

## به جای مقدمه

سلام 

جلد دوم کتاب زیست جامع خیلی سبز که در دستان شماسه، شامل نکته‌های کاربردی و پاسخ‌های واقعی تشریحی همون جلد اول هستش!  
حتمن خواندن این نکات و پاسخ‌ها به تثبیت تست‌هایی که زدید و چیزهایی که از اون‌ها یاد گرفتید خیلی کمک می‌کنه.

مراقب خوبی‌های خودتون باشین؛ خیلی!

فعلن 

# فهرست

## دهم عنوان فصل

فصل ۱ دنیای زنده ۶

فصل ۲ گوارش و جذب مواد ۳۶

فصل ۳ تبدلات گازی ۶۷

فصل ۴ گردش مواد در بدن ۱۰۱

فصل ۵ تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد ۱۴۳

فصل ۶ از یاخته تا گیاه ۱۷۳

فصل ۷ جذب و انتقال مواد در گیاهان ۲۰۰

## یازدهم عنوان فصل

فصل ۱ تنظیم عصبی ۲۲۳

فصل ۲ حواس ۲۶۰

فصل ۳ دستگاه حرکتی ۲۹۸

فصل ۴ تنظیم شیمیایی ۳۲۵

فصل ۵ ایمنی ۳۵۲

فصل ۶ تقسیم یاخته ۳۸۵

فصل ۷ تولیدمثل ۴۰۹

فصل ۸ تولیدمثل نهان دانگان ۴۴۸

فصل ۹ پاسخ گیاهان به محرک‌ها ۴۶۸

## دوازدهم عنوان فصل

فصل ۱ مولکول‌های اطلاعاتی ۴۸۷

فصل ۲ جریان اطلاعات در یاخته ۵۲۴

فصل ۳ انتقال اطلاعات در نسل‌ها ۵۵۵

فصل ۴ تغییر در اطلاعات وراثتی ۵۸۶

فصل ۵ از ماده به انرژی ۶۱۹

فصل ۶ از انرژی به ماده ۶۴۸

فصل ۷ فناوری‌های نوین زیستی ۶۸۰

فصل ۸ رفتارهای جانوران ۷۱۰



**۱۸۳- گزینه ۴** همه موارد به نادرستی بیان شده‌اند. **معده و لوزالمعده**، پروتئازهای خود را به صورت غیرفعال ترشح می‌کنند.



(الف): طبق شکل، بخش پهن‌تر لوزالمعده در نیمه راست بدن و در مجاورت دوازدهه قرار گرفته است. دقت کنید بخش پهن‌تر معده، در نیمه راست بدن قرار نگرفته است. بخش اعظم معده در سمت چپ بدن قرار دارد. (ب): آنزیم‌های گوارشی مترشح از معده نظیر پپسینوژن، در محیط اسیدی معده، گوارش پروتئین‌ها را انجام می‌دهند، اما پروتئازهای لوزالمعده، در محیط قلیایی روده باریک فعالیت بهینه دارند. **اصلن ترشح بی‌کربنات هم به خاطر همین موضوعه!** بی‌کربنات اثر اسید معده را خنثی و محیط مناسب را برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌کند. توجه کنید که هر آنزیم، در دمای خاصی فعالیت بهینه دارند. (ج): شیره لوزالمعده به دوازدهه (بخش ابتدایی روده باریک) وارد می‌شود. یاخته‌های غده‌های معده، مواد مختلف شیره معده را ترشح می‌کنند. دقت کنید شیره معده به دوازدهه وارد نمی‌شود؛ بلکه محتویات این شیره با توده غذایی مخلوط و کیموس تشکیل می‌شود. **کیموس** (نه شیره معده!) به دوازدهه می‌ریزد. (د): یاخته‌های ماهیچه‌ای معده برخلاف روده باریک، در سه جهت طولی، حلقوی و مورب قرار گرفته‌اند. این موضوع در رابطه با لوزالمعده صدق نمی‌کند.

**۱۸۴- گزینه ۳** **تفسیر سؤال:** کبد، کیسه صفرا و لوزالمعده

همه اندام‌های بدن حاوی یاخته‌های هسته‌دار هستند. این یاخته‌ها دارای انواعی از اندامک‌ها از جمله لیزوزوم هستند. این اندامک دارای انواعی از آنزیم‌های تجزیه‌کننده جهت گوارش درون یاخته‌ای است.

**نکته:** کبد فاقد توانایی تولید آنزیم‌های گوارشی برون یاخته‌ای است.

**۱۸۵- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه ۱: کیسه صفرا فاقد توانایی تولید صفرا است و در ذخیره صفرا نقش دارد. گزینه ۲: کیسه صفرا و یاخته‌های لوزالمعده فاقد توانایی تولید موسین هستند. گزینه ۴: کبد با تولید هورمون اریتروپویتین و لوزالمعده با تولید هورمون‌های انسولین و گلوکاگون سبب تغییر فعالیت یاخته‌های موجود در خارج از لوله گوارش می‌شوند، اما کیسه صفرا هورمون تولید و ترشح نمی‌کند.

**۱۸۵- گزینه ۴** **تفسیر سؤال:** صفرا، شیرهای روده و لوزالمعده که به دوازدهه می‌ریزند به کمک حرکات روده، در گوارش نهایی کیموس نقش دارند.

صفرا ترکیبی بدون آنزیم است اما به گوارش شیمیایی چربی‌ها کمک می‌کند. حرکات روده نیز کیموس را در سراسر مخاط روده می‌گسترانند تا تماس آن با شیرهای گوارشی و نیز یاخته‌های پوششی مخاط، افزایش یابد و در نتیجه، به گوارش شیمیایی غذا کمک می‌کنند.

**۱۸۵- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه ۱: در صفرا، شیره روده و شیره پانکراس، بی‌کربنات وجود دارد که به محافظت از مخاط روده باریک در برابر اسید معده کمک می‌کند. این عبارت درباره حرکات روده صادق نیست. گزینه ۲: مراحل پایانی گوارش کیموس به طور عمده در دوازدهه (بخش C شکل روده) انجام می‌شود. **هواست باشه دلیل رد این گزینه اینه که تمامی عواملی که در گوارش نهایی کیموس نقش دارن، عمده فعالیت خودشون رو در دوازدهه انجام می‌دن ...**

**نکته:** ابتدای دوازدهه نسبت به انتهای دوازدهه دارای چین‌خوردگی بیشتر است و سطح برخورد مخاط ابتدای دوازدهه با کیموس بیشتر از انتهای دوازدهه است.

گزینه ۳: شبکه‌های یاخته‌های عصبی در دیواره روده باریک فقط بر حرکات روده و ترشح شیرهای روده مؤثر هستند و تأثیری بر ترشح صفرا و شیره پانکراس ندارند.

**۱۸۶- گزینه ۴** **تفسیر سؤال:** ترشحات روده باریک - ترشحات پانکراس - صفرا

همه موارد صحیح هستند.

(الف): همه ترشحات به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در تجزیه مواد درون روده باریک و تغییر تعداد پیوندهای موجود در میان مولکول‌های مواد غذایی نقش دارند. (ب): در میان مواد ذکر شده، تنها ترشحات روده باریک موسین دارند. (ج): هر سه ترشح مطرح شده دارای بی‌کربنات به منظور خنثی‌سازی خاصیت اسیدی کیموس معده هستند. (د): در میان ترکیبات ذکر شده، تنها صفرا آنزیم ندارد. ترشحات پانکراس دارای انواع مختلفی از آنزیم‌ها در جهت تجزیه انواع مولکول‌های زیستی می‌باشد.

**۱۸۷- گزینه ۲** **تفسیر سؤال:** بخشی از لوله گوارش که در حفره شکمی قرار ندارد: دهان، حلق و بخش اعظم مری

بخشی از لوله گوارش که در انبار کردن غذای بلع شده نقش دارد: معده

بخشی از دستگاه (نه لوله!) گوارش که پروتئازهای آن در روده باریک فعال می‌شوند: لوزالمعده (پانکراس)

بخش از دستگاه (نه لوله!) گوارش که در ساخت نوعی شیره بدون آنزیم (صفرا) مؤثر است: کبد

معده، بخش کیسه‌ای شکل لوله گوارش است. دیواره معده، چین‌خوردگی‌هایی دارد که با پرشدن معده باز می‌شوند تا غذای بلع شده در آن انبار شود. طبق شکل کتاب درسی، بخش اعظم معده در سمت چپ بدن قرار گرفته است.

**نکات:** بنداره انتهایی مری همانند بخش اعظم معده، در سمت چپ بدن قرار دارد.

بنداره انتهایی معده برخلاف بنداره انتهایی مری، در سمت راست بدن قرار دارد.

مری ابتدا در خط وسط بدن قرار دارد، اما به تدریج به نیمه چپ بدن متمایل می‌شود.

چین‌خوردگی‌های معده موقتی بوده و ضمن پرشدن آن، چین‌خوردگی‌ها از بین می‌روند.

**۱۸۸- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه ۱: دهان، حلق و بخش زیادی از مری، در حفره شکمی قرار ندارند. دقت کنید در دهان، آمیلاز بزاق به گوارش شیمیایی نشاسته کمک می‌کند. گزینه ۳: لوزالمعده، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند. پروتئازهای لوزالمعده درون روده باریک فعال

می‌شوند. لوزالمعده در زیر معده (بخش کیسه‌ای شکل) قرار گرفته است. دقت کنید لوزالمعده نیز همانند کبد، جزئی از **دستگاه گوارش** (و نه لوله گوارش!) می‌باشد. / گزینه (۴): صفا آنزیم ندارد و توسط کبد ساخته می‌شود. کبد از دو لوب راست و چپ تشکیل شده است که طبق شکل کتاب درسی، بالاترین و پایین‌ترین بخش آن، در نیمه راست بدن قرار دارد. دقت کنید کبد جزئی از لوله گوارش نیست!

**۱۸۸- گزینه «۴»** لوزالمعده در پشت معده قرار دارد و قسمتی از آن در جلو توسط معده (واجد سه لایه ماهیچه‌ای طولی، حلقوی و مورب) پوشیده شده است. لوزالمعده، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند. پروتئازهای لوزالمعده درون روده باریک فعال می‌شوند.

علاوه بر لوزالمعده، قسمتی از سمت چپ کبد هم در پشت معده قرار دارد. کبد آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کند و صفرايي که تولید می‌کند هم فاقد آنزیم است. / **۱۸۹- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): بخش اعظم معده در سمت چپ بدن قرار دارد. پپسین گوارش پروتئین‌ها را در معده آغاز می‌کند. در روده باریک در نتیجه فعالیت پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم‌های **روده باریک**، پروتئین‌ها به آمینواسیدها تجزیه می‌شوند.

**نکته:** پپسین معده باعث تبدیل پروتئین‌ها به مولکول‌های کوچک‌تر (در حد زنجیره‌های با چند آمینواسید) می‌شود، اما نمی‌تواند آن‌ها را به آمینواسید تبدیل کند.

**بنابراین:** هیچ اندامی نداریم که محل شروع گوارش پروتئین‌ها باشد و هم‌زمان باعث تبدیل آن‌ها به آمینواسید شود.

گزینه (۲): طولی‌ترین اندام لوله گوارش، روده باریک است. بخشی از کیسه صفا و هم‌چنین بخشی از کولون افقی در جلوی روده باریک قرار گرفته است. مواد جذب‌نشده و گوارش‌نیافته، یاخته‌های مرده و باقی‌مانده شیره‌های گوارشی، وارد روده بزرگ می‌شوند. روده بزرگ، آب و یون‌ها را جذب می‌کند. چنین چیزی در مورد کیسه صفا درست نیست. / گزینه (۳): بخش اعظم کبد در سمت راست بدن قرار دارد. کبد، صفا می‌سازد که به دوازدهه می‌ریزد و به گوارش چربی‌ها کمک می‌کند. صفا آنزیم ندارد و ترکیبی از نمک‌های صفاوی، بی‌کربنات، کلسترول و فسفولیپید است.

**۱۸۹- گزینه «۴»** **تعمیر شکل سؤال:** بخش‌های ۱ تا ۴ به ترتیب عبارت‌اند از: **کبد، معده، لوزالمعده و روده بزرگ (کولون پایین‌رو).**

کبد از طریق تولید صفا (گوارش مکانیکی) و لوزالمعده از طریق تولید آنزیم لیپاز (گوارش شیمیایی)، در گوارش تری‌گلیسریدهای رژیم غذایی نقش دارند. / **۱۹۰- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): بخش ۱ از طریق ترشح صفا به دلیل وجود بی‌کربنات در قلیایی شدن دوازدهه نقش دارد و معده هم با ترشح HCL محیط معده را اسیدی می‌کند. / گزینه (۲): پروتئازهای غیرفعال معده در خود این اندام و در محیط اسیدی فعال می‌شوند ولی پروتئاز غیرفعال لوزالمعده در محیط قلیایی دوازدهه فعال می‌شود. / گزینه (۳): آنزیم تجزیه‌کننده کربوهیدرات‌های رژیم غذایی در یاخته‌های لایه مخاط معده و روده بزرگ تولید نمی‌شود. دقت کنید که آنزیم تجزیه‌کننده سلولز (سلولاز) درون روده بزرگ، توسط میکروب‌های مفید تولید شده‌اند، نه یاخته‌های روده بزرگ!

**۱۹۰- گزینه «۱»** **تعمیر سؤال:** بخشی از لوله گوارش انسان که گوارش شیمیایی کربوهیدرات‌ها آغاز می‌شود = **دهان** ← آغاز گوارش شیمیایی نشاسته توسط آمیلاز بزاق

بخشی از لوله گوارش انسان که قوی‌ترین آنزیم‌های گوارشی (= آنزیم‌های پانکراس) عمل می‌کنند = **دوازدهه (ابتدای روده باریک)**  
اندام‌های مرتبط با لوله گوارش = **غدد بزاقی، کبد، کیسه صفا و پانکراس**

بخشی از لوله گوارش انسان که در محل پایانی گوارش غذا انجام می‌شود = **روده باریک (به‌ویژه دوازدهه)**

بخشی از لوله گوارش انسان که بر ای نخستین بار آنزیم‌های غیرفعال وارد لوله می‌شوند = **معده** ← **ترشح پپسینوژن (پیش‌ساز پروتئازهای معده)**  
هر چهار مورد این سؤال، نادرست است.

(الف): در بزاق، انواعی از آنزیم‌ها نظیر آمیلاز و لیپوزیم وجود دارند. آنزیم آمیلاز بزاق به گوارش نشاسته کمک می‌کند. لیپوزیم، آنزیمی است که در از بین بردن باکتری‌های درون دهان نقش دارد و ماده‌ای به‌جز نشاسته را تجزیه می‌کند. / (ب): بی‌کربنات موجود در روده باریک، دارای سه منشأ است: ۱- بی‌کربنات ترشح‌شده توسط پانکراس، ۲- بی‌کربنات موجود در صفا و ۳- بی‌کربنات ترشح‌شده توسط یاخته‌های پوششی روده باریک. روده باریک جزء اندام‌های لوله گوارش (نه اندام‌های مرتبط با لوله) است. / (ج): در لوله گوارش، مونوساکاریدها بدون گوارش جذب می‌شوند ولی دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها برای جذب شدن باید گوارش یابند و به مونوساکارید تبدیل شوند؛ بنابراین مونوساکاریدهای جذب‌شده در لوله گوارش دو دسته هستند: ۱- مونوساکاریدهایی که در غذا وجود داشتند و ۲- مونوساکاریدهای حاصل از گوارش دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها (طی واکنش هیدرولیز). / (د): یاخته‌های پوششی سطحی مخاط معده و برخی از یاخته‌های غده‌های آن (یاخته‌های ترشح‌کننده ماده مخاطی)، ماده مخاطی فراوان ترشح می‌کنند که به شکل لایه ژله‌ای چسبناکی، مخاط معده را می‌پوشاند.

**۱۹۱- گزینه «۲»** **تعمیر سؤال:** **مونوساکاریدها + سلولز**

هیچ‌کدام از **مونوساکاریدها** و هم‌چنین **سلولز**، تحت تأثیر آنزیم‌های بزاق قرار نمی‌گیرند.

/ **۱۹۰- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): **سلولز** در بدن انسان، نه گوارش می‌شود و نه جذب. / گزینه (۳): هر سه نوع عنصر کربن، هیدروژن و اکسیژن که در همه کربوهیدرات‌ها یافت می‌شوند، در ساختار پروتئین‌ها نیز قرار دارند. / گزینه (۴): **مونوساکارید** یک **مونومر** است و زنجیره تشکیل نمی‌دهد.

**۱۹۲- گزینه «۱»** رژیم غذایی ما شامل انواع گوناگون کربوهیدرات‌هاست. مونوساکاریدها بدون گوارش جذب می‌شوند. دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها برای جذب شدن باید گوارش یابند و به مونوساکارید تبدیل شوند.

/ **۱۹۰- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۲): همان‌طور که از سال‌های قبل به یاد دارید، آب نوعی ماده معدنی است. بعضی از مواد مانند آب و یون‌ها، بدون نیاز به گوارش یافتن توسط دستگاه گوارش جذب می‌شوند. / گزینه (۳): آنزیم لیپاز، **تری‌گلیسریدها** (نه کلسترول!) را به زیرواحدهای سازنده آن تبدیل می‌کند. / گزینه (۴): در روده باریک در نتیجه فعالیت پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم‌های روده باریک، پروتئین‌ها به آمینواسیدها تبدیل می‌شوند.



مورد مقایسه	کربوهیدرات‌ها	پروتئین‌ها
دهان	آمیلاز بزاق بر روی نشاسته تأثیر گذاشته و آن را به مولکول‌های کوچک‌تر می‌شکند.	شروع گوارش پروتئین‌ها از معده می‌باشد.
معده	آمیلاز بزاق با ورود به معده به تدریج به وسیله پروتئاز از بین می‌رود و عملکرد خود را از دست می‌دهد.	پسین تولیدشده در فضای معده گوارش پروتئین‌ها را آغاز می‌کند. در معده آمینواسید ایجاد نمی‌شود.
روده باریک	آمیلاز پانکراس با قدرت بیشتری نشاسته را تجزیه می‌کند و در نهایت به کمک آنزیم‌های روده باریک مونوساکارید تولید می‌کند.	پروتئازهای پانکراس و آنزیم‌های روده باریک، پروتئین‌ها و رشته‌های کوچک پلی‌پپتیدی را به آمینواسید تبدیل می‌کنند.

**۱۹۳- گزینه «۳»** دهان، معده، روده باریک و روده بزرگ می‌توانند در فرایند جذب مواد شرکت کنند. در فضای داخل همه آن‌ها حداقل یک نوع شیره یا ترکیب گوارشی یافت می‌شود، در دهان بزاق، در معده، شیره معده و در روده باریک، شیره روده، شیره لوزالمعده و صفرا و در روده بزرگ، باقی‌مانده شیره‌های گوارشی یافت می‌شود.

**۱۹۴- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): یاخته‌های ماهیچه‌ای در دهان از نوع اسکلتی و دارای ظاهر مخطط هستند. / گزینه (۲): تنها یاخته‌های روده باریک دارای ریزپرز هستند. / گزینه (۴): روده بزرگ فاقد توانایی تولید و ترشح آنزیم گوارشی است.

### ۱۹۴- گزینه «۱» **تعمیر شکل سؤال:** بنداره انتهای مری

**اندامی که بلافاصله پس از بنداره انتهای مری قرار دارد: معده** **اندامی که بلافاصله پیش از بنداره انتهای مری قرار دارد: مری**

فقط مورد «ج» به درستی بیان شده است. شکل، نشان‌دهنده بنداره انتهای مری می‌باشد. مری، پیش از این بنداره قرار گرفته است. غده‌های مخاط مری، ماده مخاطی ترشح می‌کنند تا حرکت غذا آسان‌تر شود.

(الف): معده، پس از بنداره انتهای مری قرار گرفته است. یاخته‌های کناری معده با ترشح عامل داخلی، در جذب و ورود ویتامین B<sub>۱۲</sub> به یاخته‌های روده باریک نقش دارند. / (ب): پس از بنداره فوق، اندام معده قرار دارد. کیموس به تدریج وارد **روده باریک** می‌شود تا مراحل پایانی گوارش به‌ویژه در دوازدهه انجام شود. صفرا، شیره‌های روده و لوزالمعده که به دوازدهه می‌ریزند به کمک حرکات روده، در گوارش نهایی کیموس نقش دارند. / (د): مری، پیش از این بنداره قرار گرفته است. دقت کنید قطر مری نسبت به معده کم‌تر می‌باشد. در قبل و بعد از معده، مری و روده باریک قرار دارند که هر دو ساختاری لوله‌ای شکل می‌باشند. قطر معده نسبت به هر دو اندام مذکور، بیشتر می‌باشد.

**نکات:** قطر روده باریک از مری بیشتر و از معده کم‌تر است.

معده، بخشی با قطر زیاد بوده که بین مری و روده باریک قرار گرفته است.

### ۱۹۵- گزینه «۲» **تعمیر شکل سؤال:** بخش‌های مشخص شده عبارت‌اند از: A: چین روده و B: پرزهای روده.

اولین و دومین لایه لوله گوارش از داخل به خارج به ترتیب **مخاط و زیرمخاط** است که در اثر چین خوردن این دو لایه، چین‌های روده پدید می‌آیند.

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

**نکته:** در بیماری سلیاک، چین‌های حلقوی از بین نمی‌روند.

### ۱۹۶- گزینه «۲» موارد «ب» و «د» صحیح‌اند. شکل، نشان‌دهنده تصویر ریزپرزهای روده باریک می‌باشد که توسط میکروسکوپ الکترونی تهیه شده است.

**نکته:** تصویر ریزپرزها با میکروسکوپ الکترونی تهیه می‌شود و نه میکروسکوپ نوری!

(الف): ریزپرزها، **چین خوردگی‌های غشایی** هستند و یاخته نمی‌باشند! در **سطح پرز** (و نه ریزپرز!) یاخته‌های متنوع و متعددی قابل مشاهده است. / (ب): در بیماری سلیاک بر اثر پروتئین گلوتن (که در گندم و جو وجود دارد). یاخته‌های روده تخریب می‌شوند و ریز پرزها و حتی پرزها از بین می‌روند. / (ج): مواد گوناگون به روش‌های متفاوتی، از یاخته‌های پوششی هر پرز عبور می‌کنند و به شبکه مویرگی درون پرز و سپس جریان خون وارد می‌شوند. در هر پرز، علاوه بر شبکه مویرگی خونی، مویرگ بسته لنفی نیز وجود دارد. / (د): مجموعه چین‌ها، پرزها و ریزپرزها سطح داخلی روده باریک را که در تماس با کیموس است، چندین برابر افزایش می‌دهند.

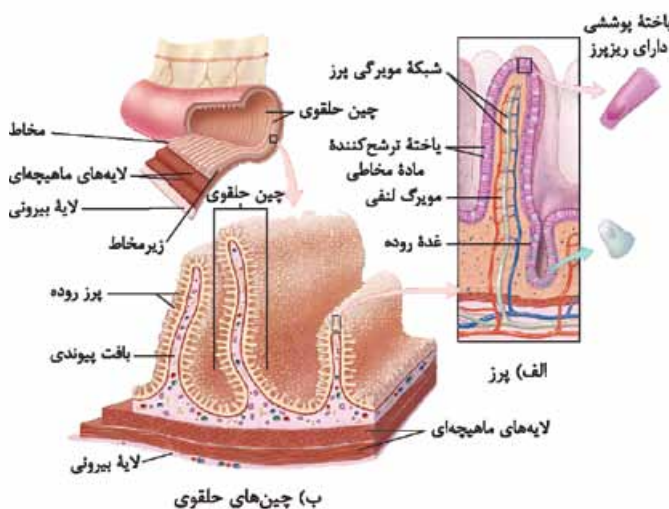
### ۱۹۷- گزینه «۳» **تعمیر سؤال:** عواملی که سطح داخلی روده را چندین برابر افزایش می‌دهند = مجموعه چین‌ها، پرزها و ریزپرزها

**مواد تشکیل‌دهنده محیط داخلی بدن = خون، لنف و مایع بین یاخته‌ای**

مطابق شکل، یاخته‌های ترشح‌کننده ماده مخاطی، هم در پرز و هم در غده روده مشاهده می‌شوند.

**نکته:** غده‌های روده در لایه مخاطی قرار گرفته‌اند.

**۱۹۸- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): مجموعه چین‌ها، پرزها و ریزپرزها سطح داخلی روده باریک را که در تماس با کیموس است، چندین برابر افزایش می‌دهند. مطابق شکل، زیرمخاط در تشکیل پرز روده نقش دارد و لایه ماهیچه‌ای که زیر آن قرار گرفته است، در ساختار هیچ‌کدام از چین‌های حلقوی و ساختارهای کوچک‌تر روی آن وارد نشده است. / گزینه (۲): در هر پرز، مویرگ بسته لنفی نیز وجود دارد. مطابق شکل، این مویرگ لنفی در تماس با شبکه مویرگی است. / گزینه (۴): **خون، لنف و مایع بین یاخته‌ای** محیط داخلی را تشکیل می‌دهند. در هر پرز روده، مویرگ بسته لنفی وجود دارد که حاوی لنف است. هم‌چنین رگ‌های خونی دارد. فاصله بین این عناصر هم توسط مایع بین یاخته‌ای پر شده است.



۱۹۸- گزینه « ۱ » فقط مورد «ب» درست است.

**نکته:** جذب در دهان، معده و روده صورت می‌گیرد.

(الف): مواد جذب شده از دهان، وارد سیاهرگ باب نمی‌شوند! (ب): مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها، ابتدا به مایع بین یاخته‌ای (جزئی از محیط داخلی بدن) سپس به مویرگ لنفی و در نهایت به خون وارد می‌شوند. / (ج): بعضی از مواد غذایی مانند آب و یونها، بدون نیاز به گوارش جذب می‌شوند. / (د): پرز در روده باریک وجود دارد. موادی که در روده بزرگ، معده یا دهان جذب می‌شوند، از یاخته‌های پرز عبور نمی‌کنند.

۱۹۹- گزینه « ۴ » **تفسیر سؤال:** گروهی از یاخته‌های پوششی که موسین ترشح می‌کنند: یاخته‌های ترشح کننده ماده مخاطی در مخاط + غدد بزاقی

گروهی از یاخته‌های پوششی که آنزیم تجزیه کننده پلی ساکارید گیاهی را می‌سازند: غدد بزاقی + پانکراس + روده باریک

گروهی از یاخته‌های پوششی که آنزیم تجزیه کننده ترشح می‌کنند: یاخته‌های سازنده ماده مخاطی + غدد بزاقی + یاخته‌های ترشح کننده آنزیم‌های گوارشی

گروهی از یاخته‌های پوششی که غشای فرورفته و غیرمسطح در یک سمت دارند: یاخته کناری معده

**یاخته‌های کناری** در غدد معده دارای غشایی فرورفته و غیرمسطح در سمت مجرای خود هستند. این یاخته‌ها، در ترشح عامل داخلی معده نقش دارند که با کمک به جذب ویتامین B<sub>۱۲</sub> در تولید گویچه‌های قرمز مؤثر می‌باشد. آسیب یاخته‌های کناری معده می‌تواند منجر به بروز نوعی کم‌خونی خطرناک شود.

**۱۰۰- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): علاوه بر یاخته‌های ترشح کننده موسین در لایه مخاطی لوله گوارش، یاخته‌های غدد بزاقی نیز می‌توانند موسین ترشح کنند. / گزینه (۲): آنزیم تجزیه کننده نشاسته (پلی ساکارید) گیاهی توسط غدد بزاقی، پانکراس و روده باریک ساخته می‌شود. از بین یاخته‌های ترشح کننده این آنزیم، فقط یاخته‌های غدد بزاقی بالاتر از دریچه پیلور قرار دارند.

**نکته:** غدد بزاقی فقط آنزیم تجزیه کننده نشاسته را می‌سازند اما پانکراس و روده باریک آنزیم تجزیه کننده انواع کربوهیدرات‌ها را می‌سازند (به جز سلولز).

گزینه (۳): آنزیم لیزوزیم، نوعی آنزیم موجود در ترشحات یاخته‌های سازنده ماده مخاطی و همچنین غدد بزاقی است که دارای نقش دفاعی است و در نابودی باکتری‌ها نقش دارد. این آنزیم نقشی در گوارش شیمیایی مواد غذایی ندارد.

۲۰۰- گزینه « ۲ » **تفسیر سؤال:** یاخته‌های پوششی دارای ریزپرز

این یاخته‌ها در جذب (ورود مواد به محیط داخلی بدن) نقش دارند.

**۱۰۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): یاخته‌های دیگری وظیفه ترشح ماده مخاطی را بر عهده دارند که در شکل کتاب درسی به رنگ سفید و با تعداد کم‌تری مشاهده می‌شوند. / گزینه (۳): لایه ماهیچه‌ای اصلی در ساختار پرز حضور ندارد. این یاخته‌ها فقط در مجاورت غشای پایه زیرین خود قرار دارند. / گزینه (۴): طبق شکل کتاب درسی، هسته بیضی شکل این یاخته‌ها به غشای پایه نزدیک هستند (نه ریزپرها).

۲۰۱- گزینه « ۳ » مطابق شکل، در مخاط روده، دو نوع یاخته دارای ریزپرز وجود دارد. یاخته

ریزپرزدار در بخش پایینی، فقط در غده روده دیده می‌شود ولی یاخته ریزپرزدار دیگر، هم در غده روده و هم در خارج از آن دیده می‌شود. در یاخته پایینی، هسته در مجاورت غشای دارای ریزپرز قرار دارد اما در یاخته بالایی، هسته در مجاورت غشای فاقد ریزپرز است.

**۱۰۲- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): در معده، یاخته‌های ترشح کننده ماده مخاطی فقط در غده معده قرار ندارند؛ بلکه یاخته‌های پوششی سطحی معده نیز در ترشح ماده مخاطی نقش دارند. اما در روده، یاخته‌های ترشح کننده ماده مخاطی هم در غده روده و هم در خارج از آن دیده می‌شوند. / گزینه (۲): در غده معده، یاخته ترشح کننده ماده مخاطی می‌تواند در تماس با یک یاخته ترشح کننده ماده مخاطی دیگر یا در تماس با یاخته کناری قرار بگیرد. اما در روده، هر یاخته ترشح کننده ماده مخاطی فقط در تماس با نوعی دیگر از یاخته پوششی است. / گزینه (۴): یاخته‌های ماهیچه صاف، یاخته‌هایی دوکی شکل و با ظاهر غیرمخطط هستند که در چین حلقوی روده قابل مشاهده هستند. همان‌طور که در شکل مشخص است، این یاخته‌های ماهیچه‌ای بین آستر پیوندی لایه مخاطی و لایه زیرمخاط قرار گرفته‌اند و در مجاورت شبکه عصبی لایه زیرمخاط هستند؛ اما ضخیم‌ترین لایه روده، لایه ماهیچه‌ای روده است.

۲۰۲- گزینه « ۳ » تنها در غده روده یاخته‌هایی یافت می‌شوند که هسته تکی نزدیک به سطح داخلی روده دارند.

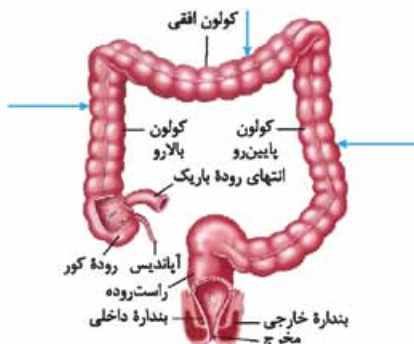
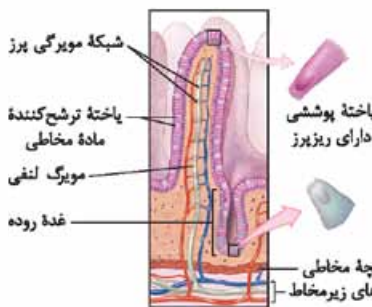
**۱۰۳- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): در هر دو بخش غده و پرز، یاخته پوششی دارای ریزپرز (با هسته کشیده) دیده می‌شود. / گزینه (۲): در هر دو بخش، یاخته ترشح کننده ماده مخاطی دیده می‌شود. / گزینه (۴): زیرمخاط، مخاط را به لایه ماهیچه‌ای می‌چسباند. غده و پرز روده باریک، هر دو مربوط به لایه مخاط هستند.

۲۰۳- گزینه « ۲ » **تفسیر سؤال:** روده بزرگ

روده کور، کوتاه‌ترین بخش روده بزرگ بوده که در سمت راست بدن قرار دارد. طبق شکل، روده کور از طریق مدخلی با روده باریک و از طریق مدخلی کوچک‌تر با آپاندیس مرتبط است.

**۱۰۴- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): حرکات روده بزرگ، آهسته انجام می‌شوند؛ بنابراین حلقه انقباضی حرکت کرمی در روده بزرگ، با سرعت کم‌تری به سمت انتهای لوله گوارش حرکت می‌کند.

**نکته:** سرعت حرکات کرمی در روده بزرگ نسبت به سایر بخش‌های لوله گوارش، کم‌تر می‌باشد.





گزینه (۳). بعد از روده بزرگ، راست‌روده قرار دارد. در انتهای راست‌روده (و نه روده بزرگ!)، بنداره‌های داخلی (ماهیچه صاف) و خارجی (ماهیچه مخطط) قرار دارند.

**نکته:** راست‌روده جزئی از روده بزرگ محسوب نمی‌شود.

گزینه (۴): طبق شکل، بر روی سطح خارجی روده بزرگ، بخش‌هایی کیسه‌ای شکل دیده می‌شود (فلش‌های آبی).

**۲۰۴- گزینه (۴)** **تفسیر سؤال:** پس از عبور مواد از بنداره انتهایی روده، مواد وارد روده بزرگ می‌شوند و از روده کور، کولون بالارو، کولون افقی، کولون پایین‌رو، راست‌روده و نهایتاً مخرج عبور می‌کنند تا دفع مدفوع صورت بگیرد.

**کولون بالارو کم‌ترین طول و کولون پایین‌رو، بیشترین طول را دارد.** در کولون بالارو، مواد به سمت بالا حرکت می‌کنند و به میان‌بند (دبافراگم) نزدیک‌تر می‌شوند. دقت داشته باشید که حرکات روده بزرگ، آهسته انجام می‌شوند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): مواد جذب‌نشده و گوارش‌نیافته، یاخته‌های مرده و باقی‌مانده شیره‌های گوارشی، وارد روده بزرگ می‌شوند. **روده بزرگ، آب و یون‌ها را جذب می‌کند؛** در نتیجه، مدفوع به شکل جامد درمی‌آید؛ سپس مدفوع به راست‌روده وارد می‌شود. دقت داشته باشید که **راست‌روده** بعد از روده بزرگ قرار دارد و جزء **روده بزرگ محسوب نمی‌شود** و قسمتی از لوله گوارش که مدفوع در آن به شکل جامد درمی‌آید، روده بزرگ است نه راست‌روده. / گزینه (۲): در انتهای راست‌روده، بنداره‌های داخلی (ماهیچه صاف) و خارجی (ماهیچه مخطط) قرار دارند. **بنداره خارجی بزرگ‌تر از بنداره داخلی است.** انقباض بنداره داخلی به صورت غیرارادی انجام می‌شود اما انقباض بنداره خارجی، ارادی است. / گزینه (۳): در کولون بالارو و نیمه دوم کولون افقی، جهت حرکت مواد به سمت بالا است. کولون بالارو در سمت راست بدن قرار دارد، اما نیمه دوم کولون افقی در سمت چپ بدن است.

**۲۰۵- گزینه (۴)** **تفسیر شکل سؤال:** ۱ = کولون بالارو، ۲ = روده کور، ۳ = آپاندیس، ۴ = روده باریک

باقی‌مانده شیره گوارشی موجود در روده باریک، ابتدا به **روده کور** می‌رود و سپس وارد **کولون بالارو** می‌شود.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): حرکات روده بزرگ نسبت به روده باریک، کندتر انجام می‌شود. / گزینه (۲): همه یاخته‌های بدن برای انجام اعمال خود نیاز به تولید آنزیم در سیتوپلاسم خود دارند. در نتیجه هر دو دسته یاخته ذکرشده توانایی تولید آنزیم دارند. / گزینه (۳): یاخته‌های دیواره روده بزرگ آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کنند، اما توجه کنید که پرز مربوط به ساختار دیواره روده باریک است، نه روده بزرگ!

**۲۰۶- گزینه (۳)** همه موارد به جز مورد «الف» درست‌اند.

(الف): ابتدای روده بزرگ، روده کور نام دارد. روده کور با فاصله از کبد قرار دارد و در مجاورت آن نیست. بخش انتهایی کولون بالارو و بخش ابتدایی کولون افقی با کبد مجاورت دارند. (ب): منفذی که از آپاندیس به روده کور باز می‌شود، کوچک‌تر از منفذ بین کولون و روده باریک است. (ج): راست‌روده مثل بخش‌های دیگر لوله گوارش، لایه ماهیچه‌ای دارد که از دو لایه ماهیچه‌ای طولی و حلقوی تشکیل شده است. بنداره داخلی در مقایسه با بنداره خارجی، به بخش ابتدایی راست‌روده نزدیک‌تر است. (د): کولون بالارو، افقی و پایین‌رو حالتی تقریباً قطعه‌قطعه دارند؛ یعنی حالتی حجره‌حجره دارند و مثل تعداد زیادی سوسیس (!) هستند که در کنار هم قرار گرفته‌اند! می‌توان ساختاری طناب‌مانند و کشیده‌شده در کل طول کولون تا قبل از راست‌روده را مشاهده کرد.

**۲۰۷- گزینه (۲)** موارد «الف»، «ب» و «د» درست هستند.

(الف): **پانکراس** دارای دو مجرا است: ۱- مجرای بالایی که فقط شامل ترشحات پانکراس است و ۲- مجرای پایینی که با مجرای صفرا یکی می‌شود و ترشحات پانکراس و صفرا را وارد دوازدهه می‌کند. (ب): **انتهای کولون افقی** (بخش افقی روده بزرگ) که در سمت چپ بدن قرار دارد، بالاتر از سایر قسمت‌های آن است. **معده** نیز دارای یک قسمت فرورفته (مقعر) و یک قسمت محدب (برآمده) است و **بخش محدب معده** در سمت چپ بدن و در مجاورت بالاترین قسمت روده بزرگ قرار دارد. (ج): **مری**، لوله طویلی است که با حفره دهانی در ارتباط است و در حفره شکمی به سمت چپ متمایل می‌شود. اما **نیمه بزرگ‌تر کبد** در سمت راست آن قرار دارد. (د): همان‌طور که در شکل کتاب درسی مشخص است، محل باز شدن مجرای بالایی پانکراس به دوازدهه بالاتر از بخش انتهایی دوازدهه (محل اتصال دوازدهه به قسمت بعدی روده) قرار دارد.

**۲۰۸- گزینه (۳)** لیپیدهایی که در روده باریک جذب می‌شوند، وارد رگ‌های لنفی می‌شوند و بنابراین به سیاهرگ باب کبدی وارد نمی‌شوند و از مسیری دیگر به کبد می‌روند. علاوه بر این، بخشی از لیپیدها نیز در بافت چربی ذخیره می‌شوند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): مقداری از آهن جذب‌شده در روده، در کبد ذخیره می‌شود و در نتیجه، در سیاهرگ فوق کبدی (سیاهرگ خروجی از کبد) نسبت به سیاهرگ باب کبدی (سیاهرگ ورودی به کبد)، مقدار کم‌تری آهن وجود دارد. / گزینه (۲): خون سیاهرگی پانکراس و معده ابتدا وارد سیاهرگ باب کبدی می‌شود. / گزینه (۴): سیاهرگ مربوط به طحال و کولون پایین‌رو به یکدیگر می‌پیوندند و یک سیاهرگ مشترک به سیاهرگ باب کبدی می‌ریزد.

**۲۰۹- گزینه (۳)** تعداد انشعاب‌های سیاهرگی را از هر کدام از اندام‌ها طبق شکل ۱۵ کتاب درسی مشخص می‌کنیم.

طحال: ۱، معده: ۲، لوزالمعده: ۱، روده بزرگ: ۲ و راست‌روده: ۱.

**۲۱۰- گزینه (۲)** **تفسیر شکل سؤال:** شکل نشان‌دهنده «بخش‌های انتهایی لوله گوارش» است و بخش‌های مشخص‌شده در شکل، به ترتیب عبارت‌اند از: ۱: کولون بالارو، ۲: آپاندیس، ۳: روده کور، ۴: راست‌روده، ۵: بنداره (اسفنکتر) خارجی مخرج و ۶: بنداره (اسفنکتر) داخلی مخرج.

در انتهای راست‌روده، بنداره‌های داخلی (ماهیچه صاف) و خارجی (ماهیچه مخطط) قرار دارند. در حالت عادی، این ماهیچه‌ها در حالت انقباض قرار دارند و فقط هنگام عبور مواد از آن‌ها، انقباض آن‌ها متوقف می‌شود. توقف انقباض بنداره داخلی به صورت غیرارادی انجام می‌شود اما توقف انقباض ماهیچه مخطط بنداره خارجی، به صورت ارادی می‌باشد و به همین دلیل، دفع به صورت ارادی قابل انجام است.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): مواد جذب‌نشده و گوارش‌نیافته، یاخته‌های مرده و باقی‌مانده شیره‌های گوارشی، وارد روده بزرگ می‌شوند. روده بزرگ، آب و یون‌ها را جذب می‌کند؛ در نتیجه، مدفوع به شکل جامد درمی‌آید و مدفوع جامد، وارد راست‌روده می‌شود. دقت داشته باشید که راست‌روده، جزء روده بزرگ نیست

و بعد از آن قرار دارد. / گزینه (۳): هم آپاندیس و هم کولون بالارو، جزء اندامهایی هستند که خون آن‌ها به طور مستقیم به قلب برنمی‌گردد و از راه سیاهرگ باب، ابتدا به کبد می‌رود. / گزینه (۴): حرکات روده بزرگ، آهسته انجام می‌شوند؛ بنابراین در کولون بالارو حرکات آهسته مشاهده می‌شود.

۲۱۱- گزینه «۱» **تفسیر سؤال:** حرکتی که در اندام واجد اولین بنداره لوله گوارش رخ نمی‌دهد. = حرکات قطعه قطعه کننده

○ اندام واجد اولین بنداره لوله گوارش = مری (مری فقط حرکات کرمی دارد.)

خون تیره سیاهرگی هر کدام از اندام‌های لوله گوارش به جز بخش‌های ابتدایی مری، دهان و حلق، از راه سیاهرگ باب ابتدا به کبد و سپس از راه سیاهرگ‌های دیگر به قلب می‌رود. حرکات قطعه‌قطعه کننده در مری، دهان و حلق رخ نمی‌دهند؛ بنابراین هر اندامی که این حرکات را انجام دهد، خون خود را ابتدا به کبد و سپس به قلب می‌فرستد. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۲): در حرکات قطعه‌قطعه کننده بخش‌هایی از لوله به صورت یک‌درمیان منقبض می‌شوند. سپس این بخش‌ها از حالت انقباض خارج و بخش‌های دیگر منقبض می‌شوند. **تداوم این حرکات** (نه هم‌زمان با شروع آن‌ها) در لوله گوارش موجب می‌شود محتویات لوله، ریزتر و بیشتر با شیرهای گوارشی مخلوط شوند؛ پس باید مدتی از آغاز این حرکات گذشته باشد تا این عملکرد را مشاهده کنیم. / گزینه (۳): صفاق واجد رگ‌های خونی است. / گزینه (۴): حرکات کرمی نقش مخلوط‌کنندگی نیز 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.

۲۱۲- گزینه «۱» فقط مورد «الف» درست است.

(الف): با توجه به شکل کتاب درسی، مجرای غده بناگوشی (بزرگ‌ترین غده بزاقی) به صورت افقی قرار داشته و مواد ترش‌چی این غده در کنار دندان‌ها به درون حفره دهان وارد می‌شوند. / (ب): بخش ابتدایی کولون افقی به دلیل وجود کبد در بالای آن، در سطح پایین‌تری نسبت به بخش انتهایی آن قرار دارد. / (ج): **طحال** یک اندام لنفی است که خون خارج شده از آن به همراه خون خروجی از بخش بالایی معده به سیاهرگ باب کبدی می‌ریزد. / (د): بنداره مختل شده در ریفلکس، بنداره انتهایی مری است. با توجه به شکل کتاب، قسمتی از بخش بالایی معده، بالاتر از این بنداره قرار دارد.

۲۱۳- گزینه «۳» **تفسیر گزینه‌های سؤال:** ○ گزینه (۱) = بنداره انتهایی مری

○ گزینه (۲) = کبد ○ گزینه (۳) = حلق ○ گزینه (۴) = غده بناگوشی

حلق، اولین بخشی است که حرکات کرمی در آن دیده می‌شوند و در حفره شکمی قرار نگرفته است. لایه ماهیچه‌ای در دهان، حلق، ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع مخطط است. حلق، گذرگاهی ماهیچه‌ای است که هم هوا و هم غذا از آن عبور می‌کند. انتهایی حلق به یک دوراهی ختم می‌شود که حنجره در جلو و مری در پشت قرار دارد؛ بنابراین حلق نسبت به مری و حنجره، بالاتر است.

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): بنداره انتهایی مری، اولین بنداره‌ای است که در حفره شکمی قرار دارد. این بنداره، جزئی از مری بوده و در ساختار آن دیده می‌شود. دقت کنید بنداره انتهایی مری در سمت چپ بدن قرار دارد. / گزینه (۲): کبد، بالاترین بخش مرتبط با لوله گوارش بوده که در حفره شکمی قرار دارد. پس از خوردن غذا، میزان جریان خون دستگاه گوارش افزایش می‌یابد تا نیاز آن برای فعالیت بیشتر تأمین شود و مواد مغذی جذب شده، به کبد منتقل شوند. کبد، مواد غذایی جذب شده را از طریق یک سیاهرگ (نه سیاهرگ‌هایی!) به نام سیاهرگ باب دریافت می‌کند. / گزینه (۴): غده بناگوشی، بالاترین غده بزرگ مرتبط با لوله گوارش بوده که در حفره شکمی قرار نگرفته است. سه جفت غده بزاقی بزرگ و غده‌های بزاقی کوچک، بزاق ترشح می‌کنند. طبق شکل کتاب درسی، ترشحات غده بناگوشی از طریق مجرای قطور به مقابل سطح بیرونی دندان‌های عقبی (نه جلویی!) فک بالا وارد می‌شوند.

۲۱۴- گزینه «۲» در بخش‌های مختلف معده و روده، باخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند. این هورمون‌ها فعالیت‌های دستگاه گوارش را تنظیم می‌کنند. سکرترین و گاسترین از این هورمون‌ها هستند (بنابراین علاوه بر سکرترین و گاسترین، هورمون‌های دیگری نیز وجود دارند که کتاب اسمی از آن‌ها نبرده است). **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): فعالیت بخش‌های مختلف بدن مانند دستگاه گردش خون و دستگاه تنفسی با دستگاه گوارش هماهنگ است. / گزینه (۳): علاوه بر شبکه عصبی، هورمون‌ها نیز در تنظیم فعالیت‌های دستگاه گوارش مؤثر هستند. / گزینه (۴): سکرترین از دوازدهه به خون می‌ریزد و باعث افزایش ترشح **بی‌کربنات** از لوزالمعده می‌شود.

**نکته:** سکرترین تأثیری بر ترشح آنزیم از لوزالمعده ندارد.

۲۱۵- گزینه «۳» شبکه‌های عصبی روده‌ای در دو طرف ماهیچه حلقوی لوله گوارش قرار دارند. در پی ورود توده غذا به لوله گوارش و گشادشدن لوله، یاخته‌های عصبی دیواره لوله تحریک می‌شوند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): دستگاه عصبی خودمختار با شبکه‌های عصبی روده‌ای ارتباط دارد و بر عملکرد آن تأثیر می‌گذارد. اما شبکه‌های عصبی روده‌ای می‌توانند مستقل از دستگاه عصبی خودمختار نیز فعالیت کنند. / گزینه (۲): شبکه‌های عصبی روده‌ای، حرکات و ترشح‌ها را در لوله گوارش (نه لوزالمعده) تنظیم می‌کنند. / گزینه (۴): مخاط روده بزرگ آنزیم گوارشی ترشح نمی‌کند!

۲۱۶- گزینه «۳» دقت کنید در مرحله فعالیت شدید دستگاه گوارش، تحریک ترشح بزاق صورت می‌گیرد. فکر کردن به غذا در **مرحله خاموشی نسبی**، سبب افزایش ترشح بزاق می‌شود.

**نکته:** دستگاه گوارش در فاصله میان وعده‌های غذایی، خاموشی نسبی (نه کامل!) دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): پس از خوردن غذا (فعالیت شدید دستگاه گوارش) میزان جریان خون دستگاه گوارش افزایش می‌یابد تا نیاز آن برای فعالیت بیشتر تأمین شود و مواد مغذی جذب شده، به کبد (اندام سازنده صفرا) منتقل شوند. با افزایش جریان خون دستگاه گوارش، جریان خون در سیاهرگ‌های باب و فوق کبدی که با کبد مرتبط‌اند نیز افزایش می‌یابد.

**نکته:** جریان خون دستگاه گوارش در مرحله فعالیت شدید آن افزایش می‌یابد.





گزینه (۲): در مرحله خاموشی نسبی برخلاف فعالیت شدید، بنداره‌ها معمولاً **منقبض‌اند**. در این زمان، بیشترین مصرف انرژی در یاخته‌های ماهیچه‌ای بنداره‌ها برای انقباض صورت می‌گیرد.

**نکته:** انقباض بنداره‌ها در زمان فعالیت شدید دستگاه گوارش نسبت به زمان خاموشی نسبی، کم‌تر است.

گزینه (۴): در مرحله خاموشی نسبی، حرکات لوله گوارش به میزان کمی انجام می‌شوند. در این زمان، کم‌ترین تحریک یاخته‌های عصبی برای ایجاد حرکات دیده می‌شود.

**نکته:** میزان انقباض یاخته‌های ماهیچه‌ای دیواره لوله گوارش (به غیر از بنداره‌ها) در مرحله خاموشی نسبی، کم‌تر است.

**۲۱۷- گزینه (۳)** فقط مورد «د» نادرست است.

در دیواره لوله گوارش (از مری تا مخرج) شبکه‌های یاخته‌های عصبی، وجود دارند. این شبکه‌ها **حرکات و ترشح‌ها** را در لوله گوارش تنظیم می‌کنند. **شبکه‌های عصبی روده‌ای** می‌توانند مستقل از دستگاه عصبی خودمختار، فعالیت کنند. اما دستگاه عصبی خودمختار با آن‌ها ارتباط دارد و بر عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد. شبکه عصبی در لایه ماهیچه‌ای بین دو لایه ماهیچه‌ای طولی و حلقوی قرار گرفته است، اما شبکه عصبی زیرمخاط در بین لایه ماهیچه‌ای حلقوی و لایه زیرمخاط قرار گرفته است.

**نکات:** ○ حواست باشد این که هر کدام از شبکه‌های عصبی موجود در زیرمخاط و لایه ماهیچه‌ای چه فعالیتی دارد جزء موارد اختلافی است!

○ برخی در نظر می‌گیرند که شبکه عصبی موجود در لایه ماهیچه‌ای وظیفه حرکات لوله گوارش و شبکه عصبی دیگر وظیفه تنظیم ترشحات لوله را بر عهده دارند.

○ برخی دیگر هم هر دو وظیفه را برای هر دو شبکه در نظر می‌گیرند. در این مدل سؤالات حتمن هر ۴ گزینه بررسی شود!

**۲۱۸- گزینه (۴)** **تفسیر سؤال:** پانکراس

ترشحات برون‌ریز پانکراس تحت تأثیر نوعی پیک شیمیایی (ناقل عصبی ترشح‌شده از دستگاه عصبی خودمختار) آغاز می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): خون پانکراس در ابتدا با خون معده یکی می‌شود که معده نوعی اندام لنفی نیست.

**نکته:** لوزه‌ها، تیموس، طحال، آپاندیس و مغز استخوان اندام‌های لنفی هستند.

گزینه (۲): اندام‌های لوله گوارش (از مری به بعد) تحت تأثیر شبکه‌های یاخته عصبی هستند، نه پانکراس. / گزینه (۳): بزرگ‌ترین اندام مرتبط با لوله گوارش کبد است، مجرای قطورتر پانکراس محتویات کیسه صفرا را از طریق مجرای صفرا دریافت می‌کند نه ترشحات کبد.

**۲۱۹- گزینه (۱)** فعالیت دستگاه گوارش را مانند بخش‌های دیگر بدن، دستگاه‌های عصبی و **هورمونی** تنظیم می‌کنند.

کبد مرتبط با لوله گوارش بوده و صفرا را می‌سازد. تنظیم ترشح صفرا به روده باریک، مستقیم توسط دستگاه عصبی خودمختار و بدون نیاز به شبکه‌های عصبی لوله گوارش انجام می‌گیرد. شبکه‌های عصبی، **حرکات و ترشح** را در لوله گوارش تنظیم می‌کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۲): بی‌کربنات در حفظ دیواره دوازدهه در مقابل اثر اسید معده مؤثر است. بی‌کربنات می‌تواند از یاخته‌های روده باریک، کبد یا لوزالمعده ترشح شود. تنها تنظیم ترشح بی‌کربنات روده باریک بر عهده شبکه‌های عصبی می‌باشد و ترشح بی‌کربنات لوزالمعده توسط دستگاه عصبی خودمختار و سکرترین تنظیم می‌شود. تنظیم ترشح بی‌کربنات کبد توسط دستگاه عصبی خودمختار صورت می‌گیرد. / گزینه (۳): اسید معده، pH فضای درونی معده را کاهش می‌دهد. تنظیم ترشح اسید معده می‌تواند توسط **هورمون گاسترین** و **یا شبکه‌های عصبی** انجام شود. / گزینه (۴): بی‌کربنات، اثر اسید معده را خنثی می‌کند. به این ترتیب دیواره دوازدهه از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود. فقط تنظیم ترشح بی‌کربنات دوازدهه نیازمند یاخته‌هایی در دیواره دوازدهه می‌باشد و بی‌کربنات صفرا و لوزالمعده، بدون نیاز به شبکه‌های عصبی لوله گوارشی ترشح می‌شود.

هورمون‌های گوارشی			
هورمون	محل ترشح	تأثیر بر	سبب
گاسترین	از یاخته‌های دیواره معده	یاخته‌های اصلی	افزایش ترشح پپسینوژن
سکرترین	از یاخته‌های دوازدهه	یاخته‌های کناری	افزایش ترشح اسید معده
		یاخته‌های برون‌ریز لوزالمعده	افزایش ترشح بی‌کربنات

**۲۲۰- گزینه (۳)** ابتدا توجه داشته باشید که هر دو هورمون سکرترین و گاسترین از یاخته‌های مجاور پیلور (یعنی به ترتیب از معده و روده باریک) ترشح می‌شوند. گاسترین از معده و سکرترین از بخش‌های ابتدایی روده باریک (دوازدهه) ترشح می‌شود. گاسترین باعث **افزایش** ترشح اسید معده (از یاخته کناری) و پپسینوژن (از یاخته اصلی) در غده معده می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): سکرترین، از دوازدهه به خون ترشح می‌شود و با اثر بر لوزالمعده موجب می‌شود ترشح بی‌کربنات افزایش یابد؛ پس مهار آن موجب **کاهش** ترشح بی‌کربنات می‌شود، نه این‌که کلن در ورود آن به روده باریک اختلال ایجاد کند و باعث ترشح‌نشدن آن شود. / گزینه (۲): سکرترین موجب افزایش ترشح بی‌کربنات می‌شود و بر روی ترشح آنزیم **تأثیری ندارد**. / گزینه (۴): گاسترین موجب افزایش ترشح پپسینوژن می‌شود. پپسینوژن پیش‌ساز پروتئازهای معده است و با تبدیل به پپسین در گوارش شیمیایی پروتئین‌ها و تبدیل آن‌ها به واحدهای کوچک‌تر شرکت می‌کند. ولی توجه کنید که مانند گزینه (۱) موجب اختلال در آن و ترشح‌نشدن آن نمی‌شود، بلکه فقط ترشح آن کم‌تر و گوارش شیمیایی پروتئین‌ها، **کندتر** (نه متوقف) می‌شود.

۲۲۱- گزینه «۱» بخش برون ریز لوزالمعده (پانکراس) انواعی از آنزیم‌های گوارشی را ترشح می‌کند. گوارش چربی‌ها (تری‌گلیسریدها)، بیشتر در اثر فعالیت لپاز لوزالمعده در دوازدهه انجام می‌شود.

**نکته:** بیشتر اسیدهای چرب حاصل از گوارش تری‌گلیسریدها در دوازدهه، مربوط به فعالیت لپاز پانکراس هستند.

۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): صفرا و حرکات مخلوط‌کننده روده باریک موجب ریزش چربی‌ها می‌شوند. صفرا در کبد (نه کیسه صفرا) ساخته می‌شود. گزینه (۳): در بخش‌های مختلف معده و روده، باخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند. این هورمون‌ها به خون می‌ریزند و همراه با دستگاه عصبی، فعالیت‌های دستگاه گوارش را تنظیم می‌کنند. سکرترین، از دوازدهه به خون ترشح می‌شود و با اثر بر لوزالمعده (نه باخته‌های پوششی پرز روده) موجب می‌شود ترشح بی‌کربنات افزایش یابد. گزینه (۴): پروتئازهای پانکراس به صورت غیرفعال ترشح شده و درون روده باریک فعال می‌شوند و در نتیجه، تا قبل از تغییر کردن (فعال شدن)، قادر به تجزیه پروتئین‌ها و تبدیل آن‌ها به آمینواسید نیستند.

۲۲۲- گزینه «۴» سؤال در مورد وقایع بعد از ورود غذا به معده است. در بخش‌های مختلف معده و روده، باخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند. این هورمون‌ها به خون می‌ریزند و همراه با دستگاه عصبی، فعالیت‌های دستگاه گوارش را تنظیم می‌کنند. گاسترین از معده ترشح و باعث افزایش ترشح اسید معده و پپسینوژن می‌شود. اسید معده توسط باخته‌های کناری و پپسینوژن توسط باخته‌های اصلی ساخته می‌شود؛ بنابراین در سطح باخته‌های اصلی و کناری معده، پروتئین‌های گیرنده هورمون گاسترین وجود دارد.

۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): با ورود غذا به معده، معده اندکی انبساط می‌یابد و انقباض‌های معده، آغاز می‌شوند. دقت داشته باشید که چین‌خوردگی‌های دیواره معده با پرشدن معده باز می‌شوند تا غذای بلع‌شده در آن انبار شود؛ بنابراین پس از ورود غذا به معده، چین‌خوردگی‌های دیواره کاهش می‌یابد. گزینه (۲): آنزیم پپسین در معده، پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر (نه آمینواسید) تجزیه می‌کند. دقت داشته باشید که در پایان گوارش در معده (نه بلافاصله پس از ورود غذا به معده) مخلوط حاصل از گوارش کیموس نام دارد. گزینه (۳): باخته‌های پوششی سطحی مخاط معده و برخی از باخته‌های غده‌های آن (باخته‌های ترشح‌کننده ماده مخاطی)، ماده مخاطی فراوان ترشح می‌کنند که به شکل لایه زله‌ای چسبناکی، مخاط معده را می‌پوشاند. باخته‌های پوششی سطحی (نه باخته‌های ترشح‌کننده ماده مخاطی)، بی‌کربنات ( $\text{HCO}_3^-$ ) نیز ترشح می‌کنند که لایه زله‌ای حفاظتی را قلیایی می‌کند.

۲۲۳- گزینه «۱» معده بخشی از لوله گوارش است که چین‌خوردگی‌های موقتی دارد و روده باریک بخشی از لوله گوارش است که چین‌خوردگی‌های دائمی دارد. معده برخلاف روده توانایی دریافت صفرا را ندارد. صفرا نوعی ماده فاقد آنزیم است که توسط کبد (بزرگ‌ترین اندام مرتبط با لوله گوارش) ساخته می‌شود. ۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۲): روده تنها دارای دو لایه ماهیچه‌ای با جهت‌گیری متفاوت (طولی و حلقوی) است، اما معده علاوه بر این ماهیچه‌ها دارای ماهیچه‌های مورب نیز می‌باشد. گزینه (۳): معده با ترشح گاسترین و روده با ترشح سکرترین بر pH محتویات لوله گوارش مؤثر هستند. گزینه (۴): پروتئازهای معده در ابتدای ترشح، غیرفعال هستند.

۲۲۴- گزینه «۳» تغییر سؤال: معده و کیسه صفرا، اندام‌های کیسه‌ای شکلی هستند که جز دستگاه گوارش می‌باشند و در نزدیکی کبد نیز قرار دارند. شبکه باخته‌های عصبی در دیواره لوله گوارش از مری تا مخرج در لایه ماهیچه‌ای و زیرمخاط، وجود دارد و می‌تواند بر فعالیت این قسمت‌ها تأثیر بگذارد اما تأثیری بر فعالیت کیسه صفرا ندارد.

۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): معده باعث ریزش پروتئین‌ها می‌شود و صفرا نیز به ریزش چربی‌ها کمک می‌کند و بدین ترتیب، می‌تواند به عملکرد آنزیم‌های پانکراسی کمک کند. گزینه (۲): لیپیدها در شبکه آندوپلاسمی صاف تولید می‌شوند و کلسترول و فسفولیپید، لیپیدهایی هستند که در صفرا وجود دارند. دقت داشته باشید که صفرا در کبد ساخته می‌شود، نه کیسه صفرا؛ یعنی یافته‌های کبدی هستند که ترکیبات تولیدشده توسط شبکه آندوپلاسمی صاف فودشون رو به بیرون از یافته برون‌رانی می‌کنند. گزینه (۴): بخشی از معده و کیسه صفرا توسط کبد پوشانده شده است و هر دو اندام بی‌کربنات درون خود دارند.

۲۲۵- گزینه «۳» معده و روده باریک، اندام‌هایی از دستگاه گوارش هستند که نوعی هورمون تنظیم‌کننده فعالیت‌های گوارشی تولید و ترشح می‌کنند. هر دوی این اندام‌ها دارای چین‌خوردگی‌هایی در دیواره خود می‌باشند.

**نکته:** نکته ترکیبی: علاوه بر اندام‌های معده و روده، کبد و لوزالمعده نیز از اندام‌های دستگاه گوارش هستند که هورمون ترشح می‌کنند. البته این هورمون‌ها نقشی در تنظیم فعالیت‌های گوارشی ندارند (بعدها با آن‌ها آشنا خواهید شد).

- چین‌خوردگی‌های دیواره معده متغیر بوده و با پرشدن معده، کاهش یافته و از بین می‌روند (برخلاف چین‌خوردگی‌های روده باریک).
- (غده‌های روده) در بین پرزهای روده، قرار گرفته که دارای انواعی از باخته‌ها می‌باشند (ریزپرزار و یا ترشح‌کننده ماده مخاطی).

۱-۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): روده باریک، معده، غدد بزاقی، لوزالمعده و کبد اندام‌هایی از دستگاه گوارش هستند که دارای توانایی تولید و ترشح یون بی‌کربنات هستند. همه اندام‌های دستگاه گوارش الزامی در دیواره خود دارای لایه ماهیچه‌ای نیستند (اندام‌های خارج از لوله گوارش، مانند غدد بزاقی و یا غده لوزالمعده).

**نکته:** اندام‌های دستگاه گوارش را با اندام‌های لوله گوارش اشتباه نگیرید! کبد، غدد بزاقی، کیسه صفرا و لوزالمعده از اندام‌های خارج لوله گوارش هستند (اما جزء دستگاه گوارش طبقه‌بندی می‌شوند).

○ نکته ترکیبی: قسمت‌هایی از لوله گوارش که در لایه ماهیچه‌ای خود دارای ماهیچه مخطط هستند نیز در دیواره آن‌ها ماهیچه صاف مشاهده می‌شود (به واسطه ماهیچه صاف درون دیواره رگ‌ها).



گزینه (۲): گلیکوپروتئین موسین در **سرتاسر لوله گوارش** تولید و ترشح می‌شود (غده‌های بزاقی از اندام‌های خارج لوله گوارش هستند که موسین تولید و ترشح می‌کنند). صفاق پرده‌ای است که **اندام‌های درونی شکم** را به هم وصل می‌کند. دقت کنید دهان، غدد بزاقی و بخش عمده مری در داخل حفره شکم نبوده و توسط صفاق احاطه نمی‌شوند.

**نکته:** لایه بیرونی بخش عمده دیواره مری، قسمتی از صفاق نیست و ارتباطی با آن ندارد.

بخش کوچکی از انتهای مری وارد حفره شکم شده و در سمت چپ بدن، بنداره انتهای مری قرار می‌گیرد (ارتباط با معده).

گزینه (۴): **معده، روده باریک و لوزالمعده**، اندام‌هایی از دستگاه گوارش هستند که نوعی پروتئاز ترشح می‌کنند. از بین این اندام‌ها، **لوزالمعده**، آنزیم‌های گوارشی خود را از طریق مجرای به روده باریک (آخرین بخش گوارش مواد غذایی) وارد می‌کند.

**۲۲۶- گزینه (۳)** شاخص توده بدنی افراد در گزینه‌ها به ترتیب عبارت است از: ۱- بیشتر از ۲۵ (وزن اضافه)، ۲- بیشتر از ۲۰ (وزن مناسب)، ۳- کم‌تر از ۱۹ (کمبود وزن) و ۴- بیشتر از ۳۰ (چاقی).

**۱۰- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه‌های (۱) و (۲): چاقی، سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت نوع ۲، انواعی از (نه همه انواع) سرطان (نادرستی گزینه (۱))، تنگ‌شدن سرخرگ‌ها، سکنه قلبی و مغزی را افزایش می‌دهد (نادرستی گزینه (۲))؛ فردی با شاخص توده بدنی ۲۰، وزن مناسب دارد. / گزینه (۳): افرادی که کم‌تر از نیاز غذا می‌خورند و در نتیجه، لاغر می‌شوند (شاخص توده بدنی کم‌تر از ۱۹ دارند)، به علت کاهش دریافت مواد مغذی دچار مشکلاتی مانند کم‌خونی (کاهش تولید گویچه‌های قرمز به دلیل کمبود آهن، فولیک اسید یا ویتامین B<sub>۱۲</sub>) و کاهش استحکام استخوان‌ها می‌شوند. / گزینه (۴): از دلایل چاقی در جوامع امروزی، استفاده از غذاهای پرانرژی (غذاهای پرچرب و شیرین)، عوامل روانی مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش و شیوه زندگی کم‌تحرك است. البته چاقی در برخی از افراد به ژن‌ها مربوط است (نه استفاده از غذاهای پرانرژی و شیوه زندگی کم‌تحرك).

**۲۲۷- گزینه (۲)** **تعییر سوال:** برای تعیین وزن مناسب از شاخص توده بدنی استفاده می‌کنند. این شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{شاخص توده بدنی} = \frac{\text{جرم (kg)}}{\text{مربع قد (m}^2\text{)}}$$

قد فرد دو متر است و بنابراین مربع قد برابر ۴ می‌شود و از تقسیم وزن فرد به مربع قد، شاخص توده بدنی به دست می‌آید. بر این اساس، شاخص توده بدنی در هر مورد برابر است با: الف) بیش از ۳۰ (چاقی)، ب) کم‌تر از ۱۹ (کمبود وزن)، ج) بین ۱۹ تا ۲۵ (وزن مناسب) و د) بیش از ۲۵ (اضافه وزن).

موارد «الف» و «د»، درست هستند. بعضی از مفاهیم کتاب درسی، در زیر پوشش مطالبی که کم‌اهمیت به نظر میان، قایم شدن ... مثل همین سوال!

الف): چاقی در برخی از افراد به ژن‌ها مربوط است و برای مثال، می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت ژن‌های مؤثر در ساخت آنزیم‌های لازم برای تولید لیپیدها باشد. / ب): در فردی که لاغر است، احتمال بروز مشکل کم‌خونی وجود دارد که نوعی اختلال در عملکرد دستگاه گردش خون محسوب می‌شود. / ج): در بیماری سلیاک، ریزپرزهای یاخته‌های روده تحت تأثیر پروتئین گلوتن تخریب می‌شوند و فرد دچار سوء تغذیه می‌شود که منجر به لاغری می‌شود؛ اما فردی با شاخص توده بدنی ۲۰، دارای وزن مناسب است. / د): چاقی احتمال ابتلا به بیماری دیابت نوع ۲ را افزایش می‌دهد اما اختلال در ترشح انسولین از بخش درون ریز پانکراس مربوط به دیابت نوع ۱ است.

**۲۲۸- گزینه (۲)** گاسترین با تأثیر بر **یاخته‌های کناری**، سبب افزایش ترشح اسید معده می‌شود. یاخته‌های کناری غده‌های معده، کلریدریک اسید و عامل فاکتور) داخلی معده ترشح می‌کنند. عامل داخلی معده، برای ورود ویتامین B<sub>۱۲</sub> به یاخته‌های روده باریک ضروری است. اگر این یاخته‌ها تخریب شوند یا معده برداشته شود، علاوه بر ساخته‌نشدن کلریدریک اسید، فرد به کم‌خونی خطرناکی دچار می‌شود. در افراد با شاخص توده بدنی کم‌تر از ۱۹، به علت کاهش دریافت مواد مغذی دچار مشکلاتی مانند کم‌خونی و کاهش استحکام استخوان‌ها می‌شوند. در صورت کمبود ترشح فاکتور داخلی (و نه اسید)، می‌توان انتظار داشت تا فرد به کم‌خونی مبتلا شود. **۱۰- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): سکرین، از دوازدهه به خون ترشح می‌شود و با اثر بر لوزالمعده موجب می‌شود **ترشح بی‌کربنات** افزایش یابد. پروتئازهای لوزالمعده به صورت غیرفعال ترشح شده و در روده باریک فعال می‌شوند. سکرین تأثیر بی‌میزان ترشح پروتئازهای لوزالمعده ندارد.

**نکته:** سکرین فقط بر میزان ترشح بی‌کربنات مؤثر است.


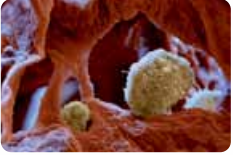
گزینه (۳): فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی، تری‌گلیسریدها هستند. آنزیم لیپاز، تری‌گلیسریدها را به واحدهای سازنده آن تجزیه می‌کند. صفرا و حرکات مخلوط‌کننده روده باریک موجب ریزش چربی‌ها می‌شوند. گوارش چربی‌ها، بیشتر در اثر فعالیت لیپاز لوزالمعده صورت می‌گیرد. دقت داشته باشید که تری‌گلیسریدها بسیار (پلی‌مر) نیستند و بنابراین **فاقد تک‌پار** (مونومر) هستند. / گزینه (۴): بسیاری از فرایندهای یاخته‌ای را پروتئین‌ها انجام می‌دهند. گوارش پروتئین‌ها در معده و تحت تأثیر پپسین آغاز می‌شود. گاسترین از معده ترشح و باعث افزایش ترشح اسید معده و پپسینوژن می‌شود. دقت کنید یاخته‌های اصلی معده، پپسین ترشح نمی‌کنند! **۲۲۹- گزینه (۴)** محتویات واکوئول دفعی از راه منفذ دفعی یاخته خارج می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱۸ مشاهده می‌کنید، پس از خروج محتویات واکوئول دفعی، غشای آن با غشای یاخته ادغام شده و باعث **افزایش سطح غشای یاخته** می‌شود.

**۱۰- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): واکوئول غذایی تشکیل‌شده در انتهای حفره دهانی، درون سیتوپلاسم حرکت می‌کند. تعدادی اندامک کافنده‌تن (لیزووزوم) به واکوئول می‌پیوندند و آنزیم‌های خود را به درون آن آزاد می‌کنند، در نتیجه **واکوئول گوارشی** تشکیل می‌شود؛ بنابراین پیش از تشکیل واکوئول گوارشی، آنزیم‌های گوارشی موجود در **کافنده‌تن به واکوئول غذایی** می‌پیوندند. / گزینه (۲): پارامسی با حرکت **مژک‌ها** غذا را از محیط به حفره دهانی منتقل می‌کند. در **انتهای حفره**، کیسه‌ای غشایی به نام واکوئول غذایی تشکیل می‌شود. / گزینه (۳): مواد گوارش یافته از **واکوئول گوارشی** خارج می‌شوند و مواد گوارش نیافته در آن باقی می‌مانند. به این واکوئول، واکوئول دفعی می‌گویند (پس از خروج مواد گوارش یافته از واکوئول گوارشی، واکوئول دفعی تشکیل می‌شود).

۲۰۹۵- گزینه «۲» **تعمیر شکل سؤال:** یاخته‌هایی که از تغییر مونسیت‌های خارج شده از خون حاصل می‌شوند: یاخته‌های دارینه‌ای و درشت‌خوار (ماکروفاز)ها موارد «ب» و «ج» درست هستند.

(الف): این مورد فقط بیانگر ویژگی درشت‌خوارها است. / (ب): هر دوی این یاخته‌ها امکان حضور در لنف و مایع بین یاخته‌ای (اجزایی از محیط داخلی بدن) را دارند و در این مکان‌ها با عوامل بیگانه به مبارزه می‌پردازند. خون، لنف و مایع بین یاخته‌ای جزء محیط داخلی بدن محسوب می‌شود. / (ج): هیچ‌یک از این یاخته‌ها هیستامین ترشح نمی‌کنند. / (د): یاخته‌های دارینه‌ای می‌توانند سبب فعال‌سازی یاخته‌های ایمنی دیگر موجود در گره‌های لنفی شوند.

۲۰۹۶- گزینه «۳» همه درشت‌خوارهای موجود در بدن با هر شکل هسته‌ای که دارند، از آنزیم‌های لیزوزومی برای هضم مواد استفاده می‌کنند. **۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): درشت‌خوارها به طور غیرمستقیم از یاخته‌های میلوئیدی منشأ گرفته‌اند. این یاخته‌ها، ۳ نوع گویچه سفید دانه‌دار و یک نوع گویچه سفید بدون دانه (مونوسیت) را تولید می‌کنند. / گزینه (۲): یاخته‌های درشت‌خوار قرار گرفته در حبابک جزء دیواره حبابک محسوب نمی‌شوند. / گزینه (۴): منشأ درشت‌خوارها، مونوسیت است. بزرگ‌ترین یاخته سفید خون، مونوسیت است که هسته تکی خمیده یا لوبیایی دارد.

شکل	منشأ	وظیفه	محل حضور	بیگانه‌خوارها (فاگوسیت‌ها)
	مونوسیت‌ها	از بین بردن یاخته‌های مرده بافت‌ها یا بقایای آن‌ها و همچنین میکروب‌های وارد شده به آن‌ها	بافت‌های مختلف	عمومی
	مونوسیت‌ها	این یاخته‌ها، باکتری‌ها و ذرات گرد و غباری را که از مخاط مژک‌دار گریخته و به حبابک‌ها رسیده‌اند نابود می‌کنند + وظایف عمومی	حبابک‌ها	حبابکی
—	مونوسیت‌ها	گویچه‌های قرمز مرده را پاکسازی می‌کنند + وظایف عمومی	کبد و طحال	کبدی وطحالی

۲۰۹۷- گزینه «۳» از بین بیگانه‌خوارها تنها نوتروفیل‌ها توانایی تراگذاری را دارند و سایرین این توانایی را ندارند. **۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): در محاسبه خون‌بهر تنها گویچه‌های قرمز مورد سنجش قرار می‌گیرند و هیچ‌یک از سایر انواع یاخته‌های خونی مهم نیستند. / گزینه (۲): دقت کنید همه بیگانه‌خوارها یاخته‌های زنده هستند و در نتیجه در ساختار خود آنزیم‌هایی دارند که عمل اختصاصی دارند. / گزینه (۴): منظور این سؤال فرایند بیگانه‌خواری و تشکیل ریزکیسه درون سیتوپلاسم (جابه‌جایی فسفولیپیدهای غشایی به درون سیتوپلاسم) است. این مورد درباره همه بیگانه‌خوارها صحیح است. **۲۰۹۸- گزینه «۳» درشت‌خوارها** در اندام‌های مختلف، از جمله گره‌های لنفاوی، حضور دارند و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند. یکی دیگر از وظایف درشت‌خوار از بین بردن یاخته‌های مرده بافت‌ها یا بقایای آن‌هاست. (پاکسازی بافت‌ها از یاخته‌های مرده). لنفوسیت T کشنده با ترشح پرورین و آنزیم دخیل در مرگ برنامه‌ریزی شده سبب مرگ یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس می‌شود؛ بنابراین فعالیت درشت‌خوار در جهت پاکسازی بدن افزایش می‌یابد. از طرفی اینترفرون نوع ۲ که از یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود، درشت‌خوارها را فعال می‌کند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): یاخته دارینه‌ای که انشعابات دارینه‌مانند دارند همانند درشت‌خوار (ماکروفاز)ها و ماستوسیت‌ها در خارج از خون قرار دارند. / گزینه (۲): یاخته دارینه‌ای و ماستوسیت در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون ارتباط دارند، مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند. اما فقط یاخته دارینه‌ای می‌تواند بخشی از میکروب را در سطح خود قرار دهد و به یاخته‌های ایمنی موجود در گره لنفی ارائه کند. / گزینه (۴): در فرایند التهاب، نوتروفیل (که سیتوپلاسم با دانه‌های روشن ریز دارد) در پی تولید پیک‌های شیمیایی توسط درشت‌خوارها به موضع آسیب فراخوانده می‌شود؛ بنابراین درشت‌خوارها اولین یاخته‌های ایمنی مؤثر در التهاب هستند. **۲۰۹۹- گزینه «۴» شکل سؤال، مونوسیت** را نشان می‌دهد که منشأ میلوئیدی دارد. مونوسیت‌ها، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به درشت‌خوارها و یا یاخته‌های دارینه‌ای تبدیل می‌شوند. درشت‌خوارها می‌توانند از منافذ بین حبابکی عبور کرده و بین حبابک‌های یک کیسه حبابکی، جابه‌جا شوند. **۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): درشت‌خوارها، گویچه‌های قرمز مرده را در کبد و طحال پاکسازی می‌کنند. / گزینه (۲): در نتیجه زخم پوستی، پاسخ التهابی ایجاد می‌شود. طبق کتاب درسی در پاسخ التهابی، مونوسیت‌ها با تراگذاری از خون خارج شده و به درشت‌خوارها تبدیل می‌شوند. / گزینه (۳): ماستوسیت در فرایند التهاب، هیستامین آزاد می‌کند. ماستوسیت‌ها از تراگذاری (دیپدز) مونوسیت ایجاد نمی‌شوند.

۲۱۰۰- گزینه «۳» **تعمیر شکل سؤال:** ۱: لارو انگل ۲: انوزینوفیل

همه گزینه‌ها به‌جز گزینه (۳) نادرست‌اند. انوزینوفیل‌ها برای مبارزه با انگل، محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند. دانه‌های انوزینوفیل روشن هستند. **۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): لارو انگل مطابق شکل کتاب درسی، بیشتر از ۱۵ میکرومتر طول دارد. / گزینه (۲): دانه‌های انوزینوفیل درشت و روشن‌اند، اما هیستامین مربوط به ماستوسیت و بازوفیل، همچنین هیپارین مربوط به بازوفیل است. / گزینه (۴): یکی از ترشحات سطح پوست، عرق است که نمک دارد. نمک برای باکتری‌ها (نه لار و انگل) مناسب نیست.

۲۱۰۱- گزینه «۴» **تعمیر شکل سؤال:** سمت راست: نوتروفیل و سمت چپ: انوزینوفیل. هر دوی این یاخته‌ها، از تقسیم یاخته‌های بنیادی میلوئیدی منشأ می‌گیرند و هر دو در سیتوپلاسم خود دانه دارند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): این یاخته‌ها در دومین خط دفاعی بدن نقش دارند و به همین دلیل قادر هستند تا یاخته‌های خودی را از یاخته‌های بیگانه شناسایی کنند؛ اما باید دقت داشته باشید که این یاخته‌ها فاقد توانایی شناسایی یک نوع پادگن خاص هستند. / گزینه (۲): انوزینوفیل‌ها در مقابله با عوامل بیماری‌زای انگلی نقش دارند، ولی فاقد توان بیگانه‌خواری هستند. / گزینه (۳): نوتروفیل‌ها، یک هسته چندقسمتی دارند نه این‌که چند هسته داشته باشند!



نوع گویچه	نام	شکل هسته	شکل دانه	منشأ	بیگانه‌خواری	ترشحات	عملکرد	شکل	
دانه‌دار	نوتروفیل	چندقسمتی	روشن و ریز		دارد	—	اگر عامل بیماری‌زا وارد بافت شود، نوتروفیل‌ها با تراگذاری خود را به آن‌ها می‌رسانند و با بیگانه‌خواری آن‌ها را نابود می‌کنند.		
	ائوزینوفیل	دوقسمتی دمبلی	روشن و درشت	یاخته بنیادی میلوئیدی	—	مواد ضدانگلی	در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، ائوزینوفیل‌ها مبارزه می‌کنند. ائوزینوفیل‌ها به جای بیگانه‌خواری کرم‌های انگلی، محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند.		
	بازوفیل	دوقسمتی و روی هم افتاده	تیره و درشت		—	هیپارین هیستامین	ضد انعقاد خون است. افزایش قطر رگ‌ها و افزایش نفوذپذیری آن‌ها		
فاقد دانه	مونوسیت	تکی خمیده یا لوبیایی	—	یاخته بنیادی میلوئیدی	—	—	مونوسیت‌ها، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به درشت‌خوارها و یا یاخته‌های دارینه‌ای تبدیل می‌شوند.		
							هر لنفوسیت B می‌تواند به یاخته پادتن‌ساز تبدیل شود (هنگامی که لنفوسیت B، پادگنی را شناسایی می‌کند) و یاخته پادتن‌ساز می‌تواند پادتنی مشابه با گیرنده آن لنفوسیت B که از آن منشأ گرفته است بسازد و ترشح کند.		
	تکی گرد یا بیضی	B پادتن‌ساز	—	لنفوسیت B	ندارد	پادتن	پاسخ سریع‌تر در برخورد‌های بعدی با همان میکروب قبلی	—	
		B خاطره	—	لنفوسیت B	ندارد	—	پاسخ سریع‌تر در برخورد‌های بعدی با همان عامل بیماری‌زای قبلی	—	
	لنفوسیت	کشنده	تکی گرد یا بیضی	—	لنفوسیت T	ندارد	—	پرفورین و آنزیم القای مرگ برنامه‌ریزی شده + اینترفرون نوع دو	
								پاسخ سریع‌تر در برخورد‌های بعدی با همان عامل بیماری‌زای قبلی	—
		T خاطره	—	لنفوسیت T	ندارد	—	فعالیت لنفوسیت‌های B و دیگر لنفوسیت‌های T به کمک این نوع خاص انجام می‌شود.		
یاخته کشنده طبیعی	—	—	—	یاخته بنیادی لنفوئیدی	ندارد	—	پرفورین و آنزیم القای مرگ برنامه‌ریزی شده + اینترفرون نوع دو		



۲۱۰۲- گزینه «۲» **نوتروفیل‌ها** مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و برخلاف لنفوسیت‌ها از تقسیم یاخته‌های بنیادی میلوئیدی تشکیل می‌شوند.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): **مونوسیت‌ها** پس از خروج از خون تغییر می‌کنند و به یاخته درشت‌خوار یا داینه‌ای تبدیل می‌شوند. لنفوسیت‌ها دارای هسته تکی گرد یا بیضی هستند. / گزینه (۳): مونوسیت‌ها فاقد هسته دمبلی‌شکل می‌باشند. / گزینه (۴): یاخته‌های داینه‌ای می‌توانند قسمتی از یاخته‌های بیگانه را در سطح خود قرار دهند، ولی توجه داشته باشید که جزء **گویچه‌های سفید خونی نمی‌باشند**.

۲۱۰۳- گزینه «۳» بازوفیل‌ها (ماده ضد انعقاد خون) را در دانه‌های خود ذخیره می‌کند. این گویچه سفید همانند تمامی گویچه‌های سفید توانایی تراگذاری (دیپدز) دارد.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): دارابودن انشعابات داینه مانند از ویژگی‌های یاخته‌های داینه‌ای است. توجه داشته باشید که یاخته‌های داینه‌ای جزء گویچه‌های سفید طبقه‌بندی نمی‌شوند. / گزینه (۲): ائوزینوفیل‌ها دارای درشت‌ترین دانه‌های سیتوپلاسمی می‌باشند. توجه داشته باشید که این گویچه‌های سفید در مبارزه با انگل‌ها وارد عمل می‌شوند و توانایی بیگانه‌خواری ندارند. / گزینه (۴): ائوزینوفیل‌ها در مبارزه با برخی از انگل‌ها مانند انگل مالاریا ناتوان هستند.

۲۱۰۴- گزینه «۲» **تفسیر سؤال:** گویچه‌های سفید دانه‌داری که دانه‌های روشن دارند = نوتروفیل + ائوزینوفیل

● یاخته‌های ترشح‌کننده اینترفرون نوع دو = یاخته‌کشنده طبیعی + لنفوسیت T

● گویچه‌های سفید دانه‌داری که هسته دو قسمتی دارند = بازوفیل + ائوزینوفیل

● یاخته‌های ارائه‌کننده آنتی‌ژن = یاخته داینه‌ای (دندریتی)

● گویچه‌های سفید دانه‌داری که هسته چند قسمتی دارند = نوتروفیل

● یاخته‌های ایجادکننده علائم حساسیت = ماستوسیت + بازوفیل

● گویچه‌های سفید دانه‌داری که دانه‌های درشت دارند = بازوفیل + ائوزینوفیل

● یاخته‌های سازنده پروتئین Y شکل = لنفوسیت B + پادتن‌ساز + لنفوسیت B خاخره

**بازوفیل‌ها** دانه‌های تیره و **ائوزینوفیل‌ها**، دانه‌های روشن دارند اما یاخته‌های دندریتی، فاقد دانه می‌باشند.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): **نوتروفیل‌ها** برخلاف یاخته‌های **کشنده طبیعی** و **لنفوسیت T**، توانایی بیگانه‌خواری را دارند اما **ائوزینوفیل‌ها** قادر به بیگانه‌خواری نیستند. / گزینه (۳): **نوتروفیل‌ها** می‌توانند با دیپدز از دیواره مویزگ‌های خونی عبور کنند. **ماستوسیت‌ها** فاقد توانایی دیپدز هستند اما **بازوفیل‌ها** نیز قادر به دیپدز هستند. / گزینه (۴): همه (نه بعضی از) گویچه‌های سفید دانه‌دار، حاصل تقسیم یاخته‌های بنیادی میلوئیدی هستند.

۲۱۰۵- گزینه «۴» با توجه به شکل کتاب درسی، **مونوسیت‌ها** بزرگ‌ترین گویچه‌های سفید خون هستند؛ پس می‌توان گفت که این یاخته‌ها نسبت به سایر گویچه‌های سفید اندازه و ابعاد بزرگ‌تری دارند.

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): بیشتر حجم سیتوپلاسم **لنفوسیت‌ها** را هسته تشکیل داده است. مونوسیت‌ها با تراگذاری (دیپدز) و تغییر شکل ظاهری خود به یاخته‌های داینه‌ای و درشت‌خوار (ماکروفاژ)ها تبدیل می‌شوند، اما باید توجه داشته باشید که این فرایند در **خون رخ نمی‌دهد**. / گزینه (۲): **بازوفیل‌ها** با ترشح هیپارین (نوعی ماده ضد انعقاد خون) میزان تولید و فعالیت فیبرین در خون را کاهش می‌دهند. بازوفیل‌ها **دانه‌های تیره درشتی** دارند نه کوچک! / گزینه (۳): **لنفوسیت‌های B و T** در دفاع علیه عوامل بیگانه به صورت اختصاصی شرکت می‌کنند. لنفوسیت‌ها کوچک‌ترین گویچه‌های سفید خون هستند و نسبت به سایر گویچه‌ها **ابعاد کم‌تری** دارند.

۲۱۰۶- گزینه «۴» **تفسیر سؤال:** ائوزینوفیل

● همه عوامل بیماری‌زا را نمی‌توان با بیگانه‌خواری از بین برد. در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، ائوزینوفیل‌ها مبارزه می‌کنند. ائوزینوفیل‌ها محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند.

● یاخته‌کشنده طبیعی و لنفوسیت T کشنده با استفاده از مرگ برنامه‌ریزی‌شده یاخته‌های هدف خود را می‌کشند. تمام گویچه‌های سفید می‌توانند با تشخیص مولکول‌های سطح غشا، یاخته‌های خودی را از غیر خودی شناسایی کنند.

● در صورتی که گویچه سفید مربوط به خط دوم باشد: تشخیص یاخته غیر خودی از خودی

● در صورتی که گویچه سفید مربوط به خط سوم باشد: تشخیص اختصاصی یاخته‌ها با آنتی‌ژن آن‌ها

۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): بازوفیل و ائوزینوفیل دارای هسته دو قسمتی هستند. دانه‌های سیتوپلاسمی بازوفیل درشت‌تر از ائوزینوفیل است. / گزینه (۲): نوتروفیل دارای هسته چند قسمتی است. نوتروفیل‌ها و ائوزینوفیل‌ها، جزء درشت‌خوارها نیستند.

**تفسیر سؤال:** درشت‌خوار = ماکروفاژ

گزینه (۳): درشت‌خوارها و یاخته‌های دندریتی از تمایز مونوسیت‌ها در خارج از خون ایجاد می‌شوند، اما حواستون باشه که یاخته‌های پادتن‌ساز نیز در طی تمایز از لنفوسیت‌های B ایجاد می‌شوند. یاخته‌های پادتن‌ساز همانند ائوزینوفیل‌ها توانایی تراگذاری دارند.

۲۱۰۷- گزینه «۳» **تفسیر سؤال:** گویچه‌های سفید دانه‌دار (نوتروفیل، ائوزینوفیل و بازوفیل) و **مونوسیت‌ها**، گویچه‌های سفیدی هستند که فقط در مغز قرمز استخوان ساخته می‌شوند. **گروهی از لنفوسیت‌ها نیز در مغز استخوان ساخته می‌شوند.** دقت داشته باشید که لنفوسیت‌ها در خارج از مغز استخوان نیز قابل تولید هستند.

گویچه‌های سفیدی که در مغز قرمز استخوان ساخته می‌شوند و واکنش‌های سریع دارند؛ گویچه‌های سفیدی که در دومین خط دفاعی بدن فعالیت می‌کنند، واکنش‌های عمومی اما سریع دارند.



گویچه‌های سفیدی که در مغز قرمز استخوان ساخته می‌شوند و با تغییر شکل از منافذ دیواره رگ‌ها عبور می‌کنند؛ همه گویچه‌های سفید می‌توانند طی فرایند تراکدری (دیپدز) از دیواره رگ‌های خونی عبور کرده و وارد بافت‌ها شوند.

گویچه‌های سفیدی که در مغز قرمز استخوان ساخته می‌شوند و از ایجاد رشته‌های پروتئینی نامحلول در خون جلوگیری می‌کنند؛ بازوفیل‌ها؛ این یاخته‌ها هپارین ترشح می‌کنند که ضد انعقاد خون است و از ایجاد پروتئین‌های نامحلول در خون نظیر فیبرین جلوگیری می‌کند.

گویچه‌های سفیدی که در مغز قرمز استخوان ساخته می‌شوند و نمی‌توانند زائده‌های سیتوپلاسمی موقت ایجاد کنند (= توانایی بیگانه‌خواری ندارند): اتوزینوفیل + بازوفیل + لنفوسیت‌ها.

پاسخ دستگاه ایمنی به ماده حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از ماستوسیت‌ها (نوعی بیگانه‌خوار) و بازوفیل‌هاست. هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آن‌ها را زیاد می‌کند که منجر به افزایش جریان خون می‌شود. در حساسیت، در نتیجه ترشح هیستامین، علائم شایع حساسیت مثل قرمزی و آبریزش از بینی ایجاد می‌شود.

**۴- بررسی سایر گویچه‌ها:** گزینه (۱): در پاسخ التهابی، نوتروفیل‌ها می‌توانند همراه با درشت‌خوارها به نابودی باکتری‌ها بپردازند. این مورد، درباره سایر گویچه‌های سفید صادق نیست. در ارتباط با مونوسیت‌ها نیز دقت داشته باشید که در پاسخ التهابی نمی‌توانند مستقیم باعث نابودی عوامل بیگانه شوند و بلافاصله پس از خروج از خون، به درشت‌خوار تبدیل می‌شوند. / گزینه (۲): مونوسیت‌ها، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به درشت‌خوار و یا یاخته‌های دندریتی تبدیل می‌شوند. این گزینه درباره سایر گویچه‌های سفید خون صادق نیست. / گزینه (۴): همه گویچه‌های سفیدی که در دومین خط دفاعی بدن فعالیت می‌کنند، می‌توانند عوامل بیگانه را براساس ویژگی‌های عمومی آن‌ها شناسایی کنند. گویچه‌های سفید دانه‌دار می‌توانند با استفاده از محتویات دانه‌های خود، به مبارزه با این عوامل بیگانه بپردازند. این گزینه درباره گویچه‌های سفید بدون دانه نظیر لنفوسیت‌ها صادق نیست. از طرفی محتویات دانه برون‌رانی می‌شود، نه خود دانه‌ها.

۲۱۰۸- گزینه «۲» موارد «ج» و «د» درست هستند.

(الف): از بین یاخته‌های بیگانه‌خوار (درشت‌خوار (ماکروفاژ)، ماستوسیت، یاخته دارینه‌ای و نوتروفیل)، فقط نوتروفیل‌ها نوعی گویچه سفید هستند. / (ب): درشت‌خوارها در اندام‌های مختلف، از جمله گره‌های لنفاوی حضور دارند و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند. از زیست دهم یادمون هست که در حبابک‌ها نیز درشت‌خوارها حضور داشتند. / (ج): مونوسیت‌ها از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به درشت‌خوار و یا یاخته دارینه‌ای تبدیل می‌شوند؛ بنابراین هر یاخته دارینه‌ای از تمایز مونوسیت‌ها به وجود آمده است. / (د): یاخته کشنده طبیعی برای ایفای نقش خود، ریزکیسه‌هایی حاوی پرفورین و آنزیم القاکننده مرگ برنامه‌ریزی شده دارد.



۲۱۰۹- گزینه «۳» نوتروفیل‌ها به عنوان نیروهای واکنش سریع شناخته می‌شوند و اتوزینوفیل‌ها در مبارزه با کرم‌های انگل نقش اصلی را دارند. هر دوی این یاخته‌ها دارای دانه‌های روشن در سیتوپلاسم هستند.

**۴- بررسی سایر گویچه‌ها:** گزینه (۱): درشت‌خوار (ماکروفاژ)‌ها توسط اینترفرون نوع ۲ فعال می‌شوند. با توجه به شکل کتاب درسی، درشت‌خوار (ماکروفاژ)‌ها می‌توانند دارای دانه‌هایی در سیتوپلاسم خود باشند. لنفوسیت‌ها توسط یاخته‌های بنیادی لنفوبیدی تولید می‌شوند و فاقد دانه هستند. / گزینه (۲): لنفوسیت کشنده طبیعی و T کشنده در مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌های آلوده به ویروس نقش دارند. لنفوسیت‌ها دارای هسته تکی گرد یا بیضی هستند. یاخته‌های دارینه‌ای از تمایز مونوسیت‌ها ایجاد می‌شوند. مونوسیت‌ها دارای هسته تکی خمیده یا لوبیایی هستند. / گزینه (۴): نوتروفیل‌ها یاخته‌هایی چابک و حامل مقدار کم مواد دفاعی هستند که دارای هسته چندقسمتی می‌باشند. بازوفیل‌ها هپارین ترشح می‌کنند و هسته دوقسمتی دارند.

۲۱۱۰- گزینه «۱» همه موارد به‌جز مورد «ب» عبارت را به طور مناسب کامل می‌کنند.

(الف): هر یاخته زنده بدن انسان (از جمله یاخته‌های لنفوسیتی دفاع اختصاصی)، در صورت آلودگی به ویروس، اینترفرون نوع ۱ تولید کرده و در دفاع غیراختصاصی نقش ایفا می‌کند. / (ب): ماستوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها بیگانه‌خوارهایی هستند که در التهاب فعالیت می‌کنند. از بین این یاخته‌ها تنها



ماستوسیت در فرایند حساسیت حضور دارد. (ج): تمامی گویچه‌های سفید خون توانایی انجام تراگذاری (دیپدز) را دارند. (د): یاخته‌های دارینه‌ای علاوه بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند، سپس خود را به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌رسانند، تا این قسمت‌ها را به یاخته‌های ایمنی (لنفوسیت‌ها) ارائه کنند. لنفوسیت‌ها هسته تکی گرد یا بیضی‌شکلی را در مرکز خود جای داده‌اند.

**۲۱۱۱- گزینه ۴** گویچه‌های سفید، گروهی از یاخته‌های خونی هستند که ضمن حرکت در خون در بافت‌های مختلف بدن نیز پراکنده می‌شوند. نوتروفیل‌ها تنها گویچه‌های سفیدی هستند که قابلیت بیگانه‌خواری دارند. این یاخته‌ها دانه‌های روشن و ریزی دارند. درون این دانه‌ها، مواد دفاعی وجود دارد.

**۲۱۱۲- گزینه ۲** لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها، سیتوپلاسم بدون دانه دارند اما فقط مونوسیت‌ها پس از خروج از خون تغییر می‌کنند و به یاخته دارینه‌ای و یا درشت‌خوار تبدیل می‌شوند. هر دو نوع یاخته ساخته‌شده، نوعی بیگانه‌خوار محسوب می‌شوند. / گزینه ۲: دانه‌های بازوفیل‌ها، ماده‌ای به نام هپارین دارند. هپارین ضد انعقاد خون است. بازوفیل هسته دوقسمتی روی هم افتاده دارد. هسته دمبلی‌شکل ویژگی ائوزینوفیل‌هاست. / گزینه ۳: یاخته‌های دارینه‌ای را به علت داشتن انشعابات دارینه‌مانند به این نام می‌خوانند. این یاخته‌ها در بخش‌های مرتبط با محیط بیرون مانند پوست و لوله گوارش به فراوانی یافت می‌شوند، اما باید توجه داشته باشید که این یاخته‌ها گویچه سفید نبوده و در خون حضور ندارند.

**۲۱۱۳- گزینه ۲** مونوسیت‌ها با انجام تراگذاری از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به درشت‌خوار (ماکروفاژ) و یا یاخته‌های دارینه‌ای تبدیل می‌شوند که هر دو فعالیت بیگانه‌خواری دارند و در طی بیگانه‌خواری، ذرات بیگانه را با انجام درون‌بری (ایجاد فرورفتگی در غشا) به سیتوپلاسم خود وارد می‌کنند.

**۲۱۱۴- گزینه ۱** یاخته‌های دارینه‌ای علاوه بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب‌ها را در سطح خود قرار می‌دهند. سپس خود را به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌رسانند، تا این قسمت‌ها را به یاخته‌های ایمنی ارائه کنند. یاخته‌های ایمنی با شناختن این قسمت‌ها، میکروب مهاجم را شناسایی خواهند کرد. / گزینه ۳: درشت‌خوارهای درون حبابک‌ها، آخرین خط دفاع دستگاه تنفسی به شمار می‌روند، نه یاخته‌های دارینه‌ای!!!! / گزینه ۴: درشت‌خوارها و یاخته‌های دارینه‌ای، در دومین خط دفاعی بدن (دومین خط دفاع غیراختصاصی) فعالیت می‌کنند. واژه خطوط درست نیست، چون فقط در یک خط شرکت می‌کنند!

**۲۱۱۳- گزینه ۱** یاخته‌های کشنده طبیعی و T کشنده توانایی راه‌اندازی مرگ برنامه‌ریزی‌شده را در یاخته هدف خود دارند. این یاخته‌ها ریزکیسه‌هایی حاوی پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی‌شده را دارند که با برون‌رانی (اگزوسیتوز) از این یاخته‌ها خارج می‌شود.

**۲۱۱۴- گزینه ۲** اینترفرون نوع دو از یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کند. یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T کشنده (نه هر لنفوسیت T!) پس از اتصال به یاخته هدف، به واسطه پرفورین در غشای آن منافذی ایجاد می‌کنند. / گزینه ۳: نوتروفیل گویچه سفیدی است که نوعی بیگانه‌خوار محسوب می‌شود، در حالی که ائوزینوفیل‌ها با احاطه کردن لارو انگل، محتویات دانه‌های خود را ترشح می‌کنند. / گزینه ۴: پاسخ دستگاه ایمنی به ماده حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌هاست. بازوفیل‌ها توانایی ترشح هپارین که ماده ضد انعقاد خون است را دارند که در صورت ترشح این ماده، تولید لخته با اختلال مواجه می‌شود؛ بنابراین تولید ترومبین کاهش می‌یابد.

**۲۱۱۴- گزینه ۲** اینترفرون نوع یک از پروتئین‌های ترشحاتی است که از یاخته‌های آلوده به ویروس (آسیب‌دیده) ترشح می‌شود و علاوه بر یاخته آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آن‌ها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند.

**۲۱۱۵- گزینه ۱** مونوسیت‌ها پس از خروج از خون با انجام تغییراتی به درشت‌خوار (ماکروفاژ) تبدیل می‌شوند نه هنگام خروج از خون! / گزینه ۳: ائوزینوفیل‌ها گویچه‌های سفیدی هستند که با گرم‌های انگلی مبارزه می‌کنند. ائوزینوفیل‌ها سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن درشت دارند. / گزینه ۴: عبور گویچه‌های سفید از دیواره مویرگ‌ها را تراگذاری (دیپدز) می‌گویند. فرایند تراگذاری (دیپدز) از فاصله میان یاخته‌های پوششی دیواره رگ و با تغییر شکل گویچه سفید رخ می‌دهد نه از طریق منافذ موجود در غشای یاخته‌های پوششی دیواره مویرگ!

**۲۱۱۵- گزینه ۲** **تفسیر سؤال:** یاخته‌های دارینه‌ای (دندریتی) و ماستوسیت‌ها، یاخته‌هایی هستند که در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند، نظیر پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند. علاوه بر این یاخته‌ها، گویچه‌های سفید نیز می‌توانند با فرایند تراگذاری (دیپدز) از خون خارج شده و وارد لوله گوارش شوند؛ پس تعبیر صورت سؤال درباره همه یاخته‌های خونی سفید، به‌جز مونوسیت‌ها، نیز صادق است. درباره مونوسیت‌ها دقت داشته باشید که این یاخته‌ها، پس از خروج از خون تغییر می‌کنند و به درشت‌خوار و یا یاخته دارینه‌ای تبدیل می‌شوند.

قبل از این که یاخته‌های ایمنی بدن به میکروب حمله کنند، ابتدا باید بیگانه‌بودن آن را تشخیص دهند. دستگاه ایمنی هر فرد، یاخته‌های خودی را می‌شناسد و تنها در برابر آن چه که بیگانه تشخیص داده می‌شود، پاسخ می‌دهد. دومین خط دفاعی بدن انسان، شامل سازوکارهایی است که بیگانه‌ها را براساس ویژگی‌های عمومی آن‌ها شناسایی می‌کند. در سومین خط دفاعی بدن نیز شناسایی عوامل بیگانه براساس ویژگی‌های اختصاصی آن‌ها (آنتی‌ژن‌ها) انجام می‌شود. گاهی دستگاه ایمنی یاخته‌های خودی را به عنوان غیرخودی شناسایی و به آن‌ها حمله می‌کند و باعث بیماری می‌شود، به این نوع بیماری‌ها، بیماری‌های خودایمنی می‌گویند.

**۲۱۱۶- گزینه ۱** مونوسیت‌ها، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به درشت‌خوار و یا یاخته‌های دندریتی تبدیل می‌شوند. یاخته‌های دندریتی با ارائه آنتی‌ژن‌ها به لنفوسیت‌های غیرفعال، باعث فعال‌شدن آن‌ها می‌شوند. ماستوسیت‌ها نیز با ترشح هیستامین و افزایش جریان خون، می‌توانند باعث افزایش خروج گویچه‌های سفید از خون شوند. البته ماستوسیت‌ها از تغییر گویچه‌های خون ایجاد نشده‌اند. این گزینه درباره همه گویچه‌های سفید نیز نادرست است. / گزینه ۳: در فرایند بیگانه‌خواری، عامل بیگانه درون یک کیسه غشایی وارد یاخته می‌شود و سپس لیزوزوم‌ها به این کیسه غشایی می‌پیوندند و گوارش درون یاخته‌ای عامل بیگانه انجام می‌شود و پس از آن، امکان استفاده از مولکول‌های زیستی عامل بیگانه فراهم می‌شود. این گزینه درباره گروهی از گویچه‌های سفید که بیگانه‌خوار نیستند، نظیر ائوزینوفیل، بازوفیل و لنفوسیت‌ها، نادرست است. / گزینه ۴: ماستوسیت‌ها دانه‌های درشت و حاوی هیستامین درون خود دارند که آزادشدن آن‌ها، موجب افزایش نفوذپذیری رگ‌ها می‌شود و در نتیجه آن، خونابه که حاوی پروتئین‌های دفاعی (نظیر پروتئین‌های مکمل) است، بیش از گذشته به خارج رگ نشت می‌کند. بازوفیل‌ها نیز دانه‌های درشت حاوی هیستامین دارند و می‌توانند همین اثر را داشته باشند، اما این گزینه درباره ائوزینوفیل‌ها که آن‌ها نیز دارای دانه‌های درشت هستند، صادق نیست. سایر گویچه‌های سفید ذکرشده در سؤال، فاقد دانه‌های درشت هستند.





**۲۱۱۶- گزینه ۱** با توجه به شکل کتاب درسی، لنفوسیت‌ها کوچک‌ترین گویچه‌های سفید و مونوسیت‌ها بزرگ‌ترین گویچه‌های سفید محسوب می‌شوند. گویچه‌های سفید و قرمز حاصل تقسیم یاخته‌های بنیادی میلوئیدی هستند و از این میان، تنها **نوتروفیل‌ها** توانایی بیگانه‌خواری عامل بیگانه را دارند. این یاخته‌ها در فرایند بیگانه‌خواری خود، عامل بیگانه را به صورت کیسه‌ای از جنس غشا به درون سیتوپلاسم خود وارد می‌کنند. این یاخته‌ها همانند لنفوسیت‌ها در صورت آلوده شدن به یک ویروس، **اینترفرون نوع یک** را به مایع بین یاخته‌ای (محیط داخلی بدن) ترشح می‌کنند و از این طریق در برابر ویروس‌ها مقابله می‌کنند.

**۲۱۱۷- گزینه ۱** نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها جزء گویچه‌های سفید فعال **در دومین خط دفاعی** هستند؛ پس هر دوی این یاخته‌ها فاقد توانایی تشخیص دو عامل بیگانه متفاوت از یکدیگر هستند. / گزینه ۳: نوتروفیل‌ها به هنگام التهاب با عبور از فضای بین یاخته‌های پوششی خود را به محل آسیب می‌رسانند، اما بازوفیل‌ها فاقد نقش در ایجاد پاسخ التهابی هستند. / گزینه ۴: هم نوتروفیل‌ها و هم آنوزینوفیل‌ها فاقد نقش در بروز علائم حساسیت هستند.

**۲۱۱۸- گزینه ۱** **یاخته‌های کشنده طبیعی** فاقد دانه هستند و به مبارزه علیه یاخته‌های آلوده به ویروس می‌پردازند. در بین گزینه‌ها، برون‌رانی (آگزوستوز) ریزکیسه‌های حاوی پرفورین و آنزیم و کاهش حجم آن‌ها قبل از سایر موارد اتفاق می‌افتد.

**۲۱۱۹- گزینه ۴** لنفوسیت‌های **کشنده طبیعی و T کشنده** توانایی القای مرگ برنامه‌ریزی شده را دارند. همه این لنفوسیت‌ها هسته تکی گرد یا بیضی با سیتوپلاسمی بدون دانه دارند.

**۲۱۲۰- گزینه ۲** لنفوسیت‌های T کشنده در **مبارزه با بخش‌های پیوند زده شده** نیز نقش دارند. / گزینه ۳: فقط زمانی که **آلوده به ویروس** باشند اینترفرون (پروتئین متعلق به خط دوم دفاعی) را تولید و ترشح می‌کنند نه در هر شرایطی! / گزینه ۴: برای القای مرگ برنامه‌ریزی شده این لنفوسیت‌ها ابتدا **پرفورین** را به فضای سیتوپلاسمی ترشح می‌کنند. پرفورین فاقد فعالیت آنزیمی است.

**۲۱۲۱- گزینه ۴** **تعمیر شکل سؤال: یاخته‌کشنده طبیعی**

فقط مورد «ه» نادرست است.

(الف): یاخته‌های کشنده طبیعی با انجام **برون‌رانی**، پرفورین و آنزیم ترشح می‌کنند. در هنگام برون‌رانی نیز، ریزکیسه‌های حاوی مواد ترشچی با غشا ادغام می‌شوند (زیست - دهم - فصل ۱). / (ب) و (ج): یاخته کشنده طبیعی، اینترفرون نوع دو را با مصرف ATP ترشح می‌کند که نوعی پیک شیمیایی است و موجب فعال شدن درشت‌خوارهای خارج از خون می‌شود. / (د): یاخته کشنده طبیعی **نوعی لنفوسیت** است و لنفوسیت‌ها سیتوپلاسم بدون دانه دارند (زیست - دهم - فصل ۴). / (ه): یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T کشنده، **یاخته‌های آلوده به ویروس** را مورد حمله قرار می‌دهند؛ نه خود ویروس!

**۲۱۲۰- گزینه ۲** موارد «ب» و «ج» صحیح هستند.

(الف): در یک یاخته کشنده طبیعی سالم، پروتئین‌های دفاعی **پرفورین، اینترفرون نوع دو و آنزیم القاکننده مرگ برنامه‌ریزی شده**، تولید می‌شوند. (اینترفرون نوع یک از یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شود؛ نه یاخته سالم!) هر سه پروتئین دفاعی ذکر شده به صورت مستقیم (اینترفرون نوع دو) و یا غیرمستقیم (پرفورین و آنزیم القاکننده مرگ برنامه‌ریزی شده که باعث مرگ یاخته‌های خودی می‌شوند) باعث فعال کردن درشت‌خوارها و افزایش فعالیت آن‌ها می‌شوند. / (ب): این لنفوسیت‌ها در خط دوم دفاعی بدن فعالیت کرده و برخلاف لنفوسیت‌های T، لنفوسیت خاطره تولید نمی‌کنند (هم‌چنین فاقد گیرنده پادگنی هستند)، اما همانند لنفوسیت‌های T کشنده، به کمک پروتئین‌هایی (پرفورین و آنزیم القاکننده مرگ برنامه‌ریزی شده)، مرگ برنامه‌ریزی شده را در یاخته‌های آلوده به ویروس و یاخته‌های سرطانی به راه می‌اندازند. / (ج): محتویات موجود در ریزکیسه‌های دفاعی یاخته کشنده طبیعی (پرفورین و آنزیم القاکننده مرگ برنامه‌ریزی شده) با مصرف انرژی (ATP) و در طی فرایند برون‌رانی از یاخته خارج می‌شوند. دقت کنید محتویات این ریزکیسه به فضای داخلی بدن (مانند خون و مایع میان‌بافتی) رها نشده و لنفوسیت‌ها پس از اتصال به یاخته هدف، این پروتئین‌ها را از خود آزاد می‌کنند. / (د): در هر ریزکیسه دفاعی یاخته کشنده طبیعی، دو نوع پروتئین پرفورین و آنزیم القاکننده مرگ برنامه‌ریزی شده وجود دارد (ریزکیسه اختصاصی برای هر کدام وجود ندارد). از میان این دو پروتئین، تنها آنزیم القاکننده مرگ برنامه‌ریزی شده باعث مرگ یاخته‌های خودی (یاخته‌های آلوده به ویروس و یاخته‌های سرطانی) می‌شود (پرفورین در غشای این یاخته‌ها منفذ ایجاد می‌کند).

**۲۱۲۱- گزینه ۳** یاخته‌های **کشنده طبیعی و لنفوسیت T کشنده**، با ترشح پرفورین موجب ایجاد منافذ در غشای یاخته آلوده به ویروس می‌شوند که هر دو، قادر به انجام تراکدردی و خروج از خون هستند. مولکول A (به رنگ زرد در کتاب درسی) نیز آنزیمی را نشان می‌دهد که موجب راه‌اندازی مرگ برنامه‌ریزی شده در یاخته هدف می‌شود.

**۲۱۲۲- گزینه ۱** لنفوسیت T کشنده متعلق به دفاع اختصاصی است. / گزینه‌های (۲) و (۴): **پرفورین** باعث ایجاد منفذ در غشا می‌شود نه مولکول A که نوعی آنزیم است و سبب مرگ برنامه‌ریزی شده می‌شود! یاخته کشنده طبیعی براساس ویژگی‌های عمومی و لنفوسیت T کشنده براساس ویژگی‌های اختصاصی (پادگن)، یاخته سرطانی یا آلوده به ویروس را شناسایی می‌کنند و منشأ هر دو نیز از یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی است (زیست - دهم - فصل ۴).

**۲۱۲۳- گزینه ۳** پروتئین‌های مکمل، **محلول در خوناب** هستند؛ پس این پروتئین‌ها در میزان فشار اسمزی مویرگ‌ها نقش دارند.

**۲۱۲۴- گزینه ۱** پروتئین‌های مکمل به سه روش فعال می‌شوند: **۱** برخورد با میکروب **۲** برخورد با پروتئین مکملی که قبلاً فعال شده **۳** اتصال با پادتن / گزینه (۲): پروتئین‌های مکمل به صورت گروهی به غشای **برخی** میکروب‌ها حمله می‌کنند. / گزینه (۴): در افرادی که به هیچ میکروبی آلوده نشده‌اند، پروتئین‌های مکمل فعال نیستند (پس **بای** رو نمی‌تونن سوراخ کنن).

**۲۱۲۳- گزینه ۴** **تعمیر شکل سؤال: علامت سؤال، یک مولکول پروتئین مکمل در غشای میکروب**

پروتئین‌های مکمل به صورت غیرفعال در خون حضور دارند و واکنش فعال شدن آن‌ها به این صورت است که وقتی یک پروتئین فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. از طرفی، پادتن‌های متصل شده به غشای میکروب نیز، موجب فعال شدن پروتئین مکمل می‌شوند.

**۲۱۲۴- گزینه ۱** **پرفورین** (نه پروتئین مکمل!) توسط لنفوسیت ترشح می‌شود. / گزینه (۲): پروتئین‌های مکمل در خون همه افراد وجود دارند و ترشح آن‌ها به معنای حضور میکروب در بدن نیست. در حالی که پرفورین فقط در هنگام اتصال یاخته ترشح کننده خود به یاخته هدف، ترشح می‌شود. / گزینه (۳): پروتئین‌های مکمل به صورت **گروهی** فعالیت می‌کنند.

**۲۱۲۴- گزینه «۴»** پروتئین‌های مکمل، گروهی از پروتئین‌های خون (محلول در خوناب) هستند و در دومین خط دفاعی بدن نقش ایفا می‌کنند. قرار گرفتن پروتئین‌های مکمل روی میکروب، باعث می‌شود که بیگانه‌خواری آن آسان‌تر انجام شود؛ بنابراین پروتئین‌های مکمل در تسهیل فرایند بیگانه‌خواری مؤثر هستند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): پروتئین‌های مکمل در فرد غیرآلوده به صورت غیرفعال‌اند، اما اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می‌شوند. واکنش فعال شدن، به این صورت است که وقتی یکی از این پروتئین‌ها فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. پپسینوژن نیز پیش‌ساز پروتئین‌های معده است که توسط یاخته‌های اصلی معده ترشح می‌شود. این آنزیم توسط HCl ترشح‌شده از یاخته‌های کناری به شکل فعال خود یعنی پپسین تبدیل می‌شود. دقت داشته باشید که پپسین تولیدشده در محیط معده نیز به تبدیل پپسینوژن به پپسین کمک می‌کند. / گزینه (۲): پروتئین‌های مکمل فعال شده به کمک یکدیگر، با ایجاد ساختارهای حلقه‌مانند در غشای میکروب‌ها، منافذی به وجود می‌آورند. این منافذ عملکرد غشای یاخته‌ای میکروب را در کنترل ورود و خروج مواد از بین می‌برند و سرانجام یاخته بیگانه می‌میرد. اینترفرون نوع یک نوعی پروتئین ترشحی است که از یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شود و علاوه بر یاخته آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آن‌ها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند؛ بنابراین در مبارزه با میکروب‌ها نقش دارد. / گزینه (۳): پرفورین با ایجاد منفذ در غشای یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس (یاخته‌های خودی) سبب می‌شود که آنزیم مرگ برنامه‌ریزی‌شده وارد این یاخته‌ها شود و با شروع فرایند مرگ برنامه‌ریزی‌شده در چند ثانیه پروتئین‌های تخریب‌کننده در یاخته شروع به تجزیه اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند. اینترفرون نوع یک از یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شود و علاوه بر یاخته آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آن‌ها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند. اینترفرون نوع یک در مبارزه با میکروب‌ها نقش دارد.

### ۲۱۲۵- گزینه «۱» تغییر سؤال: پرفورین و پروتئین‌های مکمل

فقط مورد «ب» نادرست است.

(الف): پروتئین‌ها با کمک فرایند آگزوسیتوز از یاخته خارج می‌شوند. در طی فرایند آگزوسیتوز، محل قرارگیری پروتئین‌های غشایی یاخته ترشح‌کننده تغییر می‌کند. / (ب): هر دو پروتئین ذکرشده در اعمال یاخته هدف خود اختلال ایجاد می‌کنند و بنابراین باعث به هم خوردن غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای یاخته می‌شوند. (چون منفذ در غشا ایجاد می‌کنند) / (ج): مطابق شکل کتاب درسی، انتهای پهن تر پروتئین‌های مکمل و پرفورین، در مجاورت با لایه فسفولیپیدی بیرونی غشا قرار می‌گیرد. / (د): پروتئین‌های مکمل، گروهی از پروتئین‌های خون (محلول در خوناب) اند. پرفورین‌ها توسط یاخته‌های کشنده طبیعی به یاخته‌های هدف خود نزدیک می‌شوند. در واقع پرفورین همین طوری توی خون ول نمی‌شه! بلکه مثل یه بمب می‌مونه که یاخته‌های سازنده‌ش خیلی با احتیاط اونو فقط در مجاورت یاخته دشمن رها می‌کنند! پادتن‌ها به صورت جفت با پروتئین‌های مکمل اتصال برقرار می‌کنند.

### ۲۱۲۶- گزینه «۱»

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۲): پرفورین‌ها زمینه بیگانه‌خواری یاخته‌های آلوده به ویروس را فراهم می‌کنند نه نشت سیتوپلاسم! / گزینه (۳): اینترفرون نوع ۲ سبب افزایش بیگانه‌خواری می‌شود نه اینترفرون نوع ۱! / گزینه (۴): پرفورین‌ها ظاهری شبیه به حرف L دارند و در غشای یاخته آلوده به ویروس و سرطانی قرار می‌گیرند نه غشای عامل بیگانه!

### ۲۱۲۷- گزینه «۲» تغییر سؤال: پروتئین‌های محلول در خوناب و مربوط به دومین خط ایمنی بدن که در فرد غیرآلوده، غیرفعال هستند =

#### پروتئین‌های مکمل

واکنش فعال شدن، به این صورت است که وقتی یکی از این پروتئین‌ها فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد؛ بنابراین بسیاری از آن‌ها توسط پروتئین مکمل دیگری فعال می‌شوند، اما برخی از آن‌ها، توسط پروتئین مکمل فعال نمی‌شوند، مثل اولین پروتئینی که فعال می‌شود!

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): پروتئین‌های فعال شده به کمک یکدیگر، با ایجاد ساختارهای حلقه‌مانند در غشای میکروب‌ها، منافذی به وجود می‌آورند. این منافذ عملکرد غشای یاخته‌ای میکروب را در کنترل ورود و خروج مواد از بین می‌برند و سرانجام یاخته بیگانه می‌میرد؛ بنابراین قید این گزینه «همه» می‌باشد! / گزینه (۳): دقت کنید که این پروتئین‌ها در غشای یاخته مهاجم قرار می‌گیرند نه غشای یاخته‌های خودی که آلوده شده است. / گزینه (۴): قرار گرفتن پروتئین‌های مکمل روی میکروب، باعث می‌شود که بیگانه‌خواری آن آسان‌تر انجام شود. نوتروفیل و ماستوسیت هر دو از یاخته‌های بیگانه‌خوار هستند.

**نکته:** ضخامت پروتئین مکمل در کل طول آن، یکسان نیست و در ابتدای خود ضخامت بیشتری دارد.

### ۲۱۲۸- گزینه «۲» اینترفرون‌های نوع ۱ و ۲، پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی‌شده به صورت فعال ترشح می‌شوند.

موارد «الف» و «د» درست بیان شده است.

(الف): اینترفرون نوع ۱ روی یاخته‌های سالم و آلوده اثر می‌گذارد. این نوع اینترفرون توسط یاخته‌های آلوده به ویروس ترشح می‌شود. در صورت آلودگی یاخته کشنده طبیعی، این یاخته قادر به ساخت این نوع اینترفرون می‌باشد. اینترفرون نوع ۲ نیز از یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کند. / (ب): اینترفرون‌های نوع ۱ و ۲ و پرفورین پروتئین‌های محلول در خون هستند. / (ج): پرفورین و آنزیم مرگ برنامه‌ریزی‌شده علیه یاخته سرطانی نیز فعالیت می‌کنند؛ بنابراین به طور حتم میکروب نیست. / (د): در این بین فقط اینترفرون نوع ۱ روی یاخته‌های سالم و آلوده اثر می‌گذارد.

**۲۱۲۹- گزینه «۳»** پروتئین‌های مکمل، گروهی از پروتئین‌های خون (محلول در خوناب) اند. این پروتئین‌ها در فرد غیرآلوده به صورت غیرفعال‌اند، اما اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می‌شوند. این پروتئین‌ها بر روی یاخته بیگانه اثرگذار هستند. اینترفرون نوع دو از یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد؛ پس می‌توان گفت هر دوی این پروتئین‌ها فرایند بیگانه‌خواری را افزایش می‌دهند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): اینترفرون نوع یک از یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شود که در بیماری ایدز به علت آلودگی لنفوسیت‌های کمک‌کننده به ویروس HIV، این یاخته‌ها به ترشح اینترفرون نوع یک می‌پردازند. این نوع اینترفرون علاوه بر یاخته آلوده، بر یاخته‌های سالم (طبیعی) مجاور هم اثر می‌کند و آن‌ها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند، اما پروتئین‌های مکمل تنها بر میکروب‌ها و یاخته‌های غیرطبیعی موجود در بدن مانند باکتری‌ها اثر می‌گذارند.



گزینه (۲): پادتن‌ها در رسوب‌دادن مواد بیگانه محلول وارد شده به درون بدن شرکت می‌کنند. این پروتئین‌ها برخلاف پروتئین‌های مکمل به صورت اختصاصی بر روی عوامل بیگانه اثر می‌گذارند نه غیراختصاصی! گزینه (۴): پرفورین با ایجاد منفذ در غشای یاخته‌های آلوده به ویروس و سرطانی امکان فعالیت آنزیم مرگ برنامه‌ریزی شده را فراهم می‌کند. این پروتئین‌ها همانند پروتئین‌های مکمل به صورت گروهی سبب ایجاد منفذ در غشا می‌شوند، اما پرفورین در غشای عوامل بیگانه وارد شده به بدن منفذ ایجاد نمی‌کند، بلکه بر روی یاخته‌های تغییر شکل یافته خود بدن اثر می‌گذارد.

پروتئین‌های مؤثر در ایمنی	یاخته ترشح‌کننده (رهاکننده)	ویژگی‌ها	خط دفاعی	نقش در بدن	نحوه عمل
لیزوزیم	یاخته‌های ترشح‌کننده مخاط، غده‌های اشکی، غده‌های عرق و ...	نوعی آنزیم	اول	کشتن باکتری‌ها	کشتن باکتری‌ها
پروتئین مکمل	-	محلول در خوناب در فرد غیرآلوده و غیرفعال‌اند و در صورت نفوذ میکروب به بدن فعال می‌شوند.	دوم	تسهیل بیگانه‌خواری کشتن میکروب‌ها	پس از فعال شدن، به کمک یکدیگر ساختارهای حلقه‌مانندی در غشای میکروب ایجاد می‌کنند که مشابه روزنه عمل می‌کند و با ایجاد اختلال در نفوذپذیری انتخابی غشا، سبب مرگ میکروب می‌شوند. با قرار گرفتن روی میکروب سبب تسهیل بیگانه‌خواری می‌شوند.
اینترفرون نوع یک	یاخته آلوده به ویروس	-	دوم	ایجاد مقاومت در یاخته ترشح‌کننده و یاخته‌های مجاور در برابر ویروس	ایجاد مقاومت در یاخته ترشح‌کننده و یاخته‌های مجاور آن در برابر ویروس
اینترفرون نوع دو	یاخته کشنده طبیعی لنفوسیت T	-	دوم	مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی	فعال کردن درشت‌خوارها
هیستامین	ماستوسیت آسیب‌دیده و بازوفیل	-	دوم	افزایش پاسخ غیراختصاصی به میکروب	هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آن‌ها را زیاد می‌کند. گشاد شدن رگ‌ها باعث افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه‌های سفید می‌شود. نفوذپذیری بیشتر رگ‌ها، سبب نفوذ بیشتر خوناب و پروتئین‌های دفاعی به خارج رگ می‌شود.
پادتن	یاخته پادتن‌ساز مولکول‌های Y شکل هستند	مولکول‌های Y شکل هستند	سوم	نابود یا بی‌اثر کردن میکروب	همراه با مایعات بین یاخته‌ای، خون و لنف به گردش درمی‌آید و هر جا با میکروب برخورد کرد آن را نابود یا بی‌اثر می‌کند.
پرفورین	یاخته کشنده طبیعی لنفوسیت T کشنده	-	سوم و دوم	کمک به ورود آنزیم مسبب مرگ برنامه‌ریزی شده به یاخته	ایجاد منفذ در غشای یاخته
آنزیم مسبب مرگ برنامه‌ریزی شده	یاخته کشنده طبیعی لنفوسیت T کشنده	-	سوم و دوم	نابود کردن یاخته‌های سرطانی، آلوده به ویروس و پیوندی	اجرای مرگ برنامه‌ریزی شده

۲۱۳۰- گزینه (۲) التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. در این فرایند با رها شدن هیستامین از ماستوسیت‌ها، میزان نفوذپذیری مویرگ‌ها و نشت مواد به خارج از مویرگ بیشتر شده و باعث می‌شود میزان خروج مواد از مویرگ نسبت به بازگشت مواد به مویرگ بیشتر باشد که در نهایت با افزایش میزان جریان لنف درون رگ‌های لنفی همراه است.

۲۱۳۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه (۱): در فرایند التهاب، هیستامین از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده رها می‌شود نه ترشح! گزینه‌های (۳) و (۴): همه التهاب‌ها در پی ورود عامل بیگانه به بدن رخ نمی‌دهد. به عنوان مثال، بیماری نقرس نوعی بیماری التهابی است که علت آن رسوب اوریک اسید در مفاصل‌ها است که در این حالت نیازی به فعالیت بیگانه‌خوارها و پروتئین‌های مکمل جهت مرگ عامل بیگانه نیست.

۲۱۳۱- گزینه (۲) «تفسیر سؤال» پس از ایجاد بریدگی در قسمتی از پوست، به دلیل ایجاد آسیب بافتی، پاسخ التهابی رخ می‌دهد.

فقط مورد «ب» نادرست است.

(الف): گیرنده‌های درد، انتهای دندریت آزاد هستند که در لایه بیرونی پوست (اپیدرم) قرار دارند. در پی بروز آسیب بافتی، این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند و با ورود یون‌های سدیم به درون آن‌ها، پیام عصبی تولید می‌شود. (ب): از بین انواع بیگانه‌خوارهای بافتی، فقط درشت‌خوارها با تولید پیک‌های شیمیایی در فراخواندن گویچه‌های سفید به محل آسیب نقش دارند. (ج): درشت‌خوارها برخلاف مونوسیت‌ها، دارای سیتوپلاسم دانه‌دار هستند؛ بنابراین پس از خروج مونوسیت‌ها از خون، طی فرایند تغییر این یاخته‌ها به درشت‌خوارها، دانه‌هایی به سیتوپلاسم یاخته اضافه می‌شود. (د): در التهاب، از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده هیستامین رها می‌شود.

**۲۱۳۲- گزینه ۲»** پروتئین‌های مکمل فعال شده، به کمک یکدیگر، با ایجاد ساختارهای حلقه‌مانند در غشای میکروب‌ها، منافذی به وجود می‌آورند. دقت کنید که پروتئین‌های مکمل، غشای میکروب را هدف قرار می‌دهند! نه غشای یاخته آلوده به میکروب.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها-** گزینه‌های (۱) و (۳): التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. این پاسخ به از بین بردن میکروب‌ها، جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و تسریع بهبودی می‌انجامد. در التهاب، از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده هیستامین رها می‌شود. به این ترتیب، گویچه‌های سفید بیشتری به موضع آسیب هدایت می‌شوند و خوناب بیشتری به بیرون نشت می‌کند. / گزینه (۴): نوعی عامل رشد، در پوست انسان زیر محل زخم تولید می‌شود که با افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ها، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد.

**۲۱۳۳- گزینه ۲»** **تفسیر سؤال:** طی التهاب، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها با تراگذاری از خون خارج می‌شوند. نوتروفیل‌ها بیگانه‌خواری می‌کنند و مونوسیت‌ها به درشت‌خوار تبدیل می‌شوند.

به طور کلی، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها جزء یاخته‌هایی هستند که درون مویرگ‌های خونی حضور دارند. این یاخته‌ها توانایی انجام تراگذاری و عبور از میان یاخته‌های دیواره مویرگ و ورود به بافت‌های مختلف بدن را دارند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها-** گزینه (۱): در التهاب، یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها و درشت‌خوارها (نه مونوسیت و نوتروفیل!) با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به محل آسیب فرامی‌خوانند. / گزینه (۳): بازوفیل‌ها، به مواد حساسیت‌زا پاسخ می‌دهند. دانه‌های این یاخته‌ها هیستامین و ماده‌ای به نام هیپارین دارند. هیپارین ضد انعقاد خون است. / گزینه (۴): نوتروفیل‌ها جزء بیگانه‌خوارهای بدن هستند و می‌توانند ذرات بیگانه را با درون‌بری به سیتوپلاسم خود وارد کنند. با انجام درون‌بری، کیسه‌ای غشایی با استفاده از غشای یاخته ساخته می‌شود و تعداد فسفولیپیدهای غشا کاهش می‌یابد!

**۲۱۳۴- گزینه ۱»** فقط مورد «ب» درست است.

در التهاب، یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها و درشت‌خوارها با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به محل آسیب فرامی‌خوانند. (الف): این مورد فقط ویژگی درشت‌خوار (ماکروفاژ)ها را بیان می‌کند و یاخته‌های دیواره مویرگ در انجام آن ناتوان هستند. (ب): همه این یاخته‌ها در صورت آلوده شدن به ویروس، می‌توانند اینترفرون نوع یک را ترشح کنند. (ج): تنها درشت‌خوارها در پی تراگذاری مونوسیت ایجاد می‌شوند. (د): هیستامین با افزایش نفوذپذیری مویرگ‌ها سبب ایجاد تورم در بخش‌هایی از بدن می‌شود اما هیچ‌یک از این یاخته‌ها توانایی ترشح هیستامین ندارند.

**۲۱۳۵- گزینه ۳»** التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. این پاسخ به از بین بردن میکروب‌ها، جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و تسریع بهبودی می‌انجامد. در التهاب، از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده هیستامین رها می‌شود. هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آن‌ها را زیاد می‌کند. گشاد شدن رگ‌ها باعث افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه‌های سفید می‌شود، اما باید توجه داشته باشید که دیواره مویرگ‌ها فاقد یاخته‌های ماهیچه‌ای هستند.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها-** گزینه (۱): در این فرایند هیستامین سبب افزایش نفوذپذیری مویرگ‌ها شده و مواد بیشتری به بیرون نشت می‌کنند که این اتفاق سبب تورم در محل آسیب می‌شود. با توجه به شکل بالا، هیستامین سبب افزایش فاصله یاخته‌های پوششی دیواره مویرگ‌ها می‌شود. / گزینه (۲): افزایش جریان خون در اثر آزاد شدن هیستامین از ماستوسیت‌ها، سبب قرمز رنگ شدن محل آسیب می‌شود. ماستوسیت‌ها نوعی بیگانه‌خوار محسوب می‌شوند. / گزینه (۴): در این فرایند یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها و درشت‌خوارها با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به محل آسیب فرامی‌خوانند. دیواره مویرگ‌ها از یاخته‌های پوششی تشکیل شده است.

**۲۱۳۶- گزینه ۱»** فقط مورد «الف» عبارت را به طور نامناسب کامل می‌کند.

(الف): طبق زیرنویس شکل ۹ کتاب درسی، در پاسخ التهابی تراگذاری مونوسیت بعد از رهاسازی هیستامین از ماستوسیت‌های آسیب‌دیده انجام می‌گیرد، ولی این تراگذاری منجر به ایجاد یاخته دارینه‌ای نمی‌شود! (ب): بعد از وارد شدن باکتری به لایه درونی (درم)، درشت‌خوارهای مستقر در این لایه مبارزه با باکتری را شروع می‌کنند. در پی تراگذاری نوتروفیل و مونوسیت، تعداد انواع یاخته‌های ایمنی مبارزه‌کننده با باکتری افزایش می‌یابد. (ج): یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها و درشت‌خوارها با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به محل آسیب فرامی‌خوانند. یاخته‌های دیواره مویرگ پوششی و از نوع سنگفرشی هستند. (د): قرمزی و تورم در محل آسیب به دلیل جریان خون بیشتر در محل آسیب است. هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آن‌ها را زیاد می‌کند. از زیست دهم می‌دانید که تنگ و گشاد شدن سرخرگ کوچک قبل از مویرگ، عامل اصلی در تنظیم جریان خون در مویرگ‌ها است.

**۲۱۳۷- گزینه ۲»** به نکته زیر توجه کنید.


**نکته:** مراحل پاسخ التهابی: ۱) ورود باکتری به بدن ۲) ماستوسیت‌های آسیب‌دیده هیستامین رها می‌کنند. ۳) نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها از مویرگ خارج می‌شوند. ۴) پروتئین‌های مکمل فعال شده به غشای باکتری متصل می‌شود. ۵) درشت‌خوارها ضمن تولید پیک شیمیایی باکتری‌ها را بیگانه‌خواری می‌کنند.

**۳۰۰۵- گزینه ۱»** **گرفیت سعی داشت واکسنی برای آنفلوانزا تولید کند.** در آن زمان تصور می‌شد عامل این بیماری، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است. **گرفیت در آزمایش چهارم، در زمان بررسی خون و شش‌های موش‌های مرده، تعداد زیادی باکتری‌های پوشینه‌دار زنده را مشاهده کرد.** نوع بیماری‌زای باکتری استرپتوکوکوس نومونیا (نوع پوشینه‌دار) در موش‌ها سبب **سینه‌پهلو** می‌شود.

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

**۳۰۰۶- گزینه ۲»** مرگ موش‌ها در طی آزمایش‌های اول و چهارم اتفاق افتاد ولی بررسی خون و شش موش مرده در مرحله چهارم انجام پذیرفت. از نتایج آزمایش‌های **گرفیت مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند به یاخته دیگری منتقل شود، ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.**

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

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

**۳۰۰۷- گزینه ۲»** موارد «ج» و «د» درست هستند.

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

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

**۳۰۰۸- گزینه ۱»** **تفسیر سؤال:** در زمان گرفیت تصور می‌شد عامل بیماری آنفلوانزا، نوعی باکتری به نام استرپتوکوکوس نومونیا است.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها»** گزینه (۲): **باکتری استرپتوکوکوس نومونیا از طریق کپسول (پوشینه) خود که خارجی‌ترین پوشش باکتری می‌باشد، می‌تواند به سطح یاخته‌های پوششی بچسبد.** گزینه (۳): **غشای باکتری، پوششی نازک و چسبیده به سیتوپلاسم باکتری است.** خارجی‌ترین پوشش باکتری نیز ممکن است پوشینه (کپسول) باشد. پوششی دیگر نیز در اطراف باکتری استرپتوکوکوس نومونیا وجود دارد که بین غشا و پوشینه باکتری قرار دارد. ضخامت این دو پوشش نیز با یکدیگر متفاوت است. در نظر داشته باشید که نوع پوشینه‌دار این باکتری، عامل بیماری می‌باشد. **گزینه (۴): دو نوع باکتری استرپتوکوکوس نومونیا وجود دارد:**

۱- نوع بیماری‌زای آن که پوشینه‌دار (کپسول‌دار) است و ۲- نوع بدون پوشینه که بیماری‌زا نیست. دقت داشته باشید که هر دو نوع باکتری دارای ژن‌های مربوط به بیماری‌زایی هستند، اما نوع بدون پوشینه توسط دستگاه ایمنی از بین می‌رود و لذا فرصت بیماری‌زایی را به دست نمی‌آورد.

**۳۰۰۹- گزینه ۳»** در آزمایش ۴ گرفیت، مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده و فاقد پوشینه زنده به موش تزریق شد. در این مرحله پس از انتقال ماده وراثتی باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده به باکتری‌های بدون پوشینه زنده، باکتری‌های پوشینه‌دار زنده از تغییر باکتری‌های بدون پوشینه زنده در بدن موش به وجود آمدند. **یعنی این‌که، در آزمایش چهارم گرفیت، باکتری‌های پوشینه‌دار زنده و عامل ایجاد بیماری، فقط در بدن موش به وجود می‌آیند، نه این‌که از خارج تزریق بشن.**



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

**۳۰۱۰- گزینه (۳):** ایوری و همکارانش در آزمایش دوم، عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار را در یک گریزانه (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه‌لایه جدا کردند. با اضافه کردن هر یک از لایه‌ها به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه، مشاهده کردند که انتقال صفت فقط با لایه‌ای که در آن دنا وجود دارد، انجام می‌شود. نتایج این آزمایش‌ها، ایوری و همکارانش را به این نتیجه رساند که عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، دنا است.

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

**۳۰۱۱- گزینه (۳):** ترتیب مراحل آزمایشات ایوری در کادر زیر آورده شده است:

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

**۳۰۱۲- گزینه (۲):** در آزمایش سوم، ایوری آنزیم‌های تخریب‌کننده مواد آلی را به چهار لوله حاوی عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار اضافه کرد. سپس محتویات این لوله‌ها را به محیط کشت باکتری‌های بدون پوشینه منتقل کرد و اجازه دادند تا فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. مشاهده شد که در همه ظروف به جز ظرف حاوی آنزیم تخریب‌کننده دنا، انتقال صفت (پوشینه‌دار شدن) صورت گرفت. گرینیت در آزمایش چهارم خود، مخلوط باکتری‌های بدون پوشینه زنده و پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما را به موش‌ها تزریق کرد که منجر به تغییر باکتری‌های بدون پوشینه، به پوشینه‌دار شد.

**۱۳- بررسی سایر گزینه‌ها (۱):** ایوری در آزمایش اول نیز از آنزیم‌های تخریب‌کننده پروتئین‌ها استفاده کرد. / گزینه (۳): ایوری فقط در آزمایش دوم خود، عصاره باکتری‌های کشته‌شده با گرما را در گریزانه (سانتریفیوژ) قرار داد. / گزینه (۴): گرینیت نیز در آزمایش سوم خود، از باکتری‌های کشته‌شده با گرما استفاده کرد.

**۳۰۱۳- گزینه (۱):** در مرحله‌های دوم و چهارم آزمایش گرینیت از باکتری‌های بدون پوشینه زنده استفاده شده است که در هر دو، در انتها می‌توان باکتری‌های بدون پوشینه را مشاهده کرد. لازم به ذکر است در آزمایش چهارم علاوه بر باکتری‌های بدون پوشینه، باکتری‌های پوشینه‌دار زنده نیز در خون و شش‌ها قابل مشاهده بود.

**۱۳- بررسی سایر گزینه‌ها (۲):** در آزمایش سوم و چهارم گرینیت و تمام آزمایش‌های ایوری، باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده وجود داشتند، اما در آزمایش سوم گرینیت، انتقال صفت به باکتری‌های زنده انجام نشد. / گزینه (۳): در آزمایش چهارم گرینیت و همه آزمایش‌های ایوری، بعد از انتقال صفت، باکتری‌های کپسول‌دار زنده مشاهده می‌شوند، اما علاوه بر باکتری‌های کپسول‌دار زنده، باکتری‌های کپسول‌دار کشته‌شده نیز در این آزمایش‌ها وجود داشتند که قادر به بیماری‌زایی نیستند. / گزینه (۴): در آزمایش دوم گرینیت، باکتری‌های بدون کپسول زنده توسط دستگاه ایمنی از بین رفتند و توانایی بیماری‌زایی نداشتند.

**۳۰۱۴- گزینه (۱):** تغییر سوال: در بین آزمایش‌های ایوری و همکارانش، آزمایشی که طی آن از آنزیم تخریب‌کننده پروتئین استفاده شد: **آزمایش اول + آزمایش سوم**

در بین آزمایش‌های ایوری و همکارانش، آزمایشی که طی آن مواد عصاره باکتری‌ها به صورت لایه‌لایه جدا شدند: **آزمایش دوم**

در بین آزمایش‌های ایوری و همکارانش، آزمایشی که طی آن نوکلئیک اسیدهای عصاره استخراج‌شده از باکتری‌ها را تخریب کردند: **آزمایش سوم**

در بین آزمایش‌های ایوری و همکارانش، آزمایشی که طی آن عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار (کپسول‌دار) را به محیط کشت اضافه کردند: **آزمایش اول +**

**آزمایش دوم + آزمایش سوم**

در آزمایش دوم و سوم نیز که مشخص شد دنا عامل اصلی انتقال صفات وراثتی است، ایوری و همکارانش این نتیجه را نیز دریافت کردند که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.



**۱۳-۱۱ بررسی سایر گروه‌ها ۱-۱:** گزینۀ (۲): ایوری و همکارانش با انجام آزمایش دوم خود به این نتیجه رسیدند که عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دنا است. البته این نتیجه مورد تأیید سایر دانشمندان قرار نگرفت. / گزینۀ (۳): از نتایج آزمایش‌های گریفیت (نه ایوری) مشخص شد که مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود. / گزینۀ (۴): در آزمایش اول ایوری، فقط مشخص شد که پروتئین‌ها مادهٔ وراثتی نیستند، اما در انتهای این آزمایش، هنوز مشخص نشده بود که دنا مادهٔ وراثتی است و اطلاعات وراثتی را ذخیره می‌کند.

**۳۰۱۵- گزینۀ «۴»** در ساختار نوکلئوتیدها فقط بازهای پورینی دو حلقهٔ آلی دارند. بازهای آلی با پیوند اشتراکی به قند و با پیوند هیدروژنی (غیراشتراکی) به نوکلئوتید مکمل خود متصل می‌شوند.

**۱۳-۱۱ بررسی سایر گروه‌ها ۱-۱:** گزینۀ (۱): قند موجود در نوکلئوتیدها، دارای اکسیژن در حلقهٔ کربنی خود است، ولی در تشکیل پیوند هیدروژنی نقشی ندارد. / گزینۀ (۲): باز آلی و فسفات به قند موجود در نوکلئوتید متصل هستند. باز آلی در تشکیل پیوند هیدروژنی و فسفات در تشکیل پیوند فسفودی‌استر شرکت می‌کند. / گزینۀ (۳): گروه‌های فسفات موجود در نوکلئوتیدها، دارای اتم فسفر هستند. این گروه‌ها فقط در تشکیل پیوند اشتراکی شرکت می‌کنند.

**۳۰۱۶- گزینۀ «۳»** هر نوکلئوتید شامل سه بخش اصلی است: یک قند پنج‌کربنه، یک باز آلی نیتروژن‌دار و یک تا سه گروه فسفات. برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی (کووالانسی) به دو سمت قند متصل می‌شوند.

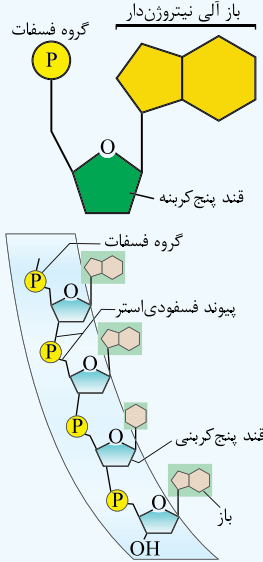
**۱۳-۱۱ بررسی سایر گروه‌ها ۱-۱:** گزینۀ (۱): در نوکلئوتیدهایی که حاوی باز پیریمیدین هستند، قند پنج‌کربنی به حلقهٔ شش‌ضلعی باز آلی متصل می‌شود.

**نکته:** در نوکلئوتیدهایی که حاوی باز پورین هستند، قند پنج‌کربنی به حلقهٔ پنج‌ضلعی باز آلی اتصال دارد.

گزینۀ (۲): درون یک یاختهٔ یوکاریوتی، علاوه بر دنا ی خطی در هسته، دنا ی حلقوی در راکیزه و دیسه نیز یافت می‌شود. گزینۀ (۴): محصول نهایی رونویسی ژن‌ها، مولکول‌های رنا (RNA) هستند که فقط یک نوع از آن‌ها (رنا ی پیک) ترجمه می‌شوند و پلی‌پپتیدها را ایجاد می‌کنند؛ در حالی که محصول نهایی سایر ژن‌ها، همان مولکول‌های دنا هستند.

**۳۰۱۷- گزینۀ «۴»** هر مولکول دنا از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محوری فرضی پیچیده شده و ساختار مارپیچ دورشته‌ای را ایجاد می‌کند.

**۱۳-۱۱ بررسی سایر گروه‌ها ۱-۱:** گزینۀ (۱): هر رشتهٔ دنا در یک انتهای خود دارای گروه هیدروکسیل آزاد است، (نه کل دنا)؛ در یک انتهای دنا (انتهای آزاد دو رشته در کنار هم)، هم گروه هیدروکسیل و هم گروه فسفات وجود دارد. / گزینۀ (۲): بازهای آلی تک‌حلقه‌ای (پیریمیدینی)، تنها دارای یک حلقهٔ شش‌کربنی در ساختار خود هستند. / گزینۀ (۳): در دناهای خطی، یک گروه فسفات در یک انتهای هر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی قرار گرفته است، این پیوند قند - فسفات، برخلاف سایر پیوندهای قند - فسفات، جزئی از یک پیوند فسفودی‌استر محسوب نمی‌شود.



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

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

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

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

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

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

هر نوکلئیک اسید حداقل از یک رشته و حداکثر از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل می‌شود.

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

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

در برخی از انواع مولکول‌های رنا که از یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل شده است نیز، بازهای آلی مکمل می‌توانند در برابر هم قرار گرفته و بین آن‌ها پیوند هیدروژنی تشکیل شود (مثل رنا ی ناقل).



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

۳۰۱۸- گزینه ۴» مولکول دنا قطر یکسانی در سراسر طول خود دارد؛ چون در سراسر طول آن، بازهای آلی پورین و پیریمیدین در مقابل هم قرار می‌گیرند (به نوعی می‌توان گفت که قطر مولکول دنا در سراسر آن برابر است با ۵ حلقه آلی شامل: قند پنج کربنی + باز پورین + باز پیریمیدین + قند پنج کربنی)؛ بنابراین مقدار بازهای آلی پورین و پیریمیدین در دنا یکسان است  $T + C = A + G$ .

۳۰۱۹- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینه ۱: به طور معمول در یاخته‌ها دو نوع نوکلئیک اسید یافت می‌شود: دئوکسی‌ریبونوکلئیک اسید (دنا) و ریبونوکلئیک اسید (رنا) که مولکول دنا به صورت دورشته‌ای و مولکول رنا به صورت تک‌رشته‌ای است. هر دو نوع نوکلئیک اسید، از واحدهای سازنده‌ای به نام نوکلئوتید تشکیل شده‌اند و هر نوکلئوتید دارای سه بخش (باز آلی + قند ۵ کربنی + گروه فسفات) است که بین قند و گروه فسفات (و هم‌چنین بین قند و باز آلی)، پیوند اشتراکی (کووالانسی) وجود دارد.

**نکته:** پیوند اشتراکی بین فسفات یک نوکلئوتید با گروه هیدروکسیل (OH) از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر در همان رشته، پیوند فسفودی‌استر نامیده می‌شود؛ در حالی که پیوند اشتراکی بین فسفات و قند یک نوکلئوتید را فسفودی‌استر نمی‌نامند.

گزینه ۲: پیوند بین دو رشته نوکلئوتیدی در دنا از نوع هیدروژنی است، نه اشتراکی! گزینه ۳: درون هسته، هم رنا و هم دنا یافت می‌شود. در حالی که رنا برخلاف دنا جزء فام‌تن محسوب نمی‌شود.

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

۳۰۱۹- گزینه ۲» موارد «ب» و «ج» عبارت را به نادرستی کامل می‌کنند.

(الف): در همه انواع مولکول‌های دنا تعداد بازهای دو حلقه‌ای با تک حلقه‌ای برابر است. (ب): مولکول‌های دنا خطی در یک انتهای هر رشته پلی‌نوکلئوتیدی خود دارای گروه هیدروکسیل هستند. دنا حلقوی اصلن سر و ته ندارد! (ج): در دنا حلقوی دو برابر پیوندهای قند - باز، پیوند قند - فسفات وجود دارد، ولی در دنا خطی تعداد پیوندهای



قند - فسفات کم‌تر از دو برابر تعداد پیوندهای قند - بازه! در واقع آگه یک مولکول دناى خطى ۲n نوکلئوتید داشته باشد، تعداد پیوندهای قند - بازه ۲n و تعداد پیوندهای قند - فسفات ۲ - ۲n است و بنابراین دوتا از دو برابر کم‌تر است. / (د): همه انواع مولکول‌های دنا از دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل شده و به دور محوری فرضی پیچ می‌خورند.

۳۰۲۰ - گزینه «۴» تمام موارد درست هستند.

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

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

۳۰۲۱ - گزینه «۲» موارد «ب» و «ج» درست هستند.

(الف): در مولکول دنا، تعداد بازهای آلی تک‌حلقه‌ای و دو حلقه‌ای برابر است  $(A + G = T + C)$ ، اما بین تعداد انواع بازهای آلی در مولکول رنا رابطه خاصی وجود ندارد. / (ب): بازهای آلی تک‌حلقه‌ای، دارای یک حلقه شش‌ضلعی نیتروژن‌دار هستند. بازهای آلی دو حلقه‌ای نیز یک حلقه شش‌ضلعی و یک حلقه پنج‌ضلعی دارند؛ بنابراین در همه نوکلئوتیدها، یک حلقه شش‌ضلعی نیتروژن‌دار در باز آلی مشاهده می‌شود و قند پنج‌کربنی نیز یک حلقه قندی است. (تعداد حلقه قندی = تعداد حلقه شش‌ضلعی نیتروژن‌دار = تعداد نوکلئوتید) / (ج): پیوند فسفودی‌استر، پیوندی است که بین قند یک نوکلئوتید با قند نوکلئوتید مجاور تشکیل می‌شود. در هر رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر یکی کم‌تر از تعداد نوکلئوتیدها می‌باشد؛ بنابراین در رناى خطی، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر یکی کم‌تر از تعداد کل نوکلئوتیدها می‌باشد و در دناى خطی، تعداد پیوند فسفودی‌استر دو عدد کم‌تر از تعداد نوکلئوتیدها است. / (د): به‌جز یک گروه فسفات که به صورت آزاد در انتهای رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی قرار دارد، سایر گروه‌های فسفات در دو پیوند قند - فسفات شرکت می‌کنند: ۱- پیوند با قند همان نوکلئوتیدی که جزء آن هستند و ۲- به عنوان بخشی از پیوند فسفودی‌استری که با نوکلئوتید مجاور تشکیل می‌شود، اما فسفات انتهایی رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی، فقط در تشکیل یک پیوند قند - فسفات شرکت دارد؛ بنابراین تعداد پیوندهای قند - فسفات در هر رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی، یکی کم‌تر از دو برابر تعداد نوکلئوتیدها است (تعداد قند - فسفات در رشته پلی‌نوکلئوتیدی خطی = ۱ - تعداد نوکلئوتیدها  $\times 2$ ). دقت داشته باشید که هر نوکلئوتید موجود در یک نوکلئیک اسید دارای یک گروه فسفات است و بنابراین تعداد نوکلئوتیدها و فسفات‌ها در یک نوکلئیک اسید برابر می‌باشد.

۳۰۲۲ - گزینه «۴» شکل مقابل، تصویری است که ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول دنا گرفتند.



همان‌طور که می‌بینید، رشته‌های دنا، تیره و فاصله بین دو رشته (محل برقراری پیوندهای هیدروژنی)، روشن به نظر می‌رسد. **۱- بررسی سایر گزینه‌ها:** گزینه (۱): در نوکلئوتیدهای پورین‌دار، قند به حلقه پنج‌ضلعی باز دو حلقه‌ای متصل است. / گزینه (۲): در یک دناى حلقوی تعداد پیوندهای فسفودی‌استر و بازهای آلی با هم برابر است. / گزینه (۳): هیچ‌گاه در حالت طبیعی بازهای پورینی با هم جفت نمی‌شوند، بلکه هر باز پورینی با یک باز پیریمیدینی رابطه مکملی برقرار می‌کند.

۳۰۲۳ - گزینه «۳» پیوند بین جفت بازها از نوع هیدروژنی است. هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد، ولی وجود هزاران یا میلیون‌ها نوکلئوتید و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها به مولکول دنا حالت پایدارتری می‌دهد. در عین حال، دو رشته دنا در موقع نیاز هم می‌توانند در بعضی نقاط از یکدیگر جدا شوند، بدون این‌که پایداری آن‌ها به هم بخورد.

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



**۳۰۲۴- گزینه ۲»** واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایشات چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتو ایکس و با استفاده از یافته‌های خود، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند که باعث شد در سال ۱۹۶۲ جایزه نوبل را دریافت کنند. وجود پیوند هیدروژنی بین باز آلی هر نوکلئوتید با باز آلی نوکلئوتید مقابل، دو رشته دنا را روبه‌روی هم نگه می‌دارد. این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. آدنین (A) با تیمین (T) روبه‌روی هم قرار می‌گیرند و گوانین (G) با سیتوزین (C) جفت می‌شوند. به این جفت بازها، بازهای مکمل می‌گویند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود.

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

**۳۰۲۵- گزینه ۲»** **تفسیر سؤال:** واتسون و کریک، مدل مولکولی نردبان مارپیچ را ساختند. نتایج حاصل از تحقیقات واتسون و کریک با پژوهش‌های امروزی نیز مورد تأیید قرار گرفته‌اند.

پیوندهای هیدروژنی (دارای انرژی پیوند کم) بین بازها، دو رشته دنا را در مقابل هم نگه می‌دارد (نادرستی گزینه (۳)). این پیوندها بین جفت بازها به صورت اختصاصی تشکیل می‌شوند. بین C و G نسبت به A و T پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود و بنابراین افزایش تعداد نوکلئوتیدهای سیتوزین دار و گوانین دار در دنا باعث افزایش پایداری آن می‌شود (نادرستی گزینه (۴)). قرارگیری جفت بازها به این شکل باعث می‌شود که قطر مولکول دنا در سراسر آن یکسان باشد (درستی گزینه (۲)). دقت داشته باشید که عوامل مختلفی مانند یکسان بودن قطر مولکول دنا در سراسر آن، تشکیل تعداد زیاد پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی و ... در ایجاد پایداری دنا مؤثر هستند (نادرستی گزینه (۱)).

**۳۰۲۶- گزینه ۱»** **۴- بررسی سایر گزینه‌ها»** گزینه (۲): رشته مقابل توالی ۱ و ۲، به ترتیب به صورت TTCCG و ATGTC است. همان‌طور که مشخص است، در رشته مقابل توالی ۱، یک باز آلی پورین (G) و در رشته مقابل توالی ۲، دو باز آلی پورین (A و G) وجود دارد. / گزینه (۳): اگر هر دو توالی در قسمت‌های میانی دنا باشند یا هر دو در انتهای دنا باشند، تعداد پیوندهای فسفودی‌استرشان، برابر است، اما اگر یکی از آن‌ها در انتهای رشته و دیگری در قسمت‌های میانی باشد، تعداد پیوندهای فسفودی‌استر برابر نیست و آن توالی که در انتهای رشته قرار دارد، یک پیوند فسفودی‌استر کم‌تر دارد. **به قید به طور حتم در صورت سؤال دقت کنید!** / گزینه (۴): رشته مقابل توالی ۱ و ۲، به ترتیب، به صورت TTCCG و ATGTC است. با توجه به این‌که هر نوکلئوتید دارای یک حلقه آلی در قند و حداقل یک حلقه آلی در باز نیتروژن دار خود است، تفاوت تعداد حلقه‌های آلی دو رشته مربوط به تفاوت در تعداد بازهای آلی پورین می‌شود؛ لذا با توجه به این‌که رشته مقابل توالی ۲، یک باز آلی پورین بیشتر دارد، تعداد حلقه‌های آلی آن نیز بیشتر است.

**۳۰۲۷- گزینه ۲»** **تفسیر سؤال:** یک رشته از یک مولکول دنا خطی

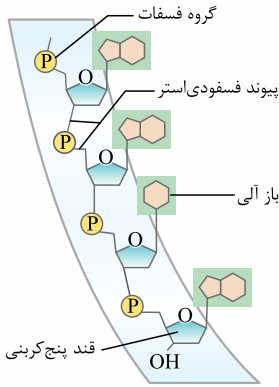
**۴- بررسی سایر گزینه‌ها»** گزینه (۱): توجه داشته باشید که هر نوکلئوتید دارای یک باز است، نه بازها!

**۴- نکته:** بازهای پورینی (۲ حلقه‌ای) از طریق حلقه پنج‌ضلعی خود به حلقه پنج‌ضلعی قند متصل می‌شوند.

گزینه (۳): مطابق شکل کتاب درسی، بازهای آلی تک‌حلقه‌ای، از طریق حلقه شش‌ضلعی خود به قند متصل می‌شوند، اما باید توجه کنید که این حلقه، پنج‌ضلعی است، نه پنج‌گانه! / گزینه (۴): گروه فسفات مستقیم به کربن موجود در حلقه پنج‌ضلعی قند متصل نمی‌شود؛ بلکه به کربنی در خارج از حلقه قندی اتصال می‌یابد.

**۳۰۲۸- گزینه ۴»** **تفسیر سؤال:** در یک باکتری، دنا، حلقوی و رنا، خطی وجود دارد. در هر دو نوع این نوکلئیک اسیدها، بازهای آلی آدنین، گوانین و سیتوزین وجود دارند. باز آلی تیمین نیز در دنا و یوراسیل در رنا وجود دارد. بین بازهای آلی گوانین و سیتوزین، رابطه مکملی وجود دارد. آدنین نیز با باز آلی تیمین یا یوراسیل رابطه مکملی برقرار می‌کند.

در نوکلئوتید که در یک رشته قرار دارد از طریق فسفات در پیوند فسفودی‌استر شرکت می‌کند که به طور مستقیم به کربن‌های حلقه قند همان نوکلئوتید متصل نمی‌باشد. **۴- بررسی سایر گزینه‌ها»** گزینه (۱): بازهای آلی پورین (دو حلقه‌ای)، یک حلقه شش‌ضلعی و یک حلقه پنج‌ضلعی دارند. بازهای آلی پیریمیدین (تک‌حلقه‌ای)، فقط یک حلقه شش‌ضلعی دارند. پیوند هیدروژنی (دارای انرژی پیوند کم) بین حلقه شش‌ضلعی باز آلی پورین (مثل آدنین یا گوانین) با حلقه شش‌ضلعی باز آلی پیریمیدین (مثل تیمین، سیتوزین یا یوراسیل) تشکیل می‌شود. در فرایند همانندسازی (ساخت دنا)، ابتدا پیوند هیدروژنی بین بازهای آلی تشکیل شده و سپس پیوند فسفودی‌استر ساخته می‌شود. دقت داشته باشید که فسفودی‌استر پیوند تشکیل‌شده میان قند و فسفات نمی‌باشد. پیوند میان دو قند در نوکلئوتیدها است. / گزینه (۲): در نوکلئوتیدهای دارای باز آلی دو حلقه‌ای، حلقه پنج‌ضلعی قند با حلقه پنج‌ضلعی باز آلی نیتروژن دار پیوند اشتراکی برقرار می‌کند. دقت داشته باشید که به طور معمول، نوکلئوتیدهای پورین دار در مقابل نوکلئوتیدهای پیریمیدین دار قرار می‌گیرند، اما در صورتی که خطایی رخ دهد، ممکن است دو نوکلئوتید پورین دار در مقابل یکدیگر قرار بگیرند. مثلن در همانندسازی ممکن است نوکلئوتید آدنین دار در مقابل نوکلئوتید گوانین دار رشته الگو قرار بگیرد و با رشته پلی‌نوکلئوتیدی در حال ساخت، پیوند فسفودی‌استر برقرار کند. / گزینه (۳): بین باز آلی سیتوزین و گوانین، بیشترین تعداد پیوند هیدروژنی (نسبت به پیوندهای هیدروژنی تشکیل‌شده بین آدنین با تیمین یا یوراسیل) تشکیل می‌شود. دقت داشته باشید که نوکلئوتیدهای سیتوزین دار، از نظر نوع قند نیز می‌توانند متفاوت باشند. نوکلئوتید سیتوزین داری که دارای قند دکسوزی‌ربوز است، در همانندسازی برای ساخت مولکول دنا مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما نوکلئوتید سیتوزین دار دارای قند ربوز، در رونویسی برای ساخت رنا استفاده می‌شود؛ بنابراین دو نوع نوکلئوتید سیتوزین دار مختلف می‌توانند در مقابل نوکلئوتید گوانین دار رشته الگو قرار بگیرند.



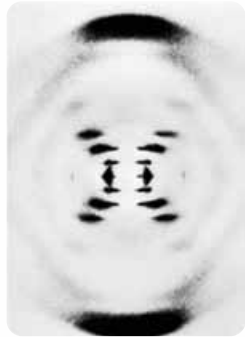
فقط مورد «ب» جمله را به درستی کامل می‌کند.

الف): در مولکول دنا، تعداد نوکلئوتیدهای دارای باز پورین و تعداد نوکلئوتیدهای دارای باز پیریمیدین برابر است، اما این قاعده دربارهٔ یک رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی دنا یا مولکول رنا صادق نیست. **مثلن فرض کنیم که یک رشتهٔ دنا فقط باز آلی C داشته باشد و رشتهٔ مقابلش، فقط باز آلی G. تعداد پورین و پیریمیدین در کل مولکول دنا برابر هست اما در هر رشته، لزومن برابر نیست.**

**پنجمه:** رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی خطی، می‌تونه مربوط به مولکول دنا یا مولکول رنا باشه.

ب): هر نوکلئوتید، دارای یک باز آلی نیتروژن‌دار است که به طور حتم، حلقهٔ شش‌ضلعی نیتروژن‌دار دارد. هم‌چنین هر نوکلئوتید یک قند پنج‌کربنی دارد که دارای ساختار حلقوی می‌باشد؛ بنابراین در هر نوکلئوتید، یک حلقهٔ شش‌ضلعی (در باز آلی) و یک قند حلقوی (قند پنج‌کربنی) وجود دارد. ج): تعداد قندهای پنج‌کربنی همواره برابر با تعداد نوکلئوتیدها است. اگر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی حلقوی باشد، تعداد پیوند فسفودی‌استر نیز با تعداد نوکلئوتیدها برابر است، اما اگر رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی خطی باشد، تعداد پیوند فسفودی‌استر یکی کم‌تر از تعداد نوکلئوتیدها است. د): هر نوکلئوتید، دارای یک باز آلی نیتروژن‌دار است. همان‌طور که در شکل می‌بینید، تنها یک گروه فسفات بین دو قند قرار گرفته‌اند.

۳۰۳۰- گزینهٔ «۴»



۳۰۳۱- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): ویلکینز و فرانکلین با بررسی تصاویر تهیه‌شده از دنا، در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند. از جمله این‌که **دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد**، اما این بررسی‌ها نشان نداد که دنا دقیقاً دارای دو رشته است. آن‌ها با استفاده از این روش، **ابعاد مولکول‌های دنا را نیز تشخیص دادند.** گزینهٔ (۲): مدل مولکولی دنا توسط واتسون و کریک ارائه شد، اما قبل از آن، ویلکینز و فرانکلین به مارپیچی بودن مولکول دنا پی بردند. گزینهٔ (۳): مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. تحقیقات بعدی دانشمندان ارائهٔ مدل مولکولی، مشخص کرد که دلیل این برابری نوکلئوتیدها، برقراری پیوندهای اختصاصی بین جفت بازهای مکمل است. دقت داشته باشید که خود چارگاف به رابطهٔ مکملی بین بازهای آلی و برقراری پیوند هیدروژنی بین آن‌ها پی نبرد. **حواست باشه که سؤال در مورد تمامی آزمایش‌ها است، در تمامی این آزمایش‌ها تنها چارگاف دنا جانداران مختلف رو مطالعه کرد.**

۳۰۳۱- گزینهٔ «۳» به دلیل قرارگیری بازهای آلی پورین و پیریمیدین در مقابل هم، **قطر مولکول دنا در سراسر طول آن یکسان** می‌باشد. به عبارتی دیگر، یک باز تک‌حلقه‌ای در مقابل یک باز دوحلقه‌ای قرار می‌گیرد.

۳۰۳۲- بررسی سایر گزینه‌ها: گزینهٔ (۱): ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصاویری تهیه کردند. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند؛ از جمله این‌که دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. **هم‌چنین با استفاده از این روش، ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند.** گزینهٔ (۲): مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. **تحقیقات بعدی دانشمندان دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.** گزینهٔ (۴): گرفتیت دربارهٔ تهیهٔ واکسن آنفلوانزا تحقیق می‌کرد؛ نه مولکول دنا!

اطلاعات اولیه دربارهٔ مادهٔ ژنتیکی از فعالیت‌ها و آزمایش‌های باکتری‌شناسی انگلیسی به نام گرفتیت به دست آمده است.	سیر کشف	مادهٔ ژنتیکی
گرفتیت نشان داد مادهٔ وراثتی می‌تواند به یاختهٔ دیگری منتقل شود، ولی ماهیت این ماده و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.		
عامل مؤثر در انتقال صفات تا حدود ۱۶ سال بعد از گرفتیت ناشناخته ماند تا این‌که ایوری و همکارانش نشان دادند که مادهٔ وراثتی (عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات وراثتی) دنا است.	تحقیقات دانشمندان	کشف ساختار مولکولی دنا
در ابتدا تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند؛ به همین دلیل دانشمندان انتظار داشتند که مقدار چهار نوع باز آلی در تمامی مولکول‌های دنا که از هر جاندار که به دست آمده باشد با یکدیگر برابر باشد؛ اما مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در مولکول دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. اما چارگاف متوجه علت این موضوع نشد.		
ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس، از مولکول‌های دنا تصاویری تهیه کردند و با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند از جمله این‌که دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد.		
با استفاده از این روش، <b>ابعاد مولکول‌ها را نیز تشخیص دادند.</b>		
واتسون و کریک با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف، داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتو ایکس و یافته‌های خود، مدل مولکولی <b>نردبان مارپیچ</b> را ساختند (که باعث شد جایزهٔ نوبل را دریافت کنند).	کشف ساختار مولکولی دنا	مادهٔ ژنتیکی
هم‌چنین ارائهٔ این مدل، نقش مؤثری در تأیید یافته‌های چارگاف و توضیح نحوهٔ همانندسازی دنا داشت.		

۳۰۳۲- گزینهٔ «۳» واتسون و کریک (رد گزینه‌های (۱) و (۲)) با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف، داده‌های حاصل از تصاویر تهیه‌شده با پرتو ایکس و یافته‌های خود، **مدل مولکولی نردبان مارپیچ** را ساختند. هر مولکول دنا در حقیقت از دو رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی ساخته شده است که به دور محور فرضی پیچیده شده و ساختار **مارپیچ دورشته‌ای** را ایجاد می‌کند. گزینهٔ (۴): بین بازهای آلی روبه‌روی هم، پیوند هیدروژنی برقرار است. هر پیوند هیدروژنی به تنهایی انرژی پیوند کمی دارد.



**۳۰۳۳- گزینه ۱** **۱- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۲): براساس مشاهدات چارگاف، در مولکول دنا، تعداد آدنین با تیمین برابر است ( $A = T$ ) و تعداد گوانین با سیتوزین ( $G = C$ ). به عبارتی دیگر می‌توان گفت که مجموع آدنین و تیمین برابر با دو برابر تعداد هر کدام از این بازهای آلی است ( $A + T = 2A = 2T$ ). همین نتیجه را در برابر مجموع بازهای آلی گوانین و سیتوزین موجود در یک مولکول دنا نیز می‌توان گرفت ( $G + C = 2G = 2C$ )؛ بنابراین برابر بودن مجموع «آدنین و تیمین» و مجموع «سیتوزین و گوانین»، به این معنا است که تعداد همه انواع بازهای آلی یکسان است که این موضوع درباره مولکول‌های دنا صادق نیست و مثلن تعداد گوانین ممکن است بیشتر از تعداد آدنین باشد. / گزینه (۳): بیان شدن ژن‌ها می‌تواند به تولید رنا یا پلی‌پپتید بینجامد. دقت داشته باشید که ژن‌ها فقط بخشی از مولکول دنا را تشکیل می‌دهند و در سراسر مولکول دنا، ژن وجود ندارد. / گزینه (۴): بر اثر چرخیدن رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی، دو شیار با اندازه‌های متفاوت (شیار کوچک و شیار بزرگ) در طول مولکول دنا قابل مشاهده خواهد بود. **۳۰۳۴- گزینه ۴** ویلکینز و فرانکلین با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصاویری تهیه کردند. با بررسی این تصاویر در مورد ساختار دنا نتایجی را به دست آوردند؛ از جمله این که دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد.

**۱- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): ایوری و همکارانش ابتدا از **عصاره استخراج‌شده از باکتری‌های کشته‌شده پوشینه‌دار** استفاده کردند و در آن تمامی پروتئین‌های موجود را تخریب کردند. سپس باقی‌مانده محلول را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد و نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند. اضافه کردن هر لایه از عصاره سانتریفیوژ شده باکتری‌ها به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه در آزمایش دوم انجام گرفت. / گزینه (۲): **گرفیت در آزمایش سوم خود**، باکتری‌های پوشینه‌دار کشته‌شده با گرما را به موش‌ها تزریق و مشاهده کرد که موش‌ها سالم ماندند. **گرفیت** در این آزمایش نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نیست. / گزینه (۳): مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند. **تحقیقات بعدی دانشمندان** دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد و پی بردند که بازهای آلی دارای رابطه مکملی با یکدیگر هستند. **۳۰۳۵- گزینه ۴** مشاهدات و تحقیقات چارگاف روی دناهای جانداران نشان داد که مقدار آدنین موجود در دنا با مقدار تیمین برابر است و مقدار گوانین در آن با مقدار سیتوزین برابری می‌کند:  $\frac{A+G}{T+C} = 1$ . **تحقیقات بعدی دانشمندان** دلیل این برابری نوکلئوتیدها را مشخص کرد.


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

**۳۰۳۶- گزینه ۲** تهیه تصاویر از مولکول دنا و تعیین ابعاد آن، از نتایج آزمایش‌های ویلکینز و فرانکلین بود. **۱- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): دانشمندی که متوجه شد وجود پوشینه به تنهایی عامل مرگ موش‌ها نمی‌باشد، **گرفیت** بود، در حالی که قراردادن عصاره باکتری‌ها در گریزانه با سرعت بالا در آزمایشات ایوری و همکارانش مشاهده می‌شد. / گزینه (۳): واتسون و کریک جایزه نوبل دریافت کردند؛ اما تعیین‌کننده عامل اصلی و مؤثر در انتقال صفات، ایوری و همکارانش بودند. / گزینه (۴): چارگاف اثبات کرد در مولکول دنا مقدار آدنین با تیمین برابری می‌کند، اما مدل نردبان مارپیچ توسط واتسون و کریک ارائه شد. **۳۰۳۷- گزینه ۲** موارد «ب» و «د» صحیح هستند. رایج‌ترین منبع انرژی یاخته‌ها، مولکول ATP (آدنوزین تری‌فسفات) است.

(الف): واحد سازنده ماده ژنتیک (دنا)، دئوکسی‌ریبونوکلئوتید است؛ این درحالی است که ATP، یک **ریبونوکلئوتید** می‌باشد. (ب): باز آلی ATP، آدنین است. آدنین یک باز دو حلقه‌ای می‌باشد که یک حلقه آن شش‌ضلعی و حلقه دیگر آن پنج‌ضلعی است. مولکول قند موجود در نوکلئوتیدها نیز، پنج‌ضلعی است؛ پس شد ۲ حلقه پنج‌ضلعی (ج): پیوندهای بین گروه‌های فسفات، برای تأمین انرژی هستند. ATP سه گروه فسفات دارد که بین آن‌ها ۲ پیوند پرانرژی وجود دارد؛ نه سه تا! / (د): باز آلی ATP، آدنین است. آدنین می‌تواند با تیمین و یوراسیل جفت شود.

**۳۰۳۸- گزینه ۴** در همانندسازی نیمه‌حفاظتی بین رشته قدیمی و جدید پیوند هیدروژنی تشکیل می‌شود. پیوند هیدروژنی به تنهایی نیروی کمی دارد. **۱- بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): در همانندسازی نیمه‌حفاظتی دو دنا با یک رشته قدیمی و یک رشته جدید ایجاد می‌شود. رشته‌های قدیمی دو مولکول دنا **مکمل** هستند، نه این که توالی یکسانی داشته باشند. / گزینه (۲): هر یک از دناهای حاصل از همانندسازی حفاظتی، وارد یکی از یاخته‌های نهایی تقسیم یاخته‌ای می‌شوند. / گزینه (۳): همان‌طور که در شکل ۹ کتاب درسی مشاهده می‌کنید، در همانندسازی پراکنده، قطعات جدیدی که در **انتهای دنا** قرار دارند، بین دو قطعه دنا قبلی نیستند!

	<ul style="list-style-type: none"> <li>هر دو رشته دنا قبلی (اولیه) به صورت دست‌نخورده باقی مانده و وارد یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم می‌شوند و دو رشته دنا جدید هم وارد یاخته دیگر می‌شوند.</li> <li>چون دنا اولیه به صورت دست‌نخورده در یکی از یاخته‌ها حفظ شده است، به آن همانندسازی حفاظتی می‌گویند.</li> </ul>	<p><b>همانندسازی حفاظتی</b></p>	<p>انواع طرح‌های مطرح‌شده برای همانندسازی</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>در هر یاخته یکی از دو رشته دنا مربوط به دنا اولیه است و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است.</li> <li>چون در هر یاخته حاصل، فقط یکی از دو رشته دنا قبلی وجود دارد به آن نیمه‌حفاظتی می‌گویند.</li> </ul>	<p><b>همانندسازی نیمه‌حفاظتی</b></p>	

	<p>هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند.</p>	<p>هماندسازی غیرحفاظتی (پراکنده)</p>	<p>انواع طرح‌های مطرح‌شده برای هماندسازی</p>
---	---	--------------------------------------	--

۳۹-۳ گزینۀ «۱» در هماندسازی دنا به روش نیمه‌حفاظتی، در هر یاخته یکی از دو رشته دنا مربوط به دناى اولیه است و رشته دیگر با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده است. در هماندسازی غیرحفاظتی (پراکنده) نیز در ساختار هر مولکول دنا قطعاتی از رشته قدیمی و جدید قرار می‌گیرد.

۱-۲ بررسی سایر گزینۀ «۱» گزینۀ (۲): همون‌طور که گفتیم توی هماندسازی غیرحفاظتی در ساختار هر دنا، قطعاتی از دناى رشته قبلی و جدید به صورت پراکنده قرار می‌گیره. گزینۀ (۳): در هماندسازی غیرحفاظتی برخلاف نیمه‌حفاظتی، پیوندهای فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای رشته قدیمی شکسته می‌شود. گزینۀ (۴): در هماندسازی نیمه‌حفاظتی در هر دناى حاصل، یکی از رشته‌ها، قدیمی (دناى اولیه) و رشته دیگر جدید است و توالی دناى اولیه را ندارد.

آزمایشات مزلسون و استال	
هدف	فهمیدن روش هماندسازی دنا
فرضیات	<p>۱- هماندسازی حفاظتی: یک دنا هر دو رشته دناى قبلی را دارد و دناى جدید دو رشته کاملن جدید دارد.</p> <p>۲- هماندسازی نیمه‌حفاظتی: هر دنا یک رشته جدید و یک رشته قدیمی دارد.</p> <p>۳- هماندسازی غیرحفاظتی (پراکنده): هر کدام از دناها ترکیبی از دناى قدیمی و دناى جدید به صورت پراکنده است.</p>
روش کار	<p>۱- دناى باکتری اشرشیاکلای را با <math>^{15}N</math> (ایزوتوپ سنگین نیتروژن) نشانه‌گذاری کردند.</p> <p>۲- سپس این باکتری‌ها را در محیط دارای <math>^{14}N</math> قرار دادند.</p> <p>۳- پس از بازه‌های زمانی ۲۰ دقیقه‌ای، این باکتری‌ها را جدا می‌کردند و در شیبی از محلول سزیم کلرید قرار می‌دادند و با کمک گریزانه با سرعت بسیار بالا (اولتراسانتریفیوژ) به نسبت چگالی، آن‌ها را جدا می‌کردند.</p>
مشاهدات	باکتری‌های ۲۰ دقیقه اول، یک نوار با وزن متوسط در سانتریفیوژ تشکیل دادند. در ۲۰ دقیقه دوم، باکتری‌ها دو نوار با وزن‌های متوسط و سبک در محلول ایجاد کردند.
نتیجه‌گیری	<p>هماندسازی دنا به روش نیمه‌حفاظتی است، زیرا در غیر این صورت:</p> <p>۱- اگر به صورت حفاظتی بود باید در ۲۰ دقیقه اول دو خط با وزن‌های سنگین و سبک ایجاد می‌شد.</p> <p>۲- اگر به صورت پراکنده بود، باید در ۲۰ دقیقه دوم یک خط ایجاد می‌شد.</p> <p>تنها هماندسازی نیمه‌حفاظتی می‌توانست باعث ایجاد نتایج بالا شود.</p> <p>در هماندسازی نیمه‌حفاظتی همیشه در هر مرحله (پس از هماندسازی) دو مولکول دنا شامل ترکیبی از رشته‌های قدیمی و جدید داریم و سایر مولکول‌های دنا (در صورت وجود) از نوکلئوتیدهای جدید تشکیل شده‌اند. برای مثال در آزمایش بالا پس از ۴ بار هماندسازی ما <math>2^4</math> مولکول دنا داریم که از آن‌ها ۲ مولکول با وزن متوسط که شامل یک رشته سبک و یک رشته سنگین هستند و بقیه ۱۴ مولکول دنا وزن سبک دارند و تمامن با نوکلئوتیدهای جدید ساخته شده‌اند.</p>

۴۰-۳ گزینۀ «۴» در هماندسازی غیرحفاظتی برخلاف هماندسازی نیمه‌حفاظتی و حفاظتی، پیوندهای فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای دناى اولیه شکسته می‌شود. در هماندسازی غیرحفاظتی، هر یک از مولکول‌های دناى تولیدشده، قطعاتی از رشته‌های جدید و قدیمی را به صورت پراکنده دارند.

۱-۲ بررسی سایر گزینۀ «۱» گزینۀ (۱): در هماندسازی غیرحفاظتی، قطعات پلی‌نوکلئوتیدی جدید به صورت پراکنده (نه لزومن متوالی!) در ساختار دنا قرار می‌گیرند (پیوند فسفودی‌استری می‌شکند). گزینۀ (۲): در هماندسازی حفاظتی، به یکی از یاخته‌های حاصل از تقسیم، دناى اولیه (هر دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی!) و به یاخته دیگر دناى جدید وارد می‌شود. گزینۀ (۳): در هماندسازی دنا به روش نیمه‌حفاظتی، به هر یاخته حاصل از تقسیم، یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی دناى اولیه و یک رشته پلی‌نوکلئوتیدی دناى جدید وارد می‌شود.

۴۱-۳ گزینۀ «۱» تغییر شکل سؤال: ۱: روش هماندسازی غیرحفاظتی و ۲: روش هماندسازی نیمه‌حفاظتی

پژوهش‌های مزلسون و استال روش هماندسازی نیمه‌حفاظتی را تأیید کردند. در این روش هماندسازی، دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی جدید با یکدیگر مکمل هستند.

۱-۲ بررسی سایر گزینۀ «۱» گزینۀ (۲): نوکلئوتید آدنین‌دار می‌تواند با پیوند فسفودی‌استر به نوکلئوتیدهای دارای باز گوانین و یا سیتوزین نیز متصل شود. گزینۀ (۳): بین نوکلئوتید گوانین‌دار و سیتوزین‌دار نسبت به نوکلئوتید آدنین‌دار و تیمین‌دار پیوند هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌شود. گزینۀ (۴): در دناى خطی همه نوکلئوتیدها (به‌جز نوکلئوتید اول و آخر رشته) با دو نوکلئوتید دیگر پیوند فسفودی‌استر تشکیل می‌دهند.

۴۲-۳ گزینۀ «۲» در هماندسازی غیرحفاظتی (پراکنده)، هر کدام از دناهای حاصل، قطعاتی از رشته‌های قبلی و رشته‌های جدید را به صورت پراکنده در خود دارند. با توجه به این‌که نوکلئوتیدهای جدید و قدیمی در رشته‌های سازنده هر مولکول دنا به طور تقریبین برابری پراکنده شده‌اند، وزن دو رشته سازنده هر مولکول دنا برابر است، اما در هماندسازی نیمه‌حفاظتی، یک رشته هر مولکول دنا، کاملن جدید است و رشته دیگر، مربوط به مولکول دناى اولیه می‌باشد.



**۳۰۴۳- بررسی سایر گزینه‌ها (۱):** در همانندسازی حفاظتی، یک مولکول دنا فقط دارای نوکلئوتیدهای قدیمی است و مولکول دنا دیگر، فقط نوکلئوتیدهای جدید دارد، اما در همانندسازی نیمه‌حفاظتی، هر دو مولکول دنا، یک رشته دارای نوکلئوتیدهای جدید و یک رشته دارای نوکلئوتیدهای قدیمی دارند. گزینه (۳): در همانندسازی نیمه‌حفاظتی، هر کدام از رشته‌های دنا اولیه دست‌نخورده باقی می‌ماند ولی در همانندسازی غیرحفاظتی، قطعاتی از رشته‌های دنا اولیه با رشته‌های جدید پیوند تشکیل می‌دهند و رشته‌های دنا اولیه نیز تغییر می‌کنند. گزینه (۴): در همانندسازی حفاظتی، رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی دارای وزن برابر، مکمل یکدیگر هستند و لذا نوالی نوکلئوتیدی مشابهی ندارند. **۳۰۴۳- گزینه (۲):** در آزمایش مزلسون و استال از شیب محلول سزیم کلرید استفاده شد. در این آزمایش ابتدا باکتری‌ها در محیط کشت حاوی  $^{15}\text{N}$  رشد کردند. **۳۰۴۳- بررسی سایر گزینه‌ها (۱):** مولکول‌های دنا بی که فقط  $^{14}\text{N}$  داشتند در بخش بالایی لوله قرار گرفتند و سایر دناها در بخش میانی و پایینی لوله آزمایش مستقر شدند. گزینه (۳): سرعت حرکت مولکول‌های دنا به چگالی آن‌ها بستگی دارد. گزینه (۴): پس از ۲۰ دقیقه همانندسازی یک نوع مولکول دنا (که یک رشته آن  $^{14}\text{N}$  و رشته دیگر آن  $^{15}\text{N}$  داشت) به وجود آمد.



**۳۰۴۴- گزینه (۲):** همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، مزلسون و استال ابتدا باکتری‌ها را در محیط  $^{15}\text{N}$  کشت دادند. در ساختار بازهای آلی نیتروزن‌دار که در تولید دنا باکتری شرکت می‌کنند، وارد می‌شوند. پس از چندین مرحله رشد و تکثیر در این محیط، باکتری‌هایی تولید شدند که دنا سنگین‌تری نسبت به باکتری‌های اولیه داشتند؛ سپس این باکتری‌ها را به محیط کشت دارای  $^{14}\text{N}$  منتقل کردند. دنا باکتری‌های حاصل از دور دوم همانندسازی (بعد از ۴۰ دقیقه) پس از گریزدادن، دو نوار، یکی در میانه و دیگری در بالای لوله تشکیل دادند. در نسل دوم، ۴ دنا ایجاد می‌شود که نیمی از آن‌ها فقط  $^{14}\text{N}$  دارند (نوار بالای لوله) و در نیمی دیگر هم  $^{15}\text{N}$  و هم  $^{14}\text{N}$  وجود دارد (نوار میانه لوله). **۳۰۴۴- بررسی سایر گزینه‌ها (۱) و (۳):** همان‌طور که در شکل مقابل مشاهده می‌کنید، در دو مرحله یک نوار در لوله تشکیل می‌شود:

**۱)** دنا باکتری‌های اولیه پس از گریزدادن، یک نوار در انتهای لوله تشکیل دادند. چون هر دو رشته دنا  $^{15}\text{N}$  و چگالی سنگینی داشت. این دناها در محیط کشت حاوی  $^{15}\text{N}$  ساخته شده بودند. **۲)** دنا باکتری‌های حاصل از دور اول همانندسازی در محیط کشت حاوی  $^{14}\text{N}$  (بعد از ۲۰ دقیقه) پس از گریزدادن، یک نوار در میانه لوله تشکیل دادند. پس دنا آن‌ها چگالی متوسط داشت. در این دناها، یکی از رشته‌ها چگالی سنگین و دیگری چگالی سبک داشت. گزینه (۴): در زمانی که دو نوار در لوله تشکیل می‌شود، ۴ دنا و ۸ رشته پلی‌نوکلئوتیدی ایجاد می‌شود که ۶ رشته حاوی  $^{14}\text{N}$  در ساختار خود و دو رشته حاوی  $^{15}\text{N}$  در ساختار خود می‌باشند.

**۳۰۴۵- گزینه (۳):** فقط مورد «ج» نادرست است.

(الف): مولکول‌های دنا بی که با  $^{15}\text{N}$  ساخته می‌شدند چگالی بیشتری نسبت به مولکول‌های ساخته‌شده با  $^{14}\text{N}$  داشتند و سنگین‌تر بودند. (ب): مولکول‌های دنا معمولی حاوی  $^{14}\text{N}$  بودند و پس از سانتریفیوژ در سطح لوله آزمایش قرار می‌گرفتند. (ج): نمونه‌هایی که فقط در ساختار خود  $^{14}\text{N}$  داشتند، پس از سانتریفیوژ در بالای لوله مستقر شدند؛ اما نمونه‌هایی که در یک رشته خود  $^{15}\text{N}$  و در رشته دیگر  $^{14}\text{N}$  داشتند، در میانه لوله آزمایش قرار گرفتند. (د): در این پژوهش‌ها از دنا حلقوی استفاده شد. در مولکول‌های دنا حلقوی همه نوکلئوتیدها در تشکیل دو پیوند فسفودی‌استر شرکت دارند.

**۳۰۴۶- گزینه (۴):** مزلسون و استال پس از تکثیر باکتری‌هایی با دنا دارای چگالی متوسط، باکتری‌هایی را تولید کردند که دارای دو نوع دنا با چگالی سبک و متوسط بودند که در نهایت با گریزدادن دنا آن‌ها به نیمه‌حفاظتی بودن همانندسازی دنا پی بردند.

**۳۰۴۷- بررسی سایر گزینه‌ها (۱):** پس از انتقال باکتری‌ها به محیط کشت حاوی  $^{14}\text{N}$ ، دناهای آن‌ها در زمان‌های صفر، ۲۰ و ۴۰ دقیقه جدا شدند. گزینه (۲): پس از تکثیر باکتری‌ها در محیط کشت حاوی  $^{15}\text{N}$ ، آن‌ها را به محیط کشت حاوی  $^{14}\text{N}$  منتقل کردند. گزینه (۳): مزلسون و استال رشته‌های هر مولکول دنا را جدا نکردند! در پژوهش‌های مزلسون و استال از دنا حلقوی استفاده شد. اغلب دناهای حلقوی تنها یک جایگاه آغاز همانندسازی دارند.

**۳۰۴۸- بررسی سایر گزینه‌ها (۱):** در میتوکندری و دیسه یاخته‌های یوکاریوتی دنا حلقوی وجود دارد. گزینه (۳): رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی حلقوی قطبیت ندارند. گزینه (۴): فشرده‌سازی مولکول‌های دنا خطی به کمک هیستون‌ها صورت می‌گیرد.

**۳۰۴۸- گزینه (۱):** فقط مورد «ب» درست است. نیتروزن در ساختار باز آلی نوکلئوتیدها مستقر شده است.

(الف): باز آلی به قند متصل می‌شود، ولی به گروه‌های فسفات اتصال ندارد. (ب): در ساختار بازهای آلی یک یا دو حلقه آلی وجود دارد. (ج): در تشکیل پیوندهای فسفودی‌استر، گروه‌های فسفات و قندهای آلی شرکت می‌کنند؛ بازهای آلی غیر از پیوند اشتراکی با قندها، با بازهای آلی مکمل خود نیز پیوند هیدروژنی تشکیل می‌دهند. (د): بازهای آلی در تشکیل پله‌های مولکول دنا (نه ستون‌های آن!) نقش دارند.

**۳۰۴۹- گزینه (۲):** در این سوال، پای نیتروزن‌های ۱۳ و ۱۵ را نسبت به آزمایش‌های مزلسون و استال تغییر داریم! که مطمئن بشیم که اصل قضیه رو فهمیدید!!! باکتری‌هایی که در محیط حاوی  $^{14}\text{N}$  کشت داده شده‌اند، دارای دنا با چگالی سبک هستند و پس از قرارگیری در محیط حاوی  $^{15}\text{N}$  پس از ۲۰ دقیقه، یک دور همانندسازی کرده‌اند و دنا با چگالی متوسط ایجاد می‌شود، بعد از ۴۰ دقیقه، دور دوم همانندسازی نیز صورت می‌گیرد و دو نوع دنا وجود دارد، دنا با چگالی متوسط و دنا با چگالی سنگین و پس از ۶۰ دقیقه دور سوم همانندسازی نیز صورت می‌گیرد و هم‌چنان یک نوار شامل دناهای دارای چگالی متوسط و یک نوار شامل دناهای دارای چگالی سنگین ایجاد می‌شود. **۳۰۴۹- بررسی سایر گزینه‌ها (۱):** پس از صفر دقیقه، یک نوار در بالای لوله (دنا سبک) دیده می‌شود. گزینه (۳): پس از ۴۰ دقیقه (دو دور همانندسازی)، دو نوار در لوله (دنا سنگین + دنا با چگالی متوسط) دیده می‌شود. گزینه (۴): پس از ۲۰ دقیقه (یک دور همانندسازی)، یک نوار در میانه لوله (دنا با چگالی متوسط) دیده می‌شود.