

## راهنمای پاسخ دادن 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:

الف. باکتری پروکاریوت است.

ب. پستانداران بی‌مه‌راند.

ج. گنجشک پرنده است.

د. خفاش پستاندار است.

هـ. این آزمون خیلی ساده است.

طرز محاسبه نمره:

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"/>

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:

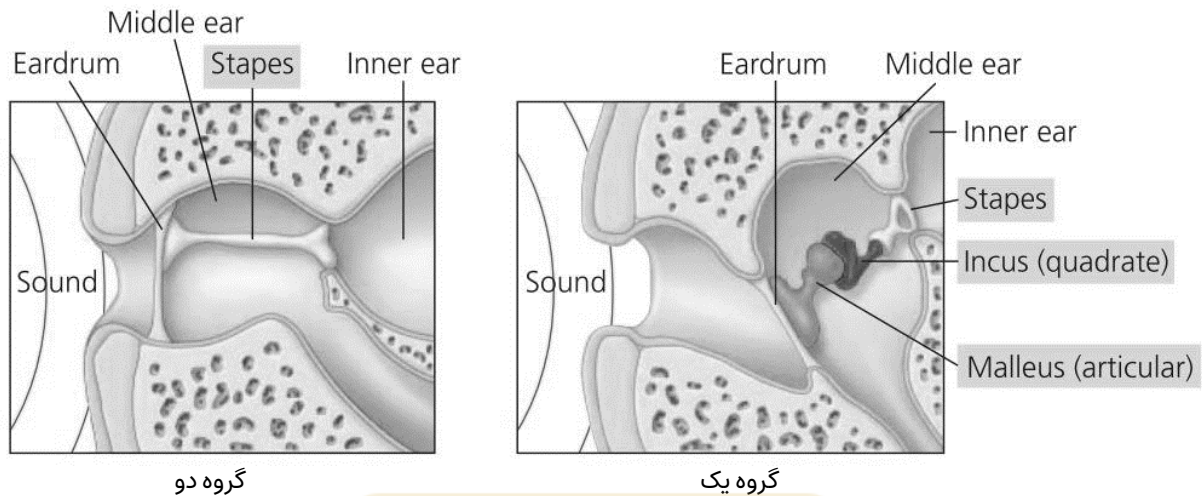
پاسخ عددی نهایی این پرسش‌ها را باید در پاسخ‌نامه درج کنید. توجه داشته باشید که پاسخ نهایی عددی صحیح یک یا دو رقمی است. در صورتی که پاسخ اعشاری باشد، آن را گرد کنید و برای اعشار 0.5 عدد به سمت بالا گرد شود. در مورد پاسخ‌های یک‌رقمی، عدد مربوطه باید در ستون یکان وارد شود. مثال:

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	

در این آزمون هر پرسش صحیح/غلط و پاسخ کوتاه ۵ نمره دارند.

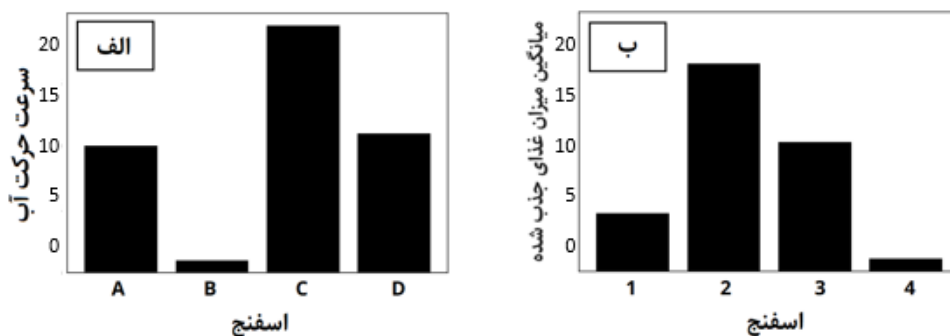
در این آزمون پرسش‌ها با توجه به مبحث چیده شده‌اند. جهت پرداختن به همه مباحث زمان خود را مدیریت کنید.

**پرسش ۱** شکل زیر ساختار استخوان‌های گوش در دو گروه از جانوران را نشان می‌دهد. درستی و نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

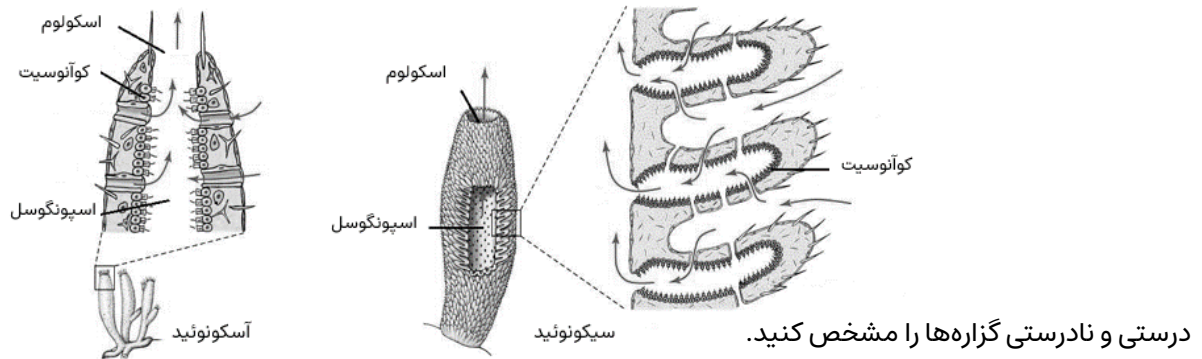


- الف) جانوران گروه یک دارای استخوان‌های توخالی و مستحکم هستند.  
 ب) جانوران گروه دو برخلاف جانوران گروه یک دارای پرده خارج جنینی آلانتوئیس هستند.  
 ج) وجود دندان‌های تمایز یافته از ویژگی‌های گروه یک است.  
 د) نرخ متابولیک اغلب افراد گروه دو از گروه یک بالاتر است.  
 ه) گروه دو شامل افرادی با فلس‌های حاوی کراتین، برای جلوگیری از اتلاف آب، است.

**پرسش ۲** در آزمایشی به دنبال بررسی میزان اهمیت حرکت چرخشی تاژک کوانوسیت‌ها در نوعی اسفنج بودیم که در کنار آبسنگ‌های مرجانی خلیج فارس زندگی می‌کنند. ابتدا، سویه‌های جهش یافته‌ای از این اسفنج ایجاد کردیم که در آن‌ها سرعت حرکت تاژک کوانوسیت‌ها به میزان طبیعی (سویه A)، تقریباً صفر (سویه B) و یا دو برابر میزان طبیعی (سویه C) تغییر پیدا کرده بود. همچنین سویه D نیز ایجاد شد به طوری که سرعت حرکت تاژک کوانوسیت این سویه برابر سویه B بود اما نوعی پمپ آکواریوم در داخل اسپونگوسل اسفنج قرار گرفته بود که با سرعتی برابر اسفنجی با تاژک طبیعی، آب را به خارج اسکولوم اسفنج پمپ می‌کرد. شکل الف، میانگین سرعت خروج آب از اسکولوم هر سویه را نشان می‌دهد. در این سوال، سرعت حرکت تاژک یا پمپ آکواریوم را در طی زمان ثابت در نظر می‌گیریم. در ادامه، میانگین میزان غذای جذب شده به کوانوسیت‌های هر سویه را اندازه گرفتیم که در شکل ب نشان داده شده است. سویه‌های 1، 2، 3، 4 هر کدام با ترتیبی نامشخص به یکی از سویه‌های A تا D مربوط هستند. برای این سوال، حجم اسفنج‌های مختلف را برابر در نظر بگیرید.



همچنین شکل زیر دو ساختار کلی اسفنج‌ها را نشان می‌دهد. دقت کنید که سویه‌های A تا D بررسی شده در بالا ساختار آسکونوئید دارند.



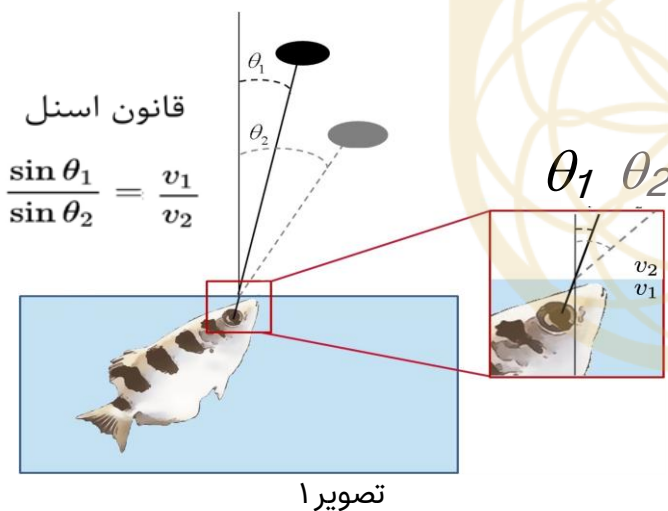
الف) سویه A مربوط به 1 و سویه D مربوط به 3 است.

ب) انتظار داریم سویه B در بیشترین خطر سوءتغذیه قرار داشته باشند.

ج) اگر اسفنج نوع 1 که ساختار آسکونوئید دارد را با اسفنج مشابه و هم حجم نوع 1 که ساختار سیکونوئید دارد مقایسه کنیم، محتمل تر است اسفنج سیکونوئید میانگین میزان غذای جذب شده بالاتری داشته باشد.

د) انتظار داریم با سفیدشدن مرجان‌ها، میانگین میزان غذای ورودی اسفنج‌های 3 کاهش پیدا کند.

ه) عامل محدود کننده میزان غذای جذب شده به کوآنوسیت‌های اسفنج 2، میزان مواد غذایی محلول در محیط است.



تصویر ۱

### پرسش ۳ جان شلوسر در نامه‌ای در سال ۱۷۶۴ به انجمن

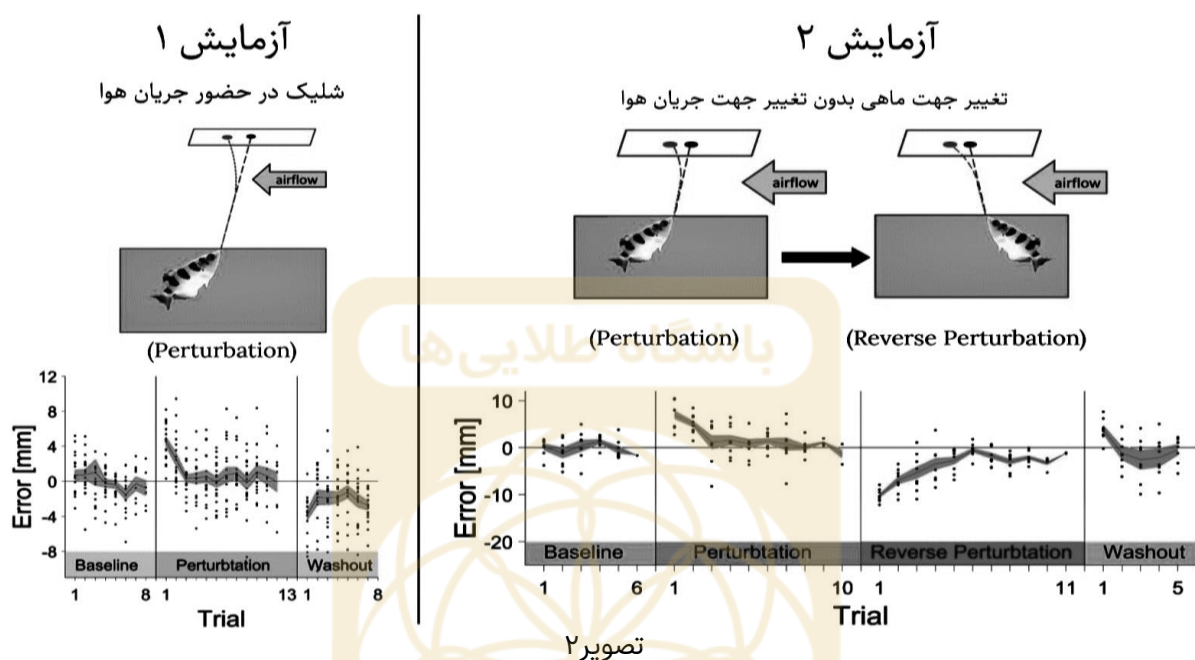
سلطنتی لندن، جامعه علمی را با ماهی کمان‌دار (Toxotidae toxotes) آشنا کرد. این ماهی بومی آسیای جنوب شرقی، حشرات را با شلیک آب به سمت آن‌ها از زیر سطح آب شکار می‌کند. هنگام شلیک، چشمان ماهی زیر آب و دهانش در مرز بین آب و هوا قرار دارد. یکی از سوال‌های مطرح‌شده درباره این رفتار آن است که این ماهی چگونه اثر انکسار نور در ادراکش از موقعیت شکار را اصلاح می‌کند (تصویر ۱).

سه پاسخ کلی برای این سوال امکان‌پذیر است.

پاسخ اول بیان می‌کند که این ماهی دارای یک توانایی ذاتی

است که به آن اجازه می‌دهد به طور درون‌زاد، اثر انکسار را بدون یادگیری یا تجربه تصحیح کند. پاسخ دوم پیشنهاد می‌کند که ماهی کمان‌دار نشانه‌گیری خود را از طریق آزمون و خطا تنظیم می‌کند و از «انطباق حرکتی» برخوردار است. این انطباق حرکتی می‌تواند دارای چارچوب مرجع «خودمحور» یا «دیگرمحور» باشد. در چارچوب خودمحور (egocentric)، تصحیح اختلالات محیطی (environmental perturbations) بدون توجه به موقعیت و جهت قرارگیری خود جانور نسبت به محیط انجام می‌شود. در چارچوب دیگرمحور، یادگیری انجام شده از اختلالات محیطی با در نظر گرفتن موقعیت خود نسبت به اجزای محیط تنظیم می‌شود. پاسخ سوم توانایی ترکیب قابلیت‌های درون‌زاد ماهی و انطباق حرکتی است.

اخیرا گروهی از محققان (Volotski et al., 2023) با قرار دادن این ماهی‌ها در محیطی با تغییرات کنترل شده جریان هوا، این سوال را بررسی کردند (تصویر ۲). در این آزمایش‌ها جهت قرارگیری و شلیک ماهی کنترل شده است. دوره Baseline و Washout بدون جریان هوا و دوره‌های آشوب (Perturbation) و آشوب معکوس (Reverse Perturbation) در حضور یک جریان هوای ثابت می‌باشند. در دوره آشوب معکوس، جهت ماهی توسط محققان برعکس شده و تغییری در جریان هوا ایجاد نشده است. در نمودارها، فرض کنید اگر نقطه‌ای از منحنی رنگ شده با خط افقی نماینده خطای صفر تماس داشته باشد، ماهی‌ها از نظر آماری در آن نقطه بدون خطا عمل کرده‌اند. درستی و نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

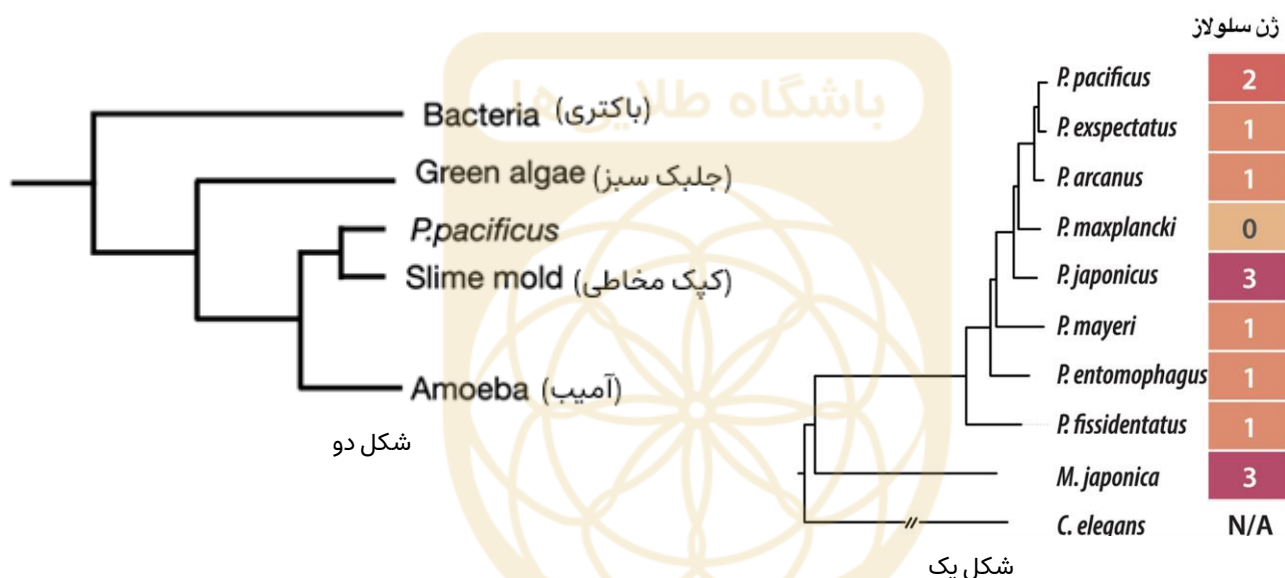


- الف) در تصویر ۱، زاویه  $\theta_1$  مربوط به موقعیت واقعی شکار و زاویه  $\theta_2$  مربوط به موقعیت درک شده شکار است.
- ب) ماهی‌های کمان‌دار در عدم حضور جریان هوا بدون خطا عمل می‌کنند.
- ج) ماهی‌های کمان‌دار از قابلیت درون‌زاد برای اصلاح انکسار نور برخوردار نیستند.
- د) ماهی‌های کمان‌دار از انطباق حرکتی برخوردار نیستند.
- ه) انطباق حرکتی ماهی‌های کمان‌دار دارای یک چارچوب مرجع دیگر محور است.

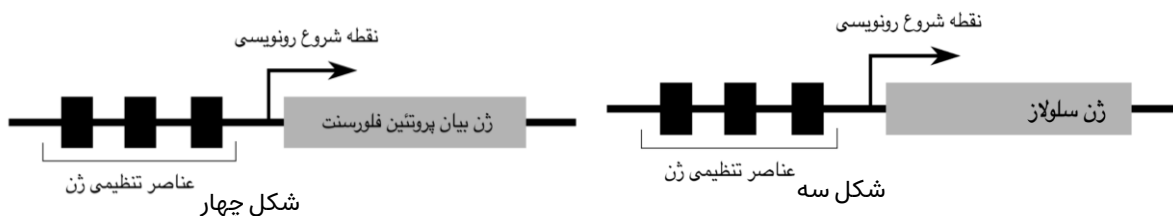
**مسئله ۱** در بررسی روابط اکولوژیک در اکوسیستم‌ها در بسیاری از مواقع به جای تعداد، زیست‌توده (biomass) جانداران در سطوح غذایی مختلف مطالعه می‌شود. در اقیانوسی ماهی‌های گوشت‌خوار از ماهی‌های پلانکتون‌خوار، ماهی‌های پلانکتون‌خوار از زئوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها از فیتوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند. هر گرم فیتوپلانکتون، در هر روز ۱ گرم فیتوپلانکتون جدید تولید می‌کند. هر گرم زئوپلانکتون در هر روز ۵ گرم فیتوپلانکتون مصرف کرده و ۲۰ درصد آن به زیست‌توده جدید زئوپلانکتون تبدیل می‌شود. هر گرم ماهی پلانکتون‌خوار در هر روز ۵ گرم زئوپلانکتون مصرف کرده و ۱۰ درصد آن را به زیست‌توده جدید ماهی تبدیل می‌شود. اگر تراکم زیست‌توده فیتوپلانکتون‌ها ۱۰ گرم بر متر مکعب از آب اقیانوس باشد، تراکم ماهی‌های پلانکتون‌خوار چند گرم بر متر مکعب است؟ (پاسخ خود را در ۱۰۰ ضرب کنید و در پاسخنامه وارد کنید) فرض کنید فراوانی همه اجزای زنجیره غذایی در تعادل است و نوسانی وجود ندارد. همچنین از زیست‌توده از دست رفته توسط تنفس سلولی صرف نظر کنید. فرض کنید تنها علت مرگ جانداران خورده شدن توسط موجودی دیگر است.

**پرسش ۴** انتقال افقی ژن (horizontal gene transfer) پدیده‌ای رایج در پروکاریوت‌هاست. به عنوان مثال، پلاسمید باکتری‌هایی که هر یک به آنتی‌بیوتیکی مقاوم هستند می‌توانند از طریق فرآیندی مانند هم‌یوگی به یک سویی باکتریایی انتقال یابد و سوبه‌ای مقاوم به چندین آنتی‌بیوتیک پدید آید. برخلاف پروکاریوت‌ها، شواهد اندکی دال بر انتقال افقی ژن‌ها در یوکاریوت‌ها وجود دارد و مکانیسم چنین پدیده‌ای همچنان محل بحث است. در یکی از پژوهش‌ها در باب انتقال افقی ژن‌ها در یوکاریوت‌ها، دانشمندان به بررسی ژن‌ها بیان‌کننده سلولاز در گونه‌ای نماتد به نام *Pristionchus pacificus* (*P. pacificus*) پرداختند. برخی از نتایج این آزمایش‌ها نشان داده شده است.

شکل یک درخت تبارزایی چندین گونه این نماتد را در قیاس با *C. elegans* به عنوان شاخه معیار نشان می‌دهد. اعداد در جدول نشان دهنده تعداد کپی‌های سلولاز در این گونه‌ها هستند. *C. elegans* فاقد این آنزیم است. نسخه‌های موجود در نماتدهای دارای سلولاز در این درخت تبارزایی از نظر توالی تفاوت بسیاری اندکی با یکدیگر دارند. درخت تبارزایی شکل دو بر اساس مقایسه توالی سلولاز *P. pacificus* با گونه‌های دیگر ساخته شده است:



تصویر سه ساختار نسخه وحشی ژن سلولاز در ژنوم نماتد را نشان می‌دهد، برای بررسی بیان این ژن در نماتد مورد بررسی، پژوهشگران ژن این نماتد را دستکاری کردند، به صورتی که سلول‌های زایشی نماتد هرمافرودیت، ساختار نشان‌دهنده شده در تصویر چهار را داشتند:

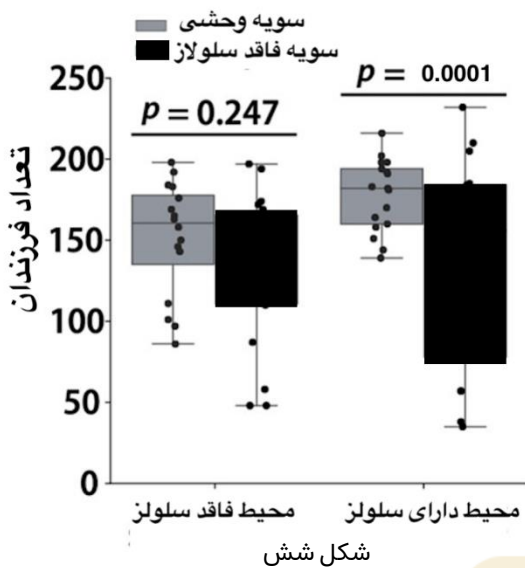


تصویر پنج سیگنال فلورسنت را در این فرزندان این هرمافرودیت نشان می‌دهد:



شکل پنج





پژوهشگران نسخه‌های سلولاز نماتد را وارد ژنوم باکتری *E. coli* کردند و این باکتری تغییر یافته را روی محیط کشتی حاوی سلولز رشد دادند. باکتری‌ها سلولاز را در این محیط کشت تجزیه کردند.

این پژوهشگران سپس ژن‌های سلولاز را از ژنوم نماتد حذف کرده و تعداد فرزندان این نماتد را در قیاس با سویه وحشی بررسی کردند. (شکل شش)

با توجه به یافته‌ها، درستی و نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) بر اساس درخت تبارزایی، ظهور ژن سلولاز را می‌توان به انشعاب میان گونه‌های نماتد مورد مطالعه و *C. elegans* نسبت داد. نبود سلولاز در *P. maxplancki* ناشی از دست‌دادن این ژن پس از کسب آن در گونه نیایی *P. maxplancki* است.

ب) از مشاهده بیان پروتئین فلورسنت در نماتد دارای ژن گزارشگر و جایگاه بیان، می‌توان استنباط کرد که نرخ تغییر توالی در طی تکامل در نواحی تنظیمی این ژن کم‌تر از این نرخ در ژن‌های غیر فعال (Pseudogene) در ژنوم این نماتد است.

ج) بر اساس درخت تبارزایی مبتنی بر توالی سلولاز، انتقال افقی ژن سلولاز از پروکاریت‌ها به *P. pacificus* محتمل به نظر می‌رسد.

د) انتقال افقی سلولاز به نماتد احتمالاً به سبب افزایش شایستگی نماتد دارای این آنزیم در محیط زیست طبیعی این نماتد (جنگل‌های استوایی) در طی تکامل در این دودمان تثبیت شد.

ه) بیان موفقیت آمیز ژن سلولاز نماتد در باکتری *E. coli* به تنهایی فعالیت آنزیمی این ژن در نماتد را تایید می‌کند.

**پرسش ۵** قصد داریم تاثیر عوامل مختلف را روی اندازه جمعیت نوعی حشره بررسی کنیم. این حشره در کف جنگل زندگی کرده و از میوه‌هایی که از درختان به زمین می‌افتد تغذیه می‌کند. این میوه‌ها با نرخ ثابتی به زمین می‌افتند که مستقل از اندازه جمعیت حشره است و تنها یک روز پس از به زمین افتادن برای حشره‌ها قابل استفاده هستند. همچنین نوعی پرنده از این حشره تغذیه می‌کند. تعداد حشره شکار شده توسط هر پرنده با فراوانی حشره رابطه خطی دارد. از آنجا که فراوانی این پرنده توسط عوامل دیگری (برای مثال رفتار قلمروطلبی) ثابت نگه داشته شده، رابطه شکار و شکارچی در این مورد باعث نوسان در اندازه جمعیت شکار و شکارچی نمی‌شود. این حشرات دو نوع استراتژی گوارشی می‌توانند داشته باشند. در استراتژی 1 بازده استخراج منابع از غذا دو برابر است، اما حداکثر سرعت مصرف غذا وقتی غذا فراوان است یک سوم است (سرعت مصرف غذا وقتی غذا کمیاب است تفاوتی ندارد). دو مفهوم نرخ رشد ذاتی سرانه جمعیت (*intrinsic per capita growth rate*) و اندازه تعادلی جمعیت برای بررسی تغییرات اندازه جمعیت‌ها استفاده می‌شوند. در این سوال اندازه تعادلی را اندازه جمعیتی تعریف می‌کنیم که اگر به جمعیت در حضور شکارچی زمان کافی بدهیم به آن اندازه می‌رسد. همچنین نرخ رشد ذاتی سرانه جمعیت را نرخ رشد جمعیت به ازای هر فرد هنگامی که اندازه جمعیت بسیار کوچک تر از اندازه تعادلی است تعریف می‌کنیم. درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

- الف) افزایش نرخ به زمین افتادن میوه ها، باعث افزایش اندازه تعادلی برای جمعیت حشره می شود.
- ب) افزایش نرخ به زمین افتادن میوه ها، می تواند باعث افزایش نرخ رشد ذاتی سرانه حشره شود.
- ج) در عدم حضور پرنده ها، تغییر از استراتژی 1 به 2، اندازه تعادلی حشره را افزایش می دهد.
- د) تغییر از استراتژی 1 به 2، نرخ رشد ذاتی سرانه حشره را افزایش می دهد. (دقت کنید حشرات پیوسته تولید مثل می کنند.)
- ه) افزایش فراوانی پرنده ها، باعث کاهش اندازه تعادلی جمعیت حشره می شود.

**پرسش ۶** نقش پذیری ژنومی یا genomic imprinting به الگویی از بیان ژن اشاره می کند که در آن، الل مربوط به یکی از والدین توسط تغییرات اپی ژنتیکی غیرفعال شده و فقط یکی از الل ها بیان می شود؛ به صورتی که در نقش پذیری مادری، تنها الل مادری بیان شده و در نقش پذیری پدری، تنها الل پدری بیان می شود. یکی از دلایل ارائه شده برای تکامل یافتن الگوی نقش پذیری با کیفیت تر بودن یا سازگاری محیطی بیشتر آلل های به ارث رسیده از یک والد نسبت به والد دیگر است. درستی یا نادرستی گزاره ها در مورد ژن های اتوزوم زیر را مشخص کنید.

- ژن A: در پستانداران این ژن کنترل میکند که جنین به چه مقدار از منابع مادر استفاده کند. اگر یک جنین آلل A2 از این ژن را بیان کند، این جنین منابع مادر را بیشتر مصرف می کند و در نتیجه به جنین های دیگری که در رحم هستند و ژن A1 را بیان می کنند منابع کمتری می رسد. (میزان کل منابع در دسترس جنین ها ثابت است.)
- ژن B: این ژن در گیاهان در سازگاری افراد با دمای محیط در حین رشد نقش دارد.
- ژن C: این ژن منجر به بیان صفتی می شود که بر شایستگی افراد نر تاثیر دارد ولی بر شایستگی افراد ماده هیچ تاثیری ندارد.
- ژن D: این ژن منجر به بیان صفتی می شود که میزان بهینه آن در افراد نر و افراد ماده متفاوت است.
- ژن X: آلل های مختلف این ژن الگوی نقش پذیری در سایر ژن ها را تحت تاثیر قرار می دهند.

- الف) انتظار داریم اگر ژن A از نقش پذیری پدری تبعیت کند، تفاوت شایستگی الل A2 و A1 در حالتی که فرزندان در رحم مادر از پدرهای مختلفی باشند، بیشتر از حالتی است که از پدر یکسانی باشند.
- ب) اگر در گونه ای پستاندار، فرزندان در رحم مادر از پدرهای مختلفی باشند و ژن A از الگوی نقش پذیری پدری تبعیت کند، انتظار داریم آلل A2 شایستگی بیشتری از آلل A1 داشته باشد.
- ج) اگر در گونه ای گیاه میانگین فاصله پراکنش دانه ها از گیاه مادر بسیار کمتر از فاصله آنها از گیاه پدر باشد، آللی از ژن X که منجر به ایجاد نقش پذیری مادری در ژن B شود شایستگی بیشتری از آللی دارد که باعث ایجاد نقش پذیری نمی شود.
- د) آللی از ژن X که منجر به ایجاد نقش پذیری پدری در ژن C شود شایستگی بیشتری از آللی دارد که باعث ایجاد نقش پذیری نمی شود.
- ه) آللی از ژن X که در افراد ماده منجر به ایجاد نقش پذیری مادری در ژن D، و در افراد نر منجر به نقش پذیری پدری در ژن D شود، شایستگی بیشتری از آللی دارد که باعث ایجاد نقش پذیری نمی شود.

**پرسش ۷** پیری (Aging) فرایندی است که منجر به کاهش احتمال بقا و میزان باروری افراد در اواخر زندگی می شود. در نتیجه، انتظار داریم که انتخاب طبیعی بر ضد پیری عمل کند اما با این وجود همچنان فرایند پیرشدن در جانداران وجود دارد. دو فرضیه برای این قضیه مطرح شده است:

**فرضیه ۱.** این فرضیه دلیل پیری را تجمع آسیب های غیر قابل جبران به سلول ها و بافت های بدن به دلیل خطای حین همانندسازی، ترجمه، و تجمع زائدات متابولیکی در طی زمان نسبت می دهد. همچنین این فرضیه بیان می کند که جانداران تحت اثر انتخاب طبیعی تکامل پیدا کرده اند تا به حداکثر توانایی خود در جلوگیری از این آسیب یا ترمیم آن برسند.

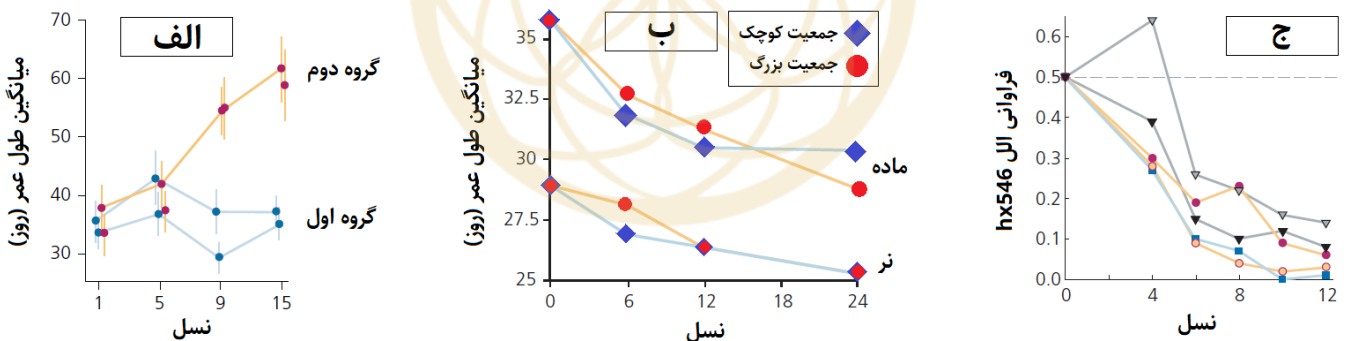
**فرضیه ۲.** این فرضیه دلیل پیری را ناکامی جانداران در ترمیم آسیب‌های وارد شده به سلول‌ها و بافت‌ها می‌داند. این اتفاق به خاطر اثر ضعیف انتخاب طبیعی بر جهش‌های کشنده در اواخر عمر و بده‌بستان (trade-off) بین تولیدمثل و ترمیم صورت می‌گیرد به طوری که ال‌هایی که در ابتدای عمر نقش مثبتی در افزایش تولید مثل داشته باشند حتی اگر نقش آن‌ها بر طول عمر منفی باشد، انتخاب می‌شوند.

برای سنجش صحت فرضیه‌های بالا، چندین آزمایش طراحی کردیم و نتایج آن‌ها را در زیر آورده‌ایم.

**آزمایش الف.** در این آزمایش، ۴ سلسله مگس سرکه را تحت تاثیر انتخاب مصنوعی قرار دادیم. در دو سلسله (گروه اول)، از والدین جوان برای ایجاد نسل بعد استفاده شد، و در دو سلسله دیگر (گروه دوم) از مگس‌هایی که تا زمان پیری زنده ماندند، به عنوان والدین نسل بعدی استفاده شد. سپس، هر چند نسل یکبار، به بعضی مگس‌ها اجازه داده شد تا طول عمر طبیعی خود را بگذرانند و میانگین طول عمر آن‌ها اندازه‌گیری شد که در نمودار الف نشان داده شده است.

**آزمایش ب.** در این آزمایش، دو جمعیت با اندازه متفاوت (کوچک و بزرگ) از مگس خانگی ایجاد شد. در هر نسل، از والدین جوان برای ایجاد نسل بعد استفاده شد. میانگین طول عمر طبیعی مگس‌های نر و ماده در طی زمان همانند آزمایش الف به دست آورده شد و در هر دو گروه در نمودار ب نشان داده شده است.

**آزمایش ج.** ژن age-1 در *C. elegans* پروتئینی را کد می‌کند که در پیری نقش ایفا می‌کند و به همین دلیل ال‌های جهش یافته این ژن مانند hx546 منجر به افزایش طول عمر جاندار می‌شوند. کرم‌هایی که لال جهش یافته دارند، دارای رفتار و ظاهری مشابه کرم‌های عادی هستند. در این آزمایش، چندین جمعیت بزرگ هم‌اندازه از این کرم‌ها که فراوانی اولیه لال hx546 در آن‌ها 50% بود انتخاب شدند و سپس فراوانی ال hx546 در حین نسل‌های مختلف اندازه‌گیری شد. دقت کنید هر چهار روز یکبار، تنها تخم‌های یک روزه متعلق به کرم‌های بالغ جوان برای ایجاد نسل بعد مورد استفاده قرار گرفت. نتایج در نمودار ج نشان داده شده است.



با توجه به نتایج بالا و دانسته‌های خود، درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

(الف) آزمایش الف از فرضیه ۱ حمایت می‌کند.

(ب) آزمایش ب از فرضیه ۲ حمایت می‌کند.

(ج) آزمایش ج از فرضیه ۲ حمایت می‌کند.

(د) اگر در شکل آزمایش ب، میانگین طول عمر جمعیت‌های کوچک بسیار سریع‌تر از جمعیت‌های بزرگ کاهش یابد، این نتیجه جدید از فرضیه ۲ حمایت می‌کند.

(ه) نتایج آزمایش ج با این فرضیه که لال وحشی ژن age-1 نسبت به جهش یافته hx546 میزان زادآوری را در افراد جوان کاهش می‌دهد، در یک راستا است.



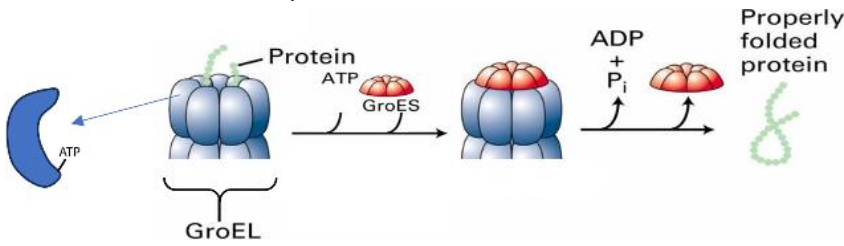
**پرسش ۸** منشأ رفتارهای فداکارانه در جانداران سوال برانگیز است، زیرا در نگاهی ساده انگارانه، انتظار می‌رود افراد خودخواه باشند و تنها شایستگی خود را حداکثر کنند، اما انتخاب خویشاوندی (kin selection) پیشنهاد می‌دهد که تحت شرایطی انتظار داریم افراد نسبت به خویشاوندان خود رفتار فداکارانه انجام دهند زیرا خویشاوندان با احتمالی  $\frac{1}{2}$  از نسل خود فداکار را حمل می‌کنند. ضریب خویشاوندی ( $r$ ) فرد A نسبت به B را برابر با احتمال اینکه آلی در فرد A بواسطه تبار مشترک در فرد B نیز وجود داشته باشد تعریف می‌کنیم. برای مثال ضریب خویشاوندی مادر نسبت به فرزند برای یک ژن اتوزوم یک دوم است. اگر آلی از این ژن باعث شود فرد دارای این آلل، نسبت به خویشاوند خود رفتاری فداکارانه انجام دهد که برای فرد فداکار به میزان  $c$  ضرر دارد و برای خویشاوند به میزان  $b$  سود دارد، این رفتار به تثبیت آن آلل در جمعیت کمک خواهد کرد به شرطی که سود ضربدر ضریب خویشاوندی از زیان بیشتر باشد ( $b \times r > c$ ). در انسان، ژن های  $I$  و  $II$  و  $III$  به ترتیب روی کروموزومی اتوزوم، کروموزوم X و ژنوم میتوکندری قرار دارند. درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

سود و زیان یک رفتار را تاثیر آن رفتار بر تولید مثل آینده فرد تعریف می‌کنیم. همچنین فرض کنید میتوکندری های یک فرد همگی ژنوتیپ یکسانی دارند.

- الف) اگر آلی از ژن  $II$  باعث شود افراد ماده رفتاری فداکارانه برای مادر خود انجام دهند که سود آن برای مادر یک و نیم برابر زیان آن برای فرد است، این رفتار احتمال تثبیت آن آلل را افزایش می‌دهد.
- ب) اگر آلی از ژن  $III$  باعث شود افراد ماده رفتاری فداکارانه برای خواهر خود انجام دهند که سود آن برای خواهر یک و نیم برابر زیان آن برای فرد است، این رفتار احتمال تثبیت آن آلل را افزایش می‌دهد.
- ج) اگر آلی از ژن  $III$  باعث شود مادران رفتاری فداکارانه برای پسر خود انجام دهند که سود آن برای پسر یک و نیم برابر زیان آن برای مادر است، این رفتار احتمال تثبیت آن آلل را افزایش می‌دهد.
- د) اگر آلی از ژن  $II$  باعث شود پدران رفتاری فداکارانه برای دختر خود انجام دهند که سود آن برای دختر یک و نیم برابر زیان آن برای پدر است، این رفتار احتمال تثبیت آن آلل را افزایش می‌دهد.
- ه) اگر آلی از ژن  $I$  باعث شود مادر بزرگان رفتاری فداکارانه برای نوه خود انجام دهند که سود آن برای نوه سه برابر زیان آن برای مادر بزرگ است، این رفتار احتمال تثبیت آن آلل را افزایش می‌دهد.

**مسئله ۲** نسبت تولید فرزندان نر و ماده یکی از صفاتی است که می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر شایستگی یک فرد بگذارد. گونه ای جداجنس (افراد یا نر هستند یا ماده) را مطالعه می‌کنیم که در آن همه افراد همزمان تولید مثل می‌کنند و پس از آن می‌میرند. در این گونه احتمال بقای فرزندان ماده از تولد تا سن تولید مثل سه برابر فرزندان نر است. همچنین هزینه تولید فرزندان ماده برای والدین نیز دو برابر فرزندان نر است (یعنی یک فرد می‌تواند به جای هر فرزند ماده دو فرزند نر تولید کند). در حالتی که جمعیت در استراتژی تکاملی پایدار باشد، چند درصد از افرادی که هر فرد تولید می‌کنند نر هستند؟ استراتژی تکاملی پایدار استراتژی ای است که اگر همه افراد جمعیت آن استراتژی را داشته باشند، هیچ استراتژی دیگری نمی‌تواند شایستگی بیشتری از آن استراتژی داشته باشد. دقت کنید که در این مورد برای بررسی شایستگی نمی‌توان به شمارش فرزندان یک فرد بسنده کرد زیرا جنسی که در سن تولید مثل فراوانی کمتری دارد، موقعیت های تولید مثلی بیشتری خواهد داشت. فرض کنید در این جمعیت تمام ماده‌ها مستقل از تعداد نرها به تعداد ثابتی فرزند تولید می‌کنند، تولید مثل تصادفی است و درون آمیزی اتفاق نمی‌افتد.

**پرسش ۹** پروتئین‌های با خاصیت تعاونی، پروتئین‌هایی هستند که در آن‌ها وضعیت اتصال یک زیرواحد به سوبسترا، بر تمایل دیگر زیرواحدها به سوبسترا تاثیر می‌گذارد. یکی از مشهورترین مثال‌های تعاونی مثبت، هموگلوبین است که اتصال اکسیژن به یکی از زیرواحدها، تمایل باقی زیرواحدها را به اکسیژن بالاتر می‌برد و همینطور عدم اتصال اکسیژن به یک



زیرواحد، باعث می‌شود تمایل باقی زیرواحدها به اکسیژن کم شود. همینطور می‌توانیم در برخی پروتئین‌ها تعاونی منفی ببینیم، به این شکل که اتصال سوبسترا به یک زیرواحد، تمایل زیرواحدهای دیگر را

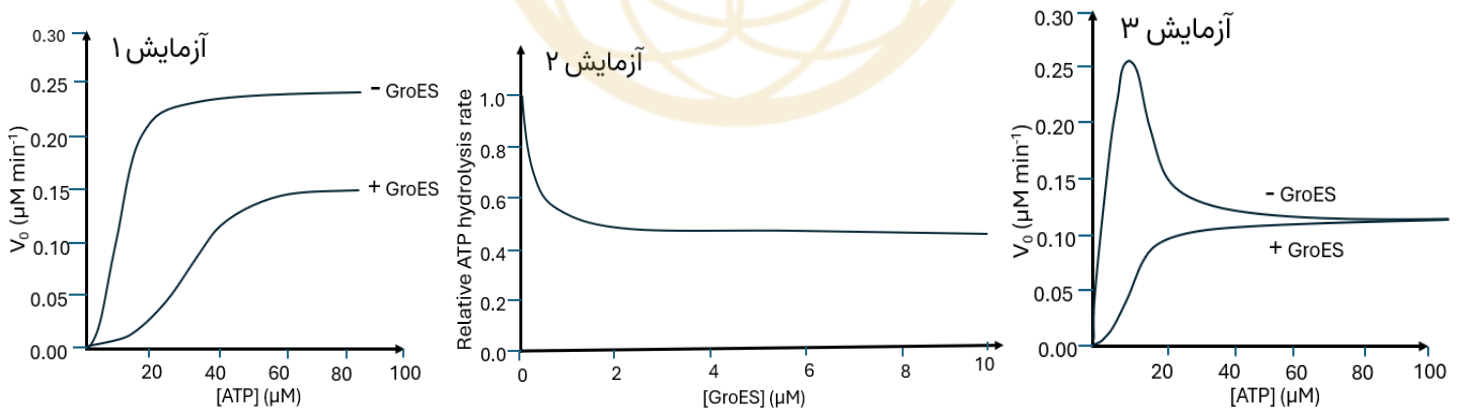
به سوبسترا کاهش می‌دهد و بالعکس. یکی از مثال‌های خاصیت تعاونی در چپرونین‌ها مشاهده می‌شود.

چپرونین‌ها پروتئین‌های بزرگی هستند که به فرآیند تا خوردن پروتئین‌های بدتاخوردده کمک می‌کنند. یک چپرونین باکتریایی که آزمایش‌های فراوانی روی آن انجام شده، کمپلکس چپرونین GroEL/GroES است. در این کمپلکس، GroEL از دو حلقه‌ی توخالی هموهپتامر یکسان تشکیل شده است که به صورت پشت-به-پشت به هم چسبیده‌اند و هرکدام فضایی محصور و ورودی برای گرفتن پروتئین بدتاخوردده دارند. همچنین، سطح داخلی هر مونومر GroEL به یک مولکول ATP متصل می‌شود و آن را هیدرولیز می‌کند که برای عملکرد صحیح کمپلکس لازم است. GroES که یک حلقه‌ی هموهپتامری دیگر است، عملکردی مشابه دریاچه دارد. نشان داده شده که هر دو GroEL و GroES برای عملکرد صحیح کمپلکس لازم هستند اما مکانیزم دقیق عمل آن‌ها همچنان ابهام برانگیز است. به منظور روشن شدن این موضوع، در اواخر قرن بیستم سلسله آزمایش‌هایی طراحی شد که نتایج آن‌ها را در شکل‌های زیر مشاهده می‌کنید.

در آزمایش ۱، سرعت هیدرولیز ATP در غلظت‌های ثابت GroEL، در حضور و عدم حضور GroES سنجیده شد.

در آزمایش ۲، نرخ هیدرولیز ATP در حالت اشباع با GroEL در غلظت‌های مختلف GroES سنجیده شد.

در آزمایش ۳، جهشی در Arg197 به Ala در زیرواحدهای GroEL ایجاد شده که یک پل نمکی بین زیرواحدها را می‌شکند و سرعت هیدرولیز ATP در غلظت‌های ثابت GroEL جهش یافته، در حضور و عدم حضور GroES سنجیده شد.



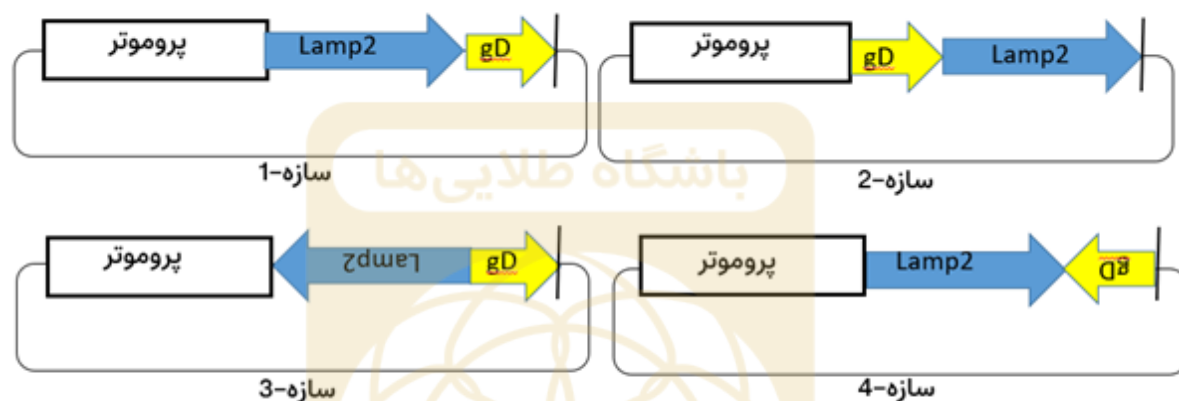
باتوجه به نتایج، درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

(راهنما: سرعت محدودکننده در این واکنش، اتصال ATP است.)

- ا) در حضور GroES، بین زیرواحدهای درون یک حلقه GroEL طبیعی در هیدرولیز ATP، خاصیت تعاونی مثبت وجود دارد.
- ب) در حضور GroES، بین دو حلقه‌ی GroEL وحشی در هیدرولیز ATP، خاصیت تعاونی مثبت وجود دارد.
- ج) GroES در هر زمان، مانع هیدرولیز ATP تنها در یکی از حلقه‌ها می‌شود.
- د) در عدم حضور GroES، جهش Arg197 در GroEL خاصیت تعاونی بین حلقه‌ها از بین می‌رود.
- ه) در حضور GroES، جهش Arg197 در GroEL تمایل زیرواحدها را به ATP افزایش می‌دهد.

**پرسش ۱۰** امروزه از وزیکول‌های ترشحی سلولی (اگزوزوم‌ها) برای انتقال هدفمند مواد دارویی به سلول‌های خاص استفاده می‌شود. از طرفی یک پروتیین تک رشته‌ای به نام Lamp2 به وفور در غشای اگزوزومی یافت می‌شود که فقط یک بار از غشای خارج شده، و N ترمینال آزاد داخل سلولی آن، در جایگزینی در غشاء دخیل است. همچنین، پپتیدی اختصاصی به نام (gD) یافته‌ایم که در انتهای توالی ژنی خود فاقد هرگونه نوکلئوتید آدنین (A) است و کدون پلایان توسط وکتور تامین می‌شود. پپتید gD گیرنده‌ای بنام MR را در سطح ملانوسیت‌های پوست می‌شناسد. ما در نظر داریم تا ضمن ساختن پروتیین ترکیبی Lamp2::gD در سلول Hek و استقرار این پروتیین بر سطح اگزوزوم‌های حاصله، آن‌ها را با mRNA ژن ملانوسین بارگیری نموده و در درمان بیماری‌های پوستی که در آن‌ها ملانوسیت‌ها فاقد رنگدانه هستند، استفاده کنیم.

اگر چهار سازه زیر را به منظور تولید پروتیین ترکیبی Lamp2::gD ساخته و به درون سلول‌های Hek بفرستیم، درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.



- الف) انتقال سازه ۱ به سلول Hek، موجب استقرار لیگاند gD به سمت خارج اگزوزوم می‌شود، و سلول ملانوسیت را می‌شناسد.  
 ب) انتظار داریم پس از انتقال سازه ۳ به سلول Hek، میزان Lamp2 درون سلولی تغییر نکند.  
 ج) انتظار داریم پس از انتقال سازه ۴ به سلول Hek، پروتیین حاصله از Lamp2 بزرگتر باشد و می‌تواند از محصول سازه اول کوچکتر باشد.  
 د) انتقال سازه ۲ به سلول Hek، موجب استقرار gD به سمت فضای درون اگزوزوم می‌شود.  
 ه) چنانچه n ترمینال lamp2 به سمت خارج اگزوزوم فرض شود، پاسخ گزاره‌های الف و د تغییر نمی‌کند.

**مسئله ۳** سرعت واکنش آنزیمی لاکتات دهیدروژناز را می‌توان از معادله Michaelis-Menten محاسبه کرد:

$$V_0 = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

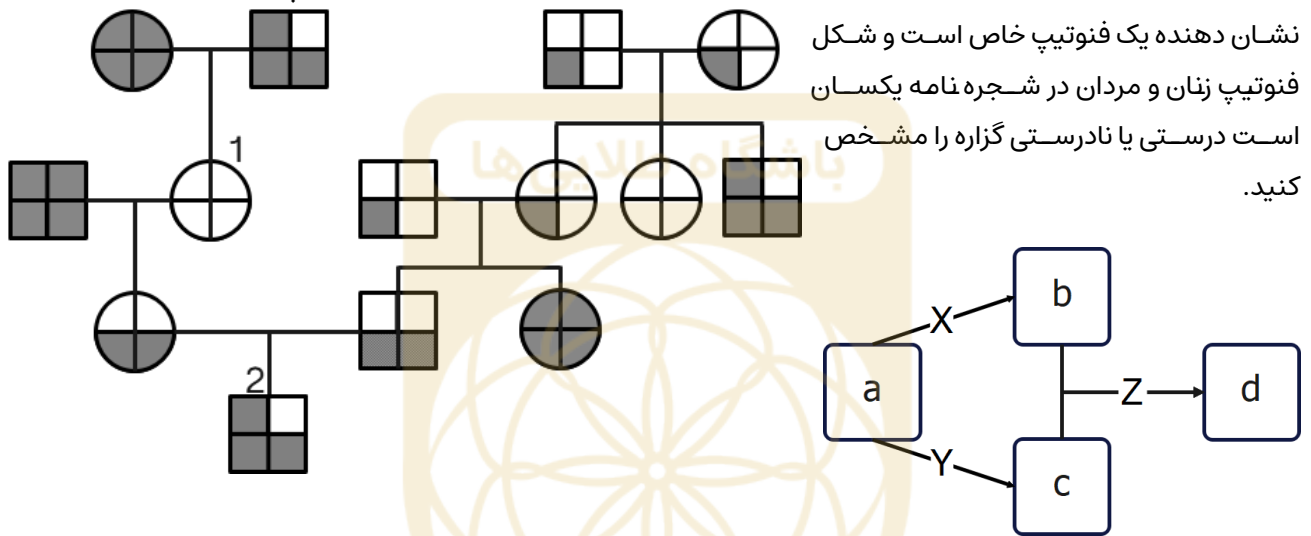
در آن،  $V_0$  نرخ واکنش است،

$V_{\max}$  سرعت واکنش حداکثری،  $S$  غلظت سوبسترا (ماده اولیه) و

$K_m$  ثابت Michaelis-Menten است.

با فرض اینکه سرعت واکنش در غلظت 20 میکرومولار سوبسترا برابر با 100 نانو مول در دقیقه و  $K_m$  برای سوبسترای مورد استفاده آن برابر با 10 میکرومولار باشد، مقدار ثابت تبدیل سوبسترا به محصول (kcat) را برای یک مولکول آنزیم در ثانیه محاسبه کنید. وزن مولکولی آنزیم 20 کیلودالتون و غلظت آنزیم خالص نیز 0.2 میلی گرم در میلی لیتر می‌باشد که 10 میکرولیتر از آن در حجم نهایی یک میلی لیتر مورد استفاده قرار گرفته است.

**پرسش ۱۱** همانطور که از مرحله اول به یاد دارید به دنبال آزمایشاتی بر روی رنگ بال‌های یک گونه ی جدید از پرنده‌گان، دانشمندان مسیر متابولیسمی زیر، در تولید رنگدانه پر پرنده را کشف کردند. در این مسیر ماده a به وسیله پروتئین X به ماده b و به وسیله پروتئین Y به ماده c تبدیل می‌شود. همچنین پروتئین Z ماده b و c را ترکیب می‌کند و به ماده d تبدیل می‌کند. هر کدام از این مواد اگر در پره‌های پرنده باقی بماند، باعث بروز فنوتیپ خاصی می‌شود (در صورت عملکرد هر دو پروتئین X و Y هر دو ماده b و c تولید می‌شود). اما دانشمندان نمی‌دانند که در جمعیت مورد بررسیشان هر فنوتیپ نشان دهنده حضور کدام مواد در بال‌های پرنده است. با مطالعات بیشتر مشخص شد پروتئین‌های X Y Z هر کدام توسط ژنی تولید می‌شوند که بر روی کروموزوم‌های غیرجنسی متفاوتی قرار گرفته‌اند. برای هر کدام از این ژن‌ها در جمعیت مورد بررسی دانشمندان، دو نسخه الی وجود دارد که یکی از آن‌ها نسخه جهش یافته بوده و پروتئین عملکردی نمی‌سازد و دیگری نسخه وحشی بوده و پروتئین عملکردی می‌سازد که وجود هر میزان پروتئین عملکردی **تمام** سوبسترا (پیش‌ساز) را به فرآورده تبدیل می‌کند. با توجه به این مسیر متابولیسمی و شجره نامه تهیه شده از جمعیت پرنده‌گان که در آن هر شکل



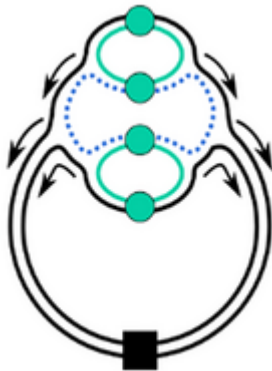
الف) با توجه به این شجره نامه می‌توان حداکثر دو حالت را پیدا کرد که هر فنوتیپ نشان دهنده حضور نوع خاصی از مواد باشد.

- ب) فنوتیپ زمانی ظاهر می‌شود که ماده a در بال پرنده حضور داشته باشد.
- ج) فنوتیپ زمانی ظاهر می‌شود که ماده d در بال پرنده حضور داشته باشد.
- د) فنوتیپ زمانی ظاهر می‌شود که دو ماده b و c در بال پرنده حضور داشته باشد.
- ه) در این شجره نامه پرنده ای وجود دارد که بتوان از ژنوتیپ سه ژن آن مطمئن بود.

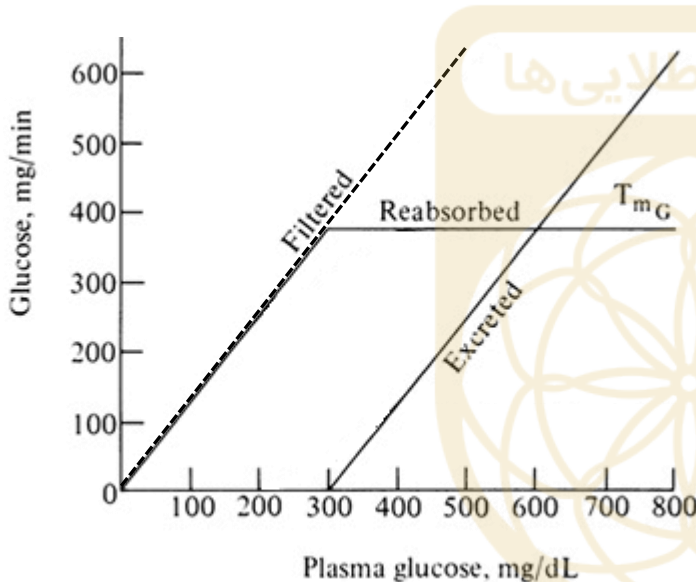
**مسئله ۴** اگر پرنده شماره ۱ و ۲ که در شجره نامه مشخص شده‌اند آمیزش انجام دهند احتمال اینکه فرزند اول آن‌ها فنوتیپی همانند والد ماده خود را نشان دهد چند درصد است؟

**مسئله ۵** آنزیم روبیسکو فراوان‌ترین پروتئین کره زمین است. این آنزیم ۶۰ کیلو دالتون است و یک جایگاه فعال دارد که ۳ واکنش در ثانیه را کاتالیز می‌کند. در این واکنش برای تثبیت یک اتم کربن به اندازه ۱۰ فوتون انرژی مصرف می‌شود. اگر میزان تابش نور خورشید برابر با ۱۲۰ میلی‌اینشتین در هر متر مربع در هر دقیقه باشد و یک گیاه بتواند با بکارگیری همه ظرفیت روبیسکو خود ۳۰ درصد این تابش را برای تثبیت کربن مصرف کند، در هر متر مربع از گیاه چند گرم روبیسکو وجود دارد؟ یک اینشتین به معنای یک مول فوتون است.

**مسئله ۶** بسیاری از باکتری ها قادرند نرخ تکثیری سریع تر از نرخ تکثیر DNA شان داشته باشند. بنابراین باکتری مجبور است دور جدید همانندسازی ژنوم را قبل از اتمام دور قبل شروع کند. این فرایند باعث می شود که ژن هایی که نزدیک به مبدا



همانندسازی (Origin of replication) کروموزوم هستند تعداد نسخه (Copy number) بیشتری از ژن هایی که نزدیک مکان پایان همانندسازی (Termination site) داشته باشند. هنگامی که جمعیت باکتری در مرحله لگاریتمی رشد خود باشد، همانندسازی کروموزوم 1 ساعت به طول می انجامد. اگر این باکتری هر 12 دقیقه تقسیم شود، انتظار داریم در اغلب مدت چرخه همانندسازی، تعداد نسخه های توالی مبدا همانند سازی چند برابر تعداد نسخه های توالی پایان همانندسازی باشد؟ فرض کنید زمان لازم برای شروع همانندسازی و اتمام آن ناچیز است. همچنین طول توالی Ori و Terminus ناچیز است. در شکل زیر دایره ها مبدا همانندسازی و مربع مکان پایان همانندسازی است.



**پرسش ۱۲** شکل مقابل تغییرات میزان فیلتراسیون (Filtered)، خط نقطه چین)، بازجذب (Reabsorbed) و دفع (Excreted) گلوکز در کلیه را بر حسب میزان پلاسمایی گلوکز نشان می دهد. در کلیه ها گلوکز آزادانه از گومرول به داخل کپسول بومن فیلتر می شود. میزان این فیلتراسیون به غلظت پلاسمایی گلوکز و حجمی از پلاسما که در واحد زمان فیلتر می شود (GFR) بستگی دارد. گلوکز در لوله پیچ خورده نزدیک به صورت هم انتقالی با سدیم با کارایی زیادی بازجذب می شود و بنابراین، کلیرنس کلیوی آن (حجمی از پلاسما که در واحد زمان از گلوکز پاک می شود) در یک فرد سالم برابر با صفر است. اگر میزان فیلتراسیون از میزان حداکثر بازجذب که آستانه انتقال گلوکز (Transport maximum:  $T_{mG}$ ) نام دارد بیشتر شود، دفع ادراری گلوکز شروع می شود. بر اساس این درستی یا نادرستی گزاره ها را مشخص کنید.

- الف) اگر بیان ژن پروتئین های ناقل گلوکز-سدیم مهار شود، بخش ابتدایی و مورب منحنی بازجذب گلوکز به راست شیفت کرده اما تغییری در بخش افقی این منحنی ایجاد نمی شود.
- ب) مهار پمپ سدیم پتاسیم در غشای قاعده ای-جانبی سلول های بخش پیچ خورده نزدیک، باعث افزایش شیب منحنی دفع گلوکز می شود.
- ج) مطابق شکل، میزان GFR در این کلیه بیشتر از 100 mL/min است.
- د) اگر  $T_{mG}$  به سمت صفر میل کند، کلیرنس کلیوی گلوکز به GFR نزدیک می شود.
- ه) اگر فرض کنیم در طول نفرون ترشح گلوکز هم صورت می گرفت، بخش مورب منحنی بازجذب گلوکز به چپ و بخش افقی آن به پایین شیفت می کرد.



**پرسش ۱۳** در آزمایش‌های پزشکی، Gold standard دقیق‌ترین تست برای تشخیص قطعی هر بیماری شناخته می‌شود که دقیق‌ترین تست است. با این وجود، استفاده از تست‌های Gold standard در تعداد افراد زیاد، عموماً به دلیل پیچیدگی و هزینه بالا امکان‌پذیر نمی‌باشد. به منظور تشخیص زودهنگام بیماری‌ها در جمعیت، از تست‌های غربالگری استفاده می‌شود که سریع و ارزان قیمت هستند اما خطاهایی دارند؛ به این صورت که برخی بیماران می‌توانند به اشتباه توسط تست سالم تشخیص داده شوند و نتیجه تست آن‌ها منفی باشد (منفی کاذب)، و برخی از افراد سالم ممکن است بیمار شناخته شوند و نتیجه تست آن‌ها به اشتباه مثبت شود (مثبت کاذب). برای سنجش دقت تست‌های غربالگری، شاخص‌هایی تعریف می‌شوند که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

حساسیت: درصدی از افراد بیمار که نتیجه تست آن‌ها مثبت می‌شود.

ویژگی: درصدی از افراد سالم که نتیجه تست آن‌ها منفی می‌شود.

ارزش اخباری مثبت: درصدی از افراد با نتیجه تست مثبت که واقعا بیمارند.

ارزش اخباری منفی: درصدی از افراد با نتیجه تست منفی که واقعا سالم هستند.

همچنین، در برخی از مطالعات، برای افزایش دقت می‌توان دو تست را به صورت تلفیقی به کار گرفت. این تلفیق، به دو صورت امکان‌پذیر است:

- تست‌های متوالی: ابتدا تست اول بر روی کل افراد انجام شده و سپس تست دوم فقط بر روی افرادی که نتیجه تست اولشان مثبت شد انجام شود. در نهایت، افرادی که نتیجه هر دو تستشان مثبت بود، بیمار و باقی افراد سالم تلقی می‌شوند.
- تست‌های موازی: دو تست به صورت جداگانه و همزمان بر روی کل افراد انجام می‌شود. افرادی که نتیجه هر دو تست آن‌ها منفی شد، سالم و باقی افراد بیمار تلقی می‌شوند. درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) برای بیماری‌هایی که نتیجه مثبت کاذب، بار منفی روانی و اجتماعی بالایی برای فرد به همراه دارد، انجام دو تست به صورت موازی بهتر از دو تست متوالی است.

ب) برای یک تست معین، با کاهش شیوع بیماری در جامعه، ارزش اخباری مثبت کاهش و ارزش اخباری منفی افزایش خواهد یافت.

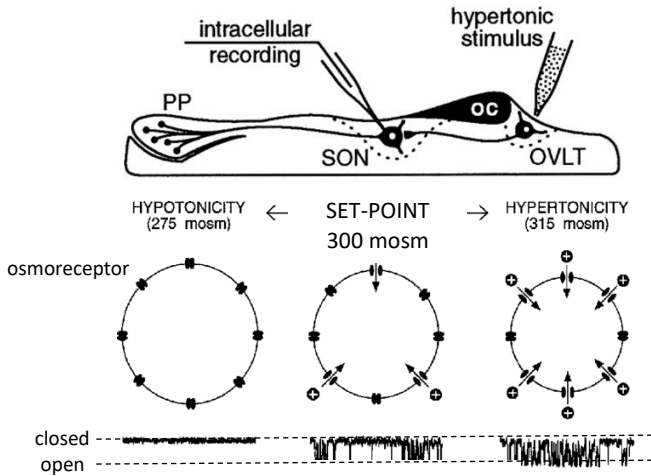
ج) تلفیق دو تست چه به صورت متوالی و چه موازی حساسیت کل را افزایش می‌دهد.

د) در صورتی که زمان طلایی (Golden time) برای درمان بیماری وجود داشته باشد، به این معنی که تشخیص دیرهنگام بیماری باعث افزایش قابل توجه مرگ و میر شود، بهتر است از تست‌های با ویژگی بالا استفاده کنیم.

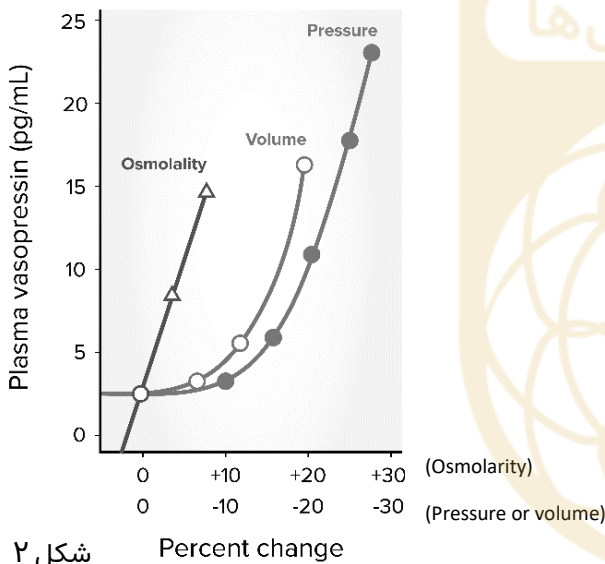
ه) در یک جامعه، بین دو تست با حساسیت یکسان و ویژگی متفاوت، تستی که ویژگی بالاتری داشته باشد ارزش اخباری مثبت بیشتری خواهد داشت.

**مسئله ۷** برای غربالگری یک بیماری، دو تست A و B وجود دارد که حساسیت این دو تست به ترتیب 90 و 85 درصد بوده و ویژگی آن‌ها نیز به ترتیب 70 و 95 درصد است. پزشکی برای بهبود دقت آزمایش‌ها، دو تست A و B را به صورت متوالی به کار می‌گیرد، به صورتی که ابتدا تست A را انجام داده و افراد با نتیجه مثبت را به تست B منتقل می‌کند. اگر این آزمایش در جامعه‌ای با شیوع 5 درصدی این بیماری انجام شود، ارزش اخباری مثبت نهایی چند درصد خواهد بود؟

**پرسش ۱۴** برای کنترل دفع آب از کلیه ها، هورمون ضد ادرار یا vasopressin نقش مهمی دارد. این هورمون از نورون‌هایی در هسته supraoptic nucleus (SON) هیپوتالاموس که انتهای آکسونی آن‌ها در هیپوفیز تحتانی (PP) قرار دارند، ترشح می‌شود (شکل ۱). عمکرد این نورون‌ها توسط عوامل مختلفی از جمله نورون‌هایی موسوم به اسمورسپتورها تنظیم می‌شود. این نورون‌ها در نواحی مختلفی از مغز از جمله در Organum vasculosum of lamina terminalis (OVLT) در نزدیکی بطن سوم قرار دارند و همانند شکل ۱ به تغییرات میزان اسمولاریته مایع خارج سلولی پاسخ می‌دهند. اسمورسپتورها حاوی کانال‌هایی موسوم به Stretch inactivated cationic channels (SIC) هستند و آکسون گلوتاماترژیک خود را به نورون‌های ترشح کننده هورمون ضد ادرار در هیپوتالاموس فرستاده و باعث تحریک این نورون‌ها می‌شوند (شکل ۱).



شکل ۱



شکل ۲

عامل دیگری که در تنظیم رهایش هورمون ضد ادراری نقش دارد، حجم و فشار خون است که از طریق گیرنده‌های حجمی و فشاری باعث مهار رهایش این هورمون می‌شوند (شکل ۲).  
درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

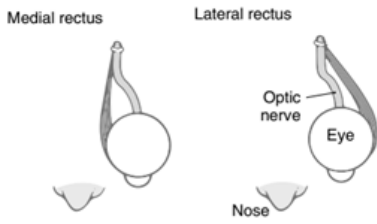
الف) افزودن اوره به فضای خارج سلولی اسمورسپتورها در مقایسه با افزودن ساکاروز با همان غلظت، باعث افزایش بیشتری در inward current (جریان بار مثبت به داخل سلول) اسمورسپتورها می‌شود.

ب) اگر فردی در تابستان نیم ساعت در آفتاب بایستد و تعریق زیادی داشته باشد، میزان عبور مواد از کانال‌های SIC افزایش می‌یابد.

ج) اگر آنتاگونیست گیرنده‌های گلوتاماتی در محلولی با اسمولاریته 330 mosm حل شده و 10 میکرولیتر از این محلول به بطن سوم مغز موش کوچک آزمایشگاهی تزریق شود، میزان شلیک نورون‌های اسمورسپتور OVLT و نورون‌های SON کاهش می‌یابد (حجم مایع مغزی-نخاعی در موش کوچک آزمایشگاهی حدود 40 میکرولیتر است).

د) اگر فردی بالغ با حجم خون برابر با 5 لیتر، 500 سی سی خون را به دنبال خونریزی از دست بدهد و به وی 100 سی سی آب مقطر تزریق شود، میزان ترشح هورمون ضد ادراری افزایش می‌یابد.

ه) با روش Patch clamp به وسیله‌ی یک میکروپپیت شیشه‌ای میزان جریان الکتریکی عبوری از یک کانال را در قطعه‌ای از غشای نورون اسمورسپتور در OVLT ثبت می‌کنیم. اگر در این حالت یک فشار منفی به داخل میکروپپیت شیشه‌ای اعمال شود، میزان جریان‌های کاتیونی ثبت شده کمتر می‌شود.



شکل ۱

**پرسش ۱۵** شکل ۱ نمای فوقانی عضلات Medial rectus و Lateral rectus چشم چپ است. وقتی به جلو نگاه می‌کنیم، عضلات Medial rectus و Lateral rectus در هر دو چشم با فعالیت خود چشم‌ها را در موقعیت مناسب قرار می‌دهند.

برای سنجش رابطه بین چند نوع حرکت مختلف چشم و فعالیت نورون‌های حرکتی عضلات چشم در طول زمان، آزمایشی طراحی کردیم. در این آزمایش از داوطلب می‌خواهیم تا مطابق دستورالعمل گفته شده برای هر بخش عمل کند. هنگامی که

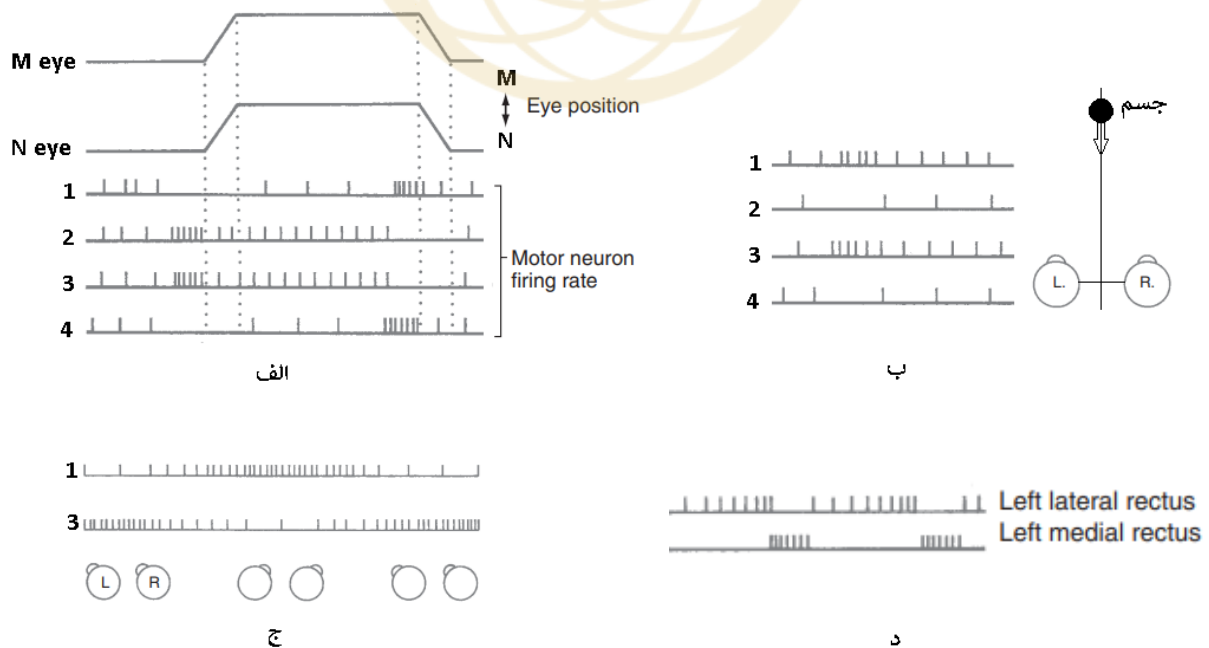
فرد در حال انجام آزمایش است، چهار الکترواد ۱ تا ۴ از نورون‌های حرکتی مربوط به چهار عضله Medial و Lateral rectus چشم چپ و راست ثبت می‌گیرند (شماره الکتروادها در آزمایشات ثابت است). نتایج آزمایش در شکل ۲ نشان داده شده است.

الف: فعالیت نورون‌های حرکتی هنگامی که چشم فرد به چپ و راست در جهت افقی نگاه می‌کند. M و N هر کدام، یکی از جهت‌های چپ و راست هستند. دو خط ممتد نشان دهنده موقعیت چشم‌ها است. مثلاً اگر خط ممتد به سمت بالا برود، یعنی چشم در جهت افقی به جهت M حرکت می‌کند (شکل ۲-الف)

ب: فعالیت نورون‌های حرکتی هنگامی که فرد به جسمی که بر روی خط وسط بین دو چشم، به صورت نزدیک می‌شود خیره شده است. (شکل ۲-ب)

ج: فعالیت نورون‌های حرکتی هنگامی که از فرد خواسته شده است تا به صورت ارادی جسمی که از چپ به راست می‌رود و به چپ باز می‌گردد را دنبال کنند. حرکت هماهنگ و ارادی چشم‌ها برای دنبال کردن سوژه را Smooth Pursuit می‌نامیم که این نوع حرکت در تغییرات کندتر موقعیت چشم عملکرد بهتری دارد. (شکل ۲-ج)

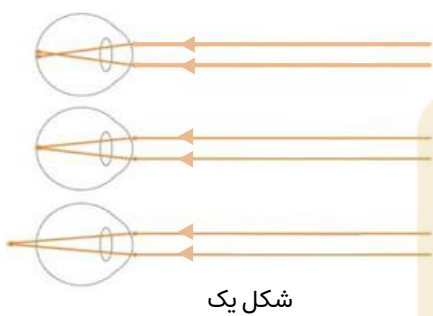
د: فعالیت نورون‌های حرکتی هنگامی که از فرد خواسته شده است به نقطه‌ای ثابت روی صفحه نمایش خیره شود، سپس نقطه شروع به حرکت می‌کند و پس از خروج از صفحه نمایش دوباره نقطه متحرک دیگری در وسط صفحه ظاهر می‌شود و این چرخه تکرار می‌شود. این نوع حرکت چشم‌ها غیر ارادی بوده و نوعی رفلکس است. در این رفلکس پس از تعقیب جسم، چشم‌ها با سرعت به نقطه قبلی باز می‌گردند. (شکل ۲-د)



شکل ۲

با توجه به توضیحات درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

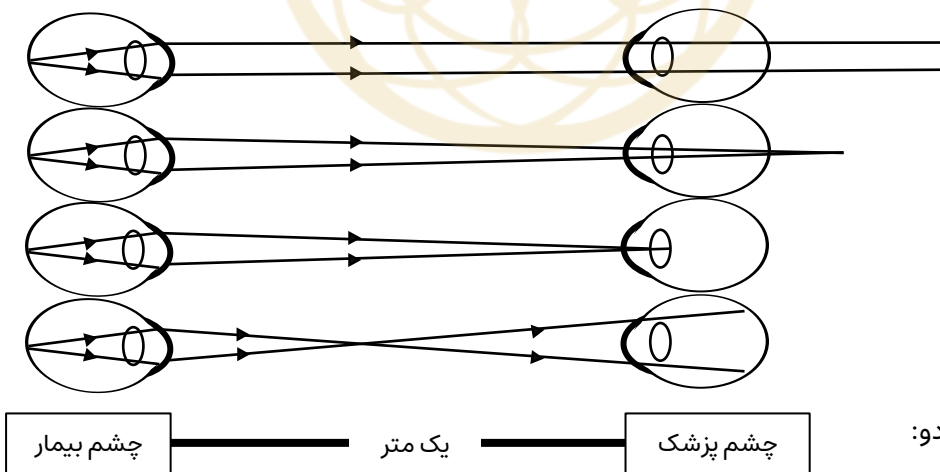
- الف) نورون مربوط به الکتروود ۴، ماهیچه Lateral rectus چشم راست را عصب دهی می‌کند.  
 ب) شکل ۲-د، می‌تواند مربوط به رفلکسی باشد که مشاهده‌گر در ماشین در حال حرکت رو به جلو، از شیشه سمت راست، تیرهای چراغ برق کنار جاده را نگاه می‌کند.  
 ج) M و N به ترتیب جهت راست و چپ را نشان می‌دهد.  
 د) با از بین رفتن نورون مربوط به الکتروود ۲، چشم مربوط به این نورون در حالت نگاه به جلو، از موقعیت سالم به سمت گوش راست منحرف می‌شود.  
 ه) اگر جسمی با سرعت خطی 0.25 متر بر ثانیه از چپ به راست بر روی صفحه‌ای بزرگ حرکت کند، برای اینکه چشم‌ها با Smooth Pursuit بهتر آن را دنبال کنند، مطلوب است که صفحه در فاصله دورتری از چشم‌ها باشد. (سر ثابت است).



شکل یک

**پرسش ۱۶ رتینوسکوپی** روشی برای تشخیص عیوب ناشی از تغییر قدرت انکساری عدسی و قرنیه چشم، از جمله نزدیک بینی، دوربینی و آستیگمات است. در این روش از بیمار خواسته می‌شود تا نقطه‌ای دور با حداقل فاصله ۶ متر را نگاه کند، سپس پزشک که دارای دید سالم است، دستگاه رتینوسکوپ را به چشم خود می‌چسباند، و از فاصله یک متری از چشم بیمار باریکه‌ای نور مستطیلی را به چشم بیمار می‌تاباند. (شکل یک)

بازتاب نور در شبکیه دوباره مانند منبع نور عمل کرده و شروع به منتشر شدن می‌کند. سپس توسط ساختارهای چشم شکسته شده و تصویری مجازی در جلوی چشم بیمار تشکیل می‌دهد. (شکل دو) این تصویر در نقطه‌ی دور چشم بیمار (farpoint) تشکیل می‌شود که حداکثر فاصله‌ای است که اگر شی در آن قرار بگیرد تصویر آن بدون تطابق عدسی بر شبکیه متمرکز می‌شود. در فرد سالم، این نقطه در بینهایت واقع است.



شکل دو:

پزشک همزمان با تاباندن نور بازتاب آنرا از چشم بیمار نگاه می‌کند. سپس با حرکت نور به جهت مختلف، می‌تواند نوع عیب انکساری و میزان آن را تعیین کند. به این شکل که پزشک باریکه نور را به راست یا چپ حرکت می‌دهد و حرکت نور را مشاهده می‌کند. سه نوع حرکت ممکن است توسط پزشک مشاهده شود. (شکل سه) در حرکت همراه، بازتاب نور به همان جهت حرکت نور حرکت می‌کند. در حرکت مخالف، بازتاب نور به جهت مخالف حرکت نور حرکت می‌کند و در حرکت خنثی، بازتاب نور کل مردمک را پر کرده و از خود حرکت نشان نمی‌دهد.

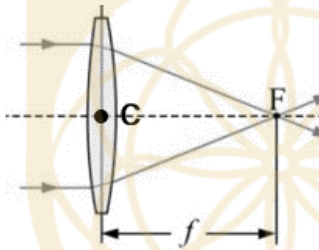
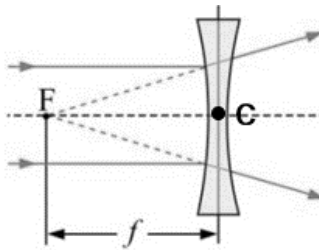


شکل سه:

با توجه به اطلاعات بالا درستی و نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

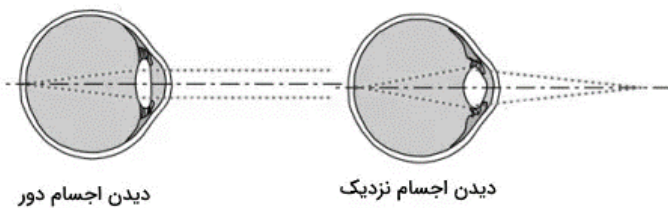
- الف) در فرد دوربین، نقطه دور چشم بیمار، بین پزشک و بیمار است.  
 ب) اگر نقطه دور، بین پزشک و بیمار باشد حرکت همراه مشاهده می‌شود.  
 ج) اگر پزشک با گذاشتن یک عدسی حرکت خنثی را ببیند، بیمار باید همان عدسی را به عنوان عینک استفاده کند.  
 د) در افراد نزدیک بین هر سه حالت حرکت ممکن است مشاهده شود.  
 ه) می‌توان با گذاشتن عینک دارای عدسی محدب روی چشم بیمار، حرکت مخالف را اصلاح کرد.

**مسئله ۸** پزشک برای تجویز عینک نیاز به اندازه‌گیری میزان تغییر قدرت انکساری چشم نسبت به حالت سالم دارد. قدرت انکساری یک عدسی نشان دهنده توان آن برای همگرا یا واگرا کردن پرتوهای نور است که برابری با عکس فاصله کانونی



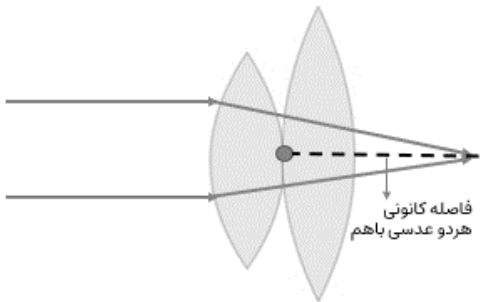
عدسی (f). یکای اندازه‌گیری قدرت انکساری عدسی دیوپتر و یکای اندازه‌گیری فاصله کانونی متر است. فاصله کانونی عدسی، فاصله بین مرکز عدسی (C) و نقطه‌ای است که پرتوهای موازی نور پس از عبور از عدسی در آن نقطه جمع می‌شوند (F). این فاصله در عدسی‌های مقعر منفی است.

در چشم سالم نقطه کانونی چشم بر روی نقطه زرد منطبق است. اکثر افراد بالغ می‌توانند با تغییر میزان تطابق عدسی چشم، و در نتیجه تغییر قدرت انکساری چشم، اجسام را از فاصله‌ی بسیار دور تا فاصله بیست و پنج سانتی متری ببینند. اثر



تطابق حداکثری بر افزایش قدرت انکساری چشم را می‌توان مانند اضافه کردن عدسی با قدرت انکساری ۴ دیوپتر در جلوی عدسی چشم بدون تطابق فرض کرد.

مطابق شکل قدرت انکساری دو عدسی هم مرکز که هم‌زمان استفاده شوند، برابر با مجموع قدرت هریک است.



$$\text{قدرت انکساری هر دو عدسی} = \frac{1}{\text{فاصله کانونی هر دو عدسی باهم}} = \frac{1}{\text{فاصله کانونی عدسی اول}} + \frac{1}{\text{فاصله کانونی عدسی دوم}}$$

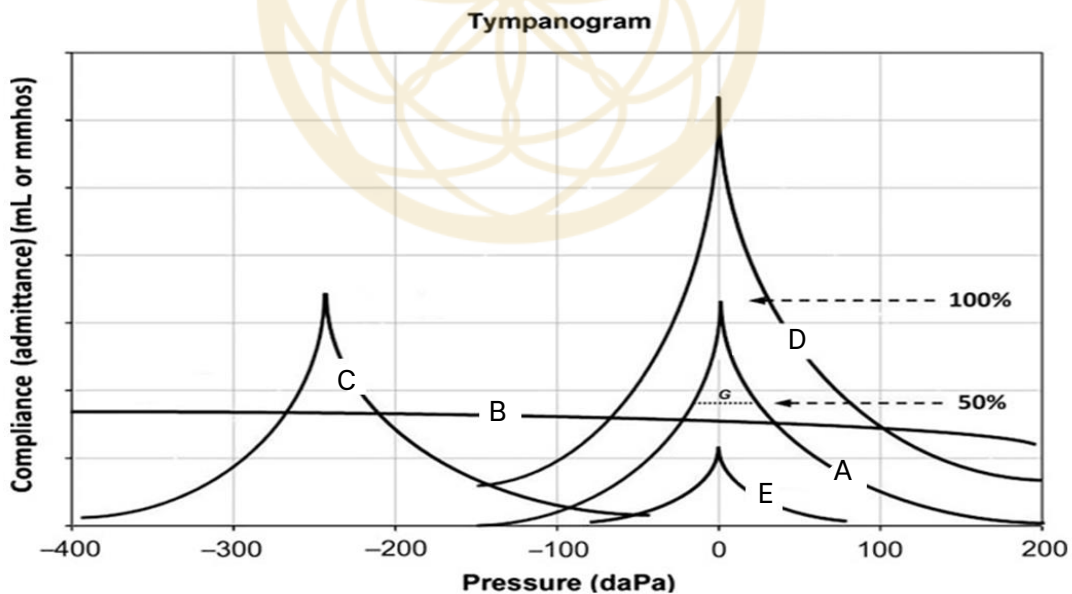


طبق قوانین اپتیک می توان ثابت کرد اگر قدرت انکساری چشم به علت تطابق یا مشکل انکساری دچار تغییر شود، میزان این تغییر برابر است با معکوس فاصله ای که اگر رتینوسکوپ در آن انجام شود حرکت خنثی مشاهده می شود. بنابراین می توان از رتینوسکوپ برای تعیین نمره چشم استفاده کرد.

در یک آزمایش رتینوسکوپ از فرد خواسته می شود تا به نقطه ای بسیار دور خیره شود. سپس پزشک از فاصله پنج سانتیمتری بیمار شروع می کند و آهسته آهسته، دور می شود و زمانی که حرکت خنثی را مشاهده کرد رتینوسکوپ را متوقف میکند. پزشک فاصله رتینوسکوپ از چشم هنگامی که حرکت خنثی مشاهده شده را اندازه گرفته و از آن برای تعیین نمره چشم بیمار استفاده می کند. اگر بدانیم قدرت انکساری چشم فرد مورد سنجش، 1.5 دیوپتر از چشم سالم کمتر باشد و در تمام مدت انجام تست بجای نگاه به دوردست سعی داشته تا نوشته ای با فاصله بیست و پنج سانتی متر را بخواند انتظار داریم پزشک حرکت خنثی را در فاصله چند سانتی متری مشاهده کرده باشد؟

**پرسش ۱۷** بررسی وضعیت پرده صماخ یا تیمپانومتری یک سنجش پر کاربرد در شنوایی سنجی است که برای بررسی پاسخ سیستم گوش میانی به انرژی صوت استفاده می شود.

در این سنجش یک کاو شگر (probe) وارد گوش خارجی می شود. در این کاو شگر یک تولیدکننده صوت وجود دارد. این موج صوت در برخورد با پرده صماخ باعث لرزش آن می شود. لرزش پرده صماخ سیگنالی تولید می کند که توسط میکروفون موجود در کاو شگر دستگاه شناسایی می شود. بخش دیگر این کاو شگر، یک پمپ هوا است که می تواند در کانال گوش خارجی فشار هوای مثبت یا منفی ایجاد کند. در یک آزمایش تیمپانومتری پمپ هوای کاو شگر مقادیر مختلف فشار هوا را ایجاد می کند. در هر فشار با تولید صوت و خوانش پاسخ پرده صماخ ثبت انجام می شود. نتیجه نموداری گزارش می شود که محور افقی آن فشاری که دستگاه تنظیم شده تا ایجاد کند و محور عمودی آن میزان هدایت صوت به گوش میانی را نشان می دهد. در شکل زیر نمودار چند آزمایش تیمپانومتری را مشاهده می کنید. نمودار A مربوط به فرد سالم است.



الف) در فرد سالم، بیشترین شدت صوت شنیده شده در فشار اتمسفر رخ می دهد.

ب) در پارگی پرده صماخ انتظار داریم نمودار B مشاهده شود.

ج) در صورت نازک شدن پرده صماخ نمودار D مشاهده می شود.

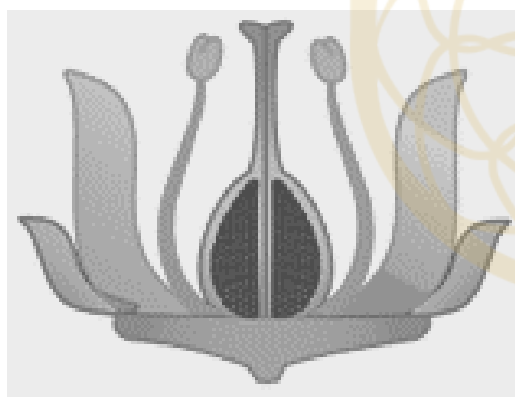
د) در otosclerosis، یا رشد غیرطبیعی استخوان در محل مفصل دو استخوان از گوش میانی، نمودار E مشاهده می شود.

ه) در اختلال عملکرد شیپور استاش نمودار C مشاهده می شود.

**پرسش ۱۸** یک ترکیب دارویی با نام تجاری Terpena از گل های یک پایه وحشی استخراج می شود. سهم تولید این ترکیب در گل های این گیاه طبق جدول زیر برآورد شده است:

اجزا	درصد
کاسبرگ ها	۵
گلبرگ ها	۵۰
پرچم ها	۱۰
برچه های با توان تولید دانه بارور	۳۵
برچه های بدون توان تولید دانه بارور	۰

دیگرام گل های وحشی کامل با توان تولید دانه و الگوی بیان ژن ها در حلقه های متفاوت گلی، بر اساس آخرین مدل تکوینی ABCDE به شکل زیر نمایش داده می شود و حلقه های اصلی یک گل کامل شامل ۱- حلقه جام (گلبرگ ها)، ۲- کاسه (کاسبرگ ها)، ۳- نافه (پرچم ها) و ۴- مادگی (برچه ها) است. در این مدل به ترتیب ژن های نوع A رشد کاسبرگ، ژن های نوع B رشد گلبرگ و پرچم، ژن های نوع C رشد پرچم و برچه، ژن های نوع D رشد تخمک را تنظیم می کنند و ژن های نوع E در آغاز (پریموردیوم) گلبرگ، پرچم، مادگی و کاسبرگ بیان می شود و بر رشد همه اجزای گل تأثیر می گذارد. توجه نمایید که ضرورت ژن های نوع E در آغاز هر چهار حلقه، تمایز آغازهای با منشا برگی و تشکیل گلبرگ، پرچم و مادگی است و در صورت جهش آغازهای با منشا برگی مانند کاسبرگ شکل می گیرد (با همان سهم تولید کاسبرگ ها) به همین دلیل از حلقه گلبرگ به بعد ترسیم شده است. موفقیت گرده افشانی در این گیاه مستقل از وجود گلبرگ هاست. همچنین می دانیم که در هر گیاه الزاماً هر گرده افشانی منجر به تشکیل دانه نمی شود و فقط برچه های دارای تخمک های سالم توان تولید دانه دارند. خط چین بین تخمک و برچه فقط نشان دهنده مرز بیان ژن ها است.



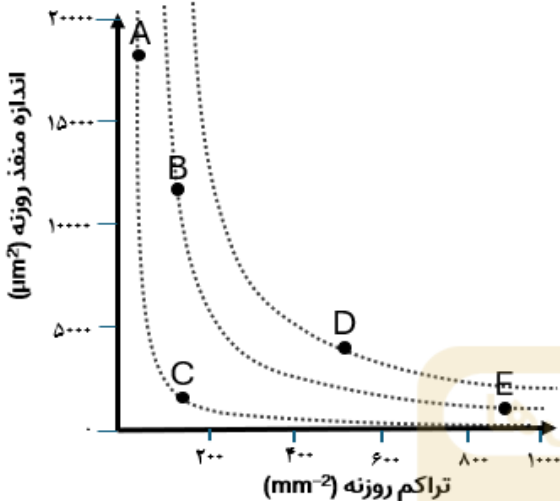
محققان توانستند با ایجاد جهش خاموش کننده عملکرد ژن، پایه هایی با گل های غیر عادی تولید کنند که متناسب با تغییر حلقه های گلی، میزان تولید ترکیب دارویی نام برده در آن ها کاهش یا افزایش یابد. اگر بخشی حذف شود، سهم آن صفر خواهد شد و با بخش (های) دیگری که ژن آن ها فعال است، جایگزین می شود و سهمی معادل آن بخش (ها) کسب می کند.

مشخص کنید با فرض اینکه در هر جهش تعداد حلقه ها تغییر نکند، اما نوع اجزا تحت تأثیر قرار گیرد؛ جهش خاموش کننده عملکرد ژن در کدام گروه (های) ژنی منجر به ایجاد پایه هایی با توان تولید ترکیب دارویی بیشتری نسبت به پایه وحشی می شود؟

راهنما: برای مثال جهش در ژن های نوع B منجر به تشکیل دو حلقه برچه با توان تولید دانه و دو حلقه کاسبرگ می شود.

الف) A      ب) B      ج) C      د) D      ه) E

**پرسش ۱۹** روزنه محلی برای تبادلات گازی روی اپیدرم گیاهان است. سه گاز عمده که از راه روزنه عبور می‌کنند شامل بخار آب، O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub> هستند که با تغییر مساحت منفذ و تراکم روزنه، در میزان تبادل کلی آن‌ها دستخوش تغییر می‌شود. در نموداری که مشاهده می‌کنید، اندازه منفذ روزنه نسبت به تراکم آن ترسیم شده است. خطوط نقطه چین در نمودار، خطوط هم تراز هستند، به شکلی که در این نقاط  $y/x = c$  که در آن  $y$  محور عمودی،  $x$  محور افقی و  $c$  عددی ثابت است. با توجه به نمودار صحت گزینه‌های زیر را مشخص کنید. فرض کنید که این گیاهان به جز از نظر تراکم و اندازه منفذ روزنه، تفاوت دیگری (بیوشیمیایی، فیزیولوژیک و مورفولوژی) ندارند.



- الف) گیاهان باستانی نزدیک به آب، عمدتاً در نزدیکی نقطه A قرار دارند.
- ب) میانگین فاصله لازم برای انتشار CO<sub>2</sub> در E به نسبت B بیشتر است.
- ج) گیاه D نسبت به B، سطح تبادل گازی بیشتری دارد.
- د) تغییر وضعیت یک روزنه در B نسبت به C سریع‌تر رخ می‌دهد.
- ه) اگر فرض کنیم روزنه‌ها تنها می‌توانند باز یا بسته باشند، گیاهان سمت چپ نمودار می‌توانند تبادلات گازی خود را با دقت بیشتری کنترل کنند.

**پرسش ۲۰** در آزمایشی یک گیاه آبی را همراه با آبی که در آن زندگی می‌کند در لوله آزمایش گذاشتیم و برای ایجاد یک سامانه بسته درب آن را کاملاً بسته و برای انجام فتوسنتز در مقابل نور قرار دادیم. در طول مدت آزمایش بنا شد که میزان pH آب در بازه‌های 8 ساعته در زمان‌های متفاوت اندازه‌گیری شود. با فرض حفظ سلامت گیاه در طول مدت آزمایش پیش‌بینی می‌شود که :

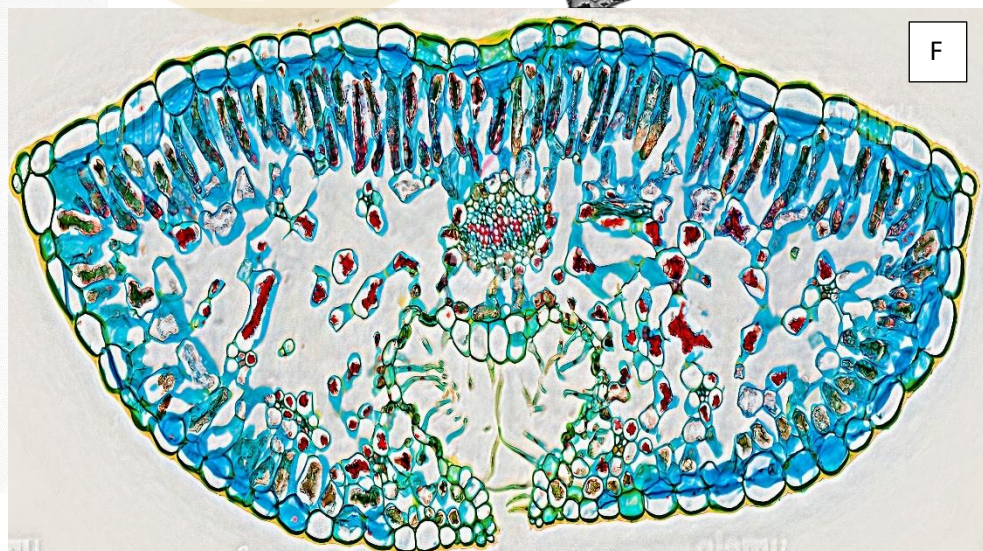
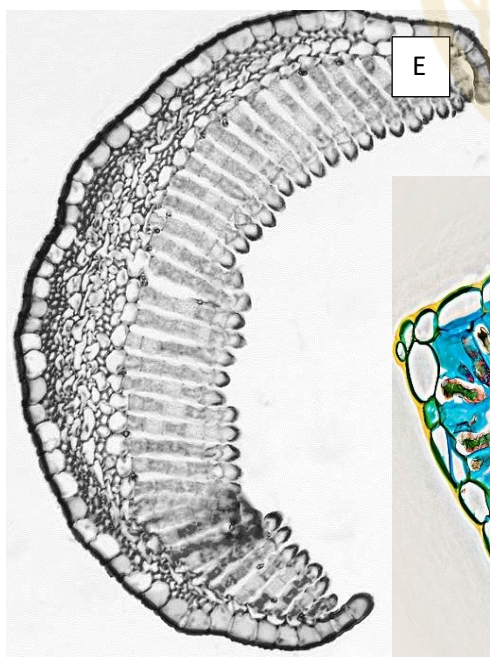
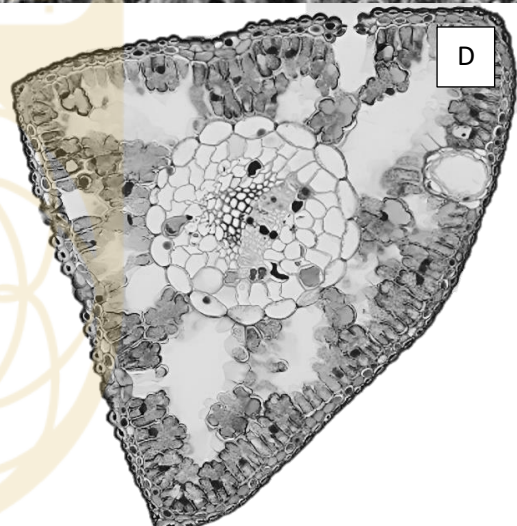
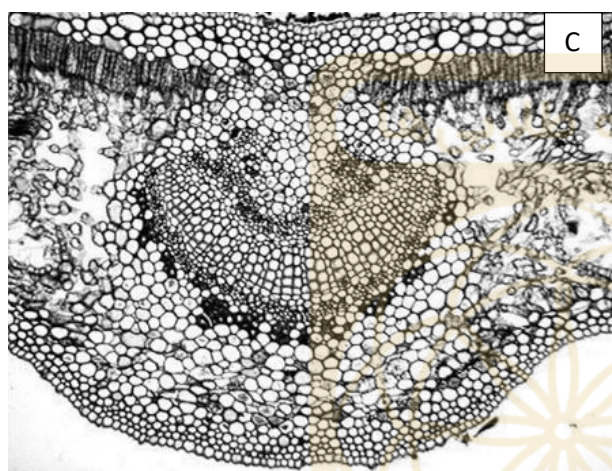
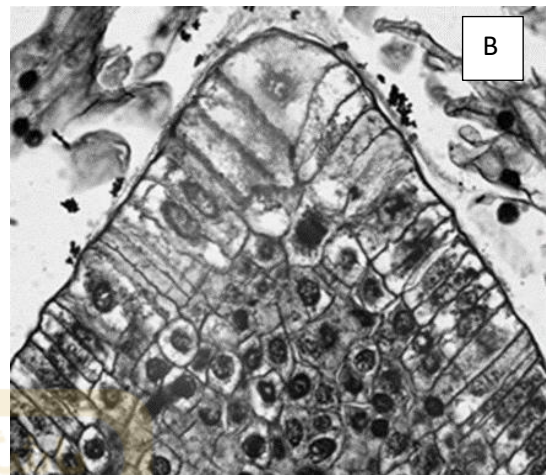
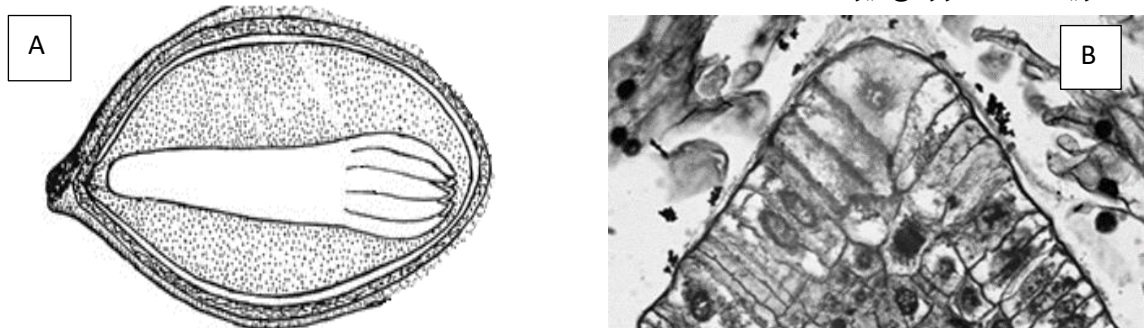
- الف) میزان pH در ساعات اولیه آزمایش، روند افزایشی نشان دهد.
- ب) اگر سه لوله آزمایش در سه فاصله متفاوت از منبع نوری داشته باشیم سرعت تغییر pH در این سه لوله یکسان است.
- ج) با افزایش در میزان pH تعداد حباب‌های هوا افزایش یابد.
- د) اگر از نور قرمز با شدتی معادل نور سفید استفاده کنیم pH در ساعات اولیه کاهش پیدا می‌کند.
- ه) برای افزایش سرعت تغییر pH می‌توانیم از نور سبز به جای سفید استفاده کنیم.

**پرسش ۲۱** پاسخ گیاهان به نور به شکل‌های متفاوتی پدیدار می‌شود. گل‌دهی یکی از این پاسخ‌ها است که فیتوکروم در آن نقش دارد. در ارتباط با نیاز نوری گیاهان برای گل‌دهی درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

- الف) شکست شب بلند با استفاده از نور قرمز دور، باعث جلوگیری از گل‌دهی گیاهان روزکوتاه می‌شود.
- ب) در گلخانه‌ای که برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، طول روشنایی 9 ساعت است، می‌توان برای القای گل‌دهی گیاهی روز بلند با نیاز نوری بیشتر از 9 ساعت، از نور قرمز دور برای شکست شب استفاده کرد.
- ج) اگر بر اثر اشتباه، شب با نور سفید شکسته شود، برای رفع اثر نور سفید بر گیاهان روزکوتاه بلافاصله می‌توان از تابش نور قرمز استفاده کرد.
- د) فرم فعال فیتوکروم، گل‌دهی را در هر دو نوع گیاه روزکوتاه و روزبلند تحریک می‌کند.
- ه) اگر گیاه A در صورتی گل بدهد که طول روز بیش از 12 ساعت نباشد، این گیاه از نوع روزکوتاه است.



**پرسش ۲۲** در یک آزمایشگاه گیاهی، لام‌ها براساس سیستم رده‌بندی نام گذاری و طبقه بندی می‌شوند. برش‌های زیر مربوط به چند گیاه متفاوت است. به علت استفاده از روش نامناسب برای ثبت مشخصات، برچسب روی هر لام از بین رفته است. کارشناس آزمایشگاه قرار است لام‌ها را در ۴ قفسه تک‌لپه، دولپه، بازدانه و سایر قرار دهد. مشخص کنید کدام لام‌ها در یک قفسه قرار می‌گیرند.



A, E(ه)

E, F(د)

C, F(ج)

B, C(ب)

A, D (الف)



