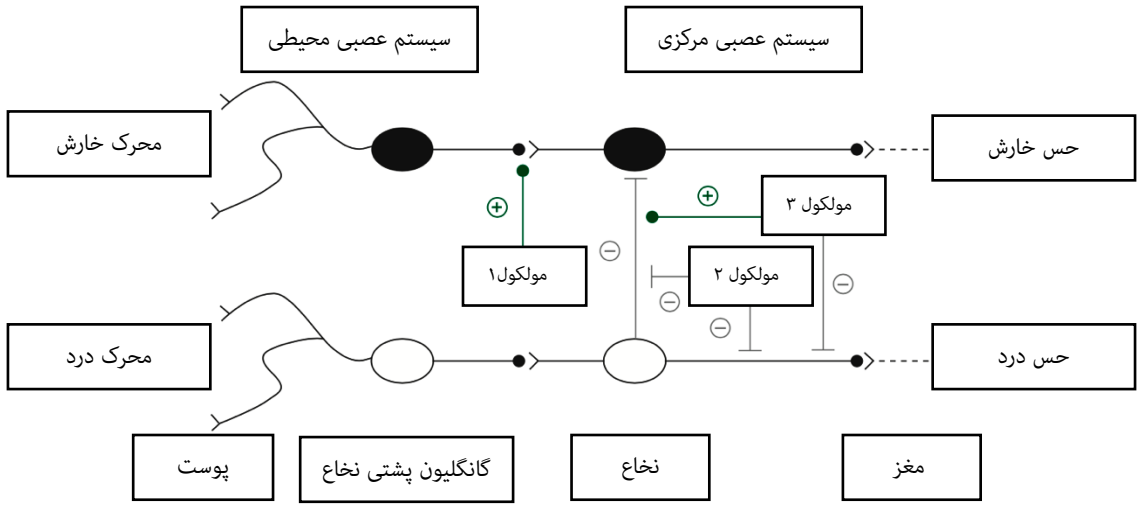
پرسش ۱ ارتباط تنگاتنگ مسیرهای حسی درد و خارش بارها توسط مطالعات مختلف اثبات شده است.در شکل زیر قسمتی از این ارتباطات در بیماران مبتلا به نوعی از بیماری مجاری صفراوی که علامت اصلی آنها خارش بدن است، به تصویر کشیده شده است. با توجه به این مسیر درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) محرک خارش در نهایت می‌تواند منجر به حس درد در مغز شود.

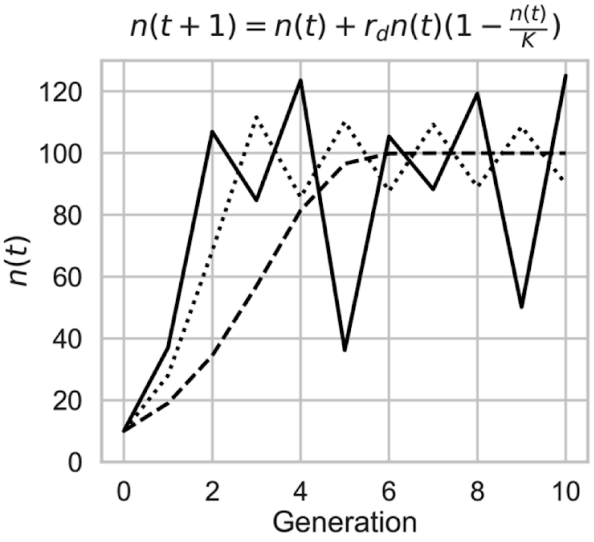
ب) مولکول ۱ که به دنبال اتساع مجاری گوارشی ترشح می شود، احتمالا در این بیماری کاهش پیدا می‌کند.

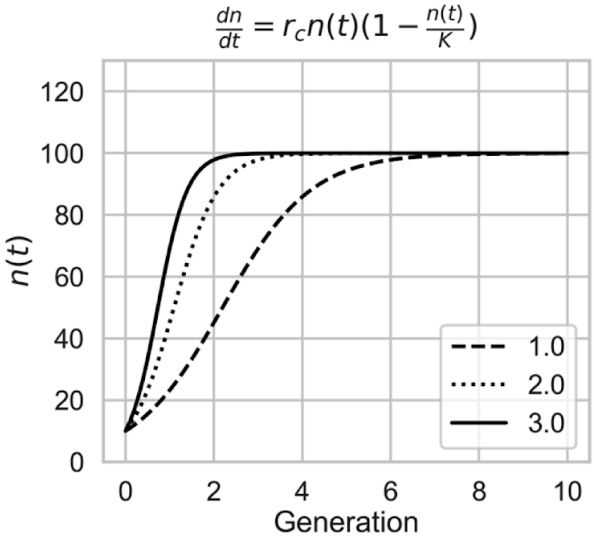
ج) ایجاد درد ناشی از خاراندن شدید بدن، موجب تشدید حس خارش می‌شود.

د) مولکول ۲ موجب کاهش حس خارش می‌شود.

ه) در صورت اضافه شدن درد به علائم این بیماران، آگونیست مولکول ۲ درمان ارجح نسبت به آگونیست مولکول ۳ است.

پرسش ۲ صورت‌بندی ریاضی مدل لجستیک برای توصیف رشد جمعیت در اوایل قرن نوزدهم توسط پیر فرانسوا وِرهُلست (۱۸۴۹ – ۱۸۰۴) منتشر شد. جالب آنکه این مدل پس از خواندن رساله‌ای در باب قانون جمعیت (۱۷۹۸) اثر تامس مالتوس به ذهن ورهُلست خطور کرد؛ منشأ ایده انتخاب طبیعی چارلز داروین را نیز باید در همین رساله مالتوس جستجو کرد. در این مدل، اندازه جمعیت در هر نسل وابسته به نرخ رشد جمعیت و ظرفیت محیط است. آشکارا این مدل بسیاری از پیچیدگی‌های رشد جمعیت در طبیعت (مانند میانکنش با دیگر گونه‌ها و امثالهم) را در نظر نمی‌گیرد اما برای فهم اصول رشد یک جمعیت سودمند است. این مدل را می‌توان به دو شکل بررسی کرد: شکل گسسته (نمودار سمت چپ) و شکل پیوسته (نمودار سمت راست). در نمودارهای زیر، پارامتر نرخ رشد، r_c و r_d، برای هر دو مدل پیوسته و گسسته به یک میزان تغییر داده شدند تا اثر تغییر این پارامتر در رفتار این مدل‌ها هویدا شود. اندازه جمعیت اولیه ۱۰ است. با توجه به این توضیحات، صورت‌بندی شکل پیوسته و گسسته این مدل، و رفتار مدل در این نمودارها، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.





الف) در مدل پیوسته، وقایعی چون تولد و مرگ در واحد زمان به ترتیب خاصی رخ نمی‌دهند.

ب) با چند بار اجرای مدل گسسته با نرخ رشد ۳ و جمعیت اولیه یکسان، روندهای متفاوتی برای رشد اندازه جمعیت پیش‌بینی می‌شود.

ج) نوسانات مدل گسسته برای نرخ‌های رشد بالا، ناشی از وابستگی تغییر در اندازه جمعیت در هر نسل به اندازه جمعیت نسل پیشین است.

د) برای نرخ رشد ۰/۰۱ و اندازه جمعیت آغازین ۱۱۰، بر طبق مدل گسسته، جمعیت منقرض خواهد شد.

ه) در مدل گسسته برای نرخ‌های رشد بالاتر از ۳/۶، افزایش اندازه اولیه جمعیت به بیش از ظرفیت محیط، از انقراض جمعیت جلوگیری خواهد کرد.

پرسش ۳ مسیرهای متفاوتی برای فرایند فتوسنتز در تبارهای گوناگون موجودات زنده تکامل یافته است که آن‌ها را می‌توان به دو گروه اصلی فتوسنتز هوازی و بی‌هوازی تقسیم‌بندی کرد. در حال حاضر شواهد حاکی از آن است که فتوسنتز بی‌هوازی در گذشته دورتری، زمانی که میزان اکسیژن موجود در جو ناچیز بوده، تکامل یافته است و در ادامه تغییرات رخ‌داده در شرایط محیطی، زمینه را برای پیدایش فتوسنتز هوازی مهیا کرده است. با وجود تفاوت‌های بسیار در انواع مسیرهای فتوسنتز، فرم کلی فرایند فتوسنتز را می‌توان در قالب فرمول زیر شرح داد:

$$CO_2 + 2H_2X \rightarrow [CH_2O] + H_2O + 2X$$

فتوسنتزکننده‌های هوازی، مانند گیاهان و جلبک‌ها، از آب (H_2O) و فتوسنتز کننده‌های بی‌هوازی، مانند باکتری‌های گوگردی سبز و ارغوانی، از سولفید هیدروژن (H_2S) به عنوان عامل احیاکننده استفاده می‌کنند. با توجه به این توضیحات درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) در فرایند فتوسنتز باکتری‌های گوگردی ارغوانی در قیاس با گیاهان، S_2 به جای O_2 تشکیل می‌شود.

ب) انرژی ذخیره شده در گوگرد حاصل از فتوسنتز بی‌هوازی بیشتر از اکسیژن حاصل از فتوسنتز هوازی است.

ج) مسیر فتوسنتز بی‌هوازی، به علت سطح انرژی بالاتر هیدروژن سولفید نسبت به آب، بازده بیشتری از فتوسنتز هوازی دارد، اما به علت محدودیت‌های دیگر همچون دسترسی به منبع هیدروژن سولفید، در فتوسنتزکننده‌های دیگر تکامل پیدا نکرده است.

د) ترتیب احیاکنندگی مولکول‌های گوگرددار به این صورت است: $S > H_2S > SO_4^{2-}$

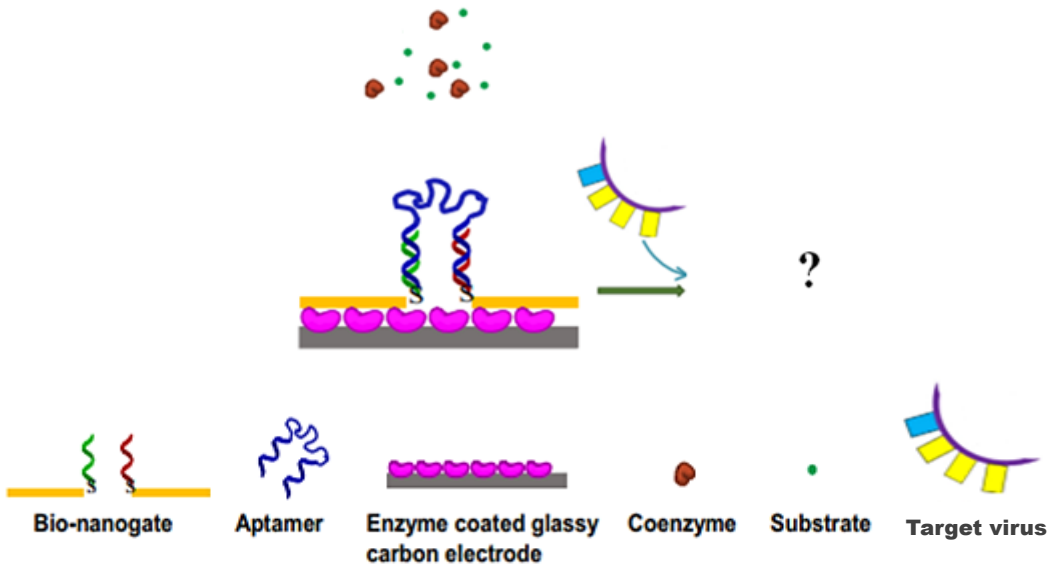
ه) باکتری‌های گوگردی ارغوانی تنها یک نوع فتوسیستم دارند که عملکرد آن مشابه فتوسیستم II در گیاهان است.

پرسش ۴ یک نانوزیست‌حسگر برای تشخیص یک ویروس طراحی شده است. عملکرد این حسگر مبتنی بر دو فرایند است:

۱- یک اپتامر (Aptamer) نوکلئیک‌اسیدی تک‌رشته (DNA یا RNA) که به طور اختصاصی به یکی از پروتئین‌های سطح ویروس متصل می‌شود. در صورت اتصال، شکل فضایی اپتامر به کلی تغییر می‌کند.

۲- واکنش آنزیمی کنترل شده تبدیل L-لاکتات به پیرووات که توسط آنزیم لاکتات دهیدروژناز انجام شده و امکان اندازه‌گیری سیگنال الکتروشیمیایی را فراهم می‌کند.

برای انجام آزمایش، پروب (Probe) های DNA دارای گروه سولفیدریل (SH) بر روی سطحی از جنس طلا دارای حفرات نانومتری تثبیت می‌شود (نانوگیت). سپس اپتامرهای طراحی شده با پروب‌های DNA تک‌رشته‌ای متصل به نانوگیت هیبرید می‌شود و کاملاً فضای حفره را اشغال می‌کند. در نهایت فیلم حاصل بر روی سطح الکترود کربن شیشه که آنزیم لاکتات دهیدروژناز بر روی آن تثبیت شده قرار می‌گیرد. سیگنال الکتروشیمیایی در بافر PBS با pH=7.4 ثبت می‌شود. pKa لاکتیک اسید ۳/۸۶ است. با توجه به این توضیحات درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



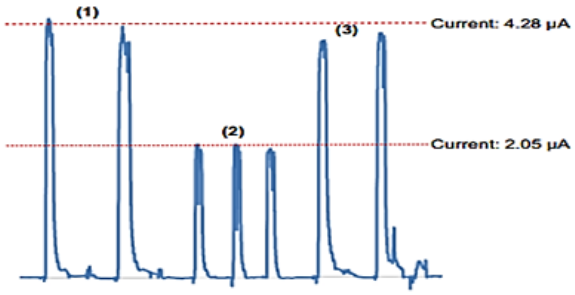
الف) تغییر انرژی آزاد فرایند جدا شدن اپتامر از نانوگیت و اتصال آن به ویروس مقداری مثبت است.

ب) در صورت وجود ویروس، اپتامر متصل به نانوگیت باقی مانده و شدت سیگنال الکتروشیمیایی نسبت به قبل افزایش پیدا می‌کند.

ج) در شرایط واکنش، L-لاکتات دارای بار مثبت و اپتامر دارای بار منفی است.

د) در غیاب ویروس، هر چه غلظت اپتامر تثبیت شده بر روی فیلم نانوحفرات طلا بیشتر باشد (تا قبل از حد اشباع)، سیگنال الکتروشیمیایی ضعیف‌تر خواهد بود.

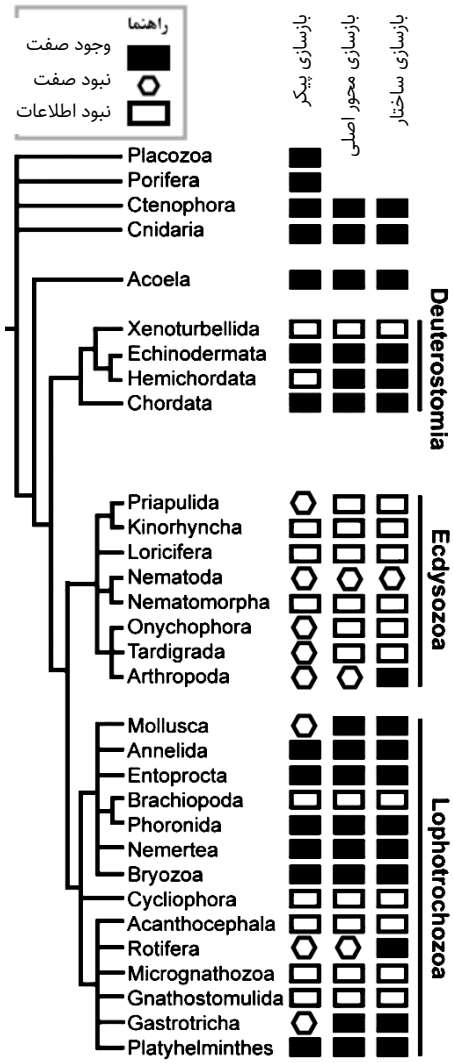
ه) با سنجش سیگنال‌های الکتروشیمیایی در سه آزمایش (۱) قبل از اتصال نانوگیت به اپتامر، (۲) بعد از اتصال نانوگیت به اپتامر و (۳) بعد از اتصال ویروس به اپتامر، نمودار زیر حاصل می‌شود.



مسأله ۱ پتاسیم یکی از مهمترین الکترولیت‌های موجود در بدن است و تعادل آن برای انجام اعمال حیاتی موجودات زنده یک الزام زیستی است. افت شدید پتاسیم می‌تواند باعث بروز عوارضی از قبیل آریتمی قلبی و مرگ شود. در حین طراحی آزمایشی بر گونه‌ای جانوری در آزمایشگاه، متوجه می‌شوید که در مرحله‌ای از آزمایش به علت تزریق دارویی خاص، دفع پتاسیم از بدن جانور افزایش و در نتیجه میزان آن در بدن کاهش یافته‌است. برای طراحی پروتوکل جبران این پتاسیم در طرح پژوهشی، همکار شما به اطلاعات موجود در یک پایگاه داده رجوع می‌کند و جدول زیر را که مربوط به همان گونه آزمایشگاهی است به شما ارائه می‌دهد. برای تدوین این پروتوکل به عنوان نمونه و با استفاده از این داده‌ها، فرض کنید در یک جانور نر ۲۰ کیلوگرمی که پس از دریافت دارو، پتاسیم سرم آن ۲ میلی مول در لیتر افت داشته است، ولی هنوز علامتی ناشی از این افت نشان نداده است، در نهایت چند میلی مول پتاسیم نیاز دارید تا محتوی پتاسیم او جبران شود؟ عدد به دست آمده را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

By weight, the average male is approximately 60% water, and the average adult female is approximately 55% water.
Of the total body potassium content, 90% is within cells.
Normal serum potassium levels are considered to be between 3.6 and 5.0 mmol/L.
The symptoms of potassium depletion only appears when the ratio between intra and extracellular fluid potassium levels gets disturbed.
Intracellular fluid (2/3 of body water) is fluid contained within cells.
Extracellular fluid (1/3 of body water) is fluid contained in areas outside of cells.
Plasma volume is 20% of extracellular fluid.
Interstitial fluid volume is 80% of extracellular fluid.

پرسش ۵ بازسازی در موجودات زنده به طور عمومی به بازتولید بخش‌های از دست‌رفته بدن اشاره می‌کند. بازسازی می‌تواند در سطوح مختلف موجود زنده رخ دهد: بازسازی پیکر (از قطعه‌ای کوچکی از بدن)، بازسازی محور اصلی (سر به دم)، و بازسازی ساختاری (بازتولید ساختاری چون باله، سر، دم، و امثالهم). در درخت تبارزایی روبه‌رو توزیع سه نوع بازسازی را در تاکسون‌های متفاوت مشاهده می‌کنید. با فرض پارسیمونی (تبیین توزیع صفات در درخت تبارزایی با کم‌ترین شمار تغییرات) و صرفاً با در نظر گرفتن صفاتی که در درخت وضعیت مشخص دارند درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) بازسازی محور اصلی و بازسازی ساختار در دو تاکسون Echinodermata و Hemichordata صفت مشترک و اشتقاقی است.

ب) ناتوانی در بازسازی پیکر در متأخرترین نیای مشترک Rotifera و Gastrotricha صفتی مشترک و اشتقاقی است.

ج) توانایی بازسازی ساختار در Lophotrochozoa صفتی مشترک و نیایی است.

د) ناتوانی در بازسازی پیکر در Nematoda، صفتی مشترک و اشتقاقی مربوط به تاکسون Ecdysozoa است.

ه) وضعیت بازسازی محور اصلی در Mollusca با وضعیت این صفت در متأخرترین نیای مشترک تاکسون Ecdysozoa یکسان است.

پرسش ۶ ریزش اندام‌هایی مانند برگ و گل معمولاً به دنبال پیری این اندام‌ها رخ می‌دهد. این فرایند با تغییرات ساختاری، هورمونی و آنزیمی همراه است. در ارتباط با لایه جداکننده که در فرایندِ منجر به ریزش برگ تشکیل می‌شود، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) سلول‌های این لایه کوچک‌اند و دیواره آن‌ها چوبی شده است.

ب) سلول‌های این لایه فعالیتی شبیه سلول‌های مریستمی دارند.

ج) تشکیل این لایه با ایجاد سلول‌هایی با دیواره چوب‌پنبه‌ای آغاز می‌شود.

د) هنگام ریزش برگ، پیوندهای عرضی بین رشته‌های سلولزی در دیواره سلول‌های آن افزایش یافته است.

ه) هنگام ریزش برگ، ضخامت تیغه میانی در دیواره سلول‌ها افزایش یافته است.

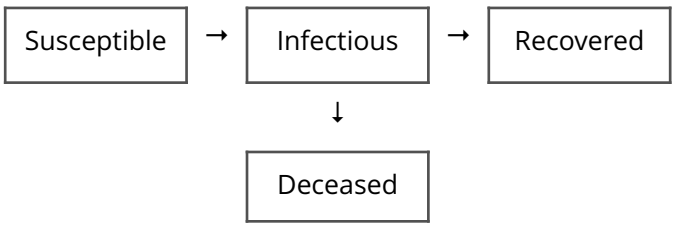
پرسش ۷ مدل SIRD در اپیدمیولوژی شیوع بیماری‌های واگیردار را شبیه‌سازی می‌کند. در این مدل، هر فرد در یکی از چهار گروه زیر جای می‌گیرد:

S (Susceptible): افرادی که هنوز به بیماری مبتلا نشده‌اند.

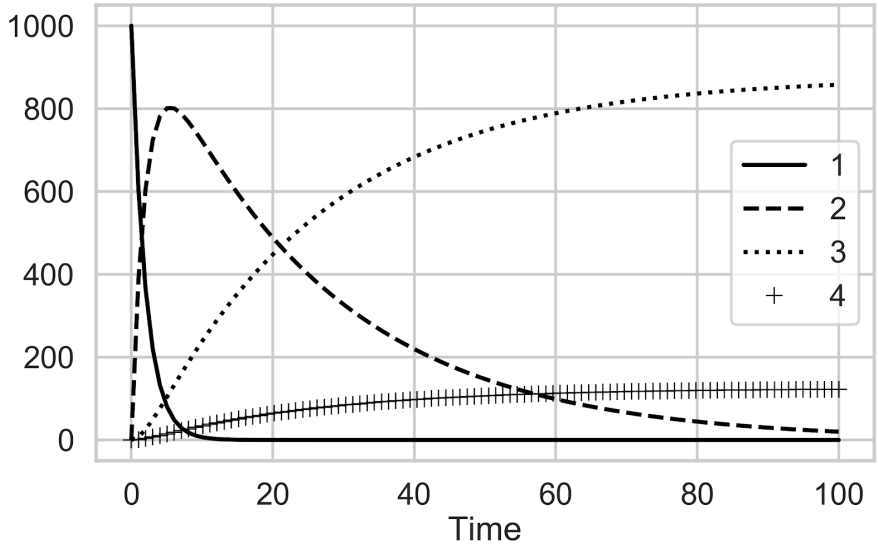
I (Infectious): افراد بیماری که قابلیت انتقال بیماری به دیگران را دارند.

R (Recovered): بیمارانی که بهبود یافته‌اند و ناقل نیستند.

D (Deceased): افرادی که در اثر بیماری جان باخته‌اند.



اندازه کل جمعیت یا N، ثابت و برابر با مجموع این چهار گروه است. انتقال افراد بین گروه‌های مختلف بر اساس فلش‌های شکل رخ می‌دهد. در صورت تماس با فرد بیمار احتمال انتقال بیماری قطعی است. بر اساس نمودار پایین که شبیه‌سازی شیوع یک بیماری با مدل SIRD را نشان می‌دهد، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) نمودار ۱ تعداد افراد گروه S را نسبت به زمان نشان می‌دهد.

ب) نمودار ۲ تعداد افراد گروه I را نسبت به زمان نشان می‌دهد.

ج) با فرض نرخ مرگ و میر برابر با ۰/۰۰۵، نمودار ۳ تعداد افراد گروه D را نسبت به زمان نشان می دهد.

د) اگر هر فرد در واحد زمان به طور متوسط با β نفر در تماس باشد و نرخ مرگ بسیار پایین و قابل صرف نظر باشد، نرخ واگیر (کسری از جمعیت که از S به I تغییر می‌کنند) در واحد زمان برابر با $\frac{\beta SI}{N^2}$ است.

ه) اگر نیمی از افراد جامعه واکسینه شوند، نرخ واگیر بیماری (کسری از جمعیت که از S به I تغییر می‌کنند)، در لحظه ابتدایی ۵۰ درصد کاهش خواهد یافت.

پرسش ۸ در گونه‌ای پرنده (A)، رفتار پیچیده‌ای برای شکستن صدف حلزون‌ها، با برداشتن حلزون و کوبیدن آن روی سنگ، به طور غریزی و ژنتیکی در تمام افراد گونه دیده می‌شود. گونه‌های خویشاوند این گونه (B,C) این رفتار را به صورت غریزی بروز نمی‌دهند اما گه‌گاه فردی از اعضای این دو گونه به صورت انفرادی این رفتار را بروز می‌دهد. تکامل غریزی چنین رفتاری نیازمند جهش‌های همزمان بسیاری است (تمایل به شکار حلزون، بلند کردن و کوبیدن، خوردن حلزون خارج شده از صدف،...). هر یک از این جهش‌ها به تنهایی شایستگی را افزایش (یا کاهش) نمی‌دهد و فقط با وجود همه‌ی این جهش‌ها، پرنده به صورت غریزی حلزون را شکسته و می‌خورد و در نتیجه شایستگی بالاتری خواهد داشت. بروز همزمان این جهش‌ها در فردی از گونه A نامحتمل است، هر چند احتمال رخ دادن مستقل هر کدام از این جهش ها در افراد متفاوت نامحتمل نیست.گسترش این رفتار را می‌توان در چارچوب فرضیه وراثت اکتسابی صفات (که به اشتباه به لامارک نسبت داده می‌شود) توضیح داد. با توجه به نادرست بودن فرضیه وراثت صفات اکتسابی، در مورد فرضیه‌های دیگر برای توجیه وجود این رفتار در گونه A، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) گونه A به صورت غیر گروهی زندگی می‌کند که باعث می‌شود این رفتار با سرعت کمتری در جمعیت گسترش یابد و بنابراین احتمال تثبیت هر یک از جهش‌های مورد نیاز در این رفتار پیچیده بالا می‌رود.

ب) نوترکیبی بیشتر در طی تکامل دودمان منتهی به گونه A، در قیاس با دودمان‌های B و C، می‌تواند پدیدآمدن این رفتار پیچیده در گونه A و نبود آن در گونه‌های خویشاوند را توجیه کند.

ج) گذار از حالت تک همسری به چند همسری در گونه A با کاهش اندازه موثر جمعیت احتمال تثبیت این جهش‌ها را افزایش می‌دهد.

د) گونه A تحت فشار انتخابی بسیار بالاتری از جانب شکارچی‌هاست که باعث می‌شود جهش‌های مربوط به رفتار پیچیده خوردن حلزون سریع‌تر به وجود آیند (با فرض وراثت مستقل ژن‌ها).

ه) توانایی آموختن رفتار باعث کاهش اهمیت همزمانی بروز جهش‌ها شده و این امکان را به گونه A می‌دهد که جهش‌ها را یک به یک در ژنوم تثبیت کند و از هر کدام برای بالا بردن احتمال انجام رفتار کامل استفاده کند.

پرسش ۹ از بین صداهای قلبی، سوفل به صداهایی گفته می‌شود که عموماً ناشی از یکی از سه حالت زیر است.

۱- عبور حجم خونی بیش از حالت طبیعی، از دریچه‌ای سالم.

۲- عبور حجم خونی طبیعی از دریچه‌ای دچار تنگی.

۳- بازگشت خون از دریچه‌ای نارسا در زمان و جهت نامناسب.

سوفل‌ها از لحاظ شدت، زمان ایجاد، طول مدت و همچنین شکل و نوع صوت در حین شنیدن صداهای قلب، طبقه‌بندی می‌شوند. با توجه به اینکه هر سوفل در زمان خاصی بهتر شنیده می‌شود، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) سوفل ناشی از تنگی دریچه میترال در سیستول بطنی بهتر شنیده می‌شود.

ب) سوفل ناشی از نارسایی دریچه میترال در دیاستول بطنی بهتر شنیده می‌شود.

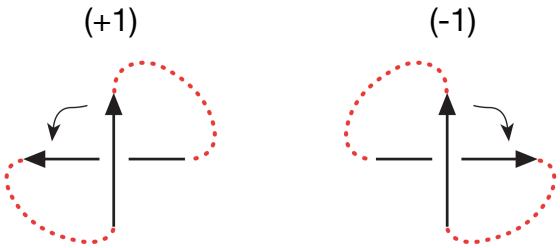
ج) سوفل ناشی از تنگی دریچه شریان ریوی در سیستول بطنی بهتر شنیده می‌شود.

د) سوفل ناشی از نارسایی دریچه آئورت در دیاستول بطنی بهتر شنیده می‌شود.

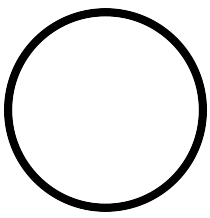
ه) سوفل ناشی از نارسایی دریچه سه لتی در سیستول بطنی بهتر شنیده می‌شود.

برای پاسخ دادن به پرسش ۱۰ و مسأله ۲ متن پیش رو را مطالعه کنید.

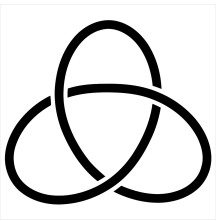
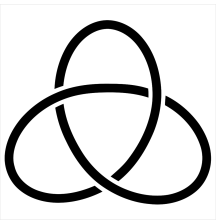
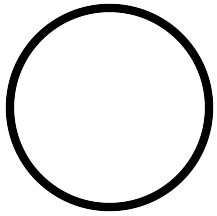
- مارپیچ دوگانه به عنوان ساختار طبیعی DNA شناخته شده است که در آن دو رشته پلی‌نوکلئوتیدی به دور محوری فرضی پیچیده‌اند. DNA دورشته‌ای خود می‌تواند دارای ساختار دوم باشد. با ساده‌سازی مارپیچ دوگانه DNA و نشان دادن آن با یک خط، انواع مختلف ساختار دوم را بررسی می‌کنیم. هر نقطه تقاطع DNA با خود را می‌توان با اعداد (+1) و (-1) مطابق شکل روبه‌رو مشخص کرد. مجموع این اعداد را برای تمام نقاط تقاطع به عنوان عدد L برای یک قطعه DNA تعریف می‌کنیم. در ادامه عدد L را برای چند قطعه DNA با ساختار دوم متفاوت مشاهده می‌کنید.



سوپرکویل: تغییر در فشردگی مارپیچ دوگانه در یک قطعه DNA حلقوی، باعث پیچ خوردن رشته DNA روی خود می‌شود. سوپرکویل از لحاظ توپولوژیک معادل DNA حلقوی relaxed است و می‌تواند بدون ایجاد برش به آن تبدیل شود.

L = (-2)	L = (+2)	L = (-1)	L = (+1)	Relaxed L = (0)
				

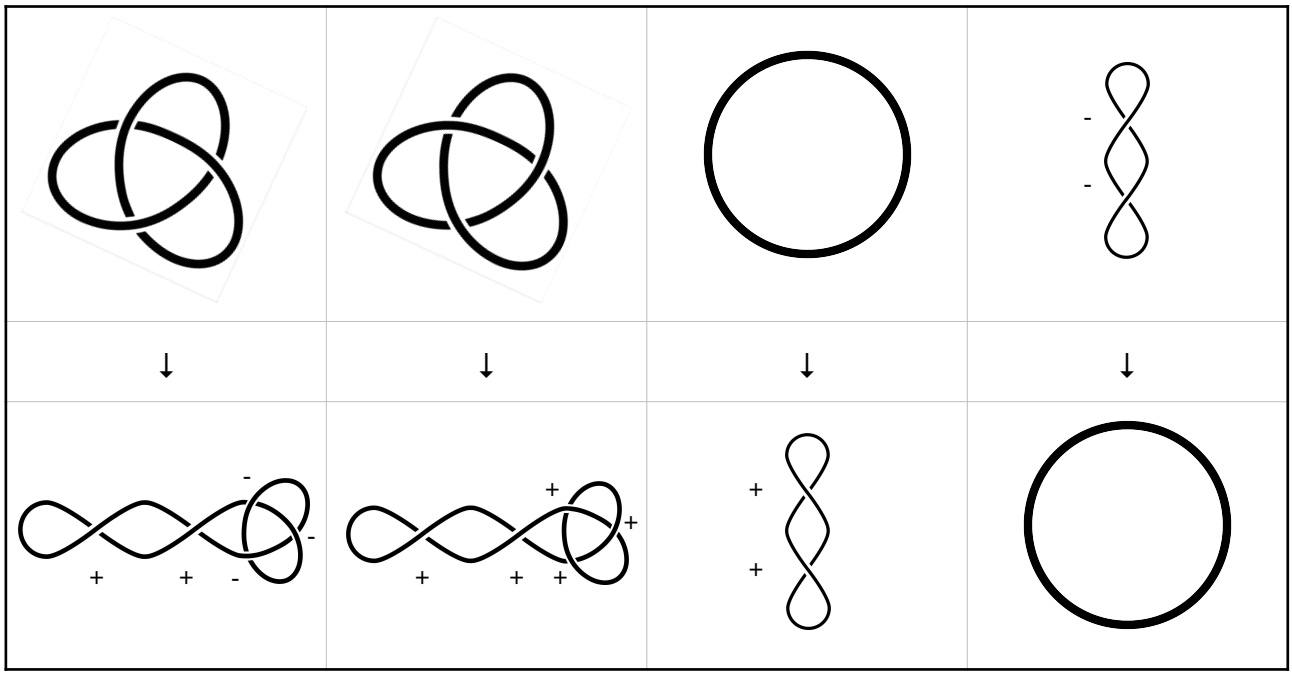
گره: در فرایند حلقوی شدن DNA خطی، احتمالی وجود دارد که DNA گره بخورد. ساده‌ترین گره، گره سه‌تایی است که می‌تواند در دو نوع کایرال (آینه‌ای از نظر فضایی) وجود داشته باشد. گره از لحاظ توپولوژیک از DNA حلقوی متمایز است و تنها با ایجاد برش به آن تبدیل می‌شود. گره‌های پیچیده‌تر نیز با تعداد تقاطع بیشتر وجود دارند اما در اینجا منظور از گره فقط گره سه‌تایی است.

L = (-3)	L = (+3)	Relaxed L = (0)
		

- برای جداسازی قطعات DNA با طول یکسان و ساختار دوم متفاوت از الکتروفورز دوبعدی استفاده می‌کنیم. به طور کلی هر چه تعداد تقاطع در یک قطعه بیشتر باشد، فشردگی و میزان حرکت آن در ژل الکتروفورز بیشتر است. در الکتروفورز دوبعدی مراحل زیر انجام می‌شود:

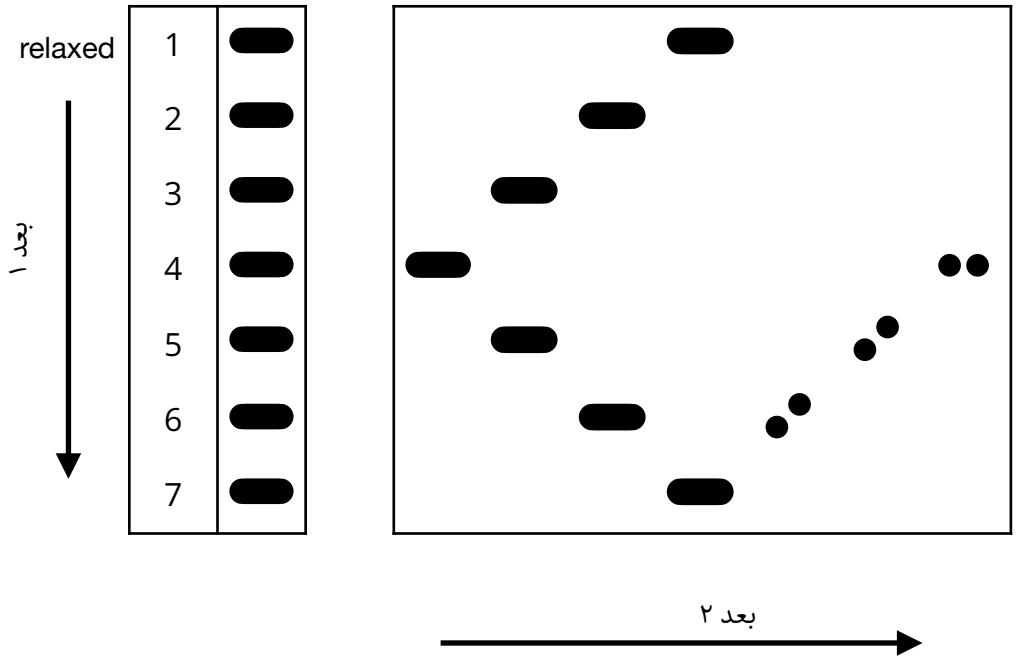
۱- نمونه در بعد اول الکتروفورز می‌شود.

۲- ماده شیمیایی کلروکین به قطعات اضافه می‌شود. این ماده با قرار گرفتن بین دورشته DNA، به تمام قطعات به تعداد یکسان سوپرکویل مثبت اضافه می‌کند (یا سوپرکویل منفی را کاهش می‌دهد). به عنوان مثال در غلظتی از کلروکین که عدد L دو واحد افزایش یابد تغییرات به صورت زیر رخ می‌دهد:



۳- الکتروفورز در بعد دوم با جهت عمود بر بعد اول انجام می‌شود.

پرسش ۱۰ برای بررسی ایزومرهای توپولوژیک یک نمونه DNA با طول یکسان آزمایش را به روشی که گفته شد انجام دادیم و ژل الکتروفورز به شکل زیر درآمد. می‌دانیم در نمونه اولیه، DNA بدون گره و DNA گره خورده وجود دارد، و در هیچ یک از قطعات، سوپرکویل مثبت وجود ندارد. همچنین باند ردیف ۱ در بعد اول الکتروفورز مربوط به DNA relaxed است. بر اساس نتایج آزمایش درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) کلروکین در غلظت استفاده شده، عدد L را چهار واحد افزایش داده است.

ب) در باندهای ردیف ۱ تا ۳ در ژل الکتروفورز، DNA گره‌خورده وجود ندارد.

ج) ایجاد سوپرکویل در دو DNA گره‌خورده مثبت و منفی با افزودن کلروکین، باعث نامتقارن شدن آن‌ها می‌شود، به طوری که هر کدام به عنوان لکه‌ای متمایز روی ژل الکتروفورز مشاهده می‌شود.

د) در بین قطعات DNA موجود در نمونه اولیه، بزرگ‌ترین مقدار عدد L (قدر مطلق) برابر با (7) بوده است.

ه) در آزمایش بالا می‌توان DNA گره‌خورده دارای ۳ سوپرکویل منفی را از DNA بدون گره دارای ۶ سوپرکویل منفی افتراق داد.

مسأله ۲ برای بررسی نمونه دیگری حاوی توپوایزومرهای یک DNA با طول یکسان آزمایش بالا را تکرار می‌کنیم. می‌دانیم در این نمونه DNA بدون گره و DNA گره‌خورده وجود دارد که هرکدام می‌تواند فاقد سوپرکویل، دارای سوپرکویل مثبت یا سوپرکویل منفی باشد. در بعد اول الکتروفورز هفت باند (با شکل مشابه بعد اول در آزمایش سوال قبل) مشاهده می‌کنیم که باند اول مربوط به relaxed DNA است. کلروکین در غلظتی که عدد L همه قطعات را چهار واحد افزایش دهد به قطعات اضافه می‌شود. پس از الکتروفورز در بعد دوم حداکثر چند لکه مشاهده می‌کنیم؟ (اگر دو یا چند قطعه DNA متفاوت بر روی ژل در یک مکان قرار گیرند به عنوان یک لکه دیده می‌شوند. در آزمایش سوال قبل تعداد لکه‌های قابل مشاهده پس از الکتروفورز در بعد دوم برابر با ۱۳ است) عدد به دست آمده را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پرسش ۱۱ پژوهش‌گری چند نمونه از جانداران فتوسنتزکننده را جمع‌آوری و ویژگی‌های تولیدمثلی آن‌ها را در جدول زیر خلاصه کرد. با توجه به این اطلاعات درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

(ایزوگام: جورگامت هوموسپور: جورهاگ اووگام: ناجورگامت هتروسپور: ناجورهاگ)

	گامت	اسپور	گامتوفیت	اسپوروفیت
A	ایزوگام	هوموسپور	تک جنسی	دو جنسی
B	اووگام	هوموسپور	تک جنسی	دو جنسی
C	اووگام	هتروسپور	تک جنسی	دو جنسی
D	اووگام	هوموسپور	دو جنسی	دو جنسی
E	اووگام	هتروسپور	تک جنسی	تک جنسی

الف) A می‌تواند یک جلبک سبز باشد.

ب) B می‌تواند یک بازدانه باشد.

ج) C می‌تواند یک نهان‌زاد آوندی باشد.

د) D می‌تواند یک دم‌اسب باشد.

ه) E می‌تواند یک نهان‌دانه باشد.

پرسش ۱۲ فردی سالم به منظور بررسی وضعیت قلبی-عروقی و انجام تست بررسی عملکرد قلب به پزشک مراجعه می‌کند. برای انجام این تست، فرد به مدت زمان بیست دقیقه روی تردمیل می‌دود و ضربان قلب وی در طی این مدت از ۶۰ به ۱۴۰ می‌رسد. با در نظر گرفتن زمان اوج فعالیت وی روی تردمیل، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) زمان خون‌رسانی به سلول های عضله قلب در دقیقه کاهش پیدا می‌کند.

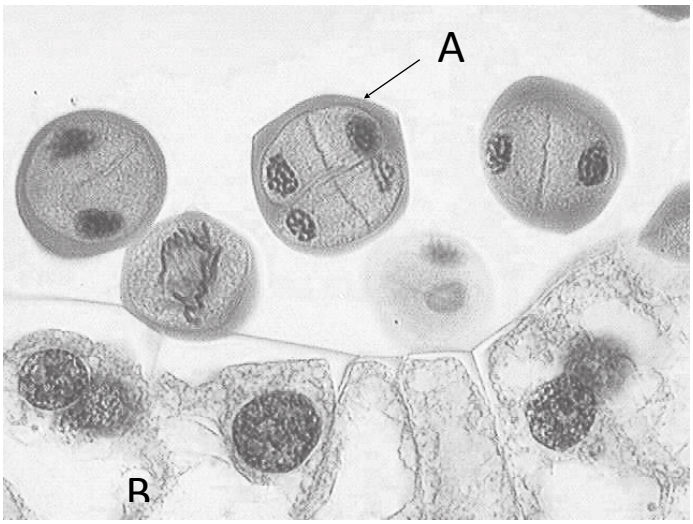
ب) مقاومت کلی سیستم عروقی کاهش پیدا می‌کند.

ج) فشارخون سیستولیک شریان ریوی کاهش پیدا می‌کند.

د) فشار بطن چپ در انتهای دیاستول کاهش پیدا می‌کند.

ه) فعالیت پاراسمپاتیک کاهش پیدا می‌کند.

پرسش ۱۳ شکل زیر بخشی از بساک گل را نشان می‌دهد. با توجه به شکل درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) A در مرحله تلوفاز میوز یک قرار دارد.

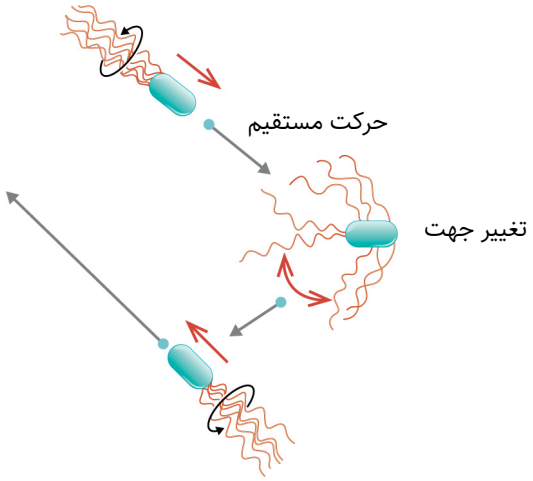
ب) A میکروگامتوفیت است.

ج) A میکروسپوروسیت است.

د) دیواره A دارای اگزین و انتین است.

ه) A از لایه B منشأ گرفته است.

مسأله ۳ حرکت باکتری را به سمت منبع غذایی می‌توان به کمک فرایند حرکت تصادفی جهت‌دار (biased random walk) شبیه‌سازی کرد. در این مدل، باکتری یک جهت را به صورت تصادفی انتخاب و در امتداد آن جهت، فاصله مشخصی را طی می‌کند. اگر غلظت ماده مغذی در پایانِ این مسیر مستقیم بیش از ابتدای آن بود حرکت را در همان راستا ادامه می‌دهد و در غیر این صورت به طور تصادفی یک جهت جدید انتخاب می‌کند.



از طرفی با انتشار ماده مغذی در محیط، غلظت این ماده در طی زمان در نقاط مختلف محیط همسان خواهد شد؛ برای دو نقطه به فاصله d، زمان مورد نیاز برای برابر شدن غلظت ماده مغذی میان این دو نقطه برابر است با:

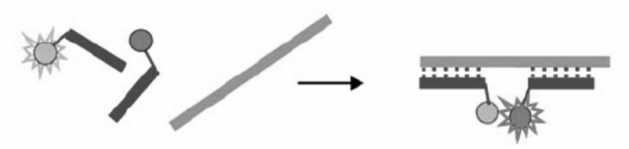
$$t = d^2/D$$

D یا ثابت انتشار برای محیط مورد نظر برابر است با:

$$D = 1 \times 10^{-5}\ cm^2 . s^{-1}$$

مدل فوق تنها زمانی به باکتری امکان رسیدن به منبع غذایی را می‌دهد که باکتری فاصله دو نقطه را پیش از آنکه غلظت ماده مغذی در آن دو نقطه برابر شود، طی کند. اگر باکتری با سرعت ثابت ۳۰ میکرومتر بر ثانیه حرکت کند، حداقل طول حرکت مستقیم در این مدل که رسیدن به منبع را ممکن می‌کند، چند میکرومتر است؟ عدد به دست آمده را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پرسش ۱۴ یکی از روش‌های بررسی وجود یک توالی خاص نوکلئوتیدی یا پروتئینی استفاده از پدیده FRET (Fluorescence Resonance Energy Transfer) است. در این روش پروب (Probe) های فلورسنت با متصل کردن مارکر فلوروفور (fluorophore) به توالی‌های کوتاه و دارای برهمکنش با توالی هدف، ساخته می‌شوند. مارکر فلوروفور می‌تواند نور را در یک طول موج مشخص جذب کرده و با طول موج معین دیگری نشر دهد و پدیده FRET زمانی رخ می‌دهد که دو مارکر فلوروفور در فاصله نزدیک (۱۰ نانومتر) قرار گرفته باشند و طول موج ماکزیمم نشری فلوروفور اول با طول موج ماکزیمم جذبی فلوروفور دوم هم‌پوشانی داشته باشد. در این صورت نشر مارکر اول توسط مارکر دوم جذب می‌شود و نشر مارکر دوم را مشاهده می‌کنیم (شکل پایین).



در پژوهشی به منظور بررسی برهمکنش و میزان تمایل سه پروتئین ۱ و ۲ و ۳ برای اتصال به پروتئین هدف سازه‌های زیر طراحی شد. این سه پروتئین هیچ برهمکنشی با یکدیگر ندارند. طول موج جذبی مارکرهای A و B و C از آزمایش‌های پیشین مشخص بوده و با یکدیگر همپوشانی ندارند. توالی L لینکر انعطاف‌پذیر است.

آزمایش با مراحل زیر طراحی شد:

۱- در هر آزمایش سازه(های) مورد بررسی، با توالی هدف مخلوط شده و محلول به مدت زمان کافی برای انجام واکنش تیمار می‌شود.

۲- در فرایندی جداگانه برای هر یک از سازه‌های مورد بررسی موجود در محلول (سازه‌های ۱ تا ۳)، طول موج ماکزیمم جذبی فلوروفور متصل به آن تابانده شده و شدت نشر نور در بازه ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر سنجیده می‌شود.

۳- شدت نشر نور فلوروفور X که به سازه هدف متصل است، در بازه ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر سنجیده می‌شود.

۴- نتایج طیف‌سنجی نشر برای همه فلوروفورهای موجود در محلول بر روی یک نمودار نشان داده می‌شود.

آزمایش را چهار بار با شرایط اولیه مختلف به شرح زیر تکرار کردیم (در آزمایش‌های الف، ب و ج غلظت سازه هدف برابر است):

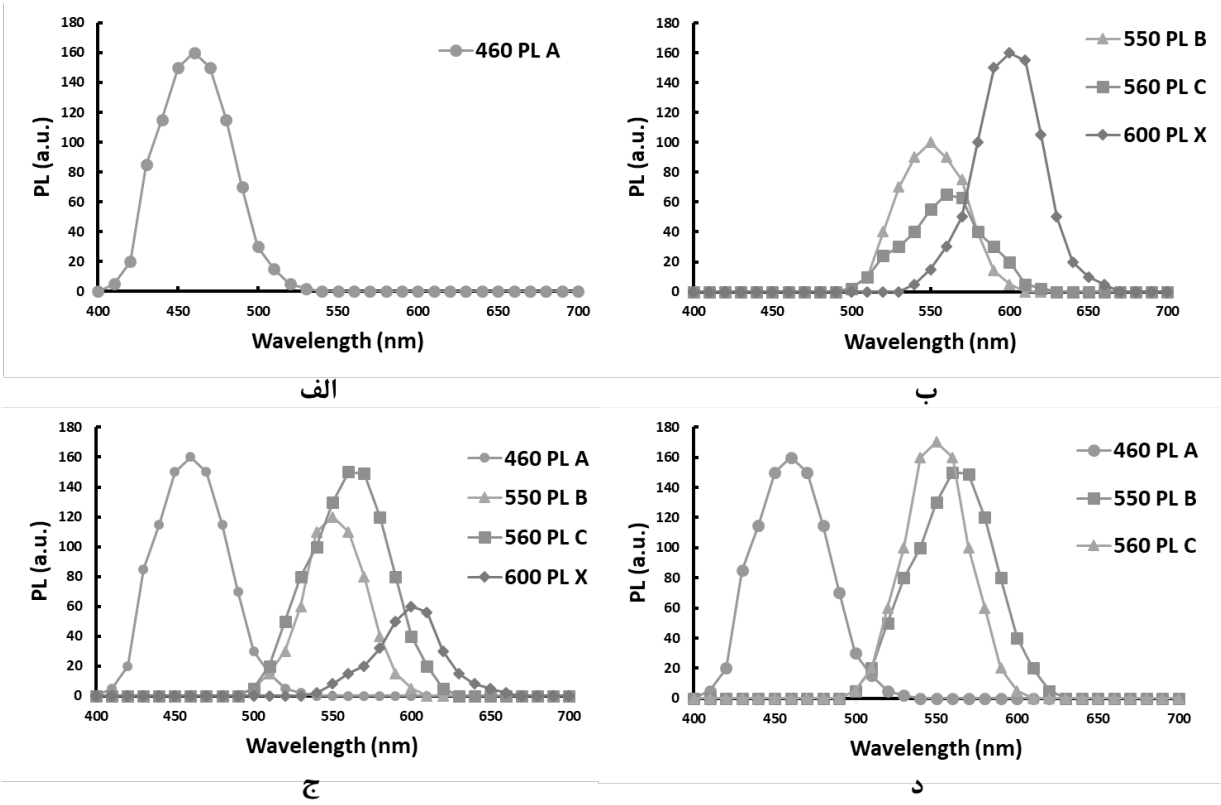
الف) مخلوط کردن سازه ۱ در غلظت مشخص با سازه هدف.

ب) مخلوط کردن سازه ۲ و سازه ۳ در غلظت نامعلوم با سازه هدف.

ج) مخلوط کردن سازه ۱، سازه ۲ و سازه ۳ در غلظت یکسان با سازه هدف.

د) آزمایش کنترل: مخلوط کردن سازه ۱، سازه ۲ و سازه ۳ در غلظت یکسان در عدم حضور سازه هدف.

نتایج آزمایش طیف نشری به همراه قله ماکزیمم نشر در نمودارهای زیر نشان داده شده است. شرایط ثبت نشر نوری در همه آزمایش‌ها یکسان بوده و PL شدت نشر فلورسانس را نشان می‌دهد. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) پروتئین ۱ به پروتئین هدف اتصال ندارد.

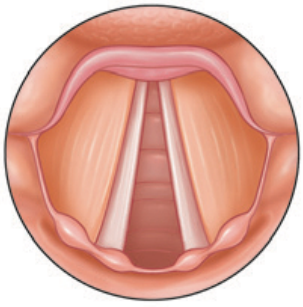
ب) در آزمایش (ب) غلظت پروتئین ۲ از پروتئین ۳ بیشتر است.

ج) طول موج ماکزیمم جذبی مارکر X با طول موج ماکزیمم نشری همه مارکرهای A، B و C هم‌پوشانی دارد.

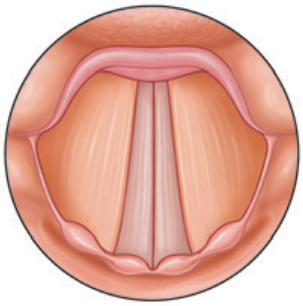
د) تمایل اتصال پروتئین ۲ به پروتئین هدف از دو پروتئین دیگر کمتر است.

ه) تمایل اتصال پروتئین ۱ به پروتئین هدف از دو پروتئین دیگر بیشتر است.

پرسش ۱۵ توانایی تکلم انسان برآمده از ساختار ویژه حنجره است که در بخش فوقانی دستگاه تنفس قرار داشته و علاوه بر اتصال حلق به نای، به عنوان جعبه صدا نیز عمل می‌کند. تارهای صوتی (vocal cords) که از دیواره‌های جانبی حنجره به سمت میانی کشیده شده‌اند، توسط عضله های مربوطه، برای اعمال مختلف در موقعیت مناسب قرار می‌گیرند. تارهای صوتی در حین تنفس در حالت abduction قرار گرفته و تماسی با هم ندارند (تصویر شماره ۱ از نمای بالا)؛ و برای آغاز آواسازی (phonation) در حالت adduction قرار گرفته و به هم نزدیک می‌شوند (تصویر شماره ۲ از نمای بالا). با نزدیک شدن تارهای صوتی به یکدیگر، عبور هوا از بین آنها، باعث ارتعاش آن‌ها شده و تولید صدا را به همراه دارد.

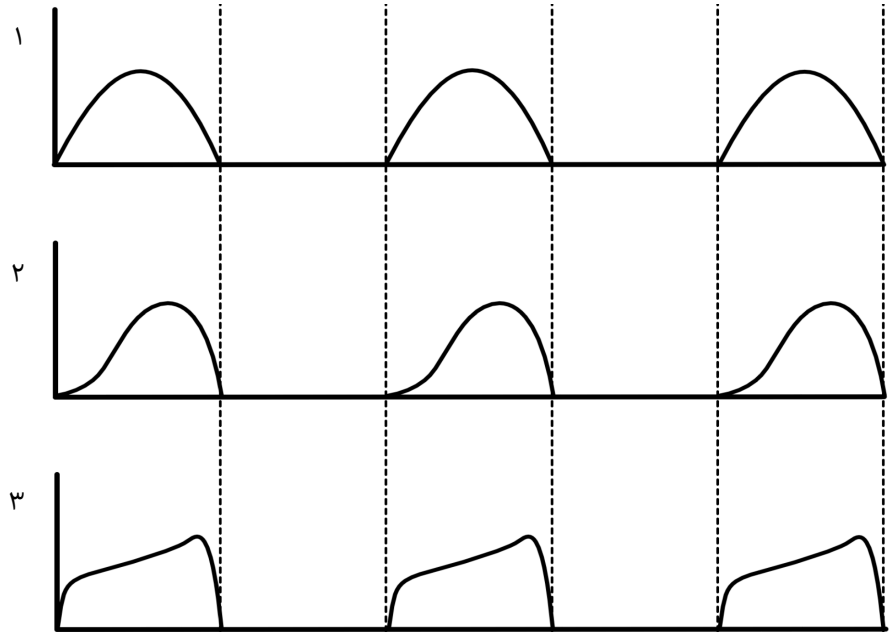


تصویر ۱



تصویر ۲

در نمودار زیر تغییرات کیفی چند پارامتر در طول سیکل باز و بسته شدن تارهای صوتی حین ارتعاش نشان داده شده است. نمودار ۱ فاصله بین تارهای صوتی، نمودار ۲ جریان هوای عبوری از بین تارهای صوتی و نمودار ۳ سرعت خروج هوا را هنگام عبور از بین تارهای صوتی نشان می‌دهد. در فواصل زمانی بین خط چین ها تارهای صوتی بسته‌اند. بر اساس این توضیحات و نمودار زیر، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) فلج شل عضلات abductor تارهای صوتی (مسئول قرار دادن تارهای صوتی در حالت abduction)، باعث ایجاد respiratory stridor (شنیده شدن صدای غیرطبیعی هنگام تنفس عادی) می‌شود.

ب) هنگام ارتعاش، فشار هوا در بالای تارهای صوتی (supraglottal pressure) در لحظات باز شدن تارهای صوتی، نسبت به لحظات بسته شدن بیشتر است.

ج) هنگام ارتعاش، حجم هوای خارج شده از بین تارهای صوتی در طول مدت باز شدن تارهای صوتی، نسبت به بسته شدن آنها بیشتر است.

د) به طور میانگین جرم تارهای صوتی نسبت به طول آن در مردان بیشتر از زنان است.

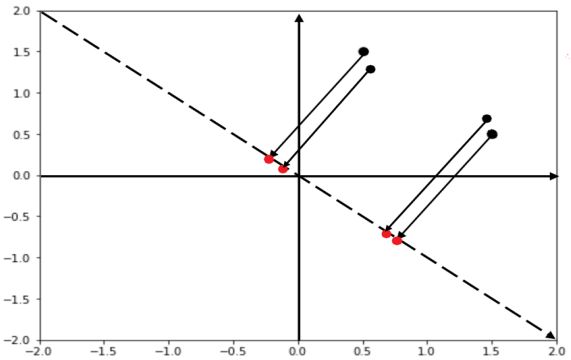
ه) برای تولید صدای زیر نسبت به صدای بم، فشار هوای بیشتری در پایین تارهای صوتی (subglottal pressure) مورد نیاز است.

برای پاسخ دادن به پرسش ۱۶ و ۱۷ متن زیر را مطالعه کنید.

- در علوم زیستی اغلب با مجموعه داده‌هایی سروکار داریم که علاوه بر مشاهده‌های (sample) فراوان، ویژگی‌های (feature) زیادی را نیز شامل می‌شوند. غالباً هرچه شمار مشاهدات بیشتر باشد، تحلیل داده‌ها نتیجه مطلوب‌تری در پی دارد، اما ویژگی‌های فروان لزوماً تحلیل داده‌ها را آسان‌تر نخواهد کرد؛ ویژگی‌های بیشتر برای هر مشاهده اطلاعات در دسترس را افزایش می‌دهد اما جنبه‌هایی از تحلیل داده‌ها، مثل به تصویرکشیدن روابط، را دشوارتر خواهد کرد (به طور مثال رسم نمودار چهار بعدی ممکن نیست). برای حل این مشکل، روش هایی برای "کاهش بُعد" این داده‌ها ابداع شده‌اند. به عنوان نمونه جدول زیر سه مشاهده از مجموعه داده چهار بُعدی از جمعیتی از گیاه زنبق را نشان می‌دهد (در اینجا صرفا ابعاد پیوسته مهم است):

sepal length (cm)	sepal width (cm)	petal length (cm)	petal width (cm)	species
5.1	3.5	1.4	0.2	setosa
7.0	3.2	4.7	1.4	versicolor
6.3	3.3	6.0	2.5	virginica

پرسش ۱۶ برای درک فرایند کاهش بُعد، به شکل روبه‌رو (کاهش بُعد از دو به یک) توجه کنید:



در این نمودار، هر نقطه در فضای دو بعدی توسط یک خط عمود به نقطه‌ای متناظر در فضای یک بعدی (خط $y = -x$)، تبدیل شده است. بی‌نهایت راه برای انجام کاهش بعد وجود دارد، اما راه‌حل مطلوب خطی است که روی آن فواصل نقاط مانند فواصل در فضای دو بعدی حفظ شود. یعنی نقاطی که در فضای دو بعدی از هم دور بوده‌اند، دور و نقاطی که در فضای دوبعدی به هم نزدیک بوده‌اند، نزدیک باقی بمانند. باتوجه به توضیحات بالا درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) برای جداسازی دو نقطه $P1 = (0\ ,\ 2)$ و $P2 = (0\ ,\ -1)$، خط $y = x$ بهتر از خط $y = 0$ عمل می‌کند.

ب) برای جداسازی دو نقطه $P1 = (0\ ,\ 2)$ و $P2 = (0\ ,\ -1)$، خط $y = -x$ بهتر از خط $y = x$ عمل می‌کند.

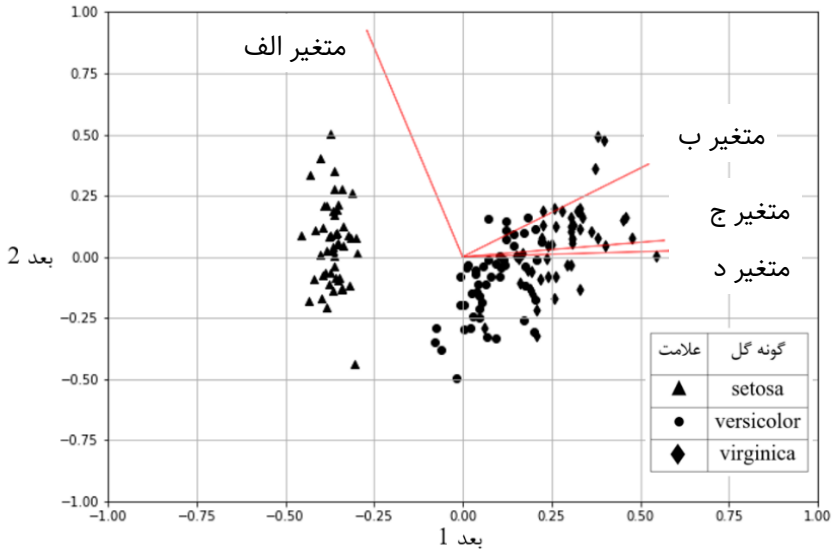
ج) برای جداسازی دو نقطه $P1 = (2\ ,\ -1)$ و $P2 = (-1.5\ ,\ 3)$، خط $y = x$ بهتر از خط $y = -x$ عمل می‌کند.

د) برای جداسازی دو نقطه $P1 = (2\ ,\ -1)$ و $P2 = (-1.5\ ,\ 3)$، خط $y = 4x$ بهتر از خط $y = 2x$ عمل می‌کند.

ه) برای جداسازی سه نقطه $P1 = (2\ ,\ 2)$، $P2 = (-2\ ,\ 2)$ و $P3 = (2\ ,\ -2)$، خط $y = x$ بهتر از $y = 0$ عمل می‌کند.

پرسش ۱۷ در نمودار زیر خروجی یک الگوریتم کاهش بُعد (از چهار به دو) بر مبنای مجموعه داده زنبق، به همراه جدول ضرایب همبستگی پیرسون (ضریبی بین ۱- و ۱ که نشان دهنده میزان همبستگی بین دو متغیر است) را برای هر جفت ویژگی مشاهده می‌کنید. در نمودار، فضای دو بعدی حاصل از کاهش بعد به عنوان مختصات انتخاب و تصویر تمام نقاط و متغیرهای موجود در مجموعه داده اولیه بر روی این صفحه دو بعدی نشان داده شده است. با توجه به این اطلاعات درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

Sepal Length	1.0			
Sepal Width	-0.12	1.0		
Petal Length	0.87	-0.43	1.0	
Petal Width	0.82	-0.37	0.96	1.0
	Sepal Length	Sepal Width	Petal Length	Petal Width



الف) اگر بخواهیم یک ویژگی را حذف کنیم، با حذف (sepal width) اطلاعات بیشتری را نسبت به حذف (sepal length) از دست می‌دهیم.

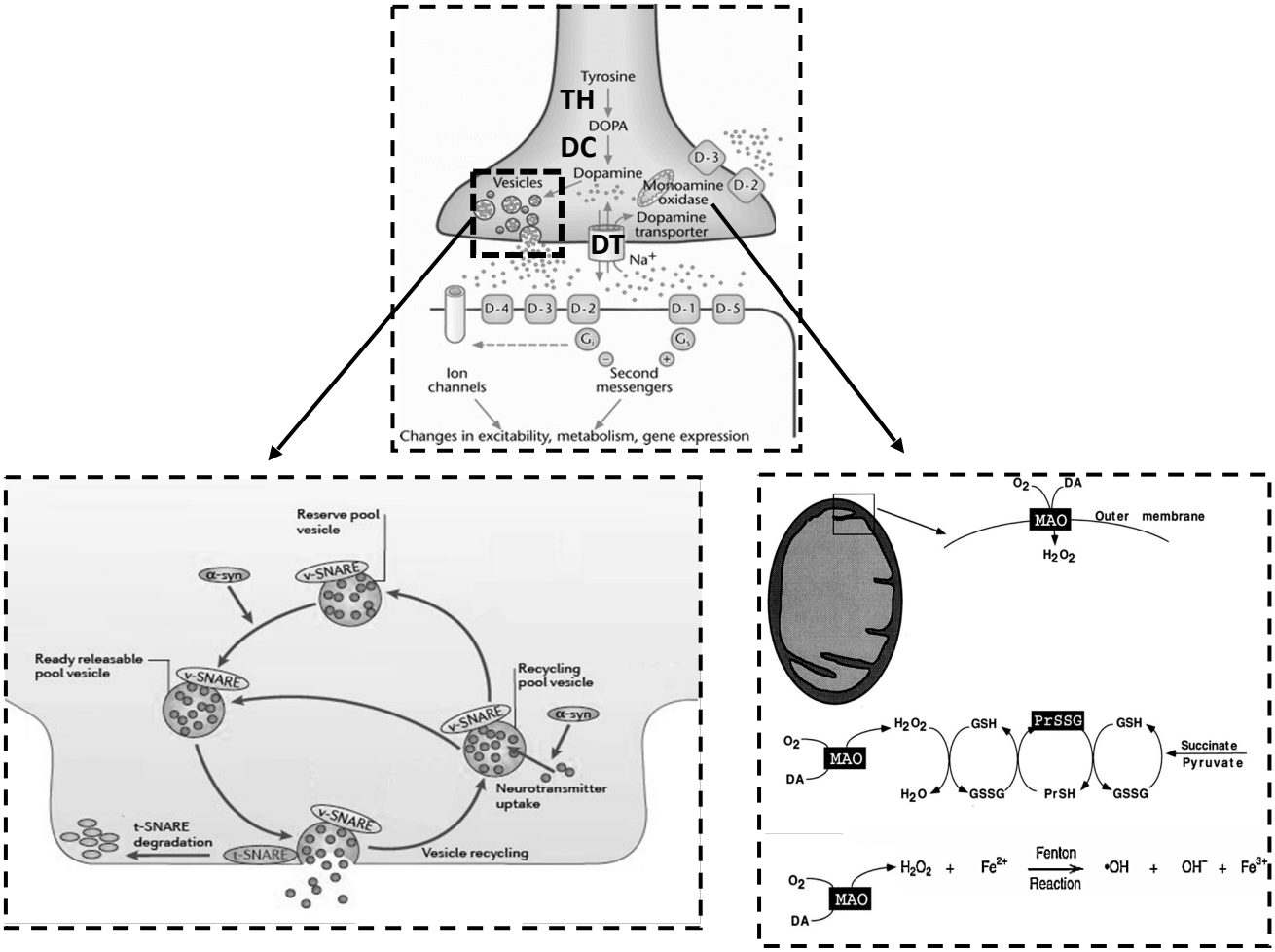
ب) اگر بخواهیم یک ویژگی را حذف کنیم، با حذف (petal length) اطلاعات بیشتری را نسبت به حذف (sepal width) از دست می‌دهیم.

ج) متغیر ج و د، دو ویژگی petal width و sepal length هستند.

د) متغیر الف، ویژگی sepal width است.

ه) کاهش بُعد در مجموعه داده‌هایی که ابعاد آن با یکدیگر همبستگی بسیار بالایی دارند به خوبی عمل نمی‌کند.

پرسش ۱۸ بیماری پارکینسون یک بیماری عصبی ناتوان کننده و پیش‌رونده است که به علت تحلیل سلول‌های مغزی تولید کننده دوپامین در بخشی از مغز میانی تحت عنوان جسم سیاه (substantia nigra) رخ می‌دهد. پس از تولید دوپامین در سلول‌های مربوطه، پیام حرکتی به واسطه انتقال دهنده‌های عصبی به کورتکس حرکتی مغز می‌رود و باعث آغاز حرکت ارادی و کنترل حرکات می‌شود. دوپامین در فضای سیناپسی، با اتصال به گیرنده‌های D1 تا D5 منجر به فعال شدن سیستم پیام‌رسانی ثانویه می‌شود و پس از انجام فعالیت توسط انتقال دهنده هم‌جهت (symporter) با سدیم (Na^+) به درون نورون پیش سیناپسی بازجذب می‌شود. دوپامین در ادامه به کمک پروتئین غشایی آلفا-سینوکلئین در وزیکول ذخیره یا توسط آنزیم مونوآمین اکسیداز متابولیزه می‌شود و تولید H_2O_2 و در ادامه رادیکال آزاد هیدروکسیل ($OH^•$) را به همراه دارد (در واکنش Fentone). در حالت طبیعی سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن منجر به مهار تولید رادیکال آزاد هیدروکسیل ($OH^•$) می‌شود و هر گونه اختلال در این مسیر بروز علائم بیماری پارکینسون در فرد را به همراه دارد. مسیر تولید و اثر بخشی دوپامین در شکل زیر نشان داده شده است. (توجه: اگرچه مکانیسم‌های مختلفی به بروز علائم بیماری پارکینسون می‌انجامد، اما در اینجا مکانیسمی که در شکل نشان داده شده مورد نظر است). با توجه به این اطلاعات درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



راهنما؛ TH: تیروزین هیدروکسیلاز، DC: دکربوکسیلاز، MAO: مونوآمین اکسیداز، DT: انتقال دهنده دوپامین سیم پورتر با سدیم، D1-5: گیرنده‌های دوپامین، Syn-α: پروتئین غشایی آلفا-سینوکلئین، DA: دوپامین، GSH: گلوتاتیون دارای گروه تیول (SH)

الف) کاهش فعالیت مسیر پنتوز فسفات خطر ابتلا به بیماری پارکینسون را افزایش می‌دهد.

ب) افزایش غلظت سوکسینات به کاهش غلظت رادیکال آزاد هیدروکسیل (•OH) در میتوکندری می‌انجامد.

ج) جهش مخرب در پروتئین آلفا-سینوکلئین به کاهش نسبت GSSG به GSH می‌انجامد.

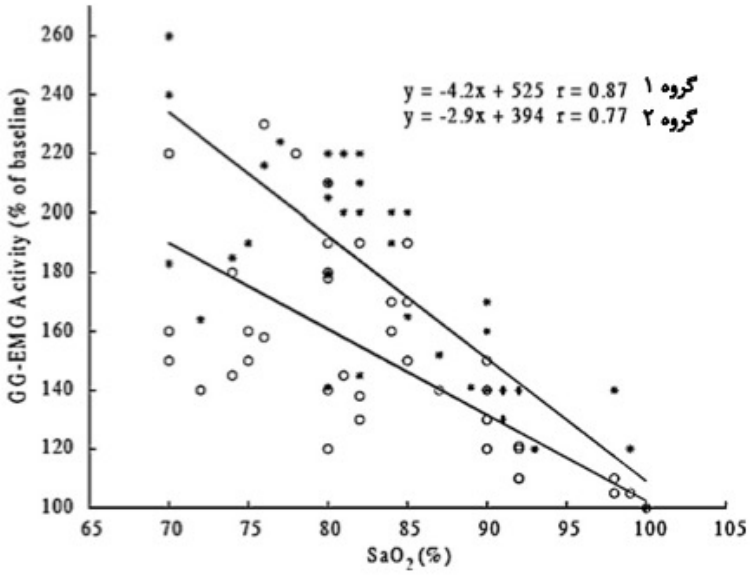
د) در یک فرد سالم افزایش فعالیت DT افزایش فعالیت MAO را به همراه دارد.

ه) با مهار آنزیم پیروات کیناز، از تخریب سلول‌های مغزی تولید کننده دوپامین جلوگیری می‌شود.

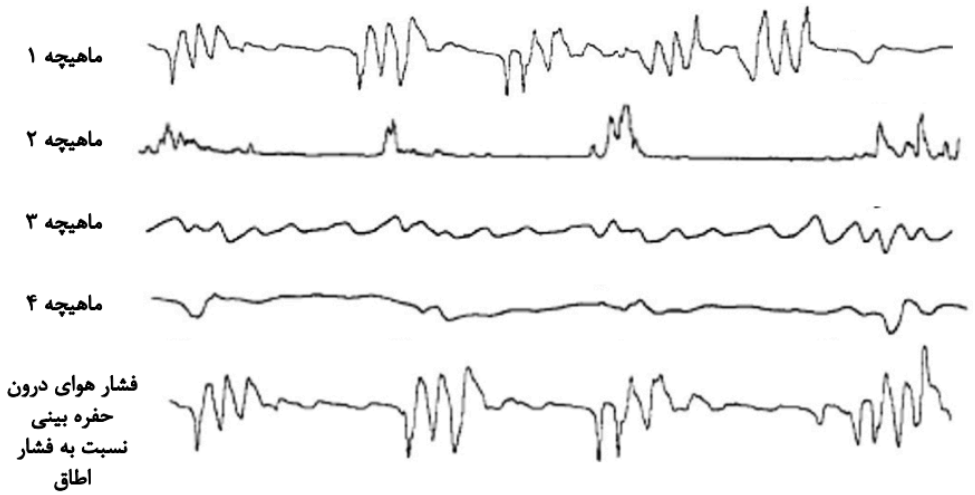
پرسش ۱۹ آپنه خواب (Sleep apnea) یک اختلال خواب است که باعث توقف یا کاهش تنفس برای مدتی کوتاه (چندین ثانیه یا حتی چند دقیقه) در طول خواب می‌شود. در این بیماری معمولاً تعداد زیادی توقف در یک شب اتفاق می افتد (ده ها یا حتی صدها بار). هر کدام از این دوره ها یک «آپنه» نامیده می‌شود. اکثر این دوره‌ها با صدای خرخر بلند و در بعضی موارد با احساس خفگی همراه می‌شود که در آن فرد ناگهان با احساس خفگی از خواب بیدار می‌شود. البته در بسیاری از آپنه‌ها فرد مبتلا متوجه تنگی یا توقف تنفس خود در طول شب نمی‌شود و این دوره‌ها معمولا باعث کاهش قابل توجه کیفیت خواب می‌شوند؛ در نتیجه با وجود خواب طولانی، فرد مبتلا ممکن است در طول روز احساس خستگی بیش از حد کند.همچنین اگر آپنه خواب درمان نشود در دراز مدت می‌تواند به عوارضی مانند سکته، حمله قلبی، دیابت نوع دوم، فشار خون بالا، چاقی، ضعف حافظه و افسردگی منجر شود.

آپنه می‌تواند انسدادی باشد یعنی در اثر انسداد در راه‌های هوایی فوقانی به وجود آید یا می‌تواند مرکزی باشد یعنی به علت بروز مشکلاتی در تحریک عمل تنفس توسط مغز ایجاد شود. آپنه انسدادی به علت تنگی یا بسته شدن راه هوایی در بینی و حلق ناشی از لوزه‌های بزرگ، زبان بزرگ یا بافت بیش از اندازه بزرگ در راه تنفسی است. به دلیل اینکه عضلات باز نگه دارنده این منطقه در حین خواب تونوس انقباضی کمتری دارند، این بافت اضافی می‌تواند راه‌های هوایی را بیشتر مسدود کند و منجر به بروز علائم شود.

در چند سال اخیر پژوهشگران تلاش کرده‌اند با بررسی دقیق عضله‌های پشت دهان و زبان و نیز فعالیت آنها به ارتباط این عضلات با بیماری پی ببرند و بر این اساس راه حال های درمانی ارائه دهند. بر اساس این اطلاعات و نمودارهای زیر درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



نمودار ۱. مقایسه فعالیت نورون حرکتی عضله Genioglossus (یکی از عضلات مرتبط با زبان)، بعد از کاهش دادن میزان اشباع اکسیژن خون شریانی در شرایط آزمایشگاهی، بین دو گروه افراد ۱ و ۲؛ تفاوت این دو گروه معنی دار است. محور عمودی درصد فعالیت عضله نسبت به حالت پایه فرد و محور افقی میزان اشباع اکسیژن خون شریانی را نشان می‌دهد.



نمودار ۲. میزان فعالیت چهار عضله احتمالی موثر در تنفس فرد دارای آپنه انسدادی.

الف) بر اساس نمودار ۱، افراد گروه ۱ بیشتر در معرض خطر بسته شدن راه های هوایی هستند.

ب) بازدم اولین حرکت تنفسی پس از دوره‌های آپنه است.

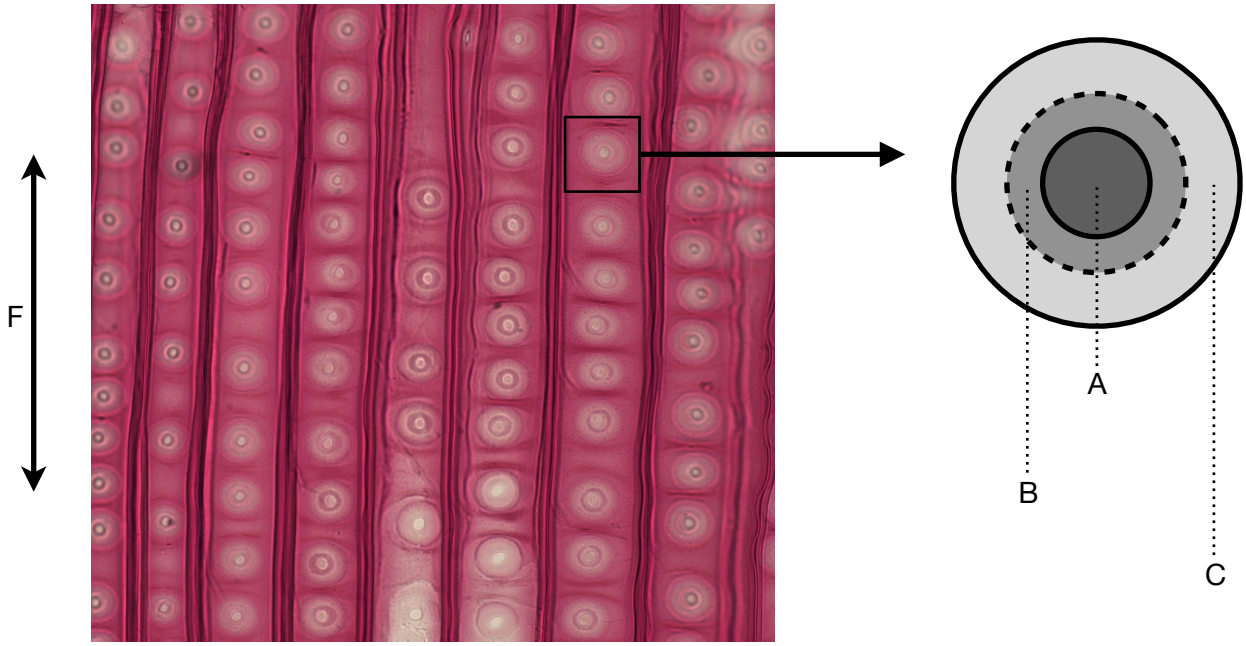
ج) تحریک عضله Genioglossus می تواند به بهبود علائم آپنه انسدادی در فرد بیمار بینجامد.

د) ماهیچه ۲ آنتاگونیست عملکردی عضله Genioglossus است.

ه) در صورت ثبت فعالیت نورون حرکتی دیافراگم در فردی با آپنه مرکزی، هر قله در نمودار، همزمان با دوره آپنه است.

مسأله ۴ در پرندگان، جنس نر از نظر کروموزوم‌های جنسی هوموزیگوت (WW) و جنس ماده همی‌زیگوت (WZ) است. در جمعیتی از پرندگان با نسبت برابر نر و ماده، توالی اینترون‌های دو ژن هومولوگ، ژن اول بر روی کروموزوم W و ژن دوم بر روی کروموزوم Z، را بررسی کرده و متوجه شده‌ایم میانگین نرخ جایگزینی نوکلئوتید بین دو نسل، برای ژن اول ۳ برابر ژن دوم است. با توجه به این نتایج، نرخ جهش نقطه‌ای در جنس نر چند برابر جنس ماده است؟ عدد به دست آمده را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پرسش ۲۰ از بافت آوندی ساقه گیاهی نمونه‌برداری کردیم و پس از بررسی با میکروسکوپ تصویر زیر حاصل شد. در سمت راست، شکل شماتیک یکی از ساختارهای قابل مشاهده در تصویر را می‌بینید. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) بخش عمده انتقال آب در این گیاه توسط عناصر چوبی پیشرفته انجام می‌شود.

ب) حفظ جریان انتقال آب در اقلیم سردسیر از عملکردهای ساختار مورد بررسی است.

ج) در مقاطع مختلف ناحیه B دیواره اولیه و ثانویه وجود دارد.

د) افزایش نسبت سطح A به سطح B، کاهش جریان آب را در پی دارد.

ه) محور F بر محور افزایش قطر در همان ناحیه عمود است.

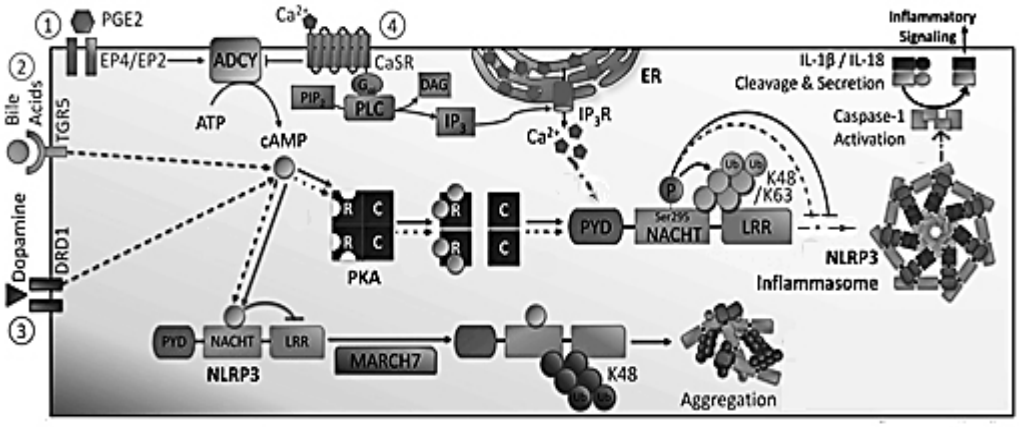
پرسش ۲۱ اینفلاموزوم (inflamosome) به کمپلکس‌های پروتئینی درون سلولی گفته می‌شود که در پاسخ سیستم ایمنی ذاتی و فرایند التهاب نقش مهمی ایفا می‌کنند. اینفلاموزوم NLRP3 شناخته‌شده ترین عضو این گروه است که از پروتئین NLRP3 (که به عنوان گیرنده سیتوپلاسمی در تشخیص حضور عوامل بیماری‌زا، استرس سلولی یا عوامل محیطی عمل می‌کند) و پروتئین آداپتور ASC (که پروتئین NLRP3 را به پروتئین پروکاسپاز ۱ متصل می‌کند) تشکیل شده است. تشکیل و فعال شدن این اینفلاموزوم، با فعالیت کاسپاز ۱ سبب ایجاد سیتوکین‌های التهابی اینترلوکین 1ß (IL-1ß) و اینترلوکین ۱۸ (IL-18) می‌شود که در ادامه فعال شدن مسیر التهابی را به همراه دارد. پروتئین NLRP3 از سه ناحیه NACHT، PYD و LRR تشکیل شده که فسفریلاسیون ناحیه NACHT مانع تشکیل کمپلکس اینفلاموزوم می‌شود. در شکل زیر چهار سازوکار تنظیم فعالیت اینفلاموزوم NLRP3 را مشاهده می‌کنید (فلش‌های نوک تیز نقش تحریکی و فلش‌های صاف نقش مهاری را نشان می‌دهند):

۱- مسیر پروستاگلاندین E2 (PGE2) از طریق رسپتور EP4/EP2

۲- مسیر اسید صفراوی (Bile Acids) از طریق رسپتور TGR5

۳- مسیر دوپامین از طریق رسپتور DRD1

۴- مسیر یون‌های کلسیم (Ca^{2+}) خارج‌سلولی از طریق رسپتور CaSR



از آنـزیم‌هـای مـهم دخیل در این فـرایند می‌تـوان بـه آدنیلات سیکلاز (ADCY)، فـسفولیپاز C (PLC) و پـروتئین کیناز وابسـته بـه cAMP (PKA) اشاره کرد. cAMP از دو طریق اتصال مستقیم یا فعال‌سازی PKA بـر روی پروتئین NLRP3 اثر می‌گذارد. آنزیم لیگاز MARCH7 نیز با ایجاد تجمعات (Aggregation) کمپلکس پروتئینی اینفلاموزوم باعث فعال‌سازی پاسخ اتوفاژی می‌شود. با توجه به این توضیحات درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) اتصال PGE2 به رسپتور سطح سلولی EP4/EP2 مانع از تشکیل کمپلکس اینفلاموزوم NLRP3 می‌شود.

ب) اتصال یون Ca^{2+} خارج سلولی به رسپتور CaSR منجر به فعال‌سازی فرایند اتوفاژی می شود.

ج) رژیم غذایی غنی از چربی مانع تشکیل کمپلکس اینفلاموزوم NLRP3 می‌شود.

د) رژیم غذایی غنی از اسیدهای آمینه آروماتیک باعث تشکیل کمپلکس اینفلاموزوم NLRP3 می‌شود.

ه) جهش در جایگاه اتصال cAMP به PKA در پیشرفت بیماری التهابی همچون MS (Multiple Sclerosis) مؤثر است.

پرسش ۲۲ بسیاری از موجودات زنده در محیط‌های آبی زندگی می‌کنند. با توجه به مقیاس اندازه یک جاندار، نیروهای وارده بر آن در محیط آبی بسیار متفاوت است؛ به عنوان نمونه، باکتری و نهنگ تجربه بسیار متفاوتی از شنا در آب دارند. دو منبع نیرو بر هر جسم در حال حرکت در یک سیال اثر می‌گذارند:

- اینرسی: تمایل جسم به حفظ جهت و سرعت حرکت.
- اصطکاک: چسبندگی ذرات سیال به یک‌دیگر و به جسم در حال حرکت.

به منظور بررسی میانکنش این نیروها، عدد رینولدز، که به احترام آزبورن رِینولدز (۱۹۱۲-۱۸۴۲) چنین نام گرفته، برای یک جسم کروی شکل در حال حرکت در یک سیال به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Re = \frac{\rho v L}{\eta}$$

ρ چگالی سیال، v سرعت حرکت جسم، L شعاع کره و η ویسکوزیته سیال است. بر اساس این فرمول، عدد رینولدز واحد ندارد و تنها نسبت نیروهای موثر بر جسم را نشان می‌دهد؛ زمانی که عدد رینولدز بسیار بزرگتر از ۱ باشد ($Re \gg 1$) اینرسی غالب بوده و می‌توان از اصطکاک جسم با سیال صرف‌نظر کرد. برعکس زمانی که عدد رینولدز بسیار کوچکتر از ۱ باشد ($Re \ll 1$) اصطکاک غالب خواهد بود.

ویژگی‌های دو جاندار مختلف که هر دو در یک محیط آبی زندگی می‌کنند در جدول زیر نشان داده شده است. v، سرعت موجود در محیط در حین حرکت فعال آن موجود را نشان می‌دهد. بر اساس این اطلاعات درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. ($kg = 10^3 g$ ، $\mu m = 10^{-6} m$)

	L	v	ρ	η
موجود A	$10\ m$	$10\ m\,.\,s^{-1}$	$1000\ kg\,.\,m^{-3}$	$0.001\ kg\,.\,m^{-1}s^{-1}$
موجود B	$1\ \mu m$	$1\ \mu m\,.\,s^{-1}$		

الف) عدد رینولدز برای حرکت موجود A، 10^{12} برابر موجود B است.

ب) برای طی کردن مسافتی n (هر عددی) برابر طول بدن، مدت زمانی که موجود A باید به صورت فعال شنا کند، بیشتر از موجود B است.

ج) مسافتی که موجود پس از پایان دادن به حرکت فعال خود تا توقف کامل طی می‌کند، نسبت به طول بدن، برای موجود A بیشتر از موجود B است.

د) حرکت موجود A نسبت به حرکت موجود B، توربولانس (جریان آشفته سیال) بیشتری در محیط ایجاد می‌کند.

ه) در صورت انتقال موجود A به سیالی که چگالی و ویسکوزیته‌ای 10^5 برابر چگالی و ویسکوزیته آب داشته باشد، انرژی مورد نیاز برای حرکت کاهش خواهد یافت.