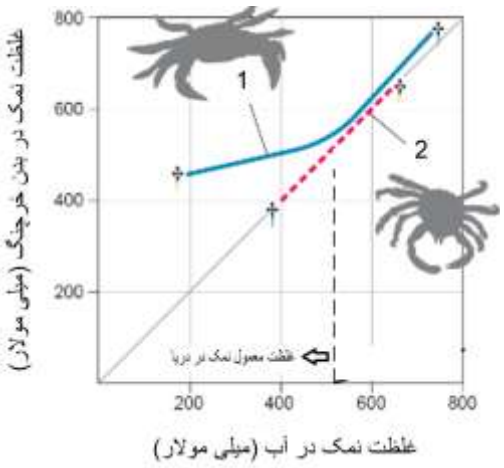
سوال ۱ (۴ نمره)

جانوران پیوسته در چالش برای سازگاری با محیط اطراف خود هستند. استراتژی های موجود برای این کار به دو دسته تقسیم می‌شوند. "تنظیم کردن" که عبارت است از تلاش برای ثابت نگه داشتن 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 مطالعه ای به بررسی تنظیم اسمزی در دو گونه خرچنگ آبزی پرداخته ایم و غلظت نمک های داخل بدن آنها را در غلظت های محیطی مختلف نمک بررسی کرده ایم و نتایج در نمودار زیر آمده است.



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

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

ب) گونه ۲، یگ گونه تطبیق یابنده است و توانایی سازش یافتن با طیف گسترده

تری از غلظت های نمک را نسبت به گونه ۱ دارد

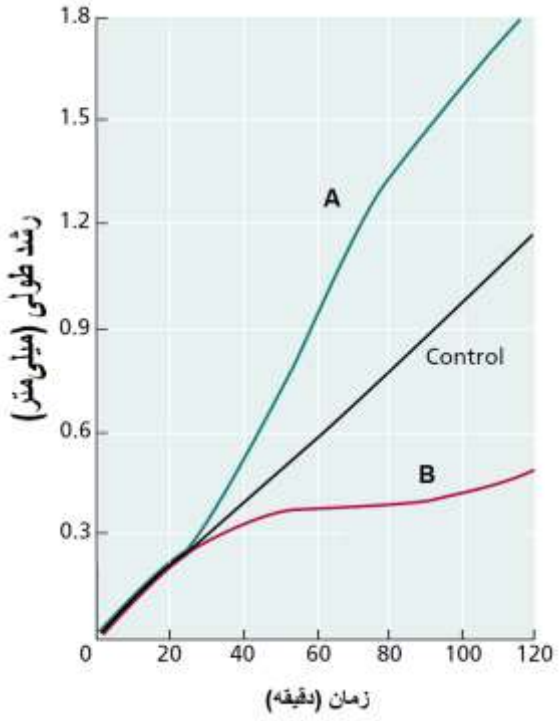
ج) احتمال اینکه گونه ۱ در محل ریختن رودخانه به دریا زندگی کند از گونه ۲ بیشتر است.

د) شوری محیطی که گونه ۱ در آن زندگی می‌کند، کمتر از۵۰۰ میلی مولار است.

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

سوال ۲ (۳ نمره)

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



درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

الف) تجمع اکسین در بخش B است.

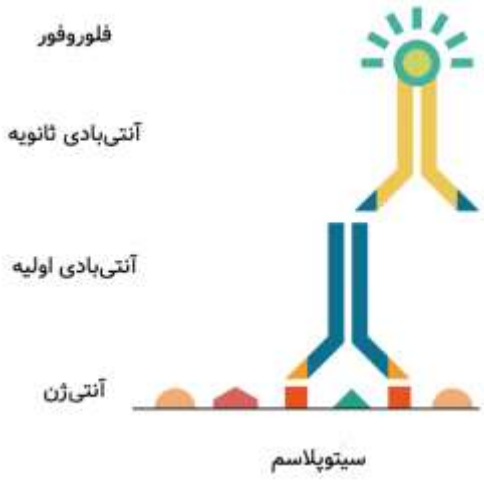
ب) بخش A در مقابل تابش نور قرار دارد.

ج) pH آپوپلاستی ناحیه A اسیدی تر از ناحیه B است.

د) تراکم اتصالات عرضی بین میکروفیبریل های سلولزی و سایر پلی ساکارید های دیواره در ناحیه A بیشتر از ناحیه B است.

ه) در بخش A نسبت به بخش B، پتانسیل الکتریکی غشای سلول‌ها منفی تر می‌شود و با افزایش جذب کاتیون ها از خارج سلول موجب کاهش پتاسیل آب در سلول های بخش A می‌شود.

سوال ۳ (۵ نمره)



برای بررسی بیان آنتی ژن های A و B بر سلول های سرطانی جدا شده از فردی، از تکنیک فلوسایتومتری استفاده شد. در این تکنیک، ابتدا سلول‌ها با آنتی بادی های نشان دار (فلورسنت) که علیه آنتی ژن های A و B عمل می‌کنند، نشان دار و سپس توسط دستگاه فلوسایتومتر، سلول های دارای نشان های متفاوت شمرده می‌شوند. از آنجا که تولید آنتی بادی های نشان دار برای هریک از آنتی ژن ها کار پرهزینه ای است، آنتی بادی های غیر نشان‌دار علیه آنتی ژن های A و B تولید و به عنوان آنتی بادی های اولیه استفاده می‌شوند. سپس از آنتی بادی های ثانویه نشان دار، علیه دم (قسمت ثابت) آنتی بادی های شناسایی کننده آنتی ژن ها استفاده می‌شود. گروه فلوروفور به قسمت ثابت آنتی بادی های ثانویه متصل است ولی تغییری در ساختار آن نمی‌دهد و مانع اتصال سایر آنتی بادی ها نمی‌شود. میزان نشر فلورسنت گروه فلوروفور تحت تاثیر اتصال پروتئین های دیگر قرار نمی‌گیرد.

دانش پژوهان المپیاد زیست‌شناسی، سه تکنیک فرضی زیر را برای مطالعه آنتی ژن ها پیشنهاد کرده‌اند (همه آنتی بادی های استفاده شده از نوع IgG هستند) :

X. استفاده از آنتی بادی های موشی (گرفته شده از موش) علیه آنتی ژن های A, B و استفاده از دو نوع آنتی بادی خوکی فلورسنت با رنگ های سبز و زرد علیه قسمت ثابت آنتی بادی های موشی.

Y. استفاده از آنتی بادی موشی علیه آنتی ژن A و آنتی بادی خوکی علیه آنتی ژن B و استفاده از دو آنتی بادی گاوی فلورسنت سبز و زرد، به ترتیب علیه قسمت ثابت آنتی بادی های خوکی و موشی.

Z. استفاده از آنتی بادی موشی علیه آنتی ژن A و آنتی بادی خوکی علیه آنتی ژن B و استفاده از آنتی بادی موشی فلورسنت سبز علیه قسمت ثابت آنتی بادی های خوکی و استفاده از آنتی بادی خوکی فلورسنت زرد علیه قسمت ثابت آنتی بادی های 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 سلول ها از نسبت آنتی ژن A به B مستقل است و با نسبت غلظت آنتی بادی های سبز و زرد استفاده شده، رابطه مستقیم دارد.

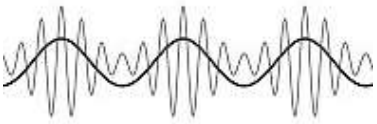
ب) از روش X می‌توان برای محاسبه میزان مجموع آنتی ژن های A و B متصل یه سلول ها استفاده کرد.

ج) از روش Z می‌توان برای محاسبه میزان مجموع آنتی ژن های A و B متصل به سلول ها استفاده کرد.

د) در استفاده از روش Y، نسبت رنگ زرد به سبز مشاهده شده روی سلول ها با نسبت آنتی ژن های A به B متناسب است.

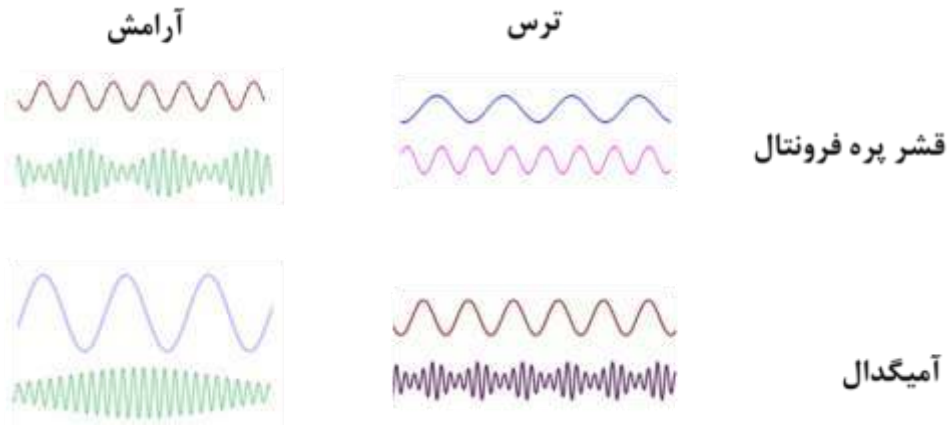
ه) در صورتی که تنها آنتی ژن A روی سلول باشد، می‌توان از هردو روش Y و Z برای محاسبه میزان آن آنتی ژن استفاده کرد.

سوال ۴ (۴ نمره)



یکی از راه های هماهنگ شدن نواحی مختلف شبکه های مغز برای بروز رفتاری خاص، جفت شدن فاز امواج با فرکانس کم (1-12 Hz) با دامنه امواج با فرکانس بالا (70-120 Hz) مشابه شکل مقابل است.

در مطالعه ای، 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 گزاره های زیر را مشخص کنید.



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

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

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 نمی کند.

مسئله ۱ (۳ نمره)

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

NheI = 100bp,600 bp　　AvaI= 100 bp,600 bp

BamhI = 300 bp,400 bp　　AvaI, NheI: 500 bp, 100 bp

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

XmaI و NheI = 400 bp, 4300 bp　　Bamh1 و AvaI = 300 bp, 4200 bp, 200 bp

XmaI و Bamh1= 500 bp, 600 bp, 3600 bp

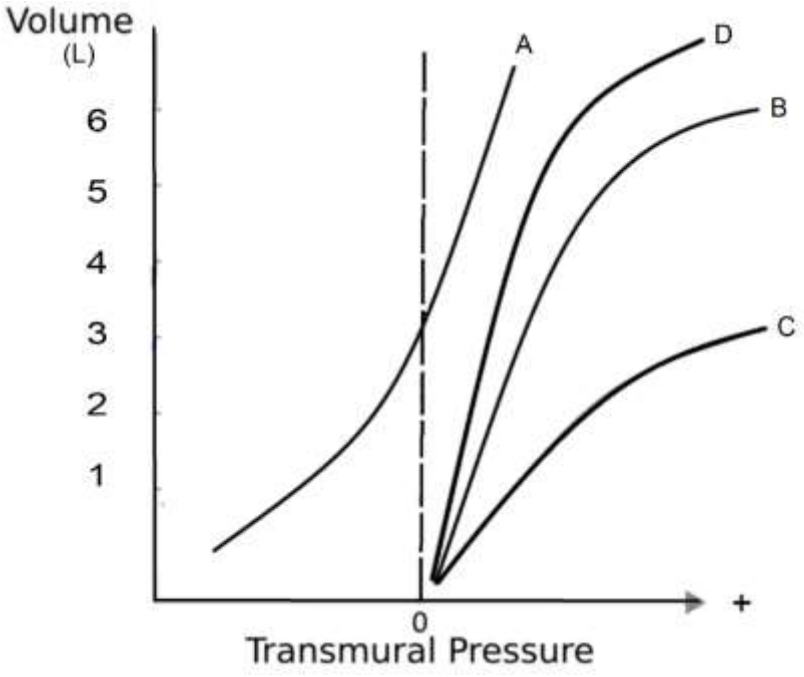
در صورت استفاده از آنزیم های AvaI و XmaI سایز بزرگترین قطعه به‌وجود آمده **چند صد جفت باز** است؟

سوال 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. نمودار های 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، فشار های مختلف را در داخل ریه و قفسه سینه نسبت به هوای بیرون ایجاد می‌کنیم و حجم آن ها 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 رشته های 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 گزاره های 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) درصورتی که میزان سورفاکتانت ریه فرد طبیعی افزایش یابد، نمودار ریه شبیه حالت D می‌شود.

سوال ۶ (۳ نمره)

رانش ژنی به مجموعه‌ای از فرایندهای زیستی می‌گویند که به تغییر تصادفی فراوانی الل‌ها (دگره‌ها) در جمعیت می‌انجامد. در ساده‌ترین شکل، می‌توان جمعیتی متشکل از N فرد دیپلوید را در نظر گرفت. در هر نسل $2N$ گامت به صورت تصادفی از میان گامت‌های تولیدشده توسط والدین انتخاب می‌شود. این فرایند 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 آلل 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 $p=0.02$ باشد بیشتر است.

ب) چنین مدل جمعیتی از رانش، با چرخه زندگی جانداری مانند ملخ، در قیاس با جانداری 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 نسل ها 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 جهش های A200G, C231T G200C, T116A, G201C 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؟ (A156G یعنی در جایگاه ۱۵۶ از ژن، نوکلئوتید A به G تبدیل شده است.)

مسئله ۳ (۳ نمره)

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

سوال ۷ (۴ نمره)

فنتانیل (Fentanyl) (FTN) یک داروی مخدر ضد درد است که به علت سرعت زیاد در اثر بخشی، از دارو های بسیار پر مصرف در درمان بیماران است. مکانیسم اثر فنتانیل، اتصال به گیرنده هایی در مغز است که فعالیت بیشتر آنها به تسکین درد کمک می کند. از سویی دیگر، همچنان که مصرف این ماده در دنیا افزایش داشته است، تاثیرات مخرب ناشی از مصرف غیر مجاز آن نیز، به صورت چشمگیری بیشتر مشاهده می شود تا جایی که مرگ های 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 تحریک کننده تنفس در مغز رخ می دهد. با وجود استفاده های 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 تایید می کنند که مولکولی به نام P-glycoprotein (P-gp) سبب دفع فعالانه فنتانیل از فضای داخل مغز به خون می شود.

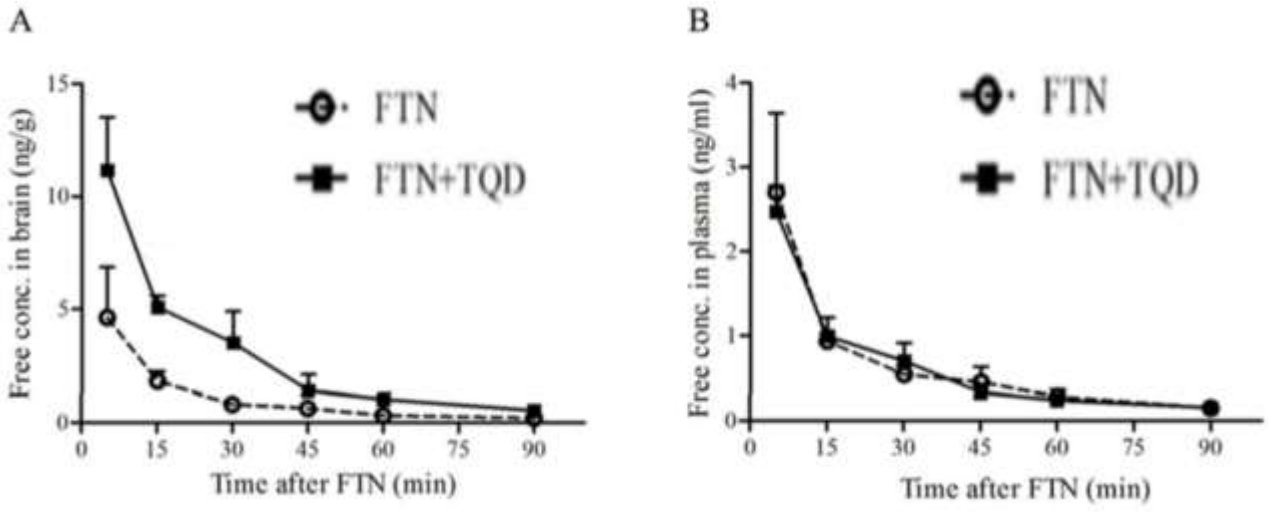
در پژوهشی در سال ۲۰۱۸ برای بررسی بیشتر اثرات گیرنده P-gp بر فعالیت فنتانیل، از مولکول Tariquidar (TQD) استفاده کردند که مهار کننده P-gp در سد خونی مغزی است. در این پژوهش، غلظت های فنتانیل در مغز و همچنین در پلاسمای خون در زمان های مختلف پس از تزریق فنتانیل به بدن موش ها در شرایط وجود و یا نبود ماده TQD اندازه گیری شدند. همچنین فعالیت تنفسی موش‌ها به عنوان معیاری برای مسمومیت با فنتانیل، در شرایط تزریق غلظت های مختلف آن (۴۰ یا ۸۰ میکروگرم به ازا هر کیلوگرم جرم موش) مجددا در شرایط وجود یا نبود TQD بررسی شد.

معیار های فعالیت تنفسی، میزان افزایش یا کاهش در تعداد تنفس در دقیقه، طول مدت دم یا بازدم در زمان های مختلف پس از تزریق FTN در نظر گرفته شدند.

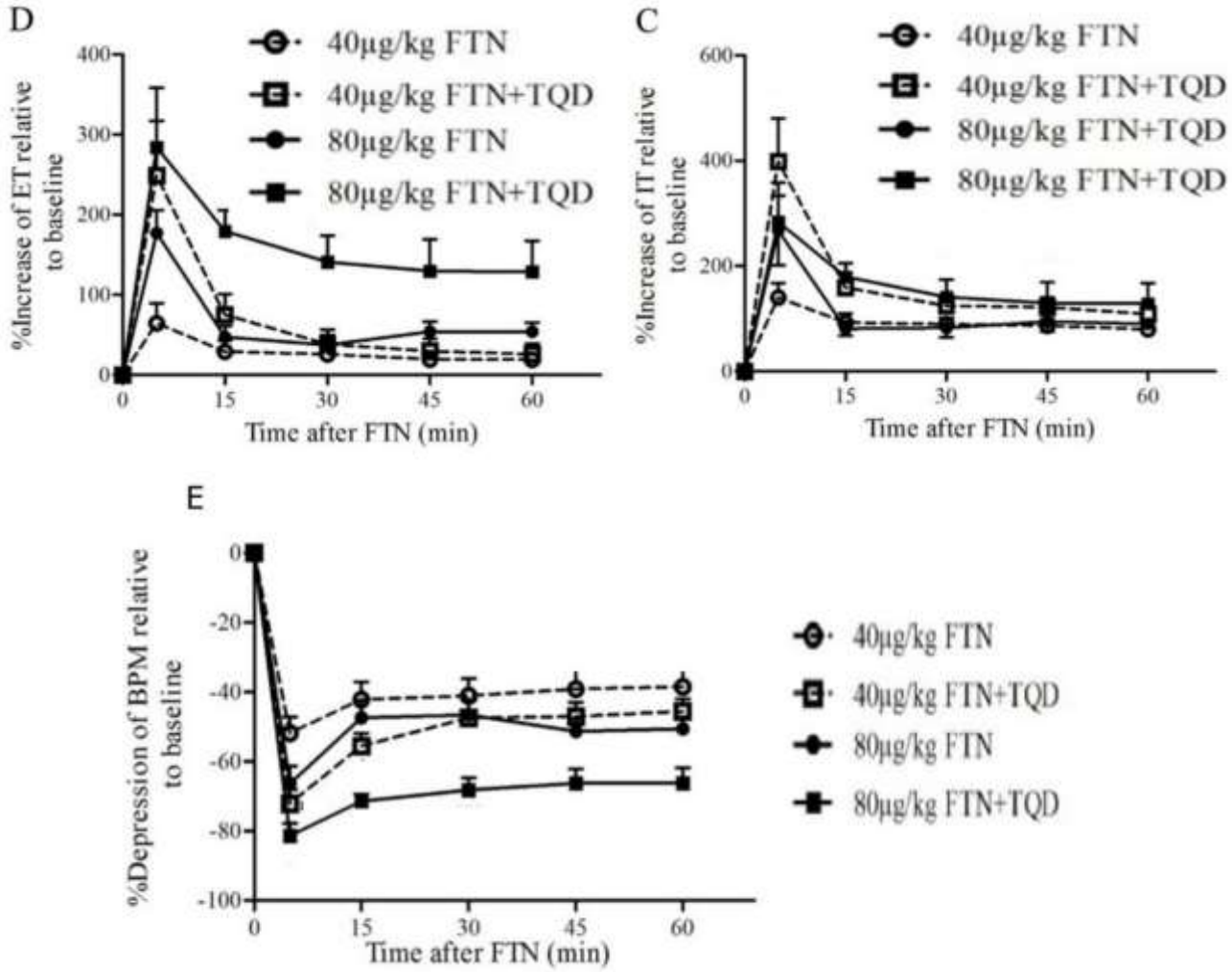
به کاهش اثر یک دارو یا ماده پس از چندین نوبت مصرف آن، تحمل دارویی (tolerance) می گویند.

نمودار های A و B نشان دهنده غلظت فنتانیل در مغز و پلاسمای خون، در شرایط همراه با TQD (مربع ها) و بدون TQD (دایره ها) هستند.

نمودار هایC و D و E نشان دهنده درصد افزایش یا کاهش پارامتر های، IT (طول زمان دم)، ET (طول زمان بازدم) و BPM (تعداد تنفس در دقیقه) را پس از تزریق غلظت های مختلف فنتانیل با یا بدون همراهی با TQD نشان می دهند. در این نمودارها، محور افقی زمان طی شده پس از تزریق فنتانیل به دقیقه است.



.



درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.:

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

ب) تزریق $40\frac{\mu g}{kg}$ (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 موثر است.

د) نتایج نشان می دهند که TQD احتمالا بجز تاثیر در سد خونی مغزی، دفع فنتانیل از بدن را افزایش می دهد.

ه) پس از تزریق فنتانیل و با اثر آن در مرکز تنفسی احتمالا pH پلاسما افزایش می یابد.

سوال ۸ (۳ نمره)

Which of the following process(es)decribe(s) a nonspecefic 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

سوال ۹ (۵ نمره)

ویروس های 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 می کند، اما بیماری زا نیست. ویروس فرضی دارای ژن B برای گیاه بیماری زا است. علاوه بر این، قارچ خاکزی فرضی دارای ژن C به عنوان انگل ریشه گیاه X شناخته می شود. وجود این عوامل بیماری زا، در ۶ نمونه یکسان ژنتیکی از یک گیاه X با استفاده از آزمایش های لکه گذاری سادرن، نوردن و وسترن بررسی شده است . نتایج این آزمون ها 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 گزاره های 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.

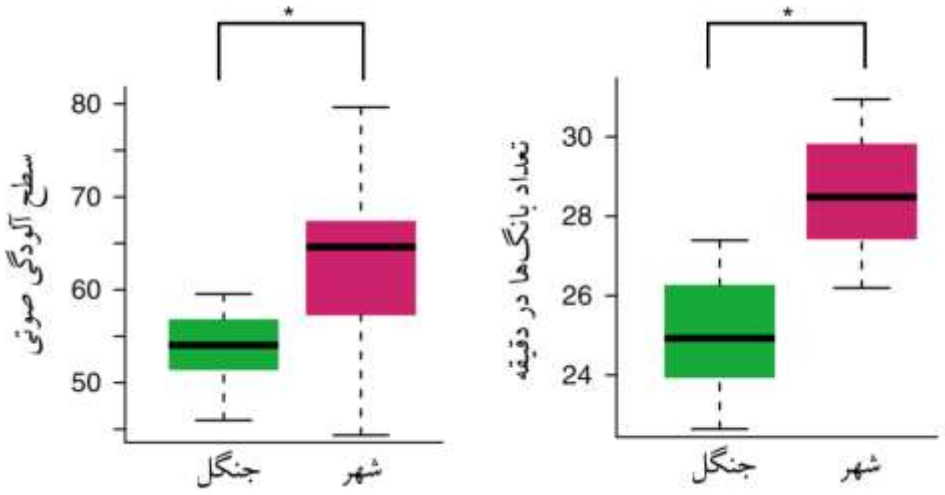
ج) چنانچه ویروس دیگری واجد miRNA ای شده باشد که کل mRNA ژن A را حذف کند، گیاه نسبت به آلودگی ویروس B حساس می‌شود.

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.

سوال ۱۰ (۴ نمره)

یکی از دگرگونی‌های اساسی زیست‌کره 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. هالف‌وِرک 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 زیر 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 درنظر بگیرید.



درستی یا نادرستی گزاره های 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) هالف‌وِرک 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 آن‌که 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 خفاش ها 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)

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

مقدار قابل توجهی از اطلاعات در سامانه های زیستی، در ارتباطات بین اجزا ذخیره شده است. زیست شناسی سامانه ای (Systems Biology) شاخه‌ای از علم است که به‌وسیله مدل‌سازی ریاضی و ابزارهای محاسباتی، سعی در شناخت بیشتر سامانه های زیستی دارد. این شاخه بین رشته‌ای از علم با تمرکز بر ارتباط بین اجزای سامانه‌ها و با رویکردی کل نگرانه (Holistic) سعی در رسیدن به هدف فوق را دارد. مسیر های متابولیسمی از پیچیده‌ترین سامانه های 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 (شارکل مسیر، نشان‌دهنده 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 پارامتر ها، فرض می‌کنیم مسیر قبل و بعد از اعمال تغییر در غلظت هر یک از آنزیم ها در شرایط Steady state است. در شرایط Steady state، غلظت همه حدواسط‌های مسیر متابولیسمی ثابت و شار همه واکنش‌ها برابر است.

سوال ۱۱ (۵ نمره)

مسیر متشکل از ۵ آنزیم (E1-E5) را در نظر بگیرید که سوبسترای X0 را به X5 تبدیل می‌کند و حدواسط های X1 تا X4 در بین آن تولید می‌شوند. ضریب استوکیومتری همه واکنش ها ۱ به ۱ است. غلظت X0 و X5 ثابت است و تحت تاثیر فعالیت آنزیم ها قرار نمی‌گیرد. همچنین، خصوصیات سینتیکی آنزیم ها نیز ثابت در نظر گرفته می‌شود. در غلظت های مختلف X0، پارامتر های فوق را اندازه گرفتیم و داده های زیر به‌دست آمد: (غلظت X5 را 0 در نظر بگیرید و فرض کنید هیچ گونه تنظیمی روی مسیر وجود ندارد.)

	C^J_{E1}	C^J_{E2}	C^J_{E3}	C^J_{E4}	C^J_{E5}
غلظت X0: 10nM	0.15	0.2	0.86	0.02	0.45

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

الف) C^{X1}_{E4} کوچکتر از صفر است.

ب) آنزیم E3 در غلظت X0 = 10 nM آنزیم محدود کننده اصلی شار عبوری از مسیر (J) است.

ج) واکنشی که توسط آنزیم E2 به انجام می‌رسد، با افزایش غلظت X0 از 10nM به 100nM از تعادل فاصله می‌گیرد.

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

ه) C^J_i برای هیچ یک از آنزیم‌های این مسیر نمی‌تواند بزرگ‌تر از یک باشد.

مسئله ۴ (۵ نمره)

چنانچه در مسیر فوق $C^{X1}_{E2} = -0.2$ و $C^{X2}_{E2} = 2.2$ باشد و رابطه شار واکنش انجام شده توسط آنزیم با **اندازه** ΔG واکنش و غلظت X1 رابطه خطی مستقیم داشته باشد ، میزان C^J_{E2} را حساب کنید، **سپس آن را در ۱۰ ضرب کنید** و حاصل را در پاسخ‌نامه وارد کنید ($\Delta G^\circ = -4.8 \frac{kJ}{mol}$) (غلظت اولیه X1 = 5mM و غلظت اولیه X2 = 2mM)($RT = 2.48 \frac{kJ}{mol}$).

$$\Delta G = \Delta G^\circ - RTln\frac{[X2]}{[X1]}$$

سوال ۱۲ (۴ نمره)

خفتگی (Dormancy) از سازش هایی است که در دانه های بسیاری از گیاهان یافت می‌شود. در خفتگی حتی اگر شرایط مناسب رشد باشد، دانه های 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 جمع آوری کردیم و برای بررسی مکانیسم‌های خفتگی، آنها را تحت تیمارهای مختلفی قرار دادیم. سپس آنها را در شرایط مناسب جوانه زنی قرار دادیم و جوانه زنی آنها را بررسی کردیم (+ : جوانه زنی، - : عدم جوانه زنی؛ دانه ها در شرایط تاریک و کمی مرطوب در دمای اتاق نگهداری شده اند 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	-	-	-	-	+	-

درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

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

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

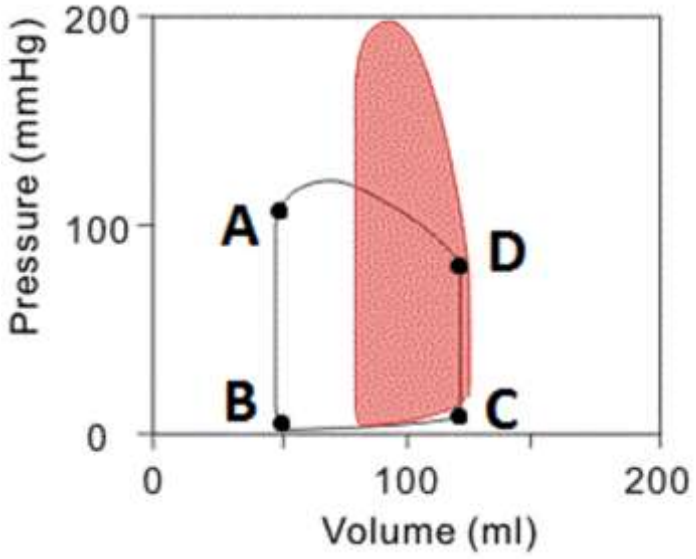
ج) دانه C احتمالا مربوط به نواحی است که نوسان دمایی قابل توجهی در طول سال دارند.

د) دانه D احتمالا در مقابل آتش سوزی مقاوم است.

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

سوال ۱۳ (۳ نمره)

نمودار زیر (A تا D) تغییرات فشار در برابر حجم بطن چپ را در یک سیکل قلبی طبیعی را نشان می دهد. 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 گزاره های زیر را مشخص کنید.



الف) نقطه D در این نمودار، بازشدن دریچه دولتی (میترال) را نشان می دهد.

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 می شود.

د) متغیرهای نشان داده شده در این نمودار برای تعیین برون ده 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.

سوال 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 ۲x و اثر سه جهش بر رخ‌نمود برابر با ۳x 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 ۲x 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 گزاره های 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.

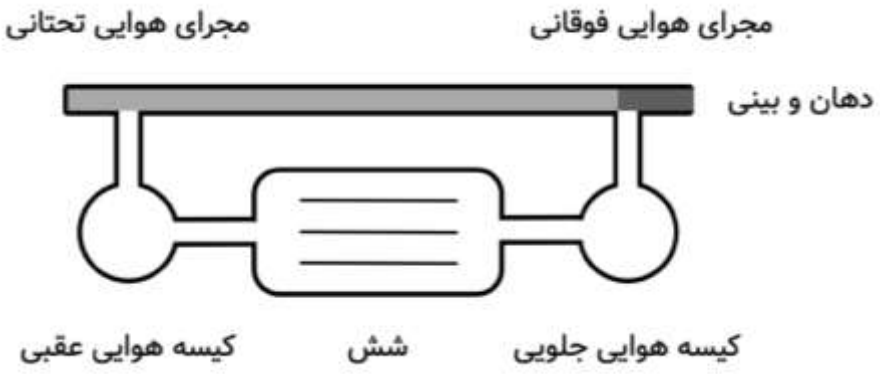
ج) در گونه‌ای که صرفاً به‌صورت جنسی تولیدمثل می‌کند، در قیاس با گونه‌ای خواهری که به صورت غیر جنسی تولیدمثل می‌کند (با فرض عدم وجود هیچ تفاوت معنی‌دار زیستی در صفات دیگر میان این دو گونه)، انتظار می‌رود تا روایستایی منفی (نسبت به روایستایی مثبت و خطی) فراوان‌تر باشد.

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 دورگه های زیستا بین جمعیت ۱ و ۳ از دورگه های زیستا بین جمعیت ۲ و ۳ بیشتر باشد.

سوال ۱۵ (۴ نمره)

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



هنگام دم کیسه های هوایی جلویی، هوا را از طریق مجاری فوقانی دریافت می‌کنند و کیسه های هوایی عقبی، هوا را از شش دریافت می‌کنند. در بازدم، بخشی از هوای کیسه های هوایی جلویی به درون شش ها منتقل و بخشی از هوای کیسه های هوایی عقبی از طریق مجاری هوایی تحتانی و فوقانی خارج می شود. فرض کنید در آزمایشی، برای **یک بار دم** پرنده، هوای دارای ۵٪ هلیوم تامین می‌کنیم. سپس غلظت هلیوم را در بازدم های بعدی این پرنده اندازه می‌گیریم و از آن برای مطالعه حجم بخش های سیستم تنفسی استفاده می‌کنیم. حجم جاری میزان هوایی است که در طی یک دم معمولی وارد سیستم تنفسی می‌شود. از اختلاط هوا در مجاری هوایی فوقانی و تحتانی صرف نظر کنید.

درستی یا نادرستی گزاره های 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.

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 می کند. به این منظور پس از خالص سازی نمونه و تعیین طول موج ماکزیمم جذب ماده، میزان غلظت را با استفاده از رابطه زیر تعیین می کنند:

$$A = log_{10}\left(\frac{I_0}{I}\right) = \varepsilon cl$$

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 نوردر لوله و C غلظت ماده است.

مسئله ۵ (۳ نمره)

برای اندازه گیری فعالیت یک آنزیم، سوبسترای طبیعی آن از یک نوع قارچ سمی استخراج شده است ، محلولی با غلظت ۴ گرم در لیتر از این سوبسترا با جرم مولکولی ۳۲۵ دالتون پس از قرار گرفتن در لوله ایی به طول مسیر نور ۲ سانتی متر فقط ۵۰ درصد نور از آن عبور کرده است بر این اساس میزان $\in$ ترکیب را بر حسب $M^{-1}cm^{-1}$ حساب کنید ودر پاسخ نامه بنویسید.

مسئله ۶ (۴ نمره)

اگر همین محلول، سوبسترای آنزیم باشد و پس از اضافه کردن آنزیم به آن در حجم نهایی ۱ میلی لیتر جذب پس از ۱ دقیقه از ۰,۴ به ۰,۲ برسد، میزان فعالیت آنزیم بر حسب واحد $\frac{\mu mol}{min}$ (میکرو مول در دقیقه) چقدر است؟ (فرض کنید تغییرات جذب در ۱ دقیقه خطی است).

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

ویروس APBV22 (Aeropyrum pernix bacilliform virus 22) از جمله مقاوم ترین ویروس ها 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 دورشته‌ای حلقوی تشکیل شده است. ذرات ویروس وحشی به صورت استوانه هایی به طول ۱۴۳۰ آنگستروم دیده می‌شوند.

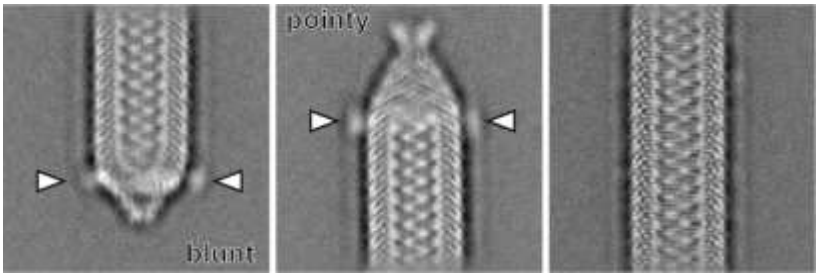
تشکیل کپسید در این ویروس طبق مراحل زیر انجام می‌شود:

۱- یکی از کلاهک ها (کلاهک pointy، تصویر میانی) توالی یا توالی های خاص بسته بندی را در ژنوم شناسایی می‌کند و به آن متصل می‌شود. DNA در ناحیه‌ی اتصال خم می‌شود. در صورت عدم اتصال کلاهک pointy به توالی های بسته‌بندی، کپسید تشکیل نخواهد شد.

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 پروتئین های MCP پوشیده شد، کلاهک دیگر (کلاهک blunt، تصویر سمت چپ) انتهای کپسید را می‌بندد.

- ضخامت کلاهک ها در مقایسه با طول کپسید ناچیز و قابل صرف‌نظر است.
- از مقطع عرضی کپسید، شش DNA دورشته‌ای عبور میکند که هر کدام موازی با محور طولی 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 اسید های باردار پوشیده شده است که جایگاه اتصالی برای DNA فراهم می‌کنند.



سوال ۱۶ (۵ نمره)

درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

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

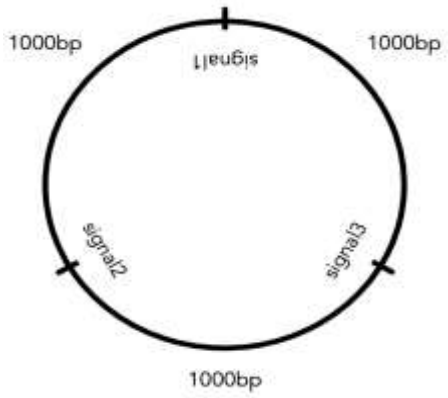
ب) مسیر های اتصال DNA درون کپسید با آمینو اسیدهای بازی پوشیده شده‌اند.

ج) طول ژنوم ویروس وحشی ۱۰۰۰ جفت باز است.

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

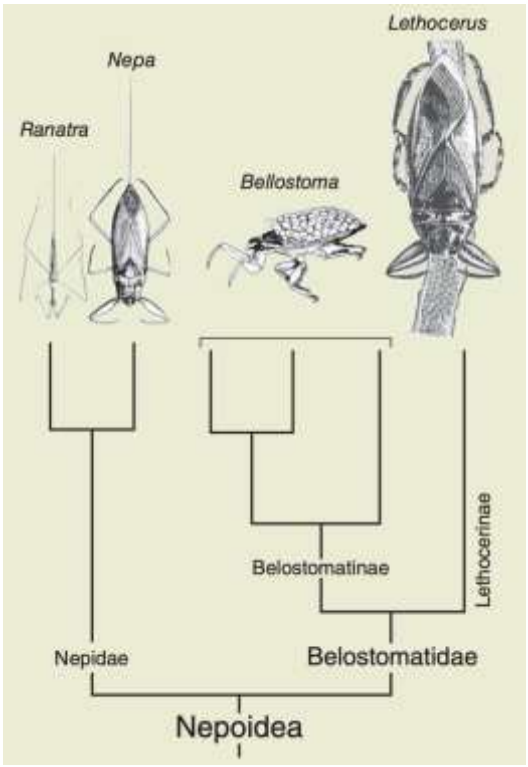
ه) برای تولید ذره ویروسی به طول ۲۰۰۰ آنگستروم، بیشترین فاصله بین packaging signal، های مجاور باید حدود ۱۲۰۰ bp باشد.

مسئله ۷ (۴ نمره)



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

سوال ۱۷ (۵ نمره)



حشرات آبزی خانواده‌ی Nepoidea رفتار های تولید مثلی جالبی از خود نشان می‌دهند. اعضای این خانواده شکارچی هستند و قطعات دهانی سوراخ کننده در این حشرات به خوبی تکامل پیدا کرده است. تخم های این حشرات پس از طی کردن پنج مرحله تکوینی به بلوغ می‌رسند. وزن حشره در حالت بالغ با وزن تخم ارتباط مستقیم دارد. تاکسون خواهری Nepoidaeخشکی زی و گیاه‌خوار است و تخم های کوچکی دارد. سازگاری های این حشرات برای این سبک زندگی به شرح زیر است:

در زیرخانواده Nepidae چین‌خوردگی‌هایی روی تخم مشاهده می‌شود.

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

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

درستی یا نادرستی گزاره های 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 اعضای belostomatinae، افراد نر به ماده هدیه ازدواج بدهند.

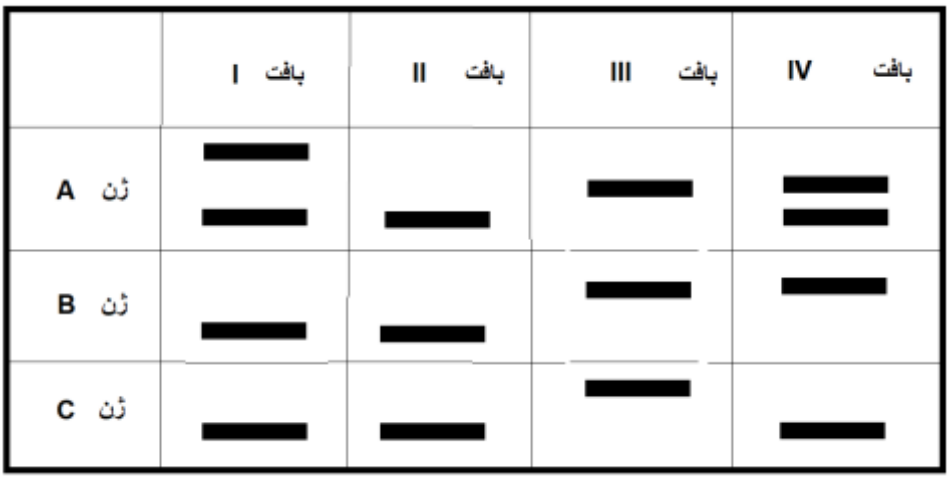
ج) اندازه تخم بزرگ حداقل دو بار به صورت مستقل در این خانواده تکامل پیدا کرده است.

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 Nepoidae بیشتر از تاکسون خواهری آن است.

سوال ۱۸ (۴ نمره)

گیاه *Ginkgo biloba* از بازدانگان ابتدایی و تنها عضو شاخه‌ی کهن دار (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. دانه ای از این گیاه را از روی خاک برداشته ایم. 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 هسته ای است و ژن‌های B و C در ژنوم سیتوپلاسمی (میتوکندریایی و کلروپلاستی) قرار دارند. در واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) پرایمر های مخصوص این ژن ها را روی محتوای DNA سلول های 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).



درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

الف) ژن B در ژنوم کلروپلاستی قرار دارد.

ب) بافت II مربوط به گامتوفیت نر است.

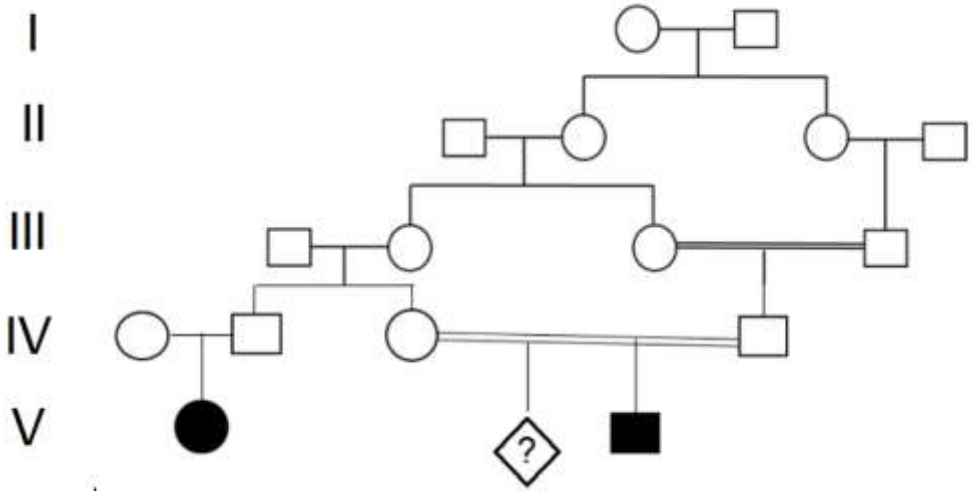
ج) بافت I مربوط به اسپوروفیت مادری است.

د) بافت IV مربوط به جنین است.

ه) بافت III مربوط به گامتوفیت ماده است.

مسئله ۸ (۴ نمره)

در صورتی که شجره روبه‌رو مربوط به یک بیماری ژنتیکی نادر باشد که الگوی وراثتش از نقش پذیری تبعیت می‌کند.(نقش پذیری ژنی زمانی رخ می دهد 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 نقش پذیری به عهده شماست)



برای پاسخگویی به **سوالات 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 شده‌است، اما نقش این نوع وراثت در تکامل همچنان محل پرسش است، زیرا ماهیت غیرژنتیکی این تغییرات، اثر دراز مدت آنان را در طی نسل‌ها زیر سوال می‌برد. اِستاییچ 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 دی‌اَستیله شدن هیستون ها را افزایش می‌دهد. دی‌اَستیله شدن منجر به فشرده‌شدن ساختار کروماتین در اطراف مکان اتصال پروتئین SIR و درنتیجه خاموش شدن بیان ژن‌های آن ناحیه می‌شود؛ اما هیستون های دی‌اَستیله ممکن است مجددا به صورت تصادفی استیله شوند. وضعیت هیستون (استیله یا دی‌اَستیله بودن) از سلول والد به سلول های دختری به ارث می‌رسد.

سوال ۱۹ (۳ نمره)

اِستاییچ و همکارانش سویه‌ای از مخمر فاقد ژن *URA3* را برگزیدند و در آن یک کپی از ژن *URA3* را در۳ 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 فلورویوراسیل 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 گزاره های زیر را درباره طراحی آزمایش اِستاییچ و همکارانش مشخص کنید.

الف) درصورت 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.

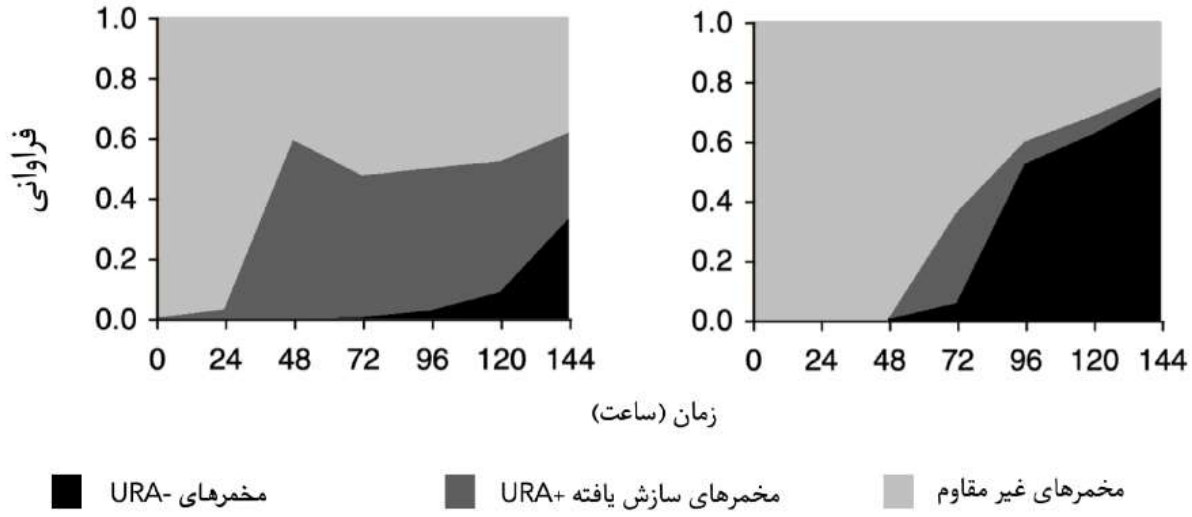
ج) فاصله ژن *URA3* از جایگاه اتصال پروتئین SIR با شایستگی مخمر در مرحله آغازین (کشت در محیط فاقد یوراسیل) رابطه مستقیم دارد.

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

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

سوال ۲۰ (۴ نمره)

اِستاییچ 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، بواسطه جهش غیر فعال شده است. مخمر های سازش یافته *URA+* دارای ژن *URA3* کارکردی هستند، اما بیان این ژن به صورت اپی ژنتیکی مهار شده است. مخمرهای غیر مقاوم مخمرهایی هستند که *URA3* در آنها فعال است.



درستی یا نادرستی گزاره های 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.

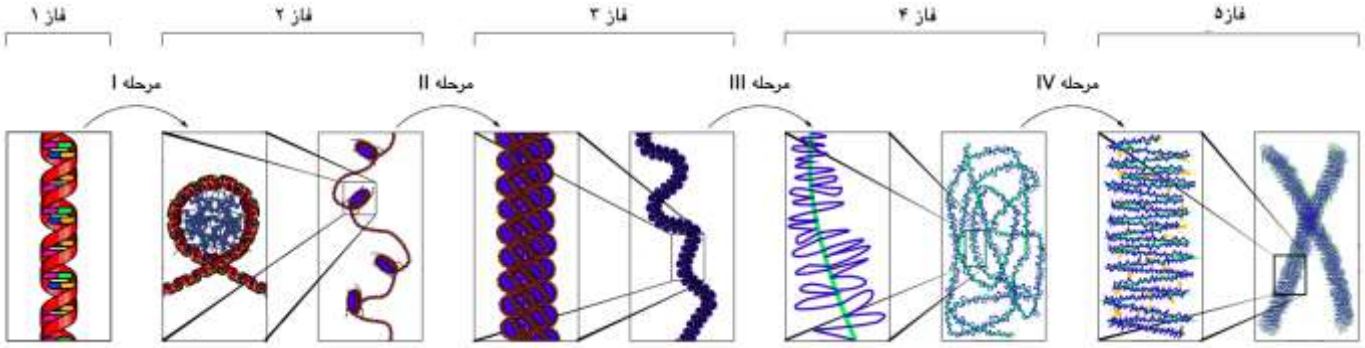
د) نمودار سمت چپ متعلق به جمعیت با فاصله کم میان محل اتصال SIR و ژن *URA3* است.

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.

سوال ۲۱ (۳ نمره)

مراحل مختلف تشکیل ساختار کروموزوم در شکل زیر نشان داده شده است. در این فرایند پنج هیستون H۱، H۲A,H۲B,H۳، H۴ مورد استفاده قرار می گیرند.

با توجه به این فرایند، درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.



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

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

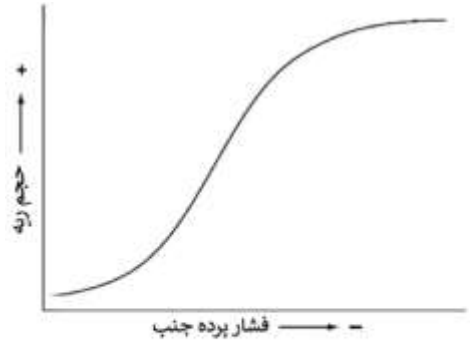
ج) هیستون H1 در مرحله II مورد استفاده قرار می گیرد.

د) برای رونویسی از ژن های فعال تر، ساختار کروماتین در فاز ۲ است.

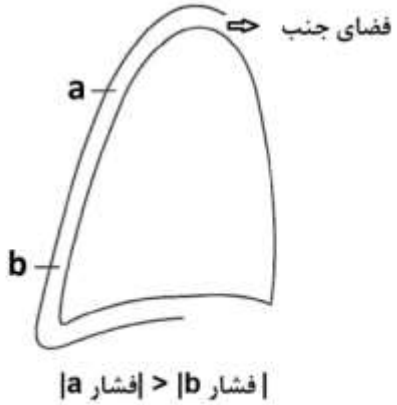
ه) فاز ۴ بخشی از مرحله اینترفاز است.

سوال ۲۲ (۴ نمره)

شکل (۱) تغییرات حجم ریه در طی دم (از حجم باقی مانده 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 شکل ها، درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.



شکل (۱)



شکل (۲)

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

ب) پس از بازدم عمیق در حالت ایستاده، حجم حبابک های قله ریه بزرگ‌تر از حبابک های 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 مانده اند.

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

ه) در حالت ایستاده، در انتهای دم عمیق تغییر حجم حبابک های قله ریه کمتر از حبابک های قاعده ریه است.

سوال ۲۳ (۴ نمره)

برش هایی از بخش های مختلف پنج گیاه رویان دار (embryophyta) را می‌بینید. ویژگی های این گیاهان در زیر آمده است.

گیاه ۱: گیاهی جورهاگ که هاگدان های 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 گزاره های زیر را مشخص کنید.

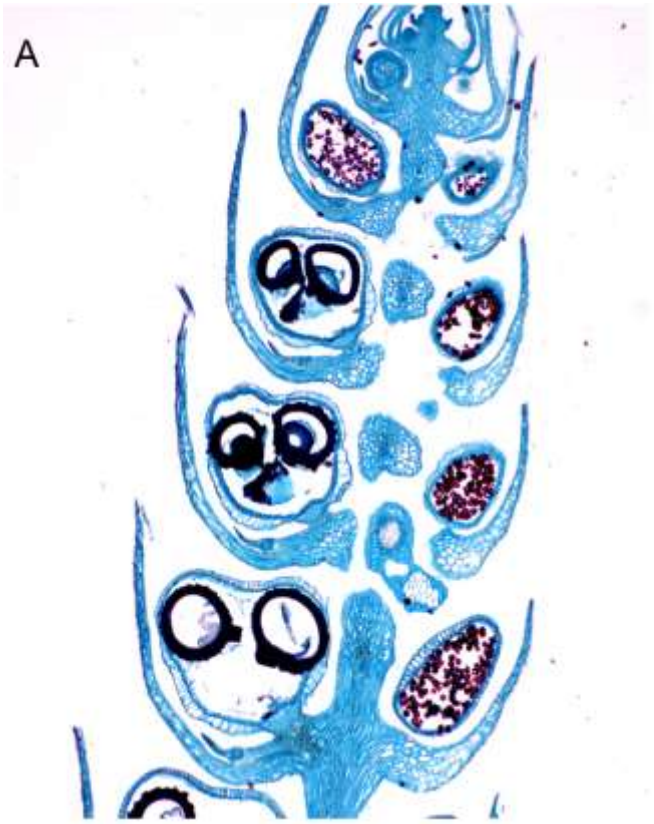
الف) تصویر D متعلق به گیاه ۱ است.

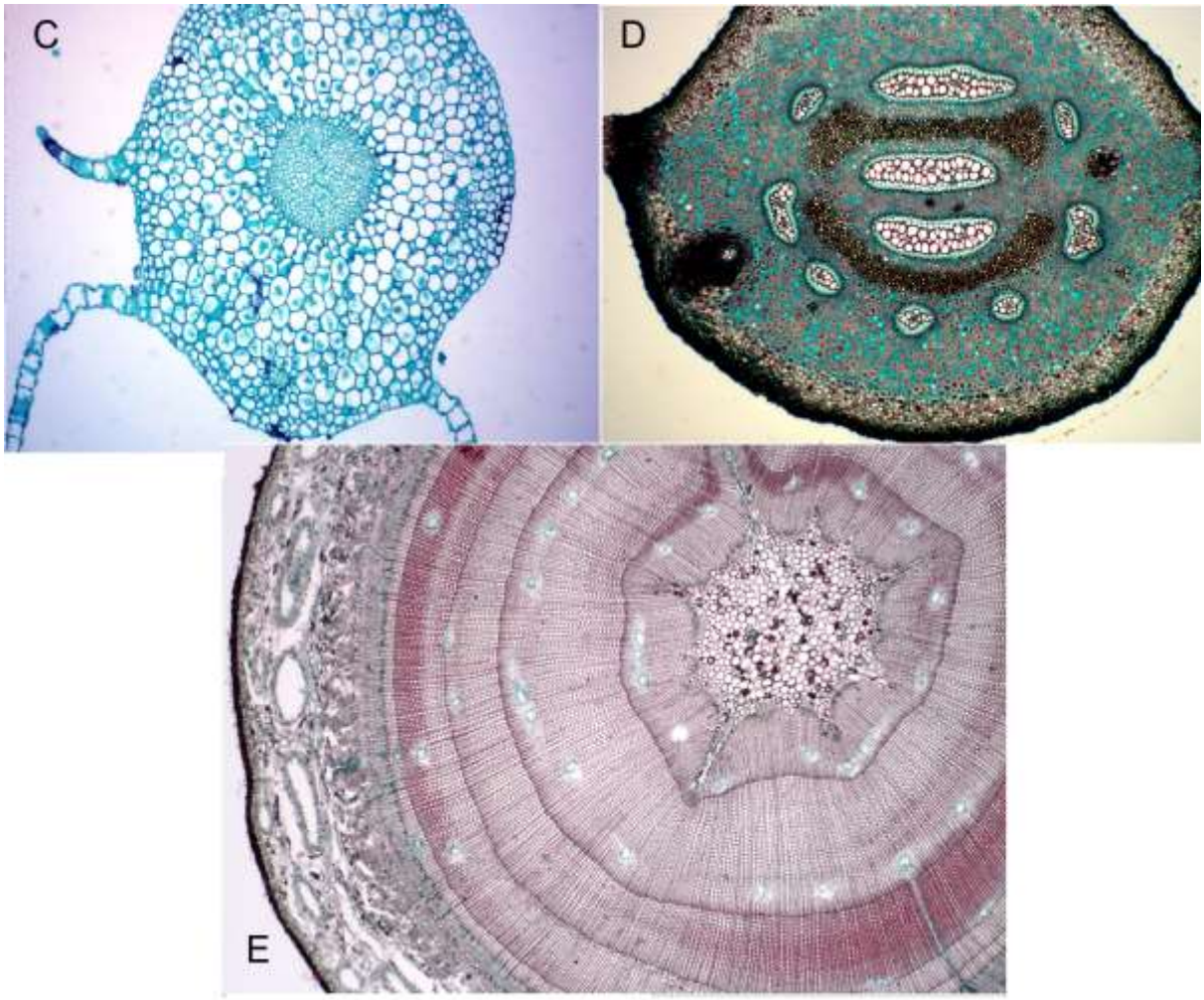
ب) تصویر B متعلق به گیاه ۲ است.

ج) تصویر C متعلق به گیاه ۳ است.

د) تصویر E متعلق به گیاه ۴ است.

ه) تصویر A متعلق به گیاه ۵ است.





سوال ۲۴ (۴ نمره)

شباهت های بنیادی بین ساختار اندام های 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 گزاره های زیر را مشخص کنید.

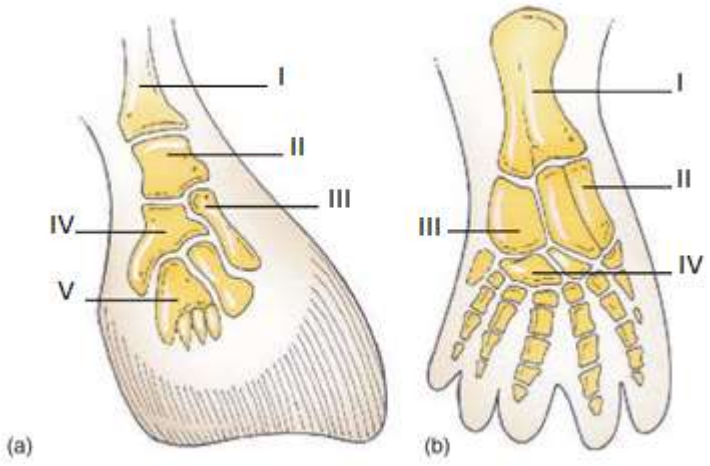
الف) I در شکل b، همتای استخوان ران انسان است.

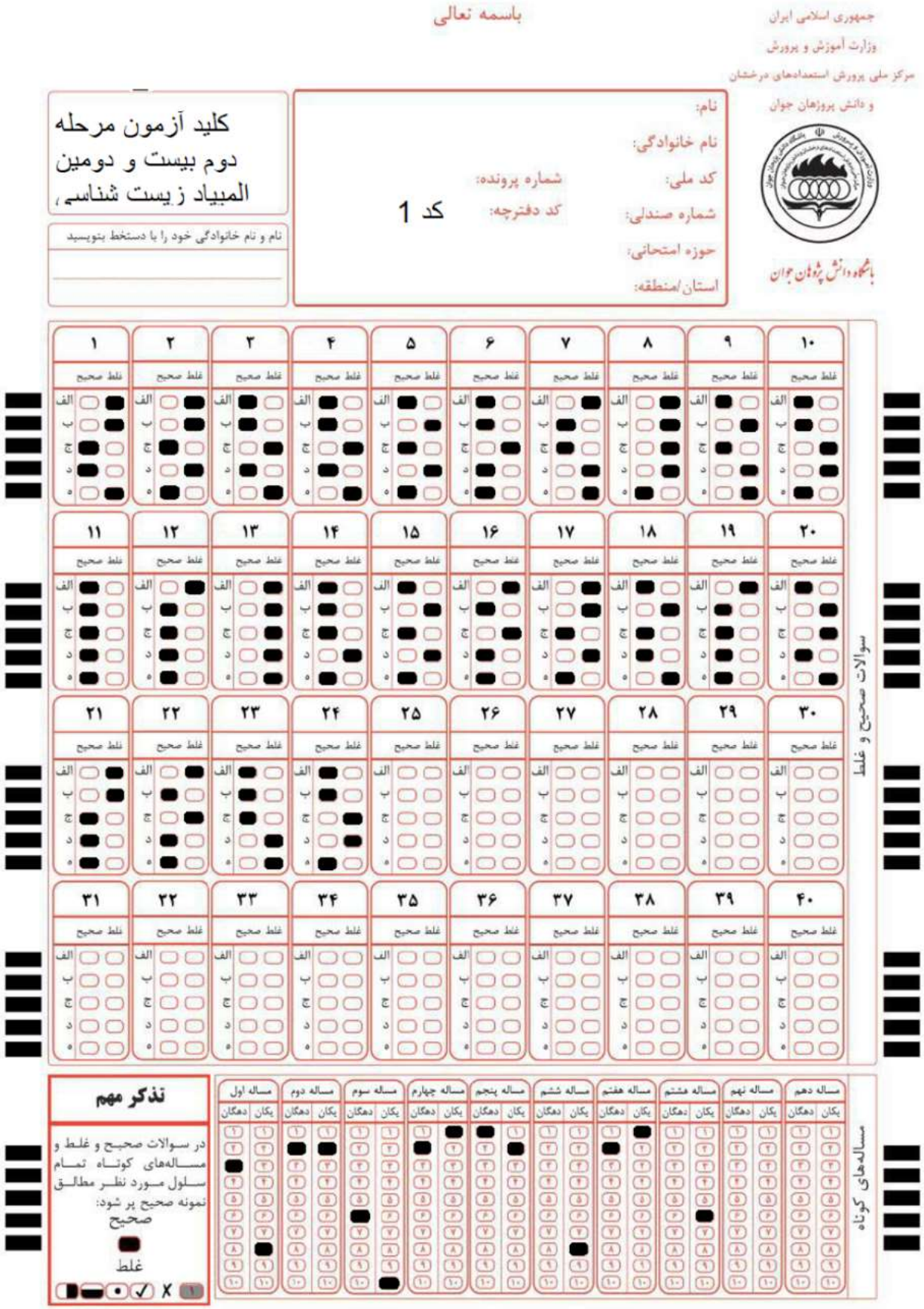
ب) II در شکل b همتای استخوان III در شکل A است.

ج) V در شکل a سم در اسب ها را تشکیل می‌دهد.

د) I در شکل a، همتای یکی از اجزای تشکیل مفصل زانو است.

ه) II و III در شکل b همتای اجزای تشکیل دهنده ساق پای انسان هستند.





برای مسئله شماره ۴ بازه ۱۹ الی ۲۳ قابل قبول است

برای مسئله شماره ۷ بازه ۱۹ الی ۲۲ قابل قبول است