

آزمون‌های نهایی
بیست‌ودومین المپیاد
زیست‌شناسی ایران

تکامل

آزمون نهایی

مدت زمان آزمون: ۷۵ دقیقه



تذکر: تمامی روابط ریاضی مورد نیاز در صفحه پایانی برگه امتحانی شما یافت می‌شوند. در تمامی پرسش‌های چندگزینه‌ای در این آزمون، یک گزینه، چندین گزینه، و یا تمامی گزینه‌ها می‌توانند صحیح باشند.

۱. کدام یک از جمله شروط تعادل هاردی-واینبرگ است؟

- آ. جمعیت متناهی
- ب. نرخ جهش پایین
- ج. انتخاب طبیعی شدید
- د. جورآمیزی (assortative mating)
- ه. مهاجرت اندک

۲. با فرض فرایبوستگی:

- آ. فراوانی هاپلوتیپ‌ها را می‌توان با دانستن فراوانی آلل‌ها در جمعیت تخمین زد.
- ب. در طی نسل‌ها، فرایبوستگی در نهایت از میان می‌رود.
- ج. علت فرایبوستگی میان دو آلل در جایگاه‌های متفاوت، اثر انتخاب طبیعی بر هر دو آلل است.
- د. فرایبوستگی غالباً با فاصله‌ی میان دو جایگاه رابطه‌ی مستقیم دارد.

۳. تصادفی بودن جهش‌ها به چه معناست؟

- آ. احتمال بروز جهش در نواحی مختلف ژنوم تقریباً یکسان است.
- ب. احتمال بروز جهش‌های مضر و مفید در ساختار یک پروتئین یکسان است.
- ج. احتمال جهش‌های پورین به پورین با احتمال جهش‌های پورین به پیریمیدین (و بالعکس) تقریباً برابرند.
- د. احتمال بروز یک جهش رابطه‌ای با اثر آن جهش بر شایستگی جاندار ندارد.

۴. در خصوص آزمایش جوشوآ و استر لیدربرگ بر روی تصادفی بودن جهش‌هایی که باکتری را مقاوم به ویروس می‌کنند، کدام گزاره یا گزاره‌ها صحیح‌ند؟

- آ. در صورت تصادفی بودن جهش‌ها، توضیح شمار کلونی‌های مقاوم به ویروس در هر پتری دیش را می‌توان با توزیع پواسون توصیف کرد (ر.ک. قاب ۱).
- ب. جهش‌های جهت‌دار پیش از افزوده‌شدن ویروس به محیط زیست باکتری پدید می‌آیند.
- ج. تصادفی بودن در این آزمایش مترادف با نرخ (تقریباً) یکسان بروز جهش در کلونی‌های مختلف است.
- د. انتظار می‌رود تا در چنین آزمایش حداقل بیش از یک کلونی مقاوم در هر پتری دیش مشاهده شود.

قاب ۱. احتمال وقوع k رخداد در یک بازه در توزیع پواسون با نرخ بروز لامبدا برابر است با:

$$P(k \text{ events}) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!}$$

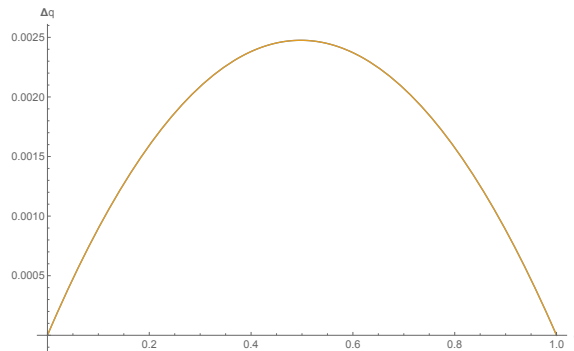
۵. شرایط بروز انتخاب طبیعی در یک جمعیت چه هستند؟

- آ. تنوع فنوتیپی در جمعیت.
- ب. وراثت‌پذیری تنوع.
- ج. احتمال بروز جهش.
- د. اثر فنوتیپ وراثت‌پذیر بر شایستگی زیستی.

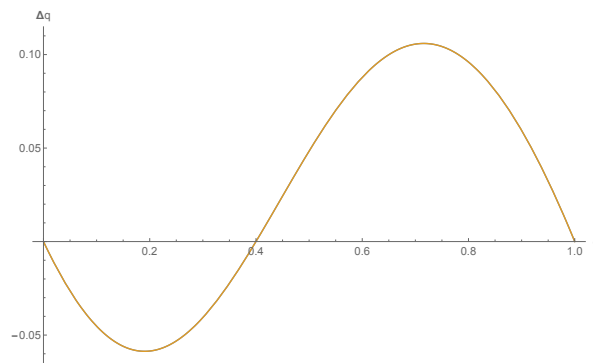
۶، ۷، ۸. در مدل هاردی-واینبرگ به همراه انتخاب طبیعی با دولوکس-دو آلل، نمودار زیر کدام رژیم تکاملی را تصیف می‌کنند؟ (گزاره‌های برای پرسش‌های ۶ تا ۸ یکسان هستند)

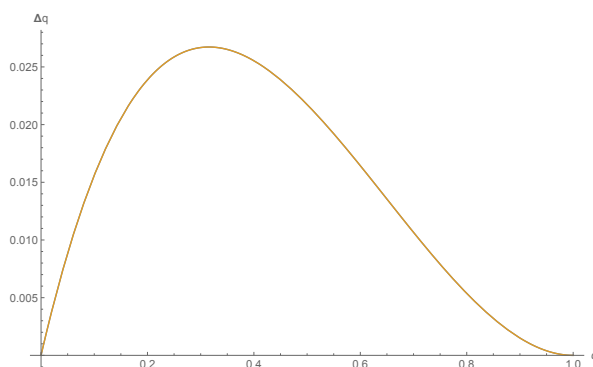
- آ. a از A شایسته‌تر بوده و اثر a بر شایستگی افزایشی است.
- ب. a مغلوب و از A شایسته‌تر است.
- ج. شایستگی هتروزیگوت از دو ژنوتیپ دیگر بیشتر است.
- د. شایستگی هتروزیگوت از دو ژنوتیپ دیگر کمتر است.

۶.

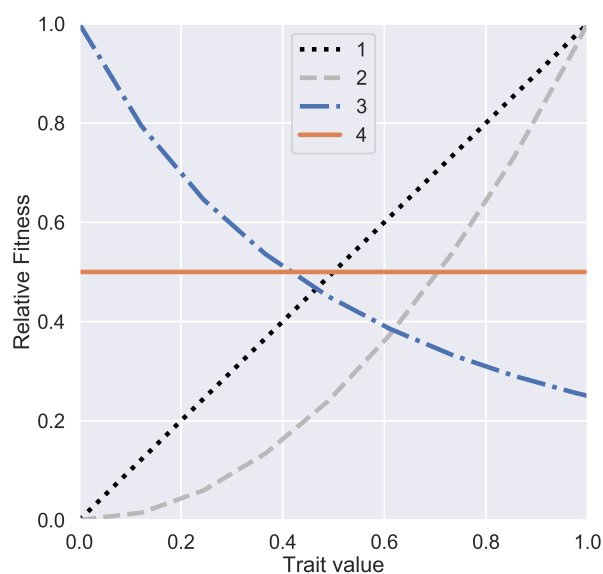


۷.





۹. نمودار زیر چندین تابع شایستگی را در برابر مقادیر متناظر یک صفت کمی رسم می‌کند. صحت گزاره (گزاره‌های) زیر را در رابطه با این نمودار مشخص کنید (اندازه جمعیت را بسیار بزرگ در نظر بگیرید).



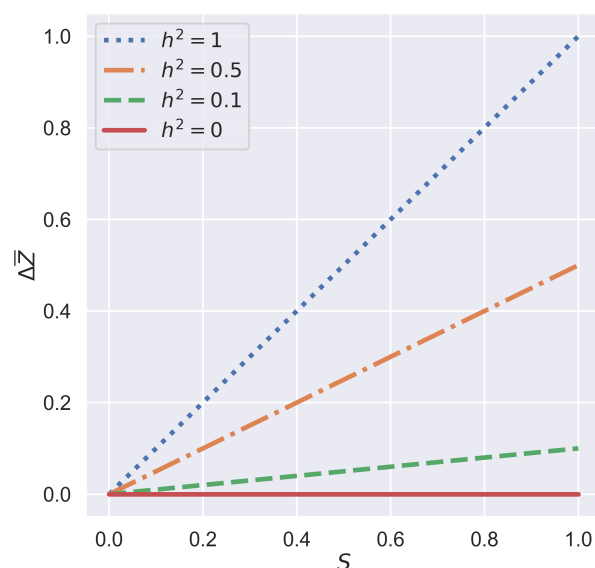
آ. تابع ۱ و ۲ رابطه‌ی مثبت شایستگی و فراوانی آل را به نمایش می‌گذارند.

ب. رابطه‌ی ۴ نشانده‌ی خنثی بودن تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت در رابطه با این صفت خاص است.

ج. رابطه‌ی ۳ منجر به انتخاب گسلنده می‌شود.

د. توابع ۱، ۲ و ۳ به انتخاب جهت‌دار می‌انجامند.

۱۰. با توجه به نمودار زیر صحت گزاره (یا گزاره‌ها) زیر را مشخص کنید (اثر متغیرهای مذکور با یکدیگر را با فرض ثابت ماندن سایر متغیرها بررسی کنید).

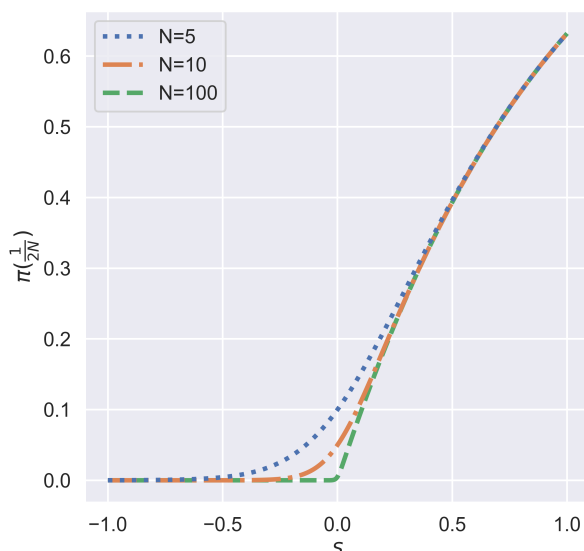


- آ. تغییر در مقادیر صفت در نسل بعد در اثر انتخاب طبیعی (S) به صورت خطی با میزان وراثت‌پذیری افزایش می‌یابد.
- ب. رابطه S با شیب انتخابی (بتا) مشابه با رابطه‌ی وراثت‌پذیری و S خواهد بود.
- ج. در نبود تنوع فنوتیپی، وراثت‌پذیری بر آهنگ تکامل اثری نخواهد داشت.
- د. در وراثت‌پذیری صفر، میانگین و واریانس مقادیر یک صفت کمی از نسلی به نسل دیگر تغییر نمی‌کند.

۱۱. بر اساس نمودار زیر از آزمایش دوبژانسکی و پاولوسکی (۱۹۵۷) صحت گزاره (گزاره‌ها) را مشخص کنید.

- آ. شدت رانش ژنی در جمعیت‌های نمودار سمت چپ بیش از سمت راست است.
- ب. اثر آلل مورد بررسی دوبژانسکی و پاولوسکی به شدت اپیستاتیک است.
- ج. در صورت هم‌اندازه بودن جمعیت‌های دو بخش نمودار، واریانس میان دودمان‌های هر دو بخش تقریباً یکسان می‌بود.
- د. واریانس در فراوانی آلل میان دودمان‌های مختلف به معنای ضعیف بودن اثر انتخاب طبیعی بر آن دودمان‌هاست.

۱۲. با توجه به شکل تابع احتمال تثبیت یک جهش در جمعیت، صحت گزاره (گزاره‌ها) را مشخص کنید.



- آ. در ضرایب انتخاب بسیار بالا و پایین، رانش اثری بر احتمال تثبیت جهش ندارد.
- ب. در اندازه‌های جمعیت بالا، انتظار انباشته شدن جهش‌ها با اثرات مضر اندک بر شایستگی می‌رود.
- ج. در صورت افزایش فراوانی آلل در جمعیت، احتمال تثبیت آن آلل ثابت باقی خواهد ماند.
- د. احتمال تثبیت یک جهش در دو ژنوم متفاوت یکسان خواهد بود.

۱۳. صحت گزاره‌های زیر را در رابطه با مدل دبژانسکی-مولر مشخص کنید.

- آ. یک ناسازگاری ژنتیکی می‌تواند بین آلل‌های مختلف یک لوکوس یا میان لوکوس‌های مختلف رخ دهد.
ب. ناسازگاری میان آلل‌های خنثی رخ نخواهد داد.
ج. این مدل سدهای تولیدمثلی پس‌زیگوتی محیطی را توضیح می‌دهد.
د. شمار ناسازگاری‌های ژنتیکی به عنوان تابعی از واگرایی ژنتیکی به صورت خطی افزایش می‌یابد.

۱۴. در خصوص سناریوهای گونه‌زایی، صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- آ. الگوی دگرمیهنی (آلوپاتریک) ناشی از گونه‌زایی اکولوژیکی است.
ب. سدهای پیش‌زیگوتی در الگوی هم‌میهنی (سیمپاتریک) رابطه‌ی مستقیم با واگرایی ژنتیکی ندارند.
ج. سدهای پیش‌زیگوتی در الگوی دگرمیهنی ناشی از اثر انتخاب طبیعی نیستند.
د. سدهای پس‌زیگوتی به آسانی در تکامل آزمایشگاهی پدید می‌آیند.

۱۵. صحت گزاره‌های زیر را در خصوص تکامل ژنوم مشخص کنید.

- آ. تنوع در تعداد نسخه‌های یک ژن در جمعیت‌های یک گونه نشانگر سازش این جمعیت‌ها با محیط خاص خود هستند.
ب. اندازه‌ی ژنوم باکتری‌ها به علت نبود رانش ژنی در این گروه از جانداران همواره در تعادل است.
ج. تغییر در بیان ژن، به جای تغییر توالی ژن‌ها، یکی از راه‌های سازش ژنوم با محیط است.
د. تنوع منشأ پروتئین کریستالین نشان‌دهنده‌ی نرخ بالای تکامل در گروه‌های مختلف جانداران است.

- ۱۶. دو جمعیت مگس سرکه با جمعیت‌های برابر ($N = 50$) و فراوانی آلل یکسان ($p = 0.5$) بنیان نهاده شدند. در نسل بعد فراوانی آلل p در جمعیت اول برابر با ۰.۴۸ و در جمعیت دوم برابر با ۰.۶ بود. احتمال مشاهده این فراوانی در اثر رانش ژنی پس از یک نسل چیست؟ (پاسخ با سه رقم اعشار - به بالا گرد شود)**

آ. احتمال مشاهده فراوانی در جمعیت اول	ب. احتمال مشاهده فراوانی در جمعیت دوم

$$p = x + y/2 \quad , \quad q = 1 - p \quad , \quad \bar{w} = xw_{11} + yw_{12} + zw_{22} \quad , \quad x' = xw_{11}/\bar{w} \quad , \quad y' = yw_{12}/\bar{w} \quad , \quad z' = zw_{22}/\bar{w}$$

$$x = p^2 \quad , \quad y = 2pq \quad , \quad z = q^2 \quad , \quad \bar{w} = p^2w_{11} + 2pqw_{12} + q^2w_{22} \quad , \quad p' = \frac{p}{\bar{w}}(pw_{11} + qw_{12})$$

$$\Delta p = p' - p = \frac{pq}{\bar{w}}[p(w_{11} - w_{12}) - q(w_{22} - w_{12})] \quad , \quad \hat{p} = \frac{w_{22} - w_{12}}{w_{11} - 2w_{12} + w_{22}}$$

$$A_1 \xrightarrow{u} A_2 \quad , \quad w_{11} = w_{12} = 1 \quad , \quad 0 \leq w_{22} < 1 \quad : \quad \hat{q} \approx \sqrt{\frac{u}{1 - w_{22}}}$$

$$A_1 \xrightarrow{u} A_2 \quad , \quad w_{11} = 1 \quad , \quad 0 \leq w_{12} = w_{22} < 1 \quad : \quad \hat{q} \approx \frac{u}{1 - w_{22}}$$

$$H' = H \left(1 - \frac{1}{2N} \right) \quad , \quad N_e = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f} \quad , \quad N_e = \frac{t}{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} + \dots + \frac{1}{N_t}} \quad , \quad \hat{H} = \frac{4N_e u}{1 + 4N_e u}$$

$$w_{11} = 1 + s \quad , \quad w_{12} = 1 + s/2 \quad , \quad w_{22} = 1 \quad , \quad \pi(p) = \frac{1 - e^{-2N_e s p}}{1 - e^{-2N_e s}}$$

$$p = \frac{1}{2N} \quad , \quad N_e \approx N \quad , \quad s > 0 \quad : \quad \pi \approx s \quad , \quad \bar{t} \approx \frac{4 \ln(2N)}{s} \quad , \quad K \approx 2Nu_b s$$

$$p = \frac{1}{2N} \quad , \quad N_e \approx N \quad , \quad s = 0 \quad : \quad \pi \approx \frac{1}{2N} \quad , \quad \bar{t} \approx 4N \quad , \quad K \approx u_n$$

$$P_{(i=A)} = \binom{2N}{i} p^i q^{2N-i} \quad \Delta \bar{Z} = \bar{Z}' - \bar{Z} = \hbar^2 S = G\beta \quad \quad G = \hbar^2 V_p$$