باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
باشگاه دانش‌پژوهان جوان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ دوم

بیست و هشتمین دورهٔ المپیاد زیست شناسی

سال تحصیلی۱۴۰۳-۱۴۰۴

تاریخ : ۱۴۰۴/۱/۲۸ - ساعت : ۸:۰۰ - مدت : ۲۷۰ دقیقه

توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب **مجاز** است

۱- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید. در صورت هرگونه نقص در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید.

۲- یک برگ پاسخ‌برگ در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته‌شده در پایین پاسخ‌برگ را با مداد مشکی بنویسید.

۳- پاسخ‌برگ را دستگاه تصحیح می‌کند؛ پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و هم‌چنین، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت زده و خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

٤- دفترچهٔ سؤال باید همراه پاسخ‌برگ تحویل داده شود.

٥- نحوه پاسخگویی و بارم‌بندی سوالات در راهنمای آزمون (پشت این صفحه) بیان شده است. حتما پیش از آغاز پاسخگویی آن را به صورت کامل مطالعه نمایید.

٦- از مخدوش کردن بارکدها و مربع‌ها در چهارگوشهٔ صفحه در دفترچهٔ پاسخ‌برگ جداً خودداری کنید. در غیر این صورت برگهٔ شما تصحیح نخواهد شد.

۷- همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپتاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.

۸- این دفترچه شامل ۲۷ پرسش درست/نادرست و ۶ مسئله پاسخ کوتاه و با احتساب جلد ۱۴ برگ است.

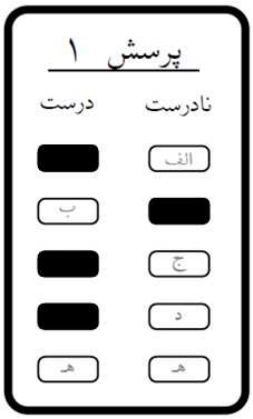
کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.
آدرس پایگاه اینترنتی: ysc.medu.gov.ir

راهنمای پاسخ به پرسش‌ها

دانش پژوهان عزیز توجه‌داشته باشید که در این آزمون دو نوع سوال وجود دارد؛ پرسش‌های «درست/نادرست» و مسائل «کوتاه پاسخ». **در این آزمون هر پرسش «درست/نادرست» ۵ نمره و هر مسئله پاسخ کوتاه ۶ نمره دارد.**

الف. پرسش‌های درست/نادرست :

هر کدام از این پرسش‌ها ۵ گزاره دارد. هر یک از گزاره‌ها ممکن است درست یا نادرست باشد. لازم است درستی یا نادرستی هر گزاره را در پاسخ نامه مشخص کنید. مثال:



پرسش ۱. **درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.**

الف) باکتری پروکاریوت است.
ب) پستانداران بی‌مهره‌اند.
ج) گنجشک پرنده است.
د) خفاش پستاندار است.
هـ) این آزمون خیلی ساده است.

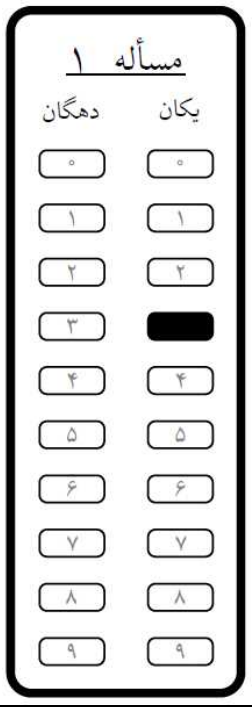
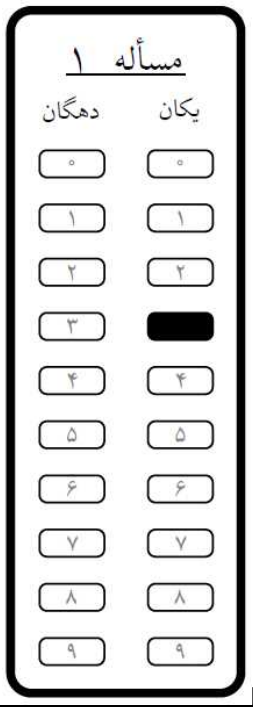
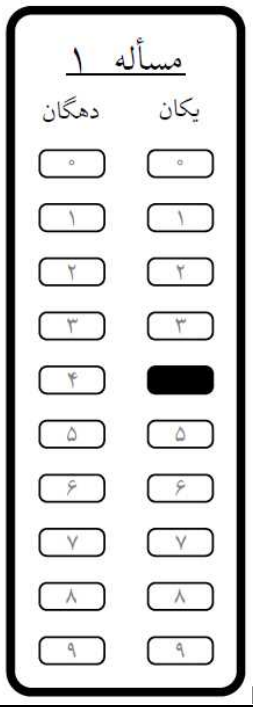
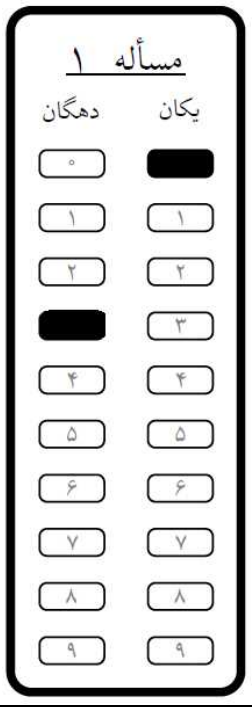
نحوه محاسبه نمره:

۵ پاسخ صحیح	۴ پاسخ صحیح	۳ پاسخ صحیح	۲ پاسخ صحیح	۱ پاسخ صحیح
نمره کامل هر سوال	٪۶۰نمره سوال	٪۴۰ نمره سوال	٪۲۰ نمره سوال	۰

به ازای هر پاسخ اشتباه ٪۱۰ نمره سوال نمره منفی محاسبه خواهد شد.

ب. مسائل کوتاه پاسخ:

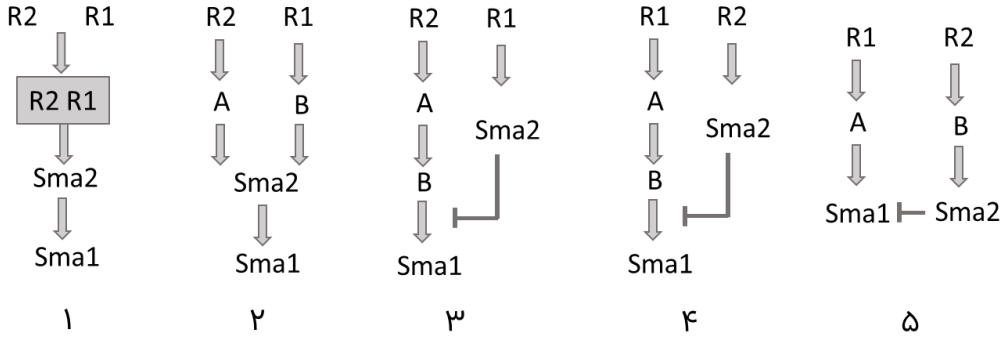
پاسخ عددی نهایی این پرسش‌ها را باید در پاسخ‌نامه درج کنید. توجه داشته باشید که پاسخ نهایی عددی صحیح یک یا دو رقمی است. **درصورتی که پاسخ اعشاری باشد، آن را گرد کنید و برای اعشار ۰/۵ عدد به سمت بالا گرد شود. مسائل کوتاه پاسخ نمره منفی ندارند.** در مورد پاسخ‌های یک رقمی عدد مربوطه باید در ستون یکان وارد شود. مثال:

پاسخ به دست‌آمده	۳	۳/۲	۳/۵	۳۰
روش درج در پاسخ‌نامه				

پرسش ۱ تنظیم بیان ژن | مقادیر مختلف آنژیوتانسین با تاثیر متفاوت روی گیرنده‌های (Receptor) R1 یا R2، منجر به افزایش بیان ژن‌های فرضی Sma1 و Sma2 در فیبروبلاست‌ها شده و فیبروز بافتی ایجاد می‌کند. تصویر فرضی ژل الکتروفورز زیر نشانگر شدت بیان ژن‌های مذکور در بستر سه نوع سلول وحشی، دارای گیرنده‌های R1 جهش‌یافته (Mutant) و دارای گیرنده‌های R2 جهش‌یافته است، که تحت تیمار با مقادیر ۱۰۰ یا ۵۰۰ نانوگرم آنژیوتانسین قرار گرفته‌اند (الل‌های جهش‌یافته فاقد عملکرد هستند. ضمنا ضخامت باندها بیانگر شدت بیان ژن‌ها است که مقدار نسبی آن کنار هر باند نوشته شده است.)

Wt (R1R1, R2R2)			mutant r1r1, R2R2		R1R1, mutant r2r2		ژنوتیپ سلول فیبروبلاست	
control (0 ng)	100 ng	500 ng	100 ng	500 ng	100 ng	500 ng	تیمار با غلظت های مختلف آنژیوتانسین	
10	200		10		200	200	سطح بیان Sma1	تصویر باندهای الکتروفورز حاکی از مقدار بیان ژن‌ها
50	50	200	50	200	50	50	سطح بیان Sma2	

با توجه به تصویر باندها در ژل، سناریوهای محتمل یک تا پنج در مورد روابط بین این ژن‌ها و پروتئین‌ها پیشنهاد شده‌اند.



۱ ۲ ۳ ۴ ۵

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) سناریو شماره ۱ و ۲ با نتایج الکتروفورز همخوانی دارند.

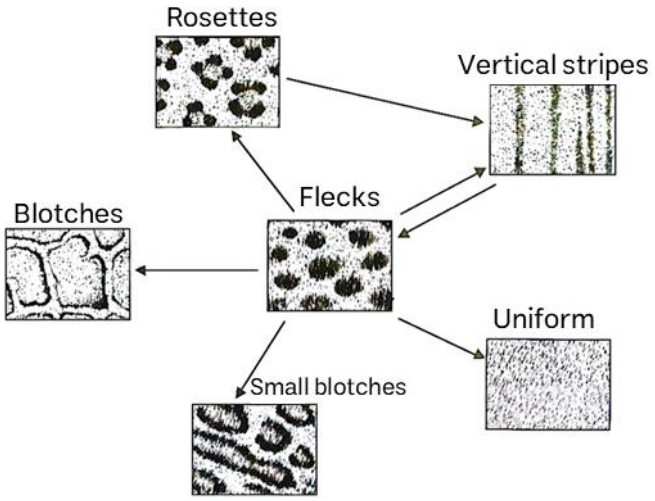
ب) سناریو شماره ۳و ۵ با نتایج الکتروفورز همخوانی دارند.

ج) ثابت تمایل (معکوس ثابت تفکیک) R1 برای آنژیوتانسین نسبت به ثابت تمایل R2 برای آنژیوتانسین بیشتر است.

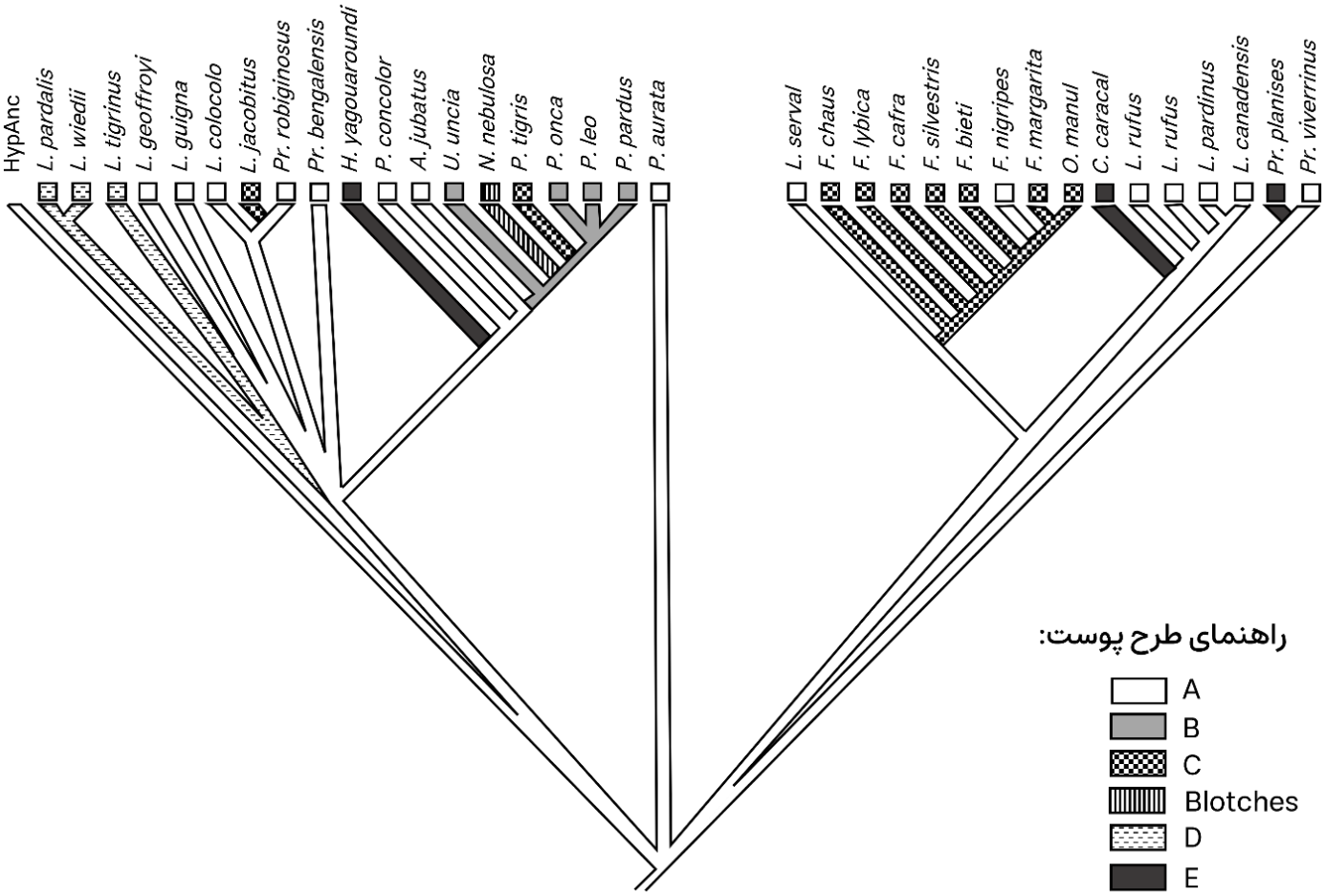
د) اگر در سناریوهای پیشنهادی Sma1 با Sma2 جابه‌جا شود، سناریو شماره ۱ با نتایج الکتروفورز همخوانی دارند.

هـ) اگر در سناریوهای پیشنهادی Sma1 با Sma2 جابه‌جا شود، سناریو شماره ۴ و ۵ با نتایج الکتروفورز همخوانی دارند.

پرسش ۲ خال‌دار | در پژوهشی، تکامل طرح‌های روی پوست گربه‌سانان بررسی شد. در این تحقیق ۶ طرح مختلف که در طول تکامل به یکدیگر تبدیل می‌شوند، مورد بررسی قرار گرفت. هر تبدیل در طول تکامل معادل یک رخداد تکاملی (یعنی یک بار تغییر صفت در طول درخت تبارزایشی) است. در زیر مشخص شده است که دقیقا کدام‌یک از طرح‌ها امکان تبدیل به یکدیگر را دارند و هر پیکان معادل یک رخداد تکاملی است:



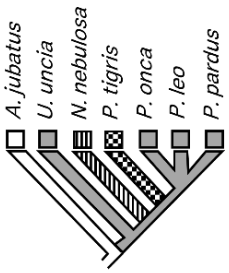
درخت زیر روابط تبارزایی بین گونه‌های مختلف گربه‌سانان را نشان می‌دهد:



راهنمایی: طبق اصل ماکسیمم پارسیمونی، محتمل‌ترین سناریوی تکاملی، سناریویی است که توسط حداقل تعداد رخدادهای تکاملی قابل توضیح باشد.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) طبق اصل ماکسیموم پارسیمونی، C همان نقش Vertical stripes است.



ب) طبق اصل ماکسیموم پارسیمونی A همان طرح Flecks است.

ج) طبق اصل ماکسیموم پارسیمونی، B همان طرح Rosettes است.

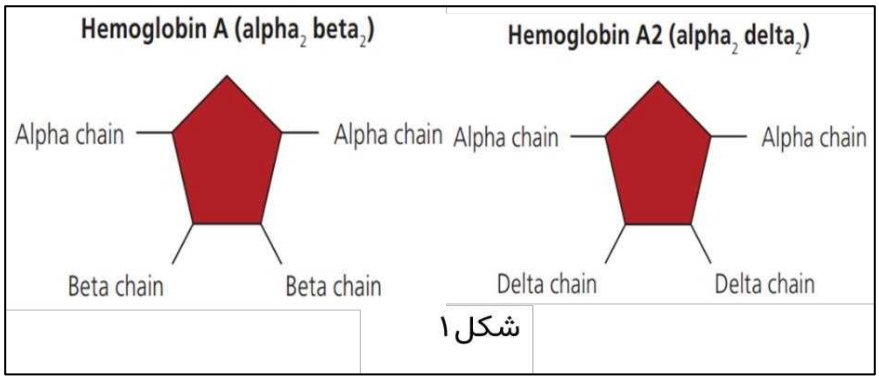
د) بخش مشخص شده از درخت بالا در تصویر روبرو، طبق اصل ماکسیموم پارسیمونی، نیاز به 3 رخداد تکاملی دارد.

هـ) روابط تکاملی در درخت بالا تنها با توجه به صفت طرح پوست مشخص شده است.

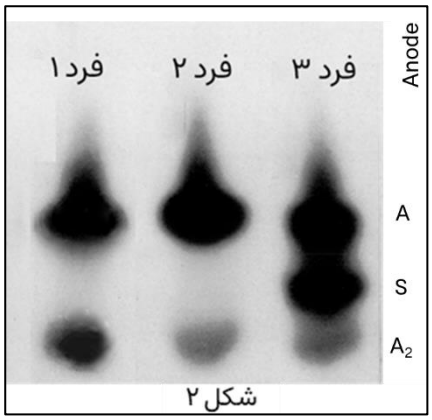
پرسش ۳ قاتل خون | تالاسمی یک بیماری ژنتیکی است که به دلیل نقص در تولید هموگلوبین رخ می‌دهد. این بیماری به دو نوع اصلی تقسیم می‌شود: تالاسمی آلفا و تالاسمی بتا. تالاسمی بتا به دلیل نقص در ژن‌های زنجیره‌های بتا هموگلوبین ایجاد می‌شود و شدت آن به تعداد ژن‌های معیوب بستگی دارد. اگر یک الل زنجیره بتا مشکل داشته باشد، بتا تالاسمی مینور رخ می‌دهد، اما اگر هر دو الل مشکل داشته باشند، فرد بتا تالاسمی ماژور خواهد داشت. در تالاسمی آلفا نیز به همین ترتیب شدت بیماری به تعداد ژن‌های معیوب زنجیره آلفا بستگی دارد.

هموگلوبین از چهار زیرواحد پروتئینی و یک گروه پروستتیک هِم که در خود اتم آهن را جا داده تشکیل شده است. در حالت عادی، هموگلوبین‌های بدن ما اغلب از نوع A بوده که دو زیرواحد آلفا و دو زیرواحد بتا را شامل می‌شود اما نوع دیگری از این پروتئین با زیرواحدهای متفاوت در خون وجود دارد: هموگلوبین A2 که فراوانی آن به صورت طبیعی در خون ۲ تا ۳ درصد است و این عدد می‌تواند در پاسخ به برخی شرایط تغییر کند. شکل ۱ ساختار این دو نوع هموگلوبین را نشان می‌دهد.

همچنین در شکل ۲، وسترن بلات سه نوع هموگلوبین (S هموگلوبین مرتبط با گلبول قرمز داسی شکل است) حاصل از خون سه فرد را مشاهده می‌کنید که یکی از آن‌ها سالم، یکی دارای گلبول‌قرمز داسی‌شکل و دیگری دارای تالاسمی مینور است (لزوما به ترتیب نیست).



شکل ۱



شکل ۲

درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

الف) جلوگیری از ازدواج افراد دارای تالاسمی مینور با یکدیگر، در طول تکامل به ریشه‌کن‌کردن این بیماری کمک می‌کند.

ب) فرد ۱ دچار تالاسمی مینور است و فرد ۳ گلبول‌قرمز داسی‌شکل دارد.

ج) انتظار داریم فردِ دچار تالاسمی مینور در الکتروفورز بالا، دارای تالاسمی **بتا** باشد نه **آلفا**.

د) موارد دچار بتا تالاسمی ماژور برخلاف آلفا تالاسمی ماژور عمدتا پیش از تولد می‌میرند.

هـ) فرد ۳ در برابر مالاریا مقاوم است و انتظار داریم فراوانی این نوع ژنوتیپ در آفریقا بیشتر باشد.

مسئله ۱ عملکرد هموگلوبین | هموگوبین شامل ۴ زیرواحد پروتئینی است که هریک می‌توانند موقتا با یک مولکول اکسیژن پیوند برقرار کنند. در هموگلوبین اکسیژنه، با جداشدن هر O_2، تمایل زیرواحدهای دیگر به اکسیژن کاهش پیدا می‌کند که این ویژگی را می‌توان با تعیین یک ثابت تفکیک به خصوص برای هر مرحله از جداشدن اکسیژن نشان داد. با ساده‌سازی و ثابت فرض‌کردن دیگر عوامل موثر بر تفکیک اکسیژن، هر مرحله تفکیک اکسیژن از هموگلوبین را می‌توان به صورت زیر نوشت: (Kd همان ثابت تفکیک یا ثابت تعادل واکنش تفکیک پروتئین از لیگاند است.)

$$Hb(O2)4 \rightleftharpoons Hb(O2)3 + O2 \quad (Kd = 4.2 \times 10^{-6}\ M)$$

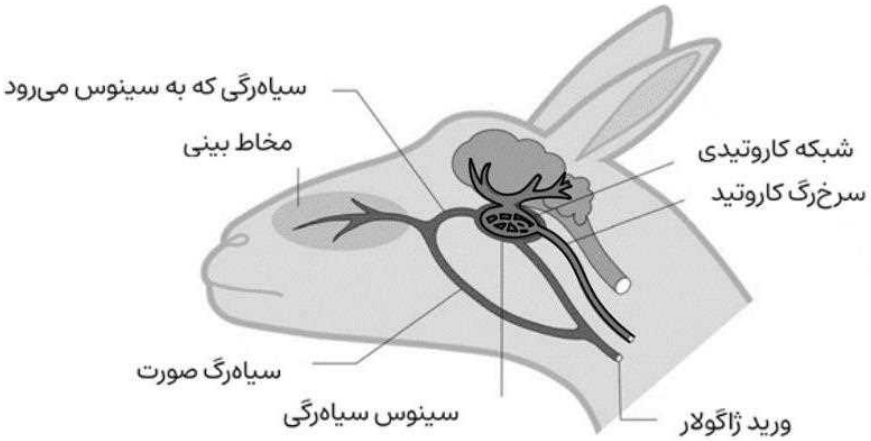
$$Hb(O2)3 \rightleftharpoons Hb(O2)2 + O2 \quad (Kd = 1.4 \times 10^{-5}\ M)$$

$$Hb(O2)2 \rightleftharpoons HbO2 + O2 \quad (Kd = 4.2 \times 10^{-5}\ M)$$

$$HbO2 \rightleftharpoons Hb + O2 \quad (Kd = 4.2 \times 10^{-4}\ M)$$

مشخص کنید اگر غلظت تعادلی اکسیژن محلول به طور ثابت برابر با 50 میکرومولار باشد، **چند درصد هموگلوبین‌ها به طور کامل از اکسیژن اشباع شده‌اند؟**

پرسش ۴ شبکه کاروتید | غزال تامسون (*Eudorcas thomsonii*) در ساوانای شرق آفریقا زندگی می‌کند و در معرض دمای بالا و شکار گربه‌سانان بزرگی مانند یوزپلنگ، شیر یا پلنگ قرار دارد. این غزال‌ها با سرعت ۷۰ تا ۸۰ کیلومتر در ساعت از دست این شکارچیان فرار می‌کنند. چنین افزایش سرعتی ممکن است سرعت متابولیسم و در نتیجه تولید گرما را تا ۴۰ برابر افزایش دهد. شبکه کاروتید (Carotid Rete) به عنوان سازشی برای زندگی در زیستگاه‌های گرم است که در برخی از شاخ‌درازان، مانند غزال‌ها یافت می‌شود. این شبکه یک ساختار مویرگی در مسیر کاروتید است. از آنجایی که حفره بینی به وسیله تبخیر خنک می‌شود، دمای خون سیاه‌رگی بازگشتی از حفره بینی پایین‌تر از باقی بدن است. دو سیاهرگ، خونی که در حفره بینی قرار دارد را به سمت قلب باز می‌گردانند. یکی از این سیاهرگ‌ها در نزدیکی مغز یک سینوس سیاهرگی را شکل می‌دهد. از درون این سینوس، رگ کاروتید که وظیفه‌اش خون‌رسانی به مغز است، عبور می‌کند.



درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) با افزایش سرعت دویدن، اختلاف دمای خون در قبل از شبکه کاروتید و دمای خون در مغز کمتر می‌شود.

ب) شبکه کاروتید به غزال تامسون امکان می‌دهد تا زمان بیشتری را بدود.

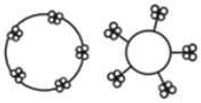
ج) در دماهای بالاتر از زیستگاه طبیعی، اختلاف دمای خون در قبل از شبکه کاروتید و خون در مغز بیشتر می‌شود.

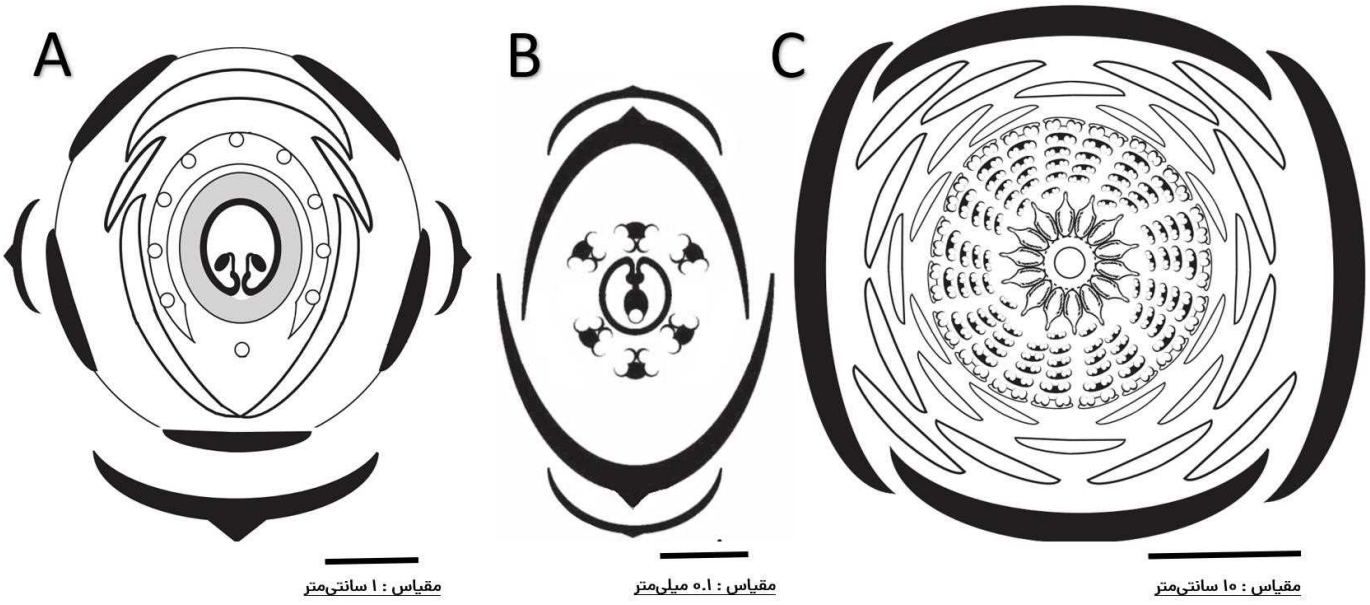
د) در غزال‌های تامسون، بعد از غروب تا نیمه‌شب دمای خون در مغز و خون در قبل از شبکه کاروتید تقریباً برابر است.

هـ) در دمای محیط ثابت، هر چه دمای خون در قبل از شبکه کاروتید بیشتر باشد، دمای خون در مغز کمتر می‌شود.

پرسش ۵ گل‌نگاره‌ها | ساختار گل، تحول چشمگیری را در مسیر تکامل گیاهان رقم زد؛ به شکلی که امروزه بیشترین گونه‌های شناخته شده گیاهی مربوط به نهاندانگان (Angiosperm) هستند. ساختار گل نیز تحت تاثیر فشارهای تکاملی قرار گرفته و نقش بسزایی در گونه‌زایی گیاهان گل‌دار داشته است. همچنین، هماهنگی ساختار گل با ویژگی‌های تبارشناسی و اکولوژیکی گیاه، باعث می‌شود تا بتوانیم اطلاعات فراوانی درباره هر گیاه به دست بیاوریم.

گل‌نگاره (Floral diagram) برش عرضی شماتیکی از ساختارهای اصلی گل‌ها و ساختارهای مرتبط با گل‌ها است. در روش‌های متفاوت از علامت‌های متفاوتی برای ساخت این گل‌نگاره‌ها استفاده می‌شود؛ علامت‌های مرتبط با یکی از این روش‌ها را می‌توان در جدول روبه‌رو مشاهده کرد. در تصاویر زیر گل‌نگاره‌هایی از گونه‌های متفاوت گیاهان نهان‌دانه را مشاهده می‌کنید که هر یک، ویژگی‌های ساختاری گل‌های یکی از تبارشاخه‌های بزرگ گیاهان گل‌دار (نهاندانگان ابتدایی، تک‌لپه‌ای‌ها و دولپه‌ای‌های حقیقی) را نشان می‌دهد.

کاسبرگ یا تپال کاسبرگ‌نما	
گلبرگ یا تپال گلبرگ‌نما	
پرچم	
برچه	
تخمک	
شهددان یا غدد ترشحی	
برگه	
اتصال اجزا (نمایش به وسیله خطوط ممتد)	



درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) گیاه B از انواع گیاهان بادگرده‌افشان است.

ب) هم‌پوشانی زمانی و مکانی بیان ژن‌های مختلف کنترل‌کننده تکوین اجزای گل، در گل‌های گیاه C نسبت به گیاهان A و B، کمتر است.

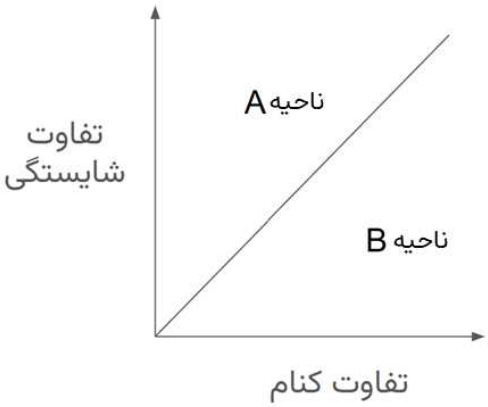
ج) گیاه A نسبت به دو گیاه دیگر برای جذب گرده‌افشان سرمایه‌گذاری بیشتری از نوع شهد انجام داده‌است.

د) با توجه به شکل تخمدان در گیاه A، در صورت بارورشدن، میوه این گیاه از نوع نیام (legume) خواهد بود.

هـ) ریخت‌شناسی گل در جد مشترک همه نهاندانگان، به گیاه C شبیه‌تر از گیاه A است.

پرسش ۶ رقابت بین‌گونه‌ای | به طور کلی رقابت بین گونه‌ای می‌تواند ۳ نتیجه داشته باشد:

۱. هم وجودی (coexistence): جمعیت دو گونه به طور پایدار در کنار هم زندگی می‌کنند.
۲. حذف رقابتی (competitive exclusion): مستقل از نسبت جمعیتی این دو گونه، یکی از گونه‌ها گونه دیگر را حذف می‌کند.
۳. اثر تقدم (priority effects): اگر نسبت جمعیت گونه ۱ به گونه ۲ از حد مشخصی بیشتر باشد، گونه ۲ حذف می‌شود و اگر این نسبت از آن حد کمتر باشد گونه ۱ حذف می‌شود.



نظریه‌ای نتیجه رقابت بین گونه‌ای را بر اساس میزان تفاوت شایستگی و تفاوت کنام گونه‌ها پیش‌بینی می‌کند.در نمودار زیر دو ناحیه مشخص‌شده با A و B، دو نتیجه مختلف برهمکنش گونه‌ها را نشان می‌دهند. این دو ناحیه توسط یک خط از هم جدا شده‌اند. (دقت کنید هر ۳ نتیجه ممکن در این نمودار نشان داده نشده است، زیرا برای یکی از نتایج ممکن نیاز به فرایندهایی هست که توسط این نظریه در نظر گرفته نمی‌شود).

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) حالت A مربوط به اثر تقدم است.

ب) حالت B مربوط به هم‌وجودی است.

ج) هرچه تفاوت شایستگی دو گونه بیشتر باشد احتمال حذف رقابتی بیشتر است.

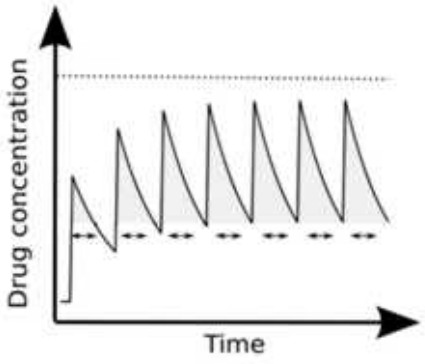
د)اگر یک‌گونه محیط را برای هم‌گونه خودش بهتر و برای افراد گونه دیگر بدتر کند، احتمال رخ‌دادن اثر تقدم افزایش می‌یابد.

هـ) دو گونه که از طریق گونه‌زایی دگرمیهن به تازگی شکل گرفته‌اند و مجددا در معرض هم قرار گرفته‌اند را در نظر بگیرید. هرچه طی تکامل تفاوت کنام بین آن‌ها بیشتر از تفاوت شایستگی آن‌ها افزایش یافته باشد، احتمال هم‌وجودی آن‌ها بیشتر است.

مسئله ۲ تجویز مقدار مناسب دارو | برای مدل‌سازی پروفایل فارماکوکینتیک دارو در تزریق داخل وریدی، فرض می‌کنیم که بلافاصله پس از تزریق، دارو تنها در پلاسما توزیع شده و غلظت پلاسمایی مطلوب را ایجاد می‌کند. سپس دارو در حد فاصل بین دو تزریق، به صورت نمایی و مطابق عبارت زیر از بدن حذف می‌شود:

$$C = C_0 \times e^{-k.t}$$

که در این عبارت، C_0 غلظت اولیه دارو در پلاسما بلافاصله پس از هر تزریق و C غلظت دارو پس از گذشت زمان t از تزریق قبلی می‌باشد. k نرخ حذف شدن دارو از بدن را نشان می‌دهد. که با نیمه عمر دارو(τ) و لگاریتم طبیعی عدد ۲ در ارتباط است: $k = \frac{ln\,(2)}{\tau}$



نمودار روبه‌رو غلظت دارو، پس از مصرف مقادیر مساوی‌دارو با فواصل زمانی یکسان، را طی زمان نشان می‌دهد.

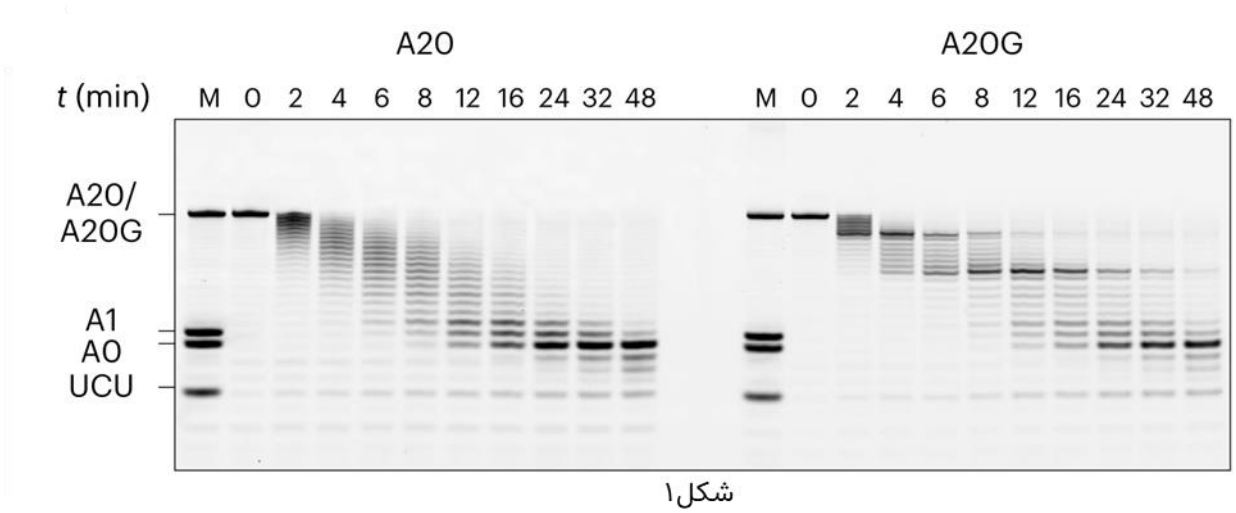
دارویی در چندین دوز یکسان و در فواصل هر 8 ساعت به جهت کنترل فشار خون بیمار در طولانی مدت، تجویز می‌شود. اگر بالاترین غلظت ایمن قابل تحمل برای بدن 50 µg/mL ، حجم پلاسما 3 لیتر و نیمه عمر دارو 6 ساعت باشد، حداکثر دوز تجویزی این دارو چند **میلی‌گرم** می‌تواند باشد؟

پرسش ۷ تنظیم پایداری mRNA | دم پلی‌آدنین در mRNA یکی از اجزای اصلی این مولکول است که نقش موثری بر تنظیم طول عمر و ترجمه آن دارد. به طور کلاسیک تصور می‌شد، که همان‌طور که از نام آن برمی‌آید، این دم تنها از تکرار نوکلئوتیدهای آدنین ساخته می‌شود؛ اما با پیشرفت تکنولوژی‌های توالی‌یابی RNA با دقت بالا، مشاهده شده است که نوکلئوتیدهای دیگر نیز ممکن است در دم پلی‌آدنین حضور داشته باشند. این پدیده که به عنوان **دُم‌گذاری ترکیبی** (Mixed tailing) شناخته می‌شود در حداقل یک پنجم ژن‌های مهره‌داران مشاهده و تأیید شده است. یک فرضیه برای علت این پدیده، اثرگذاری آن بر طول عمر RNA است.

برای آزمایش این فرضیه، دِآدنیلاسیون(Deadenylation) چند RNA صناعی با توالی‌های دُم متفاوت توسط کمپلکس آنزیمی CCR4-NOT (که در سلول طبیعی عملکرد دآدنیلاسیون mRNA را از سمت '3 دارد) به صورت in-vitro انجام شد. همه این RNAها یک بدنه مشترک با توالی $5' - UCUACAU - 3'$ دارند. شکل زیر، چهار RNA مورد مطالعه و نام‌گذاری آنان را نشان می‌دهد؛ نمونه A20، در سمت '3 بدنه، یک دُم متشکل از ۲۰ نوکلئوتید آدنین دارد. نمونه A20G نیز یک دُم ترکیبی به طول ۲۰ نوکلئوتید در سمت '3 بدنه دارد که در موقعیت‌های ۷ و ۱۴ از نوکلئوتید گوانین و در بقیه موقعیت‌ها از آدنین تشکیل شده است. شماره‌گذاری موقعیت نوکلئوتیدها از سمت '3 انجام می‌شود. دو نمونه A20C و A20U نیز از دُم ترکیبی با همین الگو و با نوکلئوتیدهای دیگر تشکیل شده‌اند.

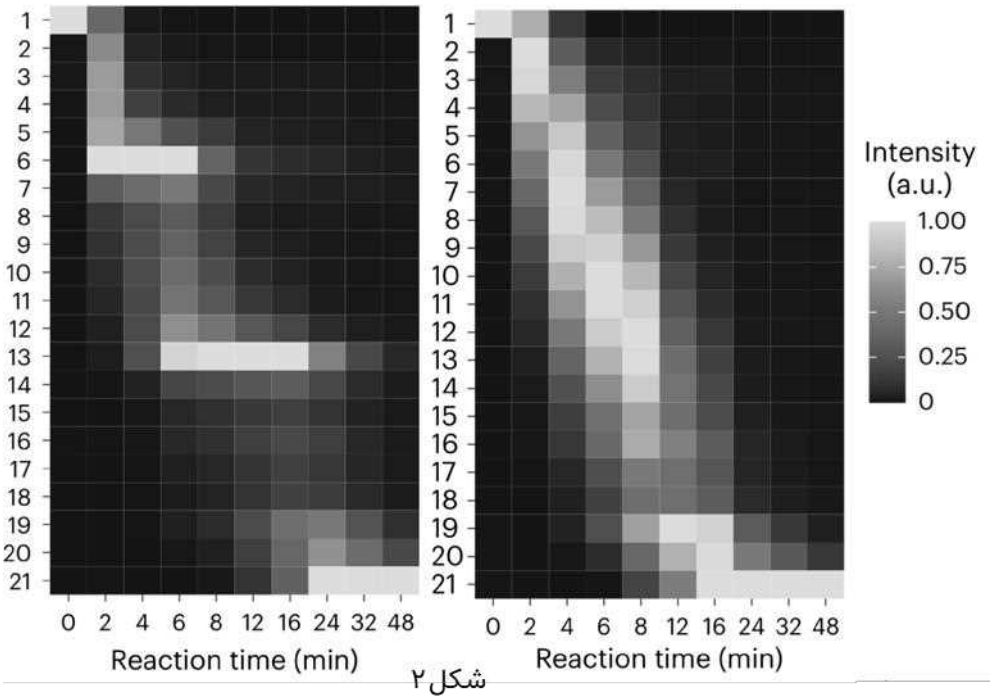
A20	5'-UCUACAUAAAAAAAAAAAAAAAAAAA-3′
A20G	5'-UCUACAUAAAAAAGAAAAAAGAAAAAA-3′
A20C	5'-UCUACAUAAAAAACAAAAAACAAAAAA-3′
A20U	5'-UCUACAUAAAAAAUAAAAAAUAAAAAA-3′

برای انجام آزمایشی، توالی‌های بالا ساخته و با کمپلکس CCR4-NOT تیمار شدند. در مقاطع زمانی مختلف بین ۰ تا ۴۸ دقیقه از شروع تیمار، محتوای RNA تخلیص و روی ژل الکتروفورز برده شد. در شکل ۱، ژل حاصل از دو نمونه A20 و A20G را مشاهده می‌کنید. ستون M در ژل موقعیت باندهای با اندازه مشخص را نشان می‌دهد. باند A20/A20G مربوط به دو نمونه A20 و یا A20G است. A1 مربوط به بدنه مشترک به همراه دم پلیA به طول ۱ نوکلئوتید و A0 مربوط به بدنه مشترک بدون دم پلیA است. باندهای پایین‌تر از آن نیز مربوط به تکه‌های کوچک‌تر از بدنه مشترک هستند.



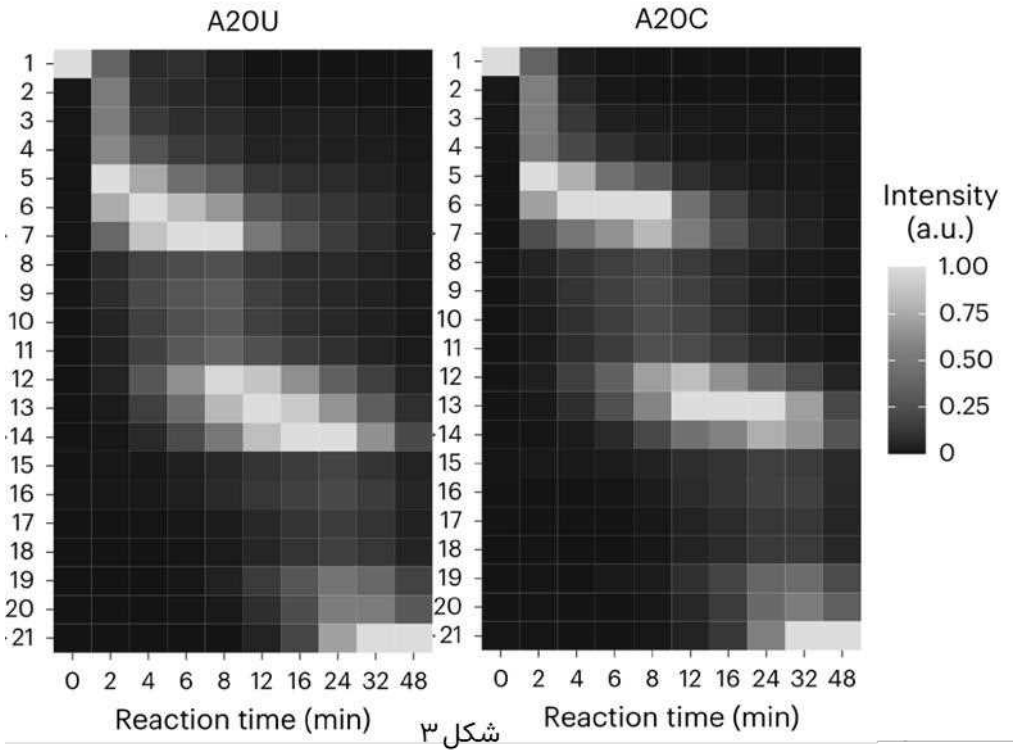
شکل۱

نتیجه الکتروفورز را می‌توان به صورت نقشه حرارتی (Heatmap) نمایش داد. در شکل ۲، نقشه حرارتی مربوط به دو نمونه ژل الکتروفورز را (با ترتیب مجهول) مشاهده می‌کنید. هر ستون این نقشه مربوط به یک چاهک از ژل الکتروفورز و حاصل از یک نقطه زمانی است. هر ردیف مقدار آن گونه از RNA را نشان می‌دهد که نوکلئوتید مشخص‌شده در آن ردیف، اولین ('3 ترین) نوکلئوتید آن باشد. رنگ ردیف‌ها در هر ستون بین ۰ و ۱ تصحیح شده است. به عنوان مثال، در زمان صفر دقیقه یا همان نقطه شروع آزمایش، همه RNAهای موجود در نمونه نوکلئوتید موقعیت ۱ را دارند (معادل دم ۲۰ نوکلئوتیدی).



شکل ۲

نقشه حرارتی برای دو نمونه دیگر A20U و A20C را در شکل۳ می‌بینید.



شکل ۳

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) در شکل ۲، نقشه حرارتی سمت چپ مربوط به نمونه A20 است.

ب) نرخ دآدنیلاسیون برای همه نوکلئوتیدهای A در طول دُم ثابت است.

ج) بین چهار نوکلئوتید اول دُم پلیA در نمونه A20، بیشترین نرخ دآدنیلاسیون مربوط به موقعیت ۴ است.

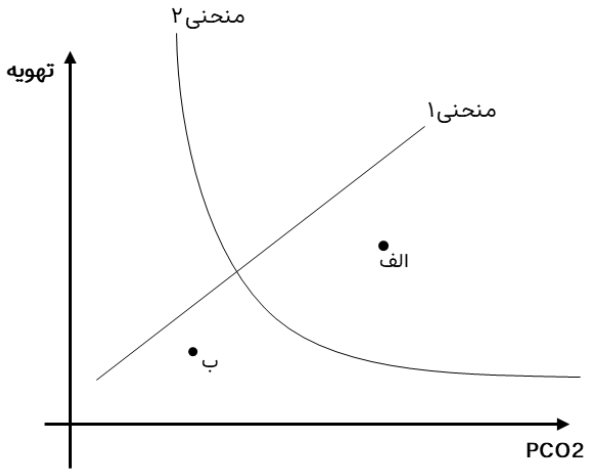
د) سازوکار این رخداد برای همه نوکلئوتیدهای غیر A، حاصل ناتوانی آنزیم در مرحله برش آن نوکلئوتید است.

هـ) استفاده از سازوکار Mixed tailing می‌تواند برای ویروس‌های آلوده‌کننده مهره‌داران مزیت رقابتی ایجاد کند.

پرسش ۸ تنظیم تنفس | برای مدل‌سازی رابطه میان PCO_2 خون و تهویه در یک فرد سالم دو آزمایش انجام شده‌است.

نتیجه آزمایش اول نشان داد که سیستم عصبی مرکزی (CNS) در پاسخ به میزان CO_2 خون، تهویه را تنظیم می‌کند. با افزایش میزان PCO_2 خون میزان تهویه بیشتر می‌شود. منحنی ۱ در شکل زیر این موضوع را نشان می‌دهد (در منحنی ۱، متغیر مستقل میزان PCO_2 و متغیر وابسته میزان تهویه است).

نتیجه آزمایش دوم نشان داد که در هر میزان مشخصی از تهویه مقدار PCO_2 خون به میزان ثابتی می‌رسد.منحنی ۲ در شکل زیر این موضوع را نشان می‌دهد(در منحنی ۲، متغیر مستقل تهویه و متغیر وابسته میزان PCO_2 است).



بنابراین میزان PCO_2 خون سبب تنظیم تهویه، و تهویه نیز سبب تغییر PCO_2 می‌شود. فرد الف و ب دو فردی هستند که مقدار تهویه و PCO_2 آن‌ها را در مقدار مشخصی قرارداده‌ایم. **با شروع آزمایش اجازه می‌دهیم میزان PCO_2 و تهویه این دو فرد تغییر کند.** در نهایت بعد از گذشت مدتی با تغییرات تهویه، فرد الف و ب به مقداری از PCO_2 می‌رسند که این مقدار با گذشت زمان تغییر نمی‌کند. این میزان را **PCO_2 تعادلی** می‌نامیم.

باتوجه به این مدل (نمودار)، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) این مدل مطرح می‌کند با شروع آزمایش در فرد الف، میزان PCO_2 کاهش و تهویه افزایش می‌یابد.

ب) این مدل مطرح می‌کند با شروع آزمایش در فرد ب، میزان PCO_2 و تهویه افزایش می یابند.

ج) این مدل مطرح می‌کند برای هر حالت خارج از تعادل، در هر لحظه، مقدار PCO_2 به میزان **PCO_2 تعادلی** نزدیک می‌شود.

د) با فرض ثابت بودن PCO_2 تعادلی و منحنی ۲، افزایش حساسیت CNS به PCO_2 سبب کاهش دامنه تغییرات تهویه می‌شود.(راهنمایی: تغییر حساسیت CNS به PCO_2 بر شیب منحنی ۱ اثر می‌گذارد.)

هـ) با افزایش سرعت گردش خون در فرد الف، سرعت تغییرات تهویه افزایش پیدا می‌کند.

مسئله ۳ رشد گیاه | چرخه زندگی گیاهی را در نظر بگیرید. در انتهای هر سال، هر درخت بالغ، ۵ دانه تولید می‌کند و ۲۰ درصد از کل دانه‌ها تبدیل به درخت می‌شوند و باقی به صورت نهفته در خاک می‌مانند. دانه‌ها هیچ‌وقت از بین نمی‌روند و توانایی جوانه‌زنی را حفظ می‌کنند. نرخ مرگ‌ومیر درختان نیز ۲۰ درصد در سال است. در ادامه به بررسی تغییرات این جمعیت در طول زمان پرداختیم. بعد از گذشت چند سال، نسبت دانه‌ها به درختان ثابت و جمعیت سالانه ۱.۸ برابر می‌شود. **در این زمان نسبت دانه‌ها به درختان را محاسبه کنید.**

شکل۱

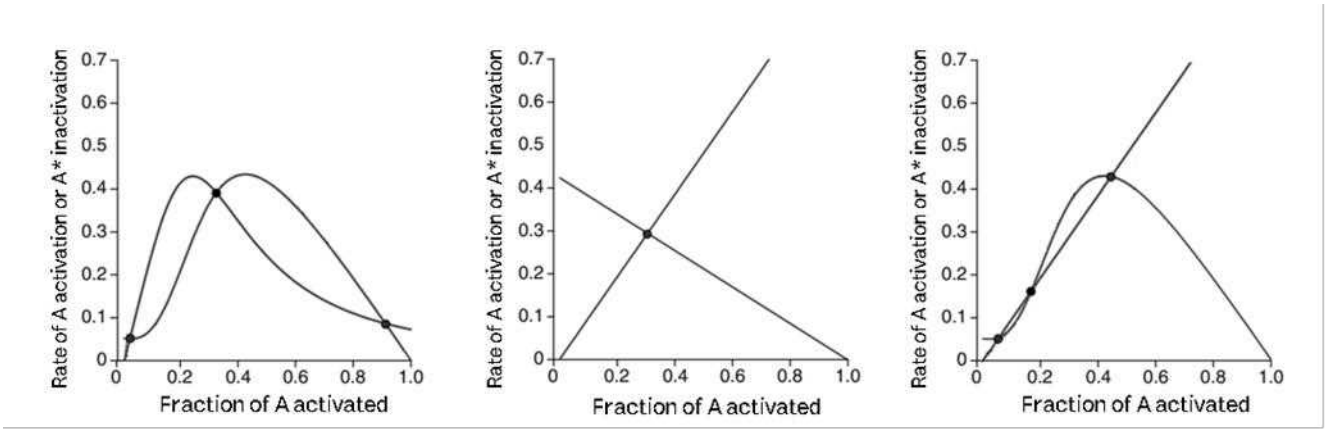
پرسش ۹ سیستم‌های تنظیمی | پروتئین A را در نظر بگیرید. این پروتئین توسط یک آنزیم فعال‌کننده به حالت فعال خود (A*) تبدیل می‌شود و A* نیز توسط یک آنزیم غیرفعال‌کننده به فرم غیرفعال (A) تبدیل می‌شود (شکل ۱). پروتئین A فعال (A*) موجب انجام عملی در سلول می‌شود. سه مدل برهمکنش A* با فعال‌کننده و غیرفعال‌کننده وجود دارد.

سیستم ساده : مدلی است که A* هیچ برهمکنش تنظیمی‌ای با آنزیم‌های فعال‌کننده و غیر فعال‌کننده ندارد.

سیستم تک لوپ: در این سیستم A* **فقط بر یکی از** آنزیم‌های فعال‌کننده یا غیرفعال‌کننده اثر تنظیمی می‌گذارد.

سیستم دو لوپ: در این سیستم A* **بر هر دوی** آنزیم‌های فعال‌کننده و غیر فعال‌کننده اثر تنظیمی می‌گذارد.

برای هریک از این سیستم‌ها، نمودار ارتباط بین **نرخ فعال‌شدن A یا غیرفعال‌شدن A* با نسبت A* به کل پروتئین A موجود(مجموع پروتئین فعال و غیرفعال)**، با ترتیب نامشخص رسم شده است(شکل ۲). هر نمودار دو منحنی دارد؛ یک منحنی نشان‌دهنده نرخ فعال‌شدن A و دیگری مربوط به نرخ غیرفعال‌شدن A* است. در تمامی این سه نمودار، مقدار A* بعد از گذشت مدتی ثابت می‌شود و به تعادل می‌رسد. اگر با تغییر کوچک مقدار A* از تعادل، A* به تعادل اولیه برنگردد، به آن نقطه، تعادل ناپایدار (US) می‌گوییم و اگر با تغییر کوچک مقدار A* از تعادل، A* به تعادل اولیه برگردد به آن نقطه، تعادل پایدار (SS) می‌گوییم.



شکل ۲

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) در نمودار مربوط به سیستم تک لوپ، A* آنزیم غیرفعال‌کننده را مهار می‌کند.

ب) در نمودار مربوط به سیستم دو لوپ، A* آنزیم فعال‌کننده را فعال و غیر فعال کننده را مهار می‌کند.

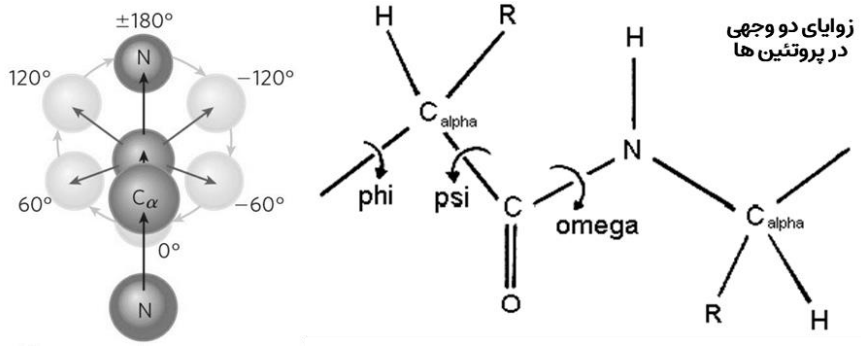
ج) نمودار مربوط به سیستم دو لوپ، دو نقطه SS و یک نقطه US دارد.

د) اگر A* تنظیم کننده pH درون سلولی باشد، مناسب ترین مدل از بین این سه سیستم برای تنظیم pH ، سیستم تک لوپی است.

هـ) اگر A* سبب ورود به تقسیم سلولی شود، مناسب ترین مدل از بین این سه سیستم برای تنظیم ورود به تقسیم، سیستم دو لوپی است.

پرسش ۱۰ الفبای آگاه از ساختار | روش‌های نوین تعیین ساختار سه بعدی پروتئین مانند Cryo EM به همراه روش‌های پیش‌بینی ساختار مانند AlphaFold 2 باعث رشد بسیار سریع پایگاه‌هایِ دادهِ ساختار پروتئین شده‌اند. این موضوع، نیاز به روش‌های بهینه برای جست‌وجو در بین این ساختارها را بیش از گذشته مورد توجه قرار داده است. با توجه به اینکه در گذشته روش‌های بسیار بهینه‌ای برای جست‌وجو در داده‌های متنی توسعه یافته‌اند (مانند روش BLAST برای جست‌وجو در پایگاه‌های داده DNA و پروتئین)، یکی از ایده‌های موجود تبدیل داده‌های ساختار سه بعدی به نوعی الفبای متنی آگاه از ساختار (Structure-aware alphabet) است.

در پژوهشی از زوایای دو وجهی (Dihedral angle) دو آمینواسید متوالی برای ساخت این الفبا استفاده شد. به‌این صورت که زوایای فای (φ) و سای (ψ) هر دو آمینواسید متوالی استخراج شده و بر اساس مقادیر این دو زاویه به دسته‌هایی تقسیم شدند. به هر دسته یک نماد یا حرف اختصاص یافته و در نتیجه یک رشته متنی از ساختار سه‌بعدی پروتئین به دست می‌آید. این تبدیل امکان استفاده از الگوریتم‌های جست‌وجوی متنی مانند BLAST را در پایگاه‌های داده ساختاری فراهم می‌کند. تصاویر زیر زوایای دو وجهی در پروتئین‌ها و نحوه محاسبه آن‌ها را نشان می‌دهد:



جدول زیر این تقسیم‌بندی را نشان می‌دهد:

نماد	محدوده فای (φ) آمینواسید اول	محدوده سای (ψ) آمینواسید اول	محدوده فای (φ) آمینواسید دوم	محدوده سای (ψ) آمینواسید دوم
A	$0 < \varphi \leq 180$	$-180 < \psi \leq 0$	$-180 < \varphi \leq 180$	$-180 < \psi \leq 0$
B	$-180 < \varphi \leq 0$	$0 < \psi \leq 180$	$-180 < \varphi \leq 0$	$-180 < \psi \leq 180$
C	$0 < \varphi \leq 180$	$-180 < \psi \leq 0$	$-180 < \varphi \leq 180$	$0 < \psi \leq 180$
D	$-180 < \varphi \leq 0$	$0 < \psi \leq 180$	$0 < \varphi \leq 180$	$-180 < \psi \leq 180$
E	$0 < \varphi \leq 180$	$0 < \psi \leq 180$	$-180 < \varphi \leq 180$	$-180 < \psi \leq 0$
F	$-180 < \varphi \leq 0$	$-180 < \psi \leq 0$	$-180 < \varphi \leq 0$	$-180 < \psi \leq 180$
G	$0 < \varphi \leq 180$	$0 < \psi \leq 180$	$-180 < \varphi \leq 180$	$0 < \psi \leq 180$
H	$-180 < \varphi \leq 0$	$-180 < \psi \leq 0$	$0 < \varphi \leq 180$	$-180 < \psi \leq 180$

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) الفبای پیشنهادشده در سوال، تمامی حالات ممکن برای دو آمینواسید متوالی را پوشش می‌دهد.

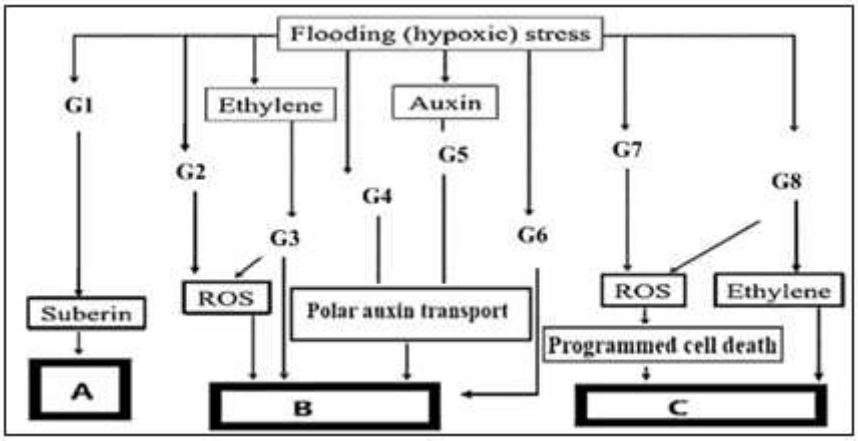
ب) حروف A و C به دلیل ایجاد ممانعت فضایی شدید به ندرت دیده خواهند شد.

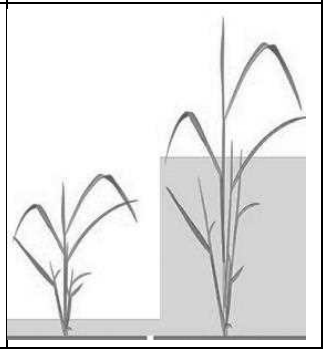
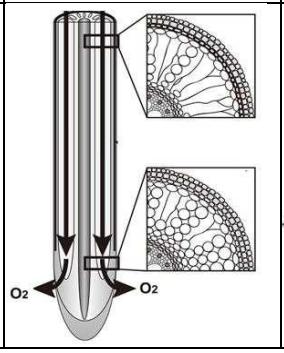
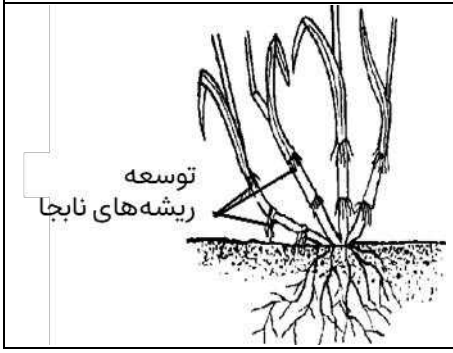
ج) در بیوانفورماتیک به منظور تسهیل جست‌وجو و پردازش توالی‌های زیستی مانند پروتئین و DNA، آن‌ها را به کلمات چند حرفی (k-mer) تقسیم می‌کنند. به منظور حفظ حساسیت در جست‌وجو، k-merهای مناسب برای الفبای ساختاری جدید از k-merهای مناسب برای DNA بلندتر هستند.

د) انتظار داریم تنوع حروف در رشته حاصل از پروتئینی غنی از پرولین از تنوع رشته حاصل از پروتئینی غنی از آلانین بیشتر باشد.

هـ) الفبای حاصل از این روش در تشخیص ساختارهای دوم محلی(Local)، مانند مارپیچ‌های آلفا نسبت به برهمکنش‌های دور (Long-range interactions)، مناسب‌تر است.

پرسش ۱۱ تنش غرقابی | مسیرهای A تا C بیانگر عوامل مولکولی-فیزیولوژیکی است که در گیاه برنج رخ می‌دهد. گیاه برنج به عنوان مدلی تعمیمی برای سایر گیاهان در مواجهه با تنش غرقابی شناخته می‌شود. مسیرهای نشان‌داده‌شده به سازش‌های ریختی، تشریحی (بافتی) و فیزیولوژیکی مانند تصاویر ۱ تا ۴ می‌انجامند. (ممکن است برای یک تصویر هیچ مسیری ارائه نشده باشد یا حتی بیش از یک مسیر برای هر تصویر ارائه شده باشد. G1 تا G8 گروه‌های ژنی مختلفی هستند که در هر مسیر نقش دارند).



تصویر ۱	تصویر ۲	تصویر ۳	تصویر ۴
			

درستی یا نادرستی گزاره‌ها را پس از تطابق مسیرهای A تا C با تصاویر ۱ تا ۴ مشخص کنید.

الف) مسیر A در انتقال اکسیژن به سمت مریستم رأسی ریشه (انتقال طولی اکسیژن) و کاهش هدررفت اکسیژن (انتقال عرضی اکسیژن) نقش دارد.

ب) مسیر B به تشکیل ریشه‌های نابجا مطابق تصویر ۴ می‌انجامد.

ج) تشکیل آئرانشیم‌های لیزوژنی منطبق با تصویر ۳ توسط هورمون اتیلن (Ethylene) القا می‌شود.

د) مسیر C با تحریک تولید اتیلن، جوانه زنی با کولئوپتیل‌های طویل را مطابق تصویر ۲ تسهیل می‌کند.

هـ) میانگره‌های طویل، مطابق تصویر ۱، در پاسخ به غلظت بالای هورمون اکسین (Auxin) در طول مسیر B پدید می‌آید.

پرسش ۱۲ سد تولید مثلی | دو گونه پروانه A و B را مورد آزمایش قرار داده‌ایم. روی بال‌های پروانه A لکه‌های قرمز رنگ و روی بال‌های پروانه B لکه‌های سفید رنگ وجود دارد. این لکه‌ها را به عنوان فنوتیپ دو گونه در نظر می‌گیریم. در این پروانه‌ها، ماده‌ها به محض درآمدن از پیله جفت‌گیری می‌کنند و نمی‌توانند نرها را رد کنند. در نتیجه جفت‌گیری و آمیزش اکثرا وابسته به انتخاب نر است.

نرها بر اساس اطلاعات بصری خود، ماده‌ها را انتخاب می‌کنند. ژنی که سلیقه نرها را تعیین می‌کند (ژن X) باعث می‌شود تا فرد فقط با یکی از دو فنوتیپ آمیزش کند. ژن Y نیز رنگ لکه‌های روی بال را تعیین می‌کند. هر دو ژن روی یک کروموزوم اتوزوم قرار دارند. افراد گونه A و گونه B دیپلوئید و اکثراً برای این دو ژن هوموزیگوت هستند. الل این دو ژن در گونه B نسبت به الل گونه A مغلوب است.

این دو پروانه دارای زیستگاه و کنام مشترکی هستند. این دو گونه پروانه ممکن است در زیستگاه طبیعی با یکدیگر جفت‌گیری کنند و دورگه‌هایی زیستا و زایا تولید کنند. اما در این سوال، منظور از دورگه‌های F1 دورگه‌های حاصل از جفت‌گیری دو فرد هوموزیگوت است. (فنوتیپ گونه A شایستگی برابری با فنوتیپ گونه B دارد و بین ژن X و Y مقداری نوترکیبی رخ می‌دهد. در این سوال از جهش صرف نظر کنید.)

درستی و نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) دورگه F1 نر را با ماده‌ای از گونه A آمیزش می‌دهیم، اکثر زاده‌های نر مایل هستند تا با افراد هر دو گونه آمیزش کنند.

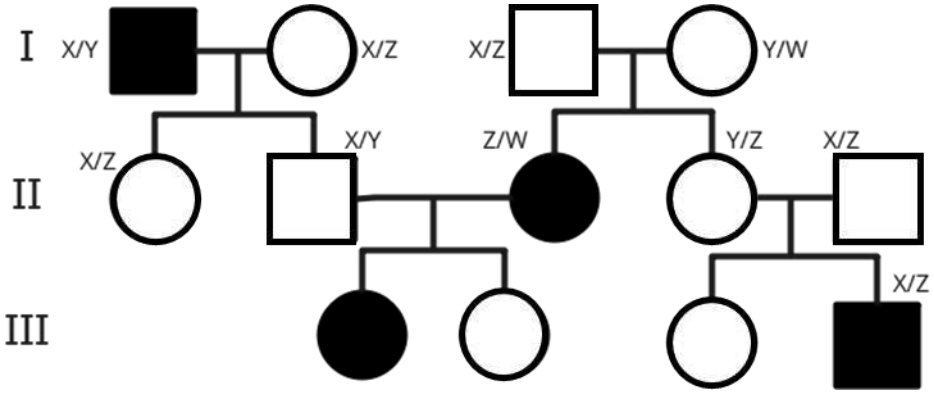
ب) اگر جمعیتی متشکل از نرهای دورگه F1 و افراد گونه B داشته باشیم، در نسل بعد فراوانی افراد با فنوتیپ گونه A افزایش پیدا می‌کند.

ج) جهش در ژن X، بر خلاف جهش در ژن Y، تاثیری بر میزان دورگه‌زایی در زیستگاه طبیعی این جانداران ندارد.

د) در زیستگاه طبیعی این دو گونه، شارش ژن‌های گونه B به A بیشتر از شارش ژن‌های گونه A به B است.

هـ) با افزایش نرخ نوترکیبی بین این دو ژن، احتمال تولید دورگه در زیستگاه طبیعی نیز افزایش پیدا خواهد کرد.

پرسش ۱۳ پیش‌بینی ژنوتیپ | بیومارکرهای ژنتیکی توالی‌هایی از DNA هستند که به علت چندشکلی (پلی‌مورفیسم) زیاد و امکان توالی‌یابی راحتشان برای بررسی وراثت ژن‌های مهم دیگر، استفاده می‌شوند. برای بررسی توارث یک بیماری اتوزومال مغلوب شجره‌نامه مقابل بررسی شده است. از آنجا که تعیین ژنوتیپ ژن مدنظر ممکن نبود از یک بیومارکر ژنتیکی با چهار حالت مختلف (واریانت‌های ژنتیکی) X,Y,Z,W که روی کروموزوم ژن عامل بیماری‌زا با فاصله **صفر سانتی مورگان** قرار دارد استفاده شد. (افراد هر نسل شجره‌نامه را از چپ به راست بشمارید.)



با توجه به شجره‌نامه و بیومارکرهای افراد درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) در بیومارکرهای بررسی‌شده همه بیومارکرهای X,Y,Z,W حداقل یک بار با الل بیماری‌زا مشاهده شده‌اند.

ب) ژنوتیپ فرد I-2 برای ژن بیماری‌زا می‌تواند هم هوموزیگوت غالب و هم هتروزیگوت باشد.

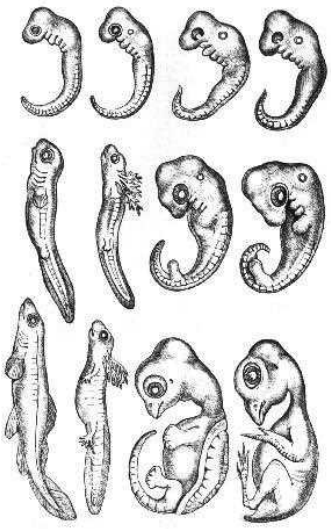
ج) در بیومارکرهای فرد III-1 الل (واریانت) X مشاهده خواهد شد.

د) تعداد حالات ممکن برای بیومارکرهای فرد III-3، دو حالت است.

هـ) اگر فاصله بیومارکرها از ژن مدنظر کمی بیشتر از صفر سانتی مورگان باشد، دیگر ارزش تشخیصی ندارند.

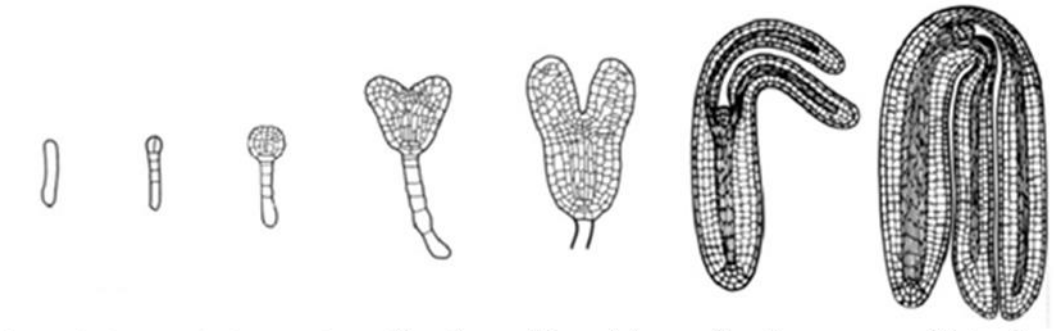
مسئله ۴ پیش‌بینی ژنوتیپ | در شجرنامه سوال قبل، درصورتی که فاصله بیومارکر و ژن مدنظر بر روی کروموزوم، ۲۵ سانتی مورگان باشد احتمال یکسان بودن مارکرهای III-1 و III-2 چند درصد است؟ (پاسخ را گرد کنید.)

با توجه به اطلاعات داده شده، به دو پرسش ۱۴ و ۱۵ پاسخ دهید.

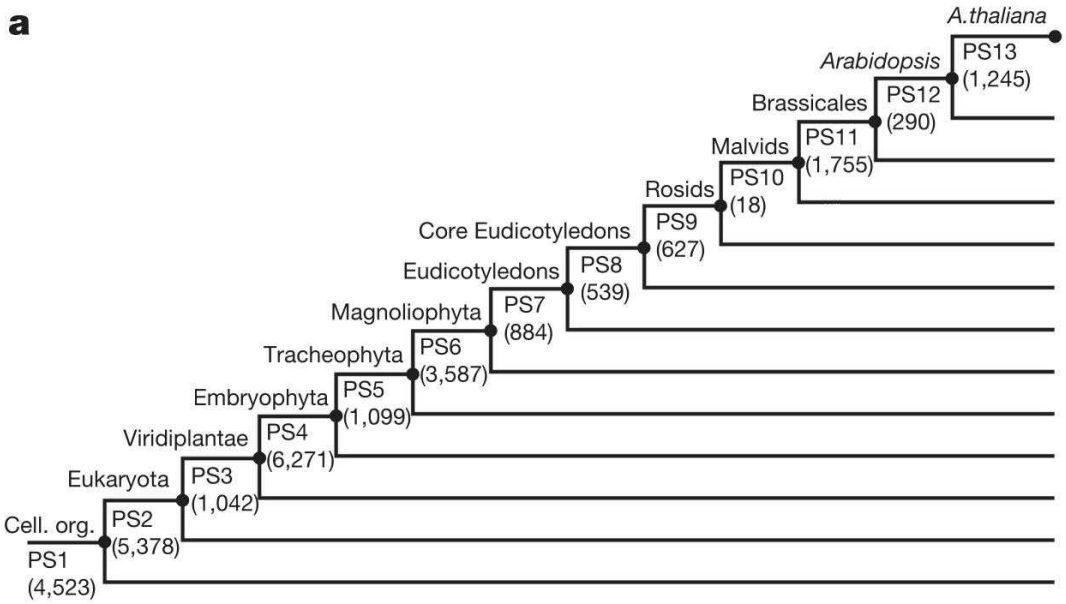


در نوشته‌های دوران یونان باستان به مشاهده جالبی درباره تکوین جانوران اشاره شده است؛ گونه‌های مختلف مهره‌داران هر چند از نظر ریخت‌شناسی متنوع‌اند، اما شباهت شگفت‌آوری در مراحل میانی تکوین جنین دارند. به عنوان مثال، جنین‌های ماهی، سمندر، لاک‌پشت و مرغ از نظر ریخت‌شناسی بسیار شبیه به یکدیگر هستند، اما با گذر زمان به موجودات بالغ بسیار متفاوتی تکوین می‌یابند. در قرن ۱۹ میلادی، زیست‌شناسان تکوینی با تایید همین مشاهدات، چند فرضیه را برای تکاملِ تکوین جنین پیشنهاد دادند. شکل روبرو یک نمونه از نقاشی‌های علمی آن زمان است که این مشاهده را نشان می‌دهد. یک نظریه مطرح‌شده در آن قرن می‌گوید آرایه‌های (Taxa) مختلف جانوری در مراحل یک تا چند سلولی، ریخت متفاوتی دارند، سپس در یکی از مراحل میانی تکوین به یک ریختار مشابه تکوین می‌یابند و در ادامه دوباره ظاهر متفاوتی پیدا می‌کنند. مرحله‌ای از تکوین که شباهت آرایه‌های مختلف بیشینه است به عنوان مرحله تبارمونه (Phylotypic) شناخته می‌شود. این نظریه- موسوم به **ساعت شنی**- از حمایت قوی شواهد مولکولی در جانوران برخوردار است.

گیاهان خشکی‌زی دومین فرمانروی بزرگ یوکاریوت‌ها با ویژگی جنین‌زایی‌اند. از آن‌جایی‌که شواهد ریخت‌شناسی در تکوین گیاهان به وضوح جانوران نیست، برای بررسی امکان وجود الگوی ساعت شنی در تکوین گیاهان، باید دست به دامان شواهد مولکولی از نوع ترانسکریپتوم (Transcriptome) شد. در پژوهشی نمونه‌های هفت مرحله تکوینی مختلف از گیاه *Arabidopsis thaliana* به دست آمد (شکل زیر). برای هر یک از این مراحل، مجموعه داده ترانسکریپتوم به دست آمد، به این معنی که با اندازه‌گیری مقدار mRNA، میزان بیان همه ژن‌های نمونه ارزیابی شد. شکل شماتیک این هفت مرحله را در تصویر زیر می‌بینید.



پرسش ۱۴ لایه‌بندی تبارزایشی | روش لایه‌بندی تبارزایشی (Phylostratification]) برای ارزیابی سن تکاملی ژن‌های مختلف تعریف می‌شود. لایه‌ی تبارزایشی هر ژن به عنوان قدیمی‌ترین گرهی تعریف می‌شود که برای آن ژن هم‌ساخت (Homologous) یافت شود.در این روش تبارنمایی با استفاده از ژن‌های مورد بررسی ساخته شد که حاوی ۱۳ گره است. برای هر یک از ژن‌های ژنوم *A. thaliana* جستجوی هم‌ساختی (Homology) در این تبارنما انجام شد. به عنوان مثال اگر هم‌ساختی بین یک ژن *A. thaliana* و یک گونه پروکاریوت یافت شود، آن ژن به لایه ۱ یا PS1 تعلق می‌گیرد. اگر برای ژن دیگری تنها هم‌ساخت یافت شده مربوط به یکی دیگر از گونه‌های سرده *Arabidopsis* باشد، این ژن به لایه ۱۲ یا PS12 تعلق می‌گیرد. بدین ترتیب هر یک از ژن‌های ژنوم *A. thaliana* به یکی از ۱۳ لایه تعلق گرفت. در این روش هم‌ساختی بین حتی یک منطقه از ژن به عنوان هم‌ساختی کل آن دو ژن در نظر گرفته می‌شود.



بر اساس این لایه‌بندی، معیار TAI (Transcriptome Age Index) برای مرحله تکوینی s این‌گونه با رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$TAI_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} PS_i e_{is}}{\sum_{i=1}^{n} e_{is}}$$

معیار TAI برای هر یک از مراحل تکوینی محاسبه می‌شود و در آن برای همه ژن‌های ۱ تا n، عدد صحیح (۱ تا ۱۳) لایه‌ی تبارزایی یا PS مربوط به آن ژن در میزان بیان (e) آن ژن در مرحله s ضرب می‌شود. این مقدار نسبت به بیان همه ژن‌ها تصحیح می‌شود.

در مرحله بعد ژن‌های پیراساخت (Paralogous) بین *A. thaliana* و چند گونه دیگر از سرده *Arabidopsis* شناسایی و توالی نوکلئوتید و آمینواسید آن‌ها مقایسه شد. برای هر یک از این ژن‌ها نسبت Ka/Ks محاسبه شد. Ka تعداد جهش‌های جایگزینی از نوع غیر هم‌معنی در جایگاه‌های غیر هم‌معنی و Ks تعداد جهش‌های جایگزینی از نوع هم‌معنی (خاموش) در جایگاه‌های خاموش است. بر این اساس، معیار دیگری بنام TDI (Transcriptome Divergence Index) تعریف شد:

$$TDI_s = \frac{\sum_{i=1}^{n} (\frac{Ka_i}{Ks_i}) e_{is}}{\sum_{i=1}^{n} e_{is}}$$

معیار TDI نیز برای هر یک از مراحل تکوینی محاسبه می‌شود و در آن برای همه ژن‌های ۱ تا n از پیراساخت شناسایی‌شده، نسبت Ka/Ks برای آن ژن در میزان بیان (e) آن ژن در مرحله s ضرب می‌شود. این مقدار نسبت به بیان همه ژن‌ها تصحیح می‌شود.

با توجه به اطلاعات داده شد، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

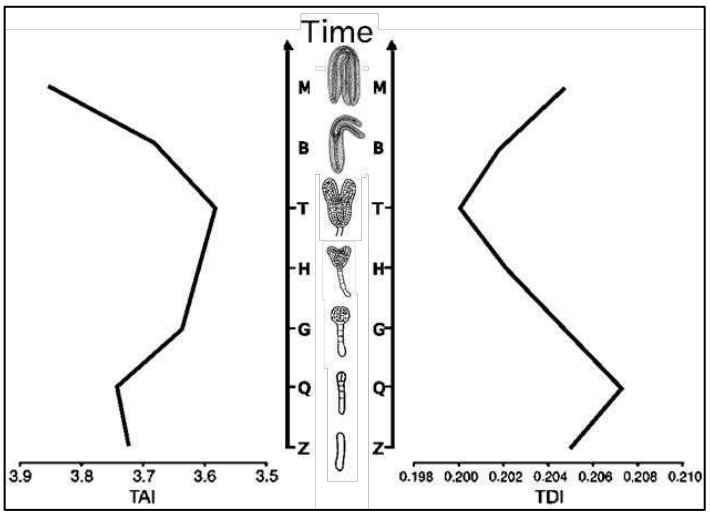
الف) مقدار بیشتر TAI متناظر با ژن‌های جدیدتر از نظر تکاملی است.

ب) مقدار بیشتر TDI متناظر با ژن‌های حفاظت‌شده در طول تکامل است.

ج) مقیاس زمانی مورد بررسی در معیار TAI نسبت به معیار TDI طولانی‌تر است.

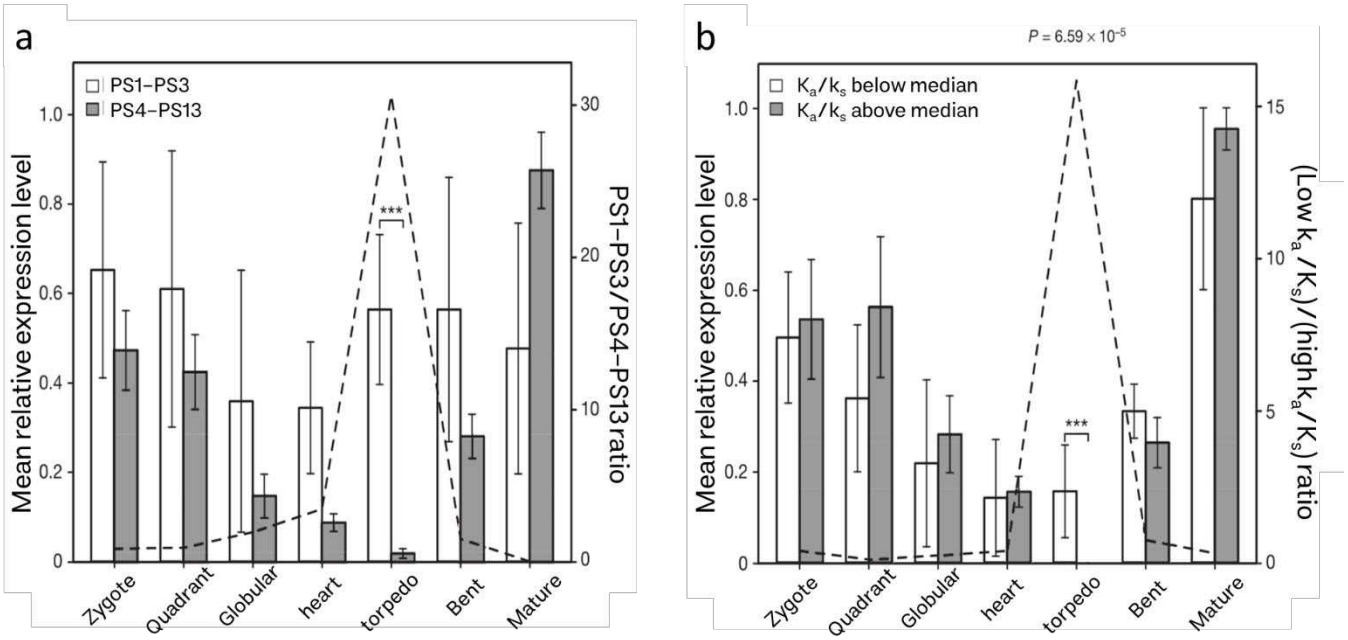
د) در صورت میزان بیان یکسان، ژنی که اثر خنثی بر شایستگی داشته باشد، نسبت به ژنی که تحت تأثیر انتخاب طبیعی است، همواره مقدار بیشتری به TDI اضافه می‌کند.

هـ) ژن‌های پارالوگ و ارتولوگ هردو در مقدار TAI اثرگذارند.



پرسش ۱۵ نظریه ساعت شنی | نتیجه محاسبه دو معیار پرسش قبل را برای هفت مرحله تکوینی گیاه در نمودار مقابل می‌بینید. محور عمودی مراحل جنینی را از زیگوت تا بالغ نشان می‌دهد. محورهای افقی مقادیر TAI و TDI را نشان می‌دهد. (به ترتیب اعداد محور دقت کنید.)

برای بررسی علت مشاهده این الگو نمودار زیر کشیده شد. در نمودار a ژن‌ها بر اساس مقدار PS به دو گروه PS1-3 و PS4-13 تقسیم‌بندی و به ترتیب با میله‌های سفید و خاکستری نشان داده شدند. در نمودار b ژن‌ها بر اساس نسبت Ka/Ks به دو گروه کمتر و بیشتر نسبت به میانه Ka/Ks برای همه ژن‌ها تقسیم‌بندی و به ترتیب با میله‌های سفید و خاکستری نشان داده شده اند. محور افقی مراحل مختلف جنین را نشان می‌دهد. در هر مرحله، طول میله‌ها برابراست با میانگین بیان ژن‌های هر گروه را (به واحد نسبی) که مقدار آن در سمت چپ محور عمودی نشان داده شده است. خط‌چین روی نمودار نسبت طول میله سفید به میله خاکستری را در آن مرحله است و مقدار آن در سمت راست محور عمودی نشان داده شده است. (*** : از نظر آماری معنی دار است.)



با توجه به اطلاعات داده شد، **درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.**

الف) مرحله اژدری، مرحله تبارمونه (Phylotypic) در تکوین گیاه است.

ب) در مرحله تبارمونه، بیان ژن‌های قدیمی مهار می‌شود.

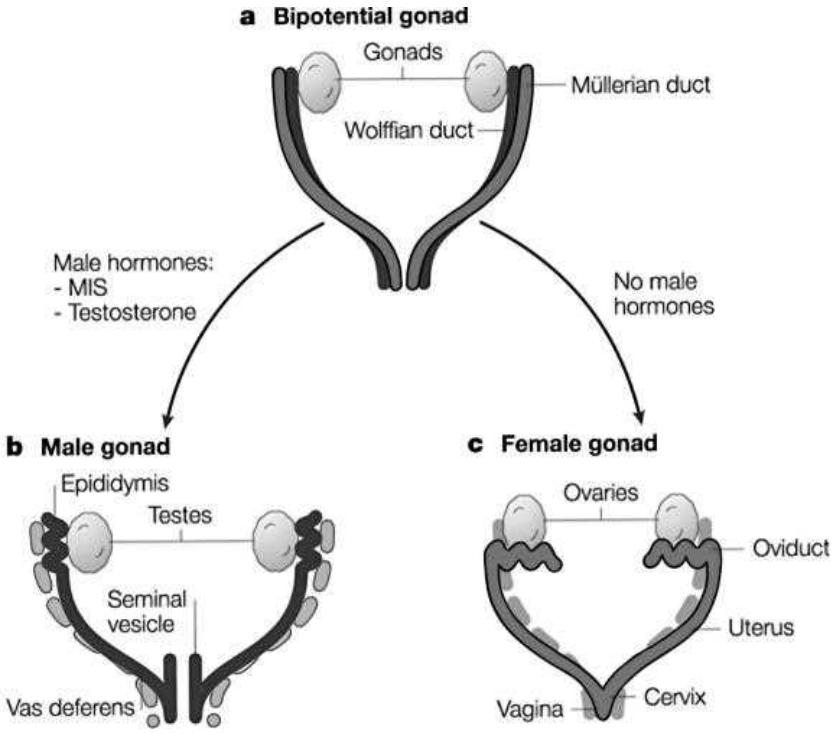
ج) در مرحله تبارمونه، بیان ژن‌های حفاظت شده مهار می‌شود.

د) این نتایج از نظریه «ساعت شنی» در تکاملِ تکوین گیاهان حمایت می‌کند.

هـ) بر اساس این نتایج می توان‌گفت مرحله اژدری قبل از مرحله قلبی تکامل پیدا کرده است.

پرسش ۱۶ تکوین اندام تولید مثلی | در طول تمایز ابتدایی دستگاه تولید مثل، علاوه بر شکل‌گیری گنادهای تمایزنیافته، دو مجرا نیز در هر دو جنس مذکر و مونث تشکیل می‌شوند: ۱) Wollfian duct و ۲) Mullerian duct. گنادهای تمایزنیافته تا هفته هفتم تکوین ویژگی‌های ریخت‌شناسی نر یا ماده را نشان نمی‌دهند، اما پس از آن، این گنادها تحت تاثیر ژنوتیپ فرد به بیضه یا تخمدان تبدیل می‌شوند. کلید تعیین جنسیت، ژن تعیین‌کننده بیضه به نام SRY روی کروموزوم Y است. هنگام تکوین گنادها، سلول‌های تمایزنیافته اگر دارای کروموزوم Y باشند، در مسیر تمایز به بیضه قرار می‌گیرند و در غیاب آن، در مسیر تمایز به تخمدان قرار می‌گیرند. در ادامه، رشد Mullerian duct باعث تکوین اندام تولید مثلی داخلی زنانه و رشد Wollfian duct باعث تکوین اندام تولید مثلی داخلی مردانه می‌شود.

در مرحله بعد، گنادهای تمایزیافته با ترشح هورمون روی رشد مجراها اثر می‌گذارند. در بیضه‌های افراد XY دو نوع سلول دیده می‌شود. سلول‌های Leydig که ترشح‌کننده تستسترون و باقی آندروژن‌ها هستند و سلول‌های Sertoli که ترشح‌کننده هورمون آنتی‌مولرین (MIS) هستند. تستسترون عمده‌ترین هورمون آندروژن و القاکننده تکوین Wollfian duct است. هورمون آنتی‌مولرین نیز مهارکننده تکوین Mullerian duct است. در افراد XX، نبود هورمون آنتی‌مولرین باعث می‌شود تا Mullerian duct تکوین یابد. همچنین به دلیل نبود هورمون تستسترون، در این افراد، Wollfian duct تکوین نمی‌یابد. استروژن موجود در خون مادر و جفت نیز سبب می‌شود تا اندام تولید مثلی خارجی زنانه داشته باشند.



درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) در فردی که ژنوتیپ XY دارد ولی سلول‌ها گیرنده خود برای آندروژن‌ها را از دست داده‌اند، توقع داریم که اندام تولید مثلی خارجی زنانه یافت شوند.

ب) در فردی که ژنوتیپ XY دارد ولی سلول‌ها گیرنده خود برای آندروژن‌ها را از دست داده‌اند، چرخه‌های ماهانه مشاهده می‌شود.

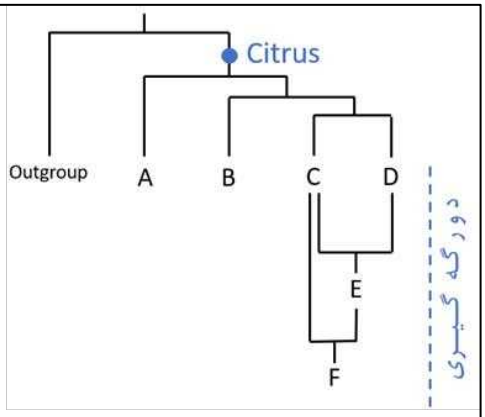
ج) در فردی که ژنوتیپ XX دارد ولی در طی تکوین، غده آدرنال توموری شده است و میزان زیادی آندروژن تولید می‌کند، توقع داریم که هر دو مجرای Wollfian duct و Mullerian duct تکوین یابند.

د) در فردی که ژنوتیپ XY دارد ولی سلول‌ها گیرنده خود برای آندروژن‌ها را از دست داده‌اند، توقع داریم که سطح تستسترون بالاتر از نرمال باشد.

هـ) بیماری ۲۲ ساله با اندام تولید مثلی خارجی زنانه اما بدون تجربه چرخه‌های ماهانه در زندگی خود، به درمانگاهی مراجعه کرده است، این بیمار ممکن است دارای ژنوتیپ XY باشد اما گنادهای آن تمایزنیافته باشند.

پرسش ۱۷ تداخل ژنی در مرکبات | مرکبات، گروهی از گیاهان عمدتا از سرده Citrus هستند و توانایی بالای تداخل ژنی (Introgression) دارند. بسیاری از آن‌ها دورگه‌ای (Hybrid) از دو گونه دیگر از مرکبات هستند. به این ترتیب که تخمک‌های یک گونه توسط گرده گونه دیگر بارور شده و گونه دورگه ایجاد می‌شود. این فرآیند دورگه‌گیری (Hybridization) نام دارد. بنابراین گونه دورگه برخی از صفات پایه پدری و برخی از صفات پایه مادری که در طی تکامل تثبیت شده را به ارث می‌برد.

دندروگرام (دارنگاره، Dendrogram) نشان‌داده‌شده، روابط تکاملی تعدادی از گونه‌های مرکبات را به همراه گونه برون‌گروه (Outgroup) نشان می‌دهد .



موقعیت گونه‌ها در این درخت، با حروف مجهول A تا F مشخص شده است.

A تا D گونه‌های والد و E و F گونه‌های دورگه هستند. گونه E از ترکیب دو گونه C و D و در ادامه گونه F از ترکیب گونه‌های E و C ایجاد شده است.

برای بازسازی روابط تکاملی مرکبات مطابق دندروگرام نشان‌داده‌شده، ۱۰ ژن را انتخاب کردیم که وضعیت اللی هرگونه برای این ژن‌ها معرف آن گونه گیاهی است.برون‌گروه و گونه‌های A تا F برای ژن‌های بررسی شده فاقد هرگونه تنوع ژنتیکی **درون‌گونه‌ای** هستند؛ به این ترتیب بررسی ژنتیکی انجام شده به ما این امکان را می‌دهد تا هر یک از این گیاهان را با توجه به الگوی اللی مخصوص آن، از گونه‌های گیاهی دیگر جدا کنیم. ژن‌های ۱ تا ۹ هسته‌ای و ژن ۱۰ کلروپلاستی است. در سرده Citrus روی‌هم‌رفته، برای هر یک از این ژن‌ها دو الل وجود دارد که در جدول به رنگ‌های سیاه و سفید نشان داده شده است.

شماره ژن / نام گونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
برون گروه										
میکرانتا	■									■
بالنگ	■	■								■
دارابی	■	■	■				■	■	■	■
پرتقال	■	■	■	■	■		■		■	■
نارنگی	■	■	■	■	■	■				
گریپ فروت	■	■	■				■		■	■

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (همه گونه‌های بررسی‌شده دیپلوئید هستند و توارث سیتوپلاسمی مطابق حالت معمول در نهاندانگان دارند. همچنین از بروز جهش در دورگه‌ها صرف نظر کنید.)

الف) گونه B بالنگ است.

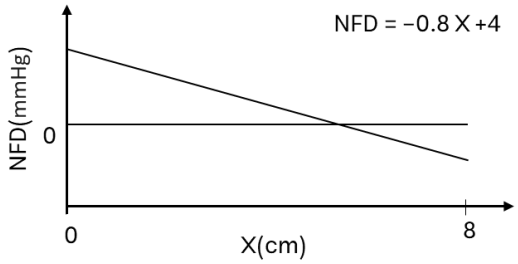
ب) گونه E از ترکیب دارابی و پرتقال به وجود آمده است.

ج) گونه F گریپ فروت است.

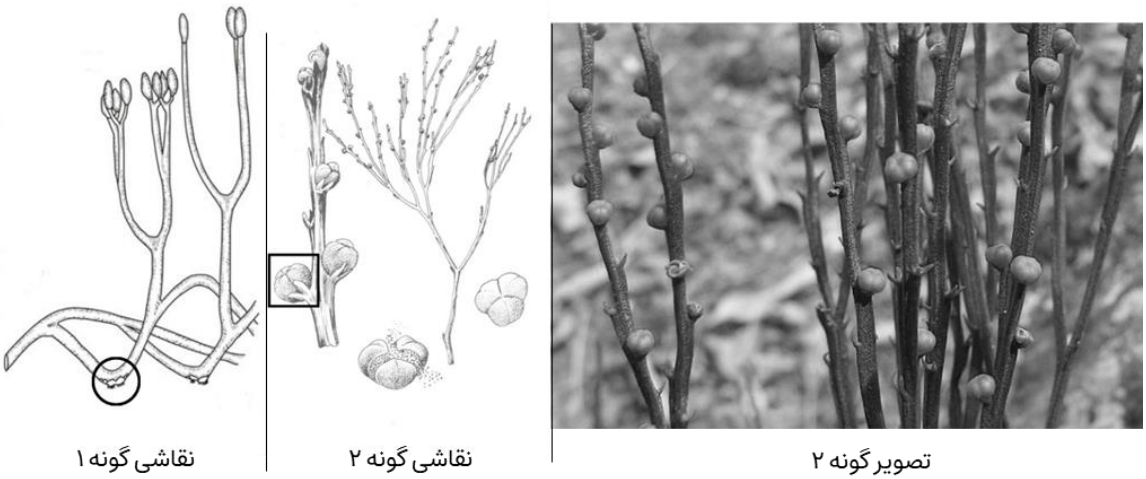
د) گونه دورگه E، ژنوم گونه C را از طریق دانه گرده آن به ارث برده است.

هـ) نژادی از گریپ فروت در اختیار داریم که پس از جوانه‌زنی دانه آن، چندین جنین با ویژگی‌های مشابه پایه مادری (گیاهی که میوه از آن کنده شده است) و مشابه یکدیگر از دانه خارج می‌شوند. در این صورت احتمالا منشا جوانه‌ها، بافت خورش (Nucellus) بوده است.

مسئله ۵ تبادل مویرگی | وقتی خون از مویرگ عبور می‌کند، فشار هیدروستاتیک و فشار اسمزی سبب وارد شدن نیرویی برای خروج یا ورود مایع در هر نقطه از مویرگ می‌شود. برایند خالص این فشارها را به اختصار NFP می نامند. نمودار زیر رابطه میان NFP (بر حسب میلی متر جیوه) واردشده به خون در هر نقطه از طول (X) یک مویرگ 8 سانتی‌متری را نشان می‌دهد. میزان جریان در هر نقطه از دیواره مویرگ با NFP آن نقطه رابطه مستقیم دارد(جریان از دیواره مویرگ(میکرولیتر) برابر با K × NFP است که در آن میزان K در سراسر طول مویرگ ثابت است). اگر **برآیند** ورودی و خروجی در تمام طول مویرگ در نهایت سبب خروج **خالص** 100 میکرولیتر باشد، چند میکرولیتر مایع در قسمت انتهایی مویرگ به آن وارد شده است؟



پرسش ۱۸ شبیه اما متفاوت | در یک مطالعه انجام‌شده روی نقاشی‌های گیاهان مختلف، دو تصویر پیدا شدند که از شباهت بی‌نظیری نسبت به یکدیگر برخوردار بودند؛ برای مثال، هر دو در ساختار خود **بدون ریشه** بودند و ساقه‌های آن‌ها به صورت دوپا (Dichotomous) منشعب می‌شدند. طی بررسی‌های دقیق‌تر، گیاه‌شناسان متوجه شده‌اند یکی از این گیاهان متعلق به یک شاخه قدیمی منقرض‌شده از گیاهان است. این گیاه مرز بین گیاهان بدون آوند و آونددار تصور می‌شود (گونه ۱). به طور حتم این نقاشی‌ها از روی فسیل‌های برجای‌مانده از این گیاه ترسیم شده‌اند، اما گیاه دیگر در حال حاضر به عنوان یک گیاه آوندی بدون دانه شناخته‌شده و در مناطق گسترده‌ای از زمین یافت می‌شود (گونه ۲). در تصاویر زیر می‌توانید نقاشی‌های مرتبط با هر دو گونه ۱ و ۲ و همچنین تصویری واقعی از گونه ۲ را مشاهده کنید. (توجه کنید تمامی تصاویر مربوط به اسپوروفیت این گیاهان هستند.)



درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) نداشتن ریشه یک ویژگی پیشرفته مشترک (Synapomorphy) در دو گونه نامبرده است، که سبب می‌شود نزدیک‌ترین خویشاوند به یکدیگر باشند.

ب) گونه ۱ حاوی بافت‌های آوندی حقیقی (چوبی و آبکشی) نیست.

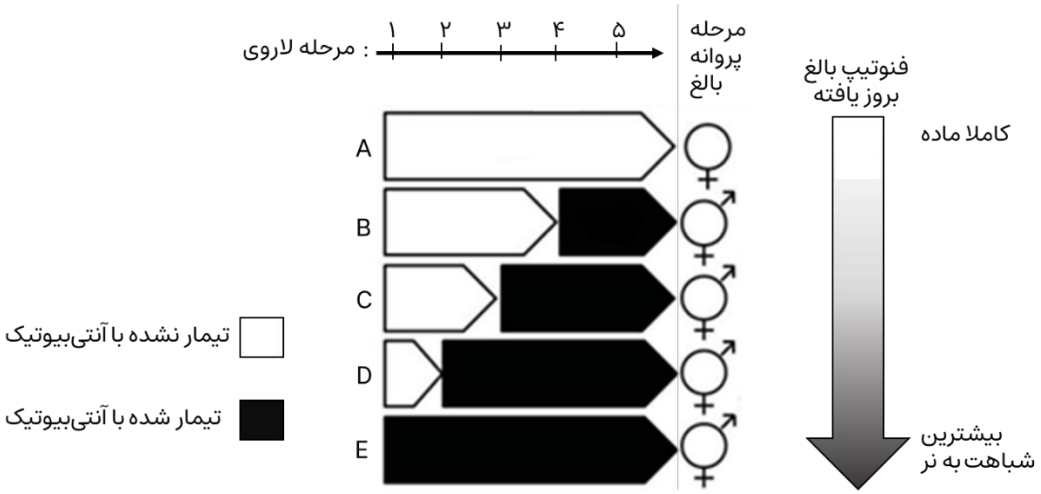
ج) ساختار نشان‌داده‌شده با دایره در نقاشی گونه ۱، هم‌ساخت (Homologous) با ریزوئید (Rhizoid) در خزه‌ها است.

د) مربع مشخص‌شده در نقاشی گونه ۲، هاگ‌دان (Sporangium) واحدی را نمایش می‌دهد که شکوفایی طولی دارد.

هـ) در گونه ۲ ساقه به عنوان اندام اصلی فتوسنتزکننده عمل می‌کند.

پرسش ۱۹ تعیین جنسیت | سیستم ZW جنسیت در پروانه‌های *Eurema mandar* را تعیین می‌کند.به صورتی‌که افراد با ژنوتیپ ZZ نر و افراد با ژنوتیپ ZW ماده هستند. حین مطالعه‌ای دیده شد، افرادی وجود دارند که فنوتیپی کاملا مخالف ژنوتیپشان بروز می‌دهند و به اندازه افراد دیگر زیستا و زایا هستند. این مطالعه به کشف باکتری *Wolbachia* در این‌افراد انجامید. این باکتری نوعی همزیست سیتوپلاسمی است که به شکل عمودی از پروانه ماده به فرزندان منتقل می‌شود و می‌تواند در سازوکار ژنتیکی تعیین جنسیت تداخل ایجاد کند .

برای شناخت بهتر سازوکارهای تغییر نسبت جنسی، پروانه‌های آلوده به باکتری که از نظر ژنوتیپی نر بودند، به پنج گروه تقسیم شدند(گروه A تا E). سپس هر گروه در مرحله مشخصی از چرخه زندگی با نوعی آنتی‌بیوتیک کشنده *Wolbachia* تیمار شد. نتایج آزمایش در تصویر زیر قابل مشاهده است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید در جمعیت‌های تیمارشده با آنتی بیوتیک برخلاف جمعیت طبیعی، فنوتیپ‌های بینابینی وجود دارند(در این گونه هرمافرودیتیسم دیده نمی‌شود).



در آزمایش دیگر گروهی از افراد ماده با همان آنتی بیوتیک تیمار شدند. نتیجه این آزمایش نسبت جنسی یک به یک، بدون ایجاد هیچ فنوتیپ بینابینی را نشان داد.

درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) باتوجه به مشاهدات، بیان ژن‌های کروموزوم W در تکوین صفات جنسی ماده ضروری است.

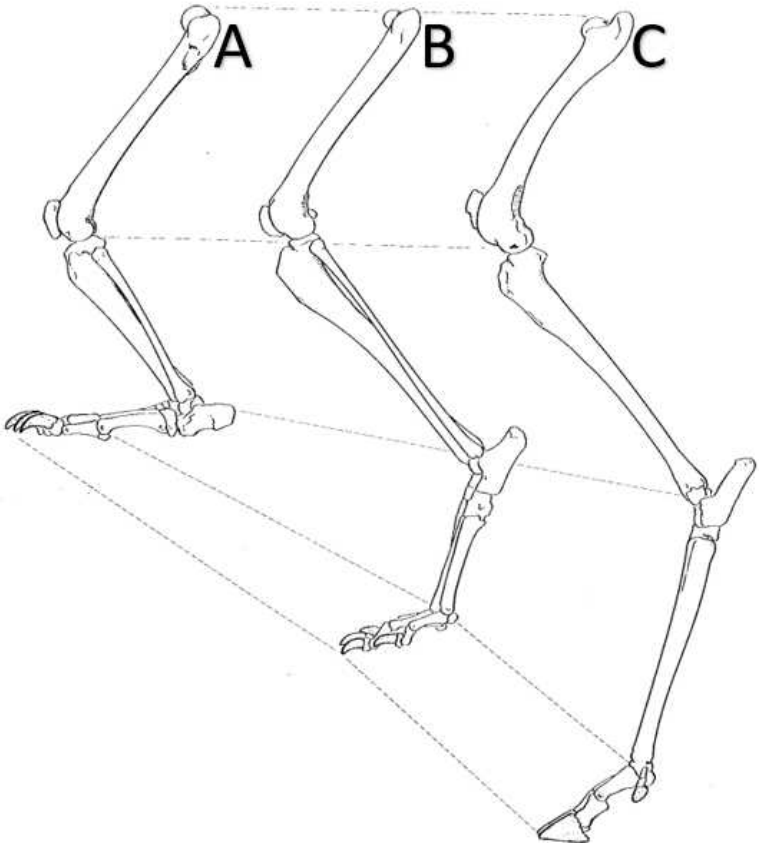
ب) این باکتری باعث ایجاد افرادی با فنوتیپ ماده می‌شود که از نظر ژنوتیپی نر هستند.

ج) تفاوت نتایج دوآزمایش نشان می‌دهد *Wolbachia* اثرگذاری خود بر فنوتیپ را قبل از مرحله لاروی شروع می‌کند.

د) استفاده از آنتی‌بیوتیک در مرحله سوم لاروی، شایستگی پروانه و *Wolbachia* را کاهش می‌دهد.

هـ) در جمعیتی که نسبت فنوتیپ ماده بیشتر از نسبت جنسی تعادلی جمعیت باشد، فرد نر مقاوم به *Wolbachia* شایستگی بیشتری دارد.

پرسش ۲۰ مسابقه دو | از انتهای دوره کرتاسه به بعد انفجاری از نظر تنوع گونه‌ها برای پستانداران رخ داد تا بتوانند کنام‌های خالی شده را پر کنند. همین موضوع باعث شد تا به گستره پهناوری از زیستگاه‌های زمین دسترسی پیدا کنند، گرچه باید ابزار لازم برای حرکت (Locomotion) در آن زیستگاه‌ها را نیز کسب می‌کردند. اسکلت استخوانی در بین پستانداران بارها و بارها در طول تاریخ تکامل شکل‌های متفاوت یافته است تا بتواند با نحوه حرکت آن‌ها سازگار شود. یکی از این حرکت‌ها دویدن (Running) است. گستره وسیعی از جانوران دونده (Cursorial) به این روش حرکت می‌کنند، اما آیا تمام جانوران دونده روش مشابهی برای افزایش سرعتِ دو دارند؟



برای افزایش سرعت راه رفتن یا دویدن دو روش وجود دارد: یکی افزایش نرخ گام‌برداشتن (Strike rate) و دیگری افزایش طول هر گام (Strike length).

متناسب با افزایش موفقیت‌آمیز هر کدام از این دو روش، سازش‌های رفتاری و ساختاری زیادی تنها در میان پستانداران دونده (خرگوش‌سانان، گوشت‌خوارسانان، جفت‌سم‌سانان و بعضی نخستی‌سانان) شکل گرفته است. از جمله این سازش‌ها تنوع نحوه قرارگیری یا وضعیت پا (Foot posture) جانور، هنگام گام‌برداشتن است:

A. تمامی بخش‌های پا (شامل پنجه و پاشنه پا) با زمین در ارتباط است.

B. فقط انتهای جلویی پا (به طور ویژه پنجه پا) با زمین در ارتباط است.

C. فقط نوک انگشتانِ تغییرشکل‌یافته با زمین در ارتباط است.

درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) تکامل نوع B و C نسبت به نوع A بیشتر در جهت افزایش طول گام بوده است.

ب) جانوران نوع A نسبت به دو نوع دیگر، توانایی بیشتری برای حرکت روی دو پا (Bipedal locomotion) دارند.

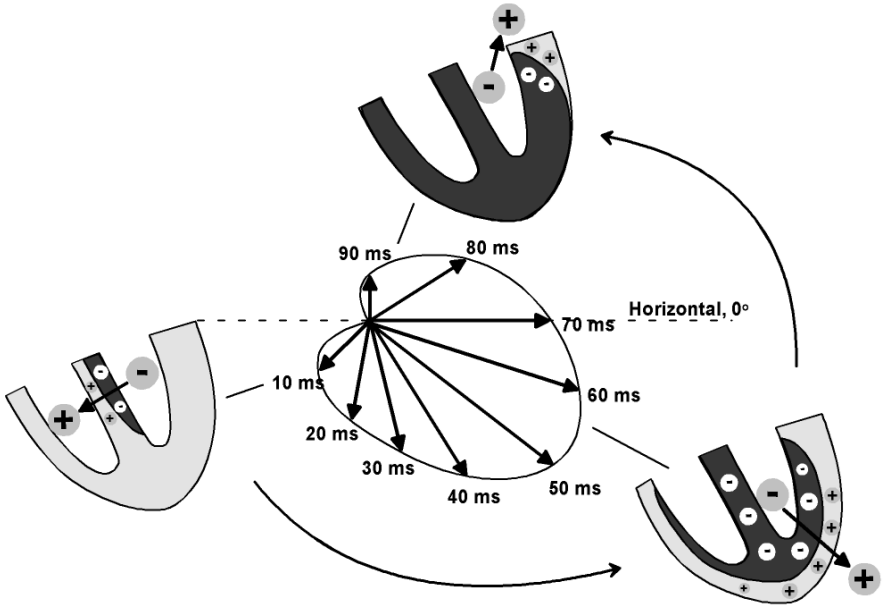
ج) هر سه نوع A ، B و C، برای زندگی روی درخت (Aboreal Life) بهینه شده‌اند.

د) در B، کمترین مساحت از پا نسبت به کل اندام با زمین درتماس است.

هـ) با مقایسه بین اسکلت (از ران تا انگشتان) در هر سه نوع ، C در مسیر تغییرات تکوینی-کاملی، استخوان‌های بیشتری را ادغام کرده یا از دست داده است.

مسئله ۶ ژنتیک | دوقلوها را در دو دسته کلی همسان و ناهمسان قرار می‌دهند. دوقلوهای ناهمسان آن‌هایی هستند که از تکوین دو تخم (Zygote) جدا به وجود آمده‌اند. دوقلوهای همسان از یک تخم به وجود آمده‌اند و در حین تکوین تخم به دو بخش تقسیم و در نتیجه دو فرزند به وجود می‌آیند. بنا بر تحقیقات، ۳۲ درصد کل دوقلوها دارای جنسیت مخالف هستند. زنی با گروه خونی O با مردی با گروه خونی AB ازدواج کرده است. این زوج دارای یک دوقلوی پسر با گروه خونی B می‌شوند. **چند درصد احتمال دارد این دو فرزند دوقلوی همسان باشند؟**

پرسش ۲۱ زاویه بردار قلب | بعضی سلول‌های ماهیچه قلب ویژگی‌هایی دارند که آن‌ها را برای تحریک خودبه‌خودی قلب اختصاصی کرده است. پراکندگی این سلول‌ها به‌صورت شبکه‌ای از رشته‌ها و گره‌ها در بین سایر سلول‌ها است که به مجموع آن‌ها شبکه‌ی هادی قلب می‌گویند.سلول‌های این شبکه با دیگر سلول‌های ماهیچه‌ای قلب ارتباط دارند. در این شبکه پیام‌های الکتریکی برای شروع انقباض ماهیچه قلبی ایجاد می‌شوند و به سرعت در همه قلب گسترش می‌یابند.



جهت کلی پیام الکتریکی انتقال‌یافته در قلب را می‌توان با یک بردار نشان داد. این بردار از گره سینوسی – دهلیزی به سمت نوک قلب و زاویه رایج آن ۵۹ درجه (در جهت عقربه‌های ساعت) است. این زاویه در بیماری‌های متفاوت، تغییر می‌کند.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) اگر فردی دارای افزایش فشار سرخرگ ششی باشد، این زاویه به سمت راست منحرف می شود.

ب) اگر دسته راست بافت هادی قلب در دیواره بطن عملکرد خود را از دست بدهد، این زاویه به سمت راست انحراف پیدا می‌کند.

ج) اگر در بطن چپ سکته‌ای رخ دهد و بخشی از سلول‌های بطن چپ عملکرد خود را از دست بدهند، این زاویه به سمت چپ انحراف پیدا می‌کند.

د) اگر قد فرد به طور معناداری از یک فرد طبیعی بیشتر باشد، این زاویه به سمت راست انحراف پیدا می‌کند.

هـ) اگر فرد دچار نارسایی دریچه آئورت باشد، این زاویه به سمت چپ انحراف پیدا می‌کند.

پرسش ۲۲ مقاومت به خشکی | در شرایط خشکی، تولید ماده X در نوعي گیاه افزایش یافته است. این ماده که در مقاومت به خشکی نقش دارد، باعث شده است که تقسیم سلولی در بخش هوایی گیاه کاهش یابد.

در ارتباط با عملکرد ماده X درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) خروج یون‌های پتاسیم را از سلول‌های نگهبان روزنه افزایش می‌دهد.

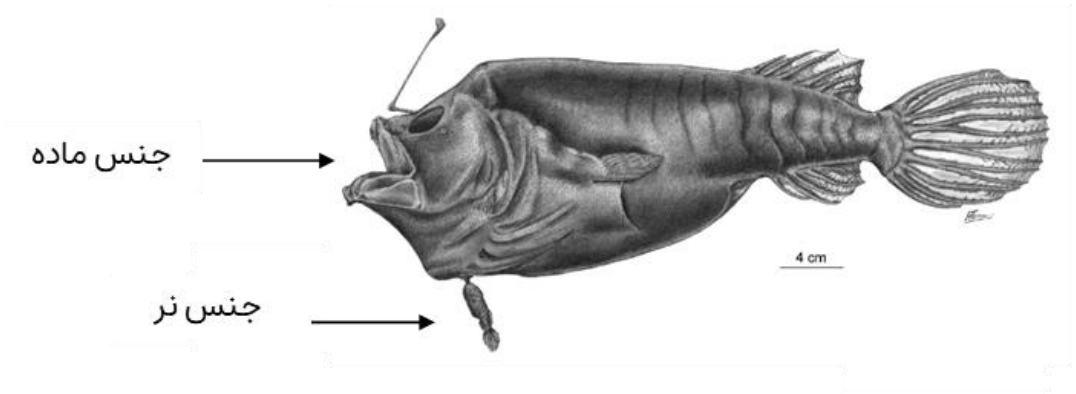
ب) ساخته‌شدن کوتین را تحریك می‌کند.

ج) باعث افزایش فشار اسمزی سلول‌های نگهبان روزنه می‌شود.

د) این ماده در برگ ساخته می‌شود و عملکرد آن محدود به اندام‌های هوایی گیاه است.

هـ) این ماده محرک فعالیت آمیلاز در در دانه‌های در حال جوانه‌زنی غلات است.

پرسش ۲۳ نرهای انگل | اگر اخبار دنیای علم را دنبال کرده باشید، احتمالا شنیده‌اید که یک دیوماهی سیاه (Black sea devil anglerfish) اخیرا از اعماق آب به سطح آب آمده و پس از مدتی مرده است. این اتفاق باعث شد توجه دانشمندان مجددا به این گونه از ماهی‌ها جلب شود. اجداد این ماهی‌ها در کف نواحی کم‌عمق دریا در زیستگاه محدودی «راه» می‌رفتند، اما بین ۵۰ تا ۳۵ میلیون سال پیش، با گرمایش ناگهانی جهان، به سمت زیستگاه‌های وسیع در اعماق دریا و منطقه نیمه‌شب (Midnight zone) حرکت کردند. بازرترین ویژگی افراد ماده این ماهی‌ها وجود یک قلابچه در سر آن‌ها است که به واسطه هم‌زیستی با باکتری‌ها توانایی تولید نور دارد. از ویژگی‌های جالب این ماهی‌ها رفتار جفت‌گیری آن‌ها است. بلافاصله پس از مرحله لاروی، افراد نر دارای کبد بزرگی هستند که مواد مغذی آن‌ها را برای چندین ماه تامین می‌کند و به آن‌ها امکان می‌دهد تا به دنبال ماده‌ها بگردند. نرهای این گونه اندازه بسیار کوچک‌تری نسبت به ماده‌ها دارند و مانند یک انگل به ماده‌ها می‌چسبند. در اثر این اتصال، بافت‌های این دو جنس با یکدیگر ادغام می‌شوند و جریان خون واحدی بین ماده و نر شکل می‌گیرد. به هر ماده بین یک تا هشت نر متصل می‌شود. این پدیده تحت عنوان Sexual Parasitism شناخته می‌شود. Sexual Parasitism اولین بار در سال ۱۹۲۲ شناخته شد و برای حدود ۱۰۰ سال دلیل رخ‌دادن آن در طبیعت یکی از بزرگ‌ترین پرسش‌ها بود.



درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) با افزایش تراکم نرهای این گونه، دی‌مورفیسم جنسی در این گونه بیشتر می‌شود.

ب) با افزایش تراکم ماده‌های این گونه، شایستگی استراتژی Sexual Parasitism کاهش می‌یابد.

ج) توقع داریم نرها، در ابتدای زندگی خود، بویایی و بینایی ضعیف‌تری نسبت به ماده‌های این گونه داشته باشند.

د) برای هم‌زیستی نر و ماده در این گونه، شدت فعالیت سیستم ایمنی اکتسابی باید کاهش یابد.

هـ) حرکت این گونه از ماهی‌ها از مناطق کم‌عمق به ناحیه نیمه‌شب، تکامل استراتژی Sexual Parasitism را تسهیل کرد.

پرسش ۲۴ انتخاب برای رشد یا ظرفیت | معمولا هر چه یک جاندار سریع‌تر منابع را مصرف کند، بازدهیش در استفاده از منابع کمتر می‌شود. از آن‌جایی که نرخ رشد ذاتی وابسته به سرعت مصرف منابع است و ظرفیت محیط وابسته به بازدهی استفاده از منابع، بین نرخ رشد ذاتی و ظرفیت محیط یک بده‌بستان (Trade-off) وجود دارد. (این تنها یکی از دلایل بده‌بستان بین ظرفیت حمل و نرخ رشد ذاتی است.)

در ژنوم یک گونه از جوندگان، یک جایگاه پیدا شده است که در تخصیص منبع برای افزایش رشد یا افزایش ظرفیت حمل نقش دارد. این جایگاه ۲ الل دارد. ژنوتیپ AA نسبت به ژنوتیپ BB، سریع‌تر و بیشتر منابع را مصرف می‌کند و در نتیجه زودتر به بلوغ می‌رسد. نرخ رشد سرانه ذاتی این ژنوتیپ بالاتر از ژنوتیپ BB است. با این حال، بازدهی AA در استفاده از منابع کمتر از BB است و با افزایش تراکم نرخ رشد آن سریع تر از ژنوتیپ دیگر کاهش پیدا می‌کند. تراکمی از جمعیت که در آن نرخ رشد سرانه یک ژنوتیپ صفر می‌شود را ظرفیت حمل محیط برای آن ژنوتیپ در نظر می‌گیریم. در هر جمعیت از افراد این گونه، ژنوتیپ‌های مختلفی یافت می‌شود و در نتیجه رشد سرانه جمعیت و ظرفیت حمل آن وابسته به فراوانی ژنوتیپ‌ها است.

در زیر مشخصات چند جمعیت فرضی از این جوندگان در نسل صفر به شما داده شده است. می‌خواهیم پیش‌بینی کنیم این جمعیت‌ها با گذشت چندین نسل و رسیدن به تعادل چه ویژگی‌هایی خواهند داشت. (راهنمایی: آشفتگی به تغییرات محیطی گفته می‌شود که موجب مرگ بسیاری از افراد به صورت تصادفی می‌شود.)

	رابطه الل A و B	ویژگی خاص محیط
جمعیت ۱	ظرفیت حمل و نرخ رشد هتروزیگوت‌ها حدواسط هوموزیگوت‌ها است.	آشفتگی قابل صرف نظر است.
جمعیت ۲	ظرفیت حمل هتروزیگوت‌ها بیشتر از هوموزیگوت‌ها است، اما نرخ رشد هتروزیگوت‌ها حدواسط هوموزیگوت‌ها است.	آشفتگی قابل صرف نظر است.
جمعیت ۳	ظرفیت حمل هتروزیگوت‌ها حد واسط هوموزیگوت‌ها اما نرخ رشد هتروزیگوت‌ها بیشتر از هوموزیگوت‌ها است.	با افزایش سن فرد، احتمال شکارش افزایش می‌یابد.
جمعیت ۴	ظرفیت حمل و نرخ رشد هتروزیگوت‌ها حدواسط هوموزیگوت‌ها است.	محیط دارای آتش‌سوزی منظم و فصلی است. این آتش سوزی ها به جمعیت جوندگان بیش از منابع غذایی آنها آسیب می‌زند.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) فراوانی تعادلی الل B در جمعیت ۱، برابر با ۱۰۰ درصد است.

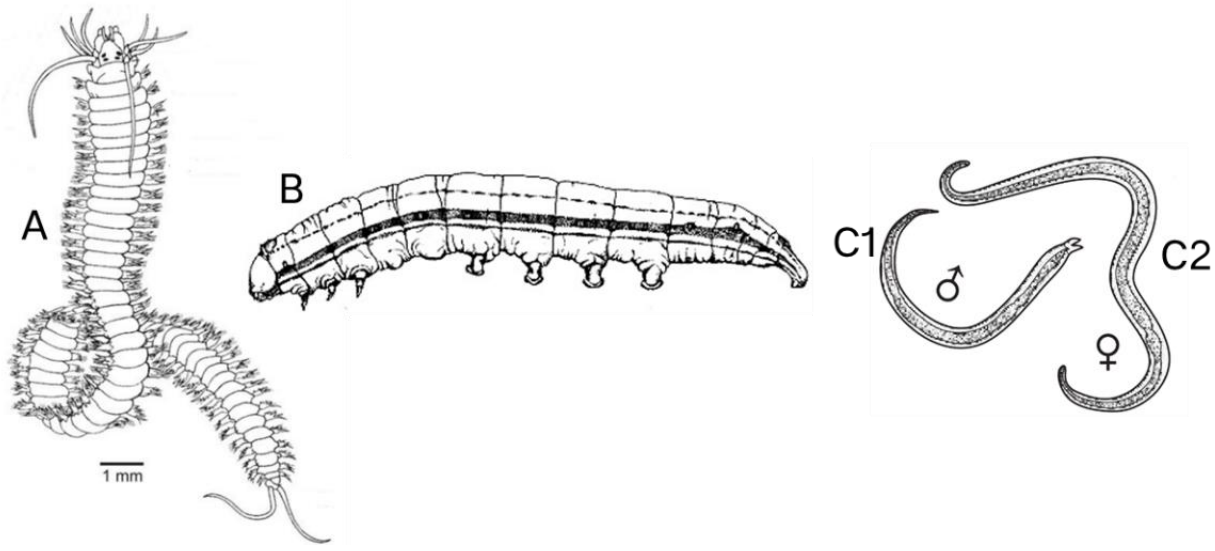
ب) فراوانی تعادلی الل A در جمعیت ۳ بیشتر از فراوانی تعادلی آن در جمعیت ۱ است.

ج) توقع داریم در تعادل جمعیت ۲ هر دو الل مشاهده شود.

د) در جمعیت ۲، هر چه اختلاف ظرفیت حمل ژنوتیپ هتروزیگوت و هوموزیگوت‌ها بیشتر باشد، فراوانی تعادلی الل A و B به هم نزدیک‌تر می‌شود.

هـ) فراوانی تعادلی الل A در جمعیت ۴ بیشتر از فراوانی تعادلی آن در جمعیت ۱ است.

پرسش ۲۵ تصادف کرمی‌شکل | کرم (Worm) کلمه عامیانه‌ای است که جانوران متنوعی را دربر می‌گیرد که با صفت کلی بدن کشیده شناخته می‌شوند. با توجه به اینکه شکل کلی گروه‌های کرم‌ها ناشی از تکامل همگرا است، کرم‌ها یک گرید (Grade) می‌سازند و بنابراین استفاده از کلمه کرم گمراه‌کننده است. تصویر چندین کرم در زیر آورده شده است. گونه A یک جانور دریازی بالغ، گونه B یک فرد نابالغ و آفت میوه گیاه، گونه C (C1 نر و C2 ماده) یک نوع انگل داخلی بالغ هستند.



درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) کرم‌های بالا متعلق به کلاد لوفوتروکوزوآ (Lophotrochozoa) هستند.

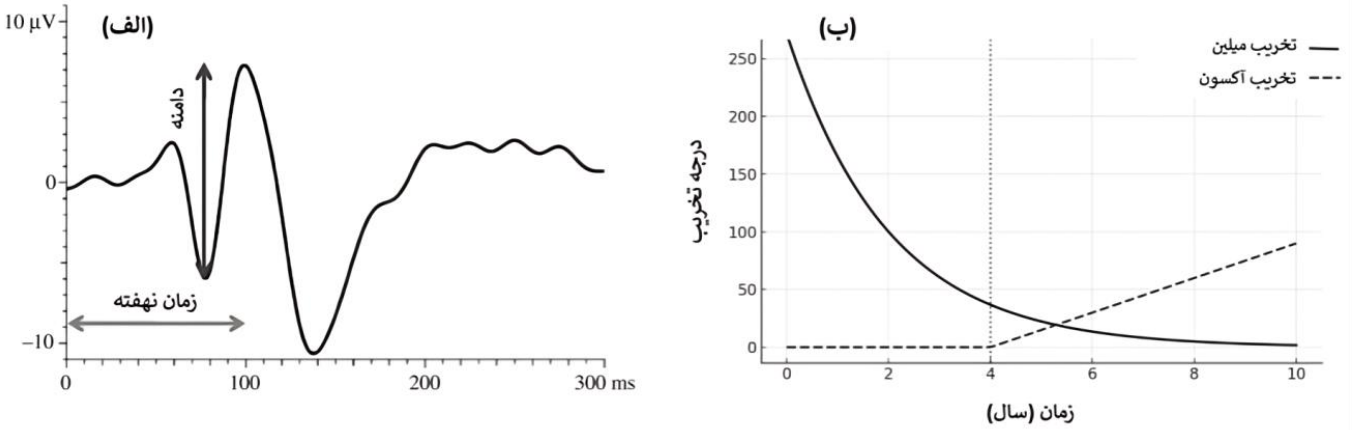
ب) کرم A برخلاف C دارای پوست‌اندازی حقیقی (Ecdysis) است.

ج) سیستم گردش خون C مانند B باز است.

د) هردو گونه B و A متعلق به یک شاخه هستند، اما بندبندشدگی (Metamerism) در آن‌ها به صورت مستقل به وجود آمده است.

هـ) در ساختار کوتیکول تمام کرم‌های بالا کیتین یافت می‌شود.

پرسش ۲۶ بررسی هدایت عصبی | پتانسیل وابسته به رویداد بینایی (Visual Evoked Potentials; VEPs) یک روش الکتروفیزیولوژیک برای بررسی هدایت عصبی در مسیرهای بینایی است. در این روش، نور به صورت جرقه‌هایی با بسامد مشخص به چشم تابیده می‌شود و پاسخ‌ها در قشر بینایی (V1) را به صورت تغییر ولتاژ ثبت می‌کنند. شکل (الف) یک نمونه VEPs را نشان می‌دهد (زمان صفر، زمان تابش نور است). تغییرات دامنه و زمان نهفته در VEPs می‌توانند به‌عنوان شاخص الکتروفیزیولوژیک برای شدت بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS) و پایش درمان‌ها مورد استفاده قرار گیرند. بیماری MS با تخریب میلین (Demylination) در آکسون‌های عصبی (برای مثال عصب بینایی) و در مراحل پیشرفته با تخریب آکسون همراه است (شکل ب).



درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) در بیماری MS، افزایش کانال‌های سدیمی وابسته به ولتاژ در نواحی دمیلینه‌شده، زمان نهفتگی در VEPs را کاهش می‌دهد.

ب) نسبت دامنه به زمان نهفته در VEPs در ششمین سال ابتلا به بیماری MS کمتر از دومین سال آن است.

ج) بازسازی میلین در بیماری MS نسبت زمان نهفته به دامنه در VEPs را افزایش می‌دهد.

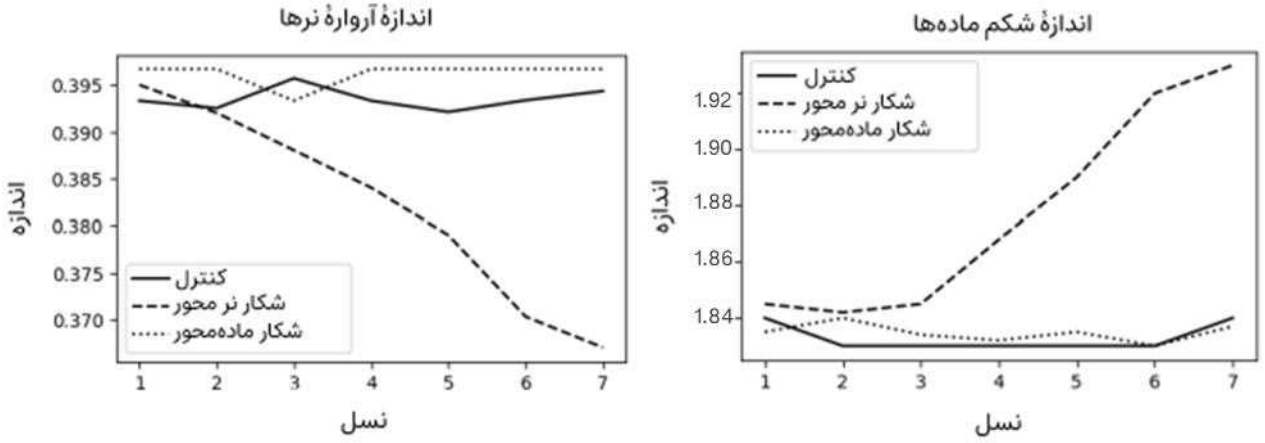
د) افزایش تحریک گیرنده‌های NMDA در بیماری MS، دامنه VEPs را افزایش می‌دهد.

هـ) زمان نهفته در VEPs به سرعت هدایت فیبرهای عصبی با هدایت آهسته (C-fibers) وابسته است.

پرسش ۲۷ انتخاب طبیعی و انتخاب جنسی| به منظور بررسی اثرات انتخاب جنسی و انتخاب طبیعی و تعامل بین آن‌ها، مطالعه‌ای را روی سوسک آرد شاخ پهن *(Gnatocerus cornutus)* آغاز کردیم. در این گونه، نرها آرواره‌های بزرگ دارند که از آن‌ها برای پیروزی در رقابت‌های جنسی با سایر نرها استفاده می‌کنند. پس از انجام تحقیقات، جایگاهی در ژنوم این گونه کشف شد که بیان آن سبب افزایش اندازه آرواره نرها می‌شود. مشخص شده است که این ژن، پدیده‌ی پلیوتروپی را نشان می دهد و می‌تواند بر صفات دیگری نیز تاثیر بگذارد. یکی از این صفات، اندازه شکم (Abdomen) است. این ژن در جنس ماده تأثیری بر اندازه آرواره ندارد، اما در عوض، اندازه شکم آن‌ها را تعیین می‌کند. ماده‌هایی با شکم بزرگ‌تر، توانایی حمل تخم‌های بیشتری را دارند و در نتیجه، شایستگی بالاتری دارند.

در این آزمایش سوسک‌های آرد را به سه گروه تقسیم کرده و به مدت ۷ نسل، اندازه آرواره و شکم را در آن‌ها ثبت کردیم. تقسیم‌بندی گروه‌ها بر اساس قرارگیری آن‌ها در معرض نوعی ساس شکارچی *(Amphibolus venator)* صورت گرفت:

۱) **شکار نر محور (Male Predation):** در این گروه، **تنها** نرها را در معرض شکار توسط ساس شکارچی قرار دادیم.
۲) **شکار ماده محور (Female Predation):** در این گروه، **تنها** ماده‌ها را در معرض شکار توسط ساس شکارچی قرار دادیم.
۳) **گروه‌کنترل:** در این گروه هیچ‌کدام از سوسک‌ها را در معرض شکارشدن قرار ندادیم.



درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) احتمالا نرهای دارای آرواره‌های بزرگ‌تر نسبت به نرهای دارای آرواره‌های کوچک‌تر، بهتر می توانند در برابر شکار از خود دفاع کنند.

ب) نرهایی که آرواره‌های بزرگ‌تری دارند، دختران شایسته تری تولید می‌کنند.

ج) با توجه به نتایج آزمایش، احتمالا بزرگ‌بودن شکم ماده‌ها بر توانایی آن‌ها برای فرار از شکارچی تاثیر معناداری ندارد.

د) به نظر می رسد در محیط زندگی طبیعی این گونه، وجود الل A در سوسک های نر، برخلاف سوسک های ماده، سبب افزایش شایستگی جاندار می شود.

هـ) کاهش جمعیت نرها به واسطه شکار نر محور، با کاهش رقابت بین آن‌ها اثر انتخاب جنسی را تضعیف می‌کند.

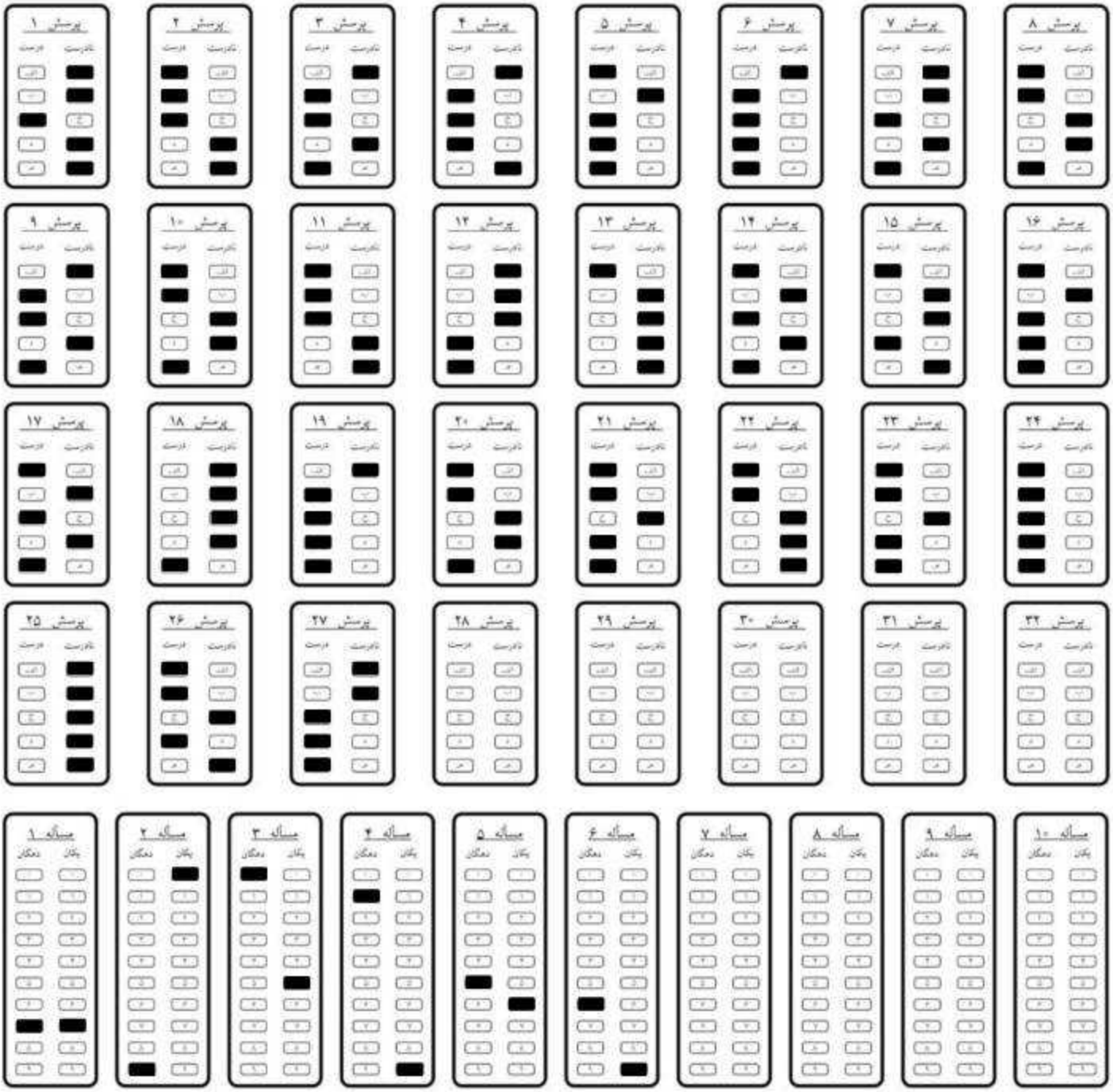
بگو در زمین بگردید؛ پس با تأمل بنگرید که چگونه مخلوقات را آفرید.

آیه ۲۰ سوره عنکبوت

مهر حوزه

کد ملی:
استان:
نام و نام خانوادگی:
جنسیت داوطلب:
منطقه حوزه:
شماره صندلی:
کد داوطلبی: □□□□□□□□□□□□□□

لطفاً داخل این کادر چیزی ننویسید و گزینه‌ها را با مداد مشکی نرم و به طور کامل پر کنید. صحیح: ● غلط: ✓ ⊘ ⊗ ●



اینجانب ..... به کد ملی ..... دفترچه‌ی سوالات المپیاد زیست شناسی شامل ۳۳ سوال را به طور کامل دریافت نمودم.

محل امضا و اثر انگشت دانش‌آموز: