

چپ سدیم - پتاسیم:

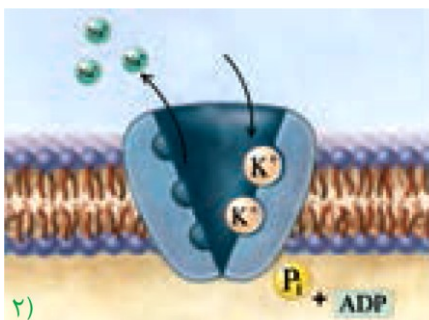
نکته ۱: این پمپ با انتقال فعال، در خلاف شیب غلظت و با صرف انرژی (ATP) ابتدا سه عدد یون سدیم از سلول خارج و سپس دو عدد پتاسیم وارد سلول می‌کند. نوعی پروتئین سراسری و در عرض غشاء تمام یاخته‌های عصبی و همچنین در غشاء یاخته‌های غیرعصبی مانند یاخته‌های ماهیچه‌ای و گویچه‌های خونی و ... وجود دارد. پروتئین‌های غشایی توسط ریبوزوم (رنا تن) های روی شبکه آندوپلاسمی زبر در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند و پس از عبور از شبکه آندوپلاسمی و گلژی در غشاء یاخته قرار می‌گیرند.

نکته ۲: پمپ سدیم پتاسیم نقش آنژیومی دارد و با دخالت نوعی ترکیب فسفات‌دار (ATP)، تغییری در ساختار پمپ سدیم پتاسیم ایجاد می‌شود. ضمن فعالیت این پمپ ATP و آب مصرف و ADP و فسفات تولید می‌شود. جایگاه اتصال ATP به پمپ، در سطح داخل سلول و در سمت جایگاه اتصال پتاسیم قرار دارد.

نکته ۳: در پی تغییر شکل گذرای پمپ سدیم - پتاسیم، تمایل این آنژیوم به پیش‌ماده‌ها یش عوض می‌شود. ابتدا سه عدد سدیم و ATP به جایگاه اتصال خود در پمپ متصل می‌شوند، سپس با فعالیت آنژیومی، ATP تجزیه می‌شود و پمپ تغییر وضعیت می‌دهد و سه عدد سدیم با انتقال فعال و برخلاف شیب غلظت از سیتوپلاسم (میان یاخته) خارج و وارد مایع بین‌یاخته‌ای (آب میان‌بافتی) می‌شود. بعد از خروج سدیم، دو عدد پتاسیم به جایگاه خود متصل می‌شوند و فسفات از پمپ جدا می‌شود، و سپس پمپ تغییر وضعیت می‌دهد و دو عدد پتاسیم برخلاف شیب غلظت از مایع بین یاخته‌ای وارد میان یاخته (سیتوپلاسم) می‌شود.

نکته ۴: پمپ سدیم - پتاسیم نقش آنژیومی دارد و همه آنژیوم‌ها اختصاصی عمل می‌کنند. ضمن فعالیت این پمپ ATP و آب مصرف، ADP و فسفات تولید می‌شود. پمپ سدیم - پتاسیم، نمی‌تواند یون با بار منفی را جابه‌جا کند، با صرف هر ATP، پنج یون با بار مثبت جابه‌جا می‌کند. در غشای نوروها این پمپ پیوسته فعال است و مقدار سدیم میان یاخته (داخل سلول) را کاهش و سدیم آب میان‌بافتی را افزایش می‌دهد. در عوض مقدار پتاسیم میان یاخته (سیتوپلاسم) را افزایش و پتاسیم آب میان‌بافتی را کاهش می‌دهد.

نکته ۵: در کم‌کاری تیروئید و در دیابت شیرین به علت کاهش سوخت گلوکز، و یا در مسمومیت با سیانید و مونوکسیدکربن تولید ATP کاهش می‌یابد، و فعالیت پمپ کاهش می‌یابد، چون سدیم از سلول خارج نمی‌شود، سدیم داخل سلول یعنی میان یاخته (سیتوپلاسم) افزایش می‌یابد و چون پتاسیم وارد سلول نمی‌شود، پتاسیم میان یاخته (سیتوپلاسم) کاهش می‌یابد.



حالت آرامش:



پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاخته عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشاء یکسان نیستند، بار الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. وقتی یاخته عصبی تحریک نشده باشد (حالت آرامش)، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود -70 میلی ولت برقرار است. این اختلاف پتانسیل را **پتانسیل آرامش** می‌نامند. **در غشه یاخته‌ها مولکول‌هایی پروتئینی وجود دارند که یون‌های سدیم و پتاسیم را از غشه عبور می‌دهند.**

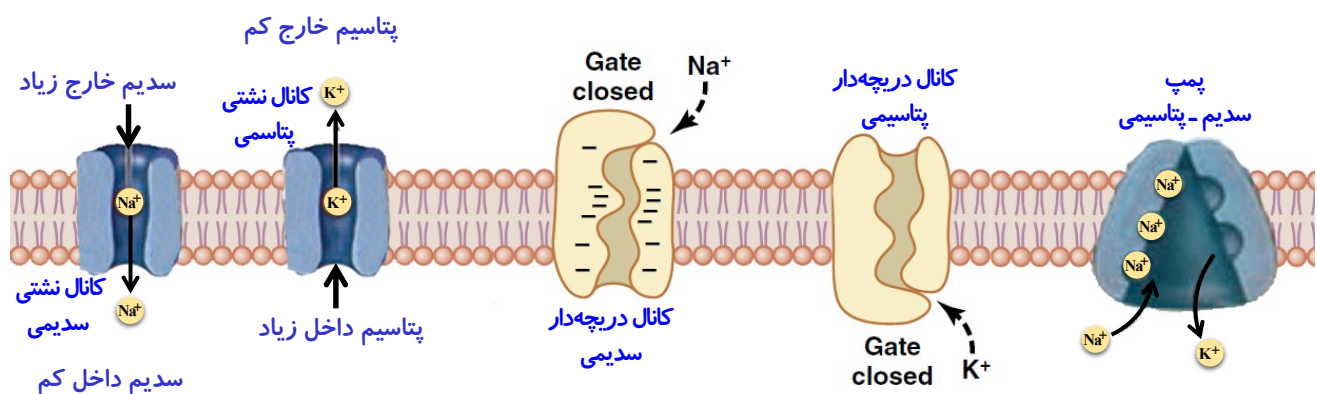
۱) در حالت آرامش مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاخته عصبی زنده از داخل آن بیشتر است. برای همین Na^+ با انتشار تسهیل شده در جهت شیب غلظت، بدون صرف انرژی به صورت غیرفعال از طریق مولکول‌های پروتئینی به نام **کانال‌های نشتی (کانال‌های بدون دریچه و همیشه باز)** از مایع بین یاخته‌ای وارد میان یاخته (سیتوپلاسم) می‌شود. توجه کنید که یون‌ها انتشار ساده ندارند.

۲) در حالت آرامش مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته عصبی از بیرون آن بیشتر است. برای همین یون‌های K^+ از طریق **کانال‌های نشتی (بدون دریچه یا همیشه باز)** با انتشار تسهیل شده در جهت شیب غلظت، بدون صرف انرژی به صورت غیرفعال از میان یاخته (سیتوپلاسم) خارج می‌شوند و وارد آب میان‌بافتی (مایع بین یاخته‌ای) می‌شوند. **تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از یون‌های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.**

۳) در حالت آرامش کانال دریچه دار (ولتاژی) سدیمی و کانال دریچه دار (ولتاژی) پتاسیمی هر دو بسته اند.

۴) در هر شرایطی پمپ سدیم - پتاسیم به صورت پیوسته فعال است.

نکته: در هر شرایطی (چه حالت آرامش و چه پتانسیل عمل) سدیم خارج سلول از داخل سلول (میان یاخته یا سیتوپلاسم) بیشتر است و پتاسیم داخل سلول از خارج سلول بیشتر است. چون کانال‌های نشتی همیشه باز هستند و پمپ هم پیوسته فعال است، بنابراین **در هر شرایطی سدیم و پتاسیم هم وارد سلول و هم از سلول خارج می‌شود.** سدیم در جهت شیب غلظت بدون صرف انرژی با انتشار تسهیل به کمک کانال‌های نشتی وارد و برخلاف شیب غلظت با صرف انرژی با انتقال فعال به کمک پمپ از یاخته خارج می‌شود. (پتاسیم برعکس است.)



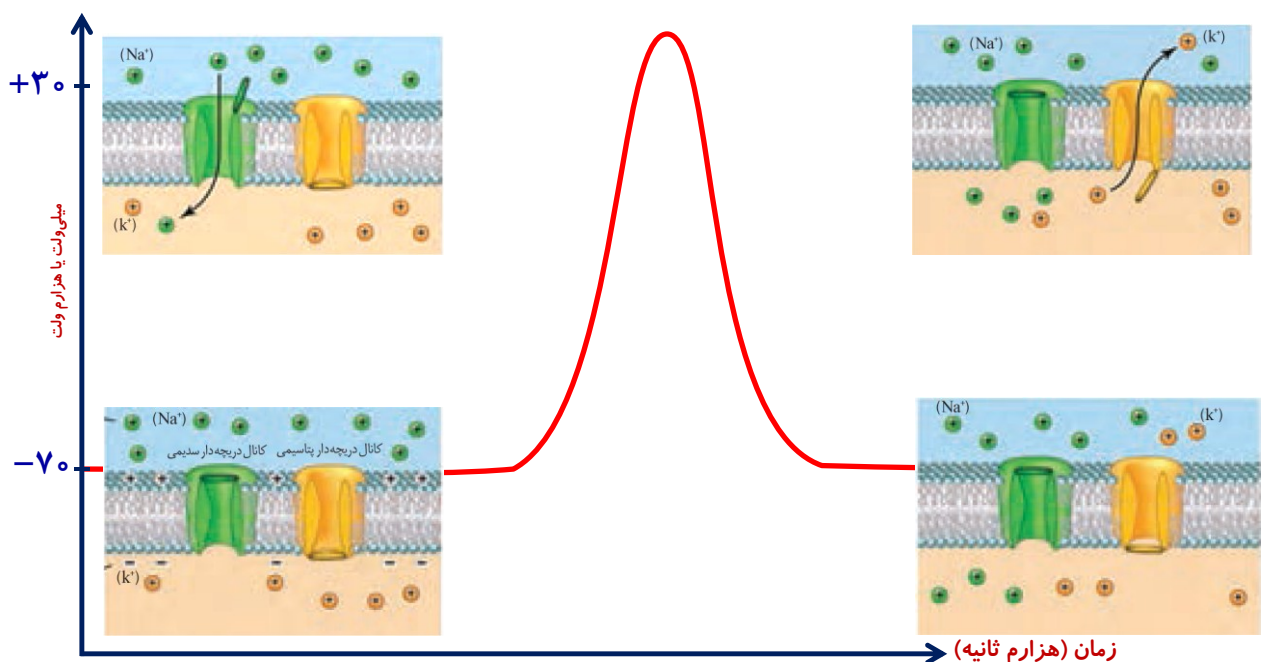
پتانسیل عمل:

در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته عصبی از بیرون آن کمتر است. وقتی یاخته عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور 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 تغییرات در پتانسیل غشاء را **پتانسیل عمل** می‌نامند.

۱) در شروع پتانسیل عمل ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی (نه کانال‌های نشتی) باز می‌شوند. باز شدن کانال دریچه‌دار سدیمی تحت **تأثیر محرک خارجی** و یا تحت **تأثیر تغییر ولتاژ** و یا تحت **تأثیر اتصال ناقل عصبی** به گیرنده‌های خود که همان کانال‌های دریچه‌دار سدیمی است، صورت می‌گیرد و یاخته عصبی تحریک می‌شوند. **در شروع پتانسیل عمل یون‌های سدیم فراوانی با انتشار تسهیل شده، بدون صرف انرژی زیستی در جهت شیب غلظت از طریق دو نوع کانال نشتی و دریچه‌دار وارد نورون می‌شود** و اختلاف پتانسیل دو طرف غشا ابتدا کاهش و به صفر و سپس به $+30$ می‌رسد. پس از زمان کوتاهی در $+30$ کانال دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند. زمانی که پتانسیل غشاء از -70 به $+30$ می‌رسد یعنی در بخش بالارو نمودار همه کانال‌های سدیمی باز هستند و کانال دریچه‌دار پتاسیمی بسته است ولی کانال نشتی پتاسیمی باز است و پتاسیم فقط از طریق یک نوع کانال (نشتی) از سلول خارج می‌شود و پمپ سدیم - پتاسیم فعال است.

۲) در $+30$ کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند و بلافاصله بعد کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند و یون‌های پتاسیم در جهت شیب غلظت با انتشار تسهیل شده بدون صرف انرژی از طریق دو نوع کانال (نشتی و دریچه‌دار) از نورون خارج می‌شوند. با خروج یون‌های پتاسیم، اختلاف پتانسیل دو طرف غشا ابتدا کاهش و به صفر می‌رسد و سپس به -70 یعنی به پتانسیل آرامش بر می‌گردد. زمانی که پتانسیل غشاء از $+30$ به -70 می‌رسد همه کانال‌های پتاسیمی باز هستند و پتاسیم از طریق دو نوع کانال (نشتی و دریچه‌دار) از نورون خارج می‌شود. و کانال دریچه‌دار سدیمی بسته‌اند و کانال نشتی سدیمی باز هستند. سدیم از طریق یک نوع کانال وارد سلول می‌شود و پمپ سدیم - پتاسیم فعال است.

۳) پس از مدت کوتاهی یعنی در پایان پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی (نه نشتی) بسته می‌شوند به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشاء به پتانسیل آرامش (-70) بر می‌گردد.

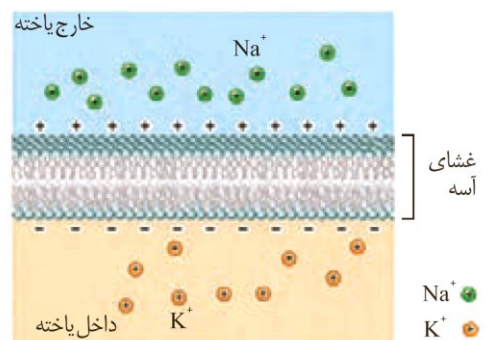
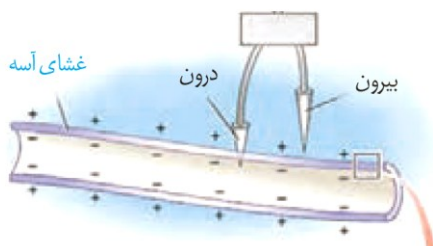
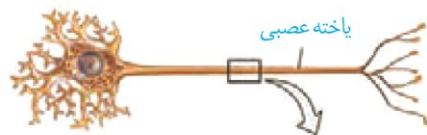


نکته ۱: در پایان پتانسیل عمل، یعنی زمانی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند، پتانسیل غشاء به پتانسیل آرامش یعنی به منفی ۷۰ برگشته است، ولی دقت کنید که نورون هنوز به حالت آرامش نرسیده است. با فعالیت بیشتر پمپ سدیم پتاسیم، نورون به حالت آرامش برمی‌گردد. پس دقت کن **عامل اصلی که پتانسیل غشاء را به پتانسیل آرامش یعنی ۷۰- برمی‌گرداند، بسته شدن کانال دریچه‌دار سدیمی و باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است که پتانسیل غشاء را از ۳۰+ به ۷۰- برمی‌گرداند ولی عامل اصلی که نورون را به حالت آرامش برمی‌گرداند، فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم است.**

نکته ۲: در پتانسیل عمل پس از باز شدن هر نوع کانال دریچه‌دار چه سدیمی چه پتاسیمی ابتدا اختلاف پتانسیل دو طرف غشاء کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد و پتانسیل دو طرف غشاء باهم برابر می‌شود و اختلاف پتانسیل دو طرفه غشاء به کمترین حد خود می‌رسد. سپس اختلاف پتانسیل دو طرفه غشاء افزایش می‌یابد. پس از باز شدن کانال دریچه‌دار سدیمی اختلاف پتانسیل دو طرفه غشاء از ۷۰- به صفر یعنی کاهش می‌یابد سپس به مثبت ۳۰ می‌رسد و پس از باز شدن کانال دریچه‌دار پتاسیمی، پتانسیل غشاء ابتدا از مثبت ۳۰ به صفر یعنی کاهش و سپس به ۷۰- می‌رسد یعنی اختلاف پتانسیل دو طرفه غشاء افزایش می‌یابد.

نکته ۳: در ۳۰+ یعنی زمانی که کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند، مقدار سدیم در داخل نورون به بیشترین مقدار خود می‌رسد ولی باز هم سدیم خارج سلول از داخل سلول بیشتر است. در پایان پتانسیل عمل (۷۰-) یعنی زمانی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند، مقدار پتاسیم در داخل نورون به کمترین مقدار خود می‌رسد ولی باز هم پتاسیم داخل سلول از خارج سلول بیشتر است.

نکته ۴: اگر بگویند در شروع پتانسیل عمل با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی ورود سدیم به درون نورون آغاز می‌شود، غلط است. چون قبل از آن یعنی در حالت آرامش کانال‌های نشستی سدیمی باز بوده‌اند و سدیم وارد نورون می‌شده است. و یا اگر بگویند در شروع پتانسیل عمل کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند غلط است. چون قبل از آن یعنی در حالت آرامش این کانال‌ها بسته بوده‌اند. و اگر بگویند در شروع پتانسیل عمل کانال‌های نشستی سدیمی باز می‌شوند غلط است، چون این کانال‌ها همیشه باز هستند.



✓ **نکته ۵:** زمانی که کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند (یعنی پایان پتانسیل عمل) نسبت به زمانی که کانال‌های دریچه‌دار سدیم باز می‌شوند (یعنی شروع پتانسیل عمل) و یا اگر پایان پتانسیل عمل را نسبت به حالت آرامش مقایسه کنیم:

- ۱- پتانسیل غشاء باهم یکسان است و -70 است ولی غلظت یون‌های دوطرف غشاء باهم یکسان نیست.
- ۲- چون سدیم وارد سلول شده، سدیم درون نورون یعنی میان‌یاخته (سیتوپلاسم) بیشتر ولی سدیم خارج سلول یعنی مایع بین‌یاخته‌ای کمتر شده است. و چون پتاسیم از سلول خارج شده مقدار پتاسیم درون نورون (میان‌یاخته) کمتر و پتاسیم مایع بین‌یاخته‌ای بیشتر شده است.
- ۳- چون پمپ سدیم پتاسیم فعال‌تر شده است، مصرف ATP درون سلول بیشتر است. و در پی فعالیت بیشتر پمپ سدیم پتاسیم، چون پتاسیم وارد نورون خواهد شد، تراکم پتاسیم داخل سلول (میان‌یاخته) افزایش خواهد یافت و با خروج بیشتر سدیم، تراکم سدیم در داخل سلول کاهش خواهد یافت.

✓ **نکته ۶:** نمی‌توان گفت که ایجاد پتانسیل عمل در هر نقطه از رشته عصبی به تولید پتانسیل عمل در نقطه مجاورش وابسته است. چون ایجاد پتانسیل عمل در اولین نقطه از نورون، وابسته به تأثیر ناقل عصبی و یا اثر محرک است. و یا نمی‌توان گفت که باز شدن هر کانال دریچه‌دار سدیمی وابسته به تأثیر ناقل عصبی است چون گیرنده‌ها تحت تأثیر محرک، کانال‌های دریچه‌دار خود را باز می‌کنند.

✓ **نکته ۷:** در حالت آرامش هر نوع کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی بسته هستند. در یک نقطه از نورون هیچ‌وقت هر دو نوع کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی با هم باز نمی‌شوند و یا با هم بسته نمی‌شوند. اگر بگویند در یک نقطه از نورون با بسته شدن هر دو نوع کانال دریچه‌دار یونی، مقدار اختلاف پتانسیل دو سوی غشا تغییر می‌کند، غلط است.

✓ **نکته ۸:** زمانی که پتانسیل دوطرف غشاء باهم یکسان است و یا زمانی که اختلاف پتانسیل دو سوی غشاء به کم‌ترین مقدار خود یعنی به صفر می‌رسد و یا اختلاف پتانسیل دوطرف غشاء به $+20$ یا به -20 می‌رسد، وضعیت کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی چگونه است؟ در این زمان‌ها در هر نقطه از نورون فقط یک نوع کانال دریچه‌دار باز است. اگر در شروع پتانسیل عمل باشد (از -70 تا صفر و از صفر تا $+30$) کانال دریچه‌دار سدیمی باز و دریچه‌دار پتاسیمی بسته است. ولی اگر در ادامه پتانسیل عمل باشد ($+30$ تا صفر و از صفر تا -70) کانال دریچه‌دار سدیمی بسته و کانال دریچه‌دار پتاسیمی باز است. ولی در هر حالتی کانال‌های نشستی باز و پمپ فعال است.

✓ **نکته ۹:** زمانی که پتانسیل غشاء به $+30$ می‌رسد. کانال‌های دریچه‌دار سدیمی (نه نشستی) بسته می‌شوند و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی (نه نشستی) باز می‌شوند. یعنی در $+30$ در یک زمان بسیار کوتاهی هم کانال‌های دریچه‌دار سدیم و هم دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند. وقتی پتانسیل غشاء به $+30$ رسید فقط کانال دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند. اگر بگویند همه‌ی کانال‌های سدیمی بسته می‌شوند، غلط است. چون کانال‌های نشستی همیشه باز هستند.

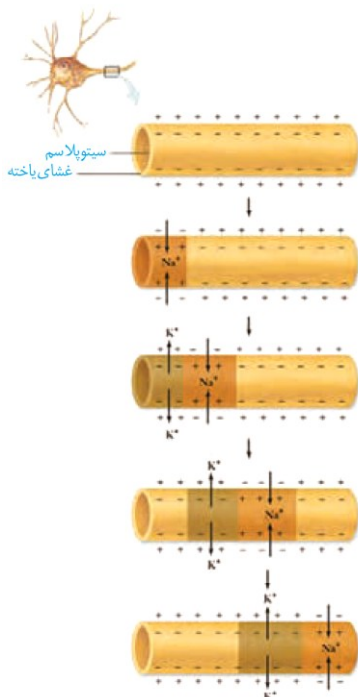
📌 **نکته ۱۰:** در طول پتانسیل اختلاف پتانسیل دو طرف غشا دوبار به صفر و دو بار به -۲۰ و دوبار به $+۲۰$ می‌رسد یعنی اختلاف پتانسیل دو طرف غشا چهار بار به ۲۰ میلی‌ولت می‌رسد.

📌 **نکته ۱۱:** در $+۳۰$ بلافاصله بعد از بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال دریچه دار پتاسیمی باز می‌شود، و اختلاف پتانسیل دو طرف غشاء ابتدا کاهش و به صفر می‌رسد و سپس افزایش به -۷۰ می‌رسد اگر بگویند کانال‌های نشتی پتاسیمی باز می‌شوند، غلط است. چون کانال‌های نشتی همواره باز است.

📌 **نکته ۱۲:** در پایان پتانسیل عمل، یعنی در (-۷۰) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند. اگر بگویند همه‌ی کانال‌های پتاسیمی بسته می‌شوند، غلط است چون کانال‌های نشتی بسته نمی‌شوند. و همچنین اگر بگویند در پایان پتانسیل عمل کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند غلط است چون کانال دریچه‌دار سدیمی در $+۳۰$ بسته شده‌اند.

📌 **نکته ۱۳:** در غشای یک نورون سه نوع پروتئین در عبور Na^+ و K^+ نقش دارد (کانال‌های نشتی، کانال‌های دریچه‌دار و پمپ سدیم پتاسیم) هر سه نوع پروتئین سراسری و در عرض غشاء قرار دارند، البته در حالت آرامش فقط دو نوع آن‌ها در عبور سدیم و یا پتاسیم نقش دارند چون کانال‌های دریچه‌دار بسته هستند. دریچه‌ی کانال سدیمی در سطح بیرونی غشاء سلول است ولی دریچه‌ی کانال پتاسیمی در سطح داخلی غشاء سلول است.

📌 **نکته ۱۴:** وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته‌ی عصبی ایجاد می‌شود، **نقطه به نقطه** در طول یاخته پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی برسد. این جریان را **پیام عصبی** می‌نامند. در طول یک رشته‌ی عصبی در یک لحظه می‌تواند بخشی در حالت آرامش و بخش دیگر در حالت پتانسیل عمل باشد.



شکل ۷. هدایت پیام عصبی



گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

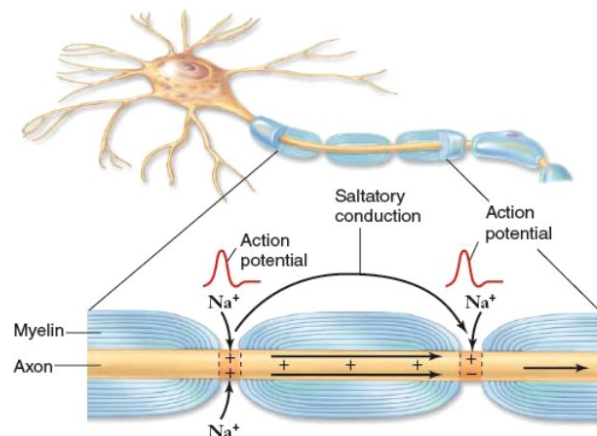
نکته ۱: **یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)** به دور رشته‌های (آسه و دارینه‌ی) بسیاری از یاخته‌های عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد. **غلاف میلین پیوسته نیست** و در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را **گره رانویه** می‌نامند. در محل گره‌های رانویه، غشای نورون در تماس مستقیم با آب میان‌بافتی است.

نکته ۲: **میلین عایق است** و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. دانستید در ساختار یاخته‌های عصبی میلین‌دار، گره‌های رانویه وجود دارد. در محل این گره‌ها، میلین وجود ندارد و رشته‌ی عصبی با محیط بیرون از یاخته (آب میان‌بافتی) ارتباط دارد. کانال‌های یونی و پمپ‌ها در گره رانویه قرار دارند، بنابراین در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و **پیام عصبی درون رشته‌ی 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 ۳: **پیام عصبی در رشته‌های عصبی همه نورون‌ها، به یک شکل یا روش هدایت نمی‌شود.** هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار جهشی است و از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر، سریع‌تر است؛ هر چقدر قطر نورون بیشتر باشد، و یا فاصله دو گره رانویه از هم بیشتر باشد سرعت هدایت پیام عصبی بیشتر است. **در یک نورون بدون میلین سرعت هدایت پیام عصبی در بین هر دو نقطه متوالی یک رشته عصبی (با قطر یکنواخت)، مقدار ثابتی است**

نکته ۴: **سرعت ارسال پیام عصبی به ماهیچه‌های اسکلتی اهمیت زیادی دارد.** بنابراین نورون‌های حرکتی (نورون‌های پیکری) که پیام عصبی را به ماهیچه اسکلتی هدایت می‌کند، میلین‌دار هستند. کاهش یا افزایش میلین به بیماری منجر می‌شود.

نکته ۵: **غلاف میلین باعث افزایش سرعت هدایت (نه انتقال) پیام عصبی در طول رشته عصبی می‌شود.** غلاف میلین باعث کاهش تماس غشاء سلول عصبی، با آب میان‌بافتی می‌شود پتانسیل عمل فقط در گره‌های رانویه صورت می‌گیرد. در گره‌های رانویه تعداد زیادی کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی و پمپ سدیم - پتاسیم وجود دارد، ولی در فاصله‌ی بین گره‌ها، یعنی در بخش‌هایی که غلاف میلین وجود دارد این کانال‌ها وجود ندارند و پتانسیل عمل در این بخش‌ها ایجاد نمی‌شود. بنابراین **تارهای عصبی میلین‌دار نسبت به تارهای بدون میلین هم‌قطر پیام عصبی را با صرف انرژی کمتری هدایت (نه انتقال) می‌کنند و میزان کمتری از یون‌های را در دو سوی غشاء جابه‌جا می‌نمایند..**



۷. با توجه به اطلاعات کتاب درسی، در ارتباط با غشای یاخته حرکتی شرکت کننده در انعکاس عقب کشیدن دست انسان، کدام مورد نادرست است؟ (اردیبهشت ۱۴۰۴)

- (۱) فقط بعضی از پروتئین‌هایی که یون‌های پتاسیم را از غشای یاخته عبور می‌دهند، نیاز به صرف انرژی زیستی دارند.
- (۲) همه پروتئین‌هایی که باعث جابه‌جا شدن یون‌های سدیم می‌شوند، از عبور یون‌های پتاسیم ممانعت به عمل می‌آورند.
- (۳) فقط بعضی از کانال‌های پروتئینی که به یون‌های سدیم اجازه عبور می‌دهند، به هنگام پتانسیل عمل باز می‌شوند.
- (۴) همه پروتئین‌هایی که به یون‌های پتاسیم اجازه عبور می‌دهند، در سراسر عرض غشا قرار دارند.

۸. چند عبارت جمله‌ی زیر را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟ «در نقطه‌ای از یک نوروں

- (الف) در پی باز شدن کانال دریچه‌دار سدیمی، ابتدا اختلاف پتانسیل دوطرف غشاء افزایش می‌یابد.
 (ب) زمانی که اختلاف پتانسیل دوطرف غشاء به کم‌ترین حد خود می‌رسد، فقط یک نوع کانال دریچه‌دار، سدیمی یا پتاسیمی باز است.
 (ج) در پتانسیل عمل، عامل اصلی که پتانسیل غشاء را به پتانسیل آرامش برمی‌گرداند، باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی است.
 (د) در پی بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، سدیم میان‌باخته کاهش خواهد یافت.
 (هـ) در زمان بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، مقدار پتاسیم میان‌باخته از حالت آرامش کمتر است.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۵

۹. چند عبارت جمله مقابل بطور مناسب تکمیل می‌کند؟ «در یاخته‌های عصبی انسان، فقط در شرایطی که

- (الف) ناقل عصبی به کانال‌های دریچه‌دار متصل می‌شود، باز شدن دریچه‌ها ممکن می‌گردد.
 (ب) پتانسیل عمل ایجاد می‌شود، پمپ سدیم پتاسیم فعالیت می‌کند.
 (ج) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند، پتاسیم از نوروں خارج می‌شود.
 (د) یاخته تحریک می‌شود، یون‌های سدیم از کانال‌های دریچه‌دار عبور می‌کنند.
 (هـ) کانال دریچه‌دار سدیمی باز است، پتانسیل دو سمت غشاء به کم‌ترین حالت خود می‌رسد.

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۲ (۴) ۱

۱۰. چند مورد، در خصوص تارهای ماهیچه‌ای عضله سه سر بازو، به طور حتم درست است؟

- (الف) عبور مواد بر خلاف شیب غلظت از عرض غشا به طور حتم در پی تغییر وضعیت قرارگیری بعضی از پروتئین‌های غشا رخ می‌دهد.
 (ب) با دخالت نوعی ترکیب فسفات‌دار، در پی تغییر برهم‌کنش‌های آبگریز، در ساختار پمپ سدیم پتاسیم تغییر ایجاد می‌شود.
 (ج) عبور یون‌ها برخلاف شیب غلظت از عرض هر غشا فقط در پی هیدرولیز نوعی ترکیب فسفات‌دار پراانرژی ممکن می‌شود.
 (د) در پی مسمومیت با سیانید، تراکم Na^+ در یاخته‌های ماهیچه‌ای کاهش می‌یابد.
 (هـ) پیام عصبی در رشته‌های عصبی همه نوروں‌ها، به یک شکل یا روش هدایت می‌شود.

(۱) یک (۲) دو (۳) سه (۴) چهار

۱۱. چند عبارت جمله‌ی زیر را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟ «در نقطه‌ای از یک نوروں

- (الف) زمانی که فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم به بیشترین حد خود رسیده است، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.
 (ب) در پی باز شدن کانال دریچه‌دار پتاسیمی، ابتدا اختلاف پتانسیل دوطرف غشاء کاهش می‌یابد.
 (ج) در پتانسیل عمل، عامل اصلی که نوروں را به حالت آرامش برمی‌گرداند، فعالیت بیشتر پمپ سدیم پتاسیم است.
 (د) زمانی که پتاسیم از طریق دو نوع کانال از سلول خارج می‌شود قطعاً کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته هستند.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

پاسخ: گزینه ۱

۱۲. چند عبارت جمله‌ی زیر را به طور صحیح تکمیل می‌کند؟ «در نقطه‌ای از یک نوروں

- (الف) زمانی که کانال دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شود، مقدار سدیم درون سلول بیشتر از زمان آرامش است.
 (ب) بعد از بسته شدن کانال دریچه‌دار سدیمی، تراکم پتاسیم درون سلول کمتر از زمان آرامش خواهد شد.
 (ج) زمانی که سدیم از طریق دو نوع کانال وارد سلول می‌شود قطعاً کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته هستند.
 (د) در پی بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، پتاسیم میان‌باخته افزایش خواهد یافت.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱