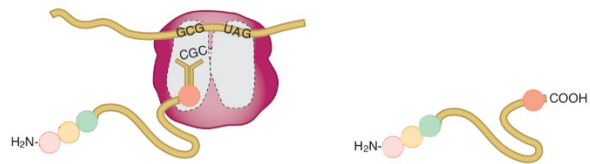


برای حل تمرینات بیشتر و آموزش عمیق تر  
مباحث این فصل به سایت دبیرستان انرژی اتمی  
بخش زیست شناسی مراجعه نمایید

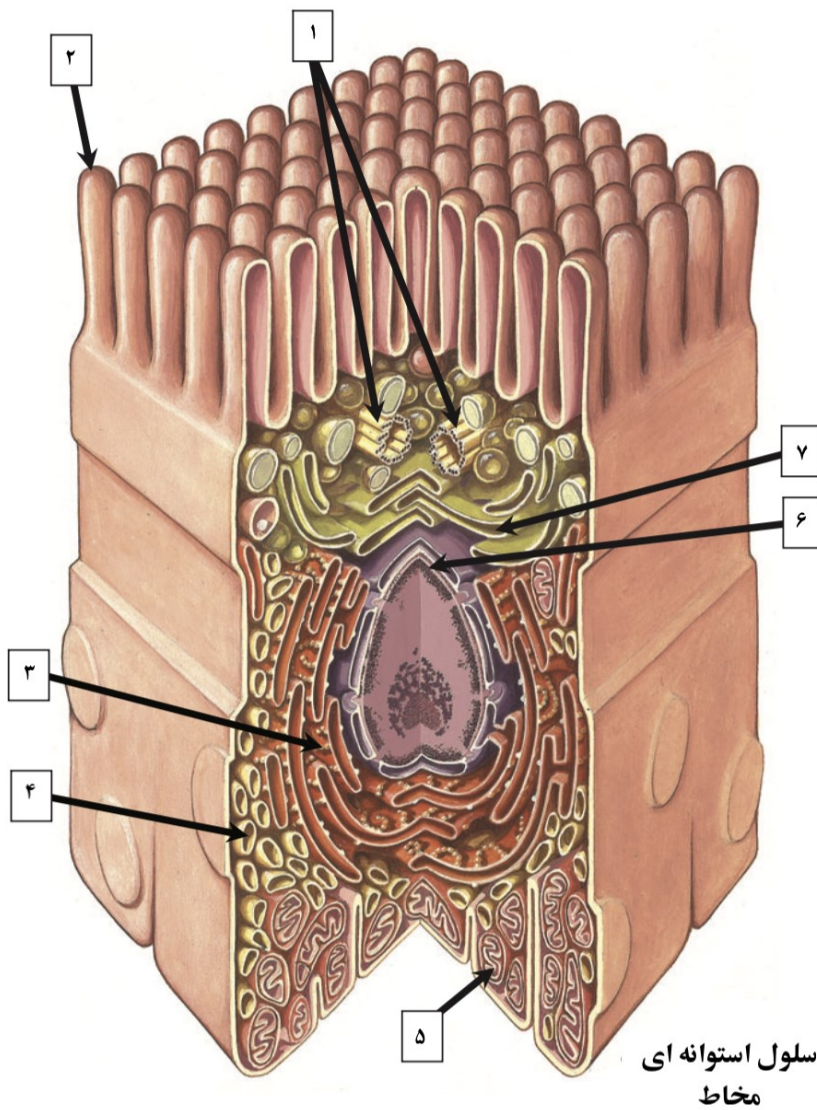
Aehighschool.com

## سلول



محمد رضا خمیجانی فراهانی

## سلول



شماره یک سانتریول ها را نشان می دهد. شماره دو چین خوردگی هایی را نشان می دهد که برای افزایش سطح غشا در سلول های گوارشی به وجود می آیند. شماره سه شبکه اندوپلاسمی زیر را نشان می دهد. شماره چهار شبکه اندوپلاسمی صاف است. شماره پنج یک میتوکندری را نشان می دهد. شماره شش هسته سلول را نشان می دهد. در نهایت شماره هفت به جسم گلژی اشاره دارد.

سلول استوانه ای  
مخاط

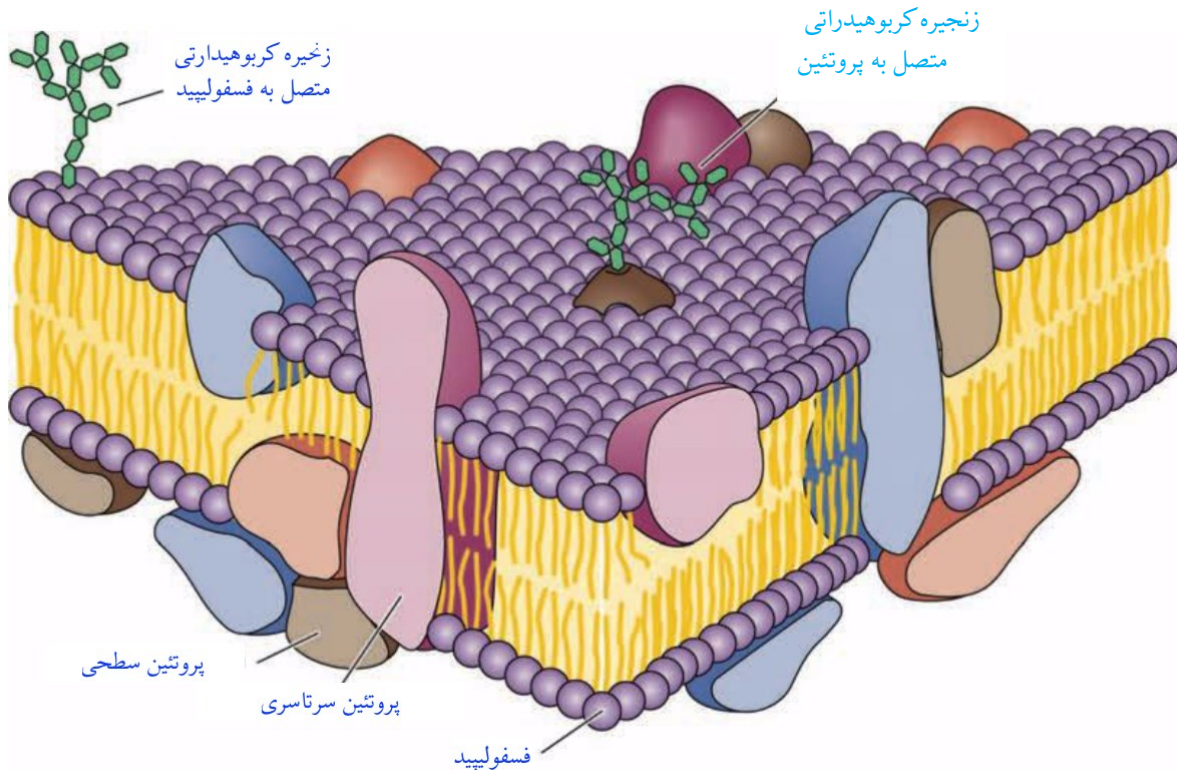
سلول ها و رشته ها و مایع بین سلولی در کنار یکدیگر بافت ها را می سازند. بافت ها در کنار یکدیگر ارگان های بدن جانداران پرسلولی را می سازند. در تمامی بافت ها، سلول ها واحدهای عملکردی و ساختاری بدن جانداران پرسلولی را می سازند. در واقع کوچکترین واحدی از بدن که می توان زنده نامید سلول است. سلول های جانوری یوکاریوت هستند. یعنی دارای غشای مجزا برای هسته خود می باشند. همچنین دارای اندامک های غشادار در سیتوپلاسم خود می باشند. برخلاف سلول های یوکاریوتی، سلول های پروکاریوتی یعنی باکتری ها کوچکتر هستند و فاقد هسته غشادار می باشند. اندامک های غشا دار نیز در سلول های باکتریایی وجود ندارند.

## تمایز سلولی

بدن انسان از صدها نوع سلول مختلف به وجود آمده است. تمامی این سلول ها از یک سلول به نام زیگوت به وجود آمده است. سلول زیگوت نیز از ترکیب سلول های اسپرم و تخمک به وجود

می آید. اولین تقسیم‌های سلولی زیگوت توده سلولی به وجود می آورد که آن را بلاستومر می نامیم. این توده سلولی در نهایت باعث به وجود آمدن تمامی انواع بافت‌های انسانی می شود. سلول‌هایی که پتانسیل تبدیل شدن به سلول‌های متفاوت دارند را سلول بنیادی می نامند. بیشتر سلول‌های جنین طی فرآیند تخصصی شدن قرار می گیرند که این فرآیند را تمایز می نامیم. در واقع طی فرآیند تمایز هر سلول گروه متفاوتی از ژن‌ها را بیان می کند که فعالیت‌های مشخص سیتوپلاسمی را کنترل می کند و در فعالیت‌های تخصصی بسیار کارآمد می شوند و معمولاً به همین علت شکل سلول‌ها نیز تغییر می کند. به عنوان مثال پیش‌سازهای سلول‌های عضلانی به سلول‌های بلند و فیبر مانند تبدیل می شوند. تمامی سلول‌های جانوری فیلامان‌های اکتین و میوزین را دارند، اما سلول‌های عضلانی برای استفاده از آن‌ها در راستای تبدیل انرژی شیمیایی به انقباض فیزیکی تخصصی شده اند. ( در ادامه با بافت عضلانی آشنا خواهید شد.)

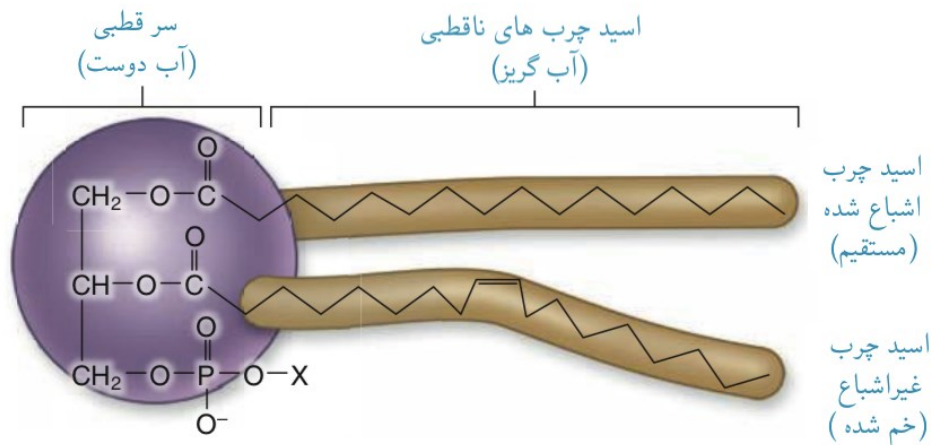
## غشای سلول



غشای سلول که هر سلول یوکاریوتی را در بر می گیرد از فسفولیپیدها، کلسترول، پروتئین‌ها و زنجیره‌های الیگوساکاریدی که به بسیاری از فسفولیپیدها و پروتئین‌ها متصل شده‌اند تشکیل شده است. این غشای محدودساز به عنوان سد انتخابی عمل می کند و ورود و خروج مواد به سلول را تنظیم می کند. یک وظیفه‌ی مهم غشای سلول این است که غلظت یون‌های درون سیتوپلاسم را که با غلظت

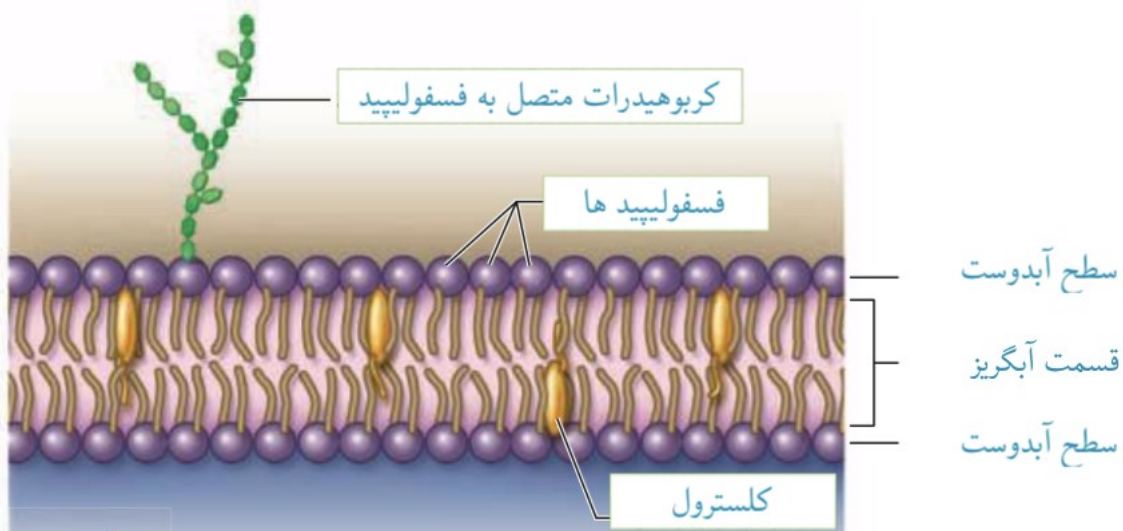
آن‌ها با مایع خارج سلولی متفاوت است ثابت نگه دارد. علاوه بر این غشا فعالیت‌های شناسایی و پیام رسانی را نیز انجام می‌دهد. که نقش کلیدی را در ارتباط با محیط پیرامونی برای سلول بازی می‌کند.

فسفولیپیدهای غشا آمفیپاتیک هستند. یعنی داری یک سر آب دوست و دم‌آب گریز می‌باشند در واقع از دو اسید چرب زنجیره بلند ناقطبی (آب‌گریز) که به یک سر قطبی (آب‌دوست) شامل گروه



ساختار کلی فسفولیپیدها

فسفات متصل است تشکیل شده‌اند. فسفولیپیدها هنگامی که در حالت دولایه قرار می‌گیرند بیشترین پایداری را دارند. آرایش دو لایه به صورتی است که اسیدهای چرب آب‌گریز در قسمت میانی دولایه و دور از آب قرار گرفته‌اند. و سرهای آب دوست در تماس با آب قرار می‌گیرند. مولکول‌های کلسترول در میان مولکول‌های چسبیده به هم فسفولیپید قرار گرفته‌اند و میزان حرکت آن‌ها را محدود می‌سازند. در واقع سیالیت غشا وابسته به این مولکول‌ها است.





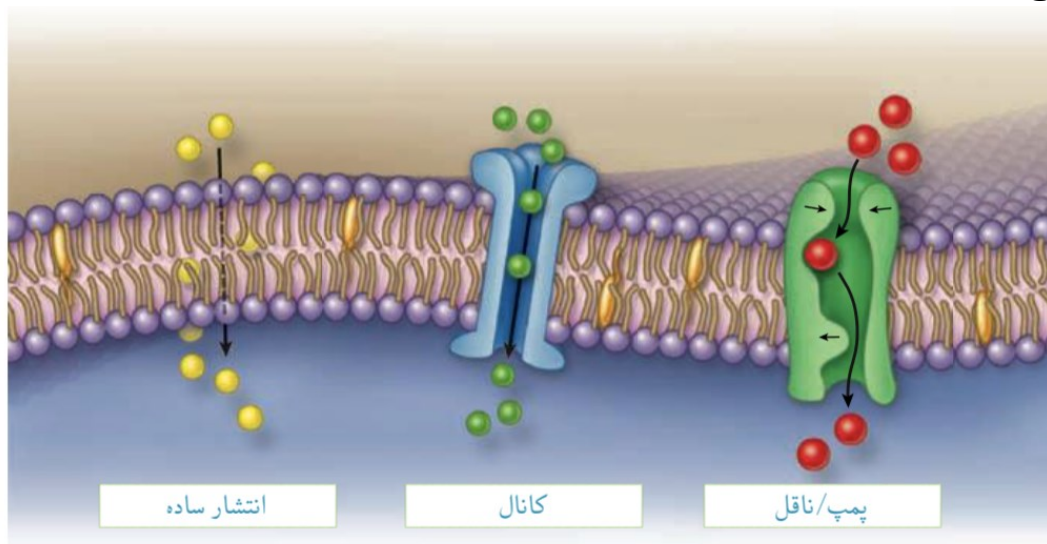
پروتئین‌ها از شرکت‌کنندگان اصلی در غشای سلول هستند. در واقع پنجاه درصد وزن غشا را پروتئین‌های آن تشکیل می‌دهند. پروتئین‌های سرتاسری در تمام طول غشا قرار گرفته‌اند (یعنی به طور مستقیم درون غشای دولایه چربی)، در حالی که پروتئین‌های محیطی به سطح یکی از دو لایه غشا متصل هستند، به خصوص سطح سیتوپلاسمی.

پروتئین‌های سرتاسری به خاطر آمینو اسیدهای آبگریزشان می‌توانند در میان غشا قرار بگیرند. همانطور که در شکل غشای سلول نیز می‌بینید بخش‌هایی از پروتئین سرتاسری از دو سطح بیرونی و درونی بیرون می‌زند.

اتصالات کربوهیدراتی نیز در سطح خارجی غشا دیده می‌شود. کربوهیدرات‌ها هم می‌توانند به پروتئین‌ها و هم چربی‌های غشا متصل شوند. این کربوهیدرات‌ها بخش مهمی از پروتئین‌هایی هستند که در غشا نقش گیرنده را بازی می‌کنند. پروتئین‌های گیرنده در اتصالات سلولی و در تشخیص پیام‌هایی که به سلول‌ها می‌رسد می‌توانند نقش داشته باشند. توزیع پروتئین‌ها در دو لایه غشا متفاوت است، در نتیجه تمامی غشاها غیرقرینه هستند.

## پروتئین‌های درون‌غشایی و انتقال‌غشایی

غشای سلول محلی است که مواد بین سلول و محیط خارجی تبادل می‌شوند. بیشتر مولکول‌های کوچک به وسیله‌ی مکانیسم‌هایی که به صورت شماتیک در شکل نمایش داده شده و در سطر‌هایی زیرین توضیح‌اش نوشته شده است جا به جا می‌شوند.



- **انتشار انتقال مولکول‌های کوچک** ناقطبی به صورت مستقیم از غشای سلول است. مولکول‌های چربی دوست از غشای سلول به سرعت منتشر می‌شوند. مولکول‌های آب نیز با سرعت بسیار کم از غشا منتشر می‌شوند.

- **کانال ها** پروتئین‌هایی هستند که در غشای سلول سوراخ‌هایی پدید آورده‌اند که یون‌ها و مولکول‌های کوچک به صورت انتخابی می‌توانند از آن‌ها عبور کنند. سلول‌ها کانال‌های مخصوصی را برای یون سدیم، پتاسیم، کلسیم و یون‌های دیگر دارند که در پاسخ به تحریکات فیزیولوژیک باز و بسته می‌کنند. مولکول‌های آب نیز از کانال‌های مخصوصی عبور می‌کنند.
- **ناقل ها** پروتئین‌هایی هستند که به یک مولکول در یک سوی غشا متصل شده و با تغییراتی که در شکل فیزیکی شان ایجاد می‌شود آن مولکول را از عرض غشا عبور می‌دهند.

انتشار، کانال‌ها، و پروتئین‌های ناقل به صورت غیر فعال عمل می‌کنند. یعنی مواد را مطابق شیب غلظت آن‌ها جا به جا می‌کنند. در نتیجه انرژی زیستی صرف انتقال نمی‌شود. (انرژی مولکولی صرف می‌شود)

برخلاف این‌ها، پمپ‌های غشا آنزیم‌هایی هستند که در انتقال فعال مشغول به کار هستند. انرژی مورد نیاز خود را برای جا به جایی یون‌ها و دیگر مواد محلول اغلب برخلاف شیب غلظت آن‌ها از هیدرولیز آدنوزین تری فسفات (ATP) به دست می‌آورند.

## انتقال وزیکولار: اندوسیتوز و اگزوسیتوز

ماکرومولکول‌ها به صورت معمول به وسیله‌ی در برگرفته شدن با غشای سلولی به سلول وارد می‌شوند. که این چین‌غشایی هنگامی که به هم می‌رسد یک وزیکل در سیتوپلاسم از آن به وجود می‌آید. به این فرآیند اندوسیتوز می‌گویند.

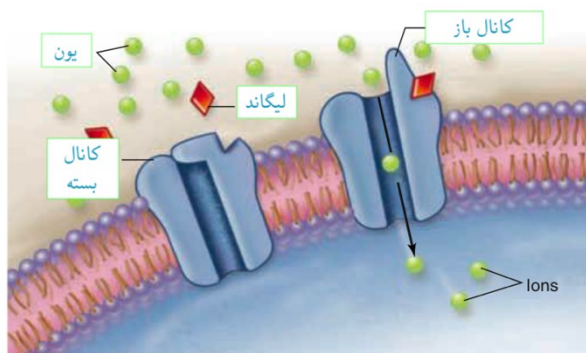
حرکت مولکول‌های بزرگ از داخل به خارج سلول معمولاً به وسیله وزیکل و فرآیند اگزوسیتوز رخ می‌دهد. در اگزوسیتوز یک وزیکل سیتوپلاسمی که شامل مولکول‌هایی است که قرار است ترشح شود با غشای سلول یکی می‌شود. این اتفاق منجر به آزاد شدن محتویات آن به فضای خارج سلولی، بدون برهم خوردن نظم غشای سلول می‌شود.

## دریافت پیام

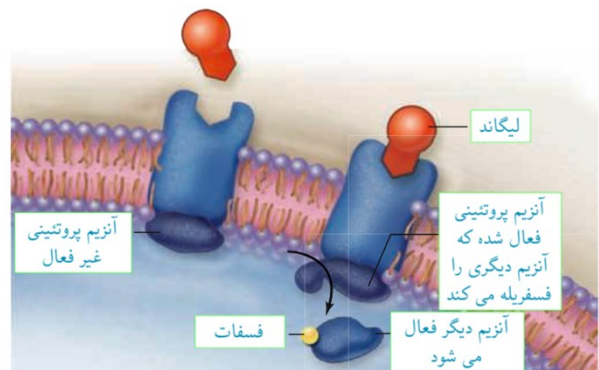
سلول‌ها در موجودات چند سلولی ناگزیر به برقراری ارتباط با یکدیگر می‌باشند. این امر برای این است که یک دستگاه را بسازند و رشد و تقسیم سلولی و عملکردشان را هماهنگ سازند. خیلی از سلول‌های مجاور یکدیگر اتصالاتی را تشکیل می‌دهند که در آن سوراخی وجود دارد تا یون‌ها و مولکول‌های کوچک بین سلول‌های مجاور ردوبدل شود. (Gap junction) بهترین مثال سلول‌های قلبی هستند که تحریک یک سلول قلبی می‌تواند سبب تحریک بقیه سلول‌ها نیز بشود.

سلول ها تقریبا ۲۵ خانواده گیرنده دارند که توانایی تشخیص و پاسخ دهی به اتصالات مولکول های خارج سلولی را به آن ها می بخشد. هر نوع سلول در بدن دارای گروه متمایز گیرنده های پروتئینی سطحی و داخل سلولی است که آن ها را قادر می سازد به پروتئین های پیام رسان مکمل این گیرنده ها به صورت دقیق و برنامه ریزی شده پاسخ دهند.

- **در پیام رسانی درون ریز (اندوکراین)**، مولکول های پیام رسان که در اینجا هورمون نام دارند از طریق خون از منبع تولیدی خود به سلول هدف می رسند.
  - **در پیام رسانی پاراکراین**، ماده شیمیایی پیام رسان به ماده خارج سلولی منتشر می شود اما برخلاف پیام رسانی درون ریز اثر خود را تنها بر سلول های نزدیک به خود می گذارد
  - **در پیام رسانی سیناپسی**، یک نوع به خصوص از پیام رسانی پاراکراین انتقال دهنده های عصبی بر سلول های مجاور در محل های تماس به خصوص به نام سیناپس اثر می گذارند.
- گیرنده ی مولکول های پیام رسان آبدوست شامل هورمون های پروتئینی و انتقال دهنده های عصبی به طور معمول پروتئین های غشایی سرتاسری هستند. یک نوع از این مولکول ها، گیرنده های متصل به کانال هستند. در اثر اتصال پیام رسان انتقال یون ها از کانال ممکن می شود. نوع دیگری گیرنده وجود دارد که گیرنده آنزیمی نام دارد. با اتصال پیام رسان به گیرنده نقش کاتالیزگری گیرنده فعال می شود.



گیرنده متصل به کانال



گیرنده متصل به آنزیم

## اندامک های سیتوپلاسمی

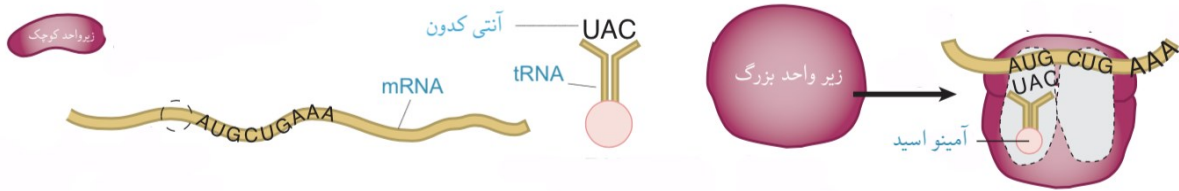
درون فضای غشای سلول در سیتوپلاسم اندامک ها شناور هستند. اندامک ها می توانند غشادار یا ساختارهای پروتئینی بدون غشا (مانند ریبوزوم) باشند. بیشتر اندامک ها به وسیله اسکلت سلولی در سلول حرکت می کنند. اسکلت سلولی علاوه بر این شکل سلول و حرکت آن را نیز تعیین می کند. سیتوپلاسم علاوه بر این موارد شامل صد ها آنزیم همانند آنزیم های مسیر گلیکولیز نیز می باشد.

## ریبوزوم ها

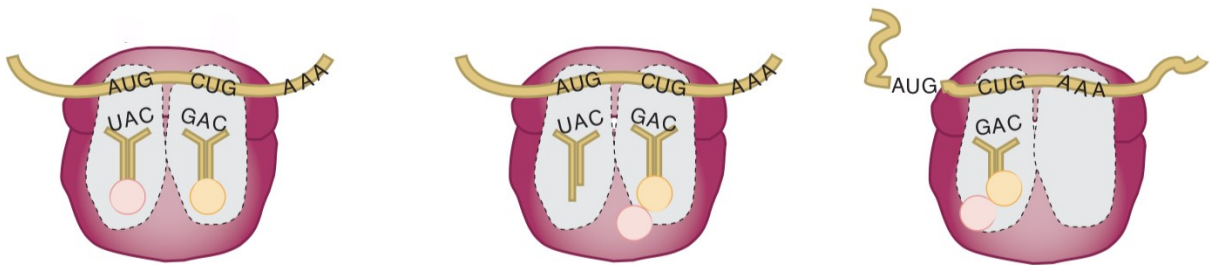
ماشین هایی ماکرومولوکولی هستند که پلی پپتید ها را از آمینو اسید ها می سازند. tRNA ها آمینو اسید ها را بر اساس ترتیبی که در mRNA مشخص است به ریبوزوم می آورند و ریبوزوم آمینو اسید ها را به هم متصل می سازند. یک ریبوزوم فعال شامل دو بخش کوچک تر با اندازه ی متفاوت است که به یک رشته ی mRNA متصل شده اند. هسته ی بخش کوچک تر ریبوزوم از یک rRNA بسیار تا خورده به همراه ۳۰ پروتئین متفاوت تشکیل می شود. بخش بزرگ ریبوزوم از ۳ rRNA دیگر به همراه ۵۰ پروتئین متفاوت انجام می شود. rRNA ها نه تنها داریستی ساختاری را به وجود می آورند بلکه tRNA را نیز در چارچوب صحیح خواندن mRNA قرار داده و پیوند میان آمینو اسید ها را که پیوند پپتیدی نام دارد تشکیل می دهند.

پروتئین هایی که در ساختار RNA به کار می روند خود توسط ریبوزوم های سیتوپلاسمی ساخته شده و پس از آن به هسته می روند. در هسته، هستک محل تولید ریبوزوم ها است. جایی که rRNA رونویسی می شود و پروتئین ها به آن متصل گشته و ریبوزوم ها ساخته می شوند. ریبوزوم ها در هسته غیرفعال هستند. در واقع بخش کوچک و بزرگ آن پس از ساخته شدن در هستک از سوراخ هایی که در غشای هسته وجود دارد خارج شده و به سیتوپلاسم وارد می شوند. ممکن است در آن واحد چندین ریبوزوم رمز های یک mRNA را ترجمه کنند. این امر سرعت پروتئین سازی را چندین برابر می کند. پروتئین هایی که قرار است پس از ساخته شدن در سیتوپلاسم و اندامک ها فعالیت کنند توسط پلی ریبوزوم ها در محیط سیتوپلاسم ساخته می شوند. اما پروتئین هایی که قرار است در غشای سلول قرار بگیرند و یا ترشح شوند به وسیله ی ریبوزوم هایی ساخته می شوند که در غشای شبکه اندپلاسمی زیر قرار دارند.

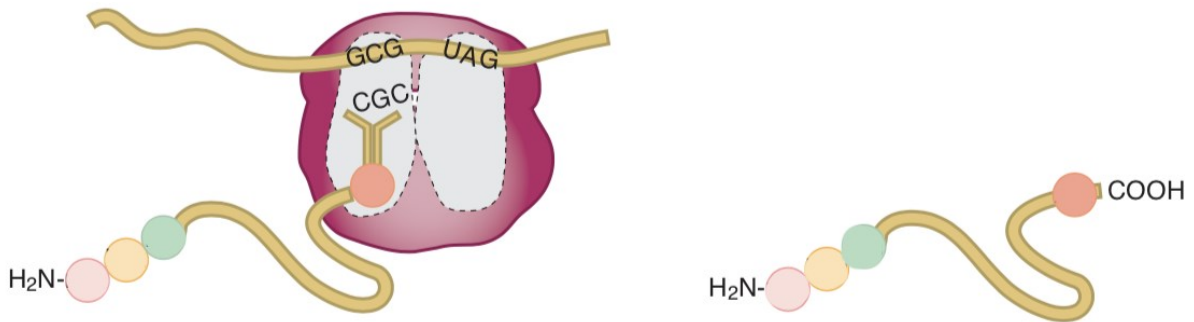




همانطور که در تصویر مشاهده می کنید ابتدا زیر واحد کوچک ریبوزوم به mRNA متصل می شود. سپس زیر واحد بزرگ آن به کل مجموعه متصل می شود. پس از اتصال دو زیر واحد ریبوزوم، در آن دو جایگاه به وجود می آید. هر جایگاه محل ورود یک tRNA است. tRNA یا RNA ناقل وظیفه انتقال آمینو اسید ها به ریبوزوم را دارد. هر tRNA دارای یک سه گانه نوکلئوتیدی به نام آنتی کدون است. آنتی کدون مکمل کدون های سه حرفی موجود در RNA است.

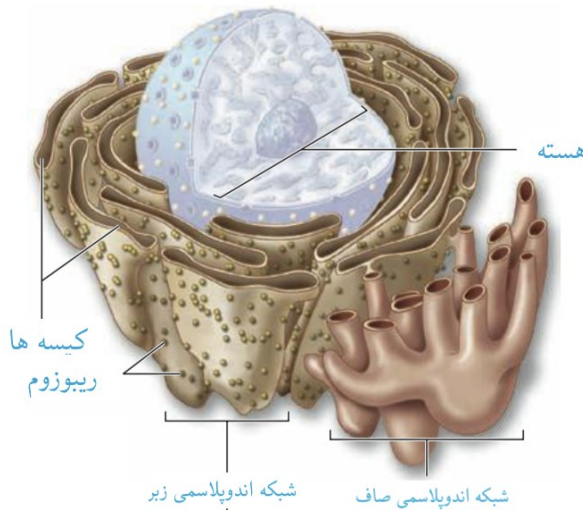


tRNA دوم نیز به جایگاه دوم ریبوزوم وارد می شود. سپس ریبوزوم دو آمینو اسید متصل به دو tRNA را به یکدیگر پیوند می دهد. سپس آمینو اسید از tRNA اول جدا می شود. با حرکت ریبوزوم در طول mRNA، tRNA اول از ریبوزوم خارج می شود. حال مجدداً جایگاه برای ورود tRNA بعدی خالی می شود. با تکرار این فرآیند رشته‌ی آمینو اسیدی طولانی تر و طولانی تر می شود.



در نهایت با ورود یکی از کدون های پایان به ریبوزوم، فرآیند ترجمه پایان می پذیرد.

## شبکه اندوپلاسمی



سیتوپلاسم بیشتر سلول‌ها شبکه‌های غشایی در هم پیچیده‌ای دارند که شبکه اندوپلاسمی نام دارد. همانطور که در شکل می‌بینید این شبکه از امتداد غشای دوم هسته منشعب می‌شود. با سطح غشایی تا سی برابر غشای سلول، شبکه اندوپلاسمی محل اصلی و حیاتی برای واکنش‌های سلولی شامل پروتئین‌سازی و چربی‌سازی است. پلی‌ریبوزوم‌های متعدد در بخش‌هایی به شبکه اندوپلاسمی متصل شده‌اند و دو نوع شبکه اندوپلاسمی مجزا به وجود آورده‌اند.

## شبکه اندوپلاسمی زبر

سلول‌هایی که برای ترشح پروتئین تخصص یافته‌اند شبکه اندوپلاسمی زبر گسترده‌ای دارند. همانند سلول‌های ترشح‌کننده آنزیم‌های گوارشی در پانکراس، سلول‌های بافت پیوندی ترشح‌کننده پروتئین کلاژن و سلول‌های ترشح‌کننده پادتن. وظیفه شبکه اندوپلاسمی زبر تولید پروتئین‌های غشایی، پروتئین‌های اندامک‌های غشا دار و پروتئین‌هایی که قرار است به وسیله‌ی آگزوسیتوز به بیرون از سلول ترشح شوند می‌باشد.

## شبکه اندوپلاسمی صاف

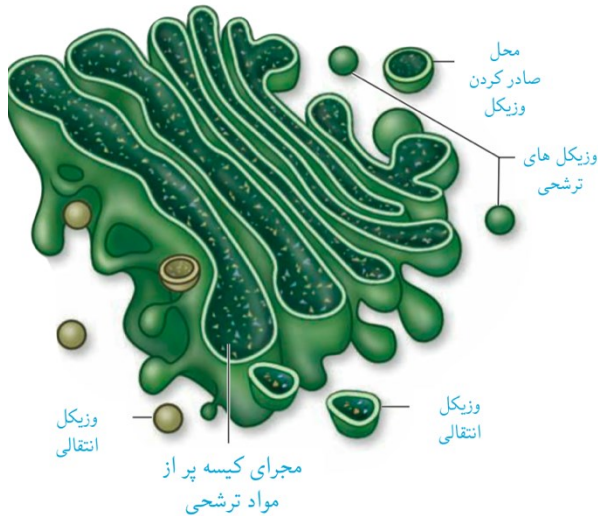
بخشی از شبکه اندوپلاسمی که فاقد ریبوزوم است شبکه اندوپلاسمی صاف نام دارد. برخلاف شبکه اندوپلاسمی زبر که حاوی کیسه‌های غشایی است دارای لوله‌هایی به هم متصل است. سه وظیفه مهم شبمه اندوپلاسمی صاف به شرح زیر می‌باشد:

الف) آنزیم‌های در شبکه اندوپلاسمی صاف وجود دارد که ساختن فسفولیپیدها و استروئیدها را که بخش اصلی غشای سلولی را تشکیل می‌دهند، ممکن می‌کنند. که برای اندامک‌های غشا دار و غشای سلول و برای ساخت و زیگل‌ها استفاده می‌شود.

ب) سم‌زدایی از دیگر وظایف مهم شبکه اندوپلاسمی صاف است. این عمل را به واسطه‌ی آنزیم‌های پروتئینی مخصوص به انجام می‌رساند. به عنوان مثال الکل و دارو‌ها را سم‌زدایی می‌کند.

ج) آزادسازی و ذخیره کلسیم که به خصوص در سلول‌های عضلانی نقش بسیار مهمی دارد.

## جسم گلژی



جسم گلژی اتفاقات پس از ترجمه و تغییرات پس از ساخت پروتئین هایی را که شبکه اندوپلاسمی زیر ساخته است تکمیل می کند. در واقع آماده سازی نهایی آن ها را انجام داده و آن ها بعد از بسته بندی به مقاصدی که قرار است در آن فعالیت کنند می فرستد. جسم گلژی شامل کیسه های صاف غشایی است که بعضی وزیکلی شکل و بعضی مسطح شکل هستند.. همانطور که در شکل می بینید جسم گلژی دارای دو سمت فعال است.

مواد از شبکه اندوپلاسمی زیر به وسیله ی انتقال

دهنده های پوشیده شده با غشا کوچکی به نام وزیکل های انتقالی به جسم گلژی می رسند. وزیکل انتقالی با غشای جسم گلژی در سمت گیرنده یکی می شود. در سمت دیگر جسم گلژی وزیکل های جدیدی ساخته می شود که حاوی پروتئین های تغییر یافته است و آن ها را به مقصد خواهد فرستاد.

## گرانول های ترشحي

گرانول های ترشحي از وزیکل های منشعب شده از جسم گلژی به وجود می آیند. این گرانول ها می توانند در سلول بمانند تا در زمان مناسب ترشح شوند. سلول های عصبی دارای وزیکل های حاوی انتقال دهنده عصبی هستند و زمانی که تحریک پیام عصبی به پایانه آکسون می رسد از آن آزاد می شوند. سلول های سازنده هورمون در غدد مثالی دیگر از سلول های حاوی گرانول های ترشحي هستند.

## لیزوزوم

لیزوزوم ها محل گوارش درون سلولی و بازیافت اندامک های تخریب شده هستند. لیزوزوم ها وزیکل های دارای حدود ۴۰ نوع آنزیم مختلف هستند. در سلول های با میزان بالای گوارش درون سلولی مانند ماکروفاژ و نوتروفیل بسیار فراوان هستند. آنزیم هایی مانند پروتئازها، نوکلئازها، فسفاتازها و ... از آنزیم های موجود در لیزوزوم هستند. در واقع آنزیم های لیزوزومی توانایی شکستن بیشتر ماکروکول ها را دارند.

اجزای سیتوپلاسم در برابر آنزیم های لیزوزومی ایمن هستند. چون این آنزیم ها در pH حدود ۵ بیشترین فعالیت خود را دارند ولی pH سیتوپلاسم در حدود ۷ می باشد و این امر سبب غیر فعال شدن این آنزیم ها می شود. آنزیم های لیزوزومی به وسیله شبکه اندوپلاسمی زیر ساخته می شوند و پس از فرستاده شدن به جسم گلژی و تغییرات نهایی به صورت یک وزیکل حاوی آنزیم از جسم گلژی

جدا می شوند. موادی که به وسیله اندوسیتوز وارد سلول شده اند پس از یکی شدن وزیکل شان با لیزوزوم به وسیله آنزیم های گوارشی لیزوزوم به واحد سازنده شان تجزیه می شوند. اندامک هایی که عملکرد صحیح خود را از دست داده اند نیز توسط لیزوزوم گوارش می شوند.

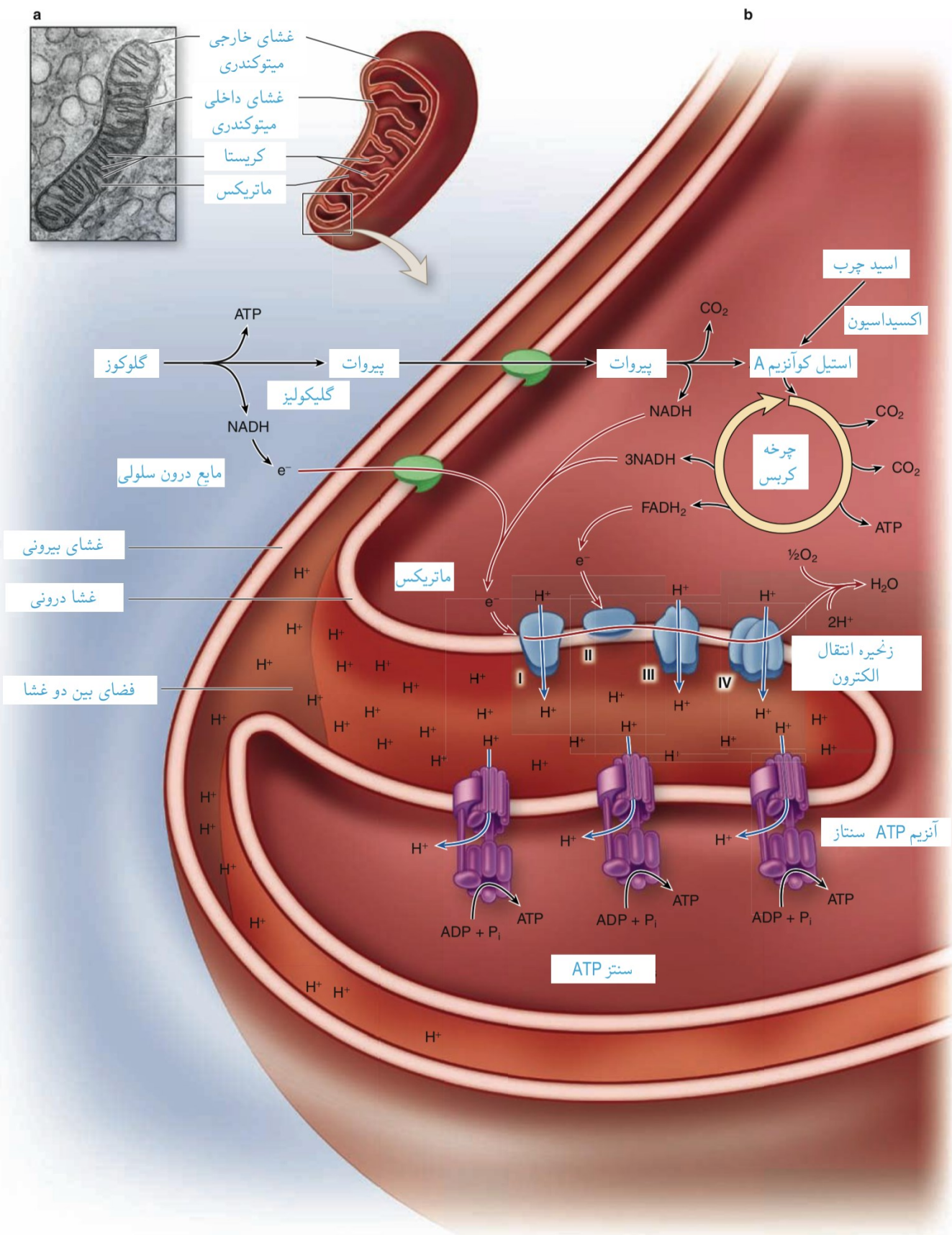
### میتوکندری

اندامک های غشا داری هستند که دارای آنزیم های تخصص یافته برای تنفس هوازی و تولید آدنوزین تری فسفات (ATP) هستند. ATP دارای پیوند های پر انرژی میان گروه های فسفات است که انرژی لازم برای واکنش های درون سلولی فراهم می کند. گلیکولیز واکنشی بی هوازی است که گلوکوز را به پیرووات در محیط سیتوپلاسم تبدیل می کند. از این تبدیل مقداری انرژی آزاد می شود. ما بقی انرژی زمانی آزاد می شود که ترکیبات پیرووات به درون میتوکندری وارد میشود و به  $CO_2$  و  $H_2O$  اکسایش می یابند. آنزیم های میتوکندریایی ۱۵ برابر گلیکولیز درون سیتوپلاسم ATP تولید می کنند. سلول هایی که نیاز به انرژی بیشتری داشته باشند همانند سلول های قلبی تعداد میتوکندری فراوانی دارند.

اگر میتوکندری را زیر میکروسکوپ الکترونی مشاهده کنیم ساختاری را می بینیم که طولش تا ده برابر عرضش می رسد. میتوکندری دو غشای مجزا دارد. این دو غشا دو بخش مجزا را نیز درون میتوکندری می سازند. غشای داخلی چین خوردگی های بلندی به نام کریستا دارد که به داخل ماتریکس میتوکندری وارد می شوند و اینگونه سطح غشایی را افزایش می دهند. پروتئین هایی که در غشای داخلی قرار دارند، به غشا خاصیت نفوذپذیری انتخابی می بخشند که تنها به مولکول های کوچک مورد نیاز آنزیم های ماتریکس اجازه عبور می دهد. آنزیم های میتوکندریایی ماتریکس شامل آنزیم هایی هستند که پیرووات را به استیل کوآنزیم A اکسایش می دهند، آنزیم های چرخه سیتریک اسید که استیل کوآنزیم A را اکسید می کنند می باشد. زنجیره ی انتقال الکترون در غشای داخلی قرار گرفته است. پروتئین های غشا مولکول های کوچک ناقل الکترون را در مجموعه ی آنزیم هایی که در نزدیکی هم قرار گرفته اند هدایت می کنند تا الکترون به ترتیب در طول زنجیره حرکت کند. با عبور الکترون از زنجیره ۳ پروتئین یون هیدروژن را از فضای درونی میتوکندری به فاصله ی میان دو غشا می فرستند. در واقع یون هیدروژن بر خلاف شیب انتشاری آن در فضای میان دو غشا تجمع می یابد. پروتئین های کانالی دیگری در غشای داخلی وجود دارند که با انرژی حاصل از انتقال یون های هیدروژن تجمع یافته در فضای میان دو غشا و پس فرستادنشان به ماتریکس میتوکندری ATP تولید می کنند.

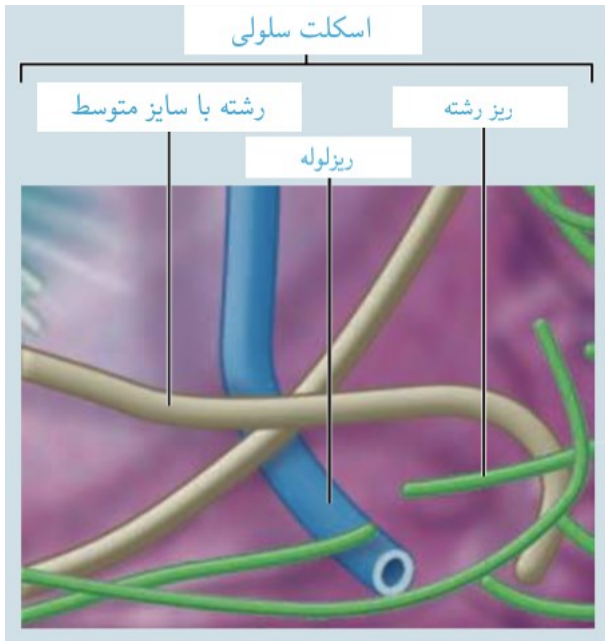
میتوکندری دارای محتوای ژنتیکی مجزایی برای خود است. یک DNA حلقوی کوچک به علاوه ریبوزوم هایی ساده که مسئول ساختن برخی از پروتئین های مورد نیاز میتوکندری هستند. مابقی پروتئین های مورد نیاز میتوکندری توسط ریبوزوم های سیتوپلاسم ساخته می شوند.







## اسکلت سلولی



مجموعه ای از ریش رشته ها و ریش لوله ها و فیبر های اندازه متوسط پروتئینی است. این پروتئین ها پلی مر هایی هستند که شکل سلول را تعیین می کنند ، نقش مهمی را در جا به جایی اندامک ها و وزیکل های سیتوپلاسمی ایفا می کنند .