



باسمه تعالی  
جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست. «الم نجینی (ع)»

دفترچه سؤالات مرحله اول سال ۱۴۰۱

# بیست و ششمین دوره المپیاد زیست‌شناسی

## کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات	مدت آزمون
۳۰ سؤال	۲۱۰ دقیقه

نام:

نام خانوادگی:

شماره صندلی:

توضیحات مهم

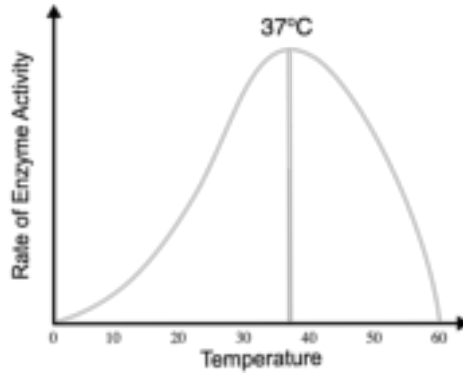
استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

- 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 سازمان ملی پرورش استعدادها درخشان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: [sampad.medu.ir](http://sampad.medu.ir)

**پرسش ۱** نمودار زیر سرعت یک واکنش آنزیمی را در دماهای مختلف نشان می‌دهد. کدام گزینه علت کاهش سرعت در دماهای بالاتر از ۴۰ درجه است؟



۱. افزایش برخورد بین آنزیم و پیش‌ماده (substrate)
۲. تخریب ساختار سه بُعدی آنزیم
۳. کاهش مقدار پیش‌ماده (substrate)
۴. یونیزه شدن آمینواسیدهای جایگاه فعال
۵. مهار آنزیم توسط محصول تولیدی

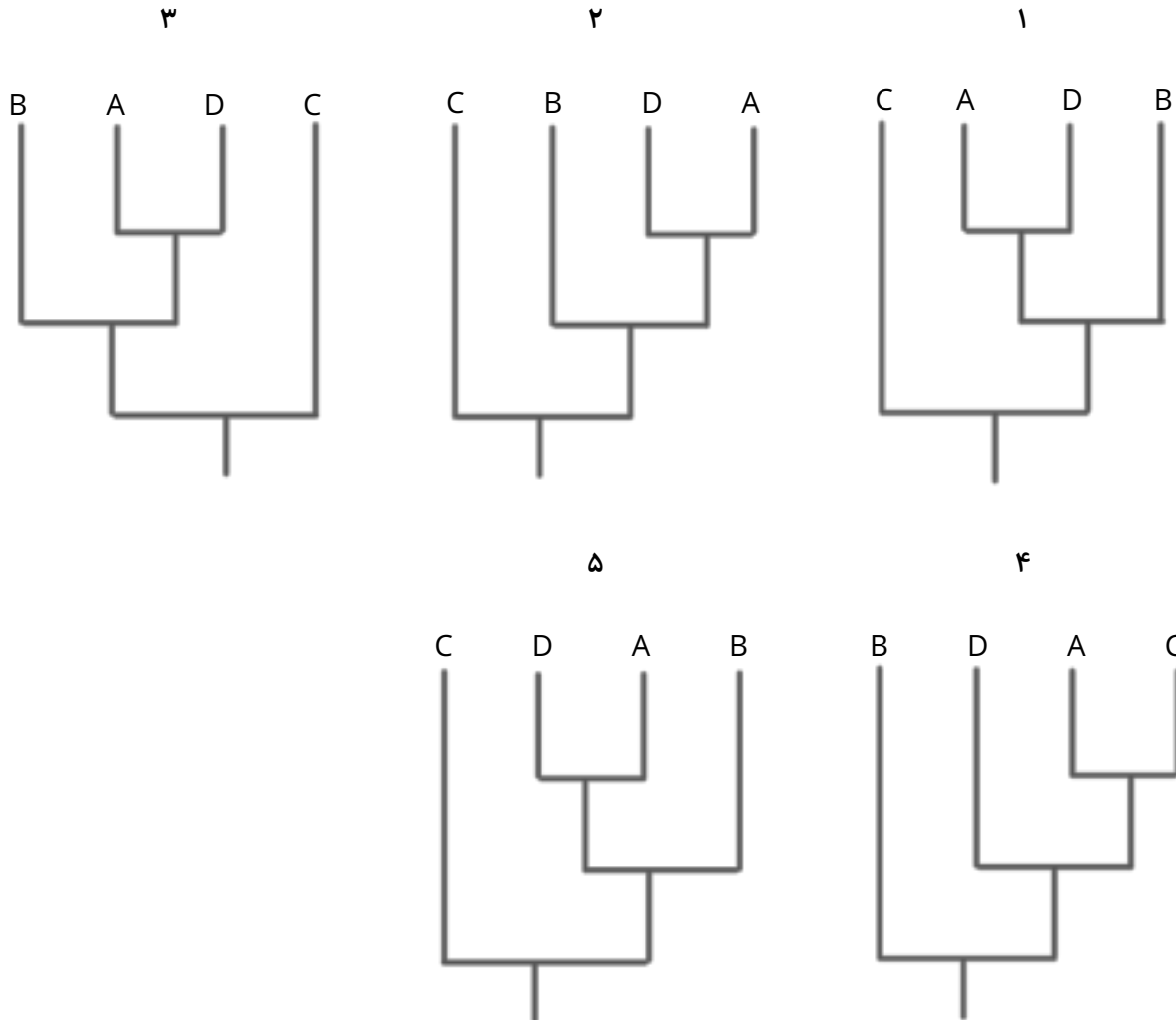
**پرسش ۲** در فرضیه جهان RNA، تصور بر این است که در زمان پیدایش حیات و ابتدای تکامل آن، RNA ماده ژنتیکی اصلی بوده است. اما در همه موجودات زنده حال حاضر توسط DNA جایگزین شده است. کدام یک از ویژگی‌های DNA به احتمال بیشتری دلیل این امر است؟

۱. DNA می‌تواند خودش را همانندسازی کند در حالی که RNA نمی‌تواند.
۲. DNA یک اسید نوکلئیک است در حالی که RNA نیست.
۳. DNA از پایداری بیشتری نسبت به RNA برخوردار است.
۴. تنها DNA است که می‌تواند ماده‌ی ژنتیکی ویروس‌ها را تشکیل دهد.
۵. DNA به علت دورشته‌ای بودن می‌تواند دو برابر محتوای ژنتیکی در خود ذخیره کند.

**پرسش ۳** کدام یک از سلول‌های ایمنی زیر از نظر رده سلولی فاصله بیشتری با بقیه گزینه‌ها دارد؟

- |                 |              |                        |
|-----------------|--------------|------------------------|
| ۱. پلاسماسل     | ۲. لنفوسیت T | ۳. سلول کشنده طبیعی NK |
| ۴. سلول B خاطره | ۵. ماکروفاژ  |                        |

**پرسش ۴** کدام یک از درخت‌های تبارزایی (فیلوژنتیک) زیر که برای چهار گونه A-D رسم شده است، نوع متفاوتی از ارتباط تکاملی را نسبت به دیگر گزینه‌ها نشان می‌دهد؟



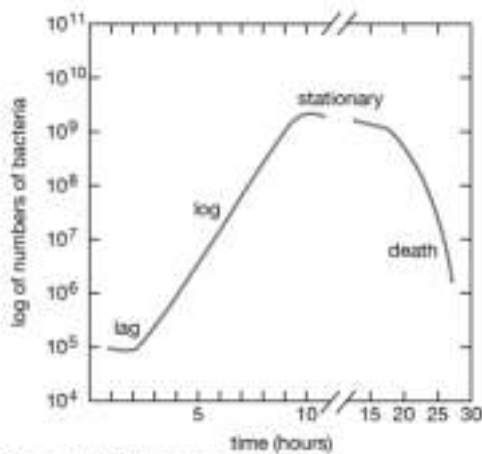
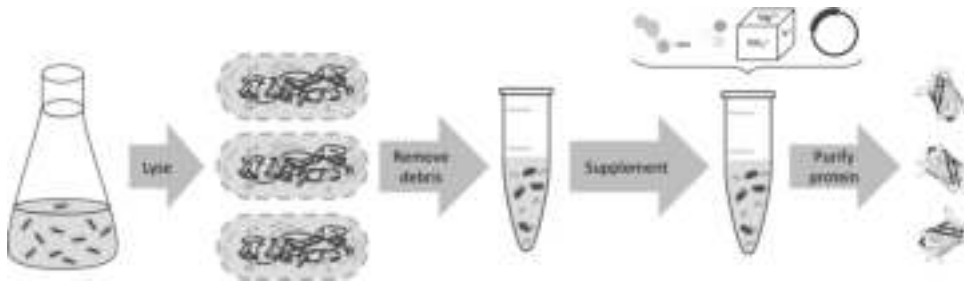
**پرسش ۵** بر اساس تعریف زیست‌شناختی گونه، انتظار داریم بین اعضای دو گونه سدهای تولیدمثلی وجود داشته باشد. کدام گزینه نمونه درستی از سد پیش‌زیگوتی «جدایی مکانیکی» است؟

۱. یک مار جنس *Thamnophis* در خاک و دیگری در سطح آب زندگی می‌کند.
۲. دو جمعیت از تیره *Fabaceae* در زمان‌های متفاوتی از سال گل می‌دهند.
۳. دو پرنده از جنس *Frigata* دارای رفتار جفت‌گیری مشابهی هستند.
۴. پوسته‌های دو حلزون از رده *Bradybaena* در جهات خلاف هم پیچ می‌خورند.
۵. پروتئین‌های سطح تخمک و اسپرم دو گونه توتیا به یکدیگر متصل نمی‌شوند.

## پرسش ۶

مارشال نیرنبرگ در سال ۱۹۶۱، با بررسی توالی آمینواسیدی ترجمه شده از mRNAهای مختلف، کد ژنتیکی را رمزگشایی کرد. این کار نشان داد که تنها راه بیان پروتئین از یک قطعه ژنتیکی، استفاده از سلول میزبان زنده نیست؛ بلکه عصاره سلولی حاوی پلی‌مرازها، ریبوزوم‌ها و دیگر ماکرومولکول‌های زیستی به تنهایی و بدون نیاز به غشای سلولی به عنوان یک دستگاه رونویسی و ترجمه، عمل می‌کند. پس از این کشف تکنولوژی بیان پروتئین عاری از سلول یا Cell-Free Protein Expression به جعبه‌ابزار زیست‌فناوری و زیست‌شناسی صناعی اضافه شد.

در این تکنولوژی سلول میزبان مورد نظر شکافته (Lyse) می‌شود و طی مراحل، ذرات باقی‌مانده غشای پلاسمایی و همچنین ژنوم طبیعی سلول از عصاره سلولی (Lysate) جدا می‌شود. محلول حاصل که همه سازوکارهای رونویسی و بیان پروتئین از الگوی DNA را دارد، به تنهایی قادر به تولید پروتئین نوترکیب است. و با اضافه کردن پلازمید مورد نظر به حجم اندکی (در حد میکرولیتر) از این عصاره، طی چند ساعت پروتئین متناظر بیان می‌شود. خلاصه این مراحل در شکل زیر آورده شده است.



می‌خواهیم در آزمایشگاه این عصاره سلولی را تولید کنیم. با توجه به منحنی رشد سلول باکتری که در شکل روبرو مشاهده می‌کنید؛ برای به دست آوردن بهترین عصاره به هدف تولید پروتئین با نرخ بالا، در کدام مرحله رشد، سلول‌ها را جمع‌آوری کرده و عصاره سلولی را استخراج کنیم؟

۱. مرحله رشد تأخیری یا lag phase

۲. مرحله رشد لگاریتمی یا log phase

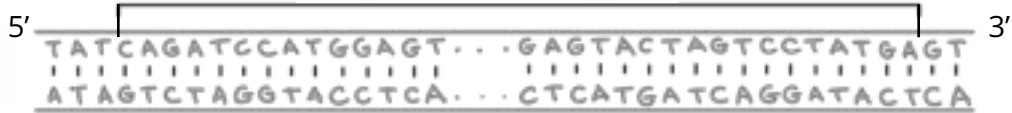
۳. مرحله رشد ثابت یا stationary phase

۴. مرحله مرگ یا death phase

۵. تفاوتی ندارد

**پرسش ۷** در واکنش زنجیره‌ای پلی‌مرز یا PCR با استفاده از دو پرایمر ویژه و در طی چند مرحله یک قطعه مورد نظر از توالی نوکلئوتیدی را تکثیر (Amplify) می‌کنیم. قصد داریم برای تکثیر قطعه مشخص شده از توالی زیر پرایمرها را به منظور استفاده در PCR طراحی کنیم.

منطقه هدف برای تکثیر



برای تکثیر قطعه مشخص شده کدام جفت پرایمر انتخاب مناسبی است؟

- I. 5'- GATCAGGATACT -3'
- II. 5'- CAGATCCATGGA -3'
- III. 5'- TCATAGGACTAG -3'
- IV. 5'- AGGTACCTAGAC -3'

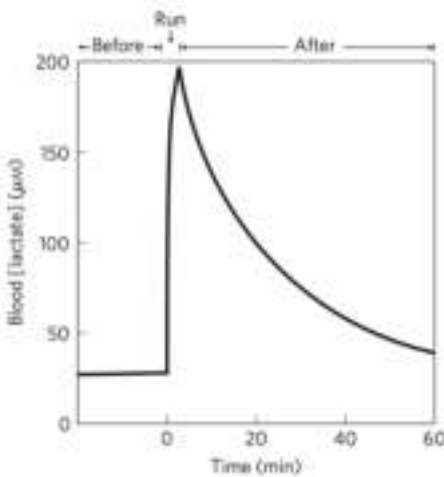
I, III .۵

II, IV .۴

II, III .۳

I, IV .۲

I, II .۱

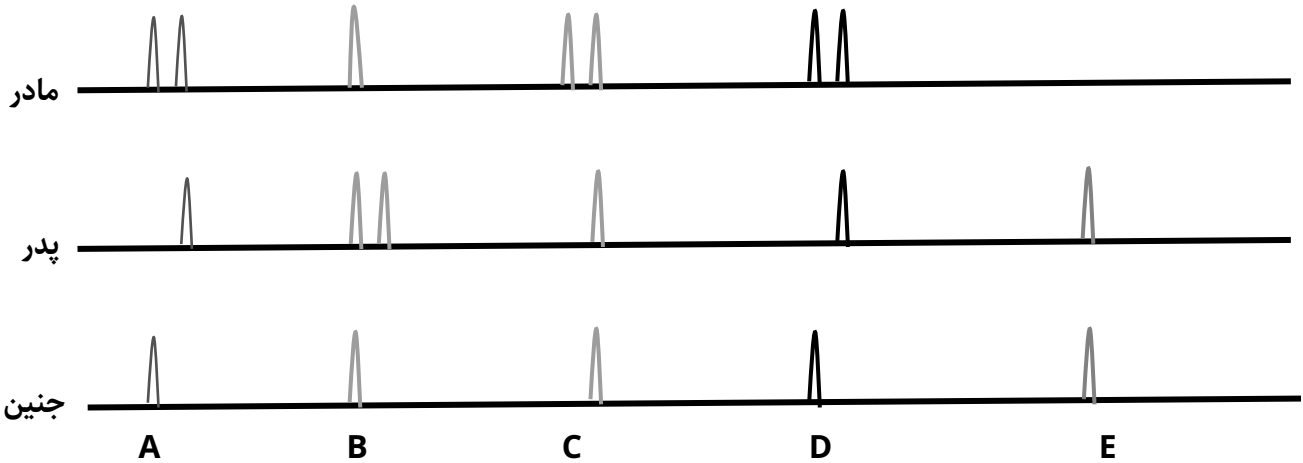
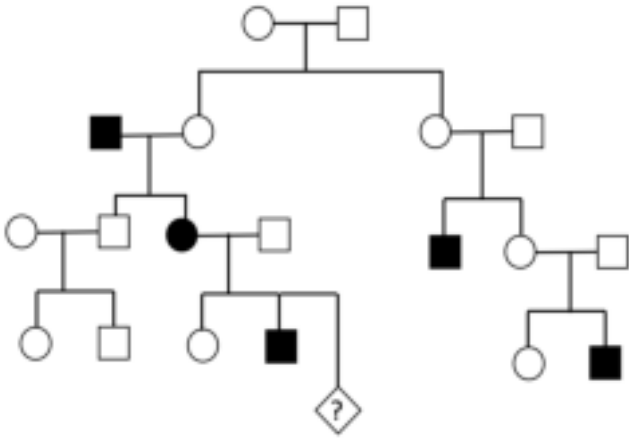


**پرسش ۸** نمودار روبرو غلظت لاکتات خون را در سه بازه زمانی قبل، در حین و پس از دو سرعت ۴۰۰ متر نشان می‌دهد. کدام یک از گزینه‌های زیر، علت کاهش مقدار لاکتات در بازه زمانی پس از دویدن است؟

۱. افزایش فعالیت آنزیم پیرووات کیناز
۲. کاهش مقدار آنزیم لاکتات دهیدروژناز
۳. افزایش تولید NADH
۴. افزایش نرخ گلوکونئوژنز
۵. افزایش فعالیت آنزیم فسفوفروکتوکیناز

**پرسش ۹**

خانواده‌ای با یک فرزند بیمار به آزمایشگاه ژنتیک مراجعه کرده تا از وضعیت سلامت جنین خود اطلاع یابند. شجره‌نامه این خانواده در شکل روبرو و نتایج آزمایش ژنتیک در شکل زیر آورده شده است. می‌دانیم لوکوس‌های A و D مربوط به ژنی پیوسته روی کروموزوم X، لوکوس‌های B و C به صورت پیوسته روی کروموزوم ۱۳ و لوکوس E روی کروموزوم Y قرار دارد.



در مورد جنسیت و وضعیت سلامت جنین (لوزی مشخص شده با علامت سوال در شجره‌نامه) گزینه درست را انتخاب کنید.

۱. پسر سالم      ۲. دختر سالم      ۳. پسر بیمار      ۴. دختر بیمار      ۵. دختر ناقل

**پرسش ۱۰**

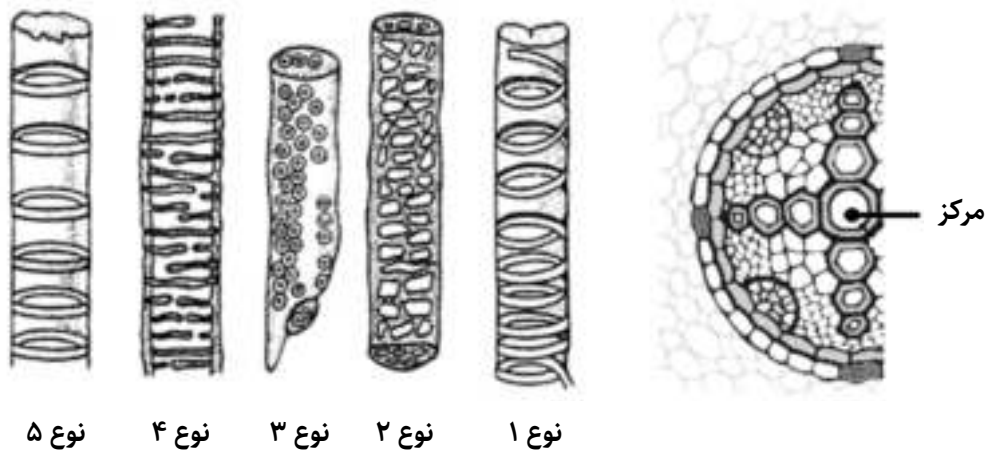
در روند شیمی‌درمانی برای درمان انواع سرطان، داروهای مورد استفاده باعث مرگ و تجزیه تعداد فراوانی از سلول‌های سرطانی در مدت زمان کوتاه می‌شوند. یکی از اختلالات متعاقب شیمی‌درمانی که سندرم تجزیه تومور (Tumor Lysis Syndrome) نام گرفته است، به علت به هم خوردن تعادل غلظت تعدادی از الکترولیت‌ها و مولکول‌ها بین کمپارتمان‌های متفاوت بدن به وجود می‌آید. با توجه به اینکه نرخ متابولیسم و تولیدمثل در سلول‌های سرطانی افزایش یافته است، مشخص کنید در سندرم تجزیه تومور، تغییر غلظت کدام یک از گزینه‌های زیر در پلاسما، خلاف جهت تغییر غلظت موارد دیگر است؟

۱. پتاسیم      ۲. کلسیم      ۳. فسفات      ۴. اوریک اسید      ۵. لاکتات

**پرسش ۱۱** در هنگام شب با فردی آشفته روبرو می‌شوید که به شما می‌گوید افرادی خلافکار او را تعقیب می‌کنند و قصد آسیب به وی را دارند. او نمی‌تواند به شما توضیح بدهد که این افراد چرا قصد دارند به او آسیب برسانند ولی حتی الان هم صدای افرادی را می‌شنود که در حال تصمیم‌گیری درباره آسیب رساندن به وی هستند. شما در خیابان فرد دیگری نمی‌بینید و صدایی به جز صدای این فرد نمی‌شنوید. با دقت بیشتر متوجه می‌شوید مردمک‌های این فرد بسیار گشاد و لب‌هایش بسیار خشک است. احتمال وجود کدام ویژگی در این فرد کمتر است؟

۱. افزایش ضربان قلب
۲. کاهش ترشحات پانکراس
۳. لرز و تعریق
۴. بی‌اختیاری ادراری
۵. افزایش حجم جاری تنفسی

**پرسش ۱۲** شکل زیر برش عرضی یک اندام رویشی مربوط به یک گیاه دانه دار (سمت راست) و انواع تزئینات در عناصر آوندی پیشرفته (وسل‌ها) را نشان می‌دهد (سمت چپ). در مورد این برش گزینه درست را انتخاب کنید.



نوع ۵      نوع ۴      نوع ۳      نوع ۲      نوع ۱

۱. دایره محیطیه در تماس مستقیم با وسل‌های نوع «۲» و «۴» است.
۲. متازایلم از وسل‌های نوع «۴» و «۵» ساخته شده است.
۳. عناصر آوندی با تزئینات نوع «۱» محیطی‌تر از عناصر آوندی با تزئینات نوع «۲» قرار دارند.
۴. عناصر آوندی دور از مرکز نسبت به عناصر آوندی نزدیک به مرکز بالغ‌تر هستند.
۵. متافلوئم نسبت به پروتوفلوئم محیطی‌تر است.

**پرسش ۱۳** نمونه‌هایی از یک منطقه تحقیقاتی جمع‌آوری و جهت آزمایش‌های ریخت‌سنجی (مورفومتری) به آزمایشگاه گیاه‌شناسی ارسال شد. تصاویر شماتیک این نمونه‌ها ترسیم و موارد مربوط به یک نوع گیاه، به شکل زیر گروه بندی شدند (شکل پایین). با بررسی تصاویر گزینه درست را انتخاب کنید.



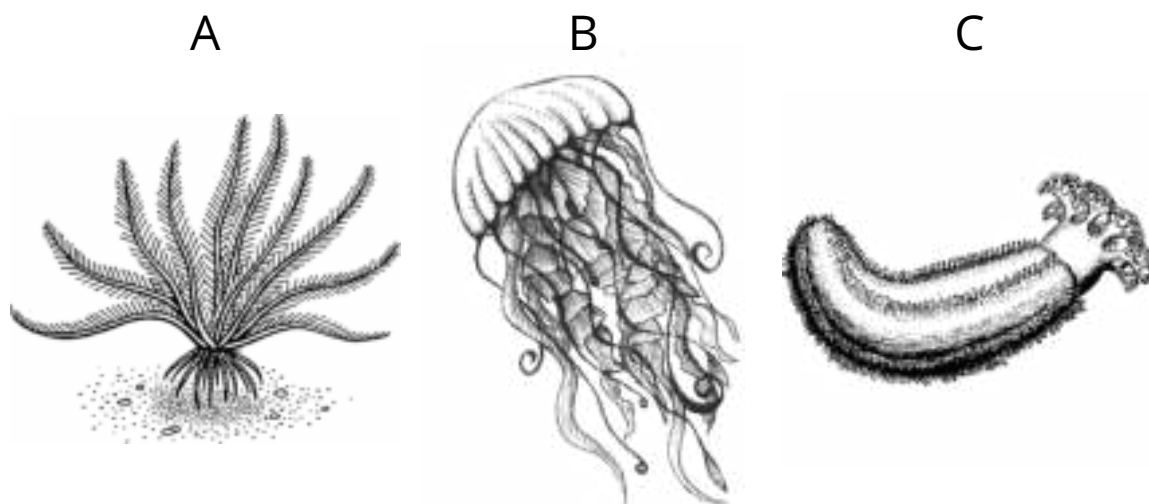
۱. در گیاه مربوط به گروه سوم، برای نخستین بار تخمک محصور در برچه شکل گرفته است.
۲. گامت‌های نر در گیاهان گروه‌های دو و سه غیرمتحرک اند.
۳. در گیاهان گروه دوم و سوم گامتوفیت کاهش یافته و از نظر تغذیه‌ای به اسپوروفیت وابسته است.
۴. گیاهان مربوط به گروه‌های یک و سه هوموسپور هستند.
۵. مریستم زایشی گل فقط در گیاهان گروه‌های دو و سه تشکیل شده است.

**پرسش ۱۴** یوتلی (Eutely) به خاصیتی از یک گونه می‌گویند که در آن تمام افراد آن گونه هنگام بلوغ، تعداد کاملاً ثابتی سلول سوماتیک دارند که این تعداد برای کل افراد آن گونه یکسان است. این ویژگی نتیجه‌الگوی تکوینی ثابت افراد گونه است. با توجه به این توضیحات کدام یک از گونه‌های زیر Eutellic هستند؟

۱. *Caenorhabditis elegans* (شاخه نماتودا)
۲. *Hirudo orientalis* (شاخه آنلیدا)
۳. *Hemilepistus reaumuri* (شاخه بندپایان)
۴. *Anisus leucostoma* (شاخه نرم‌تنان)
۵. *Petromyzon marinus* (شاخه طناب داران)



**پرسش ۱۵** در علم کلاسیستیک جانداران را با استفاده از صفات ریختی و مولکولی مشترک، طبقه‌بندی می‌کنیم. این طبقه‌بندی به ما در بررسی و شناخت ویژگی‌ها و مسیر تکاملی گونه‌های مختلف کمک می‌کند. شکل زیر، سه جانور از گونه‌های مختلف را نشان می‌دهد.



۱. از نظر تکاملی، فاصله جانوران A و B در مقایسه با فاصله جانوران A و C کمتر است.
۲. از نظر تکاملی، فاصله جانور A و کرم پهن در مقایسه با فاصله جانور B و کرم پهن کمتر است.
۳. تنها جاننداری که بین این سه مورد، ساختار متمرکز عصبی (مغز) دارد، جاندار B است.
۴. جاندار A قابلیت حرکت ندارد و در طول زندگی خود متصل به بخش مشخصی از زمین است.
۵. جاندار A و C هر دو تریپلوبلاستیک هستند.
۶. لارو جاندار A دارای تقارن دوطرفی است.

کدام گزینه همه گزاره‌های درست را در بر دارد؟

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

**پرسش ۱۶** رفتار تقلید انتخاب جفت (Mate choice copying) رفتاری است که در آن افراد یک جمعیت از انتخاب جفت دیگران تقلید می‌کنند. این رفتار نوعی یادگیری اجتماعی است و ممکن است منجر به رفتاری شود که برخلاف گزینه اولیه جانور باشد؛ هرچند قدرت این نوع یادگیری محدود است و در صورت تفاوت بیش از اندازه بین گزینه و انتخاب دیگران، جانور به انتخاب غریزی خود باز می‌گردد. ماهی گوپی (*Poecilia reticulata*) یکی از ماهیان استوایی خانواده رنگین‌ماهیان است. نظام آمیزشی این ماهی چندشوهری (polyandry) است و دوشکلی جنسی قابل توجهی بین ماهی‌های نر و ماهی‌های ماده وجود دارد به طوری که می‌توان ماهیان نر را از روی لکه‌های نارنجی متعددشان تشخیص داد. گروهی از پژوهشگران درصدد بررسی رفتار تقلید انتخاب جفت و محدودیت‌های آن در جمعیتی از این ماهی‌ها شدند. آن‌ها سه ریخت متفاوت از ماهی‌های نر

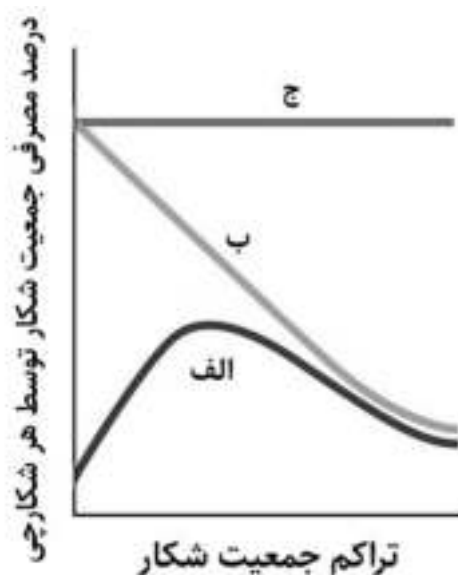
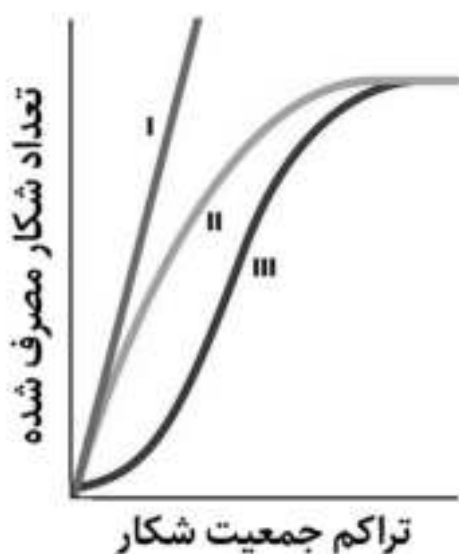
را در جمعیتی برگزیدند: (۱) نری که از ۹۹٪ نرهای دیگر پرلکه‌تر است، (۲) نری که از ۷۵٪ نرهای دیگر پرلکه‌تر است و (۳) نری بدون لکه. برای شبیه‌سازی تصمیم‌گیری ماهیان ماده دیگر، از یک ماکت ماهی ماده مصنوعی استفاده کردند که تاثیر نزدیک شدن ماکت به هر گروه از ماهی‌های نر را روی رفتار ماهی ماده زنده بررسی کنند. چهار آزمایش زیر انجام شد.

۱. هر ۳ نر حضور دارند و ماکت ماده مصنوعی حضور ندارد.
۲. نرهای ۱ و ۲ حضور دارند و ماکت ماده مصنوعی نرهای (۱) را انتخاب می‌کند.
۳. نرهای ۱ و ۲ حضور دارند و ماکت ماده مصنوعی نرهای (۲) را انتخاب می‌کند.
۴. نرهای ۱ و ۳ حضور دارند و ماکت ماده مصنوعی نرهای (۳) را انتخاب می‌کند.

با توجه به رفتارهای جفت‌گیری در جانوران چندمسر، به ترتیب در آزمایش‌های ۱ تا ۴ از راست به چپ کدام یک از نرها توسط ماهی ماده واقعی بیشتر انتخاب می‌شوند؟

۱-۱-۱-۱	۲-۱-۱-۱	۳-۱-۲-۲	۴-۲-۱-۲	۵-۳-۱-۱-۳
---------	---------	---------	---------	-----------

**پرسش ۱۷** رابطه متقابل بین شکار (Prey) و شکارچی (Predator) نقش مهمی در اکولوژی جمعیت ایفا می‌کند. یکی از راه‌های بررسی این رابطه، رسم نمودار پاسخ عملکردی (Functional Response) است. در این نمودار، تعداد شکار مصرف شده توسط یک شکارچی در واحد زمان نسبت به تراکم جمعیت شکار رسم می‌شود و می‌تواند به سه نوع I، II، III دیده شود (نمودار سمت چپ). همچنین می‌توان نمودار درصد مصرف شده از جمعیت شکار توسط هر شکارچی را نسبت به تراکم جمعیت شکار رسم کرد که به شکل مجهول الف، ب، ج، نمایش داده شده است (نمودار سمت راست).



در آزمایشی به بررسی رابطه بین نوعی موش و شکارچی آن پرداختیم. در محیط زندگی این دو گونه، تعداد محدودی مخفی‌گاه زیرزمینی وجود دارد که موش می‌تواند در آن مخفی شود ولی شکارچی توانایی ورود و حمله به آن را ندارد. ظرفیت مخفی‌گاه‌ها محدود است و با افزایش تراکم جمعیت در هر پناه‌گاه، تمایل موش‌ها برای ورود به پناه‌گاه کمتر می‌شود. گزینه درست را انتخاب کنید.

۱. نمودارهای الف، ب، ج به ترتیب متناظر پاسخ عملکردی نوع ۱ و ۲ و ۳ است.

۲. موش مورد بررسی از نمودار ب پیروی می‌کند.

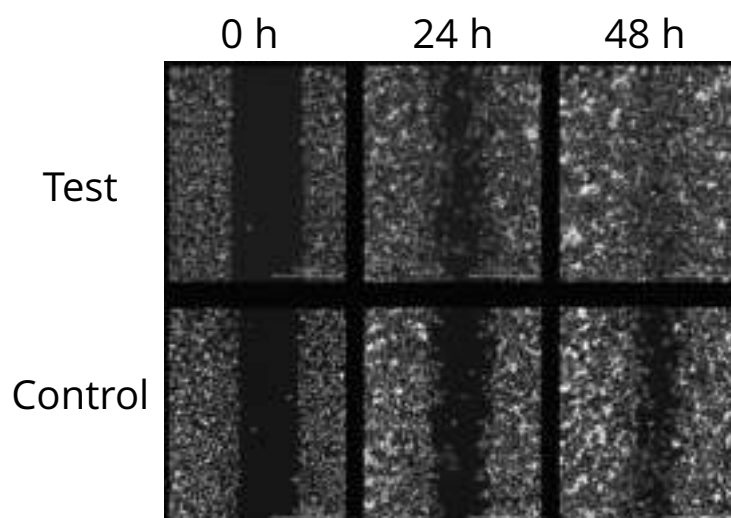
۳. موش مورد بررسی از نمودار عملکردی نوع ۱ پیروی می‌کند.

۴. جمعیت در معرض انقراض (بسیار کوچک) شکاری که از نمودار الف پیروی می‌کند، نسبت به شکاری که از نمودار ب پیروی می‌کند، احتمال انقراض کمتری دارد.

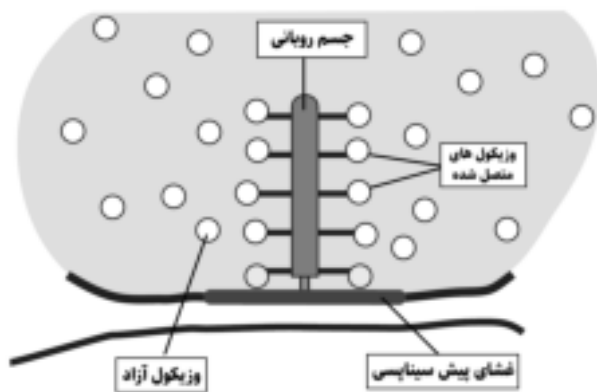
۵. نمودار عملکردی نوع ۱ زمانی دیده می‌شود که شکارچی از چند شکار تغذیه کند و بتواند در صورت کم شدن نوعی شکار به مصرف شکاری دیگر روی بیاورد.

## پرسش ۱۸

دانشمندان علوم زیستی برای آزمودن اثر بیان ژن‌ها بر نرخ تکثیر سلولی از روش آزمون خراش یا scratch test استفاده می‌کنند. در این آزمون، ژن انسانی X به درون ناقل بیانی مناسب (معمولاً پلازمید) کلون می‌شود و سپس پلازمید نوترکیب به سلول‌های انسانی کشت شده، منتقل می‌شود (Test). کنترل منفی نیز همان پلازمید بدون ژن X است که به سلول‌ها منتقل می‌شود (Control). در ادامه این سلول‌های تراریخت در محیط کشت تکثیر یافته و فضای ظرف کشت سلول را پر می‌کنند. پس از پر شدن ظرف کشت سلول، با استفاده از یک سوزن سلول‌های یک ناحیه را می‌تراشیم و در زمان‌های صفر، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد، میزان پر شدن محوطه تراشیده شده را اندازه می‌گیریم. میزان پر شدن این محوطه معیاری از تکثیر سلولی است. نتیجه این آزمون در شکل زیر آورده شده است. با توجه به این نتیجه گزینه درست را انتخاب کنید.



۱. انتظار نداریم ژن X در سلولهای گروه کنترل بیان داشته باشد.
۲. ژن X احتمالاً یک سرکوب کننده تومور است.
۳. وجود یک ژن سرکوب کننده تومور دیگر (Y) روی اسکلت (backbone) پلازمید، تأثیری بر نتیجه‌گیری ما از آزمون ندارد.
۴. این آزمون مناسب اندازه‌گیری میزان مرگ سلولها در گروه کنترل است.
۵. اگر توالی ژن X به صورت وارونه (Antisense) در پلازمید کلون شود، انتظار داریم شکاف گروه تست در ۴۸ ساعت نسبت به گروه کنترل کوچکتر باشد.



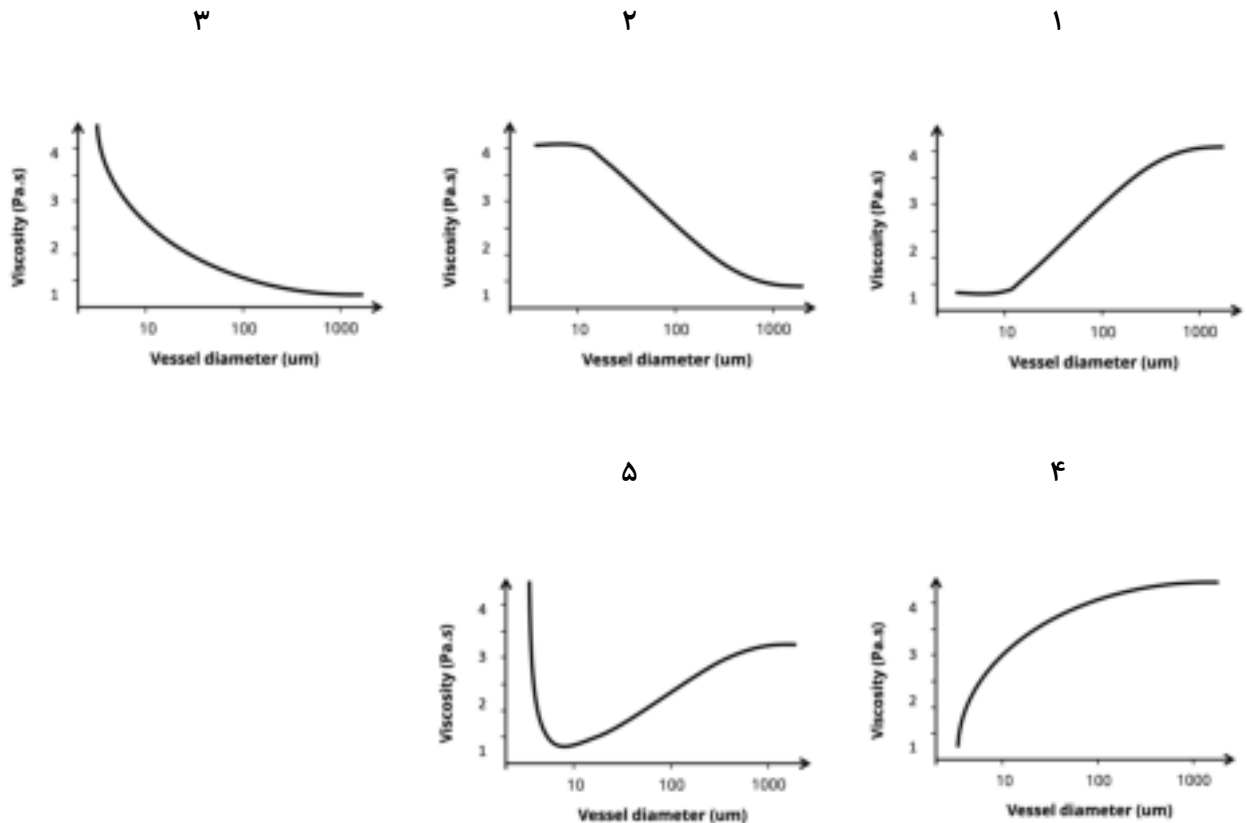
### پرسش ۱۹ یک مورد جالب از سازوکارهای مولکولی

سیستم عصبی، سیناپس‌های روبانی هستند که در برخی نورون‌های جانوران مشاهده می‌شوند. در سیناپس‌های روبانی، نورون‌های پیش سیناپسی در ناحیه فعال (محل‌ی که عمده آگزوسیتوز و زیکول‌های سیناپسی در آنجا صورت می‌گیرد) دارای جسم روبانی (synaptic ribbon) هستند. جسم روبانی به صورت قائم بر غشا قرار گرفته و با اتصالاتی ضعیف به غشای سلول وصل می‌شود و در سیتوپلاسم این ناحیه شناور است. این ساختارها که از نظر شکل و اندازه تنوع بسیاری دارند، به عنوان محل اتصال وزیکول‌های سیناپسی عمل کرده و ذخیره بزرگی از این وزیکول‌ها ایجاد می‌کنند. ساختار کلی یک سیناپس روبانی را در شکل بالا می‌بینید. گزینه نادرست را انتخاب کنید.

۱. انتظار داریم فراوانی کانال‌های کلسیمی غشای نورون در مجاورت جسم روبانی، بیشتر از سایر قسمت‌های غشا باشد.
۲. جسم روبانی به نورون‌ها قابلیت فعالیت مداوم می‌دهد.
۳. احتمالاً این ساختار در خط جانبی ماهی دیده شود.
۴. انتظار داریم این ساختار در سلول‌های دوقطبی شبکه دیده شود.
۵. این ساختار می‌تواند در گیرنده‌های چشایی در زبان دیده شود.

**پرسش ۲۰** گلبول‌های قرمز معمولاً ۴۵ درصد حجم خون را تشکیل می‌دهند و تأثیر زیادی بر ویسکوزیته (معیاری از اصطکاک درونی ذرات یک سیال) خون دارند. قطر گلبول قرمز در حالت بدون تنش تقریباً ۷-۸ میکرومتر است و به علت خاصیت انعطاف‌پذیری، در حضور نیروهای خارجی قابلیت تغییر شکل دارد. در پژوهشی که در دهه ۱۹۳۰ انجام شد، دو دانشمند به نام‌های Fahraeus و Lindqvist ویسکوزیته خون انسان را در لوله‌های شیشه‌ای استوانه‌ای با قطر متفاوت اندازه‌گیری کرده و دریافتند که ویسکوزیته خون با قطر لوله تغییر می‌کند. تغییر ویسکوزیته را می‌توان با آرایش گلبول‌های قرمز توجیه کرد. برای مثال آرایش گلبول‌های قرمز در دو لوله با قطر متفاوت به شکل روبرو است. کدام یک از نمودارهای زیر، ویسکوزیته خون را در

قطرهای مختلف عروق نشان می‌دهد؟

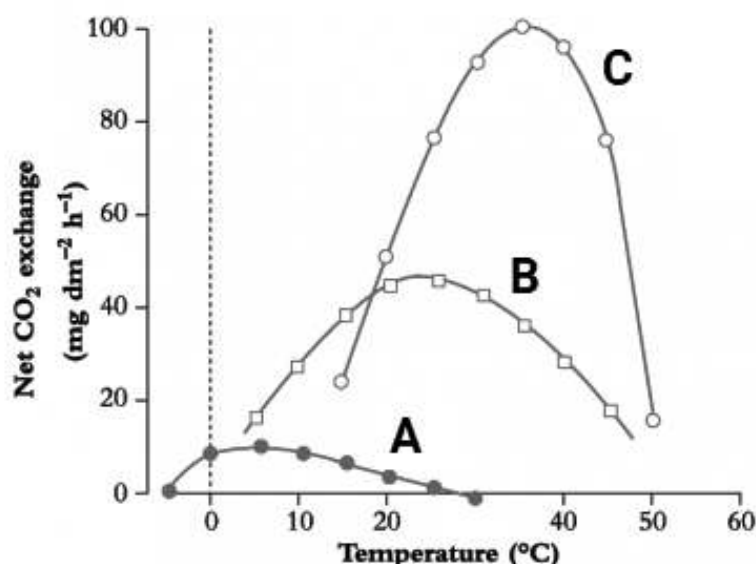


**پرسش ۲۱** در بررسی توزیع یون‌ها در دو طرف غشای نرونی یک جاندار ناشناخته، یافته‌های زیر به دست آمده است.

یون	غلظت داخل سلولی (mM)	غلظت خارج سلولی (mM)
$Li^+$	110	40
$Mg^{2+}$	1	10
$Br^-$	20	80

با توجه به دانش خود از پتانسیل غشاهای سلولی، پتانسیل استراحت کدام یک از این یون‌ها مثبت خواهد بود؟

۱.  $Li^+$       ۲.  $Mg^{2+}$       ۳.  $Br^-$       ۴.  $Li^+, Br^-$       ۵.  $Li^+, Mg^{2+}$



**پرسش ۲۲** پیش‌بینی می‌شود با افزایش

گازهای گلخانه‌ای، دمای کره زمین در دهه‌های آینده به طور متوسط ۱.۱ الی ۶.۴ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر شود. گیاهان متفاوت در مواجهه با افزایش دما، تفاوت آشکاری در توانایی سازگاری فتوسنتزی دارند. همانطور که می‌دانید علاوه بر مسیر C3 که نوع رایج فتوسنتز گیاهان است، دو مسیر فتوسنتزی CAM و C4 نیز در گیاهان مناطق گرم و خشک تکامل یافته‌اند. نمودار زیر که برای سه گیاه با مسیر فتوسنتزی

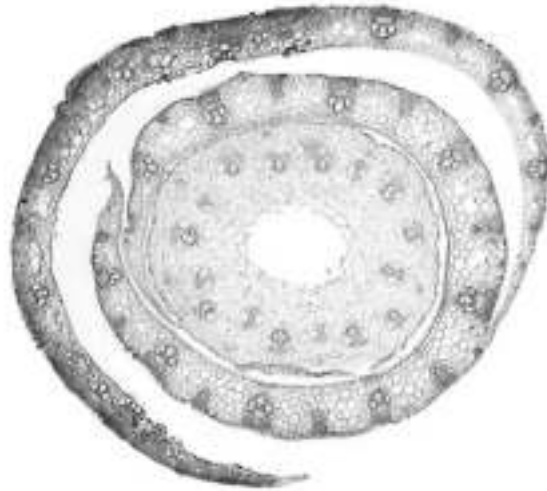
متفاوت رسم شده است، میزان تثبیت کربن را به عنوان شاخصی از نرخ فتوسنتز نسبت به دمای محیط (هنگام رخداد واکنش‌های تثبیت کربن) نشان می‌دهد.

۱. گیاهان CAM دمای بهینه فتوسنتزی بالاتری در مقایسه با گیاهان B دارند.
۲. انتظار داریم با افزایش فشار سهمی  $CO_2$  در محیط، منحنی B به C نزدیک (شبیه‌تر) شود.
۳. افزایش دمای میانگین یک زیست‌بوم (بیوم) از ۲۰ به ۴۰ درجه می‌تواند منجر به تغییر پوشش غالب گیاهی از نوع فتوسنتزی نشان‌داده شده در نمودار C به B شود.
۴. اگر بدانیم نوع فتوسنتزی گیاهان غالب یک بیوم C3 است انتظار داریم میانگین دمای این بیوم کم‌تر از ۲۰ درجه باشد.

کدام گزینه همه گزاره‌های درست را در بر دارد؟

۱. I, II, III      ۲. I, II      ۳. I, III, IV      ۴. II, IV      ۵. IV

**پرسش ۲۳** شکل روبرو برشی از مقطع یک گیاه را نشان می‌دهد.



۱. دسته‌های آوندی چوب و آبکش در ریشه به صورت یک در میان قرار دارند.
۲. منبع اصلی انرژی برای رشد گیاهک، لپه(ها) است.
۳. یک ریشه اصلی و تعدادی ریشه فرعی وجود دارد.
۴. میانبرگ دارای پارانشیم نرده‌ای است.
۵. نوار کاسپاری نعلی شکل تشکیل می‌شود.

کدام گزینه همه گزاره‌های درست را در بر دارد؟

۱, ۷, ۵	۲, ۳, ۴, ۵	۱, ۲, ۳, ۴	۳, ۴, ۵	۱, ۷, ۵
---------	------------	------------	---------	---------

**پرسش ۲۴** آلودگی انگلی اغلب هزینه‌های زیادی را به جانوران تحمیل می‌کند، به همین دلیل مقابله با انگل معمولاً مستلزم انحراف انرژی از سایر فرایندهای فیزیولوژیکی مانند رشد، ذخیره انرژی و تولید مثل است و منجر به تغییرات در فیزیولوژی و رفتار میزبان می‌شود. تغییرات تخصیص انرژی میزبان در مواجهه با آلودگی از چرخه زندگی آن گونه تأثیر می‌پذیرد. به عنوان مثال در جانوران دو استراتژی تولید مثلی یک‌بارزایی (Semelparity) و چندبارزایی (Iteroparity) دیده می‌شود. جانداران یک‌بارزا در طی زندگی فقط یک‌بار تولید مثل می‌کنند. در حالی که جانداران چندبارزا در طول زندگی خود به دفعات تولید مثل می‌کنند. مطالعه‌ای روی چگونگی بازتخصیص انرژی روی فرایندهای تولید مثل، ذخیره انرژی و رشد در پاسخ به آلودگی انگلی در دو مورفوتایپ (افراد متعلق به یک گونه با ریخت‌های متفاوت) ماهی قزل‌آلا صورت گرفته است. نتایج این مطالعه را در جدول مشاهده می‌کنید:

جدول اختصاص انرژی در هر مورفوتایپ قبل و بعد از آلودگی انگلی

تغییر در میزان اختصاص انرژی پس از آلودگی انگلی	میزان اختصاص انرژی	مورفوتایپ	دسته‌بندی اختصاص انرژی
کاهش	زیاد	L	رشد
کاهش	کم	M	
کاهش	کم	L	ذخیره
ثابت	زیاد	M	
ثابت	زیاد	L	تولید مثل
کاهش	کم	M	

با توجه به جدول گزینه درست را انتخاب کنید.

۱. مورفوتایپ M در مقایسه با مورفوتایپ L با احتمال بیشتری استراتژی تولید مثلی یکبارزایی دارد.

۲. آلودگی انگلی باعث تغییر استراتژی تولید مثلی مورفوتایپ M از چندبارزایی به یکبارزایی می‌شود.

۳. انتظار داریم آلودگی انگلی برای مورفوتایپ L کشنده‌تر باشد.

۴. می‌توان گفت افراد مورفوتایپ M نسبت به L چرخه زندگی کوتاه‌تری دارند.

۵. انتظار داریم مورفوتایپ L انرژی بیشتری را به مقابله با آلودگی انگلی در مقایسه با تولید مثل اختصاص دهد.

## پرسش ۲۵

در سال ۱۹۷۶، ریچارد داوکینز اصطلاح جدیدی را به نام میم (Meme) در کتاب ژن خودخواه (The Selfish Gene) معرفی کرد. میم به یک واحد شناختی یا رفتاری در ذهن انسان گفته می‌شود که می‌تواند از ذهن فردی به ذهن فردی دیگر منتقل شود. مثلاً اگر دوست شما دانش استفاده از ابزار را داشته باشد، می‌توان آن دانش را به عنوان نوعی میم در نظر گرفت که با آموزش به شما نیز منتقل می‌شود. آواز نوعی قناری را نیز می‌توان به نوعی یک میم در نظر گرفت که با آوازخوانی در جمعیت قناری‌ها تکثیر می‌شود. قناری‌ها همواره این آواز را بی‌نقص تکثیر نمی‌کنند و ممکن است حین یادگیری آن از دیگری، آواز تغییر کند که منجر به تغییر (جهش) این میم می‌شود. بدین ترتیب، میم‌ها می‌توانند به اشکال مختلفی در جمعیت وجود داشته باشند. میم‌هایی که بتوانند به مدت بیشتری در جمعیت وجود داشته باشند و بیشتر تکثیر شوند، شایستگی بالاتری خواهند داشت. طی زمان، فراوانی میم‌های شایسته افزایش و فراوانی میم‌های ناسازگار کاهش پیدا می‌کند. بنابراین می‌توان بعضی مفاهیم تکاملی را که برای ژن‌ها استفاده می‌شود به برخی میم‌ها نیز نسبت داد. قناری‌ها می‌توانند میم آواز خود را از والدین یا دیگر افراد جمعیت دریافت کنند. در آزمایشی، ابتدا چندین والدین قناری را انتخاب کردیم و با خوراندن ماده‌ای شیمیایی به آنها به طور روزانه، مانع آواز خواندن آنها شدیم. این والدین سپس زادگان جدیدی به دنیا آوردند. پس از ۶ ماه، این قناری‌های جدید از والدین خود جدا شدند و در سه گروه مختلف قرار گرفتند. گروه A در تماس با والدین خود قرار گرفت که دیگر ماده شیمیایی را مصرف نمی‌کردند و آواز می‌خواندند. گروه B در تماس با گروهی تصادفی از



قناری‌های همان جمعیت قرار گرفت که پیچیدگی آوازشان مشابه والدین بود. گروه C نیز در حضور بلندگویی قرار گرفت که آواز ضبط شده والدین آنها قبل از فرزندآوری را پخش می‌کرد. سپس میزان شباهت آواز قناری‌ها با هر آواز اندازه‌گیری شد. نتایج را در جدول زیر می‌بینید. اعداد بزرگ‌تر شباهت بیشتر را نشان می‌دهند و همه تفاوت‌ها از نظر آماری معنادار است.

شباهت با آواز بلندگو	شباهت با آواز گروه تصادفی	شباهت با آواز زنده والدین	
عدم مقایسه	0.70	0.95	گروه A
عدم مقایسه	0.85	0.78	گروه B
0.65	0.45	0.65	گروه C

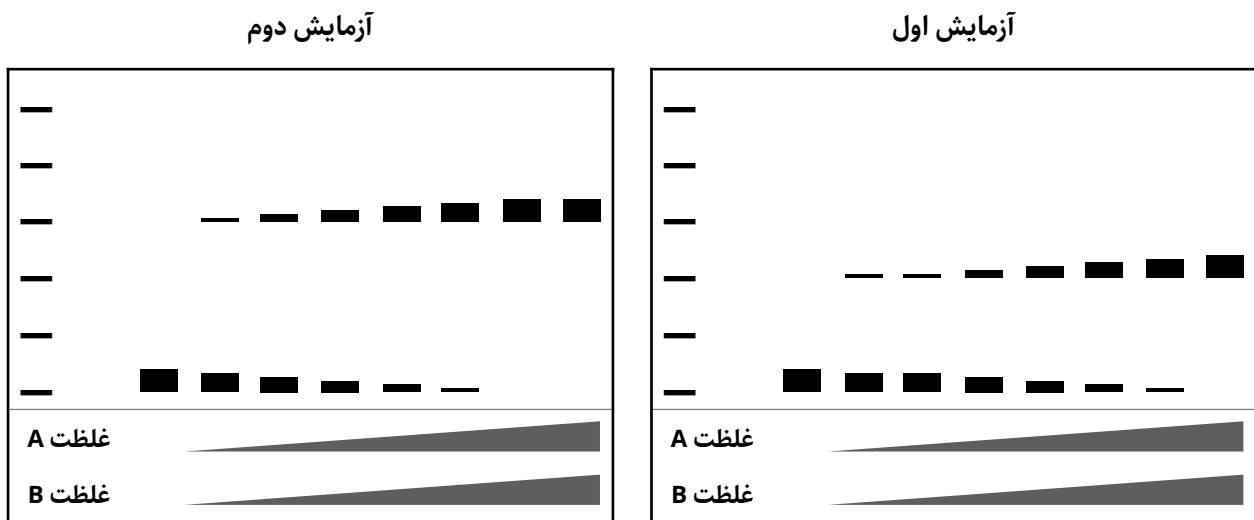
برای یک میم سه مولفه اصلی تعریف می‌شود. مولفه صحت (Fidelity) که میزان دقت و کیفیت در تکثیر میم حین انتقال از فردی به فرد دیگر است، مولفه باروری (Fecundity) که سرعت تکثیر شدن میم و پخش شدن آن در جمعیت است، و مولفه بقا (Longevity) که به مدت زمان وجود داشتن یا عمر میم در حافظه یک جاندار گفته می‌شود. قناری‌های ماده به نرهایی که آواز پیچیده تر دارند بیشتر جذب می‌شوند اما هرچه آواز پیچیده تر باشد، صحت آن حین یادگیری کمتر است. با توجه به مطالب بالا و دانسته‌های خود، گزینه درست را انتخاب کنید.

۱. صحت یادگیری میم آواز قناری از والدین نسبت به یادگیری از اعضای دیگر جمعیت کمتر است.
۲. صحت یادگیری میم آواز از قناری زنده نسبت به منبع غیرزنده تفاوتی ندارد.
۳. انتظار داریم در طی زمان همواره پیچیدگی آواز قناری در این جمعیت افزایش یابد.
۴. طبق نتایج آزمایش، مولفه بقای میم آواز والدین کمتر از ۶ ماه است.
۵. هرچه شباهت آواز گروه A با آواز والدین بیشتر باشد، انتظار داریم آوازی که منجر به موفقیت بیشتر در جلب جفت شود با سرعت بیشتری در جمعیت پخش شود.

با توجه به متن به دو پرسش ۲۶ و ۲۷ پاسخ دهید.

در آزمایشی قصد داریم اتصال عوامل رونویسی A و B را به توالی‌های ویژه در DNA بررسی کنیم. می‌دانیم فاکتور رونویسی A به طور اختصاصی به توالی ATCATG و فاکتور رونویسی B به طور اختصاصی به توالی TACTAG متصل می‌شود. به هدف بررسی جزئیات اتصال عوامل رونویسی، دو توالی DNA را طراحی و با استفاده از نوکلئوتیدهای نشان‌دار شده سنتز کردیم.

**پرسش ۲۶** در آزمایش اول توالی  $-TACTAG***ATACTG-$  و در آزمایش دوم توالی  $-TATCAG***ATCATG-$  را به همراه غلظت‌های متفاوت هر دو عامل رونویسی تیمار و نتیجه را روی ژل الکتروفورز (آگاروز) مشاهده کردیم. توجه کنید فاصله میان توالی‌های اتصال عوامل رونویسی که با \*\*\*\* مشخص شده است، به اندازه‌ای بزرگ است که باعث تداخل فضایی دو عامل رونویسی نمی‌شود.

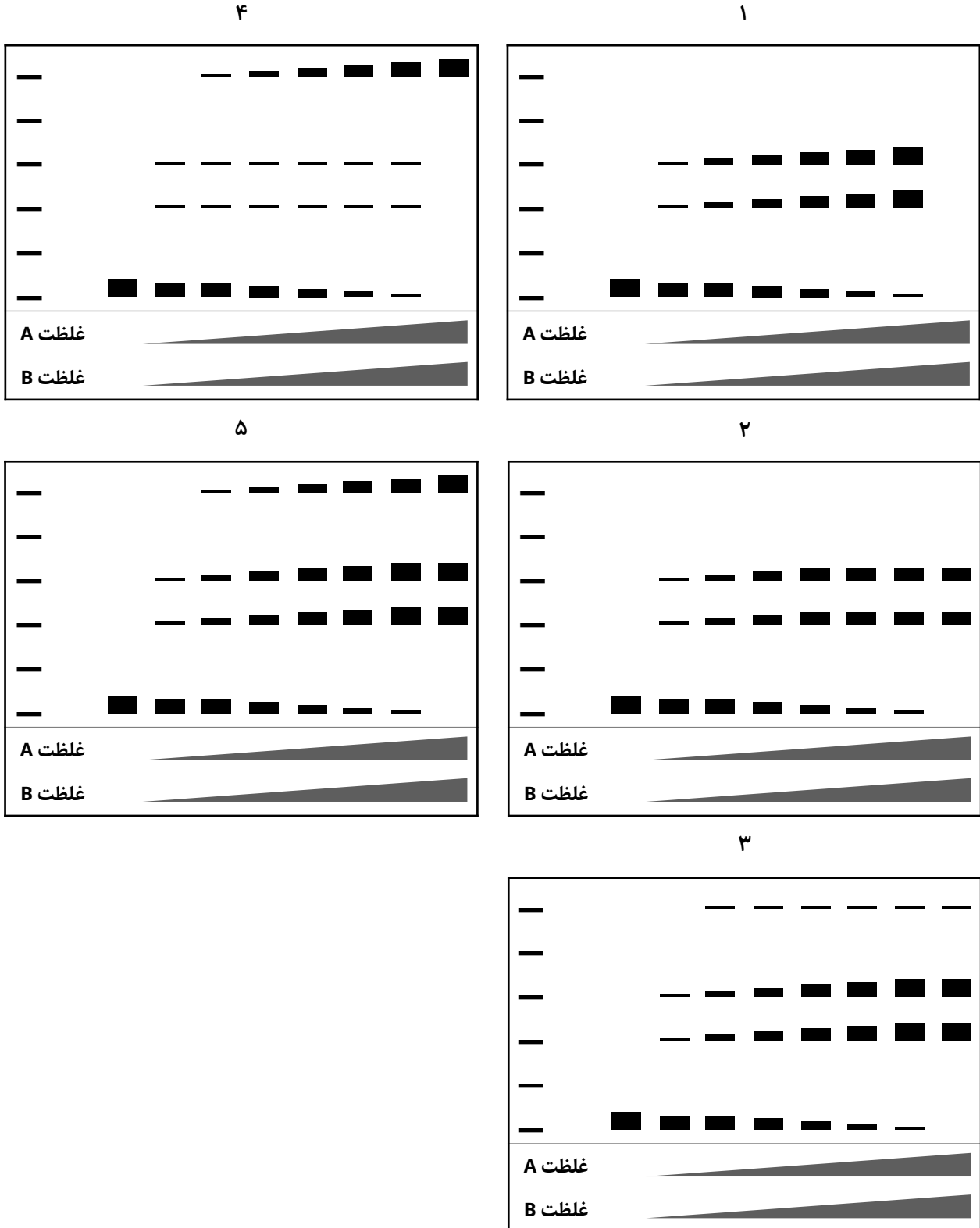


۱. وزن مولکولی عامل رونویسی A نسبت به عامل رونویسی B بیشتر است.
۲. تمایل عامل رونویسی B به توالی DNA متناظر خود، نسبت به عامل رونویسی A به توالی DNA متناظر خود، بیشتر است.
۳. عامل رونویسی A به ناحیه‌ای از DNA که توالی CATGAT را دارد، متصل می‌شود.
۴. بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان مشخص کرد که محل اتصال کدام یک از این دو عامل رونویسی در ژنوم طبیعی در بالادست قرار دارد.

کدام گزینه همه گزاره‌های درست را در بر دارد.

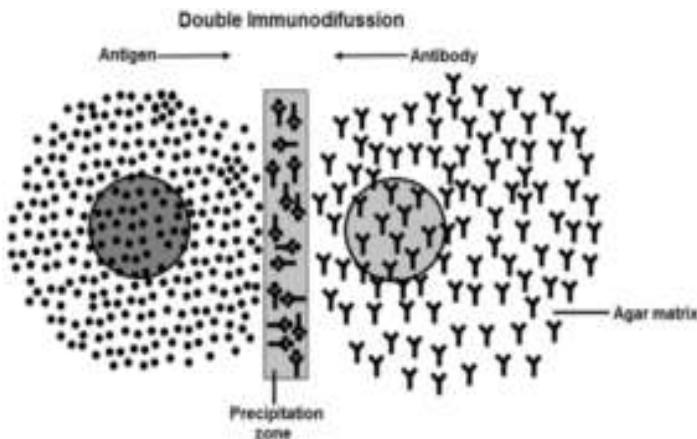
۱. I, III  
۲. I, II, III  
۳. I, III, IV  
۴. II, III  
۵. II, IV

**پرسش ۲۷** اگر آزمایش فوق را با توالی  $-TACTAG^{***}ATCATG-$  تکرار کنیم، انتظار داریم نتیجه آزمایش به کدام یک از گزینه‌های زیر شبیه‌تر باشد؟



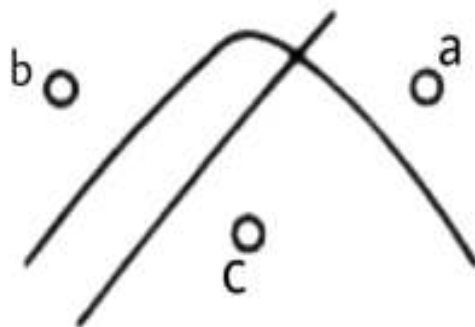
## پرسش ۲۸

در آزمایش Double



Immunodiffusion (شکل روبرو) دو یا چند حفره با فاصله مناسب روی سطح نیمه جامد ژل آگاروز ایجاد و سپس هر کدام از محلول‌های آنتی‌بادی و آنتی‌ژن را درون یک چاهک جداگانه بارگزاری می‌کنیم. مولکول‌های آنتی‌ژن و آنتی‌بادی با انتشار ساده در همه جهات به حرکت درمی‌آیند. اگر در طی مسیر این مولکول‌ها به یک ماده که اختصاصی آنها است برخورد داشته باشند، کمپلکس نامحلولی تشکیل می‌شود که

در ژل رسوب می‌کند. به این فرایند واکنش رسوبی ایمنی (Immunoprecipitation) می‌گوییم. باندهای رسوبی حاصل در ژل رسوب (Precipitation zone) قابل مشاهده‌اند. در آزمایشی، آنتی‌ژن‌های سلول‌های خونی دو اهداکننده متفاوت در چاهک‌های a و b و سرم خونی فرد گیرنده در چاهک c بارگزاری شد. نتیجه این آزمایش را در شکل زیر می‌بینید. با فرض اینکه هر سه فرد از نظر وضعیت آنتی‌ژن Rh یکسان‌اند، گزینه درست را انتخاب کنید.



۱. حداقل گروه خونی دوتا از این افراد یکسان است.
۲. فرد c از نظر لوکوس گروه خونی ABO قطعاً هوموزیگوس است.
۳. فرد c می‌تواند فرزند فرد a و b باشد.
۴. یکی از باندهای مشاهده شده مربوط به کمپلکس آنتی‌ژن/آنتی‌بادی Rh است.
۵. فرد b می‌تواند به هر دو فرد a و c خون اهدا کند.

**پرسش ۲۹** قند خون ناشتا از معیارهای تشخیص دیابت است که تحت تأثیر رژیم غذایی یک یا چند روز قبل از انجام آزمایش است. معیار دیگری در تشخیص دیابت، درصد هموگلوبین گلیکوزیله شده یا HbA1c است. که به عنوان هموگلوبین‌های متصل به یک یا چند مولکول گلوکز تقسیم بر کل هموگلوبین بیان می‌شود. گلیکوزیله شدن هموگلوبین به طور خودبه‌خودی و تدریجی در طی عمر یک گلبول قرمز رخ می‌دهد؛ به همین دلیل درصد HbA1c معیاری از میانگین قند خون در ۲-۳ ماه گذشته است (راهنمایی: عمر یک گلبول قرمز حدود ۱۲۰ روز است). در بیماری دیابت به علت افزایش گلوکز پلاسما، درصد HbA1c افزایش پیدا می‌کند؛ هرچند فرایندهای دیگری نیز می‌توانند با وجود قند خون ثابت نتیجه این آزمایش را به طور کاذب تغییر دهند. در هر یک از افراد زیر:

۱. فردی با کم‌خونی فقر آهن
۲. فردی با کم‌خونی همولیتیک (ناشی از تجزیه شدن گلبول‌های قرمز)
۳. فردی با بزرگی طحال
۴. فردی که یک ماه پیش محل زندگی خود را به ارتفاعات بالا تغییر داده است

مشخص کنید درصد HbA1c، بیشتر یا کمتر از میزان مورد انتظار آن خواهد بود (به ترتیب از راست به چپ).

- |                              |                            |                             |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| ۱. بیشتر، کمتر، بیشتر، بیشتر | ۲. کمتر، بیشتر، کمتر، کمتر | ۳. بیشتر، کمتر، بیشتر، کمتر |
| ۴. کمتر، بیشتر، کمتر، بیشتر  | ۵. بیشتر، کمتر، کمتر، کمتر |                             |

**پرسش ۳۰** آنزیم PTE که قابلیت جدا کردن فسفات از حشره کشی به نام paraoxon را دارد، به باکتری‌ها اجازه می‌دهد در محیط کشت فاقد فسفات و دارای paraoxon رشد کنند. فعالیت آنزیمی هر باکتری تحت تأثیر تعداد آنزیم‌هایی است که آن باکتری دارد و اینکه هر آنزیم چقدر کارایی کاتالیتیکی دارد. فرض کنید سویه‌ای باکتری داریم که در آن کارایی کاتالیتیک و میزان بیان آنزیم PTE بهینه است. اگر بیان آنزیم از این حد بیشتر شود، هزینه تولید آنزیم‌های بیشتر، شایستگی سلول را به میزان کمی کاهش می‌دهد درحالی که فعالیت آنزیمی بیشتر سودی برای سلول ندارد. همچنین اگر سلول فعالیت آنزیمی کمتری داشته باشد نمی‌تواند به میزان بهینه فسفات تامین کند که شایستگی را به میزان زیادی کاهش می‌دهد. قصد داریم سه جهش نقطه‌ای را بررسی کنیم؛ جهش (۱) فعالیت کاتالیتیکی آنزیم را نصف می‌کند. جهش (۲) تعداد آنزیم را دو برابر افزایش می‌دهد و جهش (۳) ساختار آنزیم را به گونه‌ای تغییر می‌دهد که اثر جهش ۱ خنثی شود.

۱. در جمعیتی از باکتری‌ها که جهش ۱ را دارند، جهش ۲ شایستگی سلول‌ها را افزایش می‌دهد.
۲. باکتری‌ای که جهش ۱ و ۳ را دارد از باکتری که جهش ۱ و ۲ را دارد شایسته‌تر است.
۳. در جمعیتی از باکتری‌ها که جهش ۱ و ۲ را دارند، جهش ۳ شایستگی سلول‌ها را افزایش می‌دهد.

کدام گزینه همه گزاره‌های درست را در بر دارد؟

- |            |         |         |               |
|------------|---------|---------|---------------|
| ۱، ۲، ۳، ۴ | ۱، ۳، ۴ | ۱، ۲، ۳ | ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ |
|------------|---------|---------|---------------|

کلید اولیه آزمون مرحله اول بیست و ششمین المپیاد زیست‌شناسی ایران: کد ۱

گزینه	پرسش
۲	۱
۳	۲
۵	۳
۴	۴
۴	۵
۲	۶
۳	۷
۴	۸
۳	۹
۲	۱۰
۴	۱۱
۳	۱۲
۳	۱۳
۱	۱۴
۴	۱۵
۱	۱۶
۴	۱۷
۳	۱۸
۵	۱۹
۵	۲۰
۲	۲۱
۴	۲۲
۱	۲۳
۳	۲۴
۵	۲۵
۱	۲۶
۴	۲۷
۲	۲۸
۵	۲۹
۱	۳۰