

## دفترچه سؤالات مرحله دوم

# بیست و هفتمین المپیاد زیست شناسی

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ گویی
۱۴۰۳	۲۲+۸	۲۷۰ دقیقه

### توضیحات مهم

#### استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۱. در صورت وجود مغایرت، در اطلاعات شخصی در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه را بررسی نمایید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول حوزه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگ پاسخ نامه 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 پاسخ نامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سؤالات تصحیح نشده و به آنها هیچ نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
۵. نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سؤالات و پاسخ نامه بنویسید.
۶. برگه پاسخ نامه شما را دستگاه تصحیح می کند. پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
۷. بارم هر سؤال در برابر آن نوشته شده است. در این آزمون هر پرسش صحیح/ غلط و پاسخ کوتاه ۵ نمره دارن.
۸. لطفاً پیش از آغاز پاسخگویی به سؤالات راهنمای صفحه اول (داخل) این دفترچه را به دقت مطالعه نمایید.
۹. همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب می شود.
۱۰. دفترچه سؤالات باید همراه پاسخ نامه به مسئولین جلسه تحویل شود.
۱۱. در این آزمون هر پرسش صحیح/ غلط ۵ نمره و هر پرسش پاسخ کوتاه ۶ نمره دارد.



راهنمای پاسخ دادن به پرسش‌ها

دانش پژوهان 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 مورد 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 ۵/۰ عدد به سمت بالا گرد شود. در مورد پاسخ‌های یک رقمی، عدد مربوطه باید در ستون یکان وارد شود. مثال:

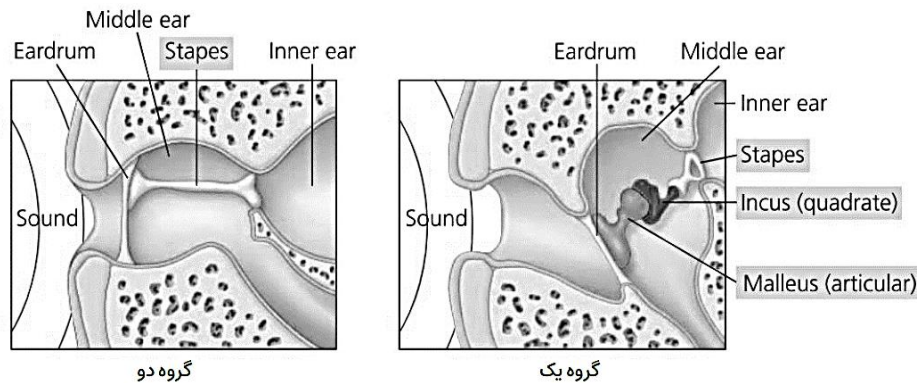
۳۰	۳٫۵	۳٫۲	۳	پاسخ اصلی																																																																																
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>مسئله ...</p> <p>یکان دهکان</p> <table border="1"> <tr><td>۰</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۲</td><td>۲</td></tr> <tr><td>۳</td><td>۳</td></tr> <tr><td>۴</td><td>۴</td></tr> <tr><td>۵</td><td>۵</td></tr> <tr><td>۶</td><td>۶</td></tr> <tr><td>۷</td><td>۷</td></tr> <tr><td>۸</td><td>۸</td></tr> <tr><td>۹</td><td>۹</td></tr> </table> </div>	۰	۰	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۸	۸	۹	۹	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>مسئله ...</p> <p>یکان دهکان</p> <table border="1"> <tr><td>۰</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۲</td><td>۲</td></tr> <tr><td>۳</td><td>۳</td></tr> <tr><td>۴</td><td>۴</td></tr> <tr><td>۵</td><td>۵</td></tr> <tr><td>۶</td><td>۶</td></tr> <tr><td>۷</td><td>۷</td></tr> <tr><td>۸</td><td>۸</td></tr> <tr><td>۹</td><td>۹</td></tr> </table> </div>	۰	۰	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۸	۸	۹	۹	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>مسئله ...</p> <p>یکان دهکان</p> <table border="1"> <tr><td>۰</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۲</td><td>۲</td></tr> <tr><td>۳</td><td>۳</td></tr> <tr><td>۴</td><td>۴</td></tr> <tr><td>۵</td><td>۵</td></tr> <tr><td>۶</td><td>۶</td></tr> <tr><td>۷</td><td>۷</td></tr> <tr><td>۸</td><td>۸</td></tr> <tr><td>۹</td><td>۹</td></tr> </table> </div>	۰	۰	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۸	۸	۹	۹	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>مسئله ...</p> <p>یکان دهکان</p> <table border="1"> <tr><td>۰</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۲</td><td>۲</td></tr> <tr><td>۳</td><td>۳</td></tr> <tr><td>۴</td><td>۴</td></tr> <tr><td>۵</td><td>۵</td></tr> <tr><td>۶</td><td>۶</td></tr> <tr><td>۷</td><td>۷</td></tr> <tr><td>۸</td><td>۸</td></tr> <tr><td>۹</td><td>۹</td></tr> </table> </div>	۰	۰	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۴	۵	۵	۶	۶	۷	۷	۸	۸	۹	۹	روش درج در پاسخ‌نامه
۰	۰																																																																																			
۱	۱																																																																																			
۲	۲																																																																																			
۳	۳																																																																																			
۴	۴																																																																																			
۵	۵																																																																																			
۶	۶																																																																																			
۷	۷																																																																																			
۸	۸																																																																																			
۹	۹																																																																																			
۰	۰																																																																																			
۱	۱																																																																																			
۲	۲																																																																																			
۳	۳																																																																																			
۴	۴																																																																																			
۵	۵																																																																																			
۶	۶																																																																																			
۷	۷																																																																																			
۸	۸																																																																																			
۹	۹																																																																																			
۰	۰																																																																																			
۱	۱																																																																																			
۲	۲																																																																																			
۳	۳																																																																																			
۴	۴																																																																																			
۵	۵																																																																																			
۶	۶																																																																																			
۷	۷																																																																																			
۸	۸																																																																																			
۹	۹																																																																																			
۰	۰																																																																																			
۱	۱																																																																																			
۲	۲																																																																																			
۳	۳																																																																																			
۴	۴																																																																																			
۵	۵																																																																																			
۶	۶																																																																																			
۷	۷																																																																																			
۸	۸																																																																																			
۹	۹																																																																																			

محاسبات و نکته‌های مهم





**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.

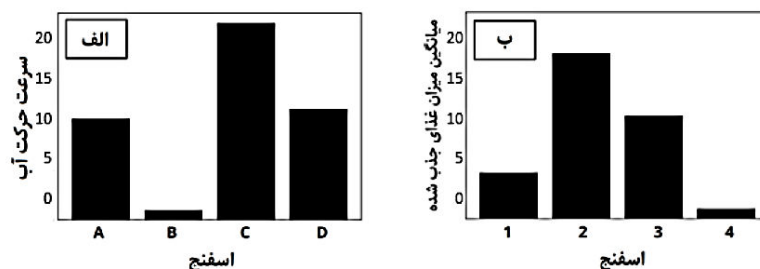
ج) وجود دندان‌های تمایز یافته از ویژگی‌های گروه یک است.

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 تازک 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 تازک 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 تازک کوانوسیت این سویه برابر سویه B بود اما نوعی پمپ آکواریوم در داخل اسپونگوسل اسفنج قرار گرفته بود که با سرعتی برابر اسفنجی با تازک طبیعی، آب را به خارج اسکولوم اسفنج پمپ می‌کرد. شکل الف، میانگین سرعت خروج آب از اسکولوم هر سویه را نشان می‌دهد. در این سؤال، سرعت حرکت تازک 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 ۱، ۲، ۳، ۴ هر کدام با ترتیبی نامشخص به یکی از سویه‌های A تا D مربوط هستند. برای این سؤال، حجم اسفنج‌های مختلف را برابر در نظر بگیرید.

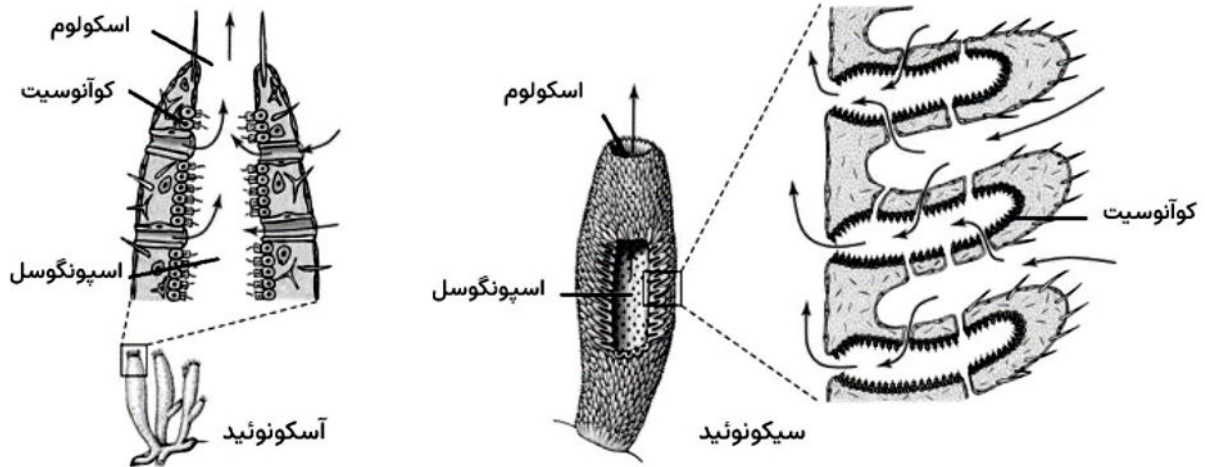


محاسبات و نکته‌های مهم





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



درستی و نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

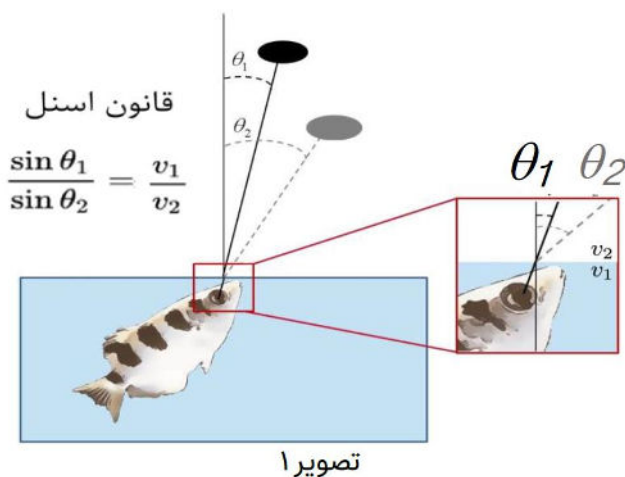
الف) سویه A مربوط به ۱ و سویه D مربوط به ۳ است.

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

ج) اگر اسفنج نوع ۱ که ساختار آسکونوئید دارد را با اسفنج مشابه و هم حجم نوع ۱ که ساختار سیکونوئید دارد مقایسه کنیم، متحمل‌تر است اسفنج سیکونوئید میانگین میزان غذای جذب شده بالاتری داشته باشد.

د) انتظار داریم با سفید شدن مرجان‌ها، میانگین میزان غذای ورودی اسفنج‌های ۳ کاهش پیدا کند.

ه) عامل محدودکننده میزان غذای جذب شده به کوآنوسیت‌های اسفنج ۲، میزان مواد غذایی محلول در محیط است.



**پرسش ۳.** جان شلوسر در نامه‌ای در سال ۱۷۶۴ به انجمن سلطنتی لندن، جامعه علمی را با ماهی کمان‌دار (Tocotidae 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 سؤال‌های مطرح شده 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 سؤال امکان‌پذیر است.

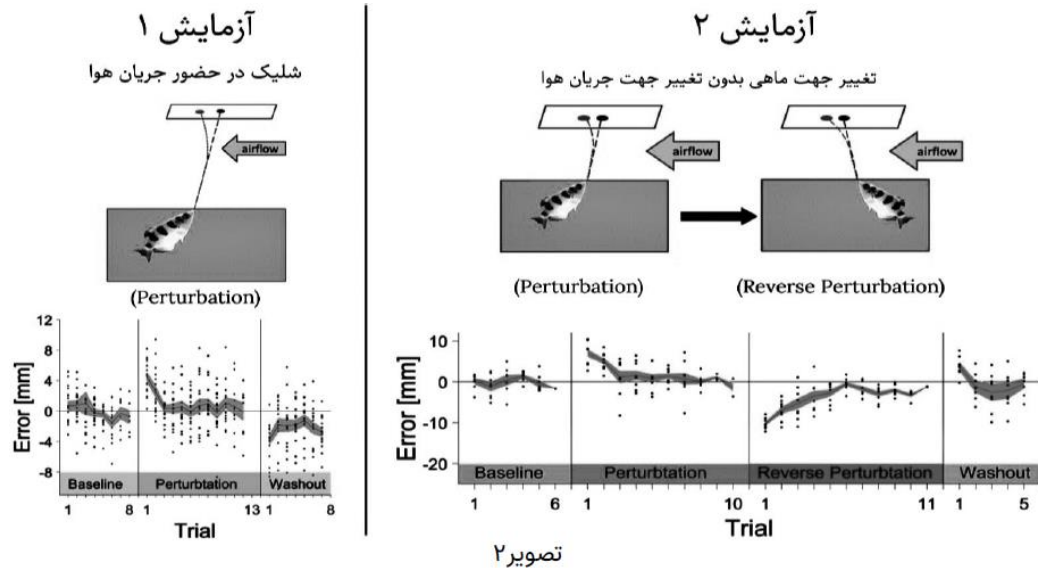
محاسبات و نکته‌های مهم





پاسخ اول بیان می‌کند که این ماهی دارای یک توانایی ذاتی است که به آن اجازه می‌دهد به طور درون‌زاد، اثر انگسار 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.

اخیراً گروهی از محققان (Volotski et al., 2023) با قرار دادن این ماهی‌ها در محیطی با تغییرات کنترل شده جریان هوا، این سؤال 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 اصطلاح انگسار نور برخوردار نیستند.

د) ماهی‌های کمان‌دار از انطباق حرکتی برخوردار نیستند.

ه) انطباق حرکتی ماهی‌های کمان‌دار دارای یک چارچوب مرجع دیگرمحور است.

محاسبات و نکته‌های مهم





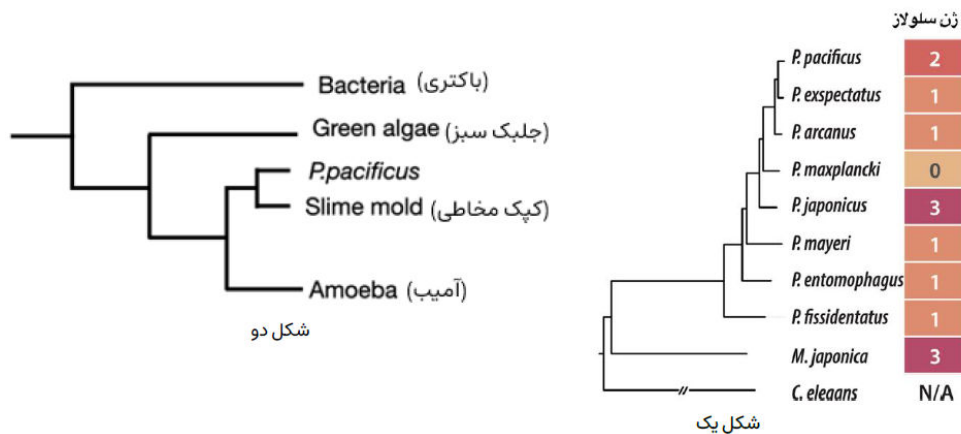


**مسئله ۱.** در بررسی روابط اکولوژیک در اکوسیستم‌ها در بسیاری از مواقع به جای تعداد، زیست‌توده (biomass) جانداران در سطوح غذایی مختلف مطالعه می‌شود. در اقیانوسی ماهی‌های گوشت‌خوار از ماهی‌های پلانکتون‌خوار، ماهی‌های پلانکتون‌خوار از زئوپلانکتون‌ها و زئوپلانکتون‌ها از فیتوپلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند. هر 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 صرف‌نظر 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 می‌تواند از طریق فرآیندی مانند هم‌یوگی به یک سوبی باکتریایی انتقال یابد و سوبه‌ای مقاوم به چندین آنتی‌بیوتیک پدید آورد. 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 *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 نشان‌دهنده 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.

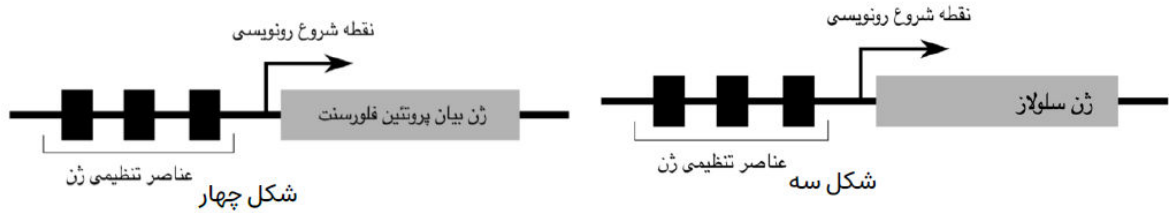
درخت تبارزایی شکل دو بر اساس مقایسه توالی سلولاز *P. pacificus* با گونه‌های دیگر ساخته شده است:



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 هم‌افرویدیت، ساختار نشان داده شده در تصویر چهارم را داشتند:

محاسبات و نکته‌های مهم

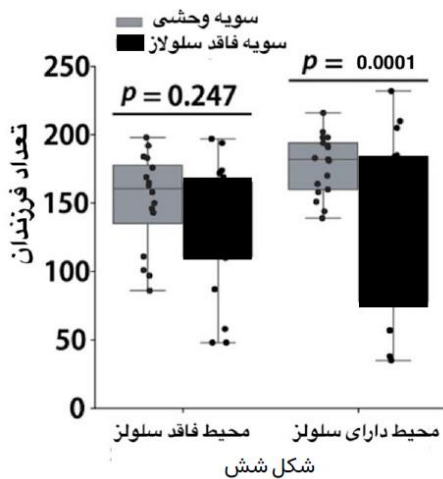




تصویر پنج سیگنال فلورسنت را در این فرزندان این همافرودیت نشان می‌دهد:



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 دست دادن 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 غیرفعال (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 موفقیت‌آمیز ژن سلولاز نماتد در باکتری *E. coli* به تنهایی فعالیت آنزیمی این ژن در نماتد را تایید می‌کند.



محاسبات و نکته‌های مهم



**پرسش ۵.** قصد داریم تأثیر عوامل مختلف را روی اندازه جمعیت نوعی حشره بررسی کنیم. این حشره در کف جنگل زندگی کرد 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 قلمرو طلبی) ثابت نگه‌داشته 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 ۲ نسبت به استراتژی ۱ 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 سؤال 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 به اندازه جمعیت بسیار کوچک‌تر از اندازه تعادلی است تعریف می‌کنیم. درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) افزایش نرخ به زمین افتادن میوه‌ها، باعث افزایش اندازه تعادلی برای جمعیت حشره می‌شود.

ب) افزایش نرخ به زمین افتادن میوه‌ها، می‌تواند باعث افزایش نرخ رشد ذاتی سرانه حشره شود.

ج) در عدم حضور پرنده‌ها، تغییر از استراتژی ۱ به ۲، اندازه تعادلی حشره را افزایش می‌دهد.

د) تغییر از استراتژی ۱ به ۲، نرخ رشد ذاتی سرانه حشره را افزایش می‌دهد. (دقت کنید حشرات پیوسته تولید مثل می‌کنند).

ه) افزایش فراوانی پرنده‌ها، باعث کاهش اندازه تعادلی جمعیت حشره می‌شود.

**پرسش ۶.** نقش‌پذیری ژنومی یا *genomic imprinting* به الگویی از بیان ژن اشاره می‌کند که در آن، الی مربوط به یکی از والدین توسط تغییرات اپی ژنتیکی غیرفعال شده و فقط یکی از الی‌ها بیان می‌شود؛ به صورتی که در نقش‌پذیری مادری، تنها الی مادری بیان شده و در نقش‌پذیری پدری، تنها الی پدری بیان می‌شود. یکی از دلایل ارائه شده برای تکامل یافتن الگوی نقش‌پذیری با کیفیت‌تر بودن یا سازگاری محیطی بیشتر آلل‌های به ارث رسیده از یک والد نسبت به والد دیگر است. درستی یا نادرستی گزاره‌ها در مورد ژن‌های 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 می‌کند و در نتیجه به جنین‌های دیگری که در رحم هستند و ژن A1 را بیان می‌کنند منابع کمتری می‌رسد. (میزان کل منابع در دسترس جنین‌ها 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 می‌شود که بر شایستگی افراد نر تأثیر دارد ولی بر شایستگی افراد ماده هیچ تأثیری ندارد.

ژن D: این ژن منجر به بیان صفتی می‌شود که میزان بهینه آن در افراد نر و افراد ماده متفاوت است.



محاسبات و نکته‌های مهم





ژن X: آلل‌های مختلف این ژن الگوی نقش‌پذیری در سایر ژن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

الف) انتظار داریم اگر ژن A از نقش‌پذیری پدری تبعیت کند، تفاوت شایستگی آلل A2 و A1 در حالی که فرزندان در رحم مادر از پدرهای مختلفی باشند، بیشتر از حالتی است که از پدر یکسانی باشند.

ب) اگر در گونه‌ای پستاندار، فرزندان در رحم مادر از پدرهای مختلفی باشند و ژن A از الگوی نقش‌پذیری پدری تبعیت کند، انتظار داریم آلل A2 شایستگی بیشتری از آلل A1 داشته باشد.

ج) اگر در گونه‌ای گیاه میانگین فاصله پراکنش دانه‌ها از گیاه مادر بسیار کمتر از فاصله آن‌ها از گیاه پدر باشد، آللی از ژن X که منجر به ایجاد نقش‌پذیری مادری در ژن B شود شایستگی بیشتری از آللی دارد که باعث ایجاد نقش‌پذیری نمی‌شود.

د) آللی از ژن X که منجر به ایجاد نقش‌پذیری پدری در ژن C شود شایستگی بیشتری از آللی دارد که باعث ایجاد نقش‌پذیری نمی‌شود.

ه) آللی از ژن X که در افراد ماده منجر به ایجاد نقش‌پذیری مادری در ژن D، و در افراد نر منجر به نقش‌پذیری پدری در ژن D شود، شایستگی بیشتری از آللی دارد که باعث ایجاد نقش‌پذیری نمی‌شود.

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

**فرضیه ۱.** این فرضیه دلیل پیری را تجمع آسیب‌های غیرقابل جبران به سلول‌ها و بافت‌های بدن به دلیل خطای حین همانندسازی، ترجمه، و تجمع زائادات متابولیکی در طی زمان نسبت می‌دهد. همچنین این فرضیه بیان می‌کند که جانداران تحت اثر انتخاب طبیعی تکامل پیدا کرده‌اند 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 تأثیر 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.

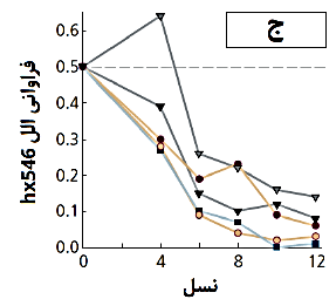
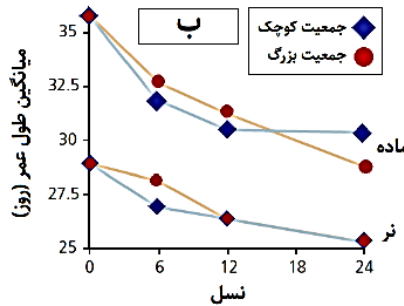
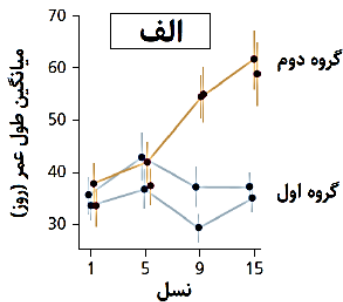
**آزمایش ب.** در این آزمایش، دو جمعیت با اندازه متفاوت (کوچک و بزرگ) از مگس خانگی ایجاد شد. در هر نسل، از والدین جوان برای ایجاد نسل بعد استفاده شد. میانگین طول عمر طبیعی مگس‌های نر و ماده در طی زمان همانند آزمایش الف به دست آورده شد و در هر دو گروه در نمودار ب نشان داده شده است.

محاسبات و نکته‌های مهم





آزمایش ج. ژن age-1 در *C. elegans* پروتئینی را کد می‌کند که در پیری نقش ایفا می‌کند و به همین دلیل ال‌های جهش‌یافته این ژن مانند  $h \times 546$  منجر به افزایش طول عمر جاندار می‌شوند. کرم‌هایی که ال جهش‌یافته دارند، دارای رفتار و ظاهری مشابه کرم‌های عادی هستند. در این آزمایش، چندین جمعیت بزرگ هم اندازه از این کرم‌ها که فراوانی اولیه ال  $h \times 546$  در آن‌ها ۵۰٪ بود انتخاب شدند و سپس فراوانی ال  $h \times 546$  در حین نسل‌های مختلف اندازه‌گیری شد. دقت کنید هر چهار روز یک بار، 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 ال وحشی age-1 نسبت به جهش‌یافته  $h \times 546$  میزان زادآوری را در افراد جوان کاهش می‌دهد، در یک راستا است.

**پرسش ۸.** منشأ رفتارهای فداکارانه در جانداران سؤال برانگیز است، زیرا در نگاهی ساده‌انگارانه، 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 ژن‌های فرد فداکار را حمل می‌کنند. ضریب خویشاوندی (r) فرد A نسبت به B را برابر با احتمال این‌که آلی در فرد A به واسطه 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 آل، 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 آل در جمعیت کمک خواهد کرد به شرطی که سود ضریب خویشاوندی از زیان بیشتر باشد ( $b \times r > c$ ). در انسان، ژن‌های I و II و III به ترتیب روی کروموزومی اتوزوم، کروموزوم X و ژنوم میتوکندری قرار دارند. درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

محاسبات و نکته‌های مهم





سود و زیان یک رفتار را تأثیر آن رفتار بر تولید مثل آینده فرد تعریف می‌کنیم. همچنین فرض کنید میتوکندری‌های 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 آل 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 آل 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 آل 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 آل را افزایش می‌دهد.

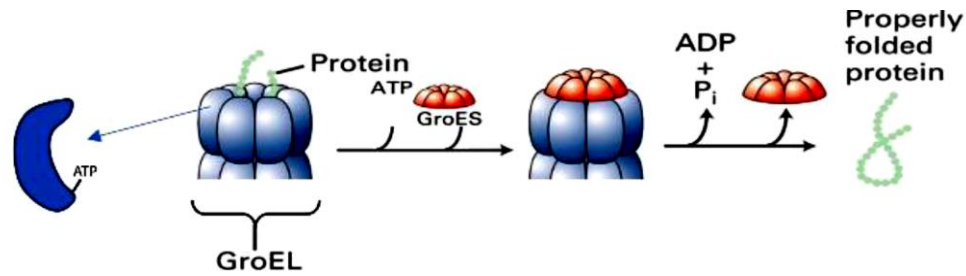
ه) اگر آلی از ژن I باعث شود مادر بزرگان رفتاری فداکارانه برای نوه خود انجام دهند که سود آن برای نوه سه برابر زیان آن برای مادر بزرگ است، این رفتار احتمال تثبیت آن آل را افزایش می‌دهد.

**مسئله ۲.** نسبت تولید فرزندان نر و ماده یکی از صفاتی است که می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر شایستگی یک فرد بگذارد. گونه‌ای جدا جنس (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 ده 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 استراتژی‌ای 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، موقعیت‌های تولید مثل 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 تأثیر 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.

محاسبات و نکته‌های مهم



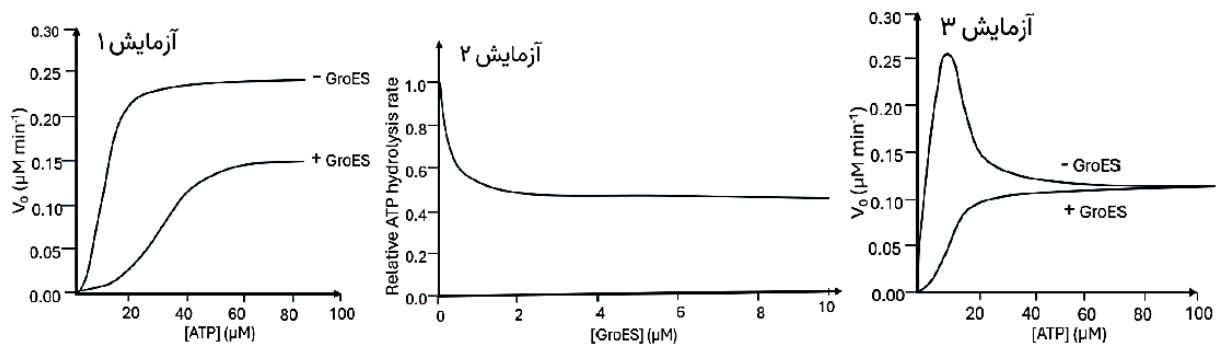


چپرونین‌ها پروتئین‌های بزرگی هستند که به فرآیند تا خوردن پروتئین‌های بد تا خورده کمک می‌کنند. یک چپرونین باکتریایی که آزمایش‌های فراوانی روی آن انجام شده، کمپلکس چپرونین GroEL / GroES است. در این کمپلکس، GroEL از دو حلقهٔ توخالی هموهپتامر یکسان تشکیل شده است که به صورت پشت-به-پشت به هم چسبیده‌اند و هر کدام فضایی محصور و ورودی برای گرفتن پروتئین بد تا خورده 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 حلقهٔ هموهپتامری دیگر است، عملکردی مشابه دریچه 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 آزمایش‌های 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 جهش‌یافته، در حضور و عدم حضور GroES سنجیده شد.



با توجه به نتایج، درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

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

محاسبات و نکته‌های مهم





الف) در حضور GroES، بین زیرواحدهای درون یک حلقه GroEL طبیعی در هیدرولیز ATP، خاصیت تعاونی مثبت وجود دارد.

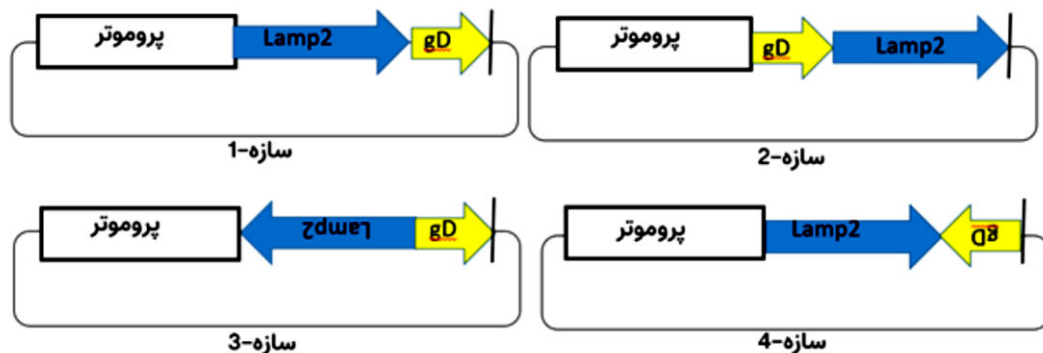
ب) در حضور GroES، بین دو حلقه GroEL وحشی در هیدرولیز ATP، خاصیت تعاونی مثبت وجود دارد.

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 پروتئین تک رشته‌ای به نام Lamp2 به وفور در غشای اگزوزومی یافت می‌شود که فقط یک‌بار از غشا رد 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 هر گونه نوکلئوتید آدنین (A) است و کدون پایان توسط وکتور تأمین می‌شود. پپتید gD گیرنده‌ای به نام MR را در سطح ملانوسیت‌های پوست می‌شناسد. ما در نظر داریم تا ضمن ساختن پروتئین ترکیبی Lamp2::gD در سلول Hek و استقرار این پروتئین 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 پروتئین 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، پروتئین 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.



محاسبات و نکته‌های مهم





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

در آن،  $V_0$  نرخ واکنش است،

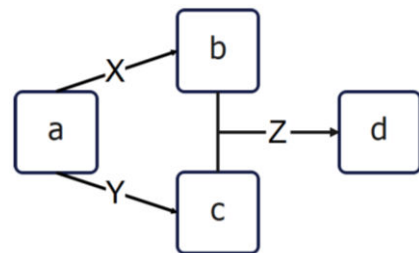
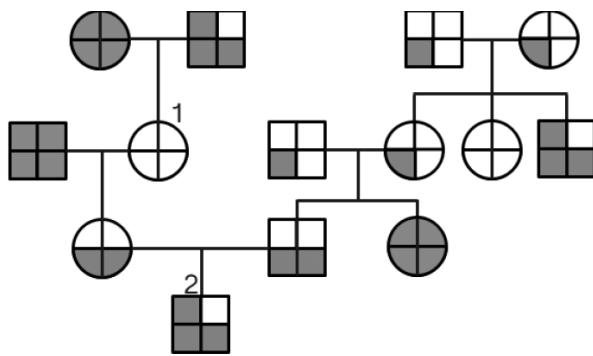
$$V_0 = \frac{V_{max}[S]}{K_m + [S]}$$

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

$K_m$  ثابت Michaelis- Menten است.

با فرض این که سرعت واکنش در غلظت  $20$  میکرومولار سوبسترا برابر  $100$  نانو مول در دقیقه و  $K_m$  برای سوبسترای مورد استفاده آن برابر با  $10$  میکرومولار باشد، مقدار ثابت تبدیل سوبسترا به محصول ( $k_{cat}$ ) را برای یک مولکول آنزیم در ثانیه محاسبه کنید. وزن مولکولی آنزیم  $20$  کیلو دالتون و غلظت آنزیم خالص نیز  $2$  میلی گرم در میلی لیتر می‌باشد که  $10$  میکرو لیتر از آن در حجم نهایی یک میلی لیتر مورد استفاده قرار گرفته است.

**پرسش ۱۱.** همان طور که از مرحله اول به یاد دارید به دنبال آزمایشاتی بر روی رنگ بال‌های یک گونه جدید از پرندگان، 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. همین طور 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 نشان‌دهنده 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 اللی 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 شجره‌نامه تهیه شده از جمعیت پرندگان که در آن هر شکل نشان‌دهنده یک فنوتیپ خاص است و شکل فنوتیپ زنان و مردان در شجره‌نامه یکسان است درستی یا نادرستی گزاره را مشخص کنید.






الف) با توجه به این شجره‌نامه می‌توان حداکثر دو حالت را پیدا کرد که هر فنوتیپ نشان‌دهنده حضور نوع خاصی از مواد باشد.



محاسبات و نکته‌های مهم



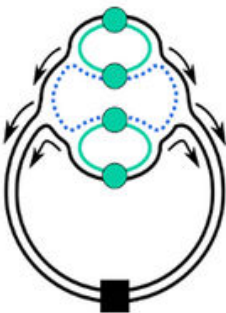
- (ب) فنوتیپ  زمانی ظاهر می‌شود که ماده a در بال پرنده حضور داشته باشد.
- (ج) فنوتیپ  زمانی ظاهر می‌شود که ماده d در بال پرنده حضور داشته باشد.
- (د) فنوتیپ  زمانی ظاهر می‌شود که دو ماده b و c در بال پرنده حضور داشته باشد.

هـ) در این شجره‌نامه پرنده‌ای وجود دارد که بتوان از ژنوتیپ سه ژن آن مطمئن بود.

**مسئله ۴.** اگر پرنده شماره ۱ و ۲ که در شجره‌نامه 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 کیلودالتون 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.

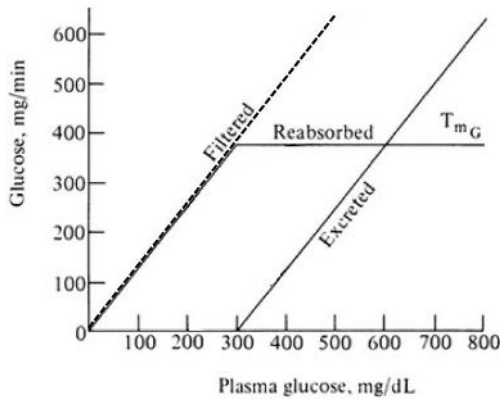
**مسئله ۶.** بسیاری از باکتری‌ها قادرند نرخ تکثیری سریع‌تر از نرخ تکثیر DNA شان داشته باشند. بنابراین باکتری مجبور است دور جدید همانندسازی ژنوم را قبل از اتمام دور قبل شروع کند. این فرایند باعث می‌شود که ژن‌هایی که نزدیک به مبدأ همانندسازی (Origin of replication) کروموزوم هستند تعداد نسخه (Copy number) بیشتری از ژن‌هایی که نزدیک مکان پایان همانندسازی (Termination site) داشته باشند. هنگامی که جمعیت باکتری در مرحله لگاریتمی رشد خود باشد، همانندسازی کروموزوم ۱ ساعت به طول می‌انجامد. اگر این باکتری هر ۱۲ دقیقه تقسیم شود، انتظار داریم در اغلب مدت چرخه همانندسازی، تعداد نسخه‌های توالی مبدا همانندسازی چند برابر تعداد نسخه‌های 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 مقابل دایره‌ها مبدأ همانندسازی و مربع مکان پایان همانندسازی است.



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

محاسبات و نکته‌های مهم





الف) اگر بیان ژن پروتئین‌های ناقل گلوکز- سدیم مهار شود، بخش ابتدایی و مورب منحنی بازجذب گلوکز به راست شیفت کرده اما تغییری در بخش افقی این منحنی ایجاد نمی‌شود.

ب) مهار پمپ سدیم پتاسیم در غشای قاعده‌ای- جانبی سلول‌های بخش پیچ‌خورده نزدیک، باعث افزایش شیب منحنی دفع گلوکز می‌شود.

ج) مطابق شکل، میزان GFR در این کلیه بیشتر از  $100 \text{ mL/min}$  است.

د) اگر  $T_{mG}$  به سمت صفر میل کند، کلیرنس کلیوی گلوکز به GFR نزدیک می‌شود.

ه) اگر فرض کنیم در طول نفرون ترشح گلوکز هم صورت می‌گرفت، بخش مورب منحنی بازجذب گلوکز به چپ و بخش افقی آن به پایین شیفت می‌کرد.

**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 بیمارها در جمعیت، از تست‌های غربالگری استفاده می‌شود که سریع و ارزان قیمت هستند اما خطاهایی دارند؛ به این صورت که برخی بیمارانی 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 واقعاً بیمارند.

ارزش اخباری منفی: درصدی از افراد با نتیجه تست منفی که واقعاً 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.



محاسبات و نکته‌های مهم



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 دیر هنگام بیماری باعث افزایش قابل توجه مرگ‌ومیر شود، بهتر است از تست‌های با ویژگی بالا استفاده کنیم.

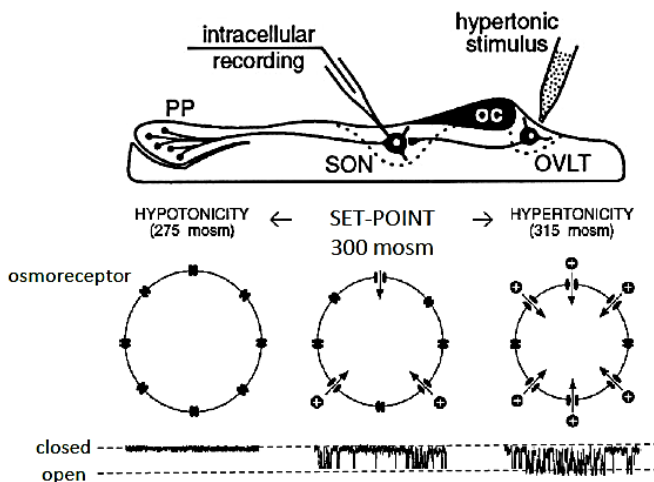
ه) در یک جامعه، بین دو تست با حساسیت یکسان و ویژگی متفاوت، تستی که ویژگی بالاتری داشته باشد ارزش اخباری مثبت بیشتری خواهد داشت.

**مسئله ۷.** برای غربالگری یک بیماری، دو تست A و B وجود دارد که حساسیت این دو تست به ترتیب ۹۰ و ۸۵ درصد بوده و ویژگی آن‌ها نیز به ترتیب ۷۰ و ۹۵ 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 ۵ درصدی این بیماری انجام شود، ارزش اخباری مثبت نهایی چند درصد خواهد بود؟

**پرسش ۱۴.** برای کنترل دفع آب از کلیه‌ها، هورمون ضد ادرار یا vasopressin نقش مهمی دارد. این هورمون از نورون‌هایی در هسته (SON)

Supraoptic nucleus هیپوتالاموس که انتهای آکسونی آن‌ها در هیپوفیز تحتانی (PP) قرار دارند، ترشح می‌شود (شکل ۱). عملکرد این نورون‌ها

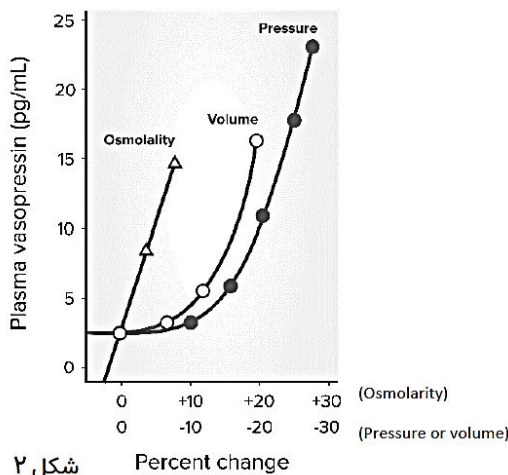
توسط عوامل مختلفی از جمله نورون‌هایی موسوم به اسمورسپتورها تنظیم می‌شود. این نورون‌ها در نواحی مختلفی از مغز از جمله در نزدیکی Organum Vasculosum of lamina terminalis (OVLT) در بطن سوم قرار دارند و همانند شکل ۱ به تغییرات میزان اسمولاریته مایع خارج سلولی پاسخ می‌دهند. اسمورسپتورها حاوی کانال‌هایی موسوم به Stretch inactivated cationic channels (SIC) هستند و آکسون گلوتاماترژیک خود را به نورون‌های ترشح‌کننده هورمون ضد ادرار در هیپوتالاموس فرستاده و باعث تحریک این نورون‌ها می‌شوند (شکل ۱).



شکل ۱



محاسبات و نکته‌های مهم



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.

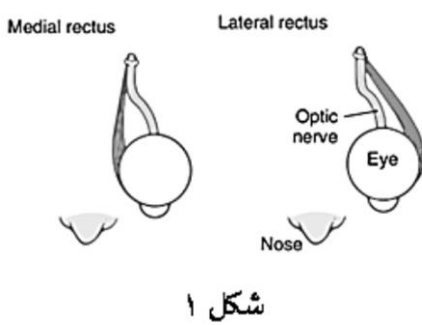
الف) افزودن اوره به فضای خارج سلولی اسمورسپتورها در مقایسه با افزودن ساکارز با همان غلظت، باعث افزایش بیشتری در inward current (جریان بار مثبت به داخل سلول) اسمورسپتورها می‌شود.

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 ۳۳۰ mosm حل شده و ۱۰ 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 ۴۰ میکرولیتر است).

د) اگر فردی بالغ با حجم خون برابر با ۵ لیتر، ۵۰۰ سی‌سی خون را به دنبال خونریزی از دست بدهد و به وی ۱۰۰ سی‌سی آب مقطر تزریق شود، میزان ترشح هورمون ضد ادراری افزایش می‌یابد.

ه) با روش Patch clamp به وسیله 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 الکتروود ۱ تا ۴ از نورن‌های حرکتی مربوط به چهار عضله Medial و Lateral rectus چشم چپ و راست ثبت می‌گیرند (شماره الکتروودها در آزمایشات ثابت است). نتایج آزمایش در شکل ۲ نشان داده شده است.



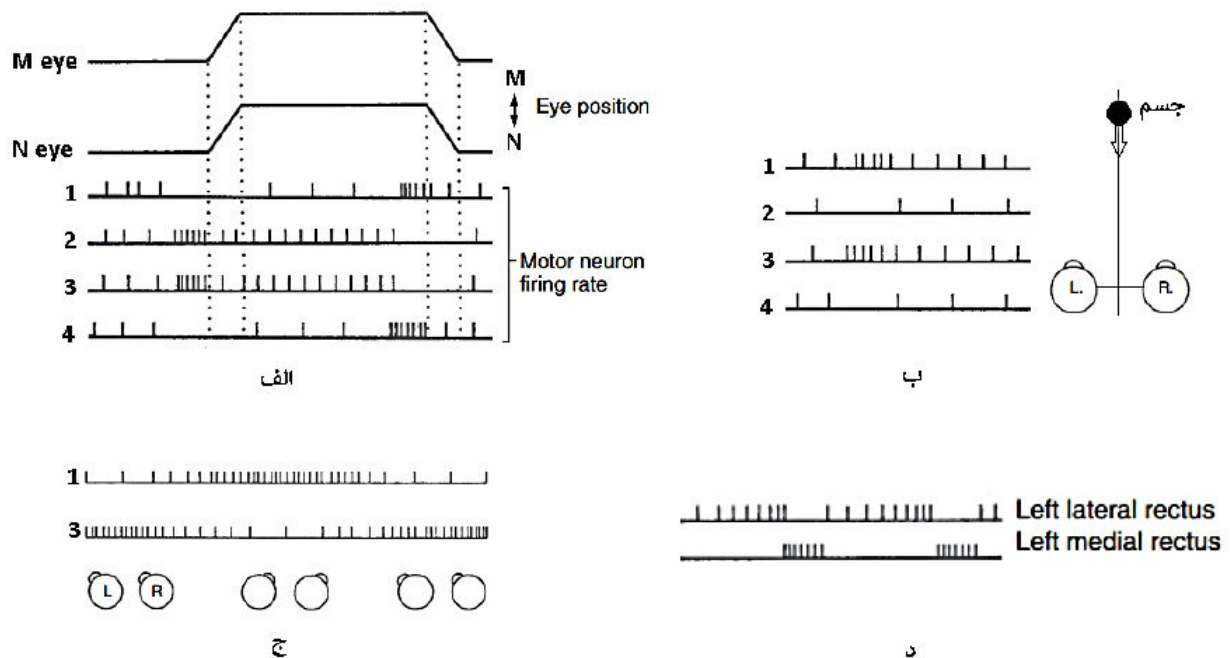




الف: فعالیت نورون‌های حرکتی هنگامی که چشم فرد به چپ و راست در جهت افقی نگاه می‌کند. M و N هر کدام، یکی از جهت‌های چپ و راست هستند. دو خط ممتد نشان‌دهنده موقعیت چشم‌ها است. مثلاً اگر خط ممتد به سمت بالا برود، یعنی چشم در جهت افقی به جهت M حرکت می‌کند (شکل ۲- الف)

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 کند. 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 الکتروتود ۴، ماهیچه Lateral rectus چشم راست را عصب‌دهی 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.

محاسبات و نکته‌های مهم

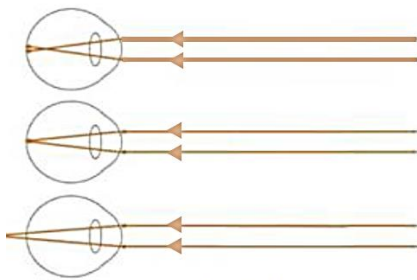




ج) M و N به ترتیب جهت راست و چپ را نشان می‌دهد.

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.

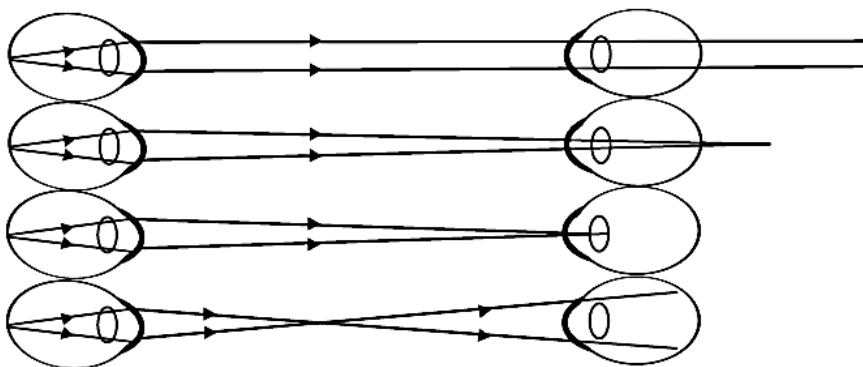
ه) اگر جسمی با سرعت خطی ۰٫۲۵ متر بر ثانیه از چپ به راست بر روی صفحه‌ای بزرگ حرکت کند، برای این که چشم‌ها با Smooth Pursuit بهتر آن را دنبال کنند، مطلوب است که صفحه در فاصله دورتری از چشم‌ها باشد. (سر ثابت است).



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 شبکه دوبره 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 شبکه متمرکز می‌شود. در فرد سالم، این نقطه در بی‌نهایت واقع است.



شکل دو:

چشم پزشک ————— یک متر ————— چشم بیمار

پزشک همزمان با تاباندن نور بازتاب آن را از چشم بیمار نگاه می‌کند. سپس با حرکت نور به جهات 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.

محاسبات و نکته‌های مهم





حرکت  
همراه



حرکت  
مخالف



حرکت  
خنثی

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 نشان‌دهنده توان آن برای همگرا یا واگرا کردن پرتوهای نور است که برابر است با عکس فاصله کانونی عدسی ( $f$ ). یکای اندازه‌گیری قدرت

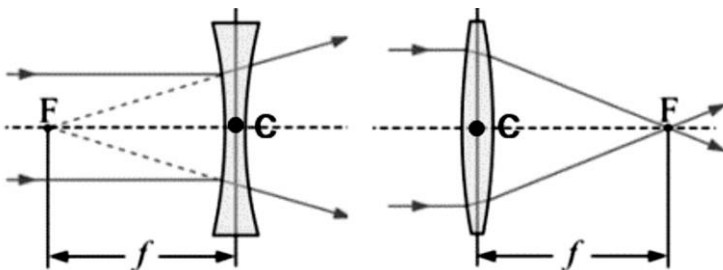
انکساری عدسی دیوپتر و یکای اندازه‌گیری فاصله کانونی

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

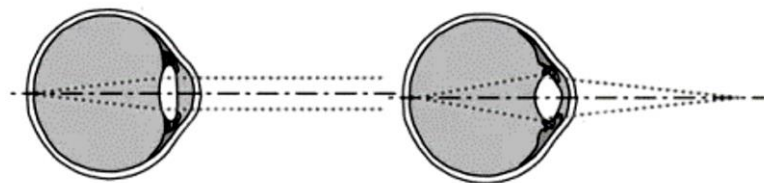
عدسی‌های مقعر منفی است.



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 فاصله بسیار دور تا فاصله بیست و پنج سانتی‌متری 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.



دیدن اجسام دور

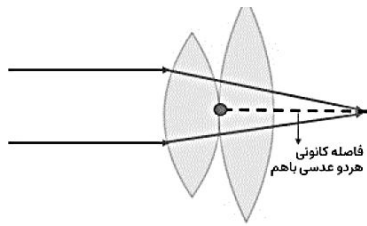
دیدن اجسام نزدیک

محاسبات و نکته‌های مهم





مطابق شکل قدرت انکساری دو عدسی هم مرکز که هم زمان استفاده شوند، برابر با مجموع قدرت هر یک است.

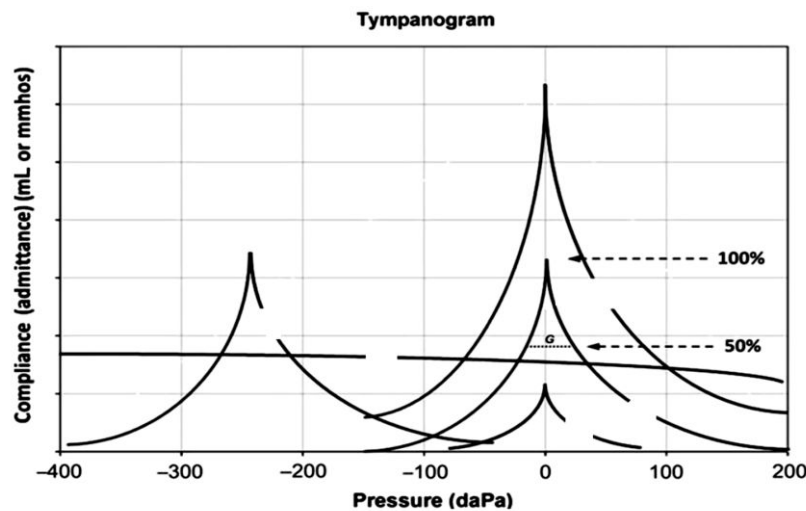


$$\text{قدرت انکساری هر دو عدسی} = \frac{1}{\text{فاصله کانونی هر دو عدسی باهم}} = \frac{1}{\text{فاصله کانونی عدسی اول}} + \frac{1}{\text{فاصله کانونی عدسی دوم}}$$

طبق قوانین اپتیک می‌توان ثابت کرد اگر قدرت انکساری چشم به علت تطابق یا مشکل انکساری دچار تغییر شود، میزان این تغییر برابر است با معکوس فاصله‌ای که اگر رتینوسکوپی در آن انجام شود حرکت خنثی مشاهده می‌شود. بنابراین می‌توان از رتینوسکوپی برای تعیین نمره چشم استفاده کرد. در یک آزمایش رتینوسکوپی از فرد خواسته می‌شود تا به نقطه‌ای بسیار دور خیره شود. سپس پزشک از فاصله پنج سانتی‌متری بیمار شروع می‌کند و آهسته آهسته دور می‌شود و زمانی که حرکت خنثی را مشاهده کرد رتینوسکوپی 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 می‌کند. اگر بدانیم قدرت انکساری چشم فرد مورد سنجش، ۱/۵ دیوپتر از چشم سالم کمتر باشد و در تمام مدت انجام تست به جای نگاه به دور دست سعی داشته تا نوشته‌ای با فاصله بیست و پنج سانتی‌متر را بخواند انتظار داریم پزشک حرکت خنثی را در فاصله چند سانتی‌متری مشاهده کرده باشد؟

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

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



محاسبات و نکته‌های مهم





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

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

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

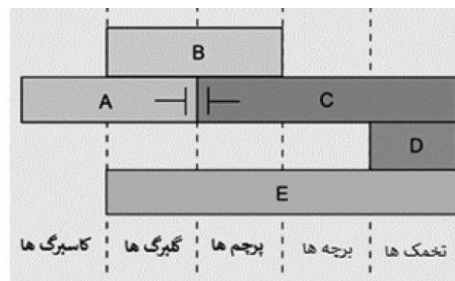
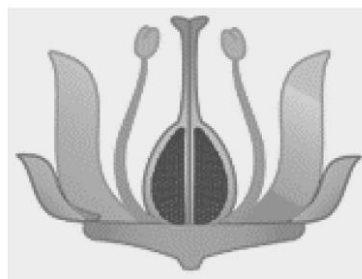
د) در otosclerosis، یا رشد غیرطبیعی استخوان در محل مفصل دو استخوان از گوش میانی، نمودار E مشاهده می‌شود.

ه) در اختلال عملکرد شیپور استاش نمودار C مشاهده می‌شود.

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

درصد	اجزا
۵	کاسبرگ‌ها
۵۰	گلبرگ‌ها
۱۰	پرچم‌ها
۳۵	برچه‌های با توان تولید دانه بارور
۰	برچه‌های بدون توان تولید دانه بارور

دیاگرام گل‌های وحشی کامل با توان تولید دانه و الگوی بیان ژن‌ها در حلقه‌های متفاوت گلی، براساس آخرین مدل تکوینی ABCDE به شکل زیر نمایش داده می‌شود و حلقه‌های اصلی یک گل کامل شامل ۱- حلقه جام (گلبرگ‌ها)، ۲- کاسه (کاسبرگ‌ها)، ۳- نافه (پرچم‌ها) و ۴- مادگی (برچه‌ها) است. در این مدل به ترتیب ژن‌های نوع A رشد کاسبرگ، ژن‌های نوع B رشد گلبرگ و پرچم، ژن‌های نوع C رشد پرچم و برچه، ژن‌های نوع D رشد تخمک را تنظیم می‌کنند و ژن‌های نوع E در آغاز (پریموردیوم) گلبرگ، پرچم، مادگی و کاسبرگ بیان می‌شود و بر رشد همه اجزای گل تأثیر می‌گذارد. توجه نمایید که ضرورت ژن‌های نوع E در آغاز هر چهار حلقه، تمایزآغازهای با منشأ برگی و تشکیل گلبرگ، پرچم و مادگی است و در صورت جهش آغازهای با منشأ برگی مانند کاسبرگ شکل می‌گیرد (با همان سهم تولید کاسبرگ‌ها) به همین دلیل از حلقه گلبرگ به بعد ترسیم شده است. موفقیت گرده‌افشانی در این گیاه مستقل از وجود گلبرگ‌هاست. همچنین می‌دانیم که در هر گیاه الزاماً هر گرده‌افشانی منجر به تشکیل دانه نمی‌شود و فقط برچه‌های دارای تخمک‌های سالم توان تولید دانه دارند. خط‌چین بین تخمک و برچه فقط نشان‌دهنده مرز بیان ژن‌ها است.



**محاسبات و نکته‌های مهم**





محققان توانستند با ایجاد جهش خاموش کننده عملکرد ژن، پایه‌هایی با گل‌های غیرعادی تولید کنند که متناسب با تغییر حلقه‌های گلی، میزان تولید ترکیب دارویی نام برده در آن‌ها کاهش یا افزایش یابد. اگر بخشی حذف شود، سهم آن صفر خواهد شد و با بخش (های) دیگری که ژن آن‌ها فعال است، جایگزین می‌شود و سهمی معادل آن بخش (ها) کسب می‌کند. مشخص کنید با فرض این‌که در هر جهش تعداد حلقه‌ها تغییر نکند، اما نوع اجزا تحت تأثیر قرار گیرد؛ جهش خاموش کننده عملکرد ژن در کدام گروه (های) ژنی منجر به ایجاد پایه‌هایی با توان تولید ترکیب دارویی بیشتری نسبت به پایه وحشی می‌شود؟ راهنما: برای مثال جهش در ژن‌های نوع B منجر به تشکیل دو حلقه برچه با توان تولید دانه و دو حلقه کاسبرگ می‌شود.

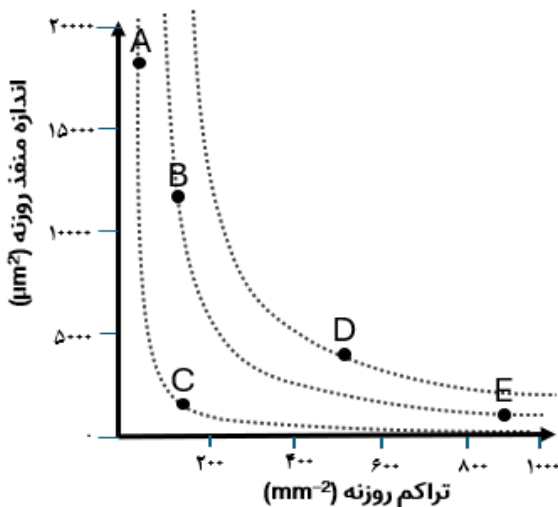
هـ) E

د) D

ج) C

ب) B

الف) A



**پرسش ۱۹.** روزنه محلی برای تبادلات گازی روی اپیدرم گیاهان است. سه گاز عمده که از راه روزنه عبور می‌کنند شامل بخار آب،  $O_2$  و  $CO_2$  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 نقطه‌چین در نمودار، خطوط هم‌تراز هستند، به شکلی که در این نقاط  $yx = c$  که در آن  $y$  محور عمودی، هم‌تراز  $x$  محور 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  $CO_2$  در E به نسبت B بیشتر است.

ج) گیاه D نسبت به B، سطح تبادل گازی بیشتری دارد.

د) تغییر وعیت یک روزنه در B نسبت به C سریع‌تر رخ می‌دهد.

هـ) 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 ۸ 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.



محاسبات و نکته‌های مهم



(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 به‌جای 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 روز کوتاه می‌شود.

(ب) در گلخانه‌ای که برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، طول روشنایی ۹ ساعت است، می‌توان برای القای گل‌دهی گیاهی روز بلند با نیاز نوری بیشتر از ۹ 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 روز کوتاه بلافاصله می‌توان از تابش نور قرمز استفاده کرد.

(د) فرم فعال فیتوکروم، گل‌دهی را در هر دو نوع گیاه روز کوتاه و روز بلند تحریک می‌کند.

(ه) اگر گیاه A در صورتی گل بدهد که طول روز بیش از ۱۲ ساعت نباشد، این گیاه از نوع روز کوتاه است.

**پرسش ۲۲.** در یک آزمایشگاه گیاهی، لام‌ها بر اساس سیستم

رده‌بندی نام‌گذاری و طبقه‌بندی 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.

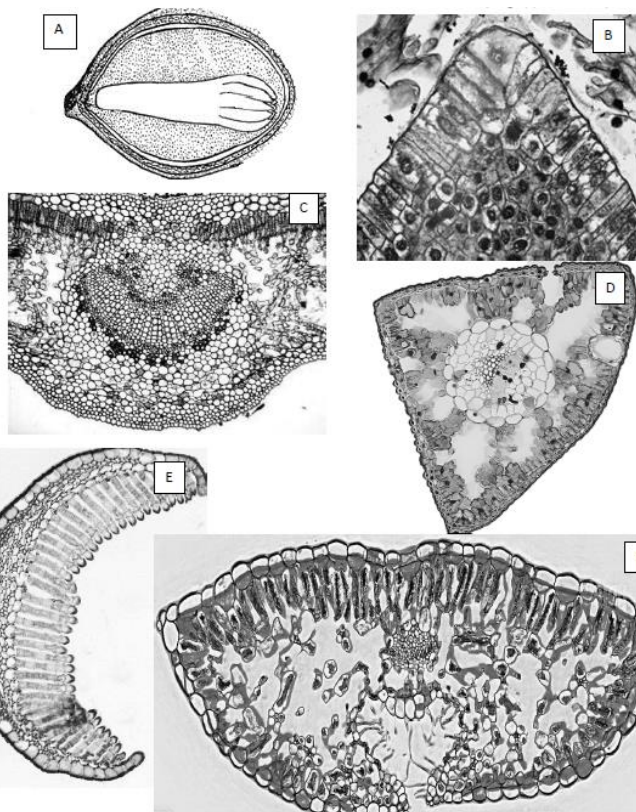
(الف) A, D

(ب) B, C

(ج) C, F

(د) E, F

(ه) A, E



**محاسبات و نکته‌های مهم**



اگر این پاسخنامه برای به شما نیست، مسئول جلسه را آگاه کنید.



# کلیدالمپیاد زیست شناسی

## مرحله دوم ۱۴۰۳

غلط: صحیح:

فقط یک گزینه درست را برای هر سوال با مداد سیاه تکمیل کنید:

۱ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳ غلط صحیح الف ب ج د ه	۴ غلط صحیح الف ب ج د ه	۵ غلط صحیح الف ب ج د ه	۶ غلط صحیح الف ب ج د ه	۷ غلط صحیح الف ب ج د ه	۸ غلط صحیح الف ب ج د ه		
۹ غلط صحیح الف ب ج د ه	۱۰ غلط صحیح الف ب ج د ه	۱۱ غلط صحیح الف ب ج د ه	۱۲ غلط صحیح الف ب ج د ه	۱۳ غلط صحیح الف ب ج د ه	۱۴ غلط صحیح الف ب ج د ه	۱۵ غلط صحیح الف ب ج د ه	۱۶ غلط صحیح الف ب ج د ه		
۱۷ غلط صحیح الف ب ج د ه	۱۸ غلط صحیح الف ب ج د ه	۱۹ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲۰ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲۱ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲۲ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲۳ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲۴ غلط صحیح الف ب ج د ه		
۲۵ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲۶ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲۷ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲۸ غلط صحیح الف ب ج د ه	۲۹ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳۰ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳۱ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳۲ غلط صحیح الف ب ج د ه		
۳۳ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳۴ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳۵ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳۶ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳۷ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳۸ غلط صحیح الف ب ج د ه	۳۹ غلط صحیح الف ب ج د ه	۴۰ غلط صحیح الف ب ج د ه		
مسئله ۱ یکان دهگان	مسئله ۲ یکان دهگان	مسئله ۳ یکان دهگان	مسئله ۴ یکان دهگان	مسئله ۵ یکان دهگان	مسئله ۶ یکان دهگان	مسئله ۷ یکان دهگان	مسئله ۸ یکان دهگان	مسئله ۹ یکان دهگان	مسئله ۱۰ یکان دهگان