



باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچه سؤالات مرحله اول سال ۱۴۰۲

بیست و هفتمین دوره المپیاد زیست‌شناسی

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات	مدت آزمون
۳۰ سؤال	۲۴۰ دقیقه

نام:

نام خانوادگی:

شماره صندلی:

توضیحات مهم

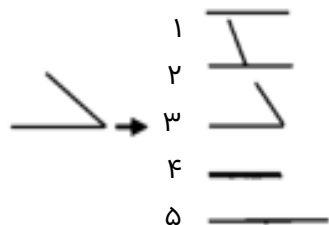
استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

- ۱- کد دفترچه سؤالات شما یک است. این کد را در محل مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید، در غیر این صورت پاسخ‌نامه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همه برگه‌های دفترچه سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.
- ۴- برگه پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۵- دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.
- ۶- پاسخ درست به هر سوال ۴ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۷- شرکت‌کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم انتخاب می‌شوند.

کلیه حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

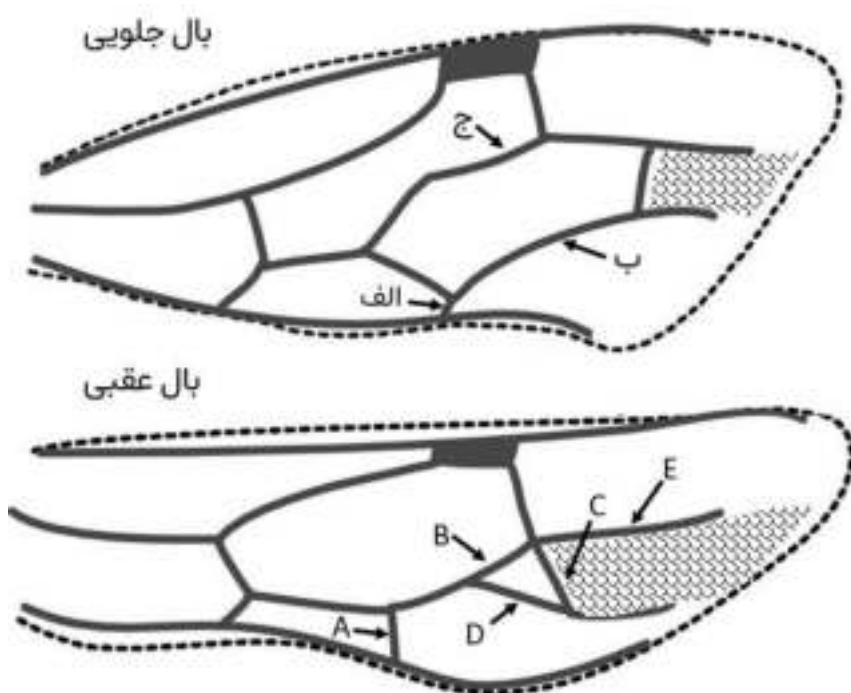
آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.ir

پرسش ۱ رگ‌بندی بال حشرات (Wing venation) به الگوی ساختارهای رگ مانند و ترتیب آن‌ها در بال‌های حشرات اطلاق می‌شود. مطالعه رگ‌بندی یک جنبه اساسی از ریخت‌شناسی حشرات است و نقش مهمی در رده‌بندی حشرات ایفا می‌کند. مسیر مولکولی که تکوین بال جلویی و عقبی حشرات را کنترل می‌کند مشابه است. این شباهت در مسیر مولکولی به دلیل منشا مشترک ژن‌ها می‌باشد و هم‌نیایی محسوب می‌شود.



جهش در مسیر مولکولی کنترل کننده رگ‌بندی می‌تواند منجر به تغییر الگوی بال‌ها شود. این تغییرات علاوه بر تغییر اندازه رگ‌ها عبارت‌اند از: حذف یک رگ بال (۱)، تغییر محل تقاطع دو رگ بال (۲) تغییر زاویه بین دو رگ بال (۳)، تغییر زاویه می‌تواند منجر به ادغام دو رگ بال (۴) یا ممتد و یکی شدن دو رگ بال شود (۵).

شکل زیر رگ‌بندی بال جلویی و عقبی نوعی حشره را نشان می‌دهد. با فرض بر هم‌نیایی دوناچه مشخص شده با هاشور، ساختارهای مشخص شده با حروف الف، ب، ج در بال جلویی به ترتیب از راست به چپ با کدام ساختار A تا E از بال عقبی هم‌نیا هستند؟

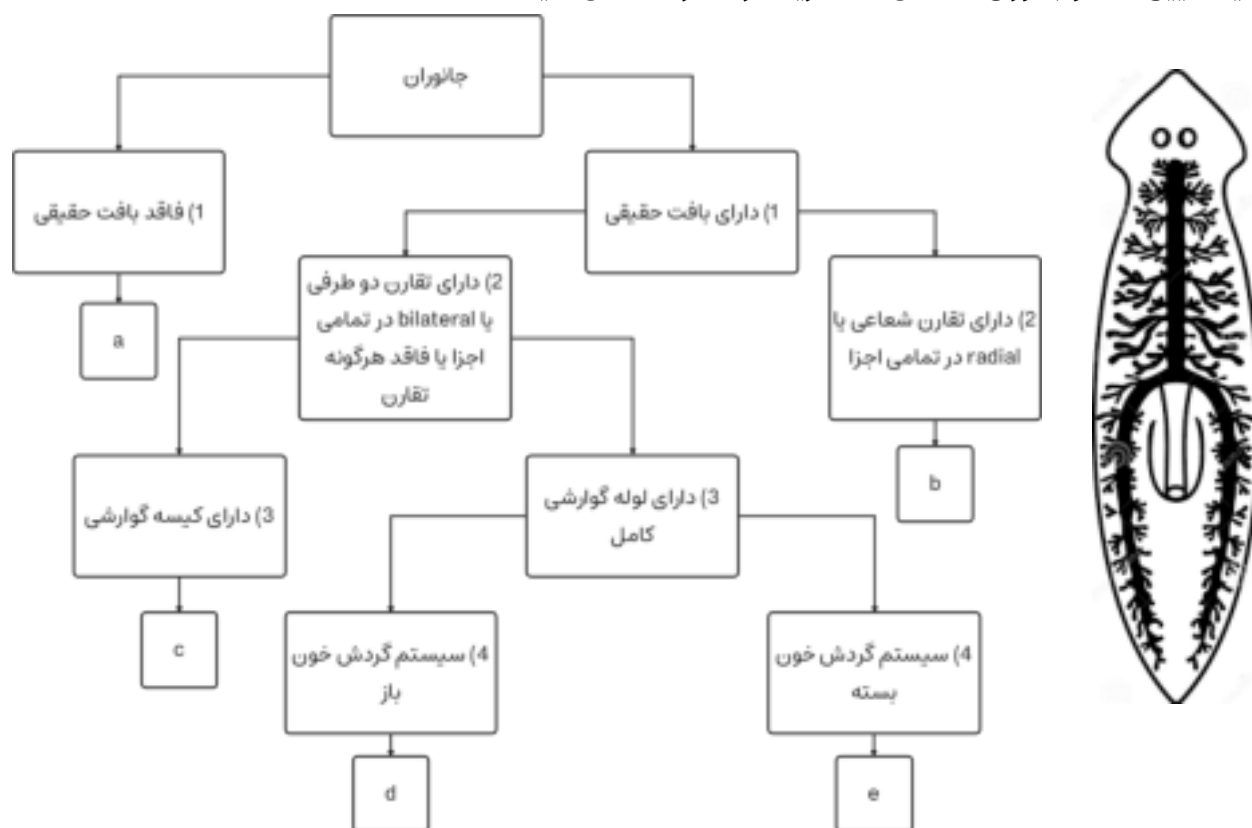


A, B, D (۵)	E, A, D (۴)	E, C, A (۳)	B, D, A (۲)	C, D, A (۱)
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

پرسش ۲ گونه‌ای موش حداکثر دو سال عمر می‌کند. هر فرد ماده به طور میانگین ۵ فرزند در سال اول و ۱۰ فرزند در سال دوم زندگی خود تولید می‌کند. در جمعیتی از موش‌ها نمونه‌ای تصادفی و بزرگ از نوزادان انتخاب و سن مادر آن‌ها را بررسی کردیم. ۵۰ درصد مادران یک ساله و ۵۰ درصد دوساله بودند. چه درصدی از افراد ماده در این جمعیت در آن سال یک ساله بوده‌اند.

25% (۵)	75% (۴)	67% (۳)	33% (۲)	50% (۱)
---------	---------	---------	---------	---------

پرسش ۳ کلید شناسایی دوراهی، راهنمایی است که برای شناسایی جانداران بر اساس صفات آنها طراحی می‌شود. اخیراً تعدادی از دانش‌آموزان تصمیم گرفتند تا به وسیله کلید شناسایی دوراهی دست به طبقه بندی جانوران بزنند. در شکل زیر پنج دسته از جانوران را مشاهده می‌کنید که به وسیله یک کلید دوراهی چهار پرسشی از یکدیگر تفکیک شده‌اند. با توجه به کلید تعیین شده و جانوران مشخص شده گزینه درست را مشخص کنید.



۱) طبقه بندی جانوران براساس پرسش اول و دوم این کلید دوراهی متناظر با روابط تبارزایی (تکاملی) جانوران می‌باشد.

۲) جانوران دسته b تنها به فرم ساکن دیده می‌شوند.

۳) اسکلت جانوران دسته a از نوع اسکلت هیدروستاتیک (به وسیله فشار آب درون بدن) می‌باشد.

۴) کرم خاکی و ملخ هردو در دسته d قرار می‌گیرند.

۵) جانوری که در شکل رسم شده در دسته d قرار می‌گیرد.

باتوجه به متن زیر به دو پرسش ۴ و ۵ پاسخ دهید.

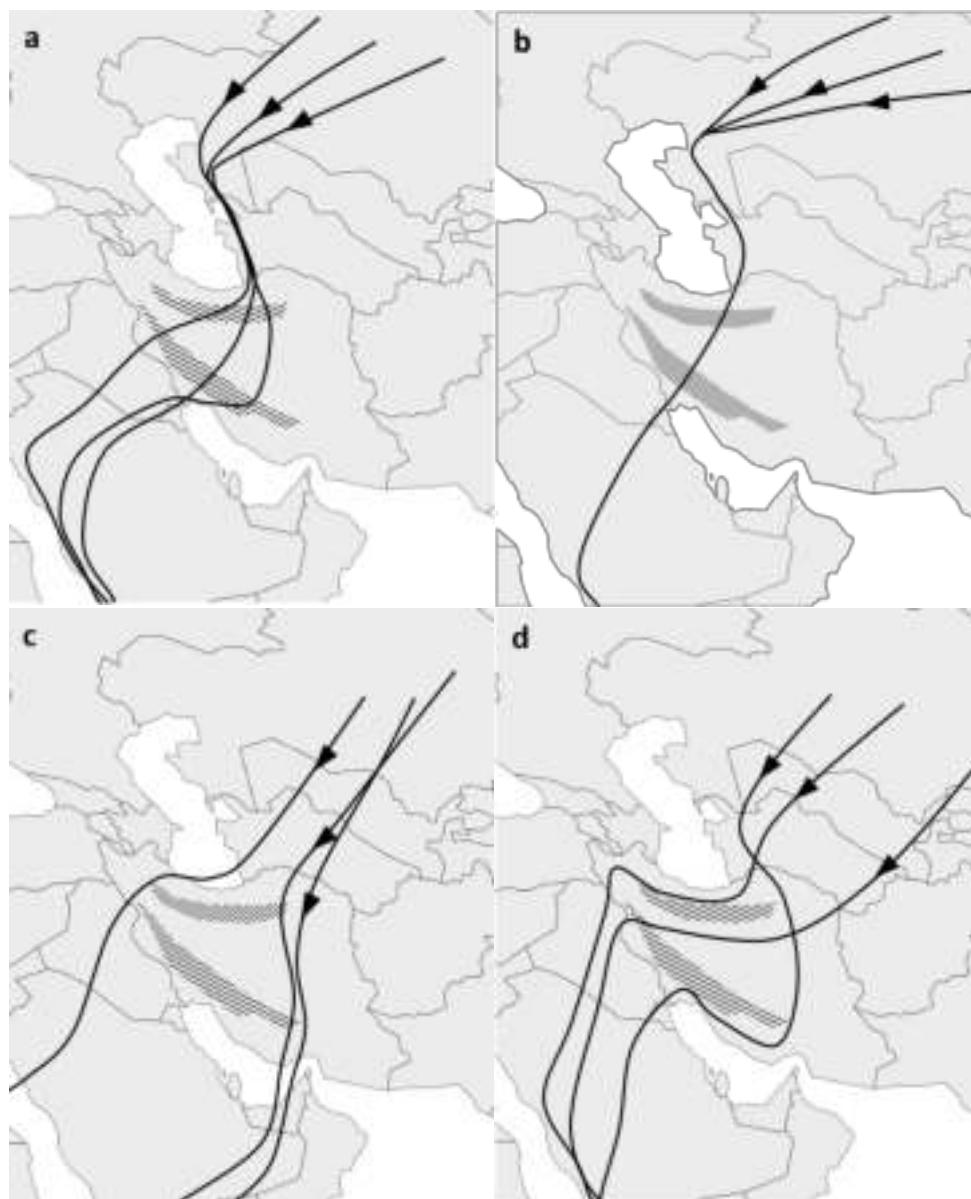
پرنده‌ها به دلایلی همچون تغذیه و تولیدمثل مهاجرت می‌کنند. با توجه به اینکه در مواردی مسیرهای طولانی را طی می‌کنند، سازوکارهایی برای بهینه کردن پرواز پیدا کرده‌اند. بعضی از این مدل‌های مهاجرتی به اختصار آورده شده‌اند:

مدل	توضیحات	گونه(ها)
جریان هوای گرم بالارونده	گرم شدن بیشتر زمین‌های خشک و شهری در مقایسه با پهنه‌های آبی و مرطوب و در نتیجه شکل گیری جریان هوای گرم و افزایش ارتفاع پروازی پرنده‌ها.	پرنده‌ها بزرگ جثه و دارای شکل بال بزرگ مستطیلی شکل، مثل عقاب‌سانان و درناسانان

پرواز گروهی	بهبود مسیریابی، افزایش یادگیری جوجه ها و و بهینه سازی پرواز با کاهش اصطحکاک	پرنندگان اجتماعی به طور مثال درناسانان
مهاجرت در شب	امکان پرواز بدون توقف روی دریاها	کوکوسانان
مهاجرت با حداقل مصرف انرژی	پرواز در ارتفاع کم و در برخی موارد بوته به بوته، همراه با تغذیه در طول مسیر، مناسب برای پرنندگان کوچک	سسک ها

برای پیدا کردن مسیرهای مهاجرتی، معمولا پرنده ها از مناطق شمالی که در آن زادآوری می کنند ردیابی می شوند و نقشه های حرکتی برای هر پرنده مشخص می شود.

پرسش ۴ در نقشه های زیر، مهاجرت پایبزه سه فرد از هر گونه ردیابی شده است. به ترتیب از راست به چپ، هر نقشه مهاجرت مربوط به کدام پرنده ی کوکو، چیف چاف (یک گونه سسک)، عقاب و درنا است؟



b, a, d, c (۵)

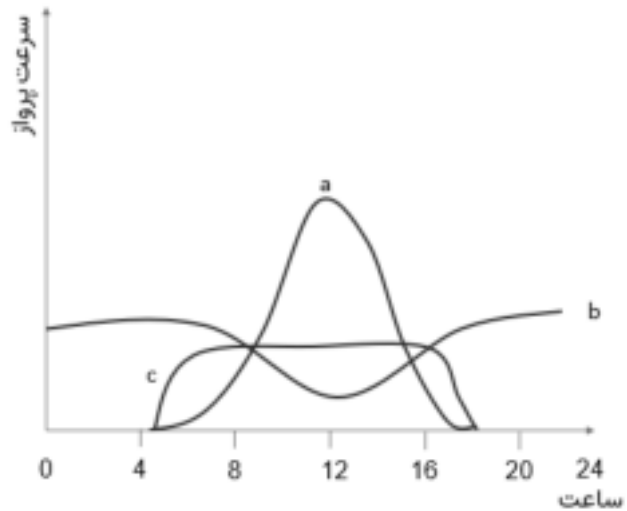
c, a, d, b (۴)

a, d, b, c (۳)

a, d, c, b (۲)

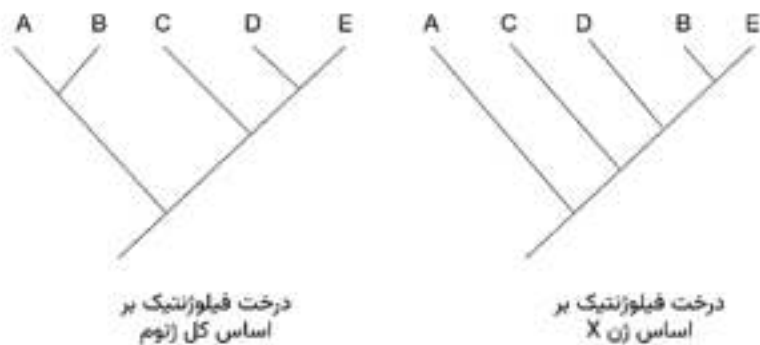
b, c, d, a (۱)

پرسش ۵ در نمودار زیر میانگین سرعت پرواز در مهاجرت برای ساعات مختلف روز نشان داده شده است. از راست به چپ کدام نمودارها به ترتیب سه پرنده کوکو، عقاب و چیف چاف (یک گونه سسک) را توصیف می کنند؟



a, b, c (۱) c, a, b (۲) b, c, a (۳) a, c, b (۴) b, a, c (۵)

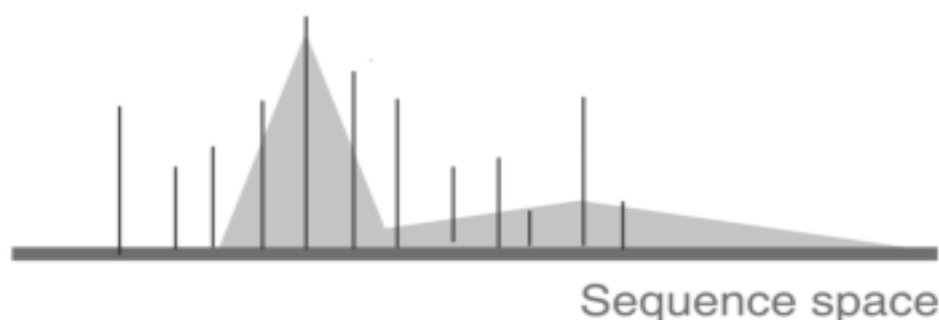
پرسش ۶ به طور میانگین توالی ژنتیکی جاندارانی که تاریخچه تکاملی مشترک بیشتری با هم دارند، شبیه تر است. بر همین اساس از توالی ژنوم جانداران برای بازسازی درخت فیلوژنتیک استفاده می شود. اگر از نواحی مختلف ژنوم برای بازسازی درخت فیلوژنتیک استفاده کنیم، ممکن است به نتایج متفاوتی برسیم. یکی از دلایل این پدیده، فرایند انتقال بین گونه ای ژن (introgression) است که طی آن یک ژن از طریق افراد دورگه (Hybrid) از یک گونه به گونه دیگری منتقل می شود. در زیر دو درخت فیلوژنتیک مربوط به پنج گونه (A-E) که متعلق به یک جنس هستند را می بینید که یکی بر اساس توالی کل ژنوم و دیگری بر اساس توالی ژن X رسم شده است. اگر درختی که بر اساس کل ژنوم ترسیم شده به درستی رابطه فیلوژنتیک این پنج گونه را بازسازی کند و علت تفاوت دو درخت تنها یک رویداد انتقال بین گونه ای ژن در ژن X باشد، مشخص کنید ژن X از کدام گونه به کدام گونه دیگر انتقال یافته است؟



(۱) از A به C (۲) از B به E (۳) از E به B (۴) از C به A (۵) از D به B

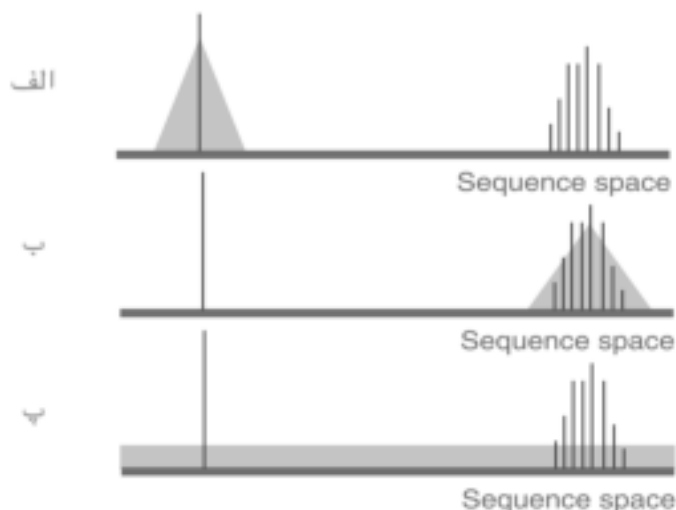
با توجه به متن زیر به دو پرسش ۷ و ۸ پاسخ دهید.

چشم‌انداز شایستگی یا Fitness Landscape مفهومی بنیادی در زیست‌شناسی تکاملی است که در دهه ۱۹۳۰ میلادی توسط سویل رایت (Sewall Wright) معرفی شد. این چشم‌انداز شایستگی ژنوتیپ‌های مختلف را ترسیم می‌کند که در آن «تپه»‌هایی از شایستگی زیاد و «دره‌هایی» از شایستگی کم وجود دارد. به طور کلی در طی انتخاب طبیعی، جمعیت‌ها به سمت این قله‌های شایستگی حرکت می‌کنند. برای نمایش چشم‌انداز شایستگی از نمودارهای دو یا سه‌بعدی استفاده می‌کنیم که مثال آن را در شکل زیر می‌بینید. در این شکل محور افقی فضای توالی یا Sequence Space را نشان می‌دهد که به معنای مجموعه تمام ژنوتیپ‌ها یا توالی‌های ممکن برای یک نمونه است. خط‌های عمودی شایستگی یک ژنوتیپ خاص را نشان می‌دهند. موقعیت افقی هر خط در محور نمایانگر یک ژنوتیپ خاص است و ارتفاع خط میزان شایستگی آن ژنوتیپ را نشان می‌دهد. فواصل در محور افقی، با اختلاف توالی‌ها ارتباط مستقیم دارد. نواحی رنگ‌شده فراوانی ژنوتیپ‌ها را در جمعیت نشان می‌دهد.



شکل ۱. چشم‌انداز شایستگی

پرسش ۷ مفهوم آستانه خطا یا Error Threshold در بررسی یک چشم‌انداز شایستگی به معنای حداکثر میزان جهشی است که با شایستگی جمعیت مغایرتی نداشته باشد. اگر نرخ جهش از این آستانه فراتر رود جمعیت قادر به تثبیت بر اساس شایستگی توالی نیست و دیگر از انتخاب طبیعی پیروی نمی‌کند. به عبارت دیگر، افزایش نرخ جهش با کاهش توارث‌پذیری اطلاعات توالی‌های زیستی، می‌تواند منجر به بی‌اثر شدن انتخاب طبیعی شود. آستانه خطا معمولاً برای هر تپه در چشم‌انداز شایستگی محاسبه می‌شود. در شکل زیر چشم‌انداز شایستگی و پراکنش جمعیت را برای سه جمعیت مختلف می‌بینید. کدام گزینه همه گزاره‌های درست را در بر دارد؟



- I- جمعیت «ب» می‌تواند در اثر پرتو فرابنفش (UV) به جمعیت «پ» تبدیل شود.
- II- نرخ جهش در جمعیت «الف» نسبت به جمعیت «ب» بیشتر است.
- III- در این چشم‌انداز، آستانه خطا در تپه سمت چپ نسبت به تپه سمت راست بیشتر است.

I, II, III (۵)

II, III (۴)

I, III (۳)

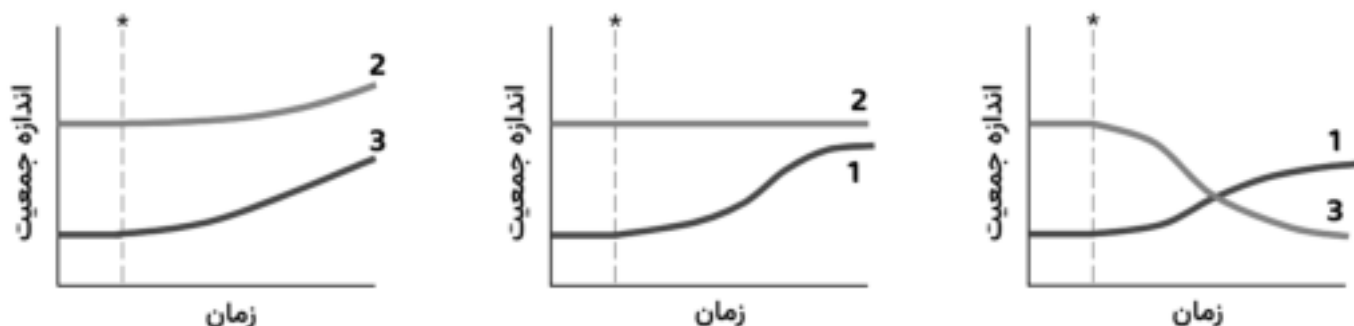
I, II (۲)

I (۱)

پرسش ۸ فرض کنید یک توالی DNA به طول ۵ نوکلئوتید در معرض جهش‌های نقطه‌ای قرار دارد. با توجه به مفهوم فضای توالی در متن محاسبه کنید این توالی با تنها یک جهش نقطه‌ای می‌تواند به چند درصد از توالی‌های فضای توالی تبدیل شود؟ نزدیک‌ترین گزینه را انتخاب کنید.

0.01% (۱)	0.1% (۲)	1% (۳)	10% (۴)	100% (۵)
-----------	----------	--------	---------	----------

پرسش ۹ برهمکنش گونه‌های زیستی، پدیده‌ای جذاب و پیچیده است که در آن، عوامل زیستی مختلف با یکدیگر تعامل می‌کنند و اثرات متقابلی بر روی یکدیگر می‌گذارند. از همکاری‌های مثبت گرفته تا رقابت‌های تنگاتنگ، این برهمکنش‌ها می‌توانند اثراتی مثبت یا منفی بر اندازه جمعیت گونه‌ها داشته باشند. در آزمایشی، برهمکنش سه گونه ۱، ۲ و ۳ با یکدیگر بررسی شد. ابتدا، جمعیت گونه‌ها بدون برهمکنش با یکدیگر اندازه‌گیری شد و سپس گونه‌ها در مجاورت یکدیگر قرار گرفته (علامت * در شکل این زمان را نشان می‌دهد) و تغییرات جمعیت آن‌ها دوباره طی زمان اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش‌ها بدین شکل است:



اطلاعات زیر چند گونه زیستی را توصیف می‌کند:

- ماهی‌هایی مانند دلقک ماهی و ماهی تمیزکننده (Cleaner Fish) از مرجان‌ها به عنوان محلی برای تغذیه و پناهگاه استفاده می‌کنند.
 - ماهی تمیزکننده از انگل‌های چسبیده به ماهی‌های دیگر مانند بعضی جورپایان انگل (Isopoda) تغذیه می‌کند.
 - شته‌ها (Aphids) از شیره گیاهان تغذیه می‌کنند و شکارچی آن‌ها حشراتی همچون کفشدوزک‌ها هستند.
 - برخی پستانداران کوچک به پراکنش میوه‌های درختان تنومند کمک می‌کنند.
 - درختان تنومند برای جانوران مختلفی مانند بعضی پرندگان و پستانداران مکانی برای زندگی و محافظت ایجاد می‌کنند.
 - مورچه آکاسیا از درخت آکاسیا محافظت کرده و در تقابل درخت آکاسیا برای آن غذا و پناهگاه فراهم می‌کند.
- برهمکنش بین گونه‌های ۱، ۲، ۳ به ترتیب از راست به چپ به برهمکنش گونه‌های کدام گزینه نزدیک تر است؟

(۱) دلقک ماهی، مرجان، پلانکتون جانوری (زوپلانکتون)

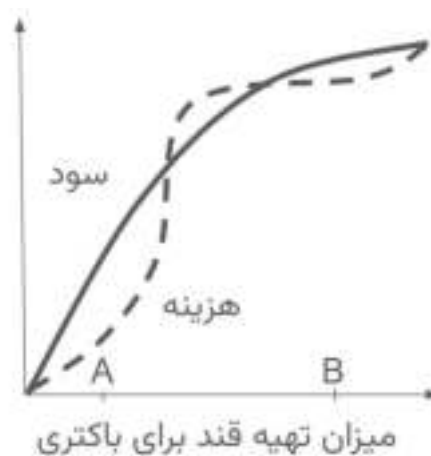
(۲) شته، بوته رز، کفشدوزک

(۳) مورچه، درخت آکاسیا، باکتری تثبیت کننده نیتروژن

(۴) جغد، درخت بلوط، سنجاب درختی

(۵) ماهی تمیزکن، مرجان، جورپای انگلی

پرسش ۱۰ گیاهان خانواده باقلاییان (Fabaceae) با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن رابطه همیاری دارند. در این همیاری، باکتری‌ها در ریشه گیاه ساختارهایی به نام گرهک (nodule) ایجاد می‌کنند و در آن به تثبیت نیتروژن می‌پردازند و آن را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. گیاه نیز در عوض برای باکتری‌ها قند تهیه می‌کند. میزان تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌ها به میزان قند تهیه شده توسط گیاه ارتباط مستقیم دارد. تهیه قند نیز برای گیاه هزینه ای به همراه دارد. بنابراین گیاهانی که مقدار تهیه قند در آن‌ها به حدی است که تفاوت سود و هزینه (سود منهای هزینه) حداکثر است، نسبت به بقیه گیاهان فرزندان بیشتری تولید می‌کنند زیرا می‌توانند منابع بیشتری را صرف تولید مثل کنند. در شکل زیر سود (خط ممتد) و هزینه (خط چین) تهیه مقادیر مختلف قند توسط گیاه را می‌بینید. فرض کنید این صفت کاملاً به صورت ژنتیکی کنترل می‌شود و اگر دو فرد به صورت جنسی تولید مثل کنند، فنوتیپ فرزندان آن‌ها میانگین فنوتیپ والدین خواهد بود. شایستگی هر فرد تحت تاثیر تعداد و کیفیت (توانایی زادآوری) فرزندان هر فرد است.



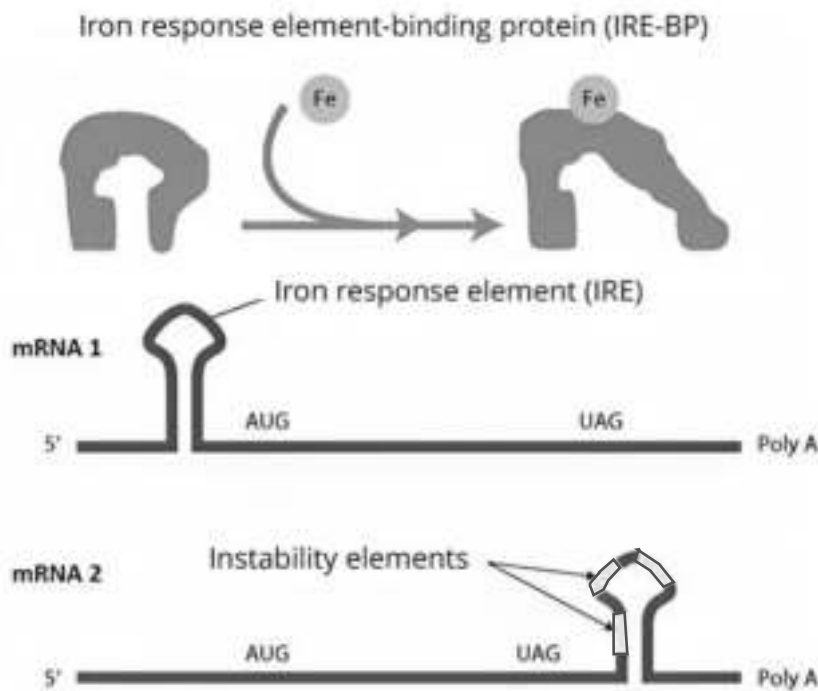
کدام گزینه همه گزاره‌های صحیح را در بر دارد؟

- (I) اگر یک فرد با میزان تهیه قند A وارد جمعیتی شود که میزان تهیه قند همه افراد B است و به طور جنسی با آن‌ها تولید مثل کند، این فرد به طور میانگین تعداد فرزندان بیشتری از بقیه افراد تولید می‌کند.
- (II) اگر یک فرد با میزان تهیه قند A وارد جمعیتی شود که میزان تهیه قند همه افراد B است و به طور جنسی با آن‌ها تولید مثل کند، به طور میانگین زادآوری فرزندان این فرد از فرزندان بقیه افراد کمتر خواهد بود.
- (III) اگر یک فرد با میزان تهیه قند A وارد جمعیتی شود که میزان تهیه قند همه افراد B است، تولید مثل غیرجنسی شایستگی این فرد را افزایش می‌دهد. (فرض کنید تولید مثل غیرجنسی تاثیری روی تعداد فرزندان این فرد ندارد)

I-II-III (۱)	I-II (۲)	I-III (۳)	II-III (۴)	II (۵)
--------------	----------	-----------	------------	--------

پرسش ۱۱ انسان‌ها برای تولید هموگلوبین روزانه به حدود 20 میلی گرم آهن نیاز دارند. از طرف دیگر، میزان بیش از حد آهن در خون می‌تواند کشنده باشد. از این رو، مکانیسم‌های کارآمدی برای حفظ هموئوستاز آهن تکامل یافته اند، برای مثال آهن می‌تواند با اتصال به پروتئین فریتین تا مقادیر زیادی به صورت بی خطر در سلول‌های کبد ذخیره شود یا به صورت متصل به پروتئین ترنسفرین در خون به گردش درآمده و سلول‌ها، به ویژه سلول‌های پیش ساز اریتروئیدی، در صورت نیاز به آهن به کمک گیرنده‌های ترنسفرین آن را جذب می‌کنند.

یکی از عناصر تنظیمی در mRNA که نقش حیاتی در تنظیم پسا رونویسی ژن های مرتبط با هومئوستاز آهن می کند، Iron Response Element یا IRE است که در نواحی غیر ترجمه شونده ی (UTR) برخی از mRNA های دخیل در فرآیند متابولیسم آهن قرار دارد. ساختار RNA در IRE به صورت سنجاق سری (hairpin) است که تمایل دارد به پروتئینی به نام Iron-Response Element Binding Protein یا (IRE-BP) متصل شود. این پروتئین، بسته به نوع IRE و محل قرارگیری آن، می تواند اثرات متفاوتی بر نرخ ترجمه mRNA داشته باشد؛ برای مثال، می تواند با ایجاد ممانعت فضایی مانع سایر برهمکنش های پروتئین با mRNA شده یا با برهمکنش با بخش های ناپایدار، باعث افزایش پایداری آن ناحیه شود. IRE-BP در صورت اتصال به آهن، تغییر شکل داده و توانایی برهمکنش خود با IRE را از دست می دهد.



شکل 1: IRE-BP با اتصال به آهن دچار تغییر شکل شده و توانایی برهمکنش با IRE را از دست می دهد. mRNA1 و mRNA2، دارای دو نوع مختلف از IRE هستند. mRNA2 دارای نوع خاصی از IRE بوده و متشکل از چندین منطقه ناپایدار است که در صورت اتصال به IRE-BP، پایدارتر می شوند.

گزینه درست را مشخص کنید.

اتصال IRE-BP به هر یک از mRNA های شماره ۱ و ۲ به ترتیب از راست به چپ باعث و در نرخ ترجمه mRNA می شوند. mRNA شماره ۱ و ۲ به ترتیب می توانند مربوط به پروتئین های و باشند.

۱) افزایش - کاهش - فریتین - گیرنده ترنسفرین

۲) کاهش - افزایش - فریتین - گیرنده ترنسفرین

۳) کاهش - افزایش - گیرنده ترنسفرین - فریتین

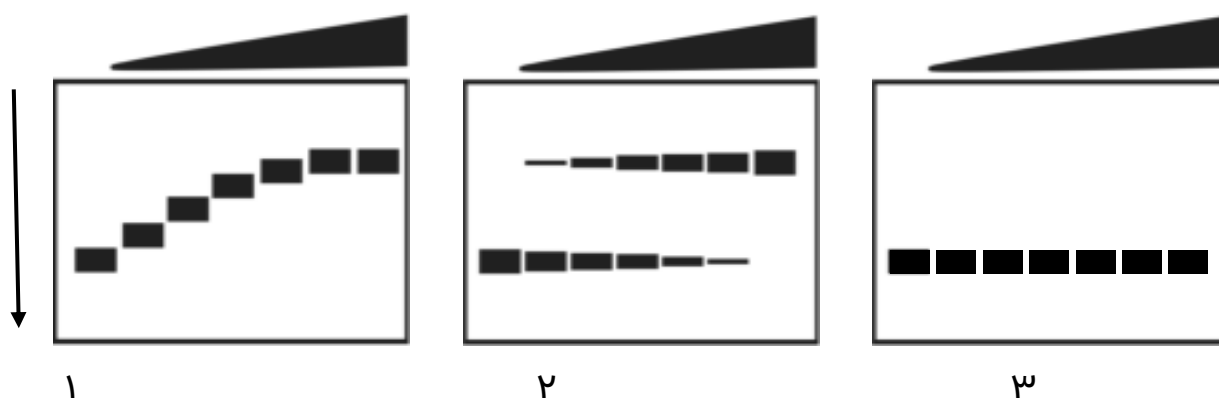
۴) افزایش - کاهش - گیرنده ترنسفرین - فریتین

۵) کاهش - کاهش - گیرنده ترنسفرین - فریتین

پرسش ۱۲ کپسید بسیاری از ویروس‌ها یک ابرساختار منظم است که از اتصال تعدادی زیرواحد تکرارشونده ساخته می‌شود. ژنوم ویروس در فضای خالی داخل کپسید بسته‌بندی می‌شود و می‌تواند به عنوان داربستی برای هدایت گردهم‌آیی زیرواحدهای کپسید عمل کند. برای بررسی مراحل ساخت کپسید آزمایشی انجام دادیم.

در آزمایش ۱ و ۲ ژنوم نوکلئوتیدی دو ویروس مختلف با طول ژنوم یکسان در حضور غلظت‌های متفاوتی از پروتئین زیرواحد کپسید همان ویروس تیمار شد و پس از گذر زمان کافی، ساختارهای حاصل بر روی ژل الکتروفورز بررسی شد. ژل به دست آمده برای نوکلئوتید رنگ‌آمیزی شد. زیرواحد کپسید ویروس ۱ و ۲ هم‌اندازه است.

در آزمایش ۳ یک الیگونوکلئوتید با توالی تصادفی و طول تقریباً برابر با ژنوم ویروس آزمایش ۲ ساخته و در حضور غلظت‌های متفاوتی از پروتئین زیرواحد کپسید ویروس آزمایش ۲ تیمار شد. تحلیل با ژل الکتروفورز مانند آزمایش‌های قبل انجام شد. در شکل زیر نتیجه این ۳ آزمایش را می‌بینید. مثلث نشان داده شده در بالای ژل نشان می‌دهد غلظت پروتئین در چاهک‌های چپ به راست افزایشی است. الکتروفورز در جهت فلش نشان داده شده انجام شده است.

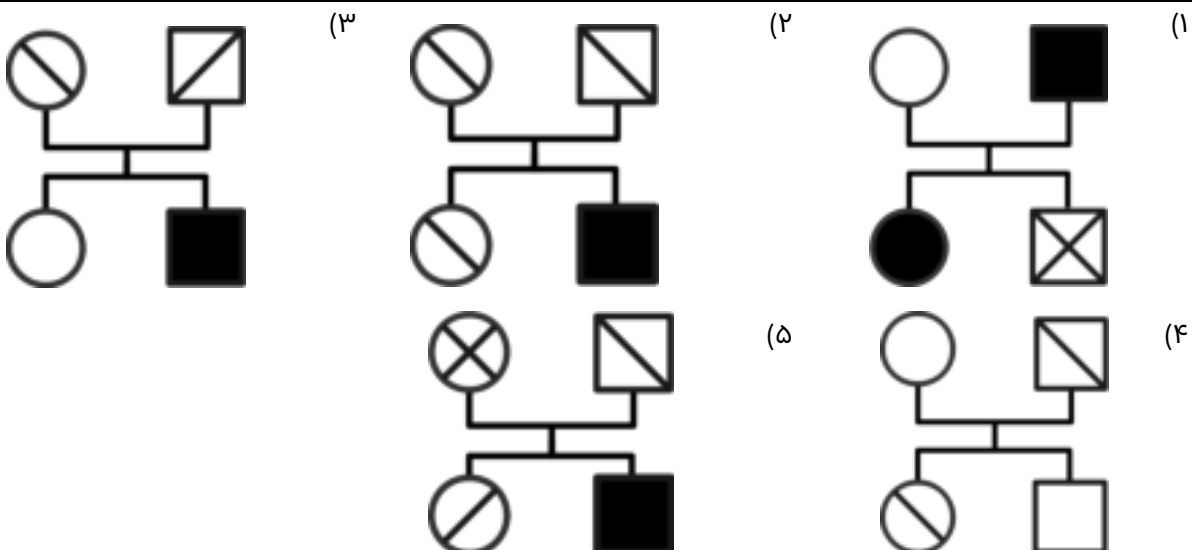
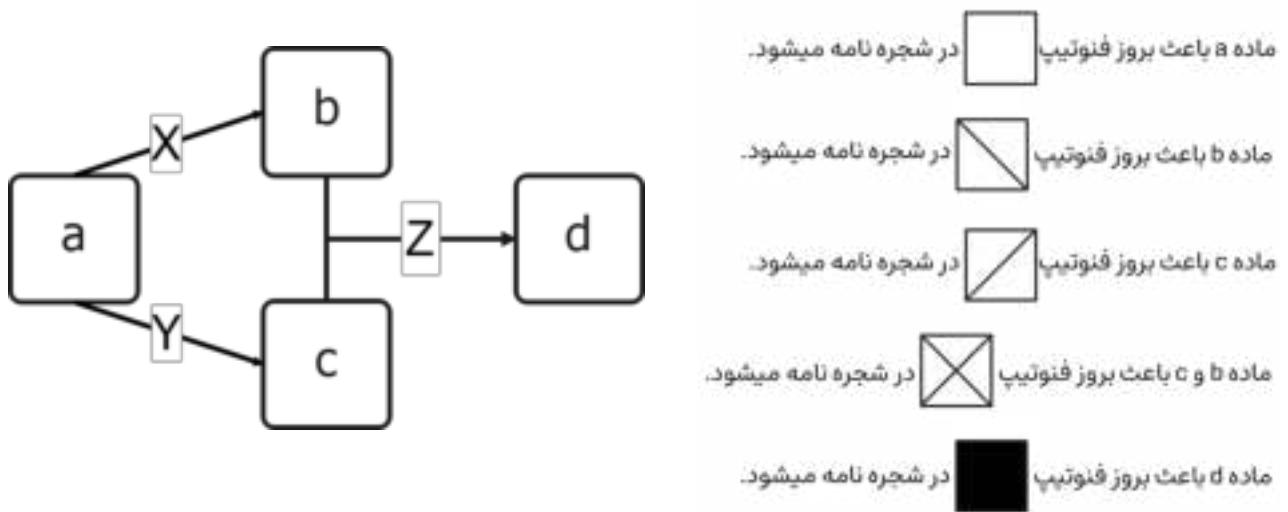


باتوجه به این اطلاعات گزینه درست را مشخص کنید.

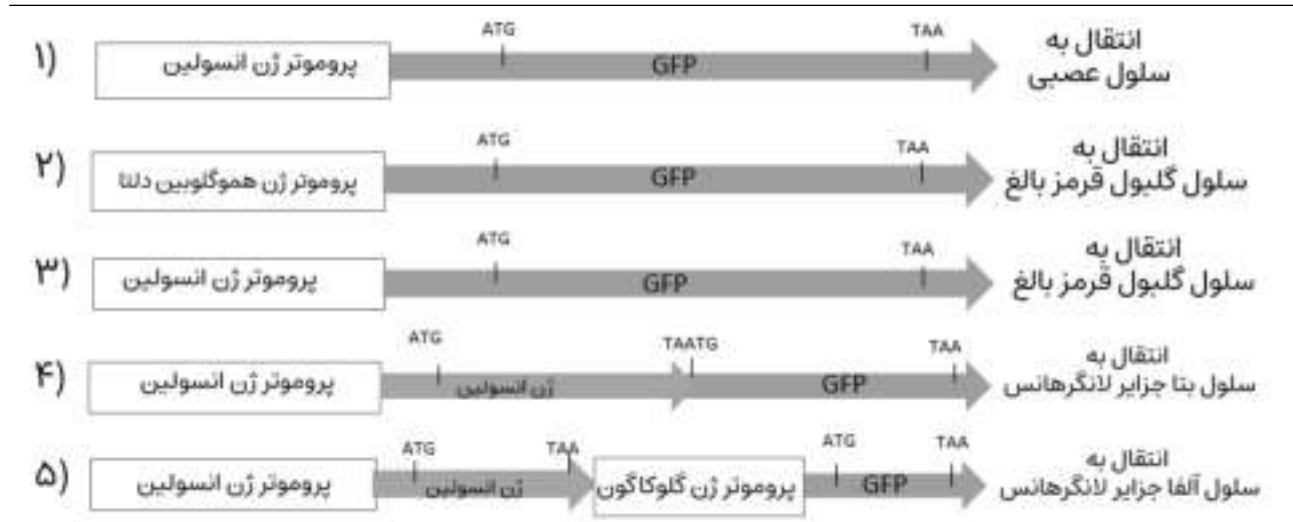
- (۱) اثر تعاونی (تسهیل اتصال زیرواحدهای بعدی اگر زیرواحد اول به هدف متصل شده باشد) در ویروس ۲ نسبت به ویروس ۱ بیشتر است.
- (۲) با توجه به فاصله‌های نابرابر باندهای مشاهده شده در آزمایش ۱ می‌توان نتیجه گرفت این کپسید از زیرواحدهای متفاوت با اندازه‌های متفاوتی ساخته شده است.
- (۳) از نتایج آزمایش ۲ می‌توان نتیجه گرفت در حضور بیشترین غلظت پروتئین کپسید، تمام پروتئین‌ها با هم کپسیدهای کامل تشکیل داده‌اند و هیچ زیرواحد تکی در محیط وجود ندارد.
- (۴) احتمال مشاهده یک کپسید ناکامل (به معنای اتصال چند زیرواحد اما نه همه زیرواحدها) در آزمایش ۲ بیشتر از آزمایش ۱ است.
- (۵) از آزمایش ۳ می‌توان نتیجه گرفت اتصال زیرواحدهای کپسید به یکدیگر فقط در حضور توالی‌های خاص در ژنوم ویروس رخ می‌دهد.

15

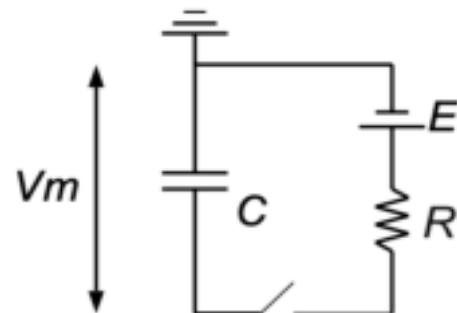
پرسش ۱۴ به دنبال آزمایشاتی روی رنگ بال‌های یک گونه از پرندگان، دانشمندان مسیر متابولیسمی زیر را در تولید رنگدانه پر پرنده کشف کردند. در این مسیر ماده a به وسیله پروتئین X به ماده b و به وسیله پروتئین Y به ماده c تبدیل می‌شود. همین‌طور پروتئینی به نام پروتئین Z ماده b و c را ترکیب میکند و به ماده d تبدیل می‌کند. هر کدام از این مواد اگر در پره‌های پرنده باقی بماند باعث بروز فنوتیپی می‌شود که در پایین نشان داده شده است. (در صورت عملکرد هر دو پروتئین X و Y هر دو ماده b و c تولید می‌شود). با مطالعات بیشتر مشخص شد پروتئین‌های X Y Z هر کدام توسط ژنی تولید می‌شوند که بر روی کروموزوم‌های غیرجنسی متفاوتی قرار گرفته‌اند. برای هر کدام از این ژن‌ها در جمعیت مورد بررسی دانشمندان، دو نسخه الی وجود دارد که یکی از آن‌های نسخه جهش یافته بوده و پروتئین عملکردی نمی‌سازد و دیگری نسخه وحشی بوده و پروتئین عملکردی می‌سازد. وجود هر میزان پروتئین عملکردی تمام سوبسترا (پیش ساز) را به فرآورده تبدیل می‌کند. با توجه به این مسیر متابولیسمی مشاهده کدام یک از شجره نامه‌های زیر در جمعیت مورد بررسی غیرممکن است.



پرسش ۱۵ نشانگرها (markers) ژن‌هایی هستند که برای ردیابی بیان ژن‌ها در سلول‌ها یا بافت‌های جانوران استفاده می‌شوند. مثلاً نشانگر GFP ژنی است که پس از بیان شدن و تولید پروتئین GFP در سلول، نور سبز فلورسانس تولید می‌کند که با میکروسکوپ مخصوص قابل دیدن است. به کمک این روش مشخص می‌شود پروموتری که بالادست GFP قرار گرفته، در چه سلول یا بافتی فعالیت می‌کند. در مواردی هم توالی ژن GFP به توالی ژنی یک پروتئین مورد مطالعه (مثلاً ژن X) افزوده شده و پروتئین ترکیبی (کایمر) GFP::X تولید می‌شود که محل استقرار پروتئین X را در سلول یا بافت نشان می‌دهد. اگر پنج سازه زیر در آزمایشگاه تولید شده و به سلول مورد نظر منتقل شده باشند، انتظار داریم بیش‌ترین شدت نور سبز را در کدام سلول مشاهده کنیم؟



پرسش ۱۶ در دو طرف یک غشای سلولی اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. می‌توان از مدارهای الکتریکی برای درک بهتر این اختلاف پتانسیل و ویژگی‌های الکتریکی دیگر غشا استفاده کرد. تصویر زیر نشان‌دهنده یک مدل مدار الکتریکی برای یک غشای نورو است.



کدام یک از گزاره‌های زیر نادرست است؟

۱) عنصر مشخص شده با حرف C نماینده توانایی غشای سلولی برای جداسازی بار در دو طرف خود است.

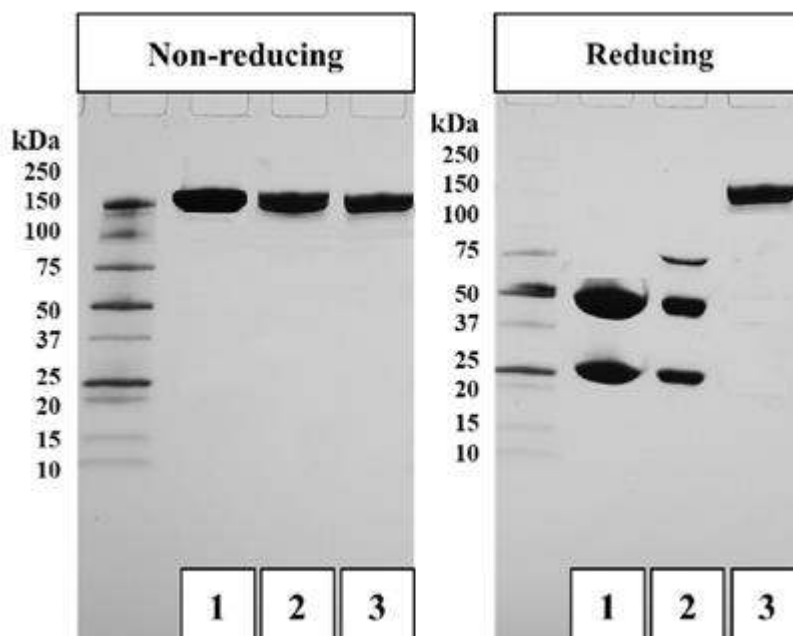
۲) عنصر مشخص شده با حرف E نماینده گرادیان غلظت یون‌ها یا پمپ سدیم-پتاسیم است.

۳) عنصر مشخص شده با R نماینده کانال‌های یونی باز در غشا است.

۴) بستن مدار باعث ایجاد یک پتانسیل عمل می‌شود.

۵) افزایش مقادیر C و R باعث کاهش سرعت شارژ شدن غشا در پاسخ به یک جریان ورودی می‌شود.

پرسش ۱۷ پروتئین‌ها در شرایط الکتروفورز احیایی توسط ترکیب بتا مرکاپتواتانل (احیا کننده پیوندهای دی سولفید) احیا شده و به زیر واحدهای تشکیل دهنده تبدیل می‌شوند. شکل زیر الگوی الکتروفورز احیایی (reducing) و غیر احیایی (Non-reducing) reducing سه پروتئین مختلف را نشان می‌دهد.



۱. پروتئین ۱ حداقل از ۴ زیر واحد تشکیل شده است.
۲. پروتئین ۲ از سه زیر واحد تشکیل شده است.
۳. پروتئین ۳ دارای وزن مولکولی ۱۵۰ کیلو دالتون است.
۴. پروتئین ۳ دارای دو زیر واحد است.
۵. پروتئین ۲ حداقل دارای ۳ پیوند دی سولفید است.
۶. پروتئین ۱ می‌تواند آنتی بادی باشد.

کدام گزینه همه گزاره‌های درست را دربر دارد؟

۱) I, II, III, V ۲) I, II, III, VI ۳) II, III, IV, V, VI ۴) III, IV, V, VI ۵) II, III, V, VI

پرسش ۱۸ در آزمایش خون فردی پارامترهای زیر را با این مقادیر به دست آوردیم.

تعداد گلبول‌های قرمز در هر میکرولیتر خون

$$RBC = 4 \times 10^6 / \mu L$$

نسبت حجم سلول‌های خونی به حجم کل خون یا هماتوکریت

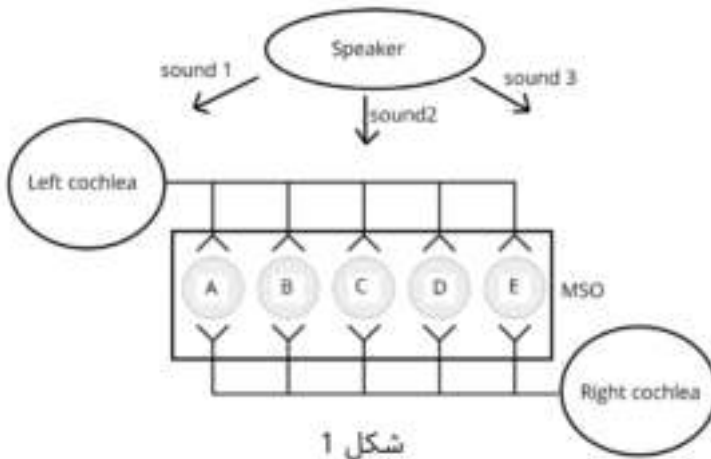
$$Htc = 40\%$$

در یک فرد عادی که ۵ لیتر خون دارد حجم هر گلبول قرمز چقدر است؟ فرض کنید حجم بقیه سلول‌های خونی در برابر گلبول‌های قرمز ناچیز است.

۱) ۱ فمتولیتر ۲) ۱۰۰ فمتولیتر ۳) ۱ پیکولیتر ۴) ۱۰ پیکولیتر ۵) ۱ نانولیتر

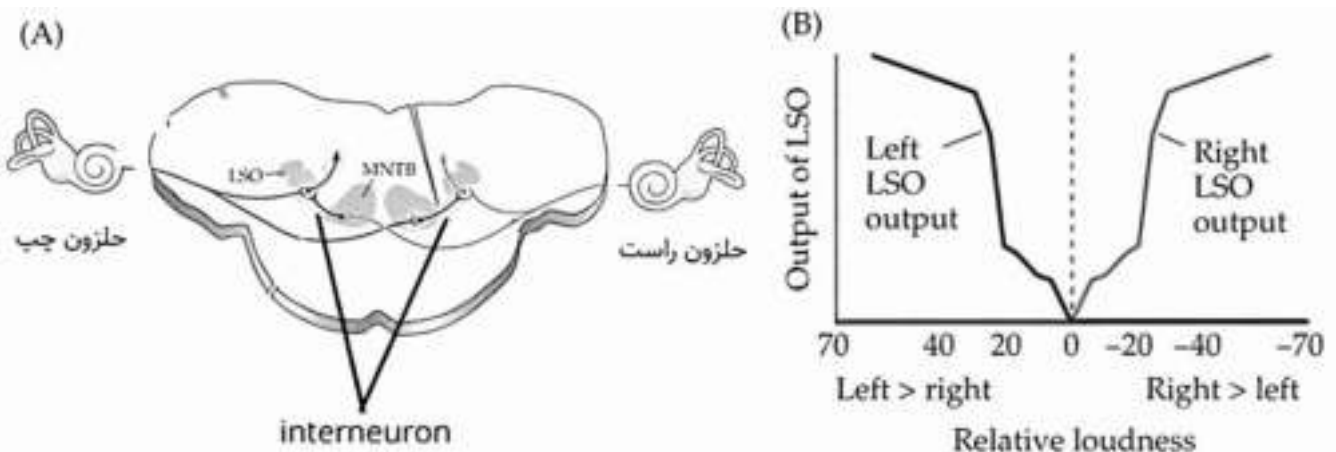
با توجه به متن زیر، به دو پرسش ۱۹ و ۲۰ پاسخ دهید.

مراکز پردازش شنوایی در ساقه مغز، ارتباطات درونی زیادی بین سمت راست و چپ (bilateral connectivity) دارند که به یک پارچه سازی و پردازش اطلاعات شنوایی دریافت شده توسط دو گوش کمک می‌کند. یکی از عملکرد های سیستم شنوایی، مکان یابی افقی صداهاست؛ این مکان یابی از طریق دو مکانیسم اصلی انجام می‌شود: پردازش تفاوت زمان رسیدن صدا به هر یک از دو گوش (time difference) و تفاوت شدت صوت رسیده به هر یک از دو گوش (intensity difference).



در مکانیسم پردازش تفاوت‌های زمانی، مسیرهایی با طول متفاوت اطلاعات را از حلزون هر دو گوش به نورون های مختلف در هسته‌ای به نام medial superior olive (MSO) منتقل می‌کنند. این مکانیسم برای صداهایی با فرکانس کمتر از 3 کیلوهرتز کاربرد دارد. فعالیت هر نورون در MSO هنگامی به حداکثر میرسد که اطلاعات از هر دو گوش همزمان به آن برسند. به این پدیده تشخیص همزمانی یا Coincidence detection می‌گویند. (شکل 1)

مکانیسم پردازش تفاوت شدت صوت توسط ساختارهایی به نام lateral superior olive (LSO) و medial nucleus of the trapezoid body (MNTB) صورت می‌گیرد. این مکانیسم برای صداهای با فرکانس بیشتر از 3 کیلوهرتز کاربرد دارد. اساس کار این نورون ها متکی بر ضعیف شدن شدت صوت هنگام عبور از موانع (جمع‌مه و ساختارهای درونی آن) برای رسیدن به گوش مقابل است. شکل زیر مسیر مربوطه را در برشی از پل مغزی (شکل A-2) و همچنین، میزان فعالیت نورون های LSO در شدت های نسبی متفاوت از صوت در سمت راست و چپ (شکل B-2) را نشان می‌دهد.



شکل 2: بخش A نشان دهنده مقطعی از ساقه مغز است که مسیرهای نورونی از حلزون هر گوش به هسته های LSO و MNTB، و همچنین ارتباط بین هسته MNTB و LSO را نشان می‌دهد. در بخش B، محور افقی نمودار نشان دهنده بلندی نسبی درک شده صدا در گوش راست و چپ است، محور عمودی نشان دهنده میزان فعالیت نورون های LSO می‌باشد.

پرسش ۱۹ با توجه به مکانیسم درک تفاوت‌های زمانی، انتظار دارید هنگامی که منبع صوت دقیقاً مقابل گوش راست باشد، کدام نورون در شکل «۱» بیشترین فعالیت را داشته باشد؟

A (۱)	B (۲)	C (۳)	D (۴)	E (۵)
-------	-------	-------	-------	-------

پرسش ۲۰ با توجه به اطلاعات داده شده، گزینه نادرست را مشخص کنید.

(۱) در فردی با ناشنوایی یک گوش، به احتمال زیاد منشأ آسیب خارج از ساقه مغز است.

(۲) اگر بدانیم نورون حامل اطلاعات از حلزون به هسته LSO یک نورون تحریکی است، انتظار داریم اینترنورون موجود بین MNTB و LSO، عملکرد مهاری داشته باشد.

(۳) هنگامی که منبع صوت دقیقاً روبه‌روی فرد باشد، انتظار داریم فعالیت هر دو هسته LSO راست و چپ ناچیز باشد.

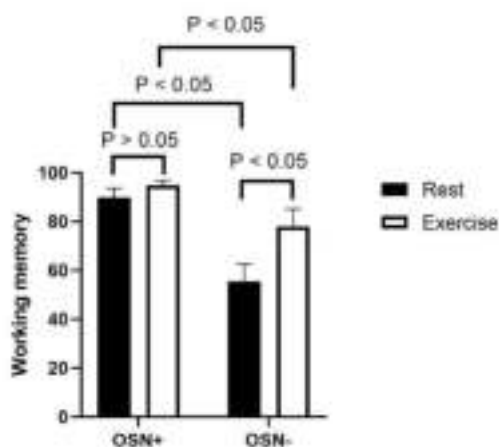
(۴) اگر حساسیت گیرنده نوروترانسمیترها در سیناپس بین اینترنورون و نورون‌های LSO چپ بیشتر شود، انتظار داریم فرد صداها را نسبت به واقعیت، بیشتر متمایل به چپ درک کند.

(۵) اگر در فردی غلاف میلین مسیر عصبی از حلزون راست به MSO از بین رفته باشد، فرد صداها را نسبت به واقعیت، بیشتر متمایل به چپ درک خواهد کرد.

با توجه به متن زیر، به دو پرسش ۲۱ و ۲۲ پاسخ دهید.

در یک تحقیق روی موش‌های صحرایی، اثر ورزش بر حافظه کاری (working memory) و بیان mRNA رسپتور گلوتامات (NMDA)، در دوناچه هیپوکمپ (HPC) و قشر پیش‌پیشانی میانی (mPFC) بررسی شد. این مطالعه در شرایطی که گیرنده‌های حسی بویایی سالم (OSN+) و گیرنده‌های حسی بویایی تخریب شده‌اند (OSN-) بررسی شده است. بر اساس نتایج زیر، به دو سوال و پاسخ دهید. (تفاوت معنی‌دار آماری بین دو گروه: $p < 0.05$ ، عدم تفاوت معنادار بین دو گروه: $p > 0.05$) (ورزش: Exercise، استراحت: Rest)

پرسش ۲۱ با توجه به نمودار روبه‌رو کدام گزینه درباره حافظه کاری درست است؟



(۱) تخریب گیرنده‌های بویایی در شرایط استراحت اثری بر حافظه کاری ندارد.

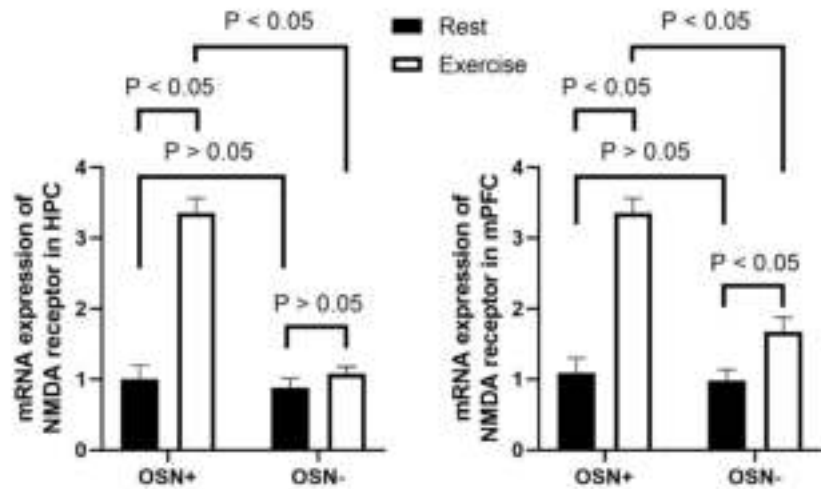
(۲) ورزش در موش سالم باعث بهبود حافظه کاری می‌شود.

(۳) اثر ورزش بر حافظه کاری از طریق گیرنده‌های حسی بویایی است.

(۴) تخریب گیرنده‌های بویایی، حافظه کاری را کاهش می‌دهد.

(۵) اثر ورزش بر حافظه کاری در شرایط سلامت یا تخریب گیرنده‌های حسی بویایی یکسان است.

پرسش ۲۲ در نمودار سمت چپ و راست به ترتیب بیان mRNA گیرنده گلوتامات (NMDA) در هیپوکمپ (HPC) و قشر پیش-پیشانی میانی (mPFC) در شرایط مختلف نشان داده شده است. با توجه به نتایج کدام گزینه درست نیست؟



(۱) اثر ورزش بر بیان mRNA رسپتور گلوتامات در هیپوکمپ وابسته به گیرنده‌های حسی بویایی است.

(۲) در شرایط استراحت، تخریب گیرنده‌های حسی بویایی اثری بر بیان mRNA رسپتور گلوتامات در این دو ناحیه مغز ندارد.

(۳) ورزش باعث افزایش بیان mRNA رسپتور گلوتامات در mPFC می‌شود.

(۴) مکانیسم اثر ورزش بر بیان mRNA رسپتور گلوتامات در هیپوکمپ و mPFC متفاوت است.

(۵) ورزش تنها در صورتی باعث افزایش بیان mRNA رسپتور گلوتامات در mPFC می‌شود که گیرنده‌های حسی بویایی سالم باشند.

پرسش ۲۳ همانطور که می‌دانیم هورمون‌های تیروئیدی نقش مهمی در رشد و تکوین جنین ایفا می‌کنند. طبق مطالعات، جنین به ویژه در سه ماهه اول، به هورمون‌های تیروئیدی مادر وابسته است. هورمون گنادوتروپین جفتی انسان (HCG) حین بارداری از جفت ترشح می‌شود و در هفته ۸-۱۲ بارداری به حداکثر مقدار در خون مادر می‌رسد. این هورمون می‌تواند به رسپتور هورمون محرک تیروئید (TSH) در تیروئید متصل شود و همانند فرم ضعیف‌تر TSH بر روی غده تیروئید اثر بگذارد. باتوجه به توضیحات فوق کدام گزینه نادرست است؟

(۱) در هفته ۸-۱۲ بارداری، سطح TSH مادر کاهش می‌یابد.

(۲) در هفته ۸-۱۲ بارداری، متابولیسم بدن مادر باردار افزایش می‌یابد.

(۳) خانم‌های باردار مبتلا به کوریوکارسینوما (توموری با منشا جفت) دچار پرکاری تیروئید می‌شوند.

(۴) در هفته ۸-۱۲ بارداری، سطح هورمون تیروکسین (T4) در جنین کاهش می‌یابد.

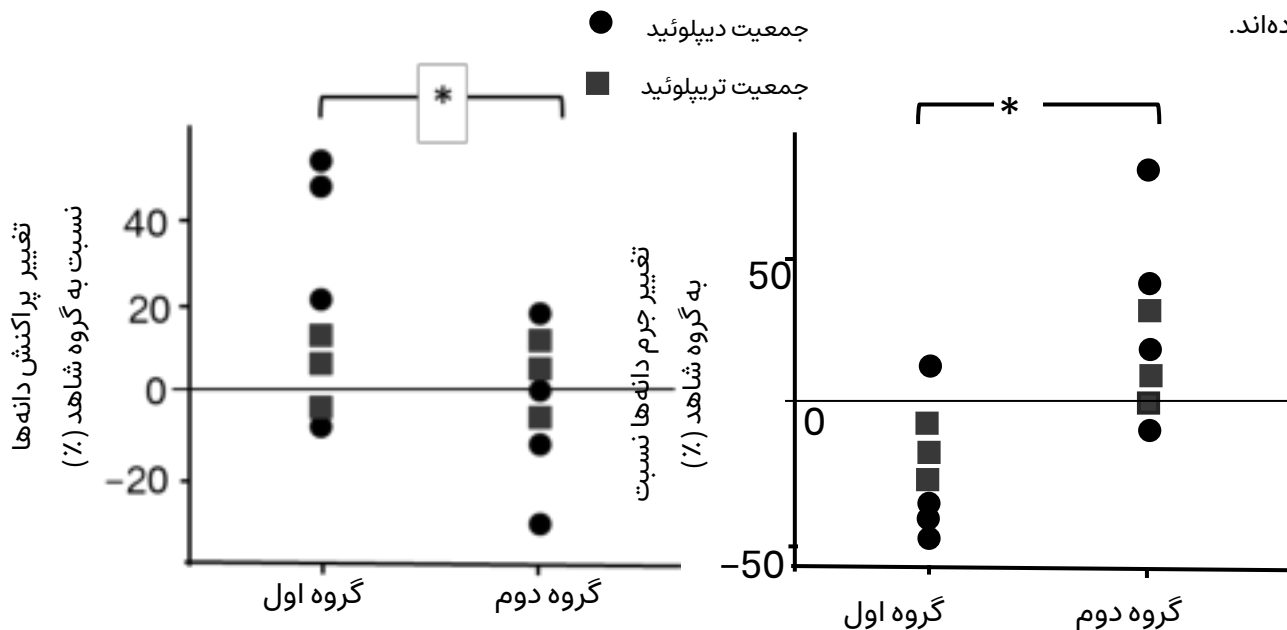
(۵) در هفته ۸-۱۲ بارداری، برداشت ید در تیروئید مادر افزایش می‌یابد.

پرسش ۲۴ کرم سفید لارو حشره‌ای به نام سوسک طلایی (*Melolontha melolontha*) است و به ریشه گیاه میزبانش که نوعی قاصدک (*Taraxacum officinale*) است، حمله می‌کند. مسافتی که یک کرم سفید در طول دوره رشد خود می‌تواند بپیماید، حداکثر ۱۰۰ سانتی متر است. پژوهش‌های متعدد نشان داده‌است که در اغلب جمعیت‌های دیپلوئید و تریپلوئید قاصدک‌ها، که حداقل دو دهه در معرض تراکم بالای کرم سفید در زیستگاهشان بوده‌اند، نسل‌هایی پدید می‌آیند که در آن‌ها پتانسیل پراکنش دانه متناسب با توان جابجایی کرم سفید تغییراتی یافته است.

می‌دانیم قاصدک‌های تریپلوئید علاوه بر توان تولید دانه، تولید مثل رویشی نیز دارند. همچنین گلدهی و گرده‌افشانی همه قاصدک‌ها در ماه‌های میانی بهار و تشکیل دانه بالغ در اوایل تابستان رخ می‌دهد.

شکل زیر اختلاف تغییرات نسبی جرم دانه (نمودار سمت راست) و پتانسیل پراکنش دانه (نمودار سمت چپ) را نسبت به گروه شاهد در دو گروه جمعیتی از قاصدک‌ها نشان می‌دهد. به این معنی که هر یک از جمعیت‌ها در شرایط شاهد (بدون کرم) و تیمار (آلوده به کرم‌های سفید) مورد آزمایش قرار گرفتند و تغییر ایجاد شده در گروه تیمار شده نسبت به گروه شاهد به صورت درصد گزارش شده است. (علامت ستاره «*» نشان دهنده تفاوت معنی دار آماری است.)

توجه: نیاکان گروه اول در زیستگاه با تراکم بالای کرم سفید و نیاکان گروه دوم در زیستگاه با تراکم پایین کرم سفید زندگی کرده‌اند.

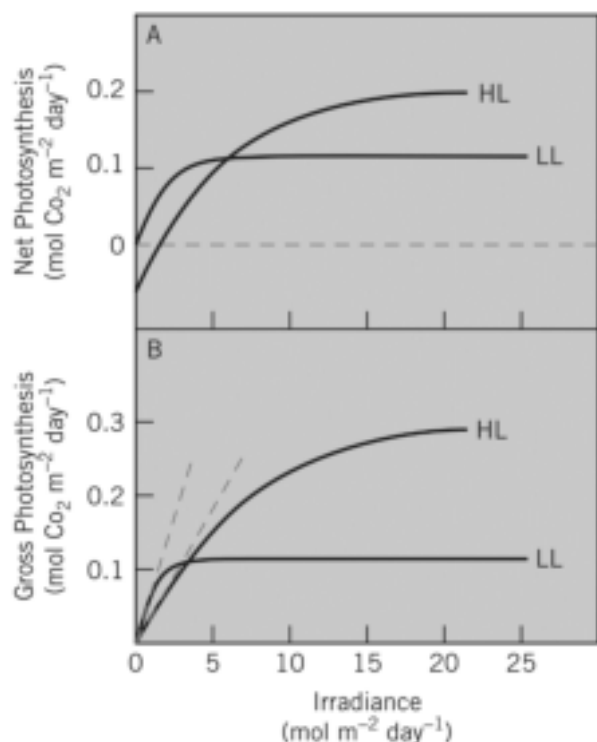


با توجه به اطلاعات سوال، گزینه درست را مشخص کنید.

- (۱) پراکنش دانه در اغلب جمعیت‌های گروه اول کاهش می‌یابد.
- (۲) قاصدک‌های سازگار به کرم سفید سطح پلوئیدی بالاتری دارند.
- (۳) انتظار داریم قاصدک‌های تریپلوئید نسبت به سایر جمعیت‌ها در ماه اول بهار پراکنش گسترده‌تری داشته باشند.
- (۴) انتظار داریم به علت مصرف انرژی گیاه توسط کرم سفید، اندازه دانه‌ها فقط در جمعیت‌های گروه دوم تغییر کند.
- (۵) انتظار داریم دانه‌ها در گیاهان گروه اول در حضور کرم سفید نتوانند بیشتر از صد سانتی متر از گیاه والد خود دور شوند.

پرسش ۲۵ خوگیری نوری گیاهان (photoacclimation) فرآیندی است که در آن ساختار و عملکرد دستگاه فتوسنتزی گیاه متناسب با تغییرات شدت تابش نور تنظیم می‌شود. به عنوان مثال می‌توان به تغییرات تراکم رنگدانه‌های کلروفیلی و کاروتنوئیدی اشاره کرد. رنگدانه‌های کلروفیلی رنگدانه‌های اصلی فتوسنتزی هستند و رنگدانه‌های کاروتنوئیدی وظیفه محافظت از گیاه در مقابل خطرات تابش بیش از حد و اکسایش را دارند.

تعدادی از پژوهشگران برای بررسی خوگیری نوری در گیاهان آزمایشی را روی برگ‌هایی از یک گیاه با مدل فتوسنتزی C3 که بعضی با نور کم (LL: Low Light) و بعضی با نور زیاد (HL: High Light) سازش پیدا کرده بودند انجام دادند. در این آزمایش همزمان با افزایش شدت نور تابیده بر برگ، میزان جذب گاز CO₂ از محیط (نشان دهنده میزان تثبیت CO₂ در فرآیند فتوسنتز) در نمودار پایین ثبت شد. در نمودار A میزان فتوسنتز خالص و در نمودار B میزان فتوسنتز ناخالص منهای میزان تنفس سلولی و تنفس نوری محاسبه می‌شود.



گزینه درست را مشخص کنید.

۱) انتظار می‌رود برگ‌های LL نسبت به برگ‌های HL رنگدانه کاروتنوئیدی بیشتری داشته باشد.

۲) میزان تنفس سلول‌های برگ‌های LL نسبت به برگ‌های HL در تابش صفر بیشتر است.

۳) بیشتر بودن تعداد آنتن‌های گیرنده نوری در هر فتوسیستم از برگ LL نسبت به HL می‌تواند نتایج آزمایش را توجیه کند.

۴) میزان بازدهی برگ‌های LL و HL در زمانی که میزان تابش کمتر از 5 mol m⁻² day⁻¹ باشد، برابر می‌شود.

۵) بیشینه بازدهی برگ‌های LL نسبت به بیشینه بازدهی برگ‌های HL بیشتر است.

پرسش ۲۶ در صورتی که روش‌های تثبیت کربن در گیاهان فقط شامل سه نوع C3، C4 و CAM باشد، کدام گزینه همه گزاره‌های درست را دربر دارد؟

- I. تمامی گیاهان توانایی تثبیت CO₂ در سیتوزول سلول‌های کلرانشیمی را دارند.
- II. هیچ گیاهی توانایی تثبیت کربن خارج از کلروپلاست را ندارد.
- III. هیچ گیاهی توانایی تثبیت کربن در تاریکی را ندارد.
- IV. همه گیاهان می‌توانند CO₂ را در یکی از مراحل تثبیت کربن در قالب اسیدی سه کربنه تثبیت کنند.
- V. توانایی تثبیت CO₂ خارج از سلول‌های کلرانشیم میانبرگ در گیاهان وجود ندارد.

I, IV (۱)	III (۲)	I, V (۳)	II, V (۴)	III, IV (۵)
-----------	---------	----------	-----------	-------------

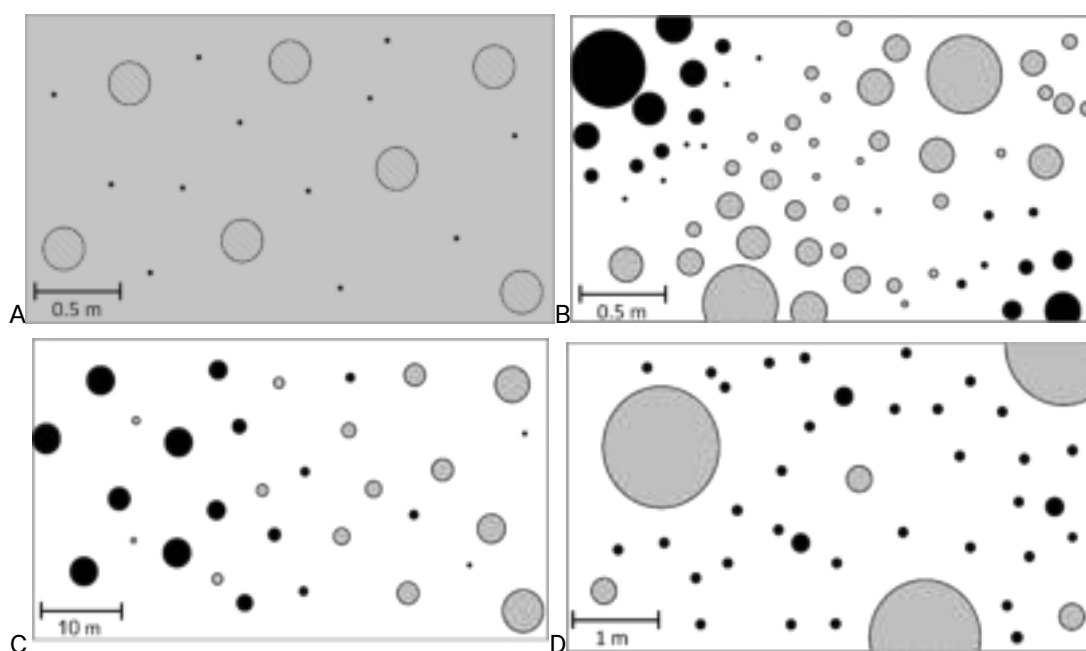
پرسش ۲۷ یکی از راه‌های نمایش جوامع گیاهی، استفاده از نقشه‌های پراکنش است. در این نقشه‌ها گونه‌های گیاهی محیط به شکل دایره‌ای با رنگ‌های مختلف نشان داده می‌شوند. در هر نقشه دایره‌های هم‌رنگ یک گونه هستند. قطر هر دایره برابر با قطر ساقه گیاه در محل اتصال به زمین است. در هر تصویر زیر نقشه‌ی پراکنش دو گونه گیاهی شاخص هر زیستگاه نشان داده شده است. زیستگاه‌های توصیف شده با الف تا د به ترتیب از راست به چپ با کدام نقشه مطابقت دارند؟

الف) جنگل‌های مانگرو: در این جنگل‌ها، دانه‌ها درون میوه‌ها و هنگامی که هنوز به گیاه والد متصل هستند جوانه می‌زنند.

ب) زیستگاه کوهستانی: در این زیستگاه شیب تند ارتفاع، شیب دمایی ایجاد می‌کند.

ج) زیستگاه جنگلی: در این زیستگاه بارش بالاست اما رقابت نوری شدیدی وجود دارد.

د) زیستگاه بیابانی: در این زیستگاه سطح آب و میزان بارش بسیار پایین است.



D, B, A, C (۵)

C, A, D, B (۴)

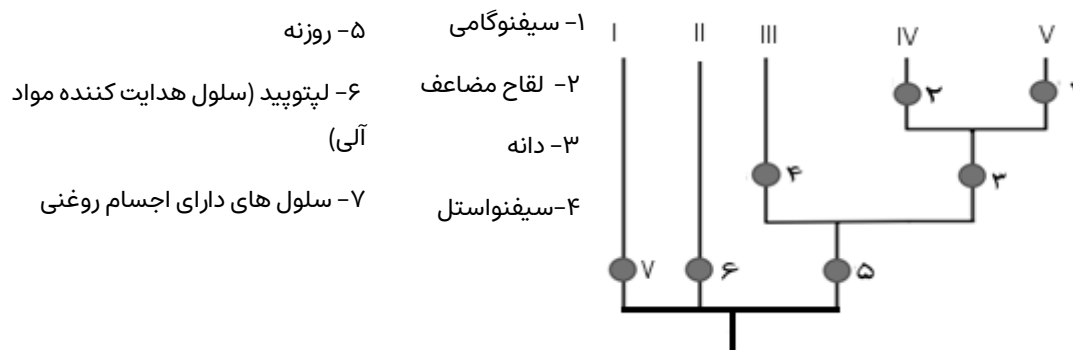
C, D, B, A (۳)

A, D, C, B (۲)

A, C, B, D (۱)

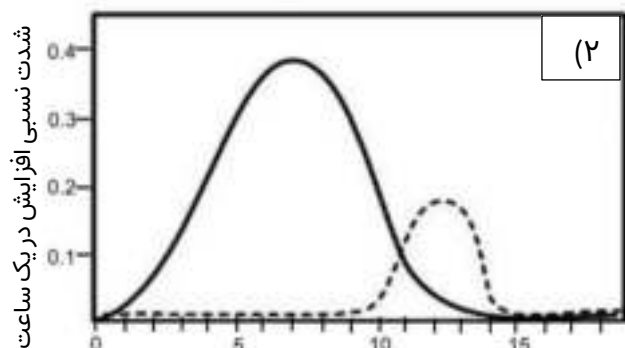
پرسش ۲۸ نیاکان همه گیاهان «I» تا «V» به عنوان گیاهان خشکی زی‌پوستک (کوتیکول) و پارانشیم مشخص دارند. جداریختی (Apomorphy) به ویژگی‌هایی می‌گویند که حالت اجدادی نداشته و در گروه مورد مطالعه، پیشرفته محسوب می‌شوند و هم‌جداریختی (Synapomorphy) ویژگی‌های پیشرفته‌ی مشترکی هستند که باعث تشکیل شاخه(های) تک‌تبار می‌شوند (Monophyletic clade(s)).

با فرض اینکه تبارنمای (Cladogram) زیر با استفاده از ویژگی‌های جداریختی یا هم‌جداریختی یک تا هفت، برای نمایش روابط تبار زایشی گیاهان «I» تا «V» رسم شده باشد، تصویر زیر مربوط به کدام گیاه است؟
(توجه: ممکن است برخی گروه‌های گیاهی تک‌تبار در تبارنما ارائه نشده باشند).

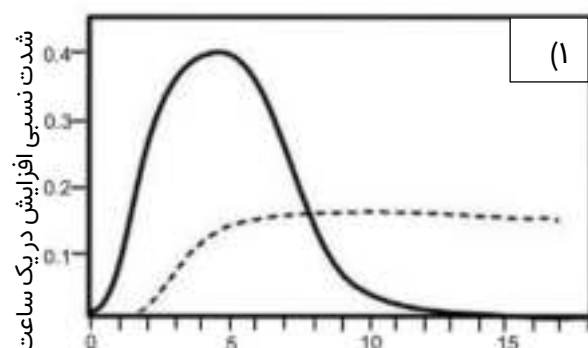


V(۵)	IV(۴)	III(۳)	II(۲)	I(۱)
------	-------	--------	-------	------

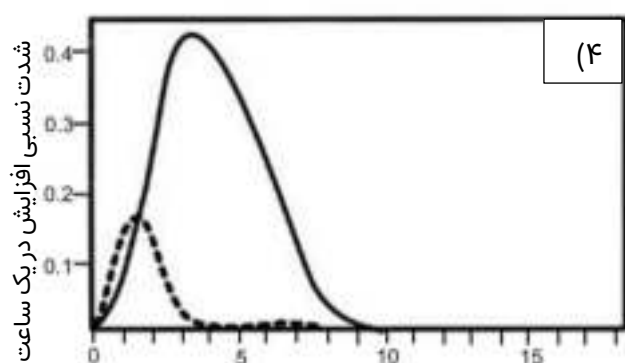
پرسش ۲۹ با توجه به مناطق رشد نمو ریشه گیاهان دو لپه‌ای، کدام نمودار شدت نسبی افزایش طول (خط ممتد) و تعداد یاخته‌ها (خط چین) را با فاصله گرفتن از نوک ریشه به درستی نشان می‌دهد؟



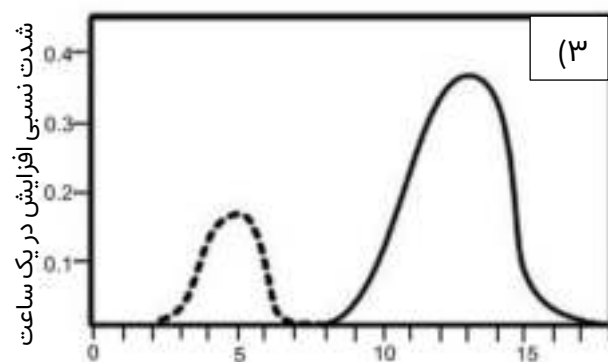
فاصله از نوک ریشه برحسب میلی‌متر



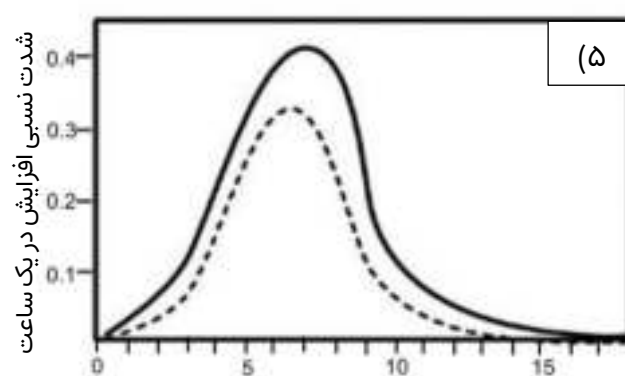
فاصله از نوک ریشه برحسب میلی‌متر



فاصله از نوک ریشه برحسب میلی‌متر

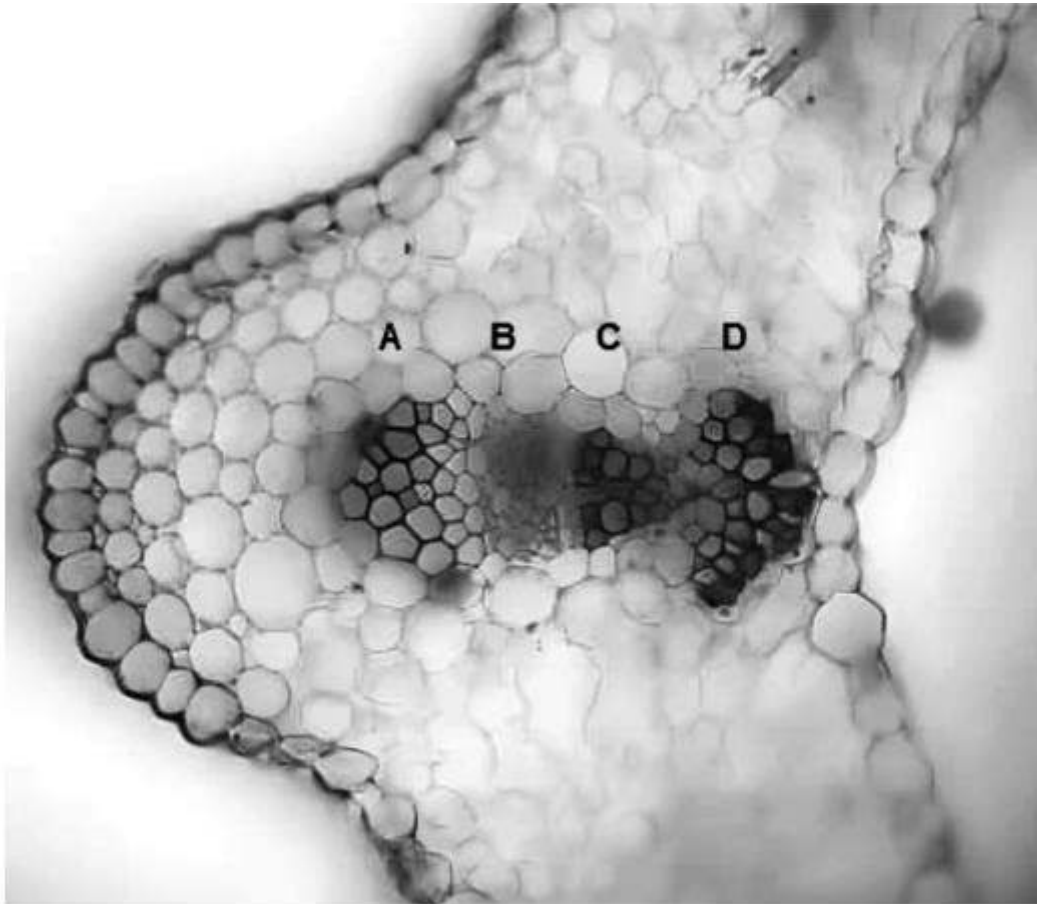


فاصله از نوک ریشه برحسب میلی‌متر



فاصله از نوک ریشه برحسب میلی‌متر

پرسش ۳۰ شکل زیر برش عرضی یک اندام گیاهی را نشان می‌دهد. کدام گزینه همه گزاره‌های درست را دربر دارد؟



I- در رنگ آمیزی با استفاده از آبی متیل و کارمن زاجی، یاخته‌های A و C هم‌رنگ دیده می‌شوند.

II- دیواره یاخته‌های B و C دارای تزئینات چوبی است.

III- در صورت استفاده از کریل نشان‌دار در هوا، این کریل ابتدا در بخش A قابل ردیابی است.

I (۱)	II (۲)	III (۳)	I , III (۴)	II , III (۵)
-------	--------	---------	-------------	--------------