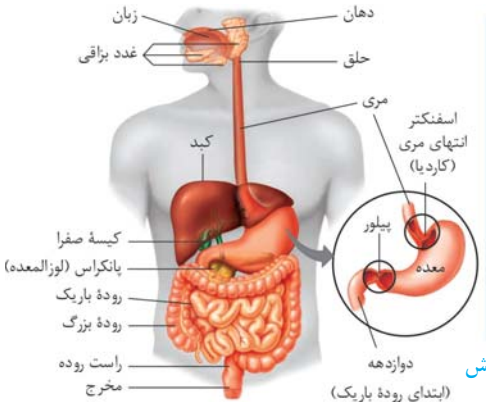
ساختار و عملکرد لولهٔ گوارش

درسنامهٔ ۱۴ آناتومی[1] دستگاه گوارش

تا این‌جای کتاب، هرچی که فوندین مقدمه بوده و تازه از الان می‌خوایم وارد اصل درس بشیم! پس از این‌جا به بعد، با دقت بیشتری مطالب رو دنبال کنید.

بخش‌های مختلف دستگاه گوارش

دستگاه گوارش، از لولهٔ گوارشی و اندام‌های گوارشی مرتبط با آن تشکیل شده است.



نحوهٔ ارتباط بین اجزای لولهٔ گوارش و اندام‌های مرتبط با آن[2]

لولهٔ گوارشی

لولهٔ گوارشی، لولهٔ **پیوسته‌ای** است که از **دهان** شروع و به **مخرج** ختم می‌شود. بین بخش‌های مختلف لولهٔ گوارشی، **ماهیچه‌های حلقوی** به‌نام اسفنکتر[3] (بنداره) وجود دارند. اسفنکترها، بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش را از یک‌دیگر جدا می‌کنند. اسفنکترها، به‌صورت دریچه‌هایی هستند که در حالت **طبیعی**، ماهیچه‌های آن‌ها **منقبض** هستند و منفذ آن‌ها **بسته** است. در نتیجه، جلوی برگشت محتویات لوله به بخش قبلی گرفته می‌شود. زمانی‌که غذا می‌خواهد از اسفنکتر عبور کند و وارد بخش بعدی شود، انقباض ماهیچه‌ها از بین می‌رود و منفذ آن‌ها باز می‌شود؛ نتیجه این است که غذا می‌تواند وارد بخش بعدی لولهٔ گوارش شود.

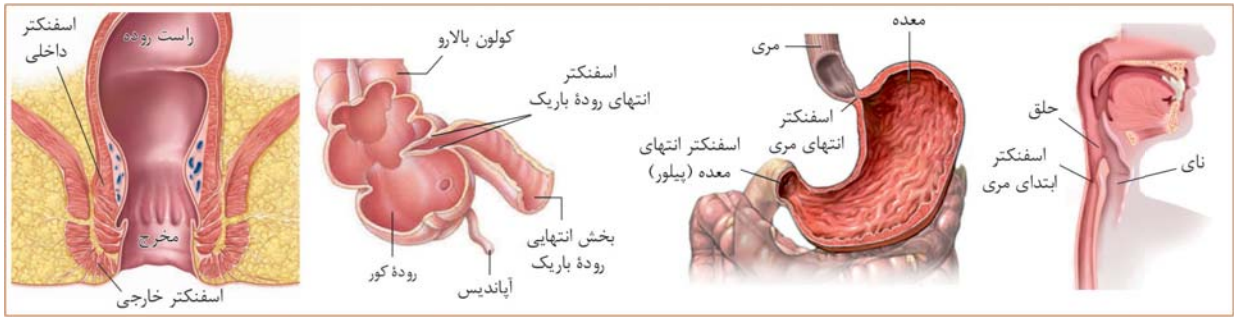
اسفنکتر مرز بین بخش‌های مختلف لولهٔ گوارشه و میاد حرکت مواد رو کنترل می‌کنه. همون‌جوری که توی مرزها ورود افراد به کشور کنترل میشه.

مثال ۱- در ابتدای مری، ۲- انتهای مری، ۳- بین معده و رودهٔ باریک (بنداره پیلور) ۴- انتهای رودهٔ باریک ۵- اسفنکتر داخلی مخرج و ۶- اسفنکتر خارجی مخرج

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ــ فصل ۵ دهم] در میزراه، دو اسفنکتر وجود دارد. اسفنکتر داخلی، ماهیچهٔ صاف دارد و فعالیت آن غیرارادی است اما اسفنکتر خارجی، ماهیچهٔ مخطط دارد و به‌طور ارادی باز می‌شود.

نکته در استفراغ و ریفلاکس (برگشت اسید معده به مری)، **حرکت مواد در لولهٔ گوارش برعکس می‌شود.** در این حالت، اسفنکتر (بنداره) جلوی برگشت مواد را نمی‌گیرد و مواد به بخش قبلی برمی‌گردند.

اسفنکترهای مخرج: در انتهای لولهٔ گوارش نیز دو اسفنکتر وجود دارد؛ ۱- اسفنکتر داخلی مخرج که ماهیچهٔ صاف دارد و عملکرد آن غیرارادی است و ۲- اسفنکتر خارجی مخرج که دارای ماهیچهٔ مخطط است و باز شدن آن به‌طور ارادی کنترل میشود. *یه جمع‌بندی رایج به اسفنکترها:*



۱- آناتومی، شاخه‌ای از زیست‌شناسی است که به بررسی ساختارهای بدن، ویژگی‌های آن‌ها و موقعیت آن‌ها در بدن می‌پردازد.

۲- موقعیت اندام‌ها در این شکل به‌صورت فرضی کشیده شده است.

۳- Sphincter

جمع‌بندی

اسفنکترهای لولهٔ گوارشی

نام اسفنکتر	موقعیت	نوع ماهیچه	عملکرد	عصب‌دهی	زمان باز شدن
ابتدای مری	ابتدای مری	مخطط	غیرارادی	پیکری	هنگام بلع
انتهای مری	بین مری و معده	صاف	غیرارادی	خودمختار	۱- ورود مواد به معده، ۲- استفراغ، ۳- ریفلاکس
انتهای معده (پیلور)	بین معده و رودهٔ باریک	صاف	غیرارادی	خودمختار	۱- تخلیهٔ معده، ۲- استفراغ
انتهای رودهٔ باریک	بین رودهٔ باریک و راست‌روده	صاف	غیرارادی	خودمختار	ورود مواد به رودهٔ کور
داخلی مخرج	بخش داخلی مخرج	صاف	غیرارادی	خودمختار	هنگام دفع مدفوع
خارجی مخرج	بخش خارجی مخرج	مخطط	ارادی	پیکری	هنگام دفع مدفوع به صورت ارادی

❑ اندام‌های گوارشی ضمیمه

در دستگاه گوارشی، غده‌های گوارشی به دو صورت وجود دارند؛ ۱- گروهی از غده‌های گوارشی، بخشی از لولهٔ گوارش هستند، ۲- درحالی‌که گروهی دیگر از غده‌ها، در خارج از لولهٔ گوارشی قرار دارند. **غده‌های بزاقی، پانکراس (لوزالمعده)** و **کبد**، غده‌های گوارشی ضمیمهٔ لولهٔ گوارش هستند که ترشحات خود را وارد لولهٔ گوارشی می‌کنند و بدین‌ترتیب، به گوارش غذا کمک می‌کنند.

نکته صفرای تولیدشده در کبد، ابتدا وارد کیسهٔ صفرا می‌شود و سپس از طریق کیسهٔ صفرا و به واسطهٔ مجرای مشترک صفرا و پانکراس، وارد دوازدهه (بخش ابتدایی رودهٔ باریک) می‌شود.

موقعیت بخش‌های مختلف دستگاه گوارش

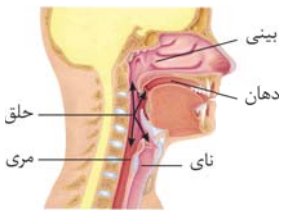
یکی از موارد پر سؤال در آزمون‌های مختلف، موقعیت اندام‌ها در بدن است. در این بخش، به بررسی محل قرارگیری بخش‌های مختلف دستگاه گوارش در بدن می‌پردازیم.

قسمت اول این بخش به بررسی کامل ساختارهای مختلف دستگاه گوارش پرداختیم. اگه حوصلهٔ خوندن این قسمت رو ندارین، می‌تونین فقط جمع‌بندی آخر درسنامه رو بخونین که برای پاسخگویی به اکثر سؤالات کافیه.

❑ اندام‌های اصلی: لولهٔ گوارش

حواستون باشه که توی این بخش، چیزی که باید یاد بگیرین، محل قرارگیری هر اندام هست. وظایف اندام‌ها رو هم ما گفتیم تا یه آشنایی اولیه پیدا کنین و ادامهٔ فصل رو راحت‌تر بفهمین. توضیحات کامل این وظایف رو در درسنامه‌های بعدی می‌گیم.

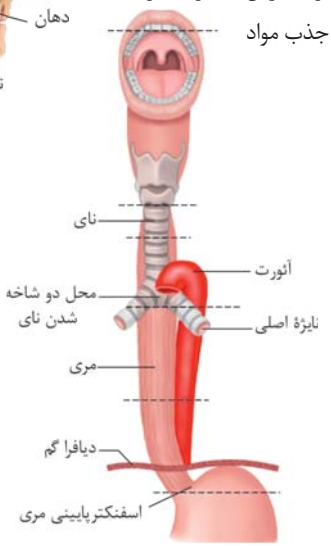
۱- دهان



وظیفه: الف- محل ورود مواد غذایی، ب- شروع گوارش مکانیکی (جویدن با کمک دندان، لب‌ها، زبان و آرواره‌ها)، ج- شروع گوارش شیمیایی (شروع گوارش نشاسته، نوعی کربوهیدرات، توسط آمیلاز بزاق)، د- لغزنده کردن غذا برای حرکت آسان‌تر در لولهٔ گوارش، ه- هدایت غذا به سمت حلق برای شروع فرایند بلع، و- مقدار اندکی جذب مواد

محل قرارگیری: بخش پایینی سر

۲- حلق



وظیفه: حلق، محل ارتباط دستگاه گوارش و دستگاه تنفس است. زمانی که غذا یا هوا وارد حلق می‌شوند، از طریق حلق وارد مری یا نای می‌شوند. در حلق، گیرنده‌هایی وجود دارد که با تحریک آن‌ها، فرایند بلع به صورت غیرارادی ادامه می‌یابد و غذا با کمک حرکات دودی حلق، به مری می‌رود.

محل قرارگیری: از پشت بینی تا بالای مری، در ناحیهٔ گلو

مجاورت‌ها: حلق با بینی، دهان، حنجره، مری و گوش میانی در ارتباط است.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۲ ـ فصل ۲ یازدهم] بخشی به‌نام شیپور استاش، حلق را به گوش میانی مرتبط می‌کند. هوا از راه این مجرا به گوش میانی منتقل می‌شود تا فشار هوا در دو طرف پردهٔ صماخ یکسان شود و پرده به درستی بلرزد.

۳- مری

وظیفه: انتقال غذا «از دهان و حلق ← به معده» طی فرایند بلع

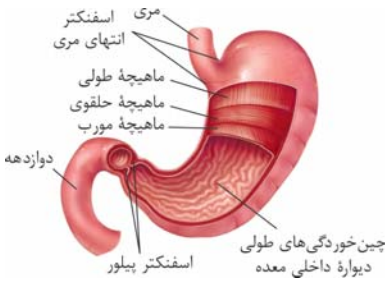
محل قرارگیری: مری از گردن شروع می‌شود و سپس وارد قفسهٔ سینه می‌شود. در تمام طول گردن و ابتدای قفسهٔ سینه، مری در پشت نای قرار دارد. تا قبل از عبور نای از دیافراگم، مری تقریباً در خط وسط بدن قرار دارد. بعد از آن، مری با عبور از دیافراگم به حفرهٔ شکمی وارد و اندکی به سمت چپ بدن متمایل می‌شود. در نهایت، اسفنکتر انتهایی مری [یعنی کاردیا]، در سمت چپ بدن به معده متصل می‌شود.

مجاورت‌ها: در ابتدا، در جلوی مری، حنجره، نای، نایژه‌های اصلی و قلب مشاهده می‌شود. پس از عبور از دیافراگم، در جلوی مری کبد قرار دارد.

۴- معده

وظیفه: الف- محل ذخیرهٔ موقتی غذا، ب- گوارش شیمیایی غذا (شروع گوارش پروتئین‌ها توسط پپسین و لیپیدها توسط لیپاز معده)، ج- گوارش مکانیکی غذا (تحت تأثیر انقباضات ماهیچه‌های دیوارهٔ معده)، د- مقدار اندکی جذب مواد، ه - تولید هورمون گاسترین

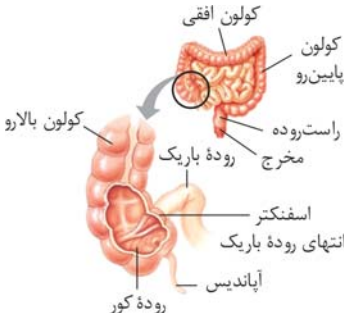
محل قرارگیری: معده از سمت چپ بدن شروع می‌شود و در سمت راست بدن پایان می‌یابد. بخش انتهایی معده که در سمت راست می‌باشد، محل قرارگیری دریچهٔ (اسفنکتر) پیلور است. این اسفنکتر، بین معده و بخش ابتدایی رودهٔ باریک (دوازدهه) قرار دارد و حرکت مواد از معده به سمت روده را کنترل می‌کند.



نکته در استفراغ، محتویات لولهٔ گوارش از بخش ابتدایی رودهٔ باریک و معده، از طریق دهان خارج می‌شوند. در این فرایند، اسفنکتر انتهای مری و دریچهٔ پیلور باز می‌شوند تا مواد بتوانند به سمت دهان حرکت کنند.

مجاورت‌ها: در جلوی بخش بالایی معده، کبد قرار دارد. در سمت چپ، در پشت معده طحال و کلیهٔ چپ قرار دارد. در سمت راست نیز دریچهٔ پیلور در پشت کبد قرار گرفته است. پانکراس نیز در پشت معده قرار دارد.

۵- رودهٔ باریک

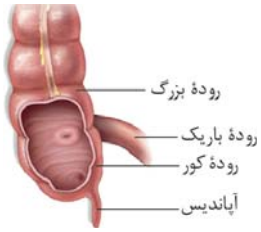


وظیفه: الف - محل پایان گوارش مکانیکی غذا (با کمک حرکات قطعه‌قطعه کنندهٔ دیوارهٔ روده)، ب- محل پایان گوارش شیمیایی غذا (و محل شروع گوارش شیمیایی نوکلئیک‌اسیدها)، ج- محل اصلی جذب مواد، د- تولید هورمون سکرتین

محل قرارگیری: رودهٔ باریک، طول بسیار زیادی دارد و به چند بخش تقسیم می‌شود. بخش ابتدایی رودهٔ باریک، که به معده متصل می‌شود، دوازدهه نام دارد. دوازدهه، ساختاری مشابه حرف C دارد و در سمت راست بدن قرار دارد. رودهٔ باریک، پیچ‌خوردگی‌های بسیاری دارد و در نهایت، در سمت راست بدن، به رودهٔ بزرگ متصل می‌شود. در این محل، اسفنکتر انتهای رودهٔ باریک قرار دارد.

مجاورت‌ها: دوازدهه در پشت کبد، کیسهٔ صفرا و کولون افقی قرار دارد. در سمت چپ دوازدهه، پانکراس و معده مشاهده می‌شود. بقیهٔ قسمت‌های رودهٔ باریک، توسط بخش‌های مختلف رودهٔ بزرگ احاطه شده‌اند.

۶- رودهٔ بزرگ (کولون)



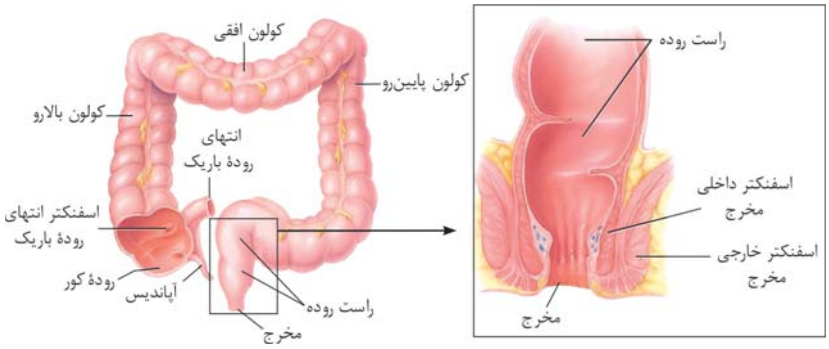
وظیفه: الف- آماده‌سازی مدفوع، ب- جذب آب و یون‌ها، ج- محل تولید مقداری ویتامین B_{12} [توسط باکتری‌ها]، د- افزایش غلظت مواد دفعی و تولید مدفوع جامد

محل قرارگیری: رودهٔ بزرگ، از چند بخش تشکیل شده است: الف- رودهٔ کور، بخش ابتدایی رودهٔ بزرگ است که به آپاندیس ختم می‌شود، ب- کولون بالارو که در سمت راست بدن قرار دارد، ج- کولون افقی، که به‌صورت افقی از سمت راست بدن به سمت چپ می‌رود و د- کولون پایین‌رو که در سمت چپ بدن قرار دارد و در خط وسط بدن، به راست‌روده متصل می‌شود.

۷- راست‌روده و مخرج

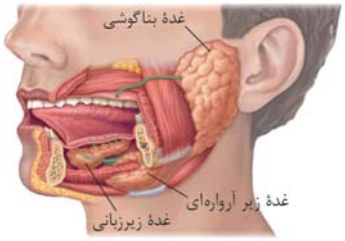
وظیفه: الف- شروع انعکاس دفع پس از ورود مدفوع به راست‌روده، ب- دفع مدفوع از طریق مخرج

محل قرارگیری: در خط وسط بدن، پس از کولون پایین‌رو



❑ اندام‌های ضمیمه

تا این‌جا با کل لولهٔ گوارش آشنا شدیم. اما یه سری اندام‌های دیگه هم هستن که با ترشح یه‌سری مواد به درون لولهٔ گوارش، در هضم غذا نقش دارن.



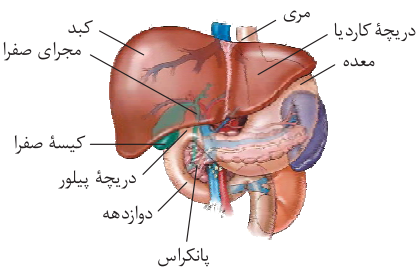
۸- غدد بزاقی

وظیفه: الف ـ گوارش شیمیایی نشاسته توسط آمیلاز، ب ـ از بین بردن باکتری‌های دهان توسط لیزوزیم، ج ـ حفاظت مکانیکی و شیمیایی از لولهٔ گوارش با تولید مادهٔ مخاطی، د ـ لغزنده کردن ذره‌های غذایی

محل قرارگیری: *محل غده‌های بزاقی از اسمشون مشخصه؛* الف ـ بناگوشی: کنار گوش، ب ـ زیر زبانی: زیر زبان، ج ـ زیرآرواره‌ای: زیر آروارهٔ پایین.

۹- کبد (جگر)

وظیفه: الف ـ تولید صفرا و انتقال آن به کیسهٔ صفرا، ب ـ ذخیرهٔ لیپیدها و تولید لیپوپروتئین‌ها، ج ـ تولید گلیکوژن و پروتئین از مواد جذب‌شده در رودهٔ باریک، د ـ ذخیرهٔ موادی مانند آهن و برخی ویتامین‌ها، ه ـ تولید هورمون اریتروپویتین



محل قرارگیری: کبد، بالاترین اندام در حفرهٔ گوارشی است که در نزدیکی دیافراگم قرار دارد. بخش عمدهٔ کبد در سمت راست حفرهٔ شکمی قرار دارد ولی قسمتی از آن تا جلوی اسفنکتر انتهای مری در سمت چپ بدن نیز امتداد می‌یابد.

مجاورت‌ها: الف ـ از بالا: دیافراگم، ب ـ از پایین: کلیهٔ راست، کیسهٔ صفرا، دوازدهه، معده، ج ـ از جلو: دیوارهٔ جلویی شکم، د ـ از پشت: بزرگ سیاهرگ زبرین، دیوارهٔ پشتی شکم، بخش انتهایی مری، بخش ابتدایی معده، دوازدهه، کیسهٔ صفرا

۱۰- کیسهٔ صفرا

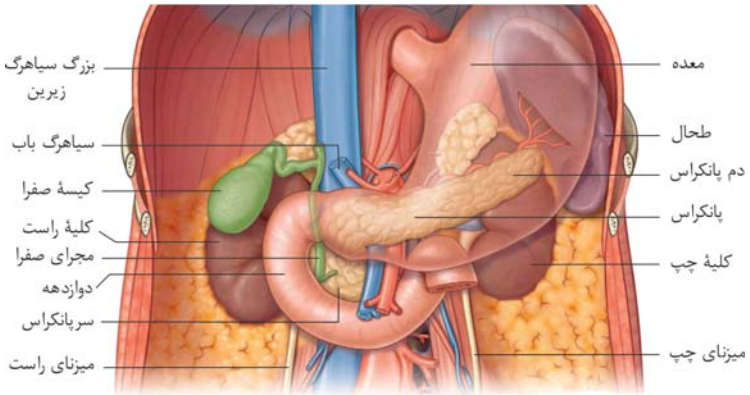
وظیفه: الف ـ ذخیرهٔ صفرا و آزاد کردن آن به درون دوازدهه، ب ـ کمک به گوارش چربی‌ها و ورود آن‌ها به محیط داخلی

محل قرارگیری: پایین و پشت کبد در سمت راست بدن

۱۱- پانکراس (لوزالمعده)

وظیفه: الف ـ تولید قوی‌ترین آنزیم‌های گوارشی، ب ـ تولید مقدار زیادی بیکربنات سدیم (برای خنثی کردن کیموس اسیدی)

محل قرارگیری: در زیر معده و موازی با آن؛ سر پانکراس در سمت راست بدن قرار دارد و دم آن در سمت چپ است.



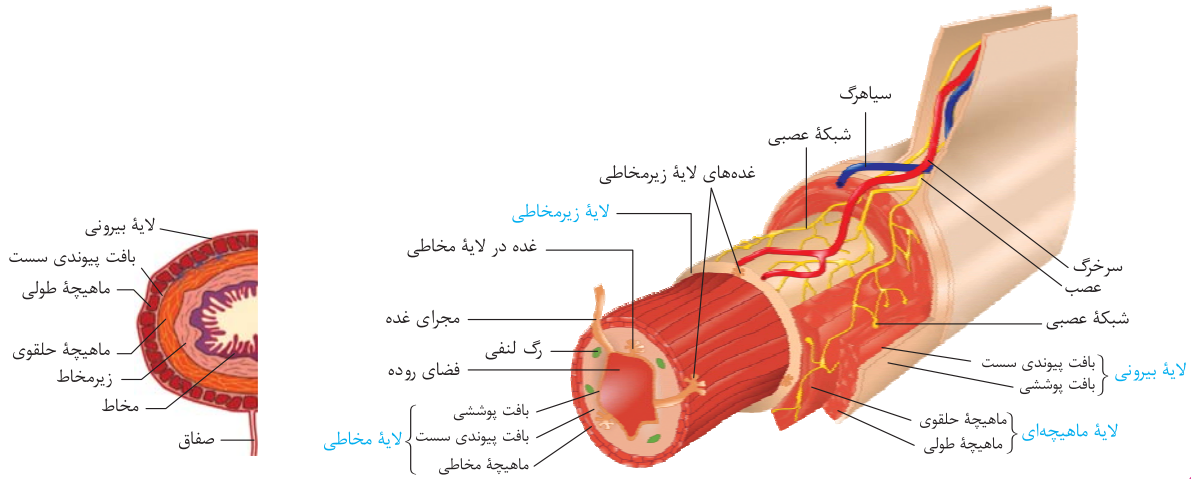
جمع‌بندی

موقعیت اندام‌های دستگاه گوارش

↑ بالا ↑			
← سمت راست بدن ←			→ سمت چپ بدن →
بخش عمدهٔ کبد			رأس کبد
کیسهٔ صفرا	دوازدهه	دریچهٔ پیلور	بخش عمدهٔ معده (بالای معده)
سر پانکراس			دم پانکراس
بخش ابتدایی کولون افقی			بخش انتهایی کولون افقی
کولون بالارو			کولون پایین‌رو
رودهٔ کور		اسفنکتر انتهای رودهٔ باریک	
آپاندیس			
↓ پایین ↓			

درسنامهٔ ۱۵ بافت‌شناسی لولهٔ گوارش

دیوارهٔ بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش، ساختار تقریباً مشابهی دارند. این لوله از خارج به داخل، چهار لایه دارد: ۱- لایهٔ بیرونی، ۲- لایهٔ ماهیچه‌ای، ۳- لایهٔ زیرمخاطی و ۴- لایهٔ مخاطی. هر لایه، از انواعی از بافت‌ها تشکیل شده است.



لایهٔ بیرونی

بافت‌ها

۱- بافت پوششی: فقط در بعضی از بخش‌های لولهٔ گوارشی، لایهٔ بیرونی دارای بافت پوششی است.

۲- بافت پیوندی: دارای بافت پیوندی سست و بافت چربی

نکته بافت پیوندی سست در همهٔ لایه‌های لولهٔ گوارش وجود دارد.

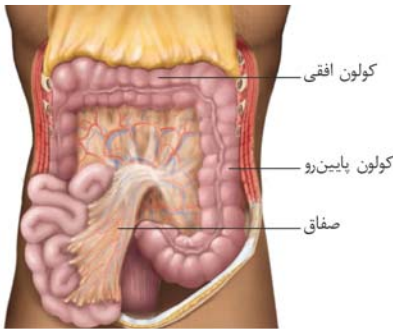
۳- بافت ماهیچه‌ای: ــــ

۴- رگ‌ها و اعصاب: رگ‌های خونی و اعصاب از لایهٔ بیرونی عبور می‌کنند.

تذکر یه خواهش؛ لطفاً، وقتی که سافتار بافتی یک اندام رو بررسی می‌کنین، بافت‌های موجود در رگ‌های خونی و اعصاب رو در نظر نگیرین! یعنی وقتی مثلاً به شما می‌گن بافت‌های پیوندی ماهیچه، نگین که خون هم یک نوع بافت پیوندی هست که در رگ‌های خونی وجود داره! اگه اینجوری بخواین در نظر بگیرین، کلاً بافت‌شناسی بی‌معنی میشه؛ چون همه جا رگ خونی و عصب هست پس همه جا هر چهار نوع بافت پیوندی هم باید وجود داشته باشه که این خیلی غلطه! پس وقتی می‌خواین بافت‌های یک اندام رو در نظر بگیرین، اون رو بدون توجه به رگ‌های خونی و اعصاب بررسی کنین. در مورد رگ‌ها و اعصاب فقط می‌گیم که رگ و عصب داره و بافت‌هاش رو در نظر نمی‌گیریم.

مثال *لایهٔ زیرمخاط، از جنس بافت پیوندی سست هست ولی رگ خونی و عصب هم داره. حواستون باشه که بافت پوششی، ماهیچه‌ای و عصبی، جزء ساختار زیرمخاط محسوب نمی‌شن (یعنی بافت‌های رگ خونی و عصب رو جزء بافت‌های خود اندام حساب نمی‌کنیم).*
اگر با این استدلال اشتباه در سر جلسه‌ی کنکور ۹۶ حاضر می‌شدید، یک سؤال کنکور رو قطعاً اشتباه جواب می‌دادین.

❑ وظیفه



در حفرهٔ شکمی، لایهٔ بیرونی، بخشی از صفاق است. صفاق، پرده‌ای است که اندام‌های درون شکم را از خارج به هم وصل می‌کند. *این یعنی چی؟ نگاه کنین اندام‌های لولهٔ گوارش از سمت داخل به رو تا اندام دیگه متصل میشن. مثلاً رودهٔ باریک به معده و رودهٔ بزرگ وصل میشه و یا معده به مری و رودهٔ باریک متصل هست. اما علاوه بر این، یه روکشی بین اندام‌ها قرار داره که اندام‌ها رو از خارج به هم وصل می‌کنه. هیچی مثل شکل نمی‌تونه منظور رو بهتون خوب برسونه. پس به شکل دقت کنین.*

نکته در لولهٔ گوارشی، از مری تا مخرج لایهٔ بیرونی وجود دارد ولی فقط در حفرهٔ شکمی، لایهٔ بیرونی در تشکیل صفاق نقش دارد؛ مثلاً لایهٔ بیرونی مری در قفسهٔ سینه، نقشی در تشکیل صفاق ندارد.

نکته اندام‌های مختلف لولهٔ گوارش در محل اسفنکترها به یکدیگر متصل هستند. علاوه بر این، صفاق نیز اندام‌ها را از خارج به یکدیگر متصل می‌کند.

لایهٔ ماهیچه‌ای

❑ بافت‌ها

۱- بافت پوششی: ــــ

۲- بافت پیوندی: بین ماهیچهٔ طولی و حلقوی، بافت پیوندی سست قرار دارد.

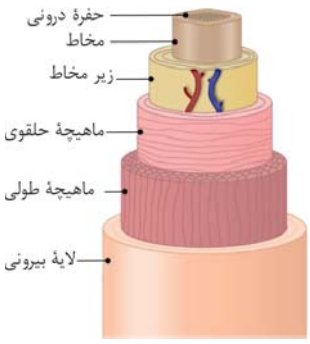
نکته در معده، بین ماهیچهٔ طولی و حلقوی و هم‌چنین بین ماهیچهٔ مورب و حلقوی، بافت پیوندی سست وجود دارد.

۳- بافت ماهیچه‌ای: الف- ماهیچهٔ مخطط: در دهان، حلق، ابتدای مری و اسفنکتر خارجی مخرج، ب- ماهیچهٔ صاف: قسمت میانی و انتهایی مری، معده، رودهٔ باریک، رودهٔ بزرگ، راست‌روده، اسفنکتر داخلی مخرج.

نکته اسفنکتر ابتدای مری، دارای ماهیچهٔ مخطط است اما انقباض آن به صورت غیرارادی کنترل می‌شود.

سازمان‌یابی سلول‌های ماهیچه‌ای: در لایهٔ ماهیچه‌ای لولهٔ گوارش، سلول‌های ماهیچه‌ای به روش‌های مختلفی ممکن است سازمان‌یابی شوند: به‌طور کلی از مری تا مخرج، آرایش سلول‌های ماهیچه‌ای می‌تواند به صورت حلقوی و طولی باشد، به‌جز در معده که یک لایهٔ مورب نیز وجود دارد. *اول از همه اینو حواستون باشه که حلقوی بودن یا طولی بودن، ربطی به نوع بافت ماهیچه‌ای نداره؛ مثلاً ماهیچهٔ طولی در ابتدای مری از نوع مخطط هست ولی در معده از نوع صاف. اما دوماً، اصلاً حلقوی بودن و طولی بودن یعنی چی؟ فرض کنین یه لوله داریم و میخوایم یه نخ رو بهش وصل کنیم. چند تا راه داریم؛ ۱- بیایم نخ رو دور لوله بپیچیم که به این میگن حلقوی. ۲- می‌تونیم نخ رو از بالای لوله به صورت مستقیم وصل کنیم به پایین لوله؛ بهش میگن طولی. ۳- یه راه دیگشم اینه که نخ رو به‌طور مورب دور لوله بپیچیم که در این حالت بهش میگن مورب. پس تفاوت در اینه که سلول‌ها به صورت یه حلقه دور لوله بپیچن، در طولش قرار بگیرن یا این‌که به صورت مورب.*

نحوهٔ قرارگیری ماهیچه‌ها در بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش: *دیگه تا الان احتمالاً باید متوجه شده باشین که چه‌جوری هست.* از مری تا مخرج، در لایهٔ ماهیچه‌ای، ۲ ماهیچهٔ طولی و حلقوی مشاهده می‌شود. ماهیچهٔ طولی نسبت به ماهیچهٔ حلقوی خارج‌تر است و در مجاورت لایهٔ بیرونی قرار دارد. ماهیچهٔ حلقوی نیز معمولاً در تماس با لایهٔ زیرمخاط است. تنها استثنا، معده است که در آن، یک ماهیچهٔ مورب نیز در سمت داخل ماهیچهٔ حلقوی قرار دارد.



نکته اسفنکترها فقط دارای ماهیچهٔ حلقوی هستند و در آن‌ها، ماهیچهٔ طولی وجود ندارد.

۴- رگ‌ها و اعصاب: در لایهٔ ماهیچه‌ای، شبکهٔ عصبی و رگ‌های خونی بین ماهیچه‌های طولی، حلقوی (و مورب در معده) قرار دارند.

❑ وظیفه

۱- گوارش مکانیکی (خرد و نرم شدن غذا)، ۲- مخلوط شدن غذا با شیرهٔ گوارشی، ۳- حرکت محتویات لولهٔ گوارشی

لایهٔ زیرمخاطی

❑ بافت‌ها

۱- بافت پوششی: ــ **۲- بافت پیوندی:** بافت پیوندی سست **۳- بافت ماهیچه‌ای:** ــ **۴- رگ‌ها و اعصاب:** رگ‌های خونی فراوان و شبکهٔ عصبی

نکته در دیوارهٔ لولهٔ گوارش، در لایهٔ ماهیچه‌ای و زیرمخاطی، شبکهٔ عصبی وجود دارد.

نکته در تمامی لایه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش، رگ‌های خونی وجود دارند و این رگ‌ها، در خون‌رسانی همان لایه نقش دارند.

نکته به‌جز لایهٔ مخاطی، سایر لایه‌های دیوارهٔ لولهٔ گوارش دارای عصب هستند. عصب‌دهی مخاط توسط اعصاب لایهٔ زیرمخاطی انجام می‌شود.

نکته در دیوارهٔ لولهٔ گوارش (از مری تا مخرج)، شبکه‌های یاخته‌های عصبی وجود دارند. این شبکه را دستگاه عصبی روده‌ای می‌نامند. این دستگاه، تحرک و ترشح را در لولهٔ گوارش تنظیم می‌کند.

❑ وظیفه

۱- چسباندن مخاط به لایهٔ ماهیچه‌ای، ۲- لغزیدن راحت مخاط روی لایهٔ ماهیچه‌ای، ۳- چین‌خوردن مخاط

لایهٔ مخاطی (مخاط)

❑ بافت‌ها

۱- بافت پوششی: داخلی‌ترین بافت سازندهٔ لایهٔ مخاطی است و می‌تواند موسین را ترشح کند. موسین در تشکیل مادهٔ مخاطی نقش دارد.

جنس بافت پوششی: ۱- سنگ‌فرشی چندلایه‌ای: در دهان، حلق و مری، ۲- استوانه‌ای یک‌لایه‌ای: در معده، رودهٔ باریک و رودهٔ بزرگ

۲- بافت پیوندی: بافت پیوندی سست، بین ماهیچهٔ مخاطی و بافت پوششی قرار می‌گیرد. رگ‌های خونی لایهٔ مخاط، در بافت پیوندی قرار دارند.

۳- بافت ماهیچه‌ای: ماهیچهٔ مخاطی، خارجی‌ترین قسمت لایهٔ مخاطی است.

نکته جنس ماهیچهٔ مخاطی در تمامی قسمت‌های لولهٔ گوارش (از مری تا مخرج)، از نوع ماهیچهٔ صاف است.

نکته تنظیم انقباض ماهیچهٔ مخاطی توسط دستگاه عصبی روده‌ای انجام می‌شود.

نکته زیرمخاط، بین ماهیچهٔ مخاطی و لایهٔ ماهیچه‌ای قرار دارد.

۴- رگ‌ها و اعصاب: در بافت پیوندی سست مخاط، رگ‌های خونی و لنفی قرار دارند. عصب‌دهی این لایه توسط اعصاب زیرمخاط انجام می‌شود.

❑ وظیفه

وظیفهٔ مخاط در بخش‌های مختلف لولهٔ گوارش متفاوت است. به‌طور کلی، بیشتر کارهای مخاط توسط سلول‌های پوششی انجام می‌شود و انواع مختلفی از سلول‌های پوششی در مخاط وجود دارد:

۱- سلول‌های جذب‌کننده: این سلول‌ها که بیشتر در روده و به مقدار کم‌تر در دهان و معده قرار دارند، مواد را از لولهٔ گوارشی دریافت و وارد فضای بین‌سلولی می‌کنند. در رودهٔ بزرگ نیز سلول‌های جذب‌کنندهٔ آب و یون‌ها وجود دارند.

۲- سلول ترشح‌کننده: انواع مختلفی از سلول‌های ترشح‌کننده در لولهٔ گوارش وجود دارند که هر کدام، مواد خاصی را ترشح می‌کنند؛ مثلاً در معده، بعضی از سلول‌ها اسید معده را می‌سازند، بعضی دیگر آنزیم‌های گوارشی را ترشح می‌کنند و بعضی از سلول‌ها، هورمون گاسترین را وارد جریان خون می‌کنند. علاوه‌بر این، در سراسر لولهٔ گوارش سلول‌های ترشح‌کنندهٔ موسین وجود دارد.

نکته هم در لایهٔ مخاطی و هم در لایهٔ زیرمخاطی، غده‌های ترشح‌کننده وجود دارند.

موسین چیست؟ موسین، نوعی مولکول **گلیکوپروتئینی**[1] است که **می‌تواند مقدار زیادی آب جذب کند.** وقتی که موسین آب جذب کرد، ماده‌ای **لزج و چسبناک** را می‌سازد که به آن **مادهٔ مخاطی** می‌گویند. مادهٔ مخاطی، نقش‌های مختلفی دارد: الف ـ دیوارهٔ لولهٔ گوارش را از خراشیدگی حاصل از تماس غذا (آسیب فیزیکی) حفظ می‌کند، ب ـ از آسیب شیمیایی (بر اثر اسید یا آنزیم) لولهٔ گوارش جلوگیری می‌کند، ج ـ ذرات غذایی را به هم می‌چسباند و آن‌ها را به توده‌ای لغزنده تبدیل می‌کند.

نکته لایهٔ مخاطی، در لولهٔ گوارش، مجاری تنفسی و مجاری ادراری ـ تناسلی وجود دارد. در همهٔ این قسمت‌ها، مادهٔ مخاطی ترشح می‌شود.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ دهم] پکتین، نوعی ترکیب پلی‌ساکاریدی در گیاهان است که می‌تواند مقدار زیادی آب جذب کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۵ یازدهم] مخاط از یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی (سست) تشکیل شده است و مادهٔ چسبناکی را به‌نام مادهٔ مخاطی ترشح می‌کند. مادهٔ مخاطی که چسبناک است، میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیشروی آن‌ها جلوگیری می‌کند. ترشحات مخاط، با داشتن آنزیم لیزوزیم، موجب کشته شدن باکتری‌ها می‌شوند.

۱- ترکیب کربوهیدرات و پروتئین

جمع‌بندی

بافت‌شناسی لایه‌های مختلف لولهٔ گوارش

نام لایه (خارج به داخل)		بافت پوششی	بافت پیوندی	بافت ماهیچه‌ای	رگ‌ها و اعصاب	وظیفه
لایهٔ بیرونی		در بعضی قسمت‌ها	بافت پیوندی سست	ـــــ	محل عبور رگ‌ها و اعصاب	اتصال اندام‌های حفرهٔ شکمی از خارج
لایهٔ ماهیچه‌ای	طولی	ـــــ	بافت پیوندی سست در بین ماهیچه‌ها	از دهان تا ابتدای مری و اسفنکتر خارجی مخرج، مخطط؛ سایر قسمت‌ها، صاف	دارای رگ‌ها و شبکهٔ عصبی	۱ـ گوارش مکانیکی، ۲- مخلوط کردن محتویات، ۳- حرکت محتویات
	حلقوی					
	مورب (در معده)					
لایهٔ زیرمخاطی		ـــــ	بافت پیوندی سست	ـــــ	رگ‌های فراوان و شبکهٔ عصبی	۱- چسباندن مخاط به لایهٔ ماهیچه‌ای، ۲- لغزیدن راحت مخاط روی لایهٔ ماهیچه‌ای، ۳- چین‌خوردن مخاط
لایهٔ مخاطی	ماهیچهٔ مخاطی	ـــــ	ـــــ	صاف	رگ‌های خونی در آستر پیوندی + عصب‌دهی توسط زیرمخاط	ترشح و جذب
	آستر پیوندی	ـــــ	بافت پیوندی سست	ـــــ		
	بافت پوششی	دهان، حلق و مری: سنگ‌فرشی چندلایه‌ای معده و روده: استوانه‌ای یک‌لایه‌ای	ـــــ	ـــــ		

خلاصهٔ بافت‌شناسی و آناتومی لولهٔ گوارش

نام ساختار		موقعیت	وظیفه	بافت پوششی	بافت ماهیچه‌ای
حفرهٔ دهانی		بخش پایینی سر	بلع، گوارش، جذب	سنگ‌فرشی چندلایه	اسکلتی (مخطط)
حلق		پشت دهان	بلع	سنگ‌فرشی چندلایه	اسکلتی (مخطط)
مری	ابتدا	گردن و قفسهٔ سینه	بلع	سنگ‌فرشی چندلایه	اسکلتی (مخطط)
	انتها	حفرهٔ شکمی	جلوگیری از بازگشت غذا به مری		صاف
معده		حفرهٔ شکمی، زیر کبد	گوارش، جذب	استوانه‌ای تک‌لایه	صاف
رودهٔ باریک	دوازدهه	سمت راست شکم	گوارش، جذب	استوانه‌ای تک‌لایه	صاف
	سایر قسمت‌ها	حفرهٔ شکمی			
رودهٔ بزرگ	رودهٔ کور	سمت راست شکم	جذب، دفع	استوانه‌ای تک‌لایه	صاف
	کولون بالارو	سمت راست شکم			
	کولون افقی	از راست تا چپ شکم			
	کولون پایین‌رو	سمت چپ شکم			
راست‌روده		بخش وسط	دفع	[سنگ‌فرشی چندلایه]	صاف
مخرج	بخش داخلی	حفرهٔ لگنی			صاف
	بخش خارجی	حفرهٔ لگنی			اسکلتی (مخطط)

یاخته‌های بافت عصبی

درسنامهٔ ۱ یاخته‌های بافت عصبی

این فصل خیلی فصل مهمیه. هرچند اکثر سؤالاتش حفظی هستند، اما به هر حال مباحث بسیار سفت هم داره! پس از اولش با دقت بخونین تا کامل یاد بگیرین.

بافت عصبی

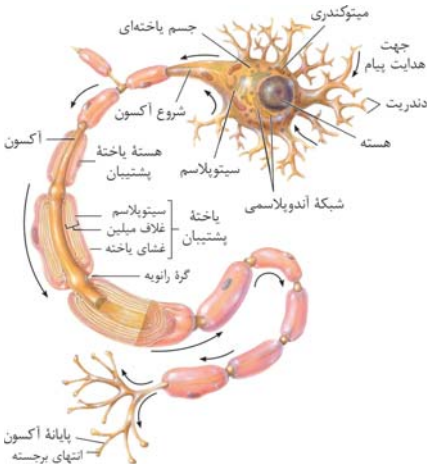
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] یاخته‌های عصبی (نورون‌ها)[1]، **یاخته‌های اصلی** بافت عصبی هستند. این یاخته‌ها، با یاخته‌های بافت‌های دیگر مانند یاخته‌های ماهیچه ارتباط دارند.

یادآوری در علوم هشتم خواندیم که در بافت عصبی، یاخته‌هایی وجود دارند که فعالیت عصبی ندارند و به نورون‌ها کمک می‌کنند. به این یاخته‌ها، **یاخته‌های پشتیبان** می‌گویند.

پس در بافت عصبی، دو نوع یاخته وجود دارد:

۱- یاخته‌های عصبی، که یاخته‌های اصلی بافت محسوب می‌شوند.

۲- یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها)، که فراوان‌ترین یاخته‌های بافت عصبی هستند و به عملکرد یاخته‌های عصبی کمک می‌کنند.



نورون‌ها

❑ ساختار نورون‌ها

گفتیم که بافت عصبی از یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) و یاخته‌های پشتیبان تشکیل شده است. هر نورون، از سه بخش تشکیل شده است:

۱- جسم یاخته‌ای: **محل قرارگیری هسته** است. به جسم یاخته‌ای، رشته‌هایی متصل هستند که دندریت (دارینه) و آکسون (آسه) نام دارند. هم‌چنین، جسم یاخته‌ای بیشتر اندامک‌های نورون را دارد و **محل اصلی انجام سوخت و ساز** یاخته‌های عصبی است.

نکته جسم یاخته‌ای در هر نورون، مقدار زیادی از سیتوپلاسم یاخته را به خود اختصاص می‌دهد.

نکته اغلب اندامک‌های نورون، در جسم یاخته‌ای قرار دارند؛ البته بعضی از اندامک‌ها مثل هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی، فقط در جسم یاخته‌ای دیده می‌شوند و در رشته‌های نورون نیستند. با توجه به کتاب درسی می‌دانیم که در پایانهٔ آکسون، تعداد فراوانی میتوکندری وجود دارد.

نکته به‌طور کلی، دو نوع رشته به جسم یاخته‌ای متصل می‌شوند: ۱- دندریت که پیام را وارد جسم یاخته‌ای می‌کند و ۲- آکسون که پیام را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کند.

پس در واقع، جسم یاخته‌ای مرکز فرماندهی یافته است و بخش اصلی سوخت‌وساز یافته رو هم انجام می‌ده. یکی از اعمال سوخت‌وسازی که جسم یاخته‌ای انجام می‌ده، تولید ناقل عصبی است که آخر همین گفتار راجع بهش صحبت می‌کنیم.

نکته جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از دندریت دریافت کند. هم‌چنین، در محل سیناپس، جسم یاخته‌ای می‌تواند پیام عصبی را از پایانهٔ آکسون یک نورون دیگر دریافت کند.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۶ یازدهم] بعضی از یاخته‌ها، به‌طور موقت یا دائم، توانایی تقسیم را ندارند و وارد مرحلهٔ G_0 چرخهٔ یاخته‌ای می‌شوند. نورون‌ها، جزء این یاخته‌ها هستند. در واقع، نورون‌ها به ندرت تقسیم می‌شوند.

۲- دندریت‌ها: رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را دریافت و به جسم یاخته‌ای وارد می‌کنند.

۳- آکسون‌ها: رشته‌هایی هستند که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود هدایت می‌کنند. در انتهای آکسون، بخش‌های برجسته‌ای وجود دارند که به آن‌ها، **پایانهٔ آکسونی** گفته می‌شود. در محل پایانهٔ آکسون، نورون با یک یاختهٔ دیگر ارتباط برقرار می‌کند و پیام عصبی از نورون به یاختهٔ بعدی منتقل می‌شود.

نکته انتقال پیام عصبی از یک نورون به یک یاختهٔ دیگر، فقط در محل پایانهٔ آکسون انجام می‌شود. ولی هر سه بخش نورون می‌توانند پیام عصبی را از یاخته‌های دیگر دریافت کنند. حتی آکسون هم می‌تواند پیام را از جسم یاخته‌ای یا در محل سیناپس از یک یاختهٔ عصبی دیگر دریافت کند.

نکته جهت هدایت پیام عصبی در نورون، همواره **یک طرفه** است و به سمت پایانهٔ آکسون می‌باشد.

۱- به طور کلی، متن درسنامه‌ها با استفاده از معادل‌های اصلی و علمی کلمات نوشته شده است، ولی جهت آشنایی با معادل‌های فارسی، حداقل یک بار هر معادل به کار رفته است. در تست‌ها نیز، فقط سؤالات کنکور و آزمون با معادل‌های فارسی نوشته شده‌اند و در پاسخنامهٔ این سؤالات هم، هر دو معادل فارسی و لاتین استفاده شده‌اند.

خواستون باشه که پیام از هر بخشی از نورون می‌تونه شروع بشه اما در هر صورت به سمت پایانهٔ آکسون می‌ره. یعنی مثلاً ممکنه که پیام از دندریت شروع بشه و به پایانهٔ آکسون برسه یا اینکه حتی از وسط آکسون شروع بشه و به سمت پایانهٔ آکسون بره. چیزی که مهمه اینه که مقصد همه یکیه!

دندریت ← جسم یاخته‌ای ← آکسون ← **پایانهٔ آکسون**

❑ عملکردهای نورون‌ها

یاخته‌های عصبی، دارای سه عملکرد خاص هستند:

۱- تحریک‌پذیری و تولید پیام عصبی: یاخته‌های عصبی، تحت تأثیر محرک‌ها، تحریک می‌شوند و پیام عصبی تولید می‌کنند.

نکته تحریک‌پذیری فقط ویژگی یاخته‌های عصبی نیست و در بعضی از یاخته‌های دیگر بدن هم دیده می‌شود. مثلاً یاخته‌های بافت هادی قلب، خاصیت تحریک‌پذیری دارند. علاوه‌بر این، در فصل بعد با انواعی از گیرنده‌های حسی آشنا می‌شویم که یاختهٔ عصبی نیستند ولی می‌توانند پیام عصبی را تولید و هدایت کنند.

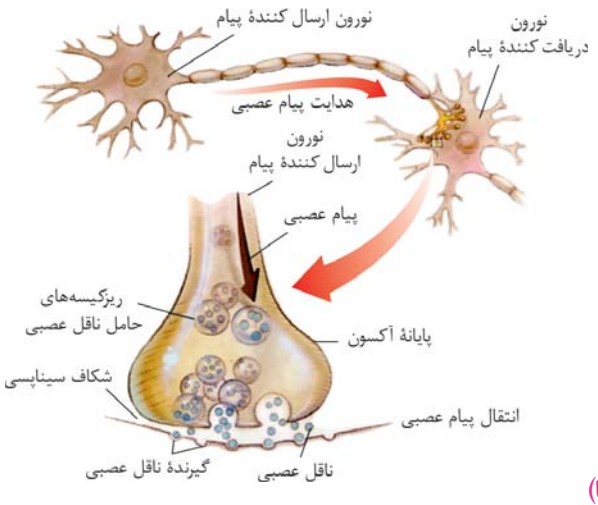
۲- هدایت پیام عصبی: پیام عصبی، در طول نورون‌ها هدایت می‌شود و به سمت پایانهٔ آکسون می‌رود.

۳- انتقال پیام عصبی: در محل پایانهٔ آکسون، نورون با یاختهٔ دیگری ارتباط برقرار می‌کند و پیام خود را به یاختهٔ بعدی منتقل می‌کند.

نکته هدایت پیام عصبی، **در طول یک نورون** انجام می‌شود اما انتقال پیام عصبی **از یک نورون به یک یاختهٔ دیگر** می‌باشد. یاختهٔ دریافت‌کنندهٔ پیام عصبی، می‌تواند یک نورون دیگر، یک یاختهٔ ماهیچه‌ای یا یک یاختهٔ غده باشد.

آن‌چه خواهیم خواند [گفتار ۱- فصل ۲ یازدهم] گیرندهٔ حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت کرده، می‌تواند آن را به پیام عصبی تبدیل و سپس، به دستگاه عصبی مرکزی ارسال کند. پس گیرنده‌های حسی هم سه عملکرد تحریک‌پذیری، هدایت پیام و انتقال پیام را دارند. البته، گروهی از گیرنده‌های حسی در اصل یاختهٔ عصبی هستند، نه غیر عصبی.

تحریک نورون | تولید پیام عصبی | هدایت پیام عصبی در طول نورون | انتقال پیام عصبی به یاختهٔ بعدی



یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)

این یاخته‌های عصبی ما، فعالیت همه‌جای بدن رو کنترل می‌کنن و یه‌جوری میشه گفت فرماندهٔ کل بدن هستن. اما خودشون به‌تنهایی نمی‌تونن کاراشون رو انجام بدن و نیاز به پشتیبان دارن! گفتیم که در بافت عصبی، به‌جز یاخته‌های عصبی، یاخته‌های غیرعصبی یا همان یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا) نیز وجود دارند.

نکته تعداد نوروگلیاها چند برابر نورون‌هاست و انواع مختلفی دارند که هر کدام، وظیفهٔ خاصی را برعهده دارند.

یاخته‌های پشتیبان، وظایف مختلفی را در بافت عصبی برعهده دارند:

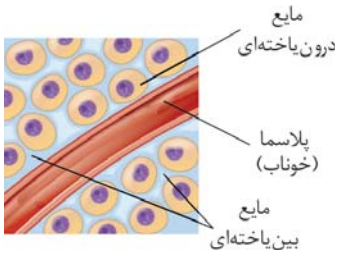
۱- ایجاد داربست برای استقرار یاخته‌های عصبی: برای این‌که نورون‌ها در جای مربوط به خودشان مستقر شوند، لازم است که گروهی از نوروگلیاها، داربستی برای قرارگیری آن‌ها ایجاد کنند. در واقع، این داربست محل قرارگیری هر نورون را مشخص می‌کند.

۲- دفاع از یاخته‌های عصبی در برابر عوامل بیماری‌زا[1]

۳- حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی: در ادامهٔ فصل می‌خوانیم که فعالیت نورون‌ها، وابسته به یون‌های موجود درون یاخته و بیرون یاخته است. بنابراین، لازم است که مقدار یون‌ها در مایع بین‌یاخته‌ای تنظیم شود.

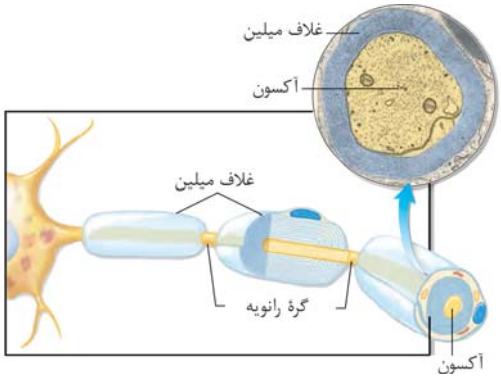
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۱ دهم] محیط جانداران همواره در تغییر است؛ اما جاندار می‌تواند وضع درونی پیکر خود را در حد ثابتی نگه دارد. این توانایی، مربوط به یکی از ویژگی‌های مشترک حیات به‌نام هم‌ایستایی (هومئوستازی) است.

۱- سلول‌های میکروگلیا، گروهی از نوروگلیاها هستند که در دفاع بافت عصبی نقش دارند. این سلول‌ها، در واقع ماکروفاژهایی هستند که از تمایز مونوسیت‌ها در بافت عصبی ایجاد شده‌اند.



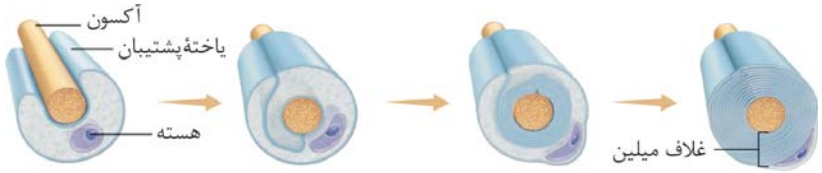
آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] فضای بین یاخته‌های بدن انسان را **مایع بین‌یاخته‌ای** پر کرده است. این مایع، محیط زندگی یاخته‌هاست. یاخته‌ها، مواد لازم (اکسیژن و مواد مغذی) را از این مایع دریافت می‌کنند و مواد دفعی مانند کربن دی‌اکسید را به آن می‌دهند تا به کمک خون از بدن دفع شود. ترکیب مواد در مایع بین‌یاخته‌ای، شبیه خوناب (پلاسما) است و مایع بین‌یاخته‌ای به‌طور دائم مواد مختلفی را با خون مبادله می‌کند.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۵ دهم] حفظ وضعیت درونی بدن در **محدوده‌ای ثابت**، برای تداوم حیات، ضرورت دارد. مجموعه اعمالی را که برای **پایدار نگه‌داشتن وضعیت درونی جاندار** انجام می‌شود، **هم‌ایستایی (هومئوستازی)** می‌نامند. هم‌ایستایی از **ویژگی‌های اساسی همهٔ موجودات زنده** است.



۴- ساخت غلاف میلین: در اطراف دندریت و آکسون **بسیاری از نورون‌ها**، غلاف میلین وجود دارد. غلاف میلین، پوششی در اطراف نورون‌هاست که آن‌ها را عایق‌بندی می‌کند. در دندریت یا آکسونی که میلین دارد، قسمت‌هایی از رشته فاقد غلاف میلین هستند که به آن‌ها، **گرهٔ رانویه** گفته می‌شود. راجع به عملکرد غلاف میلین، آخر همین گفتار بیشتر صحبت می‌کنیم.

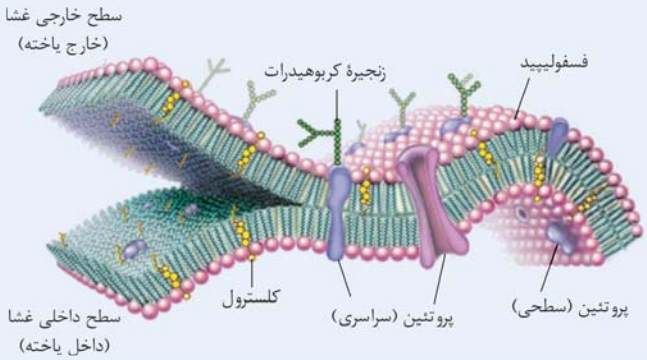
غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان می‌سازند. برای ساخت غلاف میلین، یاختهٔ پشتیبان چندین دور به دور رشتهٔ یاختهٔ عصبی می‌پیچد. برای درک بیشتر به شکل توجه کنید. *در واقع غلاف میلین، همون غشای یافتهٔ پشتیبان است. یافتهٔ پشتیبان، چندین بار دور غشای آکسون یا دندریت می‌پیچه و یک عایق ایجاد می‌کنه. بنابراین، جنس غلاف میلین از جنس غشای یافته است. ایشالا یادتون هست که جنس غشا چی بود؟ اگه نه، آن‌چه گذشت زیر رو بفونین از کتاب میکرو دهم!*



نکته غلاف میلین، پوششی چندلایه (نه یک‌لایه) در اطراف غشای آکسون یا دندریت است.

آن‌چه گذشت [گفتار ۱- فصل ۲ دهم] **ساختار غشای یاخته:** غشا از مولکول‌های لیپیدی، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها تشکیل شده است.

بخش لیپیدی غشا، از مولکول‌های فسفولیپید و کلسترول تشکیل شده است. فسفولیپیدها، **فراوان‌ترین مولکول‌های غشا** هستند و در بین آن‌ها، مولکول‌های کلسترول قرار گرفته‌اند. همانطور که در شکل مشخص است، بخش لیپیدی غشا به‌صورت **دولایه** قرار دارد و پروتئین‌ها نیز در بین فسفولیپیدها قرار می‌گیرند.



بخش پروتئینی غشا، شامل دو گروه پروتئین است. گروهی از پروتئین‌ها در سراسر عرض غشا وجود دارند. گروهی دیگر از پروتئین‌های غشا، فقط در یک سطح غشا قرار دارند و کل عرض غشا را طی نمی‌کنند.

بخش کربوهیدراتی غشا، فقط در سطح خارجی قابل مشاهده است. در این سطح، کربوهیدرات‌ها، به‌صورت **زنجیره‌ای از مونوساکاریدها** (واحدهای سازندهٔ مولکول‌های قندی) با مولکول‌های فسفولیپیدی و پروتئینی در تماس هستند.

جمع‌بندی

انواع یاخته‌های بافت عصبی

نوع یاختهٔ بافت عصبی	یاختهٔ عصبی (نورون)	یاختهٔ غیرعصبی (نوروگلیا یا پشتیبان)
تحریک‌پذیری و تولید، هدایت و انتقال پیام عصبی	دارد	ندارد
رشته‌های سیتوپلاسمی	دندریت + آکسون	ندارد
توانایی تولید غلاف میلین	ندارد	دارد
فراوانی در بافت عصبی	کمترین	بیشترین
توانایی تقسیم	ندارد[1]	دارد

درس‌نامهٔ ۲ انواع نورون‌ها

انواع نورون‌ها، **از نظر کاری که انجام می‌دهند**، به سه نوع مختلف تقسیم می‌شوند:

۱- نورون‌های حسی: این نورون‌ها، پیام‌های حسی را از گیرنده‌های حسی دریافت می‌کنند و به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند.

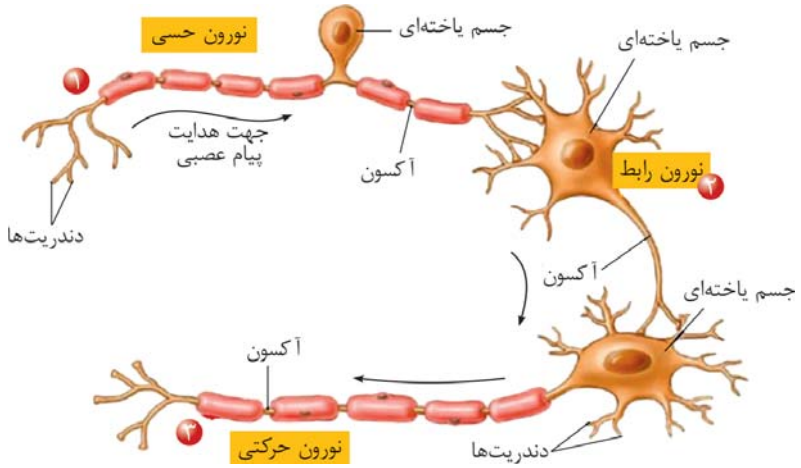
ما تا الان کلی گیرندهٔ حسی می‌شناسیم! از کجا؟ از کتاب دهم! خُب احتمالاً یادتون نیست پس بریم برگردیم عقب!

آن‌چه گذشت [گفتار ۲- فصل‌های ۳ و ۴ دهم] گیرنده‌های فشاری و همچنین گیرنده‌های حساس به تغییرات اکسیژن، کربن دی‌اکسید و یون هیدروژن، انواعی از گیرنده‌های حسی هستند که پیام عصبی را به بصل‌النخاع در مغز وارد می‌کنند.

۲- نورون‌های حرکتی: پیام‌ها را از بخش مرکزی به سوی اندام‌ها مانند ماهیچه‌ها می‌برند. *کلاً هر نورونی که تا الان خوندیم که می‌رفته یه جایی از بدن تأثیر می‌گذاشته، نورون حرکتی بوده! مثلاً نورون‌های حرکتی که از بصل‌النخاع خارج می‌شدن و باعث انقباض ماهیچه‌های دمی می‌شدن.*

۳- نورون‌های رابط: این نورون‌ها، **فقط در دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع)** قرار دارند و ارتباط لازم بین نورون‌های حسی و حرکتی را برقرار می‌کنند.

خُب حالا اول یه نگاه به شکل زیر بندازین تا بعد چند تا نکته راجع به انواع این نورون‌ها بگیم.



نکته هر نورون رابط، همواره در ارتباط با **دو نوع نورون دیگر** است؛ نورون حسی و حرکتی.

نکته نورون حسی و حرکتی، بخشی در خارج از دستگاه عصبی مرکزی دارند و بخشی هم در دستگاه عصبی مرکزی. اما نورون رابط فقط در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد. در نورون حسی، جسم یاخته‌ای و دندریت کاملاً خارج از دستگاه عصبی مرکزی هستند ولی بخشی از آکسون وارد دستگاه عصبی مرکزی می‌شود. در نورون حرکتی، دندریت و جسم یاخته‌ای به‌طور کامل در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارند. فقط بخش ابتدایی آکسون نورون حرکتی نیز در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد و ادامهٔ آکسون، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

نکته نورون رابط معمولاً کوتاه‌تر از نورون حسی و حرکتی است.

۱- در فصل ۶ می‌خوانیم که یاخته‌های عصبی معمولاً قدرت تقسیم ندارند و به ندرت ممکن است تقسیم شوند.

فعالیت کتاب درسی

ساختار نورون‌ها

چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین ساختار سه نوع یاختهٔ عصبی وجود دارد؟

۱- غلاف میلین: در نورون حسی و حرکتی، غلاف میلین وجود دارد ولی در نورون رابط، غلاف میلین دیده نمی‌شود. در نورون حسی، هم دندریت و هم آکسون میلین دارند ولی در نورون حرکتی، فقط آکسون میلین دارد.

۲- دندریت: در نورون حسی، دندریت طویل و میلین‌دار وجود دارد. در نورون حرکتی و رابط، دندریت‌های کوتاه و بدون میلین دیده می‌شوند. دندریت‌های نورون رابط، انشعابات زیادی دارند.

نکته در نورون حرکتی و رابط، چندین دندریت وجود دارد ولی در نورون حسی، فقط یک دندریت وجود دارد. البته ابتدای دندریت نورون حسی هم دارای انشعاب است.

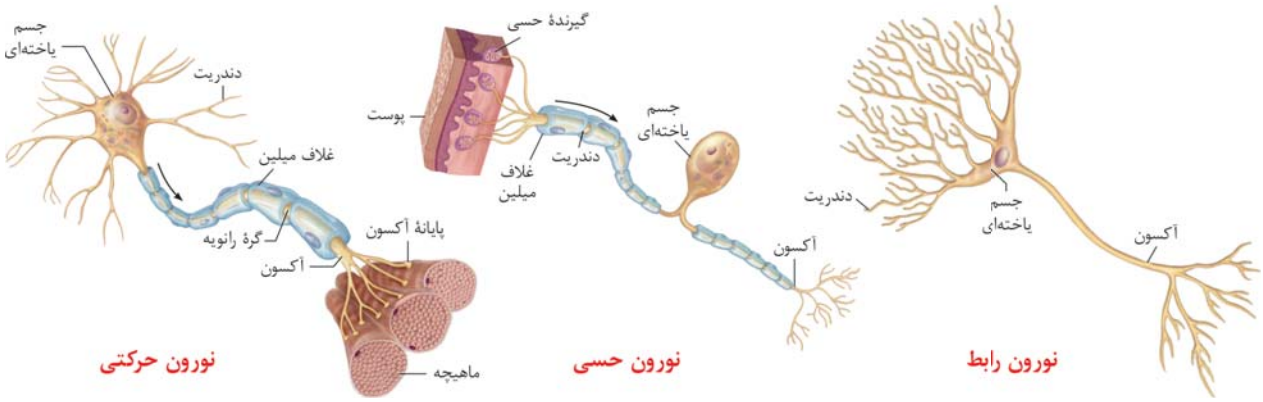
۳- جسم یاخته‌ای: اندازهٔ جسم یاخته‌ای در نورون حسی کم‌ترین و در نورون حرکتی، بیشترین است. جسم یاخته‌ای نورون رابط و حرکتی، در دستگاه عصبی مرکزی قرار دارد ولی جسم یاخته‌ای نورون حسی، در خارج از دستگاه عصبی مرکزی است.

۴- آکسون: در نورون رابط و حرکتی، آکسون بلندترین رشتهٔ نورون است ولی در نورون حسی، طول آکسون از دندریت کم‌تر است. به‌طور کلی، در نورون حسی و رابط، آکسون کوتاه و در نورون حرکتی، آکسون بلند وجود دارد. آکسون در نورون حرکتی و حسی دارای میلین است ولی در نورون رابط، میلین ندارد.

نکته در انتهای آکسون، تعدادی انشعاب وجود دارد که به هر یک از آن‌ها، پایانهٔ آکسون گفته می‌شود.

نکته در هر یاختهٔ عصبی، همواره فقط یک آکسون و فقط یک جسم یاخته‌ای وجود دارد. تعداد دندریت می‌تواند یک (در نورون حسی) یا چند تا (در نورون حرکتی و رابط) باشد.

۵- عملکرد: نورون حسی، پیام را به دستگاه عصبی مرکزی نزدیک می‌کند و نورون حرکتی، پیام را از دستگاه عصبی مرکزی خارج می‌کند. نورون رابط، ارتباط بین نورون حسی و حرکتی را برقرار می‌کند و فقط درون دستگاه عصبی مرکزی مشاهده می‌شود.



جمع‌بندی

انواع نورون‌ها

نوع یاختهٔ عصبی	حسی	رابط	حرکتی
غلاف میلین	در دندریت و آکسون	ندارد	فقط در آکسون
تعداد دندریت	۱ (در ابتدا منشعب)	تعداد زیاد (پرانشعاب)	تعداد زیاد
انشعابات دندریت	کم	فراوان	متوسط
طول یاختهٔ عصبی	نسبتاً بلند	کوتاه	نسبتاً بلند
طول رشتهٔ یاختهٔ عصبی	دندریت بلند + آکسون کوتاه	آکسون و دندریت کوتاه (آکسون > دندریت)	دندریت کوتاه + آکسون بلند
عملکرد	انتقال پیام از اندام حس به CNS*	برقراری ارتباط بین نورون حسی و حرکتی	انتقال پیام از CNS به اندام‌ها
محل حضور	دستگاه عصبی مرکزی و محیطی	فقط دستگاه عصبی مرکزی	دستگاه عصبی مرکزی و محیطی

* CNS : دستگاه عصبی مرکزی

درس‌نامهٔ ۳ فعالیت الکتریکی نورون (۱): پتانسیل آرامش

این قسمت جزء مباحثی است که خیلی ازش سؤال میاد و معمولاً بچه‌ها هم توش مشکل دارن! برای همین خیلی مفصل و کامل توضیح دادیم تا دیگه همه‌چیز رو بفهمین. پس لطفاً خیلی خوب به متن و شکل دقت کنین تا کامل براتون جا بیفته.

پیام عصبی **در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی** به‌وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا یکسان نیست، در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی، مقدار بار الکتریکی متفاوت است و در نتیجه، بین دو سوی آن، **اختلاف پتانسیل الکتریکی** وجود دارد. *تا این‌جا بفوایم به طور ساده بگیم این‌جوری میشه که درون و بیرون یاخته، یون‌هایی وجود دارند که بار الکتریکی ایجاد می‌کنن. این بار الکتریکی، باعث ایجاد پتانسیل الکتریکی می‌شه و چون مقدار بارها در دو سوی غشا یکسان نیست و بینشون اختلاف وجود داره، بهش اختلاف پتانسیل الکتریکی می‌گن.*

روش اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی نورون

برای اندازه‌گیری پتانسیل نورون، از دو الکترود استفاده می‌شود. یک الکترود، در داخل غشای نورون قرار می‌گیرد و الکترود دیگر، در محیط اطراف نورون. الکترودها، به یک ولت‌متر بسیار حساس متصل می‌شوند که می‌تواند پتانسیل‌های الکتریکی در حد میلی‌ولت را نیز اندازه‌گیری کند. با استفاده از این دستگاه، می‌توان پتانسیل الکتریکی نورون در لحظه‌های مختلف را ثبت کرد. *بریم ببینیم این دستگاه چی واسمون ثبت کرده!*

پتانسیل الکتریکی چیست؟

تعریف انرژی پتانسیل: انرژی پتانسیل، انرژی ذخیره‌شده در ماده یا سامانه است. مثلاً، وقتی که فنری را فشار می‌دهیم و آن را فشرده می‌کنیم، در آن انرژی پتانسیل ذخیره می‌شود. وقتی که فنر را رها می‌کنیم، فشردگی فنر از بین می‌رود. یا اگر توپی در ارتفاع قرار بگیرد، دارای انرژی پتانسیل است و وقتی که رها می‌شود، حرکت می‌کند و انرژی پتانسیل آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود. در تعریفی دیگر، انرژی پتانسیل توانایی انجام کار است.

انرژی پتانسیل توپ به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

انرژی پتانسیل در توپ ذخیره می‌شود.

مواد تمایل دارند از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کم‌تر بروند. مثلاً، *در شکل بالا، انرژی پتانسیل توپ در بالای تپه، بیشترین مقدارش هست و در پایین تپه، انرژی پتانسیلش کم‌ترین مقدار اون هست. حالا وقتی توپ رو ول می‌کنیم، توپ به سمت پایین حرکت می‌کنه؛ از جایی با انرژی پتانسیل بیشتر به جایی با انرژی پتانسیل کم‌تر.*

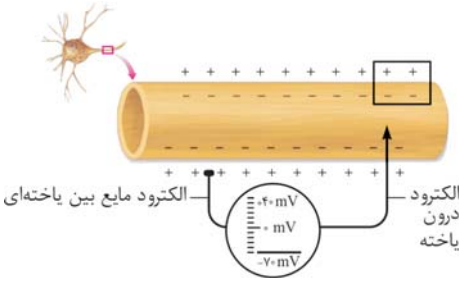
پتانسیل الکتریکی: وقتی بین دو محل (مثلاً درون یاخته و بیرون یاخته)، اختلاف غلظت بارهای الکتریکی وجود داشته باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌شود. مثلاً، اگر درون یاخته ۱۰۰ بار مثبت وجود داشته باشد و بیرون یاخته ۲۰۰ بار مثبت، پتانسیل الکتریکی درون یاخته نسبت به بیرون آن، ۱۰۰ واحد منفی‌تر است. *دقت کنین که هم بیرون هم داخل، مثبت هستن ولی بار مثبت بیرون بیشتره. پس وقتی می‌خوایم اختلاف پتانسیل رو حساب کنیم می‌گیم:*

$$\text{اختلاف پتانسیل درون نسبت به بیرون} = (\text{بار درون}) - (\text{بار بیرون}) = (+۱۰۰) - (+۲۰۰) = (-۱۰۰)$$

خلاصه بخوایم بگیم، اختلاف پتانسیل یه چیز نسبی هست و پتانسیل الکتریکی، مطلق! یعنی مثلاً می‌تونیم بگیم که پتانسیل درون یاخته ۱۰۰+ هست و پتانسیل بیرون یاخته، ۲۰۰+. در این حالت، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته، ۱۰۰- است. چیزی که ما باهاش کار داریم، این اختلاف پتانسیل هست. اون دستگاه ولت‌سنج هم برای ما اختلاف پتانسیل رو حساب می‌کنه. اما خب حواستون باشه که در این مبحث، لفظ «پتانسیل» به‌جای «اختلاف پتانسیل» کاربرد داره. اما هر جا می‌گیم پتانسیل، منظورمون همون اختلاف پتانسیل هست. مثلاً، پتانسیل آرامش یعنی اختلاف پتانسیل درون یاختهٔ عصبی نسبت به بیرون یاختهٔ عصبی در حالت آرامش یاخته (وقتی فعالیت عصبی نداره). توضیحات بیشتر راجع به پتانسیل الکتریکی رو هم توی فیزیک می‌خونین.

پتانسیل آرامش یاخته عصبی

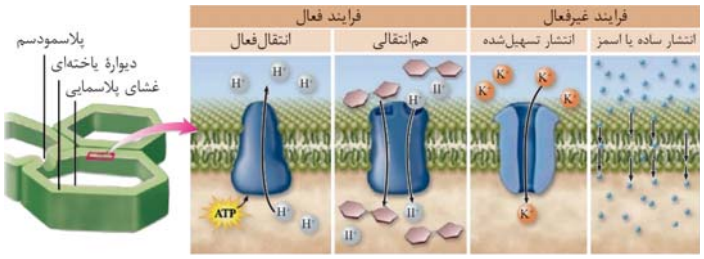
وقتی نورون فعالیت عصبی ندارد، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است. به این اختلاف پتانسیل، پتانسیل آرامش می‌گویند. *اما چرا این اختلاف پتانسیل ایجاد میشه؟ چرا غلظت یون‌ها در دو سمت به تعادل نمی‌رسه تا اختلاف پتانسیل صفر بشه؟ این چیزی هست که در ادامه می‌فوایم راجع بهش صحبت کنیم. راستی، اینجا ما نیاز زیادی به روش‌های انتقال مواد از عرض غشا داریم. لطفاً برگردین و از فصل (۲) دهم، این مبحث رو مطالعه کنین. در زیر هم خلاصه‌ای از این مبحث رو از کتاب میکرو دهم آوردیم.*



ثبت پتانسیل آرامش نورون

روش‌های عبور مواد از غشا

شکل زیر، انواع روش‌های عبور مواد از غشای یاخته را نشان می‌دهد. فرایندهای عبور مواد، به‌صورت فعال یا غیرفعال می‌باشند. از دو منظر، می‌توان این دو نوع فرایند را مقایسه کرد:



۱- جهت حرکت مواد: در فرایندهای غیرفعال، مواد در جهت شیب غلظت خود جابه‌جا می‌شوند. نتیجهٔ نهایی این فرایندها، یکسان‌شدن غلظت در دو سوی غشا می‌باشد.

۲- مصرف انرژی زیستی: در فرایندهای غیرفعال، انرژی زیستی مصرف نمی‌شود و انرژی جنبشی عامل حرکت مولکول‌هاست. در فرایندهای فعال، مصرف انرژی زیستی (مثل ATP) برای عبور مواد از غشا لازم است.

انتقال فعال، نوعی فرایند عبور مواد از غشای یاخته است که با کمک پروتئین‌های غشایی، مثل پمپ سدیم ـ پتاسیم، انجام می‌شود. هم‌انتقالی، نوع خاصی از انتقال فعال است که در آن، دو ماده به‌طور همزمان و در یک جهت از غشا عبور می‌کنند.

فرایندهای غیرفعال، به‌صورت انتشار می‌باشند که ممکن است ساده یا تسهیل‌شده باشند. فرق انتشار تسهیل‌شده و انتشار ساده در این است که در انتشار تسهیل‌شده، عبور مولکول‌ها از عرض غشا با کمک پروتئین‌های سراسری غشا انجام می‌شود.

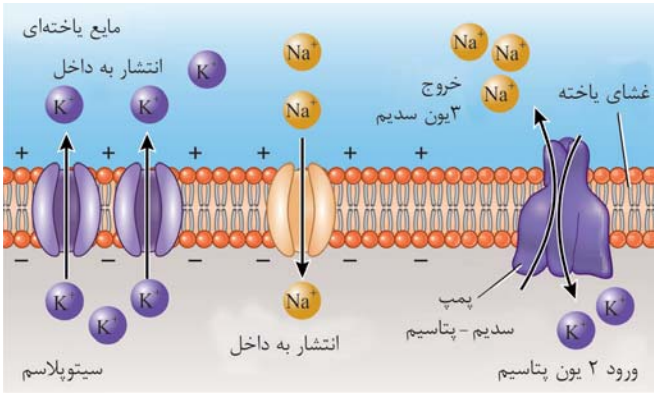
وضعیت غلظت یون‌ها در مایع بین یاخته‌ای و درون یاخته

برای بررسی پتانسیل الکتریکی نورون‌ها، ما دو تا یون برامون اهمیت داره: سدیم و پتاسیم.

۱- یون سدیم (Na^+): غلظت یون‌های سدیم در بیرون غشا (مایع بین یاخته‌ای) بیشتر از داخل یاخته است. در نتیجه، یون‌های سدیم تمایل دارند در جهت شیب غلظت خود، وارد یاختهٔ عصبی شوند.

۲- یون پتاسیم (K^+): غلظت یون‌های پتاسیم در داخل یاخته، بیشتر از مایع بین یاخته‌ای است. در نتیجه، یون‌های پتاسیم تمایل دارند در جهت شیب غلظت خود، از یاختهٔ عصبی خارج شوند.

نکته در حالت استراحت، نفوذپذیری غشا نسبت به یون پتاسیم بیشتر از نفوذپذیری آن نسبت به یون سدیم است. به همین دلیل، مقدار یون سدیمی که وارد یاخته می‌شود، کم‌تر از مقدار یون پتاسیمی است که از یاخته خارج می‌شود؛ پس می‌توان گفت که به‌طور خالص، بار مثبت از یاخته خارج می‌شود و درون یاخته، نسبت به بیرون آن، منفی‌تر می‌شود. شکل، وضعیت یون‌ها در دو سوی غشا، میزان نفوذپذیری غشا به هر یون و فرایندهای مؤثر در جابه‌جایی یون‌ها در حالت آرامش را نشان می‌دهد.



نکته **انتشار تسهیل‌شدهٔ یون‌ها با کمک کانال‌های یونی**

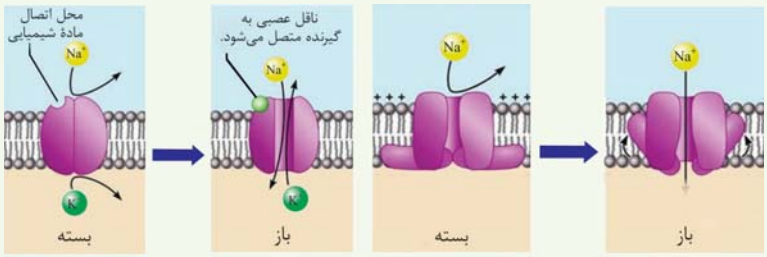
انتشار یون‌های سدیم و پتاسیم در عرض غشای یاخته، با روش **انتشار تسهیل‌شده** انجام می‌شود. در این روش، یون‌ها با کمک پروتئین‌های غشایی جابه‌جا می‌شوند. پروتئین‌هایی که یون‌ها را در انتشار تسهیل‌شده جابه‌جا می‌کنند، کانال نام دارند. دو نوع کانال در غشای یاخته وجود دارد:

۱- کانال‌های نشتی (همیشه باز): این کانال‌ها، همیشه باز و فعال هستند. بنابراین، یون‌ها می‌توانند به‌صورت دائمی از طریق آن‌ها منتشر شوند.

۲- کانال‌های دریچه‌دار: کانال‌های دریچه‌دار، همیشه باز نیستند و فقط در شرایط خاصی باز می‌شوند. دو نوع کانال دریچه‌دار داریم:

۱- کانال دریچه‌دار ولتاژی زمانی باز می‌شود که اختلاف پتانسیل معینی در یاخته وجود داشته باشد.

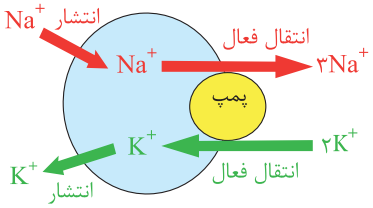
۲- کانال دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی که در پاسخ به مواد شیمیایی باز یا بسته می‌شوند و در غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی وجود دارد.



کانال‌های دریچه‌دار وابسته به مواد شیمیایی — کانال‌های دریچه‌دار ولتاژی

دو عامل، در منفی‌تر بودن پتانسیل درون یاخته در حالت آرامش نقش دارند:

۱- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم و ۲- پمپ سدیم ـ پتاسیم



۱- کانال‌های نشتی سدیم و پتاسیم

تأثیر انتشار پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های پتاسیم از طریق کانال‌های نشتی از یاخته خارج می‌شوند. نتیجهٔ خروج پتاسیم از درون یاخته، منفی‌تر شدن درون یاخته است. مثلاً، فرض کنید که در حالت طبیعی، ۲۰۰ یون پتاسیم درون یاخته وجود دارد و بیرون یاخته یون پتاسیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با[1]: (+۲۰۰) − (۰) = (+۲۰۰)

اگر انتشار یون‌های پتاسیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های پتاسیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با: (+۱۰۰) − (+۱۰۰) = (۰)

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم: (۰) − (+۲۰۰) = (−۲۰۰)

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته منفی‌تر شده است. بنابراین، خروج یون‌های پتاسیم از درون یاخته، باعث منفی‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

تأثیر انتشار سدیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، یون‌های سدیم از طریق کانال‌های نشتی به یاخته وارد می‌شوند. نتیجهٔ ورود سدیم به درون یاخته، مثبت‌تر شدن درون یاخته است[2]. مثلاً، فرض کنین که در حالت طبیعی، ۴۰۰ یون سدیم بیرون یاخته وجود دارد و درون یاخته یون سدیمی وجود ندارد. اختلاف پتانسیل یاخته برابر است با: (۰) − (+۴۰۰) = (−۴۰۰)

نکته *یه اشتباهی که بعضیا می‌کنن این هست که فکر می‌کنن در غشای یاخته فقط کانال نشتی پتاسیم وجود داره و این کانال، هم سدیم و هم پتاسیم رو عبور می‌ده ولی پتاسیم بیشتری عبور می‌ده! خُب این تفکر کاملاً اشتباه هست.* در غشا هم کانال نشتی سدیم و هم کانال نشتی پتاسیم وجود دارد. هر کانال نیز به‌طور اختصاصی عمل می‌کند و یک نوع یون را عبور می‌دهد.

اگر انتشار یون‌های سدیم تا زمان رسیدن به حالت تعادل ادامه پیدا کند، غلظت یون‌های سدیم در دو سمت یاخته برابر می‌شود. بنابراین، اختلاف پتانسیل برابر است با: (+۲۰۰) − (+۲۰۰) = (۰)

حال اگر تفاوت اختلاف پتانسیل اولیه و ثانویه را محاسبه کنیم، داریم: (۰) − (−۴۰۰) = (+۴۰۰)

در واقع در حالت دوم نسبت به حالت اول، پتانسیل یاخته مثبت‌تر شده است. بنابراین، ورود یون‌های سدیم به درون یاخته، باعث مثبت‌تر شدن پتانسیل درون یاخته می‌شود.

۱- تمامی اعداد ذکرشده فرضی و فقط برای درک بهتر هستند. علاوه‌بر این، اختلاف پتانسیل محاسبه‌شده نیز فرضی و فقط بر اساس مقایسهٔ تعداد بارها می‌باشد.

۲- دقت داشته باشید که سدیم و پتاسیم، هر دو بار مثبت دارند. بنابراین، ورود سدیم به درون یاخته باعث مثبت‌تر شدن درون یاخته می‌شود. خروج پتاسیم (بار مثبت) از درون یاخته نیز باعث منفی‌تر شدن درون یاخته می‌شود.

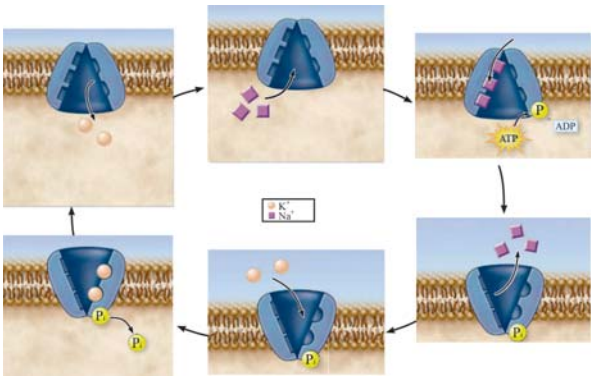
بررسی همزمان تأثیر انتشار سدیم و پتاسیم بر اختلاف پتانسیل: در حالت آرامش، تأثیر پتاسیم بر اختلاف پتانسیل یاخته بیشتر است و بنابراین، درون یاخته منفی‌تر است؛ زیرا، نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌های پتاسیم بیشتر می‌باشد. مثلاً، اگر انتشار پتاسیم، پتانسیل یاخته را ۱۷۰ واحد منفی کند، انتشار سدیم فقط ۱۰۰ واحد[1] پتانسیل درون یاخته را مثبت می‌کند. بنابراین، اختلاف پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون یاخته برابر است با:

$(-۱۷۰) + (+۱۰۰) = (-۷۰)$

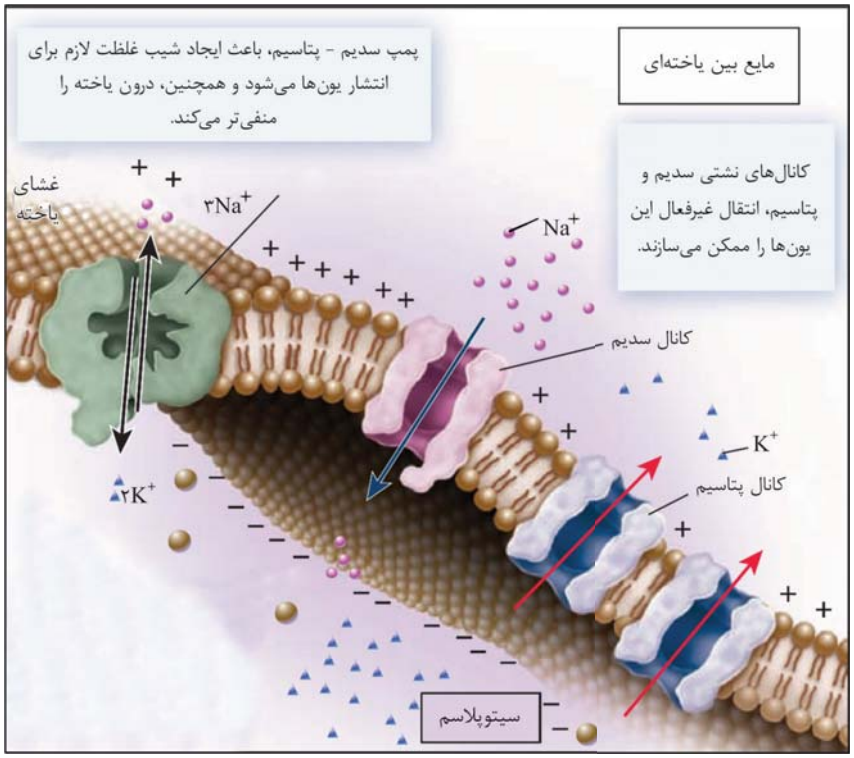
به این پتانسیل ۷۰- میلی‌ولت، پتانسیل آرامش می‌گویند. یک عامل دیگر نیز در ایجاد اختلاف پتانسیل نقش دارند. *اما چه عاملی باعث میشه که غلظت یون‌ها در دو سمت غشا به تعادل کامل نرسه؟ پمپ سدیم ـ پتاسیم!*

۲- پمپ سدیم ـ پتاسیم

پمپ سدیم ـ پتاسیم، پروتئینی است که در غشای یاخته وجود دارد و وظیفهٔ جابه‌جایی یون‌های سدیم و پتاسیم **در خلاف جهت شیب غلظت** را دارد. در واقع، انتقال یون‌ها از طریق این پمپ، با روش **انتقال فعال** و همراه با **مصرف انرژی زیستی (ATP)** است. در هر بار فعالیت پمپ سدیم ـ پتاسیم، سه یون سدیم از یاخته خارج و دو یون پتاسیم، وارد یاخته می‌شوند. بنابراین، می‌توانیم بگوییم که **به‌طور خالص، یک بار مثبت از درون یاخته خارج می‌شود** و پتانسیل درون یاخته، منفی‌تر می‌شود.



پمپ سدیم ـ پتاسیم



عوامل مؤثر در ایجاد پتانسیل آرامش

۱- باز هم یادآوری می‌کنم که تمامی این اعداد فرضی هستند و مقدار واقعی اعداد متفاوت است.