

## سلول یوکاریوتی

گیاهان - جانوران - قارچ ها و آغازیان همه دارای سلول های یوکاریوتی هستند. این سلول ها می توانند حتی هزاران بار بزرگتر از سلول های ساده ی پروکاریوتی باشند. اصلی ترین تفاوت سلول های یوکاریوتی و پروکاریوتی در این است که سلول های یوکاریوتی دارای اندامک ها و بخش های داخل سلولی احاطه شده توسط غشا های داخل سلولی هستند که در این بخش ها فعالیت های متابولیک خاصی انجام می گیرد. مهم ترین این اندامک ها هسته است. هسته بخشی از سلول یوکاریوتی است که توسط دو لایه غشای پلاسمایی ( 4 لایه فسفولیپید ) پوشیده شده است و حاوی ماده ژنتیک سلول یوکاریوتی می باشد. نام یوکاریوت ها نیز که در لاتین به معنی "هسته واقعی" می باشد از همین گرفته شده است. سایر تفاوت های یوکاریوت ها و پروکاریوت ها عبارتند از:

غشای سلولی یوکاریوت ها نیز مشابه پروکاریوت ها است و فقط در ترکیب و جایگیری پروتئین ها و انواع مختلف فسفولیپید ها تفاوت اندکی دارد.

سلول های یوکاریوتی ممکن است دیواره سلولی داشته باشند و ممکن است فاقد دیواره سلول باشند. در سلول های یوکاریوتی - ماده ژنتیک سلول یک یا چند مولکول خطی DNA است که هر یک از این مولکول ها یک کروموزوم نامیده می شود. بیشتر این کروموزوم ها در تعامل با پروتئین های مختلف از جمله هیستون ها قرار دارند و در هسته ی سلول جای گرفته اند. برخی از اندامک های سلول های یوکاریوتی از جمله میتوکندری و کلروپلاست نیز دارای مقدار کمی DNA هستند.

بیشتر سلول های یوکاریوتی دارای مژک های اولیه هستند و مژک های اولیه نقش مهمی در حس کردن مواد شیمیایی - حس کردن محرک های مکانیکی و حس کردن دما ایفا می کنند. حتی بعضا ممکن است از مژک به عنوان آنتن حسگر سلول یاد شود. همچنین برخی از انواع مژک ها که دارای زیر ساختار میکروتوبولی هستند در حرکت سلول نقش ایفا می کنند. این مژک ها مژک های متحرک سلول نامیده می شوند.

سلول های یوکاریوتی می توانند با استفاده از مژک های متحرک یا تاژک ها حرکت کنند. تاژک یوکاریوت ها بسیار پیچیده تر از تاژک در سلول های پروکاریوتی است.

چون سلول قادر است همه اعمال یک موجود زنده را بطور کامل انجام دهد، بنابراین به عنوان واحد حیات محسوب می گردد. ولی از آنجا که همه بافتها و ارگانهای بدن از اجتماع سلولها تشکیل شده، بطور مرسوم سلول را واحد ساختمان بدن نامیده اند. ماده حیاتی تشکیل دهنده سلول را پروتوپلاسم (Protoplasm) می نامند که عمده قسمت آن غیر از هسته سلول، سیتوپلاسم، محتویات هسته (Karyoplasm) می باشد. پروتوپلاسم بوسیله غشایی از محیط اطراف جدا شده است که آن را غشای سلولی یا cell membrane می نامند. پروتوپلاسم از آب، الکترولیتها، املاح و ماکرومولکولهای آلی مانند پروتئینها، پلی ساکاریدها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک تشکیل شده است که محیط و بستر مناسبی را برای فعالیت های سلول فراهم می کند.

ارگانلها organelles، ساختمانهای تخصص یافته‌ای هستند که اعمال مختلفی را هدایت می‌کنند و در داخل سیتوپلاسم پراکنده‌اند. در گذشته، سیتوپلاسم منهای ارگانلها را محلولی بی‌شکل محسوب می‌نمودند و آنرا سیتوزول (مایع سلولی Sytosole) می‌نامیدند. استفاده از تکنیکهای پیشرفته بیانگر آن است که سیتوپلاسم سلول حاوی شبکه بسیار ظریف و پیچیده‌ای از الیاف باریک microtrabecular می‌باشد که همراه اجزای محلول آن در مجموع ماتریکس سلولی (cytomatrix) نامیده می‌شود. ساختمان و عملکرد ارگانلهای سلولی عبارتند از:

### غشای سلولی

غشای سلولی ساختمانی است به ضخامت 7 تا 10 نانومتر که محدوده سلول را معین کرده و به عنوان سد انتخابی، مبادله مواد بین سلول و محیط اطرافش را کنترل می‌کند. بنابراین اولین نشانه آسیب سلولی، متورم شدن سلول می‌باشد که در اثر از بین رفتن قدرت انتخابی غشا و هجوم مواد به داخل سلول بوجود می‌آید. غشای ساختمانی است لیپوپروتئینی یعنی بطور عمده از لیپیدها و پروتئینها تشکیل شده، با وجود این، مقدار کمی کربوهیدراتها نیز در ساختمان آن شرکت دارد. ریبوزومها (Ribosomes)

ریبوزومها ذرات بسیار کوچک و متراکمی با ابعاد 15 تا 25 نانومترند که عمدتاً از RNA 7 و مقداری پروتئین ساخته شده‌اند. از نظر ساختمانی از دو زیرواحد کوچک و بزرگ تشکیل شده‌اند که هر دو زیرواحد در هستک ساخته شده‌اند و جهت شرکت در پروتئین سازی به سیتوپلاسم منتقل شده‌اند.

### هسته سلول

هسته ساختمانی است گرد یا بیضوی به ابعاد 5 تا 10 میکرون که همه سلولهای بدن بجز گویچه‌های قرمز حاوی هسته می‌باشند. اغلب سلولها دارای یک هسته، برخی دارای دو هسته (سلولهای کبدی) و معدودی دارای هسته‌های متعدد می‌باشند (سلولهای عضله مخطط). شکل و موقعیت هسته در هر سلول بستگی به شکل سلول دارد. هسته همه فعالیت‌های حیاتی سلول از قبیل سنتز پروتئین، تقسیم، تمایز و رشد سلولی را کنترل می‌کند. هسته از نظر ساختمانی از سه قسمت غشای هسته، کروماتین و هستک تشکیل شده است.

### شبکه آندوپلاسمی

شبکه آندوپلاسمی با میکروسکوپ الکترونی به صورت وزیکولهای پهن یا لوله‌های پهن و دراز منشعب و مرتبط با هم مشاهده می‌گردند. این لوله‌ها و وزیکولها شبکه بهم پیوسته و وسیعی را در داخل سیتوپلاسم بوجود می‌آورند که به دو صورت صاف (SER) و دانه دار (RER) دیده می‌شود. شبکه آندوپلاسمی صاف فاقد ریبوزوم در سطح خود می‌باشد و با داشتن آنزیمهای خاص وظایفی از جمله متابولیسم لیپیدها، خنثی سازی سموم و ذخیره کلسیم را بر عهده دارد. شبکه آندوپلاسمی دانه دار، دارای ریبوزوم در سطح خود می‌باشد. بنابراین در پروتئین سازی دخالت دارد.

## دستگاه گلژی

دستگاه گلژی ، از کیسه‌ها و واکوئل‌های پهن محدب تشکیل شده که بطور موازی روی هم چیده شده‌اند. منحنی بودن کیسه‌های تشکیل دهنده دستگاه گلژی باعث می‌شود که این ارگانل از نظر شکل ظاهری دارای یک سطح محدب (cis) و یک سطح مقعر (Trans) باشد. گلژی معمولا در بالای هسته قرار دارد، ولی جایگاه آن در سلولهای مختلف ممکن است متفاوت باشد. وظیفه گلژی شرکت در پروتئین سازی با همکاری شبکه آندوپلاسمی دانه‌دار می‌باشد. پروتئینهای ساخته شده در شبکه آندوپلاسمی دانه‌دار ، توسط وزیکولهای حامل به دستگاه گلژی منتقل می‌گردند. چون وزیکولهای حامل به سطح محدب گلژی اتصال می‌یابند، سطح محدب گلژی را سطح سازنده نیز می‌نامند. در پروتئینهای منتقل شده به دستگاه گلژی ، تغییرات زیر به عمل می‌آید:

بریده شدن قطعات اضافی از مولکولهای اولیه  
افزوده شدن مواد فنودی  
افزوده شدن سولفات  
افزوده شدن فسفات  
تغلیظ و بسته‌بندی

این تغییرات ضمن عبور از کیسه‌های متعدد گلژی انجام می‌گیرد و عقیده بر این است که کیسه‌های گلژی از نظر محتویات آنزیمی متفاوت‌اند. پروتئینها پس از بدست آوردن فرم نهایی خود به صورت گرانولهای محصور شده در غشا از سطح مقعر گلژی خارج می‌شوند. به همین دلیل سطح مقعر گلژی را سطح ترش‌خی نیز می‌نامند.  
لیزوزومها

لیزوزومها با میکروسکوپ الکترونی به صورت گرانولهای متراکمی مشاهده می‌شوند که 0.5 تا 0.05 میکرون قطر دارند و بوسیله غشا محصور شده‌اند. لیزوزومها حاوی تقریبا 50 نوع آنزیم می‌باشند که همه آنها در PH اسیدی فعالند. بنابراین لیزوزوم دستگاه گوارش سلول محسوب می‌شود و قادر به هضم مواد خارجی وارده به سلول و ارگانلهای فرسوده شده می‌باشند.

## میتوکندری

میتوکندری ارگانلی است گرد یا میله‌ای که ابعاد آن 0.5 تا 1 میکرون می‌باشد. به عنوان مرکز مولد انرژی سلول می‌باشد که قادرند انرژی شیمیایی نهفته در مواد آلی مختلف را به انرژی قابل استفاده سلول یعنی آدنوزین تری فسفات (ATP) تبدیل نمایند. بنابراین هرچه مصرف انرژی سلول بیشتر باشد، اندازه میتوکندریها بزرگتر و تعداد آنها بیشتر خواهد بود و برعکس. حتی در درون سلول میتوکندریها در بخشی از سلول قرار می‌گیرند که نیاز به انرژی جهت انجام فعالیت بیشتر باشد.

میتوکندری بوسیله دو غشای بیرون و درونی محصور شده که غشای بیرونی صاف ولی غشای درونی دارای چینهای تیغه ماندنی است که "کریستا" (crista) نامیده می شود و فضای بین دو غشا را "فضای بین غشایی" و فضای محدود شده بوسیله غشای درونی را "ماتریکس میتوکندری" می نامند که محتوی پروتئین، DNA، گرانولهای ریز و متراکمی مملو از کلسیم، منیزیم، فسفات و ساختمانهای ریبوزوم مانند می باشد.

پراکسی زوم

پراکسی زومها در گذشته میکروبادی Microbody نیز خوانده می شدند. ارگانلهایی هستند شبیه لیزوزومها که حاوی آنزیمهای هیدروکسی اسید اکسیداز، O- آمینو اکسیداز و کاتالاز می باشند که دو آنزیم اولی در تولید پراکسید هیدروژن H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> دخیلند و آنزیم کاتالاز سبب تجزیه آن به آب و اکسیژن می شود.

با توجه به فراوانی آنزیم کاتالاز در پراکسی زومها، عقیده بر این است که سلولها را از اثرات سمی H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> حفظ می کنند که در سلولهای کبدی و کلیوی به تعداد فراوان یافت می شوند. منشا این ارگانل به عقیده بعضی، شبکه آندوپلاسمی دانه دار و به عقیده برخی دیگر شبکه آندوپلاسمی صاف می باشد.

سانتریولها

سانتریولها به صورت دو ساختمان میله ای کوتاه و عمود بر هم در مجاورت هسته سلول قرار دارند و با سیتوپلاسم اطراف خود "سانتروزوم" نامیده می شود که قبل از تقسیم سلول همانندسازی می کنند و به قطبین سلول مهاجرت کرده و در دو سر دوکهای تقسیم قرار می گیرند. هر سانتریول، استوانه ای است به قطر 0.2 میکرون و به طول 0.5 میکرون که دیواره آن از 9 سری میکروتوبول سه تایی تشکیل شده است. سانتریولها برای تشکیل مژه و تاژک ضروری اند. ارگانلهایی که تاکنون مورد بحث قرار گرفتند، همگی به وسیله غشا محصور شده اند، ولی ارگانلهایی نیز وجود دارند که فاقد غشا هستند و شامل میکروتوبولها و میکروفیلامنتها می باشند.

در زیست شناسی به جاندارانی که یاخته های آن هسته واقعی دارند یوکاریوت (Eukaryote) یا هوهسته ای گفته می شود.

به همین منوال، به فرمانروی جانداران تک یاخته ای و پُریاخته ای که یاخته های آنها هسته واقعی و غشا دارد، هوهسته ای ها (Eukaryotae) می گویند.

هوهسته ای ها دارای یاخته هایی هستند که در آنها ماده ژنتیکی در یک غشای دو لایه ای محفوظ شده که هسته یاخته نام دارد. موجودات پرسلولی همگی یوکاریوت هستند و در مقابل یوکاریوت گروهی به نام پروکاریوت یا پیش هسته ای قرار دارد که در آنها ماده ژنتیکی در تماس مستقیم با سیتوپلاسم قرار دارد.

هسته‌ها دارای کروموزوم خطی هستند و اندامک‌های غشاداری مانند میتوکندری نیز دارند. ریبوزوم‌های سلول‌های هسته‌ای پیچیدگی بیشتری نسبت به ریبوزوم‌های سلول‌های پیش‌هسته‌ای دارند و کمی بزرگترند.

داشتن هسته غشادار و میان‌یاخته حاوی اندامک‌های یاخته‌ای که شامل همهٔ یاخته‌ها به‌جز باکتری‌ها می‌شود را هوهستگی (eukaryosis) می‌گویند.

یوکاریوت‌ها بجز گروه موزا، در تمام چهار گروه اصلی دیگر وجود دارند. هسته آنها با یک غشا از سایر اجزای درون سلول جدا می‌شود. یوکاریوت در یونانی به معنی "واقعا هسته‌ای" است. یوکاریوت در درون خود تعداد زیادی اجزای مختلف دارند که حول هر یک از آنها را یک غشا احاطه کرده است.

هر یک از این بخشها انجام وظیفه مشخصی را بر عهده دارند، مثلا میتوکندری یا کلروپلاست، فعالیت‌های متابولیک و تبدیل انرژی در سلول را انجام می‌دهند. در بخش اجزای سلول کار تک تک این اندامها را شرح داده ایم.

یک دسته مهم از یوکاریوت‌ها، سلول‌های گیاهی هستند. سلول‌های گیاهی تمامی ویژگی‌های یوکاریوت‌های دیگر را دارند، اما سه ساختار خاص خود دارند که در سایر اعضای این گروه وجود ندارند: پلاستید، دیواره سلولی و واکوئل.

یوکاریوت‌ها دارای هسته‌ی مشخصی هستند که ماده ژنتیک آن‌ها را از سیتوپلاسم

( سایر محتویات درون سلول ) جدا می‌کند ولی در پروکاریوت‌ها چنین هسته‌ای وجود ندارد و ماده ژنتیک پروکاریوت‌ها مستقیما در تماس با محتویات سلول قرار دارند.

یکی دیگر از تفاوت‌های این دو دسته‌ی جانداران تفاوت در ریبوزوم‌های آن‌ها است.

ریبوزوم جزئی از سلول است که وظیفه‌ی پروتئین‌سازی را بر عهده دارد.

ریبوزوم‌های پروکاریوتی در قیاس با ریبوزوم‌های یوکاریوتی بسیار کوچک‌تر هستند.

نکته‌ی جالب توجه اینجاست که ریبوزوم‌ها داخل میتوکندری‌ها و کلروپلاست‌ها ( از اندامک‌های سلول‌های یوکاریوتی )

مشابه ریبوزوم‌های پروکاریوت‌ها هستند. این موضوع یکی از چندین مدرک برای اثبات این قضیه است که می‌توکندری و

کلروپلاست از هم‌زیستی سلول‌های پروکاریوتی با سلول پیش‌یوکاریوت اولیه به وجود آمده‌اند.