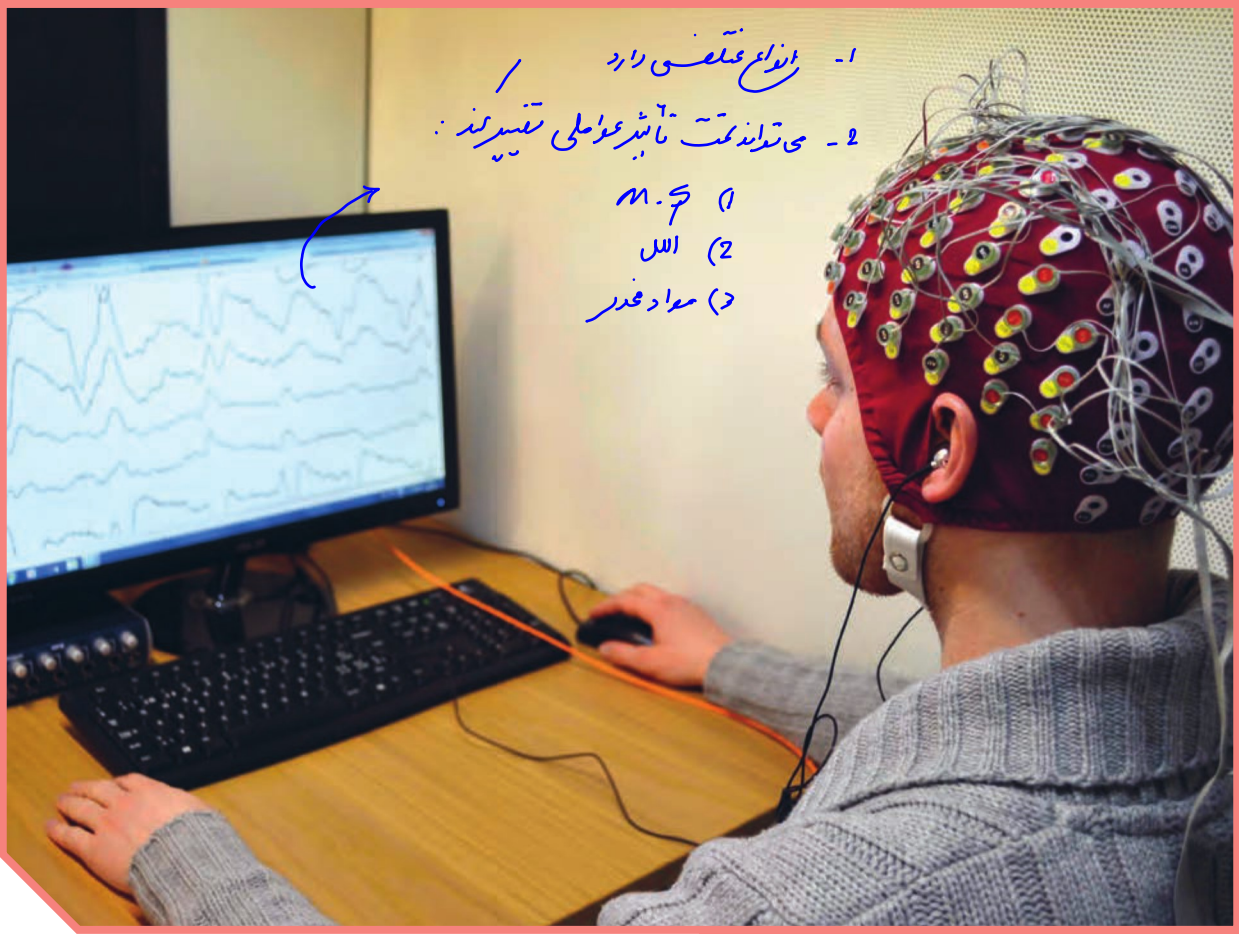
نوار قلب ← ثبت فعالیت الکتریکی همه‌ی یاخته‌های قلب [بافت هادی + یاخته‌های ماهیچه‌ای قلبی]

نوار مغز ← " قشر نورون‌ها



۱- انواع مختلفی دارد

۲- می‌توان تحت تأثیر عوامل تغییر کند:

۱) M.S

۲) الکل

۳) مواد مخدر

فصل ۱

تنظیم عصبی

نوار مغز فعالیت الکتریکی نخاع را ثبت نمی‌کند ≠ دستگاه عصبی مرکزی

متخصصان برای بررسی فعالیت‌های مغز از نوار مغزی استفاده می‌کنند. نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت شدهٔ یاخته‌های عصبی(نورون‌های) مغز است. چگونه در یاخته‌های عصبی، جریان الکتریکی ایجاد می‌شود؟ جریان الکتریکی در فعالیت این یاخته‌ها چه نقشی دارد؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها باید با ساختار یاخته‌های عصبی و دستگاه عصبی بیشتر آشنا شویم.

دستگاه عصبی ← مرکزی (مغز و نخاع) / محیطی (دوره‌ای)

مغز: CNS / مرکزی / نخاع

یاخته ← بافت عصبی ← اندام عصبی ← دستگاه عصبی

عصبی (نورون) حسی / غیرعصبی (نوروگلیا) پشتیبان

اندام عصبی ← هیپوفیز / هیپوتالاموس

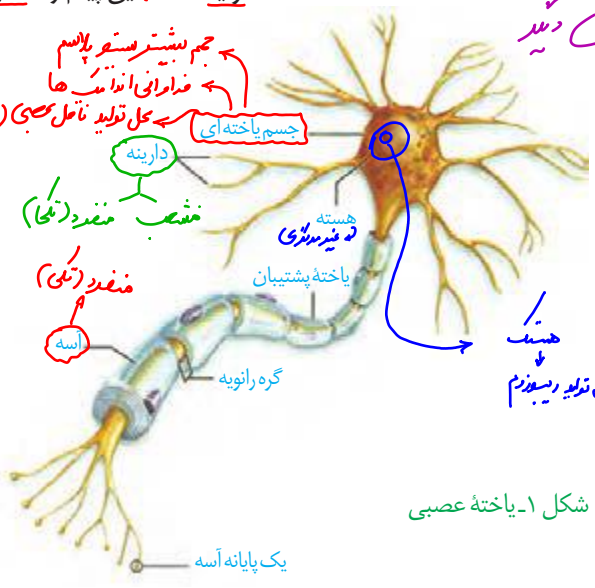
AshkanZarandi
اشکان زرندی
زیست شناسی

گفتار ۱ یاخته‌های بافت عصبی

می‌دانید بافت عصبی از **یاخته‌های عصبی** و **یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها)** تشکیل شده است. شکل ۱، یک یاختهٔ عصبی را نشان می‌دهد. این یاختهٔ عصبی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

یاخته‌های عصبی سه عملکرد دارند: این یاخته‌ها می‌توانند در پاسخ به محرک، **پیام عصبی** تولید کنند؛ این پیام را **هدایت** و به یاخته‌های دیگر **منتقل** کنند.

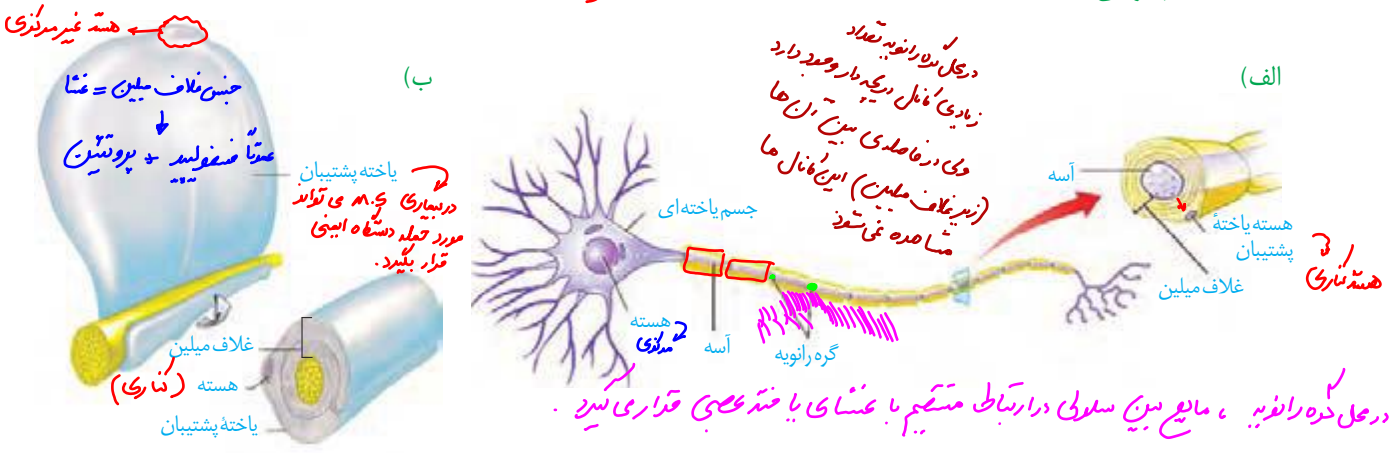
دارینه (دندریت) رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاختهٔ عصبی هدایت می‌کند. **آسه (آکسون)** رشته‌ای است که پیام را از جسم یاختهٔ عصبی تا انتهای خود که **پایانهٔ آسه** نام دارد، هدایت می‌کند. آسه و دارینه بلند را **رشته عصبی** می‌نامند. پیام عصبی از محل پایانهٔ آسه یک یاختهٔ عصبی به یاختهٔ دیگر منتقل می‌شود. **جسم یاخته‌ای** محل قرار گرفتن هسته است و می‌تواند پیام را نیز دریافت کند. یاختهٔ عصبی که در شکل ۱ می‌بینید، پوششی به نام **غلاف میلین** دارد. این غلاف از پیچیده‌شدن یاختهٔ پشتیبان به دور رشتهٔ عصبی ایجاد می‌شود (شکل ۲). غلاف میلین، رشته‌های آسه و دارینهٔ بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آنها را عایق‌بندی می‌کند. غلاف میلین پیوسته نیست و در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را **گره رانویه** می‌نامند که با نقش آنها در ادامهٔ درس، آشنا خواهید شد.



شکل ۱ـ یاختهٔ عصبی

تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند. این یاخته‌ها داربست‌هایی برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند؛ همچنین در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آنها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نیز نقش دارند.

شکل ۲ـ الف) غلاف میلین
ب) چگونگی ساخت آن



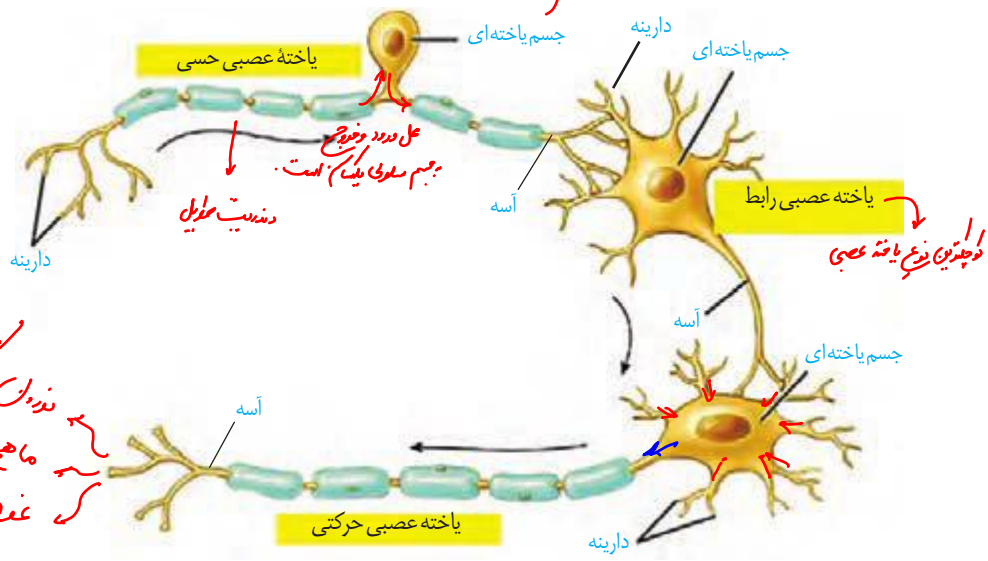
انواع یاخته‌های عصبی

شکل ۳، انواع یاخته‌های عصبی را نشان می‌دهد. **یاخته‌های عصبی حسی** پیام‌ها را به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. **یاخته‌های عصبی حرکتی** پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها) می‌برند. نوع دیگر یاخته‌های عصبی، **یاخته‌های عصبی رابط** اند که در مغز و نخاع قرار دارند (شکل ۳). این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی را فراهم می‌کنند. هر سه نوع یاخته عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند.

واژه‌شناسی

آسه (axon / آکسون) هر دو کلمه به معنی محور است. آسه از کلمه آس گرفته شده است که به محور سنگ آسیا گفته می‌شود.

دارینه (dendrite / دندریت) هر دو کلمه به معنی درخت و درخت‌وار است. دارینه از کلمه دار به معنی درخت و (ینه) که پسوند شباهت است ساخته شده که در کل، آنچه شبیه درخت است معنی می‌دهد.



شکل ۳ـ انواع یاخته‌های عصبی

فعّالیت ۱

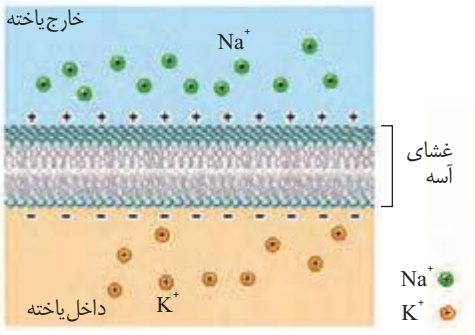
ساختار و کار سه نوع یاختهٔ عصبی را که در شکل ۳ می‌بینید، مقایسه کنید.

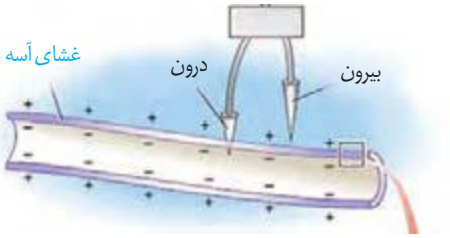
پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

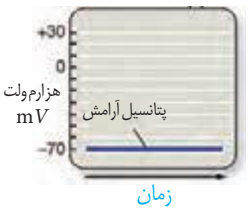
پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا، یکسان نیست، بار الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد (شکل ۴).

پتانسیل آرامش: وقتی یاختهٔ عصبی تحریک نشده باشد (حالت آرامش)، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است (شکل ۴). این اختلاف پتانسیل را **پتانسیل آرامش** می‌نامند. چگونه این اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش، دربارهٔ یاخته‌های عصبی باید بیشتر بدانیم.

① همواره غلظت سدیم در بیرون یاخته نسبت به درون بیشتر است.
② همواره عبور یون های سدیم و پتاسیم از یاخته مشاهده می‌شود. ← از طریق پمپ + کانال های نشتی
③ همواره پمپ سدیم - پتاسیم در حال فعالیت است. ← همواره هیدرولیز ATP / ADP + P آزاد
④ همواره نفوذ پذیری غشای نرو







شکل ۴ـ پتانسیل آرامش. توجه داشته باشید که در شکل، یون‌های پتاسیم در بیرون و یون‌های سدیم در درون یاخته نشان داده نشده‌اند.

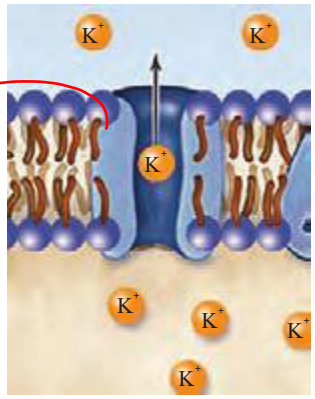
در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاخته عصبی (زنده) از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته از بیرون آن بیشتر است. در غشای یاخته‌ها، مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که یون‌های سدیم و پتاسیم را از غشا عبور می‌دهند.

پمپ سدیم - پتاسیم
کانال های نشتی
کانال های دریچه‌دار

یک گروه از این پروتئین‌ها، **کانال‌های نشتی** هستند که یون‌ها می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده از آن‌ها عبور کنند (شکل ۵ـ الف). از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم، خارج و یون‌های سدیم به درون یاختهٔ عصبی وارد می‌شوند. تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از یون‌های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.

پمپ سدیم ـ پتاسیم، پروتئین دیگری است که در غشای یاخته وجود دارد. 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).

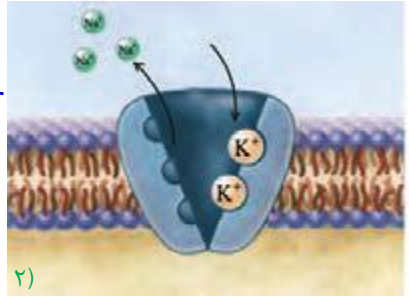
مراحل عملکرد پمپ سدیم-پتاسیم
۱ـ اتصال یون های سدیم
۲ـ اتصال ATP و هیدرولیز شدن آن
۳ـ آزاد شدن یون های سدیم
۴ـ اتصال یون های پتاسیم
۵ـ آزاد شدن یون های پتاسیم

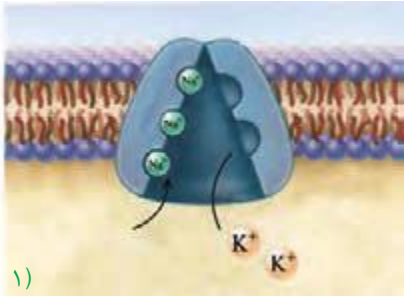


الف)

انتشار تسهیل شده یون تنفس
شکل پروتئین
فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم
پیاده نیست ← به ازای مصرف یک مولکول ATP:
ابتدا یون های سدیم را خارج می‌کند.
سپس یون های پتاسیم را وارد می‌کند.

چون پمپ سدیم پتاسیم همواره در حال فعالیت است:
✓ همواره درون یاخته فعالیت آنزیمی مشاهده می‌شود.
✓ همواره برای هیدرولیز ATP آب مصرف می‌شود.
✓ همواره بر غلظت مولکول های درون یاخته افزوده می‌شود.





شکل ۵ـ الف) کانال نشتی که عبور یون‌های پتاسیم از آن نشان داده شده است.
ب) پمپ سدیم ـ پتاسیم

ترکیب پروتئین های متصل شونده به غشا

دارای فعالیت آنزیمی
$ATP \rightarrow ADP + P$
قسمت آنزیم در بخش درون سلولی پمپ قرار دارد.

ب) ① ۲ سراسری ← هم بخش آبدوست دارد و هم آب‌گریز
② ۵ جایگاه اتصال دارد ← ۳ تا برای یون / ۱ برای ATP

عاملی که موجب ایجاد پتانسیل آرامش می‌شود ← بازشدن کانال های دریچه دار پتاسیمی
" " " حالت " " " ← فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم

فعّالیت ۲

در گروه خود دربارهٔ پرسش‌های زیر گفت وگو و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

۱ـ کار پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال های نشتی را با هم مقایسه کنید.

۲ـ چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آنها کمتر است؟

۱) فعالیت کانالها نه پمپ سدیم - پتاسیم
۲) تعداد یونهای مثبت درون یاخته بیشتر از بیرون

پتانسیل عمل: دانستید که در حالت آرامش، بار مثبت درون یاختهٔ عصبی از بیرون آن کمتر است. وقتی یاختهٔ عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به‌طور ناگهانی تغییر می‌کند؛ داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود و پس از زمان کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد. این تغییر را **پتانسیل عمل** می‌نامند.

هنگام پتانسیل عمل، در یاختهٔ عصبی چه اتفاقی می‌افتد؟

در غشای یاخته‌های عصبی، پروتئین هایی به نام **کانال‌های دریچه‌دار** وجود دارند که با تحریک یاختهٔ عصبی باز می‌شوند و یون‌ها از آنها عبور می‌کنند. وقتی غشای یاخته تحریک می‌شود، ابتدا **کانال‌های دریچه‌دار سدیمی** باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود. پس از زمان کوتاهی این کانال ها بسته می‌شوند و **کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی** باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند. این کانال‌ها هم پس از مدت کوتاهی بسته می‌شوند (شکل ۷). به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به پتانسیل آرامش (۷۰-) بر می‌گردد.

فعالیت بیشتر پمپ سدیم ـ پتاسیم موجب می‌شود غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش باز گردد.

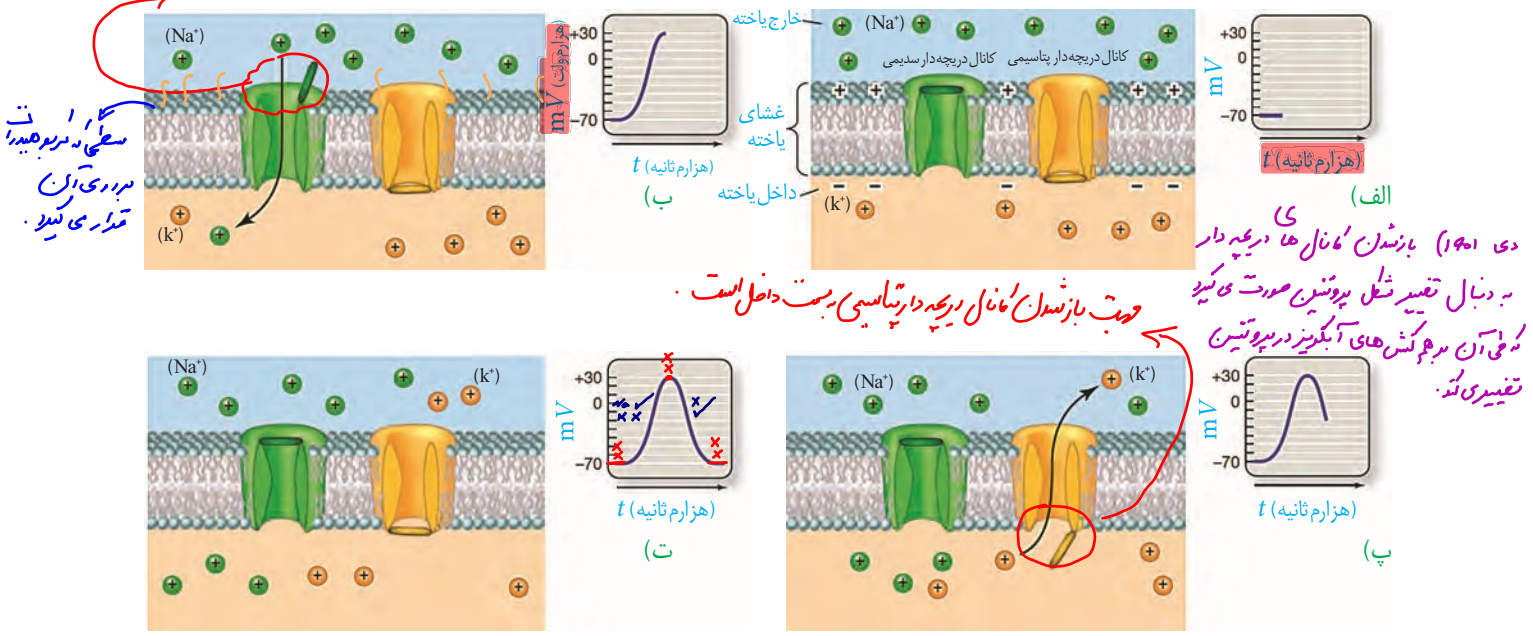
≠ زمان آغاز فعالیت

بیشتر بدانید

در دههٔ ۱۹۵۰ دو دانشمند به نام‌های هاجکین[۱] و هاکسلی[۲] برای بررسی تغییرات الکتریکی غشای یاختهٔ عصبی از آسهٔ قطور نرم‌تن مرکب استفاده کردند. آنان پتانسیل الکتریکی غشای آسه را اندازه‌گیری و ترکیب شیمیایی درون آسه و اثر یون‌های سدیم و پتاسیم بر فعالیت‌های الکتریکی آن را نیز بررسی کردند. حاصل کار آنها یافته‌های جدیدی دربارهٔ عملکرد غشای تحریک‌پذیر یاختهٔ عصبی به دنیای علم عرضه و جایزه نوبل رشته فیزیولوژی ـ پزشکی سال ۱۹۶۳ را نصیب این دانشمندان کرد.

۱- Alan Lloyd Hodgkin
۲- Andrew Fielding Huxley

جهت بازشدن کانال دریچه دار پتاسیمی به سمت خارج است



سطحی که بیرون آن را می‌پوشاند.

دی ۱۹۵۱) بازشدن کانال های دریچه دار به دنبال تغییر شکل پروتئین صورت می‌گیرد که طی آن برهم‌کنش های آبگریز در پروتئین تغییر می‌کند.

جهت بازشدن کانال دریچه دار پتاسیمی به سمت داخل است.

شکل ۷ ـ چگونگی ایجاد پتانسیل عمل؛ در شکل یون های پتاسیم بیرون و یون های سدیم درون یاخته، نشان داده نشده‌اند.

حالت آرامش ← K | K — یون ها به شکل جامی اولیه هستند
پتانسیل آرامش ← K | K — غلظت یون های درون و بیرون سلول به جا نشده است

اختلاف پتانسیل الکتریکی در هردو ۷۰mV است.

هدایت پیام عصبی ← ۱- قطر رشته ← هرچه قطر رشته بیشتر ← سرعت هدایت پیام عصبی ↑
۲- غلاف میلین ← حضور غلاف میلین ← هدایت گره به گره ← سرعت هدایت پیام عصبی ↑

فعّالیت ۳

وضعیت کانال‌های غشای یاختهٔ عصبی را در چهار مرحلهٔ شکل ۶ مقایسه کنید.

وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاختهٔ عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه در طول یاخته پیش می‌رود (شکل ۷).

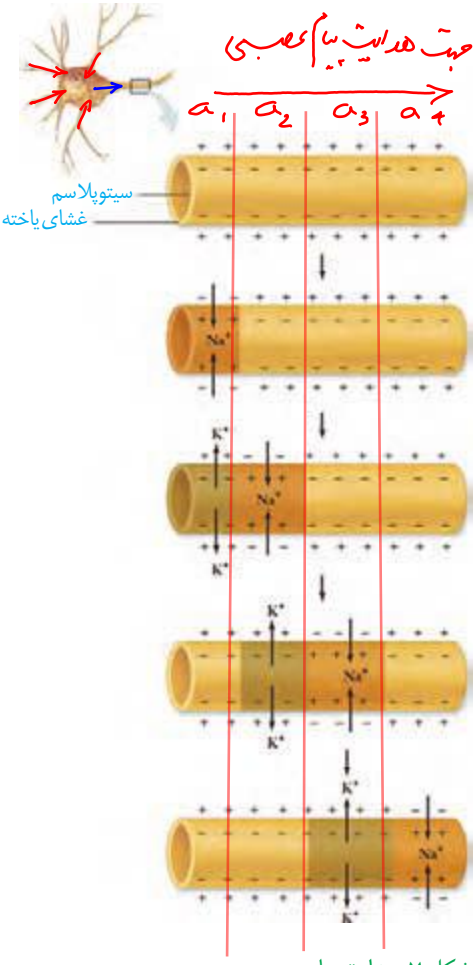
(کند) هدایت نقطه به نقطه ـــــ بدون میلین
(سریع) هدایت گره به گره ـــــ میلین دار

گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر سریع‌تر است؛ درحالی که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. دانستید در یاخته‌های عصبی میلین‌دار، گره‌های رانویه وجود دارند. در محل این گره‌ها، میلین وجود ندارد. بنابراین، در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد و پیام عصبی درون رشتهٔ 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 (شکل ۸).

سرعت ارسال پیام به ماهیچه‌های اسکلتی اهمیت زیادی دارد و بنابراین، نورون‌های حرکتی که به این ماهیچه‌ها پیام می‌فرستند، میلین‌دار هستند. کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً در بیماری **ام. اس (مالتیپل اسکلروزیس**[1]) یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی غلاف میلین می‌سازند از بین می‌روند؛ در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. اختلال در بینایی و حرکت، از عوارض این بیماری است.

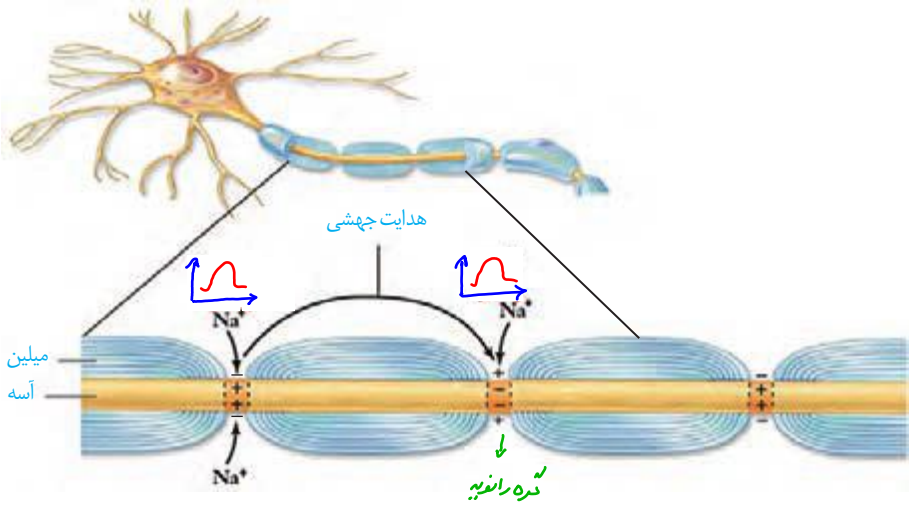
نوعی بیماری خود ایمنی
به درستی انجام نمی‌شود
تأثیر روی چشم‌ها



شکل ۷ـ هدایت پیام عصبی

بیشتر بدانید

سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی از ۰/۲ m/s در رشته‌های نازک بدون میلین تا ۱۲۰ m/s در رشته‌های میلین‌دار قطور متفاوت است.



شکل ۸ـ هدایت جهشی در نورون میلین دار

۱- Multiple Sclerosis (MS)

غلاف میلین در اقدامات سرعت هدایت (نه انتقال) پیام عصبی نقش دارد.

(تند) هدایت گره به گره ← با غلاف
(کند) هدایت نقطه به نقطه ← بدون غلاف

فعّالیت ۴

پژوهشگران براین باورند که در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد، این موضوع با هدایت جهشی چه ارتباطی دارد؟

یاخته‌های عصبی، پیام عصبی را منتقل می‌کنند

دانستید پیام عصبی در طول آسه هدایت می‌شود تا به پایانهٔ آن برسد. همان طور که در شکل ۹ می‌بینید، یاخته‌های عصبی به یکدیگر نچسبیده‌اند؛ پس چگونه پیام عصبی از یک یاختهٔ عصبی به یاختهٔ دیگر منتقل می‌شود؟

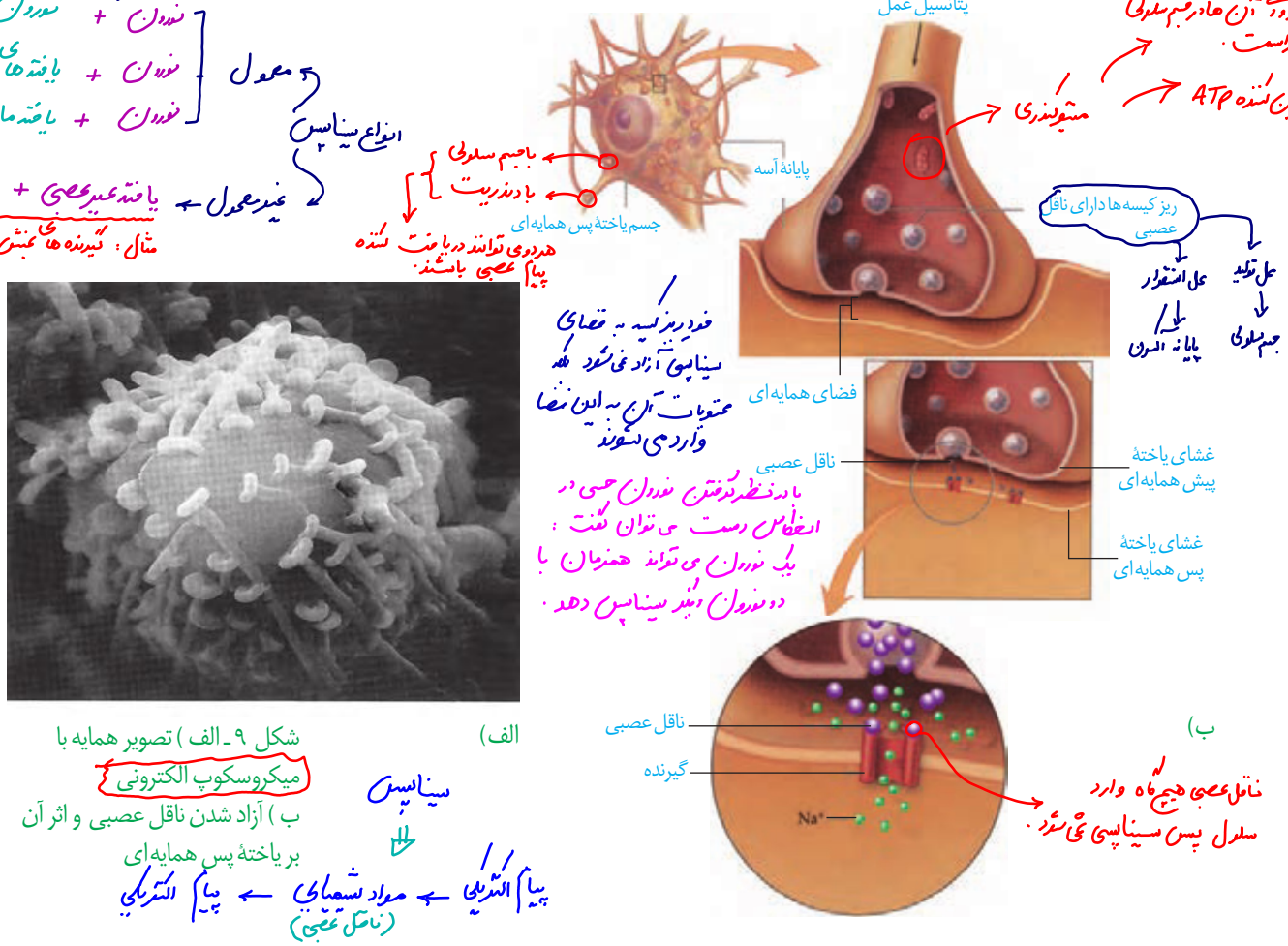
یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به‌نام **همایه (سیناپس)** برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل همایه، فضایی به نام **فضای همایه‌ای** وجود دارد. برای انتقال پیام از یاختهٔ عصبی انتقال دهنده یا یاختهٔ عصبی **پیش همایه‌ای**، ماده‌ای به نام **ناقل عصبی** در فضای همایه آزاد می‌شود. این ماده بر یاختهٔ دریافت‌کننده، یعنی یاختهٔ **پس همایه‌ای** اثر می‌کند. ناقل عصبی در یاخته‌های عصبی ساخته و درون ریز کیسه‌ها ذخیره می‌شود. وقتی پیام عصبی به پایانهٔ آسه می‌رسد، این کیسه‌ها با برون رانی، ناقل را در فضای همایه ترشح می‌کنند (شکل ۹). یاختهٔ پس همایه‌ای ممکن است یاختهٔ عصبی، یاختهٔ ماهیچه‌ای و یا یاختهٔ غده‌ای باشد.

بیشتر بدانید

بی‌حس‌کننده‌های موضعی می‌توانند از باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و درنتیجه هدایت پیام عصبی، جلوگیری کنند.

واژه‌شناسی

همایه (synapse / سیناپس) هر دو کلمه به معنای به هم پیوستن و به هم متصل شدن هستند. همایه از فعل به هم آمدن و در معنای به هم پیوستن ساخته‌شده است.



الف)

ب)

شکل ۹ـ الف) تصویر همایه با میکروسکوپ الکترونی
ب) آزاد شدن ناقل عصبی و اثر آن بر یاختهٔ پس همایه‌ای

ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس همایه‌ای، به پروتئینی به نام **گیرنده** متصل می‌شود. این پروتئین همچنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود. به این ترتیب، ناقل عصبی با تغییر نفوذ پذیری غشای یاختهٔ پس همایه‌ای به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد. براساس اینکه ناقل عصبی تحریک کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس همایه‌ای تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.

پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی مانده، باید از فضای همایه‌ای تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حدّ پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار با جذب دوبارهٔ ناقل به یاختهٔ پیش همایه‌ای انجام می‌شود. همچنین آنزیم‌هایی ناقل عصبی را تجزیه می‌کنند. تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی از دلایل بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است.

بیشتر بدانید

ثبت نوار مغزی

(الکتروآنسفالوگرافی[1]): فعالیت الکتریکی مغز را می‌توان با دستگاه الکتروآنسفالوگراف ثبت و بررسی کرد. الکترودهای دستگاه را به پوست سر متصل می‌کنند. جریان الکتریکی مغز به شکل منحنی‌های نوار مغز (الکتروآنسفالوگرام) روی نوار کاغذی، یا صفحه نمایش دستگاه ثبت می‌شود. متخصصان از این منحنی‌ها برای بررسی فعالیت‌های مغز و تشخیص بیماری‌های آن استفاده می‌کنند.

۱- Electro Encephalo Graphy (EEG)