



THEORETICAL EXAM 1

2020.8.12.

signature

IBO Challenge 2020

A Substitute for The 31st IBO 2020 Nagasaki, JAPAN

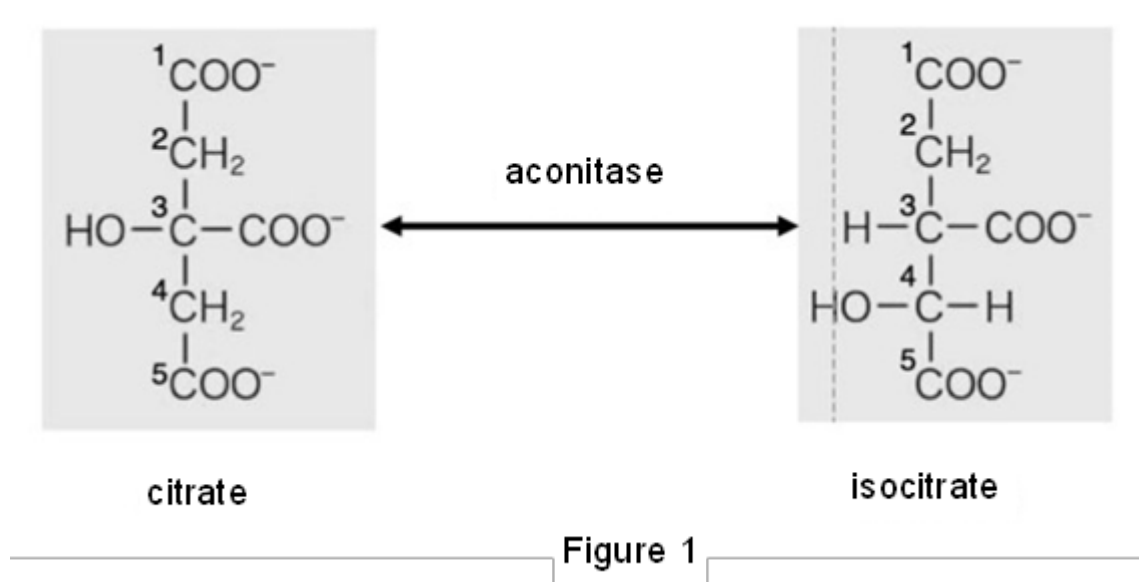


Part A

بیوشیمی

Q1

چرخه اسید سیتریک در متابولیسم ، برای تأمین انرژی و ترکیبات کلیدی مختلف ، نقش اساسی دارد. در چرخه اسید سیتریک ، آنزیم آکونیتاز تبدیل برگشت پذیر بین سیتрат و ایزوسیترات را کاتالیز می کند. در این واکنش ، گروه OH در کربن C3 و H در C4 سیترات به صورت آب برداشته می شود ، پس از آن یک مولکول آب به صورت معکوس برای تولید ایزوسیترات دوباره اضافه می شود (شکل 1). با این حال ، گروه OH هرگز در C2 اضافه نمی شود.

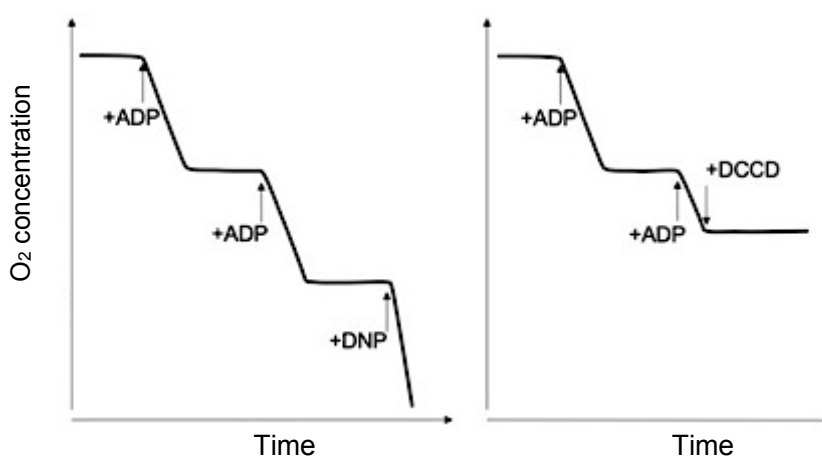


بر این اساس کدام عبارت صحیح و کدام غلط است:

- A - سیترات دارای آنانتیومر است [1]
- B - ایزوسیترات دارای آنانتیومر است. [2]
- C. دو گروه $\text{-CH}_2\text{COO-}$ از نظر شیمی فضایی معادل هم هستند وقتی سیترات در محلول آزاد است. [3]
- D. دو گروه $\text{-CH}_2\text{COO-}$ وقتی که سیترات به آکونیتاز متصل است ، شیمی فضایی یکسانی دارند. [4]

Q2

شکل 1 نشان داده شده در زیر ، مصرف اکسیژن (تنفس) در توقف (مهار) آبی میتوکندریهای دست نخورده با مواد افزودنی ADP و یا ترکیبات شیمیایی (دینیتروفنول (DNP) یا (N¹-dicyclohexylcarbodiimide (DCCD)) را نشان می دهد. این سیستم مهاری همچنان حاوی سوسترهای تنفسی ، مثل اکسیژن و فسفات معدنی نیز می باشد.



شکل 1. مصرف اکسیژن میتوکندری در حالت توقف. در هر دو آزمایش ، نشانگرهای اختصاصی ADP اضافه شد.

بر این اساس کدام عبارت صحیح و کدام غلط است:

A میتوکندریها می توانند ADP اضافه شده را استفاده کنند. [5]

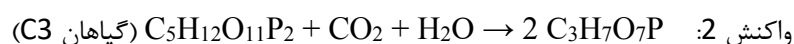
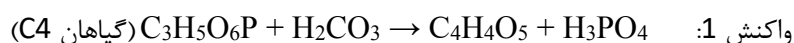
B قبل از افزودن ترکیبات شیمیایی ، میتوکندری ها فقط در صورت تولید ATP تنفس می کنند. [6]

C دلیل اینکه DNP باعث تحریک مصرف اکسیژن می شود این است که سنتز ATP توسط DNP تحریک می شود. [7]

D سنتز ATP توسط DCCD مهار می شود. [8]

Q3

هنگامی که ایزوتوپهای کربن (C_{12} و C_{13}) تجزیه و تحلیل می شوند، بر اساس کسر ایزوتوپ ($\delta^{13}C$)، معادله 1) گیاهان را می توان به دو گروه تقسیم کرد (شکل 1). این به دلیل اختلافات جزئی در جرم مولکولی بین $^{12}CO_2$ و $^{13}CO_2$ است، اگرچه هیچ تفاوت شیمیایی مشخصی بین آنها وجود ندارد. در فتوسنتز، دوگروه از گیاهان با استفاده از دو نوع آنزیم های کربوکسیلاز کربن را از CO_2 تثبیت می کنند، مشروط بر اینکه CO_2 توسط آنزیم کربنیک آنهیدراز به H_2CO_3 تبدیل شود.

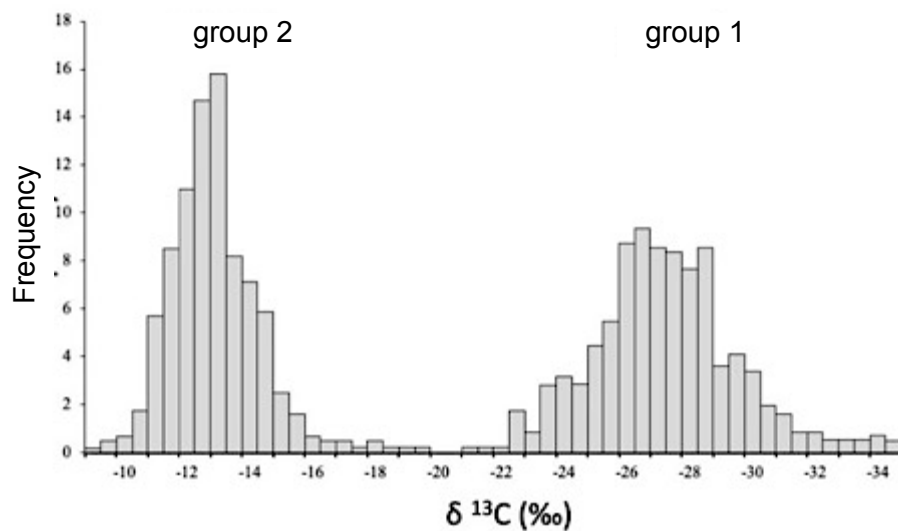


معادله یک:

$$\delta^{13}C = \left(\frac{\left(\frac{^{13}C}{^{12}C} \right)_{sample}}{\left(\frac{^{13}C}{^{12}C} \right)_{standar}} - 1 \right) \times 1000$$

standard: مرجع کربن معمولی روی زمین را نشان می دهد.

sample: ماده گیاهی



شکل 1. توزیع کسر ایزوتوپ کربن (مقدار $\delta^{13}\text{C}$) گیاهان مختلف.

بر این اساس کدام عبارت صحیح و کدام غلط است:

A تفاوت نسبی در جرم مولکولی به دلیل ایزوتوپهای کربن در CO_2 از H_2CO_3 بیشتر است. [9]

B واکنش 1 توسط کربوکسیلاز / اکسیژناز ریبولوز 1 و 5- بیس فسفات (RubisCO) کاتالیز می شود. [10]

C هر دو گروه از گیاهان بین ایزوتوپ ها تمایز قائل هستند. [11]

D برنج متعلق به گروه 1 و ذرت (ذرت) به گروه 2 تعلق دارد. [12]

Q4

سانتریفیوژ یکی از مهم ترین تکنیک های بیوشیمیایی در جداسازی و تخلیص بیومولکول ها و اندامک ها می باشد. سرعت رسوب (v) نمونه ها در حین سانتریفیوژ متناسب با نرخ شتاب اعمال شده (g_c) است ، همانطور که در معادله (1) نشان داده شده است.

$$v = S \times g_c. \quad (1)$$

S در معادله بالا نشان دهنده ضریب ته نشینی می باشد و توسط نسبت بین نیروی گریز از مرکز اعمال شده بر جسم درون حلال (صورت کسر) و پارامتری که مقاومت در برابر رسوب به علت ویسکوزیته (مخرج کسر) را نشان می دهد، همانطور که در معادله (2) نشان داده شده است، محاسبه می شود.

$$S = \frac{V_m(\rho - \rho_0)/N_A}{6\pi\eta r}, \quad (2)$$

V_m : حجم مولی نمونه رسوب شونده

ρ : چگالی نمونه

ρ_0 : چگالی حلال

r : شعاع نمونه وقتی فرض شود

η : ضریب ویسکوزیته حلال

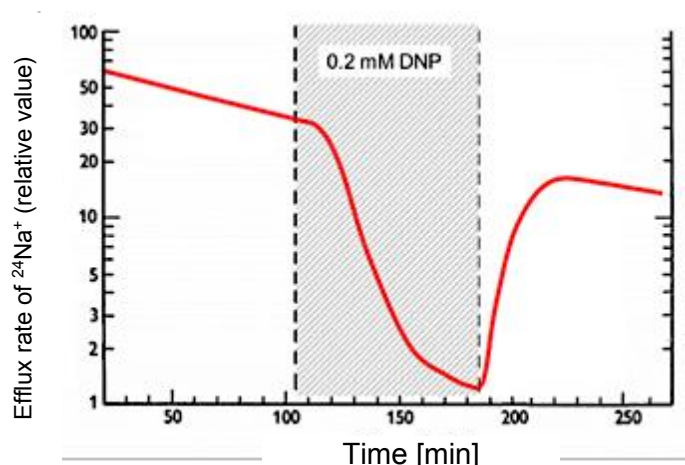
N_A : 6.02×10^{23} ، عدد آووگادرو

درستی یا نادرستی گزاره های زیر را تعیین کنید.

- A. برای اندامک هایی با اندازه و شکل یکسان ، S می تواند برای تخمین تفاوت در چگالی اندامک، مورد استفاده قرار گیرد. 13
- B. از آنجا که بسیاری از مولکول های پروتئین دارای چگالی بین 1.3 و 1.4 (g/mL) هستند ، می توانیم از S برای تشخیص اندازه مولکول های پروتئین کروی استفاده کنیم. 14
- C. با فرض اینکه دو زیر واحد ریبوزومی با اندازه مشابه برای تشکیل یک مجموعه بزرگ ترکیب شده اند ، S تقریباً دو برابر می شود. 15
- D. از آنجایی که معمولاً انتظار می رود که ویسکوزیته یک حلال در دماهای پایین افزایش یابد ، S نیز هنگام سرد شدن کاهش می یابد. 16

Q5

ATP منبع انرژی مهمی برای حفظ پتانسیل غشای طبیعی در سلولهای عصبی است. شکل 1 نتیجه آزمایشی را نشان می دهد که پس از تزریق محلول بافر (سیتوپلاسم مصنوعی) حاوی $^{24}\text{Na}^+$ رادیواکتیو، جریان خروج Na^+ را از یک آکسون عصبی ماهی مرکب جدا شده اندازه گیری شده است.



شکل 1. بررسی میزان جریان خروجی رادیوایزوتوپ ^{24}Na از آکسون غول پیکر به محلول خارجی (آب دریا). در دقیقه 0، یک محلول بافر حاوی $^{24}\text{Na}^+$ به آکسون غول پیکر تزریق شد. برای دقیقه 100-190، آب دریای خارجی با محلول (آب دریا) حاوی 0.2 میلی متر DNP (dinitrophenol)، uncoupler، فسفوریلاسون هوازی جایگزین شد.

درستی یا نادرستی گزاره های زیر را تعیین کنید.

- A. این آزمایش باید تحت شرایطی با اکسیژن کافی برای حفظ فعالیت تولید ATP توسط میتوکندری انجام شود. 17
- B. جریان خروجی مشاهده شده $^{24}\text{Na}^+$ در آب دریا بدون DNP حاکی از نشت یون های سدیم از سلول به واسطه حمل انتقال غیر اختصاصی است. 18
- C. کاهش همراه با تاخیر در جریان خروجی $^{24}\text{Na}^+$ پس از استفاده از DNP، نشان دهنده مقداری از ذخیره ATP در داخل آکسون می باشد، از جمله ATP تولید شده توسط گلیکولیز. 19
- D. تخمین زده می شود که انتقال فعال یون های سدیم، غلظت سدیم داخل سلولی را در مدت 50 دقیقه 10٪ افزایش می دهد. 20

Q6

برای رشد گیاهان ، تأمین یونهای معدنی مغذی ضروری است. یک محصول خاص در دو خاک مختلف (X, Y) کشت شد. غلظت مواد مغذی (یون های پتاسیم و یون های کلرید) در هر نوع خاک در جدول نشان داده شده است. غلظت سیتوزولی تخمین زده شده از هر یون در سلولهای اپیدرمی ریشه این محصول نیز نشان داده شده است. هنگامی که پتانسیل غشای سلول اپیدرم 150 میلی ولت است ، چگونه هر یون به داخل سلول منتقل می شود؟

حرکت یون ها توسط شیب های الکتریکی و غلظت تعیین می شود. پتانسیل غشایی که باعث تعادل گرادیان غلظت می شود توسط معادله پتانسیل تعادلی نرنست محاسبه می شود:

$$E = - \frac{60}{z} \log \frac{C_i}{C_o} \text{ (mV)}$$

E : پتانسیل تعادلی نرنست

z : بار یون به طور مثال: $Ca^{2+} = +2$

C_i : غلظت سیتوزولی یون

C_o : غلظت خارج سلولی یون (اینجا منظور خاک می باشد).

جهت انتقال یون با مقایسه پتانسیل تعادل نرنست با پتانسیل غشای سلول تعیین می شود. در اینجا ، حمل و نقل در برابر شیب الکتروشیمیایی هر یونی "حمل و نقل فعال" نامیده می شود و حمل و نقل در جهت شیب الکتروشیمیایی هر یون "حمل و نقل غیرفعال" نامیده می شود.

	Soil X	Soil Y	The estimated cytosolic concentrations of each ion in the root epidermal cells
K^+	1 mM	0.01 mM	100 mM
Cl^-	0.5 mM	5 mM	5 mM

درستی یا نادرستی گزاره های زیر را تعیین کنید.

- A. در خاک X ، یون های پتاسیم توسط سیستم حمل و نقل فعال جذب می شوند. 21
- B. در خاک Y ، یون های پتاسیم توسط سیستم حمل و نقل فعال جذب می شوند. 22
- C. در خاک X ، یونهای کلرید توسط سیستم حمل و نقل غیرفعال جذب می شوند. 23
- D. در خاک Y ، یونهای کلرید توسط سیستم حمل و نقل غیرفعال جذب می شوند. 24

"متابولیسم ثانویه" در میکروارگانیسم ها و گیاهان برای بقای آنها ضروری نیست ، اما یک فرایند متابولیک است که بسته به گونه ها یا در سازگاری با محیط زیست ، نقش مهمی ایفا می کند. بسیاری از متابولیت های ثانویه که توسط گیاهان تولید شده اند ، مانند نیکوتین و کافئین ، در مقاومت در برابر آسیب در برابر حشرات گیاهخوار نقش دارند.

Glucosinolate ، که در برگ های *Arabidopsis thaliana* انباشته می شود ، دفع کننده حشرات گیاهخوار است (*Helicoverpa armigera*). برگ های نوع وحشی (Wild) و برگ های جهش یافته (Mutant) قادر به سنتز Glucosinolate نیستند همانطور که در Figure 1 نشان داده شده است.

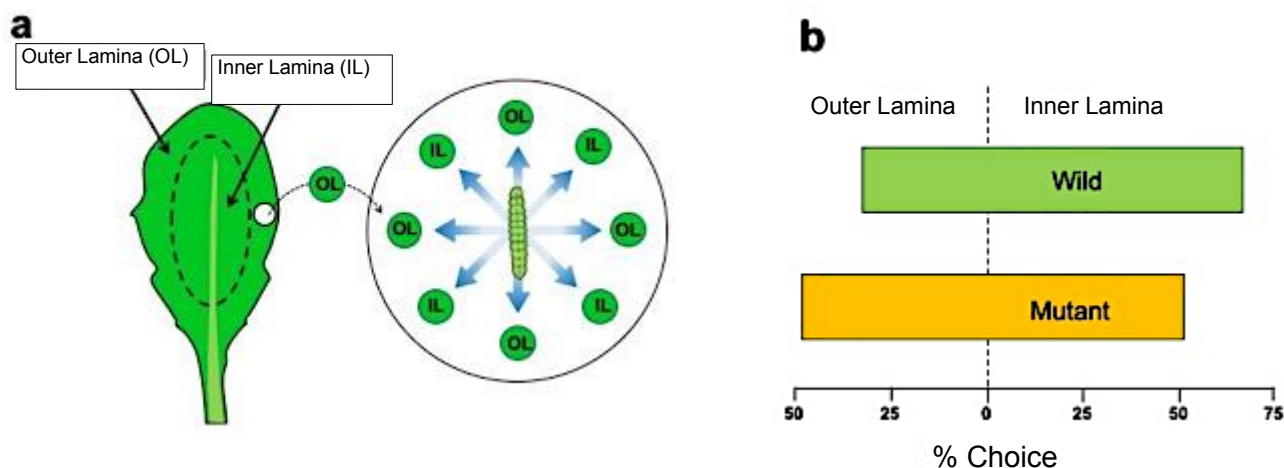


Figure 1 (a) Experimental design, (b) Result of choice by insect larvae.

نتیجه گیری های زیر را می توان از این آزمایش ها استنباط کرد.

درستی یا نادرستی گزاره های زیر را تعیین کنید.

- A. در گونه وحشی *Arabidopsis* ، glucosinolate بیشتر در outer lamina برگ ها جمع می شود. [25]
- B. در این جهش یافته ، glucosinolate به طور مساوی در هر منطقه از برگ انباشته می شود. [26]
- C. *Arabidopsis* تنها glucosinolate را به عنوان ماده دفع کننده در برگ های خود جمع می کند. [27]
- D. برای *Arabidopsis* ، inner lamina در مقایسه با outer lamina از نظر فیزیولوژیکی از اهمیت بیشتری برخوردار است. [28]

Q8

Isoetes howelli یک گیاه دوزیست است که می تواند هم در شرایط هوایی و هم در زیر آب زندگی کند. در شرایط کاملاً غوطه ور در آب شیرین کم عمق ، *Isoetes Howelli* متابولیسم مشخصی را نشان می دهد. CO₂ در یک دوره زمانی مشخص به مالات تثبیت می شود و در دوره دیگری منتشر می شود تا در تثبیت کربن فتوسنتزی استفاده شود. این متابولیسم در شرایط هوایی دیده نمی شود. احتمالاً یک رقابت فتوسنتزی شدید در طول روز بین *Isoetes Howelli* و سایر ارگانیسم های فتوسنتزی وجود دارد.

درستی یا نادرستی گزاره های زیر را تعیین کنید.

- A. غلظت مالات در برگها قبل از طلوع آفتاب در بالاترین میزان خود قرار دارد. 29
- B. این نوع متابولیسم در جهت سازگاری است زیرا باعث کاهش اتلاف آب می شود. 30
- C. این گونه دارای سلول های غلاف آوندی خاص با کلروپلاست های به خوبی توسعه یافته است. 31
- D. در شرایط غوطه وری در آب که این گونه با آن سازگار شده است ، استفاده از CO₂ در طول روز نسبت به شب، دشوار تر است. 32

یوکاریوت‌ها و پروکاریوت‌ها هر دو ترجمه mRNA را از یک کدون AUG آغاز می‌کنند. mRNA یوکاریوتی معمولاً یک مونوسیسترون است که به یک پروتئین ترجمه می‌شود، در حالی که mRNA پروکاریوتی یک پلی‌سیسترون است که به چند پروتئین ترجمه می‌شود. برای بررسی کدون AUG که آغازکننده ترجمه است، آزمایش‌های پیش رو انجام شد. از تغییرات پس از ترجمه صرف نظر شود.

(۱) برای چند اپران *Escherichia coli*، پرموتر با پرموتور مخمر جایگزین شد و به سلول مخمر وارد شد. هرچند همه mRNA ها به صورت کامل (full-length) برای همه اپران‌ها رونویسی شدند، بعضی از اپران‌ها فقط ژن اول را به درستی ترجمه کردند، و اپران‌های دیگر هیچ کدام از ژن‌ها را ترجمه نکردند.

(۲) با حذف اینترون‌ها از چند ژن مخمر، cDNA به دست آمده و به پرموترهایی از *E. coli* متصل شد. محصول نهایی به سلول *E. coli* وارد شد. mRNA های کامل (full-length) برای همه اپران‌ها رونویسی شد. اما ترجمه هر ژن بسیار کم بود (but genes there was little translation of any).

از این آزمایش‌ها برداشت می‌شود که کدون AUG آغاز کننده ترجمه در اشرشیا کلای و مخمر از طریق سازوکار زیر مشخص می‌شود.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- A. در *E. coli*، فرایند ترجمه از نخستین کدون AUG در mRNA به عنوان کدون آغازگر شروع می‌شود. [33]
- B. در مخمر، فرایند ترجمه از نخستین کدون AUG در mRNA به عنوان کدون آغازگر شروع می‌شود. [34]
- C. در *E. coli*، فرایند ترجمه از یک کدون AUG خاص آغاز می‌شود که توسط توالی ویژه‌ای در mRNA به عنوان کدون آغازگر مشخص شده است. [35]

در RNA از چهار باز آلی استفاده می‌شود: A, C, G و U. در حالی که در DNA از چهار باز آلی دیگر استفاده می‌شود: A, C, G و T. برای پاسخ دادن به این پرسش که چرا تیمین (T) تنها در DNA استفاده می‌شود، به الگوی جفت شدن بازها نگاه کردیم (Figure 1).

گزارش شده است که یک سویه از *Escherichia coli* که در یک ژن خاص جهش دارد، گاهی اوقات به جای تیمین، باز dUTP را در توالی DNA وارد می‌کند؛ که اغلب به جهش‌های جدید می‌انجامد. در یک کلاس شیمی، آموختم که ترکیباتی مانند بازهای آلی، می‌توانند با مولکول‌های آب واکنش داده و دستخوش تغییرات شیمیایی (به طور عمده دآمیناسیون آبی یا hydrolytic deamination) قرار گیرند. این فرایند حتی در سلول زنده نیز رخ می‌دهد.

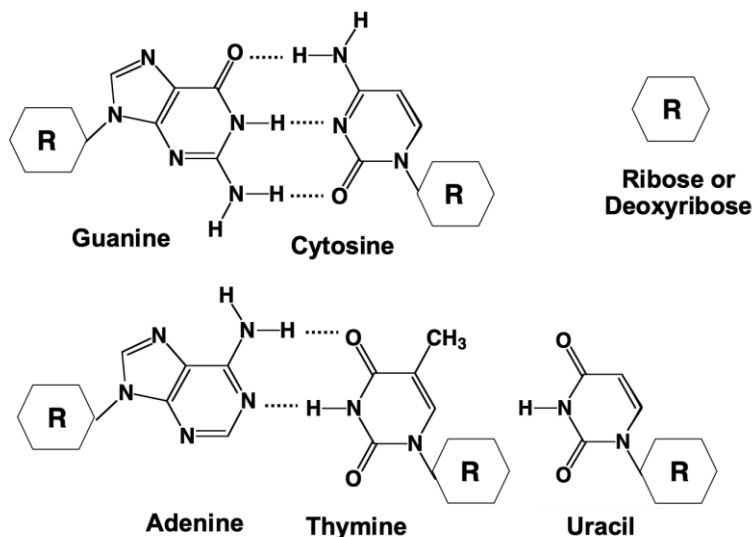


Figure 1

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- A. آن تغییرات شیمیایی که در بازهای RNA رخ می‌دهند، ترمیم نمی‌شوند. [36]
- B. علت اصلی این که باز تیمین تنها در DNA استفاده می‌شود، آن تغییرات شیمیایی است که در باز سیتوزین رخ می‌دهند. [37]
- C. سویه‌های جهش یافته *E. coli* که به جای تیمین از یوراسیل استفاده می‌کنند، با احتمال بیشتری در جفت باز A-T دچار جهش می‌شوند. [38]
- D. سویه‌های جهش یافته *E. coli* که در رشته DNA دارای یوراسیل هستند، در معرض تغییرات شیمیایی در بازهای یوراسیل هستند، به همین دلیل جهش‌های جدید مکرراً به وجود می‌آیند. [39]

برای سه ویژگی وراثت پذیر، Alfa، Baker و Charlie، به ترتیب شجره A، B و C مورد بررسی قرار گرفت. و این نتایج حاصل شد (Figure 1).

(1).

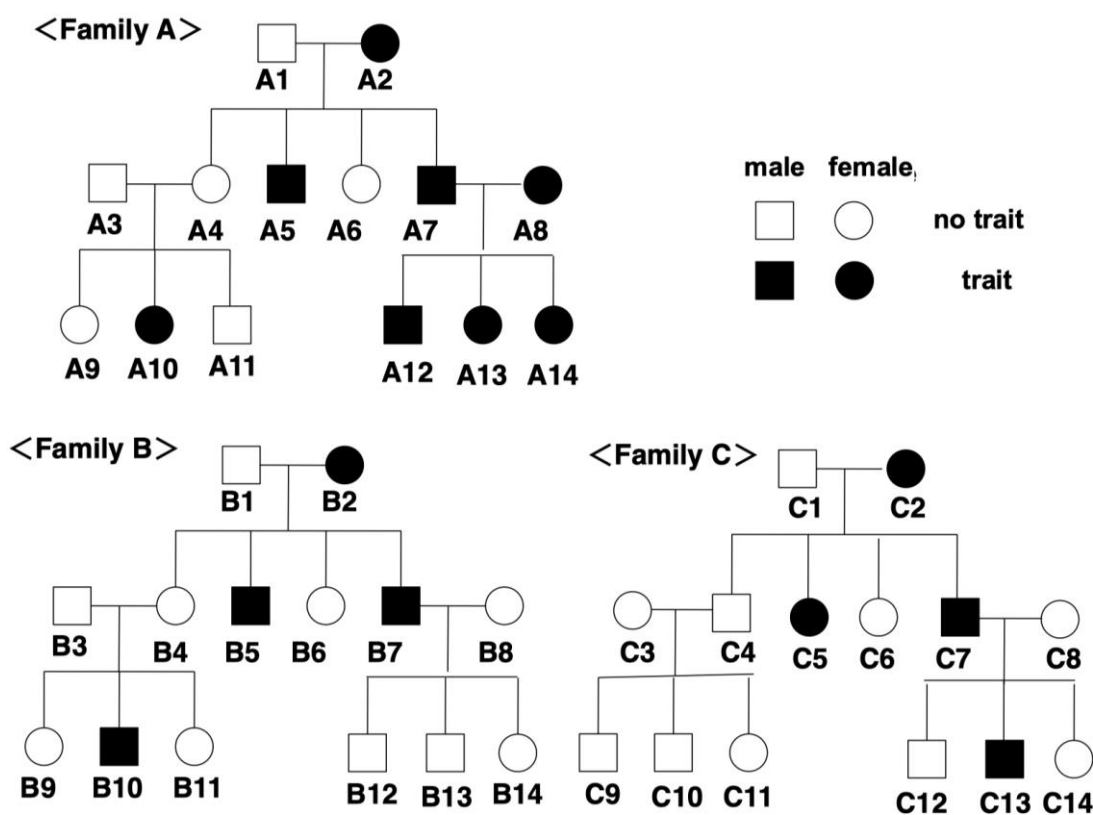


Figure 1

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

1. بررسی شجره A نشان می‌دهد الگوی وراثتی صفت Alfa حاصل یک ال غالب است. [40]
2. بررسی شجره C نشان می‌دهد الگوی وراثتی صفت Charlie حاصل یک ال غالب است. [41]

مطالعه دقیق‌تری که در ادامه انجام شد آشکار ساخت که الگوی وراثتی صفات Alfa، Baker و Charlie، حاصل یک ال مغلوب اتوزوم است.

3. افراد B1 و B3 در خانواده B قطعاً ناقل بیماری‌اند. [42]
4. افراد C1 و C3 در خانواده C قطعاً ناقل بیماری‌اند. [43]

در *Escherichia coli*، مجموعه ژنی *rutA - G* در پی تجزیه پیریمدین‌ها و استفاده به عنوان منبع نیتروژن، فعال می‌شود. ژن‌های *rutA - G* از یک اپران *rut*، و یک پروموتور *Prut* - که بیان آن را تنظیم می‌کند- تشکیل شده است. بیان پروموتور *Prut* توسط *RutR repressor* تنظیم می‌شود که در حضور یوراسیل فعال می‌شود.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- A. با افزایش غلظت یوراسیل، میزان بیان اپران *rut* کاهش می‌ابد. 44
- B. با رخداد جهش در *RutR repressor* و کاهش تمایل آن به یوراسیل، میزان بیان اپران *rut* کم می‌شود. 45
- C. اگر جهش در دُمین اتصال *RutR repressor* به DNA رخ دهد و تمایل اتصال آن به توالی DNA را کاهش دهد، میزان بیان اپران *rut* افزایش می‌ابد. 46
- D. با رخداد جهش در توالی نوکلئوتیدی اپراتور که *RutR repressor* در پروموتور *Prut* به آن متصل می‌شود، میزان بیان اپران *rut* همیشه زیاد می‌شود. 47

باکتری‌ها، برای سازگار شدن با محیط همیشه در حال تغییر، بیان ژن‌ها را از طریق عوامل رونویسی کنترل می‌کنند که تغییرات محیطی را حس می‌کنند. یک عامل رونویسی معمولاً چندین ژن را کنترل می‌کند. از آنجا که بیان ژن فرایندی انرژی بر است، انتخاب گروه ژنی که بیان شود قدم مهمی در استراتژی بقای باکتری است. مشاهده شده است که باکتری‌ها در جست‌وجوی منابع مغذی در محیط آبی به شدت حرکت می‌کنند. در حالی که باکتری‌هایی که در بیوفیلم وجود دارند به ندرت حرکت می‌کنند.

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- A. به طور کلی، آن عوامل رونویسی که بیان ژن‌های مصرف کننده گلوکز را تحریک می‌کنند، بیان ژن‌های دخیل در متابولیسم لاکتوز را مهار می‌کنند. 48
- B. آن عوامل رونویسی که از کمبود فسفات فعال می‌شوند، بیان ژن‌های مصرف کننده گلیکوژن را فعال می‌کنند. 49
- C. آن عوامل رونویسی که بیان ژن‌های دخیل در متابولیسم اسیدهای چرب را فعال می‌کنند، به طور کلی در شرایط کمبود اکسیژن فعال می‌شوند. 50
- D. آن عوامل رونویسی که بیان ژن‌های دخیل در تشکیل بیوفیلم را فعال می‌کنند، عموماً بیان ژن‌های تشکیل تاژک را مهار می‌کنند. 51

With the advancement of DNA research, various technologies have been developed, and it has become important to select appropriate research methods according to one's research purpose. Among the research methods M1 to M7, mark (T) if it is appropriate as the method that provides the most direct information on the following research purpose A – D, and mark (F) if it is inappropriate.

Research methods:

(M1) DNA microarray

(M2) Quantitative RT-PCR

(M3) CRISPR-Cas9 method

(M4) In situ hybridization

(M5) Reproductive cloning

(M6) Construction of iPS cell

(M7) Metagenome analysis

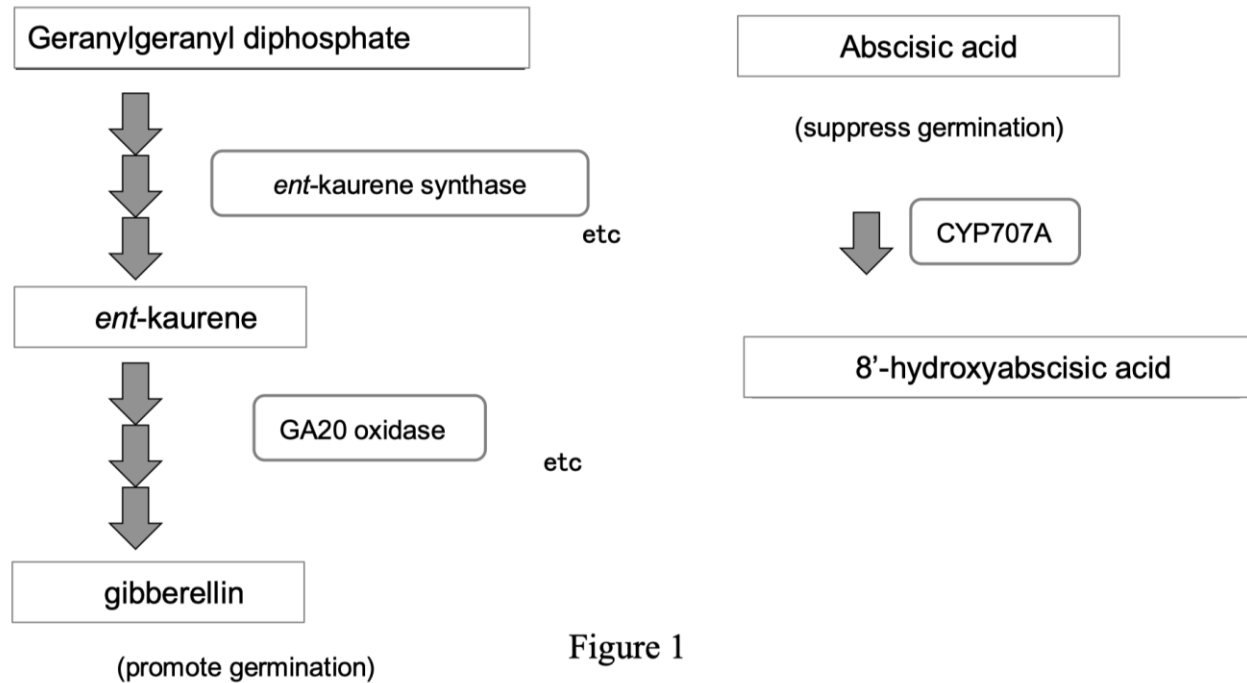
Purpose of research:

- A. To examine the site where a specific gene is expressed in a mouse tissue, it is appropriate to perform (M4). 52
- B. To analyze the expression level of a specific gene in maple leaves, it is appropriate to perform (M2). 53
- C. To search the *Bacillus subtilis* genome for genes the expression of which is induced when the nitrogen source is depleted. (M1) 54
- D. To identify microbial species from microbial communities thriving in compost. (M7) 55

جوانه زنی دانه در گیاهان، به طور عمده توسط عمل دو هورمون گیاهی ژیبیرلین و آبسزیک اسید کنترل می‌شود. ژیبیرلین جوانه زنی را تحریک و آبسزیک اسید آن را مهار می‌کند. جوانه زنی دانه‌های گیاهان از طریق عمل این دو هورمون تنظیم می‌شود تا در محیط مساعد رخ دهد.

ژیبیرلین در گیاهان از مولکول geranylgeranyl diphosphate سنتز می‌شود. ژرانیل ژرانیل دی فسفات توسط آنزیم ent-kaurene synthase به ent-kaurene تبدیل می‌شود. که در مرحله بعد توسط عمل چندین آنزیم مانند GA20 oxidase به ژیبیرلین تبدیل می‌شود. حدواسط‌های این مسیر مانند ent-kaurene فعالیت زیستی ندارد و جوانه زنی را تحریک نمی‌کند (Figure 1).

از طرف دیگر، آبسزیک اسید از رنگیزه‌های کاروتنوئیدی سنتز می‌شود. آبسزیک اسید توسط یک آنزیم اکسیداز به نام CYP707A به 8'hydroxyabscisic acid تبدیل می‌شود. جوانه زنی دانه‌های گیاه Arabidopsis جهش یافته که فاقد ژن کد کننده آنزیم CYP707A هستند، به طور معناداری دیرتر از انواع وحشی رخ می‌دهد. همچنین جوانه زنی دانه‌های گیاهانی که در آن ژن CYP707A بیان بیش از حد دارد، پیشرفت بیشتری نسبت به نوع وحشی داشت. در این آزمایش ترکیبات استفاده شده نقشی مانند هورمون‌های طبیعی دارند.



درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- A. در گیاه جهش یافته فاقد ژن *ent-kaurene synthase*، جوانه زنی دانه دیرتر از گیاه نوع وحشی رخ می‌دهد. [56]
- B. زمانی که یک گیاه جهش یافته فاقد ژن *ent-kaurene synthase* با *ent-kaurene* تیمار شود، جوانه زنی پیشرفت می‌کند. [57]
- C. تیمار یک گیاه جهش یافته فاقد *GA20 oxidase* با *ent-kaurene* باعث پیشرفت جوانه زنی می‌شود. [58]
- D. 8'-Hydroxyabsciscic acid نسبت به آبسزیک اسید، فعالیت مهاري قوي تری روی جوانه زنی دارد. [59]

قسمتی از توالی وکتور A، که برای بیان پروتئین در میزبان *Escherichia coli* استفاده می‌شود، نشان داده شده است. می‌خواهیم ژن X از یک گیاه را با استفاده از وکتور A کلون کنیم. وکتور A یک وکتور پلازمیدی است و یک پروتئین را بیان می‌کند که در انتهای آمین به یک His-tag متصل است. که خالص‌سازی بهینه پروتئین را ممکن می‌سازد. بر اساس Figure 1، ترجمه پروتئین از کدون آغاز دقیقاً قبل از His-tag - حاوی شش آمینواسید His پشت سر هم - شروع می‌شود. توالی DNA نواحی 5' و 3' ژن X در Figure 2 نشان داده شده است. می‌خواهیم ژن X را با استفاده از آنزیم محدود کننده *EcoRI*، *SmaI* یا *SalI* کلون کنیم. زمانی که ژن X توسط PCR تکثیر می‌شود، می‌توان به وسیله یک پرایمر حاوی جایگاه آنزیم محدود کننده، یک قطعه را حاوی جایگاه آنزیم‌های محدود کننده به انتهای آن اضافه کرد. از آنجا که جایگاه آنزیم واقع در انتهای قطعه DNA شناسایی نمی‌شود، سه نوکلئوتید C نیز به انتهای قطعه اضافه می‌شود.

به عنوان مثال برای افزودن جایگاه آنزیم *EcoRI* به قطعه 5'-XXXXXXXXXX---، پرایمر به این صورت طراحی می‌شود: 5'-XXXXXXXXXXGAATTC---

Start codon	His tag	
--- ATA CAT ATG GCA	CAT CAC CAC CAC CAT CAC	TCC GCG GCT CTT GAA GTC CTC TTT CAG GGA
--- TAT GTA TAC GCA GTA GTG GTG GTG GTA GTG AGG CGC CGA GAA CTT CAG GAG AAA GTC CCT		
<u>CCC GGG</u> TAC CAG GAT CCG AAT TCT GTA CAG GCC TTG GCG CGC CCG ACG TCC	<u>GTC GAC</u> AAG CTT---	
GGG CCC ATG GTC CTA GGC TTA AGA CAT GTC CGG AAC CGC GCG GGC TGC AGG CAG CTG TTC GAA---		
<i>SmaI</i>	<i>EcoRI</i>	<i>SalI</i> <i>HindIII</i>

Figure 1. DNA sequence of the cloning region of vector A (double strands).

Start codon

AAG TTA TTG AGC AAT AGT CTA ATG TTC CTT CCT CTG CTG GCT TTG GCT ---
TAC TTC AAT AAC TCG TTA TCA GAT TAC AAG GAA GGA GAG GAC CGA AAC CGA ---

--- TCT TCC TTC CTC AAG GGA ACA CTG CAC CAT CCA TCA TAT GCT TCG TCT
--- AGA AGG AAG GAG TTC CCT TGT GAC GTG GTA GGT AGT ATA CGA AGC AGA ACT

Stop codon

Figure 2. DNA sequence of the gene X showing 5' region and 3' region: 1566 base pair

Choose true if the primer is a correct one to use, if not, choose false.

A. Forward primer (: the start codon)

5'-CCC GAA TTC AAG TTA TTG AGC AAT A-3'

EcoRI site

B. Forward primer (: the start codon)

5'- CCC CCC GGG AAG TTA TTG AGC AAT A-3'

SmaI site

C. Reverse primer (: the stop codon)

5'-CCC GTC GAC AGA CGA AGC ATA TGA T-3'

SalI site

D. Reverse primer (: the stop codon)

5'-CCC AAG CTT GTA GGT AGT ATA CGA AGC AGA -3'

HindIII site

در سال‌های اخیر، تکنولوژی ویرایش ژنوم CRISPR-Cas9 به طور گسترده‌ای در پژوهش‌های زیست‌شناسی استفاده شده است. در روش CRISPR-Cas9، آنزیم Cas9 در کمپلکس با یک RNA راهنما که مکمل توالی ژن هدف است، به ژن هدف گاید؟؟؟؟ شده و متصل می‌شود و در DNA دورشته برش ایجاد می‌کند. آنزیم Cas9 یک توالی ۳ نوکلئوتیدی (NGG) به نام توالی PAM را شناسایی کرده و رشته DNA را ۳ تا ۴ نوکلئوتید بالادست PAM برش می‌دهد. رشته DNA بریده شده توسط سیستم ترمیم DNA ترمیم می‌شود. و بعد از آن، معمولاً چند نوکلئوتید حذف یا اضافه می‌شوند. روش CRISPR-Cas9 در پژوهشی مورد استفاده قرار گرفت. در این روند ناحیه نزدیک به کدون آغاز ترجمه بالادست ترین اگزون ژن کد کننده آنزیم A در یک گونه جانوری مورد هدف قرار گرفت. توالی ناحیه هدف برای چهار جهش یافته مشخص شد (Figure 1).

Original sequence	TA TCT TAC <u>ATG</u> ATC CTA CAA GTA CCT TAC GCT CGG CAG GAA G
Mutant 1	TAT CTT ACA <u>TGA</u> TCC TAC AAG TAC CTT ACA GCT CGG CAG GAA G
Mutant 2	TAT CTT ACA <u>TGA</u> TCC TAC AAG TAC CTT GCT CGG CAG GAA G
Mutant 3	TA TCT TAC <u>ATG</u> ATC CTA CAA GTA CCT GCT CGG CAG GAA G
Mutant 4	TA TCT TAC <u>ATG</u> ATC CTA CAA GTA CCT TAA CTC GCT CGG CAG GAA G

: Pam sequence recognized by Cas9

Start codon : ATG (underlined)

Stop codon : TAA, TAG, TGA

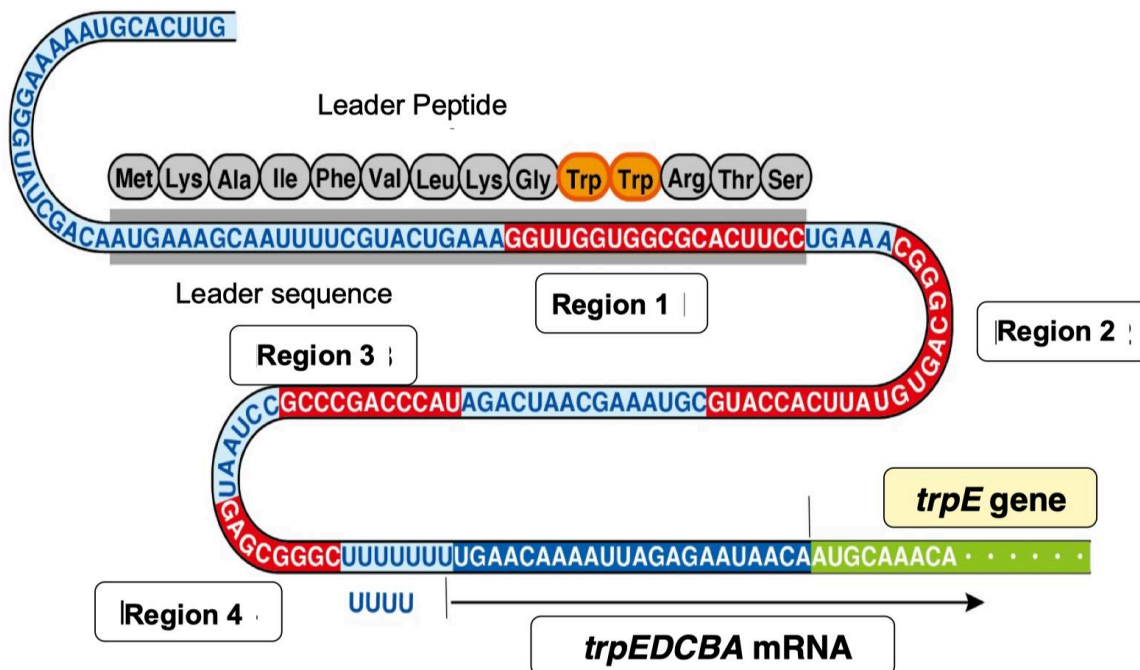
Figure 1

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- A. بسیار محتمل است که فعالیت آنزیم A در جهش یافته ۱ حفظ شود. 64
- B. بسیار محتمل است که فعالیت آنزیم A در جهش یافته ۲ حفظ شود. 65
- C. ممکن است که فعالیت آنزیم A در جهش یافته ۳ حفظ شود. 66
- D. بسیار محتمل است که فعالیت آنزیم A در جهش یافته ۴ از بین برود. 67

اپران تریپتوفان (*trp operon*) در *E. coli*، در مرحله رونویسی توسط یک مهارکننده -که با اتصال به تریپتوفان فعال می‌شود- تنظیم می‌شود. فرم فعال مهارکننده به توالی اپراتور، که بین پروموتور و نقطه شروع رونویسی قرار دارد، متصل می‌شود و RNA polymerase را بلوکه می‌کند. یک سیستم تنظیم بیان دیگر به نام *attenuator*، در اپران تریپتوفان عمل می‌کند که در مرحله رونویسی و ترجمه عمل می‌کند.

بین توالی اپراتور و ژن *trpE*، که اولین ژن ساختاری اپران تریپتوفان است، چهار توالی به طول حدود ۱۵ باز به نام نواحی ۱-۴ (Region 1-4) وجود دارند (Figure 1). توالی ناحیه ۱ مکمل ناحیه ۲ و توالی ناحیه ۳ مکمل ناحیه ۴ است. نواحی مکمل با یکدیگر جفت شده و به شکل ساختار *stem-loop* در می‌آیند. همچنین، ناحیه ۲ مکمل ناحیه ۳ است و *stem-loop* بین این دو نیز می‌تواند تشکیل شود.



Region 1/Region 2, Region 3/Region 4; complementary

Region 2/Region 3; complementary

Leader sequence (Region 1) encodes short peptide containing two tryptophan residues (Trp)

Figure 1

ناحیه ۱ یک پپتید کوتاه به طول ۱۴ آمینواسید را کد می‌کند که حاوی دو کدون تریپتوفان است و leader peptide نامیده می‌شود (Figure 1). اگر اپران تریپتوفان همزمان با رونویسی، توسط RNA polymerase ترجمه نشود، ناحیه ۱ با ۲ و ناحیه ۳ با ۴ جفت شده و در mRNA به وجود می‌آید. در این شرایط، چند باز U که پشت سر هم بوده و بلافاصله بعد از ساختار stem-loop قرار دارد، به عنوان سیگنال خاتمه رونویسی در پروکاریوت‌ها عمل کرده، RNA polymerase از DNA جدا می‌شود و رونویسی متوقف می‌شود (Figure 2).

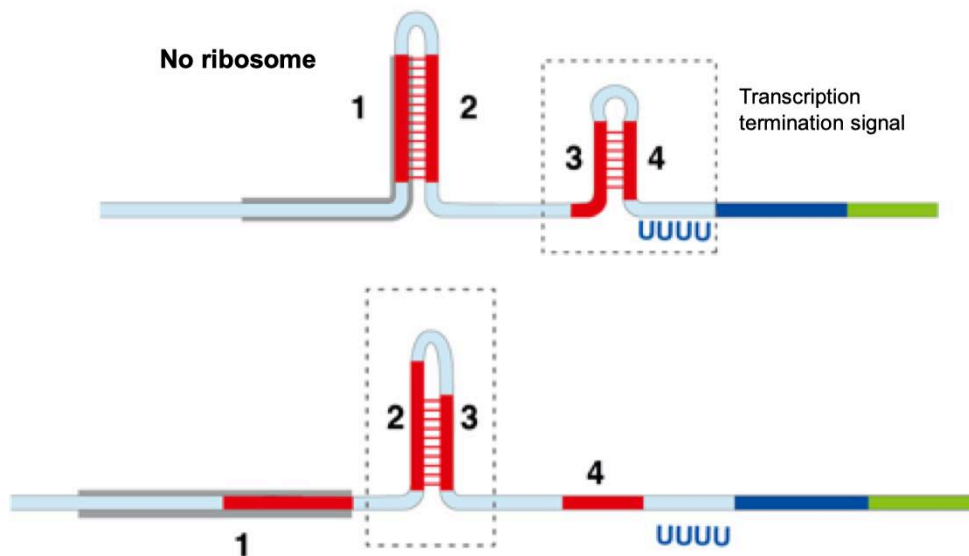


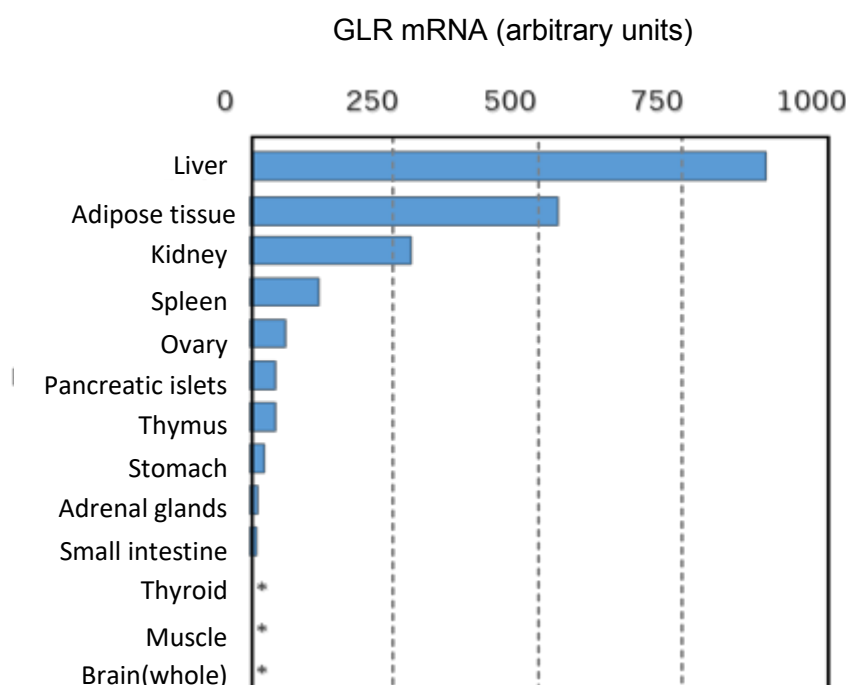
Figure 2

زمانی که ترجمه leader peptide همزمان با رونویسی mRNA رخ دهد، ریبوزوم می‌تواند mRNA حاوی ساختار stem-loop را ترجمه کند. اما با ایجاد stem-loop بین ناحیه ۳ و ۴ رونویسی متوقف می‌شود. در کمبود تریپتوفان، ترجمه کدون‌های تریپتوفان در توالی leader مدت زمان بیشتری طول می‌کشد و ریبوزوم موقتاً در ناحیه ۱ باقی می‌ماند. در mRNA که در این مدت رونویسی می‌شود، ناحیه ۲ با ۳ جفت شده و stem-loop تشکیل می‌دهد. در این شرایط از آنجا که ناحیه ۴ جفت نمی‌شود، سیگنال خاتمه رونویسی شکل نگرفته و RNA polymerase رونویسی اپران trpEDCBA را ادامه می‌دهد که آنزیم‌های مسیر تولید تریپتوفان را کد می‌کند (Figure 3).

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- A. نرخ رونویسی در سلول *E. coli* بسیار سریع‌تر نرخ ترجمه است. [68]
- B. در یک سویه *E. coli* جهش یافته فاقد توالی اپراتور *trp*، در حضور تریپتوفان در محیط، mRNAهای کوتاه شده در حین رونویسی (transcription-truncated mRNA) تولید می‌شود. [69]
- C. در یک سویه *E. coli* جهش یافته که کدون‌های تریپتوفان در پپتید leader حذف شده اند، در زمان کمبود تریپتوفان در محیط، رشد به تاخیر می‌افتد. [70]
- D. در یک سویه جهش یافته که دارای ۱۰ کدون تریپتوفان در توالی پپتید leader است، غلظت تریپتوفان در سلول افزایش پیدا می‌کند. [71]

گلوکاگون از سلول های پانکراسی ترشح می شود و به عنوان یک سیگنال به واسطه گیرنده GLR بر روی سلول های بافت هدف اثر می گذارد. میزان بیان این گیرنده ها بر سطح سلول ها در تعیین میزان پاسخ به گلوکاگون در بافت های هدف مختلف اثر دارد. تصویر شماره ۱ نشاندهنده میزان mRNA GLR در بافت های مختلف موش است. در این جدول زیر گیرنده گلوکاگون در مغز شناسایی نشده است، اما گزارش های جدید تر حاکی از وجود این گیرنده هرچند با مقادیر جزئی هستند. (مثلا در هیپوتالاموس)



علامت ستاره بیانگر وجود مقادیر کمتر از قابل شناسایی است.

Figure 1 Relative abundance of GLR (glucagon receptor) mRNA in rat tissue.

مشخص کنید که هریک از توصیف های زیر صحیح یا غلط هستند.

A. به این علت که کبد یکی از اصلی ترین اندام ها در برداشت و ذخیره سازی گلوکوز در پاسخ به

گلوکاگون است، بیشترین میزان گیرنده گلوکاگون را بیان می کند. [72]

B. نبود گیرنده گلوکاگون در بافت مغز، بیان کننده این مساله است که این بافت خیلی به گلوکوز به عنوان ماده مغزی نیازی ندارد. [73]

C. عضلات اسکلتی ذخیره های گلوکوزی را نگه می دارند که تنها در حرکات و ورزش استفاده می شوند، این مساله با نبود گیرنده گلوکاگون در این بافت ها در جدول همخوانی دارد. [74]

D. بافت چربی که بیان بالایی از گیرنده گلوکاگون دارد، مهمترین منبع انرژی در حالت گرسنگی (starvation) است. [75]

Metabolic substrate	Concentration [mM]	Output power [W]	Expected speed [m/s]	Exercise duration [s]
ATP	8	6400	27	2-4
CP	26	6000	25	10-17
Glycogen	90	1640	6.7	>6000
Fat	7-25	1100	4.6	

جدول ۱ نشان دهد انواع سوپسترا های متابولیسمی و غلظت آنها به عنوان منبع انرژی در سلول عضله انسان است. همچنین میزان پیش بینی شده قدرت خروجی از بافت عضله، سرعت پیشبینی شده برای دویدن ورزشکار با آن قدرت و همچنین مدت زمان تمرین در شرایطی که تنها همان منبع انرژی استفاده شود، نشان داده شده است. CP بیانگر کراتینین فسفات است.

مشخص کنید که هریک از توضیحات زیر صحیح یا غلط هستند.

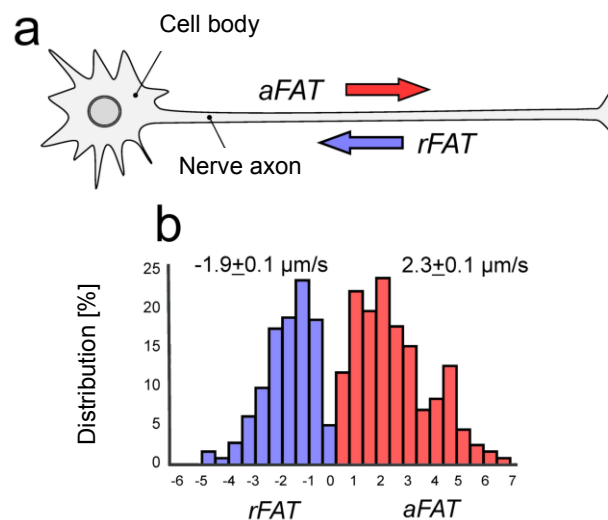
- A. ورزشکاران دو ۱۰۰ متر، برای نیمه اول ابتدا از ATP های از قبل ذخیره شده در عضله استفاده می کنند. برای نیمه دوم، از ATP های حاصل از تنفس استفاده می کنند. [76].
- B. ممکن است دونده های ماراتن از عضلات بدون استفاده از ATP استفاده کنند. [77].
- C. یک لحظه حیاتی برای دونده های فواصل متوسط ۱۵۰۰ متری، تبدیل منبع انرژی از CP به ATP های حاصل از تنفس بی هوازی است. [78].
- D. همانند مهاجرت پرندگان، ذخیره چربی یکی از منابع اصلی انرژی برای دونده های مسافت بلند است، اگرچه استفاده از این منبع با تاخیر متابولیسمی برای تبدیل به ATP همراه است. [79].

بیماری هانتینگتون (HD) نوعی اختلال ژنتیکی است که با تخریب ویرانگر بافتهای عصبی مشخص می شود که با افزایش سن پیشروی می کند. هانتینگتین (HTT) به عنوان پروتئین ایجاد کننده HD شناخته شده است.

در نزدیکی نقطه شروع رونویسی ژن HTT، دنباله ای حاوی توالی CAG مکرر (مربوط به گلوتامین) وجود دارد که معمولاً در افراد سالم بین 9 تا 35 تکرار است.

این تکرارها در جمعیت هانتینگتون 35 تا 75 تا است. علائم HD در صورت بیشتر بودن تعداد تکرارهای CAG، شدیدتر بوده و در سن کمتری بروز می کنند. به تازگی، دانشمندان در فرانسه نشان داده اند که HTT نقش مهمی در حفظ neuronal fast axonal transport دارد (FAT، شکل 1).

با مشاهدات دقیق با میکروسکوپ فلورسانس، آنها ابتدا نشان دادند که HTT با پروتئین های حرکتی (کینسین و دینئین) که در FAT نقش دارند، لوکالیزه می شود. همچنین نشان داده شد که HTT با وزیکول های سیناپسی، و همچنین با گلیسیرالدهید-3-فسفات دهیدروژناز (GAPDH) لوکالیزه می شود. جالب اینجاست که HTT با میتوکندری که توسط FAT حمل شده بود یافت نشد. در مرحله بعد، با استفاده از نورونهای کشت داده شده، آنها اثرات الیگومایسین، مهار کننده تولید ATP در میتوکندری ها و اسید یدواستات، مهار کننده فعالیت GAPDH را بررسی کردند (جدول 1). علاوه بر این، هنگامی که بیان HTT با درمان RNAi سرکوب شد، تنها FAT وزیکول سیناپسی، و نه میتوکندری، به طور قابل توجهی کاهش یافت. این نتایج نشان می دهد که HTT تنها در FAT وزیکولهای سیناپسی نقش داشته است.



شکل ۱. انتقال سریع آکسون (FAT) در سلولهای عصبی. حمل و نقل فعال وزیکولهای سیناپسی و میتوکندری به سمت خارج انتهای عصبی، anterograde FAT (aFAT) نامیده می شود. حمل و نقل در جهت مخالف به سمت داخل به عنوان FAT retrograde (rFAT) خوانده می شود. سرعت اندازه گیری شده و توزیع آن (%) در b نشان داده شده است.

	Synaptic vesicles			Mitochondria		
	Control	Oligomycin	Iodoacetate	Control	Oligomycin	Iodoacetate
aFAT	2.3 ± 0.1	2.2 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.3 ± 0.1	1.0 ± 0.1
rFAT	-1.9 ± 0.1	-1.9 ± 0.2	-0.2 ± 0.1	-1.2 ± 0.1	-0.4 ± 0.2	-1.0 ± 0.1

جدول ۱. اثرات الیگومایسین و یدواستات بر سرعت [میکرومتر در ثانیه] حمل و نقل anterograde (aFAT) و رتروگراد (rFAT). در آزمایشات برای تعیین سرعت FAT با یدواستات، پیروات برای حفظ تولید ATP توسط میتوکندری در نظر گرفته شد. آزمایش های کنترل در محیط بافری و بدون مهار کننده ها انجام شد. در تمام شرایط آزمایش ها، نسبت ATP / ADP در آکسون < 80٪ حفظ شد.

درستی یا نادرستی هر يك از گزاره های زیر را مشخص کنید.

a. در مقایسه با افراد سالم، در نزدیکی انتهای N ترمینال مولکولهای HTT در بیماران HD ، تعداد

بیشتری از تکرارهای گلوتامین وجود دارد. [80]

b. ممکن است که HTT به لنگر شدن GAPDH و پروتئین های حرکتی به وزیکول های

سیناپسی کمک کند. [81]

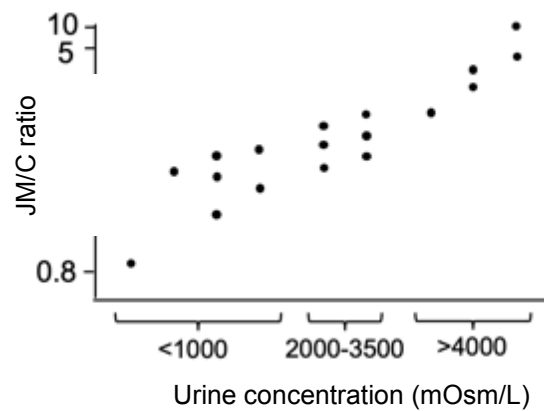
c. ATP تولید شده توسط میتوکندری برای FAT وزیکولهای سیناپسی به طور مؤثر استفاده نمی شود،

حتی اگر بتوان غلظت به اندازه کافی بالایی ATP را در آکسون ها حفظ کرد. [82]

d. ATP تولید شده توسط گلیکولیز برای FAT میتوکندری حیاتی است. [83]

حیواناتی مانند موشهای کانگورو که در بیابان ها زندگی می کنند، با استفاده از کلیه های فوق العاده سازگار خود، توانایی تأمین آب را از منابع محدود موجود دارند. برای ازدفع مواد دفعی بدون از دست دادن آب، گونه ها مکانیسم هایی برای تغلیظ ادرار خود ایجاد کرده اند. دو نوع نفرون که ادرار را تغلیظ می کنند وجود دارد، یکی با یک لوپ کوتاه هنله واقع در قشر کلیه (قشری) (C:cortex) و دیگری با یک لوپ بلند Henle واقع در نزدیکی مدولا کلیه (juxtamedullary: JM). نسبت این دو نوع نفرون بسته به حیوان متفاوت است. جدول زیر، زیستگاه هر یک از گونه های جانوری و غلظت اوره در ادرار را نشان می دهد. همچنین نمودار، نسبت juxtamedullary-cortex (تعداد لوپ نوع C / تعداد لوپ نوع JM) در هر گونه حیوان را نشان می دهد.

Species	Habitat	Urine concentration (mOsm/L)
Rat	moderate	2900
گرهه خانگی	moderate	3100
Kangaroo rat	dry	5500
سگ آبی	freshwater/land	520
Human	moderate	1400
گراز ماهی	marine	1800
الاند	dry	1880
Camel	dry	2800



درستی یا نادرستی هر یک از گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A. به نظر می رسد که Beavers (سگ هاب آبی) نفرونی از نوع قشری ندارند. 84
- B. نسبت JM / C موش کانگورو 1.5 یا بیشتر تخمین زده می شود. 85
- C. لوپ های بلند تر Henle می توانند به طور موثری نمک جذب کنند و تغلیظ ادرار را نتیجه دهند. 86
- D. حیواناتی که در مناطق خشک زندگی می کنند نسبت به حیواناتی که در آب شیرین زندگی می کنند، نسبت بالاتری از نفرونهای نوع قشری دارند. 87

محققی پاسخ های نوروترانسمیتری را از یک نورون عصبی ترشحی (neurosecretory) در هیپوتالاموس ثبت کرد. گاما آمینوبوتیریک اسید (GABA) به عنوان انتقال دهنده عصبی در بیشتر سیناپسهای مهارى در مغز شناخته شده است. این محقق دریافت که اعمال کردن گابا به این نورون، باعث رخدادن پتانسیلهای عمل بیشتری می شود (شکل 1). سپس محقق پاسخهای جریان کلریدی (Cl) ناشی از GABA این نورون را تحت پتانسیلهای مختلف کنترل شده غشایی اندازه گیری کرد (از -50 تا 0 میلی ولت با فواصل 10 mV؛ شکل 2). آنها همچنین حداکثر جریان (اختلافات جریان قبل و بعد از اعمال GABA) را در برابر پتانسیل های غشایی ترسیم کردند (شکل 3). انحراف رو به پایین بیانگر یک جریان inward بوده و نشان دهنده حرکت یون های کلر به بیرون از سلول است (شکل 4). در جدول 1 غلظت های داخل و خارج سلولی و پتانسیل های تعادل یون های سدیم، پتاسیم و کلرید محاسبه شده توسط معادله نرنست نشان داده شده است.

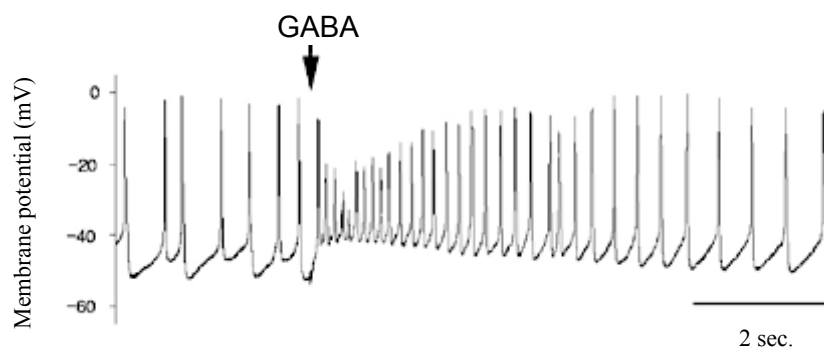


Figure 1

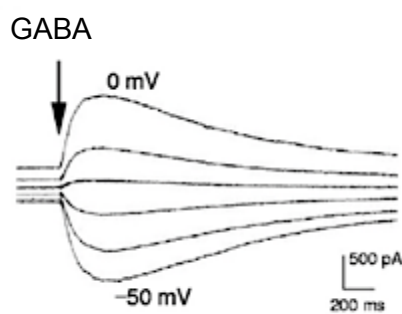


Figure 2

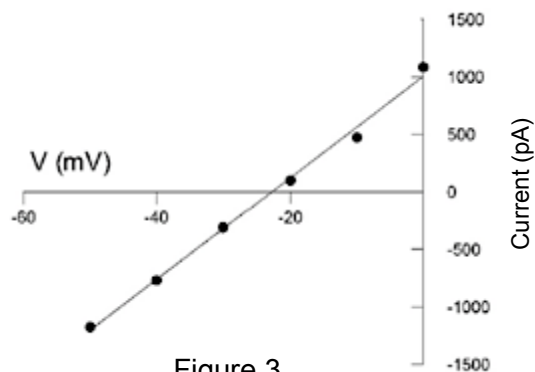


Figure 3

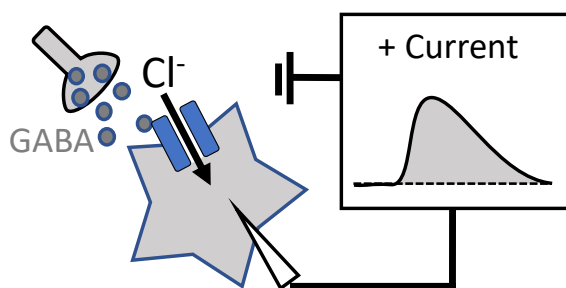


Figure 4

Ion	Concentration (mM)		Equilibrium Potential (mV)
	Inner	Outer	
Na ⁺	15	150	58
K ⁺	140	7	-75
Cl ⁻	40	120	-28

Table 1

درستی یا نادرستی هر یک از گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A.** هنگامی که پتانسیل غشاء منفی 10 میلی ولت بود ، استفاده از GABA باعث دپلاریزه شدن نورون ضبط شده می شد [88] .
- B.** پتانسیل تعادل یونهای کلرید نسبت به پتانسیل غشای استراحت نورون ضبط شده مثبتتر (کمتر منفی) بود [89] .
- C.** تحت حضور تتروdotوکسین (سم پف ماهی که مانع از تولید پتانسیلهای عمل می شود) ، غلظت های بالاتر GABA نورون را مثبت تر از 0 mV دپلاریزه می کرد [90] .

D. محقق نورون های دیگری را ثبت کرد. نورونها توسط *GABA* پتانسیل های غشایی خود را هایپرپلاریزه می کردند. اگر پتانسیل غشای استراحت هر دو نورون یکسان باشد، غلظت یون کلرید داخل سلولی نورون های هایپرپلاریزه کمتر از نورونهای مشاهده شده در شکل 1-4 است 91 .

در قورباغه پنجه ای آفریقایی، *Xenopus laevis*، نحوه تقسیم سلولی از cleavage به تقسیم سلولی سوماتیک، که دارای interphase است، در دوازدهمین cleavage پس از لقاح شیفت می کند. به این حالت انتقال میانه بلاستولا (MBT) گفته می شود.

mRNA microinjection ژن های مورد نیاز برای تشکیل غشای هسته ای در مرحله یک سلولی منجر به افزایش اندازه هسته ای می شود، اما اندازه سلول در مقایسه با جنین کنترل تغییر نمی کند. در این آزمایش، MBT، زودتر از شکاف دوازدهم رخ می دهد (شکل 1، سمت چپ). برعکس، هنگامی که اندازه هسته

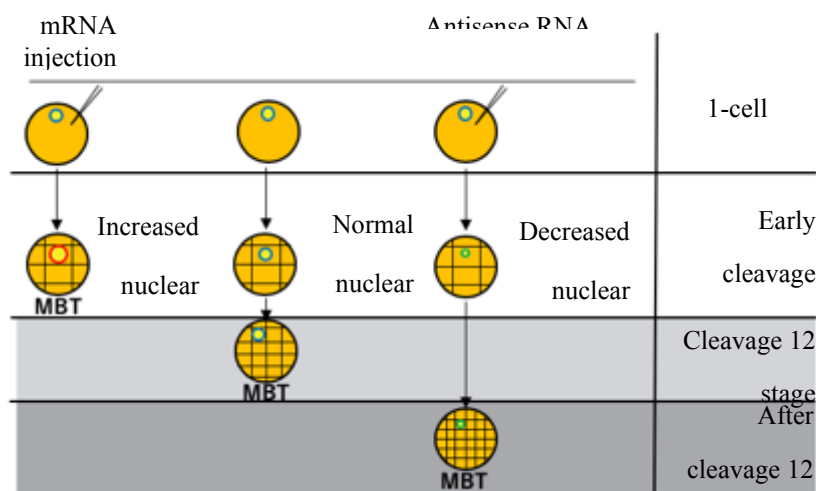


Figure 1

ای به طور مصنوعی کاهش می یابد، اندازه سلول دوباره تغییر نمی کند اما MBT دیرتر از cleavage دوازدهم رخ می دهد (شکل 1، راست). توجه: این روشهای درمانی زمانی مورد نیاز برای هر cleavage را تغییر نمی دهد.

درستی یا نادرستی هر یک از گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A. این آزمایش نشان می دهد که MBT هنگامی رخ می دهد که نسبت حجم هسته به سیتوپلاسم زیاد باشد [92].
- B. هنگامی که MBT قبل از مرحله دوازدهم رخ می دهد، مدت زمان لقاح تا مرحله دوازدهم کاهش می یابد [93].
- C. زمان MBT به تعداد تقسیمات بعد از لقاح بستگی دارد [94].
- D. این نتایج نشان می دهد که MBT هنگامی رخ می دهد که مقدار هیستون در هر هسته از یک مقدار خاص بیشتر باشد (توجه: هیچ گونه دستکاری انجام شده در این آزمایش بر میزان هیستون تأثیر نمی گذارد [95]).

در یک جنین *Xenopus*، محور پشتی-شکمی از طریق چرخش cortical پس از لقاح تعیین می شود. در قسمت پشتی جنین، موسس Spemann-Mangold برای تعیین body plan جنین لازم است. هنگامی که تشکیل این موسس (organizer) مهار می شود، یک نقص در سر جنین ها رخ می دهد. از طرف دیگر، هنگامی که موسس گسترش یافته باشد، سر بزرگ می شود.

β -catenin (β -cat) و $GSK3\beta$ در شکل گیری موسس نقش دارند. در جدول زیر نتایج حاصل از فنوتیپ tadpole های microinject شده با β -catenin، $GSK3\beta$ ، DN β -cat، (β -catenin inhibition factor) و DN $GSK3\beta$ (inhibition factor) در سمت خلفی یا شکمی جنین را نشان می دهد.

mRNA	Dorsal injection	Ventral injection
β -cat	Large head	Secondary head formation
$GSK3\beta$	Head defect	No effect
β -cat + $GSK3\beta$	No effect	No effect
DN β -cat	Head defect	No effect
DN $GSK3\beta$	No effect	Secondary head formation

درستی یا نادرستی هر یک از گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A. این آزمایش نشان می دهد که $GSK3\beta$ تشکیل موسس را مهار می کند [96].
- B. این آزمایش نشان می دهد که $GSK3\beta$ فعالیت β -catenin را مهار می کند [97].
- C. این آزمایش نشان می دهد که β -catenin در ناحیه شکمی بیان نمی شود [98].
- D. این آزمایش نشان می دهد که $GSK3\beta$ در پایین دست β -catenin کار می کند [99].

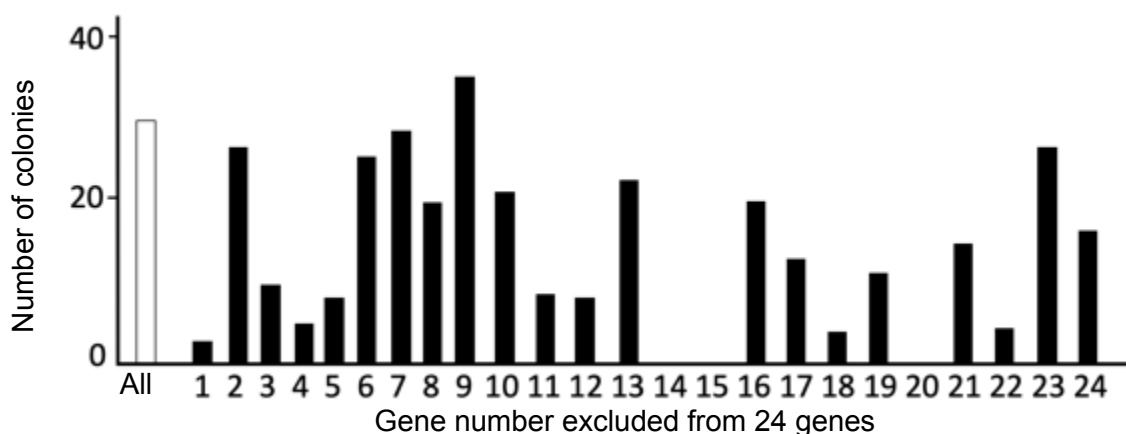
حیوانات دارای مکانیسم هایی برای حفظ دمای بدن در حد مجاز هستند. به عنوان مثال ، آنها پاسخهای مختلفی را به تغییر دمای اتاق نشان می دهند. علاوه بر این ، شکل بدن حیوانات برای سازگاری با تغییرات مختلف آب و هوایی بهینه شده و رفتارهای آنها نیز دمای بدن آنها را تنظیم می کند.

درستی یا نادرستی هر یک از گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A.** در هر زیستگاه معمولی ، دمای بدن endotherm ها همیشه بالاتر از ectotherm ها است. 100
- B.** در انسان دمای بدن هنگام افزایش درجه هیپوتالاموس به صورت مصنوعی، افزایش می یابد 101 .
- C.** When a female Burmese python incubates eggs, her oxygen consumption in a cold room is less than that in warm room. 102
- D.** ectotherm ها برای هومیوستاز انرژی کمتری نسبت به endotherm نیاز دارند 103 .

یک محقق با هدف القا سلول های تمایز نیافته، ژن های متعددی را در فیبروبلاست های انسانی بیان می کرد. آنها روی 24 ژن متمرکز بودند که به عنوان ژن هایی شناخته می شدند که در سلولهای بنیادی جنینی (ES) بسیار بیان می شوند. مشخص شد وقتی همه 24 ژن به طور همزمان در فیبروبلاست ها introduce، کلونی سلولهایی با خصوصیات تمایز نیافته تشکیل می شود.

سپس محققان سعی کردند حداقل ژنهایی را که باعث تحریک سلولهای تمایز نیافته می شوند، پیدا کنند. نمودار، تشکیل کلونی را زمانی که 23 ژن به جز یکی در سلول های فیبروبلاست introduce می شوند، را نشان می دهند.



(“All” on the X axis shows that the 24 genes are all introduced.)

درستی یا نادرستی هر یک از گزاره های زیر را مشخص کنید.

A. این نتایج نشان می دهد که کلنی ها می توانند از طریق introduction با هم ژنهای 14، 15 و 20 به داخل فیبروبلاست تشکیل شوند 104.

B. این نتایج نشان می دهد که ژن 14، ژن 15، و ژن 20 برای تشکیل کلونی مورد نیاز هستند 105.

C. این نتایج نشان می دهد وقتی ژن 9 در فیبروبلاست introduce می شود، تعداد کلونی بالاترین حد است 106.

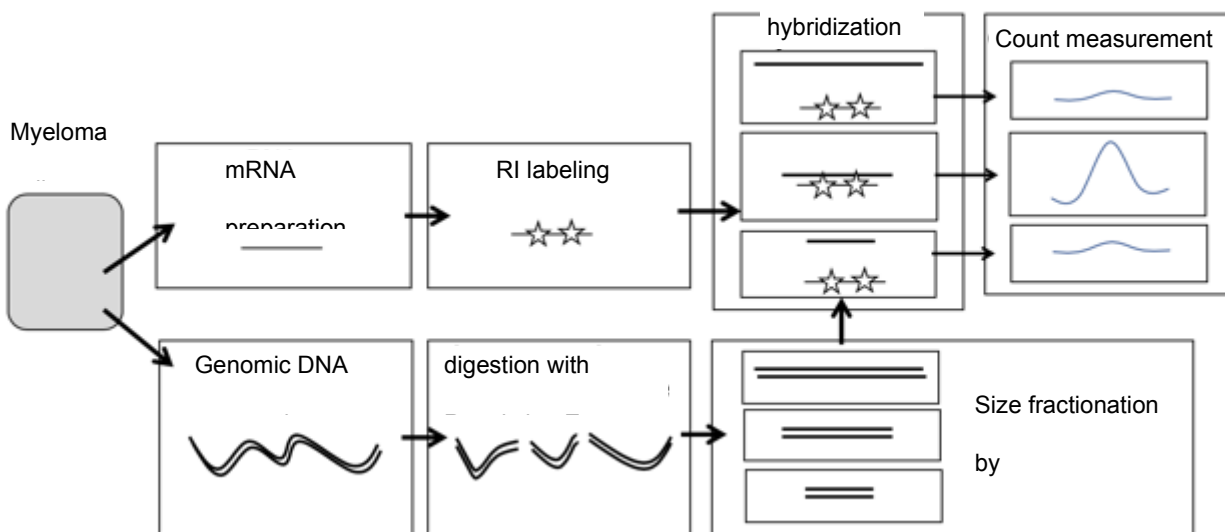
D. این آزمایش به تنهایی برای یافتن حداقل مجموعه ژن مورد نیاز برای القاء کلونی کافی نیست 107.

E. این نتایج نشان می دهد که ژنهای 14، 15 و 20 در سلولهای فیبروبلاست بیان شده اند 108.

Q28

لنفوسیت B نا بالغ در محیطی از ارگان های لنفاوی محیطی تمایز پیدا میکند به نام مرکز جنینی (embryo center). سلول های میلوما ، سلول های تومورالی هستند که یک نوع ایمونو گلوبولین بالغ ترشح می کنند. mRNA تمام طول یا تنها نیمه 3' زنجیره سبک این ایمونو گلوبولین ها از یک سلول میلوم خالص سازی شد و توسط رادیو ایزوتوپ نشانه گذاری شد. DNA ژنومیک استخراج شده از مرکز جنینی یا سلول های میلوم توسط آنزیم محدود کننده هضم شدند و توسط الکتروفورز آگاروز بر اساس اندازه تقسیم بندی شدند. این DNA ها با mRNA های نشانه گذاری شده هیبرید شده و میزان تشعشع رادیو اکتیو آنها بعد از جدا سازی mRNA های هیبرید نشده اندازه گیری شد. روند آزمایش در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. نتایج در شکل شماره ۲ نشان داده شده اند.

مشخص کنید که جملات زیر صحیح هستند یا غلط.



	DNA	mRNA
	myeloma	Full length
	myeloma	3'end half
	embryo	Full length
	embryo	3'end half

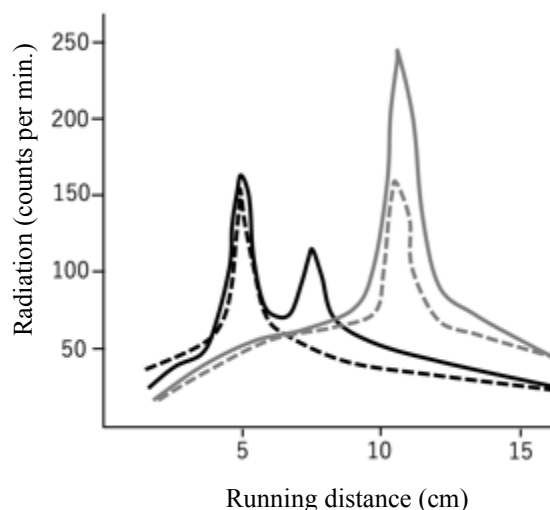


Figure 2

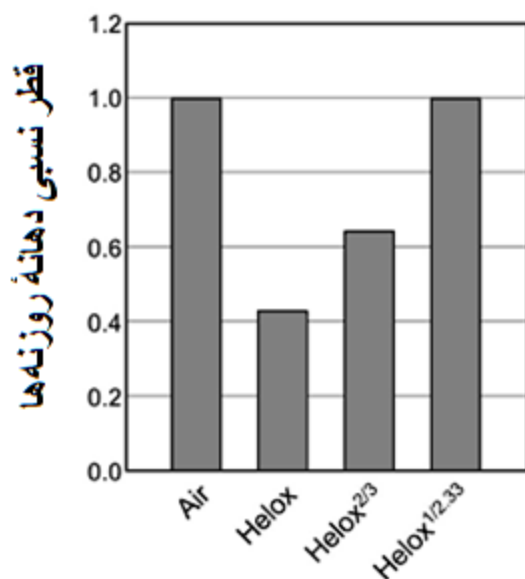
A : ژن ایمونوگلوبولین زنجیره سبک موجود در سلول های مراکز جنینی کوتاه تر از ژن های سلول های میلوم هستند 109

B : مسافت طی شده وابسته به طول DNA هیبرید شده با mRNA است 110

C : توالی نوکلوتیدی DNA که با انتهای 3' mRNA هیبرید شده است ، در DNA استخراج شده از مرکز جنینی و سلول میلوم متفاوت است 111

D : mRNA کامل زنجیره سبک ایمونوگلوبولین که از سلول های میلوم بدست آمده است شامل ۲ توالی از ۲ قسمت متفاوت DNA ژنوم سلول های مرکز جنینی می باشد. 112

روزنه‌ها، به منظور جلوگیری از اتلاف اضافی آب، با سرعت به تغییرات رطوبت محیط پاسخ می‌دهند. شدت تعرق در واحد سطح برگ سرعت خروج آب از گیاه را نشان می‌دهد و با میزان انتشار بخار آب (d_{water})، اختلاف تراکم بخار آب در اپیدرم برگ (Δw) و قطر نسبی دهانه روزنه متناسب است. شکل ۱ قطر نسبی دهانه روزنه‌ها را در هوای معمولی و در هوای Helox (مخلوط ۷۹:۲۱ هلیوم و اکسیژن با غلظت مناسب بخار آب و CO_2 اضافی) نشان می‌دهد. قطر نسبی دهانه روزنه‌ها در هوای معمولی (Air) و در هوای Helox، تحت سه وضعیت مختلف Δw اندازه‌گیری شد: Δw در هوای نرمال (Helox)، Δw در دو سوم هوای نرمال ($Helox^{2/3}$) و Δw در $1/2.33$ هوای نرمال ($Helox^{1/2.33}$). d_{water} در هوای Helox 2.33 برابر بیشتر از هوای نرمال است، در حالی که هوای Helox هیچ فاکتور دیگری از تعرق را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. توجه داشته باشید که بخار آب فقط در صورت وجود روزنه‌ها منتشر می‌شود و تراکم بخار آب درون برگ همیشه اشباع است.



شکل ۱. قطر نسبی دهانه روزنه‌ها در شرایط مختلف

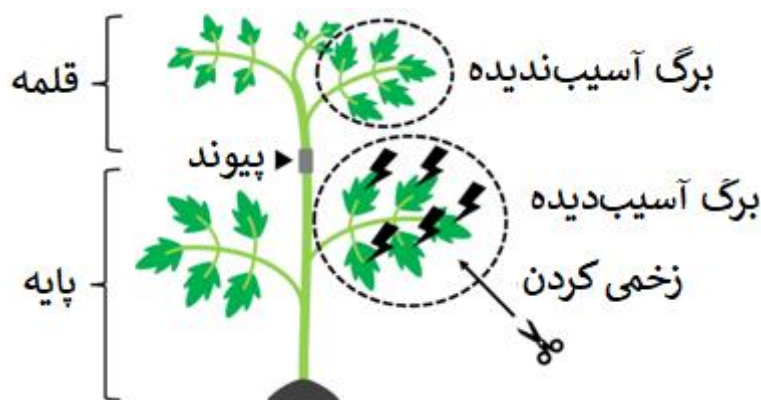
تعیین کنید هریک از عبارتهای زیر درست است یا نادرست:

- A. روزنه‌ها به رطوبت مطلق هوا پاسخ می‌دهند. 113
- B. تعرق در هوای Helox نسبت به هوای نرمال با همان میزان رطوبت بیشتر است. 114
- C. پاسخ روزنه‌ها در هوای کم‌رطوبت از شدت ماده‌سازی طی فتوسنتز می‌کاهد. 115
- D. پاسخ روزنه‌ها در هوای کم‌رطوبت باعث ثابت ماندن خروج آب از گیاه می‌شود. 116

هنگامی که برگ‌های گوجه فرنگی زخمی می‌شوند، زخم بیان ژن‌های مهارکننده پروتئازها القا می‌کند و پروتئین‌های مهارکننده پروتئازها در برگ‌ها متراکم می‌شوند. این عمل نوعی پاسخ دفاعی در برابر حشرات گیاه‌خوار است، چون پروتئین‌های مهارکننده پروتئازها عملکرد گوارشی حشرات را سرکوب می‌کنند. از آنجا که این پاسخ فقط در برگ‌های آسیب‌دیده مشاهده نمی‌شود، بلکه در برگ‌های آسیب ندیده نیز وجود دارد، فرض بر این است که برخی مولکول‌های سیگنالی متحرک، سیگنال‌های زخم را به مسافت‌های طولانی انتقال می‌دهند.

جاسمونات و سیستمین، پپتیدی سیگنالی متشکل از ۱۸ آمینواسید، در بیان ژن‌های مهارکننده پروتئازها هنگام زخم نقش دارند. در واقع، نه جهش‌یافته غیرحساس به سیستمین (*spr1*)، نه جهش‌یافته دارای فقدان سنتز جاسمونات (*spr2*) و نه جهش‌یافته غیرحساس به جاسمونات (*jail*) هیچ کدام پس از زخم بیان ژن‌های مهارکننده پروتئازها را نشان نمی‌دهند.

برای بررسی نقش جاسمونات و سیستمین در سیگنالینگ از راه دور، آزمایش‌هایی با پیوندهایی بین گیاهان نوع وحشی و گیاهان جهش‌یافته انجام شد. برگ‌هایی در گیاه پایه را زخمی کردند و سپس بیان ژن‌های مهارکننده پروتئازها، در برگ‌های آسیب‌دیده در محل گیاه پایه و نیز در برگ‌های آسیب ندیده قلمه اندازه‌گیری شد (شکل ۱). نتایج در جدول ۱ خلاصه شده‌اند.



شکل ۱. طرحی برای نشان دادن آزمایش با پیوند

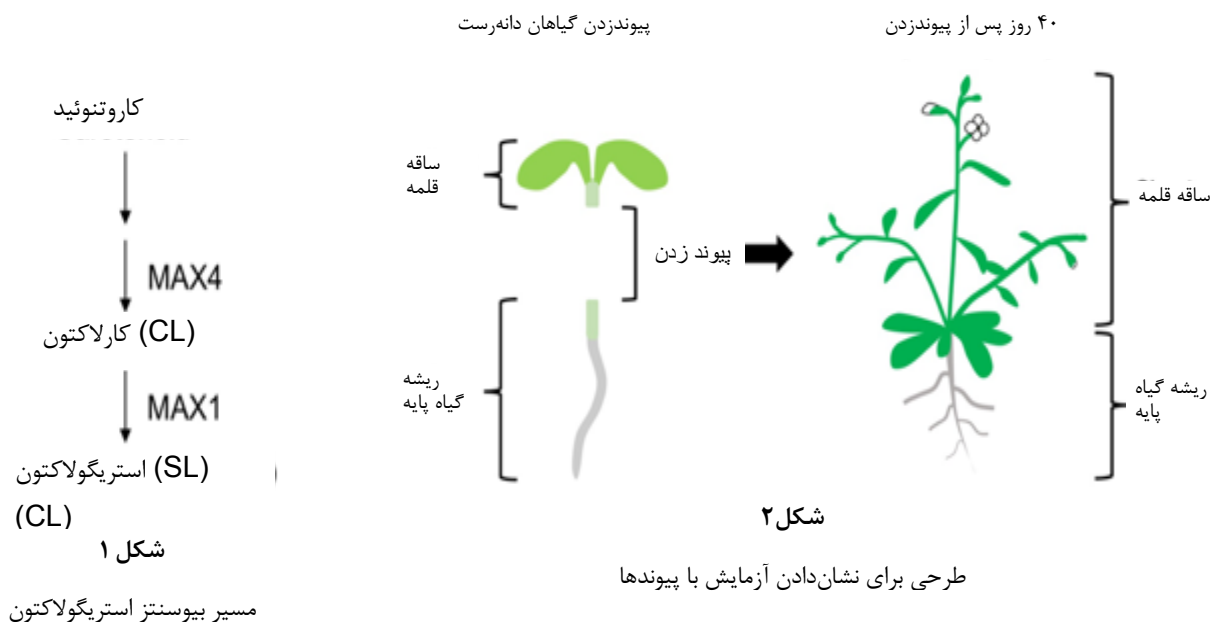
جدول ۱

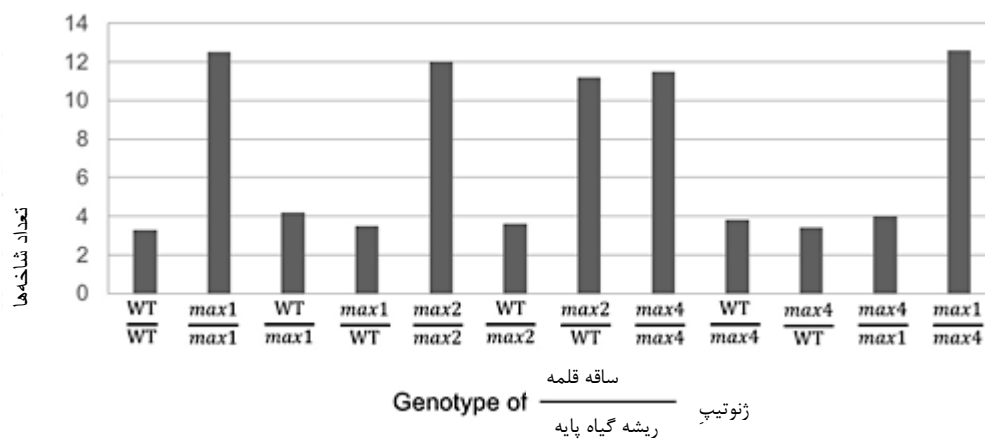
بیان ژن‌های مهارکننده پروتئازها		ژنوتیپ	
قلمه	پایه	قلمه	پایه
+	+	<i>spr1</i>	نوع وحشی
–	–	نوع وحشی	<i>spr1</i>
+	+	<i>spr2</i>	نوع وحشی
–	–	نوع وحشی	<i>spr2</i>
–	+	<i>jai1</i>	نوع وحشی
+	–	نوع وحشی	<i>jai1</i>

تعیین کنید هریک از عبارتهای زیر درست است یا نادرست:

- A.** وجود سیستمین در مجاورت محل زخم برای بیان ژن‌های مهارکننده پروتئازها در برگ‌های دور از محل زخم لازم است. **117**
- B.** سنتز جاسمونات برای بیان ژن‌های مهارکننده پراستریگووتئازها در نزدیکی محل زخم روی می‌دهد. **118**
- C.** وجود جاسمونات در نزدیکی محل زخم برای بیان ژن‌های مهارکننده پروتئازها در برگ‌های دور از زخم لازم است. **119**
- D.** به نظر می‌رسد سیستمین نوعی مولکول متحرک سیگنالینگ مسئول سیگنالینگ راه دور است. **120**

استریگولاکتون (Strigolactone) (SL) نوعی هورمون گیاهی است که شاخه‌زنی ساقه را کنترل می‌کند. در گیاه آرابیدوپسیس تالیانا (*Arabidopsis thaliana*) چند نوع جهش‌یافته مرتبط با SL شناخته شده است؛ مانند *max1*، *max2* و *max4* که به ترتیب در ژن‌های *MAX1*، *MAX2* و *MAX4* جهش یافته‌اند و این ژن‌ها غیرفعال شده‌اند. در حالی که *MAX2* جزئی کلیدی از کمپلکس گیرنده SL را کد می‌کند، هر یک از ژن‌های *MAX1* و *MAX4* آنزیمی برای بیوسنتز SL کد می‌کند (شکل ۱)؛ *MAX4* آنزیمی برای تولید پیش‌ساز SL، یعنی کارلاکتون (carlactone) (CL)، و *MAX1* آنزیمی برای تبدیل CL به SL. آزمایش‌هایی با استفاده از پیوند این جهش‌یافته‌ها و نوع وحشی (WT) انجام شده و تعداد شاخه‌ها شمارش شده است (شکل‌های ۲ و ۳). در این آزمایش نه mRNA و نه پروتئین‌های ژن‌های MAX در محل اتصال پیوندها یافت نشدند.





شکل ۳. تعداد شاخه‌های گیاهان پیوندی

تعیین کنید هریک از عبارت‌های زیر درست است یا نادرست:

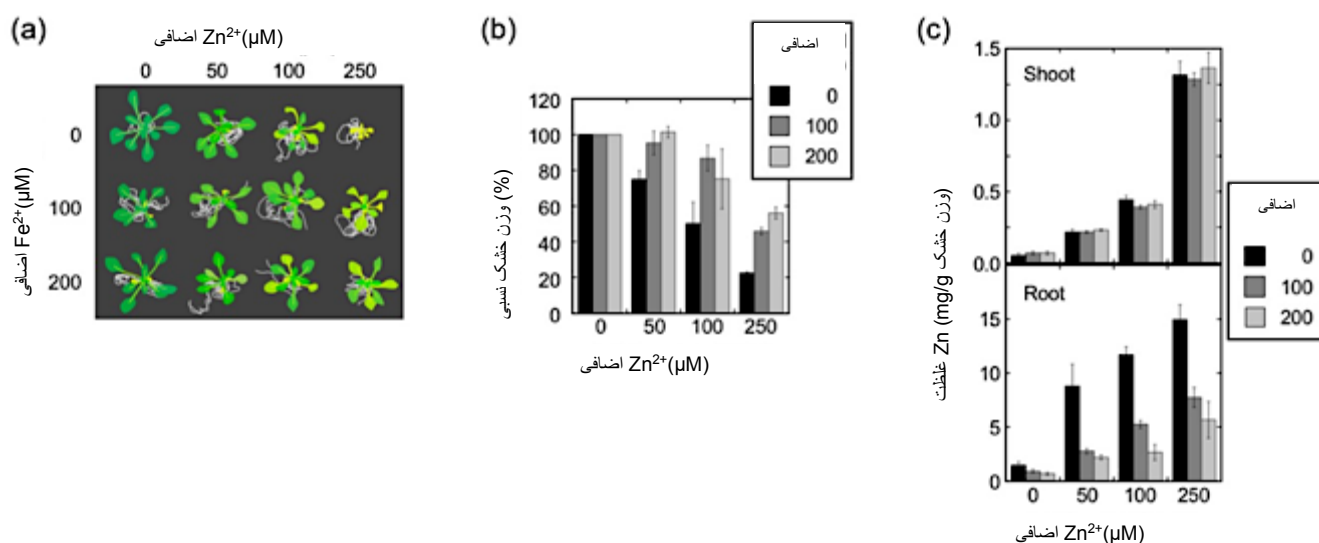
- A. عملکرد اصلی *MAX2* در ریشه است. 121
- B. SL هم در ریشه ساخته می‌شود و هم در ساقه. 122
- C. CL سوپسترای *MAX1* است و بین ریشه و ساقه در هر دو جهت منتقل می‌شود. 123
- D. اگر ساقه یک قلمه *max4* به ریشه *max2* پیوند بخورد، شاخه‌زنی نرمال خواهد بود. 124

روی (Zn) و آهن (Fe) هر دو از میکروالمان‌های مورد نیاز گیاهان‌اند. گیاهان روی و آهن را از طریق ریشه از خاک جذب می‌کنند و به ساقه می‌رسانند. در محیط‌های کشت گیاهی معمولاً از غلظت‌های اندک این مواد استفاده می‌کنند. محیط کشت نیم‌قدرت موراشیگ و سکوگ (Half-strength MS medium) که نوع رایج محیط کشت گیاهی است، دارای $15 \mu\text{M Zn}^{2+}$ و $50 \mu\text{M Fe}^{2+}$ است.

اگرچه میکرونوترینت‌ها برای رشد گیاهان ضروری هستند، غلظت بیش از حد آن‌ها از رشد جلوگیری می‌کند. برای آزمایش اثر غلظت بیش از حد این مواد در جلوگیری از رشد، گیاهان *Arabidopsis thaliana* در محیط کشت نیم‌قدرت half-strength MS media همراه با Zn^{2+} یا Fe^{2+} کاشته شدند.

شکل ۱. اثرهای یون‌های Zn و Fe اضافی بر رشد گیاهان

گیاهان در محیط کشت نیم‌قدرت MS با مقادیر اضافی Zn^{2+} و Fe^{2+} در غلظت‌های ذکرشده (a) کاشته شدند، وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد (b) و محتوای Zn آن‌ها در ساقه و ریشه آنالیز شد (c).

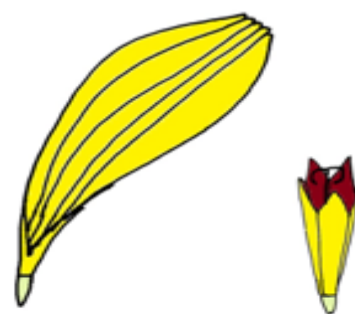


تعیین کنید هریک از عبارت‌های زیر درست است یا نادرست:

- A. تراکم Zn در ساقه نسبت تراکم آن در ریشه همبستگی قوی‌تری با نقایص رشدی نشان می‌دهد. 125
- B. نقص رشد به علت Zn^{2+} اضافی در محیط کشت توسط Fe^{2+} اضافی کاهش می‌یابد. 126
- C. غلظت بالای Fe^{2+} در محیط کشت جذب Zn^{2+} را از ریشه سرکوب می‌کند. 127
- D. مقدار کلی Zn در ساقه تحت تأثیر Fe^{2+} اضافی در محیط کشت قرار نمی‌گیرد. 128

در حالی که گل میمونی تقارن دوطرفی دارد، گل‌های نوعی جهش‌یافته از آن که ژن **G** را ندارند، تقارن دوطرفی خود را از دست داده‌اند و تقارن شعاعی دارند. این تأیید می‌کند که ژن **G** باعث تقارن دوطرفی گل می‌شود.

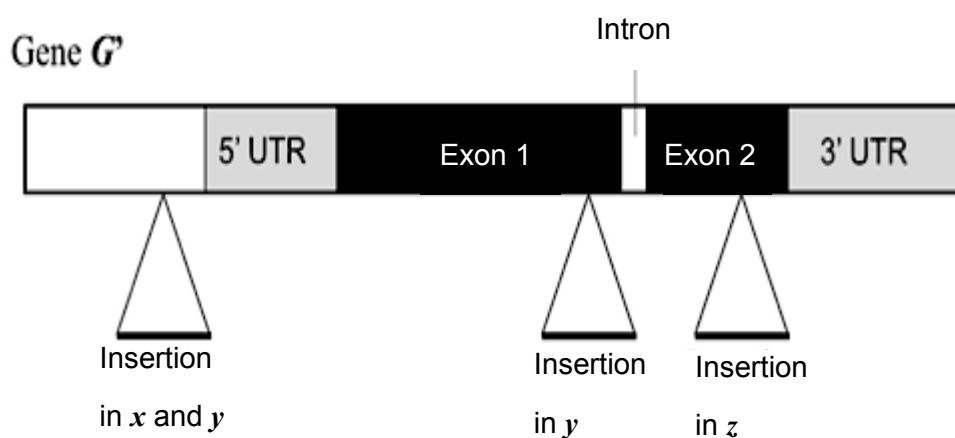
در گل آذین آفتاب‌گردان وحشی، منطقه خارجی گلچه‌های کوچک زبانک‌مانندی دارند، در حالی که منطقه داخلی گلچه‌های لوله‌ای دارد (شکل ۱). در DNA واریته‌های **X**، **Y** و **Z** آفتابگردان ژن **G** که ارتولوگ ژن **G** گل میمونی است، درج شده است (شکل ۲). در نتیجه این درج، واریته **X** در سراسر گل آذین خود فقط گل‌های زبانه‌ای دارد و واریته‌های **Y** و **Z** در همه گل‌آذین خود فقط گل‌های لوله‌ای دارند.



زبانه‌ای

لوله‌ای

شکل ۱. گلچه‌های زبانه‌ای و لوله‌ای آفتاب‌گردان



شکل ۲. درج ژن **G** در DNA واریته‌های آفتاب‌گردان. واریته **y** دو DNA درج‌شده دارد در حالی که واریته‌های **X** و **Z** فقط یک DNA درج‌شده دارد.

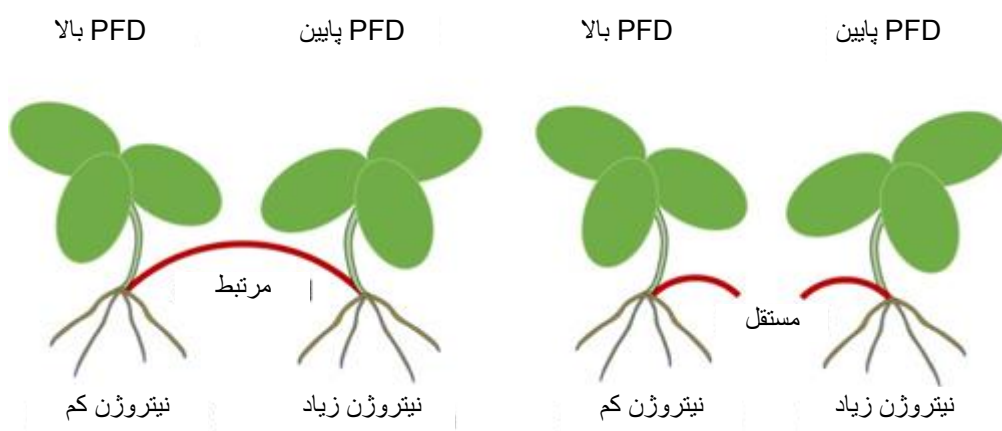
تعیین کنید هریک از عبارتهای زیر درست است یا نادرست:

- A. در نوع وحشی آفتابگردان، ژن G در گلچه‌هایی که گل‌آذین اولیه را می‌سازند، بیان نمی‌شود؛ اما در گلچه‌هایی که بعداً تشکیل می‌شوند، بیان می‌شود. 129 .
- B. در واریته x بیان ژن G به علت درج DNA کاهش می‌یابد. 130 .
- C. ژن G در واریته y جهش یافته و عمل نمی‌کند. 131 .
- D. در واریته‌های زبانه‌ای آفتابگردان، خویشاوندی واریته y به واریته x بیشتر از خویشاوندی واریته x با z است. 132

توت فرنگی ساحلی (*Fragaria chiloensis*) گیاهی علفی دائمی است که بر شن‌های ساحلی می‌روید و ساقه‌های رونده* (استولون) تولید می‌کند. بوته‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در شن‌های ساحلی اغلب قطعات کوچک چگالی جریان فوتون (PFD) (photon flux density) اندک؛ اما دسترسی بیشتری از نیتروژن تولید می‌کنند. حضور این قطعات به فراوانی باعث تفاوت در منابع قابل دسترس بین رامت‌هایی** که با ساقه رونده به هم متصل‌اند، می‌شود. پژوهشگران برای آزمودن اثرهای ارتباط ساقه رونده (استولون)، رشد رامت‌هایی را که با ساقه رونده به هم متصل هستند را با رامت‌های مستقل مقایسه کردند. از هر جفت رامت یکی با PFD بالا، اما سطح پایین نیتروژن خاک و رامت دیگر را با PFD پایین ولی سطح بالای نیتروژن خاک رشد داده شد (شکل ۱). در نتیجه، ترکیب وزن خشک رامت‌های متصل به هم ۴۵ درصد بیشتر از رامت‌های مستقل بود.

* استولون یا ساقه رونده: ساقه‌ای است که برای تولید مثل غیرجنسی در سطح خاک رشد می‌کند و در گره‌هایی از آن جوانه و ریشه تولید می‌شود.

** رامت: هر یک از اجزای یک کلونی.

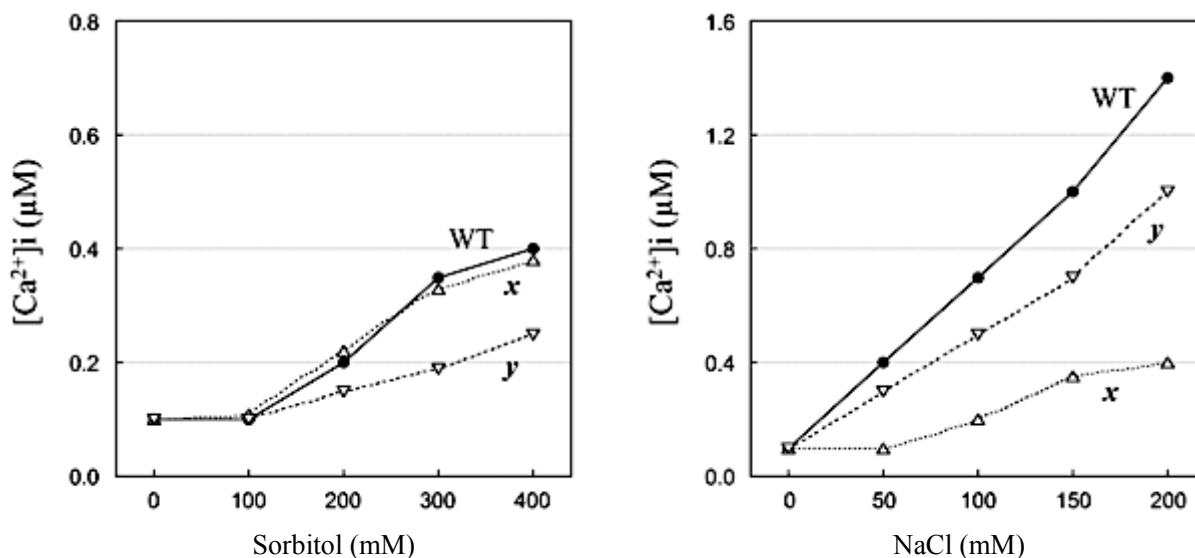


شکل ۱. طرحی برای نشان دادن آزمایش

تعیین کنید هریک از عبارت‌های زیر درست است یا نادرست:

- A. نسبت ساقه به ریشه در رامتهای متصل به هم با PFD بالا و نیتروژن کم بیشتر از رامتهای مستقل با PFD بالا و نیتروژن کم است. 133 .
- B. در رامتهای مستقل با PFD پایین و نیتروژن بالا، PFD عامل محدودکنندهٔ رشد گیاه نیست. 134 .
- C. وقتی که منابع (مانند PFD و نیتروژن) به صورت یکنواخت منتشر شود، جدا کردن استولونها بر جرم خشک رامتها اثر نمی‌گذارد. 135 .
- D. در گیاه *Fragaria chiloensis* محصولات ماده‌سازی و نیتروژن می‌توانند از طریق استولون منتقل شوند. 136 .

شوری خاک (NaCl) بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارد. از آنجا که افزایش فشار اسمزی ناشی از شوری خاک باعث کاهش توانایی گیاهان در جذب آب و مواد معدنی می‌شود، شوری خاک باعث ایجاد تنش اسمزی می‌شود. علاوه بر این، به دلیل اینکه Na^+ سیتوزولی سدیم در فعالیت آنزیم‌های متابولیکی دخالت دارد، شوری خاک باعث ایجاد تنش یونی نیز می‌شود. بنابراین، NaCl دو اثر اصلی بر سلول‌های گیاهی دارد که هر دو باعث آبشار سیگنالینگ می‌شوند که با افزایش غلظت Ca^{2+} داخل سلولی شروع می‌شوند ($[\text{Ca}^{2+}]_i$). در مقابل، سوربیتول، یک الکل شکر که اغلب به عنوان اسموتیکوم مورد استفاده قرار می‌گیرد، فقط استرس اسمزی به وجود می‌آورد؛ زیرا سوربیتول غیر یونی است. X و Y جهش‌یافته‌هایی از Arabidopsis هستند که در افزایش ناشی از NaCl در $[\text{Ca}^{2+}]_i$ نقص دارند. شکل ۱ وابسته به دوز ناشی از NaCl یا سوربیتول در دانه‌رست‌های نوع وحشی (WT) و جهش‌یافته‌های X و Y را نشان می‌دهد.



شکل ۱

تعیین کنید هریک از عبارتهای زیر درست است یا نادرست:

- A. جهش‌یافته X در احساس استرس اسمزی نقص دارد. 137 .
- B. جهش‌یافته Y می‌تواند استرس یونی را احساس کند. 138 .
- C. انتظار می‌رود افزایش $[\text{Ca}^{2+}]_i$ وابسته به دوز القا شده توسط NaCl در دو جهش‌یافته XY مساوی با جهش‌یافته X باشد. 139 .
- D. انتظار می‌رود افزایش $[\text{Ca}^{2+}]_i$ وابسته به دوز القا شده توسط سوربیتول در دو جهش‌یافته XY مساوی با جهش‌یافته Y باشد. 140 .

تکامل

Q36

در زیر توضیحی در مورد جمعیت یک ارگانیسم دیپلوئید، گونه A، با تمرکز روی لوکوس C که در رنگ بدن نقش دارد، آمده است.

با توجه به اطلاعات داده شده در هر گزاره، صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

A. اطلاعات: گونه ی A دو حالت رنگ بدن سیاه و زرد دارد، که تنها توسط لوکوس C کنترل می شود: آلل C^B برای رنگ سیاه و آلل C^Y برای رنگ زرد.

گزاره: اگر آلل C^B نسبت به آلل C^Y غالب باشد و فراوانی افراد دارای رنگ زرد 9% باشد، فراوانی ژنوتیپ $C^B C^B$ 70 درصد خواهد بود. توجه کنید که جمعیت تحت تعادل هاردی-واینبرگ فرض شده است. 141

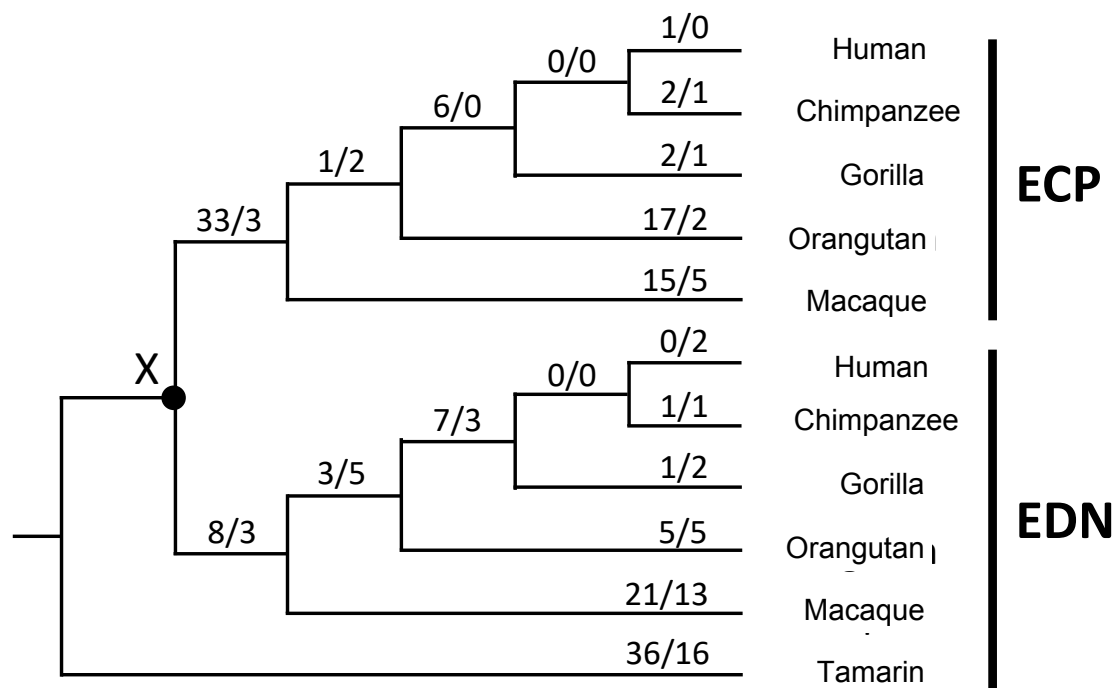
B. اطلاعات: وقتی رنگ بدن ده گونه که متعلق به سرده مشابهی با گونه ی A هستند بررسی شد، همگی زرد بودند. گزاره: در این صورت، طبق اصل parsimony انتظار داریم رنگ بدن گونه ی اجدادی A دقیقاً بعد از جدا شدن از سایر گونه های نزدیک زرد بوده باشد. 142

C. اطلاعات: به علت دیاستروفیسم (تغییر شکل عظیم پوسته زمین)، بخش کوچکی از افراد از جمعیت گونه A جدا شدند و جمعیت جدید A' را به وجود آوردند. گزاره: تغییرات شدید بین نسلی فراوانی اللی لوکوس C در جمعیت A' را می توان با انتخاب طبیعی توجیه کرد. 143

D. اطلاعات: یک جهش کمی مضر با تاثیر یکسانی روی شایستگی به طور مستقل در هر دو جمعیت بزرگ A و کوچک A' رخ داد.

گزاره: احتمال تثبیت این جهش در هر دو جمعیت یکسان است. 144

شکل زیر درخت فیلوژنتیکی ژن های *ECP* و *EDN* را در پریمات ها نشان می دهد. *EDN* فعالیت ریبونوکلئازی قوی نشان می دهد. همچنین، *ECP* فعالیت آنتی-باکتریال قوی و فعالیت ریبونوکلئازی ضعیف دارد.

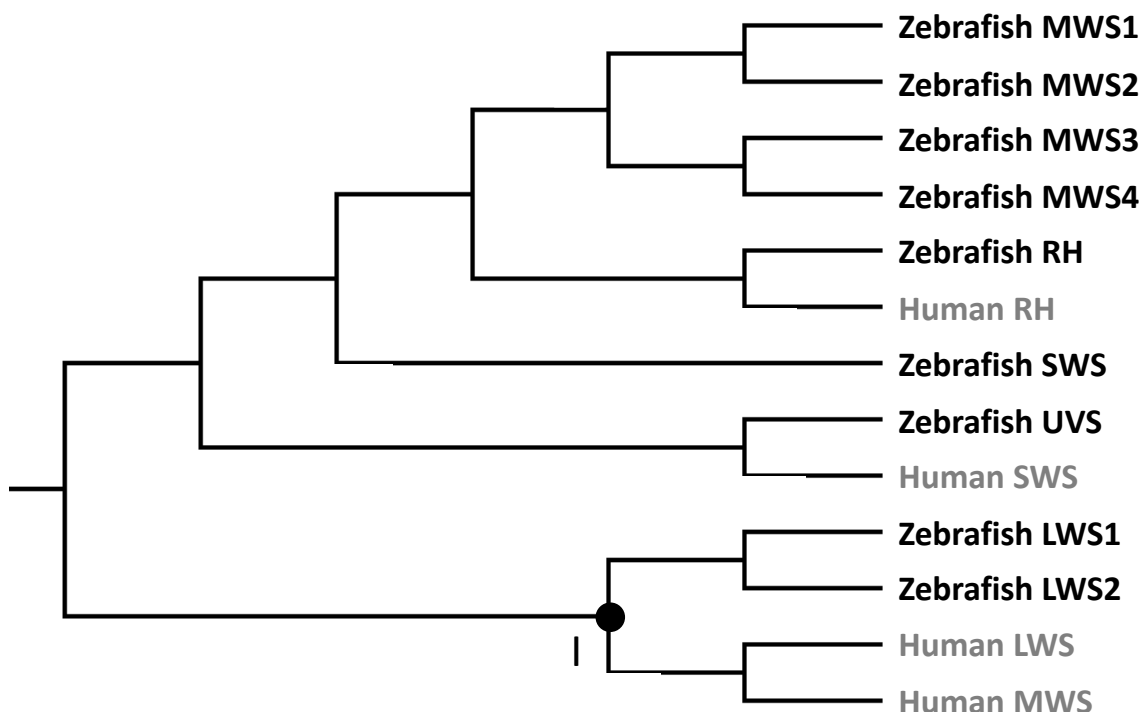


شکل ۱. درخت فیلوژنتیکی مولکولی ژن های *ECP* و *EDN* در پریمات ها بر اساس توالی آمینواسیدی. صورت و مخرج کسر های نوشته شده روی هر شاخه، به ترتیب تعداد جانشینی های نوکلئوتیدی بدمعنی و خاموش را نشان می دهد. (جانشینی هایی که به ترتیب باعث تغییر و عدم تغییر در توالی آمینواسیدی می شوند). طول شاخه به زمان اشتقاق یا میزان تفاوت توالی ها ارتباطی ندارد.

صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A.** نزدیک ترین جد مشترک این پریمات ها فقط دارای ژن *EDN* بوده است. 145
- B.** به نظر می رسد، انسان، شامپانزه، گوریل، اورانگوتان و *Macaque* به طور مستقل از یکدیگر ژن *ECP* را توسط فرآیند مضاعف شدن ژنی به دست آورده اند. 146
- C.** تعداد جانشینی های خاموش در شاخه های بین جد مشترک *X* و ژن *ECP* انسان، کمتر از این تعداد بین *X* و ژن *EDN* انسان است. 147
- D.** در اوایل تکامل ژن *ECP*، احتمالاً انتخاب مثبت (positive selection) روی جهش هایی که فعالیت آنتی-باکتریال را افزایش می دادند، تاثیر گذاشته است. 148

در شکل زیر، درخت فیلوژنتیکی برای توالی های آمینواسیدی تمام ژن های اپسین ژنوم انسان و گورخرماهی رسم شده است.

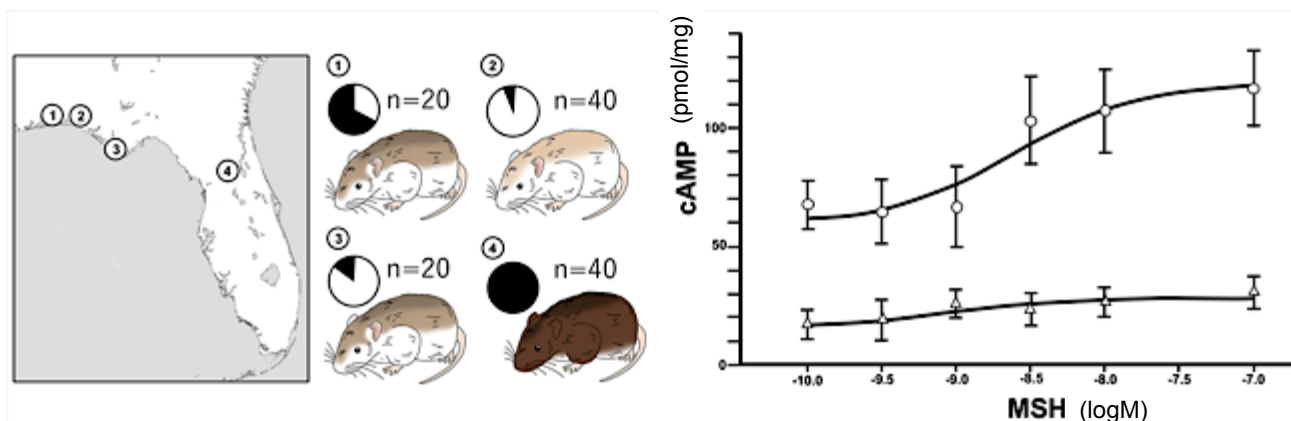


شکل ۱. درخت فیلوژنتیکی بر اساس توالی آمینواسیدی تمام ژن های اپسین موجود در ژنوم انسان و گورخرماهی. LWS: اپسین حساس به طول موج بلند، MWS: اپسین حساس به طول موج متوسط، SWS: اپسین حساس به طول موج کوتاه، UVS: اپسین حساس به فرابنفش، RH: اپسین از نوع رودوپسین. طول شاخه به زمان اشتقاق یا میزان تفاوت توالی ها ارتباطی ندارد.

باتوجه به اصل پارسیمونی مشخص کنید هر کدام از گزاره های زیر صحیح یا غلط هستند.

- A. در درخت فیلوژنتیکی، SWS گورخرماهی بیشترین نزدیکی را با RH دارد. 149
- B. جد مشترک انسان و گورخرماهی دارای چهار ژن اپسین در ژنوم خود بوده است. 150
- C. ژن اپسین در گره ی A قرار بوده یک LWS را رمزگذاری کند. 151
- D. گورخرماهی پنج ژن اپسین را بعد از جدا شدن از انسان به دست آورده است. 152
- E. انسان بعد از جدا شدن از گورخرماهی دو ژن اپسین را از دست داده است. 153
- F. جد مشترک انسان و گورخرماهی هیچ SWS در ژنوم خود نداشته است. 154

Peromyscus polionotus در سرزمین اصلی شبه جزیره فلوریدا ساکن است (شکل ۱ (4) و پوشش تیره دارد (شکل ۱). در مقابل، *P. polionotus* ای که در تپه های شنی ساحلی با رنگ روشن ساکن است که قدمت 6000 ساله دارند، دارای پوشش روشن است (شکل ۱). این موش ها با توجه به زیستگاه خود تفاوت های آشکاری در الگوهای رنگی نشان می دهند. پژوهشگران ژن گیرنده ملانوکورتین ۱ (MC1R) را بین این موش ها مقایسه کردند که یک ژن کلیدی برای فرآیند ملانوژنز حساب می شود. مشخص شد که دو آلل برای این ژن در این جمعیت ها وجود دارد که در آن ها ۶۵ آمینو اسید R یا C است.



شکل ۱

شکل ۲

شکل ۱. (چپ) چهار محل زیستگاه *P. polionotus* در شبه جزیره فلوریدا. (راست) تصاویر نشانگر الگوهای رنگی موش ها در هر مکان هستند. نمودارهای دایره ای نشانگر فراوانی آلل R (تیره) و آلل C (روشن) هستند. n تعداد افراد مورد بررسی را نشان می دهد.

شکل ۲. نمودار پاسخ cAMP به تحریک با MSH (هورمون محرک ملانوسیت) در سلول های کشت شده بیان کننده MC1R. محور X و Y به ترتیب نشان دهنده غلظت MSH و cAMP هستند. پروتئین های MC1R که با آلل های R یا C کد شده اند، در این آزمایش بررسی شده اند.

صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A. به نظر می رسد علاوه بر ژن MC1R، ژن های دیگری نیز در رنگ بدن این زیرگونه نقش داشته باشند. 155
- B. انتظار داریم جمعیت با پوشش بدن تیره از جمعیت با پوشش روشن پدیدار شده باشد. 156
- C. احتمالاً آلل C (۶۵ آمینو اسید C باشد) در هر یک از جمعیت های ① تا ③ از یک جهش مستقل به وجود آمده است. 157
- D. در شکل ۲، منحنی دایره و مثلث به ترتیب آلل R و C را نشان می دهد. 158

P. nyererei و *Pundamilia pundalilia* دو گونه خواهری بسیار نزدیک ماهی سیکلید در دریاچه ویکتوریا هستند. این دو گونه در رنگ بدن نرها متفاوت هستند که به ترتیب در این گونه ها آبی و قرمز است. در مقابل، ماده های دو گونه از هم متمایز نیستند و هردو رنگ آمیزی بدنی cryptic دارند. *P. nyererei* و *P. pundamilia* به ترتیب در محیط های کم عمق و عمیق ساکن هستند. ترکیب نوری دریاچه ویکتوریا آبی (طول موج کوتاه) در بخش های کم عمق و قرمز (طول موج بلند) در بخش های عمیق است. پروتئین اپسین این دو گونه به طول موج یکسانی با ترکیب نوری محیطشان تغییر پیدا کرده است. همچنین، هیبرید شدن بین دو گونه در شرایط نوری خاصی رخ می دهد، جایی که نور آبی و قرمز قابل تمایز نباشند.

صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

A. به نظر می رسد، گونه زایی این دو گونه به دلیل انتخاب شدن ماده ها توسط نرها در طی جفت گیری رخ داده باشد. ☐

159

B. در طی تکامل، هر کدام از این دو گونه صفات بینایی خود را با نور زیستگاه خود سازگار کرده اند. 160

C. هماهنگی رنگ بدن نرها با ترکیب نوری زیستگاهشان توسط انتخاب طبیعی برای استتار توجیه می شود. 161

D. توالی ژن اپسین بین نرها و ماده ها در هر کدام از گونه ها متفاوت است. 162

تکامل

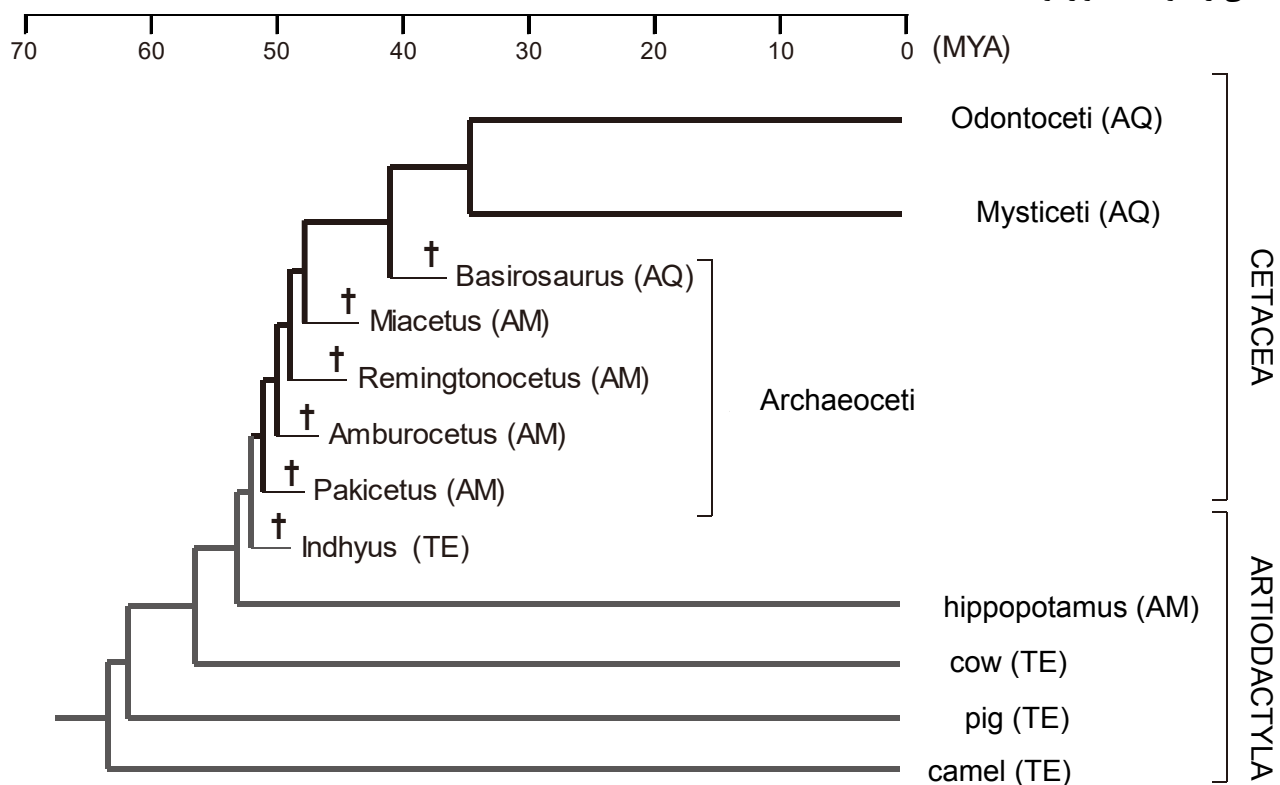
Q41

فیلوژنتیک مولکولی ابزاری قدرتمند برای استنباط روابط فیلوژنتیک در بین گونه های موجود است. در ادامه گزاره هایی درمورد روش های فیلوژنتیک مولکولی آمده است.

صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A.** برای استنتاج درخت فیلوژنتیکی گونه هایی که واگرایی قدیمی تری دارند، باید ژن (هایی) را انتخاب کنیم که نرخ (های) تکاملی سریع تری دارند. 163
- B.** به منظور استنباط روابط فیلوژنتیک بین گونه ها، ژن های پارالوگی که در طول تکامل این گروه مضاعف شده اند، نباید مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند. 164
- C.** برای ریشه دار کردن یک درخت فیلوژنتیکی با یک برون گروه (outgroup)، ما گونه ای را انتخاب می کنیم که تا جای ممکن از گونه های موردنظر دور باشد. 165
- D.** دو گونه (X و Y) با توجه به صفات مورفولوژیک تعریف شده اند. ما یک ژن در پنج فرد از هر یک از این گونه ها را توالی یابی می کنیم. در نتیجه، متوجه می شویم که توالی ژن یکی از افراد گونه Y بیشتر با توالی پنج فرد گونه X شباهت دارد تا با چهار نفر باقی مانده از گونه Y. این نتیجه با تعریف بیولوژیک گونه ها مغایرت دارد. 166

شکل ۱ نشان دهنده نحوه تکامل آب بازسانان (cetaceans) است. مطالعات بر روی ایزوتوپ های پایدار نشان داده اند که Pakicetus و Amburocetus از ماهی های آب شیرین تغذیه می کردند، در صورتی که Miacetus ، Remingtonocetus و Basirosaurus از ماهی های آب شور تغذیه می کردند. Indhyus مانند اکثر جفت سم سانان موجود (artiodactyls) خشکی زی و گیاه خوار بوده.



شکل ۱. درخت فیلوژنتیکی cetaceans و artiodactyls. گونه های فسیلی منقرض شده با † نمایش داده شده اند. تمام cetaceans باقی مانده در دو زیرتیره طبقه بندی می شود: Mysticeti (نهنگان بی دندان – baleen whales، که فاقد دندان های مینا دار هستند اما دارای صفحه شانه ای هستند) و Odontoceti (نهنگان دنداندار – که دندان دارند). سبک زندگی (AQ: آبی – AM: دوزیست – TE: خشکی) هر گروه هم نشان داده شده است. سبک زندگی گونه های فسیل هم بر اساس صفات مورفولوژیک مشخص شده است. MYA: میلیون سال قبل.

فقط با توجه به درخت فیلوژنتیکی موجود، صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

A. با توجه به معیار ماکسیمم پارسیمونی، نزدیک ترین جد مشترک hippopotamus (اسب آبی) و cetaceans امروزی

167

دوزیست بوده است.

168

B. 50 MYA هیچ cetaceans کاملاً آبی وجود نداشت.

C. با توجه به این مطالعات، سناریوی تکاملی cetaceans را می توان اینگونه گمان کرد: ۱- گوشتخوار شدن ۲- به طور کامل

169

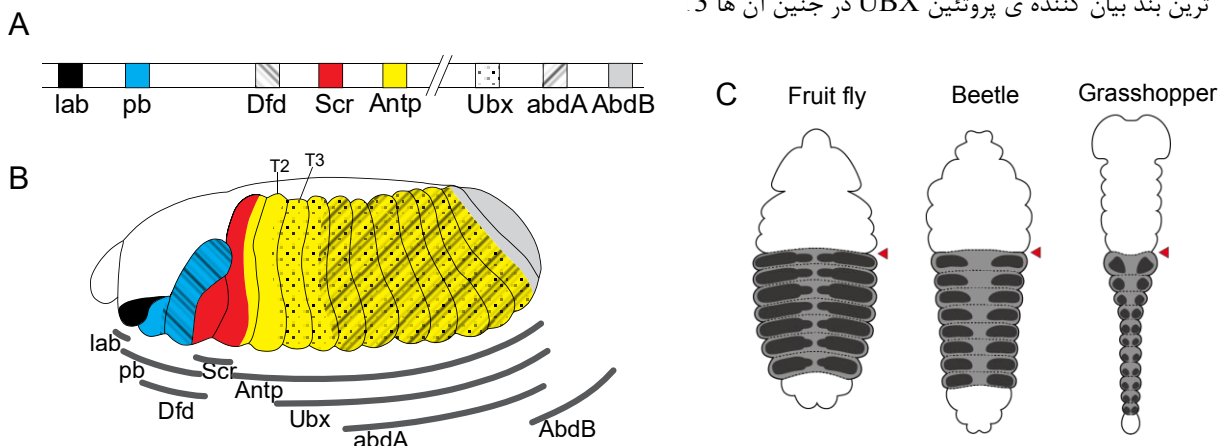
آبی شدن ۳- ورود به زیستگاه های اقیانوسی ۴- واگرایی به نهنگان بی دندان و دندان دار.

D. ژن *enamelin* که پروتئینی ضروری را برای تشکیل مینای دندان کد می کند، در طول تکامل cetaceans قبل از

170

35MYA حذف شده است.

پروتئین‌هایی که توسط ژن‌های Hox کد می‌شوند یک موتیف ۶۰ آمینواسیدی اتصال به DNA به نام هومئودومین به طور مشترک دارند. در ژنوم مگس سرکه، *Drosophila melanogaster* هشت ژن Hox در یک مجموعه روی یک کروموزوم جمع شده اند. (شکل ۱-A) الگوی بیان بند-بند ژن‌های Hox در امتداد محور قدامی-خلفی جنین مگس میوه، با ترتیب ژن در کروموزوم همبستگی دارد. (شکل ۱-B) مگس‌های سرکه به طور معمول یک جفت بال دارند که از دومین بند سینه‌ای جنین (T2) تکوین پیدا می‌کنند و یک جفت اندام تعادلی (هالترها) دارند که از بند سوم سینه‌ای (T3) تکوین می‌یابند. وقتی بیان ژن Ubx با جهش از بین برود، T2 به T3 تبدیل می‌شود و دو جفت بال تشکیل می‌شود. سوسک‌ها و ملخ‌ها دو جفت بال دارند، با این حال همانند مگس سرکه ی وحشی، قدامی‌ترین بند بیان‌کننده ی پروتئین UBx در جنین آن‌ها T3 است.



شکل ۱. (A) هشت ژن Hox روی ژنوم مگس سرکه: *lab, pb, Dfd, Scr, Antp, Ubx, abd-A, Abd-B*. (B) الگوی بیان بند-بند ژن‌های Hox در جنین مگس سرکه. بخش قدامی سمت چپ شکل است. الگوی بیان هر یک از ژن‌ها با علامت‌های مرتبط با (A) نشان داده شده است. نوارهای زیر شکل نشان‌دهنده ی محدوده بیان هر یک از ژن‌ها است. (C) ترسیم شماتیک بیان پروتئین UBx در جنین سه گونه. انتهای قدامی بالا است. فلش قرمز مرز بین T2 و T3 را نشان می‌دهد. نواحی دارای بیان ژن تیره شده‌اند.

صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

A. پروتئین‌هایی که توسط ژن‌های Hox رمزگذاری شده‌اند، به عنوان عوامل رونویسی بیان ژن را تنظیم می‌کنند. 171

B. الگوی بیان بند-بند ژن‌های Hox هویت هر یک از بند‌های جنین مگس سرکه را مشخص می‌کند. 172

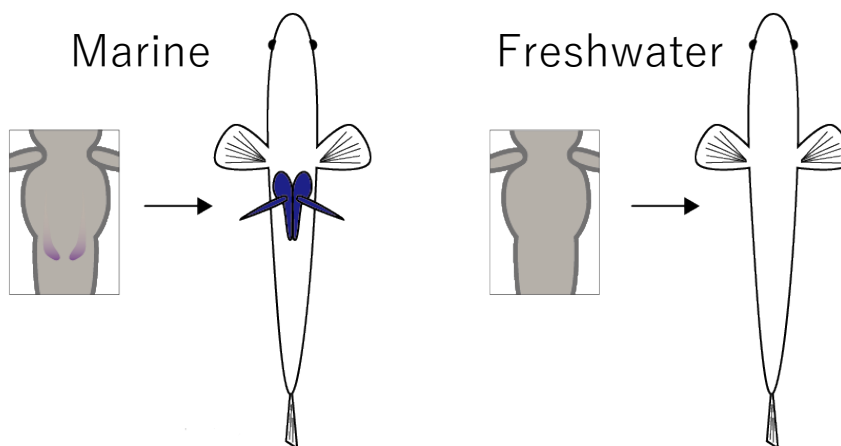
C. در جهش یافته‌های ژن Ubx، توسعه ی بیان *abd-A* به ناحیه قدامی موجب دگرگونی بند سینه‌ای می‌شود. 173

D. سوسک ها و ملخ ها دو جفت بال دارند زیرا ژن های **Ubx** آن ها مجموعه ی متفاوتی از ژن ها را نسبت به مگس سرکه در T3 کنترل می کند. 174

تکامل

Q44

آبنوس سه خاره (*Three-spined stickleback Gasterosteus aculeatus*) به طور گسترده ای در مناطق دریایی و آب شیرین در سراسر جهان یافت می شود. سازگاری های شعاعی منجر به تفاوت های مورفولوژیکی بین جمعیت های دریایی و آب شیرین شده است. مثلا، تمام جمعیت های دریایی دارای یک جفت خار لگنی (*pelvic spines*) هستند که از اسکلت لگنی به وجود آمده اند. در صورتی که بعضی از جمعیت های آب شیرین در مکان های مختلف این خار ها را از دست داده اند (شکل ۱). بررسی های ژنی نشان دادند که جایگاه ژنومی مسبب این تفاوت در اطراف ژن *Pitx1* قرار گرفته است. *Pitx1* نقش بسیار مهمی در تکوین خار های شکمی، تیموس و نوروماست دارد. هرچند توالی آمینو اسیدی رونوشت های *Pitx1* در دو جمعیت یکسان است، الگوی بیان *Pitx1* در جوانه باله ی لگنی جنین ها متفاوت است: *Pitx1* در جمعیت دریایی بیان شده (بنفش)، در صورتی



که در جمعیت آب شیرین نشده است. (شکل ۱)

شکل ۱. نمای شکمی از آبنوس دریازی (چپ) و آب شیرین (راست)، نشان دهنده ی حضور یا عدم حضور خار های لگنی (با آبی تیره مشخص شده). سمت قدامی بالا است. (boxes) نمای شکمی بزرگنمایی شده ی جنین آبنوس نشان دهنده ی بیان *Pitx1* در جوانه باله ی لگنی (شکمی).

صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

A. جمعیت های آب شیرین فاقد خار های لگنی احتمالا به طور مستقل، از جمعیت دریایی دارای خار لگنی تکامل یافته است.

175

B. خار های لگنی می توانند جمعیت دریایی را در مقابل شکارچیان محافظت کنند. 176

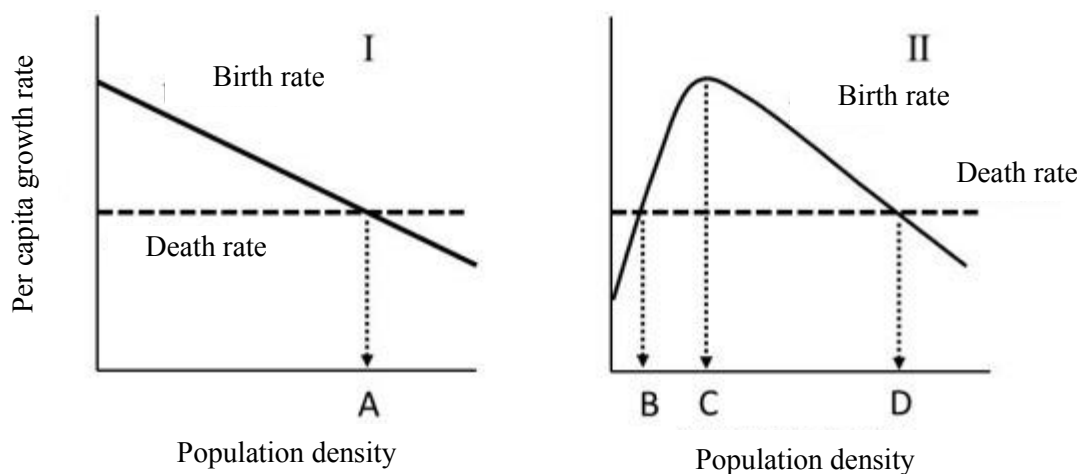
C. افراد *Pitx1-knockout* جمعیت دریایی، احتمالا فنوتیپ یکسانی با جمعیت آب شیرین نشان می دهند. 177

D. حضور یا فقدان بیان Pitx1 در جوانه باله ی لگنی جنین ها می تواند به دلیل تفاوت در توالی enhancer کنترل کننده بیان ژن باشد. 178

اکولوژی

Q45

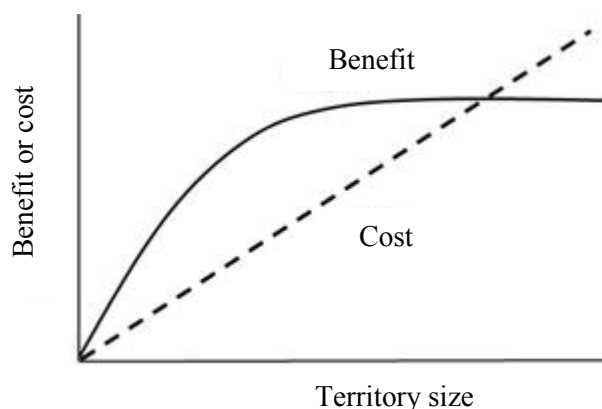
وابستگی به تراکم، فرآیند اساسی حاکم بر پویایی جمعیت موجودات است. نمودار زیر نرخ سرانه (بر هر فرد) تولد و مرگ و میر را به عنوان تابعی از تراکم جمعیت در دو نوع گونه توصیف می کند (I , II).



صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A.** احتمال این که گونه های دارای تولید مثل غیرجنسی نوع I باشند بیشتر از گونه های دارای تولیدمثل جنسی است. 179
- B.** تراکم جمعیت در اطراف تمام نقاط A, B و D با یک مکانیسم وابسته به تراکم، ثابت نگه داشته می شود. 180
- C.** کم تر از تراکم آستانه ی C، تجمع افراد به جای مضر بودن مفید است. 181
- D.** وقتی اندازه جمعیت به شدت کاهش پیدا کند، گونه های نوع I بیشتر از نوع II احتمال منقرض شدن دارند. 182

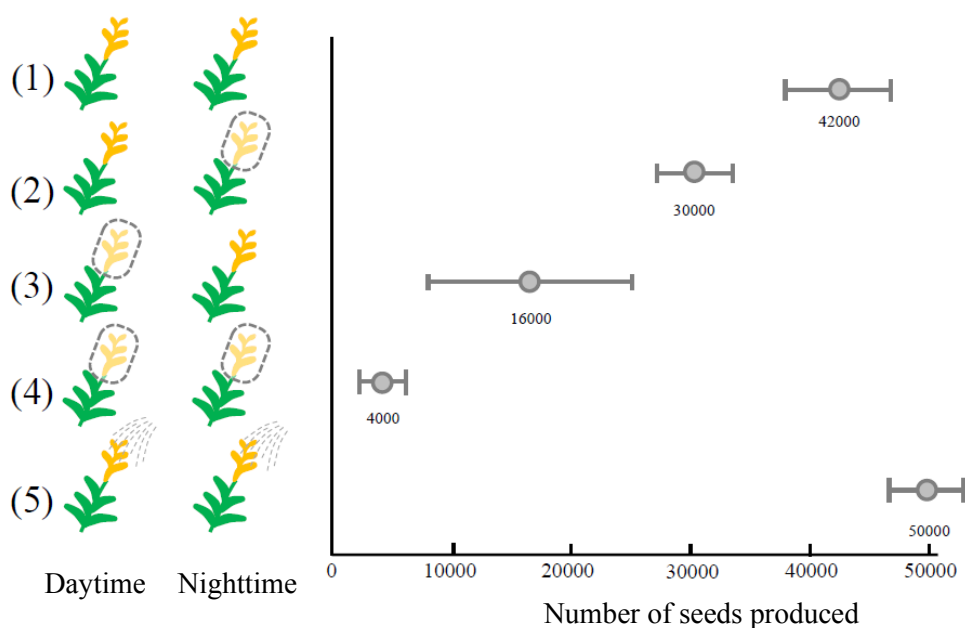
قلمرو حیوانات منطقه ای انحصاری است که توسط یک فرد برای حفظ منابع مانند غذا و جفت ها محافظت می شود. قلمرو با محدوده ی خانه متفاوت است، زیرا محدوده خانه به سادگی منطقه ای را نشان می دهد که حیوان به طور مرتب در آن حرکت می کند و ممکن است با حیوانات همسایه از همان گونه همپوشانی داشته باشد. اندازه قلمرو توسط هزینه و سود حاصل از آن منطقه تعیین می شود، به گونه ای که سود خالص حیوان را به حداکثر برساند. نمودار زیر نشان می دهد که چگونه هزینه و سود با تغییر اندازه قلمرو تغییر می کند.



صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A.** منحنی سود در اندازه بزرگ قلمرو به دلیل اتمام منابع اشباع (کفه) می شود. 183
- B.** اندازه بهینه قلمرو، نقطه ی تقاطع دو منحنی سود و هزینه است. 184
- C.** وقتی که منابع کمیاب شوند، در صورتی که خط هزینه بدون تغییر باقی می ماند، اندازه بهینه قلمرو افزایش پیدا می کند. 185
- D.** وقتی که تراکم جمعیت افزایش پیدا کند و رقابت درون گونه ای شدید تر شود، رفتار قلمروطلبی می تواند ناپدید شود. 186

یک آزمایش به منظور بررسی تأثیر نسبی گرده افشان‌ها در طول شب و روز بر موفقیت تولیدمثلی گل‌های golden rod انجام شد. گرده افشان‌ها نمی‌توانستند از گل‌های بسته شده بازدید کنند. شکل تعداد دانه‌های زنده‌ی ساخته شده (میانگین \pm انحراف معیار) توسط گل‌هایی که بسته نشده‌اند (1)، گل‌هایی که در طول شب بسته شدند (2)، گل‌هایی که در طول روز بسته شدند (3)، آن‌هایی که در طول شبانه روز بسته بودند (4) و آن‌هایی که تحت آزمایش گرده افشانی اجباری قرار گرفتند (5).



صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- A.** گرده افشان‌های شبانه در 60% از کل تولید دانه شریک هستند. 187
- B.** گل‌ها احتمالاً می‌توانند self-pollination کنند. 188
- C.** سهم گرده افشان‌های روزانه تنوع بیشتری، نسبت به گرده افشان‌های شبانه دارد. 189
- D.** در شرایط طبیعی هیچ محدودیتی برای گرده افشانی وجود ندارد. 190

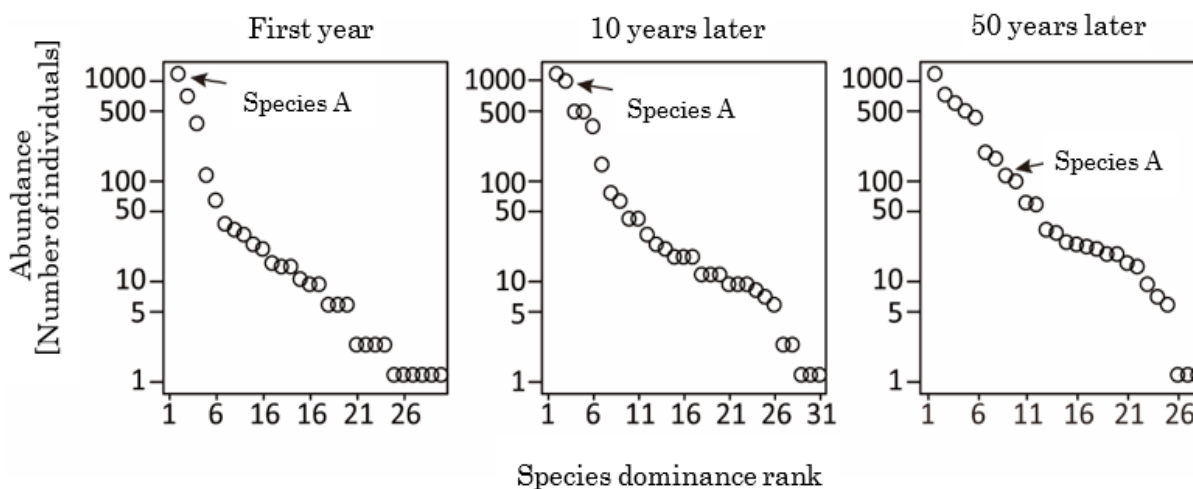
پشه‌ها حامل بیماری‌های مختلف انسانی هستند، استفاده از حشره کش‌ها در آب‌گاهی برای کنترل جمعیت پشه‌ها انجام می‌شود. در جمعیت پشه‌ها، دو آلل از یک لوکوس وجود دارد که حساسیت به حشره کش‌ها را تعیین می‌کند، (s): حساس و (r): مقاوم. مقاومت به حشره کش به طور کامل مغلوب است. جدول زیر تغییرات تعداد افراد دارای ژنوتیپ‌های مختلف را قبل (قبل از ۱۹۹۰)، در حین (۱۹۹۰-۲۰۰۰) و بعد (۲۰۰۵-۲۰۱۵) از استفاده از حشره کش‌ها نشان می‌دهد.

	s/s	s/r	r/r
Pre-1990	222	3	0
1990	31	12	4
1995	26	35	41
2000	2	12	126
2005	74	64	44
2010	165	45	20
2015	210	12	1

صحت گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- A.** قبل از استفاده از حشره کش‌ها، هیچ آلل مقاومتی در جمعیت وجود نداشته است. 191
- B.** در طول استفاده از حشره کش‌ها، انتخاب طبیعی آلل مغلوب را انتخاب کرده است. 192
- C.** در عدم حضور حشره کش‌ها، افراد هموزیگوت مغلوب (r/r) احتمالاً شایستگی پایین‌تری از سایر افراد (s/s و s/r) دارند. 193
- D.** از ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵، فراوانی آلل مغلوب بیش از ۱۰ برابر افزایش یافته است. 194

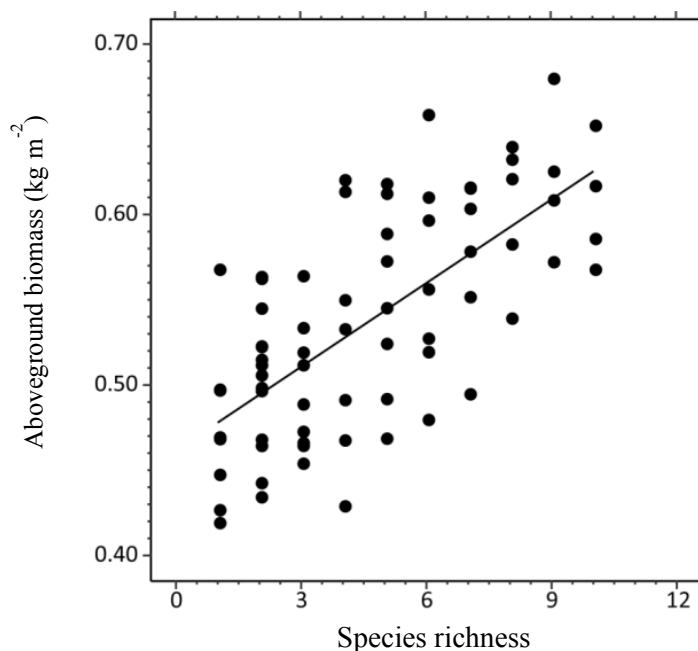
دانشمندان تعداد افراد گونه های مورچه را در یک قطعه 5 هکتاری زمین به مدت 50 سال تحت نظر داشتند. شکل زیر نشان دهنده ی رتبه بندی غلبه ی گونه های مشاهده شده بر اساس فراوانی آن ها است، یعنی تعداد افراد هر یک از گونه ها. هر دایره ی توخالی نشان دهنده ی مقدار هر یک از گونه ها است توجه کنید که فراوان ترین گونه در رتبه ی 1 قرار می گیرد.



صحت گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A.** تعداد کل گونه های موجود در این سه زمان مشاهده شده، تغییری نکرده است. 195
- B.** گونه ی A به تدریج در طی زمان بر سایر گونه ها غلبه کرده است. 196
- C.** سه گونه ی دارای رتبه ی برتر، بیش از 75% از کل افراد را در سال اول تشکیل می دهند. 197
- D.** در طول 50 سال، برابری بین گونه ها کاهش یافته است. 198

درک این که چگونه غنای گونه های گیاهی بر تولید بیومس جامعه تأثیر می گذارد، برای تنوع زیستی و حفاظت از اکوسیستم مهم است. در یک مرتع، دانشمندان ۷۲ قطعه ی آزمایشی ایجاد کردند (هر کدام 1 m^2) که حاوی تعداد متفاوتی از گونه ی گیاهان آوندی بود (از ۱ تا ۱۰ گونه)، که در آن ها ترکیب گونه ای هم به صورت تصادفی چیده شد. نور محیطی و شرایط خاک برای همه ی قطعه ها قبل از ایجاد پوشش گیاهی یکسان بود. بعد از سه سال انجام این آزمایش، آن ها پوشش گیاهی بالای زمین را درو کردند تا بیومس روی زمین را در هر یک از قطعات اندازه گیری کنند. شکل رابطه ی بین غنای گونه ای (تعداد گونه ها) و وزن خشک بیومس روی زمین (kg m^{-2}) را در هر یک از جامعه های گیاهی این قطعات نشان می دهد. خط کشیده شده نشانگر رابطه ی خطی با استفاده از روش رگرسیون است.



صحت هر یک از گزاره های زیر را مشخص کنید.

- A.** یکی از دلایل تشکیل ارتباط مثبت بین غنای گونه ای و بیومس روی زمین تفاوت کنام گونه های مختلف است. 199
- B.** قطعه ای که بیشترین بیومس روی زمین را دارد، همچنین بالاترین غنای گونه ای را دارد. 200
- C.** به طور میانگین، افزایش 0.1 kg m^{-2} بیومس روی زمین در یک قطعه، نیازمند هشت گونه ی اضافه است. 201
- D.** یکی از دلایل تشکیل ارتباط مثبت بین غنای گونه ای و بیومس روی زمین، شانس بیشتر گنجاندن گونه های پربارتر در قطعه های غنی از گونه است. 202