

فصل ۱

تنظیم عصبی

گفتار ۱

یاخته های بافت عصبی

- ۱- دندریت
- ۲- آکسون
- ۳- جسم سلولی

۱- **یاخته های عصبی (نورون)**اجزاء بافت عصبی۲- **یاخته های پشتیبان عصبی (نوروگلیا)**۱- **تحریک پذیری و ایجاد پیام عصبی**۲- **هدایت پیام عصبی**۳- **انتقال پیام عصبی**سه عملکرد نورون ها**نکته :** بعضی نورون ها ممکن است فاقد دندریت یا آکسون باشند.

۱- رشته های **محل دریافت پیام عصبی**

دندریت

۲- **عبور دادن پیام عصبی به جسم سلولی**

۱- **هدایت پیام** از جسم سلولی تا انتهای خود به نام **پایانه آکسون**

آکسون

۲- **انتقال پیام** از پایانه آکسون به یاخته دیگر

۱- محل قرار گرفتن **هسته** و بعضی **اندامک ها**

۲- محل **دریافت پیام عصبی**

جسم یاخته ای

۳- محل انجام **سوخت و ساز** یاخته ای

۱- پوشاننده **دندریت** و **آکسون** بسیاری از **نورون ها**

۲- توسط یاخته های **نوروگلیا** به نام **شوان** ایجاد می شود

غلاف میلین

۳- آکسون و دندریت را نسبت به عبور جریان عصبی **عایق** می کند

۱- فاصله **بین قطعات غلاف میلین** را **گره رانویه** می گویند

۲- محل **هدایت پیام** و عبور جریان از غشاء می باشند

گره رانویه

۳- غشاء نورون در **تماس مستقیم با مایع بین سلولی** قرار دارد

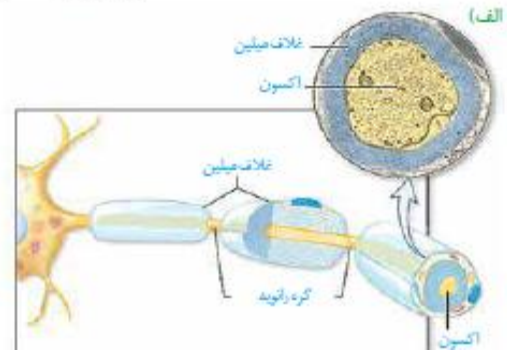
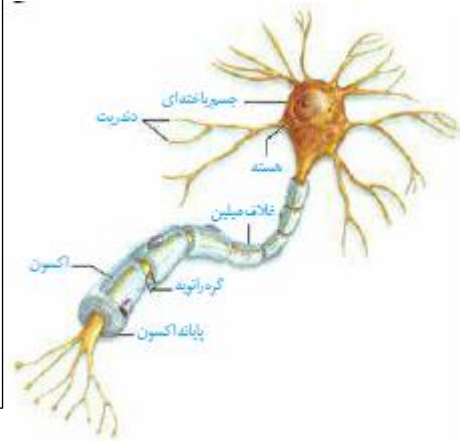
نکته : جنس غلاف میلین از جنس غشاء است.

نکته : در محل غلاف میلین، غشاء نوروگلیا **چندین دور** به دور غشاء نورون می پیچد.

نکته : **تعداد** یاخته های پشتیبان **چندین برابر** یاخته های عصبی است.

نکات

- ۱- نورون های حسی بیشتر دارای دندریت بلند و آکسون کوتاه دارند.
- ۲- نورون های رابط، دندریت منشعب و بدون میلین دارند.
- ۳- نورون های رابط آکسون کوتاه و بدون میلین دارند.
- ۴- نورون های حرکتی، دندریت بدون میلین و آکسون میلین دار دارند.



۱- نورون های یک قطبی

۲- نورون های دوقطبی

۳- نورون های چند قطبی

۱- **از نظر شکل**

انواع نورون

۱- نورون های حسی

۲- نورون های رابط

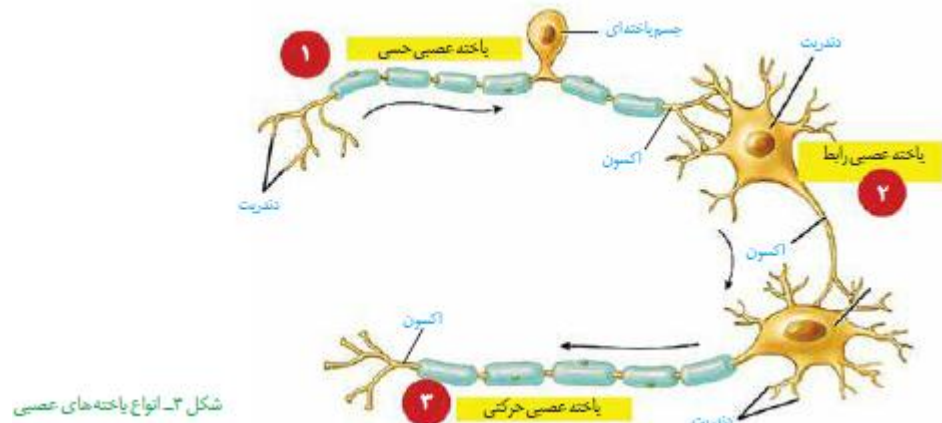
۳- نورون های حرکتی

۲- **از نظر عملکرد**

نکته : پایانه آکسون فاقد غلاف میلین است.

نکته : پیام عصبی از طریق دندریت، یا جسم یاخته ای ویا هر دو وارد نورون می شود.

نکته : گاهی آکسون محل ورود پیام عصبی به نورون است



- وظیفه نورون های مختلف**
- ۱- **حسی** : آوردن پیام از گیرنده های حسی به سوی مغز و نخاع
 - ۲- **رابط** : ایجاد ارتباط لازم بین نورون های حسی و حرکتی
 - ۳- **حرکتی** : ارسال پیامهای حرکتی از مغز و نخاع به سمت اندامها

۱- وجود **اختلاف پتانسیل** بین درون و بیرون غشاء آن (۷۰- میلی)

- نورون در حال آرامش**
- ۲- **عدم توازن نوع بارها** در دو طرف غشاء
 - بیرون مثبت
 - درون منفی
 - ۳- **عدم توازن یون ها** در دو طرف غشاء
 - Na بیشتر در بیرون
 - K بیشتر در درون

نکته : **جدیدترین لایه** های غلاف میلین، **درونی ترین لایه های** آن می باشند.

نکته : یاخته های **نوروگلیا زنده** و دارای **توان تقسیم و بازسازی** هستند

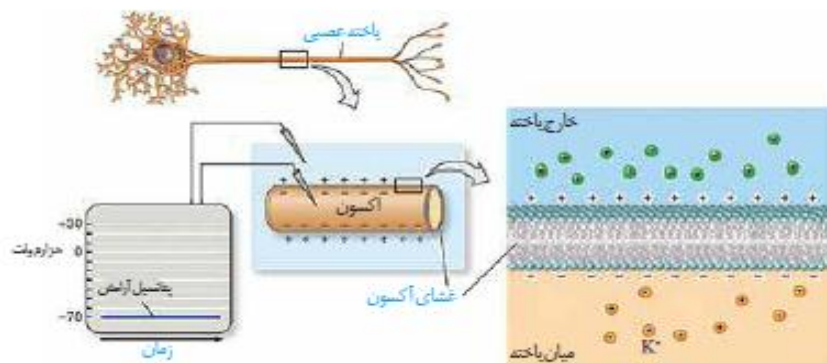
- انواع پروتئین های غشاء نوروں ها
- ۱- کانال های **نشتی** سدیمی و پتاسیمی
 - ۲- کانال های **دریچه دار** سدیمی و پتاسیمی
 - ۳- **پمپ** سدیم - پتاسیم

نکته: کانال های نشتی سدیمی، یون های سدیم را وارد می کنند.

نکته: کانال های نشتی پتاسیمی، یون های پتاسیم را **خارج** و **سدیم وارد** می کنند.

نکته: نفوذپذیری غشاء نوروں به یون پتاسیم بیشتر است؛ تعداد یونهای پتاسیم خروجی بیشتر است.

نکته: انواعی مختلفی از کانال ها و ناقل ها در غشاء نوروں وجود دارد.



۱- از **انرژی ATP** استفاده می کند

پمپ سدیم- پتاسیم

۲- سه یون **سدیم** را **خارج** و **دو پتاسیم** را **وارد** می کند.

۱- نفوذپذیری بیشتر به **K**

عوامل ایجاد کننده عدم توازن بارها در دو طرف غشاء

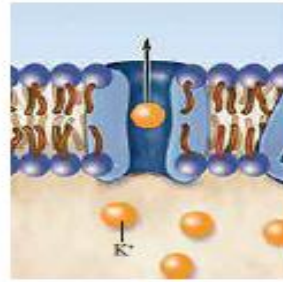
۲- فعالیت نابرابر **پمپ** سدیم پتاسیم

نکات

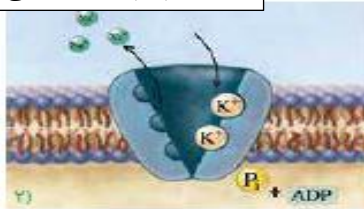
۱- پمپ سدیم - پتاسیم در تمام یاخته های زنده جانوری وجود دارد.

۲- پمپ سدیم - پتاسیم ابتدا یون های سدیم را خارج و سپس پتاسیم را وارد می کند.

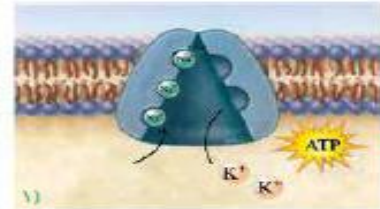
۳- این پمپ نقش مهمی در تنظیم حجم یاخته های جانوری دارد



(الف)



(ب)



(ب)

پتانسیل عمل

تعریف: تغییر شدید و ناگهانی اختلاف پتانسیل دو سوی غشاء در اثر تحریک

- ۱- **تحریک** غشاء نوروں توسط محرک
- ۲- **بازشدن کانال های دریچه دار سدیمی** و ورود یون های سدیم
- ۳- **مثبت تر** شدن بار الکتریکی **درون** نسبت به بیرون درنقطه تحریک
- ۴- **بسته شدن کانال های دریچه دار سدیمی** پس از زمانی کوتاه
- ۵- **بازشدن کانال های دریچه دار پتاسیمی** و خروج پتاسیم از نوروں
- ۶- **بسته شدن کانال های دریچه دار پتاسیمی** و بازگشت به آرامش

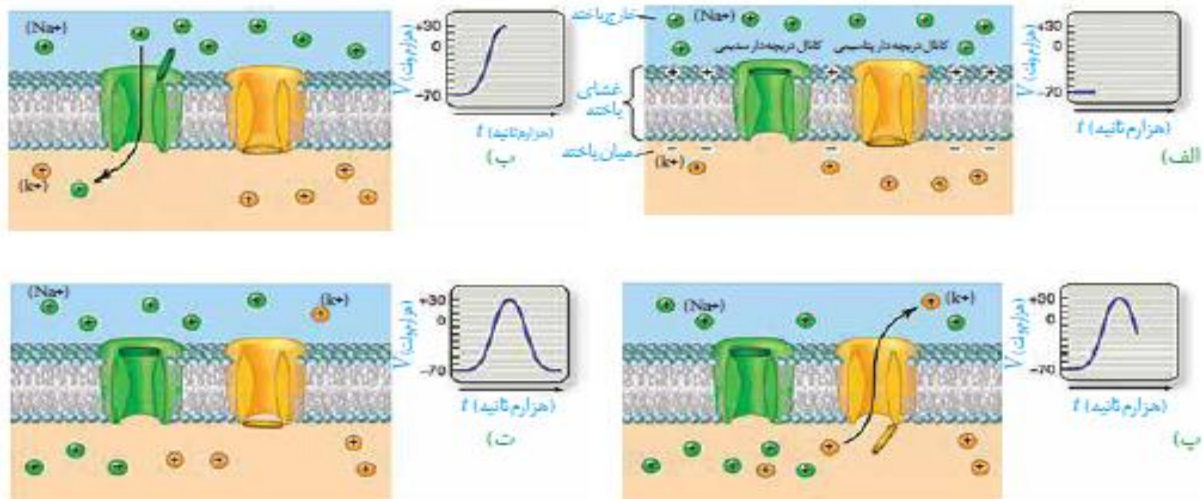
مراحل پتانسیل عمل

نکته: در پایان پتانسیل عمل درنقطه تحریک همانند حالت آرامش بیرون نسبت به درون مثبت است.

نکته: در پایان پتانسیل عمل، مقدار یون های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشاء یاخته با مقدار آنها در حالت آرامش **متفاوت** است.

- ۱- همواره در حال فعالیت است.
- ۲- برخلاف کانال های دریچه دار عمل می کند
- ۳- برگرداندن شیب غلظت یونهای سدیم و پتاسیم به حالت زمان آرامش
- پمپ سدیم - پتاسیم**

شکل ۷- چگونگی ایجاد پتانسیل عمل



نکته : هنگام پتانسیل عمل، اختلاف پتانسیل از -70 به $+30$ می رسد.

نکته : هنگام ادامه پتانسیل عمل، پتانسیل غشاء از $+30$ به -70 می رسد.

نکته : بازو بسته شدن کانال های دریچه دار در کسری از هزارم ثانیه روی می دهد.

نکته : در نقطه اوج منحنی، هر دو نوع کانال های دریچه دار، بسته می باشند.

نکته : پیام عصبی از ابتدای آکسون که **تپه آکسونی** نام دارد، آغاز می شود

نکته : پیام عصبی در جسم یاخته ای و دندریت های ایجاد **نمی شود**.

پیام عصبی : وقتی تحریک ایجاد شده در یک **نقطه غشاء به نقاط مجاور** منتقل می شود، به

این جریان پیام عصبی می گویند.

هدایت جریان عصبی : حرکت پیام عصبی در **طول یک نورون** را هدایت پیام عصبی می گویند.

۱- هدایت پیوسته : در تارهای بدون میلین دیده می شود.

انواع هدایت پیام

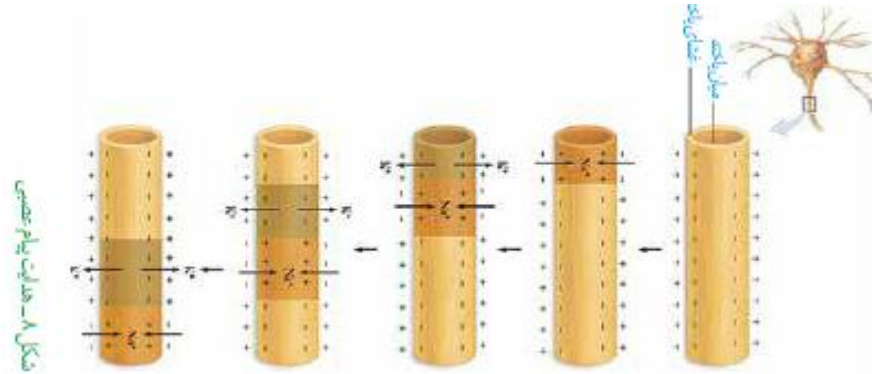
۲- هدایت جهشی : وقوع در تارهای میلین دار و در محل گره های رانویه

۱- وجود یا عدم وجود غلاف میلین

بستگی دارد.

سرعت هدایت پیام

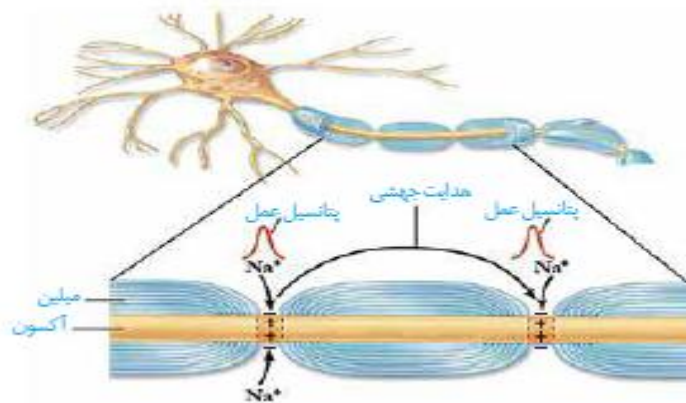
۲- به قطر تار عصبی



نقاط خاکستری : بازگشت به آرامش

نقاط قهوه ای : پتانسیل عمل

نقاط کرم رنگ: حالت آرامش



- ۱- نوعی بیماری **خود ایمنی** است.
- ۲- **یاخته های سازنده میلین** نورون های **مغز و نخاع** از بین می رود.
- ۳- **هدایت پیام مختل** می شود.

بیماری MS

- ۱- ایجاد **بی حسی** و **لرزش** در فرد
- ۲- **اختلال در حرکت و تکلم**
- ۳- **اختلال در بینایی**

علائم بیماری MS

نکته : بیماری مالتیپل اسکلروزیس به علت اختلال در ایمنی اختصاصی سلولی ایجاد می شود.

انتقال پیام عصبی

انتقال پیام عصبی از یک نورون به یاخته بعدی در محلی به نام **سیناپس** صورت می گیرد.

۱- الکتریکی

- ۱- **تحریکی** : انتقال پیام به یاخته بعدی
- ۲- **شیمیایی** : سیناپس غیرفعال : سیناپسی که پیام دریافت **نکند**
- ۳- **مهارى** : عدم انتقال پیام به یاخته بعدی

انواع سیناپس

۱- **یاخته پیش سیناپسی**

۲- **فضای سیناپسی**

۳- **یاخته پس سیناپسی**

اجزاء یک سیناپس شیمیایی

۱- **آکسون به جسم یاخته ای**

۲- **آکسون به دندریت**

۳- **آکسون به آکسون**

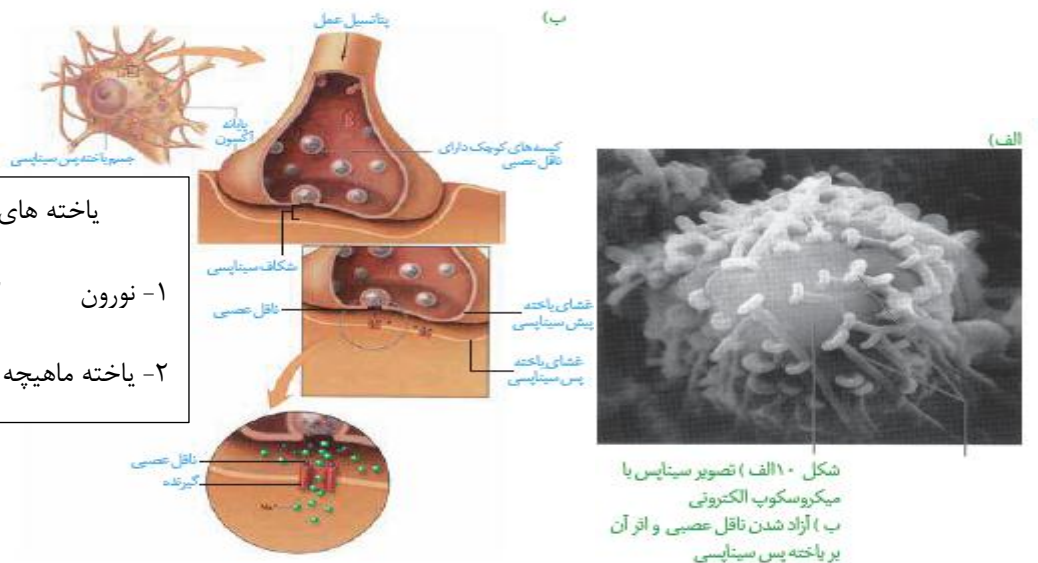
انواع سیناپس نورون به نورون

- ۱- رسیدن پیام عصبی به **انتهای آکسون**
- ۲- باز شدن **کانال های کلسیمی** و **ورود کلسیم**
- ۳- **اتصال ویزیکول** ها به **غشاء پیش سیناپسی**
- ۴- **اگزوسیتوز** انتقال دهنده عصبی به **فضای سیناپسی**
- ۵- اتصال انتقال دهنده عصبی به **گیرنده اختصاصی** روی غشاء
- ۶- **باز شدن** کانال های **غشاء پس سیناپسی**
- ۷- **تغییر پتانسیل غشاء** پس سیناپسی در جهت **تحریک** یا **مهاری**

مکانیسم انتقال پیام

نکته : بعضی انتقال دهنده های عصبی **تحریکی** و بعضی **مهاری** هستند.

نکته : انتقال دهنده عصبی به **سرعت** در فضای سیناپسی **تجزیه** و یا **باز جذب** می شود.



- یاخته های پس سیناپسی
- ۱- نورون
- ۲- یاخته ماهیچه ای
- ۳- یاخته ترشحات

شکل ۱۰ (الف) تصویر سیناپس یا میکروسکوپ الکترونی (ب) آزاد شدن ناقل عصبی و اثر آن بر یاخته پس سیناپسی

نکته : انتقال دهنده های **تحریکی**، سبب باز شدن **کانال های سدیمی** در غشاء پس سیناپسی میشود.

گیرنده اختصاصی انتقال دهنده خود یک **کانال** است که با اتصال به گیرنده باز می شود.

نکته : تغییر در میزان **طبیعی ناقل ها** سبب **بیماری** و **اختلال** در کار **دستگاه عصبی** می شود.

گفتار ۲ ساختار دستگاه عصبی



هر نیمکره مخ دوبخش دارد؛

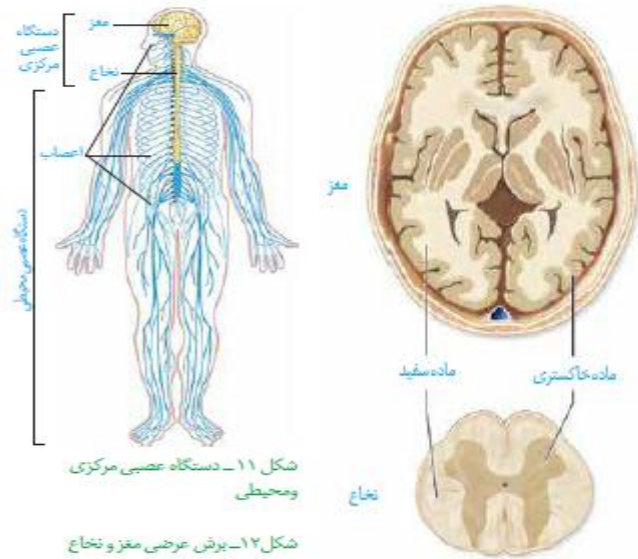
۱- بخش قشری؛ که خاکستری و چین خورده است.

علت خاکستری: وجود جسم سلولی نورون های حرکتی و رابط

علت چین خوردگی: تا مغز درون جمجمه جای گیرد

۲- بخش درونی و سفید رنگ؛

علت سفید بودن: وجود غلاف میلین روی تارهای عصبی



۱- لوب پیشانی

۲- لوب آهیانه ای

۳- لوب گیجگاهی

۴- لوب پس سری

هر نیمکره **مخ چهارلوب** دارد

۱- جسم پینه ای

۲- رابط سه گوش

۳- رابط های سفید قدامی و خلفی

رابط های بین دو **نیمکره مخ**

۱- به طور همزمان از همه بدن **اطلاعات** را **دریافت** و **پردازش** می کنند

۲- مرکز **ادراک**، **احساس**، **حافظه** و **استدلال** می باشند.

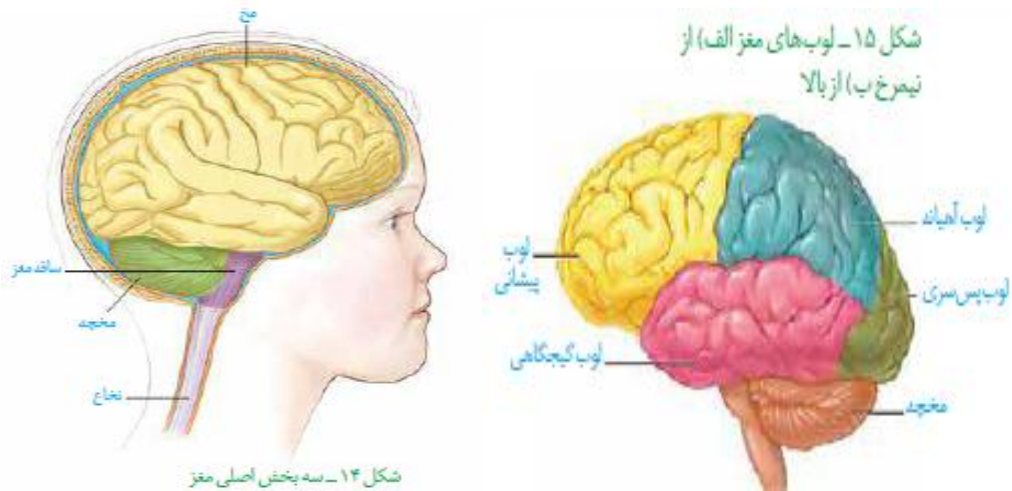
۳- مرکز **صدور فرمان** های **حرکتی ارادی** می باشند.

اعمال مخ

نکته: اطلاعات هر نیمکره به **نیمکره مقابل** نیز میرود.

نکته: نیمکره های مخ علاوه بر **اعمال مشترک**، **اعمال اختصاصی** نیز دارند

نکته: مرکز **مهارت در ریاضی و استدلال** در **نیمکره چپ** و **مهارت های هنری** در **نیمکره راست** است.



نکته: قشر مخ حدود **چند میلی متر** ضخامت دارد.

نکته: قشر مخ در هر نیمکره دارای سه بخش **حسی**، **حرکتی** و **ارتباطی** است.

۱- **بخش حسی:** پیام های حسی را **دریافت** می کند

۲- **بخش حرکتی:** فرمان ها را به ماهیچه ها و غدد **ارسال** می کند.

۳- **بخش ارتباطی:** ایجاد ارتباط بین **بخش های حسی و حرکتی**

ساقه مغز

۱- **پایین ترین** بخش مغز است

۲- مغز را به نخاع مرتبط می سازد

۴- **مرکز بسیاری از اعمال حیاتی** بدن است

- ۱- **پایین ترین** بخش **ساقه مغز** است و در بالای نخاع قرار دارد
- ۲- مرکز **تنظیم تنفس**، **فشار خون** و **ضربان قلب** است.
- ۳- مرکز **بعضی انعکاسات** مانند **سرفه**، **عطسه** و **بلع** است.
- بصل النخاع**

- ۱- بین **بصل النخاع** و **مغز میانی** قرار دارد
- ۲- توسط **پایک ها** به **مخچه** مرتبط است.
- ۳- در **تنظیم تنفس**، **ترشح بزاق**، **ترشح اشک** و ... نقش دارد.
- پل مغزی**

- ۱- **دربالای پل مغزی** قرار دارد.
- ۲- **یاخته های عصبی آن در شنوایی**، **بینایی** و **حرکت** نقش دارند.
- ۳- **برجستگی های چهارگانه** بخشی از مغز میانی است.
- مغز میانی**

- ۱- **بزرگ تر** هستند
- ۱- **دو برجستگی بالایی**
- ۲- محل دریافت **پیام های بینایی**
- ۱- **کوچکترند**
- ۲- **دو برجستگی پایینی**
- ۲- محل دریافت **پیام های شنوایی**
- برجستگی های چهارگانه**

نکته : **یاخته های عصبی برجستگی های چهارگانه** باهم ارتباط دارند، به همین علت وقتی صدایی را می شنویم چشمان و سر خود را به طرف منبع صدا بر می گردانیم.

۱- در پشت **ساقه مغز** قرار دارد

۲- دارای **دو نیمکره** است که توسط رابطی به نام **کرمینه** به هم مرتبط می باشند

۳- دارای **قشر خاکستری** روی **بخش سفید** است.

مخچه

۱- مرکز **تنظیم وضعیت** بدن و **تعادل** است.

۲- مرکز **هماهنگی** و **یادگیری اعمال حرکتی** است

۳- فعالیت **ماهیچه ها** و **حرکات بدن** را در حالات گوناگون **هماهنگ** می کند.

اعمال مخچه

۱- دریافت پیام های حسی را از **گوش درونی، چشم، پوست** و **عضلات**

۲- **فرمان های حرکتی** را از **مغز ونخاع** دریافت می کند.

۳- فرمان های حرکتی تصحیح شده به **مخ و نخاع** ارسال میکند.

مخچه برای ایجاد تعادل

بطن های مغزی :

در بطن **چهار بطن** وجود دارد،

۱- **بطن های جانبی (۲و۱)** : که درون دو نیمکره مخ وجود دارند و توسط

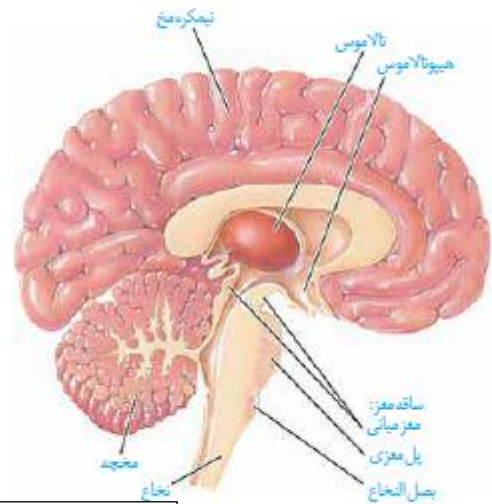
سوراخ مونرو به بطن سوم مرتبطند

۲- **بطن سوم** : در اطراف تالاموس ها قرار دارد و توسط **مجرای**

سیلویوس به بطن چهارم راه دارد.

۳- **بطن چهارم** : بین **مخچه** و **ساقه مغز** قرار دارد و توسط **سوراخ هایی**

به **مجرای مرکزی نخاع** مربوط است.



شکل ۱۶- نیمه چپ مغز

نکته : از نفوذ ماده سفید مخچه در بخش خاکستری، درخت زندگی ایجاد می شود.

ساختار های دیگر مغز

- ۱- دو **جسم کروی** هستند که توسط **رابطی** به هم متصلند
- ۲- محل پردازش اولیه و تقویت اغلب پیام های حسی ارسالی به قشر مخ است
- ۳- **ارسال پیام های حسی** به قشر مخ جهت پردازش نهایی
- تالاموس**

نکته : بعضی پیام های **حس بویایی** به **تالاموس** نمی روند.

- ۱- در **زیر تالاموس** قرار دارد.
- ۲- مرکز **تنظیم دمای بدن**، **تنظیم فشارخون**، **گرسنگی** و **تشنگی** است
- ۳- در **تنظیم خواب** و **تعداد ضربان های قلب** نقش دارد.
- هیپوتالاموس**

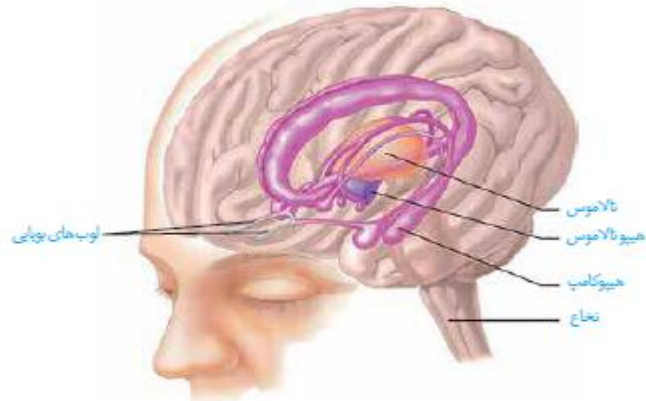
- ۱- مجموعه ای از **ساختارهای مرتبط با قشر مخ** است
- ۲- در بروز احساساتی مانند **ترس**، **خشم** و **لذت** نقش دارد
- ۳- در تبدیل **حافظه کوتاه مدت** به **دراز مدت** نقش دارد.
- سامانه لیمبیک**

- ۱- **هیپوکامپ** : در تشکیل **حافظه و یادگیری**
- ۲- **اجسام بادامی شکل** : ارزیابی پیام های بویایی
- ۳- **پرده سپتوم**
- ۴- **مجموعه ای از نورون ها** که تالاموس و هیپوتالاموس را به بخش
- هایی از قشر مخ وصل می کنند
- اجزاء سامانه لیمبیک

نکته : **پیازهای بویایی** با **سامانه لیمبیک** مرتبط می باشند.

نکات:

- ۱- بخش هایی از **تالاموس** و **هیپوتالاموس** به سامانه **لیمبیک** تعلق دارند.
- ۲- اگر **هیپوکامپ** آسیب ببیند؛ یا برداشته شود فرد قادر به **یادگیری** اسامی جدید **نیست**.
- ۳- **درهیپوکامپ**، **یاخته های بنیادی** وجود دارد.



مکانیسم های حفاظت از دستگاه عصبی مرکزی:

لایه بیرونی

لایه درونی

- ۱- سخت شامه
- ۲- عنکبوتیه
- ۳- نرم شامه

۱- استخوان های جمجمه و ستون مهره ها

۲- پرده سه لایه مننژ

۳- مایع مغزی - نخاعی

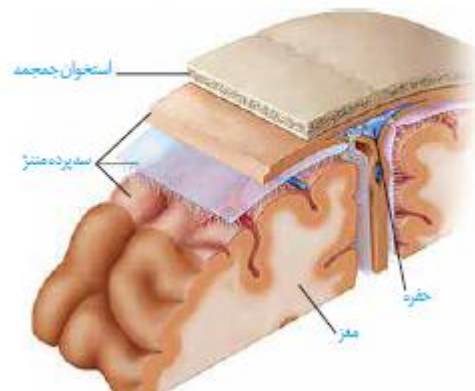
۴- سد خونی - مغزی

نکته : هر سه لایه مننژ از جنس **بافت پیوندی** می باشند.نکته : بین **سخت شامه** و **نرم شامه** مایع **مغزی - نخاعی** جریان دارد.نکته : مایع مغزی - نخاعی علاوه بر **اطراف مغز و نخاع**، **درون** آنها نیز وجود دارد.نکته : سد خونی - مغزی لایه **ازبافت پوششی سنگفرشی ساده** و بدون **حفره و منفذ** است.

نکات

- ۱- نرم شامه به سطح خارجی مغز و نخاع چسبیده است.
- ۲- بعضی مواد مانند الکل، گلوکز، CO₂، نیکوتین و سایر مواد روان گردان از سد خونی مغزی عبور می کنند.
- ۳- مویرگ های نرم شامه در تغذیه و تنفس و دفع مواد زائد مغز و نخاع نقش دارد.
- ۴- بین دو لایه سخت شامه سینوس های سیاهرگی وجود دارد.

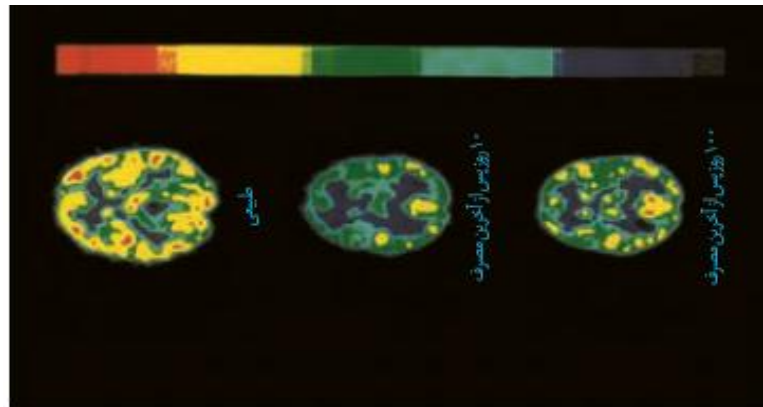
شکل ۱۳- پرده های مننژ



- ۱- **تعریف** : وابستگی همیشگی به یک ماده یا انجام یک رفتار
- ۲- این وابستگی هم **روحي** وهم **جسمي** است
- ۳- سلامت جسم و روان مصرف کننده، خانواده و دیگران رابه خطر می اندازد.

اعتیاد

- ۱- **اعتیاد رفتاری** : مانند **وابستگی به اینترنت** و بازهای رایانه ای
- ۲- **اعتیاد به مواد** : مانند الکل، کوكائين، **نيكوتين**، مورفين و **كافئين**

مثال

- ۱- وجود **کمترین مقدار الکل** در نوشیدنی ها بدن را تحت تاثیر قرار می دهد
- ۲- در **چربی محلول** است و به **سرعت جذب** می شود.
- ۳- از **سدخونی مغزی عبور** می کند و وارد یاخته های مغز می شود
- ۴- برانتقال دهنده های عصبی **تحریکی** و **مهاری** از جمله **دوپامین** اثر می کند
- ۵- الکل **کاهش دهنده فعالیت های بدنی** است.

اعتیاد به الکل

- ۱- **آرام کردن ماهیچه ها** و ایجاد **ناهماهنگی در حرکات بدن**
- ۲- **اختلال در حافظه** و **گفتار**، **گیجی** و **کاهش هوشیاری**
- ۳- **کاهش درد** و **اضطراب** و **کند کردن فعالیت مغز**

اثرات الکل بر بدن

دستگاه عصبی محیطی

- دستگاه عصبی محیطی**
- ۱- ۳۱ جفت عصب نخاعی : همگی مختلط
 - ۲- ۱۲ جفت عصب مغزی
- چهار جفت مختلط
- پنج جفت حرکتی
- سه جفت حسی

نکته : مغز و نخاع (دستگاه عصبی مرکزی) فاقد عصب است

نکته : در بدن ۳۵ جفت (۷۰) عصب مختلط وجود دارد.

ساختار عصب

- هر عصب**
- ۱- تعدادی دسته تار عصبی
 - ۱- تعدادی تار عصبی
 - ۲- تعدادی آکسون
 - ۳- تعدادی آکسون و دندریت
 - ۲- بافت پیوندی میان آنها
 - ۲- کپسولی از بافت پیوندی

نکات

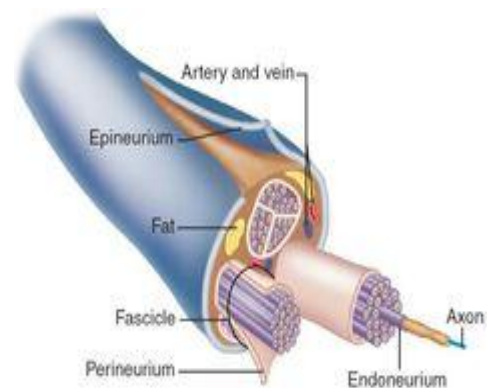
در هر عصب در سه منطقه بافت پیوندی وجود دارد؛

۱- در اطراف عصب

۲- در اطراف هر دسته تار

۳- در اطراف هر تار

نکته : در هر عصب ، بافت چربی و انواع رگ خونی وجود دارد.





نکته : **اعصاب پیکری** هنگام انعکاسات **غیر ارادی** عمل می کنند.

نکته : **معمولاً** اعصاب **سمپاتیک** و **پاراسمپاتیک** **عکس یکدیگر** عمل می کنند

نکته : **معمولاً** اعصاب **سمپاتیک تند کننده** و **پاراسمپاتیک کند کننده** هستند.

نکته : در **حرکات وترشحات لوله گوارش** **سمپاتیک کند کننده** و **پاراسمپاتیک تند کننده** هستند.

نکته : اعصاب **پاراسمپاتیک** سبب **کاهش فشارخون** و **کاهش تعداد ضربان** های قلب می شوند.

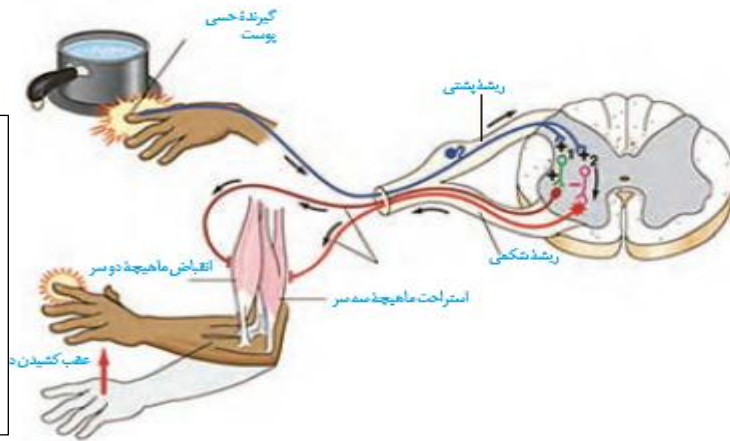
۱- باعث **افزایش فشارخون** می شوند

۲- تعداد **ضربان های قلب** را **زیاد** می کند.

۳- سبب **افزایش تعداد و عمق تنفس** می شود

۴- سبب **افزایش خون رسانی** به **ماهیچه های اسکلت** و **قلب** می

شود



شکل ۲۰- انعکاس عقب کشیدن دست

نکته

۱- انعکاس مربوط به سمت راست بدن است ولی دست چپ کشیده شده است.

۱- مرکز این **انعکاس** در **نخاع** است

۲- توسط **ماهیچه های اسکلتی** صورت می گیرد

۳- **پنج نورون** و **شش سیناپس** در آن عمل می کنند.

۴- **چهار سیناپس** تحریکی، **یک سیناپس** مهارتی دارد.

۵- **سیناپس** نورون حرکتی به ماهیچه سه سر **غیرفعال** است

نکات انعکاس دست کشیدن

نکته: مرکز بعضی **انعکاسات** در **مغز** است.

نکته: بعضی **انعکاسات** توسط **ماهیچه های صاف** انجام می شود.

دستگاه عصبی جانوران

- ۱- ساده ترین ساختار عصبی یعنی **شبکه عصبی** دارد
- ۱- هیدر } ۲- شبکه عصبی؛ مجموعه ای از **نورونهای پراکنده** و **مرتبط به هم** است.
- ۳- **فاقد مغز، طناب عصبی**، و تقسیم بندی **مرکزی** و **محیطی** است.
- نکته: دستگاه عصبی هیدر دارای **سیناپس** و **نورونهای حسی** و **حرکتی** است.
- نکته: هیدر سر و دم ندارد.

- ۱- مغز } ۱- دستگاه عصبی مرکزی } ۲- پلاناریا
- ۲- دو طناب عصبی موازی
- ۲- دستگاه عصبی محیطی: شامل رشته های کوچکتر متصل به طناب ها
- ۱- مغز: شامل چندگره به هم جوش خورده } ۱- دستگاه عصبی مرکزی } ۳- حشرات
- ۲- یک طناب عصبی شکمی: گره دار
- ۲- دستگاه عصبی محیطی: رشته هایی مرتبط کننده اندام ها به مغز و طناب
- نکته: در هر **بند بدن حشرات**، **یک گره عصبی** وجود دارد که فعالیت ماهیچه های آن بند را تنظیم می کند.

- ۱- دستگاه عصبی **مرکزی** شامل مغز و **طناب عصبی پشتی** است.
- ۴- مهره داران } ۲- دستگاه عصبی محیطی شامل **تعدادی عصب** است.

نکته : اندازه نسبی **مغز پستانداران** و **پرندگان** به نسبت وزن بدن از بقیه مهره داران بیشتر است.

