

# زیست شناسی یازدهم

## فصل ششم : تقسیم یاخته

گفتار ۱ : کروموزوم

محمد رضا میرزایی

دبیر زیست شناسی دبیرستان های ناحیه ۳ مشهد

@MIRZAEI\_ZIST



## فصل ۶

# تقسیم یاخته

✓ زندگی انسان، با تشکیل یاخته‌ای به نام تخم آغاز می‌شود و پس از چند ماه به نوزادی با میلیاردها یاخته تبدیل می‌شود. روند افزایش یاخته‌ها حتی بعد از این هم ادامه می‌یابد، به طوری که تعداد یاخته‌ها در بدن یک فرد بالغ به صدها میلیارد می‌رسد. این افزایش شگفت‌انگیز با تقسیمات پیاپی یاخته‌ها صورت می‌پذیرد. با توجه به مطالبی که در سال‌های گذشته فراگرفتید، چه انواعی از تقسیم در بدن یک فرد بالغ میتوز و میوز میتوز در یاخته‌های غیر جنسی و میوز در یاخته‌های مولد گامت را می‌شناسید؟ هر نوع از این تقسیم‌ها در چه نوع یاخته‌هایی، انجام می‌شود؟ نتیجه هر نوع از تقسیم چیست؟ آیا همه یاخته‌های بدن، تقسیم می‌شوند؟ خیر نتیجه میتوز رشد و ترمیم بدن و نتیجه میوز تولید یاخته جنسی



سوالات متداول

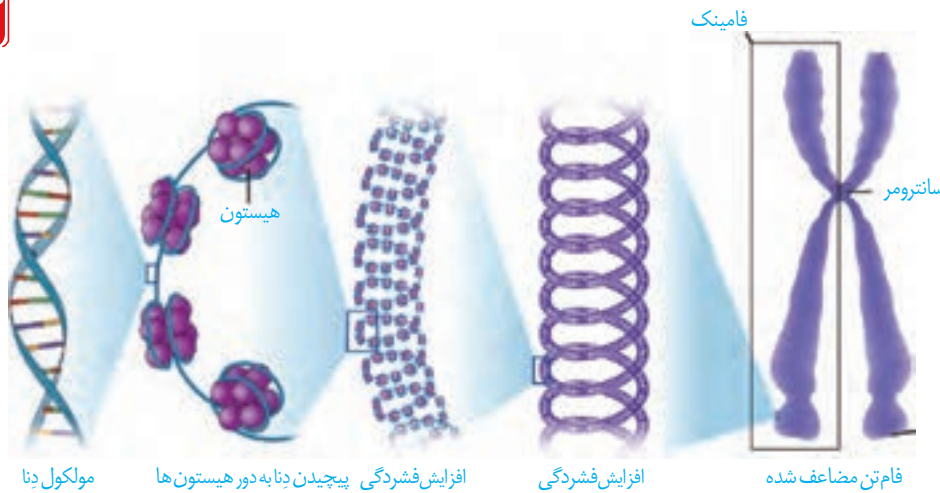
# گفتار ۱ فام تن (کروموزوم)

جنس فام تن

همان طور که می دانید فام تن از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است. به شکل ۱ توجه کنید. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی فام تن های هسته، کمتر و به صورت توده ای از رشته های درهم است که به آن، **فامینه (کروماتین)** می گویند. هر رشته فامینه دارای واحدهای تکراری به نام **هسته تن (نوکلئوزوم)** است. در هر هسته تن، مولکول دنا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام **هیستون** پیچیده است. ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت **فامینه** است. پیش از تقسیم یاخته، رشته های فامینه **دو برابر** و در حین تقسیم یاخته **فشرده** می شوند (شکل ۱).

تعاریف کروماتین و نوکلئوزوم

دقت کنیم

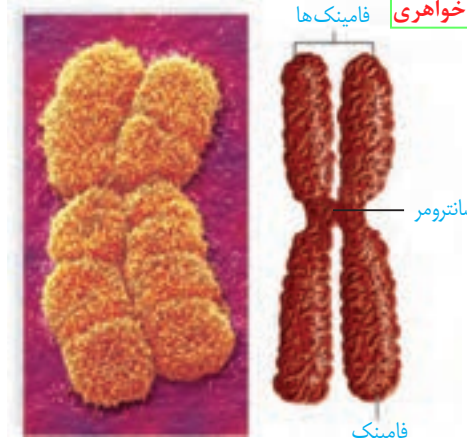


کروماتین ← فشرده کروموزوم  
↑  
رفع فشردگی

شکل ۱- مراحل فشرده شدن فام تن

شکل ۲، تصویر یک فام تن را در حداکثر فشردگی نشان می دهد. همان طور که در این شکل مشاهده می شود، این فام تن از دو بخش همانند به نام **فامینک (کروماتید)** تشکیل شده است. به این فام تن ها، فام تن های **مضاعف شده** می گویند. فامینک های هر فام تن مضاعف از نظر نوع ژن ها یکسان اند و به آنها **فامینک های خواهری** گفته می شود. فامینک های خواهری در محلی به نام **سائترومر** به هم متصل اند.

فامینک های خواهری



محل اتصال کروماتیدهای خواهری

شکل ۲- ساختار یک فام تن مضاعف شده

کروموزوم ها به دو شکل ساده ( تک کروماتیدی و تک سائترومری) یا مضاعف (دو کروماتیدی و تک سائترومری) دیده می شوند.

نکته

کروموزوم مضاعف شده شامل دو کروماتید، دو مولکول دنا و یک سائترومر است.

واژه‌شناسی

فامینه (chromatin/ کروماتین)  
 فامینک (chromatid/ کروماتید)  
 فامتن (chromosome/ کروموزوم)  
 فام و کروم هر دو به معنای رنگ هستند که در کلمات متفاوتی به کار رفته، وقتی به صورت توده رنگ‌پذیر دیده می‌شوند فامینه، به صورت اجسام رنگ‌پذیر فامتن و جزء کوچک‌تر اینها همراه با پسوند صغیر (ک) به کار رفته و فامینک خوانده می‌شود.

تعداد فامتن

هرگونه از جانداران، تعداد معینی فامتن در یاخته‌های پیکری خود دارند که به آن **عدد فامتنی** می‌گویند. یاخته‌های پیکری، همان یاخته‌های غیرجنسی جاندارند. ممکن است تعداد فامتن یاخته‌های پیکری بعضی از جانداران مانند هم باشد؛ مثلاً در یاخته‌های پیکری انسان و درخت زیتون ۴۶ فامتن وجود دارد، ولی به طور مسلم ژن‌های آنها بسیار متفاوت‌اند. تعداد فامتن‌های جانداران مختلف (به جز باکتری‌ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

هدف از تعیین کاربوتیپ

یاخته‌های پیکری انسان، دولاد (دیپلوئید) هستند

برای تعیین تعداد فامتن‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های فامتنی، کاربوتیپ تهیه می‌شود. کاربوتیپ تصویری از فامتن‌ها با حداکثر فشردگی است که براساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند (شکل ۳).

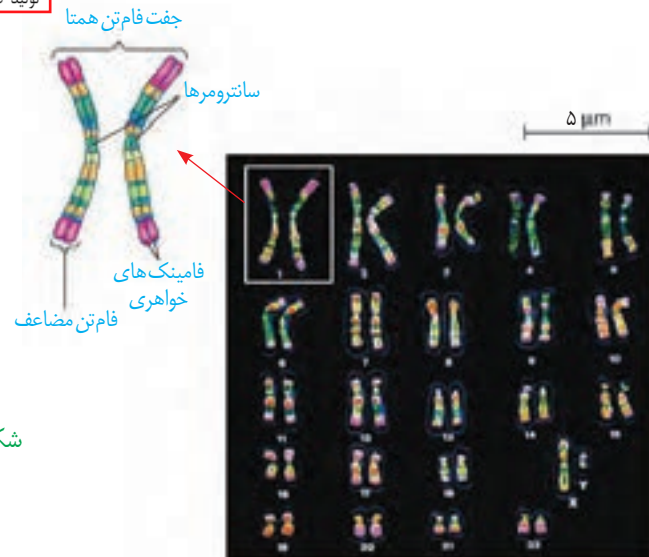
**نکته:** برای تهیه کاربوتیپ از یاخته‌هایی استفاده می‌شود که هسته و می‌توانند تقسیم شوند مثلاً نمی‌توان از یاخته‌های تولیدکننده پادتن استفاده کرد.

بیشتر بدانید

جدول ۱- عدد فامتنی برخی جانداران

نام جاندار	تعداد فامتن
مگس خانگی	۱۲
ذرت	۲۰
گوجه فرنگی	۲۴
زرافه	۳۰
گره	۳۸
موش	۴۰
انسان	۴۶
شامپانزه	۴۸
سیب‌زمینی	۴۸
اسب	۶۴
سگ	۷۸
نوعی سرخس	۱۲۶۰

با توجه به جدول آیا بین ساده و پیچیده بودن جاندار و تعداد فامتن‌ها می‌تواند ارتباطی وجود داشته باشد؟



شکل ۳- کاربوتیپ انسان

با بررسی کاربوتیپ انسان، مشاهده می‌شود که هر فامتن دارای یک فامتن شبیه خود است که به این فامتن‌ها، **همتا** گفته می‌شود. به جاندارانی که یاخته‌های پیکری آنها از هر فامتن دو نسخه داشته باشند، **دولاد** می‌گویند. در این یاخته‌ها، دو مجموعه فامتن وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه‌اند؛ یک مجموعه فامتن از والد مادری و یک مجموعه از والد پدری دریافت شده است. این یاخته‌ها را با نماد کلی «۲n» نشان می‌دهند.

در انسان و بعضی جانداران، فامتن‌هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این فامتن‌ها، **فامتن جنسی** گفته می‌شود. فامتن‌های جنسی ممکن است شبیه هم نباشند. نمونه این فامتن‌ها را در کاربوتیپ شکل ۳ مشاهده می‌کنید. فامتن‌های جنسی در انسان را با نماد **X** و **Y** نشان می‌دهند. هسته یاخته‌های پیکری زنان دو فامتن **X** و مردان یک فامتن **X** و یک فامتن **Y** دارند.

کروموزوم **Y** ژن‌های کمی دارد و از کروموزوم **X** کوچکتر است. Homologous - ۱

نکته

همواره در هسته یاخته در هر مرحله‌ای تعداد کروموزوم مساوی با تعداد سانترومر و تعداد کروماتید برابر تعداد مولکول‌های دنا است.

تعداد کروموزوم های هر جاندار مشخص است.

کروموزوم های سلول های جاندارانی که از یک گونه هستند ، عموماً یکسان است.

تعداد کروموزوم های بعضی گونه ها با یکدیگر یکسان است

در یاخته های هاپلوئید کروموزوم همتا وجود ندارد.

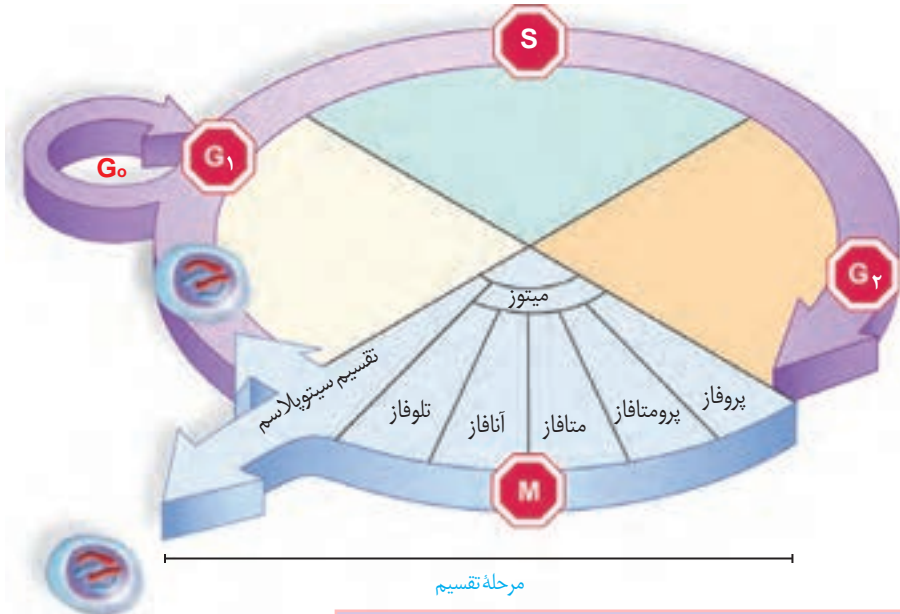
بعضی یاخته‌ها مانند یاخته جنسی انسان، **تک لاد (هاپلوئید)** هستند؛ یعنی یک مجموعه فام‌تن دارند. یاخته‌های تک لاد را با نماد کلی «n» نشان می‌دهند. «n» تعداد فام‌تن های یک مجموعه است؛ مثلاً در انسان  $n=23$  است. در یک مجموعه فام‌تنی، هیچ فام‌تنی با فام‌تن دیگر همتا نیست.

دقت کنیم

### چرخه یاخته‌ای

مراحلی که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند را **چرخه یاخته‌ای** می‌گویند. این چرخه، شامل مراحل **اینترفاز** و تقسیم است. در یاخته‌های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است (شکل ۴).

۱  
۲  
مراحل چرخه یاخته‌ای



شکل ۴- مراحل مختلف چرخه یاخته

**نکته:** در مراحل  $G_1$ , S, و  $G_2$  نمی توان کاربوتیپ تعیین کرد چون ماده ژنتیک به صورت رشته های در هم تابیده (کروماتین) هستند.

### اینترفاز:

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

**مرحله وقفه اول یا  $G_1$ :** مرحله رشد یاخته‌هاست و یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند. یاخته‌هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می‌شوند. این یاخته‌ها به طور موقت یا دائم به مرحله‌ای به نام  $G_0$  وارد می‌شوند. یاخته عصبی نمونه‌ای از این یاخته‌هاست. سایر نمونه‌ها: یاخته های پادتن ساز و یاخته های عضله اسکلتی

در هر سلول پیکری انسان ممکن است ۴۶ کروموزوم نباشد مثلاً:  
۱- در گلبول قرمز که هسته ندارد کروموزومی هم وجود ندارد  
۲- در سلولهای ماهیچه اسکلتی به دلیل داشتن چند هسته تعداد کروموزوم در سلول زیاد می باشد.



**مرحله S:** دوبرابر شدن دِنای (DNA) هسته، در این مرحله انجام می شود که نتیجه همانندسازی است. همانندسازی دِنای فرایندی است که طی آن از یک مولکول دِنای، دو مولکول یکسان ایجاد می شود.

در مرحله وقفه دوم همانندسازی اندامک ها نیز انجام می شود

**مرحله وقفه دوم یا G<sub>2</sub>:** این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاهتر است و در آن، یاخته ها آماده مرحله تقسیم می شوند. در این مرحله، ساخت پروتئین ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می کنند و یاخته ها آماده تقسیم می شوند.

### تقسیم یاخته:

در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته (رشتهمان یا کاستمان) و تقسیم سیتوپلاسم انجام می شود. در سال های گذشته تا حدودی با این فرایندها آشنا شدید. با تقسیم سیتوپلاسم، در نهایت یاخته های جدید ایجاد می شود.

### نکته

- ✓ بیشتر مدت زندگی سلول در مرحله اینترفاز می باشد.
- ✓ در انتهای مرحله سنتز کروموزوم ها دو کروماتیدی اند.
- ✓ در انتهای مرحله سنتز حجم ماده وراثتی ۲ برابر است در مرحله سنتز تعداد کروموزوم ها تغییر نمی کند اما مقدار ماده ژنتیک و تعداد DNA دو برابر میشود.



**@MIRZAEI\_ZIST**

# کتاب نوشت



## زیست شناسی

فصل ۶

تقسیم یاخته

گفتار ۲:

میتوز

محمد رضا میرزایی

دبیر زیست شناسی دبیرستان های مشهد

محتوای آموزشی در کانال آزمون زیست شناسی به کد سر:

**@MIRZAEI\_ZIST**

رشته‌مان (میتوز/ mitosis) به معنی رشته و میتوز فرایندی است که در آن تعداد رشته‌های فام‌تن ثابت می‌مانند و واژه رشته‌مان از کلمه‌های رشته و مان تشکیل شده که رشته به فام‌تن‌ها و مان حالت و فرایندی را نشان می‌دهد که در آن فام‌تن‌ها ثابت می‌مانند.

وظیفه دوک تقسیم

در رشته‌مان ماده ژنتیک، که در مرحله S همانندسازی شده بود، تقسیم می‌شود و به یاخته‌های جدید می‌رسد. فام‌تن‌ها که در هسته پراکنده‌اند، ابتدا باید به طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته‌های حاصل تقسیم شوند. برای حرکت و جدا شدن صحیح فام‌تن‌ها، ساختارهایی به نام دوک تقسیم ایجاد می‌شود (شکل ۵-الف). دوک تقسیم، مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر فام‌تن به آن متصل می‌شود. با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، فام‌تن‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند.

جنس دوک تقسیم

در یاخته‌های جانوری، میانک‌ها (سانتریول‌ها) ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان

می‌دهند.

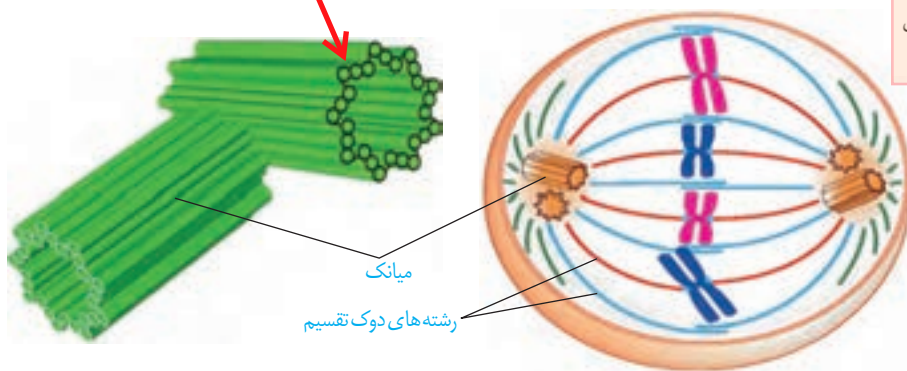
در مرحله G2

میانک‌ها، یک جفت استوانه عمود برهم‌اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته، دوبرابر می‌شوند. هر یک از این استوانه‌ها، از تعدادی لوله کوچک‌تر پروتئینی تشکیل شده‌است. ساختار میانک‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.

جنس میانک‌ها

سانتریول از ۹ دسته سه تایی ریزلوله ساخته شده است.

نکته: سانتریول در یاخته‌های جانوری وجود دارد، اغلب یاخته‌های گیاهی سانتریول ندارند ولی دوک هنگام تقسیم شکل می‌گیرد.

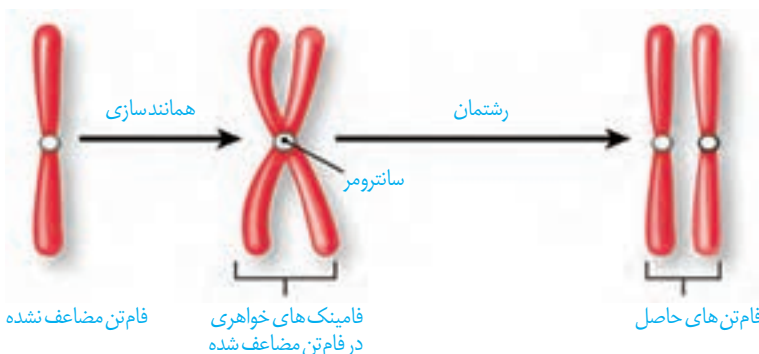


شکل ۵-الف) دوک تقسیم (ب) جفت میانک

رشته‌های دوک به سه شکل دیده می‌شوند. آیا می‌توانید در شکل بالا آنها را مشخص کنید؟

لطفه

رشته‌مان، فرایندی پیوسته است، ولی زیست‌شناسان برای سادگی، آن را مرحله‌بندی می‌کنند. طرح ساده‌ای از تقسیم فام‌تن‌ها در رشته‌مان را در شکل ۶ مشاهده می‌کنید.



شکل ۶- طرح ساده‌ای از تقسیم فام‌تن‌ها در رشته‌مان

فام‌تن مضاعف شده دو کروماتیدی (فامینکی) و تک کروماتیدی هر کدام دارای یک سانترومر می‌باشند



**توجه** 😊: پوشش هسته در اواخر پروفاز شروع به تجزیه شدن می کند که در مرحله پرومتافاز ادامه پیدا می کند و سبب از بین رفتن و ناپدید شدن پوشش هسته می گردد. (هدف رسیدن رشته های دوک به کروموزوم ها)

۱

**پروفاز:** در این مرحله، رشته های فامینه فشرده، ضخیم و کوتاه تر می شوند. به طوری که به تدریج با میکروسکوپ نوری می توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن فام تن، میانک ها به دو طرف یاخته حرکت می کنند و بین آنها دوک تقسیم تشکیل می شود. در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب می کند.

دقت کنیم

**پرومتافاز:** در این مرحله، پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می شوند تا رشته های دوک بتوانند به فام تن ها برسند. در همین حال سانترومر فام تن ها به رشته های دوک متصل می شوند.

**متافاز:** فام تن ها بیشترین فشردگی را پیدا می کنند و در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف

می شوند.

دقت کنیم

**انافاز:** در این مرحله، با تجزیه پروتئین اتصالی در ناحیه سانترومر، فامینک ها از هم جدا می شوند.

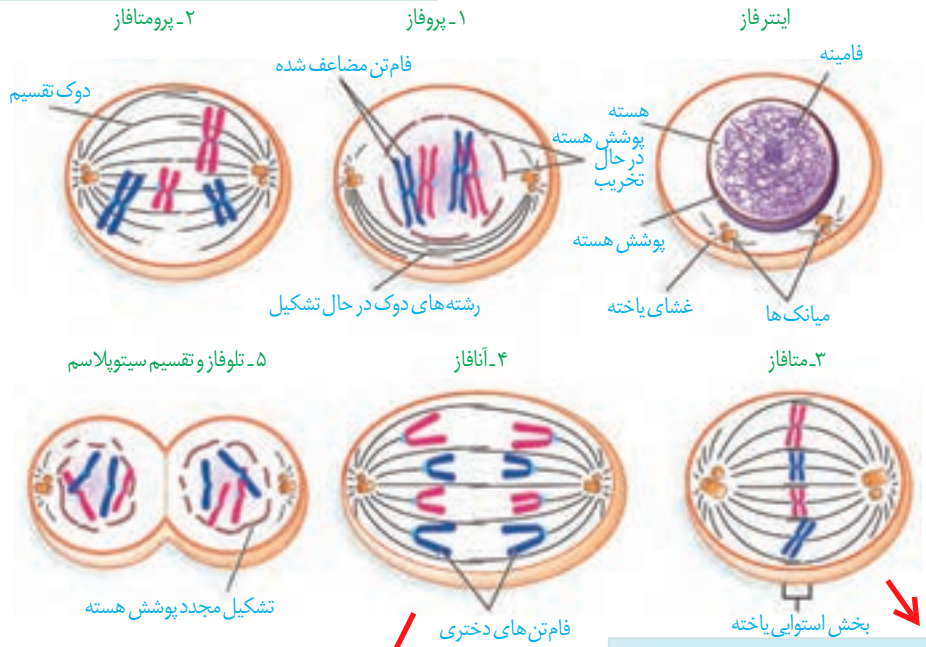
فاصله گرفتن فامینک ها با کوتاه شدن رشته های دوک متصل به فام تن انجام می شود. فام تن ها که اکنون تک فامینکی اند، به دو سوی یاخته (قطب) کشیده می شوند.

دقت کنیم

**تلوفاز:** رشته های دوک تخریب شده و فام تن ها شروع به باز شدن می کنند تا به صورت فامینه در آیند. پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می شود. در پایان تلوفاز، یاخته، دو هسته مشابه دارد. مراحل تقسیم رشتمان در شکل ۷ نشان داده شده است.

نقطه

کروموزوم ها به رشته های دوک در متافاز متصل می شوند ولی به همه رشته های دوک کروموزوم متصل نمی شود. به دلیل فشردگی زیاد کروموزوم، بهترین مرحله برای تهیه کاریوتیپ، مرحله متافاز است.



شکل ۷. طرح ساده ای از مراحل تقسیم رشتمان

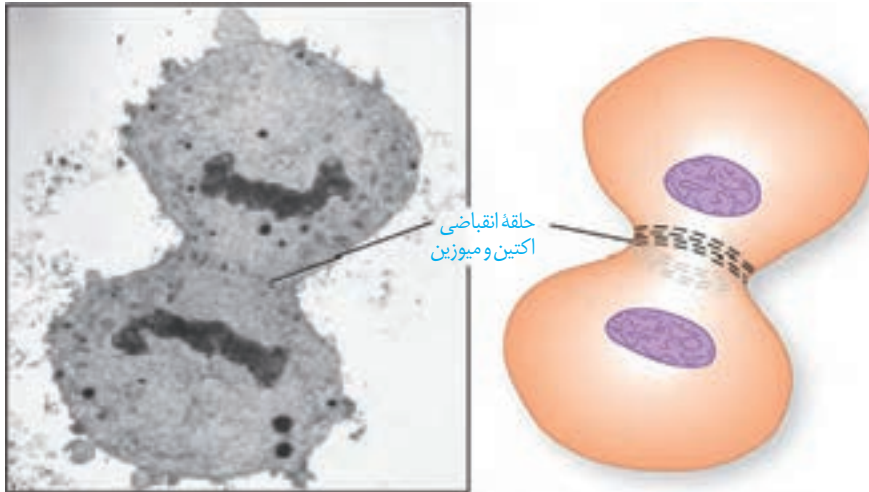
حداکثر فشردگی و کوتاه ترین اندازه کروموزوم

در مرحله انافاز افزایش طول یاخته و حداکثر فاصله بین سانترومرها وجود دارد

**تقسیم سیتوپلاسم**

پس از رشتمان، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می شود.

در یاخته‌های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در وسط آن شروع می‌شود. این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمر بندی در سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به غشا متصل است. با تنگ شدن این حلقه انقباضی در نهایت دو یاخته از هم جدا می‌شوند (شکل ۸).



شکل ۸- تقسیم سیتوپلاسم در یک یاخته جانوری

در یاخته‌های گیاهی، حلقه انقباضی تشکیل نمی‌شود. در این یاخته‌ها نخست ساختاری به نام **صفحه یاخته‌ای** در محل تشکیل دیواره جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آنها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغه میانی و دیواره یاخته‌اند. با اتصال این صفحه به دیواره یاخته مادری دو یاخته جدید از هم جدا می‌شوند (شکل ۹). ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم که سال گذشته با آنها آشنا شدید در هنگام تشکیل دیواره جدید، پایه‌گذاری می‌شوند.

ریزکیسه‌ها در بخش میانی یاخته جمع می‌شوند  
ریزکیسه‌ها به هم می‌پیوندند و ریزکیسه‌های بزرگ‌تر می‌سازند  
در نهایت یک ریزکیسه بزرگ ساخته می‌شود  
دیواره یاخته جدید حاصل از محتوای ریزکیسه‌ای



شکل ۹- تقسیم سیتوپلاسم در یاخته گیاهی

نکته

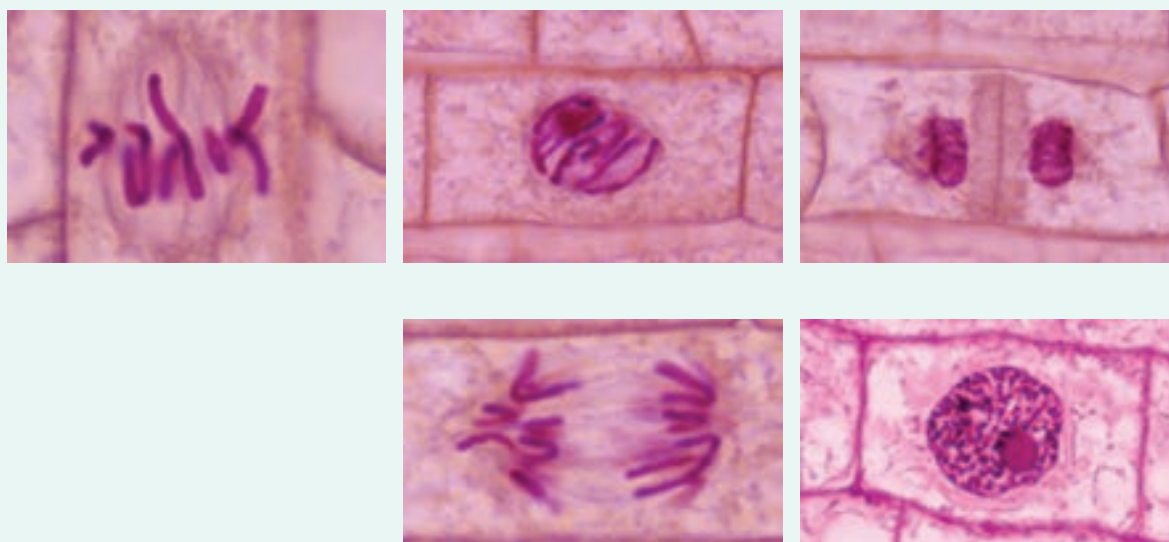
حین فرآیند سیتوکینز در گیاهان، رشته‌های دوک تقسیم همچنان وجود دارند.

در دنیای جانداران یاخته‌های چندهسته‌ای به روش‌های مختلفی ایجاد می‌شوند. در سال گذشته با بعضی از این یاخته‌ها آشنا شدید. آیا می‌توانید بعضی از آنها را نام ببرید؟ در مورد نحوه تشکیل این نوع از یاخته‌ها تحقیق کنید و نتیجه آن را به کلاس ارائه دهید.

## فعالیت ۱

یاخته‌های عضله اسکلتی، انواعی از یاخته‌های چندهسته‌ای هستند. این یاخته‌ها از به هم پیوستن چندین یاخته تک هسته‌ای در دوران جنینی تشکیل میشوند و به همین علت چندین هسته دارند. در گروهی دیگر از یاخته‌ها، تقسیم میتوز صورت می‌گیرد، ولی سیتوپلاسم تقسیم نمی‌شود. نتیجه این فرآیند نیز، ایجاد یاخته‌هایی چندهسته‌ای است.

با توجه به آنچه دربارهٔ چرخه یاخته‌ای فراگرفته‌اید تصاویر میکروسکوپی زیر را بر اساس مراحل آن، با شماره‌گذاری مرتب کنید.



### تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم‌شده است

بعضی یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های مریستمی گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند. همین یاخته‌ها در شرایط خاصی، مثلاً شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حد تعداد یاخته‌ها، تقسیم خود را کاهش می‌دهند و یا متوقف می‌کنند. برعکس، یاخته‌های عصبی به ندرت تقسیم می‌شوند. این یاخته‌ها چگونه تشخیص می‌دهند در چه زمان یا به چه مقداری باید تقسیم شوند؟ چه عواملی تنظیم‌کنندهٔ سرعت و تعداد تقسیم یاخته‌اند؟ چگونه تعداد چرخه‌های یاخته تنظیم می‌شوند و چرا این تنظیم در برخی یاخته‌ها به هم می‌خورد؟

سوال

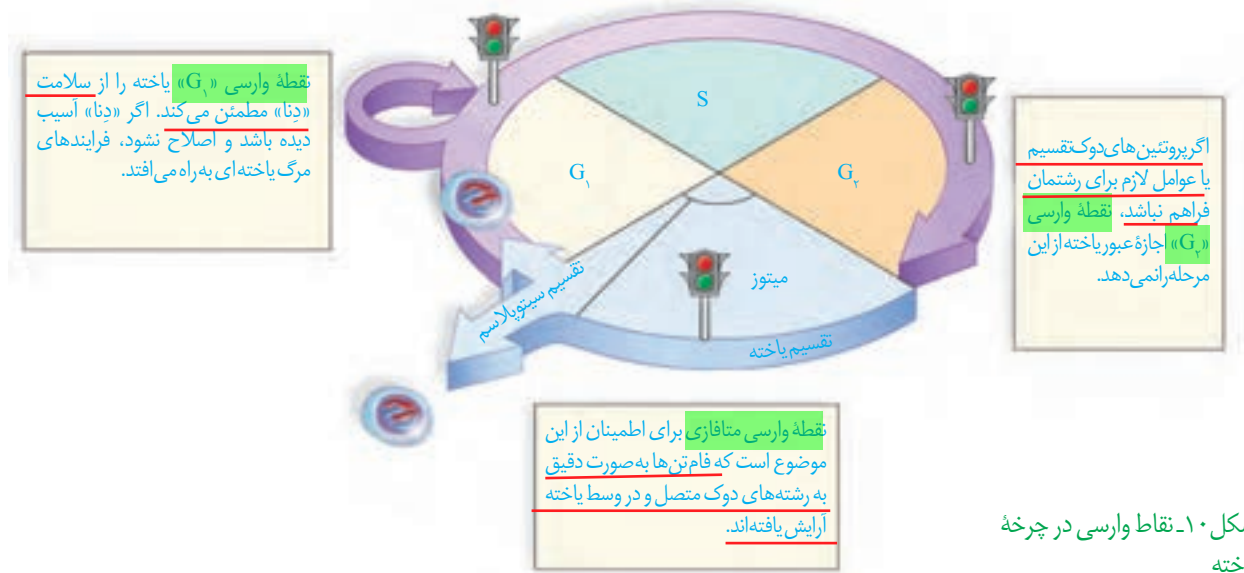
### عوامل تنظیم‌کنندهٔ تقسیم یاخته

- یاخته‌ها در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی **الف** سرعت تقسیم خود را تنظیم می‌کنند.
- ۱ انواعی از پروتئین‌ها وجود دارد که با فرایندهایی منجر به تقسیم یاخته‌ای می‌شوند. پروتئین‌های دیگری نیز وجود دارند که در شرایط خاصی، مانع از تقسیم یاخته‌ها می‌شوند. این پروتئین‌ها در سرعت تقسیم یاخته مانند پدال گاز و ترمز عمل می‌کنند؛ یا در گیاهان در محل آسیب دیده، نوعی عامل رشد **ب** تولید می‌شوند تا با تقسیم سریع، تودهٔ یاخته ایجاد کنند. این تودهٔ یاخته مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود؛
  - ۲ یا نوعی عامل رشد، در پوست انسان زیر محل زخم تولید می‌شود که با افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ها، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد. مثال دیگر این مواد، اریتروپویتین است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. با توجه به آنچه آموختید این ماده بر کدام بخش بدن اثر می‌گذارد و نتیجهٔ آن چیست؟

مثال‌هایی از مواد شیمیایی تنظیم‌کننده سرعت تقسیم

توجه ☺: هورمون اریتروپویتین توسط گروه ویژه‌ای از یاخته‌های کلیه و کبد به درون خون ترشح می‌شود که بر روی مغز استخوان اثر می‌کند تا سرعت تولید گویچه‌های قرمز را زیاد کند.

در چرخه یاخته ای، چند نقطه واریسی وجود دارد. نقاط واریسی مراحل از چرخه یاخته اند که به آن اطمینان می دهند که مرحله قبل کامل شده است و عوامل لازم برای مرحله بعد آماده اند. در شکل ۱۰ بعضی از این نقاط را می بینید.



شکل ۱۰- نقاط واریسی در چرخه یاخته

## واژه شناسی

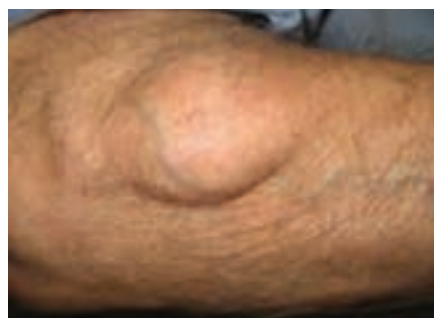
دگر نشینی (metastasis/متاستاز) «متا» به معنی دگر و «استاز» به معنی ایستادن و تثبیت است. دگر نشینی نیز به معنای برخاستن از یک بافت یا اندام و نشستن در بافت یا اندام دیگر است.

## ویژگی تومور نوع خوش خیم:

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 خیم و بدخیم تقسیم می شوند. **انواع تومور** نوع خوش خیم رشد کمی دارد و یاخته های آن در جای خود می مانند و منتشر نمی شوند. این نوع تومور معمولاً آن 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 یاخته ایجاد می کند (شکل ۱۱- الف).



(ب)



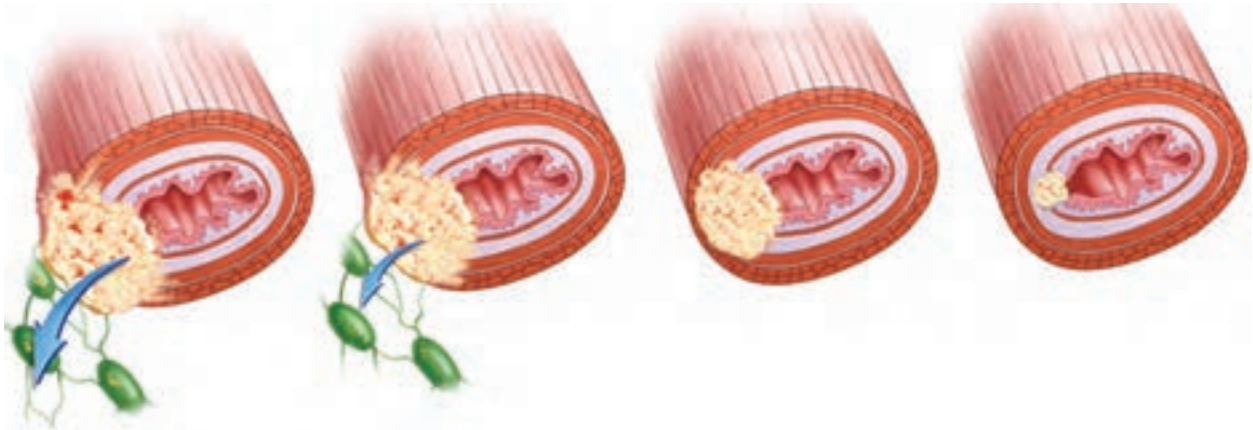
(الف)

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 بافت‌های مجاور حمله می‌کند و توانایی **دگرنشینی** (متاستاز) دارد؛ یعنی می‌تواند یاخته‌هایی 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 (شکل ۱۲). علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخه یاخته از کنترل خارج شود (شکل ۱۱-ب).

شکل ۱۲- مراحل رشد و دگرنشینی یاخته‌های سرطانی



۴- یاخته‌های سرطانی از راه لنف به بافت‌های دورتر می‌روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آنها می‌شوند.

۳- یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کنند.

۲- یاخته‌های سرطانی در بافت‌ها گسترش می‌یابند، ولی هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده‌اند.

۱- یاخته سرطانی شروع به تهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.

### بیشتر بدانید

یاخته‌های سرطانی در صورت وجود ماده غذایی و فضای کافی می‌توانند به طور دائم تقسیم شوند. یاخته‌های سرطانی زنی سیاه‌پوست به نام هنریتا لکس Henrietta Lacks که در سال ۱۹۵۱ در اثر همین بیماری درگذشت، همچنان در حال تقسیم در محیط آزمایشگاهی بسیاری از نقاط جهان است. محققان زیادی از یاخته‌های هلا (مخفف نام هنریتا لکس) در آزمایشگاه‌های زیست‌شناسی استفاده می‌کنند. این یاخته‌ها می‌توانند در مجاورت یاخته‌های دیگر، آنها را به حالت سرطانی در بیاورند.

### تشخیص و درمان سرطان

روش‌های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان‌ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. **بافت‌برداری** روشی است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می‌شود. **آزمایش خون** به این شناسایی کمک می‌کند. روش‌های رایج درمان سرطان شامل **جراحی**، **شیمی‌درمانی** و **پرتودرمانی** است. در **پرتودرمانی**، یاخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، به طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می‌گیرند. شیمی‌درمانی با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همه بدن می‌شود. این روش‌های درمانی می‌توانند به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برسانند. **مرگ** این یاخته‌ها از عوارض جانبی شیمی‌درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می‌شود. حتی بعضی افراد که تحت تأثیر تابش‌های شدید یا شیمی‌درمانی قوی قرار می‌گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی مورد نیاز را بسازند.

عوارض جانبی شیمی‌درمانی

۱- Biopsy



## بیشتر بدانید

یاخته‌های سرطانی و یاخته‌های عادی در چند ویژگی با هم تفاوت دارند:

۱- یاخته‌های سرطانی، تقسیمات بدون کنترل دارند.

۲- شکل یاخته‌های سرطانی با یاخته‌های عادی تفاوت دارد. همچنین ممکن است یاخته‌های سرطانی، چند هسته‌ای شوند.

۳- بسیاری از یاخته‌های سرطانی نامیرا هستند؛ یعنی برخلاف یاخته‌های عادی بعد از چند تقسیم نمی‌میرند.

۴- یاخته‌های عادی در حضور عوامل رشد تقسیمات خود را شروع می‌کنند و با اتمام آن، پایان می‌دهند. بسیاری از یاخته‌های سرطانی حتی بدون حضور عوامل رشد، می‌توانند تقسیم شوند.

۵- در یاخته‌های عادی در محیط کشت، با تکثیر و رسیدن لبه یاخته‌ها به هم، تقسیم متوقف می‌شود. در ضمن، یاخته‌های عادی در محیط کشت نیازمند سطح جامد برای اتصال اند. یاخته‌های سرطانی هیچ کدام از این خصوصیات را ندارند. این موضوع، علت توانایی دگرنشینی یاخته‌های سرطانی را نشان می‌دهد.

۶- یاخته‌های عادی در اثر آسیب دیدگی، دچار خزان یاخته‌ای می‌شوند، ولی یاخته‌های سرطانی نمی‌میرند.

۷- یاخته‌های سرطانی موادی را تولید می‌کنند که باعث ایجاد رگ‌های جدید خونی می‌شوند تا فرایند غذارسانی و دفع مواد زاید به راحتی انجام شود (شکل مراحل رشد و دگرنشینی یاخته‌های سرطانی).

## وراثت و محیط، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند

پروتئین‌ها، تنظیم‌کننده چرخه یاخته و مرگ آن هستند. پروتئین‌ها محصول عملکرد ژن‌ها هستند. بنابراین، مشخص است که در ایجاد سرطان، ژن‌ها نقش دارند. ژن‌های زیادی شناخته شده‌اند که در بروز سرطان مؤثرند. علت شیوع بیشتر بعضی سرطان‌ها در بعضی جوامع، همین مسئله است.

عوامل محیطی هم در بروز سرطان مؤثرند. پرتوهای فرابنفش، بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار «دنا» آسیب می‌زنند. سایر پرتوها و مواد شیمیایی سرطان‌زا، مواد غذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی، بعضی ویروس‌ها، قرص‌های ضدبارداری، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.

### فعالیت ۳

با استفاده از منابع علمی بررسی کنید که کدام نوع از سرطان‌ها در کشور ما شیوع بیشتری دارند. چرا بعضی انواع سرطان در بخش‌های خاصی از کشور ما شایع‌ترند؟

## بیشتر بدانید

جدول ۲- برخی عوامل مؤثر بر بروز سرطان

پرتوها	عوامل شیمیایی	خوراکی و آشامیدنی‌ها	ویروس‌ها	هورمون	عوامل ژنی
● پرتو X ● پرتو گاما ● پرتو فرابنفش (سولاریوم-) ● آفتاب‌سوختگی	● دخانیات ● نیکل ● آرسنیک ● بنزن ● دیوکسین ● آزبست (پشم‌شیشه) ● اورانیوم ● پلی‌وینیل کلراید ● PVC	● نوشیدنی‌های الکلی ● گوشت و ماهی دودی ● غذاهای نیترات‌دار	● هپاتیت ب ● هرپس سیمپلکس ● پاپیلوما	● قرص‌های ضد بارداری	● ژن‌های مؤثر در بروز ● رتینوبلاستوما ● سرطان پروستات ● سرطان معده ● سرطان پوست ● سرطان خون ● سرطان رحم

## مرگ برنامه ریزی شده یاخته

مرگ یاخته‌ها می‌تواند تصادفی باشد؛ مثلاً در بریدگی، یاخته‌ها آسیب می‌بینند و از بین می‌روند. به این حالت، **بافت مردگی** گفته می‌شود. ولی مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای شامل یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی شده است که در بعضی یاخته‌ها و در شرایط خاص ایجاد می‌شود. این فرایند با رسیدن علایمی به یاخته شروع می‌شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین‌های تخریب‌کننده در یاخته شروع به تجزیه اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند.

حذف یاخته‌های پیر یا آسیب‌دیده، مانند آنچه در آفتاب‌سوختگی اتفاق می‌افتد، مثالی از مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای است؛ چون پرتوهای خورشید دارای اشعه فرابنفش اند آفتاب‌سوختگی می‌تواند سبب آسیب به «دنا» یاخته‌ها و بروز سرطان شود. مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای، با از بین بردن یاخته‌های آسیب‌دیده، آنها را حذف می‌کند. مثال دیگر، حذف یاخته‌های اضافی از بخش‌های **۲** عملکردی مانند پرده‌های بین انگشتان پا در پرندگان است (شکل ۱۳).

مثال هایی از مرگ برنامه ریزی شده:



شکل ۱۳- حذف پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی برخی پرندگان در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده

## فعالیت ۴

با استفاده از خمیر بازی (چند رنگ) و بارعایت موارد بهداشتی، مراحل تقسیم رشتان را طراحی کنید. برای این کار، عدد فام‌تنی یاخته فرضی را ۴ یا ۶ در نظر بگیرید. هر مجموعه فام‌تن را با یک رنگ انتخاب

کنید و با توجه به این فعالیت به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- (الف) در متافاز فام‌تن‌های همتا نسبت به هم چگونه روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند؟  
 (ب) با توجه به عدد فام‌تنی انتخابی، تعداد فام‌تن‌ها و فامینک‌ها را قبل و بعد از رشتان تعیین کنید.

کتاب نوشت



# زیست شناسی

فصل ۶

تقسیم یاخته

گفتار ۳:

میوز و تولید مثل جنسی

محمد رضا میرزایی

دبیر زیست شناسی دبیرستان های مشهد

محتوای آموزشی در کانال آزمون زیست شناسی به کد سر:

**@MIRZAEI\_ZIST**

جنسی: دووالد نقش دارند ← تولید گامت نر و ماده هاپلوئید می کنند ← تقسیم میوز دارند ← فرزند دقیقاً شبیه والدین نیست  
 غیر جنسی: یک والد نقش دارد ← گامت تولید نمی شود ← تقسیم میوز ندارند ← لقاح صورت نمی گیرد ← فرزند دقیقاً شبیه والد است

### واژه شناسی

کاستمان (meiosis/میوز)

meioun به معنی کاست از مصدر کاستن همراه با (مان) واژه کاستمان را می سازد که به فرایند کاسته شدن تعداد فام تن ها در حین تقسیم اشاره دارد.

## گفتار ۳ کاستمان (میوز) و تولید مثل جنسی

مزیت تولید مثل غیر جنسی: سریع بودن و مزیت تولید مثل جنسی تنوع در زاده ها است

در گذشته با تولید مثل جنسی و غیر جنسی آشنا شدید. با توجه به آنچه آموخته اید، چه تفاوت های اصلی در این دو نوع تولید مثل وجود دارد؟ هریک از این روش ها چه مزایایی دارد؟ چه روش های تولید مثل غیر جنسی را می شناسید؟ کدام نوع تقسیم با تولید مثل جنسی ارتباط بیشتری دارد؟ **میوز** ... تقسیم دوتایی - قلمه زدن - خوابانیدن - پیوند زدن و

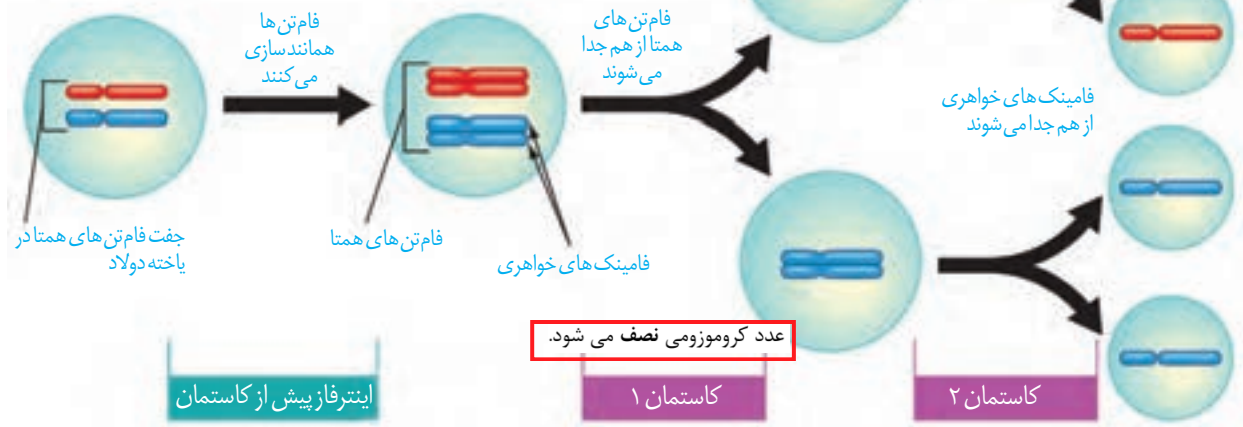
### کاستمان، کاهش تعداد فام تن ها

در تولید مثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته های آنها با هم ادغام می شوند. یاخته های مؤثر در تولید مثل جنسی با نوعی تقسیم کاهش می یابد به نام کاستمان ایجاد می شوند. به نظر شما اهمیت این نوع تقسیم در جانداران چیست؟

کاستمان از دو مرحله کلی کاستمان ۱ و ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته نیز تقسیم سیتوپلاسم انجام می شود (شکل ۱۴). پیش از این تقسیم نیز، مانند رشتمان، اینترفاز رخ می دهد.

### نکته

در تقسیم میوز مرحله اول کاهش کروموزومی داریم مرحله دوم نداریم. میوز ۲ کاملاً شبیه میتوز است. در میوز ۲ کاهش کروموزومی اتفاق نمی افتد.



شکل ۱۴- طرح ساده ای از تقسیم کاستمان

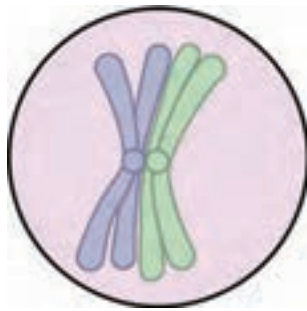
### کاستمان ۱

در این مرحله از تقسیم کاستمان، عدد فام تنی نصف می شود. این بخش از کاستمان چهار مرحله دارد که عبارتند از: پروفاز ۱، متافاز ۱، آنافاز ۱ و تلوفاز ۱ (شکل ۱۶).

**۱ پروفاز ۱:** فام تن های همتا از طول در کنار هم قرار می گیرند و فشرده می شوند. به این ساختار چهار فامینکی، **چهار تاییه (تتراد)** گفته می شود. چهار تاییه از ناحیه سانترومر به رشته های دوک متصل می شوند. سایر وقایع این مرحله، شبیه پروفاز و پرومتافاز رشتمان است (شکل ۱۵).

سانتریول به دو قطب سلول حرکت می کند  
 غشا هسته ناپدید می شود.





شکل ۱۵- طرح ساده‌ای از یک چهارتایه

2 **متافاز ۱:** چهارتایه‌ها در استوای یاخته، روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.

3 **آنافاز ۱:** فام‌تن‌های همتا که مضاعف شده‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته

حرکت می‌کنند. نحوه کوتاه شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند رشتمان است. **دقت کنیم**

4 **تولوفاز ۱:** با رسیدن فام‌تن‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود.

**دقت کنیم** معمولاً در پایان کاستمان ۱ تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. نتیجه کاستمان ۱ ایجاد دو یاخته است

(شکل ۱۶).

باتوجه به شکل ۱۶ می‌توانید بگویید عدد فام‌تنی یاخته‌های حاصل، چه تفاوتی با یاخته مادری دارد؟

عدد کروموزومی یاخته‌های حاصل، نصف عدد کروموزومی یاخته مادری است.

## کاستمان ۲

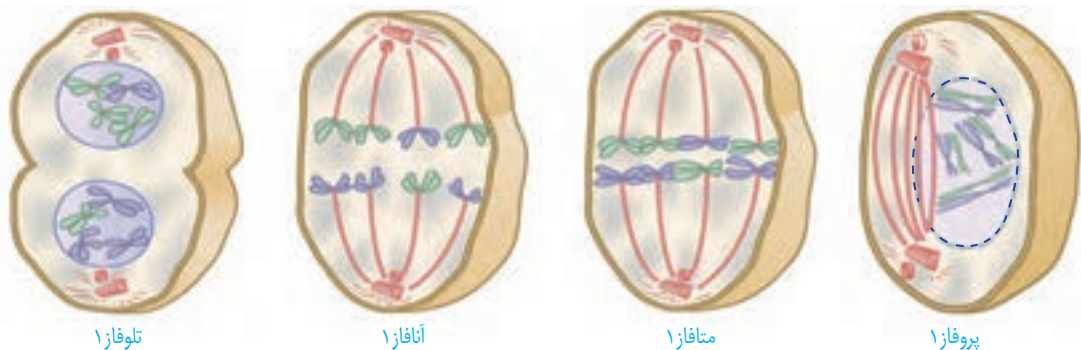
در این مرحله یاخته‌های حاصل از کاستمان ۱، مراحل پروفاز ۲، متافاز ۲، آنافاز ۲ و تولوفاز ۲ را می‌گذرانند.

وقایع کاستمان ۲ بسیار شبیه رشتمان است و در پایان آن، از هر یاخته دو یاخته شبیه هم ایجاد می‌شود

که نصف فام‌تن‌های یاخته‌های مادر را دارند. این فام‌تن‌ها مضاعف نیستند. در پایان کاستمان ۲، تقسیم

سیتوپلاسم انجام می‌شود. در مجموع و با پایان تقسیم کاستمان از یک یاخته  $2n$ ، چهار یاخته  $n$  فام‌تنی

حاصل می‌شود.



تولوفاز ۲

آنافاز ۲

متافاز ۲

پروفاز ۲

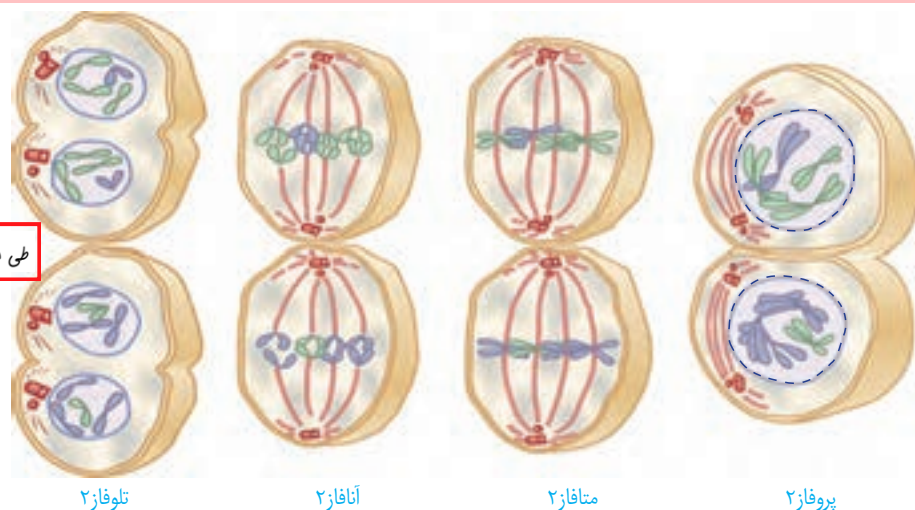
**پروفاز ۲:** غشا هسته از بین می‌رود، دوک تشکیل می‌شود و سانتیریول به دو قطب سلول حرکت می‌کند.

**متافاز ۲:** دوک کاملاً شکل می‌گیرد، کروموزمها به حداکثر فشردگی می‌رسند و در استوای سلول قرار می‌گیرند.

## نکته

طی میوز هر اکثر ۳ تا یافته تولید می‌شود که از دو نوع مختلف می‌باشند.

شکل ۱۶- طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کاستمان



تولوفاز ۲

آنافاز ۲

متافاز ۲

پروفاز ۲

**آنافاز ۲:** کروماتید کروموزم از هم جدا می‌شوند و به دو قطب سلول می‌روند، دوک کوتاه می‌شود.

**تولوفاز ۲:** در این مرحله کروموزم‌ها در دو قطب سلول جمع می‌شوند، غشا هسته پدیدار می‌شود فشردگی

کروموزمها کاهش پیدا می‌کند. به همراه تولوفاز سیتوکینز هم رخ می‌دهد و دو سلول جدید پدید می‌آید.



- در متافاز میوز ۱ کروموزوم ها در ۲ ردیف طولی ولی در متافاز میتوز کروموزوم ها در ۱ ردیف طولی در استوای سلول قرار می گیرند.
- در متافاز میوز ۱ کروموزوم های همتا ولی در متافاز میتوز کروماتیدهای خواهری از هم جدا می شوند.

## فعالیت ۵

۱- تقسیم کاستمان ۱ از نظر نحوه آرایش فام تن ها و جدا شدن آنها تفاوت اساسی با تقسیم رشتمان دارد. آیا می توانید با توجه به شکل های رشتمان و کاستمان، این تفاوت ها را بیان کنید؟

۲- تقسیم کاستمان ۲ را با تقسیم رشتمان مقایسه کنید. چه شباهت ها و تفاوت هایی بین این دو فرایند وجود دارد؟

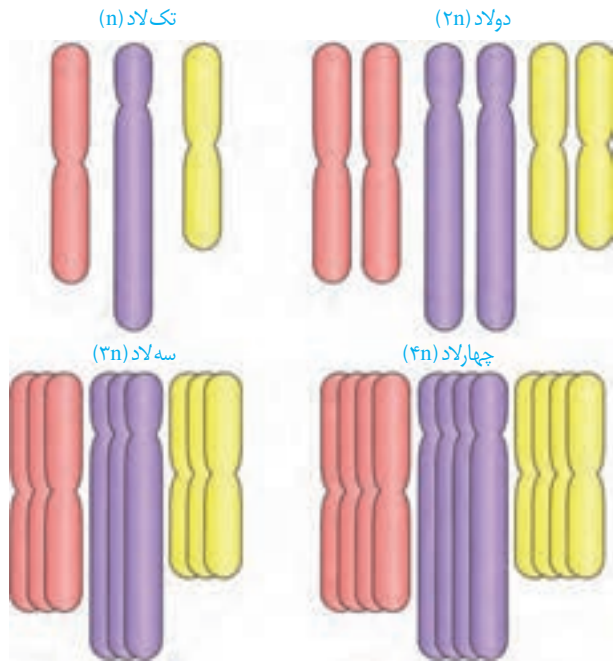
- شباهت های اساسی میوز ۲ و میتوز:
- در هیچ کدام کاهش تعداد کروموزوم دیده نمی شود.
  - در هر دو طی آنافاز کروماتیدها از هم جدا می شوند.

## تغییر در تعداد فام تن ها

گرچه تقسیم یاخته ای با دقت زیاد انجام می شود، ولی به ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد. **چندلادی (پلی پلوئیدی) شدن** و با هم ماندن فام تن ها، نمونه هایی از این خطاهای کاستمانی هستند. اشتباه در تقسیم می تواند، هم در تقسیم رشتمان و هم در تقسیم کاستمان رخ دهد، ولی چون یاخته های حاصل از کاستمان در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، از اهمیت بیشتری برخوردارند.

**۱ چندلادی شدن:** اگر در مرحله آنافاز همه فام تن ها بدون اینکه از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر فام تن خواهد داشت و یاخته دیگر فاقد فام تن خواهد بود. در آزمایشگاه می توان با تخریب رشته های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد (شکل ۱۷).

دقت کنیم



شکل ۱۷- طرح ساده ای از تعداد فام تن ها

به یاخته یا جاننداری که یاخته‌های آن بیش از دو مجموعه فام‌تن داشته باشد، چندلاد گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی  $6n$  و موز  $3n$  است (شکل ۱۷).

**۲ با هم ماندن فام‌تن‌ها:** در این حالت، یک یا چند فام‌تن در مرحلهٔ آنافاز (رشتمان و کاستمان) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند فام‌تن مشاهده می‌شود (شکل ۱۸). نمونهٔ این حالت، **نشانگان داون** است. به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت **نشانگان** می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود  $47$  فام‌تن دارند (شکل ۱۸). فام‌تن اضافی مربوط به شمارهٔ  $21$  است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد  $3$  فام‌تن شمارهٔ  $21$  دارند. علت بروز این حالت آن است که یکی از یاخته‌های جنسی ایجادکنندهٔ فرد، به جای یک فام‌تن شمارهٔ  $21$ ، دارای دو فام‌تن  $21$  بوده است. بالا بودن سنٔ مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سنٔ مادر، احتمال خطای کاستمانی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود. علت این موضوع را در فصل‌های آینده خواهید آموخت.

عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم کاستمان شوند. دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌توانند در روند جدا شدن فام‌تن‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کنند.

عوامل ایجادکننده اختلال در کاستمان

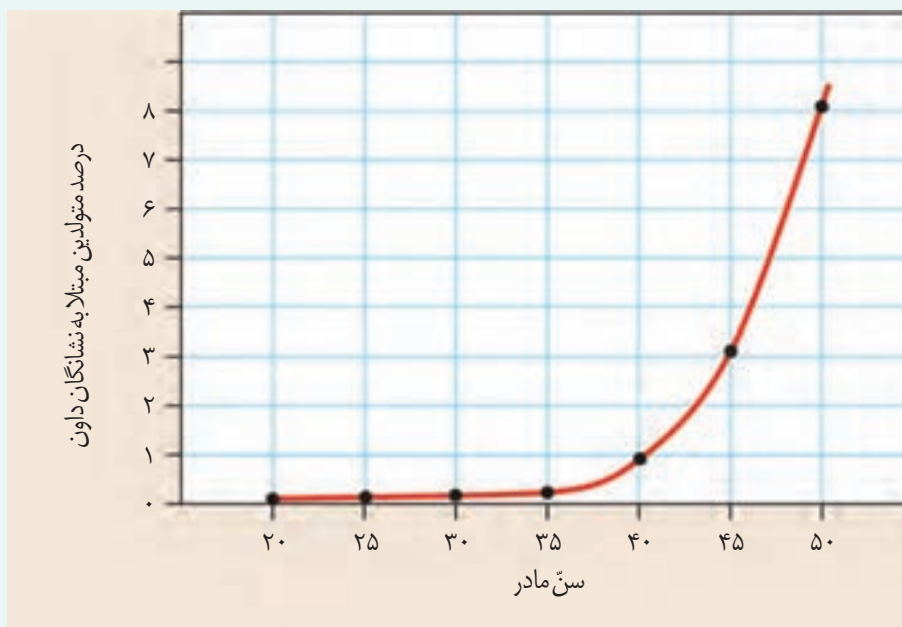


شکل ۱۸- کاریوتیپ یک فرد مبتلا به داون. آیا می‌توانید جنسیت این فرد را تشخیص دهید؟

## فعالیت ۶

با استفاده از منابع علمی، با انواع دیگری از بیماری‌های ناشی از باهم‌ماندن فام‌تن‌ها آشنا شوید و گزارش این بررسی را در کلاس ارائه کنید.

منحنی زیر، رابطه بین سنّ مادر در هنگام بارداری و احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به نشانگان داون را نشان می‌دهد. منحنی را تفسیر کنید.



رابطه بین سنّ مادر در هنگام بارداری و احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به نشانگان داون:

- ← با افزایش سنّ مادر در هنگام بارداری یا تولد، احتمال تولد فرزند مبتلا به نشانگان داون افزایش خواهد یافت. این افزایش احتمال در مادران با سن بالای ۴۰ سال بسیار بیشتر خواهد بود.
- برای مثال: احتمال تولد فرزند مبتلا به نشانگان داون در مادر با سن ۵۰ سال حدود ۸ درصد است.
- ← احتمال تولد فرزند مبتلا به نشانگان داون در مادر با سن ۴۵ سال نسبت به مادر با سن ۳۵ سال حدود ۱۰ برابر است

کانال آزمون زیست شناسی

**@MIRZAEI\_ZIST**