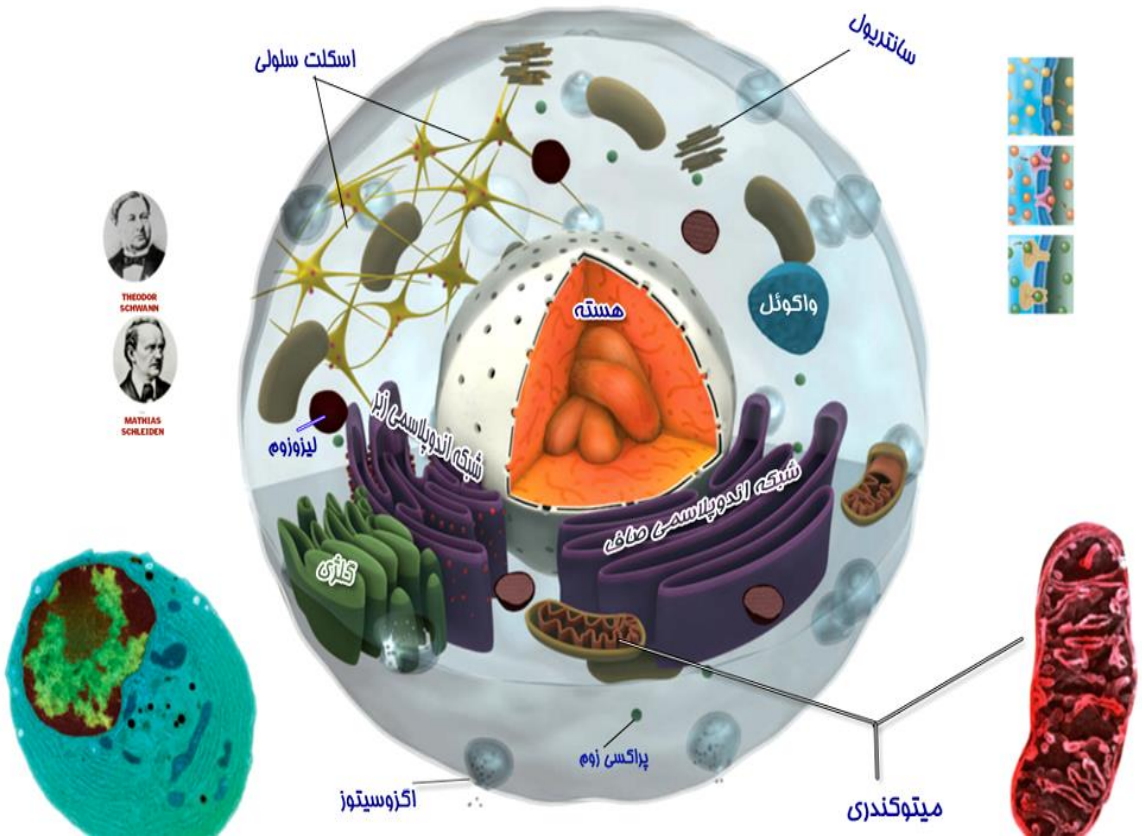
فصل دوم



سفری به درون سلول

تریکودینا :

جانداری تک سلولی ، یوکاریوتی ، آبزی ، هتروتروف و از آغازیان مژکدار است . این جاندار همانند فرفره روی بدن ماهی ها حرکت و از باکتری های موجود بر سطح بدن ماهی تغذیه می کند . رابطه بین ماهی و تریکودینا از نوع همسفرگی است .

اجزای سلول تریکودینا عبارتند از :

۱) مژک ها ← در سمت دهان سلولی جاندار قرار دارند و با زنش های خود ، هم باکتری ها را به سوی دهان سلولی جاندار می راند و هم موجب حرکت جاندار می شود

۲) خارهای اتصال دهنده ← در سمت مقابل دهان سلولی قرار دارد و جاندار را به تکیه گاه خود ، یعنی روی بدن ماهی متصل می کند . از لحاظ وظیفه عملکردی شبیه پیلوس و کپسول باکتری دارد .

۳) دهان سلولی ← فقط در آغازیان مژکدار دیده می شود .

۴) هسته نعلی شکل ← حاوی DNA است که همانند DNA دیگر سلول ها حاوی دو دسته ژن می باشد :

الف) ژن هایی که ویژگی های ریخت شناسی سلول را تعیین می کنند

ب) ژن هایی که با تنظیم تولید پروتئین های اختصاصی شکل و کار سلول را اختصاصی می کنند .

۵) غشای پلاسمایی و سیتوپلاسم ← در همه سلول ها دیده می شود .

نکته :

۱) سه ویژگی داشتن مژک ، دهان سلولی و خار اتصال دهنده موجب شده تا تریکودینا سلولی تخصص یافته باشد .

۲) سلول های بدن انسان تخصص یافته هستند و هر گروه بر حسب وظیفه ای که بر عهده دارد شکل ، ساختار و اندازه ای ویژه پیدا کرده اند

۳) بین سلول های سازنده بدن انسان و تریکودینا همانندی هایی وجود دارد . به عنوان مثال : هر دو یوکاریوتی و تخصص یافته هستند ، هسته ای محتوی DNA دارند و دارای سیتوپلاسم و غشای پلاسمایی هستند . همچنین برخی از سلول های بدن انسان مانند سلول های پوشاننده لوله های تنفسی ، همانند تریکودینا مژک دارند .

میکروسکوپ :

بدون میکروسکوپ مشاهده اغلب سلول ها و اندامک های آنان امکان پذیر نیست . عوامل مهم در میکروسکوپی عبارتند از :

۱) بزرگنمایی ← بزرگ کردن تصویر یک جسم را گویند . برای نمایش بزرگنمایی از نماد ((مقدار بزرگنمایی ×)) استفاده می کنند.

۲) قدرت تفکیک ← توانایی یک ابزار نوری در نشان دادن دو جسم مجزا از یکدیگر را گویند . قدرت تفکیک تعیین کننده توانایی یک ابزار نوری است .

انواع میکروسکوپ

نوری

۱) منبع برای مشاهده نمونه : نور مرئی

۲) با آن می توان سلول زنده و در نتیجه مراحل میتوز و میوز را مشاهده کرد

۳) حداکثر بزرگنمایی : ۱۰۰۰ برابر

۴) حداکثر قدرت تفکیک : در حد اجسام ۰/۲ میکرومتری یعنی در حد کوچکترین باکتری (با میکروسکوپ نوری نمی توان ساختار درونی سلول را به وضوح مشاهده کرد)

۵) بزرگنمایی نهایی = بزرگنمایی عدسی شیئی × بزرگنمایی عدسی چشمی

۶) دامنه کاربرد : سلول های یوکاریوتی (مانند گیاهی و جانوری) ، سلول های پروکاریوتی (باکتری ها) ، اندامک ها (هسته ، میتوکندری ، پلاست ها ، جسم گلژی

الکترونی

۱) منبع برای مشاهده نمونه : جریان الکترون ها (به جای نور)

۲) با نمی توان سلول زنده را مشاهده کرد

۳) حداکثر قدرت تفکیک : در حد اجسام ۰/۲ نانومتری ← ۱۰۰۰ برابر از میکروسکوپ نوری قوی تر

۴) انواع :

➥ ۱) **نگاره** : با استفاده از الکترون های بازتاب شده از سطح نمونه تصویری سه بعدی از سطح نمونه ایجاد می کند . لذا برای مشاهده سطح اجسام کاربرد دارد .

➥ ۲) **گذاره** : با استفاده از الکترون های گذر کرده از نمونه تصویری دو بعدی از داخل نمونه ایجاد می کند ، لذا جهت مطالعه ساختار درونی سلول کاربرد دارد .

دامنه کاربرد : کلیه موارد قابل مشاهده با میکرو سکوپ نوری و نیز اندامک های دیگر سلول (مانند ریبوزوم ها) ، ویروس ها ، مولکول های بزرگ (DNA) و مولکول های کوچک

⬅ آنچه را با میکروسکوپ مطالعه می کنیم ((نمونه)) و عکسی را که به وسیله میکروسکوپ از نمونه گرفته می شود ((ریزنگار)) می نامند .

⬅ با وجود کارایی بالای میکروسکوپ های الکترونی ، این میکروسکوپ ها جایگزین میکروسکوپ های نوری نشده اند چون با آن ها نمی توان موجود زنده را برسی کرد و کاربرد آن بسیار سخت و پر هزینه است .

❊ سلول های مختلف اندازه های متفاوتی دارند

عامل تعیین کننده اندازه و شکل هر سلول کار آن سلول است . به مثال های زیر توجه کنید :

✱ تخمک پرندگان حجیم است ← در نتیجه می تواند مقدار زیادی مواد غذایی را برای رشد جنین در خود جای دهد .

✱ سلول ماهیچه ای دراز هستند ← در نتیجه می توانند قسمت های مختلف بدن را به یکدیگر نزدیک کنند .

✱ سلول عصبی دراز هستند ← در نتیجه می توانند پیام عصبی را به سرعت منتقل کنند

✱ گلوبول های قرمز کوچک هستند ← در نتیجه می توانند از درون باریکترین رگ ها عبور کنند

☑ سلول ها از حد معینی بزرگتر یا کوچکتر نمی شوند . زیرا :

⬅ کوچکترین اندازه سلول باید به قدری باشد که به اندازه کافی DNA ، پروتئین و اندامک های لازم برای زیستن و تولید مثل را در خود جای دهد

بزرگترین اندازه سلول باید به قدری باشد که سطح سلول بتواند احتیاجات حجم سلول را برآورده کند و سلول نسبت سطح به حجم مناسبی داشته باشد ، بنابراین نسبت سطح به حجم ($\frac{S}{V}$) است که اجازه نمی دهد سلول از حد معینی بزرگتر شود .

☑ نکته :

۱) توجه داشته باشید که اگر چه با کوچک شدن اندازه سلول ها ، سطح و حجم آن ها هم کوچکتر می شود ، ولی سطح با توان ۲ و حجم آن ها با توان ۳ کوچک می شود . پس سطح کمتر از حجم کاهش می یابد و لذا نسبت $\frac{S}{V}$ افزایش خواهد داشت . بنابراین سلول های بزرگتر با وجود داشتن سطح بزرگتر ، $\frac{S}{V}$ کم تری در مقایسه با سلول های کوچکتر هم شکل خود دارند . مثلا نسبت $\frac{S}{V}$ در تریکودینا کمتر از گلوبول قرمز است .

۲) بر طبق نظریه انتخاب طبیعی وقتی سلول های زنده روی کره زمین پدید آمدند ، فقط آن هایی زنده ماندند و تولید مثل کردند که سطح کافی برای تامین احتیاجات حجم خود را داشتند . بنابراین نسبت $\frac{S}{V}$ عامل اصلی است که موجب شده اندازه سلول ها صرف نظر از نوع جاندار در طول زمان ثابت بماند . مثلا انسان از موش بزرگتر است اما این به معنای بزرگتر بودن سلول های انسان از موش نیست بلکه تنها تعداد سلول های انسان بیشتر است . معمولا هر اندازه سلولی کوچکتر باشد فعالتر است .

۳) شکل های متعددی از سلول ها پدید آمده اند که بر محدودیت اندازه چیره شده اند ، به عنوان مثال سلول های ماهیچه ای و عصبی می توانند بسیار دراز باشند ، چون باریکند . شکل باریک آنها باعث شده است نسبت $\frac{S}{V}$ در این سلول ها در حد استاندارد باشد و توان بقا با این اندازه را داشته باشند .

۴) نسبت $\frac{S}{V}$ در چند سلول به صورت زیر است

میون و نورون > اغلب باکتری ها > گلوبول های قرمز > تریکودینا > تخم پرندگان

۵) هر چه سلول فعال تر باشد

- تعداد میتوکندری بیشتری دارد
- مقدار آنزیم بیشتر دارد
- نسبت $\frac{S}{V}$ بیشتری دارد

انواع سلول ها :

سلول ها را بر اساس وجود یا عدم وجود اندامک های غشادار به خصوص هسته به دو گروه تقسیم می کنند :

۱) سلول های پروکاریوتی ← شامل باکتری ها و سیانوباکتری ها

۲) سلول های یوکاریوتی ← شامل سلول های گیاهی ، جانوری ، آغازی و قارچی

✱ توجه داشته باشید که کلیه جانداران پروکاریوتی تک سلولی و کلیه گیاهان و جاوران پر سلولی هستند . آغازیان و قارچ ها ممکن است تک سلولی یا پر سلولی باشند.

هر پروکاریوتی تک سلولی است ولی هر تک سلولی پروکاریوت نیست.

سلول های پروکاریوتی

✱ ویژگی های عمومی :

۱) کوچکند و ساختاری ساده داند .

۲) همانطور که می دانید کوچکترین سلول ها باکتری ها هستند که اندازه آن ها بین ۱ تا ۱۰ میکرون است ، اما اندازه بیشتر سلول های پروکاریوتی بین ۲ تا ۸ میکرون است .

۳) بخش های درونی آن ها فاقد غشا است . لذا فاقد هسته مشخص و سازمان یافته و اندامک های غشا دار هستند .

۴) مانند هر سلول دیگری برای دیدن ساختار دقیق آن ها نیازمند میکروسکوپ الکترونی هستیم ، چون بسیار ریزند .

✱ اجزای سلولی :

۱) ناحیه نوکلئوتیدی ← ناحیه ای هسته مانند که DNA و پروتئن های همراه آن درونش قرار گرفته اند و بدلیل نداشتن غشا ، این اجزا با دیگر محتویات سلول در تماس هستند .

۲) ریبوزوم ها ← در سیتوپلاسم سلول پروکاریوتی پراکنده اند . مانند ریبوزوم های یوکاروتی با توجه به اطلاعات رسیده از DNA پلی پپتید می سازند ولی نسبت به ریبوزوم های یوکاریوتی کوچکتر و ساده ترند و به ریبوزوم های درون میتوکندری و کلروپلاست های سلول های یوکاریوتی شبیه هستند .

۳) سیتوپلاسم

۴) غشای پلاسمایی ← سیتوپلاسم سلول باکتری را در بر می گیرد . از آن جا که باکتری ها اندامک غشادار ندارند ، غشا محلی برای انجام متابولیسم سلولی آن هاست . به طور مثال در سیانوباکتری ها ، فتوسنتز در غشای پلاسمایی انجام می شود .

۵) دیواره سلولی باکتریایی ← دیواره تقریبا سخت که در **بیشتر باکتری ها** وجود دارد و اطراف غشای پلاسمایی آن ها را فرا می گیرد .
نقش ← محافظت از سلول و حفظ شکل سلول باکتری

✱ جنس دیواره سلولی باکتری با دیواره سلولی گیاهان متفاوت است. در باکتری ها جنس دیواره از پپتیدوگلیکان (ترکیبی از مولکول های قند و آمینواسید) و در گیاهان از پلی ساکارید (سلولز) است .

۶) کپسول ← پوششی چسبناک از جنس پلی ساکارید که در **بعضی باکتری ها** وجود دارد و دیواره سلولی را احاطه می کند .

نقش ← **حفاظت از باکتری بویژه در برابر سیستم ایمنی بدن میزبان، چسبیدن باکتری به سطوح مختلف یا بافت های درون بدن میزبان**

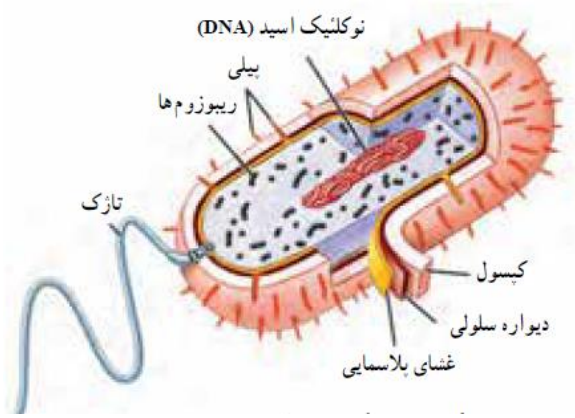
۷) پیلی (مفرد : پیلوس) ← برآمدگی های مو مانند **کوتاه** ولی **متعدد** که در سطح **بعضی باکتری** ها وجود دارند و ساختار پروتئنی دارند .

نقش ← چسبیدن به سطوح مختلف، هم یوغی توسط پیلی جنسی (تولید مثل جنسی باکتری)

۸) تاژک ← برآمدگی های بلند و کم تعداد که در سطح بعضی باکتری ها وجود دارند . از جنس پروتئین هستند .

نقش ← حرکت در محیط پیرامون

☑ یک باکتری دارای کپسول، پیلی و تاژک قدرت بیماری زایی بیشتر نسبت به باکتری های دیگر دارد .



سلول های یوکاریوتی :

بر خلاف پروکاریوت ها ، سلول های یوکاریوتی حاوی بخش های تفکیک یافته درونی هستند که اکثر آن ها توسط غشاهای زیستی احاطه می شوند .همه سلول های یوکاریوتی از هر نوعی که باشند با یکدیگر شباهت های اساسی دارند ، اما با سلول های پروکاریوتی بسیار متفاوتند . آشکارترین تفاوت سلول های پروکاریوتی و یوکاریوتی این است که اندامک های گوناگونی در سیتوپلاسم سلول های یوکاریوتی وجود دارد که بیشتر آن ها را غشا می پوشاند .

اندامک ها بخش های عمل کننده مجزا در درون سلول های یوکاریوتی هستند و ساختار آن ها با کاری که انجام می دهند متناسب است . با توجه به آنچه ذکر شد ، اجزای سلول های یوکاریوتی عبارتند از :

۱) سیتوپلاسم ۲) غشای پلاسمایی ۳) هسته

✱ انواع اندامک ها در سلول های یوکاریوتی عبارتند از :

۱) اندامک های بدون غشا ← ریبوزوم ، اسکلت سلولی (از جنس ریز لوله یا میکروتوبول و ریز رشته یا میکروفیلامان)، سانتریول ، تاژک ، مژک (از جنس میکروتوبول) و دیواره سلولی

۲) تک غشایی (دارای ۲ لایه فسفولیپیدی) ← شبکه آندوپلاسمی (صاف و زبر) ، جسم گلژی ، واکوئل ، لیزوزوم و پراکسی زوم

۳) دو غشایی (دارای ۴ لایه فسفولیپیدی) ← هسته ، پلاست ها ، و میتوکندری ← درون این اندامک ها هم DNA سازی (همانند سازی) و هم RNA سازی (رونویسی) صورت می گیرد، ولی پروتئین سازی فقط در میتوکندری و کلروپلاست انجام می گیرد.

✱ اندامک های غشادار ، سیتوپلاسم سلول های یوکاریوتی را به بخش های مجزا تقسیم می کنند . هر اندامک غشا دار دارای دو بخش است

۱) فضای درونی اندامک ← از مواد سیال (روان) پر شده است و بسیاری از فرآیندهای متابولیسمی سلول در آن جا انجام می شود . از آن جا که فضای درونی هر اندامک با اندامک های دیگر متفاوت است و شرایط خاص خود را دارد ، فرآیندهای متفاوت متابولیسمی میتواند به طور هم زمان در یک سلول به انجام برسد ← چون هریک از آن ها در اندامک های جداگانه ای بوقوع می پیوندند .

۲) غشای اندامک ← جزو غشای درونی سلول حساب می شود و باعث افزایش مساحت غشاهای سلول می شود ، در نتیجه نسبت سطح به حجم در سلول های یوکاریوتی افزایش می یابد . از طرف دیگر غشاهای درون سلولی جایگاه بسیاری از آنزیم های مهم سلول و در نتیجه محل انجام فرایند های مهم متابولیسمی هستند و بدون آن ها سلول های یوکاریوتی $\frac{S}{V}$ مناسب نخواهند داشت .

☑ ساختارهای سلولی

سیتوپلاسم : سیتوپلاسم تعاریف مختلفی دارد که عبارتند از :

۱) ماده ای نسبتا روان (سیال است) که اندامک های مختلف در آن جای دارند و توسط غشای پلاسمایی احاطه شده اند.

۲) سیتوپلاسم = (سیتوزول + اندامک) – هسته

سیتوزول ← ماده زمینه ای سیتوپلاسم است که ذره ها و اندامک های سلولی در آن پراکنده اند. به بیان دیگر سیتوزول محیط در برگیرنده اندامک هاست (اندامک ها – سیتوپلاسم = سیتوزول) .

دیواره سلولی :

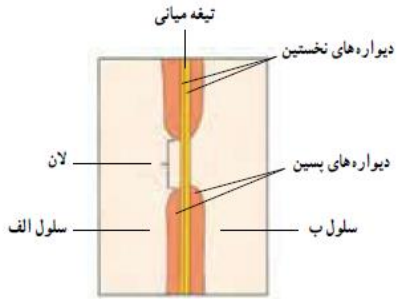
سلول های گیاهی و سلول های قارچ و بسیاری از آغازیان دیواره سلولی سخت و ضخیمی دارند ، که در گیاهان ضخامت آن ۱۰۰ برابر غشای پلاسمایی است . نقش دیواره سلولی ← محافظت از سلول و حفظ شکل سلول

✱ بر خلاف سلول های جانوری ، بسیاری از سلول های **بالغ** گیاهی به دلیل وجود دیواره سلولی شکل چند وجهی دارند

ساختار دیواره سلولی گیاهی چند لایه است که این لایه ها عبارتند از :

۱) تیغه میانی ← بین سلول های مجاور مشترک است و سلول های مجاور را به هم می چسباند .تیغه میانی از ((صفحه سلولی)) که در جریان سیتوکینز سلول گیاهی مادر بوجود می آید ، ایجاد می گردد .

۲) دیواره نخستین ← لایه ای که توسط هر سلول بر روی تیغه میانی اش ساخته می شود .



۳) دیواره دومین (ثانویه) ← در بعضی سلول ها ، به ویژه سلول های مسن گیاهی ، و بر روی دیواره نخستین رسوب می کند و ضخامت دیواره را افزایش می دهد .

لان ← نقاطی از دیواره سلولی که دیواره دومین آن ها نازک باقی می ماند یا بوجود نمی آید .لان های سلول های مجاور معمولا در مجاورت یکدیگر قرار می گیرند و بنابراین دیواره سلولی بین آن ها در آن قسمت نازکتر از سایر بخش هاست .در محل لان ها معمولا تعدادی پلاسمودسم وجود دارد .

منفذ ← امکان برقراری ارتباط بین سلول های مجاور را فراهم می کند . ماده زنده ای که درون منافذ را پر می کند ، پلاسمودسم نام دارد .

پلاسمودسم ← از جنس سیتوپلاسم سلول است و آب ، مواد غذایی ، پیام های شیمیایی و غیره را از سلولی به سلول مجاور منتقل می کند. پلاسمودسم با غشای پلاسمایی در محل منفذ در ارتباط است. ترتیب لایه ها در محل منفذ از داخل به خارج ← پلاسمودسم، غشا، دیواره دومین، دیواره نخستین، تیغه میانی

☑ نکته :

۱) در دیواره سلولی گیاهان تیغه میانی بین دو سلول مشترک است و به یکی از آن ها تعلق ندارد ، در حالی که هر سلول می تواند خود دارای دیواره نخستین و ثانویه باشد .

۲) ضخیم شدن دیواره سلولی گیاهان از بیرون به سمت درون است (از سمت دیواره به سمت هسته) ، لذا با ساخته شدن دیواره های سلولی به خصوص دیواره ثانویه فضای داخل سلول کاهش می یابد .

۳) دیواره ثانویه بر روی دیواره نخستین و پس از آن ساخته می شود ، لذا دیواره ثانویه جدیدترین (جوان ترین) بخش دیواره و مجاورترین قسمت دیواره سلولی با سیتوپلاسم سلول و غشای سلول است.

۴) در بخش های مسن و سخت گیاه ، روی دیواره ثانویه ترکیبات چوبی یا لگنین رسوب می کند و موجب استحکام و سختی بافت ها و حتی مرگ سلول گیاهی می شود .

☑ **جنس دیواره سلولی در جانداران مختلف متفاوت است** :

۱) در گیاهان ← از جنس سلولز (پلی ساکارید) است که در ماده زمینه آن از پروتئین و پلی ساکارید های چسبناک نیز استفاده می شود .

۲) در قارچ ها ← از جنس کیتین (پلی ساکارید) است و مشابه پوشش خارجی حشرات است .

۳) در دیاتومه ها از آغازیان ← از جنس سیلیس است که در تهیه سنگ سمباده نیز استفاده می شود .

۴) در برخی از تاژکداران چرخان ← از جنس سلولز + اغلب پوشش سیلیسی است .

۵) جلبک های قرمز ← در برخی از آن ها از جنس کربنات کلسیم است که در تهیه آگار مورد استفاده قرار می گیرد .

۶)روزن داران ← پوسته آهکی دارند که در تهیه سنگ آهک مورد استفاده قرار می گیرد .

۷) یوباکتری ها ← از جنس پپتیدوگلیکان (پروتئین + کربوهیدرات) است .

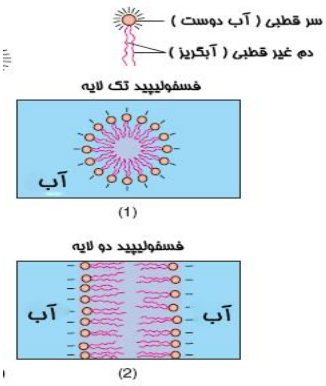
۸) مژکداران ← دیواره سخت و قابل انعطاف دارند . مقل پارامسی و تریکودینا

☑ نکته : دیواره سلولی قارچ ها و باکتری ها منفذ ، لان و پلاسمودسم ندارند . در صورتی که در گیاهان دیواره سلولی منفذ دار است و از طریق پلاسمودسم ها در ارتباطند .

غشای پلاسمایی :

غشای پلاسمایی در کلیه سلول ها وجود دارد و ساختار کلی آن به صورت ((دولایه فسفولیپیدی + پروتئین + کربوهیدرات)) است . ساختار غشای سلول برای کارهایی که انجام می دهد متناسب است . بعضی از اعمال غشای پلاسمایی به صورت زیر است :

۱) احاطه نمودن پیرامون سلول



۲) دا شتن تراوایی نسبی به مواد ← به بعضی مواد اجازه ورود و خروج می دهد وخا صیت نفوذپزیری انتخابی دارد

۳) ارتباط با محیط ← دریافت پیام های محیطی و ارسال پاسخ سلولی به محیط

✱ در ساختار غشای پلاسمایی اجزای زیر وجود دارند :

۱) مولکول های فسفولیپیدی ← بیشترین تعداد مولکول های غشا هستند و به صورت دو لایه ای قرار می گیرند ، به طوری که سرهای آبدو ست آن ها در سطح خارجی و در تماس با محیط آبی و دم های آبگریز آن ها در قسمت و سط دولایه و دور از آب قرار می گیرد . این دولایه فسفولیپیدی سدی در مقابل مولکول های آب و مواد محلول در آن ایجاد می کند ولی به دلیل کوچک بودن مولکول های آب ، کاملا نسبت به آب نفوذناپذیر نیست

بنابراین موادی مثل ← لیپیدها، مولکول های آب و مولکول های کوچک مانند Co_2 و O_2 می توانند به راحتی از غشای پلاسمایی بگذرند.

۲) مولکول های کلسترول ← فقط در غشای سلول های جانوری وجود دارند و بدلیل آبگریز بودن در لابلای دم های آبگریز فسفولیپید ها قرار می گیرد. نقش ← اساسا کار کلسترول در غشا کاهش سیالیت است که در گرما به حفظ شکل غشا کمک می کند.

۳) پروتئین های سطحی ← در سطح غشا قرار دارند و با مولکول های فسفولیپید و یا پروتئین های سراسری غشا ، اتصال برقرار می کنند .پروتئین های سطحی که در سطح خارجی غشا وجود دارند مولکول هایی **پذیرنده** هستند ، یعنی به مولکول های دیگر متصل می شوند و از این راه به برقراری اتصال فیزیکی میان سلول ها و مولکول ها کمک می کنند .

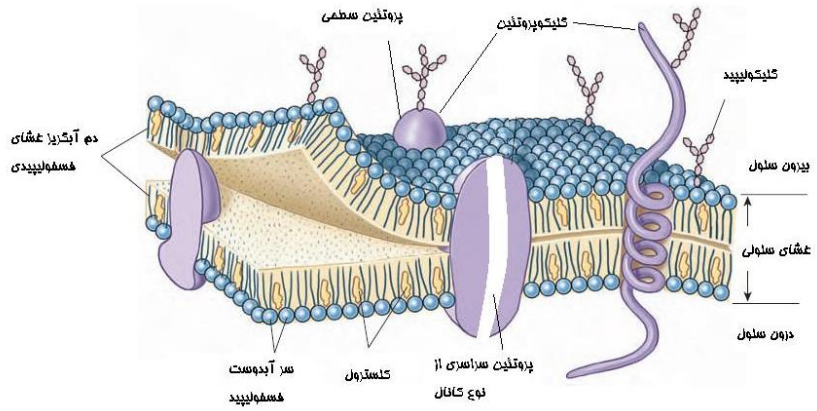
۴) پروتئین های سراسری ← مولکول هایی دوگانه دوست هستند که در سراسر عرض غشا قرار دارند . بخش های آبدوست آن ها در تماس با سطوح داخلی و خارجی غشا هستند و بخش های آبگریز آن ها با دم های آبگریز فسفولیپیدی های غشا پیوند تشکیل می دهند . بعضی از پروتئین های سراسری به عنوان کانال عمل می کنند که در انتشار تسهیل شده نقش دارند و دو دسته هستند :

۱) کانال های همیشه باز (بدون دریچه) ۲) کانال های دریچه دار ← در تماس با برخی مواد باز می شوند

بعضی دیگر از پروتئین های سراسری به عنوان ناقل عمل می کنند که برای عبور یون ها هستند و در انتقال فعال نقش دارند .

۵) گلیکوپروتئین‌ها ← بخش کربوهیدراتی آن‌ها در سطح خارجی غشا است. ساختار← کربوهیدرات+ پروتئین‌های سطحی یا سراسری غشا

۶) گلیکولیپید ← بخش کربوهیدراتی آن ها در سطح خارجی غشا است. ساختار ← کربوهیدرات + لیپیدهای غشا



☑ نکته

۱) کانال ها و ناقل های غشا تخصصی عمل می کنند، یعنی فقط به یک نوع مولکول اجازه عبور می دهند (مولکول های کوچک مانند آب نیز می توانند از کانال ها عبور کنند).

۲) همه پروتئین های غ شا، در انتقال مواد شرکت ندارند و فقط پروتئین های کانالی و ناقل نقش تبادل مواد را دارند. در این بین تنها پروتئین های ناقل (پمپ) نیاز به انرژی (ATP) دارد.

۳) در زیر سطح داخلی غشای پلاسمایی سلول های یوکاریوتی ، ریز رشته های اسکلت سلولی سیتوپلاسم و در بالای سطح خارجی غشای پلاسمایی آن ها، رشته های ماده بین سلولی قرار دارد.

۴) غشای پلاسمایی نا متقارن است که دلایل ان را می توان به صورت زیر خلاصه کرد :

a) نحوه جایگیری پروتئین ها در سطوح داخلی و خارجی غشا یکسان نیست .
b) گلیکولیپیدها و گلیکوپروتئین ها در **فقط** سطح خارجی غشا قرار می گیرند .
c) فسفولیپید های مختلف در ساختار غشا وجود دارد .

✱ غشای پلاسمایی در سلول های ماهیچه ای ، سارکولم نام دارد .

ریبوزوم :

از اجزای بسیار ریز سلول های یوکاریوتی و پروکاریوتی و فاقد غشا هستند . وظیفه ← مشارکت در پروتئین سازی

هر ریبوزوم دو بخش نامساوی دارد که عبارتند از : ۱) زیر واحد کوچک ۲) زیر واحد بزرگ

این زیر واحدها فقط هنگام پروتئین سازی به یکدیگر متصل می شوند و ساختار هر دوی آن ها از (rRNA + پروتئین ریبوزومی) است .

جایگاه ریبوزوم ها در سلول های :

✓ پروکاریوتی ← فقط در سیتوپلاسم سلول ←کوچکتر و ساده تر از ریوزوم یوکاریوتی هستند و به ریبوزوم های درون میتوکندری و کلروپلاست سلول های یوکاریوتی شبیه هستند ← تایید کننده نظریه درون هم زیستی

✓ یوکاریوتی
- در سیتوزول، بر روی شبکه آندوپلاسمی زبر، بر روی غشای خارجی هسته ← ساختاری پیچیده تر و بزرگ تر از ریبوزوم های پروکاریوتی دارند.
- درون هسته و هستک ← غیر فعال هستند و پروتئین سازی انجام نمی دهند.
- درون میتوکندری و کلروپلاست ← مشابه ریبوزوم های سلول های پروکاریوتی هستند

هسته :

دربر دارنده **بیشتر** ماده ژنتیک سلول های یوکاریوتی و مرکز تنظیم ژنتیک سلول است و DNA موجود در آن فعالیت های سلول را رهبری می کند (بخش کوچکی از ماده ژنتیک سلول های یوکاریوتی در اندامک هایی مانند میتوکندری و کلروپلاست قرار دارد). از نظر تعداد هسته سلول های یوکاریوتی در گروهای زیر قرار می گیرند :

۱) بدون هسته ← گلوبول قرمز، پلاکت

۲) دارای یک هسته ← اکثر سلول های یوکاریوتی مانند سلول های ماهیچه صاف، ماهیچه قلبی و ... .

۳) دارای دو یا چند هسته ← سلول های ماهیچه مختطط و پارامسی و ... .

در ساختار هسته بخش های زیر دیده می شود :

۱) پوشش هسته ← از دو غشای منفذدار (۴ لایه فسفولیپیدی) تشکیل شده که غشای خارجی آن ادامه شبکه اندوپلاسمی است . در محل منفذها دو غشای هسته به یکدیگر متصل هستند . منافذ هسته محلی هستند برای ← خروج mRNA ،tRNA بالغ، ریبوزومو ورود مولکول های هیستون، DNA پلی مراز، RNA پلی مراز، پروتئین های تنظیم کننده ژن ها، پروتئین های پردازش کننده RNA، پروتئین های ریبوزومی و پروتئین های اسکلت هسته ای

۲) شیره هسته ← مایعی است که درون هسته را پر کرده و حاوی DNA و پروتئن های متصل به آن (هیستون ها) ، یک یا چند هستک ، پروتئین های اسکلت هسته ، آنزیم ها (مانند هلیکاز ، DNA پلی مراز ها و RNA پلی مراز ها) ، انواع RNA (شامل mRNA,tRNA,rRNA,sRNA) ، ریبوزوم های غیر فعال و ... می باشند .

☑ نکته :

۱) هستک ← توده ای متراکم در هسته که از رشته ها و دانه هایی تشکیل شده است . هستک جای بخشی از DNA و پروتئین های متصل به آن ، RNA و پروتئین است . هستک محل ساخت ریبوزوم می باشد .

۲) پروتئین های اسکلت هسته ای به صورت شبکه در هم رفته ای در هسته قرار دارند و موجب می شوند :

I) شکل هسته پایدار بماند II) پوشش (غشا) هسته پایدار بماند

دستگاه غشای درونی :

از اندامک های غشاداری تشکیل شده است که در ساخت ، ذخیره و ترشح مولکول های مهم زیستی با هم همکاری دارند . ولی کار اصلی این دستگاه تقسیم فضای درون سلول به قسمت های مختلف است .

شبکه اندوپلاسمی :

دو نوع شبکه اندوپلاسمی **زبر** و **صاف** وجود دارد که غشای سازنده آن ها به هم و به غشای خارجی هسته **پیوسته** است . این دو اندامک از نظر ساختار و عمل با هم متفاوتند . شبکه اندوپلاسمی ، فضای درون سلول را به دو قسمت فضای درون شبکه و فضای بیرون شبکه تقسیم می کند .

شبکه اندوپلاسمی صاف :

شبکه به هم پیوسته از لوله ها وکیسه های غشادار و بدون ریبوزوم است که درون غشای آن ، آنزیم های متعددی جای گرفته اند و کار اصلی این شبکه را انجام می دهند . اعمال آن عبارتند از :

۱) لیپیدسازی ← ساخت موادی از قبیل اسیدهای چرب ، فسفولیپیدها ، استروئیدها (کلسترول و هورمون های استروئیدی) ، تری گلیسرید موم ها (کوتین) و ... . لیپید سازی در تمامی سلول های دارای شبکه اندوپلاسمی صاف انجام می گیرد ، ولی هر یک از فراورده های مذکور توسط نوع خاصی سلول تولید می شود .

۲) تنظیم قند خون ← در شبکه اندوپلاسمی صاف سلول های کبدی انجام می گیرد ، که دارای آنزیم هایی جهت تجزیه گلیکوژن به گلوکز می باشند .

۳) سم زدایی ← در شبکه اندوپلاسمی صاف سلول های کبدی انجام می گیرد و طی آن ، داروها و مواد شیمیایی مضر توسط آنزیم های شبکه تجزیه می شوند .

۴) ذخیره یون کلسیم ← در شبکه سارکوپلاسمی سلول های ماهیچه ای که نشت یون های کلسیم از آن موجب انقباض ماهیچه ای می شود

شبکه اندوپلاسمی صاف در سلول های زیر گسترش بیشتری دارد : سلول های ماهیچه ای (میون ها)، سلول های کبدی، سلول های بخش قشری غده فوق کلیه، سلول های سازنده هورمون های جنسی در بیضه ها و تخمدان، سلول های اپیدرم برگ

شبکه اندوپلاسمی زبر :

از کیسه های پهنی ساخته شده است که به یکدیگر متصل اند و بر روی آن ها ریبوزوم وجود دارد . نزدیک ترین اندامک به هسته سلول یوکاریوتی است . اعمال مهم آن عبارتند از :

۱) غشاسازی ← بعضی از پروتئین های ساخته شده توسط ریبوزوم ها و نیز فسفولیپیدهای ساخته شده توسط آنزیم های شبکه ، درون غشای شبکه اندوپلاسمی قرار می گیرند و آن را وسیع تر می کنند ، تا اینکه قسمتی از این غشای اضافی به دیگر اندامک ها فرستاده شوند .

۲) ساخت پروتئین های ترشحی ← از جمله پروتئین های ترشحی می توان به هورمون های آمینواسیدی ، آنزیم های برون سلولی و پادتن ها اشاره کرد . هر مولکول پادتن از چند رشته پلی پپتیدی ساخته شده است که پس از ساخته شدن توسط ریبوزوم های شبکه اندوپلاسمی زبر و ورودبه شبکه ، درون شبکه اندوپلاسمی کنار هم قرار می گیرند و به این ترتیب پادتن کامل و فعال حاصل می شود .مراحل ساخت پروتئین ترشحی که فقط یک رشته پلی پپتیدی دارد به شرح زیر است :

a) ساخت پلی پپتید توسط ریبوزوم های شبکه اندوپلاسمی زبر و ورود آن به شبکه اندوپلاسمی از طریق منفذ مربوطه

b) اضـــافه شـــدن زنجیره های کوچکی از مولکول های قند به پلی پپتید و ایجاد یک مولکول گلیکوپروتئین و در نتیجه آماده شـــدن جهت ارسال به خارج از شبکه اندوپلاسمی

c) بسته بندی گلیکوپروتئین حاصل در وزیکول انتقالی توسط شبکه اندوپلاسمی

d) جوانه زدن وزیکول انتقالی از غشای شبکه اندوپلاسمی به بیرون و انتقال آن به دستگاه گلژی . بعد از آماده شدن پروتئین برای ترشح ، وزیکول انتقالی از جسم گلژی به غشای پلاسمایی می رود تا محتویات خود را به خارج از سلول ترشح کند .گ

۳) شرکت در لیزوزوم سازی ← از طریق ایجاد آنزیم های لیزوزومی که : هیدرولیز کننده هستند و هنگام خروج از شبکه اند.پلا سمی زبر فعال می شوند.

شبکه اندوپلاسمی زبر در سلول های زیر گسترش بیشتر ی دارد : گلوبول های سفید، سلول های سازنده هورمون های آمینوا سیدی مانند سلول های درون ریز پانکراس و ...، سلول های ترشح کننده آنزیم های گوارشی مثل سلول های پپتیک معده، سلول های همراه آوند آبکش

جسم گلژی :

توسط ((کامیلیو گلژی)) و با استفاده از میکروسکوپ نوری و نیز روش های رنگ آمیزی سلول کشف شد ، ولی برای مشاهده ساختار دقیق آن از میکروسکوپ الکترونی بهره گرفته شده است .

✱ ساختار ← از کیسه های پهنی از جنس غشا تشکیل شده است که روی هم قرار گرفته اند و بر خلاف کیسه های شبکه اندوپلاسمی به طور فیزیکی به هم پیوسته نیستند . هر جسم گلژی دارای سه بخش است :

۱) جایگاه پذیرنده ← به هسته سلول نزدیک تر است و محل ورود وزیکول های از شبکه اندوپلاسمی به جسم گلژی است

۲) بخش میانی ← بین جایگاه پذیرنده و صادر کننده قرار دارد.

۳) جایگاه صادر کننده ← رو به غشای پلاسمایی سلول هاست و بخشی است که وزیکول ها از این طریق از جسم گلژی خارج می شوند.

✱ تعداد در هر سلول ← بین چند عدد تا چند صد عدد . این تعداد به میزان فعالیت ترشحی سلول بستگی دارد که هر چه بیشتر باشد تعداد اجسام گلژی آن سلول بیشتر و اندازه آن ها بزرگتر است .

✱ جسم گلژی با همکاری شبکه اندوپلاسمی کارهای متعددی انجام می دهد که بعضی از آن ها عبارتند از :

۱) نشانه گذاری و توزیع مولکول ها در سلول

۲) شرکت در لیزوزوم سازی (در سلول های جانوری) و واکوئل سازی

۳) شرکت در ایجاد تیغه میانی ← در هنگام سیتوکینز در سلول های گیاهی

۴) تشکیل کیسه های سیناپسی در نورون ها ← وزیکول هایی که حاوی انتقال دهنده عصبی هستند.

☑ نکته :

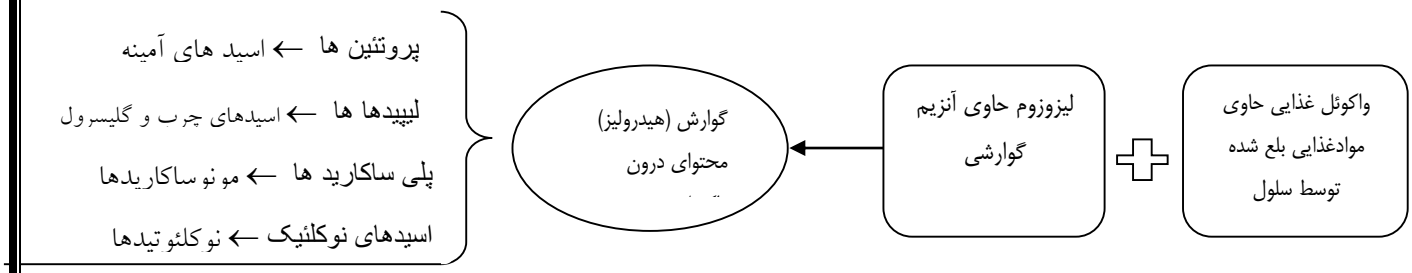
۱) وزیکول های جایگاه صادرکننده جسم گلژی بزرگتر از وزیکول های جایگاه پذیرنده هستند .

۲) حرکت ماکرومولکول ها بین سطوح مختلف د ستگاه گلژی (یعنی از کی سه ای به کی سه دیگر) به کمک وزیکول های انتقال دهنده انجام می گیرد که از غشای یک سطح جوانه می زند و به سطح دیگر می رود و با غشای آن ادغام می شود .

لیزوزوم :

کیسه ای غشادار است که توسط شبکه **اندوپلاسمی زبر** و **دستگاه گلژی** ساخته می شود و حاوی آنزیم های تجزیه کننده ای تحت عنوان ((هیدرولازهای اسیدی)) می باشد که توسط شبکه اندوپلاسمی زبر ساخته شده اند . غشای لیزوزوم سایر قسمت های سلول را از گزند آنزیم های گوار شی لیزوزومی حفظ می کند ، به طوری که بدون لیزوزوم ، هیچ سلولی نمی تواند آنزیم های گوار شی را درون خود دا شته با شد . تعداد لیزوزوم ها در فاگوسیت ها بیشتر از بسیاری از سلول های دیگر است . اعمال لیزوزوم شامل چند کار گوارشی متفاوت است . مانند :

۱) گوارش درون سلولی ← روند آن به صورت زیر است :



۲) بلع و گوارش اندامک های پیر و فرسوده سلول ← از اجزای حاصل از تجزیه این اندامک ها ، اندامک های جدیدی بازسازی می شوند .

۳) نمو جنینی ← آنزیم های لیزوزومی ، بافت هایی را که در زمان جنینی بین انگشتان دست و پا قرار دارد ، تجزیه و انگشتان را از یکدیگر جدا می کنند .

۴) گوارش میکروب های بلعیده شده توسط سلول های فاگوسیت (ماکروفاژها و نوتروفیل ها)

✱ لیزوزوم ها دارای عوامل باکتری کش نیز می باشند و PH درون آن حدود ۵ است .

واکوئل ها :

همانند لیزوزوم ها کیسه هایی از جنس غشا هستند که به دستگاه غشای درونی تعلق دارند . انواع واکوئل ها عبارتند از :

۱) واکوئل های گوارشی (غذایی) ← در تمامی انواع سلول های یوکاریوتی می توانند دیده شوند و با لیزوزوم ها همکاری دارند . این واکوئل ها کیسه های سیتوپلاسمی ریزی هستند که از غشای سلولی منشا گرفته اند و بدور مواد غذایی بلعیده شده توسط سلول کشیده می شوند و آن را وارد سیتوپلاسم می کنند .

۲) واکوئل های ضربان دار ← در آغازیان ساکن آب شیرین دیده می شود . در آب شیرین ، آب دائما وارد سلول آغازی می شود و این واکوئل ها آب اضافی را از سلول جمع کرده و به بیرون می راند . لذا برای حفظ محیط درونی سلول (هومئوستازی) حیاتی هستند . از کار افتادن واکوئل ضربان دار باعث تورم بیش از حد سلول و نهایتا ترکیدن آن می شود . این واکوئل ها در آغازیان زیر دیده می شوند :

۱) پارامسی (دوعدد واکوئل دارد) ۲) اوگلنا (یک عدد واکوئل دارد) ۳) کلامیدوموناس (احتمالا یک عدد واکوئل دارد)

۳) واکوئل مرکزی بزرگ ← از اختصاصات بسیاری از سلول های **گیاهی بالغ** است و در سلول های جانوری و سلول های بنیادی راس ریشه و ساقه – که سلول های گیاهی ولی نابالغ هستند – وجود ندارند . نقش آن در سلول ها عبارتند از :

a) ذخیره آب ← باعث تورژسانس سلول می شود و به بزرگ شدن سلول گیاهی کمک می کند . در نتیجه گیاهان علفی ساکن خشکی می توانند استوار بمانند و یا سلول های نگهبان روزنه می توانند روزنه های هوایی را ببندند .

b) داشتن آنزیم هایی جهت انجام گوارش درون سلول ← لذا می توان آن را به عنوان یک لیزوزوم بزرگ در نظر گرفت .

c) ذخیره مواد شیمیایی حیاتی ← ذخیره Co_2 به صورت اسید کراسولاسه در کاکتوس، آناناس و گیاهان تیره گل ناز

d) ذخیره فراورده‌های دفعی حاصل از متابولیسم سلول← مثلا در گیاهان علفی که مواد دفعی در واکوئل و دیواره سلول جمع می‌شود.

e) ذخیره رنگیزه ها ← باعث جذب حشرات گرده افشان و کمک به گرده افشانی می شود.

f) ذخیره مواد سمی← مانند ذخیره ترکیبات ثانویه که از خورده شدن توسط جانداران گیاه خوار جلوگیری می کند و یا گیاه را در برابر عوامل بیماری زا حفظ می کند.

پراکسی زوم :

اندامک هایی کوچک و مشابه لیزوزوم ها هستند و در مجاورت شبکه اندوپلاسمی صاف قرار دارند . این اندامک ها حاوی آنزیم های اکسیدکننده می باشند و با سوزاندن مولکول های انرژی زا مانند اسیدهای چرب ، به جای ATP ، گرما تولید می کنند . در جریان انجام واکنش های اکسایشی در پراکسی زوم ها آب اکسیژنه – که خود ماده ای اکسنده است – ایجاد می شود . لذا در این اندامک ها آنزیم کاتالاز وجود دارد که سریعا آب اکسیژنه را به آب و اکسیژن تبدیل و در نتیجه آن را سم زدایی می کند تا به استروئیدهایی که در شبکه اندوپلاسمی صاف تولید شده اند ، صدمه ای وارد نشود .

$$H_2O_2 \xrightarrow{\text{کاتالاز}} H_2O + \frac{1}{2}O_2$$

✱ آنزیم کاتالاز توسط ریبوزوم های سیتوپلاسم سنتز می شود ولی در پراکسی زوم فعالیت می کند .

سانتریول:

از ساختارهای سلولی بدون غشا است که در سلول های جانوری و گیاهان ابتدایی مانند خزه و سرخس ها در نزدیکی هسته وجود دارد و در گیاهان پیشرفته دیده نمی شود . سانتریول ها اندامکی استوانه ای شکل و متشکل از ۹ دسته ۳ تایی از میکروتوبول ها هستند . در هر سلول اغلب ۲ سانتریول وجود دارد که عمود بر هم قرار می گیرند (-۱) .

نقش سانتریول ها← ۱- سازماندهی میکروتوبول ها ۲- تشکیل تاژک و مژک ۳- تشکیل دوک تقسیم

✱ ساختارهایی که میکروتوبول دارند عباتند از ← ۱- سانتریول ها ۲- تاژک ۳ – مژک ۴- دوک تقسیم ۵- اسکلت سلولی

☑ نکته : تاژک یوکاریوتی از نظر ساختار و نحوه عمل با تاژک باکتری متفاوت و از جنس میکروتوبول است .در حالی که تاژک باکتری از رشته های پروتئنی دیگر است . سلول های جانوری ممکن است یک یا چند تاژک داشته باشند اما در گیاهان به جز در گامت نر (آنتروزوئید) خزها و سرخس ها که دارای تاژک هستند ، این ساختار دیده نمی شود .

گیاهان

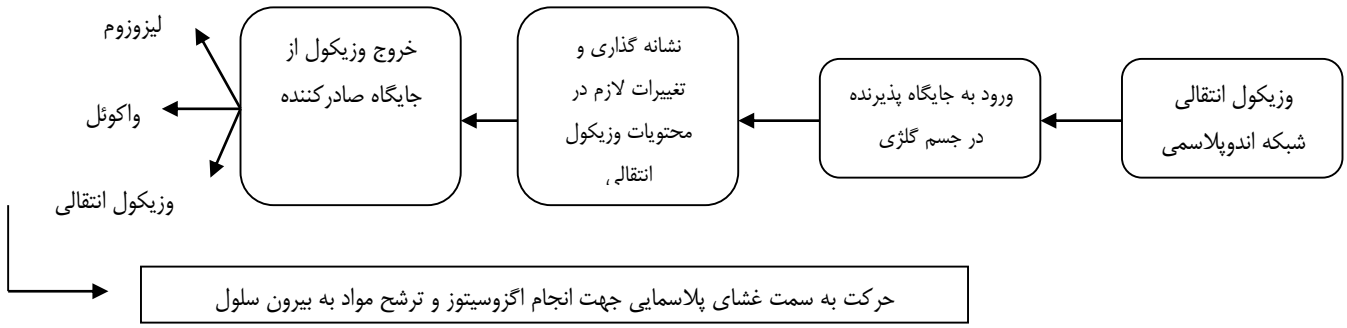
- خزه ها، نهانزادان آوندی :سرخس ها ← از گیاهان ابتدایی ، سانتریول و گامت های نر تاژک
- بازدانگان : کاج ، سرو، نهان دانگان : تک لپه و دولپه ← از گیاهان پیشرفته ، سانتریول و تاژک ندارند

☑ نحوه ارتباط اندامک های دستگاه غشای درونی :

این ارتباط را می توان در دو گروه زیر جای داد :

۱) پیوستگی ساختاری ← پوشش خارجی هسته، شبکه اندوپلاسمی زبر و شبکه اندوپلاسمی صاف به یکدیگر متصل هستند

۲) پیوستگی های کاری ←



پلاست ها :

گروهی از اندامک های دوغشایی و خاص سلول های گیاهی هستند و انواع متفاوتی دارند و هر کدام کار خا صی انجام می دهند . برخی از آنها محل ذخیره نشاسته ، محل ذخیره دانه های رنگی ، محل ذخیره لیپید ها و قطرات روغنی و مهم ترین آن ها کلروپلاست (محل انجام فتوسنتز) است .

کلروپلا ست ← تنها پلا ستی ا ست که دارای کلروفیل ا ست و انجام فتو سنتز را بر عهده دارد که طی آن : انرژی نورانی خور شید به انرژی شیمیایی موجود در مواد غذایی مانند گلوکز ذخیره می شود.

* کلروپلاست در جانداران زیر وجود دارد :

۱- گیاهان سبز ۲- آغازیانی مانند جلبک ها (کلامیدوموناس، اسپیروژیر، ولوکس، کاهوی دریایی، کلپ، جلبک قرمز و ...)، اوگلنا، تاژکداران چرخان، دیاتومه ها و ...

هر کلروپلاست دارای دو غشا صاف و بدون چین خوردگی است . کلروپلاست تنها اندامکی است که دارای سه فضا می باشد . این فضاها از خارج به داخل عبارتند از :

۱) فضای بین غشای خارجی و داخلی

۲) فضایی که توسط غشای درونی احاطه شده است ← این قسمت توسط ماده سیالی به نام بستره پر شده است و در آن DNA , RNA ، ریبوزوم ، نشاسته ، پروتئین ، لیپید و شبکه ای از لوله ها و قرص های غشادار توخالی وجود دارد . این قرص های غشا دار ، تیلاکوئید نامیده می شود .

تیلاکوئیدها← به صورت دسته های چندتایی روی یکدیگر قرار می گیرند که هر دسته را یک **گرانوم** می نامند . فتوسیستم ها و کلروفیل ها در غشای تیلاکوئید ها قرار دارند .

گرانوم ها ← مکان هایی هستند که در آن جا انرژی نورانی خورشید به دام می افتد .

۳) فضای تیلاکوئیدی ← هر تیلاکوئید با فضای درونی تیلاکوئید های دیگر مرتبط است . در نتیجه این فضای درونی سوم ، که فضای تیلاکوئیدی نامیده می شود ، ایجاد می گردد .

میتوکندری :

اندامکی است که انرژی شیمیایی را از شکلی به شکل دیگر تبدیل می کند . این اندامک انجام تنفس سلولی را بر عهده دارد که طی آن :

انرژی شیمیایی موجود در غذاها از جمله قندها به انرژی شیمیایی مولکول های سوختی ATP تبدیل می شود.

میتوکندری دارای دو غشا است :

۱) غشای خارجی ← صاف و بدون چین خوردگی

۲) غشای داخلی ← بسیار چین خورده است و هر چین خوردگی یک تیغه به نام **کریستا** را بوجود می آورد . کریستاها موجب افزایش سطح غشای درونی و در نتیجه افزایش توانایی تولید ATP می شوند ، زیرا آنزیم های سازنده ATP درون این غشا و نیز بر سطح آن جای دارند .

میتوکندری دارای دو فضا است :

۱) فضای بین دو غشا ← یون های H^+ توسط زنجیره انتقال الکترون و با استفاده از انرژی الکترون های عبوری از زنجیره، از فضای درون میتوکندری به فضای بین دو غشا تلمبه می شود.

۲) فضایی که توسط غشای درونی احاطه شده است ← با ماده سیالی به نام ماتریکس پر شده است و در آن DNA ، RNA و ریبوزوم وجود دارد . بسیاری از واکنش های مربوط به تنفس سلولی (مانند گلیکولیز) درون ماتریکس انجام می گیرد .

☑ یاد آوری :

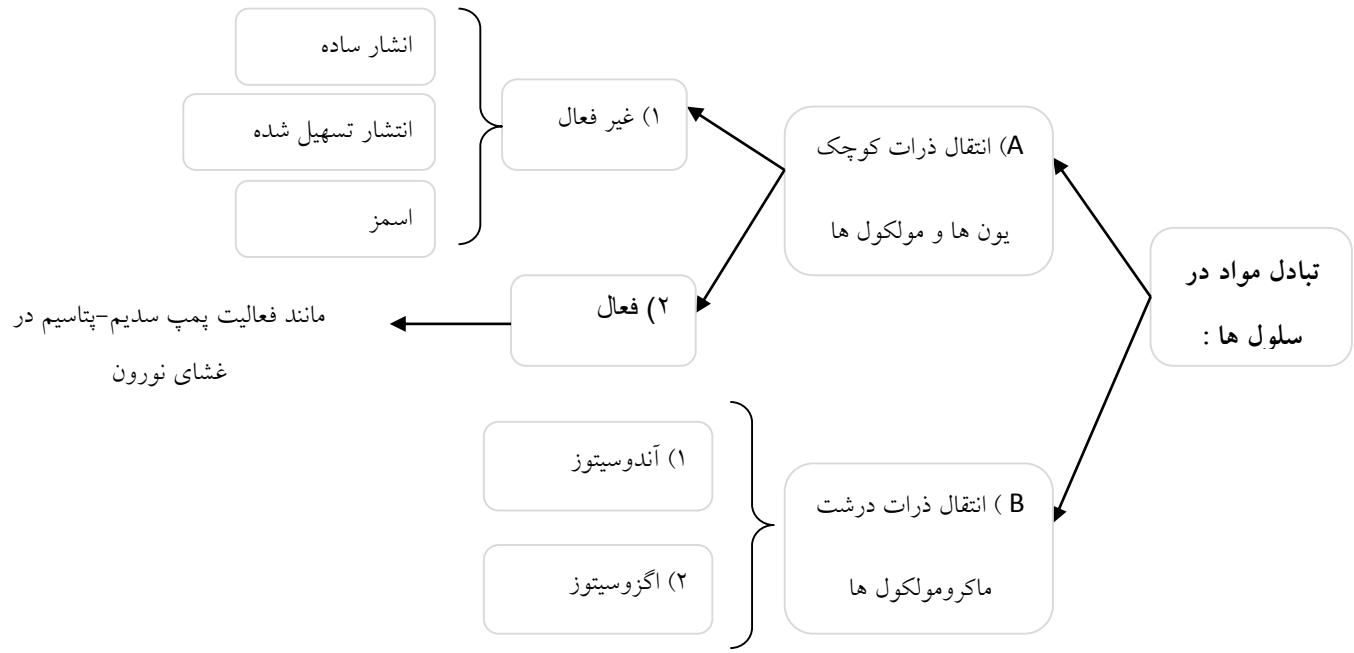
۱) در باکتری های فتوسنتز کننده ، رنگیزه های فتوسنتزی در غشای پلاسمایی قرار دارند ، چون باکتری ها کلروپلاست ندارند . همچنین در کلیه باکتری ها ، آنزیم تجزیه کننده ATP در غشای پلاسمایی جای دارد زیرا باکتری میتوکندری ندارد .

۲) تعداد تیغه های میتوکندری های سلول های ماهیچه بیشتر از سلول های دیگر است ، زیرا این سلول ها ATP بیشتری نیاز دارند .

۳) توجه کنید که در بخش هایی که به ATP زیادی نیاز دارند ، تراکم میتوکندری ها نیز بیشتر است . مثلا در : قطعه میانی اسپرم (جهت حرکت دم تاژکی اسپرم)، پایانه آکسون (جهت اگزوسیتوز ناقلین عصبی)، سلول های ماهیچه ای جهت انقباض)، سلول های کبدی (جهت فرایندهای مختلف زیستی)، سلول های استوانه ای پوشش روده باریک (جهت جذب مواد مختلف) و ... .

۴) محل نهایی اضافه شدن قند به یک مولکول ترشحی ، دستگاه گلژی است .

۵) مشاهده جزئیات درون هر نوع سلول ، با میکروسکوپ الکترونی گذاره امکان پذیر است .



A) انتقال ذرات کوچک مانند یون ها و مولکول های کوچک:

۱) انتقال غیر فعال ← فرایندی کاملا فیزیکی و بدون مصرف انرژی زیستی (ATP) است . این انتقال در جهت شیب غلظت (شیب انتشار) و از غلظت زیاد به غلظت کم صورت می گیرد . نتیجه نهایی انتقال غیر فعال یک ماده ، یکسان شدن غلظت آن در طرفین غشای سلول

است ، ولی حتی در این حالت نیز مولکول ها همچنان به سوی دو طرف غشا در حرکتند ((ولی حرکت خالص مولکول ها برابر صفر است))

تعداد مولکول هایی که به سمت غلظت بیشتر می روند – تعداد مولکول هایی که به سمت غلظت کمتر می روند = حرکت خالص مولکول ها

انواع انتقال غیر فعال عبارتند از :

✓ **انتشار ساده :**

از طریق فضاهای موجود در در بین مولکول های فسفولیپید غشا صورت می گیرد و پروتئین های انتقال دهنده در آن نقشی ندارند . لذا فرایندی غیر اختصاصی است .

مثال : ورود O_2 به سلول و خروج Co_2 از آن .

✓ **انتشار تسهیل شده :**

از طریق کانال های پروتئینی که – پروتئین های سراسری هستند – انجام می گیرد ، لذا فرایندی اختصاصی است .

مثال : انتقال موادی که نمی توانند به راحتی از غ شای ف سفولیپیدی عبور کنند ← مانند یون ها که بار الکتریکی دارند و مولکول های کوچک نامحلول در لیپید. مثال← انتقال سدیم و پتاسیم از طریق کتنال های دریچه دار سدیمی و پتاسیمی در غشای نورون

✓ **اسمز :**

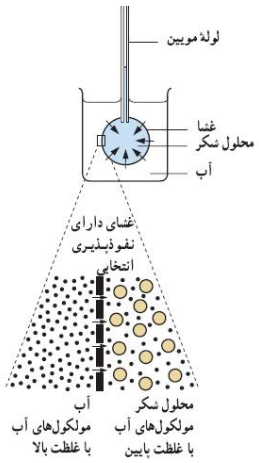
انتشار آب از عرض یک غشای دارای نفوذپذیری انتخابی (تراوایی نسبی) است . شرط انجام اسمز عبارتند از :

۱) وجود یک غشای نیمه تراوا ۲) دو محلول با غلظت متفاوت آب در دو طرف غشا

* فشار اسمزی ← عبارتنداز تمایل یک محلول به جذب مولکول های آب که به مقدار ماده حل شده در آن محلول بستگی دارد.

هرچه مقدار ماده حل شده ↑ غلظت آب ↓ فشار اسمزی ↑ و بلعکس.

مثال :



- محلول شکر در کیسه با غشای نیمه تراوا ، آب خالص را به سمت خود می کشد و سطح مایع در لوله مویین متصل به کیسه ، بالاتر می رود .
- قرار گرفتن سلول در محیطی رقیق تر از داخل آن :

در سلول جانوری ← آنقدر آب وارد سلول می شود که می ترکد ، زیرا غشای سطحی آن نازک است . در نتیجه خون و مایع میان بافتی غلظتی مشابه داخل سلول دارند تا آب بیش از حد از طریق اسمز وارد سلول نشود .

در سلول گیاهی ← آب از بیرون سلول به درون واکوئل جریان می یابد و در نتیجه سلول باد می کند ، ولی به دلیل وجود دیواره سلولی نمی ترکد ، که به آن تورژسانس یا آماس گویند . آماس سلول ها در گیاهان خشکی بسیار مهم است ، زیرا باعث شادابی برگ های آن ها و استوار ماندن ساقه های گیاهان علفی می شود .

قرار گرفتن سلول در محیطی غلیظ تر از داخل آن : سلول آب و در نتیجه تورم خود را از دست می دهد . این پدیده در سلول های گیاهی پلاسمولیز نام دارد و موجب خم شدن ساقه گیاهان علفی و پژمرده شدن برگ گیاهان می شود .

☑ **یادآوری :**

باید بدانید که برابر شدن غلظت در دو طرف غشا به معنی توقف ورود و خروج مولکول ها به داخل و خارج سلول نیست بلکه ، حرکت مولکول ها در دو سمت غشا همچنان ادامه دارد اما تعداد مولکول هایی که به داخل سلول می روند با مولکول هایی که خارج می شوند برابر است .

۲) انتقال فعال :

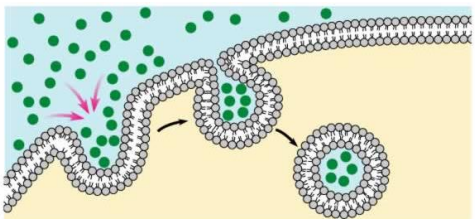
همراه با مصرف انرژی زیستی (ATP) و در جهت خلاف شیب غلظت است . انتقال فعال در واقع حرکت مولکول ها از جای کم تراکم به جای پر تراکم است که به کمک **مولکول های ناقل پروتئینی** – که پروتئین های سراسری هستند – صورت می گیرد، لذا فرایندی اختصاصی است .

مثال : جذب یون ها و برخی مواد تو سط تارهای کشنده ریشه گیاهان ، جذب گلوکز و اسیدهای آمینه در روده باریک و بازجذب آن ها در لوله خمیده نزدیک کلیه ، عملکرد پمپ Na^+-K^+ ATP_{ase} و ... .

B) انتقال ذرات درشت (ماکرومولکول ها):

به کمک کیسه های غشایی و با مصرف انرژی زیستی (ATP) انجام می گیرد . انواع آن عبارتند از :

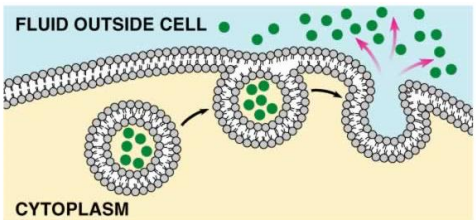
۱) آندوسیتوز :



ورود ذرات درشت به سلول از طریق ایجاد وزیکول (واکوئل غذایی) است .

مثال : تغذیه در موجودات تک سلولی مانند آمیب

۲) اگزوسیتوز :



دفع یا ترشح ذرات درشت به بیرون از سلول از طریق وزیکول های ترشحی است .

مثال : خروج پادتن ها از پلاسموسیت ها به خون ، خروج ناقلین عصبی از پایانه آکسون به فضای سیناپسی و ... .

☑ نکته:

۱) عوامل افزایش دهنده سرعت انتشار یک ماده عبارتند از : افزایش گرمای محیط (از طریق افزایش انرژی جنبشی مولکول های محیط)، افزایش تفاوت غلظت ماده در طرفین غشا، کوچکتر بودن ماده انتقال یابنده، حلالیت بیشتر مولکول های انتقال یابنده در چربی.

۲) غشای دارای نفوذپذیری انتخابی = غشای نیمه تراوا = غشای دارای تراوایی نسبی

۳) غشای نیمه تراوای زیستی مانند ← غشای سلول غشای نیمه تراوای غیر زیستی مانند ← کاغذ سلوفان

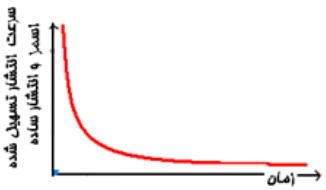
* دیواره سلولی گیاهان نسبت به آب وموادی که در آن حل می شود کاملا تراوا است.

۴) در اثر تورژسانس دیواره سلول های گیاهی دچار کشیدگی و تغییر شکل می شوند و در نتیجه شکل کلی سلول گیاهی نیز تغییر می کند . مثلا یک سلول گیاهی چهار وجهی در اثر تورژسانس گرد یا بیضی می شود .

۵) برای جلوگیری از تغییر مقدار غشای پلاسمایی ، همیشه همراه اندوسیتوز در سلول اگزوسیتوز نیز انجام می گیرد .

به نمودار های زیر دقت کنید :

نمودار سرعت انتشار ساده و اسمز در غلظت ماده انتقال یابنده:

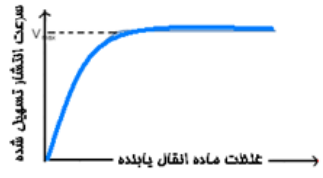


در این انتقال هر چه غلظت ماده انتقالی بیشتر باشد، سرعت انتشار و اسمز نیز بیشتر می شود، چون انتقال از عرض غشا انجام می شود و نیازی به پروتئین های غشا ندارد.

نمودار سرعت انتشار ساده، تسهیل شده، اسمز در واحد زمان :

گفتیم که هر چه تفاوت غلظت دو طرف غشا بیشتر باشد، سرعت انتشار نیز بیشتر است. و چون به مرور زمان در اثر انتشار مواد بین دو سوی غشا، تفاوت غلظت کاهش می یابد، در نتیجه به مرور زمان سرعت انتشار کاهش می یابد.

نمودار سرعت انتشار تسهیل شده در غلظت ماده انتقال یابنده:



انتظار می رود که هرچه غلظت ماده مورد نظر بیشتر شود، سرعت انتشار تسهیل شده نیز بیشتر شود، اما دیدیم که انتشار تسهیل شده توسط پروتئین های کانالی غشا انجام می شد، و مطمئنا تعداد این پروتئین ها در غشا محدود است، لذا با افزایش غلظت ماده انتقال یابنده تا حدی سرعت انتشار تسهیل شده افزایش می یابد و سپس به حدی ثابت می رسد. چون در این زمان، تمام کانال های دریچه دار اشباع شده و به نهایت ظرفیت خود برای انتقال می رسند.

یادداشت :