ بدن قرار گرفته است./ گزینهٔ (۴): دقت کنید که بزرگ‌ترین غدهٔ بدن کبد بوده که با ترشح صفرا (ترکیب فاقد آنزیم) در گوارش و ورود چربی‌ها به محیط داخلی نقش دارد.

**۱۶۲- گزینهٔ «۲»** بخش‌های مشخص‌شده عبارت‌اند از: A، چین روده و B، پرزهای روده.

اولین و دومین لایهٔ لولهٔ گوارش از داخل به خارج به ترتیب مخاط و زیرمخاط است که در اثر چین‌خوردن این دو لایه، چین‌های روده پدید می‌آیند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): رودهٔ بزرگ فاقد پرز است./ گزینهٔ (۳): در بیماری سلیاک یاخته‌های روده تخریب شده و ریزپرز و حتی پرزها نیز از بین می‌روند اما چین‌ها از بین نمی‌روند./ گزینهٔ (۴): چین‌ها و پرزهای روده برخلاف چین‌های معده در اثر ورود غذا باز نمی‌شوند.

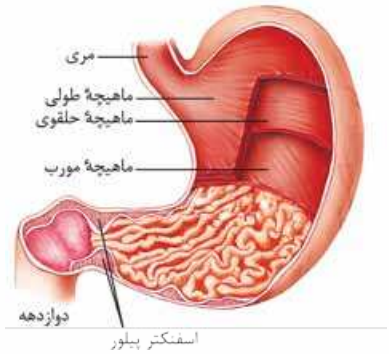
**۱۶۳- گزینهٔ «۳»** معده، اندام کیسه‌ای‌شکل لولهٔ گوارش است. معده همانند کیسهٔ صفرا، با لوزالمعده (غده‌ای که زیر معده و موازی با آن قرار گرفته است) در ارتباط است.

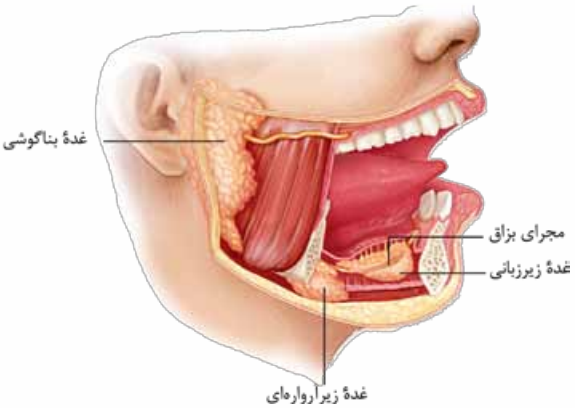
**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): کیسهٔ صفرا برخلاف معده در سمتی از بدن قرار گرفته است که کبد (بزرگ‌ترین غدهٔ بدن) قرار دارد./ گزینهٔ (۲): بخش اعظم معده در سمت چپ و بخش کوچک‌تر معده در سمت راست قرار گرفته است./ گزینهٔ (۴): بخش اعظم معده در سمت چپ بدن قرار دارد، در حالی که بندارهٔ انتهای روده در سمت راست بدن قرار دارد.

**۱۶۴- گزینهٔ «۳»** کلسترول و فسفولیپید، از لیپیدهای موجود در صفرا هستند. هم‌چنین صفرا در گوارش چربی‌ها (نوعی تری‌گلیسرید) نقش دارد. در انقباضات طولانی، ماهیچه‌های اسکلتی از **اسیدهای چرب** به منظور تولید انرژی استفاده می‌کنند. فسفولیپید همانند تری‌گلیسرید، دارای اسیدهای چرب است (فسفولیپید دارای دو اسید چرب و تری‌گلیسرید دارای سه اسید چرب است).

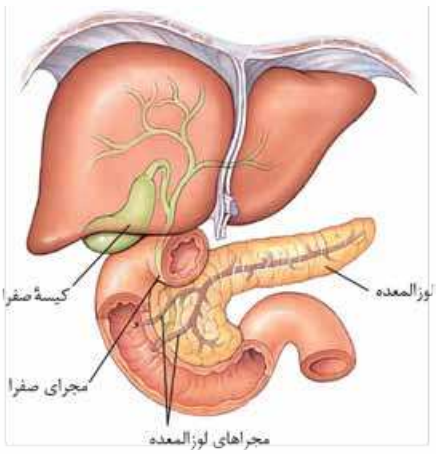
**بررسی سایرگزینه‌ها** گزینهٔ (۱): اسیدهای چرب خاصیت اسیدی دارند. محیط اسیدی برای زندگی میکروب‌های بیماری‌زا مناسب نیست. همان‌طور که گفته شد، فسفولیپید **همانند** تری‌گلیسرید دارای اسید چرب است./ گزینهٔ (۲): در ساختار غشای یاخته‌های جانوری، **کلسترول و فسفولیپید** یافت می‌شود. اما سطحی‌ترین (خارجی‌ترین) یاخته‌های موجود در پوست مرده‌اند و فاقد غشای یاخته‌ای می‌باشند (غشای یاخته‌ای، از **ساختارهای زندهٔ** یک یاخته است)./ گزینهٔ (۴): لیپوپروتئین پرچگال که دارای پروتئین بیشتری نسبت به کلسترول است، احتمال رسوب کلسترول در دیوارهٔ سرخرگ‌ها و بسته‌شدن آن‌ها را کاهش می‌دهد. دقت کنید در **لیپوپروتئین پرچگال نیز کلسترول** وجود دارد؛ اما کم‌تر از پروتئین!

**۱۶۵- گزینهٔ «۱»** همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، یاخته‌های لایهٔ ماهیچه‌ای دیوارهٔ معده در سه جهت **طولی، حلقوی و مورب** قرار گرفته‌اند که **مورب، داخلی‌ترین و طولی، خارجی‌ترین است.**




**بررسی سایرگزینه‌ها** گزینهٔ (۲): بزاق از سه جفت غدهٔ بزاقی بزرگ و غده‌های بزاقی کوچک ترشح می شود. همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید، اندازهٔ غده‌های بناگوشی نسبت به سایر غدد ترشح‌کنندهٔ بزاق، بزرگ‌تر است./ گزینهٔ (۳): همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید، این دو غده دارای مجاری متفاوتی هستند./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، صفرا از راه مجاری صفراوی کبد به یک مجرای مشترک وارد و در کیسهٔ صفرا ذخیره می‌شود. در ضمن صفرا برای ورود به دوازدهه وارد مجرای مشترک با لوزالمعده می‌شود.




**۱۶۶- گزینهٔ «۱»** شیرهٔ گوارشی موجود در دوازدهه، از شیرهٔ معده، روده، صفرا و لوزالمعده تشکیل شده است. همهٔ این شیره‌ها توسط یاخته‌های پوششی (یاخته‌هایی با فضای بین یاخته‌ای اندک) تولید می‌شوند.

**بررسی سایرگزینه‌ها** گزینهٔ (۲): شیرهٔ صفرا فاقد آنزیم درون خود است./ گزینهٔ (۳): تنها شیرهٔ لوزالمعده دارای آنزیم‌هایی است که درون رودهٔ باریک فعال می‌شوند./ گزینهٔ (۴): تنها صفرا، محل ذخیرهٔ متفاوتی با محل تولید خود دارد.

**۱۶۷- گزینهٔ «۲»** غدهٔ لوزالمعده از دو قسمت برون‌ریز و درون‌ریز تشکیل شده است. بخش درون‌ریز به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌ها در بین بخش برون‌ریز است که جزایر لانگرهانس نام دارد، بنابراین یاخته‌های اطراف جزایر لانگرهانس، همان یاخته‌های برون‌ریز این غده (ترشح‌کنندهٔ آنزیم و بی‌کربنات) هستند. پروتئازهای تولیدشده در لوزالمعده، قوی و **متنوع** هستند. این پروتئازها می‌توانند باعث تجزیهٔ مادهٔ گوارش‌یافتهٔ حاصل از آنزیم پپسین شوند. آنزیم پپسین، پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک (فراوردهٔ آنزیم پپسین و پیش‌مادهٔ پروتئازهای لوزالمعده) تبدیل کرده و آنزیم‌های لوزالمعده، این مولکول‌ها را به آمینواسید تبدیل می‌کنند.

**بررسی سایرگزینه‌ها** گزینهٔ (۱): لوزالمعده آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند. همان‌طور که در شکل ۱۰ صفحهٔ ۲۲ مشاهده می‌کنید، شیرهٔ لوزالمعده توسط **دو مجرا** (یکی از آن‌ها با صفرا مشترک است) وارد یکی از حفرات بدن (دوازدهه) می‌شود./ گزینهٔ (۳): گوارش شیمیایی چربی‌ها **بیشتر** توسط لیپاز لوزالمعده انجام می‌شود (لیپاز معده نیز در گوارش شیمیایی چربی‌ها نقش دارد)./ گزینهٔ (۴): هورمون انسولین باعث تولید گلیکوژن از گلوکز و هورمون گلوکاگون باعث تجزیهٔ گلیکوژن به گلوکز می‌شود. این دو مولکول توسط یاخته‌های جزایر لانگرهانس (نه یاخته‌های اطراف آن‌ها!) تولید و ترشح می‌شوند (البته بخش برون‌ریز نیز می‌تواند با تولید آنزیم‌هایی باعث **تجزیهٔ گلیکوژن به گلوکز در دوازدهه** شود).

**۱۶۸- گزینهٔ «۳»** همهٔ موارد به‌جز مورد «د» صحیح هستند.

(الف): اگر لایهٔ مخاطی معده دچار اختلالی شود، ترشح عامل داخلی از سلول‌های کناری کاهش یافته و به دنبال کاهش جذب ویتامین $B_{12}$، فرد دچار کم‌خونی می‌شود./ (ب): در تنش‌های طولانی‌مدت، بخش قشری فوق کلیه به ترشح کورتیزول می‌پردازد که می‌تواند قند خون را افزایش دهد./ (ج): ویتامین K که در روده جذب می‌شود از عوامل مؤثر در انعقاد خون می‌باشد، بنابراین با کاهش میزان جذب این ویتامین، روند انعقاد خون با اختلال مواجه خواهد شد./ (د): اختلال در بخش درون‌ریز غدهٔ لوزالمعده موجب بروز اختلال در ترشح هورمون‌های انسولین و گلوکاگون می‌شود. به دنبال این اختلال، میزان گلوکز و تولید ATP توسط یاخته‌ها کاهش می‌یابد؛ در نتیجه به دنبال کاهش ATP فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم هم کاهش می‌یابد؛ در نتیجه نمی‌تواند $Na^+$ را به خارج نورون بفرستد و $Na^+$ درون نورون افزایش می‌یابد.

**۱۶۹- گزینهٔ «۴»** **پپسین** گوارش پروتئین‌ها را در معده آغاز می‌کند. در رودهٔ باریک در نتیجهٔ فعالیت **پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم‌های رودهٔ باریک**، پروتئین‌ها به آمینواسیدها تجزیه می‌شوند. یاخته‌های اصلی در معده پپسینوژن **ترشح می‌کنند** که پیش‌ساز پروتئاز معده (پپسین) است (حالت فعال، پپسین است که پس از ترشح پپسینوژن، ایجاد می‌شود). هم‌چنین یاخته‌های لوزالمعده نیز پروتئازی ترشح می‌کنند که **درون رودهٔ باریک فعال** می‌شود (در حین ترشح فعال نیست). آنزیم‌های یاخته‌های رودهٔ باریک نیز برای ورود به لولهٔ گوارش وارد مجرای خاصی نشده و مستقیمن به لولهٔ گوارش (یکی از حفرات بدن) می‌ریزند (هم‌چنین آنزیم‌های گوارشی یاخته‌های رودهٔ باریک **ترشحی نیستند** و در سطح یاخته قرار دارند).

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): آمینواسیدها مواد اولیهٔ مصرفی در فرایند ترجمه هستند. پپسین معده، پروتئین‌ها را به **مولکول‌های کوچک** (رشته‌هایی با چندین آمینواسید) تبدیل می‌کند؛ نه آمینواسید!/ گزینهٔ (۲): هر سه اندام معده، رودهٔ باریک و لوزالمعده توانایی ساخت بی‌کربنات را دارند. اما دقت کنید که پپسین **درون یاخته‌های معده** تولید نشده و پپسینوژن توسط این یاخته‌ها تولید و **ترشح می‌شود**. پس از آن، پپسینوژن در **محیط لولهٔ گوارش** به پپسین تبدیل می‌شود./ گزینهٔ (۳): با شکست پیوندهای پپتیدی (آبکافت) و تجزیهٔ پروتئین‌ها، مولکول آب مصرف می‌شود. مصرف مولکول آب باعث **افزایش فشار اسمزی** و غلظت مواد موجود در لولهٔ گوارش می‌شود. اما دقت کنید در **پایان گوارش در معده**، مخلوط حاصل از گوارش کیموس نام دارد؛ بنابراین **پپسین معده** بر کیموس اثر نمی‌گذارد.

**۱۷۰- گزینهٔ «۳»** منظور از آنزیم‌های شروع‌کنندهٔ گوارش پروتئین‌ها همان آنزیم پپسین در معده و منظور از مهم‌ترین آنزیم مؤثر در تجزیهٔ لیپیدها همان آنزیم لیپاز لوزالمعده است. همان‌طور که می‌دانیم فعالیت آنزیم پروتئینی پپسین در اندام کیسه‌ای‌شکل لولهٔ گوارش یا همان معده شروع می‌شود. آنزیم لیپاز لوزالمعده در دوازدهه فعالیت خود را آغاز می‌کند، بنابراین می‌توان گفت آنزیم پپسین برخلاف آنزیم لیپاز لوزالمعده فعالیت خود را پیش از عبور مواد غذایی از بندارهٔ انتهای معده یا همان پیلور آغاز می‌کند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): پپسین در ابتدا به صورت پپسینوژن ترشح شده است که غیرفعال می‌باشد./ گزینهٔ (۲): هم معده و هم لوزالمعده دارای تعدادی یاختهٔ درون‌ریز می‌باشند./ گزینهٔ (۴): پپسین توانایی تولید واحدهای سازندهٔ پروتئین‌ها را ندارد.

**۱۷۱- گزینهٔ «۴»** در ساختار لولهٔ گوارش انسان، دهان محل آغاز گوارش کربوهیدرات‌ها و رودهٔ باریک محل پایان گوارش نهایی پروتئین‌هاست که هر دو از مکان‌های جذب مواد هستند. در ناحیهٔ دهان بافت ماهیچهٔ اسکلتی وجود دارد که دارای یاخته‌های چندهسته‌ای است، اما در ناحیهٔ روده ماهیچهٔ صاف وجود دارد که یاخته‌های تک‌هسته‌ای دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): هر دو محل توانایی ترشح موسین و آنزیم را دارند./ گزینهٔ (۲): صفاق پرده‌ای است که اندام‌های درون شکم را به هم وصل می‌کند. بافت پوششی دهان از نوع سنگفرشی چندلایه‌ای و بافت پوششی روده از نوع استوانه‌ای یک‌لایه‌ای است./ گزینهٔ (۳): در دیوارهٔ لولهٔ گوارش از مری تا مخرج، شبکه‌های یاخته‌های عصبی وجود دارند و دهان فاقد این شبکه است.

**۱۷۲- گزینهٔ «۳»** پروتئازهای معده برخلاف پروتئازهای لوزالمعده، در محیطی اسیدی می‌توانند فعالیت کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): پروتئازهای معده همانند پروتئازهای لوزالمعده، از یاخته‌هایی که بر روی شبکه‌ای از رشته‌های پروتئینی و گلیکوپروتئینی قرار گرفته است (یاخته‌های بافت پوششی)، ترشح می‌شوند./ گزینهٔ (۲): پروتئازهای لوزالمعده برخلاف معده، با اثر بر روی پروتئین‌ها، آن‌ها را به واحدهای سازندهٔ خود تبدیل می‌کنند./ گزینهٔ (۴): پروتئازهای معده برخلاف لوزالمعده، از محل تولید خود، گوارش پروتئین‌ها را آغاز می‌کنند.

**۱۷۳- گزینهٔ «۴»** مواد حاصل از جذب لیپیدها پس از خروج از یاخته‌های مخاط رودهٔ باریک، به **مویرگ لنفی** وارد می‌شوند. در این رگ‌ها همانند رگ‌های خونی، گویچه‌های سفید و گازهای تنفسی وجود دارد (لنف، نشأت‌گرفته از مواد موجود **در خوناب** است. هم‌چنین گویچه‌های سفید نیز می‌توانند با دیاپدز از خون خارج و وارد لنف شوند).

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): این مواد پس از جذب، به ترتیب به مویرگ لنفی، رگ لنفی، مجرای لنفی و سپس سیاهرگ‌های ترقوه‌ای وارد می‌شوند (ورود به خون برای اولین بار). در این هنگام، این مواد هنوز به کبد وارد نشده‌اند (در کبد از لیپیدها، مولکول‌های لیپوپروتئین ساخته می‌شود)./ گزینهٔ (۲): همان‌طور که گفته شد، این مواد پس از عبور از دستگاه لنفی، ابتدا به سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای وارد شده و به قلب می‌ریزند. پس از آن با پمپاژ قلب، این مواد خود را به کبد می‌رسانند./ گزینهٔ (۳): اگر لیپیدها در ساختار لیپوپروتئین‌های پرچگال قرار گیرند، در دیوارهٔ سرخرگ‌ها رسوب نکرده و باعث سکته نمی‌شوند (بسته‌شدن سرخرگ‌های قلب و مغز). لیپوپروتئین‌های پرچگال احتمال رسوب کلسترول در دیوارهٔ سرخرگ‌ها را کاهش می‌دهند.

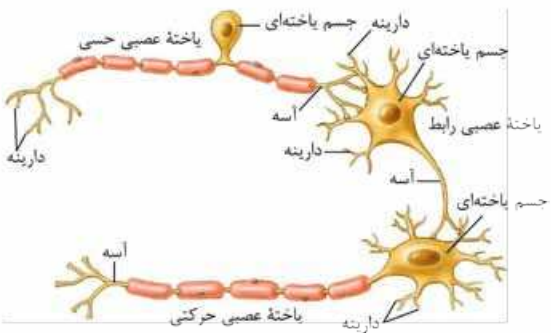
**۱۷۴- گزینهٔ «۱»** در فرد مبتلا به سنگ کیسهٔ صفرا، مجرای خروج صفرا بسته شده و در نتیجه مواد موجود در کیسهٔ صفرا، درون آن تجمع می‌یابند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه‌های (۲) و (۴): در فرد مبتلا به سنگ کیسهٔ صفرا، مجرای خروج صفرا بسته شده و در نتیجه ترشح صفرا به داخل دوازدهه کاهش می‌یابد. صفرا دارای فسفولیپید و نمک‌های مختلف است که به گوارش شیمیایی لیپیدها کمک می‌کنند (تأثیر آنزیم‌های گوارشی موجود در رودهٔ 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 لیپیدها از طریق روده، افزایش می‌یابد و فرد مدفوع چرب دفع می‌کند./ گزینهٔ (۳): صفرا فاقد آنزیم است. آنزیم‌های مؤثر در گوارش چربی‌ها شامل آنزیم‌های لیپاز ترشح‌شده از یاخته‌های اصلی غدد معده، لیپاز ترشح‌شده توسط یاخته‌های ترشحی غدد برون‌ریز پانکراس است.

**۱۷۵- گزینهٔ «۱»** بی‌کربنات موجود در ترشحات روده، لوزالمعده و صفرا که به دوازدهه می‌ریزد، در از بین بردن اثر اسیدی کیموس نقش دارد. یاخته‌های ترشح‌کنندهٔ بی‌کربنات در همهٔ این اندام‌ها از نوع پوششی بوده و لذا بر روی غشای پایه قرار دارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): فقط یاخته‌های پوششی رودهٔ باریک، ریزپرز دارند./ گزینهٔ (۳): فقط بی‌کربنات ترشح‌شده از کبد توسط یاخته‌های سازندهٔ صفرا تولید می‌شود./ گزینهٔ (۴): غدد برون‌ریز ترشحات خود را به خارج از محیط داخلی وارد می‌کنند، در حالی که مایع بین یاخته‌ای بخشی از محیط داخلی می‌باشد.




**۱۰۰۰- گزینه «۳»** نورون‌ها یاخته‌هایی از دستگاه عصبی هستند که بخش‌هایی از غشای آن‌ها توسط غلاف میلین پوشانده می‌شود. سه نوع یاختهٔ عصبی حرکتی، رابط و حسی وجود دارد. هر سه نوع یاختهٔ عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند. یاخته‌های عصبی حرکتی پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها) می‌برند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در نورون‌های میلین‌دار در گره‌های رانویه تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد ولی در فاصلهٔ بین گره‌ها یعنی در بخش‌هایی که توسط غلاف میلین پوشیده می‌شود، این کانال‌ها وجود ندارند.

**نکته** گره رانویه در فاصلهٔ بین دو غلاف میلین وجود دارد. در واقع در فاصلهٔ بین گره‌های رانویه، این کانال‌ها وجود ندارند.

گزینهٔ (۲): همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید، در نورون‌های رابط و حرکتی، دندریت در چندین محل به جسم یاخته‌ای متصل است؛ بنابراین پیام ایجادشده در دندریت در چندین نقطه به جسم یاخته‌ای **هدایت** (نه انتقال) می‌شود./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید.

هر نورون فقط یک جسم یاخته‌ای دارد. *همیشه هواست به جمع و فرد کلمات باشه!*

**۱۰۰۱- گزینهٔ «۳»** فقط مورد «ج» برای تکمیل عبارت مناسب است.

بافت عصبی از **یاخته‌های عصبی و یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)** تشکیل شده است. باید توجه داشته باشید که تمامی یاخته‌های هسته‌دار بدن انسان، دارای تمامی ژن‌ها هستند. اما این ژن‌ها، در برخی از یاخته‌ها مورد استفاده قرار گرفته و در برخی دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. ژن‌های مؤثر در ساخت غلاف میلین، در یاخته‌های عصبی و یاخته‌های پشتیبان وجود دارد. اما غلاف میلین، تنها توسط نوع خاصی از یاخته‌های پشتیبان تولید می‌شود.

(الف): تنها یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)، در تشکیل نوار مغز مستقیمن مؤثر هستند./ (ب): یاخته‌های نوروگلیا، فاقد رشته‌های عصبی هستند./ (د): یاخته‌های نوروگلیا، فاقد توانایی تولید و ترشح ناقل‌های عصبی هستند.

**۱۰۰۲- گزینهٔ «۳»** یاخته‌های پشتیبان، داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند. این یاخته‌ها غیرعصبی هستند ولی به بافت عصبی تعلق دارند.

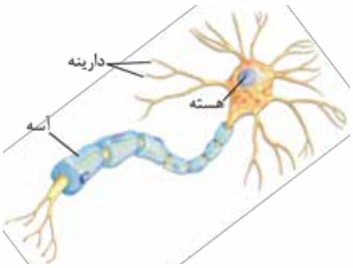
- دربارهٔ یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی دقت کنید که انواعی از یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی داریم که هر کدام نقش خاصی دارند: مثلن یاخته‌های میلین‌ساز، غلاف میلین می‌سازند. *پس یک نوع یافتهٔ پشتیبان همهٔ کارها رو انجام نمی‌ده!*
- به این نکته دقت کنید: همهٔ یاخته‌های پشتیبان یاختهٔ غیرعصبی هستند و در حفظ هومئوستازی (هم‌ایستایی) بافت عصبی و به دنبال آن، بدن انسان نقش دارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): بافت عصبی از یاخته‌های عصبی و یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها) تشکیل شده است.

**نکته** یاخته‌های عصبی، یاخته‌های اصلی بافت عصبی هستند ولی تعداد یاخته‌های پشتیبان از آن‌ها بیشتر است.

گزینهٔ (۲): یاخته‌های پشتیبان انواع گوناگونی دارند؛ بعضی از آن‌ها در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نقش دارند./ گزینهٔ (۴): یاختهٔ پشتیبان (البته گروهی از آن‌ها) به دور رشتهٔ عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را ایجاد می‌کند. ژن‌های مؤثر در ساخت میلین در همهٔ یاخته‌های هسته‌دار بدن وجود دارد، ولی فقط در گروهی از یاخته‌های پشتیبان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۱۰۰۳- گزینهٔ «۳»** بافت عصبی از یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) و یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها) تشکیل شده است. تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند. هر دو نوع یاختهٔ بافت عصبی از طریق پمپ سدیم ـ پتاسیم به تبادل یون‌ها با مایع اطراف خود می‌پردازند.




- همهٔ یاخته‌های زنده در بدن انسان پمپ سدیم ـ پتاسیم دارند که به کمک آن غلظت یون‌ها در دو سوی غشای خود را تنظیم می‌کنند. از جمله یاخته‌های پوششی روده و یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی!
- بعضی از یاخته‌های بافت عصبی یاختهٔ عصبی هستند و بیشتر آن‌ها یاختهٔ غیرعصبی (نوروگلیا) هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، یاختهٔ عصبی در بخش‌هایی از ساختار خود دارای پوششی به نام غلاف میلین است. غلاف میلین، رشته‌های آکسون و دندریت بسیاری از یاخته‌های عصبی (بعضی از یاخته‌های بافت عصبی) را می‌پوشاند و آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند./ گزینهٔ (۲): ناقل‌های عصبی در یاخته‌های عصبی (بعضی از یاخته‌های بافت عصبی) ساخته و درون ریزکیسه‌ها ذخیره می‌شود. این کیسه‌ها در طول آکسون هدایت می‌شوند تا به پایانهٔ آکسون برسند. وقتی پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، این کیسه‌ها با برون‌رانی، ناقل را در فضای سیناپسی آزاد می‌کنند./ گزینهٔ (۴): در غشای یاخته‌های عصبی (بعضی از یاخته‌های بافت عصبی)، پروتئین‌هایی به نام کانال دریچه‌دار وجود دارند که با تحریک یاختهٔ عصبی باز می‌شوند و یون‌ها از آن‌ها عبور می‌کنند که ورود ناگهانی یون‌های سدیم به درون این یاخته‌ها منجر به تولید پیام عصبی می‌شود.

**ترکیب با فصل ۱ زیست دهم:** در بدن پروانهٔ مونارک یاخته‌های عصبی (نورون‌هایی) یافت شده است که پروانه‌ها با استفاده از آن‌ها، جایگاه خورشید در آسمان و جهت مقصد را تشخیص می‌دهند و به سوی آن پرواز می‌کنند.

**ترکیب با فصل ۱ زیست دهم:** بافت عصبی یکی از چهار نوع بافت بدن انسان (پوششی، پیوندی، ماهیچه‌ای و عصبی) است.

**ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم:** یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)، یاخته‌های اصلی بافت عصبی هستند. این یاخته‌ها با سایر یاخته‌های عصبی و یاخته‌های بافت‌های دیگر مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای ارتباط دارند. یاخته‌های عصبی، یاخته‌های ماهیچه‌ای را تحریک می‌کنند تا منقبض شوند.

**ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم:** جهت حرکت پیام عصبی در دندریت به صورت یک‌طرفه و به سمت جسم یاخته‌ای و در آکسون نیز به صورت یک‌طرفه و به سمت پایانهٔ آکسون است.

**ترکیب با فصل ۱ زیست یازدهم:** یک نورون می‌تواند یک یا چند دندریت داشته باشد، اما فقط یک آکسون دارد. آکسون نیز در انتها منشعب می‌شود و چند پایانهٔ آکسونی ایجاد می‌کند.

**ترکیب با فصل ۴ زیست دهم:** در دستگاه عصبی مرکزی مویرگ‌های خونی پیوسته وجود دارد که ورود و خروج مواد در آن‌ها به شدت تنظیم می‌شود.

**۱۰۰۴- گزینهٔ «۱»** نوع سوم یاخته‌های عصبی، یاخته‌های عصبی رابط‌اند که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها، ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کنند. این یاخته‌های عصبی می‌توانند بدون میلین باشند و در مادهٔ خاکستری دستگاه عصبی مرکزی فعالیت کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): اعصاب جزء بخش محیطی دستگاه عصبی هستند؛ در حالی که یاخته‌های عصبی رابط در مغز و نخاع قرار دارند./ گزینهٔ (۳): هر نورون رابط فقط یک آکسون دارد./ گزینهٔ (۴): یاخته‌های عصبی رابط هم با یاخته‌های عصبی حسی و هم با یاخته‌های عصبی حرکتی، سیناپس برقرار می‌کنند.

**۱۰۰۵- گزینهٔ «۳»** تنها مورد «ب» عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

(الف): نورون‌ها قادر به انتقال پیام عصبی به یاخته‌های ماهیچه‌ای و یاخته‌های غده‌ای و نیز یاخته‌های 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): پایانهٔ آسهٔ نورون‌ها منشعب است و لذا نورون با یک آسهٔ خود می‌تواند هم‌زمان چند همایه تشکیل دهد و چند یاختهٔ دیگر را تحریک کند.

**۱۰۰۶- گزینهٔ «۴»** بخش‌های A تا C به ترتیب عبارت‌اند از: دندریت، آکسون و جسم یاخته‌ای. شکل مربوط به یک نورون حرکتی است که دارای آکسون میلین‌دار و دندریت کوتاه و فاقد میلین است. جسم یاخته‌ای و دندریت نورون‌های حرکتی در بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز یا نخاع) قرار گرفته است. در حالی که آکسون این نورون‌ها از دستگاه عصبی مرکزی خارج می‌شود و پیام‌های حرکتی را به یاخته‌های ماهیچه‌ای یا غده‌ای منتقل می‌کند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): ریشهٔ پشتی عصب نخاعی حاوی آکسون نورون‌های حسی و ریشهٔ شکمی حاوی آکسون نورون‌های حرکتی است. در حالی که دندریت نورون‌های حرکتی درون مادهٔ خاکستری نخاع قرار گرفته است./ گزینهٔ (۲): جسم یاخته‌ای همانند دندریت می‌تواند در تشکیل سیناپس نقش داشته باشد. اما دقت کنید که در سیناپس، دو یاخته به هم متصل نمی‌شوند! بلکه بین آن‌ها فضای اندکی (همان فضای سیناپسی) وجود دارد./ گزینهٔ (۳): دندریت نورون حرکتی همانند جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را به شکل نقطه‌به‌نقطه هدایت نماید.

**۱۰۰۷- گزینهٔ «۳»** در لایهٔ ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش و لایهٔ زیرمخاط آن، شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی یافت می‌شود *(زیست دهم ـ فصل ۲)*.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت‌شدهٔ یاخته‌های عصبی (نورون‌های) مغز است./ گزینهٔ (۲): زیست‌شناسان در بدن پروانهٔ 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 ـ فصل ۱)*./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل ۳ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، رشته‌های دریافت‌کنندهٔ پیام عصبی یا همان دارینه‌ها، در تمامی طول خود قطری یکسان ندارند و قسمت‌های متصل به جسم یاخته‌ای قطری بیشتر نسبت به قسمت‌های دیگر دارد.

**۱۰۰۸- گزینهٔ «۴»** محل خروج پیام از جسم یاخته‌ای یاختهٔ عصبی، محلی است که آکسون به جسم یاخته‌ای متصل می‌شود و در همهٔ انواع نورون‌ها، این بخش فاقد میلین است. به شکل ۳ کتاب درسی نگاه کنید.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): محل دریافت پیام عصبی می‌تواند دندریت یا جسم یاخته‌ای یاختهٔ عصبی باشد./ گزینهٔ (۲): چندین یاختهٔ پشتیبان در عایق‌بندی یک رشتهٔ عصبی نقش دارند؛ در واقع به ازای هر غلاف میلین، یک یاختهٔ پشتیبان وجود دارد. هم‌چنین توجه داشته باشید که هر سه نوع یاختهٔ عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند./ گزینهٔ (۳): جسم یاخته‌ای یاختهٔ عصبی محل انجام سوخت و ساز یاخته نیز هست. جسم یاخته‌ای، می‌تواند محل تشکیل سیناپس و دریافت پیام عصبی باشد.

**۱۰۰۹- گزینهٔ «۱»** آکسون رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاختهٔ عصبی تا انتهای خود که پایانهٔ آکسونی نام دارد، هدایت می‌کند. همان‌طور که در شکل ۱ فصل ۱ یازدهم مشاهده می‌کنید، بخش انتهایی آکسون انشعاباتی فاقد میلین ایجاد می‌کند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): خب همان‌طور که گفتیم پایانهٔ آکسونی، فاقد میلین است؛ پس توسط یاخته‌های پشتیبان عایق نمی‌شود./ گزینهٔ (۳): پیام عصبی از پایانهٔ آکسون به یاختهٔ پس‌سیناپسی منتقل می‌شود. دندریت و جسم یاخته‌ای می‌توانند برای ناقل عصبی گیرنده داشته باشند./ گزینهٔ (۴): **جسم یاخته‌ای** محل قرارگرفتن هسته و انجام سوخت و ساز یاخته‌های عصبی است و می‌تواند پیام دریافت کند.

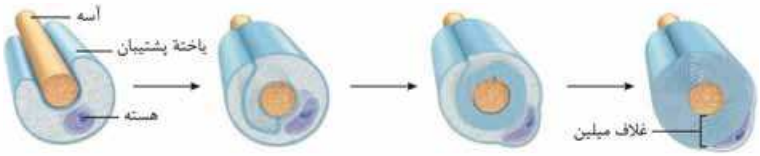
**۱۰۱۰- گزینهٔ «۳»** نوع سوم یاخته‌های عصبی، یاخته‌های عصبی رابط‌اند. یاخته‌های عصبی رابط در مغز و نخاع قرار دارند و مغز و نخاع هم توسط مننژ محافظت می‌شوند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): یاخته‌های عصبی حسی پیام‌ها را از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی **(مغز و نخاع)** می‌آورند./ گزینهٔ (۲): یاخته‌های عصبی حرکتی پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) به سوی اندام‌ها، مانند ماهیچه‌ها می‌برند./ گزینهٔ (۳): پیام عصبی در طول نورون‌های دارای غلاف میلین به صورت جهشی **هدایت** می‌شود (نه انتقال!).

**۱۰۱۱- گزینهٔ «۴»** در بین یاخته‌های عصبی، نورون‌های رابط تنها در دستگاه عصبی مرکزی دیده می‌شوند. نورون‌های رابط برخلاف سایر نورون‌ها باعث برقراری ارتباط بین نورون‌های حسی و حرکتی می‌شوند که یاخته‌های عصبی متفاوتی هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): بیشتر رشته‌های عصبی موجود در نورون رابط را دندریت‌ها تشکیل می‌دهند. آکسون نورون‌های رابط (نه دندریت‌های آن) پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای خارج می‌کند./ گزینه‌های (۲) و (۳): طویل‌ترین رشتهٔ عصبی موجود در نورون‌های رابط، آکسون است. نورون‌های رابط می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند. در صورتی که این یاخته‌ها بدون میلین باشند، نمی‌توانند پیام عصبی را به صورت جهشی هدایت کنند.

**۱۰۱۲- گزینهٔ «۲»** همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید، با پیچ‌خوردن غشای یاختهٔ پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی، هستهٔ آن در بخش سطحی غلاف میلین قرار می‌گیرد.




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): چندین یاختهٔ پشتیبان به منظور ایجاد چندین غلاف میلین در سطح یک رشتهٔ عصبی عمل می‌کنند./ گزینهٔ (۳): همان‌طور که در شکل ۳ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، ابتدا و انتهای رشته‌های عصبی فاقد میلین است./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید، در یاختهٔ سازندهٔ میلین، مقدار غشاسازی بسیار بیشتر از میزان سیتوپلاسم است؛ بنابراین نسبت مساحت غشا به میزان سیتوپلاسم، افزایش می‌یابد.

**۱۰۱۳- گزینهٔ «۳»** در بافت عصبی دو نوع یاخته وجود دارد: **نورون‌ها (یاخته‌های عصبی)** و **یاخته‌های پشتیبان (یاخته‌های غیرعصبی)**. یاخته‌های عصبی این بافت، می‌توانند به طور ناگهانی، پتانسیل الکتریکی غشای خود را تغییر دهند. دستورالعمل (ژن) لازم برای ساخت غلاف میلین در همهٔ یاخته‌های بافت عصبی وجود دارد، ولی از آن‌ها فقط در گروهی از یاخته‌های پشتیبان استفاده می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): گروهی از یاخته‌های پشتیبان با تولید غلاف میلین در عایق‌سازی رشته‌های عصبی نقش دارند. در بیماری ام. اس فقط یاخته‌های پشتیبانی که در دستگاه عصبی **مرکزی** غلاف میلین می‌سازند مورد حملهٔ لنفوسیت‌ها قرار می‌گیرند.

چند نکته دربارهٔ بیماری ام. اس که باید بدونین:
- در این بیماری، سیستم عصبی مرکزی درگیر می‌شود؛ نه محیطی!
- در این بیماری یاخته‌های غیرعصبی از بین می‌روند؛ نه عصبی!
- در این بیماری نوروگلیاهای میلین‌ساز از بین می‌روند؛ نه همهٔ یاخته‌های پشتیبان!

گزینهٔ (۲): همهٔ یاخته‌های پشتیبان می‌توانند در حفظ هم‌ایستایی بافت عصبی نقش داشته باشند، ولی فقط گروهی از آن‌ها توانایی دفاع از یاخته‌های عصبی در برابر عوامل بیماری‌زا را دارند.

- دربارهٔ یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی دقت کنید که انواعی از یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی داریم که هر کدام نقش خاصی دارند: مثلن یاخته‌های میلین‌ساز، غلاف میلین می‌سازند. پس یک یاختهٔ پشتیبان همهٔ کارها رو انجام نمی‌ده!
- همهٔ یاخته‌های پشتیبان یاختهٔ غیرعصبی هستند و در حفظ هومئوستازی (هم‌ایستایی) بافت عصبی نقش دارند.

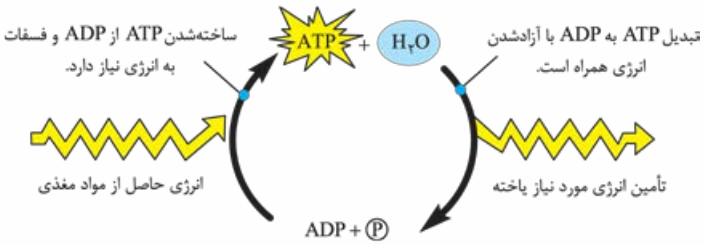
گزینهٔ (۴): ژن(های) سازندهٔ ناقل عصبی در هر دو نوع یاختهٔ این بافت وجود دارد. دورشدن این دو رشته از هم می‌تواند در فرایندهای رونویسی (در نورون‌ها) و یا در همانندسازی (در یاختهٔ پشتیبان) انجام بگیرد. در این بافت فقط نورون‌ها توانایی تولید پیام عصبی و انتقال آن را دارند.

**۱۰۱۴- گزینهٔ «۱»** فقط مورد «الف» درست است. در صورت سؤال ویژگی بسیاری از یاخته‌های عصبی مد نظر است نه ویژگی بیشترین یاخته‌های تشکیل‌دهندهٔ بافت عصبی (یاخته‌های پشتیبان). در کتاب درسی به این نکته اشاره شده است که غلاف میلین، رشته‌های دندریت و آکسون بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند. (ب): این ویژگی همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن است. همهٔ یاخته‌ها برای گروهی از پیک‌های شیمیایی دوربرد و نزدیک‌برد دارای گیرنده هستند. (باورت نمی‌شه؟ برای مثال، همهٔ یاخته‌های زنده برای هورمون‌های تیروئیدی دارای گیرنده هستن.)/ (ج): این گزینه بیانگر ویژگی یاخته‌های پشتیبان است نه یاخته‌های عصبی!/ (د): همهٔ نورون‌ها فقط یک رشتهٔ آکسون دارند نه بسیاری از آن‌ها!

**۱۰۱۵- گزینهٔ «۱»** تنها مورد «ج» درست است.

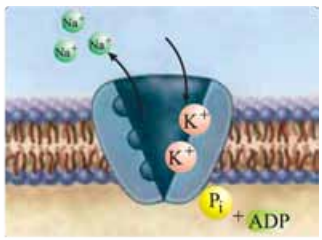
(الف): رشته‌های دارای غلاف میلین، پیام عصبی را بسیار سریع‌تر از رشته‌های بدون میلین اما **هم‌قطر**، هدایت می‌کنند. پس علاوه بر وجود غلاف میلین، قطر نورون نیز در سرعت هدایت پیام عصبی نقش دارد./ (ب): رشته‌های عصبی موجود در ریشهٔ شکمی اعصاب نخاعی، آکسون‌های نورون‌های حرکتی می‌باشند که این آکسون‌ها پاسخ دستگاه عصبی را به **ماهیچه‌ها و غده‌ها** منتقل می‌کنند./ (ج): رشته‌های عصبی دورکنندهٔ پیام عصبی از جسم یاخته‌ای، آکسون‌ها هستند که تمامی آکسون‌ها دارای پایانهٔ منشعب هستند./ (د): هر سه نوع یاختهٔ عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند، اما فقط تمامی رشته‌های عصبی یک نورون رابط در بخش خاکستری مشاهده می‌شود.

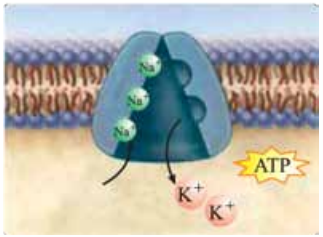
**۱۰۱۶- گزینهٔ «۴»** پمپ سدیم ـ پتاسیم غشای یاخته‌های عصبی با انتقال فعال و مصرف ATP یون‌ها را جابه‌جا می‌کند. همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، مصرف‌شدن ATP نوعی واکنش هیدرولیز است و در آن آب هم مصرف می‌شود.




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه‌های (۱) و (۳): **کانال‌های نشتی و دریچه‌دار** موجود در غشای یاختهٔ عصبی، یون‌ها را با **انتشار تسهیل‌شده** جابه‌جا می‌کنند. از بین این دو نوع پروتئین، فقط کانال‌های دریچه‌دار موجب تغییر **ناگهانی** در پتانسیل الکتریکی غشا می‌شوند./ گزینهٔ (۲): پمپ سدیم ـ پتاسیم در هر بار فعالیت خود، سه یون سدیم را به خارج و فقط دو یون پتاسیم را به داخل یاخته منتقل می‌کند؛ بنابراین فعالیت آن، در جهت کاهش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا نیست، چون پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون آن منفی است و پمپ سدیم ـ پتاسیم هم یون مثبت از آن خارج می‌کند.

**۱۰۱۷- گزینهٔ «۳»** همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، بعد از تجزیهٔ ATP، دو یون پتاسیم از خارج یاخته وارد جایگاه‌های خود در پمپ سدیم ـ پتاسیم شده و در مرحلهٔ بعدی به درون یاخته وارد می‌شوند.




ترتیب وقایع و نکات شکل را به خاطر بسپارید:

۱. ابتدا سه یون سدیم از درون یاخته به پمپ سدیم ـ پتاسیم متصل می‌شوند.
۲. سپس مولکول ATP توسط این پمپ تجزیه می‌شود و ADP + گروه فسفات ایجاد می‌شود که گروه فسفات به پمپ متصل شده است.
۳. سپس یون‌های سدیم به بیرون از یاخته رانده می‌شوند.
۴. دو یون پتاسیم به پمپ سدیم ـ پتاسیم متصل می‌شود.
۵. گروه فسفات از پمپ جدا می‌شود.
۶. یون‌های پتاسیم به داخل یاخته وارد می‌شوند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): همان‌طور که در شکل بالا مشاهده می‌کنید، در مرحلهٔ ۱، قبل از تجزیهٔ ATP، یون‌های سدیم به این پمپ متصل شده‌اند./ گزینهٔ (۲): این پمپ ابتدا یون‌های سدیم را به بیرون می‌راند و سپس دو یون پتاسیم به آن متصل می‌شود./ گزینهٔ (۴): پمپ سدیم ـ پتاسیم در هر بار فعالیت خود، سه یون سدیم را از یاختهٔ عصبی خارج و سپس دو یون پتاسیم را وارد آن می‌کند.

**۱۰۱۸- گزینهٔ «۳»** یک سؤال خیلی مهم که احتمال مطرح‌شدنش در کنکور زیاده! خوب دقت کنید! به شکل ۶ فصل ۱ یازدهم خوب دقت کنید. پمپ سدیم ـ پتاسیم نوعی پمپ پروتئینی در غشای نورون‌هاست که فعالیت آنزیمی هم دارد. اتصال یون‌های سدیم به این پروتئین قبل از تجزیهٔ ATP است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): یون‌های سدیم و پتاسیم هر یک در پمپ سدیم ـ پتاسیم جایگاه مخصوصی دارند./ گزینهٔ (۲): جابه‌جایی یون‌ها توسط پمپ برخلاف شیب غلظت و به روش انتقال فعال است./ گزینهٔ (۴): ابتدا یون‌های سدیم از این پروتئین جدا و سپس دو یون پتاسیم به آن متصل می‌شود.

**۱۰۱۹- گزینهٔ «۴»** وقتی یاختهٔ عصبی فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است. این اختلاف پتانسیل را پتانسیل آرامش می‌نامند. هم‌چنین در پایان پتانسیل عمل و بعد از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، پتانسیل غشا به حالت آرامش (۷۰-) برمی‌گردد. در حالت پتانسیل آرامش، بار مثبت درون یاخته از بیرون آن کم‌تر است.

**پتانسیل آرامش و حالت آرامش! مسئله این است؟!**

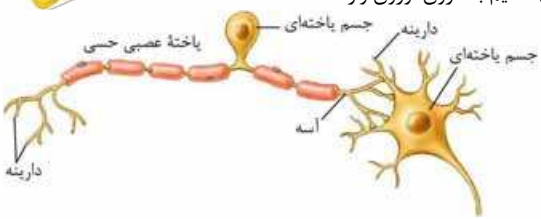
در هر زمانی که پتانسیل الکتریکی غشا به ۷۰- برسد، یعنی پتانسیل آرامش! اما حالت آرامش یعنی علاوه بر پتانسیل الکتریکی غشا، زمانی که غلظت یون‌ها در دو سوی غشا هم مشابه غلظت آن در حالت آرامش باشد. که در پایان پتانسیل عمل، پمپ سدیم ـ پتاسیم این وظیفه را به عهده دارد و غلظت یون‌ها را به حالت آرامش باز می‌گرداند؛ یعنی با وجود این‌که در پایان پتانسیل عمل، پتانسیل الکتریکی غشا مشابه حالت آرامش است، اما غلظت یون‌ها در دو سوی غشا هنوز به حالت آرامش برنگشته است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در پتانسیل عمل و بعد از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، پتانسیل غشا به حالت آرامش (۷۰-) برمی‌گردد. در پایان پتانسیل عمل، غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای یاخته، با حالت آرامش تفاوت دارد. فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش برگردد./ گزینه‌های (۲) و (۳): وقتی غشای یاختهٔ عصبی تحریک می‌شود، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود. پس از زمان کوتاهی این کانال‌ها بسته می‌شوند و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند (کاهش غلظت یون‌های مثبت درون یاخته). این کانال‌ها هم پس از مدت کوتاهی بسته می‌شوند. به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به حالت آرامش (۷۰-) برمی‌گردد.

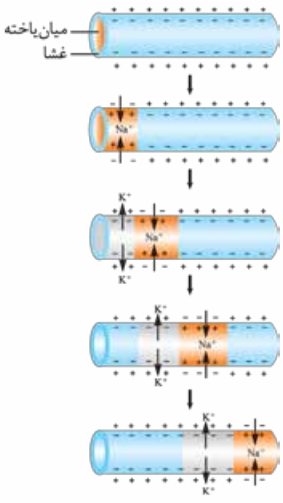
**به این جمله دقت کنید!** در پایان پتانسیل عمل، با فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، پتانسیل غشا به حالت آرامش برمی‌گردد! این جمله غلطه! چرا؟ چون در نتیجهٔ فعالیت کانال های دریچه‌دار پتاسیمی هست که پتانسیل غشا به حالت آرامش می‌رسه!

**۱۰۲۰- گزینهٔ «۳»** فقط مورد «د» نادرست است.

(الف): همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، ضخامت غلاف میلین می‌تواند از ضخامت رشتهٔ عصبی بیشتر باشد./ (ب): در یاختهٔ عصبی **حسی**، دندریت و آکسون هر دو از یک بخش از جسم یاخته‌ای منشعب می‌شوند. دندریت، پیام عصبی را به جسم یاخته‌ای وارد می‌کند و آکسون، پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای خارج می‌کند./ (ج): به عنوان یک نکتهٔ کلی یاد بگیرید که در سیتوپلاسم نورون‌ها همواره یون‌های پتاسیم بیشتر از یون‌های سدیم هستند و در مایع میان‌بافتی یون‌های سدیم بیشتر از یون‌های پتاسیم است. و در هنگام ایجاد پتانسیل عمل، فقط در یک ناحیه از غشا، یون‌های سدیم به درون نورون وارد می‌شوند و به طور موقتی تعداد یون‌ها در دو سوی غشا تغییر می‌کند./ (د): در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد ولی در فاصلهٔ بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند؛ در نتیجه در زمان جهش، پیام عصبی بین دو گره رانویه، پتانسیل الکتریکی بخش پوشیده‌شده با غلاف میلین بدون تغییر می‌ماند.




**۱۰۲۱- گزینهٔ «۳»** همان‌طور که در شکل روبه‌رو می‌بینید، هنگام هدایت پیام عصبی به صورت نقطه‌به‌نقطه در طول یک رشتهٔ عصبی فاقد میلین، در بخشی قبل از محلی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند، میزان بار مثبت در بیرون از یاخته بیشتر از درون آن است و پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون منفی است.




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): بعد از محلی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند، یعنی محلی که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند و در این ناحیه، یون‌های سدیم هم از طریق کانال‌های دریچه‌دار و هم از طریق کانال‌های نشتی به یاخته وارد می‌شوند./ گزینهٔ (۲): قبل از محلی که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند، یعنی محلی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند. در این بخش یون‌های پتاسیم در حال خروج از یاخته هستند و خارج‌شدن ناگهانی یون‌های پتاسیم موجب می‌شود تا پتانسیل غشا به حالت آرامش بازگردد.

**نکته** فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم به منظور رساندن شیب غلظت یون‌ها به حالت اولیه است، نه این‌که موجب شود پتانسیل غشا به حالت آرامش بازگردد!

گزینهٔ (۴): در همهٔ بخش‌های یک رشتهٔ عصبی فاقد میلین، یون‌های سدیم و پتاسیم می‌توانند علاوه بر پمپ سدیم ـ پتاسیم (قابلیت آنزیمی) از طریق کانال‌های نشتی نیز از غشا عبور کنند.

**۱۰۲۲- گزینهٔ «۳»** از پتانسیل ۰ تا ۳۰+ و ۳۰+ تا صفر، میزان بار مثبت درون یاخته از بیرون آن بیشتر است. در تمام بخش‌های نمودار پتانسیل عمل و آرامش، یون‌های پتاسیم به روش انتشار تسهیل‌شده از طریق **کانال‌های نشتی** از یاخته‌های عصبی خارج می‌شوند؛ هم‌چنین توجه داشته باشید که در بخش نزولی پتانسیل عمل و حد فاصل اختلاف پتانسیل ۳۰+ تا صفر، یون‌های پتاسیم هم توسط کانال‌های نشتی منتقل می‌شوند و هم توسط کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی.

- یادتون باشه که هم در پتانسیل آرامش و هم در پتانسیل عمل، یون‌های سدیم و پتاسیم همواره می‌توانند با انتشار تسهیل‌شده (از طریق کانال نشتی) و انتقال فعال (از طریق پمپ سدیم ـ پتاسیم) از عرض غشا عبور کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در پتانسیل ۳۰+ میزان بار مثبت درون یاخته از بیرون آن بیشتر است ولی هیچ‌یک از کانال‌های دریچه‌دار باز نیستند!

**نکته** در پتانسیل عمل، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

گزینه‌های (۲) و (۴): از پتانسیل ۷۰− تا صفر و صفر تا ۷۰− میزان بار مثبت درون یاخته از بیرون آن کم‌تر است. این دو بازه الزامن پتانسیل غشا در حالت آرامش نیست! در ضمن فقط برای ورود پتاسیم به یاخته انرژی زیستی مصرف می‌شود.

چند نکتهٔ مهم و حیاتی دربارهٔ پروتئین‌های غشایی مؤثر در ایجاد پتانسیل عمل و آرامش:

- همگی ⟵ از نوع پروتئین‌های سراسری هستند + در تماس با هر دو لایهٔ فسفولیپیدی غشا هستند + در ریبوزوم‌های روی شبکهٔ آندوپلاسمی (زبر) تولید شده و در مسیر قرارگیری در غشا از شبکهٔ آندوپلاسمی و دستگاه گلژی عبور می‌کنند (وارد آن‌ها شده و از آن‌ها خارج می‌شوند + دارای پیوند اشتراکی پپتیدی و غیرپپتیدی، هیدروژنی و یونی هستند و قطعن سطح سوم از سطوح ساختاری پروتئین‌ها را دارند + در جابه‌جایی یون‌هایی با بار مثبت دخالت دارند. + در زمان پتانسیل عمل، فعال هستند.
- شباهت‌ها و تفاوت‌های کانال‌های نشتی و دریچه‌دار:

شباهت ⟵ یون‌ها را در جهت شیب غلظت جابه‌جا می‌کنند. + در انتشار تسهیل‌شده نقش دارند.

تفاوت ⟵ کانال‌های نشتی برخلاف دریچه‌دارها، فاقد دریچه هستند. + کانال‌های نشتی هم در پتانسیل آرامش و هم در پتانسیل عمل فعالیت دارند ولی کانال‌های دریچه‌دار فقط در پتانسیل عمل.

- تفاوت‌های پمپ سدیم ـ پتاسیم با کانال‌ها:

پمپ برخلاف کانال‌ها یون‌ها را برخلاف شیب غلظت جابه‌جا می‌کند. + عملکرد پمپ به روش انتقال فعال است. + فعالیت پمپ هم در پتانسیل آرامش و هم پتانسیل عمل مشاهده شده و بعد از پتانسیل عمل، بیشتر هم می‌شود. + پمپ خاصیت آنزیمی دارد.

- در زمان ثبت پتانسیل آرامش (۷۰+) و قلهٔ نمودار پتانسیل عمل (۳۰+) هر دو نوع کانال دریچه‌دار (سدیمی و پتاسیمی) بسته هستند.
- امکان بازبودن هر دو نوع کانال دریچه‌دار در یک نقطه از یاختهٔ عصبی وجود ندارد.
- در زمان هدایت پیام عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی به صورت هم‌زمان در دو نقطهٔ مجاور باز هستند.
- دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی به سمت خارج یاخته و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی به سمت داخل یاخته باز می‌شود.
- بسته‌شدن کانال دریچه‌دار سدیمی در یک بخش از یاخته می‌تواند سبب بازشدن کانال دریچه‌دار سدیمی در بخشی دیگر شود.

**۱۰۲۳- گزینهٔ «۳»** در زمان‌های مختلفی، نفوذپذیری غشای یاخته نسبت به یون پتاسیم بیشتر از یون سدیم است که شامل «پتانسیل آرامش، مرحلهٔ نزولی پتانسیل عمل و قلهٔ نمودار پتانسیل عمل» می‌شود. در این بین، در زمان پتانسیل آرامش و قلهٔ نمودار پتانسیل عمل، تمامی کانال‌های دریچه‌دار غشای یاختهٔ عصبی بسته هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در ابتدای پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی غشای یاختهٔ عصبی باز می‌شوند و در پی آن، میزان تفاوت بار الکتریکی بین دو سمت غشای یاخته کاهش می‌یابد تا به صفر برسد. از سوی دیگر، در ابتدای بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، باز هم به علت خروج شدید یون‌های پتاسیم، میزان تفاوت بار الکتریکی بین دو سمت غشای یاخته کاهش می‌یابد تا به صفر برسد./ گزینهٔ (۲): در دو نقطه از نمودار پتانسیل عمل، اختلاف بار الکتریکی بین دو سمت غشای یاخته وجود ندارد. یکی از این نقاط در مرحلهٔ صعودی پتانسیل عمل قرار دارد و دیگری در مرحلهٔ نزولی آن! (هنگام ثبت اختلاف پتانسیل صفر، اختلاف بار الکتریکی بین دو سمت غشای یاخته مشاهده نمی‌شود.) در این فاصله، قلهٔ نمودار پتانسیل عمل نیز قابل مشاهده است که در این نقطه، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بازمی‌گردند. پس در این بازهٔ زمانی امکان تغییر وضعیت کانال‌های دریچه‌دار غشای یاختهٔ عصبی وجود دارد. (چرا گفتیم قسمت مشخصی از نورون؟ چون که در هر لحظهٔ خاص، فقط در یک قسمت از نورون، پتانسیل عمل رخ می‌ده، نه این‌که در کل نورون، پتانسیل عمل رخ داده باشه!)/ گزینهٔ (۴): این گزینه بیانگر مرحلهٔ نزولی پتانسیل عمل است که در این حالت به علت بازبودن دریچهٔ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی خروج یون‌های مثبت از یاخته بیشتر از ورود آن‌ها به درون یاخته است.

**۱۰۲۴- گزینهٔ «۴»** به دنبال تحریک غشای یاختهٔ عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاختهٔ عصبی می‌شود و بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود. در این وضعیت پتانسیل غشا ابتدا کاهش (۷۰− ⟵ ۰) و سپس افزایش (۰ ⟵ ۳۰+) می‌یابد. پس از زمان کوتاهی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند و دوباره پتانسیل غشا ابتدا کاهش (۳۰+ ⟵ ۰) و سپس افزایش (۰ ⟵ ۷۰−) می‌یابد.

**نکته** در پتانسیل عمل یاخته‌های عصبی، با بازشدن یک کانال دریچه‌دار ابتدا پتانسیل غشا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه‌های (۱) و (۳): در یک یاختهٔ عصبی دو نوع کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی به طور هم‌زمان باز یا بسته **نمی‌شوند.**

- به دنبال بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا بدون تغییر می‌ماند.
- در پتانسیل ۳۰+، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند؛ یعنی در یک لحظه هر دو کانال دریچه‌دار بسته هستند.

گزینهٔ (۲): در صورتی که این اختلاف پتانسیل به دنبال پتانسیل عمل ایجاد شده باشد، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم برای برگرداندن غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم به حالت آرامش، بیشتر می‌شود (نه این‌که همواره!).

**۱۰۲۵- گزینهٔ «۴»** با بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، دوباره پتانسیل غشا به حالت آرامش (۷۰−) می‌رسد. در پایان پتانسیل عمل، **غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم** در دو سوی غشای یاخته، با حالت آرامش تفاوت دارد. فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش بازگردد.

بسته‌شدن کانال دریچه‌دار پتاسیمی سبب ایجاد **پتانسیل** آرامش می‌شود.

- در طی پتانسیل عمل، یون‌های سدیم به یاخته وارد و سپس یون‌های پتاسیم از آن خارج می‌شوند؛ بنابراین در پایان پتانسیل عمل با وجود این‌که پتانسیل الکتریکی غشا با حالت آرامش یکسان است؛ اما غلظت یون‌ها با حالت آرامش تفاوت دارد. به همین دلیل است که فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم در این مرحله لازم است تا غلظت یون‌ها به حالت اولیه برگردد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم سبب می‌شود **غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم** در دو سوی غشای نورون به حالت آرامش برگردد. فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم به مصرف ATP نیاز دارد./ گزینهٔ (۲): با بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، ابتدا اختلاف پتانسیل دو سوی غشا از «۷۰− به ۰» کاهش و سپس از «۰ تا ۳۰+» افزایش می‌یابد./ گزینهٔ (۳): در لحظهٔ ۳۰+ که کانال دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شود، لحظه‌ای است که غلظت یون سدیم در داخل یاخته در بیشترین مقدار خود قرار دارد.

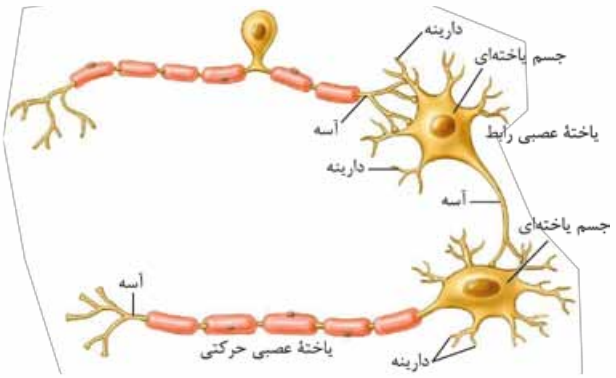
**۱۰۲۶- گزینهٔ «۴»** در همهٔ مراحل فعالیت یاخته، یون‌های پتاسیم و سدیم می‌توانند از طریق کانال‌های نشتی و در جهت شیب غلظت خود از غشا عبور کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): پتانسیل مثبت ۲۰ میلی‌ولت در دو مقطع دیده می‌شود: در مرحلهٔ شروع پتانسیل عمل (نیمهٔ اول نمودار) و در مرحلهٔ ادامهٔ پتانسیل عمل (نیمهٔ دوم نمودار). در ادامهٔ پتانسیل عمل، یعنی همان قسمت نزولی نمودار، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند./ گزینه‌های (۲) و (۳): هنگامی که پتانسیل غشا منفی ۷۰ میلی‌ولت هست هم دو حالت وجود دارد: اول این‌که از قبل در حالت پتانسیل آرامش بوده است و دوم این‌که، در پی خروج یون‌های پتاسیم به دنبال پتانسیل عمل، پتانسیل آرامش ایجاد شده است. که در این حالت ابتدا باید پمپ سدیم ـ پتاسیم با فعالیت خود، شیب غلظت یون‌ها را به حالت اول بازگرداند و سپس امکان ایجاد پتانسیل عمل و ورود ناگهانی یون‌های سدیم به یاخته وجود دارد.

**۱۰۲۷- گزینهٔ «۲»** در غشای یاختهٔ عصبی دو نوع کانال یونی دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی وجود دارد. کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در شروع پتانسیل عمل باز می‌شوند و در پتانسیل مثبت ۳۰ میلی‌ولت بسته می‌شوند. در این هنگام کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز شده و این کانال‌ها در اختلاف پتانسیل منفی ۷۰ میلی‌ولت بسته می‌شوند. در هر دو حالت، یعنی هم در مثبت ۳۰ میلی‌ولت و هم در پایان پتانسیل عمل، غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای یاخته با حالت آرامش تفاوت دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): هنگام بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل غشا مثبت ۳۰ میلی‌ولت است./ گزینه‌های (۳) و (۴): هنگام بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم سبب می‌شوند تا غلظت یون‌ها به حالت آرامش بازگردد. در هنگام بسته‌شدن کانال‌های پتاسیمی، پتانسیل الکتریکی غشا مشابه حالت آرامش است و پتانسیل داخل غشا نسبت به خارج آن، منفی است؛ یعنی بار مثبت بیرون غشا بیشتر از درون آن است.

**۱۰۲۸- گزینهٔ «۲»** در یاخته‌های عصبی میلین‌دار، گره‌های رانویه وجود دارد. در محل این گره‌ها، میلین وجود ندارد و رشتهٔ عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد؛ بنابراین در گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاختهٔ عصبی به طور ناگهانی تغییر می‌کند.




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه‌های (۱) و (۴): در بخش‌هایی از یک رشتهٔ عصبی که غلاف میلین وجود دارد، میلین با جلوگیری از عبور یون‌ها از غشا، مانع ایجاد پیام عصبی می‌شود. در این بخش‌ها کانال‌های یونی دریچه‌دار وجود ندارد و این کانال‌ها در گره‌های رانویه وجود دارند./ گزینهٔ (۳): در گره‌های رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشتهٔ عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد. به همین علت این هدایت را هدایت جهشی می‌نامند در حالی که در بخش‌هایی که غلاف میلین وجود ندارد، می‌تواند هدایت نقطه‌به‌نقطه صورت گیرد.

**۱۰۲۹- گزینهٔ «۳»** پتانسیل عمل از دو بخش تشکیل شده است. در یک بخش آن (از ۷۰− تا ۳۰+) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز هستند و نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های سدیم بیشتر از پتاسیم است ولی در بخش دیگر (از ۳۰+ تا ۷۰−) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و نفوذپذیری غشا به یون‌های پتاسیم بیشتر از سدیم است. *هواست هست که در سؤال گفته شده در هر زمانی که پتانسیل عمل برقرار است.*

**نکته** در زمان پتانسیل آرامش همواره نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر از یون‌های سدیم است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی به وجود می‌آید. از آن‌جا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا، یکسان نیستند، بار الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. در پتانسیل آرامش، بار مثبت درون غشا از بیرون آن کم‌تر است./ گزینهٔ (۲): در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون غشای یاخته‌های عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته، از بیرون آن بیشتر است. / گزینهٔ (۴): در غشای یاخته‌های عصبی مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند. یکی از این پروتئین‌ها پمپ سدیم ـ پتاسیم است که در هر بار فعالیت، سه یون سدیم از یاختهٔ عصبی خارج و دو یون پتاسیم به آن وارد می‌کند.

**۱۰۳۰- گزینهٔ «۳»** پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی هر دو در جهت حفظ پتانسیل آرامش غشا (۷۰−) و ممانعت از تغییر این پتانسیل عمل می‌کنند.

| | |
|---|---|
| **عوامل حفظ پتانسیل آرامش** | **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 |
| | **فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم**: در هر بار فعالیت با مصرف ATP (انرژی زیستی)، ۳ یون سدیم را از یاختهٔ عصبی خارج و ۲ یون پتاسیم را وارد یاختهٔ عصبی می‌کند. ← کاهش مقدار بار مثبت درون یاخته |

**۱۰۳۱- گزینهٔ «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 ـ پتاسیم در خلاف جهت شیب غلظت خود از یاختهٔ عصبی خارج می‌شوند./ (د): با هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ 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 منفی‌ترشدن غشای یاخته نیست!

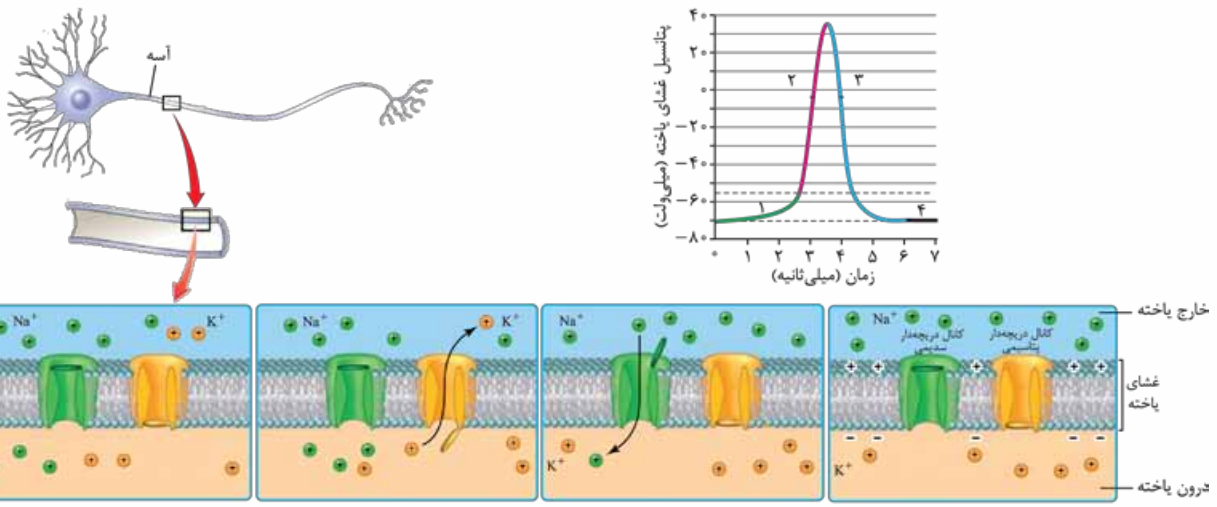
**۱۰۳۲- گزینهٔ «۱»** اینو یاد بگیرید حتمن: وقتی یاختهٔ عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک (نه کل یاخته)، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (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./ گزینهٔ (۳): در شروع پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز شده و یون‌های سدیم به درون یاخته وارد می‌شوند./ گزینهٔ (۴): پس از آن‌که پتانسیل غشای یاخته به ۳۰+ می‌رسد، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند (همهٔ کانال‌ها بسته) و بلافاصله پس از آن، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

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

**۱۰۳۳- گزینهٔ «۳»** کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در حالت آرامش بسته‌اند و در طول پتانسیل عمل نیز، پس از رسیدن پتانسیل غشا به ۳۰+ بسته می‌شوند. در مراحل پتانسیل عمل، بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در ابتدا باعث کاهش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌شود؛ نه بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی!

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): بازشدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در هنگام تحریک یاخته در ابتدا منجر به کاهش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌شود (از ۷۰− به صفر)./ گزینه‌های (۲) و (۴): بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی در مراحل پتانسیل عمل، در ابتدا منجر به کاهش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌شود (۳۰+ به صفر) و سپس سبب افزایش اختلاف پتانسیل دو سوی غشا می‌شود (از صفر به ۷۰−).

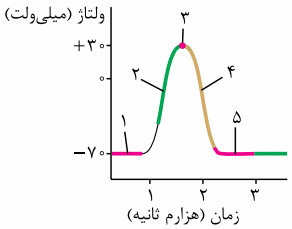



۱ـ حالت آرامش. کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته هستند.

۲ـ با تحریک یاختهٔ عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و یون سدیم وارد سلول شده و بار الکتریکی درون آن مثبت می‌شود. (۳۰+)

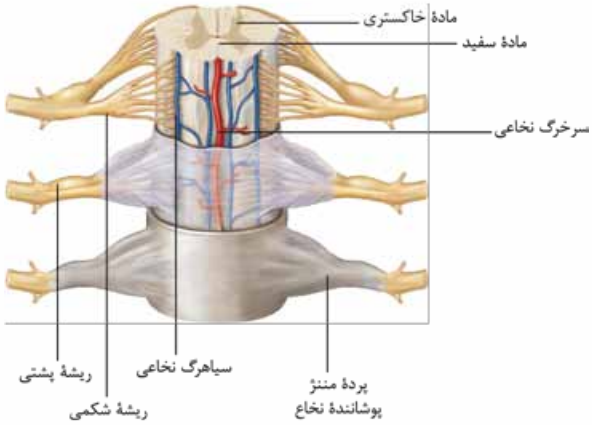
۳ـ پس از مدتی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و پتاسیم خارج می‌شود، در نتیجه بار الکتریکی درون یاخته منفی می‌شود(۷۰−)

۴ - با غیرفعال شدن این کانال‌ها، فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم به حالت آرامش بازگردد.

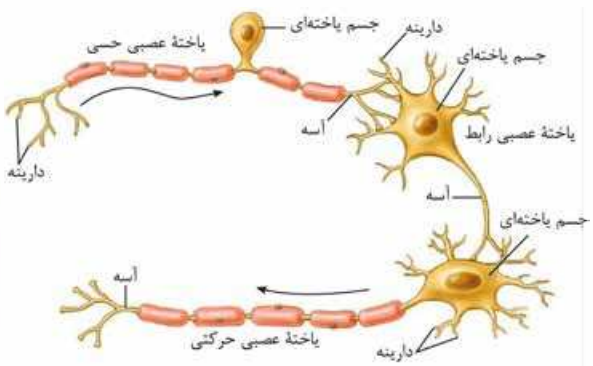



**۱۰۳۴- گزینهٔ «۳»** در شکل مقابل، در مرحلهٔ ۲ میزان بارهای مثبت درون یاخته افزایش می‌یابد و در مرحلهٔ ۴، میزان بارهای مثبت درون یاخته کاهش می‌یابد. در مرحلهٔ ۴، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در شروع مرحلهٔ ۲، ابتدا اختلاف پتانسیل دو سوی غشا کاهش می‌یابد و سپس افزایش می‌یابد./ گزینهٔ (۲): کانال‌های نشتی عبوردهندهٔ پتاسیم همواره فعال‌اند./ گزینهٔ (۴): در شروع مرحلهٔ ۴ (از ۳۰+ به سمت صفر)، پتانسیل غشا مثبت است.




**۱۰۳۵- گزینهٔ «۴»** در بیماری مالتیپل اسکلروزیس (ام. اس) **یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند**، از بین می‌روند؛ در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. **بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش** می‌شود. همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، بخش خارجی نخاع از مادهٔ سفید و بخش داخلی از مادهٔ خاکستری تشکیل شده است. در مادهٔ سفید، رشته‌های عصبی میلین‌دار اجتماع یافته‌اند.




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): آکسون رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای یاختهٔ عصبی تا انتهای خود که پایانهٔ آکسونی نام دارد، هدایت می‌کند. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، پایانهٔ آکسونی فاقد میلین است، از طرفی! انتهای آکسون نورون حرکتی و دندریت نورون حسی در دستگاه عصبی محیطی قرار دارند؛ پس قرار نیست که در بیماری ام. اس میلین آن‌ها از بین برود!

**نکته** در هر نوع نورون، جسم یاخته‌ای و پایانهٔ آکسونی فاقد میلین هستند.

گزینهٔ (۲): دندریت نورون حسی جزء دستگاه عصبی محیطی است!/ گزینهٔ (۳): در بیماری ام. اس یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند از بین می‌روند؛ نه یاخته‌های عصبی!

**بیماری مالتیپل اسکلروزیس (ام. اس)**

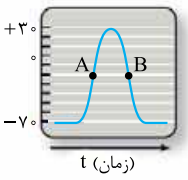
- کاهش یا افزایش مقدار میلین، منجر به بیماری می‌شود. در بیماری ام. اس، یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند؛ در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. در پی اختلال در ارسال پیام‌های عصبی، بینایی و حرکت بیمار، مختل شده و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.
- انواعی از یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی وجود دارد که فقط گروهی از آن‌ها در ساخت میلین نقش دارند.
- در این بیماری، یاخته‌های پشتیبان میلین‌سازی که در دستگاه عصبی مرکزی (نه محیطی) قرار دارند، از بین می‌روند.
- در فرد مبتلا به ام. اس، هدایت پیام‌های عصبی دچار اختلال می‌گردد و سرعت هدایت پیام‌ها کاهش می‌یابد.

**ترکیب با فصل ۵ زیست یازدهم:** ام. اس نوعی بیماری خودایمنی است که در آن، میلین اطراف یاخته‌های عصبی در مغز و نخاع مورد حملهٔ دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی از بین می‌رود. به این ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیهٔ بدن، اختلال ایجاد می‌شود.

**ترکیب با فصل ۵ زیست یازدهم:** در بیماری خودایمنی، دستگاه ایمنی یاخته‌های خودی را به عنوان غیرخودی شناسایی و به آن‌ها حمله می‌کند و باعث بیماری می‌شود.

**۱۰۳۶- گزینهٔ «۳»** همواره میزان عبور یون‌های سدیم از طریق کانال‌های نشتی کم‌تر از عبور یون‌های پتاسیم از کانال‌های نشتی است و ربطی به محل نقطه‌ها در نمودار پتانسیل عمل ندارد!

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): همواره میزان پتاسیم درون یاخته بیشتر از بیرون یاخته است؛ حتی در پتانسیل عمل!/ گزینهٔ (۲): غلظت یون سدیم در بیرون از نورون بیشتر از سدیم درون نورون است، بنابراین ورود سدیم به یاختهٔ عصبی از طریق انتشار و بدون صرف انرژی زیستی انجام می‌گیرد؛ پس شکسته‌شدن پیوند در مولکول ATP به این منظور، غیرممکن است./ گزینهٔ (۴): در نقطهٔ ۴ میزان یون‌های خروجی از یاخته بیشتر از یون‌های ورودی به یاخته است؛ زیرا پتانسیل الکتریکی یاخته در حال کاهش است.




**۱۰۳۷- گزینهٔ «۴»** کانال‌های نشتی و پمپ سدیم ـ پتاسیم که همیشه فعال‌اند. در نقطهٔ A، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و در نقطهٔ B، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی فعال‌اند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در نقطهٔ B، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در حال منفی‌ترشدن و افزایش است./ گزینهٔ (۲): در هر دو نقطه امکان عبور یون سدیم از طریق پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی سدیمی از غشا وجود دارد./ گزینهٔ (۳): در نقطهٔ A، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بازند و یون‌های سدیم به درون یاخته وارد می‌شوند.

**۱۰۳۸- گزینهٔ «۳»** تصویر مرحلهٔ 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 نکتهٔ جالب که در شکل کتاب نهفته است رو حواستون باشه! دریچهٔ کانال‌های پتاسیمی به سمت داخل یاخته و دریچهٔ کانال‌های سدیمی به سمت خارج یاخته باز می‌شوند. انگار دریچهٔ هر یون، به سمتی باز می‌شه که غلظت اون یون بیشتره!

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

**۱۰۳۹- گزینهٔ «۲»** عامل تغییر اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، فعالیت کانال‌های دریچه‌دار است؛ پس در هنگام تغییر اختلاف پتانسیل، قطعن نوعی کانال دریچه‌دار باز است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در مراحل پتانسیل عمل نیز هنگامی که پتانسیل غشا به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد، برای لحظه‌ای کوتاه کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی هر دو بسته‌اند./ گزینهٔ (۳): در شروع پتانسیل عمل (از ۷۰− به سمت صفر) و پس از آن (از ۳۰+ به سمت صفر) با وجود بازبودن کانال‌های دریچه‌دار، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در حال کاهش است./ گزینهٔ (۴): پمپ سدیم ـ پتاسیم همیشه فعالیت می‌کند و شیب غلظت یون‌ها نیز در حین پتانسیل عمل و بعد از پایان آن، تغییر می‌کند.

| انواع پروتئین‌های غشایی عمل‌کننده در هدایت و انتقال پیام عصبی | | مصرف انرژی زیستی | روش انتقال یون‌ها | جهت انتقال یون‌ها | زمان فعالیت | انواع یون‌هایی که هر پروتئین جابه‌جا می‌کند | نقش |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| پمپ سدیم ـ پتاسیم | | دارد | انتقال فعال | در خلاف جهت شیب غلظت | همواره | دو نوع یون (سه سدیم و دو پتاسیم) | حفظ پتانسیل آرامش |
| | | | | | | | بازگرداندن غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم به حالت آرامش پس از پتانسیل عمل به دلیل فعالیت بیشتر خود |
| کانال‌های نشتی | | ندارد | انتشار تسهیل‌شده | در جهت شیب غلظت | همواره | انتقال یون‌های سدیم، پتاسیم در جهت شیب غلظت | حفظ پتانسیل آرامش |
| کانال‌های دریچه‌دار | وابسته به اختلاف پتانسیل | ندارد | انتشار تسهیل‌شده: پس از رسیدن اختلاف پتانسیل غشا به مقدار مشخصی، باز می‌شوند. | در جهت شیب غلظت | پتانسیل عمل | کانال دریچه‌دار سدیمی فقط سدیم | کانال دریچه‌دار سدیمی: ایجاد پتانسیل عمل از ۷۰− تا ۳۰+ میلی‌ولت |
| | | | | | | کانال دریچه‌دار پتاسیمی فقط پتاسیم | کانال دریچه‌دار پتاسیمی: پتانسیل عمل از ۳۰+ تا ۷۰− میلی‌ولت |
| | وابسته به مادهٔ شیمیایی | ندارد | انتشار تسهیل‌شده: پس از اتصال به مادهٔ خاصی باز می‌شوند. | در جهت شیب غلظت | دریافت پیام عصبی از طریق ناقل عصبی | فقط یک نوع یون را جابه‌جا می‌کنند، مثلن در سیناپس تحریکی فقط یون سدیم را وارد یاخته می‌کنند. | گیرندهٔ ناقل عصبی در یاختهٔ پس‌سیناپسی است. |

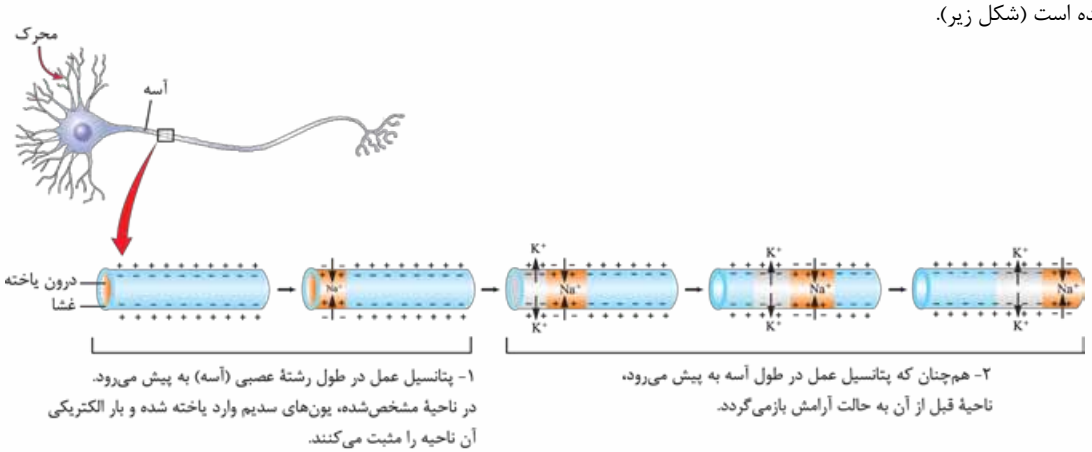
**۱۰۴۰- گزینهٔ «۴»** هنگام هدایت پیام عصبی در طول آسه، پیام عصبی از جسم یاخته‌ای به سمت پایانهٔ آسه حرکت می‌کند و ابتدا در بخش‌های نزدیک جسم یاخته‌ای و سپس در بخش‌های دورتر، پتانسیل عمل ایجاد شده و پتانسیل غشا تغییر می‌کند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): کانال‌های دریچه‌دار با فاصلهٔ زمانی (به نوبت) در طول رشتهٔ عصبی باز می‌شوند و موجب ایجاد پتانسیل عمل‌های پی‌درپی در طول رشتهٔ عصبی می‌شوند./ گزینهٔ (۲): همان‌طور که در شکل ۸ فصل ۱ زیست یازدهم می‌بینید، پتانسیل درون سلول در بخش جلویی محل ایجاد پتانسیل عمل، همانند بخش عقبی آن، منفی است./ گزینهٔ (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 نقطهٔ دیگر هدایت می‌شود. به یاد داشته باشید که تا پایان بسته‌شدن کانال‌های پتاسیمی، پتانسیل عمل تمام نشده است (یعنی تا رسیدن دوباره به ۷۰− میلی‌ولت) و فقط ۷۰− تا ۳۰+ میلی‌ولت را به عنوان پتانسیل عمل در نظر نگیرید.

**۱۰۴۱- گزینهٔ «۴»** تصویر، هدایت نقطه‌به‌نقطهٔ پیام عصبی در یک یاختهٔ 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 نقطهٔ A و D، پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی به حفظ پتانسیل غشا کمک می‌کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در نقطهٔ B نیز، پتانسیل داخل یاخته نسبت به بیرون آن منفی است و می‌تواند پتانسیل آرامش برقرار باشد (اگه ۷۰- میلی‌ولت باشه)./ گزینهٔ (۲): برای نقطهٔ B دو حالت وجود دارد: (الف): کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و پتانسیل غشا در حال کاهش است (مثلن ۵۰- میلی‌ولت) یا (ب): پتانسیل غشا به ۳۰- میلی‌ولت رسیده و پتانسیل آرامش برقرار شده است./ گزینهٔ (۳): در نقطهٔ D نیز، کانال‌های نشتی فعال هستند و یون‌های سدیم می‌توانند به درون یاخته وارد شوند.

**۱۰۴۲- گزینهٔ «۲»** نقطهٔ ۳ ادامهٔ 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).




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): جهت حرکت پیام عصبی از ۴ به سمت ۱ است./ گزینهٔ (۳): در نقطهٔ ۳ خروج (نه ورود) یک نوع یون از یاخته افزایش یافته است./ گزینهٔ (۴): در ادامهٔ هدایت پیام عصبی، غلظت یون‌ها در بخش ۱ برخلاف ۴ تغییر می‌کند.

**۱۰۴۳- گزینهٔ «۲»** بیماری ام. اس نوعی بیماری خودایمنی است که در آن دستگاه ایمنی به یاخته‌های پشتیبان سازندهٔ 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 ـ فصل ۵)*.

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

**۱۰۴۴- گزینهٔ «۲»** دارینهٔ نورون‌های حسی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد! در حالی که در بیماری ام. اس، یاخته‌های سازندهٔ میلین در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) مورد حمله قرار می‌گیرند.

**۱۰۴۵- گزینهٔ «۳»** فقط مورد «د» رخ نمی‌دهد.

(الف): وقتی پیام عصبی به پایانهٔ آکسون نورون پیش‌سیناپسی می‌رسد، با برون‌رانی، ناقل عصبی وارد فضای سیناپسی می‌شود. در زمان برون‌رانی، مساحت غشا (تعداد فسفولیپیدهای غشا) افزایش می‌یابد./ (ب) و (ج): ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می‌شود. این **پروتئین هم‌چنین کانالی است** که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود. به این ترتیب، ناقل عصبی با **تغییر نفوذپذیری غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته‌ها را تغییر می‌دهد.**

حتی در سیناپس مهاری هم، پتانسیل الکتریکی یاختهٔ پس‌سیناپسی تغییر می‌کند (و منفی‌تر می‌شود!)

(د): براساس این‌که ناقل عصبی آزادشده از یاختهٔ پیش‌سیناپسی تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس‌سیناپسی تحریک یا فعالیت آن مهار می‌شود. **اگر ناقل عصبی تحریکی باشد، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز و سدیم وارد یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌شود.**

**۱۰۴۶- گزینهٔ «۲»** فقط موارد «الف» و «ج» درست است.

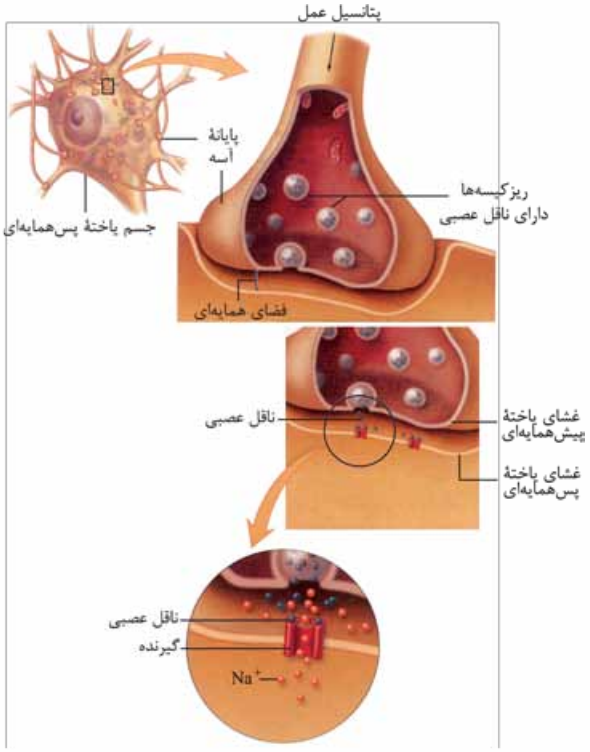
(الف) و (ج): در غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، **پروتئینی به نام گیرنده** وجود دارد. این پروتئین هم‌چنین **کانالی** است که **با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود** و یون‌ها را با **انتشار تسهیل‌شده** از خود عبور می‌دهد./ (ب): گیرندهٔ ناقل عصبی در عرض غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی وجود دارد. یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌تواند **یاختهٔ عصبی یا غیرعصبی باشد، مثل یاختهٔ ماهیچه‌ای**؛ بنابراین هر گیرندهٔ ناقل عصبی در عرض غشای یاختهٔ عصبی نیست.

**نکته** گیرندهٔ ناقل عصبی نوعی پروتئین سراسری غشایی است و با هر دو لایهٔ غشای یاخته تماس دارد.

(د): براساس این‌که ناقل عصبی تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس‌سیناپسی تحریک (ایجاد پتانسیل عمل)، یا فعالیت آن **مهار** می‌شود.

**۱۰۴۷- گزینهٔ «۳»** ریشهٔ شکمی عصب نخاعی از طریق آکسون نورون حرکتی و ریشهٔ پشتی آن از طریق آکسون نورون حسی به نخاع متصل است. هر دو نوع رشتهٔ عصبی، می‌توانند به کمک پمپ سدیم ـ پتاسیم، پتانسیل آرامش را در غشای خود حفظ کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): آکسون نورون‌های حرکتی، پیام عصبی را از دستگاه عصبی مرکزی خارج می‌کند./ گزینهٔ (۲): آکسون نورون حرکتی همانند آکسون نورون حسی میلین‌دار است، اما این میلین توسط یاخته‌های پشتیبان (نه خود رشته‌های عصبی) ایجاد شده است./ گزینهٔ (۴): هنگام انتقال پیام عصبی، ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی با غشای پایانهٔ آکسون ادغام می‌شود؛ پس مساحت غشای آن را می‌افزایند. اما دقت کنید که آکسون نورون حرکتی می‌تواند با یاختهٔ ماهیچه‌ای یا غده‌ای، سیناپس تشکیل دهد.




**۱۰۴۸- گزینهٔ «۱»** ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، به پروتئینی به نام **گیرنده** متصل می‌شود. این پروتئین هم‌چنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود. به این ترتیب ناقل عصبی با **تغییر نفوذپذیری** غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد و براساس این‌که ناقل عصبی، تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس‌سیناپسی تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.

پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده، باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار به دو طریق صورت می‌گیرد: ۱- جذب دوبارهٔ ناقل‌های عصبی به یاختهٔ پیش‌سیناپسی؛ پس از انتقال پیام عصبی، ناقل‌های موجود در فضای سیناپسی توسط یاختهٔ پیش‌سیناپسی جذب می‌شوند. ۲- ترشح آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ ناقل عصبی

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید، ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی قبل از رسیدن پیام عصبی به پایانهٔ آکسون، در محل پایانهٔ آکسون حضور دارند و پس از رسیدن پیام عصبی، این ریزکیسه‌ها با غشای پایانهٔ آکسون ادغام شده و برون‌رانی ناقل‌های عصبی صورت می‌گیرد./ گزینهٔ (۳): ناقل‌های عصبی از طریق برون‌رانی ترشح می‌شوند، نه انتقال فعال!/ گزینهٔ (۴): ناقل‌های عصبی به یاختهٔ پس‌سیناپسی وارد نمی‌شن!!!! بلکه به گیرنده‌هایی در غشای اون متصل می‌شن!

**۱۰۴۹- گزینهٔ «۲»** پس از انتقال پیام عصبی، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند. این کار با **جذب دوبارهٔ ناقل به یاختهٔ پیش‌سیناپسی** و **یا تجزیه‌شدن ناقل عصبی توسط آنزیم‌هایی در فضای سیناپسی**، انجام می‌شود.

- ناقل عصبی وارد یاختهٔ پس‌سیناپسی نمی‌شود.
- آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ ناقل عصبی در فضای سیناپسی فعالیت می‌کنند، نه درون یاخته!

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): ناقل عصبی هیچ‌گاه به درون یاختهٔ پس‌سیناپسی وارد نمی‌شود، بلکه به گیرندهٔ خود که در غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی قرار دارد متصل می‌شود./ گزینهٔ (۳): پس از انتقال پیام عصبی، ناقل‌های عصبی باید به نورون پیش‌سیناپسی وارد شوند؛ نه این‌که دوباره برون‌رانی بشن!/ گزینهٔ (۴): در محل سیناپس، یاخته‌های پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی به یکدیگر متصل نیستند و بین آن‌ها فضایی به نام فضای سیناپسی وجود دارد.

**۱۰۵۰- گزینهٔ «۳»** پس از انتقال پیام عصبی، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند. این کار با جذب دوبارهٔ ناقل به **یاختهٔ پیش‌سیناپسی** و یا تجزیهٔ آن توسط آنزیم‌هایی انجام می‌شود. یاختهٔ پیش‌سیناپسی نورون بوده و در غشای خود دارای کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در محل سیناپس، یاخته‌های پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی به هم متصل نمی‌شوند./ گزینه‌های (۲) و (۴): ناقل عصبی با تغییر نفوذپذیری غشای یاختهٔ **پس‌سیناپسی** به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد. براساس این‌که ناقل عصبی تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ **پس‌سیناپسی** تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.

**۱۰۵۱- گزینهٔ «۱»** فقط مورد «ج» درست است. در یک فرد سالم انتقال پیام الکتریکی می‌تواند در سیناپس بین یاختهٔ عصبی و یک یاختهٔ دیگر (عصبی یا غیرعصبی)، بین یک گیرندهٔ حسی و نورون، و یا انتقال پیام الکتریکی بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی (از طریق صفحات بینابینی) باشد.

(الف): انتقال پیام الکتریکی بین یاخته‌های ماهیچهٔ قلبی از طریق صفحات بینابینی صورت می‌گیرد./ (ب) و (د): برون‌رانی ناقل‌های عصبی از یاختهٔ پیش‌همایه‌ای فقط در انتقال پیام عصبی نورون به یک یاختهٔ دیگر و یا انتقال پیام عصبی از گیرندهٔ حسی به نورون مشاهده می‌شود. در فرایند برون‌رانی، مساحت غشای یاخته افزایش می‌یابد./ (ج): در هر نوع انتقال پیام الکتریکی قطعن نفوذپذیری غشای یاختهٔ گیرندهٔ پیام به یون‌ها تغییر می‌کند.

**۱۰۵۲- گزینهٔ «۱»** فقط مورد «الف» درست است.

(الف): ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس‌همایه‌ای، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می‌شود. این پروتئین هم‌چنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن **باز می‌شود**؛ بنابراین شکل آن تغییر می‌کند (یعنی این بازشدن با تغییر شکل پروتئین همراه است)./ (ب): وقتی پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی، با برون‌رانی ناقل عصبی را به فضای همایه‌ای آزاد می‌کنند.

دو تلهٔ تستی مهم در بحث سیناپس‌ها:

۱) ناقل عصبی از یاختهٔ پیش‌سیناپسی خارج می‌شود نه ریزکیسهٔ حاوی ناقل عصبی.

۲) ناقل عصبی هیچ‌گاه وارد یاختهٔ پس‌سیناپسی نمی‌شود.

(ج): براساس این‌که **ناقل عصبی** تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس‌همایه‌ای تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود./ (د): در محل سیناپس دو یاختهٔ پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی به هم متصل **نمی‌شوند**، بلکه بین آن‌ها فضای سیناپسی وجود دارد.

**انتقال پیام عصبی**

- یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام همایه (سیناپس) برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل سیناپس، فضایی به نام فضای سیناپسی وجود دارد. برای انتقال پیام از یاختهٔ عصبی انتقال‌دهنده یا یاختهٔ پیش‌سیناپسی، ماده‌ای به نام ناقل عصبی در فضای سیناپسی آزاد می‌شود. این ماده، بر یاختهٔ دریافت‌کننده، یعنی یاختهٔ پس‌سیناپسی اثر می‌کند.
- ناقل عصبی در جسم یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) ساخته و درون ریزکیسه‌ها ذخیره می‌شود. این ریزکیسه‌ها در طول آکسون هدایت می‌شوند تا به پایانهٔ آن برسند. وقتی پیام عصبی (پتانسیل عمل) به پایانهٔ آکسون می‌رسد، این کیسه‌ها با برون‌رانی (اگزوسیتوز)، ناقل را در فضای سیناپسی آزاد می‌کنند. یاخته‌های عصبی با یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز سیناپس دارند و با ارسال پیام، موجب انقباض آن‌ها می‌شوند. انتقال‌دهنده‌های عصبی فقط در پایانهٔ آکسون، اگزوسیتوز می‌شوند (نه دندریت) ولی پس از ترشح می‌توانند به دندریت یا جسم یاخته‌ای یاختهٔ پس‌سیناپسی متصل شوند.
- برون‌رانی (اگزوسیتوز)، فرایند خروج ذره‌های بزرگ از یاخته است. این فرایند مستقل از شیب غلظت ذرات است و با تشکیل ریزکیسه‌های غشایی همراه بوده و به انرژی ATP نیاز دارد. یاختهٔ پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی به یکدیگر نمی‌چسبند، بلکه فاصلهٔ اندکی بین آن‌ها وجود دارد که به آن، فضای سیناپسی می‌گویند. با رسیدن پیام عصبی به پایانهٔ آکسون، غشای ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی با غشای پایانهٔ آکسون ادغام شده و اگزوسیتوز صورت می‌گیرد.
- با توقف انتقال پیام عصبی، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده، باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار به دو طریق صورت می‌گیرد:

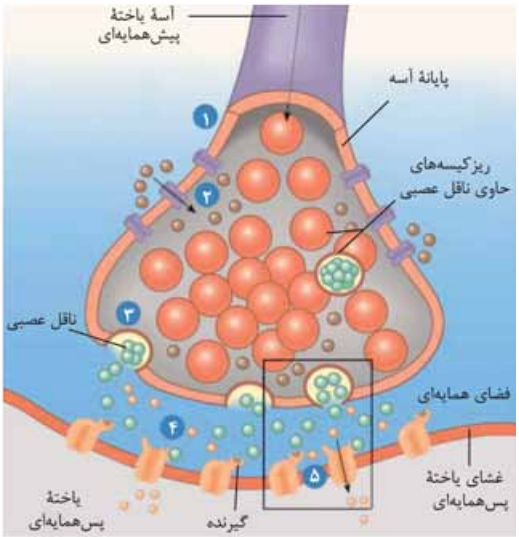
۱) جذب دوبارهٔ ناقل‌های عصبی به یاختهٔ پیش‌سیناپسی؛ پس از انتقال پیام عصبی، ناقل‌های موجود در فضای سیناپسی توسط یاختهٔ پیش‌سیناپسی جذب می‌شوند.

۲) آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ ناقل عصبی؛ تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی از دلایل ابتلا به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است. در واقع کاهش یا افزایش مقدار ناقل‌های عصبی در فضای سیناپسی، منجر به بروز بیماری می‌شود.

**۱۰۵۳- گزینهٔ «۳»** همهٔ نورون‌ها برای انتقال پیام عصبی نیاز به تولید و ترشح ناقلین عصبی دارند. ترشح ناقلین عصبی از طریق فرایند برون‌رانی انجام شده و نیازمند انرژی حاصل از مولکول‌های ATP است. پس در واقع، هر نورون مقداری از ATP خود را صرف ترشح ناقل‌های عصبی به فضای سیناپسی می‌کند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): یاختهٔ پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی به یکدیگر نمی‌چسبند، بلکه فاصلهٔ اندکی بین آن‌ها وجود دارد که به آن، **فضای سیناپسی** می‌گویند و ناقل‌های عصبی به درون آن ترشح می‌شوند./ گزینهٔ (۲): گیرنده‌های ناقلین عصبی، می‌توانند در روی غشای یاخته‌های غیرعصبی همانند یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز وجود داشته باشند./ گزینهٔ (۴): هر نورون تنها یک رشتهٔ دورکنندهٔ پیام عصبی (آکسون) دارد و ناقلین عصبی از پایانهٔ آکسون نورون ترشح می‌شود.

**۱۰۵۴- گزینهٔ «۲»** ناقل‌های عصبی از طریق برون‌رانی (مصرف ATP) از پایانهٔ آسهٔ یاختهٔ عصبی خارج می‌شوند. گیرندهٔ ناقل‌های عصبی نیز نوعی کانال یونی است که بازشدن آن منجر به تغییر نفوذپذیری غشا به برخی یون‌ها می‌شود، مثلن در همایه‌های تحریکی، گیرندهٔ ناقل عصبی نوعی کانال دریچه‌دار سدیمی است که بازشدن آن منجر به ورود یون‌های سدیم به یاخته و ایجاد پتانسیل عمل می‌شود. با توجه به شکل مقابل، مراحل ۱ تا ۵ عبارت‌اند 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 یاختهٔ پس‌همایه‌ای.




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): گیرنده‌ها در غشای یاختهٔ پس‌همایه‌ای قرار دارند! نه این‌که از آن خارج شوند./ گزینهٔ (۳): گیرندهٔ ناقل‌های عصبی همواره از جنس پروتئین است./ گزینهٔ (۴): ناقل عصبی با برون‌رانی (نه انتقال فعال) به فضای همایه‌ای وارد می‌شود.

**۱۰۵۵- گزینهٔ «۳»** فقط مورد «ج» نادرست است. یاختهٔ پیش‌همایه‌ای همواره یک نورون است (رد مورد «ج») و یاختهٔ پس‌همایه‌ای می‌تواند نورون، ماهیچه (صاف، قلبی یا اسکلتی) و یاختهٔ ترشحی باشد.

**۱۰۵۶- گزینهٔ «۲»** پتانسیل غشای نورون‌ها در حالت آرامش، ۷۰- میلی‌ولت است و در هنگام تحریک، ابتدا به سمت صفر حرکت می‌کند و سپس به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد؛ پس در همایهٔ تحریکی، ابتدا اختلاف پتانسیل دو سوی غشا کاهش می‌یابد (به سمت مثبت‌شدن پیش می‌رود) در حالی که در همایهٔ مهاری، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا افزایش می‌یابد (منفی‌تر می‌شود).

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): همایهٔ بین نورون و ماهیچه همیشه از نوع تحریکی یا غیرفعال است. همایهٔ مهاری فقط بین نورون‌ها دیده می‌شود./ گزینهٔ (۳): در هر دو نوع همایه، ناقل عصبی ترشح می‌شود./ گزینهٔ (۴): در همایهٔ تحریکی برخلاف همایهٔ مهاری، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در یاختهٔ پس‌همایه‌ای باز شده و یاختهٔ پس‌همایه‌ای تحریک می‌شود.

**نکتهٔ خارج از کتاب ولی مفید:** در همایهٔ بازدارنده، کانالی که در نورون پس‌همایه‌ای باز می‌شود از نوع پتاسیمی است و بنابراین با خروج پتاسیم اضافی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا ا ز ۷۰- میلی‌ولت هم منفی‌تر می‌شود و مثلن به حدود ۱۰۰- میلی‌ولت می‌رسد.

**۱۰۵۷- گزینهٔ «۲»** پتانسیل الکتریکی یاختهٔ پس‌همایه‌ای قطعن تغییر می‌یابد که این تغییر می‌تواند در جهت تحریک یا مهار آن باشد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در شکل ۱۰ کتاب درسی می‌بینید که غشای یاختهٔ پس‌همایه‌ای در محل همایه، فرورفته است./ گزینهٔ (۳): گیرندهٔ ناقل عصبی نوعی کانال یونی است./ گزینهٔ (۴): پس از انتقال پیام عصبی، ناقل‌های عصبی می‌توانند به درون یاختهٔ ترشح‌کنندهٔ خود جذب شوند.

**۱۰۵۸- گزینهٔ «۴»** انتقال‌دهنده‌های عصبی تحریکی با تحریک بازشدن کانال دریچه‌دار، باعث ایجاد پتانسیل عمل در یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن می‌شوند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): انتقال‌دهنده‌های عصبی بعد از این‌که تأثیر خودشونو گذاشتن، ممکنه تجزیه بشن یا دوباره به یاختهٔ پیش‌همایه‌ای برگردن./ گزینهٔ (۲): انتقال‌دهنده‌های عصبی داخل جسم یاخته‌ای تولید می‌شن./ گزینهٔ (۳): جایگاه اتصال انتقال‌دهندهٔ عصبی بر روی غشای یاختهٔ پس‌همایه‌ای است نه درونش!

**۱۰۵۹- گزینهٔ «۱»** فقط مورد «د» درست است.

(الف): در این بیماری غلاف میلین یاخته‌های دستگاه عصبی مرکزی تخریب می‌شوند، اما اعصاب بینایی بخشی از دستگاه عصبی محیطی هستند که پیام را وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌کنند./ (ب): در پشت ساقهٔ مغز، مخچه قرار دارد. نقش اصلی مخچه، تنظیم تعادل بدن است، گیرنده‌های متعددی مانند گیرنده‌های حس وضعیت، بینایی و تعادلی موجود در گوش، در حفظ تعادل بدن نقش دارند./ (ج): برای انتقال پیام عصبی، **محتویات** ریزکیسه‌ها به فضای سیناپسی اگزوسیتوز (برون‌رانی) می‌شوند (نه خود ریزکیسه‌ها!)./ (د): مهم‌ترین ماهیچهٔ تنفسی دیافراگم است. تنها بصل‌النخاع توانایی ارسال پیام به دیافراگم را دارد و این کار را از طریق نخاع انجام می‌دهد، بنابراین برای ارسال پیام به دیافراگم، برقراری ارتباط بین مغز و نخاع ضروری است.

**۱۰۶۰- گزینهٔ «۲»** ناقل‌های عصبی درون ریزکیسه‌ها قرار دارند و هنگام انتقال پیام عصبی، این ریزکیسه‌ها با غشای پایانهٔ آسه ادغام شده و به فضای همایه‌ای وارد می‌شوند (برون‌رانی).

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): بعضی یاخته‌های عصبی، هورمون تولید می‌کنند؛ پس ترکیب ترشح‌شده از پایانهٔ آسه می‌تواند ناقل عصبی یا هورمون باشد (اگر نورون‌ها، پیک شیمیایی را به داخل خون ترشح کنند به آن هورمون می‌گویند). هورمون‌هایی که در پایانهٔ آسه ترشح می‌شوند: هورمون ضدادراری، هورمون اکسی‌توسین، هورمون‌های آزادکننده و مهارکنندهٔ هیپوتالاموس *(زیست یازدهم ـ فصل ۴)*./ گزینهٔ (۳): بازشدن کانال‌های یونی که گیرندهٔ 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./ گزینهٔ (۴): تغییر پتانسیل غشای یاختهٔ پس‌همایه‌ای، می‌تواند منجر به تحریک آن (تولید پیام عصبی) یا مهار آن شود.

**۱۰۶۱- گزینهٔ «۲»** در بافت عصبی، یاختهٔ عصبی (نورون‌ها) و غیرعصبی (یاخته‌های پشتیبان) وجود دارد. همهٔ این یاخته‌ها (و به طور کلی همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن) دارای پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای خود هستند که این پمپ در هر بار فعالیت خود، سه یون سدیم را به خارج از یاخته و دو یون سدیم را به درون یاخته وارد می‌کند. هم یاخته‌های عصبی و هم یاخته‌های پشتیبان میتوکندری دارند و می‌توانند با انجام تنفس یاخته‌ای به ازای مصرف یک مولکول گلوکز، حداکثر ۳۰ مولکول ATP تولید کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی در یاخته‌های عصبی دیده می‌شود./ گزینهٔ (۳): یاخته‌های عصبی می‌توانند توسط نوعی از یاخته‌های پشتیبان (یاخته‌های میلین‌ساز) غشای خود را عایق کنند./ گزینهٔ (۴): پردهٔ مننژ در حفاظت از مغز و نخاع نقش دارد. در حالی که یاخته‌های عصبی و پشتیبان در خارج از مغز و نخاع نیز یافت می‌شوند.

**۱۰۶۲- گزینهٔ «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 دنای آن فعالیت می‌کند./ (ب): در یک یاختهٔ 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.

**۱۰۶۳- گزینهٔ «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 (فقط در بعضیاشون) 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 تمایزیافته محسوب می‌شوند./ (د): پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن انسان، وجود دارد و در طی فعالیت خود دو نوع یون سدیم و پتاسیم را جابه‌جا می‌کند.

**۱۰۶۴- گزینهٔ «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.

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

**۱۰۶۵- گزینهٔ «۳»** تنها مورد «ب» توسط رناتن‌های نورون‌ها تولید نمی‌شود.

(الف): پمپ سدیم ـ 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.

**۱۰۶۶- گزینهٔ «۴»** 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.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (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./ گزینهٔ (۲): منظور از پروتئینی که دارای جایگاه فعال برای نوعی پیش‌ماده است، نوعی آنزیم است. پمپ سدیم ـ 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، توانایی تجزیهٔ مولکول‌های ATP به مولکول‌های ADP و P را دارد و از انرژی این واکنش استفاده می‌کند./ گزینهٔ (۳): هم کانال‌های پروتئینی نشتی و هم کانال‌های پروتئینی دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی در عبور یون‌ها در جهت شیب غلظت نقش دارند، اما به عنوان مثال، کانال‌های نشتی فاقد دریچه هستند.

**۱۰۶۷- گزینهٔ «۲»** بازگشت پتانسیل عمل به پتانسیل آرامش، وظیفهٔ کانال دریچه‌دار پتاسیمی است. وظیفهٔ پمپ سدیم ـ پتاسیم، بازگرداندن غلظت یون‌ها به حالت آرامش است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): پمپ سدیم ـ 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./ گزینهٔ (۳): فعالیت این پروتئین‌ها، باعث افزایش مصرف مولکول‌های ATP توسط یاخته می‌شود که این اتفاق می‌تواند منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های درون راکیزه که در تنفس یاخته‌ای شرکت می‌کنند، شود و میزان تولید مولکول‌های ATP را افزایش دهند./ گزینهٔ (۴): تمامی پروتئین‌های غشایی، توسط رناتن‌های موجود بر روی شبکهٔ آندوپلاسمی این یاخته‌ها تولید می‌شوند.

**۱۰۶۸- گزینهٔ «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.

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

**۱۰۶۹- گزینهٔ «۲»** موارد «الف» و «د» دور از انتظار هستند.

(الف): در هر دوراهی همانندسازی دو آنزیم دنابسپاراز فعالیت دارد (نه یدونه!)./ (ب): مولکول‌های ATP، می‌توانند در تنفس هوازی و در واکنش چرخهٔ کربس در سطح پیش‌ماده تولید شوند. چرخهٔ کربس، درون راکیزه‌ها 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.

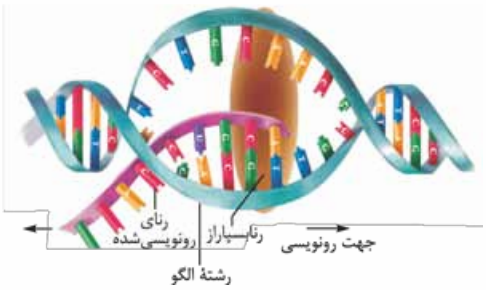
**۱۰۷۰- گزینهٔ «۴»** همهٔ جانداران پریاخته‌ای مانند گیاهان، جانوران، قارچ‌ها و آغازیان می‌توانند به محرک‌های شیمیایی داخلی و خارجی پاسخ بدهند. به طور کلی مولکول‌های انتقال‌دهندهٔ پیام، مولکول‌های شیمیایی هستند که باید به گیرنده‌های اختصاصی خود متصل شوند. توجه داشته باشید که سایر گزینه‌ها مربوط به دستگاه عصبی هستند که تنها در جانوران وجود دارد.

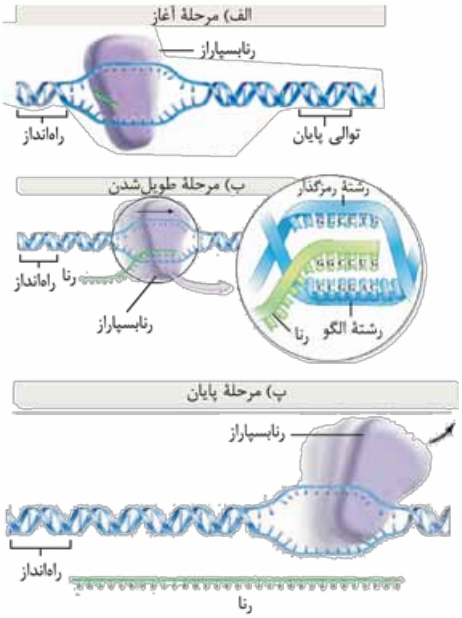
**۱۰۷۱- گزینهٔ «۲»** با توجه به نداشتن میلین و یکنواخت‌بودن قطر رشتهٔ عصبی در این نورون‌ها، می‌توان گفت سرعت هدایت پیام در طول رشتهٔ عصبی ثابت است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): کم‌ترین اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشای نورون‌ها در دو نقطه از پتانسیل عمل دیده می‌شود که در آن‌ها میزان اختلاف پتانسیل صفر است. در نورون‌ها همواره از طریق پمپ‌ها و کانال‌های نشتی، یون‌های $Na^+$ و $K^+$ در حال عبور از غشا هستند./ گزینهٔ (۳): توجه داشته باشید که هیچ‌گاه هر دو نوع کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی با هم باز نیستند که بخواهند هم‌زمان بسته شوند. از طرف دیگر اگر منظور طراح، زمانی باشد که هر دو کانال دریچه‌دار بسته هستند، می‌توان قلهٔ نمودار پتانسیل عمل (اختلاف پتانسیل ۳۰+) را مثال زد، که بلافاصله پس از آن با بازشدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می‌کند./ گزینهٔ (۴): فرض کنید یک نورون رابط با یک نورون حسی سیناپس تشکیل داده و تحریک شود. در این نورون، درست در اولین نقطه‌ای که پیام را از نورون حسی دریافت کرده است ایجاد پتانسیل عمل به حضور ناقل عصبی وابسته است و نه نقطهٔ مجاورش.

**۲۶۲۱- گزینهٔ «۴»** همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، آنزیم رنابسپاراز می‌تواند دو رشتهٔ دنای ژن را در بر گیرد، اما فقط یک رشتهٔ آن را به عنوان الگو قرار می‌دهد و فعالیت رونویسی را انجام می‌دهد و این آنزیم فعالیت نوکلئازی ندارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): برخلاف همانندسازی دنای هسته‌ای که در هر چرخهٔ یاخته‌ای، یک بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه بارها انجام شود و چندین رشتهٔ رنا ساخته شود./ گزینهٔ (۲): رشتهٔ مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشتهٔ مورد رونویسی ژن‌های دیگر یکسان یا متفاوت باشد./ گزینهٔ (۳): همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، جهت حرکت آنزیم‌های رنابسپارازی که مشغول رونویسی ژن‌های مجاور هم هستند، می‌تواند یکسان و یا متفاوت باشد.






**۲۶۲۲- گزینهٔ «۲»** همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، تشکیل قسمت ابتداییِ رنا در مرحلهٔ آغاز رونویسی و جداشدن این قسمت از رشتهٔ الگو، در مرحلهٔ طویل‌شدن رونویسی صورت می‌گیرد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): برای این‌که رونویسی ژن از محل صحیح خود شروع شود، توالی‌های نوکلئوتیدی ویژه‌ای در دنا وجود دارد که رنابسپاراز آن را شناسایی می‌کند. به این توالی‌ها راه‌انداز می‌گویند. راه‌انداز موجب می‌شود که رنابسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا و رونویسی را از آن‌جا آغاز کند؛ بنابراین خود توالی راه‌انداز، رونویسی نمی‌شود.

**نکته** راه‌انداز جزء ژن محسوب نمی‌شود.

گزینهٔ (۳): در طول رونویسی، به تدریج رنای ساخته‌شده از رشتهٔ الگو جدا شده و دو رشتهٔ ژن مجددن به هم متصل می‌شوند. همان‌طور که در شکل مقابل هم می‌بینید، اتصال دو رشتهٔ ژن در مجاور راه‌انداز در مرحلهٔ طویل‌شدن صورت می‌گیرد./ گزینهٔ (۴): رونویسی اولین نوکلئوتیدِ رشتهٔ الگوی ژن در مرحلهٔ آغاز رونویسی صورت می‌گیرد.

**۲۶۲۳- گزینهٔ «۳»** دانشمندان یک رنای پیک درون سیتوپلاسم را با رشتهٔ الگوی ژن آن در دنا مجاورت دادند. آن‌ها دریافتند که بخش‌هایی از دنای الگو با رنای رونویسی‌شده، دو رشتهٔ مکمل را تشکیل می‌دهند ولی بخش‌هایی نیز فاقد مکمل باقی می‌مانند. این بخش‌ها به صورت **حلقه‌هایی بیرون از مولکول دورشته‌ای** قرار می‌گیرند. به این نواحی که در مولکول دنا وجود دارند ولی رونوشت آن در رنای پیک سیتوپلاسمی حذف‌شده، **میانه (اینترون)** می‌گویند و به سایر بخش‌های مولکول دنا که رونوشت آن‌ها حذف نمی‌شوند، بیانه (اگزون) گفته می‌شود. پس منظور سؤال، **توالی اینترون در مولکول دنا** است. بخش ابتدایی ژن، توالی بیانه (اگزون) است؛ بنابراین جایگاه آغاز رونویسی (ابتدای ژن) درون اگزون قرار دارد، نه اینترون!

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): قندهای درون دنا (توالی اینترون) از نوعی دئوکسی‌ریبوز است./ گزینهٔ (۲): رنای بالغ که برای ترجمه به رناتن (ریبوزوم) متصل می‌شود، فاقد رونوشت اینترون است.

در واقع فقط بخشی از رونوشت اگزون ترجمه می‌شود. چون توالی قبل از کدون آغاز و توالی بعد از کدون پایان، ترجمه نمی‌شوند. در حالی که این توالی‌ها رونوشت اگزون هستند.

گزینهٔ (۴): با حذف رونوشت اینترون (نه خود اینترون!) رنای نابالغ به رنای بالغ تبدیل می‌شود.

البته **یکی از تغییرات** در جهت تبدیل رنای نابالغ به رنای بالغ، حذف رونوشت اینترون است. برای تبدیل این رنا به رنای بالغ، فرایندهای دیگری هم انجام می‌شود.

**۲۶۲۴- گزینهٔ «۳»** دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از یاخته‌ای به یاختهٔ دیگر و در حین تولیدمثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود. اما در جانداران یوکاریوتِ تک‌یاخته‌ای (مثل آغازیان و قارچ‌های تک‌یاخته‌ای)، تقسیم یاخته‌ای منجر به تولیدمثل می‌شود؛ بنابراین منظور سؤال، جانداران یوکاریوتِ تک‌یاخته‌ای است. در یوکاریوت‌ها همهٔ فام‌تن‌های هیستون‌دار در هسته قرار دارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در یوکاریوت‌ها انواعی از رنابسپارازها وجود دارد؛ اما در ساخت هر رنا، فقط یک نوع رنابسپاراز شرکت دارد./ گزینهٔ (۲): در یوکاریوت‌ها مولکول‌های دنای حلقوی درون راکیزه و پلاست حضور دارند./ گزینهٔ (۴): رناهای پیک که حاوی رونوشت‌های میانه (اینترون) دنا هستند، رنای نابالغ یا اولیه نام دارند؛ نه محصول اولیهٔ همهٔ ژن‌ها!

**نکته** بعضی قارچ‌ها مثل مخمر هم دیسک (پلازمید) دارند که این پلازمیدها درون سیتوپلاسم آن‌ها قرار دارد.

**۲۶۲۵- گزینهٔ «۴»** مولکول‌های رنای رناتنی (rRNA) در ساختار رناتن‌ها شرکت می‌کنند. هر رنای رناتنی، حاصل رونویسی و بیان یک ژن در مولکول دنا است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): مولکول‌های رنای پیک، رنای رناتنی و رنای ناقل در پروتئین‌سازی نقش دارند. در حالی که علاوه بر این نقش‌ها، گروهی از رناها دارای نقش آنزیمی و گروهی دیگر در تنظیم بیان ژن نقش دارند./ گزینهٔ (۲): رناهای درون یک یاختهٔ یوکاریوتی، تک‌رشته‌ای هستند. رناهایی که در تنظیم بیان ژن نقش دارند، می‌توانند درون هسته فعالیت کنند./ گزینهٔ (۳): رنای پیک حاصل فعالیت رنابسپاراز ۲ است. این مولکول **ممکن است** (نه الزامن) دستخوش تغییراتی در حین رونویسی و یا پس از آن شود. **یکی از این تغییرات** حذف بخش‌هایی از مولکول رنای پیک است. در **بعضی** از ژن‌ها (نه همه)؛ توالی‌های معینی از رنای ساخته‌شده، جدا و حذف می‌شوند، پس بالغ‌شدن رنای پیک لزومن به معنای کوتاه‌شدن طول این مولکول نیست.

**نکته** در بعضی ژن‌ها، توالی‌های معینی از رنای ساخته‌شده، جدا و حذف می‌شود.

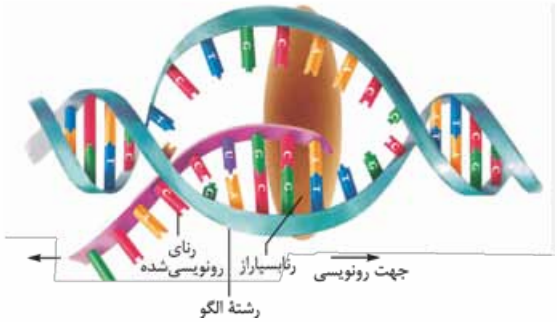
**۲۶۲۶- گزینهٔ «۲»** موارد «ب» و «ج» درست است.

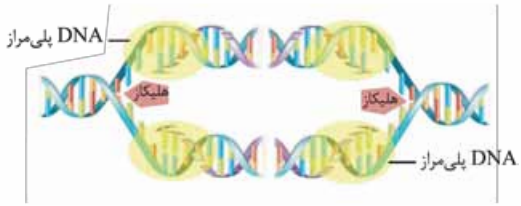
در فعالیت بسپارازی نوکلئوتیدها، پیوند فسفودی‌استر میان دو نوکلئوتید مجاور برقرار می‌شود. **آنزیم‌های دنابسپاراز و رنابسپاراز** که به ترتیب در همانندسازی و رونویسی فعالیت دارند، درون هستهٔ یاختهٔ یوکاریوتی فعالیت بسپارازی را انجام می‌دهند.

(الف): همان‌طور که در شکل صفحهٔ بعد مشاهده می‌کنید، **آنزیم رنابسپاراز هر دو رشتهٔ دنا را در بر می‌گیرد ولی فقط یک رشته را مورد الگوبرداری قرار می‌دهد**./ (ب): اساس رونویسی و همانندسازی شبیه هم است. در هر دو فرایند با توجه به نوکلئوتیدهای رشتهٔ دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیرهٔ پلی‌نوکلئوتیدی در حال ساخت قرار می‌گیرد. در این فرایندها، یک باز تک‌حلقه‌ای (پیریمیدین) در مقابل یک باز دوحلقه‌ای (پورین) قرار می‌گیرد./ (ج): همان‌طور که گفتیم در فعالیت بسپارازی نوکلئوتیدها پیوند فسفودی‌استر ایجاد می‌شود. این پیوند بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور تشکیل می‌شود.

**نکته** هر پیوند فسفودی‌استر شامل دو پیوند قند ـ فسفات است.

(د): توانایی بریدن دنا را فعالیت نوکلئازی گویند که در آن پیوند فسفودی‌استر می‌شکند. از بین رنابسپاراز و دنابسپاراز، فقط دنابسپاراز فعالیت نوکلئازی دارد.

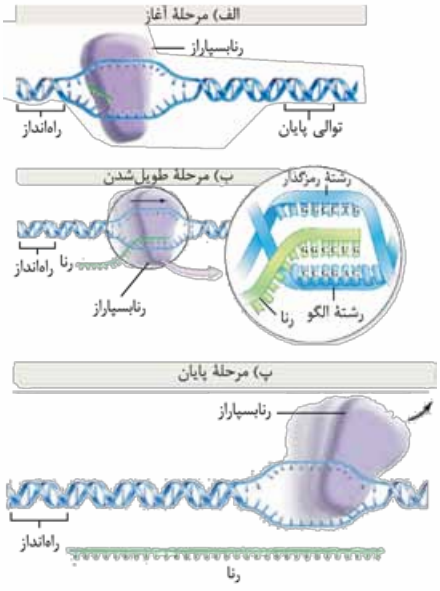



| RNA پلی‌مراز (رنابسپاراز) | DNA پلی‌مراز (دنابسپاراز) |
|---|---|
| نوعی آنزیم درون‌یاخته‌ای پروتئینی است که در ساختار خود دارای پیوندهای اشتراکی و غیراشتراکی است. | نوعی آنزیم درون‌یاخته‌ای پروتئینی است که در ساختار خود دارای پیوندهای اشتراکی و غیراشتراکی است . |
| قابلیت شکستن پیوند هیدروژنی را دارد (همانند هلیکاز). | قابلیت شکستن پیوند فسفودی‌استر را دارد (همانند آنزیم برش‌دهنده). |
| در فرایند رونویسی فعالیت دارد. | در فرایند همانندسازی نقش دارد و این فرایند را با کمک هلیکاز انجام می‌دهد. |
| در هنگام اتصال به DNA هر دو رشتهٔ دنا را احاطه می‌کند. | در هنگام اتصال به DNA فقط یک رشتهٔ دنا را احاطه می‌کند. |
| در محل جداشدن دو رشتهٔ دنا هنگام رونویسی فقط یک آنزیم RNA پلی‌مراز وجود دارد. | در محل جداشدن دو رشتهٔ دنا هنگام همانندسازی در یک جایگاه آغاز همانندسازی چهار آنزیم DNA پلی‌مراز می‌توانند وجود داشته باشند. |
| توانایی ویرایش ندارد. | توانایی ویرایش دارد. |
| | فقط یکی از رشته‌های دنا را در بر می‌گیرد. |

**۲۶۲۷- گزینهٔ «۲»** رونویسی فرایندی پیوسته است ولی برای سادگی موضوع، آن را به سه مرحلهٔ آغاز، طویل‌شدن و پایان تقسیم می‌کنند. در هر سه مرحله، دو رشتهٔ دنا توسط آنزیم رنابسپاراز از هم باز می‌شوند و در همهٔ این مراحل نوکلئوتیدهای مکمل در برابر رشتهٔ الگوی ژن قرار می‌گیرند و رنا ساخته می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، در مراحل طویل‌شدن و پایان رونویسی، دو رشتهٔ دنا مجددن به هم می‌پیوندند اما جداشدن رنابسپاراز (RNA پلی‌مراز) از دنا فقط در مرحلهٔ پایان صورت می‌گیرد./ گزینهٔ (۳): همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، ایجاد زنجیرهٔ کوچکی از رنا در مرحلهٔ آغاز صورت می‌گیرد. در مرحلهٔ آغاز رنابسپاراز از راه‌انداز عبور می‌کند و متصل به آن باقی نمی‌ماند./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، در مراحل طویل‌شدن و پایان رونویسی، پیوند هیدروژنی بین رنا و دنا شکسته می‌شود ولی شناسایی توالی‌های ویژهٔ پایان رونویسی فقط در مرحلهٔ پایان انجام می‌شود.



**جمع‌بندی مراحل رونویسی**

| | |
|---|---|
| **مرحلهٔ آغاز** | **۱- وقایع مرحله:**<br>شناسایی راه‌انداز توسط رنابسپاراز ⟵ اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز ⟵ بازکردن بخشی از دنا ⟵ ایجاد زنجیرهٔ کوتاهی از رنا.<br>رنابسپاراز هر دو رشتهٔ دنا را در بر می‌گیرد ولی فقط از روی یکی از آن‌ها رونویسی انجام می‌دهد.<br>رنابسپاراز یا به تنهایی (در پروکاریوت) و یا به کمک عواملی (یوکاریوت: عوامل رونویسی + پروکاریوت در تنظیم مثبت رونویسی، پروتئین فعال‌کنندهٔ متصل به مالتوز) راه‌انداز را شناسایی می‌کند.<br>رنابسپاراز همواره از نوکلئوتیدهایی که بلافاصله بعد از راه‌انداز قرار دارند رونویسی نمی‌کند ⟵ اپراتور در تنظیم منفی رونویسی.<br>**۲- نکات مرتبط با پیوندها:**<br>شکسته‌شدن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو و رمزگذار توسط رنابسپاراز.<br>تشکیل پیوند هیدورژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگوی ژن با ریبونوکلئوتیدهای مکمل ( این نوکلئوتیدها از نظر قند و باز آلی با هم تفاوت دارند).<br>تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای رنای در حال ساخت ( این نوکلئوتیدها می‌توانند از نظر نوع باز آلی با هم تفاوت داشته باشند). |
| **مرحلهٔ طویل‌شدن** | **۱- وقایع مرحله:**<br>حرکت رنابسپاراز در طول ژن به سمت توالی پایان رونویسی ⟵ افزایش طول رنای در حال ساخت.<br>**۲- نکات مرتبط با پیوندها:**<br>شکسته‌شدن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو و رمزگذار توسط رنابسپاراز.<br>شکسته‌شدن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو و رنای در حال ساخت.<br>تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو و رمزگذار در پشت رنابسپاراز.<br>تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگوی ژن با ریبونوکلئوتیدهای مکمل ( این نوکلئوتیدها از نظر قند و باز آلی با هم تفاوت دارند).<br>تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای رنای در حال ساخت ( این نوکلئوتیدها از نظر نوع باز آلی با هم تفاوت دارند).<br>در این مرحله پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهایی با نوع قند یکسان هم شکسته و هم تشکیل می‌شود، هم‌چنین بین نوکلئوتیدهایی با نوع قند متفاوت.<br>**چند نکتهٔ دیگر:**<br>**در پروکاریوت‌ها، در این مرحله از رونویسی، ترجمه نیز می‌تواند صورت گیرد.** |
| **مرحلهٔ پایان** | **۱- وقایع مرحله:**<br>رسیدن رنابسپاراز به توالی پایان رونویسی ⟵ بازکردن دو رشتهٔ دنا در این ناحیه ⟵ رونویسی از توالی پایان رونویسی ⟵ جداشدن رنابسپاراز از دنا ⟵ جداشدن رنا از دنا ⟵ متصل‌شدن دو رشتهٔ دنا به هم.<br>**۲- نکات مرتبط با پیوندها:**<br>شکسته‌شدن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو و رمزگذار توسط رنابسپاراز در توالی پایان رونویسی.<br>شکسته‌شدن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو و رنای در حال ساخت.<br>تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو و رمزگذار.<br>تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگوی ژن با ریبونوکلئوتیدهای مکمل ( این نوکلئوتیدها از نظر قند و باز آلی با هم تفاوت دارند).<br>تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای رنای در حال ساخت ( این نوکلئوتیدها می‌توانند از نظر نوع باز آلی با هم تفاوت داشته باشند).<br>در این مرحله پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهایی با نوع قند یکسان هم شکسته و هم تشکیل می‌شود، هم‌چنین بین نوکلئوتیدهایی با نوع قند متفاوت. |
| **وقایعی که در هر سه مرحله رخ می‌دهد.** | جداشدن دو رشتهٔ دنا از هم (شکسته‌شدن پیوند هیدروژنی) + ایجاد قسمتی از مولکول رنا. |
| **وقایعی که فقط در مراحل طویل‌شدن و پایان رخ می‌دهد.** | جداشدن رشتهٔ رنا از رشتهٔ الگو (شکسته‌شدن پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهایی با قند متفاوت) + اتصال رشته‌های الگو و رمزگذار دنا به هم + طویل‌شدن رنا. |
| **وقایعی که فقط در مرحلهٔ پایان رخ می‌دهد.** | جداشدن رنابسپاراز از دنا. |

**۲۶۲۸- گزینهٔ «۴»** در بعضی ژن‌ها، توالی‌های معینی از رنای ساخته‌شده جدا و حذف می‌شود و سایر بخش‌ها به هم متصل می‌شوند. رنای رونویسی‌شده از روی رشتهٔ الگو، در ابتدا دارای رونوشت‌های (توالی‌های) اینترون است. به این رنا، رنای نابالغ یا اولیه می‌گویند. در این رناها، درون هسته و قبل از ورود به سیتوپلاسم، توالی‌های اینترون جدا و حذف می‌شوند و سایر بخش‌ها (توالی‌های اگزون) به هم متصل می‌شوند و یک رنای پیک یکپارچه را می‌سازند. به این فرایند پیرایش گفته می‌شود.

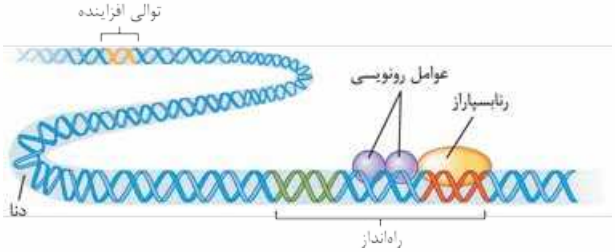
**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه‌های (۱) و (۳): رنای پیک ممکن است دستخوش تغییراتی **در حین رونویسی و یا پس از آن** شود. **یکی از این تغییرات** حذف بخش‌هایی از مولکول رنای پیک است. این بخش‌ها، رونوشت‌های اینترون هستند./ گزینهٔ (۲): در یوکاریوت‌ها تنظیم بیان ژن می‌تواند پیش از رونویسی یا پس از آن هم انجام شود. اتصال بعضی رناهای کوچک مکمل به رنای پیک مثالی از تنظیم بیان ژن پس از رونویسی است. **با اتصال این رناها، از کار رناتن جلوگیری می‌شود؛ در نتیجه عمل ترجمه متوقف و رنای ساخته‌شده پس از مدتی تجزیه می‌شود.**

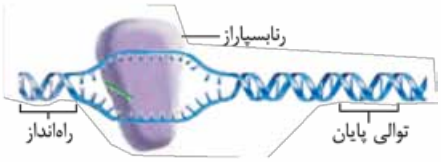
**۲۶۲۹- گزینهٔ «۲»** یاخته‌های یوکاریوتی به وسیلهٔ غشاها به بخش‌های مختلفی تقسیم شده‌اند؛ بنابراین اگر یاخته بخواهد نسبت به یک ماده واکنش نشان دهد باید این عوامل به طریقی از غشاها عبور کنند و ژن‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. پس منظور صورت سؤال، یاختهٔ یوکاریوتی است.

در رونویسی، مولکول رنا از روی بخشی از یک رشتهٔ دنا ساخته می‌شود. در همانندسازی نیز، هر آنزیم پلی‌مراز به بخشی از یک رشتهٔ دنا متصل شده و فقط از بخشی از آن رشته الگوبرداری می‌کند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): اساس رونویسی شبیه همانندسازی است. در این فرایند نیز با توجه به نوکلئوتیدهای رشتهٔ دنا، نوکلئوتیدهای مکمل در زنجیرهٔ رنا قرار می‌گیرد و به هم متصل می‌شوند. **برخلاف همانندسازی که در هر چرخهٔ یاخته‌ای یک بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه بارها انجام شود و چندین رشتهٔ رنا ساخته شود.**/ گزینهٔ (۳): در فرایند **رونویسی** نوکلئوتیدهایی که مقابل نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگو قرار می‌گیرند، **در نوع قند و باز آلی متفاوت** هستند. در حالی که در **همانندسازی تفاوت نوکلئوتیدهایی که مقابل هم قرار می‌گیرند فقط از نظر نوع باز آلی است.**/ گزینهٔ (۴): در همانندسازی، آنزیم پلی‌مراز برای حذف نوکلئوتید نادرست پیوند فسفودی‌استر را شکسته و نوکلئوتید نادرست را جدا می‌کند. توانایی بریدن دنا را فعالیت نوکلئازی گویند. در حالی که در رونویسی آنزیم پلی‌مراز فعالیت نوکلئازی ندارد.

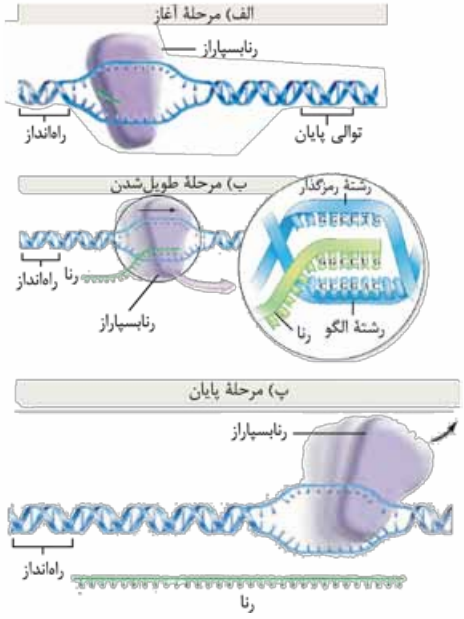
**۲۶۳۰- گزینهٔ «۲»** همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، در مرحلهٔ آغاز رونویسی، رنابسپاراز در سمتی از راه‌انداز که مجاور ژن قرار دارد، به راه‌انداز متصل می‌شود.




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): اساس رونویسی شبیه همانندسازی است. عمل رونویسی از دنا به کمک آنزیم‌هایی انجام می‌شود. این آنزیم‌ها را، تحت عنوان کلی رنابسپاراز نام‌گذاری می‌کنند. نحوهٔ عمل رنابسپاراز به این صورت است که آنزیم با توجه به نوع نوکلئوتید رشتهٔ الگوی دنا، **نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می‌دهد** (یعنی ایجاد پیوند هیدروژنی) و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشتهٔ رنا متصل می‌کند (یعنی ایجاد پیوند فسفودی‌استر)./ گزینهٔ (۳): ژن بخشی از مولکول دنای دورشته‌ای است ولی فقط یک رشتهٔ آن (رشتهٔ الگو) الگوبرداری و رونویسی می‌شود./ گزینهٔ (۴): در **بعضی** از ژن‌ها (ژن‌هایی که اینترون دارند)، توالی‌های معینی از رنای ساخته‌شده، جدا و حذف می‌شود و سایر بخش‌ها به هم متصل می‌شوند و یک رنای پیک یکپارچه را می‌سازند.

**۲۶۳۱- گزینهٔ «۲»** همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، شکستن پیوند هیدروژنی بین رنا (RNA) و دنا (DNA) در مراحل **طویل‌شدن و پایان رونویسی** صورت می‌گیرد، در هر دوی این مراحل، رونویسی انجام می‌شود و این یعنی اتصال نوکلئوتید به رنا(RNA)ی در حال ساخت!




**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در هر سه مرحلهٔ رونویسی، قرارگیری ریبونوکلئوتید در مقابل دئوکسی‌ریبونوکلئوتید مشاهده می‌شود در حالی که فقط در مراحل طویل‌شدن و پایان، تشکیل مجدد پیوند هیدروژنی بین دو رشتهٔ دنا (DNA) مشاهده می‌شود./ گزینهٔ (۳): راه‌انداز درون ژن قرار ندارد و اصلن جزء ژن هم محسوب نمی‌شود./ گزینهٔ (۴): همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، ایجاد پیچ‌خوردگی مجدد در دو رشتهٔ ژن در مراحل طویل‌شدن و پایان انجام می‌شود ولی جداشدن رنابسپاراز از دنا، فقط در مرحلهٔ پایان صورت می‌گیرد.

**۲۶۳۲- گزینهٔ «۳»** به بخشی از رشتهٔ دنا که مکمل رشتهٔ رنای رونویسی شده است **رشتهٔ الگو** می‌گویند. به رشتهٔ مکمل همین بخش در مولکول دنا، رشتهٔ رمزگذار گفته می‌شود، زیرا توالی نوکلئوتیدی آن شبیه رشتهٔ رنایی است که از روی رشتهٔ الگوی آن ساخته شده است؛ بنابراین رنای رونویسی‌شده از رشتهٔ الگو، توالی نوکلئوتیدی مشابهی با رشتهٔ رمزگذار دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): این دو رشتهٔ رنا هم مانند رشته‌های رمزگذار و الگو، توالی نوکلئوتیدی مکمل هم دارند./ گزینهٔ (۲): توالی مشابه نه یکسان، چون در دنا باز آلی تیمین قرار دارد در حالی که در رنا به جای تیمین، باز آلی یوراسیل قرار می‌گیرد./ گزینهٔ (۴): رنا و پلی‌پپتید ساخته‌شده از روی دو رشتهٔ مکمل دنا بسیار متفاوت هستند. بنابراین برای هر ژن خاص، یکی از دو رشتهٔ دنا رونویسی می‌شود.

**۲۶۳۳- گزینهٔ «۲»** در مرحلهٔ طویل‌شدن برخلاف مرحلهٔ آغاز رونویسی، همچنان که مولکول رنابسپاراز به پیش می‌رود، دو رشتهٔ دنا در جلوی آن باز و در چندین نوکلئوتید عقب‌تر، رنا از دنا جدا می‌شود و دو رشتهٔ دنا مجددن به هم می‌پیوندند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): عوامل رونویسی در یاخته‌های یوکاریوتی وجود دارند، نه باکتری‌ها!/ گزینهٔ (۳): در مرحلهٔ آغاز رونویسی، زنجیرهٔ کوتاهی از رنا با الگو قرار دادن رشتهٔ الگو (نه رمزگذار) ساخته می‌شود./ گزینهٔ (۴): پروتئین‌های هیستون در ساختار کروموزوم‌های یوکاریوتی دیده می‌شوند، نه باکتری‌ها!

**۲۶۳۴- گزینهٔ «۱»** گیرنده‌های آنتی‌ژنی در لنفوسیت‌ها و در دفاع اختصاصی وجود دارد. بی‌مهرگان مانند ملخ فاقد دفاع اختصاصی هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): در یوکاریوت‌ها رنای پیکی که در حال ساخته‌شدن است دارای رونوشت میانه‌ها (اینترون‌ها) و بیانه‌ها (اگزون‌ها) می‌باشد، در حالی که رنای پیک در سیتوپلاسم فاقد رونوشت اینترون‌ها می‌باشد. *خب واسه راحتی کار رنای پیکی رو که توی آخرین لحظه از مرحلهٔ پایان رونویسی قرار داره رو فرض کنین. به نظرتون این رنای در حال ساخت بلندتره یا همین رنا بعد از جداشدن چندین توالی نوکلئوتیدی؟*/ گزینهٔ (۳): در یوکاریوت‌ها تنظیم بیان ژن‌ها می‌تواند در مراحل مختلفی مانند رونویسی و غیر از آن انجام شود./ گزینهٔ (۴): رناتن‌های متصل به شبکهٔ آندوپلاسمی دارای پروتئین و رنای رناتنی هستند. برای تولید پروتئین رناتنی باید از روی ژن آن توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی شود. تولید رنای رناتنی نیز توسط رنابسپاراز ۱ انجام می‌شود. در مرحلهٔ ترجمهٔ رنای پیک ساخته‌شده از روی ژن پروتئین رناتنی، رناهای ناقل نیز نقش دارند. رناهای ناقل نیز توسط رنابسپاراز ۳ ساخته می‌شوند.

**۲۶۳۵- گزینهٔ «۱»** ضمن تولید رنا، نوکلئوتیدهای ریبوزدار در برابر نوکلئوتیدهای رشتهٔ الگوی دنا قرار می‌گیرند. نوکلئوتیدها به صورت آزاد دارای سه گروه فسفات هستند، اما هنگام قرارگیری در رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی، دو گروه از سه گروه فسفات خود را از دست می‌دهند (شکستن پیوند اشتراکی) و با نوکلئوتید مجاور خود، پیوند فسفودی‌استر (نوعی پیوند اشتراکی) تشکیل می‌دهند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۲): گروه هیدروکسیل آزاد در یک انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی، متصل به قند است؛ نه باز آلی!

**نکته** هر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی در یک انتهای خود دارای گروه هیدروکسیل و در انتهای دیگر خود، دارای گروه فسفات است.

گزینهٔ (۳): هر رنا حاصل رونویسی رنابسپاراز از بخشی (نه بخش‌هایی!) از **یک رشتهٔ دنا** (نه رشته‌های آن) می‌باشد./ گزینهٔ (۴): بعضی از رناها درون هسته می‌مانند و در تنظیم بیان ژن‌ها نقش دارند.

**۲۶۳۶- گزینهٔ «۱»** ترتیب رویدادها در مرحلهٔ آغاز رونویسی: ۱- اتصال آنزیم رنابسپاراز به توالی راه‌انداز ۲- شناسایی محل شروع رونویسی توسط رنابسپاراز ۳- جداشدن دو رشتهٔ دنا از هم (شکسته‌شدن پیوندهای هیدروژنی) ۴- شروع فرایند رونویسی (شروع فرایند سنتز آبدهی، تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر).

**۲۶۳۷- گزینهٔ «۴»** در یاخته‌های یوکاریوتی، 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 قند ریبوز هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): رنای رناتنی در ساختار رناتن‌ها شرکت می‌کند. رناها دارای توالی مکمل (نه مشابه) با رشتهٔ الگوی ژن خود هستند./ گزینهٔ (۲): رناهای ناقل در انتقال آمینواسید به رناتن‌ها نقش دارند. این مولکول‌های رنا می‌توانند علاوه بر هسته در داخل **میتوکندری یا کلروپلاست یاخته‌های یوکاریوتی** نیز تولید شوند که در آن‌جا نیز می‌توانند فعالیت داشته باشند. درون میتوکندری و کلروپلاست، عمل رونویسی و ترجمه در یک محل صورت می‌گیرد./ گزینهٔ (۳): مولکول‌های رنای پیک اطلاعات را از دنا به رنا منتقل می‌کنند. در صورتی که این مولکول‌ها در درون میتوکندری یا کلروپلاست و از روی ژن موجود در آن‌ها تولید شده باشند، دیگر با توالی دنای هسته‌ای رابطهٔ مکملی نخواهند داشت.

**۲۶۳۸- گزینهٔ «۴»** در طی رونویسی، در **مرحلهٔ طویل‌شدن و پایان**، تشکیل مجدد پیوندهای هیدروژنی میان جفت نوکلئوتیدهای دنای جداشده از یکدیگر مشاهده می‌شود. در این مراحل امکان رونویسی از نخستین نوکلئوتید ژن وجود ندارد، زیرا این اتفاق در **مرحلهٔ آغاز رونویسی** رخ می‌دهد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): شناسایی راه‌انداز در مرحلهٔ آغاز رونویسی انجام می‌شود. در این مرحله قسمت کوچکی از مولکول رنا تولید می‌شود اما جداشدن رنا از دنا در این مرحله صورت نمی‌گیرد بلکه این اتفاق در مراحل طویل‌شدن و پایان دیده می‌شود./ گزینهٔ (۲): رونویسی از توالی پایان رونویسی در مرحلهٔ پایان رونویسی رخ می‌دهد. در این مرحله رنابسپاراز از مولکول دنا جدا می‌شود./ گزینهٔ (۳): با توجه به شکل می‌بینید که **در مرحلهٔ طویل‌شدن رونویسی حرکت آنزیم رنابسپاراز در طول مولکول دنا دیده می‌شود**. رونویسی از آخرین توالی‌های ژن نیز در **مرحلهٔ پایان** رخ می‌دهد.

**۲۶۳۹- گزینهٔ «۳»** در یوکاریوت‌ها رنای رونویسی‌شده از رشتهٔ الگو، در **ابتدا دارای رونوشت‌های میانهٔ دنا** است. **به این رنا، رنای نابالغ یا اولیه گفته می‌شود.** با حذف این رونوشت‌ها از رنای اولیه و پیوستن بخش‌های باقی‌مانده به هم، رنای بالغ ساخته می‌شود اما این اتفاق در یاخته‌های پروکاریوتی مشاهده نمی‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینهٔ (۱): در یاخته‌های پروکاریوتی همهٔ رناها می‌توانند بدون کاهش طول و بلوغ، ترجمه شوند./ گزینهٔ (۲): در یاخته‌های یوکاریوتی، رنای ساخته‌شده در رونویسی با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوت‌هایی دارد. بعدها مشخص شد که این مولکول‌ها برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می‌شوند./ گزینهٔ (۴): در یاخته‌های یوکاریوتی به دلیل وجود هسته امکان شروع ترجمه قبل از اتمام رونویسی رنا وجود ندارد.