

پرسش ۱ در طی انجام پژوهشی، با استفاده از MRI و پروتوکول‌های اندازه‌گیری جریان خون، سایز کلیه و جریان خون ورودی شریان آن کلیه، در جمعیتی شامل افراد اکثراً سالم، اندازه‌گیری شده است. در نمودار زیر هر نقطه مربوط به یک کلیه است. بر اساس نمودار زیر، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) نقطه مربع مربوط به فردی است که کلیه همراه با کیست دارد.

ب) انسداد حاد (تازه) حالب (میزنای) توسط سنگ، باعث حرکت نقطه به پایین و چپ می‌شود.

ج) دیدن یک گراز وحشی که به سمت ما حمله می‌کند، باعث پایین رفتن نقطه در نمودار می‌شود.

د) آنژیوتانسین ۲، باعث جابه‌جایی نقطه به سمت چپ در نمودار می‌شود.

ه) اگر فاصله دو نقطه مربوط به کلیه‌های چپ و راست هر فرد را اندازه بگیریم، این عدد در فردی که به علت بالا بودن مزمن فشارخون دچار نارسایی کلیه شده است، بیشتر از فردی خواهد بود که اثر فشاری بزرگ شدن طحال علت نارسایی کلیه وی بوده است.

مسئله ۱ اسیدهای چرب تشکیل دهنده غشای سلول، عمدتاً دارای زنجیره اشباع و یا غیراشباع (دارای پیوند دوگانه) هستند و افزایش تعداد پیوندهای دوگانه سبب کاهش نقطه ذوب می‌شود. یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده روغن زیتون تری‌گلیسیرید است. در آزمایشی وزن مولکولی تری‌گلیسیرید روغن زیتون خالص ۸۸۴ محاسبه شده است. از طرف دیگر برای تعیین تعداد پیوندهای دوگانه از I_2 با جرم مولی ۲۵۰ استفاده می‌شود. در این آزمایش برای ۶۸۰ میلی‌گرم روغن، دقیقاً ۵۷۷ میلی‌گرم ید برای اشباع کامل اسیدهای چرب مصرف شده است. بر این اساس تعداد پیوندهای دوگانه موجود در تری‌گلیسیرید چند عدد است؟ عدد به دست آمده را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

پرسش ۲ ژن زیر که دارای سه اگزون است را در نظر بگیرید و درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

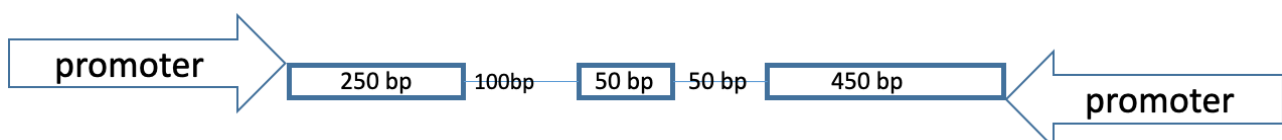
الف) طول mRNA حاصله می‌تواند بیش از ۷۰۰ باز باشد.

ب) طول ناحیه کدکننده این mRNA می‌تواند ۸۰۰ جفت باز باشد.

ج) هر دو کدون آغاز و پایان ممکن است در اگزون اول باشند.

د) کدون آغاز mRNA حاصل از پروموتور سمت چپ می‌تواند مکمل کدون پایان mRNA حاصل از پروموتور سمت راست باشد.

ه) در این mRNA سه اگزونی، اگر کدون آغاز در اولین اگزون و کدون پایان در آخرین اگزون قرار گرفته باشد، امکان تولید یک پپتید ۱۸ آمینواسیدی وجود ندارد.



پرسش ۳

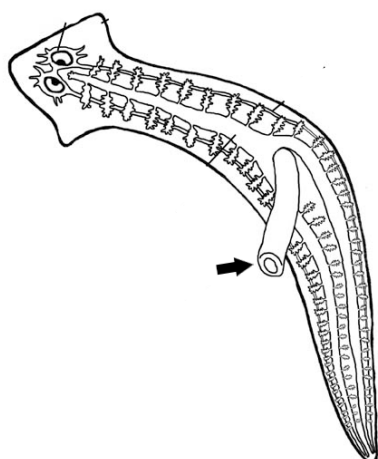
محققان با بررسی علت وجود دورگه‌های اندک بین دو گونه گیاهی از سرده X که در یک ناحیه زندگی می‌کنند به نتایج زیر دست یافته‌اند:

- گونه "الف" روی خاک‌های سبک و مکان‌های باز و گونه "ب" روی خاک‌های سنگین و زیر سایه می‌روید.
 - گونه "الف" توسط پروانه بید و گونه "ب" توسط پرنده شهدخوار گرده‌افشانی می‌شوند.
- با توجه به این شرایط در مورد این دو گیاه خویشاوند درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- الف) مکانیسم اصلی جدایی این دو گونه مکانیسمی زمانی و جغرافیایی است.
- ب) مکانیسم اصلی جدایی این دو گونه مکانیسمی رفتاری و بومشناختی است.
- ج) مکانیسم اصلی جدایی این دو گونه مکانیسمی فصلی و رفتاری است.
- د) در زیستگاه‌های آمیخته، به شرط عملکرد غیرعادی ناقلان گرده، امکان تشکیل دورگه بیشتر خواهد بود.
- ه) در زیستگاه‌های آمیخته، فاصله ژنتیکی بین جمعیت‌های این دو گونه افزایش پیدا می‌کند.

پرسش ۴

شکل روبرو تصویر یک جانور بی‌مهره را نشان می‌دهد که در استخرها، نهرهای زلال و مناطق مرطوب به فراوانی دیده می‌شود. در سر این جانور یک جفت لکه چشمی حساس به نور وجود دارد.

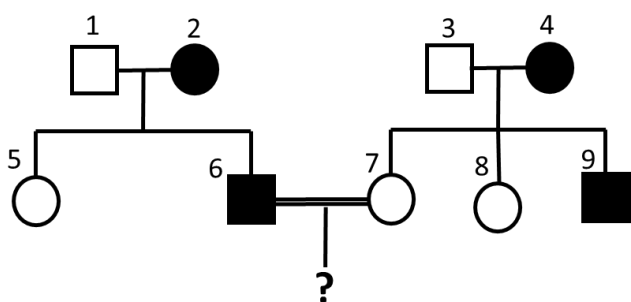


همچنین در بدن این جانور برآمدگی‌هایی جانبی وجود دارد که برای تشخیص مواد شیمیایی خاص به کار می‌روند. در مورد این جانور، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- الف) در پاسخ به نور، از منبع آن دور می‌شود.
- ب) این بی‌مهره از انگل‌های انسان به شمار می‌رود.
- ج) هر فرد این گونه به تنهایی توانایی تولیدمثل جنسی را دارد.
- د) علامت فلش مخرج این جانور را نشان می‌دهد.
- ه) از طریق انقباض ماهیچه‌های بدنش به صورت موجی حرکت می‌کند.

مسئله ۲

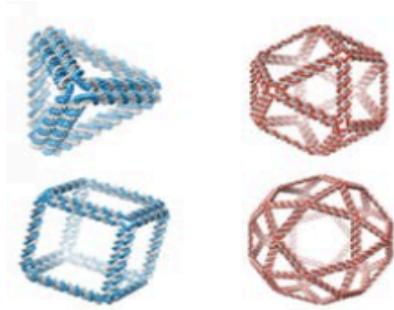
شجره‌نامه زیر مربوط به نوعی پروانه است. در این گونه نرها از نظر کروموزوم‌های جنسی XX و افراد ماده XY هستند. اگر از آمیزش افراد ۳ و ۴، احتمال ایجاد یک پروانه نر بیمار 1/4، و بیماری مغلوب باشد، با فرض اینکه احتمال



اتوزومال بودن و وابسته به X بودن بیماری با هم برابر باشد، احتمال تولد نر سالم از آمیزش افراد ۶ و ۷ چند درصد است؟ عدد به دست آمده را در پاسخ‌نامه وارد کنید.

- با توجه به توضیحات زیر به دو پرسش ۵ و ۶ پاسخ دهید.

اوریگامی DNA به فناوری ساختن اشکالی خاص از مولکول DNA در مقیاس نانومتری گفته می‌شود. واژه اوریگامی یادآور



هنر ساختن اشکال گوناگون با استفاده از کاغذ است؛ با این تفاوت که در اوریگامی DNA ماده اصلی که مورد استفاده قرار می‌گیرد رشته DNA است. در این تکنیک یک مولکول DNA تک رشته (ssDNA) بلند با کمک چند مولکول DNA تک رشته کوتاه‌تر با قابلیت اتصال به توالی‌های مکمل، امکان تاخوردگی صحیح را پیدا می‌کند و داربست‌هایی از جنس DNA با استحکام بالا را ایجاد می‌کند. از مهم‌ترین کاربردهای این فناوری می‌توان به نقش آن در سیستم انتقال دارو اشاره کرد.

پرسش ۵ مولکول DNA تک رشته الگو با توالی زیر را در اختیار داریم:

ACCAAGTCAGCCGAACGCGCACGCTGTGGG

با هدف ایجاد ساختار اوریگامی DNA به فرم هندسی تریگونال (سه‌تایی منظم به شکل روبرو) چند توالی تک رشته کوتاه به محلول حاوی تک رشته الگو اضافه شده است. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



(الف) توالی‌های ATATCGGCTA ، CTGACTTCGG ، CCCACTTGGT منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.

(ب) توالی‌های GCGCGAGCGT ، ATATCGGCTA ، CCCACTTGGT منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.

(ج) توالی‌های GCGCGAGCGT ، CTGACTTCGG ، CCCACTTGGT منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.

(د) توالی‌های GCGCGAGCGT ، CTGACTTCGG ، ATATCGGCTA منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.

(ه) ساختار هندسی اوریگامی‌های DNA ایجاد شده با استفاده از مجموعه توالی‌های CTGACTTCGG ، GCGCGAGCGT و

CACCCTGGTT ، با اوریگامی‌های DNA ایجاد شده با مجموعه توالی‌های GGCTTCAGTC ، TGCGAGCGCG و

CACCCTGGTT مشابه است.

پرسش ۶ اولیگو دئوکسی نوکلئوتید CPG، مولکول‌های DNA تک رشته (ssDNA) کوتاه شامل دئوکسی ریبونوکلئوتید

تری فسفات‌های سیتوزین (C) و گوانین (G) هستند که توسط پیوند فسفودی استری به هم متصل شده‌اند. موتیف CPG

مصنوعی (synthetic) به عنوان یک افزودنی (adjuvant) واکسن شناخته شده که در تولید انواع مختلفی از سیتوکین‌ها،

فعال‌سازی سلول‌های B، مونوسیت‌ها، سلول‌های دندریتیک و سلول‌های کشنده طبیعی (NK cells) نقش دارد.

پژوهشگری با در اختیار داشتن مولکول ssDNA بلند حاوی توالی‌های CPG، چند مولکول ssDNA کوتاه، آنتی‌بادی

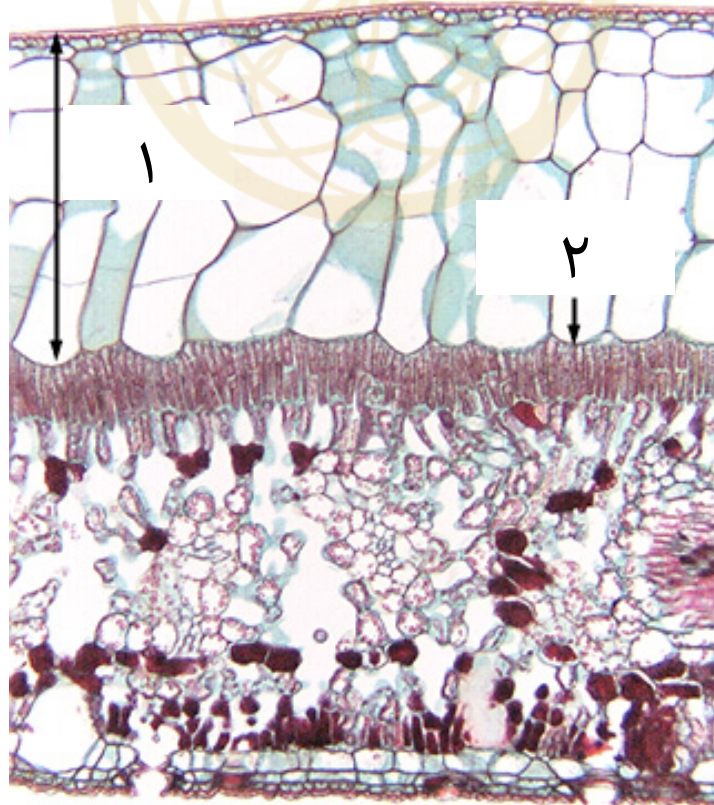
مونوکلونال و آنزیم محدود کننده، موفق به ساخت واکسن ضد سرطان شده است. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص

کنید.

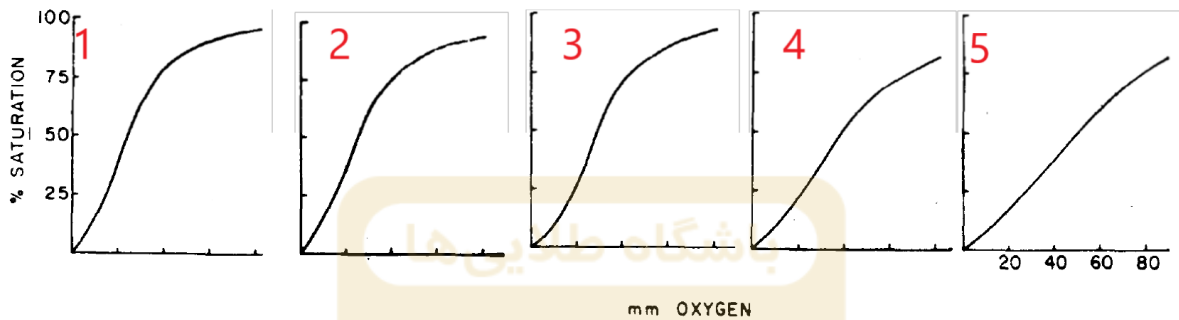
الف) وجود آنزیم محدود کننده و جایگاه‌های برش آن روی مولکول‌های ssDNA کوتاه، برای عملکرد بهینه واکسن ضروری است.
ب) اوریگامی DNA صرفاً در نقش داربست برای واکسن عمل می‌کند و در طی فرایند عملکرد واکسن تخریب می‌شود.
ج) جهت عملکرد بهتر واکسن، جایگاه برش آنزیم محدود کننده باید در توالی‌های CPG مصنوعی قرار داشته باشد.
د) به دام افتادن (Trapping) مولکول‌های آنتی‌بادی در داربست اوریگامی DNA، در مقایسه با اتصال کووالان این مولکول‌ها به داربست در عملکرد واکسن مؤثرتر است.
ه) بارگذاری آنزیم محدود کننده در حالت غیرفعال در داربست اوریگامی DNA، جهت رهاپس هدف‌مند واکسن در ناحیه تومور سرطانی ضروری است.

پرسش ۷ با توجه به شکل برش گیاهی زیر درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

الف) گیاه مربوط به این شکل به شرایط کمبود آب حساس است.
ب) محدوده شماره ۱ در این تصویر نشان‌دهنده بافت پارانشیم نردبانی چند لایه است.
ج) در این گیاه دو آنزیم PEP کربوکسیلاز و RUBP کربوکسیلاز در دو زمان متفاوت فعالیت می‌کنند.
د) محدوده شماره ۲ نشان‌دهنده بافت اسکلرانشیمی و عامل استحکام بخش به این اندام است.
ه) محدوده شماره ۱ سبب حفظ محیط داخلی پایدار و تعدیل دما برای فرایندهای فیزیولوژیکی می‌شود.

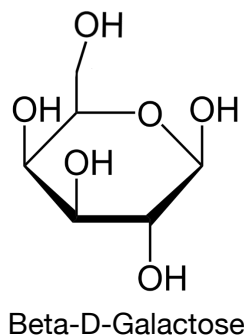
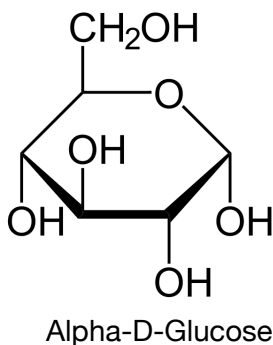


پرسش ۸ در مهره‌داران هموگلوبین موجود در خون مسئول حمل اکسیژن به بافت‌ها است. هموگلوبین در ریه‌ها، که فشارنسبی اکسیژن بیشتر است، به طور موثری به اکسیژن وصل شده و در بافت‌ها اکسیژن را آزاد می‌کند. منحنی تفکیک اکسیژن (oxygen dissociation curve) درصد اشباع هموگلوبین را در برابر فشار جزئی اکسیژن نشان می‌دهد. در مطالعه‌ای به دنبال بررسی رابطه منحنی تفکیک اکسیژن و سایز بدن پستانداران مختلف، نتایج زیر را به دست آوردیم. تفاوت بین این منحنی‌ها معنا دار بوده و هر منحنی مربوط به یک گونه پستاندار است. در مورد این جانداران، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) در شکل، از منحنی ۱ تا ۵، اندازه بدن جانوران افزایش پیدا می‌کند.
 ب) تراکم مویرگ (capillary density) در جانوران بزرگتر، بیشتر است.
 ج) اثر افزایش اندازه بدن در جانوران مختلف بر منحنی تفکیک اکسیژن، مانند اثر افزایش دما است.
 د) اگر منحنی‌های ۱ و ۵ مربوط به یک گونه باشند نمودار شماره ۱ مربوط به جنین و نمودار شماره ۵ مربوط به مادر است.
 ه) در دو جانور با اندازه بدن یکسان، منحنی مربوط به جانوری که در ارتفاعات کوهستان زندگی می‌کند، بیشتر به نمودار شماره ۱ شبیه است.

مسئله ۳ همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، گلوکز و گالاکتوز در کربن ۴ ایزومر فضایی از نوع اپی‌مر هستند. می‌دانیم آرایش فضایی پیوند بین دو قند (پیوند O-glycosidic) در دی‌ساکاریدهای احیاکننده یکسان، اما در دی‌ساکاریدهای غیراحیاکننده حائز اهمیت است. با در نظر گرفتن ساختار گلوکز و گالاکتوز از اتصال این دو به یکدیگر چند دی‌ساکارید متمایز قابل تشکیل است؟ عدد به دست آمده را در پاسخ‌نامه وارد کنید.
 مثال: یکی از انواع این دی‌ساکاریدها قند لاکتوز است.



- بر اساس تعریف مفاهیم زیر به دو پرسش ۹ و ۱۰ پاسخ دهید:

تعریف کوهرنس (Coherence): یک رابطه آماری بین سیگنال‌ها است که در طی آن میزان هم‌بستگی دو سیگنال هم‌فرکانس با یک‌دیگر تعیین می‌شود. این مؤلفه همواره بین صفر و یک قرار دارد به طوری که اگر دو سیگنال هم‌فرکانس کاملاً مشابه هم باشند مقدار کوهرنس یک، و اگر کاملاً متفاوت باشند مقدار آن عددی کوچک و نزدیک به صفر خواهد شد.

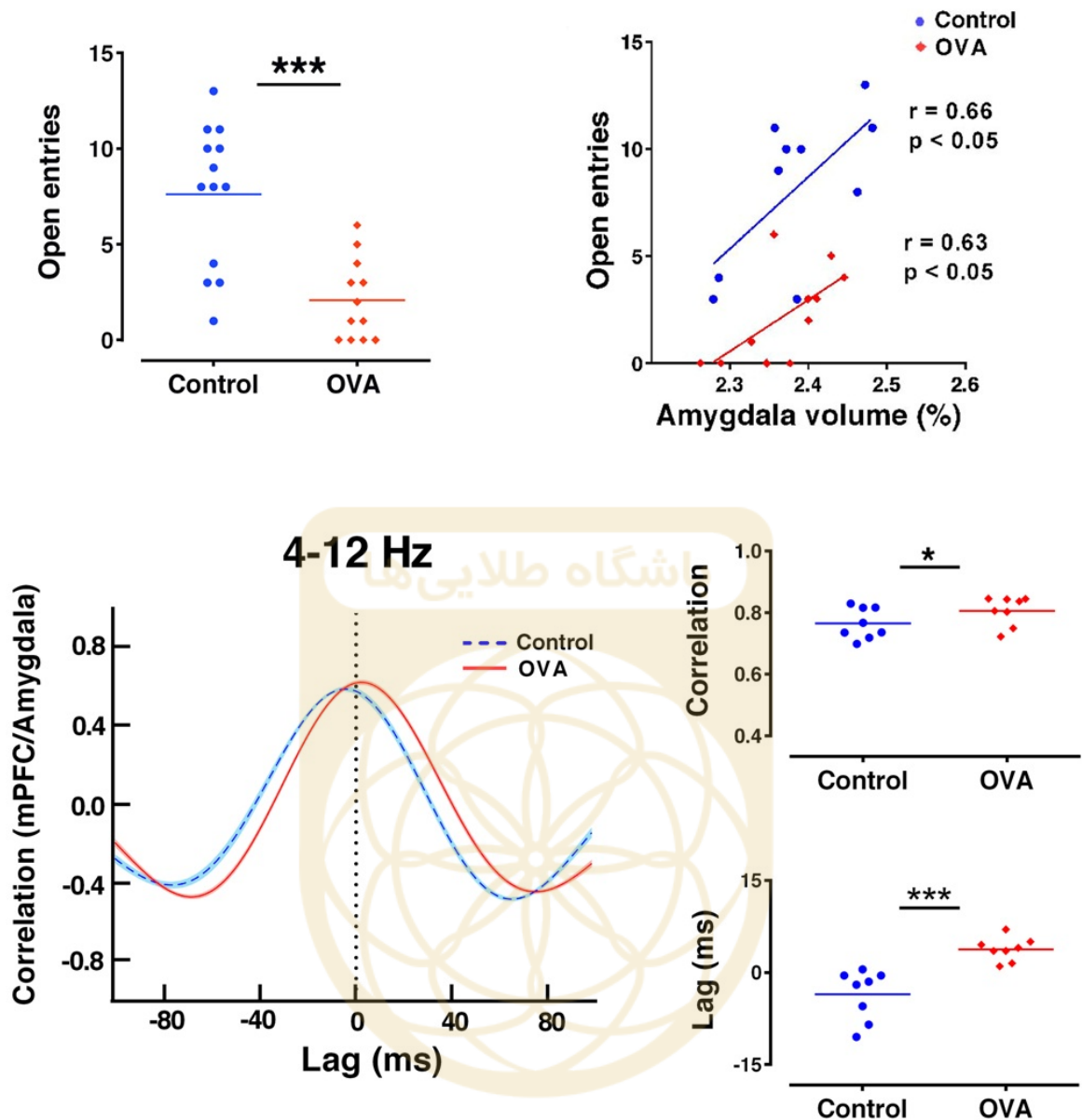
تعریف کراس کورلیشن (Cross-correlation): مؤلفه‌ای از شباهت بین دو سری زمانی (سیگنال‌های مغزی از نوع سری‌های زمانی هستند) است. در این رابطه اگر تغییرات سیگنال اول عیناً در سیگنال دوم ظاهر شود، میزان هم‌بستگی این دو سیگنال در حوزه زمانی، برابر با یک خواهد بود و به همین نسبت هر مقدار که تفاوت بین دو سیگنال بیشتر شود مقدار کراس کورلیشن به صفر نزدیک‌تر خواهد بود.

مفهوم تاخیر (Lag) در آنالیز کراس کورلیشن: انتقال اطلاعات بین نواحی مغزی با سرعت بالا و در مقیاس هزارم ثانیه رخ می‌دهد. بنابراین بدیهی است که بیشترین هم‌بستگی بین دو سیگنال مغزی در مرز زمانی صفر قرار بگیرد. بنابراین اگر تغییرات سیگنال در ناحیه اول بدون هیچ تاخیری و دقیقاً در لحظه صفر در ناحیه دوم ظاهر شود، این دو سیگنال در نقطه تاخیر (lag) صفر با هم بیشترین مقدار هم‌بستگی را دارند. در حالی که فرایندهای زیستی ذاتاً همواره برای عملکرد خود نیاز به زمان دارند (برای مثال باز و بسته شدن دریچه‌ی کانال‌های یونی مسئول انتقال جریان سیناپسی). بنابراین هم‌بستگی بین دو سیگنال مغزی A و B (Correlation A/B) ممکن است با تاخیر همراه باشد. اگر مقدار این تاخیر مثبت باشد یعنی جهت انتقال اطلاعات از نقطه B به A بوده و اگر منفی باشد یعنی از نقطه A به نقطه B است.

پرسش ۹ مطالعه‌ای بر روی دو گروه موش صحرایی سالم (Control) و مدل آسم (OVA) انجام گرفته است. اهداف این مطالعه، تعیین میزان اضطراب، تعیین ارتباط بین اضطراب و حجم آمیگدال (Amygdala) و تعیین کراس کورلیشن بین امواج تتا (۴-۱۲ هرتز) مربوط به قشر پیش پیشانی میانی (mPFC) و آمیگدال بود. برای سنجش اضطراب از یک هزارتو (maze) به‌علاوه‌ای شکل استفاده شد. این ماز چهار راهرو دارد که با هم علامت مثبت را تشکیل می‌دهند. دو راهروی باز در مقابل هم قرار دارند که در انتها نیز باز هستند و فقط دارای یک لبه یک سانتی‌متری در طول راهروها برای جلوگیری از افتادن حیوان وجود دارد. دو راهروی بسته دیگر با دیواره‌هایی به ارتفاع ۴۸ سانتی‌متر محدود شده است. چهار راهرو به یک محدوده مرکزی منتهی می‌شوند. کل این مجموعه توسط پایه‌هایی به ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح زمین قرار می‌گیرد. حیوانی که اضطراب بیشتری دارد بیشتر در بازوهای بسته قرار می‌گیرد و حیوانی که اضطراب کمتری دارد تعداد دفعات بیشتری وارد بازوی باز (open entry) می‌شود.

نکته ۱: علامت‌های * و *** در نمودارها به معنای تفاوت معنادار از نظر آماری بین گروه‌های مورد بررسی است.

نکته ۲: حجم آمیگدال به صورت درصدی از حجم مغز گزارش شده است.



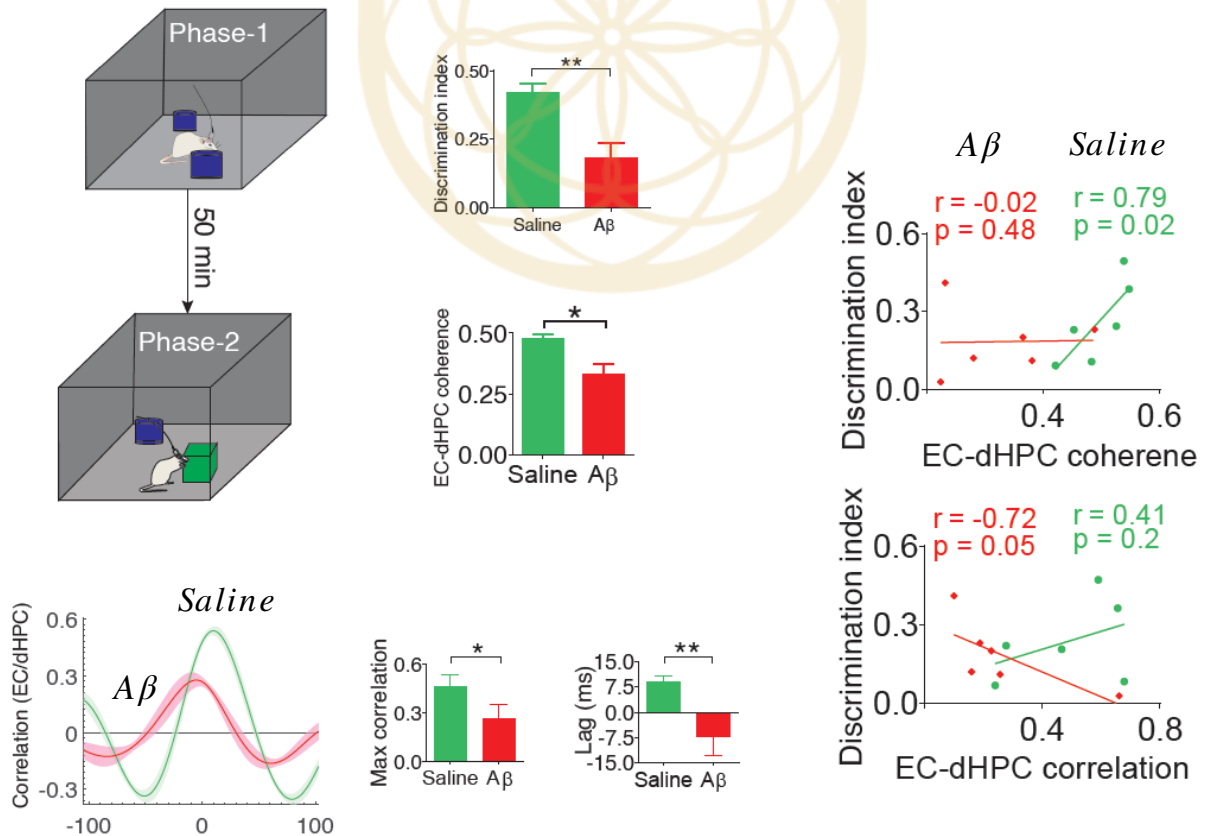
بر اساس نتایج این مطالعه، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- الف) اضطراب در حیوانات مبتلا به آسم، بیشتر از گروه کنترل است.
- ب) حجم آمیگدال در حیواناتی که اضطراب بیشتری دارند کوچک‌تر است.
- ج) حجم آمیگدال در حیوانات مبتلا به آسم، کوچک‌تر از گروه کنترل است.
- د) در حیوانات مبتلا به آسم، هم‌بستگی بین دو ناحیه mPFC و آمیگدال بیشتر از حیوانات گروه کنترل است؛ و جهت انتقال امواج تنها از mPFC به آمیگدال است.
- ه) تعدیل فعالیت آمیگدال توسط mPFC با حالت آرامش همراه است.

پرسش ۱۰ مطالعه‌ای بر روی دو گروه موش صحرایی سالم (Saline) و مبتلا به آلزایمر ($A\beta$) انجام شده است. هدف مطالعه در ابتدا تعیین اختلال حافظه کوتاه مدت در بیماری آلزایمر و سپس یافتن مؤلفه‌هایی از تغییر در هم‌بستگی سیگنال مدار قشر انتورینال (EC) و هیپوکمپ پستی (dHPC) در حین انجام رفتار وابسته به حافظه کوتاه مدت بود. برای بررسی حافظه کوتاه مدت، حیوانات آزمایش در یک مکعب توخالی قرار داده می‌شوند که در دو طرف آن اشیاء استوانه‌ای شکل تعبیه شده است. در این مرحله هر موش در کنار این اشیاء به جستجو برای شناسایی می‌پردازد. بعد از سه دقیقه جستجو، موش از جعبه خارج شده و پنج دقیقه بعد مجدداً در همان جعبه مکعبی قرار داده می‌شود. در این مرحله یکی از دو شیء که قبلاً با آنها در مرحله اول مواجهه شده است با یک شیء جدید جایگزین شده است. بنابراین موشی که حافظه کوتاه مدت بهتری داشته باشد، مدت زمان بیشتری را اطراف شیء جدید سپری می‌کند که این میزان با مولفه قدرت افتراق (discrimination index) کمی می‌شود.

$$DI = \frac{\text{(new object exploration time - old object exploration time)}}{\text{total exploration time}}$$

نکته: در نمودارها p-value کوچک‌تر یا مساوی ۰/۰۵، نشان دهنده ارزش‌مند بودن آماری هر تست است. بر اساس نتایج این مطالعه، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) در هنگام انجام رفتار وابسته به حافظه کوتاه مدت، جهت انتقال اطلاعات در موش‌های مبتلا به آلزایمر برخلاف موش‌های سالم است؛ به طوری که EC از dHPC اطلاعات را دریافت می‌کند.

ب) میزان هم‌بستگی در انتقال جریان اطلاعات (کراس کورلیشن بین سیگنال‌های EC و dHPC) در موش‌های مبتلا به آلزایمر، نسبت به موش‌های سالم، با تغییرات کوهرنس هم‌خوانی دارد.

ج) موش‌هایی که کوهرنس سیگنال‌های بین EC و dHPC در آن‌ها بیشتر است، حافظه کوتاه مدت بهتری دارند.

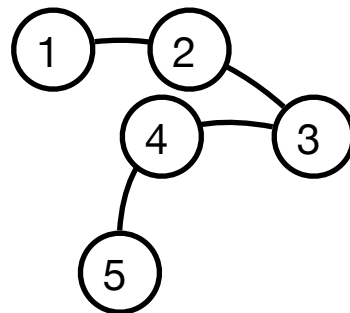
د) در شرایط بیماری آلزایمر، کراس کورلیشن بین سیگنال‌های EC و dHPC برخلاف کوهرنس سیگنال‌های این دو ناحیه، شاخصی از تغییرات حافظه کوتاه مدت نیست.

ه) آنالیز کراس کورلیشن نسبت به کوهرنس شاخص بهتری برای تحلیل عملکرد مغز در هنگام انجام رفتار وابسته به حافظه کوتاه مدت در موش‌های سالم است.

پرسش ۱۱ عملکرد پروتئین‌ها تحت تأثیر ساختار فضایی سه‌بعدی آن‌هاست. توالی آمینواسیدی هر پروتئین با آرایش ویژه گروه‌های شیمیایی، باعث تا خوردن پروتئین به یک شکل منحصر به فرد می‌شود. در یکی از روش‌های بررسی ساختار سه‌بعدی پروتئین، به نام ماتریس فاصله (distance matrix)، فاصله زنجیره‌های جانبی را برای همه جفت آمینواسیدها در فضای سه‌بعدی پس از تا خوردن پروتئین ثبت می‌کنیم. برای نمایش قابل فهم این ماتریس، از روش زیر استفاده می‌کنیم: توالی پروتئین از آمینواسید اول (پایانه آمین) تا آمینواسید آخر (پایانه کربوکسیل) را بر روی دو ضلع عمود بر هم رسم می‌کنیم. بدین صورت که موقعیت افقی و عمودی هر خانه ماتریس نشان‌دهنده یک جفت آمینواسید در این توالی است. اگر فاصله محاسبه شده برای یک جفت آمینواسید از حد آستانه‌ای کمتر باشد (با هم مجاورت فضایی داشته باشند) خانه مربوط به این جفت آمینواسید را در ماتریس با رنگ سیاه مشخص می‌کنیم.

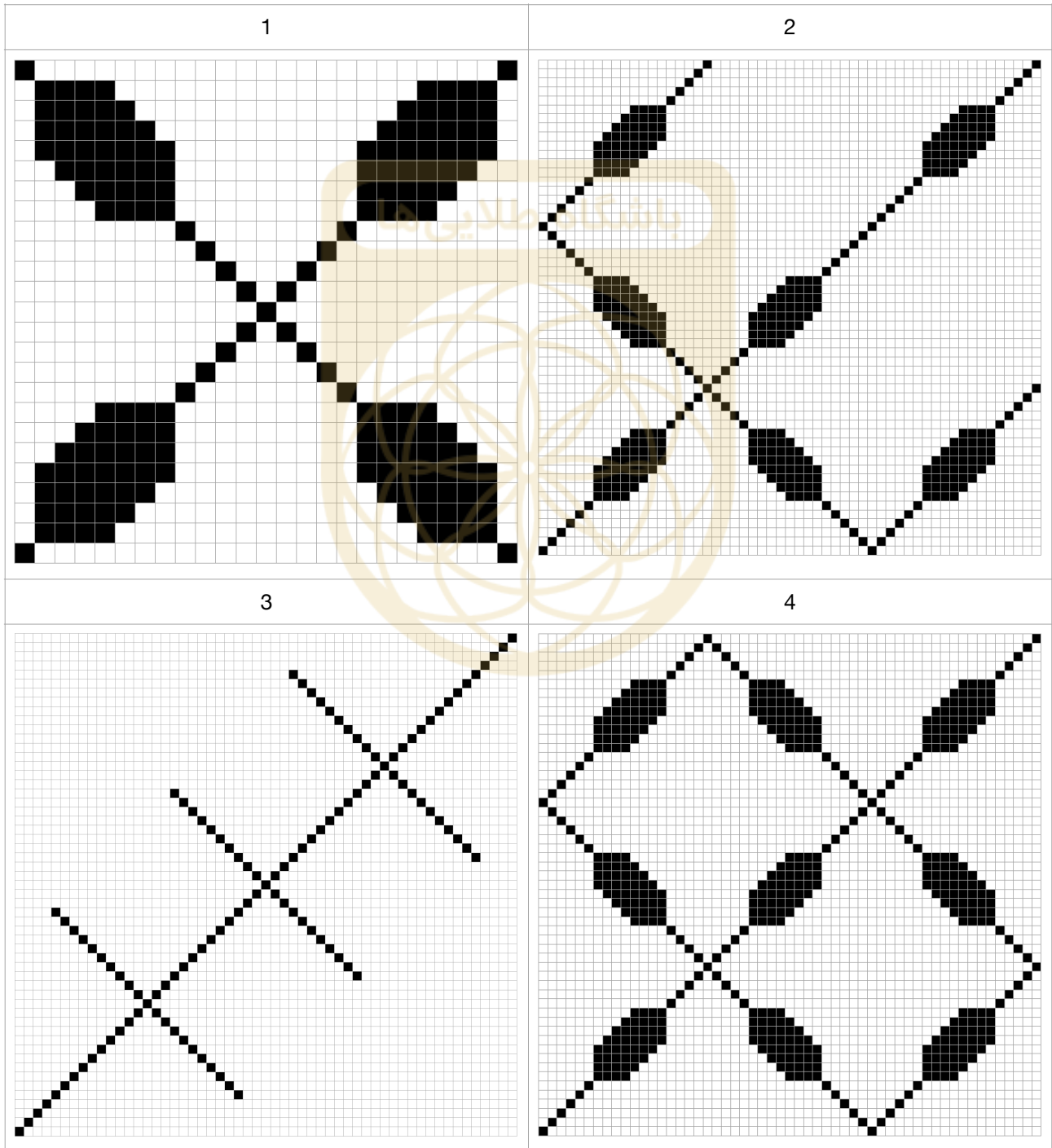
مثال فرضی: در توالی پنج آمینواسیدی زیر، آمینواسید ۲ و ۴ با هم مجاورت دارند.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | | | | | ■ |
| 4 | | ■ | | ■ | |
| 3 | | | ■ | | |
| 2 | | ■ | | ■ | |
| 1 | ■ | | | | |
| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |



در ادامه، چهار ماتریس فاصله مربوط به بخش‌هایی از پروتئین‌های مختلف را مشاهده می‌کنید. در مورد این پروتئین‌ها درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- الف) در ساختار پروتئین ۱، دو ساختار ماریچی هم‌جهت و یک چرخ (loop) وجود دارد.
- ب) در ساختار پروتئین ۲، سه ساختار ماریچی وجود دارد و دومین ماریچی از سمت پایانه N، در بین دو ماریچی دیگر قرار دارد.
- ج) در ساختار پروتئین ۳، یک ساختار صفحه‌ای دیده می‌شود که از ۳ ردیف آمینواسید تشکیل شده است.
- د) ساختار پروتئین ۴، مشابه کانال‌های یونی تراغشایی است.
- ه) در مقایسه پروتئین ۲ و ۴، پروتئین ۴ از پایداری بیشتری برخوردار است.



مسئله ۴ در یک پپتید یک نوع مارپیچ تغییر یافته کشف کرده‌ایم و قصد بررسی آن را داریم. در پژوهش‌های آتی متوجه شدیم این مارپیچ ساختار منتظم دارد؛ به این معنی که زاویه بین تمام پیوندهای پپتیدی مجاور برابر است. در این مارپیچ، آمینواسید شماره n با آمینواسید شماره $n+4$ مجاورت (از سمت بالا) دارد، و در یک دور چرخش این مارپیچ، ارتفاع آن ۸ آنگستروم افزایش پیدا می‌کند. همچنین طول پیوند پپتیدی ۴ آنگستروم است. اگر آمینواسیدها را نقطه و پیوندهای پپتیدی بین آن‌ها را پاره‌خط در نظر بگیریم، زاویه بین دو پیوند پپتیدی مجاور (پشت سر هم) در فضای سه بُعدی چند درجه است؟ عدد به دست آمده را در پاسخ‌نامه وارد کنید. دقت کنید هنگام محاسبه با ماشین‌حساب زاویا به درجه (degree) وارد شود.

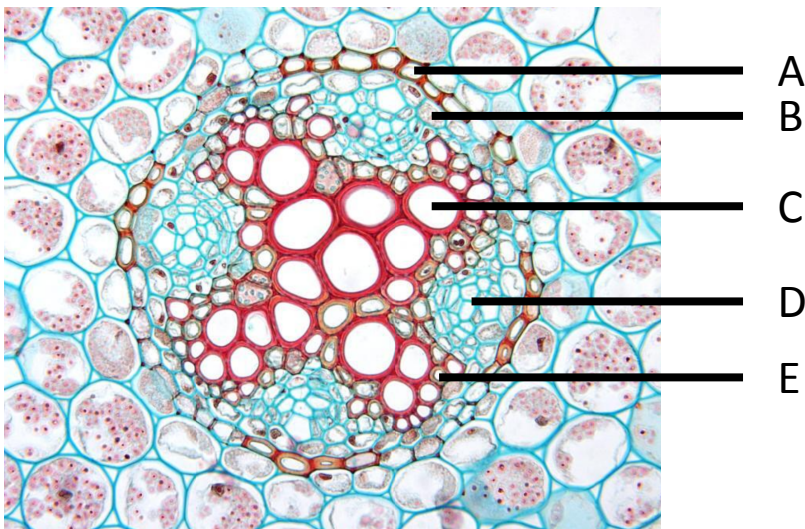
راهنمایی: اگر بردار اول (بردار u) به طول r را با سه عدد a, b, c مشخص کنیم، به طوری که نقطه پایان بردار $ax+by+cz$ با نقطه شروع فاصله داشته باشد، و بردار دوم (بردار v) به طول r' را با سه عدد a', b', c' مشخص کنیم، زاویه بین این دو بردار در فضای سه بُعدی به این شکل محاسبه می‌شود (نماد $\vec{u} \cdot \vec{v}$ نشان دهنده ضرب داخلی دو بردار است که حاصل آن یک عدد حقیقی است، نحوه محاسبه آن نیز نشان داده شده است):

$$\theta = \arccos\left(\frac{\vec{u} \cdot \vec{v}}{r \cdot r'}\right)$$

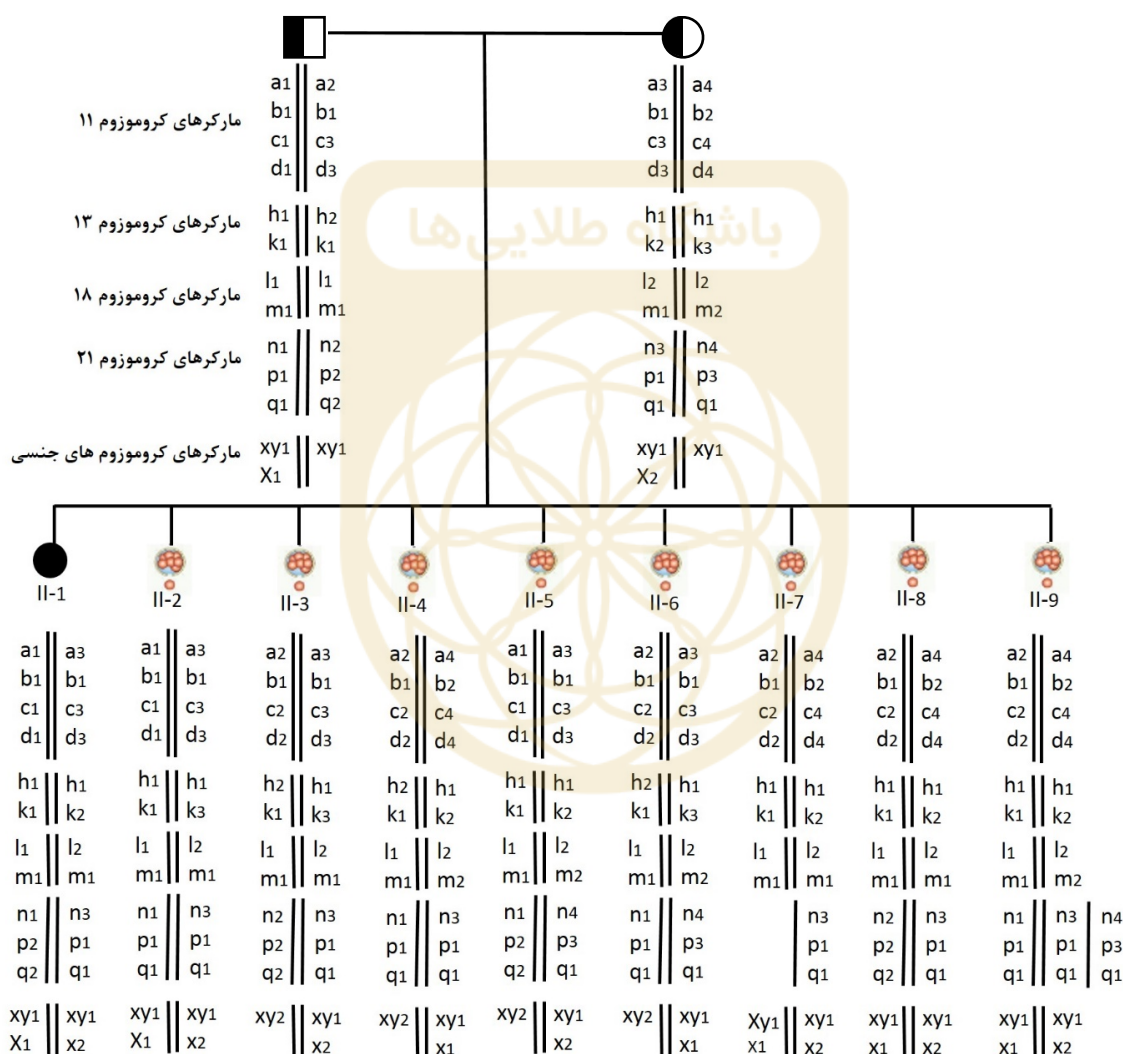
$$= \cos^{-1}\left(\frac{a \cdot a' + b \cdot b' + c \cdot c'}{r \cdot r'}\right)$$

پرسش ۱۲ با توجه به شکل درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

- (الف) مانعی بر مسیر سیمپلاستی است.
- (ب) مانعی بر مسیر آپوپلاستی است.
- (ج) C قبل از E تشکیل می‌شود و منشأ آن پروکامبیوم است.
- (د) تزئینات دیواره در C از نوع مشبک و لان‌دار است.
- (ه) آوند آبکش در گیاهان این برش از نوع سلول آبکش (Sieve cell) است.



پرسش ۱۳ خانواده‌ای دارای یک فرزند پسر مبتلا به بتا تالاسمی است. این خانواده به منظور تولد فرزندی سالم به انجام تست تشخیص پیش از تولد (PGD) روی آوردند. متخصصان ژنتیک برای بررسی سلامت جنین‌های به دست آمده، از نظر بیماری تالاسمی و دیگر مشکلات کروموزومی، از روش بررسی هاپلوتایپ استفاده کردند. هاپلوتایپ به ترکیبی از ال‌ها در مکان‌های مختلف کروموزوم گفته می‌شود که به علت پیوستگی فیزیکی همراه با هم به ارث می‌رسند. مارکرهایی که به صورت هاپلوتایپ با یکدیگر بر روی یک کروموزوم قرار دارند در شکل زیر نشان داده شده‌اند. می‌دانیم که مارکر مربوط به بتا تالاسمی بر روی کروموزوم ۱۱ قرار دارد و با مارکرهای ذکر شده پیوستگی دارد. با توجه به نقشه هاپلوتایپینگ این خانواده، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



(الف) این خانواده دارای یک جنین دختر سالم است.

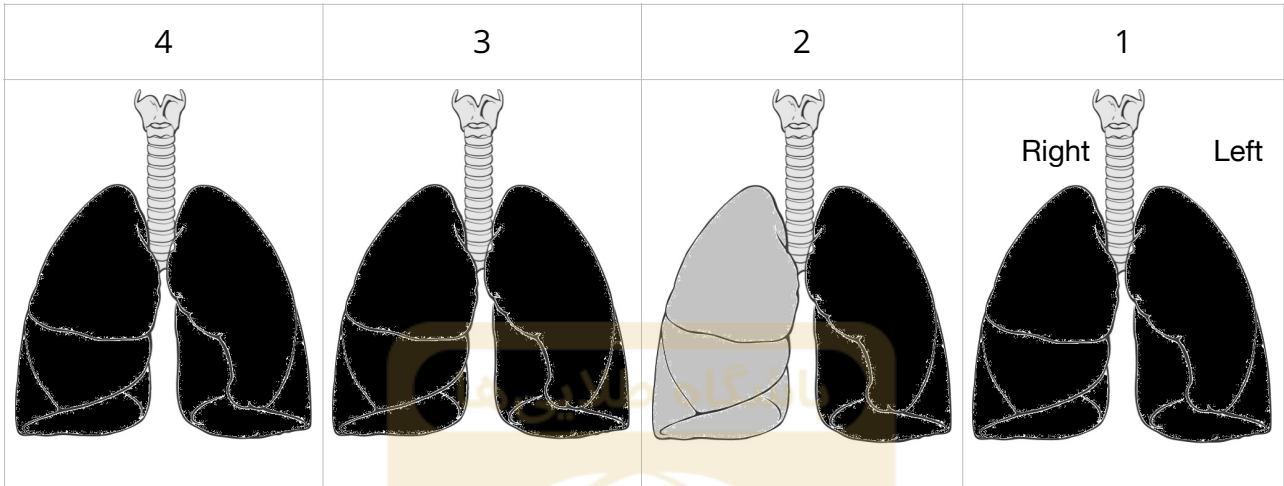
(ب) در بین فرزندان این خانواده، چهار نفر دارای جنسیت مونث هستند.

(ج) در بین جنین‌های تشکیل شده، دو جنین مبتلا به تالاسمی ماژور هستند.

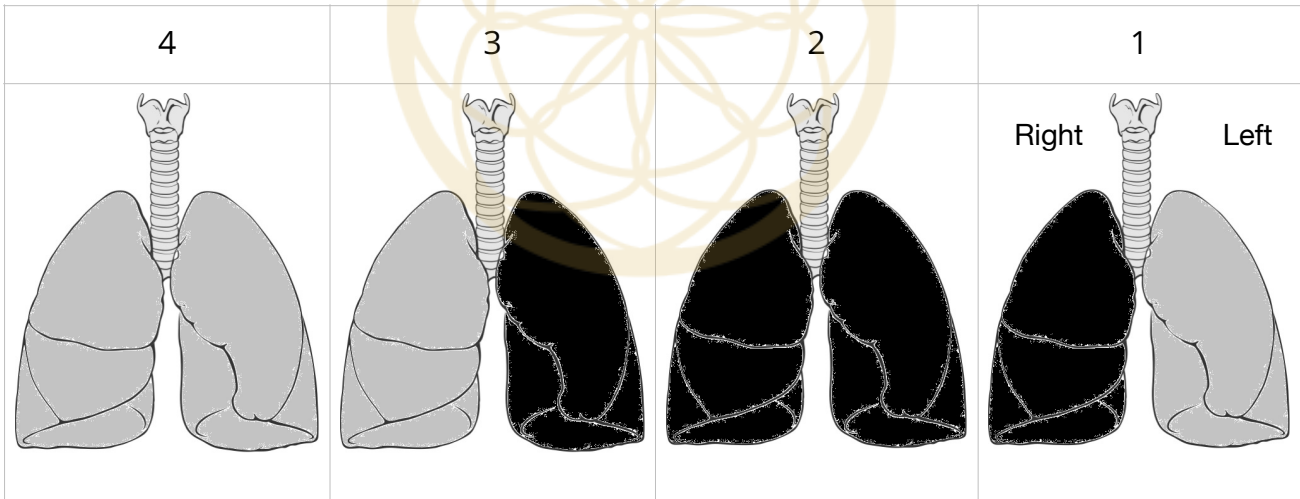
(د) در بین جنین‌های تشکیل شده، سه جنین مبتلا به تالاسمی مینور هستند.

(ه) لوکوس XY هم بر روی کروموزوم X و هم بر روی کروموزوم Y قرار دارد.

پرسش ۱۴ در اسکن تهویه و خون‌رسانی ریوی یا ventilation perfusion (VQ) ریه، با استفاده از مواد رادیواکتیو و تصویربرداری، مناطق مختلف ریه از نظر عملکرد فیزیولوژیک مورد بررسی قرار می‌گیرند. در تست اول آلومین نشان‌دار شده به وریدهای فرد تزریق شده و پس از مدتی مورد عکس‌برداری قرار می‌گیرد. نتایج تست اول مربوط به چهار فرد در تصویر زیر نشان داده شده است که از نمای قدامی گرفته شده است.



در تست دوم، فرد گاز نشان‌دار شده را توسط ماسک استنشاق کرده و پس از مدت کوتاهی مورد عکس‌برداری قرار می‌گیرد. نتایج تست دوم مربوط به همان چهار فرد در تصویر زیر نشان داده شده است که از نمای قدامی گرفته شده است. با توجه به این تصاویر درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



الف) فرد ۱ که به علت چاقو خوردن در ناحیه قفسه سینه به اورژانس آورده شده است، احتمالاً دچار سوراخ شدگی لایه پلور در سمت چپ شده است.

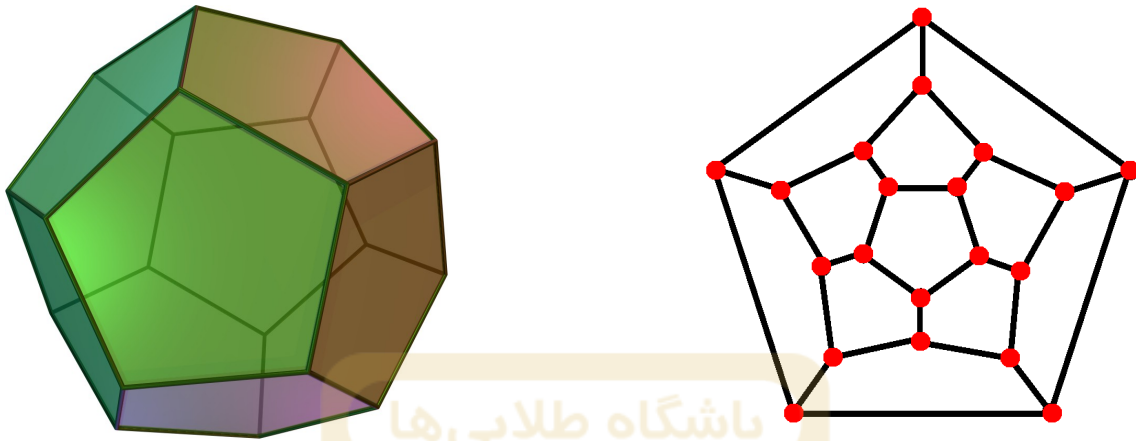
ب) بیشترین میزان نسبت تهویه به خون‌رسانی در ریه فرد ۲، مربوط به بخش تحتانی ریه چپ است.

ج) مویرگ‌های ریه چپ فرد ۳ نسبت به ریه راست مقاومت بیشتری در برابر جریان خون دارد.

د) فرد ۲ می‌تواند دچار آمبولی (گیر کردن لخته در درخت شریانی و مسدود کردن آن) در ریه سمت راست شده باشد.

ه) فرد ۴ احتمالاً دچار فلج عضله دیافراگم شده است.

مسئله ۵ ویروس نوپدید کشف کرده‌ایم که کپسید آن یک دوازده‌وجهی منتظم است. این کپسید از دوازده تکرار یک زیرواحد پروتئینی هم‌شکل تشکیل شده که هر کدام یک پنج ضلعی منتظم است. شکل سمت چپ یک دوازده‌وجهی منتظم و شکل سمت راست تصویر آن را بر روی صفحه دو بُعدی نشان می‌دهد.



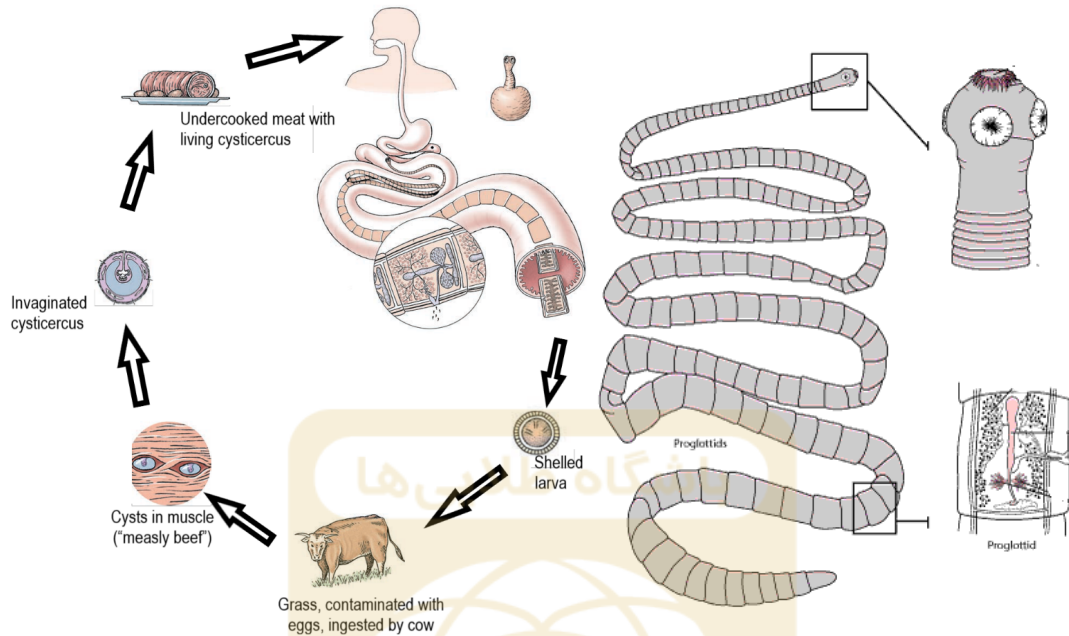
در حضور تعداد کافی از زیرواحدها، کپسید به صورت خودبه‌خودی سرهم‌بندی می‌شود به صورتی که:

- ۱- ساخت کپسید با یک زیرواحد آغاز می‌شود و زیرواحدهای دیگر (یکی در هر مرحله) به آن متصل می‌شوند.
 - ۲- در هر مرحله، زیرواحد بعدی طوری متصل می‌شود که بیشترین تعداد اضلاع مشترک را با زیرواحد(های) دیگر داشته باشد.
- در مراحل ساخته شدن این کپسید (یک زیرواحدی الی دوازده زیرواحدی یا کپسید کامل) در مجموع چند سازه متمایز قابل تصور است؟ اگر سازه‌هایی را که با چرخش حول محورهای تقارن به هم تبدیل می‌شوند، متمایز در نظر بگیریم. دو رقم سمت چپ این عدد را در پاسخ‌نامه وارد کنید.
- راهنمایی: اگر سازه‌هایی را که با چرخش حول محورهای تقارن به هم تبدیل می‌شوند، یکی در نظر می‌گیریم، تعداد سازه‌های مورد بررسی برابر با ۱۲ می‌شد.

پرسش ۱۵ در ارقام پاکوتاه غلات و حبوبات، محلول‌پاشی :

- (الف) هورمون‌های سیتوکینین و ژبیرلین سبب تحریک جوانه‌زنی می‌شود.
- (ب) ژبیرلین سبب بازگشت این گیاهان به رشد طبیعی و افزایش طول میان‌گره‌ها می‌شود.
- (ج) آبسزیک اسید باعث افزایش رشد اندام‌های هوایی می‌شود.
- (د) اکسین در رشد طولی ساقه حبوبات پاکوتاه تأثیری ندارد.
- (ه) آبسزیک اسید سبب مقاومت ارقام پاکوتاه به شرایط تنش آبی می‌شود.

پرسش ۱۶ در شکل زیر یکی از انگل‌های دستگاه گوارشی انسان، مقطع طولی قسمتی از بدن و چرخه زندگی آن را می‌بینید. در مورد این انگل، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



- الف) این جانور لوله گوارش پیشرفته‌ای دارد .
- ب) این گونه جدا جنس است .
- ج) دستگاه دفعی این گونه از نوع متانفریدی است.
- د) این انگل و زالو در شاخه (Phylum) جانوری یکسانی طبقه‌بندی می‌شوند.
- ه) تولید مثل جنسی با آزاد کردن گامت‌های ذخیره شده در سلوم، در بدن انسان انجام می‌شود.

پرسش ۱۷ شکل، اندازه و رنگ برگ‌ها ممکن است تحت تاثیر شرایط محیطی متفاوت، در یک گیاه متنوع باشد. برای مثال برگ‌های کمانی‌شکل در سرده *Sagittaria* از تیره تیرکمان آبیان (*Alismataceae*) عامل اصلی نام‌گذاری گونه‌های این سرده است. شکل زیر نمایانگر انواع برگ‌ها در یکی از گونه‌های تیرکمان آبی (*Sagittaria sagittifolia*) است که در آب‌های کم عمق می‌روید. در مورد این گیاه، درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.



- الف) تغییر شکل برگ‌ها ناشی از بیان ژن‌های یکسان از سلول‌های متفاوت در شرایط محیطی مختلف است.
 ب) ناجوربرگی در این گونه نوعی انعطاف پذیری تکوینی است.
 ج) در صورت رویش این گیاه در باتلاق، برگ‌های نوع «ت» شناور، نوع «پ» غوطه‌ور و نوع «الف» هوایی هستند.
 د) برگ‌های نوع «الف» نسبت به «ب» سازگاری بیشتری برای بقا و رشد در محیط‌های عمیق و ناهمگن تالاب دارد.
 ه) با کاهش سطح آب در زیستگاه باتلاقی، میانگین نسبت عرض به طول برگ‌ها در گیاه افزایش پیدا می‌کند.

مسئله ۶ ترکیباتی مانند قندها که دارای یک کربن نامتقارن هستند، قابلیت چرخش نور پلاریزه را دارند، به همین علت به وسیله روش چرخش نوری یا پلاریمتری قابل شناسایی و تعیین هویت هستند. هر ترکیب در یک دما و طول موج مشخص دارای یک میزان چرخش نور ویژه $[\alpha]$ است. میزان چرخش نوری مشاهده شده (A°) با غلظت (C) برحسب (g/ml) و طول مسیر نور (l) برحسب واحد دسی‌متر (dm) از طریق فرمول زیر رابطه دارد:

$$A^\circ = [\alpha] \times C \times l$$

در آزمایشی ۳۰ گرم از پلی‌ساکارید حاوی گلوکز و مانوز در ۱۰۰ میلی‌لیتر حجم نهایی هیدرولیز اسیدی شد. میزان چرخش نوری مشاهده شده محلول حاصل در یک لوله ۱۰ سانتی‌متری برابر $+9.07^\circ$ توسط پلاریمتر ثبت شد. با توجه به اینکه میزان چرخش نوری ویژه D-گلوکز و D-مانوز به ترتیب $+52.7^\circ$ و $+14.5^\circ$ است، نسبت D-مانوز به D-گلوکز را در ده ضرب کرده و عدد به دست آمده را در پاسخ‌نامه وارد کنید.
 راهنمایی: وزن مولکولی مونومر گلوکز و مانوز ۱۸۰ است.

پرسش ۱۸ در پژوهشی ابتلا یا عدم ابتلا ۱۰ فرد به ۴ بیماری مختلف بررسی شد. پژوهش‌گران تصمیم گرفتند

| شماره فرد | بیماری ۱ | بیماری ۲ | بیماری ۳ | بیماری ۴ |
|-----------|----------|----------|----------|----------|
| ۱ | ۱ | ۱ | ۰ | ۰ |
| ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱ |
| ۳ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ |
| ۴ | ۰ | ۱ | ۰ | ۰ |
| ۵ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ |
| ۶ | ۱ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۷ | ۰ | ۱ | ۰ | ۱ |
| ۸ | ۱ | ۱ | ۱ | ۰ |
| ۹ | ۱ | ۰ | ۱ | ۰ |
| ۱۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۱ |

هم‌بستگی بین این بیماری‌ها را محاسبه کنند. به دلیل این‌که متغیرهای موجود در این بررسی از نوع دوتایی (Binary) هستند، پژوهش‌گران تصمیم گرفتند از پارامتری به نام فای (Phi) استفاده کنند که هم‌بستگی بین متغیرهای دوتایی را می‌سنجد و به صورت زیر محاسبه می‌شود (در این جدول صفر به معنی نداشتن بیماری و یک به معنی داشتن بیماری است):

$$Phi = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}$$

در این فرمول:

a = تعداد افرادی که هر دو بیماری را هم‌زمان دارند

b = تعداد افرادی که تنها بیماری اول را دارند

c = تعداد افرادی که تنها بیماری دوم را دارند

d = تعداد افرادی که هیچ یک از دو بیماری را ندارند

بر اساس این اطلاعات درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید. در جدول‌هایی که پارامتر فای را برای جفت‌هایی از بیماری‌ها نشان داده است، شرط درست بودن گزاره صحیح بودن تمامی اعداد است.

| | | |
|----------|----------|----------|
| بیماری ۱ | بیماری ۲ | الف) |
| -0.408 | -0.200 | بیماری ۳ |
| -0.816 | 0.200 | بیماری ۴ |
| بیماری ۱ | بیماری ۳ | ب) |
| 0.000 | -0.200 | بیماری ۲ |
| -0.816 | 0.200 | بیماری ۴ |
| بیماری ۳ | بیماری ۲ | ج) |
| -0.408 | 0.000 | بیماری ۱ |
| 0.200 | 0.200 | بیماری ۴ |

د) پارامتر phi در موارد خاصی به منفی یا مثبت بی‌نهایت میل می‌کند.

ه) پارامتر phi نسبت به ترتیب حساس نیست و پارامتر phi مربوط به "بیماری اول و بیماری دوم" همواره با "بیماری دوم و بیماری اول" برابر خواهد بود.

| پرسش | | | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|----|
| الف | ب | ج | د | ه | |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۱ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۲ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۳ |
| ص | ص | ص | حذف | ص | ۴ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۵ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۶ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۷ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۸ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۹ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۱۰ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۱۱ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۱۲ |
| حذف | حذف | حذف | حذف | حذف | ۱۳ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۱۴ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۱۵ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۱۶ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۱۷ |
| ص | ص | ص | ص | ص | ۱۸ |
| مسئله | | | | | |
| ۳ و ۶ | | | | | ۱ |
| ۳۷ و ۳۸ | | | | | ۲ |
| ۲۰ و ۴۰ | | | | | ۳ |
| ۷۵ و ۷۶ | | | | | ۴ |
| ۳۱ (پاسخ: ۳۱۷) | | | | | ۵ |
| ۲۰ (پاسخ: ۲) | | | | | ۶ |