

دفترچه سؤالات مرحله دوم

بیست و دومین المپیاد زیست شناسی

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ گویی
۱۳۹۸	۲۴+۸	۲۴۰ دقیقه

توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۱. کد دفترچه‌ی سؤالات شما ۱ است. این کد را با کدی که روی پاسخ نامه نوشته شده است تطبیق دهید. در صورت وجود مغایرت، 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 جلسه 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 جواب ها باید در پاسخ نامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سؤالات تصحیح نشده و به آن ها هیچ نمره‌ای 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 دستگام 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 موردنظر را کاملاً سیاه کنید.
۷. بام هر سؤال در برابر آن نوشته شده است.
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.



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"/>
ه	<input type="checkbox"/>

الف. باکتری پروکاریوت است.

ب. پستانداران بی‌مه‌ره‌اند.

ج. گنجشک پرنده است.

د. خفاش پستاندار است.

ه. 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 دهگان</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 دهگان</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 دهگان</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 دهگان</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																																																																																			

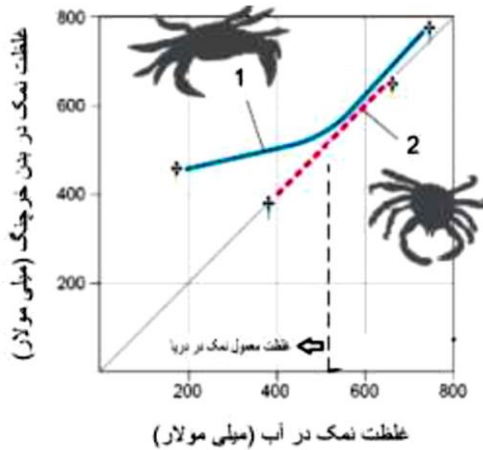
محاسبات و نکته‌های مهم





سؤال ۱ (۴ نمره)

جانوران پیوسته در چالش برای سازگاری با محیط اطراف خود هستند. استراتژی‌های موجود برای این کار به دو دسته تقسیم می‌شوند. «تنظیم کردن» که عبارت است از تلاش برای ثابت نگه‌داشتن محیط داخلی بدن در برابر تغییرات محیط خارجی و «تطبیق یافتن» عبارت است از اجازه دادن به محیط داخل بدن برای تطابق یافتن با محیط خارجی و تحمل این شرایط.



در مطالعه‌ای به بررسی تنظیم اسمزی در دو گونه خرچنگ آبی پرداخته‌ایم و غلظت نمک‌های داخل بدن آن‌ها را در غلظت‌های محیطی مختلف نمک بررسی کرده‌ایم و نتایج در نمودار مقابل آمده است.

با توجه به توضیحات، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را بررسی کنید.

الف) گونه ۱، یک گونه کاملاً تنظیم کننده است.

ب) گونه ۲، یک گونه تطبیق یابنده است و توانایی سازش یافتن با طیف گسترده‌تری از غلظت‌های نمک را نسبت به گونه ۱ دارد.

ج) احتمال اینکه گونه ۱ در محل ریختن رودخانه به دریا زندگی کند از گونه ۲ بیشتر است.

د) شوری محیطی که گونه ۱ در آن زندگی می‌کند، کمتر از ۵۰۰ میلی‌مولار است.

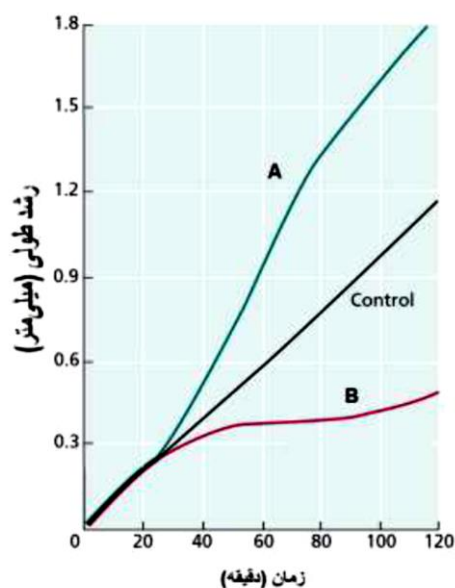
ه) در محط زندگی گونه ۲ نوسانات بیشتری در شوری آب رخ می‌دهد.

سؤال ۲ (۳ نمره)

در آزمایشی اثر تابش نور یک‌طرفه به مدت ۳۰ ثانیه بر رشد نوک ساقه‌چه گیاهی بررسی شد. بخش‌های A و B دو سمت مختلف از ارتفاع یکسانی از ساقه انتخاب شده‌اند. همچنین رشد در نمونه شاهد (control) که تحت تابش قرار نگرفته بود، بررسی شد. نتایج بررسی‌ها را در نمودار صفحه بعد می‌بینید.

محاسبات و نکته‌های مهم





درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

(الف) تجمع اکسین در بخش B است.

(ب) بخش A در مقابل تابش نور قرار دارد.

(ج) pH آپوپلاستی ناحیه A اسیدی‌تر از ناحیه B است.

(د) تراکم اتصالات عرضی بین میکروفیبریل‌های سلولزی و سایر پلی‌ساکاریدهای دیواره در ناحیه A بیشتر از ناحیه B است.

(ه) در بخش A نسبت به بخش B، پتانسیل الکتریکی غشای سلول‌ها منفی‌تر می‌شود و با افزایش جذب کاتیون‌ها از خارج سلول موجب کاهش پتانسیل آب در سلول‌های بخش A می‌شود.

سؤال ۳ (۵ نمره)

برای بررسی بیان آنتی‌ژن‌های A و B بر سلول‌های سرطانی جدا شده از فردی، از تکنیک فلوسایتومتری استفاده شد. در این تکنیک، ابتدا سلول‌ها با آنتی‌بادی‌های نشان‌دار (فلورسنت) که علیه آنتی‌ژن‌های A و B عمل می‌کنند، نشان‌دار و سپس توسط دستگاه فلوسایتومتر، سلول‌های دارای نشان‌های متفاوت شمرده می‌شوند. از آنجا که تولید آنتی‌بادی‌های نشان‌دار برای هر یک از آنتی‌ژن‌ها کار پرهزینه‌ای است، آنتی‌بادی‌های غیر نشان‌دار علیه آنتی‌ژن‌های A و B تولید و به عنوان آنتی‌بادی‌های اولیه استفاده می‌شوند. سپس از آنتی‌بادی‌های ثانویه نشان‌دار، علیه دم (قسمت ثابت) آنتی‌بادی‌های شناسایی کننده آنتی‌ژن‌ها استفاده می‌شود.

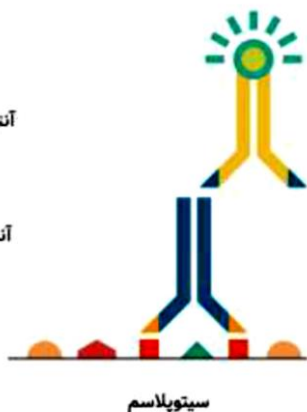
گروه فلوروفور به قسمت ثابت آنتی‌بادی‌های ثانویه متصل است ولی تغییری در ساختار آن نمی‌دهد و مانع اتصال سایر آنتی‌بادی‌ها نمی‌شود. میزان نشر فلورسنت گروه فلوروفور تحت تأثیر اتصال پروتئین‌های دیگر قرار نمی‌گیرد.

فلوروفور

آنتی‌بادی ثانویه

آنتی‌بادی اولیه

آنتی‌ژن



سیتوپلاسم

محاسبات و نکته‌های مهم





دانش‌پژوهان المپیاد زیست‌شناسی، سه تکنیک فرضی زیر را برای مطالعه آنتی‌ژن‌ها پیشنهاد کرده‌اند (همه آنتی‌بادی‌های استفاده شده از نوع IgG هستند):

X. استفاده از آنتی‌بادی‌های موشی (گرفته شده از موش) علیه آنتی‌ژن‌های A و B و استفاده از دو نوع آنتی‌بادی خوک‌ی فلورسنت با رنگ‌های سبز و زرد علیه قسمت ثابت آنتی‌بادی‌های موشی.

Y. استفاده از آنتی‌بادی موشی علیه آنتی‌ژن A و آنتی‌بادی خوک‌ی علیه آنتی‌ژن B و استفاده از دو آنتی‌بادی گاوی فلورسنت سبز و زرد، به ترتیب علیه قسمت ثابت آنتی‌بادی‌های خوک‌ی و موشی.

Z. استفاده از آنتی‌بادی موشی علیه آنتی‌ژن A و آنتی‌بادی خوک‌ی علیه آنتی‌ژن B و استفاده از آنتی‌بادی موشی فلورسنت سبز علیه قسمت ثابت آنتی‌بادی‌های خوک‌ی و استفاده از آنتی‌بادی خوک‌ی فلورسنت زرد علیه قسمت ثابت آنتی‌بادی‌های موشی.

درست یا نادرست بودن گزاره‌های زیر را مشخص کنید:

(الف) اگر از روش X استفاده کنیم، نسبت رنگ سبز به زرد مشاهده شده روی سلول‌ها از نسبت آنتی‌ژن A به B مستقل است و با نسبت غلظت آنتی‌بادی‌های سبز و زرد استفاده شده، رابطه مستقیم دارد.

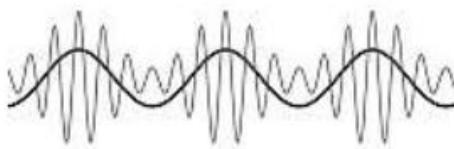
(ب) از روش X می‌توان برای محاسبه میزان مجموع آنتی‌ژن‌های A و B متصل به سلول‌ها استفاده کرد.

(ج) از روش Z می‌توان برای محاسبه میزان مجموع آنتی‌ژن‌های A و B متصل به سلول‌ها استفاده کرد.

(د) در استفاده از روش Y، نسبت رنگ زرد به سبز مشاهده شده روی سلول‌ها با نسبت آنتی‌ژن‌های A به B متناسب است.

(ه) در صورتی که تنها آنتی‌ژن A روی سلول باشد، می‌توان از هر دو روش Y و Z برای محاسبه میزان آن آنتی‌ژن استفاده کرد.

سؤال ۴ (۴ نمره)



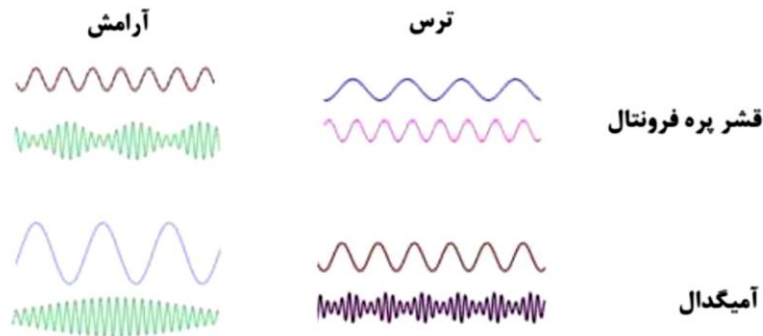
یکی از راه‌های هماهنگ شدن نواحی مختلف شبکه‌های مغز برای بروز رفتاری خاص، جفت شدن فاز امواج با فرکانس کم (۱-۱۲ Hz) با دامنه امواج با فرکانس بالا (۷۰-۱۲۰ Hz) مشابه شکل مقابل است.



محاسبات و نکته‌های مهم



در مطالعه‌ای، دو نمونه از امواج دو ناحیه قشر پره فرونتال و آمیگدال حیوان آزمایشگاهی در شرایط آرامش و ترس ثبت شده است. با توجه به امواج ثبت شده زیر، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) در زمان آرامش، فاز امواج با فرکانس کم آمیگدال با دامنه امواج با فرکانس بالای پره فرونتال جفت می‌شود.

ب) در زمان ترس، فاز امواج با فرکانس کم آمیگدال با دامنه امواج با فرکانس بالای آمیگدال جفت می‌شود.

ج) در زمان آرامش، فاز موجی با فرکانس حدواسط دو موج نمایش داده شده از قشر پره فرونتال می‌تواند با دامنه امواج با فرکانس بالای آمیگدال جفت شود.

د) امواج با فرکانس کم آمیگدال در ایجاد شرایط ترس و آرامش نقش دارند.

ه) در زمان ترس و آرامش انرژی امواج با فرکانس کم تغییر نمی‌کند.

مسئله ۱ (۳ نمره)

نتیجه حاصل از واکنش هضم کامل آنزیمی یک قطعه DNA خطی بر روی ژل آگارز به صورت زیر است:

$$NheI = 100 \text{ bp}, 600 \text{ bp}$$

$$AvaI = 100 \text{ bp}, 600 \text{ bp}$$

$$BamHI = 300 \text{ bp}, 400 \text{ bp}$$

$$AvaI, NheI = 500 \text{ bp}, 100 \text{ bp}$$

پس از انتقال قطعه به داخل وکتور، با استفاده از آنزیم‌های بدنه وکتور و قطعه واکنش هضم آنزیمی انجام شده است. نتایج حاصل از ژل آگارز به صورت زیر است.

$$BamHI, AvaI = 300 \text{ bp}, 420 \text{ bp}, 200 \text{ bp}$$

$$XmaI, NheI = 400 \text{ bp}, 4300 \text{ bp}$$

$$XmaI, BamHI = 500 \text{ bp}, 600 \text{ bp}, 3600 \text{ bp}$$

در صورت استفاده از آنزیم‌های AvaI و XmaI سایز بزرگ‌ترین قطعه به وجود آمده چند صد جفت باز است؟



محاسبات و نکته‌های مهم

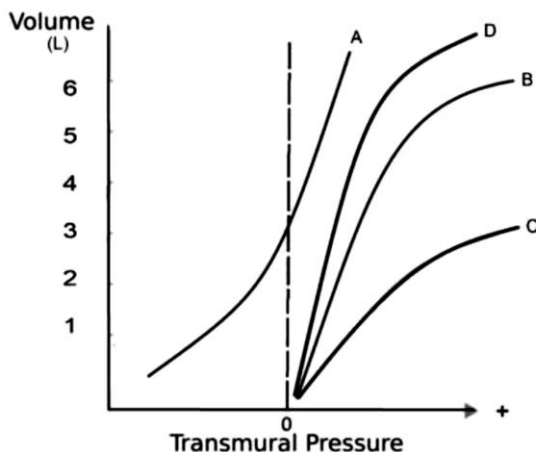


سؤال ۵ (۴ نمره)

در شکل زیر چهار نمودار مربوط به سیستم تنفسی را مشاهده می‌کنید. نمودار A مربوط به دیواره قفسه سینه یک فرد است. نمودارهای B، C و D مربوط به ریه (جدا از قفسه سینه) هستند. یکی از آن‌ها مربوط به فرد سالم است، یکی مربوط به فردی که به بیماری فیبروز ریوی دچار است و دیگری مربوط به فردی که آمفیزم دارد.

توضیحات:

- Transmural Pressure تفاوت فشار داخل نسبت به خارج یک محفظه را نشان می‌دهد. در این آزمایش، فشارهای مختلف را در داخل ریه و قفسه سینه نسبت به هوای بیرون ایجاد می‌کنیم و حجم آن‌ها را اندازه می‌گیریم.
- در بیماری آمفیزم ریوی، بافت ریه تحلیل می‌رود و مقاومت به افزایش حجم بافت ریه کاهش می‌یابد.
- در بیماری فیبروز ریه، مقاومت به افزایش حجم بافت ریه به دلیل افزایش میزان رشته‌های کلاژن افزایش می‌یابد.
- Functional Residual Capacity (FRC) به حجم ریه در پایان یک بازدم معمولی اطلاق می‌شود (جایی که هیچ فشاری بر سیستم تنفسی وارد نمی‌شود).



درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) FRC در فرد مبتلا به فیبروز حدود ۱ لیتر است.

ب) قفسه سینه مانع اصلی برای افزایش حجم سیستم تنفسی در حجم ۵ لیتر است.

ج) نمودار D مربوط به بیماری آمفیزم است.

د) در هنگامی که سیستم تنفسی در حجم FRC است، قفسه سینه تمایل به کوچک کردن حجم ریه دارد.

ه) در صورتی که میزان سورفاکتانت ریه فرد طبیعی افزایش یابد، نمودار ریه شبیه حالت D می‌شود.



محاسبات و نکته‌های مهم



سؤال ۶ (۳ نمره)

رانس ژنی به مجموعه‌ای از فرآیندهای زیستی می‌گویند که به تغییر تصادفی فراوانی الل‌ها (دگره‌ها) در جمعیت می‌انجامد. در ساده‌ترین شکل، می‌توان جمعیتی متشکل از N فرد دیپلوئید را در نظر گرفت. در هر نسل $2N$ گامت به صورت تصادفی از میان گامت‌های تولید شده توسط والدین انتخاب می‌شود. این فرآیند را می‌توان به صورت آزمون برنولی شبیه‌سازی کرد. اگر صرفاً دو نوع الل a و A در جمعیت وجود داشته باشند، احتمال وجود i نسخه از الل A در $2N$ گامتی که بر حسب تصادف انتخاب شدند برابر خواهد بود با:

$$P(i=A) = \binom{2N}{i} p^i q^{2N-i}$$

p برابر با فراوانی الل A و q برابر با فراوانی الل a در نسل پیشین است.

با توجه به این توضیحات، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

(الف) میزان تغییر فراوانی الل از نسلی به نسل بعد، در صورتی که فراوانی $p = 0.2$ باشد از حالتی که $p = 0.2$ باشد بیشتر است.

(ب) چنین مدل جمعیتی از رانش، با چرخه زندگی جاننداری مانند ملخ، در قیاس با جاننداری مانند خرس، بیشتر مطابقت دارد.

(ج) در این مدل، برای تخمین فراوانی الل A در نسل سوم، در صورتی که فراوانی نسل دوم را بدانیم، دانستن فراوانی نسل اول منجر به تخمین دقیق‌تری می‌شود.

(د) احتمال تثبیت یا حذف الل N پس از یک نسل، در حالتی که $N=4$ باشد، بیش از 0.5% خواهد بود ($p=q=0.5$).

(ه) این مدل نسبت به مدلی مشابه که در آن نسل‌ها همپوشانی دارند، اثر رانش را بیشتر نشان می‌دهد.

مسئله ۲ (۳ نمره)

ژن مربوط به آنزیم X در باکتری $E.coli$ دو الل شایع دارد. الل A و الل a . برای تبدیل الل A به a لازم است جهش‌های $A200G$, $G201C$, $T116A$, $G200C$, $C231T$ در توالی DNA اتفاق بیفتد. چنانچه هیچ جهش دیگری در این بین اتفاق نیفتد، در هنگام تبدیل A به a چند حالت **حدواسط** ممکن است مشاهده شود؟ (یعنی در جایگاه ۱۵۶ از ژن، نوکلئوتید A به G تبدیل شده است)



محاسبات و نکته‌های مهم



مسئله ۳ (۳ نمره)

در مسئله ۲ چند مسیر متفاوت برای تبدیل ال A به a وجود دارد؟

سؤال ۷ (۴ نمره)

فنتانیل (FTN) (Fentanyl) یک داروی مخدر ضد درد است که به علت سرعت زیاد در اثر بخشی، از داروهای بسیار پر مصرف در درمان بیماران است. مکانیسم اثر فنتانیل، اتصال به گیرنده‌هایی در مغز است که فعالیت بیشتر آن‌ها به تسکین درد کمک می‌کند. از سویی دیگر، همچنان که مصرف این ماده در دنیا افزایش داشته است، تأثیرات مخرب ناشی از مصرف غیرمجاز آن نیز، به صورت چشمگیری بیشتر مشاهده می‌شود تا جایی که مرگ‌های مرتبط با مصرف فنتانیل در سال ۲۰۱۵، ۶/۵ برابر بیشتر از سال ۲۰۱۰ است. ایست تنفسی، یکی از اثرات مخرب فنتانیل است که به واسطه مهار مرکز تحریک‌کننده تنفس در مغز رخ می‌دهد. با وجود استفاده‌های مفید فنتانیل در پزشکی، اما عوارض استفاده فراوان از این ماده در جامعه، به عنوان یک هشدار جهانی مطرح شده است. برخی از مشاهدات علمی تأیید می‌کنند که مولکولی به نام P-glycoprotein (P-gp) سبب دفع فعالانه فنتانیل از فضای داخل مغز به خون می‌شود.

در پژوهشی در سال ۲۰۱۸ برای بررسی بیشتر اثرات گیرنده P-gp بر فعالیت فنتانیل، از مولکول Tariquidar (TQD) استفاده کردند که مهارکننده P-gp در سد خونی مغزی است. در این پژوهش، غلظت‌های فنتانیل در مغز و همچنین در پلاسمای خون در زمان‌های مختلف پس از تزریق فنتانیل به بدن موش‌ها در شرایط وجود و یا نبود ماده TQD اندازه‌گیری شدند. همچنین فعالیت تنفسی موش‌ها به عنوان معیاری برای مسمومیت با فنتانیل، در شرایط تزریق غلظت‌های مختلف آن (۴۰ یا ۸۰ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم جرم موش) مجدداً در شرایط وجود یا نبود TQD بررسی شد. معیارهای فعالیت تنفسی، میزان افزایش یا کاهش در تعداد تنفس در دقیقه، طول مدت دم یا بازدم در زمان‌های مختلف پس از تزریق FTN در نظر گرفته شدند.

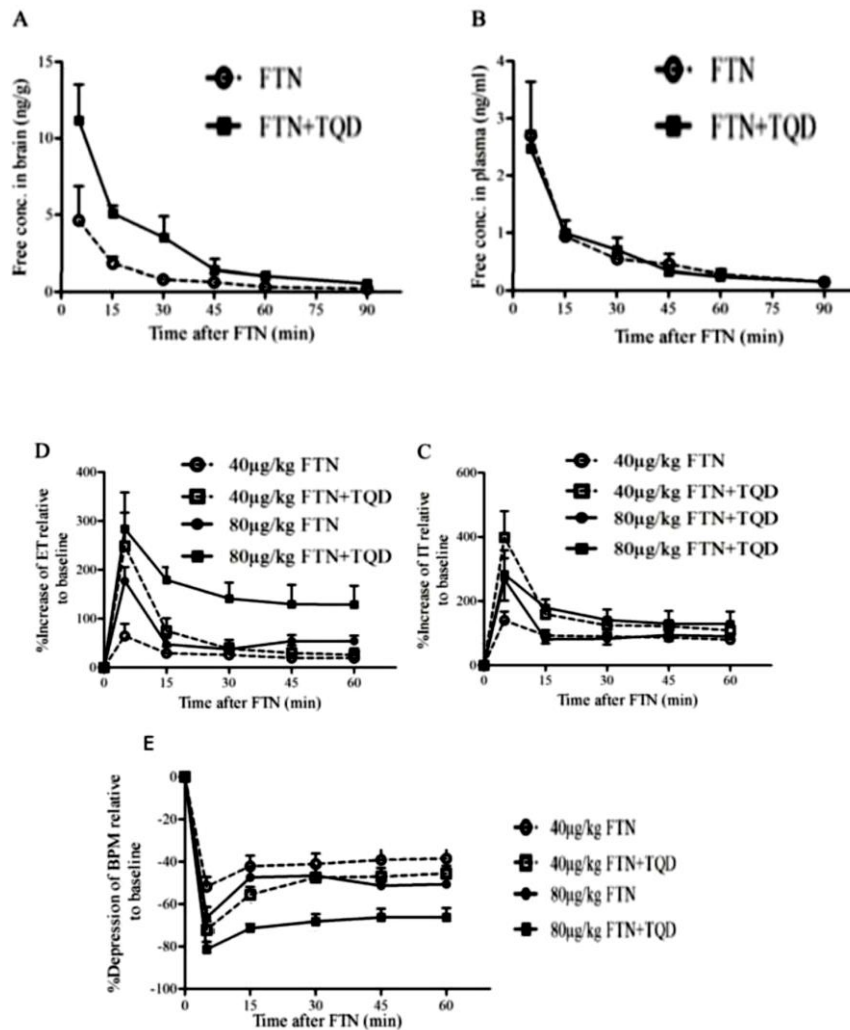
به کاهش اثر یک دارو یا ماده پس از چندین نوبت مصرف آن، تحمل دارویی (tolerance) می‌گویند.

نمودارهای A و B نشان‌دهنده غلظت فنتانیل در مغز و پلاسمای خون، در شرایط همراه با TQD (مربع‌ها) و بدون TQD (دایره‌ها) هستند. نمودارهای C و D نشان‌دهنده درصد افزایش یا کاهش پارامترهای IT (طول زمان دم)، ET (طول زمان بازدم) و BPM (تعداد تنفس در دقیقه) را پس از تزریق غلظت‌های مختلف فنتانیل با یا بدون همراهی با TQD نشان می‌دهند. در این نمودارها، محور افقی زمان طی شده پس از تزریق فنتانیل به دقیقه است.



محاسبات و نکته‌های مهم





درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید:

الف) تجویز دارو TQD باعث کاهش اثرات فنتانیل بر مغز می‌شود.

ب) تزریق $40 \frac{\mu\text{g}}{\text{kg}}$ (میکروگرم بر کیلوگرم) داروی فنتانیل بدون TQD، در یک چرخه تنفسی اثر بیشتری روی طول زمان دم نسبت به طول زمان بازدم دارد.

ج) گیرنده P-gp در پدیده تحمل دارویی نسبت به فنتانیل مؤثر است.

د) نتایج نشان می‌دهند که TQD احتمالاً بجز تأثیر در سد خونی مغزی، دفع فنتانیل از بدن را افزایش می‌دهد.

ه) پس از تزریق فنتانیل و با اثر آن در مرکز تنفسی احتمالاً pH پلاسما افزایش می‌یابد.

محاسبات و نکته‌های مهم





سؤال ۸ (۳ نمره)

Which of the following process(es) describe(s) a nonspecific internalization of dissolved substances outside the cell? Indicate if each of the following statements is true or false.

- A) Receptor-mediated endocytosis B) Phagocytosis C) Lysosome degradation
D) Exocytosis E) Pinocytosis

سؤال ۹ (۵ نمره)

ویروس‌های گیاهی انگل داخل سلولی هستند که سیستم ملکولی مورد نیاز برای تکثیر را از میزبان می‌گیرند. ویروس فرضی دارای ژن A، ریشه گیاه X را آلوده می‌کند، اما بیماری‌زا نیست. ویروس فرضی دارای ژن B برای گیاه بیماری‌زا است. علاوه بر این، قارچ خاکزی فرضی دارای ژن C به عنوان انگل ریشه گیاه X شناخته می‌شود. وجود این عوامل بیماری‌زا، در ۶ نمونه یکسان ژنتیکی از یک گیاه X با استفاده از آزمایش‌های لکه‌گذاری سادرن، نوردن و وسترن بررسی شده است. نتایج این آزمون‌ها به شکل زیر است.

	گیاه ۱	گیاه ۲	گیاه ۳	گیاه ۴	گیاه ۵	گیاه ۶
سادرن (تشخیص DNA)	—	—
نوردن (تشخیص RNA)	—	—
وسترن (تشخیص پروتئین)			

— پروب مخصوص ژن A ویروس گیاهی
..... پروب مخصوص ژن C پاتوژن قارچی گیاهی

در صورتی که فقط گیاه ۵ و ۶ نسبت به ویروس B مقاوم باشند، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) وجود دو ژن A و C برای مقاومت نسبت به ویروس B ضروری است.

ب) میانکنش دو پروتئین A و C برای مقاومت نسبت به ویروس B ضروری است.

ج) چنانچه ویروس دیگری واجد miRNA ای شده باشد که کل mRNA ژن A را حذف کند، گیاه نسبت به آلودگی ویروس B حساس می‌شود.

د) mRNA کد شده توسط قارچ، مکمل توالی mRNA کد شده توسط ویروس A است.

ه) انتظار داریم که نتایج آمیزش گیاه ۱ و ۳ نسبت به آلودگی به ویروس B مقاوم باشند.

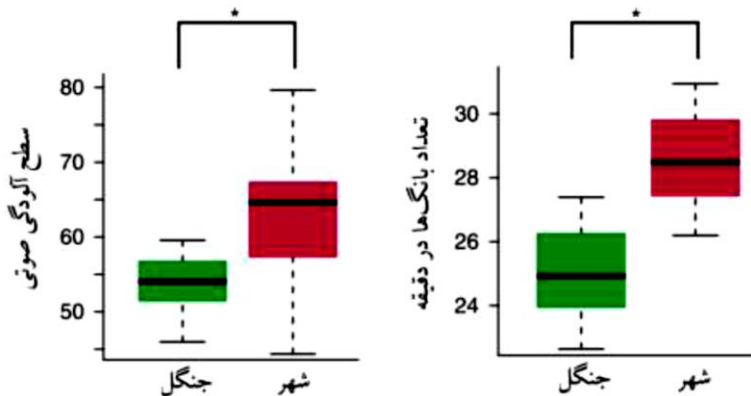


محاسبات و نکته‌های مهم



سؤال ۱۰ (۴ نمره)

یکی از دگرگونی‌های اساسی زیست کره از زمان پیدایش انسان، به ویژه با رشد شتابناک جمعیت انسان در پی انقلاب صنعتی در قرن هجدهم و نوزدهم، از میان رفتن زیست‌گاه‌های بکر و گسترش کنام‌های شهری است. شرایط محیطی و آب و هوایی خاص شهرها، این مناطق را از منظر بوم‌شناختی بسیار ویژه می‌کند. یکی از ویژگی‌های اساسی محیط‌های شهری، آلودگی شدید صوتی و نوری نسبت به مناطق روستایی و بکر است. هالفورک و همکاران (۲۰۱۸) به منظور مطالعه اثر آلودگی صوتی بر موجودات زنده به مطالعه آواهای جفت‌یابی در گونه‌ای قورباغه (*Physalaemus pustulosus*) پرداختند. به این منظور،



آن‌ها دو جمعیت از این گونه قورباغه- یک جمعیت جنگلی و دیگری جمعیتی که در شهر می‌زیست- را بررسی کردند. نمودارهای مقابل نشان دهنده سطح آلودگی صوتی میان دو محیط شهری و جنگل و تعداد بانگ‌های جاندار در دقیقه برای جلب جفت است. اثر رانش را ناچیز در نظر بگیرید.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- (الف) داده‌ها از این فرضیه پشتیبانی می‌کنند که آلودگی صوتی بالاتر در محیط شهری به تغییر رفتار جنسی قورباغه انجامیده است.
- (ب) هالفورک و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند که با وجود بانگ‌های بیشتر، نرهای شهری نسبت به خویشان جنگلی خود تعداد کمتری ماده را به خود جلب می‌کنند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب جنسی در محیط شهری برای این گونه قورباغه شدیدتر است.
- (ج) با فرض آن که جذب شدن قورباغه ماده به بانگ نر ناشی از یادگیری است، پیش‌بینی می‌کنیم که پاسخ ماده‌های رشد یافته در جنگل، در محیط آزمایشگاهی به بانگ نرهای شهری در قیاس با بانگ نرهای جنگلی تفاوتی نداشته باشد.
- (د) با توجه به جذب شدن خفاش‌ها به آواهای جفت‌گیری به عنوان شکارچی، افزایش شدت این بانگ‌ها در محیط شهری نیازمند کاهش فراوانی خفاش‌ها در این محیط است.
- (ه) در محیط شهری، شانس بقای قورباغه جنگلی از قورباغه شهری بالاتر است. (قورباغه جنگلی تنها در تعداد بانگ با قورباغه شهری تفاوت دارد)

محاسبات و نکته‌های مهم





برای پاسخگویی به سؤال ۱۱ و مسئله ۴ متن زیر را مطالعه کنید:

مقدار قابل توجهی از اطلاعات در سامانه‌های زیستی، در ارتباطات بین اجزا ذخیره شده است. زیست‌شناسی سامانه‌ای (Systems Biology) شاخه‌ای از علم است که به وسیله مدل‌سازی ریاضی و ابزارهای محاسباتی، سعی در شناخت بیشتر سامانه‌های زیستی دارد. این شاخه بین رشته‌ای از علم با تمرکز بر ارتباط بین اجزای سامانه‌ها و با رویکردی کل‌نگرانه (Holistic) سعی در رسیدن به هدف فوق را دارد. مسیرهای متابولیسمی از پیچیده‌ترین سامانه‌های زیستی هستند. Flux Control Coefficient و Concentration Control Coefficient دو پارامتر بسیار مفید برای بررسی این مسیرها هستند.

Flux Control Coefficient که به صورت C_i^J نشان داده می‌شود، نشان دهنده درصد تغییر در شار کل مسیر (J)، به ازای یک درصد افزایش میزان آنزیم i است (شار کل مسیر، نشان دهنده سرعت تولید محصول نهایی مسیر است).

Concentration Control Coefficient که به صورت C_i^X نشان داده می‌شود، نشان دهنده درصد تغییر در غلظت حدواسط X به ازای یک درصد افزایش میزان آنزیم i است.

برای بررسی یک مسیر متابولیسمی با این پارامترها، فرض می‌کنیم مسیر قبل و بعد از اعمال تغییر در غلظت هر یک از آنزیم‌ها در شرایط Steady state است. در شرایط Steady state، غلظت همه حدواسط‌های مسیر متابولیسمی ثابت و شار همه واکنش‌ها برابر است.

سؤال ۱۱ (۵ نمره)

مسیر متشکل از ۵ آنزیم (E1-E5) را در نظر بگیرید که سوبسترای X_0 را به X_5 تبدیل می‌کند و حدواسط‌های X_1 تا X_4 در بین آن تولید می‌شوند. ضریب استوکیومتری همه واکنش‌ها ۱ به ۱ است. غلظت X_0 و X_5 ثابت است و تحت تأثیر فعالیت آنزیم‌ها قرار نمی‌گیرد. همچنین خصوصیات سینتیکی آنزیم‌ها نیز ثابت در نظر گرفته می‌شود. در غلظت‌های مختلف X_0 ، پارامترهای فوق را اندازه گرفتیم و داده‌های زیر به دست آمد: (غلظت X_5 را 0 در نظر بگیرید و فرض کنید هیچ گونه تنظیمی روی مسیر وجود ندارد).



	$C_{E_1}^J$	$C_{E_2}^J$	$C_{E_3}^J$	$C_{E_4}^J$	$C_{E_5}^J$
غلظت X_0 : ۱۰ nM	۰٫۱۵	۰٫۲	۰٫۸۶	۰٫۰۲	۰٫۴۵

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را در مورد این مسیر مشخص کنید.

الف) $C_{E_4}^{X_1}$ کوچکتر از صفر است.

ب) آنزیم E3 در غلظت $X_0 = 10 \text{ nM}$ آنزیم محدود کننده اصلی شار عبوری از مسیر (J) است.



محاسبات و نکته‌های مهم



ج) واکنشی که توسط آنزیم E2 به انجام می‌رسد، با افزایش غلظت X0 از ۱۰nM به ۱۰۰nM از تعادل فاصله می‌گیرد.

د) اگر میزان یکی از آنزیم‌ها را بیشتر کنیم، Flux Control Coefficient مربوط به بقیه آنزیم‌ها افزایش می‌یابد.

ه) C_i^J برای هیچ یک از آنزیم‌های این مسیر نمی‌تواند بزرگ‌تر از یک باشد.

مسئله ۴ (۵ نمره)

چنانچه در مسیر فوق $C_{E_2}^{X_1} = -0.2$ و $C_{E_2}^{X_2} = 2.2$ باشد و رابطه شار واکنش انجام شده توسط آنزیم با اندازه ΔG واکنش و غلظت X_1 رابطه

خطی مستقیم داشته باشد، میزان $C_{E_2}^J$ را حساب کنید، سپس آن را در ۱۰ ضرب کنید و حاصل را در پاسخ‌نامه وارد کنید

$(\Delta G^\circ = -4.8 \text{ kJ/mol})$ (غلظت اولیه $\Delta mM = X_1$ و غلظت اولیه $2mM = X_2$) $(RT = 2.48 \text{ kJ/mol})$.

$$\Delta G = \Delta G^\circ - RT \ln \frac{[X_2]}{[X_1]}$$

سؤال ۱۲ (۴ نمره)

خفتگی (Dormancy) از سازش‌هایی است که در دانه‌های بسیاری از گیاهان یافت می‌شود. در خفتگی حتی اگر شرایط مناسب رشد باشد، دانه‌های گیاه جوانه نمی‌زنند بلکه باید شرایط لازم برای خروج دانه از خفتگی نیز فراهم شود. این شرایط متناسب با هر گیاه فرق می‌کند و در راستای تضمین جوانه زدن آن‌ها در شرایط مناسب است. پنج دانه را جمع‌آوری کردیم و برای بررسی مکانیسم‌های خفتگی، آن‌ها را تحت تیمارهای مختلفی قرار دادیم. سپس آن‌ها را در شرایط مناسب جوانه‌زنی قرار دادیم و جوانه‌زنی آن‌ها را بررسی کردیم (+ : جوانه‌زنی، - : عدم جوانه‌زنی؛ دانه‌ها در شرایط تاریک و کمی مرطوب در دمای اتاق نگهداری شده‌اند و از قبل خفتگی آن‌ها برطرف نشده است).

تیمار	شستشو با آب زیاد	۲۴ ساعت در معرض میکروبیوم روده یک نشخوار کننده	تیمار در دمای منفی ۱۵ درجه به مدت ۳ هفته	گرمای زیاد (استنشاق دود)	۸ ساعت تیمار پیوسته با نور برای ۳ روز	تیمار با اسید غلیظ
دانه A	-	+	-	-	-	+
دانه B	+	-	-	-	-	-
دانه C	-	-	+	-	-	-
دانه D				+		
دانه E	-	-	-	-	+	-



محاسبات و نکته‌های مهم



درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) دانه A احتمالاً در پوششی از منابع مغذی است و در این گیاه دانه‌ها در نزدیکی گیاه والد جوانه می‌زنند. مکانیسم خفتگی این دانه در ارتباط با دیواره دانه است.

ب) دانه B احتمالاً در محیطی بیابانی یافت می‌شود و مکانیسم خفتگی آن ناشی از تجمع مهارکننده رشد در دانه است.

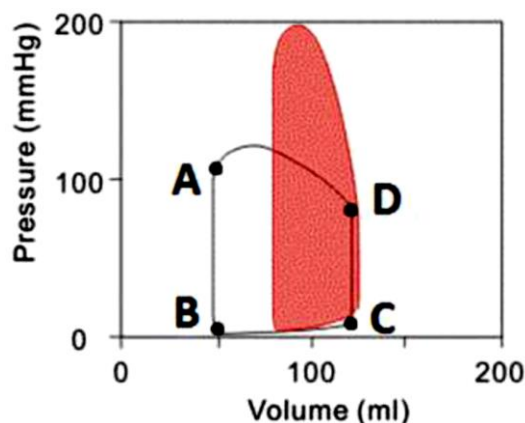
ج) دانه C احتمالاً مربوط به نواحی است که نوسان دمایی قابل توجهی در طول سال دارند.

د) دانه D احتمالاً در مقابل آتش‌سوزی مقاوم است.

ه) مکانیسم خفتگی در دانه E در درختان جنگل‌های استوایی یافت می‌شود.

سؤال ۱۳ (۳ نمره)

نمودار زیر (A تا D) تغییرات فشار در برابر حجم بطن چپ را در یک سیکل قلبی طبیعی را نشان می‌دهد. قسمت تیره در این نمودار نمایانگر تغییرات فشار در برابر حجم بطن چپ در یک فرد بیمار است. با توجه به این نمودار درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) نقطه D در این نمودار، باز شدن دریچه دولتی (میترال) را نشان می‌دهد.

ب) فرد بیمار در این نمودار، مبتلا به نارسایی دریچه آئورت است.

ج) در فردی که مبتلا به تنگی دریچه آئورت است، صدای غیرطبیعی قلب ناشی از تنگی دریچه در فاصله نقاط B-C شنیده می‌شود.

د) متغیرهای نشان داده شده در این نمودار برای تعیین برون‌ده قلبی (Cardiac output) کافی هستند.

ه) مساحت بین نقاط A, B, C, D در یک فرد ورزشکار در مقایسه با یک فرد معمولی کوچک‌تر خواهد بود.

محاسبات و نکته‌های مهم





سؤال ۱۴ (۵ نمره)

برهم‌کنش جهش‌ها را می‌توان به سه صورت کلی طبقه‌بندی کرد:

۱. روایستایی (Epistasis) خطی: اگر هر جهش به اندازه ثابت x بر رخ‌نمود (فنوتیپ) اثر گذارد، اثر دو جهش بر رخ‌نمود برابر با $2x$ و اثر سه جهش بر رخ‌نمود برابر با $3x$ خواهد بود.

۲. روایستایی مثبت: به این معناست که اگر جهش الف، به خودی خود، به اندازه x بر رخ‌نمود تأثیر داشته باشد و جهش ب نیز به اندازه x اثر هر دو جهش الف و ب در صورت وقوع در یک ژنگان (Genome) بیش از $2x$ خواهد بود.

۳. روایستایی منفی: در این نوع برهم‌کنش‌ها، در صورت بروز دو جهش در یک ژنگان، اثر مجموع دو جهش از اثر هر یک از دو جهش به تنهایی کمتر خواهد بود.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. (جهش‌ها را مضر و اثر رانش را ناچیز در نظر بگیرید).

الف) در جاندارانی که دارای نرخ جهش بالایی هستند (به این معنا که در هر نسل تقریباً تمامی زادگان جهش‌یافته‌اند)، انتخاب طبیعی به افزایش فراوانی روایستایی منفی (نسبت به روایستایی مثبت و خطی) در ژنگان این جانداران می‌انجامد.

ب) دو گونه A و B را در نظر بگیرید که هر دو دارای ۱۰۰ ژن در ژنگان خود هستند. در گونه A، هر ژن اثر یکی از ۹۹ ژن دیگر و در گونه B، هر ژن اثر ۵۰ ژن دیگر را تنظیم می‌کند. در صورتی که هر دو جهش T12 به C12 (در ژن ۱۰) و A34 به G34 (در ژن ۶۵) در هر دو گونه A و B رخ دهند، احتمال روایستایی خطی میان این دو جهش در گونه A بیش از گونه B است.

ج) در گونه‌ای که صرفاً به صورت جنسی تولیدمثل می‌کند، در قیاس با گونه‌ای خواهری که به صورت غیرجنسی تولیدمثل می‌کند (با فرض عدم وجود هیچ تفاوت معنی‌دار زیستی در صفات دیگر میان این دو گونه)، انتظار می‌رود تا روایستایی منفی (نسبت به روایستایی مثبت و خطی) فراوان‌تر باشد.

د) در صورتی که اثر جهش ۱ و اثر جهش ۲ تابع روایستایی خطی باشد و اثر جهش ۲ و ۳ نیز از روایستایی خطی تبعیت کند، انتظار می‌رود که اثر جهش‌های ۱، ۲ و ۳ (در صورت بروز در یک ژنگان) نیز از روایستایی خطی تبعیت کند.

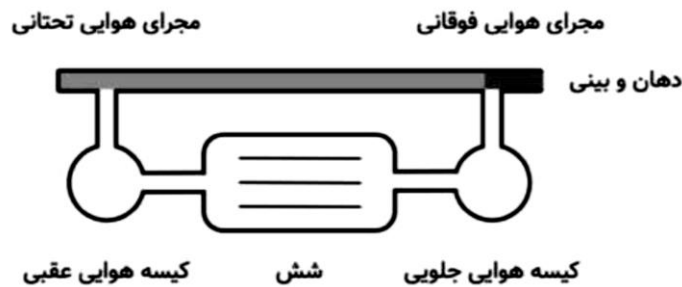
ه) سه جمعیت از گونه A را در نظر بگیرید. در صورتی که نرخ جهش در جمعیت ۱ بسیار بالاتر از جمعیت ۲ باشد، انتظار داریم نسبت دورگه‌های زیستا بین جمعیت ۱ و ۳ از دورگه‌های زیستا بین جمعیت ۲ و ۳ بیشتر باشد.

محاسبات و نکته‌های مهم





دستگاه تنفسی در پرندگان از ساختاری برخوردار است که می‌تواند جریان هوای یک طرفه را در شش‌ها ایجاد کند. این سازش قابلیت استفاده حداکثری از اکسیژن هوا را به پرند می‌دهد که به ویژه برای پرندگان در حین پرواز از اهمیت بالایی برخوردار است. گونه‌ای ابتدایی از پرندگان یافته‌ایم که ساختار سیستم تنفسی آن اندکی با پرندگان دیگر تفاوت دارد. این سیستم به طور خلاصه در شکل زیر نمایش داده شده است.



هنگام دم کیسه‌های هوایی جلویی، هوا را از طریق مجاری فوقانی دریافت می‌کنند و کیسه‌های هوایی عقبی، هوا را از شش دریافت می‌کنند. در بازدم، بخشی از هوای کیسه‌های هوایی جلویی به درون شش‌ها منتقل و بخشی از هوای کیسه‌های هوایی عقبی از طریق مجاری هوایی تحتانی و فوقانی خارج می‌شود. فرض کنید در آزمایشی، برای یک بار دم پرند، هوای دارای ۵٪ هلیوم تأمین می‌کنیم. سپس غلظت هلیوم را در بازدم‌های بعدی این پرند اندازه می‌گیریم و از آن برای مطالعه حجم بخش‌های سیستم تنفسی استفاده می‌کنیم. حجم جاری میزان هوایی است که در طی دم معمولی وارد سیستم تنفسی می‌شود. از اختلاط هوا در مجاری هوایی فوقانی و تحتانی صرف‌نظر کنید. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- الف) غلظت هلیوم در کل هوای حاصل از بازدم دوم با حجم جاری رابطه مستقیم دارد.
- ب) غلظت هلیوم در کل هوای حاصل از بازدم دوم با حجم هوای مجاری تحتانی و فوقانی رابطه مستقیم دارد.
- ج) پس از دم با هوای دارای هلیوم، انتظار داریم هلیوم از اولین بازدم پس از آن، در هوای بازدمی وجود داشته باشد.
- د) با توجه به جریان یک طرفه هوا در این سیستم تنفسی، انتظار داریم پس از ۳ دم و ۳ بازدم اثری از هلیوم در بازدم آن نباشد.
- ه) غلظت هلیوم در کل هوای حاصل از بازدم اول با حجم جاری رابطه معکوس دارد.

محاسبات و نکته‌های مهم





برای پاسخگویی به مسائل ۵ و ۶ متن زیر را مطالعه کنید:

قانون بیر لامبرت امکان سنجش دقیق غلظت یک ماده را از روی جذب نور توسط محلول آن ماده فراهم می‌کند. به این منظور پس از خالص‌سازی نمونه و تعیین طول موج ماکزیمم جذب ماده، میزان غلظت را با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌کنند:

$$A = \log_{10} \left(\frac{I_0}{I} \right) = \epsilon c l$$

در این رابطه A میزان جذب نور در طول موج ماکزیمم جذب نور، I_0 و I شدت نور ورودی و خروجی از لوله، ϵ ضریب خاموشی مولار، l طول مسیر نور در لوله و C غلظت ماده است.

مسئله ۵ (۳ نمره)

برای اندازه‌گیری فعالیت یک آنزیم، سوسترای طبیعی آن از یک نوع قارچ سمی استخراج شده است، محلولی با غلظت ۴ گرم در لیتر از این سوسترای با جرم مولکولی ۳۲۵ دالتون پس از قرار گرفتن در لوله‌ای به طول مسیر نور ۲ سانتی‌متر فقط ۵۰ درصد نور از آن عبور کرده است بر این اساس میزان ϵ ترکیب را برحسب $M^{-1} cm^{-1}$ حساب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید.

مسئله ۶ (۴ نمره)

اگر همین محلول، سوسترای آنزیم باشد و پس از اضافه کردن آنزیم به آن در حجم نهایی ۱ میلی‌لیتر جذب پس از ۱ دقیقه از ۰٫۴ به ۰٫۲ برسد، میزان فعالیت آنزیم برحسب واحد $\frac{\mu mol}{min}$ (میکرومول در دقیقه) چقدر است؟ (فرض کنید تغییرات جذب در ۱ دقیقه خطی است).

برای پاسخگویی به سؤال ۱۶ و مسئله ۷ متن زیر را مطالعه کنید:



ویروس APBV22 (Aeropyrum pernix bacilliform virus 22) از جمله مقاوم‌ترین ویروس‌ها به گرما است. آرکی باکتری میزبان این ویروس (Aeropyrum pernix) در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان رشد را دارد. ژنوم این ویروس از DNA دو رشته‌ای حلقوی تشکیل شده است. ذرات ویروس وحشی به صورت استوانه‌هایی به طول ۱۴۳۰ آنگستروم دیده می‌شوند.

تشکیل کپسید در این ویروس طبق مراحل زیر انجام می‌شود:

۱. یکی از کلاهک‌ها (کلاهک pointy، تصویر میانی) توالی یا توالی‌های خاص بسته‌بندی را در ژنوم شناسایی می‌کند و به آن متصل می‌شود. DNA در ناحیه اتصال خم می‌شود. در صورت عدم اتصال کلاهک pointy به توالی‌های بسته‌بندی، کپسید تشکیل نخواهد شد.

محاسبات و نکته‌های مهم

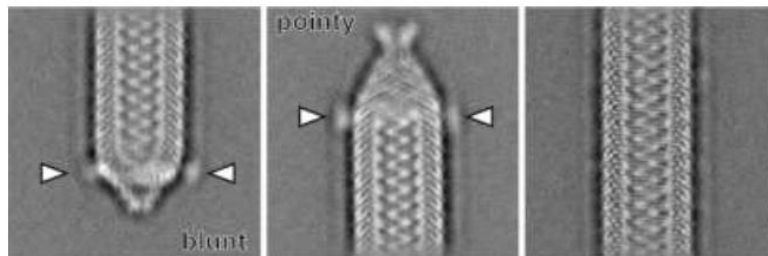




۲. پروتئین‌های اصلی کپسید (MCP) با اتصال به یکدیگر یک استوانه توخالی پیرامون بخش آزاد ژنوم تشکیل می‌دهند (تصویر سمت راست).

۳. به محض اینکه تمامی توالی ژنوم توسط پروتئین‌های MCP پوشیده شد، کلاهک دیگر (کلاهک blunt، تصویر سمت چپ) انتهای کپسید را می‌بندد.

- ضخامت کلاهک‌ها در مقایسه با طول کپسید ناچیز و قابل صرف‌نظر است.
- از مقطع عرضی کپسید، شش DNA دو رشته‌ای عبور می‌کند که هر کدام موازی با محور طی کپسید جهت‌گیری کرده است.
- ژنوم این ویروس از نوع B-DNA است. در B-DNA به ازای هر جفت باز، طول مولکول ۳٫۴ آنگستروم افزایش می‌یابد.
- در سطح درونی کپسید، پنج مسیر موازی با محور طولی کپسید با آمینو اسیدهای باردار پوشیده شده است که جایگاه اتصالی برای DNA فراهم می‌کنند.



سؤال ۱۶ (۵ نمره)

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) در صورت ایجاد جهش مخرب در یک از توالی‌های packaging signal چهار تا از مسیرهای باردار به DNA متصل خواهند شد و طول ویروس حاصل سه برابر حالت وحشی خواهد بود.

ب) مسیرهای اتصال DNA درون کپسید با آمینواسیدهای بازی پوشیده شده‌اند.

ج) طول ژنوم ویروس وحشی ۱۰۰۰ جفت باز است.

د) در ژنوم ویروس وحشی سه توالی packaging signal وجود دارد.

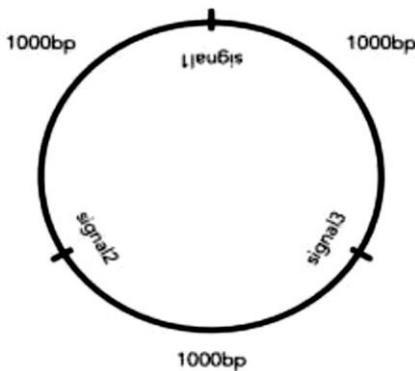
ه) برای تولید ذره ویروسی به طول ۲۰۰۰ آنگستروم، بیشترین فاصله بین packaging signal‌های مجاور باید حدود ۱۲۰۰ bp باشد.



محاسبات و نکته‌های مهم

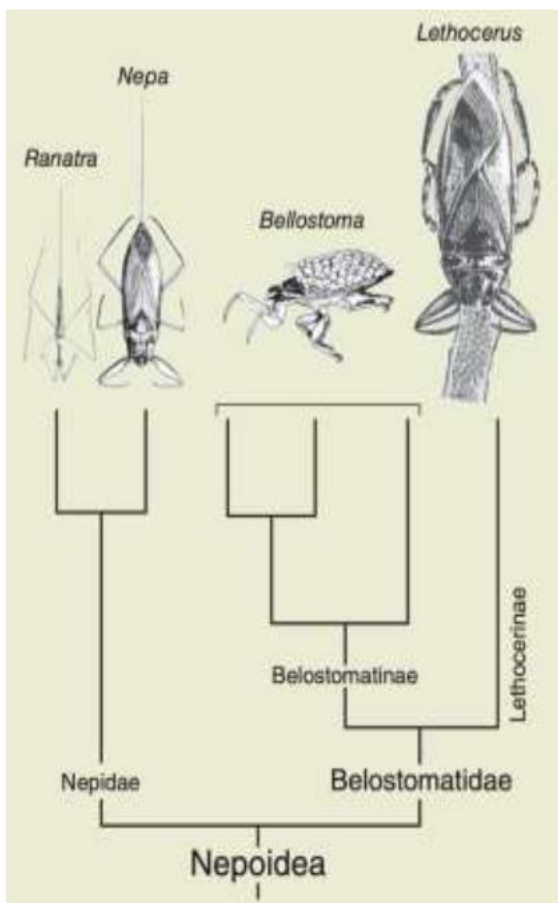


مسئله ۷ (۴ نمره)



نقشه ژنوم یک سویه از این ویروس آورده شده است. شناخته شدن هر یک از توالی‌های packaging signal با احتمال ثابتی با خطا مواجه می‌شود. در جمعیت بزرگی از ویروس‌ها طول ۲۰ درصد از کپسیدها با طول کپسید وحشی (ذره‌ای که هر سه توالی بسته‌بندی متصل شده است) تفاوت دارد. میانگین طول کپسید در این جمعیت چند درصد از طول کپسید وحشی بیشتر است؟

سؤال ۱۷ (۵ نمره)



حشرات آبزی خانواده Nepoidea رفتارهای تولید مثل جالبی از خود نشان می‌دهند. اعضای این خانواده شکارچی هستند و قطعات دهانی سوراخ‌کننده در این حشرات به خوبی تکامل پیدا کرده است. تخم‌های این حشرات پس از طی کردن پنج مرحله تکوینی به بلوغ می‌رسند. وزن حشره در حالت بالغ با وزن تخم ارتباط مستقیم دارد. تاکسون خاوه‌ری Nepoidea خشکی‌زی و گیاه‌خوار است و تخم‌های کوچکی دارد. سازگاری‌های این حشرات برای این سبک زندگی به شرح زیر است:

در زیرخانواده Nepidae چپ‌خوردگی‌هایی روی تخم مشاهده می‌شود.

فرد نر در گروه Belostomatinae پس از آمیزش و تخم‌ریزی فرد ماده، تخم‌ها را روی پشت خود قرار داده و در محیط آبی حرکت می‌کند.

در گروه Lethocerinae تخم‌ها در نزدیکی سطح آب گذاشته می‌شوند و افراد نر روی تخم‌ها آب می‌ریزند. در نظر داشته باشید در این حشرات شکارچی، فشار انتخابی در جهت افزایش اندازه بدن است.

محاسبات و نکته‌های مهم





درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) مساحت کوریون (ساختاری درون تخم که باعث تبادل گاز بین رویان و محیط می‌شود) نسبت به حجم تخم در Belostomatidea بیشتر از Nepidae است.

ب) انتظار داریم در آمیزش اعضا belostomatinae، افراد نر به ماده هدیه ازدواج بدهند.

ج) اندازه تخم بزرگ حداقل دو بار به صورت مستقل در این خانواده تکامل پیدا کرده است.

د) انتظار داریم میانگین تعداد آمیزش بین فرد نر و ماده در Nepidae بیشتر از Belostomatidea باشد.

ه) مساحت کوریون نسبت به حجم تخم در Nepoidea بیشتر از تاکسون خواهری آن است.

سؤال ۱۸ (۴ نمره)

گیاه *Ginkgo biloba* از بازدانگان ابتدایی و تنها عضو شاخهٔ کهن‌دار (Ginkgophyta) است. فاصله زمانی بین گرده افشانی و لقاح گامت نر و ماده در این گیاه همانند سایر بازدانگان، حدود یک سال است. تخمک پس از گرده افشانی رشد خود را آغاز و حالتی گوشتی پیدا می‌کند؛ سپس از درخت جدا شده، روی زمین می‌افتد و آنگاه لقاح انجام می‌شود. در این گیاه همانند بسیاری بازدانگان ژنوم کلروپلاستی از والد نر و ژنوم میتوکندریایی از طریق والد ماده به فرزندان منتقل می‌شود. دانه‌ای از این گیاه را از روی خاک برداشته‌ایم. در این دانه چند بافت مجزا تشخیص داده شد که ۴ تا از آن‌ها را بررسی می‌کنیم. محتوای ژنتیکی هر بافت را برای ۳ ژن بررسی کردیم. ژن A هسته‌ای است و ژن‌های B و C در ژنوم سیتوپلاسمی (میتوکندریایی و کلروپلاستی) قرار دارند. در واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR) پرایمرهای مخصوص این ژن‌ها را روی محتوای DNA سلول‌های هر بافت به کار برده و نتیجه را الکتروفورز کرده‌ایم. شکل زیر نتیجه ژل الکتروفورز را نشان می‌دهد (هر ژن تنها در یک لوکوس از DNA سلول‌ها یافت می‌شود).

	بافت I	بافت II	بافت III	بافت IV
ژن A	████████		████████	████████
ژن B	████████	████████	████████	████████
ژن C	████████	████████	████████	████████



محاسبات و نکته‌های مهم



درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

(ب) بافت II مربوط به گامتوفیت نر است.

(الف) ژن B در ژنوم کلروپلاستی قرار دارد.

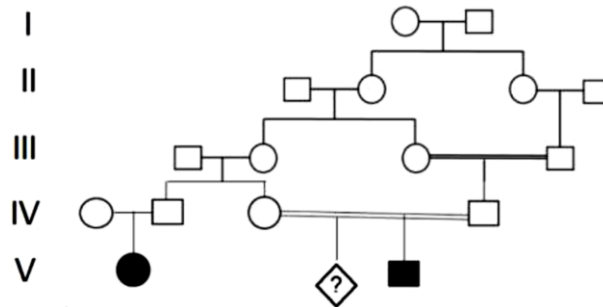
(د) بافت IV مربوط به جنین است.

(ج) بافت I مربوط به اسپوروفیت مادری است.

(ه) بافت III مربوط به گامتوفیت ماده است.

مسئله ۸ (۴ نمره)

در صورتی که شجره زیر مربوط به یک بیماری ژنتیکی نادر باشد که الگوی وراثت از نقش‌پذیری تبعیت می‌کند. (نقش‌پذیری ژنی زمانی رخ می‌دهد که فرزند هتروزیگوس تنها یک الل را بسته به اینکه آن را از کدام والد دریافت کرده باشد بروز بدهد). چند درصد احتمال دارد فرزند بعدی افراد IV3 و IV4 پسری سالم و هتروزیگوت باشد؟ (تعیین مادری یا پدری بودن نقش‌پذیری به عهده شماست)



برای پاسخگویی به سؤالات ۱۹ و ۲۰ متن زیر را مطالعه کنید.

تغییرات اپی‌ژنتیکی به تغییراتی اشاره می‌کند که توالی DNA را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد؛ بلکه با تغییر پیچ‌خوردگی کروماتین به بیان یا سرکوب بیان ژن‌ها می‌انجامد. وراثت الگوهای اپی‌ژنتیکی در گیاهان، تک‌یاخته‌ای‌ها و به ویژه پستانداران پدیده‌ای شناخته شده است، اما نقش این نوع وراثت در تکامل همچنان محل پرسش است، زیرا ماهیت غیر ژنتیکی این تغییرات، اثر دراز مدت آنان را در طی نسل‌ها زیر سؤال می‌برد. استایچ و همکاران (۲۰۱۹) برای بررسی نقش وراثت اپی‌ژنتیکی از سازوکاری اپی‌ژنتیکی سود بردند که در مخمر یافت می‌شود. در این نوع تنظیم اپی‌ژنتیکی بیان ژن در مخمر، پروتئین SIR به توالی خاصی از DNA متصل می‌شود و احتمال دی‌آستیل‌شدن هیستون‌ها را افزایش می‌دهد. دی‌آستیل‌شدن منجر به فشردگی ساختار کروماتین در اطراف مکان اتصال پروتئین SIR و در نتیجه خاموش شدن بیان ژن‌های آن ناحیه می‌شود؛ اما هیستون‌های دی‌آستیل‌شده ممکن است مجدداً به صورت تصادفی استیل‌شوند. وضعیت هیستون (استیل‌شده یا دی‌آستیل‌شده بودن) از سلول والد به سلول‌های دختری به ارث می‌رسد.

محاسبات و نکته‌های مهم





سؤال ۱۹ (۳ نمره)

استایچیج و همکارانش سویه‌ای از مخمر فاقد ژن URA3 را برگزیدند و در آن یک کپی از ژن URA3 را در ۳ جایگاه متفاوت، با فاصله نزدیک، متوسط یا دور نسبت به محل اتصال پروتئین SIR وارد کردند و ۳ جمعیت متفاوت به وجود آوردند. پروتئین URA3 برای سنتز یوراسیل ضروری است و همچنین می‌تواند فلوروروتیک اسید را به ماده سمی فلوروپوراسیل تبدیل کند که در سلول انباشته می‌شود. احتمال خاموش شدن ژن URA3 با فاصله آن از محل اتصال پروتئین SIR رابطه معکوس دارد.

در مرحله نخست آزمایش مخمرها در محیطی فاقد یوراسیل کشت داده شدند. جمعیت‌های حاصل سپس در محیط کشت مایع حاوی فلوروروتیک اسید و یوراسیل تکامل یافتند. در حین تکامل به منظور حفظ شرایط مناسب برای رشد مخمرها هر روز نیم میلیون مخمر تکامل یافته به محیط کشت مایع تازه (دارای یوراسیل و فلوروروتیک اسید) انتقال داده شدند.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را درباره طراحی آزمایش استایچیج و همکارانش مشخص کنید.

الف) در صورت حذف مکان اتصال پروتئین SIR از سویه فوق، شایستگی مخمرها در حضور و عدم حضور فلوروروتیک اسید تفاوت معناداری نخواهد داشت.

ب) کشت در محیط فاقد یوراسیل، به انتخاب یاخته‌های دارای ژن URA3 عملکردی می‌انجامد.

ج) فاصله ژن URA3 از جایگاه اتصال پروتئین SIR با شایستگی مخمر در مرحله آغازین (کشت در محیط فاقد یوراسیل) رابطه مستقیم دارد.

د) در صورتی که شمار مخمرهایی که روزانه به محیط جدید انتقال می‌یابند به جای روزی ۰/۵ میلیون، یک روز در میان ۰/۱ میلیون و ۰/۹ میلیون باشد، تأثیر انتخاب طبیعی کاهش می‌یابد.

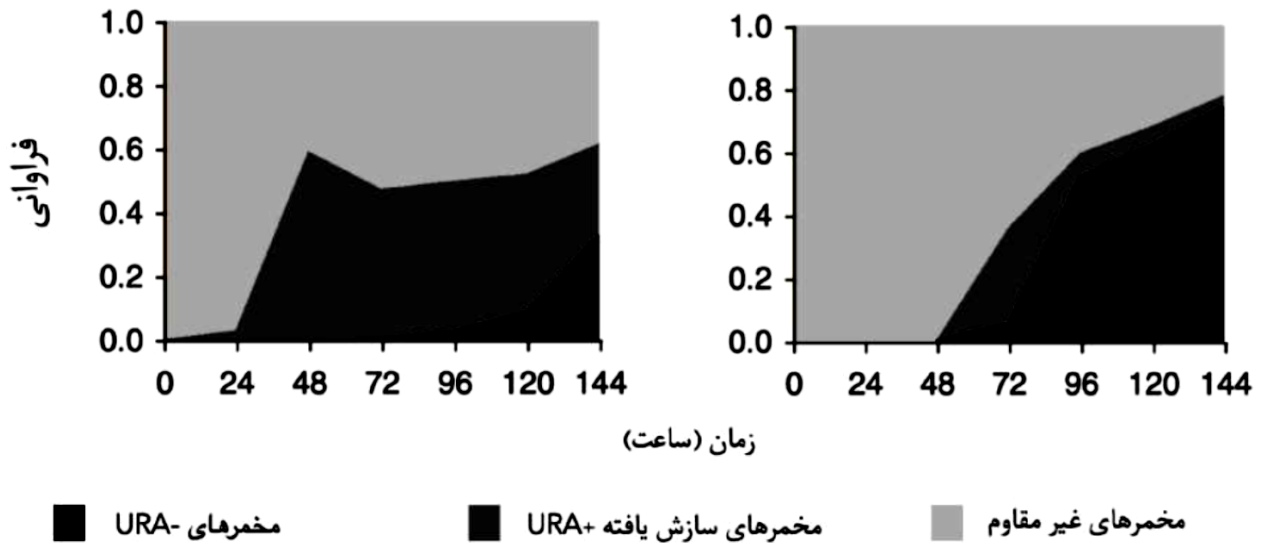
ه) این آزمایش قادر به تمایز میان وراثت ژنتیکی و اپی‌ژنتیکی نیست.

سؤال ۲۰ (۴ نمره)

استایچیج و همکارانش به بررسی فراوانی زیرجمعیت‌های مختلف در جمعیت‌های مخمر در حال تکامل پرداختند. نمودار زیر تغییر ترکیب دو جمعیت (با فاصله کم و زیاد ژن URA3 از محل شناسایی SIR) که در محیط انتخابی دارای فلوروروتیک اسید و یوراسیل تکامل یافتند را در طی زمان نشان می‌دهد. مخمرهای URA- مخمرهایی هستند که ژن URA3 در آنها، به واسطه جهش غیرفعال شده است. مخمرهای سازش یافته URA+ دارای ژن URA3 کارکردی هستند، اما بیان این ژن به صورت اپی‌ژنتیکی مهار شده است. مخمرهای غیر مقاوم مخمرهایی هستند که URA3 در آنها فعال است.

محاسبات و نکته‌های مهم





درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) وجود مخمرهای URA+ سازش یافته، سرعت تثبیت مخمرهای URA- را در جمعیت کاهش می‌دهد.

ب) انتظار داریم پس از گذشت ۴۸ ساعت، اندازه جمعیت مخمرها در جمعیت مربوط به نمودار سمت چپ، کمتر از جمعیت سمت راست باشد.

ج) در نبود مخمرهای URA- چنانچه زمان کافی سپری شود، مخمرهای سازش یافته URA+ می‌توانند در جمعیت تثبیت شوند.

د) نمودار سمت چپ متعلق به جمعیت با فاصله کم میان محل اتصال SIR و ژن URA3 است.

ه) در صورت انجام این آزمایش با جمعیتی فاقد مکان اتصال پروتئین SIR انتظار داریم تا روند سازش ژنتیکی از هر سه جمعیت فوق کندتر باشد.

سؤال ۲۱ (۳ نمره)

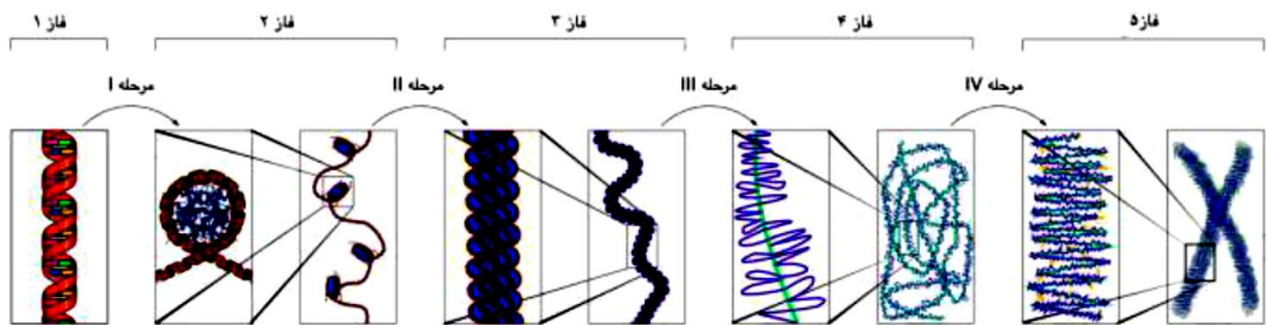
مراحل مختلف تشکیل ساختار کروموزوم در شکل زیر نشان داده شده است. در این فرآیند پنج هیستون H₁، H₂A، H₂B، H₃، H₄ مورد استفاده قرار می‌گیرند.



محاسبات و نکته‌های مهم



با توجه به این فرآیند، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) برای رونویسی از ژن‌هایی با فعالیت کمتر، ساختار کروماتین در فاز ۱ است.

ب) هیستون‌های H2A و H3 به ترتیب در مرحله II و III وارد ساختار کروماتین می‌شوند.

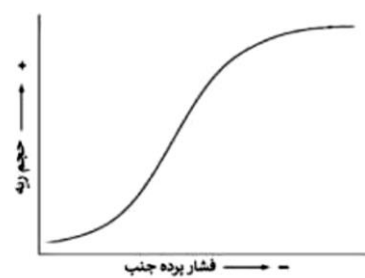
ج) هیستون H1 در مرحله II مورد استفاده قرار می‌گیرد.

د) برای رونویسی از ژن‌های فعال‌تر، ساختار کروماتین در فاز ۲ است.

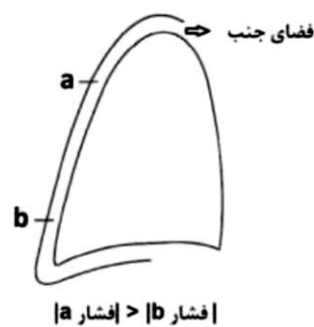
ه) فاز ۴ بخشی از مرحله اینترفاز است.

سؤال ۲۲ (۴ نمره)

شکل (۱) تغییرات حجم ریه در طی دم (از حجم باقیمانده تا ظرفیت تام) در برابر تغییرات فشار پرده جنب و شکل (۲) نسبت فشار جنب در قله و قاعده ریه را در حالت نشسته نشان می‌دهد. با توجه به شکل‌ها، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



شکل (۱)



شکل (۲)



محاسبات و نکته‌های مهم



الف) در صورت کاهش سورفکتانت، حجم ریه در فشار معین جنب افزایش می‌یابد.

ب) پس از بازدم عمیق در حالت ایستاده، حجم حبابک‌های قله ریه بزرگ‌تر از حبابک‌های قاعده ریه است.

ج) به ازای تغییر مقدار معین فشار جنب، تغییر حجم ریه در حجم جاری بیشتر از ظرفیت تام و هر دو بیشتر از حجم باقی مانده‌اند.

د) پس از بازدم عمیق در حالت نشسته، در ابتدای دم تغییر حجم حبابک‌های قله ریه بیشتر از حبابک‌های قاعده ریه است.

هـ) در حالت ایستاده، در انتهای دم عمیق تغییر حجم حبابک‌های قله ریه کمتر از حبابک‌های قاعده ریه است.

سؤال ۲۳ (۴ نمره)

برش‌هایی از بخش‌های مختلف پنج گیاه رویان‌دار (embryophyta) را می‌بینید. ویژگی‌های این گیاهان در زیر آمده است.

گیاه ۱: گیاهی جورهاگ که هاگدان‌های آن در هاگینه قرار دارند.

گیاه ۲: گیاهی جورهاگ که هاگدان‌های آن در مخروط انتهایی قرار دارند.

گیاه ۳: گیاهی جورهاگ که فاقد ریشه و ساقه حقیقی است.

گیاه ۴: گیاهی ناجورهاگ که دستجات آوندی آن در استوانه‌ای توپر در مرکز ساقه قرار دارند.

گیاه ۵: اسپر حالت سیفونوگامی دارد (توانایی حرکت آزاد را از دست داده است).

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

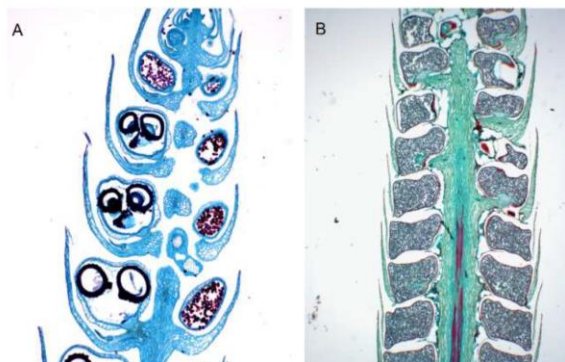
الف) تصویر D متعلق به گیاه ۱ است.

ب) تصویر B متعلق به گیاه ۲ است.

ج) تصویر C متعلق به گیاه ۳ است.

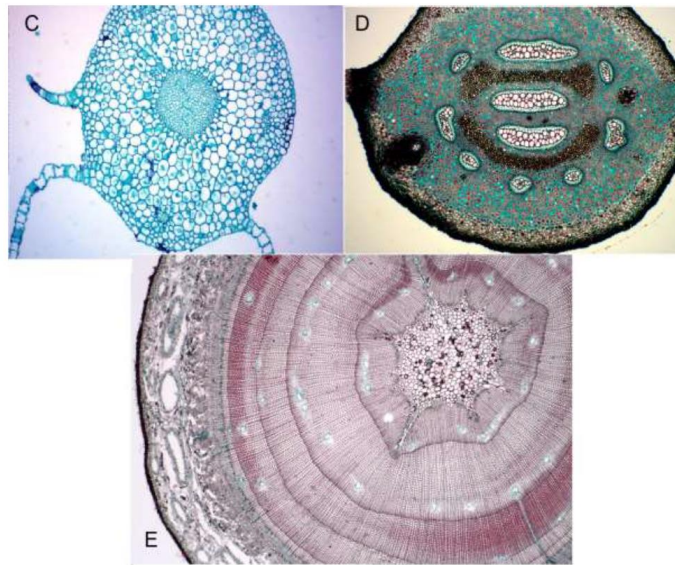
د) تصویر E متعلق به گیاه ۴ است.

هـ) تصویر A متعلق به گیاه ۵ است.



محاسبات و نکته‌های مهم





سؤال ۲۴ (۴ نمره)

شباهت‌های بنیادی بین ساختار اندام‌های مهره‌داران مختلف، از شواهد تکامل مهره‌داران از نیایی مشترک است. تصویر زیر استخوان‌بندی اندام عقبی یک چهارپا و باله متناظر اندام عقبی را در یک ماهی نشان می‌دهد. درستی یا نادرستی



محاسبات و نکته‌های مهم



○ آشنایی و برنامه‌ریزی المپیادهای علمی

○ اطلاع‌رسانی تمام اخبار المپیادی کشور

○ مشاوره و کلاس‌های آنلاین

○ آزمون‌های آنلاین المپیاد

○ معرفی منابع و فروشگاه کتاب آنلاین



برای دریافت، تصویر بالا را اسکن یا
"المپیاد ایریسک" را جستجو کنید.



@irysccom



@irysc



iran.olympiad