

باسمه تعالی

سوالات آزمون جامع (بخش دوم) دوره تابستانه بیست و یکمین المپیاد زیست شناسی ایران

زمان آزمون: ۲۴۰ دقیقه مجموع نمره: ۱۱۳ نمره شماره آزمون: ۱۷

تاریخ آزمون: ۲۵ شهریورماه ۱۳۹۷ ساعت شروع آزمون: ۱۵:۰۰

درصد: مجموعاً ۷,۵ درصد نمره نهایی به همراه بخش اول

استفاده از ماشین حساب مجاز می باشد تعداد سوالات: ۲۶

۱- درست، نادرست یا غیر قابل تعیین بودن گزاره های زیر را مشخص کنید.

الف) ج غلط

ب) ه درست

ج) الف و ب درست

د) د غلط

ه) ب درست

راهنمایی: $(x^a)' = ax^{a-1}$ مشتق

۲) برای گروه بندی دانش آموزان در دوره‌ی تابستانی از اعداد رندوم استفاده شد. بدین صورت که با استفاده از کامپیوتر، هر بار یک عدد بین ۱ تا ۴۱ انتخاب شد. پس از انتخاب پنج عدد دانش آموزان متناظر با آن اعداد در لیست کلاس در یک گروه قرار گرفتند. پس از تعیین ۷ گروه، ۶ فرد باقیمانده نیز همگر

تعداد دانش آموز	کلاس
۶	۱
۵	۲
۳	۳
۲	۴
۲	۵
۲	۶
۲	۷
۲	۸
۲	۹
۲	۱۰
۲	۱۱
۱	۱۲
۱	۱۳
۱	۱۴
۱	۱۵
۱	۱۶
۱	۱۷
۱	۱۸
۱	۱۹
۱	۲۰
۱	۲۱
۱	۲۲

وہ شدند. در بین ۴۱ نفر دانش آموز، ۹ نفر دختر و ۳۲ نفر پسر هستند. در جدول زیر میبینید که چند نفر در این دوره از قبل همکلاس بوده اند.

الف) احتمال اینکه ۴ دختر و ۱ پسر در یک گروه باشند چقدر است؟

ب) احتمال اینکه در بیش از ۳ گروه حداقل ۳ همکلاسی (از قبل) با هم بیفتند چقدر است؟

۳) اغلب ماهیان حالت شناوری خود را از طریق کیسه های هوایی که بادکنک شنا (Swim Bladder) نامیده میشود، کنترل میکنند. انتقال گازها از خون به بادکنک شنا، شناوری را افزایش داده و باعث بالا رفتن جانور میشود؛ در مقابل بازگشت گازها به خون باعث میشود تا جانور به سمت پایین حرکت کند. در گونه ی خاصی از ماهی ها به نام *E. thymium* نحوه تنظیم حجم این بادکنک شنا به شکل دیگری است و فشار کلی و تعداد مول گازی درون بادکنک شنا در طول حیات ماهی ثابت است، در مقابل تغییرات دمای مخلوط گاز درون این بادکنک شنا (در اثر تغییر دمای بدن ماهی) باعث تغییر ارتفاع عمودی ماهی میگردد.

این ماهی صرفاً در حالتی شروع به حرکت رو به بالا میکند که بادکنک شنای آن بیشترین حجم را داشته باشد، علاوه بر این، حجم اولیه (در حالت بدون تحرک ماهی) مثانه ی شنا ۱۲۰ سانتی متر مکعب میباشد. همچنین دمای بدن این ماهی در حالت بدون تحرک ۲۷ درجه سانتی گراد میباشد و در اثر فعالیت ماهیچه ها گرما تولید شده و به سرتاسر بدن ماهی منتقل میشود (ساختار ماهیچه ها به نحوی است که ضریب رسانندگی گرمایی تمامی بخش ها به قدری بالاست که به محض تولید گرما در یک نقطه، این گرما در کل بدن ماهی منتشر میشود). اگر جرم ماهی ۴ کیلوگرم بوده و ظرفیت گرمایی ویژه میانگین کل بدن این ماهی برابر $10 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$ باشد بر اساس آنچه گفته شده و داده های دو جدول زیر، این ماهی کدام یک از منابع غذایی مشخص شده در جدول دوم را باید به طور کامل مصرف کند تا بتواند حرکت عمودی رو به بالای خود را آغاز کند؟ (فرض کنید ۲۰ درصد از گرمای تولید شده توسط ماهیچه ها اتلاف میشود، همچنین به ازای سوختن هر مول گلوکز، ۵ ژول گرما تولید میشود. از کلیه ی عوامل جانبی که موردی درباره آنها در این مسئله مطرح نشده است صرف نظر کنید. علاوه بر این، فرض کنید این گونه از ماهی میتواند حداکثر تا دمای ۵۰ درجه سلسیوس دمای داخلی را بدون مشکل تحمل کند، عدد پی را برابر ۳ فرض کنید).

شکل زیر حاصل تهیه ی Cross-section، از مئانه ی شنای کاملاً حجیم شده از یک ماهی بالغ E.thmdium است، مقادیر عددی h و d در جدول مشخص شده اند.

راهنمایی: گازهای ایده آل در حالت تعادل داخلی از معادله گاز ایده آل پیروی می کنند که در آن P فشار داخلی مجموعه (بر حسب پاسکال) ، V حجم مجموعه، n تعداد مول های ذرات مجموعه، R ثابت جهانی گازها و T دمای مجموعه با یکای کلوین است. در مسئله ما تمامی مخلوط گاز ها ایده آل فرض شوند.

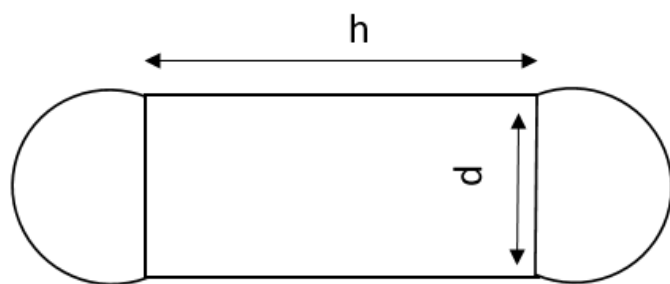
$$P.V = n.R.T$$

مقدار انرژی گرمایی که برای ایجاد اختلاف دمایی مشخص در جرمی با ظرفیت گرمایی ویژه ثابت و مشخص مصرف میشود مطابق رابطه ی زیر میباشد. (Q انرژی گرمایی بر حسب ژول، m جرم بر حسب کیلوگرم، C ظرفیت گرمایی ویژه بر حسب $\frac{J}{kg.^{\circ}C}$ و $\Delta\theta$ تغییر دما میباشد)

$$Q = m.c.\Delta\theta$$

برای تبدیل واحد دما از سلسیوس به کلوین و بالعکس از رابطه ی زیر استفاده کنید. (T دما بر حسب کلوین و θ دما بر حسب درجه سلسیوس)

$$T = \theta + 273$$



متغیر	مقدار عددی	واحد
فشار	۶۰	mmHg
ثابت گاز ها	۸,۳۱۴	J/(k.mol)
h	۸	cm
d	۴	cm

ماده غذایی	ارزش غذایی*	بازده سوزاندن	ماده غذایی	ارزش غذایی	بازده سوزاندن
ماهی J.mmdium	۲۰۰	۶۰٪	جلبک P.erfium	۲۵۰	۸۰٪
غذای ماهی کارخانه ای	۲۰۰	۷۵٪	D. elosiraceae	۴۰۰	۲۵٪
Crayfish	۱۰۰	۸۰٪	مکمل غذایی Oly	۵۰۰	۸۰٪

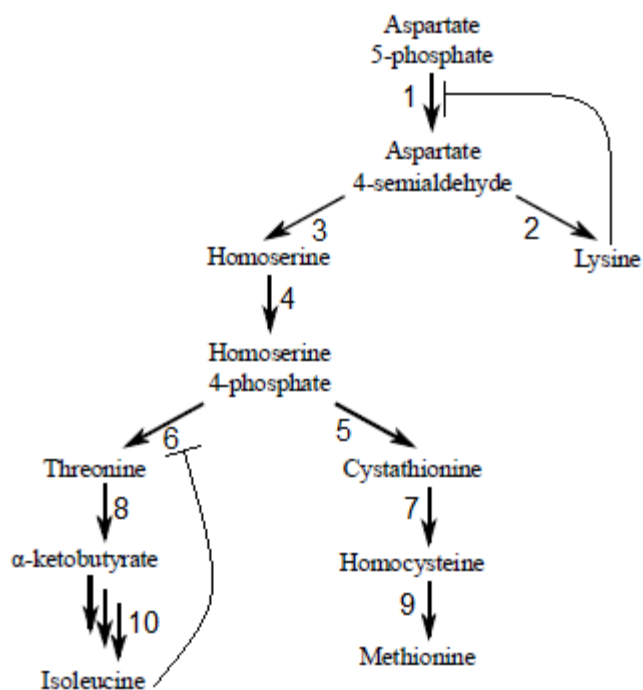
ارزش غذایی* به معنای انرژی خام منبع غذایی قبل از مصرف به ازای مول گلوکز است.

۴) دو گونه مورچه *A.prfium* و *A.tmdium* در یک منطقه کوچک کلنی تشکیل داده اند. این منطقه دارای ۱۰ منبع غذایی بکر میباشد که هر یک از این منابع غذایی فقط توسط یکی از این گونه ها میتواند مورد استفاده قرار گیرد. هر کدام از این گونه ها دارای تعداد محدودی عضو مهاجم هستند که نقش تصرف این منابع غذایی را ایفا میکنند، علاوه بر این نحوه تصرف منابع غذایی به این صورت میباشد که هر یک از گونه ها تعدادی از اعضای مهاجم خود را به تک تک این مناطق ارسال میکنند و هر گونه ای که تعداد عضو بیشتری در آن منطقه داشته باشد، آن منطقه را تصاحب میکند (اگر تعداد اعضای مهاجم گونه ها با یکدیگر برابر باشند، منبع غذایی دست نخورده باقی میماند)، همچنین گونه *A.tmdium* دارای تعدادی عضو به عنوان "اعضای اطلاعاتی" میباشد که میتوانند تعداد اعضای مهاجم گونه ی *A.prfium* که در حال هزیمت به سمت هر یک منابع غذایی هستند را اطلاع دهند. هر دو گونه از اصل «بهینه رفتار تغذیه ای» تبعیت میکنند به بیان دیگر هر دو گونه سعی در تصرف بیشترین تعداد منابع غذایی دارند.

الف) اگر *A.prfium* ، ۱۰۰ عضو مهاجم و *A.tmdium* ، ۴۵ عضو مهاجم داشته باشد، *A.prfium* حداکثر چند منبع غذایی را میتواند تصرف کند؟

ب) اگر *A.tmdium* ، ۴۵ نیروی مهاجم در اختیار داشته باشد، *A.prfium* حداقل چند نیرو باید داشته باشد تا مطمئن باشد نصف جزایر را اشغال میکند؟

۵) ۵ سویه مخمر در محیط کشت های A – E رشد داده ایم با توجه به مسیر متابولیسم فرضی آمینواسیدها، جدول زیر را برای رشد سویه های مخمر پر کنید. (محیط کشت حداقل از اجزای مسیر تنها دارای (Aspartate 5-phosphate) می باشد. فیدبک های منفی به طور جزئی جریان را محدود می کنند).



A	محیط کشت حداقل	B	محیط کشت حداقل + لیزین	C	محیط کشت حداقل + ترئونین	D	محیط کشت حداقل + ایزولوسین	E	محیط کشت حداقل + متیونین
---	----------------	---	------------------------	---	--------------------------	---	----------------------------	---	--------------------------

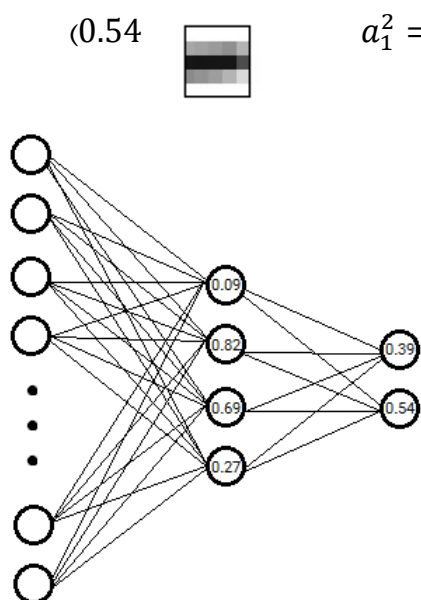
۶) ضریب جذب عناصر X و Y با توجه به pH برای گیاه مورد بررسی به ترتیب طبق توابع آ و ب تغییر میکنند. مقدار مورد نیاز برای عنصر X و Y به ترتیب، ۵ و ۶ است. با فرض اینکه تاثیر منفی روی گیاه با فاصله از سطح مورد نیاز برای عنصر X برابر Y عنصر باشد و جذب یک عنصر بیش از حد مورد نیاز مزیت خاصی نداشته باشد ؛ بهترین pH برای رشد گیاه را پیدا کنید. (تا سه رقم اعشار)

آ: $a(x) = -x^2 + 16x - 14$

ب: $b(x) = 3x^2 - 12x + 18$

۷) یک شبکه عصبی مصنوعی ساده را فرض کنید که می‌تواند با دریافت کردن یک تصویر 5×5 پیکسل، تشخیص دهد که آیا تصویر مورد نظر یک خط است یا یک نقطه. ۲۵ نورون لایه ورودی با ۴ نورون مخفی سیناپس می‌دهند و ۴ نورون مخفی با ۲ نورون خروجی سیناپس می‌دهند. میزان فعالیت نورون خروجی ۱ متناسب با احتمال نقطه بودن و میزان فعالیت نورون خروجی ۲ متناسب با احتمال خط بودن تصویر است.

در شکل زیر یک تصویر ورودی (خط) و مقدار فعالیت نورون‌های مخفی و خروجی نشان داده شده‌اند.



$$a_1^2 = 0.09, a_2^2 = 0.82, a_3^2 = 0.69, a_4^2 = 0.27, a_1^3 = 0.39, a_2^3 = 0.54$$

این شبکه از تابع فعالیت سیگموئید $\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ استفاده می‌کند.

با توجه به این تصویر ورودی، مشخص کنید کدام عبارات زیر درست و کدام نادرست‌اند.

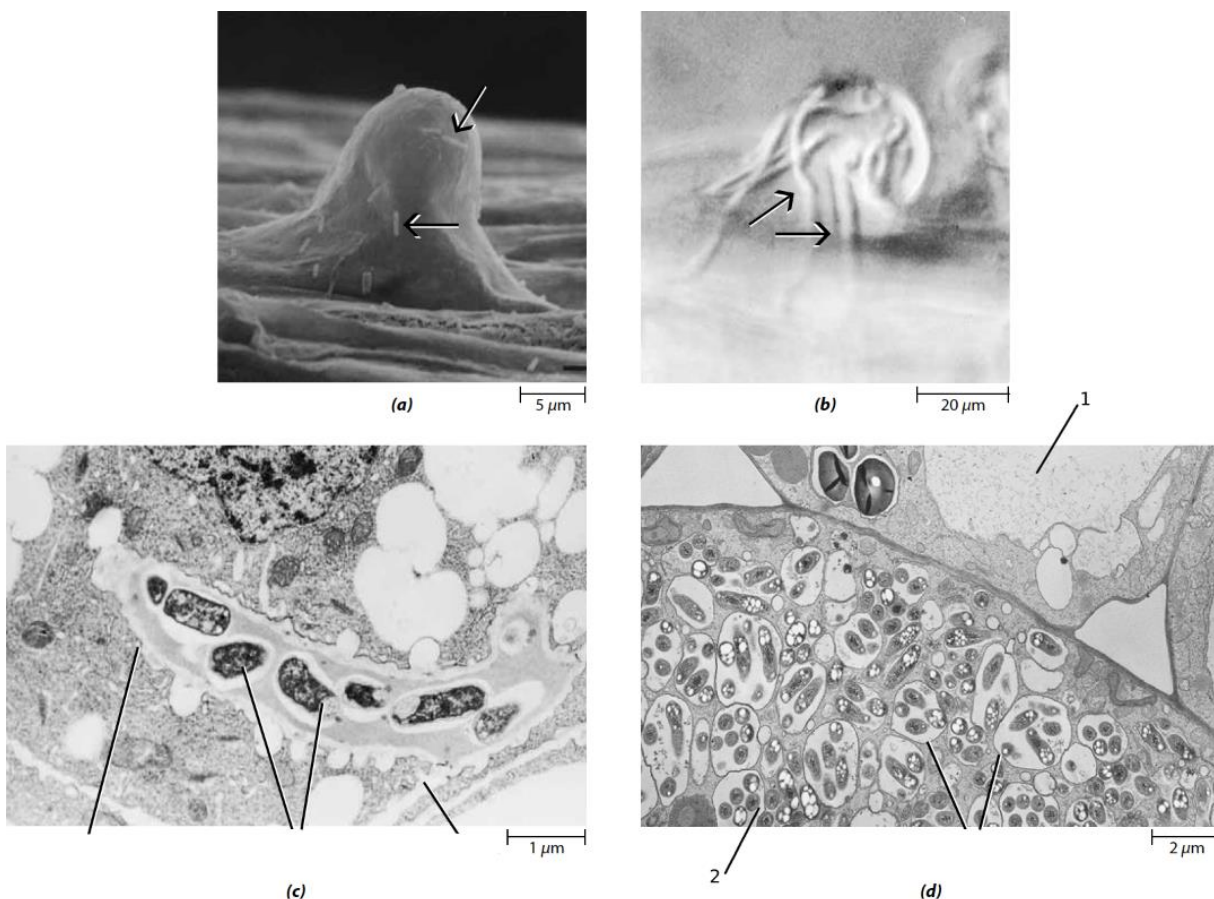
آ. این شبکه به خوبی مرحله یادگیری را پشت‌سر گذاشته است.

ب. مجموعه وزن‌های $\{w_{11}^3 = -0.47, w_{12}^3 = -0.02, w_{13}^3 = -1.81, w_{14}^3 = 3.06, w_{21}^3 = 2.07, w_{22}^3 = -0.51, w_{23}^3 = 0.34, w_{24}^3 = 0.66\}$ می‌تواند این نتایج را توجیه کند.

پ. با افزایش w_{22}^3 (وزن سیناپس بین نورون دوم لایه دوم و نورون دوم لایه سوم) نتیجه این شبکه بهتر خواهد شد.

ت. با افزایش w_{11}^3 (وزن سیناپس بین نورون اول لایه دوم و نورون اول لایه سوم) نتیجه این شبکه بهتر خواهد شد.

۸. تثبیت نیتروژن، مهم‌ترین عامل تجدید نیتروژن در چرخه این عنصر است. باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن را می‌توان به انواع دارای زندگی آزاد و زندگی هم‌زیستی با گیاهان آوندی خاص تقسیم‌بندی کرد. گروه دوم مقادیر به مراتب بالایی از نیتروژن را تثبیت می‌کنند. از معمول‌ترین روابط بین باکتری و گیاهان، رابطه بین ریزوبیوم‌ها و بقولات است. در زیر تصاویر مربوط به وقایع رخ داده شده در آلودگی سویا توسط *Bradyrhizobium japonicum* نشان داده شده‌است.



مشخص کنید کدام عبارات زیر درست و کدام نادرست‌اند.

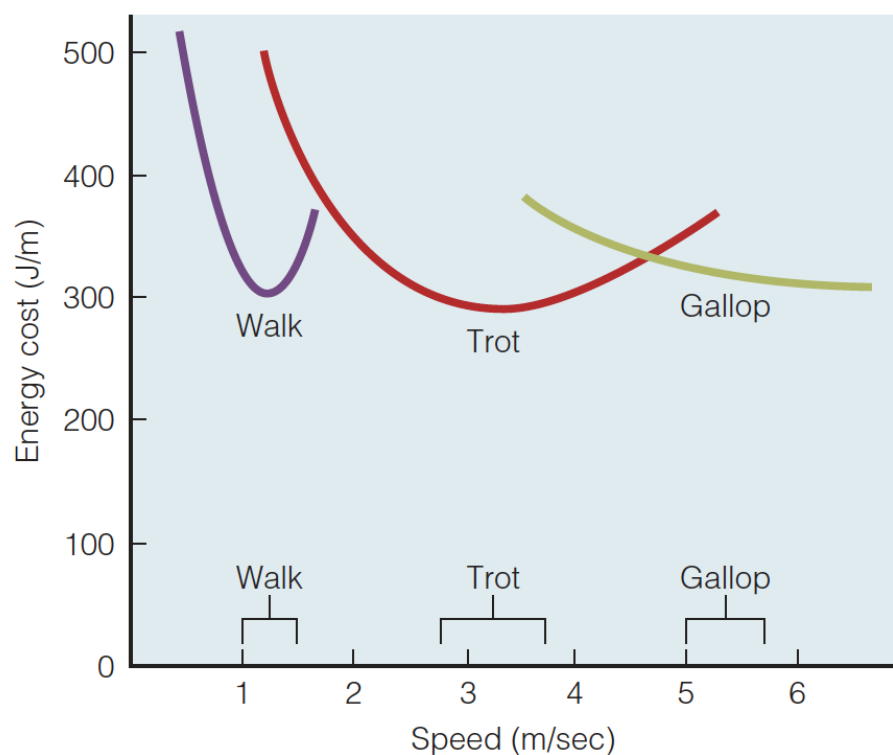
آ. تمام تصاویر با میکروسکوپ الکترونی تهیه شده‌اند.

ب. ساختار تشکیل شده در تصویر (c) حاصل برهم‌کنش مواد ترشح شده از ریشه گیاه و باکتری‌هاست.

پ. در تصویر (d) سلول‌های ۱ و ۲ به ترتیب آلوده شده و آلوده نشده‌اند.

ت. در تصویر (d) غلظت مولکول لگ‌هموگلوبین احتمالاً به مراتب در سیتوزول سلول ۱ بیشتر از سیتوزول سلول ۲ است.

۹. در مطالعه مشهوری که در آزمایشگاه دیک تیلور صورت گرفت، با استفاده از پونی‌ها (اسب‌های کوچک و کوتاه) نشان داده شد که چگونه جانوران می‌توانند برای اصلاح برهم‌کنش میان سرعت و متابولیسم انرژی، طرز گام برداشتن خود را تغییر دهند. پونی‌ها با سرعت کم راه می‌روند، با سرعت متوسط یورتمه می‌روند و با سرعت زیاد چهارنعل می‌دوند. نتایج اندازه‌گیری‌های گروه محققان در تصویر نشان داده شده است. محور عمودی، هزینه انرژی بر حسب ژول/متر و محور افقی، سرعت بر حسب متر/ثانیه است.



مشخص کنید کدام عبارات زیر درست و کدام نادرست‌اند.

آ. سرعت ترجیحی پونی‌ها برای راه‌رفتن ۱ تا ۱,۵ متر بر ثانیه است.

ب. پونی‌ها هنگام یورتمه‌رفتن انرژی خود را سریع‌تر مصرف می‌کنند.

پ. در هر سه حالت حرکت کردن، اگر پونی‌ها با سرعت ترجیحی خود حرکت کنند، ۳۰۰ ژول بر متر انرژی مصرف می‌کنند.

ت. احتمالاً الگوی حرکت پا به هنگام چهارنعل رفتن به گونه‌ای است که از انرژی ذخیره الاستیک بهتر استفاده شود.

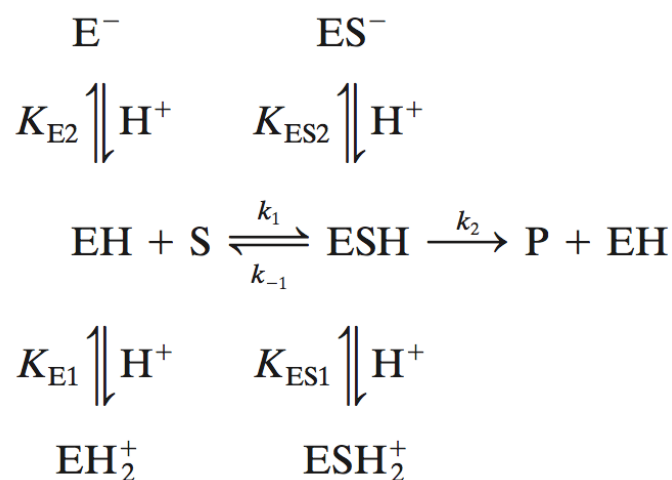
باتوجه به متن زیر به سوالات ۱۰ – ۱۲ پاسخ دهید.

Barbica maltus یکی از گونه‌های جدیدی است که در جنگل‌های Santa Elena کشف شده . این موجودات همچون انسان‌ها دارای رخوت روزانه هستند به طوری که در شب‌ها فعال و روزها دچار رخوت می‌شوند. یکی از سیستم‌هایی که به تازگی شناخته شده و در رخوت نقش دارد سیستم STFase است. STFase آنزیمی است که در خون وجود دارد و STF را تجزیه می‌کند و توسط pH و مهارکننده AMGHZ کنترل می‌شود. غلظت مهارکننده AMGHZ از تابع زیر تبعیت می‌کند:

$$(1) X \div + (2^2 36) x \div y = - (3)$$

که در روزها به حداکثر مقدار خود می‌رسد. pH خون در شب به علت نرخ تنفسی بالاتر ، کمی بیشتر از روز است و تابع فشار CO₂ می‌باشد. در شب فشار CO₂ در خون شش کیلوپاسکال و در روز ۷,۲۲ کیلوپاسکال است. غلظت HCO₃⁻ همواره ثابت و برابر ۲۴ میلی‌مولار می‌باشد. (در محاسبات pH واحد غلظت میلی‌مولار و واحد فشار کیلوپاسکال می‌باشد). pKa کربن دی اکسید ۶,۱ و ثابت حلالیت آن در خون جاندار ۰,۲۳ است.

۱۰) pH یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر روی سرعت اولیه واکنش‌های آنزیمی است . STFase یکی از آنزیم‌هایی است که فقط زمانی که Lys جایگاه فعال آن پروتونه باشد فعال است یعنی فقط در حالت EH و ESH فعالیت کاتالیکی دارد. حال با توجه به توضیحات معادله میکایلیس-منتن این آنزیم را بنویسید.



$$\begin{array}{lll}
 f_1 = \frac{[\text{H}^+]}{K_{\text{E1}}} + 1 + \frac{K_{\text{E2}}}{[\text{H}^+]} & K_{\text{E2}} = \frac{[\text{H}^+][\text{E}^-]}{[\text{EH}]} & K_{\text{ES2}} = \frac{[\text{H}^+][\text{ES}^-]}{[\text{ESH}]} \\
 f_2 = \frac{[\text{H}^+]}{K_{\text{ES1}}} + 1 + \frac{K_{\text{ES2}}}{[\text{H}^+]} & K_{\text{E1}} = \frac{[\text{H}^+][\text{EH}]}{[\text{EH}_2^+]} & K_{\text{ES1}} = \frac{[\text{H}^+][\text{ESH}]}{[\text{ESH}_2^+]}
 \end{array}$$

(۱۱) دانشمندان شرایط فعالیت طبیعی آنزیم STase در جانور را در طول شب در آزمایشگاه شبیه سازی کردند. در طول شب غلظت مهارکننده صفر است) با توجه به داده های بدست آمده در آزمایش V'_{\max} (max تغییر یافته به علت اثر pH) و k'_m (m تغییر یافته به علت اثر pH) و f_1 و f_2 را بدست آورید.

$$K_{E1} = 5.43 \times 10^{-8}$$

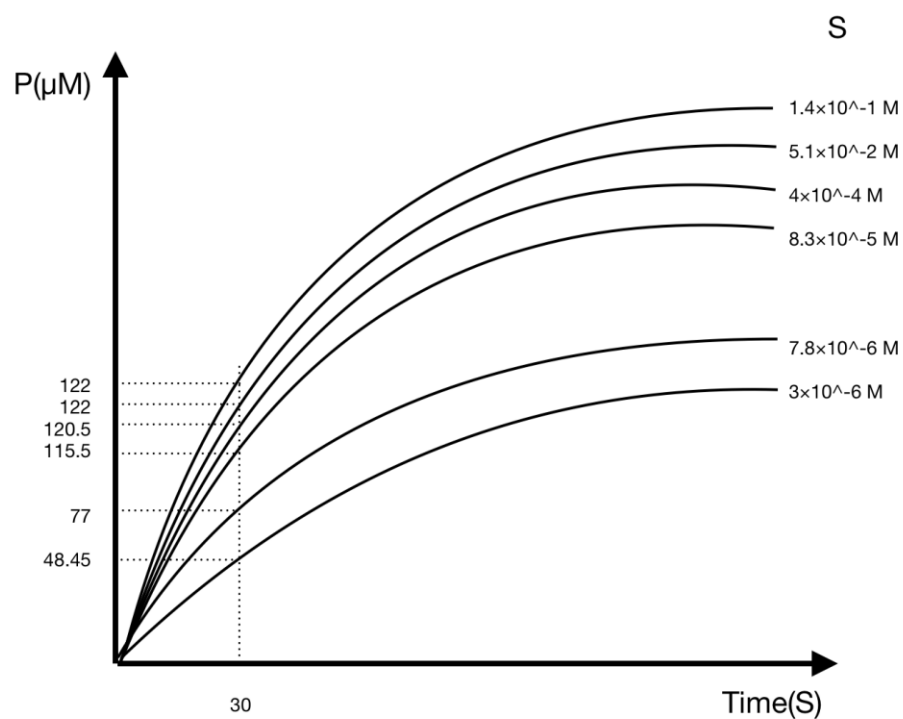
$$K_{E2} = 3.23 \times 10^{-8}$$

$$K_{ES1} = 5.52 \times 10^{-8}$$

$$K_{ES2} = 3.18 \times 10^{-8}$$

S(M)	V ₀ ((μM)/min)
3×10^{-6}	23
7.8×10^{-6}	90
2.1×10^{-5}	170
8.3×10^{-5}	230
4×10^{-4}	279
3.2×10^{-3}	286
5.1×10^{-2}	292
1.4×10^{-1}	298

(۱۲) در آزمایشی جداگانه شرایط فعالیت طبیعی آنزیم STase در جانور را در طول روز بررسی شد و نتایج زیر بدست آمد. غلظت مهارکننده در حداکثر مقدار خود قرار دارد. با توجه به نتایج بدست آمده نوع مهار را مشخص کرده و V'_{max} و k'_m و α و α' ثابت های تعادل مهارکننده را حساب کنید.

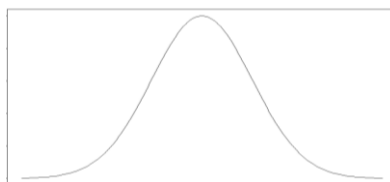


۱۳) نرخ بسیاری از واکنش‌های شیمیایی در گیاهان و جانوران وابسته به دمای محیط تغییر میکند. Q10 فاکتوری برای نشان دادن میزان این تغییرات حین تغییر دما است. مقدار Q10 در یک دمای خاص بیانگر این است که اگر دما ۱۰ درجه افزایش پیدا کند و افزایش نرخ واکنش به صورت یکنواخت صورت گیرد سرعت واکنش چند برابر خواهد شد. جدول زیر حاوی نرخ یک واکنش در دماهای مختلف است. داده‌های این جدول میتواند به کدام نمودارهای تقریبی Q10 برحسب دما تعلق داشته باشد؟ (محور افقی دما و محور عمودی Q10) (فرض نابرابر بودن Scale)

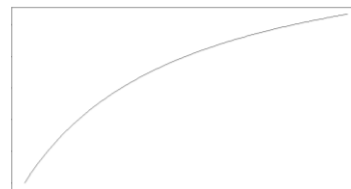
دما	نرخ واکنش
۱۰	۳.۵
۱۴	4.2
۱۸	5.3
۲۲	6.5

$$Q_{10} = \left(\frac{k_2}{k_1} \right)^{\frac{10}{t_2 - t_1}}$$

where t_2 is the higher temperature ($^{\circ}\text{C}$), t_1 is the lower temperature, k_2 is the reaction (or process) rate at t_2 , and k_1 is the reaction (or process) rate at t_1 . (If $t_2 - t_1 = 10$, as here, the math is simplified.)



-II



-I



-IV



-III



-V

۱۴- در بررسی ای که روی یوزپلنگ های ایرانی در منطقه حفاظت شده پرور انجام شد، یک لوکوس در ۲۰ قلاده از یوز پلنگ ها بررسی شد. در این لوکوس ۲ آلل Aa مشاهده شد و فراوانی ژنوتیپ ها به صورت زیر بود. کدام گذاره ها می توانند فراوانی ژنوتیپ ها را با توجه به فراوانی آلل ها توجیه کند ؟

$$F(AA)=0.40$$

$$F(Aa)=0.40$$

$$F(aa)= 0.20$$

I) کم بودن تعداد نمونه های بررسی شده.

II) آمیزش ناهمسان پسندانه.

III) نمونه های بررسی شده مربوط به بیش از یک جمعیت هستند.

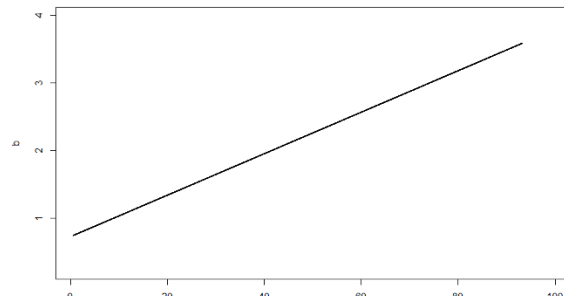
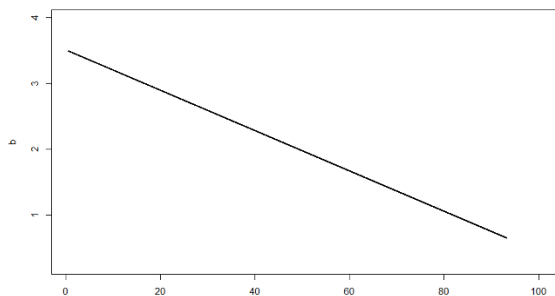
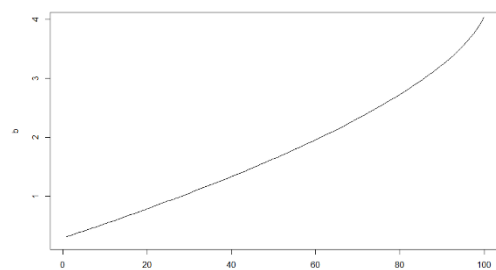
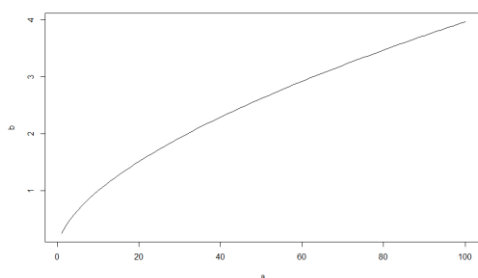
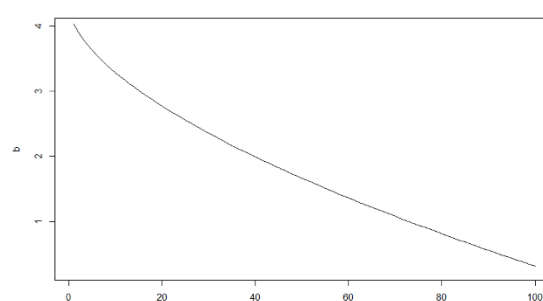
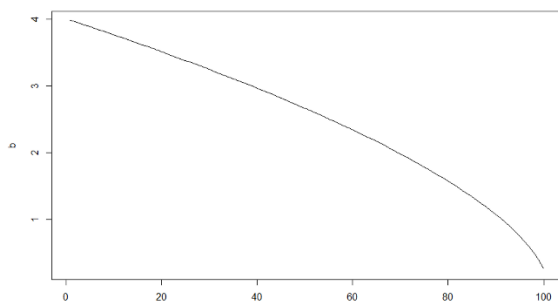
IV) عمل کردن انتخاب طبیعی روی این لوکوس.

V) اندازه کوچک جمعیت یوزها.

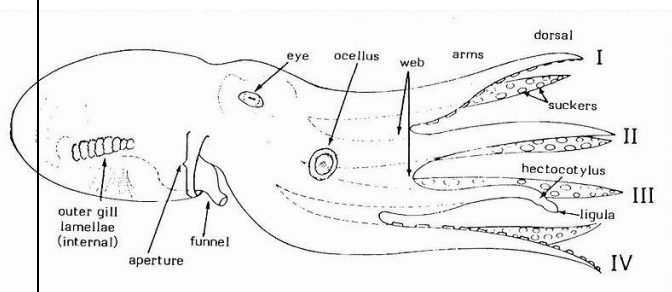
۱۵) بسیاری از عناصر در آب دریا در غلظت های بسیار اندکی موجود هستند به طوری که توسط روش های دستگاهی قابل شناسایی نیستند. برخی موجودات مانند دوکفه ای ها که بوسیله فیلتر کردن آب تغذیه می کنند، برخی از این عناصر را در بدن خود انباشته می کنند. این کار باعث تغلیظ این عناصر در بدن آنها در حدی که قابل اندازه گیری باشد شده است. در گونه ای از این صدف که در دریای خزر زیست می کند، میزان فیلتر کردن آب و وزن صدف از رابطه زیر پیروی می کند. صدف ۲۰٪ از محتوای عنصر X در آب ورودی را در خود ذخیره کند و این مقدار برای همیشه در بدن او می ماند. دوکفه ای در سال اول از زندگی هرروز ۲۰۰ میلی لیتر آب را فیلتر میکند و هر سال ۳۰٪ بر این مقدار می افزاید (فرض کنید این افزایش به صورت گسسته صورت میگیرد و در طول یک سال نرخ فیلتراسیون ثابت است). همچنین وزن دوکفه ای نیز در پایان سال اول ۵۰ گرم می باشد و هر سال ۲۵٪ درصد به آن می افزاید (باز هم به صورت گسسته). صدفی با سن ۵ سال تمام پیدا کرده ایم که حاوی 1ppm بوده است. با فرض اینکه غلظت عنصر در آب در طول زندگی صدف ثابت بوده، غلظت این عنصر در آب دریا به نانو مولار چقدر است؟ (وزن مولی عنصر X نیز ۹۰ می باشد)

۱۶) در سوال قبل فرض کنید صدف دوکفه ای مذکور طبق الگوی زیر رشد میکند. همچنین فرض کنید که دوکفه‌ای عنصر موردنظر را فقط درصد خود ذخیره میکند (یا به نوع دیگر می‌تونه این باشه که غلظت ذخیره‌ای در صدف معادل غلظت عنصر در بدن آن جاندار در اون لحظه باشه). با توجه به نمودار زیر که غلظت عنصر را در قسمت های مختلف صدف بر حسب سن آن ناحیه نشان می‌دهد، کدامیک از گزاره های زیر درست است. ($c=0.25$)

نرخ رشد جرم صدف: $\frac{dB}{dt} = cA^{2/5}$ نرخ رشد بیوماس جاندار: $\frac{dA}{dt} = Ae^{-rA}$ نرخ فیلتراسیون در دوکفه‌ای (لیتر بر روز): $Q = kA$



۱۷) اختاپوس ها در زمره عجیب ترین نرم تنان روی زمین هستند. سیستم عصبی پیچیده آن ها به صورت مستقل از مهره داران تکامل یافته و بینایی بسیار خوبی دارند. فقط قسمتی از این سیستم عصبی در مغز مستقر است و حدود دو سوم نورون های بدن در طناب های عصبی بازو ها یافت میشوند و بسیاری از رفلکس های بدن بدون دخالت مغز را میتوانند کنترل کنند. Ink sac زیر غدد گوارشی مستقر است و جوهر های ذخیره شده خود را از طریق قیف (funnel)



به بیرون ترشح میکند. مواد اصلی جوهر ملانین و موکوس است و در گونه های مختلف باعث دفاع به یکی از این دو شیوه میشود:

- ۱) باعث تضعیف سیستم بویایی شکارچی میشود
- ۲) با تشکیل pseudomorph جانور باعث خطای شکارچی میشود

الف. انقباض ماهیچه های اطراف ink sac صرفا تحت کنترل مغز است

ب. گونه هایی که pseudomorph تشکیل میدهند الزاما موکوس جوهر ترشحیشان از حد معمول بیشتر است.

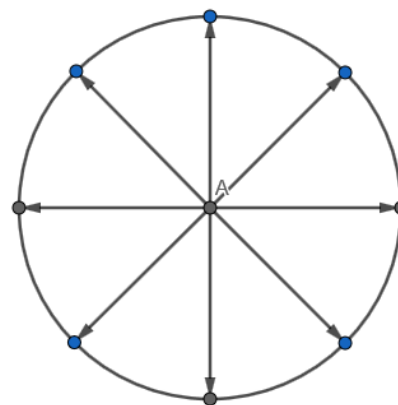
ج. کوسه ها جزو شکارچیان اصلی اختاپوس ها به شمار نمیروند

د. نحوه عمل مایچه های اختاپوس شبیه زبان انسان است

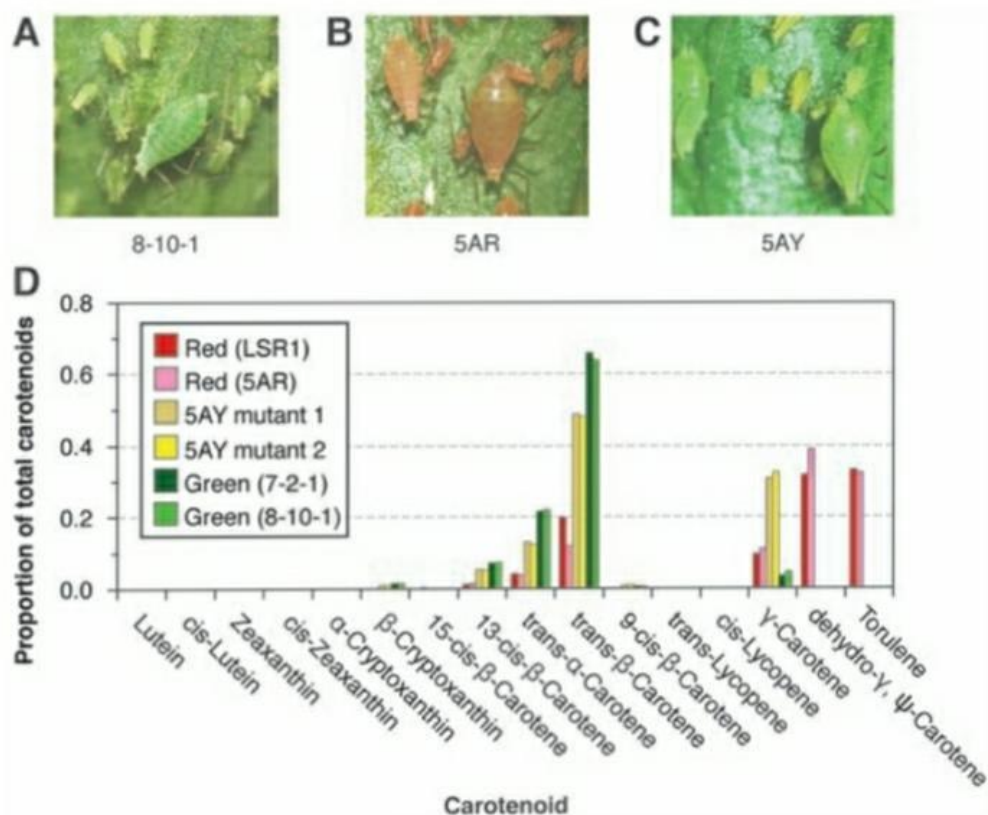
۱۸) اگر سیستم عصبی اختاپوس به شکل روبرو باشد، در صورت تحریک یک بازو و انتقال پیام به مغز چند حالت برای مغز وجود

دارد که پاسخ حرکتی مناسب را به تمام بازو ها انتقال بدهد؟ (فرض کنید بازو ها نورون حرکتی به سمت دیگر بازو ها ندارند و مغز

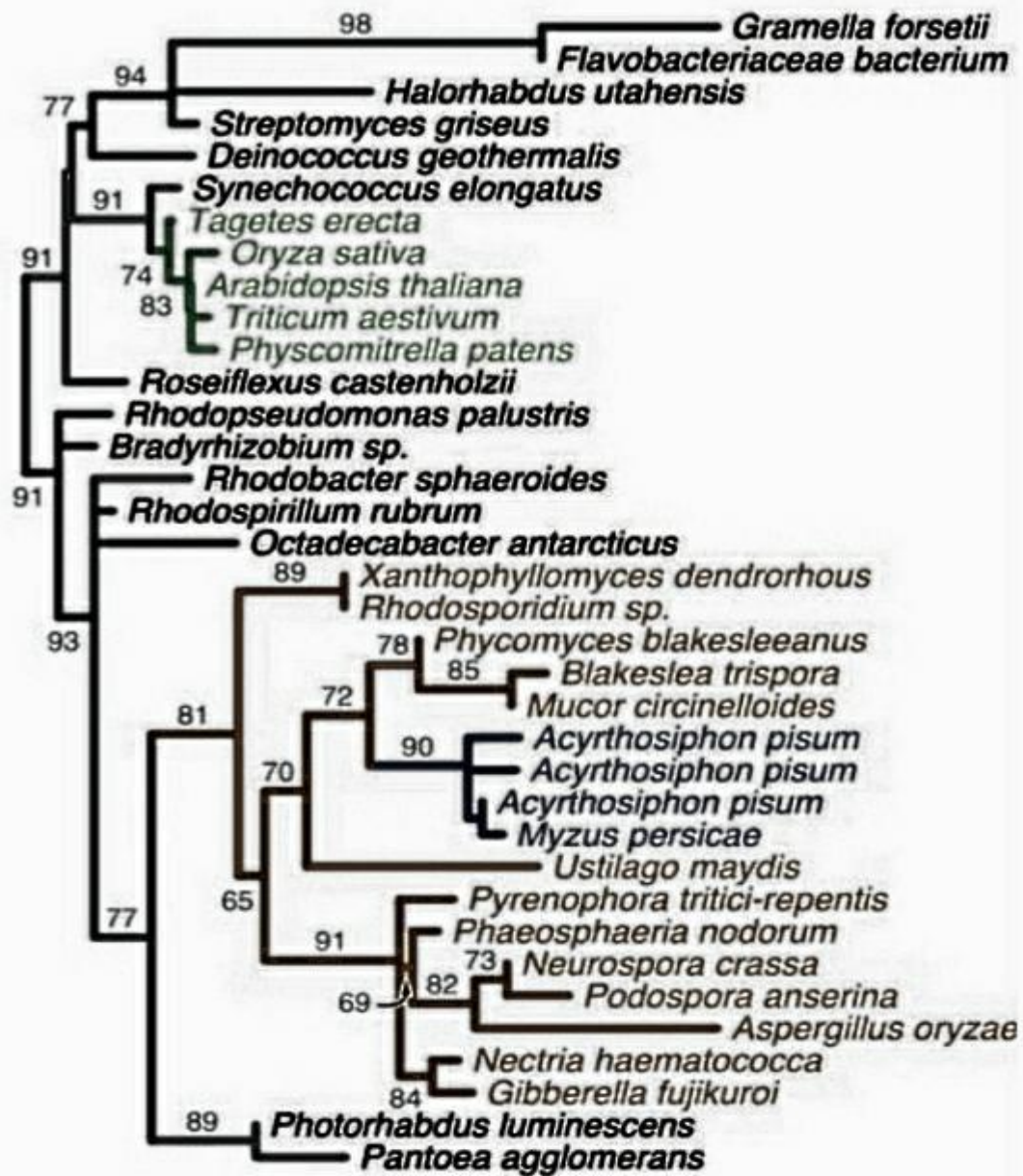
همزمان دو بازو را تحریک میکند)



19) Carotenoids are colored compounds produced by plants, fungi, and microorganisms. Variants of these colored compounds are synthesized with the same small set of homologous enzymes, of which copies are distributed in many species of Bacteria, Archaea, Fungi, and plants. But animals obtain these compounds from food, and so far, no animal has been reported to make its own carotenoids. Here we report the presence and expression of carotenoid biosynthetic genes in aphids, Pea aphids (*Acyrtosiphon pisum*) display a red- green color polymorphism, which influences their susceptibility to natural enemies. Identify if each statement is correct.



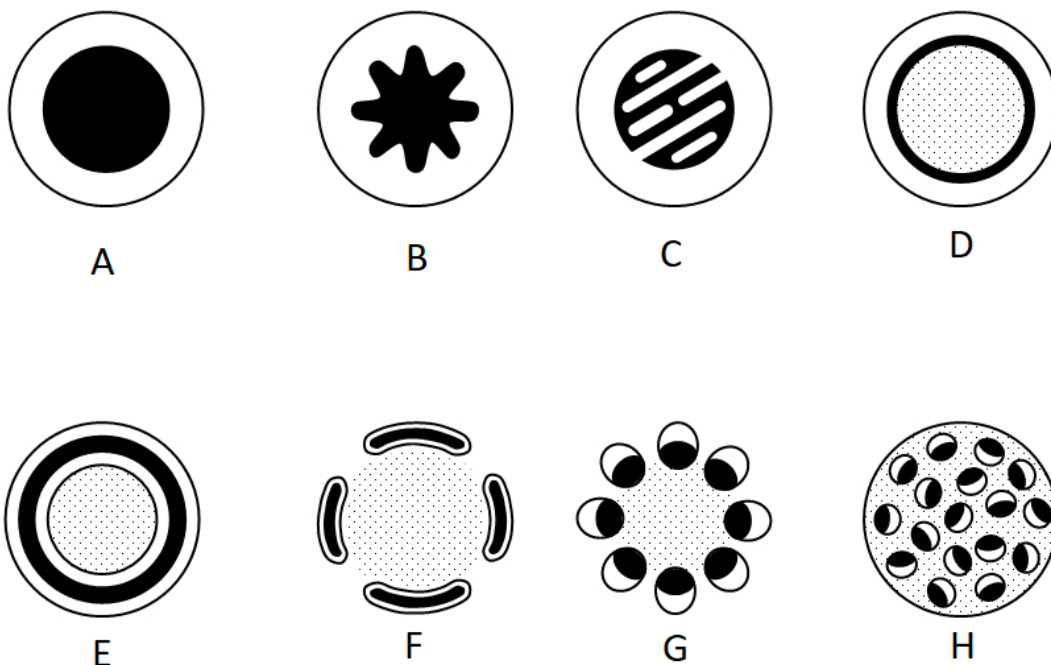
Coloration and carotenoids in the pea aphid. Typical green (A) and red (B) aphid clones, (C) 5AY, a green mutant clone arising from the red clone 5A. (D) Profiles of carotenoids in red (5A, LSR1), mutant red→green (5AY, two samples), and green (8-10-1, 7-2-1) pea aphid clones.



Phylogenetic relations of inferred carotenoid biosynthetic enzymes from the pea aphid genome. (Carotenoid cyclase–carotenoid synthases)

- I- Animals require carotenoids for several functions, such as ornamentation, antioxidants, immune system modulators and precursors for visual pigments .
- II- Green forms of aphids contain a-, b-, and γ -caroten , whereas red (or brownish) forms of the same species also contain lycopene or torulene (red compounds).
- III- The color polymorphism appears to be maintained by frequency-dependent selection imposed by natural enemies that search for prey using different visual cues.
- IV- evidence supports the transfer of carotenoid biosynthetic genes through horizontal gene transfer from a symbiont bacteria to an aphid ancestor as a single event, followed by duplication within the aphid genome.
- V- The carotenoid synthase ancestral gene donor was probably a species of Ascomycete fungi .

۲۰) استل به نحوه چیدمان آوند ها درون ساقه گویند ، در شکل زیر شما انواع مختلف استل را میتوانید مشاهده کنید، با



توجه به دانش خود و تصویر زیر ، صحیح یا غلط بودن گزاره های زیر را تعیین کنید:

الف) شکل H ، پلی سایکلیک یواستل را نشان میدهد.

ب) حالت G در دولپه‌ای‌های حقیقی دیده میشود و در درخت تکاملی پیش از حالت H ایجاد شده است.

ج) شکل E همانند حالت عمومی استل ساقه درون Maratiopsida است.

د) سلول راسی درون گیاهانی با استل مانند شکل E دیده میشود.

ه) شکل های A,B و C به طور کلی پروتواستل نام دارند.

۲۱- در سیستم های مختلف تولید مثلی، رقابت اسپرمی به میزان مختلفی وجود دارد و این رقابت میتواند باعث اختلاف اندازه بیضه در جانداران مختلف شود. ب عنوان مثال با بررسی میان اندازه بیضه میانگین گونه ای گوریل ، نوعی میمون و یک گونه گیبون ، جدول زیر بدست آمد، با توجه به آن به صحیح یا غلط بودن گزاره های زیر پاسخ دهید:

	گیبون	میمون	گوریل
بیضه طول (CM)	0.5	3.2	12.7
وزن بدن (KG)	7	34	165

الف) اگر فرض کنیم گیبون سیستم تولید مثلی تک همسری داشته باشد، گوریل احتمالا سیستم چند همسری دارد.

ب) اگر فرض کنیم گوریل سیستم چند همسری داشته باشد، احتمالا میمون سیستم تک همسری دارد.

ج) با فرض اینکه میمون سیستم تولید مثل چند همسری داشته باشد، گوریل احتمالا هرج و مرج جنسی دارد.

د) اگر بدانیم طول بیضه نئاندرتال ها دوبرابر طول بیضه انسان های امروزی بود، میتوان حدس زد چند همسری در آن جمعیت رواج داشته.

ه) از مقایسه میزان طول بیضه نمیتوان داده ای در مورد نوع سیستم جنسی بدست آورد.

۲۲- با اقتباس از یک داستان واقعی

۲۵ اسفندماه ۱۳۹۶، شب آزمون سنجشی دوره ۸ نفره، آقای م.ق در حال جستجو برای ایده ای برای آزمایشگاه سنجشی فردا بود. او در حال ابداع روشی برای اندازه گیری غلظت مخمر با طیف سنجی نوری بود. برای اینکار محلولی با غلظت مشخص از متیلن بلو ساخت. سپس محلولی دارای مخمر را با آن مخلوط و انکوبه کرد. هسته مخمرها، رنگ را جذب می کند. سپس با استفاده از سانتیفریوژ مخمرها را رسوب داده و غلظت متیلن بلو را در محلول باقی مانده با استفاده از جذب در طول موج مناسب اندازه گیری کرد. او این کار را برای چند محلول با غلظت مخمر استاندارد انجام داد. ولی رابطه جذب محلول باقی مانده با غلظت مخمر، به طور کمی مشخص نبود. سپس آقای ج.م به کمک او آمد. او مدلی برای جذب رنگ توسط مخمر ها پیشمهاد کرد که به شرح زیر است.

$$c = Y * (aX) + (L - Y)X$$

X غلظت رنگ در محیط، Y برابر حجم سیتوپلاسم یا هسته مخمرها. L حجم کل واکنش و a و c ثابت می باشند.

نتایج آزمایش م.ق بر روی نمونه های استاندارد مخمر به شرح زیر است.

غلظت رنگ (mM)	غلظت مخمر (mL)
1.953125	۰,۳
1.893939	۰,۷
1.851852	۱
1.824818	۱,۲

سپس او با استفاده از این مدل تابعی از جذب نسبت به غلظت مخمر را خطی کرد و که می توان با استفاده از آن غلظت مخمرهای نمونه مجهول را تشخیص داد. (L را ۵۰ mL فرض کنید).

الف) a, c را بدست آورید. (با واحد)

ب) در نمونه ای که پس از انجام آزمایش غلظت رنگ مربوط به آن ۱,۸۳۸ شده است محلول، غلظت مخمر چقدر است؟

متن زیر را برای پاسخگویی به سوالات ۲۳ و ۲۴ استفاده کنید.

اسکیزوفرنی یا شیزوفرنی (Schizophrenia) یک اختلال بسیار پیچیده ی روانی است که ۱٪ جمعیت جهان را مبتلا می کند. این بیماری تجمع خانوادگی نشان می دهد، و مطالعات متعددی تاثیر برتر ژنتیک نسبت به محیط را در ابتلا به این بیماری تایید می کنند. در مغز بیماران اسکیزوفرنی، تغییراتی ساختاری در مقایسه با افراد طبیعی دیده می شود، تغییراتی شامل افزایش حجم بطنهای مغز، کاهش حجم کلی مغز به خصوص در ناحیه هیپوکامپ، کاهش ماده ی خاکستری در لوب تمپورال و پری فرونتال، و همچنین افزایش میزان ذخیره و آزادسازی دوپامین به خصوص در ناحیه استراتیوم.

یک موضوع جالب توجه در رابطه با بیماری اسکیزوفرنی این است که در این بیماری برخلاف آلزایمر تعداد نورون ها کاهش پیدا نمی کند، بلکه این سیناپس ها هستند که تعدادشان در ناحیه آکسونی کاهش پیدا می کند، که در نتیجه منجر به کاهش حجم مغز می

شود. این موضوع گواهی بر اهمیت بالای فرایند سیناپتوژنز در ابتلا به اسکیزوفرنی است. مسیرهای متعددی در این بیماری دخالت دارند، مانند مسیرهای نوروترنسمیتری گابارژیک، دوپامینرژیک، گلوتاماترژیک و فاکتورهای رشد.

محققان پروتئینی به نام Akt کشف کرده اند که تمام مسیرهای فوق در انتها به این پروتئین می رسند، و این پروتئین نیز به نوبه خود عملکرد سایر پروتئین ها را فعال یا مهار می کند که در نهایت باعث حفظ و رشد نورون و نیز سیناپتوژنز می شود. از جمله این پروتئین ها پروتئین GSK3 است که بعد از فسفریلاسیون توسط Akt، غیرفعال می شود. پروتئین Tau نیز یک پروتئین سازمان دهنده ی میکروتوبول ها و مسئول سلامت آکسون هاست. (Akt توسط IP₃ کیناز فسفریله و فعال می شود)

۲۳. در مسیر گلوتاماترژیک، گلوتامات به عنوان نوروترنسمیتر عمل می کند که ۳ رسپتور دارد. دو مورد از این رسپتورها در تقویت سیناپسی نقش دارند، شامل NMDA و AMPA. سیناپسی که به مدت طولانی تقویت نشود بی مصرف فرض شده و از بین می رود. بعد از ورود گلوتامین توسط رسپتور NMDA پروتئین Akt فعال می شود. در حالت طبیعی، با ورود گلوتامین به سلول، با یک چرخه فیدبک مثبت، گلوتامین بیشتری شروع به وارد شدن به سلول می کند. GSK3 به طور مستقیم هیچ تاثیری بر NMDA ندارد ولی Tau را فسفریله و غیرفعال می کند. کدام جهش های زیر می توانند موجب بروز اسکیزوفرنی شوند؟

(۱) جهشی که مانع بازجذب گیرنده های AMPA به درون سلول توسط GSK3 می شود.

(۲) جهشی که اتصال پروتئین GSK3 و عملکرد آن روی Tau را تحریک می کند.

(۳) جهشی که باعث افزایش تعداد گیرنده های NMDA در غشای سیناپس می شود.

(۴) جهشی که ریشه Ser-144 (فسفریله شونده) در GSK3 را به Ala-144 تبدیل می کند.

(۵) هیچکدام از جهش های فوق نمی توانند اسکیزوفرنی ایجاد کنند.

۲۴. درستی یا نادرستی گزاره های زیر را مشخص کنید.

(۱) دوپامین فعالیت فسفریلاسیونی GSK3 را مهار می کند.

(۲) دوپامین نیز مانند گلوتامین به اتصال به Akt آن را فعال می کند.

(۳) دوپامین فعالیت فسفریلاسیونی Akt را مهار می کند.

(۴) دوپامین نیز مانند Tau انسجام میکروتوبول ها را باعث می شود.

(۵) دوپامین فسفریلاسیون Tau را مهار می کند.

۲۵- در جدول زیر برخی از مهم ترین صفات دست اندرکاران المپیاد زیست شناسی موجود می باشد. بر اساس این صفات به سوالات زیر پاسخ دهید.

چال گونه (۱۰)	فاویسم (۹)	سعه صدر (۸)	تاسی (۷)	رنگ مو (۶)	WIDOW'S PEAK (۵)	حالت مو (۴)	لاله گوش (۳)	رنگ چشم (۲)	عینک (۱)
دارد	دارد	دارد	ندارد	مشکی	ندارد	صاف	پیوسته	مشکی	ندارد
ندارد	ندارد	دارد	دارد	مشکی	دارد	فر	پیوسته	مشکی	ندارد
ندارد	ندارد	دارد	دارد	مشکی	دارد	صاف	آزاد	مشکی	دارد
دارد	ندارد	ندارد	ندارد	بور	ندارد	صاف	آزاد	رنگی	دارد
ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	مشکی	دارد	صاف	پیوسته	رنگی	ندارد
دارد	دارد	دارد	ندارد	بور	دارد	صاف	آزاد	مشکی	دارد
ندارد	دارد	دارد	دارد	مشکی	دارد	فر	پیوسته	مشکی	دارد
ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	بور	ندارد	فر	پیوسته	رنگی	ندارد
ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	مشکی	ندارد	صاف	آزاد	مشکی	ندارد
N6+N1	N9	N8	N10	N4+N5	N3	N1*N2	N7	N5	N3+N4

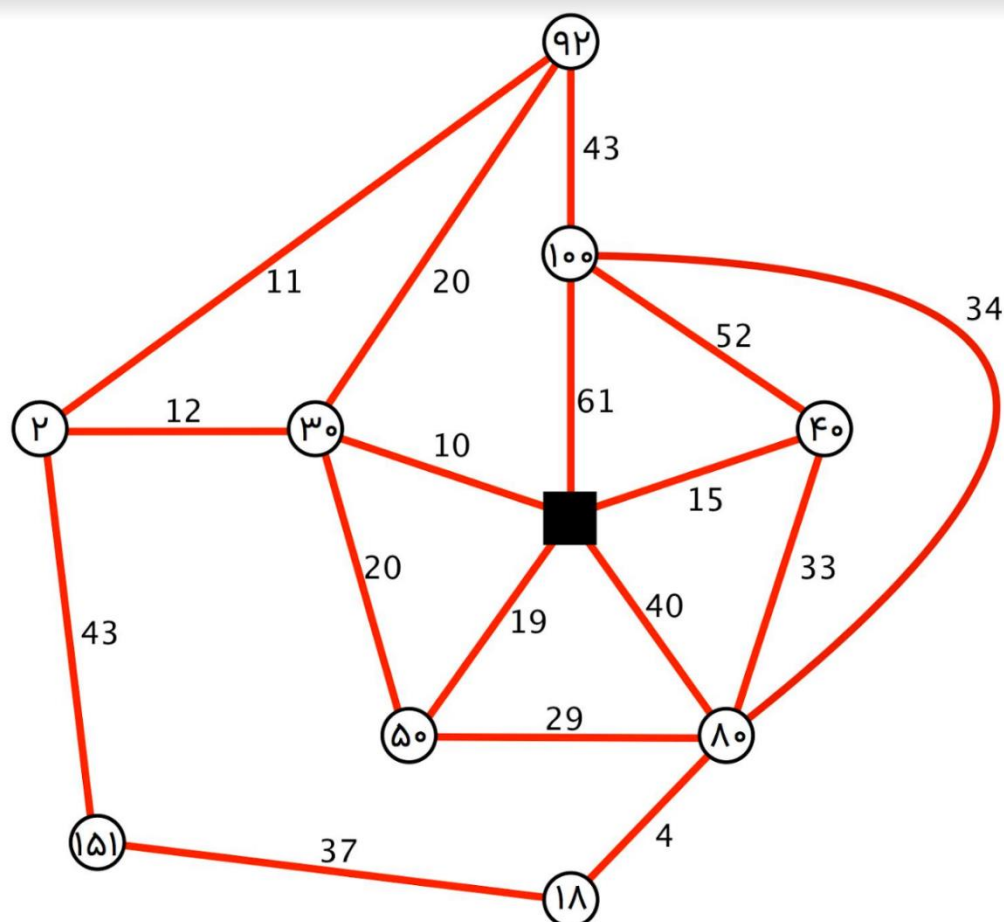
N_i = تعداد گام تغییرات در صفت i در درخت.

بهترین درختی که می توانید را بر اساس الگوریتم *Maximum parsimony* رسم کنید و *Score* آن را حساب کنید.

نحوه محاسبه *Score*: $Score = \sum (N_i \times W_i)$

W_i وزن صفت i میباشد.

۲۶- برای بررسی رفتار optimal foraging، زنبوری را در محیطی قرار دادیم و شرایطی خاص برای آن تعریف کردیم.



در گراف بالا، هر دایره نشان دهنده منبعی است که میزان غذای موجود بر حسب گرم درون آن نوشته شده است و مربع وسط گراف، لانه ی زنبور می باشد. فاصله ی بین هر دو منبع روی خط واصل آنها نوشته شده است. (بر حسب متر). اگر زنبور ما، ۱۵ گرم وزن داشته باشد و بخواهد ۱۵۰ گرم غذا به لانه اش ببرد،

میزان انرژی مشرف شده به ازای هر گرم وزن کل (وزن زنبور + بار) در هر متر طی مسیر :

$$energy = \frac{100}{100 + N}$$

الف) بهترین راه از لحاظ مصرف انرژی را بنویسید (رسم کنید).

ب) بهترین راه از لحاظ مصرف انرژی در واحد زمان صرف شده را بنویسید.