فصل اول

۱

تنظیم عصبی

۱ یاخته‌های بافت عصبی

بافت عصبی از دو نوع یاخته تشکیل شده است: یاخته‌های عصبی و یاخته‌های پشتیبان

بررسی یاخته عصبی

مطابق شکل روبه‌رو هر یاخته عصبی از اجزای زیر تشکیل شده است:

۱- جسم یاخته‌ای:

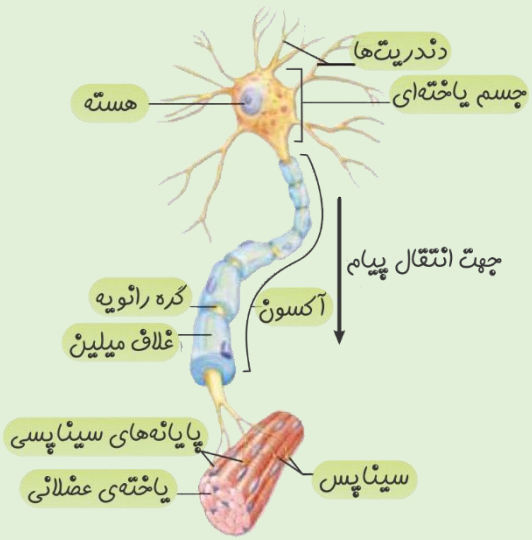
بخش اصلی یاخته بوده و دارای هسته می‌باشد.

۲- دندریت:

رشته‌هایی منشعب از جسم یاخته‌ای هستند که تعداد آنها در این شکل زیاد بوده و کوتاه هستند.

۳- آکسون:

یک رشته بلند منشعب از جسم یاخته‌ای است که بلندتر از دندریت‌ها بوده و در اطراف آن غلافی لیپیدی به نام **غلاف میلین** قرار دارد.



شکل ۱- یاختهٔ عصبی

ویژگی‌های یاخته‌های عصبی:

۱- تحریک پذیرند: یعنی عامل محرک مناسب باعث ایجاد پیام عصبی در آنها می‌شود.

۲- پیام عصبی را هدایت می‌کنند: یعنی پیام عصبی را در طول نورون و از سمت دندریت به سمت جسم یاخته‌ای و آکسون جابه‌جا می‌کنند.

۳- پیام عصبی را انتقال می‌دهند: یعنی پیام عصبی را از یک نورون به نورون یا یاخته دیگر انتقال می‌دهند.

طبق متن کتاب درسی:

دندریت: رشته‌هایی که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته‌ای یاخته عصبی وارد می‌کنند.

آکسون: رشته‌هایی که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود که پایانه آکسون نام دارد، هدایت می‌کنند.

یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها)

یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی وظایف زیر را انجام می‌دهند:

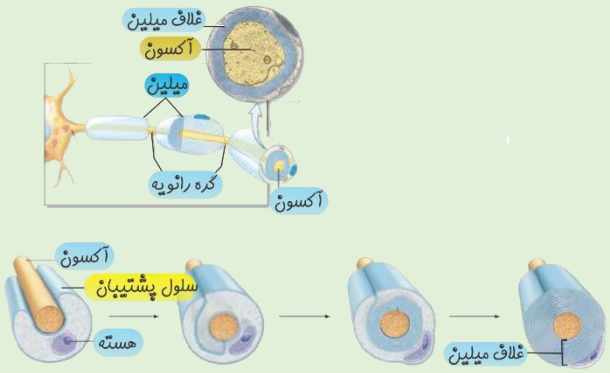
۱- تولید غلاف میلین

۲- دفاع از یاخته‌های عصبی

۳- حفظ هم ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی

غلاف میلین

غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان می‌سازند. یاخته پشتیبان به دور رشته یاخته عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد. غلاف میلین رشته‌های آکسون و دندریت بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آنها را عایق‌بندی می‌کند. غلاف میلین پیوسته نیست، بلکه در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. به این محل‌ها بریدگی غلاف میلین **گره رانویه** گفته می‌شود.



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

مطابق شکل یاخته پشتیبان با تولید غلاف میلین چندین بار آکسون یا دندریت را احاطه می‌کند. همواره هسته یاخته پشتیبان در خارجی ترین لایه قرار می‌گیرد.

▼مثال ۱) در بافت عصبی چند نوع یاخته وجود دارد؟

(مرتبط با صفحه ۲ کتاب درسی)

پاسخ *بافت عصبی دو نوع یاخته دارد: ۱- یاخته عصبی ۲- یاخته پشتیبان*

▼مثال ۲) مهم‌ترین اجزای یاخته عصبی را مشخص کنید؟

(مرتبط با صفحه ۲ کتاب درسی)

پاسخ *۱- دندریت ۲- جسم یاخته‌ای ۳- آکسون*

▼مثال ۳) نقش هر یک از اجزای زیر در یاخته عصبی را مشخص کنید؟

(مرتبط با صفحه ۲ کتاب درسی)

الف) دندریت ب) جسم یاخته‌ای ج) آکسون د) پایانه آکسون

پاسخ *الف) دندریت: رشته‌هایی که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته‌ای یاخته عصبی هدایت می‌کنند.*

ب) جسم یاخته‌ای: محل قرار گرفتن هسته و اغلب اندامک‌ها.

ج) آکسون: رشته‌هایی که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کنند.

د) پایانه آکسون: انتهای آکسون که محل انتقال پیام عصبی به یاخته دیگر است.

▼مثال ۴) ویژگی‌های یاخته عصبی کدامند؟

(مرتبط با صفحه ۲ کتاب درسی)

پاسخ الف) تحریک پذیری ب) هدایت پیام عصبی ج) انتقال پیام عصبی

▼مثال ۵) **یاخته‌های پشتیبان در کدام فعالیت یاخته عصبی مؤثرند؟**

(مرتبط با صفحه ۲ کتاب درسی)

پاسخ ۱- تولید غلاف میلین ۲- دفاع از یافته عصبی ۳- حفظ هم ایستایی مایع اطراف یافته‌های عصبی

▼مثال ۶) **در مورد غلاف میلین، به سؤالات زیر پاسخ دهید؟**

(مرتبط با صفحه ۲ کتاب درسی)

الف) توسط کدام یاخته‌ها تولید می‌شود؟

ب) نقش آن چیست؟

ج) کدام بخش‌های یاخته عصبی را عایق‌بندی می‌کنند؟

پاسخ الف) یاخته‌های پشتیبان ب) عایق‌بندی رشته‌های یافته عصبی ج) دندریت و آکسون

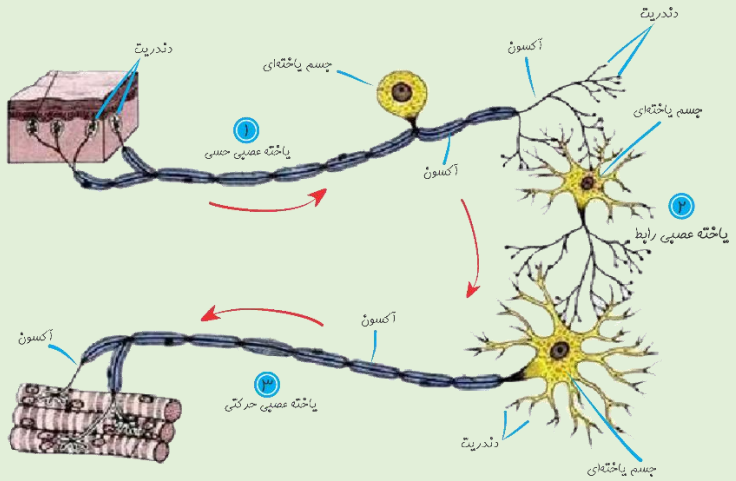
انواع یاخته‌های عصبی

یاخته‌های عصبی از نظر کاری که انجام می‌دهند به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- یاخته‌های عصبی حسی: کار این یاخته‌ها هدایت پیام حسی از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی یعنی مغز و نخاع می‌باشد.

۲- یاخته‌های عصبی حرکتی: این یاخته‌ها پیام‌ها را از بخش مرکزی به سوی اندام‌ها مثل ماهیچه‌ها و غده‌ها می‌برند.

۳- یاخته‌های عصبی رابط:این یاخته‌ها در مغز و نخاع قرار دارند و نقش آنها ایجاد ارتباط بین یاخته‌های عصبی است.



شکل ۳- انواع نورون‌ها

▼مثال ۷) **هر یک از ویژگی‌های زیر مربوط به کدام نوع نورون است؟**

(مرتبط با صفحه ۳ کتاب درسی و شکل ۳)

الف) داشتن آکسون بلند و دندریت کوتاه

ب) داشتن میلین هم در آکسون و هم در دندریت

پ) نورونی که فقط در دستگاه عصبی مرکزی یافت می‌شود.

پاسخ الف) رابط و حرکتی ب) حسی پ) رابط

▼مثال ۸) انواع یاخته‌های عصبی را نام ببرید؟

(مرتبط با صفحه ۳ کتاب درسی)

پاسخ *یاخته‌های عصبی حسی- یاخته‌های عصبی حرکتی- یاخته‌های عصبی رابط*

▼مثال ۹) نقش هر یک از انواع یاخته‌های عصبی را ذکر کنید؟

(مرتبط با صفحه ۳ کتاب درسی)

پاسخ *یاخته‌های عصبی حسی: انتقال پیام عصبی از گیرنده حس به مغز و نخاع.*
یاخته‌های عصبی حرکتی: انتقال پیام عصبی از مغز و نخاع به اندام‌ها مانند ماهیچه‌ها.
یاخته عصبی رابط: برقراری ارتباط بین یاخته‌های عصبی.

▼مثال ۱۰) درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص نمائید.

(مرتبط با صفحه‌های ۲ و ۶ کتاب درسی - تبریز- مضرت رقیه)

الف) تمام نورون ها دارای غلاف میلین اند.
ب) میلین فقط حول اکسون می تواند ایجاد گردد.
پ) میلین توسط یاخته های پشتیبان تولید می گردد.
ت) غلاف میلین پوشش یکنواختی حول اکسون و دندریت ایجاد می کند.
ث) در سرعت هدایت پیام علاوه بر میلین،قطر تار عصبی نیز دخالت دارد.

پاسخ *الف) نادرست ب) نادرست پ) درست ت) نادرست ث) درست*

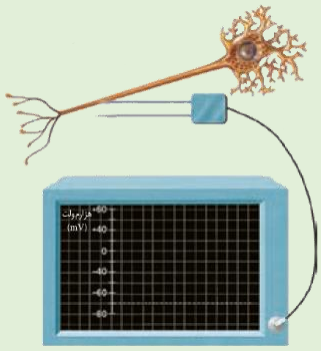
▼مثال ۱۱) چرا هدایت پیام در نورون های میلین دار سریع تر است؟

(مرتبط با صفحه ۶ کتاب درسی - مشهد- مریم)

پاسخ *زیرا پیام در طی هدایت از یک گره رانویه به گره رانویه دیگر جهش می کند.*

پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

عامل ایجاد پیام عصبی تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاخته عصبی است. مقدار یون‌ها در دو طرف غشا یکسان نیست و این امر باعث ایجاد اختلاف بار الکتریکی در دو سوی غشا شده و در نهایت سبب ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌شود.



شکل ۴- اندازه‌گیری اختلاف‌پتانسیل‌الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی با ولت‌متر بسیار حساس

پتانسیل آرامش

زمانی که یاخته عصبی در حال استراحت است، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیل در حدود ۷۰- میلی ولت وجود دارد. به این اختلاف پتانسیل، **پتانسیل آرامش** گفته می‌شود.

عامل ایجاد پتانسیل آرامش تراکم یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشاست. در حالت آرامش مقدار یون سدیم در بیرون غشا

نسبت به درون بیشتر است و برعکس، مقدار یون پتاسیم در درون یاخته نسبت به بیرون بیشتر است.

خارج غشا $[Na^+]$زیاد $[K^+]$ کم

داخل غشا $[K^+]$ زیاد $[Na^+]$کم

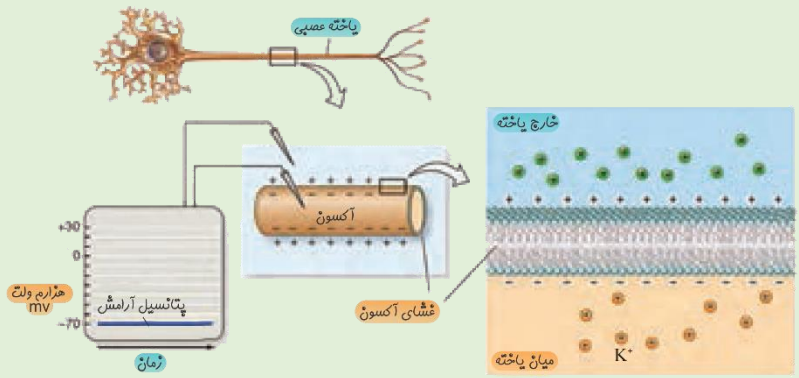
انواعی از مولکول‌های پروتئینی در غشای یاخته‌های عصبی وجود دارند که به عبور یون‌های Na^+ و K^+ از غشا کمک می‌کنند که عبارتند از:

الف) کانال‌های نشتی

این کانال‌های پروتئینی همیشه باز بوده و یون‌ها را براساس شیب غلظت و با فرآیند انتشار تسهیل شده جابه‌جا می‌کنند. به این صورت که یون سدیم را به درون یاخته عصبی وارد می‌کنند و یون پتاسیم از آن خارج‌می‌کنند. با توجه به این که غشا به یون پتاسیم نفوذ پذیری بیشتری دارد، تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر است.

ب) پمپ سدیم-پتاسیم: این پمپ پروتئینی یون‌ها را با مصرف انرژی (*ATP*) و برخلاف شیب غلظت جابه‌جا می‌کند. به این صورت که در هر بار فعالیت، سه یون سدیم را از یاخته عصبی خارج کرده و دو یون پتاسیم را به درون آن وارد می‌کند.

نکته: فعالیت کانال‌های نشتی و پمپ سدیم- پتاسیم برعکس یکدیگر است.



شکل ۵- کانال باز و پمپ سدیم پتاسیم در غشای یاخته عصبی

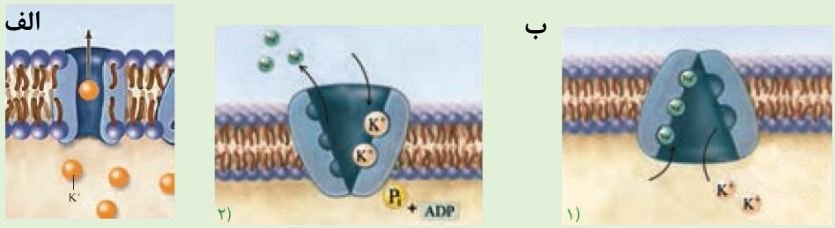
با توجه به شکل سمت چپ:

در حالت آرامش بیرون غشا دارای بارالکتریکی مثبت و درون غشا دارای بارالکتریکی منفی است.

با توجه به شکل سمت راست:

۱- کانال‌های همیشه باز در جهت شیب غلظت عمل می‌کنند و با فرآیند انتشار تسهیل شده و بدون مصرف انرژی یون‌ها را در هر دو جهت انتقال می‌دهند.

۲- پمپ سدیم- پتاسیم بر خلاف شیب غلظت مواد عمل می‌کند. بنابراین فعالیت آن از نوع انتقال فعال است و با مصرف انرژی (*ATP*) همراه است.



۳- *ATP* در سطح درونی غشا تجزیه می‌شود.

▼ مثال ۱۲) کار پمپ سدیم- پتاسیم و کانال‌های نشتی را با هم مقایسه کنید.

(مرتبط با صفحه ۴ کتاب درسی)

پاسخ

	مصرف ATP	روش انتقال	وابستگی به شیب غلظت
پمپ سریم-پتاسیم	+	انتقال فعال	–
کانال همیشه باز	–	انتشار	+

▼ مثال ۱۳) چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آنها کمتر است؟

(مرتبط با صفحه ۴ کتاب درسی)

پاسخ دلیل اصلی آن فعالیت پمپ سریم-پتاسیم است که به ازای هر بار فعالیت یک بار مثبت (Na^+) از داخل کم و به خارج اضافه می‌کند.

پتانسیل عمل

وقتی که یاخته عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک اختلاف پتانسیل بین دو طرف غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند، به این صورت که داخل یاخته مثبت می‌شود. به این تغییر **پتانسیل عمل** گفته می‌شود.

چگونگی ایجاد پتانسیل عمل

در غشای یاخته عصبی علاوه بر کانال‌های نشتی و پمپ سدیم-پتاسیم پروتئین‌های دیگری به نام کانال دریچه‌دار وجود دارند. این کانال‌ها با تغییر ولتاژ فعالیت می‌کنند و یون‌ها را در دو سوی غشا جابجا می‌کنند. دو نوع کانال دریچه‌دار سدیمی و کانال دریچه‌دار پتاسیمی در غشای یاخته عصبی وجود دارند که عامل ایجاد پتانسیل عمل هستند.

وقتی غشای یاخته تحریک می‌شود، ابتدا کانال‌های دریچه دار سدیمی باز می‌شوند و یون سدیم که در بیرون غشا زیاد است با فرآیند انتشار تسهیل شده وارد یاخته می‌شود و بار الکتریکی درون یاخته را مثبت می‌کند.

پس از مدت کوتاهی، کانال دریچه دار سدیمی بسته می‌شود و سپس کانال دریچه دار پتاسیمی باز می‌شود و به دنبال آن یون‌های پتاسیمی که در داخل زیاد هستند با انتشار تسهیل شده از یاخته خارج می‌شوند و پس از مدت کوتاهی این کانال‌ها نیز بسته می‌شوند. مقدار ورود سدیم با خروج پتاسیم برابر است، بنابراین پتانسیل غشا دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد.

▼ مثال ۱۴) در مورد پتانسیل آرامش به سؤالات زیر پاسخ دهید.

(مرتبط با صفحه‌های ۳ و ۴ کتاب درسی – اهوا(– هدف)

الف) در چه زمان به اختلاف پتانسیل طرفین غشا نورون،پتانسیل آرامش گویند؟

ب) در پتانسیل آرامش اختلاف پتانسیل طرفین غشا چگونه است؟

پ) در این پتانسیل کدام یون درون یاخته و کدام یون بیرون نورون تراکم زیاد دارد؟

ت) در این زمان غشا نسبت به کدام یون نفوذپذیرتر است؟

پاسخ

الف) زمانی که نورون در حال فعالیت عصبی نیست.

ب) پتانسیل درون یافته نسبت به خارج منفی است.

پ) یون پتاسیم درون یافته و یون سریم بیرون یافته تجمع زیاد دارند.

ت) پتاسیم.

▼ مثال ۱۵) در مورد پتانسیل عمل به سؤالات زیر پاسخ دهید.

(مرتبط با صفحه ۵ کتاب درسی – تهران- تلاش)

الف) پتاتسیل عمل را تعریف کنید.

ب) پتانسیل عمل دارای چند مرحله است؟

پ) در مرحله ی بالارو پتانسیل درون نسبت به بیرون چه تغییری می کند و علت آن چیست؟

ت) در مرحله ی پایین رو پتانسیل درون نسبت به بیرون چه تغییری می کند و علت آن چیست؟

ت) چرا در پایان پتانسیل عمل فعالیت پمپ سدیم – پتاسیم بیشتر می شود؟

پاسخ

الف)تغییر ناگهانی، شدید و برگشت پزیرافتلاف پتانسیل بین دو سوی غشا

ب) مرحله بالارو(شروع پتانسیل عمل) و مرحله پایین رو(ادامه پتانسیل عمل)

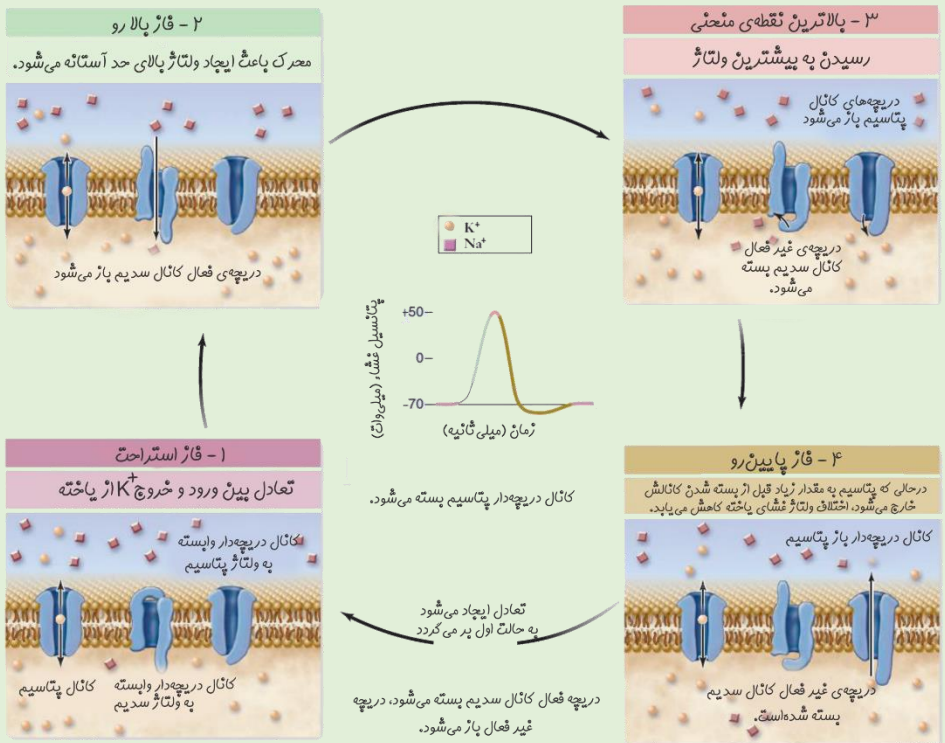
پ) دراین مرحله داخل یافته نسبت به بیرون مثبت می شود که علت آن باز شدن کانال دریچه دار سدیم و ورود یون سدیم به نورون است.

ت) در مرحله ی پایین رو مجدداً داخل نسبت به بیرون منفی می گردد که علت آن باز شدن کانال دریچه دار پتاسیم و خروج یون پتاسیم از نورون است.

ث) فعالیت بیشتر پمپ سدیم- پتاسیم،یون های سدیم وارد شده به نورون را خارج نموده و یون های پتاسیم خارج شده را مجدداً به درون نورون باز می‌گرداند.

نکته: فعالیت کانال‌های دریچه دار سدیمی و پتاسیمی باعث تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشا می‌شود.

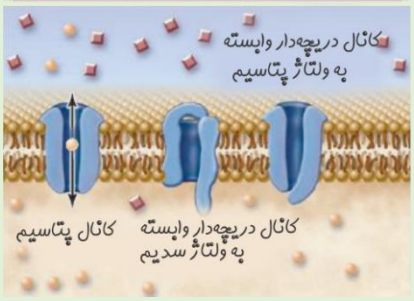
در پایان فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم، با خارج کردن یون‌های سدیم اضافی که وارد یاخته شده‌اند و برگرداندن یون‌های پتاسیمی که خارج شده بودند، شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم را به حالت آرامش برمی‌گرداند.



شکل ۶- چگونگی ایجاد پتانسیل عمل

۱ – فاز استراحت

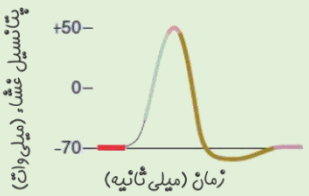
تعادل بین ورود و خروج K^+ از یاخته



پتانسیل استراحت

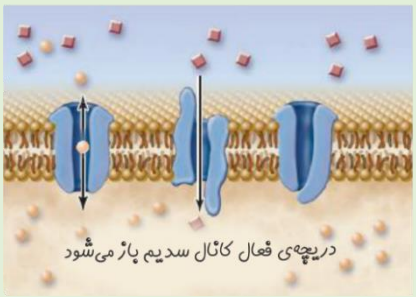
کانال‌های نشتی ← باز

کانال‌های دریچه‌دار ← بسته



۲ – فاز بالا رو

محرک باعث ایجاد ولتاژ بالای حد آستانه می‌شود.

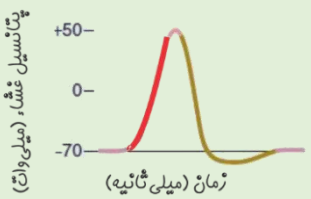


مرحله بالارو

کانال‌های نشتی ← باز

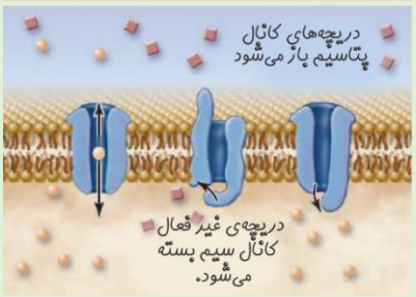
کانال‌های دریچه‌دار Na ← باز

کانال‌های دریچه‌دار K ← بسته



۳ – بالاترین نقطه‌ی منحنی

رسیدن به بیشترین ولتاژ

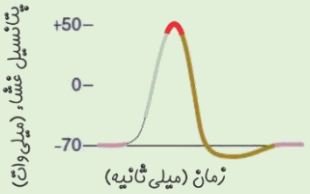


بالای نمودار

کانال‌های نشتی ← باز

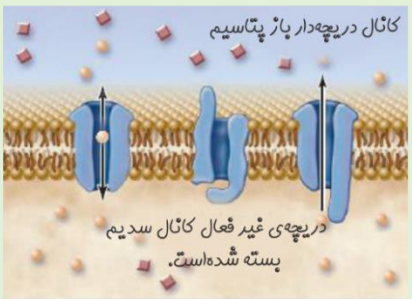
کانال‌های دریچه‌دار Na ← بسته

کانال‌های دریچه‌دار K ← بسته



۴ – فاز پایین‌رو

درحالی که پتاسیم به مقدار زیاد قبل از بسته شدن کانالش خارج می‌شود، اختلاف ولتاژ غشای یاخته کاهش می‌یابد.

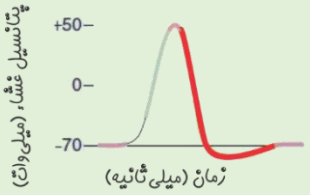


مرحله پایین‌رو

کانال‌های نشتی ← باز

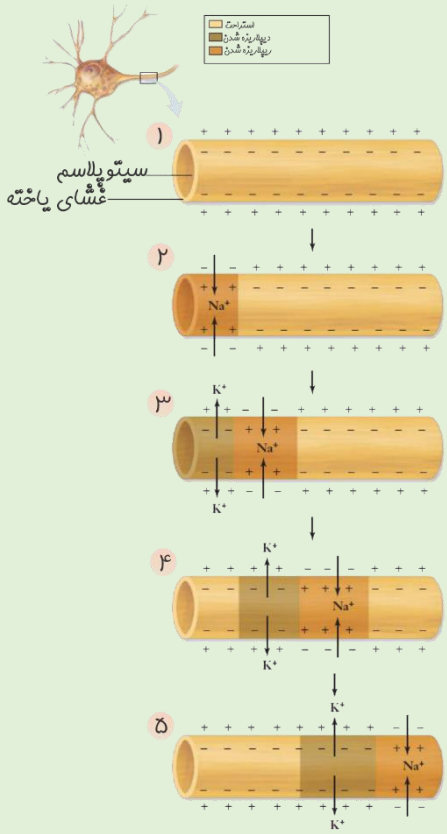
کانال‌های دریچه‌دار Na ← بسته

کانال‌های دریچه‌دار K ← باز



پیام عصبی: پتانسیل عمل پس از ایجاد در یک نقطه از یاخته عصبی، نقطه به نقطه به پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی برسد. به این جریان، **پیام عصبی** گفته می‌شود.

بررسی شکل



شکل ۷- هدایت پیام عصبی

۱- در شکل ۱ یاخته عصبی در حالت پتانسیل آرامش قرار دارد. داخل غشا دارای بار منفی و خارج غشا دارای بار مثبت است.

۲- در شکل ۲ تحریک ایجاد می‌شود. در محل تحریک کانال دریچه‌دار سدیم باز می‌شود و مقدار زیادی سدیم وارد شده و داخل یاخته بار مثبت پیدا می‌کند.

۳- در شکل ۳ پس از جابجایی پیام عصبی به سمت راست، در محل قبلی کانال دریچه‌دار Na^+ بسته و کانال دریچه‌دار K^+ باز می‌شود و داخل یاخته بار دیگر منفی می‌شود.

۴- در شکل‌های ۴ و ۵ جابه‌جایی به سمت راست ادامه می‌یابد و پیام عصبی ایجاد می‌شود.

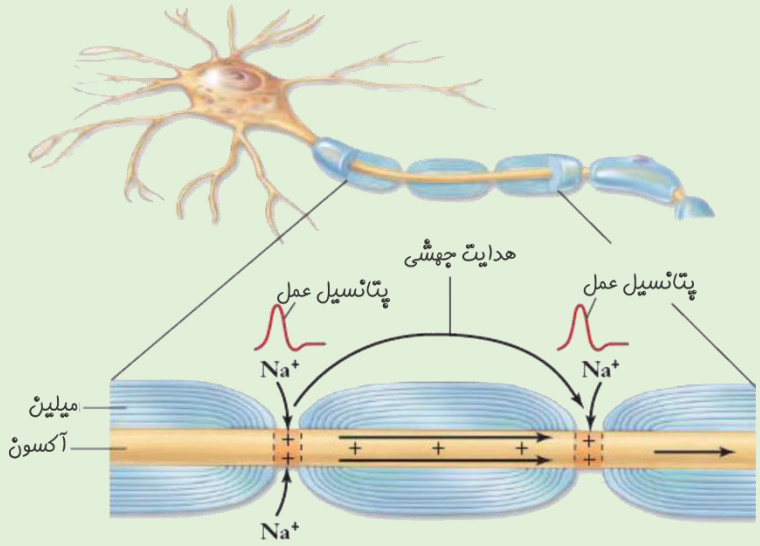
نکته: مطابق شکل‌های فوق؛ با هر بار تحریک، یون‌های سدیم وارد یاخته عصبی شده و یون‌های پتاسیم از آن خارج می‌شوند. بعد از پتانسیل عمل پمپ سدیم-پتاسیم غلظت یون‌ها را به حالت آرامش برمی‌گرداند.

گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی تحت تأثیر دو عامل قرار دارد:

یکی وجود میلین و دیگری قطر رشته.

هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین دار سریعتر است. میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. در محل گره‌های رانویه میلین وجود ندارد و غشای رشته در آن نقاط با محیط بیرون یاخته (مایع بین یاخته ای) ارتباط دارد. در محل گره‌های رانویه پتانسیل عمل ایجاد شده و پیام عصبی از یک گره به گره دیگر پرش می‌کند و به این نوع هدایت، **هدایت جهشی** می‌گویند.



شکل ۹- هدایت جهتی در نورون میلین دار

نکته: نورون‌های حرکتی در ماهیچه‌های اسکلتی به علت اهمیت زیاد سرعت پیام عصبی، میلین‌دار هستند.

در بیماری *MS*:

۱- یاخته‌های پشتیبان سیستم عصبی مرکزی از بین می‌روند.

۲- میلین ساخته نمی‌شود.

۳- ارسال پیام عصبی دچار اختلال می‌شود.

۴- بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی حسی و لرزش می‌شود.

با توجه به شکل می‌توان گفت که:

۱- کانال‌های دریچه دار در محل گره‌های رانویه باز و بسته می‌شوند.

۲- در محل‌هایی دارای غلاف میلین است، در داخل بار مثبت ایجاد می‌شود و هدایت پیوسته صورت می‌گیرد.

▼ مثال ۱۶) درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص کنید؟

(مرتبط با صفحه‌های ۲ و ۶ کتاب درسی)

الف) تمام بخش‌های نورون غلاف میلین دارد.

ب) میلین فقط اطراف آکسون تشکیل می‌شود.

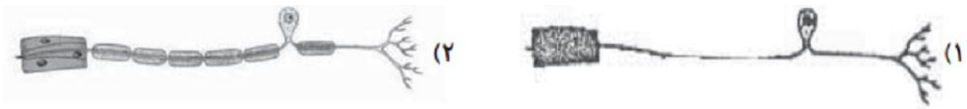
پ) در سرعت هدایت فقط غلاف میلین مؤثر است.

پاسخ *الف) نادرست* *ب) نادرست* *پ) نادرست*

▼ مثال ۱۷) لطفاً پاسخ دهید.

(مرتبط با صفحه ۶ کتاب درسی – شهریور)

الف) سرعت هدایت پیام عصبی در کدام یک از نورون های زیر بیشتر است؟علت را بنویسید.



ب) انتقال دهنده ی عصبی پس ازرسیدن به نورون پس سیناپسی،چه نوع تغییراتی در پتانسیل الکتریکی آن می شوند؟

پاسخ *الف) نورون ۲ زیرا میلین‌دار است.*

ب) می‌تواند باعث افزایش یا کاهش اختلاف پتانسیل آن گردد که در جهت مهار یا فعال کردن آن می‌شود.

▼ مثال ۱۸) وضعیت کانال‌های غشا یاخته عصبی را در ٤ مرحله شکل ۷، مقایسه کنید.

(مرتبط با صفحه ۵ کتاب درسی و شکل ۷)

پاسخ *این مقایسه در کنار هر شکل در متن صورت گرفته است.*

	وضعیت آرامش	مرحله بالارو	اوج نمودار	مرحله پایین رو
کانال نشتی	باز	باز	باز	باز
کانال دریچه دار Na	بسته	باز	بسته	بسته
کانال دریچه دار k	بسته	بسته	بسته	باز

▼ مثال ۱۹) گفته می‌شود در گره‌های رانویه تعداد زیادی کانال ولتاژی وجود دارد، ولی در فاصله بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارد. این موضوع با هدایت جهش چه ارتباطی دارد؟

(مرتبط با صفحه ۶ کتاب درسی)

پاسخ *این امر باعث می‌شود که پتانسیل عمل فقط در گره‌های رانویه ایجاد شود.*

▼ مثال ۲۰) عامل ایجاد پیام عصبی چیست؟

(مرتبط با صفحه ۵ کتاب درسی)

پاسخ *عامل ایجاد پیام عصبی یکسان نبودن مقدار یون‌ها در دو سوی غشا است.*

▼ مثال ۲۱) در ارتباط با پتانسیل آرامش موارد زیر را مشخص کنید.

(مرتبط با صفحه‌های ۳ و ۴ کتاب درسی)

الف) میزان آن دردو سوی غشا چگونه است؟

ب) وضعیت بار الکتریکی داخل و خارج غشا چگونه است؟

ج) تراکم یون سدیم در خارج نسبت به داخل غشا چگونه است؟

د) تراکم یون پتاسیم در خارج نسبت به داخل غشا چگونه است؟

پاسخ

الف) ۷۰– میلی ولت

ب) داخل بارالکتریکی منفی و خارج بار مثبت دارد.

ج) تراکم یون سدیم در خارج از داخل بیشتر است.

د) تراکم یون پتاسیم در خارج از داخل کمتر است.

▼مثال ۲۲) علت نفوذپذیری بیشتر غشا به یون پتاسیم چیست؟

(مرتبط با صفحه‌های ۴ و ۵ کتاب درسی)

پاسخ

تعداد کانال‌های همیشه باز انتقال دهنده پتاسیم نسبت به سدیم بیشتر است.

▼مثال ۲۳) در ارتباط با پمپ سدیم- پتاسیم مشخص کنید که:

(مرتبط با صفحه ۴ کتاب درسی)

الف) جزو کدام پروتئین‌های غشا یاخته است؟

ب) در هر بار فعالیت چه تعداد یون از کدام نوع و به کدام سو منتقل می‌کند؟

ج) جهت انتقال یون‌ها چگونه است؟

د) انرژی مورد نیاز پمپ از کجا تأمین می‌شود؟

پاسخ

الف) پروتئین‌های سراسری

ب) ۵یون، شامل ۳ سدیم به خارج، ۲ پتاسیم، به داخل منتقل می‌کند.

ج) جهت انتقال برخلاف شیب غلظت است.

د) از ATP

▼مثال ۲۴) جهت انتقال یون‌ها در کانال نشتی همواره ... .

(مرتبط با صفحه ۴ کتاب درسی)

۱) به سمت خارج یاخته است. **۲) به سمت داخل یاخته است.**

۳) به مصرف انرژی وابسته است. **٤) در جهت شیب غلظت است.**

پاسخ

کانال‌های نشتی در جهت شیب غلظت عمل می‌کنند و نیازی به مصرف انرژی ندارند.

گزینه ۴ صحیح است.

▼مثال ۲۵) اگر در غشای یاخته عصبی فقط کانال‌های همیشه باز فعال باشند، نتیجه نهایی چه خواهد بود؟

(مرتبط با صفحه‌های ۴ و ۵ کتاب درسی)

پاسخ

نتیجه نهایی فعالیت کانال‌های همیشه باز یکسان شدن تراکم مواد در دو سوی غشا می‌باشد.

▼مثال ۲۶) عامل ایجاد کننده پتانسیل عمل چیست؟

(مرتبط با صفحه ۵ کتاب درسی)

پاسخ

عامل ایجاد کننده پتانسیل عمل کانال‌های دریچه‌دار هستند.

▼مثال ۲۷) وضعیت باز و بسته شدن کانال‌های ولتاژی سدیم و پتاسیم در هنگام پتانسیل عمل به ترتیب چگونه است؟

(مرتبط با صفحه ۵ کتاب درسی)

پاسخ

۱) باز شدن کانال دریچه‌دار سدیم ۲) بسته شدن کانال دریچه‌دار سدیم

۳) باز شدن کانال دریچه‌دار پتاسیم ۴) بسته شدن کانال دریچه‌دار پتاسیم

▼مثال ۲۸) وضعیت باز و بسته شدن کانال‌های دریچه دار در هر یک مراحل پتانسیل عمل در جدول زیر نشان دهید؟

(مرتبط با صفحه ۵ کتاب درسی)

	وضعیت آرامش	مرحله بالارو	اوج نمودار	مرحله پایین رو
کانال دریچه‌دار سدیم				
کانال دریچه‌دار پتاسیم				

پاسخ کانال دریچه‌دار سریم⇐ بسته، باز، بسته، بسته.

کانال دریچه‌دار پتاسیم⇐ بسته، بسته، بسته، باز.

▼مثال ۲۹) پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

(مرتبط با صفحه ۶ کتاب درسی)

پاسخ وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود، تا به انتهای رشته عصبی برسد، این جریان را پیام عصبی می‌نامند.

▼مثال ۳۰) با فرض وقوع یک تحریک در یک یاخته عصبی:

(مرتبط با صفحه ۵ کتاب درسی)

الف) کدام یون وارد یاخته می‌شود؟

ب) کدام یون از یاخته خارج می‌شود؟

ج) چگونه یون‌ها به حالت اولیه خود برمی‌گردند؟

پاسخ الف) سریم ب) پتاسیم ج) با فعالیت پمپ سریم-پتاسیم

▼مثال ۳۱) فرض کنید دو رشته عصبی داریم که قطر یکسان دارند و یکی از آنها میلین دار و دیگری بدون میلین است، هدایت پیام عصبی در کدام یک سریعتر است؟ چرا؟

(مرتبط با صفحه ۶ کتاب درسی)

پاسخ هدایت پیام عصبی در رشته میلین دار سریعتر است، زیرا دارای هدایت جهشی است.

▼مثال ۳۲) در ارتباط با گره‌های رانویه موارد زیر را مشخص کنید:

(مرتبط با صفحه ۶ کتاب درسی)

الف) علت ایجاد آنها چیست؟

ب) چه تأثیری در هدایت جریان عصبی دارند؟

پاسخ الف) عدم وجود غلاف میلین ب) افزایش سرعت هدایت

یاخته‌های عصبی، پیام عصبی را منتقل می‌کنند

پیام عصبی در طول آکسون هدایت شده و به پایانه آکسون می‌رسد. در پایانه آکسون انتقال از یک یاخته عصبی به یاخته دیگر صورت می‌گیرد اما یاخته‌ها در محل انتقال به هم چسبیده نیستند. یاخته‌های عصبی در محل‌های ویژه ای به نام **سیناپس** با هم ارتباط دارند.

در ارتباط با سیناپس به اصطلاحات زیر توجه کنید:

۱- فضای سیناپسی: به فضای بین یاخته‌های عصبی در محل سیناپس گفته می‌شود.

۲- یاخته عصبی پیش سیناپسی: به یاخته عصبی گفته می‌شود که پیام عصبی را به محل سیناپس می‌آورد.