آزمون‌های سراسری گاج
گزینه درست را انتخاب کنید.
سال تحصیلی ۹۸-۱۳۹۷

دفترچه شماره ۲
آزمون شماره ۱۶
جمعه ۹۷/۱۱/۱۹

پاسخ‌های تشریحی

پایه یازدهم تجربی

دوره‌ی دوم متوسطه

نام و نام خانوادگی:	شماره داوطلبی:
تعداد سؤالاتی که باید پاسخ دهید: ۱۶۵	مدت پاسخگویی: ۱۷۵ دقیقه

عناوین مواد امتحانی آزمون گروه آزمایشی علوم تجربی، تعداد سؤالات و مدت پاسخگویی

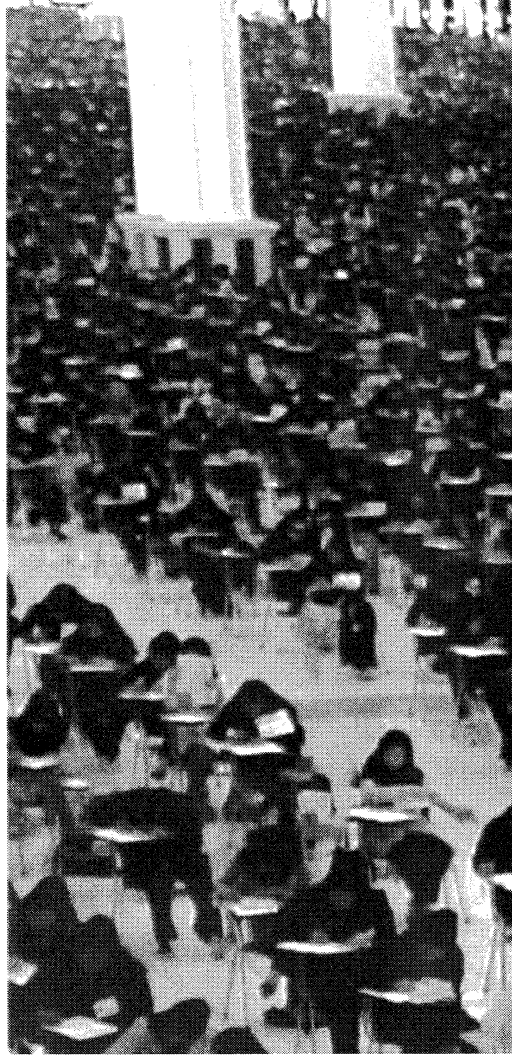
ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	شماره سؤال		مدت پاسخگویی
			از	تا	
۱	فارسی ۲	۱۵	۱	۱۵	۱۵ دقیقه
۲	عربی، زبان قرآن ۲	۱۵	۱۶	۳۰	۱۵ دقیقه
۳	دین و زندگی ۲	۱۵	۳۱	۴۵	۱۵ دقیقه
۴	زبان انگلیسی ۲	۱۵	۴۶	۶۰	۱۵ دقیقه
۵	ریاضی ۲	۲۰	۶۱	۸۰	۲۵ دقیقه
۶	زیست‌شناسی ۲	۲۵	۸۱	۱۰۵	۲۵ دقیقه
۷	فیزیک ۲	۲۵	۱۰۶	۱۳۰	۳۰ دقیقه
۸	شیمی ۲	۲۵	۱۳۱	۱۵۵	۲۵ دقیقه
۹	زمین‌شناسی	۱۰	۱۵۶	۱۶۵	۱۰ دقیقه

برای اطلاع از نتایج آزمون و زمان دقیق اعلام آن در کانال تلگرام گاج عضو شوید. @Gaj_ir

چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...)، قبل و یا بعد از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی ممنوع است (متی با نکر منبع) و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گ

آزمون‌های سراسری گاج

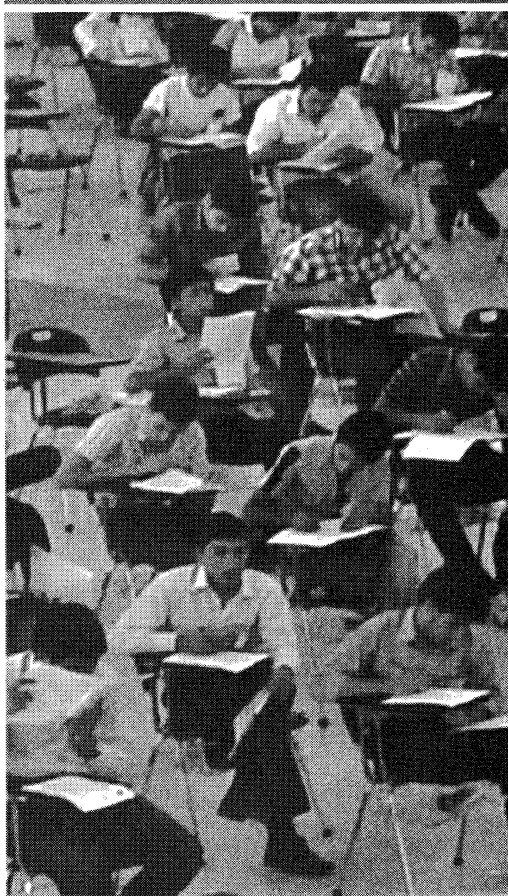
دروس	طراحان	ویراستاران علمی
فارسی	امیرنجات شجاعی ـ مهدی نظری	ابوالفضل مزرعتی ـ اسماعیل محمدزاده مسیح گرجی ـ مریم نوری‌نیا
زبان عربی	شاهو مرادیان	حسام حاج مؤمن ـ سید مهدی میرفتحی منیژه خسروی
دین و زندگی	علیرضا براتی	بهاره سلیمی
زبان انگلیسی	امید یعقوبی‌فرد	پریسا فیلو
ریاضیات	مهدی دهقانی	ندا فرهختی پگاه افتقار ـ سودابه آزاد
زیست‌شناسی	محمد عیسایی ـ حسین رضایی اسفندیار طاهری سروش مرادی ـ بهروز شهابی	ابراهیم زره‌پوش ـ پوریا آیتی فاطمه نوروزی‌نسب ـ ساناز فلاحی
فیزیک	علیرضا ایدلخانی	امیر بهشتی‌خو ـ محمدحسین جوان وحید فتاحی ـ مروارید شاه‌حسینی
شیمی	مریم تمدنی	امین بابازاده ـ ایمان زارعی رضیه قربانی ـ امیرشهریار قربانیان
زمین‌شناسی	حسین زارع‌زاده	بهاره سلیمی



دفتر مرکزی تهران، خیابان انقلاب بین چهارراه ولیعصر (عج) و خیابان فلسطین، شماره ۹۱۹

اطلاع ساعت ثبت‌نام ۶۴۲۰-۰۲۱

نشانی اینترنتی www.gaj.ir



آماده‌سازی آزمون

مدیریت آزمون: ابوالفضل مزرعتی

بازبینی و نظارت نهایی: سارا نظری

برنامه‌ریزی و هماهنگی: مریم جمشیدی عینی ـ مینا نظری

ویراستاران فنی: بهاره سلیمی ـ ساناز فلاحی ـ آمنه قلی‌زاده ـ مروارید شاه‌حسینی ـ مریم پارسائیان

مدیر فنی: مهرداد شمسی

سرپرست واحد فنی: سعیده قاسمی

طراح شکل: فاطمه میناسرشت

حروف‌نگاران: پگاه روزبهانی ـ زهرا نظری‌زاد ـ سارا محمودنسب ـ نرگس اسودی ـ فرهاد عبدی

امور چاپ: عباس جعفری

به نام خدا

حقوق دانش‌آموزان در آزمون‌های سراسری گاج

داوطلب گرامی؛ با سلام در اینجا شما را با بخشی از حقوق خود در آزمون‌های سراسری گاج آشنا می‌نماییم:

۱- اطلاعات شناسنامه‌ای و آموزشی شما مانند نام، نام خانوادگی، جنسیت و گروه آزمایشی بایستی به صورت صحیح در بالای پاسخ‌برگ درج شده باشد.

۲- آزمون‌های سراسری گاج باید راس ساعت اعلام شده در دفترچه، شروع و خاتمه یابد.

۳- محل برگزاری آزمون باید از لحاظ سرمایش و گرمایش، نور کافی، نظافت و سایر موارد در حد مطلوب و استاندارد باشد.

۴- سؤالات آزمون‌های سراسری گاج بایستی نزدیک‌ترین سؤالات به کنکور سراسری باشد و عاری از هرگونه اشکال علمی و تایپی باشد.

۵- در هنگام برگزاری آزمون باید تغذیه رایگان دریافت نمایید.

۶- بعد از هر آزمون و به هنگام خروج از جلسه آزمون بایستی پاسخ‌نامه‌ی تشریحی هر آزمون را دریافت نمایید.

۷- کارنامه‌ی هر آزمون بایستی در همان روز آزمون به روش‌های ذیل تحویل شما گردد:

- مراجعه به سایت گاج به نشانی www.gaj.ir
- مراجعه به نمایندگی.

۸- خدمات مشاوره‌ای رایگانی که در طی ۱ مرحله آزمون (ویژه داوطلبان آزاد) ارائه می‌گردد شامل:

- برگزاری جلسه مشاوره حضوری به صورت انفرادی حداقل یکبار در طی هر آزمون توسط رابط تحصیلی.
- تماس تلفنی حداقل ۲ بار در طی هر آزمون توسط رابط تحصیلی.
- تماس تلفنی با اولیا حداقل یک‌بار در هر فاز [آزمون‌های سراسری گاج در چهار فاز تابستانه، ترم اول، ترم دوم و جامع برگزار می‌گردد].
- بررسی کارنامه آزمون توسط رابط تحصیلی در هر آزمون.

چنانچه در هر یک از موارد فوق کمبود و یا نقصی مشاهده نمودید لطفاً بلافاصله با تلفن ۶۴۲۰—۰۲۱ تماس حاصل نموده و مراتب را اطلاع دهید.

در گاج، بهترین صدا، صدای دانش‌آموز است.

فارسی

۱ ۳ **معنی درست واژه‌ها: اعطا:** واگذاری، بخشش، عطا کردن / **جنون:** شیفتگی، شیدایی، شوریدگی / **غیرت:** حمیّت، رشک بردن، تعصّب / **چنبر:** چنبره، گردن‌بند، طوق، حلقه

۲ ۳ **معنی درست واژه‌ها: افسر:** تاج و کلاه پادشاهان، صاحب منصب / **تفریط:** کوتاهی کردن در کاری **(افراط:** زیاده‌روی)

۳ ۳ **املای درست واژه: صفیر:** بانگ و فریاد، آواز **(سفیر:** فرستاده)

۴ ۱ **املای درست واژه: التهاب:** برافروختگی، زبانه و شعله‌ی آتش

۵ ۱ واژه‌ی «امروز» در این گزینه «مضاف‌الیه» است، امّا در سایر گزینه‌ها نقش قیدی دارد.

۶ ۳ **ترکیب اضافی:** محو خود / بی‌قرار خود (۲ محور)

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ستم چرخ / گوش‌مال پدر / خیرخواهی پسر (۳ مورد)

۲) ناله‌ی عاشق / دل کوه / ره صحرا (۳ مورد)

۴) نور بصیرت / اهل دل / وصل سوخته‌جانان (۳ مورد)

۷ ۲ **وابسته‌ی پیشین:** آن روی / کدام شبنم / کدام صبر / چه طاقت / کدام عقل / چه هوش (۶ مورد)

۸ ۳ **شاخص:** میرزا سعید حکیم

۹ ۳ **استعاره:** این‌که زلف معشوق از درد اسیران آگاه شده باشد، تشخیص و استعاره است.

واج‌آرایی: تکرار مصوّت بلند «ا» (۶ بار) و صامت «ر» (۶ بار)

حسن‌تعلیل: شاعر دلیل پریشانی زلف معشوق را آگاهی یافتنش از درد عاشقان می‌داند.

تشبیه: زلف معشوق به مارگزیده

۱۰ ۳

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) **جناس تام:** چین (نام کشوری در شرق)، چین (پیچ و تاب و شکن)

۲) **تشبیه:** هندوی زلف

۴) **جناس ناقص:** خط، خطا، [خطّه]

۱۱ ۲ واژه‌ی «گران» در گزینه‌ی (۲) به معنی «سنگین» و در سایر گزینه‌ها به معنیِ «پربها»ست.

۱۲ ۳ واژه‌ی «بار» در گزینه‌ی (۳) به معنی «محموله» و در سایر گزینه‌ها به معنی «اجازه» است.

۱۳ ۴ **مفهوم گزینه‌ی (۴):** پاک‌بازی و جان‌فشانی عاشقانه / تقدیرگرایی

مفهوم مشترک بیت سؤال و سایر گزینه‌ها: ناپایداری دنیا

۱۴ ۳ **مفهوم مشترک بیت سؤال و گزینه‌ی (۳):** نفی اتّکا به اصالت خانوادگی و توصیه به همّت و خوداتّکایی

مفهوم سایر گزینه‌ها:

۱) ستایش نیکویی ممدوح

۲) نکوهش خیانت / وفاداری نشانه‌ی آزادگی‌ست.

۴) برتری دانش بر ثروت / بهترین میراث، علم است.

۱۵ ۴ **مفهوم بیت سؤال:** نکوهش بی حاصلی

مفهوم گزینه‌ی (۴): ستایش بی‌حاصلی / بی‌حاصلی موجب عافیت و مصونیّت است.

مفهوم سایر گزینه‌ها:

۱) توصیف هراس و ناامیدی سواران

۲) سپری شدن بی‌نتیجه‌ی عمر در راه تربیت افراد ناشایست

۳) دشواری‌های راه عشق

زبان عربی

■■ **درست‌ترین و دقیق‌ترین جواب را در ترجمه یا لغات یا مکالمه یا مفهوم مشخّص کن (۲۳ ـ ۱۶):**

۱۶ ۲ **للکلام آداب:** برای سخن آدابی است، سخن آدابی دارد [رد گزینه‌های (۱) و (۴)]

یجب علی المتکلّمین: گویندگان باید، واجب است صحبت‌کنندگان، لازم است گویندگان [رد گزینهٔ (۳)]

أن یلتزموا بها: که به آن پایبند باشند [رد سایر گزینه‌ها]

أن لا یجادلوا: نباید ستیز کنند (گفت‌وگو کنند) [رد گزینه‌های (۳) و (۴)]

۱۷ ۱ **طوبی لمن:** خوشا به حال کسی که، خوش به حال آن که؛ «من» با توجه به فعل «یجتنب» که مفرد است، مفرد ترجمه می‌شود. [رد گزینه‌های (۲) و (۳)]

ذکر أقوالٍ: ذکر سخنانی که [رد سایر گزینه‌ها]

لا یحدّث: سخن نمی‌گوید [رد گزینه‌های (۲) و (۳)]

بما یخاف: از چیزی که می‌ترسد [رد سایر گزینه‌ها]

۱۸ ۴ **العاقل:** عاقل، خردمند؛ معرفه است. [رد گزینهٔ (۲)]

یعرفُ: می‌شناسد [رد گزینهٔ (۳)]

المستمعینَ: شنوندگان [رد گزینه‌های (۱) و (۳)]

یکون کلامه لیّناً: سخنش نرم می‌باشد [رد گزینه‌های (۱) و (۳)]

عقولهم: عقل‌های آن‌ها، خردهایشان [رد گزینه‌های (۲) و (۳)]

۱۹ ۲ **إن:** اگر، در صورتی‌که [رد گزینهٔ (۴)]

تعملْ: عمل کنی؛ فعل شرط است که به صورت مضارع التزامی ترجمه می‌شود. [رد گزینهٔ (۳)]

سوف یتغیّر: تغییر خواهد یافت [رد گزینه‌های (۱) و (۳)]

۲۰ ۲ **ترجمهٔ صحیح:** همان‌گونه که واجب است زبانش را به نرمی سخن عادت دهد.

نکته: مصدر را گاهی می‌توان به صورت فعل ترجمه کرد مانند: **قبل التکلّم:** قبل از این‌که سخن بگوید.

۲۱ ۴ **ترجمهٔ گزینه‌ها:**

۱) **داور:** کسی که بین گروه‌ها یا اشخاص قضاوت می‌کند.

۲) **راست و استوار:** ویژگی نظرات و سخنان صحیح.

۳) **فهرست:** برگه‌ای که نام‌های کتاب‌ها یا انواع غذا یا غیر از آن روی آن نوشته می‌شود.

۴) **میراث جهانی:** آن‌چه از عادت‌ها و آداب که ارزشی ماندگار ندارد. (نادرست)

۲۲ ۳ **ترجمهٔ گزینه‌ها:**

۱) نظرت در مورد بازیکنان چیست؟ ـ از دروازه‌بان تیم سعادت خوشم می‌آید.

۲) چرا گل پذیرفته نشد؟ ـ شاید به دلیل آفساید.

۳) برای دیدن چه مسابقه‌ای می‌روید؟ ـ به ورزشگاه می‌رویم. (نادرست)

۴) چه وقت دو تیم مساوی شدند؟ ـ دو هفته قبل.

۲۳ **۱** **ترجمهٔ عبارت سؤال:** بهترین سخن آن است که اندک باشد و دلالت کند (مختصر و مفید باشد).

مفهوم: عبارت سؤال بر اهمیت اختصار و در عین حال مفید بودن کلام تأکید می‌کند و این با مفهوم گزینهٔ (۱) متناسب است.

ترجمهٔ گزینه‌ها:

۱) یک کلمه که فایده می‌رساند بهتر از هزار کلمه است که فایده نمی‌رساند.

۲) بیندیش سپس سخن بگو تا از لغزش در امان بمانی.

۳) چه بسا سخنی که از شمشیر برنده‌تر است.

۴) بهترین علم آن است که سود رساند و بهترین سخن آن است که پیروی شود.

■■ متن زیر را با دقت بخوان سپس متناسب با آن به سؤالات پاسخ بده (۲۷ ـ ۲۴):

نتایج یک پژوهش علمی که به تازگی انتشار یافته، نشان داده است که پرداختن به فعالیت‌های بدنی فعّال در طول دورهٔ جوانی از خطرهای ابتلا به بیماری «رعشه» یعنی پارکینسون، هنگامی که انسان در سن و سال پیش می‌رود (پا به سن می‌گذارد)، کم می‌کند.

بیماری پارکینسون از بیماری‌های عصبی است که معمولاً بعد از پنجاه سالگی انسان را مبتلا می‌کند. اما تا امروز راهی یافت نشده است که کند کردن یا توقف پیشرفت این بیماری را ممکن کند به طوری‌که این بیماری بخش مخ را که مسئول کنترل حرکت است، هدف قرار می‌دهد و با رعشهٔ مداوم و عدم هماهنگی در طول حرکت ظاهر می‌شود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مردانی که در جوانی خود به انجام ورزش مثل دو و فوتبال، دو بار در هفته عادت کرده‌اند، به نسبت شصت درصد کم‌تر در معرض خطرهای ابتلا به پارکینسون بوده‌اند.

۲۴ **۳** **ترجمهٔ گزینه‌ها:**

۱) در بیماری پارکینسون، مخ کنترلش را بر کارها از دست می‌دهد.

۲) عامل پشت برخی بیماری‌های انسان همان ترک ورزش است.

۳) بیماری پارکینسون جوانان را بیش‌تر مبتلا می‌کند. با توجه به متن، این بیماری بعد از پنجاه سالگی اتفاق می‌افتد.

۴) دانشمندان تاکنون دارویی برای توقف پارکینسون کشف نکرده‌اند.

۲۵ **۱** از متن نتیجه می‌گیریم که .....

ترجمهٔ گزینه‌ها:

۱) تمرین فعالیت‌های ورزشی صاحبان آن‌ها را فقط از بیماری‌های قلبی حفظ نمی‌کند.

۲) بیماری پارکینسون در نتیجهٔ عدم استفاده از اعضای بدن به مدتی طولانی پدید می‌آید.

۳) پنجاه درصد از افراد در معرض بیماری پارکینسون قرار می‌گیرند.

۴) دلایل پارکینسون و نشانه‌های آن را نمی‌شناسیم.

۲۶ **۲** **حرکت‌گذاری کامل عبارت:** «تُقلِّلُ النشاطاتُ البدنيّةُ بشكلٍ ملحوظٍ مِن أخطارِ الإصابةِ بمرضِ الرعاشِ.»

۲۷ **۳** **دلایل رد سایر گزینه‌ها:**

۱) فعل ماضٍ ← فعل مضارع / للغائب ← للغائبة / باب «تفعّل» ← باب «تفعيل» / الاسم الظاهر (النتائج) ← ضمير «هي» المستتر

۲) مبنيّ للمجهول ← مبنيّ للمعلوم / نائب فاعله ← فاعله

۴) فعل ماضٍ ← فعل مضارع / للغائب ← للغائبة / مجرد ثلاثيّ ← مزيد ثلاثيّ / مبنيّ للمجهول ← مبنيّ للمعلوم / «هو» ← «هي»

■■ گزینهٔ مناسب را در پاسخ به سؤالات زیر مشخص کن (۳۰ ـ ۲۸):

۲۸ **۱** در عبارت سؤال مصدر «تقرُّب» آمده که چون بر وزن «تَفَعُّل» است، پس از باب «تفعُّل» می‌باشد. فعل «تقرَّبَ» در گزینهٔ (۱) بر وزن «تَفَعَّلَ» و ماضی باب «تفعُّل» است.

نکته: فعل ماضی در صیغه‌های سوم شخص مثنای مذکر، جمع مذکر و جمع مؤنث با فعل امر صیغه‌های دوم شخص مثنای مذکر، جمع مذکر و جمع مؤنث در باب «تفعُّل» دقیقاً مانند هم هستند.

۲۹ **۱** تنها اسم نکره در این عبارت، کلمهٔ «أقوی» است.

نکته: اسمی که به اسم معرفه‌ای اضافه شود، معرفه می‌شود و به آن معرفه به اضافه گفته می‌شود. مانند: قدرة الكلام

معرفه به اضافه معرفه به ال

۳۰ **۲** «زرع» در این گزینه اسم و مبتدا است و فعل نیست.

زَرْعٌ زَرَعَهُ صاحبُه: کِشتی که صاحبش آن را کاشت.

نکته: در جواب فعل امر یا نهی، گاهی فعل مضارع می‌آید و در آخر آن تغییراتی پدید می‌آید (ساکن شدن یا حذف (ن) از آخر آن، به‌جز در صیغه‌های جمع مؤنث). مانند «تُعرَفوا» در گزینهٔ (۳) که در جواب فعل امر ما قبل خود (تکلّموا) آمده است.

دین و زندگی

۳۱ **۴** از آن‌جا که **تنها، خدا قادر به تشخیص ویژگی‌های ضروری مقام امامت**، هم‌چون عصمت، در **انسان‌ها است**، باید گفت تنها کسی که می‌تواند فرد شایسته‌ی مقام امامت را معرفی کند، **خداوند متعال** است.

۳۲ **۲** با توجه به آیه‌ی شریفه‌ی **«و أنذِر عَشيرَتَكَ الأقرَبينَ:** خویشان نزدیکت را انذار کن.» دعوت بزرگان بنی‌هاشم توسط پیامبر اکرم (ص) با هدف **انذار ایشان از کفر و بت‌پرستی** صورت گرفته است.

توجه: دقت کنید که سؤال با توجّه به آیات قرآن پاسخ خواسته، بنابراین ما تنها مجاز به انتخاب گزینه‌ی (۲) هستیم، که منطبق بر پیام آیه‌ی بالا است.

۳۳ **۱** با توجه به آیه‌ی شریفه‌ی: **«لَقَد كانَ لَكُم في رَسولِ اللّهِ أُسوَةٌ حَسَنَةٌ لِمَن كانَ يَرجُو اللّهَ وَ اليَومَ الآخِرَ وَ ذَكَرَ اللّهَ كَثيراً:** قطعاً برای شما در رسول خدا سرمشق نیکویی است برای کسی که به خداوند و روز رستاخیز امید دارد و خدا را بسیار یاد می‌کند.» شرط الگوگیری از رسول اکرم (ص) و عمل به آیه‌ی بالا امید به خدا و روز قیامت و فراوانی یاد **خدا** است.

۳۴ **۳** رسول گرامی اسلام (ص) در تشریح آیه‌ی شریفه‌ی: **«يا أيُّهَا الَّذينَ آمَنوا أطيعُوا اللّهَ وَ أطيعُوا الرَّسولَ وَ أُولِي الأمرِ مِنكُم ...:** ای مؤمنان، از خدا اطاعت کنید و از رسول و ولی امرتان اطاعت کنید.» به بیان حدیث جابر پرداختند که در ضمن آن در خصوص **راه نجات در آخرالزمان** می‌فرمایند: «... و غیبت او طولانی می‌گردد تا آن‌جا که فقط افرادی که ایمان راسخ دارند، بر عقیده‌ی به او باقی می‌مانند.»

دقت کنید: مطابق حدیث جابر، راسخ بودن بر ایمان و اعتقاد، شرط باقی ماندن بر عقیده‌ی به امام زمان (عج) است که تنها راه نجات در آخرالزمان می‌باشد.

۳۵ **۳** دلسوزی و **مهربانی پیامبر اکرم (ص) در هدایت مردم، با وجود آزار و اذیت ایشان**، سبب می‌شد تا پیامبر آن‌قدر با مهربانی و صبر، به هدایت مردم ادامه دهد که گاه نزدیک بود از شدت غصه و اندوه فراوان از پا درآید که خداوند به او فرمود: «لعلك باخع على نفسك الّا يكونوا مؤمنين: از این‌که برخی ایمان نمی‌آورند شاید که جانت را [از شدت اندوه] از دست بدهی.» که این مسئله بیانگر **سخت‌کوشی و دلسوزی پیامبر (ص) در هدایت مردم** است.

۳۶ ۱ با توجه به حدیث شریف ثقلین: «**اِنّی تارِکٌ فیکُمُ الثَّقَلَینِ** ...: من در میان شما دو چیز گران‌بها می‌گذارم: کتاب خدا و عترتم، اهل بیتم را. اگر به این دو تمسک جویید هرگز گمراه نمی‌شوید ...» راه رهایی همیشگی از ضلالت و گمراهی پیروی از قرآن و اهل بیت (ع) است.

۳۷ ۳ اگر مردم درباره‌ی آخرت با پیامبر اکرم (ص) حرف می‌زدند ایشان همراهی می‌کردند و اگر درباره‌ی امور دنیوی چون خوردنی‌ها و آشامیدنی‌ها سخن می‌گفتند، از روی لطف و مهربانی با آنان هم‌سخن می‌شدند و تنها هنگام گفتن سخنان حرام، هم‌چون غیبت، مانع سخنان آنان می‌شدند؛ بنابراین می‌توان گفت؛ **پیامبر (ص) هم در امور اخروی و هم در امور دنیوی چون خوردنی‌ها و آشامیدنی‌ها، از سر لطف و مهربانی با مردم هم‌سخن می‌شدند.**

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پیامبر (ص) در مقابل تبعیض و تضییع حقوق دیگران ایستادگی می‌نمود، اما در برابر ضایع شدن حقوق خود بردباری می‌کرد.

۲) درخواست عمومی مردم و اصرار آن‌ها بر قبول خلافت، حجت را بر حضرت تمام کرد.

۴) پیامبر (ص) درآمد بیت‌المال را به طور مساوی تقسیم می‌نمود.

۳۸ ۲ با توجه به پیام آیه‌ی شریفه‌ی: «**اِنَّ الَّذینَ آمَنوا وَ عَمِلُوا الصّالِحاتِ اُولئِکَ هُم خَیرُ البَرِیَّةِ**: کسانی که ایمان آوردند و کارهای شایسته انجام دادند، اینان بهترین مخلوقات‌اند.» قرار گرفتن در زمره‌ی بهترین مخلوقات، نتیجه‌ی **ایمان به خدا و انجام عمل صالح** است که مصداق آیه‌ی مورد نظر با توجه به روایات، **حضرت علی (ع) و پیروان او** هستند.

۳۹ ۱ حدیث «بی‌گمان آن‌چه را من می‌شنوم تو هم می‌شنوی و آن‌چه را من می‌بینم تو هم می‌بینی، جز این‌که تو پیامبر نیستی، بلکه وزیر هستی و تو هر آینه بر راه خیر می‌باشی.» از پیامبر اکرم (ص) که خطاب به امیرالمؤمنین (ع) بیان شده است با حدیث «**اَنتَ مِنّی بِمَنزِلَةِ هارونَ مِن مُوسی اِلّا اِنَّهو لا نَبِیَّ بَعدی**» ارتباط مفهومی دارد و هر دو بیانگر ختم نبوت و مقام جانشینی و وزیری امیرالمؤمنین (ع) نسبت به پیامبر اکرم (ص) می‌باشد.

۴۰ ۴ رسول اکرم (ص)، در حدیثی در وصف امیرالمؤمنین (ع) می‌فرمایند: «این مرد اولین ایمان‌آورنده‌ی به خدا، **وفادارترین** شما در پیمان با خدا، راسخ‌ترین شما در انجام فرمان خدا، **صادق‌ترین** شما در داوری بین مردم، بهترین شما در رعایت مساوات و ارجمندترین شما نزد خداست.»

۴۱ ۴ با توجه به پیام آیه‌ی شریفه‌ی: «**وَ ما مُحَمَّدٌ اِلّا رَسولٌ قَد خَلَت مِن قَبلِهِ الرُّسُلُ اَفَاِن ماتَ اَو قُتِلَ اِنقَلَبتُم عَلیٰ اَعقابِکُم وَ مَن یَنقَلِب عَلیٰ عَقِبَیهِ فَلَن یَضُرَّ اللّهَ شَیئاً وَ سَیَجزِی اللّهُ الشّاکِرینَ**: و محمّد نیست، مگر رسولی که پیش از او رسولان دیگری بودند. پس اگر او بمیرد یا کشته شود، آیا شما به گذشته [و آیین پیشین خود] بازمی‌گردید؟ و هر کس به گذشته بازگردد، به خدا هیچ گزند و زیانی نرساند و خداوند به زودی سپاسگزاران را پاداش می‌دهد.» سپاسگزاران واقعی **نعمت رسول خدا (ص) پس از رحلت او** کسانی هستند که به عقاید دوران جاهلیت خود بازنمی‌گردند و **مصون از تحول اعتقاد، در رویدادهای سخت می‌باشند.**

۴۲ ۲ با توجه به سخن امام علی (ع) خطاب به مسلمانان که می‌فرمایند: «سوگند به خداوندی که جانم به دست قدرت اوست، آن مردم [شامیان] بر شما پیروز خواهند شد؛ نه از آن جهت که آنان به حق نزدیک‌ترند، بلکه به این جهت که آنان در راه باطلی که زمامدارشان می‌رود شتابان فرمان او را می‌برند و شما در حق من بی‌اعتنایی و کندی می‌کنید. این مطلب قلب انسان را به درد می‌آورد که آن‌ها در مسیر باطل خود چنین متحدند، و شما در راه حق این‌گونه متفرق و پراکنده‌اید.» درمی‌یابیم که آن‌چه قلب انسان را به درد می‌آورد، **اتحاد شامیان در مسیر باطل خود در برابر تفرقه‌ی مسلمانان در مسیر حق خود می‌باشد.**

توجه: گزینه (۱) دلیل پیروزی شامیان از دیدگاه امام علی (ع) است، نه مطلبی که قلب انسان را به درد بیاورد.

۴۳ ۳ نتایج نامیمون ممنوعیت **نوشتن احادیث پیامبر اکرم (ص)** تا حدود زیادی دامن‌گیر شیعیان نگشت، زیرا ائمه (ع) احادیث پیامبر را حفظ کرده بودند و شیعیان، این احادیث را از طریق این بزرگواران که انسان‌هایی معصوم بودند و سخنانشان چون رسول خدا معتبر بود، به دست می‌آوردند.

۴۴ ۴ **تبدیل حکومت عدل نبوی به سلطنت** و ساخت کاخ‌های بزرگ و ثروت‌اندوزی توسط خلفای اموی و عباسی سبب شد تا جامعه‌ی مؤمن و فداکار عصر پیامبر اکرم (ص) به جامعه‌ای راحت‌طلب، تسلیم و بی‌توجه به سیره و روش رسول اکرم (ص) تبدیل گردد.

۴۵ ۱ نظام حکومت اسلامی بر مبنای **امامت** طراحی شده بود که اندکی پس از رسول خدا (ص) دچار انحراف شد و به دست بنی‌امیه افتاد یعنی کسانی که سرسختانه با پیامبر (ص) مبارزه می‌کردند و هنگامی که راهی جز تسلیم و اطاعت نداشتند **در آخرین سال‌های حیات پیامبر (ص) به ظاهر اسلام آورده بودند.**

زبان انگلیسی

۴۶ ۱ اوه نه! یادم رفته است تکالیفم را بیاورم! چه کار خواهم کرد؟ این دومین باری است [که] امسال تکالیفم را فراموش کرده‌ام!

توضیح: در جای خالی اول از زمان حال کامل (have / has + p.p.) برای اشاره به عملی استفاده شده که در گذشته انجام شده، ولی آثار آن تاکنون ادامه دارد. در جای خالی دوم، از زمان حال کامل به همراه عدد شمارشی (در این مورد "the second") استفاده شده است تا به تجربیات شخص از گذشته تاکنون اشاره شود.

۴۷ ۲ آن‌ها پیوندهایی را به یک ارائه‌دهنده‌ی خدمات اینترنت برقرار می‌کنند و برای کاربرانشان دسترسی باز برای وب‌گردی کردن ارائه می‌دهند.

۱) کسب کردن، دست یافتن

۲) موج‌سواری کردن

۳) آویزان کردن، آویختن

۴) خدمت کردن

توضیح: وب‌گردی کردن: "surf the Internet / Net"

۴۸ ۴ دولت برنامه‌هایش را شروع کرده است تا از علم و فناوری جدید برای پرداختن به جرم و تروریسم استفاده کند.

۱) رابطه، ارتباط
۲) [از رادیو و تلویزیون] پخش
۳) توضیح، شرح
۴) تکنولوژی، فناوری

۴۹ ۱ شما نمی‌توانید تأثیر افزایش حقوقتان را بدون در نظر گرفتن افزایش هزینه‌ی زندگی اندازه بگیرید.

۱) اندازه گرفتن، اندازه‌گیری کردن
۲) بهبود بخشیدن؛ بهبود یافتن
۳) متعادل کردن، متوازن کردن
۴) جلوگیری کردن از، پیشگیری کردن از

۵۰ ۴ سمیرا گفت مراقب او خواهد بود، ولی متأسفانه این مانع او نشد تا همان اشتباه را دوباره مرتکب شود.

۱) ناگهان، به طور ناگهانی
۲) به ویژه، به خصوص
۳) کاملاً
۴) متأسفانه

توضیح: مراقب کسی بودن: "keep an eye on sb"

عینک‌ها، دوربین‌ها، تلسکوپ‌ها و میکروسکوپ‌ها برای خلق انواع خاصی از تصاویر، از عدسی‌ها استفاده می‌کنند. برای مثال عدسی‌ها در تلسکوپ، تصویر بزرگ‌شده‌ای از یک شیء دور را تولید می‌کنند. تمامی عدسی‌ها بر مبنای این اصل کار می‌کنند که اگرچه نور همیشه در خطوط مستقیمی حرکت می‌کند [اما] آن از شیشه آرام‌تر حرکت می‌کند تا از هوا. اگر یک اشعه‌ی نور در زاویه‌ای به شیشه برخورد کند، یک سوی اشعه درست پیش از سوی دیگر به شیشه برخورد خواهد کرد و زودتر کند خواهد شد. تأثیر [این فرآیند] خم کردن جزئی اشعه‌ی نور است، درست همانند ماشینی که اگر لاستیک پنچری داشته باشد به یک طرف کشیده می‌شود. این خم شدن (شکست) نور، تجزیه (انکسار) نور نامیده می‌شود.

۵۱ ۲

۱) بنابراین، در نتیجه
۲) برای مثال، به عنوان نمونه
۳) از طرف دیگر، از سوی دیگر
۴) راستی، ضمناً

۵۲ ۱

۱) کار کردن؛ عمل کردن
۲) نگه داشتن؛ برگزار کردن
۳) درست کردن؛ باعثِ ... شدن
۴) چرخیدن؛ چرخاندن

۵۳ ۳ **توضیح:** با توجه به کاربرد صفت تفضیلی (در این مورد "slower") پیش از جای خالی، در این جمله به "than" نیاز داریم.

۵۴ ۳

۱) درست کردن، تشکیل دادن؛ آشتی کردن
۲) [لباس و غیره] درآوردن؛ [هواپیما و غیره] بلند شدن
۳) کند شدن
۴) ادامه دادن به

۵۵ ۴

۱) چون (که)؛ از وقتی (که)
۲) اگر
۳) مگر این‌که
۴) همانندِ؛ چون (که)؛ به عنوانِ

اوربیس سازمانی است که به مردم نابینا در همه‌جا کمک می‌کند. آن یک بیمارستان چشم [پزشکی] در داخل هواپیما ساخته [است] و آن را با یک تیم بین‌المللی پزشکی در سرتاسر جهان به پرواز درآورده است. سمانتا گراهام، یک دختر دانش‌آموز چهارده‌ساله از انگلستان، با این هواپیما به مغولستان رفت. سمانتا داستان ایوختول، دختر جوان مغول را روایت می‌کند.

«سال گذشته، هنگامی که ایوختول از مدرسه به خانه پیاده برمی‌گشت، توسط پسران با چوب مورد حمله قرار گرفت و چشم‌هایش به شدت آسیب دید. دکتر دافی، پزشک [سازمان] اوربیس گفت که بدون عمل جراحی او هرگز دوباره نخواهد دید. من به تمام کارهای روزانه‌ای [که] انجام می‌دهم، فکر کردم که او نمی‌توانست [آن‌ها را انجام دهد]؛ کارهایی مثل خواندن کتاب‌های مدرسه، تماشای تلویزیون، دیدن دوستان، و متوجه شدم [که] من چقدر خوش‌شانس هستم.»

«تیم اوربیس قبول کرد تا بر روی [چشمان] ایوختول جراحی کند و من به همراه تعدادی دانشجوی پزشکی مغول اجازه پیدا کردم [آن جراحی را] تماشا کنم. من دعا می‌کردم که عمل جراحی موفقیت‌آمیز باشد. روز بعد در حالی‌که دکتر دافی پانسمان‌های ایوختول را برمی‌داشت، با نگرانی همراه او منتظر بودم. او گفت: «طی شش‌ماه دیدِ شما به حالت نرمال (طبیعی) [خود] برخواهد گشت.» ایوختول لبخند زد، مادرش گریست و من هم مجبور شدم چند [قطره] اشک را پاک کنم!»

«الان ایوختول می‌خواهد به شدت درس بخواند تا پزشک شود. تمام آینده‌ی او به لطف یک عمل جراحی ساده تغییر کرده است. همه‌ی ما باید بیش‌تر در این‌باره فکر کنیم [که] چقدر دیدمان برایمان ارزشمند است.»

۵۶ ۲ هدف اصلی نویسنده از نوشتن این متن چیست؟

۱) توصیف کردن یک سفر خطرناک
۲) گزارش دادن [روند] درمان یک بیمار
۳) توضیح دادن [این‌که] بینایی چگونه می‌تواند از دست برود
۴) هشدار دادن در مورد بازی کردن با چوب

۵۷ ۳ خواننده می‌تواند در این متن در چه موردی کسب اطلاع کند؟

۱) زندگی کودکان مدرسه‌ای در مغولستان
۲) دشواری‌ها برای مسافران نابینا
۳) فعالیت بین‌المللی برخی پزشکان چشم
۴) بهترین روش مطالعه‌ی پزشکی

۵۸ ۱ سمانتا بعد از ملاقات ایوختول ..... .

۱) در مورد بینایی خودش احساس سپاسگزاری داشت
۲) از مهارت پزشک احساس غرور کرد
۳) از شجاعت ایوختول متعجب شد
۴) در مورد تجربه‌ی ایوختول عصبانی شد

۵۹ ۲ نتیجه‌ی جراحی ایوختول چه بود؟

۱) او تا همان زمان می‌توانست دوباره به خوبی ببیند.
۲) بعد از مدتی او می‌توانست به خوبی قبل ببیند.
۳) او می‌توانست بهتر ببیند، ولی هرگز چشمان عادی نخواهد داشت.
۴) او پیش از [این‌که] بهبود یابد، به جراحی دیگری نیاز داشت.

۶۰ ۴ سمانتا ..... اجازه یافت تا جراحی را مشاهده کند.

۱) چون که دانشجوی پزشکی بود
۲) از آن‌جایی که قادر بود به پزشکان کمک کند
۳) در نتیجه‌ی دوستی‌اش با ایوختول
۴) با تعدادی دانشجوی پزشکی از مغولستان

ریاضیات

۶۱ **۲** برای تعیین برد تابع $2f-3f^{-1}$، ابتدا باید دامنه‌ی آن را مشخص کنیم.

$$D_{2f-3f^{-1}}=D_{2f}\cap D_{3f^{-1}}=D_f\cap D_{f^{-1}}$$

پس نیاز به محاسبه‌ی f^{-1} داریم:

$$f^{-1}=\{(4,-1),(-1,3),(6,5),(1,6)\}$$
$$\Rightarrow D_{f^{-1}}=\{4,-1,6,1\}$$
$$\xrightarrow{D_f=\{-1,3,5,6\}} D_f\cap D_{f^{-1}}=\{-1,6\}$$
$$\Rightarrow\begin{cases}2f(-1)-3f^{-1}(-1)=(2\times4)-(3\times3)=-1\\2f(6)-3f^{-1}(6)=(2\times1)-(3\times5)=-13\end{cases}$$

بنابراین برد تابع $2f-3f^{-1}$ برابر $\{-13,-1\}$ است.

۶۲ **۳** در ابتدا $g^{-1}(x)$ را محاسبه می‌کنیم:

$$g(x)=y=\frac{x+\frac{1}{3}}{x-1}\Rightarrow yx-y=x+\frac{1}{3}\Rightarrow xy-x=y+\frac{1}{3}$$
$$\Rightarrow x(y-1)=y+\frac{1}{3}\Rightarrow x=\frac{y+\frac{1}{3}}{y-1}\Rightarrow g^{-1}(y)=\frac{y+\frac{1}{3}}{y-1}$$
$$\Rightarrow g^{-1}(x)=\frac{x+\frac{1}{3}}{x-1}$$
$$\Rightarrow (f-3g^{-1})(x)=f(x)-3g^{-1}(x)=\frac{3x+1}{x-2}-3\frac{x+\frac{1}{3}}{x-1}$$
$$=\frac{3x+1}{x-2}-\frac{3x+1}{x-1}\xrightarrow{\text{بنابر صورت تست}}0$$
$$\xrightarrow{\text{مخرج‌مشترک‌گیری}}\frac{(3x+1)(x-1)-(3x+1)(x-2)}{(x-2)(x-1)}=0$$

پس صورت کسر را مساوی صفر قرار می‌دهیم:

$$(3x+1)(x-1)-(3x+1)(x-2)=0$$
$$\Rightarrow (3x+1)(\underbrace{x-1-x+2}_{1})=0\Rightarrow (3x+1)(x-1-(x-2))=0$$
$$\Rightarrow 3x+1=0\Rightarrow x=-\frac{1}{3}$$

۶۳ **۱** زیر رادیکال با فرجه‌ی زوج همواره بزرگ‌تر یا مساوی صفر است، اما چون رادیکال در مخرج کسر قرار دارد، پس باید مخالف صفر نیز باشد یعنی باید $g(x)-|x|>0$ (توجه شود اکیداً بزرگ‌تر از صفر است)، پس باید داشته باشیم $g(x)>|x|$.

با توجه به شکل داده‌شده، در بازه‌های $(-3,-9)$ و $(3,9)$، $g(x)>|x|$ و در بازه‌ی $[-3,3]$ و در نقاط $x=-9$ و $x=9$، $g(x)\le|x|$، بنابراین جواب صحیح $(-3,-9)\cup(3,9)$ است.

۶۴ **۴** برای محاسبه‌ی $h=\frac{f-g}{3f^2}$، ابتدا دامنه‌ی h را محاسبه می‌کنیم.

$$D_h=D_{\frac{f-g}{3f^2}}=D_f\cap D_g-\{x|f^2(x)=0\}$$
$$=D_f\cap D_g-\{x|f(x)=0\}=\{0,3\}-\{3\}=\{0\}$$
$$\Rightarrow D_h=\{0\}\Rightarrow a=0$$

از طرفی:

$$b=h(0)=\frac{f(0)-g(0)}{3f^2(0)}\Rightarrow b=\frac{4+1}{48}=\frac{5}{48}$$
$$\Rightarrow\frac{3}{5}(a+b)=\frac{3}{5}(\frac{5}{48})=\frac{3}{48}=\frac{1}{16}=2^{-4}$$

۶۵ **۴**
$$D_{f+2g}=D_f\cap D_{2g}=D_f\cap D_g$$

$D_f: x^2-4\ge0\Rightarrow(x-2)(x+2)\ge0\Rightarrow$

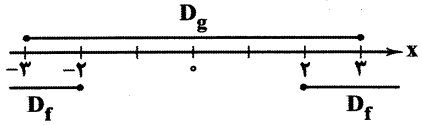
x		-2		2	
$f(x)$	$+$	0	$-$	0	$+$

$$\Rightarrow D_f=(-\infty,-2]\cup[2,+\infty)$$

$D_g: 9-x^2\ge0\Rightarrow(3-x)(3+x)\ge0\Rightarrow$

x		-3		3	
$g(x)$	$-$	0	$+$	0	$-$

$$\Rightarrow D_g=[-3,3]$$

$\Rightarrow$ 

$$\Rightarrow D_{f+2g}=[-3,-2]\cup[2,3]$$

۶۶ **۲** می‌دانیم دامنه‌ی $f\cdot g$ برابر $D_f\cap D_g$ است، پس:

$$D_f=D_g: x^4-2\ge0\Rightarrow x^4\ge2\Rightarrow x\ge\sqrt[4]{2}\ \text{یا}\ x\le-\sqrt[4]{2}$$

حاصل‌ضرب ۲ تابع f و g

$$(f.g)(x)=(x^2+\sqrt{x^4-2})(x^2-\sqrt{x^4-2})$$
$$\xrightarrow{\text{اتحاد مزدوج}} x^4-(x^4-2)=2$$

۶۷ **۱** چون برد تابع $f(x)$ برابر $[-5,2]$ است، پس:

$$-5<f(x)\le2\xrightarrow[\text{روی برد تأثیری ندارند.}]{\text{انتقال‌های افقی}}-5<f(x-1)\le2$$
$$\xrightarrow{\times(-3)}15>-3f(x-1)\ge-6$$
$$\xrightarrow{+4}15+4>-3f(x-1)+4\ge-6+4$$
$$\Rightarrow19>-3f(x-1)+4\ge-2\Rightarrow19>g(x)\ge-2$$

لذا برد تابع $g(x)$ برابر $[-2,19)$ است.

۶۸ **۳** باید زیر رادیکال فرجه زوج بزرگ‌تر یا مساوی صفر باشد، اما چون رادیکال در مخرج کسر قرار دارد، پس زیر رادیکال فقط باید (اکیداً) بزرگ‌تر از صفر باشد، یعنی:

$$-x^5f(x)>0$$
$$\Rightarrow x^5f(x)<0$$

یعنی دامنه شامل xهایی است که x و $f(x)$، هم‌علامت نباشند:

$x\in(-\infty,-3]: f(x)\le0\Rightarrow xf(x)\ge0$ ✗

$x\in(-3,0): f(x)>0\Rightarrow xf(x)<0\Rightarrow x^5f(x)<0$ ✓

$x\in[0,7]: f(x)\ge0\Rightarrow xf(x)\ge0$ ✗

$x\in(7,+\infty): f(x)<0\Rightarrow xf(x)<0\Rightarrow x^5f(x)<0$ ✓

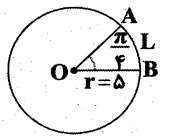
پس جواب نهایی $(-3,0)\cup(7,+\infty)$ می‌شود.

۶۹ **۲** بنابر فرض مسئله $\alpha+\beta=\frac{\pi}{3}$ و α,β زوایای حاده هستند، پس داریم:

$$\cot(4\alpha+3\beta)=\cot(3(\alpha+\beta)+\alpha)=\cot(3\frac{\pi}{3}+\alpha)$$
$$=\cot(\pi+\alpha)=\cot\alpha\ (*)$$

$$\cot(\frac{5}{2}\alpha+\frac{3}{2}\beta)=\cot(\frac{3}{2}(\alpha+\beta)+\alpha)=\cot(\frac{3}{2}\times\frac{\pi}{3}+\alpha)$$
$$=\cot(\frac{\pi}{2}+\alpha)=-\tan\alpha \quad (**)$$
$$\Rightarrow \cot(4\alpha+3\beta)\times\cot(\frac{5}{2}\alpha+\frac{3}{2}\beta)\overset{(*)}{\underset{(**)}{=}}\cot\alpha(-\tan\alpha)$$
$$=-\underbrace{\cot\alpha\tan\alpha}_{1}=-1$$

۷۰ گزینه ۱ ابتدا زاویه‌ی 45° را با کمک رابطه‌ی $\frac{D}{180}=\frac{R}{\pi}$ به رادیان تبدیل می‌کنیم.



$$\frac{45^\circ}{180^\circ}=\frac{R}{\pi}\Rightarrow R=\frac{45\pi}{180}=\frac{\pi}{4}\text{Rad}$$

θ) $\theta=\frac{L}{r}\xrightarrow{L=\widehat{AB}}\frac{\pi}{4}=\frac{\widehat{AB}}{5}$ برحسب رادیان)

$$\Rightarrow 4\widehat{AB}=5\pi\Rightarrow\widehat{AB}=\frac{5}{4}\pi$$

۷۱ گزینه ۲ عقربه‌ی دقیقه‌شمار در هر ساعت (۶۰ دقیقه) یک دور کامل، معادل 2π رادیان می‌چرخد (دوران می‌کند)، پس از تناسب زیر، مدت زمان $\frac{5}{3}\pi$ رادیان دوران را می‌یابیم:

$$\frac{\frac{5\pi}{3}}{2\pi}=\frac{t}{60}\Rightarrow t=\frac{60\times5\times\frac{\pi}{3}}{2\pi}=50 \text{ دقیقه}$$

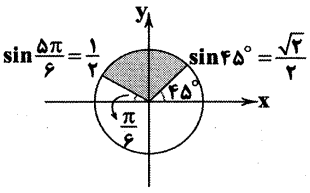
۷۲ گزینه ۳ می‌دانیم مجموع زوایای داخلی یک n‌ضلعی از رابطه‌ی $180^\circ(n-2)$ محاسبه می‌گردد. پس مجموع زوایای داخلی یک پنج‌ضلعی برابر $180^\circ\times(5-2)=540^\circ$ یا 3π رادیان می‌باشد، زیرا:

$$\frac{540^\circ}{180^\circ}=\frac{R}{\pi}\Rightarrow R=3\pi$$

زوایای پنج‌ضلعی بنابر فرض، $\theta,\theta+\frac{\pi}{10},\theta+\frac{2\pi}{10},\theta+\frac{3\pi}{10},\theta+\frac{4\pi}{10}$ هستند و مجموع آن‌ها 3π رادیان است، بنابراین:

$$\theta+\theta+\frac{\pi}{10}+\theta+\frac{2\pi}{10}+\theta+\frac{3\pi}{10}+\theta+\frac{4\pi}{10}=3\pi$$
$$\Rightarrow 5\theta+\pi=3\pi\Rightarrow 5\theta=2\pi\Rightarrow\theta=\frac{2\pi}{5}$$ (کوچک‌ترین زاویه)
$$\Rightarrow\theta+\frac{4}{10}\pi=\frac{2\pi}{5}+\frac{4\pi}{10}=\frac{8\pi}{10}=\frac{4\pi}{5}$$ (بزرگ‌ترین زاویه‌ی پنج‌ضلعی)

۷۳ گزینه ۴ در ناحیه‌ی رنگی، کم‌ترین مقدار $\sin\theta$، برابر با $\frac{1}{2}$ و بیش‌ترین مقدار آن برابر با ۱ است که به‌ازای $\theta=\frac{\pi}{2}$ رخ می‌دهد:



$$\Rightarrow\frac{1}{2}<\frac{2m+6}{3}\leq1\xrightarrow{\times6}3<2(2m+6)\leq6$$
$$\Rightarrow 3<4m+12\leq6\xrightarrow{-12}-9<4m\leq-6$$
$$\xrightarrow{\div4}-\frac{9}{4}<m\leq-\frac{6}{4}\Rightarrow-\frac{9}{4}<m\leq-\frac{3}{2}\Rightarrow m\in(-\frac{9}{4},-\frac{3}{2}]$$

۷۴ گزینه ۲

$$\cos\frac{8\pi}{9}=\cos(\pi-\frac{\pi}{9})=-\cos\frac{\pi}{9}$$
$$\cos\frac{7\pi}{9}=\cos(\pi-\frac{2\pi}{9})=-\cos\frac{2\pi}{9}$$
$$\cos\frac{6\pi}{9}=\cos(\pi-\frac{3\pi}{9})=-\cos\frac{3\pi}{9}$$
$$\cos\frac{5\pi}{9}=\cos(\pi-\frac{4\pi}{9})=-\cos\frac{4\pi}{9}$$
$$\Rightarrow\begin{cases}\cos\frac{8\pi}{9}+\cos\frac{\pi}{9}=0\\ \cos\frac{7\pi}{9}+\cos\frac{2\pi}{9}=0\\ \cos\frac{6\pi}{9}+\cos\frac{3\pi}{9}=0\\ \cos\frac{5\pi}{9}+\cos\frac{4\pi}{9}=0\end{cases}$$
$$\Rightarrow A=0$$

۷۵ گزینه ۳ از این‌که $\cos\alpha\sin\alpha>0$ نتیجه می‌گیریم که $\sin\alpha$ و $\cos\alpha$ هم‌علامت هستند و لذا انتهای کمان α در ناحیه‌ی اول یا ناحیه‌ی سوم قرار دارد. (*)

از طرفی چون $\sin\alpha\cot\alpha<0$، پس باید به دنبال ناحیه‌هایی باشیم که $\sin\alpha$ و $\cot\alpha$ هم‌علامت نیستند. بنابراین ناحیه‌های مذکور ناحیه‌ی دوم و ناحیه‌ی سوم می‌باشد. (**)

$(*)\cap(**)\Leftarrow$ انتهای کمان در ناحیه‌ی سوم قرار دارد.

۷۶ گزینه ۱

$$\tan^2(135^\circ)=(\tan(135^\circ))^2$$
$$=(\tan(90^\circ+45^\circ))^2=(-\cot45^\circ)^2=1$$
$$\sin^2(210^\circ)=(\sin210^\circ)^2=(\sin(180^\circ+30^\circ))^2$$
$$=(-\sin30^\circ)^2=(-\frac{1}{2})^2=\frac{1}{4}$$
$$\tan(150^\circ)=\tan(180^\circ-30^\circ)=-\tan30^\circ=-\frac{\sqrt{3}}{3}$$
$$\sin(-45^\circ)=-\sin45^\circ=-\frac{\sqrt{2}}{2}$$
$$\sin(-300^\circ)=-\sin300^\circ=-\sin(360^\circ-60^\circ)$$
$$=-(-\sin60^\circ)=\sin60^\circ=\frac{\sqrt{3}}{2}$$
$$\Rightarrow 1+\frac{1}{4}=x(-\frac{\sqrt{2}}{2})(-\frac{\sqrt{3}}{3})(\frac{\sqrt{3}}{2})\Rightarrow\frac{5}{4}=x(\frac{\sqrt{2}}{4})$$
$$\Rightarrow x=\frac{5}{\sqrt{2}}=\frac{5\sqrt{2}}{2}$$

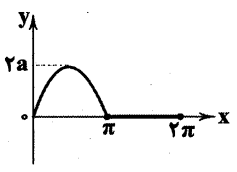
۷۷ گزینه ۴

$$\left.\begin{array}{l}\cot(9\pi+x)=\cot(x+\pi)=\cot x\\ \tan(10\pi+x)=\tan x\\ \sin(2\pi-x)=\sin(-x)=-\sin x\\ \cos(\frac{3}{2}\pi+x)=\sin x\end{array}\right\}$$
$$\Rightarrow A=\cot x\tan x-\sin x\sin x=1-\sin^2x=\cos^2x$$

۷۸ گزینه ۱

$$f(x)=a\sin x+|a\sin x|=\begin{cases}a\sin x+a\sin x & 0\leq x\leq\pi\\ a\sin x-a\sin x & \pi<x\leq2\pi\end{cases}$$
$$\Rightarrow\begin{cases}2a\sin x & 0\leq x\leq\pi\\ 0 & \pi<x\leq2\pi\end{cases}$$

رسم نمودار(a، عددی طبیعی)



۷۹ **۴** همان‌طور که از صورت سؤال مشخص است، این نمودار انتقال‌یافته‌ی نمودار تابع $y=\cos x$ است که با مقایسه در می‌یابیم نمودار $y=\cos x$ به اندازه‌ی $\frac{\pi}{۲}$ انتقال افقی به سمت راست و به اندازه‌ی ۱ واحد انتقال عمودی یا عرضی به بالا دارد، پس در $f(x)=b+\cos(x-a)$ مقدار b برابر ۱ و مقدار a برابر $\frac{\pi}{۲}$ است، پس:

$$\begin{cases} b=۱ \\ a=\frac{\pi}{۲} \end{cases}$$

با جای‌گذاری این مقادیر در گزینه‌ها، فقط گزینه‌ی (۴)، تابع $۱-x$ می‌شود:

$$\Rightarrow \{(۲,\frac{\pi}{۲}),(-۱,\pi),(۱,-\frac{\pi}{۲})\}$$

۸۰ **۳**

$$-۱\le \sin x \le ۱ \xrightarrow{a>۰} -(a+۱)\le (a+۱)\sin x \le (a+۱)$$

$$\xrightarrow{+۲b} -(a+۱)+۲b\le (a+۱)\sin x+۲b\le (a+۱)+۲b$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -a-۱+۲b=-۱ \\ a+۱+۲b=۹ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -a+۲b=۰ \\ a+۲b=۸ \end{cases}$$

دو معادله را با هم جمع می‌کنیم:

$$۴b=۸ \Rightarrow b=۲ \xrightarrow[-a+۲b=۰]{\text{جای‌گذاری در}} -a+۴=۰ \Rightarrow a=۴$$

بنابراین:

$$\sin\frac{\pi}{b}+\tan\frac{\pi}{a}=\sin\frac{\pi}{۲}+\tan\frac{\pi}{۴}=۱+۱=۲$$

زیست‌شناسی

۸۱ **۴** عرق سطح پوست را می‌پوشاند. عرق با ایجاد خاصیت اسیدی در سطح پوست، با میکروب‌های بیماری‌زا مقابله می‌کند. در سطح لایه‌های مخاطی امکان مشاهده‌ی عرق وجود ندارد.

پوست	لایه‌ی بیرونی	فاقد مژک	فاقد ماده‌ی مخاطی
	لایه‌ی درونی	فاقد مژک	فاقد ماده‌ی مخاطی
لایه‌های مخاطی	مجاری تنفسی	دارای مژک	دارای ماده‌ی مخاطی
	لوله‌ی گوارش	فاقد مژک	دارای ماده‌ی مخاطی
	مجاری ادراری ـ تناسلی	در بیش‌تر نقاط فاقد مژک	دارای ماده‌ی مخاطی

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در بین لایه‌های مخاطی بدن، لایه‌ی مخاطی موجود در دستگاه تنفس و لوله‌ی رحم است که دارای یاخته‌های پوششی مژک‌دار است، پس برخی از لایه‌های مخاطی، نظیر لایه‌ی مخاطی لوله‌ی گوارش همانند پوست انسان فاقد یاخته‌های مژک‌دار هستند.

۲) هم پوست و هم لایه‌های مخاطی، هر دو جزیی از نخستین خط دفاعی بدن انسان را تشکیل می‌دهند و مانع ورود میکروب‌ها به درون بدن می‌شوند.

۳) در پوست انسان و لایه‌های مخاطی، امکان مشاهده‌ی یاخته‌های پیوندی و پوششی وجود دارد.

۸۲ **۴** در نخستین خط دفاعی بدن انسان، مواد ترشحی مختلفی وجود دارد که در بین آن‌ها، ماده‌ی مخاطی، اشک، بزاق و عرق دارای آنزیم لیزوزیم هستند. می‌دانیم که آنزیم لیزوزیم نقش مهمی در مقابله با باکتری‌ها دارند، پس همه‌ی این ترشحات دفاعی، در مقابله با باکتری‌ها مؤثر هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) ماده‌ی مخاطی و بزاق دارای خاصیت چسبندگی هستند، اما سایر این مواد ترشحی نه.

۲) ماده‌ی مخاطی در سطح پوست یافت نمی‌شود.

۳) در بین این مواد ترشحی، فقط اشک و عرق هستند که ترکیبات نمکی دارند.

۸۳ **۴** همه‌ی موارد، عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند. ماستوسیت‌ها و یاخته‌های دارینه‌ای، بیگانه‌خوارهایی هستند که در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون ارتباط دارند، به فراوانی یافت می‌شوند.

بررسی موارد:

الف) ماستوسیت‌ها از تغییر مونوسیت‌ها ایجاد نمی‌شوند.

ب) یاخته‌های دارینه‌ای پس از برخورد به یک نوع میکروب خاص، قسمت‌هایی از آن را بر سطح خود قرار می‌دهند و خود را به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌رسانند، اما ماستوسیت‌ها چنین توانایی ندارند.

ج) یاخته‌هایی که توسط ایلیا مچنیکو کشف شدند، یاخته‌هایی با توانایی بیگانه‌خواری بودند. پس این ویژگی درباره‌ی هر دوی این یاخته‌ها (ماستوسیت‌ها و یاخته‌های دارینه‌ای) درست است، اما دقت کنید که ماستوسیت‌ها برخلاف یاخته‌های دارینه‌ای قادر به ترشح هیستامین هستند.

د) درشت‌خوارها برخلاف یاخته‌های دارینه‌ای و ماستوسیت‌ها، در پاکسازی کبد و طحال از گویچه‌های قرمز مرده نقش دارند.

۸۴ **۱** نوتروفیل‌ها شبیه به نیروهای واکنش سریع هستند. این یاخته‌ها توانایی بیگانه‌خواری عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تر از خود نظیر کرم‌های انگل را ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) مونوسیت‌ها در پی خروج از خون تغییر پیدا می‌کنند و یاخته‌های دارینه‌ای و درشت‌خوارها را پدید می‌آورند. در این‌صورت دیگر نیازی نیست که این یاخته‌ها از مرحله‌ی $G_۲$ چرخه‌ی یاخته‌ای عبور کنند و یا تقسیم شوند.

۳) بازوفیل‌ها و ماستوسیت‌ها با ترشح هیستامین موجب بروز علائم حساسیت می‌شوند. بازوفیل‌ها یاخته‌های ایمنی موجود در خون هستند و توانایی عبور از دیواره‌ی رگ‌های خونی و تراگذری را دارند.

۴) لنفوسیت‌های T و یاخته‌های کشنده‌ی طبیعی در مبارزه با یاخته‌های سرطانی نقش دارند. یاخته‌های کشنده‌ی طبیعی میکروب‌ها را براساس ویژگی‌های عمومی آن‌ها شناسایی می‌کنند، ولی لنفوسیت‌های T جزیی از سومین خط دفاعی بدن انسان را تشکیل می‌دهند و میکروب‌ها را براساس آنتی‌ژن‌های موجود در سطح آن‌ها و ویژگی‌های اختصاصی آن‌ها، شناسایی می‌کنند.

۸۵ **۴** پرفورین و پروتئین مکمل در غشای یاخته‌های هدف خود منافذی را ایجاد می‌کنند. پرفورین با ایجاد منفذ در غشای یاخته‌های سرطانی یا آلوده به ویروس و یا پیوندزده شده، موجب نشت مواد درون این یاخته‌ها به بیرون و مرگ آن‌ها می‌شود. پروتئین‌های مکمل نیز با ایجاد منافذی در غشای میکروب، آن‌ها را می‌کشد. در پی مرگ این یاخته‌ها و خنثی‌سازی آن‌ها زمینه‌ی فعالیت درشت‌خوارها فراهم می‌آید تا این یاخته‌ها را با بیگانه‌خواری از بین برده و پاکسازی کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پرفورین در برابر عواملی از جمله یاخته‌های سرطانی، آلوده به ویروس و پیوندزده شده فعالیت می‌کند که در این بین یاخته‌های سرطانی عاملی غیربیگانه هستند.

۲) پرفورین پروتئین محلول در خوناب محسوب نمی‌شود.

۳) پرفورین توسط لنفوسیت T کشنده و یاخته‌های کشنده‌ی طبیعی ترشح می‌شود، اما پروتئین مکمل نه.

۸۶ ۳ موارد «الف» و «ج» درست هستند.

بررسی موارد:

الف) در نخستین خط دفاعی بدن از ورود میکروب‌ها به بدن جلوگیری می‌شود، اما در دومین خط دفاعی بدن انسان، سازوکارهایی موجب می‌شوند تا با عوامل بیماری‌زایی که به درون بدن وارد شده‌اند، مقابله شود.

ب) در هر دوی این خطوط عوامل بیگانه از یاخته‌های خودی شناسایی می‌شوند. در دومین خط دفاعی، یاخته‌ها براساس ویژگی‌های عمومی شناسایی می‌شوند و در سومین خط دفاعی بر اساس ویژگی‌های اختصاصی.

ج) در نخستین خط دفاعی بدن آنزیم‌هایی نظیر لیزوزیم فعالیت دارند و در دومین خط دفاعی بدن نیز آنزیم‌هایی نظیر آنزیم‌های موجود در کافنده‌تن‌ها و آنزیم پرفورین و آنزیم‌های القاکننده‌ی مرگ برنامه‌ریزی شده و ... نقش دارند.

د) در سومین خط دفاعی بدن انسان فقط لنفوسیت‌ها نقش دارند. لنفوسیت‌ها گویچه‌های سفید بدون دانه هستند.

۸۷ ۱ لنفوسیت‌های B و T در دفاع اختصاصی نقش دارند و یاخته‌های کشنده‌ی طبیعی در دفاع غیراختصاصی مؤثر هستند. ائوزینوفیل‌ها توانایی ترشح ترکیبات ضدانگلی دارند. لنفوسیت‌ها برخلاف ائوزینوفیل‌ها یاخته‌هایی هستند که درون میان‌یاخته‌ی خود دانه ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) یاخته‌هایی که اینترفرون نوع I ترشح می‌کنند، توسط ویروس‌ها آلوده شده‌اند.

دقت کنید: برخی از لنفوسیت‌های مؤثر در دفاع اختصاصی نظیر لنفوسیت‌های T کمک‌کننده (بیماری ایدز) ممکن است توسط ویروس‌ها مورد حمله قرار گیرند.

۳) یاخته‌های کشنده‌ی طبیعی در حمله به بخش پیوندزده شده نقش ندارند.

۴) لنفوسیت‌های B در مغز استخوان بالغ می‌شوند، نه تیموس.

	ترکیب دفاعی	ویژگی
نخستین خط دفاعی	عرق	لیزوزیم + نمک
	اشک	
	چربی پوست	دارای خاصیت اسیدی
	اسید معده	
	ماده‌ی مخاطی	لیزوزیم + خاصیت چسبندگی
	بزاق	لیزوزیم + موسین
دومین خط دفاعی	هیستامین	ترشح‌شده از بازوفیل + ماستوسیت
	هپارین	ترشح شده از بازوفیل
	پروتئین مکمل	.....
	پرفورین + آنزیم‌های القاکننده‌ی مرگ برنامه‌ریزی شده	ترشح‌شده از یاخته‌ی کشنده‌ی طبیعی
	اینترفرون نوع I	آزادشده از یاخته‌ی آلوده به ویروس
	اینترفرون نوع II	ترشح‌شده از لنفوسیت T + یاخته‌ی کشنده‌ی طبیعی
	ترکیبات ضدانگلی	ترشح‌شده از ائوزینوفیل
	آنزیم‌های گوارشی (ترشح نمی‌شود)	موجود در یاخته‌های بیگانه‌خوار
سومین خط دفاعی	پادتن	ترشح‌شده از یاخته‌ی پادتن‌ساز
	پرفورین + آنزیم‌های القاکننده‌ی مرگ برنامه‌ریزی شده	ترشح‌شده از لنفوسیت T کشنده

۸۸ ۴ بیگانه‌خوارهای ترشح‌کننده‌ی هیستامین، ماستوسیت‌ها هستند. امکان مشاهده‌ی ماستوسیت‌ها درون خون وجود ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برخی از ترکیبات ترشحی عوامل بیماری‌زا به درون خون وارد می‌شوند. این ترکیبات می‌توانند به هیپوتالاموس رفته و با اثرگذاری بر آن موجب بروز تب شوند.

۲) درون خون افراد بیمار و سالم امکان مشاهده‌ی پروتئین‌های مکمل غیرفعال وجود دارد.

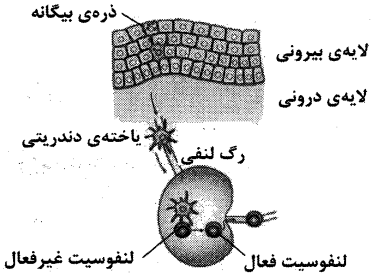
۳) ائوزینوفیل‌ها یاخته‌هایی هستند که در مقابله با کرم‌های انگل نقش دارند. این یاخته‌ها درون خون یافت می‌شوند.

۸۹ ۱ کمی پس از آن‌که مونوسیت‌ها از خون خارج شدند، این یاخته‌ها دچار تغییراتی می‌شوند و به یاخته‌های دارینه‌ای یا درشت‌خوارها تبدیل می‌گردند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) در حین حمله‌ی یاخته‌های کشنده‌ی طبیعی و لنفوسیت‌های T کشنده به یاخته‌های سرطانی، پرفورین در غشای این یاخته‌ها قرار می‌گیرد و به درون آن‌ها وارد نمی‌شود.

۳) با توجه به شکل زیر، یاخته‌های دارینه‌ای پیش از آن‌که به گره‌های لنفی برسند، قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند.



۴) لنفوسیت‌های B توانایی شناسایی عوامل بیگانه از یاخته‌های خودی را درون مغز استخوان کسب می‌کنند. در واقع این یاخته‌ها درون مغز استخوان بالغ می‌شوند (پیش از ورود به خون).

۹۰ ۳ لنفوسیت‌های T در رد عضو پیوندزده شده و حمله به یاخته‌های پیوندزده شده نقش دارند. این یاخته‌ها توانایی تولید پادتن (پروتئین دفاعی Y شکل) را ندارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) لنفوسیت‌های B به عوامل بیگانه‌ی ویروسی متصل می‌شوند. این یاخته‌ها توانایی تولید پادتن را دارند.

۲) لنفوسیت‌های B و T و یاخته‌های B خاطره و T خاطره، توانایی عبور از مراحل چرخه‌ی یاخته‌ای را دارند. یاخته‌های B خاطره و لنفوسیت‌های B توانایی تولید پادتن را دارند.

۴) لنفوسیت‌های B در محل تولید خود قادر به شناسایی عوامل بیگانه خواهند بود. لنفوسیت‌های B توانایی تولید پادتن را دارند.

۹۱ ۳ پادتن‌ها و پروتئین‌های مکمل فعال، توانایی فعال‌سازی پروتئین‌های مکمل غیرفعال را دارند. هم پادتن‌ها و هم پروتئین‌های مکمل در خوناب افراد قابل مشاهده هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پروتئین‌های مکمل توسط لنفوسیت‌ها تولید نمی‌شود. البته اگر دقت کنید، متوجه می‌شوید که پادتن‌ها هم توسط یاخته‌های پادتن‌ساز تولید می‌شوند، نه لنفوسیت بالغ.

۲) پروتئین‌های مکمل فعال، ظاهر Y شکل ندارند.

۴) پادتن‌ها جزئی از سومین خط دفاعی بدن محسوب می‌شوند؛ البته می‌توانند به فعالیت دومین خط دفاعی بدن کمک کنند.

۹۲ **۴** همه‌ی موارد نادرست هستند.

بررسی موارد:

الف) یاخته‌های پادتن‌ساز، گیرنده‌ی آنتی‌ژنی ندارند.

ب) اولاً که پادتن‌ها از همان ابتدا فعال هستند و به صورت فعال ترشح می‌شوند. دوماً پادتن‌ها برای اثر بر آنتی‌ژن نیازی به پرشدن هر دو جایگاه اتصال خود ندارند.

ج) با توجه به شکل زیر می‌بینیم که محل اتصال پادتن به پروتئین مکمل با محل اتصال آن به آنتی‌ژن متفاوت است.

د) پروتئین‌های مکمل پس از فعال شدن در غشای عوامل بیماری‌زا روزنه‌هایی را ایجاد می‌کنند، نه غشای یاخته‌های آلوده به عوامل بیماری‌زا.

۹۳ **۴** شکل صورت سؤال، ویروس عامل بیماری ایدز را نشان می‌دهد. HIV به لنفوسیت‌های T کمک‌کننده حمله می‌کند و باعث می‌شود تا این یاخته‌ها، اینترفرون نوع I را ترشح کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) امکان ترشح پادتن علیه عوامل ویروسی وجود دارد.

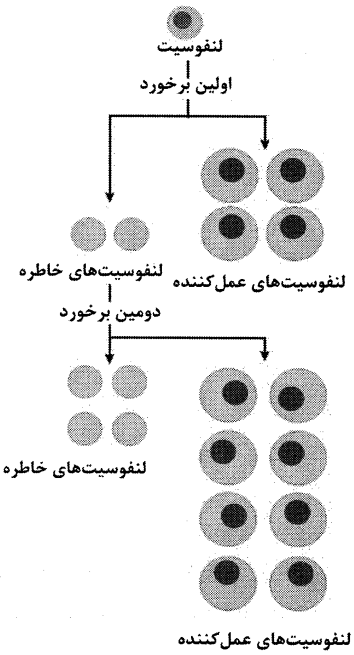
۲) انتقال HIV از طریق ادرار و مدفوع هنوز ثابت نشده است.

۳) پروتئین‌های مکمل در مقابله با عوامل بیماری‌زای ویروسی نقش ندارند.

۹۴ **۳** هر گویچه‌ی سفیدی که در خون وجود دارد، طی فرایند تراگذری از دیواره‌ی رگ‌های خونی عبور می‌کند و به بافت وارد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

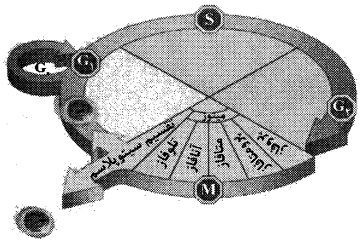
۱) با توجه به نمودار زیر برخی یاخته‌های خاطره از تقسیم لنفوسیت اولیه ایجاد می‌شوند.



۲) برخی یاخته‌های تولیدکننده‌ی پادتن نظیر پلاسموسیت‌ها در مغز استخوان تولید نشده‌اند.

۴) لنفوسیت‌های خاطره، کمک‌کننده، یاخته‌های پادتن‌ساز و لنفوسیت‌های T کشنده در گره‌ها و اندام‌های لنفی تولید شده‌اند؛ نه در مغز استخوان!

۹۵ **۲** با توجه به شکل زیر، یاخته‌ها پس از خروج از مرحله‌ی G_0 چرخه‌ی یاخته‌ای ابتدا به مرحله‌ی G_1 وارد می‌شوند. در مرحله‌ی G_1 اندازه‌ی یاخته افزایش پیدا می‌کند.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) مرحله‌ی G_2 کوتاه‌ترین مرحله‌ی اینترفاز محسوب می‌شود.

۳) در مرحله‌ی S چرخه‌ی یاخته‌ای، میزان دنای هسته دو برابر می‌شود.

۴) در مرحله‌ی G_1 امکان مشاهده‌ی کروموزوم مضاعف‌شده درون یاخته وجود ندارد.

۹۶ **۳** هر کروموزوم مضاعف‌شده، از دو کروماتید خواهری تشکیل شده است که شبیه یک‌دیگر هستند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در مرحله‌ی S چرخه‌ی یاخته‌ای یعنی قبل از تقسیم یاخته، با همانندسازی مولکول‌های دنا میزان رشته‌های کروماتینی درون یاخته دو برابر می‌شود.

۲) در ساختار کروموزوم‌ها (نه مولکول‌های دنا) تعداد زیادی نوکلئوزوم دیده می‌شود. نوکلئوزوم‌ها از پروتئین و مولکول دنا تشکیل شده‌اند.

۴) ماده‌ی وراثتی یاخته در مرحله‌ی اینترفاز (نه کل مراحل چرخه‌ی یاخته‌ای) به صورت رشته‌های کروماتینی دیده می‌شود و در حین تقسیم یاخته به صورت کروموزوم دیده می‌شود.

۹۷ **۴** تعداد کروموزوم‌های درون یک یاخته‌ی در حال تقسیم در مرحله‌ی آنافاز و در پی جدا شدن کروماتیدهای خواهری از یک‌دیگر افزایش می‌یابد. پس از این مرحله، در مرحله‌ی تلوفاز، پوشش هسته مجدداً تشکیل می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) دوک میتوزی در مرحله‌ی پروفاز تشکیل می‌شود و کروموزوم‌ها در مرحله‌ی متافاز در استوای یاخته ردیف می‌شوند. متافاز، پس از پروفاز رخ می‌دهد.

۲) هسته‌ک‌ها در مرحله‌ی پروفاز ناپدید می‌شوند. پوشش هسته در مرحله‌ی پروفاز شروع به تخریب می‌کند، اما این تخریب در مرحله‌ی پرومتافاز تکمیل می‌شود، پرومتافاز پس از پروفاز رخ می‌دهد.

۳) پروتئین‌های اتصالی موجود در محل سانترومر در مرحله‌ی آنافاز تجزیه می‌شوند. میزان ماده‌ی وراثتی یاخته (دنا) در مرحله‌ی S چرخه‌ی یاخته‌ای دو برابر می‌شود. مرحله‌ی S چرخه‌ی یاخته‌ای پیش از مرحله‌ی آنافاز روی می‌دهد.

۹۸ **۲** با توجه به شکل، در مرحله‌ی متافاز کروموزوم‌ها در سطح استوایی یاخته قرار می‌گیرند، اما در مرحله‌ی تلوفاز این‌گونه نیست.

بخش استوایی یاخته

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در مراحل پروفاز و آنافاز میتوز تعداد کروماتیدها درون یاخته ثابت می‌ماند؛ چون هنوز همه‌ی کروماتیدها درون یک یاخته قرار گرفته‌اند.

۳) در انتهای مرحله‌ی آنافاز و مرحله‌ی تلوفاز، کروموزوم‌ها تک کروماتیدی هستند.

۴) در حین تقسیم یاخته، برخی از رشته‌های دوک به هیچ‌یک از کروموزوم‌ها متصل نیستند.

۹۹ ۱ شکل صورت سؤال مرحله‌ی متافاز را نشان می‌دهد. فقط مورد «د» درباره‌ی این مرحله درست است.

بررسی موارد:

الف) در مرحله‌ی متافاز، هنوز کروماتیدهای خواهری از یک‌دیگر جدا نشده‌اند و کروموزوم‌ها به صورت دو کروماتیدی هستند.

ب) در مرحله‌ی پرومتافاز، شبکه‌ی آندوپلاسمی به قطعات کوچک‌تر تجزیه می‌شود.

ج) در مرحله‌ی متافاز کروموزوم‌ها دارای حداکثر میزان فشردگی هستند و در استوای یاخته (نه هسته) قرار دارند.

د) در مرحله‌ی متافاز، یک نقطه‌ی وارسی وجود دارد. این نقطه‌ی وارسی برای اطمینان از این موضوع است که کروموزوم‌ها به صورت دقیق به رشته‌های دوک متصل و در وسط یاخته آرایش یافته‌اند.

۱۰۰ ۲ در مراحل پروفاز، پرومتافاز و تلوفاز بخش‌هایی از غشای هسته درون یاخته قابل مشاهده هستند. موارد «الف» و «ب» در هیچ‌یک از این مراحل روی نمی‌دهند.

بررسی موارد:

الف) در مرحله‌ی آنافاز، پروتئین‌های اتصالی موجود در محل سانترومر تجزیه می‌شوند.

ب) در مرحله‌ی متافاز همه‌ی کروموزوم‌ها در سطح استوای یاخته ردیف می‌شوند.

ج) در مرحله‌ی تلوفاز برخلاف مرحله‌ی پروفاز و پرومتافاز، میزان فشردگی کروموزوم‌ها در حال کاهش است.

د) در مرحله‌ی پرومتافاز، رشته‌های دوک تقسیم در حال اتصال به سانترومر کروموزوم‌ها هستند.

۱۰۱ ۳ دوک تقسیم مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که در حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم‌ها نقش دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در یاخته‌های جانوری، دوک تقسیم با کمک میانک‌ها (سانتریول‌ها) تشکیل می‌شود. برخی یاخته‌های یوکاریوتی نظیر یاخته‌های گیاهی، سانتریول ندارند و دوک تقسیم را بدون کمک سانتریول‌ها تشکیل می‌دهند.

۲) تشکیل دوک تقسیم در حین تقسیم میتوز انجام می‌شود، نه پیش از آن.

۴) دوک تقسیم مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی (نه ریز رشته) است.

۱۰۲ ۴ تومورها (چه خوش‌خیم و چه بدخیم) توده‌هایی هستند که در اثر تقسیمات تنظیم‌نشده ایجاد می‌شوند. در این حالت تعادل بین تقسیم و مرگ یاخته‌ها برهم می‌خورد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) یاخته‌های تومورهای بدخیم (نه خوش‌خیم) توانایی دگرنشینی (متاستاز) دارند.

۲) تومورهای خوش‌خیم معمولاً آن‌قدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های اطراف خود آسیبی برسانند، ولی ممکن است در شرایطی، یاخته‌های این تومورها به بافت‌های مجاور خود حمله کنند و تومور آن‌قدر بزرگ شود که در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند.

۳) شیمی‌درمانی، جراحی و پرتودرمانی از روش‌های درمان و مقابله با سرطان‌ها و تومورهای بدخیم هستند.

۱۰۳ ۲ در پی بروز آسیب‌دیدگی‌هایی نظیر بریدگی و ... امکان بروز بافت‌مردگی وجود دارد. همزمان با مرگ تصادفی این یاخته‌ها ممکن است پاسخ التهابی روی دهد و ماستوسیت‌ها، هیستامین ترشح کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در طی بافت‌مردگی (نه مرگ برنامه‌ریزی شده) یاخته‌ها طی فرایندهای تصادفی می‌میرند.

۳) حذف یاخته‌های اضافی موجود در پرده‌های بین انگشتان پاهای پرندگان در پی بروز مرگ برنامه‌ریزی شده انجام می‌شود.

۴) یاخته‌های کشنده‌ی طبیعی با فعالیت خود موجب بروز مرگ برنامه‌ریزی شده در یاخته‌های سرطانی و یاخته‌های آلوده به ویروس می‌شوند. این یاخته‌ها به خود ویروس‌ها حمله نمی‌کنند.

۱۰۴ ۳ در پی سرطانی شدن یاخته‌ها و برهم خوردن تعادل بین تقسیم و مرگ آن‌ها، سرعت تقسیم این یاخته‌ها افزایش می‌یابد. همزمان با افزایش سرعت تقسیم یاخته‌های سرطانی، مدت زمان اینترفاز در این یاخته‌ها کاهش می‌یابد.

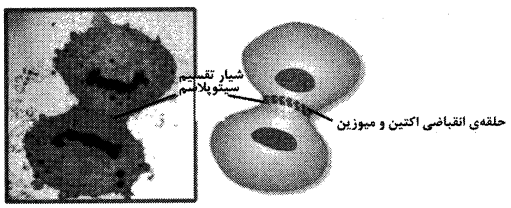
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در پی افزایش میزان تقسیم یاخته‌ها، سوخت‌وساز آن‌ها افزایش می‌یابد. برای تأمین انرژی موردنیاز برای فعالیت این یاخته‌ها، باید میزان جریان خون اطراف این یاخته‌ها افزایش یابد.

۲) یاخته‌های تومورهای بدخیم با دستیابی به رگ‌های لنفی و جریان خون می‌توانند در بدن فرد پخش شوند.

۴) در نتیجه‌ی بروز اختلال در فعالیت عوامل تنظیم‌کننده‌ی تقسیم یاخته‌ها، تعادل بین مرگ یاخته‌ها و تقسیم آن‌ها از بین رفته و تومورها ایجاد می‌شوند. یاخته‌های سرطانی همان یاخته‌های تشکیل‌دهنده‌ی تومورهای بدخیم هستند و تعادل بین تقسیم و مرگ در این یاخته‌ها برهم خورده است.

۱۰۵ ۲ با توجه به شکل زیر، در حین تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های جانوری، در بخش میانی این یاخته‌ها، شیار تقسیم تشکیل می‌شود. در نهایت با کمک انقباض رشته‌های میوزین و اکتین، این یاخته‌ها به دو قسمت تقسیم می‌شوند.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تقسیم میان‌یاخته در یاخته‌های جانوری با فعالیت انقباضی پروتئین‌های اکتین و میوزین همراه است؛ اما در یاخته‌های گیاهی این ساختار صفحه‌ی یاخته‌ای است که در تقسیم میان‌یاخته مؤثر می‌باشد.

۳) آخرین نقطه‌ی وارسی اصلی در چرخه‌ی یاخته‌ای، نقطه‌ی وارسی متافازی است. بلافاصله پس از این نقطه‌ی وارسی مرحله‌ی آنافاز است، نه تقسیم میان‌یاخته.

۴) تقسیم میان‌یاخته در یاخته‌های گیاهی برخلاف یاخته‌های جانوری، با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی در بخش میانی یاخته همراه است.

فیزیک

۱۰۶ **۲** نیروی محرکه‌ی الکتریکی از جنس اختلاف پتانسیل بوده و یکای آن در SI، (ولت) است.

دقت کنید که نباید فریب واژه‌ی **نیرو** محرکه‌ی الکتریکی را بخورید و این کمیت از خانواده‌ی نیروها نیست.

۱۰۷ **۳** ابتدا نسبت حجم دو سیم را پیدا می‌کنیم و به کمک آن نسبت سطح مقطع دو سیم را به دست می‌آوریم:

$$\rho=\frac{m}{V}\xrightarrow{\text{ثابت }\rho}\frac{m_B}{m_A}=\frac{V_B}{V_A}\xrightarrow{m_A=2m_B}\frac{V_B}{V_A}=\frac{1}{2}$$

$$V=AL\Rightarrow\frac{V_B}{V_A}=\frac{A_B}{A_A}\times\frac{L_B}{L_A}\xrightarrow{L_A=3L_B}$$

و در نهایت داریم:

$$\frac{1}{2}=\frac{A_B}{A_A}\times\frac{L_B}{3L_B}\Rightarrow\frac{A_B}{A_A}=\frac{3}{2}$$

$$R=\frac{\rho L}{A}\xrightarrow{\text{ثابت }\rho}\frac{R_B}{R_A}=\frac{L_B}{L_A}\times\frac{A_A}{A_B}\Rightarrow\frac{R_B}{R_A}=\frac{1}{3}\times\frac{2}{3}=\frac{2}{9}$$

$$\xrightarrow{R_B=6\Omega}\frac{6}{R_A}=\frac{2}{9}\Rightarrow R_A=27\Omega$$

۱۰۸ **۲** ژرمانیم و سیلیسیم نیم‌رسانا هستند و همان‌طور که می‌دانید با افزایش دما مقاومت الکتریکی آن‌ها کاهش می‌یابد.

قلع و جیوه ابر رسانا هستند و با کاهش دما مقاومت الکتریکی آن‌ها کاهش می‌یابد و در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند. بنابراین عبارت‌های (ج) و (د) نادرست هستند.

۱۰۹ **۲** ابتدا مقاومت الکتریکی سیم مورد نظر را به دست می‌آوریم:

$$R=\frac{\rho L}{A}=\frac{10^{-7}\times20}{4\times10^{-6}}=\frac{1}{2}\Omega$$

آهنگ تولید انرژی گرمایی در سیم همان توان مصرفی سیم است، بنابراین داریم:

$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow72=\frac{V^2}{\frac{1}{2}}\Rightarrow V^2=36\Rightarrow V=6V$$

۱۱۰ **۴** همان‌طور که می‌دانید بیش‌ترین مقاومت معادل مدار زمانی ایجاد می‌شود که مقاومت‌ها به طور متوالی به یک‌دیگر متصل شده باشند و کم‌ترین مقاومت معادل مدار زمانی به وجود می‌آید که مقاومت‌ها به صورت موازی به یک‌دیگر متصل شده باشند. بنابراین داریم:

$$\left.\begin{array}{l}\text{حالت سری}: R'=R+R+R=3R\\ \text{حالت موازی}: R''=\frac{R}{n}=\frac{R}{3}\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{R'}{R''}=\frac{3R}{\frac{R}{3}}=9$$

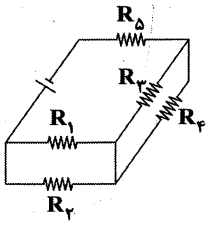
۱۱۱ **۲** بیش‌ترین مقاومت معادل زمانی ایجاد می‌شود که هر سه مقاومت به صورت متوالی به یک‌دیگر بسته شده باشند و کم‌ترین مقاومت معادل مدار زمانی ایجاد می‌شود که هر سه مقاومت به صورت موازی به یک‌دیگر متصل شده باشند. بدین ترتیب داریم:

$$R_{max}=R_1+R_2+R_3=18+9+3=30\Omega$$

$$\frac{1}{R_{min}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}=\frac{1}{18}+\frac{1}{9}+\frac{1}{3}\Rightarrow R_{min}=2\Omega$$

$$R_{max}-R_{min}=28\Omega$$

۱۱۲ **۴**

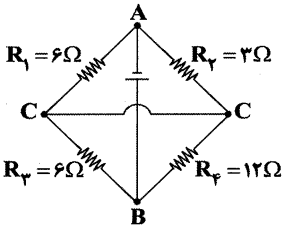


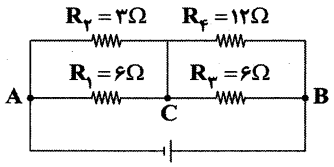
R_2 , R_1 موازی هستند. $\Rightarrow R_{1,2}=\frac{R}{2}=\frac{6}{2}=3\Omega$

R_4 , R_3 موازی هستند. $\Rightarrow R_{3,4}=\frac{R}{2}=\frac{6}{2}=3\Omega$

R_5 , $R_{3,4}$, $R_{1,2}$ متوالی هستند. $\Rightarrow R_{eq}=R_{1,2}+R_{3,4}+R_5=12\Omega$

۱۱۳ **۴** ابتدا مدار مورد نظر را به صورت زیر ساده می‌کنیم:



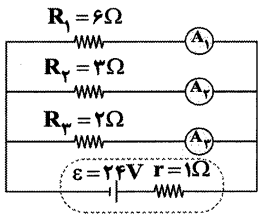


R_2 , R_1 موازی هستند. $\Rightarrow R_{1,2}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=2\Omega$

R_4 , R_3 موازی هستند. $\Rightarrow R_{3,4}=\frac{R_3R_4}{R_3+R_4}=4\Omega$

$R_{3,4}$, $R_{1,2}$ متوالی هستند. $\Rightarrow R_{eq}=R_{1,2}+R_{3,4}=6\Omega$

۱۱۴ **۲** ابتدا مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم و به کمک آن جریان خروجی از باتری را محاسبه می‌کنیم:



R_3 , R_2 , R_1 موازی هستند. $\Rightarrow R_{eq}=1\Omega$

$$I_t=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{24}{1+1}=12A$$

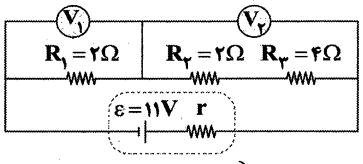
در ادامه اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری را محاسبه می‌کنیم:

$$V=\varepsilon-rI=24-12=12V$$

در حالت موازی اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر تمام مقاومت‌ها با یک‌دیگر برابر است. بنابراین با توجه به قانون اهم بیش‌ترین جریان الکتریکی متعلق به کم‌ترین مقاومت است و داریم:

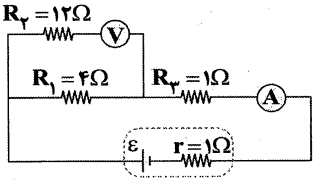
$$I=\frac{V}{R}=\frac{12}{2}=6A$$

۱۱۵ **۴** همان‌طور که در شکل مقابل می‌بینید ولت‌سنج (۱) اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت R_1 و ولت‌سنج (۲) اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت‌های R_2 و R_3 را نشان می‌دهد. به این ترتیب داریم:



$$\left.\begin{array}{l}V_1=R_1I=2I\\ V_2=(R_1+R_2)I=6I\end{array}\right\}\Rightarrow\frac{V_2}{V_1}=\frac{6I}{2I}=3$$

۱۱۶ **۱** همان‌طور که می‌دانید مقاومت الکتریکی ولت‌سنج ایده‌آل بی‌نهایت است و هیچ جریانی وارد شاخه‌ی بالایی نمی‌شود و مقاومت $R_۲$ از مدار حذف می‌شود و مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۳$ به طور متوالی به یک‌دیگر متصل می‌شوند و عدد نشان داده شده توسط آمپرسنج، برابر جریان الکتریکی عبوری از مقاومت $R_۱$ می‌شود، بنابراین داریم:

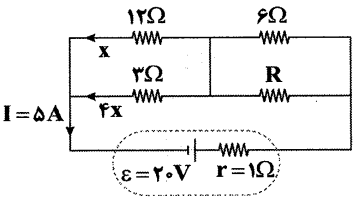


$$I = I_۱ = \frac{V_۱}{R_۱} = \frac{۱۲}{۴} = ۳A$$

۱۱۷ **۱** ابتدا جریان عبوری از باتری را به دست می‌آوریم:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow ۱۵ = ۲۰ - ۱(I) \Rightarrow I = ۵A$$

همان‌طور که در مدار زیر می‌بینید جریان الکتریکی ۵A باید بین مقاومت‌های ۱۲ اهمی و ۳ اهمی تقسیم شود. اگر جریان الکتریکی عبوری از مقاومت ۱۲ اهمی برابر x باشد، جریان الکتریکی عبوری از مقاومت ۳ اهمی برابر 4x می‌شود و داریم:

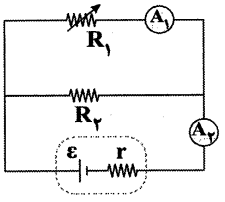


$$x + ۴x = ۵ \Rightarrow ۵x = ۱A$$

$$V = RI = R(۴x) = ۳(۴)(۱) = ۱۲V$$ اختلاف پتانسیل مقاومت ۳اهمی

۱۱۸ **۱** با کاهش مقاومت $R_۱$ مقاومت معادل مدار نیز کاهش می‌یابد و طبق رابطه‌ی $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ با کاهش R_{eq} مقدار I افزایش یافته و در نتیجه آمپرسنج $A_۲$ مقدار بیش‌تری را نشان می‌دهد.

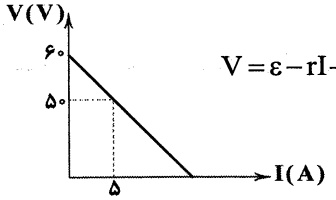
از طرف دیگر طبق رابطه‌ی $V = \varepsilon - rI$ با افزایش I، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری کاهش یافته و در نتیجه اختلاف پتانسیل دو سر $R_۲$ نیز کم می‌شود و طبق رابطه‌ی $I_۲ = \frac{V_۲}{R_۲}$ چون $R_۲$ ثابت است مقدار $I_۲$ کاهش یافته و جریان بیش‌تری وارد مقاومت $R_۱$ می‌شود و عدد نشان داده شده توسط آمپرسنج $A_۱$ افزایش می‌یابد.



۱۱۹ **۴** **روش اول:**

همان‌طور که می‌دانید عرض از مبدأ نمودار رسم‌شده بیانگر مقدار ε است.

بنابراین داریم:



$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow[\varepsilon = ۶۰V]{I = ۵A\ ,\ V = ۵۰V} ۵۰ = ۶۰ - r(۵)$$

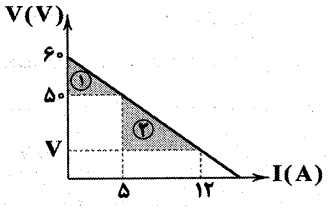
$$\Rightarrow r = ۲\Omega$$

با مشخص شدن r به راحتی می‌توانیم مقدار V را در لحظه‌ی مورد نظر به دست آوریم:

$$V = \varepsilon - rI \xrightarrow{I = ۱۲A} V = ۶۰(۲)(۱۲) = ۳۶V$$

روش دوم:

با نوشتن یک نسبت تشابه ساده در شکل زیر به راحتی مقدار V به دست می‌آید:



$$\text{تشابه مثلث‌های (۱) و (۲)} \Rightarrow \frac{۱۰}{۵} = \frac{۵۰ - V}{۷} \Rightarrow ۱۴ = ۵۰ - V$$

$$\Rightarrow V = ۳۶V$$

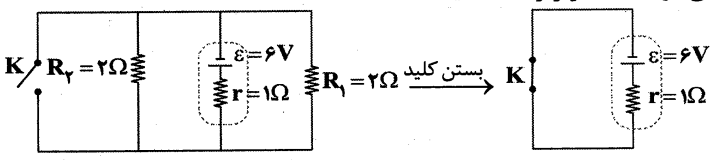
۱۲۰ **۴** ابتدا مدار را در حالتی که کلید باز است بررسی می‌کنیم. در این حالت مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ به طوری موازی به یک‌دیگر متصل شده‌اند و داریم:

$$R_۱ , R_۲ \text{ موازی هستند} \Rightarrow R_{۱,۲} = \frac{۲}{۲} = ۱\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{۶}{۱+۱} = ۳A$$

$$V = rI = ۱(۳) = ۳V$$ افت پتانسیل الکتریکی باتری

در حالت دوم که کلید K بسته می‌شود، اگر با دقت به مدار توجه کنید متوجه می‌شوید که مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۲$ هر دو اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شوند. به مدار زیر دقت کنید.



$$I = \frac{\varepsilon}{r} = \frac{۶}{۱} = ۶A$$

$$V' = rI = ۶V$$ افت پتانسیل

و در نهایت داریم:

$$\frac{V'}{V} = \frac{۶}{۳} = ۲$$

۱۲۱ **۱** با بستن کلید K مقاومت $R_۲$ به طور موازی به مدار اضافه می‌شود و همان‌طور که می‌دانید مقاومت معادل مدار در این حالت کاهش می‌یابد. طبق رابطه‌ی $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ با کاهش مقاومت معادل مدار جریان خروجی از باتری افزایش یافته و در نتیجه آمپرسنج عدد بیش‌تری را نشان می‌دهد و طبق رابطه‌ی $V = \varepsilon - rI$ با افزایش I اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری کاهش یافته و ولت‌سنج که به دو سر باتری متصل است عدد کم‌تری را نشان می‌دهد.

۱۲۲ **۲** طبق رابطه‌ی $P = \frac{V^۲}{R}$ یکای توان الکتریکی یا همان (وات) معادل مجذور ولت بر اهم است.

۱۲۳ **۲** طبق رابطه‌ی $P = \frac{V^۲}{R}$ با توجه به این‌که مقاومت الکتریکی لامپ ثابت است، توان مصرفی لامپ متناسب با مجذور اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن است. بنابراین داریم:

$$P = \frac{V^۲}{R} \xrightarrow{\text{ثابت } R} \frac{P_۲}{P_۱} = \left(\frac{V_۲}{V_۱}\right)^۲ \xrightarrow[P_۲ = X - ۹۰]{P_۱ = X} \frac{X - ۹۰}{X} = \left(\frac{۱۱۰}{۲۲۰}\right)^۲$$

$$\Rightarrow ۴X - ۳۶۰ = X \Rightarrow ۳X = ۳۶۰ \Rightarrow X = ۱۲۰W$$

۱۲۴ **۲** ابتدا جریان الکتریکی عبوری از R_1 را به دست می‌آوریم:

$$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{ne}{\Delta t}=\frac{۱۰^{۲۰}\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹}}{۶۰}=\frac{۱۶}{۶۰}=\frac{۴}{۱۵}A$$

با توجه به این‌که R_1 و R_2 به صورت متوالی به یک‌دیگر بسته شده‌اند، جریان الکتریکی عبوری از آن‌ها یکسان است و داریم:

$$U=R_2I^2t=۳(\frac{۴}{۱۵})^2\times ۱۵=\frac{۳\times ۱۶}{۱۵}=\frac{۱۶}{۵}=۳/۲J$$

۱۲۵ **۱** ابتدا به کمک نسبت توان مصرفی مقاومت‌های R_1 و R_3 نسبت اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن‌ها را به دست می‌آوریم:

$$P=\frac{V^2}{R}\xrightarrow{R_1=R_3}\frac{P_3}{P_1}=(\frac{V_3}{V_1})^2\xrightarrow{P_3=۴P_1}۲=\frac{V_3}{V_1}$$

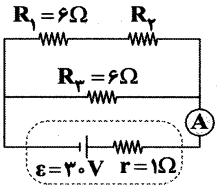
از طرف دیگر با توجه به این‌که مقاومت‌های R_1 و R_2 متوالی بوده و معادل آن‌ها با مقاومت R_3 موازی است، می‌توانیم بگوییم که $V_3=V_1+V_2$ است و داریم:

$$V_3=V_1+V_2\xrightarrow{V_3=۲V_1}V_1=V_2$$

با توجه به این‌که مقاومت‌های R_1 و R_2 متوالی هستند و اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن‌ها یکسان است، نتیجه می‌گیریم که $R_1=R_2$ است و داریم:

$$R_1=R_2=۶\Omega \qquad R_{1,2}=۶+۶=۱۲\Omega$$

$$R_{eq}=\frac{R_{1,2}\times R_3}{R_{1,2}+R_3}=۴\Omega \qquad I=\frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}=\frac{۳۰}{۴+۱}=۶A$$



۱۲۶ **۳** ابتدا توان مصرفی چرخ خیاطی مورد نظر را به دست می‌آوریم:

$$P=VI=۲۲۰(۵)=۱۱۰۰W$$

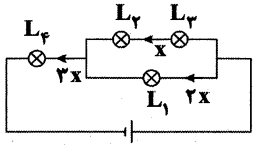
در ادامه انرژی مصرفی توسط این چرخ خیاطی را برحسب کیلووات ساعت به دست می‌آوریم:

$$U=P\times t=(۱۱۰۰\times ۱۰^{-۳})\times(۷\times ۱۰)=۷۷kWh$$

هزینه‌ی هر کیلووات ساعت ۲۰ تومان است. بنابراین هزینه‌ی ۷۷kWh مصرف برق برابر است با:

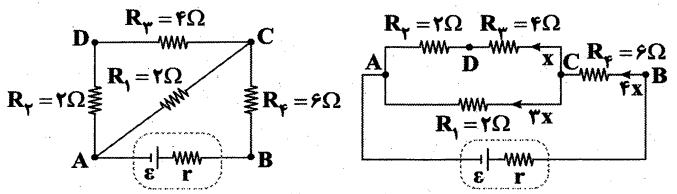
هزینه‌ی برق مصرفی $=۷۷\times ۲۰=۱۵۴۰$ تومان

۱۲۷ **۴** فرض کنید مطابق شکل زیر جریانی به اندازه‌ی x از لامپ‌های L_2 و L_3 عبور کند، با توجه به این‌که لامپ‌های L_2 و L_3 متوالی بوده و لامپ L_1 با آن‌ها موازی است اختلاف پتانسیل الکتریکی شاخه‌ی بالا و پایین با یک‌دیگر برابر است و طبق رابطه‌ی $R=\frac{V}{I}$ چون مقاومت الکتریکی شاخه‌ی پایین نصف مقاومت الکتریکی شاخه‌ی بالا است، جریان الکتریکی عبوری از آن برابر ۲x می‌شود و در نتیجه جریان الکتریکی عبوری از لامپ L_4 برابر ۳x می‌شود. به شکل زیر دقت کنید.



بنابراین طبق رابطه‌ی $P=RI^2$ چون مقاومت الکتریکی همه‌ی لامپ‌ها یکسان است و جریان عبوری از L_4 بیش از سایرین است، توان مصرفی آن بیش از سایرین بوده و نور آن از بقیه‌ی لامپ‌ها بیش‌تر است.

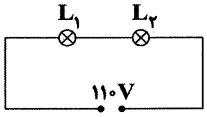
۱۲۸ **۴** ابتدا مدار را به صورت زیر ساده می‌کنیم:



فرض می‌کنیم جریان الکتریکی عبور از مقاومت‌های R_2 و R_3 برابر x باشد، چون مقاومت R_1، $\frac{۱}{۳}$ برابر $R_{2,3}$ است، جریان الکتریکی عبوری از آن برابر ۳x بوده و در نتیجه همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید جریان عبوری از R_4 برابر ۴x می‌شود و داریم:

$$P=RI^2\Rightarrow\frac{P_4}{P_1}=\frac{R_4I_4^2}{R_1I_1^2}=\frac{۶\times(۴x)^2}{۲\times(۳x)^2}=\frac{۶\times ۱۶}{۲\times ۹}=\frac{۱۶}{۳}$$

۱۲۹ **۱** همان‌طور که می‌دانید هنگامی که دو لامپ مشابه به اختلاف پتانسیل الکتریکی V متصل می‌شوند، اختلاف پتانسیل الکتریکی مورد نظر به طور مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود. بنابراین داریم:



$$V_1+V_2=۱۱۰\xrightarrow{V_1=V_2}V_1=V_2=۵۵V$$

در ادامه با نوشتن یک تناسب ساده توان مصرفی هر لامپ را به دست می‌آوریم:

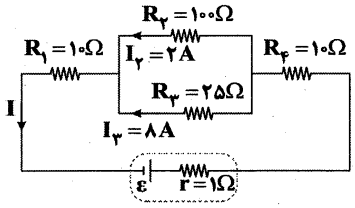
$$P=\frac{V^2}{R}\Rightarrow\frac{P'}{P}=(\frac{V'}{V})^2\Rightarrow\frac{P'}{۱۶۰}=(\frac{۵۵}{۲۲۰})^2$$

$$\Rightarrow\frac{P'}{۱۶۰}=\frac{۱}{۱۶}\Rightarrow P'=۱۰W$$

و در نهایت جریان الکتریکی عبوری از هر لامپ برابر است با:

$$P'=V'I\Rightarrow ۱۰=(۵۵)I\Rightarrow I=\frac{۲}{۱۱}A$$

۱۳۰ **۲** چون مقاومت الکتریکی R_3 با R_2 موازی است و مقدار مقاومت آن $\frac{۱}{۴}$ مقاومت R_2 است، پس جریان الکتریکی عبوری از آن ۴ برابر جریان الکتریکی عبوری از R_2 بوده و برابر ۸A می‌باشد و همان‌طور که در شکل زیر می‌بینید، جریان شاخه‌ی اصلی برابر ۱۰A می‌شود. همان‌طور که می‌دانید توان خروجی باتری برابر مجموع توان مصرفی در تمام مقاومت‌ها است. بنابراین داریم:



$$I=I_2+I_3=۲+۸=۱۰A$$

R_2 , $R_3\Rightarrow R_{2,3}=\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}=۲۰\Omega$ موازی هستند.

R_4 , R_1 , $R_{2,3}\Rightarrow R_{eq}=R_1+R_2+R_{2,3}=۴۰\Omega$ متوالی هستند.

$P_{\text{خروجی باتری}}=P_{\text{مصرفی مقاومت‌ها}}=R_{eq}I^2=۴۰(۱۰)^2=۴۰۰۰W=۴kW$

شیمی

۱۳۱ (۲) *بدون شرح!*

۱۳۲ (۲) • روغن دارای حالت فیزیکی مایع بوده، اما چربی جامد است، بنابراین نقطه‌ی ذوب روغن در مقایسه با چربی کم‌تر است.

• از دیدگاه شیمیایی، در ساختار مولکول‌های روغن، پیوندهای دوگانه‌ی بیش‌تری وجود دارد و واکنش‌پذیری بیش‌تری نیز دارد.

۱۳۳ (۳) ظرفیت گرمایی یک ماده به جرم ماده بستگی دارد، در صورتی‌که ظرفیت گرمایی ویژه‌ی یک ماده، مستقل از جرم آن است.

۱۳۴ (۳)

$$\frac{\text{جرم مولی } O_2}{\text{جرم مولی Ar}} \times \frac{\text{ظرفیت گرمایی ویژه‌ی اکسیژن}}{\text{ظرفیت گرمایی ویژه‌ی آرگون}} = \frac{\text{ظرفیت گرمایی یک مول } O_2}{\text{ظرفیت گرمایی یک مول Ar}}$$

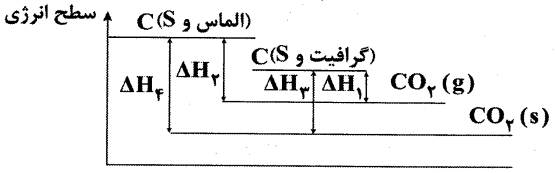
$$= \frac{0/92}{0/52} \times \frac{2(16)}{40} = 1/415$$

۱۳۵ (۳) **بررسی عبارت‌های نادرست:**

آ) شکل‌های A و B به ترتیب می‌توانند مربوط به هوای **شب و ظهر** باشند.

ت) در اثر مخلوط کردن دو نمونه هوا، گرما از نمونه هوای B به A منتقل می‌شود، زیرا B گرم‌تر از A است و دمای بالاتری دارد.

۱۳۶ (۴) هرچه در یک واکنش تفاوت سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها بیش‌تر باشد، مقدار گرمای مبادله‌شده بیش‌تر است. به عبارت دیگر هر چه در یک واکنش گرماده، سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر و سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر باشد، گرمای بیش‌تری آزاد می‌شود. سطح انرژی الماس بالاتر از گرافیت و سطح انرژی $CO_2(s)$ پایین‌تر از $CO_2(g)$ است.



۱۳۷ (۳) **بررسی عبارت‌های نادرست:**

آ) انجام فرایند **می‌تواند** باعث تغییر دما شود.

ت) هر ژول برابر با $1kg.m^2.s^{-2}$ است.

۱۳۸ (۱) اساس کار دستگاه یخچال صحرایی، تبخیر آرام آب موجود در شن خیس است. تبخیر یک فرایند گرماگیر ($\Delta H > 0$) است. جذب گرما در این فرایند باعث افت دما شده و فضای درونی دستگاه همراه با محتویات آن را خنک می‌کند.

۱۳۹ (۲) در واکنش‌های گرماده ($\Delta H < 0$)، فراورده‌ها، پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند. واکنش تبدیل اوزون به اکسیژن همانند واکنش سوختن متان، یک واکنش گرماده است.

۱۴۰ (۳) واکنش فتوسنتز یک واکنش گرماگیر است و ΔH آن با علامت مثبت بیان می‌شود (حذف گزینه‌های (۱) و (۲)).

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$$

$$?cal = 0/72g\,H_2O \times \frac{1mol\,H_2O}{18g\,H_2O} \times \frac{1mol\,C_6H_{12}O_6}{6mol\,H_2O}$$

$$\times \frac{180g\,C_6H_{12}O_6}{1mol\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{700kJ}{4/5g\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{1000J}{1kJ}$$

$$\times \frac{1cal}{4/18J} \simeq 4465cal$$

۱۴۱ (۳) دادوستد انرژی در واکنش‌ها **به طور عمده** به شکل گرما ظاهر می‌شود.

۱۴۲ (۱) تنها میان مولکول‌های الکل‌ها که در آن‌ها پیوند O−H وجود دارد، پیوند هیدروژنی می‌تواند تشکیل شود.

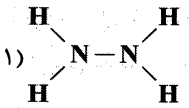
۱۴۳ (۲) پیوند H−Cl تنها در مولکول HCl وجود دارد و برای آن نیازی به کاربردن «میانگین آنتالپی پیوند» نیست.

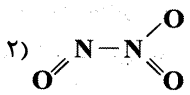
۱۴۴ (۱) هر دو واکنش مورد نظر، گرماده ($\Delta H < 0$) هستند و ΔH_{II} در مقایسه با ΔH_I منفی‌تر است.

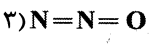
۱۴۵ (۳) آنتالپی پیوند، مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند گازی و تبدیل آن به دو مول اتم گازی‌شکل است.

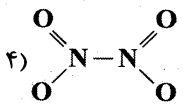
۱۴۶ (۳) پیوند میان اتم‌های نیتروژن در N_2O به صورت دوگانه (N=N) بوده و آنتالپی پیوند آن در مقایسه با ترکیب‌های دیگر، بیش‌تر است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۴۷ (۲) معادله‌ی موازنه شده‌ی واکنش سوختن کامل اتان به صورت زیر است:

$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در فراورده‌ها}]$$

$$\Delta H = [2\Delta H(C-C) + 12\Delta H(C-H) + 7\Delta H(O=O)] - [8\Delta H(C=O) + 12\Delta H(O-H)]$$

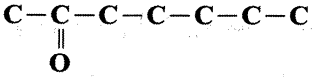
$$= [2(348) + 12(415) + 7(495)] - [8(795) + 12(463)]$$

$$= [9141] - [11916] = -2775kJ$$

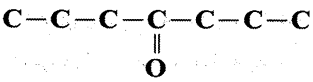
ΔH به دست آمده مربوط به سوختن دو مول اتان است. در صورتی‌که یک مول اتان بسوزد، ΔH برابر است با:

$$\frac{-2775}{2} = -1387/5$$

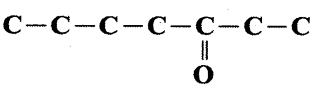
۱۴۸ (۲) کتون موجود در میخک، ۲ـ هپتانون نام دارد و ساختار ساده شده‌ی آن به صورت زیر است:



کتون‌های زیر، فاقد شاخه‌ی فرعی و هم‌پار با ۲ـ هپتانون هستند:



۴ ـ هپتانون



۳ ـ هپتانون

۱۴۹ ۱ شیمی‌دان‌ها به کار بردن آنتالپی‌های پیوند را برای تعیین ΔH واکنش‌هایی مناسب می‌دانند که همه‌ی مواد شرکت‌کننده در آن‌ها به حالت گازند. برهمین اساس فقط ΔH واکنش اول را می‌توان با استفاده از آنتالپی پیوند اجزای شرکت‌کننده در واکنش به دست آورد.

۱۵۰ ۲ نخستین عضو الکل‌ها (CH_3OH) همانند نخستین عضو آلدهیدها ($HCOH$)، دارای یک اتم کربن است.
نخستین عضو اترها (CH_3OCH_3) و کتون‌ها (CH_3COCH_3) به ترتیب دارای ۲ و ۳ اتم کربن هستند.

۱۵۱ ۴ ساختار داده شده مربوط به یک آلدهید آروماتیک است و در دارچین یافت می‌شود.

۱۵۲ ۲ ترکیب‌های آلی در ساختار خود افزون بر اتم‌های هیدروژن و کربن، اتم‌های اکسیژن، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند.

۱۵۳ ۲ فرمول مولکولی بنزآلدهید به صورت C_7H_6O است:

$$\text{شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی} = \frac{7(4)+6(1)+1(2)}{2} = 18$$

$$2 = (\text{شمار اتم‌های اکسیژن})2(1) = 2 : \text{شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی}$$

بنابراین نسبت مورد نظر برابر است با:

$$\frac{18}{2} = 9$$

۱۵۴ ۳ **بررسی سایر گزینه‌ها:**
۱) هیچ ارتباط مشخص عددی بین آنتالپی یک نوع پیوند در حالت‌های یگانه و چندگانه وجود ندارد.
۲) اتم‌ها در حالت پایه **با جذب** انرژی به اتم‌های برانگیخته تبدیل می‌شوند.
۴) اگر میان سامانه‌ی واکنش و محیط پیرامون آن گرما دادوستد شود، ممکن است دمای سامانه ثابت بماند.

۱۵۵ ۳ دو ترکیب (a) و (b)، فرمول مولکولی یکسان ($C_6H_{12}O$)، اما ساختار متفاوتی دارند. شیمی‌دان‌ها به چنین مواردی ایزومر (هم‌پار) می‌گویند. ایزومرها در جرم مولی و شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی، یکسان هستند، زیرا جرم مولی و شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی یک ترکیب به فرمول مولکولی آن بستگی دارد.

زمین‌شناسی

۱۵۶ ۱ طبقه‌بندی مهندسی خاک‌ها بر مبنای دانه‌بندی به دو دسته‌ی ریزدانه (کوچک‌تر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر) و درشت‌دانه (بزرگ‌تر از ۰/۰۷۵ میلی‌متر) است، در نتیجه هر دو نوع خاک A و B **ریزدانه‌اند.**

۱۵۷ ۳ انحلال‌پذیری سنگ‌های تبخیری (**سنگ گچ و سنگ نمک**)، بیش‌تر از سنگ‌های آهکی است، بنابراین حفره‌ها و غارهای انحلالی در این سنگ‌ها، **سریع‌تر** از دیگر سنگ‌ها ایجاد می‌شود.

۱۵۸ ۲ طبق پاورقی صفحه‌ی ۶۶ کتاب درسی، ترانشه به فرورفتگی‌های مصنوعی یا طبیعی در سطح زمین گفته می‌شود که ژرفای آن از پهنایش بیش‌تر (طویل و عمیق) است، در نتیجه گزینه‌ی (۲) پاسخ صحیح است، زیرا عمق و ژرفای آن از پهنایش بیش‌تر و طویل می‌باشد.

۱۵۹ ۲ قطعات سنگی (بالاست) در **زیرسازی ریل‌های راه‌آهن** استفاده می‌شوند و علاوه بر نگهداری ریل‌ها و توزیع بار چرخ‌ها، عمل زهکشی را نیز بر عهده دارند.

۱۶۰ ۴ عناصر مس، **طلا**، روی، سرب، کادمیم و ... جزء عناصر جزئی با غلظت **کم‌تر از ۰/۱ درصد** در پوسته‌ی زمین محسوب می‌شوند. (طبق جدول ۱ـ۵ صفحه‌ی ۷۶ کتاب درسی)

۱۶۱ ۱ طبق جدول ۱ـ۵ صفحه‌ی ۷۶ کتاب درسی، از نظر اهمیت در بدن از گروه اصلی عناصر اکسیژن، آهن، کلسیم، سدیم، پتاسیم و **منیزیم** و از گروه فرعی، منگنز و فسفر نقش اساسی دارند و عناصر مس، طلا، **روی**، سرب، کادمیم و ... نقش اساسی ـ سمی دارند.
(توجه داشته باشید که قسمت اول هر ۴ گزینه صحیح است.)

۱۶۲ ۳ خشک کردن مواد غذایی در محیط بسته توسط حرارت زغال‌سنگ، سبب آزاد شدن **آرسنیک** و ورود آن به مواد غذایی و آلوده شدن آن‌ها می‌شود.

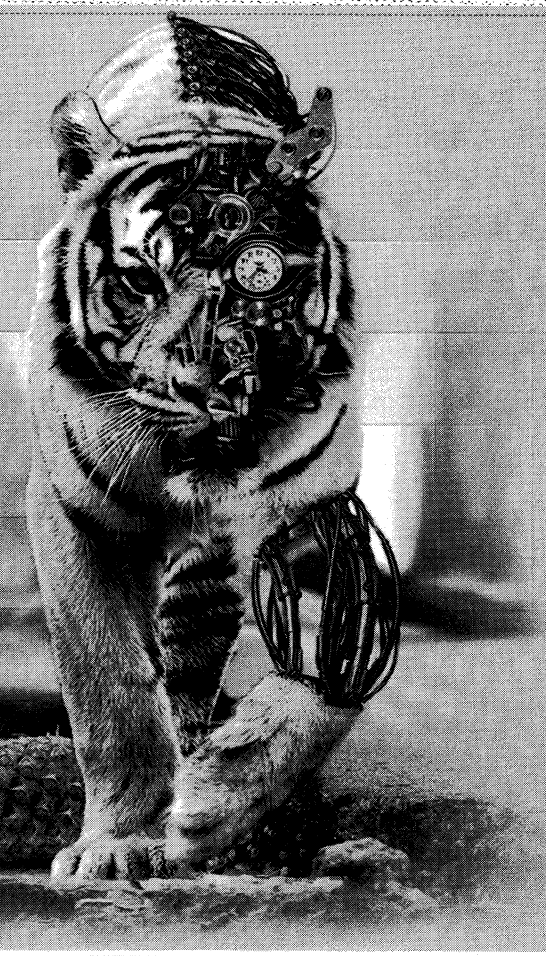
۱۶۳ ۴ کانی پیریت حاوی عنصر آرسنیک می‌باشد و اکسید و یا حل شدن آن در آب سبب ورود آرسنیک به بدن انسان می‌شود و بیماری‌های متعددی مانند ایجاد لکه‌های پوستی، سخت شدن و شاخی شدن کف دست و پا، دیابت و **سرطان پوست** را ایجاد می‌کند.

۱۶۴ ۱ طبق شکل ۲ـ۵ صفحه‌ی ۷۵ کتاب درسی، عناصر تشکیل‌دهنده‌ی سنگ آهک اکسیژن، کلسیم و کربن می‌باشند.

۱۶۵ ۲ طبق مطلب «پیوند با پزشکی» در صفحه‌ی ۸۰ کتاب درسی، بیماری itai itai سبب **تغییر شکل و نرمی استخوان در زنان مسن** می‌شود و این بیماری پس از ورود عنصر **کادمیم** به آب و مزارع برنج در ژاپن به وجود آمد.

استاندارد بین‌المللی

گاج



همراه با صدها تست ترکیبی

یازدهم

زیست‌شناسی

کامل‌ترین منبع آموزشی و تستی

درسنامه‌های بی‌نظیر+ تست‌های چالشی + پاسخ‌های روان

میکروطبقه‌بندی

دکتر حمیدرضا زارع

نیم نگاه

برای دریافت اطلاعات بیش‌تر لینک QR روبه‌رو را اسکن کنید

یاخته‌های بافت عصبی

درسنامه ۱ یاخته‌های بافت عصبی

این فصل خیلی فصل مهمیه. هرچند اکثر سؤالاتش حفظی هستند، اما به هر حال مباحث بسیار سفت هم داره! پس از اولش با دقت بخونین تا کامل یاد بگیرین.

بافت عصبی

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)[1]، **یاخته‌های اصلی** بافت عصبی هستند. این یاخته‌ها، با یاخته‌های بافت‌های دیگر مانند یاخته‌های ماهیچه ارتباط دارند.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که در بافت عصبی، یاخته‌هایی وجود دارند که فعالیت عصبی ندارند و به نورون‌ها کمک می‌کنند. به این یاخته‌ها، **یاخته‌های پشتیبان** می‌گویند.

نورون‌ها

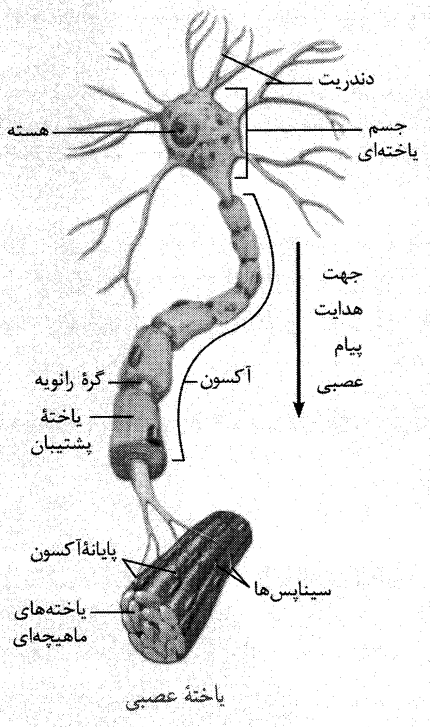
❑ ساختار نورون‌ها

گفتیم که بافت عصبی از یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) و یاخته‌های پشتیبان تشکیل شده است. هر نورون، از سه بخش تشکیل شده است:

۱- **جسم یاخته‌ای، محل قرارگیری هسته** است. به جسم یاخته‌ای، رشته‌هایی متصل هستند که دندریت (دارینه) و آکسون (آسه) نام دارند. هم‌چنین، جسم یاخته‌ای بیشتر اندامک‌های نورون را دارد و **محل اصلی انجام سوخت و ساز** یاخته‌های عصبی است.

نکته جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از دندریت دریافت کند. هم‌چنین، در محل سیناپس، جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از پایانهٔ آکسون یک نورون دیگر دریافت کند.

ترکیب [گفتار ۱- فصل ۶] بعضی از یاخته‌ها، به‌طور موقت یا دائم، توانایی تقسیم را ندارند و وارد مرحلهٔ G_0 چرخهٔ یاخته‌ای می‌شوند. نورون‌ها، جزء این یاخته‌ها هستند.



یاختهٔ عصبی

۲- **دندریت‌ها**، رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را دریافت و به جسم یاخته‌ای وارد می‌کنند.

۳- **آکسون‌ها**، رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کنند. در انتهای آکسون، بخش‌های برجسته‌ای وجود دارند که به آن‌ها، **پایانهٔ آکسونی** گفته می‌شود. در محل پایانهٔ آکسون، نورون با یک یاختهٔ دیگر ارتباط برقرار می‌کند و پیام عصبی از نورون به یاختهٔ بعدی منتقل می‌شود.

نکته انتقال پیام عصبی از یک نورون به یک یاختهٔ دیگر، فقط در محل پایانهٔ آکسون انجام می‌شود. ولی هر سه بخش نورون می‌توانند پیام عصبی را از یاخته‌های دیگر دریافت کنند.

نکته جهت هدایت پیام عصبی در نورون، همواره **یک طرفه** است و به سمت پایانهٔ آکسون می‌باشد.

❑ عملکردهای نورون‌ها

یاخته‌های عصبی، دارای سه عملکرد خاص هستند:

۱- **تحریک‌پذیری و تولید پیام عصبی:** یاخته‌های عصبی، تحت تأثیر محرک‌ها، تحریک می‌شوند و پیام عصبی تولید می‌کنند.

۲- **هدایت پیام عصبی:** پیام عصبی، در طول نورون‌ها هدایت می‌شود و به سمت پایانهٔ آکسون می‌رود.

۳- **انتقال پیام عصبی:** در محل پایانهٔ آکسون، نورون با یاختهٔ دیگری ارتباط برقرار می‌کند و پیام خود را به یاختهٔ بعدی منتقل می‌کند.

نکته هدایت پیام عصبی، **در طول یک نورون** انجام می‌شود اما انتقال پیام عصبی **از یک نورون به یک یاختهٔ دیگر** می‌باشد. یاختهٔ دریافت‌کنندهٔ پیام عصبی، می‌تواند یک نورون دیگر، یک یاختهٔ ماهیچه‌ای یا یک یاختهٔ غده باشد.

۱- به طور کلی، متن درسنامه‌ها با استفاده از معادل‌های اصلی و علمی کلمات نوشته شده است، ولی جهت آشنایی با معادل‌های فارسی، حداقل یک بار هر معادل به کار رفته است. در تست‌ها نیز، فقط سؤالات کنکور و آزمون با معادل‌های فارسی نوشته شده‌اند و در پاسخ‌نامهٔ این سؤالات هم، هر دو معادل فارسی و لاتین استفاده شده‌اند.

ترکیب [گفتار ۱- فصل ۲] گیرندهٔ حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده، می‌تواند آن را به پیام عصبی تبدیل و سپس، به دستگاه عصبی مرکزی ارسال کند. پس گیرنده‌های حسی هم سه عملکرد تحریک‌پذیری، هدایت پیام و انتقال پیام را دارند. البته، گروهی از گیرنده‌های حسی هم یاختهٔ عصبی هستند.

تحریک نورون | تولید پیام عصبی | هدایت پیام عصبی در طول نورون | انتقال پیام عصبی به یاختهٔ بعدی

یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)

این یاخته‌های عصبی ما، فعالیت همه‌جای بدن رو کنترل می‌کنن و یه‌جوری میشه گفت فرماندهٔ کل بدن هستن. اما خودشون به‌تنهایی نمی‌تونن کاراشون رو انجام بدن و نیاز به پشتیبان دارن! گفتیم که در بافت عصبی، به‌جز یاخته‌های عصبی، یاخته‌های غیرعصبی یا همان یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا) نیز وجود دارند.

نکته تعداد نوروگلیاها چند برابر نورون‌هاست و انواع مختلفی دارند که هر کدام، وظیفهٔ خاصی را برعهده دارند.

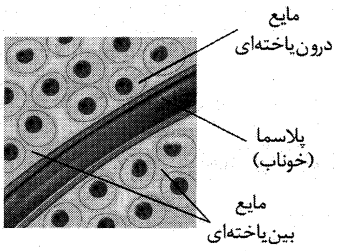
یاخته‌های پشتیبان، وظایف مختلفی را در بافت عصبی برعهده دارند:

۱- **ایجاد داربست برای استقرار یاخته‌های عصبی:** برای این‌که نورون‌ها در جای مربوط به خودشان مستقر شوند، لازم است که گروهی از نوروگلیاها، داربستی برای قرارگیری آن‌ها ایجاد کنند. در واقع، این داربست محل قرارگیری هر نورون را مشخص می‌کند.

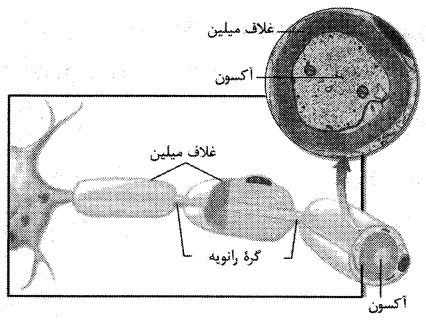
۲- **دفاع از یاخته‌های عصبی در برابر عوامل بیماری‌زا**

۳- **حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی:** در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که فعالیت نورون‌ها، وابسته به یون‌های موجود درون یاخته و بیرون یاخته است. بنابراین، لازم است که مقدار یون‌ها در مایع بین‌یاخته‌ای تنظیم شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] محیط جانداران همواره در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی پیکر خود را در حد ثابتی نگه دارد. این توانایی، مربوط به یکی از ویژگی‌های مشترک حیات به‌نام هم‌ایستایی (هومئوستازی) است.



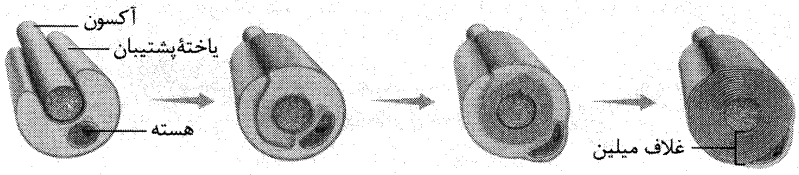
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] فضای بین یاخته‌های بدن انسان را **مایع بین‌یاخته‌ای** پر کرده است. این مایع، محیط زندگی یاخته‌هاست. یاخته‌ها، مواد لازم (اکسیژن و مواد مغذی) را از این مایع دریافت می‌کنند و مواد دفعی مانند کربن دی‌اکسید را به آن می‌دهند تا به کمک خون از بدن دفع شود. ترکیب مواد در مایع بین‌یاخته‌ای، شبیه خوناب (پلاسما) است و مایع بین‌یاخته‌ای به‌طور دائم مواد مختلفی را با خون مبادله می‌کند.



آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] حفظ وضعیت درونی بدن در **محدوده‌ای ثابت**، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. مجموعه اعمالی را که برای **پایدار نگه‌داشتن وضعیت درونی جاندار** انجام می‌شود، **هم‌ایستایی (هومئوستازی)** می‌نامند. هم‌ایستایی از **ویژگی‌های اساسی همهٔ موجودات زنده** است.

۴- **ساخت غلاف میلین:** در اطراف دندریت و آکسون **بسیاری از نورون‌ها**، غلاف میلین وجود دارد. غلاف میلین، پوششی در اطراف نورون‌هاست که آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. در دندریت یا آکسونی که میلین دارد، قسمت‌هایی از رشته فاقد غلاف میلین هستند که به آن‌ها، **گرهٔ رانویه** گفته می‌شود. راجع به عملکرد غلاف میلین، آخر همین گفتار بیشتر صحبت می‌کنیم.

غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان می‌سازند. برای ساخت غلاف میلین، یاختهٔ پشتیبان چندین دور به دور رشتهٔ یاختهٔ عصبی می‌پیچد. برای درک بیشتر به شکل توجه کنید. *در واقع غلاف میلین، همون غشای یاختهٔ پشتیبان است. یاختهٔ پشتیبان، چندین بار دور غشای آکسون یا دندریت می‌پیچه و یک عایق ایجاد می‌کنه. بنابراین، جنس غلاف میلین از جنس غشای یاخته است. ایشالا یادتون هست که جنس غشا چی بود؟ اگه نه، آن‌چه گذشت زیر رو بفونین از کتاب میکرو دهم!*

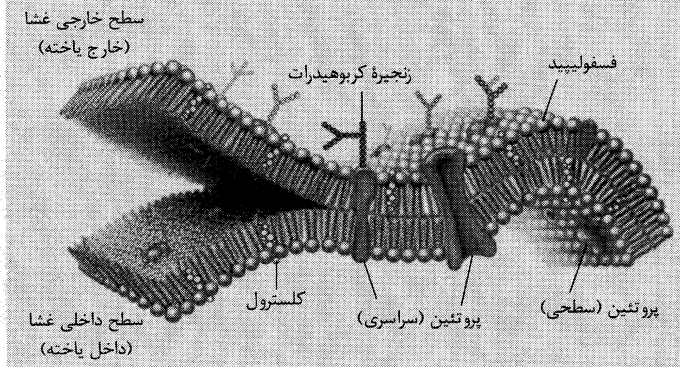


gajmarket

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] **ساختار غشای یاخته:**

غشا از مولکول‌های لیپیدی، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها تشکیل شده است.

بخش لیپیدی غشا، از مولکول‌های فسفولیپید و کلسترول تشکیل شده است. فسفولیپیدها، **فراوان‌ترین مولکول‌های غشا** هستند و در بین آن‌ها، مولکول‌های کلسترول قرار گرفته‌اند. همان‌طور که در شکل مشخص است، بخش لیپیدی غشا به‌صورت **دولایه** قرار دارد و پروتئین‌ها نیز در بین فسفولیپیدها قرار می‌گیرند.



بخش پروتئینی غشا، شامل دو گروه پروتئین است. گروهی از پروتئین‌ها در سراسر عرض غشا وجود دارند. گروهی دیگر از پروتئین‌های غشا، فقط در یک سطح غشا قرار دارند و کل عرض غشا را طی نمی‌کنند.

بخش کربوهیدراتی غشا، فقط در سطح خارجی قابل مشاهده است. در این سطح، کربوهیدرات‌ها، به‌صورت **زنجیره‌ای از مونوساکاریدها** (واحدهای سازندهٔ مولکول‌های قندی) با مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی در تماس هستند.

نوع یاختهٔ بافت عصبی	یاختهٔ عصبی (نورون)	یاختهٔ غیرعصبی (نوروگلیا یا پشتیبان)
تحریک‌پذیری و تولید، هدایت و انتقال پیام عصبی	دارد	ندارد
رشته‌های سیتوپلاسمی	دندریت + آکسون	ندارد
توانایی تولید غلاف میلین	ندارد	دارد
فراوانی در بافت عصبی	کمترین	بیشترین
توانایی تقسیم	ندارد	دارد

درس‌نامهٔ ۲ انواع نورون‌ها

انواع نورون‌ها، **از نظر کاری که انجام می‌دهند،** به سه نوع مختلف تقسیم می‌شوند:

۱- **نورون‌های حسی:** این نورون‌ها، پیام‌های حسی را از گیرنده‌های حسی دریافت می‌کنند و به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند.

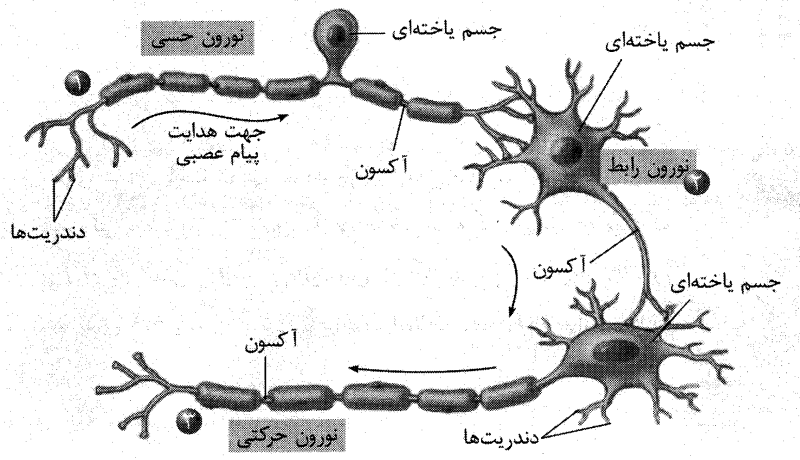
ما تا الان کلی گیرندهٔ حسی می‌شناسیم! از کجا؟ از کتاب دهم! خُب احتمالاً یادتون نیست پس بریم برگردیم عقب!

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل‌های ۳ و ۴ دهم] گیرنده‌های فشاری و همچنین گیرنده‌های حساس به تغییرات اکسیژن، کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن، انواعی از گیرنده‌های حسی هستند که پیام عصبی را به بصل‌النخاع در مغز وارد می‌کنند.

۲- **نورون‌های حرکتی:** پیام‌ها را از بخش مرکزی به سوی اندام‌ها مانند ماهیچه‌ها می‌برند. *کلاً هر نورونی که تا الان خوندیم که می‌رفته یه جایی از بدن تأثیر می‌گذاشته، نورون حرکتی بوده! مثلاً نورون‌های حرکتی که از بصل‌النخاع خارج می‌شدن و باعث انقباض ماهیچه‌های دمی می‌شدن.*

۳- **نورون‌های رابط:** این نورون‌ها، **فقط در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع)** قرار دارند و ارتباط لازم بین نورون‌های حسی و حرکتی را برقرار می‌کنند.

خُب حالا اول یه نگاه به شکل زیر بندازین تا بعد چند تا نکته راجع به انواع این نورون‌ها بگیم.



نکته هر نورون رابط، همواره در ارتباط با دو نوع نورون دیگر است؛ نورون حسی و حرکتی.

نکته نورون حسی و حرکتی، بخشی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی دارند و بخشی هم در دستگاه عصبی مرکزی. اما نورون رابط فقط در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد. در نورون حسی، جسم یاخته‌ای و دندریت کاملاً خارج از دستگاه عصبی مرکزی هستند ولی بخشی از آکسون وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شود. در نورون حرکتی، دندریت و جسم یاخته‌ای به‌طور کامل در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند. فقط بخش ابتدایی آکسون نورون حرکتی نیز در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد و ادامهٔ آکسون، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

نکته نورون رابط معمولاً کوتاه‌تر از نورون حسی است.

فعالیت کتاب درسی

ساختار نورون‌ها

چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین ساختار سه نوع یاختهٔ عصبی وجود دارد؟

۱- غلاف میلین: در نورون حسی و حرکتی، غلاف میلین وجود دارد ولی در نورون رابط، غلاف میلین دیده نمی‌شود. در نورون حسی، هم دندریت و هم آکسون میلین دارند ولی در نورون حرکتی، فقط آکسون میلین دارد.

۲- دندریت: در نورون حسی، دندریت طویل و میلین‌دار وجود دارد. در نورون حرکتی و رابط، دندریت‌های کوتاه و بدون میلین دیده می‌شوند. دندریت‌های نورون رابط، انشعابات زیادی دارند.

۳- جسم یاخته‌ای: اندازهٔ جسم یاخته‌ای در نورون حسی کم‌ترین و در نورون حرکتی، بیشترین است. جسم یاخته‌ای نورون رابط و حرکتی، در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد ولی جسم یاخته‌ای نورون حسی، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

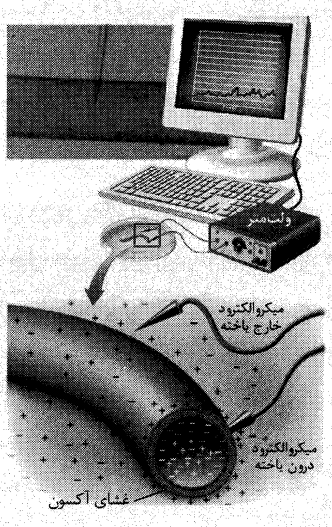
۴- آکسون: در نورون رابط و حرکتی، آکسون بلندترین رشتهٔ نورون است ولی در نورون حسی، طول آکسون از دندریت کم‌تر است. به‌طور کلی، در نورون حسی و رابط، آکسون کوتاه و در نورون حرکتی، آکسون بلند وجود دارد. آکسون در نورون حرکتی و حسی دارای میلین است ولی در نورون رابط، میلین ندارد.

۵- عملکرد: نورون حسی، پیام را به دستگاه عصبی مرکزی نزدیک می‌کند و نورون حرکتی، پیام را از دستگاه عصبی مرکزی خارج می‌کند. نورون رابط، ارتباط بین نورون حسی و حرکتی را برقرار می‌کند و فقط درون دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.

نوع یاختهٔ عصبی	حسی	رابط	حرکتی
غلاف میلین	در دندریت و آکسون	ندارد	فقط در آکسون
تعداد دندریت	۱ (در ابتدا منشعب)	تعداد زیاد (پرانشعاب)	تعداد زیاد
انشعابات دندریت	کم	فراوان	متوسط
طول یاختهٔ عصبی	نسبتاً بلند	کوتاه	نسبتاً بلند
طول رشتهٔ یاختهٔ عصبی	دندریت بلند + آکسون کوتاه	آکسون و دندریت کوتاه (آکسون > دندریت)	دندریت کوتاه + آکسون بلند
عملکرد	انتقال پیام از اندام حس به CNS*	برقراری ارتباط بین نورون حسی و حرکتی	انتقال پیام از CNS به اندام‌ها
محل حضور	دستگاه عصبی مرکزی و محیطی	فقط دستگاه عصبی مرکزی	دستگاه عصبی مرکزی و محیطی

* CNS : دستگاه عصبی مرکزی

درسنامهٔ ۳ فعالیت الکتریکی نورون (۱): پتانسیل آرامش



این قسمت جزء مباحثی است که خیلی ازش سؤال میاد و معمولاً بچه‌ها هم توش مشکل دارن! برای همین خیلی مفصل و کامل توضیح داریم تا دیگه همه‌چیز رو بفهمین. پس لطفاً خیلی خوب به متن و شکل دقت کنین تا کامل براتون جا بیفته.

پیام عصبی **در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی** به‌وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا یکسان نیست، در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی، مقدار بار الکتریکی متفاوت است و در نتیجه، بین دو سوی آن، **اختلاف پتانسیل الکتریکی** وجود دارد. *تا این‌جا بفوایم به طور ساده بگیم این‌جوری میشه که درون و بیرون یاخته، یون‌هایی وجود دارند که بار الکتریکی ایجاد می‌کنن. این بار الکتریکی، باعث ایجاد پتانسیل الکتریکی می‌شه و چون مقدار بارها در دو سوی غشا یکسان نیست و بینشون اختلاف وجود داره، بهش اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌گن.*

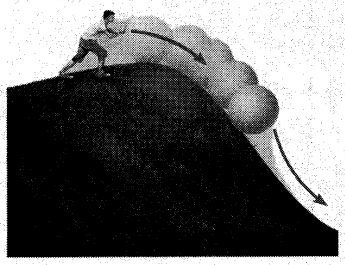
روش اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی نورون

برای اندازه‌گیری پتانسیل نورون، از دو الکترود استفاده می‌شود. یک الکترود، در داخل غشای نورون قرار می‌گیرد و الکترود دیگر، در محیط اطراف نورون. الکترودها، به یک ولت‌متر بسیار حساس متصل می‌شوند که می‌تواند پتانسیل‌های الکتریکی در حد میلی‌ولت را نیز اندازه‌گیری کند. با استفاده از این دستگاه، می‌توان پتانسیل الکتریکی نورون در لحظه‌های مختلف را ثبت کرد. *بریم ببینیم این دستگاه چی واسمون ثبت کرده!*

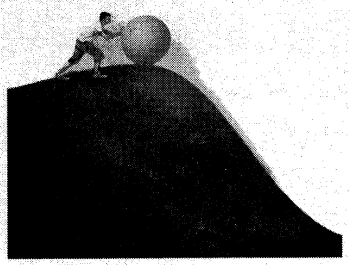
پتانسیل الکتریکی چیست؟

تعریف انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره‌شده در ماده یا سامانه است. مثلاً، وقتی که فنری را فشار می‌دهیم و آن را فشرده می‌کنیم، در آن انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود. وقتی که فنر را رها می‌کنیم، فشردگی فنر از بین می‌رود. یا اگر توپی در ارتفاع قرار بگیرد، دارای انرژی پتانسیل است و وقتی که رها می‌شود، حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در تعریفی دیگر، انرژی پتانسیل توانایی انجام کار است.

انرژی پتانسیل توپ به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.



انرژی پتانسیل در توپ ذخیره می‌شود.



مواد تمایل دارند از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کم‌تر بروند. مثلاً، *در شکل بالا، انرژی پتانسیل توپ در بالای تپه، بیشترین مقدارش هست و در پایین تپه، انرژی پتانسیلش کمترین مقدار اون هست. حالا وقتی توپ رو ول می‌کنیم، توپ به سمت پایین حرکت می‌کنه؛ از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کمتر.*

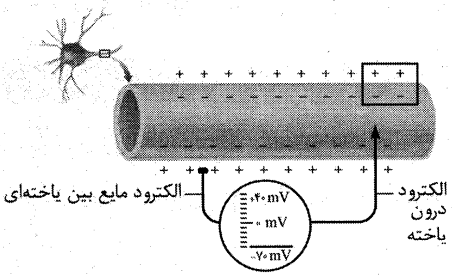
پتانسیل الکتریکی: وقتی بین دو محل (مثلاً درون یاخته و بیرون یاخته)، اختلاف غلظت بارهای الکتریکی وجود داشته باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌شود. مثلاً، اگر درون یاخته ۱۰۰ بار مثبت وجود داشته باشد و بیرون یاخته ۲۰۰ بار مثبت، پتانسیل الکتریکی درون یاخته نسبت به بیرون آن، ۱۰۰ واحد منفی‌تر است. *دقت کنین که هم بیرون هم داخل، مثبت هستن ولی بار مثبت بیرون بیشتره. پس وقتی می‌خوایم اختلاف پتانسیل رو حساب کنیم می‌گیم:*

اختلاف پتانسیل درون نسبت به بیرون ← $(-۱۰۰) = (+۲۰۰) - (+۱۰۰)$ ← بار درون، بار بیرون

خلاصه بخوایم بگیم، اختلاف پتانسیل یه چیز نسبی هست و پتانسیل الکتریکی مطلق! یعنی مثلاً می‌تونیم بگیم که پتانسیل درون یاخته ۱۰۰+ هست و پتانسیل بیرون یاخته، ۲۰۰+. در این حالت، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته، ۱۰۰- است. چیزی که ما باهاش کار داریم، این اختلاف پتانسیل هست. اون دستگاه ولت‌سنج هم برای ما اختلاف پتانسیل رو حساب می‌کنه. اما خب حواستون باشه که در این مبحث، لفظ «پتانسیل» به‌جای «اختلاف پتانسیل» کاربرد داره. اما هر جا می‌گیم پتانسیل، منظورمون همون اختلاف پتانسیل هست. مثلاً، پتانسیل آرامش یعنی اختلاف پتانسیل درون یاختهٔ عصبی نسبت به بیرون یاختهٔ عصبی در حالت آرامش یاخته (وقتی فعالیت عصبی نداره). توضیحات بیشتر راجع به پتانسیل الکتریکی رو هم توی فیزیک می‌خونین.

پتانسیل آرامش یاخته عصبی

وقتی نورون فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است. به این اختلاف پتانسیل، پتانسیل آرامش می‌گویند. *اما چرا این اختلاف پتانسیل ایجاد میشه؟ چرا غلظت یون‌ها در دو سمت به تعادل نمی‌رسه تا اختلاف پتانسیل صفر بشه؟ این چیزی هست که در ادامه می‌خوایم راجع بهش صحبت کنیم. راستی، اینجا ما نیاز زیادی به روش‌های انتقال مواد از عرض غشا داریم. لطفاً برگردین و از فصل (۲) دهم، این مبحث رو مطالعه کنین. در زیر هم خلاصه‌ای از این مبحث رو از کتاب میکرو دهم آوردیم.*

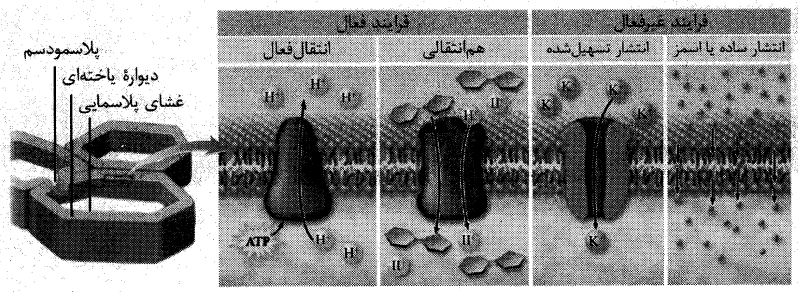


ثبت پتانسیل آرامش نورون

❑ روش‌های عبور مواد از غشا

شکل مقابل، انواع روش‌های عبور مواد از غشای یاخته را نشان می‌دهد. فرایندهای عبور مواد، به‌صورت فعال یا غیرفعال می‌باشند. از دو منظر، می‌توان این دو نوع فرایند را مقایسه کرد:

۱- جهت حرکت مواد: در فرایندهای غیرفعال، مواد در جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شوند. نتیجهٔ نهایی این فرایندها، یکسان‌شدن غلظت در دو سوی غشا می‌باشد.



۲ـ مصرف انرژی زیستی: در فرایندهای غیرفعال، انرژی زیستی مصرف نمی‌شود و انرژی جنبشی عامل حرکت مولکول‌هاست. در فرایندهای فعال، مصرف انرژی زیستی (مثل ATP) برای عبور مواد از غشا لازم است.

انتقال فعال، نوعی فرایند عبور مواد از غشای یاخته است که با کمک پروتئین‌های غشایی، مثل پمپ سدیم ـ پتاسیم، انجام می‌شود. هم‌انتقالی، نوع خاصی از انتقال فعال است که در آن، دو ماده به‌طور همزمان و در یک جهت از غشا عبور می‌کنند.

فرایندهای غیرفعال، به‌صورت انتشار می‌باشند که ممکن است ساده یا تسهیل‌شده باشند. فرق انتشار تسهیل‌شده و انتشار ساده در این است که در انتشار تسهیل‌شده، عبور مولکول‌ها از عرض غشا با کمک پروتئین‌های سراسری غشا انجام می‌شود.

❑ وضعیت غلظت یون‌ها در مایع بین یاخته‌ای و درون یاخته

برای بررسی پتانسیل الکتریکی نورون‌ها، ما دو تا یون برامون اهمیت داره: سدیم و پتاسیم.

۱- **یون سدیم (Na^+):** غلظت یون‌های سدیم در بیرون غشا (مایع بین یاخته‌ای) بیشتر از داخل یاخته است. در نتیجه، یون‌های سدیم تمایل دارند در جهت شیب غلظت خود، وارد یاختهٔ عصبی شوند.

۲- **یون پتاسیم (K^+):** غلظت یون‌های پتاسیم در داخل یاخته، بیشتر از مایع بین یاخته‌ای است. در نتیجه، یون‌های پتاسیم تمایل دارند در جهت شیب غلظت خود، از یاختهٔ عصبی خارج شوند.

نکته انتشار تسهیل‌شدهٔ یون‌ها با کمک کانال‌های یونی

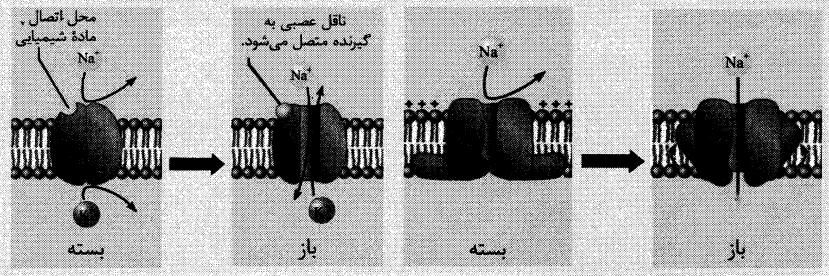
انتشار یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشای یاخته، با روش **انتشار تسهیل‌شده** انجام می‌شود. در این روش، یون‌ها با کمک پروتئین‌های غشایی جابه‌جا می‌شوند. پروتئین‌هایی که یون‌ها را در انتشار تسهیل‌شده جابه‌جا می‌کنند، کانال نام دارند. دو نوع کانال در غشای یاخته وجود دارد:

۱- **کانال‌های نشتی:** این کانال‌ها، همیشه باز و فعال هستند. بنابراین، یون‌ها می‌توانند به‌صورت دائمی از طریق آن‌ها منتشر شوند.

۲- **کانال‌های دریچه‌دار:** کانال‌های دریچه‌دار، همیشه باز نیستند و فقط در شرایط خاصی باز می‌شوند. دو نوع کانال دریچه‌دار داریم:

۱- کانال دریچه‌دار ولتاژی زمانی باز می‌شود که اختلاف پتانسیل معینی در یاخته وجود داشته باشد.

۲- کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی که در پاسخ به مواد شیمیایی باز یا بسته می‌شوند و در غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی وجود دارد.

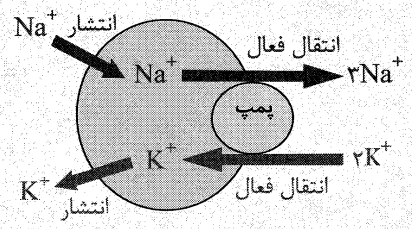


کانال‌های دریچه‌دار ولتاژی

کانال‌های دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی

دو عامل، در منفی‌تر بودن پتانسیل درون یاخته در حالت آرامش نقش دارند:

۱- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم و ۲- پمپ سدیم ـ پتاسیم



۱- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم

تأثیر انتشار پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی از یاخته خارج می‌شوند. نتیجهٔ خروج پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. مثلاً، فرض کنید که در حالت طبیعی، ۲۰۰ یون پتاسیم درون یاخته وجود دارد و بیرون یاخته یون پتاسیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با[1]:

(+۲۰۰) - (۰) = (+۲۰۰)

اگر انتشار یون‌های پتاسیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های پتاسیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با:

(+۱۰۰) - (+۱۰۰) = (۰)

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم:

(+۲۰۰) - (۰) = (-۲۰۰)

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته منفی‌تر شده است. بنابراین، خروج یون‌های پتاسیم از درون یاخته، باعث منفی‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

۱- تمامی اعداد ذکرشده فرضی و فقط برای درک بهتر هستند. علاوه‌بر این، اختلاف پتانسیل محاسبه‌شده نیز فرضی و فقط بر اساس مقایسهٔ تعداد بارها می‌باشد.

تأثیر انتشار سدیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های سدیم از طریق کانال‌های نشتی به یاخته وارد می‌شوند. نتیجهٔ ورود سدیم به درون یاخته، مثبت‌تر شدن درون یاخته است[1]. مثلاً، فرض کنین که در حالت طبیعی، ۴۰۰ یون سدیم بیرون یاخته وجود دارد و درون یاخته یون سدیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با:

(۰) − (+۴۰۰) = (−۴۰۰)

نکته در غشای یاخته، هم کانال سدیمی وجود دارد و هم کانال پتاسیمی، هر کانال نیز به‌طور اختصاصی یک نوع یون را عبور می‌دهد.

اگر انتشار یون‌های سدیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های سدیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با:

(۰) = (+۲۰۰) − (+۲۰۰)

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم:

(۰) − (−۴۰۰) = (+۴۰۰)

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته مثبت‌تر شده است. بنابراین، ورود یون‌های سدیم به درون یاخته، باعث مثبت‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

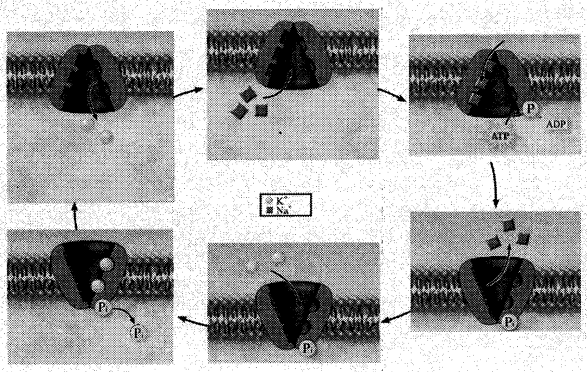
بررسی همزمان تأثیر انتشار سدیم و پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، تأثیر پتاسیم بر اختلاف پتانسیل یاخته بیشتر است و بنابراین، درون یاخته منفی‌تر است؛ زیرا، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر می‌باشد. مثلاً، اگر انتشار پتاسیم، پتانسیل یاخته را ۱۷۰ واحد منفی کند، انتشار سدیم فقط ۱۰۰ واحد[2] پتانسیل درون یاخته را مثبت می‌کند. بنابراین، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته برابر است با:

(−۷۰) = (+۱۰۰) + (−۱۷۰)

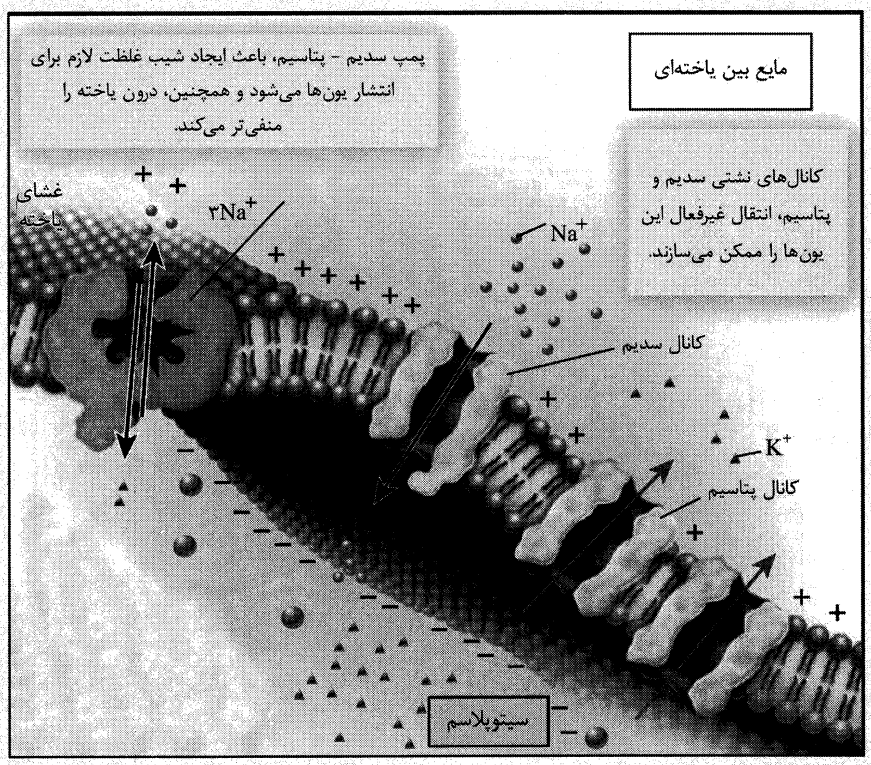
به این پتانسیل ۷۰- میلی‌ولت، پتانسیل آرامش می‌گویند. یک عامل دیگر نیز در ایجاد اختلاف پتانسیل نقش دارند. *اما چه عاملی باعث میشه که غلظت یون‌ها در دو سمت غشا به تعادل کامل نرسه؟ پمپ سدیم ـ پتاسیم!*

۲- پمپ سدیم ـ پتاسیم

پمپ سدیم ـ پتاسیم، پروتئینی است که در غشای یاخته وجود دارد و وظیفهٔ جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم **در خلاف جهت شیب غلظت** را دارد. در واقع، انتقال یون‌ها از طریق این پمپ، با روش **انتقال فعال** و همراه با **مصرف انرژی زیستی (ATP)** است. در هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج و دو یون پتاسیم، وارد یاخته می‌شوند. بنابراین، می‌توانیم بگوییم که **به‌طور خالص، یک بار مثبت از درون یاخته خارج می‌شود** و پتانسیل درون یاخته، منفی‌تر می‌شود.



پمپ سدیم ـ پتاسیم



عوامل مؤثر در ایجاد پتانسیل آرامش

۱- دقت داشته باشید که سدیم و پتاسیم، هر دو بار مثبت دارند. بنابراین، ورود سدیم به درون یاخته باعث مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. خروج پتاسیم (بار مثبت) از درون یاخته نیز باعث منفی‌تر شدن درون یاخته می‌شود.

۲- باز هم یادآوری می‌کنم که تمامی این اعداد فرضی هستند و مقدار واقعی اعداد متفاوت است.

فعالیت کتاب درسی

پتانسیل آرامش

چه تفاوتی بین کار پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی وجود دارد؟

۱- نیاز به مصرف انرژی: پمپ سدیم ـ پتاسیم، با مصرف انرژی ATP یون‌ها را جابه‌جا می‌کند ولی عبور یون‌ها از کانال‌های نشتی، بدون مصرف انرژی زیستی است.

۲- نوع روش عبور مواد از غشا: پمپ، جابه‌جایی مواد را با انتقال فعال انجام می‌دهد ولی کانال، با روش انتشار تسهیل‌شده.

۳- جهت حرکت یون‌ها: جابه‌جایی یون‌ها با کمک پمپ، در خلاف جهت شیب غلظت انجام می‌شود ولی انتشار یون‌ها از طریق کانال‌های نشتی، در جهت شیب غلظت است. بنابراین، سدیم از طریق کانال وارد یاخته ولی پتاسیم از یاخته خارج می‌شود. اما پمپ، سدیم را از یاخته خارج و پتاسیم را وارد می‌کند.

پمپ سدیم ـ پتاسیم، با مصرف ATP، یون‌ها را جابه‌جا می‌کند. انرژی لازم برای عبور یون‌ها از کانال‌های نشتی چگونه تأمین می‌شود؟

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] انتشار، جریان مواد از جای پرغلظت به جای کم‌غلظت (در جهت شیب غلظت) است. در این روش، مواد به دلیل داشتن انرژی جنبشی می‌توانند منتشر شوند.

چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آن‌ها کم‌تر است؟

دو عامل، در کم‌تر بودن بار مثبت درون یاخته نسبت به بیرون آن، نقش دارند:

۱- نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر است. در نتیجه، تعداد یون‌های پتاسیم خارج‌شده از یاخته بیشتر از سدیم‌های واردشده است.

۲- در هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج می‌شود و دو یون پتاسیم وارد یاخته می‌شوند. بنابراین، به‌طور خالص یک بار مثبت از یاخته خارج می‌شود.

حالا که تا اینجا اومدیم و دیگه تموم شده پتانسیل آرامش، یه چند تا نکتهٔ ترکیبی با کتاب دهم بگیم. این نکات، راجع به سدیم و پتاسیم هستند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۲ دهم] لوزالمعده، مقدار زیادی بیکربنات **سدیم** ترشح می‌کند. بیکربنات، اثر اسید معده را خنثی و درون دوازدهه را قلیایی می‌کند. به این ترتیب دیوارهٔ دوازدهه از اثر اسید حفظ و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعده فراهم می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۲ دهم] جذب گلوکز و بیشتر آمینواسیدها در رودهٔ باریک، همراه با **سدیم** و با روش هم‌انتقالی است. در این روش، **سدیم** از طریق انتشار تسهیل‌شده وارد یاخته می‌شود و انرژی لازم برای ورود گلوکز به درون یاخته نیز از انرژی شیب غلظت سدیم تأمین می‌شود. شیب غلظت **سدیم**، با فعالیت پمپ **سدیم ـ** پتاسیم حفظ می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] برای تبادل مواد در مویرگ‌ها، مولکول‌هایی که انحلال آن‌ها در لیپیدهای غشا، کم است، مثل گلوکز و یون‌های **سدیم** و پتاسیم، از طریق منافذ منتشر می‌شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۴ دهم] مصرف زیاد نمک (افزایش **سدیم**)، می‌تواند به خیز منجر شود.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۴ دهم] وجود یون‌های **سدیم** و پتاسیم در خوناب (پلاسما)، اهمیت زیادی دارد؛ چون در فعالیت یاخته‌های بدن نقش کلیدی دارند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] در نفرون‌ها، بعضی از سموم، داروها، یون‌های هیدروژن و پتاسیم اضافی به‌وسیلهٔ ترشح دفع می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل ۵ دهم] غدهٔ فوق‌کلیه، هورمون آلدوسترون را ترشح می‌کند. هورمون آلدوسترون با اثر بر کلیه‌ها، بازجذب **سدیم** را باعث می‌شود. در نتیجهٔ بازجذب **سدیم**، بازجذب آب هم در کلیه‌ها افزایش می‌یابد.

آن‌چه گذشت [گفتار ۳- فصل ۷ دهم] در غشای یاخته‌های نگهبان روزنه، پمپ‌هایی وجود دارند که یون پتاسیم را جابه‌جا می‌کنند. تغییر غلظت پتاسیم در یاخته‌های نگهبان روزنه، منجر به تغییر حجم یاخته و در نتیجه، باز و بسته‌شدن روزنه می‌شود.

تا اینجا دیگه فکر می‌کنم دیگه بسه سدیم و پتاسیم! بریم ادامهٔ بحث خودمون.

درسنامهٔ ۴ فعالیت الکتریکی نورون (۲): پتانسیل عمل

اگه تا اینجاشو خوب فهمیده باشین، دیگه بقیش کاری نداره! پس لطفاً اول مباحث قبلی رو خوب مسلط بشین بعد بیاین اینجا.

پتانسیل عمل چیست؟

وقتی که نورون تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا **به‌طور ناگهانی** تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، **مثبت‌تر** می‌شود. به این تغییر، **پتانسیل عمل** می‌گویند. پس از مدت کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد. *پس وقتی که یاخته عصبی تحریک میشه، در یه زمان خیلی کم داخل یاخته مثبت‌تر میشه. حالا قبل از اینکه ادامهٔ متن رو بفونین، به این فکر کنین که چه چیزی بود که باعث می‌شد درون یاخته مثبت‌تر بشه؟*

پتانسیل عمل چگونه ایجاد می‌شود؟

گفتیم که در غشای نورون‌ها، کانال‌های نشتی و کانال‌های دریچه‌دار وجود دارند. گروهی از کانال‌های دریچه‌دار، با تغییر اختلاف پتانسیل باز می‌شوند و یون‌ها را عبور می‌دهند.

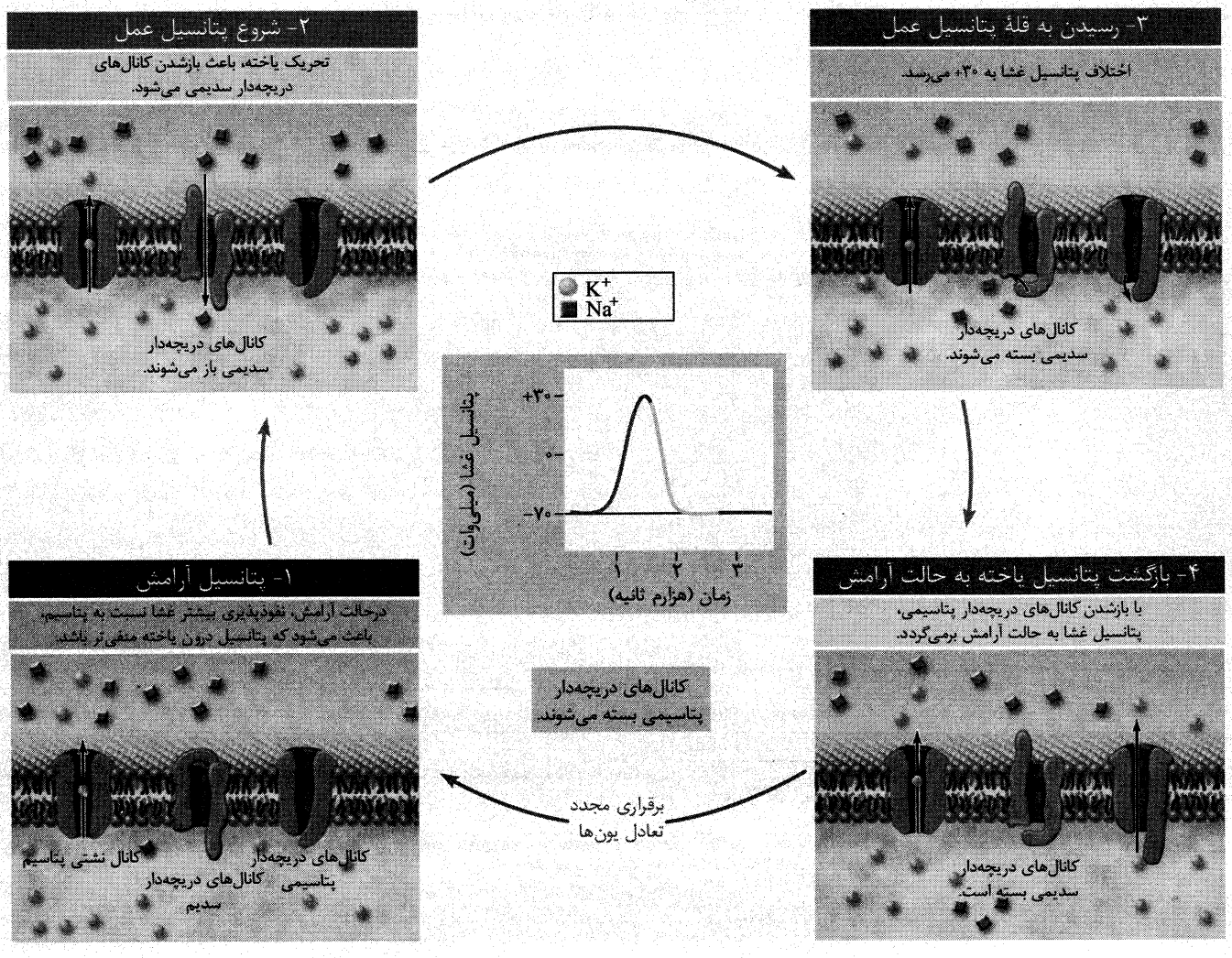
وقتی که غشای نورون تحریک می‌شود، **ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیم باز می‌شوند** و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته می‌شوند. گفتیم که ورود یون سدیم به درون یاخته، منجر به مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. بنابراین، با ورود سدیم به درون یاخته، پتانسیل الکتریکی درون یاخته مثبت‌تر می‌شود و اختلاف پتانسیل، به حدود ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد. **کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، برای مدت زمان کوتاهی باز هستند** و پس از رسیدن پتانسیل غشا به ۳۰+ میلی‌ولت، بسته می‌شوند.

سپس، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم باز می‌شوند و یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند. گفتیم که نتیجهٔ خروج یون پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. بنابراین، **با فعالیت این کانال‌ها، پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌شود و مجدداً به حالت آرامش برمی‌گردد.**

تا اینجا همه‌چی به نظر خوب میاد. یاخته تحریک شده، پتانسیل عملشو ایجاد کرده و دوباره برگشته به آرامش اولیه‌اش! اما اگه یکم فکر کنین می‌بینین که یه مشکلی وجود داره: تعادل اولیهٔ یون‌های سدیم و پتاسیم از بین رفته! الان سدیم به‌شدت درون یاخته انباشته شده و تراکم پتاسیم درون یاخته هم به‌شدت کم شده. پس اینجا باید یه چیزی باشه که بیاد سدیم اضافی رو بریزه بیرون و پتاسیم‌ها رو برگردونه درون یاخته. پس باز میریم سراغ پمپ سدیم ـ پتاسیم.

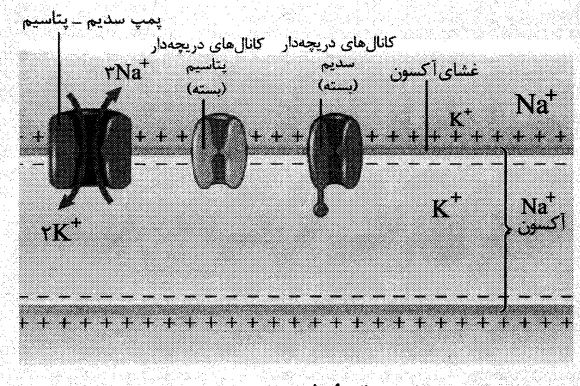
در **پایان پتانسیل عمل**، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود که **شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برگردد و تعادل اولیهٔ یون‌ها ایجاد شود.**

نکته بازگشت پتانسیل یاخته به حالت آرامش، در نتیجهٔ باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و خروج پتاسیم از یاخته انجام می‌شود. پمپ سدیم ـ پتاسیم، بعد از پتانسیل عمل، شیب غلظت یون‌ها (نه پتانسیل غشا) را به حالت آرامش بر می‌گرداند.



نگاهی دقیق‌تر به پتانسیل عمل

❑ پتانسیل آرامش: ۷۰- میلی‌ولت



در این حالت، کانال‌های نشتی، باز هستند! *چشم‌بسته غیب گفتیم!* در نتیجه، سدیم وارد یاخته می‌شود و پتاسیم از یاخته خارج می‌شود. گفتیم که نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر است و به همین دلیل، پتانسیل غشا در حالت آرامش، ۷۰- میلی‌ولت است.

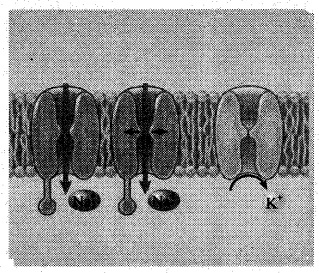
در حالت آرامش، پمپ سدیم ـ پتاسیم نیز در غشا فعال است. این پمپ، ۳ یون سدیم را از یاخته خارج می‌کند و ۲ یون پتاسیم را وارد یاخته می‌کند. در نتیجه، یک بار مثبت از درون یاخته کم می‌شود و همچنین، شیب غلظت سدیم و پتاسیم نیز حفظ می‌شود. دقت داشته باشید که در این حالت، کانال‌های دریچه‌دار سدیم و پتاسیم بسته هستند.

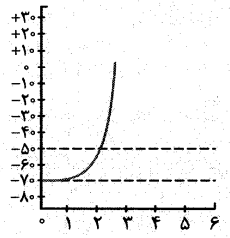
بچه‌ها ما از اینجا به بعد، چیزی دیگه رابع به کانال‌های نشتی و پمپ سریم ـ پتاسیم نمی‌گیم. چون این پروتئین‌ها همیشه فعال هستند. بنابراین، ما همیشه ورود و خروج سدیم و پتاسیم رو از طریق کانال و پمپ داریم. یعنی مثلاً پتاسیم با انتشار تسویل‌شده از طریق کانال نشتی از یاخته خارج میشه و با انتقال فعال، توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم به یاخته وارد می‌شه. بنابراین یک نکته:

نکته در هر زمانی، هم ورود سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود و هم خروج آن. ورود سدیم به‌صورت غیرفعال است و خروج آن، به‌صورت فعال. در مورد پتاسیم نیز همیشه ورود آن به درون یاخته و خروج از یاخته وجود دارد. ولی ورود پتاسیم به‌صورت فعال است و خروج آن، به‌صورت غیرفعال.

پتانسیل آرامش	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	۷۰- میلی‌ولت	بسته	بسته

❑ شروع پتانسیل عمل: (۷۰- ← ۳۰+) میلی‌ولت





در پی تحریک یاخته عصبی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند. در نتیجه، تعداد زیادی یون سدیم به‌طور ناگهانی وارد یاختهٔ عصبی می‌شوند. ورود یون‌های سدیم به درون یاخته باعث می‌شود که پتانسیل یاخته مثبت‌تر شود و پتانسیل یاخته از ۷۰- میلی‌ولت به ۳۰+ میلی‌ولت برسد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی هنوز بسته هستند.

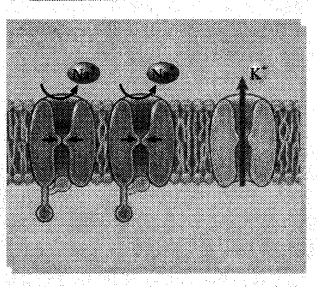
شروع پتانسیل عمل	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	(۷۰- ← ۳۰+) میلی‌ولت	باز	بسته

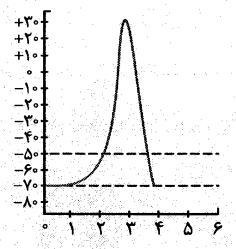
❑ قلهٔ پتانسیل عمل: ۳۰+ میلی‌ولت

وقتی پتانسیل یاخته به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسد، کانال‌های سدیمی بسته می‌شوند. در این زمان، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار یاخته بسته هستند.

قلهٔ پتانسیل عمل	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	۳۰+ میلی‌ولت	بسته	بسته

❑ بازگشت به حالت آرامش: (۳۰+ ← ۷۰-) میلی‌ولت

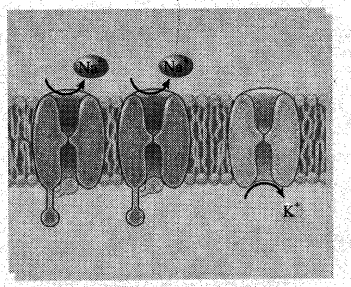


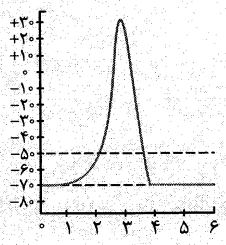


پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند. در این زمان، یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند و پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌شوند. در نتیجه، پتانسیل یاخته دوباره منفی می‌شود و به حالت آرامش برمی‌گردد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.

بازگشت به حالت آرامش	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	(۳۰+ ← ۷۰-) میلی‌ولت	بسته	باز

❑ بعد از پایان پتانسیل عمل: ۷۰- میلی‌ولت





در پایان پتانسیل عمل، پتانسیل یاخته به حالت آرامش برگشته است. در این زمان، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند ولی تعادل یون‌های سدیم و پتاسیم در دو طرف غشا، با حالت اولیه (آرامش) تفاوت دارد. برای برقراری مجدد تعادل یون‌های سدیم و پتاسیم، پمپ سدیم ـ پتاسیم با مصرف انرژی ATP یون‌ها را جابه‌جا می‌کند تا شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش برگردد.

بعد از پایان پتانسیل عمل	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
	۷۰- میلی‌ولت	بسته	بسته

حالا می‌خوام چند تا سؤال ازتون بپرسم. اول سعی کنین خودتون روی سؤالات فکر کنین و حتی اگه لازم شد برگردین عقب و به شکل‌ها نگاه کنین. در نهایت، پاسخ سؤالات رو با دقت بخونین تا آخرین نکات این مبحث رو هم یاد بگیرید.

سؤال ۱: **زمانی که پتانسیل یاخته ۲۰+ میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟** *اگه جوابتون سدیمی هست، باید بگم که اشتباه کردین! اگه جوابتون پتاسیمی هست، باز هم اشتباه کردین!!! یک بار دیگه به نمودار نگاه کنین.* برای پتانسیل‌های بین ۷۰- میلی‌ولت تا ۳۰+ میلی‌ولت، دو نقطه در نمودار پتانسیل عمل وجود دارد: ۱ـ بخش صعودی پتانسیل عمل و ۲- بخش نزولی پتانسیل عمل. *بنابراین، باید در سؤال مشخص بشه که کدوم بخش مد نظر هست.*

سؤال ۲: **زمانی که پتانسیل یاخته از ۲۰+ به صفر میلی‌ولت می‌رسد، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟** *اینبا دیگه جواب مشخصه! فکر نکنین باز هم دو حالت داره‌ها! سؤال داره می‌گه که پتانسیل از ۲۰+ به صفر می‌رسه، یعنی بخش نزولی پتانسیل عمل. پس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند و کانال‌های سدیمی بسته هستند.*

سؤال ۳: **در کدام بخش از پتانسیل عمل، ورود یون سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود؟** *اگه جوابتون بخش صعودی پتانسیل عمل، یعنی زمانی که پتانسیل از ۷۰- میلی‌ولت به ۳۰+ میلی‌ولت می‌رسه، هست، باید بگم باز هم اشتباه کردین!* قبلاً گفتیم که در غشای یاخته، کانال‌های نشتی وجود دارند و بنابراین، به‌طور دائمی ورود یون سدیم به درون یاخته مشاهده می‌شود. هم‌چنین، خروج یون پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی نیز همواره انجام می‌شود.

سؤال ۴: **در طول پتانسیل عمل، یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند یا به آن وارد می‌شوند؟** *ایشالا که گفتین هر دو مورد! اگه هم نگفتین یعنی باز هم بی‌دقتی کردین و بهتره که یه باره دیگه این درسنامه رو بخونین.* گفتیم که خروج یون پتاسیم از یاخته، به‌صورت دائمی از طریق کانال‌های نشتی انجام می‌شود. ورود پتاسیم به درون یاخته نیز به‌صورت دائمی انجام می‌شود؛ زیرا، پمپ سدیم ـ پتاسیم همواره فعال است و دائماً یون‌های سدیم را از یاخته خارج و پتاسیم را به یاخته وارد می‌کند. بنابراین، همواره هم ورود و هم خروج یون‌های سدیم و پتاسیم مشاهده می‌شود.

سؤال ۵: **در طول پتانسیل عمل، میزان نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های سدیم و پتاسیم، چه تغییری می‌کند؟** گفتیم که در طول پتانسیل آرامش، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر است و به همین دلیل، پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌باشد. اما در پتانسیل عمل، در پی باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیم، نفوذپذیری غشا نسبت به سدیم بیشتر می‌شود و این موضوع باعث می‌شود که پتانسیل درون یاخته مثبت‌تر شود. بنابراین، در بخش صعودی پتانسیل عمل، نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم، بیشتر از یون پتاسیم می‌شود. پس از آن، در بخش نزولی پتانسیل عمل، به‌علت باز بودن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم و بسته بودن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، مجدداً نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر می‌شود و پتانسیل درون یاخته به حالت آرامش برمی‌گردد.

سؤال ۶: **بیشترین اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا، در چه زمانی مشاهده می‌شود؟** *احتمالاً جوابتون قلهٔ پتانسیل عمل، یعنی پتانسیل ۳۰+ است. اما ما گفتیم اختلاف پتانسیل! حالا یعنی چی؟* وقتی که پتانسیل یاخته ۷۰- میلی‌ولت است، بیشترین اختلاف پتانسیل وجود دارد. یعنی در این زمان، ۷۰ واحد اختلاف بین پتانسیل الکتریکی درون یاخته و بیرون یاخته وجود دارد. اما وقتی که اختلاف پتانسیل ۳۰+ میلی‌ولت است، ۳۰ واحد اختلاف بین پتانسیل الکتریکی درون یاخته و بیرون یاخته وجود دارد. حالا ۷۰ بیشتره یا ۳۰ ؟ شاید الان براتون این سؤال پیش بیاد که ۳۰+ از ۷۰- بیشتره. اما باید دقت داشته باشید که علامت (+) و (-) فقط نشان‌دهندهٔ این است که درون یاخته نسبت به بیرون آن، منفی‌تر است یا مثبت‌تر. بنابراین، در پتانسیل آرامش، بیشترین اختلاف بین پتانسیل الکتریکی درون و بیرون یاخته وجود دارد اما بیشترین مقدار پتانسیل الکتریکی درون یاخته، در قلهٔ پتانسیل عمل است؛ زیرا در این زمان، پتانسیل الکتریکی درون یاخته افزایش پیدا کرده است و حتی از بیرون یاخته بیشتر شده است.

می‌دونم خسته شدین! قول می‌دم سؤال بعدی آخریش باشه و بعدشم یه جمع‌بندی داشته باشیم و بریم سراغ مبحث بعدی.

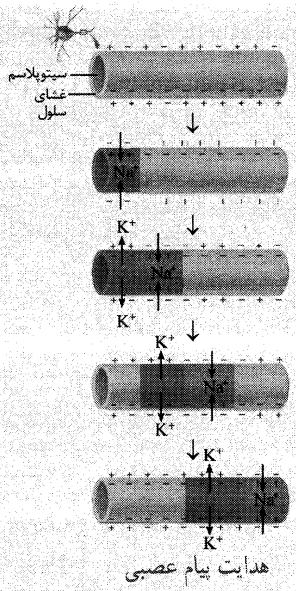
سؤال ۷: **زمانی که اختلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون ۳۰- میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟** *امیدوارم دیگه این بار دقت کرده باشید. گفتیم اختلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون نه درون غشا نسبت به بیرون!* پس در این حالت، اختلاف پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، ۳۰+ میلی‌ولت می‌باشد و منظور قلهٔ پتانسیل عمل است. در قلهٔ پتانسیل عمل، همهٔ کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

خُب بالاخره رسیدیم به آخر درسنامه. اینجا بعد از یه درسنامهٔ عالی! واستون یه جمع‌بندی عالی‌تر آماده کردیم!

روش انتقال	انتشار تسهیل‌شده				انتقال فعال	مقدار پتانسیل (میلی‌ولت)
مصرف انرژی ATP	ندارد				دارد	
نوع پروتئین غشایی	سدیم		پتاسیم		پمپ سدیم ـ پتاسیم	
پتانسیل آرامش	کانال نشتی	کانال دریچه‌دار	کانال نشتی	کانال دریچه‌دار		
پتانسیل آرامش	باز	بسته	باز	بسته	فعال	-۷۰
بخش صعودی پتانسیل عمل	باز	باز	باز	بسته	فعال	-۷۰ ← +۳۰
قلهٔ پتانسیل عمل	باز	بسته	باز	بسته	فعال	+۳۰
بخش نزولی پتانسیل عمل	باز	بسته	باز	باز	فعال	+۳۰ ← -۷۰
بعد از پایان پتانسیل عمل	باز	بسته	باز	بسته	فعال	-۷۰

درسنامه ۵ فعالیت الکتریکی نورون (۳): هدایت و انتقال پیام عصبی

تا اینجا فهمیدیم که وقتی یک نقطه از نورون تحریک میشه، در همون نقطه پتانسیل عمل ایجاد میشه. اما حالا باید پیام عصبی در طول نورون هدایت بشه و به انتهای نورون برسه و بعد از اون، به یاختهٔ بعدی انتقال پیدا کنه. پس در این درسنامه، راجع به هدایت و انتقال پیام عصبی صحبت می‌کنیم.



پیام عصبی و هدایت آن

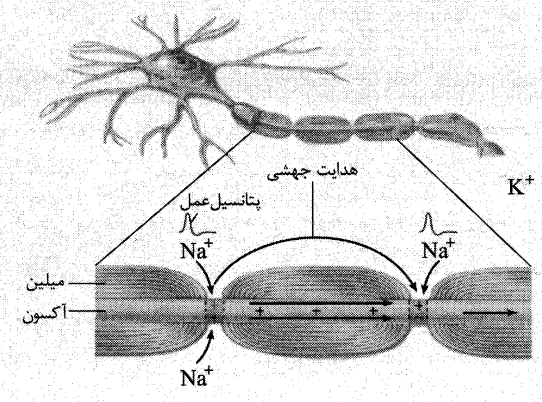
وقتی که پتانسیل عمل در یک نقطه از یاختهٔ عصبی ایجاد می‌شود، **نقطه به نقطه** پیش می‌رود تا به انتهای رشتهٔ عصبی برسد. این جریان پتانسیل عمل را **پیام عصبی** می‌نامند.

برای هدایت پیام عصبی، در هر نقطه‌ای که تحریک می‌شود، یون‌های سدیم وارد نورون می‌شوند و سپس، یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند. پس از پایان پتانسیل عمل، مقدار یون‌ها با فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم به حالت آرامش باز می‌گردد. ایجاد پتانسیل عمل در هر نقطه، باعث تحریک نقطهٔ مجاور و باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیم در آن نقطه می‌شود. بنابراین، در نقطهٔ بعدی نیز پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و همزمان، پتانسیل نقطهٔ اولیه به حالت آرامش برمی‌گردد. این فرایند، در طول نورون تکرار می‌شود و ایجاد پتانسیل عمل در هر نقطه، باعث تحریک نقطهٔ مجاور و ایجاد پتانسیل عمل در آن می‌شود. در نهایت، پتانسیل عمل به انتهای پایانهٔ آکسونی می‌رسد و در این زمان، انتقال پیام به یاختهٔ بعدی انجام می‌شود.

رشتهٔ عصبی چیست؟ به آکسون‌ها و دندریت‌های بلند، رشتهٔ عصبی می‌گویند. مثل آکسون نورون حرکتی و دندریت نورون حسی.

❑ هدایت جهشی

دو عامل، در سرعت هدایت پیام عصبی در طول نورون نقش دارند: **۱- قطر رشته** و **۲- وجود غلاف میلین**. در بین رشته‌هایی که قطر یکسانی دارند، سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی میلین‌دار بیشتر است. *چطوری ممکنه میلینی که عایق است و جلوی عبور یون‌ها از غشا رو می‌گیره، سرعت هدایت پیام عصبی در نورون رو افزایش بده؟* گفتیم که در رشته‌های دارای غلاف میلین، بخش‌هایی وجود دارند که فاقد میلین هستند و گرهٔ رانویه نام دارند. در محل گره‌های رانویه، غلاف میلین وجود ندارد و **رشتهٔ عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد.** اما در محل‌هایی که غلاف میلین وجود دارد، جلوی عبور یون‌ها از غشا گرفته می‌شود. بنابراین، در گره‌های رانویه پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. پس از آن، هدایت پیام عصبی دیگر **به‌صورت نقطه به نقطه انجام نمی‌شود؛** بلکه از یک گرهٔ رانویه، به گرهٔ رانویه دیگر می‌رود. به این نوع هدایت پیام عصبی، **هدایت جهشی** می‌گویند.



نکته در ماهیچه‌های اسکلتی، سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی آن‌ها میلین‌دار است.

نکته نورون رابط، برخلاف نورون حسی و حرکتی، غلاف میلین ندارد و به همین دلیل، سرعت هدایت پیام در نورون رابط، کم‌تر از نورون حسی و حرکتی است.