



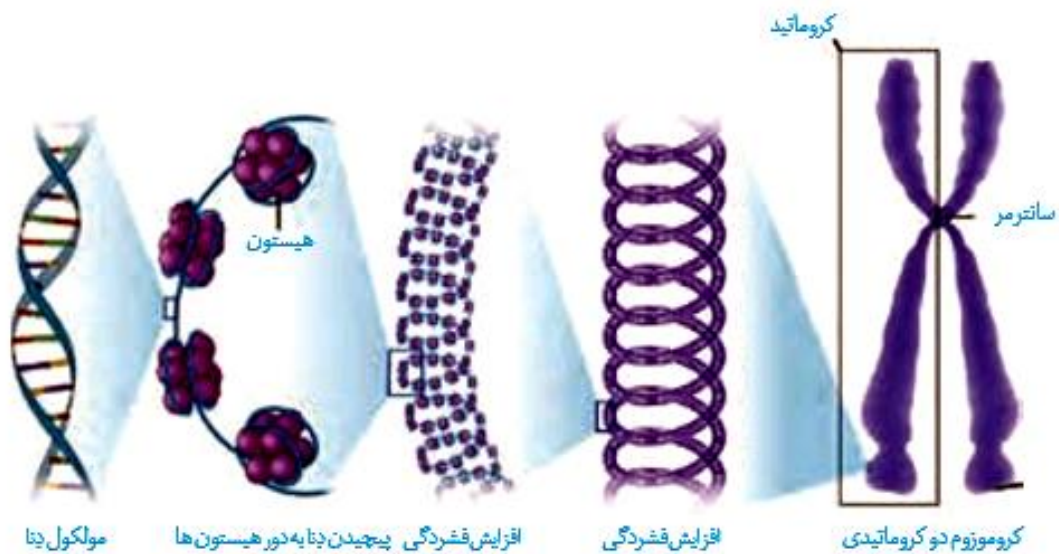
فصل ۶

تقسیم یاخته

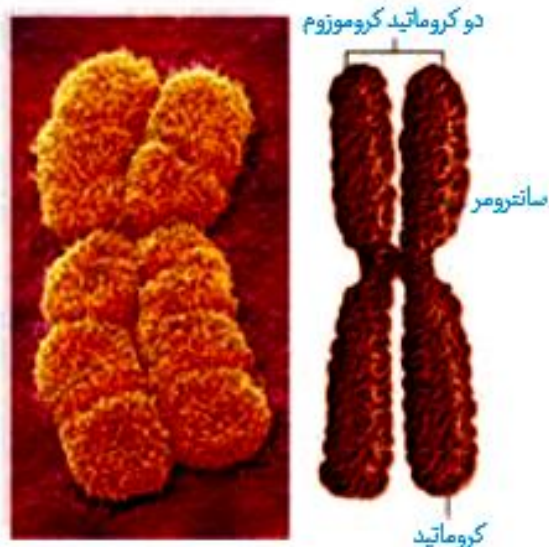
زندگی انسان، با تشکیل یاخته ای به نام تخم آغاز می شود و پس از چند ماه به نوزادی با میلیارها یاخته تبدیل می شود. روند افزایش یاخته ها حتی بعد از این هم ادامه می یابد، به طوری که تعداد یاخته ها در بدن یک فرد بالغ به صدها میلیارد می رسد. این افزایش شگفت انگیز با تقسیمات پیایی یاخته ها صورت می پذیرد. با توجه به مطالبی که در سال های گذشته فرا گرفتید، چه انواعی از تقسیم در بدن یک فرد بالغ را می شناسید؟ هر نوع از این تقسیم ها در چه نوع یاخته هایی، انجام می شود؟ نتیجه ی هر نوع از تقسیم چیست؟ آیا همه ی یاخته های بدن، تقسیم می شوند؟

گفتار ۱ - کروموزوم

همان طور که می دانید کروموزوم ها از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی ماده ی وراثتی هسته، کمتر و به صورت توده ای از رشته های درهم است که به آن، فامینه (کروماتین) می گویند. هر رشته ی کروماتین از واحدهای تکراری به نام هسته تن (نوکلئوزوم) تشکیل می شود که در آن، مولکول "دنا" حدود ۲ دور، در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچیده است. ماده ی وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت کروماتین است. پیش از تقسیم یاخته، رشته های کروماتینی دو برابر می شوند و با فشردن شدن، فام تن (کروموزوم) ها را ایجاد می کنند.



شکل ۱- مراحل فشردشدن کروموزوم



شکل ۲- ساختار یک کروموزوم دوکروماتیدی

اجزای کروموزوم

شکل روبرو، تصویر یک کروموزوم را در حداکثر فشردگی نشان می دهد.

همان طور که در این شکل مشاهده می شود، هر کروموزوم از دو بخش شبیه به هم به نام فامینک (کروماتید) تشکیل شده است. به این کروموزوم ها، کروموزوم های مضاعف شده می گویند.

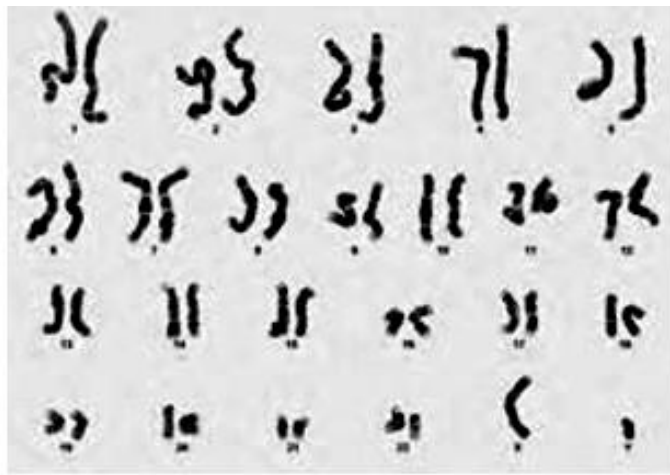
کروماتیدهای هر دو کروماتیدی از نظر نوع ژن ها یکسان اند و به آنها کروماتیدهای خواهری گفته می شود. کروماتیدهای خواهری در محلی به نام سائترومر به هم متصل اند.

تعداد کروموزوم

هر گونه از جانداران، تعداد معینی کروموزوم در یاخته های پیکری خود دارند که به آن عدد کروموزومی می گویند. یاخته های پیکری، همان یاخته های غیر جنسی جاندارند. ممکن است تعداد کروموزوم یاخته های پیکری بعضی از جانداران شبیه هم باشد؛ مثلاً در یاخته های پیکری انسان و درخت زیتون ۴۶ کروموزوم وجود دارد، ولی به طور مسلم ژنهای آنها بسیار متفاوت اند. تعداد کروموزوم های جانداران مختلف (به جز باکتری ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

یاخته های پیکری انسان، دولا (دیپلوئید) هستند

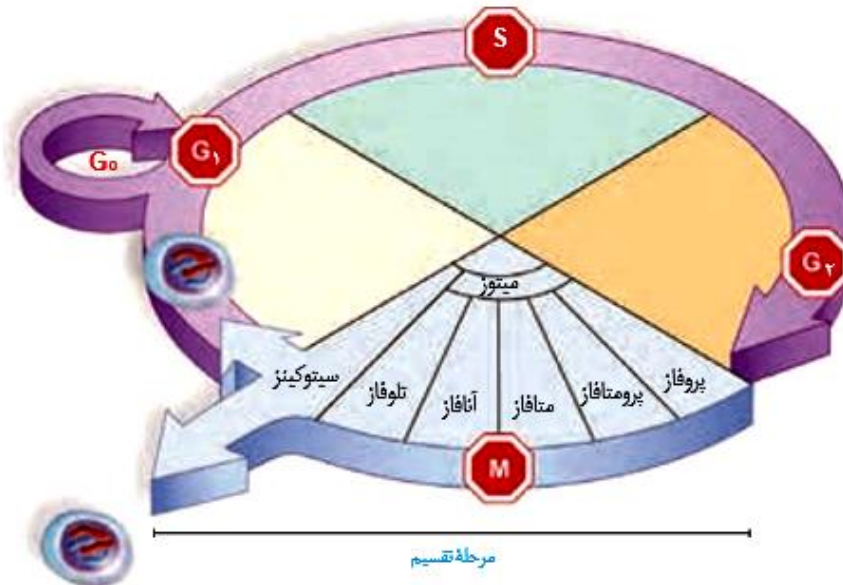
برای تعیین تعداد کروموزوم ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری های کروموزومی، کاریوتیپ تهیه می شود. کاریوتیپ تصویری از کروموزوم ها با حداکثر فشردگی است که بر اساس اندازه، شکل، محتوای ژنی و محل قرار گیری سانترومرها، مرتب و شماره گذاری شده اند.



نکته : به طور معمول در یک گونه، تعداد کروموزوم افراد نر و ماده باهم برابر است ولی به دلیل این که کروموزوم X از Y بزرگتر است تعداد ژن های موجود در یاخته ۲n جاندار XX از جاندار XY هم گونه خود بیشتر است.

چرخه ی یاخته ای

مراحلی که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذارند را چرخه ی یاخته ای می‌گویند. این چرخه، شامل مراحل میان چهار (اینترفاز) و تقسیم است. در یاخته های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است.



در اغلب موارد زندگی یک یاخته دو مرحله استراحت و تقسیم دارد. در یوکاریوت‌ها مراحل استراحت یاخته معروف به اینترفاز (میان چهار) می‌باشد که در اغلب یاخته‌ها سه مرحله G_1 ، S و G_2 دارد. مرحله تقسیم یاخته (M) دو قسمت تقسیم هسته (میتوز) و تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز) را در بر می‌گیرد که روی هم به آن تقسیم یاخته یا مرحله M می‌گویند.

نکته ی مهم: چرخه یاخته ای وقتی معنی دارد که یاخته قدرت تقسیم شدن داشته باشد و به دنبال آن، یاخته‌های حاصل نیز دوباره قدرت تقسیم شدن داشته باشند. یک چرخه یاخته ای از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌باشد که شامل اینترفاز و تقسیم یاخته است.

نکته: اینترفاز یا مرحله بین دو تقسیم یاخته حاوی سه مرحله G_1 ، S و G_2 می‌باشد ولی مرحله تقسیم یاخته یک مرحله تقسیم هسته با مراحل پروفاز، پرومتافاز، متافاز، آنافاز و تلوفاز و اغلب یک مرحله تقسیم سیتوپلاسم یا سیتوکینز دارد. نکته: در یاخته‌های مختلف، مدت هر مرحله چرخه یاخته ای با یاخته‌های دیگر متفاوت است.

اینترفاز:

یاخته‌ها بیشتر مدت زندگی خود را در این مرحله می‌گذرانند. کارهایی مانند رشد، ساخت مواد مورد نیاز و سرانجام کارهای معمول یاخته در این مرحله انجام می‌شود. اینترفاز شامل مراحل G_1 ، S و G_2 است.

مرحله ای بین دو تقسیم یاخته ای می‌باشد که یاخته بیشتر مدت زندگی خود را در این مرحله می‌گذرانند. در این مرحله کروموزوم‌ها به صورت رشته‌های باریک در هم و شبکه کروماتینی قرار گرفته‌اند که قابل رویت نمی‌باشند.

نکته: مرحله اینترفاز سه مرحله G_1 ، S و G_2 دارد که کارهایی مثل رشد، ساخت مواد مورد نیاز و کارهای معمول یاخته‌ها را انجام می‌دهد.

نکته: برخی یاخته‌ها بعد از تقسیم شدن به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند و به مرحله ای به نام G_0 وارد می‌شوند، در مرحله G_0 کروموزوم‌ها به صورت تک کروماتیدی قرار دارند. مثلاً یاخته‌های عصبی (نورون‌ها) و گویچه قرمز بالغ بعد از تولد تقسیم نمی‌شوند و در مرحله G_0 متوقف می‌شوند.

مرحله ی وقفه ی اول یا G_1 : مرحله ی رشد یاخته هاست و یاخته ها مدت زمان زیادی در این مرحله می مانند. یاخته هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می شوند. این یاخته ها به طور موقت یا دائم به مرحله ای به نام G_0 وارد می شوند. نوروں نمونه ی این یاخته هاست.

بیشترین زمان در بین مراحل چرخه زندگی در مرحله G_1 می باشد. در این مرحله یاخته تازه از چرخه قبل خارج شده است و کروموزوم ها تک کروماتییدی می باشند. یاخته ها رشد کرده و اندامک های مختلف خود را می سازند.

نکته: آخر مرحله G_1 پروتئین هایی به عنوان نقاط واریسی برای بازرسی سلامت مولکول DNA هسته وجود دارند.

نکته: یاخته هایی که به طور موقت یا دائمی (مثل نوروں ها) تقسیم نمی شوند معمولاً در مرحله G_1 متوقف می شوند و به مرحله G_0 می رسند.

مرحله ی S یا سنتز: دو برابر شدن دنا (DNA) هسته، در این مرحله انجام می شود که نتیجه ی همانند سازی است. همانند سازی دنا فرآیندی است که طی آن از یک مولکول دنا، دو مولکول کاملاً شبیه هم ایجاد می شود.

در این مرحله کروماتین های تک کروماتییدی که حاوی یک مولکول DNA هستند با همانند سازی مولکول DNA سبب ایجاد کروماتین مضاعف دو کروماتییدی می شوند که حاوی دو کروماتید خواهری کاملاً مشابه می باشند که از سانترومر مشترک به هم متصل اند ولی هنوز با فشردگی کم کروماتینی می باشند.

مرحله وقفه ی دوم یا G_2 : این مرحله نسبت به مرحله قبلی اینترفاز، کوتاه تر است و در آن، یاخته ها آماده ی مرحله ی تقسیم می شوند. در این مرحله، ساخت پروتئین ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می کنند و یاخته ها آماده ی تقسیم می شوند.

این مرحله کوتاه ترین مرحله اینترفاز است که یاخته طی این مرحله آماده تقسیم می شود. در این مرحله ساخت پروتئین ها (عوامل ساخت دوک) و عوامل مورد نیاز تقسیم و افزایش اندامک هایی مثل میتوکندری و کلروپلاست صورت می گیرد و یاخته آماده تقسیم می شود.

نکته: آخر مرحله G_2 نقطه بازرسی واریسی دارد که یاخته آماده شده برای ورود به تقسیم یاخته را بررسی می کند.

نکته: در کل مرحله اینترفاز G_1 ، S و G_2 کروموزوم ها به صورت کروماتینی یا کروموزوم مضاعف با فشردگی بسیار کم می باشند.

نکته: به طور معمول در اینترفاز مدت زمان G_1 از S و مدت زمان مرحله S از G_2 بیش تر می باشد.

تقسیم یاخته:

در این مرحله، دو فرآیند تقسیم هسته و تقسیم میان یاخته انجام می شود. در سال های گذشته تا حدودی با این فرآیندها آشنا شدید. با تقسیم میان یاخته، در نهایت دو یاخته ی جدید ایجاد می شود.

بعد از اینترفاز مرحله تقسیم یاخته آغاز می شود که به تدریج کروموزوم های مضاعف به فشردگی بیش تر در می آیند. این مرحله دو قسمت میتوز یا تقسیم هسته با ۵ مرحله (پروفاز، متافاز، آنافاز، تلوفاز) و تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز) دارد.

نکته: چرخه یاخته شامل اینترفاز و تقسیم است که ۵ مرحله دارد. اینترفاز سه مرحله G_1 ، S و G_2 و تقسیم یاخته یا مرحله M دو قسمت تقسیم هسته و سیتوپلاسم دارد.

جدول بررسی کروموزوم یاخته $2N=46$ در اینترفاز

مرحله	شکل کروموزوم	کروماتید	نقطه واریسی	تعداد کروموزوم = سانترومر	تعداد کروماتید = مولکول DNA	رشته نوکلئوتید دار DNA
G_1	کروماتینی با فشردگی کم	تک کروماتییدی	دارد			
S	کروماتینی با فشردگی کم	دو کروماتییدی	ندارد			
G_2	کروماتینی با فشردگی کم	دو کروماتییدی	دارد			

چرخه ی سلول به دقت تنظیم می شود :

سلول سیستمی دارد که عبور سلول را از یک مرحله به مرحله ی بعد کنترل می کند. در چرخه ی سلول زمان های حساسی وجود دارد که آنها را نقاط واریسی می نامیم و در این زمان ها عبور سلول از یک مرحله به مرحله ی بعدی کنترل می شود و بر اساس مجموع پدیده هایی که در سلول به وقوع می پیوندد اجازه ی عبور به مرحله ی بعد داده می شود یا داده نمی شود. مثلا هنگامی که مرحله ی قبلی به پایان نرسیده باشد از ورود سلول به مرحله بعد جلوگیری می شود. تنظیم چرخه ی سلولی در سه زمان اصلی (نقاط واریسی) رخ می دهد که مولکول های خاص از جنس نوعی پروتئین به نام نقطه ی واریسی وجود دارد که زمان های حساسی برای تنظیم چرخه ی سلولی است. اگر نقاط واریسی فعال نباشند، آنزیم هلیکاز در سلول فعال است.

* هر جایی که قرار است ماده ای ۲ برابر یا نصف شود نقطه واریسی داریم بجز مرحله G2 که با توجه به دو برابر شدن بعضی اندامک ها و همچنین سانتیریول ها نقطه ی واریسی قبل از آن دیده نمی شود.

* نقاط واریسی یا زمان های حساس تنظیم چرخه سلول عبارتند از: انتهای G_1 - نزدیک به پایان یا انتهای G_2 - انتهای میتوز.

* اختلال در عملکرد پروتئین های نقطه ی واریسی بر اثر عوامل مختلف می تواند منجر به سرطان شود که در واقع سرطان تقسیم و رشد غیر عادی سلول ها می باشد. سلول سرطانی بدون توجه به مکانیسم های کنترل کننده ی سلامت بدن همچنان به تقسیم خود ادامه می دهند. بعضی از تغییرات ناگهانی ژنی که در سلول ها به وجود می آید (جهش) سبب تولید بیش از حد مولکول های محرک رشد و تقسیم سلول ها می شود و از این طریق سرطان ایجاد می شود. بعضی دیگر از این جهش ها پروتئین هایی را که مسئول کند یا متوقف کردن چرخه ی سلول هستند غیرفعال می کنند و به این طریق با ترمز در چرخه ی سلول اختلال ایجاد می کند. بسیاری از این جهش ها در نتیجه ی عوامل محیطی ایجاد می شوند. به همین سبب خطر ابتلا به سرطان به شیوه ی زندگی بستگی دارد.

بررسی مراحل اینترفاز:

۱. **نخستین مرحله رشد یا نخستین وقفه سلولی (G_1):** در این مرحله سلول به سرعت رشد می کند و پروتئین سازی صورت می گیرد. بنابراین وقایع سلولی مانند پروتئین سازی، ساختن انواع RNA و فراهم کردن ابزار لازم برای مراحل بعد انجام می شود و می توانیم بگوییم فراهم شدن تمهیدات لازم برای همانندسازی DNA در این مرحله رخ می دهد. در این مرحله چون سلول در حال رشد و بزرگ شدن می توان گفت نسبت سطح به حجم سلول کاهش یافته است؛ فعالیت غشاسازی در این مرحله شدید است و سه اندامک اصلی در فرآیند غشاسازی یعنی گلژی و شبکه اندوپلاسمی زبر و صاف هم در این مرحله به شدت فعال هستند. در این مرحله پروتئین سازی یعنی ساختن هلیکاز و DNA پلیمرز برای مرحله ی بعد و رشد و نمو صورت می گیرد و هم چنین سوخت و ساز و مصرف انرژی سلول زیاد است.

در این مرحله هر سلول یک جفت یا دو عدد سانتیریول دارد و کروموزوم ها تک کروماتید هستند.

۲. **مرحله سنتز یا همانندسازی DNA (S):** در این مرحله DNA همانندسازی کرده و مضاعف می شود، ولی فشردگی پیدا نمی کند و به شکل کروماتین است و در این مرحله از آنزیم هلیکاز DNA پلیمرز استفاده کرده ایم. در این مرحله فقط DNA هسته یا بخش اعظم DNA سلول همانندسازی می کند و در این مرحله اوج فعالیت DNA پلیمرز مشاهده می شود. برخلاف مرحله ی G_1 در مرحله ی S رونویسی و ترجمه انجام نشده و چون DNA در حال همانندسازی می باشد ساختار نوکلئوزوم از بین می رود.

در پایان مرحله سنتز هر سلول یک جفت یا دو عدد سانتیریول دارد ولی کروموزوم ها دو کروماتیدی هستند

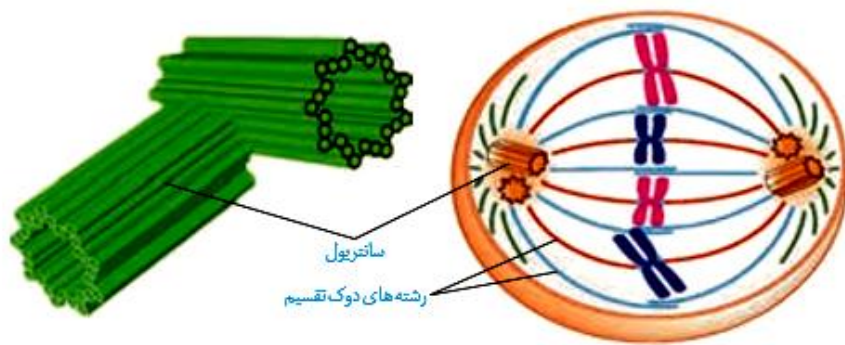
۳. **دومین مرحله رشد یا دومین وقفه سلولی (G_2):** سانتیریول ها، میتوکندری، کلورپلاست و سایر اندامکها مضاعف شده و در این مرحله همانندسازی DNA حلقوی میتوکندری و کلورپلاست با تقسیم دوتایی انجام شده و بیشترین مقدار پروتئین سازی (ترجمه) و RNA سازی (رونویسی) نیز در این مرحله رخ می دهد و در این مرحله DNA سیتوپلاسم یا بخش اندک ژنوم سلول همانندسازی می شود و در واقع می توانیم بگوییم فراهم شدن تمهیدات لازم برای تقسیم هسته در این مرحله رخ می دهد.

در پایان این مرحله سلول دو جفت یا ۴ عدد سانتیریول دارد و کروموزوم ها دو کروماتین هستند.

بعد از ۳ مرحله بالا یا اینترفاز؛ تقسیم میتوز یا تقسیم هسته رخ می دهد و در نهایت سیتوکینز با تقسیم سیتوپلاسم در سلولهای جانوری با کمر بندی پروتئینی و در سلولهای گیاهی با صفحه ای از وزیکولهای دستگاه گلژی انجام می شود.

گفتار ۲ - میتوز

در رشتمان (میتوز) ماده ی ژنتیک، که در مرحله ی "S" همانند سازی شده بود، تقسیم می شود و به یاخته های جدید می رسد. کروموزوم ها که در هسته پراکنده اند، ابتدا باید به طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته های دختری تقسیم شوند. برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم ها، ساختارهایی به نام دوک تقسیم ایجاد می شود. دوک تقسیم مجموعه ای از ریز لوله های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر کروموزوم به آن متصل می شود با کوتاه شدن رشته های دوک متصل به سانترومر، کروموزوم ها از هم جدا می شوند و به قطبین می روند. در یاخته های جانوری، میانک (سانتریول) ساخته شدن رشته های دوک را سازمان می دهند. سانتریول ها، یک جفت استوانه ی عمود بر هم اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته، همانند سازی می کنند. هر یک از این استوانه ها، از تعدادی لوله ی کوچک تر پروتئینی تشکیل شده است. ساختار سانتریول ها در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۵- الف) دوک تقسیم
ب) جفت سانتریول

تقسیم میتوز:

میتوز، فرآیندی پیوسته است، ولی زیست شناسان برای سادگی، آن را مرحله بندی می کنند. طرح ساده ای از تقسیم کروموزوم ها را در شکل زیر مشاهده می کنید.

۱- پیش چهر (پروفاز): در این مرحله، رشته های کروماتین فشرده، ضخیم و کوتاه تر می شوند. به طوری که به تدریج با میکروسکوپ نوری می توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن کروموزوم، سانتیول ها به دو طرف یاخته حرکت می کنند و بین آنها دوک میتوزی تشکیل می شود.

پوشش هسته (نه غشای سلول) در پایان این مرحله تدریجی ناپدید می شود: رشته های دراز و در هم تنیده کروماتینی به تدریج کوتاه و ضخیم شده و تبدیل به کروموزوم می شوند و برای اولین بار قابل رویت می شوند در این مرحله کروموزوم ها دو کروماتیدی هستند (چون در مرحله S اینترفاز مضاعف شده اند) سانتیول های مضاعف شده (در مرحله وقفه دومین یا G2) از هم جدا می شوند و به قطبین سلول می روند و ایجاد رشته های دوک را می نمایند و هستک ناپدید می شود (هستک محل سنتز بخشی از ریبوزوم است). در این مرحله فقط دو نوع دوک قطبی و سیتوپلاسم مشاهده می شود. زیرا در این مرحله رشته های دوک متصل به سانترومر کروموزوم مشاهده نمی شود و ما در این مرحله دوک تقسیم یا کینه توکور نداریم. (اصطلاحاً می توانیم به این مرحله تقسیم سانتیول نیز بگوییم).

نکته: یاخته های گیاهی با اینکه سانتیول ندارند ولی دوک تقسیم را در خارج هسته تشکیل می دهند.
نکته: یاخته $2n=4$ در پروفاز دارای ۸ کروماتید و مولکول DNA و ۱۶ رشته نوکلئوتیدی دار در DNA می باشد.

۲- پرومتافاز: بلافاصله پس از تشکیل دوک آغاز می شود. در این مرحله، پوشش هسته و شبکه ی آندوپلاسمی به قطعات کوچکتر تجزیه می شوند تا رشته های دوک بتوانند به کروموزوم ها برسند. در همین حال سانترومر کروموزوم ها به رشته های دوک متصل می شوند.

۳- پس چهر (متافاز): کروموزوم ها که بیشترین فشردگی را پیدا کرده اند، در وسط (سطح استوایی) یاخته دریف می شوند. در این مرحله کروموزوم های دو کروماتیدی در سطح استوایی سلول قرار می گیرند و حداکثر فشردگی را پیدا می کنند و در این مرحله گروهی از رشته های دوک به سانترومر کروموزوم ها متصل هستند و در این مرحله صفحه کروموزومی ایجاد می شود. در این مرحله می توان تصویری از کروموزوم های در حال تقسیم تهیه نمود و لذا این مرحله برای تهیه کاریوتیپ مناسب است. در این مرحله دوک تقسیم یا کینه توکور مشاهده می شود. البته سایر انواع دوک ها را نیز داریم و می توانیم بگوییم در این مرحله تمام انواع دوک ها وجود دارد.

۴- پسین چهر (آنافاز): در این مرحله با تجزیه ی پروتئین اتصال در ناحیه ی سانترومر، کروماتیدها از هم جدا می شوند. جدا شدن کروماتیدها با کوتاه شدن رشته های دوک متصل به کروموزوم انجام می شود. کروموزوم ها که اکنون تک کروماتیدی اند، به دو سوی یاخته (قطب) کشیده می شوند.

در این مرحله دو کروماتید خواهری هر کروموزوم از محل سانترومر از هم جدا می شوند و هر کدام بر اثر کوتاه شدن رشته های دوک (انقباض دوکی) متصل به سانتیول به قطبین رفته و تعداد کروموزوم تک کروماتیدی دو برابر می شود و در این مرحله تعداد کروموزوم ها در هر قطب سلول با تعداد اولیه برابر است، در این مرحله سانترومرها و کروموزوم های سلول موقتاً دو برابر شده اند. (اصطلاحاً می توانیم به این مرحله تقسیم سانترومر نیز بگوییم).

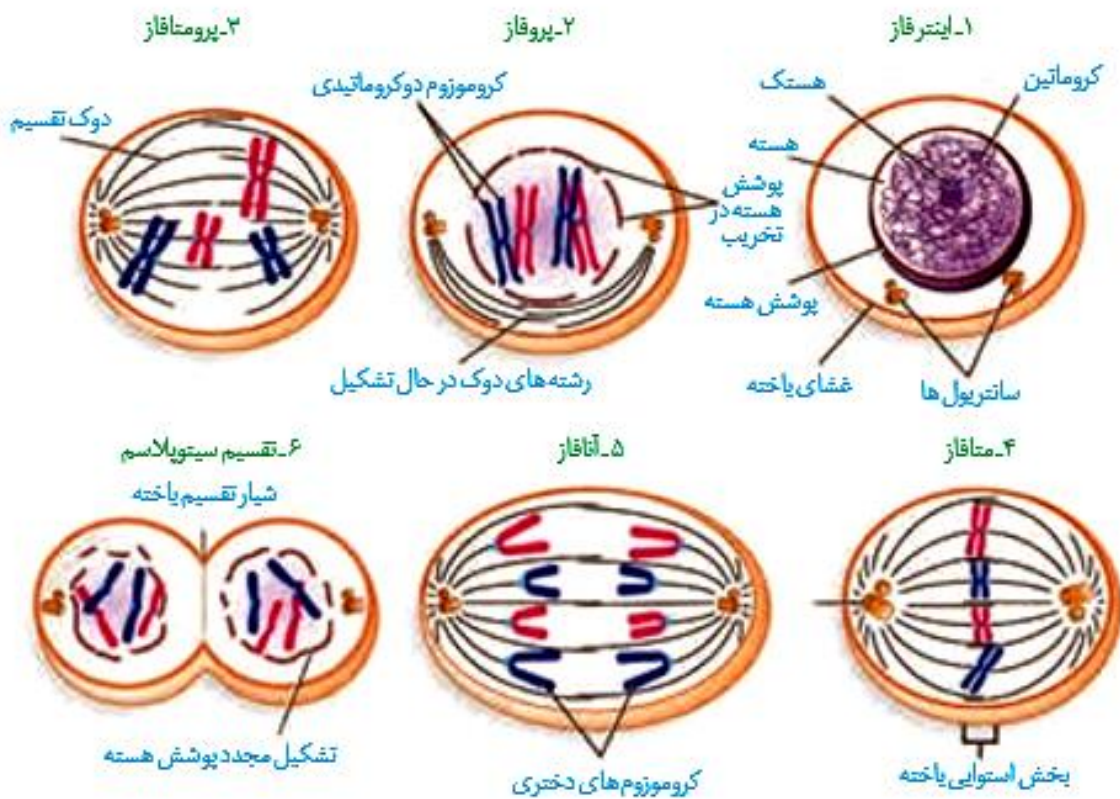
نکته: در مرحله آنافاز تعداد کروموزوم و سانترومر درون یاخته دو برابر می شود ولی تعداد مولکول DNA و رشته نوکلئوتید دار آن ها تغییر نمی کند.

نکته: در مرحله آنافاز هر قطب یاخته فرمول ژنتیکی همانند یاخته اولیه را دارد.

نکته: در این مرحله درون یاخته به جای $2n=4$ کروموزوم به تعداد $4n=8$ کروموزوم وجود دارد که هر قطب به اندازه $2n=4$ کروموزوم ماده وراثتی دارد و یاخته از هر ژن ۴ دستورالعمل دارد که دوتا دوتا به هم مشابهند و در دو قطب یاخته واقع شده اند.

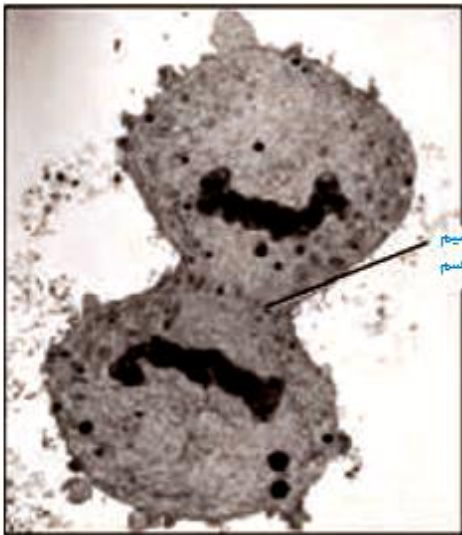
۵- واپسین چهر (تئوفاز): رشته های دوک تخریب شده و کروموزوم ها شروع به باز شدن می کنند تا به صورت کروماتین در آیند، پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می شود. در پایان تئوفاز، یاخته دو هسته با ماده ی ژنتیکی مشابه دارد.

غشاء هسته تدریجی پدیدار گشته و کروموزومها فشردهگی خود را از دست داده و تبدیل به کروماتین می‌شوند و دوک تقسیم (میکروتوبول‌ها) ناپدید می‌شوند، غشای هستک پدیدار می‌شود و سلول وارد سیتوکینز می‌شود. در واقع در این مرحله پدیدار شدن مجدد شبکه کروماتینی را داریم و در این مرحله غشای هسته نیز شروع به فرورفتگی می‌کند.

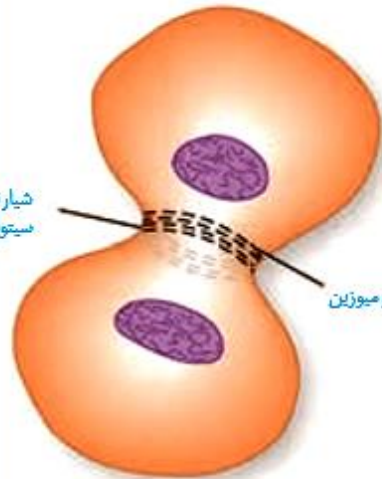


تقسیم سیتوپلاسم:

پس از رشتمان (میتوز)، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته ی جدید تشکیل می شود. در یاخته های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرو رفتگی در وسط آن شروع می شود. این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می گیرد و به غشاء متصل است. با تنگ شدن این حلقه ی انقباضی در نهایت دو یاخته از هم جدا می شوند.



شیار تقسیم سیتوپلاسم



حلقه انقباضی اکتین و میوزین

شکل ۸- تقسیم میان یاخته در یک یاخته جانوری

در یاخته ی گیاهی، حلقه انقباضی تشکیل نمی شود. در این یاخته ها نخست ساختاری به نام صفحه ی یاخته ای در محل تشکیل دیواره جدید، ایجاد می شود. این صفحه با تجمع ریز کیسه های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آنها تشکیل می شود. این ریز کیسه ها، دارای پیش سازهای تیغه ی میانی و دیواره ی یاخته اند. با اتصال این صفحه به دیواره ی یاخته ی مادری دو یاخته ی جدید از هم جدا می شوند. ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم که سال گذشته با آنها آشنا شدید در هنگام تشکیل دیواره جدید، پایه گذاری می شوند.



تقسیم بی رویه ی یاخته:

یاخته ها با تقسیم، افزایش و با مرگ، کاهش می یابند. اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته ها به هم بخورد، چه وضعی پیش می آید؟ نتیجه می تواند ایجاد یک تومور باشد. تومور، توده ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می شود. تومورها به دو نوع خوش و بدخیم تقسیم می شوند. نوع خوش خیم رشدی کم دارد و یاخته های آن در جای خود می مانند و منتشر نمی شوند. این نوع تومور معمولاً ان قدر بزرگ نمی شوند که به بافت های مجاور خود آسیب بزنند. البته در مواردی که تومور بیش از اندازه بزرگ شود، می تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند. لیپوما یکی از انواع تومورهای خوش خیم است که در افراد بالغ متداول است. در این تومور، یاخته های چربی تکثیر شده و توده ی یاخته ایجاد می کند.



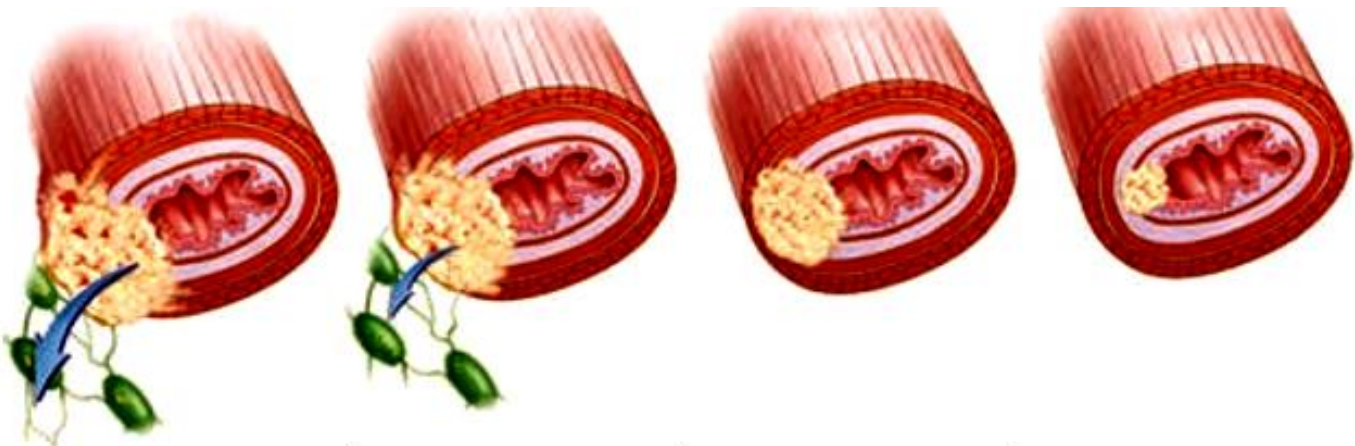
(ب)



(الف)

تصویر ۱۱- الف) تومور خوش خیم، لیپوما در نزدیکی آرنج
ب) ملانوما: نوعی تومور بدخیم یاخته های رنگدانه دار پوست

تومور بدخیم یا سرطان به بافت های مجاور حمله می کند و توانایی دگر نشینی (متاستاز) دارد؛ یعنی می تواند یاخته هایی از آن جدا شده و همراه با جریان خون، یا به ویژه لنف به نواحی دیگر بدن بروند؛ در آنجا مستقر شوند و رشد کنند. علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در ماده ی ژنتیکی یاخته است که باعث می شود چرخه ی یاخته از کنترل خارج شود.



۴- یاخته های سرطانی از راه لنف به بافت های دورتر می روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آنها می شوند.

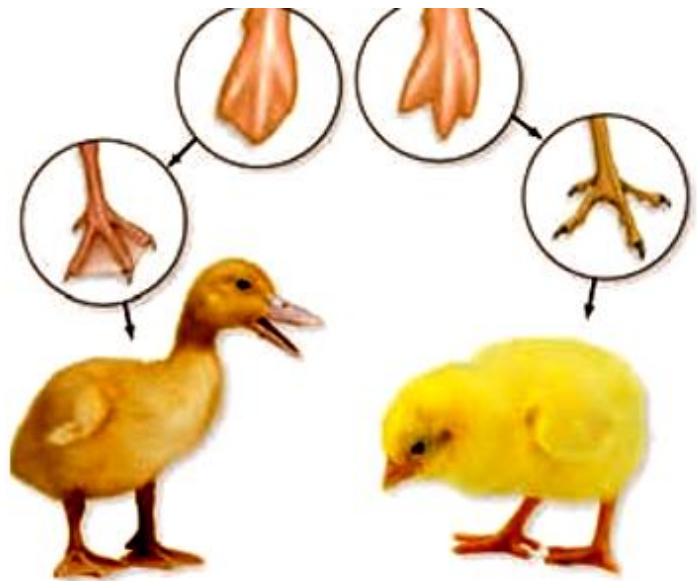
۳- یاخته های سرطانی به بخش های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می کنند.

۲- یاخته های تومور در بافت گسترش می یابند، ولی هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده اند.

۱- یاخته سرطانی شروع به تهاجم به یاخته های بافت می کند.

مرگ برنامه ریزی شده ی یاخته – Apoptosis:

مرگ یاخته ها می تواند تصادفی باشد؛ مثلا در بریدگی یا سوختگی ها، یاخته ها آسیب می بینند و از بین می روند. به این حالت، بافت مردگی (Necrosis) گفته می شود. ولی مرگ برنامه ریزی شده ی یاخته ای شامل یک سری فرآیندهای دقیقا برنامه ریزی شده است که در بعضی یاخته ها و شرایط خاص ایجاد می شود. این فرآیند با رسیدن علایمی به یاخته شروع می شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین های تخریب کننده در یاخته شروع به تجزیه ی اجزای یاخته و مرگ آن می کنند. حذف یاخته های پیر یا آسیب دیده، مانند آنچه در آفتاب سوختگی اتفاق می افتد، مثالی از مرگ برنامه ریزی شده ی یاخته ای است؛ چون پرتوهای خورشید دارای اشعه ی فرابنفش اند آفتاب سوختگی می تواند سبب آسیب به "دنا" یاخته ها و بروز سرطان شود. مرگ برنامه ریزی شده ی یاخته ای، با از بین بردن یاخته های آسیب دیده، آنها را حذف می کند. مثال دیگر، حذف یاخته های اضافی از بخش های عملکردی مانند پرده های بین انگشتان پا در پرندگان است.



شکل ۱۳- حذف پرده های میانی انگشتان در دوران جنینی برخی پرندگان در اثر مرگ برنامه ریزی شده

انواع مرگ یاخته ای :

الف) مرگ تصادفی

در اثر عوامل محیطی مثل سوختگی یا بریدگی یاخته ها یا حتی بافت ها می توانند آسیب ببینند و از بین بروند که به این حالت بافت مردگی (Necrosis) و مرگ تصادفی یاخته ای می گویند.

ب) مرگ برنامه ریزی شده (Apoptosis)

در این نوع مرگ یاخته ای یک سری فرآیندهای دقیق و برنامه ریزی شده در برخی یاخته و در شرایط خاص ایجاد می شود. این فرآیندها با رسیدن علایمی به یاخته آغاز می شوند و طی چند ثانیه پروتئین های تخریب کننده ای در یاخته فعال می شوند که شروع به تجزیه اجزای یاخته و مرگ آن می کنند.

نکته: مرگ برنامه ریزی شده در اثر یاخته های لنفوسیت کشنده طبیعی و لنفوسیت t رخ می دهد که در هر دو یاخته ابتدا پرفورین سبب ایجاد منفذ در یاخته مورد نظر شده و سپس آنزیم های درونی فعال شده در یاخته سبب مرگ سریع یاخته می شوند. مرگ برنامه ریزی شده در بعضی یاخته ها و در شرایط خاص ایجاد می شود. حذف یاخته های اضافی در پرده های بین انگشتان جنین نمونه ای از مرگ برنامه ریزی شده برای نمو جاندار می باشد که مثلا در برخی پرندگان وجود دارد و در برخی انجام نمی شود پس مرگ برنامه ریزی شده نباید قطعا برای یک یاخته آسیب دیده یا مرده صورت بگیرد بلکه می تواند یاخته های اضافی را نیز برای تمایز از بین ببرند.

نکته: اگر مدت زمان زیادی در معرض پرتوهای نورخورشید که حاوی اشعه فرابنفش هستند قرار بگیریم ممکن است آسیب به DNA یاخته های پوست در اثر آفتاب سوختگی ایجاد شود و یاخته های سرطانی با سرعت تقسیم زیاد به وجود بیایند. بدن در این شرایط پروتئین هایی می سازد که با از بین بردن یاخته های آسیب دیده پوستی آن ها حذف کرده و با مرگ برنامه ریزی شده مانع ایجاد سرطان در بدن می شود.

