



کنکور آسان است  
**KONKURSARA**

 /konkursara

 @konkursara\_official

021-55756500  
www.konkursara.com



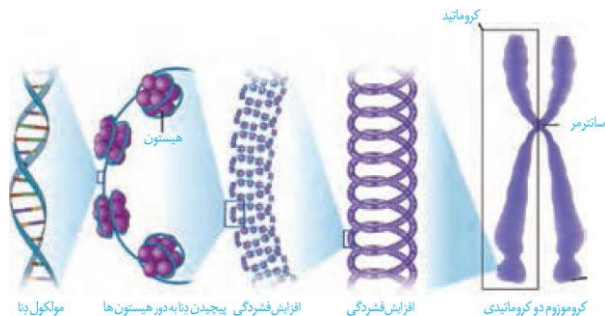
نکته:

تقسیم دوتایی		انواع تقسیم سلولی	پرکاریوتی (باکتری)	
میتوز	تقسیم هسته			یوکاریوتی
میوز				
تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز)				

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 فرا گرفتید، چه نوعی از تقسیم در بدن یک فرد بالغ 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؟

### گفتار ۱: کروموزوم

همان‌طور که می‌دانید کروموزوم از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است. به شکل ۱ توجه کنید. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی ماده وراثتی هسته، کم‌تر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، فامینه (کروماتین) می‌گویند. هر رشته کروماتین از واحدهای تکراری به نام هسته تن (نوکلئوزوم) تشکیل می‌شود که در آن، مولکول DNA «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 با فشردن شدن، فام تن (کروموزوم) ها را ایجاد می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱- مراحل فشردن کروموزوم

### اجزای کروموزوم:

شکل ۲، تصویر یک کروموزوم را در حداکثر فشردگی نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، هر کروموزوم از دو بخش شبیه به هم به نام فامینک (کروماتید) تشکیل شده است. به این کروموزوم‌ها، کروموزوم‌های مضاعف شده می‌گویند. کروماتیدهای هر دو کروماتیدی از نظر نوع ژن‌ها یکسان‌اند و به آن‌ها کروماتیدهای خواهری گفته می‌شود.



**تمرین ۱:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- هر هیستون از ۸ مولکول پروتئین تشکیل شده است.
- ب- مولکول DNA در ساختار رشته کروماتین در سراسر طول خود به شکل مارپیچ است.
- پ- قبل از تقسیم هر نوع یاخته‌ای، ماده وراثتی هسته دو برابر می‌شود.
- ت- هر یاخته انسان اگر در حال تقسیم نباشد دارای ماده وراثتی به شکل فامینه است.

پاسخ:



**تست ۱:** پس از اتصال آنتی‌ژن به گیرنده لنفوسیت B ممکن نیست.....

- (۱) تعداد هسته‌ته‌های فامینه افزایش یابد.
- (۲) تعداد پیچ‌های DNA در هر هسته‌تن تغییر کند.
- (۳) تعداد ژن‌های یاخته افزایش یابد.
- (۴) فام‌تن‌ها دو کروماتیدی شوند.

پاسخ:



**تمرین ۲:** موارد زیر را از نظر تعداد ژن‌ها مرتب کنید.

الف) DNA  
ب) هسته تن  
پ) فامینک  
ت) فام تن

**پاسخ:**

هسته > فامینک = DNA > فام تن



**تست ۲:** ممکن نیست .....

- (۱) ژن‌های دو فامینک یک فام تن متفاوت باشند.
- (۲) سانترومر هر کروموزوم مضاعف شده قبل از تقسیم سلولی به وجود آید.
- (۳) سانترومر به انتهای یکی از کروموزوم‌ها نزدیک‌تر باشد.
- (۴) در هنگام تقسیم سلولی کروموزوم‌ها تک کروماتیدی باشند.

**پاسخ:**



**تست ۳:** چند مورد درست است؟

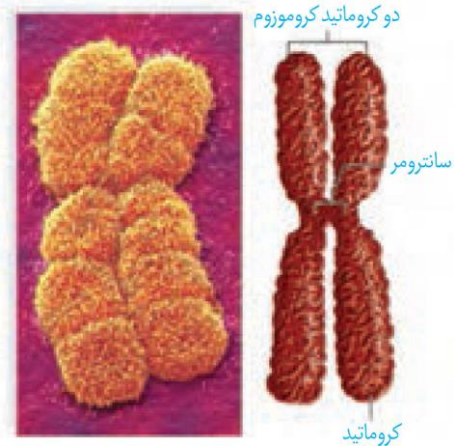
- ✓ \* در هر هستهٔ زیتون حداکثر ۱۸۴ رشته مولکول DNA دیده می‌شود.
- ✗ \* تعداد کروموزومی همهٔ افراد یک گونه یکسان است.
- ✓ \* همهٔ ژن‌های عامل بیماری کزاز روی یک فام تن است.
- ✓ \* یاختهٔ سرلادی زیتون می‌تواند دو برابر یاختهٔ دارینه‌دار

انسان، فامینک داشته باشد.

۱ (۱) ۳ (۲)  
۴ (۳) ۲ (۴)

**پاسخ:**

کروماتیدهای خواهری در محلی به نام **سانترومر** به هم متصل‌اند.



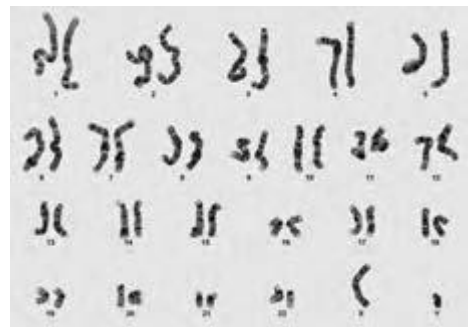
شکل ۲- ساختار یک کروموزوم دو کروماتیدی

### تعداد کروموزوم

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

### یاخته‌های پیکری انسان، دولا (دیپلوئید) هستند

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



شکل ۳- کاریوتیپ انسان

با بررسی کاریوتیپ انسان، مشاهده می‌شود که 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، **دیپلوئید** می‌گویند. در این یاخته‌ها، دو مجموعه کروموزوم وجود دارد که دو به دو به یک‌دیگر شبیه‌اند.



**تمرین ۳:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- ✓ الف- اندازه کروموزوم ۱ انسان بزرگتر از کروموزوم ۱۵ است.
- ✓ ب- اندازه کروموزوم X انسان بزرگتر از کروموزوم Y است.
- ✗ پ- هر جفت کروموزوم انسان از نظر ژنی شبیه هم‌اند.
- ✓ ت- در هر مجموعه کروموزومی انسان ۲۲ کروموزوم غیرجنسی وجود دارد.

**پاسخ:**



**تست ۴:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

- برای تهیه کاربوتیپ کروموزومی انسان ممکن نیست از .....
- ✗ \* نورون استفاده شود.
  - ✗ \* محل قرارگیری سانترومرها استفاده شود.
  - ✗ \* محتوای ژنی کروموزومها مورد توجه قرار گیرد.
  - ✗ \* شکل فام‌تن‌ها استفاده شود.

۱ (۱) ✓  
۲ (۲)  
۲ (۴)

**پاسخ:**



**تمرین ۴:** هر یک از جملات زیر را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

- الف- از روی کاربوتیپ انسان (می‌توان- نمی‌توان) ..... جنسیت را تعیین کرد.
- ب- برای تشخیص هر نوع بیماری ژنتیکی تهیه کاربوتیپ کارساز (است- نیست) .....
- پ- از روی کاربوتیپ می‌توان (بعضی- بسیاری) ..... از ناهنجاری‌های کروموزومی را شناسایی کرد.

**پاسخ:**

در این یاخته‌ها، یک مجموعه کروموزوم از والد مادری و یک مجموعه نشان می‌دهند. « $2n$ » از والد پدری دریافت شده است. این یاخته‌ها را با نماد کلی « $2n$ » نشان می‌دهند.

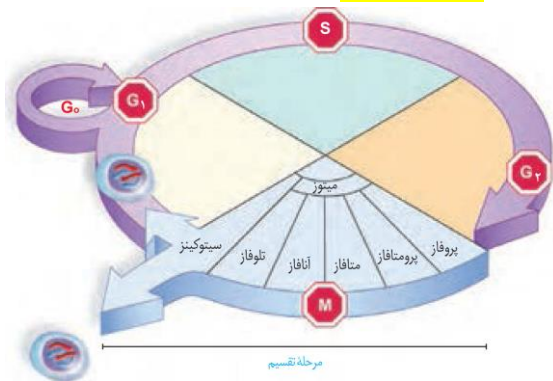
در انسان و بعضی جانداران، کروموزوم‌هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند.

به این کروموزوم‌ها، کروموزوم جنسی گفته می‌شود. کروموزوم‌های جنسی ممکن است شبیه هم نباشند. نمونه این کروموزوم‌ها را در کاربوتیپ شکل ۳ مشاهده می‌کنید. کروموزوم‌های جنسی در انسان را با نماد X و Y نشان می‌دهند. زنان دو کروموزوم X و مردان یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y دارند.

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

### چرخه یاخته‌ای

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




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.

$n=2$  ✂ ✂ ✂

 **تست ۵:** یاخته  $2n=12$  دارای ..... مجموعه کروموزومی است که کروموزوم هر مجموعه ..... هستند.


(۱) سه- همتا  
(۲) سه- غیرهمتا  
(۳) چهار- همتا  
(۴) چهار- غیرهمتا

**پاسخ:**

 **تمرین ۵:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

الف- هر یاخته انسان اگر تقسیم نشود در مرحله  $G_0$  است. ✗  
ب- در کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز هر رشته کروماتین دارای دو مولکول DNA است. ✓  
پ- تقسیم سلول ۶ مرحله دارد که در آن M شامل ۵ مرحله است. ✓  
ت- لنفوسیت‌های B بیش‌تر مدت زندگی خود را در مرحله می‌گذرانند که DNA همانندسازی می‌کند. ✓

**پاسخ:**

 **تست ۶:** چند مورد درست است؟

✗ \* هیچ یک از یاخته‌های پیکری یک مرد سالم ممکن نیست بیش از یک کروموزوم X داشته باشند.  
✗ \* هر یاخته زنده زیتون حداقل ۴۶ سانترومر دارد.  
✓ \* در مرحله  $G_2$  یک یاخته پیکری انسان ۹۲ مولکول DNA دیده می‌شود.  
✗ \* در مرحله  $G_2$  برخلاف  $G_1$  پروتئین ساخته می‌شود.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۱

**پاسخ:**

**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. نورون، نمونه این یاخته‌هاست.

**مرحله «S»:** دو برابر شدن دنا (DNA) هسته، در این مرحله انجام می‌شود که نتیجه همانندسازی است. همانندسازی دنا فرایندی است که طی آن از یک مولکول دنا، دو مولکول کاملاً شبیه هم 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 می‌کند و یاخته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.

#### تقسیم یاخته:

در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته و تقسیم میان یاخته انجام می‌شود. در سال‌های گذشته تا حدودی با این فرایندها آشنا شدید. با تقسیم میان یاخته، در نهایت دو یاخته جدید ایجاد می‌شود.





**تمرین ۶:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- در رشتمان که مادهٔ ژنتیک همانندسازی کرده است به یاخته‌های جدید می‌رسد.
- ب- هر یاخته برای تقسیم شدن نیاز به تشکیل دوک دارد.
- پ- هر یاخته برای سازمان‌دهی دوک تقسیم نیاز به میانک دارد.
- ت- تعداد کروموزوم یاخته‌های دختری حاصل از یک تقسیم میتوز در حالت طبیعی همواره برابر است.

**پاسخ:**



**تمرین ۷:** جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

- الف- دوک تقسیم در (حرکت- جدا شدن) ..... کروموزوم‌های همتا دخالت دارد.
- ب- هر سانتیول معادل (۴۷-۵۴) ..... ریزلوله است.
- پ- (فامینک‌ها- میانک‌ها) ..... یک جفت استوانهٔ عمود بر هم‌اند.
- ت- هر سانتیول (۹ دستهٔ ۳ تایی- ۳ دستهٔ ۹ تایی) ..... ریزلوله است.

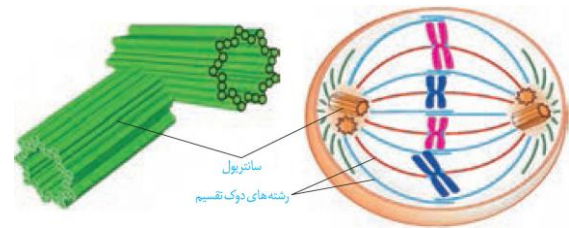
**پاسخ:**

### گفتار ۲: میتوز

در رشتمان (میتوز) مادهٔ ژنتیک، که در مرحلهٔ «S» همانندسازی شده بود به یاخته‌های جدید می‌رسد. کروموزوم‌ها که در هسته پراکنده‌اند، ابتدا باید به طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته‌های دختری تقسیم شوند. برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم‌ها، ساختارهایی به نام دوک تقسیم ایجاد می‌شود (شکل ۵- الف). دوک تقسیم، مجموعه‌های از ریزلوله‌های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر کروموزوم به آن متصل می‌شود. با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند.

در یاخته‌های جانوری، میانک (سانتریول‌ها) ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند.

سانتریول‌ها، یک جفت استوانهٔ عمود برهم اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته، همانندسازی می‌کنند. هر یک از این استوانه‌ها، از تعدادی لولهٔ کوچک‌تر پروتئینی تشکیل شده است. ساختار سانتیول‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.

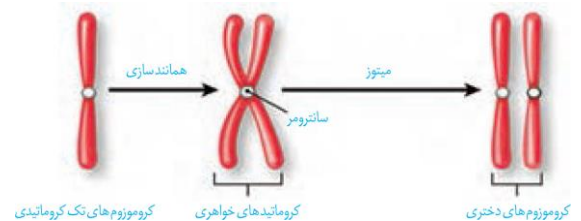


شکل ۵- الف) دوک تقسیم

ب) جفت سانتیول

میتوز، فرایندی پیوسته است، ولی زیست‌شناسان برای سادگی، آن را مرحله‌بندی می‌کنند.

طرح ساده‌ای از تقسیم کروموزوم‌ها را در شکل ۶ مشاهده می‌کنید.



شکل ۶- طرح ساده‌ای از تقسیم کروموزوم‌ها و جدا شدن

کروماتیدهای خواهری در میتوز



**تست ۷:** هر رشته دوک تقسیم در یاخته جانوری قطعاً .....  
 (۱) به سانترومر کروموزوم متصل می شود.  
 (۲) یک ریزلوله پروتئینی در میان یاخته است.  
 (۳) در حرکت کروموزوم به وسط سلول دخالت دارد.  
 (۴) پس از فاصله گرفتن دو سانتریول از هم سازماندهی می شود.  
**پاسخ:**



**تمرین ۸:** جدول زیر را به هم ارتباط دهید.

«الف»	«ب»
(۱) پیش چهر	(a) ناپدید شدن هسته
(۲) پرومتافاز	(b) ناپدید شدن هستک
(۳) پس چهر	(c) ظاهر شدن رشته های دوک
(۴) پسین چهر	(d) شروع حرکت کروموزوم ها
(۵) واپسین چهر	(f) تشکیل کروموزوم های دختری
	(g) مناسب برای تهیه کاربوتیپ

**پاسخ:**

**پیش چهر (پروفاز):** در این مرحله، رشته های کروماتین فشرده، ضخیم و کوتاه تر می شوند.

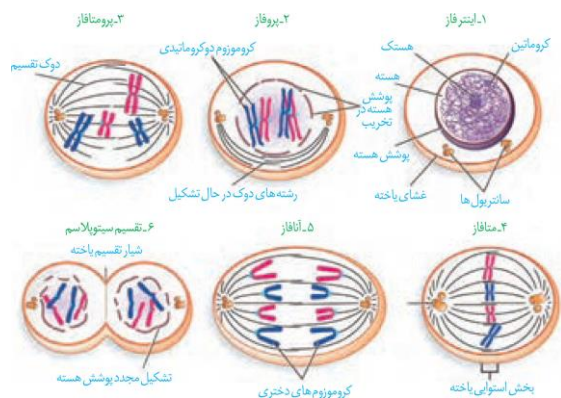
به طوری که به تدریج با میکروسکوپ نوری می توان آن ها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن کروموزوم، سانتریول ها به دو طرف یاخته حرکت می کنند و بین آن ها دوک میتوزی تشکیل می شود.

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

**پس چهر (متافاز):** کروموزوم ها که بیشترین فشردگی را پیدا کرده اند، در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می شوند.

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

**واپسین چهر (تروفاز):** رشته های دوک تخریب شده و کروموزوم ها شروع به باز شدن می کنند تا به صورت کروماتین درآیند. پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می شود. در پایان تروفاز، یاخته دو هسته با ماده ژنتیکی مشابه دارد. مراحل تقسیم میتوز در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷- طرح ساده ای از مراحل تقسیم میتوز

**تقسیم سیتوپلاسم**

پس از رشتمان (میتوز)، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می شود. در یاخته های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در وسط آن شروع می شود. این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه ای

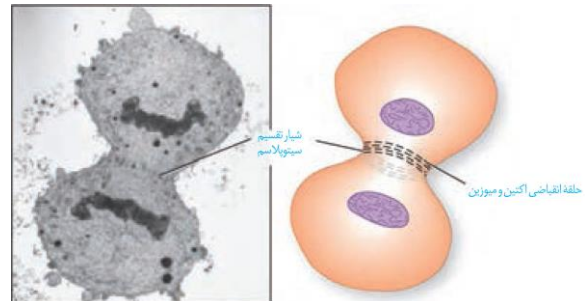


**تمرین ۹:** جدول زیر را برای یک یاخته سرلادی زیتون مقدار هر یک را مشخص کنید:

مرحله	n	کروموزوم (سانترومر)	کروماتید (DNA)
G <sub>1</sub>	۲n	۴۶	۴۶
G <sub>۲</sub>	//	//	۹۲
پروفاز	//	//	//
پرومتافاز	//	//	//
متافاز	//	//	//
آنافاز	۴n	۹۲	۹۲
هر هسته	۲n	۴۶	۴۶
تلوفاز			

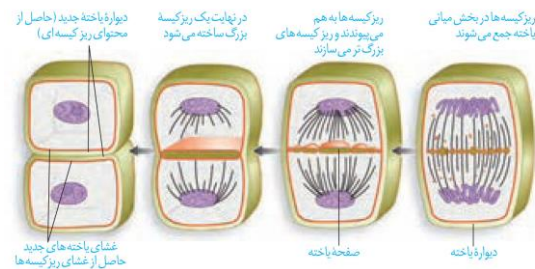
**پاسخ:**

از جنس **اکتین** و **میوزین** است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به **غشاء متصل** است. با **تنگ شدن این حلقه انقباضی** در نهایت دو یاخته از هم جدا می‌شوند (شکل ۸).



شکل ۸- تقسیم میان یاخته 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.



شکل ۹- تقسیم میان یاخته در یاخته گیاهی

**فعالیت ۱:** 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 ۲:** با توجه به آنچه درباره میتوز فراگرفته‌اید تصاویر میکروسکوپی زیر را بر اساس مراحل تقسیم، با شماره‌گذاری مرتب کنید.

**تست ۸:** بلافاصله پس از ..... در میتوز قطعاً ..... (۱) تجزیه پروتئین اتصالی در محل سانترومر- آنافاز شروع می‌شود. (۲) شروع سازماندهی دوک تقسیم- پرومتافاز شروع می‌شود. (۳) مرتب شدن کروموزوم‌ها در وسط سلول- متافاز پایان می‌یابد. (۴) ناپدید شدن دوک تقسیم- تلوفاز پایان می‌یابد.

**پاسخ:**



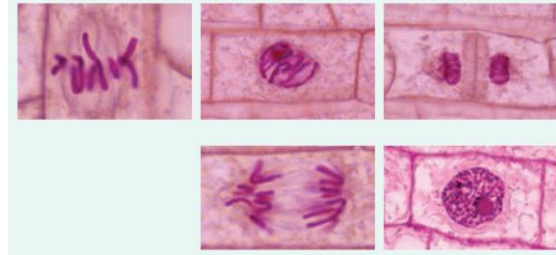


### تست ۹: چند مورد درست است؟

- \* در مرحله از میتوز که شبکه آندوپلاسمی به قطعات کوچک تجزیه می‌شود، رشته‌های دوک تشکیل می‌شوند.
- \* بدون کلسیم تقسیم یاخته جانوری غیرممکن است.
- \* ممکن نیست تقسیم یاخته‌های بنیادی مغز استخوان انسان همانند یاخته‌های مریستمی گیاهان متوقف شود.
- \* ممکن نیست در سیتوکینز یاخته‌های گیاهی بدون تشکیل تیغه میانی دیواره نخستین ساخته شود.

(۱ صفر ۲) ۳ (۳) ۱ (۴) ۲

### پاسخ:



### تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است

بعضی از یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های سرلادی 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، نورون‌های دستگاه عصبی به ندرت تقسیم می‌شوند. این یاخته‌ها چگونه تشخیص می‌دهند در چه زمان یا به چه مقداری باید تقسیم شوند؟ چه عواملی تنظیم‌کننده سرعت و تعداد تقسیم یاخته اند؟ چگونه تعداد چرخه‌های یاخته تنظیم می‌شوند و چرا این تنظیم در برخی یاخته‌ها به هم می‌خورد؟

### عوامل تنظیم‌کننده 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 آسیب‌دیده، 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، ریتروپوتین است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. با توجه به آن‌چه آموختید این ماده بر کدام بخش بدن اثر می‌گذارد و نتیجه آن چیست؟

در چرخه یاخته‌ای، چند نقطه واریسی وجود دارد. نقاط واریسی مرحله‌ای از چرخه یاخته‌ای است 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.



### تمرین ۱۰: جملات زیر را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

- الف- در سیتوکینز یاخته جانوری حلقه انقباضی به غشا متصل (است- نیست) .....
- ب- در سیتوکینز یاخته گیاهی دستگاه گلژی در ساخت دیواره سلولی (برخلاف- همانند) ..... ساخت غشا دخالت دارد.
- پ- صفحه یاخته‌ای قبل از (ادغام- تشکیل) ..... ریزکیسه بزرگ پدید می‌آید.
- ت- در سیتوکینز سلول گیاهی ساختارهای مانند لان و پلاسمودسم (پس از- هنگام) ..... تشکیل دیواره جدید پایه‌گذاری می‌شود.

### پاسخ:



### تست ۱۰: کدام عبارت درست است؟

- ۱) در مرحله تقسیم یاخته جانوری، سه نقطه واری و وجود دارد.
- ۲) کمبود  $O_2$  موجب عبور یاخته‌های بنیادی از نقطه واری متافازی می‌شود.
- ۳) در نقطه واری متافازی از آرایش کروموزوم‌ها در وسط هسته اطمینان می‌یابد.
- ۴) نقطه واری  $G_1$  مانع از ورود یاخته به مرحله بعد در صورت فراهم نبودن عوامل لازم برای دوک تقسیم یا میتوز می‌شود.

### پاسخ:

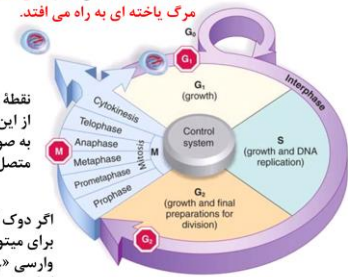


تمرین ۱۱: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- ممکن نیست دو جسم یاخته‌ای دوک تقسیم ظاهر شود.
- ب- یاخته‌ها در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی سرعت تقسیم خود را تنظیم می‌کنند.
- پ- در یاخته‌های غضروفی، نقطه واری  $G_1$  از سلامت DNA مطمئن می‌کند.
- ت- نقطه واری  $G_1$  می‌تواند موجب مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته گردد.

### پاسخ:

نقطه واری « $G_1$ » یاخته را از سلامت «دنا» مطمئن می‌کند. اگر «دنا» آسیب دیده باشد و اصلاح نشود، فرآیندهای مرگ یاخته‌ای به راه می‌افتد.



اگر دوک تقسیم یا عوامل لازم برای میتوز فراهم نباشد، نقطه واری « $G_1$ » اجازه عبور یاخته از این مرحله را نمی‌دهد. فرآیندهای مرگ یاخته‌ای به راه می‌افتد.

### شکل ۱۰- نقاط واری در چرخه یاخته

#### 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. نوع خوش‌خیم رشدی کم دارد و یاخته‌های آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند. این نوع تومور معمولاً آن‌قدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند. البته در مواردی که تومور بیش از اندازه بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند. 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).



#### تصویر ۱۱- الف) تومور خوش‌خیم، لیپوما در نزدیکی آرنج

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).



**تست ۱۱:** تومور بدخیم ..... تومور خوش خیم

.....

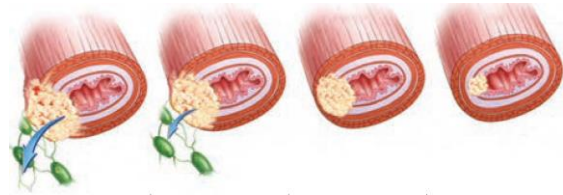
- (۱) برخلاف- توانایی متاستاز ندارد.
- (۲) همانند- در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می شود.
- (۳) برخلاف- دارای یاخته هایی اند که از طریق لنف پایه به ویژه خون به نواحی دیگر بدن می روند.
- (۴) همانند- همواره به بافت های مجاور آسیب می زند.

**پاسخ:**



**تصویر ۱۱- (ب) ملانوما: نوعی تومور بدخیم یاخته های رنگدانه**

**دار پوست**



- ۱- یاخته سرطانی شروع به مهاجم به یاخته های بافت می کند.
- ۲- یاخته های تومور در بافت گسترش می یابند. ولی هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده اند.
- ۳- یاخته های سرطانی به بخش های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می کنند.
- ۴- یاخته های سرطانی از راه لنف به بافت های دورتر می روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آنها می شوند.

**شکل ۱۲- مراحل رشد و دگر نشینی یاخته های سرطانی**

### تشخیص و درمان سرطان

روش های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش ها مورد استفاده قرار می گیرد. بافت برداری روشی است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می شود. آزمایش خون به این شناسایی کمک می کند.

روش های رایج درمان سرطان شامل جراحی، شیمی درمانی و پرتودرمانی است. در پرتودرمانی، یاخته هایی که به سرعت تقسیم می شوند، به طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می گیرند.

شیمی درمانی با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته ها در همه بدن می شود. این روش های درمانی می توانند به یاخته های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برسانند.

مرگ این یاخته ها از عوارض جانبی شیمی درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می شود.

حتی بعضی افراد که تحت تأثیر تابش های شدید، یا شیمی درمانی قوی قرار می گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می شوند تا بتوانند یاخته های خونی مورد نیاز را بسازند.

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

پروتئین ها، تنظیم کننده چرخه یاخته و مرگ آن هستند. پروتئین ها محصول عملکرد ژن ها هستند. بنابراین، مشخص است که در ایجاد سرطان، ژن ها نقش دارند. ژن های زیادی



**تست ۱۲:** چند مورد درست است؟

\* لیپومای نوعی تکثیر غیرعادی یاخته های نوعی بافت پیوندی است.

\* ملانوما نوعی تکثیر غیرعادی یاخته های بافت پوششی سنگفرشی چند لایه است.

\* لیپوما بیش تر در افرادی که صفحه رشدشان بسته شده، متداول است.

\* ملانوما برخلاف لیپوما، یاخته های متاستاز تولید می کند.

(۱) ۲ (۲) صفر (۳) ۴ (۴) ۳

**پاسخ:**



**تمرین ۱۲:** برای هر یک از موارد زیر یک پاسخ کوتاه بنویسید.

- الف- علت اصلی سرطان چیست؟  
ب- در چه صورتی تومورهای خوش خیم می‌توانند در انجام اعمال طبیعی اندام‌ها اختلال ایجاد کنند؟  
پ- چه عواملی در تنظیم سرعت تقسیم یاخته‌ها مثل قفل پدال گاز یا ترمز عمل می‌کنند؟

**پاسخ:**

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؟

### مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته

مرگ یاخته‌ها می‌تواند تصادفی باشد؛ مثلاً در بریدگی یا سوختگی‌ها، 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 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).



**تست ۱۳:** کدام مورد در ارتباط با روش‌های تشخیص و درمان سرطان نادرست است؟

- (۱) در روش شیمی درمانی ممکن است فرد در انعقاد خون دچار مشکل شود.  
(۲) در روش پرتو درمانی یاخته‌های سرطانی مستقیم تحت تابش پرتوها قرار می‌گیرد.  
(۳) روش پرتودرمانی همانند روش شیمی درمانی از روش‌های رایج درمان سرطان است.  
(۴) در روش شیمی درمانی داروها باعث سرکوب تقسیم همه یاخته‌های بدن می‌شود.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۳:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

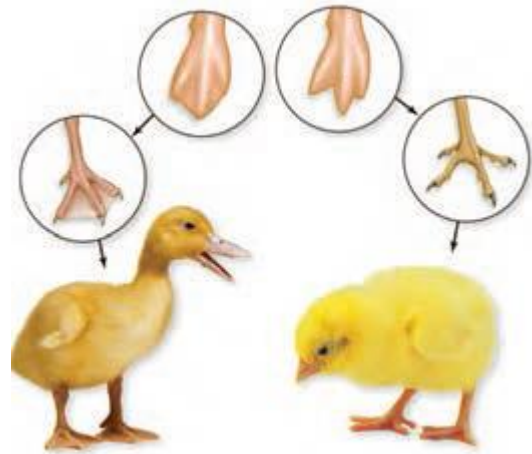
الف- در روش شیمی درمانی همانند پرتودرمانی امکان پیوند مغز استخوان در افراد مبتلا وجود دارد.

ب- علت شیوع بیش تر همه سرطانها در بعضی جوامع نقش ژن هاست.

پ- قرصهای ضدبارداری همانند دخانیات از عوامل مهم سرطان زایی اند.

ت- افراد سرطانی تحت درمان روش شیمی درمانی ممکن است در جذب مواد غذایی دچار اختلال باشند.

**پاسخ:**



**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 با رعایت موارد بهداشتی، مراحل تقسیم میتوز را طراحی کنید. برای این کار، عدد کروموزومی یاخته فرضی را ۴ یا ۶ در نظر بگیرید. هر مجموعه کروموزومها را با یک رنگ انتخاب نمایید و با توجه به این فعالیت به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) در متافاز کروموزومهای هم‌ساخت نسبت به هم چگونه روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند؟

ب) با توجه به عدد کروموزومی انتخابی، تعداد کروموزومها و کروماتیدها را قبل و بعد از میتوز تعیین کنید.



**تست ۱۴:** کدام عبارت درست است؟

۱) یاخته‌های ترشح‌کننده اینترفرون I می‌توانند تحت تأثیر اینترفرون II قرار گیرند.

۲) هر نوع مرگ تصادفی یاخته‌های بدن منجر به بافت مردگی می‌شود.

۳) مرگ برنامه‌ریزی شده بدون دخالت ژن‌ها رخ می‌دهد.

۴) برای انجام هر نوع مرگ برنامه‌ریزی شده‌ای نیاز به ترشح پرفورین و آنزیم است.

**پاسخ:**





**تمرین ۱۴:** جدول زیر را با علامت + و - پر کنید.

جاندار	باکتری	جانور	گیاه
تقسیم دوتایی			
تقسیم میتوز			
تقسیم میوز			
تولید مثل جنسی			
تولید مثل غیرجنسی			

**پاسخ:**



**تست ۱۵:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل

می کند؟

در هر مرحله از تقسیم میوز یاخته دولا قطعاً ..... وجود دارند.

\* کروموزوم های دو کروماتید

\* کروموزوم های دختری

\* تترادهای کروموزومی

\* هسته هاپلوئیدی

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

**پاسخ:**



**تمرین ۱۵:** جای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر

کنید.

الف) در پایان میوز (II) یک سلول دیپلوئید (همانند- برخلاف) ..... پایان میوز (I) سلول (هاپلوئید- دیپلوئید) ..... تولید می شود.

ب) هر تتراد کروموزوم معادل (۲-۴) .....

کروموزوم (همتا- غیرهمتا) ..... است.

پ) یک سلول در پایان میوز (I) معمولاً (دو برابر - برابر با) .....

تتراد، سانترومر دارد.

ت) سلولی که در سیتوپلاسم خود دارای تتراد است قطعاً در

مرحله (متافاز I) - پروفاز I) ..... است.

**پاسخ:**

### گفتار ۳: میوز و تولید مثل جنسی

در گذشته با تولید مثل جنسی و غیرجنسی آشنا شدید. با توجه به آن چه آموخته‌اید، چه تفاوت‌های اصلی در این دو نوع تولیدمثل وجود دارد؟ هر یک از این روش‌ها چه مزایایی دارد؟ چه روش‌های تولید مثل غیرجنسی را می‌شناسید؟ کدام نوع تقسیم با تولید مثل جنسی ارتباط بیش‌تری دارد؟

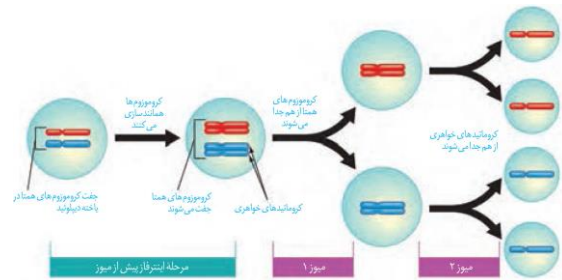
#### کاستمان (میوز)، کاهش تعداد کروموزوم‌ها

در تولید مثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته‌های آن‌ها با هم ادغام می‌شوند. یاخته‌های مؤثر در تولید مثل جنسی با نوعی تقسیم کاهش به نام میوز ایجاد می‌شوند.

به نظر شما اهمیت این نوع تقسیم در جانداران چیست؟

میوز از دو مرحله کلی میوز ۱ و ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته نیز تقسیم میان یاخته انجام می‌شود (شکل ۱۴).

در این تقسیم نیز مانند میتوز، اینترفاز رخ می‌دهد.

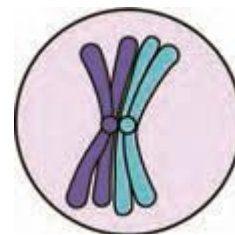


شکل ۱۴- طرح ساده‌ای از تقسیم میوز

#### میوز ۱

در این مرحله از تقسیم میوز، عدد کروموزومی نصف می‌شود. این بخش از میوز ۴ مرحله دارد که عبارت‌اند از: پروفاز ۱، متافاز ۱، آنافاز ۱ و تلوفاز ۱ (شکل ۱۶).

**پروفاز ۱:** کروموزوم‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و فشرده می‌شوند. به این ساختار ۴ کروماتیدی، تتراد گفته می‌شود. تترادها از ناحیه سانترومر به رشته‌های دوک متصل می‌شوند. سایر وقایع این مرحله، شبیه پروفاز و پرومتافاز میتوز است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- طرح ساده‌ای از یک تتراد



**تست ۱۶:** سولی در پروفاز (I) دارای ۲۴ رشته پلی نوکلئوتیدی است، در تلوفاز (I) همان تقسیم در هر یک از هسته‌ها چند سانترومر خواهد داشت؟ (سراسری کشور ۸۶)

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۱۲



**تست ۱۷:** شکل مقابل کدام نمی‌تواند باشد؟ (سراسری خارج کشور ۸۶)



- (۱) مرحله از میتوز یک سلول هاپلوئید
- (۲) متافاز ۲ در یک سلول دیپلوئید.
- (۳) متافاز ۲ در یک سلول هاپلوئید
- (۴) مرحله از میتوز یک سلول دیپلوئید.



**تست ۱۸:** کدام عبارت صحیح است؟ (سراسری ۸۹)

- (۱) در تلوفاز همه تقسیم‌ها، کروموزوم‌ها تک کروماتیدی هستند.
- (۲) در آنافاز همه تقسیم‌ها، کروماتیدهای خواهری از یک دیگر جدا می‌شوند.
- (۳) در پروفاز همه تقسیم‌ها، سانتربول‌ها مسئول تولید رشته‌های دوک هستند.
- (۴) در متافاز همه تقسیم‌ها، رشته‌های دوک به کروموزوم‌های دو کروماتیدی متصل می‌شوند.



**تست ۱۹:** کدام گزینه عبارت زیر را در مورد جانداران به درستی تکمیل می‌نماید؟ (سراسری ۹۳)

«در پایان ..... ممکن نیست که .....»

- (۱) تلوفاز I - بر مقدار ماده‌ی ژنتیکی سلول‌های حاصل، افزوده شود.
- (۲) یک میتوز عادی - سلول‌های حاصل، مقدار ماده‌ی ژنتیکی متفاوتی داشته باشند.
- (۳) یک میتوز عادی - عدد کروموزومی سلول جنسی با سلول زاینده‌ی آن برابر باشد.
- (۴) تلوفاز II - در سلولی، تعداد کروموزوم‌ها، بیش‌تر از تترادهای سلول زاینده‌ی آن باشد.



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

**آنافاز ۱:** کروموزوم‌های هم ساخت که هر یک دو کروماتیدی‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوه کوتاه شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند میتوز است.

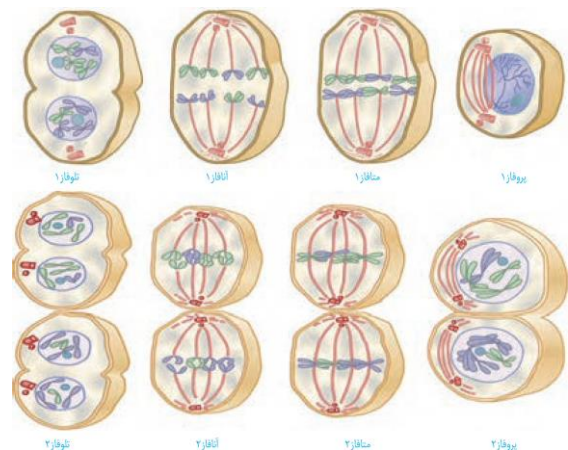
**تلوفاز ۱:** با رسیدن کروموزوم‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود. معمولاً در پایان میوز ۱ تقسیم میان یاخته انجام می‌شود. نتیجه میوز ۱ ایجاد دو یاخته است (شکل ۱۶).

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

## میوز ۲

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

وقایع میوز ۲ بسیار شبیه میتوز است و در پایان آن، از هر یاخته دو یاخته شبیه هم ایجاد می‌شود که کروموزوم‌های آن‌ها تک کروماتیدی است و نصف کروموزوم‌های یاخته‌های مادر را دارند. در پایان میوز ۲، تقسیم میان یاخته انجام می‌شود. در مجموع و با پایان تقسیم میوز از یک یاخته ۲n، ۴ یاخته n کروموزومی حاصل می‌شود.



شکل ۱۶- طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم میوز

فعالیت ۵: ۱- تقسیم میوز ۱ از نظر نحوه آرایش کروموزوم‌ها و جدا شدن آن‌ها تفاوت اساسی با تقسیم میتوز دارد. آیا می‌توانید با توجه به شکل‌های میتوز و میوز، این تفاوت‌ها را بیان کنید؟

۲- تقسیم میوز ۲ را با تقسیم میتوز مقایسه کنید. چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین این دو فرایند وجود دارد؟



**تمرین ۱۶:** تعداد هر یک از موارد زیر را محاسبه کنید.  
الف) کروموزوم‌های آنافاز ۱ و آنافاز ۲ زیتون  
ب) کروماتیدهای هر کروموزوم گندم زراعی در پروفاز ۲  
پ) رشته‌های DNA یاخته انسان در تلوفاز ۱ و ۲

پاسخ:



**تمرین ۱۷:** جای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.  
الف) گندم زراعی نسبت به موز دو برابر (مجموعه کروموزومی - کروموزوم) ..... دارد.  
ب) یاخته چند لاد نسبت به یاخته هاپلوئید حداقل (یک - دو - سه) ..... مجموعه کروموزومی بیش‌تر دارد.  
پ) اگر در مرحله (آنافاز ۱ - آنافاز ۲ - آنافاز میتوز) ..... کروموزوم‌ها از هم جدا نشود سلول حاصل می‌تواند دو برابر سلول مادر کروموزوم داشته باشد.  
ت) در با هم ماندن کروموزوم‌ها (برخلاف - همانند) ..... پلی پلوئیدی (یک - چند - همه) ..... کروموزوم‌ها از هم جدا نمی‌شوند.

پاسخ:



**تمرین ۱۸:** یاخته  $4n=12$  نسبت به یاخته  $2n=12$  در هر مجموعه کروموزومی خود (یک - سه) ..... کروموزوم (بیش‌تری - کم‌تری) ..... دارد.

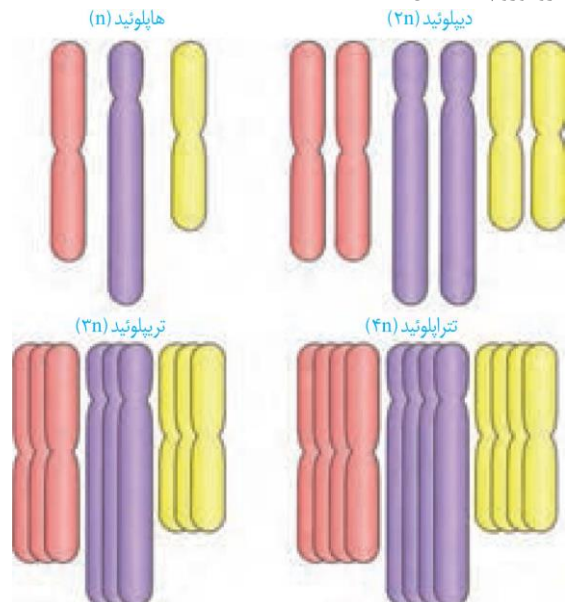
پاسخ:

فعالیت ۶: با استفاده از خمیربازی و بارعایت موارد بهداشتی، طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم میوز را بسازید. برای این کار، عدد کروموزومی یاخته فرضی را ۴، ۶ و یا ۸ در نظر بگیرید. بهتر است که هر مجموعه از کروموزوم‌ها با یک رنگ انتخاب شوند.

### تغییر در تعداد کروموزوم‌ها

گر چه تقسیم یاخته‌ای با دقت زیاد انجام می‌شود، ولی به ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد. چندلادی (پلی پلوئیدی) شدن و با هم ماندن کروموزوم‌ها، نمونه‌هایی از این خطاهای میوزی هستند. اشتباه در تقسیم می‌تواند، هم در تقسیم میتوز و هم در تقسیم میوز رخ دهد، ولی چون یاخته‌های حاصل از میوز در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، از اهمیت بیش‌تری برخوردارند.

**پلی پلوئیدی شدن:** اگر در مرحله آنافاز همه کروموزوم‌ها بدون اینکه از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر کروموزوم خواهد داشت و یاخته دیگر فاقد کروموزوم خواهد بود. در آزمایشگاه می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد (شکل ۱۷). به یاخته یا جاننداری که یاخته‌های آن بیش از دو دست کروموزوم داشته باشد، چند لاد (پلی پلوئید) گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی  $6n$  و موز  $3n$  کروموزوم‌اند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- طرح ساده‌ای از تعداد کروموزوم‌ها.

**با هم ماندن کروموزوم‌ها:** در این حالت، یک یا چند کروموزوم در مرحله آنافاز (میتوز و میوز) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند کروموزوم مشاهده می‌شود (شکل ۱۸). نمونه این حالت، نشانگان داون است.



**تمرین ۱۹:** در مورد افراد داون به پرسش‌های زیادی پاسخ دهید.

- الف) هر فرد چند مجموعه کروموزوم دارد؟  
 ب) هر فرد چند کروموزوم غیرجنسی دارد؟  
 پ) احتمال تولد دختر داون بیشتر است یا پسر داون؟  
 ت) شانس تولد فرزند داون از مادران ۴۵ ساله نسبت به مادران ۴۰ ساله چقدر است؟
- پاسخ:



**تست ۲۰:** اگر در هنگام اسپرم‌سازی انسان، در اثر خطای میوزی پدیده با هم ماندن کروموزومی در یکی از اسپرماتوسیت‌های ثانویه رخ دهد چقدر احتمال دارد از چهار اسپرم تولید شده، پس از لقاح فرزند مبتلا به نشانگان داون متولد شود؟

- (۱) ۲۵٪ (۲) ۵۰٪ (۳) ۷۵٪ (۴) ۱۰۰٪

پاسخ:



**تست ۲۱:** در پسر بچه‌ای یک ساله و مبتلا به نشانگان .....  
 (۱) پدیده با هم ماندن کروموزوم‌ها رخ داده است.  
 (۲) همه سلول‌های پیکری دارای کروموزوم ۲۱ است  
 (۳) سلولی با بیش از یک کروموزوم X نیز یافت می‌شود.  
 (۴) همه سلول‌ها دارای کروموزوم Y نیز هستند.

پاسخ

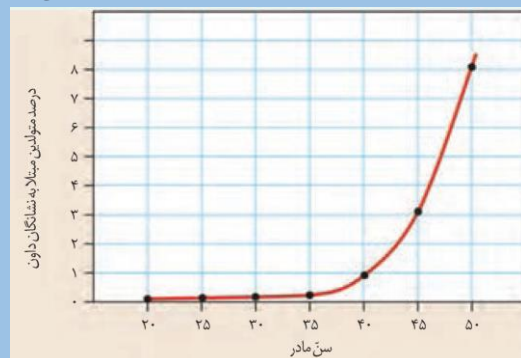
به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت نشانگان می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود ۴۷ کروموزوم دارند (شکل ۱۸). کروموزوم اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد ۳ کروموزوم شماره ۲۱ دارند. علت بروز این حالت آن است که یکی از گامت‌های ایجادکننده فرد، به جای یک کروموزوم شماره ۲۱، دارای ۲ کروموزوم ۲۱ بوده است. بالابودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای میوزی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیش‌تر می‌شود. علت این موضوع را در فصل‌های آینده خواهید آموخت. عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم میوز شوند. مصرف دخانیات، نوشیدنی‌های الکلی، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌تواند در روند جدا شدن کروموزوم‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کند.



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

فعالیت ۷: با استفاده از منابع علمی، با انواع دیگری از بیماری‌های ناشی از با هم ماندن کروموزوم‌ها آشنا شوید و گزارش این بررسی را در کلاس ارائه کنید.

فعالیت ۸: منحنی زیر، رابطه بین سن مادر در هنگام بارداری و احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به نشانگان داون را نشان می‌دهد.



الف) منحنی را تفسیر کنید.

- ب) احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به بیماری در یک مادر ۵۰ ساله چقدر است؟  
 پ) احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به بیماری داون در یک مادر ۴۵ ساله چند برابر مادر ۳۵ ساله است؟