

باسمه تعالی

سوالات آزمون **تکامل** دوره تابستانه بیست و یکمین المپیاد زیست شناسی ایران

زمان آزمون: ۷۰ دقیقه      مجموع نمره: ۱۰ نمره      شماره آزمون: ۲۰

تاریخ آزمون: ۲۶ شهریورماه ۱۳۹۷      ساعت شروع آزمون: ۱۸:۱۵      درصد: ۵ درصد

استفاده از ماشین حساب مجاز می باشد      تعداد سوالات: ۱۰

تذکر: پرسش نادرست به گزاره های نمره منفی ندارد. نمره دهی برای هر پرسش بر این اساس است: پاسخ صحیح به دو گزاره  
یا کمتر = ۰ نمره - پاسخ صحیح به سه گزاره یک پرسش = ۰,۵- پاسخ صحیح به تمامی گزاره های یک پرسش = ۱.۰ در

پرسش ۱: کرن و کاندراشف (۲۰۰۴) به بررسی شباهت میان توالی tRNA هایی میان انسان و سایر نخستین‌ها پرداختند. تصویر زیر توالی رمزگذار آمینواسید گلیسین در میان نخستین‌ها، از انسان (*Homo sapiens*) تا تارسیپر می‌پردازد:

|   |   |
|---|---|
| <i>Homo sapiens</i> (human)                       | [actcttt]ta[gtat]aaat--a[gtac]c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a |
| <i>Pan troglodytes</i> (chimpanzee)               | [.....].G.--.[.....].c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a          |
| <i>Pan paniscus</i> (pygmy chimpanzee)            | [.....].Gc--.[.....].c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a          |
| <i>Gorilla gorilla</i> (gorilla)                  | [.....].t.--.[.....].c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a          |
| <i>Pongo pygmaeus</i> (orangutan)                 | [.....].Gc--.[.....].c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a          |
| <i>Pongo pygmaeus abelii</i> (Sumatran orangutan) | [.....].c--.[.....].c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a           |
| <i>Papio hamadryas</i> (hamadryas baboon)         | [.....].t.--.[.....].a[A.g.]c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a   |
| <i>Macaca sylvanus</i> (Barbary ape)              | [.....].cc--.[.....].a[A.g.]c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a   |
| <i>Hylobates lar</i> (common gibbon)              | [.....].c--.[.....].t[.....].c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a  |
| <i>Cebus albifrons</i> (white-fronted capuchin)   | [.....].c--.[.....].a[A.g.]c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a    |
| <i>Lemur catta</i> (ring-tailed lemur)            | [.....].cg.ccc.[a...].a[A.g.]c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a  |
| <i>Nycticebus coucang</i> (slow loris)            | [g.....].c--.[.....].a[A.g.]c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a   |
| <i>Tarsius bancanus</i> (western tarsier)         | [gt..c..].c--.[.....].a[A.g.]c[gttaa]cttcaa[ttaac]tagt[tttga]c-aacat[tcaaa]aaagagt]a  |

نقطه‌ها نشان دهنده یکسانی نوکلئوتید در توالی یک گونه در مقایسه با گونه انسان هستند. با توجه به این تصویر، صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

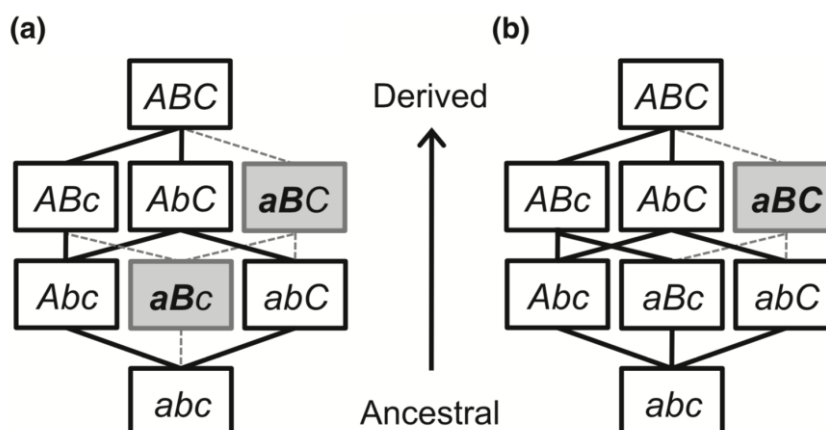
الف) تفاوت‌های موجود میان این توالی‌ها ناشی از شدت اثر انتخاب جهت‌دار در گونه‌های است و تعداد تفاوت‌ها در تاکسون در مقایسه با تاکسون انسان در رده نخستین‌ها با فاصله آن تاکسون از انسان رابطه مستقیم دارد.

ب) برخی تفاوت‌ها در میان توالی نخستین‌های غیرانسانی با انسان در tRNA گلیسین (حروف بزرگ در توالی‌ها در تصویر فوق) در صورت بروز در توالی انسانی منجر به بیماری می‌شوند. چنین جهش‌های بیماری‌زایی در انسان احتمالاً به تغییر در تعداد جفت‌بازهای tRNA مربوط نمی‌انجامند.

ج) بی‌اثر بودن جهش بیماری‌زا (که در گزاره ب تعریف شدند) در توالی tRNA گلیسین در یک تاکسون از نخستیان غیرانسانی حامل این جهش می‌تواند به واسطه میانکنش این جهش با جهش‌های دیگر در توالی tRNA گلیسین این تاکسون باشد.

د) احتمالاً چنین جهش‌های بیماری‌زایی (که در گزاره ب تعریف شدند) در نواحی از tRNA رخ می‌دهند که تحت اثر انتخاب جهت‌دار هستند.

پرسش ۲: فریژه و همکاران (۲۰۱۴) رابطه میان ژنوتیپ نیایی (ancestral) و ژنوتیپ‌هایی از این ژنوتیپ نیایی مشتق می‌شوند (derived) را در قالب مدلی بسیاری ساده در نظر گرفتند. در تصویر زیر دو شکل از این مدل را (b و a) می‌بینید. در هر دو شکل، ژنوتیپ نیایی هاپلوئید و دارای سه لوکوس (abc) است. جهش‌ها جایگاه‌ها را از حالت نیایی (حرف کوچک مانند a) به حالت اشتقاقی (حرف بزرگ مانند A) بدل می‌کنند. مربع‌های خاکستری نشان‌دهنده ژنوتیپ‌هایی با شایستگی صفر یا بسیار پایین اند و خط چین‌ها به چنین ژنوتیپ‌هایی منتهی می‌شوند در حالیکه خطوط پیوسته به ژنوتیپ‌های زیست‌ناقص می‌انجامند.



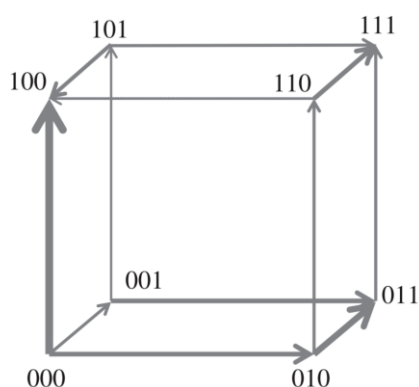
با توجه به تصویر فوق، صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) برهمکنش‌های اپیستاتیک منفی در حالت (b) پیچیده‌تر از حالت (a) هستند.

ب) برهمکنش ساده (مندی) نیز می‌تواند منجر به نسبتی یکسان از ژنوتیپ‌های زیست‌ناقص در حالت (b) شود.

ج) برهمکنش‌های متقارن (به این معنا که اگر ژنوتیپ aBC نازیست است پس Abc نیز نازیست خواهد بود) تعداد خط‌چین‌ها را در چنین مدل‌هایی کاهش خواهند داد.

د) افزایش نرخ نوترکیبی در دو جمعیتی که فضای ژنتیکی چون تصویر بالا تکامل می‌یابند در دراز مدت منجر به کاهش تعداد دورگه‌های نازیست نسبت به حالتی که نوترکیبی در این دو جمعیت وجود ندارد خواهد شد.



پرسش ۳: برهمکنش‌های میان جهش‌ها بسیار متنوع است. در تصویر زیر شبکه ژنوتیپی نشان داده شده که در آن آلل‌های جهش‌یافته با (1) و آلل‌های طبیعی با (0) نشان داده شده‌اند. فلش‌ها از به سوی ژنوتیپ‌های شایسته‌تر بوده و ضخامت پیکان‌ها متناسب با شایستگی این ژنوتیپ شایسته‌تر در مقایسه با ژنوتیپ که پیکان از آن نشأت گرفته را نشان می‌دهد. با توجه به این شبکه ژنوتیپی صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) جهش یافتن لوکوس دوم در هر پس‌زمینه ژنتیکی منجر به افزایش شایستگی ژنوتیپ می‌شود.

ب) امکان تکامل سازشی (adaptive evolution) در این شبکه وجود ندارد.

ج) اثر جهش‌ها در این شبکه با انتخاب وابسته به فراوانی قابل توجه است.

د) ژنوتیپ 100 قله شایستگی این شبکه است.

پرسش ۴: درستی گزاره‌های زیر را در رابطه با اندازه مفهوم اندازه مؤثر جمعیت ( $N_e$ ) را مشخص کنید.

الف) به دلیل حساسیت میانگین هارمونیک به مقادیر اندک، از این کمیت برای تخمین اندازه مؤثر جمعیت در وضعیتی که اندازه جمعیت در طی زمان دستخوش دگرگونی می‌شود استفاده می‌شود.

ب) تخمین اندازه مؤثر جمعیت تنها در خصوص جاندارانی قابل توجه است که نسل‌ها در آن‌ها هم‌پوشانی نداشته‌باشد - یا هم‌پوشانی میان نسل‌ها بسیار اندک باشد.

ج) مفهوم اندازه مؤثر جمعیت در جمعیتی صدق می‌کند که تحت‌اثر تعادل میان انتخاب طبیعی و جهش یا میان رانش ژنی و جهش نباشد.

د) افزایش قابل ملاحظه هتروزیگوسیتی در یک جمعیت در جمعیت‌هایی قابل‌تصور است که اندازه مؤثر جمعیت در آنها به ناگهان افزایش یافته‌باشد.

پرسش ۵: تکامل آزمایشگاهی روشی است برای مشاهده فرآیندهای تکاملی در درون لوله آزمایش. با توجه به درک خود از تکامل آزمایشگاهی صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) جمعیت‌ها در تکامل آزمایشگاهی تحت رژیم تکاملی انتخاب شدید و جهش اندک (SSWM) تکامل می‌یابند.

ب) توزیع اثر جهش‌ها بر شایستگی در یک گونه را می‌توان با تکامل آزمایشگاهی تخمین زد.

ج) گرچه در هر مرحله طی تکامل آزمایشگاهی، نمونه‌ای از جمعیت در حال تکامل از یک لوله آزمایش به لوله دیگر منتقل می‌شود،  $4N\mu$  در این جمعیت بسیار بزرگتر از 1 بوده و در نتیجه رانش ژنی بر چگونگی تکامل این جمعیت‌ها اثر چندانی ندارد.

د) هتروزیگوسیتی در جمعیت‌های در حال تکامل در طی تکامل آزمایشگاهی باید کاهش یابد چراکه انتخاب جهت‌دار این جمعیت‌ها را به سمت سازش در محیطی پایدار سوق می‌دهد.

پرسش ۶: تکامل گه‌گاه به معنای «کامل شدن» بکار می‌رود، گویی طبیعت همانند مهندسی است که رویای بهینه‌سازی تمامی مصنوعات ساخته دست خود را در سر می‌پروراند. از میان سازوکارهای زیر، کدامین به چنین بهیمنگی در موجودات زنده می‌انجامد (بیش از یک سازوکار می‌تواند به بهیمنگی بی‌انجامد)؟

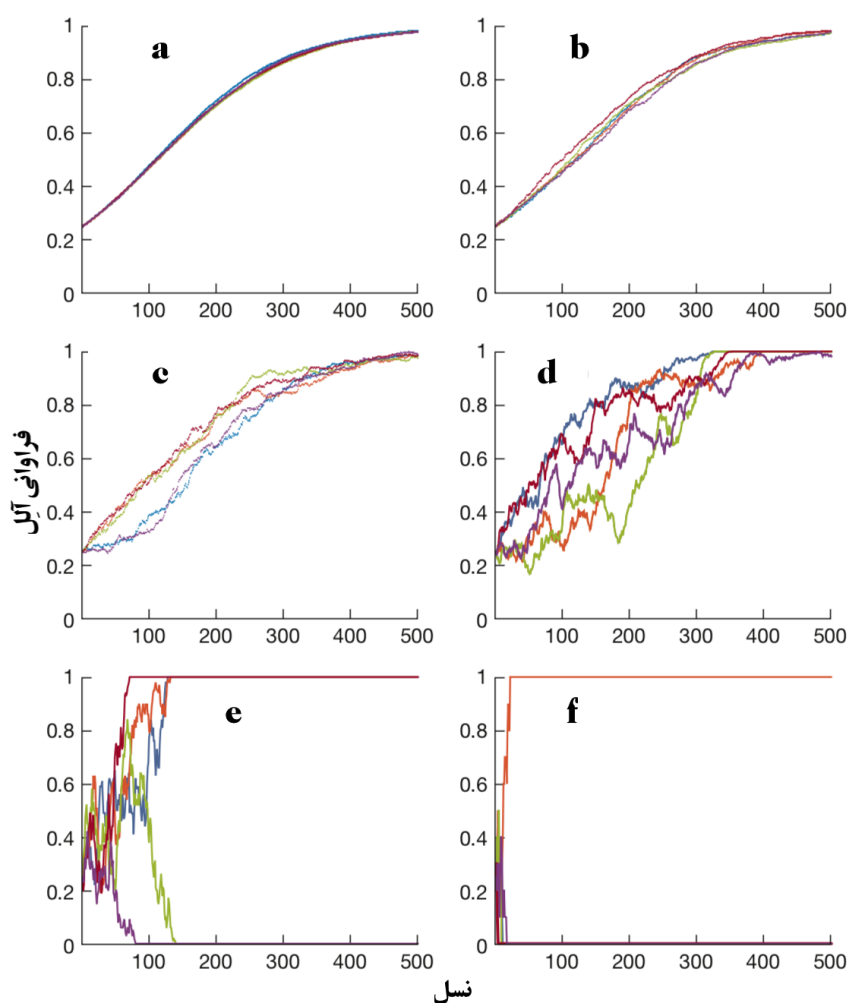
الف) تعادل میان انتخاب طبیعی و جهش.

ب) تعادل میان رانش ژنی و جهش.

ج) انتخاب طبیعی ضعیف و جهش‌های اندک.

د) عدم وجود میانکنش‌های اپیستاتیک میان آلل‌ها.

پرسش ۷: تصویر زیر تغییر فراوانی آللی با  $s=0.01$  و فراوانی اولیه 0.25 را نشان می‌دهد. در هر تصویر، نتایج چندین مرتبه شبیه‌سازی با پارامترهایی یکسان را نشان می‌دهد. بر اساس این تصویر، صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



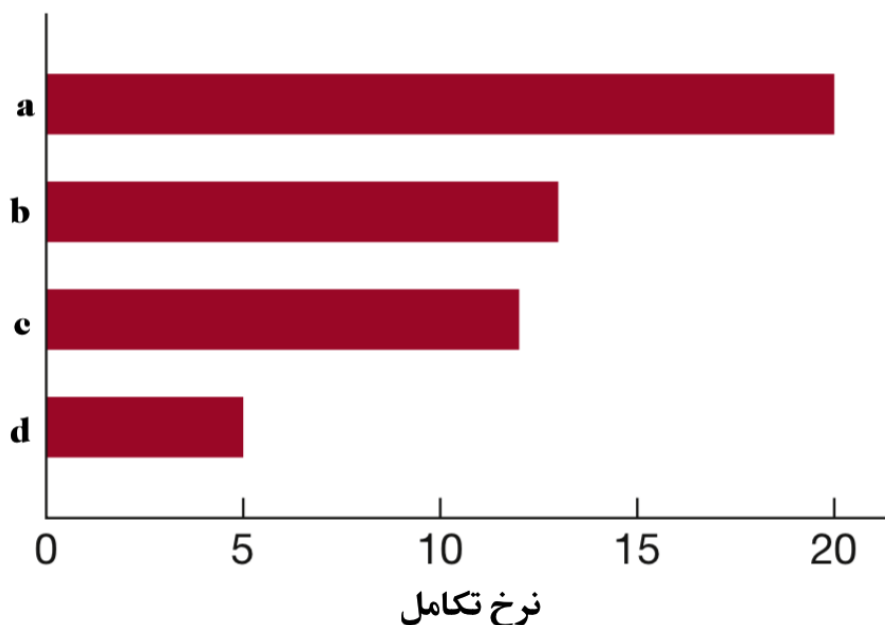
الف) می‌توان تمامی تغییرات میان این شبیه‌سازی‌ها را با یک پارامتر توضیح داد.

ب) شدت انتخاب جهت‌دار در  $f$  بالاتر از تمامی از باقی شبیه‌سازی‌ها بیشتر بوده چراکه آلل سودمند در کمتر از ۱۰ نسل در برخی جمعیت‌ها در این شبیه‌سازی تثبیت شده است. ( )

ج) هتروزیگوسیتی میانگین در طی تکامل در  $d$  از تمامی شبیه‌سازی‌های دیگر بیشتر است. ( )

د) با افزایش  $s$  به ۰.۱، واریانس فراوانی در  $e$  کاهش خواهد یافت. ( )

پرسش ۸: نرخ تکامل را می‌توان آهنگ تغییرات در طی زمان تصور کرد. نرخ تکامل بالاتر به معنای میانگین تغییرات بیشتر در واحد زمان است - تغییراتی که محدود به سطح ژنوتیپی نیستند. با توجه به دانش خود از تکامل ژنوم کدام بخش از ژنوم را می‌توان به کدامین ستون در تصویر زیر ربط داد. (در داخل پرانتز حرف لاتین کنار ستون مربوطه را بنویسید).



الف) نواحی رمزگذار ژنوم.

ب) شبه ژن‌ها یا Pseudogenes.

ج) نواحی میان ژنی.

د) اینترون‌ها.

پرسش ۹: صحت گزاره‌های زیر را در رابطه با کارکرد علی (causal-role function) و کارکرد انتخابی (selected-effect) مشخص کنید.

الف) بررسی کارکردهای اجزای یک مصنوع ساخت دست بشر با استفاده مفهوم کارکرد علی به انتساب کارکردهای کذب (false positive) می‌انجامد.

ب) کاربرد مفهوم کارکرد انتخابی محدود به گونه‌های دارای اندازه جمعیت بزرگ ( $N_e \gg 10$ ) است.

ج) اینتروپی در مفهوم کارکرد علی جایی ندارد.

د) استنباط رابطه علی میان هم‌بستگی میان تنوع آلل‌ها در جمعیت و بروز بیماری خاص در آن جمعیت در چارچوب مفهوم کارکرد انتخابی میسر است.

پرسش ۱۰: می‌دانید که در حالت دیپلوئید دو آلل به ازای یک لوکوس به تولید سه ژنوتیپ می‌انجامد ( $AA - Aa - aa$ ). اگر  $n$  آلل به ازای یک لوکوس داشته باشیم، چند ژنوتیپ هتروزایگوت و چند ژنوتیپ در مجموع خواهیم داشت؟ (فرمول ریاضی کلی استنباطی خود را با استفاده از پارامتر  $n$  بنویسید - استنباط هر دو فرمول = ۱ نمره)

الف) فرمول کلی تعداد هتروزایگوت‌ها برای دیپلوئید دارای  $n$  آلل ( $n, 25$  نمره):

ب) فرمول کلی تعداد ژنوتیپ‌ها برای دیپلوئید دارای  $n$  آلل ( $n, 25$  نمره):