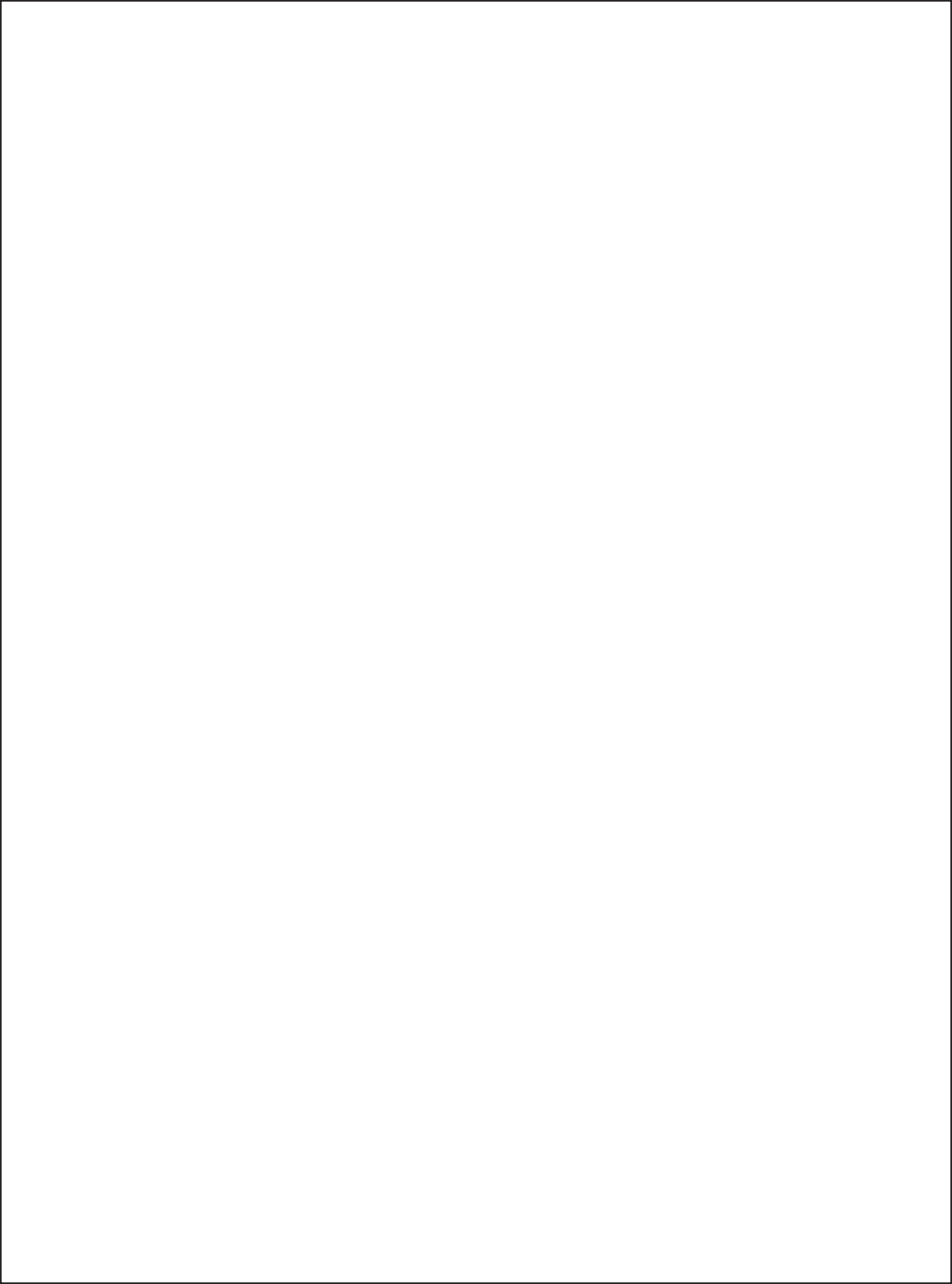


یازدهم زیست شناسی کیمیا

از مجموعه مرشد

مؤلفان:

سلیمان محبی
حکیمه حاتمی





به نام خداوند جان و فر
کزین برتر اندیشه برنگذرد

با سلام و درود بر دوستان عزیز

تست زنی به هیچ وجه درصد گیری و زمان گیری نشود. مهم این است که نکات آن تست را یاد بگیرید. بنابراین اگر شما بهترین درسنامه‌ها را هم که داشته باشید باز هم آموزش شما کامل نشده و باید تست بزنید. در پایان هر فصل تست‌های سراسری هم تا سال ۹۶ بررسی شده‌اند.

تشکر و سپاس ویژه

از تمامی همکاران و اساتید بزرگوام از سرتاسر نقاط ایران زمین که ما را با نکته‌نظرات خود مورد لطف و حمایت قرار داده‌اند؛ به خصوص از استاد جلیلیان از خرمشهر و استاد رستمی از دلفان.
از سرکارخانم رادمنش و استاد عذار به خاطر تصاویر تشریح مغز و چشم
از اساتید مشاوره‌ای که همراهی‌ام کرده‌اند به خاطر حمایت‌های بی دریغشان:
علی سلیمانی، دکتر رضا اسلامی، امیر گنجعلی زاده و حسین فرهودی.
از مدیران محترم مدارس به‌ویژه آقای یداله زاده، دکتر اسلامی، دکتر تازی و ...

از برادر بزرگوار جناب آقای مهندس هادی عزیززاده دبیر مجموعه که زمینه تدوین و نشر کتاب را فراهم آورده‌اند و دغدغه‌ای جز خدمت به فرزندان ایران سربلند را ندارند.

از تمامی عزیزان و دانش‌آموزان خوبم چه پسر و چه دختر از سراسر کشور به خصوص از دانش‌آموزان دبیرستان‌های استعداد‌های درخشان علامه طباطبایی، شهید مدنی و نمونه دولتی آیت‌اله طالقانی و سایر دانش‌آموزان و دوستانی که اسامی همه آن‌ها در ذهنم نیست...

از یکایک پرسنل صمیمی انتشارات مبتکران به‌ویژه از آقای حسین کشتی‌کار (صفحه‌آرا)، طوبی عینی‌پور (ویراستار)، زهرا گودرز و سمانه مسروری (گرافیک) بهاره خُدای (گرافیک و طراح جلد) و آسیه فلاح (هماهنگی)
در خاتمه تشکر و سپاس ویژه از همسر عزیز و دو فرشته زندگی‌ام علی و مریم که از فرصت‌هایی که متعلق به آن‌ها بود، گذشت کردند تا چنین کتابی به نگارش درآید.

کلام آخر این‌که از همه صاحب‌نظران، دبیران و دانش‌آموزان گرامی تقاضا دارم در صورت مشاهده هر گونه کاستی، آن را منعکس فرمایند و ما را از دعای خیر خویش فراموش نکنند.

پیروز باشید
سلیمان محبی

زیست‌شناسی علاوه بر این‌که مهم‌ترین و تأثیرگذارترین درس گروه تجربی است، به علت ساختار منحصر به فرد خود، سخت‌ترین درس این گروه نیز به‌شمار می‌رود. لذا باید آن را با دقت خواند و نباید از هیچ‌کدام از مطالب ذکر شده در کتاب درسی به سادگی گذشت.

برای نوشتن کتاب «زیست یازدهم کیمیا» سختی‌های زیادی متحمل شدیم و تألیف کتاب مدت زیادی طول کشید اما حاصل کار، کتاب منحصر به فرد از نظر آموزش و بیان نکات کتاب زیست یازدهم شد. کتاب حاضر با کتاب‌های رنگارنگی که تا حالا دیده‌اید متفاوت است و در نوع خود بی‌نظیر؛ چراکه نگاهی متفاوت و ویژه به مفاهیم کتاب‌های درسی زیست‌شناسی یازدهم دارد.

کتابی که در دست دارید دارای ویژگی‌های بارز و محاسن فراوانی است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

۱- **نوع درسنامه‌ها:** درس‌نامه‌های جامع به همراه نکات آموزشی ویژه با تصاویر مختلف و مرتبط با موضوع درس‌نامه‌ها از منابع علمی مختلف ارائه شده است. درسنامه‌هایی که نه صرفاً بیان جملات کتاب درسی یا خلاصه کتاب درسی باشند بلکه کاملاً موشکافانه، مفهومی و مقایسه‌ای مطالب کتب درسی را بررسی می‌کنند. هر جا لازم بود از کتاب دهم و علوم دوره راهنمایی مطالبی برای یادگیری بهتر آورده شده است. با خواندن درسنامه‌ها بسیاری از ابهام‌های کتاب درسی برطرف می‌شود و دانش‌آموز را بی‌نیاز از مطالعه کتاب‌های قطور رنگارنگ موجود در بازار می‌کند.

۲- **داشتن شکل‌ها و جداول مقایسه‌ای ویژه و منحصر به فرد:** می‌توان با جرأت گفت شکل‌های کتاب بی‌نظیر و حتی کم‌نظیر هستند. برای جمع‌آوری آنها از ده‌ها کتاب علمی معتبر به روز استفاده شده است. شکل‌هایی که بسیار آموزشی‌اند و در عین حال جذابیت کتاب را دوچندان کرده‌اند. خود این شکل‌ها به تنهایی به اندازه یک کتاب ارزش دارند. هر جا لازم شده مطالب به صورت جداول آموزشی برای یادگیری بهتر هم آورده شده است.

۳- **بیان نکات مهم فعالیت‌ها و شکل‌های کتاب درسی:** یکی دیگر از ویژگی‌های منحصر به فرد کتاب این است که تمامی نکات شکل‌های کتاب درسی و حتی فعالیت‌های کتاب و هم‌چنین پاسخ فعالیت‌ها به صورت نکات ارائه شده‌اند.

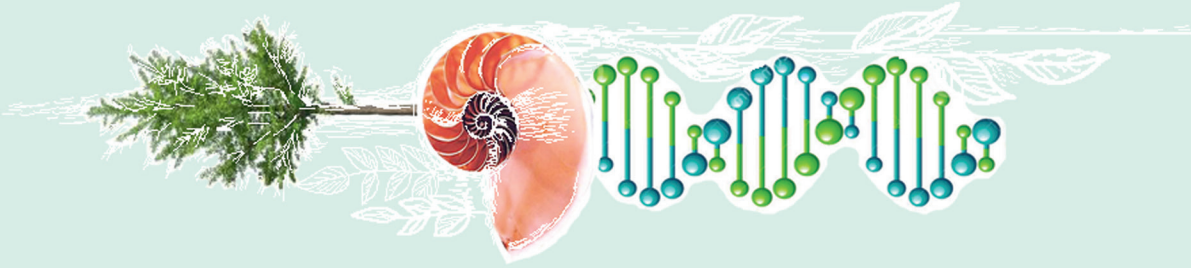
۴- **نوع تست‌ها:** دانش‌آموز پس از خواندن کتاب درسی و درسنامه‌ها باید به سراغ تست‌ها برود. همه نکات لازم برای آموزش در درسنامه‌ها ارائه نشده است. بلکه برخی از نکات آموزشی خوب در تست‌ها هم گنجانده شده است. با حل تست‌ها نکات جدیدی یاد گرفته خواهد شد. بنابراین هنگام



عنوان	صفحه	عنوان	صفحه
مقدمه	۳	فصل هفتم: تولید مثل	
فصل اول: تنظیم عصبی		گفتار ۱: دستگاه تولیدمثل در مرد	۲۷۱
گفتار ۱: یاخته‌های بافت عصبی	۷	گفتار ۲: دستگاه تولیدمثل در زن	۲۸۰
گفتار ۲: ساختار دستگاه عصبی	۲۴	گفتار ۳: رشد و نمو جنین	۲۹۲
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل اول	۴۸	گفتار ۴: تولیدمثل در جانوران	۲۹۸
فصل دوم: حواس		پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل هفتم	۳۰۵
گفتار ۱: گیرنده‌های حسی	۶۵	فصل هشتم: تولیدمثل نهاندانگان	
گفتار ۲: حواس ویژه	۷۰	گفتار ۱: تولیدمثل غیرجنسی	۳۱۴
گفتار ۳: گیرنده‌های حسی در جانوران	۹۱	گفتار ۲: تولیدمثل جنسی	۳۲۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل دوم	۹۵	گفتار ۳: از سلول تخم تا گیاه	۳۳۰
فصل سوم: دستگاه حرکتی		پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل هشتم	۳۳۹
گفتار ۱: استخوان‌ها و اسکلت	۱۰۹	فصل نهم: پاسخ گیاهان به محرک‌ها	
گفتار ۲: ماهیچه و حرکت	۱۱۹	گفتار ۱: تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان	۳۴۷
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل سوم	۱۳۱	گفتار ۲: پاسخ به محیط	۳۵۵
فصل چهارم: تنظیم شیمیایی		پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل نهم	۳۶۴
گفتار ۱: ارتباط شیمیایی	۱۴۱	پاسخ‌نامه	
گفتار ۲: غده‌های درون‌ریز	۱۴۶	فصل اول	۳۷۰
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل چهارم	۱۶۹	فصل دوم	۳۷۷
فصل پنجم: ایمنی		فصل سوم	۳۸۲
گفتار ۱: نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع	۱۸۲	فصل چهارم	۳۸۶
گفتار ۲: دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع	۱۸۹	فصل پنجم	۳۹۱
گفتار ۳: سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی	۲۰۲	فصل ششم	۳۹۷
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل پنجم	۲۱۴	فصل هفتم	۴۰۳
فصل ششم: تقسیم سلول		فصل هشتم	۴۰۷
گفتار ۱: کروموزوم	۲۲۷	فصل نهم	۴۱۰
گفتار ۲: میتوز	۲۳۵		
گفتار ۳: میوز و تولیدمثل جنسی	۲۴۵		
پرسش‌های چهارگزینه‌ای فصل ششم	۲۵۷		

فصل اول

تنظیم عصبی





مقدمه

متخصصان برای بررسی فعالیت‌های مغز از **نوار مغزی** استفاده می‌کنند. نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت شده سلول‌های عصبی مغز است.

ثبت نوار مغزی (الکتروانسفالوگرافی): فعالیت الکتریکی مغز را می‌توان با دستگاه الکتروانسفالوگراف ثبت و اندازه‌گیری کرد و الکترودهای دستگاه را به پوست سر متصل می‌کنند. جریان الکتریکی مغز به شکل منحنی‌های الکتروانسفالوگرام (نوارمغز) روی نوار کاغذی یا صفحه نمایش دستگاه ثبت می‌شود.

توجه متخصصان از این منحنی‌ها برای تشخیص بیماری‌های مغز استفاده می‌کنند.

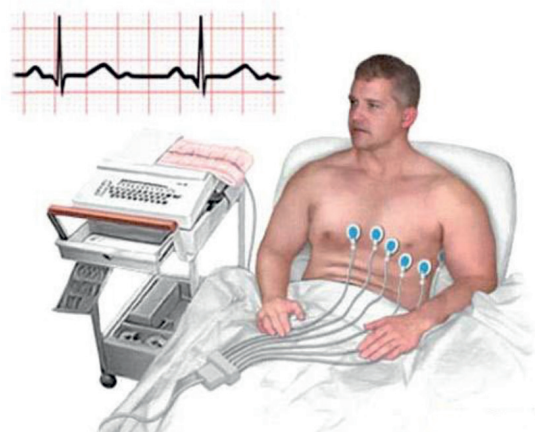
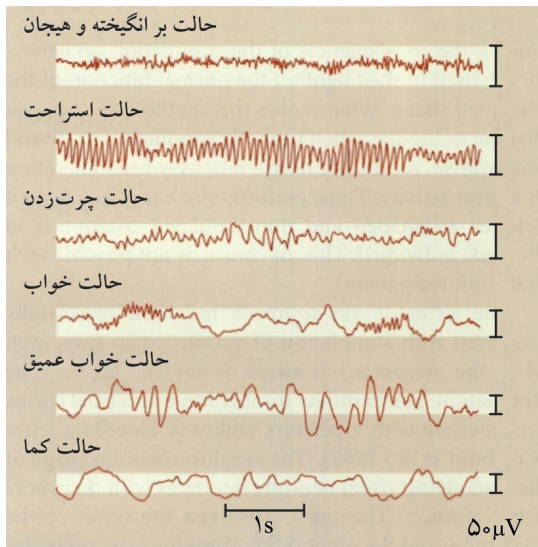


یادآوری از دهم

جریان‌ات الکتریکی قلب (منشأ آن گره سینوسی - دهلیزی است) از طریق الکترودهایی که در قسمت‌های مختلف پوست بدن قرار می‌دهند، توسط دستگاه الکتروکاردیوگراف به شکل یک منحنی به نام «الکتروکاردیوگرام» بر روی کاغذ مخصوص ترسیم یا روی صفحه حساس نمایشگر نشان داده می‌شود.

توجه متخصصان از این منحنی‌ها برای تشخیص بیماری‌های قلبی استفاده

می‌کنند.





سلول های بافت عصبی

- دستگاه عصبی دارای بافت عصبی و غیرعصبی است. از بافت های غیرعصبی این بافت می توان به بافت پیوندی و پوششی اشاره کرد.
- بافت عصبی از نورون ها (سلول های عصبی) و سلول های پشتیبان (سلول های غیرعصبی) تشکیل شده است.

یادآوری از دهم

- تعدادی سلول با یکدیگر همکاری می کنند و یک «بافت» را به وجود می آورند.
- بافت یکی از سطوح سامان یابی حیات می باشد.

سلول عصبی

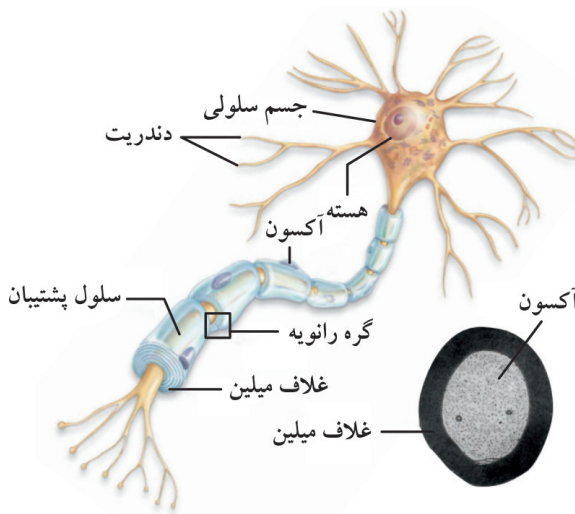
سلول های عصبی **نورون** نام دارند و کاملاً تخصص یافته اند؛ به عبارت دیگر واحد ساختاری یا واحد عملی دستگاه عصبی اند.

عملکرد

سلول های عصبی چندین عملکرد دارند؛ تحریک پذیری، تولید پیام عصبی، هدایت پیام عصبی و انتقال پیام عصبی

ساختار

- سلول عصبی از بخش های دندریت، جسم سلولی و آکسون تشکیل شده است.
- دندریت ها** رشته هایی اند که پیام عصبی را دریافت و به جسم سلولی سلول عصبی وارد می کنند.
- جسم سلولی** محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت و ساز سلول های عصبی است و می تواند پیام را نیز دریافت کند.
- آکسون ها** رشته هایی اند که پیام عصبی را از جسم سلولی تا انتهای خود که پایانه آکسون نام دارد، هدایت می کنند.

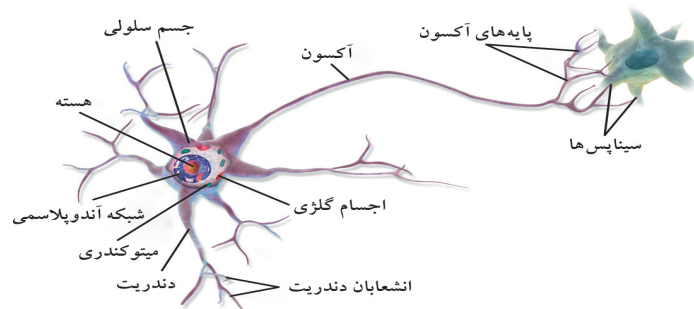


توجه جسم سلولی علاوه بر هسته، محل قرار گرفتن اندامک های سلولی هم می باشد.

توجه اندامک ها در رشته های عصبی هم دیده می شوند؛ به ویژه اندامک میتو کندری در پایانه آکسون زیاد هست.

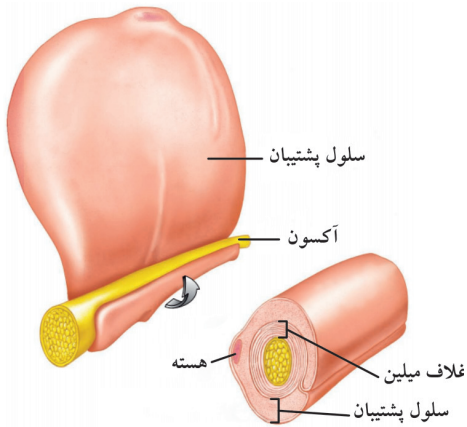
توجه جسم سلولی در سیناپس آکسون به جسم سلولی می تواند پیام دریافت کند.

توجه پیام عصبی از محل پایانه آکسون یک سلول عصبی به سلول دیگر منتقل می شود.





غلاف میلین



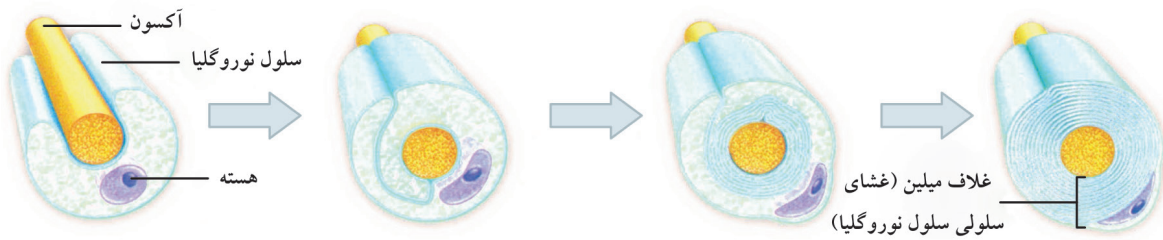
- ⊙ سلول‌های عصبی بخشی به نام **غلاف میلین** دارند.
- ⊙ غلاف میلین رشته‌های آکسون و دندریت بسیاری از سلول‌های عصبی را می‌پوشاند و آنها را عایق بندی می‌کند.
- ⊙ غلاف میلین در طول رشته‌ها پیوسته نیست بلکه در فواصل منظم قطع می‌گردد. این بخش‌ها را **گره‌های رانویه** می‌نامند.
- ⊙ غلاف میلین را **سلول‌های پشתיبان** بافت عصبی می‌سازند. سلول پشתיبان به دور رشته سلول عصبی می‌پیچید و غلاف میلین را به وجود می‌آورد.
- ⊙ غلاف میلین در اصل غشای سلول‌های پشתיبان است. پس در ساختار خود دارای فسفولیپید، پروتئین و کلسترول می‌باشد.

توجه در محل گره‌های رانویه **غشاء، رشته (غشاء، آکسون یا غشاء، دندریت)**

به دلیل نبود غلاف میلین در تماس با مایع اطراف آن (مایع پین سلولی) است.

توجه بعضی از سلول‌های عصبی در اطراف رشته‌های عصبی خود غلاف میلین ندارند (مانند نورون‌های رابط)

توجه بعضی از نورون‌های رابط در اطراف رشته‌های عصبی خود غلاف میلین دارند (خارج از کتاب درسی).



نقش:

- ⊙ عایق بندی کردن رشته‌های آکسون و دندریت
- ⊙ افزایش سرعت هدایت پیام عصبی در طول دندریت و آکسون (هدایت جهشی پیام عصبی)

توجه غلاف میلین باعث کاهش سطح تماس غشای رشته‌های عصبی با مایع پین سلولی می‌شود.

توجه کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود (پهم خوردن هم ایستایی).

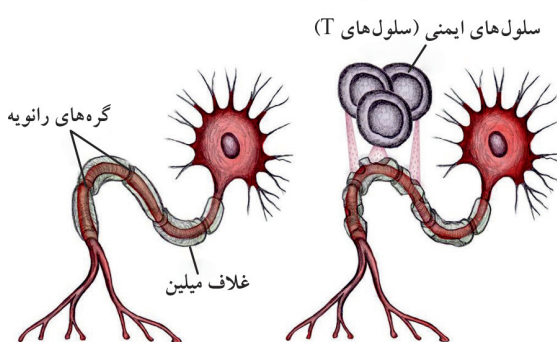
⊙ در بیماری MS کاهش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود.

⊙ در بیماری MS سلول‌های پشתיبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند (نه سیستم عصبی محیطی)، از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بینایی (تاری دید و دوبینی) و حرکت مختل و فرد دچار بی حسی و لرزش می‌شود.

⊙ بیماری MS نوعی بیماری خودایمنی است که در آن میلین اطراف سلول‌های عصبی در مغز و نخاع مورد حمله دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی از بین می‌رود. بدین ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیه بدن اختلال ایجاد می‌شود. ← اختلالات دید، حسی و حرکتی

عصب در حالت عادی

عصب در بیماری MS





سرعت هدایت پیام عصبی در بیماران MS در برخی از سلول‌های عصبی کاهش می‌یابد. در بیماران MS ارسال پیام عصبی به ماهیچه‌های اسکلتی به درستی انجام نمی‌شود.

■ در بیماری اوتیسم افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود.

در بیماری اوتیسم (نوعی اختلال رشدی است که با رفتارهای ارتباطی، کلامی غیرطبیعی مشخص می‌شود) افزایش میزان میلین به این بیماری منجر می‌شود.

سلول‌های پشتیبان (نوروگلیا)

- ④ سلول‌های غیرعصبی در بافت عصبی اند.
- ④ این سلول‌ها توانایی تولید و هدایت پیام عصبی را ندارند.
- ④ تعداد این سلول‌ها زیاده از تعداد نورون‌ها است؛ ولی اندازه کوچک دارند. ← انواع مختلف دارند.
- ④ دارای توانایی تقسیم هستند.
- ④ وظایف این سلول‌ها متعدد و متفاوت است.
- ④ بعضی از سلول‌های نوروگلیا.....
- ④ داربست‌هایی برای استقرار سلول‌های عصبی ایجاد می‌کنند.
- ④ در پیرامون آکسون و دندریت‌ها می‌پیچند و آنها را عایق می‌کنند (تولید غلاف میلین).
- ④ نقش محافظت و دفاع از سلول‌های عصبی را برعهده دارند.
- ④ در حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف سلول‌های عصبی (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نقش دارند.

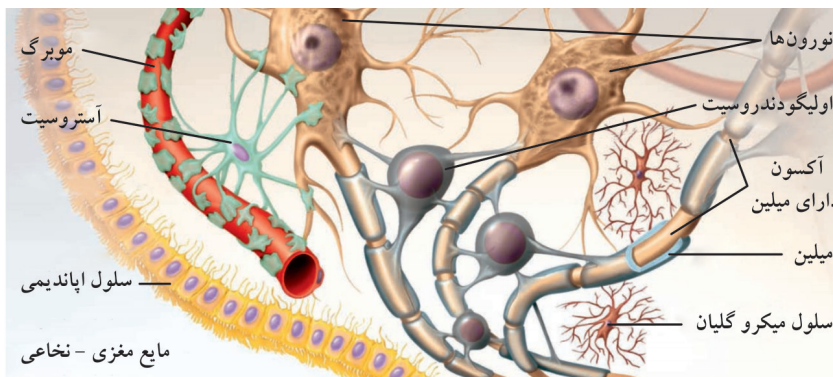
توجه همه نوروگلیاها، سلول‌های غیرعصبی هستند.

توجه اغلب سلول‌های عصبی در اطراف خود دارای غلاف میلین هستند.

توجه یکی از راه‌های حفظ هم‌ایستایی، حفظ تعادل بین یون‌هاست. اگر تعادل یون‌ها بهم بخورد ممکن است بیماری ایجاد شود. مثلاً در بیماری دیابت پی‌مژه توانون یون‌ها بهم خورده است.

توجه تقسیم سلولی در سلول‌های نوروگلیا صورت می‌گیرد ولی در نورون‌ها تقسیم سلولی به ندرت صورت می‌گیرد.

توجه سلول‌های نوروگلیا در بعضی از موارد توسط سیستم ایمنی به عنوان سلول غیرخودی محسوب شده و مورد حمله قرار می‌گیرند؛ مثلاً در بیماری MS



- سلول اولیگودندروسیت، نوعی سلول پشتیبان بوده و دارای توانایی تولید غلاف میلین در دستگاه عصبی مرکزی است.
- سلول‌های گلیان به نام شوان در دستگاه عصبی محیطی تولید غلاف میلین می‌کنند.
- سلول میکروگلیان، نوعی سلول پشتیبان بوده و دارای نقش ماکروفاژی می‌باشد.
- سلول اپاندیمی، نوعی سلول پشتیبان بوده و دارای زوائد مژه مانند برای حرکت دادن مایع مغزی نخاعی و نیز در تولید این مایع نقش دارد.
- آمستروسیت‌ها، نوعی سلول پشتیبان بوده و با زوائد فراوان سلولی خود در ساخت سد خونی-مغزی نقش اصلی دارد.



انواع سلول های عصبی

الف) براساس عملکرد

نورون حسی

① وظیفه: دریافت پیام‌ها از گیرنده‌های حسی و انتقال آنها به دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع)

② دندریت: بلند، میلین دار، متصل به سلول گیرنده

③ جسم سلولی: در کنار نخاع در گره‌های عصبی

④ آکسون: کوتاه، میلین دار، سیناپس با دندریت نورون رابط یا دندریت نورون حرکتی

نکته نورون حسی معمولاً دندریت بلند و آکسون کوتاه دارند.

نکته در نورون‌های حسی هم دندریت و هم آکسون دارای غلاف میلین است.

نورون حرکتی

① وظیفه: انتقال پیام‌های (فرمان‌ها) مغز و نخاع به اندام‌ها (ماهیچه‌ها یا غدد)

② دندریت: کوتاه، بدون میلین، سیناپس با آکسون نورون حسی یا آکسون نورون رابط

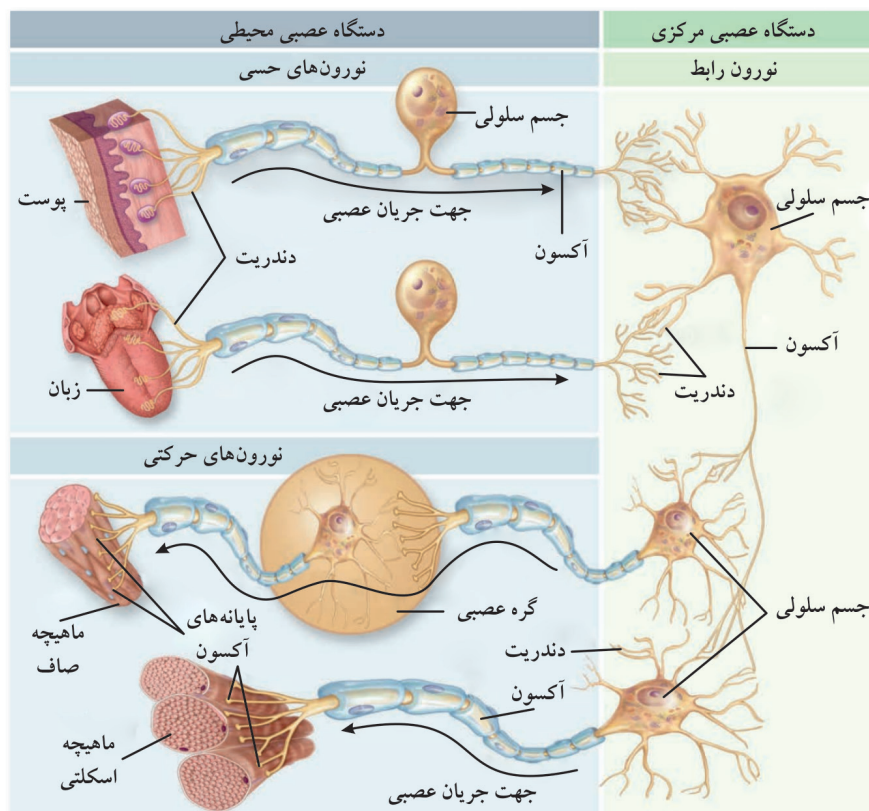
③ جسم سلولی: در ماده خاکستری نخاع

④ آکسون: بلند، میلین دار، سیناپس با سلول عضلانی یا سلول ترشحی

نکته آکسون نورون حرکتی بلندتر از دندریت آن است.

نکته فقط در آکسون نورون حرکتی غلاف میلین و گره رانویه وجود دارد.

نکته دندریت نورون حرکتی غلاف میلین وجود ندارد؛ پس سرعت هدایت پیام عصبی در آن کمتر از آکسون آن است.





نورون رابط

- ⊙ **وظیفه:** فراهم کردن ارتباط لازم بین نورون‌های حسی و حرکتی
- ⊙ **دندریت:** کوتاه، پرانشعاب، بدون میلین، سیناپس با آکسون نورون حسی یا آکسون نورون رابط
- ⊙ **جسم سلولی:** در ماده خاکستری نخاع
- ⊙ **آکسون:** کوتاه، پرانشعاب، بدون میلین، سیناپس با دندریت نورون حرکتی یا دندریت نورون رابط



- ⊙ سلول‌های عصبی رابط در مغز و نخاع قرار دارند.
- ⊙ نورون رابط فاقد میلین و گره رانویه است و در بخش فاکستری نخاع واقع‌اند (بعضی از نورون‌های رابط دارای میلین هستند).
- ⊙ سرعت هدایت پیام عصبی در نورون‌های رابط از نورون مسی و مرکب کمتر است.
- ⊙ نورون‌های رابط کوتاه‌تر از سایر نورون‌ها هستند.

ب) براساس ساختار پایه

نورون تک قطبی:

- از یک قسمت جسم سلولی یک شاخه خارج می‌شود و خود آن به دو شاخه تقسیم می‌شود. این دو شاخه از نظر ساختمانی شبیه آکسون هستند. یکی از شاخه‌ها پیام عصبی را به جسم سلولی منتقل می‌کند (به‌عنوان دندریت) و دیگری پیام را از جسم سلولی دور می‌کند (به‌عنوان آکسون).
- بسیاری از نورون‌های حسی یک قطبی‌اند.
- در اعصاب مختلط نیز مشاهده می‌شوند.
- مانند نورون‌های حسی نخاع، گیرنده‌های فشار خون در قوس آئورت

نورون دو قطبی:

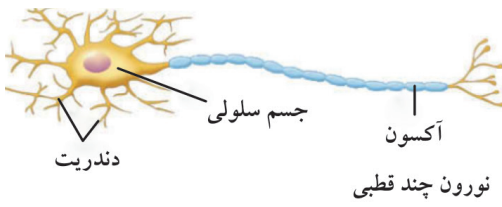
- دندریت و آکسون از دو قطب جسم سلولی خارج می‌شود.
- مانند نورون‌های دو قطبی شبکه چشم و بویایی

نورون چند قطبی:

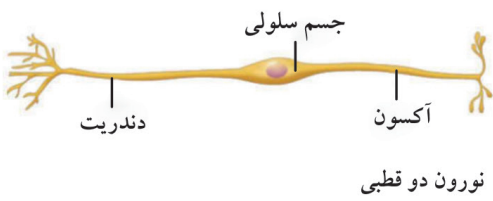
- چندین شاخه از جسم سلولی خارج می‌شود.
- دارای دندریت‌های فراوان و یک آکسون هستند.
- فراوان‌تر از سایر نورون‌ها هستند.
- مانند نورون‌های چند قطبی هیپوتالاموس، شبکه چشم، بخش قشری مخ و ...
- بسیاری از نورون‌های حرکتی چند قطبی‌اند.
- همه نورون‌های رابط چند قطبی‌اند.

ج) براساس داشتن پوشش

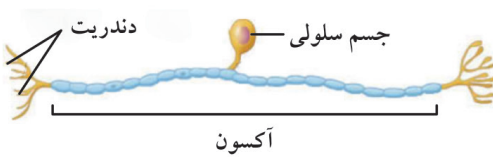
- ⊙ **نورون دارای پوشش میلینی:** مانند نورون‌های حسی و حرکتی
- ⊙ **نورون فاقد پوشش میلینی:** مانند نورون‌های رابط



نورون چند قطبی



نورون دو قطبی



نورون تک قطبی

انواع نورون بر اساس ساختار پایه

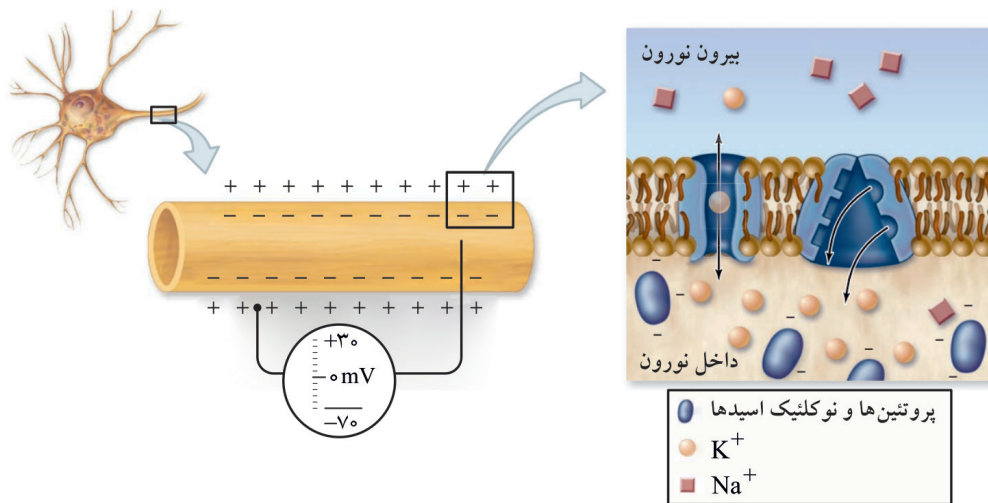
پیام عصبی

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای سلول عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا یکسان نیستند، بار الکتریکی در دو سوی غشای سلول عصبی، متفاوت است. در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. این اختلاف پتانسیل الکتریکی به دو صورت پتانسیل آرامش و پتانسیل عمل می‌باشد.

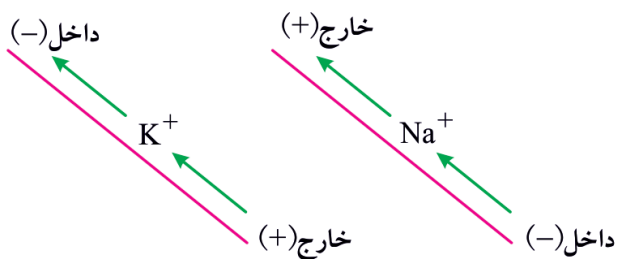
پتانسیل آرامش

نام دیگر: پتانسیل استراحت

- تعریف: اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو سوی غشاء نوروں زمانی که نوروں در حال فعالیت عصبی نیست.
- وضعیت پتانسیل الکتریکی بین دو طرف غشاء: درون غشاء نسبت به بیرون منفی‌تر است \leftarrow در حالت آرامش -70 میلی ولت
- علت اختلاف پتانسیل الکتریکی: عدم توازن بارهای الکتریکی در دو سوی غشا
- وضعیت بارهای الکتریکی در دو سوی غشاء: درون سلول نسبت به بیرون آن دارای بار الکتریکی منفی است.



دلایل منفی بودن درون نوروں = عوامل دخیل در ایجاد پتانسیل آرامش



الف) نفوذپذیری انتخابی غشاء سلول عصبی

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

کانال‌های نشستی

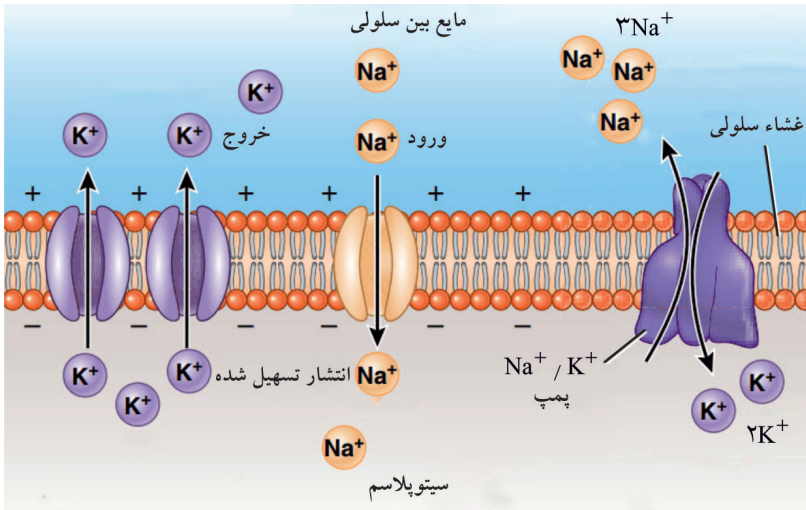
یکی از این پروتئین‌ها، کانال‌های نشستی هستند که یون‌ها از آنها می‌توانند منتشر شوند. از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم خارج و یون سدیم به درون سلول عصبی وارد می‌شوند.

توجه تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از تعداد یون‌های ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.

توجه مقدار یون‌های پتاسیم خارج شده از سلول بیشتر از تعداد یون‌های سدیم وارد شده به درون سلول است. در نتیجه خروج زیاد یون‌های پتاسیم از سلول عصبی (و همچنین وجود آنیون‌های منفی در داخل سلول عصبی) داخل سلول در مقایسه با خارج آن منفی‌تر می‌گردد.



یادمان باشد



کانال‌های نشئی از نوع پروتئین‌های سرتاسری هستند و اقتصادی عمل می‌کنند.
 کانال‌های نشئی مربوط به یون‌های سدیم و پتاسیم در پتانسیل آرامش فاقد درجه‌اند (از کانال‌های همیشه باز).
 عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از کانال‌های نشئی از طریق انتشار تسهیل شده صورت می‌گیرد.
 عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از کانال‌های نشئی بدون مصرف انرژی ATP و در جهت شیب غلظت صورت می‌گیرد.
 در غشای سلولی نورون فراوان‌ترین کانال‌های نشئی مربوط به یون پتاسیم است.

ب) فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم

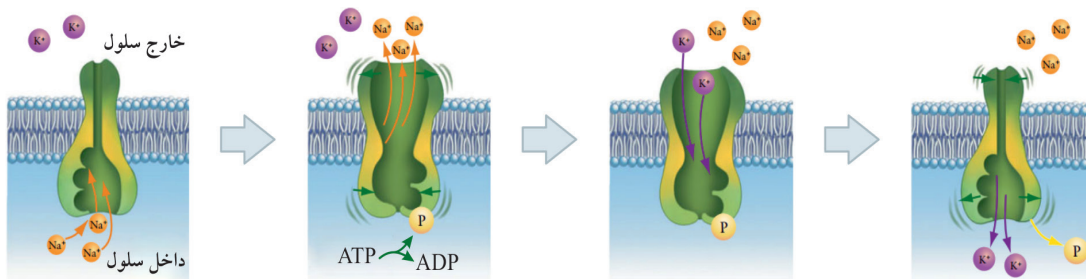
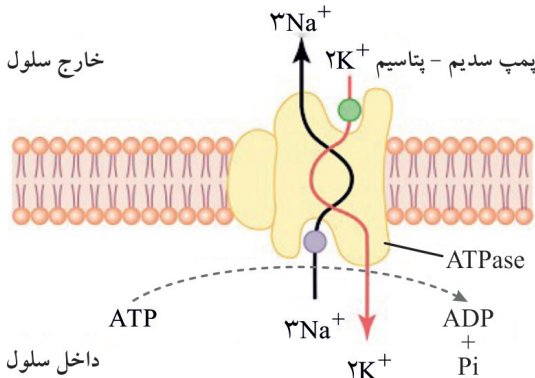
پمپ سدیم - پتاسیم، پروتئین دیگری است که در غشای سلول‌ها از جمله سلول‌های عصبی وجود دارد.

در هر بار فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از سلول عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می‌شوند. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند.

نتیجه فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم: همواره غلظت یون سدیم در خارج و غلظت یون پتاسیم در داخل سلول بیشتر شود. ← داخل غشاء نورون منفی

نکته پمپ سدیم - پتاسیم با مصرف PTA انتقال یون‌ها را برخلاف شیب غلظت یون‌ها انجام می‌دهد.

نکته در هنگام پتانسیل استراحت، کانال‌های درجه‌دار سدیم و پتاسیم بسته‌اند و پمپ سدیم - پتاسیم فعال است.



یادآوری از دهم



سلول به برخی از مولکول‌ها و یون‌ها نیاز دارد که باید وارد آن شوند؛ هر چند غلظت آنها در سلول زیاد باشد. برای این کار، سلول باید انرژی مصرف کند.

فرآیندی که طی آن، سلول موادی را برخلاف شیب غلظت با صرف انرژی زیستی توسط بعضی از مولکول‌های پروتئینی غشا منتقل می‌کند، «انتقال فعال» نام دارد.



نوجه

بعضی از پروتئین‌های غشای سلولی در ایجاد پتانسیل آرامش نقش دارند؛ مانند کانال‌ها و پمپ سدیم - پتاسیم

نوجه

گلوکز یا کمک مولکول و یژه‌ای، همراه با سدیم به روش هم‌انتقالی وارد سلول پرر روده می‌شود. سپس گلوکز با فرایند انتشار تسهیل شده، وارد فضای پیرن سلولی می‌شود.

نوجه

انرژی لازم برای انتقال گلوکز، از شیب غلظت سدیم فراهم می‌شود. شیب غلظت سدیم با فعالیت پروتئین انتقال‌دهنده سدیم - پتاسیم حفظ می‌شود.



یادمان باشد

انرژی انتقال فعال می‌تواند از مولکول ATP به دست آید (انرژی انتقال فعال در بیشتر موارد از مولکول ATP به دست می‌آید).
 برای انجام انتقال فعال، همیشه انرژی نیاز هست. اما انرژی انجام انتقال فعال همیشه از مولکول ATP تأمین نمی‌شود.
 انرژی انتقال فعال ممکن است از ATP و یا شیب غلظت تأمین شود.

مثال برای انتقال فعال

- ⊙ جذب اغلب قندهای ساده مثل گلوکز در روده باریک
- ⊙ جذب اغلب آمینواسیدها در روده باریک
- ⊙ جذب بعضی از مواد معدنی در روده باریک از جمله کلسیم و آهن
- ⊙ فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم در غشای سلول‌ها
- ⊙ ترشح یون‌های کلرو پتاسیم و اوریک اسید از همولنف به لوله‌های مالپیگی مشتقات
- ⊙ جذب نمک و یون‌ها در آبشش ماهی‌های آب شیرین
- ⊙ بازجذب بعضی از مواد در کلیه
- ⊙ ترشح مواد (در بیشتر موارد) به داخل نفرون کلیه (ترشح بعضی از داروها، سموم و پتاسیم)
- ⊙ انتقال یون‌ها از سلول‌های آندودرم و استوانه آوندی به سلول‌های آوند چوبی
- ⊙ بارگیری آبکشی در مدل جریان توده‌ای
- ⊙ باربرداری آبکشی در مدل جریان توده‌ای

پتانسیل عمل

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

⊙ علت ایجاد پتانسیل عمل: تحریک شدن سلول عصبی

⊙ وضعیت پتانسیل الکتریکی دو طرف غشاء: درون غشاء نسبت به بیرون مثبت‌تر در مدت زمان کوتاهی $\leftarrow +30$ میلی ولت

⊙ دلیل: باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی (به دلیل تغییر ولتاژ)

- یون‌های سدیم فراوانی وارد سلول می‌شود \leftarrow بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود.
- باعث بالا رفتن نمودار پتانسیل الکتریکی غشاء می‌شود.
- این تغییر در زمان کوتاهی صورت می‌گیرد و بلافاصله به حالت اول خود برمی‌گردد؛ و دوباره داخل نسبت به خارج منفی‌تر می‌شود (اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش بر می‌گردد).

⊙ علت بازگشت فوری پتانسیل عمل غشاء به پتانسیل آرامش \leftarrow باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی

- پس از زمان کوتاهی کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند.
- این کانال‌ها هم در مدت کوتاهی بسته می‌شوند. به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به حالت آرامش (-70) بر می‌گردد.



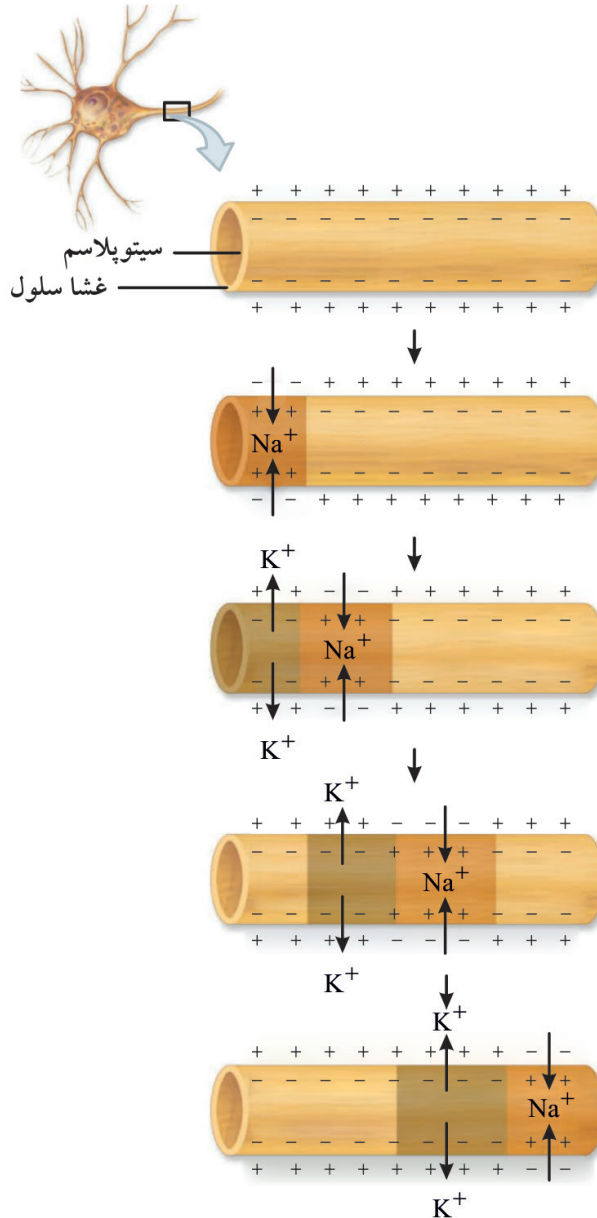
- خروج پتاسیم به سمت خارج سلول عصبی ← داخل سلول منفی تر
- پایین آمدن نمودار پتانسیل الکتریکی

نوجه

در پایان پتانسیل عمل، مقدار یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای سلول با مقدار (این یون‌ها در حالت آرامش تفاوت دارد. فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم موجب می‌شود شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش بازگردد.

⊙ نام دیگر پتانسیل عمل: پیام عصبی

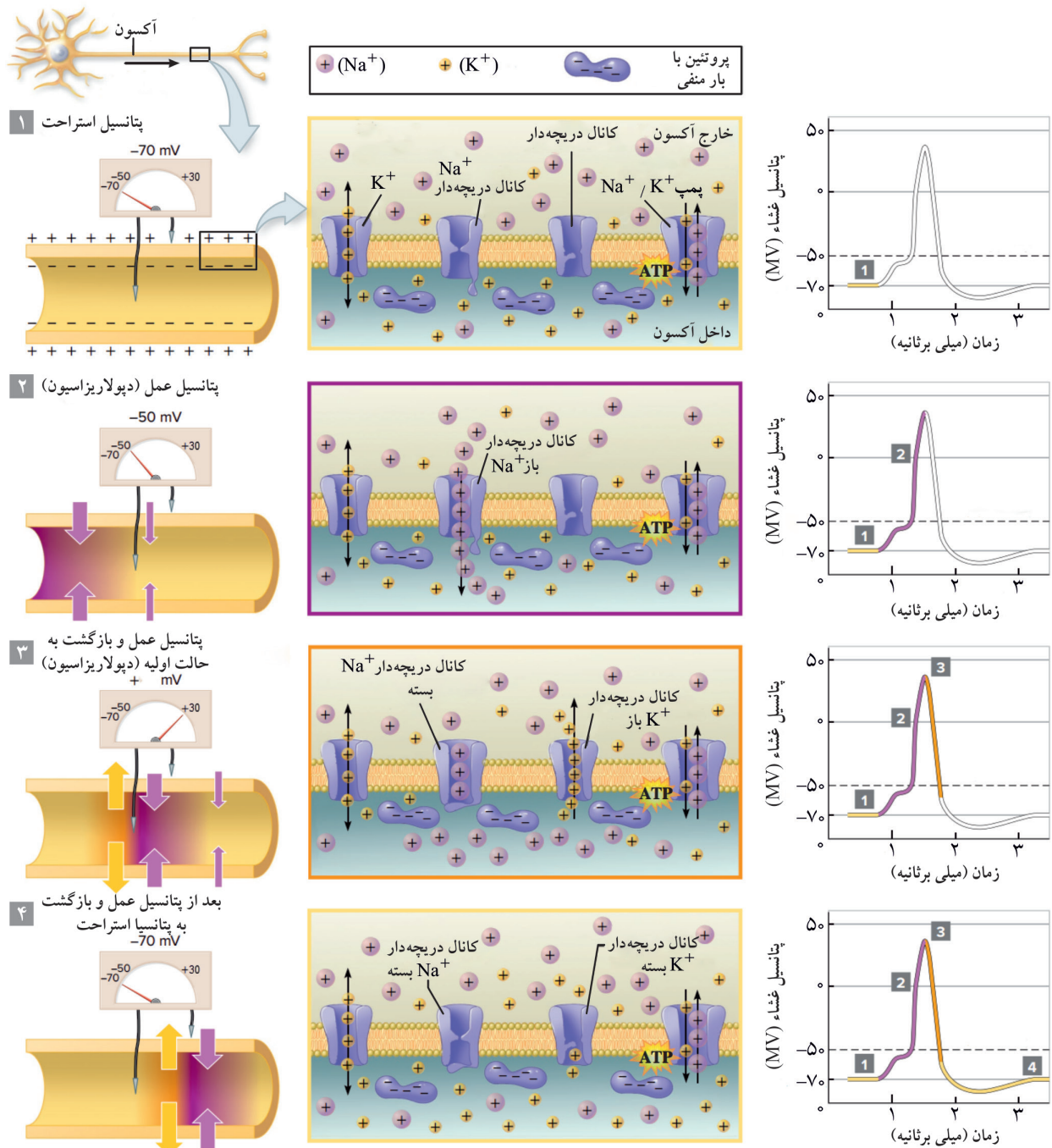
وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از سلول عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی (دندریت یا آکسون بلند) برسد.



یادمان باشد

- ⊙ در غشای سلول‌های عصبی، پروتئین‌هایی به نام **کانال‌های دریچه‌دار** وجود دارند که با تمریک سلول عصبی (تغییر ولتاژ) باز می‌شوند و یون‌ها از آنها عبور می‌کنند.
- ⊙ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی نوعی کانال‌های وابسته به ولتاژ (افتلاف پتانسیل) هستند.
- ⊙ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی هرگز همزمان باز نیستند.

۱. کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی ممکن است همزمان بسته باشند.
 ۲. ورود سدیم و فروم پتاسیم در پتانسیل عمل نوعی انتشار تسهیل شده است.
 ۳. ورود سدیم با انتشار تسهیل شده و فروم آن با انتقال فعال است.
 ۴. ورود پتاسیم با انتقال فعال و فروم آن با انتشار تسهیل شده است.
 ۵. پمپ سدیم-پتاسیم هم در پتانسیل آرامش و هم در پتانسیل عمل و هم در بعد از پتانسیل عمل فعال است.





فعالیت نورون				
پتانسیل آرامش	شروع پتانسیل عمل	ادامه پتانسیل عمل	بعد پایان پتانسیل عمل	ویژگی مورد بررسی
باز	باز	باز	باز	کانال همیشه باز سدیم
باز	باز	باز	باز	کانال همیشه باز پتاسیم
بسته	بسته	باز	بسته	کانال دریچه دار سدیم
بسته	باز	بسته	بسته	کانال دریچه دار پتاسیم
فعال	فعال	فعال	فعال (بیشتر)	پمپ سدیم - پتاسیم
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	تراکم سدیم در بیرون سلول
کم	کم	کم	کم	تراکم پتاسیم در داخل سلول
-۷۰	-۷۰ به +۳۰	-۷۰ به +۳۰	-۷۰	تغییرات اختلاف پتانسیل

بررسی نقطه به نقطه نمودار پتانسیل عمل

الف) مرحله پتانسیل آرامش

- میزان یون‌های سدیم در بیرون سلول بیشتر است.
- میزان یون‌های پتاسیم در درون سلول بیشتر است.
- کانال‌های همیشه باز (نشستی) سدیمی و پتاسیمی فعالیت دارند و کار جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم بین دو طرف غشا سلول نورون براساس شیب غلظت انجام می‌دهند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته‌اند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد. این پمپ یون‌ها را برخلاف شیب غلظت بین دو طرف غشاء نورون جابه‌جا می‌کند.
- میزان اختلاف پتانسیل دو طرف غشاء نورون ۷۰- میلی ولت است (تقریباً ثابت).

ب) مرحله پتانسیل عمل

در مرحله بین ۷۰- تا ۰ (در مرحله صعودی نمودار)

- کانال‌های نشستی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند و کار جابه‌جایی یون‌ها را بین دو طرف غشا سلول نورون را انجام می‌دهند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بازاند و یون‌های سدیم به مقدار فراوان با فرایند انتشار تسهیل شده وارد نورون می‌شوند.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است.
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۷۰ میلی ولت است.

نوجه در نقطه صفر بین دو طرف غشا نورون اختلاف پتانسیل وجود ندارد و این حالت در طول پتانسیل عمل دو پار اتقاق می‌افتد.

در مرحله بین ۰ تا +۳۰ (در مرحله صعودی نمودار)

- کانال‌های نشستی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بازاند و یون‌های سدیم همچنان با فرایند انتشار تسهیل شده وارد نورون می‌شوند.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون مثبت‌تر است.
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۳۰ میلی ولت است.



در مرحله بین ۷۰- تا ۳۰+ (در مرحله صعودی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بازاند و یون‌های سدیم به مقدار فراوان با فرایند انتشار تسهیل شده وارد نورون می‌شوند.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون مثبت‌تر است (اختلاف پتانسیل بین دو طرف غشا افزایش می‌یابد).
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۱۰ میلی ولت است.

در نقطه ۳۰+ در قله نمودار

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون مثبت‌تر است.

در مرحله بین ۳۰+ تا ۰ (در مرحله نزولی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بازاند و یون‌های پتاسیم با فرایند انتشار تسهیل شده از نورون خارج می‌شوند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون مثبت‌تر است.
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۳۰ میلی ولت است.

در مرحله بین ۰ تا ۷۰- (در مرحله نزولی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بازاند و یون‌های پتاسیم همچنان با فرایند انتشار تسهیل شده از نورون خارج می‌شوند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است.
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۷۰ میلی ولت است.

در مرحله بین ۳۰+ تا ۷۰- (در مرحله نزولی نمودار)

- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم- پتاسیم فعالیت دارد.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بازاند و یون‌های پتاسیم به مقدار فراوان با فرایند انتشار تسهیل شده از نورون خارج می‌شوند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است
- میزان تغییرات پتانسیل غشا ۱۰۰ میلی ولت است.



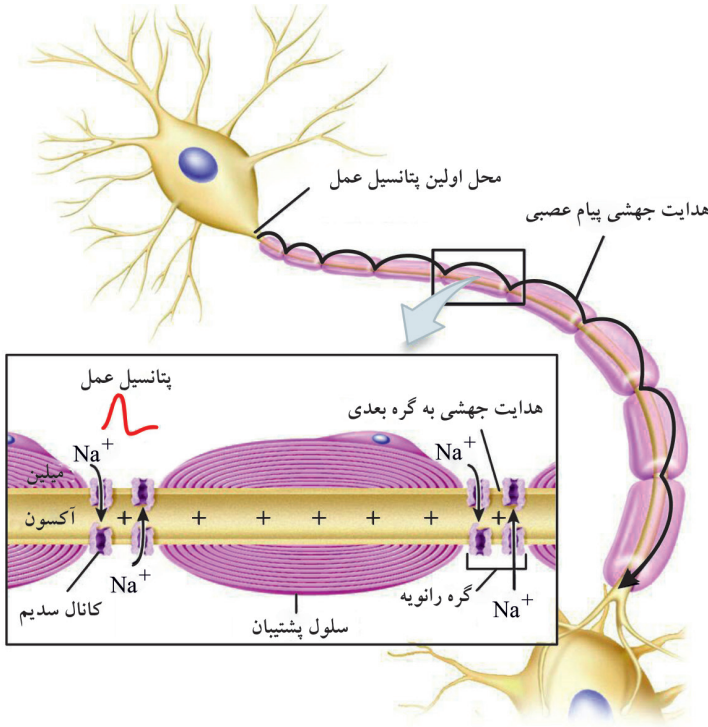
ج) در مرحله بعد از پایان پتانسیل عمل

- کانال‌های نشستی سدیم و پتاسیم فعالیت دارند.
- پمپ سدیم-پتاسیم فعالیت بیشتر دارد و توازن یون‌ها را بین دو طرف غشا نوروں برقرار می‌کند.
- کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته‌اند.
- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند.
- درون سلول نسبت به بیرون منفی‌تر است.

گره‌های رانویه

① هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین دار، سریع‌تر از رشته‌های بدون میلین هم قطر، است؛ در حالی که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند.

② در ساختار سلول‌های عصبی میلین دار، **گره‌های رانویه** وجود دارد. این گره‌ها فاقد میلین‌اند و در محل آنها رشته عصبی با محیط بیرون از سلول ارتباط دارد. بنابراین در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشته عصبی از یک گره به گره دیگر هدایت می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد. به همین علت، این هدایت را **هدایت جهشی** می‌نامند.



نکته سرعت حرکت پیام عصبی در سلول‌های میلین دار تا صد برابر بیشتر از سلول‌های فاقد میلین است.

نکته در محل گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد، ولی در فاصله بین گره‌ها، این کانال‌ها یا وجود ندارند. وجود این کانال‌ها با هدایت جهشی ارتباط دارد. به طوری که وجود این کانال‌ها موجب حرکت یون‌ها (ورود و خروج آنها) فقط در محل گره‌ها می‌شود. در نتیجه پتانسیل عمل در این گره‌ها ایجاد و جریان عصبی سریع‌تر منتقل می‌شود.

نکته در ماهیچه‌های اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین نوروں‌های حرکتی آنها میلین دار است.

هدایت پیام عصبی

① وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از سلول عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی (دندریت یا آکسون بلند) برسد.

- ② جهت جریان عصبی (هدایت پیام عصبی) همیشه یک طرفه است. دندریت ← جسم سلولی ← آکسون
- ③ هدایت پیام عصبی ← به صورت بیوالکتریکی

انواع

- پیوسته: ← در نوروں‌های بدون میلین
- جهشی: ← در نوروں‌های میلین دار

عوامل مؤثر در سرعت هدایت پیام عصبی

سرعت هدایت پیام عصبی در نورون‌های مختلف متفاوت است و به عوامل مختلفی وابسته است.

۱. وجود یا فقدان میلین:

⊙ در نورون‌های میلین‌دارها سرعت هدایت پیام عصبی بیشتر است، چون میلین باعث هدایت جهشی می‌شود.

⊙ کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود ← بهم زدن هم ایستایی

⊙ در بیماری MS ← کاهش میزان میلین

⊙ در بیماری اوتیسم ← افزایش میزان میلین

۲. قطر نورون یا رشته عصبی: در نورون‌های قطور سرعت هدایت پیام عصبی بیشتر است.

نوجه سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی از 0.2 m/s در رشته‌های نازک بدون میلین تا 20 m/s در رشته‌های میلین‌دار قطور متفاوت است.

