مشاوره تحصیلی هیوا

تخصصی‌ترین سایت مشاوره کشور

تماس با مشاوران ما، با شماره گیری

۹۰۹۹۰۷۵۳۰۵

از طریق تلفن ثابت

باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
باشگاه دانش‌پژوهان جوان

کد دفترچه : ۲

دفترچه سوال رسمی آزمون
واحد سنجش و ارزیابی باشگاه دانش‌پژوهان جوان

علم برای یک ملّت مهم‌ترین ابزار آبرو، پیشرفت و اقتدار است. «امام خامنه‌ای (ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ دوم سال تحصیلی ۱۴۰۵-۱۴۰۴

بیست و نهمین دورهٔ المپیاد زیست‌شناسی

مدت پاسخگویی: ۲۷۰ دقیقه	نوع آزمون: درست/نادرست و کوتاه‌پاسخ
	تعداد سؤالات: ۳۰

توضیحات مهم

استفاده از ماشین‌حساب مجاز است.

۱- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید. در صورت هرگونه نقص در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید.

۲- یک برگ پاسخ‌برگ در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته‌شده در پایین پاسخ‌برگ را با مداد مشکی بنویسید.

۳- پاسخ‌برگ را دستگاه تصحیح می‌کند؛ پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و هم‌چنین، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت زده و خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

٤- دفترچهٔ سؤال باید همراه پاسخ‌برگ تحویل داده شود.

٥- نحوه پاسخگویی و بارم‌بندی سوالات در راهنمای آزمون (پشت این صفحه) بیان شده است. حتما پیش از آغاز پاسخگویی آن را به صورت کامل مطالعه نمایید.

٦- از مخدوش کردن بارکدها و مربع‌ها در چهارگوشهٔ صفحه در دفترچهٔ پاسخ‌برگ جداً خودداری کنید. در غیر این صورت برگهٔ شما تصحیح نخواهد شد.

۷- همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپتاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.

۸- این دفترچه شامل ۲۴ پرسش درست/نادرست و ۶ مسئله کوتاه‌پاسخ و با احتساب جلد ۱۶ برگ است.

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.
آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.gov.ir

هیوا تخصصی‌ترین سایت مشاوره کشور

راهنمای پاسخ به پرسش‌ها

دانش پژوهان عزیز توجه‌داشته باشید که در این آزمون دو نوع سوال وجود دارد؛ پرسش‌های «درست/نادرست» و مسائل «کوتاه پاسخ». **در این آزمون هر پرسش «درست/نادرست» ۵ نمره و هر مسئله پاسخ کوتاه ۶ نمره دارد.**

الف. پرسش‌های درست/نادرست :

هر کدام از این پرسش‌ها ۵ گزاره دارد. هر یک از گزاره‌ها ممکن است درست یا نادرست باشد. لازم است درستی یا نادرستی هر گزاره را در پاسخ نامه مشخص کنید. مثال:

پرسش ۱. **درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.**

الف) باکتری پروکاریوت است.
ب) پستانداران بی‌مهره‌اند.
ج) گنجشک پرنده است.
د) خفاش پستاندار است.
هـ) این آزمون خیلی ساده است.

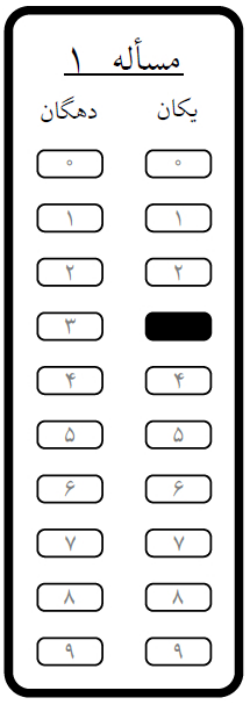
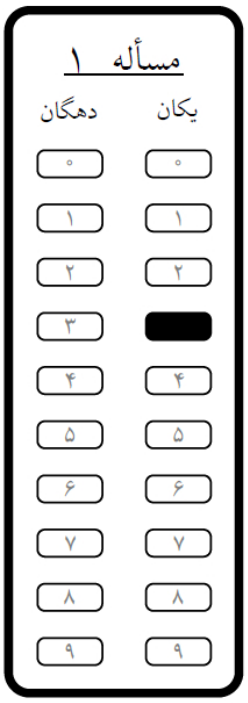
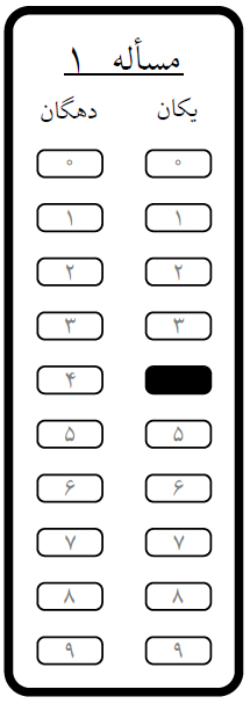
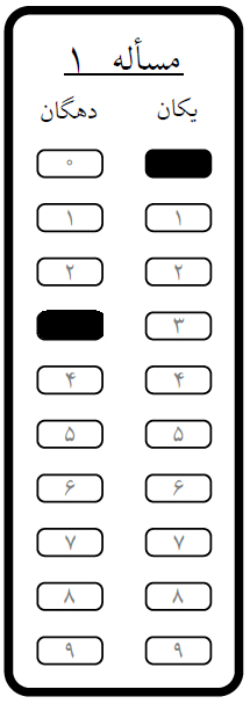
نحوه محاسبه نمره:

۵ پاسخ صحیح	۴ پاسخ صحیح	۳ پاسخ صحیح	۲ پاسخ صحیح	۱ پاسخ صحیح
نمره کامل هر سوال	٪۶۰نمره سوال	٪ ۴۰ نمره سوال	٪ ۲۰ نمره سوال	۰

به ازای هر پاسخ اشتباه ٪۱۰ نمره سوال نمره منفی محاسبه خواهد شد.

ب. مسائل کوتاه پاسخ:

پاسخ عددی نهایی این پرسش‌ها را باید در پاسخ‌نامه درج کنید. توجه داشته باشید که پاسخ نهایی عددی صحیح یک یا دو رقمی است. **درصورتی که پاسخ اعشاری باشد، آن را گرد کنید و برای اعشار ۰/۵ عدد به سمت بالا گرد شود. مسائل کوتاه پاسخ نمره منفی ندارند.** در مورد پاسخ‌های یک رقمی عدد مربوطه باید در ستون یکان وارد شود. مثال:

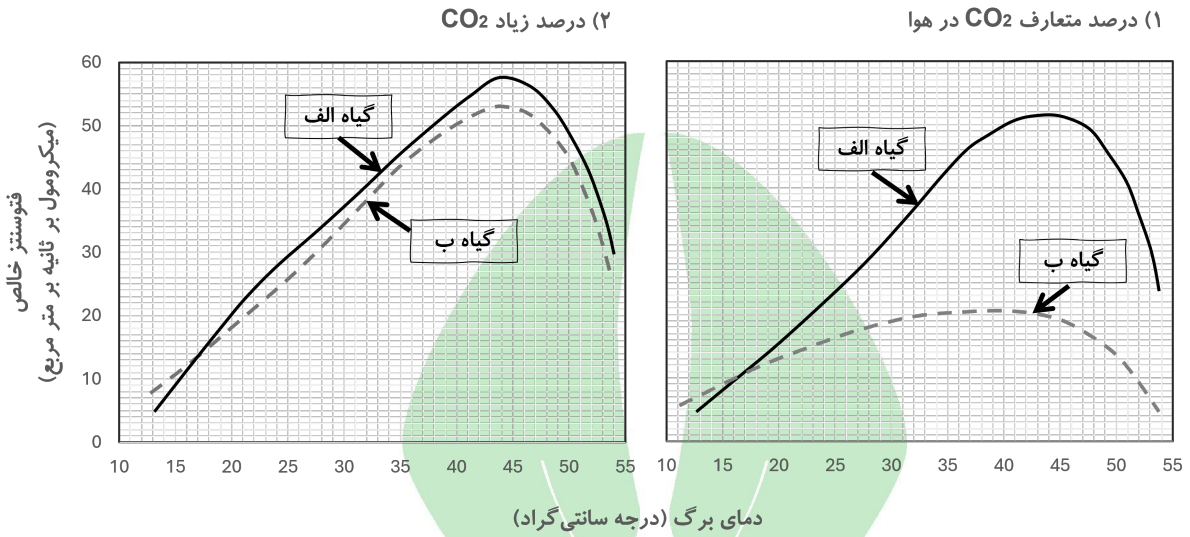
پاسخ به دست‌آمده	۳	۳/۲	۳/۵	۳۰
روش درج در پاسخ‌نامه				

فهرست سوالات

پرسش ۱	عوامل موثر بر فتوسنتز	۲
پرسش ۲	جهش در شکار و شکارچی	۲
پرسش ۳	نشخوارکنندگان	۳
پرسش ۴	بازده و سرعت	۴
پرسش ۵	طراحی وکتور برای آنزیم تیپ IIs	۵
مسئله ۱	پرواز پرندگان	۶
پرسش ۶	توالی و تکامل	۷
پرسش ۷	کانال گلوتامات	۸
پرسش ۸	تنظیم قند	۹
پرسش ۹	حرکت مارها	۹
مسئله ۲	فاصله بین مولکول‌ها	۱۱
پرسش ۱۰	قلب ماهی‌ها	۱۱
پرسش ۱۱	مسیرهای متابولیک	۱۲
پرسش ۱۲	مقاومت ریشه	۱۳
پرسش ۱۳	پلانکتون‌ها	۱۳
پرسش ۱۴	کریسپر	۱۴
پرسش ۱۵	کارآگاه محیط‌زیست دریایی	۱۵
پرسش ۱۶	منقار پرنده‌ها	۱۸
مسئله ۳	داد و ستد در کسب انرژی	۱۹
پرسش ۱۷	صدف رنگی	۱۹
پرسش ۱۸	پیش‌بینی ساختار سه‌بعدی	۲۰
پرسش ۱۹	پروفایل آنتی‌ژنی	۲۲
مسئله ۴	طول بال مگس	۲۳
پرسش ۲۰	پروتئین‌های کرونا	۲۳
مسئله ۵	آنزیم جهش‌یافته	۲۵
پرسش ۲۱	اهمیت تکوین چوب در صنعت	۲۶
پرسش ۲۲	جابه‌جایی رگ‌های بزرگ	۲۷
پرسش ۲۳	انتشار گازها	۲۸
مسئله ۶	زاویه طلایی	۲۹
پرسش ۲۴	مهاجرت زمستانه	۲۹

پرسش ۱ عوامل موثر بر فتوسنتز

در شرایط آزمایشگاهی، رابطه فتوسنتز خالص دو گونه «الف» و «ب» با دمای برگ در درصدهای متفاوت کربن‌دی‌اکسید بررسی شد. نمودارهای زیر بر اساس نتایج آزمایش رسم شدند (شکل ۱). درصد اکسیژن در این آزمایش در هر دو حالت یکسان و مطابق جوّ بود.



شکل ۱: رابطه فتوسنتز خالص دو گونه «الف» و «ب» با دمای برگ در درصدهای متفاوت کربن‌دی‌اکسید

با توجه به نمودارها، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) فعالیت کربوکسیلازی آنزیم روبیسکو در گیاه «الف» در سلول‌های مزوفیلی رخ می‌دهد.

ب) تثبیت کربن در گیاه «ب» بر خلاف گیاه «الف» در شب اتفاق می‌افتد.

ج) کارایی فتوسنتز گیاه «الف» در محیط‌های گرم و خشک با نور شدید، نسبت به گیاه «ب» بیشتر است.

د) اغلب گیاهانی که امروزه روی زمین یافت می‌شوند، فتوسنتزی مانند گیاه «ب» دارند.

ه) نخستین فراورده پایدار فتوسنتزی در گیاه «ب»، یک ترکیب چهار کربنی است.

پرسش ۲ جهش در شکار و شکارچی

دانش‌پژوهی مدلی برای مطالعه تکامل آهو (H) و گرگ (P) طراحی کرده است. در این مدل جمعیت آهو با نرخ رشد سرانه ثابتی رشد می‌کند و نرخ شکار کردن گرگ با تراکم جمعیت آهو رابطه خطی دارد. نرخ مرگ و میر سرانه گرگ‌ها ثابت است. در زیر رابطه نرخ رشد سرانه جمعیت گرگ و آهو (رابطه (۱)) و توضیحات آن را می‌بینید.

$$\frac{1}{P}\frac{dP}{dt} = \alpha cH - d, \qquad \frac{1}{H}\frac{dH}{dt} = b - \alpha P \tag{۱}$$

H: تراکم جمعیت شکار

P: اندازه تراکم شکارچی

b: نرخ رشد سرانه ذاتی شکار

α: نرخ شکار شدن شکار توسط شکارچی

c: بازده تبدیل زیست‌توده شکار به زیست‌توده شکارچی

d: نرخ سرانه مرگ و میر جمعیت شکارچی

این دانش‌پژوه می‌خواهد از این مدل برای مطالعه تکامل دو جهش کم اثر A و B استفاده کند. ویژگی این دو جهش عبارتند از:

جهش A در اثر این جهش، موفقیت گرگ در به دام انداختن آهو افزایش می‌یابد، اما طول عمر گرگ کم می‌شود.

جهش B در اثر این جهش، آهو وقت بیشتری را صرف بررسی محیط برای یافتن نشانه‌های حضور گرگ می‌کند، اما در عوض آهسته‌تر غذا می‌خورد.

او چند فرد جهش‌یافته را در یک جمعیت در حال تعادل گرگ و یک جمعیت در حال تعادل آهو قرار داد. فراوانی افراد جهش‌یافته به‌صورتی است که تعداد تعادلی جمعیت گرگ و جمعیت آهو تغییر معناداری نمی‌کند (جهش کمیاب است). در این مطالعه، مزیت جهش به وسیله تاثیر آن بر نرخ رشد سرانه در وضعیت تعادل سیستم اندازه‌گیری شد.

درباره این جهش‌ها، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) هرچه نرخ مرگ و میر در جمعیت گرگ بیشتر باشد، مزیت جهش B کمتر است.

ب) هرچه جمعیت در تعادل گرگ بیشتر باشد، مزیت جهش B بیشتر است.

ج) هرچه جمعیت در تعادل آهو بیشتر باشد، مزیت جهش A بیشتر است.

د) هرچه نرخ رشد سرانه ذاتی در جمعیت آهو بیشتر باشد، مزیت جهش A بیشتر است.

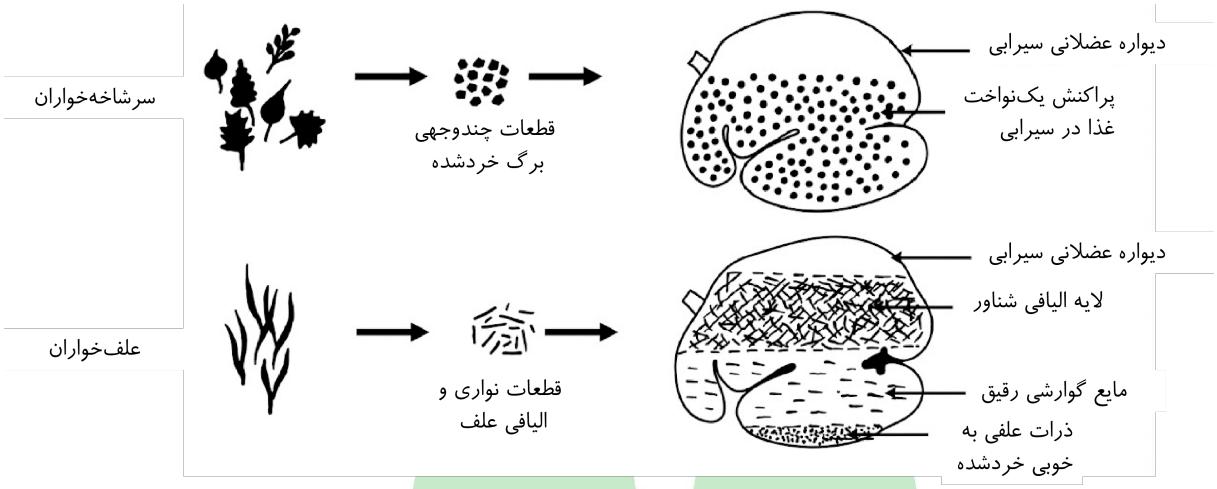
ه) هرچه بازده تبدیل زیست‌توده بیشتر باشد، مزیت جهش A بیشتراست.

پرسش ۳ نشخوارکنندگان

نشخوارکنندگان، براساس نوع تغذیه به دو گروه **سرشاخه‌خواران** و **علف‌خواران** تقسیم می‌شوند. سرشاخه‌خواران، مانند زرافه، عمدتاً از برگ درختان، درختچه‌ها و بوته‌ها تغذیه می‌کنند؛ در حالی‌که علف‌خوارانی، مانند گاو بیشتر از گیاهان علفی و به‌ویژه تک‌لپه‌ای‌ها استفاده می‌کنند.

دانشمندان سال‌ها بر این باور بودند که سازگاری‌های متفاوت گوارشی در این دو گروه نشخوارکننده به‌علت تفاوت در ترکیب شیمیایی برگ‌ها و علف‌ها هستند. با این حال، در سال ۲۰۰۳، Marcus Clauss و همکارانش فرضیه‌ای جدید مطرح کردند. بر اساس این فرضیه، تفاوت‌های فیزیکی میان برگ و علف، مانند چگالی و میزان شکنندگی، عامل اصلی تفاوت در سازگاری‌های گوارشی این دو گروه هستند.

مطابق این فرضیه ویژگی‌های فیزیکی غذا، تعیین‌کننده چگونگی توزیع ذرات در سیرابی هستند. در سرشاخه‌خواران، برگ‌ها پس از خُرد شدن به‌صورت قطعات چندوجهی درمی‌آیند و به‌طور یکنواخت در سیرابی پخش می‌شوند. در علف‌خواران، قطعات نواری و الیافی علف بر سطح مایع سیرابی شناور می‌مانند.



شکل ۲: ترسیمی از توزیع غذا در سیرابی این دو گروه

با توجه به این فرضیه، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) در علف‌خواران نسبت به سرشاخه‌خواران، نسبت جرم دستگاه گوارشی به جرم بدن بیشتر است.

ب) در علف‌خواران نسبت به سرشاخه‌خواران، تخمیر ناگهانی‌تر است.

ج) در سرشاخه‌خواران نسبت به علف‌خواران، زمان ماندن ذرات غذایی در سیرابی بیشتر است.

د) در سرشاخه‌خواران نسبت به علف‌خواران، انتظار می‌رود فرکانس انقباض عضلات سیرابی بیشتر باشد.

ه) در سرشاخه‌خواران نسبت به علف‌خواران، عملکرد هزارلا بیشتر و سریع‌تر است.

پرسش ۴ بازده و سرعت

بین سرعت و بازده مسیرهای متابولیکی یک دادوستد (Trade-off) وجود دارد. برای مثال دو مسیر تخمیر و تنفس هوازی برای تولید انرژی از گلوکز وجود دارند. در حالیکه تنفس هوازی از هر مولکول گلوکز تعداد بیشتری ATP تولید می‌کند (بازده بیش از ۱۰ برابر)، به علت وجود واکنش‌های متوالیِ بیشتر و آهسته‌تر، سرعت تنفس هوازی نسبت به تخمیر پایین‌تر است. این اختلاف سرعت به حدی است که اگر سلولی مقدار مشخصی پروتئین را در مسیر تخمیر سرمایه‌گذاری کند، به شرط محدود نبودن گلوکز، تولید ATP سریع‌تر از حالتی است که همان مقدار پروتئین را در تنفس هوازی سرمایه‌گذاری کند.

سلولی که از مسیر تخمیر استفاده کند، سریع‌تر منابع غذایی را مصرف و در نتیجه سریع تر رشد می‌کند؛ در حالیکه غلظت موضعی غذا و مجموع انرژی قابل استخراج از مقدار معینی غذا را کاهش می‌دهد. این کاهش در بلندمدت باعث کاهش رشد همسایگان و نوادگان بالقوه آن سلول می‌شود. بنابراین این دادوستد به تضادی بین تکامل در سطح فرد و گروه می‌انجامد.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) هر چه نرخ انتشار غذا در محیط بیشتر باشد، مزیت تنفس هوازی نسبت به تخمیر افزایش می‌یابد.

ب) غلظت زیاد غذا در محیط، مزیت نسبی تخمیر نسبت به تنفس هوازی را افزایش می‌دهد.

ج) هر چه آسیب‌پذیری سلول نسبت به اسیدی شدن محیط بیشتر باشد، مزیت تخمیر نسبت به تنفس هوازی بیشتر است.

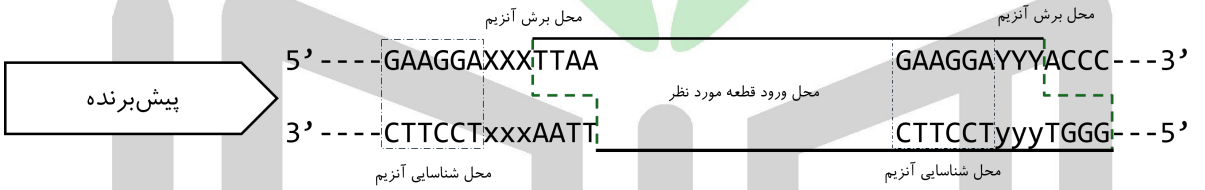
د) هر چه میزان جابه‌جایی سلول‌ها در محیط بیشتر باشد، مزیت تنفس هوازی نسبت به تخمیر افزایش می‌یابد.

ه) هرچه یک سلول بیشتر با خویشاوندانش احاطه شده باشد، مزیت تنفس هوازی نسبت به تخمیر افزایش می‌یابد.

پرسش ۵ طراحی وکتور برای آنزیم تیپ IIs

در شیوه کلاسیک کلون‌سازی، از آنزیم محدودکننده تیپ II استفاده می‌شود. این آنزیم یک جایگاه پالیندروم را شناسایی می‌کند و برش می‌دهد. اما تیپ‌های دیگری از آنزیم‌ها، مانند تیپ IIs، نیز وجود دارند که نه تنها جایگاه شناسایی آن‌ها پالیندروم نیست، بلکه جایگاه برش آن‌ها متفاوت از جایگاهی است که شناسایی می‌کنند.

در پژوهشی از نوعی آنزیم تیپ IIs برای برش سه وکتور استفاده کردیم. این آنزیم توالی $5' - GAAGGA - 3'$ را شناسایی می‌کند و ۳ نوکلئوتید پایین‌تر از آن را برش می‌زند.



شکل ۳: توالی الگو وکتورها و نحوه برش آن توسط آنزیم

همه این وکتورها از الگویی مطابق شکل ۳ پیروی می‌کنند. توجه داشته باشید که در چنین وکتوری، هر یک از بازهایی که با X/x و Y/y نشان داده شده‌اند، ممکن است هر یک از بازهای G، C، A و T باشند.

در زیر جانشین‌های Y در هر وکتور مشخص شده است.

وکتور ۱ به جای توالی 5’-GAAGGAYYYACCC-3’ توالی 5’-GAAGGAAGGACCCTTCT-3’ قرار می‌گیرد.

وکتور ۲ به جای توالی 5’-GAAGGAYYYACCC-3’ توالی 5’-GAAGGAATCCTTCGTCT-3’ قرار می‌گیرد.

وکتور ۳ به جای توالی 5’-GAAGGAYYYACCC-3’ توالی 5’-GAAGGAGAGGAAGGTCT-3’ قرار می‌گیرد.

در این آزمایش، وکتورها را با آنزیم گفته‌شده برش دادیم. هر وکتور فقط یک بار توسط این آنزیم برش خورد. سپس، قطعه دارای ژن را در محل برش وارد کردیم.

در رابطه با این آزمایش، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) می‌توان قطعه‌ای که دو انتهای چسبنده 5’-TTAA-3’ و 5’-GAAG-3’ دارد را در وکتور ۲ کلون کرد.

ب) می‌توان قطعه‌ای که دو انتهای چسبنده 5’-TTAA-3’ و 5’-TGGG-3’ دارد را در وکتور ۱ کلون کرد.

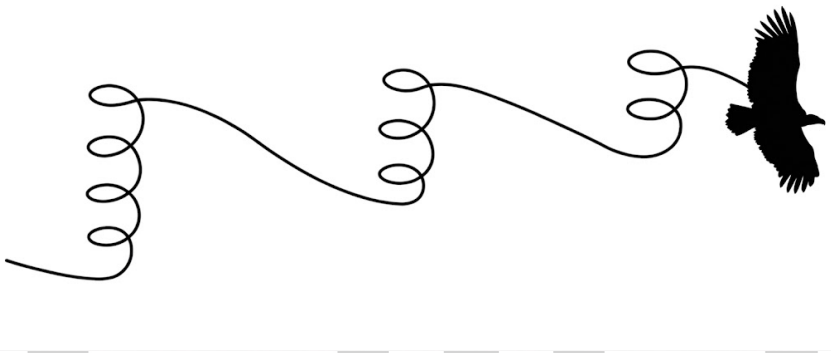
ج) می‌توان قطعه‌ای که دو انتهای چسبنده 5’-TTAA-3’ و 5’-CTTC-3’ دارد را در وکتور ۲ کلون کرد.

د) می‌توان قطعه‌ای که دو انتهای چسبنده 5’-TTAA-3’ و 5’-GAAG-3’ دارد را در وکتور ۳ کلون کرد.

ه) می‌توان قطعه‌ای که دو انتهای چسبنده 5’-TTAA-3’ و 5’-AGAA-3’ دارد را در وکتور ۱ کلون کرد.

مسئله ۱ پرواز پرندگان

نوار ساحلی دریای خزر از مسیرهای اصلی عبور پرندگان مهاجر از ایران است؛ جایی که پرندگان میان رشته‌کوه و خط ساحلی حرکت می‌کنند. با توجه به مسافت طولانی مهاجرت، پرندگان برای کاهش مصرف انرژی از روش‌های پرواز بهینه استفاده می‌کنند. یکی از این روش‌ها بهره‌گیری از جریان‌های هوای گرمِ بالارونده است. این جریان‌ها در طول روز تشکیل می‌شوند و به پرندگان امکان می‌دهند بدون بال‌زدن و فقط با اوج‌گیری در ستون هوای گرم، به ارتفاع‌های بالا بروند و سپس مسیر طولانی‌تری را به صورت سُر خوردن طی کنند.



شکل ۴: نمونه‌ای از پرواز پرنده با جریان هوای گرم

پرنده‌ای وارد جریان هوای گرم بالارونده شد و در آن پیرامون استوانه‌ای به شعاع ۵ متر، دو دور کامل زد و در حالیکه موقعیت افقی‌اش (طول و عرض جغرافیایی) ثابت ماند، توانست ۴۰ متر ارتفاع بگیرد.

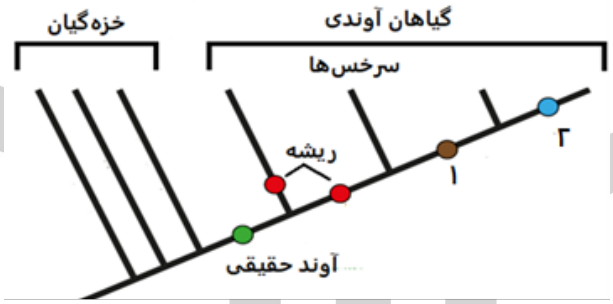
با فرض ایده‌آل بودن هندسه جریان هوای گرم بالارونده، مسافت طی‌شده توسط پرنده (از لحظه ورود به جریان هوا تا لحظه اتمام دو دور کامل) را بر حسب متر محاسبه کنید.

پرسش ۶ توالی و تکامل

تصاویر «الف» تا «ج» بخش‌هایی از سه گیاه خشکی‌زی متفاوت را نشان می‌دهند (شکل ۵). این گیاهان در طول مراحل توالی بوم‌شناختی در خلیج یخچالی جنوب شرق آلاسکا می‌رویند.

شکل ۵: بخش‌هایی از سه گیاه خشکی‌زی در خلیج یخچالی جنوب شرق آلاسکا

تبارنمای گیاهان خشکی‌زی در شکل ۶ ارائه شده است. اعداد ۱ و ۲ در این تبارنما، ویژگی‌های پیشرفته مشترک در گروه‌های جوان‌تر گیاهان خشکی‌زی را نشان می‌دهند.



شکل ۶: تبارنمای گیاهان خشکی‌زی

با توجه به ویژگی‌های بوم‌سازگان‌شناختی (Ecosystematics) گیاهان، درستی یا نادرستی هر گزاره را مشخص کنید.

الف) گیاه «ج» از نخستین گیاهان دارای آوند حقیقی است که در این خلیج می‌روید.

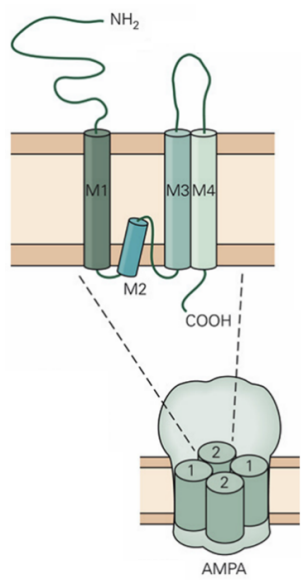
ب) گیاه «الف» به علت داشتن ریشه، نماینده نخستین گروه گیاهی است که پس از عقب‌نشینی یخچال‌ها می‌رویند.

ج) گیاهان ریشه‌داری که ویژگی ۱ در آن‌ها تکامل یافته است، پس از تشکیل خاک، در رقابت با گیاهانی، مانند گیاه «ب» موفق‌تر هستند.

د) با برقراری همزیستی و بهبود عملکرد ریشه در گیاه «ج»، شرایط خاک برای استقرار گونه‌های دیگر در طول توالی تسهیل می‌شود.

ه) ویژگی ۲، گیاه «ب» را برای زیستگاه‌های غیرآبی با زهکشی مناسب در مراحل بعدی توالی آماده می‌کند.

پرسش ۷ کانال گلوتامات



شکل ۷: ساختار گیرنده AMPA

گلوتامات یکی از مهم‌ترین انتقال‌دهنده‌های عصبی است و نقش مرکزی در یادگیری، حافظه و عملکرد کلی شبکه‌های عصبی دارد. در سلول پس‌سیناپسی، گیرنده AMPA با اتصال آمینواسید گلوتامات باز می‌شود و امکان ورود یون سدیم به داخل نورون را فراهم می‌کند. ورود یون سدیم پتانسیل پس‌سیناپسی را ایجاد می‌کند. ساختار این گیرنده به صورت ترامری است. چهار زیرواحد GluA1، GluA2، GluA3 و GluA4 با ترکیب‌های متفاوت، گیرنده‌های متنوع این خانواده را به صورت ترامری می‌سازند. هر زیرواحد چهار دُمین اصلی (M1، M2، M3، M4) دارد. هر زیرواحد دارای بخش‌های بیرون سلولی برای اتصال گلوتامات، بخش عبوری از غشا برای تشکیل دیواره کانال و بخش درون سلولی برای اتصال به پروتئین‌های درون سلول است. دُمین M2 پوشش اصلی داخل این کانال را تشکیل می‌دهد. گیرنده‌هایی که زیرواحد GluA2 را ندارند، علاوه بر سدیم به کلسیم نیز نفوذپذیر هستند. اندازه منفذ عبور در این کانال به گونه‌ای است که در زمان واحد فقط به یک یون اجازه عبور می‌دهد. در فرایند ویرایشِ پس از رونویسی، در mRNA زیرواحد GluA2، کدون ۶۰۷ که گلایسین (G) است به کدون یک آمینواسید دیگر تغییر پیدا می کند. در شکل ۸ این آمینواسید را با «؟» نشان داده‌ایم. این تغییر باعث می‌شود که گیرنده‌های حاوی GluA2 به کلسیم نفوذناپذیر شوند. اگر فرایند ویرایش دچار مشکل و در نتیجه آن تغییر کدون مهار شود، گیرنده‌هایی که زیرواحد GluA2 آن ویرایش نشده است، هم‌چنان به کلسیم نفوذپذیر باقی می‌مانند.

ویرایش نشده ...F G I F N S L W F S L G A F M G Q G...

ویرایش شده ...F G I F N S L W F S L G A F M ? Q G...

شکل ۸: تغییر در توالی پروتئینی کانال در اثر ویرایش

با توجه به این کانال، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) ویرایش RNA تاثیری بر نفوذپذیری گیرنده نسبت به سدیم نخواهد داشت.

ب) توقع داریم فرایند ویرایش، گلایسین را به یک آمینواسید بازی تغییر دهد.

ج) انتظار داریم کدون ۶۰۷ در دمین M1 قرار داشته باشد.

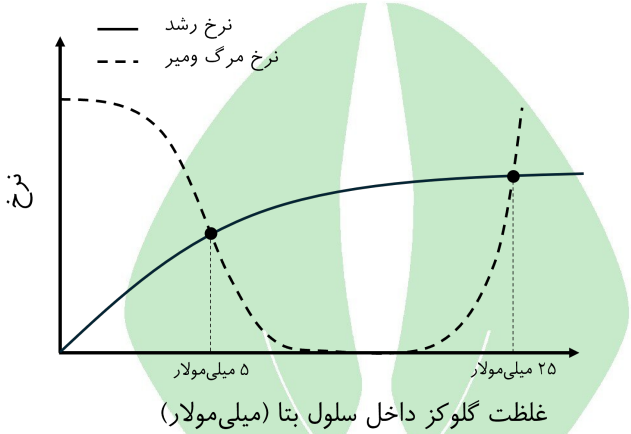
د) تغییر ایجادشده در کدون ۶۰۷، باعث کاهش تمایل اتصال گیرنده به کلسیم می‌شود.

ه) پتانسیل پس سیناپسی حاصل باز شدن گیرنده‌های AMPA مهاری است.

پرسش ۸ تنظیم قند

سازوکارهای بازخورد منفی، میزان قند خون در بدن را تنظیم می‌کنند. افزایش قند خون در کوتاه مدت باعث افزایش تولید و رهاسازی انسولین از سلول‌های بتای پانکراس می‌شود. میزان قند خون در بلند مدت نیز می‌تواند روی سلول‌های بتا اثر گذارد.

در آزمایشی مشخص شد که غلظت گلوکز خون در سلول بتا بر نرخ رشد آن‌ها اثر دارد. با افزایش گلوکز، سلول‌ها انرژی بیشتری را صرف تقسیم سلولی می‌کنند. در مقابل، زمانی که غلظت گلوکز از حد مشخصی پایین‌تر باشد، سلول‌ها انرژی کافی برای انجام فعالیت‌های حیاتی ندارند و می‌میرند.



شکل ۹: تاثیر غلظت گلوکز بر نرخ رشد و نرخ مرگ و میر سلول‌های بتا

غلظت زیاد گلوکز همیشه به معنای تقسیم سریع‌تر نیست. در طی فسفریلاسیون اکسیداتیو، رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولید می‌شوند. سلول‌های بتا تا حدی می‌توانند آن‌ها را خنثی کنند؛ اما اگر غلظت گلوکز از حد مشخصی بیشتر باشد، غلظت رادیکال‌های آزاد در سلول افزایش می‌یابد و سازوکارهای تنظیمی مختل می‌شوند.

با توجه به این یافته‌ها، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) با توجه به این آزمایش، انتظار داریم با افزایش سن، غلظت پایه قند خون کاهش یابد.

ب) افزایش شدید غلظت اکسیژن در سلول‌های بتا، احتمال ابتلا به دیابت را در بلند مدت افزایش می‌دهد.

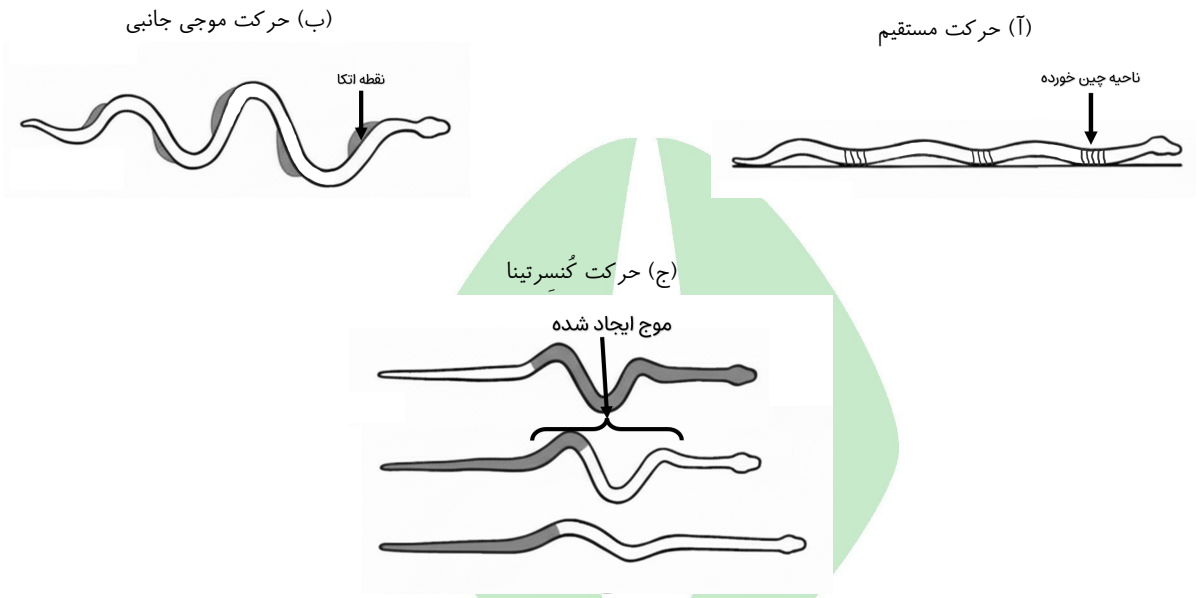
ج) افزایش توان احیایی سلول‌های بتا، احتمال ابتلا به دیابت را در بلند مدت کم می‌کند.

د) با دو برابر شدن تمایل گلوکوکیناز به گلوکز در پانکراس، غلظت پایه قند خون کاهش می‌یابد.

ه) در اثر جهش در ژن GLUT2 که باعث دو برابر شدن تمایل به گلوکز می‌شود، تعداد سلول‌های بتا افزایش می‌یابد.

پرسش ۹ حرکت مارها

شاید تصور چگونگی حرکت بدون اندام‌های حرکتی دشوار به‌نظر برسد، با وجود این مارها شیوه‌های متفاوتی دارند تا بتوانند بدون این اندام‌ها حرکت کنند. شیوه‌های متفاوت حرکت مارها را در شکل ۱۰ می‌بینید.



شکل ۱۰: سه شیوه حرکت مارها در خشکی. حرکت مستقیم از نمای کنار و سایر حرکت‌ها از نمای بالایی نمایش داده شده‌اند. بخش‌های خاکستری‌رنگ نمایانگر نقاط تماس بدن مار با سطح زمین یا برجستگی‌های آن هستند.

حرکت مستقیم عضلات متصل به پوست، آن را می‌کشند، در نتیجه پوست در این محل چین می‌خورد. باز و بسته شدن این چین‌ها در نواحی چین‌خورده به مار امکان می‌دهد بدن خود را به جلو بکشد.

حرکت موجی جانبی مار با کناره بدن خود موجی ایجاد می‌کند که این موج‌ها در نقاط اتکا به محیط کنار خود، نیرو وارد می‌کنند. در مقابل، نقطه اتکا نیز یک نیرو به بدن مار وارد می‌کند. مار از این نیرو برای حرکت روبه‌جلو استفاده می‌کند.

حرکت کُنسرتینا مار از دو نیمه جلویی و پشتی بدن خود برای ایجاد این حرکت استفاده می‌کند. ابتدا نیمه جلویی بدن مار روی زمین ثابت می‌ماند و نیمه پشتی بدن مار به سمت روبه‌رو حرکت می‌کند، در نتیجه، یک موج در بدن مار به وجود می‌آید. این بار نیمه پشتی ثابت می‌ماند تا نیمه جلویی به حرکت و موج به وجود آمده را باز کند.

درباره این شیوه‌های حرکت، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) در حرکت موجی جانبی، مار در هر زمان به حداقل دو نقطه اتکا نیاز دارد تا بتواند حرکت مستقیم خود را حفظ کند.

ب) حرکت مستقیم نسبت به دو حرکت دیگر، با سرعت کمتری انجام می‌شود.

ج) حرکت مستقیم نسبت به حرکت موجی جانبی در محیط‌های تنگ، محدودیت بیشتری دارد.

د) در حرکت مستقیم برخلاف حرکت موجی جانبی، عضلاتی که به‌طور قرینه در دو طرف بدن قرار دارند، همزمان منقبض می‌شوند.

ه) انتظار می‌رود حرکت موجی جانبی نسبت به دو حرکت دیگر برای شنا مناسب‌تر باشد.

Heyvagroup.com

مسئله ۲ فاصله بین مولکول‌ها

درک درست هر سامانه نیازمند کمّی‌سازی متغیرها و پیش‌بینی‌های عددی است. در سامانه‌های زیستی نیز محاسبات کمی، درک عمیق‌تری نسبت به توصیف کیفی ایجاد می‌کنند. هرچند تصور سامانه‌های زیستی به علت اندازه کوچک مولکول‌ها و سلول‌ها دشوار است، اما کمی‌سازی و محاسبات عددی به دانشمندان، در رسیدن به تصویر ذهنی شفاف‌تر کمک می‌کنند. به همین دلیل برای درک بهتر محیط داخل سلول و ازدحام مولکول‌ها از محاسبات عددی استفاده می‌کنیم.

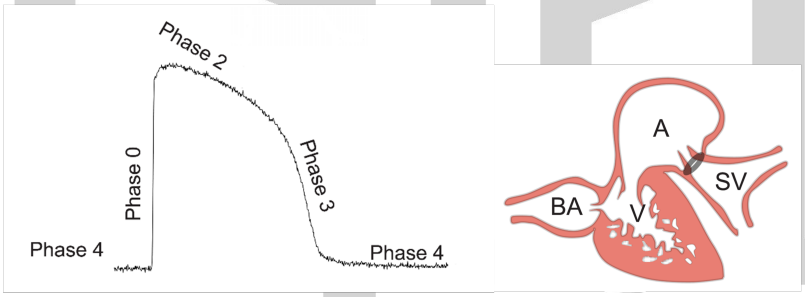
حجم یک سلول اشریشیا کولای حدود ۱ فمتولیتر است. فرض کنید یک پروتئین با غلظت ۴ میکرومولار به صورت همگن در حجم این سلول وجود دارد. میانگین فاصله بین مرکز دو ذره مجاور از این پروتئین چند نانومتر است؟ برای تصور فضایی بهتر، در نظر داشته باشید در یک تخمین کلی، قطر یک ذره پروتئین حدود ۵ نانومتر است.

توجه: هر فمتولیتر (fL) برابر با 10^{-15} لیتر است.

پرسش ۱۰ قلب ماهی‌ها

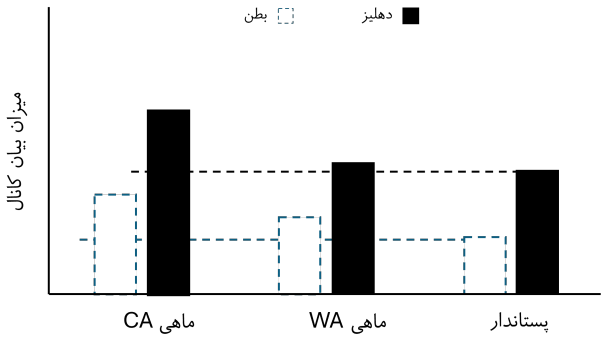
دمای اقیانوس‌ها در بعضی فصل‌ها افزایش و در بعضی فصل‌ها کاهش می‌یابد. ماهی‌ها به عنوان موجودات اکتوترم برای جبران اثر تغییرات دمایی آرام و بلندمدت، مدل دستگاه سلولی خود را تغییر می‌دهند. برخی مطالعات سازگاری‌هایی مانند افزایش تعداد میتوکندری‌های سلول‌های عضلانی و یا بزرگ شدن قلب را نشان داده است.

قلب یکی از اندام‌هایی است که در ماهی‌ها برای زندگی در دماهای مختلف سازگار شده است. قلب ماهی‌ها از چهار حفره با نام‌های دهلیز (A)، پیاز سرخرگی (BA)، سینوس سیاهرگی (SV) و بطن (V) تشکیل شده است. پتانسیل عمل در همه سلول‌های قلب ماهی‌ها مشابه پستانداران است؛ با این تفاوت که فاز ۱ در پتانسیل عمل سلول‌های دهلیز و بطن ماهی‌ها وجود ندارد.



شکل ۱۱: ساختار شماتیک قلب ماهی و پتانسیل عمل آن

در آزمایشی، می‌خواهیم اثر تغییر بلندمدت دما را بر قلب ماهی‌ها بررسی کنیم. در این آزمایش، میزان بیان کانال‌های پتاسیمی یک‌سوساز درونی (inward rectifier potassium channels) که در شکل‌گیری فاز ۲ نقش دارند را در سه گروه بررسی کردیم (شکل ۱۲): گروه اول شامل شش گونه ماهی بود که به صورت طبیعی دمای محیط زندگی آن‌ها در فصل‌های سرد $4\,^\circ\mathrm{C}$ است. میزان بیان این کانال‌ها را در این ماهی‌ها طی فصل سرد اندازه گرفتیم (CA)؛ گروه دوم همان شش گونه ماهی بودند که در طی چند ماه دمای محیط آن‌ها به $18\,^\circ\mathrm{C}$ رسیده بود (WA)؛ و گروه سوم شامل چهار گونه پستاندار با دمای بدن $36\,^\circ\mathrm{C}$ بود. نتایج را در شکل ۱۲ ثبت کردیم.



شکل ۱۲: میزان بیان کانال‌های پتاسیمی یکسوساز درونی در شرایط مختلف

با توجه به این آزمایش، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را درباره این ماهی‌ها تعیین کنید.

الف) اگر این ماهی‌ها را ناگهان به آب گرم‌تر منتقل کنیم، انتظار داریم ضربان قلب در دقیقه به‌سرعت کاهش پیدا کند.

ب) مدت زمان انقباض دهلیز بیشتر از بطن است.

ج) اگر ماهی‌ها تطبیق‌گر باشند، توقع داریم با افزودن پتاسیم به آب، ضربان قلب آن‌ها در دقیقه افزایش یابد.

د) با کاهش آهسته دمای محیط، ضربان قلب در دقیقه افزایش پیدا می‌کند.

ه) در این ماهی‌ها، با افزایش آهسته دما، طول پتانسیل عمل در سلول‌های ضربان‌ساز کاهش پیدا می‌کند.

پرسش ۱۱ مسیرهای متابولیک

در آزمایشی عملکرد دو آنزیم را در انجام دو واکنش متوالی در یک مسیر متابولیکی بررسی کردیم. آنزیم اول، یک مولکول A را به یک مولکول B و آنزیم دوم، یک مولکول B را به دو مولکول C تبدیل می‌کند. هر دو واکنش یک طرفه هستند. مولکول B در دمای $20\,^{\circ}\mathrm{C}$ پایدار است، اما در دمای $30\,^{\circ}\mathrm{C}$ تا حدی ناپایدار است و با نرخ معینی تجزیه می‌شود. در این آزمایش، غلظت هر دو آنزیم در ظرف برابر است. سرعت آنزیم دوم، در شرایطی که هر دو آنزیم نسبت به سوبسترا هایشان اشباع هستند، سه برابر آنزیم اول است. پس از اضافه کردن آنزیم‌ها به محلول، چند ثانیه صبر می‌کنیم تا غلظت مولکول B به تعادل برسد و سپس نرخ تولید مولکول C را اندازه می‌گیریم. در این آزمایش، غلظت A در ظرف به حدی زیاد است که آنزیم اول در تمام طول آزمایش اشباع است.
درباره این دو آنزیم، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) در دمای $20\,^{\circ}\mathrm{C}$، اگر غلظت آنزیم دوم را افزایش دهیم، نرخ تولید C افزایش می‌یابد.

ب) در دمای $20\,^{\circ}\mathrm{C}$، اگر غلظت آنزیم اول را دو برابر کنیم، نرخ تولید C دو برابر می‌شود.

ج) در دمای $30\,^{\circ}\mathrm{C}$، نرخ تولید C دو برابر نرخ مصرف A است.

د) در دمای $30\,^{\circ}\mathrm{C}$، اگر غلظت آنزیم دوم را افزایش دهیم، نرخ تولید C افزایش می‌یابد.

ه) در دمای $30\,^{\circ}\mathrm{C}$، اگر غلظت آنزیم اول را دو برابر کنیم، نرخ تولید C دو برابر می‌شود.

پرسش ۱۲ مقاومت ریشه

حدود نیم‌قرن پیش، دانشمندان فیزیولوژی گیاهی دریافتند که می‌توانند با استفاده از شباهت جریان آب و جریان برق، قانون اهم را برای مطالعه جریان آب در گیاهان استفاده کنند. هر چند که نیاز بود با تغییر پارامترهای آن، روابطی ایجاد کنند که با ویژگی‌های عبور جریان آب در بخش‌های متفاوت گیاه سازگاری بیشتری داشته باشد؛ برای مثال با تغییر قانون اهم می‌توان رابطه (۲) را برای جریان آب در عرض ریشه تعریف کرد:

$$J_r = K_r \cdot (\Delta\psi_p + \sigma \cdot \Delta\psi_s) \quad (۲)$$

در این رابطه:

J_r: مقدار جریان آب از سطح ریشه تا عناصر آوندی در مرکز،

K_r: رسانایی آبی کل عرض ریشه،

$\Delta\psi_p$: اختلاف پتانسیل فشاری بین خاک و آوندهای چوب،

$\Delta\psi_s$: اختلاف پتانسیل اسمزی بین خاک و آوندهای چوب،

σ: ضریب بازتاب برای تمام مسیرهای عرض ریشه.

ضریب بازتاب نشان می‌دهد که یک غشا به‌جز آب، چه مقدار به الکترولیت‌ها نفوذپذیر است. مقدار این ضریب بین صفر (کاملاً نفوذپذیر) و یک (کاملاً نفوذناپذیر) است.

این کمیت‌ها برای وضعیت معمول گیاه به صورت میانگین در نظر گرفته می‌شوند.

با توجه به ویژگی‌های بافت‌های معمول ریشه و مسیرهای جابه‌جایی آب در عرض ریشه، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) وجود درون‌پوست با نوار کاسپاری، رسانایی آبی کل عرض ریشه را کاهش می‌دهد.

ب) در تنش شوری، اختلاف پتانسیل اسمزی بین خاک و مرکز ریشه افزایش می‌یابد.

ج) اگر سهم مسیر آپوپلاستی نسبت به مسیر عرض غشایی بیشتر شود، مقدار ضریب بازتاب به صفر نزدیک‌تر می‌شود.

د) در آبدهی یکسان، انتظار داریم اختلاف پتانسیل فشاری بین ریشه و خاک در خاکی با دانه‌های درشت‌تر، کمتر باشد.

ه) افزایش میزان کانال‌های آکوآپورین در سلول‌های پوستی، مقدار ضریب بازتاب را افزایش می‌دهد.

پرسش ۱۳ پلانکتون‌ها

پژوهشگر پلانکتون‌شناسی در **خلیج همیشه فارس** پلانکتون‌ها را به کمک یک تور با منفذهای میکروسکوپی، از سطح آب جمع‌آوری کرد. برای جلوگیری از پاره شدن تور و همچنین عدم تخریب نمونه‌های ظریف توسط فشار آب، قایق با سرعت حداکثر یک گره دریایی در حرکت بود. پس از مدتی تور از آب بیرون کشیده شد و پلانکتون‌ها از مخزن جمع‌آوری که در انتهای تور قرار دارد، در ظروف پلاستیکی ریخته و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند تا شناسایی آن‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ به‌طور دقیق در حالت زنده انجام شود.

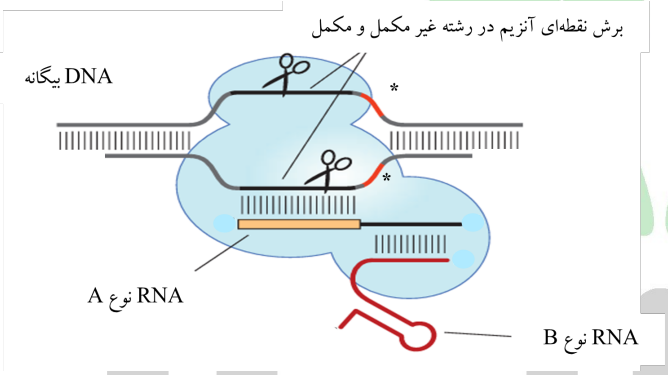
پژوهشگر بر اساس کتاب‌های جانورشناسی و اطلسِ پلانکتون‌های غالب در منطقه و با توجه به صفات ظاهری نظیر شکل کلی، نوع حرکت، واکنش به نور، رنگ، پلانکتون‌ها را توصیف و دسته‌بندی کرد. او سپس گروه جانوری‌ای که حدس می‌زد هر دسته پلانکتون به آن مربوط باشد را، در جلوی توصیف آن دسته نوشت.

درستی یا نادرستی گروه‌های جانوری نوشته‌شده برای هر توصیف را تعیین کنید.

	گروه جانوری	توصیف پلانکتون
الف)	خارپوستان	لاروهایی کوچک با چندین بازو که دارای نوارهای مژکی هستند.
ب)	پرتاران	لاروهایی شفاف که طرح کلی بدنشان دارای تقارن دوطرفی است و ضمائم جانبی باله مانند دارند.
ج)	عروس دریایی	موجوداتی کوچک، مسطح، شفاف و دایره‌ای‌شکل که هشت زایده جانبی در محیطشان دارند.
د)	سخت‌پوستان	لاروهایی با پوشش کیتینی و یک چشم منفرد که تقارن دو طرفی دارند.
ه)	شانه‌داران	موجوداتی شفاف با چند دسته مژکی در طول بدن که دارای زیست‌تابی هستند.

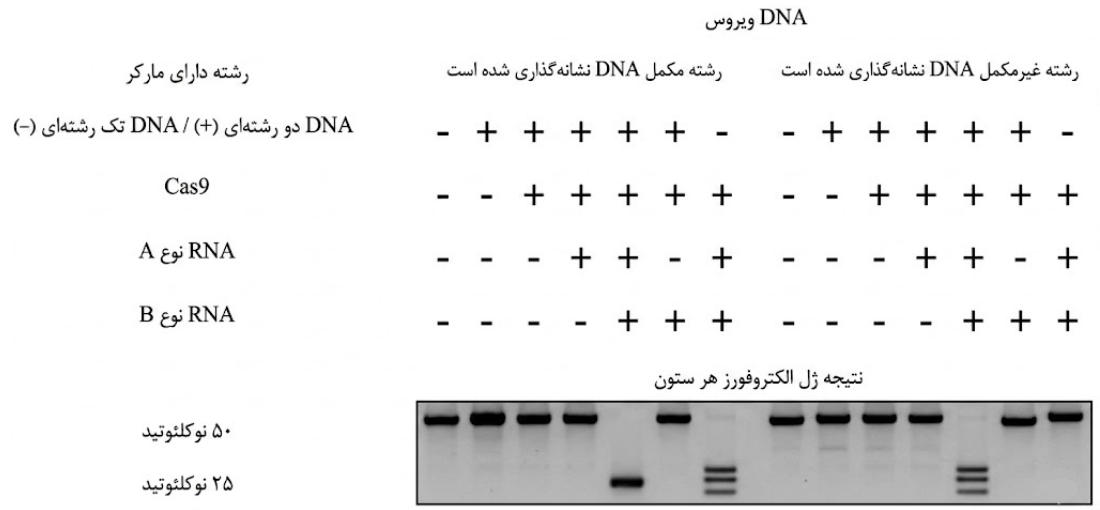
پرسش ۱۴ کریسپر

اولین دانشمندی که توالی‌های تکرارشونده (re-peated sequences) باکتری‌ها و کاربرد آن را شناسایی و معرفی کرد، Mojica Francisco بود. او در مقاله‌ای در سال ۲۰۰۳ با عنوان «توالی‌های تکرارشونده پروکاریوت‌ها و کاربرد آن در سیستم ایمنی» نخستین بار نام CRISPR را معرفی کرد. سپس Eric Sontheimer پیشنهاد کرد که می‌توان از کریسپر برای ادیت DNA دو رشته‌ای استفاده کرد. در نهایت، Jennifer Doudna و همکاران، موفق شدند که مکانیسم مولکولی این سیستم را توضیح دهند. این موفقیت به دریافت جایزه نوبل شیمی سال ۲۰۲۰ انجامید.



شکل ۱۳: کمپلکس آنزیم، DNA و RNA. *: محل شناسایی آنزیم روی توالی رشته بیگانه

زمانی که یک ویروس وارد باکتری *Streptococcus pyogenes* می‌شود، مکانیسم دفاعی کریسپر در این باکتری فعال شده تا ژنوم ویروس تخریب گردد. این پژوهشگران به دنبال یافتن پاسخ این سوال بودند که کدام مولکول‌ها در این فرایند نقش دارند. سوال دیگر آن‌ها این بود که مکانیسم عمل آنزیم برش‌دهنده چگونه است. آن‌ها DNA ۵۰ نوکلئوتیدی ویروسی را در معرض مولکول‌های مختلف باکتری قرار دادند تا مشاهده کنند که در حضور (+) یا عدم حضور (-) کدام مولکول، ژنوم ویروس برش داده می‌شود. برای مشاهده نتیجه از الکتروفورز استفاده شده است. در هر چاهک ژل، یکی از دو رشته DNA با برچسب رادیواکتیو در انتهای 5’ نشانه‌گذاری شد تا فقط همان رشته روی ژل دیده شود. رشته مکمل DNA رشته‌ای است که با توالی RNA باکتری مکمل است؛ همچنین رشته غیر مکمل DNA رشته‌ای است که با RNA مکمل نیست. شکل ۱۳، کمپلکس آنزیم، DNA و RNA را نشان می‌دهد. نتایج این پژوهش در شکل‌های ۱۴ و ۱۵ آمده‌اند.



شکل ۱۴: شناسایی اجزای موثر کریسپر

شکل ۱۵: شناسایی موتیف‌های برش دهنده آنزیم. موتیف H و D هرکدام وظیفه برش یکی از دو رشته DNA را برعهده دارند.

با توجه به این نتایج درستی یا نادرستی گزاره های زیر را تعیین کنید.

الف) درصورت عدم حضور یکی از دو RNA نوع A و B برش تنها در یکی از دو رشته DNA رخ می‌دهد.

ب) از کریسپر می‌توان برای برش با دقت در حد ۱ نوکلئوتید در هر دو رشته یک قطعه DNA استفاده کرد.

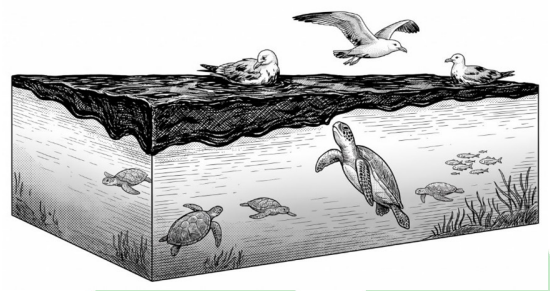
ج) موتیف H آنزیم DNA تک رشته‌ای را برش می دهد.

د) حضور رشته غیر مکمل DNA که موتیف D آنزیم Cas9 آن را برش می‌دهد، برای برش دقیق در رشته مکمل لازم است.

ه) از نتایج این آزمایش‌ها می‌توان دریافت که قبل از بارگیری در هر چاهک، DNA به صورت تک رشته درآمده است.

پرسش ۱۵ کارآگاه محیط‌زیست دریایی

در جنگ تحمیلی اخیر بسیاری از زیرساخت‌های ایران مورد حمله قرار گرفتند. یکی از این زیرساخت‌ها منابع نفت جزیره لاوان بود. این حمله منجر به نشت مقدار زیادی نفت و به دنبال آن آسیب به تنوع زیستی خلیج فارس شد. در ساعت‌های اول پس از حادثه، توده‌های غلیظ نفت با ضخامت ۱ تا ۶ متر تشکیل شد که گازهای سمی متصاعد می‌کردند. طی چند ساعت بعد، با تأثیر جریان آب و باد این توده‌ها پراکنده شدند و اثری از آن‌ها باقی نماند. دو گروه از مهره‌داران دریایی در این منطقه فراوان‌اند:

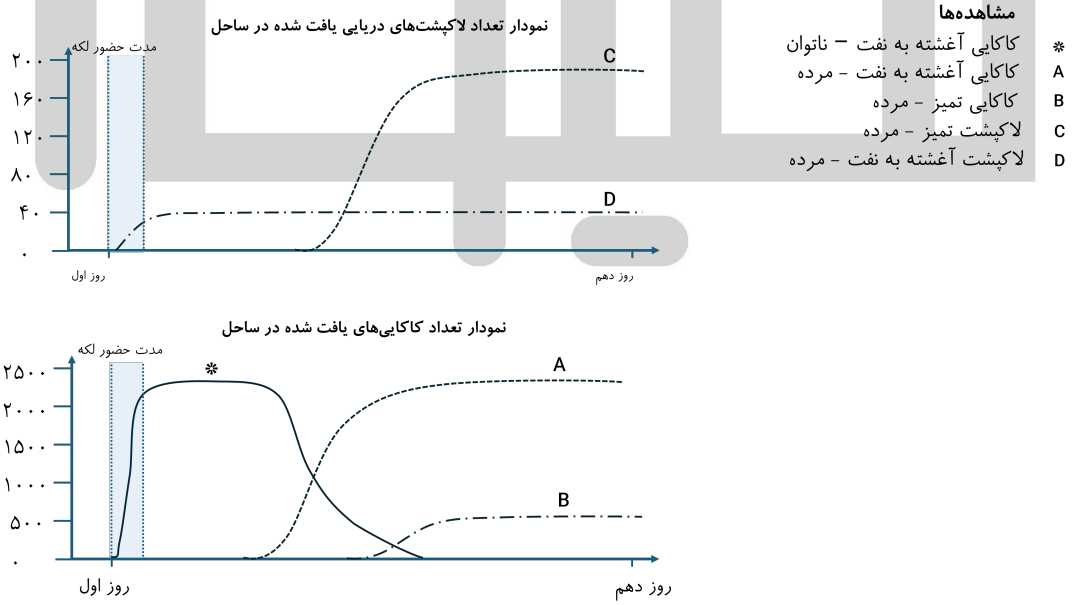


شکل ۱۶: نمایی از لاک‌پشت و کاکایی در دریا

کاکایی‌ها (پرندگان دریایی) که معمولاً روی سطح آب می‌نشینند یا با فاصله کمی از سطح آب پرواز می‌کنند و برای یافتن ماهی به‌تکرار سطح آب را جست‌وجو می‌کنند.

لاک‌پشت‌های دریایی که می‌توانند ساعت‌های طولانی زیر آب بمانند و برای نفس‌گیری هر چند ساعت، چند دقیقه به سطح می‌آیند.

بعد از این اتفاق، امواج، جانداران مرده یا ناتوان را به ساحل آورد. یک پژوهشگر در یکی از سواحل نزدیک، طی ده روز پس از شروع نشت نفت، هر ساعت مشاهداتی درباره تعداد **کاکایی‌ها و لاک‌پشت‌های مرده یا ناتوانِ** یافت‌شده در ساحل انجام داد و بر اساس نتایج مشاهدات، نمودارهای زیر را رسم کرد:



شکل ۱۷: مشاهدات انجام‌شده

پژوهشگر برای یافتن علت مرگ این جانوران، چهار فرضیه مطرح کرد:

فرضیه ۱ اندام‌های حرکتی بر اثر چسبندگی نفت از کار می‌افتند و در نتیجه جانور نمی‌تواند غذا به دست آورد.

فرضیه ۲ استنشاق ترکیبات فرار نفت باعث آسیب تنفسی می‌شود.

فرضیه ۳ نفت مجاری تنفسی را می‌پوشاند و باعث خفگی می‌شود.

فرضیه ۴ جانور از غذای آلوده به نفت تغذیه کرده است.

فرض کنید علت مرگ در هر مشاهده، تک عاملی است، گرچه یک فرضیه می‌تواند چندین مشاهده را توجیه کند. همچنین، وقتی نفت به پوست موجودی بچسبد، شسته یا جدا نمی‌شود.
درباره این مشاهدات، درستی یا نادرستی هر یک از گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) فرضیه ۴ تنها می‌تواند با B و C سازگار باشد.

ب) همه لاک‌پشت‌های آلوده به نفت حتماً مرده‌اند.

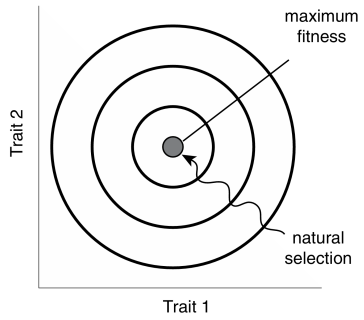
ج) فرضیه ۳ تنها می‌تواند با مشاهده D سازگار باشد.

د) فرضیه ۲ با همه مشاهده‌ها سازگار است.

ه) فرضیه ۱ تنها می‌تواند با مشاهده A سازگار باشد.

با توجه به متن زیر به پرسش ۱۶ و مساله ۳ پاسخ دهید.

چگونه می‌توان شایستگی فنوتیپ‌های مختلف منقار یک پرنده را بررسی کرد؟ برای این کار ابتدا چند ویژگی مربوط به منقار، مانند طول و عرض را اندازه‌گیری می‌کنیم. سپس هر پرنده‌ای که اندازه گرفتیم را به صورت یک نقطه روی فضایی به اسم trait space نشان می‌دهیم (شکل ۱۸ این فضا را برای دو صفت نشان می‌دهد). در ادامه، شایسته‌ترین پرنده را پیدا و روی فضا مشخص می‌کنیم. به این فنوتیپ Archetype می‌گوییم. حال هر چه از این نقطه دور شویم، شایستگی ما کاهش پیدا می‌کند. اگر فرض کنیم رابطه شایستگی و فاصله از این نقطه به صورت خطی است، آن‌گاه می‌توان دایره‌های متحدالمرکزی کشید که تمامی نقاط روی هر دایره شایستگی یکسانی دارند.

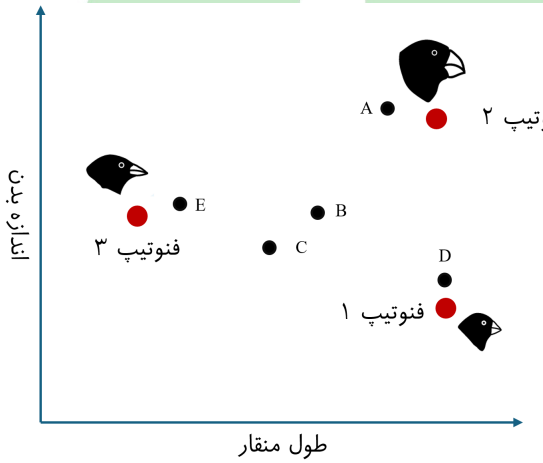


شکل ۱۸: مثالی از یک Trait Space

پرسش ۱۶ منقار پرنده‌ها

Peter Grants در سال ۱۹۸۶ پژوهشی در یکی از جزایر گالاپاگوس انجام داد. او متوجه شد که سهره‌های این جزیره از سه منبع غذایی عمده تغذیه می‌کنند: دانه‌های کوچک، دانه‌های برزگ و حشرات. یک پرنده می‌تواند از هر سه این مواد تغذیه کند و انرژی به دست آورد. مجموع انرژی کلی که پرنده به دست می‌آورد برابر با حاصل جمع انرژی کسب‌شده از هر یک از این منابع است. این منابع که می‌توانند جایگزین یکدیگر شوند، اهمیت یک‌اندازه‌ای در رژیم غذایی پرنده دارند.

پژوهشگر متوجه شد که طول منقار و اندازه بدن دو صفتی هستند که بیشترین تاثیر را در شایستگی این پرندگان در مصرف مواد غذایی دارند. وی این دو صفت را در پرنده‌های این جزیره اندازه‌گیری و در یک trait space رسم کرد. او همچنین سه فنوتیپ که بیشترین شایستگی در مصرف هر منبع غذایی داشتند را مشخص کرد: فنوتیپ ۱ بهینه‌ترین فنوتیپ در مصرف دانه‌های کوچک بود (Archetype مصرف دانه‌های کوچک). فنوتیپ‌های ۲ و ۳ نیز به ترتیب بهینه‌ترین فنوتیپ‌ها در مصرف دانه‌های بزرگ و حشرات بودند (Archetypeهای دانه‌های بزرگ و حشرات). شیب کاهش شایستگی با دور شدن از Archetypeها در هر سه منبع با یکدیگر برابر است.



شکل ۱۹: trait space پرندگان جزیره

پنج فنوتیپ فرضی را که ممکن است در جمعیت این پرندگان مشاهده شود، در شکل ۱۹ می‌بینید. همه این فنوتیپ‌ها توانایی خوردن هر سه نوع غذا را دارند، اما به مقدار متفاوتی مصرف می‌کنند. در این پرسش فرض کنید رقابتی بین پرنده‌ها وجود ندارد. درباره این فنوتیپ‌ها، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) اگر انرژی ذخیره‌شده در تمام منابع غذایی کاهش یابد و فراوانی غذاها محدودکننده نباشد، فنوتیپ B شایسته‌تر از E خواهد بود.

ب) اگر دانه‌های بزرگ از محیط حذف شوند و فراوانی باقی منابع مشابه باشد، شایستگی فنوتیپ C و فنوتیپ E مشابه خواهد بود.

ج) اگر فراوانی هر سه منبع در محیط مشابه باشد، شایستگی فنوتیپ A کمتر از فنوتیپ‌های دیگر است.

د) اگر پراکنش منابع غذایی به‌صورت لکه‌هایی کوچک با فاصله زیاد از یکدیگر باشد و در هر لکه یک منبع دیده شود، شایستگی فنوتیپ B کمتر از فنوتیپ‌های دیگر خواهد بود.

ه) اگر در هر فصل یکی از منابع فراوان‌تر باشد، شایستگی فنوتیپ B کمتر از فنوتیپ‌های دیگر خواهد بود.

مسئله ۳ داد و ستد در کسب انرژی

یک باکتری می‌تواند از یک یا چند روش برای کسب انرژی استفاده کند. تنفس هوازی، تنفس بی‌هوازی، تخمیر الکلی، تخمیر غیرالکلی یا فتوستنز. به دلیل محدودیت منابع، باکتری نمی‌تواند همه پروتئین‌های لازم برای همه این روش‌ها را به میزان کافی و همزمان بسازد؛ بنابراین افزایش سرمایه‌گذاری در یکی از این روش‌ها به کاهش کارایی در روش‌های دیگر می‌انجامد.

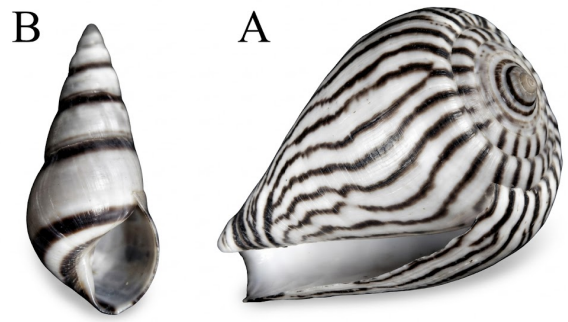
۴ خانواده ژنی در بیان پروتئین‌های مرتبط با این مسیرها نقش دارند. در نتیجه trait space دارای ۴ بعد است و هر محور بیان نسبی یکی از این خانواده‌ها را نشان می‌دهد. در این فضا، پنج Archetype مرتبط با هر کدام از روش‌های کسب انرژی را مشخص کرده‌ایم.

بیش از صد گونه متمایز باکتریایی که برای رشد در شرایط طبیعی متفاوت بهینه شده بودند را بررسی کردیم. بیان این ۴ خانواده ژنی را برای هر گونه محاسبه و آن گونه را به عنوان یک نقطه در trait space چند بعدی رسم کردیم. مشاهده کردیم تمامی آن‌ها در یک فضای چند بعدی محصور شده‌اند.

این فضا حداکثر از چند ضلع می‌تواند تشکیل شده باشد؟

پرسش ۱۷ صدف رنگی

اگر با دقت پیرامون خود را مشاهده کنیم، در طبیعت و گاهی در سبزی‌ها، صدف شکم‌پایان را می‌بینیم. هر صدف، نقشی منحصربه‌فرد بر پیکر دارد؛ راه‌راه، نقطه‌نقطه، مارپیچ، یا ترکیبی شگفت‌انگیز از همه این‌ها. دو نمونه ساده در شکل ۲۰ آمده است. اما این الگوها چگونه روی صدف‌های سخت شکل می‌گیرند؟



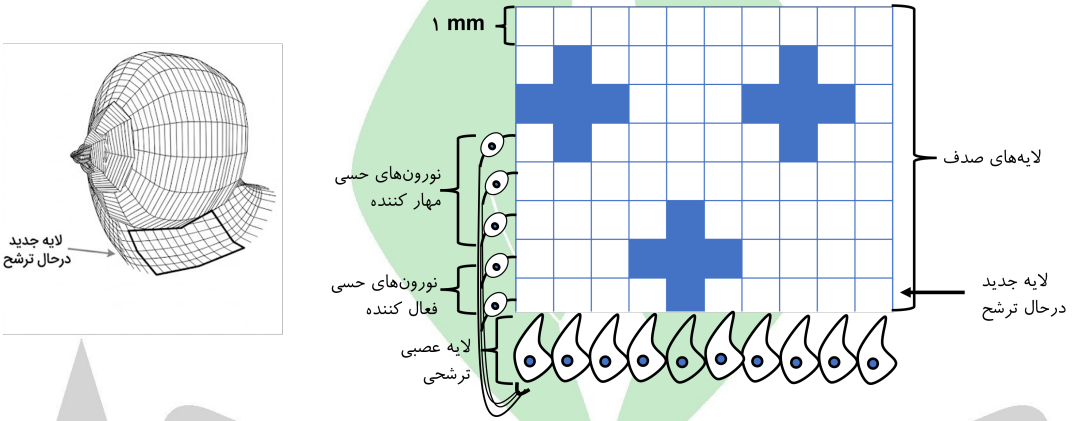
شکل ۲۰: نمونه‌هایی از الگوی رنگ‌آمیزی صدف‌ها

مطالعات نشان‌داده‌اند الگوی رنگ‌آمیزی صدف توسط شبکه‌ای از نورون‌ها در جبه (mantle) هنگام تشکیل صدف تعیین می‌شود. شکل ۲۱ ترسیمی از این شبکه را نشان می‌دهد. این شبکه شامل یک ردیف نورون ترشحی است که هر روز یک لایه یک میلی‌متری از صدف ترشح می‌کند. هرچه نورون‌های ترشحی با نرخ بیشتری فعالیت کنند، صدف تیره‌تری ترشح می‌شود. هر نورون ترشحی با نورون‌های حسی در ارتباط است که الگوی رنگِ لایه‌های قبلی صدف را می‌خوانند و به سلول‌های ترشحی منتقل می‌کنند.

در ابتدای تکوین همه نورون‌های این شبکه با نرخ برابری فعالیت می‌کنند. برهمکنش نورون‌ها با یکدیگر می‌تواند نرخ فعالیتشان را کاهش یا افزایش دهد. نرخ فعالیت هر نورون ترشحی در نهایت برایندی از همه ورودی‌های آن است. تنوع الگوهای رنگ‌آمیزی در صدف شکم‌پایان، با تغییر در انواع برهمکنش‌ها و شدت آن‌ها ایجاد می‌شود. نورون‌ها در این شبکه می‌توانند دو نوع برهمکنش با یکدیگر داشته باشند:

برهمکنش مستقیم که در آن نورون‌های ترشحی با چند سلول مجاور خود سیناپس دارند. به واسطه این سیناپس‌ها، هر چه نورونی فعال‌تر باشد، نرخ فعالیت نورون‌های نزدیک خود را افزایش و نرخ فعالیت نورون‌های دورتر را کاهش می‌دهد (آن‌ها را مهار می‌کند).

برهمکنش غیر مستقیم که با واسطه سلول‌های حسی جبه انجام می‌شود. لبه جبه هنگام رشد، کمی روی صدف خم می‌شود. به همین دلیل می‌تواند چند لایه قبلی را لمس کند و مقدار رنگی که در روزهای گذشته ترشح شده را تشخیص دهد. هرچه ناحیه حس‌شده تیره‌تر باشد، فعالیت سلول‌های حسی بیشتر می‌شود. سلول‌های حسی که با چند لایه تازه تشکیل‌شده در تماس هستند، فعالیت نورون‌های ترشحی را افزایش می‌دهند، در حالیکه سلول‌های حسی در تماس با لایه‌های قدیمی‌تر فعالیت نورون‌های ترشحی را مهار می‌کنند.



شکل ۲۱: ترسیمی از چگونگی تشکیل صدف. همه نورون‌ها در جبه دارای اتصالات حسی هستند. به‌منظور سادگی شکل فقط یکی از آن‌ها رسم شده است. سیناپس بین نورون‌ها نیز برای سادگی شکل رسم نشده‌است.

درستی یا نادرستی گزاره‌ها را مشخص کنید.

الف) افزایش اتفاقی فعالیت یک نورون ترشحی در ابتدای تکوین هر دو صدف، در نهایت به ایجاد الگوهای تکرارشونده می‌انجامد.

ب) حذف نورون‌های حسی مهارکننده در صدف B به ایجاد صدفی کاملا تیره می‌انجامد.

ج) در صدف B اگر تعداد نورون‌هایی که هر نورون مهار می‌کند، کاهش پیدا کنند، تعداد خطوط بیشتری ایجاد می‌شود.

د) در فرایند تکوین صدف A، افزایش فعالیت نورون‌های حسی مهاری باعث کاهش پیوستگی خط‌ها می‌شود.

ه) در صدف A اگر حداکثر نرخ فعالیت ممکن نورون ترشحی کاهش یابد، ضخامت خطوط کم می‌شود.

پرسش ۱۸ پیش‌بینی ساختار سه‌بعدی

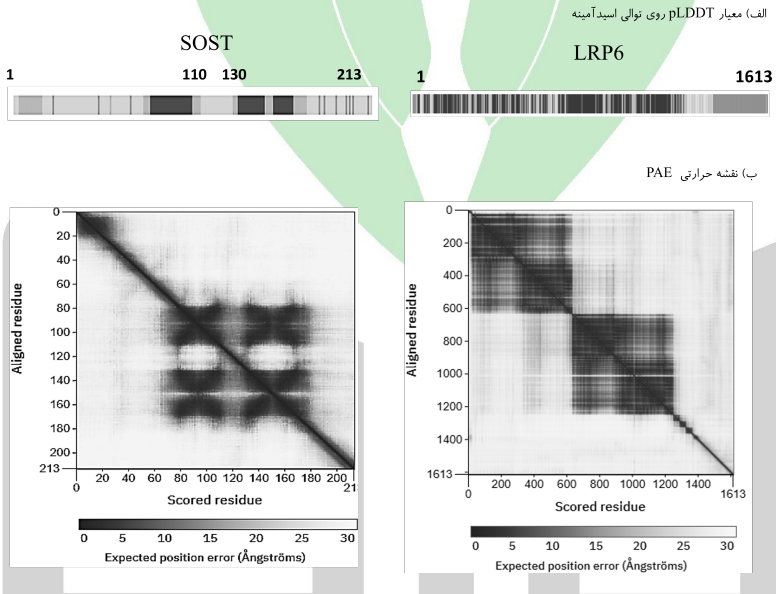
در سال ۲۰۲۴ جایزه نوبل شیمی به دانشمندان توسعه‌دهنده AlphaFold یعنی Demis Hassabis و John Jumper تعلق گرفت. AlphaFold2 یک سامانه یادگیری عمیق است که می‌تواند ساختار سه‌بعدی پروتئین‌ها را تنها از روی توالی آمینواسید آن‌ها پیش‌بینی کند. AlphaFold با استفاده از شبکه عصبی عمیق مدلی سه‌بعدی با دقت بالا پیشنهاد می‌کند؛ اما این پیش‌بینی قطعی نیست و باید

همراه با شاخص‌های اطمینان تفسیر شود. به همین دلیل، این سامانه، جهت سنجش میزان اعتماد به بخش‌های مختلف ساختار، دو معیار مهم به نام‌های pLDDT و PAE ارائه می‌کند.

شاخص pLDDT میزان اطمینان مدل به موقعیت هر آمینواسید در ساختار دومی که در آن حضور دارد را نشان می‌دهد. این شاخص مقداری بین ۰ تا ۱۰۰ دارد و هرچه مقدار آن بیشتر باشد، پیش‌بینی آن بخش قابل اعتمادتر است.

شاخص PAE معیاری برای سنجش اطمینان مدل به موقعیت نسبی بخش های مختلف نسبت به یکدیگر است. در واقع الگوریتم پیش‌بینی می‌کند موقعیت آمینواسید مورد ارزیابی نسبت به آمینواسید مرجع چند آنگستروم می‌تواند خطا داشته باشد. این سامانه ساختار سه‌بعدی‌ای که بر اساس توالی پیش‌بینی کرده است را در آمینواسید مرجع روی ساختار سه‌بعدی‌ای که بر اساس داده‌های تجربی پیشین و مقایسه ویژگی‌های فیزیکی مدل کنونی به دست آمده است، منطبق می‌کند و فاصله آمینواسید مورد ارزیابی را در این دو ساختار محاسبه می‌کند. در نهایت، یک نقشه حرارتی از PAE رسم می‌کند که در آن محور عمودی نمایانگر آمینواسید مرجع و محور افقی نمایانگر آمینواسید مورد ارزیابی است.

در شکل ۲۲ پیش‌بینی‌های AlphaFold برای دو پروتئین را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۲: pLDDT و PAE پیش‌بینی‌شده برای دو پروتئین SOST و LRP6

درباره این دو پروتئین، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) بین این دو پروتئین، پروتئین SOST محتمل‌تر است یک گیرنده غشایی باشد.

ب) در پروتئین LPR6 در حوالی آمینواسید ۸۰۰، ناحیه‌ای قابل اعتماد و غیرانعطاف‌پذیر (rigid) مشاهده می‌شود.

ج) توقع داریم بی‌نظمی در ساختار پروتئین SOST بیشتر از پروتئین LRP6 باشد.

د) ساختار دوم آمینواسیدهای ۱ تا ۲۰ پروتئین SOST را نمی‌توان به درستی پیش‌بینی کرد، اما مدل به محل نسبی این بخش با آمینواسیدهای اطراف آن، اطمینان بالایی دارد.

ه) انعطاف‌پذیری ساختار آمینواسیدهای ۱۱۰ تا ۱۳۰ باعث تغییر موقعیت نسبی بین دو دُمین پروتئین SOST می‌شود.

پرسش ۱۹ پروفایل آنتی‌ژنی

برای انتقال خون، بررسی تطابق خون فرد اهدا کننده و گیرنده ضروری است. برای این کار پروفایل آنتی‌ژنی هر دو فرد بررسی می‌شود. حضور همه آنتی‌ژن‌ها را روی سلول‌های خونی فرد با استفاده ازآنتی‌بادی‌های اختصاصی می‌سنجیم و نتیجه را در پروفایل آنتی‌ژنی ثبت می‌کنیم.

علاوه بر گروه‌های خونی پایه ABO،گروه های خونی فرعی دیگری نیز وجود دارند که توسط ژن‌ها به ارث می‌رسند و باید در پروفایل آنتی‌ژنی ثبت شوند. برخی از این ژن‌ها عبارت‌اند از: ژن E (زیر مجوعه Rh)،MN، Ss، lutheran، lewis، kell، duffy و kidd. هر کدام از این ژن‌ها دو الل دارند. هر الل یک آنتی‌ژن متفاوت را کد می‌کند. حضور هر یک از آنتی‌ژن‌ها را با استفاده از آنتی‌بادی‌های اختصاصی آن‌ها می‌سنجند. در همه ژن‌ها الل‌ها به صورت هم‌توان در تعیین گروه خونی نقش دارند. هیچ‌کدام از آن ژن‌ها پیوسته نیستند. در حال حاضر به دلیل شرایط جنگی، امکان تهیه پروفایل ژنتیکی فرد X (که دریافت کننده خون است) وجود ندارد، برای اطمینان از پیداکردن خون مناسب برای انتقال به این فرد، لازم است آزمایش دیگری انجام شود. بنابراین، سرم فرد X را با سلول‌های خونی به دست‌آمده از هر یک از پنج فرد متفاوت مخلوط می‌کنند و واکنش آن‌ها را در حضور Anti-Human Globulin می‌سنجند. حضور AHG برخورد آنتی ژن و آنتی بادی را تسهیل می‌کند و حساسیت تشخیص وجود آنتی‌بادی در فرد گیرنده را افزایش می‌دهد.

در جدول زیر پروفایل آنتی‌ژنی ۵ فرد اهداکننده را مشاهده می‌کنید. موارد مثبت در جدول نشانگر وجود آنتی‌ژن مذکور روی سطح RBC هستند. فرض کنید عدم وجود یک آنتی‌ژن روی RBC این افراد همراه با تشکیل آنتی‌بادی علیه آنتی‌ژن در سرم آن‌ها است.

	Rh		MN		Ss		lutheran		Lewis		Kell		Duffy		Kidd		
	E	e	M	N	S	s	Lu^a	Lu^b	Le^a	Le^b	K	k	Fy^a	Fy^b	KJ^a	KJ^b	شدت واکنش
1	−	+	+	−	+	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	0
2	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	−	+	−	+	−	+	2
3	−	+	−	+	+	+	+	+	−	+	−	+	−	+	−	+	1
4	−	+	+	+	−	+	−	+	+	−	−	+	−	−	+	−	0
5	−	+	+	+	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	−	+	3

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

الف) ژنوتیپ فرد X در جایگاه lewis، Le^b / Le^a است.

ب) شدت واکنش آنتی‌ژن-آنتی‌بادی در محیط دارای AHG، با تعداد کمپلکس‌های آنتی‌ژن-آنتی‌بادی متفاوت ارتباط خطی دارد.

ج) از بین افرادی که می‌توانند به فرد X خون اهدا کنند، هیچ یک نمی‌توانند به یکدیگر خون بدهند.

د) فرد X به هیچ از یک از افراد ۱ تا ۵ نمی‌تواند خون اهدا کند ولی می‌تواند از دو نفر خون دریافت کند.

ه) آنتی‌ژن Kell-K می‌تواند روی RBC های فرد X وجود داشته باشد.

مسئله ۴ طول بال مگس

طول بال گونه‌ای مگس دیپلویید توسط دو ژن روی دو کروموزوم متفاوت تعیین می‌شود. هر یک از این دو ژن، دو الل دارد: بال کوتاه و بال بلند. داشتن هر نسخه از الل بال بلند باعث می‌شود طول بال نسبت به حالتی که الل بال کوتاه در آن جایگاه بود دو میلی‌متر بیشتر شود. در جمعیتی از این مگس فراوانی الل بال بلند در ژن اول ۳۰ درصد و در ژن دوم ۶۰ درصد است. همچنین در این جمعیت فراوانی ژنوتیپ ها در تعادل هاردی-واینبرگ قرار دارد. می‌دانیم واریانس طول بال در جمعیت برابر با ۱۰ میلی‌متر مربع است. این واریانس برابر با مجموع واریانس حاصل از تاثیرات محیطی، تغییرات تصادفی تکوینی، و عوامل ژنتیکی است. اگر بدانیم واریانس در طول بال حاصل از تاثیرات محیطی ۵ میلی‌متر مربع است، واریانس حاصل از تغییرات تصادفی تکوینی چقدر است؟ پاسخ خود را در ۱۰ ضرب و در پاسخنامه وارد کنید.

راهنمایی: زمانی‌که در یک جایگاه تنها دو الل وجود دارد و تعادل هاردی-واینبرگ برقرار است، برای محاسبه فراوانی ژنوتیپ‌های مختلف در جمعیت می‌توان از توزیع دوجمله‌ای استفاده کرد (معادله (۳)).

$$\mathrm{Var}(X) = n * p * (1-p) \quad (۳)$$

که در آن $\mathrm{Var}(X)$ واریانس تعداد موفقیت‌ها، n تعداد آزمون‌ها، و p احتمال موفقیت در هر آزمون است. به علاوه از خصوصیات کلی واریانس می‌دانیم که:

$$\mathrm{Var}(X+Y) = \mathrm{Var}(X) + \mathrm{Var}(Y) \quad (۴)$$

$$\mathrm{Var}(c * X) = c^2 * \mathrm{Var}(X) \quad (۵)$$

که در آن X و Y دو متغیر تصادفی هستند و c یک ضریب ثابت است.

پرسش ۲۰ پروتئین‌های کرونا

پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که لخته شدن غیرطبیعی خون با علائم بلندمدت بیماری کرونا ارتباط دارد. این لخته‌های خونی در اثر تجمع فیبرین شکل می‌گیرند. مطالعات نشان داده‌اند که پروتئین Spike ویروس SARS-CoV-2 که به درستی تا نخورده است، به عنوان یک هسته برای تجمع فیبرین‌ها عمل می‌کند.

در سال ۲۰۲۳ پژوهشی درباره ساختار و تاخوردگی این پروتئین انجام شد. هدف این پژوهش، بررسی نقش پیوندهای دی‌سولفیدی در تاخوردگی صحیح بخش receptor binding domain (RBD) پروتئین Spike ویروس SARS-CoV-2 بود.

پژوهشگران می‌خواستند بدانند آیا RBD پس از دناتوره شدن می‌تواند به‌تنهایی به حالت طبیعی برگردد، یا اینکه حضور پیوندهای دی‌سولفیدی در حالت طبیعی برای هدایت مسیر تاخوردگی ضروری است.

برای این منظور، دو مسیر تاخوردگی مجدد مقایسه شدند:

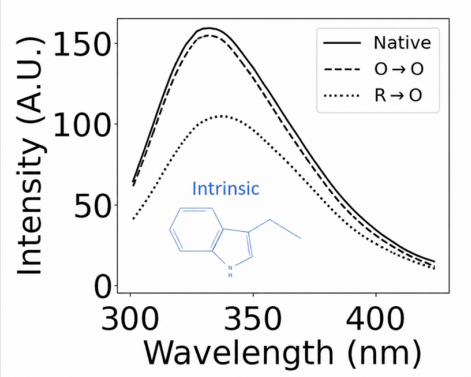
مسیر $\mathbf{O \rightarrow O}$: پروتئین ابتدا در حضور عامل دناتوره‌کننده باز شد. سپس در محیط اکسیدکننده مجدداً تا خورد.

مسیر $\mathbf{R \rightarrow O}$: پروتئین ابتدا در حضور عامل دناتوره‌کننده و عامل کاهنده باز شد. سپس در محیط اکسیدکننده مجدداً تا خورد.

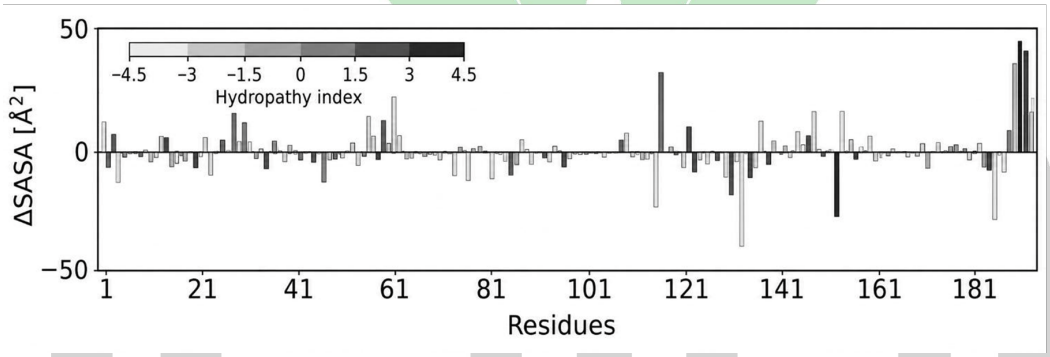
برای بررسی تاخوردگی پروتئین از طیف‌سنجی فلورسانس ذاتی استفاده شد. در این روش، فلوروفور (مولکول عامل نشر) معمولاً آمینواسید تریپتوفان است. هر چه محیط موضعی پیرامون این آمینواسید غیر قطبی‌تر باشد، قله نشر به سمت طول موج‌های پایین‌تر شیفت می‌کند و شدت نشر افزایش می‌یابد.

نمودار شکل ۲۳ نشانگر تغییرات سطح قابل دسترس به حلال یا Solvent Accessible Surface Area به ازای هر آمینواسید است. SASA نشان‌دهنده این است که چه مقدار از سطح یک پروتئین در تماس یا دسترس مولکول‌های حلال که معمولا آب است، قرار دارد. برای تحلیل $\Delta SASA$، حالت اولیه پروتئین طبیعی و حالت ثانویه پروتئین بدون پیوند دی‌سولفیدی در نظر گرفته شد.

الف)



ب)



شکل ۲۳: نتایج آزمایش‌های انجام شده. الف) فلورسانس ذاتی. ب) تغییرات سطح قابل دسترس به آب به ازای هر آمینواسید

درباره این آزمایش، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) مسیر $R \rightarrow O$ باعث می‌شود که تریپتوفان به سمت حلال متمایل شود.

ب) در صورت شکستن پیوندهای دی‌سولفیدی در RBD، با قرار دادن آن در محیط مناسب برای تشکیل پیوند، این پروتئین خودبه‌خود به درستی تا می‌خورد.

ج) بعضی آمینواسیدهای غیر قطبی در ساختار طبیعی نسبت به ساختار بدون پیوند دی‌سولفیدی در سمت قطبی‌تر بوده‌اند.

د) پروتئینی که در مسیر $R \rightarrow O$ ایجاد می‌شود نسبت به مسیر $O \rightarrow O$ در سطح انرژی بالاتری قرار دارد.

ه) پیوند دی‌سولفیدی تاثیر بالایی روی موقعیت آمینواسیدهای ناحیه C-terminal دارد.

مسئله ۵ آنزیم جهش‌یافته

دانشمندان ایرانی اخیراً آنزیم جدیدی به نام SYARO1 را در لیزوزوم کشف کرده‌اند. به نظر می‌رسد این آنزیم دارای چند جایگاه فعال است که در همکاری با هم فعالیت یکدیگر را بیشتر می‌کنند. فعالیت نوع وحشی این آنزیم در شرایط آزمایشگاهی و مشابه با سیتوزول و لیزوزوم در غلظت‌های مختلف سوبسترا اندازه گرفته شد (شکل ۲۴). این فعالیت را می توان با معادله هیل مدل‌سازی کرد.

$$v = \frac{V_{\max}[S]^n}{K^n + [S]^n} \qquad (۶)$$

v: سرعت واکنش

$V_{\max}$: بیشینه سرعت

$[S]$: غلظت سوبسترا

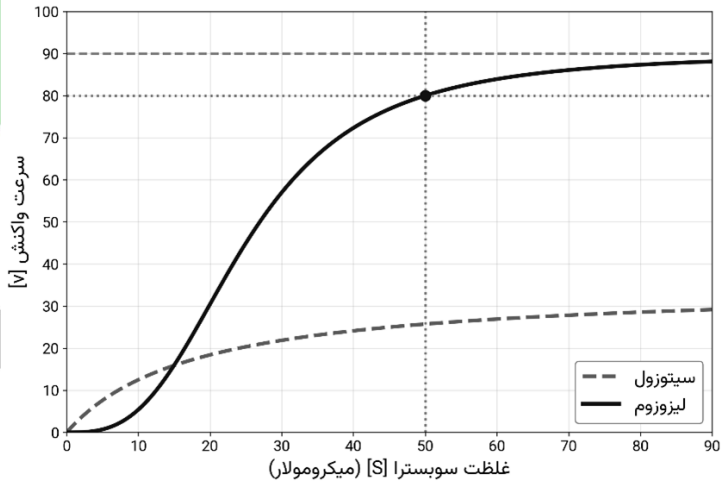
K: مقیاس غلظت سوبسترا برای آنزیم همکارانه

n: ثابت فعالیت تعاونی جایگاه‌ها

مقدار n را برای SYARO1 در شرایط مشابه لیزوزوم حساب و به صورت یک عدد گردشده در پاسخنامه وارد کنید.

$[S]$	$v(\mu\mathrm{M/min})$
۰	۰
۵	۲
۱۵	۱۵
۲۵	۴۵
۳۵	۶۵
۵۰	۸۰
۹۰	۹۰

(ب) داده‌های به‌دست‌آمده از فعالیت آنزیم



(آ) فعالیت آنزیم

شکل ۲۴: اطلاعات عملکرد آنزیم SYARO1

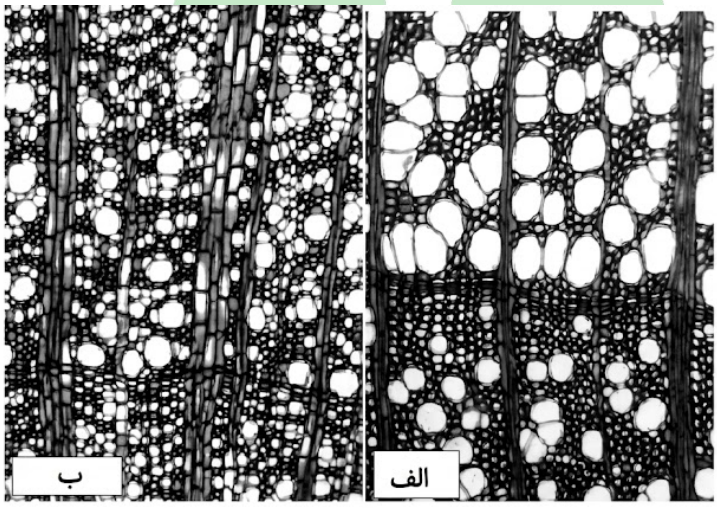
Heyvagroup.com

پرسش ۲۱ اهمیت تکوین چوب در صنعت

در دنیای امروز، چوب از کلیدی‌ترین مواد اولیه طبیعی در صنایع ساختمان‌سازی، مبلمان و کاغذسازی است. کیفیت محصول نهایی مستقیماً به ساختار چوب بستگی دارد. دانشمندان با مطالعه تکوین چوب، شرایط محیطی موثر بر کیفیت صنعتی آن را شناسایی می‌کنند تا چوب مناسب را انتخاب کنند. این مطالعات در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی کلان وابسته به صنایع چوب اهمیت ویژه‌ای دارند.

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که محرک اصلی تکوین چوب تابش کنترل شده نور خورشید است. بر اساس نیاز درختان به نور و رقابت برای بقا در جنگل، اشکوب‌بندی (Stratification) یا همان نظم عمودی شکل می‌گیرد. سرشاخه‌های درختان در هر اُشکوب (stratum)، میزان نور متفاوتی دریافت می‌کنند. اُشکوب‌های بالا، مکان‌هایی با نور بهینه و اُشکوب‌های پایین، مکان‌هایی با نور کمینه (دریافت کمتر از ۲ درصد از نور خورشید) هستند.

پژوهشگران به منظور تشخیص تأثیر نور بر تکوین چوب، سرشاخه‌های هم‌سن درختان راش از گونه *Fagus sylvatica* را در دو اُشکوب بالا (شکل ۲۵ بخش الف) و اُشکوب پایین (شکل ۲۵ بخش ب) مقایسه کردند. آب و مواد معدنی در این پژوهش عوامل محدودکننده نبودند.



شکل ۲۵: ساختار چوب در سرشاخه‌های هم‌سن درخت *Fagus sylvatica* برداشت شده از شرایط نور بهینه (الف) و نور کمینه (ب). (بزرگنمایی تصاویر ۱۰۰ برابر).

درباره این آزمایش، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) نور با تأثیر بر فرایند چوب سازی، سبب کاهش اندازه و تراکم عناصر هدایت‌کننده می‌شود.

ب) انتظار داریم چوب‌های تشکیل‌شده در نور کمینه برای تولید سطوح صاف و صیقلی در صنایع چوبی ظریف مناسب‌تر باشند.

ج) انتظار داریم نور کمینه باعث شود اشعه آوندی (ray) در طول تکوین چوب تشکیل نشود.

د) در حجم یکسان، چوب‌های تشکیل شده در اشکوب پایین در مقایسه با اشکوب بالا، پارانشیم بیشتری دارند.

ه) در هر دو اشکوب، عناصر آوندی چوبی در چوب بهاره نسبت به چوب پاییزه حفرات کوچک‌تری دارند.

پرسش ۲۲ جابه‌جایی رگ‌های بزرگ

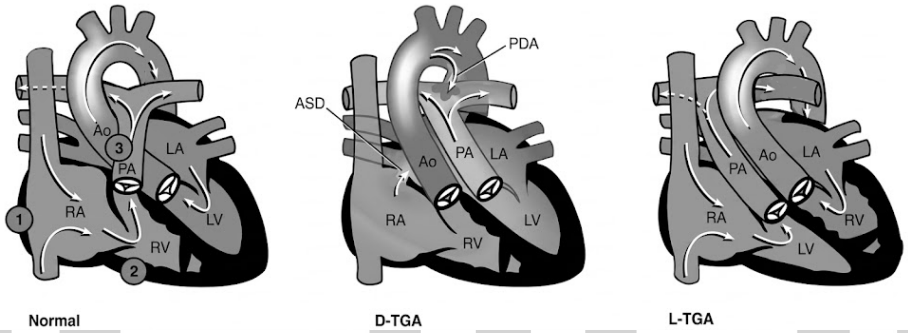
برخی نوزادان پس از تولد دچار کبودی پوست و مشکل در تنفس می‌شوند. در این شرایط، احتمالاً قلب این نوزادان به درستی شکل نگرفته است. یکی از ناهنجاری‌های قلبی در نوزادان، جابجایی رگ‌های بزرگ (TGA) است.

در قلب طبیعی، موقعیت مکانی و ساختار درونی بطن‌ها با هم مطابقت دارند؛ دیواره بطن چپ ضخیم‌تر و دیواره بطن راست نازک‌تر است. اما در TGA، علاوه بر جابه‌جایی رگ‌های بزرگ، ممکن است دیواره بطن سمت راست، ضخیم‌تر از دیواره بطن سمت چپ باشد. به‌همین دلیل در این شرایط بطنی که دیواره ضخیم‌تر دارد را بطن چپ مورفولوژیک و بطنی که دیواره نازک‌تر دارد را بطن راست مورفولوژیک می‌نامیم. بر اساس این تغییر در بطن‌ها TGA را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

ناهنجاری D-TGA در این ناهنجاری اتصالات بطنی-رگی معکوس شده‌اند؛ آئورت از بطن راست مورفولوژیک و سرخرگ ششی از بطن چپ مورفولوژیک منشأ می‌گیرد. در این ناهنجاری موقعیت مکانی بطن‌ها طبیعی است.

ناهنجاری L-TGA در این ناهنجاری علاوه بر معکوس شدن اتصالات بطنی-رگی، اتصالات بطنی-دهلیزی نیز معکوس هستند. در این ناهنجاری، بطن راست مورفولوژیک در سمت چپ و بطن چپ مورفولوژیک در سمت راست قرار دارد؛ یعنی بطن‌ها جابه‌جا شده‌اند.

شکل ۲۶، ساختار قلب را در حالت طبیعی و در هر یک از ناهنجاری‌ها نشان می‌دهد.



شکل ۲۶: ساختار قلب در حالت طبیعی و در انواع در TGA

یکی از اقدامات درمانی عمل تعویض سرخرگ است. در این عمل آئورت و سرخرگ ششی از بالای دریچه نیمه‌هلالی بریده می‌شوند و به بطن درست پیوند زده می‌شوند. در نتیجه اتصالات بطنی-رگی به حالت طبیعی درمی‌آیند.

درباره این ناهنجاری‌ها، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) انتظار می‌رود بدون انجام اقدام درمانی، امید به زندگی نوزاد مبتلا به L-TGA از نوزاد مبتلا به D-TGA بیشتر باشد.

ب) در بیمار مبتلا به L-TGA، انتظار داریم دریچه سه لتی در گذر زمان دچار نارسایی پیش‌رونده شود.

ج) انجام عمل تعویض سرخرگی در بیمار مبتلا به L-TGA، برخلاف بیمار مبتلا به D-TGA، به بهبود اکسیژن‌رسانی خون کمکی نمی‌کند.

د) در نوزاد مبتلا به L-TGA شدت نارسایی در بطن چپ مورفولوژیک، بیشتر از بطن راست مورفولوژیک خواهد بود.

ه) اگر در نوزاد مبتلا به D-TGA، یک سوراخ در دیواره بین بطنی نیز وجود داشته باشد، اکسیژن‌رسانی خون در گردش خون عمومی بهبود خواهد یافت.

پرسش ۲۳ انتشار گازها

انتقال گاز از هوای آلوئولی به هموگلوبین، فرایندی دومرحله‌ای است. مرحله اول عبور گاز از غشای آلوئولی-مویرگی و مرحله دوم انتشار گاز در خون مویرگی و اتصال به هموگلوبین است (شکل ۱). در نتیجه هر کدام از این مراحل یک مقاومت در مسیر انتشار گاز است. مجموع این مقاومت‌ها را با R_{tot} (مقاومت کل انتشار) و بخشی از آن که به انتقال گاز در خون و اتصال آن به هموگلوبین مربوط است را با R_{rc} (مقاومت عروقی انتشار) نشان می‌دهند. مقاومت دیگر مربوط به عبور گاز از غشا می‌شود. سهم این مراحل در تعیین ظرفیت انتشار شش برای یک گاز با معادله روتون-فورستر توصیف می‌شود:

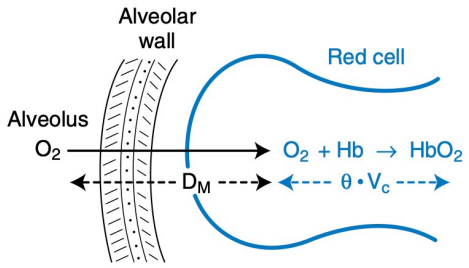
$$\frac{1}{DL} = \frac{1}{DM} + \frac{1}{\theta V_c} \quad (۷)$$

DL: ظرفیت انتشار کلی شش برای یک گاز،

DM: ظرفیت انتشار غشای آلوئولی-مویرگی،

V_c: حجم خون مویرگی شش،

θ: ضریبی است که سرعت واکنش و اتصال آن گاز به هموگلوبین را نشان می‌دهد. هرچه مقدار θ بزرگ‌تر باشد، گاز پس از ورود به خون سریع‌تر به هموگلوبین متصل می‌شود. توجه کنید که DL برابر معکوس R_{tot} است.



شکل ۲۷: مسیر انتشار گازها در آلوئول

پژوهشگران برای بررسی انتقال گازها از آلوئول‌های ریه به خون مویرگی از دو گاز نیتریک‌اکسید (NO) و مونوکسیدکربن (CO) استفاده می‌کنند. در این روش، ظرفیت انتشار نیتریک‌اکسید از آلوئول به خون با شاخص DL_{NO} و ظرفیت انتشار مونوکسیدکربن از آلوئول به خون با شاخص DL_{CO} اندازه‌گیری می‌شود. با توجه به اینکه مقدار θ برای نیتریک‌اکسید چندین برابر بزرگ‌تر از مونوکسیدکربن است، می‌توان با محاسبه ظرفیت انتشار این دو گاز، انتقال گازها در شش‌ها را بررسی کرد.

با استفاده از اطلاعات فوق و داده‌های ارائه‌شده در شکل، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) درآمبولی ریه، R_{rc}/R_{tot} بیشتر از فیبروز ریه است.

ب) آمبولی ریه و فیبروز ریه می‌توانند DL_{CO} مشابهی داشته باشند.

ج) ادم ریه DL_{CO} را افزایش می دهد.

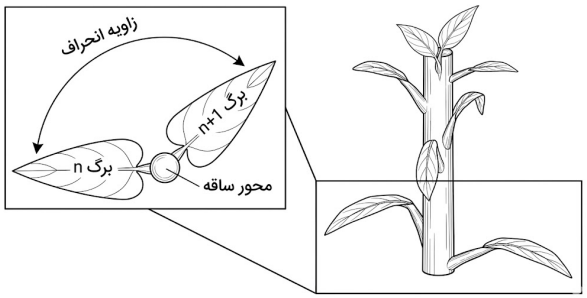
د) در بیمار مبتلا به آمبولی ریه که همزمان دچار ضعف شدید عضلات تنفسی است، نسبت DL_{NO}/DL_{CO} ممکن است در محدوده طبیعی قرار گیرد.

ه) کم‌خونی می‌تواند بدون تغییر Dm_{CO}/V_c موجب تغییر در R_{rc}/R_{tot} شود.

Heyvagroup.com

مسئله ۶ زاویه طلایی

یکی از شگفتی‌های دنیای گیاهان ایجاد آرایش برگی مناسب با ویژگی‌های تابش نور در محیط زندگی گیاه است. برای مثال برخی گیاهان برگ‌های خود را در الگویی مارپیچی تولید می‌کنند. در این الگو در هر گره تنها یک برگ تولید می‌شود و زاویه‌ای که هر دو برگ متوالی با هم نسبت به محور ساقه دارند (زاویه انحراف) مقداری ثابت است (تصویر ۲۸). برای اینکه میزان سایه‌اندازی برگ‌ها روی هم، کمترین مقدار خود باشد، مقدار زاویه انحراف برگ نزدیک به زاویه طلایی است. زاویه طلایی کوچک‌ترین زاویه‌ای است که از تقسیم محیط یک دایره بر اساس نسبت طلایی به دست می‌آید؛ چون مقدار دقیق آن گنگ است (حدود ۱۳۷.۵۰۷۷۶ درجه)، اغلب به صورت ۱۳۷.۵ درجه تقریب زده می‌شود.



شکل ۲۸: آرایش برگ‌ها

گیاه مدلی را تصور کنید که زاویه انحراف در آن دقیقاً ۱۳۷.۵ درجه باشد و محدودیتی در تعداد برگ‌های موجود در ساقه اصلی نداشته باشد. پس از تشکیل اولین برگ، این گیاه باید چند برگ دیگر تولید کند تا آخرین برگ، دقیقاً در همان موقعیت زاویه‌ایِ برگ اول ظاهر شود؟ دو رقم سمت راست پاسخ را بنویسید.

پرسش ۲۴ مهاجرت زمستانه

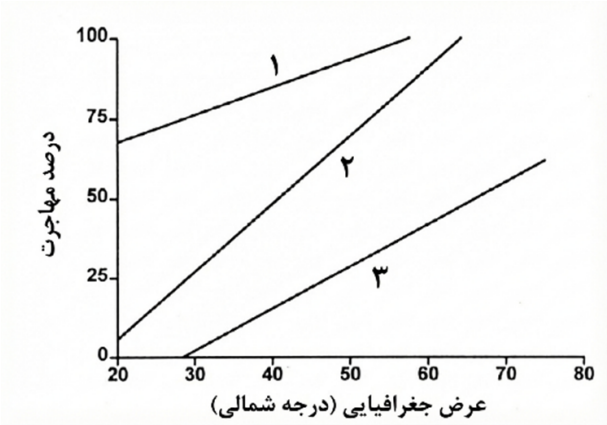
هر پرنده محدوده جغرافیایی مشخصی به نام قلمرو تولیدمثلی دارد که در آن زادآوری می‌کند و جوجه‌هایش را پرورش می‌دهد. تولیدمثل معمولاً با بهار و تابستان هماهنگ است، یعنی فصولی که طول روز بلندتر، دما مناسب‌تر و منابع غذایی (به‌ویژه برای تغذیه جوجه‌ها) در اوج فراوانی است.

با فرارسیدن زمستان، یک فشار بوم‌شناختی پدید می‌آید: کاهش دما و کاهش شدید دسترسی به طعمه یا مواد غذایی. این کمبود در عرض‌های جغرافیایی بالاتر، شدیدتر است. در این نقطه، پرندگان با یک تصمیم تکاملی روبه‌رو می‌شوند: ماندن و تحمل کمبود، یا ترک منطقه و «مهاجرت زمستانه» به جایی که منابع پایدارتری دارد. اینکه یک گونه کوچ کند یا بماند، عمدتاً به دو متغیر رژیم غذایی خاص آن گونه و پایداری دسترسی به آن غذا در زمستان وابسته است.

پرندگان شکاری مهاجر بسته به نوع تغذیه به سه گروه متفاوت تقسیم می‌شوند:

گروه تغذیه‌ای	شکار	مثال
تغذیه‌کننده از موجودات اکتوترم	حشرات، دوزیستان و خزندگان	سارگپه جنگلی، عقاب مارخور
تغذیه‌کننده از موجودات اندوترم	پستاندارانی مثل موش‌ها، خرگوش‌ها و ...	عقاب صحرایی، قرقی
تغذیه‌کننده فرصت‌طلب	توانایی تغذیه از هردو اندوترم و اکتوترم	سارگپه پابلند

در شکل ۲۹، نسبت گونه‌هایی که برای زمستان مهاجرت می‌کنند به کل گونه‌ها، برای هر عرض جغرافیایی به دست آمده است. سپس با رگرسیون خطی به شکل مقابل ترسیم شده است. گروه‌های تغذیه‌ای مختلف با خطوط جداگانه مشخص شده‌اند.



شکل ۲۹: درصد پرندگان مهاجر در هر عرض جغرافیایی

با توجه به نمودار، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را تعیین کنید.

الف) با افزایش گرمایش جهانی، انتظار داریم درصد مهاجرت در هر عرض جغرافیایی بیشتر شود.

ب) در عرض‌های بالای ۶۵ درجه، در طول زمستان فقط پرندگانی می‌مانند که از موجودات اندوترم تغذیه می‌کنند.

ج) انتظار داریم برای یک عرض خاص، گونه‌های تغذیه کننده از اکتوترم، زودتر از گونه‌های تغذیه کننده از اندوترم مهاجرت کنند.

د) گونه‌هایی که نزدیک خط استوا زندگی می‌کنند، بیشترین درصد مهاجرت را در میان سایر مناطق دارند.

ه) تغذیه‌کنندگان فرصت‌طلب، نسبت به تغذیه‌کنندگان تخصصی، مقاومت کمتری نسبت به کاهش دما دارند.

«مگر زمین خدا وسیع نبود تا در آن مهاجرت کنید؟» نسا ۹۷

Heyvagroup.com