فصل سوم

ساختار و عمل سلول

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند :

۱ــ قسمتهای اصلی تشکیل‌دهنده سلول را نام ببرد.

۲ــ ساختمان، خصوصیّات و اعمال غشای سلول را به‌اختصار شرح دهد.

۳ــ راههای عبور و مرور مواد از غشا را به‌اختصار شرح دهد و تفاوت مصرف انرژی بین آنها را بیان نماید.

۴ــ اندامکهای مختلف سلولی را نام برده و در مورد ساختمان و عمل هریک به‌طور خلاصه توضیح دهد.

۵ ــ سازماندهی اطّلاعات وراثتی به‌صورت کروموزوم را شرح دهد.

۶ ــ تقسیم سلولی میتوز و موارد وقوع آن را توضیح دهد.

۷ــ تقسیم سلولی میوز و لزوم و موارد وقوع آن را شرح دهد.

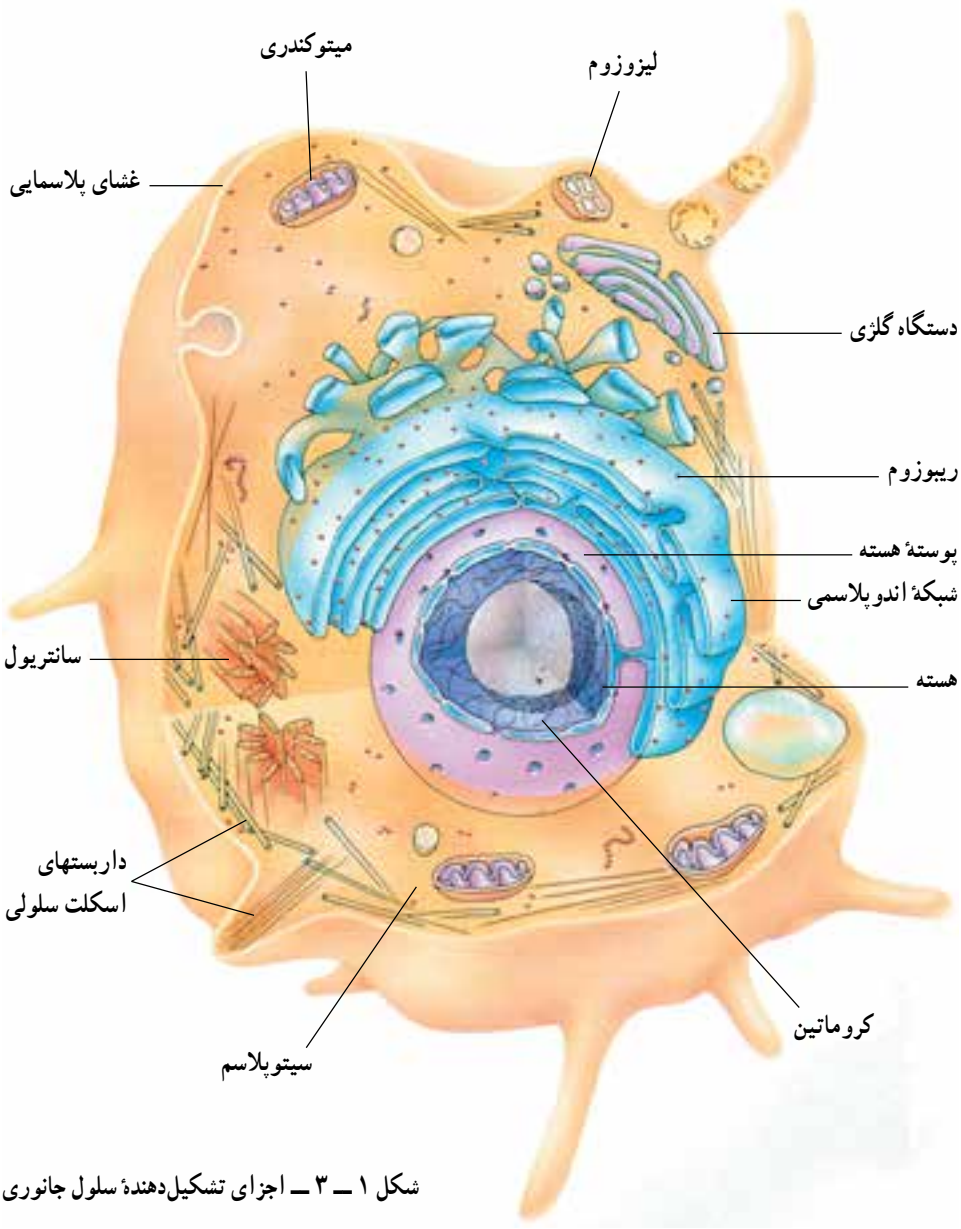
خواندیم که بدن تمام موجودات زنده از واحدی به‌نام «سلول» تشکیل شده است. هر سلول دارای سه قسمت اصلی است (شکل ۱ــ۳) :

۱ــ غشای سلول که مانند دیواره‌ای آن را احاطه کرده است و نقش برقرارکنندهٔ بسیاری از ارتباطات سلول با محیط اطرافش را برعهده دارد.

۲ــ سیتوپلاسم که محیط نیمه‌سیال درون غشا را تشکیل می‌دهد و اجزای مختلف سلول در آن جای دارند، هریک از این اجزا، که وظیفهٔ خاصی را برعهده دارند، «اندامک[۱]» نامیده می‌شوند.

۳ــ هسته کنترل‌کنندهٔ فعالیتهای سلول است و مواد ارثی را نیز در خود جای می‌دهد. در ادامه این مطالب ابتدا با غشای سلول، اعمال آن و نحوهٔ انتقال مواد از طریق غشا و سپس، هسته و اندامکهای سلولی آشنا می‌شوید.

۱ــ Organell



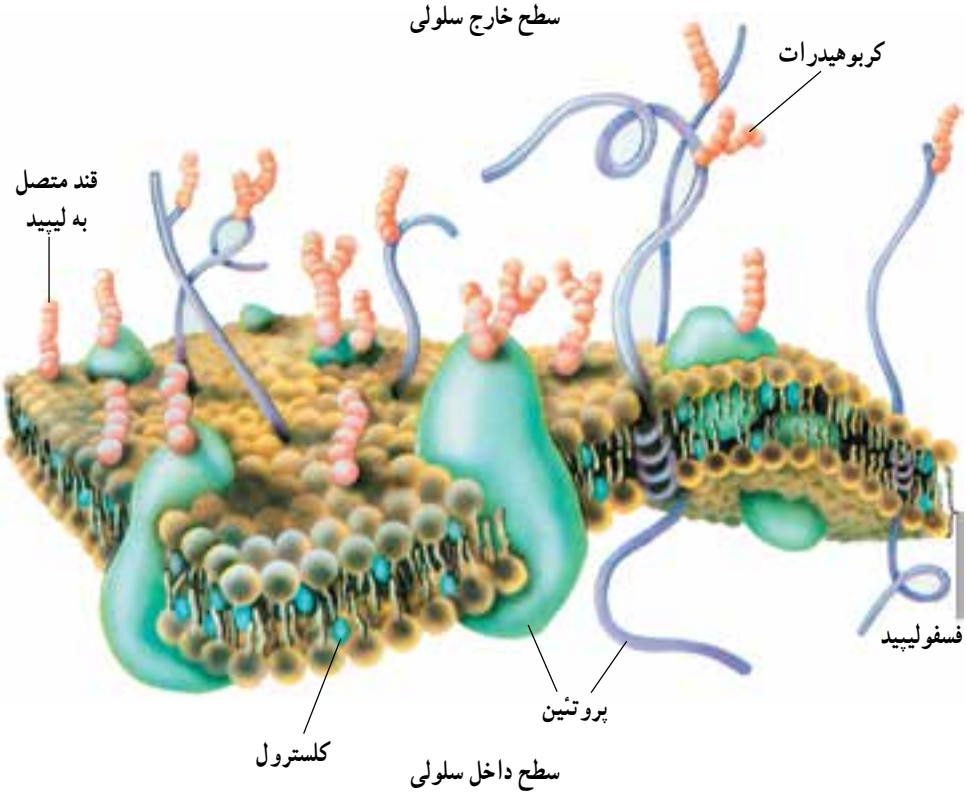
شکل ۱ ــ ۳ ــ اجزای تشکیل‌دهندهٔ سلول جانوری

۱ــ۳ــ غشای سلول

غشای سلول[۱]، متشکل از دو لایهٔ مولکولهای فسفولیپیدی است که مولکولهای پروتئینی نیز به‌طور نامنظم در درون آن قرار گرفته‌اند. مولکولهای مختلف قندی نیز به برخی از مولکولهای چربی

۱ــ Cell membrane

و پروتئینی متصل می‌شوند (شکل ۲ــ۳). هر سلول برای زنده ماندن باید موادی را از محیط بگیرد و مواد زاید خود را نیز بیرون بریزد. مهمترین عمل غشا، تنظیم تبادل مواد سلول با محیط اطراف است



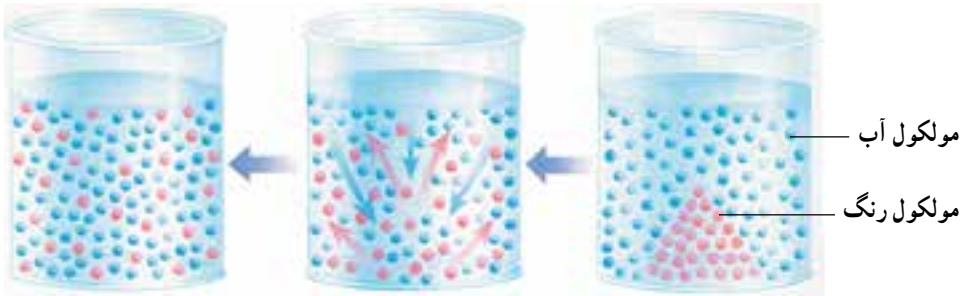
شکل ۲ ــ ۳ ــ ساختار غشای سلول

زیرا این بخش، قدرت انتخاب و کنترل ورود و خروج مواد را برعهده دارد. راههای عبور مواد مختلف از غشا را می‌توان به‌صورت زیر تقسیم‌بندی نمود :

۱ــ انتشار ساده[۱]: چنانچه درِ شیشهٔ عطری را در اتاق باز کنید، پس از مدتی بوی آن در تمام اتاق قابل استشمام است زیرا مولکولهای عطر در هوا منتشر می‌شوند. مولکولهای تمام مواد، دائماً درحال حرکت هستند. در این میان مولکولهای گاز از مولکولهای مایع سریعتر و مولکولهای اجسام جامد بسیار کند حرکت می‌کنند، به همین دلیل نمی‌توانیم حرکت آنها را تشخیص دهیم. حرکت مولکولها منظّم نیست و در جهت خاصی انجام نمی‌گیرد ؛ بنابراین مولکولها در مسیرشان با هم برخورد می‌کنند. اما اگر مقداری گاز یا مایع را در یک فضای بسته قرار دهیم، مولکولهای آن،

۱ــ Simple Diffusion

به‌قدری به اطراف حرکت می‌کنند تا در تمام فضا به‌طور یکنواخت پراکنده شوند (شکل ۳ــ۳). پراکندگی تدریجی مولکولها را «انتشار ساده» می‌گویند. در انتشار ساده، همیشه مولکولها از جایی که غلظتشان بیشتر است به جایی که غلظتشان کمتر است، حرکت می‌کنند. بعضی از مواد از همین طریق می‌توانند از فضای بین مولکولهای تشکیل‌دهندهٔ غشا نیز رد شده، به داخل سلول راه یابند و یا از آن خارج شوند. مثلاً گاز اکسیژن که مورد استفادهٔ سلولهای ما قرار می‌گیرد، در بیرون سلول غلظت بیشتری دارد و به سلول وارد می‌شود. گاز دی‌اکسیدکربن که در سلول تولید می‌شود و غلظت آن در بیرون کمتر است از آن خارج می‌شود و به این ترتیب این مادهٔ زاید از سلول دفع می‌گردد.



الف ــ قرار دادن بلور رنگ در آب

ب ــ انتشار مولکولهای آب و رنگ

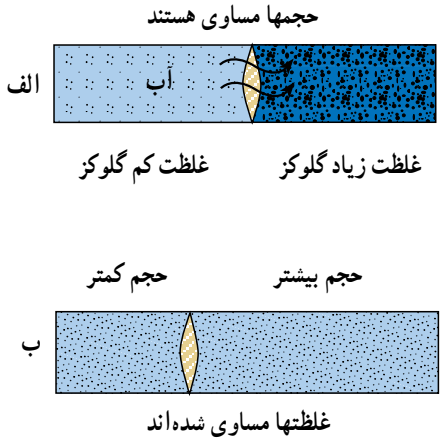
ج ــ انتشار یکنواخت مولکولها

شکل ۳ ــ ۳ ــ فرآیند انتشار خودبه‌خود و بدون صرف انرژی صورت می‌گیرد. با استفاده از اشکال فوق توضیح دهید که چه رخ داده است.

۲ــ اسمز[۱]: پرده‌هایی وجود دارند که دارای سوراخهای بسیار ریزی هستند، به‌طوری که مولکولهای بسیار کوچک مانند مولکولهای آب می‌توانند از منافذ آنها بگذرند یعنی نسبت به آنها تراوا هستند، اما مولکولهای بزرگتر مثل مولکولهای درشتِ قند نمی‌توانند از آنها بگذرند یعنی نسبت به آنها تراوا نیستند. این پرده‌ها را **نیمه‌تراوا**[۲] می‌نامند. برای مثال، چنانچه ظرفی را به کمک یک پردهٔ نیمه‌تراوا، از وسط به دو قسمت مساوی تقسیم کنیم و در یک طرف آن آب و در طرف دیگر به همان حجم محلول آب قند بریزیم، بعد از مدتی حجم قسمت حاوی آب قند اضافه می‌شود (چرا؟) به **انتشارِ مولکولهای آب** از خلال یک غشای نیمه‌تراوا«**اسمز**» می‌گویند. در اینجا هم انتشار از جایی که غلظت مولکولهای آب بیشتر است (یعنی ظرف آب خالص) به جایی که غلظت مولکولهای آب کمتر است (یعنی ظرف محلول آب قند) صورت می‌گیرد. هرچه غلظت مولکولهای درشت مثل قند در یک طرف پرده بیشتر باشد، مولکولهای آب بیشتری را به سمت خود می‌کشد. در نهایت مولکولهای آب

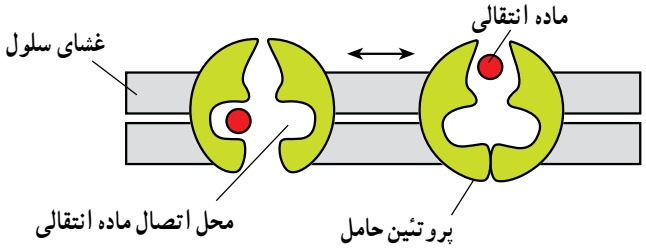
۱ــ Osmosis ۲ــ Semipermeable

جذب شده، به غشای نیمه‌تراوا فشاری وارد می‌کنند که از ورود آب بیشتر ممانعت می‌کند به چنین فشاری «فشار اسمزی» می‌گویند (شکل ۴ــ۳). غشای سلول نیز یک پردهٔ نیمه‌تراوا است و ورود یا خروج آب به سلول از خلال غشا، براساس اسمز انجام می‌گیرد، چون غلظت آب درون سلول نسبت به محیط تغییر می‌کند.



شکل ۴ ــ ۳ ــ چگونگی عمل غشای نیمه تراوا الف ــ به جهت حرکت مولکولهای آب و تفاوت غلظت گلوکز در دو طرف غشا توجه کنید. ب ــ با حرکت مولکولهای آب غلظت گلوکز در دو طرف یکسان می‌شود. چه تفاوتی در حجم مشاهده می‌کنید؟

۳ــ انتشار تسهیل شده: خواندیم که بعضی از مواد می‌توانند با استفاده از قاعدهٔ انتشار، از فضای بین مولکولهای غشا بگذرند و به درون سلول رفت و آمد داشته باشند. برخی از مولکولها که خود قادر به عبور از فضای بین مولکولهای غشا نیستند به کمک برخی از پروتئینهای موجودِ در آن می‌توانند انتشار یابند. به این نوع انتشار که در آن مولکولها از جایی که غلظتشان بیشتر است با کمک مولکولهای پروتئینی غشا، به‌جایی که غلظتشان کمتر است، حرکت می‌کنند، «انتشار تسهیل‌شده[1]» گفته می‌شود. مثلاً اسیدهای آمینه از این طریق به سلول وارد و یا از آن خارج می‌شوند (شکل ۵ ــ۳).



شکل ۵ ــ ۳ ــ انتشار تسهیل شده

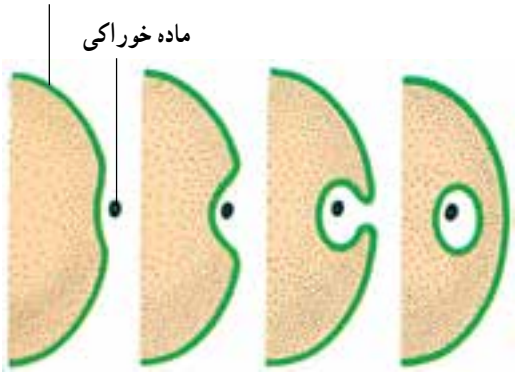
۴ــ انتقال فعال: هنگامی که از بالای تپه‌ای با دوچرخه به طرف پایین حرکت می‌کنید، انرژی مصرف نمی‌کنید اما گاهی مانند وقتی که بخواهید از یک تپه بالا بروید برای انتقال مواد به مصرف انرژی نیاز دارید. نقل و انتقال بعضی مواد نیز از طریق غشای سلول با مصرف انرژی همراه است. به این نوع انتقال که همراه با مصرف انرژی است، «انتقال فعال» گفته می‌شود. در روشهای قبلی ورود و خروج مواد از غشا، نیازی به مصرف انرژی نبود ولی در این روش، انرژی مصرف می‌شود. برای مثال برخی از پروتئینهای موجود در غشای سلول مانند یک پمپ عمل نموده، با مصرف انرژی،

۱ــ Fasciliated Diffusion

مادّه‌ای را از غشا رد می‌کنند. مثلاً پمپی در غشای سلولهای ما و جانوران وجود دارد که در هنگام نیاز سلول، با مصرف انرژی به‌طور همزمان سه یون سدیم را به خارج و دو یون پتاسیم را به داخل سلول منتقل می‌کند و «پمپ سدیم ــ پتاسیم» نامیده می‌شود.

۵ــ اگزوسیتوز و اندوسیتوز[۱]:

مولکولهای کوچک به کمکِ یکی از روشهای ذکر شده به سلول رفت و آمد می‌کنند اما مولکولهای درشت مثل پروتئینها و یا ذرات و قطرات بزرگتر مواد غذایی به مددِ فرآیندی به‌نام **اندوسیتوز** به سلول وارد می‌شوند (شکل ۶ ــ۳). در این روش، در ناحیهٔ تماس سلول با ذرهٔ غذایی، یک فرورفتگی در غشای سلول بوجود می‌آید،

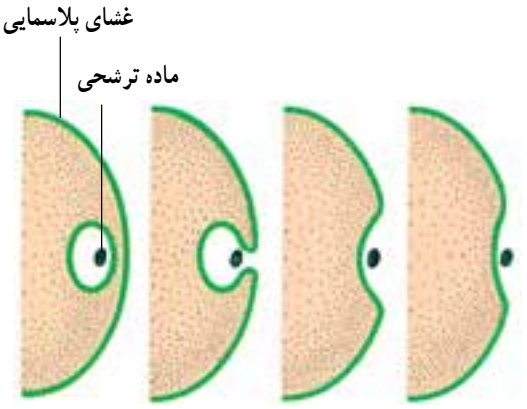


شکل ۶ ــ۳ ــ فرآیند اندوسیتوز

به این ترتیب ذره در درون آن جای می‌گیرد. سپس این فرورفتگی بیشتر می‌شود و دو سر آن به هم می‌چسبد و تبدیل به کیسهٔ کوچکی می‌شود که ذرهٔ غذایی درون آن جای دارد. به این نوع اندوسیتوز که درواقع سلول، یک ذره را می‌خورد، «**فاگوسیتوز**[۲]» هم می‌گویند. نوع دیگری از اندوسیتوز که در آن سلول قطره‌ای از یک مایع را به درون خود می‌کشد، «**پینوسیتوز**[۳]» نامیده می‌شود.

عکس اندوسیتوز نیز وجود دارد که طی آن مولکولهای درشت خارج می‌شوند. این فرآیند «**اگزوسیتوز**» نامیده می‌شود (شکل ۷ــ۳).

دو فرآیند اگزوسیتوز و اندوسیتوز نیز با مصرف انرژی همراهند.



شکل ۷ ــ۳ ــ فرآیند اگزوسیتوز

۲ــ۳ــ سیتوپلاسم و اندامکها

موادی که درون سلول جای دارند و هسته را احاطه کرده‌اند، مایع سیّالی را تشکیل می‌دهند که «سیتوپلاسم[۴]» نامیده می‌شود و داربست ظریفی به‌نام اسکلت سلولی[۵] در تمام

۱ــ Exocytosis and Endocytosis
۲ــ Phagocytosis
۳ــ Pinocytosis
۴ــ Cytoplasm
۵ــ Cytoskeletone

آن گسترده شده است. اندامکهایی نیز در این محیط دیده می‌شوند که از میان آنها می‌توان به شبکهٔ اندوپلاسمی[۱]، دستگاه گلژی[۲]، میتوکندری[۳]، سانتریول[۴]، ریبوزوم[۵] و لیزوزوم[۶] اشاره کرد.

ـــ **شبکه اندوپلاسمی:** این شبکه، از مجراهایی تشکیل شده‌اند که در سیتوپلاسم پخش شده‌اند و از یک طرف با هسته مرتبطند و از این طریق در نقل و انتقال برخی مواد در درون سیتوپلاسم شرکت می‌کنند. اندامکهای بسیار کوچکی به‌نام «ریبوزوم» که در ساخت پروتئینها در سلول شرکت می‌کنند نیز در قسمتهایی از این شبکه به آن متصل می‌شوند (شکل ۱ـ۳). البته بعضی از ریبوزومها هم در سیتوپلاسم پراکنده شده‌اند. شبکهٔ اندوپلاسمی با کمک ریبوزوم در ساخت مولکولهای درشت، مانند پروتئینها و انتقال آنها شرکت می‌کند. جنس دیوارهٔ مجاری، شبیه غشای سلول است.

ـــ **دستگاه گلژی:** از تعدادی کیسهٔ پهن تشکیل شده است که در نزدیکی شبکهٔ اندوپلاسمی قرار دارد (شکل ۱ـ۳). این دستگاه، در بسته‌بندی پروتئینهای ساخته شدهٔ شبکهٔ اندوپلاسمی و ریبوزومها و افزودن مولکولهای قندی به آنها دخالت می‌کند. جنس کیسه‌ها و بسته‌ها شبیه غشای سلول است. گاهی بسته‌های ساخته شده به غشای سلول می‌رسند، در این‌صورت غشای کیسه‌ها با غشای سلول ادغام شده، مواد به بیرون سلول راه می‌یابند. این فرآیند، یکی از موارد اگزوسیتوز است.

ـــ **لیزوزوم:** کیسه‌ای است که درون آن از مواد و آنزیمهای هضم‌کننده انباشته شده است. هنگامی که مواد غذایی اندوسیتوز می‌شوند و درون کیسه‌های کوچکی به داخل سلول راه می‌یابند، لیزوزومها محتویات خود را به درون این کیسه‌ها می‌ریزند. این عمل باعثِ هضمِ مواد غذایی می‌شود.

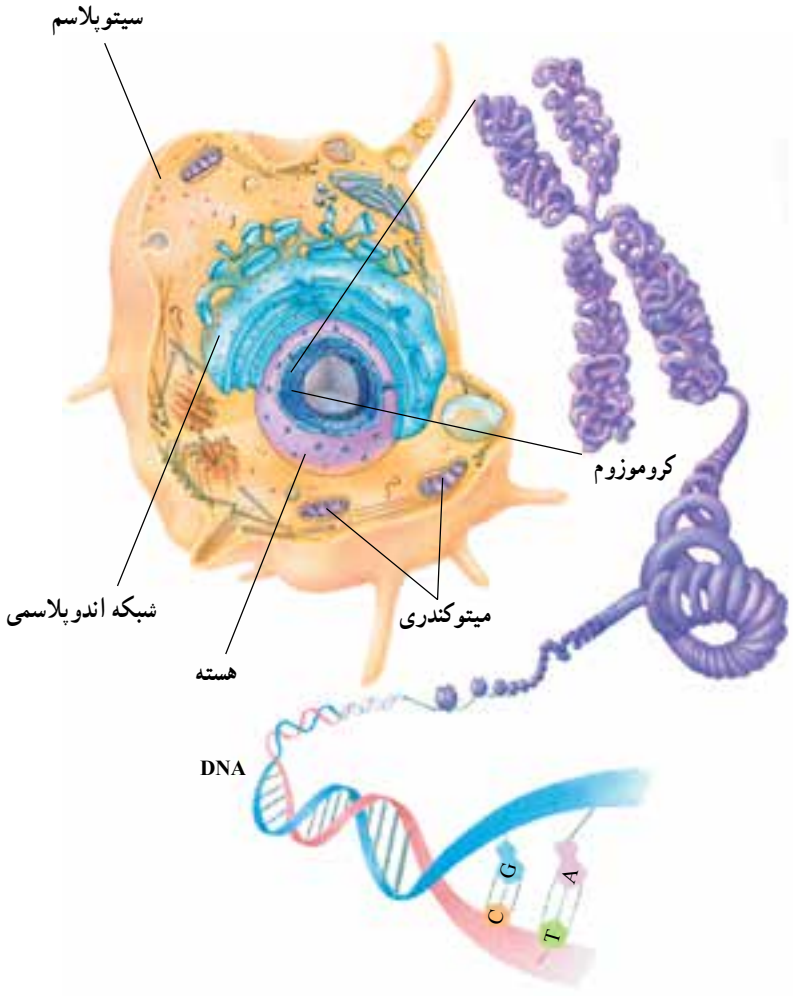
ـــ **سانتریول:** سانتریولها اندامکهایی هستند که با سازماندهی رشته‌هایی به‌نام «**دوک**» در تقسیم سلولی شرکت می‌کنند.

ـــ **میتوکندری:** دستگاه گلژی، لیزوزوم و شبکهٔ اندوپلاسمی، همگی دارای یک غشا هستند اما میتوکندریها دو غشا دارند که غشای درونی آن دارای چین‌خوردگیهای فراوانی است (شکل ۱ـ۳). این اندامک، وظیفهٔ تولید انرژی سلول را برعهده دارد. این انرژی در مولکول ATP ذخیره می‌شود و میتوکندری با سوزاندن قندها، اسیدهای آمینه و چربیها، ATP تولید می‌کند. طی فرآیند تولید ATP، اکسیژن مصرف می‌شود، درنتیجه به فرآیند تولید انرژی در میتوکندریها که با مصرف اکسیژن و سوزاندن برخی مواد همراه است، «تنفس سلولی[۷]» می‌گویند.

ـــ **هسته**[۸]: هسته دارای پوسته‌ای متشکل از دو غشاست (شکل ۱ـ۳). همهٔ اطلاعات مورد

۱ـ Endoplasmic Reticulum
۲ـ Golgi Apparatus
۳ـ Mitochondrion
۴ـ Centeriole
۵ـ Ribosome
۶ـ Lysosome
۷ـ Cell respiration
۸ـ Nucleus

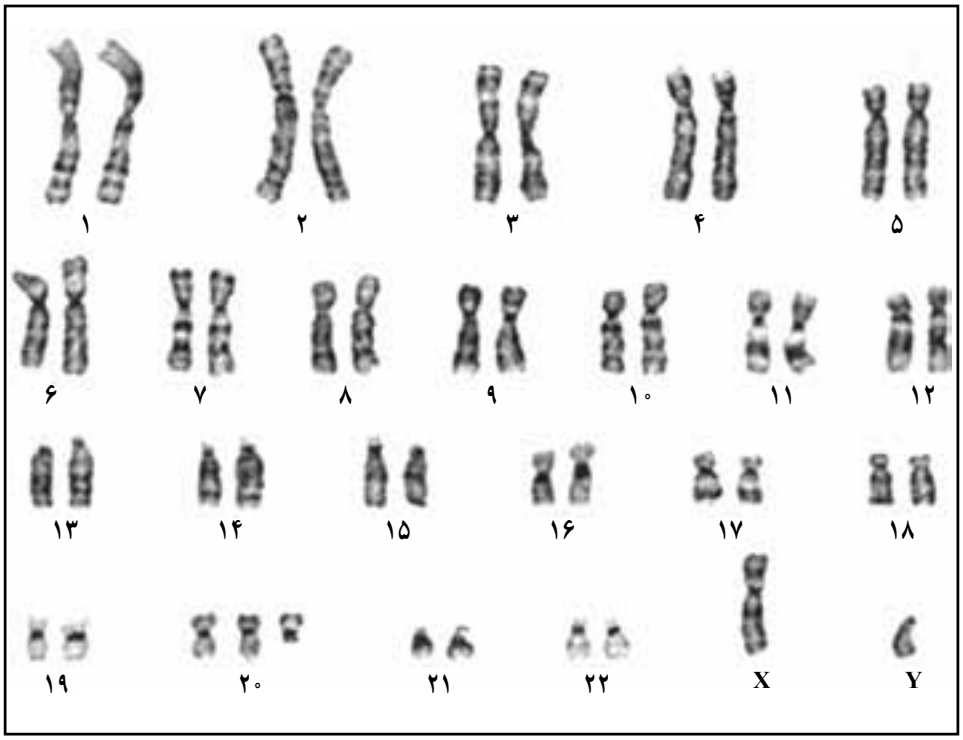
نیاز برای تقسیم سلول، کنترل فعالیتهای سلول و رشد آن در هسته متمرکز می‌باشد. این اطّلاعات در مولکول DNA ذخیره شده است که در هسته جای گرفته است. DNA به همراه تعدادی از مولکولهای پروتئینی، رشته‌های نازک رنگ‌پذیری را می‌سازند که «کروماتین[1]» نام دارند (شکل ۱ــ۳) و به هنگام تقسیم سلولی به‌صورت رشته‌های ضخیمی به‌نام کروموزوم[2] درمی‌آیند. کروموزومها درواقع شکل متراکم شدهٔ DNA و مولکولهای پروتئینی هستند که در هنگام تقسیم سلولی قابل تشخیص می‌باشند. هر کروموزوم از دو نیمهٔ قرینه و مشابه تشکیل شده است (شکل ۸ ــ۳) که آنها را «کروماتید[3]» می‌نامند.



شکل ۸ ــ۳ ــ سازمان‌یابی اطلاعات ژنتیکی در سلول

۱ــ Chromatin ۲ ــ Chromosome ۳ ــ Chromatid

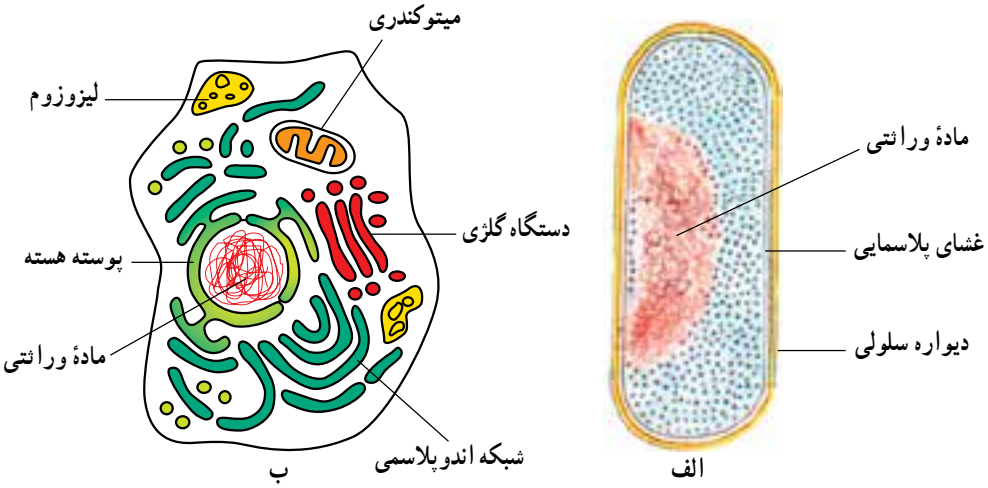
تعداد کروموزومهای موجود در تمام سلولهای بدن یک جاندار ثابت است. مثلاً تک‌تک سلولهای بدن انسان دارای ۴۶ کروموزوم می‌باشند ولی تعداد کروموزومها در جانداران مختلف فرق می‌کند مثلاً تعداد کروموزومها در میمون، برخلاف انسان، ۴۸ عدد است. در هر سلول، کروموزومها دو به‌دو مشابهند. بنابراین در سلولهای انسانی ۲۳ جفت کروموزوم وجود دارند که کروموزومهای هر جفت مشابهند (شکل ۹ــ۳). به دو کروموزوم مشابه «همتا» یا «همولوگ[1]» گفته می‌شود.



شکل ۹ ــ ۳ ــ کروموزومهای یک سلول انسانی. توجه کنید که در این مورد کروموزومهای شمارهٔ ۲۰، سه عدد هستند که نشان‌دهندهٔ وجود یک کروموزوم اضافی و ناهنجاری ژنتیکی در فرد است.

در گروهی از جانداران تک‌سلولی پوستهٔ هسته وجود ندارد و مادهٔ وراثتی (کروموزوم) در درون سیتوپلاسم قرار دارد. این موجودات «پروکاریوت[2]» نامیده می‌شوند. باکتریها گروهی از پروکاریوتها هستند. در مقابل موجوداتی را که مادهٔ ژنتیکی آنها در درون پوستهٔ هسته جای گرفته است «یوکاریوت[3]» می‌نامند که شامل جانوران، گیاهان و تعداد زیادی از جانداران تک‌سلولی می‌باشند (شکل ۱۰ــ۳).

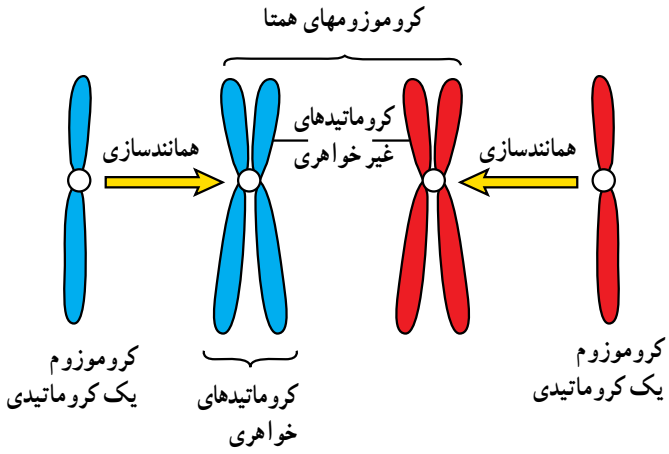
۱ــ Homologous ۲ــ Prokaryotes ۳ــ Eukaryotes



شکل ۱۰ ــ ۳ ــ سلولهای پروکاریوت (الف)، و یوکاریوت (ب)

۳ــ۳ــ تقسیم سلولی

تا به حال به این موضوع فکر کرده‌اید که چگونه از یک نهال کوچک، درختی بزرگ بوجود می‌آید و یا چگونه قد شما بلند می‌شود؟ در پاسخ به این سؤال می‌توان گفت که واحدهای تشکیل‌دهندهٔ پیکر موجودات زنده که همان سلولها هستند، زیاد شده‌اند و یا به عبارت دیگر تقسیم شده‌اند. چگونگی انجام تقسیم سلولی به این ترتیب است که کمی قبل از آغاز تقسیم سلولی محتوای DNA موجود در هسته دو برابر می‌شود. چگونگی انجام این عمل را در مباحث پیشین خوانده‌اید سپس رشته‌های دراز کروماتین بتدریج ضخیم و کوتاه شده، رشته‌هایی به‌نام «کروموزوم» را می‌سازند. در این حالت کروموزومها دارای دو نیمهٔ قرینه و مشابه (کروماتیدها) هستند که نتیجه دو برابر شدن محتوای DNA قبل از شروع تقسیم سلولی می‌باشند (شکل ۱۱ــ۳). پوستهٔ دور هسته نیز بتدریج



شکل ۱۱ ــ ۳ ــ کروماتیدها و کروموزومهای همولوگ

از بین می‌رود و کروموزومها در یک صف در مرکز سلول قرار می‌گیرند در این حالت کروموزومها به رشته‌هایی که به کمک سانتریولها سازماندهی شده‌اند و «دوک میتوزی[1]» نامیده می‌شوند، متصل می‌گردند. به‌دنبال آن، دو نیمهٔ هر کروموزوم از هم جدا می‌شوند و هر نیمه به یک سوی سلول می‌رود این عمل با کوتاه شدن تدریجی رشته‌های دوک میتوزی انجام می‌شود. درنهایت، در دو سوی سلول محتوای وراثتی مساوی وجود دارد. در انتها نیز دور کروموزومهای هر طرف سلول پوستهٔ هستهٔ جدیدی ایجاد می‌شود. در همین حال، سیتوپلاسم نیز به دو نیمه تقسیم می‌گردد. یعنی غشای سلول اندک اندک فرورفتگی پیدا می‌کند و یک سلول به دو سلول تبدیل می‌شود. به این نوع تقسیم سلولی که طی آن یک سلول به دو سلول تقسیم می‌شود و هریک دارای مقدار مادهٔ وراثتی مساوی سلول اولیه در هستهٔ خود هستند و به همین دلیل کلیهٔ خصوصیّات سلول اولیه را نیز دارند، تقسیم میتوز[2] می‌گویند (شکل ۱۲ــ۳). این نوع تقسیم سلولی عامل اصلی رشد نهال و یا قد شماست و در ترمیم زخمها و جایگزینی سلولهای آسیب‌دیده نیز دخالت دارد.

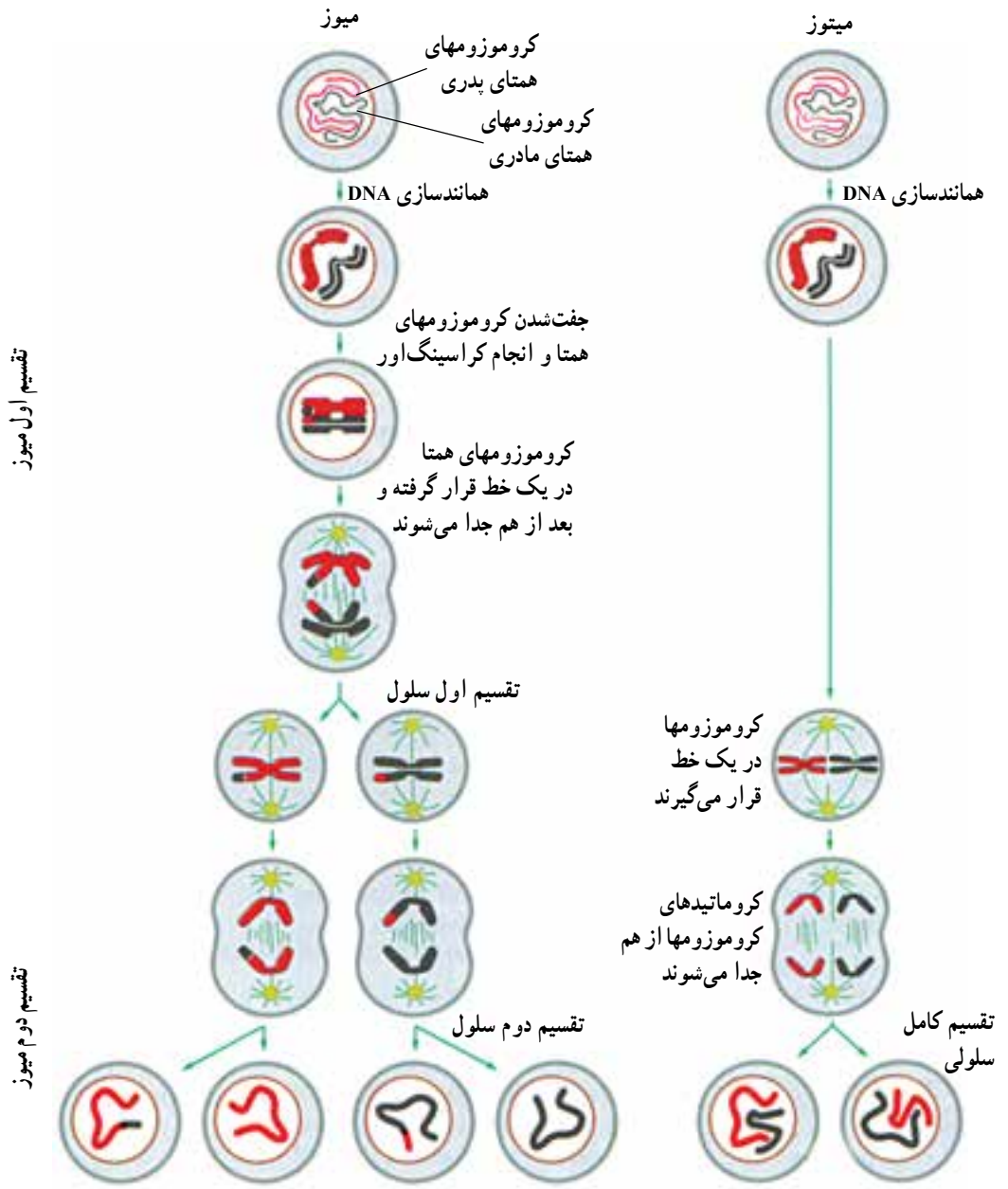
در مباحث پیشین، در مورد ادغام سلولهای جنسی و تشکیل سلول تخم و سپس رشد و نمو آن مطالبی خواندیم. به‌نظر شما، آیا اگر دو سلول معمولی ادغام شوند محتوای وراثتی آنها دو برابر مقدار سلول طبیعی نخواهد شد؟ در این صورت چگونه ممکن است همهٔ افراد یک‌گونه، تعداد ثابتی از کروموزومها را داشته باشند؟ نوع دیگری از تقسیم سلولی وجود دارد که آن را «میوز[3]» می‌نامند (شکل ۱۲ــ۳). این نوع تقسیم در بدن انسان تنها در اندامهای جنسی انجام می‌شود که نتیجهٔ آن تولید اسپرم و تخمک می‌باشد. در جانداران دیگر نیز از همین طریق سلولهای جنسی ایجاد می‌شوند. در میوز نیز، ابتدا محتوای DNA دو برابر می‌شود و سپس کروموزومها به‌صورت دو نیمهٔ قرینه پدیدار می‌گردند و پوسته هسته از بین می‌رود. اما ابتدا کروموزومهای همتا دو به دو روبروی هم در یک صف در مرکز سلول قرار می‌گیرند در این حالت امکان دارد قطعات کروموزومی بین دو نیمهٔ قرینه کروموزومهای همتا مبادله شوند که به این فرآیند «کراسینگ‌اور[4]» می‌گویند. به‌دنبال آن، کروموزومهای همتا از یکدیگر جدا شده، هرکدام به یک سمت سلول می‌روند. اما برخلاف روش میتوز، این مرحله، پایان تقسیم نیست زیرا بلافاصله تقسیم دیگری در هر سمت انجام می‌پذیرد. این تقسیم شبیه میتوز است یعنی کروموزومها در یک صف قرار می‌گیرند و دو نیمهٔ مشابه هر کروموزوم جدا شده، هریک به سمتی می‌روند و درنهایت ایجاد پوستهٔ هسته و تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌پذیرد. به این ترتیب با دو

۱ــ mitotic Spindle

۲ــ mitosis (mito) در لغت به معنی «نخ» است و اشاره به ساختار نخ مانند کروموزومها دارد و sis یعنی «فرآیند»

۳ــ meiosis (meio) در لغت به معنی «کاهش» است و اشاره به کاهش ماده ژنتیکی دارد.

۴ــ Crossing over



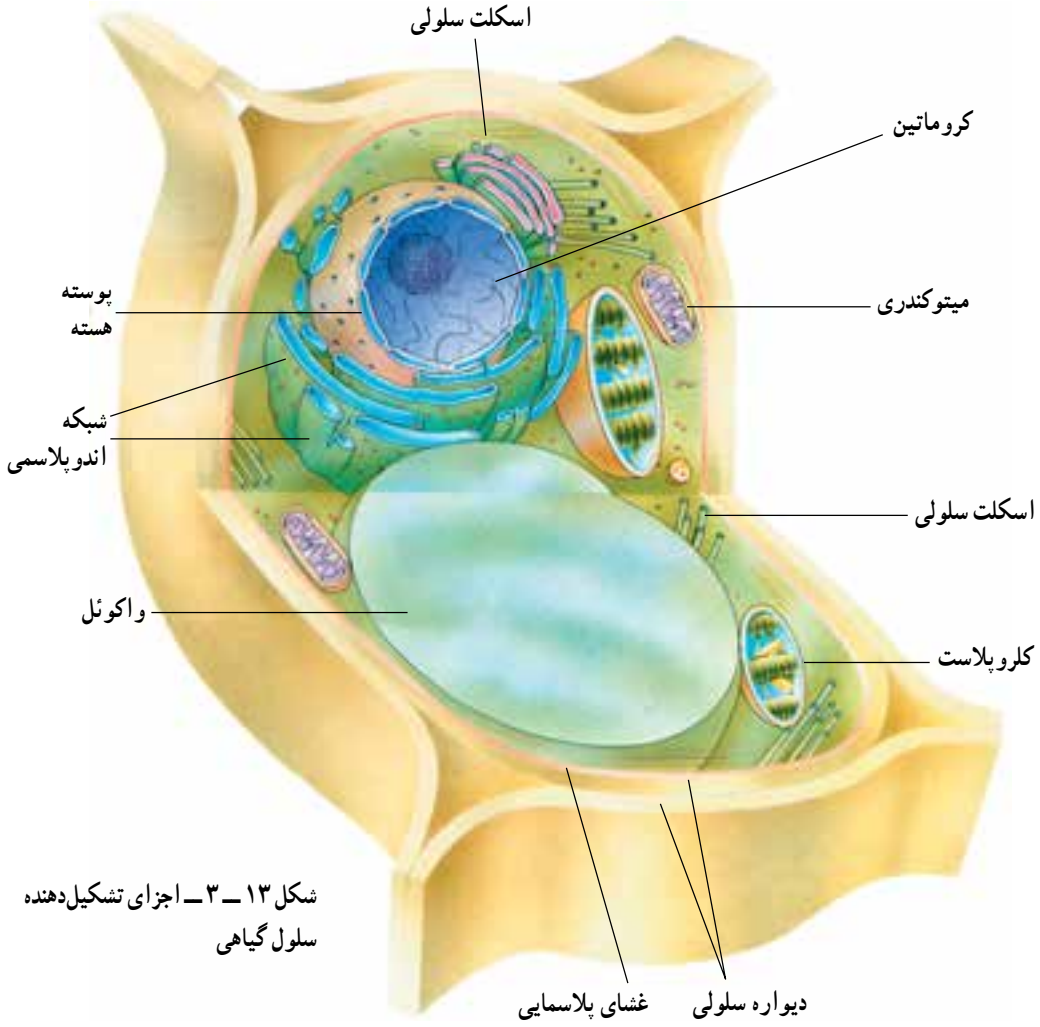
شکل ۱۲ ــ ۳ ــ تقسیمهای سلولی میتوز و میوز

تقسیم پیاپی چهار سلول حاصل می‌شود که مقدار مادهٔ وراثتی در آنها نصف مقدار مادهٔ وراثتی در سلول اوّلیه است. پس در انسان که سلولهای معمولی بدن او ۴۶ کروموزوم دارند، سلولهای جنسی اسپرم و تخمک ۲۳ کروموزوم دارند. اگر در هنگام تقسیم میوز انتقال کروموزومهای همتا و یا نیمه‌های مشابه هر کروموزوم اشتباه صورت پذیرد ممکن است در انتها بعضی از سلولهای حاصل،

یک کروموزوم بیشتر و بعضی دیگر، یک کروموزوم کمتر از حدّ معمول داشته باشند. این اشتباه در انتقال اطّلاعات ژنتیکی نیز نوعی جهش است که در آن تعداد کروموزومها تغییر می‌کند.

۴ــ۳ــ سلول گیاهی

سلولهای گیاهی با سلولهای انسانی و جانوری تفاوتهایی دارند. برای مثال، این سلولها علاوه بر غشای سلولی دارای دیواره‌ای در خارج به‌نام «دیوارهٔ سلولی[۱]» هستند که فیبری یا چوبی بودن گیاهان مربوط به آن است (شکل ۱۳ــ۳). سلولهای گیاهی اندامکهایی دارند که سلولهای جانوری



شکل ۱۳ــ۳ــ اجزای تشکیل‌دهنده سلول گیاهی

۱ــ Cell wall

فاقد آنها می‌باشند. مهمترین این اندامکها، پلاستها[1] هستند. مواد مختلفی مثل نشاسته و مواد رنگی در پلاستها جای دارند. یکی از رنگدانه‌های گیاهی به‌نام کلروفیل که مسؤول رنگ سبز گیاهان است نیز در پلاستهایی که کلروپلاست[2] نامیده می‌شوند قرار دارد. کلروپلاست مرکز انجام عمل فتوسنتز است که طی آن با دخالت کلروفیل و استفاده از انرژی نور خورشید، از آب و دی‌اکسیدکربن قند ساخته می‌شود. این فرآیند، پایه و اساس تولید مواد آلی در طبیعت است. چون مواد دیگر مورد نیاز نیز از تبدیل و تغییر قندها و مواد غیرآلی به‌دست می‌آیند.

دربارهٔ این پرسشها بحث کنید

۱ــ قسمتهای مختلف سلول را نام برده، طرح ساده‌ای از آن رسم کنید.
۲ــ تقسیمهای میتوز و میوز چه تفاوتهایی با یکدیگر دارند؟
۳ــ راههای عبور و مرور مواد از غشا را نام برده، هریک را به‌طور خلاصه شرح دهید.
۴ــ کروموزوم چیست؟
۵ ــ تا به حال چه مطالبی در مورد جهش خوانده‌اید؟

۱ــ Plasts ۲ــ Chloroplast