شناسی زیست یازدهم

GPS

فؤاد عبداله پور • سهیل رحمان پور

به نام خداوند جان و خرد
کزین برتر اندیشه برنگذرد

مقدمه

این بار هم همانند سایر کتاب‌های مبتکران با یک کتاب عالی مواجهیم، یک کتاب فوق‌العاده که راه موفقیت شما را به‌خوبی نمایان می‌سازد. این کتاب درسنامهٔ قوی و جذاب به همراه سؤالات بسیار مشابه با سبک جدید کنکور را دربردارد. درس زیست‌شناسی در آزمون رشتهٔ تجربی به خاطر دارا بودن ضریب بالا در کنکور سراسری از اهمیّت ویژه‌ای برخوردار است و به خاطر تأثیر مهمی که این درس در کنکور دارد، معمولاً دانش‌آموزان این درس را خیلی خوب مطالعه می‌کنند. شواهد نشان می‌دهند که فقط ۷ درصد از دانش‌آموزان تست‌های زیست‌شناسی را بالای ۵۰ درصد می‌زنند.

عامل اصلی ضعف دانش‌آموزان در پاسخ‌گویی به تست‌های زیست‌شناسی، عدم درک سؤالات است. هر سؤال نکات کلیدی دارد که با خوب فهمیدن سؤال قابل دستیابی است.

این درس، درسی نیست که با یک بار خواندن کتاب درسی بتوان در آن درصد بالایی کسب کرد، بنابراین مرورهای متوالی و مفهومی خواندن این درس باید در اولویت برنامه‌ها قرار داده شود.

دانش‌آموزان عموماً مطالب را سطحی خوانده و به عمق مفاهیم مطرح شده فکر نمی‌کنند، بنابراین قادر به ارتباط دادن مسایل مختلف کتاب‌ها با هم نیستند و نمی‌توانند پاسخ صحیح را انتخاب کنند. به همین منظور باید نکات خاصی را در زمینهٔ خوب خواندن کتاب و ارتباط دادن مطالب درسی کتاب‌های مختلف زیست باهم مدنظر قرار دهند.

اگر سؤالات کنکور ۱۰ سال اخیر را مطالعه کرده باشید متوجه می‌شوید که سؤالات از حالت توصیفی و حفظ کردنی خارج شده و به صورت مفهومی و استنباطی مطرح می‌شوند (درحالی‌که از متن و بطن کتاب مطرح می‌شوند). بنابراین برای افزایش توان تست‌زنی در زیست‌شناسی ضرورت دارد تا با اشراف و تسلط بیشتری بر مطالب، درک عمیق و ماندگار از آن داشته باشید. آیا برنامهٔ هفتگی زیست‌شناسی در دبیرستان‌ها این فرصت را فراهم می‌کند؟ آیا کتاب درسی پاسخگوی این همه مشکلات می‌باشد؟ قطعاً خیر! بنابراین ما، با در نظر داشتن این مشکلات و برای رفع آنها این کتاب را به نگارش درآورده‌ایم.

این کتاب دارای ویژگی‌های زیر است:

۱ـ آموزش گام به گام و شناسایی و بازآموزی آن بخش از موضوعات زیستی که درست درک نشده است به کمک درسنامه کامل و منطبق با کتاب درسی، بدون هیچ‌گونه مطلب حاشیه‌ای و خارج از کتاب درسی.

۲ـ ارائهٔ نکات کلیدی و استنباطی با بیان تمام اصطلاحات جدید فارسی و اصطلاحات قدیمی براساس متن کتاب درسی جدید

۳ـ پوشش سؤالات کنکورهای سراسری سال‌های اخیر، مرتبط با موضوعات کتاب زیست‌شناسی یازدهم به همراه تست‌های شمارشی، همانند و برخلاف، به جزء، می‌توان گفت و نمی‌توان گفت و...

۴ـ درگیر کردن فنی دانش‌آموز با نمونه تست‌ها و پرسش‌های چهارگزینه‌ای مفهومی و ارائهٔ توضیح کامل از تمام شکل‌های کتاب درسی

۵ـ پاسخ‌های کاملاً تشریحی با بیان دلیل درستی یا نادرستی هر گزینه به همراه نکات مهم.

۶ـ نکات و پرسش‌های چهارگزینه‌ای ترکیبی با سایر فصل‌ها

۷ـ افزایش پیشرفت مهارت تست‌زنی و ترمیم نقاط ضعف

۸ ـ دربرگیری قیدهای کتاب درسی (مانند: همه؛ بسیاری، اغلب، برخی، هر و...)، نکات شکل‌ها و مواردی مانند فعالیت‌های کتاب.

یادآور می‌شویم آنچه در درس زیست‌شناسی اهمیّت فوق‌العاده‌ای پیدا می‌کند چگونه خواندن این درس و پی بردن به نکات، مفاهیم و مطالب کتاب درسی می‌باشد و کتاب درسی منبع اول و آخر طرح سؤال در کنکور است. کتاب زیست یازدهم مبتکران مکمل و پشتیبان قوی برای کتاب درسی است. بنابراین مرورهای متوالی و مفهومی خواندن درس‌های این کتاب را در اولویت برنامه مطالعاتی زیست خود قرار دهید.

در پایان از آقایان رضا امرایی و علی فلاحیان و خانم‌ها ستایش فرهادی و پریسا طولابی به خاطر همکاری و پشتیبانی ونظرات مثبت و سازنده‌اشان در جهت پیشبرد هرچه بهتر کار صمیمانه تشکر می‌کنیم.

همچنین از آقای مهندس هادی عزیززاده دبیرمجموعه، واحد فنی انتشارات به ویژه سرکار خانم سکینه مظاهری (حروف‌چین و صفحه‌آرا)، و خانم‌ها طوبی عینی‌پور، شیوا خوش‌نقش، رویا قطاری (نمونه‌خوان‌ها)، مریم رسولی، بهاره خدامی و آقای حسین کشتی‌کار (گرافیست‌ها)،خانم رضیّه صفریان (تصویرساز) و خانم مینا هرمزی (طراح جلد) تشکر می‌نماییم.

فؤاد عبداله‌پور ـ سهیل رحمان‌پور

فهرست

فصل ۱: تنظیم عصبی

گفتار ۱ : یاخته‌های بافت عصبی ۸
گفتار ۲ : ساختار دستگاه عصبی ۲۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۳۲
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۴۷

فصل ۲: حواس

گفتار ۱ : گیرنده‌های حسی ۶۰
گفتار ۲ : حواس ویژه ۶۵
گفتار ۳ : گیرنده‌های حسی جانوران ۸۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۸۶
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۹۹

فصل ۳: دستگاه حرکتی

گفتار ۱ : استخوان‌ها و اسکلت ۱۱۰
گفتار ۲ : ماهیچه و حرکت ۱۱۸
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۱۳۰
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۱۴۲

فصل ۴: تنظیم شیمیایی

گفتار ۱ : ارتباط شیمیایی ۱۵۲
گفتار ۲ : غده‌های درون‌ریز ۱۵۶
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۱۶۷
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۱۸۰

فصل ۵: ایمنی

گفتار ۱ : نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع ۱۹۲
گفتار ۲ : دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع ۱۹۵
گفتار ۳ : سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی ۲۰۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۲۱۲
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۲۲۴

فصل ۶: تقسیم یاخته

گفتار ۱ : کروموزوم ۲۳۴
گفتار ۲ : میتوز ۲۳۷
گفتار ۳ : میوز و تولیدمثل جنسی ۲۴۸
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۲۵۳
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۲۶۷

فصل ۷: تولیدمثل

گفتار ۱ : دستگاه تولیدمثل در مرد ۲۷۸
گفتار ۲ : دستگاه تولیدمثل در زن ۲۸۳
گفتار ۳ : رشد و نمو جنین ۲۸۸
گفتار ۴ : تولیدمثل در جانوران ۲۹۷
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۲۹۹
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۳۱۲

فصل ۸: تولیدمثل نهاندانگان

گفتار ۱ : تولیدمثل غیرجنسی ۳۲۴
گفتار ۲ : تولیدمثل جنسی ۳۲۷
گفتار ۳ : از یاخته تخم تا گیاه ۳۳۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۳۳۷
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۳۵۱

فصل ۹: پاسخ گیاهان به محرک ها

گفتار ۱ : تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان ۳۶۲
گفتار ۲ : پاسخ به محیط ۳۷۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۳۷۶
پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای: ۳۸۸

فصل اول:

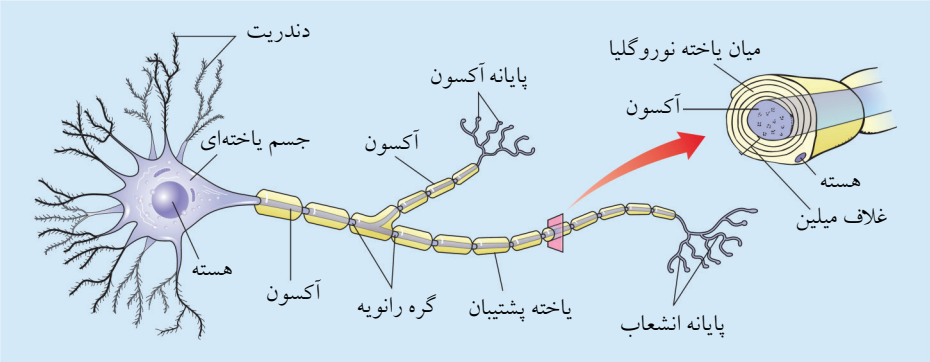
تنظیم عصبی

دستگاه عصبی یا سیستم عصبی در بدن جانوران به هماهنگی فعالیت‌های بدن و ماهیچه‌ها می‌پردازد و براندام‌های گوناگون نظارت می‌کند. وظیفهٔ کنترل اعمال بدن بر عهدهٔ دو سامانهٔ عصبی و غده‌ای درونی می‌باشد که از این میان، سامانه عصبی، از یاخته‌های عصبی و یاخته‌های کمکی تشکیل شده‌است. به این ترتیب دستگاه عصبی، با ساختار و کار ویژه‌ای که دارد، در جهت ایجاد هماهنگی بین اعمال یاخته‌ها و اندام‌های مختلف بدن تمایز و تکامل یافته است. خواص ویژه آن عبارت‌اند از: تأثیرپذیری نسبت به محرک‌های خارجی، ایجاد یک جریان عصبی که نمایانگر تأثیر محرک اســت، هدایت جریان عصبی از یک نقطه دســتگاه به نقطه دیگر و سرانجام انتقال آن از یک واحد عصبی به یک واحد دیگر است. در این فصل با خواص ویژه دستگاه عصبی آشنا می‌شویم.

متخصصان برای بررســی فعالیّت‌های مغز از نوار مغزی اســتفاده می‌کنند. نــوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت شــده یاخته‌های عصبی مغز اســت. چگونه در یاخته‌های عصبی، جریان الکتریکی ایجاد می‌شــود؟ این جریان الکتریکی در فعالیت این سلول‌ها چه نقشی دارد؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها باید با ساختار یاخته‌های عصبی و دستگاه عصبی بیشتر آشنا شویم.

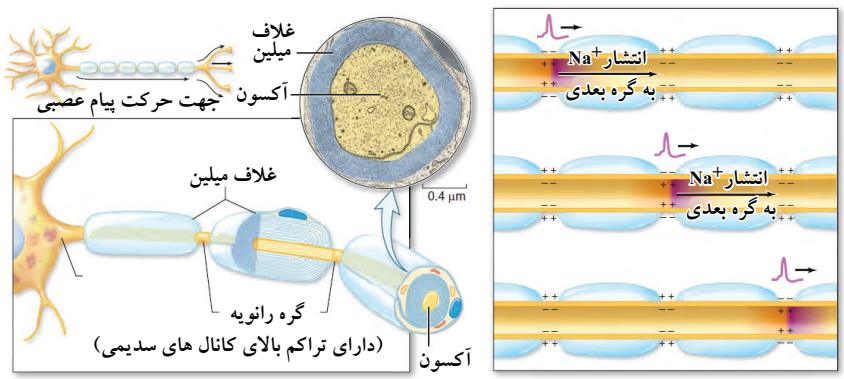
گفتار ۱: یاخته‌های بافت عصبی

می‌دانید بافت عصبی از یاخته‌های بافت عصبی و یاخته‌های پشتیبان تشکیل شده است. شکل روبه‌رو یک یاختهٔ عصبی را نشان می‌دهد. در این شکل یاختهٔ عصبی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ یاخته‌های عصبی سه ویژگی دارند: این یاخته‌ها تحریک‌پذیرند و پیام عصبی تولید می‌کنند. آن‌ها این پیام را هدایت و به یاخته‌های دیگر منتقل می‌کنند.



شکل ۱

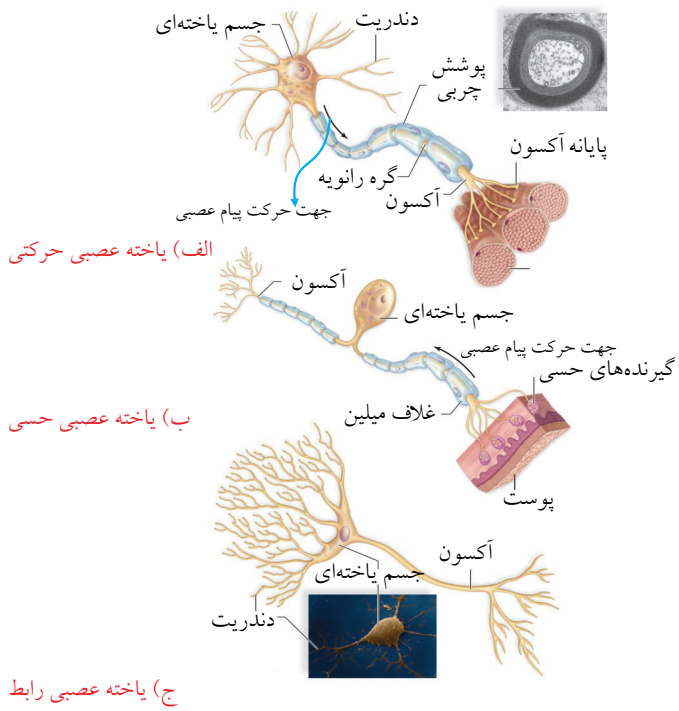
دندریت‌ها رشته‌هایی‌اند که پیام‌ها را دریافت و به جسم سلولی یاختهٔ عصبی وارد می‌کنند. آکسون‌ها رشته‌هایی‌اند که پیام عصبی را از جسم سلولی تا انتهای خود که **پایانهٔ اکسون** نام دارد، هدایت می‌کنند. پیام عصبی از محل پایانهٔ اکسون یک یاختهٔ عصبی به یاختهٔ دیگر منتقل می‌شود.



شکل ۲

همان‌طور که در شکل ۱ می‌بینید، یاخته‌های عصبی بخشی به نام **غلاف میلین** دارند. غلاف میلین رشته‌های اکسون و دندریت بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. غلاف میلین در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را گره **رانویه** می‌نامند که با نقش آن‌ها در ادامهٔ درس، آشنا خواهید شد.

غلاف میلین را سلول‌های پشتیبان بافت عصبی می‌سازند، یاختهٔ پشتیبان به دور رشتهٔ یاختهٔ عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد (شکل ۲) یاخته‌های پشتیبان در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آن‌ها نیز نقش دارند.



شکل ۳

انواع یاخته‌های عصبی

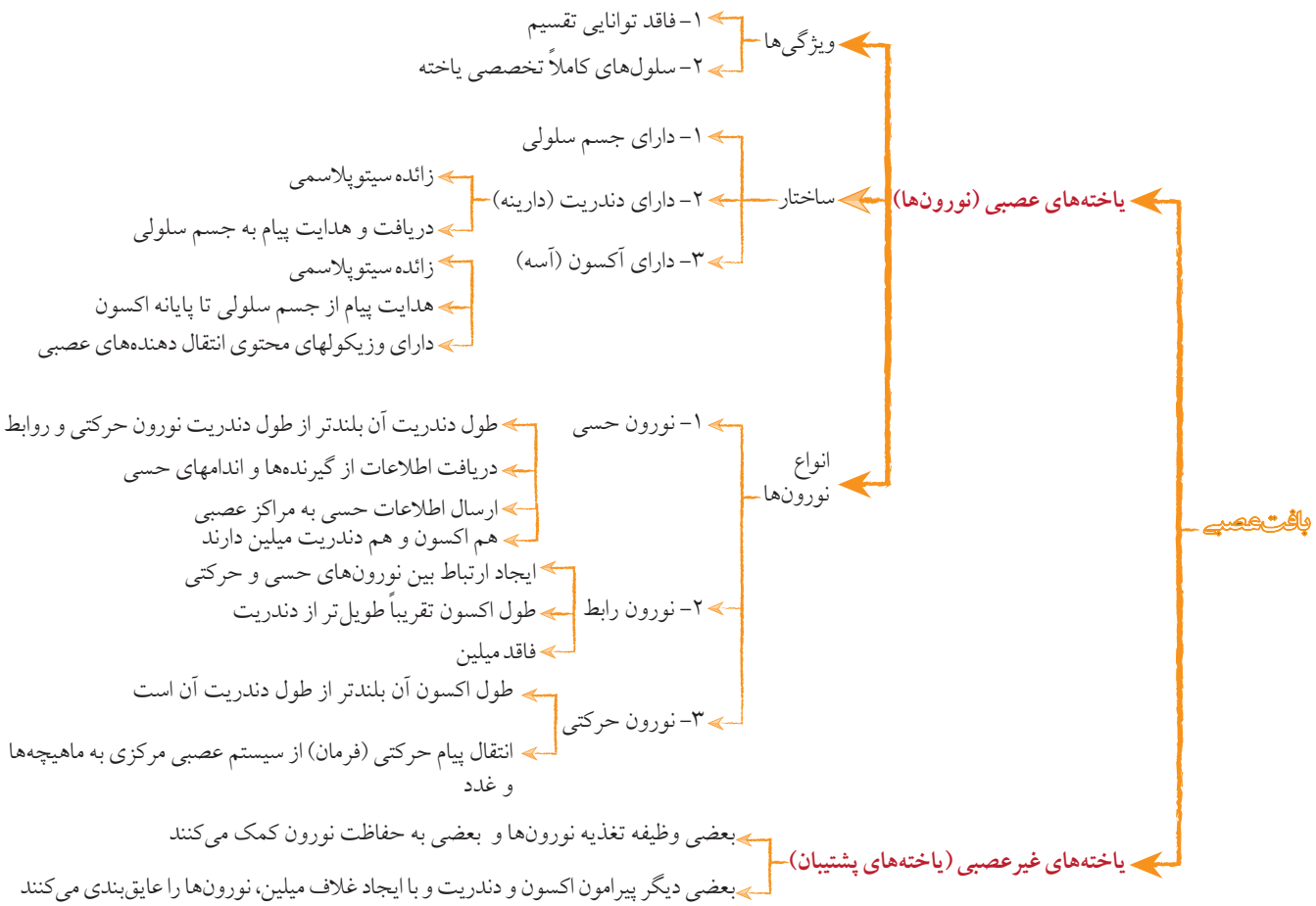
شکل ۳، انواع یاخته‌های عصبی را از نظر کاری که انجام می‌دهند، نشان می‌دهد.

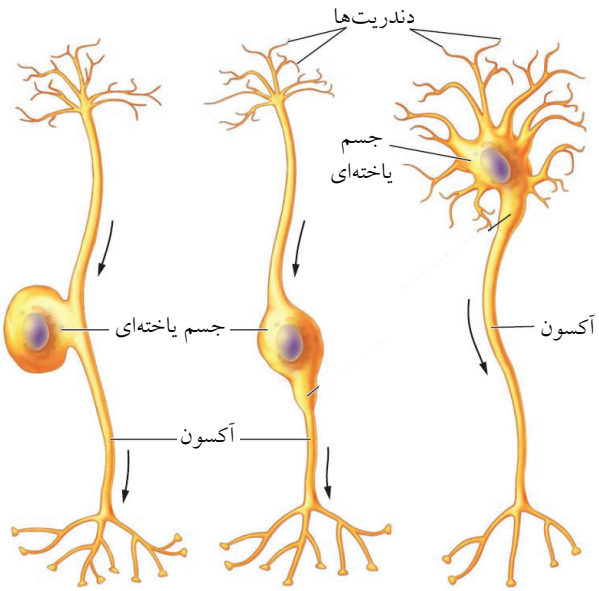
یاخته‌های عصبی حسی پیام‌ها را از گیرنده‌های حسی به‌سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند.

یاخته‌های عصبی حرکتی پیام‌ها را از بخش مرکزی به سوی اندام‌ها مانند ماهیچه‌ها می‌برند. نوع سوم یاخته‌های عصبی.

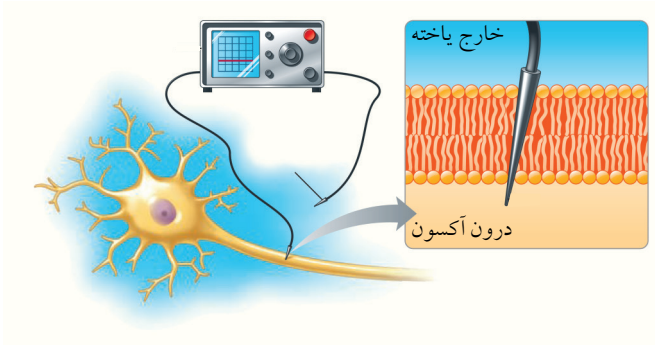
یاخته‌های عصبی رابط که در مغز و نخاع قرار دارند، این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی را فراهم می‌کنند.

پارامتر	نورون حسی	نورون حرکتی	نورون رابط
وظیفه	جمع‌آوری اطلاعات حسی از اندام‌ها و انتقال آنها به مغز و نخاع	انتقال پیام‌های حرکتی (فرمان) از مغز و نخاع به‌اندام‌های مختلف مثل غدد و ماهیچه‌ها	ایجاد ارتباط بین دو نورون
تعداد دندریت	کمترین (۱ عدد)	چند عدد	بیشترین (چندین عدد)
تعداد آکسون	۱ عدد	۱ عدد	۱ عدد
طول دندریت	بلند	کوتاه	کوتاه
طول آکسون	کوتاه	بلند	بلند
میلین	هم دندریت و هم آکسون	فقط آکسون	نه دندریت و نه آکسون
سرعت هدایت پیام	بیشترین سرعت	کمتر از حسی و بیشتر از رابط	کمترین سرعت
حجم جسم یاخته‌ای	بین دو تای دیگر	بیشترین حجم	کمترین حجم





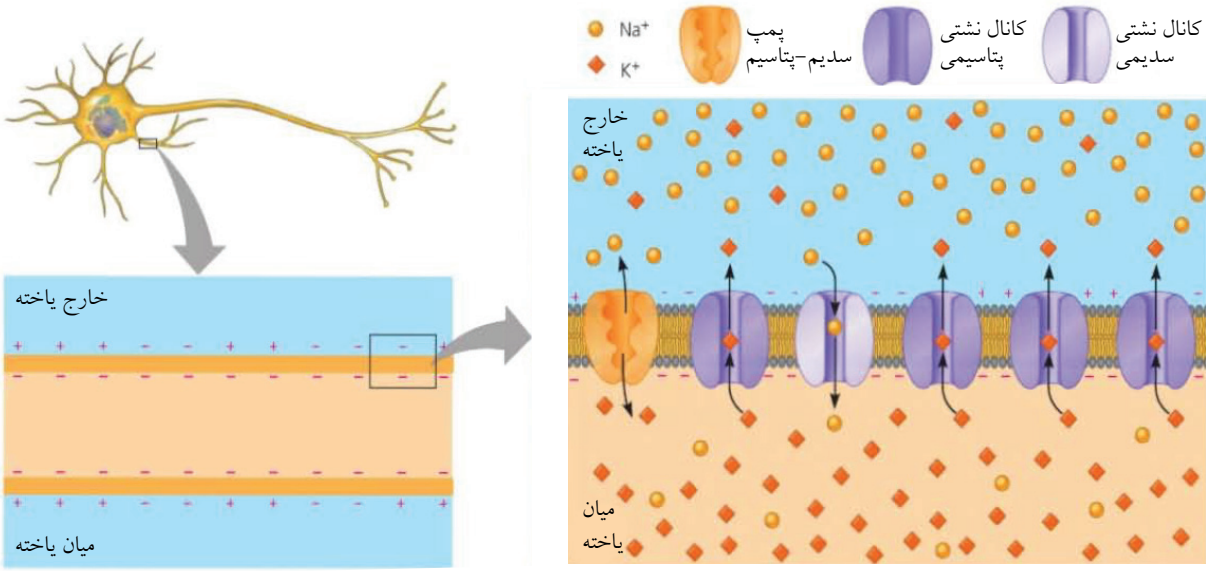
پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟ پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سری غشای یاختهٔ عصبی به‌وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا یکسان نیست، در دوسوی غشای یاختهٔ عصبی، بار الکتریکی متفاوت است و درنتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. شکل ۴ اندازه‌گیری این اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد.



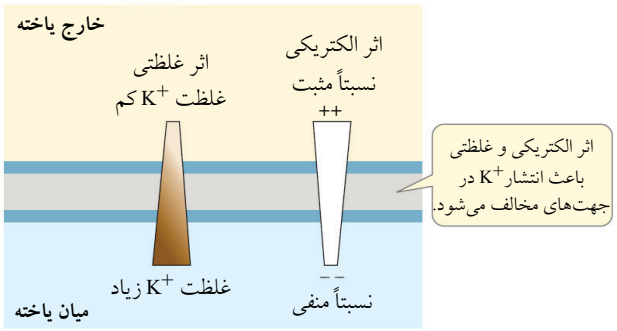
شکل ۴ـ اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر غشای یاختهٔعصبی با ولت‌متر بسیار حساس

پتانسیل آرامش: وقتی یاختهٔ عصبی فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است. این اختلاف پتانسیل را پتانسیل آرامش می‌نامند. چگونه این اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش باید دربارهٔ یاخته‌های عصبی بیشتر بدانیم.

در حالت آرامش، در یاخته‌های عصبی زنده مقدار یون‌های سدیم در بیرون غشا بیشتر از داخل آن است و در مقابل مقدار یون‌های پتاسیم در درون یاخته، بیشتر است. در غشای این یاخته‌ها انواعی از مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند.

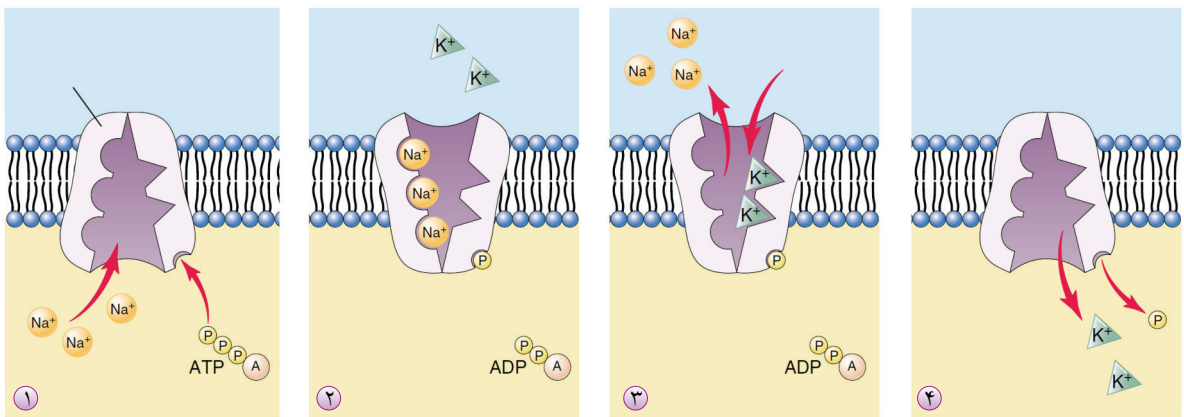


شکل ۵ـ الف کانال باز و پمپ سدیم ـ پتاسیم در غشای یاختهٔ عصبی



یکی از این پروتئین‌ها، **کانال‌های همیشه باز**ند که یون‌ها می‌توانند از آنها منتشر شوند. از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم خارج و یون‌های سدیم به درون یاختهٔ عصبی وارد می‌شوند. تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد (شکل ۵ ـ الف)

پمپ سدیم ـ پتاسیم، پروتئین دیگری است که در سال گذشته با آن آشنا شدید، در هر بار فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از یاختهٔ عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می‌شوند. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند (شکل ۵ـ ب).



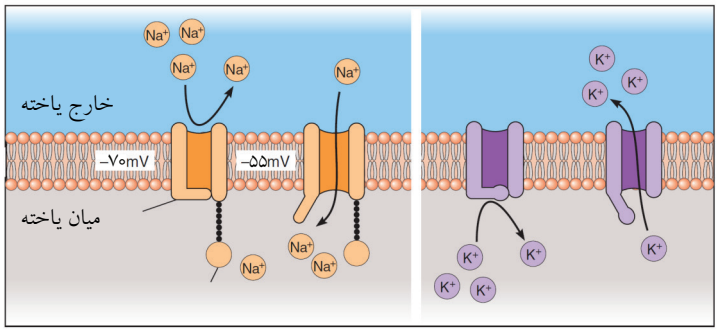
شکل ۵ ب ـ ساختار پمپ سدیم ـ پتاسیم

پتانسیل عمل: وقتی یاختهٔ عصبی تحریک می‌شود در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند و داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود. این تغییر را پتانسیل عمل می‌نامند. پس از مدت کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد.

کادرآموزشی

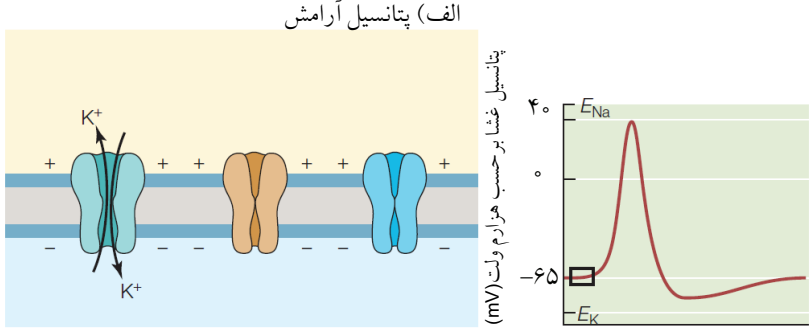
۱) کانال‌های دریچه‌دار:

در واقع این کانال‌ها، کانال‌های دریچه‌دار حساس به تغییر ولتاژ هستند که هنگام تحریک غشای یاخته باز می‌شوند و نقش خود را ایفا می‌کنند، در پتانسیل عمل دو کانال دریچه‌دار نقش دارند ابتدا کانال دریچه‌دار (ولتاژی) سدیم و سپس کانال دریچه‌دار (ولتاژی) پتاسیم

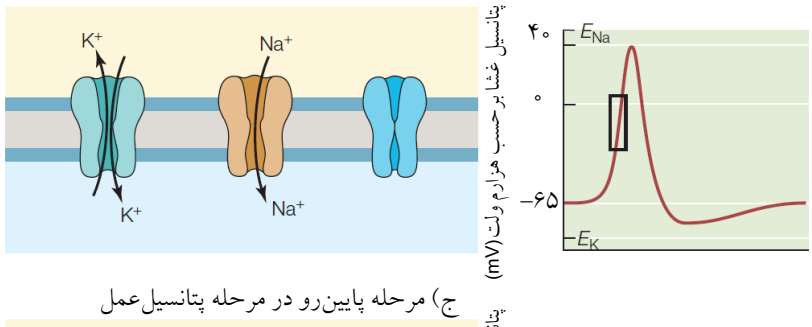


الف) کانال دریچه‌دار پتاسیمی ب) کانال دریچه‌دار سدیمی

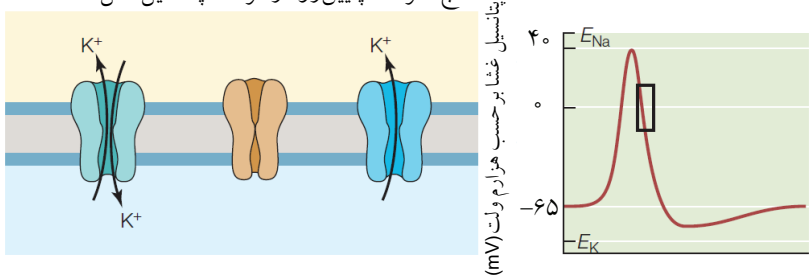
الف) پتانسیل آرامش



ب) مرحله بالارو در مرحله پتانسیل‌عمل



ج) مرحله پایین‌رو در مرحله پتانسیل‌عمل



کادر آموزشی ۲) درهریک از مراحل پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل کانال‌ها نقش ویژه‌ای ایفا می‌کنند.

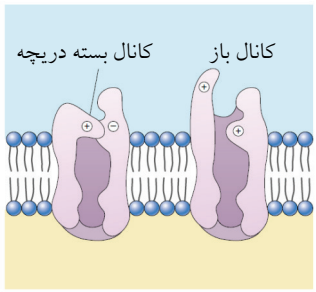
الف) در پتانسیل آرامش که پتانسیل غشا حدود $-۷۰mV \rightarrow -۶۵$ است کانال‌های‌دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته‌اند.

ب) در مرحلهٔ بالارو منحنی که در ابتدای پتانسیل عمل رخ می‌دهد و پتانسیل غشاء به‌حدود $+۳۰mV$ می‌رسد کانال‌های دریچه دار سدیمی باز می‌شوند و پس از بسته شدن آنها،

ج) نوبت به باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی می‌رسد که با باز شدن آنها یون پتاسیم از سلول خارج شده و دوباره پتانسیل غشاء به حالت منفی و بخش پایین رو منحنی، برمی‌گردد.

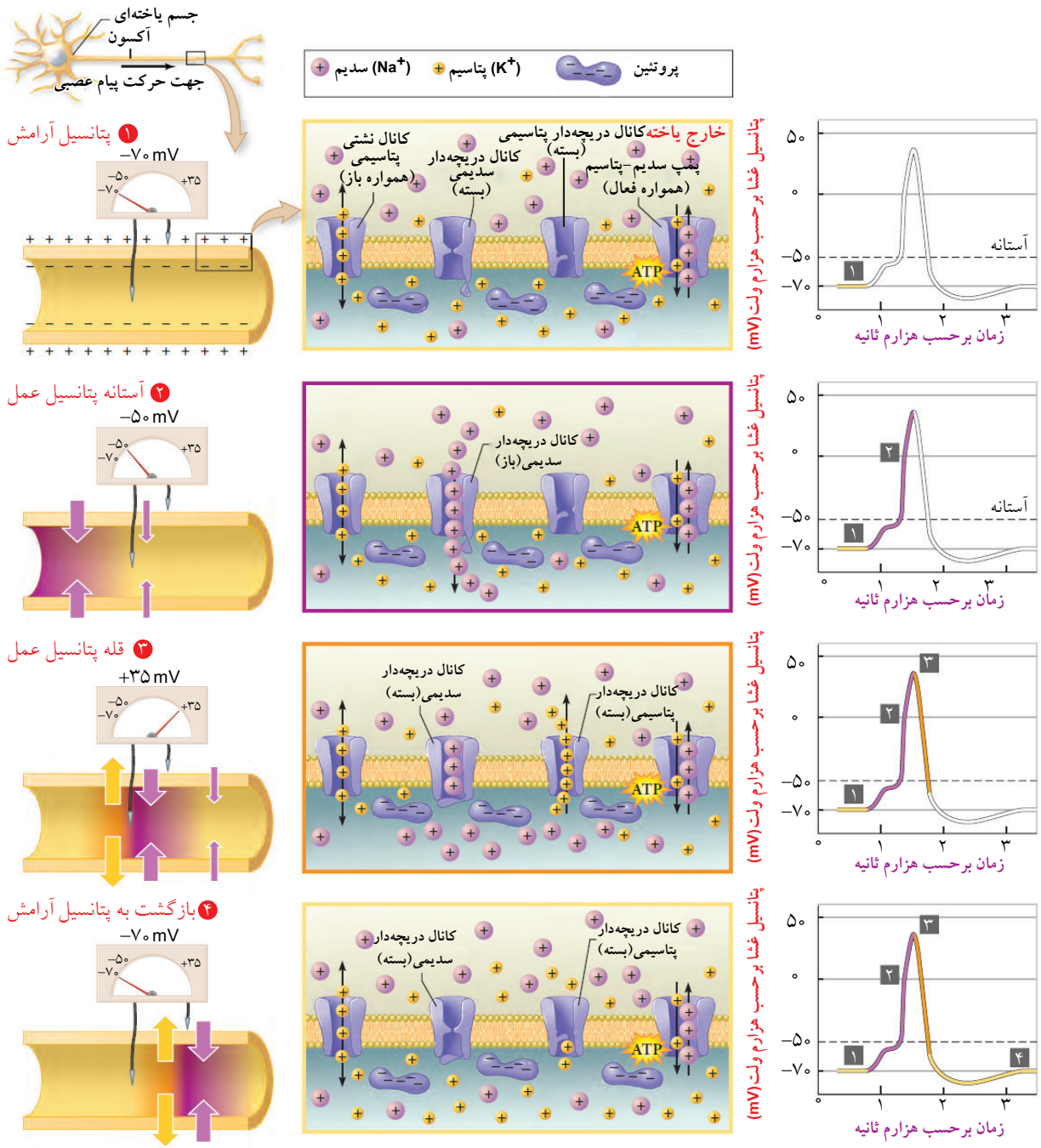
هنگام پتانسیل عمل درون یاختهٔ عصبی چه اتفاقی می‌افتد؟

در غشای یاخته‌های عصبی، پروتئین‌هایی به‌نام **کانال‌های دریچه‌دار** وجود دارد که با تغییر ولتاژ باز می‌شوند و یون‌ها از آنها عبور می‌کنند. وقتی غشای یاخته تحریک می‌شود، ابتدا **کانال‌های ولتاژی سدیمی** باز می‌شوند یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته و بارالکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود. پس از زمان کوتاهی این کانال‌ها بسته می‌شوند و **کانال‌های ولتاژی پتاسیمی** باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند. این کانال‌ها هم در مدت کوتاهی بسته می‌شوند (شکل ۶). به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به حالت آرامش برمی‌گردد. در پایان پتانسیل عمل مقدار یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای یاخته با مقدار این یون‌ها در حالت آرامش تفاوت دارد.



ساختار کانال دریچه‌دار

فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش بازگردد.

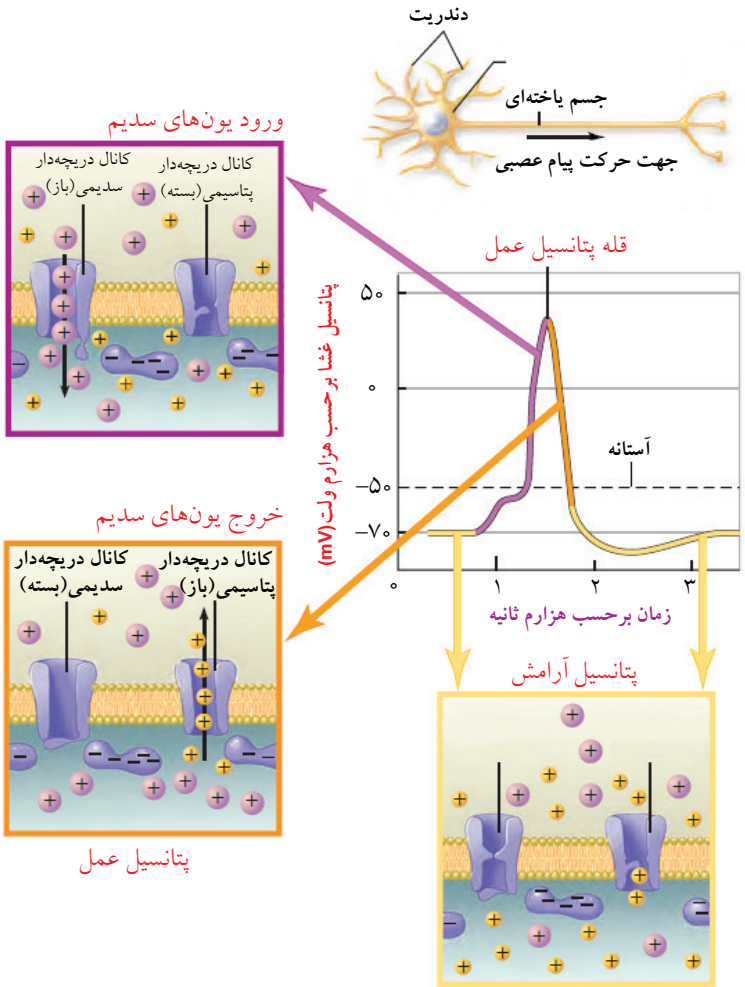


شکل ۶

کادرآموزشی

دقت شود که در ابتدای پتانسیل عمل، کانال دریچه‌دار سدیمی باز می‌شود و یون سدیم به درون یاختهٔ عصبی جریان می‌یابد با مثبت شدن داخل، کانال دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شود و باز شدن این کانال قطعاً پس از بسته شدن دریچه کانال دریچه‌دار سدیمی رخ می‌دهد.

نکته: کانال‌های دریچه‌دار نیز با وجود داشتن دریچه و بسته بودن، مقدار اندکی یون را از خود نشت می‌دهند که در بین این دو کانال، نشت پتاسیم از کانال دریچه‌دار پتاسیمی مقداری بیشتر است.

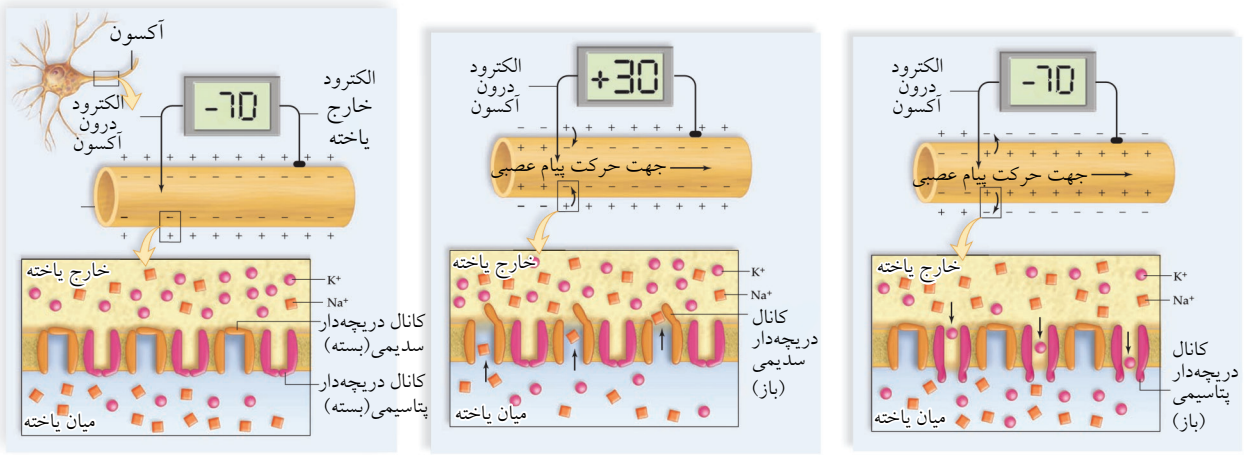


پتانسیل‌های نورون

آرامش
- ۱- اختلاف پتانسیل داخل نسبت به خارج ۶۵ mV- است
- ۲- در هنگام پتانسیل آرامش- کانال‌های دریچه‌دار ولتاژی سدیمی و پتاسیمی بسته هستند
- ۳- در هنگام پتانسیل آرامش- پمپ سدیم و پتاسیم دارای فعالیت است

عمل
- ۱- تغییر شدید و ناگهانی پتانسیل غشل در زمان بسیار کوتاه
- ۲- ابتدا داخل سلول نسبت به خارج آن مثبت تر می‌شود ولی بلافاصله به حالت اول خود برمی‌گردد
- ۳- در طی پتانسیل عمل پمپ سدیم- پتاسیم فعال بوده اما پس از پتانسیل عمل فعالیت آن بیشتر می‌شود

کادرآموزشی

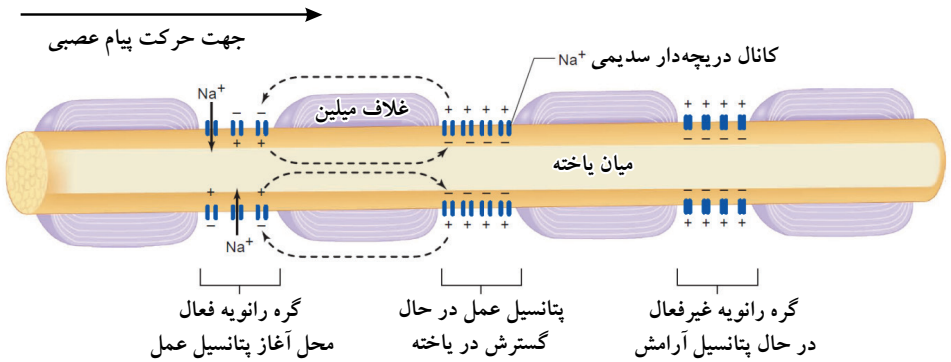


الف) پتانسیل آرامش، مقدار یون سدیم در خارج از آکسون نسبت به داخل بیشتر است: و نیز مقدار یون پتاسیم در داخل آکسون نسبت به خارج از آن، بیشتر است. پتانسیل در میان یاخته، نسبت به خارج یاخته، ۷۰- میلی‌ولت است.

ب) آغاز پتانسیل عمل، به‌علت باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و ورود سدیم به‌درون یاخته، پتانسیل، میان‌یاخته نسبت به‌خارج یاخته، ۳۰+میلی‌ولت می‌شود.

ج) مرحلهٔ پایانی پتانسیل عمل، به علت باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و خروج پتاسیم از یاخته، اختلاف پتانسیل به ۷۰- میلی‌ولت بازمی‌گردد.

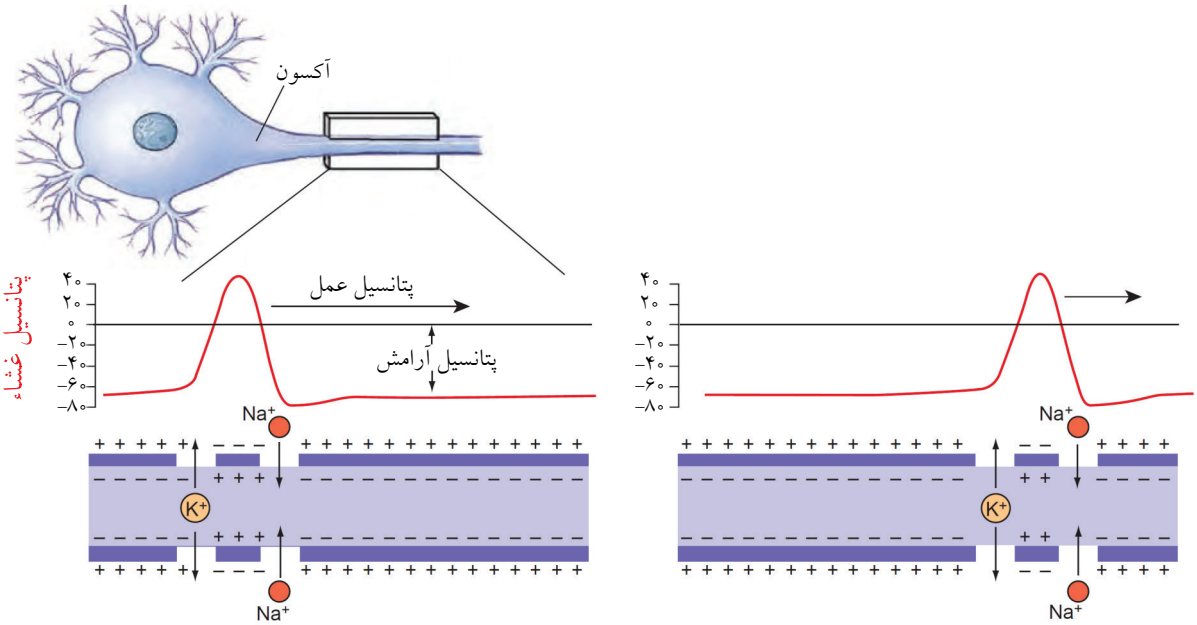
وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاختهٔ عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشتهٔ عصبی برسد، این جریان را **پیام عصبی** می‌نامند. (شکل ۷ ـ الف).



اثر میلین بر پتانسیل عمل و هدایت جهشی پیام عصبی. با توجه به این شکل می‌توان دریافت که در یک یاختهٔ عصبی، می‌توان دو نقطه را یافت که همزمان یکی در حال پتانسیل عمل و دیگری در حال پتانسیل آرامش باشد. (در این شکل کانال‌های پتاسیمی در نظر گرفته نشده‌اند.)

شکل ۷ الف ـ هدایت پیام عصبی

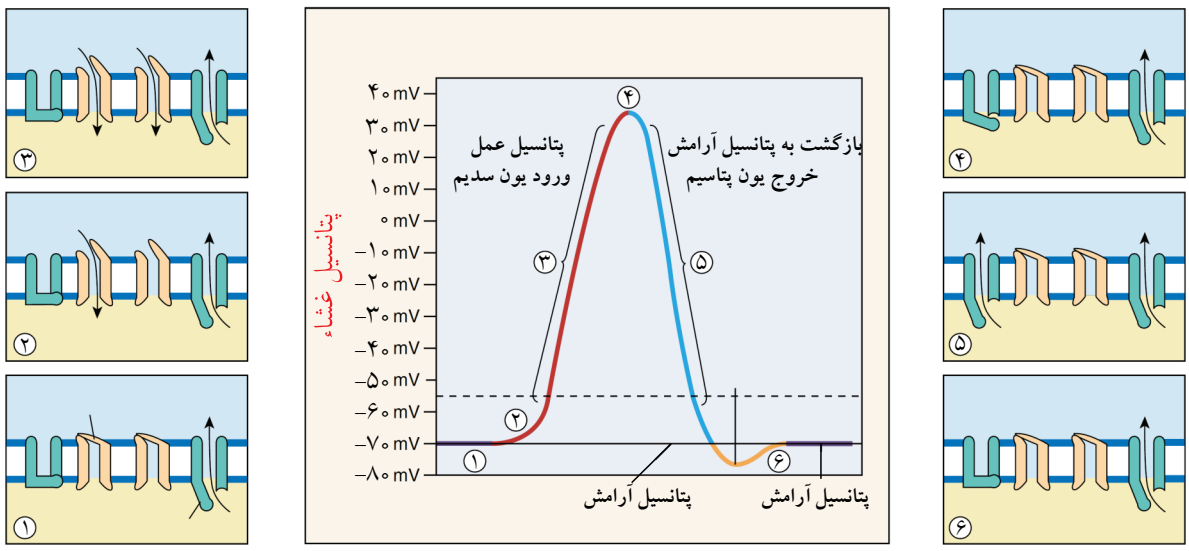
همان‌طور که در شکل ۷ـ ب می‌بینید. با هر بار تحریک، یون‌های سدیم وارد یاختهٔ عصبی و یون‌های پتاسیم از آن خارج می‌شوند، مقدار این یون‌ها با فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم به حالت آرامش بازمی‌گردد.



شکل ۷ ب ـ در هدایت جهشی پیام عصبی، یون‌های سدیم به سرعت از یک گره رانویه به‌گرهٔ دیگر انتشار می‌یابند. این نوع هدایت پیام عصبی فقط در یاخته‌های عصبی میلین‌دار دیده می‌شود. در این روش، پتانسیل عمل از یک گره به گرهٔ دیگر منتقل می‌شود.

کادرآموزشی

۱) در پتانسیل آرامش، بعضی از کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز هستند.
۲) در پاسخ به تحریک، هنگامی که پتانسیل به‌سطح آستانه برسد، یک پتانسیل عمل تولید خواهد شد.
۳) به علت باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، سدیم وارد یاخته می‌شود.
۴) در قله پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.
۵) همزمان با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی و خروج پتاسیم از یاخته، روند بازگشت به حالت آرامش، آغاز می‌شود.
۶) همان مرحلهٔ (۱) می‌باشد.

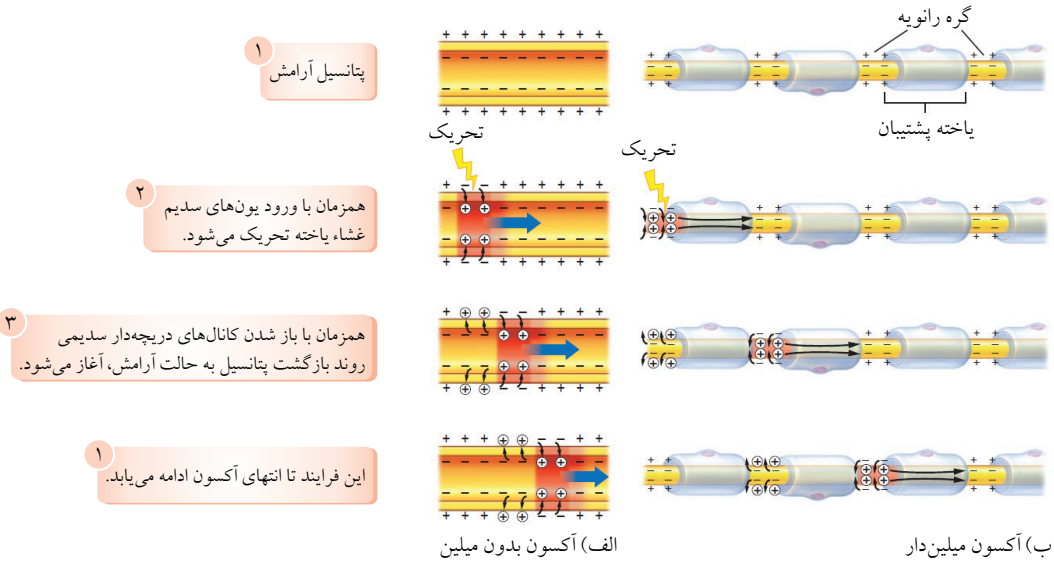


پتانسیل نورون	کانال دریچه دار سدیمی	کانال دریچه دار پتاسیمی	پمپ سدیم و پتاسیم	تراکم Na^+ بیرون سلول	تراکم K^+ درون سلول	اختلاف پتانسیل
آرامش	بسته	بسته	فعال	زیاد است	زیاد است	−۷۰
شروع عمل	باز	بسته	فعال	کم می‌شود	زیاد است	۷۰ − به ۳۰+
ادامه عمل	بسته	باز	فعال	کم شده	کم می‌شود	۳۰ + به ۷۰−
پایان عمل	بسته	بسته	خیلی فعال	زیاد می‌شود	زیاد می‌شود	−۷۰

	انتقال	مواد انتقال	نوع انتقال	مصرف ATP	فعالیت در هنگام استراحت	فعالیت در هنگام پتانسیل عمل
پمپ سدیم–پتاسیم	دوطرفه	سدیم و پتاسیم	فعال	✓	✓	✓
کانال دریچه‌دار سدیمی	یک‌طرفه	سدیم	انتشار تسهیل شده	✗	✗	✓
کانال دریچه‌دار پتاسیمی	یک‌طرفه	پتاسیم	انتشار تسهیل شده	✗	✗	✓

گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار، سریع‌تر از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر است، در حالی‌که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. دانستید در ساختار یاخته‌های عصبی میلین‌دار، گره‌های رانویه وجود دارد. این گره‌ها فاقد میلین‌اند و در محل آنها رشتهٔ عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. بنابراین در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشتهٔ عصبی از یک گره به گرهٔ دیگر هدایت می‌شود. در این حالت به‌نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به‌گرهٔ دیگر می‌پرد. به‌همین علت، این هدایت را **هدایت جهشی** می‌نامند. سرعت حرکت پیام عصبی در یاخته‌های میلین‌دار تا صدبرابر بیشتر از یاخته‌های فاقد میلین است (شکل ۸).



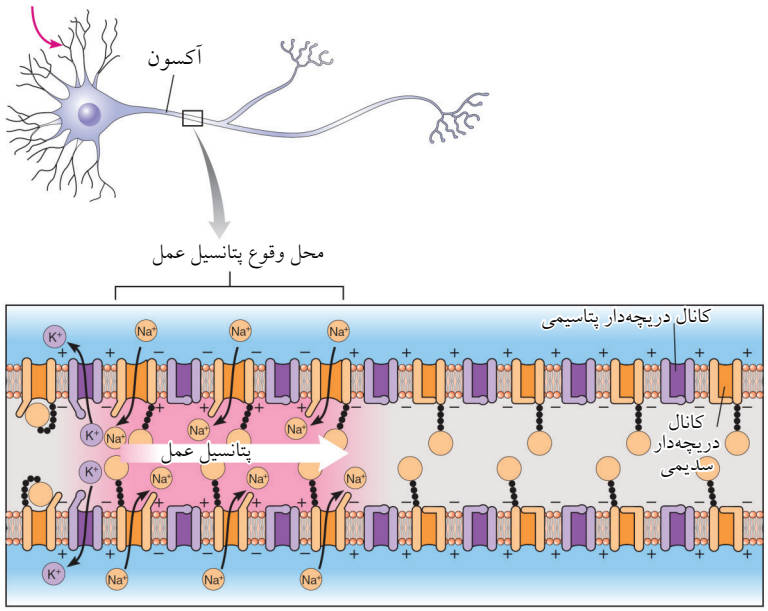
شکل ۸

بیشتر بدانید

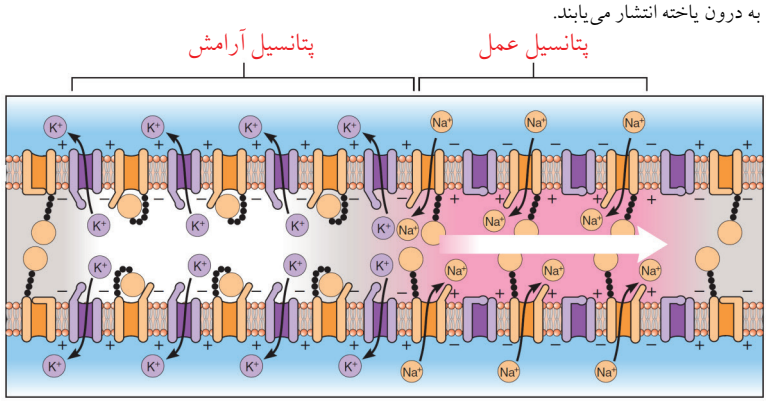
برخی مواد می‌توانند از باز شدن کانال‌های ولتاژی سدیمی و درنتیجه هدایت پیام عصبی، جلوگیری کنند. این مواد **بی‌حس‌کننده‌های موضعی** نام دارند. با استفاده از این مواد، یاختهٔ عصبی بی‌حس می‌شود. در دههٔ ۱۹۵۰ دو دانشمند به نام هاجکین و هاکسلی برای بررسی تغییرات الکتریکی غشای نورون از آکسون قطور نرم تن مرکب استفاده کردند. آنان پتانسیل الکتریکی غشای آکسون را اندازه‌گیری و ترکیب شیمیایی درون آکسون و اثر یون‌های سدیم و پتاسیم بر فعالیت‌های الکتریکی آن را نیز بررسی کردند. حاصل کار آن‌ها یافته‌های جدیدی دربارهٔ عملکرد غشای تحریک‌پذیر نورون به دنیای علم عرضه کرد و این دو دانشمند جایزهٔ نوبل سال ۱۹۶۳ را در رشتهٔ فیزیولوژی و پزشکی دریافت کردند. سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی از $0/2 m/s$ در رشته‌های نازک بدون میلین تا $120 m/s$ در رشته‌های میلین‌دار قطور متفاوت است.

کادرآموزشی

چگونگی سیر پتانسیل عمل در آکسون.



۱ پتانسیل عمل همانند یک موج در میان یاخته سیر می‌کند. در محل وقوع پتانسیل عمل، یون‌های سدیم به درون یاخته انتشار می‌یابند.



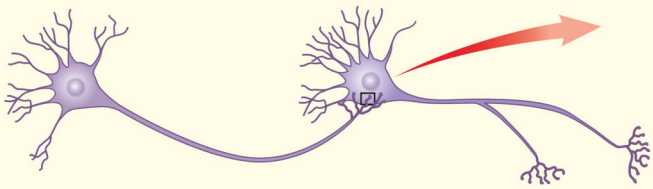
۲ هنگامی که پتانسیل عمل از یک نقطه عبور کرد، بلافاصله در آن محل، پتانسیل آرامش برقرار می‌شود.

نکته: هنگامی که دندریت (یا جسم یاخته‌ای) به‌اندازهٔ کافی تحریک شود و میزان تحریک غشاء به‌حد آستانه برسد، یک اختلاف پتانسیل در یاخته ایجاد می‌شود که به سمت پایانه آکسون پیش می‌رود. این حالت را **پتانسیل عمل** می‌نامند.

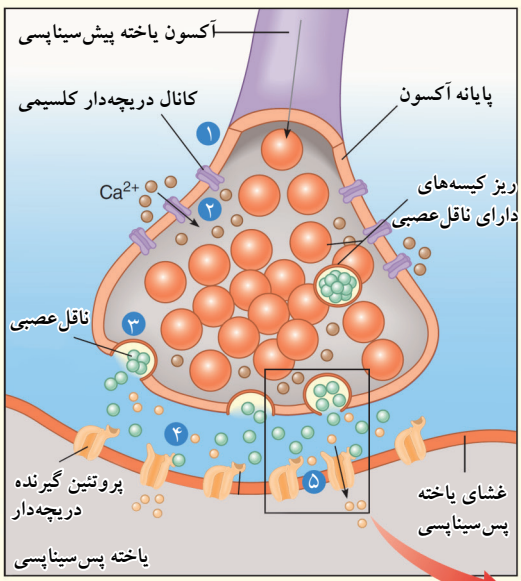
یاخته‌های عصبی پیام عصبی را منتقل می‌کنند.

دانستید پیام عصبی در طول اکسون هدایت می‌شود تا به پایانه آن برسد. همان‌طور که در شکل ۹ می‌بینید، یاخته‌های عصبی به یکدیگر نچسبیده‌اند. پس چگونه پیام عصبی از یک یاختهٔ عصبی به یاختهٔ دیگر منتقل می‌شود؟

یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام سیناپس برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل سیناپس، فضایی به نام فضای سیناپسی وجود دارد. برای انتقال پیام از یاختهٔ عصبی انتقال‌دهنده یا یاختهٔ عصبی **پیش‌سیناپسی**، ماده‌ای به‌نام **ناقل عصبی** در **فضای سیناپسی** آزاد می‌شود. این ماده در یاخته دریافت‌کننده یعنی یاخته **پس‌سیناپسی** پیام عصبی ایجاد می‌کند. نورون‌ها با سلول‌های ماهیچه‌ای نیز سیناپس دارند و با ارسال پیام موجب انقباض آنها می‌شوند. ناقل عصبی در جسم سلولی یاخته‌های عصبی ساخته و درون کیسه‌های کوچکی ذخیره می‌شود. این کیسه‌ها در طول اکسون هدایت می‌شوند تا به‌پایانه آن برسند. وقتی پیام عصبی به‌پایانهٔ آکسون می‌رسد، این کیسه‌ها با برون‌رانی، ناقل را در فضای سیناپسی آزاد می‌کنند (شکل ۹).



الف) تصویری که توسط میکروسکوپ انتقال الکترونی تهیه شده است، نشان می‌دهد که پایانه سیناپسی از ریزکیسه‌های دارای ناقل عصبی پر شده است. منظور از پایانه سیناپسی، همان پایانه آکسون پیش سیناپسی است.



ب) چگونه یک پیام عصبی، از طریق سیناپس منتقل می‌شود؟

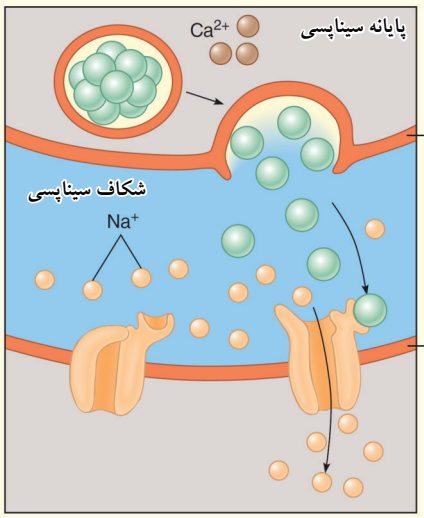
۱ پتانسیل عمل به پایانه سیناپسی، که در انتهای یاخته پیش‌سیناپسی قرار دارد، می‌رسد.

۲ کانال‌های دریچه‌دار کلسیمی در غشای یاخته پیش‌سیناپسی باز می‌شوند. کلسیم از طریق این کانال‌ها به میان یاخته وارد می‌شود.

۳ یون کلسیم باعث ممزوج شدن ریزکیسه‌های سیناپسی و غشای یاخته پیش‌سیناپسی و در نتیجه آزاد شدن ناقل عصبی به شکاف سیناپسی می‌شود.

۴ ناقل عصبی به گیرنده موجود در غشای یاخته پس سیناپسی متصل می‌شود.

۵ در پاسخ، کانال‌های دریچه‌دار ویژه‌ای باز یا بسته می‌شوند، که می‌تواند باعث مهار یا تحریک یاخته پس‌سیناپسی شود هنگامی که تحریک به حد آستانه برسد، یک پتانسیل عمل در یاخته پس‌سیناپسی ایجاد می‌شود.



ج) ناقل عصبی به گیرنده متصل می‌شود.

کانال دریچه دار باز شده، و یاخته پس سیناپسی تحریک می‌شود.

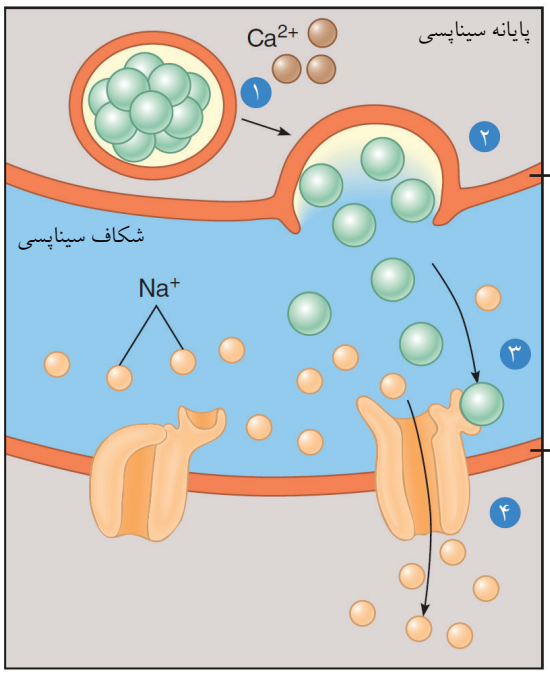
شکل ۹

الف) تصویر سیناپس با میکروسکوپ الکترونی ب) آزاد شدن ناقل عصبی و اثر آن بر سلول پس‌سیناپسی
ج) اتصال ناقل عصبی به گیرنده

ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاخته پس‌سیناپسی، به پروتئینی به نام **گیرنده** متصل می‌شود. این پروتئین کانال نیز هست که با اتصال ناقل به آن باز می‌شود. به این ترتیب ناقل عصبی نفوذپذیری غشای یاخته پس‌سیناپسی را به یون‌ها و درنتیجه پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد. این تغییر، یاختهٔ پس‌سیناپسی را فعال و یا از فعالیت آن جلوگیری می‌کند.

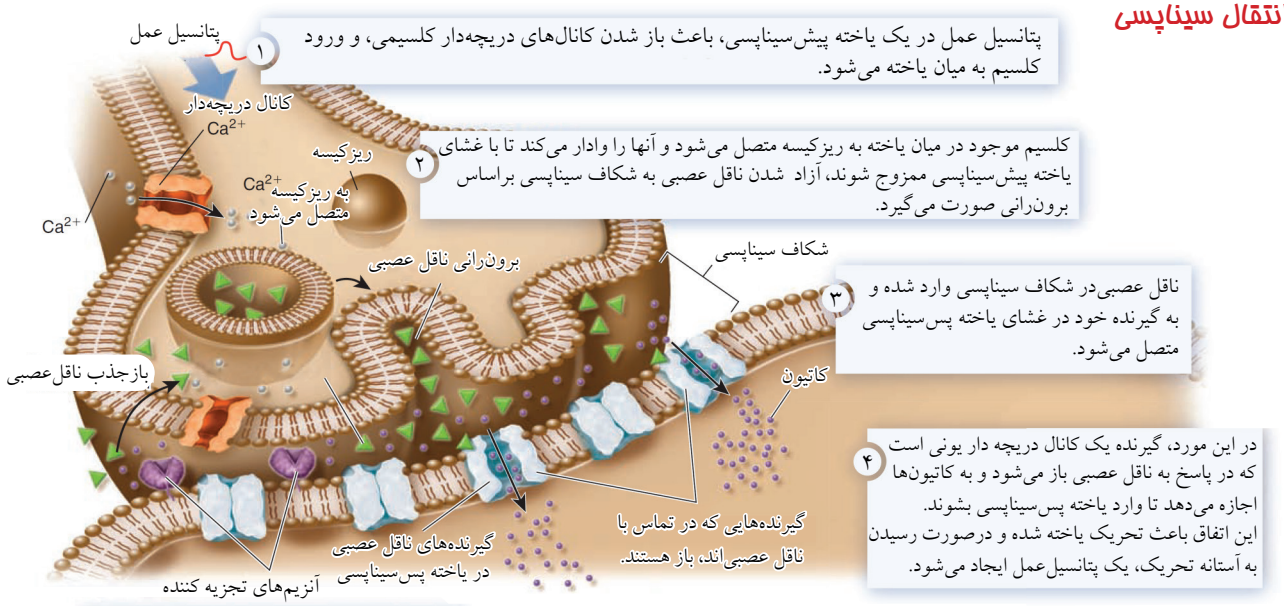
پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی مانده باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار با جذب دوباره ناقل به یاخته پیش‌سیناپسی انجام می‌شود و یا آنزیم‌هایی ناقل عصبی را تجزیه می‌کنند.

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

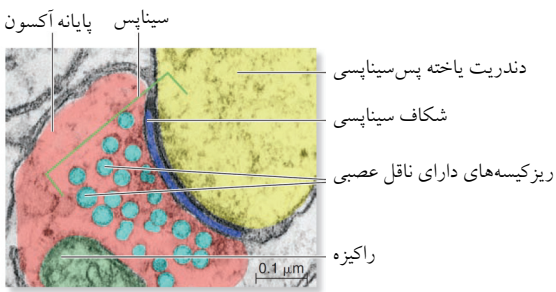


کادرآموزشی

انتقال سیناپسی



الف) چگونگی انتقال ناقل عصبی در یک سیناپس



ب) تصویر واقعی از یک سیناپس (رنگ‌ها غیر واقعی‌اند.)

یاخته پس‌سیناپسی