

## مولکول‌های اطلاعاتی

استفاده از وسایلی مانند رم، فلش‌مموری و هارد برای ذخیره اطلاعات، از روش‌های مرسوم است و شما احتماً با رهای آن‌ها استفاده کرده‌اید.

شاید کمی باور کردنی سخت باشد اما در حدود  $\frac{3}{5}$  میلیارد سال قبل، ابزار کارآمدتری برای ذخیره اطلاعات به وجود آمده است! این ابزار مولکول دنا (DNA) نام دارد و می‌تواند اطلاعات زیادی را در خود ذخیره کند.

از زمان پیدایش نخستین جانداران تاکنون، وظیفه مولکول‌های دنا ذخیره اطلاعات وراثتی بوده و هست اما به تازگی پژوهشگران توانسته‌اند اطلاعاتی از قبیل متن، تصویر، موسیقی و حتی فایل‌های ویدیوئی را در دنای باکتری *E.coli* ذخیره کنند.

شاید این سؤال برای شما پیش بیاید که ذخیره این فایل‌ها در دنای چه مزایایی دارد؟ شگفت‌زده خواهید شد اگر بدانید که می‌توان حدود  $9^{100}$  ترابایت اطلاعات را بروی DNA یک گرم باکتری ذخیره کردا یکی دیگر از مزایای ذخیره اطلاعات در دنای باکتری، این است که قادر است اطلاعات را برای چندین قرن در خود حفظ کندا

# گفتار اول

## نوکلئیک اسیدها





## ۴ کشف ماهیت ماده وراثتی

- ویژگی‌های هر یک از یاخته‌های انسان تحت فرمان **همسه** قرار دارند.
- در یاخته‌های یوکاریوتی، **فامتن‌ها** (کروموزوم‌ها) از دنا و پروتئین تشکیل شده‌اند و درون هسته قرار دارند. مولکول دنا، ذخیره‌کننده اطلاعات وراثتی است و گروهی از پروتئین‌های فامتن که **هیسون** نامیده می‌شوند، در فشرده کردن دنا نقش دارند.
- دستورالعمل‌های هسته در حین تقسیم از یک یاخته به یاخته دیگر و در حین تولیدمثل از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود.
- وقتی یاخته در حال تقسیم نیست، فامتن‌ها کمترین میزان فشرده‌گی را دارند و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم به نام **فامینه** (کروماتین) دیده می‌شوند. در واقع ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت فامینه است. قبل از تقسیم یاخته، فامتن‌ها مضاعف و سپس در حین تقسیم یاخته فشرده می‌شوند. در این حالت، هر فامتن از دو فامینک یکسان تشکیل شده است.
- وقتی یاخته تقسیم می‌شود، هر یک از فامینک‌های سازنده فامتن به یکی از یاخته‌های جدید منتقل می‌شوند و به این ترتیب اطلاعات وراثتی یاخته مادر، به یاخته‌های دختر منتقل می‌شوند.

## ۴ آزمایش‌های گریفیت

آموزش تصویری



اصل مطلب



- در زمان گریفیت تصور می‌شد که عامل آنفلوانزا نوعی باکتری به نام اسرع‌پوکوس نومویا است. دو نوع از این باکتری وجود دارد که یکی **پوشینه‌دار** (کپسول‌دار) و دیگری بدون پوشینه است. امروزه می‌دانیم که نوع پوشینه‌دار این باکتری عامل بیماری سینه‌پهلو است و نوع بدون پوشینه این باکتری، بیماری ایجاد نمی‌کند.

- گریفیت سعی داشت واکسنی علیه آنفلوانزا بسازد: بنابراین با این دو نوع باکتری، آزمایش‌هایی را روی موش‌ها انجام داد.

### خلاصه آزمایش‌های گریفیت

آزمایش اول، تزریق باکتری‌های زنده پوشینه‌دار به موش‌ها، سبب بیماری و مرگ آن‌ها شد.

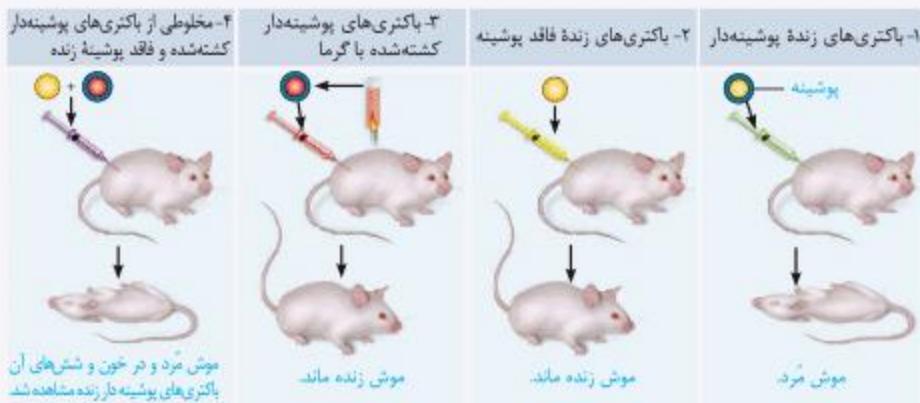
آزمایش دوم، تزریق باکتری‌های زنده بدون پوشینه به موش‌های مشابه بیماری ایجاد نکرد.

آزمایش سوم، تزریق باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرمای موجب بیماری نشد. بنابراین نتیجه گرفت که وجود پوشینه به تنها بیانی نمی‌تواند عامل مرگ موش‌ها باشد.

آزمایش چهارم، مخلوطی از باکتری‌های پوشینه‌دار کشته شده با گرمای و زنده بدون پوشینه را به موش‌ها تزریق کرد. موش‌ها به بیماری مبتلا شدند و مردند.

گریفیت در بررسی خون و شش‌های این موش‌های مرده، مقدار زیادی باکتری **پوشینه‌دار زنده** مشاهده کرد و نتیجه گرفت که باکتری‌های بدون پوشینه، به نحوی تغییر گردد و پوشینه‌دار شده‌اند.

از نتایج آزمایش‌های گریفیت مشخص شد که ماده وراثتی می‌تواند به یاخته دیگر منتقل شود: اما ماهیت ماده وراثتی و چگونگی انتقال آن مشخص نشد.



۱ **ترکیبی** از موش‌ها در آزمایشات زیادی استفاده می‌شود: یکی از این آزمایش‌ها مربوط به رفتار هر طی شدن فعال توسط دانشمندی به نام اسکینر است!

۲ **ویره** وقتی باکتری‌های پوشینه‌دار با حرارت کشته می‌شوند، پوشینه آن‌ها باقی می‌ماند.

۳ عامل بیماری سینه‌پهلو، باکتری و عامل بیماری آنفلوانزا، نوعی ویروس است. هر دو بیماری موجب آسیب به بافت‌های شفه‌ها می‌شوند.



**۴ فلش بک:** آنفلوانزای پرندگان را نوعی ویروس پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها (انسان، موش و...) را نیز آلوده کند. این ویروس به شش‌ها حمله می‌کند و سبب فعالیت بیش از حد معمول دستگاه ایمنی می‌شود و به تولید اثیوه و بیش از اندازه لنفوцит‌های T می‌انجامد.

۵ در استرپتوکوکوس نومونیای پوشینه‌دار، ضخامت پوشینه **پیغیر از دیواره** است.

۶ **ترکیبی** باکتری‌های تزریق شده به موش می‌توانند خود را به شش‌ها برسانند: بنابراین می‌توانند از دیواره مویرگ‌های شش‌ها خارج شوند.

۷ **دمایش** که باکتری‌ها را از بین می‌برد، ممکن است بر مولکول دنای آن بی‌تأثیر باشد! به همین دلیل در آزمایش چهارم گرفیت، دنا سالم ماند و به باکتری بدون پوشینه منتقل شد.

۸ بعضی باکتری‌ها روی دیواره یاخته‌ای خود، لایه‌ای به نام پوشینه (کپسول) دارند. وجود پوشینه موجب افزایش مقاومت باکتری در برابر دستگاه ایمنی میزبان (مثلاً موش) می‌شود.

۹ در آزمایش چهارم گرفیت، فقط بعضی باکتری‌ها بدون پوشینه، پوشینه‌دار شدند.

**دقت کنید:** امروزه ما می‌دانیم که در آزمایش گرفیت، انتقال دنا از باکتری پوشینه‌دار به باکتری بدون پوشینه، موجب انتقال توانایی تولید پوشینه شد. اما خود گرفیت نمی‌دانست که چه ماده‌ای سبب انتقال صفت شده است! البته نوکلئیک اسیدها قبل از آزمایش گرفیت کشف شده بودند اما کسی نشان آن‌ها را نمی‌دانست.

۱۰ قرار است در فصل سوم همین کتاب بخوانید که نوع زن‌هایی که یک جاندار دارد، زن نمود آن را تعیین می‌کند و به شکل ظاهری و حالت بروزیافت صفات رخنود (فنتیپ) می‌گویند. بنابراین در آزمایش گرفیت، ابتدا **رنخنود** (زن‌تیپ) و سپس **رخنود** (فنتیپ) باکتری بدون پوشینه تغییر کرد.

۱۱ **ترکیبی** در بیماری‌های سینه‌پهلو و آنفلوانزا، به دلیل آسیب دیدن شش‌ها، ظرفیت تنفسی کاهش می‌یابد و در نتیجه، اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها دچار اختلال می‌شود که می‌تواند این نتایج را در بی داشته باشد: ۱ افزایش ترشح اریتروپویتین از کبد و کلیه ۲ افزایش فعالیت مغز استخوان و تقسیم یاخته‌های بنیادی ۳ افزایش تولید لاکتیک اسید در یاخته‌های ماهیچه‌ای

**دقت کنید:** جاندار مورد مطالعه گرفیت، استرپتوکوکوس نومونیا بود اما جانداران مورد استفاده در آزمایش‌های گرفیت، موش و استرپتوکوکوس نومونیا بودند.

۱۲ **ویدیو** باکتری بدون پوشینه نیز مانند باکتری پوشینه‌دار، دارای پادگن (آنتیزن) است و دستگاه ایمنی موش به هر دوی آن‌ها حمله می‌کند. با این تفاوت که در نوع پوشینه‌دار، پوشینه از باکتری در برابر دستگاه ایمنی موش حفاظت می‌کند.

## ﴿ آزمایش ایوری و همکارانش ﴾

### اصل مطلب



آموزش تصویری ویدئوی شماره ۲

ایوری و همکارانش با انجام آزمایشاتی به این نتیجه رسیدند که عامل اصلی انتقال صفات وراثتی، مولکول دنست.

**آزمایش اول:** ۱ از باکتری‌های پوشینه‌دار، عصاره یاخته‌ای را استخراج کردند. ۲ همه پروتئین‌های عصاره یاخته‌ای را با کمک آنزیم‌های پروتشار تخریب کردند. ۳ باقی مانده عصاره یاخته‌ای را به محیط کشت باکتری فاقد پوشینه اضافه کردند و دیدند که انتقال صفت صورت می‌گیرد: بنابراین نتیجه گرفتند که پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند.

**آزمایش دوم:** ۱ عصاره یاخته‌ای باکتری‌های پوشینه‌دار را در یک **گریزازه** (سانتریفیوژ) با سرعت بالا قرار دادند و مواد آن را به صورت لایه‌لایه جدا کردند. ۲ هر یک از لایه‌های را به صورت جداگانه به محیط کشت باکتری‌های بدون پوشینه اضافه کردند و مشاهده کردند که انتقال صفت، فقط با افزودن لایه حاوی دنا صورت می‌گیرد: بنابراین نتیجه گرفتند که دنا ماده وراثتی است.

**آزمایش سوم:** ایوری و همکارانش می‌دانستند چهار گروه مواد آلتی (کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدها و نوکلئیک اسیدها) در یاخته به کار رفته است. به همین دلیل، در سومین آزمایش خود این مراحل را انجام دادند: ۱ عصاره باکتری‌های پوشینه‌دار را پس از استخراج به چهار قسمت تقسیم کردند. ۲ به هر قسمت، آنزیم تخریب‌کننده یک گروه از مواد آلتی را اضافه کردند و سپس آن را به محیط کشت باکتری بدون پوشینه منتقل کردند و اجازه دادند تا باکتری‌ها فرصتی برای انتقال صفت و رشد و تکثیر داشته باشند. آن‌ها مشاهده کردند که در همه ظروف انتقال صفت صورت گرفت، به جز ظرفی که حاوی آنزیم تخریب‌کننده دنا بود.

۱۳ در زمان آزمایش ایوری، بسیاری از دانشمندان بر این باور بودند که پروتئین‌ها ماده وراثتی هستند.

۱۴ **ویدیو** روش‌های انتقال اطلاعات وراثتی در باکتری‌ها:

۱ تقسیم یاخته، باکتری‌ها همانند سایر یاخته‌ها، هنگام تقسیم، اطلاعات وراثتی خود را به نسل بعد منتقل می‌کنند.

۲ دریافت دنا از محیط خارج، مانند دریافت دنا توسط باکتری بدون پوشینه در آزمایش‌های گرفیت و ایوری.

۳ مبادله دنایین دو باکتری، به عنوان مثال باکتری می‌تواند با انتقال دنا به باکتری دیگر، زن مقاومت نسبت به پادریست (آنتی‌بیوتیک) را به آن منتقل کند.



۱۴ ترکیبی ایوری و همکارانش در آزمایش‌های خود از آنزیم‌های تخریب‌کننده کربوهیدرات‌ها (کربوهیدراز)، تخریب‌کننده لیپیدها (لیپاز)، تخریب‌کننده پروتئین‌ها (پروتئاز) و تخریب‌کننده نوکلئیک‌اسیدها (نوکلئاز) استفاده کردند. آمیلاز و سلولاز انواعی از کربوهیدرات‌ها، پپسین و پروتومیبیناز انواعی از پروتئازها هستند و آنزیم برش‌دهنده نوعی نوکلئاز است.

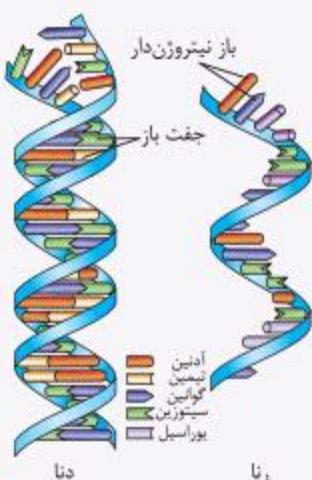
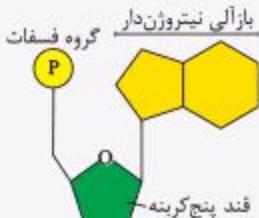
۱۵ در آزمایش‌های گرفتیت و ایوری، دنای باکتری بدون پوشینه تعییر نکردا بلکه مقدار دنای آن افزایش یافتا

۱۶ استرپتوکوکوس نومونیای بدون پوشینه با دریافت دنای باکتری پوشینه‌دار، *هر آن نمی‌شود* چون هر دو متعلق به یک گونه‌اند.

#### ۴ ساختار نوکلئیک‌اسیدها

ویدئو شماره ۳

#### آموزش تصویری



#### اصل مطلب

دو نوع نوکلئیک‌اسید وجود دارد: ۱ دنوکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید (دنای) ۲ ریبونوکلئیک‌اسید (رنا).

همه نوکلئیک‌اسیدها، سپارهایی (پلیمرهایی) از واحدهای تکرار شونده به نام نوکلئوتید هستند. هر نوکلئوتید از سه بخش تشکیل شده است: ۱ یک قند پنج کربنی که در دنای از نوع دنوکسی‌ریبوz و در رنا از نوع ریبوz است. ۲ یک باز آلی یعنی ون‌دار که می‌تواند از نوع پورینی (دولقه‌ای) یا پیرimidینی (تکله‌ای) باشد. بازهای آدنین (A) و گوانین (G) از نوع پورین و بازهای تیمین (T)، سیتوزین (C) و یوراسیل (U) از نوع پیرimidین هستند. ۳ یک تا سه گروه فسفات.

نوکلئوتیدها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی‌استر به هم متصل می‌شوند و رشته پلی‌نوکلئوتیدی را به وجود می‌آورند. در تشکیل پیوند فسفودی‌استر، فسفات یک نوکلئوتید به گروه هیدروکسیل از قند مربوط به نوکلئوتید دیگر متصل می‌شود.

رشته پلی‌نوکلئوتید می‌تواند خطی یا حلقوی باشد. رنا از یک رشته پلی‌نوکلئوتید و دنای دو رشته پلی‌نوکلئوتید تشکیل شده است.

۱۷ بازهای آلی پورینی، دو حلقة آلی با اندازه متفاوت دارند. یکی از این حلقة‌ها پنج ضلعی و دیگری شش ضلعی است.

۱۸ نوکلئوتیدها می‌توانند از نظر نوع قند، نوع باز آلی و تعداد گروههای فسفات با یکدیگر متفاوت باشند.

۱۹ برای تشکیل یک نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن‌دار و گروه یا گروه‌های فسفات با پیوند اشتراکی به دو سمت قند متصل می‌شوند.

۲۰ هر نوکلئوتید در ساختار خود یک یا دو حلقة نیتروژن‌دار دارد: تعداد حلقة‌ها به پیرimidین یا پورین بودن باز آن بستگی دارد.

۲۱ هر نوکلئوتید دارای دو بخش حلقوی است که یکی از آن‌ها باز آلی و دیگری قند است.

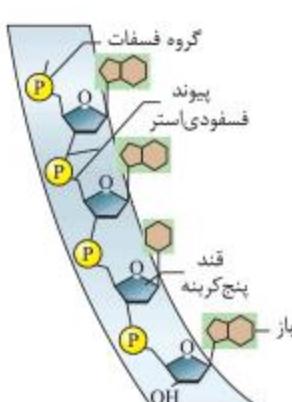
۲۲ هر نوکلئوتید می‌تواند در ساختار خود، دو یا سه حلقة آلی داشته باشد. یکی از این حلقة‌های آلی مربوط به قند است. حلقة یا حلقة‌های دیگر مربوط به باز آلی آن هستند.

۲۳ نوکلئوتیدهای آزاد، قبل از پیوستن به رشته پلی‌نوکلئوتید، سه گروه فسفات دارند اما هنگام اتصال به رشته پلی‌نوکلئوتید دو گروه فسفات خود را از دست می‌دهند و با یک گروه فسفات در رشته پلی‌نوکلئوتید قرار می‌گیرند.

۲۴ **ویدیو** به دلیل منفی بودن بار گروه فسفات ( $-PO_4^{3-}$ )، نوکلئوتیدها و نوکلئیک‌اسیدها بار منفی دارند.

۲۵ با وجود این که در ساختار نوکلئوتیدهای دنا و رنا بخش‌های قلبایی (باز آلی) وجود دارد اما این مولکول‌ها خاصیت اسیدی دارند.

۲۶ دو سر هر رشته پلی‌نوکلئوتید خطی متفاوت‌اند: چون گروه فسفات در یک انتهای گروه هیدروکسیل در انتهای دیگر آن آزاد است.





**نحوه:** بین دو نوکلئوتید متوالی هر مولکول نوکلئیک اسید، یک پیوند فسفودی استر وجود دارد. در واقع یک گروه فسفات از دو سمت خود با پیوند استری به قندهای دو نوکلئوتید متوالی متصل است و پیوند فسفودی استر مجموع این دو پیوند است. به عبارت دیگر، در دو سمت پیوند فسفودی استر، قندهای دو نوکلئوتید متوالی قرار دارند.

۲۷ در نوکلئیک اسیدهای حلقوی، دو انتهای رشتهای پلی نوکلئوتید نیز با یکدیگر پیوند فسفودی استر برقرار می‌کنند: پس این مولکول‌ها انتهای آزاد ندارند.

۲۸ دنای باکتری قطعاً حلقوی است اما یاخته‌ای یوکاریوتی می‌تواند هم دنای خطی و هم دنای حلقوی داشته باشد. در یوکاریوت‌ها، دنای هسته خطی و دنای موجود در راکیزه و دیسه‌ها حلقوی است.

**دقیقت:** همه نوکلئوتیدهای به کار رفته در دنا با همه نوکلئوتیدهای به کار رفته در رنا متفاوت‌اند! چون حداقل نوع قند به کار رفته در آن‌ها متفاوت است.

۲۹ در یک نوکلئوتید، اتصال مستقیمی بین فسفات و باز آلی وجود ندارد! قند پنج کربنی را در وسط در نظر بگیرید: از یک طرف باز آلی و از طرف دیگر گروه یا گروه‌های فسفات به آن متصل است.

**ویژه:** اگر دو مولکول دنا با تعداد نوکلئوتیدهای یکسان، یکی خطی و دیگری حلقوی باشد، دنای حلقوی ۲ پیوند فسفودی استر بیشتر خواهد داشت.

#### ◀ تلاش برای کشف ساختار مولکولی دنا

ویدئو شماره ۴

آموزش تصویری

اصل مطلب



▪ تحقیقات و آزمایشات دانشمندان زیر منجر به کشف ساختار مولکولی دنا شد:

۱ **چارگاف، مشاهدات و تحقیقات چارگاف** روی دنای جانداران نشان داد که مقدار آدنین با تیمین ( $T = A$ ) و همچنین مقدار گوانین با سیتوزین ( $G = C$ ) برابر است.

۲ **ولکینز و فرانکلین**، با استفاده از پرتو ایکس از مولکول‌های دنا تصاویری تهیه کردند و با بررسی این تصاویر، نتیجه گرفتند که دنا حالت مارپیچی و بیش از یک رشته دارد. همچنین با این روش، ابعاد مولکول دنا را نیز تشخیص دادند.

۳ **واتسون و کریک**، با استفاده از نتایج آزمایش‌های چارگاف و داده‌های حاصل از تصاویر تهیه شده به کمک پرتو ایکس و همچنین یافته‌های خودشان، مدل مولکولی نردهای مارپیچ را ساختند. در این مدل، دنا شبه یک نردهای پیچ خورده است که ستون‌های آن را قند و فسفات و پله‌های آن را بازهای آلی تشکیل می‌دهند.

۴ قبل از آزمایشات چارگاف تصور می‌شد که چهار نوع نوکلئوتید موجود در دنا، به نسبت مساوی در سراسر مولکول توزیع شده‌اند.

۵ **ویژه:** در دنای طبیعی جانداران، همواره ۵۰٪ بازها پورین و ۵۰٪ دیگر پیرimidین هستند.

۶ در مولکول دنای طبیعی، همواره مجموع فراوانی دو نوع باز غیرمکمل، ۵۰٪ است.

**دقیقت:** چارگاف، وجود رابطه مکملی بازهای آلی را تشخیص نداد: یعنی نمی‌دانست که به عنوان مثال آدنین در برابر تیمین قرار می‌گیرد!

۷ **ولکینز و فرانکلین**، مارپیچی بودن دنا را به درستی تشخیص دادند اما نتوانستند با قاطعیت به دو رشته‌ای بودن آن پی ببرند.

۸ از پرتو ایکس برای شناسایی ساختار شیمیایی دنا استفاده نشد؛ بلکه استفاده از این روش، ساختار فیزیکی این مولکول را تا حدی مشخص کرد.

۹ بین قند یک نوکلئوتید و قند نوکلئوتید مجاور آن، پیوند فسفودی اسر وجود دارد.

۱۰ بازهای آلی رویه‌روی هم ( $A$  و  $C$ )، بازهای مکمل هستند و بین آن‌ها پیوندهای هیدروژنی برقرار است.

۱۱ تعداد پیوندهای هیدروژنی بین  $C$  و  $G$  (سه پیوند)، بیشتر از تعداد پیوندهای هیدروژنی بین  $A$  و  $T$  (دو پیوند) است. به همین دلیل، هر قدر تعداد بازهای آلی  $C$  و  $G$  در یک مولکول دنا بیشتر باشد، پایداری آن بیشتر خواهد بود.

۱۲ قرار گرفتن جفت‌بازهای آلی در مقابله هم، موجب یکسان‌ماندن قطر دنا در سراسر آن می‌شود. چون هر باز تک‌حلقه‌ای در برابر یک باز دو حلقه‌ای قرار می‌گیرد.

۱۳ قرار گیری جفت‌بازهای در برابر هم باعث پایداری مولکول دنا می‌شود. بنابراین دنا پایدارتر از رناست، چون مولکولی دورشته‌ای است.

**دقیقت:** به‌طور طبیعی بین دو باز آلی نوکلئیک اسیدهای، پیوند اشتراکی تشکیل نمی‌شود.

**دقیقت:** هیچ‌گاه دو رشته یک مولکول دنا نمی‌توانند توالي یکسانی داشته باشند: بلکه توالي دو رشته دنا مکمل یکدیگر است. مثلاً اگر توالي نوکلئوتیدی یک رشته به صورت ATCAGGTC باشد، توالي رشته مقابل آن به صورت TAGTCCAG خواهد بود.

۱۴ در یک مولکول دنای خطی، جهت قرار گیری دو رشته عکس هم است. بنابراین در هر سمت مولکول، انتهای یک رشته دارای گروه فسفات و انتهای رشته دیگر دارای گروه هیدروکسیل است.



**مشاوره:** سرمایه‌گذاری مطمئن!

ساختار نوکلئوتیدها و نوکلئیک اسیدها چیزی نیست که به این زودی از دست آن خلاص شوید! این مطالب پایه مهمی برای چندین فصل کتاب درسی شما به شمار می‌روند. پس حسایی وقت بگذارید: انشالله سود این سرمایه‌گذاری در کنکور به شما برمی‌گردد!

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۸. هر مولکول اسیدی که درون هسته پارامسی ساخته می‌شود،

(۱) بسپاری از بازهای آلی نیتروژن دار است.

(۲) در ساختار خود پنج نوع باز آلی نیتروژن دار دارد.

(۳) دارای بار الکتریکی منفی است.

(۴) بین بازهای آلی خود پیوندهای قسقودی استر دارد.

۱۹. چند مورد از عبارت‌های زیر در ارتباط با نوکلئیک اسیدهای طبیعی درست است؟

(الف) بین نوکلئوتیدهای رنا برخلاف دنا پیوند هیدروژنی ایجاد نمی‌شود.

(ج) در دو رشته دنای خطی، تعداد مونومرها و گروه‌های فسفات یکسان است.

(د) بین بازهای آلی نیتروژن دار یک رشته پلی‌نوکلئوتید DNA، هیچ پیوندی وجود ندارد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۰. تفاوت اصلی نوکلئوتیدهای موجود در ساختار هر نوکلئیک اسید، در آن هاست.

(۱) نوع قند پنج کربنه (۲) نوع باز آلی

۲۱. چند مورد برای کامل کردن جمله زیر مناسب است؟

«در جاندار مورد مطالعه

(الف) گریفیت، DNA با کمک هیستون‌ها فشرده می‌شود.

(ج) ایوری، DNA چندین جایگاه آغاز همانندسازی دارد.

(۱) ۱ (۱)

ب) ایوری، دنابسیار از در مجاورت فام تن ساخته می‌شود.

(د) گریفیت، هر مولکول DNA مولکولی حلقوی و متصل به غشای یاخته است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۲. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

• انرژی لازم برای انتقال فعال هر ماده، توسط نوعی نوکلئوتید پرانرژی تأمین می‌شود.

• برخی آنزیمهای می‌توانند با واکنش آبکافت، پیوند بین مونوساکاریدهای دنا را بشکنند.

• هر آنزیم مورد استفاده در آزمایش ایوری، قادر به آبکافت پیوند بین آمینواسیدها بود.

• دیسک اشرشیاکلای، با فعالیت مولکولی تولید می‌شود که مونومرهای آمینواسیدی دارد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۳. چند مورد برای کامل کردن جمله زیر مناسب است؟

اوایدهای ساختاری نوکلئیک اسیدها در

«دخالت دارند».

(الف) تولید ترکیب‌های آلی در زنبق

(ج) ساختار رناتنهای استریوتوكوکوس نومونیا

(۱) ۱ (۱)

ب) تأمین انرژی در انتقاض ماهیچه

(د) ذخیره اطلاعات و راثتی یلاناریا

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۴. چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«         می‌توان یافته.»

(الف) دئوکسی‌ریبوز را در ساختار دیسک باکتری

(ج) پیوند فسفودی استر را در اندامک ثابت کننده کربن دی‌اکسید

(۱) ۱ (۱)

۲۵. گدام عبارت از نظر درستی یا نادرستی با سایرین متفاوت است؟

(۱) نوعی نوکلئیک اسید در جایهای تیزوزین نقش دارد.

(۳) با کشتن باکتری بر اثر گرمای ساختار دنای آن می‌توان بدون تغییر شکل باکتری شد.

۲۶. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟

(الف) هر مولکول رنای بیک دارای دو انتهای متفاوت است.

(ب) RNA از نظر نوع بازهای آلی یورین تفاوتی ندارند.

(ج) NADH مولکولی است که در ساختار آن قند پنج کربنی وجود دارد.

(د) DNA موجود در سبزه‌یسه برخلاف باکتری دارای گروه هیدروکسیل آزاد است.

۱ (۱)

۳ (۳)

۲ (۲)

۴ (۴)

## ۹) ساختار نوکلئیک اسیدها

۱۸. هر مولکول اسیدی که درون هسته پارامسی ساخته می‌شود،

(۱) بسپاری از بازهای آلی نیتروژن دار است.

(۲) در ساختار خود پنج نوع باز آلی نیتروژن دار دارد.

(۳) دارای بار الکتریکی منفی است.

(۴) بین بازهای آلی خود پیوندهای قسقودی استر دارد.

۱۹. چند مورد از عبارت‌های زیر در ارتباط با نوکلئیک اسیدهای طبیعی درست است؟

(الف) بین نوکلئوتیدهای رنا برخلاف دنا پیوند هیدروژنی ایجاد نمی‌شود.

(ج) در دو رشته دنای خطی، تعداد مونومرها و گروه‌های فسفات یکسان است.

(د) بین بازهای آلی نیتروژن دار یک رشته پلی‌نوکلئوتید DNA، هیچ پیوندی وجود ندارد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۲۰. تفاوت اصلی نوکلئوتیدهای موجود در ساختار هر نوکلئیک اسید، در آن هاست.

(۱) نوع قند پنج کربنه (۲) نوع باز آلی

۲۱. چند مورد برای کامل کردن جمله زیر مناسب است؟

«در جاندار مورد مطالعه

(الف) گریفیت، DNA با کمک هیستون‌ها فشرده می‌شود.

(ج) ایوری، DNA چندین جایگاه آغاز همانندسازی دارد.

(۱) ۱ (۱)

ب) ایوری، دنابسیار از در مجاورت فام تن ساخته می‌شود.

(د) گریفیت، هر مولکول DNA مولکولی حلقوی و متصل به غشای یاخته است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(ترکیبیں با دهم)

(ترکیبیں با یازدهم)

(ترکیبیں با فصل‌های دیگر)

ب) قند پنج کربنه را در ساختار همه رناتنهای انسان

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

د) نوعی کربوهیدرات را در غشای عامل مولد سیته‌یهلو

(الف) دئوکسی‌ریبوز را در ساختار دیسک باکتری

(ج) پیوند فسفودی استر را در اندامک ثابت کننده کربن دی‌اکسید

(۱) ۱ (۱)

ب) تأمین انرژی در انتقاض ماهیچه

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

د) ذخیره اطلاعات و راثتی یلاناریا

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

ب) قند پنج کربنه را در ساختار همه رناتنهای انسان

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

د) نوعی کربوهیدرات را در غشای عامل مولد سیته‌یهلو

(الف) دئوکسی‌ریبوز را در ساختار دیسک باکتری

(ج) پیوند فسفودی استر را در اندامک ثابت کننده کربن دی‌اکسید

(۱) ۱ (۱)

ب) تأمین انرژی در انتقاض ماهیچه

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

د) ذخیره اطلاعات و راثتی یلاناریا

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

ب) قند پنج کربنه را در ساختار همه رناتنهای انسان

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

د) نوعی کربوهیدرات را در غشای عامل مولد سیته‌یهلو

(الف) هر مولکول رنای بیک دارای دو انتهای متفاوت است.

(ب) RNA از نظر نوع بازهای آلی یورین تفاوتی ندارند.

(ج) NADH مولکولی است که در ساختار آن قند پنج کربنی وجود دارد.

(د) DNA موجود در سبزه‌یسه برخلاف باکتری دارای گروه هیدروکسیل آزاد است.

۱ (۱)

۳ (۳)

۲ (۲)

۴ (۴)



۲۷. در واحدهای تکرارشونده ماده وراثتی عامل بیماری سیته یهلو، بخشی که در حالت عادی فقط در یک پیوند استراکی یا بخش‌های دیگر شرکت دارد به طور

حتم

- (۱) یا نوعی باز آلی نیتروژن دار، پیوند غیراستراکی برقرار می‌کند.
- (۲) از دو سمت خود در تشکیل پیوند فسفودی استر شرکت می‌کند.
- (۳) در مقایسه با بخش مشابه خود در رنا، فقط یک اتم آکسیژن کمتر دارد.

۲۸. گدام گزینه، درباره هریک از واحدهای تکرارشونده موجود در ساختار ماده وراثتی طبیعی آغازیان صحیح است؟

- (۱) گروه فسفات و باز آلی نیتروژن دار موجود در آن، از طریق پیوند استراکی به هم متصل‌اند.
- (۲) پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازهای آن، قطعاً بین دو حلقه شش‌ضلعی تشکیل می‌شوند.
- (۳) دو کربن متغیر موجود در حلقه آلی قند، می‌توانند در اتصال با گروه فسفات قرار داشته باشند.
- (۴) هنگام برقراری پیوند یا نوکلئوتید مجاور، گروه هیدروکسیل آنها در پیوند استراکی شرکت می‌کند.

۲۹. گدام گزینه، درباره دنای طبیعی جانداران، درست است؟

- (۱) در ساختار هر یک از واحدهای تکرارشونده آن، دو بخش حلقه‌ای به کار رفته است.
- (۲) در هر رشته آن، فسفات یک نوکلئوتید با پیوند فسفودی استر به قند نوکلئوتید دیگر متصل است.
- (۳) پایداری مولکول فقط هنگام همانندسازی و باز شدن دو رشته آن در بعضی مناطق از هم، به هم می‌خورد.
- (۴) هنگام همانندسازی، گروه‌های هیدروکسیل و فسفات نوکلئوتید جدید در پیوند فسفودی استر شرکت می‌کنند.

۳۰. گدام عبارت از نظر درستی یا نادرستی با سایرین متفاوت است؟

- (۱) پژوهشگران با کمک پرتوهای X، ابعاد مولکول DNA را تشخیص دادند.
- (۲) طبق یافته‌های چارگاف، بازهای آلی به کار رفته در دنا، فراوانی پکسانی دارند.
- (۳) مارپیچی‌بودن مولکول DNA برای نخستین بار توسط واتسون و کریک مطرح شد.
- (۴) بر اساس مدل واتسون و کریک، پایداری ساختار دو رشته‌ای DNA ناشی از پیوند استراکی است.

۳۱. گدام یک از موارد زیر، با استفاده از مدل واتسون و کریک قابل تشخیص نیست؟

- (۱) به طور طبیعی، مقدار بازهای آدنین و تیمین در DNA یکسان است.
- (۲) پروتئین‌های هیستون با اتصال به DNA موجب پیچش آن می‌شوند.
- (۳) در همانندسازی DNA رابطه مکملی بین بازها نقش مهمی دارد.

۳۲. چارگاف در آزمایش‌های خود،

- (۱) دناهایی ساخت که در آن‌ها مقدار آدنین با تیمین برابر بود.
- (۲) توانست به دلیل برابر بودن مقدار سیتوزین و گوانین پی برد.
- (۳) مقدار بازهای آلی موجود در DNA چند جاندار را اندازه‌گیری کرد.

۳۳. بر اساس مدل واتسون و کریک، می‌توان گفت که به طور طبیعی در ساختار DNA

- (۱) باز تیمین، در مقابل هر باز پورین قرار می‌گیرد.

(۲) هر جفت باز مکمل می‌توانند پورین یا پیریمیدین باشند.

(۳) جفت‌بازی که بیشترین پیوند هیدروژنی را دارد، نمی‌تواند دارای آدنین باشد.

(۴) هر پله DNA می‌تواند بازهای آلی نیتروژن دار یک یا دو حلقه‌ای داشته باشد.

۳۴. چند مورد، جمله زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

در هر DNA طبیعی،

- (۱) تعداد حلقه‌های آلی، بیش از دو برابر تعداد نوکلئوتیدهای است.
- (۲) تعداد بیوندهای هیدروژنی بیش از دو برابر تعداد نوکلئوتیدهای است.
- (۳) تعداد بیوندهای آلی می‌تواند پورین یا پیریمیدین باشد.
- (۴) تعداد بیوندهای آلی نیتروژن دار یک یا دو حلقه‌ای داشته باشد.



- (۱) الف و ب
- (۲) الف و ج
- (۳) ج و د

۳۵. در مولکول DNA مقابله، گدام موارد می‌توانند گروه فسفات باشند؟

- (۱) الف و ب
- (۲) ج و د

۳۶. چند مورد، جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

بر اساس مشاهدات چارگاف،

- (۱) الف) تعداد بیوندهای آلی، بیش از دو برابر تعداد نوکلئوتیدهای است.
- (۲) ب) در هر رشته DNA نسبت  $\frac{A}{T} = 1$  برقرار است.
- (۳) د) در دناهای مختلف، مجموع آدنین و تیمین برابر است.
- (۴) ج) در هر مولکول DNA نسبت  $\frac{C}{G} = 1$  برقرار است.

- ۳۷.** قبیل از ارائه مدل مولکولی دنا، تهیه تصاویر DNA به کمک پرتو X نشان داد که
- (۱) نسبت آذینین به تیمین در هر مولکول DNA مساوی ۱ است.
  - (۲) این مولکول، از دور شته پلی‌نوكلئوتیدی تشکیل شده است.
  - (۳) رشته‌های پلی‌نوكلئوتیدی دارای دو انتهای متقاوت است.
- ۳۸.** واحدهای ساختاری عامل اصلی انتقال صفات، همانند عامل تجزیه‌گتنده آن، دارند.
- (۱) باز آلی نیتروزن دار
  - (۲) قند پنج کربنه
  - (۳) گروه فسفات
  - (۴) گروه آمین
- ۳۹.** کدام عبارت در مورد ساختار عامل اصلی انتقال صفات نادرست است؟
- (۱) از تجزیه کامل هر واحد ساختاری آن، ماده دفعی نیتروزن دار ایجاد می‌شود.
  - (۲) از تجزیه کامل هر واحد ساختاری آن، ماده دفعی نیتروزن یافته نمی‌شود.
  - (۳) واحد ساختاری آن حداقل با دو نوكلئوتید دیگر پیوند دارد.
- ۴۰.** کدام عبارت درست است؟
- (۱) از روش پراش اشعه X، نمی‌توان برای بررسی اندام‌های بدن استفاده کرد.
  - (۲) برخی انواع نوكلئوتیدها در مولکول‌های DNA همانند RNA یافت می‌شوند.
  - (۳) در هر نوع مولکول دنای طبیعی، مجموع فراوانی دو باز آلی غیرمکمل قابل پیش‌بینی است.
  - (۴) در یک رشته DNA ممکن است بین دو باز مکمل، سه پیوند هیدروژنی برقرار باشد.
- ۴۱.** کدام عبارت درست است؟
- (۱) در هر مولکول نوكلئیک اسید، تعداد بازهای آلی پورین و پیریمیدین برابر است.
  - (۲) در عامل مولد سینه‌پهلو، هیچ یک از رشته‌های نوكلئیک اسید دو انتهای متقاوت ندارند.
  - (۳) در نوكلئوتیدها، اتصال گروه فسفات همانند باز آلی به قند، از طریق پیوند اشتراکی است.
  - (۴) در یک رشته نوكلئیک اسید حلقوی، هر گروه فسفات در دو پیوند فسقودی استر شرکت دارد.
- ۴۲.** کدام عبارت نادرست است؟
- (۱) در مطالعات ایوری به طور قطع مشخص شد که ماده وراثتی، نوكلئیک اسید است.
  - (۲) بر اساس تحقیقات چارگاف، در هر مولکول DNA، رابطه  $A + C = T + G$  برقرار است.
  - (۳) پس از آزمایش‌های گریغیت، بسیاری از دانشمندان تصور می‌کردند که پروتئین ماده وراثتی است.
  - (۴) قبل از ارائه مدل واتسون و کریک، با بررسی تصاویر تهیه شده به کمک پرتو X مشخص شد که دنا مارپیچ دو رشته‌ای است.
- ۴۳.** کدام عبارت درست است؟
- (۱) مارپیچی بودن دنا، قبل از تهیه تصاویر پرتو ایکس از دنا مشخص شده بود.
  - (۲) مدل واتسون و کریک، مارپیچی بودن و همچنین ناهمسو بودن دو رشته دنا را نشان می‌دهد.
  - (۳) بر اساس آزمایشات چارگاف، در هر نوكلئیک اسید مقدار بازهای سیتوزین و گوانین برابر است.
  - (۴) بازهای پورینی در مقایسه با بازهای پیریمیدینی دنا، پیوندهای هیدروژنی بیشتری تشکیل می‌دهند.
- ۴۴.** در مسیر ستاسایی ماده وراثتی و ساختار مولکولی آن، آزمایش‌ها و تحقیقات مختلفی توسط دانشمندان انجام شد. در آزمایش یا تحقیقی که
- (۱) معلوم شد پیوندهای بین بازهای مکمل رویه‌روی هم انحری کمی دارند، ماهیت ماده وراثتی مشخص شد.
  - (۲) در آن مدل مارپیچ دو رشته‌ای دنا ارائه شد، علت پایداری دنا و ثابت ماندن قطر مولکول آن مشخص گردید.
  - (۳) قابلیت انتقال ماده وراثتی به یاخته مشخص گردید، از گریزانه برای تفکیک ترکیبات عصاره یاخته‌ای استفاده شد.
  - (۴) معلوم شد پروتئین‌ها ماده وراثتی نیستند، تعداد زیادی باکتری زنده پوشینه‌دار در خون و شش‌های موش‌های مرده مشاهده شد.
- ۴۵.** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟
- ا) در مولکول رنائی با  $n$  مولکول ریبوز، وجود دارد.
- (الف)  $1 - n$  پیوند فسقودی استر
  - (ب)  $1 - 2n$  پیوند قند - فسفات
  - (ج)  $2n - 1$  حلقة آلی نیتروزن دار
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)
- ۴۶.** با اضافه شدن  $n$  مونومر به رشته یالی نوكلئوتیدی در حال ساخت، می‌شود.
- (۱)  $n - 1$  پیوند فسقودی استر تشکیل
  - (۲)  $n - 2$  پیوند قند - فسفات تشکیل
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳)
- ۴۷.** در DNA طبیعی انسان، تعداد کدام‌یک بیشتر است؟
- (۱) پیوندهای هیدروژنی
  - (۲) بازهای پیریمیدین
  - (۳) دنوکسی‌ریبوز



**گزینه (۴):** در یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها، علاوه بر دنابسپاراز، آنزیم‌های دیگری نیز وجود دارند که پیوند فسفودی استر را تشکیل می‌دهند: مانند آنزیم‌های رناپلیمراز و لیگاز.

#### ۹. گزینه (۴)

در محدوده اطلاعات فصل ۱ کتاب زیست‌دانش، آنزیم‌های مؤثر در همانندسازی عبارت‌لدار DNA پلیمراز و هلیکاز: هر دوی این آنزیم‌ها پروتئینی هستند و در ساختار آن‌ها نوکلئوتید وجود ندارد. بنابراین عبارت چهارم درست است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** **گزینه (۱):** بعضی یاخته‌های انسان مانند گویچه‌های قرمز، هسته و بیشتر اندامک‌ها را ندارند و در آن‌ها همانندسازی انجام نمی‌شود.

**گزینه (۲):** هر چه یاخته‌ای نظر تقسیم فعلی بر باشد، دنابسپارازهای آن فعلی تر خواهند بود.

**فلش پک:** بعضی یاخته‌ها اصلاً تقسیم نمی‌شوند و بر عکس، سرعت تقسیم بعضی یاخته‌ها زیاد است. مانند یاخته‌های بتیادی، یاخته‌های پوست، سطح درونی دهان و مری و -

**گزینه (۳):** هیچ یک از آنزیم‌های مؤثر در همانندسازی (مثل دنابسپاراز و هلیکاز) درون هسته یاخته ساخته نمی‌شوند و محل تولید آن‌ها سیتوپلاسم است.

#### ۱۰. گزینه (۱)

کروموزوم اصلی پروکاریوت‌ها، دنای حلقوی متصل به غشای یاخته است. پس از فعالیت دنابسپاراز، دو مولکول دنا تشکیل می‌شوند که هر دوی آن‌ها به غشا متصل می‌باشند. **بررسی سایر گزینه‌ها** **گزینه (۴):** در همانندسازی دنای همه جانداران، شناسایی جایگاه آغاز همانندسازی توسط هلیکاز، قبل از اتصال دنابسپاراز صورت می‌گیرد. **گزینه (۲):** همزمان با ادامه فعالیت دنابسپاراز، نوکلئوتید جدید ابتدا با تشکیل پیوندهای هیدروژنی در برابر نوکلئوتید رشتۀ الگو قرار می‌گیرد، سپس با تشکیل پیوند فسفودی استر به رشتۀ در حال ساخت اضافه می‌شود. **گزینه (۴):** در همانندسازی دنای همه جانداران، همزمان با تشکیل نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی استر و پیشوی فرایند، آنزیم هلیکاز در محلی جلوتر، در حال شکستن پیوندهای هیدروژنی است.

#### ۱۱. گزینه (۱)

**بررسی تک تک موارد الف (نادرست):** در جانداران یوکاریوتی، همه فامتن‌ها درون هسته قرار دارند.

#### ۱۲. گزینه (۱)

**دقیقت گفته شده است:** در یوکاریوت‌ها، بیشتر دناها درون هسته قرار دارند، نه بیشتر فامتن‌ها!

**ب (نادرست):** همانندسازی دنای اغلب پروکاریوت‌ها از یک نقطه آغاز می‌شود: پس نمی‌توان گفت که در همه آن‌ها در یک نقطه به پایان می‌رسد. **ج (نادرست):** در یوکاریوت‌ها، تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود. به عنوان مثال در اوایل دوران جنتی (مراحل مورولا و بلاستولا) تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، زیاد است اما پس از تشکیل اندام‌ها، سرعت همانندسازی کم می‌شود و تعداد کمتری از جایگاه‌های آغاز همانندسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. **د (درست):** پروکاریوت‌ها فقط دنای سیتوپلاسمی دارند که مولکولی حلقوی است، یعنی هر گروه فسفات آن‌ها از دو سمت خود به مولکول‌های قند متصل است. در یوکاریوت‌ها نیز دناهای سیتوپلاسمی درون راکیزه و دیسه قرار دارند.

**نکته:** اگر نوکلئیک اسید از نوع رنا باشد، تعداد پیوندهای هیدروژنی می‌تواند از تعداد نوکلئوتیدها کمتر باشد. چون لزوماً همه نوکلئوتیدهای آن در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت ندارند.

#### ۱۳. گزینه (۴)

**بررسی تک تک موارد الف:** برخی نوکلئوتیدهای آزاد درون هسته داره قند دنوکسی‌ریبوز و برخی دیگر دارای قند ریبوز هستند: چون درون هسته علاوه بر همانندسازی دنا، رونویسی نیز انجام می‌شود که حاصل آن تولید RNA است و برای تولید RNA نوکلئوتیدهای ریبوزدار لازم است. **ب:** میزان همانندسازی زن‌های بارز و نهفته یکسان است. چون وقتی یک مولکول DNA همانندسازی می‌کند، همه زن‌های آن با هم و به یک اندازه همانندسازی می‌شوند. **ج:** در یاخته‌های یوکاریوتی به ازای هر مولکول دنای خطی چندین نقطه شروع همانندسازی وجود دارد. **د:** همانندسازی دنای خطی در مرحله S اینترفاراز انجام می‌شود در حالی که از بین رفن پوشش هسته در مرحله پروفاز آغاز می‌شود.

#### ۱۴. گزینه (۱)

آنزیم هلیکاز با شکستن پیوندهای هیدروژنی بین جفت بازاها باعث ایجاد دوراهی‌های همانندسازی می‌شود.

#### ۱۵. تذکر مهم

آنزیم هلیکاز در ویرایش نقشی ندارد. در ویرایش، آنزیم دنابسپاراز با برداشتن نوکلئوتید غلط سبب تصحیح خطاهای همانندسازی می‌شود.

#### ۱۶. گزینه (۲)

**بررسی سایر گزینه‌ها** **گزینه (۲):** در همانندسازی، برقراری پیوند فسفودی استر توسط دنابسپاراز انجام می‌شود. **گزینه (۲):** بازهای مکمل توسط دنابسپاراز در مقابل رشتۀ الگو قرار می‌گیرند اما تشکیل پیوند هیدروژنی به آنزیم نیاز ندارد. **گزینه (۴):** در همانندسازی، هر دو رشتۀ دنا به عنوان رشتۀ الگو مورد استفاده قرار می‌گیرند.

#### ۱۷. گزینه (۱)

با توجه به شکل، رشتۀ‌های الف و ج رشتۀ‌های دنای اولیه هستند و رشتۀ‌های در حال ساخت نیز باب و دنشان داده شده‌اند. در منزل سر فرصت برای خودتان یک توالی فرضی برای رشتۀ‌های اولیه نوشته، سپس در مقابل هر کدام از آن‌ها توالی مکمل را بنویسید. آن وقت خواهید دید که رشتۀ‌های ب و ج کاملاً یکسان هستند.

#### ۱۸. گزینه (۱)

**بررسی سایر گزینه‌ها** **گزینه (۱):** رشتۀ‌های الف و د یکسان‌اند. چون هر دو مکمل ج هستند. **گزینه (۲):** رشتۀ‌های ب و د مکمل هستند. **گزینه (۴):** رشتۀ‌های الف و د همسو اما رشتۀ‌های ب و د ناهمسو هستند.

#### ۱۹. گزینه (۲)

همه باکتری‌ها دنای حلقوی به صورت کروموزوم اصلی دارند که به غشای یاخته‌ای آن‌ها متصل است. **بررسی سایر گزینه‌ها** **گزینه (۱):** علاوه بر پروکاریوت‌ها، یاخته‌های یوکاریوتی نیز درون میتوکندری و دیسنهای خود، دنای حلقوی دارند. **گزینه (۲):** دنای اغلب باکتری‌ها هنگام همانندسازی دو دوراهی همانندسازی تشکیل می‌دهد اما استثناهایی هم وجود دارد.

#### ۲۰. گزینه (۱)

**نکته:** ممکن است همانندسازی دنای باکتری از بیش از یک نقطه آغاز شود. در این صورت تعداد دوراهی‌های همانندسازی بیشتر خواهد بود.



آنژیم دنابسپاراز انجام می‌شود. **گزینه (۴):** حذف نوکلئوتید اشتباه از رشته در حال ساخت دنا طی عمل ویرایش، توسط آنژیم دنابسپاراز انجام می‌شود.

(۹۷) **گزینه (۴):**

آنژیمی که در فرایند همانندسازی، مارپیچ دنا باز می‌کند، هلیکاز است و اولین آنژیمی است که پس از جدا شدن پروتئین‌های همراه فامینه از آن، به دنا متصل می‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** برای باز شدن دو رشته دنا از هم، پیوندهای هیدروژنی شکسته می‌شوند که نوعی پیوند غیراشتراکی محسوب می‌شوند. **گزینه (۲):** آنژیم دنابسپاراز (نه هلیکاز) با انجام عمل ویرایش، نقش مهمی در جلوگیری از بروز جهش در حین همانندسازی بر عهده دارد. **گزینه (۳):** قبل از اتصال هلیکاز به دنا، آنژیمهای دیگری پروتئین‌ها را از دنا جدا می‌کنند.

(۹۸) **گزینه (۴):**

آکسیما نوعی گیاه است و جانداری یوکاریوت محسوب می‌شود. **بررسی تک تک موارد (الف):** در فرایند همانندسازی، با شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی، دوراهی‌های همانندسازی ایجاد می‌شوند. به عبارت دیگر ابتدا باید پیوندهای هیدروژنی شکسته شوند تا دوراهی‌های همانندسازی به وجود بیانند: پس از آن با شکسته شدن این پیوندها در محل دوراهی‌ها فرایند همانندسازی پیشافت می‌کند. **(ب):** در فرایند همانندسازی، پیوند فسغودی استر فقط هنگامی شکسته می‌شود که نوکلئوتید اشتباه در رشته حال ساخت قرار گرفته باشد، اما هنگام اضافه شدن هر نوکلئوتید جدید به رشته در حال ساخت، جدا شدن دو گروه فسقات از آن نیز با شکستن نوعی پیوند اشтраکی صورت می‌گیرد. **(ج):** پیوند بین بازهای مکمل در بین دو رشته دنا اولیه نیز مشاهده می‌شود. **(د):** حتی نوکلئوتید غیرمکمل (اشتباه) نیز می‌تواند در برای رشته الگو قرار گرفته و با پیوند فسغودی استر به نوکلئوتید مجاور متصل شود.

**دقت کنید:** نوکلئوتید اشتباه ابتدا با پیوند فسغودی استر به رشته در حال ساخت متصل می‌شود، سپس آنژیم دنابسپاراز می‌تواند آن را با فعالیت نوکلئازی جدا کند.

(۹۹) **گزینه (۴):**

تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی دنا خطي یوکاریوت‌ها ممکن است بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود. **بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** در همانندسازی دوجهتی دنا خطي، آنژیمهای دنابسپاراز ابتدا از هم دور و سپس به هم نزدیک می‌شوند. در همانندسازی دنا خطي نیز آنژیمهای دنابسپاراز مربوط به دو جایگاه آغاز مجاور، به تدریج به یکدیگر نزدیک می‌شوند. **گزینه (۲):** هر یک از دو رشته پلی نوکلئوتید تازه ساخته شده، در یکی از مولکول‌های دنا ای با چگالی ستگین خواهد بود اما اگر گریزانه پس از ۲۰ دقیقه انجام شود، یک نوار حاوی دناهایی با چگالی متوسط تشکیل خواهد شد. **گزینه (۳):** ارزی لازم برای اتصال هر یک از نوکلئوتیدهای جدید به رشته در حال ساخت، از شکستن پیوند بین فسقات‌های خود آن نوکلئوتید تأمین می‌شود.

(۱۰) **گزینه (۴):**

در فرایند همانندسازی، دو رشته دنا در جایگاه آغاز همانندسازی از هم باز می‌شوند. در این جایگاه، آنژیمهای هلیکاز و سپس دنابسپاراز فعالیت می‌کنند. با توجه به دو دوجهتی بودن همانندسازی، آنژیمهای هلیکاز و همچنین آنژیمهای دنابسپاراز از یکدیگر دور می‌شوند. **بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** در گیاهان، در محل آسیب ترکیباتی تولید می‌شوند که می‌توانند سرعت تقسیم یاخته‌ای را افزایش دهند. در این شرایط، تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی افزایش می‌یابد. **گزینه (۲):** همانندسازی دنا هسته‌ای فقط در

که آن‌ها هم مولکول‌های حلقوی هستند. بتایرین هر گروه فسقات آن‌ها هم از دو طرف به مولکول‌های قند متصل است.

(۹۳) **گزینه (۴):**

پلازمید نوعی دنا خطي است و در دنا خطي با ۲۰ نوکلئوتید، تعداد پیوندهای قند - فسقات ۲۰ است. چون هر گروه فسقات از دو طرف خود با قند پیوند برقرار می‌کند.

**دقت کنید:** در هر مولکول DNA به طور طبیعی نیمی از نوکلئوتیدها باز آی پورینی دارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** یاخته‌های یوکاریوتی هنگام تقسیم، دو کمی سازند. این یاخته‌ها درون میتوکندری و دیسه‌های خود DNA حلقوی دارند.

**گزینه (۲):** همانندسازی هیچ مولکول دنای نمی‌تواند توسط یک آنژیم دنابسپاراز انجام شود. چون حتی اگر همانندسازی از یک نقطعه آغاز شود و در یک جهت به پیش برود، برای همانندسازی هر یک از رشته‌های الگوی دنا، حداقل یک دنابسپاراز لازم است. **گزینه (۳):** در یوکاریوت‌ها برخلاف یوکاریوت‌های دنای موجود در کروموزوم‌ها خطی است و دو انتهای متقاول (فسقات و هیدروکسیل) دارد اما دنا سیتوپلاسمی یوکاریوت‌ها حلقوی است.

(۹۴) **گزینه (۴):**

در طرح‌های حفاظتی و نیمه‌حفاظتی، پیوندهای فسغودی استر مولکول دنا اولیه شکسته نمی‌شوند. در هر دو طرح، رشته‌های دنا مادر بدون تغییر به نسل بعد منتقل می‌شوند. با این تفاوت که در طرح حفاظتی، دو رشته دنا مادر به یک مولکول اما در طرح نیمه حفاظتی، هر یک از رشته‌های آن به یک مولکول منتقل می‌شوند. **بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** در طرح غیر‌حفاظتی، فرض بر این است که برخی از پیوندهای فسغودی استر مولکول دنا اولیه شکسته می‌شوند و قطعاتی از هر دو رشته دنا مادر به مولکول‌های جدید منتقل می‌شوند. **گزینه (۲):** در طرح حفاظتی، یکی از مولکول‌ها دو رشته قدیمی و مولکول دیگر دو رشته تازه‌ساخت را دریافت می‌کند. **گزینه (۳):** در طرح غیر‌حفاظتی، فرض بر این است که دو مولکول دنا با توالی یکسان و مشابه دنا اولیه ساخته می‌شود. فقط بحث بر سر این است که کدام قسمت‌ها تازه ساخته می‌شوند و کدام قسمت‌ها مربوط به دنا اولیه‌اند اما توالی نوکلئوتیدی جدیدی ایجاد نمی‌شود.

(۹۵) **گزینه (۲):**

در آزمایش مزلسون و استال، گریز دادن دناها پس از ۴۰ دقیقه، منجر به تشکیل دو نوار شده یکی درای چگالی سبک و دیگری متوسط بود. **بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** اگر گریزانه در دقیقه صفر انجام شود، یک نوار تشکیل می‌شود که حاوی دناهایی با چگالی ستگین خواهد بود اما اگر گریزانه پس از ۲۰ دقیقه انجام شود، یک نوار حاوی دناهایی با چگالی متوسط تشکیل خواهد شد. **گزینه (۲):** در این آزمایش، یک نوار می‌تواند در دقیقه صفر یا ۲۰ تشکیل شود که در هیچ یک از آن‌ها، دنا دنایی با چگالی سبک وجود ندارد. **گزینه (۳):** نوارهایی که بالاتر قرار می‌گیرند، حاوی دناهای سبک‌تر هستند؛ در حالی که در گریزانه، دناهای ستگین‌تر با سرعت بیشتری حرکت می‌کنند.

(۹۶) **گزینه (۱):**

مولکول‌هایی که با شرکت در واکنش‌ها، اثری فعال‌سازی را کاهش می‌دهند، آنژیمهای هستند. پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتید مکمل و رشته الگو بدون نیاز به آنژیم‌ها برقرار می‌شوند. **بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۲):** در جایگاه آغاز همانندسازی، مارپیچ دنا توسط آنژیم هلیکاز باز می‌شود. **گزینه (۳):** تک‌فسقاته شدن نوکلئوتیدهای دنای همانندسازی (ساختار Z ماتند) توسط



می‌شوند، در محل پیوندهای پپتیدی نه گروه آمین وجود دارد و نه گروه کربوکسیل! چون گروه کربوکسیل، OH و گروه آمین، H از دست می‌دهد **گزینه (۴)**: آمینتواسید موجود در یکی از دو انتهای پلی‌پپتید، دارای گروه آمین آزاد و آمینتواسید موجود در انتهای دیگر دارای گروه کربوکسیل آزاد است.

#### ۱.۵ گزینه (۴)

واکنش سنتز آبدی بین دومونومر مانند دو آمینتواسید برقرار می‌شود و خود آمینتواسید محصول سنتز آبدی نیست. **بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱)**: در هر زنجیره پلی‌پپتید، آمینتواسید موجود در يك انتهای دارای گروه آمین و آمینتواسید موجود در انتهای دیگر دارای گروه کربوکسیل است.

**۱.۶ گزینه (۲)**: دقت کنید: گروههای آمین و کربوکسیل سایر آمینتواسیدها در پیوند شرکت کرده و بعضی اتم‌های خود را از دست داده‌اند.

**گزینه (۳)**: متلاصق از تولید پلی‌پپتید انسولین، بخشی از توالی درونی آن به نام زنجیره C حذف می‌شود. **گزینه (۲)**: پلی‌پپتیدها از اتصال آمینتواسیدها به دنبال هم (بدون شاخه و شعباب) به وجود می‌آیند بنابراین پلیمرهای خطی و بدون انشعاب هستند.

#### ۱.۶ گزینه (۲)

هر آمینتواسید دارای گروه آمین است که با تجزیه آمینتواسید در یاخته، به صورت آمونیاک آزاد می‌شود و نهایتاً کبد آن را با  $\text{CO}_2$  ترکیب می‌کند و اوره می‌سازد.

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱)**: آمینتواسیدهای موجود در طبیعت بسیار متعدد از آمینتواسیدهای به کار رفته در پروتئین‌ها هستند. به عبارت دیگر، انواعی از آمینتواسیدها وجود دارند که در طبیعت یافت می‌شوند اما در ساختار پروتئین‌ها به کار نمی‌روند. **گزینه (۲)**: به کربن مرکزی هر آمینتواسید گروه آمین، گروه کربوکسیل، گروه R و یک هیدروژن متصل است که فقط یکی از آن‌ها، یعنی گروه R ویزگی‌های منحصر به فرد آمینتواسید را تعیین می‌کند.

نفهمیدی؟! یعنی از بین بخش‌های متصل به کربن مرکزی، سه تاشون در آمینتواسیدهای مختلف مشترک‌اند و فقط یکی شون (گروه R) منحصر به فرد است. **گزینه (۴)**: میزان تأثیر آمینتواسید در شکل و کار پروتئین، به نوع و محل قرار گرفتن آن در پروتئین بستگی دارد.

#### ۱.۷ گزینه (۴)

**بررسی تک تک موارد الف (نادرست)**: زیرا جدهای سازنده هموگلوبین، دارای بخش‌های مارپیچی هستند این مولکول فاقد بخش‌های صفحه‌ای است. **ب (نادرست)**: تغییر در ساختار اول پروتئین‌ها ممکن است سبب تغییر فعالیت آن‌ها شود.

**۱.۸ تذکر مهم**: بعضی وقت‌ها با وجود تغییر یک آمینتواسید ممکن است فعالیت پروتئین تغییر نکند. پس نمی‌توان گفت که هر تغییر در ساختار اول، فعالیت پروتئین را تغییر می‌دهد.

**ج (درست)**: دنابس‌پاراز نوعی آنزیم پروتئینی است. با استفاده از پرتوهای X می‌توان ساختار سه‌بعدی و جایگاه اتم‌های پروتئین را تعیین کرد. **د (درست)**: اولین پروتئینی که ساختار آن شناسایی شد، میوگلوبین نام دارد.

**۱.۹ فلش بک**: میوگلوبین نوعی پروتئین در ماهیچه است که در خود اکسیژن ذخیره می‌کند: پس دارای جایگاه اتصال اکسیژن است.

#### ۱.۸ گزینه (۴)

بسپار آمینتواسیدها، پروتئین‌ها هستند و ساختار دوم پروتئین‌ها به دلیل برقراری پیوندهای هیدروژنی بین بخش‌هایی از پلی‌پپتید ایجاد می‌شود.

مرحله ۵ چرخه یاخته‌ای انجام می‌شود، اما همانندسازی دنای اندامک‌ها (راکیزه و دیسه) مستقل از چرخه یاخته‌ای است و در هر مرحله‌ای از چرخه ممکن است انجام شود. **گزینه (۴)**: در هر دوراهی همانندسازی (ساختار Y مانند) فقط یک آنزیم هلیکاز فعالیت دارد.

#### ۱.۹ گزینه (۲)

دنای حلقوی در همه جانداران (پروکاریوتی و یوکاریوتی) وجود دارد. نکته: نوکلئیک‌اسیدهای خطی، گروههای فسفات و هیدروکسیل آزاد دارند. دنای خطی فقط در یوکاریوت‌ها، اما رنای خطی در همه جانداران وجود دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱)**: تعداد جایگاه‌های آغاز همانندسازی در پوکاریوت‌ها ممکن است تحت تأثیر مراحل رشد و نمو قرار گیرد. **گزینه (۲)**: دنای موجود در فامتن یوکاریوت‌ها چندین جایگاه آغاز همانندسازی دارد. **گزینه (۴)**: آنزیمی که هیستون‌ها از دنا جدا می‌کند، با هلیکاز متفاوت است: اما هیستون در یاخته‌های پروکاریوتی وجود ندارد.

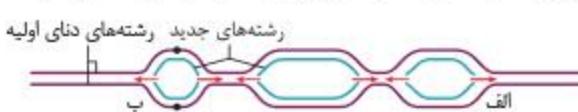
#### ۱.۱۰ گزینه (۱)

در یاخته‌های پروکاریوتی، دنای فامتنی (فامتن اصلی) به غشای یاخته اتصال دارد. در یاخته‌های پروکاریوتی همانند یاخته‌ای یوکاریوتی، نوکلئیک‌اسیدهایی به نام رنا وجود دارند که دو انتهای آزاد و متفاوت دارند.

**نکته**: یاخته پروکاریوتی ممکن است دیسک نیز داشته باشد که به غشای یاخته متصل نیست، اما دیسک دنای خارج فامتنی است.

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۲)**: یاخته‌های پروکاریوتی هیستون ندارند. **گزینه (۳)**: یاخته‌های یوکاریوتی دو نوع دنا (هسته‌ای و سیتوپلاسمی) دارند.

فقط تعداد جایگاه‌های آغاز دنای خطی (هسته‌ای) می‌تواند بسته به مراحل رشد و نمو تنظیم شود. **گزینه (۴)**: با توجه به شکل زیر، آنزیم‌هایی که در محل‌های (الف و ب) فعالیت می‌کنند، به سوی آنزیم مشابه خود نزدیک نمی‌شوند!



#### ۱.۱۱ گزینه (۳)

در یک پلی‌پپتید، گروه آمین مربوط به اولین و گروه کربوکسیل مربوط به آخرین آمینتواسید است. در صورتی که اولین و آخرین آمینتواسید متیونین باشد، می‌توان گفت که گروههای آمین و کربوکسیل هر دو مربوط به متیونین هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱)**: گروه R در آمینتواسیدهای مختلف متفاوت است. متألم ممکن است فقط یک اتم هیدروژن یا یک زنجیره طویل کربنی باشد.

**گزینه (۲)**: یکی از ظرفیت‌های کربن مرکزی همه آمینتواسیدها با اتم هیدروژن اشغال می‌شود اما سایر گروههای متصل به کربن مرکزی نیز هیدروژن دارند.

**گزینه (۴)**: خصوصیات منحصر به فرد هر آمینتواسید فقط به گروه R آن بستگی دارد.

#### ۱.۱۲ گزینه (۲)

برای تشکیل پیوند پپتیدی، گروه آمین یک آمینتواسید و گروه کربوکسیل آمینتواسید دیگر به هم نزدیک می‌شوند و همراه با آزاد شدن یک مولکول آب، بین اتم نیتروژن از یک آمینتواسید و اتم کربن از آمینتواسید دیگر، پیوند پپتیدی برقرار می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱)**: برای تعداد آمینتواسیدهای یک رشته پلی‌پپتید محدودیتی وجود ندارد؛ تنوع آمینتواسیدهای پلی‌پپتیدها حداقل ۲۰ نوع است. **گزینه (۲)**: وقتی تعدادی آمینتواسید به یکدیگر متصل

## گفتار دوم

### انواع صفات

الف مستقل از جنس: جایگاه زنی این صفات در فامتن‌های غیرجنسی قرار دارد.

بیماری مستقل از جنس نهفته است.

مثال: بیماری فنیل کتونوری (۱) افراد بیمار، آنزیم تجزیه‌کننده فنیل الاتین را ندارند.

(۲) با تغییر عوامل محیطی می‌توان عوارض بیماری را مهار کرد.

از نظر جایگاه زنی

ب وابسته به جنس: جایگاه زنی این صفات در فامتن‌های جنسی قرار دارد.

بیماری وابسته به X نهفته است.

مثال: بیماری هموفیلی (۱) مردان با داشتن یک ال و زنان با داشتن دو ال بیمار می‌شوند.

الف پیوسته: صفاتی که برای آن‌ها اعداد گوناگونی وجود دارند؛ مانند اندازه قد

ب گسسته: صفاتی که برای آن‌ها دو یا چند حالت ممکن است اما طیف ندارند، مانند گروه خونی Rh

الف تک‌جایگاهی: صفاتی که یک جایگاه زن در فامتن دارند.

صفاتی که در بروز آن‌ها بیش از یک جایگاه زن نقش دارند.

ب چند جایگاهی

افراد (۱) aabbcc به رنگ سفید

مثال: رنگ نوعی ذرت (۲) AABBCC به رنگ قرمز

(۳) افراد ناخالص رنگ‌های بین سفید و قرمز

از نظر تعداد جایگاه



## ◀ صفات وابسته به جنس و مستقل از جنس

آموزش تصویری ویدئوی شماره ۲۳

اصل مطلب



- صفاتی که جایگاه زنی آنها بر روی یکی از فامتن‌های غیرجنسی قرار دارد، صفات مستقل از جنس نامیده می‌شوند. در بررسی این صفات، تفاوتی بین زنان و مردان وجود ندارد.
- صفاتی که جایگاه زنی آنها در یکی از فامتن‌های جنسی (X یا Y) قرار دارد، صفات وابسته به جنس نامیده می‌شوند. جایگاه زنی بعضی صفات وابسته به جنس در فامتن X قرار دارد که در این صورت، صفت را وابسته به X می‌نامند. جایگاه زنی بعضی دیگر از صفات وابسته به جنس، در فامتن Y قرار گرفته است.
- هموفیلی نوعی بیماری وابسته به X و فنیل کتونوری نوعی بیماری مستقل از جنس است.

۱ هسته یاخته‌های پیکری طبیعی انسان، از هر فامتن غیرجنسی دو نسخه دارد. بنابراین به عنوان مثال وقتی می‌گوییم جایگاه زنی یک صفت مستقل از جنس بر روی فامتن شماره ۱ انسان قرار دارد، منظورمان این است که انسان دو نسخه از این زن را دارد که بر روی دو فامتن شماره ۱ قرار گرفته‌اند.

۲ زنان فامتن Y ندارند؛ بنابراین صفات وابسته به Y در زنان دیده نمی‌شوند.  
۳ در ارتباط با صفات وابسته به X هر فرد به تعداد فامتن‌های X خود دگره زنان یک دگره و زنان دو دگره از این نوع صفات را دارند.  
۴ پسر فامتن Y خود را از پدر و فامتن X خود را از مادر دریافت کرده است؛ اما دختر یک فامتن X خود را از پدر و فامتن X دیگر را از مادر دریافت کرده است.

۵ مردان از هر زن موجود بر روی فامتن‌های X یا Y فقط یک نسخه دارند؛ پس برای هر زنی که بر روی فامتن X یا Y قرار دارد، فقط یک دگره دارند.

۶ **ویژه** در ارتباط با صفات وابسته به جنس، مردان (XY) نه خالص محسوب می‌شوند و نه ناخالص!  
۷ در صفات وابسته به جنس، همواره تنوع زن نمودی بیشتر از تنوع رخ نمودی است، حتی در صورتی که رابطه بین دگره‌ها بارز و نهفتگی نباشد! فرض کنید یک صفت وابسته به X توسط دو دگره A (بارز) و a (نهفتگه) کنترل می‌شود. برای این صفت در جمعیت، ۵ نوع زن نمود امکان دارد که عبارتند از زن نمودهای Y<sup>A</sup> و Y<sup>a</sup> برای مردان و زن نمودهای X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>، X<sup>A</sup>X<sup>a</sup> و X<sup>a</sup>X<sup>a</sup> برای زنان. اما بدون در نظر گرفتن جنسیت، ۲ نوع رخ نمود برای این صفت امکان دارد که یکی بارز و دیگری نهفتگه است.

### ◀ بیماری‌های وراثتی انسان

۸ بیماری وراثتی ممکن است نهفته یا بارز باشد. همچنین ممکن است بیماری وراثتی مستقل از جنس یا وابسته به جنس باشد.

**بیماری نهفته:** دو دگره به نام‌های A و a را فرض کنید. اگر دگره بارز A عامل سلامت و دگره نهفتگه a عامل بیماری باشد، بیماری را نهفته می‌نامند. چون دگره نهفته مربوط به بیماری است.

**بیماری بارز:** دو دگره فرضی B و b را در نظر بگیرید. اگر دگره بارز B عامل بیماری و دگره نهفتگه b عامل سلامت باشد، بیماری از نوع بارز است؛ چون دگره بارز مربوط به بیماری است.

۹ به طور کلی چهار نوع بیماری وراثتی داریم: ۱) مستقل از جنس نهفته (Y) وابسته به جنس نهفته (Z) مستقل از جنس بارز (F) وابسته به جنس بارز.

**بیماری‌های مستقل از جنس نهفته:** در این نوع بیماری‌های وراثتی، افراد سه نوع زن نمود (AA، Aa، aa) می‌توانند داشته باشند. افراد aa بیمارند و افراد AA و Aa رخ نمود سالم دارند. با این تفاوت که افراد AA سالم و خالص‌اند، در حالی که افراد Aa سالم و ناخالص‌اند و اصطلاحاً ناقل نامیده می‌شوند.

۱۰ فرد ناقل، به بیماری مبتلا نیست اما یک دگره بیماری را دارد و می‌تواند آن را به فرزند خود منتقل کند.

**[۱] تذکر مهم:** فنیل کتونوری، نوعی بیماری مستقل از جنس نهفته است. البته طراحان محترم کنکور سراسری می‌توانند در سؤال ژنتیک از اسمی بیماری‌های دیگری نیز استفاده کنند که در این صورت حتماً به نوع بیماری (مثلاً مستقل از جنس نهفته) اشاره خواهد کرد.

**بیماری‌های وابسته به X نهفته:** مردان فقط یک فامتن X دارند و به همین دلیل فقط می‌توانند یک دگره وابسته به X داشته باشند. اگر دگره سلامت را با A و دگره بیماری را با a نشان دهیم، مردان سالم به صورت (X<sup>A</sup>Y) و مردان بیمار به صورت (X<sup>a</sup>Y) نشان داده می‌شوند.  
۱۱ **ویژه** وقتی در یک سؤال گفته می‌شود زن سالم، دو حالت به ذهن می‌آید. چون زنان می‌آید، چون زنان X<sup>A</sup>X<sup>a</sup> و X<sup>A</sup>X<sup>a</sup> هر دور خنود سالم دارند. البته زنان X<sup>a</sup>X<sup>a</sup> ناقل دگره بیماری را به فرزند خود منتقل کنند. زنان فقط در صورتی بیمار خواهند شد که دو دگره بیماری را داشته باشند (X<sup>a</sup>X<sup>a</sup>).

**[۲] تذکر مهم:** هموفیلی، نوعی بیماری وابسته به X نهفته است. اگر در سؤالات کنکور سراسری نام بیماری وابسته به X دیگری مورد استفاده قرار بگیرد، به نوع آن اشاره خواهد شد.

**بیماری‌های مستقل از جنس بارز:** اگر دگره بارز B عامل بیماری و دگره نهفتگه b را عامل سلامت فرض کنیم، سه نوع زن نمود (bb، Bb و BB) برای افراد ممکن است. از بین این سه نوع زن نمود، افراد Bb سالم‌اند؛ چون فقط دگره‌های سلامت را دارند اما افراد BB و هر دو بیمارند.

۱۲ در مورد افراد BB که تکلیف مشخص است! این افراد فقط دگرۀ بیماری را دارند. افراد Bb دو نوع دگرۀ مختلف دارند و ناخالص‌اند، اما از بین این دو دگرۀ اثر دگرۀ بارز ظاهر می‌شود که عامل بیماری است.

۱۳ در بیماری‌های بارز، فرد ناقل وجود ندارد. چون هر فرد حتی با داشتن یک دگرۀ بیماری، به آن مبتلا می‌شود.

**بیماری‌های وابسته به X باز:** اگر دگرۀ بارز B عامل بیماری و دگرۀ نهفته b عامل سلامت باشد، مردانی با زن نمود ( $X^B Y$ ) بیمار و مردانی با زن نمود ( $X^b Y$ ) سالم خواهند بود. در بین زنان نیز افراد دارای زن نمودهای ( $X^B X^b$  و  $X^b X^b$ ) بیمار و فقط زنانی با زن نمود ( $X^b X^b$ ) سالم خواهند بود. در مورد زنانی با زن نمود ( $X^B X^b$ ) توجه داشته باشید که اثر دگرۀ بارز دیده می‌شود و این دگرۀ بارز عامل بیماری است.

**فنیل کتونوری:** فنیل کتونوری (PKU) نوعی بیماری مستقل از جنس نهفته است. یعنی اگر دگرۀ A را عامل سلامت و دگرۀ a را عامل بیماری در نظر بگیریم، افراد aa به این بیماری مبتلا هستند اما افراد Aa و AA رخ نمود سالم دارند.

۱۴ افراد مبتلا به این بیماری، آنزیم تجزیه کننده آمینواسید فنیل‌آلاتین در بدن، منجر به تولید ترکیبات خطروناکی می‌شود که با آسیب به معزز، موجب معلولیت ذهنی می‌شوند.

۱۵ **ویژه** برای بروز علائم فنیل کتونوری، وجود زن کافی نیست! یعنی افراد aa صرفاً به دلیل داشتن زن‌های بیماری، دچار معلولیت ذهنی نمی‌شوند. در واقع این افراد به این دلیل علائم بیماری را بروز می‌دهند که از مواد پروتئینی حاوی فنیل‌آلاتین تغذیه می‌کنند. پس با تغذیه از غذاهای بدون فنیل‌آلاتین یا دارای فنیل‌آلاتین کم می‌توان عوارض این بیماری را مهار کرد.

۱۶ حساس‌ترین مرحله، دوران نوزادی است. نوزاد هنگام تولد، علائم آشکاری ندارد. اما تغذیه از شیر مادر که حاوی فنیل‌آلاتین زیادی است، به یاخته‌های مغز نوزاد آسیب می‌رساند. امروزه نوزادان در بدو تولد، از نظر این بیماری مورد آزمایش قرار می‌گیرند. اگر تشخیص داده شود که نوزاد به این بیماری مبتلاست، باید به جای شیر مادر، با شیر خشک مخصوص تغذیه شود.

۱۷ **ویژه** با توجه به شکل بالا، نمونه خون مورد نیاز برای آزمایش PKU (اندازه‌گیری مقدار فنیل‌آلاتین) از پاشته نوزاد تهیه می‌شود.

**هموفیلی:** نوعی بیماری وابسته به X نهفته است. در این بیماری، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود.

۱۸ چندین نوع هموفیلی وجود دارد که شایع‌ترین نوع آن هموفیلی A نام دارد. این بیماری به دلیل فقدان عامل انعقادی A ایجاد می‌شود. در همه ا نوع هموفیلی، فرایند لخته شدن خون دچار اختلال می‌شود.

۱۹ دگرۀ بیماری را به صورت  $X^h$  و دگرۀ طبیعی را به صورت  $X^H$  نشان می‌دهیم. دگرۀ  $X^H$  باعث تولید عامل انعقادی A می‌شود اما دگرۀ  $X^h$  قادر به تولید این عامل نیست. در واقع یک صفتی داریم به نام انعقاد خون که برای آن دو حالت وجود دارد. یک حالت یا شکل این صفت، انعقاد طبیعی خون است که دگرۀ ایجاد کننده آن را  $X^H$  فرض کردیم و حالت دیگر آن، هموفیلی است که دگرۀ ایجاد کننده آن را به طور قراردادی با  $X^h$  نشان می‌دهیم.

۲۰ **ویژه** در ارتباط با صفت انعقاد خون:

① برای مردان دو نوع زن نمود و دو نوع رخ نمود وجود دارد: مردان دارای زن نمود  $X^H Y$  سالم و مردان دارای زن نمود  $X^h Y$  هموفیل (بیمار) هستند.

② برای زنان سه نوع زن نمود و دو نوع رخ نمود وجود دارد: زنان دارای زن نمودهای  $X^H X^H$  و  $X^H X^h$  سالم‌اند. با این تفاوت که زنان  $X^H X^H$  سالم و خالص اما زنان  $X^H X^h$  سالم و ناقل (ناخالص) هستند. زنان دارای زن نمود  $X^h X^h$  نیز بیمار (هموفیل) هستند.

۲۱ به طور طبیعی مردان نمی‌توانند ناقل هموفیلی باشند: چون فقط یک فامتن X دارند و در صورت وجود دگرۀ h روی این فامتن، مرد بیمار خواهد بود.

#### « صفات پیوسته و گستته، صفات تک جایگاهی و چند جایگاهی »

آموزش تصویری ویدئوی شماره ۲۴

اصل مطلب

صفات گستته (ناپیوسته)، صفاتی هستند که معمولاً به دو یا چند شکل در جمعیت دیده می‌شوند اما نمی‌توان آن‌ها را با طیفی از اعداد نشان داد. مثلاً افراد از نظر گروه Rh یا مشبت هستند یا منفی و افراد مختلف، درجات مختلفی از این صفت را نشان نمی‌دهند.

صفات پیوسته، صفاتی که می‌توان آن‌ها را با اعداد گوناگونی نشان داد، صفات پیوسته نامیده می‌شوند: مانند وزن بدن، طول قد، رنگ پوست و ...

صفات تک جایگاهی، زن‌های این صفات، فقط یک جایگاه روی یکی از انواع فامتن دارند. مثلاً صفت گروه خونی Rh از نوع تک جایگاهی است و فقط یک جایگاه در فامتن شماره ۱ دارد. گروه خونی ABO نیز از نوع تک جایگاهی است و فقط یک جایگاه در فامتن شماره ۹ دارد.

صفات چند جایگاهی، صفاتی هستند که در بروز آن‌ها، یعنی از یک جایگاه زن شرکت دارد و هر یک از این زن‌ها نیز دگرهایی دارند. رنگ نوعی ذرت، مثالی از صفات چند جایگاهی است و رنگ آن از سفید تا قرمز متغیر است.



۲۲ هر فرد طبیعی، در ارتباط با صفات تک‌جایگاهی مانند گروه خونی Rh، دو نسخه از زن بر روی دو فامتن هستا دارد.

۲۳ **ویژه** صفت گروه خونی ABO توسط سه دگره کنترل می‌شود اما نوعی صفت گستته است: چون نمی‌توان آن را با طیفی از حالتها نشان داد.

۲۴ صفت گروه خونی Rh از صفات تک‌جایگاهی دوالی اما صفت گروه خونی ABO از نوع تک‌جایگاهی چندالی است.

۲۵ به طور طبیعی زنان برای هر صفت تک‌جایگاهی، دو دگره دارند و تفاوتی ندارد این صفت مستقل از جنس باشد و یا وابسته به جنس. چون زن‌ها از هر نوع فامتن دو نسخه دارند.

۲۶ به طور طبیعی مردان برای هر صفت تک‌جایگاهی مستقل از جنس دو دگره اما برای هر صفت وابسته به جنس یک دگره دارند. چون فامتن‌های جنسی آن‌ها با هم متفاوت است (X و Y).

۲۷ بعضی صفات انسان تحت تأثیر زن‌های متعددی قرار دارند و اصطلاحاً می‌گوییم چند‌جایگاهی هستند. هر فرد در ارتباط با صفت چند جایگاهی، دگرهای متعددی دارد.

#### بررسی صفت رنگ نوعی ذرت:

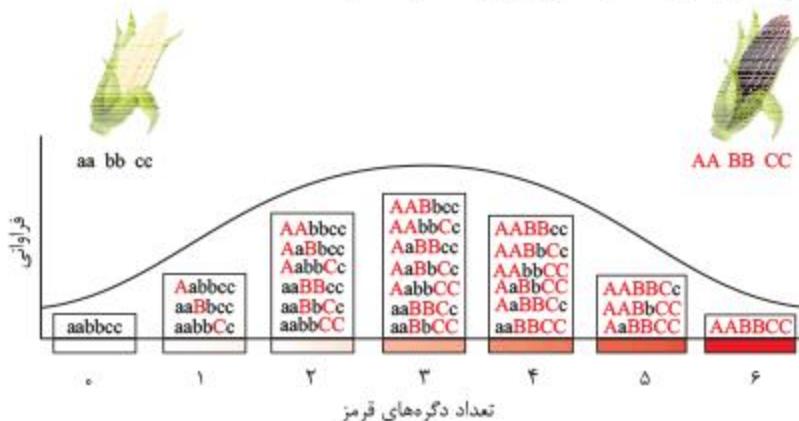
۲۸ رنگ ذرت یک صفت چند‌جایگاهی است و برای آن سه جایگاه ژنی وجود دارد و با توجه به این که ذرت گیاهی دولاد است و از هر فامتن دو نسخه دارد، برای این صفت، ۶ دگره خواهد داشت.

۲۹ برای هر یک از این جایگاه‌های ژنی، دو دگره وجود دارد که یکی بارز و دیگری نهفته است. در هر یک از این جایگاه‌های ژنی، دگره بارز عامل رنگ قرمز و دگره نهفته عامل رنگ سفید دانه‌های این نوع ذرت است.

۳۰ دگرهای جایگاه اول با حروف A و a، دگرهای جایگاه دوم با حروف B و b و دگرهای جایگاه سوم با حروف C و c نشان داده می‌شوند. این نوع ذرت، ترکیبات مختلفی از این دگرهای می‌تواند داشته باشد و رنگ دانه‌های آن، به تعداد دگرهای بارز و نهفته بستگی دارد.

۳۱ ذرتی که همه دگرهای آن نهفته‌اند (aabbcc) دانه‌ایی به رنگ سفید و ذرتی که همه دگرهای آن بارزند (AABBCC) دانه‌ایی به رنگ قرمز دارد. رنگ دانه‌های سایر ذرتهای بارز و نهفته بستگی دارد. یعنی هر چه تعداد دگرهای بارز بیشتر باشد، رنگ دانه‌های این نوع ذرت به رنگ قرمز و هر چه دگرهای نهفته بیشتر باشند به رنگ سفید نزدیک‌تر می‌شود.

۳۲ نمودار توزیع فراوانی صفات چند‌جایگاهی مانند رنگ این نوع ذرت، **هیبیه رنگوله** است.



۳۳ در نمودار فراوانی مربوط به رنگ این نوع ذرت در جمعیت، در یکی از آستانه‌ها ذرتهایی قرار می‌گیرند که فقط دگرهای بارز هر سه ژن را دارند. این ذرتهای قرمز رنگ هستند. در آستانه دیگر، ذرتهایی قرار می‌گیرند که فقط دگرهای نهفته هر سه ژن را دارند و به رنگ سفیدند. طیف میانه نیز دگرهای بارز و نهفته دارند.

۳۴ در جمعیت ذرت، فراوانی رخنmodهای میانه، بیشتر از رخنmodهای آستانه‌ای است. همچنین فراوانی افراد ناخالص بیشتر از افراد خالص است.

#### اثر محیط:

۳۵ **ویژه** گاهی برای بروز یک رخنmod، وجود زن به تنهایی کافی نیست: به عنوان مثال در گیاهان، ساخته شدن سبزینه (کلروفیل) علاوه بر زن، به نور هم نیاز دارد.

۳۶ در انسان، تغذیه و ورزش از عواملی محیطی هستند که بر رخنmod اثر می‌گذارند. مثلاً قد انسان علاوه بر زن، به تغذیه و ورزش هم بستگی دارد.

۳۷ **ترکیب** گیاهان انواعی از دیسه‌ها را دارند. دو تا از مهم‌ترین دیسه‌ها عبارت‌اند از سبزدیسه و رنگدیسه. سبزدیسه مقدار زیادی سبزینه و مقدار کمتری کاروتینوئید دارد: در مقابل، رنگدیسه مقدار زیادی کاروتینوئید و مقدار کمی سبزینه دارد. در بعضی گیاهان، کاهش شدت تابش نور و طول روز در پاییز، موجب کاهش مقدار سبزینه و در نتیجه، تبدیل سبزدیسه به رنگدیسه می‌شود. در نتیجه، رخنmod گیاه تغییر می‌کند و رنگ پاییزی به خود می‌گیرد.

- ۱.۳ صفت رنگ در نوعی ذرت توسط سه جایگاه زنی کنترل می‌شود که هر کدام دو دگره با رابطه بارز و نهفتگی دارند. دگرهای بارز، رنگ قرمز و دگرهای نهفتگی، رنگ سفید را ایجاد می‌کنند. اگر در زن نمود درون دانه ۶ دگره بارز وجود داشته باشد،
- (۲) زن نمود پوسته دانه قطعاً حاوی سه دگره نهفتگی است.
  - (۴) دانه‌های حاصل از نظر رنگ، در یکی از آستانه‌های طبق قرار می‌گیرند.
  - (۳) رنگ دانه می‌تواند مشابه ذرتی با زن نمود AABbcc باشد.

۱.۴ کدام عبارت، جمله زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

- در جمعیت فرضی از گیاهان، صفتی توسط دو دگره A و a کنترل می‌شود. اگر افراد این جمعیت فقط از طریق خودلذاخی تولید ممثل کنند، در صورتی که اغلب افراد جمعیت باشند، با گذشت زمان،
- (۲) ناخالص - فراوانی افراد خالص افزایش خواهد یافت.
  - (۴) ناخالص - از زن نمودها کاسته خواهد شد.
  - (۳) خالص - فراوانی افراد ناخالص کاهش خواهد یافت.

۱.۵ کدام گزینه، عبارت زیر را به طور نامناسب تکمیل می‌کند؟

- در جمعیتی فرضی و تعادلی از گیاهان که فقط از طریق خودلذاخی تولید ممثل می‌کنند، برای صفتی با دو دگره B و b، سسه نوع زن نمود وجود دارد. در این جمعیت، با گذشت زمان، فراوانی افراد خواهد یافت.
- (۲) خالص نهفته برخلاف ناخالص، افزایش
  - (۴) ناخالص همانند افراد دارای رخ نمود نهفته، افزایش
  - (۱) ناخالص برخلاف خالص بارز، کاهش
  - (۳) ناخالص برخلاف خالص نهفته، کاهش

## ⑨ ژنتیک در جانوران

۱.۶ کدام عبارت، جمله زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

- از آمیزش پرنده منقار بلند با پرنده منقار کوتاه، همه زاده‌ها منقار متوسط شده‌اند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که در این گونه، از آمیزش
- (۱) دو پرنده منقار متوسط، نیمی از زاده‌ها منقار بلند خواهند شد.
  - (۳) پرنده منقار کوتاه با پرنده منقار متوسط، زاده منقار بلند متولد خواهد شد.

چند مورد، جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

- در نوعی پروانه، رنگ چشم صفتی مستقل از جنس است که توسط دو دگره کنترل می‌شود که یکی عامل رنگ سفید و دیگری عامل رنگ قرمز تیره است. از آمیزش پروانه چشم قرمز تیره با پروانه چشم قرمز روشن، در بین فرزندان، هر فردی با دارد.
- (۱) چشم سفید، زن نمود خالص
  - (۵) زن نمود خالص بارز، چشم قرمز روشن
  - (۳) ۳
  - (۲) ۲
  - (۴) ۱

- از آمیزش ملخ شاخک بلند و چشم سیاه با ملخ شاخک کوتاه و چشم قهوه‌ای، همه زاده‌های نسل اول شاخک متوسط و چشم قهوه‌ای شده باشند، کدام نتیجه‌گیری درباره این صفات درست است؟

- (۱) اندازه شاخک صفتی وابسته به جنس است که بین دگرهای ایجاد کننده آن، بارز و نهفتگی وجود ندارد.
- (۳) اندازه شاخک، توسط یک زن چند جایگاهی کنترل می‌شود که دگرهای آن بارزیت ناقص دارند.
- (۴) افراد شاخک کوتاه نسل دوم، می‌توانند دو نوع رخ نمود مختلف داشته باشند.

- با فرض این که از آمیزش پروانه بال‌سفید و شاخک کوتاه با پروانه بال‌سیاه و شاخک بلند، همه افراد نسل اول بال‌حال دار و شاخک متوسط داشته باشند و در نسل دوم، همه اندامات از زاده‌ها مشاهده شود، بیشترین فراوانی فرزندان مربوط به کدام رخ نمود خواهد بود؟
- (۱) بال‌حال دار و شاخک بلند
  - (۲) شاخک متوسط و بال‌حال دار
  - (۳) شاخک کوتاه و بال‌سفید
  - (۴) بال‌حال دار و شاخک کوتاه

- با در نظر گرفتن این که در پروانه‌های مونارک، نرها یک نوع و ماده‌ها دو نوع فام تن جنسی دارند و رنگ چشم صفتی وابسته به جنس است، از آمیزش نر چشم سیاه و ماده چشم قهوه‌ای روشن، در صورتی که رابطه بین دگرهای از نوع باشد، در بین زاده‌ها
- (۱) بارز و نهفتگی - ممکن نیست نر ناخالص دیده شود.
  - (۳) بارزیت ناقص - ممکن است رنگ چشم همه افراد، سیاه باشد.

- (۲) بارز و نهفتگی - ممکن است رنگ چشم همه افراد، سیاه باشد.
  - (۴) بارزیت ناقص - ممکن است رنگ چشم بعضی نرها، قهوه‌ای ماده‌ها، قهوه‌ای تیره باشد.
- با فرض این که در زنبور عسل، اندازه بال صفتی مستقل از جنس و تحت کنترل یک زن تک جایگاهی باشد که بین دگرهای آن بارزیت ناقص وجود داشته باشد، از آمیزش زنبور بال کوتاه با زنبور بال متوسط، در بین زاده‌های آن‌ها، نیمی از خواهد داشت.
- (۱) نرها بال متوسط
  - (۲) نرها بال بلند
  - (۳) ماده‌ها بال بلند
  - (۴) ماده‌ها بال بلند

- با در نظر گرفتن این که در پرنده‌ها، نرها XY و ماده‌ها XX هستند، با توجه به آمیزش زیر بین والدین (P) و صفات زاده‌های نسل اول (F<sub>1</sub>)، اگر دو فرد از نسل اول با هم آمیزش کنند، در بین زاده‌های نسل دوم، خواهند بود.
- (۱) همه ماده‌ها، دم متوسط و چشم روشن
  - (۳) نیمی از ماده‌های دم بلند، چشم روشن

- (۲) همه نرها، دم متوسط و چشم تیره
- (۴) نیمی از نرها دم بلند، چشم روشن



۱۱۳. در مگس سرگه، ۵ گره وابسته به فامتن X و مستول بروز رنگ سفید چشم و ۵ گره A عامل بروز رنگ قرمز چشم است. اگر فرد آمیزش کند، خواهند داشت. (تعیین جنسیت در مگس سرگه همانند تعیین جنسیت در انسان است.)

- (۱) ناخالص با یک فرد دارای ۵ گره نهفته - نیمی از زادهها زن نمود ناخالص
- (۲) ناخالص با یک فرد دارای ۵ گره بارز - نیمی از زادهها رخ نمود بارز
- (۳) خالص بارز با یک فرد دارای ۵ گره نهفته - همه زادهها رخ نمود بارز

۱۱۴. چند مورد، جمله زیر را به نادرستی تکمیل می کند؟ (ترکیب با یازدهم)

- |                                   |                           |                            |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| در تولید مثل زنبورهای عسل، هر فرد | اطلاعات و راثتی خود را از | دریافت می کند.             |
| الف) نر، همه - یک والد            | ب) ماده، همه - یک والد    | ج) نر، نیمی از - والد ماده |
| ۱)                                | ۲)                        | ۳)                         |

۱۱۵. از آمیزش بروانه موئارگ نر بال قهوهای و شاخک کوتاه، با ماده بال سفید و شاخک بلند، در نسل اول همه زادهها بال قهوهای و شاخک بلند شده‌اند و بال سفید فقط در ماده‌های نسل دوم مشاهده گردید. با در نظر گرفتن این که بروانه‌های نر یک نوع و بروانه‌های ماده دو نوع فامتن جنسی دارند، کدام پیش‌بینی در مورد بروانه‌های نسل دوم صحیح است؟

- (۱) همه ماده‌های شاخک کوتاه، بال سفید خواهند داشت.
- (۲) نیمی از ماده‌های بال قهوهای، شاخک بلند خواهند داشت.
- (۳) نیمی از ماده‌های بال سفید، شاخک کوتاه خواهند داشت.

۱۱۶. با در نظر گرفتن این که در مگس‌های سرگه، تعیین جنسیت همانند انسان است، اگر یک صفت وابسته به جنس ۴ الی در جمعیت مورد بررسی قرار بگیرد

- (۱) نرها جمعیت، حداقل دارای ۱۴ نوع رخ نمود خواهند بود.
- (۲) ماده‌های جمعیت، حداقل دارای ۱۰ نوع زن نمود خواهند بود.

۱۱۷. با در نظر گرفتن این که یوندگان نر دو فامتن جنسی مشابه و یوندگان ماده دو فامتن جنسی متفاوت دارند، در بررسی نوعی صفت وابسته ۴ الی در جمعیتی از یوندگان، از آمیزش یوندهای خالص با افراد جنس مخالف،

- (۱) احتمال تولد زاده‌های ماده با زن نمود خالص وجود دارد.
- (۲) حداقل ۴ نوع زن نمود برای زاده‌های ماده می‌توان انتظار داشت.
- (۳) در بین زاده‌های نر، تنوع زن نمود ناخالص بیشتر از خالص خواهد بود.
- (۴) حداقل ۸ نوع زن نمود برای زاده‌های نر می‌توان انتظار داشت.

۱۱۸. فرض کنید در زنبورهای عسل، اندازه بال و رنگ چشم صفاتی تک‌جایگاهی هستند و دگرها ایجاد‌کننده بال بلند بر دگرها ایجاد‌کننده بال کوتاه بارز است، اما ابطة بین دگرهای ایجاد‌کننده رنگ چشم سفید و قرمز تیره از نوع بارزیت ناقص باشد، در مورد زنبورهای عسل طبیعی، کدام مورد نادرست است؟ (ترکیب با یازدهم)

- (۱) هر زنبور دارای بال بلند و چشم قرمز روشن قادر به تولید یاخته‌های جنسی است.
- (۲) هر زنبور بال بلند و دارای چشم سفید، در پی تقسیم رشمان، گامت تولید می‌کند.
- (۳) هر زنبور بال کوتاه و دارای چشم قرمز روشن قطعاً در پی کاستمان ایجاد شده است.
- (۴) هر زنبور بال بلند و دارای چشم قرمز تیره، توانایی تکثیر اطلاعات و راثتی خود را دارد.

۱۱۹. با فرض این که در زنبورهای عسل، رنگ چشم و طول بال صفاتی مستقل از جنس و تک‌جایگاهی هستند و رنگ چشم توسط دو گرده A (عامل رنگ سیاه) و

۵ (عامل رنگ قهوهای) کنترل می‌شود و بین دگرهای مربوط به طول بال رابطه بارزیت ناقص وجود دارد، از آمیزش زنبور با زنبور

- (۱) چشم سیاه - ناخالص، همه زاده‌های حاصل، چشم سیاه خواهند بود.
- (۲) ناخالص - چشم قهوهای، بعضی از زاده‌های حاصل، نر چشم سیاه خواهند بود.
- (۳) بال کوتاه - بال متوسط، همه زاده‌های ناخالص، توانایی تشکیل چهارتایه را خواهند داشت.
- (۴) بال متوسط - بال بلند، فقط زنبورهای کارگر ایجاد می‌شوند که تعدادی از آنها ناخالص خواهند بود.

۱۲۰. کدام گزینه، برای تکمیل جمله زیر نامناسب است؟ (ترکیب با یازدهم)

- (۱) به طور طبیعی، در بکرزایی معکن فردی متولد شود که از نظر است.
- (۲) مار ماده - نیست - عدد فامتنی با والد خود متفاوت
- (۳) زنبور عسل ملکه - است - رخ نمود صفات با والد خود مشابه

۱۲۱. با فرض این که در گرم کبد، رنگ بدن توسط صفتی تک‌جایگاهی با دو گرده (سیاه و سفید) کنترل می‌شود که بین آنها رابطه بارز و نهفته‌گی وجود دارد و دگرها ایجاد‌کننده رنگ روشن بر دگرها ایجاد‌کننده رنگ تیره بارز است. شکل بدن نیز صفتی تک‌جایگاهی که توسط دو گرده با رابطه بارزیت ناقص کنترل می‌شود در ارتباط با این صفات، در تولید مثل جنسی گرم کبد زاده‌ای با رخ نمود متولد نخواهد شد.

- (۱) روشن با بدن کشیده - تیره با بدن کشیده
- (۲) روشن با بدن بیضی شکل - تیره با بدن گرد
- (۳) تیره با بدن کشیده - روشن با بدن بیضی شکل

۱۲۲. چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می کند؟ (با توجه به انواع روش‌های تولید مثلی در جانوران، از معکن است زاده‌ای با زن نمود ایجاد شود)

- (الف) تولید مثل جنسی کرم کبد با زن نمود aaBb - AaBb

- (ب) تقسیم تخمک‌های مار دارای زن نمود AABb - AaBb
- (ج) تولید مثل جنسی زنبور عسل ملکه با زن نمود AaBb - aabb

۱)

۲)

۳)

۴)

با فرض این‌که رنگ بدن در کرم کبد همانند کرم خاکی صفتی تک‌جایگاهی است و توسط دو دگره با رابطه بارز و نهفته‌گی کنترل می‌شود (دگره ایجاد‌گذته) رنگ تیره در کرم خاکی بارز و در کرم کبد نهفته است، به طور معمول زاده‌های معکن نیست باشند. (ترکیبی با یازدهم)

(۱) کرم کبد دارای رنگ روشن - زن نمود خالص یا ناخالص داشته

(۲) کرم خاکی دارای رخ نمود بارز - فاقد دگره ایجاد‌گذته رنگ تیره

(۳) کرم کبد دارای رنگ تیره برخلاف کرم خاکی دارای رنگ روشن - ناخالص

(۴) کرم خاکی دارای زن نمود خالص نهفته - دارای دگره ایجاد‌گذته رنگ روشن

(ترکیبی با یازدهم) اگر زن نمود یکی از یاخته‌های باشد

(۱) عصبی ملکه زنیبور عسل  $AABB$  - همه زاده‌های حاصل از بکرزایی زن نمود خالص خواهند داشت.

(۲) پوششی کرم کبد  $AaBb$  - همه زاده‌های در حال رشد و نمو در رحم، زن نمود والد خود را خواهند داشت.

(۳) درون دانه پر تقال  $AAaBbb$  - زن نمود همه یاخته‌های تخم اصلی تشکیل شده درون مادگی  $AaBb$  خواهد بود.

(۴) سامانه تنفسی کرم خاکی  $AABB$  - بعضی از گامت‌های موجود در دستگاه تولیدی آن می‌توانند فاقد دگره بارز باشند.

### سوالات کنکور سراسری

۱۲۵. اگر ریشه غدهٔ تریچه، به شکل‌های کشیده، گرد و بیضی وجود داشته باشد، وراثت شکل آن تحت تأثیر کدام حالت است؟ (سراسری ۷۵)

(۱) سه زن دگره که دو تای آن‌ها رابطه بارز و نهفته ندارند و سومی نسبت به هر دوی آن‌ها بارز است.

(۲) سه زن دگره که هیچ کدام بر دیگری بارزیت ندارد.

(۳) یک چفت دگره که یکی بر دیگری بارز است.

(۴) یک چفت دگره که نسبت به هم بارزیت ندارند.

۱۲۶. هر یاخته زاینده زنی با گروه خونی  $A^+$  و مبتلا به فتیل کتونوری، چند نوع گامت تولید می‌کند؟ (سراسری ۸۵- با تغییر)

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۲۷. به طور معمول، در نحوهٔ وراثت کدام صفت، معکن است والدین، هر دو بیمار باشند، ولی دخترانی سالم داشته باشند؟ (خارج از کشور ۸۵)

(۱) مستقل از جنس بارز (۲) مستقل از جنس نهفته (۳) وابسته به  $X$  بارز (۴) وابسته به  $X$  نهفته

۱۲۸. اگر صفتی مستقل از جنس در انسان سه الای باشد، زمانی تعداد فتوتیپ و ژنوتیپ‌ها برای بند که

(۱) دو دگره هم‌توان و دیگری نسبت به آن‌ها نهفته باشد.

(۲) یک دگره بر دو تای دیگر بارز باشد.

(۳) هر سه دگره هم‌توان باشند.

(۴) دو دگره بر دیگر بارز باشند.

۱۲۹. کدام یک، شکل فام‌تن‌های یاخته مولد گامت را در گیاهی نشان می‌دهد که زن نمود گامت نر آن  $aBmN$  می‌باشد؟ (خارج از کشور ۹۰)



۱۳۰. به طور معمول فردی که ناقل هموفیلی است و گروه خونی  $A^+$  دارد، در هر بار میوز می‌سازد. (خارج از کشور ۹۱)

(۱) یک نوع گامت (۲) حداقل دو نوع گامت (۳) هشت نوع گامت (۴) حداقل چهار گامت

۱۳۱. از آمیزش دو فرد با زن نمود  $Aa$  در نسل اول:

(۱)  $\frac{1}{4}$  از زاده‌های با رخ نمود بارز، خالص هستند.

(۲)  $\frac{2}{4}$  از زاده‌هایی که رخ نمود بارز دارند، ناخالص می‌باشند.

۱۳۲. یک بیماری وابسته به جنس نهفته هیچ‌گاه از منتقل نمی‌شود.

(۱) مادر سالم و پدر بیمار به فرزند دختر

(۲) پدر سالم و مادر بیمار به فرزند دختر

۱۳۳. به طور معمول در یک یاخته تخم گبوتر،

(۱) زن‌های نهفته کم‌تر از زن‌های بارز ماضعف می‌شوند.

(۲) هر دگره نهفته به تهایی در بروز صفت نهفته ناتوان است.

۱۳۴. با توجه به این که صفت رنگ در نوعی ذرت، صفتی با سه جایگاه زنی است و هر جایگاه دو دگره دارد و دگره‌های بارز، رنگ قرمز و دگره‌های نهفته، رنگ سفید را بوجود می‌آورند و رخ نمودهای دو آستانه طیف که قرمز و سفید هستند به ترتیب زن نمودهای  $AABBCC$  و  $aaBBCc$  را دارند، بنابراین ذرت‌هایی که از آمیزش دو ذرت با زن نمودهای  $aaBBCc$  و  $AAbbCC$  به وجود می‌آیند، از نظر رنگ به کدام ذرت شباهت بیشتری دارند؟ (سراسری ۹۶)

(۱)  $aaBbCC$  (۲)  $AaBBCc$  (۳)  $AABBcc$  (۴)  $AAABbCC$



تولد چنین فرزندی وجود دارد همچنین در این خانواده ممکن است پسری هموفیل متولد شود و افراد مبتلا به این بیماری، توانایی تبدیل فیبرینوز به فیبرین را ندارند.

**بررسی سایر گزینه‌ها ۵۴:** در این خانواده دختر هموفیل نمی‌تواند متولد شود گزینه (۴): در این خانواده ممکن است پسری سالم از نظر

هر دو بیماری متولد شود و دارای گروه خونی AB نیز باشد.

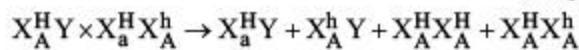
**دقت کنید:** زن‌های A و B مربوط به گروه خونی ABO، تولیدکننده کربوهیدرات‌های A و B نیستند؛ بلکه زن‌های سازنده آنزیمهای هستند که این کربوهیدرات‌ها را به غشای گویچه‌های قرمز اضافه می‌کنند.

**۵۵ گزینه**

گروه خونی والدین AB است؛ پس می‌توان نوشت:  $AB \times AB \rightarrow AA + AB + BB$

با توجه به تولد فرزند فاقد پروتئین D، والدین ناخالص اند می‌توان نوشت:  $Dd \times Dd \rightarrow DD + Dd + dd$

پدر سالم دارای زن‌نمود (X<sub>A</sub><sup>H</sup>Y) و با توجه به این که یکی از فرزندان به هموفیلی و دیگری به کورزنگی مبتلاست، زن‌نمود مادر (X<sub>a</sub><sup>H</sup>X<sub>A</sub><sup>h</sup>) است و می‌توان نوشت:

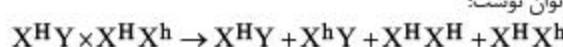


در این خانواده، احتمال تولد پسری با گروه خونی AB<sup>+</sup> وجود دارد اما هیچ‌یک از پسران این خانواده به طور هم‌مان به دو بیماری هموفیلی و کورزنگی مبتلا نخواهد بود. **بررسی سایر گزینه‌ها ۵۶:** بعضی از دختران این خانواده می‌توانند دارای گروه خونی AB<sup>+</sup> و سالم از نظر هر دو بیماری باشند. **گزینه (۲):** هیچ‌یک از دختران این خانواده نمی‌توانند از نظر بیماری‌های والدین خالص باشند. **گزینه (۳):** هیچ‌یک از پسران این خانواده، نمی‌توانند همانند پدر خود، فاقد دگر بیماری وابسته به X باشند.

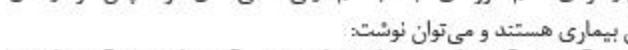
**۵۶ گزینه**

زن و مردی که گروه خونی بکسان دارند و گروه خونی یکی از فرزندانشان A و فرزند دیگرشان B است، هر دو گروه خونی AB دارند. پس می‌توان نوشت:  $AB \times AB \rightarrow AA + AB + BB$

زن و مردی سالم، پسری مبتلا به هموفیلی دارند؛ پس زن ناقل این بیماری است و می‌توان نوشت:



زن و مردی سالم، فرزندی مبتلا به کم‌خونی داسی شکل دارند. پس هر دو ناقل این بیماری هستند و می‌توان نوشت:



پس در این خانواده، امکان تولد پسری با انعقاد خون طبیعی (X<sub>A</sub><sup>H</sup>Y)، دارای دو دگرگاه متفاوت گروه خونی بر روی فامتن‌های شماره ۹ (AB) دور از انتظار نیست. **بررسی سایر گزینه‌ها ۵۷:** در این خانواده ممکن است دختری با گروه خونی AB متولد شود، اما تولد فرزندی با گلوتامیک‌اسید بیشتر در مولکول هموگلوبین دور از انتظار است.

**۵۷ گزینه**

**دقت کنید:** ششمين آمینواسید در زنجیره بتای هموگلوبین طبیعی، گلوتامیک‌اسید است که در هموگلوبین افراد مبتلا به کم‌خونی داسی شکل، به جای آن آمینواسید والین قرار گرفته است.

**گزینه (۲):** در این خانواده، فرزندی با گروه خونی O متولد نمی‌شود. **گزینه (۳):** در این خانواده، دختر مبتلا به هموفیلی متولد نمی‌شود.

**۵۸ گزینه**

با توجه به این که یکی از فرزندان به هموفیلی و دیگری به کورزنگی مبتلاست، زن‌نمود مادر (X<sub>a</sub><sup>H</sup>X<sub>A</sub><sup>h</sup>) است و می‌توان نوشت:

**گزینه (۳):** در این خانواده، احتمال تولد پسری با انعقاد خون طبیعی (X<sub>A</sub><sup>H</sup>Y) وجود دارد که قطعاً دو نوع دگرگاه مربوط به گروه‌های خونی بر روی فامتن‌های شماره ۹ خود دارد (A و O یا B و O).

**۵۹ گزینه**

با توجه به اطلاعات سوال، زن‌نمود زن و مرد در ارتباط با گروه‌های خونی ABO و Rh به صورت ABDd است. ضمناً پدر مبتلا به هموفیلی و مادر ناقل این بیماری است؛ پس در این خانواده، احتمال تولد دختری Rh<sup>+</sup> وجود دارد اما نمی‌تواند فاقد هر دو نوع کربوهیدرات گروه خونی (یعنی دارای گروه خونی O) باشد.

**بررسی سایر گزینه‌ها ۵۹:** در این خانواده، پسری با انعقاد خون طبیعی، دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی (A یا B) و Rh منفی (فاقد پروتئین D) می‌تواند متولد شود. **گزینه (۲):** در این خانواده احتمال تولد پسر هموفیل، دارای یک نوع کربوهیدرات گروه خونی (A یا B) و Rh منفی (فاقد پروتئین D) وجود دارد. **گزینه (۴):** در این خانواده ممکن است دختری هموفیل با گروه خونی AB و Rh مثبت متولد شود.

**۶۰ گزینه**

در این سوال، دو بیماری وابسته به جنس و یک بیماری مستقل از جنس مطرح شده است. اگر هموفیلی را با h و کورزنگی را با a نشان دهیم، مرد سالم از نظر هر دو بیماری وابسته به جنس دارای زن‌نمود X<sub>A</sub><sup>H</sup>Y خواهد بود. ضمناً این مرد با توجه به داشتن فرزند مبتلا به فنیل‌کتونوری و فاقد عوامل تعیین‌کننده گروه خونی، از نظر فنیل‌کتونوری، گروه خونی ABO و Rh ناخالص است. پس

می‌توان زن‌نمود کلی این مرد را به صورت مقابل نوشت: X<sub>A</sub><sup>H</sup>YpPpAODd با توجه به این که زن سالم یک فرزند مبتلا به هموفیلی و فرزند دیگر مبتلا به کورزنگی دارد، از نظر این دو بیماری به صورت X<sub>d</sub><sup>H</sup>X<sub>D</sub><sup>h</sup> نوشته می‌شود. ضمناً این زن با توجه به داشتن فرزند مبتلا به فنیل‌کتونوری و فاقد عوامل تعیین‌کننده گروه خونی، از نظر فنیل‌کتونوری، گروه خونی ABO و Rh ناخالص است. پس

می‌توان زن‌نمود کلی این زن را به صورت مقابل نوشت: X<sub>d</sub><sup>H</sup>X<sub>D</sub><sup>h</sup>PpBO Dd در این خانواده، ممکن است پسری Rh<sup>+</sup> متولد شود که در گویچه‌های قرمز خود، دارای پروتئین D است.

**نکته:** گویچه‌های قرمز بالغ هسته ندارند؛ بنابراین حتی در افراد

مبتلا به بیماری‌های وراثتی، گویچه‌های قرمز بالغ فاقد دگرهای ایجادکننده بیماری هستند!

**بررسی سایر گزینه‌ها ۶۱:** در این خانواده، احتمال تولد پسری با گروه خونی AB وجود دارد اما در ارتباط با بیماری‌های وابسته به جنس، پسران رانمی‌توان خالص یا ناخالص در نظر گرفت. **گزینه (۱):** در این خانواده، دختری مبتلا به بیماری‌های هموفیلی و کورزنگی متولد نمی‌شود. **گزینه (۲):** با توجه به این که دختری از این خود را از پدر دریافت می‌کند و پدر از نظر هموفیلی و کورزنگی سالم است، ممکن نیست در این خانواده، دختری با زن‌نمود مشابه مادر متولد شود.

**۶۱ گزینه**

زن و مردی سالم، پسری هموفیل دارند، پس می‌توان نوشت:  $X^H Y \times X^H X^h \rightarrow X^H Y + X^h Y + X^H X^H + X^H X^h$

با توجه به تولد فرزندی مبتلا به کم‌خونی داسی شکل از والدین سالم، هر دوی والدین ناخالص اند (Pp). با توجه به تولد فرزندی با گروه خونی O<sup>-</sup>، زن‌نمود مادر AODd و زن‌نمود BODd است.

مالاریا بر اثر نوعی انگل تک‌باخته‌ای ایجاد می‌شود و افرادی که از نظر گم‌خونی داسی شکل ناخالص اند، در برابر این بیماری مقاوم هستند با توجه به ناخالص بودن والدین، احتمال

فیل کتونوری، زن و مردی که هیچ کدامشان به فیل کتونوری مبتلا نیستند، فرزندی مبتلا به این بیماری دارند: بنابراین هر دوی آن‌ها ناقل این بیماری هستند و می‌توان نوشت:

$$Aa \times Aa \rightarrow AA + 2Aa + aa$$

گروه خونی **ABO**، گروه خونی هر دوی والدین **AB** است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$AB \times AB \rightarrow AA + 2AB + BB$$

گروه خونی **Rh**، مردی **Rh** منفی با **Zn** **Rh** متبت ازدواج کرده و فرزند آن‌ها **Rh** منفی شده است. بنابراین زن از نظر **Rh** ناخالص است می‌توان نوشت:

$$dd \times Dd \rightarrow Dd + dd$$

خوب حالا می‌توانیم برویم سراغ گزینه‌ها! در این خانواده، دختری با گروه خونی **-AB-** و سالم می‌تواند متولد شود اما این دختر سالم، نمی‌تواند از نظر هموفیلی خالص باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): در این خانواده، احتمال ایجاد گروه خونی **B<sup>+</sup>** وجود دارد و پسر نیز می‌تواند مبتلا به هموفیلی (**X<sup>h</sup>Y**) و گفیل کتونوری (**aa**) باشد. گزینه (۲): در این خانواده، احتمال ایجاد گروه خونی **A<sup>-</sup>** وجود دارد و دختر نیز می‌تواند مبتلا به هموفیلی (**X<sup>h</sup>X<sup>h</sup>**) و گفیل کتونوری (**aa**) باشد. گزینه (۳): در این خانواده، احتمال ایجاد گروه خونی **B<sup>+</sup>** وجود دارد و پسر نیز می‌تواند از نظر هموفیلی (**X<sup>h</sup>Y**) و گفیل کتونوری (**AA** و **Aa**) سالم باشد.

#### ۶۵ گزینه ۱

اگر زن و مردی سالم، فرزندی مبتلا به بیماری وابسته به **X** داشته باشند، بیماری از نوع نهفته است. اگر دگر بیماری را با **a** و دگر سلامت را با **A** نشان دهیم، می‌توان نوشت:

$$X^A Y \times X^A X^a \Rightarrow X^A Y + X^a Y + X^A X^A + X^A X^a$$

پس در این خانواده، دختر بیمار (**X<sup>h</sup>X<sup>h</sup>**) متولد نخواهد شد.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۲): اگر زن و مردی مبتلا به یک بیماری وابسته به **X** فرزندی سالم داشته باشند، بیماری از نوع بارز است. اگر دگر بیماری را با **B** و دگر سلامت را با **b** نشان دهیم، می‌توان نوشت:

$$X^B Y \times X^B X^b \Rightarrow X^B Y + X^b Y + X^B X^B + X^B X^b$$

در این خانواده، دخترانی با **Zn** نمود **X<sup>h</sup>X<sup>h</sup>** و **X<sup>h</sup>X<sup>h</sup>** هر دو بیمار خواهند بود. گزینه (۳): زن و مرد سالمی که فرزند مبتلا به بیماری مستقل از جنس دارند، هر دو ناقل هستند و می‌توان نوشت:

$$Aa \times Aa \rightarrow AA + 2Aa + aa$$

فرزند ناخالص این خانواده، رخنوم سالم دارد و نمی‌تواند بیمار باشد.

گزینه (۴): اگر بیماری از نوع بارز باشد، زن و مرد مبتلا به بیماری مستقل از جنس، می‌توانند فرزند سالم داشته باشند. فرض کنید دگر **B** مربوط به بیماری و دگر **b** مربوط به سلامت باشد. در این صورت می‌توان نوشت:

$$Bb \times Bb \rightarrow BB + 2Bb + bb$$

در بین فرزندان این خانواده، افراد **bb** سالم و خالص‌اند.

#### ۶۶ گزینه ۲

زن سالمی که پدرش مبتلا به گفیل کتونوری و هموفیلی بود، ناقل هر دو بیماری است. گفیل کتونوری، مرد مبتلا و زن ناقل این بیماری است و آمیزش را می‌توان به صورت مقابله نوشت:

$$aa \times Aa \rightarrow aa + Aa$$

هموفیلی، مرد مبتلا و زن ناقل این بیماری است و آمیزش را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$X^h Y \times X^h X^h \rightarrow X^h Y + X^h Y + X^h X^h + X^h X^h$$

در ارتباط با بیماری گفیل کتونوری، فرزندان سالم این خانواده، **Zn** نمود دارند که مشابه **Zn** نمود مادر است. در ارتباط با بیماری هموفیلی نیز دختران سالم این خانواده **Zn** نمودی شبیه مادر (**X<sup>h</sup>X<sup>h</sup>**) دارند. بنابراین می‌توان گفت که همه دختران سالم این خانواده، **Zn** نمودی مشابه مادرشان خواهند داشت. **بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): فرزندان سالم این خانواده می‌توانند دختر را با پسر باشند. گزینه (۲): احتمالاً نیمی از پسران این خانواده، **Zn** نمودی شبیه پدر خود خواهند داشت اما نمی‌توان گفت که نیمی از

گروه خونی پدر **AB** و گروه خونی فرزندان با والدین متفاوت است. بنابراین گروه خونی مادر **O** است. پس می‌توان نوشت:  $X_A^h Y \times X_a^h X_A^h \rightarrow X_a^h Y + X_A^h Y + X_A^h X_a^h + X_A^h X_A^h$  در این خانواده، ممکن است پسری با گروه خونی **A** متولد شود، اما نمی‌تواند دارای دگر هر دو بیماری باشد. **X**

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): در این خانواده، دختر مبتلا به کورنریکی متولد نمی‌شود. گزینه (۲): مادر از نظر هموفیلی سالم است و می‌تواند عامل اعقادی شماره ۸ را تولید کند. گزینه (۴): در این خانواده، فرزندی با گروه خونی **O** متولد نخواهد شد.

#### ۶۷ گزینه ۴

مرد طاس ممکن است دارای **Zn** نمود **BB** یا **b** باشد. زن غیر طاس نیز دارای **Zn** نمود **bb** یا **Bb** است: بنابراین در بین فرزندان آن‌ها **Zn** نمودهای **Bb** و **bb** ممکن است دیده شوند.

پدر سالم و مادر ناقل بیماری هموفیلی است: پس می‌توان نوشت:  $X_Y^H \times X^H X^h \rightarrow X^H Y + X^h Y + X^H X^H + X^H X^h$  در این خانواده، ممکن است دختری طاس (BB) متولد شود، اما این دختر نمی‌تواند هموفیل باشد: چون پدرش فاقد دگر این بیماری است.

**بررسی سایر گزینه‌ها** گزینه (۱): در این خانواده، ممکن است دختری فاقد زن‌های طاسی (**bb**) و هموفیلی (**X<sup>h</sup>X<sup>h</sup>**) متولد شود. گزینه (۲): در این خانواده ممکن است پسری با اعقد خون طبیعی (**X<sup>h</sup>Y**) و طاس (**BB**) یا **Bb** با گروه **-B** خونی متولد شود. گزینه (۳): در این خانواده، ممکن است دختری با اعقد خون طبیعی (**X<sup>h</sup>Y**) و پروتئین **D** (دارای **Zn** نمود) و پروتئین **D** (دارای **Zn** نمود) متولد شود.

#### ۶۸ گزینه ۴

هائینگتون، این بیماری مستقل از جنس بارز است. اگر دگر بیماری را با **H** و دگر سلامت را با **h** نشان دهیم، افراد **HH** و **Hh** بیمار و افراد **hh** سالم خواهند بود مردی مبتلا به هائینگتون که مادری سالم داشته، دارای **Zn** نمود **Hh** است. اگر این مرد با زنی سالم (**hh**) ازدواج کند، می‌توان نوشت:  $Hh \times hh \rightarrow Hh + hh$

کم خونی داسی، این بیماری مستقل از جنس نهفته است. اگر دگر بیماری را با **a** و دگر سلامت را با **A** نشان دهیم، زن و مرد سالمی که فرزند مبتلا دارد، هر دو دارای **Zn** نمود **Aa** خواهند بود می‌توان نوشت:  $Aa \times Aa \rightarrow AA + 2Aa + aa$

در ارتباط با بیماری کم خونی داسی شکل، فرزندان خالص نهفته (**hh**) رخنوم سالم دارند: چون بیماری باز راست و این فرزند می‌تواند دختر یا پسر باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها**

گزینه (۱): در بین فرزندان، ممکن است فرزندی با **Zn** نمود مادر (**Ahhh**) متولد شود که همانند مادر از نظر هر دو بیماری رخنوم سالم دارد. گزینه (۲): در ارتباط با بیماری بارز، فرد ناقل وجود ندارد. بنابراین ممکن نیست پسری ناقل هائینگتون متولد شود. گزینه (۳): فردی که از نظر بیماری بارز (مانند هائینگتون) ناخالص است، رخنوم بیمار دارد.

#### ۶۹ گزینه ۴

**استراتژی حل:** ابتدا باید تک تک صفات را به دقت بررسی کنیم و سپس آمیزش مربوط به آن را نوشه و **Zn** نمودهای فرزندان را به دست بیاوریم. در نهایت، با توجه به **Zn** نمودهایی که دست آمده برای فرزندان، می‌توانیم درستی یا نادرستی گزینه‌ها را تشخیص دهیم.

هموفیلی، زن سالمی که پدرش هموفیل بوده، ناقل این بیماری است. اگر مرد هموفیل با **Zn** که ناقل این بیماری است ازدواج کند، می‌توان نوشت:  $X^h Y \times X^h X^h \rightarrow X^h Y + X^h Y + X^h X^h + X^h X^h$



احتمالاً نیمی از فرزندان زن نمود پدر را خواهند داشت اما رخنومودی مشابه پدر در سه چهارم فرزندان دیده می‌شود. **گزینه (۴):** فتیل کتونوری و گروه خونی ABO هر دو از صفات گستته (غیرپیوسته) هستند؛ بنابراین همه فرزندان صفات غیرپیوسته را بروز می‌دهند.

#### ۷. (گزینه ۷)

اگر کورنگی را با  $a$  و هموفیلی را با  $h$  نشان دهیم، مردی که به کورنگی مبتلاست اما ناقل کورنگی نیست، به صورت  $(X_H^d Y)$  نوشته می‌شود و زن ناقل هموفیلی است اما ناقل کورنگی نیست و به صورت  $(X_H^D X_h^D)$  نوشته می‌شود. زن و مرد هر دو ناقل زالی هستند و زن نمود  $Aa$  دارند. زن نمود گروه خونی زن مشخص است (AB). مرد نیز به دلیل داشتن فرزندی با گروه خونی A ناخالص است و به صورت BO نوشته می‌شود. بنابراین آمیزش والدین را می‌توان به صورت مقابل نوشت:

$$X_H^d Y AaBO \times X_H^D X_h^D AaAB$$

از این آمیزش، دختری با گروه خونی B و ناقل هر سه بیماری می‌تواند متولد شود ( $X_H^d X_h^D AaBO$  یا  $X_H^d X_h^D AaBB$ ).

#### بررسی سایر گزینه‌ها گزینه‌های (۱) و (۳):

در این گزینه، پسری مبتلا به کورنگی وجود ندارد؛ چون مادر فاقد دگره کورنگی است. **گزینه (۲):** در این خانواده احتمال تولد دختر هموفیل یا کورنگ وجود ندارد؛ چون پدر فاقد دگره هموفیلی و مادر فاقد دگره کورنگی است.

#### ۸. (گزینه ۸)

در این خانواده، پدر و مادر از نظر زالی ناخالص‌اند؛ پس فرزندان آن‌ها می‌توانند مبتلا به این بیماری یا سالم باشند:

$$Aa \times Aa \rightarrow AA + 2Aa + aa$$

گروه خونی فرزندان این زوج نیز می‌تواند A یا B باشد.

$$AB \times OO \rightarrow AO + BO$$

اما دختر هموفیل دارای زن نمود ( $X^h X^h$ ) است و نمی‌تواند پدری سالم ( $X^H Y$ ) داشته باشد.

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۲):** برای این که رخنmod یک پسر شبیه پدرش باشد، باید از نظر همه صفات مورد نظر مانند او باشد. گروه خونی پدر AB است و هیچ یک از فرزندان نمی‌تواند گروه خونی مشابه پدر خود داشته باشد. **گزینه (۳):** دختر این خانواده نیز می‌تواند همانند مادر خود از نظر زالی و هموفیلی سالم باشد، اما نمی‌تواند گروه خونی مشابه پدرش داشته باشد. **گزینه (۴):** در این خانواده هم احتمال تولد فرزندی با گروه خونی A وجود دارد، هم فرزندی که فاقد دگره زالی است (AA) و هم فاقد دگره هموفیلی ( $X^H X^H$  و  $X^H Y$ ).

#### ۹. (گزینه ۹)

در بیماری وابسته به X بارز، زن بیماری که مادرش سالم است، قطعاً ناخالص است. اگر دگره بیماری را با B و دگره سلامت را با b نشان دهیم، زن نمود این زن ( $X^B X^b$ ) خواهد بود. اگر این زن با مردی سالم ( $X^b Y$ ) ازدواج کند، احتمالاً نیمی از فرزندان آن‌ها بیمار خواهند بود.

$$X^B X^b \times X^b Y \rightarrow X^B X^b + X^b X^b + X^b Y + X^b Y$$

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** در بیماری مستقل از جنس بارز، زن بیماری که یکی از والدین سالم است، ناخالص خواهد بود. اگر دگره بیماری را با B و دگره سلامت را با b نشان دهیم، زن نمود این زن به صورت Bb خواهد بود و اگر با مردی سالم (bb) ازدواج کند، احتمالاً نیمی از فرزندانش بیمار خواهند بود:

**گزینه (۲):** در بیماری مستقل از جنس نهفته، مرد سالمی که پدر بیماری دارد، ناخالص است. اگر دگره بیماری را با a و دگره سلامت را با A نشان دهیم، زن نمود این مرد Aa خواهد بود برای فرد سالمی که قرار است با او

خانواده، نیمی از فرزندان هستند. **گزینه (۴):** در ارتباط با فتیل کتونوری، احتمال نیمی از فرزندان زن نمود خالص دارند و می‌توان گفت که نیمی از پسران از نظر این بیماری خالص‌اند اما در ارتباط با بیماری وابسته به X، پسران نمی‌توانند خالص باشند؛ چون فرد خالص دو دگره یکسان و فرد ناخالص دو دگره متفاوت دارد؛ در حالی که پسران فقط یک دگره وابسته به X دارند.

#### ۱۰. (گزینه ۱۰)

**هموفیلی:** زن سالمی که دختر مبتلا به هموفیلی دارد، ناقل این بیماری است. با توجه به این که شوهرش به هموفیلی مبتلاست، می‌توان نوشت:

$$X^h Y \times X^H X^h \rightarrow X^H Y + X^h X^h + X^h X^h$$

**فتیل کتونوری:** با توجه به تولد فرزند مبتلا به فتیل کتونوری، هر دوی والدین Aa  $\times$  Aa  $\rightarrow$  AA + 2Aa + aa ناقل این بیماری هستند. پس:

**گروه خونی O:** با توجه به این فرزندی با گروه خونی O متولد شده است، هر دوی والدین زن نمود AO دارند و می‌توان نوشت:

$$AO \times AO \rightarrow AA + 2AO + OO$$

**گروه خونی Rh:** با توجه به تولد فرزندی RH منفی، پدر ناخالص (Dd) است. مادر هم که RH منفی است، بنابراین می‌توان نوشت:

در این خانواده، دختر سالم می‌تواند از نظر فتیل کتونوری، گروه خونی ABO و گروه خونی Rh خالص باشد اما در ارتباط با هموفیلی دارای زن نمود است و نمی‌تواند خالص باشد.

#### ۱۱. (گزینه ۱۱)

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** در این خانواده پسری با زن نمود

می‌تواند متولد شود و ممکن است از نظر هر دو بیماری سالم باشد. **گزینه (۲):** در این خانواده، دختر می‌تواند دارای زن نمود Dd باشد. ضمناً ممکن است ناقل هموفیلی ( $X^H X^h$ ) و فتیل کتونوری (Aa) نیز باشد. **گزینه (۳):** در این خانواده ممکن است پسری سالم از نظر فتیل کتونوری (AA یا AA) و هموفیلی ( $X^H Y$ ) متولد شود. ضمناً این فرد می‌تواند از نظر گروه خونی Rh دارای زن نمود dd باشد.

#### ۱۲. (گزینه ۱۲)

در بیماری‌های مستقل از جنس بارز، هر فرد با داشتن یک یا دو دگره بیماری، به آن مبتلا می‌شود. مثلاً اگر دگره H را عامل بیماری و دگره Hh را عامل سلامت در نظر بگیریم، افراد Hh و HH به بیماری مبتلا هستند. بدینهی است که فردی با زن نمود Hh دگره بیماری را از یک والد فردی با زن نمود HH دگره بیماری را از دو والد دریافت می‌کند. پس دختر یا پسر مبتلا به این بیماری ممکن است یک یا دو والد مبتلا داشته باشد. **بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** پسر با دریافت یک دگره، به بیماری وابسته به X مبتلا می‌شود. بنابراین پسر بیمار می‌تواند از مادر مبتلا یا ناقل این بیماری متولد شود. **گزینه (۲):** اگر دگره B را عامل بیماری بارز فرض کنیم، زن مبتلا به بیماری وابسته به X بازز می‌تواند زن نمود  $X^B X^B$  یا  $X^B X^b$  یا  $X^b X^B$  داشته باشد. اگر زن نمود زن بیمار  $X^B X^b$  باشد، می‌تواند پسر سالم ( $X^b Y$ ) یا بیمار ( $X^B Y$ ) داشته باشد. **گزینه (۳):** دختر مبتلا به بیماری مستقل از جنس نهفته ممکن است والدینش هر دو ناقل، هر دو بیمار یا این که یکی از والدین او ناقل و دیگری مبتلا به بیماری باشد.

#### ۱۳. (گزینه ۱۳)

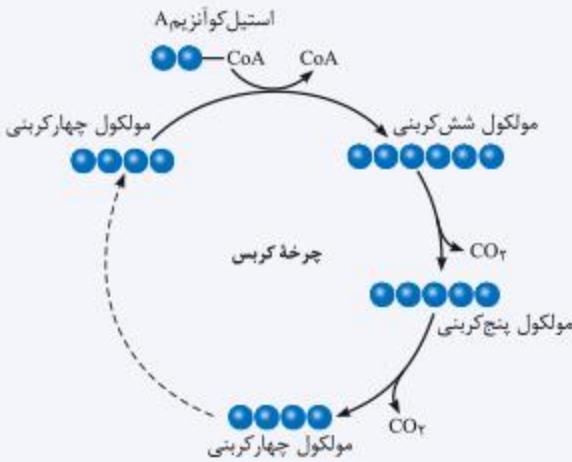
با توجه به تولد فرزندی با گروه خونی O، هر دوی والدین ناخالص‌اند (AO و BO). بنابراین در بین فرزندان خانواده، هر چهار نوع گروه خونی هم فرزندی (AO) می‌تواند دیده شود:

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** پسر و مادر سالم، فرزندی مبتلا به فتیل کتونوری دارند؛ بنابراین هر دوی والدین ناقل اند و در بین فرزندان آن‌ها احتمال Tولد فرزند ناقل نیز وجود دارد.

**گزینه (۲):** در ارتباط با گروه خونی، ممکن نیست نیمی از فرزندان این زوج، زن نمود و یا رخنmod مشابه پدر داشته باشند. در ارتباط با فتیل کتونوری نیز



- مولکول گلوکز در تنفس هوایی، باید تا حد تشكیل مولکول های  $\text{CO}_2$  تجزیه شود. تجزیه گلوکز در سه مرحله انجام می شود: ۱) قندکافت
- ۲) اکسایش پیرووات (تبدیل پیرووات به استیل کوآنزیم A) ۳) چرخه کربس.
- انرژی حاصل از تجزیه گلوکز، صرف ساختن ATP و حامل های الکترون (NADH<sub>۲</sub> و FADH<sub>۲</sub>) می شود.



**مراحل چرخه کربس:**  
مرحله اول، استیل کوآنزیم A با مولکول چهارکربنی ترکیب می شود. ضمن این واکنش، کوآنزیم A آزاد و مولکولی ششکربنی تولید می شود.  
مرحله دوم، مولکول ششکربنی با از دست دادن یک مولکول  $\text{CO}_2$ ، به مولکول پنجکربنی تبدیل می شود. در این مرحله، یک مولکول NADH و یون هیدروژن ( $\text{H}^+$ ) نیز تولید می شود.

مرحله سوم، مولکول پنجکربنی با از دست دادن یک مولکول  $\text{CO}_2$ ، به مولکول چهارکربنی تبدیل می شود. در این مرحله نیز، یک مولکول NADH و یون هیدروژن ( $\text{H}^+$ ) تولید می شود.

مراحل بعدی، طی مراحل بعدی، مولکول چهارکربنی با تغییراتی به مولکول چهارکربنی شروع کننده چرخه تبدیل می شود.

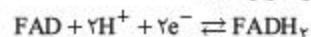
در واکنش های چرخه کربس، ATP، NADH<sub>2</sub> و FADH<sub>2</sub> در مراحل متفاوتی از چرخه تشكیل می شوند.

**دقت کنید:** در شروع چرخه کربس، ماده ای که با مولکول چهارکربنی واکنش می دهد اسیل کوآنزیم A است (نه استیل!). در واقع وجود کوآنزیم A برای عملکرد آنزیمی که این واکنش را انجام می دهد ضروری است و پس از انجام واکنش، کوآنزیم A آزاد و ترکیب ششکربنی تولید می شود.

۱) چرخه کربس با ورود اسیل کوآنزیم A آغاز می شود اما مولکول آغارگر چرخه کربس، ترکیب چهارکربنی است.

۲) **ویژه** اولین محصول چرخه کربس، مولکول ششکربنی است اما اولین ماده ای که از چرخه کربس خارج می شود، کوآنزیم A است.

۳) FAD نوعی پذیرنده الکترون است که در آن باز آلی آدنین وجود دارد. FADH<sub>2</sub> از FAD به اضافه الکترون و پروتون تشکیل می شود. FAD با گرفتن الکترون کاهش و FADH<sub>2</sub> با از دست دادن الکترون اکسایش می یابد. واکنش تبدیل FAD و FADH<sub>2</sub> به یکدیگر به صورت زیر است:



۴) مولکول های NADH در قندکافت، اکسایش پیرووات و چرخه کربس تولید می شوند اما FADH<sub>2</sub> فقط در چرخه کربس تولید می شود. مولکول های NADH و FADH<sub>2</sub> برای تولید ATP مصرف می شوند.

۵) مولکول NADH دو الکترون با خود حمل می کند. برای تبدیل NAD<sup>+</sup> به NADH، دو اتم هیدروژن مصرف می شود. NAD<sup>+</sup> با دریافت دو الکترون و یک یون هیدروژن به NADH تبدیل می شود.

۶) مولکول FADH<sub>2</sub> همانند NADH، دو الکترون با خود حمل می کند دقت کنید که هنگام تولید FADH<sub>2</sub> برخلاف NADH یون هیدروژن تولید نمی شود.

۷) به ازای هر مولکول گلوکز که قندکافت را آغاز می کند، چرخه کربس دوبار انجام می شود. چون از گلوکز، دو مولکول پیرووات ایجاد و هر یک از آن ها به یک استیل کوآنزیم A تبدیل می شود.

۸) **ترکیبی** انجام چرخه کربس می تواند منجر به افزایش فعالیت آنزیم کربنیک ایدراز شود: چون با انجام این چرخه، کربن دی اکسید آزاد می شود و کربن دی اکسید باید از بافت ها دور شود. در خون، آنزیم کربنیک ایدراز گویچه های قرمز، مقداری از کربن دی اکسید را با آب ترکیب می کند.

۹) در تنفس هوایی، هم زمان با آزاد شدن هر مولکول گربن دی اکسید، دو الکترون از ترکیب آبی به پذیرنده الکترون (NAD<sup>+</sup>) منتقل می شود و آن را به حامل الکترون (NADH) تبدیل می کند.

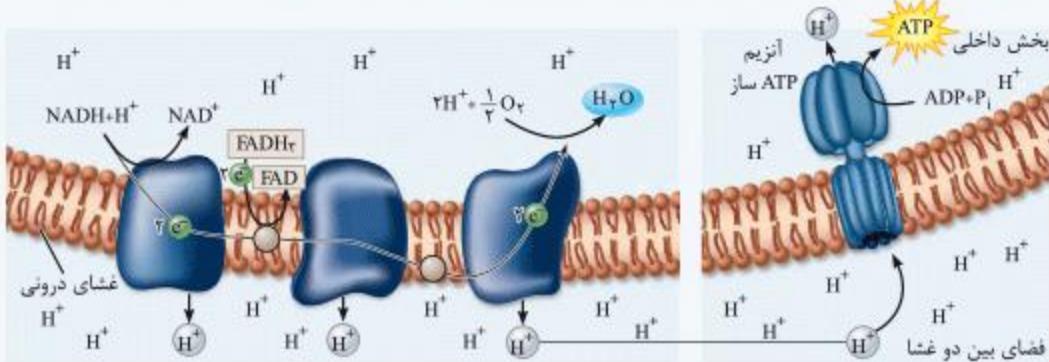
۱۰) بیشتر گربن دی اکسید تولید شده در طی تنفس یاخته های هوایی، مربوط به چرخه کربس است.

#### ▪ زنجیره انتقال الکترون



- این زنجیره از مولکول هایی تشکیل شده است که در غشای درونی راکیزه قرار دارند و می توانند الکترون بگیرند یا از دست بدهند. مولکول های حامل الکترون (NADH<sub>2</sub> و FADH<sub>2</sub>) توسط زنجیره انتقال الکترون اکسایش می یابند و الکترون های پرانرژی آزاد می کنند. برخی اجزای زنجیره از انرژی این الکترون ها برای انتقال فعل یون های هیدروژن از بخش داخلی به فضای بین دو غشای راکیزه استفاده می کنند. این عمل تراکم یون های هیدروژن در فضای بین دو غشا را افزایش می دهد و هنگامی که این یون ها در جهت شبی غلظت خود به بخش داخلی باز می گردند، ATP تولید می شود.

در این زنجیره، الکترون‌ها در نهایت به اکسیژن مولکولی می‌رسند و اکسیژن با گرفتن الکترون به یون اکسید (اکسیژن با دو بار منفی) تبدیل می‌شود. یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌هایی که در بخش داخلی راکیزه قرار دارند، مولکول‌های آب را تشکیل می‌دهند.



۱۱ انتقال فعال یون‌های هیدروژن در غشای درونی راکیزه، با استفاده از انرژی الکترون انجام می‌شود (نه ATP).

۱۲ در غشای درونی راکیزه، زنجیره‌های انتقال الکترون متعدد با عملکرد یکسان وجود دارند. همچنین غشای درونی راکیزه، تعداد زیادی نیز آنزیم ATP ساز دارد.

۱۳ نحوه تولید ATP:

۱ مولکول NADH توسط اولین عضو زنجیره انتقال الکترون، به  $\text{NAD}^+$ ,  $2\text{e}^-$  و  $2\text{H}^+$  تبدیل می‌شود.

۲ ضمن عبور الکترون‌ها از زنجیره انتقال، در سه محل از این زنجیره، انرژی الکترون‌ها برای پمپ کردن (انتقال فعال) یون‌های هیدروژن از بخش داخلی به فضای بین دو غشا (بخش خارجی) استفاده می‌شود.

۳ تراکم یون‌های هیدروژن در فضای بین دو غشا، بیشتر از بخش داخلی است. با انتقال فعال یون‌های هیدروژن، تراکم این یون‌ها بیشتر هم می‌شود. این یون‌ها تمايل دارند در جهت شیب غلظت خود به بخش داخلی بازگردند.

۴ بازگشت یون‌های هیدروژن از فضای بین دو غشا به بخش داخلی، فقط می‌تواند از طریق مجموعه‌ای پروتئینی به نام آنزیم ATP ساز انجام شود. این مجموعه دارای کاتالیز برای عبور یون‌های  $\text{H}^+$  و همچنین یک موتور مولکولی است که با استفاده از انرژی حاصل از عبور یون‌های  $\text{H}^+$ ، گروه فسفات را به ADP می‌افزاید و ATP می‌سازد.

۵ پذیرنده نهایی الکترون در این زنجیره، اکسیژن است. اکسیژن با دریافت دو الکترون، به یون اکسید ( $\text{O}_2^-$ ) تبدیل می‌شود. سپس می‌تواند با دو یون هیدروژن موجود در بخش داخلی ترکیب شود و آب تولید کند:

$$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$$

۶ ویژه اکسایش  $\text{FADH}_2$ ، از دو میان عضو زنجیره انتقال الکترون آغاز می‌شود: بنابراین الکترون‌های خارج شده از آن، سبب خروج یون‌های هیدروژن کمتری می‌شوند. به همین دلیل، از  $\text{FADH}_2$  در مقایسه با  $\text{NADH}$ , آب ATP کمتری تولید می‌شود.

۷ ویژه مجموعه مولکولی ATP ساز، جزء زنجیره انتقال الکترون نیست!

۸ انتقال یون‌های هیدروژن از بخش داخلی به فضای بین دو غشا راکیزه از طریق انتقال فعال و بازگشت آن‌ها به بخش داخلی از طریق انشار تسهیل شده است.

۹ در زنجیره انتقال الکترون راکیزه، الکترون‌های خارج شده از  $\text{NADH}$  در مقایسه با الکترون‌های خارج شده از  $\text{FADH}_2$ ، از ناقل‌های الکترونی بیشتری عبور می‌کنند. به عبارت دیگر در این زنجیره، محل اکسایش  $\text{NADH}$  قبل از محل اکسایش  $\text{FADH}_2$  قرار دارد. این طور هم می‌توان گفت که الکترون خارج شده از  $\text{FADH}_2$ ، از اولین عضو زنجیره انتقال الکترون عبور نمی‌کند.

۱۰ در زنجیره انتقال الکترون راکیزه، اولین پذیرنده الکترون، یکی از مولکول‌های آلی غشایی (عضو زنجیره) اما آخرین پذیرنده الکترون، نوعی ماده معدنی (اکسیژن) است.

۱۱ محل تولید ATP و اکسایش  $\text{FADH}_2$  و  $\text{NADH}$  بخش داخلی راکیزه است اما عوامل تولید کننده ATP و اکسایش دهنده  $\text{NADH}$  و  $\text{FADH}_2$  در غشای درونی راکیزه قرار دارند.

۱۲ در طول زنجیره انتقال الکترون، به تدریج از انرژی الکترون کاسته می‌شود. چون در این زنجیره از انرژی الکترون برای انتقال فعال یون هیدروژن استفاده می‌شود.

۱۳ pH فضای بین دو غشا راکیزه در مقایسه با بخش داخلی راکیزه کمتر (اسیدی‌تر) است: چون تراکم یون‌های هیدروژن در فضای بین دو غشا بیشتر است.

۱۴ تراکم یون‌های هیدروژن در بخش داخلی راکیزه به دلیل کمتر از فضای بین دو غشا می‌شوند. تعدادی از یون‌های هیدروژن بخش داخلی برای تولید آب مصرف می‌شوند.

۱۵ منشأ یون‌های هیدروژن موجود در فضای بین دو غشا راکیزه، از  $\text{NADH}$  و  $\text{FADH}_2$  است.

۱۶ آنزیم ATP ساز برخلاف زنجیره انتقال الکترون غشای درونی راکیزه، در جهت کاهش شیب غلظت یون‌های هیدروژن عمل می‌کند. چون آنزیم ATP ساز یون‌های هیدروژن را در جهت شیب غلظت آن‌ها عبور می‌دهد اما زنجیره انتقال الکترون برخلاف جهت شیب غلظت.

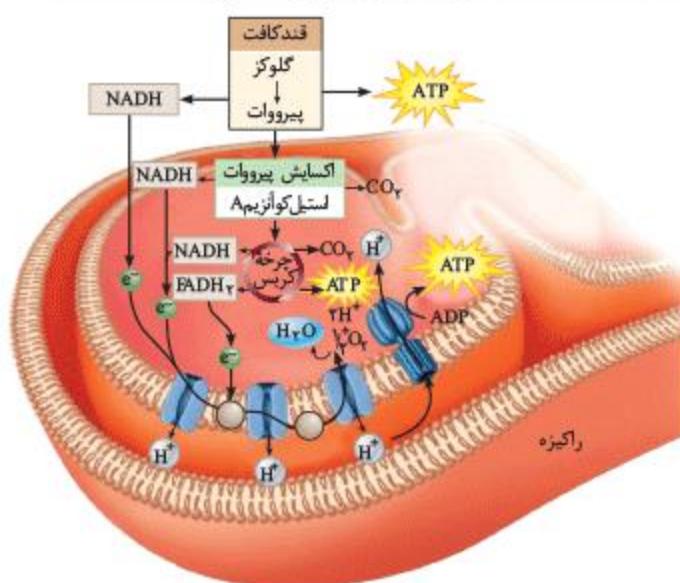
**ویژه ۲۶** به ازای اکسایش هر مولکول NADH یا  $\text{FADH}_2$ ، در زنجیره انتقال الکترون، یک مولکول آب تولید می شود. چون هر یک از این مولکول ها دو الکترون از دست می دهدند و این دو الکترون، یک اتم اکسیژن را به یون اکسید ( $\text{O}^{2-}$ ) تبدیل می کنند. هر یون اکسید با دو پروتون ( $\text{H}^+$ ) ترکیب می شود و یک مولکول آب تولید می کند.

**ویژه ۲۷** در زنجیره انتقال الکترون، مولکول های  $\text{NAD}^+$  و  $\text{FAD}$  باز تولید می شوند. وجود  $\text{NAD}^+$  برای مراحل بی هوازی و هوازی تنفس یاخته ای اما وجود FAD فقط برای انجام یکی از مراحل هوازی (چرخه کربس) ضروری است.

**ویژه ۲۸** لارو حشرات می تواند در دانه های خشک و بدون آب (مانند نخود و لوبیا) رشد و نمو کند. آب مورد نیاز این جانوران از مولکول های آب تولید شده در تنفس یاخته ای تأمین می شود.

### جمع بندی خلاصه تنفس یاخته ای

مرحله بی هوازی (قندکافت)	تنفس یاخته ای
تبدیل گلوکز به دو پیررووات $2\text{ATP}$ بازده خالص ( $2\text{ATP}$ مصرف و $2\text{NADH}$ و $2\text{H}^+$ تولید)	
مرحله ۱: آزاد شدن $\text{CO}_2$ از پیررووات	
مرحله ۲: اضافه شده کوآنزیم A به بنیان استیل A	
اکسایش استیل کوآنزیم A	
آزاد شدن $2\text{CO}_2$ در مراحل دوم و سوم	
تولید $\text{NADH}_2$ ، $\text{NADH}_1$ و $\text{FADH}_2$ در مراحل مختلف	
مجموعه ای از مولکول ها در غشاء درونی راکیزه	
تولید ATP با استفاده از مولکول های $\text{NADH}_2$ و $\text{FADH}_2$ باز تولید نهایی الکترون: اکسیژن	
زنجیره انتقال الکترون	



### مروری بر تنفس یاخته ای

**۲۹** در قندکافت، مولکول گلوکز به دو مولکول پیررووات تبدیل می شود.

در این مرحله، به طور خالص  $2\text{ATP}$  و همچنین  $2\text{NADH}$  تولید می شود. پیررووات ها و  $\text{NADH}$  های حاصل از قندکافت، وارد راکیزه می شوند. ورود پیررووات به درون راکیزه از طریق انتقال فعال انجام می شود.

**۳۰** از اکسایش هر مولکول پیررووات در راکیزه، یک مولکول استیل کوآنزیم A تولید می شود. ضمن تبدیل هر مولکول پیررووات به استیل کوآنزیم A، یک مولکول  $\text{NADH}$  نیز تولید می شود.

**۳۱** استیل کوآنزیم A وارد چرخه کربس می شود و ضمن تجزیه کامل آن، دو مولکول  $\text{CO}_2$  و همچنین مولکول های  $\text{NADH}_2$  و  $\text{FADH}_2$  تولید می شوند.

**۳۲** در زنجیره انتقال الکترون، از مولکول های  $\text{NADH}_2$  و  $\text{FADH}_2$  برای ساختن ATP های بیشتر استفاده می شود.

**۳۳** تنفس یاخته ای با تولید  $\text{CO}_2$  و یون های هیدروژن سبب کاهش pH سیتوپلاسم یاخته می شود.

### • تنظیم تنفس یاخته ای (تولیدی اقتصادی)

**۳۴** در شرایط بهینه آزمایشگاهی، مقدار ATP تولید شده به ازای تجزیه کامل گلوکز در یاخته یوکاریوت هوازی، حداقل  $30\text{ATP}$  است. البته تولید ATP در یاخته ها متفاوت و متناسب با نیاز بدن فرق می کند.

**۳۵** بازده تجزیه کامل گلوکز در یاخته یوکاریوت هوازی، بیشتر از یوکاریوت هوازی است (یعنی بیشتر از  $30\text{ATP}$ ). چون در یوکاریوت ها، تعدادی ATP برای انتقال پیررووات ها و  $\text{NADH}$  های تولید شده در قندکافت به راکیزه مصرف می شوند.

**۳۶** تولید ATP تحت کنترل میزان ATP و ADP است. اگر مقدار ATP یاخته زیاد باشد، آنزیم های درگیر در قندکافت و چرخه کربس مهار می شوند تا تولید ATP کم شود. این تنظیم مانع از هدر رفتن منابع می شود.

**۳۷** اگر مقدار ATP کم و مقدار ADP زیاد باشد، این آنزیم ها فعال می شوند تا تولید ATP افزایش یابد.

**۳۸** ترکیب به طور معمول، یاخته های ما از گلوکز و دخیره قندی کبد (گلیکوژن) برای تأمین انرژی استفاده می کنند. در صورتی که این منابع کافی نباشند، برای تولید ATP سراغ تجزیه چربی ها و پروتئین ها می روند که منجر به تحلیل و تضعیف ماهیچه های اسکلتی و سیستم ایمنی می شود.

**۳۹** ترکیب هورمون های تیروئیدی با اثر بر یاخته هدف، سبب افزایش تجزیه گلوکز و تولید ATP می شوند.

(سراسری ۹۷)

۱۷۵. چند مورد، در ارتباط با همه یاخته‌های ییک فرد سالم درست است که توانایی آبکافت گلوبولین را دارند؟

الف) گلوبول فقط از طریق رگ‌های پر اکسیژن می‌گیرند.

ب) تحت تأثیر گلوبول، گلوبول را به داخل خون وارد می‌کنند.

ج) در نخستین مرحله از تنفس یاخته‌ای، ATP را در سطح پیش‌عاده می‌سازند.

د) در طی تنفس یاخته‌ای، الکترون‌های NADH را در نهایت به نوعی پذیرنده آلوی منتقل می‌نمایند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

(خارج از کشور ۹۷ با تغییر)

۱۷۶. گدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟

در انسان، یاخته‌های بخش قشری کلیه، یاخته‌های بخش قشری غده فوق کلیه، در مرحله تنفس یاخته‌ای،  $NAD^+$  را به مصرف می‌رسانند.

۱) همانند - اول - با تشکیل یک مولکول کربن‌دی‌اکسید برخلاف - دوم - به منظور تشکیل بنیان استیل

۲) همانند - اول - به منظور تولید شکل یونی یک اسید سه‌کربنی آلوی بدون فسفات ATP

۳) برخلاف - دوم - همزمان با تشکیل هر مولکول ATP

(سراسری ۹۸)

۱۷۷. در هر یاخته سپرده‌ی انسان، به منظور تغییر محصول نهایی قندکافت و ورود آن به چرخه کربس لازم است تا این محصول ابتدا

۱) در راکیزه،  $CO_2$  تولید کند.

۲) در درون راکیزه، به کوآنزیم A متصل شود.

۳) در ماده زمینه میان‌یاخته، NADH بسازد.

۱۷۸. گدام گزینه در ارتباط با زنجیره انتقال الکترون موجود در غشای درونی راکیزه یک یاخته زنده یوشتشی بدن انسان نادرست است؟

۱) انرژی لازم برای پمپ کردن پروتون‌ها از الکترون‌های پرانرژی تأمین می‌شود.

۲) یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌های موجود در بخش داخلی، مولکول‌های آب را موجود می‌آورند.

۳) تنها راه ورود پروتون‌ها به بخش داخلی راکیزه، عبور از نوعی کانال پروتئینی است.

۴) هر ترکیب دریافت‌کننده الکترون، یون‌های  $H^+$  را به فضای بین دو غشای راکیزه پمپ می‌کند.

(خارج از کشور ۹۸)

۱۷۹. گدام گزینه، برای کردن عبارت زیر مناسب است؟

در یک یاخته یوشتشی زنده و فعال مری، لازم است تا محصول نهایی قندکافت ابتدا

۱) در درون راکیزه،  $NAD^+$  بسازد.

۲) در غشای درونی راکیزه، به کوآنزیم A متصل شود.

(سراسری ۹۹)

۱۸۰. چند مورد در ارتباط با طریقه عمل سیانید بر یاخته جانوری صحیح است؟

الف) ابتدا بر تجزیه NADH تأثیر می‌گذارد.

ب) مانع تشکیل آب در بخش داخلی راکیزه (میتوکندری) می‌شود.

ج) آنزیم ATP ساز موجود در غشای خارجی راکیزه (میتوکندری) را غیرفعال می‌کند.

د) از یمی شدن پروتون‌ها به فضای داخلی راکیزه (میتوکندری) ممانعت به عمل می‌آورد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۱۸۱. به هنگام تجزیه یک مولکول گلوبول، طی اولین مرحله تنفس در یاخته ماهیچه‌ای انسان و به منظور تولید هر ترکیب غیرقندی سه‌کربنی دوفسفاته، گدام مورد به ترتیب تولید و مصرف می‌شود؟

(سراسری ۹۹)

۱)  $2ADP + NAD^+ \rightarrow 2NADH + 2ATP$ ۲)  $2NAD^+ + 2ATP \rightarrow 2ADP + NADH$ 

(سراسری خارج ۹۹)

۱۸۲. در هر یاخته ماهیچه‌ای انسان، به هنگام مصرف یک مولکول گلوبول گلوبول و به منظور تولید هر ترکیب سه‌کربنی غیرقندی دوفسفاته طی اولین مرحله تنفس یاخته‌ای، به ترتیب از راست به چپ کدام تولید و مصرف می‌شود؟

۱)  $2NAD^+ + 2ATP \rightarrow 2ADP + NADH$ ۲)  $2ADP + NADH \rightarrow 2NAD^+ + 2ATP$ 

(سراسری خارج ۹۹)

۱۸۳. سیانید به گدام طریق بر یاخته جانوری تأثیر می‌گذارد؟

۱) آنزیم ATP ساز موجود در غشای خارجی راکیزه (میتوکندری) را غیرفعال می‌سازد.

۲) مانع از پمپ‌شدن یون‌های هیدروژن به فضای داخلی راکیزه (میتوکندری) می‌شود.

۳) از تشکیل آب در بخش داخلی راکیزه (میتوکندری) ممانعت به عمل می‌آورد.

۴) ابتدا بر تجزیه NADH تأثیر می‌نماید.

### آزمون (از سوالات کانون فرهنگی آموزش)



۱۸۴. گدام گزینه نادرست است؟

۱) در تخمیر مؤثر در تولید خیارشور، آخرین پذیرنده الکترون، نوعی ماده آلوی سه‌کربنی می‌باشد.

۲) در پی فقر غذایی طولانی مدت، توانایی پروتون‌های دفاعی در دفاع از بدن انسان، کاهش می‌یابد.

۳) افزایش مقدار ATP در هر یاخته زنده باعث مهار آنزیم‌های درگیر در قندکافت و چرخه کربس در آن یاخته می‌شود.

۴) آنزیم‌های مؤثر در اکسایش پیروات و همانند اکسایش استیل کوآنزیم A، در داخل راکیزه قرار دارند.



۱۸۵. کدام گزینه، عبارت زیر را به طور نادرست تکمیل می‌کند؟

«تنفس هوازی در یاخته‌های یوکاریوتی در نوعی اندامگ انجام می‌شود که دارای دنای مستقل از هسته و رناتن‌های مخصوص به خود هستند.

(۱) غشای بیرونی آن صاف و غشای درونی آن به داخل چین خورده است.

(۲) همانند سازی ماده وراثتی، رونویسی و پروتئین‌سازی در آن می‌تواند در مرحله G چرخه یاخته‌ای انجام شود.

(۳) برای انجام نقش خود در تنفس یاخته‌ای به پروتئین‌هایی وابسته است که زن‌های موره نیاز برای ساخت همه آن‌ها در هسته قرار دارند.

۱۸۶. در تنفس یاخته‌ای هوازی گیاه ادریسی می‌شود.

(۱) در مسیر تولید پیررووات از ترکیب شش کربنی دوفسفات، ADP تولید

(۲) در مرحله تبدیل مولکول شش کربنی به پنج کربنی، در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم  $\text{CO}_2$  آزاد

(۳) در زنجیره انتقال الکترون، همزمان با خروج پروتون از بخش داخلی راکیزه ATP ساخته

(۴) در فرایند تشکیل ترکیب سه کربنی بدون فسفات از گلوكز در نخستین مرحله تنفس،  $\text{NAD}^+$  مصرف

۱۸۷. کدام گزینه، عبارت زیر را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟

«در طی فرایند قندکافت در یاخته پوششی سطح حلقه گوش انسان سالم، هرگاه ترکیبی دوفسفاته

(۱) مصرف شود، ترکیبی تکفسفاته تولید می‌گردد.

(۲) تولید گردد، مولکول بدون فسفات مصرف می‌شود.

(۳) تولید گردد، اتصال فسفات به ترکیب آلى به کمک نوعی پروتئین انجام می‌شود.

(۴) مصرف شود، مولکول سه فسفاته تولید می‌شود.

۱۸۸. در یاخته نگهبان روزنه برگ خرزهه معکن نیست در تبدیل پیررووات به استیل کوآزیم A مولکولی به وجود آید که

(۱) حاوی الکترون‌های پراتری - و باز آلى نیتروزن دار باشد.

(۲) در بخش داخلی راکیزه با مولکولی چهار کربنی ترکیب شود.

(۳) در بخش داخلی راکیزه به ترکیب سه کربنی تبدیل شود.

۱۸۹. در زنجیره انتقال الکترون راکیزه، با

(۱) مجموعه‌ای پروتئینی دارای خاصیت آنزیمی - تبدیل ATP به ADP، یون‌های هیدروزن را به بخش داخلی راکیزه می‌آورد.

(۲) مجموعه‌ای پروتئینی دارای خاصیت آنزیمی - تبدیل ATP به ADP، یون‌های هیدروزن را به بخش داخلی راکیزه منتقل می‌کند.

(۳) پمپ پروتئینی غشایی - مصرف ATP، یون‌های هیدروزن را به فضای بین دو غشای راکیزه منتقل می‌کند.

(۴) پمپ پروتئینی غشایی - صرف انرژی الکترون‌ها، یون‌های هیدروزن را به فضای بین دو غشای راکیزه منتقل می‌کند.

۱۹۰. کدام گزینه، درباره شکل مقابل نادرست است؟

(۱) فاقد زن‌های مربوط به تولید رناتن هستند.

(۲) مانند اشرشیاکلای، سه فرایند همانند سازی، رونویسی و ترجمه در آن رخ می‌دهد.

(۳) رناتن‌های موجود در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم در فعالیت آن تأثیر دارند.

(۴) اندازه آن بزرگ‌تر از  $2 \times 10^{-6}$  میکرومتر می‌باشد.

۱۹۱. چند مورد عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

«در بدن انسان بالغ، به دنبال افزایش بیش از حد هورمون‌های تیروئیدی در خون، افزایش خواهد یافت.

الف) تولید استیل کوآزیم A در گویچه‌های قرمز بالغ زنده

ب) تولید و مصرف پیررووات در یاخته‌های قرمز زنده بدن

ج) فعالیت نوعی آنزیم در گویچه‌های قرمز زنده خون

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۱۹۲. کدام گزینه، عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«مولکولی که به عنوان شکل رایج و قابل استفاده اثری در یاخته‌ها شناخته شده است

(۱) دارای نوعی باز آلى است که باز مکمل آن در همه ا نوع نوکلئیک اسیدها تیمین می‌باشد.

(۲) دارای دو حلقه آلى پنج ضلعی می‌باشد که توسط نوعی پیوند به یکدیگر متصل هستند.

(۳) در طی تنفس یاخته‌ای هوازی در پروکاریوت‌ها، توانایی از دست دادن فسفات را ندارد.

(۴) در طی زنجیره انتقال الکترون در یوکاریوت‌ها، در درون غشای چین خورده راکیزه تولید می‌شود.

۱۹۳. در تنفس هوازی یاخته قرینه چشم انسان، در مرحله‌ای که به اکسیژن نیاز ندارد

(۱) همانند - انرژی زیستی مصرف می‌شود.

(۲) برخلاف - ترکیب نوکلئوتیدهای تولید می‌شود که از گرفتن دو الکترون حاصل شده است.

(۳) همانند - مولکول کربن‌دی‌اکسید تولید و دفع می‌شود.

(۴) برخلاف - پیوند پراتری بین دو گروه فسفات تشکیل نمی‌شود.

## پیوست

# سوالات کنکور ۱۴۰۰

## سراسری ۱۴۰۰



۱. کدام عبارت، در خصوص برگ گیاه ادریسی نادرست است؟

(۱) در طی واکنش‌های تولید و مصرف مولکولی پنج کربنی،  $\text{CO}_2$  آزاد می‌شود.

(۲) نوعی پروتئین غشایی، ترکیبی کربن‌دار را به راکیزه (میتوکندری) وارد می‌نماید.

(۳) در واکنش‌های وابسته به نور، همراه با ساخته شدن ATP، مولکول آب نیز تولید می‌گردد.

(۴) قند پنج کربنی دوفسفاته و گروه فسفات، از محصولات نهایی یک مرحله محسوب می‌شوند.

۲. در یوکاریوت‌ها، چند مورد را می‌توان مربوط به تنظیم بیان ژن پیش از رونویسی دانست؟

(الف) میزان دسترسی پیش‌ماده به آنزیم

(ب) اتصال رناهای کوچک به نوعی ریبونوکلشیک اسید

(ج) تغییر در فشرده‌گی واحدهای تکراری در رشته کروماتین

(د) خمیدگی یا عدم خمیدگی در بخشی از مولکول دنا (DNA)

۱)

۲)

۳)

۴)

۳. در توهی نظام جفت‌گیری، هر دو جاتور تر و ماده در انتخاب جفت و پرورش زاده‌ها سهم یکسان دارند. کدام عبارت، به طور حتم، درباره این جاتوران صحیح است؟

(۱) در هر بار غذایی، بیشترین انرژی خالص را دریافت می‌کنند.

(۲) با استفاده از آزمون و خطا، به هر محرك بی‌اثری، پاسخ غریزی می‌دهند.

(۳) همراه از طریق آواز خواندن یا تهاجم به جاتوران دیگر، قلمرو خود را تعیین می‌نمایند.

(۴) می‌توانند با چشم‌پوشی از محرك‌های بی‌اهمیت، انرژی خود را صرف انجام فعالیت‌های حیاتی کنند.

۴. با توجه به مطلب کتاب دروسی، در یک منطقه مalariaخیز، پدر خانواده به سبب شکل گویجه‌های قرمز خود، در معرض خطر ابتلا به بیماری malaria قرار دارد، در حالی‌که مادر خانواده تسبیت به این بیماری مقاوم است. تولد کدام فرزند در این خانواده غیرممکن است؟

(۱) پسری با گویجه‌های قرمز کاملاً غیرطبیعی و در معرض خطر مرگ‌ومیر در سنین پائین

(۲) پسری با گویجه‌های قرمز طبیعی و در معرض خطر ابتلا به بیماری malaria

(۳) دختری حساس نسبت به کمبود اکسیژن محیط

(۴) دختری مقاوم نسبت به انگل malaria

۵. چند مورد، درباره هر نوکلنوتید موجود در بدن یک فرد سالم صحیح است؟

(الف) باز آلتی تک حلقه‌ای یا دو حلقه‌ای متصل به ریبوز دارد.

(ب) گروه یا گروههای فسفات آن، با پیوند کووالانتی به قند اتصال دارد.

(ج) از طریق نوعی پیوند اشتراکی به نوکلنوتید دیگری متصل شده است.

(د) طی فرایند اکسایش در غشاء درونی راکیزه (میتوکندری) تولید گردیده است.

۱)

۲)

۳)

۴)

۶. کدام عبارت، در خصوص زنجیره انتقال الکترون موجود در یاخته هغلة تأمین انسان صحیح است؟

(۱) فقط از مولکول‌های حامل الکترون موجود در راکیزه (میتوکندری) استفاده می‌شود.

(۲) بخشی از مسیر رسیدن الکترون‌ها از حاملین مختلف الکترون به پذیرنده‌های نهایی آن، مشترک است.

(۳) یون‌های اکسید در ترکیب با پروتون‌های فضای بین دو غشا راکیزه (میتوکندری)، آب را تشکیل می‌دهند.

(۴) انرژی لازم برای پمپ کردن الکترون‌ها به بخش داخلی راکیزه، از مولکول‌های حامل الکترون تأمین می‌شود.

۷. کدام غریزه صحیح است؟

(۱) جهش دگر معنا برخلاف جهش حذف، به تغییر در پلی‌پپتید ساخته شده می‌انجامد.

(۲) جهش حذف برخلاف جهش بی‌معنا، به تغییر محصول حاصل از رونویسی می‌انجامد.

(۳) جهش خاموش همانند جهش بی‌معنا، باعث عدم تغییر رمز یک نوع آمنتوسید می‌شود.

(۴) جهش دگر معنا همانند جهش خاموش، به عدم تغییر تعداد نوکلنوتیدهای یک ژن می‌انجامد.

## پاسخهای تشریحی

فردی با گویچه‌های قرمز کاملاً غیرطبیعی و در خطر معرض مرگ‌ومیر در سینه پایین دارای زن نمود  $Hb^A Hb^S$  خواهد بود. این زن نمود در بین فرزندان این خانواده دیده نمی‌شود.

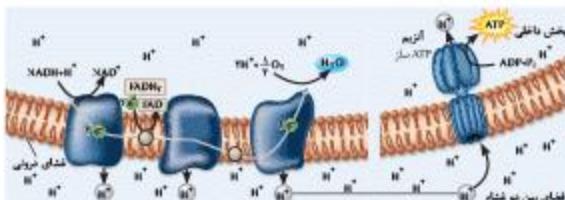
**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** فردی با گویچه‌های قرمز طبیعی که در معرض خطر ابتلا به بیماری مalaria قرار دارد، دارای زن نمود  $Hb^A Hb^A$  است. **گزینه (۲):** فردی با زن نمود  $Hb^A Hb^S$  نسبت به کمبود اکسیژن در محیط حساس است. **گزینه (۳):** فردی با زن نمود  $Hb^A Hb^S$  نسبت به اتکل مalaria مقاوم است.

### ۵. گزینه (۱)

**بررسی تک تک موارد الف (نادرست):** قند پنج کربنی موجود در ساختار نوکلوتیدها ممکن است ریبوز یادئوکسی‌ریبوز باشد. **ب (درست):** در هرنوکلوتید، باز آنی نیتروزن دار و گروه با گروههای فسقات با پیوند استراکتی به کار نرفته و **ج (نادرست):** بعضی نوکلوتیدها در ساختار رشته پلی‌نوکلوتیدی به کار نرفته و به صورت آزادند (مثل مولکول ATP). **د (نادرست):** به عنوان متال تعادلی از مولکول‌های ATP در غشای درونی راکیزه و تعادلی دیگر از آن‌ها در بخش درونی راکیزه و ماده زمینه سیتوپلاسم تولید می‌شوند.

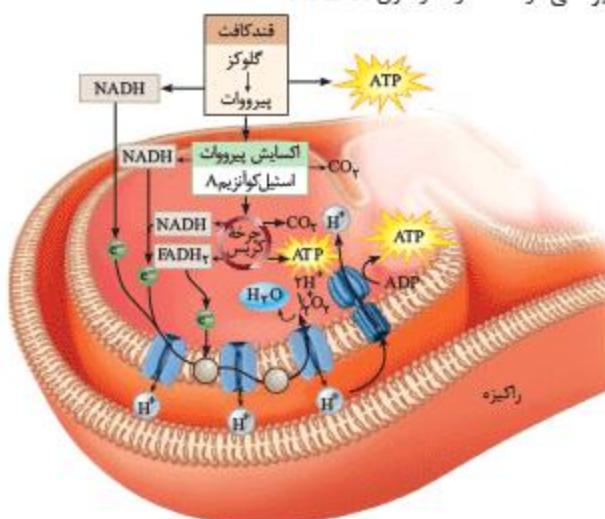
### ۶. گزینه (۲)

الکترون‌های خارج شده از حاملین الکترون (NADH و FADH<sub>2</sub>) با عبور از زنجیره انتقال الکترون، در نهایت به اکسیژن (پذیرنده نهایی الکترون) می‌رسند. با توجه به شکل زیر، بخشی از مسیر رسیدن الکترون‌ها از NADH و FADH<sub>2</sub> به اکسیژن، مشترک است.



**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** علاوه بر حامل‌های الکترون تولید شده در راکیزه، های تولید شده در ماده زمینه سیتوپلاسم نیز برای تولید ATP در راکیزه موره استفاده قرار می‌گیرند.

**نقد کنکور:** در این گزینه بیان شده است فقط از مولکول‌های حامل الکترون موجود در راکیزه استفاده می‌شود. از نظر علمی این مطلب درست است. اگر به شکل زیر توجه کنید الکترون‌های NADH تولیدی در سیتوپلاسم، وارد راکیزه می‌شوند نه خود مولکول NADH.



قند پنج کربنی دوفسفاته در آخرین مرحله چرخه کالوین تولید می‌شود، اما در این مرحله گروه فسقات آزاد نمی‌شود. **بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** در تنفس یاخته‌ای، تولید مولکول پنج کربنی از شش کربنی با آزاد شدن  $CO_2$  انجام می‌شود. ضمن مصرف این مولکول و تشکیل مولکول چهار کربنی نیز  $CO_2$  آزاد می‌شود. **گزینه (۲):** ورود پیرووات به راکیزه از طریق انتقال فعال انجام می‌شود. انتقال فعال به کمک پروتئین غشایی انجام می‌شود. **گزینه (۳):** تولید ATP از طریق سنتز آبده‌ی صورت می‌گیرد. بنابراین همراه با ساخته شدن ATP، مولکول آب نیز تولید می‌شود.

### ۷. گزینه (۳)

**بررسی تک تک موارد الف (درست):** یکی از روش‌های تنظیم بیان زن پیش از زنونویسی، تغییر در میزان دسترسی آنزیم رنابسپاراز به زن‌هاست. تغییر در میزان فشرده‌گی فلامن، میزان دسترسی پیش‌ماده به آنزیم دنابسپاراز را تغییر می‌دهد. **ب (نادرست):** اتصال رنای کوچک به رنای پیک، از روش‌های تنظیم پس از زنونویسی است. **ج (درست):** واحدهای تکراری در رشته کروماتین، نوکلوزوم‌ها هستند و تغییر در میزان فشرده‌گی آن‌ها از روش‌های تنظیم بیان زن پیش از زنونویسی است. **د (درست):** خمیدگی یا عدم خمیدگی در بخشی از مولکول دنا، قبل از شروع زنونویسی انجام می‌شود و می‌تواند باعث تغییر در میزان زنونویسی شود.

**نقد کنکور:** با توجه به متن کتاب درسی، تشکیل یا عدم تشکیل خمیدگی در مولکول دنا به کمک عوامل زنونویسی، در سطح زنونویسی انجام می‌شود، اما طراحان محترم کنکور آن را در مرحله قبل از زنونویسی در نظر گرفته‌اند.

### ۸. گزینه (۴)

در نظام جفت‌گیری تک‌همسری، هر دو جانور نر و ماده در انتخاب و پرورش زاده‌ها سهم یکسانی دارند. بیشتر پرندگان، نظام تک‌همسری دارند.

**نکته:** خوگیری (عادی شدن)، رفتاری است که در آن، جانور از محرک‌های بی‌اهمیت چشم‌پوشی می‌کند. این رفتار در بسیاری از جانوران از جمله پرندگان دیده می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها گزینه (۱):** در غذایابی بهیمه، جانور در هر بار غذایابی بیشترین انرژی خالص را دریافت می‌کند. گاهی نیز ممکن است جانوران غذایابی را مصرف کنند که انرژی زیادی ندارد (مثل تغذیه بعضی طوطی‌ها از خاک رس).

**گزینه (۲):** آزمون و خطا در شرطی شدن فعل نقش دارد (نه پاسخ غریزی). **گزینه (۳):** پرندگان سعی می‌کنند با انجام رفتارهایی مانند اجرای نمایش یا آواز خواندن از ورود پرنده مزاحم به قلمرو خود جلوگیری کنند. اگر آواز مؤثر نباشد، ممکن است برای بیرون راندن مزاحم، به آن حمله کنند.

### ۹. گزینه (۱)

افراد  $Hb^A Hb^A$  در معرض خطر ابتلا به بیماری Malaria قرار دارند، در حالی که افراد  $Hb^A Hb^S$  نسبت به بیماری Malaria مقاوم‌اند. با توجه به زن نمود والدین، به راحتی می‌توان زن نمودهای احتمالی فرزندان را به دست آورد:

