

# فهرست

## زیست‌دهم

فصل ۱: زیست‌شناسی، دیروز، امروز و فردا	۸
فصل ۲: گوارش و جذب مواد	۲۰
فصل ۳: تبادلات گازی	۵۴
فصل ۴: گردش مواد در بدن	۷۲
فصل ۵: تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد	۹۷
فصل ۶: از یاخته تا گیاه	۱۱۰
فصل ۷: جذب و انتقال مواد در گیاهان	۱۳۴

## زیست یازدهم

فصل ۱: تنظیم عصبی	۱۵۵
فصل ۲: حواس	۱۷۶
فصل ۳: دستگاه حرکتی	۱۹۳
فصل ۴: تنظیم شیمیایی	۲۰۸
فصل ۵: ایمنی	۲۲۰
فصل ۶: تقسیم یاخته	۲۳۸
فصل ۷: تولیدمثل	۲۵۵
فصل ۸: تولیدمثل نهان‌انگانه	۲۷۳
فصل ۹: پاسخ گیاهان به محرک‌ها	۲۸۸

## زیست دوازدهم

فصل ۱: مولکول‌های اطلاعاتی	۳۰۳
فصل ۲: جریان اطلاعات در یاخته	۳۲۲
فصل ۳: انتقال اطلاعات در نسل‌ها	۳۳۹
فصل ۴: تغییر در اطلاعات وراثتی	۳۴۹
فصل ۵: از ماده به انرژی	۳۶۵
فصل ۶: از انرژی به ماده	۳۸۰
فصل ۷: فناوری‌های نوین زیستی	۴۰۶
فصل ۸: رفتارهای جانوران	۴۱۸
آزمون‌های شبیه‌ساز کنکور	۴۳۰
پاسخ آزمون‌های شبیه‌ساز کنکور	۴۴۳

راهنمای آیکون‌های کتاب:



نکته



پاسخ



سوال



مثال

➤ اشاره به فصل یا پایه قبل و بعد

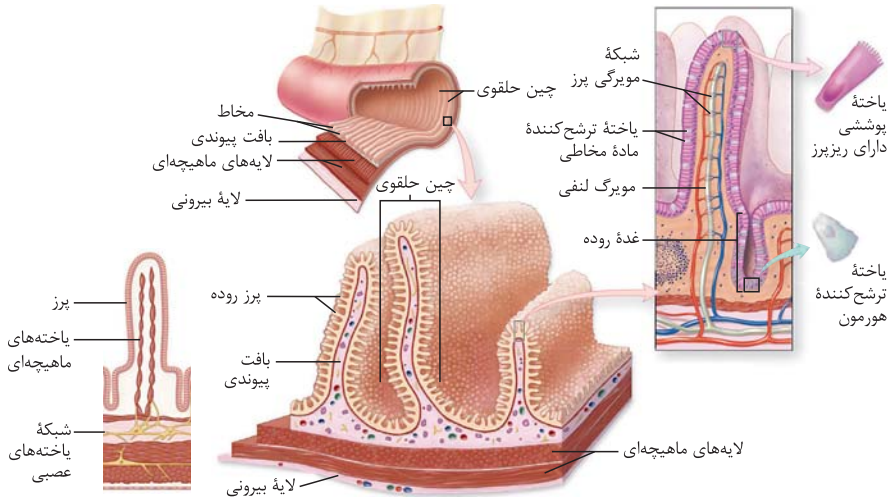
➤ اشاره به فصل یا پایه بعد

➤ اشاره به فصل یا پایه قبل

## ۱- جذب مواد

ورود مواد به محیط داخلی بدن (نه داخل بدنها!!)، جذب نام دارد (محیط داخلی شامل: خون، لنف و مایع بین یاخته‌ای) مواد مغذی برای رسیدن به یاخته‌های بدن باید از یاخته‌های بافت پوششی لوله گوارش عبور کنند. در دهان و معده، جذب اندک است و جذب اصلی در روده باریک انجام می‌شود. هواست باشه که روده بزرگ نیز، آب و یون‌ها را جذب می‌کند.

## ۲- جذب مواد در روده باریک



مسیر جذب مواد پس از گوارش ← عبور مولکول‌های گوناگون از غشای یاخته‌های پوششی دیواره روده ← ورود مواد به داخل این یاخته‌ها ← انتقال به محیط داخلی: ورود به شبکه مویرگی درون پرز و سپس جریان خون در هم پرز، علاوه بر مویرگ‌های خونی، یک مویرگ بسته لنفی نیز وجود دارد ← مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها به آن وارد می‌شوند.

### مقایسه مویرگ‌های پرز روده باریک

۱ دارای انواعی از یاخته‌های خونی هستند. ۲ محتویات آن در ابتدا وارد کبد می‌شود.	فقط مویرگ خونی
۳ بیشتر مواد جذبی از روده وارد آن می‌شود.	
۱ لیپیدهای جذب شده از روده باریک وارد آن می‌شود. ۲ محتویات آن ابتدا وارد مجرای لنفی و سپس وارد سیاهرگ زیرترقوه‌ای می‌شود.	فقط مویرگ لنفی
۲ از یاخته‌های خونی، فقط دارای گویچه‌های سفید هستند.	
۱ مایع درون آن‌ها در نهایت به قلب وارد می‌شود. ۲ دارای یاخته خونی هستند.	مشترک

چگونگی افزایش سطح جذب روده: ۱ در دیواره روده، چین‌های حلقوی وجود دارند. ۲ روی این چین‌ها، پرزهای فراوانی دیده می‌شود. / در مخاط روده یاخته‌های ماهیچه‌ای (از نوع صاف) وجود دارند ← انقباض آن‌ها ← موجب حرکت پرزها می‌شود ← افزایش جذب ۲ غشای یاخته‌های پوششی روده باریک نیز در فضای روده، چین خورده است ← به این چین‌های میکروسکوپی، ریزپرز می‌گویند. / مجموعه چین‌ها، پرزها و ریزپرزها سطح داخل روده باریک را که در تماس با کیموس است تا چندین برابر افزایش می‌دهند.

چین حلقوی	در دیواره روده باریک لایه‌های مخاط و زیرمخاط چین می‌خورند و چین‌های حلقوی را به وجود می‌آورند.
پرز	برجستگی‌های لایه مخاط بر روی چین حلقوی، پرز را ایجاد می‌کند. سطح هر پرز از یاخته‌های پوششی استوانه‌ای تشکیل شده است. بیشتر یاخته‌های پوششی وظیفه جذب مواد غذایی را دارند و برخی از آن‌ها ترشح‌کننده ماده مخاطی هستند. در مرکز پرز، بافت پیوندی سست وجود دارد که حاوی یاخته‌های ماهیچه صاف است ← باعث حرکت پرز هم پرز حاوی سرخرگ، سیاهرگ، شبکه مویرگی خونی و مویرگ لنفی است. مویرگ‌های خونی در پرزهای روده باریک از نوع منفذدار هستند ← دارای منافذ گسترده‌ای هستند که با لایه‌ای پروتئینی پوشیده شده‌اند که عبور مولکول‌های درشت مثل پروتئین‌ها را محدود می‌کند.
غده روده	در بین پرزهای موجود بر سطح چین خوردگی‌های روده، فرورفتگی‌هایی وجود دارد که غده روده‌ای را تشکیل می‌دهند. غده روده‌ای نیز حاوی یاخته جذبی و ترشح‌کننده ماده مخاطی می‌باشد. علاوه بر این یاخته‌ها، درون غده روده‌ای یاخته ترشح‌کننده هورمون سکرین نیز وجود دارد.
ریزپرز	چین خوردگی غشای یاخته‌های پوششی به سمت فضای درون روده، ریزپرزها را ایجاد می‌کند.

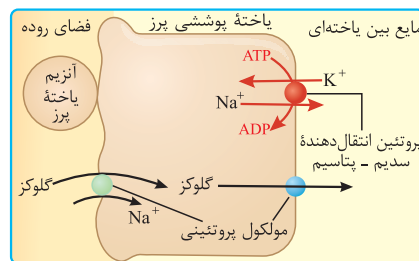
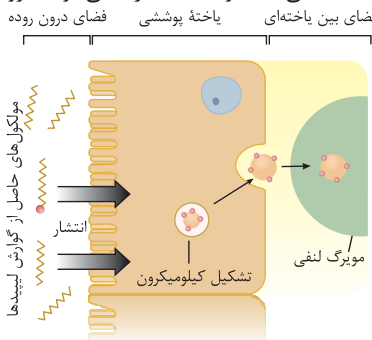
← **بیماری سلیاک:** تخریب یاخته‌های روده در اثر گلوتن (در گندم و جو وجود دارد) و از بین رفتن ریزپرزها و حتی پرزها ← کاهش شدید سطح جذب مواد ← عدم جذب بسیاری از مواد مغذی مورد نیاز بدن

⊕ زیست ۱، فصل ۶ کمی بیشتر درباره گلوتن: گلوتن یکی از پروتئین‌هایی است که در کرپچه ذخیره می‌شود. این پروتئین در بذر گندم و جو وجود دارد و هنگام رویش بذر برای رشد و نمو رویان به مصرف می‌رسد. گلوتن ارزش غذایی دارد اما بعضی افراد با خوردن فراورده‌های گلوتن‌دار، دچار اختلال رشد و مشکلات جدی در سلامت می‌شوند. / تشخیص قطعی اختلال ایجادشده توسط فراورده‌های گلوتن‌دار در فرد، با انجام آزمایش‌های پزشکی ممکن است.

**چند نکته در ارتباط با سلیاک ۱** این بیماری که در برخی افراد وجود دارد. ۲ عواقب کاهش جذب برخی مواد مهم در فرد مبتلا به سلیاک: ۱) آهن ← کاهش تولید گویچه قرمز و ابتلا به کم‌خونی ۲) گلوکز ← کاهش قند خون و به دنبال آن، افزایش کلوکازون که سبب کاهش ذخایر گلیکوژن در کبد می‌شود. ۳) ویتامین A ← کاهش تولید ماده حساس به نور در یاخته‌های گیرنده نوری در چشم و اختلال در بینایی ۴) ویتامین B<sub>۱۲</sub> و فولیک اسید ← کاهش تولید گویچه قرمز و ابتلا به کم‌خونی ۵) ویتامین D ← کاهش جذب کلسیم و به تبع آن افزایش هورمون پاراتیروئیدی که سبب تجزیه بافت استخوانی می‌شود. ۲) تشابه بیماری سلیاک با بیماری سنگ کیسه صفرا ← کاهش جذب ویتامین‌های محلول در چربی + کاهش وزن (لاغردن) + ورود چربی به مدفوع

← روش‌های جذب مواد در روده باریک:

**۱ گلوکز:** عبور گلوکز از غشای یاخته پوششی پرز روده قطعاً نیازمند استفاده از پروتئین‌های غشایی و مصرف انرژی است. تأمین انرژی: ورود ← ناشی از انرژی شیب غلظت یون سدیم / خروج ← ناشی از انرژی جنبشی





**۲** ویتامین‌ها؛ فقط برخی از ویتامین‌های محلول در آب به روش درون‌بری (ایجاد کیسه غشایی و مصرف ATP) جذب می‌شوند.

زیست ۱۱، فصل ۴ **(+)** هورمون پاراتیروئیدی، ویتامین D را به شکلی تبدیل می‌کند که می‌تواند جذب کلسیم از روده را افزایش دهد.

نام مولکول	فرایند ورود به یاخته پوششی روده	فرایند خروج از یاخته پوششی روده و ورود به مایع بین یاخته‌ای
گلوکز	انتقال فعال (از طریق هم‌انتقالی با یون سدیم)	انتشار تسهیل شده
آمینواسیدها	اغلب از طریق انتقال فعال (از طریق هم‌انتقالی با یون سدیم)	اغلب از طریق انتشار تسهیل شده
لیپیدها و ویتامین‌های محلول در چربی	از طریق انتشار ساده و با عبور از بخش لیپیدی غشا	به شکل کیلومیکرون و با فرایند برون‌رانی
آب و مواد معدنی	آب به روش اسمز و مواد معدنی گوناگون به شکل انتشار و انتقال فعال جذب می‌شوند. کلسیم و آهن با انتقال فعال جذب می‌شوند.	-
ویتامین‌های محلول در آب	با انتشار یا انتقال فعال	-
ویتامین B <sub>۱۲</sub>	از طریق درون‌بری	-
آهن	انتقال فعال	-
کلسیم	انتقال فعال	-

کمی بیشتر درباره لیپوپروتئین‌ها؛ در کبد از لیپیدها، برای تولید مولکول‌های لیپوپروتئین استفاده می‌شود. لیپیدها را در خون به بافت‌ها منتقل می‌کنند

**انواع:** **۱** لیپوپروتئین کم‌چگال LDL: گروهی از لیپوپروتئین‌ها هستند که کلسترول زیادی دارند. کلسترول موجود در LDL به دیواره سرخرگ‌ها می‌چسبد و به تدریج مسیر عبور خون را تنگ یا مسدود می‌کند. **۲** لیپوپروتئین پرچگال HDL: گروهی دیگر از لیپوپروتئین‌ها هستند که در آن‌ها پروتئین از کلسترول بیشتراست.

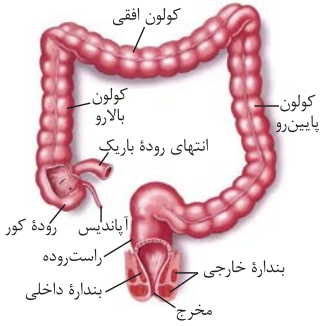
لیپوپروتئین‌های پرچگال HDL این کلسترول‌ها را جذب می‌کنند. در نتیجه زیادبودن HDL به LDL، احتمال رسوب کلسترول در دیواره سرخرگ‌ها را کاهش می‌دهد.

کمی بیشتر درباره کیلومیکرون‌ها؛ ذره‌هایی هستند شامل ← تری‌گلیسرید + فسفولیپید + کلسترول + پروتئین همراه با لنف، به خون وارد شده و لیپیدهای آن‌ها در کبد یا بافت چربی ذخیره می‌شوند. *هواست باشه که کیلومیکرون وارد یافته پوششی پرز روده نمی‌شود بلکه مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها با انتشار وارد یافته پرز شده و در آن‌ها دوباره به هم پیوسته و به شکل کیلومیکرون درمی‌آیند.* درون کیلومیکرون انواعی از لیپیدها قرار دارند. گروهی (فسفولیپید) از آن‌ها در غشای همه یاخته‌ها قرار داشته و بیشتترین مولکول غشا هستند. گروهی (کلسترول) دیگر فقط در غشای یاخته جانوری یافت شده و رسوب آن می‌تواند منجر به بیماری شود و گروهی (تری‌گلیسرید) دیگر فراوان‌ترین لیپید رژیم غذایی است. *در بیشتتر لیپیدهای تشکیل‌دهنده کیلومیکرون، مولکول اسید چرب مشاهده می‌شود.*

## ۳- روده بزرگ و دفع

در انتهای راست روده، بنداره‌های داخلی (ماهیچه صاف) و خارجی (ماهیچه مخطط) قرار دارند. با ورود مدفوع به راست روده ← شروع انعکاس دفع ← سرانجام دفع به صورت ارادی انجام می‌شود.

**بررسی شکل:** محل اتصال روده باریک به روده بزرگ، مرز بین روده و کولون بالارو است. / طول کولون پایین رو بیشتر از کولون بالارو است.



➕ زیست ۱، فصل ۴ ① در روده بزرگ انسان، مقداری ویتامین  $B_{12}$  توسط باکتری‌های همزیست در روده بزرگ تولید می‌شود. ② آپاندیس نوعی اندام لنفی است و مانند گره‌های لنفی مرکز تولید لنفوسیت است.

بخش‌ها	روده کور (ابتدای روده بزرگ (محل اتصال روده باریک به روده بزرگ)، روده کور نام دارد که به آپاندیس ختم می‌شود)، کولون بالارو، کولون افقی و کولون پایین رو که به راست روده منتهی می‌شود.
ترشحات	ماده مخاطی بدون آنزیم + لیوزیم
جذب	جذب آب و یون‌ها ← در نتیجه مدفوع به شکل جامد درمی‌آید.
حرکات	حرکات آهسته انجام می‌دهد.
ویژگی	پرز ندارد.
مواد وارد شده به آن	مواد جذب نشده و گوارش نیافته، یاخته‌های مرده و باقی مانده شیرهای گوارشی

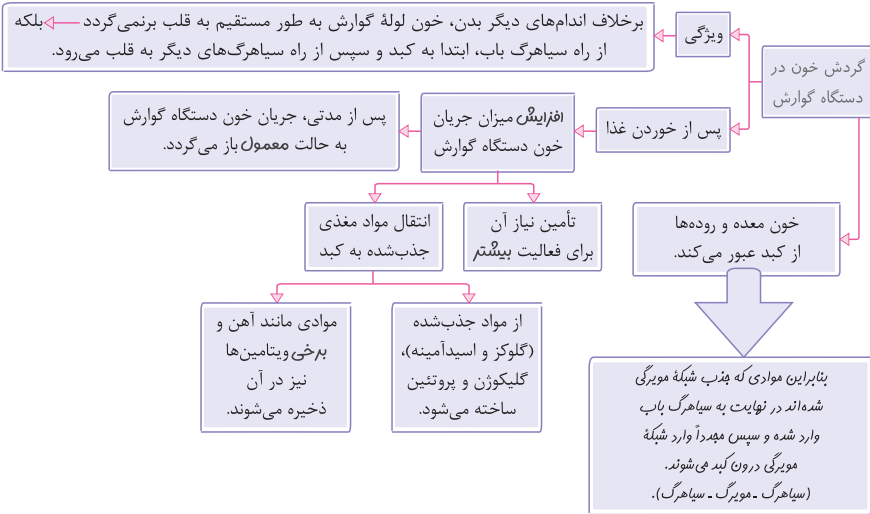
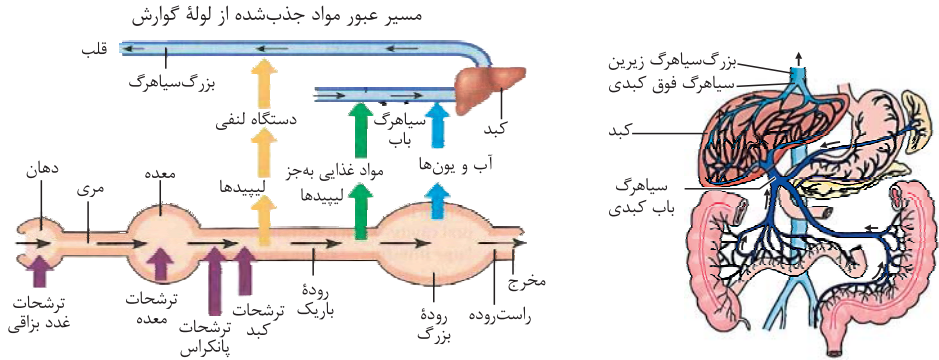
### مقایسه روده باریک و روده بزرگ

روده بزرگ	روده باریک	وجود چین‌های حلقوی و پرز
فاقد چین حلقوی و پرز	دارای چین حلقوی و پرز	بخش‌های تشکیل دهنده
روده کور، کولون بالارو، کولون افقی، کولون پایین رو	دوازدهه و سایر بخش‌ها	قطر
قطر روده باریک کم‌تر از روده بزرگ است.		ترشحات
ماده مخاطی بدون آنزیم گوارشی + لیوزیم	ماده مخاطی + آب و یون‌های مختلف از جمله بی‌کربنات + آنزیم گوارشی + لیوزیم	جذب
جذب آب، یون‌ها و اندکی ویتامین $B_{12}$ که درون روده بزرگ تولید می‌شود.	مکان اصلی جذب جذب آب، یون‌ها، مواد غذایی، ویتامین‌ها و مواد معدنی	حرکات
حرکات آهسته کرمی و قطعه قطعه کننده	حرکات کرمی و قطعه‌قطعه کننده	بنداره
-	بنداره پیلور بین معده و روده باریک بنداره انتهای روده باریک	گوارش مواد
محل پایان جذب	محل پایان گوارش شیمیایی و مکانیکی	

## ۴- گردش خون دستگاه گوارش

موادی که جذب لنف می‌شوند؛ مانند چربی‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی از کبد عبور نمی‌کنند و وارد بزرگ‌سیاهرگ شده و به قلب می‌روند. همان‌طور که در شکل می‌بینید سیاهرگ باب از به هم پیوستن دو سیاهرگ اصلی تشکیل می‌شود:

۱) شاخه راست ← خون تیره و غنی از مواد غذایی را از روده کوچک و آپاندیس، روده کور و کولون بالا و بخشی از کولون افقی دریافت می‌کند. ۲) شاخه چپ ← این شاخه خود از به هم پیوستن دو شاخه دیگر تشکیل شده است. خون تیره را از نیمه سمت راست کولون افقی، کولون پایین‌رو، راست‌روده، طحال، معده و پانکراس دریافت می‌کند. در کبد مویرگ‌هایی وجود دارند که در هر دو انتهای آن‌ها، سیاهرگ قرار دارند. به کبد، گلوکز هم از طریق خون پراکسیژن و هم از طریق خون کم‌اکسیژن وارد می‌شود. به کبد هم سرخرگ و هم سیاهرگ وارد می‌شود.

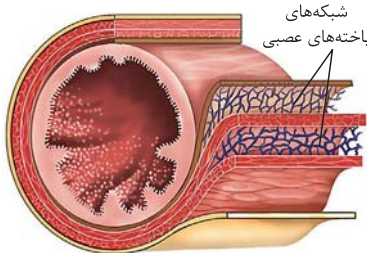
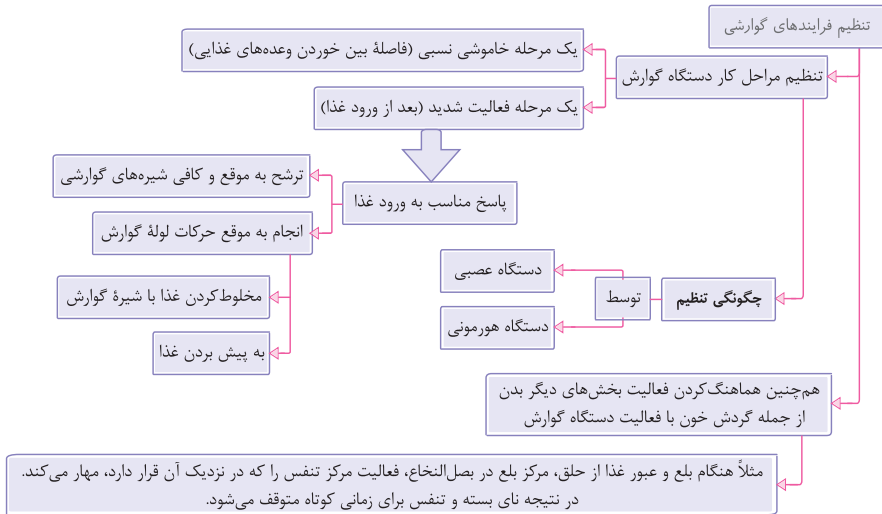


## ۵- تنظیم فرایندهای گوارشی

### تنظیم عصبی دستگاه گوارش:

توسط بخشی از دستگاه عصبی به نام دستگاه عصبی خودمختار (به صورت ناخودآگاه)

- افزایش ترشح بزاق توسط محرک ← فرایند: وجود محرک‌ها (مانند دیدن، بوییدن و چشیدن غذا و حتی فکرکردن به آن) ← فعالیت اعصاب پاراسمپاتیک (پادهم‌حس) و سمپاتیک (هم‌حس) (دستگاه عصبی خودمختار) ← ارسال پیام عصبی مغز به غده‌های بزاقی ← ترشح انعکاسی بزاق



**دستگاه عصبی رودهای:** در دیواره لوله گوارش (از مری تا مخرج) شبکه‌های یاخته‌های عصبی، وجود دارند که آن را دستگاه عصبی رودهای می‌نامند.  
**نقش:** تنظیم تحرک و ترشح در لوله گوارش / یاخته‌های عصبی این دستگاه با تحریک یاخته‌های ماهیچه‌های درون پرزها موجب حرکت پرزها می‌شوند.

**؟ آیا دستگاه عصبی رودهای تحت تأثیر اعصاب خودمختار است؟** = دستگاه عصبی رودهای می‌تواند مستقل از دستگاه عصبی خودمختار، فعالیت کند. اما اعصاب هم‌حس و پادهم‌حس با دستگاه عصبی رودهای ارتباط دارند و بر عملکرد آن تأثیر می‌گذارند.  
**؟ تأثیر اعصاب خودمختار بر فعالیت دستگاه گوارش چگونه است؟** = معمولاً اعصاب پادهم‌حس فعالیت دستگاه گوارش را افزایش و اعصاب هم‌حس فعالیت این دستگاه را کاهش می‌دهند.

ترشحات غدد بزاقی تنها تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار است، اما ترشحات معده و روده تحت تأثیر عوامل عصبی (شبکه عصبی رودهای + اعصاب خودمختار) و هورمونی تنظیم می‌گردد.

**تنظیم هورمونی:**

در بخش‌های مختلف معده و روده، یاخته‌هایی وجود دارند که هورمون می‌سازند و آن را به خون می‌ریزند. تنظیم فعالیت‌های دستگاه گوارش با همکاری دستگاه عصبی. سکرترین و گاسترین از این هورمون‌ها هستند. سلول‌های ترشح‌کننده هورمون در مخاط دستگاه گوارش قرار دارند و نوعی یاخته پوششی هستند، اما ترشحات آن‌ها درون ریز است و به خون وارد می‌شود.

نام هورمون	محل ترشح	بافت هدف	عملکرد هورمون
گاسترین	یاخته ترشح‌کننده هورمون در عمق غدد معده مجاور پیلور (بعضی از یاخته‌های دیواره معده که در مجاورت پیلور قرار دارند).	غدد معده	افزایش ترشح اسید معده و پپسینوژن
سکرترین	یاخته ترشح‌کننده هورمون در عمق غدد مخاط دوازدهه	غده لوزالمعده	افزایش ترشح بی‌کربنات



نمایه توده بدنی: برای تعیین وزن مناسب، از نمایه توده بدنی استفاده می کنند. این نمایه از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\text{نمایه توده بدنی} = \frac{\text{جرم (Kg)}}{\text{مربع قد (m}^2\text{)}}$$

تعیین وزن مناسب براساس نمایه توده بدنی برای افراد در سنین مختلف، متفاوت است. فقط افراد متخصص می توانند درباره مناسب بودن وزن فرد، قضاوت کنند. افراد کم تر از بیست سال در سن رشد قرار دارند، برای بررسی مناسب بودن وزن این افراد، نمایه توده بدنی آن ها را با افراد هم سن و هم جنس، مقایسه می کنند. مهم ترین عوامل تعیین کننده وزن هر فرد: (۱) تراکم استخوان (۲) مقدار بافت ماهیچه (۳) مقدار بافت چربی بدن

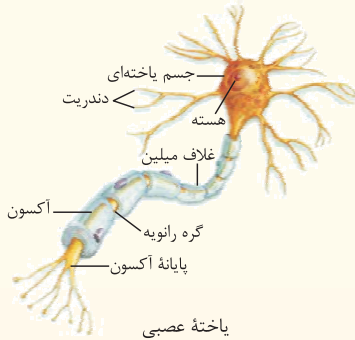






## فصل اول تنظیم عصبی

### بافت عصبی



ساختار: یاخته‌های عصبی + یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیا)  
نورون‌ها: یاخته‌های اصلی بافت عصبی / در تشکیل نوار مغز نقش دارند / دارای سه عملکرد هستند:

- ۱ تحریک پذیرند و پیام عصبی تولید می‌کنند.
- ۲ پیام عصبی را در طول خود هدایت می‌کنند.
- ۳ پیام عصبی را به یاخته‌های دیگر منتقل می‌کنند.

(+) زیست ۱۰ فصل ۴ - زیست ۱۱ فصل ۲ برخی از یاخته‌های غیر عصبی نیز توانایی تولید پیام الکتریکی را دارند، مثل یاخته‌های شبکه هادی قلب و گیرنده‌های حسی.

### بخش‌های هر یاخته عصبی

- هر یاخته عصبی از سه بخش دارینه (دندریت)، آسه (آکسون) و جسم یاخته‌ای تشکیل شده است.
- ➡ ۱- **دارینه (دندریت):** رشته‌ای که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته عصبی وارد می‌کند.
  - ➡ ۲- **آسه (آکسون):** رشته‌ای که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود (پایانه آکسونی)، هدایت می‌کند.
    - پیام عصبی از محل پایانه آکسون یک یاخته عصبی به یاخته دیگر (نورون، یاخته ماهیچه‌ای و یا غده‌ای) منتقل می‌شود.
    - به آکسون یا دندریت بلند، رشته عصبی می‌گویند.
  - ➡ ۳- **جسم یاخته‌ای:** محل قرارگرفتن هسته، شبکه آندوپلاسمی و سایر اندامک‌ها + انجام سوخت و ساز یاخته‌های عصبی می‌تواند پیام عصبی را نیز دریافت کند.

(+) زیست ۱۰ فصل ۱ در بدن پروانه مونارک یاخته‌های عصبی (نورون‌هایی) یافت شده است ➡ **نقش: تشخیص جایگاه خورشید در آسمان ➡ تشخیص جهت مقصد ➡ به سوی آن پرواز می‌کنند.**

(+) زیست ۱۰ فصل ۲ **یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) ➡ یاخته‌های اصلی بافت عصبی هستند / بافت عصبی ➡ یکی از چهار نوع بافت اصلی بدن انسان است.**

- جهت حرکت پیام عصبی در دندریت: به صورت یک طرفه / به سمت جسم سلولی (نزدیک کردن پیام به جسم سلولی)
- جهت حرکت پیام عصبی در آکسون: به صورت یک طرفه / به سمت پایانه آکسون (دور کردن پیام از جسم سلولی)
- یک نورون می‌تواند یک یا چند دندریت داشته باشد، اما فقط یک آکسون دارد. آکسون نیز در انتها منشعب می‌شود و چند پایانه آکسونی ایجاد می‌کند.

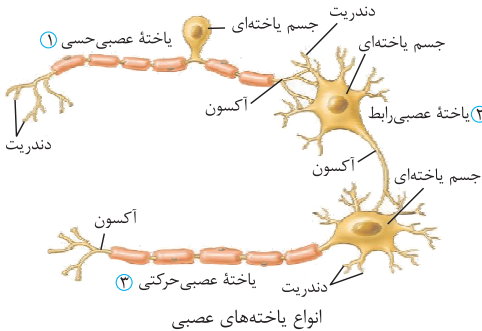
(+) زیست ۱۰ فصل ۴ ۱ رشته‌های عصبی در بین یاخته‌های ماهیچه‌ای میوکارد پخش شده‌اند. ۲ در دستگاه عصبی مویرگ‌های خونی پیوسته وجود دارد که ورود و خروج مواد در آن‌ها به شدت تنظیم می‌شود.

## انواع یاخته‌های عصبی

در دستگاه عصبی انسان، سه نوع یاخته عصبی وجود دارد: نورون‌های حسی، نورون‌های حرکتی و نورون‌های رابط.

### ۱- یاخته‌های عصبی حسی:

**نقش:** پیام‌های عصبی را از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (یعنی مغز و نخاع) می‌برند.



**ویژگی‌ها:** نورون‌های حسی، دارای یک آکسون بلند و یک دندریت بلند هستند ← هر دو غلاف میلین دارند و در انتها منشعب هستند. / طول دندریت در این نورون‌ها، بیشتر از طول آکسون است. / جسم یاخته‌ای، در حد فاصل بین دو غلاف میلین قرار گرفته است. / در برخی از آن‌ها هر دو رشته آکسون و دندریت، به یک قطب جسم یاخته‌های نورون حسی متصل‌اند (دندریت و آکسون از یک نقطه جسم سلولی خارج می‌شوند).

- زیست ۱۱، فصل ۲، ۱ در نورون حسی بویایی دندریت و آکسون از دو طرف سلول خارج می‌شوند، نه یک طرف. (۱)  
 ➤ گیرنده‌های فشار، دما و درد در پوست انسان در واقع، انتهای دارینه (دندریت) یک نورون حسی هستند. (۲)

### ۲- یاخته‌های عصبی حرکتی:

**نقش:** پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی، به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها و غده‌ها) می‌برند.  
**ویژگی‌ها:** این نورون‌ها دارای چند دندریت کوتاه و یک آکسون بلند هستند ← فقط آکسون آن‌ها، غلاف میلین دارد. - محل اتصال دندریت‌ها و آکسون به جسم یاخته‌ای برخلاف نورون حسی متفاوت است.

### ۳- یاخته‌های عصبی رابط:

**نقش:** ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کنند.  
**ویژگی‌ها:** نوع سوم یاخته‌های عصبی هستند که فقط در مغز و نخاع حضور دارند. / یاخته عصبی رابط نیز دارای چند دندریت کوتاه و یک آکسون بلندتر از دندریت‌ها است ← هر دو نوع رشته عصبی فاقد غلاف میلین هستند. / ساختار آن شبیه به یاخته عصبی حرکتی است ← با این تفاوت که آکسون آن کوتاه‌تر بوده و فاقد غلاف میلین است.

نورون حسی	نورون رابط	نورون حرکتی	وظیفه
وارد کردن اطلاعات به دستگاه عصبی مرکزی	ایجاد ارتباط بین نورون‌های حسی و حرکتی	خارج کردن اطلاعات حرکتی از دستگاه عصبی مرکزی	
یک دندریت	چند دندریت	چند دندریت	تعداد دندریت
یک آکسون	یک آکسون	یک آکسون	تعداد آکسون
بلند	کوتاه	کوتاه	طول دندریت
بلند	بلندتر از دندریت	بلند	طول آکسون
در طول دندریت و آکسون	هیچ‌کدام	در طول آکسون	میلین و گره رانویه

## یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی

در بافت عصبی، تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر تعداد یاخته‌های عصبی است. انواع گوناگونی از یاخته‌های پشتیبان در بافت عصبی وجود دارد ← نقش‌های متفاوتی دارند: ایجاد داربست‌هایی برای استقرار یاخته‌های عصبی / نقش در ساخت غلاف میلین / دفاع از یاخته‌های عصبی (با بیگانه‌خواری) / حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف یاخته‌های عصبی (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها)



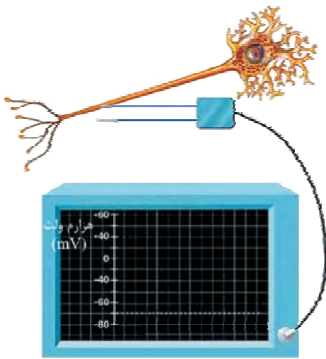
## اختلاف پتانسیل دوسوی غشای نورون

– پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاخته عصبی به وجود می‌آید. / یکسان نبودن مقدار یون‌ها در دو سوی غشا ← تفاوت در بار الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی ← وجود اختلاف پتانسیل الکتریکی در دو سوی غشا / برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشا، دو الکتروود را یکی در درون یاخته و یکی در بیرون یاخته قرار می‌دهند و اختلاف پتانسیل اندازه‌گیری می‌شود.

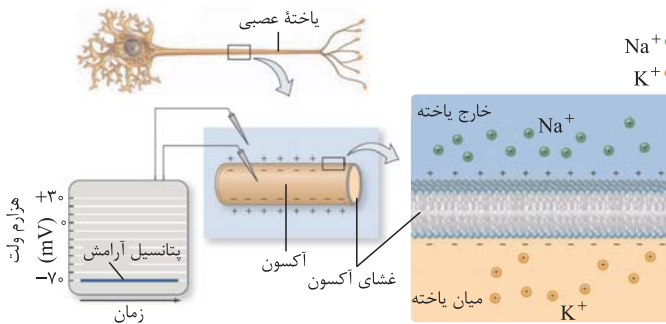
### ← پتانسیل آرامش:

**تعریف:** وقتی یاخته عصبی فعالیت عصبی ندارد ← در دو سوی غشای آن، اختلاف پتانسیلی در حدود  $-70$  میلی‌ولت، برقرار است ← پتانسیل آرامش. نحوه محاسبه اختلاف پتانسیل ← اختلاف پتانسیل برابر است با بار الکتریکی درون یاخته منهای بار الکتریکی بیرون یاخته

**ویژگی‌ها:** در حالت آرامش، پتانسیل الکتریکی درون یاخته نسبت به بیرون آن، منفی‌تر است، چون تعداد یون‌های مثبت بیرون یاخته بیشتر از یون‌های مثبت درون آن است.



اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی



– مقدار یون‌های سدیم؛ در بیرون غشای یاخته‌های عصبی زنده، از داخل آن بیشتر است. / مقدار یون‌های پتاسیم؛ درون یاخته، از بیرون آن بیشتر است.

**عوامل مؤثر در ایجاد پتانسیل آرامش:** در غشای یاخته‌های عصبی، مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند. سه نوع پروتئین مهم در غشای یاخته عصبی عبارت‌اند از:

### 1 کانال‌های نشتی

**ویژگی‌ها:** یون‌های سدیم و پتاسیم می‌توانند از راه این کانال‌های پروتئینی و در جهت شیب غلظت، منتشر شوند (انتشار تسهیل شده): یون‌های پتاسیم ← انتشار به خارج / یون‌های سدیم ← انتشار به داخل یا ورود به درون یاخته عصبی

- نقش این کانال‌ها در منفی بودن درون یاخته نسبت به بیرون آن: تعداد یون‌های پتاسیم خروجی از آن‌ها، بیشتر از یون‌های سدیم ورودی از طریق کانال‌های نشتی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد. / یون سدیم و پتاسیم، هر دو بار الکتریکی مثبت دارند ← در حالت آرامش، بار مثبت خارج‌شده از یاخته، بیشتر از بار مثبت واردشده به آن است ← در حالت آرامش پتانسیل درون یاخته نسبت به بیرون آن، منفی است.

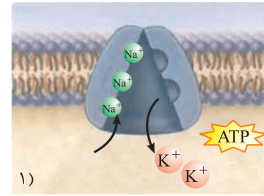
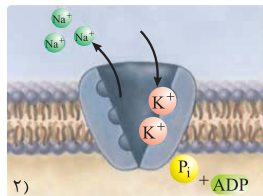
زیست ۱، فصل ۲ عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از کانال‌های غشایی و در جهت شیب غلظت، انتشار

تسهیل‌شده محسوب می‌شود و بدون مصرف ATP انجام می‌شود.

## ۲ پمپ سدیم - پتاسیم

**ویژگی‌ها:** نوعی پروتئین سراسری با خاصیت آنزیمی است / دارای ۵ جایگاه: دوتا از آن‌ها بزرگ ← محل قرارگیری یون پتاسیم، سه جایگاه کوچک‌تر ← محل قرارگیری یون‌های سدیم / پمپ سدیم - پتاسیم (نوعی پروتئین انتقال‌دهنده سدیم و پتاسیم) در غشای همهٔ یاخته‌های زندهٔ بدن انسان، وجود دارد؛ نه فقط یاخته‌های عصبی! / پمپ سدیم - پتاسیم در هر بار فعالیت، ۵ یون (دو نوع یون) را جابه‌جا می‌کند. / در یاخته‌های زندهٔ بدن، مقدار پتاسیم درون یاخته بیشتر از بیرون است و مقدار سدیم بیرون یاخته، بیشتر از درون آن است.

● نقش این پمپ در منفی‌بودن درون یاخته نسبت به بیرون آن: در هر بار فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم: انتقال ۳ یون سدیم در خلاف جهت شیب غلظت از داخل به خارج یاخته / انتقال ۲ یون پتاسیم در خلاف جهت شیب غلظت از خارج به داخل یاخته / در نتیجهٔ این جابه‌جایی، به ازای هر بار عمل این پمپ، اختلافی به اندازهٔ یک بار، بین درون و بیرون یاخته ایجاد می‌شود، در واقع در هر بار فعالیت پمپ، یک بار مثبت از درون کم و یک بار مثبت به خارج یافته اضافه می‌شود، در نتیجه دوواحد اختلاف بار ایجاد می‌کند. / در زمان اتصال مولکول ATP به پمپ سدیم - پتاسیم، یون‌های سدیم به پمپ وارد و یون‌های پتاسیم از جایگاه خود خارج می‌شوند. / در زمان تجزیهٔ ATP توسط پمپ سدیم - پتاسیم، سدیم‌ها از جایگاه خود خارج شده و یون‌های پتاسیم وارد جایگاه مخصوص خود می‌شوند.



➕ زیست ۱۰، فصل ۲ برای جذب گلوکز در رودهٔ باریک فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم در جهت حفظ شیب غلظت سدیم، الزامی است.

## ➡ پتانسیل عمل:

**تعریف:** در حالت آرامش ← بار مثبت درون سلول از بیرون آن کم‌تر است.

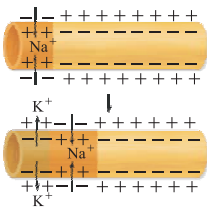
تحریک یاختهٔ عصبی ← تغییر ناگهانی اختلاف پتانسیل دو سوی غشا در محل تحریک (نه کل یاخته) ← داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود ← پس از زمان کوتاهی ← اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی‌گردد: این تغییر را پتانسیل عمل می‌نامند

- علت تغییر ناگهانی پتانسیل غشا، مربوط به کانال‌های دریچه‌دار است. در حین پتانسیل عمل، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.

## ۳ کانال‌های دریچه‌دار

**تعریف:** در غشای یاخته‌های عصبی، پروتئین‌هایی به نام کانال‌های دریچه‌دار وجود دارند ← با تحریک یاختهٔ عصبی باز می‌شوند ← یون‌ها از آن‌ها عبور می‌کنند.

**انواع و ویژگی‌ها:** دو نوع کانال دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی در غشای یاخته‌های عصبی وجود دارد. / دریچهٔ کانال دریچه‌دار سدیمی ← به سمت مایع بین یاخته‌ای باز می‌شود. / دریچهٔ کانال دریچه‌دار پتاسیمی ← به سمت سیتوپلاسم باز می‌شود. / این کانال‌ها به صورت اختصاصی عمل می‌کنند (فقط عبور یک نوع یون). / این کانال‌ها همانند سایر پروتئین‌ها در ساختار خود دارای پیوندهای اشتراکی (پپتیدی) و غیراشتراکی (هیدروژنی و یونی) بوده و شکل سه‌بعدی خاصی دارند.



• وقایع پتانسیل عمل به ترتیب: ۱ با تحریک غشای یاخته ← ابتدا باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی در محل تحریک ← ورود یون‌های سدیم فراوانی به یاخته ← مثبت تر شدن بار الکتریکی درون آن / در محل تحریک ← پتانسیل درون غشا نسبت به بیرون آن، مثبت تر است.

- در این زمان نفوذپذیری غشا به سدیم بیشتر از پتاسیم است.  
 • تغییرات ولتاژی برحسب میلی‌ولت: با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی؛ ۱ ابتدا اختلاف پتانسیل دو سمت غشا کاهش می‌یابد (۷۰ - ← ۰). ۲ سپس افزایش می‌یابد (۰ ← +۳۰).

۲ پس از زمان کوتاهی ← بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی ← باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی ← یون‌های پتاسیم از یاخته خارج می‌شوند. / بعد از بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، تا پایان پتانسیل عمل میزان یون‌های سدیم درون یاخته تغییر محسوس نمی‌کند. در حین پتانسیل عمل، ابتدا کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته شده و سپس کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند؛ لذا در هیچ حالتی، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و پتاسیمی در یک محل، نمی‌توانند به صورت هم‌زمان باز باشند. در حین پتانسیل عمل، به علت وجود کانال‌های نشتی سدیمی و پتاسیمی، سدیم در جهت شیب غلظت به یاخته وارد و پتاسیم نیز در جهت شیب غلظت از یاخته خارج می‌شود اما چون مقدار خروج و ورود از طریق این کانال‌ها، آهسته صورت می‌گیرد؛ نقش کم‌رنگی در پتانسیل عمل دارند.

• تغییرات ولتاژی برحسب میلی‌ولت: با باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، ابتدا اختلاف پتانسیل دو سمت غشا کاهش می‌یابد (۳۰ + ← ۰) و سپس افزایش می‌یابد (۰ ← -۷۰). / از پتانسیل +۳۰ تا -۷۰، مقدار سدیم درون نورون در بیشترین مقدار خود قرار دارد. / از پتانسیل +۳۰ تا -۷۰، مقدار پتاسیم درون نورون کاهش و در پتانسیل -۷۰، کم‌ترین مقدار پتاسیم درون نورون مشاهده می‌شود.

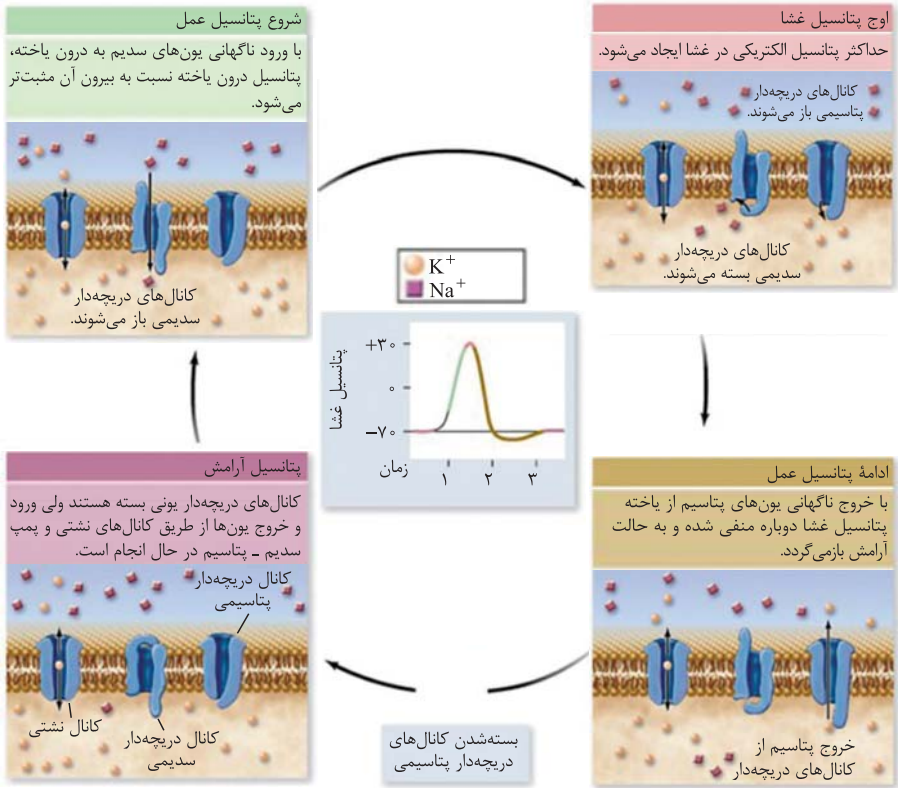
۲ کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی نیز پس از مدت کوتاهی بسته می‌شوند. / در این حالت، پتانسیل غشا پتانسیل آرامش است، ولی غلظت یون‌ها حالت آرامش را ندارد، چون مقدار زیادی یون پتاسیم از یاخته خارج شده و مقدار زیادی هم یون سدیم به یاخته وارد شده!!! پس یاخته باید یه کاری بکنه!

• تغییرات ولتاژی برحسب میلی‌ولت: پتانسیل غشا دوباره به حالت آرامش (۰ ← -۷۰) برمی‌گردد.  
 • نقش پمپ سدیم پتاسیم در پایان پتانسیل عمل: در پایان پتانسیل عمل، غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای یاخته، با حالت آرامش تفاوت دارد ← فعالیت بیشتر پمپ سدیم - پتاسیم ← بازگشت دوباره غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا به حالت آرامش / پمپ سدیم - پتاسیم در حین پتانسیل عمل نیز فعالیت دارد. / در پایان پتانسیل عمل، فقط اندکی مقدار شیب غلظت سدیم و پتاسیم تغییر کرده است؛ نه این‌که غلظت سدیم درون یاخته بیشتر از غلظت آن در بیرون از یاخته باشد!!!

باز شدن کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، سبب می‌شود تا پتانسیل غشا به حالت آرامش بازگردد؛ نه فعالیت پمپ سدیم - پتاسیم. این نکته خیلی مهم و پر تکرار هست در آزمون‌ها! در واقع در پایان پتانسیل عمل، پتانسیل غشا به حالت آرامش بازگشته و پمپ سدیم - پتاسیم فقط غلظت یون‌ها در دو سوی غشا را به حالت اولیه بازمی‌گرداند!

کانال‌های نشتی	پمپ سدیم - پتاسیم	کانال‌های دریچه‌دار سدیمی	بیشترین میزان یون	کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی	اختلاف پتانسیل دو سوی غشا
پتانسیل آرامش	فعال	بسته	سدیم در خارج غشا پتاسیم در داخل غشا	بسته	-۷۰
پتانسیل عمل	فعال	باز - بسته	سدیم در خارج غشا پتاسیم در داخل غشا	بسته - باز	بین -۷۰ تا +۳۰ و +۳۰ تا -۷۰

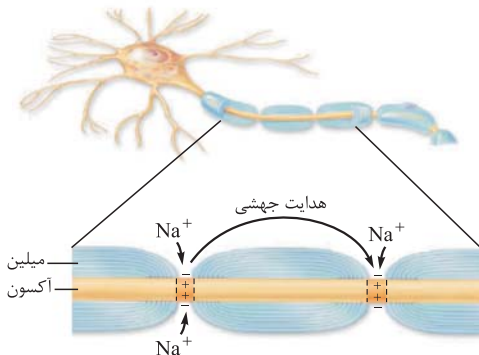
هواستون باشه که افزایش فعالیت پمپ بعد از پایان پتانسیل عمل می‌باشد.



## هدایت نقطه به نقطه پیام عصبی

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. رشته‌های عصبی شامل آکسون یا دندریت بلند است. هدایت پیام عصبی در طول آکسون و دندریت یک طرفه است. جهت هدایت پیام عصبی در دندریت ← به سمت جسم سلولی / جهت هدایت پیام عصبی در آکسون ← به سمت پایانه آکسون

➡ **اهدایت جهشی پیام عصبی:** هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر، سریع‌تر است؛ در حالی که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند! ← بررسی علت؛ وجود گره‌های رانویه در یاخته‌های عصبی میلین‌دار ← در محل این گره‌ها، میلین وجود ندارد و رشته عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد ← ایجاد پتانسیل عمل در این گره‌ها ← هدایت پیام عصبی درون رشته عصبی از یک گره به گره دیگر (در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌پودد) به همین علت، این هدایت را هدایت جهشی می‌نامند.



سرعت هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی با دو عامل، قطر و وجود میلین، رابطه مستقیم دارد؛ یعنی سرعت هدایت پیام عصبی در رشته‌های میلین‌دار و قطور **بیشتر** از رشته‌های بدون میلین و باریک است. / میلین باعث هدایت جهشی و افزایش سرعت هدایت پیام عصبی می‌شود؛ نه انتقال جهشی یا افزایش سرعت انتقال!!!! / در بخش‌های میلین‌دار رشته‌های عصبی، هیچ‌گاه پتانسیل عمل ایجاد نمی‌شود؛ بلکه در این رشته‌ها، پتانسیل عمل فقط در بخش‌های فاقد میلین (گره‌های رانویه یا انتها و ابتدای رشته و جسم سلولی) ایجاد می‌شود. / در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال درجه‌دار وجود دارد، ولی در فاصله بین گره‌ها (یعنی بخش‌های پوشیده‌شده با میلین) این کانال‌ها وجود ندارد. به همین دلیل، پتانسیل عمل فقط در محل‌های فاقد میلین ایجاد شده و پیام عصبی از یک گره به گره دیگر، جهش می‌کند. / **کاهش یا افزایش میزان میلین در رشته عصبی، منجر به بیماری می‌شود.**

- با مالتیپل اسکلروزیس (MS) بیشتر آشنا بشیم!

۱) در بیماری MS، یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. در پی اختلال در ارسال پیام‌های عصبی، بینایی و حرکت بیمار، مختل شده و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود. ۲) در فرد مبتلا به MS، هدایت پیام‌های عصبی دچار اختلال می‌گردد و سرعت هدایت پیام‌ها کاهش می‌یابد.

➡ **۲. هدایت غیر جهشی:** در رشته‌های عصبی فاقد میلین رخ می‌دهد ← مانند نورون رابط و دندریت نورون حرکتی سرعت هدایت پیام در این نوع هدایت، نسبت به رشته‌های هم قطر و هم طول کمتر است.

پیام عصبی باید کل مسیر غشا را طی کند ← کانال‌های درجه‌دار در تمام طول غشای رشته‌های عصبی وجود دارند.

## انتقال پیام عصبی

انتقال پیام عصبی، برخلاف هدایت پیام عصبی، بین دو یاخته پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی صورت می‌گیرد (بین ۲ یاخته نه درون یک یاخته!).

**تعریف:** همایه (سیناپس): یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام همایه (سیناپس) برقرار می‌کنند.

در هر سیناپس دو یاخته پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی تعریف می‌شوند. / یاخته پیش‌سیناپسی ← می‌تواند نورون یا گیرنده حسی باشد. / یاخته پس‌سیناپسی ← می‌تواند نورون، غده یا ماهیچه باشد.

یاخته‌های عصبی با یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز سیناپس دارند و با ارسال پیام، موجب انقباض آن‌ها می‌شوند.

- فضای سیناپسی: یاخته پیش‌سیناپسی و پس‌سیناپسی به یکدیگر نمی‌چسبند، بلکه فاصله اندکی بین آن‌ها وجود دارد که به آن، فضای سیناپسی می‌گویند.

- ناقل عصبی: برای انتقال پیام از یاخته عصبی انتقال‌دهنده یا یاخته پیش‌سیناپسی، ماده‌ای به نام ناقل عصبی در فضای سیناپسی آزاد می‌شود. / ناقل عصبی، بر یاخته دریافت‌کننده پیام عصبی، یعنی یاخته پس‌سیناپسی اثر می‌کند. / انتقال‌دهنده‌های عصبی فقط از پایانه آکسون، آگزوسیتوز می‌شوند (نه دندریت) ولی پس از ترشح می‌توانند به دندریت یا جسم یاخته‌ای یاخته پس‌سیناپسی متصل شوند.

این رو هم یادت باشه که ناقل عصبی هیچ‌گاه وارد یاخته پس‌سیناپسی نمی‌شود. / ناقل عصبی نوعی پیک شیمیایی کوتاه‌برد است. گروهی از پیک‌های شیمیایی وارد یاخته هدف می‌شوند (مثل برخی از هورمون‌ها) و گروهی دیگر به گیرنده خود در سطح غشای یاخته هدف متصل می‌شوند (مثل ناقل‌های عصبی و بیشتر هورمون‌ها).

- ریزکیسه‌ها: ناقل عصبی در جسم یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) ساخته و درون ریزکیسه‌ها ذخیره می‌شود. / هدایت ریزکیسه‌های حاوی ناقل عصبی در طول آکسون ← تا به پایانه آن برسند ← وقتی پیام عصبی (پتانسیل عمل) به پایانه آکسون می‌رسد ← ادغام غشای وزیکول‌های حاوی ناقل عصبی با غشای پایانه آکسون ← کیسه‌ها با برون‌رانی (آگزوسیتوز)، ناقل را در فضای سیناپسی آزاد می‌کنند / یادت بگونه که ریزکیسه حاوی ناقل عصبی از یاخته خارج نمی‌شود.

زیست ۱۰ فصل ۲ | برون‌رانی (آگزوسیتوز)، فرایند خروج ذره‌های بزرگ از یاخته است. این فرایند مستقل از

شیب غلظت ذرات است و با تشکیل کیسه‌های غشایی همراه بوده و به انرژی ATP نیاز دارد.



➤ **۱- اثر ناقل عصبی بر یاختهٔ پس‌سیناپسی:** ناقل عصبی با تغییر نفوذپذیری غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد. / براساس این که ناقل عصبی، تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس‌سیناپسی به ترتیب تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.

**پروتئین گیرنده:** ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی، به پروتئینی به نام گیرنده متصل می‌شود که نوعی کانال یونی دریچه‌دار است ➤ پس از اتصال ناقل عصبی ➤ باز شدن دریچهٔ آن ➤ یون‌ها در جهت شیب غلظت خود به یاختهٔ عصبی وارد یا از آن خارج می‌شوند.

ناقل عصبی همواره پتانسیل الکتریکی غشای یاختهٔ پس‌سیناپسی را تغییر می‌دهد؛ در صورتی که با تأثیر ناقل عصبی بر یاختهٔ پس‌سیناپسی: **۱** اختلاف پتانسیل دو سوی غشا کاهش یابد ➤ باعث تحریک یاختهٔ عصبی **۲** اختلاف پتانسیل دو سوی غشا افزایش یابد ➤ باعث مهار یاختهٔ عصبی

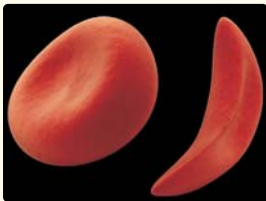
انواع گوناگونی از ناقل‌های عصبی و پروتئین‌های گیرنده وجود دارد؛ و تحریک یا مهار یاختهٔ پس‌سیناپسی وابسته به نوع ناقل عصبی ترشح‌شده از یاختهٔ پیش‌سیناپسی است. / انواعی از ناقلین عصبی وجود دارند که در دو گروه تحریک‌کننده و بازدارنده قرار می‌گیرند که با مکانیسم‌های متفاوتی باعث اثر بر یاختهٔ پس‌سیناپسی می‌شوند. / در صورتی که گیرندهٔ ناقل عصبی، کانال سدیمی باشد، اتصال ناقل عصبی به آن، منجر به ورود یون‌های سدیم به یاخته و تحریک آن می‌شود.

➤ **۲- توقف انتقال پیام عصبی:** پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده، باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند ➤ علت: **۱** جلوگیری انتقال بیش از حد پیام **۲** فراهم‌شدن امکان انتقال پیام‌های جدید

• این کار به دو طریق صورت می‌گیرد: **۱** جذب دوبارهٔ ناقل‌های عصبی به یاختهٔ پیش‌سیناپسی؛ پس از انتقال پیام عصبی، ناقل‌های موجود در فضای سیناپسی توسط یاختهٔ پیش‌سیناپسی جذب می‌شوند. **۲** تجزیهٔ ناقل عصبی  
تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی از دلایل ابتلا به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است. در واقع کاهش یا افزایش مقدار ناقل‌های عصبی در فضای سیناپسی، منجر به بروز بیماری می‌شود.

# فصل دوم چرپان اطلاعات در پاخته

در تصویر زیر، گویچه قرمز سمت راست مربوط به شخصی است که دچار نوعی بیماری ارثی به نام کم‌خونی داسی شکل است.



**علت بیماری:** نوعی تغییر ژنی که باعث می‌شود پروتئین هموگلوبین حاصل از آن دچار تغییر شود که نتیجه آن تغییر شکل گویچه قرمز از حالت گرد به داسی است. تغییر ژنی منجر به کم‌خونی داسی شکل، بسیار جزئی است و در آن تنها یک جفت از صدها جفت نوکلئوتید دنا در افراد بیمار تغییر یافته است. بیماری کم‌خونی داسی شکل، نشان‌دهنده رابطه بین ژن و پروتئین است.

## رونویسی

### ۱- دنا چگونه نوع آمینواسیدهای پلی پپتید را تعیین می‌کند؟

در مولکول دنا ۴ نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط در نوع بازهای آلی تفاوت دارند. در ساختار پلی پپتیدها حداکثر ۲۰ نوع آمینواسید وجود دارد.



(+) زیست ۱۲، فصل ۱ | آمینواسیدها در طبیعت انواع گوناگونی دارند اما فقط ۲۰ نوع از آن‌ها در ساختار پروتئین‌ها به کار می‌روند. آمینواسیدهای مختلف در گروه R با هم متفاوت هستند. گروه R ویژگی‌های منحصر به فرد هر آمینواسید را تعیین می‌کند.

پس از پژوهش‌هایی مشخص شد که هر توالی ۳ تایی از نوکلئوتیدهای دنا، بیانگر نوعی آمینواسید است. ۴ نوع نوکلئوتید به کار رفته در دنا، ۶۴ توالی ۳ نوکلئوتیدی مختلف ایجاد می‌کند که می‌توانند رمز ساخت پلی پپتیدهایی با ۲۰ نوع آمینواسید را داشته باشند که به هر یک از این توالی‌های سه‌نوکلئوتیدی رمز می‌گویند. *پون تعداد رمزها بیشتر از تعداد انواع آمینواسیدها است، پس همیشه فهمید که گروهی از آمینواسیدها بیشتر از یک رمز دارند و در ادامه فصل هم می‌فوانی که هر رمز مربوط به یک آمینواسید نمی‌شود، مانند رمزهای پایان.*

### ۲- نقش مولکول رنا به عنوان مولکول میانجی

➡ **ساخت رنا:** به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا، رونویسی گفته می‌شود. اساس رونویسی شبیه همانندسازی است اما این دو فرایند، تفاوت‌هایی با هم دارند. برخلاف همانندسازی که در هر چرخه یاخته‌ای یک بار انجام می‌شود، رونویسی یک ژن می‌تواند در هر چرخه، بارها انجام شود و چندین رشته رنا ساخته شود.

همانندسازی	رونویسی	تعریف
مولکول دورشته‌ای دنا	مولکول تک رشته‌ای رنا	به ساخته شدن مولکول رنا از روی بخشی از یک رشته دنا
مولکول دورشته‌ای دنا	مولکول دورشته‌ای دنا	به ساخته شدن مولکول دورشته‌ای دنا
نوکلیئوتیدهای دارای قند ریبوز و یکی از بازهای آلی: آدنین، گوانین، سیتوزین یا تیمین	نوکلیئوتیدهای دارای قند ریبوز و یکی از بازهای آلی: آدنین، گوانین، سیتوزین یا یوراسیل	نوکلیئوتیدهای مورد استفاده

هماندسازی	رونویسی	
<p>هلیکاز: عمل جداسازی دو رشته دنا دنا بسپاراز: تشکیل پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای رشته پلی نوکلئوتیدی در حال تشکیل</p>	<p>رنابسپاراز: عمل جداسازی دو رشته دنا و هم چنین تشکیل پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای رشته رنا در حال تشکیل</p>	آنزیم‌های مؤثر
<p>صورت می‌گیرد.</p>	<p>صورت نمی‌گیرد.</p>	ویرایش
<p>در یوکاریوت‌ها: دوجهتی / در پروکاریوت‌ها: تک‌جتهی و دوجتهی</p>	<p>همواره یک‌جتهه</p>	جهت انجام فرایند
<p>هر دو رشته مولکول دنا</p>	<p>بخشی از یکی از رشته‌های ژن (رشته الگو)</p>	بخش الگو
<p>یک بار</p>	<p>می‌تواند چندین بار انجام شود و چندین رشته رنا ساخته شود. هم چنین در صورت نیاز (برای مثال نیاز زیاد یاخته به محصول ژن) ساخته شدن هم‌زمان چندین رنا از روی ژن ممکن است؛ به نحوی که در هر زمان، رنابسپارازها در مراحل مختلفی از رونویسی باشند.</p>	دفعات تکرار در یک چرخه یاخته‌ای
		تصویر

(+) زیست ۱۱، فصل ۶ 1) **مراحل** که یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند را چرخه یاخته‌ای

می‌گویند. این چرخه شامل مراحل اینترفاز و تقسیم است. در یاخته‌های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است.

هواست باشه که هر فیه یافته‌ای فقط در یافته‌های یوکاریوت وجود داره!

2) **دو برابر شدن دنا** هسته در مرحله S چرخه یاخته‌ای صورت می‌گیرد.

3) در مرحله G<sub>2</sub> چرخه یاخته‌ای، دنا موجود در راکیزه و یا دیسه‌ها، همانندسازی می‌شود.

➔ **نقش‌های رنا:** انواعی از رنا در یاخته وجود دارند که در پروتئین‌سازی نقش دارند این رناها از روی مولکول دنا ساخته

می‌شوند. پلی‌پپتیدها بر اساس اطلاعات دنا و توسط رناتن‌ها در سیتوپلاسم ساخته می‌شوند.

(+) زیست ۱۲، فصل ۱ 1) **رناها علاوه بر نقش در پروتئین‌سازی، نقش آنزیمی و دخالت در تنظیم بیان ژن**

نیز دارند.

در یاخته‌های یوکاریوتی چون درون هسته ریبوزوم وجود ندارد، فرایند ساخت پلی‌پپتید در آن انجام نمی‌شود.

### ۳- آنزیم‌های ویژه‌ای رونویسی را تسهیل می‌کنند



در یاخته‌های یوکاریوتی، تنوع آنزیم رنابسپاراز بیشتر از پروکاریوت‌ها ولی در پروکاریوت‌ها، تنوع محصول رنابسپاراز بیشتر از یاخته پروکاریوتی است. *هواست باشه که تنوع آنزیمی در فرایند همانندسازی از رونویسی بیشتر است.*

مقایسه رنابسپاراز و دنابسپاراز	
رنابسپاراز	دنا بسپاراز
نوعی آنزیم درون‌یاخته‌ای پروتئینی است که در ساختار خود دارای پیوندهای اشتراکی و غیراشتراکی است.	نوعی آنزیم درون‌یاخته‌ای پروتئینی است که در ساختار خود دارای پیوندهای اشتراکی و غیراشتراکی است.
قابلیت شکستن پیوند هیدروژنی را (همانند هلیکاز) و تشکیل پیوند فسفودی‌استر را دارد.	قابلیت شکستن پیوند فسفودی‌استر (همانند آنزیم برش‌دهنده) و تشکیل آن را دارد.
در فرایند رونویسی فعالیت دارد.	در فرایند همانندسازی نقش دارد و این فرایند را با کمک هلیکاز انجام می‌دهد.
در هر حباب رونویسی فقط یک آنزیم RNA پلی‌مراز وجود دارد.	در حباب همانندسازی دو (تک‌جهتی) یا چهار (دوجبهتی) آنزیم دنابسپاراز وجود دارد.
محصولات آن ممکن است دارای پیوند هیدروژنی باشد، مثل رنای ناقل.	محصول آن قطعاً دارای پیوند هیدروژنی است.
توانایی ویرایش ندارد.	دارای توانایی ویرایش است.
ژن رمزکننده آن در هر یاخته هسته‌دار بیان شده و آنزیمی فعال است.	دارای فعالیت در یاخته‌هایی که می‌خواهند تقسیم شوند.

👉 **ویژگی‌های RNA:** ۱) حاصل عمل رونویسی هستند، پس از روی ژن (بخشی از DNA) ساخته می‌شوند. ۲) حرکت از نوع مونومر ریبونوکلوئیدی ساخته شده که این مونومرها با نوعی پیوند اشتراکی به نام فسفودی‌استر به هم متصل می‌شوند. ۳) تکرشته‌ای است پس قوانین چارگاف در آن صدق نمی‌کند. ۴) در ساختار خود همواره فاقد قند دئوکسی‌ریبوز و باز آلی تیمین (نوعی باز تک‌حلقه‌ای) می‌باشند. ۵) هیچ یک از رناهای یوکاریوتی درون ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم تولید نمی‌شوند این رناها درون هسته یا میتوکندری یا کلروپلاست تولید می‌شوند، پس هر رنای یوکاریوتی درون اندامک دوغشایی تولید می‌شود.

## مقایسه انواع RNA های یک یاخته

اسم		(رناى رناتنى) rRNA	(رناى پیک) mRNA	(رناى ناقل) tRNA
آنزیم سازنده	در یوکاریوت‌ها	در هسته، رنابسپاراز ۱	در هسته، رنابسپاراز ۲	در هسته، رنابسپاراز ۳
	در پروکاریوت‌ها	رنابسپاراز پروکاریوتی		
نقش		در ساختار ریبوزوم وجود دارد.	اطلاعات را از دنا به ریبوزوم‌ها می‌برد.	آمینواسیدها را برای پروتئین‌سازی به سمت ریبوزوم‌ها می‌برد.
قابلیت ترجمه‌شدن (الگوی تولید پلی‌پپتید)	در یوکاریوت‌ها	ندارد (اما در ترجمه نقش دارند).	دارد / هر رناى پیک، الگوی یک پلی‌پپتید را دارد.	ندارد (اما در ترجمه نقش دارند).
	در پروکاریوت‌ها	ندارد (اما در ترجمه نقش دارند).	دارد / هر رناى پیک، الگوی یک پلی‌پپتید است.	ندارد (اما در ترجمه نقش دارند).
محل تولید	در یوکاریوت‌ها	هسته / میتوکندری / کلروپلاست	هسته / میتوکندری / کلروپلاست	هسته / میتوکندری / کلروپلاست
	در پروکاریوت‌ها	سیتوپلاسم	سیتوپلاسم	سیتوپلاسم
محل فعالیت	در یوکاریوت‌ها	سیتوپلاسم	سیتوپلاسم	سیتوپلاسم
	در پروکاریوت‌ها	سیتوپلاسم	سیتوپلاسم	سیتوپلاسم
نوع پیوند		فقط فسفودی‌استر	فقط فسفودی‌استر	فسفودی‌استر + هیدروژنی
دارای کدون (رمزه)		×	✓	×
دارای آنتی‌کدون (پادرمزه)		×	×	✓
دارای نقش آنزیمی		✓	×	×

در یوکاریوت‌ها نوعی RNA به نام رناى کوچک وجود دارد که در تنظیم بیان ژن پس از رونویسی نقش دارد.

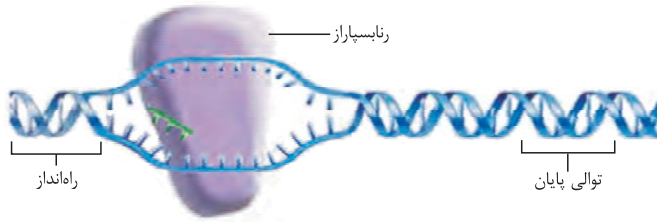
## ۴- مراحل رونویسی

برای بیان هر ژن، فرایند رونویسی صورت می‌گیرد. این فرایند به صورت پیوسته است ولی برای سادگی موضوع، آن را به سه مرحله آغاز، طولیل شدن و پایان تقسیم می‌کنند. در این مراحل، آنزیم رنابسپاراز، عمل رونویسی را از بخشی از یک رشته دنا انجام می‌دهد.

## ۱- مرحله آغاز رونویسی:

۱ رنابسپاراز پس از شناسایی راه‌انداز به دنا متصل می‌شود ← بازکردن دو رشته دنا از هم ← شناسایی اولین نوکلئوتید مناسب برای رونویسی (جایگاه آغاز رونویسی).

شناسایی راه‌انداز: در یوکاریوت‌ها: رنابسپاراز همواره به کمک پروتئین‌هایی به نام عوامل رونویسی، شناسایی راه‌انداز را انجام می‌دهد. در پروکاریوت‌ها: رنابسپاراز معمولاً به تنهایی راه‌انداز را شناسایی می‌کند. البته برای برخی از ژن‌ها، رنابسپاراز به کمک پروتئین‌هایی شناسایی را انجام می‌دهد.



کمی بیشتر درباره راه انداز، راه انداز قسمتی از دنا است که رناسپاراز آن را شناسایی کرده و به آن متصل می شود.

<p>دورشته ای است.</p> <p>توالی نوکلئوتیدی ویژه ای از دنا است، پس از دئوکسی ریبونوکلئوتیدها ساخته شده است.</p> <p>در یوکاریوت ها رناسپاراز نمی تواند بدون کمک پروتئین هایی به نام عوامل رونویسی راه انداز را شناسایی کند؛ در حالی که در پروکاریوت ها معمولاً رناسپاراز قادر است به تنهایی این توالی را شناسایی کند و به آن متصل شود.</p> <p>در پروکاریوت ها چند ژن متوالی می توانند یک راه انداز مشترک داشته باشند، مثل ژن های مؤثر در ساخت آنزیم های تجزیه کننده لاکتوز و مالتوز در اشرشیاکلا.</p>	<p><b>ویژگی های راه انداز</b></p>
<p>➕ زیست ۱۲، فصل ۴ در صورت رخداد جهش در این توالی این جهش بر توالی پروتئین اثری نخواهد داشت بلکه بر مقدار آن اثر می گذارد.</p> <p>جهش در راه انداز یک ژن، ممکن است آن را به راه اندازی قوی تر یا ضعیف تر تبدیل کند و با اثر بر میزان رونویسی از آن، محصول آن را نیز افزایش یا کاهش دهد.</p>	<p><b>عملکرد</b></p>
<p>بین راه انداز و ژن می تواند فاصله وجود داشته باشد، مثل تنظیم منفی رونویسی در باکتری اشرشیاکلا، پس هواسا باشه که همیشه بلافاصله بعد از راه انداز جایگاه آغاز رونویسی قرار نداره!</p> <p>موجب می شود رناسپاراز اولین نوکلئوتید مناسب را به طور دقیق پیدا و رونویسی را از محل صحیح خود آغاز کند.</p>	

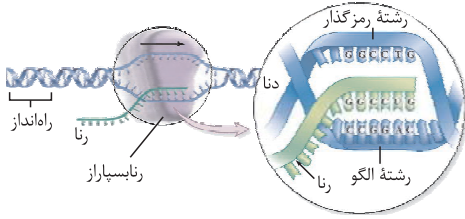
۲ شکستن پیوندهای هیدروژنی در بخش کوچکی از دنا و فاصله دادن دو رشته دنا از هم.

۳ ساختن زنجیره کوتاهی از رنا در برابر رشته الگو ← ایجاد پیوند هیدروژنی و پیوند فسفودی استر.

➕ زیست ۱۲، فصل ۱ دو رشته دنا در زمان رونویسی و همانندسازی در بعضی از نقاط از هم جدا می شوند، بدون این که پایداری آنها به هم بخورد.

نحوه عمل رناسپاراز: آنزیم با توجه به نوع نوکلئوتید رشته الگوی دنا، نوکلئوتید مکمل را در برابر آن قرار می دهد و سپس این نوکلئوتید را به نوکلئوتید قبلی رشته رنا متصل می کند. هواسا باشه که در رونویسی، نوکلئوتید یوراسیل دار رنا به عنوان مکمل در برابر نوکلئوتید آدنین دار دنا قرار می گیرد.

**نکات مرتبط با پیوندها:** شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشته الگو و رمزگذار توسط رناسپاراز / تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشته الگوی ژن با ریبونوکلئوتیدهای مکمل (این نوکلئوتیدها از نظر قند و باز آلی با هم تفاوت دارند) / تشکیل پیوند فسفودی استر بین نوکلئوتیدهای رنا در حال ساخت (این نوکلئوتیدها فقط از نظر نوع باز آلی با هم تفاوت دارند).



## ۲. مرحله طولی شدن:

در این مرحله با حرکت رنابسپاراز بر روی دنا، ساخت رنا ادامه می‌یابد که در نتیجه آن رنا طولی می‌شود، یعنی افزایش تعداد نوکلئوتید و پیوند فسفودی‌استر در رنا.

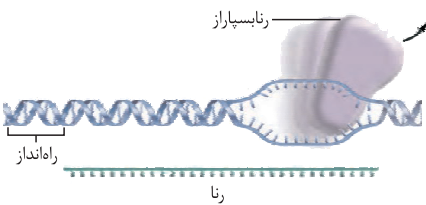
با جلورفتن رنابسپاراز در طول ژن:

۱ دو رشته دنا در جلوی آنزیم از هم باز می‌شوند ← شکستن پیوند هیدروژنی.

۲ در چندین نوکلئوتید عقب‌تر رنا از رشته الگوی دنا جدا شده ← شکستن پیوند هیدروژنی.

۳ دو رشته دنا مجدداً به هم متصل می‌شوند ← تشکیل پیوند هیدروژنی

**نکات مرتبط با پیوندها:** شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشته الگو و رمزگذار توسط رنابسپاراز (نوکلئوتیدهایی با قند متفاوت) / تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشته الگو و رمزگذار در پشت رنابسپاراز / تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشته الگوی ژن با ریبونوکلئوتیدهای مکمل (این نوکلئوتیدها از نظر قند و باز آلی با هم تفاوت دارند). / تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای رنا در حال ساخت (این نوکلئوتیدها فقط از نظر نوع باز آلی با هم تفاوت دارند).



## ۳. مرحله پایان:

در دنا توالی‌های ویژه‌ای وجود دارد که موجب پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز می‌شوند.

با تشخیص توالی ویژه پایان رونویسی توسط آنزیم رنابسپاراز، آنزیم از مولکول دنا و رنا تازه‌ساخت جدا و دو رشته دنا به هم متصل می‌شوند.

خواست باشد که توالی پایان رونویسی توسط رنابسپاراز رونویسی می‌شود.

در مرحله پایان رونویسی، زنجیره رنا به طور کامل از دنا جدا می‌شود.

خواست هست که شروع جدا شدن زنجیره رنا از دنا در مرحله طولی شدن صورت می‌گیرد!

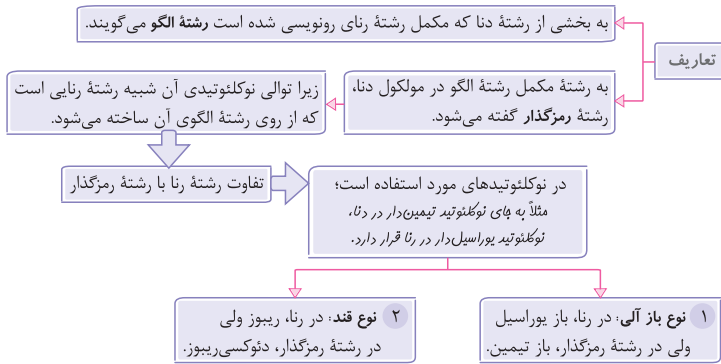
**نکات مرتبط با پیوندها:** شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشته الگو و رمزگذار توسط رنابسپاراز در توالی پایان رونویسی (نوکلئوتیدهایی با قند یکسان) / شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشته الگو و رنا در حال ساخت (نوکلئوتیدهایی با قند متفاوت) / تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشته الگو و رمزگذار پس از جدا شدن رنابسپاراز از دنا / تشکیل پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهای رشته الگوی ژن با ریبونوکلئوتیدهای مکمل (این نوکلئوتیدها از نظر قند و باز آلی با هم تفاوت دارند). / تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدهای رنا در حال ساخت (این نوکلئوتیدها فقط از نظر نوع باز آلی با هم تفاوت دارند).

وقایعی که در هر سه مرحله رخ می‌دهد.	جدا شدن دو رشته دنا از هم (شکستن پیوند هیدروژنی) + ایجاد مولکول رنا (ایجاد پیوند فسفودی‌استر)
وقایعی که فقط در مراحل طولی شدن و پایان رخ می‌دهد.	جدا شدن رشته رنا از رشته الگو (شکسته شدن پیوند هیدروژنی بین نوکلئوتیدهایی با قند متفاوت) + اتصال رشته‌های الگو و رمزگذار دنا به هم + طولی شدن رنا + حرکت رنابسپاراز بر روی دنا
وقایعی که فقط در مرحله پایان رخ می‌دهد.	جدا شدن رنابسپاراز از دنا + شناسایی و رونویسی از توالی پایان

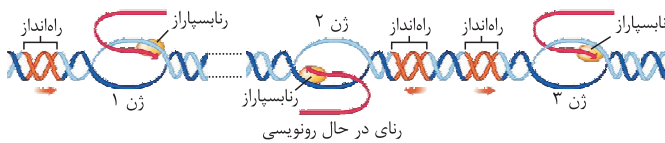
## ۵- فقط یکی از دو رشته دنا در هر ژن رونویسی می‌شود

برای هر ژن خاص یکی از دو رشته دنا رونویسی می‌شود.

اگر رونویسی از روی هر دو رشته انجام می‌شد، زناها و پلی‌پپتیدهای ساخته‌شده از روی دو رشته مکمل دنا نسبت به هم بسیار متفاوت بودند.



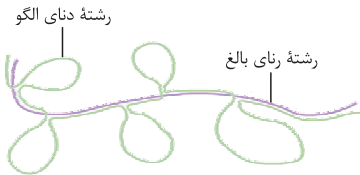
**بررسی شکل: (۱)** رشته‌مورد رونویسی یک ژن ممکن است با رشته‌مورد رونویسی ژن مجاور خود یکسان یا متفاوت باشد. (۲) در دو ژن مجاور (مانند ژن‌های ۲ و ۳)، جهت حرکت آنزیم‌های رنابسپاراز می‌تواند عکس یکدیگر باشد. (۳) در طول یک مولکول دنا که چندین ژن دارد، هر دو رشته می‌توانند به عنوان الگو قرار گیرند و رنابسپارازها به سمت هم حرکت کنند یا از هم دور شوند.



همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، فقط یکی از دو رشته هر ژن رونویسی می‌شود.

## ۶- رناهای ساخته شده دچار تغییر می‌شوند

در یاخته‌های یوکاریوتی، رنا ساخته شده در رونویسی با رنایی که در سیتوپلاسم وجود دارد تفاوت‌هایی دارد. بعدها مشخص شد این مولکول‌ها (رناها) برای انجام کارهای خود دستخوش تغییراتی می‌شوند.



👉 **تغییرات رنا پیک:** رنا پیک ممکن است دستخوش تغییراتی در حین رونویسی و یا پس از آن شود. یکی از تغییراتی که در رناهای پیک صورت می‌گیرد، حذف بخش‌هایی از مولکول است. در بعضی ژن‌ها، توالی‌های معینی از رنا ساخته شده، جدا و حذف می‌شوند (رونوشت اینترون) و سایر بخش‌ها (رونوشت‌های اگزون) به هم متصل می‌شوند و یک رنا یکپارچه را می‌سازند، به این فرایند پیرایش می‌گویند.

فرایند پیرایش زمانی آشکار شد که دانشمندان یک رنا پیک درون سیتوپلاسم را با رشته‌الگوی ژن آن در دنا مجاورت دادند آن‌ها دریافتند که بخش‌هایی از دنا الگو با رنا رونویسی شده دو رشته مکمل را تشکیل می‌دهند ولی بخش‌هایی نیز فاقد مکمل باقی می‌مانند که این بخش‌ها به صورت حلقه‌هایی بیرون از مولکول دورشته‌ای قرار می‌گیرند.

👉 **انواع رنا پیک:** تک‌ژنی ← هم رنا پیک در یوکاریوت‌ها و گروهی از رناهای پیک پروکاریوت‌ها دارای الگوی تولید فقط یک نوع رشته پلی‌پپتید (پروتئین) است.

چندژنی ← فقط در پروکاریوت‌ها وجود دارد. رنا پیک هم‌زمان دارای الگوی تولید برای چند نوع رشته پلی‌پپتید (پروتئین) است. رنا پیک نابالغ ← (۱) محصول مستقیم رونویسی است. (۲) فقط درون هسته مشاهده می‌شود. (۳) دارای رونوشت‌های اگزون و اینترون است.

رنا پیک بالغ ← (۱) محصول غیرمستقیم رونویسی است. (۲) درون هسته و سیتوپلاسم مشاهده می‌شود. (۳) فقط دارای رونوشت‌های اگزون است.



## مقایسه فرایندهای ویرایش و پیرایش

تأثیر بر رشته تولیدی	تأثیر بر رشته الگو	در چه یاخته‌ای	وضعیت پیوندها	کدام مولکول	کدام آنزیم	در فرایند	
قرار گرفتن نوکلئوتید مناسب	بدون تأثیر	یوکاریوت پروکاریوت	شکستن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر	دنا	دنا بپاراز	همانندسازی	ویرایش
کاهش طول رنا	بدون تأثیر	یوکاریوت	شکستن و تشکیل پیوند فسفودی‌استر	رنا	آنزیم‌های گوناگون	بلوغ رنا	پیرایش

## ← اینترون و آگزون:

**میانه (اینترون):** نواحی هستند که در مولکول دنا وجود دارد ولی طی فرایند پیرایش رونوشت آن‌ها از رنای پیک سیتوپلاسمی حذف شده است.

**بیانه (آگزون):** به نواحی می‌گویند که در دنا وجود داشته و رونوشت آن‌ها طی فرایند پیرایش از رنای پیک سیتوپلاسمی حذف نمی‌شود.

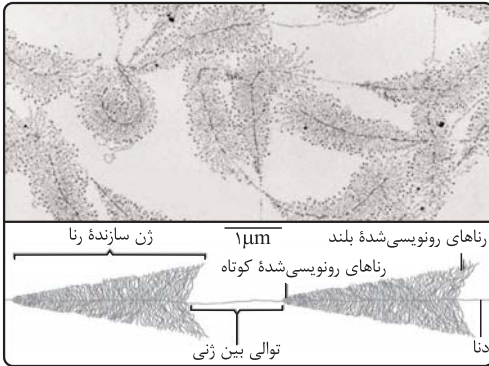
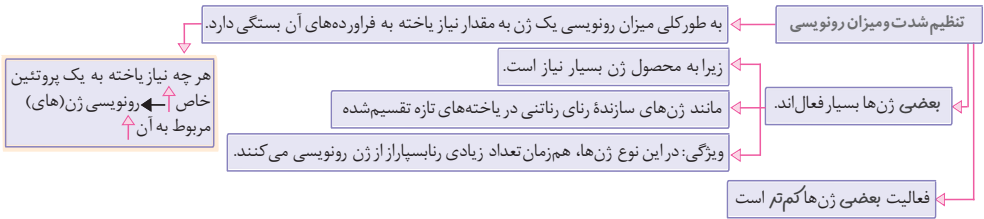
(+) زیست ۱۲، فصل ۴ جهش در آگزون اگر منجر به تغییر توالی آمینواسیدی حاصل نشود (مثل جهش جانشینی خاموش)، بی‌اثر خواهد بود.

**بررسی شکل:** اینترون‌ها و آگزون‌ها از نظر اندازه لزوماً برابر نیستند. پس از نظر اندازه، تعداد نوکلئوتید، پیوند هیدروژنی و فسفودی‌استر می‌توانند با هم فرق داشته باشند.

جنس	قند و باز آلی	پیوند بین مونومرها	مکان‌های مشاهده	دید شدن در رنای پیک اولیه	دید شدن در رنای پیک بالغ
DNA	دئوکسی‌ریبوز فاقد یوراسیل	فسفودی‌استر	فقط هسته	✗	✗
RNA	قند ریبوز فاقد تیمین	فسفودی‌استر	فقط هسته	✓	✗
DNA	دئوکسی‌ریبوز فاقد یوراسیل	فسفودی‌استر	فقط هسته	✗	✗
RNA	قند ریبوز فاقد تیمین	فسفودی‌استر	هسته و سیتوپلاسم	✓	✓

به منظور وقوع پیرایش در رنای پیک اولیه، برای حذف هر رونوشت اینترون و اتصال رونوشت دو آگزون به یکدیگر، ۲ پیوند فسفودی‌استر شکسته و یکی تشکیل می‌شود.

## ۷- شدت و میزان رونویسی



در شکل روبه‌رو، به این دلیل که در هم زمان، رنابسیپارازها در مراحل مختلفی از رونویسی هستند، در زیر میکروسکوپ الکترونی، اندازهٔ رناهای ساخته‌شده متفاوت دیده می‌شود. در این تصاویر رناها از اندازهٔ کوتاه به بلند دیده می‌شود. جهت رونویسی از چپ به راست است؛ به طول رناهای رونویسی‌شده دقت کنید، با جلورفتن در مسیر ژن، طول آن‌ها طبیعتاً بلندتر از رشته‌هایی است که تازه شروع به رونویسی کرده‌اند!