یاخته‌های بافت عصبی

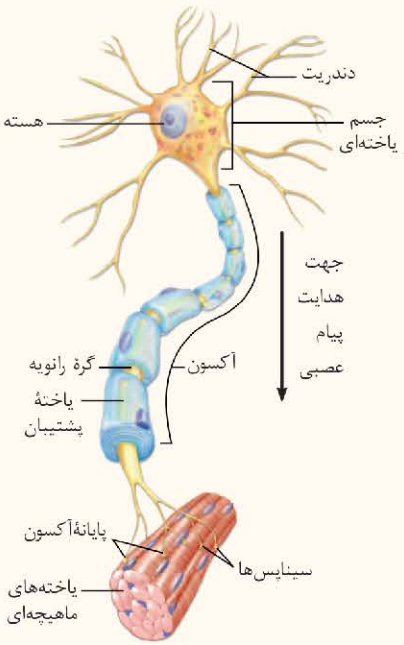
درسنامهٔ ۱ یاخته‌های بافت عصبی

این فصل خیلی فصل مهمیه. هرچند اکثر سؤالاتش حفظی هستند، اما به هر حال مباحث بسیار سخت 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.



یاختهٔ عصبی

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.

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.

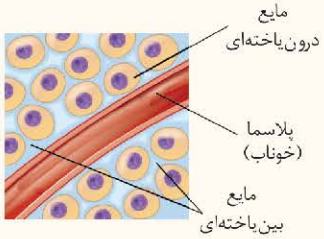
یاخته‌های پشتیبان، وظایف مختلفی را در بافت عصبی برعهده دارند:

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

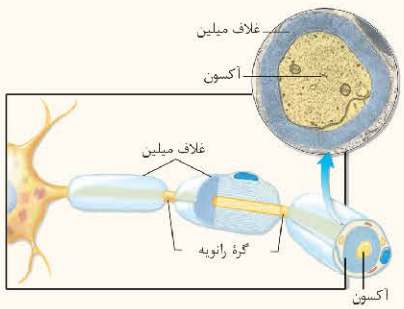
۳- حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی: در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که فعالیت نورون‌ها، وابسته به یون‌های موجود درون یاخته و بیرون یاخته است. بنابراین، لازم است که مقدار یون‌ها در مایع بین‌یاخته‌ای تنظیم شود.

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.



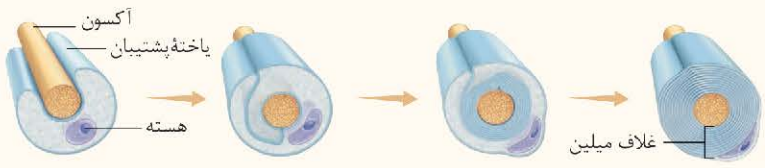
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] فضای بین یاخته‌های بدن انسان را **مایع بین‌یاخته‌ای** پر کرده است. این مایع، محیط زندگی یاخته‌هاست. یاخته‌ها، مواد لازم (اکسیژن و مواد مغذی) را از این مایع دریافت می‌کنند و مواد دفعی مانند کربن دی‌اکسید را به آن می‌دهند تا به کمک خون از بدن دفع شود. ترکیب مواد در مایع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

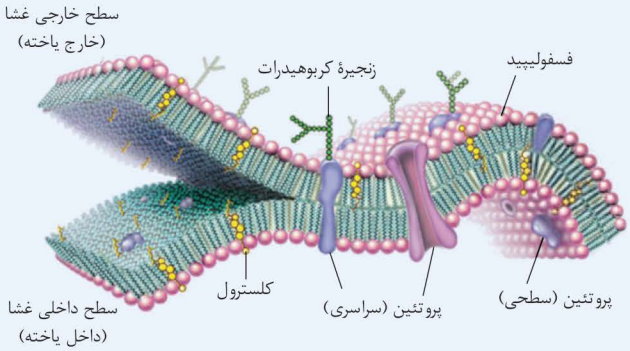
غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان می‌سازند. برای ساخت غلاف میلین، یاختهٔ پشتیبان چندین دور به دور رشتهٔ یاختهٔ عصبی می‌پیچد. برای درک بیشتر به شکل توجه کنید. *در واقع غلاف میلین، همون غشای یاختهٔ پشتیبان است. یاختهٔ پشتیبان، چندین بار دور غشای آکسون یا دندریت می‌پیچه و یک عایق ایجاد می‌کنه. بنابراین، جنس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



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.

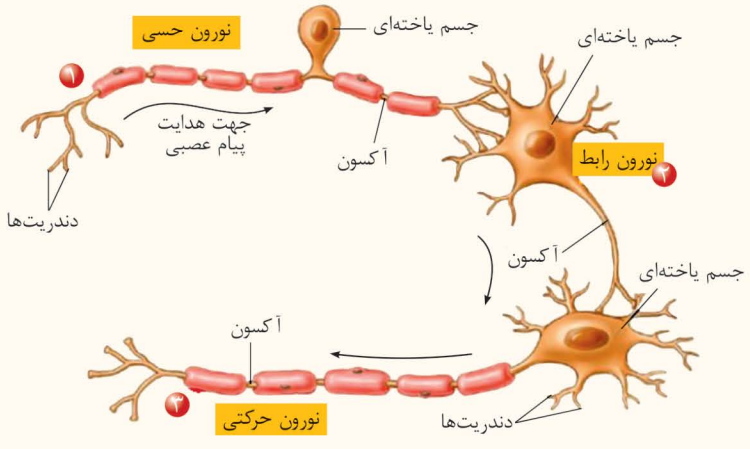
ما تا الان کلی گیرندهٔ حسی می‌شناسیم! از کجا؟ از کتاب دهم! خُب احتمالاً یادتون نیست پس بریم برگردیم عقب!

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.

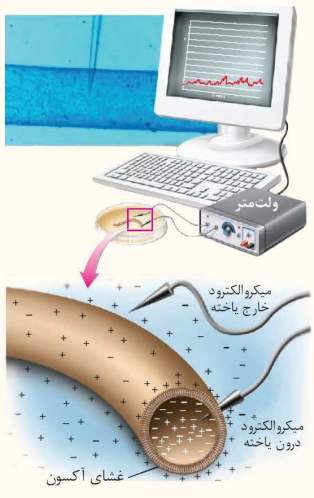
۵- **عملکرد:** نورون حسی، پیام را به دستگاه عصبی مرکزی نزدیک می‌کند و نورون حرکتی، پیام را از دستگاه عصبی مرکزی خارج می‌کند. نورون رابط، ارتباط بین نورون حسی و حرکتی را برقرار می‌کند و فقط درون دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.

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 دادیم 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 بفهمیم به طور ساده بگیم این‌جوری میشه که درون و بیرون یاخته، یون‌هایی وجود دارند که بار الکتریکی ایجاد می‌کنند. 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.*

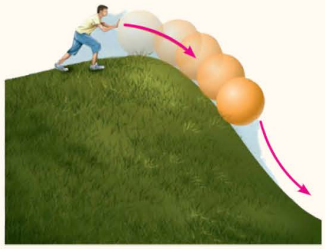
روش اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی نورون

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:*

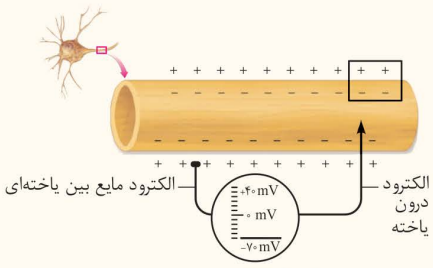
اختلاف پتانسیل درون نسبت به بیرون: $(-۱۰۰) = (+۲۰۰) - (+۱۰۰)$

بار بیرون — بار درون

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 یافته (وقتی فعالیت عصبی نداره). توضیحات بیشتر رامع 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 رامع 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.*

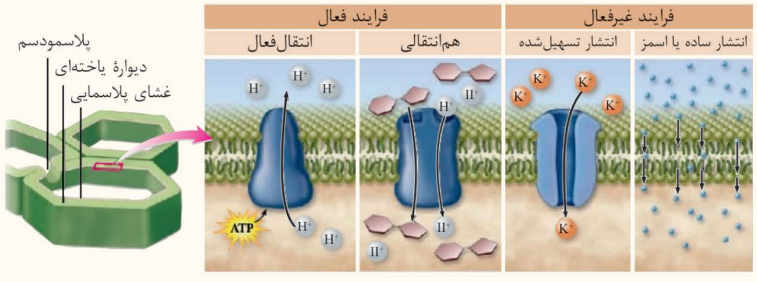


ثبت پتانسیل آرامش نورون

❑ 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:

۱ـ 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**

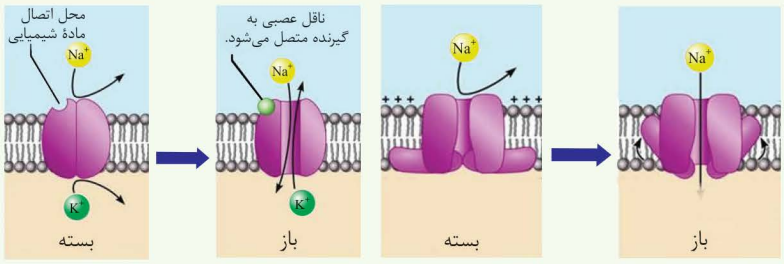
انتشار یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشای یاخته، با روش **انتشار تسهیل‌شده** انجام می‌شود. در این روش، یون‌ها با کمک پروتئین‌های غشایی جابه‌جا می‌شوند. پروتئین‌هایی که یون‌ها را در انتشار تسهیل‌شده جابه‌جا می‌کنند، کانال نام دارند. دو نوع کانال در غشای یاخته وجود دارد:

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.

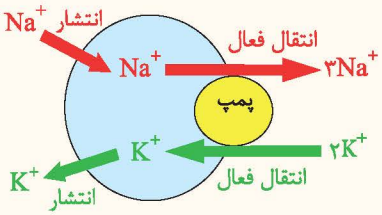
۲- کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی که در پاسخ به مواد شیمیایی باز یا بسته می‌شوند و در غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی وجود دارد.



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[۱]:

(+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:

(۰) − (+۲۰۰) = (−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:

$$(-۴۰۰) = (+۴۰۰) - (۰)$$

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:

$$(+۴۰۰) = (-۴۰۰) - (۰)$$

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.

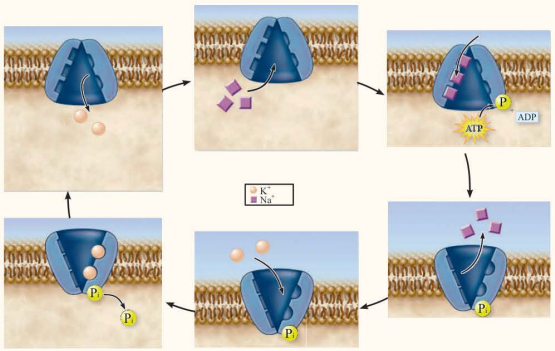
بررسی همزمان تأثیر انتشار سدیم و پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، تأثیر پتاسیم بر اختلاف پتانسیل یاخته بیشتر است و بنابراین، درون یاخته منفی‌تر است؛ زیرا، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر می‌باشد. مثلاً، اگر انتشار پتاسیم، پتانسیل یاخته را ۱۷۰ واحد منفی کند، انتشار سدیم فقط ۱۰۰ واحد[2]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

$$(-۷۰) = (+۱۰۰) + (-۱۷۰)$$

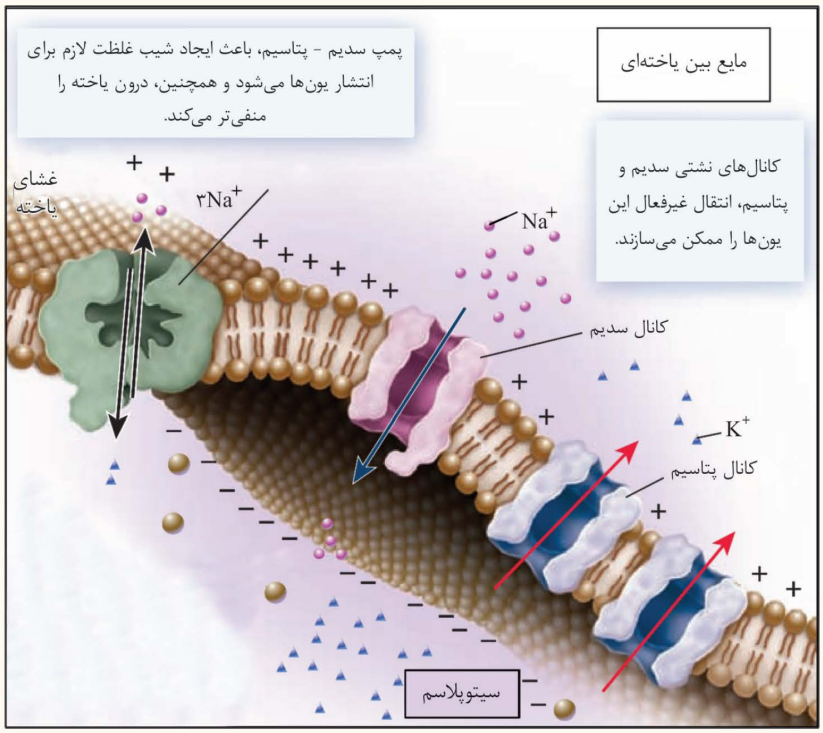
به این پتانسیل ۷۰- میلی‌ولت، پتانسیل آرامش می‌گویند. یک عامل دیگر نیز در ایجاد اختلاف پتانسیل نقش دارند. *اما چه عاملی باعث میشه که غلظت یون‌ها در دو سمت غشا به تعادل کامل نرسه؟ پمپ سدیم ـ پتاسیم!*

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 هورمون.

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 بیایین 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 بخونین، 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.

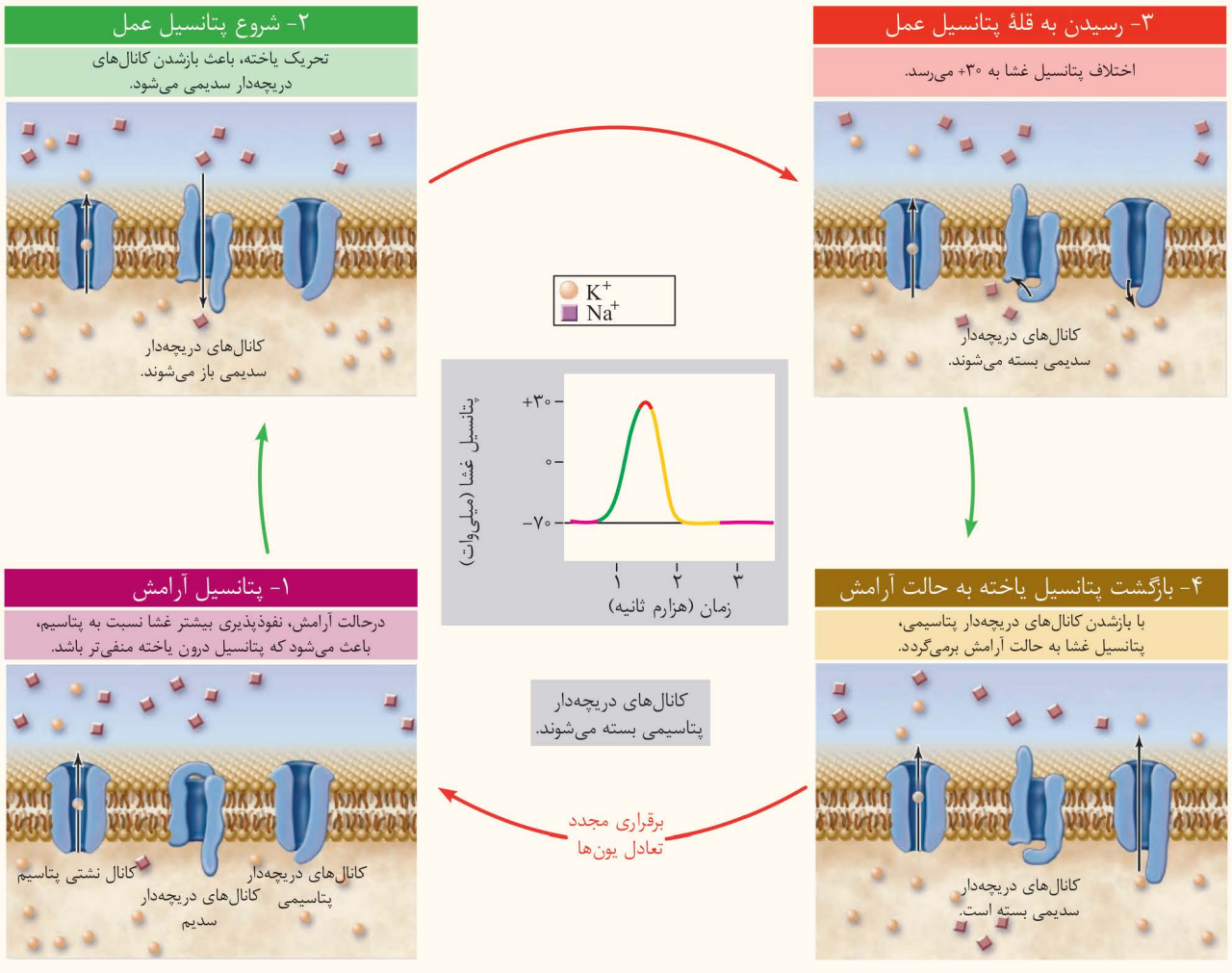
وقتی که غشای نورون تحریک می‌شود، **ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیم باز می‌شوند** و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته می‌شوند. گفتیم که ورود یون سدیم به درون یاخته، منجر به مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. بنابراین، با ورود سدیم به درون یاخته، پتانسیل الکتریکی درون یاخته مثبت‌تر می‌شود و اختلاف پتانسیل، به 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.

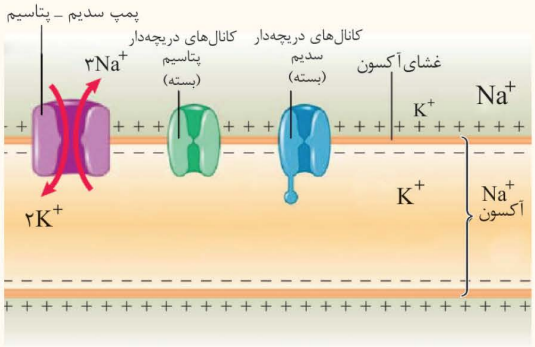
در **پایان پتانسیل عمل**، فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود که **شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برگردد و تعادل اولیهٔ یون‌ها ایجاد شود.**

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



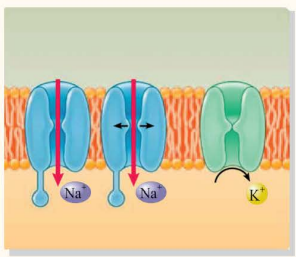
در این حالت، کانال‌های نشتی، باز هستند! *چشم‌بسته غیب گفتیم!* در نتیجه، سدیم وارد یاخته می‌شود و پتاسیم از یاخته خارج می‌شود. گفتیم که نفوذپذیری غشا نسبت به پتاسیم بیشتر است و به همین دلیل، پتانسیل غشا در حالت آرامش، ۷۰- میلی‌ولت است. در حالت آرامش، پمپ سدیم ـ پتاسیم نیز در غشا فعال است. این پمپ، ۳ یون 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.

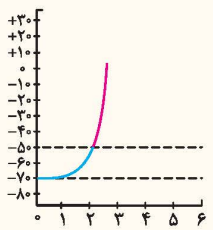
بچه‌ها ما از اینجا به بعد، چیزی دیگه راجع به کانال‌های نشتی و پمپ سدیم ـ پتاسیم نمی‌گیم. چون این پروتئین‌ها همیشه فعال هستند. بنابراین، ما همیشه ورود و خروج سدیم و پتاسیم رو از طریق کانال و پمپ داریم. یعنی مثلاً پتاسیم با انتشار تسهیل‌شده از طریق کانال نشتی از یاخته خارج میشه و با انتقال فعال، توسط پمپ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

	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
پتانسیل آرامش	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.

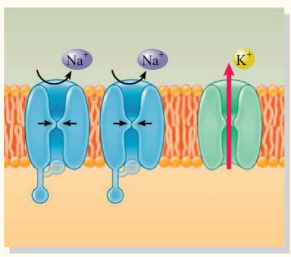
	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
شروع پتانسیل عمل	(۷۰- ← ۳۰+) میلی‌ولت	باز	بسته

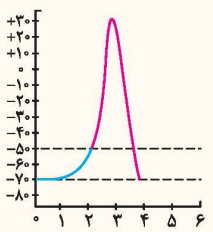
قلهٔ پتانسیل عمل: ۳۰+ میلی‌ولت

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

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

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

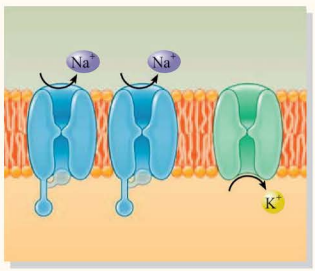


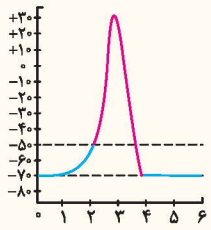


پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند. در این زمان، یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند و پتانسیل درون یاخته منفی‌تر می‌شوند. در نتیجه، پتانسیل یاخته دوباره منفی می‌شود و به حالت آرامش برمی‌گردد. دقت داشته باشید که در این زمان، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته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

	مقدار پتانسیل یاخته	کانال‌های دریچه‌دار سدیم	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم
بازگشت به حالت آرامش	(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؟ *اینجا 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.

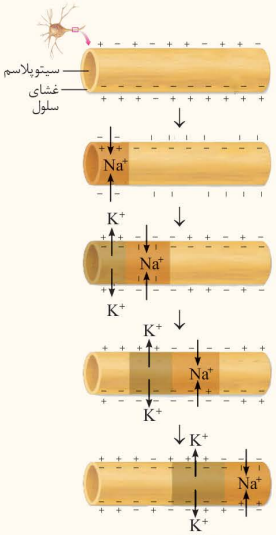
سؤال ۷: زمانی که اختلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون ۳۰- میلی‌ولت است، کدام کانال‌های دریچه‌دار باز هستند؟ *امیدوارم دیگه این بار دقت کرده باشید. گفتیم اختلاف پتانسیل بیرون غشا نسبت به درون نه درون غشا نسبت به بیرون!* پس در این حالت، اختلاف پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، ۳۰+ میلی‌ولت می‌باشد و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

درسنامهٔ 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، رابع به هدایت و انتقال پیام عصبی صحبت می‌کنیم.



هدایت پیام عصبی

پیام عصبی و هدایت آن

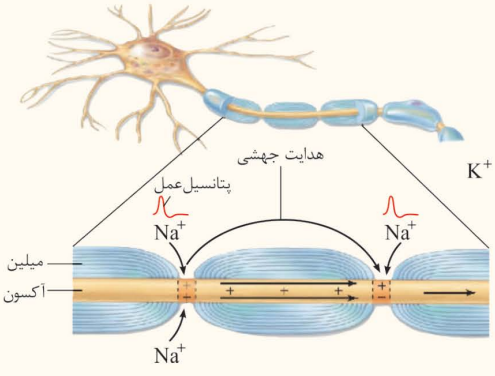
وقتی که پتانسیل عمل در یک نقطه از یاختهٔ عصبی ایجاد می‌شود، **نقطه به نقطه** پیش می‌رود تا به انتهای رشتهٔ عصبی برسد. این جریان پتانسیل عمل را **پیام عصبی** می‌نامند.

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.

فعالیت کتاب درسی

تولید پتانسیل عمل و هدایت آن

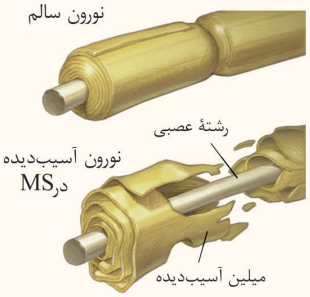
۱- وضعیت کانال‌های غشا یاختهٔ عصبی در چهار مرحلهٔ فعالیت یاختهٔ عصبی چگونه است؟

این رو توی جدول آخر درسنامهٔ قبلی، به‌طور کامل توضیح داریم. برای همین دیگه توضیح نمی‌دیم! برگردین همونجا بخونین.

۲- گفته می‌شود در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد. ولی در فاصلهٔ بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند. این موضوع، با هدایت جهشی چه ارتباطی دارد؟

برای این‌که هدایت پیام عصبی انجام شود، باید هر نقطه تحریک شود و در آن پتانسیل عمل ایجاد شود. در فاصلهٔ بین گره‌های رانویه، که غلاف میلین وجود دارد، کانال دریچه‌دار یافت نمی‌شود و بنابراین، امکان ایجاد پتانسیل عمل وجود ندارد. اما در گره‌های رانویه، که تعداد زیادی کانال دریچه‌دار دارند، پتانسیل عمل به راحتی ایجاد می‌شود و هدایت جهشی پیام صورت می‌گیرد.

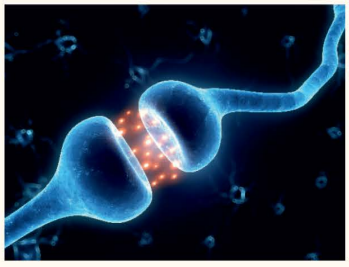
تغییر در میزان غلاف میلین نورون‌ها



کاهش یا افزایش میزان میلین، به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً، در بیماری مالتیپل اسکلروزیس (MS)، یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه، ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود؛ بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

ترکیب [گفتار ۳- فصل ۵] مالتیپل اسکلروزیس، نوعی بیماری خودایمنی است. در این بیماری، غلاف میلین اطراف یاخته‌های عصبی مغز و نخاع، مورد حملهٔ دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد. در نتیجه، ارتباط بین دستگاه عصبی مرکزی با بخش‌های دیگر بدن، مختل می‌شود. در این بیماری، دستگاه ایمنی یاخته‌های پشتیبان میلین‌ساز را بیگانه تلقی می‌کند و به آن‌ها حمله می‌کند.

سیناپس و انتقال پیام عصبی



وقتی که پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، لازم است که به یاخته بعدی انتقال پیدا کند. همانطور که در شکل مشاهده می‌کنید، در محل ارتباط یک نورون با یاختهٔ بعدی (که در اینجا نورون است)، فاصله‌ای وجود دارد و یاخته‌ها به هم نچسبیده‌اند.

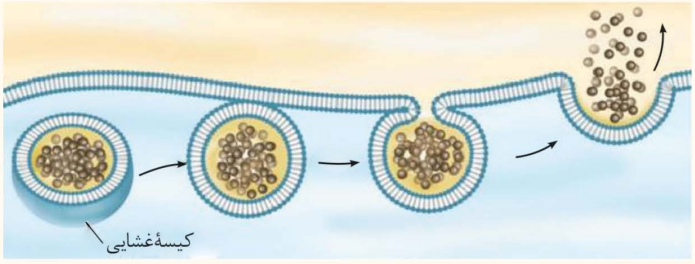
سیناپس (همایه): به محل ارتباط یک نورون با یاختهٔ دیگر (مثل یک نورون دیگر)، سیناپس می‌گویند. در بین یاخته‌ها در محل سیناپس، فاصله‌ای وجود دارد که به آن، فضای سیناپسی گفته می‌شود.

یاختهٔ پیش‌سیناپسی و یاختهٔ پس‌سیناپسی: در محل سیناپس، دو یاخته را می‌توان مشاهده کرد؛ یاختهٔ اول که پیام عصبی در آن هدایت شده است و می‌خواهد پیام را به یاختهٔ بعدی انتقال دهد، یاختهٔ پیش‌سیناپسی نام دارد و یاختهٔ دوم که پیام عصبی را دریافت می‌کند، یاختهٔ پس‌سیناپسی است.

ناقل عصبی: در محل سیناپس، ماده‌ای از یاختهٔ پیش‌سیناپسی آزاد می‌شود که به آن، ناقل عصبی گفته می‌شود. ناقل عصبی، بر روی یاختهٔ پس‌سیناپسی تأثیر می‌گذارد و پیام عصبی را به یاختهٔ پس‌سیناپسی منتقل می‌کند.

تولید و ذخیرهٔ ناقلین عصبی: ناقل عصبی، در جسم یاخته‌ای نورون‌ها ساخته می‌شود و سپس، درون کیسه‌های کوچکی ذخیره می‌شوند. این کیسه‌ها، در طول آکسون هدایت می‌شوند و سپس، در پایانهٔ آکسون جمع می‌شوند.

❑ مکانیسم انتقال پیام عصبی



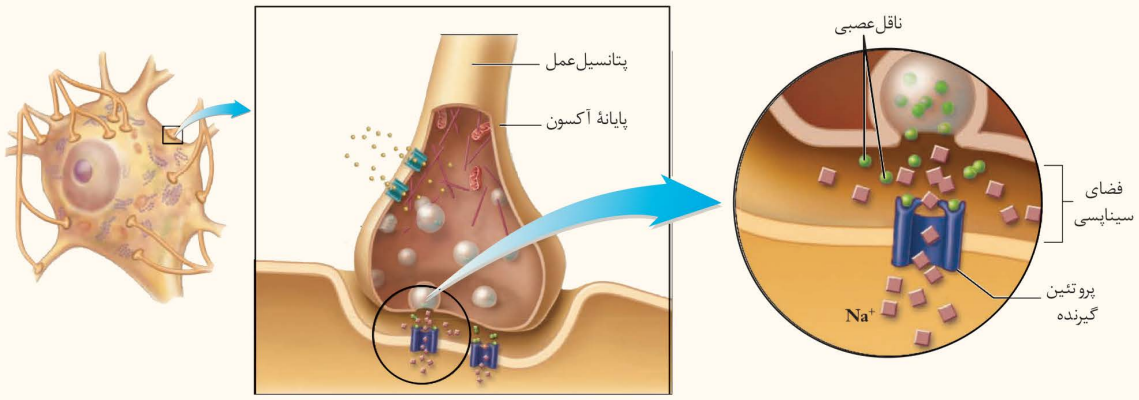
۱- آزادسازی ناقل عصبی: وقتی که پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، کیسه‌های حاوی ناقلین عصبی با غشای پایانهٔ آکسون ادغام می‌شوند و محتویات خود را با روش برون‌رانی آزاد می‌کنند. بدین‌ترتیب، ناقلین عصبی وارد فضای سیناپسی می‌شوند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] برون‌رانی (اگزوسیتوز)، فرایند خروج ذره‌های بزرگ از یاخته است. این فرایند، با تشکیل کیسه‌های غشایی همراه است و به انرژی ATP نیاز دارد.

۲- حرکت ناقل عصبی در فضای سیناپسی: ناقل عصبی، به دلیل انرژی جنبشی خود، در فضای سیناپسی منتشر می‌شود تا به غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی برسد.

۳- اتصال به گیرنده: ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می‌شود. پروتئین گیرنده، در واقع نوعی کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی است. پس از اتصال ناقل عصبی به گیرنده، دریچهٔ کانال باز می‌شود.

۴- تغییر نفوذپذیری غشا: در اثر اتصال ناقل عصبی به گیرنده و باز شدن دریچهٔ کانال، نفوذپذیری غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی نسبت به یون‌ها تغییر می‌کند. در نتیجه، پتانسیل الکتریکی یاختهٔ پس‌سیناپسی نیز تغییر می‌کند. این تغییر ممکن است در جهت تحریک فعالیت یاختهٔ پس‌سیناپسی یا مهار آن باشد.



۵- تخلیهٔ ناقل‌های عصبی باقی‌مانده: پس از آنکه ناقل عصبی بر روی یاختهٔ پس‌سیناپسی تأثیر گذاشت، ناقل‌های باقی‌مانده باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند. دو دلیل برای تخلیهٔ ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی وجود دارد:

۱- جلوگیری از انتقال بیش از حد پیام: مثلاً اگر یاخته ماهیچه‌ای بیش از حد تحریک شود، به‌شدت منقبض می‌شود و منجر به گرفتگی عضلات می‌شود.

۲- امکان انتقال پیام‌های عصبی جدید: مثلاً ممکن است پس از تحریک یاختهٔ ماهیچه‌ای و انقباض آن، لازم باشد که انقباض یاختهٔ ماهیچه‌ای متوقف شود.

لذا لازم است که ناقل‌های تحریک‌کنندهٔ ماهیچه از سیناپس جمع‌آوری شده باشند تا ناقل‌های مهاری بتوانند تأثیر خود را اعمال کنند.

برای تخلیهٔ ناقل‌های عصبی از فضای سیناپسی، دو راه وجود دارد: ۱- ناقل عصبی توسط یاختهٔ پیش‌سیناپسی جذب شود و یا ۲- آنزیم‌های خاصی که از یاخته‌ها ترشح می‌شوند، ناقل عصبی را تجزیه کنند.

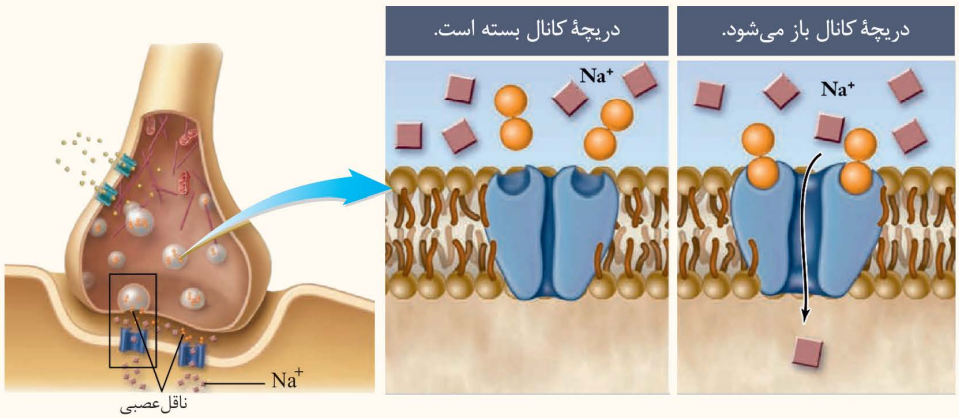
نکته تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی، به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی منجر می‌شود.

❑ مثالی از تحریک یاختهٔ پس‌سیناپسی توسط نورون پیش‌سیناپسی

گفتیم که گیرندهٔ ناقل عصبی، در واقع نوعی کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی است. وقتی که ناقل عصبی به گیرنده متصل می‌شود، دریچهٔ کانال باز می‌شود و نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌ها تغییر می‌کند.

مثلاً، اگر ناقل عصبی تحریکی باشد، دریچهٔ کانال‌های سدیمی باز می‌شود. در اثر باز شدن دریچه‌های سدیمی، یون‌های سدیم وارد یاخته می‌شوند و پتانسیل درون یاخته، مثبت‌تر می‌شود؛ در واقع، در اثر باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل عمل ایجاد می‌شود. بدین‌ترتیب، یاختهٔ پس‌سیناپسی تحریک می‌شود و پیام عصبی می‌تواند در طول نورون، هدایت شود.

این چیزی که الان می‌خوام بگم، یکم خارج از کتابه و نیازی نیست بلد باشین اما بد نیست بدونین که در سیناپس مهاری، پتانسیل درون یافته منفی‌تر میشه و در سیناپس تحریکی، پتانسیل درون یافته، مثبت‌تر. تحریکی رو که توضیح دادیم اما راجع به مهاری؛ وقتی که پتانسیل درون یافته منفی‌تر بشه، سخت‌تر می‌تونه به پتانسیل‌های مثبت برسه و بنابراین، احتمال ایجاد پتانسیل عمل داخلش کم‌تر میشه. اینجوریه که یافتهٔ پس‌سیناپسی مهار میشه.



نکته همان‌طور که در شکل می‌بینید، در پایانهٔ آکسون، تعداد زیادی میتوکندری وجود دارد. دلیل وجود تعداد زیاد میتوکندری، تأمین انرژی لازم برای برون‌رانی کیسه‌های حاوی ناقل عصبی است.

نکته همان‌طور که قبلاً نیز گفتیم، پایانهٔ آکسون، بخش برجسته‌ای در انتهای آکسون است.

تست‌های گفتار ۱

یاخته‌های بافت عصبی

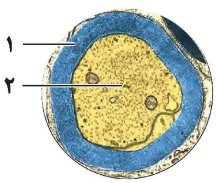
بالأخره رسیدیم به اولین تست‌های فصل (!). طبیعتاً قبل از اینکه بتونیم با ساختار دستگاه عصبی آشنا بشیم، باید یاخته‌های عصبی رو بشناسیم.

۱- وجهٔ مشترک همهٔ یاخته‌های بافت اصلی سازندهٔ مغز انسان، در این است که .....

۱) تحریک‌پذیر هستند و پیام عصبی تولید می‌کنند.
۲) رشته‌های متصل به محل قرار گرفتن هسته دارند.
۳) غشایی با نفوذپذیری انتخابی نسبت به یون‌ها دارند.
۴) انشعابات متعددی در دو انتهای خود دارند.

۲- چند مورد، عبارت زیر را به‌درستی کامل می‌کند؟

«شکل زیر، مقطعی عرضی از یک رشتهٔ عصبی را نشان می‌دهد. یاختهٔ «۱» ..... یاختهٔ «۲»، .....»



الف) برخلاف ـ نوعی یاختهٔ سازندهٔ بافت عصبی محسوب نمی‌شود.
ب) همانند ـ محلی برای قرارگیری هسته و انجام سوخت‌وساز دارد.
ج) همانند ـ پس از تحریک، توانایی تولید، هدایت و انتقال پیام را دارد.
د) برخلاف ـ ممکن است در خارج از دستگاه عصبی مرکزی نیز مشاهده شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳- هر بخشی از یک یاختهٔ عصبی رابط در نخاع، .....

۱) پیام عصبی را تا انتهای برجستهٔ خود هدایت می‌کند.
۲) می‌تواند پیام عصبی را دریافت و هدایت کند.
۳) محل اصلی انجام سوخت‌وساز یاخته محسوب می‌شود.
۴) مستقیماً پیام عصبی را به یاختهٔ دیگر منتقل می‌کند.

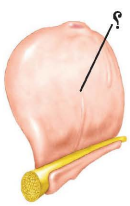
یکم با ساختار کلی یاخته‌های عصبی آشنا شریم. بعداً بیشتر هم با ساختار یاخته‌های عصبی آشنا می‌شیم. اما قبل از اون، نوبت یاخته‌های پشتیبان هست.

۴- چند مورد، دربارهٔ یاخته‌هایی از بافت عصبی صحیح است که نمی‌توانند به‌طور ناگهانی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای خود را تغییر دهند؟

الف) بعضی از آن‌ها، مقدار طبیعی یون‌ها در مایع میانی بافت عصبی را تنظیم می‌کنند.
ب) بر فعالیت رشته‌های عصبی فاقد گرهٔ رانویه تأثیری ندارند.
ج) تعداد آن‌ها، چند برابر سایر یاخته‌های بافت عصبی است.
د) همهٔ آن‌ها، توانایی پیچیدن به دور رشتهٔ عصبی را دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵- کدام عبارت، دربارهٔ بخش مشخص‌شده در شکل مقابل، درست است؟



۱) جسم یاخته‌ای برخلاف آن، محلی برای قرارگیری هسته دارد.
۲) همانند آکسون، برای فعالیت هر یاختهٔ عصبی مغز و نخاع لازم است.
۳) برخلاف یاختهٔ داربست‌ساز بافت عصبی، در بیماری MS آسیب می‌بینند.
۴) همانند یاختهٔ عصبی رابط، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی نیز مشاهده می‌شوند.

در ادامه، می‌خوایم انواع یاخته‌های عصبی رو بررسی کنیم. دقت داشته باشید که سؤالات این بخش خیلی مهم هستن. چون به‌شدت با مباحث قبلی و بعدی این فصل ترکیب می‌شن و تقریباً توی اکثر سؤالات این فصل در کنکور، نکته‌ای از این قسمت هم وجود داره.

۶- در نوعی یاختهٔ عصبی که پیام را از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی می‌آورد، ..... نوعی یاختهٔ عصبی که پیام را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها می‌برد، .....

فعالیت کتاب درسی

۱) برخلاف ـ محل قرارگیری هسته، درون دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.
۲) همانند ـ طول رشتهٔ نزدیک‌کنندهٔ پیام به جسم یاخته‌ای، بیشتر از رشتهٔ دیگر است.
۳) برخلاف ـ از محل پایانهٔ آکسون، پیام عصبی فقط به یاختهٔ عصبی منتقل می‌شود.
۴) همانند ـ در اطراف دندریت‌ها، پوشش ایجادشده توسط یاخته‌های پشتیبان وجود دارد.

این سؤال و سؤال بعدی خیلی مهمن! چون تقریباً یه مرور کاملی روی نکات این قسمت داره! حتماً پاسخنامهٔ تشریحی این دو سؤال رو خیلی دقیق بخونین.

۷- در یاختهٔ عصبی حسی، نوعی رشته که به جسم یاخته‌ای متصل است و ..... برخلاف رشته‌ای از یاختهٔ عصبی حرکتی که غلاف میلین ندارد، قطعاً ..... فعالیت کتاب درسی

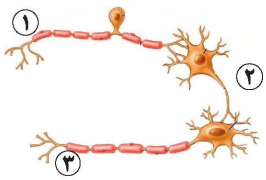
۱) پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند ـ می‌تواند پیام عصبی را به یاختهٔ دیگری منتقل کند.

۲) در انتهای خود، تعداد زیادی میتوکندری دارد ـ پیام عصبی را به جسم یاختهٔ عصبی نزدیک می‌کند.

۳) می‌تواند پیام را به یاختهٔ عصبی انتقال دهد ـ تحت تأثیر فعالیت یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی قرار می‌گیرد.

۴) حداقل در بخشی از خود، عایق‌بندی نشده است ـ می‌تواند تحت شرایطی، پتانسیل داخل غشا را مثبت‌تر از بیرون آن کند.

۸- با توجه به شکل مقابل، می‌توان گفت که یاختهٔ عصبیِ ..... فعالیت کتاب درسی



۱) «۱» و «۳»، می‌توانند پیام‌های عصبی را از اندام‌های حسی دور کنند.

۲) «۲» برخلاف «۱»، می‌تواند درون دستگاه عصبی مرکزی، پیام را منتقل کند.

۳) «۳» همانند «۲»، حالت آرامش خود را با کمک انواعی از پروتئین‌ها حفظ می‌کند.

۴) «۱» برخلاف «۲»، در انعکاس نخاعی عقب کشیدن دست هنگام برخورد با جسم داغ نقش دارد.

۹- در نوعی یاختهٔ عصبی که پیام را ..... بخش مرکزی دستگاه عصبی ..... می‌کند، ..... فعالیت کتاب درسی

۱) از ـ دور ـ هر رشتهٔ یاختهٔ عصبی، توسط یاختهٔ پشتیبان عایق‌بندی می‌شود.

۲) درون ـ منتقل ـ فقط رشته‌های منشعب و کوتاه، پیام را دریافت می‌کنند.

۳) به ـ نزدیک ـ غشای جسم یاخته‌ای، بخشی از گرهٔ رانویه محسوب می‌شود.

۴) به ـ نزدیک ـ محل اصلی انجام سوخت‌وساز، بین دو رشتهٔ میلین‌دار قرار دارد.

لطفاً به تفاوت صورت این سؤال و سؤال قبلی دقت کنین!

۱۰- چند مورد، برای تکمیل صحیح عبارت زیر مناسب نیست؟ فعالیت کتاب درسی

«در یاختهٔ عصبیِ ..... رشتهٔ دورکنندهٔ پیام از جسم یاخته‌ای، ..... و رشتهٔ نزدیک‌کنندهٔ پیام به جسم یاخته‌ای ..... است.»

الف) حرکتی ـ طویل ـ فاقد غلاف میلین

ب) حسی ـ واجد گرهٔ رانویه ـ طویل و میلین‌دار

ج) حرکتی ـ دارای غلاف میلین ـ کوتاه و انشعاب‌دار

د) رابط ـ طویل و عایق‌بندی‌شده ـ دارای انشعابات زیاد

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

صورت سؤال بعدی و بعدش بررسی گزینه‌ها، یکم نیاز به دقت داره. لطفاً با دقت سؤال و پاسخ رو بخونین تا خوب متوجه بشین.

۱۱- در مقطع عرضی بخشی از نوعی یاختهٔ عصبی، ضخامت رشتهٔ متصل به جسم یاخته‌ای، کم‌تر از کل ضخامت قابل‌مشاهده است. این یاختهٔ عصبی، نمی‌تواند ..... فعالیت کتاب درسی

۱) در خارج از بخش مرکزی دستگاه عصبی، فعالیت کند.

۲) آکسونی طویل‌تر از دندریت داشته باشد.

۳) ارتباط لازم بین انواع یاخته‌های عصبی را فراهم کند.

۴) انشعاباتی در هر دو نوع رشتهٔ خود داشته باشد.

همیشه برای جواب دادن به یک سؤال، نیاز نیست همه چیز رو بدونین!

۱۲- در بافت عصبی بزرگ‌ترین لوب مخ انسان، هر یاخته‌ای که توسط ..... فعالیت کتاب درسی

۱) یاختهٔ عصبی رابط تحریک می‌شود، پیام عصبی را به مغز وارد می‌کند.

۲) داربستی در محل خود مستقر می‌شود، توسط نوعی نوروگلیا پوشانده می‌شود.

۳) نوعی یاختهٔ غیرعصبی محافظت می‌شود، به‌تنهایی مقدار طبیعی یون‌های اطراف خود را حفظ می‌کند.

۴) آکسون بدون میلین خود، هدایت پیام را انجام می‌دهد، پیام را به یاختهٔ عصبی حرکتی منتقل می‌کند.

دیگه همه چیز رو رابع به بافت عصبی گفتیم! یه سری نکات ریز دیگه هم مونده که ممکنه از زیر دستمون در رفته باشه که توی سؤال بعدی بررسیشون می‌کنیم.

۱۳- کدام عبارت، دربارهٔ بافت عصبی، به‌طور صحیحی بیان شده است؟

۱) بلندترین رشتهٔ هر یاختهٔ عصبی نخاع، توسط یاخته‌های پشتیبان عایق‌بندی می‌شود.

۲) وجه تمایز و تقسیم‌بندی یاخته‌های عصبی حسی و رابط، ساختار ظاهری آن‌ها هست.

۳) انواع گوناگونی از یاخته‌های عصبی و غیرعصبی با وظایف مختلف در بافت عصبی دیده می‌شوند.

۴) حداقل بخشی از آکسون بعضی از انواع یاخته‌های عصبی، در دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.

تا همین چند سال قبل، از بخش اول این فصل سؤالی در کنکور نمی‌یومد. اما جدیداً توجه طراها به این بخش بیشتر شده و حتی در سؤالات بقیهٔ قسمت‌های فصل هم از نکات این قسمت استفاده می‌کنن.

۱۴- با در نظر گرفتن فرایند انعکاس عقب کشیدن دست هنگام برخورد با جسم داغ، چند مورد، دربارهٔ یاخته‌های عصبی رابطی که فقط در مادهٔ خاکستری نخاع یافت می‌شوند، درست است؟ داخل ۹۴

الف) دارای دارینه‌های طویل هستند.

ب) تنها با یاخته‌های عصبی حرکتی ارتباط دارند.

ج) توسط یاخته‌های پشتیبان پوشش‌دار می‌شوند.

د) در جابه‌جایی یون‌ها در دو سوی غشای بعضی یاخته‌های عصبی نقش دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵- در فرایند انعکاس عقب کشیدن دست هنگام برخورد با جسم داغ، کدام ویژگی در مورد هر یاختهٔ عصبی رابط موجود در بخش خاکستری نخاع، درست است؟ خارج ۹۴ با تغییر

۱) محلی برای قرارگیری هسته و انجام سوخت‌وساز دارد.

۲) در عصب نخاعی یافت می‌شود.

۳) دارای دارینه‌های بسیار طویل و میلین‌دار است.

۴) فقط با یاخته‌های عصبی حسی در ارتباط است.

تولید پیام عصبی

رسیدیم به بخش اصلی فصل اول. بیشتر سؤالات کنکور، از همین بخش مطرح می‌شن. این قسمت، مفهومی‌ترین قسمت فصل هم هست و باید با دقت بیشتری تست‌ها رو بررسی کنین.

۱۶- چند مورد، عبارت زیر را به‌طور نادرستی تکمیل می‌کند؟

«وقتی یاختهٔ عصبی حسی فعالیت عصبی ندارد، ..... یکسان است.»

الف) مقدار کل یون‌های مثبت در دو سوی غشا

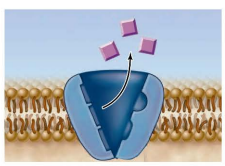
ب) نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های سدیم و پتاسیم

ج) تعداد یون‌های سدیم و پتاسیم جابه‌جا شده توسط پمپ

د) مقدار یون‌های سدیم در بیرون غشای یاخته و داخل آن

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۷- شکل زیر، بخشی از فعالیت نوعی پروتئین غشای یاختهٔ عصبی را نشان می‌دهد. بلافاصله پس از این بخش، .....



۱) یون‌های پتاسیم می‌توانند از یاخته خارج شوند.

۲) مقدار بارهای مثبت درون یاختهٔ عصبی کاهش می‌یابد.

۳) ATP تجزیه می‌شود و انرژی آن در دسترس پروتئین قرار می‌گیرد.

۴) جایگاه‌های ویژهٔ آزادشده در پروتئین، توسط یون دیگری اشغال می‌شود.

۱۸- کدام عبارت، وضعیت پروتئین‌های غشای یاختهٔ عصبی رابط را زمانی که اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت در دو سوی غشا وجود دارد، به‌طور درستی بیان می‌کند؟ فعالیت کتاب درسی

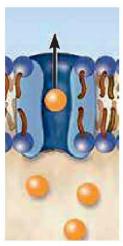
۱) همهٔ کانال‌هایی که پتاسیم از طریق آن‌ها از یاخته خارج می‌شود، بسته هستند.

۲) عبور دوطرفهٔ یون‌ها از عرض غشا، با فعالیت انواعی از پروتئین‌های غشایی ممکن می‌شود.

۳) هر پروتئین، فقط یک نوع یون دارای بار مثبت را در عرض غشای یاخته جابه‌جا می‌کند.

۴) جابه‌جایی یون‌ها توسط پروتئین‌های غشایی، فقط بدون مصرف انرژی زیستی انجام می‌شود.

۱۹- در شکل مقابل، نوعی پروتئین غشایی نشان داده شده است که منفذی برای خروج یون‌ها از یاخته دارد. کدام عبارت، دربارهٔ این نوع پروتئین غشایی، صحیح است؟ فعالیت کتاب درسی



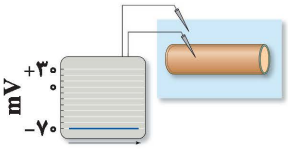
۱) به‌طور اختصاصی برای خروج یون پتاسیم از یاختهٔ عصبی عمل می‌کند.

۲) برای جابه‌جایی یون‌ها در عرض غشا، غلظت Pi در میان‌یاخته را افزایش می‌دهد.

۳) فقط پس از مثبت‌تر شدن پتانسیل درون غشا، یون‌ها از طریق آن خارج می‌شوند.

۴) فقط زمانی یون‌ها از طریق آن منتشر می‌شوند که اختلاف پتانسیل ۷۰- میلی‌ولت بین دو سوی غشا برقرار باشد.

۲۰- شکل زیر، اندازه‌گیری پتانسیل غشای آکسون یک یاختهٔ عصبی را نشان می‌دهد. در زمان ثبت این پتانسیل الکتریکی، مقدار .....



۱) یون‌های سدیم و پتاسیم در بیرون از یاختهٔ عصبی، بیشتر از درون آن است.

۲) یون‌های پتاسیم خارج‌شده از طریق کانال‌های سدیمی بیشتر از یون سدیم است.

۳) یون‌های سدیم جابه‌جا شده توسط پروتئین انرژی‌خواه بیشتر از یون پتاسیم است.

۴) بارهای منفی موجود در سطح خارجی غشای یاخته، بیشتر از سطح داخلی آن است.

۲۱- چند مورد، دربارهٔ ویژگی‌های پمپ سدیم ـ پتاسیم غشای یاختهٔ عصبی صادق است؟

الف) جایگاه اتصال یون‌های سدیم و پتاسیم یکسان است.

ب) برای فعالیت خود، ATP را به ADP و P_i تبدیل می‌کند.

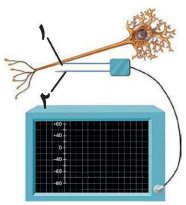
ج) پس از آزاد شدن انرژی، شکل سه‌بعدی پروتئین تغییر می‌کند.

د) فعالیت آن در پایان پتانسیل عمل، پتانسیل غشا را به حالت آرامش بر می‌گرداند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

آگه میکرو زیست‌شناسی دهم رو خونده باشین، یادتون هست که برای نوار قلب، ما اول کل نقاط الکتروکاردیوگرام رو بدون نمودار نوار قلب بررسی کردیم و بعد از اون، تک‌تک نقاط رو روی شکل هم بررسی کردیم. می‌خوایم همین کار رو برای پتانسیل عمل هم انجام بدیم.

۲۲- با توجه به شکل روبه‌رو، وقتی که ..... در مجاورت بخش ..... می‌باشد، .....



۱) مقدار یون‌های پتاسیم ـ «۲»، به‌شدت در حال افزایش ـ پتانسیل درون غشا مثبت‌تر می‌شود.

۲) مقدار بارهای مثبت ـ «۱»، در بیشترین مقدار خود ـ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند.

۳) پتانسیل الکتریکی ـ «۲»، نسبت به بخش «۱»، منفی‌تر ـ غشای یاختهٔ عصبی تحریک شده است.

۴) تعداد کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمیِ باز ـ «۱»، در حال کاهش ـ ورود سدیم به درون یاخته غیرممکن است.

۲۳- هر زمان که بین دو سوی غشای یاختهٔ عصبی حرکتی، اختلاف پتانسیل وجود ..... قطعاً .....

۱) ندارد ـ یون‌ها از نوعی کانال دریچه‌دار غشا عبور می‌کنند.

۲) ندارد ـ مقدار یون‌های سدیم در دو سوی غشا برابر است.

۳) دارد ـ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی یا پتاسیمی باز هستند.

۴) دارد ـ درون غشا نسبت به بیرون آن، مثبت‌تر است.

۲۴- هنگام فعالیت عصبی یاختهٔ عصبی ماهیچهٔ سه سر بازو، زمانی که اختلاف پتانسیل غشا از ..... میلی‌ولت به صفر نزدیک می‌شود، برخلاف حالت برعکس آن، .....

۱) ۲۰+ ـ مقدار یون‌های مثبت در بیرون یاخته بیشتر است.

۲) ۷۰- ـ دریچهٔ نوعی کانال غشایی باز است.

۳) ۳۰+ ـ نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم افزایش می‌یابد.

۴) ۳۰- ـ انتشار تسهیل‌شدهٔ یون‌های سدیم مشاهده می‌شود.

۲۵- پس از تحریک یاختهٔ عصبی حسی نوک انگشتان، زمانی که در محل تحریک تعداد کانال‌های فعالِ ..... در حالِ ..... است، قطعاً .....

فعالیت کتاب درسی

۱) سدیمی ـ افزایش ـ اختلاف مقدار بارهای مثبت در دو سوی غشا افزایش می‌یابد.

۲) سدیمی ـ کاهش ـ بلافاصله، شیب غلظت یون‌های سدیم، دوباره به حالت آرامش باز می‌گردد.

۳) پتاسیمی ـ کاهش ـ مقدار پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، کم‌تر از ۷۰ میلی‌ولت، منفی می‌باشد.

۴) پتاسیمی ـ افزایش ـ بلافاصله، انتشار تسهیل‌شدهٔ یون‌های پتاسیم، پتانسیل غشا را به حالت آرامش بر می‌گرداند.

۲۶- در یک یاختهٔ عصبی رابط، هر زمان که .....

۱) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند، همهٔ کانال‌های سدیمی بسته می‌باشند.

۲) اختلاف پتانسیلی بین دو سوی غشا وجود ندارد، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.

۳) یون سدیم از طریق کانال‌های دریچه‌دار از غشا عبور می‌کند، یون پتاسیم به یاخته وارد نمی‌شود.

۴) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در نقطهٔ مجاور محل تحریک اولیه باز می‌شوند، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی محل تحریک بسته هستند.

۲۷- هنگامی که نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم، بیشترین اختلاف را با نفوذپذیری نسبت به یون سدیم دارد، قطعاً .....

۱) اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا، مقداری منفی است.

۲) اختلاف مقدار بارهای مثبت بین دو سوی غشا، از حداکثر به حداقل تغییر می‌یابد.

۳) عبور یون‌ها در جهت شیب غلظت از هر پروتئین غشایی، باعث کاهش اختلاف پتانسیل می‌شود.

۴) کانال‌های پروتئینی ویژه‌ای در غشای یاخته، شیب غلظت نوعی یون مثبت در دو سوی غشا را تغییر می‌دهند.

۲۸- هنگامی که مقدار یون سدیم و پتاسیم درون یاختهٔ عصبی، بیشترین اختلاف را با حالت آرامش دارد، .....

۱) اختلاف پتانسیل بیرون یاخته با درون یاخته، برابر با زمانی است که تمامی کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند.

۲) فعالیت انواعی از پروتئین‌های غشایی، شیب غلظت یون‌ها در دو سوی غشا را به حالت آرامش بر می‌گرداند.

۳) ابتدا کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند و سپس فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم افزایش می‌یابد.

۴) یون‌های سدیم می‌توانند در جهت شیب غلظت و بدون مصرف ATP از یاختهٔ عصبی خارج شوند.

۲۹- در بخشِ ..... نمودار پتانسیل عمل یک یاختهٔ عصبی حسی، هیچ‌گاه ..... رخ نمی‌دهد.

۱) صعودی ـ خروج پتاسیم از درون یاختهٔ عصبی
۲) پایین‌روی ـ ورود یون سدیم به سیتوپلاسم یاختهٔ عصبی
۳) بالاروی ـ بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی
۴) نزولی ـ خروج سدیم از یاخته با مصرف انرژی زیستی

۳۰- کدام عبارت، دربارهٔ تغییر وضعیت یاختهٔ عصبی حسی در پوست، پس از برخورد جسم داغ به انگشتان دست، درست نیست؟

۱) پتانسیل عمل به‌طور نقطه‌به‌نقطه در طول رشته‌های عصبی یاختهٔ عصبی هدایت می‌شود.

۲) در مدتی کوتاه و به‌طور ناگهانی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در محل تحریک تغییر می‌کند.

۳) مصرف ATP توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم، نقشی در برگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش ندارد.

۴) همزمان با بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، شیب غلظت یون‌ها در دو سوی غشا با حالت آرامش تفاوت دارد.

دو تا سؤال بعدی، یه نکتهٔ مهم دارن و دقت زیادی می‌خوان.

۳۱- زمانی که اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشای یک یاختهٔ عصبی ..... میلی‌ولت است، قطعاً .....

۱) ۱۰+ ـ جابه‌جایی غیرفعال یون‌ها در عرض غشا، فقط با عبور از کانال‌های دریچه‌دار ممکن است.

۲) ۲۰+ ـ غلظت یون پتاسیم بیرون یاختهٔ عصبی، کم‌تر از غلظت یون پتاسیم درون آن است.

۳) ۷۰- ـ شیب غلظت یون‌ها توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم، به حالت آرامش بر می‌گردد.

۴) ۳۰+ ـ تمامی کانال‌های دریچه‌دار مؤثر در تغییر پتانسیل غشا، بسته می‌شوند.

اگه سؤال قبلی رو حل کردین، حالا دقت کنین و ببینین که این سؤال، چه تفاوتی با سؤال قبلی داره.

۳۲- در یاختهٔ عصبی رابط مادهٔ خاکستری نخاع، پس از اتصال ناقل عصبی به گیرنده‌های غشایی دندریت، زمانی که بین دو سوی غشای یاخته، ..... واحد اختلاف پتانسیل وجود دارد، قطعاً ..... هستند.

۱) ۳۰ ـ همهٔ کانال‌های دریچه‌دار غشا بسته
۲) ۷۰ ـ یون‌های پتاسیم نسبت به سدیم، دارای نفوذپذیری بیشتر
۳) ۲۰ ـ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در حال بسته‌شدن
۴) صفر ـ پمپ‌های سدیم ـ پتاسیم از تجزیهٔ ATP ناتوان

۳۳- هنگام ثبت اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ عصبی، زمانی که .....، ماده‌ای مانع از فعالیت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی شود، ..... غیرممکن می‌شود.

۱) پس از افزایش شدید مقدار بار مثبت درون یاخته ـ بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش

۲) پس از فعالیت کانال‌های دریچه‌دار سدیمی ـ مصرف ATP توسط پمپ سدیم ـ پتاسیم

۳) پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی ـ خروج یون پتاسیم از یاختهٔ عصبی

۴) پس از برقراری پتانسیل آرامش در یاخته ـ تغییر ناگهانی پتانسیل دو سوی غشا

۳۴- پس از تحریک غشای نوعی یاختهٔ عصبی حسی در پوست، زمانی که اختلاف پتانسیل غشا از ۷۰- میلی‌ولت تا ۳۰+ میلی‌ولت تغییر می‌کند، .....

۱) برای لحظه‌ای، عدم توازن بین بارهای الکتریکی در دو سوی غشا از بین می‌رود.

۲) یون‌های پتاسیم، با عبور از کانال‌های دریچه‌دار، از یاختهٔ عصبی خارج می‌شوند.

۳) ابتدا، تغییر فعالیت کانال‌های دریچه‌دار، منجر به کاهش ورود سدیم به یاخته می‌شود.

۴) فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، باعث حفظ شیب غلظت اولیهٔ یون‌ها بین دو سوی غشا می‌شود.

۳۵- چند مورد، عبارت زیر را به‌طور صحیحی تکمیل می‌کند؟

«در بخش مرکزی دستگاه عصبی، مدت کوتاهی پس از ..... غشای یاختهٔ عصبی رابط، .....»

الف) تحریک نقطه‌ای از ـ اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می‌کند.

ب) عبور Na^+ از کانال‌های دریچه‌دارِ ـ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

ج) باز شدن دریچهٔ کانال‌های پتاسیمی در ـ پتانسیل غشا به حالت آرامش بر می‌گردد.

د) بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمیِ ـ شیب غلظت یون‌ها به حالت آرامش باز می‌گردد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۶- در یک یاختهٔ عصبی مخچه، زمانی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشا ۳۰+ میلی‌ولت می‌شود، بلافاصله .....

۱) تمامی کانال‌های دریچه‌دار یاخته برای مدتی بسته می‌شوند.

۲) حداکثر اختلاف شیب غلظت یون‌ها با حالت آرامش ایجاد می‌شود.

۳) بیشترین میزان نفوذپذیری غشا نسبت به یون سدیم مشاهده می‌شود.

۴) دریچهٔ بعضی از کانال‌های غشایی به سمت داخل یاخته حرکت می‌کند.

قبلنا توجه به پتانسیل عمل خیلی بیشتر بود. اما یه چند سالیه که توجه به این مبحث کم‌تر شده و بیشتر نکاتش به‌صورت ترکیبی در سایر قسمت‌ها مطرح میشن. اما به‌هر حال، مطمئن باشید باز هم توجه‌ها برمی‌گرده سمت پتانسیل عمل.

۳۷- با فرض این که در انسان، تراکم یون پتاسیم داخل یاختهٔ عصبی، شدیداً کاهش یافته و یون سدیم، درون یاخته انباشته گردد، ..... در برقراری شیب غلظت حالت آرامش، اثر سوء دارد. داخل ۸۷ با تغییر

۱) فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم

۲) باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی

۳) بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی

۴) فعالیت پروتئین‌های آبکافت‌کنندهٔ ATP در غشا

۳۸- برای رسیدن پتانسیل غشای یاختهٔ عصبی حسی از ۳۰+ میلی‌ولت به صفر، ..... می‌شوند. خارج ۸۷ با تغییر

۱) فقط کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، باز

۲) فقط کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، باز

۳) مولکول‌های ATP توسط پمپ‌های سدیم ـ پتاسیم، مصرف

۴) کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی، هر دو باز

۳۹- کدام عبارت، در مورد پتانسیل عمل ایجاد شده در غشای یک یاختهٔ عصبی حسی، صحیح است؟ داخل ۹۲ با تغییر

۱) در ابتدای پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

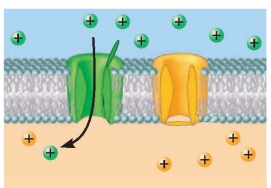
۲) بعد از پایان پتانسیل عمل، تراکم پتاسیم داخل یاخته شدیداً کاهش خواهد یافت.

۳) با نزدیک شدن پتانسیل عمل از صفر به ۳۰+ میلی‌ولت، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند.

۴) در پی بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل درون یاخته نسبت به خارج منفی خواهد شد.

خُب رسیدیم به سؤالات شکل‌دار پتانسیل عمل. لطفاً فقط وقتی این بخش رو بخونین که تست‌های قسمت قبل رو بررسی کرده باشین. ما تا الان، کل نکات پتانسیل عمل رو گفتیم و یه‌جورایی بررسی این بخش، مرور و جمع‌بندی نکات پتانسیل عمل هست. به همین خاطر، همهٔ نکات با بیان‌های مختلفی ذکر شدن، تا یه جمع‌بندی کامل و عالی روی پتانسیل عمل داشته باشیم.

۴۰- شکل مقابل، وضعیت کانال‌های غشای رشتهٔ عصبی را ..... نشان می‌دهد. فعالیت کتاب درسی



۱) همزمان با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در نقطهٔ بعدی رشتهٔ عصبی

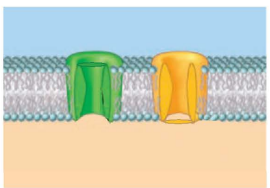
۲) هنگام وجود اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا و عدم فعالیت عصبی یاخته

۳) هنگام بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش و منفی‌تر شدن پتانسیل درون

۴) پس از تحریک غشای یاختهٔ عصبی و همزمان با تغییر ناگهانی پتانسیل غشا

۴۱- چند مورد، عبارت زیر را به‌طور صحیحی تکمیل می‌کند؟ فعالیت کتاب درسی

«در یک یاختهٔ عصبی، ..... وضعیت کانال‌های غشایی می‌تواند مطابق شکل مقابل باشد.»



الف) پس از برگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش

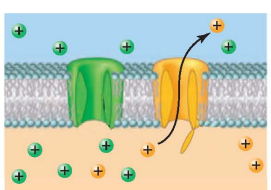
ب) وقتی که فعالیت عصبی در یاخته مشاهده نمی‌شود

ج) بلافاصله پس از بسته‌شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی

د) زمانی که شیب غلظت یون‌های Na^+ مشابه حالت آرامش نیست

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۲- زمانی که وضعیت کانال‌های غشای رشتهٔ عصبی مطابق شکل روبه‌رو باشد، ..... فعالیت کتاب درسی



۱) عبور یون‌های سدیم از عرض غشای یاخته، فقط با مصرف انرژی زیستی ممکن می‌شود.

۲) خروج یون‌های پتاسیم از یاختهٔ عصبی، فقط از طریق کانال‌های دریچه‌دار انجام می‌شود.

۳) بازگشت پتانسیل غشا به حالت آرامش، فقط ناشی از عبور یون‌ها از کانال پتاسیمی است.

۴) شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا، به حالت آرامش اولیه بر می‌گردد.