

زیست‌شناسی (۲)

فصل اول : تنظیم عصبی

گفتار ۱

یاخته های بافت عصبی

دبیر زیست شناسی دبیرستان های نامیه ۳ مشهد

محمد رضا میرزایی

@mirzaei_zist

کانال آزمون زیست شناسی



فصل ۱

تنظیم عصبی

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

گفتار ۱

یاخته‌های بافت عصبی

2

1

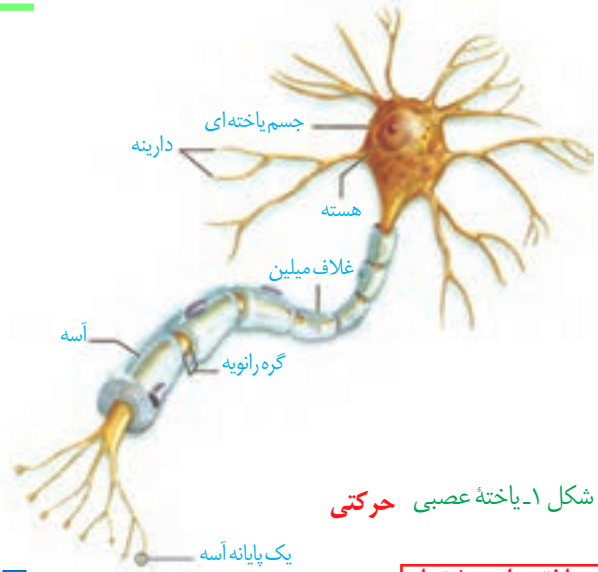
می‌دانید بافت عصبی از **یاخته‌های عصبی** و **یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها)** تشکیل شده است. شکل ۱، یک **یاخته عصبی** را نشان می‌دهد. این **یاخته عصبی** از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

بعضی از یاخته‌ها، به طور موقت یا دائم، توانایی تقسیم را ندارند و وارد مرحله چرخه یاخته ای می شوند. نرون ها، جزء این یاخته ها هستند

یاخته‌های عصبی سه عملکرد دارند: این یاخته‌ها **تحریک پذیرند** و **پیام عصبی** تولید می‌کنند؛ آنها این پیام را **هدایت** و به یاخته‌های دیگر **منتقل** می‌کنند.

دارینه (دندریت) رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم

یاخته عصبی وارد می‌کند. **آسه (آکسون)** رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته عصبی تا انتهای خود که **پایانه آسه** نام دارد، هدایت می‌کند. پیام عصبی از محل پایانه آسه یک یاخته عصبی به یاخته دیگر **منتقل** می‌شود. جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت و ساز یاخته‌های عصبی است و می‌تواند پیام نیز دریافت کند. یاخته عصبی که در شکل ۱ می‌بینید، پوششی به نام **غلاف میلین** دارد. غلاف میلین، رشته‌های آسه و دارینه 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 ادامه درس، آشنا خواهید شد.



شکل ۱- یاخته عصبی حرکتی

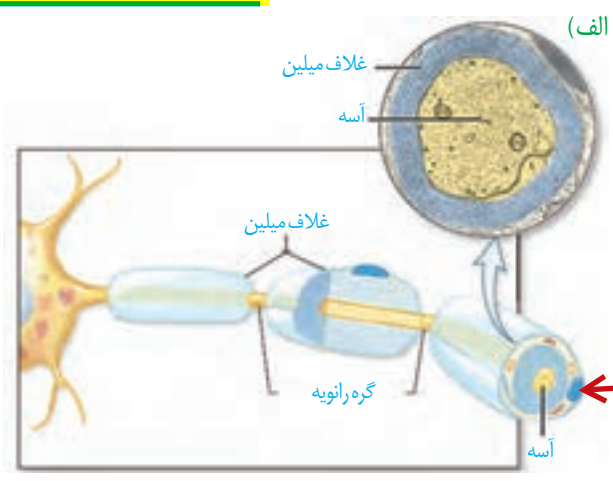
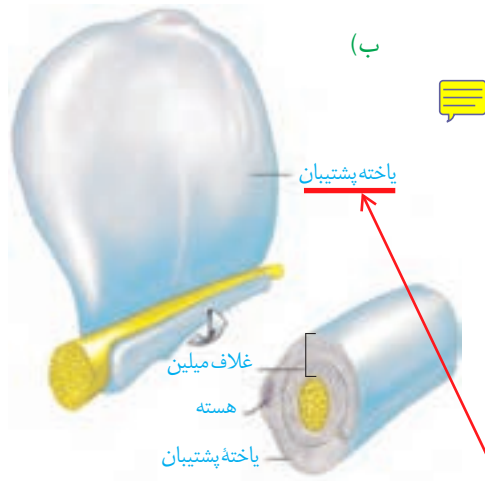
عملکرد یاخته‌های پشتیبان

غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی می‌سازند. شکل ۲ را ببینید، یاخته پشتیبان به دور رشته عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد.

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

لظنه

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



هسته یاخته پشتیبان

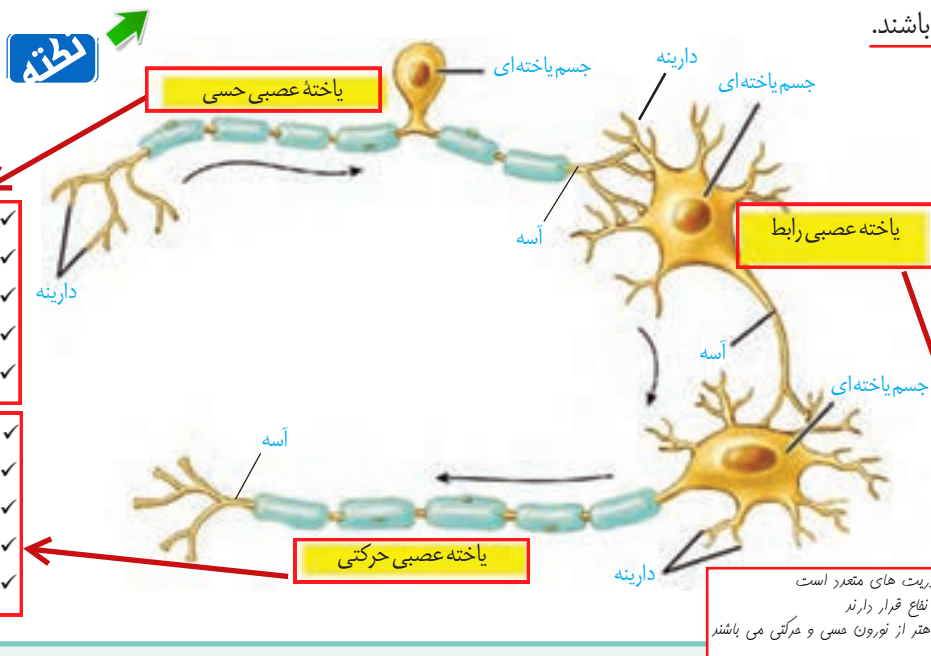
تعداد آن‌ها چند برابر یاخته‌های عصبی است اندازه کوچکتری نسبت به یاخته عصبی دارد برخلاف یاخته عصبی، توانایی تقسیم فراوانی دارند انواع گوناگونی دارند

محمد رضا میرزایی

لظنه

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 سوم یاخته‌های عصبی شکل ۳، **یاخته‌های عصبی رابط** است که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی را فراهم می‌کنند. هر سه نوع یاخته عصبی می‌توانند میلیون‌ها یا بدون میلیون باشند.



- ✓ یک دندریت و یک آکسون دارد.
- ✓ در این نورون‌ها طول دندریت بلندتر از آکسون است.
- ✓ جسم سلولی آن‌ها در دستگاه عصبی محیطی است.
- ✓ آکسون و دندریت آن‌ها می‌توانند میلیون‌ها باشند.
- ✓ هم در اعصاب حسی و هم در اعصاب مختلط دیده می‌شوند.

- ✓ یک آکسون و چندین دندریت دارد.
- ✓ در این نورون‌ها طول آکسون بلندتر از دندریت است.
- ✓ جسم سلولی آن‌ها در دستگاه عصبی مرکزی است.
- ✓ فقط آکسون می‌تواند میلیون‌ها باشد.
- ✓ هم در اعصاب حرکتی و هم در اعصاب مختلط دیده می‌شوند.

دارای یک آکسون و دندریت‌های متعدد است. در ماده خاکستری مغز و نخاع قرار دارند. از نظر اندازه معمولاً کوتاه‌تر از نورون حسی و حرکتی می‌باشند.

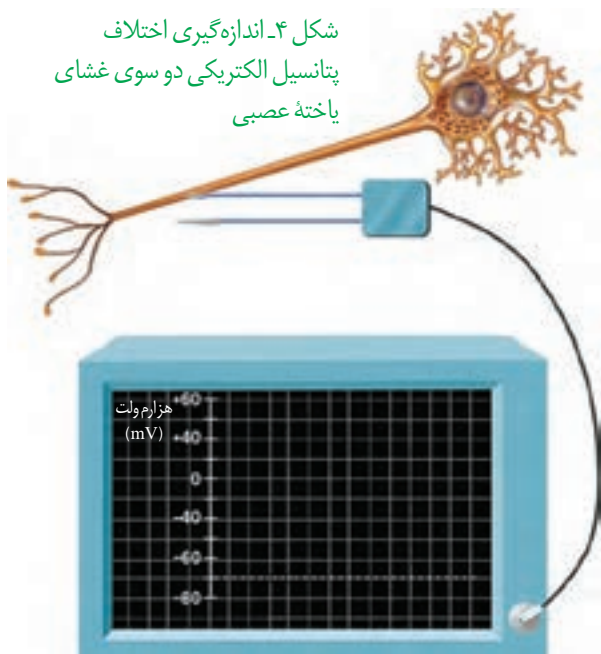
ساختار و کار سه نوع یاخته عصبی را که در شکل ۳ می‌بینید، مقایسه کنید.

فعالیت ۱

پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

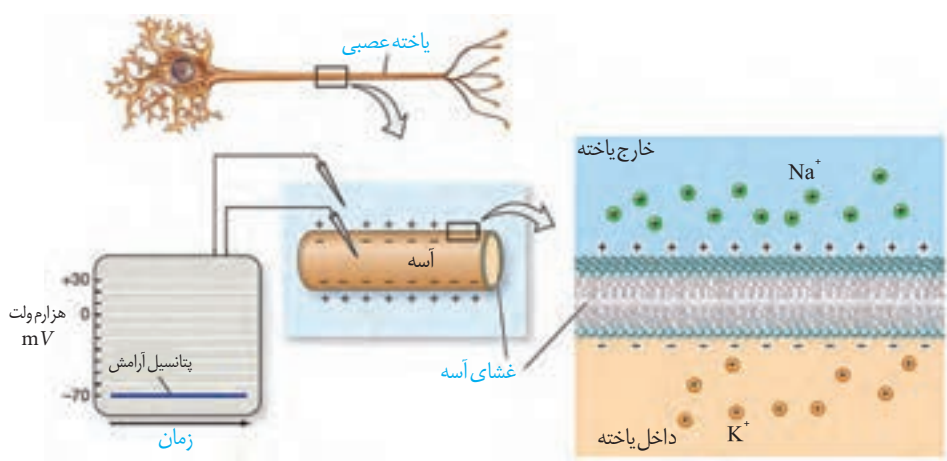
پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاخته عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا، یکسان نیستند، بار الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. شکل ۴، اندازه‌گیری این اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد.

شکل ۴- اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی



پتانسیل آرامش: وقتی یاخته عصبی فعالیت عصبی ندارد (حالت آرامش)، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است (شکل ۵). این اختلاف پتانسیل را **پتانسیل آرامش** می‌نامند. چگونه این اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش، درباره یاخته‌های عصبی باید بیشتر بدانیم.

این کانا لها، همیشه باز و فعال هستند. بنابراین، یون ها می توانند به صورت دائمی از طریق آن ها منتشر شوند.



شکل ۵- پتانسیل آرامش. در شکل، یون های پتاسیم در بیرون و یون های سدیم در درون بخته نشان داده نشده اند.

انواع مولکولهای پروتئینی در غشای بخته های عصبی:

- ✓ کانال نشستی
- ✓ کانال دریچه دار
- ✓ پمپ سدیم - پتاسیم

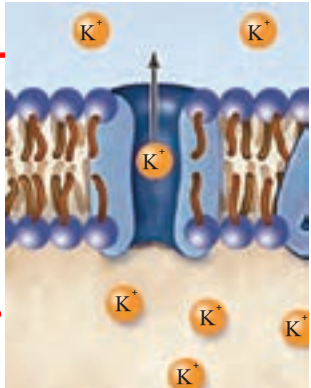
در حالت آرامش، مقدار یون های سدیم در بیرون بخته عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون های پتاسیم درون بخته، از بیرون آن بیشتر است. در غشای بخته های عصبی، مولکول های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می کنند.

یکی از این پروتئین ها، **کانال های نشستی** هستند که یون ها می توانند به روش انتشار تسهیل شده از آنها عبور کنند (شکل ۶- الف). از راه این کانال ها، یون های پتاسیم، خارج و یون های سدیم به درون بخته عصبی وارد می شوند. تعداد یون های پتاسیم خروجی بیشتر از یون های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.

پمپ سدیم - پتاسیم، پروتئین دیگری است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. در هر بار فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از بخته عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می شوند. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می کند (شکل ۶- ب).



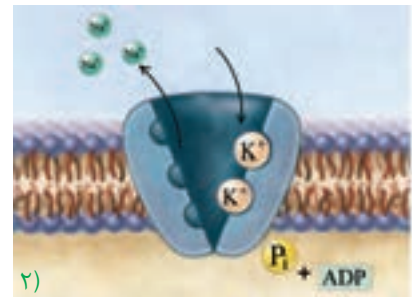
← خارج سلول



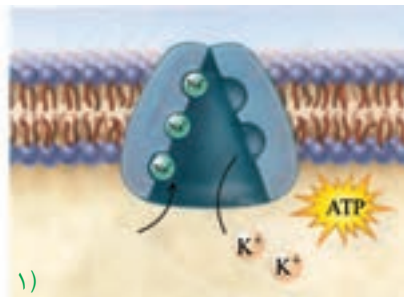
(الف)

← داخل سلول

مقایسه کار پمپ سدیم - پتاسیم و کانال های نشستی با هم
 الف - کانال های نشستی در جهت شیب غلظت و بدون صرف انرژی عمل می کنند (انتشار تسهیل شده) اما پمپ سدیم - پتاسیم در خلاف جهت شیب غلظت و با صرف انرژی یون ها را جابجا می کند (انتقال فعال)
 ب - کانال های نشستی یون پتاسیم را از نرون خارج و یون سدیم را وارد می کنند اما پمپ سدیم - پتاسیم این یون ها را در خلاف جهت کانال های نشستی جابجا می کند (وارد کردن پتاسیم و خارج کردن سدیم)



(ب)



(ب)

شکل ۶- الف) کانال نشستی که عبور یون های پتاسیم از آن نشان داده شده است.
 ب) چگونگی کار پمپ سدیم - پتاسیم

در پتانسیل عمل سه گروه پروتئین غشایی فعالیت دارند
 کانال های نشستی
 پمپ سدیم - پتاسیم
 کانال های دریچه دار سدیمی و پتاسیمی

در ایجاد پتانسیل آرامش دو نوع از پروتئین های
 غشایی به نام کانال های نشستی و پمپ سدیم - پتاسیم
 دخالت دارند.

فعالیت ۲

در گروه خود درباره پرسش های زیر گفت و گو و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

- ۱- کار پمپ سدیم - پتاسیم و کانال های نشستی را با هم مقایسه کنید .
- ۲- چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته های عصبی از بیرون آنها کمتر است؟

پتانسیل عمل: دانستید که در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته عصبی از بیرون آن کمتر است. وقتی یاخته عصبی تحریک می شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می کند؛ داخل یاخته از بیرون آن، مثبت تر می شود و پس از زمان کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی گردد. این تغییر را **پتانسیل عمل** می نامند. هنگام پتانسیل عمل، در یاخته عصبی چه اتفاقی می افتد؟

دقت کنیم

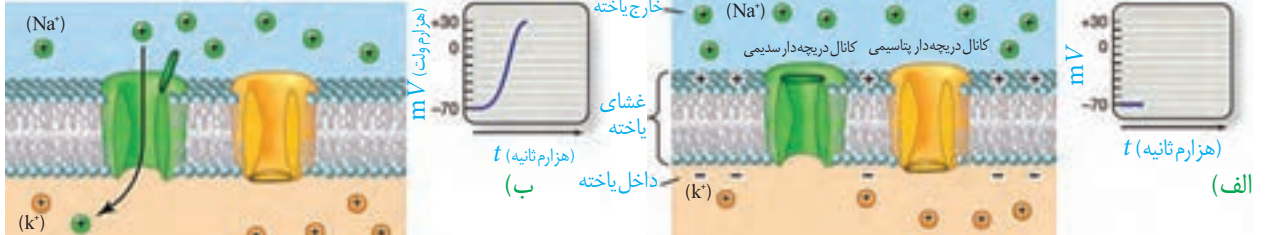
در غشای یاخته های عصبی، پروتئین هایی به نام **کانال های دریچه دار** وجود دارند که با تحریک یاخته عصبی باز می شوند و یون ها از آنها عبور می کنند. وقتی غشای یاخته تحریک می شود، ابتدا **کانال های دریچه دار سدیمی** باز می شوند و یون های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی درون آن، مثبت تر می شود. پس از زمان کوتاهی این کانال ها بسته می شوند و **کانال های دریچه دار پتاسیمی** باز و یون های پتاسیم خارج می شوند. این کانال ها هم پس از مدت کوتاهی بسته می شوند (شکل ۷). به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به پتانسیل آرامش (-۷۰) بر می گردد.



فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم موجب می شود غلظت یون های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش باز گردد.

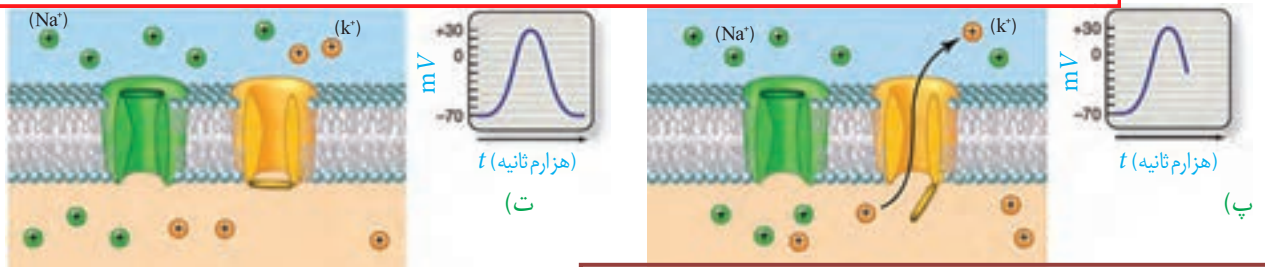
در بخش بالا رو منحنی، کانال های دریچه دار سدیمی باز و پتاسیمی ها بسته اند. اختلاف پتانسیل منحنی از 70 - به 30 + می رسد

در حالت آرامش (قبل از شروع پتانسیل عمل) هر دو نوع کانال دریچه دار بسته و اختلاف پتانسیل حدود 70 - است



کانال های دریچه دار سدیمی یک دریچه در سمت خارج دارند که در زمان پتانسیل آرامش بسته بوده و در زمان پتانسیل عمل دریچه آنها در سمت خارج غشا باز می شود.

دقت کنیم



در پایان پتانسیل عمل نیز هر دو نوع کانال دریچه دار بسته و اختلاف پتانسیل دوباره حدود 70 - است

در بخش پایین رو منحنی، کانال های دریچه دار پتاسیمی باز و سدیمی ها بسته اند. اختلاف پتانسیل منحنی از 30 + به 70 - بر می گردد

کانال های دریچه دار پتاسیمی دارای دریچه در سمت پایین بوده که در زمان پتانسیل آرامش بسته و در زمان پتانسیل عمل دریچه آنها به سمت داخل باز می شود.

دقت کنیم

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 (شکل ۸). رشته عصبی آسه یا دارینه بلند است.

نقطه

گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلیون‌ها متر از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر سریع‌تر است؛ درحالی‌که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشای جلوگیری می‌کند. دانستید در یاخته‌های عصبی میلیون‌ها متر، گره‌های رانویه وجود دارد. در محل این گره‌ها، میلین وجود ندارد و رشته عصبی با محیط بیرون از یاخته 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 (شکل ۹). در ماهیچه‌های اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی آنها میلیون‌ها متر است. کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً در بیماری ام.اس (مالتیپل اسکلروزیس) یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.

2

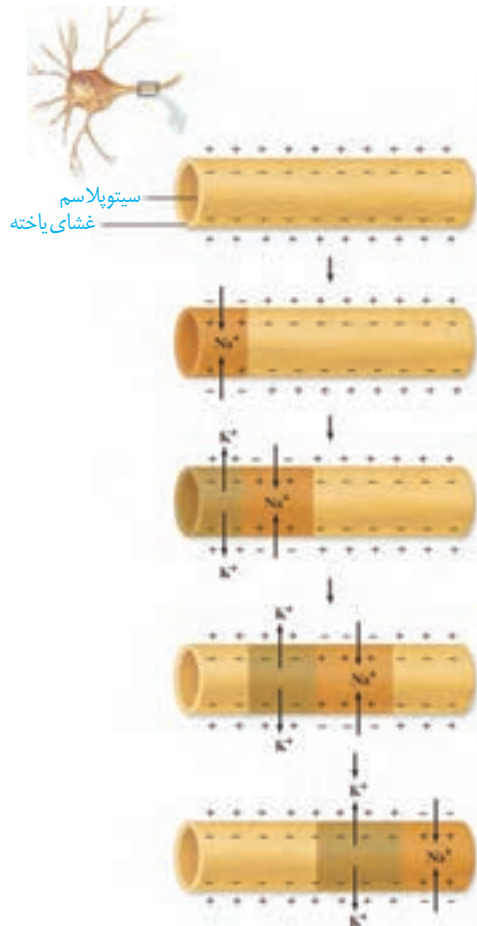
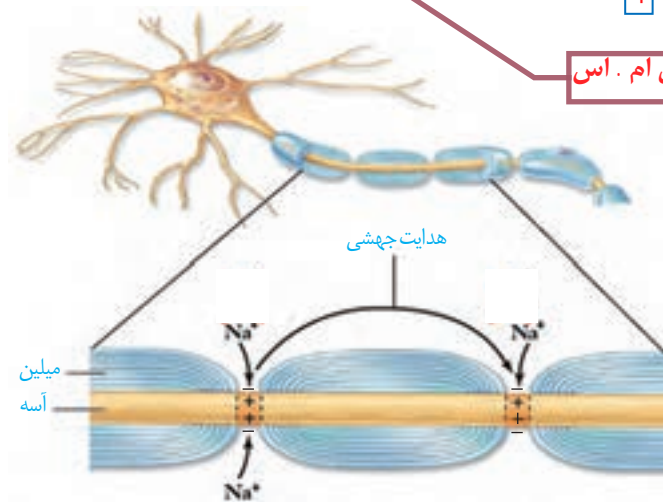
1

بی‌حسی و لرزش می‌شود.

4

3

علائم بیماری ام.اس



شکل ۸- هدایت پیام عصبی

بیشتر بدانید

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.

شکل ۹- هدایت جهشی در نورون میلیون‌ها متر

فعالیت ۴

پژوهشگران بر این باورند که در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال دریچه‌دار وجود دارد، ولی در فاصله بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند. این موضوع با هدایت جهشی چه ارتباطی دارد؟

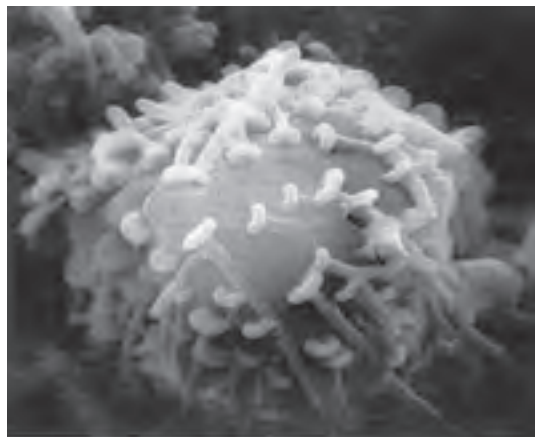
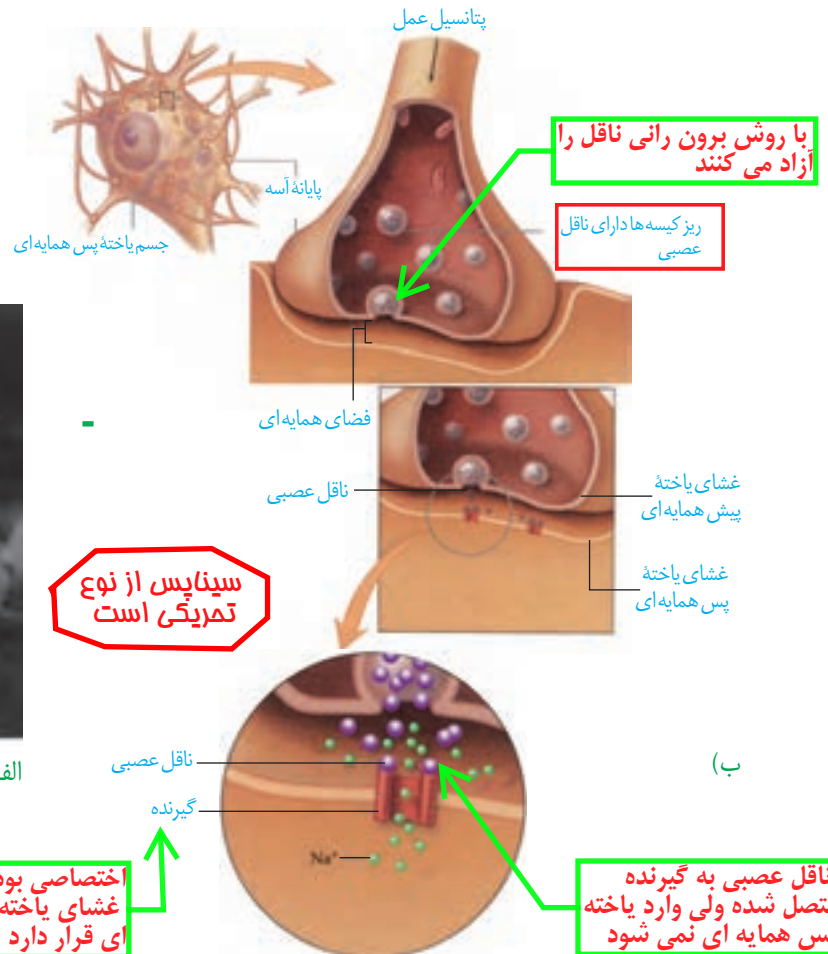
یاخته‌های عصبی، پیام عصبی را منتقل می‌کنند

دانستید پیام عصبی در طول آسه هدایت می‌شود تا به پایانه آن برسد. همان طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، یاخته‌های عصبی به یکدیگر نجسبیده‌اند؛ پس چگونه پیام عصبی از یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود؟

یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام **همایه (سیناپس)** برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل همایه، فضایی به نام **فضای همایه‌ای** وجود دارد. برای انتقال پیام از یاخته عصبی انتقال دهنده یا یاخته عصبی **پیش همایه‌ای**، ماده‌ای به نام **ناقل عصبی** در فضای همایه آزاد می‌شود. این ماده بر یاخته دریافت کننده، یعنی یاخته **پس همایه‌ای** اثر می‌کند. **ناقل عصبی** در یاخته‌های عصبی ساخته و درون ریز کیسه‌ها ذخیره می‌شود. این کیسه‌ها در طول آسه هدایت می‌شوند تا به پایانه آن برسند. وقتی پیام عصبی به پایانه آسه می‌رسد، این کیسه‌ها با برون رانی، **ناقل** را در فضای همایه آزاد می‌کنند (شکل ۱۰). یاخته‌های عصبی با یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز همایه دارند و با ارسال پیام موجب انقباض آنها می‌شوند.

سوال

نقطه



شکل ۱۰- الف) تصویر همایه با میکروسکوپ الکترونی
ب) آزاد شدن ناقل عصبی و اثر آن بر یاخته پس همایه‌ای

اختصاصی بوده و در سطح غشای یاخته پس همایه ای قرار دارد

ناقل عصبی به گیرنده متصل شده ولی وارد یاخته پس همایه ای نمی‌شود

بیشتر بدانید

در بخش‌های مختلف دستگاه عصبی، مواد گوناگونی به‌عنوان ناقل عصبی فعالیت می‌کنند. دوپامین، سروتونین، هیستامین، آمینو اسیدهایی مانند گاما آمینو بوتیریک اسید، گلوتامات، گلايسين و گاز نیتريك اكساید از این موادند. معمولاً گاما آمینو بوتیریک اسید و گلايسين، مهارکننده و گلوتامات تحریک‌کننده‌اند.

ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس‌همایه‌ای، 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 نفوذپذیری غشای یاختهٔ پس‌همایه‌ای به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد. براساس اینکه ناقل عصبی تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس‌همایه‌ای تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.

پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده، باید از فضای همایه‌ای تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار با جذب دوباره ناقل به یاختهٔ پیش‌همایه‌ای 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

رعشه (پارکینسون): در این بیماری، یاخته‌های بخشی از مغز که ناقل عصبی دوپامین ترشح می‌کنند، تخریب می‌شوند. در نتیجه ماهیچه‌های بدن سفت و حرکات کند می‌شود؛ دست و پای فرد در حالت استراحت لرزش دارند. برای بهبود اختلال‌های حرکتی این بیماری، دارویی تجویز می‌کنند که در مغز به ناقل عصبی دوپامین تبدیل می‌شود.

آلزایمر: بیماری آلزایمر یک نوع اختلال پیش‌رونده، تحلیل‌برنده و کشندهٔ مغز است که به زوال عقل و ناتوانی فرد در انجام فعالیت‌های روزانه منجر می‌شود. در این بیماری، یاخته‌های عصبی مغز بر اثر تجمع نوعی پروتئین تخریب می‌شوند و میزان ناقل عصبی استیل‌کولین کاهش می‌یابد. فراموشی، ناتوانی در تکلم، اختلال در حس به‌ویژه در بینایی و راه رفتن، از عوارض بیماری آلزایمر است. با پیشرفت بیماری، فرد نیازمند مراقبت مداوم خواهد بود. تجویز دارو می‌تواند پیشرفت بیماری را آهسته کند. فعالیت بدنی و ورزش منظم، تغذیه سالم، معاشرت با دیگران، فعالیت‌های فکری مانند حفظ کردن شعر، آموختن یک زبان جدید به پیشگیری از بیماری آلزایمر کمک می‌کند.

ثبت نوار مغزی

(الکتروانسفالوگرافی^۱): فعالیت الکتریکی مغز را می‌توان با دستگاه الکتروانسفالوگراف ثبت و بررسی کرد. الکترودهای دستگاه را به پوست سر متصل می‌کنند. جریان الکتریکی مغز به شکل منحنی‌های نوار مغز (الکتروانسفالوگرام) 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)

زیست شناسی یازدهم

فصل اول: تنظیم عصبی

گفتار ۲: ساختار دستگاه عصبی

محمد رضا میرزایی

دبیر زیست شناسی دبیرستان های ناحیه ۳ مشهد

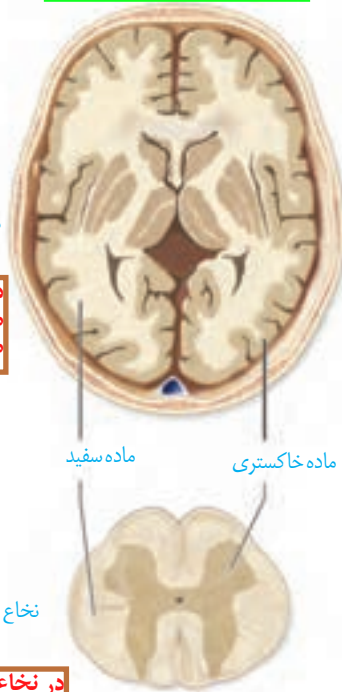
@mirzaei_zist

کانال آزمون زیست شناسی



شکل ۱۱- دستگاه عصبی مرکزی (رنگ زرد) و محیطی (رنگ آبی)

شکل ۱۲- برش عرضی مغز و نخاع



در مغز ماده خاکستری در اطراف ماده سفید در مرکز

در نخاع ماده سفید در اطراف ماده خاکستری در مرکز

۱

در گذشته آموختید که دستگاه عصبی دو بخش مرکزی و محیطی دارد (شکل ۱۱). به نظر شما چرا دو بخش این دستگاه را مرکزی و محیطی نامیده اند؟

سوال

دستگاه عصبی مرکزی

وظیفه دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر فعالیت های بدن اند. این دستگاه، اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر می کند و به آنها پاسخ می دهد. مغز و نخاع از دو بخش ماده خاکستری و ماده سفید تشکیل شده اند. شکل ۱۲ را ببینید و محل قرار گرفتن ماده خاکستری و ماده سفید در مغز و نخاع را مقایسه کنید.

۱ ماده خاکستری شامل جسم یاخته های عصبی و رشته های عصبی بدون میلین و ماده سفید، اجتماع رشته های میلین دار است.

۱

حفاظت از مغز و نخاع: علاوه بر استخوان های جمجمه

۲ و ستون مهره، سه پرده از نوع بافت پیوندی به نام پرده های مننژ از مغز و نخاع حفاظت می کنند (شکل ۱۳). فضای بین پرده ها را مایع مغزی- نخاعی پر کرده است که مانند یک ضربه گیر، دستگاه عصبی مرکزی را در برابر ضربه حفاظت می کند.

سوال

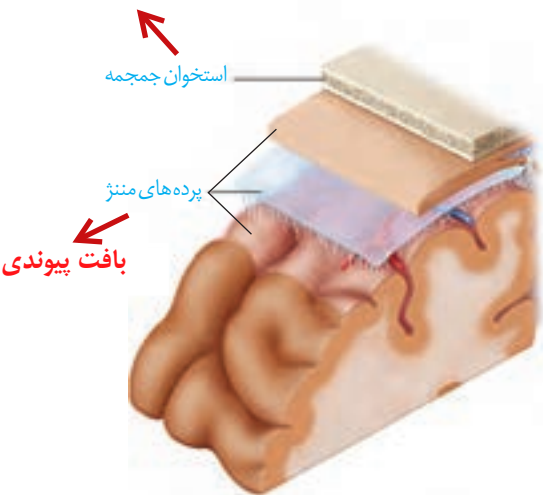
پیوسته - منفذ دار - ناپیوسته

در سال گذشته با انواع مویرگ ها آشنا شدید. مویرگ های دستگاه عصبی مرکزی از کدام نوع اند و چه ویژگی دارند؟ یاخته های بافت پوششی مویرگ های مغز و نخاع به یکدیگر چسبیده اند و بین

جواب

یاخته های بافت پوششی با همدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. چنین مویرگ هایی به عنوان مثال در دستگاه عصبی مرکزی یافت میشوند که ورود و خروج مواد در آنها به شدت تنظیم میشود

شکل ۱۳- پرده های مننژ بافت پیوندی



آنها منفذی وجود ندارد. در نتیجه بسیاری از مواد و میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند به مغز وارد شوند. این عامل حفاظت کننده در مغز، **سد خونی- مغزی** و در نخاع **سد خونی- نخاعی** نام دارد. البته مولکول‌هایی مثل اکسیژن، گلوکز و آمینواسیدها و برخی داروها می‌توانند از این سدها عبور کنند.

۱ ۲ ۳ ۴

مغز

می‌دانید مغز از سه بخش اصلی **مخ**، **مخچه** و **ساقه مغز** تشکیل شده است (شکل ۱۴). در ادامه با ساختار و کار بخش‌های تشکیل دهنده مغز بیشتر آشنا می‌شوید.

نیمکره‌های مخ: در انسان بیشتر حجم مغز را مخ تشکیل می‌دهد. دو نیمکره مخ با رشته‌های عصبی به هم متصل‌اند. رابط‌های سفید رنگ به نام **رابط پینه‌ای** و **سه گوش** از این رشته‌های عصبی‌اند که هنگام تشریح مغز آنها را می‌بینید. دو نیمکره به طور هم‌زمان از همه بدن، اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به طور هماهنگ فعالیت کنند. هر نیمکره کارهای اختصاصی نیز دارد؛ مثلاً بخش‌هایی از نیمکره چپ به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوط‌اند و نیمکره راست در مهارت‌های هنری تخصص یافته است.

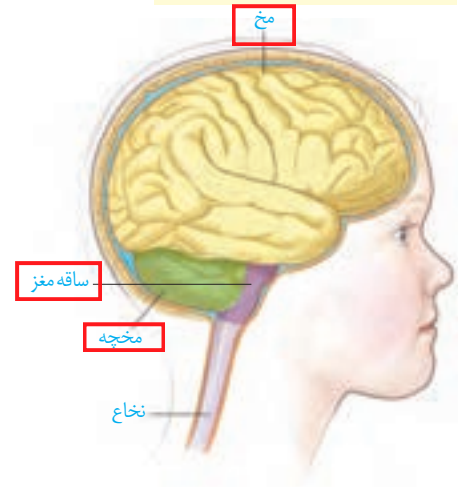
بخش خارجی نیمکره‌های مخ، یعنی قشر مخ از ماده خاکستری است و سطح وسیعی را با ضخامت چند میلی‌متر تشکیل می‌دهد. قشر مخ، چین خورده است و شیارهای متعددی دارد. شکل ۱۵ را ببینید، شیارهای عمیق هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب پس‌سری، **گیجگاهی**، **آهیانه** و **پیشانی** تقسیم می‌کنند. قشر مخ شامل بخش‌های **حسی**، **حرکتی** و **ارتباطی** است. بخش‌های **حسی**، پیام‌های حسی را دریافت می‌کنند. بخش‌های حرکتی به ماهیچه‌ها و غده‌ها، پیام می‌فرستند. بخش‌های ارتباطی بین بخش‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند. قشر مخ، جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی به مغز است که نتیجه آن یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه است. **وظیفه قشر مخ**

ساقه مغز: ساقه مغز از مغز میانی، پل مغزی و بصل النخاع تشکیل شده است (شکل ۱۶).

مغز میانی: در بالای پل مغزی قرار دارد و یاخته‌های عصبی آن، در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند. **برجستگی‌های چهارگانه** بخشی از مغز میانی‌اند که در فعالیت تشریح مغز می‌توانید آنها را ببینید.

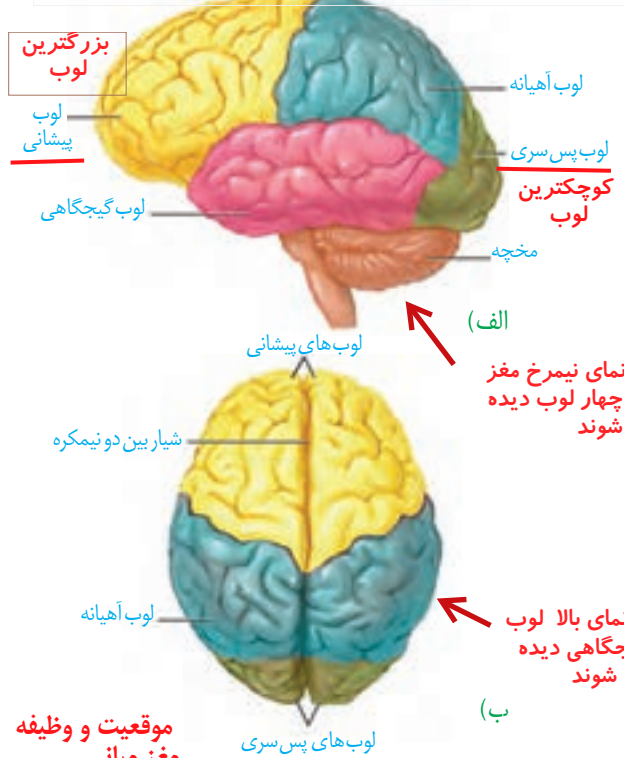
بیشتر بدانید

مننژیت: التهاب پرده‌های مننژ، مننژیت نام دارد و از علامت‌های آن سردرد، تب و خشکی گردن است. مننژیت در اثر عفونت‌های ویروسی یا باکتریایی ایجاد می‌شود.



شکل ۱۴- سه بخش اصلی مغز

لوب گیجگاهی و لوب آهیانه هر یک با سه لوب دیگر تماس دارند



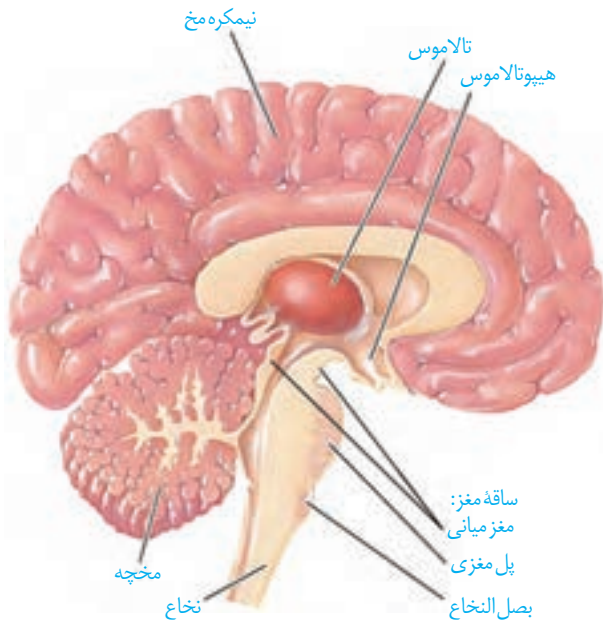
در نمای نیمرخ مغز هر چهار لوب دیده می‌شوند

در نمای بالا لوب گیجگاهی دیده نمی‌شوند

شکل ۱۵- لوب‌های مخ (الف) از نیمرخ (ب) از بالا

دقت کنیم

< مغز انسان ۷ شیار عمیق دارد که یکی از آنها شیار طولی بوده و مخ را به دو نیمکره راست و چپ تقسیم می‌کند.
< هر نیمکره مخ دارای سه شیار عمیق است که مخ را به چهار لوب تقسیم می‌کنند. لوب‌ها عبارتند از: لوب پیشانی، گیجگاهی، آهیانه و پس‌سری



شکل ۱۶- نیمه چپ مغز

۱ پل مغزی: در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله تنفس، ترشح بزاق و اشک نقش دارد.

۲ بصل النخاع: پایین‌ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل النخاع، فشار خون و ضربان قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع، سرفه و مرکز اصلی تنظیم تنفس است.

۳ مخچه: مخچه در پشت ساقه مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره و بخشی به نام **کریمینه** در وسط آنهاست. مخچه مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است. مخچه به طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی، مانند گوش‌ها پیام را دریافت و بررسی می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون به کمک مغز و نخاع هماهنگ کند.

فعالیت ۵

با استفاده از آنچه آموختید در گروه خود درباره پرسش‌های زیر گفت‌وگو و پاسخ را به کلاس گزارش کنید.

۱- هنگام ورزش چگونه تعادل خود را حفظ می‌کنید؟

۲- هنگام راه رفتن با چشمان بسته، چه تغییری در راه رفتن ایجاد می‌شود؟ علت تغییر را توضیح دهید.

۳- چگونه ممکن است با وجود سلامت کامل چشم‌ها، فرد قادر به دیدن نباشد؟

جواب

← هنگام راه رفتن با چشمان بسته، از آن جایی که از چشم‌ها اطلاعاتی به مخچه ارسال نمی‌شود راه رفتن با عدم توازن و دقت انجام می‌شود.

← با وجود سلامت کامل چشم‌ها، ممکن است عصب بینایی و یا بخش مربوط به تفسیر و پردازش اطلاعات بینایی در مغز، آسیب دیده باشد. بنابراین فرد قادر به دیدن نمی‌باشد.

وظیفه

ساختارهای دیگر مغز

بیشتر بدانید

استخراج مایع مغزی- نخاعی:

متخصصان می‌توانند با استفاده از سرنگ مقداری از مایع مغزی- نخاعی از بین مهره‌های کمر خارج کنند

و با بررسی آن بیماری‌های احتمالی دستگاه عصبی را تشخیص دهند یا از این راه، داروهای مورد نیاز را به بدن وارد کنند.

واژه‌شناسی

کناره‌ای (Limbic/ لیمبیک) این کلمه از ریشه فرانسوی Limbe به معنای حاشیه و کناره گرفته شده است و واژه کناره‌ای همان معنای را می‌دهد.

تالاموس محل پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی اند. اغلب پیام‌های حسی در تالاموس

گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند.

هیپوتالاموس که در زیر تالاموس قرار دارد، دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون،

تشنگی، گرسنگی و خواب را تنظیم می‌کند.

سامانه کناره‌ای (لیمبیک) که با قشر مخ، تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارد. سامانه

کناره‌ای در حافظه و احساساتی مانند ترس، خشم و لذت نقش ایفا می‌کند (شکل ۱۶).

اسبک مغز (هیپوکامپ) یکی از اجزای سامانه کناره‌ای است که در تشکیل حافظه و یادگیری

نقش دارد. حافظه افرادی که اسبک مغز آنان آسیب دیده، یا با جراحی برداشته شده است، دچار

اختلال می‌شود. این افراد نمی‌توانند نام افراد جدید را حتی اگر هر روز با آنها در تماس باشند، به خاطر

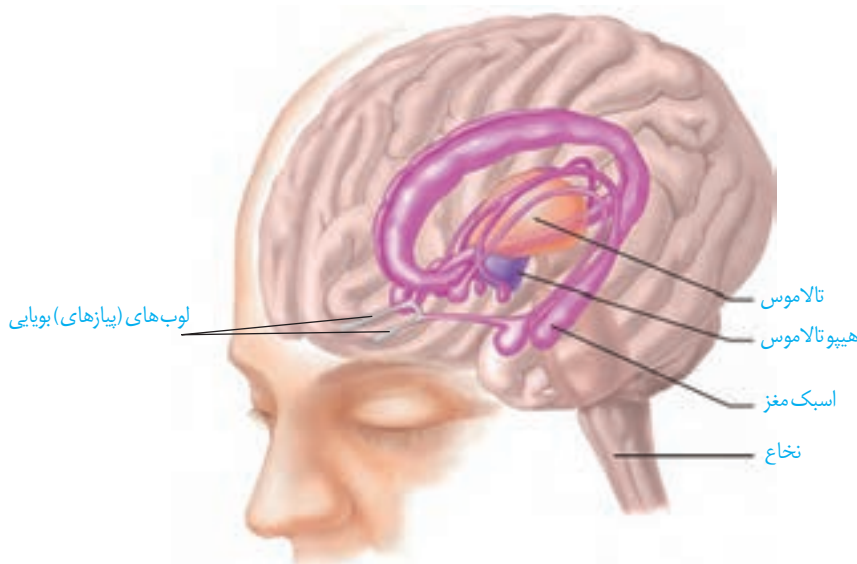
بسپارند. نام‌های جدید، حداکثر فقط برای چند دقیقه در ذهن این افراد باقی می‌مانند. البته آنان برای

به یاد آوردن خاطرات مربوط به قبل از آسیب دیدگی، مشکل چندانی ندارند. پژوهشگران بر این باورند

که اسبک مغز در ایجاد حافظه کوتاه مدت و تبدیل آن به حافظه بلند مدت نقش دارد؛ مثلاً وقتی شماره

تلفنی را می‌خوانیم، یا می‌شنویم، ممکن است پس از زمان کوتاهی آن را از یاد ببریم، ولی وقتی آن

را بارها به کار ببریم، در حافظه بلند مدت ذخیره می‌شود.



بیشتر بدانید

کُما: کما حالت بیهوشی عمیق است که در آن، فرد زنده است، ولی نمی‌تواند حرکت کند و به محرک‌های محیطی پاسخ هدفمند بدهد. کُما معمولاً با آسیب وسیع مغز به ویژه بخش‌هایی از آن که با حفظ هوشیاری در ارتباط است همراه است. فرد در حالت کما ممکن است بهبود پیدا کند، یا به حالت زندگی نباتی برود.

شکل ۱۷- سامانه کناره‌ای (بخش‌های بنفش رنگ)

بیشتر بدانید

زندگی نباتی: در زندگی نباتی بخش خودمختار مغز فعالیت دارد؛ ضربان قلب، تنفس و فشار خون تنظیم می‌شود و فرد حرکات غیرارادی نیز نشان می‌دهد؛ اما به محرک‌های محیطی پاسخ معناداری نمی‌دهد؛ صداهایی تولید می‌کند ولی نمی‌تواند سخن بگوید؛ فعالیتی انجام دهد و نیازهای خود را برآورده کند.

بیشتر بدانید

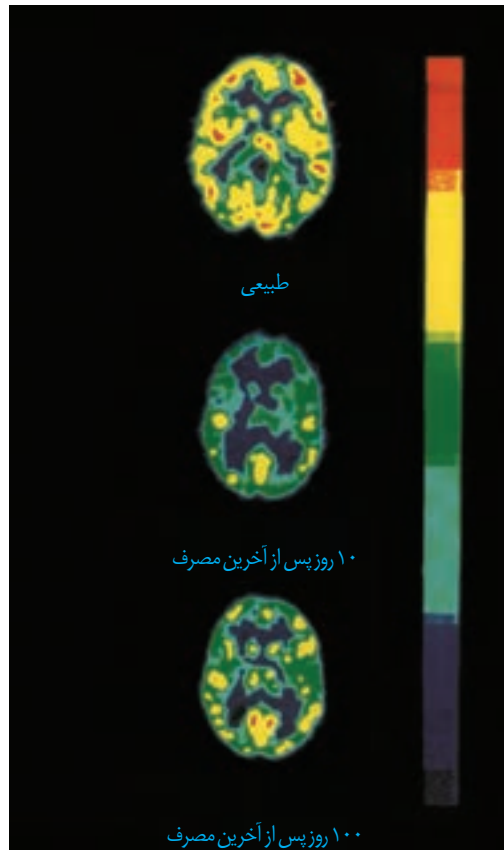
مرگ مغزی: چهار رگ اصلی به مغز خون‌رسانی می‌کنند، اگر این رگ‌ها بسته شوند، خون‌رسانی به مغز مختل می‌شود و اکسیژن‌رسانی به آن انجام نمی‌شود، در نتیجه مغز به‌طور غیرقابل برگشتی تخریب می‌شود. در نوار مغزی هیچ علامتی از فعالیت مغز دیده نمی‌شود. فرد به محرک‌ها هیچ پاسخی نمی‌دهد؛ حتی بدون دستگاه تنفس مصنوعی نمی‌تواند نفس بکشد. البته در این حالت، اندام‌های دیگر بدن مانند قلب، کبد و کلیه‌ها برای مدتی فعال‌اند که در صورت اهدای آنها زندگی افراد دیگری نجات پیدا می‌کند.

اعتیاد: اعتیاد وابستگی به مصرف یک ماده، یا انجام یک رفتار است که ترک آن مشکلات جسمی و روانی برای فرد به وجود می‌آورد. وابستگی به اینترنت یا بازی‌های رایانه‌ای نیز نمونه‌ای از اعتیادهای رفتاری‌اند. مواد گوناگون مانند الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین و حتی کافئین قهوه اعتیادآورند.

اعتیاد نه فقط سلامت جسمی و روانی فرد مصرف‌کننده، بلکه سلامت خانواده او و نیز افراد دیگر اجتماع را به خطر می‌اندازد.

مواد اعتیادآور و مغز: نخستین تصمیم برای مصرف مواد اعتیادآور در اغلب افراد اختیاری است، اما استفاده مکرر از این مواد، تغییراتی را در مغز ایجاد می‌کند که فرد دیگر نمی‌تواند با میل شدید برای مصرف مقابله کند. این تغییرات ممکن است دائمی باشند. به همین علت، اعتیاد را بیماری برگشت‌پذیر می‌دانند که حتی سال‌ها پس از ترک مواد، فرد در خطر مصرف دوباره قرار دارد. مواد اعتیادآور بر سامانه کناره‌ای اثر می‌گذارند و موجب آزاد شدن ناقل‌های عصبی از جمله دوپامین می‌شوند که در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می‌کند. در نتیجه فرد، میل شدیدی به مصرف دوباره آن ماده دارد. با ادامه مصرف، دوپامین کمتری آزاد می‌شود و به فرد احساس کسالت، بی‌حوصلگی و افسردگی دست می‌دهد. برای رهایی از این حالت و دستیابی به سرخوشی نخستین، فرد مجبور است، ماده اعتیادآور بیشتری مصرف کند. مواد اعتیادآور بر بخش‌هایی از قشر مخ نیز تأثیر می‌گذارند و توانایی قضاوت، تصمیم‌گیری و خودکنترلی فرد را کاهش می‌دهند. این اثرات به‌ویژه در مغز نوجوانان شدیدتر است؛ زیرا مغز آنان در حال رشد است. مصرف مواد اعتیادآور ممکن است تغییرات برگشت‌ناپذیری را در مغز ایجاد کند. شکل ۱۸ اثر یک ماده اعتیادآور بر فعالیت مغز را با بررسی مصرف‌کننده در آن نشان می‌دهد.

شکل ۱۸ - تصویرها مصرف گلوکز را در مغز فرد سالم و فرد مصرف کننده کوکائین نشان می دهند. رنگ های آبی تیره و روشن مصرف کم گلوکز و رنگ زرد و قرمز مصرف زیاد آن را نشان می دهند. توجه کنید بهبود فعالیت مغز به زمان طولانی نیاز دارد؛ بخش پیشین مغز بهبود کمتری را نشان می دهد.



بیشتر بدانید

مصرف الکل، زمان واکنش به محرک را افزایش می دهد؛ بنابراین، رانندگی پس از مصرف الکل، جان خود و دیگران را به خطر می اندازد. وجود الکل را در خون، ادرار و هوای بازدمی می توان سنجید.

بیشتر بدانید

در گذشته تصور می کردند تولید یاخته های عصبی فقط در دوران جنینی انجام می شود. اما نتایج پژوهش های آلمن در دهه هفتاد میلادی، این باور را تغییر داد. پژوهش روی پستانداران بالغ نشان داده است که در بخش هایی از اسبک مغز تولید یاخته های عصبی رخ می دهد. تولید یاخته های عصبی شامل تکثیر، مهاجرت و تمایز یاخته های بنیادی به یاخته های الکل بر تکثیر یاخته ای و بقای یاخته ها اثر نامطلوب دارد. در افراد معتاد به الکل حجم اسبک مغز کاهش پیدا می کند.

اعتیاد به الکل: مقدار الکل (اتانول) در نوشیدنی های الکلی متفاوت است؛ حتی مصرف کمترین

مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می دهد. الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می شود. الکل از غشای یاخته های عصبی بخش های مختلف مغز عبور و فعالیت های آنها را مختل می کند. الکل علاوه بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل های عصبی تحریک کننده و بازدارنده تأثیر می گذارد؛ و عامل کاهش دهنده فعالیت های بدنی، ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن و اختلال در گفتار است. الکل فعالیت مغز را کند می کند و در نتیجه زمان واکنش فرد به محرک های محیطی افزایش پیدا می کند. مشکلات کبدی، سکته قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلند مدت الکل است.



اثرات مخرب الکل بر بدن

فعالیت ۶

در باره درستی یا نادرستی عبارت های زیر اطلاعاتی را جمع آوری کرده و به کلاس ارائه کنید.

● استفاده از قلیان به اندازه سیگار خطرناک نیست.

● فرد با یک بار مصرف ماده اعتیادآور، معتاد نمی شود.

● مصرف تنباکو با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.

● مصرف مواد اعتیادآوری که از گیاهان به دست می آیند، خطر چندان ندارد.

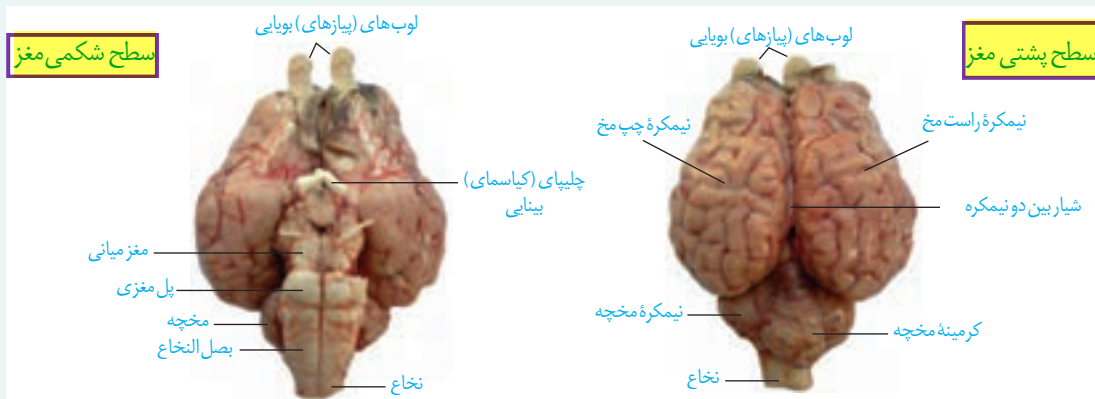
مواد و وسایل لازم: مغز سالم گوسفند (یا گوساله)، وسایل تشریح، دستکش

با کمک معلم مغز را برای تشریح آماده کنید.

۱- بررسی بخش‌های خارجی مغز

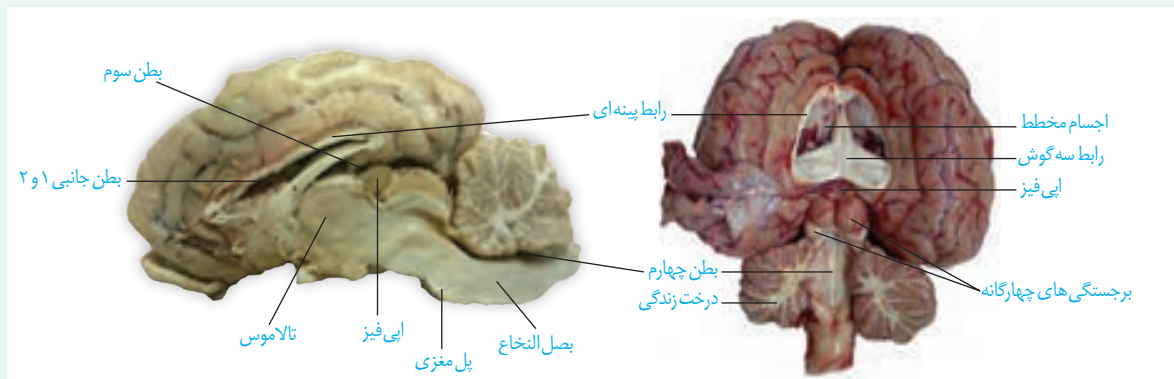
الف) مشاهده سطح پشتی: مغز را مانند شکل در ظرف تشریح قرار دهید. روی مغز بقایای پرده مننژ وجود دارد. آنها را جدا کنید تا شیارهای مغز بهتر دیده شوند. کدام بخش‌های مغز را با مشاهده سطح پشتی آن می‌توانید ببینید؟

ب) مشاهده سطح شکمی مغز: مغز را برگردانید، باقیمانده مننژ را به آرامی جدا کنید و بخش‌های مغز را در این سطح مشاهده کنید.



۲- مشاهده بخش‌های درونی مغز: مغز را طوری در ظرف تشریح قرار دهید که سطح پشتی آن را ببینید. با انگشتان شست، به آرامی دو نیمکره را از محل شیار بین آنها از یکدیگر فاصله دهید و بقایای پرده‌های مننژ را از بین دو نیمکره خارج کنید تا نوار سفید رنگ رابط پینه‌ای را ببینید.

در حالی که نیمکره‌های مخ از هم فاصله دارند، با نوک چاقوی جراحی، در جلوی رابط پینه‌ای، برش کم عمقی ایجاد کنید و به آرامی فاصله نیمکره‌ها را بیشتر کنید تا رابط سه گوش را در زیر رابط پینه‌ای مشاهده کنید. دو طرف این رابط‌ها، فضای بطن‌های ۱ و ۲ مغز و داخل آنها، اجسام مخطط قرار دارند. شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی-نخاعی را ترشح می‌کند نیز درون این بطن‌ها دیده می‌شوند.



در مرحله بعد به کمک چاقوی جراحی در رابط سه گوش، برش طولی ایجاد کنید تا در زیر آن، تالاموس ها را ببینید. دو تالاموس با یک رابط به هم متصل اند و با کمترین فشار از هم جدا می شوند.

در عقب تالاموس ها، **بطن سوم** و در لبه پایین این بطن، **اپی فیز** را ببینید. در عقب اپی فیز برجستگی های چهارگانه قرار دارند.

در مرحله بعدی **کرمینه مخچه** را در امتداد شیار بین دو نیمکره برش دهید تا **درخت زندگی** و **بطن چهارم** مغز را ببینید.

نخاع: نخاع درون ستون مهره ها از بصل النخاع تا دومین مهره کمر کشیده شده است. نخاع، مغز را

به دستگاه عصبی محیطی متصل می کند و مسیر عبور پیام های حسی از اندام های بدن به مغز و ارسال پیام ها از مغز به اندام هاست. علاوه بر آن،

نخاع مرکز برخی انعکاس های بدن است. **۲**

هر عصب نخاعی دو ریشه دارد

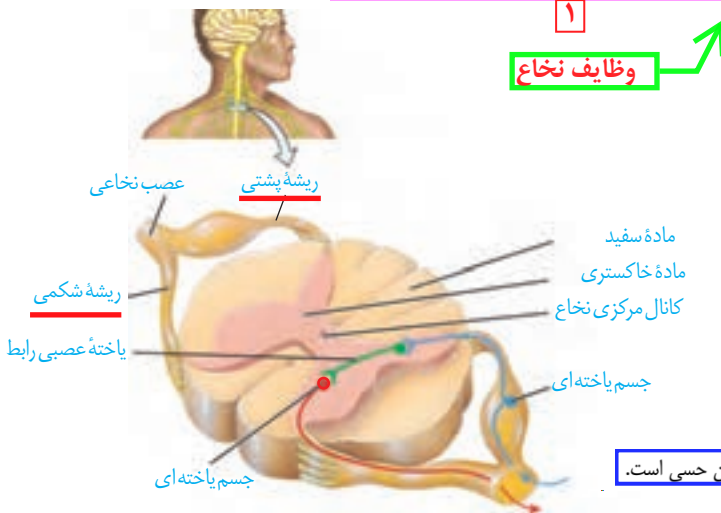
(شکل ۱۹). **ریشه پشتی** عصب نخاعی

حسی و **ریشه شکمی** آن حرکتی است.

ریشه پشتی، اطلاعات حسی را به نخاع

وارد و ریشه شکمی پیام های حرکتی را از

نخاع خارج می کند.



ریشه پشتی عصب نخاعی شامل دندریت، جسم سلولی و بخشی از آکسون نورون حسی است.

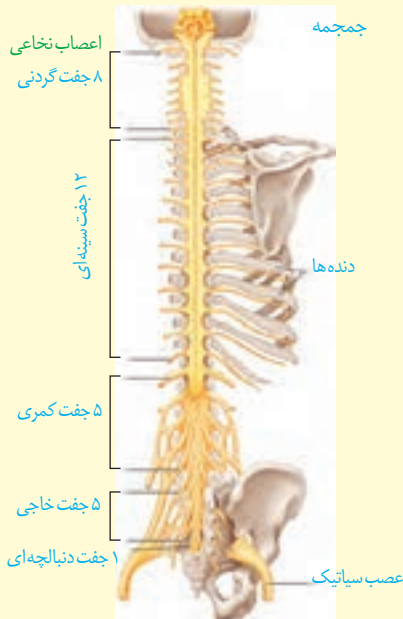
ریشه شکمی عصب نخاعی فقط شامل آکسون نورون حرکتی است.

جسم یاخته ای نورون حسی در خارج از نخاع و جسم یاخته ای نورون حرکتی در بخش خاکستری نخاع قرار دارد.

شکل ۱۹- عصب نخاعی

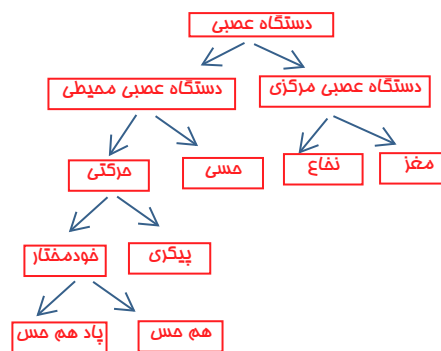
بیشتر بدانید

اعصاب مغزی و نخاعی را در شکل های زیر ببینید.



دستگاه عصبی محیطی

بخشی از دستگاه عصبی که مغز و نخاع را به بخش‌های دیگر مرتبط می‌کند، **دستگاه عصبی محیطی** نام دارد. ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی، دستگاه عصبی مرکزی را به بخش‌های دیگر بدن، مانند اندام‌های حس و ماهیچه‌ها مرتبط می‌کنند. هر عصب مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی است که درون بافت پیوندی قرار گرفته‌اند. دستگاه عصبی محیطی شامل دو بخش حسی و حرکتی است. با بخش حسی این دستگاه در فصل بعد آشنا خواهید شد. بخش حرکتی این دستگاه پیام عصبی را به اندام‌های اجرا کننده مانند ماهیچه‌ها می‌رساند. بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی، خود شامل دو بخش **پیکری و خودمختار** است.



بخش پیکری: این بخش پیام‌های عصبی را به ماهیچه‌های اسکلتی می‌رساند. فعالیت این ماهیچه‌ها به شکل **ارادی و غیر ارادی** تنظیم می‌شود. وقتی تصمیم می‌گیرید کتاب را از روی میز بردارید، یاخته‌های عصبی بخش پیکری، دستور مغز را به ماهیچه‌های دست می‌رسانند. فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی به شکل انعکاسی نیز تنظیم می‌شود. می‌دانید انعکاس پاسخ سریع و غیر ارادی ماهیچه‌ها در پاسخ به محرک هاست. همان‌طور که در شکل ۲۰ می‌بینید، دست فرد با برخورد به جسم داغ، به عقب کشیده می‌شود. مرکز تنظیم این انعکاس نخاع است.

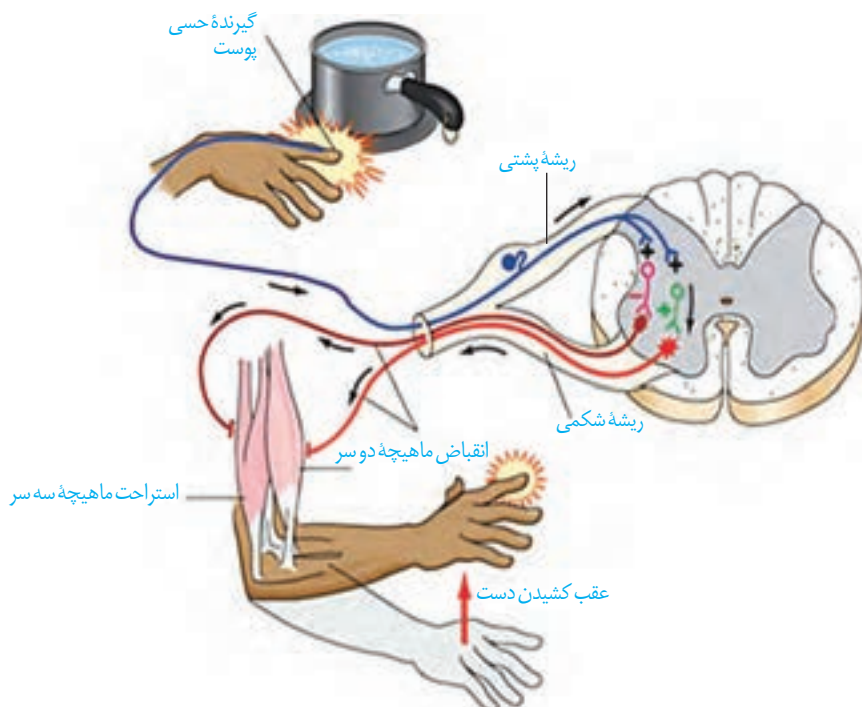
نقطه

ماهیچه‌ها اسکلتی بیشتر بصورت اراد فعالیت دارند و در برخی موارد مانند انعکاس فعالیت غیر اراد دارند



نقطه

علاوه بر نخاع، مغز هم مرکز تنظیم برخی انعکاس‌ها می‌باشد



شکل ۲۰- انعکاس عقب کشیدن دست (اندازه‌های شکل واقعی نیستند)

در انعکاس عقب کشیدن دست در برخورد با جسم داغ:

- کلیه تعداد ۵ نورون شامل یک نورون حسی، دو نورون رابط و دو نوع حرکتی دخالت دارد.
- کلیه تعداد ۶ سیناپس شامل ۵ سیناپس فعال و یک سیناپس غیر فعال وجود دارد.
- کلیه از میان پنج سیناپس فعال، چهار سیناپس تحریکی و یک سیناپس مهارتی (نورون رابط با نورون حرکتی ماهیچه سه سر بازو) می‌باشد.
- کلیه سیناپس غیر فعال، سیناپس نورون حرکتی با ماهیچه سه سر بازو است.



نقطه

فعالیت ۸

با استفاده از شکل ۲۰ به این پرسش‌ها پاسخ دهید:

- ۱- پس از احساس درد، چه رویدادهایی رخ می‌دهد تا فرد دست خود را عقب بکشد؟
- ۲- در مسیر عقب کشیدن دست، کدام سیناپس‌ها تحریک کننده و کدام مهارکننده‌اند؟

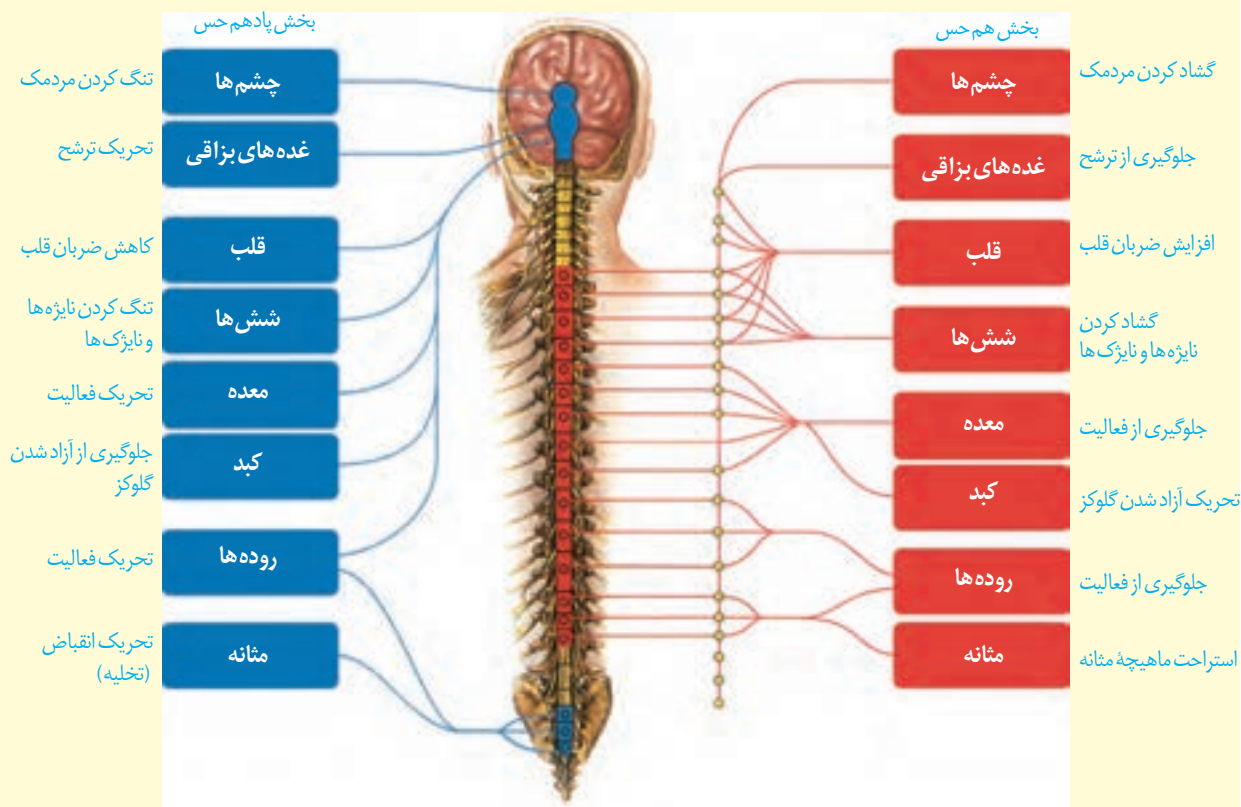
بخش خود مختار: بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی، کار ماهیچه‌های صاف، ماهیچه قلب و غده‌ها را به صورت ناآگاهانه تنظیم می‌کند و همیشه فعال است. این دستگاه از دو بخش هم‌حس (سمپاتیک) و پادهم‌حس (پاراسمپاتیک) تشکیل شده است که معمولاً برخلاف یکدیگر کار می‌کنند تا فعالیت‌های حیاتی بدن را در شرایط مختلف تنظیم کنند. فعالیت بخش پادهم‌حس باعث برقراری حالت آرامش در بدن می‌شود. در این حالت، فشار خون کاهش یافته، ضربان قلب کم می‌شود. بخش هم‌حس هنگام هیجان بر بخش پادهم‌حس غلبه دارد و بدن را در حالت آماده‌باش نگه می‌دارد. ممکن است این حالت را هنگام شرکت در مسابقه ورزشی تجربه کرده باشید. در این وضعیت، بخش هم‌حس سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند.

وظیفه پاراسمپاتیک

وظیفه سمپاتیک

بیشتر بدانید

در شکل زیر، نقش دستگاه هم‌حس و پادهم‌حس را در بخش‌های مختلف بدن می‌بینید.



از بخش های تشکیل دهنده دستگاه عصبی، یک نقشه مفهومی تهیه کنید.

دستگاه عصبی جانوران

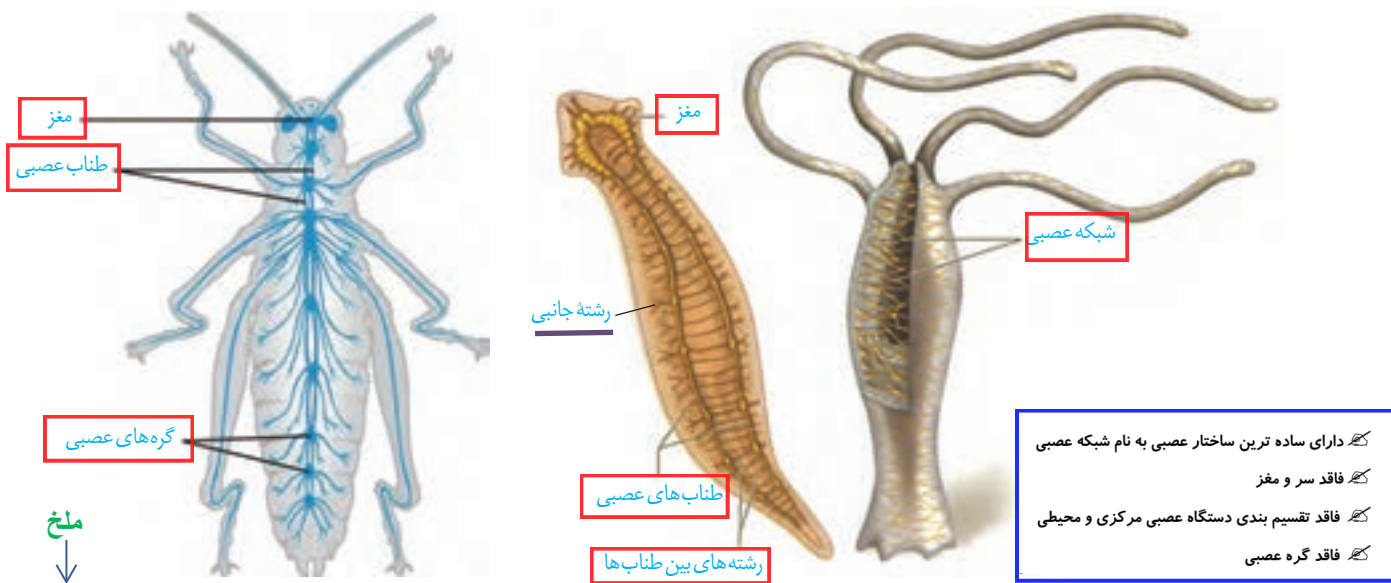
ساده ترین ساختار عصبی، **شبکه عصبی** در هیدر است. شبکه عصبی مجموعه ای از یاخته های عصبی پراکنده در دیواره بدن هیدر است که با هم ارتباط دارند. تحریک هر نقطه از بدن جانور در همه سطح آن منتشر می شود. شبکه عصبی یاخته های ماهیچه ای بدن را تحریک می کند.

در پلاناریا دو **گره عصبی** در سر جانور، مغز را تشکیل داده اند. هر گره مجموعه ای از جسم یاخته های عصبی است. دو طناب عصبی متصل به مغز که در طول بدن جانور کشیده شده اند، با رشته هایی به هم متصل اند و **ساختار نردبان مانند**ی را ایجاد می کنند. این مجموعه بخش مرکزی دستگاه عصبی جانور است. رشته های جانبی متصل به آن نیز، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می دهند.

مغز حشرات از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است. یک **طناب عصبی شکمی** که در طول بدن جانور کشیده شده است، در هر بند از بدن، یک **گره عصبی** دارد. هر گره فعالیت ماهیچه های آن بند را تنظیم می کند (شکل ۲۱).

در مهره داران **طناب عصبی پشتی** است و بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره ها و مغز درون جمجمه ای غضروفی، یا استخوانی جای گرفته است. در مهره داران نیز مانند انسان، دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است. در بین مهره داران اندازه نسبی مغز پستانداران و پرندگان نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر است.

شکل ۲۱- ساختارهای عصبی چند جانور



که دارای ساده ترین ساختار عصبی به نام شبکه عصبی
 که فاقد سر و مغز
 که فاقد تقسیم بندی دستگاه عصبی مرکزی و محیطی
 که فاقد گره عصبی

که دارای مغز (چندین گره عصبی) و یک طناب عصبی شکمی
 که دارای تقسیم بندی دستگاه عصبی مرکزی (مغز و یک طناب عصبی شکمی) و محیطی (رشته های منشعب از طناب شکمی در هر بند)
 که دارای یک گره عصبی در هر بند از بدن
 که فاقد گره عصبی در دستگاه عصبی محیطی

(الف) هیدر
 (ب) پلاناریا
 که دارای مغز (شامل ۲ گره عصبی) و دو طناب عصبی (نردبان عصبی)
 که دارای تقسیم بندی دستگاه عصبی مرکزی (مغز و دو طناب عصبی) و محیطی (رشته های منشعب از دو طناب)
 که فاقد گره عصبی در طناب عصبی

چیزی ارزشمندتر از همین امروز نیست

[@mirzaei_zist](#)