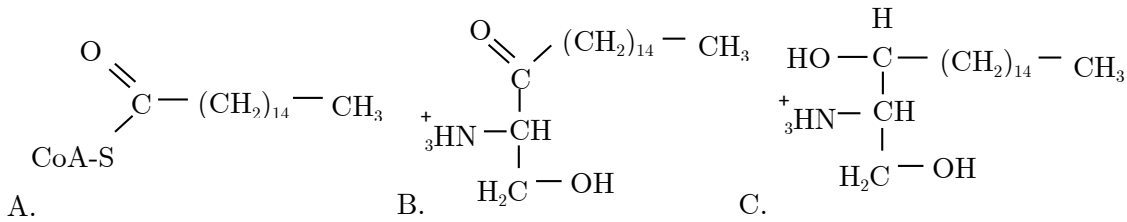


۱- (۱۰ نمره) در یکی از مسیرهای بیوسنتزی سلول های انسان، ماده A در دو واکنش متوالی به B و سپس به C تبدیل می شود. این ماده را در زیر مشاهده می کنید.



الف- در واکنش اول، یک آمینواسید به همراه ماده A مصرف و به همراه ماده B،  $\text{CO}_2$  و CoA تولید می شود. با قراردادن علامت ص یا غ در پرانتزها، صحت عبارات زیر را در مورد این آمینواسید مشخص کنید (پاسخ نادرست نمره منفی دارد).

A) دارای زنجیره جانبی آبگریز است. ( )

B) در سلول دارای زنجیره جانبی بارداد است. ( )

C) دارای ۳ اتم اکسیژن در ساختار خود است. ( )

D) در محیط های شدیداً اسیدی، ۷ اتم هیدروژن در ساختار خود دارد. ( )

ب- در واکنش تبدیل B به C کدام کوآنزیم زیر مستقیماً مصرف می شود؟ علت انتخاب خود را بنویسید.

FAD (C) NADP<sup>+</sup> (B) NAD<sup>+</sup> (A)  
FADH<sub>2</sub> (F) NADPH (E) NADH (D)

ج- این کوآنزیم در بدن انسان از کدام ویتامین سنتز می شود؟

د- به نظر شما آنزیم واکنش تبدیل B به C با آنزیم کاتالیزکننده کدام واکنش (های) زیر در یک گروه آنزیمی (از نظر عملکردی) طبقه بندی می شود؟ در صورت وجود چنین واکنشی، حرف (های) واکنش (های) پاسخ خود را (A تا E) در مستطیل زیر بنویسید (پاسخ نادرست نمره منفی دارد).

- A) Glucose → Glucose-6-phosphate
- B) Fructose-1,6-bisphosphate → Glyceraldehyde-3-phosphate (G3P) + Di-hydroxyacetone phosphate
- C) G3P → 1,3-Bisphosphoglycerate
- D) Phosphoenolpyruvate → Pyruvate
- E) 3-phosphoglycerate → 2-phosphoglycerate

ه- فرض کنید ماده ای به صورت آلوستریک سرعت آنزیم کاتالیزکننده واکنش تبدیل A به B را افزایش دهد. مقدار  $\Delta G$  این واکنش در حضور و عدم حضور این فعال کننده را با هم مقایسه کنید. (کمتر/ بیشتر/ برابر است) چرا؟ (می دانیم ثابت تفکیک این فعال کننده نسبتاً زیاد است).

۲- (۱۵ نمره) برای مهار آنزیم هگزوکیناز از ترکیبات مشابه با سوبسترا مانند گالاکتوز استفاده می شود. برای بررسی فعالیت و مهار این آنزیم، ۶ لوله آزمایش به صورت زیر آماده شد:

در هر یک از لوله های ۱ تا ۶ مقادیر یکسانی از ATP، گلوکز (۲۱ میلی مولار)،  $\text{NAD}^+$  و آنزیم گلوکز ۶-فسفات دهیدروژناز (G6PD) در حجم نهایی ۵ ml / ۵٪ تهیه شد. سپس موارد دیگری مطابق جدول زیر به هر یک از لوله ها اضافه شد:

آب مقطر	هگزوکیناز	گالاکتوز (0/15 M)	بافر فسفات	لوله آزمایش شماره
10 μl	30 μl	-	2/46 ml	1
10 μl	30 μl	15 μl	2/445 ml	2
10 μl	30 μl	45 μl	2/415 ml	3
10 μl	30 μl	90 μl	2/37 ml	4
10 μl	30 μl	120 μl	2/34 ml	5
10 μl	30 μl	135 μl	2/325 ml	6
40 μl	-	60 μl	2/40 ml	شاهد

در این آزمایش، میزان فعالیت این آنزیم را بر اساس میزان جذب NADH (340 نانومتر) اندازه‌گیری می‌کنند. جذب‌های قرائت‌شده توسط یکی از دانش‌پژوهان به شرح زیر است. توجه کنید که جذب نمونه شاهد، صفر در نظر گرفته شده و جذب سایر نمونه‌ها در مقایسه با آن خوانده شده است.

شماره لوله	جذب (340 nm)
1	0/84
2	0/756
3	0/588
4	0/336
5	0/168
6	0/84

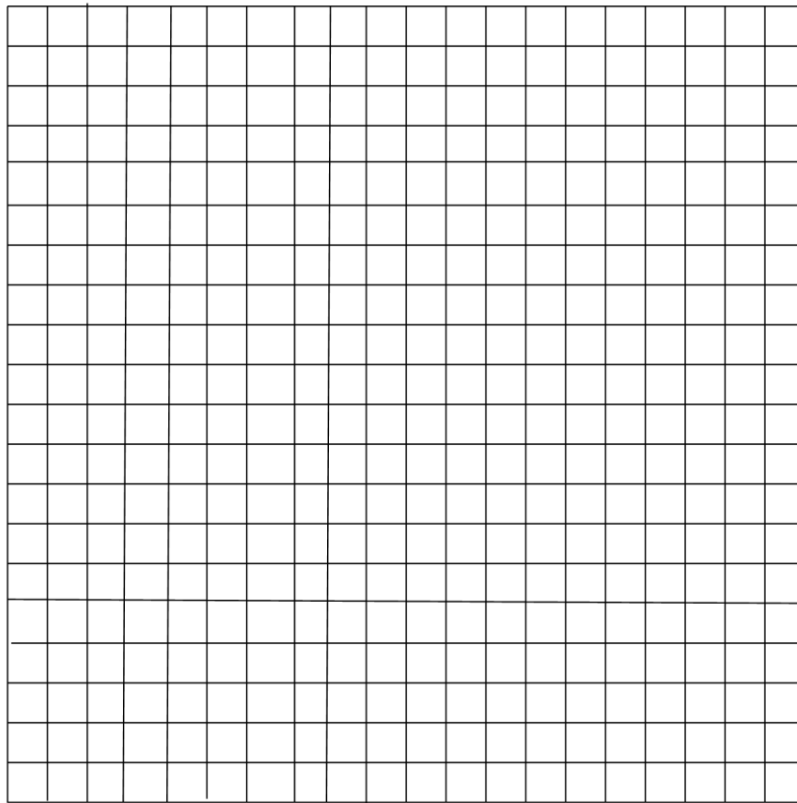
با توجه به اطلاعات بالا، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف- غلظت نهایی گالاکتوز را بر حسب میلی‌مولار در لوله‌های شماره 1 تا 6 محاسبه کنید. همچنین با توجه به این که سرعت واکنش با میزان جذب گروه کروموفور ارتباط دارد، مقدار  $\frac{V_i}{V_0}$  را در هر لوله محاسبه کنید. ( $V_0$ ، سرعت واکنش در عدم حضور مهارکننده و  $V_i$ ، برابر با سرعت واکنش در حضور مهارکننده است).

شماره لوله	گالاکتوز (mM)	$\frac{V_i}{V_0}$
1		
2		
3		
4		
5		
6		

ب-  $IC_{50}$  غلظتی از مهارکننده است که در حضور آن، سرعت آنزیم به نصف می‌رسد. با رسم نمودار  $\frac{V_i}{V_0}$  علیه  $[I]$  (غلظت مهارکننده)، با استفاده

از قسمت شطرنجی زیر، مقدار  $IC_{50}$  را بر حسب mM محاسبه کنید. (ابعاد و واحدهای نمودار را مشخص کنید).



$$IC_{50} =$$

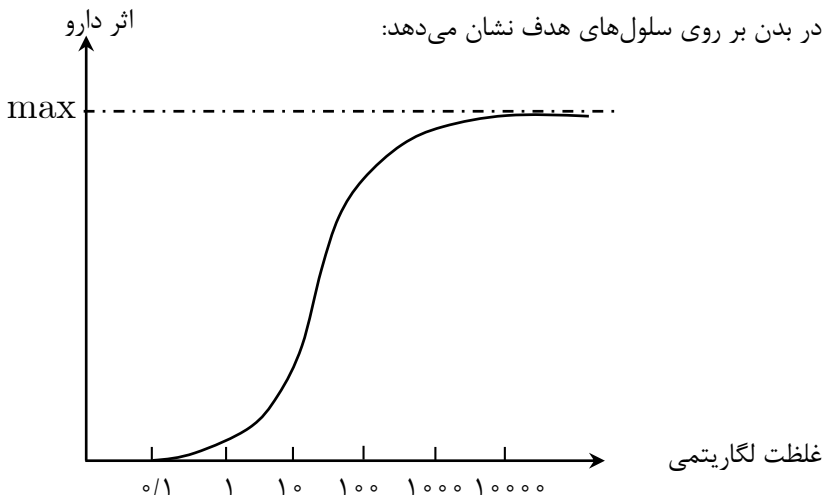
ج- با توجه به رابطه  $IC_{50} = K_i \left( 1 + \frac{[S]}{K_m} \right)$  که در آن  $K_i$  ثابت مهاري واکنش و  $K_m$  معرف تمایل آنزیم به سوبسترا است و با در نظر گرفتن

این که  $K_m$  هگزوکیناز برای گلوکز ۴ میلی مولار است، مقدار  $K_i$  آنزیم گلاکتوز چند میلی مولار است؟ ( $[S]$ ، غلظت سوبسترای واکنش است.)  
 -۳ حضور آن دارو واکنش نشان می‌دهد، سلول هدف گفته می‌شود. گاهی علاوه بر خود دارو، مواد دیگری نیز با اتصال به گیرنده، سلول هدف را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این مواد را بر اساس تأثیرشان بر سلول هدف نام‌گذاری می‌کنند:

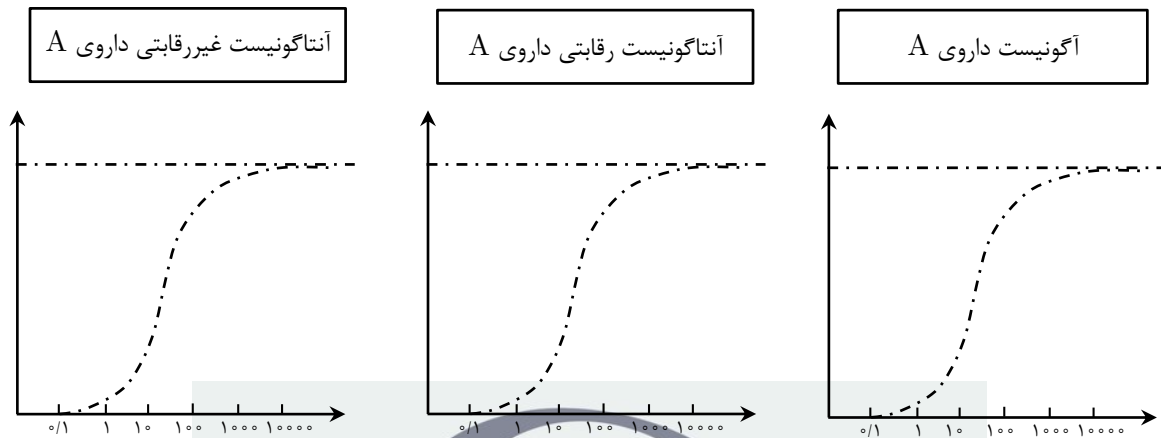
**آگونیست:** ماده‌ای است که پس از اتصال برگشت‌پذیر به گیرنده دارو در سلول هدف، همان اثر دارو را ایجاد می‌کند.

**آنتاگونیست رقابتی:** ماده‌ای است که به طور برگشت‌پذیر به گیرنده دارو در سلول هدف، آن را به طور دائمی غیرفعال می‌کند.

نمودار زیر اثر داروی A را در غلظت‌های مختلف آن در بدن بر روی سلول‌های هدف نشان می‌دهد:



منحنی اثر داروی A را در حضور غلظت ثابتی از هر کدام از مواد آگونیست داروی A، آنتاگونیست رقابتی داروی A و آنتاگونیست غیررقابتی داروی A در بدن رسم کنید. هر نمودار را در یکی از ۳ شکل صفحه بعد که مرتبط با آن است و در مقایسه با نمودار اصلی (خط چین) رسم کنید.



(۱۰ نمره) در رابطه با تولیدمثل جانوران به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف- در میان گونه‌هایی که از نظر خویشاوندی، قرابت بیشتری دارند و در یک محل زندگی می‌کنند (هم‌میهن هستند) کدام مکانیسم جدایی تولیدمثلی دیده می‌شود (پیش‌زیگوتی یا پس‌زیگوتی)؟ چرا؟

پاسخ:

علت:

ب- در برخی از گونه‌های جانوری، در فصل مشخصی از سال یک فرد نر به همراه چند نر همراه و زیردست (Subordinate males) بدون درگیری زیاد در مکان مشخصی به ارائه نمایش‌های جفت‌یابی در حضور افراد ماده می‌پردازند.

مشخص کنید، فردی که به عنوان جفت انتخاب می‌شود دارای چه ویژگی‌هایی است؟

چه مزیت‌هایی سبب تداوم این سیستم تولیدمثلی شده است؟

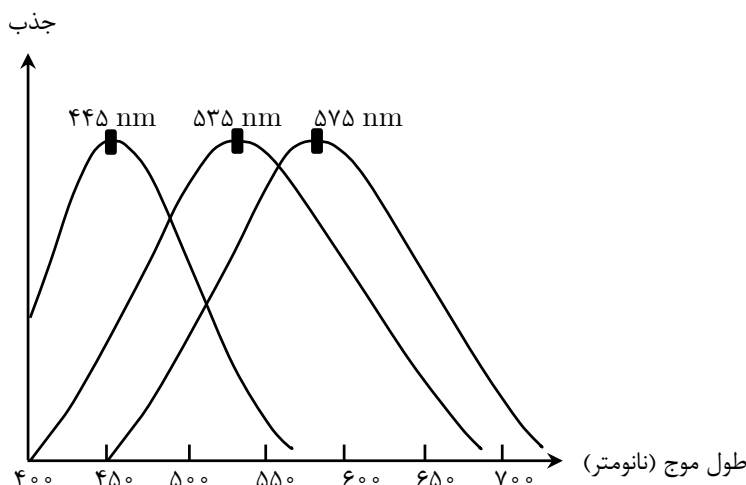
(۲۰ نمره) همان‌طور که می‌دانید، چشم انسان ۲ دسته سلول حساس به نور دارد. سلول‌های استوانه‌ای که مسئول دید سیاه و سفید هستند

و سلول‌های مخروطی که دید رنگی را امکان‌پذیر می‌کنند. ۳ گروه سلول مخروطی به نام‌های M، S و L وجود دارد که اصطلاحاً به آن‌ها گیرنده‌های نور آبی، سبز و قرمز می‌گویند. تعداد سلول‌های گیرنده نور قرمز ۲ برابر سلول‌های گیرنده نور سبز و مجموع سلول‌های گیرنده نور سبز و قرمز ۱۰ برابر سلول‌های گیرنده نور آبی است.

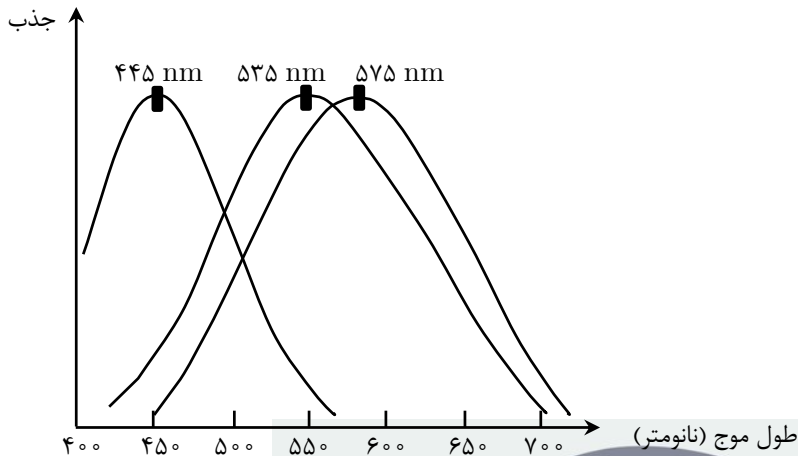
لکه زرد روی شبکیه که مسئول دید دقیق و مرکزی است، فاقد گیرنده نور آبی است. نمودار صفحه‌ی بعد شدت تحریک هر یک از سلول‌های مخروطی شبکیه را در طیف نور مرئی نشان می‌دهد.

در نوع خاصی از کوررنگی به نام "Deuteranomaly"

سلول‌های گیرنده نور سبز در طول موج‌های بیشتری نسبت به سلول‌های گیرنده نور سبز افراد سالم تحریک می‌شوند. بنابراین افراد مبتلا به این کوررنگی نسبت به افراد عادی دچار اشکالاتی در دیدن بعضی از رنگ‌ها



هستند. نمودار زیر شدت تحریک هریک از سلول‌های مخروطی شبکیه را در یک فرد مبتلا به Deuteranomaly در طیف نورمرئی نشان می‌دهد.



الف- در صفحه نمایشگری، ۲ نور با طول موج‌های ۵۴۰ و ۵۰۰ نانومتر (مانند شکل زیر) را یک‌بار به یک فرد سالم و بار دیگر به یک فرد کوررنگ نمایش دادیم. کدام گزینه زیر درباره مقایسه دید دو فرد درست است؟ علت را توضیح دهید.

۵۰۰ nm	۵۴۰ nm
--------	--------

- (۱) فرد سالم تمایز بیشتری بین دو نیمه صفحه قائل می‌شود.
- (۲) تفاوت شایانی بین دید این دو نفر در این طول موج‌ها وجود ندارد.
- (۳) فرد کوررنگ تمایز بیشتری بین دو نیمه صفحه قائل می‌شود.

ب- اگر فرد کوررنگ، عینکی با شیشه‌های قرمز به چشم بزند و سپس به همان ۲ نور در صفحه نمایشگر نگاه کند، چه تغییری در دید او نسبت به قبل ایجاد می‌شود؟ علت را بنویسید.

- (۱) قدرت او در تمایز بین دو نیمه صفحه کم‌تر می‌شود.
- (۲) قدرت او در تمایز بین دو نیمه صفحه تغییر نمی‌کند.
- (۳) قدرت او در تمایز بین دو نیمه صفحه بیشتر می‌شود.

ج- تست‌های متعددی برای بررسی کوررنگی وجود دارد که هر کدام از آن‌ها دقت تشخیصی خاص خود را دارد. ممکن است هر تست تشخیصی اشتباهاً برخی از افراد کوررنگ را در گروه ارزیابی تست‌های تشخیصی، "حساسیت" و "ویژگی" آن تست است. این دو معیار به شیوه زیر محاسبه می‌شوند.

**حساسیت:** افرادی که تست تشخیصی، آن‌ها را در دسته کوررنگ‌ها قرار می‌دهد و واقعاً هم کوررنگ هستند ÷ کل افراد کوررنگ در گروه مورد آزمایش

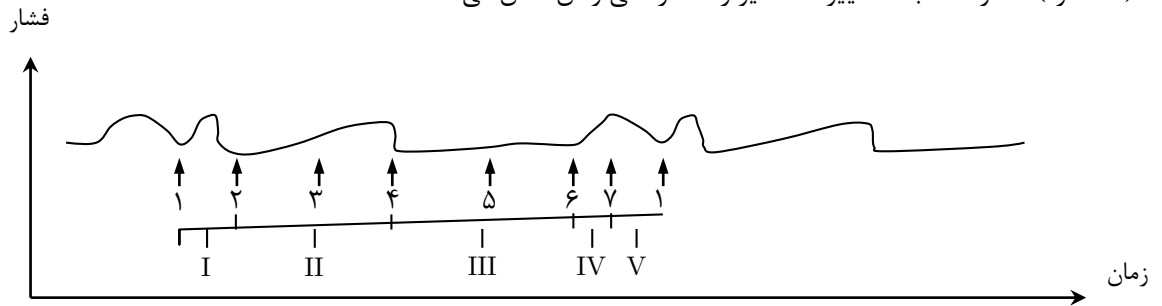
**ویژگی:** افرادی که تست تشخیصی، آن‌ها را در دسته سالم‌ها قرار می‌دهد و واقعاً هم سالم هستند ÷ کل افراد سالم در گروه مورد آزمایش

این نوع کوررنگی (Deuteranomaly) در ۵٪ مردان وجود دارد. پژوهشگری، یک تست تشخیصی برای Deuteranomaly طراحی کرده است و می‌خواهد ۱۰۰۰۰ مرد را با این تست آزمایش کند. حساسیت تست او ۸۰٪ و ویژگی آن ۷۵٪ است.

- (۱) تعداد افراد کوررنگی که این تست در گروه سالم‌ها قرار می‌دهد چند است؟
- (۲) تعداد کل افرادی که این تست در گروه کوررنگ‌ها قرار می‌دهد چند است؟

د- از تست‌های تشخیصی برای غربالگری بیماری‌های مختلفی در جامعه استفاده می‌شود. غربالگری بیک بیماری مشخص در جامعه برای تشخیص سریع و کم‌هزینه آن در یک جمعیت بزرگ انجام می‌شود. معمولاً استفاده از تست‌هایی که حساسیت خیلی بالا و در عین حال ویژگی بسیار بالا داشته باشند، برای غربالگری مقرون به صرفه نیست، به نظر شما در یک تست تشخیصی غربالگری، حساسیت بالا اولویت بیشتری دارد یا ویژگی بالا؟ چرا؟

(۱۶ نمره) نمودار صغه بعد، تغییرات دهلیز راست را طی زمان نشان می‌دهد.



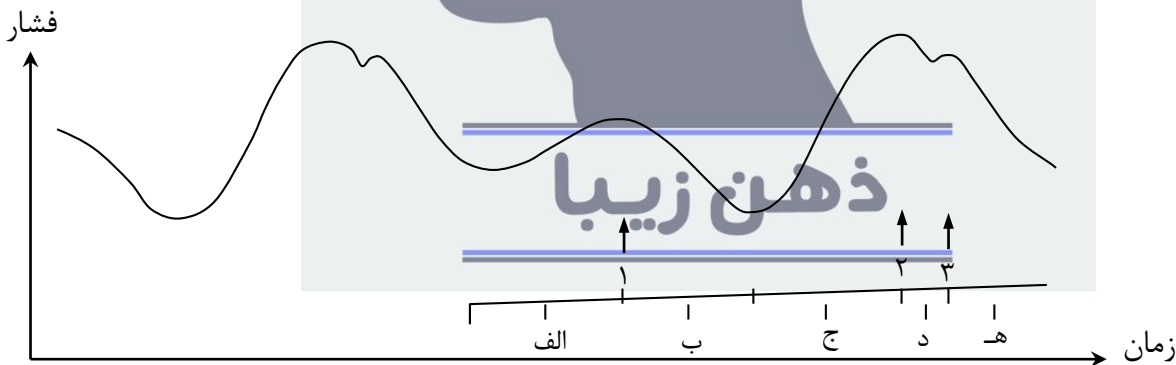
الف- این نمودار با ۷ نقطه و ۵ بازه علامت‌گذاری شده است. تعیین کنید هر کدام از وقایع زیر با کدام نقطه یا بازه متناظر هستند. می‌توانید از نقاط تکراری استفاده کنید. در صورتی که به نظر شما یکی از وقایع دقیقاً بر نقطه‌ای منطبق نبود می‌توانید نزدیک‌ترین نقطه را انتخاب کنید. (پاسخ نادرست نمره منفی دارد.)

بازه	واقعه	نقطه	واقعه
	سیستول		بسته شدن دریچه دهلیزی-بطنی
	انقباض دهلیزها		بسته شدن دریچه سینی
	دیاستول		بیشترین فشار بطنی
			کمترین حجم بطنی

ب- علت صعود در بازه I چیست؟

ج- علت صعود در بازه II چیست؟

تغییرات فشار در دهلیزها بر وریدهای ورودی به آنها منتقل می‌شود و باعث تغییر فشار در آنها می‌شود. تغییرات فشار در یکی از وریدهای ورودی در شکل زیر نشان داده شده است. (از نظر زمانی این نمودار را با نمودار بالایی مقایسه نکنید.)



د- باز شدن هر کدام از دریچه‌ها منطبق بر کدام نقطه است؟

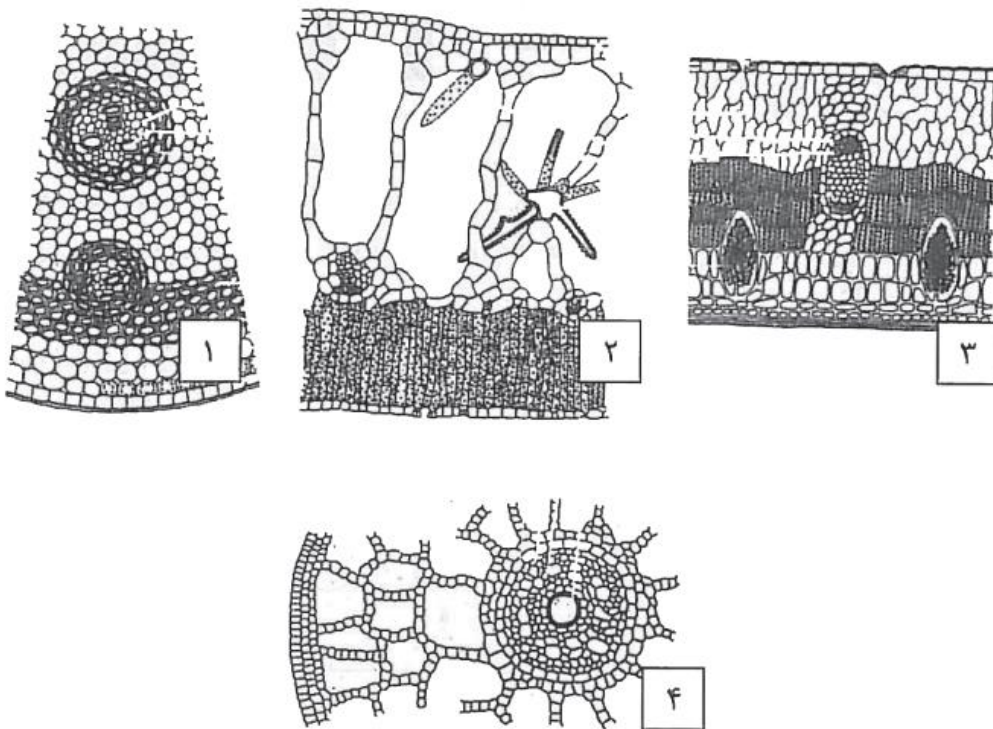
	باز شدن دریچه دهلیزی - بطنی
	باز شدن دریچه سینی

ه- تعیین کنید هر کدام از وقایع در ستون راست، متناظر با کدام بازه در نمودار فشار دهلیزی هستند؟

	الف
	ج
	۳

و- به نظر شما، بررسی فشار دهلیز راست کار ساده‌تری است یا دهلیز چپ؟ چرا؟

۷- (۱۰ نمره) شکل زیر چهار برش از اندام‌های گیاهی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (پاسخ نادرست به قسمت‌های الف و ب، نمره منفی دارد).



الف- هر برش، مربوط به چه اندام گیاهی است؟

شماره	پاسخ
۱	
۲	
۳	
۴	

۸- ب- خشکی‌زی (Xerophyte)، آبی (Hydrophyte) و یا معمولی (Common plant) بودن گیاهانی را که برش‌ها از آن‌ها تهیه شده، بنویسید.

شماره ۱	شماره ۲	شماره ۳	شماره ۴

ج- انتظار دارید در کدام برش(ها) بافت آوند آبکش نمو بیشتری از بافت آوند چوبی داشته باشد؟ چرا؟

د- با توجه به نوع گیاهان، انتظار دارید که در کدام برش(ها) بافت اسکلرانشیم باشد؟

۸- (۱۲ نمره) به پرسش‌های زیر به صورت کوتاه پاسخ دهید.

الف- کلروپلاست‌ها در تابش نور شدید چه زاویه‌ای پیدا خواهند کرد؟

ب- کلروپلاست‌ها در تابش نور ضعیف چه زاویه‌ای پیدا خواهند کرد؟

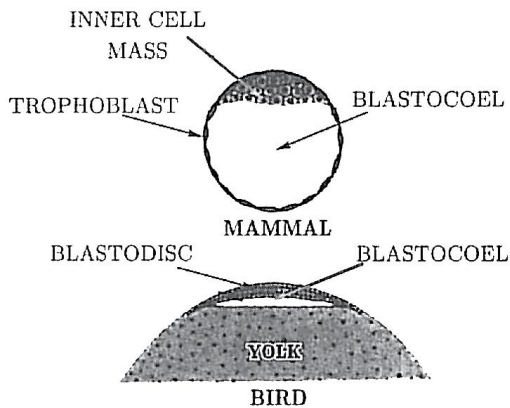
ج- درک جاذبه زمین در ژئوسیستم ریشه به واسطه حرکت چه ساختاری است؟

د- کدام بخش ریشه، مسئول دریافت محرک ژئوتروپیسم است؟

ه- لایه سوپروفلوردم جزء کدام دسته از بافت‌ها (اولیه یا ثانویه) است؟

و- لایه سوپروفلودرم از داخل چه بافتی را تولید می‌کند؟

ز- لایه سوپروفلودرم از خارج چه بافتی را تولید می‌کند؟



۹- (۱۰ نمره) همان‌طور که در شکل مشاهده می‌کنید، بلاستولا (blastula) مرحله‌ای مهم در طی تکوین جنینی مهره‌داران است. (در اینجا بلاستولای پستاندار و پرنده نشان داده شده‌اند). از لحاظ ترتیب مراحل تکوینی، این مرحله مابین مراحل تسهیم (cleavage) و گاسترولا (gastrula) قرار دارد. در اغلب مهره‌داران، مرحله بلاستولاسیون با وجود حفره‌ای بنام بلاستوسل (blastocoel) مشخص می‌گردد که در واقع فضایی است که در میان سلول‌ها در این مرحله ایجاد شده است.

الف- با توجه به مرحله بعد (گاسترولا)، این حفره چه عملکردی می‌تواند داشته باشد؟

می‌دانیم که سلول‌های موجود در مرحله بلاستولا طی مراحل بعدی تکوین با مهاجرت به نواحی مختلف بدن جنین، بافت‌های متفاوتی را می‌سازند.

ب- آیا در مرحله بلاستولا مشخص است که هر سلول یا جمعیت سلولی قرار است در آینده چه بخشی از بدن جنین را بسازد؟ (پاسخ نادرست، نمره منفی دارد).

ج- چگونه می‌توان صحت جواب خود در بخش (ب) را ارزیابی کرد؟

د- جدار بلاستوسل در آینده، چه قسمتی از جنین را ایجاد خواهد کرد؟

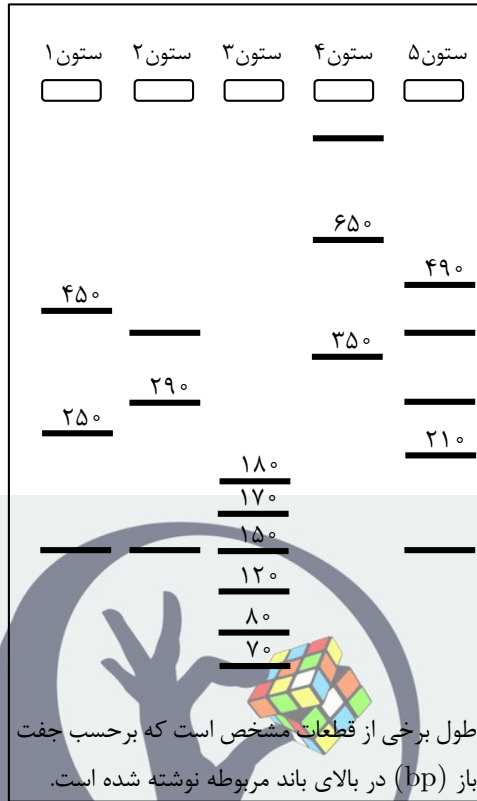
۱۰- (۲۰ نمره) دانش‌پژوهی، پس از استخراج و خالص‌سازی یک DNA، آن را به مقدار مناسبی تکثیر کرد و در لوله‌های آزمایش ۱ تا ۵ قرار داد. سپس مراحل زیر را انجام داد:

**مرحله ۱:** او به لوله‌های ۱ و ۲ به ترتیب آنزیم‌های محدودکننده EcoRI و HindIII اضافه کرد. محلول شماره ۳ نیز تحت تیمار با هر دوی این آنزیم‌ها به طور همزمان قرار گرفت. زمان در معرض بودن آنزیم‌ها با DNAی درون لوله‌ها به اندازه‌ای بود که هضم کامل صورت گرفت. یعنی همه جایگاه‌های برش ممکن روی DNAها بریده شدند. محصولات ایجاد شده در هر یک از این سه محلول (۱، ۲ و ۳)، الکتروفورز شد که تصویری از آن را در شکل سوال (به ترتیب ستون‌های ۱، ۲ و ۳) می‌بینید.

**مرحله ۲:** این دانش‌پژوه می‌دانست که DNAی اولیه دارای دو جایگاه شناسایی (و برش) برای آنزیم BamHI است. او در مرحله بعد، مقداری اندک از این آنزیم را در زمانی کوتاه در مجاورت با محلول ۴ قرار داد تا هضم جزئی (ناقص) صورت گیرد (الزاماً همه جایگاه‌ها بریده نشود). نتیجه الکتروفورز محصولات این مرحله را در ستون ۴ شکل مشاهده می‌کنید.

**مرحله ۳:** در مرحله بعد، DNAهای محلول ۵ را مورد هضم کامل توسط BamHI قرار داد.

سپس محصولات را جدا کرد و در محلول دیگری در مجاورت آنزیم لیگاز قرار داد. قطعات حاصل از این فرایند الکتروفورز شد و پس از لکه‌گذاری، مولکول‌های قرارگرفته در باندهای که به اندازه DNA اولیه بودند، جداسازی شدند. این DNAها را پس از تکثیر در لوله‌ای قرار داد و مقداری آنزیم EcoRI به آن اضافه کرد که نتیجه الکتروفورز قطعات حاصل از این هضم کامل را در ستون ۵ شکل مشاهده می‌کنید.



با توجه به این مطلب به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف - DNA اصلی، حلقوی است یا خطی؟ کدام مرحله آزمایش (۱، ۲ یا ۳) در پاسخ به این سوال، بیشتر راهنمایی می‌کند؟ (پاسخ نادرست نمره منفی دارد.)

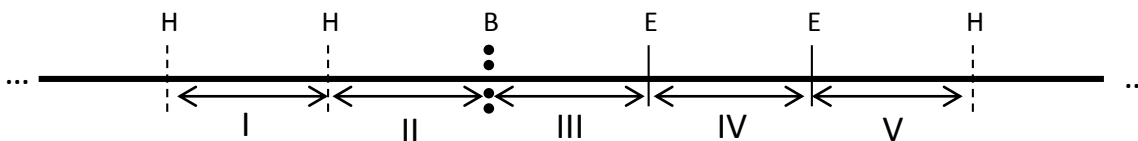
شکل DNA :	مرحله:
-----------	--------

ب - DNA اصلی از چند نوکلئوتید تشکیل شده است؟

ج - این DNA برای هر کدام از آنزیم‌های EcoRI و HindIII چند جایگاه برش دارد؟

HindIII	EcoRI

د - شکل زیر بخشی از restriction map (نقشه‌ای که جایگاه برش آنزیم‌ها را به همراه طول قطعات مابین آن‌ها در DNA مورد بررسی نشان می‌دهد) DNA اصلی را نشان می‌دهد. در این شکل، طول‌های رسم‌شده متناسب با اندازه‌های حقیقی نیستند و حروف H، E و B به ترتیب نماد آنزیم‌های EcoRI، HindIII و BamHI هستند.



طول هر قسمت I، II، III، IV و V چند bp است؟

I	II	III	IV	V

هـ- اگر در مرحله سوم آزمایش به جای آنزیم EcoRI از آنزیم HindIII استفاده می شد، چه باندهایی در الکتروفورز محصولات نهایی آن دیده می شد؟ طول باندها را به ترتیب از نزدیک ترین به قطب منفی الکتروفورز (سمت راست کادر زیر) به نزدیک ترین به قطب مثبت (سمت چپ) بر حسب bp بنویسید.

11- (12 points) Demographic processes such as births, deaths, immigration, and emigration, are those that affect the size and composition of population. The timing of these processes also plays a critical role; a population with high juvenile mortality will have a very different structure from a population with high mortality in the post-reproductive years. Life tables are of data on survivorship and fecundity of individuals within a population. A standard method is to collect data on a cohort, or group of individuals all born in the same "time period". Life tables constructed this way are called cohort life tables. They can then be used to determine age- or stage-specific fecundity and mortality rates, survivorship, and basic reproductive rates, which in turn can be compared from cohort to cohort enabling an analysis of their annual variation. Understanding these demographic processes and how they affect populations is a central concern of population and conservation biologists. Here are parts of a cohort life table from a hypothetical population. Please note that this table is totally based on the number of females in the population. Therefore, data is collected during 14 years of counting the number of female organisms born at a specific time and number of them within 2 years intervals. In this table, column x represents the age (year),  $a_x$  shows the number of living organisms at each age. Column A, B, C and D are calculated by the data in column  $a_x$ .

X	$a_x$	A	B	C	D
0	44000	0.784	0.608	0.784	1.000
2	9513	0.136	0.148	0.329	0.216
4	3529	0.014	0.073	0.172	0.080
6	2922	0.010	0.061	0.158	0.066
8	2461	0.004	0.054	0.065	0.056
10	2300	0.001	0.052	0.022	0.052

A. Match each of the following definitions to a column by putting **A**, **B**, **C** or **D** in the related parenthesis at the beginning of each sentence. (Negative points will be considered for wrong answers.)

- ( ) Proportion of original cohort surviving to each age
- ( ) Proportion of original cohort dying in each age
- ( ) The fraction of cohort population dying at each age
- ( ) Average proportion alive at each age

B. Here are some conclusions from the table above. Put **A** to **D** in the parentheses to show which column directly represents each conclusion. (Negative points will be considered for wrong answers.)

- ( ) Approximately 5% of the original population reach the age of 8.
- ( ) The number of cohort organism dying decrease by the age.
- ( ) The probability of a cohort organism to die decrease till the age of 10.
- ( ) About 7% of individuals in original cohort reach the age of 5.

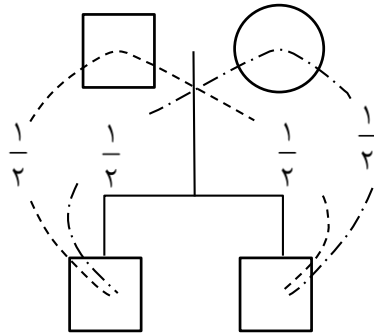
C. Put **T** or **F** in the parentheses to show whether each statement is true or false? (Negative points will be considered for wrong answers.)

- ( ) The values of each box in a life table, can never exceed the values of the box just above it.
- ( ) The probability of an eight year old cohort organism to survive increase about three times when he gets 2 years older.
- ( ) If all remaining ten-year old cohort individuals die at the age of 11, the data of column C when x is 12 would be 0.51.
- ( ) About 21% of newborn cohort individuals were alive after 2 years.

۱۲- (۱۶ نمره) فردی که از یک بیماری شکایت داشت، به یک متخصص ژنتیک پزشکی مراجعه کرد. این متخصص به بررسی وراثت این بیماری نادر پرداخت و از ۸ نفر خویشاوندان آن بیمار که در آن شهر زندگی می کردند خواست که به او مراجعه کنند. او از هر فرد سوالاتی پرسید و پرونده بیمار را تکمیل کرد. جدول صفحه ی بعد که از نتایج بررسی او در پرونده بود، درجه خویشاوندی برخی از این اشخاص را نسبت به هم نشان می دهد. شماره گذاری افراد در جدول ترتیب معناداری ندارد. برخی از خانه های جدول با علامت منفی (-) تکمیل شده که به معنای عدم ارتباط خویشاوندی میان افراد متناظرش است. هم چنین برخی از درجه های خویشاوندی نامعلوم است که با علامت های I, II, III و IV مشخص شده اند. بدیهی است که نیمه تکمیل نشده جدول، قرینه قسمت تکمیل شده آن است!

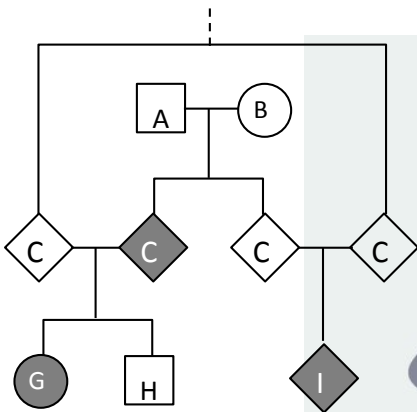
۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱		
								۱	۱	♂
								۱	۲	♂
							۲	۱	۳	♀
						۲	I	۲	۴	♀
					۱	-	۲	-	۵	♂
				۱	۲	-	۱	-	۶	♀
			III	-	۱	۱	۲	۱	۷	♀
		۱	-	-	۲	-	۲	۱	۸	♂
	۲	۲	۱	۲	IV	۲	II	۱	۹	♀

خویشاوندان درجه II، آن هایی هستند که تشابه ژنتیکی آن ها برابر است با  $\frac{1}{4^n}$ . مثلاً دو برادر، خویشاوندان درجه ۱ همدیگرند، زیرا هر فرد نیمی از ماده ژنتیکی خود را به فرزندش منتقل می کند (تشابه ژنتیکی او با فرزندش  $\frac{1}{2}$  است). در نتیجه:



$$\left. \begin{aligned} \text{تشابه ژنتیکی از طریق پدر} &= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \\ \text{تشابه ژنتیکی از طریق مادر} &= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \end{aligned} \right\} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \text{ تشابه ژنتیکی در کل}$$

شجره نامه زیر، همه روابط خویشاوندی بین افراد A تا I را مشخص کرده است. هر کدام از این افراد، یکی از افراد ۱ تا ۹ در جدول بالا است.



الف- با توجه به اطلاعات سوال، با گذراندن اعداد ۱ تا ۹ در جدول پایین، مشخص کنید هر فرد، متناظر با کدام حرف در شجره نامه است؟ (پاسخ نادرست، نمره منفی دارد.)

	G		D		A
	H		E		B
	I		F		C

ب- I, II, III و IV در جدول صفحه قبل، چه درجه خویشاوندی را نشان می‌دهند؟ در صورت عدم رابطه خویشاوندی علامت منفی (-) بگذارید. (پاسخ نادرست، نمره منفی دارد.)

	IV		III		II		I
--	----	--	-----	--	----	--	---

ج- کدام گزینه، شیوه وراثت این بیماری را نشان می‌دهد؟ (پاسخ نادرست، نمره منفی دارد.)

- (۱) اتوزوم مغلوب
- (۲) اتوزوم غالب
- (۳) وابسته به X مغلوب
- (۴) وابسته به X غالب
- (۵) وابسته به Y
- (۶) وراثت میتوکندریایی

د- پزشک متخصص به این ۹ نفر توصیه می‌کند که اعضای خانواده آن‌ها با افراد خویشاوند ازدواج نکنند. در صورتی که به این توصیه عمل شود، چند درصد احتمال دارد که اولین نوه فرد ۶ ناقل بیماری باشد؟ (فرزندان این فرد هنوز ازدواج نکرده‌اند). محاسبات خود را مختصراً بنویسید