

بسمه تعالی
وزارت آموزش و پرورش
باشگاه دانش پژوهان جوان

پاسخنامه آزمون مرحله اول دوازدهمین المپیاد زیست‌شناسی کشور

(کد دفترچه: ۲)

قابل توجه دانش‌پژوهان گرامی،
در این پاسخنامه، توضیحات مختصری پیرامون پرسش‌های آزمون مرحله اول المپیاد زیست‌شناسی
آورده شده است تا پاسخ آن‌ها تا حدی روشن شود. بنابراین این توضیحات لزوماً راه حل یافتن پاسخ
را بیان نمی‌کنند و صرفاً برای اطلاع بیشتر آورده شده‌اند.

پرسش‌های چندگزینه‌ای

۱. گزینه د درست است.
۲. گزینه ج درست است. مصرف کود نیتروژن‌دار سبب کاهش راندمان فتوسنتز و کاهش
تولید کربوهیدرات‌ها می‌شود. در مقابل، سنتز پروتئین‌های گیاهی به علت فعال‌شدن متابولیسم نیتروژن
افزایش می‌یابد. (عوامل مؤثر در تولید کربوهیدرات‌ها به مصرف سنتز پروتئین‌ها می‌رسد.

۳. گزینه د درست است. بدن کرم‌های حلقوی و نیز بندپایان از واحدهای کمابیش یکسان به نام متامر تشکیل شده است.
۴. گزینه ب درست است. علت اصلی تنوع پستانداران انقراض ناگهانی دایناسورها و خالی شدن کنام‌هایی است که در اثر آن به وجود آمد. این فرآیند که تشعشع سازشی (Adaptive radiation) نام دارد، منجر به تنوع بسیار پستانداران در تاریخ تکاملی شده است.
۵. گزینه د درست است. برای تنظیم کار غده تیروئید مکانیزم بازخورد منفی گیرنده هورمون تیروئیدی بر روی هیپوفیز و هیپوتالاموس وجود دارد تا با افزایش سطح هورمون در خون، ساخت آن کاهش یابد. از طرفی محل عمل تیروکسین طیف وسیعی از بافت‌های بدن از جمله بافت عصبی، پوست، استخوان، مغز استخوان، ماهیچه‌های صاف و مخطط و قلب را در بر می‌گیرد.
۶. گزینه ج درست است. حرف C هیپوتالاموس را نشان می‌دهد که در تنظیم سیستم هورمونی و ارتباط آن با سیستم عصبی نقش مهمی ایفا می‌کند.
۷. گزینه الف درست است. با توجه به این که در گره دهلیزی- بطنی تأخیری در انتقال پیام ایجاد می‌شود، پیام عصبی در دهلیزها انتشار سریع‌تری داشته و زودتر به نقطه E می‌رسد.
۸. گزینه د درست است. با توجه به این که گره دهلیزی- بطنی در دهلیز راست قرار دارد، پیام عصبی به نقطه E دیرتر می‌رسد (در مقایسه با نقطه A).
۹. گزینه ج درست است. توزیع باکتری‌های هوایی تقریباً منطبق با طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی در جلبک خواهد بود.
۱۰. گزینه الف درست است. راهکار هشدار دادن، مانند سایر مسائل مربوط به تکامل، باید با هزینه کمتر ولی مؤثرتر انجام شود. بنابراین مقرون به صرفه‌ترین راهکار، رنگ قرمز که هشداردهنده است و از فاصله دور دیده می‌شود. سپس لکه روی بال مشابه یک چشم بزرگ نقش ترساننده دارد. صوت در مقام بعدی، باعث ایجاد ترس در شکارچی می‌شود. نیش که باعث درد شدید یا کشتن شکارچی خواهد شد، هزینه زیادی دارد و از فاصله بسیار کم مؤثر است.
۱۱. گزینه الف درست است. با توجه به زندگی در ناحیه جزر و مدی، این جانور ساعت زیستی وابسته به جزر و مد دارد که هر روز حدود نیم‌ساعت تغییر زمان جزر و مد مشاهده می‌شود. بنابراین ابتدا جانور در شرایط آزمایشگاه، ساعت جزر و مدی خود را نشان می‌دهد، ولی سپس به علت قرارگرفتن در شرایط جدید فاقد جزر و مد، الگوی ثابت فعالیت را نشان می‌دهد.

۱۲. گزینه د درست است. در بخش مرکزی ساقه تعداد معدود و پراکنده‌ای سلول‌های با دیواره ضخیم (آوند چوبی) مشاهده می‌شود.
۱۳. گزینه ج درست است. با کاهش قطر چشم از جلو به عقب دوربینی ایجاد می‌شود که با عدسی محدب اصلاح می‌شود.
۱۴. گزینه ه درست است. همه مراحل تقسیم میوزی در اوورنز به تخمک ختم نشده و گویچه‌های قطبی نیز ایجاد می‌شوند.
۱۵. گزینه الف درست است.
۱۶. گزینه ه درست است. اوولاسیون (تخمک‌گذاری) در میانه دوره قاعدگی صورت گرفته و به دلیل افزایش ترشح LH از هیپوفیز پیشین و در نتیجه افزایش ترشح استروژن از منابع تخمدانی است.
۱۷. گزینه الف درست است. ایجاد قلمرو یعنی اشتغال مساحتی از زمین زیستگاه، میل به یکنواختی پراکنش دارد. پرندگان آب‌چر فقط در کناره‌های آب زندگی می‌کنند و بنابراین پراکنش دسته‌ای دارند.
۱۸. گزینه الف درست است. طرد رقابتی همان حذف رقابتی است.
۱۹. گزینه الف درست است. موجودات زنده‌ای را که در تهدید هستند به سه گروه "آسیب‌پذیر"، "در معرض خطر" و "در آستانه انقراض" تقسیم می‌کنند. پلنگ ایرانی در معرض خطر، ولی یوزپلنگ آسیایی در آستانه انقراض است.
۲۰. گزینه ب درست است. ساختارهایی که تمایز نهایی می‌یابند، تغییر در آنها مشاهده نمی‌شود.
۲۱. گزینه د درست است. به علت وجود mRNA تولیدشده توسط هسته *A. crenulata*، ابتدا چتر حاصل از این نوع است. اما به دلیل جایگزینی هسته *A. mediteranea* و تولید mRNA توسط آن، چتر نهایی به این نوع خواهد بود.
۲۲. گزینه ب درست است. DNA پلیمراز مسئول اضافه‌شدن نوکلئوتیدها در ترمیم است. سپس انتهای ۳' آزاد رشته نوکلئوتیدی به انتهای ۵' رشته بعدی توسط لیگاز وصل می‌شود.
۲۳. گزینه الف درست است. از آن‌جا که تاژک این نوع باکتری راست‌گرد است، چرخش ساعت‌گرد آن (با توجه به شکل چرخش‌ها در پرسش) باعث ایجاد جریان مایع به سمت انتهای تاژک می‌شود و می‌تواند سلول را در محیط به جلو (سمت مقابل تاژک) براند. وقتی باکتری در یک جریان

مابع به یک بستر متصل است، همین جهت چرخش تاژک منطقی است تا باکتری ثابت مانده و با این جریان مقابله نکند.

۲۴. گزینه ج درست است. این باکتری‌ها فولیک اسید را از پاراآمینوبنزوئیک اسید (ترکیب I) به عنوان پیش‌نیاز تولید می‌کنند. در حضور ترکیبات سولفانامید (ترکیب II) و همچنین ترکیب IV، به دلیل شباهت ساختاری به پیش‌سازها، واکنش بیوستز فولیک اسید مهار می‌شود.

۲۵. گزینه ب درست است. تنگ شدن رگ‌های بدن و افزایش تعداد ضربان و قدرت قلب، باعث افزایش فشار خون می‌شود.

۲۶. گزینه الف درست است. در قلب پیوندی، ارتباط سیستم خودمختار با قلب قطع شده است. بنابراین گیرنده α_2 نقش کمتری در تنظیم فشار خون خواهد داشت؛ زیرا اثر آن روی قلب حذف می‌شود.

۲۷. گزینه د درست است. زمان فاز آنژن با توجه به نمودار، حدود ۸۰ ماه است. زمان فاز تلوزن متناسب با آن، حدود ۱۳ ماه است که در میان گزینه‌ها به یک سال نزدیک‌تر است.

۲۸. گزینه الف درست است. با افزایش مساحت دریاچه بر اثر کاهش تبخیر، لایه روغنی شکل نازک شده و در نتیجه تبخیر افزایش می‌یابد. همچنین در یک نقطه خاص بر اثر ایجاد شکست در لایه به هم پیوسته، افزایش ناگهانی در میزان تبخیر مشاهده می‌شود. با افزایش یا کاهش مقدار ماده روغنی شکل، تغییری در مختصات نقطه‌ای که شکست در آن صورت می‌گیرد به وجود نمی‌آید.

۲۹. گزینه ج درست است. در سطوح تغذیه‌ای فقط مواد حرکت چرخه‌ای دارند. انرژی در اثر فعالیت‌های تنفسی جانوران مستهلک و از دسترس جانوران سطوح بالاتر خارج می‌شود و چرخه‌ای نیست.

۳۰. گزینه ب درست است.

۳۱. گزینه الف درست است. تتراپودها یا جانورانی که چهاراندام حرکتی (دست و پا) دارند، از ماهی‌های باله‌لویی تکامل یافته‌اند که فقط ماهی شش‌دار (Lungfish) از این نوع است.

۳۲. گزینه ه درست است. K گنجایش بُرد جمعیت است؛ یعنی جمعیتی در حد امکانات محیط زیست. اندازه جمعیتی که در این وضعیت است، گرچه در حد اندکی افت و خیز دارد، اما در مجموع متعادل و پایدار است. در حالی که عوامل محیطی مانند محدودیت منابع، رقابت و مرگ و میر وابسته به تراکم در آن‌ها وجود دارد.

۳۳. گزینه د درست است. اجتماعات زیستی از لحاظ تأثیر سطوح تغذیه‌ای به چند گروه عمده تقسیم می‌شوند: در گروهی از آن‌ها سطوح پایینی بر سطوح بالایی مؤثرند. در گروهی، به عکس، سطوح پایینی تحت تأثیر سطوح بالایی قرار می‌گیرند. نمودار نشان می‌دهد که در این اجتماع، سطوح بالایی بر سطوح پایینی اثر می‌گذارند. به علاوه، مطابق نمودار، تراکم گونه *E. antarcticus* در وضعیت گرم کاهش و تراکم گونه دیگر افزایش می‌یابد. پس گزاره‌های I و III درست هستند.

مسائل

۱. پاسخ درست ۲۴۰ است. تعداد متوسط مولکول‌های گلوکز در یک باکتری برابر است با:

$$N_{Glucose}^{(molecule)} = 10^{-4(mol.Lit^{-1})} \times \frac{4}{3} \times 3 \times \left(\frac{0.2}{2} \times 10^{-6} \right)^{3(m^3)} \times 10^{3(Lit.m^{-3})} \times 6 \times 10^{23(molecule.mol^{-1})} = 240^{(molecule)}$$

۲. پاسخ درست ۱۰۰ است. غلظت داخل سلولی این آنزیم برابر است با:

$$C^{(\mu mol.Lit^{-1})} = \left(\frac{10^{(g.Lit^{-1})}}{100000^{(g.mol^{-1})}} \right) \times 10^{6(\mu mol.mol^{-1})} = 100^{(\mu mol.Lit^{-1})}$$

۳. پاسخ درست ۱۳۵۰ است. با توجه به نرخ رشد پایای صفر برای جمعیت مورد نظر، تعداد

کفشدوزک‌های علامت‌گذاری شده (S_d) پس از d روز از نمونه‌گیری اول از رابطه $S_d = S_0 \times \left(1 - \frac{d}{l} \right)$

به دست می‌آید که در آن S_0 برابر ۱۲۰ کفشدوزک، d برابر ۹۳ روز و l برابر ۱۲۰ روز است. از طرفی

اندازه جمعیت کل کفشدوزک‌ها (N) که با زمان تغییر نمی‌کند، در ۱۲۰ روز اول، از رابطه $N = \frac{S_d}{R_d}$

به دست می‌آید که در آن R_d برابر با نسبت افراد علامت‌گذاری شده پس از d روز است. پس N برابر

است با ۱۳۵۰ کفشدوزک. اگر d را برابر ۹۰ روز در نظر بگیریم، N برابر با ۱۵۰۰ کفشدوزک به دست می‌آید.

۴. پاسخ درست ۶۶/۶۷ است. با توجه به شجره‌نامه، فرد مشخص شده با رنگ تیره الزاماً هتروزیگوس (با ژنوتیپ A_1A_2) است، زیرا در غیر اینصورت والد نرش نیز باید فنوتیپ A_1 را نشان می‌داد. از طرفی جفت او که از جامعه گزیده شده است، با توجه به فنوتیپ، به احتمال $\frac{2}{3}$ دارای ژنوتیپ A_1A_2 و به احتمال $\frac{1}{3}$ دارای ژنوتیپ A_2A_2 است. بنابراین احتمال این که فرد نر مشخص شده با علامت سؤال ($?$) فنوتیپ A_1 را نشان دهد (P) برابر است با $P = \frac{2}{3} \times \frac{3}{4} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2}$ یا ۶۶/۶۷٪.

۵. پاسخ درست ۵۹/۷۹ است. در حجم عملاً نامحدود از محیط مغذی، باکتری‌ها مطابق با الگوی نمایی رشد می‌کنند و نسبت اندازه جمعیت گونه اول (N_1) به گونه دوم (N_2) در زمان t ساعت پس از آلودگی از رابطه $\frac{N_1}{N_2} = 2^{\left(\frac{t}{T_1} - \frac{t}{T_2}\right)}$ به دست می‌آید که در آن T_1 و T_2 به ترتیب زمان متوسط دوبرابر شدن اندازه جمعیت گونه اول (۲ ساعت) و گونه دوم (۳ ساعت) است. بنابراین پاسخ برابر است با $t = (\log_2 999) \times 6$ یعنی ۵۹/۷۸۶ ساعت.

پاسخنامه آزمون مرحله اول دوازدهمین المپیاد زیست‌شناسی کشور

(کد دفترچه: ۱)

قابل توجه دانش‌پژوهان گرامی،
در این پاسخنامه، توضیحات مختصری پیرامون پرسش‌های آزمون مرحله اول المپیاد زیست‌شناسی آورده شده است تا پاسخ آن‌ها تا حدی روشن شود. بنابراین این توضیحات لزوماً راه حل یافتن پاسخ را بیان نمی‌کنند و صرفاً برای اطلاع بیشتر آورده شده‌اند.

پرسش‌های چندگزینه‌ای

- گزینه د درست است. بدن کرم‌های حلقوی و نیز بندپایان از واحدهای کمابیش یکسان به نام متامر تشکیل شده است.
- گزینه ب درست است. علت اصلی تنوع پستانداران انقراض ناگهانی دایناسورها و خالی شدن کنام‌هایی است که در اثر آن به وجود آمد. این فرآیند که تشعشع سازشی (Adaptive radiation) نام دارد، منجر به تنوع بسیار پستانداران در تاریخ تکاملی شده است.
- گزینه د درست است. برای تنظیم کار غده تیروئید مکانیزم بازخورد منفی گیرنده هورمون تیروئیدی بر روی هیپوفیز و هیپوتالاموس وجود دارد تا با افزایش سطح هورمون در خون، ساخت آن کاهش یابد. از طرفی محل عمل تیروکسین طیف وسیعی از بافت‌های بدن از جمله بافت عصبی، پوست، استخوان، مغز استخوان، ماهیچه‌های صاف و مخطط و قلب را در بر می‌گیرد.

۴. گزینه ج درست است. حرف C هیپوتالاموس را نشان می‌دهد که در تنظیم سیستم هورمونی و ارتباط آن با سیستم عصبی نقش مهمی ایفا می‌کند.
۵. گزینه د درست است.
۶. گزینه ج درست است. مصرف کود نیتروژن دار سبب کاهش راندمان فتوسنتز و کاهش تولید کربوهیدرات‌ها می‌شود. در مقابل، سنتز پروتئین‌های گیاهی به علت فعال شدن متابولیسم نیتروژن افزایش می‌یابد. (عوامل مؤثر در تولید کربوهیدرات‌ها به مصرف سنتز پروتئین‌ها می‌رسد).
۷. گزینه ج درست است. توزیع باکتری‌های هوازی تقریباً منطبق با طیف جذبی رنگیزه‌های فتوسنتزی در جلبک خواهد بود.
۸. گزینه الف درست است. با توجه به این که در گره دهلیزی-بطنی تأخیری در انتقال پیام ایجاد می‌شود، پیام عصبی در دهلیزها انتشار سریع‌تری داشته و زودتر به نقطه E می‌رسد.
۹. گزینه د درست است. با توجه به این که گره دهلیزی-بطنی در دهلیز راست قرار دارد، پیام عصبی به نقطه E دیرتر می‌رسد (در مقایسه با نقطه A).
۱۰. گزینه د درست است. در بخش مرکزی ساقه تعداد محدود و پراکنده‌ای سلول‌های با دیواره ضخیم (آوند چوبی) مشاهده می‌شود.
۱۱. گزینه ج درست است. با کاهش قطر چشم از جلو به عقب دوربینی ایجاد می‌شود که با عدسی محدب اصلاح می‌شود.
۱۲. گزینه الف درست است. با توجه به زندگی در ناحیه جزر و مدی، این جانور ساعت زیستی وابسته به جزر و مد دارد که هر روز حدود نیم‌ساعت تغییر زمان جزر و مد مشاهده می‌شود. بنابراین ابتدا جانور در شرایط آزمایشگاه، ساعت جزر و مدی خود را نشان می‌دهد، ولی سپس به علت قرارگرفتن در شرایط جدید فاقد جزر و مد، الگوی ثابت فعالیت را نشان می‌دهد.
۱۳. گزینه الف درست است. راهکار هشدار دادن، مانند سایر مسائل مربوط به تکامل، باید با هزینه کمتر ولی مؤثرتر انجام شود. بنابراین مقرون به صرفه‌ترین راهکار، رنگ قرمز که هشداردهنده است و از فاصله دور دیده می‌شود. سپس لکه روی بال مشابه یک چشم بزرگ نقش ترساننده دارد. صوت در مقام بعدی، باعث ایجاد ترس در شکارچی می‌شود. نیش که باعث درد شدید یا کشتن شکارچی خواهد شد، هزینه زیادی دارد و از فاصله بسیار کم مؤثر است.
۱۴. گزینه الف درست است.
۱۵. گزینه ه درست است. همه مراحل تقسیم میوزی در اووژنز به تخمک ختم نشده و گویچه‌های قطبی نیز ایجاد می‌شوند.
۱۶. گزینه ه درست است. اوولاسیون (تخمک‌گذاری) در میانه دوره قاعدگی صورت گرفته و به دلیل افزایش ترشح LH از هیپوفیز پیشین و در نتیجه افزایش ترشح استروژن از منابع تخمدانی است.

۱۷. گزینه د درست است. زمان فاز آناتژن با توجه به نمودار، حدود ۸۰ ماه است. زمان فاز تلوژن متناسب با آن، حدود ۱۳ ماه است که در میان گزینه‌ها به یک سال نزدیک‌تر است.
۱۸. گزینه الف درست است. ایجاد قلمرو یعنی اشتغال مساحتی از زمین زیستگاه، میل به یکنواختی پراکنش دارد. پرندگان آب‌چر فقط در کناره‌های آب زندگی می‌کنند و بنابراین پراکنش دسته‌ای دارند.
۱۹. گزینه الف درست است. موجودات زنده‌ای را که در تهدید هستند به سه گروه "آسیب‌پذیر"، "در معرض خطر" و "در آستانه انقراض" تقسیم می‌کنند. پلنگ ایرانی در معرض خطر، ولی یوزپلنگ آسیایی در آستانه انقراض است.
۲۰. گزینه الف درست است. طرد رقابتی همان حذف رقابتی است.
۲۱. گزینه ب درست است. ساختارهایی که تمایز نهایی می‌یابند، تغییر در آن‌ها مشاهده نمی‌شود.
۲۲. گزینه د درست است. به علت وجود mRNA تولیدشده توسط هسته *A. crenulata*، ابتدا چتر حاصل از این نوع است. اما به دلیل جایگزینی هسته *A. mediteranea* و تولید mRNA توسط آن، چتر نهایی به این نوع خواهد بود.
۲۳. گزینه ب درست است. DNA پلیمراز مسئول اضافه‌شدن نوکلئوتیدها در ترمیم است. سپس انتهای ۳' آزاد رشته نوکلئوتیدی به انتهای ۵' رشته بعدی توسط لیگاز وصل می‌شود.
۲۴. گزینه ب درست است. تنگ‌شدن رگ‌های بدن و افزایش تعداد ضربان و قدرت قلب، باعث افزایش فشار خون می‌شود.
۲۵. گزینه الف درست است. در قلب پیوندی، ارتباط سیستم خودمختار با قلب قطع شده است. بنابراین گیرنده α_2 نقش کمتری در تنظیم فشار خون خواهد داشت؛ زیرا اثر آن روی قلب حذف می‌شود.
۲۶. گزینه ج درست است. این باکتری‌ها فولیک‌اسید را از پارآمینوبنزوئیک‌اسید (ترکیب I) به عنوان پیش‌نیاز تولید می‌کنند. در حضور ترکیبات سولفانامید (ترکیب II) و همچنین ترکیب IV، به دلیل شباهت ساختاری به پیش‌سازها، واکنش بیوسنتز فولیک‌اسید مهار می‌شود.
۲۷. گزینه الف درست است. از آن‌جا که تاژک این نوع باکتری راست‌گرد است، چرخش ساعت‌گرد آن (با توجه به شکل چرخش‌ها در پرسش) باعث ایجاد جریان مایع به سمت انتهای تاژک می‌شود و می‌تواند سلول را در محیط به جلو (سمت مقابل تاژک) براند. وقتی باکتری در یک جریان مایع به یک بستر متصل است، همین جهت چرخش تاژک منطقی است تا باکتری ثابت مانده و با این جریان مقابله نکند.
۲۸. گزینه الف درست است. با افزایش مساحت دریاچه بر اثر کاهش تبخیر، لایه روغنی شکل نازک شده و در نتیجه تبخیر افزایش می‌یابد. همچنین در یک نقطه خاص بر اثر ایجاد شکست در لایه به‌هم‌پیوسته، افزایش ناگهانی در میزان تبخیر مشاهده می‌شود. با افزایش یا کاهش مقدار ماده روغنی شکل، تغییری در مختصات نقطه‌ای که شکست در آن صورت می‌گیرد به وجود نمی‌آید.
۲۹. گزینه ب درست است.

۳۰. گزینه د درست است. اجتماعات زیستی از لحاظ تأثیر سطوح تغذیه‌ای به چند گروه عمده تقسیم می‌شوند: در گروهی از آن‌ها سطوح پایینی بر سطوح بالایی مؤثرند. در گروهی، به عکس، سطوح پایینی تحت تأثیر سطوح بالایی قرار می‌گیرند. نمودار نشان می‌دهد که در این اجتماع، سطوح بالایی بر سطوح پایینی اثر می‌گذارند. به علاوه، مطابق نمودار، تراکم گونه *E. antarcticus* در وضعیت گرم کاهش و تراکم گونه دیگر افزایش می‌یابد. پس گزاره‌های I و III درست هستند.

۳۱. گزینه الف درست است. تتراپودها یا جانورانی که چهاراندام حرکتی (دست و پا) دارند، از ماهی‌های باله‌لویی تکامل یافته‌اند که فقط ماهی شش‌دار (Lungfish) از این نوع است.

۳۲. گزینه ج درست است. در سطوح تغذیه‌ای فقط مواد حرکت چرخه‌ای دارند. انرژی در اثر فعالیت‌های تنفسی جانوران مستهلک و از دسترس جانوران سطوح بالاتر خارج می‌شود و چرخه‌ای نیست.

۳۳. گزینه ه درست است. K گنجایش بُرد جمعیت است؛ یعنی جمعیتی در حد امکانات محیط زیست. اندازه جمعیتی که در این وضعیت است، گرچه در حد اندکی افت و خیز دارد، اما در مجموع متعادل و پایدار است. در حالی که عوامل محیطی مانند محدودیت منابع، رقابت و مرگ و میر وابسته به تراکم در آن‌ها وجود دارد.

مسائل

۱. پاسخ درست ۵۹,۷۹ است. در حجم عملاً نامحدود از محیط مغذی، باکتری‌ها مطابق با الگوی نمایی رشد می‌کنند و نسبت اندازه جمعیت گونه اول (N_1) به گونه دوم (N_2) در زمان t ساعت پس از آلودگی از رابطه $\frac{N_1}{N_2} = 2^{\left(\frac{t}{T_1} - \frac{t}{T_2}\right)}$ به دست می‌آید که در آن T_1 و T_2 به ترتیب زمان متوسط دوبرابرشدن اندازه جمعیت گونه اول (۲ ساعت) و گونه دوم (۳ ساعت) است. بنابراین پاسخ برابر است با $t = (\log_2 999) \times 6$ یعنی ۵۹,۷۸۶ ساعت.

۲. پاسخ درست ۱۳۵۰ است. با توجه به نرخ رشد پایای صفر برای جمعیت مورد نظر، تعداد کفشدوزک‌های علامت‌گذاری شده (S_d) پس از d روز از نمونه‌گیری اول از رابطه $S_d = S_0 \times \left(1 - \frac{d}{l}\right)$ به دست می‌آید که در آن S_0 برابر ۱۲۰ کفشدوزک، d برابر ۹۳ روز و l برابر ۱۲۰ روز است. از طرفی اندازه جمعیت کل

کفشدوزک‌ها (N) که با زمان تغییر نمی‌کند، در ۱۲۰ روز اول، از رابطه $N = \frac{S_d}{R_d}$ به دست می‌آید که در آن R_d برابر با نسبت افراد علامت‌گذاری شده پس از d روز است. پس N برابر است با ۱۳۵۰ کفشدوزک. اگر d را برابر ۹۰ روز در نظر بگیریم، N برابر با ۱۵۰۰ کفشدوزک به دست می‌آید.

۳. پاسخ درست ۲۴۰ است. تعداد متوسط مولکول‌های گلوکز در یک باکتری برابر است با:

$$N_{Glucose}^{(molecule)} = 10^{-4(mol.Lit^{-1})} \times \frac{4}{3} \times 3 \times \left(\frac{0.2}{2} \times 10^{-6} \right)^{3(m^3)} \times 10^{3(Lit.m^{-3})} \times 6 \times 10^{23(molecule.mol^{-1})} = 240^{(molecule)}$$

۴. پاسخ درست ۱۰۰ است. غلظت داخل سلولی این آنزیم برابر است با:

$$C^{(\mu mol.Lit^{-1})} = \left(\frac{10^{(g.Lit^{-1})}}{100000^{(g.mol^{-1})}} \right) \times 10^6^{(\mu mol.mol^{-1})} = 100^{(\mu mol.Lit^{-1})}$$

۵. پاسخ درست ۶۶٫۶۷٪ است. با توجه به شجره‌نامه، فرد مشخص شده با رنگ تیره الزاماً هتروزیگوس (با

ژنوتیپ $A1A2$) است، زیرا در غیر اینصورت والد نرش نیز باید فنوتیپ $A1$ را نشان می‌داد. از طرفی جفت او که از جامعه گزیده شده است، با توجه به فنوتیپ، به احتمال $\frac{2}{3}$ دارای ژنوتیپ $A1A2$ و به احتمال $\frac{1}{3}$ دارای ژنوتیپ $A2A2$ است. بنابراین احتمال این که فرد نر مشخص شده با علامت سؤال (?) فنوتیپ $A1$ را نشان دهد (P) برابر است با $P = \frac{2}{3} \times \frac{3}{4} + \frac{1}{3} \times \frac{1}{2}$ یا ۶۶٫۶۷٪.