



کتاب آموزش

# زیست‌شناسی

یاقوت

## زیست‌یازدهم

رشته علوم تجربی

از مجموعه **رشادت**

حسین تاجری  
محمد تاجری



آب

به نام خداوند جان و فر  
کزین برتر اندیشه برگزید

به نظر من انسان باید از تک تک لفظ‌های زندگیش لذت ببرد و حتی آنگاه هدف مهمی رو هم دنبال میکنه که مقبوره سفت برایش زحمت بکشه، باز هم نباید به جایی برسه که پیش خودش بگه کی تموم میشه این کار؟  
یه وقتایی میشد که لذت نوشتن این کتاب به دلیل دشواریای زیادش کم‌رنگ‌تر میشد. اونجا بود که فحومیدم باید یه ایست به خود برم و دور و برمو بیشتر نگاه کنم. اون موقع بود که فحومیدم آنگاه کمک‌های برادرم نبود این کتاب چاپ نمیشد؛ به‌فصوص اینکه اون هم در رشته پزشکی تحصیل میکنه و می‌دونه راه و چاه زیست‌شناسی کنگور چیه.  
پس تصمیم گرفتیم با همدیگه با قدرت پیش بریم و کتابی رو در اختیار دانش‌آموزان قرار بدیم که فورمون تونسته بودیم با روش‌های همین کتاب با قبولی در رشته پزشکی، بهترین نتیجه رو از کنگور سراسری بگیریم.  
هدف اصلی ما در این کتاب، آموزش شیوه صحیح مطالعه دروس زیست‌شناسیه؛ به‌طوری که بعضی مواقع نکات ذکر شده ظاهر مهمی ندرند ولی مهم، نوع نگاه ما به متونه.

در این کتاب سعی شده که همه مطالب در سطح کتاب درسی باشه تا از مطالب کتاب درسی و کنگور سراسری فاصله نگیرید.

لازم به ذکره در کتاب یاقوت، نکات تمامی شکل‌ها و فعالیت‌های کتاب درسی اومده؛ به‌گونه‌ای که به راحتی از پس سوال‌های مربوط به اونا برماییم.

به فرات همیشه گفت کتابی که در دست شماست مانند معلمی در کنار شما به آموزش و برطرف سازی ابهام همه نکات درسی می‌پردازه.

در آخر وظیفه فورمون میدونیم که از خانواده دلسوزمون و آقای مهندس هادی عزیززاده و نیز از افرادی که در نوشتن این کتاب همیشه به ما محبت داشتند، از جمله آقایان دکتر اشکان جلیلی، دکتر میثم بزرگ‌بفروئی و دکتر سید محمد وفید تولید تشکر کنیم. همچنین از خانم‌ها زینب شریفی، محبوبه شریفی (هرو فحپین و صفحه‌آرا)، بهاره فرامی و سمانه مسروری (گرافیکست‌ها)، سپیده رشیدی و زهرا گودرز (طراح جلد) کمال تشکر را داریم.

حسین تاجری



در این کتاب، هر عنوان موجود در کتاب درسی به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته و برای هر عنوان، یک یا چند تست تألیفی، نکات خط کتاب درسی، نکات مفهومی، نکات رفع ابهام (در صورت وجود ابهام) و پاسخ تشریحی تست‌ها آمده است. در کنار این موارد به نکات همه شکل‌ها و فعالیت‌های کتاب درسی نیز پرداخته شده است. واضح است با چنین روشی، هیچ قسمتی از کتاب درسی از زیر ذره‌بین ما خارج نشده و شعر زیر به‌خوبی بیانگر این موضوع است:

*هنبیدن آن نکته عیان در نظر ماست*

*گر بر کف اوراق یکی نکته بیند*

برای بهره‌برداری بهتر از کتاب، دانستن توضیحات زیر در مورد هر قسمت مفید می‌باشد:  
**تست‌ها:** در طرح پرسش‌ها بیشترین تلاش بر این بوده است که سؤالات برپایه مطالب موجود در همان عنوان باشند.

**تبصره:** در صورت شک در هر گزینه لازم است همه نکات آن عنوان مطالعه شود؛ زیرا شک در هر گزینه به معنای عدم تسلط کامل می‌باشد.

**متن کتاب درسی:** یکی از ویژگی‌های این کتاب، پوشش کامل متن کتاب درسی است و شماره‌های موجود در این قسمت مربوط به نکات خط کتاب درسی می‌باشند.

**نکات خط کتاب درسی:** این نکات برگرفته از کلمه، عبارت و یا جمله متن کتاب درسی هستند.  
**نکات مفهومی:** این بخش حاوی نکاتی است که نمی‌توان آن‌ها را به کلمه، عبارت و یا جمله متن کتاب درسی ارجاع داد؛ لذا فراگیری این نکات به فهم کل مطالب آن عنوان و یا ترکیب آن نکات با عنوان‌های دیگر نیاز دارد.

**نکات رفع ابهام:** این قسمت حاوی مطالب مبهم کتاب درسی و یا مطالبی است که در نگاه اول مبهم نیستند، ولی با پرسش‌های مطرح شده در آن‌ها ابهام ایجاد می‌شود. هدف از این بخش، برطرف کردن این مطالب مبهم و شفاف‌سازی کامل آن‌ها است که برای این امر گاهی نیاز می‌شود مطالب، از محدوده کتاب درسی فراتر بروند.

**پاسخ تشریحی تست‌ها:** در این بخش پاسخ تشریحی پرسش‌های ابتدایی هر عنوان آمده است.

۷

## فصل اول:

تنظیم عصبی

۶۷

## فصل دوم:

حواس

۱۱۵

## فصل سوم:

دستگاه حرکتی

۱۴۹

## فصل چهارم:

تنظیم شیمیایی

۱۷۹

## فصل پنجم:

ایمنی

۲۳۹

## فصل ششم:

تقسیم یاخته

۳۰۷

## فصل هفتم:

تولید مثل

۳۶۷

## فصل هشتم:

تولید مثل نهاندانگان

۴۰۱

## فصل نهم:

پاسخ گیاهان به محرک ها



# فصل اول:

تنظیم عصبی



### نکات شکل

- ① برای گرفتن نوار مغزی از الکترودهای مختلفی که با پوست سر تماس دارند، استفاده می‌شود.
- ② این الکترودها می‌توانند فعالیت بخش‌های مختلف مغز را ثبت نمایند.
- ③ مغز انسان هم در خواب و هم در بیداری دارای فعالیت الکتریکی است.
- ④ نوار مغزی شامل چندین موج الکتریکی ثبت شده می‌باشد که هر یک فعالیت الکتریکی بخشی از مغز را ثبت می‌کند.
- ⑤ حرکات بدن حین ثبت نوار مغز، الگوهای متفاوتی از امواج را ایجاد می‌کند.

### تنظیم عصبی

### تست‌ها

- نوار مغز شامل .....  
**الف** - فعالیت الکتریکی تمام یاخته‌های مغز است.  
**ب** - فعالیت الکتریکی یاخته‌های عصبی دستگاه عصبی است.  
**ج** - جریان الکتریکی ثبت شده یاخته‌های عصبی مغز است.  
**د** - جریان الکتریکی ثبت شده یاخته‌های مغز است.

### متن درسی

متخصصان برای بررسی فعالیت‌های مغز از نوار مغزی استفاده می‌کنند. <sup>۱</sup>نوار مغزی، <sup>۲</sup>جریان الکتریکی ثبت شده، یاخته‌های عصبی (نورون‌های) مغز است. چگونه <sup>۳</sup>در یاخته‌های عصبی، جریان الکتریکی ایجاد می‌شود؟ <sup>۴</sup>جریان الکتریکی در فعالیت این یاخته‌ها چه نقشی دارد؟ <sup>۵</sup>برای پاسخ به این پرسش‌ها باید با ساختار یاخته‌های عصبی و دستگاه عصبی بیشتر آشنا شویم.

### نکات خلاصه کتاب درسی

- ① متخصصان برای بررسی فعالیت‌های مغز از نوار مغزی استفاده می‌کنند.
- ② جریان الکتریکی ثبت شده نورون‌های (نه نوروگلیاها!) مغز (نه کل دستگاه عصبی!) نوار مغز نام دارد. دقت کنید که بافت عصبی هم از یاخته‌های عصبی و هم غیرعصبی تشکیل شده است.
- ③ پیام عصبی، ماهیت الکتریکی دارد.
- ④ یاخته‌های غیرعصبی بافت عصبی، فاقد جریان الکتریکی‌اند.
- ⑤ فعالیت یاخته‌های عصبی، وابسته به جریان الکتریکی است.
- ⑥ یاخته‌های غیرعصبی دستگاه عصبی در فعالیت الکتریکی یاخته‌های عصبی نقش دارند.

گزینه «ج» صحیح است.

رد گزینه الف: یاخته‌های مغز شامل نورون‌ها و نوروگلیاها می‌باشد؛ در حالی که نوار مغز فقط و فقط جریان الکتریکی ثبت شده نورون‌های مغز است.

رد گزینه ب: ۱- فعالیت الکتریکی لفظی اشتباه است! ۲- یاخته‌های عصبی مغز (نه دستگاه عصبی)!

رد گزینه د: یاخته‌های عصبی! مغز

## گفتار ۱: یاخته‌های بافت عصبی

### تست‌ها

۱. چه تعداد از عبارات‌های زیر صمیم است؟

۱. یاخته‌های عصبی از طریق هدایت پیام عصبی به یاخته‌های عصبی دیگر نقش خود را ایفا می‌کنند.

۲. تحریک‌پذیر برخلاف هدایت پیام در یاخته‌های غیرعصبی نیز دیده می‌شود.

۳ همواره پیام عصبی در محل پایانه آکسون یک یاخته عصبی به یاخته عصبی دیگری انتقال می‌یابد.

۴. محل دریافت پیام عصبی در یک پایانه عصبی همواره دارینه یاخته عصبی است.

الف - هیچ کدام      ب - ۱      ج - ۲      د - ۳

۲. چه تعداد از موارد زیر صمیم نیست؟

۱. یاخته‌های پشتیبان در رساندن مواد غذایی به نورون‌ها ایفای نقش می‌کنند.

۲. یاخته‌های پشتیبان در مبارزه علیه مواد بیگانه نقش دارند.

۳. در هر قطعه از غلاف میلین، یاخته‌های پشتیبان به دور رشته عصبی می‌پیچند.

۴. قسمت‌های فاقد میلین رشته‌های عصبی را گره رانویه گویند.

الف - ۴      ب - ۳      ج - ۲      د - ۱

۳. کدام جمله در مورد یافته‌های بافت عصبی نادرست است؟

الف - عمده بافت عصبی از یاخته‌های غیرعصبی تشکیل شده است.

ب - آکسون بسیاری از نورون‌های بافت عصبی محل مناسبی برای سیناپس نیست.

ج - سرتاسر یاخته‌های عصبی قادر به دریافت پیام‌اند ولی انتقال پیام تنها از طریق پایانه آکسونی رخ می‌دهد.

د - دندریت بسیاری از یاخته‌های عصبی توسط غلاف میلین پوشیده شده است.

### متن درسی

می‌دانید بافت عصبی از<sup>۱</sup> یاخته‌های عصبی و<sup>۲</sup> یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها) تشکیل شده است. شکل زیر، یک یاخته عصبی را نشان می‌دهد. این یاخته عصبی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

یاخته‌های عصبی<sup>۳</sup> سه عملکرد دارند: این یاخته‌ها<sup>۴</sup> تحریک‌پذیرند و پیام عصبی تولید می‌کنند؛ آنها این پیام را<sup>۵</sup> هدایت و<sup>۶</sup> به یاخته‌های دیگر<sup>۷</sup> منتقل می‌کنند.

<sup>۸</sup> دارینه (دندریت) رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و<sup>۹</sup> به جسم یاخته عصبی وارد می‌کند. <sup>۱۰</sup> آسه (آکسون) رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای<sup>۱۱</sup> تا انتهای خود که <sup>۱۲</sup> پایانه آکسون نام دارد، هدایت می‌کند. <sup>۱۳</sup> پیام عصبی از محل پایانه آکسون یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود. <sup>۱۴</sup> جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت و ساز یاخته‌های عصبی است و<sup>۱۵</sup> می‌تواند پیام نیز دریافت کند. همان‌طور که در شکل ۱ می‌بینید، این<sup>۱۶</sup> یاخته عصبی پوششی به نام <sup>۱۷</sup> غلاف میلین دارد. <sup>۱۸</sup> غلاف میلین،<sup>۱۹</sup> رشته‌های آکسون و



دندریت<sup>۲۱</sup> بسیاری از یاخته‌های عصبی را<sup>۲۲</sup> می‌پوشاند و آنها را عایق‌بندی می‌کند.<sup>۲۳</sup> غلاف میلین پیوسته نیست و در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را<sup>۲۴</sup> **گره رانویه** می‌نامند که با نقش آنها در ادامه درس، آشنا خواهید شد.

<sup>۲۴</sup> غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی می‌سازند. شکل ۲ را ببینید، یاخته<sup>۲۵</sup> پشتیبان به دور رشته عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد. تعداد<sup>۲۶</sup> یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند. این یاخته‌ها داربست‌هایی<sup>۲۷</sup> را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند؛ آنها در<sup>۲۸</sup> دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آنها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نیز نقش دارند.



### نکات خط‌کتاب‌درسی

۱) یاخته‌های بافت عصبی } یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)  
یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها)

۲) یاخته‌های پشتیبان، یاخته‌هایی **غیرعصبی** اند. ← در بافت عصبی یاخته‌های غیرعصبی نیز وجود دارد.  
حال به دو جمله زیر دقت کنید:

۱. بافت عصبی مغز فقط از یاخته‌های عصبی و پشتیبان تشکیل شده است. (درست)
۲. مغز فقط از یاخته‌های عصبی و پشتیبان تشکیل شده است. (غلط! مثلن رگ‌های خونی مغز!)

۳) عملکردهای یاخته‌های عصبی } تحریک پذیری و تولید پیام عصبی  
هدایت پیام عصبی  
انتقال پیام عصبی

- ۴) تحریک‌پذیری = تولید پیام عصبی
- ۵) هدایت پیام عصبی = جابه‌جایی پیام عصبی در **درون یک نورون**
- ۶) دقت کنید که انتقال پیام عصبی لزوماً به نورون صورت نمی‌گیرد! برای همین کتاب درسی گفته یاخته **دیگر** و نگفته یاخته عصبی دیگری!
- ۷) انتقال پیام عصبی = جابه‌جایی پیام عصبی از یک نورون به یاخته‌ای دیگر
- ۸) **دندریت = دارینه**
- ۹) رشته‌ای از یاخته عصبی که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته عصبی وارد می‌کند، **دارینه (دندریت)** نام دارد.
- ۱۰) جهت هدایت پیام عصبی در طول دندریت از ابتدای دندریت تا جسم یاخته عصبی است.
- ۱۱) **آکسون = آسه**
- ۱۲) **آسه (آکسون)** رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا **پایانه آکسون**، هدایت می‌کند. پایانه آکسون در انتهای آکسون قرار دارد.
- ۱۳) جهت هدایت پیام عصبی در طول آکسون از جسم یاخته‌ای به سمت پایانه آکسونی است.
- ۱۴) انتهای آکسون = پایانه آکسونی
- ۱۵) پیام عصبی **فقط** از محل پایانه آکسون یک یاخته عصبی به یاخته دیگر **منتقل** می‌شود.

- ۱۶ **جسم یاخته‌ای** محل قرارگیری هسته و انجام سوخت و ساز یاختهٔ عصبی است.
- ۱۷ پیام عصبی فقط از **یک** بخش نورون (یعنی آکسون) **خارج** می‌شود ولی **دریافت** آن از **دو** بخش (دندریت و جسم یاخته‌ای) صورت می‌گیرد.
- ۱۸ یاختهٔ عصبی **می‌تواند غلاف میلین** داشته باشد.
- ۱۹ غلاف میلین، رشته‌های آکسون و دندریت **بسیاری** از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آنها را عایق می‌کند.
- ۲۰ هیچ‌گاه **جسم یاخته‌ای**، غلاف میلین ندارد. دقت کنید منظور از رشته عصبی، آکسون یا دندریت است؛ پس رشته عصبی با یاختهٔ عصبی فرق دارد.
- ۲۱ **برخی** از یاخته‌های عصبی **فاقد** غلاف میلین‌اند.
- ۲۲ بخش‌های میلین‌دار، در تماس مستقیم با مایع میان یاخته‌ای نیستند.
- ۲۳ غلاف میلین سرتاسر رشته‌های عصبی را فرانگرفته است و در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود که این بخش‌ها گره رانویه گویند.
- ۲۴ تولید غلاف میلین توسط **یاخته‌های پشتیبان** بافت عصبی صورت می‌گیرد.
- ۲۵ در هر قطعه از غلاف میلین، یک یاختهٔ پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به‌وجود می‌آورد.
- ۲۶ تعداد یاخته‌های پشتیبان **چند برابر** یاخته‌های عصبی است. دقت کنید که فقط یک نوع یاختهٔ پشتیبان نداریم!!!
- ۲۷ **بعضی** از انواع یاخته‌های پشتیبان داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند.
- ۲۸ **بعضی** از انواع یاخته‌های پشتیبان در **دفاع** و **بعضی** از **انواع دیگر** در **حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آنها** (مثل حفظ مقدار طبیعی یونها) نقش دارند. پس دقت کنید که یک یاختهٔ پشتیبان همزمان در دفاع و حفظ هم‌ایستایی نقش ندارد!

## نکات مفهومی

- ۱ یاخته‌های پشتیبان، یاخته‌های غیرعصبی دستگاه عصبی‌اند.
- ۲ عوامل درونی و بیرونی (محیطی) سبب تحریک یاخته‌های عصبی می‌شود.
- ۳ محرک‌های متفاوتی مانند دما، نور و... سبب تحریک نورون‌ها می‌شوند.
- ۴ انتقال پیام عصبی فقط و فقط به یاخته عصبی نیست بلکه به یاخته‌های دیگری نیز صورت می‌گیرد.
- ۵ میتوکنندری‌های یاخته عصبی در جسم یاخته‌ای قرار گرفته‌اند و درون دندریت‌ها، میتوکنندری وجود ندارد!
- ۶ بیشترین میزان متابولیسم سلولی (تولید و مصرف انرژی + واکنش‌های شیمیایی + فعالیت آنزیمی) در جسم یاخته‌ای صورت می‌گیرد.
- ۷ منطقی است که با توجه به شکل یاخته در زیست دهم، دستگاه گلژی و شبکه آندوپلاسمی نیز در جسم یاخته‌ای نورون باشد!
- ۸ رشته عصبی { دندریت  
آکسون

۹ منشأ غلاف میلین از یاخته‌های **غیرعصبی** دستگاه عصبی می‌باشد.

۱۰ کتاب گفته غلاف میلین بخش‌هایی از رشته‌های عصبی رو **عایق** می‌کند! عایق در برابر چی؟ عایق در برابر **تحریک پذیری**! یعنی این نقاط قادر به دریافت پیام عصبی نیستند! **یعنی هنگام تنگدستی، آله دویل برگر قارچ و پنیر با سس باریکیو جلوی اینا بزارن و یا کباب لقمه زغفرونی، باز هم تدرک نمیشن و یا سوسیس تغم‌مرغ در عیش می‌کوشن و مستی؛ چرا؟ چون طبق فرمایش شاعر، اعتقاد دارن کین کیمیای هستی (همون سوسیس تغم‌مرغ!) قارون کندگرا را!**

۱۱ **عمده بافت** مغز و نخاع را یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها) تشکیل می‌دهند؛ ولی با این حال **عمده کار** این دستگاه بر عهدهٔ یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) است.

۱۲ در یاخته‌های عصبی تنها قسمت‌های فاقد میلین قادر به دریافت پیام عصبی‌اند و قسمت‌های میلین‌دار عایق‌اند و قادر به تحریک نیستند.

۱۳ کتاب میگه یاخته‌های پشتیبان انواع گوناگونی دارند. خوب از چه لحاظ گوناگون‌اند؟

یاخته‌های پشتیبان از لحاظ **شکل و کار**، انواع گوناگونی دارند.

بعد از این کتاب اومده یه سری وظیفه برای اونا تعریف کرده. هر گروه از یاخته‌های پشتیبان یک‌سری وظایف خاص خود را دارند و وظایفی که کتاب برشمرده، هر کدام مربوط به گروه خاصی از یاخته‌های پشتیبان است.







۱۴ منظور از «انتقال پیام عصبی» رسیدن پیام عصبی از یک یاخته به یاخته دیگر است.

۱۵ منظور از «هدایت پیام عصبی» سیر پیام عصبی در طول یک یاخته است.

۱۶ تحریک‌پذیری مربوط به یاخته‌های عصبی نیست بلکه یاخته‌های ماهیچه قلبی نیز از این خاصیت برخوردار بوده و حتی قادر به هدایت پیام هستند.

۱۷ رسیدن پیام عصبی به پایانه آکسونی: هدایت  
خروج پیام عصبی از پایانه آکسونی: انتقال

۱۸ یاخته‌های غیرعصبی (نوروگلیاها) قادر به شناسایی مولکول‌های غیرخودی از خودی هستند.

۱۹ انتقال پیام عصبی به یاخته‌های ماهیچه‌ای و یاخته‌های درون‌ریز و برون‌ریز، مثال‌هایی از انتقال پیام از یاخته‌های عصبی به یاخته‌های غیرعصبی است.

### نکته دفع ابهام

انتقال پیام عصبی می‌تواند از آکسون به دندریت، آکسون به جسم یاخته‌ای و یا آکسون به آکسون باشد! دقت کنید که کتاب درسی در مورد انتقال پیام عصبی از آکسون به آکسون صحبتی نکرده ولی از لحاظ علمی باید این نکته را نیز در نظر داشت.

### پاسخ تشریحی تست‌ها

۱. گزینه «الف» صحیح است.

رد مورد ۱: پیام عصبی از یک یاخته به یاخته‌های عصبی دیگر انتقال (نه هدایت!) می‌یابد.

رد مورد ۲: هدایت پیام در تمام یاخته‌های تحریک‌پذیر اتفاق می‌افتد و مختص نورون‌ها نیست! واضحه که هدایت پیام عصبی فقط در نورون‌ها است.

رد مورد ۳: انتقال پیام عصبی از یک نورون الزاماً به یک نورون صورت نمی‌گیرد و یاخته‌ای به غیر از یاخته عصبی نیز می‌تواند دریافت‌کننده این پیام باشد. (مثل انتقال پیام انقباض از یک نورون به یک یاخته ماهیچه‌ای)

رد مورد ۴: محل دریافت پیام عصبی همواره دارینه نیست بلکه می‌تواند جسم یاخته‌ای و آکسون نیز باشد.

۲. گزینه «ج» صحیح است.

مورد ۱ و ۲ صحیح است.

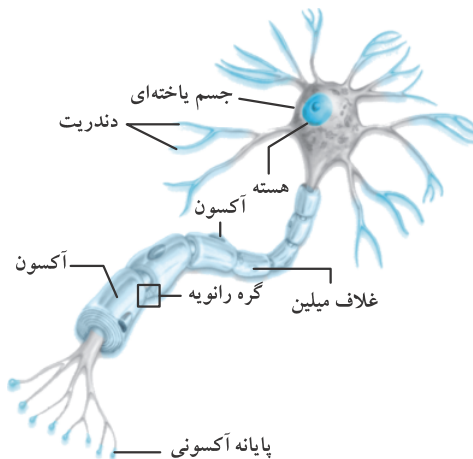
رد مورد ۳: یک یاخته پشتیبان! نه یاخته‌ها!

رد مورد ۴: خب رشته‌ای که کلاً غلاف میلین ندارد، گره رانویه‌ش کجاست!؟

۳. گزینه «ج» صحیح است.

قسمت‌های میلین‌دار، عایق‌اند و قادر به دریافت پیام عصبی نیستند!

شکل ۱- یاخته عصبی

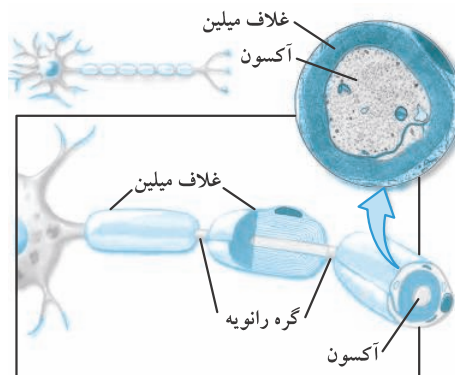




## شکل

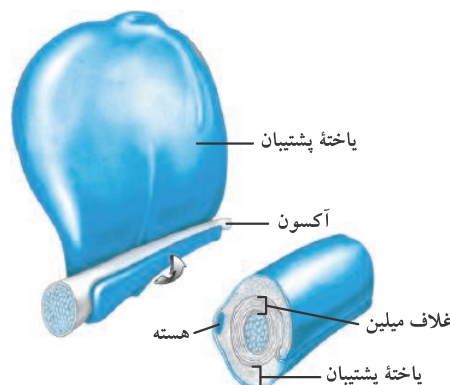
- ۱ یک یاخته عصبی معمولاً از یک آکسون ولی از تعداد زیادی دندریت تشکیل شده است.
- ۲ جسم یاخته‌ای محل قرارگیری اندامک‌های درون یاخته است.
- ۳ هسته یاخته‌های پشتیبیان در **خارجی‌ترین** لایه پوشاننده غلاف میلین قرار می‌گیرد.
- ۴ پایانه‌های آکسونی برجسته بوده و حالتی شبیه تکمه دارند.
- ۵ یک یاخته عصبی با اینکه **یک** آکسون دارد ولی از تعداد **متعددی** پایانه آکسونی برخوردار است.
- ۶ انتهای دندریت برخلاف انتهای آکسونی حالت تکمه مانند نداشته و **فاقد برجستگی** است.
- ۷ تعداد گره‌های رانویه از تعداد غلاف‌های میلین یک عدد **کمتر** است. (تنها در یک صورت رشته عصبی می‌تواند علی‌رغم وجود غلاف میلین، گره رانویه نداشته باشد و این حالت زمانی است که آن رشته تنها با **یک** نوروگلیا پوشیده شده باشد)
- ۸ یاخته‌های پشتیبیان در محل غلاف میلین چندین دور به دور آکسون یا دندریت می‌پیچند.
- ۹ طول آکسون از طول دندریت بلندتر است. (**ولی نه همیشه!**)
- ۱۰ ضخامت آکسون از ضخامت دندریت بیشتر است (**در حالت کلی!**). بنابراین یاخته پشتیبیانی که از آکسون حمایت می‌کند، نسبت به یاخته پشتیبیان حمایت کننده دندریت باید بزرگتر باشد.

### شکل ۲- الف) غلاف میلین ب) چگونگی ساخت آن



## شکل الف

- ۱ غلاف میلین توسط یاخته‌های پشتیبیان تشکیل می‌شود.
- ۲ حد فاصل بین غلاف‌های میلینی را که عایق‌بندی نشده، گره رانویه می‌نامند.
- ۳ یاخته پشتیبیان چندین دور به دور آکسون (و یا دندریت) **می‌پیچد**.
- ۴ هسته و اندامک‌های یاخته‌های پشتیبیان در **آخرین دور** پیچش خود به دور رشته‌های عصبی قرار می‌گیرند.
- ۵ ضخامت غلاف میلین از ضخامت آکسون **بیشتر** است.
- ۶ درون آکسون رشته‌های مولکولی ریزی وجود دارد.



## مشکلات

- ۱) یاخته‌های پشتیبان ایجادکننده غلاف میلین، یاخته‌های **پهن** و با هسته‌ای **محیطی** هستند.
- ۲) درون آکسون ریزلوله‌هایی وجود دارد.
- ۳) هسته یاخته پشتیبان در غلاف میلین در **خارجی‌ترین** لایه قرار می‌گیرد.
- ۴) همواره در غلاف میلین **شکافی** در اثر پیچش لایه‌ها ایجاد می‌شود.
- ۵) یاخته‌های پشتیبان سازنده غلاف میلین نسبت سطح به حجم **بزرگی** دارند.  
حالا باهوشا به این سؤال جواب بدن:

یافته پشتیبانی در ممل غلاف میلین، ۵ دور به دور یک آکسون پیچ فورده است. مداخلت چه تعداد لایه فسفولیپیدی انتظار می‌رود از مرکز آکسون تا محیط فارژی غلاف میلین آن وجود داشته باشد؟ (از غشای اندامک‌های یافته‌ای چشم‌پوشی شود).

الف ۲۰

ب ۲۲

ج ۲۴

د ۲۶

جواب:

گزینه «ب» صحیح است.

با توجه به اینکه از مرکز آکسون به سمت بیرون به ترتیب غشای یاخته عصبی و غشای یاخته پشتیبان را داریم، لذا تعداد لایه‌های فسفولیپیدی به این نحو خواهد بود:

غشای آکسون دو لایه فسفولیپیدی دارد و در هر دور یاخته پشتیبان، دو غشا می‌بینیم که هر غشا، دو لایه فسفولیپیدی دارد. پس در مجموع  $2 + 5 \times 2 \times 2$  یعنی ۲۲ لایه فسفولیپیدی می‌بینیم. (البته با چشم‌پوشی از غشای اندامک‌ها!)

## انواع یاخته‌های عصبی

### تست‌ها

کدام یک از یافته‌های عصبی هیچ‌گاه از دستگاه عصبی پیام دریافت نمی‌کنند؟

الف یاخته عصبی رابط

ب یاخته عصبی حسی

ج یاخته عصبی حرکتی

د همه موارد

### متن درسی

شکل ۳، انواع یاخته‌های عصبی را نشان می‌دهد. <sup>۱</sup> **یاخته‌های عصبی حسی** پیام‌ها را از گیرنده‌های حسی به سوی <sup>۲</sup> بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. <sup>۳</sup> **یاخته‌های عصبی حرکتی** پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها) می‌برند. نوع سوم یاخته‌های عصبی، <sup>۴</sup> **یاخته‌های عصبی رابط** اند که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها <sup>۵</sup> ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کنند.

### نکات خط کتاب درسی

- ۱) **یاخته عصبی حسی** ← انتقال پیام از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع)
- ۲) **بخش مرکزی دستگاه عصبی = مغز + نخاع**
- ۳) **یاخته عصبی حرکتی** ← انتقال پیام از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها)
- ۴) یاخته‌های عصبی رابط در درون مغز و نخاع قرار گرفته‌اند.
- ۵) ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی توسط یاخته‌های عصبی رابط ایجاد می‌گردد.

## نکات مفهومی

- ① بخش مرکزی دستگاه عصبی از مغز و نخاع تشکیل شده است.
- ② یاخته‌های عصبی رابط فقط و فقط در بخش مرکزی دستگاه عصبی وجود دارند.
- ③ انواع پیام عصبی
  - حسی: مخصوص یاخته‌ی عصبی حسی
  - حرکتی: مخصوص یاخته‌ی عصبی حرکتی
- ④ دستگاه عصبی
  - مرکزی: مغز + نخاع
  - محیطی: غیر از مغز و نخاع
- ⑤ نورون رابط همواره پیام عصبی را از نورون حسی می‌گیرد و به نورون حرکتی منتقل می‌کند (نه برعکس!!!)

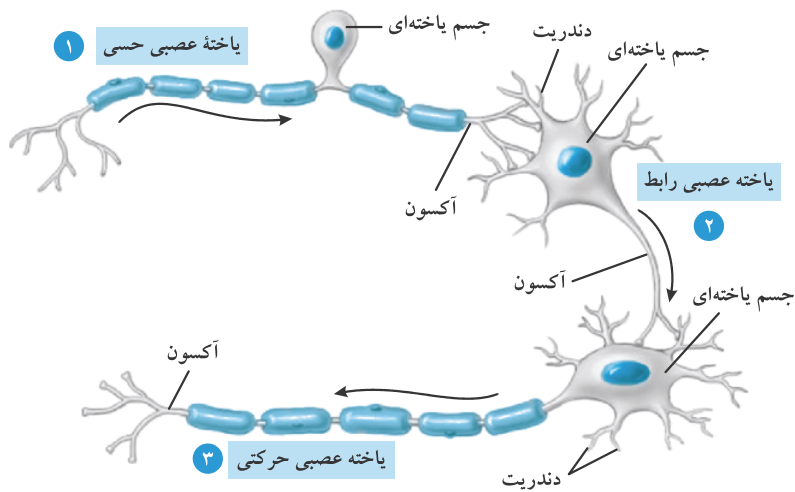
## نکات دفع ابهام

دقت کنید که وجود یاخته عصبی رابط برای ارتباط بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی الزامی نیست! (می‌تونن باشن؛ می‌تونن هم نباشن)

## پاسخ تست‌ها

گزینه «ب» صحیح است.  
بنا بر متن کتاب درسی، یک یاخته عصبی حسی همواره از یک گیرنده حسی پیام دریافت می‌کند و آن را به سوی مغز و نخاع انتقال می‌دهد.

شکل ۳- انواع یاخته‌های عصبی



## نکات

شاید باورتون نشه که نکات این قسمت از لحاظ علمی همیشه و همه جا صدق نمیکنه ولی از اون جایی که منبع کنکور کتاب درسیه، ما هم ملاکمون کتاب درسی میشه!

- ① نورون حسی، یک دندریت بلند میلی‌متر داره.
- ② کوچک‌ترین جسم یاخته‌ای و هسته در نورون حسی دیده می‌شود.
- ③ نورون رابط، فاقد غلاف میلین است.

- ۴ کوتاه‌ترین نورون، نورون رابط است.
- ۵ بیشترین دندریت در نورون حرکتی دیده می‌شود.
- ۶ آکسون و دندریت فقط در نورون حسی، در یک نقطه به هم می‌پیوندند.
- ۷ آکسون نورون حسی با دندریت و جسم یاخته‌ای نورون رابطه ارتباط دارد.
- ۸ بلندترین دندریت مربوط به نورون حسی است.
- ۹ بلندترین آکسون مربوط به نورون حرکتی است.
- ۱۰ دندریت‌های نورون رابط کوتاه‌تر از آکسون آن هستند.
- ۱۱ آکسون نورون رابط با دندریت و جسم یاخته‌ای نورون حرکتی ارتباط دارد.
- ۱۲

رشتهٔ عصبی	حسی	حرکتی	رابط
دندریت میلیون‌دار	+	-	-
آکسون میلیون‌دار	+	+	-

### فعالیت

به نکات شکل ۳ کتاب درسی رجوع شود. (اینقدر نکات شکل ۳ کامله که به یاد بیت زیر افتادم؛  
 دگران فوشگل یک عضو و تو سر تا پا فوب \*\*\* آنچه فویان همه دارند تو یگیا داری!  
 پ. ن: با کسب اجازه از استاد شهریار)

### پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

#### متن درسی

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یونها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که<sup>۲</sup> مقدار یونها در دو سوی غشا، یکسان نیستند، بار الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. شکل ۴، اندازه‌گیری این اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد.

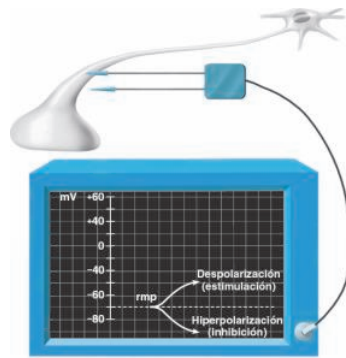
#### نکات خط کتاب درسی

- ۱ پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یونها در مایع بین یاخته‌ای و مایع درون یاخته‌ای به وجود می‌آید.
- ۲ بار الکتریکی در دو سوی غشا یاخته عصبی متفاوت است؛ چون مقدار یونها در دو طرف غشا متفاوت است؛ بنابراین اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سوی غشا ایجاد می‌شود.

#### نکات مفهومی

- ۱ تفاوت مقدار یون ← تفاوت بار الکتریکی ← وجود اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو طرف غشا یا یاخته عصبی
- ۲ تحریک‌پذیری و تولید پیام عصبی یعنی تغییر اختلاف پتانسیل دو سوی غشای یاخته.
- ۳ عامل ایجادکننده اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سوی غشا اختلاف غلظت یونها در دو سوی غشا می‌باشد.
- ۴ اختلاف پتانسیل الکتریکی موجب تفاوت بار الکتریکی در دو سوی غشا یاختهٔ عصبی است.

## شکل ۴- اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی



شکل ۴

- ۱ برای سنجش اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی، از دو الکترود استفاده می‌شود.
- ۲ یک الکترود در داخل غشا و الکترود دیگر در خارج غشای یاخته عصبی قرار می‌گیرد.
- ۳ اختلاف پتانسیل الکتریکی ثبت شده بین دو سوی غشای یاخته عصبی در حالت آرامش در حدود  $-70$  میلی‌ولت است.
- ۴ خط ثبت شده بر روی نمایشگر دقیقاً هم  $-70$  نیست و تغییرات بسیار خفیفی را نیز شامل می‌شود. (بعدها بهتون می‌گم که چرا دقیق روی  $-70$  فیکس نمیشه!)

## پتانسیل آرامش

### تست‌ها

#### کدام عبارت درباره پتانسیل آرامش یافته عصبی صمیم است؟

- الف در حالت آرامش، یون‌های سدیم می‌توانند از یاخته خارج و یون‌های پتاسیم می‌توانند وارد شوند.
- ب کانال‌های نشتی تنها محلی هستند که به یون‌های سدیم و پتاسیم اجازه تبادل بین دو سوی غشا را می‌دهند.
- ج نفوذپذیری یاخته عصبی در حالت آرامش برای یون‌های سدیم از یون‌های پتاسیم به مراتب بیشتر است.
- د اختلاف پتانسیل  $-70$  میلی‌ولت بین دو سوی غشا، نتیجه نفوذپذیری کمتر یون‌های سدیم نسبت به یون‌های پتاسیم است.

### متن درسی

اوقتی یاخته عصبی فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود  $-70$  میلی‌ولت برقرار است (شکل ۵). این اختلاف پتانسیل را **پتانسیل آرامش** می‌نامند. چگونه این اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش، درباره یاخته‌های عصبی باید بیشتر بدانیم.

در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون غشای یاخته‌های عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته، از بیرون آن بیشتر است. در غشای یاخته‌های عصبی، مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند. یکی از این پروتئین‌ها **کانال‌های نشتی** هستند که <sup>۸</sup> یون‌ها می‌توانند از آنها منتشر شوند (شکل ۶ الف). از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم، خارج و یون‌های سدیم به درون یاخته عصبی وارد می‌شوند. <sup>۱۱</sup> تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از یون‌های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.

- ① در زمانی که یاخته عصبی فعالیت ندارد؛ اختلاف پتانسیل در حدود  $70^-$  میلی ولت در دو سوی غشای آن وجود دارد.
- ② به اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در زمان عدم فعالیت یاخته عصبی پتانسیل آرامش می گویند.  $\leftarrow$  پتانسیل آرامش =  $70^-$
- ③ در حالت آرامش مقدار یون‌های سدیم در بیرون غشا یاخته عصبی از داخل آن بیشتر است؛ یعنی آگه یون‌های سدیم و لشون کنیم، میخان بیان داخل سلول!
- ④ در حالت آرامش، مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته از بیرون آن بیشتر است، یعنی آگه یون‌های پتاسیم و لشون کنیم، میخان برن بیرون سلول!
- ⑤ در غشای یاخته‌های عصبی، مولکول‌های پروتئینی وجود دارد که محل عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا هستند.
- ⑥ مولکول‌های پروتئینی که به جابه‌جایی سدیم و پتاسیم کمک می‌کنند. } کانال‌های نشتی پروتئین‌های دیگر! به لفظ «یکی» در متن کتاب درسی دقت کنید.
- ⑦ کانال‌های نشتی صرفاً مخصوص سدیم و پتاسیم نیستند، بلکه برای دیگر یون‌ها نیز هستند.
- ⑧ کانال‌های نشتی پروتئینی‌اند و یون‌ها از آن عبور می‌کنند.
- ⑨ از کانال‌های نشتی، یون‌های سدیم وارد و یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند.
- ⑩ تعداد یون‌های پتاسیمی که از یاخته خارج می‌شود، بیشتر از تعداد یون‌های سدیمی است که به یاخته وارد می‌شود؛ دلیل این امر نفوذپذیری بیشتر غشا به یون‌های پتاسیم است.

### نکات مفهومی

- ① علت ایجاد پتانسیل آرامش در زمانی که یاخته در حالت استراحت است، اختلاف شیب غلظت یون‌هاست.
- ② هم یون سدیم و هم یون پتاسیم هم در درون یاخته و هم در خارج یاخته حضور دارد.
- ③ غشای یاخته یک غشای تراواست و به یون‌ها اجازه عبور و مرور می‌دهد.
- ④ کتاب گفته «کانال»! پس این پروتئین‌ها دارای منفذ هستند.
- ⑤ یون‌های سدیم و پتاسیم از مکان‌های دیگری به جز کانال‌های نشتی نیز قادر به ورود و خروج هستند.
- ⑥ از کانال‌های نشتی پتاسیم هم ممکن است وارد یاخته شود و سدیم هم ممکن است از یاخته خارج شود اما طبق کتاب شیمی می‌دانیم که یون‌ها و مولکول‌ها توی مملول‌ها حرکت سریع و نامنظم براونی دارند؛ یعنی اینکه می‌تونن آزاده هر جا دلشون بخواه برن و بیان.

### توجه ابهام

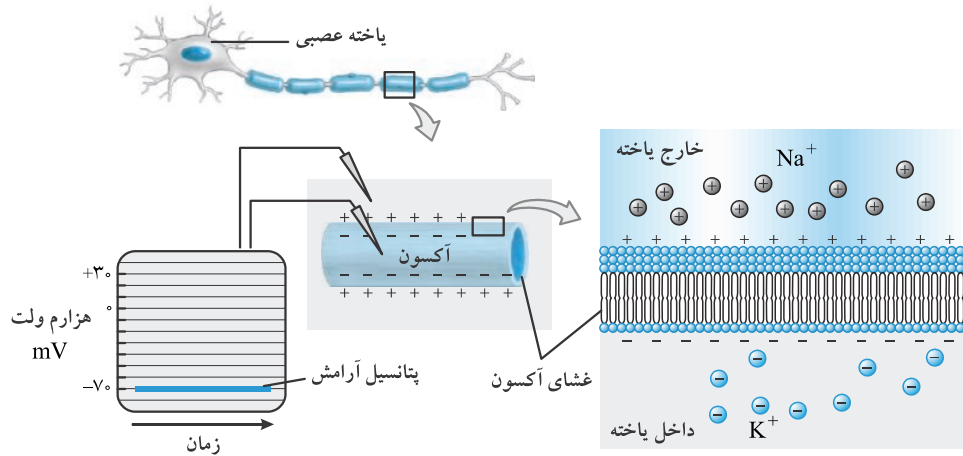
- ① اختلاف پتانسیل غشاء تنها در اثر تغییرات پتاسیم و سدیم نیست! بلکه سدیم و پتاسیم به همراه دیگر یون‌ها در ایجاد این اختلاف پتانسیل نقش دارند.
- یون‌های سدیم و پتاسیم برای تبادل بین دو سوی غشا لزوماً نیازمند مولکول‌های پروتئینی نیستند؛ بلکه از عرض غشای یاخته نیز می‌توانند به میزان بسیار اندکی جابه‌جا شوند.
- ② نفوذپذیری یک یون تحت تأثیر عوامل مختلفی است؛ اینکه چرا یون‌های پتاسیم نفوذپذیری بیشتری نسبت به یون‌های سدیم دارند به علت وجود تعداد بیشتر کانال‌های نشتی پتاسیمی نسبت به کانال‌های نشتی سدیمی است.

### پاسخ سؤاها

- گزینه «الف» صحیح است.
- رد گزینه ب: مکان‌های دیگری جز کانال‌های نشتی در غشا برای عبور و مرور یون‌ها وجود دارد.
- رد گزینه ج: دقیقاً غلطه! نفوذپذیری واسه یون‌های پتاسیم از سدیم خیلی بیشتره!
- رد گزینه د: اختلاف پتانسیل آرامش نتیجه اختلاف شیب غلظت یون‌هاست و ارتباطی با نفوذپذیری ندارد.



## شکل ۵ - پتانسیل آرامش



### نکات

- ۱ پتانسیل آرامش عددی برابر با  $-70$  میلی‌ولت است.
- ۲ پتانسیل آرامش همان اختلاف پتانسیل غشای یاخته است.
- ۳ در حالت آرامش: مجموع بارهای داخل یاخته  $>$  مجموع بارهای خارج یاخته.
- ۴ میزان یون‌های سدیم در خارج یاخته نسبت به یون‌های پتاسیم درون یاخته به مراتب بیشتر است.

### پمپ سدیم - پتاسیم

### تست‌ها

کدام عبارت در مورد پمپ سدیم - پتاسیم به درستی بیان نشده است؟

- الف زیر واحد سازنده پمپ سدیم - پتاسیم با زیر واحد سازنده کانال‌های نشتی یکسان است.
- ب پمپ سدیم - پتاسیم در ایجاد اختلاف پتانسیل آرامش یاخته عصبی نقش به‌سزایی را ایفا می‌کند.
- ج در نتیجه مرگ یاخته‌ای، انتظار می‌رود که اختلاف پتانسیل در دو سوی غشا کمتر شود.
- د عامل محدودکننده فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم تعداد یون‌های پتاسیمی است که از یاخته خارج می‌شوند.

### متن درسی

پمپ سدیم - پتاسیم، پروتئین دیگری است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. در هر بار فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از یاخته عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می‌شوند. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند. (شکل ۶ ب)

### نکات خط‌کتاب‌درسی

- ۱ جنس پمپ سدیم - پتاسیم از پروتئین می‌باشد.
- ۲ پمپ سدیم - پتاسیم در هر بار فعالیت سه یون سدیم را خارج و دو یون پتاسیم را وارد یاخته عصبی می‌کند.
- ۳ انرژی پمپ سدیم - پتاسیم از مولکول ATP تأمین می‌شود.



- ① در زمانی که منابع ATP یاخته تمام می‌شود، پمپ‌های سدیم - پتاسیم از کار می‌افتند و پتانسیل غشا منفی‌تر می‌شود؛ نمونه این حالت را در مرگ یاخته‌ها می‌بینیم!
- ② پمپ سدیم - پتاسیم اختصاص به یاخته‌های عصبی ندارد و در یاخته‌های دیگری نیز وجود دارد.
- ③ پمپ سدیم - پتاسیم کاملاً انتخابی عمل می‌کند.
- ④ پمپ سدیم - پتاسیم در ایجاد اختلاف پتانسیل دو سوی غشا مؤثر است.

## پاسخ تشریحی تست‌ها

گزینه «د» صحیح است.

عامل محدودکننده فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم مولکول‌های ATP می‌باشد چرا که فعالیت این پمپ کاملاً وابسته به انرژی این مولکول‌هاست.

## فعالیت ۲

پاسخ پرسش ۱: تفاوت کار پمپ سدیم - پتاسیم با کانال‌های نشتی

- ① کانال‌های نشتی برخلاف پمپ سدیم - پتاسیم کاملاً اختصاصی عمل نمی‌کنند و مولکول‌ها و موادی که اندازه کوچکی داشته باشند، گاهی قادر به عبور از این محل‌ها هستند؛ درحالی که پمپ سدیم - پتاسیم عملکردی کاملاً انتخابی دارد.
  - ② کار پمپ سدیم - پتاسیم وابسته به انرژی مولکول‌های ATP است، اما کانال‌های نشتی، عملکردی وابسته به شیب غلظت دارند.
  - ③ تعداد کانال‌های نشتی در غشا به مراتب از تعداد پمپ‌های سدیم - پتاسیمی بیشتر است.
  - ④ از پمپ‌های سدیم - پتاسیمی، سدیم فقط می‌تواند خارج و پتاسیم فقط می‌تواند وارد شود، اما عبور و مرور یون‌ها از کانال‌های نشتی، هر چند وابسته به شیب غلظت است ولی آزادانه از دو سوی غشا ممکن است اتفاق افتد.
  - ⑤ کانال‌های نشتی همواره باز هستند ولی پمپ سدیم - پتاسیم در زمان فعالیت خود باز می‌شود.
  - ⑥ پمپ‌های سدیم - پتاسیم در حقیقت نقش آنزیمی نیز دارند؛ چرا که می‌توانند مولکول‌های ATP را به ADP و یک گروه فسفات بشکنند ولی کانال‌های نشتی فاقد نقش آنزیمی هستند.
- پاسخ پرسش ۲: در حالت آرامش به سبب فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم، تعداد بارهای مثبت انتقال داده شده به درون یاخته (۲ یون پتاسیم) از تعداد بارهای مثبت خارج شده از فضای درون یاخته (۳ یون سدیم) کمتر است؛ در نتیجه اختلاف بار الکتریکی درون یاخته عصبی از بیرون آن کمتر خواهد شد.

شکل ۶ - الف) کانال نشتی ب) چگونگی کار پمپ سدیم - پتاسیم

