



تقسیم یاخته



زیست سال یازدهم

فصل ۶

تقسیم یاخته در یک نگاه:

ساختار کروموزوم: کروموزوم از دنا و پروتئین تشکیل شده که در اینترفاز فشردگی کمتری دارد و کروماتین نامیده می‌شود و دارای واحدهای تکراری به نام نوکلئوزوم است. در زمان ورود به تقسیم، فشردگی کروماتین بیشتر شده و به کروموزوم تبدیل می‌شود که می‌تواند یک یا دو کروماتید در ساختار خود داشته باشد.

کروموزوم

عدد کروموزومی: هر گونه از جانداران، تعداد معینی کروموزوم در سلول‌های پیکری خود دارد که به آن عدد کروموزومی می‌گویند؛ مثلاً انسان و درخت زیتون ۴۶ کروموزوم دارند.

دیپلوئید و هاپلوئید: با بررسی کاریوتیپ انسان مشخص می‌شود که برای هر کروموزوم، یک کروموزوم شبیه به نام همتا دیده می‌شود، سلول‌هایی که در آن کروموزوم‌ها دو به دو شبیه‌اند، دیپلوئید یا دولا نامیده می‌شوند و اگر کروموزوم‌ها شبیه به هم نباشند، سلول، هاپلوئید یا تک‌لاد نامیده می‌شود.

چرخه یاخته‌ای: مرحله‌ای است که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند و شامل اینترفاز (وقفه اول یا G_1 ، S و وقفه دوم یا G_2) و تقسیم هسته و تقسیم سیتوپلاسم می‌باشد.

پروفاز: کروماتین، ضخیم و کوتاه شده به کروموزوم تبدیل می‌شود، دوک تشکیل شده و پوشش هسته شروع به تخریب می‌کند.

پرومتافاز: پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می‌شود تا دوک به کروموزوم‌ها برسد.

متافاز: کروموزوم‌ها بیشترین فشردگی را پیدا کرده و در سطح استوایی سلول ردیف می‌شوند.

آنافاز: با تجزیه پروتئین اتصالی در ناحیه سانترومر، کروماتیدها جدا شده و کروموزوم‌های تک کروماتیدی به دو قطب سلول کشیده می‌شوند.

تلوفاز: دوک تخریب شده و کروموزوم‌ها باز شده، به کروماتین تبدیل می‌شوند و پوشش هسته مجدداً تشکیل می‌شود.

میتوز

تقسیم یاخته

تقسیم سیتوپلاسم: در سلول‌های جانوری با تشکیل حلقه انقباضی پروتئینی و در سلول‌های گیاهی با تشکیل صفحه یاخته‌ای یا تیغه میانی همراه است.

تقسیم بی‌رویه یاخته: اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ آن به هم بخورد، تومور ایجاد می‌شود که ممکن است خوش خیم (مثل لیپوما) یا بدخیم (مثل ملانوما) باشد.

تشخیص و درمان سرطان: به کمک بافت‌برداری و آزمایش خون تشخیص و به کمک جراحی، شیمی درمانی و پرتو درمانی، درمان سرطان صورت می‌پذیرد.

مرگ برنامه‌ریزی شده: با رسیدن علائمی به سلول شروع می‌شود و سبب می‌شود در عرض چند ثانیه پروتئین‌های تخریب کننده در یاخته شروع به تجزیه اجزاء یاخته کرده و سبب مرگ آن شوند، مثل حذف سلول‌های پیر با آسیب دیده در اثر آفتاب سوختگی.

پروفاز ۱: تترادها تشکیل شده و از ناحیه سانترومر به دوک وصل می‌شوند و سایر وقایع شبیه به پروفاز و پرومتافاز میتوز است.

متافاز ۱: تترادها در استوای یاخته روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.

آنافاز ۱: کروموزوم‌های همتا از هم جدا شده و به قطبین می‌روند.

تلوفاز ۱: پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود.

میتوز ۱

میتوز

میتوز ۲: در طی میتوز ۲، سلول‌های حاصل از میتوز ۱، مراحل ۴گانه پروفاز، متافاز، آنافاز و تلوفاز را بسیار شبیه به تقسیم میتوز می‌گذرانند.

تغییر در تعداد کروموزوم‌ها: اگر اشتباهاتی مثل با هم ماندن کروموزوم‌ها در تقسیم یاخته رخ دهد، تعداد کروموزوم‌ها دستخوش تغییر می‌شود و می‌تواند منتهی به بروز بیماری‌هایی مثل نشانگان داون شود، این نشانگان به علت جدا نشدن کروموزوم شماره ۲۱ در میتوز مادران مسن، رخ می‌دهد.

ویژه کنکور



مطالب مهم این فصل کدام است؟

- ۱. تقسیم میتوز
- ۲. تقسیم میوز

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.



فامتن (کروموزوم)

همان‌طور که می‌دانید فام تن از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است. به شکل ۱ توجه کنید. زمانی که یاخته در حال تقسیم

نیست، فشردگی فام‌تن‌های هسته، کمتر و به صورت توده‌ای از رشته‌های در هم است که به آن، فامینه (کروماتین) می‌گویند.

تکامل ریبوزوم و نوکلئوزوم، ساختارهای نوکلئوپروتئینی‌اند با این تفاوت که نوکلئوزوم دارای دنا و پروتئین و ریبوزوم دارای رنا و پروتئین است.

هر رشته فامینه دارای واحدهای تکراری به نام هسته تن (نوکلئوزوم) است. در هر هسته تن، مولکول دنا حدود ۲ دور در اطراف ۸

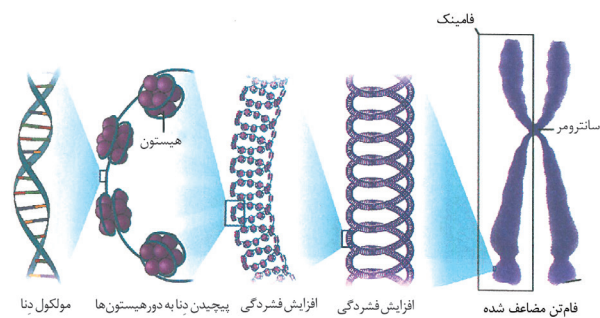
مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچیده است. ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت فامینه

است. پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های فامینه دو برابر و در حین تقسیم یاخته فشرده می‌شوند (شکل ۱).

تکامل هرگز در زمان تقسیم، همانندسازی دنا رخ نمی‌دهد یعنی همزمان با میتوز یا همزمان با میوز یا همزمان با تقسیم دوتایی باکتری‌ها، همانندسازی دنا صورت نمی‌پذیرد.

تکامل فشردگی دنا در مرحله متافاز به حداکثر می‌رسد و تا اواخر آنافاز ادامه دارد.

تکامل فشرده شدن فام‌تن در ۵ مرحله صورت می‌پذیرد که در مرحله اول آن پروتئین‌های ساختاری یعنی هیستون‌ها نقشی ندارند یعنی میان کنش پروتئین‌های ساختاری، در مرحله اول فشرده شدن فام‌تن فاقد اهمیت است اما در مراحل دوم تا پنجم پروتئین‌های هیستون مشارکت دارند و نوکلئوزوم دیده می‌شود.

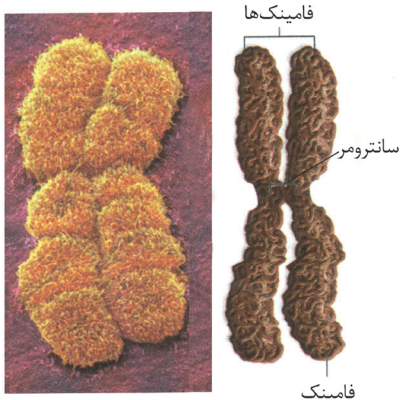


شکل ۱ - مراحل فشرده شدن فام‌تن

تکامل در مراحل سوم و چهارم از فشرده شدن فام‌تن، ساختارهای فنی شکل به وجود می‌آیند، ضمناً در ساختارهای دوم تا پنجم نوکلئوتیدهای غیر مجاور، به یکدیگر نزدیک‌تر می‌شوند که این نزدیکی هر چه به سمت ساختار پنجم می‌رویم، بیشتر می‌گردد و نهایتاً مشخص است که در ساختارهای مربوط به فشرده شدن فام‌تن، همواره مارپیچ دور رشته ای یعنی مولکول دنا وجود دارد.

شکل ۲، تصویر یک فام‌تن را در حداکثر فشردگی نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، این فام تن از دو بخش همانند به نام فامینک (کروماتید) تشکیل شده است. به این فام‌تن‌ها، فام‌تن‌های مضاعف شده می‌گویند. فامینک‌های هر فام‌تن مضاعف از نظر نوع ژن‌ها یکسان‌اند و به آنها فامینک‌های خواهری گفته می‌شود. فامینک‌های خواهری در محلی به نام سانترومر به هم متصل‌اند.

تکامل کروموزوم دو کروماتیدی یا مضاعف در مراحل پروفاز، پرومتافاز و متافاز میتوز و کل مراحل میوز یک و مراحل پروفاز و متافاز از میوز دو، دیده می‌شود.



شکل ۲ - ساختار یک فام‌تن مضاعف شده



در این جزوه در بخش‌های متعددی با عبارتهایی مواجه می‌شوید که لازم است مشخص کنید آن عبارتهای درست‌اند یا نادرست و از آنجا که در بخش بسیار بزرگی از سوالات کنکور از جملات و عبارتهای سنجش داوطلبین استفاده می‌شود، توجه ویژه به این بخش از جزوه بسیار ضروری است، ضمناً در ادامه جملات صحیح یا غلط، نکته مربوط به آن جمله قرار گرفته است و همچنین شما می‌توانید در انتهای جزوه عبارتهای ذکر شده در کل جزوه و همچنین صحیح یا نادرست بودن آنها را به شکل یکپارچه، مورد بررسی قرار دهید تا نکات مربوط به آنها کاملاً در ذهن‌تان تثبیت شود.

درست یا نادرست؟

* ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، کروماتین است.

نکته: ماده وراثتی سلول در زمان تقسیم، کروموزوم و در زمانی که سلول در حال تقسیم نیست، یعنی در زمان اینترفاز، کروماتین می‌باشد و از آنجا که تفاوت کروماتین و کروموزوم در میزان فشردگی آنهاست، می‌توان گفت کروماتین، کروموزوم غیرفشردده و کروموزوم، کروماتین فشردده است.

* همزمان با تقسیم یاخته، رشته‌های کروماتینی دو برابر می‌شوند.

نکته: دو برابر شدن رشته‌های کروماتینی یا به عبارت دیگر دو کروماتیدی شدن کروموزوم‌های غیرمضاعف یا مضاعف شدن کروموزوم‌های غیرمضاعف، هرگز در زمان تقسیم رخ نمی‌دهد و فرایندی است که فقط و فقط در اینترفاز صورت می‌پذیرد اما توجه داشته باشید که دو برابر شدن تعداد کروموزوم‌ها در آنافاز میتوز و میوز ۲ رخ می‌دهد

* کروماتیدهای هر کروموزوم مضاعف از نظر نوع ژن‌ها یکسان‌اند.

نکته: کروموزوم‌ها به دو شکل مضاعف و غیرمضاعف دیده می‌شوند که هر دو دارای یک سانترومراند اما کروموزوم‌های مضاعف ۲ و کروموزوم‌های غیرمضاعف ۱ مولکول DNA دارند و کروماتیدهای هر کروموزوم مضاعف که نسبت به هم خواهری نامیده می‌شوند از نظر نوع ژن‌ها کاملاً یکسان‌اند.

* همواره سانترومر محلی برای اتصال کروماتیدهای خواهری به یکدیگر به حساب می‌آید.

نکته: از آنجا که سانترومر هم در کروموزوم‌های مضاعف و هم در کروموزوم‌های غیرمضاعف دیده می‌شود، نمی‌توان گفت سانترومر همواره محلی برای اتصال کروماتیدهای خواهری به یکدیگر می‌باشد.

* به ترتیب مضاعف شدن کروموزوم‌ها و دو برابر شدن تعداد آنها، قبل و بعد از شروع تقسیم میتوز صورت می‌پذیرد...

* هرگز مضاعف شدن کروموزوم‌ها، همزمان با دو برابر شدن تعداد آنها رخ نمی‌دهد.

نکته: مضاعف شدن کروموزوم‌های تک کروماتیدی در اینترفاز و دو برابر شدن تعداد کروموزوم‌ها در آنافاز میتوز و میوز ۲ صورت می‌پذیرد ضمناً در آنافاز میوز ۱ نه کروموزوم‌ها مضاعف می‌شوند و نه تعداد کروموزوم‌ها دو برابر می‌شوند.

* فشرده شدن کروماتین در حین تقسیم یاخته صورت می‌پذیرد.

نکته: هر چند با تشکیل نوکلئوزوم، DNA فشرده می‌شود اما فشردگی DNA و کروماتین در مراحل پروفاز و پرومتافاز نیز ادامه دارد و در متافاز به حداکثر میزان خود می‌رسد.

۱) نمی‌توان گفت در بخشی از چرخه یاخته‌ای یاخته روپوستی برگ لوبیا

۱) هر کروموزوم دارای دو کروماتید است.

۲) تعداد کروماتیدها، بیشتر از تعداد کروموزوم‌هاست.

۳) دو راهی‌های همانندسازی دناى حلقوی از هم دور می‌شوند.

۴) مولکول‌های دنا فاقد فشردگی‌اند.

پاسخ تست: در کل G_1 ، S ، G_2 و تقسیم سلولی مولکول‌های DNA دارای فشردگی‌اند و فقط فشردگی آنها در زمان‌های مختلف

تغییر می‌کند به همین علت گزینه چهار نادرست بوده و پاسخ تست است.



۲ کدامیک جمله زیر را به شکل نادرستی تکمیل می‌کند؟

«در بخشی از مرحله در یاخته لنفوئیدی موجود در مغز استخوان پیشانی

(۱) اینترفاز - چهار استوانه ریز لوله‌ای توخالی، درون یاخته قابل مشاهده است.

(۲) تقسیم - بیشتر رشته‌های دوک تقسیم در اتصال با سانترومرها قرار ندارند.

(۳) تقسیم - تعداد کروموزوم‌های درون یاخته، بیشتر از تعداد کروماتیدهای درون آن است.

(۴) اینترفاز - بخشی از مولکول دناى خطی از مولکول‌های هیستونی جدا می‌شود.

پاسخ تست: از آنجا که هرگز ممکن نیست تعداد کروموزوم‌های درون یاخته بیشتر از کروماتیدهای درون آن شود گزینه سه نادرست بوده و پاسخ تست است.

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.

۳ سلول تخم کروموزومی حاصل از لقاح مضاعف در زیتون

(۱) ۹۲ - تقسیم سیتوپلاسم نامساوی انجام می‌دهد. (۲) ۶۹ - منشاء یاخته‌هایی است که آندوسپرم را تشکیل می‌دهند.

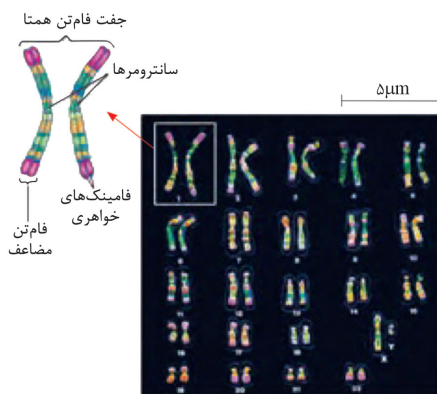
(۳) ۴۶ - با یا بدون تقسیم سیتوپلاسم، میتوز متعدد می‌کند. (۴) ۴۶ - منشأ واسطه غذایی بین رویان و اندوخته است.

پاسخ تست: از آنجا که زیتون درختی ۴۶ کروموزومی است و تخم ضمیمه آن دارای ۳n کروموزوم یعنی ۳ مجموعه ۲۳ کروموزومی است می‌توان گفت که تخم ضمیمه که منشأ آن آندوسپرم است، ۶۹ کروموزوم دارد و به همین علت پاسخ صحیح تست گزینه دو است.

یاخته‌های پیکری انسان، دولا (دیپلوئید) هستند

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

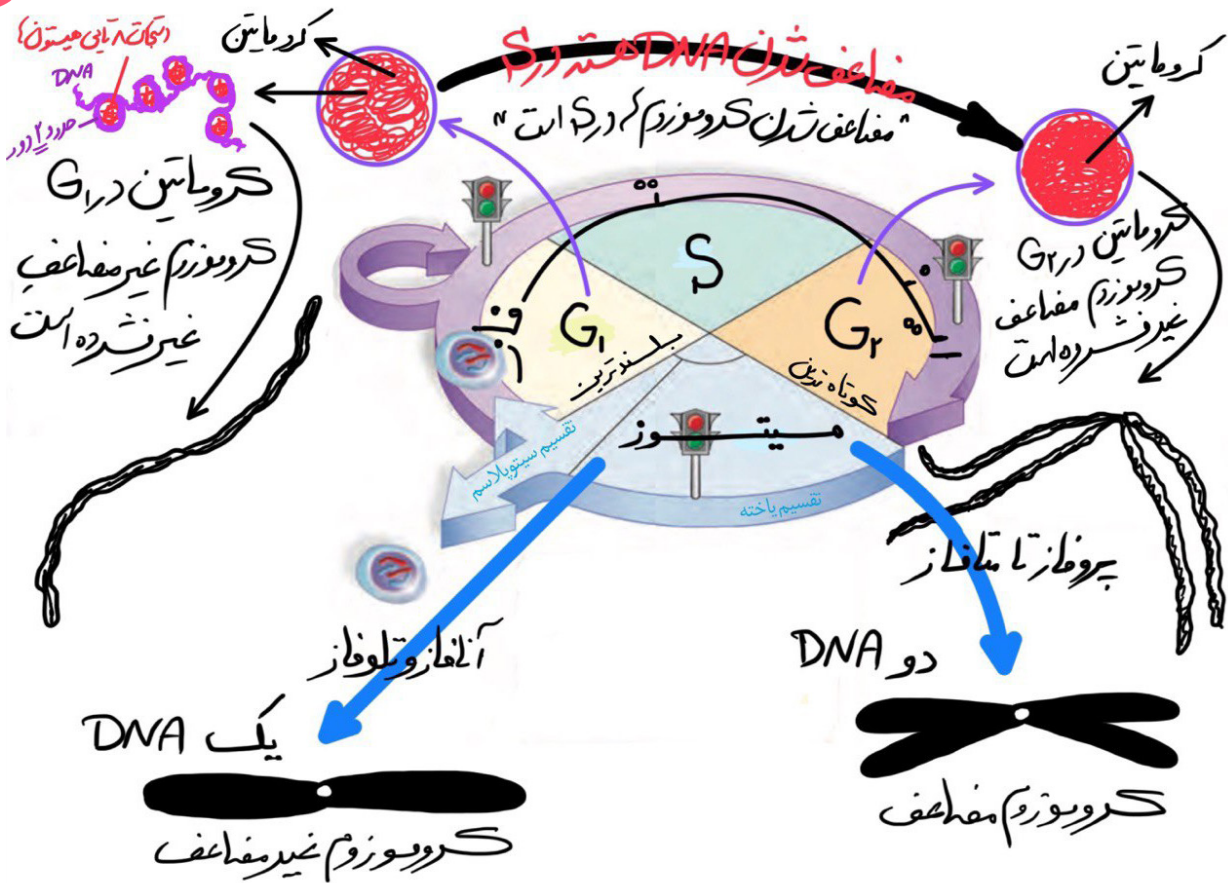
توجه: در کاریوتیپ بزرگترین کروموزوم‌ها با عدد ۱ شماره‌گذاری می‌شوند و در انسان دارای ژن مربوط به Rh می‌باشند.



شکل ۳ - کاریوتیپ انسان

با بررسی کاریوتیپ انسان، مشاهده می‌شود که هر فام‌تن دارای یک فام‌تن شبیه خود است که به این فام‌تن‌ها، همتا گفته می‌شود.

Blank space for student response.



شکل ۴ - مراحل مختلف چرخه یاخته

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.

مرحله S :

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

مرحله وقفه دوم یا G_2 :

این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاه‌تر است و در آن، یاخته‌ها آماده مرحله تقسیم می‌شوند. در این مرحله، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می‌کنند و یاخته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.

تقسیم یاخته:

در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته (رشته‌مان یا کاستمان) و تقسیم سیتوپلازم انجام می‌شود. در سال‌های گذشته تا حدودی با این فرایندها آشنا شدید. با تقسیم سیتوپلازم، در نهایت یاخته‌های جدید ایجاد می‌شود.



درست یا نادرست؟

* چرخه یاخته‌ای از آغاز یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی است.

نکته: چرخه یاخته‌ای از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی است و نمی‌توان گفت چرخه یاخته‌ای از آغاز یک تقسیم تا آغاز تقسیم بعدی می‌باشد، چون به دنبال انجام تقسیم، یک سلول به دو سلول تقسیم می‌شود و اگر بگوییم چرخه یاخته‌ای از آغاز یک تقسیم تا آغاز تقسیم بعدی است، بخشی از چرخه را دو سلول طی می‌کنند و تعریف چرخه یاخته‌ای که مراحل زندگی یک سلول یوکاریوت را نشان می‌دهد، با اشکال مواجه می‌شود.

درست یا نادرست؟

* در کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز، رناتن‌ها در حال فعالیت‌اند.

نکته: کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز G₂ و بلندترین مرحله آن G₁ است و در هر دو مرحله، ریبوزوم‌ها در حال فعالیت‌اند.

درست یا نادرست؟

* در میتوز ماده ژنتیک ابتدا همانندسازی شده سپس به مقدار مساوی بین یاخته‌های دختری تقسیم می‌شود.

نکته: توجه داشته باشید که همانندسازی ماده ژنتیک همواره قبل از وقوع تقسیم صورت می‌پذیرد مثلاً نمی‌توانیم بگوییم در میتوز، ماده ژنتیک ابتدا همانندسازی شده سپس بین یاخته‌های دختری تقسیم می‌شود.

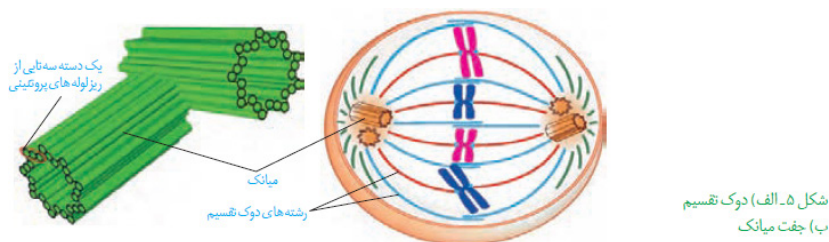


رشته‌مان (میتوز)

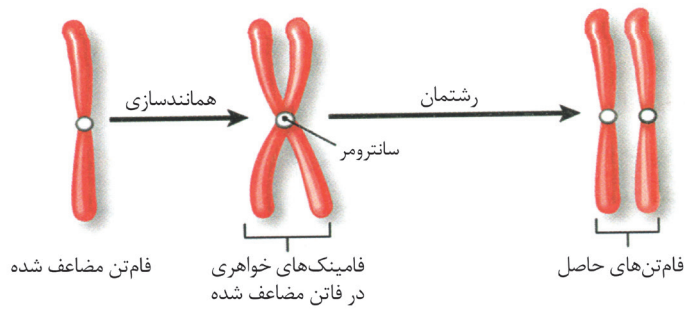
گفتار ۲

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. **دوک تقسیم ۱** برای حرکت و جدا شدن صحیح فام‌تن‌ها، ایجاد می‌شود (شکل ۵ - الف). دوک تقسیم، **۲** مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که **۳** هنگام تقسیم، پدیدار و **۴** سانترومر فام‌تن به آن متصل می‌شود. **۵** با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، فام‌تن‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند.

۱ در یاخته‌های جانوری، ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند. هر میانک، **۲** ساختاری استوانه‌ای شکل است. **۳** در یاخته ۲ عدد میانک به صورت عمود بر هم وجود دارند. **۴** در اینترفاز برای تقسیم یاخته ۲ برابر می‌شوند. **۵** میانک‌ها مرکزی تو خالی دارند و **۶** هر میانک از ۹ دسته ۳ تایی از ریزلوله‌های پروتئینی تشکیل شده است. ساختار میانک‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.



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 رشتمان

در این مرحله، ۱ رشته‌های فامینه فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند. به طوری که ۲ به تدریج با میکروسکوپ نوری می‌توان آنها را مشاهده کرد. ۳ ضمن فشرده شدن فام‌تن، میانک‌ها به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند و بین آنها دوک تقسیم تشکیل می‌شود. ۴ در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب می‌کند.

در این مرحله، ۱ پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می‌شوند تا ۲ رشته‌های دوک بتوانند به فام‌تن‌ها برسند. ۳ در همین حال سانترومر فام‌تن‌ها به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

۱ فام‌تن‌ها بیشترین فشردگی را پیدا می‌کنند و ۲ در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می‌شوند.

در این مرحله، ۱ با تجزیه پروتئین اتصال در ناحیه سانترومر، فامینک‌ها از هم جدا می‌شوند. ۲ فاصله گرفتن فامینک‌ها با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به فام‌تن انجام می‌شود. ۳ فام‌تن‌ها که اکنون تک فامینکی‌اند، به دو سوی یاخته (قطب) کشیده می‌شوند.

۱ رشته‌های دوک تخریب شده و ۲ فام‌تن‌ها شروع به باز شدن می‌کنند تا به صورت فامینه درآیند. ۳ پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می‌شود. در پایان تلوفاز، یاخته، دو هسته مشابه دارد. مراحل تقسیم رشتمان در شکل ۷ نشان داده شده است.



- نکته ۸:** در مراحل پروفاز و پرومتافاز از تقسیم میتوز، تجزیه پوشش هسته دیده می‌شود.
- نکته ۹:** در مرحله آنافاز از تقسیم میتوز، کروموزوم‌های تک کروماتیدی، بیشترین فشردگی را دارند.
- نکته ۱۰:** فاصله گرفتن کروماتیدها در میتوز با کوتاه شده همه رشته‌های دوک همراه نیست.
- نکته ۱۱:** اتصال رشته‌های دوک میتوزی به کروموزوم‌ها در مرحله پرومتافاز از تقسیم میتوز صورت می‌پذیرد.
- نکته ۱۲:** در پرومتافاز و متافاز میتوز، هر سانترومر از دو سمت به دوک متصل است.

درست یا نادرست؟

* دوک تقسیم برخلاف سانتریول از ریزلوله‌های پروتئینی تشکیل شده است.

نکته: دوک تقسیم همانند سانتریول از ریزلوله‌های پروتئینی تشکیل شده است دوک تقسیم در مرحله پروفاز هر یک از

تقسیم‌های میتوز، میوز یک و میوز دو تشکیل می‌شود.

* هر سانتریول ۹ دسته لوله سه‌تایی دارد و در مرکز توخالی است.

* پروتئین‌های دوک در مرحله پروفاز میتوز تولید می‌شوند.

* سانتریول‌ها، استوانه‌های تو خالی سنترکننده پروتئین‌های دوک می‌باشند.

* هر سانتریول یک استوانه تو خالی پروتئینی با ۹ دسته لوله سه‌تایی است.

نکته: هر سانتریول توخالی بوده و ۹ دسته لوله سه‌تایی در ساختار خود دارد و پروتئین دوک را نمی‌سازد بلکه ساخته

شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهد.

* همه رشته‌های پروتئینی تشکیل شده در زمان تقسیم، به سمت مرکز سلول کشیده نشده‌اند.

* همه رشته‌های دوکی که به سمت مرکز سلول کشیده شده‌اند، به کروموزوم وصل نمی‌شوند.

نکته: رشته‌هایی که از سانتریول به سمت مرکز یاخته کشیده شده‌اند برخی در اتصال با کروموزوم‌اند و برخی از سانتریول

به سمت مرکز یاخته کشیده شده‌اند اما در اتصال با کروموزوم نمی‌باشند.

درست یا نادرست؟

* شروع به تخریب پوشش هسته و تجزیه کامل آن به ترتیب در پروفاز و پرومتافاز رخ می‌دهد.

* در متافاز و آنافاز، کروموزوم‌ها در مجاورت شبکه آندوپلاسمی قرار می‌گیرند.

نکته: اگر عنوان شود در چه زمانی از میتوز، تخریب پوشش هسته آغاز می‌شود، پاسخ پروفاز است اما تجزیه کامل

پوشش هسته، در مرحله پرومتافاز صورت می‌پذیرد. بنابراین نمی‌توان گفت در متافاز یا آنافاز، کروموزوم‌ها در مجاورت شبکه

آندوپلاسمی قرار می‌گیرند.

درست یا نادرست؟

* کروموزوم‌های ردیف شده در سطح استوایی یاخته، بیشترین فشردگی را دارند.

نکته: در مرحله متافاز کروموزوم‌ها در سطح استوایی یاخته ردیف می‌شوند و در این حالت بیشترین فشردگی را دارند.

* در مرحله آنافاز، همه رشته‌های دوک کوتاه نمی‌شوند.

* جداسدن کروماتیدها با کوتاه شدن همه رشته‌های دوک صورت می‌پذیرد.

نکته: در مرحله آنافاز میتوز، کروماتیدهای خواهری همزمان با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به آن‌ها (نه همه رشته‌های

دوک) از یکدیگر جدا می‌شوند و کروموزوم‌های خواهری حاصل، به قطبین می‌روند یعنی تعداد کروموزوم‌ها دو برابر می‌شود.

* در میتوز تشکیل پوشش هسته و تخریب رشته‌های دوک، همزمان رخ می‌دهند.

نکته: در مرحله تلوفاز میتوز، پوشش هسته تشکیل می‌گردد و رشته‌های دوک تخریب می‌شود. باید توجه داشت که در این

مرحله همانند تلوفاز میوز ۲ پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌های غیرمضاعف تشکیل می‌گردد در صورتی که در تلوفاز میوز

۱، پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌های مضاعف تشکیل می‌گردد.



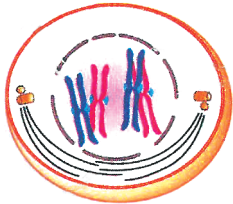
درست یا نادرست؟

* تعداد کروموزوم‌ها در G_1 و G_2 برابر است.

نکته: اگر کروماتین را کروموزوم غیرفشرده بنامیم، می‌توان گفت که این کروموزوم‌ها در مرحله G_1 غیرمضاعف و در مرحله G_2 مضاعف‌اند یعنی در مرحله G_2 میزان ماده وراثتی سلول دو برابر مرحله G_1 است (چون از مرحله S عبور کرده) اما عدد کروموزومی سلول مشابه است.

۵ گزینه صحیح کدام است؟

- (۱) همانندسازی دنا تنها در مرحله S از چرخه یاخته‌ای صورت می‌پذیرد.
 - (۲) چرخه یاخته‌ای از ابتدای یک تقسیم تا ابتدای تقسیم بعدی است.
 - (۳) فعالیت هلیکاز و دنابسپراز روی دناى خطی در کوتاهترین مرحله اینترفاز رخ می‌دهد.
 - (۴) علامت پایان کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز، دور شدن میانک‌ها از یکدیگر است.
- پاسخ تست:** کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز G_1 است و علامت پایان آن شروع پروفاز است و چون در مرحله پروفاز، سانتیریول‌ها از یکدیگر دور می‌شوند، پاسخ صحیح تست گزینه چهار است.



۶ شکل مقابل مربوط به مرحله

- (۱) پرومتافاز میتوز در یاخته دولا ۴ کروموزومی
- (۲) پروفاز میوز ۲ مربوط به یاخته $2n = 4$
- (۳) پروفاز میوز ۲ مربوط به یاخته اولیه ۸ کروموزومی
- (۴) پروفاز میتوز یاخته دولا ۴ جفت کروموزوم

پاسخ تست: از آنجا که در شکل مورد سؤال پوشش هسته در حال ناپیدایی و دوک در حال تشکیل شدن است تصویر مربوط به پروفاز می‌باشد و گزینه یک نادرست است و از آنجا که حالت تترادی در شکل مشاهده نمی‌شود مربوط به میوز یک نیست و می‌تواند مربوط به میتوز سلول هاپلوئید ۴ کروموزومی یعنی $n = 4$ یا میوز ۲ سلول دیپلوئید ۸ کروموزومی یعنی $2n = 8$ باشد، به همین پاسخ صحیح تست گزینه سه است.

۷ در تقسیم میتوز، در مرحله از مرحله‌ای که در آن، پروتئین اتصالی در ناحیه سانترومر تجزیه می‌شود

- (۱) قبل - کروموزوم‌ها به دوک وصل می‌شوند.
- (۲) بعد - تبدیل فام‌تن به فامینه صورت می‌پذیرد.
- (۳) قبل - تجزیه شبکه آندوپلاسمی تکمیل می‌شود.
- (۴) بعد - رشته‌های دوک متصل به کروموزوم‌ها کوتاه می‌شوند.

پاسخ تست: در تقسیم میتوز بعد از مرحله‌ای که در آن پروتئین اتصالی در ناحیه سانترومر تجزیه می‌شود یعنی بعد از آنافاز، کروموزوم‌ها به کروماتین تبدیل می‌شوند و به همین علت پاسخ صحیح تست گزینه دو است.

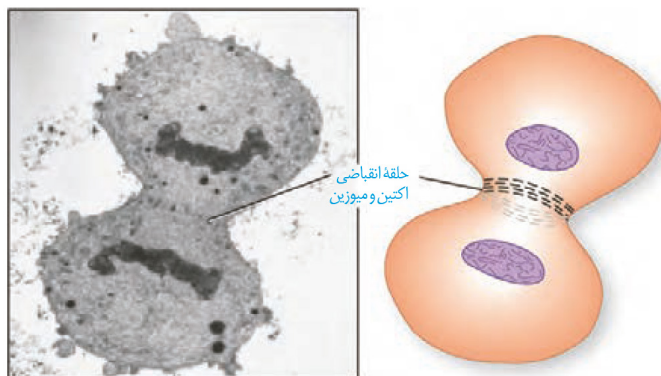
۸ ممکن نیست در یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، همزمان با

- (۱) تشکیل تتراد، پوشش هسته ناپدید شود.
- (۲) جداشدن کروماتیدها، برخی رشته‌های دوک بلند شوند.
- (۳) باز شدن فام‌تن‌ها، پوشش هسته تشکیل شود.
- (۴) تجزیه شبکه آندوپلاسمی، دوک به سانترومر متصل شود.

پاسخ تست: از آنجا که در یاخته‌های بنیادی مغز استخوان فرایند میوز و تشکیل تتراد صورت نمی‌پذیرد، گزینه یک نادرست بوده و پاسخ تست است.

تقسیم سیتوپلاسم

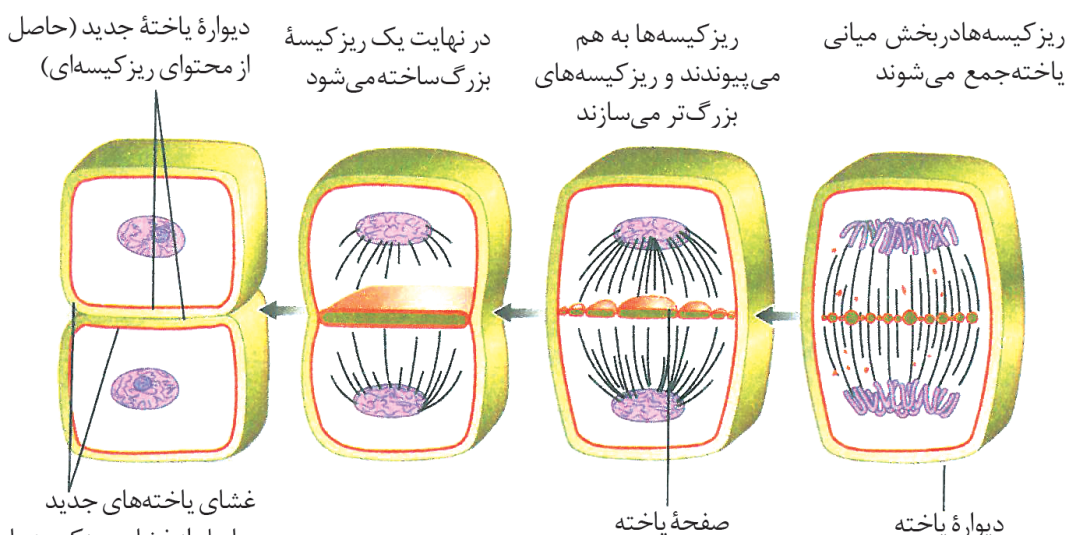
پس از رشتمان، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می‌شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می‌شود. در یاخته‌های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در یاخته شروع می‌شود (شکل ۸). این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به غشا متصل 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

تکمه حلقه انقباضی در سمت درون غشاء یاخته‌ای قرار می‌گیرد، شامل پروتئین‌های اکتین و میوزین است و در اتصال با کربوهیدرات‌های غشاء قرار نمی‌گیرد.

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.



شکل ۹ - تقسیم سیتوپلاسم در یاخته گیاهی

فعالیت

برخی یاخته‌ها، بیش از یک هسته دارند مثل یاخته‌های ماهیچه اسکلتی و یاخته دوهسته‌ای درون کیسه رویانی، علت چند هسته‌ای بودن یاخته‌های ماهیچه‌ای، اتصال این یاخته‌ها به هم در دوران جنینی است.



تصاویر زیر مربوط به مراحل مختلف تقسیم میتوز در یک سلول واقعی است.

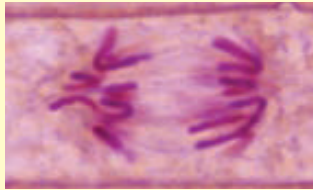
متافاز



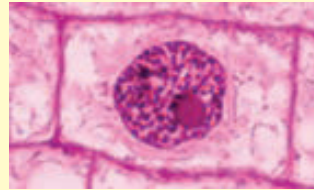
پروفاز



تلوفاز



آنافاز



اینترفاز

درست یا نادرست؟

* اکتین و میوزین حلقه انقباضی در تماس با زنجیره‌های کربوهیدراتی غشاء قرار می‌گیرند.

نکته: تقسیم سیتوپلاسم سلول‌های جانوری، با تشکیل حلقه انقباضی واجد اکتین و میوزین، در سطح درونی غشاء صورت می‌پذیرد.

* برای تقسیم سیتوپلاسم سلول‌های گیاهی ریز کیسه‌های منشأ گرفته از اجسام گلژی، صفحه یاخته‌ای ایجاد می‌شود.

نکته: تقسیم سیتوپلاسم سلول‌های گیاهی، با تشکیل تیغه میانی یا صفحه یاخته‌ای در استوای یاخته گیاهی صورت می‌پذیرد. صفحه یاخته‌ای از به هم پیوستن ریزکیسه‌های منشأ گرفته از جسم گلژی، صورت می‌پذیرد.

۹ در زمان تقسیم یاخته گیاهی، همزمان با رشته‌های دوک کاملاً از بین می‌روند.

- (۱) تجمع ریزکیسه‌ها در بخش میانی یاخته
- (۲) بهم پیوستن ریزکیسه‌ها در مرکز یاخته
- (۳) تشکیل یک ریزکیسه بزرگ در مرکز یاخته
- (۴) اتصال تیغه میانی به دیواره یاخته مادری

پاسخ تست: با توجه به تصاویر کتاب درسی در زمان تقسیم سلول گیاهی به هنگامی که تیغه میانی به دیواره یاخته‌ای متصل می‌شود، رشته‌های دوک دیده نمی‌شود و پاسخ صحیح تست گزینه چهار است.

تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است

بعضی یاخته‌های بدن جانداران، مانند
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،
.....

عوامل تنظیم کننده تقسیم یاخته

یاخته‌ها در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی سرعت تقسیم خود را تنظیم می‌کنند. 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 تولید می‌شوند تا با تقسیم سریع، توده یاخته ایجاد کنند. این توده یاخته مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود؛ یا

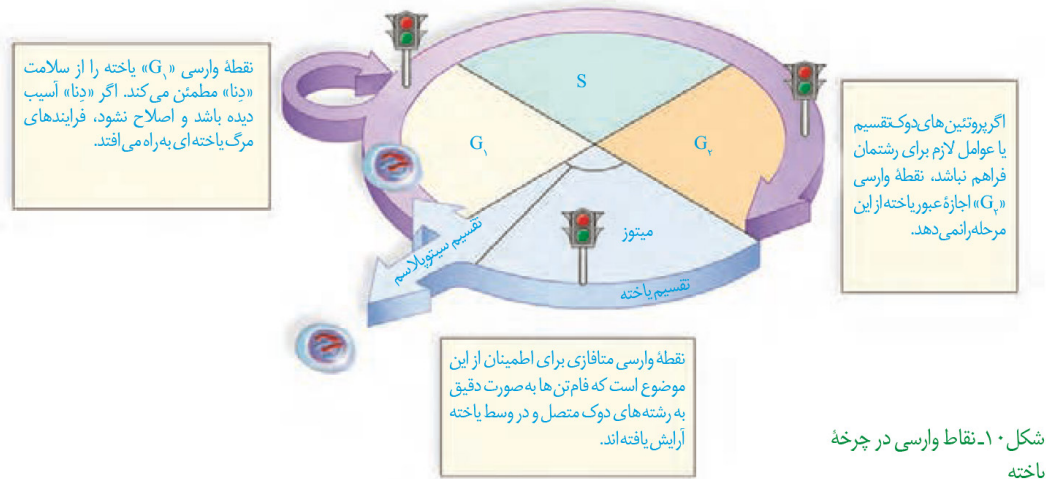


نوعی عامل رشد، در پوست انسان زیر محل زخم تولید می‌شود که با افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ها، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد. مثال دیگر این مواد، اریتروپویتین است. در پاسخ به کم‌خونی از کبد و کلیه‌ها ترشح شده و با اثر بر مغز استخوان سبب افزایش سرعت تقسیم یاخته‌های بنیادی مغز استخوان می‌شود.

نکته ۸ عامل رشد ایجاد شده در محل‌های آسیب دیده گیاهان سبب تقسیم یاخته‌های پارانشیمی و در نتیجه ترمیم محل آسیب می‌شود.

در چرخه یاخته‌ای، چند نقطه واریسی وجود دارد. نقاط واریسی مراحل از چرخه یاخته‌اند که به آن اطمینان می‌دهند که مرحله قبل کامل شده است و عوامل لازم برای مرحله بعد آماده‌اند. در شکل ۱۰ بعضی از این نقاط را می‌بینید.

نکته ۹ نقاط واریسی در یک چرخه یاخته‌ای بیش از ۳ تا اند که ۳ تای اصلی آن‌ها به ترتیب در مراحل G_1 ، G_2 و متافاز دیده می‌شوند.



درست یا نادرست؟

* یاخته‌های میلوئیدی و لنفوئیدی برخلاف یاخته‌های مریستمی، دائماً در حال تقسیم‌اند.

نکته ۹ یاخته‌های مریستمی همانند یاخته‌های میلوئیدی و لنفوئیدی، دائماً در حال تقسیم‌اند. توجه داشته باشید که یاخته‌های میلوئیدی و لنفوئیدی، یاخته بنیادی بالغ نامیده می‌شود و یاخته‌هایی مثل یاخته‌های تشکیل دهنده توده یاخته‌ای مورولا یا بلاستوسیست، یاخته‌های بنیادی جنینی به حساب می‌آیند.

درست یا نادرست؟

* در چرخه یاخته‌ای تنها سه نقطه واریسی وجود دارد.

نکته ۱۰ نمی‌توان گفت در چرخه یاخته‌ای، تنها سه نقطه واریسی وجود دارد چون در کتاب درسی تصویری وجود دارد که در آن سه نقطه واریسی مشخص شده است و متن بالای تصویر اعلام کرده است که در این تصویر، بعضی از نقاط واریسی را می‌بینید!

تقسیم بی‌رویه یاخته

یاخته‌ها با تقسیم، افزایش و با مرگ، کاهش می‌یابند. اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته‌ها به هم بخورد، چه وضعی پیش می‌آید؟ نتیجه می‌تواند ایجاد یک تومور باشد. تومور، توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می‌شود. تومورها به دو نوع خوش‌خیم و بدخیم تقسیم می‌شوند.

۱ رشدی کم دارد و ۲ یاخته‌های آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند. این نوع تومور ۳ معمولاً آنقدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند. ۴ البته در مواردی که تومور بیش از اندازه بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند. ۵ لیپوما یکی از انواع تومورهای خوش‌خیم است که در افراد بالغ متداول است. در این تومور، یاخته‌های چربی تکثیر شده و توده یاخته ایجاد می‌کند (شکل ۱۱ - الف).



(ب)

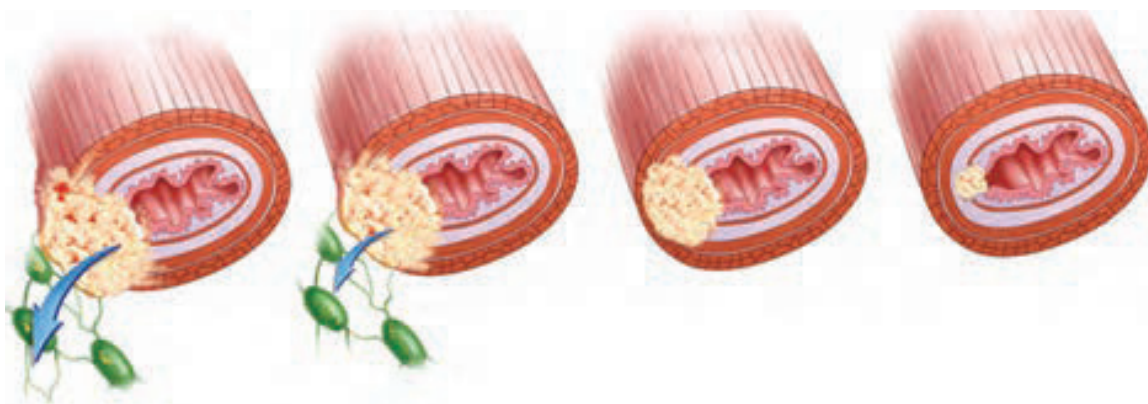


(الف)

الف) تومور خوش‌خیم، لیپوما در نزدیکی آرنج

ب) ملانوما: نوعی تومور بدخیم یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست

تومور بدخیم که ۱ سرطان نیز نامیده می‌شود ۲ به بافت‌های مجاور حمله می‌کند و ۳ توانایی دگرنشینی (متاستاز) دارد؛ یعنی می‌تواند یاخته‌هایی از آن جدا شده و همراه با جریان خون، یا به ویژه لنف به نواحی دیگر بدن رفته، در آنجا مستقر شده و رشد کنند ۴ ملانوما، مثالی از تومورهای بدخیم حاصل از یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست است (شکل ۱۲). علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخه یاخته از کنترل خارج شود (شکل ۱۱ - ب).



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 مهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.

شکل ۱۲ - مراحل رشد و پخش یاخته‌های سرطانی

۱۰ یاخته‌های تشکیل‌دهنده ملانوما به طور معمول

(۱) رشد کند و اندک دارند.

(۲) در جای خود مانده، منتشر نمی‌شوند.

(۳) حاصل از تقسیم یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست‌اند.

(۴) در افراد بالغ متداول‌اند.

پاسخ تست: ملانوما نوعی تومور بدخیم یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست است و هر توموری از تقسیم بی‌رویه یاخته‌ها ایجاد می‌شود و به همین علت پاسخ صحیح تست گزینه سه می‌باشد.

تشخیص و درمان سرطان

روش‌های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان‌ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بافت برداری 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 موردنیاز را بسازند.

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.

۱ پرتوهای فرابنفش، ۲ بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار «دنا» آسیب می‌زنند. ۳ سایر پرتوها و مواد شیمیایی سرطان‌زا، ۴ مواد غذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی، ۵ بعضی ویروس‌ها، ۶ قرص‌های ضدبارداری، ۷ نوشیدنی‌های الکلی و ۸ دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.

درست یا نادرست؟

* هر تومور توده‌ای بدخیم است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می‌شود.

نکته: اگر تعادل بین تقسیم و مرگ یاخته‌ها به هم بخورد و تقسیم یاخته‌ای به شکل فزاینده و تنظیم نشده صورت پذیرد، ممکن است تومور ایجاد شود که می‌تواند خوش‌خیم یا بدخیم باشد یعنی واژه تومور به تنهایی به معنای سرطان نیست و تنها تومور بدخیم را سرطان می‌نامند.

* هیچ‌یک از توده‌های خوش‌خیم، آن قدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب برسانند.

* لیپوما نوعی تومور بدخیم از یاخته‌های چربی است.

* لیپوما نوعی تومور خوش‌خیم بافت پوششی است

نکته: تومورهای خوش‌خیم، رشد کمی دارند و در جای خود مانده و منتشر نمی‌شوند و معمولاً خیلی بزرگ نشده و به بافت‌های مجاور آسیب نمی‌زنند و البته در مواردی ممکن است یک تومور خوش‌خیم بیش از اندازه بزرگ شده و در انجام اعمال طبیعی اندام، اختلال ایجاد کند. مثال تومور خوش‌خیم لیپوما است که در افراد بالغ متداول می‌باشد و در آن یاخته‌های چربی تکثیر شده و تومور ایجاد می‌کند.

* علت اصلی سرطان برخی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته است.

* برخی ویروس‌ها همانند برخی باکتری‌ها از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.

نکته: علت اصلی بروز سرطان بروز برخی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته است، بعلاوه عوامل محیطی مثل پرتوهای فرابنفش، آلاینده‌های محیطی و دود خودروها و حتی مواد غذایی دودی، نوشیدنی‌های الکلی، قرص‌های ضدبارداری، دخانیات و بعضی ویروس‌ها در بروز سرطان نقش دارند.

* هر تومور با توانایی متاستاز نوعی تومور بدخیم است.

نکته: تومور بدخیم یا سرطان به بافت‌های مجاور حمله کرده، توانایی متاستاز دارد.

* هر سرطان با گسترش به بافت لنفی، در مرحله چهارم رشد خود به سر می‌برد.

* ملانوما نوعی تومور بدخیم بافت پوششی است.

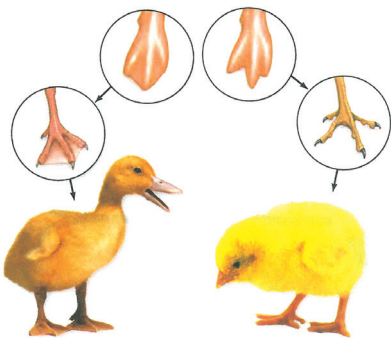
* در مرحله چهارم سرطان، یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاورشان، دسترسی می‌یابند.

نکته: مراحل رشد یک یاخته سرطانی به این شکل است که در مرحله اول شروع تهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند و در مرحله دوم در بافت‌ها گسترش می‌یابد اما به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نمی‌کند سپس در مرحله سوم یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کند و نهایتاً در مرحله چهارم، متاستاز صورت می‌پذیرد. مثال تومور بدخیم ملانوما است که از یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست منشأ می‌گیرد.

**درست یا نادرست؟**

* بافت برداری همواره با برداشت تمام بافت سرطانی همراه است.
نکته: توجه داشته باشید که از بافت برداری برای تشخیص سرطان نیز استفاده می‌شود و در آن تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می‌شود.

* استفاده از هر یک از روش‌های رایج درمان سرطان، می‌تواند سبب بروز نیاز به پیوند مغز استخوان در فرد مبتلا شود.
نکته: روش‌های رایج درمان سرطان شامل جراحی، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی است و پرتودرمانی و شیمی‌درمانی قوی ممکن است، شرایطی را ایجاد کنند که فرد تحت درمان مجبور به پیوند مغز استخوان گردد.

مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته

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

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 یک‌سری فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی شده است که در بعضی یاخته‌ها و در شرایط خاص ایجاد می‌شود. این فرایند با رسیدن علائمی 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 آسیب دیده، مانند آنچه در آفتاب سوختگی اتفاق می‌افتد، مثالی از مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای است؛ چون پرتوهای خورشید دارای اشعه فرابنفش‌اند آفتاب سوختگی می‌تواند سبب آسیب به «دنا» یاخته‌ها و بروز سرطان شود. مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای، با از بین بردن یاخته‌های آسیب دیده، آنها را حذف می‌کند. مثال دیگر، حذف یاخته‌های اضافی از بخش‌های عملکردی مانند پرده‌های بین انگشتان پا در پرندگان است (شکل ۱۳).

درست یا نادرست؟

* حذف یاخته‌های آسیب‌دیده بر اثر آفتاب سوختگی، همانند حذف پرده‌های بین انگشتان پا در پرندگان، مثال مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای است.

نکته: مثال مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای، حذف یاخته‌های آسیب‌دیده بر اثر آفتاب سوختگی و حذف پرده‌های بین انگشتان پا در برخی پرندگان می‌باشد.

درست یا نادرست؟

* مرگ برنامه‌ریزی شده سبب ایجاد اثرات مثبت برای بدن می‌شود.

* سالیسیلیک اسید، القاکننده مرگ یاخته‌ای در گیاهان است.

نکته: مرگ برنامه‌ریزی شده در بعضی یاخته‌ها و در شرایط خاص اتفاق می‌افتد مثل حذف یاخته‌های پیر یا آسیب‌دیده مانند آنچه در آفتاب سوختگی اتفاق می‌افتد و یا حذف پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی در بعضی پرندگان و یا اثر سالیسیلیک اسید در از بین بردن بعضی سلول‌های گیاهی که همه این موارد می‌تواند سبب ایجاد تغییرات مثبت گردد.

* پرفورین مستقیماً سبب فعال شدن مرگ برنامه‌ریزی شده در یاخته هدف خود می‌شود.

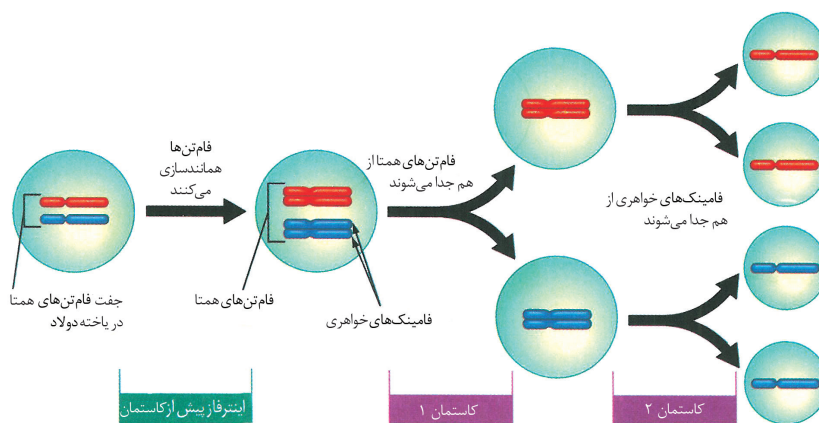
نکته: به دنبال اثر پرفورین آنزیمی وارد یاخته هدف سلول‌های تولیدکننده پرفورین می‌شود که مرگ برنامه‌ریزی شده را فعال می‌کند یعنی نمی‌توان گفت پرفورین مستقیماً سبب فعال شدن مرگ برنامه‌ریزی شده می‌گردد.



گفتار ۳ کاستمان (میوز) و تولید مثل جنسی

کاستمان، کاهش تعداد فام‌تن‌ها

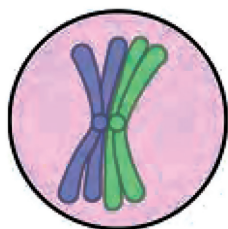
در تولید مثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته‌های آنها با هم ادغام می‌شوند. یاخته‌های مؤثر در تولیدمثل جنسی با نوعی تقسیم کاهش‌یافته به نام کاستمان ایجاد می‌شوند. کاستمان از دو مرحله کلی کاستمان ۱ و ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته نیز تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود (شکل ۱۴). پیش از این تقسیم نیز، مانند رشتمان، اینترفاز رخ می‌دهد.



شکل ۱۴ - طرح ساده‌ای از تقسیم کاستمان

کاستمان ۱

در این مرحله از تقسیم کاستمان، عدد فام‌تنی نصف می‌شود. این بخش از کاستمان چهار مرحله دارد که عبارت‌اند از: پروفاز ۱، متافاز ۱، آنافاز ۱ و تلوفاز ۱ (شکل ۱۶).



شکل ۱۵ - طرح ساده‌ای از یک چهارتابه

۱ فام‌تن‌های هم‌تا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و فشرده می‌شوند. به این ساختار چهار فامینکی، چهارتابه (تتراد) گفته می‌شود. ۲ چهارتابه از ناحیه سانترومر به رشته‌های دوک متصل می‌شوند. ۳ سایر وقایع این مرحله، شیهه پروفاز و پرومتافاز رشتمان است. (شکل ۱۵) چهارتابه‌ها در استوای یاخته، روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.

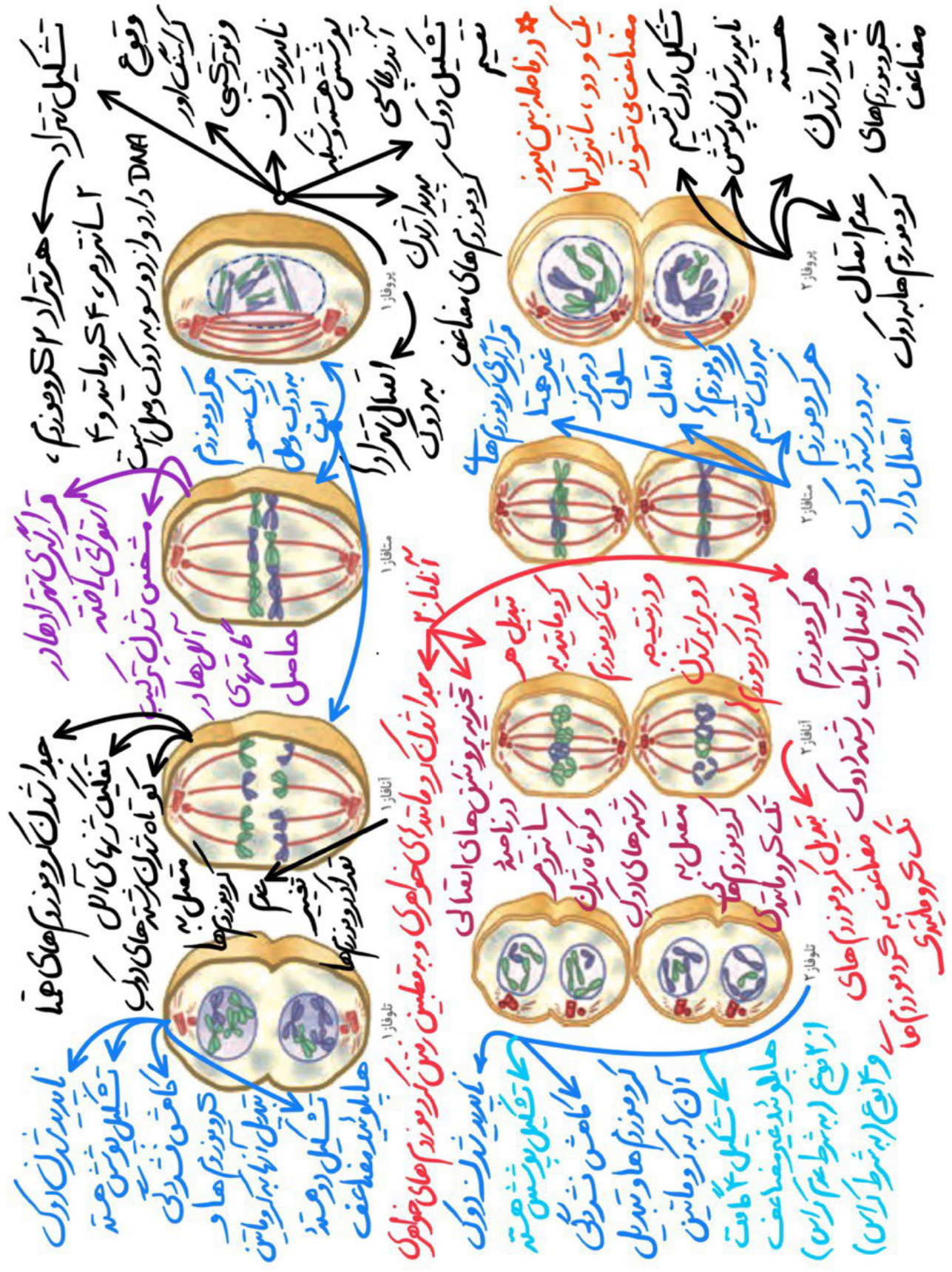
فام‌تن‌های هم‌تا که مضاعف شده‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوه کوتاه شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند رشتمان است.

با رسیدن فام‌تن‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود. معمولاً در پایان کاستمان ۱ تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. نتیجه کاستمان ۱ ایجاد دو یاخته است (شکل ۱۶).

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

کاستمان ۲

در این مرحله یاخته‌های حاصل از کاستمان ۱، مراحل پروفاز ۲، متافاز ۲، آنافاز ۲ و تلوفاز 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 ۲n، چهار یاخته n فام‌تنی حاصل می‌شود.



شکل ۱۶ - طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کاستمان

**درست یا نادرست؟**

* وقایع پروفاز ۱ به جز تشکیل تتراد، شبیه پروفاز و پرومتافاز است.
نکته: وقایع پروفاز ۱ میوز به جز تشکیل تتراد، شبیه وقایع پروفاز و پرومتافاز میتوز است.

درست یا نادرست؟

* جداشدن کروموزوم‌های همتا، برخلاف میتوز در میوز رخ می‌دهد.
نکته: جداشدن کروموزوم‌های همتا، وقوع کراسینگ‌اور، نوترکیبی و تشکیل تتراد، فرایندهایی‌اند که مخصوص میوز ۱ می‌باشند و در میتوز و میوز ۲ رخ نمی‌دهد.

درست یا نادرست؟

* در هیچ یک از انواع پروفازها، اتصال دوک و سانترومر، صورت نمی‌پذیرد.
نکته: در پروفاز میوز ۱ کروموزوم‌ها که آرایش تترادی دارند به دوک متصل می‌گردند.
 * در پروفاز میتوز و میوز ۲، برخلاف پروفاز میوز یک، کروموزوم‌ها در اتصال با دوک تقسیم نیستند.
نکته: در پروفاز میتوز و میوز ۲ کروموزوم‌ها از ناحیه سانترومر به دوک متصل نمی‌شوند.

درست یا نادرست؟

* دو برابر شدن سانتریول‌ها، هرگز همزمان با تقسیم صورت نمی‌پذیرد.
نکته: سانتریول‌ها در زمان اینترفاز مضاعف می‌شوند ضمناً توجه داشته باشید که مضاعف شدن سانتریول‌ها برای تقسیم میتوز در زمان اینترفاز و قبل از ورود سلول به مرحله پروفاز صورت می‌پذیرد اما مضاعف شدن سانتریول‌ها برای تقسیم میوز، قبل از وقوع میوز ۱ و در حد فاصل بین میوز ۱ و میوز ۲ رخ می‌دهد، یعنی به هر حال مضاعف شدن سانتریول‌ها هرگز همزمان با تقسیم صورت نمی‌پذیرد.

درست یا نادرست؟

* تعداد کروموزوم‌ها در انتهای آنافاز میتوز دو برابر متافاز است.
 * در آنافاز میتوز و میوز ۲، تعداد کروموزوم‌ها دو برابر می‌شود.
نکته: در آنافاز میتوز و میوز ۲ تعداد کروموزوم‌ها دو برابر می‌شود.

درست یا نادرست؟

* در پروفاز و متافاز میتوز و میوز ۲ و در کل میوز یک، کروموزوم‌ها مضاعف‌اند.
 * در آنافاز و تلوفاز میتوز و میوز ۲، کروموزوم‌ها غیرمضاعف‌اند.
 * در پروفاز و متافاز میتوز و میوز ۲ و در کل میوز یک، تعداد کروماتیدها دو برابر کروموزوم‌ها است.
 * در آنافاز و تلوفاز میتوز و میوز ۲، تعداد کروماتیدها برابر با تعداد کروموزوم‌ها است.
نکته: در پروفاز و متافاز میتوز و میوز ۲ و در کل میوز ۱ کروموزوم‌ها مضاعف‌اند و تعداد کروماتیدها، ۲ برابر کروموزوم‌ها است اما در آنافاز و تلوفاز میتوز و آنافاز و تلوفاز میوز ۲ کروموزوم‌ها غیرمضاعف‌اند و تعداد کروماتیدها با تعداد کروموزوم‌ها، برابر است.
 * زمانی که یک کروموزوم به حداکثر فشردگی می‌رسد، در متافاز قرار دارد.
 * کاربوتیپ تصویری از کروموزوم‌ها در اولین مرحله تقسیم یاخته‌ای است.
نکته: در متافاز کروموزوم‌ها به حداکثر میزان فشردگی خود می‌رسند و به همین علت در این مرحله از کروموزوم‌ها، کاربوتیپ می‌گیرند، یعنی کاربوتیپ در سومین مرحله تقسیم میتوز، گرفته می‌شود.

**درست یا نادرست؟**

* در متافاز میتوز و میوز ۲ به هر کروموزوم دو رشته دوک متصل است.

* در آنافاز میتوز و میوز ۲ و در پروفاز، متافاز و آنافاز میوز یک به هر کروموزوم یک رشته دوک متصل است.

نکته: در پرومتافاز و متافاز میتوز و در متافاز میوز ۲ به هر کروموزوم دو رشته دوک متصل است اما در آنافاز میتوز و آنافاز میوز ۲ و همچنین پروفاز، متافاز و آنافاز میوز ۱، به هر کروموزوم، یک رشته دوک متصل است.

درست یا نادرست؟

* در بدن یک مرد، سلولهایی با یک یا چند کروموزوم X و سلولهایی که فاقد کروموزوم X اند وجود دارد.

* در بدن یک دختر نابالغ سلولهایی فاقد کروموزوم X و سلولهایی با دو یا بیشتر کروموزوم X وجود دارند ولی سلولی با یک کروموزوم X وجود ندارد.

* کروموزوم‌های جنسی، کروموزوم‌هایی شبیه به هم‌اند که در تعیین جنسیت نقش دارند.

نکته: مردان دو نوع کروموزوم جنسی X و Y و زنان یک نوع کروموزوم جنسی X دارند که تعیین‌کننده جنسیت آنها است. در بدن یک پسر نابالغ و یا یک مرد بالغ، هم سلول‌هایی که کروموزوم X ندارند مثل گلبول قرمز، هم سلول‌هایی که یک کروموزوم X دارند (سلول‌های پیکری) هم سلول‌هایی که دو کروموزوم X دارند مثل سلول‌های قلبی با دو هسته و هم سلول‌هایی که چندین کروموزوم X دارند (مثل سلول‌های ماهیچه‌ای اسکلتی) دیده می‌شوند و در بدن یک زن بالغ، سلول‌هایی که کروموزوم X ندارند (مثل گلبول قرمز)، سلول‌هایی که یک کروموزوم X دارند (گامت)، سلول‌هایی که دو کروموزوم X دارند (مثل سلول‌های پیکری) و سلول‌هایی که چندین کروموزوم X دارند (مثل سلول‌های ماهیچه‌ای اسکلتی) دیده می‌شوند اما در بدن یک دختر نابالغ همه سلول‌های ذکر شده دیده می‌شوند اما سلول‌هایی با یک کروموزوم X یعنی گامت‌ها دیده نمی‌شوند.

درست یا نادرست؟

* ردیف شدن کروموزوم‌ها در سطح استوایی هسته، علامت متافاز است.

* حرکت کروموزوم‌های مضاعف شده به سوی قطبین هسته، مربوط به آنافاز میوز یک است.

نکته: ردیف شدن کروموزوم‌ها در سطح استوایی سلول، علامت متافاز است باید توجه داشت که در مرحله متافاز، هسته سلول وجود ندارد و نمی‌توان گفت ردیف شدن کروموزوم‌ها در سطح استوایی هسته علامت متافاز می‌باشد و همچنین نمی‌توان گفت حرکت کروموزوم‌های مضاعف شده به سوی قطبین هسته مربوط به آنافاز میوز ۱ می‌باشد چون در آنافاز هسته‌ای وجود ندارد.

* نوترکیبی حاصل از کراسینگ اور و تفکیک ژنهای آلل به ترتیب مربوط به پروفاز و آنافاز میوز یک است.

نکته: نوترکیبی و کراسینگ اور مربوط به پروفاز میوز ۱ و تفکیک ژن‌های آلل یا جدا شدن کروموزوم‌های هم‌تایم مربوط به آنافاز میوز ۱ است.

درست یا نادرست؟

* در همه جانوران، گامت‌ها حاصل تقسیم میوز می‌باشند.

* در هر جانور، عدد کروموزومی گامت، نصف عدد کروموزومی سلول مولد گامت است.

نکته: از آنجا که در زنبور عسل نر گامت‌ها حاصل تقسیم میتوز است نمی‌توان گفت در همه جانوران گامت‌ها حاصل تقسیم میوز اند و یا نمی‌توان گفت در هر جانور عدد کروموزومی گامت نصف عدد کروموزومی سلول مولد گامت است.



۱۱ در مرحله اتصال دوک به سانترومر دیده می‌شود.

- (۱) پروفاز میتوز
- (۲) پروفاز میوز ۱
- (۳) پرومتافاز میوز
- (۴) پروفاز میوز ۲

پاسخ تست: در پروفاز میوز ۱ برخلاف پروفاز میتوز و میوز ۲ اتصال دوک به سانترومر دیده می‌شود و به همین علت پاسخ صحیح تست گزینه دو است.

۱۲ شکل مقابل مربوط است به



- (۱) متافاز میتوز سلول جانوری، $2n=4$
- (۲) متافاز میوز ۲ سلول جانوری، $2n=8$
- (۳) متافاز میوز ۲ سلول تخم جانوری، $2n=8$
- (۴) پرومتافاز میتوز سلول جانوری، $2n=4$

پاسخ تست: شکل مربوط به متافاز است و به همین علت گزینه چهار نادرست است و مربوط به میوز یک نمی‌باشد یعنی یا مربوط به متافاز میتوز سلول $2n=4$ و یا مربوط به متافاز میوز ۲ سلول $4n=8$ است و به همین علت گزینه یک صحیح و گزینه دو نادرست است، ضمناً علت نادرستی گزینه سه نیز آن است که سلول تخم در جانوران یا گیاهان میوز نمی‌کند.

فعالیت

تقسیم کاستمان از نظر نحوه آرایش فام‌تن‌ها و جدا شدن آنها تفاوت اساسی با تقسیم رشتمان دارد.

🔗 در مراحل آنافاز میتوز و میوز ۲ تعداد کروموزوم‌ها دو برابر می‌شود.

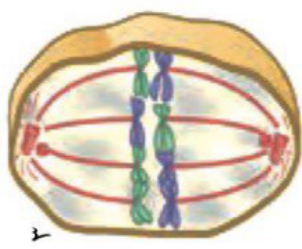
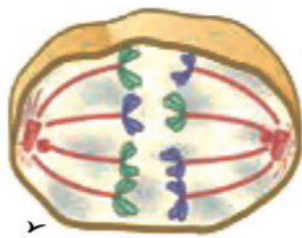
🔗 در مراحل پروفاز و متافاز و آنافاز ۱ میوز، هر سانترومر از یک سو به رشته دوک متصل است.

🔗 در مراحل پرومتافاز و متافاز میتوز و متافاز میوز ۲، هر سانترومر از دو سو به رشته دوک متصل است.

🔗 کراسینگ اور مربوط به مرحله پروفاز ۱ میوز می‌باشد.

🔗 تعیین وضعیت قرارگیری کروموزوم‌ها در گامت‌ها، مرتبط با مرحله متافاز ۱ میوز می‌باشد.

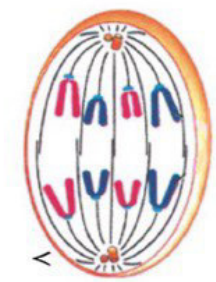
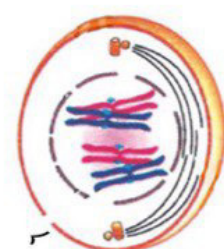
🔗 تفکیک ژن‌های آلل در آنافاز ۱ میوز رخ می‌دهد.



☆ فاز تقسیم چیست؟
 یوش میته بباروک: پروفاز
 کامل یا ناقص که بی درک: تلوفاز
 اعمال غیرنرمی که در تمام به درک شامل: پرومتافاز
 کروزوم وسط: تمام روز در حال هلیاتین: آنافاز

☆۲ بررسی میوز: I

علاقت میوز در پروفاز و متافاز
 تکرار (حک) و در آنافاز و
 تلوفاز، کروزوم مضاعف (حک) است



☆۳ اگر میوز به ندرت میوز است

یا میوزا در برابر آن

تدریک: عوارض میوزی سلول

اولیه ای که به بر طله تلوفاز

رسیده است، آبر این طرات

تدریک: برای تعیین عوارض میوزی

آمان میوز میوزا، یک قطب سلول
 طاک است



وضعیت شکل‌های مورد سؤال به صورت زیر است:

شکل ۱: تلوفاژ میوز ۱ سلول $2n=8$

شکل ۲: آنافاز میوز ۱ سلول $2n=8$

شکل ۳: متافاز میوز ۱ سلول $2n=8$

شکل ۴: پروفاژ میوز ۱ سلول $2n=8$

شکل ۵: پرومتافاز میتوز سلول $2n=4$

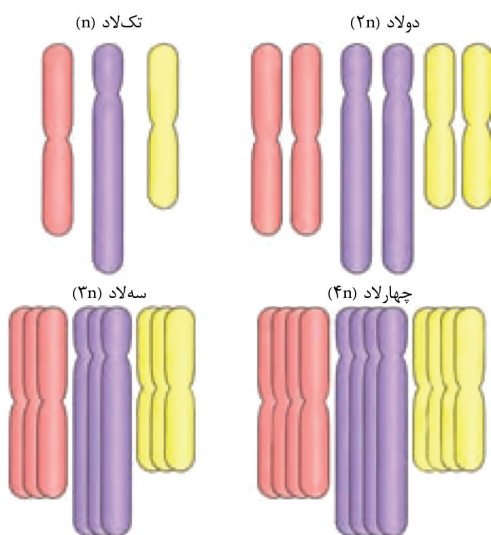
شکل ۶: پروفاژ میتوز سلول $2n=4$ یا پروفاژ میوز ۲ سلول $4n=8$

شکل ۷: تلوفاژ میتوز سلول $2n=4$ یا تلوفاژ میوز ۲ سلول $4n=8$

شکل ۸: آنافاز میتوز سلول $2n=4$ یا آنافاز میوز ۲ سلول $4n=8$

شکل ۹: متافاز میتوز سلول $2n=4$ یا متافاز میوز ۲ سلول $4n=8$

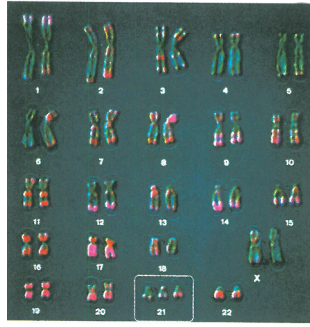
تغییر در تعداد فام‌تن‌ها



شکل ۱۷ - طرح ساده‌ای از تعداد فام‌تن‌ها

گرچه تقسیم یاخته‌ای با دقت زیاد انجام می‌شود، ولی به ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد. چندلادی (پلی‌پلوئیدی) شدن و با هم ماندن فام‌تن‌ها، نمونه‌هایی از این خطاهای کاستمانی هستند. اشتباه در تقسیم می‌تواند، هم در تقسیم رشتمان و هم در تقسیم کاستمان رخ دهد، ولی چون یاخته‌های حاصل از کاستمان در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، از اهمیت بیشتری برخوردارند. چندلادی شدن: اگر در مرحله آنافاز همه فام‌تن‌ها بدون اینکه از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر فام‌تن خواهد داشت و یاخته دیگر فاقد فام‌تن خواهد بود. در آزمایشگاه می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد (شکل ۱۷).

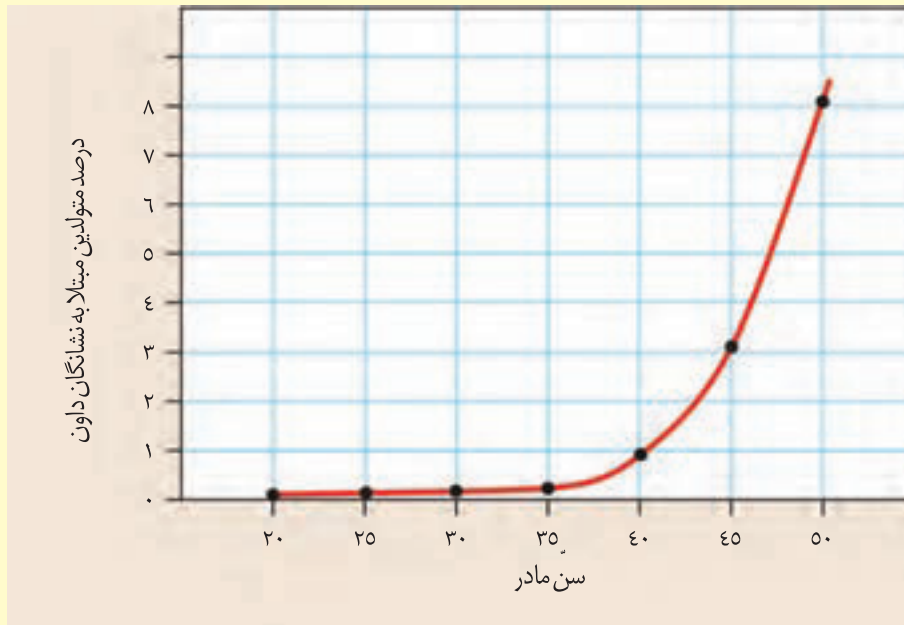
با هم ماندن فام‌تن‌ها: در این حالت، یک یا چند فام‌تن در مرحله آنافاز (رشتمان و کاستمان) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند فام‌تن مشاهده می‌شود (شکل ۱۸). نمونه این حالت، نشانگان داون است. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود ۴۷ فام‌تن دارند (شکل ۱۸). فام‌تن اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد ۳ فام‌تن شماره ۲۱ دارند. علت بروز این حالت آن است که یکی از یاخته‌های جنسی ایجادکننده فرد، به جای یک فام‌تن شماره ۲۱، دارای دو فام‌تن ۲۱ بوده است. بالابودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سن 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.



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

فعالیت

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



با توجه به این منحنی می‌توان گفت زاده‌های مادران زیر ۳۵ سال کمتر از ۱ درصد، مادران ۴۰ سال، بیشتر از ۱ درصد، مادران ۴۵ ساله بیش از ۳ درصد و مادران ۵۰ ساله بیش از ۸ درصد، احتمال ابتلا به سندروم داون دارند.

درست یا نادرست؟

* اختلالات میتوزی، اهمیت بیشتری از اختلالات میوزی دارند.

نکته: اشتباه در تقسیم می‌تواند در میوز و میتوز رخ دهد اما چون یاخته‌های حاصل از میوز در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، بروز اشتباه در تقسیم میوز اهمیت بیشتری از بروز اشتباه در تقسیم میتوز دارد.

* با تخریب رشته‌های دوک در آزمایشگاه می‌توان یاخته‌های پلی پلوئید ایجاد نمود.

نکته: اگر در مرحله آنافاز همه کروموزوم‌ها از هم جدا نشده و به یک یاخته وارد شوند، آن یاخته دو برابر حالت معمول کروموزوم دارد و از لقاح آن با گامت طبیعی جاندار $2n$ کروموزومی متولد می‌شود البته در آزمایشگاه می‌توان با تخریب رشته‌های دوک سبب تشکیل گامتی شد که دو برابر حالت عادی، دارای کروموزوم است.

* گندم زراعی و موز $6n$ کروموزومی‌اند.

نکته: یاخته یا جاندار که یاخته‌های آن بیش از دو مجموعه کروموزوم داشته باشد پلی پلوئید نامیده می‌شود مثلاً گندم زراعی $6n$ و موز $2n$ است و هر دو پلی پلوئید (چندلاد) نامیده می‌شوند.



درست یا نادرست؟

* افراد مبتلا به سندروم داون دارای ۴۷ عدد کروموزوم غیرجنسی‌اند.

نکته: افراد مبتلا به سندروم داون ۴۷ کروموزومی‌اند یعنی ۴۵ عدد کروموزوم غیرجنسی و دو عدد کروموزوم جنسی دارند.

* مهمترین عامل بروز داون، بالا بودن سن مادر در زمان بارداری است.

نکته: مهم‌ترین عامل در بروز سندروم داون، بالا بودن سن مادر در زمان بارداری است.

اگر مطالعه کلی مناسبی داشته‌اید، باید توانایی پاسخگویی به این سوال‌ها را داشته باشید!

- ۱ نوکلئوزوم را تعریف کنید.
- ۲ اولین و بیشترین میزان فشردگی DNA در کدام مراحل چرخه سلولی است؟
- ۳ در کاریوتیپ، مرتب شدن کروموزوم‌ها بر چه اساسی است؟
- ۴ تعریف کروموزوم‌های جنسی را بنویسید.
- ۵ تعریف مجموعه کروموزومی چیست؟
- ۶ تعریف چرخه یاخته‌ای را بنویسید.
- ۷ دو واقعه مهم پرومتافاز را نام ببرید.
- ۸ دو واقعه تلوفاز میتوز را نام ببرید.
- ۹ حلقه انقباضی در کدام سمت غشای یاخته تشکیل می‌شود و چه اجزایی دارد؟
- ۱۰ به ترتیب یاخته‌هایی را نام ببرید که دائماً تقسیم می‌شوند و به ندرت تقسیم می‌شوند.
- ۱۱ سه ویژگی تومور خوش‌خیم را نام ببرید.
- ۱۲ یک مثال از تومور خوش‌خیم و یک مثال از تومور بدخیم بنویسید.
- ۱۳ دو واقعه مهم پروفاز ۱ میوز را نام ببرید.
- ۱۴ با هم ماندن کروموزوم‌ها در کدام یک انواع تقسیم میتوز و میوز می‌تواند رخ می‌دهد؟

پاسخ‌ها:

- ۱ دستجات ۸ تایی هیستون به همراه بخشی از مولکول DNA که حدود ۲ دور به دور آن می‌پیچد. / ۲ اولین مرحله فشردگی DNA در G_1 و حداکثر فشردگی در متافاز ایجاد می‌شود. / ۳ بر اساس شکل، اندازه و محل قرارگیری سانترومرها / ۴ در انسان و بعضی از جانداران کروموزوم‌هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند که به آن‌ها کروموزوم‌های جنسی می‌گویند. / ۵ تعدادی کروموزوم که هیچ یک با هم هم‌تا نیستند، یک مجموعه کروموزومی نامیده می‌شوند. / ۶ از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی را چرخه یاخته‌ای می‌نامند. / ۷ تجزیه پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی و همچنین اتصال سانترومر فام‌تن‌ها به رشته‌های دوک / ۸ تخریب رشته‌های دوک و تبدیل کروموزوم‌ها به کروماتین / ۹ در سمت درونی غشای یاخته و شامل پروتئین‌های اکتین و میوزین است. / ۱۰ یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های مریستمی گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند و یاخته‌های عصبی به ندرت تقسیم می‌شوند. / ۱۱ رشد کمی دارند، یاخته‌های آن در جای خود می‌مانند، منتشر نمی‌شوند و معمولاً آنقدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزند. / ۱۲ تومور خوش‌خیم مثل لیپوما و تومور بدخیم مثل ملانوما / ۱۳ تشکیل تتراد و اتصال تترادها از ناحیه سانترومر به رشته‌های دوک / ۱۴ هر دو



اگر مطالعه جزئی مناسبی داشته‌اید، باید توانایی پاسخگویی به این سوال‌ها را داشته باشد:

- ۱ در کدام یک از مراحل تقسیم، مضاعف شدن کروموزوم‌ها صورت می‌پذیرد؟
- ۲ تخم ضمیمه درخت زیتون چند کروموزوم دارد؟
- ۳ آیا می‌توان چرخه یاخته‌ای را از آغاز یک تقسیم تا آغاز تقسیم بعدی نام‌گذاری کرد؟
- ۴ مضاعف شدن کدام یک از اجزای سلولی همزمان با تقسیم میتوز صورت نمی‌پذیرد؟
- ۵ حلقه انقباضی پروتئینی، در سمت دریچه کدام یک از کانال‌های سدیمی یا پتاسیمی تشکیل می‌شود؟
- ۶ در کدام مرحله از تقسیم میوز تفکیک ژن‌های آلل صورت می‌پذیرد؟
- ۷ در کدام مرحله از تقسیم میوز ترکیب آلل‌ها در گامت‌ها مشخص می‌شود؟
- ۸ در کدام مراحل از تقسیم‌های میتوز و میوز هر سانترومر تنها از یک سو به رشته دوک متصل است؟
- ۹ به ترتیب مضاعف شدن و دو برابر شدن تعداد کروموزوم‌ها در کدام مرحله از چرخه سلولی رخ می‌دهد؟

پاسخ‌ها:

۱ هیچ‌کدام / ۲ ۶۹ کروموزوم دارد. / ۳ خیر، چون در بخشی از چرخه، دو سلول حرکت می‌کند. / ۴ سانتریول‌ها و کروموزوم‌ها / ۵ پتاسیمی، چون به سمت داخل سلول قرار می‌گیرد. / ۶ آنافاز ۱ / ۷ متافاز ۱ / ۸ در مراحل پروفاز و متافاز و آنافاز ۱ میوز و همچنین در آنافاز میتوز و میوز ۲ / ۹ در مرحله S اینترفاز، کروموزوم‌ها مضاعف می‌شوند و در مرحله آنافاز میتوز، تعداد کروموزوم‌ها ۲ برابر می‌شود.



کنکور پلاس

۱- با فرض اینکه در یک فرد، عملکرد طبیعی نوعی اندام به واسطه ظهور نوعی تومور دستخوش اختلال شده باشد، کدام مورد در خصوص این تومور، به طور حتم، درست است؟

(سراسری ۱۴۰۲)

- ۱) طول عمر همه رناهای پیک یاخته‌های آن، افزایش یافته است.
- ۲) در نتیجه عدم تعادل بین تقسیم یاخته‌ها و مرگ آن‌ها به وجود آمده است.
- ۳) بدخیم است و یاخته‌های آن به یاخته‌های بافت مجاور خود تهاجم کرده‌اند.
- ۴) یاخته‌های آن، توسط جریان خون یا لنف در بافت‌های دیگر گسترش می‌یابند.

گزینه ۲ همه تومورها چه خوش خیم چه بدخیم در نتیجه عدم تعادل بین تقسیم یاخته‌ها و مرگ آنها به وجود می‌آید بنابراین گزینه ۲ صحیح است، گزینه یک نادرست است چون نمی‌توان گفت در سلول‌های تومور، طول عمر همه رناهای پیک آن افزایش یافته است، به عنوان مثال طول عمر رناهای پیکی که پروتئین‌های مربوط به نقاط واریسی را می‌سازند و یا تعداد آنها در این سلول‌ها، کاهش یافته است و گزینه‌های ۳ و ۴ نادرست‌اند چون تنها به تومور بدخیم اشاره دارد.

۲- به منظور تقسیم سیتوپلاسم یاخته مریستمی ریشه لوبیا، لازم است چند مورد زیر رخ دهد؟

(سراسری اردیبهشت ۱۴۰۳)

- الف) صفحه یاخته‌ای در بخش میانی یاخته به وجود آید.
 - ب) با استفاده از غشای ریزکیسه (وزیکول)های گلژی، غشاهای جدیدی شکل بگیرد.
 - ج) ریزکیسه (وزیکول)های غنی از پیش‌سازهای تیغه میانی در بخشی از یاخته تجمع یابند.
 - د) اندامک‌های استوانه‌ای (حاوی دسته‌های سه‌تایی از لوله‌های پروتئینی) دو برابر شود.
- ۱ (۳) ۲ (۴) ۳ (۲) ۴ (۱)

گزینه ۱ برای تقسیم سیتوپلاسم سلول مریستمی لازم است ریزکیسه‌های غنی از پیش‌سازهای تیغه میانی در بخش میانی یاخته تجمع یابند (مورد ج) و با استفاده از غشای ریزکیسه‌های منشأ گرفته از دستگاه گلژی، غشاهای جدید شکل می‌گیرند و صفحه یاخته‌ای در بخش میانی یاخته به وجود می‌آید به همین علت موارد (الف، ب و ج) صحیح‌اند اما از آنجا که گیاه لوبیا سانتریول ندارد مورد (د) نمی‌تواند صحیح باشد و پاسخ تست گزینه ۱ است.

ایستگاه نکته‌گویی

در زمان آنافاز تقسیم سلول‌های گیاهی، ریزکیسه‌هایی از دستگاه گلژی از قطبین سلول به سمت استوای آن گسیل می‌شوند که حاوی پکتین‌اند این ریزکیسه‌ها در استوای سلول به هم می‌پیوندند و ریزکیسه‌های بزرگتری می‌سازند که از اجتماع آن‌ها هم یک ریزکیسه بزرگ صفحه‌ای شکل حاصل می‌آید در این زمان هنوز بقایای دوک تقسیم در قطبین سلول مشاهده می‌شود سپس غشاء ریزکیسه بزرگ به غشاء سلول گیاهی می‌پیوندند و تیغه میانی یا صفحه سلول در استوای یاخته تشکیل می‌گردد.

۳- در ارتباط با بخشی از پوست انسان که برای مدت طولانی تحت تأثیر اشعه فرابنفش خورشید قرار گرفته، کدام مورد، به طور حتم رخ می‌دهد؟

(سراسری تیر ۱۴۰۴)

- ۱) ورود یاخته‌ها به مرحله G₁
- ۲) تغییر فعالیت نوعی پروتئین
- ۳) مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ها
- ۴) افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ها



گزینه ۲ به دنبال تأثیر طولانی مدت اشعه فرابنفش خورشید بر روی پوست هر شخص، نوعی تغییر در سلول به وجود می‌آید و از آنجا که هر نوع تغییر سلولی، با تغییر فعالیت انواعی از پروتئین‌ها در سلول همراه است، گزینه ۲ صحیح است.

گزینه ۴ نادرست است چون ممکن است تحت تأثیر اشعه فرابنفش سلول دچار اشکال شود و اساساً تقسیمی در آن صورت نپذیرد و گزینه ۱ فرایندی نیست که تحت تأثیر اشعه فرابنفش به طور حتم صورت پذیرد یعنی نمی‌توان گفت تحت تأثیر اشعه فرابنفش، الزاماً یاخته‌ها به مرحله G_۱ وارد می‌شوند! و نهایتاً گزینه ۳ نادرست است چون نمی‌توان گفت تحت تأثیر اشعه فرابنفش نور خورشید، مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ها الزاماً صورت می‌پذیرد. چون حتی ممکن است تحت تأثیر این اشعه، سلول‌ها به سمت سرطانی شدن پیش بروند.

۴- به منظور تهیه کاربوتیپ یک فرد مبتلا به نشانگان داون، از فام‌تن (کروموزوم) های کدام مرحله یا مراحل تقسیم یاخته، می‌توان استفاده کرد؟

(سراسری تیر ۱۴۰۴)

- (۱) انتهای آنافاز (۲) تلوفاز (۳) متافاز (۴) تلوفاز و پرومتافاز

گزینه ۳ به طور کلی معمولاً برای تهیه کاربوتیپ، چه در فرد نرمال چه در فرد مبتلا به نشانگان داون از کروموزوم‌های متافازی استفاده می‌شود!

۵- مطابق با اطلاعات کتاب درسی، در خصوص پنج ساختاری که مراحل فشرده شدن فام‌تن (کروموزوم) را نشان می‌دهد. کدام مورد نادرست است؟

(سراسری تیر ۱۴۰۴)

- (۱) در ساختار دوم و پنجم، مارپیچ دو رشته‌ای وجود دارد.
 (۲) در ساختار سوم و چهارم، ساختارهای فنری شکل به وجود آمده‌اند.
 (۳) در ساختار اول و دوم، وجود میان‌کنش پروتئین‌های ساختاری ضروری است.
 (۴) در ساختار چهارم و پنجم، واحدهای تکراری غیرمجاور، به یکدیگر نزدیک شده‌اند.

گزینه ۳ از آنجا که در تصویر کتاب درسی که مربوط به فشرده شدن کروموزوم است عملکرد پروتئین‌ها در اولین ساختار دیده نمی‌شود، گزینه ۳ نادرست است و پاسخ تست می‌باشد گزینه ۱ صحیح است چون مارپیچ دورشته‌ای در ساختارهای مختلفی که فشرده شدن کروموزوم را نشان می‌دهد، دیده می‌شود و گزینه ۲ نیز با توجه به تصویر کتاب درسی صحیح است و در ساختارهای سوم و چهارم، ساختارهای فنری شکل، دیده می‌شود و گزینه ۴ نیز صحیح است و به نوکلئوتیدها اشاره دارد که در ساختارهای مختلف دوم تا پنجم به دلیل ایجاد فشردگی، به یکدیگر نزدیک شده‌اند.



فط به فط با کتاب درسی در تقسیم یافته

- ۱) کروموزوم از و تشکیل شده است زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی کروموزوم‌های هسته، و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، می‌گویند. هر رشته کروماتین از واحدهای تکراری به نام تشکیل می‌شود که در آن، مولکول دنا حدود دور در اطراف مولکول پروتئینی به نام پیچیده است. ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز به صورت است. پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های کروماتینی می‌شوند و در حین تقسیم یاخته می‌شوند.
- ۲) کروموزوم دو کروماتیدی از دو بخش همانند به نام تشکیل شده است. به این کروموزوم‌ها، کروموزوم‌های می‌گویند که کروماتیدهای آنها از نظر نوع ژن‌ها و به آنها کروماتیدهای گفته می‌شود که در محلی به نام به هم متصل‌اند.
- ۳) یاخته‌های پیکری، همان یاخته‌های جاندارند. ممکن است تعداد کروموزوم یاخته‌های پیکری بعضی از جانداران مانند هم باشند؛ مثلاً در یاخته‌های پیکری انسان و ۴۶ کروموزوم وجود دارد.
- ۴) برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های کروموزومی تهیه می‌شود. که تصویری از کروموزوم‌ها با است که بر اساس، و مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند.
- ۵) هر کروموزوم دارای یک کروموزوم شبیه خود است که به این کروموزوم‌ها، گفته می‌شود. به جاندارانی که یاخته‌های پیکری آنها از هر کروموزوم ۲ نسخه داشته باشند، می‌گویند در این یاخته‌ها، دو کروموزوم وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه‌اند.
- ۶) در یک مجموعه کروموزومی، هیچ کروموزومی با کروموزوم دیگر نیست.
- ۷) یا مرحله رشد یاخته‌هاست و یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند. یاخته‌هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، مثل به مرحله‌ای به نام وارد می‌شوند.
- ۸) مرحله یا نسبت به بقیه مراحل اینترفاز، کوتاه‌تر است.
- ۹) دوک تقسیم، مجموعه‌ای از پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و کروموزوم به آن متصل می‌شود.
- ۱۰) در یاخته‌های جانوری، ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند که یک جفت استوانه عمود برهم‌اند که هر کدام بوده و از تشکیل شده‌اند.
- ۱۱) در مرحله پروفاز، رشته‌های کروماتین، و می‌شوند و با میکروسکوپ می‌توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشردن کروموزوم، به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند و بین آنها تشکیل می‌شود. در این مرحله پوشش هسته می‌کند.
- ۱۲) در مرحله پرومتافاز و تجزیه می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به برسند. در همین حال به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.
- ۱۳) در مرحله متافاز کروموزوم‌ها که را پیدا کرده‌اند، در یاخته ردیف می‌شوند.



- ۱۴ در مرحله آنافاز با تجزیه پروتئین اتصالی در ناحیه، از هم جدا می‌شوند و تعداد کروموزوم‌ها برابر می‌شود. فاصله گرفتن کروماتیدها با کوتاه شدن رشته‌های دوک انجام می‌شود.
- ۱۵ در مرحله تلوفاز رشته‌های دوک و کروموزوم‌ها می‌کنند تا به صورت در آیند. پوشش هسته نیز می‌شود.
- ۱۶ در یاخته‌های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در وسط آن شروع می‌شود. این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس و است که مانند کمربندی در قرار می‌گیرد و به غشاء متصل است.
- ۱۷ صفحه یاخته‌ای با تجمع ریزکیسه‌های و به هم پیوستن آنها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای و دیواره یاخته‌اند.
- ۱۸ بعضی از یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های و یاخته‌های گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند برعکس، نورون‌های دستگاه عصبی تقسیم می‌شوند.
- ۱۹ نقطه واریسی یاخته را از سلامت دنا مطمئن می‌کند اگر دنا آسیب دیده باشد و اصلاح نشود، فرایندهای مرگ یاخته‌ای به راه می‌افتد.
- ۲۰ نقطه واریسی برای اطمینان از این موضوع است که کروموزوم‌ها به صورت دقیق به رشته‌های دوک متصل و در وسط یاخته آرایش یافته‌اند.
- ۲۱ اگر پروتئین‌های دوک تقسیم یا عوامل لازم برای میتوز فراهم نباشد، نقطه واریسی اجازه عبور یاخته از این مرحله را نمی‌دهد.
- ۲۲ تومور خوش خیم مثل رشدی دارد و یاخته‌های آن در و نمی‌شوند. این نوع تومور معمولاً که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند.
- ۲۳ تومور بدخیم یا سرطان مثل به بافت‌های مجاور حمله می‌کند و توانایی دارد یعنی می‌تواند یاخته‌هایی از آن جدا شده و همراه با جریان، یا به ویژه به نواحی دیگر بدن بروند، در آنجا مستقر شوند و رشد کنند. علت اصلی سرطان، یاخته است که باعث می‌شود چرخه یاخته از کنترل خارج شود.
- ۲۴ در مرحله سرطان، یاخته سرطانی شروع به تهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.
- ۲۵ در مرحله سرطان، یاخته‌های سرطانی در بافت‌ها گسترش می‌یابند، ولی هنوز به راه پیدا نکرده‌اند.
- ۲۶ در مرحله سرطان، یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کنند.
- ۲۷ در مرحله سرطان، یاخته‌های سرطانی از راه به بافت‌های دورتر می‌روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آنها می‌شوند.
- ۲۸ روش‌های رایج درمان سرطان شامل، و است.
- ۲۹ با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همه بدن می‌شود. این روش‌های درمانی می‌توانند به یاخته‌های، و نیز آسیب برسانند. مرگ این یاخته‌ها از عوارض جانبی شیمی‌درمانی است که باعث، و می‌شود.



- ۳۰..... و عوامل محیطی در بروز سرطان موثرند. پرتوهای، بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار دنا آسیب می‌زنند. سایر پرتوها و مواد شیمیایی سرطان‌زا، مواد غذایی، بعضی ویروس‌ها، قرص‌های، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.
- ۳۱..... حذف یاخته‌های پیر یا آسیب دیده، مانند آنچه در اتفاق می‌افتد، مثالی از یاخته‌ای است؛ چون اشعه فرابنفش با آفتاب سوختگی می‌تواند سبب آسیب به دنا یاخته‌ها و بروز شود.
- ۳۲..... حذف پرده‌های میانی انگشتان در برخی پرندگان در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده رخ می‌دهد.
- ۳۳..... در تترادها تشکیل شده و از ناحیه به دوک وصل می‌شود، هر تتراد دارای مولکول دنا و کروموزوم مضاعف است. در تترادها در استوای یاخته روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند و در کروموزوم‌های جدا می‌شوند و در پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود.
- ۳۴..... به یاخته یا جانداري که یاخته‌های آن بیش از دو دست کروموزوم داشته باشد گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی و موز کروموزوم‌اند.
- ۳۵..... به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود کروموزوم دارند. کروموزوم اضافی مربوط به شماره است.
- ۳۶..... بالا بودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود.



فط به فط با کتاب درسی در تقسیم یافته



۱) کروموزوم از **دنا** و **پروتئین** تشکیل شده است زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی کروموزوم‌های هسته، کمتر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، **کروماتین** می‌گویند. هر رشته کروماتین از واحدهای تکراری به نام **نوکلئوزوم** تشکیل می‌شود که در آن، 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 **کروماتین** است. پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های کروماتینی **دو برابر** می‌شوند و در حین تقسیم یاخته **فشرده** می‌شوند.

۲) کروموزوم دو کروماتیدی از دو بخش همانند به نام **کروماتید** تشکیل شده است. به این کروموزوم‌ها، کروموزوم‌های **مضاعف شده** می‌گویند که کروماتیدهای آنها از نظر نوع ژن‌ها **یکسان‌اند** و به آنها کروماتیدهای **خواهری** گفته می‌شود که در محلی به نام **سانترومر** به هم متصل‌اند.

۳) یاخته‌های پیکری، همان یاخته‌های **غیرجنسی** جاندارند. ممکن است تعداد کروموزوم یاخته‌های پیکری بعضی از جانداران مانند هم باشند؛ مثلاً در یاخته‌های پیکری انسان و **درخت زیتون** ۴۶ کروموزوم وجود دارد.

۴) برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های کروموزومی **کاریوتیپ** تهیه می‌شود. که تصویری از کروموزوم‌ها با **حداکثر فشردگی** است که بر اساس **اندازه، شکل، محتوای ژنی و محل قرارگیری سانترومرها** مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند.

۵) هر کروموزوم دارای یک کروموزوم شبیه خود است که به این کروموزوم‌ها، **همتا** گفته می‌شود. به جاندارانی که یاخته‌های پیکری آنها از هر کروموزوم ۲ نسخه داشته باشند، **دپلوئید** می‌گویند در این یاخته‌ها، دو **مجموعه** کروموزوم وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه‌اند.

۶) در یک مجموعه کروموزومی، هیچ کروموزومی با کروموزوم دیگر **همتا** نیست.

۷) **وقفه اول یا G₁** مرحله رشد یاخته‌هاست و یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند. یاخته‌هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، مثل **نورون** به مرحله‌ای به نام **G₀** وارد می‌شوند.

۸) مرحله **وقفه دوم یا G₂** نسبت به بقیه مراحل اینترفاز، کوتاه‌تر است.

۹) دوک تقسیم، مجموعه‌ای از **ریزلوله‌های** پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و **سانترومر** کروموزوم به آن متصل می‌شود.

۱۰) در یاخته‌های جانوری، **سانتریول‌ها** ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند که یک جفت استوانه عمود برهم‌اند که هر کدام **توخالی** بوده و از **۹ دسته لوله** تشکیل شده‌اند.

۱۱) در مرحله پروفاز، رشته‌های کروماتین **فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر** می‌شوند و با میکروسکوپ **نوری** می‌توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشردن کروموزوم، **سانتریول‌ها** به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند و بین آنها **دوک میتوزی** تشکیل می‌شود. در این مرحله پوشش هسته شروع به **تخریب** می‌کند.

۱۲) در مرحله پرومتافاز **پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی** تجزیه می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به **کروموزوم‌ها** برسند. در همین حال **سانترومر کروموزوم‌ها** به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

۱۳) در مرحله متافاز کروموزوم‌ها که **بیشترین فشردگی** را پیدا کرده‌اند، در **وسط (سطح استوایی)** یاخته ردیف می‌شوند.



- ۱۴) در مرحله آنافاز با تجزیه پروتئین اتصالی در ناحیه **سانترومر**، **کروماتیدها** از هم جدا می‌شوند و تعداد کروموزوم‌ها ۲ برابر می‌شود. فاصله گرفتن کروماتیدها با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به کروموزوم انجام می‌شود.
- ۱۵) در مرحله تلوفاژ رشته‌های دوک **تخریب شده** و کروموزوم‌ها **شروع به باز شدن** می‌کنند تا به صورت **کروماتین** درآیند. پوشش هسته نیز **مجدداً تشکیل** می‌شود.
- ۱۶) 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 کمربندی در **سیتوپلاسم** قرار می‌گیرد و به غشاء متصل است.
- ۱۷) صفحه یاخته‌ای با تجمع ریزکیسه‌های **دستگاه گلژی** و به هم پیوستن آنها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای **تیغه میانی** و دیواره یاخته‌اند.
- ۱۸) بعضی از یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های **بنیادی مغز استخوان** و یاخته‌های **سرلادی** گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند برعکس، نورون‌های دستگاه عصبی **به ندرت** تقسیم می‌شوند.
- ۱۹) نقطه وارسی **G₁** یاخته را از سلامت دنا مطمئن می‌کند اگر دنا آسیب دیده باشد و اصلاح نشود، فرایندهای مرگ یاخته‌ای به راه می‌افتد.
- ۲۰) نقطه وارسی **متافازی** برای اطمینان از این موضوع است که کروموزوم‌ها به صورت دقیق به رشته‌های دوک متصل و در وسط یاخته آرایش یافته‌اند.
- ۲۱) اگر پروتئین‌های دوک تقسیم یا عوامل لازم برای میتوز فراهم نباشد، نقطه وارسی **G₂** اجازه عبور یاخته از این مرحله را نمی‌دهد.
- ۲۲) تومور خوش‌خیم مثل **لیپوما** رشدی **کم** دارد و یاخته‌های آن در **جای خود می‌مانند** و **منتشر** نمی‌شوند. این نوع تومور معمولاً **آن قدر بزرگ نمی‌شود** که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزند.
- ۲۳) تومور بدخیم یا سرطان مثل **ملانوما** به بافت‌های مجاور حمله می‌کند و توانایی **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. علت اصلی سرطان، **بعضی تغییرات در ماده ژنتیکی** یاخته است که باعث می‌شود چرخه یاخته از کنترل خارج شود.
- ۲۴) در مرحله **اول** سرطان، یاخته سرطانی شروع به تهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.
- ۲۵) در مرحله **دوم** سرطان، یاخته‌های سرطانی در بافت‌ها گسترش می‌یابند، ولی هنوز به **دستگاه لنفی مجاور** راه پیدا نکرده‌اند.
- ۲۶) در مرحله **سوم** سرطان، یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کنند.
- ۲۷) در مرحله **چهارم** سرطان، یاخته‌های سرطانی از راه **لنف** به بافت‌های دورتر می‌روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آنها می‌شوند.
- ۲۸) روش‌های رایج درمان سرطان شامل **جراحی**، **شیمی درمانی** و **پرتو درمانی** است.
- ۲۹) **شیمی درمانی** با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همه بدن می‌شود. این روش‌های درمانی می‌توانند به یاخته‌های **مغز استخوان**، **پياز مو** و پوشش **دستگاه گوارش** نیز آسیب برسانند. مرگ این یاخته‌ها از عوارض جانبی شیمی درمانی است که باعث **ریزش مو**، **تهوع** و **خستگی** می‌شود.



۳۵ **ژن‌ها** و عوامل محیطی در بروز سرطان موثرند. پرتوهای **فرابنفش**، بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار دنا آسیب می‌زنند. سایر پرتوها و مواد شیمیایی سرطان‌زا، مواد غذایی **دودی**، بعضی ویروس‌ها، قرص‌های **ضد بارداری**، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.

۳۱ حذف یاخته‌های پیر یا آسیب دیده، مانند آنچه در **آفتاب سوختگی** اتفاق می‌افتد، مثالی از **مرگ برنامه‌ریزی شده** یاخته‌ای است؛ چون اشعه فرابنفش با آفتاب سوختگی می‌تواند سبب آسیب به دنا یاخته‌ها و بروز **سرطان** شود.

۳۲ حذف پرده‌های میانی انگشتان در **دوران جنینی** برخی پرندگان در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده رخ می‌دهد.

۳۳ در **پروفاز ۱** تترادها تشکیل شده و از ناحیه **سائترومر** به دوک وصل می‌شود، هر تتراد دارای ۴ مولکول دنا و ۲ کروموزوم مضاعف است. در **متافاز ۱** تترادها در استوای یاخته روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند و در **آنافاز ۱** کروموزوم‌های **همتا** جدا می‌شوند و در **تلوفاز ۱** پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود.

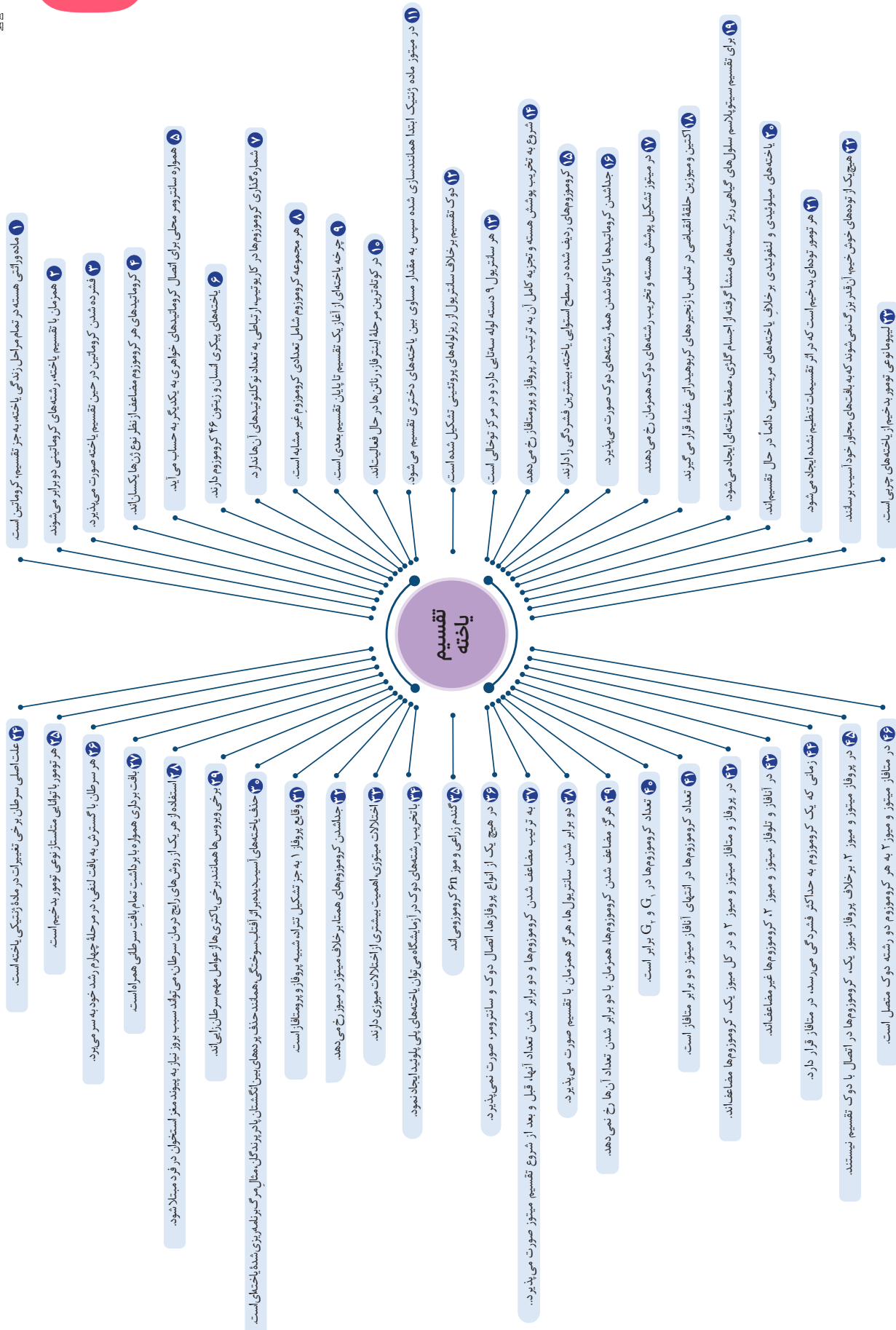
۳۴ به یاخته یا جاندار که یاخته‌های آن بیش از دو دست کروموزوم داشته باشد **پلی‌پلوئید** گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی **۶n** و موز **۳n** کروموزوم‌اند.

۳۵ به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت **نشانگان** می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود **۴۷** کروموزوم دارند. کروموزوم اضافی مربوط به شماره **۲۱** است.

۳۶ بالا بودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز **نشانگان داون** است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای **میوزی** در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود.



عبارت‌های مهم در یک نگاه



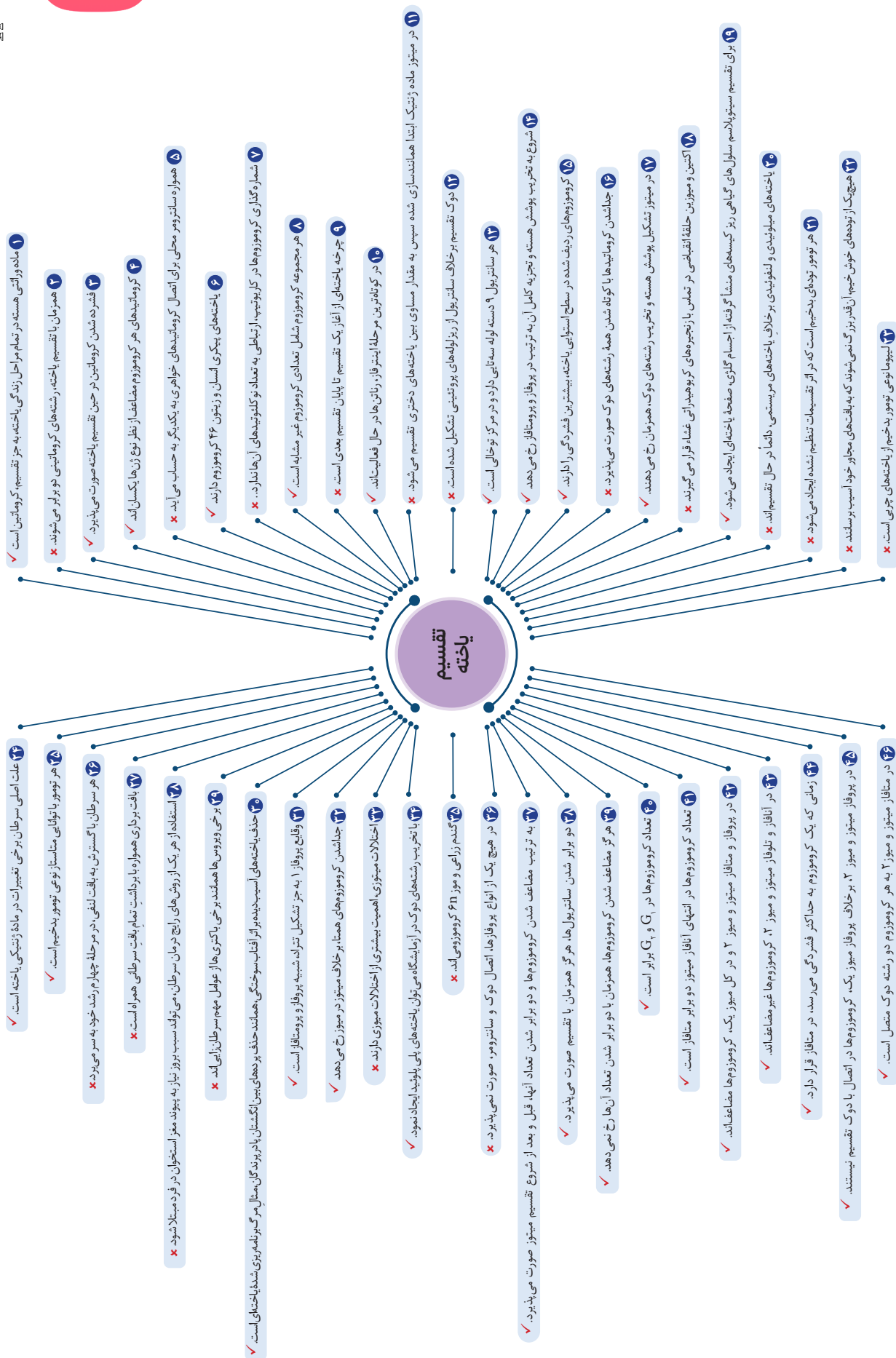


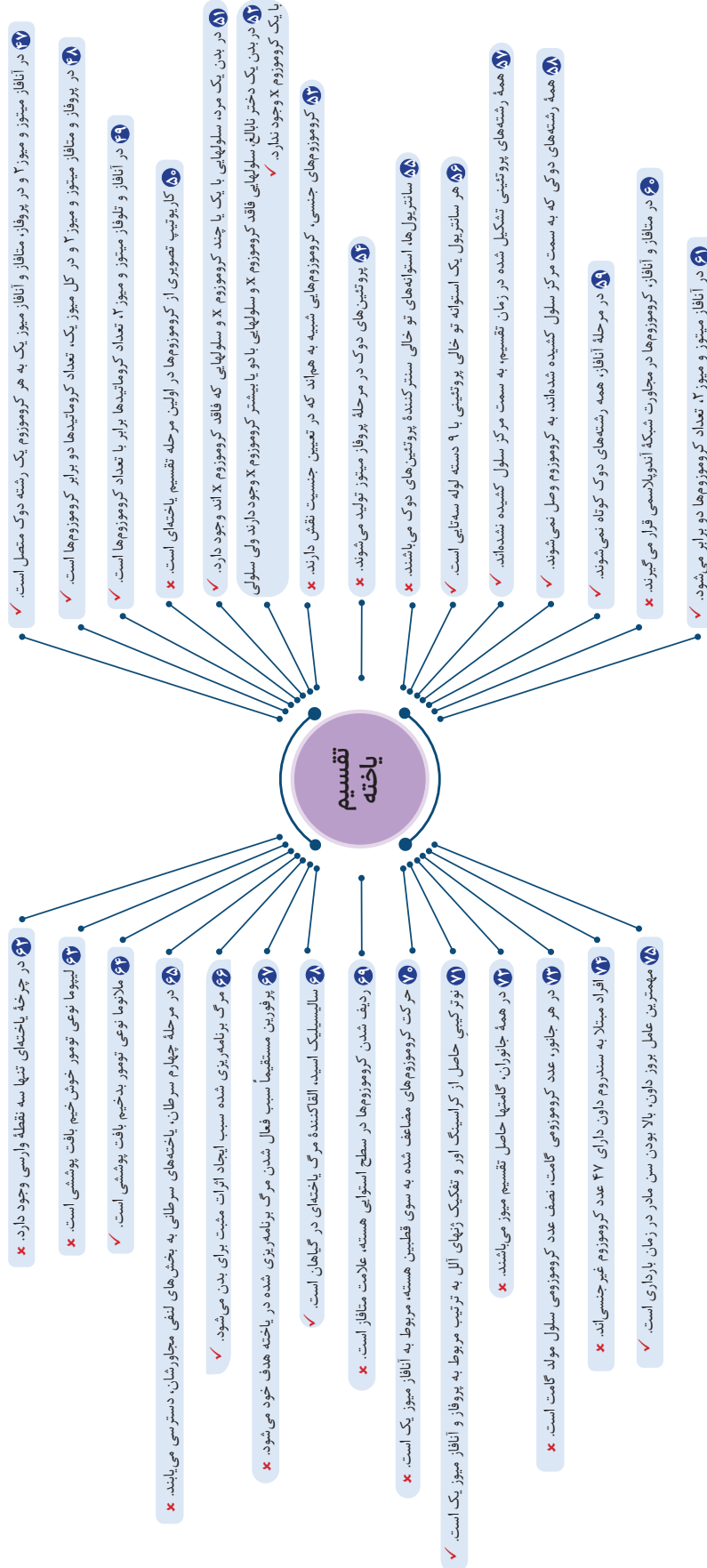
تقسیم
یاخته

- ۴۷ در آنافاز میتوز و میوز ۲ و در پروفاز، متافاز و آنافاز میتوز یک به هر کروموزوم یک رشته دوک متصل است.
- ۴۸ در پروفاز و متافاز میتوز و میوز ۲ و در کل میتوز یک، تعداد کروماتیدها دو برابر کروموزومها است.
- ۴۹ در آنافاز و تلوفاز میتوز و میوز ۲، تعداد کروماتیدها برابر با تعداد کروموزومها است.
- ۵۰ کاربوتیپ تصویری از کروموزومها در اولین مرحله تقسیم یاخته‌ای است.
- ۵۱ در بدن یک مرد، سلولهایی با یک یا چند کروموزوم X و سلولهایی که فاقد کروموزوم X وجود دارد.
- ۵۲ در بدن یک دختر نابالغ، سلولهایی فاقد کروموزوم X و سلولهایی با دو یا بیشتر کروموزوم X وجود دارند ولی سلولی با یک کروموزوم X وجود ندارد.
- ۵۳ کروموزومهای جنسی، کروموزومهایی شبیه به هم‌اند که در تعیین جنسیت نقش دارند.
- ۵۴ پروتئین‌های دوک در مرحله پروفاز میتوز تولید می‌شوند.
- ۵۵ سانتیرپول‌ها، استوانه‌های تو خالی سنتزکننده پروتئین‌های دوک می‌باشند.
- ۵۶ هر سانتیرپول یک استوانه تو خالی پروتئینی با ۹ دسته لوله سه‌تایی است.
- ۵۷ همه رشته‌های پروتئینی تشکیل شده در زمان تقسیم، به سمت مرکز سلول کشیده نشده‌اند.
- ۵۸ همه رشته‌های دوکی که به سمت مرکز سلول کشیده شده‌اند، به کروموزوم وصل نمی‌شوند.
- ۵۹ در مرحله آنافاز، همه رشته‌های دوک کوتاه نمی‌شوند.
- ۶۰ در متافاز و آنافاز، کروموزومها در مجاورت شبکه آندوپلازمی قرار می‌گیرند.
- ۶۱ در آنافاز میتوز و میوز ۲، تعداد کروموزومها دو برابر می‌شود.
- ۶۲ در چرخه یاخته‌ای تنها سه نقطه واریسی وجود دارد.
- ۶۳ لیپوما نوعی تومور خوش خیم بافت پوششی است.
- ۶۴ ملانوما نوعی تومور بدخیم بافت پوششی است.
- ۶۵ در مرحله چهارم سرطان، یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاورشان، دسترسی می‌یابند.
- ۶۶ مرگ برنامه‌ریزی شده سبب ایجاد اثرات مثبت برای بدن می‌شود.
- ۶۷ پرفورین مستقیماً سبب قتل شدن مرگ برنامه‌ریزی شده در یاخته هدف خود می‌شود.
- ۶۸ سالیسیلیک اسید، القاکنده مرگ یاخته‌ای در گیاهان است.
- ۶۹ ردیف شدن کروموزومها در سطح استوائی هسته، علامت متافاز است.
- ۷۰ حرکت کروموزومهای مضاعف شده به سوی قطبین، هسته، مربوط به آنافاز میتوز یک است.
- ۷۱ نوترکیبی حاصل از کراسینگ اور و تفکیک زنجای آلل به ترتیب مربوط به پروفاز و آنافاز میتوز یک است.
- ۷۲ در همه جانوران، گامت‌ها حاصل تقسیم میتوز می‌باشند.
- ۷۳ در هر جانور، عدد کروموزومی گامت، نصف عدد کروموزومی سلول مولد گامت است.
- ۷۴ افراد مبتلا به سندروم داون دارای ۴۷ عدد کروموزوم غیر جنسی‌اند.
- ۷۵ مهمترین عامل بروز داون، بالا بودن سن مادر در زمان بارداری است.



عبارت‌های مهم در یک نگاه







تست پلاس

۱. کدام یک جمله زیر را به شکل صحیحی تکمیل می کند؟

«در زمان تقسیم هر سلول تخم در»

- (۱) جانوران، از هر مولکول دنا، دو مولکول یکسان ایجاد می شود. (۲) گیاهان، صفحه یاخته ای در استوای یاخته تشکیل می شود.
- (۳) جانوران، تعداد کروموزومها، برای یک مرتبه، دو برابر می شود. (۴) گیاهان، ریزکیسه های حاوی پکتین به مرکز یاخته گسیل می شوند.

۲. کدام گزینه در ارتباط با خانواده ای سالم که پسری هموفیل دارند، صحیح عنوان شده است؟

«اگر کروموزوم های جنسی فقط در میوز جدا نشود، امکان تولد زاده ای با فرمول ژنتیکی وجود دارد.»

- (۱) فرد ماده - یک - $X^H X^h X^h$ (۲) فرد نر - یک - $X^h X^h Y$ (۳) فرد ماده - دو - $X^H X^H X^h$ (۴) فرد نر - دو - $X^H X^h X^h$

۳. گزینه نادرست در مورد کروموزوم های انسان و فرایند تقسیم سلولی در بدن انسان، کدام است؟

- (۱) کروموزوم جنسی که در هر انسان سالم و بالغ وجود دارد، در تنظیم فرایندهای انعقادی مؤثر است.
- (۲) در کاریوتیپ، همه کروموزومها، بدون توجه به محتوای ژنی، به ترتیب اندازه شماره گذاری می شوند.
- (۳) به ترتیب در مراحل قبلی و بعدی متافاز ۱، تشکیل و تخریب ساختار تترادی دیده می شود.
- (۴) به ترتیب در تلوفازهای ۱ و ۲، غشاء هسته در اطراف کروموزوم های مضاعف و غیرمضاعف تشکیل می شود.

۴. در تلوفاز تقسیم کدام یک، امکان تشکیل دو هسته با محتوای ژنتیکی متفاوت وجود دارد؟

- (۱) دانه گرده نارس (۲) دانه گرده رسیده
- (۳) یاخته احاطه کننده کیسه رویانی (۴) یاخته احاطه شده با پوسته ۲ بخشی

۵. چند مورد جمله زیر را به شکل صحیحی تکمیل می کند؟

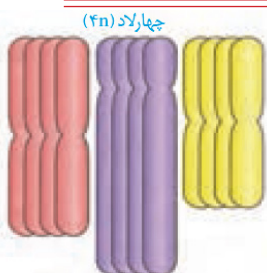
«با هم ماندن فرآیندی طبیعی محسوب می شود.»

- (الف) کروماتیدها در میوز ۱ (ب) کروماتیدها در میوز ۲ (ج) کروموزومها در میوز ۱ (د) کروموزومها در میتوز
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۶. کدام یک جمله زیر را به شکل نادرستی تکمیل می کند؟

«در چرخه یاخته ای علامت»

- (۱) عبور از آخرین نقطه واریسی، تجزیه پروتئین های اتصالی است. (۲) پایان کوتاه ترین مرحله، تشکیل دوک تقسیم است.
- (۳) عبور از اولین نقطه واریسی، فعالیت دنابسپاراز و هلیکاز است. (۴) پایان آخرین وقفه سلولی، از بین رفتن پوشش هسته است.



۷. تصویر مقابل، می تواند مربوط به کروموزوم های کدام یک باشد.

- (۱) یاخته رویشی گیاهی با عدد کروموزومی $4n = 12$
- (۲) یاخته پیکری جانوری با مجموعه های کروموزومی ۳ تایی
- (۳) اسپرم گیاهی با عدد کروموزومی $4n = 24$
- (۴) یاخته پیکری جانوری با مجموعه های کروموزومی ۴ تایی



۸. به دنبال جدانشدن همه کروموزوم‌های سلول گیاهی دیپلوئید و ۱۰ کروموزومی و همچنین وقوع لقاح تصادفی بین گامت‌های غیرطبیعی آن، گیاهی پلی‌پلوئید به وجود آمده است. کدام گزینه در ارتباط با این گیاه صحیح است؟

- (۱) مجموعه کروموزوم دارد و کروموزوم‌های موجود در هر مجموعه‌اش، به هم شبیه نمی‌باشند.
- (۲) مجموعه کروموزوم دارد و کروموزوم‌های موجود در هر مجموعه‌اش، به هم شبیه نمی‌باشند.
- (۳) مجموعه کروموزوم دارد و کروموزوم‌های موجود در هر مجموعه‌اش، به هم شبیه می‌باشند.
- (۴) مجموعه کروموزوم دارد و کروموزوم‌های موجود در هر مجموعه‌اش، به هم شبیه می‌باشند.

۹. در بدن مردی سالم و بالغ، در مرحلهٔ پروفاز نوعی تقسیم سلولی، بین رشته‌های دوک و سانترومر، اتصال برقرار می‌شود، کدام یک نشان‌دهندهٔ ویژگی مرحلهٔ بعدی این تقسیم است؟

- (۱) تجزیه پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی
- (۲) قرارگیری کروموزوم‌های مضاعف در استوای هسته
- (۳) وقوع نوترکیبی حاصل از کراسینگ‌اور
- (۴) مشخص شدن ترکیب آلل‌ها در یاخته‌هایی که نهایتاً حاصل می‌آیند.

۱۰. کدام یک جملهٔ زیر را به شکل صحیحی تکمیل می‌کند؟

- «به ترتیب، پروفاز میتوز و پروفاز میوز ۱ سلول‌های اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه، در اشتراک و در تفاوت دارند»
- (الف) تعداد آلل‌ها در هر کروموزوم - موقعیت کروموزوم‌های همتا نسبت به هم
- (ب) تعداد کروماتیدها و سانترومرها - تعداد رشته‌های دوک متصل به هر کروموزوم
- (ج) مضاعف‌شدن کروموزوم‌ها - جهت‌گیری فسفولیپیدهای غشاء شبکهٔ آندوپلاسمی نسبت به هم
- (د) ساخته‌شدن پروتئین‌های رشته‌های دوک - تشکیل ساختارهایی با ۴ مولکول دنا
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۱۱. در نوعی تقسیم در بدن انسان، پس از تشکیل غشاء در اطراف کروموزوم‌ها، رشته‌های دوک شروع به تشکیل شدن کرده‌اند، معین کنید، در فاصلهٔ بین این دو فرایند، وقوع کدام یک محتمل است؟

- (۱) دو برابر شدن تعداد کروموزوم‌ها
- (۲) مضاعف‌سازی دنا خطی
- (۳) اتصال کروموزوم‌ها به دوک تقسیم
- (۴) دو برابر شدن تعداد سانتریول‌ها

۱۲. شکل مقابل مربوط به کدام یک می‌باشد؟



- (۱) پروفاز میتوز سلول تخم جانوری با عدد کروموزومی $2n = 4$
- (۲) پروفاز میوز ۲ سلول تخم اصلی گیاهی با عدد کروموزومی $2n = 8$
- (۳) پروفاز میتوز سلول پیکری جانوری با عدد کروموزومی $n = 4$
- (۴) پروفاز میوز ۲ سلول خورش گیاهی با عدد کروموزومی $2n = 4$

۱۳. کدام یک جملهٔ زیر را به شکل صحیحی تکمیل می‌کند؟

- «در زمان تقسیم یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی، در مرحلهٔ بعد از رخ می‌دهد.»
- (۱) جفت شدن طولی کروموزوم‌های همتا، قرارگیری کروموزوم‌ها در استوای یاخته
 - (۲) اتصال سانترومرها به رشته‌های دوک، بیشترین فشردگی در کروموزوم‌ها
 - (۳) جدا شدن کروموزوم‌های همتا از هم، تشکیل مجدد پوشش هسته
 - (۴) قرارگیری کروموزوم‌ها در استوای یاخته، دو برابر شدن مادهٔ ژنتیکی سلول

۱۴. کدام یک جملهٔ زیر را به شکل صحیحی تکمیل می‌کند؟

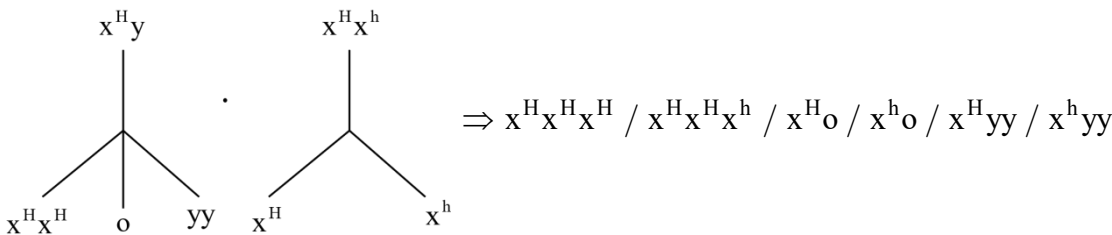
- «در فرد مبتلا به سندروم داون، هر کروموزوم شمارهٔ ۲۲ با کروموزوم دیگر و هر کروموزوم شمارهٔ ۲۱ با کروموزوم دیگر، می‌تواند در جهش جابه‌جایی شرکت کند.»
- (۱) ۴۴ - ۴۴ (۲) ۴۴ - ۴۵ (۳) ۴۵ - ۴۴ (۴) ۴۵ - ۴۵



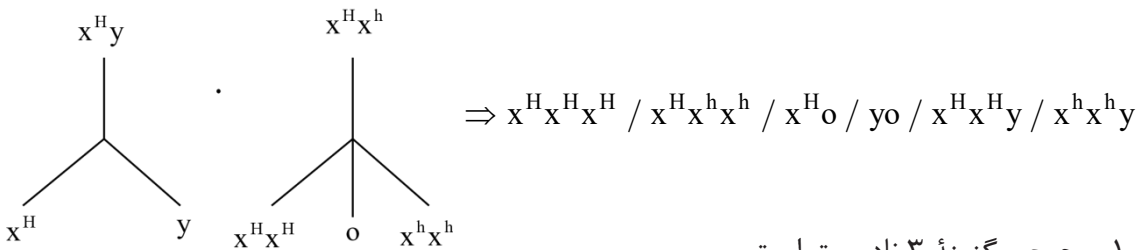
پاسخ تست +

۱- پاسخ گزینه ۳: در جانوران، سلول تخم تقسیم میتوز انجام می‌دهد که در آن و در زمان آنافاز، تعداد کروموزوم‌ها دو برابر می‌شود به همین علت گزینه ۳ صحیح است. باید توجه داشت که در زمان تقسیم، همانندسازی DNA رخ نمی‌دهد و این فرایند قبل از تقسیم رخ می‌دهد و به همین علت گزینه ۱ نادرست است و باید توجه داشت که سلول تخم ۲n در گیاهان، تقسیم نامساوی انجام می‌دهد و صفحه یاخته‌ای در استوای آن تشکیل نمی‌شود و به همین علت گزینه ۲ نادرست است و نهایتاً علت نادرستی گزینه ۴ نیز با علت نادرستی گزینه ۲ مشابه است و با توجه به تقسیم نامساوی سلول تخم اصلی گیاهان، نمی‌توان گفت در زمان تقسیم هر سلول تخم در گیاهان، ریزکیسه‌هایی حاوی پکتین به مرکز یاخته، گسیل می‌شوند.

۲- پاسخ گزینه ۱: ژنوتیپ والدین به صورت $X^H Y$ و $X^H X^h$ است و به شرط جدانشدن کروموزوم‌های جنسی فرد نر، آمیزش زیر صورت می‌پذیرد.



بنابراین گزینه‌های ۲ و ۴ نادرست است و به شرط جدانشدن کروموزوم‌های جنسی فرد ماده، آمیزش زیر صورت می‌پذیرد.



بنابراین گزینه ۱ صحیح و گزینه ۳ نادرست است.

۳- پاسخ گزینه ۲: توجه داشته باشید که هرچند همه کروموزوم‌ها، به ترتیب اندازه در کاریوتیپ، شماره‌گذاری می‌شود اما این موضوع در مورد کروموزوم جنسی X صادق نمی‌باشد چون این کروموزوم نسبتاً بزرگ است اما بعد از کوچک‌ترین کروموزوم قرار می‌گیرند و گزینه ۲ نادرست است. گزینه ۱ به دلیل آن که ژن مربوط به فاکتور انعقادی ۸ روی کروموزوم X قرار دارد، صحیح است و گزینه ۳ به دلیل آن که تتراد در پروفاز ۱ تشکیل شده و در آنافاز ۱ تخریب می‌شود، صحیح است و علت صحیح بودن گزینه ۴ آن است که به ترتیب در تلوفازهای ۱ و ۲، کروموزوم‌ها مضاعف و غیرمضاعف‌اند.

۴- پاسخ گزینه ۴: از آنجا که دانه گرده نارس و رسیده، هر دو تقسیم میتوز انجام می‌دهند و یاخته‌های احاطه‌کننده کیسه رویانی نیز قادر به میوز نیستند، گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ نمی‌توانند در انتهای تقسیم خود، هسته‌های با محتوای ژنتیکی متفاوت ایجاد کنند اما منظور از یاخته احاطه‌شده با پوسته ۲ بخشی، می‌تواند یاخته‌های خورش باشد که یکی از آن‌ها قابلیت میوز دارد و در تلوفاز خود می‌تواند دو هسته با محتوای ژنتیکی متفاوت ایجاد کند و به همین علت پاسخ صحیح گزینه ۴ است.

ایستگاه نکته‌گویی

توجه داشته باشید که فقط یکی از سلول‌های خورش قابلیت انجام میوز را دارد و پس از آن کیسه رویانی تشکیل می‌شود و یاخته‌های خورش اطراف کیسه رویانی به هیچ‌وجه قادر به انجام میوز نیستند.



۵- پاسخ گزینه ۱: اساساً با هم ماندن کروماتیدها در میوز ۱ فرایند طبیعی محسوب می‌شود اما با هم ماندن کروماتیدها در میتوز و میوز ۲ غیرطبیعی است ضمناً همواره با هم ماندن کروموزوم‌ها، فرایندی غیرطبیعی محسوب می‌شود.

۶- پاسخ گزینه ۲: از آنجا که علامت عبور از هر مرحله چرخه یاخته‌ای، ورود به مرحله بعد است می‌توان گفت علامت عبور از آخرین نقطه واریسی، یعنی نقطه واریسی متافازی، وقایع آنافاز مثل تجزیه پروتئین‌های اتصالی است (گزینه ۱) و علامت عبور از اولین نقطه واریسی یعنی عبور از G₁ و ورود به مرحله سنتز، فعالیت دنابسپاراز و هلیکاز است (گزینه ۳) و علامت پایان آخرین وقفه سلولی یعنی G₂، ورود به پروفاز و از بین رفتن پوشش هسته است (گزینه ۴) اما علامت پایان کوتاه‌ترین مرحله چرخه یاخته‌ای که میتوز است، تشکیل دوک تقسیم نمی‌باشد و گزینه ۲ نادرست است. توجه داشته باشید که G₂ کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز است نه کوتاه‌ترین مرحله چرخه یاخته‌ای!

۷- پاسخ گزینه ۲: تصویر مربوط به سلولی تتراپلوئید یا 4n کروموزومی است که ۱۲ کروموزوم دارد یعنی ۴ مجموعه کروموزوم دارد که در هر مجموعه ۳ کروموزوم غیرهمتا دیده می‌شود و به همین علت گزینه ۲ صحیح است. گزینه ۱ نادرست است چون یاخته رویشی گیاه 4n کروموزومی، خود دارای 2n کروموزوم می‌باشد و گزینه ۳ نیز نادرست است چون اسپرم گیاهی 4n کروموزومی، خود 2n کروموزومی می‌باشد و گزینه ۴ نیز نادرست است چون همان گونه که توضیح داده شد، کروموزوم‌های شکل مربوط به موجودی تتراپلوئید است که در هر مجموعه کروموزوم خود، ۳ کروموزوم دارد.

۸- پاسخ گزینه ۲: اگر همه کروموزوم‌های سلول گیاهی دیپلوئید و 10 کروموزومی (2n = 10) جدا نشود و به دنبال آن لقاح تصادفی رخ دهد، امکان ایجاد گیاهی تتراپلوئید و 20 کروموزومی (4n = 20) مهیا می‌شود. این گیاه دارای 4 مجموعه کروموزوم است و کروموزوم‌های موجود در هر مجموعه آن به هم شبیه نمی‌باشند، بنابراین پاسخ صحیح گزینه ۲ است.

۹- پاسخ گزینه ۴: توجه به این نکته مهم ضروری است که از بین پروفازهای میتوز، میوز ۱ و میوز ۲، فقط در پروفاز میوز ۱، رشته‌های دوک به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌گردند و مرحله بعد از پروفاز ۱ میوز، متافاز ۱ میوز است که در آن با توجه به آرایش تترادها ترکیب آلل‌ها در گامت‌های حاصل از میوز، مشخص می‌گردد و پاسخ صحیح گزینه ۴ است. گزینه ۱ به پروفاز ۱ اشاره دارد و به همین علت نادرست است و گزینه ۲ نیز نادرست است چون در زمان متافاز ۱ میوز، هسته‌ای وجود ندارد که کروموزوم‌ها بخواهند در استوای آن قرار گیرند و گزینه ۳ نیز به کراسینگ‌اور اشاره دارد که مربوط به پروفاز ۱ می‌باشد.

۱۰- پاسخ گزینه ۳: در پروفاز میتوز و پروفاز میوز ۱، کروموزوم‌ها دو کروماتیدی‌اند بنابراین سلول‌های اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه در مراحل پروفاز خود در دو کروماتیدی بودن کروموزوم‌ها و تعداد آلل‌ها در هر کروموزوم و همچنین تعداد کروماتیدها و سانترومرها، اشتراک دارند ضمناً هرگز در زمان تقسیم چه در زمان پروفاز و چه در هر مرحله دیگری، کروموزوم‌ها مضاعف نمی‌شوند چون مضاعف شدن کروموزوم‌ها، قبل از شروع تقسیم و در مرحله اینترفاز صورت گرفته است و نهایتاً در همه انواع پروفازها، رشته‌های دوک ساخته می‌شوند بنابراین قسمت اول موارد (الف)، (ب) و (د) نشان‌دهنده شباهت پروفاز میتوز سلول‌های اسپرماتوگونی و پروفاز میوز ۱ سلول‌های اسپرماتوسیت اولیه است اما چون در اسپرماتوسیت‌های اولیه تتراد داریم و همچنین چون در اسپرماتوسیت‌های اولیه رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها وصل‌اند اما در سلول‌های اسپرماتوگونی، در مرحله پروفاز، تتراد نداریم و رشته‌های دوک در اتصال به کروموزوم نیستند باید گفت در مراحل پروفاز سلول‌های اسپرماتوگونی و اسپرماتوسیت اولیه در موقعیت قرارگیری کروموزوم‌های هم‌تاسبت به هم و تعداد رشته‌های دوک متصل به هر کروموزوم تفاوت وجود دارد ضمناً از آنجا که در پروفاز میتوز سلول‌های اسپرماتوگونی، شبکه آندوپلاسمی ناپدید نشده است اما در پروفاز میوز ۱ این شبکه ناپدید شده است می‌توان گفت که این دو مرحله در جهت‌گیری‌های فسفولیپیدهای غشاء شبکه آندوپلاسمی نسبت به هم، تفاوت دارند و همچنین چون اسپرماتوسیت‌های اولیه در مرحله پروفاز ۱ برخلاف اسپرماتوگونی تتراد دارند می‌توان گفت این سلول‌ها برخلاف سلول‌های اسپرماتوگونی، ساختارهایی با ۴ مولکول DNA دارا می‌باشند و به همین علت قسمت دوم همه موارد ذکر شده در عبارات نیز به تفاوت پروفاز میتوز سلول‌های اسپرماتوگونی و پروفاز میوز ۱ سلول‌های اسپرماتوسیت اولیه، اشاره دارند.



ایستگاه نکته‌گویی

توجه داشته باشید که در همهٔ پروفازها دوک تشکیل می‌شود. در همهٔ پروفازها کروموزوم‌ها پدیدار می‌شوند. در همهٔ پروفازها، پوشش هسته شروع به ناپدید شدن می‌کند اما در پروفاز میوز ۱ برخلاف پروفاز میتوز و میوز ۲ تتراد تشکیل می‌شود، رشته‌های دوک در اتصال با سانترومر کروموزوم‌ها قرار می‌گیرند و پوشش شبکهٔ آندوپلاسمی ناپدید می‌شود.

۱۱- پاسخ گزینهٔ ۴: در تقسیم میوز و در مرحلهٔ تلوفاز ۱، غشاء هسته در اطراف کروموزوم‌ها تشکیل می‌شود سپس سلول وارد پروفاز ۲ شده و رشته‌های دوک شروع به تشکیل شدن می‌کنند و در فاصلهٔ بین تلوفاز ۱ و پروفاز ۲ نه مضاعف‌سازی DNA صورت می‌پذیرد، نه کروموزوم‌ها دو برابر می‌شوند و نه کروموزوم‌ها به دوک متصل می‌گردند یعنی گزینه‌های ۱، ۲ و ۳ نادرست‌اند اما تعداد سانتریول‌ها دو برابر می‌شود و پاسخ تست گزینهٔ ۴ می‌باشد.

ایستگاه نکته‌گویی

اولاً دو برابر شدن مادهٔ ژنتیک یا دو کروماتیدی شدن کروموزوم‌ها، فرایندی است که قبل از شروع پروفاز میتوز یا قبل از شروع پروفاز ۱ میوز صورت می‌پذیرد و در زمان تقسیم میتوز یا میوز، دو کروماتیدی شدن کروموزوم‌ها رخ نمی‌دهد. ثانیاً توجه داشته باشید که در حد فاصل بین تلوفاز ۱ و پروفاز ۲ اینترفاز کوتاهی طی می‌شود که در آن مهم‌ترین واقعه، مضاعف‌شدن سانتریول‌ها است و در این زمان خبری از همانندسازی DNA یا مضاعف‌شدن کروموزوم‌ها نیست.

۱۲- پاسخ گزینهٔ ۳: از آنجا که در تصویر مورد سؤال پوشش هسته در کنار رشته‌های دوک دیده می‌شود می‌توان گفت در این تصویر پوشش هسته در حال ناپدیدشدن و دوک در حال تشکیل شدن است یعنی در مرحلهٔ پروفاز قرار داریم و این شکل یا مربوط به میتوز سلول $n = 4$ است یا مربوط به پروفاز میوز ۲ سلول $2n = 8$ است بنابراین گزینه‌های ۱ و ۴ نادرست‌اند و از آنجا که سلول تخم اصلی هیچ گیاهی تقسیم میوز انجام نمی‌دهد گزینهٔ ۲ نیز نادرست است و گزینهٔ ۳ می‌تواند صحیح باشد.

ایستگاه نکته‌گویی

هرچند در کتاب درسی عمدهٔ جانورانی که مطرح شده‌اند دیپلوئید یا $2n$ کروموزومی می‌باشند اما در بین جانوران، زنبور عسل نیز معرفی شده است که هاپلوئید و پرسلولی است و قادر به تقسیم میتوز است و البته می‌تواند با تقسیم میتوز اسپرم تولید کند.

۱۳- پاسخ گزینهٔ ۲: در زمان تقسیم یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی، جفت‌شدن طولی کروموزوم‌های هم‌تا که مربوط به تقسیم میوز است و همچنین جدا شدن کروموزوم‌های هم‌تا از هم که مربوط به آنافاز میوز ۱ است، هرگز رخ نمی‌دهد چون یاخته‌های لنفوئیدی تقسیم میوز انجام نمی‌دهند و به همین علت گزینه‌های ۱ و ۳ نادرست است. گزینهٔ ۴ نیز نادرست است چون در مرحلهٔ متافاز، کروموزوم‌ها در استوای یاخته قرار می‌گیرند و در مرحلهٔ بعد از آن یعنی آنافاز، کروماتیدهای کروموزوم‌های مضاعف، از هم جدا می‌شوند و تعداد کروموزوم‌ها دو برابر می‌شود اما میزان مادهٔ وراثتی تغییر نمی‌کنند و پاسخ صحیح گزینهٔ ۲ است چون در مرحله‌ای که در آن سانترومرها به رشته‌های دوک وصل می‌شوند، مرحلهٔ پرومتافاز است و در مرحلهٔ بعد از آن یعنی متافاز بیشترین فشردگی در کروموزوم‌ها دیده می‌شود.

۱۴- پاسخ گزینهٔ ۳: در فرد مبتلا به سندروم داون ۳ کروموزوم شمارهٔ ۲۱ وجود دارد و چون کروموزوم شمارهٔ ۲۲ می‌تواند با هر کروموزوم دیگری به جز کروموزوم هم‌تایش، جهش جابه‌جایی انجام دهد، می‌توان گفت کروموزوم، شمارهٔ ۲۲ قادر به انجام جهش جابه‌جایی با ۴۵ کروموزوم دیگر است اما کروموزوم شمارهٔ ۲۱ می‌تواند با ۴۴ کروموزوم دیگر یعنی کروموزوم‌هایی که با آن هم‌تا نیستند جهش جابه‌جایی انجام دهند. به همین علت پاسخ صحیح تست گزینهٔ ۳ است.