



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان و دانش پژوهان جوان  
معاونت دانش پژوهان جوان



مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان  
و دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۱۲ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

بیست و یکمین دوره المپیاد زیست شناسی

تاریخ: ۱۳۹۷/۲/۵

مدت آزمون (دقیقه)	ساعت شروع	تعداد سوالات	
		کوتاه	صحیح و غلط
۲۴۰	۱۶:۳۰	۸	۲۲

نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

حوزه:

شماره سندلی

کد دفترچه

۱

توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- ۱- کد دفترچه شما یک است. این کد را با کدی که روی پاسخنامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقضی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول حوزه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگه 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.
- ۴- کلیه جوابها باید در پاسخنامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آنها هیچ نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
- ۵- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوالات و پاسخنامه بنویسید.
- ۶- برگه پاسخنامه شما را دستگاه تصحیح می کند. پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و علاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکلی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۷- بارم هر سوال در برابر آن نوشته شده است.
- ۸- لطفاً پیش از آغاز پاسخگویی به سوالات راهنمای صفحه اول (داخل) این دفترچه را به دقت مطالعه نمایید.
- ۹- همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنون است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب می شود.
- ۱۰- دفترچه سوالات باید همراه پاسخنامه به مسئولین جلسه تحویل شود.

### راهنمای پاسخ‌دادن به پرسش‌ها

دانش‌پژوهان عزیز، توجه داشته باشید که در این آزمون دو نوع پرسش وجود دارد: پرسش‌های «صحیح/ غلط» و «مسائل کوتاه پاسخ».

**الف. پرسش‌های صحیح/ غلط:**

هر پرسش صحیح/ غلط ۵ گزاره دارد. هر یک از گزاره‌ها ممکن است صحیح یا غلط باشد. لازم است درستی یا نادرستی هر گزاره را در پاسخ‌نامه مشخص کنید. مثال:

۱. گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید:

۱	
غلط	صحیح
الف	<input checked="" type="checkbox"/>
ب	<input type="checkbox"/>
ج	<input checked="" type="checkbox"/>
د	<input checked="" type="checkbox"/>
هـ	<input type="checkbox"/>

الف. باکتری پروکاریوت است.

ب. پستانداران بی‌مهره‌اند.

ج. گنجشک پرنده است.

د. خفاش پستاندار است.

هـ. این آزمون خیلی ساده است.

طرز محاسبه نمره:

۱ پاسخ درست	۲ پاسخ درست	۳ پاسخ درست	۴ پاسخ درست	۵ پاسخ درست
صفر	۲۰٪ نمره سؤال	۴۰٪ نمره سؤال	۶۰٪ نمره سؤال	نمره کامل سؤال

به ازای هر پاسخ نادرست ۱۰٪ نمره سؤال، نمره منفی محاسبه خواهد شد.

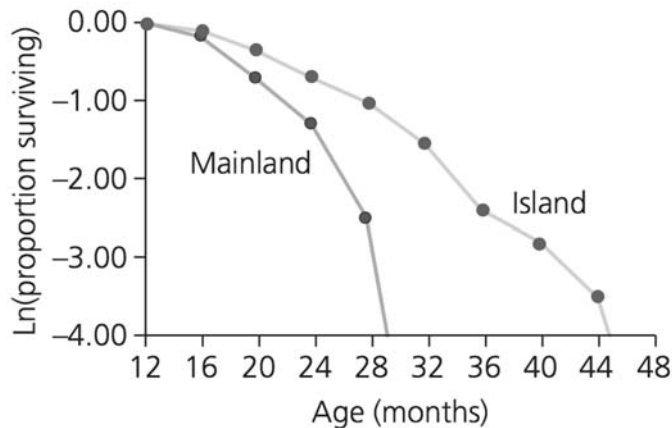
ب. مسائل کوتاه پاسخ:

پاسخ عددی نهایی این پرسش‌ها را باید در پاسخ‌نامه درج کنید. توجه داشته باشید که پاسخ نهایی عددی صحیح یک یا دو رقمی است. در صورتی که پاسخ اعشاری باشد، آن را گرد کنید و برای اعشار ۰,۵ عدد به سمت بالا گرد شود.

در مورد پاسخ‌های یک‌رقمی، عدد مربوطه باید در ستون یکان وارد شود. مثال:

۳۰	۲/۵	۲/۲	۳	پاسخ اصلی
مسئله ...	مسئله ...	مسئله ...	مسئله ...	روش درج در پاسخ‌نامه
یکان دهگان	یکان دهگان	یکان دهگان	یکان دهگان	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

۱. جمعیتی از آپاسوم در جنوب شرق ایالات متحده و جمعیتی دیگر از آنها در جزیره‌ای در ساحل جنوب شرقی ایالات متحده یافت می‌شوند. جمعیت جزیره حدود ۵۰۰۰ سال پیش از جمعیت اصلی منزوی شد. آب و هوای این جزیره تفاوت چندانی با آب و هوای جنوب شرق ایالات متحده ندارد. اعضای هر دو جمعیت نیز در حوالی ۱۶ ماهگی به بلوغ جنسی می‌رسند و در پی تولیدمثل هستند. احتمال بقا نسبت به سن در نمودار زیر مشخص است:



با توجه به این نمودار، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (۳ نمره)

الف. شیب نمودار برای آپاسوم‌های قاره‌ای (mainland) در مقایسه با آپاسوم‌های جزیره‌ای نشان‌گر پیری زودرس است.

ب. وجود شکارچی در جزیره و عدم وجود آن در جمعیت قاره‌ای، می‌تواند تفاوت در شیب دو نمودار را توجیه کند.

ج. آپاسوم‌های جزیره‌ای به‌طور میانگین دندان‌های ساییده‌تری نسبت به آپاسوم‌های قاره‌ای دارند.

د. میانگین مقدار جهش‌های مضر پیکری در افراد هر دو جمعیت یکسان است.

هـ. انتخاب طبیعی در آپاسوم‌های جزیره‌ای به دلیل رانش ژنی بر تکامل صفات مرتبط با بقا اثرگذار نبوده است.

\*\*\*

مسئله ۱. تنگی سرخرگ کلیوی یکی از علل بیماری فشارخون بالاست. در شریان کلیوی فردی که فشارخون سیستولیک و دیاستولیک وی به ترتیب ۱۵۰ و ۹۰ است، سرعت خون در قسمت تنگ سرخرگ کلیوی برابر  $40 \text{ cm/s}$  و سطح مقطع قسمت تنگ و سالم به ترتیب  $4 \text{ mm}^2$  و  $1 \text{ cm}^2$  است، سرعت خون در قسمت سالم این شریان چند  $\text{mm/s}$  است؟ (۳ نمره)

۲. امروزه محققان بر این باورند که بازدانگان و نهان‌دانگان، مجموعاً گروهی مونوفیلتیک (تک‌تبار) به نام دانه‌داران (Spermatophyta) را می‌سازند. تعیین کنید کدام صفات زیر از تشکیل این گروه تک‌تبار در برابر سرخس‌ها (Monilophyta) حمایت می‌کند؟ (۳مهره)

الف. اعضای لوله آبکشی (Sieve tube members) به همراه سلول‌های همراه (Companion cells) در بافت آبکشی.

ب. دانه گرده.

ج. آندوسپوری و هتروسپوری.

د. کامبیوم چوب‌پنبه.

ه. گامتوفیت نر سه‌هسته‌ای.

\*\*\*

۳. درک چگونگی تکامل ژنوم، به ویژه نسبت بخش رمزگذار پروتئین و RNA به بخش‌های غیررمزگذار، از موضوعات اصلی تکامل مولکولی در دو دهه اخیر بوده‌است. یکی از فرضیات درباره چگونگی پیدایش و گسترش بخش‌های غیررمزگذار در ژنوم، فرضیه توده‌ای است. بر اساس این فرضیه، اندازه ژنوم اثر مستقیم بر حجم هسته، اندازه سلول و نرخ تقسیم سلول دارد. بنا بر این فرضیه، بخش‌های غیررمزگذار ژنوم در پاسخ به انتخاب طبیعی طی زمان تغییر می‌کنند. گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید. (۳مهره)

الف. در صورت درستی این فرضیه، نسبت بخش رمزگذار به بخش‌های غیررمزگذار در دودمان‌های کهن، می‌بایست نزدیک به نسبت بهینه باشد.

ب. ثابت بودن نسبت نواحی رمزگذار به غیررمزگذار در پروکاریوت‌ها تضادی با این فرضیه ندارد.

ج. سازوکار اصلی افزایش اندازه ژنوم (مثال: عناصر متحرک ژنومی) نباید هزینه زیادی داشته باشد.

د. وجود صدها نسخه از ژنوم در سلول برخی گونه‌های باکتری در حین تقسیم سلولی با این فرضیه سازگار است.

ه. محدود بودن رابطه پیشنهادی فرضیه توده‌ای به جاندارانی که اندازه جمعیت بالایی دارند،

نشانه اثر ناچیز تغییر اندازه ژنوم بر شایستگی زیستی جانداران است.

\*\*\*

۴. قطر ساقه گیاهان دولپه‌ای درختی با گذشت زمان افزایش می‌یابد. این افزایش قطر با تغییراتی در عملکرد و ویژگی‌های انواعی از یاخته‌های ساقه همراه است. در این ارتباط موارد درست و نادرست را مشخص کنید. (۳مهره)

الف. چوب‌پنبه‌ای شدن در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که مجاور آوندهای آبکشی‌اند.

ب. منشأ یاخته‌هایی که محل تبادل عرضی مواد در ساقه‌اند، یاخته‌های آغازگر دوکی‌شکل (fusiform initial) هستند.

ج. تشکیل کامبیوم آوندی مثالی از توانایی یاخته گیاهی در تمایزدایی است.

د. با افزایش سن درخت، آوندهای چوبی مرکزی‌تر نقش بیشتری در انتقال شیره خام دارند.

ه. پس از چندین سال فعالیت کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز، عدسک‌ها از بین می‌روند.

۵. سه هورمون از پنج هورمون اصلی در گیاهان در چیرگی رأسی دخالت دارند (جدول زیر):

هورمون	توضیح
A	در جوانه‌های رأسی تشکیل می‌شود و مانع از رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.
B	اثر مثبت بر رشد جوانه‌های جانبی دارد.
C	هورمون A باعث تشکیل این هورمون در جوانه‌های جانبی می‌شود.

در ارتباط با این هورمون‌ها گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید: (۳نمره)

- الف. هورمون A عامل مؤثر در تشکیل آمیلاز تجزیه‌کننده نشاسته در آلورون گلات است.  
ب. هورمون B باعث تمایز ساقه از کال در کشت بافت می‌شود.  
ج. هورمون C در تحریک آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره یاخته دخالت دارد.  
د. هورمون‌های B و C در فرایند پیری نقش‌های متضاد دارند.  
ه. هورمون A از هورمون‌های بازدارنده رشد گیاهان است.

\*\*\*

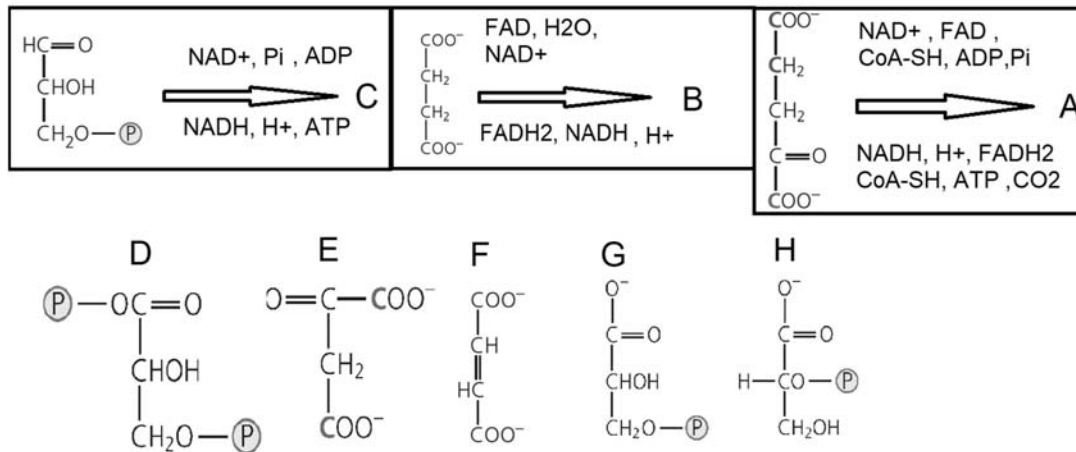
۶. در مورد باز و بسته شدن روزنه‌ها و عوامل مؤثر بر آن گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید: (۴نمره)

- الف. نور قرمز در ساعت‌های اولیه روز باعث باز شدن روزنه‌ها می‌شود.  
ب. فعالیت پمپ  $H^+$  در غشای سلول‌های نگهبان روزنه و جذب ثانویه  $K^+$  باعث باز شدن روزنه در ساعت‌های اولیه روز می‌شود.  
ج. نور آبی سبب برداشت  $Cl^-$  و انباشت مالات در سلول‌های نگهبان روزنه با تیپ فتوستنزی CAM می‌شود و در باز شدن روزنه‌ها نقش دارد.  
د. غلظت کم  $CO_2$  تأثیر بیشتری بر باز شدن روزنه‌های برگ‌های گیاهان  $C_3$  نسبت به گیاهان  $C_4$  دارد.  
ه. افزایش غلظت ساکارز ناشی از فتوستنزی سلول‌های نگهبان روزنه در طول روز، به باز ماندن روزنه‌ها کمک می‌کند.

\*\*\*

مسئله ۲. کلیرانس کلیوی یک ماده، حجمی از پلاسماست که در مدت یک دقیقه از آن ماده پاک می‌شود. در نمونه ادرار فردی ۳۶ ساله با حجم ۲۸۸۰ میلی‌لیتر ادرار در ۲۴ ساعت، غلظت کراتینین ۰٫۱۲ گرم در دسی‌لیتر سنجش شده است. کلیرانس کلیوی کراتینین در این فرد چند میلی‌لیتر در دقیقه است (غلظت کراتینین پلاسمای وی ۴ میلی‌گرم در دسی‌لیتر است)؟ (۴نمره)

۷. در شکل زیر چند مسیر واکنشی روی چند سوبسترا نشان داده شده است. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. در سمت چپ و بالای هر پیکان پیش‌ماده‌ها و سمت پایین و راست آن فرآورده‌های واکنش قرار دارند.

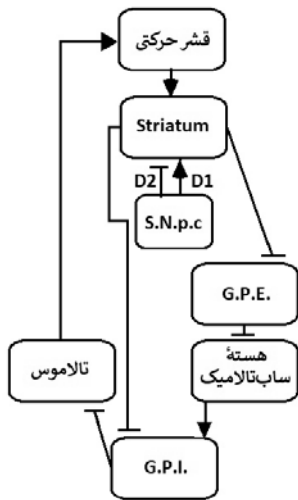


با توجه به قوانین حاکم بر واکنش‌های شیمیایی، درستی واکنش‌های زیر را مشخص کنید. (۴نمره)

الف. فرآورده C می‌تواند ترکیب D باشد.  
 ب. فرآورده B می‌تواند ترکیب E باشد.  
 ج. فرآورده C می‌تواند ترکیب G باشد.  
 د. فرآورده A می‌تواند ترکیب F باشد.  
 هـ. فرآورده C می‌تواند ترکیب H باشد.

\*\*\*

۸. پژوهشگری برای بررسی روش‌های درمانی بیماری پارکینسون از مدلی فرضی استفاده کرده که شامل قسمت‌های مختلف مغز است (شکل). یکی از اهداف درمانی، تحریک قشر حرکتی برای کاهش علائم بیمار است. روش اول استفاده از آگونیست‌ها و آنتاگونیست‌های گیرنده‌های "D" است. روش دیگر که اغلب در مراحل پیشرفته‌تر بیماری کاربرد دارد، کاشت الکترودهای عمقی در هسته‌های مختلف مغز است که باعث مهار نورون‌های آن هسته‌ها می‌شود. گیرنده D<sub>1</sub> بر نورون‌هایی که از striatum به GPE می‌روند، تأثیر دارد و گیرنده D<sub>2</sub> نورون‌هایی که از striatum به GPI می‌روند، تأثیر دارد. با توجه به همین شبکه، درست یا نادرست بودن هر یک از گزاره‌ها را مشخص کنید. (۵نمره)



الف. کاشت الکتروود عمقی در هسته ساب‌تالامیک موجب کاهش علائم بیمار می‌شود.

ب. آگونیست عملکردی غیراختصاصی گیرنده‌های D موجب کاهش علائم بیماری می‌شود.

ج. کاشت الکتروود عمقی در قشر حرکتی موجب کاهش علائم بیمار می‌شود.

د. با فرض اینکه مهار striatum در ایجاد اختلالات خواب نقش داشته باشد، درمان علائم حرکتی از طریق تحریک قشر مغز موجب بهبود اختلالات خواب می‌شود.

هـ. کاهش reuptake ناقل‌های عصبی در سیناپس نورون‌های مهاری وارد شده به G.P.E. باعث کاهش علائم بیمار می‌شود.

\*\*\*

۹. گیاهان را با توجه به شرایط نوری محیطی که در آن زندگی می‌کنند و ویژگی‌های فیزیولوژیک آن‌ها به دو گروه آفتاب‌پسند و سایه‌پسند تقسیم می‌کنند. هم‌چنین در یک گیاه منفرد نیز این تقسیم‌بندی صورت می‌گیرد و ویژگی‌های برگ‌هایی که بیشتر در معرض نور هستند، نسبت به برگ‌هایی که در سایه قرار دارند، متفاوت است. دو مجموعه از رنگیزه‌ها و پروتئین‌ها (فتوسیستم) به نام PSI و PSII در غشای کلروپلاست وجود دارند و در واکنش‌های نوری فتوسنتز نقش ایفا می‌کنند. کلروفیلی در مرکز واکنش PSI قرار دارد، حداکثر جذب را در ۷۰۰nm دارد؛ در حالی که این مقدار در PSII، ۶۸۰nm است. با توجه به اینکه میزان نفوذ پرتوهای نور با انرژی آن‌ها رابطه معکوس دارد، تعیین کنید کدام گزاره یا گزاره‌ها در مورد برگ‌های سایه‌پسند و آفتاب‌پسند درست و کدام نادرست است. (۴-نمره)

الف. نسبت تعداد PSII به PSI در گیاهان لایه زیرین کانوپی جنگل‌ها کمتر از گیاهان بالای کانوپی است.

ب. گیاهان لایه زیرین کانوپی باید به شدت کمتر نور آبی نسبت به گیاهان بالای کانوپی سازگار شوند.

ج. فتوسیستم‌ها در گیاهان سایه‌پسند رنگیزه‌های آنتن بیشتر دارند.

د. برگ‌های سایه‌پسند در مقایسه با برگ‌های آفتاب‌پسند سطح کمتری دارند.

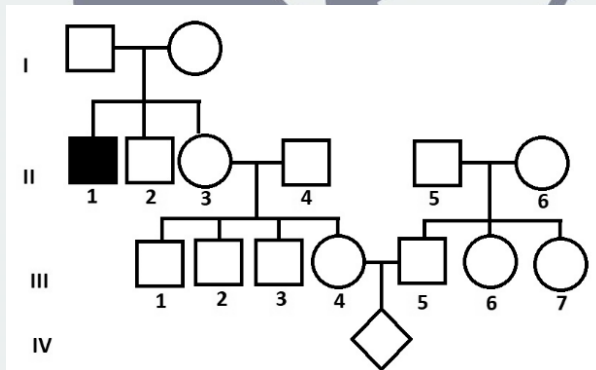
هـ. میزان روبیسکو در واحد سطح در گیاهان بالای کانوپی بیشتر از میزان آن در گیاهان زیر کانوپی است.

۱۰. The syndrome of inappropriate secretion of antidiuretic hormone (SIADH) is a disorder of impaired water excretion caused by the inability to suppress the secretion of antidiuretic hormone (ADH). Which of the conditions below do you predict to be seen in a patient suffering from SIADH: (۴ points)

- The urine sodium concentration is usually above normal range.
- The urine volume is less than normal range.
- Reducing the number of aquaporin water channels in the renal collecting duct will help the patient.
- brain cells will probably shrink.
- Water intake restriction will help the patient.

\*\*\*

۱۱. با در نظر گرفتن شجره‌نامه زیر از یک بیماری نادر اتوزومی، درست یا نادرست بودن گزاره‌های زیر را مشخص کنید: (۴ نمره)



الف. اگر II-5 و II-6 حامل نباشند، احتمال اینکه IV-1 دختری بیمار باشد،  $\frac{1}{16}$  است.

ب. اگر III-7 بیمار باشد، احتمال اینکه IV-1 دختری بیمار باشد،  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{3}$  است.

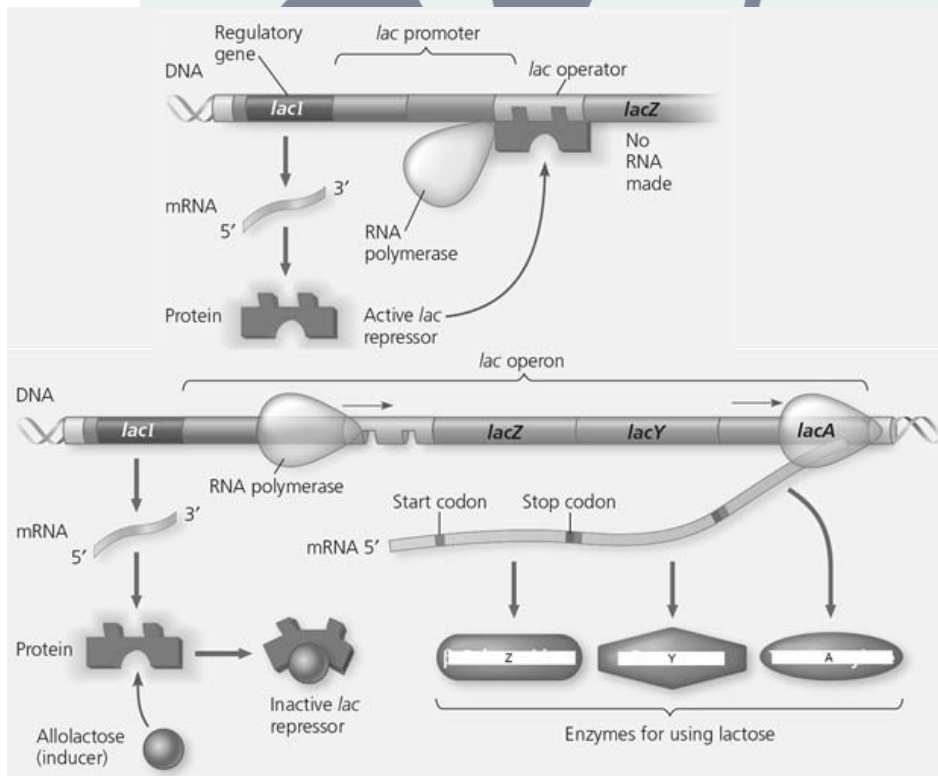
ج. اگر فراوانی الل بیماری‌زا یک صدم درصد باشد، احتمال اینکه IV-1 دختری بیمار باشد، ۰,۰۵ درصد است.

د. اگر بیماری وابسته به X باشد، احتمال اینکه فرد IV-1 بیمار باشد  $\frac{1}{16}$  است.

هـ. غیر ممکن است که این الگوی یک بیماری غالب باشد.

۱۲. مروزیگوتی حالتی است که یک باکتری با دریافت نسخه دومی از یک توالی ژنتیکی (که معمولاً روی پلاسمید حمل می‌شود)، برای آن اطلاعات ژنتیکی به اصطلاح دیپلوئید می‌شود. اپرون باکتریایی LAC دارای پروموتور (پیش برنده)، اپراتور (o)، ژن‌های کدکننده پروتئین‌های متابولیکی A، Y و Z و ژن کدکننده پروتئین مهارگر است. اگر نسخه دوم این اپرون روی یک پلاسمید مستقر باشد و به درون باکتری ارسال شود، باکتری برای اپرون به صورت مروزیگوت درمی‌آید. چند نوع جهش برای اپرون LAC گزارش شده است که ترکیب آن‌ها با یکدیگر نتایج متفاوتی بر متابولیسم قند لاکتوز دارد.

- جهش  $A_1$  که در ژن کدکننده پروتئین مهارگر رخ داده و مانع از نشستن الولاکتوز روی پروتئین مهارگر می‌شود.
- جهش  $A_2$  که در ژن کدکننده پروتئین مهارگر رخ داده و باعث اتصال دائم الولاکتوز روی پروتئین مهارگر می‌شود.
- جهش  $R_S$  که در ژن کدکننده پروتئین مهارگر رخ داده و باعث اتصال دائم پروتئین مهارگر روی اپراتور می‌شود.
- جهش  $R_i$  که در ژن کدکننده پروتئین مهارگر رخ داده و مانع نشستن پروتئین مهارگر روی اپراتور می‌شود.
- جهش  $O_c$  در قسمت اپراتور رخ داده و مانع نشستن پروتئین مهارگر روی اپراتور می‌شود.

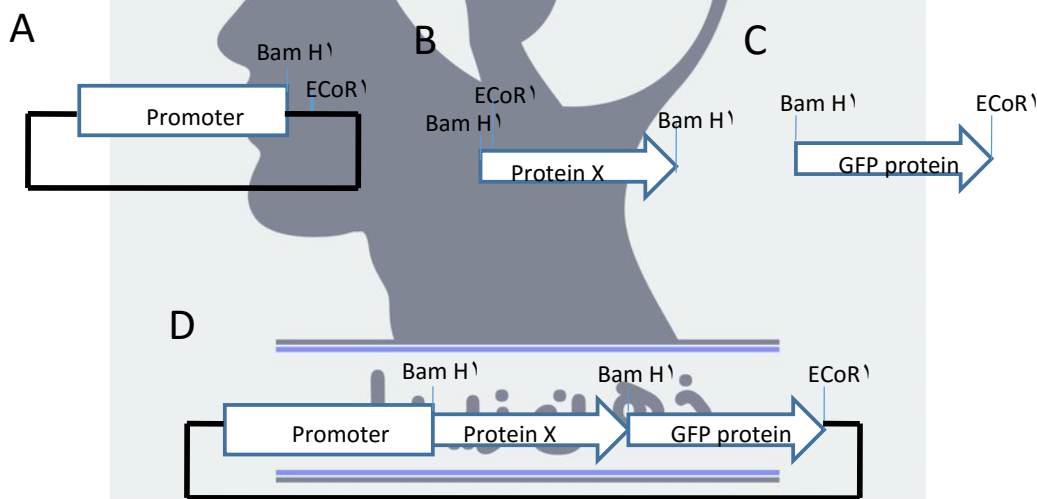


اگر پروتئین مهارگر متشکل از چهار زیر واحد (تترامر) گذشته توسط ژن مهارگر باشد، در درازمدت و در حضور لاکتوز: (۵نمره)

- الف. مروزیکوتی  $A_1$  و  $A_2$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.  
ب. مروزیکوتی  $R_5$  و  $A_2$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.  
ج. مروزیکوتی  $R_1$  و  $A_2$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.  
د. مروزیکوتی  $O_1$  و  $A_1$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.  
هـ. مروزیکوتی  $R_1$  و  $A_1$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.

\*\*\*

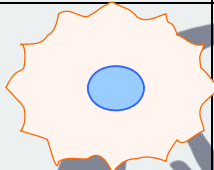

۱۳. برای تعقیب جایگاه انباشت یک پروتئین در سلول از روش‌های نشانه‌دار کردن استفاده می‌کنند. در این روش، ناحیه کدکننده (ORF) یک ژن نشانه مولد نور به نام GFP یا (Green fluorescence protein) را به ژن کدکننده پروتئین مورد مطالعه (X) پیوند می‌زنند. این کار از طریق کلون سازی توالی DNAی این ژن‌ها درون یک ناقل بیانی انجام می‌گیرد (شکل زیر) گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید.  
( $Bam\ H^1$  و  $ECoR^1$  جایگاه‌های برش آنزیم‌های محدودکننده  $ECoR^1$  و  $Bam\ H^1$  است).  
(۴نمره)



- الف. برای ساختن سازه شکل D اول توالی GFP و سپس ژن X را وارد وکتور بیانی می‌کنیم.  
ب. در سازه کارآمد D دو عدد کدون آغاز و دو عدد کدون پایان وجود دارد.  
ج. دو قطعه مجزای mRNA مربوط به پروتئین‌های GFP و X تولید می‌شوند.  
د. امکان جابه‌جا کلون سازی توالی‌های GFP و X و ایجاد پروتئین کایمر کارآمد در شکل D وجود دارد.  
هـ. به‌طور کلی ژن‌های گزارشگر کوچک‌تر بر ژن‌های گزارشگر بزرگ‌تر ترجیح دارند.

۱۴. با توجه محدودیت‌های فیزیکی برای نسبت سطح به حجم سلول، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

فرض کنید در هر گزاره تنها آن تغییری که گفته شده، رخ می‌دهد و هیچ تبادل غشایی دیگر، یا تولید غشا وجود ندارد. غشا را غیرکش‌سان فرض کنید. همچنین از محدودیت‌های ناشی از اسکلت سلولی صرف نظر کنید. پیش فرض دیگر این است که سلول‌ها به جایی متصل نیستند؛ مگر آنکه خلاف آن ذکر شده باشد. (۴مهره)

سلول ۴	سلول ۳	سلول ۲	سلول ۱
سلولی کاملاً استوانه‌ای که دو قاعده آن کاملاً به ۲ سطح ثابت موازی وصل است. طول استوانه ۳ $\mu\text{m}$ است		مکعبی به ضلع ۳ $\mu\text{m}$ 	نسبت سطح به حجم: ۶ $\mu\text{m}^{-1}$ شعاع: ۰,۵ $\mu\text{m}$



الف. سلول ۱ توانایی ترشح آپوکراین دارد.  
ب. سلول ۴ توانایی اندوسیتوز دارد.  
ج. سلول ۳ توانایی اگزوسیتوز دارد.  
د. سلول ۲ توانایی اندوسیتوز دارد.  
ه. سلول ۱ توانایی اندوسیتوز دارد.

\*\*\*

مسئله ۳. نوع جدیدی از سلول‌های T به تازگی به وسیله محققان علم زیست‌شناسی مصنوعی (Synthetic Biology) طراحی شده است که با مکانیزم متفاوتی به سلول‌های سرطانی حمله ور می‌شود. این سلول پس از تحریک سلول سرطانی موجب می‌شود که سلول سرطانی بسته‌های سیتوپلاسمی به روش ترشح آپوکراین از دست بدهد. در یک برهم‌کنش بین سلولی، یکی از این سلول‌های T به سلولی سرطانی با حجم  $40\mu\text{m}^3$  و سطح  $70\mu\text{m}^2$  حمله‌ور می‌شود. از لحظه حمله به بعد، این سلول سرطانی بسته‌های سیتوپلاسمی کاملاً کروی با شعاع  $1\mu\text{m}$  از دست می‌دهد. با فرض اینکه در مجموع اگزوسیتوز و اندوسیتوز اثر هم را خنثی نمی‌کنند و باعث تغییرات سطح و حجم نمی‌شوند، هنگام جدا شدن چندمین بسته سیتوپلاسمی از سلول، سلول می‌میرد. (عدد  $\pi$  را ۳ فرض کنید) (۴مهره)

مسئله ۴. بوم‌شناسان برای تخمین تعداد افراد جمعیت‌ها از روش‌های مختلفی استفاده می‌کنند. آنان برای بررسی جمعیت جانوران متحرک و پنهان‌شونده از روش علامت‌گذاری-بازگیری استفاده می‌کنند. در این روش تعدادی از افراد جمعیت را می‌گیرند، پس از علامت‌گذاری به درون جمعیت آزاد می‌کنند و بعد از مدتی، دوباره تعدادی از افراد جمعیت را می‌گیرند و با شمارش افراد علامت‌دار و افراد بدون علامت، تعداد افراد جمعیت را تخمین می‌زنند.

در پژوهشی که برای بررسی جمعیت یوز آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) در ایران انجام شده، از ۱۷ قلاده یوز در زیستگاه‌های مختلف کشور عکس‌برداری و مشخصات آن‌ها ثبت شده است. با توجه به این که الگوی خال‌های دو سوی بدن یوز مانند اثر انگشت آدمی منحصر به فرد است، می‌توان این عکس‌ها را مشابه علامت‌گذاری این پستاندار در نظر گرفت.

فرض کنید پژوهشگری بار دیگر با دوربین‌های تله‌ای مشغول بررسی همین جمعیت است. با فرض عدم مهاجرت، عدم زادوولد و عدم مرگ‌ومیر افراد این جمعیت، اگر او در این مرحله در مجموع ۳ یوز که قبلاً مشاهده نشده‌اند، همراه با ۴ یوز که قبلاً مشاهده شده‌اند، ثبت کرده باشد، تعداد افراد این جمعیت یوز ایرانی را تخمین بزنید. (۳ نمره)

\*\*\*

این مطلب را بخوانید و به دو پرسش بعدی پاسخ دهید:

درک قید و بندهایی که روندهای تکاملی را مشخص می‌کنند، همچنان از پرسش‌های اساسی زیست‌شناسان تکاملی است. سالوردا و همکاران (۲۰۱۱، *Salverda et al.*) در آزمایشی به منظور بررسی این موضوع، تکامل آنزیم لاکتاماز را در لوله آزمایش شبیه‌سازی کردند. آنان به منظور ایجاد جهش، از PCR پرخطا استفاده کردند. به منظور بررسی اثر انتخاب طبیعی، اثر ال‌ها بر رشد باکتری در حضور نوعی آنتی‌بیوتیک بتالاکتام بررسی شد و در هر مرحله کلونی که بیشترین رشد را داشت، انتخاب می‌شد. پس از سه دور تکامل (جهش + انتخاب) آزمایش به پایان رسید و سالوردا و همکاران به تحلیل داده‌ها پرداختند.

جدول ۱ نشان‌دهنده جهش‌هایی است که در ۱۲ دودمان (line) مختلف که تحت مطالعه سالوردا قرار گرفتند، تثبیت شده‌اند. نام جهش توصیف‌کننده جهشی است که در توالی آمینواسیدی لاکتاماز رخ داده؛ به عنوان مثال، V۱۰I به معنای ایزولوسین در جایگاه دهم در پلی‌پپتید جایگزین‌والین شده‌است. جهش‌های با (\*) طی دور اول تکامل، با (\*\*) طی دور دوم و با (\*\*\*) طی دور سوم پدیدار شده و در دودمان خود تثبیت شدند.

جدول ۱

Lines											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V101*			V101***		V101**						
	F191**				F19C***		F19L***				
E104K**	E104K**			E104K**	E104K**		E104K**	E104K**	V331*		
										E104K**	E104K**
											T114M**
											S124G**
		P167T**									
			A172V*								
			N175D**								
			D179G**								
M182T*	M182T*	M182T**	M182T*	M182T*	M182T*		M182T*	M182T*		M182T**	
						A184V*					
			A237T*								
G238S*	G238S*			G238S*	G238S*	G238S*	G238S*	G238S*	G238S*	G238S*	G238S*
		E240K*									
							A249V***				
							T265M**			T265M**	T265M*
		G267A***									
			T2711**								
E281*											

۱۵. فرضیه‌های زیر در این باره ارائه شده‌اند. کدام فرضیه(ها) با جدول ۱ هم‌خوانی دارد (دارند)؟ (۴نمره)

الف. اینکه جهش‌های E104K و E240K بر عملکرد یکدیگر اثر منفی دارند، با جدول فوق سازگار است.

ب. جهش‌های T265M و M182T هر دو به روشی مشابه، اثری یکسان بر عملکرد لاکتاماز دارند.

ج. نرخ جهش در جایگاه‌های جهش‌های M182T، G238S و E104K بیش از نرخ متوسط جهش‌زایی در ژنوم باکتری است.

د. در میان تمامی ژنوتیپ‌های ممکن برای آنزیم لاکتاماز، یک ژنوتیپ بالاترین شایستگی زیستی را دارد.

هـ. بروز جهش A172V در پس‌زمینه ژنتیکی حاوی N175D شایستگی باکتری را افزایش می‌دهد.

۱۶. سالوردا و همکاران به منظور بررسی دقیق‌تر برهم کنش میان جهش‌ها مختلف و اثر آن بر روند تکاملی جمعیت، تکامل ۵ دودمان را با روشی که پیش‌تر معرفی شد (سه دور جهش + انتخاب) بررسی کردند. این دودمان‌ها در بدو امر حامل دو جهش A1۱۸۴V و G۲۸۳S بودند (ردیف‌های خاکستری). نتایج این آزمایش در جدول زیر آمده‌است.

جدول ۲

1	2	3	4	5
				D38V*
			Q39K*	
			A42G**	
E48V*				L49M*
E104K*	E104K*			E104K**
	K111M**			
	H153R**	H153Q***		
				N175D***
A184V	A184V	A184V	A184V	A184V
	I208M*	I208M***		
G283S	G283S	G283S	G283S	G283S
		E240K***	E240K*	
		T265M*		

جدول زیر کمینه غلظت آنتی‌بیوتیک مورد نیاز برای توقف رشد باکتری برای دودمان‌های جدول ۲ را نشان می‌دهد:

جدول ۳

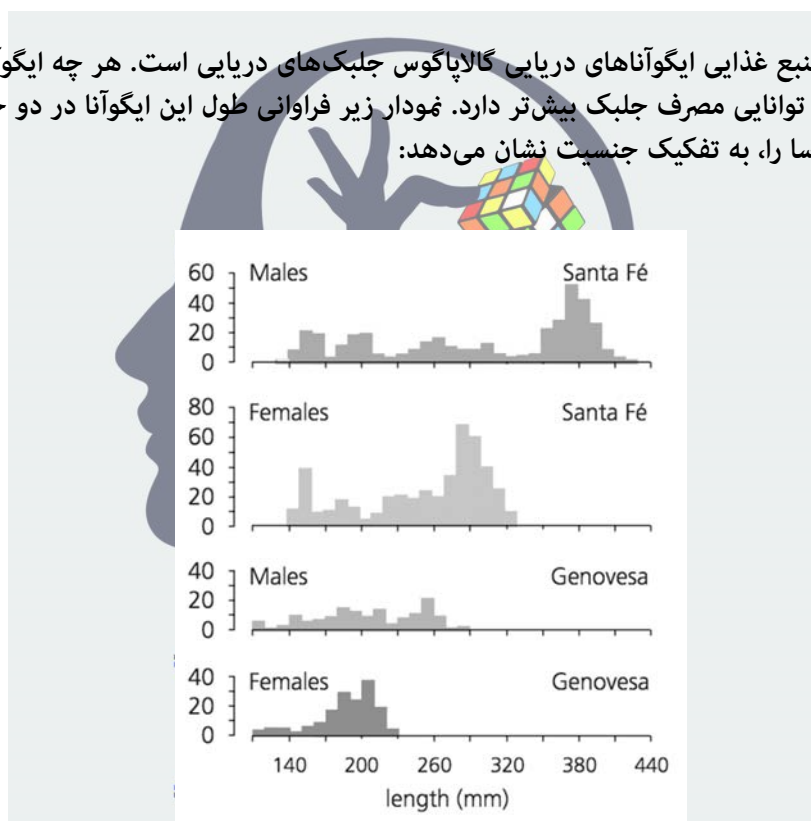
	1	2	3	4	5
Round 1	32	32	8	64	8
Round 2	32	128	8	128	32
Round 3	32	128	128	128	32

براساس اطلاعات جداول ۲ و ۳، صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (۴نمره)  
 الف. در صورتی که در دودمان‌های فاقد هر دو جهش A1۱۸۴V و G۲۸۳S کمینه غلظت آنتی‌بیوتیک بطور متوسط در پایان مرحله سوم بالاتر باشد، آنگاه احتمال بروز این دو جهش در حین همانندسازی پایین‌تر از نرخ متوسط جهش خواهد بود.

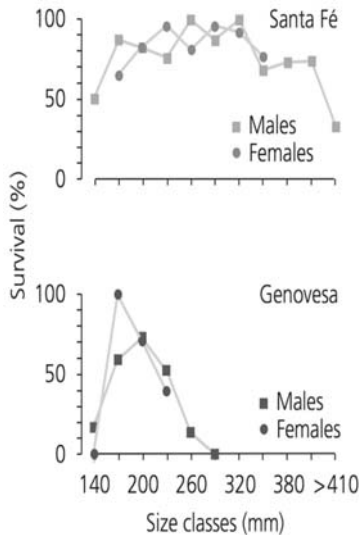
ب. چنانچه هر یک از جهش‌های E48V و I208M را در جمعیتی از سویه طبیعی ایجاد کنیم، این جمعیت‌های کمینه غلظت آنتی‌بیوتیک برابر خواهند داشت.  
 ج. جهش‌های T260M و N170D اثری یکسان بر عملکرد لاکتاماز دارند.  
 د- اگر دودمان ۳ و ۴ را با هم در محیطی جدید حاوی آنتی‌بیوتیک قرار دهیم، با فرض ثابت ماندن اندازه جمعیت، نسبت این دو فنوتیپ در جمعیت (با فرض پدیدار نشدن جهش تازه) باید در طی زمان نسبتاً ثابت بماند.  
 ه- جهش I208M اثری ثابت بر کمینه غلظت دارد.

\*\*\*

۱۷. منبع غذایی ایگوآناهای دریایی گالاپاگوس جلبک‌های دریایی است. هر چه ایگوآنا درشت‌تر باشد، توانایی مصرف جلبک بیشتر دارد. نمودار زیر فراوانی طول این ایگوآنا در دو جزیره سانتافه و جنووسا را، به تفکیک جنسیت نشان می‌دهد:



اگر نمودار بقای این جمعیت‌ها به این صورت باشد، تعیین کنید کدام گزاره زیر درست و کدام نادرست است. (۴نمره)



الف. میانگین شایستگی جمعیتی که از جنوسا به جزیره‌ای دیگر مهاجرت می‌کند، کمتر از جمعیتی مهاجر از سانتافه است.

ب. انتخاب طبیعی جهت‌دار روی جمعیت‌های این دو جزیره، نهایتاً توزیع طول در ایگوآنها در این دو جزیره را شبیه خواهد کرد.

ج. میزان بقا در این گونه اثر بیشتری بر موفقیت تولیدمثلی ماده‌ها، نسبت به نرها دارد.

د. واریانس موفقیت تولید مثلی نرها و ماده‌ها بیشتر است.

هـ. تفاوت میان توزیع طول بدن نرها و ماده‌ها با واریانس محیطی قابل توضیح است.

\*\*\*

۱۸. در اکوسیستم‌های مرجانی، برخی از ماهیان بزرگ جثه مانند «هامور» برای رهایی از انگل‌ها یا برای تمیز کردن دندان‌ها به مناطقی به نام «ایستگاه پاک‌سازی» می‌روند و با حرکات خاصی به ماهی‌های کوچکی به نام «راس تمیزکننده» (*Labroides dimidiatus*) سیگنال می‌دهند. ماهی «راس» در پاسخ به این حرکات به ماهی «هامور» نزدیک می‌شود و انگل‌های سطحی، پوست مرده و نیز انگل‌های روی آبشش‌ها و نیز مواد روی دندان‌های «هامور» را می‌خورد. ترکیب گروهی ماهی‌های «راس» شامل یک جفت نر و ماده یا چند ماده و یک نر غالب، یا گروهی از جوان‌ها است. مطالعات بیشتر روی «ایستگاه‌های پاک‌سازی» نشان می‌دهد ماهی دیگری به نام «ماهی تمیزکننده دروغین» (*Aspidonotus faeniatus*) از خانواده‌ای دیگر که ریخت آن شبیه «راس» است و رفتار ماهی تمیزکننده را نیز تقلید می‌کند، ولی با سرعت قطع‌های پوست و یا گوشت ماهی هامور را جدا می‌کند و می‌خورد. به نظر شما در این سامانه زیستی کدام مورد یا موارد درست و کدام نادرست است؟ (۴نمره)

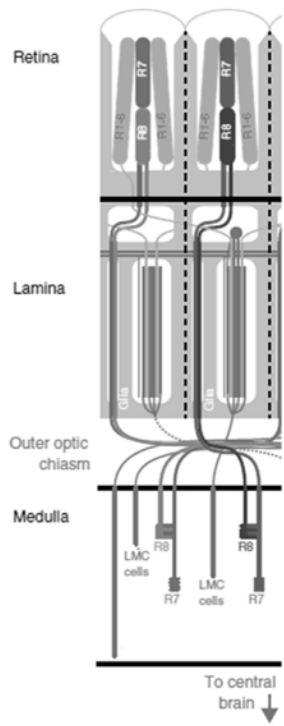
الف. در ایستگاه‌های پاک‌سازی، «هامور» بلافاصله به ماهی «راس» اطمینان می‌کند و اجازه می‌دهد که ماهی «راس» فعالیت خود را شروع کند.

ب. اجازه تمیز کردن بدن، آبشش‌ها و دهان مرحله‌بندی شده و وابسته به درجه اطمینان بیشتر ماهی «هامور» به ماهی «راس» است.

ج. رابطه غذایی بین «راس» و «ماهی مقلد» مشابه رقابت دو گونه روی یک منبع مشترک است.

د. در صورت افزایش فراوانی نرهای جوان موفقیت تولیدمثلی نر مقلد افزایش می‌یابد.

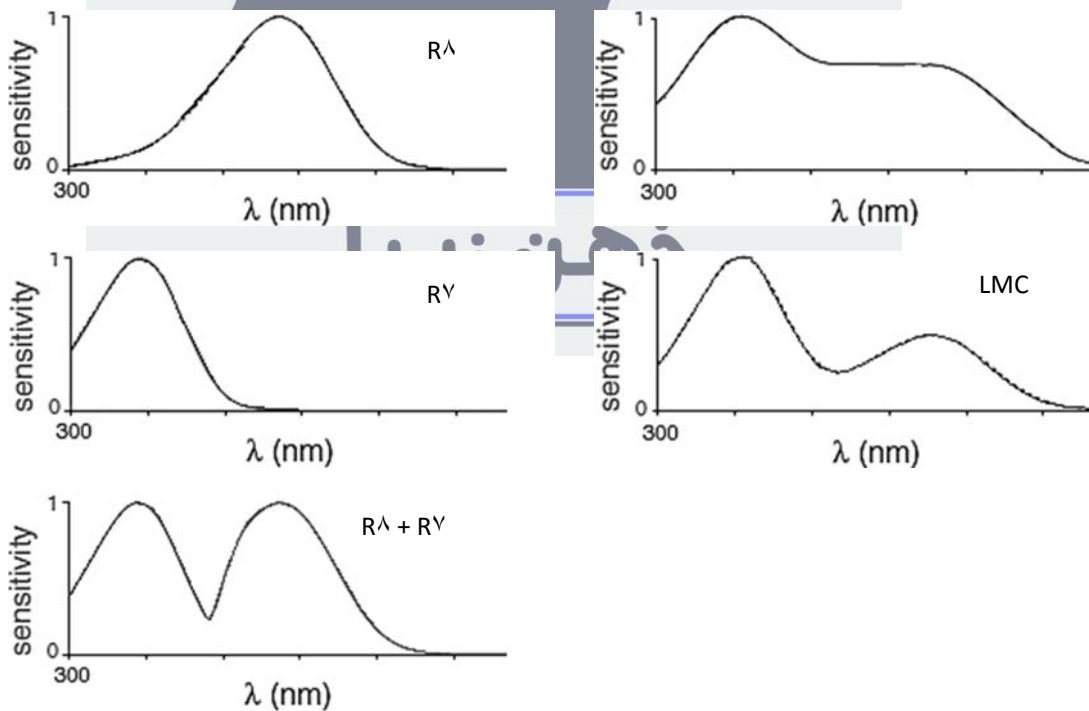
هـ. افزایش فراوانی انگل در «هامور» باعث افزایش شایستگی تکاملی ماهی‌های مقلد می‌شود.



۱۹. درک رنگ در مگس سرکه بر خلاف سیستم گیرنده‌های مخروطی و استوانه‌ای چشم پستاندارانی که دید رنگی دارند، وابسته به ۸ نوع گیرنده نوری است، ۶ گیرنده اول (R1-R6) پس از تحریک در شبکه (Retina) با سلول‌های تک قطبی تیغه بینایی (LMC) در تیغه بینایی (Lamina) سیناپس می‌کنند. دو گیرنده دیگر (R۷ و R۸) مستقیماً به مدولا (Medulla) می‌روند و اطلاعات تکمیلی بینایی در طول موج‌های نوری را منتقل می‌کنند. ساختار مسیره‌های نورونی بینایی در مگس سرکه را در شکل زیر مشاهده می‌کنید. (طیف نور مرئی را طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ در نظر بگیرید.)

نمودارهای زیر حساسیت نوری حاصل از گیرنده‌های مختلف را با استفاده از بررسی حساسیت نوری چشم مگس‌های سرکه جهش یافته در گیرنده‌های نوری نشان می‌دهد. به طور مثال، در نمودار مربوط به گیرنده  $R_x$  سایر گیرنده‌ها عملکرد ندارند و در نمودار مربوط به LMC دو گیرنده  $R_7-R_8$  عملکرد ندارند. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

(نمره ۵)



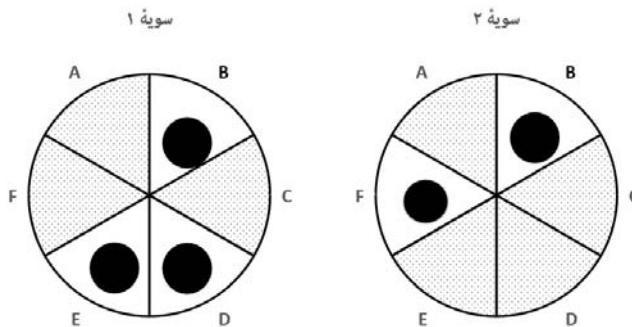
- الف. RV در همراهی با RA حساسیت RA را به نور UV کاهش می‌دهد.  
ب. جهش یافته فاقد عملکرد R1-R6 نسبت به جهش یافته فاقد عملکرد RV-RA در طول موج‌های بالاتر طیف مرئی حساسیت بیشتر دارد.  
ج. RV-RA حساسیت نوری گیرنده‌های R1-R6 را به نور آبی افزایش می‌دهد.  
د. RA در همراهی با RV حساسیت RV را به نور UV افزایش می‌دهد.  
هـ. سیگنال حاصل از RV باعث افزایش محدوده طیف مرئی درک شده به وسیله RA می‌شود.

\*\*\*

۲۰. در جدول زیر مکانیسم اثر چند آنتی بیوتیک بر چرخه ترجمه باکتری‌ها را مشاهده می‌کنید. آنتی بیوتیک‌های A، C، D و E به زیرواحد ۵۰s و B و F به زیرواحد ۳۰s ریبوزوم اتصال می‌یابند. آنتی بیوتیک‌هایی که مکانیسم اثر مشابه دارند، به جایگاه مشترکی در زیرواحد مورد نظر اتصال می‌یابند و جهش‌هایی که در یک زیرواحد رخ می‌دهند، تنها بر عملکرد آنتی بیوتیک‌هایی که به آن زیرواحد متصل می‌شوند، تأثیر دارند. (۴ نمره)

مهار تشکیل کمپلکس شروع	مهار پپتیدیل ترانسفراز	اشتباه خواندن mRNA	مهار Translocation	اتصال tRNA به ریبوزوم	
X					A
X		X	X		B
	X				C
			X		D
			X		E
		X		X	F

آنتی بیوگرام نوعی تست تشخیصی است که در آن سویه باکتری مجهول در محیط کشت حاوی آنتی بیوتیک‌های مختلف کشت داده می‌شود. با توجه به الگوی رشد باکتری در محیط‌های کشت مختلف، مقاومت باکتری به آنتی بیوتیک‌های مختلف برای تعیین درمان مناسب سنجیده می‌شود. در اشکال روبه‌رو نتیجه آنتی بیوگرام مربوط به دو سویه باکتری را مشاهده می‌کنید. با توجه به اطلاعات موجود، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.



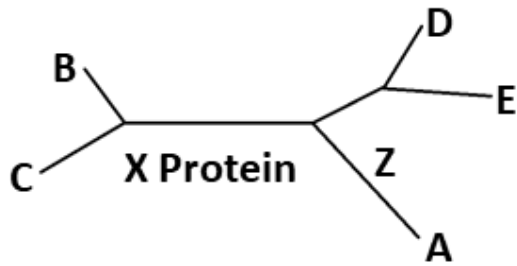
- الف. جهش‌های سویه ۱ در زیرواحد ۵۰s هستند.  
ب. جهش‌های سویه ۱ در زیرواحد ۳۰s هستند.  
ج. جهش‌های سویه ۱ در هر دو زیرواحد هستند.  
د. جهش‌های سویه ۲ سویه ای در زیرواحد ۳۰s هستند.  
ه. جهش‌های سویه ۲ در هر دو زیرواحد هستند.

\*\*\*

۲۱. محققان علم بیوسیستماتیک برای تخمین رویدادهای تکاملی، از قبیل اشتقاق دودمان‌ها در کنار شواهد فسیلی از ساعت‌های مولکولی استفاده می‌کنند. ساعت‌های مولکولی بر این اساس بنا شده‌اند که توالی ژنوم در طول زمان با نرخ مشخصی تغییر می‌کند. از این رو می‌توان زمان اشتقاق دو دودمان را با در دست داشتن نرخ تغییر توالی ژنتیکی تخمین زد. این نرخ در دودمان‌های مختلف و برای نواحی مختلف ژنوم متفاوت است. علاوه بر این، تاریخچه تکاملی جمعیت‌ها هم می‌تواند این نرخ را دستخوش تغییراتی کند.

برای تعیین ترتیب زمانی وقایع اشتقاق، دانشمندان درخت‌ها را با استفاده از تاکسونی به نام برون‌گروه که می‌دانیم از نظر تکاملی دودمانی کهن‌تر (زودتر اشتقاق یافته) است، ریشه‌دار می‌کنند و با کمک سایر شواهد (رویدادهایی در درخت که زمان آن مشخص است) زمان هر یک از اشتقاق‌ها را تخمین می‌زنند. دانشمندان هم‌چنین برای هر گره در درخت یک درجه حمایت‌شدگی تعریف می‌کنند که نشانگر این است که شکل‌گیری این تاکسون به چه میزان از نظر آماری مورد حمایت است و احتمال دارد رابطه درستی باشد.

در مطالعه‌ای برای بررسی رابطه تبارزایی بین چند گونه (A-E) یک بار از توالی آمینواسیدی پروتئین X و بار دیگر از توالی آمینواسیدی پروتئین Y استفاده شد و درخت‌های بی‌ریشه زیر ترسیم شد. طول خطوط وصل‌کننده دو گونه با میزان تفاوت توالی آن‌ها رابطه مستقیم دارد. (مقیاس طول دو درخت قابل مقایسه نیست). درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (۵نمره)



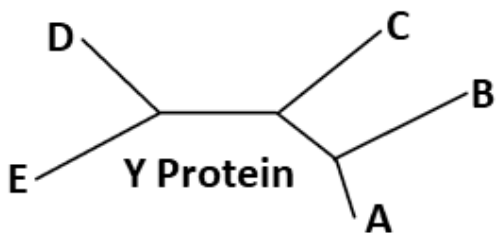
الف. وجود فشار تکاملی برای تغییر

ژنوتیپ

مربوط به پروتئین X در دودمان A می‌تواند تفاوت‌های دو درخت را توجیه کند.

ب. رخ دادن یک انتقال جانبی ژن

(انتقال یک ژن از گونه‌ای به گونه‌ای دیگر) در ژن مربوط به پروتئین Y بین تاکسون A و B می‌تواند تفاوت‌های دو درخت را توجیه کند.



ج. در درخت ساخته شده توسط پروتئین

X تاکسون CDEA می‌تواند مونوفیلتیک باشد.

د. چنانچه در درخت مربوط به پروتئین

Y یک انتقال جانبی ژن بین تاکسون‌های A و B رخ داده باشد، اشتقاق آن‌ها توسط روش‌های مبتنی بر ساعت مولکولی بر اساس همین پروتئین اخیرتر از مقدار واقعی آن تخمین زده می‌شود. هـ. افزایش طول Z موجب افزایش میزان حمایت‌شدگی تاکسون‌های DE و BC می‌شود.

\*\*\*

۲۲. در حالی که مواد در اکوسیستم‌ها در چرخه‌ای نسبتاً بسته در گردش‌اند، انرژی در اکوسیستم در جریان است و به اکوسیستم وارد و خارج می‌شود. در اکوسیستمی در جزیره فارسی به بررسی شبکه غذایی بین موجودات زنده پرداختیم. در جدول زیر هر کدام از موارد مربوط به یک گونه است. برای هرگونه انرژی وارد شده به مجموع اعضای گونه و بازده آن (درصدی از انرژی ورودی که به سطوح بالاتر منتقل می‌شود)، نشان داده شده است. شبکه‌های جانداران گوشت‌خوار، گیاه‌خوار، همه‌چیزخوار و تولیدکننده است. هر گیاه‌خوار تنها از یک گونه تغذیه می‌کند و توسط یک گونه مصرف می‌شود.

گونه	انرژی ورودی (واحد فرضی)	بازده (درصد)
A	۱۰۰۰	۲۰
B	۱۵۰	۱۰
C	۲۵,۶	۰
D	۵۵	۲۰
E	۵۰	۱۰
F	۲۸	۲۰
G	۳۵	۲۰
H	۱۰۰۰	۱۰

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را در مورد شبکه غذایی بالا مشخص کنید. (برای پاسخ‌دهی به سؤالات بهتر است شبکه غذایی را بازسازی کنید). (۵نمره)

الف. هر دو گونه A و H از تولیدکنندگان هستند.  
ب. گونه F همه‌چیزخوار است.  
ج. گونه C از دو گونه تغذیه می‌کند.  
د. گونه G گیاه‌خوار است.  
هـ. همه این شبکه نهایتاً به دو شکارچی (مصرف‌کننده رأسی / alpha predator) رأسی ختم می‌شوند.

\*\*\*

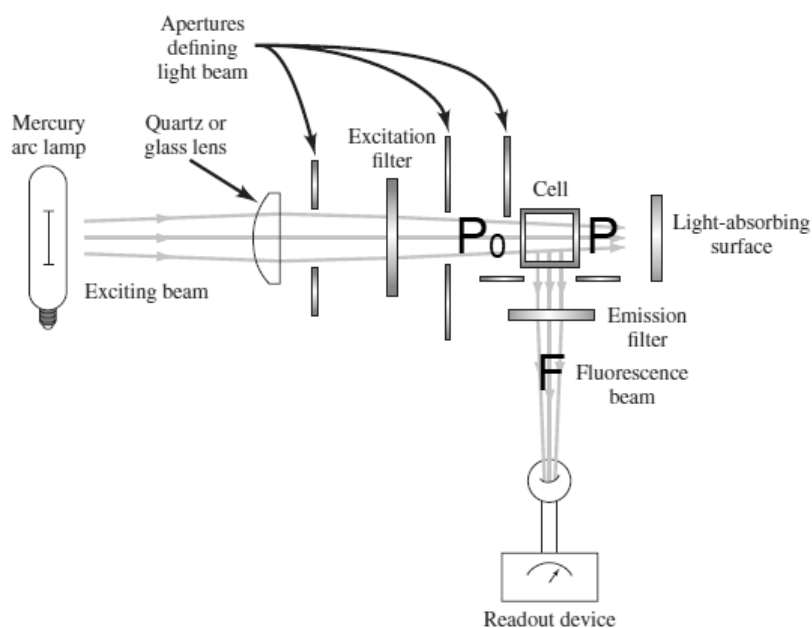
مسئله ۵. از روشی موسوم به Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLPs) برای بررسی‌های ژنتیکی استفاده می‌شود. در این روش، ژنوم جاندار را با آنزیمی محدودکننده به قطعاتی می‌شکنیم. سپس به هر دو انتهای قطعات، یک آدپتور (قطعه‌ای که در یک انتها مکمل قطعات حاصل از برش است و در انتهای دیگر دارای انتهای صاف (Blunt) است) اضافه می‌کنیم و PCR انجام می‌دهیم. برای اینکه نتیجه روی ژل قابل بررسی باشد، باید تعداد قطعاتی که در واکنش PCR تولید می‌شوند، نسبتاً کم باشد. برای این منظور، در واکنش PCR از پرایمری استفاده می‌کنیم که علاوه بر توالی مربوط به آدپتور، دارای چند نوکلئوتید دیگر در انتهای ۳' خود هستند. با این کار تنها قطعاتی که توالی انتهایی آن‌ها مکمل لبه پرایمر است، تولید می‌شوند.

با استفاده از روش AFLPs مطالعه‌ای روی ژنوم یک باکتری به طول ۲۰ میلیون جفت باز صورت گرفت. در این روش از آنزیم محدود کننده BamH I برای برش دادن ژنوم استفاده شد ( جایگاه برش در شکل زیر قابل مشاهده است). سپس با استفاده از پرایمر با توالی 5'---GATCCGA3' (--- مربوط به توالی مکمل آدپتور است) واکنش PCR انجام و نتایج توسط الکتروفورز روی ژل بررسی شد. با فرض برابر بودن فراوانی ۴ نوکلئوتید در ژنوم و پراکنش تصادفی نوکلئوتیدها، به طور میانگین چند باند روی ژل مشاهده خواهد شد؟ (از احتمال برابر بودن طول قطعه‌های تقویت شده صرف نظر کنید). (۵نمره)

**BamH I**



مسئله ۶. طیف‌سنجی فلورسنت مولکولی یکی از روش‌های بررسی غلظت یا ویژگی‌های مواد مختلف است که امروزه در زیست‌شناسی کاربردهای بسیار پیدا کرده است. به عنوان مثال، از پروتئین‌های دارای بخش‌های فلورسنت در بررسی مسیرهای پیام‌رسانی درون‌سلولی استفاده می‌شود. در این روش، ماده فلورسنت با جذب نور در محدوده طول موج معینی برانگیخته می‌شود و سپس پرتویی با طول موج بیشتر را از خود ساطع می‌کند. در شکل زیر یک نمونه از دستگاه‌هایی که برای اندازه‌گیری فلورسنت استفاده می‌شود، نشان داده شده است. نور با توان ورودی  $P$  وارد محلول می‌شود. قسمتی از آن توسط پروتئین‌ها جذب و مابقی با توان  $P_0$  خارج می‌شوند. جذب نور توسط پروتئین‌ها از معادلات لامبرت بیر (معادله شماره ۱) تبعیت می‌کند. توان فلورسنت ساطع شده توسط پروتئین‌ها برابر است با حاصل ضرب ضریب  $k$  در توان نور جذب شده به وسیله پروتئین‌ها. (۴نمره)



$$\text{معادله ۱: } A = \log\left(\frac{P_0}{P}\right) = \epsilon cl$$

$c$ : غلظت ماده مورد نظر  $\epsilon$ : ضریب خاموشی مولار  $l$ : طول مسیر نور در محلول حاوی ماده.

در آزمایشی توان ورودی ۲۰۰ وات به محلول حاوی نمونه تاییده شد. همچنین پرتو فلورسانس ساطع شده دارای توان ۱۰۰ وات است. چنانچه  $k$  برابر ۰,۶۵ و  $\epsilon$  پروتئین مساوی ۰,۴۲۰  $mM^{-1}cm^{-1}$  و طول چاهک (l) ۰,۵cm باشد، غلظت پروتئین در نمونه چند میلی مولار است؟ (لازم به ذکر است طول موج فلورسنت ساطع شده توسط محلول جذب نمی‌شود). (۴نمره)

\*\*\*

مسئله ۷. محققان اخیراً کمپلکسی پروتئینی متشکل از ۷ زیرواحد (A-G) متفاوت پیدا کرده‌اند. در این کمپلکس زیرواحدهای A,B هر کدام به ۳ زیرواحد دیگر متصل‌اند. زیرواحدهای C,D,E,F هر کدام تنها به یک زیرواحد دیگر متصل‌اند. زیرواحد G به دو زیرواحد دیگر متصل است. تعداد حالت‌های ممکن برای آرایش این ۷ زیرواحد چند عدد است؟ هر حالت بدین صورت تعیین می‌شود که هر کدام از زیرواحدها به کدام زیرواحدهای دیگر متصل است و آرایش‌های متفاوت با اتصالات یکسان حالت مجزا به حساب نمی‌آیند. (۵مهره)

مسئله ۸. صفت اتوزومال مغلوبی را در نظر بگیرید که فنوتیپ مغلوب تنها در نیمی از افراد دارای ژنوتیپ مغلوب آشکار می‌شود. کودکی در خانواده‌ای سه‌نفری، فنوتیپ مغلوب دارد، اما پدر و مادر او، هر دو فنوتیپی غالب نشان می‌دهند. چند درصد احتمال دارد فرزند آینده این خانواده دارای فنوتیپ مغلوب باشد؟ (فراوانی آلل‌های غالب و مغلوب هر دو ۰,۵ و جامعه را در تعادل فرض کنید). (۵مهره)

# موفق باشید

ذهن زیبا

**راهنمای پاسخ‌دادن به پرسش‌ها**

دانش‌پژوهان عزیز، توجه داشته باشید که در این آزمون دو نوع پرسش وجود دارد: پرسش‌های «صحیح/ غلط» و «مسائل کوتاه پاسخ».

الف. پرسش‌های صحیح/ غلط:

هر پرسش صحیح/ غلط ۵ گزاره دارد. هر یک از گزاره‌ها ممکن است صحیح یا غلط باشد. لازم است درستی یا نادرستی هر گزاره را در پاسخ‌نامه مشخص کنید. مثال:

۱. گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید:

۱	
غلط	صحیح
الف	<input checked="" type="checkbox"/>
ب	<input type="checkbox"/>
ج	<input checked="" type="checkbox"/>
د	<input checked="" type="checkbox"/>
هـ	<input type="checkbox"/>

الف. باکتری پروکاریوت است.

ب. پستانداران بی‌مهره‌اند.

ج. گنجشک پرنده است.

د. خفاش پستاندار است.

هـ. این آزمون خیلی ساده است.

طرز محاسبه نمره:

۱ پاسخ درست	۲ پاسخ درست	۳ پاسخ درست	۴ پاسخ درست	۵ پاسخ درست
صفر	۲۰٪ نمره سؤال	۴۰٪ نمره سؤال	۶۰٪ نمره سؤال	نمره کامل سؤال

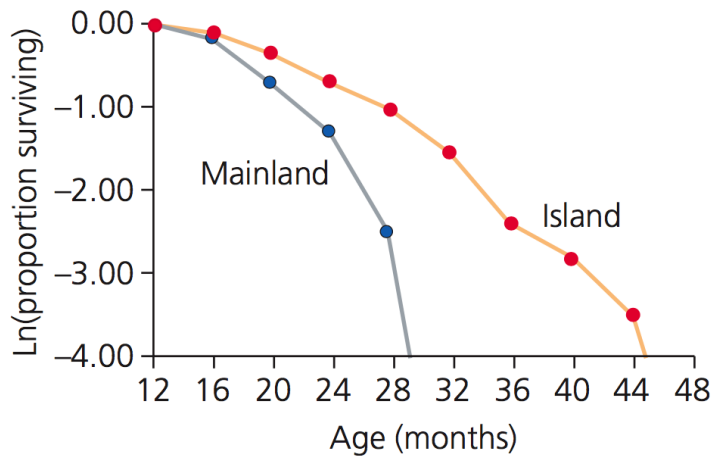
به ازای هر پاسخ نادرست ۱۰٪ نمره سؤال، نمره منفی محاسبه خواهد شد.

ب. مسائل کوتاه پاسخ:

پاسخ عددی نهایی این پرسش‌ها را باید در پاسخ‌نامه درج کنید. توجه داشته باشید که پاسخ نهایی عددی صحیح یک یا دو رقمی است. در صورتی که پاسخ اعشاری باشد، آن را گرد کنید و برای اعشار 0.5 عدد به سمت بالا گرد شود. در مورد پاسخ‌های یک‌رقمی، عدد مربوطه باید در ستون یکان وارد شود. مثال:

۳۰	۳/۵	۳/۲	۳	پاسخ اصلی
مسئله ...	مسئله ...	مسئله ...	مسئله ...	روش درج در پاسخ‌نامه
یکان دهگان	یکان دهگان	یکان دهگان	یکان دهگان	
<input type="checkbox"/> ۰ <input checked="" type="checkbox"/> ۵	<input type="checkbox"/> ۰ <input type="checkbox"/> ۰	<input type="checkbox"/> ۰ <input type="checkbox"/> ۰	<input type="checkbox"/> ۰ <input type="checkbox"/> ۰	
<input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۱	<input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۱	<input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۱	<input type="checkbox"/> ۱ <input type="checkbox"/> ۱	
<input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۲	<input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۲	<input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۲	<input type="checkbox"/> ۲ <input type="checkbox"/> ۲	
<input checked="" type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۳	<input type="checkbox"/> ۳ <input type="checkbox"/> ۳	<input type="checkbox"/> ۳ <input checked="" type="checkbox"/> ۳	<input type="checkbox"/> ۳ <input checked="" type="checkbox"/> ۳	
<input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/> ۴	<input type="checkbox"/> ۴ <input checked="" type="checkbox"/> ۴	<input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/> ۴	<input type="checkbox"/> ۴ <input type="checkbox"/> ۴	
<input type="checkbox"/> ۵ <input type="checkbox"/> ۵	<input type="checkbox"/> ۵ <input type="checkbox"/> ۵	<input type="checkbox"/> ۵ <input type="checkbox"/> ۵	<input type="checkbox"/> ۵ <input type="checkbox"/> ۵	
<input type="checkbox"/> ۶ <input type="checkbox"/> ۶	<input type="checkbox"/> ۶ <input type="checkbox"/> ۶	<input type="checkbox"/> ۶ <input type="checkbox"/> ۶	<input type="checkbox"/> ۶ <input type="checkbox"/> ۶	
<input type="checkbox"/> ۷ <input type="checkbox"/> ۷	<input type="checkbox"/> ۷ <input type="checkbox"/> ۷	<input type="checkbox"/> ۷ <input type="checkbox"/> ۷	<input type="checkbox"/> ۷ <input type="checkbox"/> ۷	
<input type="checkbox"/> ۸ <input type="checkbox"/> ۸	<input type="checkbox"/> ۸ <input type="checkbox"/> ۸	<input type="checkbox"/> ۸ <input type="checkbox"/> ۸	<input type="checkbox"/> ۸ <input type="checkbox"/> ۸	
<input type="checkbox"/> ۹ <input type="checkbox"/> ۹	<input type="checkbox"/> ۹ <input type="checkbox"/> ۹	<input type="checkbox"/> ۹ <input type="checkbox"/> ۹	<input type="checkbox"/> ۹ <input type="checkbox"/> ۹	

۱. جمعیتی از آپاسوم در جنوب شرق ایالات متحده و جمعیتی دیگر از آن‌ها در جزیره‌ای در ساحل جنوب شرقی ایالات متحده یافت می‌شوند. جمعیت جزیره حدود ۵۰۰۰ سال پیش از جمعیت اصلی منزوی شد. آب و هوای این جزیره تفاوت چندانی با آب و هوای جنوب شرق ایالات متحده ندارد. اعضای هر دو جمعیت نیز در حوالی ۱۶ ماهگی به بلوغ جنسی می‌رسند و در پی تولیدمثل هستند. احتمال بقا نسبت به سن در نمودار زیر مشخص است:



با توجه به این نمودار، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (۳نمره)

- الف. شیب نمودار برای آپاسوم‌های قاره‌ای (mainland) در مقایسه با آپاسوم‌های جزیره‌ای نشان‌گر پیری زودرس است.
- ب. وجود شکارچی در جزیره و عدم وجود آن در جمعیت قاره‌ای، می‌تواند تفاوت در شیب دو نمودار را توجیه کند.
- ج. آپاسوم‌های جزیره‌ای به‌طور میانگین دندان‌های ساییده‌تری نسبت به آپاسوم‌های قاره‌ای دارند.
- د. میانگین مقدار جهش‌های مضر پیکری در افراد هر دو جمعیت یکسان است.
- هـ. انتخاب طبیعی در آپاسوم‌های جزیره‌ای به دلیل رانش ژنی بر تکامل صفات مرتبط با بقا اثرگذار نبوده است.

\*\*\*

**مسئله ۱.** تنگی سرخرگ کلیوی یکی از علل بیماری فشارخون بالاست. در شریان کلیوی فردی که فشارخون سیستولیک و دیاستولیک وی به ترتیب 150 و 90 است، سرعت خون در قسمت تنگ سرخرگ کلیوی برابر  $40 \text{ cm/s}$  و سطح مقطع قسمت تنگ و سالم به ترتیب  $4 \text{ mm}^2$  و  $1 \text{ cm}^2$  است، سرعت خون در قسمت سالم این شریان چند  $\text{mm/s}$  است؟ (۳نمره) پاسخ: ۱۶

۲. امروزه محققان بر این باورند که بازدانگان و نهان‌دانگان، مجموعاً گروهی مونوفیلتیک (تک‌تبار) به نام دانه‌داران (Spermatophyta) را می‌سازند. تعیین کنید کدام صفات زیر از تشکیل این گروه تک‌تبار در برابر سرخسها (Monilophyta) حمایت می‌کند؟ (۳نمره)

الف. اعضای لوله آبکشی (Sieve tube members) به همراه سلول‌های همراه (Companion cells) در بافت آبکشی.

ب. دانه گرده.

ج. آندوسپوری و هتروسپوری.

د. کامبیوم چوب‌پنبه.

ه. گامتوفیت نر سه‌هسته‌ای.

غ

ص

ص

ص

غ

\*\*\*

۳. درک چگونگی تکامل ژنوم، به ویژه نسبت بخش رمزگذار پروتئین و RNA به بخش‌های غیررمزگذار، از موضوعات اصلی تکامل مولکولی در دو دهه اخیر بوده است. یکی از فرضیات درباره چگونگی پیدایش و گسترش بخش‌های غیررمزگذار در ژنوم، فرضیه توده‌ای است. بر اساس این فرضیه، اندازه ژنوم اثر مستقیم بر حجم هسته، اندازه سلول و نرخ تقسیم سلول دارد. بنا بر این فرضیه، بخش‌های غیررمزگذار ژنوم در پاسخ به انتخاب طبیعی طی زمان تغییر می‌کنند. گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید. (۳نمره)

الف. در صورت درستی این فرضیه، نسبت بخش رمزگذار به بخش‌های غیررمزگذار در دودمان‌های کهن، می‌بایست نزدیک به نسبت بهینه باشد.

ب. ثابت بودن نسبت نواحی رمزگذار به غیررمزگذار در پروکاریوت‌ها تضادی با این فرضیه ندارد.

ج. سازوکار اصلی افزایش اندازه ژنوم (مثال: عناصر متحرک ژنومی) نباید هزینه زیادی داشته باشد.

د. وجود صدها نسخه از ژنوم در سلول برخی گونه‌های باکتری در حین تقسیم سلولی با این فرضیه سازگار است.

ه. محدود بودن رابطه پیشنهادی فرضیه توده‌ای به جاندارانی که اندازه جمعیت بالایی دارند، نشانگر اثر ناچیز تغییر اندازه ژنوم بر شایستگی زیستی جانداران است.

غ

غ

ص

غ

ص

\*\*\*

۴. قطر ساقه گیاهان دولپه‌ای درختی با گذشت زمان افزایش می‌یابد. این افزایش قطر با تغییراتی در عملکرد و ویژگی‌های انواعی از یاخته‌های ساقه همراه است. در این ارتباط موارد درست و نادرست را مشخص کنید. (۳نمره)

الف. چوب‌پنبه‌ای شدن در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که مجاور آوندهای آبکشی‌اند.

ب. منشأ یاخته‌هایی که محل تبادل عرضی مواد در ساقه‌اند، یاخته‌های آغازگر دوکی‌شکل (fusiform initial) هستند.

ج. تشکیل کامبیوم آوندی مثالی از توانایی یاخته گیاهی در تمایززدایی است.

د. با افزایش سن درخت، آوندهای چوبی مرکزی‌تر نقش بیشتری در انتقال شیره خام دارند.

ه. پس از چندین سال فعالیت کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز، عدسک‌ها از بین می‌روند.

غ

غ

ص

ص

غ

غ

۵. سه هورمون از پنج هورمون اصلی در گیاهان در چیرگی رأسی دخالت دارند (جدول زیر):

هورمون	توضیح
A	در جوانه‌های رأسی تشکیل می‌شود و مانع از رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.
B	اثر مثبت بر رشد جوانه‌های جانبی دارد.
C	هورمون A باعث تشکیل این هورمون در جوانه‌های جانبی می‌شود.

در ارتباط با این هورمون‌ها گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید: (۳نمره)  
 الف. هورمون A عامل مؤثر در تشکیل آمیلاز تجزیه‌کننده نشاسته در آلورون غلات است.  
 ب. هورمون B باعث تمایز ساقه از کال در کشت بافت می‌شود.  
 ج. هورمون C در تحریک آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره یاخته دخالت دارد.  
 د. هورمون‌های B و C در فرایند پیری نقش‌های متضاد دارند.  
 هـ. هورمون A از هورمون‌های بازدارنده رشد گیاهان است.

\*\*\*

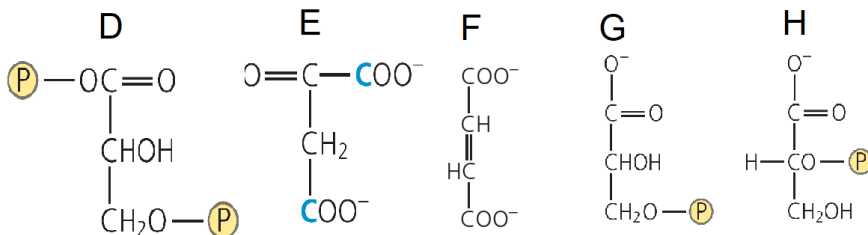
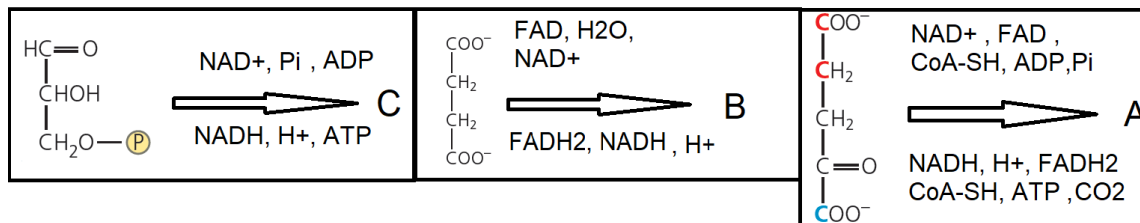
۶. در مورد باز و بسته شدن روزنه‌ها و عوامل مؤثر بر آن گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید: (۴نمره)

الف. نور قرمز در ساعت‌های اولیه روز باعث باز شدن روزنه‌ها می‌شود.  
 ب. فعالیت پمپ  $H^+$  در غشای سلول‌های نگهبان روزنه و جذب ثانویه  $K^+$  باعث باز شدن روزنه در ساعت‌های اولیه روز می‌شود.  
 ج. نور آبی سبب برداشت  $Cl^-$  و انباشت مالات در سلول‌های نگهبان روزنه با تیپ فتوسنتزی CAM می‌شود و در باز شدن روزنه‌ها نقش دارد.  
 د. غلظت کم  $CO_2$  تأثیر بیشتری بر باز شدن روزنه‌های برگ‌های گیاهان  $C_4$  نسبت به گیاهان  $C_3$  دارد.  
 هـ. افزایش غلظت ساکارز ناشی از فتوسنتز سلول‌های نگهبان روزنه در طول روز، به‌باز ماندن روزنه‌ها کمک می‌کند.

\*\*\*

مسئله ۲. کلیرانس کلیوی یک ماده، حجمی از پلاسماست که در مدت یک دقیقه از آن ماده پاک می‌شود. در نمونه ادرار فردی ۳۶ ساله با حجم ۲۸۸۰ میلی‌لیتر ادرار در ۲۴ ساعت، غلظت کراتینین 0.12 گرم در دسی‌لیتر سنجش شده است. کلیرانس کلیوی کراتینین در این فرد چند میلی‌لیتر در دقیقه است (غلظت کراتینین پلاسما ۴ میلی‌گرم در دسی‌لیتر است)؟ (۴نمره) **پاسخ: ۶۰**

۷. در شکل زیر چند مسیر واکنشی روی چند سوبسترا نشان داده شده است. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. در سمت چپ و بالای هر پیکان پیش‌ماده‌ها و سمت پایین و راست آن فرآورده‌های واکنش قرار دارند.



با توجه به قوانین حاکم بر واکنش‌های شیمیایی، درستی واکنش‌های زیر را مشخص کنید. (۴نمره)

الف. فرآورده C می‌تواند ترکیب D باشد.

ب. فرآورده B می‌تواند ترکیب E باشد.

ج. فرآورده C می‌تواند ترکیب G باشد.

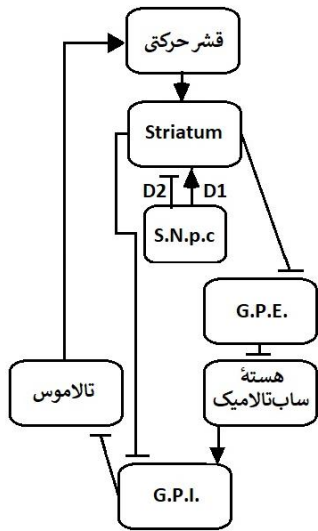
د. فرآورده A می‌تواند ترکیب F باشد.

ه. فرآورده C می‌تواند ترکیب H باشد.

غ  
ص  
ص  
ص  
ص

\*\*\*

۸. پژوهشگری برای بررسی روش‌های درمانی بیماری پارکینسون از مدلی فرضی استفاده کرده که شامل قسمت‌های مختلف مغز است (شکل). یکی از اهداف درمانی، تحریک قشر حرکتی برای کاهش علائم بیمار است. روش اول استفاده از آگونیست‌ها و آنتاگونیست‌های گیرنده‌های "D" است. روش دیگر که اغلب در مراحل پیشرفته‌تر بیماری کاربرد دارد، کاشت الکترودهای عمقی در هسته‌های مختلف مغز است که باعث مهار نورون‌های آن هسته‌ها می‌شود. گیرنده D1 بر نورون‌هایی که از striatum به GPE می‌روند، تأثیر دارد و گیرنده D2 بر نورون‌هایی که از striatum به GPI می‌روند، تأثیر دارد. با توجه به همین شبکه، درست یا نادرست بودن هر یک از گزاره‌ها را مشخص کنید. (۵نمره)



- الف. کاشت الکتروود عمقی در هسته ساب‌تالامیک موجب کاهش علائم بیمار می‌شود. **ص**
- ب. آگونیست عملکردی غیراختصاصی گیرنده‌های D موجب کاهش علائم بیماری می‌شود. **غ**
- ج. کاشت الکتروود عمقی در قشر حرکتی موجب کاهش علائم بیمار می‌شود. **غ**
- د. با فرض اینکه مهار striatum در ایجاد اختلالات خواب نقش داشته باشد، درمان علائم حرکتی از طریق تحریک قشر مغز موجب بهبود اختلالات خواب می‌شود. **ص**
- هـ. کاهش reuptake ناقل‌های عصبی در سیناپس نورون‌های مهاری وارد شده به G.P.E. باعث کاهش علائم بیمار می‌شود. **غ**

\*\*\*

۹. گیاهان را با توجه به شرایط نوری محیطی که در آن زندگی می‌کنند و ویژگی‌های فیزیولوژیک آن‌ها به دو گروه آفتاب‌پسند و سایه‌پسند تقسیم می‌کنند. هم‌چنین در یک گیاه منفرد نیز این تقسیم‌بندی صورت می‌گیرد و ویژگی‌های برگ‌هایی که بیشتر در معرض نور هستند، نسبت به برگ‌هایی که در سایه قرار دارند، متفاوت است. دو مجموعه از رنگیزه‌ها و پروتئین‌ها (فتوسیستم) به نام PSI و PSII در غشای کلروپلاست وجود دارند و در واکنش‌های نوری فتوسنتز نقش ایفا می‌کنند. کلروفیلی در مرکز واکنش PSI قرار دارد، حداکثر جذب را در ۷۰۰nm دارد؛ در حالی که این مقدار در PSII، ۶۸۰nm است. با توجه به اینکه میزان نفوذ پرتوهای نور با انرژی آن‌ها رابطه معکوس دارد، تعیین کنید کدام گزاره یا گزاره‌ها در مورد برگ‌های سایه‌پسند و آفتاب‌پسند درست و کدام نادرست است. (۴نمره)

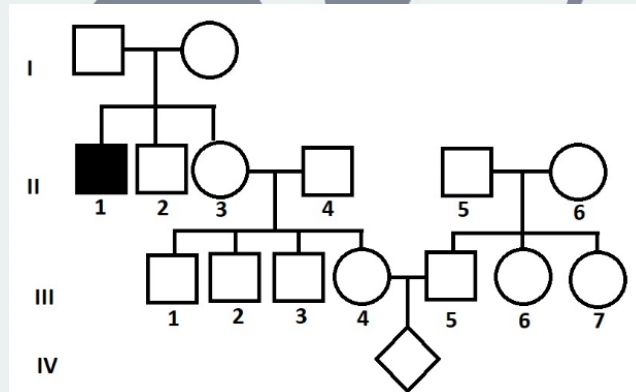
- الف. نسبت تعداد PSII به PSI در گیاهان لایه زیرین کانوپی جنگل‌ها کمتر از گیاهان بالای کانوپی است. **غ**
- ب. گیاهان لایه زیرین کانوپی باید به شدت کمتر نور آبی نسبت به گیاهان بالای کانوپی سازگار شوند. **ص**
- ج. فتوسیستم‌ها در گیاهان سایه‌پسند رنگیزه‌های آنتن بیشتر دارند. **ص**
- د. برگ‌های سایه‌پسند در مقایسه با برگ‌های آفتاب‌پسند سطح کمتری دارند. **غ**
- هـ. میزان روبیسکو در واحد سطح در گیاهان بالای کانوپی بیشتر از میزان آن در گیاهان زیر کانوپی است. **ص**

10. The syndrome of inappropriate secretion of antidiuretic hormone (SIADH) is a disorder of impaired water excretion caused by the inability to suppress the secretion of antidiuretic hormone (ADH). Which of the conditions below do you predict to be seen in a patient suffering from SIADH: (4 points)

- ص ص ص غ ص
- a) The urine sodium concentration is usually above normal range.
  - b) The urine volume is less than normal range.
  - c) Reducing the number of aquaporin water channels in the renal collecting duct will help the patient.
  - d) brain cells will probably shrink.
  - e) Water intake restriction will help the patient.

\*\*\*

۱۱. با در نظر گرفتن شجره‌نامه زیر از یک بیماری نادر اتوزومی، درست یا نادرست بودن گزاره‌های زیر را مشخص کنید: (۴نمره)



الف. اگر II-5 و II-6 حامل نباشند، احتمال اینکه IV-1 دختری بیمار باشد،  $\frac{1}{16}$  است.

ب. اگر III-7 بیمار باشد، احتمال اینکه IV-1 دختری بیمار باشد،  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} \times \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} \times \frac{2}{3}$  است.

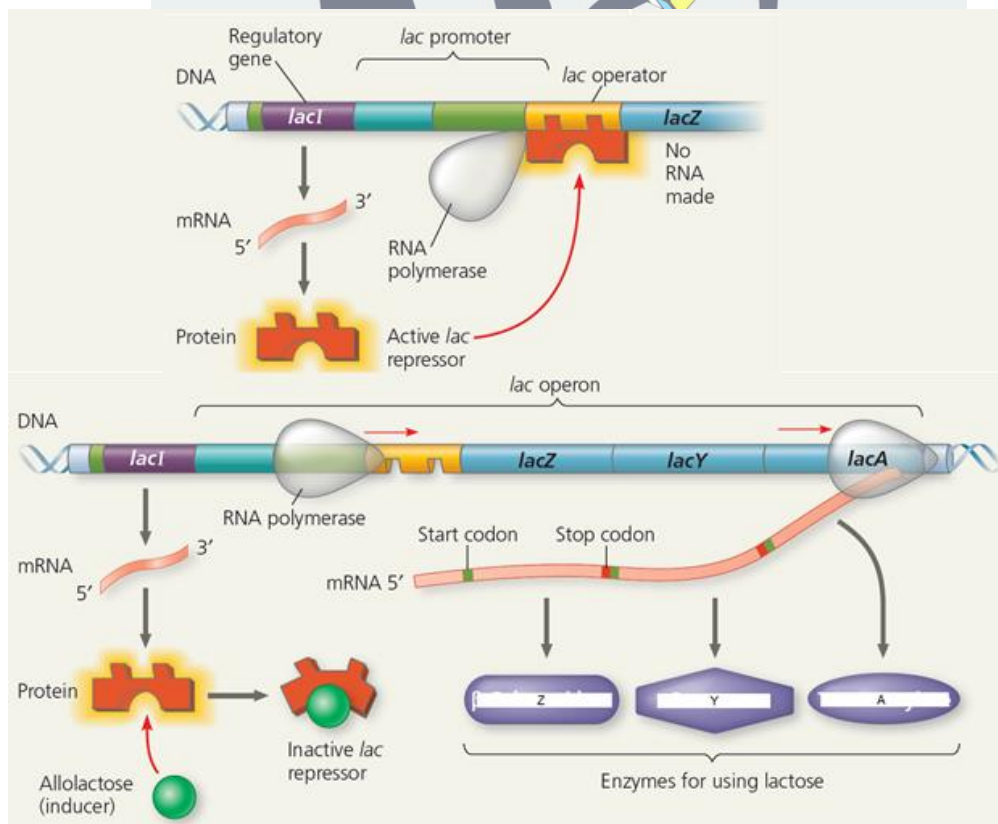
ج. اگر فراوانی الل بیماری‌زا یک‌صدم درصد باشد، احتمال اینکه IV-1 دختری بیمار باشد، 0.05 درصد است.

د. اگر بیماری وابسته به X باشد، احتمال اینکه فرد IV-1 بیمار باشد  $\frac{1}{16}$  است.

هـ. غیر ممکن است که این الگوی یک بیماری غالب باشد.

غ غ غ غ غ

۱۲. مروزیگوتی حالتی است که یک باکتری با دریافت نسخه دومی از یک توالی ژنتیکی (که معمولاً روی پلاسمید حمل می‌شود)، برای آن اطلاعات ژنتیکی به اصطلاح دیپلوئید می‌شود. اپرون باکتریایی LAC دارای پروموتور (پیش برنده)، اپراتور (o)، ژن‌های کدکننده پروتئین‌های متابولیکی A، Y و Z و ژن کدکننده پروتئین مهارگر است. اگر نسخه دوم این اپرون روی یک پلاسمید مستقر باشد و به درون باکتری ارسال شود، باکتری برای اپرون به صورت مروزیگوت درمی‌آید. چند نوع جهش برای اپرون LAC گزارش شده است که ترکیب آن‌ها با یکدیگر نتایج متفاوتی بر متابولیسم قند لاکتوز دارد.
- جهش  $A_1$  که در ژن کدکننده پروتئین مهارگر رخ داده و مانع از نشستن الولاکتوز روی پروتئین مهارگر می‌شود.
  - جهش  $A_2$  که در ژن کدکننده پروتئین مهارگر رخ داده و باعث اتصال دائم الولاکتوز روی پروتئین مهارگر می‌شود.
  - جهش  $R_S$  که در ژن کدکننده پروتئین مهارگر رخ داده و باعث اتصال دائم پروتئین مهارگر روی اپراتور می‌شود.
  - جهش  $R_I$  که در ژن کدکننده پروتئین مهارگر رخ داده و مانع نشستن پروتئین مهارگر روی اپراتور می‌شود.
  - جهش  $O_c$  در قسمت اپراتور رخ داده و مانع نشستن پروتئین مهارگر روی اپراتور می‌شود.



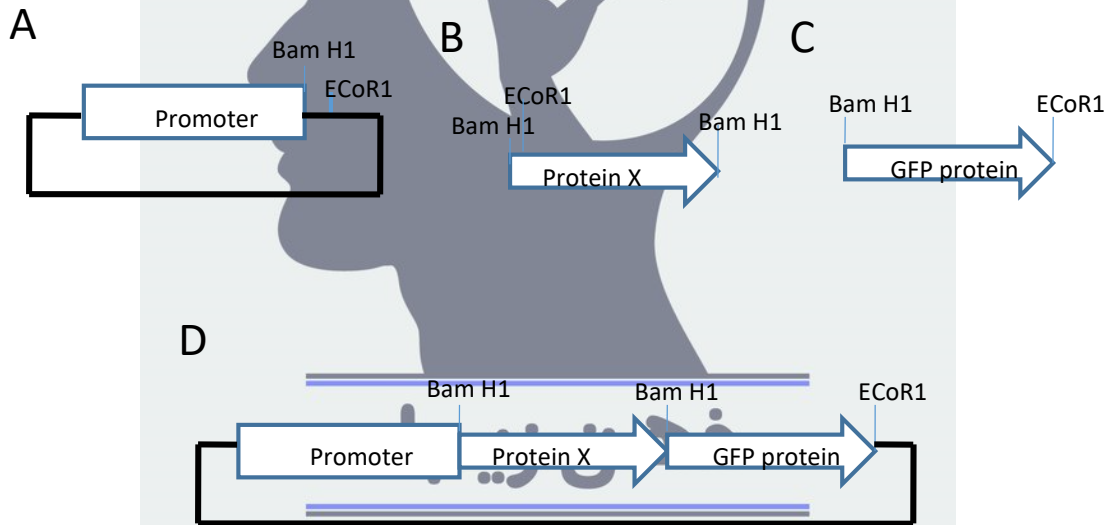
اگر پروتئین مهارگر متشکل از چهار زیر واحد (تترامر) کدشده توسط ژن مهارگر باشد، در درازمدت و در حضور لاکتوز: (۵نمره)

ص  
غ  
ص  
ص  
غ

- الف. مروزیگوتی  $A_1$  و  $A_2$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.  
 ب. مروزیگوتی  $R_s$  و  $A_2$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.  
 ج. مروزیگوتی  $R_i$  و  $A_2$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.  
 د. مروزیگوتی  $O_c$  و  $A_1$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.  
 هـ. مروزیگوتی  $R_i$  و  $A_1$  منجر به تولید پایدار آنزیم Z در باکتری می‌شود.

\*\*\*

۱۳. برای تعقیب جایگاه انباشت یک پروتئین در سلول از روش‌های نشانه‌دارکردن استفاده می‌کنند. در این روش، ناحیه کدکننده (ORF) یک ژن نشانه مولد نور به نام GFP یا (Green fluorescence protein) را به ژن کدکننده پروتئین مورد مطالعه (X) پیوند می‌زنند. این کار از طریق کلون سازی توالی DNAی این ژن‌ها درون یک ناقل بیانی انجام می‌گیرد (شکل زیر) گزاره‌های درست و نادرست را مشخص کنید.  
 Bam H1 و ECoR1 جایگاه‌های برش آنزیم‌های محدودکننده ECoR1 و Bam H1 است. (۴نمره)

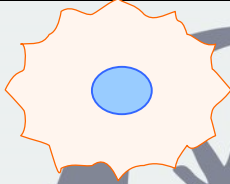


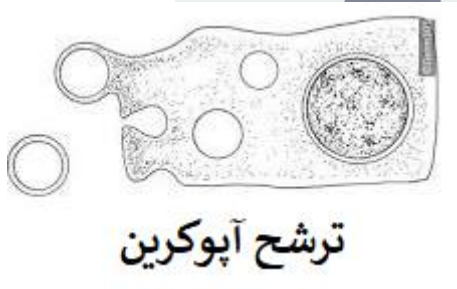
- الف. برای ساختن سازه شکل D اول توالی GFP و سپس ژن X را وارد وکتور بیانی می‌کنیم.  
 ب. در سازه کارآمد D دو عدد کدون آغاز و دو عدد کدون پایان وجود دارد.  
 ج. دو قطعه مجزای mRNA مربوط به پروتئین‌های GFP و X تولید می‌شوند.  
 د. امکان جابه‌جا کلون سازی توالی‌های GFP و X و ایجاد پروتئین کایمر کارآمد در شکل D وجود دارد.  
 هـ. به‌طور کلی ژن‌های گزارشگر کوچک‌تر بر ژن‌های گزارشگر بزرگ‌تر ترجیح دارند.

ص  
غ  
ص  
ص  
ص

۱۴. با توجه محدودیت‌های فیزیکی برای نسبت سطح به حجم سلول، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

فرض کنید در هر گزاره تنها آن تغییری که گفته شده، رخ می‌دهد و هیچ تبادل غشایی دیگر، یا تولید غشا وجود ندارد. غشا را غیرکش‌سان فرض کنید. همچنین از محدودیت‌های ناشی از اسکلت سلولی صرف نظر کنید. پیش فرض دیگر این است که سلول‌ها به‌جایی متصل نیستند؛ مگر آنکه خلاف آن ذکر شده باشد. (۴نمره)

سلول ۴	سلول ۳	سلول ۲	سلول ۱
سلولی کاملاً استوانه‌ای که دو قاعده آن کاملاً به ۲ سطح ثابت موازی وصل است. طول استوانه $3\mu\text{m}$ است		مکعبی به ضلع $3\mu\text{m}$	نسبت سطح به حجم: $6\mu\text{m}^{-1}$ شعاع: $0.5\mu\text{m}$



- الف. سلول ۱ توانایی ترشح آپوکراین دارد.  
ب. سلول ۴ توانایی اندوسیتوز دارد.  
ج. سلول ۳ توانایی اگزوسیتوز دارد.  
د. سلول ۲ توانایی اندوسیتوز دارد.  
ه. سلول ۱ توانایی اندوسیتوز دارد.

غ  
ص  
ص  
غ  
\*\*\*

مسئله ۳. نوع جدیدی از سلول‌های T به‌تازگی به‌وسیله محققان علم زیست‌شناسی مصنوعی (Synthetic Biology) طراحی شده است که با مکانیزم متفاوتی به سلول‌های سرطانی حمله ور می‌شود. این سلول پس از تحریک سلول سرطانی موجب می‌شود که سلول سرطانی بسته‌های سیتوپلاسمی به روش ترشح آپوکراین از دست بدهد. در یک برهم‌کنش بین سلولی، یکی از این سلول‌های T به سلولی سرطانی با حجم  $40\mu\text{m}^3$  و سطح  $70\mu\text{m}^2$  حمله‌ور می‌شود. از لحظه حمله به بعد، این سلول سرطانی بسته‌های سیتوپلاسمی کاملاً کروی با شعاع  $1\mu\text{m}$  از دست می‌دهد. با فرض اینکه در مجموع اگزوسیتوز و اندوسیتوز اثر هم را خنثی نمی‌کنند و باعث تغییرات سطح و حجم نمی‌شوند، هنگام جدا شدن چندمین بسته سیتوپلاسمی از سلول، سلول می‌میرد. (عدد  $\pi$  را ۳ فرض کنید) (۴نمره)

پاسخ: ۲

مسئله ۴. بوم‌شناسان برای تخمین تعداد افراد جمعیت‌ها از روش‌های مختلفی استفاده می‌کنند. آنان برای بررسی جمعیت جانوران متحرک و پنهان‌شونده از روش علامت‌گذاری-بازگیری استفاده می‌کنند. در این روش تعدادی از افراد جمعیت را می‌گیرند، پس از علامت‌گذاری به درون جمعیت آزاد می‌کنند و بعد از مدتی، دوباره تعدادی از افراد جمعیت را می‌گیرند و با شمارش افراد علامت‌دار و افراد بدون علامت، تعداد افراد جمعیت را تخمین می‌زنند.

در پژوهشی که برای بررسی جمعیت یوز آسیایی (*Acinonyx jubatus venaticus*) در ایران انجام شده، از ۱۷ قلاده یوز در زیستگاه‌های مختلف کشور عکس‌برداری و مشخصات آن‌ها ثبت شده است. با توجه به این که الگوی خال‌های دو سوی بدن یوز مانند اثر انگشت آدمی منحصر به فرد است، می‌توان این عکس‌ها را مشابه علامت‌گذاری این پستاندار در نظر گرفت.

فرض کنید پژوهشگری بار دیگر با دوربین‌های تله‌ای مشغول بررسی همین جمعیت است. با فرض عدم مهاجرت، عدم زادوولد و عدم مرگ و میر افراد این جمعیت، اگر او در این مرحله در مجموع ۳ یوز که قبلاً مشاهده نشده‌اند، همراه با ۴ یوز که قبلاً مشاهده شده‌اند، ثبت کرده باشد، تعداد افراد این جمعیت یوز ایرانی را تخمین بزنید. (۳نمره)

پاسخ: ۳۰

\*\*\*

این مطلب را بخوانید و به دو پرسش بعدی پاسخ دهید:  
درک قید و بندهایی که روندهای تکاملی را مشخص می‌کنند، همچنان از پرسش‌های اساسی زیست‌شناسان تکاملی است. سالوردا و همکاران (Salverda et al. 2011) در آزمایشی به منظور بررسی این موضوع، تکامل آنزیم لاکتاماز را در لوله آزمایش شبیه‌سازی کردند. آنان به منظور ایجاد جهش، از PCR پرخطا استفاده کردند. به منظور بررسی اثر انتخاب طبیعی، اثر ال‌ها بر رشد باکتری در حضور نوعی آنتی‌بیوتیک بتالاکتام بررسی شد و در هر مرحله کلونی که بیشترین رشد را داشت، انتخاب می‌شد. پس از سه دور تکامل (جهش + انتخاب) آزمایش به پایان رسید و سالوردا و همکاران به تحلیل داده‌ها پرداختند.

جدول ۱ نشان‌دهنده جهش‌هایی است که در ۱۲ دوره‌مان (line) مختلف که تحت مطالعه سالوردا قرار گرفتند، تثبیت شده‌اند. نام جهش توصیف‌کننده جهشی است که در توالی آمینواسیدی لاکتاماز رخ داده؛ به عنوان مثال، V10I به معنای ایزولوسین در جایگاه دهم در پلی‌پپتید جایگزین‌والین شده‌است. جهش‌های با (\*) طی دور اول تکامل، با (\*\*) طی دور دوم و با (\*\*\*) طی دور سوم پدیدار شده و در دودمان خود تثبیت شدند.

جدول ۱

Lines											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V10I*			V10I***		V10I**						
	F19I**				F19C***		F19L***				
E104K**	E104K**			E104K**	E104K**		E104K**	E104K**	V33I*		
									E104K**	E104K**	E104K**
											T114M**
		P167T**									S124G**
			A172V*								
			N175D**								
			D179G**								
M182T*	M182T*	M182T**	M182T*	M182T*	M182T*		M182T*	M182T*	M182T**		
						A184V*					
			A237T*								
G238S*	G238S*			G238S*	G238S*	G238S*	G238S*	G238S*	G238S*	G238S*	G238S*
		E240K*				E240K**					
							A249V***				
						T265M**				T265M**	T265M*
		G267A***									
			T271I**								
E281*											

۱۵. فرضیه‌های زیر در این باره ارائه شده‌اند. کدام فرضیه(ها) با جدول ۱ هم‌خوانی دارد (دارند)؟ (۴نمره)

الف. اینکه جهش‌های E104K و E240K بر عملکرد یکدیگر اثر منفی دارند، با جدول فوق سازگار است. ص

ب. جهش‌های T265M و M182T هر دو به روشی مشابه، اثری یکسان بر عملکرد لاکتاماز دارند. ص

ج. نرخ جهش در جایگاه‌های جهش‌های M182T، G238S و E104K بیش از نرخ متوسط جهش‌زایی در ژنوم باکتری است. غ

د. در میان تمامی ژنوتیپ‌های ممکن برای آنزیم لاکتاماز، یک ژنوتیپ بالاترین شایستگی زیستی را دارد. غ

هـ. بروز جهش A172V در پس‌زمینه ژنتیکی حاوی N175D شایستگی باکتری را افزایش می‌دهد. غ

۱۶. سالوردا و همکاران به منظور بررسی دقیق‌تر برهم‌کنش میان جهش‌ها مختلف و اثر آن بر روند تکاملی جمعیت، تکامل ۵ دودمان را با روشی که پیش‌تر معرفی شد (سه دور جهش + انتخاب) بررسی کردند. این دودمان‌ها در بدو امر حامل دو جهش A184V و G283S بودند (ردیف‌های خاکستری). نتایج این آزمایش در جدول زیر آمده‌است.

جدول ۲

1	2	3	4	5
				D38V*
			Q39K*	
			A42G**	
E48V*				L49M*
E104K*	E104K*			E104K**
	K111M**			
	H153R**	H153Q***		
				N175D***
A184V	A184V	A184V	A184V	A184V
	I208M*	I208M***		
G283S	G283S	G283S	G283S	G283S
		E240K***	E240K*	
		T265M*		

جدول زیر کمینه غلظت آنتی‌بیوتیک مورد نیاز برای توقف رشد باکتری برای دودمان‌های جدول ۲ را نشان می‌دهد:

جدول ۳

	1	2	3	4	5
Round 1	32	32	8	64	8
Round 2	32	128	8	128	32
Round 3	32	128	128	128	32

براساس اطلاعات جداول ۲ و ۳، صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (۴نمره)

الف. در صورتی که در دودمان‌های فاقد هر دو جهش A184V و G283S کمینه غلظت آنتی‌بیوتیک بطور متوسط در پایان مرحله سوم بالاتر باشد، آنگاه احتمال بروز این دو جهش در حین همانندسازی پایین‌تر از نرخ متوسط جهش خواهد بود.

ب. چنانچه هر یک از جهش‌های E48V و 1208M را در جمعیتی از سویه طبیعی ایجاد کنیم، این جمعیت‌های کمینه غلظت آنتی‌بیوتیک برابر خواهند داشت.

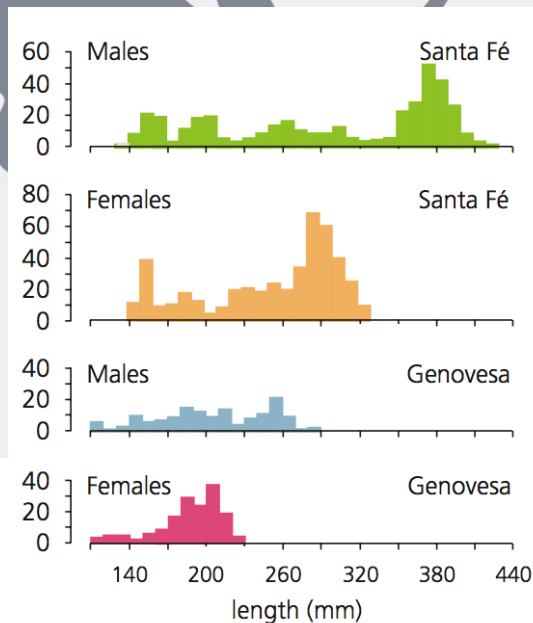
ج. جهش‌های T265M و N175D اثری یکسان بر عملکرد لاکتاماز دارند.

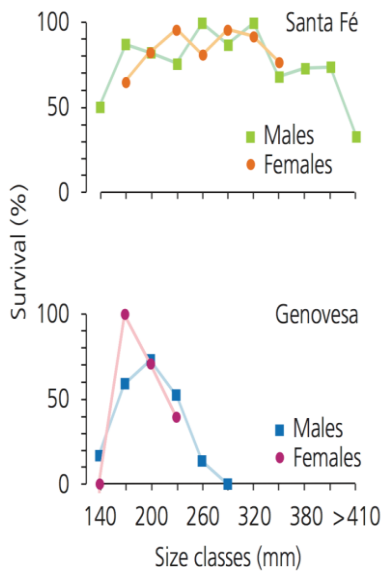
د- اگر دودمان ۳ و ۴ را با هم در محیطی جدید حاوی آنتی‌بیوتیک قرار دهیم، با فرض ثابت ماندن اندازه جمعیت، نسبت این دو فنوتیپ در جمعیت (با فرض پدیدار نشدن جهش تازه) باید در طی زمان نسبتاً ثابت بماند.

هـ. جهش I208M اثری ثابت بر کمینه غلظت دارد.

غ  
غ  
غ  
غ  
غ  
\*\*\*

۱۷. منبع غذایی ایگوآناهای دریایی گالاپاگوس جلبک‌های دریایی است. هر چه ایگوآنا درشت‌تر باشد، توانایی مصرف جلبک بیشتر دارد. نمودار زیر فراوانی طول این ایگوآنا در دو جزیره سانتافه و جنوسا را، به تفکیک جنسیت نشان می‌دهد:





اگر نمودار بقای این جمعیت‌ها به این صورت باشد، تعیین کنید کدام گزاره زیر درست و کدام نادرست است. (۴نمره)

الف. میانگین شایستگی جمعیتی که از جنوسا به جزیره‌ای دیگر مهاجرت می‌کند، کمتر از جمعیتی مهاجر از سانتافه است.

ب. انتخاب طبیعی جهت‌دار روی جمعیت‌های این دو جزیره، نهایتاً توزیع طول در ایگوآناها در این دو جزیره را شبیه خواهد کرد.

ج. میزان بقا در این گونه اثر بیشتری بر موفقیت تولیدمثلی ماده‌ها، نسبت به نرها دارد.

د. واریانس موفقیت تولید مثلی نرها و ماده‌ها بیشتر است.

هـ. تفاوت میان توزیع طول بدن نرها و ماده‌ها با واریانس محیطی قابل توضیح است.

\*\*\*

۱۸. در اکوسیستم‌های مرجانی، برخی از ماهیان بزرگ‌جثه مانند «هامور» برای رهایی از انگل‌ها یا برای تمیز کردن دندان‌ها به مناطقی به نام «ایستگاه پاک‌سازی» می‌روند و با حرکات خاصی به ماهی‌های کوچکی به نام «راس تمیزکننده» (*Labroides dimidiatus*) سیگنال می‌دهند. ماهی «راس» در پاسخ به این حرکات به ماهی «هامور» نزدیک می‌شود و انگل‌های سطحی، پوست مرده و نیز انگل‌های روی آبشش‌ها و نیز مواد روی دندان‌های «هامور» را می‌خورد. ترکیب گروهی ماهی‌های «راس» شامل یک جفت نر و ماده یا چند ماده و یک نر غالب، یا گروهی از جوان‌ها است. مطالعات بیشتر روی «ایستگاه‌های پاک‌سازی» نشان می‌دهد ماهی دیگری به نام «ماهی تمیزکننده دروغین» (*Aspidonotus faeniatus*) از خانواده‌ای دیگر که ریخت آن شبیه «راس» است و رفتار ماهی تمیزکننده را نیز تقلید می‌کند، ولی با سرعت قطعه‌ای پوست و یا گوشت ماهی هامور را جدا می‌کند و می‌خورد. به نظر شما در این سامانه زیستی کدام مورد یا موارد درست و کدام نادرست است؟ (۴نمره)

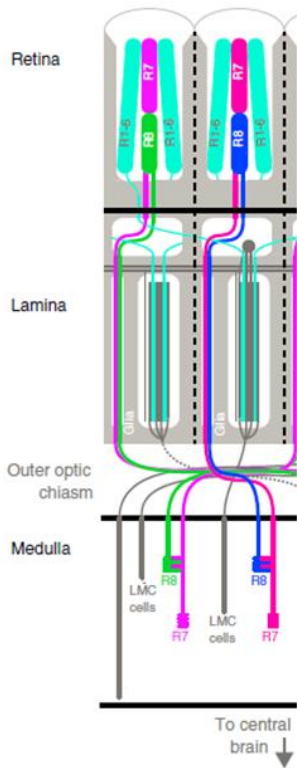
الف. در ایستگاه‌های پاک‌سازی، «هامور» بلافاصله به ماهی «راس» اطمینان می‌کند و اجازه می‌دهد که ماهی «راس» فعالیت خود را شروع کند.

ب. اجازه تمیز کردن بدن، آبشش‌ها و دهان مرحله‌بندی‌شده و وابسته به درجه اطمینان بیشتر ماهی «هامور» به ماهی «راس» است.

ج. رابطه غذایی بین «راس» و «ماهی مقلد» مشابه رقابت دو گونه روی یک منبع مشترک است.

د. در صورت افزایش فراوانی نرهای جوان موفقیت تولیدمثلی نر مقلد افزایش می‌یابد.

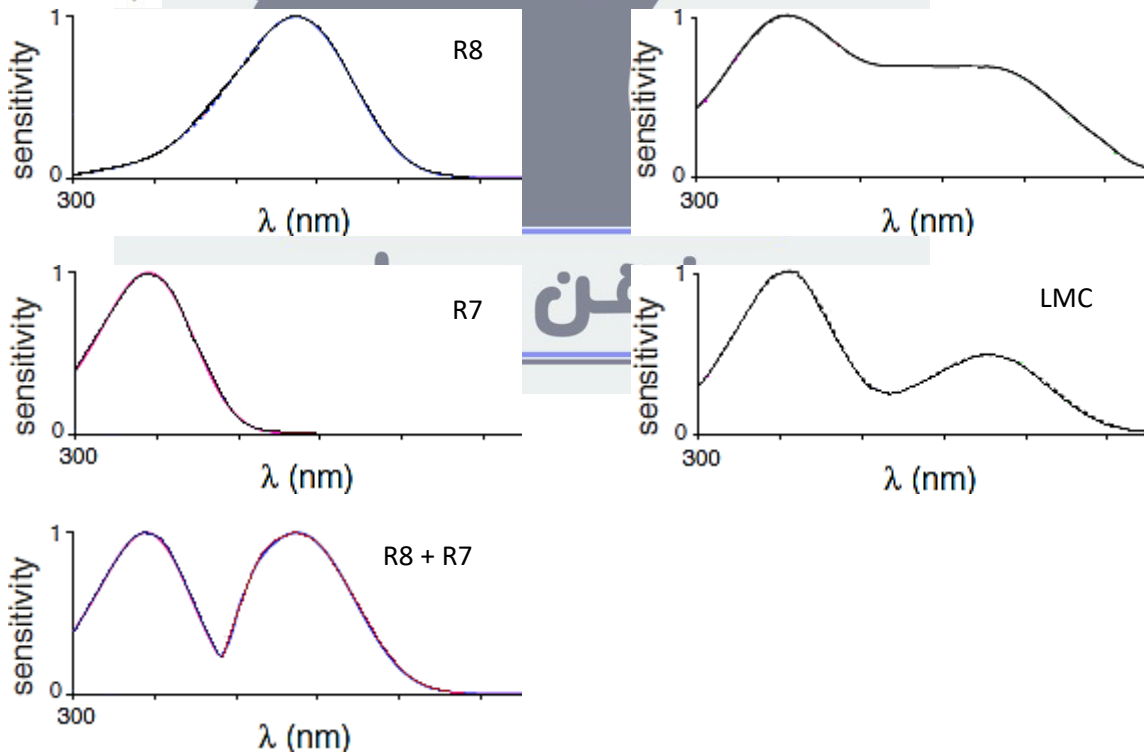
هـ. افزایش فراوانی انگل در «هامور» باعث افزایش شایستگی تکاملی ماهی‌های مقلد می‌شود.



۱۹. درک رنگ در مگس سرکه بر خلاف سیستم گیرنده‌های مخروطی و استوانه‌ای چشم پستاندارانی که دید رنگی دارند، وابسته به ۸ نوع گیرنده نوری است، ۶ گیرنده اول (R1-R6) پس از تحریک در شبکه (Retina) با سلول‌های تک‌قطبی تیغه بینایی (LMC) در تیغه بینایی (Lamina) سیناپس می‌کنند. دو گیرنده دیگر (R7 و R8) مستقیماً به مدولا (Medulla) می‌روند و اطلاعات تکمیلی بینایی در طول موج‌های نوری را منتقل می‌کنند. ساختار مسیرهای نورونی بینایی در مگس سرکه را در شکل زیر مشاهده می‌کنید.

(طیف نور مرئی را طول موج ۴۰۰ تا ۷۰۰ در نظر بگیرید.)

نمودارهای زیر حساسیت نوری حاصل از گیرنده‌های مختلف را با استفاده از بررسی حساسیت نوری چشم مگس‌های سرکه جهش‌یافته در گیرنده‌های نوری نشان می‌دهد. به طور مثال، در نمودار مربوط به گیرنده  $R_x$ ، سایر گیرنده‌ها عملکرد ندارند و در نمودار مربوط به LMC دو گیرنده R7-R8 عملکرد ندارند. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید. (۵نمره)



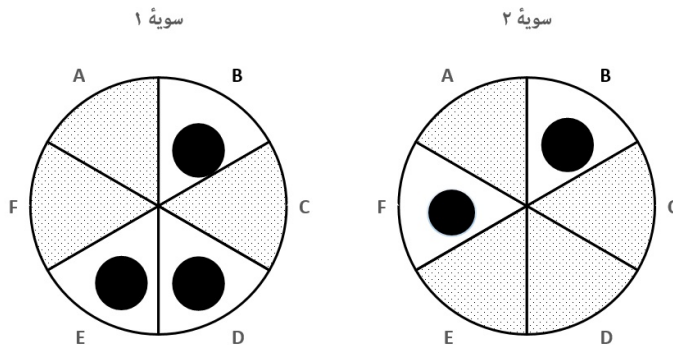
الف. R7 در همراهی با R8 حساسیت R8 را به نور UV کاهش می‌دهد.  
 ب. جهش یافته فاقد عملکرد R1-R6 نسبت به جهش یافته فاقد عملکرد R7-R8 در طول موج‌های بالاتر طیف مرئی حساسیت بیشتر دارد.  
 ج. R7-R8 حساسیت نوری گیرنده‌های R1-R6 را به نور آبی افزایش می‌دهد.  
 د. R8 در همراهی با R7 حساسیت R7 را به نور UV افزایش می‌دهد.  
 هـ. سیگنال حاصل از R7 باعث افزایش محدوده طیف مرئی درک شده به وسیله R8 می‌شود.

ص  
غ  
ص  
غ  
غ  
\*\*\*

۲۰. در جدول زیر مکانیسم اثر چند آنتی بیوتیک بر چرخه ترجمه باکتری‌ها را مشاهده می‌کنید. آنتی‌بیوتیک‌های A، C، D و E به زیرواحد 50s و B و F به زیرواحد 30s ریبوزوم اتصال می‌یابند. آنتی‌بیوتیک‌هایی که مکانیسم اثر مشابه دارند، به جایگاه مشترکی در زیرواحد مورد نظر اتصال می‌یابند و جهش‌هایی که در یک زیرواحد رخ می‌دهند، تنها بر عملکرد آنتی‌بیوتیک‌هایی که به آن زیرواحد متصل می‌شوند، تأثیر دارند. (۴نمره)

مهار تشکیل کمپلکس شروع	مهار پپتیدیل ترانسفراز	اشتباه خواندن mRNA	مهار Translocation	اتصال tRNA به ریبوزوم	
X					A
X		X	X		B
	X				C
			X		D
			X		E
		X		X	F

آنتی بیوگرام نوعی تست تشخیصی است که در آن سویه باکتری مجهول در محیط کشت حاوی آنتی‌بیوتیک‌های مختلف کشت داده می‌شود. با توجه به الگوی رشد باکتری در محیط‌های کشت مختلف، مقاومت باکتری به آنتی‌بیوتیک‌های مختلف برای تعیین درمان مناسب سنجیده می‌شود. در اشکال روبه‌رو نتیجه آنتی‌بیوگرام مربوط به دو سویه باکتری را مشاهده می‌کنید. با توجه به اطلاعات موجود، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.



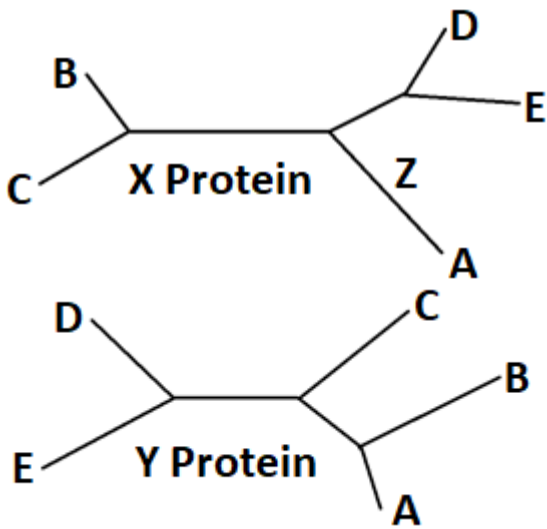
- الف. جهش‌های سوئیه ۱ در زیرواحد 50s هستند.  
ب. جهش‌های سوئیه ۱ در زیرواحد 30s هستند.  
ج. جهش‌های سوئیه ۱ در هر دو زیرواحد هستند.  
د. جهش‌های سوئیه ۲ سوئیه ۱ در زیرواحد 30s هستند.  
ه. جهش‌های سوئیه ۲ در هر دو زیرواحد هستند.

\*\*\*

۲۱. محققان علم بیوسیستماتیک برای تخمین رویدادهای تکاملی، از قبیل اشتقاق دودمان‌ها در کنار شواهد فسیلی از ساعت‌های مولکولی استفاده می‌کنند. ساعت‌های مولکولی بر این اساس بنا شده‌اند که توالی ژنوم در طول زمان با نرخ مشخصی تغییر می‌کند. از این رو می‌توان زمان اشتقاق دو دودمان را با در دست داشتن نرخ تغییر توالی ژنتیکی تخمین زد. این نرخ در دودمان‌های مختلف و برای نواحی مختلف ژنوم متفاوت است. علاوه بر این، تاریخچه تکاملی جمعیت‌ها هم می‌تواند این نرخ را دستخوش تغییراتی کند.

برای تعیین ترتیب زمانی وقایع اشتقاق، دانشمندان درخت‌ها را با استفاده از تاکسونی به نام برون‌گروه که می‌دانیم از نظر تکاملی دودمانی کهن‌تر (زودتر اشتقاق یافته) است، ریشه‌دار می‌کنند و با کمک سایر شواهد (رویدادهایی در درخت که زمان آن مشخص است) زمان هر یک از اشتقاق‌ها را تخمین می‌زنند. دانشمندان هم‌چنین برای هر گره در درخت یک درجه حمایت‌شدگی تعریف می‌کنند که نشانگر این است که شکل‌گیری این تاکسون به چه میزان از نظر آماری مورد حمایت است و احتمال دارد رابطه درستی باشد.

در مطالعه‌ای برای بررسی رابطه تبارزایی بین چند گونه (A-E) یک بار از توالی آمینواسیدی پروتئین X و بار دیگر از توالی آمینواسیدی پروتئین Y استفاده شد و درخت‌های بی‌ریشه زیر ترسیم شد. طول خطوط وصل‌کننده دو گونه با میزان تفاوت توالی آن‌ها رابطه مستقیم دارد. (مقیاس طول دو درخت قابل مقایسه نیست). درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (۵نمره)



الف. وجود فشار تکاملی برای تغییر ژنوتیپ مربوط به پروتئین X در دودمان A می‌تواند تفاوت‌های دو درخت را توجیه کند.

ص

ب. رخ دادن یک انتقال جانبی ژن (انتقال یک ژن از گونه‌ای به گونه‌ای دیگر) در ژن مربوط به پروتئین Y بین تاکسون A و B می‌تواند تفاوت‌های دو درخت را توجیه کند.

ص

ج. در درخت ساخته‌شده توسط پروتئین X تاکسون CDEA می‌تواند مونوفیلیتیک باشد.

ص

د. چنانچه در درخت مربوط به پروتئین Y یک انتقال جانبی ژن بین تاکسون‌های A و B رخ داده باشد، اشتقاق آن‌ها توسط روش‌های مبتنی بر ساعت مولکولی بر اساس پروتئین اخیرتر از مقدار واقعی آن تخمین زده می‌شود.

ص

هـ. افزایش طول Z موجب افزایش میزان حمایت‌شدگی تاکسون‌های DE و BC می‌شود.

ص

\*\*\*

۲۲. در حالی که مواد در اکوسیستم‌ها در چرخه‌ای نسبتاً بسته در گردش‌اند، انرژی در اکوسیستم در جریان است و به اکوسیستم وارد و خارج می‌شود. در اکوسیستمی در جزیره فارسی به بررسی شبکه غذایی بین موجودات زنده پرداختیم. در جدول زیر هر کدام از موارد مربوط به یک گونه است. برای هرگونه انرژی وارد شده به مجموع اعضای گونه و بازده آن (درصدی از انرژی ورودی که به سطوح بالاتر منتقل می‌شود)، نشان داده شده است. شبکه‌ی حاوی جانداران گوشت‌خوار، گیاه‌خوار، همه‌چیزخوار و تولیدکننده است. هر گیاه‌خوار تنها از یک گونه تغذیه می‌کند و توسط یک گونه مصرف می‌شود.

گونه	انرژی ورودی (واحد فرضی)	بازده (درصد)
A	۱۰۰۰	۲۰
B	۱۵۰	۱۰
C	۲۵,۶	۰
D	۵۵	۲۰
E	۵۰	۱۰
F	۲۸	۲۰
G	۳۵	۲۰
H	۱۰۰۰	۱۰

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را در مورد شبکه غذایی بالا مشخص کنید. (برای پاسخ‌دهی به سئوالات بهتر است شبکه غذایی را بازسازی کنید). (۵نمره)

الف. هر دو گونه A و H از تولیدکنندگان هستند.

ب. گونه F همه‌چیزخوار است.

ج. گونه C از دو گونه تغذیه می‌کند.

د. گونه G گیاه‌خوار است.

ه. همه این شبکه نهایتاً به دو شکارچی (مصرف‌کننده رأسی / alpha predator) رأسی ختم می‌شوند.

\*\*\*

مسئله ۵. از روشی موسوم به Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLPs) برای بررسی‌های ژنتیکی استفاده می‌شود. در این روش، ژنوم جاندار را با آنزیمی محدودکننده به قطعاتی می‌شکنیم. سپس به هر دو انتهای قطعات، یک آداپتور (قطعه‌ای که در یک انتها مکمل قطعات حاصل از برش است و در انتهای دیگر دارای انتهای صاف (Blunt) است) اضافه می‌کنیم و PCR انجام می‌دهیم. برای اینکه نتیجه روی ژل قابل بررسی باشد، باید تعداد قطعاتی که در واکنش PCR تولید می‌شوند، نسبتاً کم باشد. برای این منظور، در واکنش PCR از پرایمری استفاده می‌کنیم که علاوه بر توالی مربوط به آداپتور، دارای چند نوکلئوتید دیگر در انتهای 3' خود هستند. با این کار تنها قطعاتی که توالی انتهایی آن‌ها مکمل لبه پرایمر است، تولید می‌شوند.

با استفاده از روش AFLPs مطالعه‌ای روی ژنوم یک باکتری به طول ۲۰ میلیون جفت باز صورت گرفت. در این روش از آنزیم محدود کننده BamH I برای برش دادن ژنوم استفاده شد ( جایگاه برش در شکل زیر قابل مشاهده است). سپس با استفاده از پرایمر با توالی 5'---GATCCG3' (--- مربوط به توالی مکمل آداپتور است) واکنش PCR انجام و نتایج توسط الکتروفورز روی ژل بررسی شد. با فرض برابر بودن فراوانی ۴ نوکلئوتید در ژنوم و پراکنش تصادفی نوکلئوتیدها، به طور میانگین چند باند روی ژل مشاهده خواهد شد؟ (از احتمال برابر بودن طول قطعه‌های تقویت شده صرف‌نظر کنید). (۵نمره)

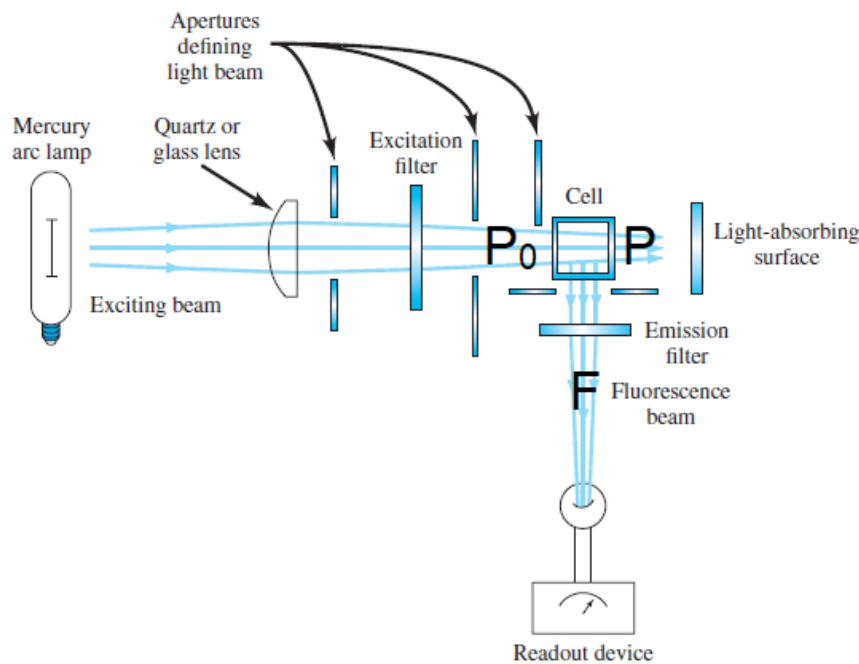
BamH I

5'... GGATCC ... 3'

3'... CCTAGG ... 5'

پاسخ: ۱۹

مسئله ۶. طیف‌سنجی فلوروسنت مولکولی یکی از روش‌های بررسی غلظت یا ویژگی‌های مواد مختلف است که امروزه در زیست‌شناسی کاربردهای بسیار پیدا کرده است. به عنوان مثال، از پروتئین‌های دارای بخش‌های فلوروسنت در بررسی مسیرهای پیام‌رسانی درون‌سلولی استفاده می‌شود. در این روش، ماده فلوروسنت با جذب نور در محدوده طول موج معینی برانگیخته می‌شود و سپس پرتویی با طول موج بیشتر را از خود ساطع می‌کند. در شکل زیر یک نمونه از دستگاه‌هایی که برای اندازه‌گیری فلوروسنت استفاده می‌شود، نشان داده شده است. نور با توان ورودی  $P_0$  وارد محلول می‌شود. قسمتی از آن توسط پروتئین‌ها جذب و مابقی با توان  $P$  خارج می‌شوند. جذب نور توسط پروتئین‌ها از معادلات لامبرت بیر (معادله شماره ۱) تبعیت می‌کند. توان فلوروسنت ساطع شده توسط پروتئین‌ها برابر است با حاصل ضرب ضریب  $k$  در توان نور جذب شده به وسیله پروتئین‌ها. (۴مهره)



$$A = \log\left(\frac{P_0}{P}\right) = \epsilon cl \quad \text{معادله ۱}$$

$c$ : غلظت ماده مورد نظر  $\epsilon$ : ضریب خاموشی مولار  $l$ : طول مسیر نور در محلول حاوی ماده.

در آزمایشی توان ورودی ۲۰۰ وات به محلول حاوی نمونه تابیده شد. همچنین پرتو فلورسانس ساطع شده دارای توان ۱۰۰ وات است. چنانچه  $k$  برابر ۰.۶۵ و  $\epsilon$  پروتئین مساوی  $0.420 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  و طول چاهک (l) ۰.۵cm باشد، غلظت پروتئین در نمونه چند میلی مولار است؟ (لازم به ذکر است طول موج فلوروسنت ساطع شده توسط محلول جذب نمی‌شود). (۴مهره)  
پاسخ: ۳

\*\*\*

مسئله ۷. محققان اخیراً کمپلکسی پروتئینی متشکل از ۷ زیرواحد (A-G) متفاوت پیدا کرده‌اند. در این کمپلکس زیرواحدهای A,B هر کدام به ۳ زیرواحد دیگر متصل‌اند. زیرواحدهای C,D,E,F هر کدام تنها به یک زیرواحد دیگر متصل‌اند. زیرواحد G به دو زیرواحد دیگر متصل است. تعداد حالت‌های ممکن برای آرایش این ۷ زیرواحد چند عدد است؟ هر حالت بدین صورت تعیین می‌شود که هر کدام از زیرواحدها به کدام زیرواحدهای دیگر متصل است و آرایش‌های متفاوت با اتصالات یکسان حالت مجزا به حساب نمی‌آیند. (۵نمره)

پاسخ: ۳۰

مسئله ۸. صفت اتوزومال مغلوبی را در نظر بگیرید که فنوتیپ مغلوب تنها در نیمی از افراد دارای ژنوتیپ مغلوب آشکار می‌شود. کودکی در خانواده‌ای سه‌نفری، فنوتیپ مغلوب دارد، اما پدر و مادر او، هر دو فنوتیپی غالب نشان می‌دهند. چند درصد احتمال دارد فرزند آینده این خانواده دارای فنوتیپ مغلوب باشد؟ (فراوانی ال‌های غالب و مغلوب هر دو 0.5 و جامعه را در تعادل فرض کنید). (۵نمره)

پاسخ: ۲۲

# موفق باشید

ذهن زیبا