

به نام مهربان ترین مهربانان

23 اسفند 1400

آزمون تکامل و رفتار شناسی دوره طلای سال 1400

زمان آزمون: 120 دقیقه

توضیحات:

- آزمون از 70 گزاره تشکیل شده است. پاسخ درست به هر گزاره یک نمره مثبت و پاسخ نادرست 0.8 نمره منفی دارد.
- استفاده از ماشین حساب (ساده یا مهندسی) آزاد است.

1- فرض کنید در ژنوم ممکن است یک آللی وجود داشته باشد که نرخ جهش را به صورت عمومی (در کل ژنوم) زیاد میکند. بر اساس نظر کیمورا بیشتر جهش ها اثر منفی دارند، بنابراین انتخاب طبیعی برعلیه آلل هایی که نرخ جهش را افزایش میدهند عمل میکند، زیرا بین آلل جهش زا و آلل هایی که در آنها جهش ایجاد میشود linkage (همبستگی) وجود دارد. (مقدار mutation load در افراد دارای آلل جهش زا بیشتر خواهد بود.) صحت گزاره های زیر را بررسی کنید.

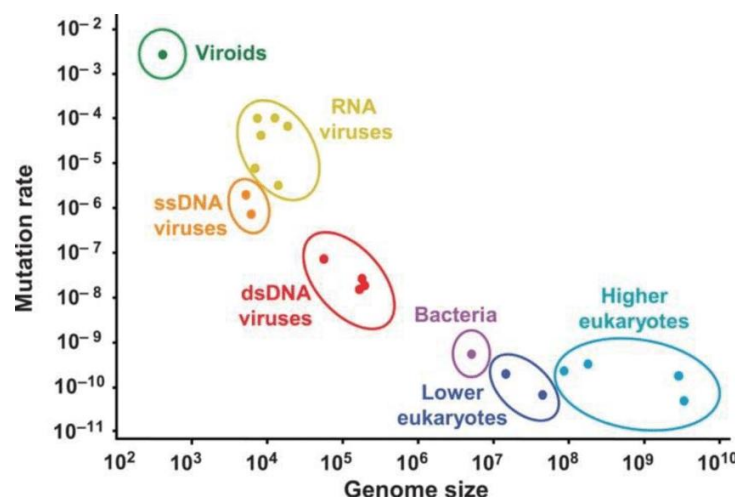
الف) براساس نظر کیمورا تولید مثل جنسی شرایط را برای انتخاب شدن عوامل جهش زا راحت تر می کند.

ب) بر اساس نظر کیمورا انتظار داریم عوامل جهش زا را با احتمال بیشتری روی قطعات ژنومی (مثل کروموزوم) کوچک ببینیم.

ج) هرچه جهش هایی که بوجود می آیند به طور متوسط بدتر باشند (اندازه s بزرگتر)، اثر منفی که روی انتخاب شدن آلل جهش زا دارند بیشتر است.

د) انتظار داریم در یک جمعیت بین آلل هایی که نرخ جهش را بالا میبرند و آلل هایی که نرخ نوترکیبی را بالا میبرند همبستگی مثبت ببینیم (یعنی بیشتر از فراوانی که تحت توزیع تصادفی آلل ها انتظار داریم آنها را باهم ببینیم)

2- در نمودار زیر، نرخ جهش را بر حسب اندازه ژنوم برای چند گروه از جانداران را بر اساس اندازه ژنوم میبینید. (واحد نرخ جهش، احتمال جهش در یک جایگاه به ازای هر همانندسازی است.)



بر اساس این داده های درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید

الف) داده ها نشان می دهد سائز ژنوم عامل اصلی در تعیین نرخ جهش است.

ب) داده ها پیشنهاد می دهد که انتخاب در راستای کاهش نرخ جهش در ssDNA ویروس ها قوی تر از RNA ویروس ها است.

ج) داده ها پیشنهاد می دهد دیپلوئید شدن نقش موثری در کاهش فشار انتخابی برای کاهش نرخ جهش دارد.

د) داده ها با این فرضیه سازگار است که نرخ جهش به شدت تحت تاثیر انتخاب طبیعی است.

ه) این حقیقت که در Higher eukaryotes قسمت بزرگتری از ژنوم DNA غیر کدکننده است، باعث می شود انتظار داشته باشیم که شیب نمودار در قسمت سمت راست (eukaryotes) کمتر از سایر نمودار باشد

و) اینکه در higher eukaryotes بین 2 زیگوت (در دو نسل متوالی) بیش از یک تقسیم متوالی وجود دارد می تواند برابر بودن نرخ جهش higher eukaryotes و lower eukaryotes را توضیح دهد.

ز) داده ها با این فرضیه که نرخ جهش در یوکاریوت ها نزدیک به کمترین مقدار ممکن از نظر بیوشیمیایی است سازگار است.

3- ماهی تیغ پشت (stickleback) یکی از مدل ارگانیسم ها در مطالعات اکولوژی و تکامل است. در مطالعه ای به بررسی وراثت صفت مراقبت والدینی از تخم ها و نوزادان در جمعیتی در بریتیش کلمبیا پرداخته شده. در این گونه مراقبت والدینی از تخم ها و نوزادان توسط جنس نر انجام می شود. اگر نموداری رسم کنیم که میزان مراقبت والدینی که توسط پدر یک ماهی نر انجام شده را در مقابل مراقبت والدینی که آن فرد از فرزندان خود انجام می دهد نشان دهد، مربع ضریب رگرسیون ( $r^2$ ) برابر 0.6 خواهد بود. (مربع ضریب رگرسیون در این نمودار همان ضریب وراثت پذیری است  $(h^2)$ )

الف) این جمعیت تحت اثر انتخاب طبیعی در راستای افزایش مراقبت والدینی است.

ب) داده ها نشان می دهد که 60% از واریانس مربوط به این صفت توسط additive genetic variance تعیین می شود.

ج) در صورتی که یادگیری در رفتار مراقبت والدینی نقش داشته باشد، توارث پذیری این صفت بیش از 60 درصد خواهد بود.

د) اگر این صفت در این جمعیت تحت انتخاب انتخاب طبیعی قرار گیرد، توارث پذیری این صفت کاهش می‌یابد.

ه) مهاجرت افرادی از جمعیتی دیگر از این گونه به این جمعیت، توارث پذیری این صفت را احتمالاً افزایش می‌دهد (توارث پذیری این صفت در جمعیت دوم با جمعیت اول برابر است)

4- در جمعیتی از موش‌ها در لوکوس A 2 آلل  $a_1$  و  $a_2$  وجود دارند. پس از یک رویداد شارش ژنتی آلل  $a_3$  وارد جمعیت می‌شود و فراوانی آن به 0.001% می‌رسد. با فرض اینکه اندازه جمعیت بی‌نهایت است و تولید مثل تصادفی است و جمعیت برای فراوانی 2 آلل  $a_1$  و  $a_2$  در تعادل قرار دارد، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (شایستگی ژنوتیپ‌ها برابر است با:  $Wa_1a_1 = 1.1$ ,  $Wa_2a_2 = 1.1$ ,  $Wa_1a_2 = 1.4$ ,  $Wa_3a_3 = 1$ ,  $Wa_2a_3 = 1$ ,  $Wa_1a_3 = 1.9$ ) (راهنمایی: از زاویه دید یک آلل به موضوع نگاه کنید!)

الف) در ابتدا فراوانی تعادلی آلل  $a_1$  برابر است با 0.5.

ب) آلل  $a_3$  نمیتواند در جمعیت به فراوانی پایداری برسد و حذف می‌شود.

ج) پس از رسیدن مجدد به تعادل فراوانی آلل  $a_1$  بیشتر از  $a_3$  خواهد بود.

د) آلل  $a_2$  در نهایت حذف خواهد شد.

ه) در سیستمی که هر 3 آلل حضور دارند، سرنوشت سیستم به نقطه شروع بستگی دارد.

5- sexually antagonistic selection در مواقعی رخ می‌دهد که یک صفت برای دو جنس نر و ماده مقدار بهینه متفاوتی دارد. در این شرایط انتخاب طبیعی در جنس ماده و جنس نر در جهت متفاوتی روی آن لوکوس عمل میکند. در مورد این پدیده درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (فرض کنید این امکان وجود ندارد که یک آلل در یکی از دو جنس مقدار بهینه آن جنس را بیان کند و

در جنس دیگر مقدار بهینه آن جنس را. نه اینکه فرض کنید تکوین متفاوت تاثیر ندارد ولی فرض کنید نمی‌تواند به این شدت تاثیر داشته باشد).

الف) در صورتی که روی یک لوکوس اتوزوم این نوع از انتخاب رخ دهد، انتظار داریم این انتخاب در راستای حفظ تنوع ژنتیکی در جمعیت عمل کند.

ب) در صورتی که این انتخاب روی یک صفت چند ژنی اتوزومال رخ دهد (مانند قد)، انتظار داریم میانگین مقدار صفت در جمعیت برابر با میانگین مقدار بهینه صفت در دو جنس باشد.

ج) در صورتی که این انتخاب روی یک لوکوس در کروموزوم X (در انسان) رخ دهد، احتمال بیشتری دارد آلی که در مردان منجر به فنوتیپ بهینه می‌شود نسبت به آلی که در زنان منجر به فنوتیپ بهینه می‌شود مغلوب باشد تا غالب.

د) در صورتی که این انتخاب روی یک لوکوس در کروموزوم X (در انسان) رخ دهد و آلل‌ها نسبت به هم غالبیت نداشته باشند (additive باشند)، و شما یک نر باشید، بهتر است با ماده ای آمیزش کنید که از نظر آن صفت دارای مقدار بهینه برای ماده‌ها است.

ه) انتظار داریم مقدار مراقبت والدینی توسط فرد نر در ماهی تیغ پشت (stickle back) تحت تاثیر این نوع از انتخاب باشد.

**6- تنوع ژنتیکی موجود در یک جمعیت تحت تاثیر عوامل متعددی قرار دارد، برای مثال تنوع با جهش بوجود می‌آید و با رانش از دست می‌رود. می‌توان به تنوع ژنتیکی را معادل احتمال اینکه دو آلل را تصادفی از جمعیت انتخاب کنیم و آن دو مثل هم باشند در نظر گرفت. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید: (جمعیت‌های زیر ممکن است تحت انتخاب طبیعی باشند و فرضی در مورد نبود انتخاب طبیعی نداریم) (فرض کنید بیشتر جهش‌هایی که بوجود می‌آیند خنثی یا اندکی مضر هستند)**

الف) در دو جمعیت مشابه باکتری که تنها تفاوت شان این است که در یکی از آنها تولید مثل جنسی نیز انجام می‌شود، انتظار داریم تنوع ژنتیکی در جمعیتی که تولید مثل جنسی دارد بیشتر باشد.

ب) چنانچه در دو جمعیت سوال قبل یک جهش که صفت جدیدی را بوجود می‌آورد تثبیت شود، کاهش تنوع ژنتیکی ناشی از انتخاب در جمعیتی که تولید مثل غیرجنسی دارد بیشتر است.

ج) فرض کنید دو جمعیت مخمر با اندازه برابر داریم که یکی دیپلوئید است و دیگری هاپلوئید و هر دو به صورت غیرجنسی تولید مثل می‌کنند. در صورتی که انتخاب و نوترکیبی وجود نداشته باشد انتظار داریم تنوع ژنتیکی در این دو جمعیت برابر باشد.

د) اگر در دو جمعیت که یکی هاپلوئید است و دیگری دیپلوئید (دارای تولید مثل جنسی) واریانس موفقیت تولیدمثلی افراد برابر 0 (همه به تعداد برابری فرزند داشته باشند) باشد، تنوع ژنتیکی در جمعیت دیپلوئید کمتر خواهد بود.

#### 7- در باب تحلیل والدی (Parentage analysis) صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید:

آ) پس از کنار گذاشتن والدین بالقوه به سبب ناهمخوانی ژنتیکی میان آنان و زاده، والدی که باقی می‌ماند والد حقیقی است.

ب) احتمال شباهت ژنتیکی تصادفی میان زاده و الدین بالقوه (random match)، با افزایش جایگاه‌های ژنتیکی مورد مطالعه و کاهش فراوانی ال‌ها، کاهش می‌یابد.

ج) با محدود کردن تحلیل والدی به شمار اندکی از والدین بالقوه در یک ناحیه جغرافیایی، تخمین ما از شارش ژنی در این ناحیه، به طول میانگین، پایین‌تر از میزان حقیقی شارش خواهد بود.

د) نیافتن والد حقیقی از میان نمونه‌ای بزرگ از والدین بالقوه در جمعیت، به معنای شارش ژنی از ناحیه دیگر به جمعیت مورد مطالعه است.

#### 8- صحت گزاره‌های زیر در باب معیارهای تثبیت (fixation indices) را مشخص کنید.

نکته: مقادیر هتروزیگوسیتی در گزینه‌های زیر برای جاندار دیپلوئید و جایگاهی با دو آلل محاسبه می‌شود.

آ) در صورتی که زیرجمعیت‌های در تعادل هاردی-واینبرگ به سر ببرند، هتروزیگوسیتی مورد انتظار جمعیت ( $H_T$ ) با هتروزیگوسیتی مشاهده شده در جمعیت کل ( $H_I$ ) برابر خواهد بود.

ب) در جمعیتی متشکل از ۱۰۰ زیر جمعیت، هریک شامل ۱۰ فرد، با فراوانی آلل آغازین  $p = 0.5$  در همه زیر جمعیت‌ها، پس از ۱۰۰ نسل، میزان  $H_T$  از  $H_S$  و  $H_I$  بیشتر خواهد شد.

(ج) در سناریو (ب)، میزان  $FIS$  پس از ۱۰۰ نسل کم‌تر از  $FST$  خواهد بود.

(د) در جمعیتی متشکل از سه زیر جمعیت، اگر واریانس فراوانی ال ( $Var(p)$ ) صفر باشد،  $FST$  برابر با صفر خواهد بود و  $HT \neq HS$ .

## 9- صحت گزاره‌های زیر در باب واگرایی توالی‌ها و پلی‌مورفیسم را مشخص کنید.

(آ) بر اساس نظریه خنثی، پلی‌مورفیسم ال‌های خنثی در جمعیت صرفاً ناشی از ال‌هایی است که در میانه تثبیت یا انقراض در جمعیت هستند. در صورتی که جهش رخ ندهد، پلی‌مورفیسم در نهایت به صفر میل می‌کند.

(ب) بر اساس نظریه خنثی، آهنگ واگرایی ژنتیکی، با فرض خنثی بودن ال‌ها، برابر با نرخ جهش خواهد بود.

(ج) اشباع واگرایی ژنتیکی، ناشی از محدود بودن لوکوس‌ها در ژنوم است.

(د) اندازه مؤثر جمعیت را می‌توان با اتکا به تخمین  $\pi$  و نرخ جهش، محاسبه کرد.

## 10- صحت گزاره‌های زیر در باب ساعت مولکولی را مشخص کنید.

(آ) تیک‌های ساعت مولکولی، برخلاف ساعت مچی، در فواصل زمانی مختلف رخ می‌دهد.

(ب) در یگانستگی (coalescence) استاندارد، ال‌های خنثی و اندازه جمعیت یکسان، مقدار  $D$  تاجیما برابر با صفر و  $\theta_S \approx \theta_\pi$ .

(ج) مقدار مثبت  $D$  تاجیما و  $\theta_S > \theta_\pi$  ناشی از انتخاب جهت‌دار شدید است.

(د) روبش انتخابی (selective sweep)، در نواحی از ژنوم که نرخ نوترکیبی پایین‌تری دارند محتمل‌تر است.

11- صحت گزاره‌های زیر در باب گونه‌زایی را مشخص کنید.

(آ) تثبیت (reinforcement) پس از از سرگیری شارش ژنی میان دو جمعیت و پیش از پایان گونه‌زایی رخ می‌دهد.

(ب) در جابجایی صفت تولیدمثلی (character displacement)، صفت تولید مثلی دو گونه در حال شکل‌گیری در ناحیه هم‌پوشانی نسبت به دیگر نواحی به یکدیگر شبیه‌تر است.

(ج) قاعده هالدین، ناشی از انباشت پنهان‌شدن اثر جهش‌های مغلوب مضر در جنس هوموگامتیک است.

(د) ناسازگاری دوژانسکی-مولر، ناشی از اثر انتخاب گسلنده است.

12- در سالهای مساعد که کندوی زنبورها رشد زیادی می‌کند، زنبورهای بسیاری همراه با ملکه برای یافتن لانه ای جدید مهاجرت میکنند. زنبورهای کارگر باقی مانده نیز از آخرین تخمهای گذاشته شده توسط ملکه ی قبلی، چندین ملکه جدید تولید می‌کنند و کلنی یک تقسیم دوتایی می‌کند.

این مهاجرت روندی پیچیده است که نیازمند هماهنگی بسیاری در چند مرحله است: ترک لانه با اطمینان از حضور ملکه میان مهاجرین و آذوقه کافی برای چندین روز، یافتن مکانی نزدیک با کیفیت متوسط برای اقامت موقت، یافتن لانه ای جدید با کیفیت بالا، و مهاجرت از اقامتگاه به لانه جدید.

برای هر گزاره، صحیح و غلط انتخاب کنید.

الف: حین یافتن خانه جدید، حتما لازم است که تمامی کارگران و ملکه برای یک لانه ی خاص هم‌منظر شوند وگرنه امکان مهاجرت وجود نخواهد داشت زیرا هر زنبور در زمانی تصادفی به سمت متفاوتی پرواز خواهد کرد.

ب: زنبورها می‌توانند با استفاده از رقص مخصوص غذایابی خود، مختصات لانه ی جدید را به زنبورهای دیگر اطلاع دهند تا آنها نیز از کیفیت بالای این لانه اطمینان حاصل کنند. این می‌تواند مثالی از آیینی شدن (ریچوالیزیشن) رفتار باشد.

ج: داشتن حافظه ای ماندگار تنها از یک لانه می‌تواند روند هم‌نظر شدن میان کارگران را تسریع کند.



د: داشتن حافظه ای نسبتاً کوتاه مدت از چند لانه می تواند روند هم نظر شدن میان کارگران را تسریع کند.

ه: نیازی نیست تمام کارگران دنبال لانه ی جدید بگردند بلکه کافی است تعداد محدودی این وظیفه را انجام داده سپس بعد از هم نظر شدن بین هم، باقی زنبورها را به لانه جدید هدایت کنند..

و: رقص زنبورها به یک بازخورد منفی می انجامد که تمام پیامها را به سرعت همسان می کند.

ز: رقص زنبورها به یک بازخورد مثبت می انجامد که تمام پیامها را به سرعت همسان می کند.

ح: از آنجا که پرواز به سوی لانه جدید باید همزمان توسط همه زنبورها انجام شود، این عمل نیازمند پیامی متفاوت (از رقص) برای ترک اقامتگاه موقت است.

ط: انتخاب لانه بهینه توسط زنبورهایی که این وظیفه را بر عهده دارند در تاریکی شب انجام می شود تا بین رقص غذایی و رقص لانه یابی تداخلی ایجاد نشود.

ی: از آنجا که هر کارگری که دنبال مکانی مناسب برای لانه جدید است ابتدا به طور نسبتاً تصادفی در محیط می گردد، نیاز دارد که مکان اقامتگاه موقت را نیز علاوه بر مکانهایی که پیدا می کند در حافظه اش داشته باشد.

13- برای هر یک از گزاره های زیر که مربوط به دو مقاله ی مربوط به ساخت حافظه در هیپوکامپ موش و تقلید جفت یابی در مگس سرکه هستند، صحیح یا غلط بودن گزاره را مشخص کنید.

- A) Channelrhodopsin-2 (ChR2)-enhanced yellow fluorescent protein (EYFP) expressing neurons can be reactivated by light stimulation during testing.
- B) DG (Dentate Gyrus) cells that express endogenous c-Fos during training, and therefore become labelled by ChR2-EYFP, define an active neural population that is sufficient for memory recall upon subsequent reactivation.
- C) Memory is not modifiable: the act of recalling a memory reconsolidates it.
- D) False memories are created when the Unconditioned Stimulus (US) occurs before the Conditioned Stimulus (CS).
- E) Mice were exposed to a tone (CS) followed by an electric shock (US) in contexts A and C (novel context), leading to high freezing response rates.

- F) Mate copying by females is a form of public information use that may increase uncertainty about male quality, allowing more adaptive choices.
- G) Prospector *drosophila* females preferably mated with males of the color type they had previously observed copulating over males of the rejected color type.
- H) In experiment 1, the change in females' preference to mate with a male (day 3 minus day 1) depended only on the males' condition, not the condition of the males that the model female was shown next to on day 2.
- I) In experiment 2, pink male flies were strongly preferred to green males if an opaque partition was used to block public information from the females.
- J) Female flies use public information (mating history with other females) as the only measure of male quality.

Glossary:

endogenous: تقویت دوباره - تولید شده درون سلول

prospector: جفت گیری - مشاهده گر