



## تقسیم یاخته

مباحث مهم	ترکیبی	مستقل	تعداد کل سؤالات	
تقسیم یاخته‌های گیاهی - مراحل میوز و ترکیب با تخم‌زایی	۲	۰	۲	کنکور داخل و خارج ۹۸
	۰	۲	۲	کنکور داخل و خارج ۹۹
	۰	۲	۲	کنکور داخل و خارج ۱۴۰۰

## فام‌تن (کروموزوم)



سلام مجدد خدمت شما عزیزانم. رسیدیم به یکی از مهم‌ترین فصول کنکور. این فصل به همراه دو فصل بعدی، پایه‌ی زیست دوازدهم و مباحث مربوط به ژنتیک به حساب میان. پس سعی کنید خوب یادشون بگیرین که در درک مباحث کتاب دوازدهم به مشکل نخورین. اگر تستاروی یکی یکی کار کنی و پاسخ‌های تشریحی رو هم کامل بخونی، قول میدم که هیچ مشکلی برات نمونه... پس بسم‌الله...

06 12 کدام گزینه درست است؟

- ۱) زندگی هر انسان با تشکیل یاخته‌های تخم آغاز می‌شود.
- ۲) کروموزوم همانند کروماتین، از DNA و پروتئین حاصل شده است.
- ۳) در کروموزوم برخلاف کروماتین، پروتئین‌ها باعث ایجاد فشردگی می‌شوند.
- ۴) تقسیمات پی‌پی‌ای یاخته تخم موجب می‌شود تا در یک فرد بالغ تعداد یاخته‌ها به صدها میلیون برسد.

06 13 در هر یاخته پوششی زنده انسان، زمانی که این یاخته در ..... قطعاً .....

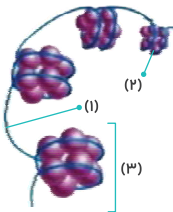
- ۱) ابتدای مرحله تقسیم است - طول کروموزوم‌ها نسبت به حالت قبل از تقسیم، کوتاه‌تر نشده است.
- ۲) ابتدای مرحله تقسیم است - در نقاط کم‌تری از هسته می‌توان DNA را مشاهده کرد.
- ۳) مرحله تقسیم نیست - ساختارهای کروموزوم درون هسته وجود ندارند.
- ۴) مرحله تقسیم نیست - تعداد زیادی کروماتین در هسته وجود دارد.

06 14 در خارجی‌ترین یاخته‌های پوششی زنده موجود در لایه بیرونی پوست، .....

- ۱) مولکول دنا حدود دو دور در اطراف هشت جفت مولکول پروتئینی کروی شکل، پیچیده شده است.
- ۲) کروموزوم‌ها در مرحله تقسیم، چندین مرحله فشردگی را تجربه می‌کنند.
- ۳) هر کروموزوم موجود در هسته، از دو بخش کاملاً یکسان تشکیل شده است.
- ۴) پس از ورود به مرحله تقسیم، رشته‌های کروماتین دو برابر می‌شوند.

06 15 کدام گزینه با توجه به شکل مقابل، که نشان‌دهنده نوعی ساختار در یاخته‌هایی با توانایی تقسیم‌شدن در انسان می‌باشد، درست است؟

- ۱) هر چه میزان فشردگی کروموزوم بیشتر می‌شود، مولکول «۱» بیشتر به اطراف مولکول‌های «۲» می‌چرخد.
- ۲) زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، ساختار نهایی موجود در کروموزوم‌های آن ساختار «۳» می‌باشد.
- ۳) مولکول «۱» دو رشته‌ای و ماریپیچ است و از کنارهم قرار گرفتن انواع زیادی مونومر ایجاد شده است.
- ۴) در کروموزوم وارد شده به مرحله تقسیم، فاصله ساختارهای «۳»، به تدریج از هم بیشتر می‌شود.



06 16 کدام موارد درست است؟

- الف) در ساختار کروماتین، بیشتر طول مولکول دنا به اطراف مولکول‌های هیستون می‌چرخد.
- ب) ضخامت کروموزوم موجود در مرحله تقسیم، در نقاط مختلف آن متفاوت است.
- ج) سانترومر موجود در هر کروموزوم، همواره با دو انتهای آن فاصله یکسانی دارد.
- د) همه مراحل فشردگی کروموزوم، تنها در مرحله تقسیم به وجود می‌آیند.

الف و ب (۱) الف و ج (۲) ب و د (۳) ج و د (۴)

06 17 در شرایط طبیعی در یک یاخته بنیادی مغز استخوان انسان، هر کروموزوم مضاعف برخلاف هر کروموزوم غیرمضاعف قطعاً .....

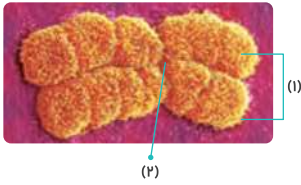
- ۱) تنها هنگامی که یاخته در مرحله تقسیم است، در آن وجود دارد.
- ۲) از هر ژن موجود بر روی خود، دارای دو نسخه کاملاً یکسان می‌باشد.
- ۳) در هر نیمه خود، دارای یک سانترومر مستقل می‌باشد.
- ۴) میزان فشردگی و پروتئین بیشتری نسبت به کروماتین دارد.

06 18 در شرایط طبیعی در یاخته‌های زنده لایه اپیدرم پوست انسان، هر کروموزومی که ..... ، امکان ندارد .....

- ۱) دارای یک سانترومر در میانه خود می‌باشد - تنها دارای یک کروماتید فشردگی در ساختار خود
- ۲) دارای یک مولکول دنا در ساختار خود می‌باشد - در ابتدای مرحله تقسیم، درون یاخته قابل مشاهده
- ۳) در مرحله تقسیم مشاهده می‌شود - در آن، تعداد زنجیره‌های پلی‌نوکلئوتیدی دو برابر تعداد سانترومر
- ۴) درون کروماتین به صورت پیچ‌خورده یافت می‌شود - دارای دو مولکول دنا و یک سانترومر در ساختار خود

06 19 کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) تعداد زنجیره‌های پلی‌نوکلئوتیدی موجود در ساختار هر کروموزوم، همواره دو برابر تعداد کروماتیدهای آن کروموزوم است.
- ۲) در هر کروموزوم موجود در یاخته‌ای با قابلیت تقسیم‌شدن، بین حالت‌های مضاعف و غیرمضاعف، تنوع ژنی وجود ندارد.
- ۳) طول یک مولکول دنا در هر کروموزوم، در هنگام ورود یاخته به فاز تقسیم، تغییری نمی‌کند.
- ۴) همواره در یاخته‌ها، به ازای هر کروموزوم، یک سانترومر در یاخته وجود دارد.



0b20 کدام گزینه با توجه به شکل مقابل که نشان‌دهنده یک کروموزوم در یک لحظه از مراحل زندگی یک یاخته است، نادرست است؟

- (۱) بیش‌ترین مراحل فشرده‌گی در بخش‌های «۱» این کروموزوم، در این لحظه قابل مشاهده است.
- (۲) ساختارهای «۱» که در هنگام تقسیم ایجاد می‌شوند، از نظر نوع ژن‌ها یکسان می‌باشند.
- (۳) کم‌ترین فاصله بین بخش «۲» و هر انتهای کروموزوم، در این لحظه دیده می‌شود.
- (۴) شکل کروموزوم تنها در مرحله تقسیم می‌تواند این‌گونه باشد.

0b21 در شرایط طبیعی، در ارتباط با عدد کروموزومی در جانداران می‌توان انتظار داشت که هر ..... قطعاً .....

- (۱) یاخته هسته‌دار موجود در بدن یک جاندار - عدد کروموزومی یکسانی با سایر یاخته‌های هسته‌دار آن دارد.
- (۲) دو جاندار که تعداد یکسانی کروموزوم در یاخته‌های پیکری خود دارند - از یک گونه هستند.
- (۳) یاخته غیرجنسی موجود در بدن انسان - دارای ۴۶ کروموزوم درون خود باشد.
- (۴) هسته یاخته در یاخته‌های غیرجنسی انسان - دارای ۴۶ کروموزوم باشد.

0b22 کدام گزینه درست است؟

- (۱) به غیر از باکتری‌ها تعداد کروموزوم در همه جانداران دیگر، از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.
- (۲) به‌طور کلی در همه جانداران، ارتباطی بین تعداد کروموزوم و میزان پیچیدگی وجود ندارد.
- (۳) هر یاخته تک‌هسته‌ای در انسانی طبیعی، دارای ۴۶ کروموزوم درون خود می‌باشد.
- (۴) هر دو یاخته دارای عدد کروموزومی یکسان، تعداد و انواع ژن یکسانی دارند.

آماده‌ای به تست ترکیبی حل کنیم؟ برو ببینم چاره‌ای!

0b23 در شرایط طبیعی، هر یاخته زنده پیکری در ..... که در مرحله تقسیم نیست و ..... ، به‌طور حتم .....

- (۱) زیتون - در انتقال شیره‌های گیاهی مؤثر است - عدد کروموزومی یکسانی با گویچه‌های قرمز بالغ انسان دارد.
- (۲) انسان - بیش از ۴۶ کروموزوم درون خود دارد - توانایی ایجاد پیام الکتریکی در غشای خود را دارد.
- (۳) زیتون - فاقد کروموزوم می‌باشد - در افزایش استحکام گیاه، نقش به‌سزایی دارد.
- (۴) انسان - درون خود هسته و سایر اندامک‌ها را دارد - ۴۶ کروموزوم دارد.

یاخته‌های پیکری انسان، دولا (دیپلوئید) هستند

0b24 برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های کروموزومی در انسان، از نوعی تصویر استفاده می‌کنند. چند مورد در ارتباط با این تصویر به‌درستی

بیان شده است؟

- |   |   |
|---|---|
| (الف) کروموزوم‌ها تنها بر اساس اندازه و شکل خود مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند. | (ب) کروموزوم‌ها در کوتاه‌ترین و ضخیم‌ترین حالت ممکن خود قرار گرفته‌اند. |
| (ج) هر کروموزوم همیشه در کنار یک کروموزوم شبیه به خود قرار می‌گیرد.         | (د) هر کروموزوم از کروموزوم بعدی خود اندازه بزرگ‌تری دارد.              |
| (۱) صفر   | (۲) ۱   |
| (۳) ۲   | (۴) ۳   |

فصل قبلیو که هنوز یادته؟ اینجا به به نحوه دیگه‌ای به یاخته‌هایی که تو فصل قبل خوندم، نگاه کردیم...

0b25 برای تعیین تعداد کروموزوم‌های انسان، از کدام موارد زیر می‌توان استفاده کرد؟

- |   |   |
|---|---|
| (الف) یاخته‌های بالغ شده در غده درون ریز قفسه سینه  | (ب) یاخته‌های حاصل از تمایز مونسیت‌ها در خارج از خون  |
| (ج) یاخته‌های ایجادکننده ویژگی حافظه‌دار بودن ایمنی | (د) یاخته‌های ترشح‌کننده پرفورین و آنزیم القاننده مرگ |
| (۱) الف و ب   | (۲) الف و ج   |
| (۳) ب و د   | (۴) ج و د   |

سبک و گزینه‌های تست بعدی، تنها با به شارژر با کابل ۳ متری معاوضه می‌شود!!

0b26 در یک مرد ۳۰ ساله، برای تهیه کاریوتیپ، از یاخته ..... یاخته بالغ دارای آنزیم کربنیک انیدراز، ..... استفاده کرد.

- (۱) موجود در صفحه رشد طویل‌ترین استخوان، همانند - می‌توان
- (۲) هدف هورمون محرک غده تیروئید در هنگام کمبود ید، همانند - نمی‌توان
- (۳) ایجادکننده جریان الکتریکی حاوی دستور انقباض دهلیزها، برخلاف - نمی‌توان
- (۴) استخوانی موجود در نزدیکی محل شکستگی‌های غیرمعمول استخوانی، برخلاف - می‌توان

0b27 چند مورد عبارت مقابل را به نادرستی کامل می‌کند؟ «کاریوتیپ نشان می‌دهد که همواره در هر انسان سالم، .....

- (الف) هر کروموزوم دارای نقش مستقیم در تعیین جنسیت فرد، فاقد کروموزوم همتا می‌باشد.
- (ب) کوچک‌ترین کروموزوم غیرجنسی، دارای یک کروموزوم مشابه خود می‌باشد.
- (ج) در هر هسته یاخته‌های پیکری، ۲۴ نوع کروموزوم غیرمشابه وجود دارد.
- (د) کوچک‌ترین کروموزوم، مستقیماً در تعیین جنسیت نقش دارد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

0b28 در کاریوتیپ انسان، کروموزوم ..... ممکن نیست ..... باشد.

- (۱) کوچک‌ترین - غیرجنسی - از هر دو کروموزوم جنسی یک فرد کوچک‌تر  
 (۲) بزرگ‌ترین - جنسی - اندازه‌ای بزرگ‌تر از ۵ میکرومتر داشته  
 (۳) کوچک‌ترین - جنسی - کوچک‌ترین کروموزوم در یک فرد  
 (۴) بزرگ‌ترین - غیرجنسی - بزرگ‌ترین کروموزوم انسان



0b29 کدام گزینه در رابطه با کروموزوم‌های نشان داده شده در شکل مقابل، درست است؟

- (۱) ترتیب و توالی مونومرها در هر دو کروموزوم کاملاً یکسان می‌باشد.  
 (۲) در انسان هر کدام از آن‌ها از یکی از والدین به ارث رسیده است.  
 (۳) می‌توانند نشان‌دهنده کروموزوم‌های جنسی در مردان باشند.  
 (۴) می‌توانند به این حالت در یاخته پادتن ساز مشاهده شوند.

0b30 نوعی جاندار دارای ۶ کروموزوم در هر مجموعه کروموزومی موجود در هسته یاخته‌های پیکری خود می‌باشد. اگر این جاندار برای هر کروموزوم خود، دو کروموزوم مشابه

دیگر داشته باشد؛ کدام گزینه در رابطه با آن درست است؟

- (۱) عدد و مجموعه کروموزومی آن،  $3n = 18$  می‌باشد.  
 (۲) نوعی جاندار دولا د بوده و دارای ۱۲ کروموزوم است.  
 (۳) هر مجموعه کروموزومی خود را از یکی از والدین خود به ارث برده است.  
 (۴) برخلاف بسیاری از جانداران، دارای کروموزوم غیرمؤثر بر تعیین جنسیت می‌باشد.

0b31 شکل مقابل مربوط به افرادی است که .....

- (۱) هورمون پرولاکتین، در تنظیم فعالیت‌های دستگاه تولیدمثلی آن‌ها مؤثر می‌باشد.  
 (۲) در هر مجموعه کروموزومی آن‌ها، کروموزوم‌ها دو به دو به هم شبیه می‌باشند.  
 (۳) دارای ۲۳ نوع کروموزوم غیرهمتا، در هسته یاخته‌های پیکری خود می‌باشند.  
 (۴) کروموزوم‌های جنسی در آن‌ها، از نظر نوع و محتوای ژنی یکسان می‌باشند.



0b32 هر فردی سالم که در هسته یاخته‌های پیکری خود ..... جفت کروموزوم همتا دارد، ممکن نیست ..... باشد.

- (۱) ۲۳ - دارای ۴۶ کروموزوم مؤثر بر صفات غیرجنسی  
 (۲) ۲۲ - دارای دو کروموزوم جنسی Y در برخی از یاخته‌های خود  
 (۳) ۲۲ - تعداد واحدهای تشکیل دهنده کروموزوم‌های جنسی آن، یکسان  
 (۴) ۲۳ - کوچک‌ترین کروموزوم‌های کاریوتیپ خود را، از پدر و مادر به ارث برده

تو تست بعدی به یه شیوه کاملاً خلاقانه به عدد کروموزومی یاخته‌های بدن انسان نگاه شده... میدونم تو هم خوش‌ت میاد!

0b33 در یک مرد بالغ و سالم، هر یاخته طبیعی ..... کروموزوم جنسی Y، قطعاً .....

- (۱) بدون - توانایی انتقال گازهای تنفسی در خون را دارد.  
 (۲) دارای یک - نوعی یاخته پیکری و تک هسته‌ای می‌باشد.  
 (۳) دارای دو - توانایی ذاتی در تولید پیام‌های عصبی دارد.  
 (۴) دارای سه - دارای مولکول ذخیره‌کننده اکسیژن می‌باشد.

باید کنکوری باشی تا بتونی سؤال بعدی رو جواب بدی... اطمینان دارم اذیتت میکنه. میگی نه؟ مبرکن و ببین!!!

0b34 چند مورد درست است؟

- الف) هر کروموزوم مضاعف شده، قطعاً به وسیله سانترومر خود، دو نیمه کاملاً یکسان را به هم متصل کرده است.  
 ب) هر جاندار طبیعی و سالم، قطعاً با دیگر جانداران هم‌گونه خود، عدد کروموزومی یکسانی دارد.  
 ج) هر جانور طبیعی و سالم، قطعاً در یاخته‌های پیکری خود، دارای کروموزوم‌های همتا می‌باشد.  
 د) هر ژن مربوط به تعیین جنسیت انسان، قطعاً درون یاخته‌های هر انسان، می‌تواند دیده شود.
- (۱) صفر (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

### چرخه یاخته‌ای

0b35 کدام گزینه در رابطه با چرخه یاخته‌ای به درستی بیان شده است؟

- (۱) شامل مراحل است که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا آغاز تقسیم بعدی می‌گذراند.  
 (۲) در همه یاخته‌های پیکری و تک‌هسته‌ای انسان، به صورت کامل می‌باشد.  
 (۳) تنها در یاخته‌های دارای هسته، می‌تواند به صورت کامل انجام شود.  
 (۴) در یاخته‌های مختلف انسان، مراحل متفاوتی دارد.

0b36 کدام گزینه در رابطه با مرحله وقفه اول در چرخه یاخته‌ای درست است؟

- (۱) یاخته‌هایی که به طور موقت یا دائم تقسیم نمی‌شوند، همواره در این مرحله متوقف می‌شوند.  
 (۲) یاخته‌ها همواره بیشتر مدت زندگی خود را در مرحله‌ای به نام G<sub>۰</sub> می‌گذرانند.  
 (۳) هر یاخته هسته‌دار برای تقسیم شدن، باید از این مرحله عبور کند.  
 (۴) هر یاخته‌ای که از این مرحله عبور می‌کند، قطعاً تقسیم می‌شود.



میخواستم بهتون بگم که بحث چرخه یاخته‌ای رو خیلی می‌شه با دوازدهم ترکیب کرد... اما اینجا به عنوان مثال یکیشو میارم... بقیه ترکیبارو ایشالله همون تو دوازدهم بهتون میگم...

**0645** به دنبال افزایش میزان ترشح هورمون اریتروپوئین، در یاخته‌های هدف آن، بیشترین میزان فعالیت ..... ممکن نیست در مرحله ..... چرخه یاخته‌ای باشد.

(۱) رنانه‌ها - G<sub>۰</sub> (۲) دنباسپاراز - S (۳) رنابسپاراز ۲ - G<sub>۲</sub> (۴) رنابسپاراز ۱ - S

## ریشتمان (میتوز)

ابتدا میریم سراغ بررسی امکانات مورد نیاز برای انجام تقسیم میتوز و بعدش میریم که خودشو بررسی کنیم. شما حتماً باید امکانات مورد نیاز برای میتوز را خوب بشناسید تا تو خود میتوز به مشکل نخورید. پس این چندتا تست رو جدی بگیرید. قول میدم زیاد نشن...

**0646** چند مورد در رابطه با تقسیم میتوز (ریشتمان)، همواره درست است؟

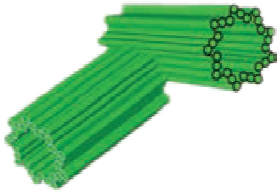
- دوک تقسیم، ریزلوله‌ای پروتئینی است که در هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومرهای کروموزوم به آن متصل می‌شود.
  - با کوتاه شدن رشته‌های دوک تقسیم متصل به سانترومر، کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین هسته یاخته می‌روند.
  - در تقسیم میتوز ابتدا باید کروموزوم‌ها به طور دقیق در وسط هسته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته‌های حاصل تقسیم شوند.
  - قبل از ورود یاخته به مرحله تقسیم چرخه یاخته‌ای، باید استوانه‌های سازمان دهنده تولید رشته‌های دوک، در مرحله G<sub>۲</sub> دو برابر شوند.
- (۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

**0647** در یاخته‌های بنیادی مغز استخوان در یک انسان بالغ، در هنگام تقسیم، فقط برخی از رشته‌های دوکی که ..... به طور حتم ..... .

- به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شوند - توسط استوانه‌های توخالی دارای ۲۷ ریزلوله پروتئینی ایجاد می‌شوند.
- تا میانه‌های یاخته امتداد نمی‌یابند - از دوک‌های قابل اتصال به سانترومر کروموزوم‌ها، کوتاه‌ترند.
- تا میانه‌های یاخته امتداد می‌یابند - در انتهای کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز، تولید می‌شوند.
- به سانترومر کروموزوم‌ها متصل نمی‌شوند - به دوک‌های مشابه خود، متصل می‌شوند.

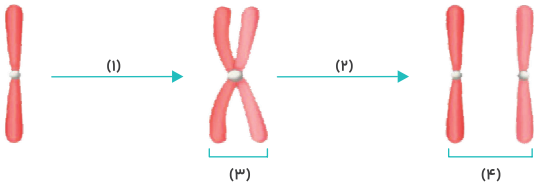
**0648** کدام گزینه در رابطه با ساختارهای مشخص شده در شکل مقابل، همواره درست است؟

- برای ایجاد رشته‌های دوک در یاخته‌ها، ضروری می‌باشند.
- برای تولید انواع رشته‌های دوک تقسیم، نیاز است که از هم دور شوند.
- با مصرف مونومرها و تولید پروتئین، رشته‌های مؤثر در جابه‌جایی کروموزوم‌ها را تولید می‌کنند.
- تنها در هنگام افزایش ضخامت کروموزوم‌ها، می‌توانند منجر به افزایش ریزلوله‌های پروتئینی یاخته شوند.



**0649** کدام گزینه با توجه به شکل مقابل، درست است؟

- در مرحله «۲» همانند «۱»، تعداد مولکول‌های دنا دو برابر می‌شود.
- ساختارهای «۴» همانند دو نیمه ایجادکننده ساختار «۳»، یکسان و مضاعف شده هستند.
- در مرحله «۲» برخلاف «۱»، فعالیت جفت استوانه‌های عمود برهم دیده می‌شود.
- ساختارهای «۴» برخلاف ساختار «۳»، فشردگی بسیار کمتری نسبت به حالت اینترفاز دارند.



خب پس از بررسی امکانات مورد نیاز برای تقسیم میتوز، اومدیم که خودشو بررسی کنیم. ابتدا به صورت مستقل مراحل رو بررسی می‌کنیم و بعدش میریم سراغ مقایسه مراحل و نکات تکمیلی بحث میتوز. پس حتماً حتمی تست‌ها رو به ترتیب جواب بده و برو جلو که مطالب رو یکی‌یکی یاد بگیری... راستی اینو هم بگم که در تمام این تست‌ها، میتوز طبیعی در نظر گرفته شده. با میتوز غیرطبیعی آخر فصل آشنا میشیم...

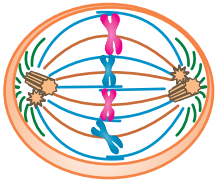
**0650** قسمتی از چرخه زندگی یاخته‌ای در یاخته‌های صفحه رشد در یک پسر ۱۳ ساله، به صورت فرایندی پیوسته رخ می‌دهد؛ اما زیست‌شناسان برای سادگی، آن را مرحله‌بندی می‌کنند. در نخستین مرحله این فرایند، کمی ..... از تشکیل ساختارهای واجد ریزلوله‌های پروتئینی، ..... .

- قبل - بدون تغییر در طول و تعداد مولکول‌های دنا هسته، کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌شوند.
- بعد - به دنبال تخریب کامل پوشش اطراف کروموزوم‌ها، میزان فسفولیپیدهای آزاد در سیتوپلاسم افزایش می‌یابد.
- بعد - بخش اتصال دهنده کروماتیدهای خواهری کروموزوم، از دو طرف به ریزلوله‌های پروتئینی متصل می‌شود.
- قبل - رشته‌های کروماتینی، دو برابر شده و همچنین فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند.

**0651** در یاخته‌های واجد چرخه یاخته‌ای کامل در پوست انسان، در ..... مرحله‌ای از تقسیم که پس از شکل زیر قابل مشاهده است، ..... و ..... پشت سرهم رخ نمی‌دهند.

- اولین - شروع افزایش ضخامت کروموزوم‌ها - شروع افزایش فاصله بین جفت سانتیریول‌ها
- اولین - آغاز افزایش وزن و کاهش طول در رشته‌های کروماتینی - شروع تخریب پوشش هسته
- دومین - تماس کروموزوم‌ها با مایع سیتوپلاسمی - ایجاد اتصال بین سانترومر کروموزوم‌ها و رشته‌های دوک
- دومین - شروع تخریب پوشش اطراف ماده وراثتی یاخته - مشاهده حداکثر میزان فسفولیپیدهای آزاد در یاخته





0652 کدام گزینه در رابطه با مرحله میانی تقسیم میتوز در یاخته‌های جانوری صادق است؟

- ۱) بهترین مرحله برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های ژنی است.
- ۲) همانند مراحل قبل، در طول این مرحله نیز میزان فشردگی کروموزوم‌ها در حال تغییر است.
- ۳) برخلاف مراحل قبل، در این مرحله برای اولین بار، هر سه نوع رشته دوک تقسیم قابل مشاهده‌اند.
- ۴) کروموزوم‌ها ابتدا به حداقل طول می‌رسند و سپس در یک ردیف در سطح استوای هسته قرار می‌گیرند.

0653 پس از مشاهده شکل مقابل در یک یاخته در حال انجام تقسیم میتوز، مرحله جدیدی آغاز می‌شود. در این مرحله جدید، .....

- ۱) عدد کروموزومی یاخته، دو برابر زمانی است که یاخته تعداد مولکول‌های دناى هسته‌ای خود را دو برابر می‌کند.
- ۲) فاصله ساختارهای سازمان‌دهنده رشته‌های دوک، همانند مرحله قابل مشاهده در شکل مقابل، ثابت است.
- ۳) عامل جداسدن ساختارهای یکسان از هم، کوتاه شدن ریزلوله‌های پروتئینی است.
- ۴) تنها طول برخی از رشته‌های دوک قابل مشاهده در میانه یاخته، تغییر می‌کند.

0654 در هر مرحله‌ای از تقسیم میتوز در یاخته‌های پیکری زیتون که برای اولین بار ۴۶ کروموزوم در هر کدام از قطبین یاخته مشاهده می‌شود، قطعاً .....

- ۱) تخریب نوعی پروتئین غیرهسته‌ای در کروموزوم‌ها، باعث تبدیل کروماتیدهای خواهری به کروموزوم‌های دختر شده است.
- ۲) حداکثر میزان فاصله بین هر دو استوانه عمود برهم ایجادکننده رشته‌های دوک، قابل مشاهده است.
- ۳) نوع و تعداد ژن‌های موجود در دو قطب و در تماس با مایع سیتوپلاسمی، متفاوت می‌باشند.
- ۴) میزان فشردگی ماده وراثتی نسبت به مرحله قبل، کاهش می‌یابد.

0655 کدام موارد در رابطه با تنها مرحله‌ای از تقسیم میتوز که در آن می‌توان یک یاخته دوهسته‌ای را مشاهده کرد، نادرست می‌باشند؟

الف) پس از تکمیل آن، مرحله تقسیم سیتوپلاسم آغاز می‌شود.

ب) در ابتدای این مرحله، همه انواع رشته‌های دوک مجاور هسته تخریب می‌شوند.

ج) تشکیل پوشش هسته همزمان با کاهش میزان فشردگی کروموزوم‌ها، قابل انتظار است.

د) عدد کروموزومی هر هسته ایجادشده، همانند زمانی است که یاخته در مرحله میانی اینترفاز قرار دارد.

- ۱) الف و ب      ۲) ب و ج      ۳) الف و د      ۴) ج و د

**خب دیگه، حالا که به صورت کلی با مراحل آشنا شدید دیگه وقتشه که بریم سراغ مقایسه مراحل و بررسی نکات جزئی‌تر. اینجا دیگه کارت سخت میشه؛ چون باید حواست به همه اتفاقاتی که تو میتوز میوفته، باشه. بازم میگم که حتماً تستارو به ترتیب جواب بده...**



0656 کدام یک از اتفاقات زیر قطعاً در مرحله‌ای از میتوز که در شکل مقابل قابل مشاهده است، رخ می‌دهد؟

- ۱) افزایش میزان تولید پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم شدن یاخته
- ۲) شروع تجزیه پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌های مضاعف و در حال فشرده شدن
- ۳) تشکیل رشته‌های جابه‌جاکننده کروموزوم‌ها به دنبال دور شدن ساختارهای استوانه‌ای توخالی
- ۴) تشکیل پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌های غیرمضاعف همزمان با کاهش فشردگی کروموزوم‌ها

0657 دو مرحله ابتدایی تقسیم هسته‌ای در یاخته‌های استخوانی موجود در نزدیکی محل شکستگی‌های غیرمعمول در استخوان ران، به ترتیب از نظر ..... مشابه و

از نظر ..... متفاوت هستند.

- ۱) افزایش یافتن میزان فشردگی ماده وراثتی - مشاهده هر سه نوع دوک در یاخته
- ۲) تجزیه شدن شبکه آندوپلاسمی - عدم مشاهده حداکثر میزان فشردگی در کروموزوم‌ها
- ۳) شروع تجزیه پوشش غشایی اطراف کروموزوم‌ها - اتصال سانترومر کروموزوم‌ها به برخی از رشته‌های دوک
- ۴) قابل مشاهده بودن کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری - قابل مشاهده بودن جفت سانتریول‌ها در قطبین یاخته

**تو اکثر مطالبی که ترتیب اتفاقاتشون مهمه، سوآلای خوبی میشه از اولین‌ها و آخرین‌ها طرح کرد. دقیقاً مثل سؤال بعدی!!**

0658 کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در اولین مرحله‌ای از تقسیم میتوز در یاخته‌های انسان که ..... انتظار است.»

- ۱) کروموزوم‌ها درون سیتوپلاسم مشاهده می‌شوند، مشاهده پوشش هسته ناقص، دور از
- ۲) کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌شوند، دور شدن سانتریول‌های مجاور هم، دور از
- ۳) کروموزوم‌ها از رشته‌های دوک جدا می‌شوند، تشکیل هسته‌های دارای تعداد سانترومر و دناى نابرابر، قابل
- ۴) کروموزوم‌های غیرمضاعف در یاخته ایجاد می‌شود، تخریب تنها یک ساختار واجد زیرواحدهای آمینواسیدی، قابل

0659 در مرحله‌ای از تقسیم میتوز که در ابتدای آن کروموزوم‌های واجد حداکثر فشردگی، در استوای یاخته دیده می‌شوند؛ برخلاف مرحله ..... از آن، .....

- ۱) قبل - هر کروموزوم دارای حداکثر میزان ضخامت و حداقل میزان طول است.
- ۲) بعد - بدون تغییر در تعداد کروماتیدها، تعداد سانترومرها و کروموزوم‌ها دو برابر می‌شود.
- ۳) قبل - هر کروموزوم همواره از دو طرف به رشته‌های واجد تعدادی ریزلوله پروتئینی متصل است.
- ۴) بعد - کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی، در قطبین یاخته و در تماس با مایع سیتوپلاسمی دیده می‌شوند.

**0bb0** اتفاقات موجود در چند مورد از گزاره‌های زیر، بلافاصله پشت سرهم رخ می‌دهند اما مربوط به مراحل مختلفی از تقسیم میتوز در یاخته‌های جانوری هستند؟

- (الف) قرارگیری کروموزوم‌ها در استوای یاخته - کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر  
 (ب) اتصال برخی از رشته‌های دوک به سانترومر کروموزوم‌ها - ایجاد حداکثر فشردگی در کروموزوم‌ها  
 (ج) قرارگیری کروموزوم‌های تک کروماتیدی در قطبین یاخته - تخریب همه انواع رشته‌های دوک تقسیم  
 (د) باز شدن پیچ‌خوردگی دای موجود در کروموزوم - ایجاد پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**0bb1** در فرایند تقسیم هسته‌ای در یاخته‌های بنیادی میلوئیدی، در شرایط طبیعی در مرحله ..... از مرحله‌ای که در آن کروموزوم‌های متصل به یک رشته دوک قابل مشاهده‌اند، امکان ..... وجود دارد.

- ۱) قبل - تغییر در میزان فشردگی کروموزوم در میانه مرحله  
 ۲) بعد - مشاهده یک جفت سانتیریول در هر هسته موجود در یاخته  
 ۳) قبل - حرکت کروموزوم‌های متصل به ریزلوله‌های پروتئینی  
 ۴) بعد - باز شدن پیچ‌وتاب دناهای موجود در هر کروموزوم

**0bb2** در اولین مرحله‌ای از تقسیم هسته‌ای در یاخته‌های بنیادی موجود در بدن فردی بالغ که جفت سانتیریول‌ها شروع به دور شدن از هم می‌کنند، برخلاف ..... انتظار است.

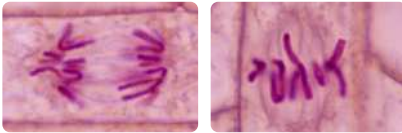
- ۱) مرحله دوم این تقسیم، مشاهده فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده پوشش هسته، دور  
 ۲) مرحله چهارم این تقسیم، مشاهده وجود فعالیت معمول در یاخته، قابل  
 ۳) مرحله دوم این تقسیم، مشاهده حداکثر طول رشته‌های دوک، دور  
 ۴) مرحله آخر این تقسیم، مشاهده کاهش طول کروموزوم‌ها، قابل

**0bb3** در هنگام بروز تقسیم میتوز در یاخته‌های بدن انسان، موارد موجود در کدام گزینه می‌توانند به‌طور همزمان رخ دهند؟

- ۱) تخریب هر پروتئین موجود در کروماتیدها در محل اتصال به کروماتید خواهری - کوتاه شدن بعضی از رشته‌های دوک  
 ۲) تغییر در میزان فسفولیپیدهای آزاد موجود در سیتوپلاسم - تغییر در میزان ضخامت و طول کروموزوم  
 ۳) تخریب شدن انواع رشته‌های دوک - کم شدن میزان پیچ‌وتاب‌های مولکول دنا در کروموزوم‌ها  
 ۴) تغییر در میزان فاصله جفت سانتیریول‌ها - قابل مشاهده شدن کروموزوم‌ها با میکروسکوپ

**0bb4** با توجه به شکل زیر که نشان‌دهنده دو مرحله از میتوز در یاخته‌های مریستمی گیاه زیتون است، چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در شرایط طبیعی، در انتهای مرحله «۱» ..... انتهای مرحله «۲» قطعاً .....»



- (الف) همانند - طول برخی از رشته‌های دوک در حال کاهش است.  
 (ب) همانند - تعداد و طول دناهای خطی موجود در یاخته ثابت می‌باشد.  
 (ج) برخلاف - هر کروموزوم موجود در یاخته، یک کروموزوم یکسان با خود دارد.  
 (د) برخلاف - عدد کروموزومی هسته دو برابر زمانی است که رشته‌های کروماتینی شروع به قطور شدن می‌کنند.

۴ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

**0bb5** لنفوسیت‌های B پس از برخورد با پادگن مکمل با گیرنده‌های خود، شروع به تکثیر می‌کنند. در مرحله ..... تقسیم آن‌ها، امکان ..... وجود ..... دارد.

- ۱) پروفاز - مشاهده کروموزوم‌های مضاعف در میانه یاخته - ندارد  
 ۲) پرومتافاز - مشاهده تنها دو استوانه توخالی در یاخته - دارد  
 ۳) آنافاز - افزایش هم‌پوشانی بعضی از رشته‌های دوک - ندارد  
 ۴) تلوفاز - برابری تعداد کروموزوم‌ها و کروماتیدها در یاخته - دارد

**0bb6** در ارتباط با تقسیم میتوز در یک یاخته بنیادی لنفوئیدی، نوع و ترتیب اتفاقات موجود در کدام گزینه در مقابل نام آن مرحله، به نادرستی مشخص شده است؟

- ۱) تلوفاز: تخریب رشته‌های دوک متصل به هر سانترومر ← کاهش فشردگی کروموزوم‌ها ← تشکیل پوشش هسته  
 ۲) پروفاز: شروع قطورتر شدن رشته‌های کروماتینی ← شروع دور شدن جفت سانتیریول‌ها ← شروع تخریب پوشش هسته  
 ۳) آنافاز: فعالیت پروتئازی بر روی کروموزوم‌ها ← کاهش فاصله بین هر کروماتید با جفت سانتیریول قرار گرفته در مقابل آن کروماتید  
 ۴) پرومتافاز: تکمیل تخریب پوشش هسته و شروع و تکمیل تخریب شبکه آندوپلاسمی به‌طور همزمان ← اتصال رشته‌های دوک به سانترومر

**طرز بیان و سبک سؤال بعدی رو خیلی دوست داریم. امیدوارم تو هم خوش‌تبیاد...**

**0bb7** در مرحله‌ای از تقسیم میتوز که کروموزوم‌ها در این مرحله در استوای یاخته ردیف ..... قطعاً .....

- ۱) می‌شوند - میزان قطر و طول دنا به ترتیب حداکثر و حداقل است.  
 ۲) هستند - طول بلندترین رشته‌های دوک، افزایش می‌یابد.  
 ۳) می‌شوند - برای اولین بار هر سه نوع رشته دوک دیده می‌شوند.  
 ۴) هستند - عدد کروموزومی یاخته با مرحله قبل برابر است.

**آگه تونستی صورت سؤال بعدی رو کاملاً درست متوجه بشی، باید بهت بگم که فوق‌العاده‌ای.**

**0bb8** در هر مرحله‌ای از میتوز یاخته‌های جانوری که کروموزوم‌ها در تمام طول آن در سیتوپلاسم قرار دارند ..... هر مرحله‌ای که کروموزوم‌ها در تمام طول آن در هسته

قرار دارند .....

- ۱) برخلاف - حرکت و جابه‌جایی کروموزوم‌های متصل به دوک تقسیم، قابل انتظار است.  
 ۲) همانند - حرکت جفت سانتیریول‌ها به سمت قطبین یاخته، قابل مشاهده است.  
 ۳) برخلاف - بهترین شرایط برای تهیه کاریوتیپ از یاخته، فراهم است.  
 ۴) همانند - تغییر در میزان فشردگی کروموزوم‌ها، قابل انتظار است.





**0b78** در تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های گیاهی ..... یاخته‌های جانوری، همواره .....

- ۱) برخلاف - با ایجاد بزرگ‌ترین ریزکیسه حاوی پیش‌سازهای دیواره یاخته‌ای، دو یاخته جدید ایجاد می‌شود.
- ۲) همانند - اندام‌ها و اجزای یاخته به صورت مساوی بین یاخته‌های تازه تشکیل شده، تقسیم می‌شود.
- ۳) همانند - در محل تشکیل دیواره جدید، اتصال بین ساختارهای دارای فسفولیپید شکل می‌گیرد.
- ۴) برخلاف - ساختارهای طویل پروتئینی که تنها در خارج از اینترفاز دیده می‌شوند، نقش دارند.

**0b79** در تقسیم سیتوپلاسم در یاخته‌های ..... قطعاً .....

- ۱) گیاهی - کمی پیش از شروع تجمع ریزکیسه‌های جوانه‌زده از دستگاه گلزی، پوشش هسته ایجاد می‌شود.
- ۲) جانوری - کمی پیش از اتمام تقسیم میتوز، حلقه‌ای انقباضی از جنس دونوع پروتئین، از داخل به غشای هسته متصل می‌شود.
- ۳) گیاهی - کمی پس از ادغام غشای بزرگ‌ترین ریزکیسه صفحه یاخته‌ای به غشای یاخته مادری، بیش از یک‌لایه دیواره در این محل وجود دارد.
- ۴) جانوری - کمی پس از ایجاد حداکثر انقباض در حلقه انقباضی ایجاد شده، یاخته‌های ایجاد شده شروع به همانندسازی دنا می‌کنند.

**0b80** هر یاخته‌ای که برای انجام تقسیم سیتوپلاسم، از ..... استفاده می‌کند، قطعاً نمی‌تواند .....

- ۱) حلقه انقباضی - به دنبال تشکیل این حلقه، تقسیم مساوی اندام‌های دارای سبزینه را بین یاخته‌های حاصل شده داشته باشد.
- ۲) حلقه انقباضی - در غشای یاخته‌ای خود، همه ترکیبات لیپیدی قابل مشاهده در مایع دفعی کبد را داشته باشد.
- ۳) صفحه یاخته‌ای - در ریزکیسه‌های ایجادکننده این صفحه یاخته‌ای، پلی‌ساکارید پکتین داشته باشد.
- ۴) صفحه یاخته‌ای - در دیواره خود، بخش مشترک با دیواره یاخته مجاور داشته باشد.

**0b81** در یک یاخته گیاهی در حال تقسیم برگ، کدام مورد، قبل از شروع مراحل مربوط به تقسیم میان‌یاخته (سیتوپلاسم) رخ می‌دهد؟

- ۱) پوشش هسته‌ای در اطراف هر مجموعه کروموزومی بازسازی می‌شود.
- ۲) فام‌تن (کروموزوم)‌های کوتاه و فشرده شده، شروع به باز شدن می‌نمایند.
- ۳) فام‌تن (کروموزوم)‌های تک‌کروماتیدی در دو قطب یاخته تجمع می‌یابند.
- ۴) فام‌تن (کروموزوم)‌های غیرهمساخت در وسط یاخته، به صورت ردیف در می‌آیند.

**0b82** در بدن جانداران، هر یاخته چند هسته‌ای، به‌طور حتم .....

- ۱) حاصل انجام میتوزهای بدون تقسیم سیتوپلاسم می‌باشد.
- ۲) تعداد دناهای خطی خود را در مرحله میانی اینترفاز، دو برابر می‌کند.
- ۳) در هر هسته خود، عدد کروموزومی برابر با هر یاخته پیکری دیگر جاندار دارد.
- ۴) در اندام‌هایی در سیتوپلاسم خود، ترکیبات ایجادکننده کربنیک اسید را تولید می‌کند.

**تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است**
**0b83** کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در یک انسان بالغ، یاخته‌های .....، هیچ‌گاه ..... نمی‌شوند.»

- ۱) بنیادی مغز استخوان - به  $G_0$  وارد
- ۲) اصلی بافت عصبی - از  $G_0$  خارج
- ۳) غضروفی صفحه رشد - به  $G_0$  وارد
- ۴) ماهیچه دوزنقه‌ای - از  $G_0$  خارج

**0b84** در ارتباط با عوامل تنظیم‌کننده چرخه یاخته‌ای، می‌توان بیان داشت که پروتئین‌های معروف به پدال .....

- ۱) گاز، می‌توانند موجب کوتاه شدن طول چرخه یاخته‌ای شوند.
- ۲) ترمز، همواره به دنبال فعال شدن، تقسیم یاخته را متوقف می‌کنند.
- ۳) گاز، در هر یاخته‌ای می‌توانند سرعت تقسیم یاخته را افزایش دهند.
- ۴) ترمز، تنها تحت تأثیر عوامل شیمیایی درونی بدن قرار می‌گیرند.

**سؤال بعدی دو گزینه‌ش مربوط به همین جاست و دو گزینه دیگرش هم مربوط به فصل قبله. ببینم کیا هنوز یادشون نرفته!**
**0b85** کدام گزینه عبارت مقابل را به نادرستی تکمیل می‌کند؟ «نوعی پیک شیمیایی ترشح شده از ..... می‌تواند .....»

- ۱) محل ایجاد زخم در پوست انسان - مدت زمان چرخه یاخته‌ای را در یاخته‌های سالم مجاور، کاهش دهد.
- ۲) یاخته‌های محل آسیب دیده در گیاهان - موجب فعال شدن پروتئین‌های پدال گاز در یاخته‌های سالم مجاور شود.
- ۳) ماکروفاژهای موجود در محل ایجاد بریدگی در پوست - موجب افزایش عبور نوتروفیل‌ها از بین یاخته‌های پوششی شود.
- ۴) غده‌ای که در انسان به تدریج اندازه‌اش تحلیل می‌رود - توانایی شناسایی عامل بیگانه را در بعضی از یاخته‌های نابالغ ایجاد کند.

**0b8b** کدام موارد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کنند؟

«در یک مرد ۱۷ ساله، به دنبال کاهش .....، طول چرخه یاخته‌ای در یاخته‌های ..... می‌یابد.»

- |  |   |
|--|---|
| الف) میزان اکسیژن خون - بنیادی میلوئیدی، کاهش      | ب) ترشح هورمون‌های هیپوفیز - صفحه رشد، کاهش       |
| ج) میزان ید موجود در خون - غده‌ای سپرمانند، افزایش | د) ترشح عامل داخلی معده - بنیادی میلوئیدی، افزایش |
| ۱) الف و ج   | ۳) ب و ج  |
| ۲) ب و د   | ۴) الف و د  |

0687 کدام گزینه در ارتباط با نقاط واریسی موجود در چرخه زندگی یاخته‌هایی با عمر طبیعی صحیح است؟

- ۱) مرحله‌ای از چرخه یاخته‌ها که به آن اطمینان می‌دهند که عوامل لازم برای مرحله قبل آماده‌اند.
- ۲) بسیاری از یاخته‌ها در طول عمر طبیعی خود ممکن است هیچ‌گاه از این نقاط عبور نکنند.
- ۳) هر کدام از این نقاط، در انتهای یک مرحله خاص از چرخه یاخته‌ای، واقع شده است.
- ۴) در چرخه یاخته‌ای بیش از سه تا از این نقاط قابل مشاهده نیست.

0688 در ارتباط با نقاط واریسی می‌توان بیان کرد که هر ..... قطعاً .....

- ۱) یاخته هسته‌داری که در طول زندگی خود تقسیم می‌شود - باید از همه این نقاط عبور کند.
- ۲) یاخته هسته‌داری که قصد انجام تقسیم را ندارد - بدون عبور از نقاط واریسی اصلی، به مرحله G<sub>0</sub> وارد می‌شود.
- ۳) مرحله‌ای از چرخه یاخته‌ای که در آن همانندسازی دنا هسته‌ای صورت می‌گیرد - هیچ نقطه واریسی درون خود ندارد.
- ۴) مرحله‌ای از اینترفاز که در طول خود فاقد نقطه واریسی اصلی است - در آن امکان کاهش مونومرهای موجود در هسته وجود ندارد.

0689 هر نقطه واریسی اصلی که ..... قطعاً .....

- ۱) در مرحله‌ای از تقسیم میتوز فعالیت می‌کند - فقط اتفاقاتی که در مرحله میانی میتوز رخ می‌دهند را بررسی می‌کند.
- ۲) در طول‌ترین مرحله اینترفاز قرار دارد - در صورت عدم سلامت دنا، میزان مصرف ATP را در ماکروفاژها افزایش می‌دهد.
- ۳) فرایندهای مربوط به یاخته دارای دنا غیرطبیعی را بررسی می‌کند - موجب به راه افتادن فرایندهای مرگ یاخته‌ای می‌شود.
- ۴) در میانه کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز قرار دارد - فقط در صورت وجود دوک تقسیم، به یاخته اجازه ورود به مرحله تقسیم را می‌دهد.

0690 در چرخه زندگی یک یاخته بنیادی مغز قرمز استخوان در انسانی بالغ، نقطه واریسی اصلی موجود در ..... ممکن .....

- ۱) مرحله تقسیم یاخته - است در هسته یاخته موجب فعال شدن پروتئین‌های موسوم به پدال ترمز شود.
- ۲) مرحله وقفه اول - نیست پس از خروج یاخته از مرحله G<sub>0</sub>، یاخته را از نظر سلامت دنا مورد بررسی قرار دهد.
- ۳) مرحله وقفه دوم - است در صورت عدم وجود کروموزوم‌های دوکروماتیدی در هسته، از ورود یاخته به این مرحله جلوگیری کند.
- ۴) مرحله بین مضاعف شدن و ایجاد حداکثر فشردگی در کروموزوم‌ها - نیست به بررسی اتصال دقیق کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک بپردازد.

0691 در چرخه زندگی یک یاخته بنیادی، در فاصله بین دو نقطه واریسی اصلی که کار اصلی آن‌ها بررسی ماده وراثتی یاخته است، امکان ..... وجود .....

- ۱) اتصال رشته‌های دوک به کروموزوم‌های موجود در هسته - دارد
- ۲) دو برابر شدن تعداد زنجیره‌های پلی‌نوکلئوتیدی دنا موجود در هسته - ندارد
- ۳) تغییر میزان فشردگی کروموزوم‌های فشرده موجود در سیتوپلاسم یاخته - دارد
- ۴) دو برابر شدن تعداد ریزلوله‌های ایجادکننده ساختارهای استوانه‌ای عمود بر هم - ندارد

### تقسیم بی‌رویه یاخته‌ها

0692 چند مورد در ارتباط با انسان درست است؟

- الف) بیشتر بودن سرعت تولید یاخته‌ها نسبت به سرعت مرگ آن‌ها، همواره نشان‌دهنده وجود حالتی غیرعادی در بدن است.
- ب) مدت زمان چرخه یاخته‌ای در یاخته‌های ایجادکننده هر نوع تومور، از همه یاخته‌های موجود در بدن، کوتاه‌تر است.
- ج) در همه انواع تومورها، تعادل بین تقسیم و مرگ یاخته‌ها به هم می‌خورد و تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می‌شود.
- د) از کار افتادن پروتئین‌های موسوم به پدال گاز در چرخه یاخته‌ای، می‌تواند منجر به ایجاد تومور شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

0693 کدام گزینه در ارتباط با تومورهای که یک نوع از آن‌ها را در شکل مقابل می‌بینید، نادرست است؟

- ۱) هیچ‌گاه نمی‌توانند به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند.
- ۲) همواره به دنبال اختلال در عملکرد نقاط واریسی ایجاد می‌شوند.
- ۳) همواره یاخته‌های ایجادکننده آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند.
- ۴) هیچ‌گاه نمی‌توانند در صورت رشد اندک، در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کنند.

0694 کدام گزینه در ارتباط با تومور لیپوما، نادرست است؟

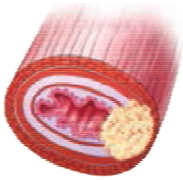
- ۱) مویزهای خونی تغذیه‌کننده یاخته‌های آن، فاقد منفذ در یاخته‌های دیواره خود هستند.
- ۲) تنظیمات کنترل‌نشده یاخته‌هایی در ساختار پوست، می‌تواند موجب ایجاد آن شود.
- ۳) تنها در صورت بزرگ شدن بیش از اندازه، می‌تواند به اندام‌ها آسیب وارد کند.
- ۴) در افراد نابالغ به میزان کمتری ایجاد می‌شود.





**0b95** چند مورد از عبارات زیر در ارتباط با تومورهایی که نوعی از آن‌ها را در شکل مقابل می‌بینید، درست است؟  
 الف) یاخته‌های آن همواره می‌توانند با انجام فرایند تراگذاری، به مویزگ‌های خونی وارد شوند.  
 ب) یاخته‌های آن همواره از تودهٔ یاخته‌ای جدا شده و به اندام‌های دیگر حمله می‌کنند.  
 ج) همواره یاخته‌های ایجادکنندهٔ آن، تنها به یک نوع بافت می‌توانند حمله کنند.  
 د) همواره در صورت درمان نشدن، موجب اختلال در عملکرد اندام‌ها می‌شوند.

- ۱ (۱) ۲ (۲)  
 ۳ (۳) ۴ (۴) صفر



**0b9b** کدام گزینه در ارتباط با تومور قابل مشاهده در شکل مقابل، به درستی بیان شده است؟

- ۱) رگ‌های اصلی مؤثر در دگرنشینی یاخته‌های آن، دارای فضاهای بین یاخته‌ای بزرگ در دیوارهٔ خود هستند.  
 ۲) یاخته‌های آن همواره پس از حمله به یک بافت، به سرعت از آن جدا شده و در سایر نقاط مستقر می‌شوند.  
 ۳) تنها علت ایجاد آن، بعضی تغییرات در مادهٔ ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخهٔ یاخته از کنترل خارج شود.  
 ۴) هر تغییر ژنتیکی که بر پروتئین‌های تنظیم‌کنندهٔ سرعت تقسیم یاخته اثرگذار باشد، می‌تواند موجب ایجاد این تومور شود.

**0b97** کدام گزینه عبارت مقابل را به درستی تکمیل می‌کند؟ «در یک انسان بالغ، تومور لیپوما ..... تومور ملانوما، .....»

- ۱) همانند - موجب ترشح پروتئین اینترفرون در بدن می‌شود.  
 ۲) برخلاف - نوعی سرطان خوش خیم محسوب می‌شود.  
 ۳) همانند - در لایهٔ واجد رگ‌های خونی ایجاد می‌شود.  
 ۴) برخلاف - توسط یاخته‌های واجد هستهٔ غیرمرکزی ایجاد می‌شود.

**0b98** کدام موارد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کنند؟

«در افرادی که میزان ..... بیش از اندازه ..... است، میزان متاستاز یاخته‌های سرطانی می‌تواند ..... یابد.»

- الف) تقسیمات یاخته‌های بنیادی لنفوئیدی - کم - کاهش  
 ب) ترشح هورمون‌های محرک مترشحه از هیپوفیز پیشین - زیاد - افزایش  
 ج) تخریب یاخته‌های مورد حملهٔ ویروس نقص ایمنی اکتسابی - زیاد - افزایش  
 د) ترشح هورمون مترشحه از لوزالمعده و مؤثر بر یاخته‌های ماهیچه‌ای - کم - کاهش
- الف و ب (۱) ب و ج (۲) ج و د (۳) الف و د (۴)

### تشخیص و درمان سرطان

**0b99** از بین روش‌های تشخیص و درمان سرطان، در روش ..... امکان ..... وجود ..... .

- ۱) بافت برداری - برداشت تمام یا بخش‌هایی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان - ندارد  
 ۲) آزمایش خون - تأیید وجود سرطان با مشاهدهٔ پروتئین مؤثر بر درشت‌خوارها - دارد  
 ۳) پرتودرمانی - تشخیص وجود سرطان به دنبال تاباندن پرتوهای قوی - دارد  
 ۴) شیمی‌درمانی - آسیب دیدن یاخته‌های سالم و غیربیگانه - ندارد

**0b00** چند مورد در ارتباط با روش‌های تشخیص و درمان سرطان، نادرست است؟

- الف) در روش بافت برداری، امکان درمان سرطان وجود ندارد.  
 ب) هر روش درمانی، به صورت مستقل از دیگر روش‌ها استفاده می‌شود.  
 ج) هر روش درمانی آسیب‌زا برای یاخته‌های خودی، به استفاده از داروها وابسته است.  
 د) در روش پرتودرمانی، یاخته‌های دارای چرخهٔ یاخته‌ای ناکامل، مورد تابش قرار نمی‌گیرند.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**0b01** از بین روش‌های تشخیص و درمان سرطان، روش شیمی‌درمانی ..... روش پرتودرمانی ..... .

- ۱) همانند - همهٔ افراد تحت درمان شدید را مجبور به پیوند مغز استخوان می‌کند.  
 ۲) برخلاف - موجب سرکوب تقسیم یاخته‌ای در همهٔ قسمت‌های بدن فرد می‌شود.  
 ۳) برخلاف - می‌تواند موجب آسیب به یاخته‌های مو و یاخته‌های متصل به غشای پایه در روده شود.  
 ۴) همانند - و همانند هر روش رایج درمان سرطان، به یاخته‌های خودی در نقاط مختلف بدن آسیب می‌زند.

**0b02** کدام گزینه درست است؟

- ۱) در هنگام انجام شیمی‌درمانی شدید، میزان قدرت سومین خط دفاعی در بدن فرد ثابت می‌ماند.  
 ۲) به دنبال کاهش مصرف غذاهای جانوری در فرد، سرعت تقسیم یاخته‌های سرطانی افزایش می‌یابد.  
 ۳) استفاده از شیمی‌درمانی قوی و طولانی‌مدت، موجب افزایش میزان ترشح اریتروپوئیتین در بدن فرد می‌شود.  
 ۴) به وسیلهٔ دستگاه آندوسکوپ می‌توان از بافت مشکوک به سرطان موجود در مجاورت آپاندیس، نمونه برداری کرد.



0703 در مبارزه با یاخته‌های سرطانی، ..... برخلاف ..... می‌تواند از بدن دفاع کند.

- (۱) لنفوسیت‌های T کشنده - یاخته‌های کشنده طبیعی  
(۲) بیگانه‌خوارهای حبابکی - ترکیبات رنگی کروموپلاست  
(۳) گویچه‌های سفید واجد سیتوپلاسم دانه‌دار - آلکالوئیدها  
(۴) هر آنزیم ترشح شده از یاخته کشنده طبیعی - پادتن‌ها

0704 چند مورد از عبارات زیر نمی‌تواند باعث ایجاد سرطان در بدن فرد شود؟

- (الف) مصرف کوتاه‌مدت نوشیدنی‌های دارای اتانول  
(ب) برخی از مواد موجود در گازوئیل‌های زیستی  
(ج) امواج صوتی مورد استفاده در سونوگرافی  
(د) بعضی از ویروس‌ها و قرص‌های ضد بارداری
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

### مرگ یاخته‌ها

0705 کدام گزینه درست است؟

- (۱) مرگ یاخته‌ها در هنگام ایجاد بریدگی، نوعی مرگ غیرتصادفی محسوب می‌شود.  
(۲) تنها بعضی از یاخته‌ها و در شرایط خاص توانایی ایجاد فرایند بافت‌مردگی را دارند.  
(۳) با ورود پروتئین‌های تخریب‌کننده به درون یاخته و تجزیه اجزای آن، مرگ برنامه‌ریزی شده به راه می‌افتد.  
(۴) مرگ برنامه‌ریزی شده شامل یک سری فرایندهای دقیق است که در چند ثانیه موجب مرگ یاخته می‌شود.

0706 کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

- « به طور معمول هر یاخته‌ای که .....، به‌طور قطع ..... »  
(۱) آسیب دیده است - توسط مرگ برنامه‌ریزی شده کشته می‌شود.  
(۲) توسط فرایند مرگ برنامه‌ریزی شده کشته می‌شود - آسیب دیده است.  
(۳) توسط فرایند بافت‌مردگی از بین می‌رود - آسیب دیده است.  
(۴) دچار هر نوع سوختگی می‌شود - توسط مرگ غیرتصادفی می‌میرد.

## کاستمان (میوز) و تولیدمثل جنسی

هم قبلأ و هم تو دو فصل بعدی، به تولیدمثل‌های جنسی و غیرجنسی پرداخته شده و همیشه، اما این‌جا فقط در حد اسم و یادآوری آوردنش. خواستم بگم که تست‌هایی که از این مبحث این‌جا آوردم، ترکیبی هستند و مقمرش هم خود کتابه!! به هر حال سعی کنین نکات این تست‌هارو همین‌جا یاد بگیرین. برو ببینیم چکاره‌ای!!!

0707 در نوعی از تولیدمثل که تقسیم میوز با آن ارتباط بیشتری دارد، برخلاف نوع دیگر تولیدمثل همواره .....

- (۱) یاخته‌های جنسی (گامت) تولید می‌شود.  
(۲) هسته یاخته‌های جنسی باهم ادغام می‌شود.  
(۳) حضور دو والد برای انجام فرایند الزامی است.  
(۴) زاده‌ها از نظر ژنتیکی با یکدیگر و با والدین مشابه هستند.

0708 تولیدمثل‌های جنسی و غیرجنسی به ترتیب از نظر ..... باهم مشابه، و از نظر ..... باهم متفاوت هستند.

- (۱) تشکیل یاخته تخم - نقش تقسیم میتوز در انجام آن  
(۲) امکان انجام شدن تنها در حضور یک جاندار - تفاوت ژنی بین زاده‌ها  
(۳) قابل مشاهده بودن در باکتری‌ها - امکان ایجاد جاندار دولاد  
(۴) انتقال ژن‌ها به نسل بعد - به وقوع پیوستن یکی از ویژگی‌های حیات

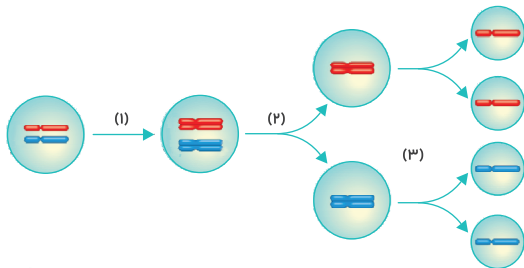
0709 در جانداران، در شرایط طبیعی، هر یاخته‌ای که با تقسیم ..... ساخته می‌شود، به‌طور حتم .....

- (۱) میوز - فاقد توانایی عبور از مراحل اینترفاز است.  
(۲) میتوز - فاقد توانایی ادغام با یاخته‌ای دیگر است.  
(۳) میوز - فاقد کروموزوم‌های همتا در هسته خود است.  
(۴) میتوز - فاقد ژن‌هایی متفاوت با یاخته مادری است.

0710 چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

- « با توجه به شکل مقابل، در مرحله ..... برخلاف مرحله ..... »  
(الف) «۱» - «۲»، تعداد دناهای خطی موجود در یاخته، دو برابر می‌شود.  
(ب) «۲» - «۳»، یاخته برای ورود به این مرحله، باید از مراحل اینترفاز عبور کند.  
(ج) «۳» - «۲»، عدد و مجموعه کروموزومی هسته‌های ایجاد شده با هسته مادری برابر است.  
(د) «۳» - «۱» و برخلاف مرحله «۲»، عدد و مجموعه کروموزومی یاخته در طول فرایند ثابت می‌ماند.

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)







### یه تست جامع از میوز ۲ حل کنیم تا بریم سراغ مقایسه مراحل میوز و دقیق تر شدن روی وقایع آن...

0719 کدام گزینه در ارتباط با مرحله‌ای از میوز که در آن می‌توان یاخته‌ای دو هسته‌ای با هسته‌هایی یکسان مشاهده کرد، همواره درست است؟

- ۱) همانند مرحله متافاز ۲، در یاخته کروموزوم‌های دوکروماتیدی دیده می‌شود.
- ۲) برخلاف مرحله آنافاز ۲، تغییر طول رشته‌های دوک تقسیم یاخته قابل انتظار نیست.
- ۳) همانند مرحله آنافاز ۲، در هر قطب یاخته تنها یک جفت سانتیریول قابل مشاهده است.
- ۴) برخلاف مرحله متافاز ۲، کروموزوم‌ها می‌توانند در تماس مستقیم با مایع سیتوپلاسمی نباشند.

### خب دیگه آماده باش که میخوایم بریم از اول میوز بیایم و یکی یکی مراحل را درو کنیم و بیایم آماده‌ای؟؟ پس، در برو که رفتیم...

0720 در ابتدای ..... مرحله از میوز ۱ برخلاف انتهای آن، .....

- ۱) اولین - اتصال رشته‌های دوک به هر سانترومر قابل مشاهده نمی‌باشد.
- ۲) دومین - میزان غشاهای موجود در سیتوپلاسم یاخته در حال کاهش هستند.
- ۳) سومین - در قطبین یاخته کروموزوم دارای حداکثر فشردگی قابل مشاهده نمی‌باشد.
- ۴) چهارمین - کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی در تماس مستقیم با مایع سیتوپلاسمی هستند.

0721 در ارتباط با جانوران، چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

- «در مرحله‌ای از فرایند میوز که تترادها از بین می‌روند همانند مرحله‌ای که تترادها تشکیل می‌شوند، امکان .....»
- الف) دارد هر کروموزوم از تمام طول خود با کروموزوم دیگر در تماس بوده و در ایجاد ساختاری چهارکروماتیدی نقش داشته باشد.
  - ب) ندارد هر ساختار چهارکروماتیدی متصل به رشته‌های دوک، با کوتاه شدن این رشته‌ها به سمت یک قطب یاخته حرکت کند.
  - ج) دارد هر سانتیریول موجود در یاخته، در مرحله G<sub>۲</sub> قبل از ورود یاخته به میوز ایجاد شده باشد.
  - د) ندارد هر کروموزوم تنها به یک ریزلوله پروتئینی متصل باشد.

۴ (۴)

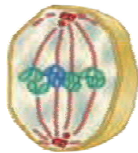
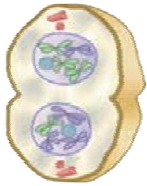
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

0722 در حدفاصل بین دو مرحله نشان داده شده در شکل مقابل در تقسیم میوز یک یاخته، کدام مورد اتفاق می‌افتد؟

- ۱) قرارگرفتن کروموزوم‌های همتا در استوای یاخته همانند ایجاد حداکثر فشردگی در کروموزوم‌ها
- ۲) حرکت هر کدام از کروموزوم‌های همتا به سمت یک قطب یاخته برخلاف تجزیه پروتئین موجود در سانترومر
- ۳) تجزیه کامل پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی همانند دو برابر شدن تعداد ریزلوله‌های موجود در سانتیریول‌ها
- ۴) ایجاد صفحه یاخته‌ای در فاصله بین دو هسته هاپلوئید برخلاف قابل مشاهده شدن کروموزوم‌ها با میکروسکوپ



0723 در تقسیم میوز یاخته‌هایی از یک مرد بالغ و سالم، در هر مرحله‌ای ..... امکان ندارد .....

- ۱) از میوز ۱ که در تمام طول آن در یاخته تتراد قابل مشاهده نیست - همه رشته‌های دوک تقسیم به صورت کامل تجزیه شوند.
- ۲) از میوز ۲ که در تمام طول آن در یاخته فقط کروموزوم مضاعف دیده می‌شود - کروموزوم‌ها درون هسته دیده شوند.
- ۳) از میوز ۲ که در طول آن در یاخته هیچ کروموزوم مضاعفی دیده نمی‌شود - فشردگی کروموزوم‌ها کاهش یابد.
- ۴) از میوز که هر سانترومر به رشته‌های دوک متصل می‌شود - طول رشته‌های دوک افزایش یابد.

### چندتا تست بعدی رو ترکیبی با فصول بعدی و حتی ترکیبی با دوازدهم آوردیم. چون اونجا هم مفاهیم میوز خیلی استفاده میشه... بعد از اون میریم سراغ

### مقایسه میوز و میتوز و اونجا هم تست‌های خوبی رو باهم حل خواهیم کرد! لطفاً با ما همراه باشید...

0724 در تقسیمی که منجر به تولید اسپرماتوسیت ثانویه می‌شود، ..... همزمان با ..... به وقوع می‌پیوندد.

- ۱) از طول در کنار هم قرارگرفتن کروموزوم‌های همتا - شروع دورشدن جفت سانتیریول‌ها
- ۲) افزایش میزان فسفولیپیدهای آزاد در سیتوپلاسم - کاهش فاصله سانترومر با هر دو انتهای کروموزوم
- ۳) تخریب پروتئین‌های موجود در ناحیه سانترومر - قابل مشاهده بودن کروموزوم‌های همتا در استوای یاخته
- ۴) تشکیل پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌های دارای دو نسخه از هر ژن خود - از بین رفتن کامل فشردگی کروموزوم‌ها

0725 در شرایط طبیعی، در حین تولید یاخته جنسی با انجام تقسیم میوز، در مردان بالغ ..... زنان بالغ .....

- ۱) برخلاف - همه یاخته‌های حاصل از میوز ۱، میوز ۲ را با تشکیل ساختارهای چهارکروماتیدی انجام می‌دهند.
- ۲) همانند - همه کروموزوم‌های تشکیل دهنده تترادها، از نظر شکل و اندازه شباهت دارند.
- ۳) همانند - همواره مراحل تقسیم به صورت پیوسته و پی‌درپی اتفاق می‌افتند.
- ۴) برخلاف - همواره تقسیم سیتوپلاسم به صورت مساوی صورت می‌گیرد.

0726 در شرایط طبیعی، در ..... هر یاخته حاصل از ..... و تقسیم سیتوپلاسم همراه با آن، به طور حتم .....

- ۱) مردان - میوز ۱ - کروموزوم‌های دوکروماتیدی و متصل به دو رشته دوک را در یک ردیف و در سطح استوای یاخته ردیف می‌کند.
- ۲) زنان - میوز ۲ - می‌تواند با انجام فرایند لقاح با اسپرم واجد کروموزوم جنسی X، منجر به ایجاد یک فرزند دختر شود.
- ۳) زنان - میوز ۱ - بدون هیچ‌گونه تغییری در سیتوپلاسم خود، به مرحله پروفاز ۲ وارد می‌شود.
- ۴) مردان - میوز ۲ - بدون هیچ‌گونه تغییری به فضای درون لوله‌های اسپرم‌ساز آزاد می‌شود.

0727 اگر شکل زیر مربوط به یکی از مراحل تقسیم میوز در یاخته‌های موجود در بساک گل گیاه آلبالو باشد؛ در شرایط طبیعی، چند مورد در این رابطه درست است؟



الف) در مرحله تولداز این تقسیم، صفحه یاخته‌ای در وسط یاخته ایجاد می‌شود. ۱ (۱)  
 ب) هر یاخته حاصل از این تقسیم، می‌تواند از تمامی نقاط واریسی موجود در چرخه یاخته‌ای خود عبور کند. ۲ (۲)  
 ج) یاخته بزرگ‌تر حاصل شده، با انجام تعدادی تقسیم میتوز، ساختاری به نام کیسه رویانی را ایجاد می‌کند. ۳ (۳)  
 د) قبل از ورود یاخته به این تقسیم، بدون ورود مجدد به مرحله اینترفاز، جفت سانتیریول‌های خود را مضاعف می‌کند. ۴ (۴)

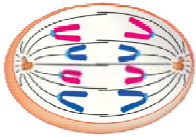
0728 در هنگام تقسیم میوز موجود در دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز، در حداصل بین تشکیل پوشش هسته تا تجزیه کامل و مجدد آن، بروز کدام گزینه زیر، دور از انتظار است؟

۱) مضاعف شدن تعداد استوانه‌های تو خالی عمود بر هم ۲) فشرده شدن ساختارهای واجد چهار زنجیره پلی نوکلئوتیدی خطی  
 ۳) افزایش طول رشته‌های مؤثر در جابه‌جایی کروموزوم‌ها ۴) اتصال رشته‌های دوک تقسیم به سانترومر کروموزوم‌های ناهمتا

0729 کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«هر کروموزوم موجود در مرحله ..... تقسیم میوز یاخته اسپرماتوسیت ..... امکان ندارد .....»  
 ۱) آنافاز - اولیه - دارای دو نیمه با ژن‌های متفاوت باشد. ۲) متافاز - اولیه - به بیش از یک ریزلوله پروتئینی متصل باشد.  
 ۳) متافاز - ثانویه - در استوای هسته مستقر شود. ۴) پروفاز - ثانویه - درون هسته دچار کاهش طول شود.

0730 **خب دیگه وقتشه که بریم سراغ مقایسه میتوز و میوز. سعی می‌کنم نکات رو تو تست‌های کمتری جا بدم که اذیت نشین. اما مبحث جالبیه. امیدوارم بتزکونیش...**



0731 در شرایط طبیعی در مردان بالغ، در هر تقسیمی که در آنافاز آن، کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند ..... هر تقسیمی که در آنافاز آن، کروموزوم‌های مضاعف از هم دور می‌شوند .....  
 الف) می‌تواند مربوط به آنافاز ۲ یاخته‌ای باشد که در اینترفاز خود، هسته  $4n=8$  دارد. ۱ الف و د  
 ب) نمی‌تواند مربوط به مرحله قبل از ایجاد یاخته‌ای دو هسته‌ای با هسته‌های یکسان باشد. ۲ ب و ج  
 ج) می‌تواند مربوط به مرحله آنافاز میتوز در یک یاخته مربوط به میوه در گیاهی دولپه باشد. ۳ ب و ج  
 د) نمی‌تواند نشان‌دهنده مرحله‌ای از میوز باشد که در آن کروموزوم‌های مشابه از هم جدا می‌شوند. ۴ الف و ج

0732 در شرایط طبیعی در مردان بالغ، در هر تقسیمی که در آنافاز آن، کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند ..... هر تقسیمی که در آنافاز آن، کروموزوم‌های مضاعف از هم دور می‌شوند .....  
 ۱) همانند - در مرحله آنافاز، تعداد کروماتیدها با تعداد سانترومرهای موجود در یاخته برابر می‌شود.  
 ۲) همانند - در مرحله پروفاز، کروموزوم‌های دو کروماتیدی در تماس با مایع درون سیتوپلاسم قرار می‌گیرند.  
 ۳) برخلاف - عدد کروموزومی یاخته شروع‌کننده این تقسیم، نصف عدد کروموزومی یاخته‌های موجود در مرحله G<sub>۲</sub> می‌باشد.  
 ۴) برخلاف - در مرحله تولداز، پوششی واجد چهار لایه فسفولیپیدی در اطراف کروموزوم‌های دارای یک مولکول دنا یاخته ایجاد می‌شود.

0733 چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟  
 «در شرایط طبیعی، در تقسیم انجام شده توسط یاخته اسپرماتوگونی برخلاف تقسیم انجام شده توسط اسپرماتوسیت اولیه، امکان ..... وجود .....»  
 الف) مشاهده سانترومر متصل به یک رشته دوک - ندارد  
 ب) ایجاد یک پوشش دو غشایی در اطراف دو کروموزوم جنسی غیرمضاعف - دارد  
 ج) استقرار کروموزوم‌های دارای حداکثر فشردگی در دو ردیف در استوای یاخته - ندارد  
 د) تکمیل تخریب پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی در دومین مرحله از تقسیم - دارد

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

0734 کدام گزینه عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

«در انسانی بالغ و سالم و در شرایط طبیعی، در مرحله‌ای از میتوز یاخته‌های زنده اپیدرم پوست که رشته‌های دوک به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شوند، ..... یاخته‌هایی در بیضه .....»  
 ۱) همانند انتهای مرحله آنافاز میوز ۲ - عدد کروموزومی یاخته  $2n=46$  می‌باشد.  
 ۲) برخلاف ابتدای مرحله آنافاز میوز ۲ - طول و ضخامت کروموزوم‌ها در حال تغییر می‌باشد.  
 ۳) همانند انتهای مرحله تولداز میوز ۱ - امکان مشاهده دو کروموزوم جنسی در یاخته وجود دارد.  
 ۴) برخلاف ابتدای مرحله پروفاز میوز ۱ - کروموزوم‌ها در حال فشرده شدن، به سیتوپلاسم وارد می‌شوند.

0734 چند مورد عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

«در صورت طبیعی بودن شرایط، همواره به دنبال تکمیل هر تقسیم ..... به همراه تقسیم سیتوپلاسم، ..... ایجاد می‌شود.»  
 الف) میوز - یاخته‌هایی با توانایی انجام لقاح ۱) میوز - یاخته‌هایی بدون توانایی انجام لقاح  
 ج) میوز - یاخته‌های دارای چرخه یاخته‌ای ناقص ۲) میتوز - یاخته‌هایی با توانایی انجام لقاح  
 د) میتوز - یاخته‌های دارای چرخه یاخته‌ای کامل ۳) میتوز - یاخته‌های بدون توانایی انجام لقاح  
 ۴ (۴) ۳ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)



0735 اگر در آزمایشگاه با تخریب رشته‌های دوک در ..... در یک یاخته  $2n$  و میوزدهنده، بتوان کاری کرد که همه کروموزوم‌ها به یک یاخته بروند، آن‌گاه .....

انتظار است.

- ۱) میوز ۱ - ایجاد دو گامت طبیعی و دو گامت غیرطبیعی از این میوز، قابل
- ۲) میوز ۱ و ۲ - غیرطبیعی شدن همه گامت‌ها و ایجاد یک گامت  $4n$ ، قابل
- ۳) یکی از میوزهای ۲ - ایجاد دو گامت طبیعی و دو گامت غیرطبیعی، دوراز
- ۴) هر دو میوز ۲ - غیرطبیعی شدن همه گامت‌ها و ایجاد دو گامت  $2n$ ، دوراز

0736 چند مورد در ارتباط با نشانگان داون نادرست است؟

- الف) بالا بودن سن مادران در هنگام بارداری احتمال ایجاد این حالت در آن‌ها را افزایش می‌دهد.
- ب) احتمال متولد شدن فرزندان دارای این حالت از مادران ۵۰ ساله، در حدود ۳ برابر مادران ۴۰ ساله است.
- ج) باهم ماندن کروموزوم‌های شماره ۲۱ در مردان بالغ، همواره منجر به ایجاد فرزند مبتلا به این حالت می‌شود.
- د) افراد دارای این نشانگان، در هر یاخته پیکری و تک هسته‌ای خود، سه کروموزوم ۲۱ و یک کروموزوم جنسی X دارند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

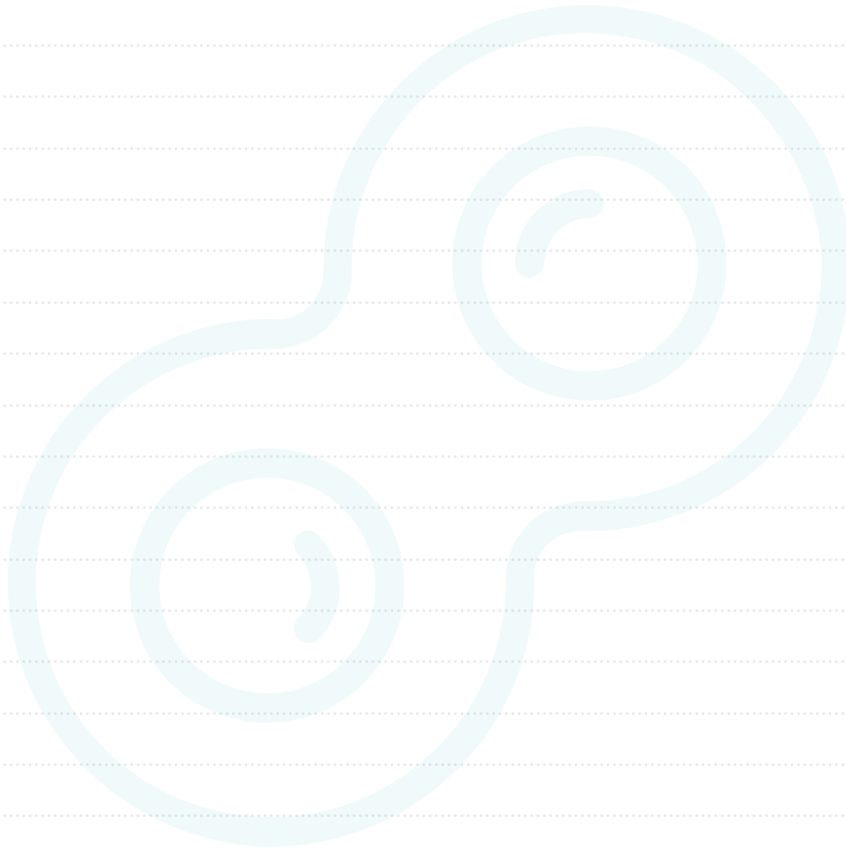
0737 کدام گزینه در ارتباط با کاریوتیپ قابل مشاهده در شکل مقابل، درست است؟

- ۱) علت ایجاد این حالت در این کاریوتیپ، جدا نشدن کروموزوم‌های ۲۱ در میوز موجود در بدن مادر است.
- ۲) هر فرد دارای این کاریوتیپ، هر کدام از کروموزوم‌های خود را از یک والد دریافت کرده است.
- ۳) در هر یاخته هسته‌دار افراد دارای این کاریوتیپ، ۳ کروموزوم شماره ۲۱ قابل مشاهده است.
- ۴) در هر هسته پیکری آن، ۲۴ نوع کروموزوم غیرهمتا وجود دارد.

0738 کدام گزینه در ارتباط با گندم زراعی درست است؟

- ۱) در کیسه رویانی آن، هفت یاخته  $3n$  کروموزومی قابل مشاهده است.
- ۲) همه مواد غذایی ذخیره‌ای موجود در دانه‌های آن، برای هر انسانی مفید است.
- ۳) یاخته رویشی آن برای هر کروموزوم موجود در هسته خود، دو کروموزوم همتا دارد.
- ۴) همانند گیاه موز در میوزهای ۱ و ۲ بدون نیاز به سانتیبول‌ها، رشته‌های دوک را ایجاد می‌کند.







**لب کلام اینکها!** پس در هنگام تقسیم نسبت به مراحل غیرتقسیمی چرخه زندگی یاخته، دنا در نقاط کم‌تری از هسته یافت می‌شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱ به دنبال فشرده شدن کروموزوم، اتفاقات زیر رخ می‌دهند.

### فشرده‌تر شدن کروموزوم

- کوتاه شدن طول کروموزوم
- نزدیک‌تر شدن نوکلئوزوم‌ها
- ضخیم و قابل رؤیت شدن کروموزوم (با میکروسکوپ نوری)
- سنگین‌تر و رنگ‌پذیرتر شدن کروموزوم
- افزایش میزان پروتئین‌های موجود در کروموزوم ◀ زیرا پروتئین‌هایی مثل هیستون‌ها مسئول فشرده شدن کروموزوم‌ها هستند.
- ثابت ماندن طول دنا ◀ دنا فقط پیچ و تاب می‌خورد و گزینه طول آن ثابت است.

۳ دقت کنید که در یک یاخته هسته دار، همواره ساختارهای کروموزومی دیده می‌شوند. اما این کروموزوم‌ها در زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، به درون هم پیچ خورده و کروماتین را ایجاد می‌کنند و در هنگامی که یاخته وارد مرحله تقسیم می‌شود، به شکل فشرده و استاندارد کروموزوم (X شکل) درمی‌آیند.

۴ دقت کنید که تعداد زیادی کروموزوم تورفته درهم، یک کروماتین ایجاد می‌کنند. به همین علت است که کتاب میگه: «توده‌ای از رشته‌های درهم به نام کروماتین». توده‌ای یعنی یک توده!

۲ در کروموزوم فشرده نسبت به کروموزوم‌های ایجادکننده کروماتین، ..... است.

- ۱) میزان فاصله نوکلئوزوم‌ها، بیشتر
- ۲) فاصله سانترومر از دو انتهای کروموزوم، کم‌تر
- ۳) میزان طول مولکول دنا، کم‌تر
- ۴) قطر مولکول دنا، کم‌تر

۲ در توضیح گزینه‌های «۳» و «۴» باید بگوییم که طول و قطر مولکول دنا ثابت است و به فشردگی کروموزوم ربطی ندارد.

مقایسه در انسان	کروموزوم فشرده	کروماتین
جنس	دنا و پروتئین (زیاد)	دنا و پروتئین (کم‌تر)
تعداد در هر هسته یاخته‌های پیکری انسان طبیعی	۴۶ عدد	یک عدد!
در چه هنگام یافت می‌شود؟	زمانی که یاخته در فاز تقسیم باشد.	زمانی که یاخته در اینترفاز باشد. (یا در حال تقسیم نباشد).
حداکثر تعداد مونومرهای آن چند تا می‌تواند باشد؟	۲۰ نوع آمینواسید مربوط به پروتئین‌ها و چهار نوع نوکلئوتید مربوط دنا. پس در مجموع حداکثر ۲۴ نوع مونومر می‌تواند داشته باشند.	
ویژگی منحصر به فرد	فشرده و به صورت مضاعف یا غیرمضاعف است.	به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است و فشردگی کمی دارد.



کروموزوم (فام‌تن) از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است. هر کروماتین (فامینه) از تعدادی کروموزوم ایجاد شده است و بنابراین همانند آن از دنا و پروتئین به وجود آمده است.

### نکته!

البته دقت کنید که در ساختار کروموزوم و کروماتین، این دنا است که نقش ماده وراثتی را دارد و تعداد زیادی ژن دارد و صفات را ایجاد و به نسل بعد منتقل می‌کند. پروتئین فقط موجب بسته‌بندی دنا و افزایش انسجام ساختاری کروموزوم می‌شود و نقش مستقیمی در انتقال صفات در بین نسل‌ها ندارد.

دنا که ساختار دو رشته‌ای و مارپیچ دارد، از مونومرهایی به نام نوکلئوتید ایجاد شده است و مونومرهای پروتئین، آمینواسید نام دارند. پس هر دوی این ساختارها، پلیمر (پسپار) هستند و نوعی درشت‌مولکول به حساب می‌آیند. دقیق‌تر بخواهیم بگوییم، نام مونومرهای دنا، دئوکسی‌ریبونوکلئوتید است.

۲ در ساختار کروموزوم‌های انسان، هر ماده‌ای که موجب انتقال صفات به نسل بعد ..... قطعاً ..... است.

- ۱) می‌شود - دارای دو زنجیره پلی‌نوکلئوتیدی در ساختار خود می‌باشد.
- ۲) نمی‌شود - به دور ماده دیگر تشکیل دهنده کروموزوم‌ها می‌پیچد.
- ۳) می‌شود - فاقد ساختارهایی به نام ژن در طول خود می‌باشد.
- ۴) نمی‌شود - ساختار دورشته‌ای و مارپیچی دارد.

۱ گزینه «۱» صحیح است.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱ و ۲ زندگی هر انسان با تشکیل یک یاخته تخم (نه یاخته‌های تخم) آغاز می‌شود (رد گزینه «۱») و پس از چند ماه (حدود ۹ 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 (و نه صدها میلیون) می‌رسد (رد گزینه «۴»).

۳ ایجاد فشردگی توسط پروتئین‌ها در هر دوی این ساختارها دیده می‌شود.

### نکته!

هر رشته کروماتین دارای واحدهای تکراری به نام هسته‌تن (نوکلئوزوم) است. در هر نوکلئوزوم، مولکول دنا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچیده است. ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته دارای ساختارهای نوکلئوزوم است. البته در همانندسازی و رونویسی در بعضی نقاط (و نه همه نقاط) این ساختارها را از دست می‌دهد.



زمانی که یاخته در مرحله تقسیم نیست، فشردگی ماده وراثتی کم است و به صورت رشته‌های کروماتینی یافت می‌شود اما زمانی که یاخته وارد مرحله تقسیم می‌شود، فشردگی ماده وراثتی رو به افزایش می‌گذارد. به دنبال این فشرده شدن کروموزوم‌ها در تقسیم و خصوصاً در ابتدای آن، کروموزوم‌های پخش شده در هسته، جمع و فشرده می‌شوند.

**نکته!**

البته این را هم بگویم که در یاخته‌های یوکاریوتی مثل یاخته‌های انسان، علاوه بر دنا‌ی موجود در هسته، در سیتوپلاسم نیز دنا یافت می‌شود. به نمودار زیر دقت کنید.

**مولکول دنا**
**هسته‌ای**

خطی است و دو انتهای آن باز هستند. با مولکول‌های هیستون در ارتباط است. فقط در مرحلهٔ اینترفاز همانندسازی می‌کند. در ساختار کروماتید و کروموزوم X شکل (مضاعف) وجود دارد. در هسته قرار دارد و فقط در هنگام تقسیم در سیتوپلاسم دیده می‌شود.

**سیتوپلاسمی**

حلقوی است و دو انتهای آن به هم متصل است. با مولکول‌های هیستون در تماس نیست. در هر مرحله‌ای از اینترفاز می‌تواند همانندسازی کند. درون میتوکندری‌ها و پلاست‌ها یافت می‌شود. در ساختار کروماتید و یا کروموزوم X شکل به کار نرفته است.

در یک یاختهٔ پوششی زندهٔ انسان، دنا‌ی موجود در هسته ..... دنا‌ی موجود در میتوکندری .....

۱) برخلاف - دو رشته‌ای و حلقوی است.

۲) برخلاف - توسط پوششی دو غشایی احاطه شده است.

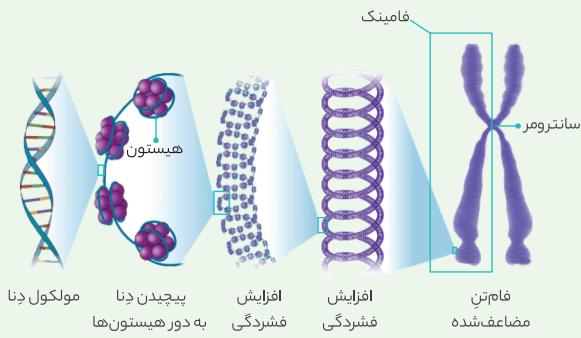
۳) همانند - به صورت کروماتینی یا به صورت فشرده یافت می‌شود.

۴) همانند - به طور معمول در تماس با مایع درون سیتوپلاسم قرار نمی‌گیرد.

۱ در توضیح گزینهٔ «۲» بدانید که هم هسته و هم میتوکندری پوشش دوغشایی دارند.

**عکس و مکث**

با توجه به شکل می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:



۱ فشردگی کروموزوم‌ها چندین مرحله دارد.

۲ دنا حالت مارپیچی و دو رشته‌ای دارد.

۳ کم‌ترین فشردگی دنا به وسیلهٔ پروتئین‌ها، نوکلئوزوم می‌باشد که در کروماتین دیده می‌شود.

۴ به دنبال افزایش پروتئین‌ها و پیچ‌وتاب بیشتر دنا، فشردگی کروموزوم بیشتر می‌شود.

۵ میزان فشردگی کروموزوم در نقاط مختلف آن متفاوت است (به قطر آن در نقاط مختلف دقت کنید).

۶ سانترومر کروموزوم لزوماً در وسط آن قرار ندارد.

۷ نوکلئوزوم‌ها درون کروموزوم‌های فشرده هم وجود دارند اما تنها عامل فشردگی نیستند.

**نکته!**

دنا‌ی خطی همواره به صورت فشرده و مرتبط با مولکول‌های پروتئینی است. ساده‌ترین حالت ممکن برای دنا‌ی خطی، مربوط به زمانی است که این دنا در حال انجام همانندسازی (یا رونویسی) است. در چنین شرایطی در محل انجام همانندسازی (و نه در همهٔ نقاط دنا) موقتاً دنا از مولکول‌های پروتئینی جدا می‌شود و هیچ‌گونه فشردگی ندارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

۱ دقت کنید که در محل نوکلئوزوم، مولکول دنا حدود دو دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی هیستون (نه ۸ جفت!) می‌پیچد. مولکول‌های هیستون کروی شکل می‌باشند.

۳ دقت کنید که کروموزوم‌ها ممکن است مضاعف یا غیرمضاعف باشند. کروموزوم‌های غیرمضاعف از دو بخش یکسان (همان کروماتیدها) تشکیل نشده‌اند.

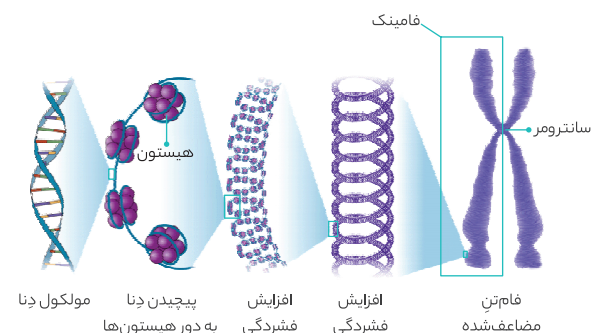
۴ پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های کروماتینی دو برابر می‌شوند. این دو برابر شدن رشته‌های کروماتینی در واقع همان دو برابر شدن تعداد مولکول‌های دنا‌ی خطی است که منجر به مضاعف شدن کروموزوم‌ها می‌شود.

**نکته!**

راستی تا یادم نرفته بهتون بگم که دنا نوعی نوکلئیک‌اسید است. انواع نوکلئیک‌اسیدها را در جدول بعدی می‌بینید.

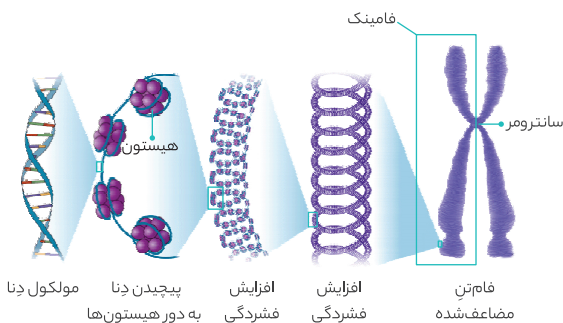


دقت کنید که خارجی‌ترین یاخته‌های زندهٔ پوست انسان، همان یاخته‌های زندهٔ موجود در لایهٔ اپیدرم پوست هستند که به دنبال تقسیمات خود، یاخته‌های کنده‌شده را جایگزین می‌کنند. طبق این شکل، کروموزوم‌ها در مرحلهٔ تقسیم باید به صورت فشرده درآیند و به فرم استاندارد خود (فرم X شکل) تبدیل شوند.





مقایسه انواع نوکلئیک اسیدها	دنا (DNA)	رنا (RNA)
نام کامل آن چیست؟	دئوکسی ریبونوکلئیک اسید	ریبونوکلئیک اسید
نام واحدهای سازنده آن (مونومرهای آن) چیست؟	دئوکسی ریبونوکلئوتید	ریبونوکلئوتید
هر مونومر موجود در ساختار آن‌ها دارای چه بخش‌هایی است؟	یک گروه فسفات، یک باز آلی نیتروژن دار و یک قند پنج کربنه	یک گروه فسفات، یک باز آلی نیتروژن دار و یک قند پنج کربنه به نام ریبوز
بازهای آلی نیتروژن دار موجود در آن، کدامند؟	دو حلقه‌ای (A و G) و تک حلقه‌ای (C و T)	دو حلقه‌ای (A و G) و تک حلقه‌ای (U و C)
حالت مارپیچی؟	داره	نداره
چند رشته پلی نوکلئوتیدی دارد؟	دوتا	یکی
پیوند هیدروژنی داره؟	آره (همیشه)	غالباً نداره (به جز رنا ناقل)
انواع شکل‌ها	خطی	همواره خطی
در انتهای رشته فسفات آزاد داره؟	آره	نه
کجا یافت میشه؟	در هسته یوکاریوت‌ها	در همه جانداران؛ هم در هسته و هم در سیتوپلاسم (درون اندامک‌های میتوکندری و انواع پلاست)
در همه جانداران یافت میشه؟	نه	آره
مهم‌ترین مثال‌های آن	دنا هسته‌ای (یا دناهای موجود در کروموزوم‌های یوکاریوتی - دناهای موجود در کروماتین - دنا کروماتید)	انواع رناها از جمله رنا پیک (mRNA)، رنا ناقل (tRNA)، رنا رناتی (rRNA) و انواع رناهای کوچک



### ترکیب با آینده

در فصل ۱ زیست دوازدهم خواهید خواند در ساختار دنا چهار نوع نوکلئوتید وجود دارد که فقط از نظر بازهای آلی با هم متفاوت هستند. بازهای آلی ترکیباتی نیتروژن دار هستند که در دنا به چهار نوع A (آدنین)، T (تیمین)، C (سیتوزین) و G (گوانین) دسته‌بندی می‌شوند. A و T با هم و C و G با هم مکمل هستند و با پیوند هیدروژنی همدیگر را جذب می‌کنند.

#### فصل ۱ - دوازدهم

### ترکیب با گذشته

راستی اینو هم بدونید که تجزیه آمینواسیدها (واحدهای سازنده پروتئین‌ها) و نوکلئوتیدها (واحدهای سازنده نوکلئیک‌اسیدها) منجر به تولید آمونیاک می‌شود. زیرا هم آمینواسیدها و هم نوکلئوتیدها دارای نیتروژن هستند. آمونیاک بسیار سمی است و تجمع آن در خون به سرعت به مرگ منجر می‌شود. کبد آمونیاک را با کربن دی‌اکسید ترکیب کرده و اوره را ایجاد می‌کند که سمیت بسیار کمتری دارد و بنابراین امکان انباشته شدن آن و دفع با فاصله زمانی امکان پذیر است. کلیه‌ها اوره را از خون می‌گیرند و به وسیله ادرار از بدن دفع می‌کنند.

#### فصل ۵ - دهم



### سؤال چی میگه؟ این شکل نشان‌دهنده اولین مرحله فشردگی کروموزوم

می‌باشد و بخش‌های (۱)، (۲) و (۳) مشخص شده در آن به ترتیب معرف مولکول دنا، مولکول هیستون و نوکلئوزوم می‌باشند.

زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، کروموزوم‌ها در هم بیچ خورده و کروماتین را ایجاد می‌کنند. در چنین شرایطی فشردگی کروموزوم‌ها حداقل بوده و به صورت همین ساختارهای نوکلئوزوم می‌باشد. در واقع در هنگامی که یاخته در حال تقسیم نیست، نوکلئوزوم‌ها ایجادکننده ساختار نهایی کروموزوم (و کروماتین) هستند.

**لب کلام اینکها!** پس کروموزوم‌ها همواره فشرده هستند. در مراحل قبل از تقسیم، این فشردگی به صورت نوکلئوزوم است اما در هنگام تقسیم این فشردگی بسیار بیشتر می‌شود (البته با حفظ شدن و نزدیک تر شدن نوکلئوزوم‌ها).

### بررسی سایر گزینه‌ها

❶ دقت کنید که در محل نوکلئوزوم همواره مولکول دنا حدود دو دور در اطراف هیستون‌ها می‌پیچد. در هنگام افزایش فشردگی کروموزوم‌ها، تعداد دورهای پیچش مولکول دنا به اطراف هیستون‌ها تغییر نمی‌کند بلکه با پیچ و تاب خوردن بیشتر دنا و نزدیک تر شدن نوکلئوزوم‌ها، فشردگی کروموزوم افزایش می‌یابد.

❷ با توجه به شکل زیر مشخص است که دنا حالت مارپیچی و دو رشته‌ای دارد اما اگر به همین شکل دقت کنیم مشخص می‌شود که زیرواحدهای سازنده دنا (همان نوکلئوتیدها) چهار نوع هستند که دو به دو با هم جفت می‌شوند.



**نکته**

این نکته رو حواستون باشه که هیچ‌گاه نمی‌تون فشرده‌ترین حالت کروموزوم را درون هسته دید. زیرا این حالت مربوط به مرحله متافاز تقسیم است که در آن نمی‌تون پوشش هسته را دید. پس فشرده‌ترین حالت کروموزوم همواره در سیتوپلاسم قرار دارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

- می‌دانیم که فشرده‌شدن کروموزوم چندین مرحله دارد که اولین مرحله آن ایجاد نوکلئوزوم است. بیشترین مراحل مربوط به فشرده‌گی کروموزوم‌ها زمانی دیده می‌شود که کروموزوم بیشترین میزان فشرده‌گی را داشته باشد.
- هرچه کروموزوم فشرده‌تر باشد، فاصله سانترومر تا انتهای آن (انتهای کروماتید) کم‌تر است. این فاصله در کروموزومی که حداکثر فشرده‌گی را دارد، به حداقل ممکن می‌رسد.
- بله! فقط و فقط در مرحله تقسیم می‌تون کروموزوم را در حداکثر فشرده‌گی خودش دید. این اتفاق مربوط به مرحله متافاز است.



کروموزوم تک کروماتیدی

کروموزوم دو کروماتیدی



طبق متن کتاب درسی، هرگونه از جانداران، تعداد معینی کروموزوم در (هسته) یاخته‌های پیکری خود دارند که به آن عدد کروموزومی می‌گویند (البته در این رابطه استثنائاتی هم داریم؛ با ما همراه باشید!). یاخته‌های پیکری، همان یاخته‌های غیرجنسی جاندار هستند. در انسان در شرایط طبیعی در یاخته‌های پیکری (غیرجنسی) هر هسته، ۴۶ کروموزوم دارد.

**نکته**

البته دقت کنید که اگر عبارت «در شرایط طبیعی» از این جمله حذف شود، جمله نادرست می‌شود. زیرا انسان‌های ۴۷ کروموزومی در هر هسته یاخته‌های پیکری خود ۴۷ کروموزوم دارند نه ۴۶ تا!

**بررسی سایر گزینه‌ها**

- یاخته‌های هسته‌دار موجود در بدن جانداران می‌توانند از نظر ژنی متفاوت باشند. به این نمودار توجه کنید. برای درک بهتر موضوع در مورد انسان مثال میزنم.

**عدد کروموزومی در یاخته‌های یک انسان سالم و بالغ**

- در یاخته‌های تک هسته‌ای و پیکری ◀ ۴۶
- در یاخته‌های تک هسته‌ای و جنسی ◀ ۲۳
- در تار ماهیچه اسکلتی ◀ اگر سه هسته‌ای باشد ◀  $3 \times 46 = 138$   
◀ اگر چهار هسته‌ای باشد ◀  $4 \times 46 = 184$   
و ...!
- در یاخته ماهیچه قلبی ◀ بیشتر یک هسته‌ای ◀ ۴۶  
◀ بعضی دو هسته‌ای ◀ ۹۲
- در گویچه‌های قرمز بالغ ◀ بدون هسته ◀ صفر



درست است که همواره تعداد زنجیره‌های پلی‌نوکلئوتیدی در یک کروموزوم دو برابر تعداد کروماتید است اما این گزینه نادرست است. دقت کنید که شما نمی‌تونید از لفظ «کروماتیدها» برای هر کروموزوم استفاده کنید. زیرا ممکن است آن کروموزوم تک کروماتیدی باشد.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

- هیچ تفاوتی در ژن‌های یک کروموزوم در حالت‌های مضاعف و غیرمضاعف وجود ندارد و تنها تفاوت، دو برابر بودن تعداد ژن‌های یک کروموزوم در حالت مضاعف نسبت به حالت غیرمضاعف است. اما تعداد ژن‌ها دلیل به تنوع ژنی نمی‌شود.

**نکته**

پس چون کروماتیدهای خواهری یکسان هستند، هیچ تنوع ژنی بین آن‌ها قابل مشاهده نیست.

- می‌دانیم که طول دنا همواره ثابت است. در هنگام فشرده شدن کروموزوم، به دنبال پیچ خوردن بیشتر دنا، طول کروموزوم کوتاه می‌شود نه طول دنا.
- این دیگه کاملاً واضح و توضیحی نمی‌خواد.

**نکته**

برای این‌که تغییرات عوامل مختلف در هنگام فشرده شدن یک کروموزوم بهتر یادتون بمونه، نمودار زیر رو بهتون پیشنهاد می‌کنم.

**فشرده شدن کروموزوم‌ها**

- کاهش می‌یابد**
  - طول کروموزوم
  - فضای اشغال شده توسط دنا
  - فاصله سانترومر تا انتهای کروموزوم
- ثابت می‌ماند**
  - قطر دنا
  - طول دنا
  - ژن‌ها و توالی دنا
- افزایش می‌یابد**
  - ضخامت کروموزوم
  - وزن کروموزوم
  - میزان پروتئین‌های کروموزوم
  - میزان رنگ‌پذیری کروموزوم



**سؤال چی می‌گه؟** تصویر نشان داده شده مربوط به کروموزومی با بیشترین میزان فشرده‌گی است. این کروموزوم فقط در مرحله تقسیم مشاهده می‌شود. بخش‌های (۱) و (۲) به ترتیب معرف کروماتیدهای خواهری و سانترومر هستند. دقت کنید که قبل از تقسیم و به دنبال دو برابر شدن رشته‌های کروماتینی است که کروموزوم مضاعف می‌شود و به اصطلاح دو کروماتیدی می‌شود. کروماتیدهای خواهری از هر نظری که دلت بخواد یکسان هستن (البته در شرایط طبیعی؛ سرچاش می‌گم منظورم چیه!)


**نکته!**

البته دقت کنید که در افراد نابالغ هیچ یاخته تک‌هسته‌ای و ۲۳ کروموزومی ایجاد نمی‌شود.

۲ انسان و زیتون هر دو ۴۶ کروموزومی هستند اما از دو گونه مختلف.

**ترکیب یا گذشته و آینده**

گونه به مجموعه‌ای از جانداران شبیه به هم می‌گویند که می‌توانند با هم تولیدمثل کرده و زاده‌های زیستا و زایا ایجاد کنند.

**فصل ۱ - دهم و فصل ۴ - دوازدهم**

۳ یاخته‌های غیرجنسی یا پیکری طبق نمودار قبل می‌توانند اعداد کروموزومی مختلفی داشته باشند.

۲ در شرایط طبیعی در یک انسان هر ..... قطعاً ..... دارد.

- ۱) یاخته جنسی - ۴۶ کروموزوم در هسته خود
- ۲) یاخته غیرجنسی - ۴۶ کروموزوم در هر هسته خود
- ۳) یاخته جنسی - تعداد برابری کروماتید و کروموزوم
- ۴) یاخته غیرجنسی - درون خود حداکثر ۴۶ کروموزوم

۳ مثال نقض گزینه «۲»، گویچه قرمز بالغ و یاخته‌های تک هسته‌ای هستند و مثال نقض گزینه «۴»، یاخته‌های دارای بیش از یک هسته می‌باشد.



تعداد کروموزوم نمی‌تواند نشان‌دهنده پیچیدگی جانداران باشد؛ وگرنه اگر این‌طور بود، انسان باید بیشترین تعداد کروموزوم را می‌داشت. برابر بودن تعداد کروموزوم‌ها در انسان و زیتون نیز تأیید می‌کند که تعداد کروموزوم‌ها ارتباطی با میزان پیچیدگی جاندار ندارد.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

۱ تعداد کروموزوم‌ها در جانداران مختلف (به جز باکتری‌ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است. اما این گزینه نادرست است. زیرا تعداد کروموزوم در هر جاندار همواره ثابت است!

**ترکیب با آینده**

باکتری‌ها فقط یک کروموزوم اصلی دارند که از دای حلقوی ایجاد شده است و از یک نقطه به غشا متصل شده است. البته باکتری‌ها ممکن است تعدادی کروموزوم کمکی به نام پلازمید داشته باشند که این مولکول‌ها نیز از دای حلقوی ایجاد می‌شوند اما برخلاف کروموزوم اصلی باکتری دیگر به غشا متصل نمی‌شوند.

**فصل ۱ - دوازدهم**

۳ اگر این یاخته پیکری نباشد و جنسی باشد، آن‌گاه ۴۶ کروموزومی نیست. در انسان گامت‌ها (یاخته‌های جنسی) ۲۳ کروموزومی هستند.

۴ در انسان و زیتون با این‌که یاخته‌های پیکری و تک‌هسته‌ای ۴۶ کروموزومی هستند اما مسلماً نوع و تعداد ژن‌ها بسیار باهم متفاوت است. زیرا اگر یکسان می‌شدند یا ما زیتون می‌شدیم یا زیتون، انسان!!!

**نکته!**

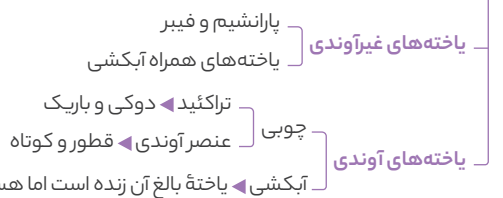
پس دقت کنید که نمی‌توان با دانستن عدد کروموزومی، نوع جاندار را به‌طور دقیق پیش‌بینی کرد. زیرا انسان و زیتون هر دو ۴۶ کروموزومی‌اند. البته مثال‌های زیاد دیگری هم می‌توان گفت اما خارج از کتاب درسی هستند و به همین خاطر من هم صرف نظر می‌کنم.

در شرایط طبیعی فقط یاخته‌های ماهیچه‌ای در انسان هستند که می‌توانند بیش از یک هسته داشته باشند. یاخته‌های ماهیچه اسکلتی همگی چند هسته‌ای هستند و یاخته‌های ماهیچه قلبی نیز بیشتر یک و بعضی دو هسته‌ای هستند. یاخته‌های ماهیچه قلبی و هم یاخته‌های ماهیچه اسکلتی می‌توانند در غشای خود پیام الکتریکی ایجاد کنند. (فصل ۴ - دهم و فصل ۳ - یازدهم)

**بررسی سایر گزینه‌ها**

۱ زیتون یک نهادانه است. در نهادانگان علاوه بر یاخته‌های بالغ آوند آبکشی، یاخته‌های همراه نیز یاخته‌های زنده‌ای هستند که به انتقال شیره‌های گیاهی کمک می‌کنند. یاخته‌های همراه برخلاف یاخته‌های بالغ آوند آبکشی دارای هسته هستند و بنابراین ۴۶ کروموزومی هستند و عدد کروموزومی متفاوتی با گویچه‌های قرمز بالغ دارند. گویچه‌های قرمز بالغ انسان فاقد هسته و کروموزوم هستند. (فصل ۶ - دهم)

۳ باز هم می‌توان یاخته بالغ آوند آبکشی را مثال زد. این یاخته‌ها نقش خاصی در افزایش استحکام گیاه ندارند. (فصل ۶ - دهم)

**سامانه بافت آوندی در نهادانگان**


۴ ممکن است این یاخته چند هسته‌ای باشد. در شرایط طبیعی، یاخته‌های پیکری انسان به ازای هر هسته خود، ۴۶ کروموزوم دارند.



۱ **سؤال چی می‌گه؟** دقیقاً متنی که در صورت این سؤال استفاده شده است، تعریف کتاب درسی از کاربوتیپ است. فقط مورد «ب» در این رابطه درست است.

**بررسی همه موارد**

الف) در کاربوتیپ کروموزوم‌ها بر اساس شکل، اندازه و محل قرارگیری سانترومرها مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند. پس می‌توان گفت در این کروموزوم‌ها، علاوه بر شکل و اندازه، محل قرارگیری سانترومر نیز متفاوت است.

ب) در کاربوتیپ کروموزوم‌ها در حداکثر فشردگی خود قرار دارند. پس این کروموزوم‌ها در کوتاه‌ترین و ضخیم‌ترین حالت خود هستند.

ج) با دقت به شکل کاربوتیپ مشخص است که یک جفت کروموزوم آخر (که به کروموزوم جنسی معروف‌اند) لزوماً یکسان نیستند.

**نکته!**

در انسان و بعضی از جانداران (نه لزوماً جانوران) کروموزوم‌هایی وجود دارد که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این کروموزوم‌ها، کروموزوم‌های جنسی گفته می‌شود. کروموزوم‌های جنسی ممکن است شبیه به هم نباشند. کروموزوم‌های جنسی در انسان را با نماد X و Y نشان می‌دهند. هسته یاخته‌های پیکری زنان دو کروموزوم X و مردان یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y دارند.





**سؤال چی میگه؟** دقت کنید که برای تعیین تعداد کروموزومها از کاریوتیپ استفاده می‌شود. کاریوتیپ تصویری از کروموزومها در حداکثر فشردگی است. حداکثر فشردگی در کروموزوم فقط در مرحله تقسیم اتفاق می‌افتد. بنابراین فقط از یاخته‌هایی می‌توان کاریوتیپ گرفت که توانایی تقسیم شدن دارند. موارد «الف و ج» در این رابطه درست می‌باشند.

#### بررسی همه موارد

الف) لنفوسیت‌های T در غده تیموس بالغ می‌شوند. غده تیموس تنها غده درون ریز موجود در قفسه سینه است. لنفوسیت‌های T بالغ، یاخته‌هایی هستند که در صورت برخورد با آنتی‌ژن مکمل با گیرنده خود می‌توانند تقسیم شوند. بنابراین از این یاخته‌ها می‌توان در جهت تهیه کاریوتیپ استفاده کرد. (فصل ۵ - یازدهم)

ب) ماکروفاژ و یاخته دارینه‌ای حاصل تمایز منوسیت هستند. این یاخته‌ها هیچ‌گاه نمی‌توانند تقسیم شوند. (فصل ۵ - یازدهم)

ج) ویژگی حافظه‌دار بودن دفاع اختصاصی و دستگاه ایمنی انسان را یاخته‌های خاطره ایجاد می‌کنند. در صورتی که همان آنتی‌ژن اولیه مجدداً به بدن وارد شود، یاخته‌های خاطره به سرعت تقسیم می‌شوند. (فصل ۵ - یازدهم)

د) لنفوسیت‌های T کشنده و کشنده طبیعی هستند که پرفورین و آنزیم القاننده مرگ برنامه‌ریزی شده را ترشح می‌کنند. هیچ‌کدام از این یاخته‌ها توانایی تقسیم شدن را ندارند. (فصل ۵ - یازدهم)

از کدام یک از یاخته‌های زیر، به‌طور دائم می‌توان کاریوتیپ تهیه کرد؟

- ۱) گویچه قرمز بالغ  
۲) تار ماهیچه‌ای نوع کند  
۳) لنفوسیت B خاطره  
۴) یاخته بنیادی میلوئیدی

۴ گزینه «۴» صحیح است.

#### نکته

از یاخته‌های زیر نمی‌توان در جهت تهیه کاریوتیپ استفاده کرد.

- ۱ نوروها
- ۲ تارهای ماهیچه اسکلتی نوع تند و کند
- ۳ یاخته‌های ماهیچه قلبی
- ۴ همه گویچه‌های سفید به‌جز لنفوسیت‌های B و T بالغ و یاخته‌های خاطره آن‌ها
- ۵ یاخته پادتن‌ساز و لنفوسیت T کشنده (همان لنفوسیت‌های عمل‌کننده)
- ۶ گویچه‌های قرمز بالغ (که اصلاً هسته ندارد)



**سؤال چی میگه؟** می‌دانیم که آنزیم کربنیک انیدراز در گویچه‌های قرمز یافت می‌شود. در انسان این یاخته‌ها فاقد هسته‌اند و بنابراین نمی‌توان از آن‌ها کاریوتیپ گرفت.

یاخته‌های استخوانی نزدیک محل شکستگی‌های غیرمعمول، تقسیم می‌شوند تا استخوان ترمیم شود. پس از این یاخته‌ها می‌توان در جهت تهیه کاریوتیپ استفاده کرد. (فصل ۳ - یازدهم)

#### بررسی سایر گزینه‌ها

۱) یاخته‌های موجود در صفحه رشد در یک فرد ۳۰ ساله دیگر حالت غضروفی ندارند و استخوانی هستند و بنابراین نمی‌توان در شرایط معمول از آن‌ها در جهت تهیه کاریوتیپ استفاده کرد. (فصل ۳ - یازدهم)

#### نکته

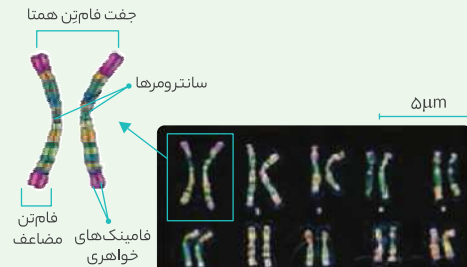
پس کروموزوم‌های جنسی در زنان (XX) شبیه‌اند اما در مردان (XY) متفاوت هستند.

**لب کلام اینک!** پس در کاریوتیپ زنان هر کروموزوم، یک کروموزوم شبیه به خود دارد اما در مردان فقط کروموزوم‌های جنسی شبیه به هم نیستند.

د) اگر به شکل کاریوتیپ دقت کنید، کروموزوم‌ها از کروموزوم شماره ۱ (که بزرگ‌ترین است) به بعد، رفته‌رفته کوچک‌تر می‌شوند. اما در این بین یک استثناء وجود دارد و آن هم کروموزوم جنسی X است. این کروموزوم از کروموزوم قبل از خود (یعنی کروموزوم شماره ۲۲) کوچک‌تر نیست بلکه بزرگ‌تر است و اندازه آن تقریباً به اندازه کروموزوم ۸ یا ۹ است.

#### عکس و مکت

به نکات زیر در رابطه با کاریوتیپ دقت کنید:



- ۱ بزرگ‌ترین کروموزوم در انسان، کروموزوم شماره ۱ است که در ابتدای کاریوتیپ قرار می‌گیرد.
- ۲ کوچک‌ترین کروموزوم در زنان، کروموزوم شماره ۲۲ است و در مردان کروموزوم جنسی Y می‌باشد.
- ۳ در زنان هر کروموزوم موجود در کاریوتیپ، یک کروموزوم شبیه به خود دارد. به این کروموزوم‌های شبیه به هم، کروموزوم همتا می‌گویند.
- ۴ زنان ۲۳ جفت کروموزوم همتا دارند اما مردان ۲۲ جفت. کروموزوم‌های جنسی در زنان همتا هستند (XX) اما در مردان خیر (XY).

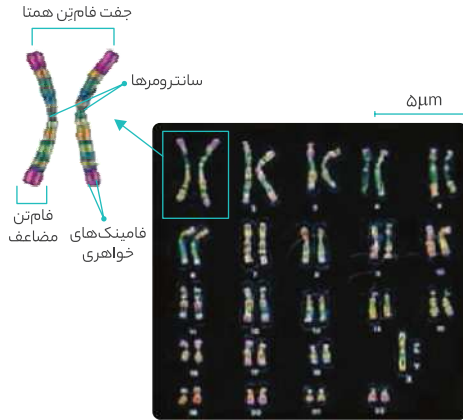
#### نکته

بدانید که هرچه یک کروموزوم بزرگ‌تر باشد، اولاً می‌تواند تعداد ژن‌های بیشتری داشته باشد، دوماً تعداد نوکلئوتیدها و وزن آن بیشتر است و سوماً می‌تواند درون خود تعداد بیشتری نوکلئوزوم داشته باشد.

در کروموزوم جنسی X نسبت به کروموزوم جنسی Y ..... است.

- ۱) تعداد واحدهای ساختاری سازنده، کم‌تر
- ۲) تعداد زنجیره‌های پلی‌نوکلئوتیدی، بیشتر
- ۳) تعداد مولکول‌های هیستون متصل به دنا، بیشتر
- ۴) تعداد ژن‌های مؤثر در تعیین صفات، کم‌تر

۳ گزینه «۳» صحیح است.


**نکته!**

البته دقت کنید که اگر فشردگی کروموزوم‌ها کم‌تر باشد، قطعاً طول آن‌ها بیشتر می‌شود و ممکن است طول آن‌ها چندین برابر ۵ میکرومتر شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

- کوچک‌ترین کروموزوم غیرجنسی انسان، کروموزوم شماره ۲۲ است. در زنان کروموزوم شماره ۲۲ از هر دو کروموزوم جنسی X کوچک‌تر است.
- در مردان کوچک‌ترین کروموزوم، همان کروموزوم جنسی Y است که کوچک‌ترین کروموزوم جنسی نیز هست.
- بزرگ‌ترین کروموزوم انسان، کروموزوم شماره ۱ است که غیرجنسی است. یعنی در تعیین جنسیت انسان، نقش مستقیمی ندارد.

**نکته!**

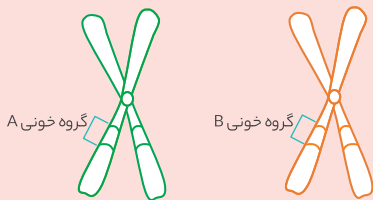
در ضمن حواستون به این موضوع هم باشه که هر انسان لزوماً همه ژن‌ها و کروموزوم‌های مربوط به تعیین جنسیت را ندارد. زیرا زنان فاقد کروموزوم جنسی Y هستند.



**سؤال چی می‌گه؟** کروموزوم‌های نشان داده‌شده در شکل، نسبت به هم کروموزوم هم‌تا هستند.

**نکته!**

کروموزوم‌های هم‌تا کروموزوم‌هایی هستند که از نظر شکل، اندازه و محل قرارگیری سانترومر یکسان هستند اما از نظر ژنی غالباً متفاوت می‌باشند. به همین دلیل می‌گوییم که این کروموزوم‌ها شبیه هستند و نمی‌گوییم که یکسان‌اند. اما بگذارید بیشتر توضیح بدهم! اگر یک ناحیه از یک کروموزوم در مورد گروه خونی باشد، دقیقاً همان قسمت از کروموزوم هم‌تای آن نیز در مورد گروه خونی است. پس موضوع ژنی هم در کروموزوم‌های هم‌تا یکسان است. اما نوع ژن‌ها غالباً متفاوت است. مثلاً اگر یک کروموزوم ژن مربوط به گروه خونی A را داشته باشد، کروموزوم هم‌تای آن مثلاً می‌تواند ژن مربوط به گروه خونی B را داشته باشد. مطابق شکل.



**لب کلام اینک!** پس کروموزوم‌های هم‌تا نسبت به هم شبیه‌اند اما توجه کنید که کروماتیدهای خواهری یکسان‌اند.

۲ در شرایطی که ید در بدن فرد کم باشد، هورمون‌های تیروئیدی در خون فرد کاهش یافته و به دنبال آن ترشح هورمون محرک تیروئید از هیپوفیز پیشین به خون افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی این هورمون با اثر بر یاخته‌های هدف خود باعث تقسیم آن‌ها و بزرگ شدن غده تیروئید می‌شود تا تیروئید بتواند ید بیشتری را جذب کند. به این حالت، گواتر می‌گویند. (فصل ۴ - یازدهم)

**لب کلام اینک!** در شرایط کمبود ید، هورمون محرک تیروئید موجب تقسیم یاخته‌های تیروئید می‌شود؛ پس در این شرایط می‌توان از این یاخته‌ها کاربوتیپ گرفت. ۳ یاخته‌های موجود در گره اول (گره سینوسی - دهلیزی) در شبکه هادی قلب هستند که ایجادکننده دستور انقباض دهلیزها و بطن‌ها می‌باشند. این یاخته‌ها همان یاخته‌های ماهیچه قلبی هستند و بنابراین توانایی تقسیم شدن ندارند. در ضمن از خود گویچه‌های قرمز بالغ هم نمی‌توان کاربوتیپ تهیه کرد. (فصل ۴ - دهم)



فقط مورد «ب» عبارت را به درستی تکمیل می‌کند.

**بررسی همه موارد**

الف) کروموزوم‌های X و Y کروموزوم‌هایی هستند که در تعیین جنسیت نقش دارند. در زنان دو کروموزوم جنسی X باهم هم‌تا هستند، اما در مردان کروموزوم‌های جنسی X و Y باهم هم‌تا نیستند.

ب) کوچک‌ترین کروموزوم غیرجنسی، کروموزوم شماره ۲۲ است. در کاربوتیپ انسان، همه کروموزوم‌های غیرجنسی دارای کروموزوم هم‌تا هستند.

ج) دقت کنید که در مردان است که در هر هسته یاخته پیکری ۲۴ نوع کروموزوم وجود دارد اما در زنان ۲۳ نوع کروموزوم در هسته یاخته‌های پیکری یافت شود.

در مردان ۲۲ نوع کروموزوم غیرجنسی و دو نوع کروموزوم جنسی X و Y وجود دارد اما در زنان ۲۲ نوع کروموزوم غیرجنسی و یک نوع کروموزوم جنسی X یافت می‌شود.

**لب کلام اینک!** مردان در هسته یاخته‌های پیکری خود ۲۴ نوع کروموزوم دارند در حالی که زنان ۲۳ نوع کروموزوم در هسته یاخته‌های پیکری خود دارند.

د) در مردان کوچک‌ترین کروموزوم، کروموزوم جنسی Y است که مستقیماً در تعیین جنسیت نقش دارد و اما در زنان کوچک‌ترین کروموزوم، کروموزوم شماره ۲۲ است که غیرجنسی است و نقشی در تعیین جنسیت ندارد.

**در کاربوتیپ، هر کروموزوم ..... در هر انسان سالم و بالغ، قطعاً .....**

- جنسی - یک کروموزوم هم طول و مشابه خود دارد.
- غیرجنسی - تعداد کروماتید و سانترومر برابری دارد.
- جنسی - از کروموزوم‌های قبل از خود سبک‌تر است.
- غیرجنسی - دارای یک کروموزوم مشابه با منشأ متفاوت است.

۴ دقت کنید که در گزینه «۴»، منظور از منشأ کروموزوم‌ها، پدری یا مادری بودن آن‌هاست.



**سؤال چی می‌گه؟** دقت کنید که در این سؤال باید حواستون باشه که

بزرگ‌ترین کروموزوم غیرجنسی انسان، کروموزوم شماره ۱ است. بزرگ‌ترین کروموزوم جنسی، کروموزوم X است. هم‌چنین کوچک‌ترین کروموزوم غیرجنسی در انسان کروموزوم شماره ۲۲ است. کوچک‌ترین کروموزوم جنسی نیز کروموزوم Y است. توجه کنید که چون در صورت سؤال ذکر نشده که منظور زنان است یا مردان؛ پس باید کل جمعیت انسان را در نظر بگیریم و همه کروموزوم‌ها را لحاظ کنیم. طبق شکل، اندازه همه کروموزوم‌های انسان در کاربوتیپ از ۵ میکرومتر کم‌تر است.



**سؤال چی میگه؟** طبق صورت سؤال عدد هاپلوئیدی این جاندار  $n=6$  است (یعنی در هر مجموعه کروموزومی آن، ۶ کروموزوم ناهمتا وجود دارد). در ضمن این جاندار ۳۱ است. زیرا سؤال گفته که برای هر کروموزوم خود، دو کروموزوم مشابه (همتا) دیگر دارد! پس در مجموع عدد و مجموعه کروموزومی جاندار فوق،  $3n=18$  است.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

- ۱) دولاد نیست و سه لاد است.
- ۲) اگر این گونه باشد که این جاندار سه والد دارد!! جمله موجود در این گزینه در مورد برخی از جانداران مثل انسان صادق است، نه الزاماً همه جانداران.
- ۳) توجه کنید که در همه جانداران کروموزوم یا کروموزوم‌های غیرمؤثر در تعیین جنسیت وجود دارد. اما توجه کنید که کروموزوم‌های مؤثر در تعیین جنسیت (کروموزوم‌های جنسی) فقط در انسان و بعضی جانداران قابل مشاهده است.



**سؤال چی میگه؟** دقت کنید که کاریوتیپ مدنظر سؤال مربوط به زنان است. زیرا همه کروموزوم‌های آن، کروموزوم همتا دارند (حتی کروموزوم جنسی). زنان در هر هسته یاخته پیکری خود، ۲۳ نوع کروموزوم متفاوت دارند اما مردان دارای ۲۴ نوع کروموزوم متفاوت می‌باشند. زیرا مردان برخلاف زنان دو نوع کروموزوم جنسی دارند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

- ۱) دقت کنید که هورمون پرولاکتین فقط در مردان موجب تنظیم فعالیت‌های دستگاه تولیدمثلی می‌شود. (فصل ۴ - یازدهم)
- ۲) توجه کنید که در هر مجموعه، تمام کروموزوم‌ها متفاوت‌اند.
- ۳) دقت کنید که کروموزوم‌های همتا به هم شبیه‌اند و یکسان نیستند.



دقت کنید که زنان در هسته یاخته‌های پیکری خود ۲۳ جفت کروموزوم همتا دارند اما مردان ۲۲ جفت؛ که علت آن همتا بودن کروموزوم‌های جنسی در زنان برخلاف مردان است. کروموزوم‌های جنسی در مردان  $(Y, X)$  اندازه‌های متفاوتی دارند و بنابراین ممکن نیست تعداد واحدهای تشکیل دهنده آن‌ها (یعنی نوکلئوتید و آمینواسید) یکسان باشد.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

- ۱) دقت کنید که هم کروموزوم‌های جنسی و هم کروموزوم‌های غیرجنسی دارای ژن‌هایی هستند که بر تعیین جنسیت بی‌تأثیر است اما فقط کروموزوم‌های جنسی هستند که ژن مؤثر بر تعیین جنسیت را دارند. مثلاً بدانید که تولید عامل انعقادی هشت، یک صفت غیرجنسی است که جایگاه آن بر روی کروموزوم جنسی  $X$  قرار دارد.
- ۲) پس در انسان هر کروموزومی که بر جنسیت تأثیر دارد قطعاً جنسی است اما کروموزومی که بر صفات غیرجنسی اثر می‌گذارد لزوماً غیرجنسی نیست.
- ۳) در مردان یاخته‌های دو هسته‌ای (بعضی از یاخته‌های ماهیچه قلبی) دارای دو کروموزوم  $Y$  هستند. در واقع در این یاخته‌ها، هر هسته یک کروموزوم  $Y$  دارد. پس هر یاخته‌ای که دارای دو کروموزوم  $X$  است لزوماً مربوط به زنان نیست. زیرا یاخته‌های دو هسته‌ای در مردان نیز دو کروموزوم  $X$  (و هم چنین دو کروموزوم  $Y$ ) دارند.
- ۴) کوچک‌ترین کروموزوم‌ها در کاریوتیپ زنان، جفت کروموزوم غیرجنسی شماره ۲۲ هستند که از پدر و مادر به ارث برده می‌شوند.

#### نکته

انسان موجودی دیپلوئید (دولاد) است. یعنی دو مجموعه کروموزومی دارد. توجه کنید که در هر مجموعه کروموزومی همه کروموزوم‌ها متفاوت‌اند و هیچ دو کروموزوم همتایی وجود ندارد. هر مجموعه کروموزومی در انسان، ۲۳ کروموزوم متفاوت دارد. اما از آنجایی که انسان جاندار دیپلوئید است پس دو مجموعه ۲۳ تایی از کروموزوم دارد. هر کروموزوم از یک مجموعه با کروموزوم شبیه به خود در مجموعه دیگر، همتا است. البته کروموزوم‌های جنسی در مردان همتا نیستند.

**لب کلام اینک!** پس انسان که جاندار دیپلوئید است، از هر کروموزوم خود دو نسخه دارد که نسبت به هم همتا هستند. هر مجموعه کروموزومی (و هر کدام از کروموزوم‌های همتا) از یکی از والدین به ارث می‌رسند.

#### نکته

- ۱) برای درک بهتر موضوع یک مثال میزنم. در جاندار با عدد و مجموعه کروموزومی  $3n=12$  :
  - ۱) چند نوع کروموزوم متفاوت (از نظر طول، شکل و محل قرارگیری سانترومر) و ناهمتا وجود دارد؟
  - جواب: ۴ نوع - کافی است عدد هاپلوئیدی را حساب کنیم که  $n=4$  است. (به یاخته‌ای که هیچ دو کروموزوم همتایی نداشته باشد، هاپلوئید یا تک‌لاد می‌گویند و آن را با نماد  $n$  نشان می‌دهند).
  - ۲) از هر نوع کروموزوم، چند تا وجود دارد؟
  - جواب: ۳ تا - زیرا  $3n$  است.
  - ۳) چند مجموعه کروموزومی دارد؟
  - جواب: ۳ تا - زیرا  $3n$  است (تریپلوئید یا سه‌لاد).
  - ۴) هر کدام از کروموزوم‌های همتا در انسان، از یکی از والدین به ارث می‌رسند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

- ۱) خیر- زیرا طبق توضیحات داده شده، این کروموزوم‌ها (یعنی کروموزوم‌های همتا) شبیه به هم هستند و یکسان نمی‌باشند.

#### ترکیب با آینده

البته در یک مورد می‌خوانید که ممکن است کروموزوم‌های همتا در یک جاندار یکسان باشند. خواهیم خواند که ماره‌های حاصل از بکرزایی دارای کروموزوم‌های همتای یکسانی هستند. زیرا این کروموزوم‌ها از روی هم ساخته می‌شوند. در فصل بعد کاملاً این موضوع را بررسی خواهیم کرد.

#### فصل ۷ - یازدهم

- ۳) دقت کنید که کروموزوم‌های جنسی در مردان  $(X$  و  $Y)$  همتا نیستند.
- ۴) منظور از این حالت، همان حالتی است که در شکل موجود در سؤال نشان داده شده است. یعنی مضاعف و فشرده؛ اما بدانید که یاخته‌هایی که تقسیم نمی‌شوند (مثل یاخته پادتن‌ساز) نمی‌توانند کروموزوم فشرده و مضاعف داشته باشند.

#### کدام گزینه در رابطه با جاندار با عدد کروموزومی $4n=12$ درست است؟

- ۱) دارای ۴ نوع کروموزوم متفاوت است.
- ۲) هر کروموزوم آن، سه کروموزوم همتا دارد.
- ۳) کروموزوم‌های آن، سه به سه شبیه به هم می‌باشند.
- ۴) در هر مجموعه کروموزومی آن، چهار کروموزوم مشابه وجود دارد.

توجه کنید که این جاندار،  $4n$  است؛ پس کروموزوم‌های آن چهار به چهار شبیه هستند. پس می‌توان گفت در این مثال، هر کروموزوم، سه کروموزوم همتا و شبیه به خود دارد.

**نکته!**

دقت کنید که کوچک‌ترین کروموزوم در مردان (کروموزوم جنسی Y) از پدر به ارث برده می‌شود و نه از والدین!

هر انسان طبیعی که در هر هسته یاخته‌های پیکری تک هسته‌ای خود، برای هر کروموزوم، یک کروموزوم هم‌تا دارد، نمی‌تواند.....

- ۱) در کوچک‌ترین کروموزوم خود، ژن‌های مؤثر بر تعیین جنسیت داشته باشد.
- ۲) در بزرگ‌ترین کروموزوم خود، جایگاه ژنی برای گروه خونی Rh داشته باشد.
- ۳) کروموزوم‌های جنسی با ژن رمزکننده فاکتور انعقادی هشت داشته باشد.
- ۴) فاقد برخی جایگاه‌های ژنی مربوط به تعیین صفات در انسان باشد.

۱ توضیح گزینه‌های «۲» و «۳»:

**ترکیب با آینده**

در ارتباط با کاربوتیپ انسان با توجه به کتاب دوازدهم، جایگاه ژنی سه صفت را باید بدانیم:

- ۱ صفت گروه خونی Rh: جایگاه ژنی آن بر روی کروموزوم شماره ۱ قرار دارد.
- ۲ صفت گروه خونی ABO: جایگاه ژنی آن بر روی کروموزوم شماره ۹ قرار دارد.
- ۳ صفت مربوط به تولید فاکتور انعقادی شماره هشت (VII): جایگاه ژنی آن بر روی کروموزوم X واقع شده است.

**فصل ۳ - دوازدهم**

توضیح گزینه «۴»: دقت کنید که زنان فاقد کروموزوم Y و ژن‌ها و صفات مربوط به آن هستند.



ابتدا به نمودار زیر که نشان‌دهنده تعداد کروموزوم‌های Y در یاخته‌های یک مرد سالم و بالغ می‌باشد به دقت نگاه کنید.

**تعداد کروموزوم Y**

- صفر عدد } گویچه‌های قرمز بالغ  
نیمی از اسپرم‌ها (و اسپرماتیدها و اسپرماتوسیت‌های ثانویه)
- یک عدد } همه یاخته‌های پیکری و تک هسته‌ای  
نیمی از اسپرم‌ها (و اسپرماتیدها و اسپرماتوسیت‌های ثانویه)
- دو عدد } فقط بعضی از یاخته‌های ماهیچه قلبی (همان دو هسته‌ای‌ها)
- از سه عدد به بالا } فقط در یاخته‌های ماهیچه اسکلتی که چند هسته‌ای هستند.

**تعداد کروموزوم‌های جنسی Y در یاخته‌های بدن**

در مردان	
صفر عدد	در گویچه‌های قرمز بالغ
صفر عدد	در نیمی از اسپرم‌ها، اسپرماتیدها و اسپرماتوسیت‌های ثانویه
یک عدد	در همه یاخته‌های پیکری و تک هسته‌ای (مثل پوششی، عصبی و ...)
یک عدد	در نیمی دیگر از اسپرم‌ها، اسپرماتیدها و اسپرماتوسیت‌های ثانویه
دو عدد	در یاخته‌های ماهیچه قلبی دو هسته‌ای
از سه عدد به بالاتر	در یاخته‌های ماهیچه اسکلتی (چند هسته‌ای‌اند)

در زنان	
در یاخته‌های زنان هیچ‌گاه کروموزوم جنسی Y دیده نمی‌شود.	
البته اگر در رحم زنان باردار، فرزند پسر وجود داشته باشد، در یاخته‌های این فرزند می‌توان تعداد متفاوتی از این کروموزوم را دید. دقت کنید که این یاخته‌ها جزء یاخته‌های بدن مادر به حساب نمی‌آیند.	
تعداد کروموزوم‌های جنسی X در یاخته‌های بدن	
در مردان	
صفر عدد	در گویچه‌های قرمز بالغ
صفر عدد	در نیمی از اسپرم‌ها، اسپرماتیدها و اسپرماتوسیت‌های ثانویه
یک عدد	در همه یاخته‌های پیکری و تک هسته‌ای (مثل پوششی، عصبی و ...)
یک عدد	در نیمی دیگر از اسپرم‌ها، اسپرماتیدها و اسپرماتوسیت‌های ثانویه
دو عدد	در یاخته‌های ماهیچه قلبی دو هسته‌ای
از سه عدد به بالاتر	در یاخته‌های ماهیچه اسکلتی (چند هسته‌ای‌اند)
در زنان	
صفر عدد	در گویچه‌های قرمز بالغ
یک عدد	در همه اووسیت‌های ثانویه، همه اجسام قطبی و همه تخمک‌ها
دو عدد	در همه یاخته‌های پیکری و تک هسته‌ای
سه عدد	وجود ندارد
چهار عدد	در یاخته‌های دو هسته‌ای ماهیچه قلبی
پنج عدد	وجود ندارد
شش عدد به بالاتر (البته زوج)	در یاخته‌های ماهیچه اسکلتی (چند هسته‌ای‌اند)

تارهای ماهیچه اسکلتی می‌توانند دارای مولکول ذخیره‌کننده اکسیژن (همان میوگلوبین) باشند. (فصل ۳ - یازدهم)

**بررسی سایر گزینه‌ها**

- ۱ اسپرم‌های فاقد کروموزوم Y، نقشی در انتقال گازهای تنفسی ندارند.
- ۲ اسپرم‌های دارای کروموزوم Y، یاخته جنسی هستند، نه پیکری.
- ۳ درست است که شبکه هادی قلب توانایی ذاتی در تولید و گسترش پیام‌های عصبی دارد و می‌تواند یاخته دو هسته‌ای داشته باشد؛ اما یاخته‌های دو هسته‌ای و معمولی ماهیچه قلب، فاقد این توانایی هستند. در ضمن در شبکه هادی قلب نیز فقط گره اول است که توانایی ایجاد پیام را به صورت ذاتی دارد. (فصل ۴ - دهم)



همه موارد نادرست می‌باشند.

**بررسی همه موارد**

الف) در هنگام میوز، پدیده‌ای به نام کراسینگ‌اور (چلیپایی شدن) می‌تواند رخ دهد. در این پدیده بین کروماتیدهای غیرخواه‌ری در کروموزوم‌های هم‌تا، قطعاتی مبادله می‌شود و باعث ایجاد تنوع در کروماتیدهای یک کروموزوم مضاعف می‌شود. کافیه به این شکل نگاه کنید. (فصل ۴ - دوازدهم)



فقط یاخته‌هایی که هسته دارند می‌توانند چرخه یاخته‌ای کاملی داشته باشند. زیرا در انتهای چرخه یاخته‌ای، یاخته‌ها باید تقسیم هسته‌ای و سیتوپلاسمی انجام دهند.

### بررسی سایر گزینه‌ها

- 1 مراحل که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی (و نه تا آغاز آن) می‌گذراند را چرخه یاخته‌ای می‌گویند.
- 2 دقت کنید که فقط یاخته‌هایی که تقسیم می‌شوند دارای چرخه یاخته‌ای کاملی هستند. یاخته‌های پیکری و تک هسته‌ای که تقسیم نمی‌شوند، چرخه یاخته‌ای کاملی ندارند. یاخته‌های پادتن‌ساز و T کشنده نمونه‌هایی از این یاخته‌ها هستند که بررسی کردیم.
- 3 دقت کنید که مراحل چرخه یاخته‌ای در یاخته‌های مختلف متفاوت نیست.

### نکته

دقت کنید که یک چرخه یاخته‌ای کامل شامل مراحل اینترفاز و تقسیم است. در یاخته‌های مختلف مدت این مراحل متفاوت است نه نوع آن‌ها.



ابتدا این نمودار را ببینید!

### مرحله $G_1$

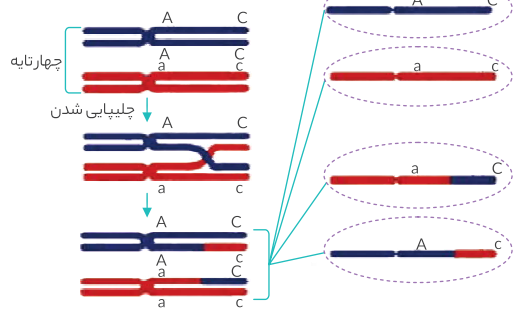
- نخستین مرحله رشد است و به مرحله وقفه اول معروف است.
- طولانی‌ترین مرحله اینترفاز است.
- در این مرحله یاخته عملکرد معمول خود را دارد (مثل مراحل S و  $G_2$ ) پروتئین‌سازی در این مرحله صورت می‌گیرد.
- اگر یاخته بخواهد تقسیم شود از این مرحله خارج می‌شود و به مرحله S وارد می‌شود.
- اگر یاخته نخواهد تقسیم شود معمولاً در این مرحله متوقف می‌شود و به طور دائم یا موقت به مرحله  $G_0$  وارد می‌شود.

پس طبق این نمودار، هر یاخته یوکاریوتی (هسته‌دار) برای تقسیم شدن باید از این مرحله عبور کند.

### بررسی سایر گزینه‌ها

- 1 معمولاً، نه همواره! به نمودار نگاه کنید.
- 2 دقت کنید که یاخته‌هایی که به‌طور دائم وارد مرحله  $G_0$  می‌شوند، همه عمر خود را در  $G_0$  می‌گذرانند. در ضمن بسیاری از یاخته‌ها به  $G_0$  وارد نمی‌شوند. مثلاً یاخته‌های بنیادی که دائماً در حال تقسیم هستند به‌ندرت به  $G_0$  وارد می‌شوند.
- 3 ممکن است این یاخته در سایر مراحل اینترفاز متوقف شود و یا اینکه بر اثر عواملی قبل از رسیدن به تقسیم کشته شود. جایی از سؤال نگفتیم در شرایط عادی یا یاخته‌ای با عمر طبیعی!!

دو گامت از نوع والدین هستند



- (ب) در فصل بعد خواهید خواند که زنبور عسل نر تک‌لاد بوده اما زنبورهای عسل ماده و هم چنین زنبور عسل ملکه، دولاد بوده و دو برابر زنبور عسل نر کروموزوم دارند. (فصل ۷ - یازدهم)
- (ج) زنبور عسل نر، جانوری طبیعی و سالم است (البته ناسالم هم دارند!!!) که تک‌لاد است و بنابراین در یاخته‌های پیکری خود فاقد کروموزوم هم‌تا است. (فصل ۷ - یازدهم)
- (د) زن‌های مربوط به تعیین جنسیت مردانه که بر روی کروموزوم Y قرار دارند، فقط در مردان دیده می‌شوند.

### چند مورد عبارت زیر را به نادرستی تکمیل می‌کند؟

«در ارتباط با جانداران یوکاریوتی، می‌توان بیان داشت که هر ..... قطعاً .....»

- (الف) یاخته جنسی - دارای مجموعه کروموزومی متفاوتی با یاخته سازنده خود می‌باشد.
- (ب) یاخته فاقد کروموزوم هم‌تا - نوعی یاخته جنسی می‌باشد.
- (ج) دو کروموزوم هم‌تای هم - از نظر ژنی متفاوت می‌باشند.
- (د) یاخته جنسی - فاقد کروموزوم‌های هم‌تا می‌باشد.
- |       |       |
|-------|-------|
| ۴ (۱) | ۳ (۲) |
| ۲ (۳) | ۱ (۴) |

### همه موارد عبارت را به نادرستی تکمیل می‌کنند.

- (الف) در زنبور عسل نر که با میتوز یاخته جنسی می‌سازد، مجموعه کروموزومی بین یاخته‌های پیکری و جنسی یکسان است و هر دو n (تک‌لاد) هستند. (فصل ۷ - یازدهم)
- (ب) یاخته‌های پیکری زنبور عسل نر نیز کروموزوم هم‌تا ندارند. (فصل ۷ - یازدهم)
- (ج) در فصل بعد خواهیم دید که مارهای حاصل از بکرزایی، کروموزوم‌های هم‌تای یکسانی دارند. (فصل ۷ - یازدهم)
- (د) به‌عنوان مثال گیاه گندم که ۶n است دارای گامت‌هایی ۳n می‌باشد. این گامت‌ها دارای کروموزوم هم‌تا هستند.



ابتدا به این نمودار دقت کنید.

### چرخه یاخته‌ای

- فقط در یوکاریوت‌ها قابل بیان است.
- شامل همه مراحل طی شده توسط یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی است.
- می‌تواند در یاخته‌ها کامل یا ناکامل باشد.
- هر چه یک یاخته سریع‌تر تقسیم شود، مدت زمان آن کاهش می‌یابد.



### ترکیب با گذشته

در ضمن منظور از پروتئین آهن دار مؤثر بر جابه جایی گازهای تنفسی در خون، همان هموگلوبین است.

#### فصل ۳ - دهم

ج) لنفوسیت‌های T هستند که در تیموس بالغ شده و بر ایمنی اختصاصی مؤثر هستند. دقت کنید که لنفوسیت‌های T و B بالغ، پس از بالغ شدن توانایی تقسیم دارند اما به مرحله G<sub>۰</sub> فرو می‌روند تا آنتی ژن مکمل با گیرنده‌های آن‌ها به بدن وارد شود. این یاخته‌ها پس از برخورد با آنتی ژن مکمل خود از G<sub>۰</sub> خارج شده و تقسیم می‌شوند. ممکن است بعضی از لنفوسیت‌های T و B هیچ‌گاه تقسیم نشوند و همواره در G<sub>۰</sub> باقی بمانند. زیرا ممکن است هیچ‌گاه آنتی ژن مکمل آن‌ها به بدن وارد نشود. (فصل ۵ - یازدهم)

**لب کلام اینک:** پس لنفوسیت‌های B و T تازه بالغ شده به مرحله G<sub>۰</sub> فرو می‌روند. اما پس از برخورد با آنتی ژن مکمل خود از این مرحله خارج شده و به سرعت تقسیم می‌شوند.

د) درست است که در یک فرد ۳۵ ساله، صفحات غضروفی بسته و استخوانی شده‌اند اما اگر در این فرد شکستگی در استخوان رخ دهد، یاخته‌های نزدیک محل شکستگی از G<sub>۰</sub> خارج شده و تقسیم می‌شوند. (فصل ۳ - یازدهم)



دقت کنید که در مرحله S اینترفاز دناى موجود در هسته دو برابر می‌شود که این اتفاق نتیجه همانندسازی دنا است. در این مرحله تعداد کروموزوم‌ها تغییر نمی‌کند. اما کروموزوم‌ها از حالت تک کروماتیدی به حالت دو کروماتیدی تغییر وضعیت می‌دهند.

#### نکته

در مرحله S، تعداد ژن‌های موجود در هسته دو برابر می‌شود. در واقع هر کروموزوم خارج شده از این مرحله، از هر ژن خود، دو نسخه یکسان دارد.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

۱ و ۳) تعداد سانترومرها و تعداد کروموزوم‌ها در این مرحله ثابت می‌ماند اما تعداد دناها و زنجیره‌های آن (یعنی زنجیره‌های پلی‌نوکلئوتیدی) و تعداد کروماتیدها دو برابر می‌شود.

۴) دقت کنید که همان‌گونه که گفتیم در سیتوپلاسم (مثلاً در میتوکندری) نیز دنا و ژن وجود دارد. تعداد آن ژن‌ها در مرحله S لزوماً دو برابر نمی‌شود.

#### نکته

۱) در مرحله S نیز تولید پروتئین (مثل هیستون) داریم. در واقع در مرحله S به دنبال دو برابر شدن رشته‌های کروماتینی، تعداد مولکول‌های هیستون مرتبط با دنا و تعداد نوکلئوزوم‌ها نیز تقریباً دو برابر می‌شود.  
۲) دقت کنید که همانندسازی دناى سیتوپلاسمی (مثلاً دناى میتوکندری در یاخته‌های انسان) مستقل از چرخه یاخته‌ای است و در هر مرحله‌ای از اینترفاز می‌تواند رخ دهد اما در مرحله G<sub>۰</sub> که یاخته برای ورود به تقسیم مهیا می‌شود، مقدار آن افزایش می‌یابد.



**سؤال چی میگه؟** این یاخته‌ها (همانند سایر یاخته‌های یوکاریوتی که تقسیم می‌شوند) بیشتر عمر خود را در اینترفاز می‌گذرانند. توجه کنید که یاخته‌هایی که تقسیم نمی‌شوند، همه عمر خود را در اینترفاز می‌گذرانند. کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز، مرحله G<sub>۰</sub> است.

یاخته‌هایی که به طور دائم به مرحله G<sub>۰</sub> در G<sub>۰</sub> وارد می‌شوند، هیچ‌گاه تقسیم نمی‌شوند و بنابراین هیچ‌گاه کروموزوم‌های آن‌ها به حداکثر فشردگی نمی‌رسد. پس هیچ‌گاه نمی‌توان از این یاخته‌ها کاربوتیپ گرفت. مثال‌های زیادی در این رابطه در بحث کاربوتیپ مطرح کردیم. حتماً به همان جا رجوع کنید.

#### نکته

از کاربوتیپ برای بررسی تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص برخی از ناهنجاری‌های ژنی استفاده می‌شود.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

۱) بخش اول این گزینه معرف یاخته‌هایی است که هیچ‌گاه تقسیم نمی‌شوند. دقت کنید که یاخته‌هایی که نمی‌خواهند تقسیم شوند معمولاً در G<sub>۰</sub> متوقف می‌شوند. پس ممکن است یاخته در سایر نقاط اینترفاز (مثلاً در G<sub>۰</sub>) متوقف شود.

#### نکته

در مرحله G<sub>۰</sub> یک نقطه واری وجود دارد که اگر یاخته آماده ورود به فاز تقسیم نباشد، به آن اجازه عبور نمی‌دهد. ممکن است یاخته مدت زمان زیادی پشت این نقطه متوقف و به تقسیم وارد نشود. با نقاط واری در گفتار دوم آشنا خواهیم شد.

۳) فقط در هنگام تقسیم است که به دنبال فشردگی بیشتر کروموزوم‌ها، فاصله نوکلئوزوم‌ها کاهش می‌یابد. یاخته‌هایی که تقسیم می‌شوند نیز بیشتر عمر خود را در اینترفاز هستند.

#### ترکیب با آینده

البته یک استثنای مهم هم داریم و آن هم یاخته اووسیت اولیه در زنان است که بیشتر عمر خود را در تقسیم می‌گذرانند؛ نه در اینترفاز. این یاخته را در فصل بعد بهتر و کامل‌تر خواهیم شناخت.

#### فصل ۷ - یازدهم

۴) به عنوان مثال، لنفوسیت B که پس از بالغ شدن به خون وارد می‌شود، ابتدا به مرحله G<sub>۰</sub> وارد می‌شود. اما پس از اتصال با پادگن مکمل با گیرنده‌های خود، از این مرحله خارج و تقسیم می‌شود. پس این یاخته که چرخه یاخته‌ای آن شامل مراحل اینترفاز و تقسیم است، به مرحله G<sub>۰</sub> نیز وارد می‌شود.

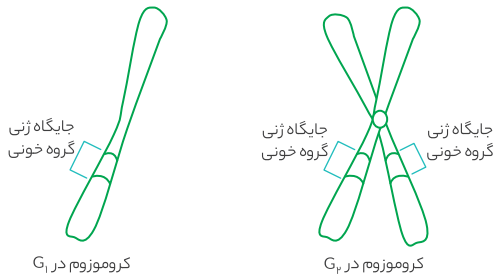


**سؤال چی میگه؟** دقت کنید که یاخته‌هایی که همواره در مرحله G<sub>۰</sub> چرخه یاخته‌ای هستند، هیچ‌گاه تقسیم نمی‌شوند.  
موارد (الف)، (ب) و (ج) در این رابطه درست هستند.

#### بررسی همه موارد

(الف) یاخته‌های پادتن‌ساز هستند که می‌توانند پادتن ترشح کنند. پادتن‌ها مولکول‌های Y شکلی هستند که بر ایمنی اختصاصی اثر می‌گذارند. کندترین خط دفاعی انسان خط سوم دفاعی (یا دفاع اختصاصی) است. پادتن‌سازها هیچ‌گاه تقسیم نمی‌شوند و همواره در G<sub>۰</sub> می‌مانند. (فصل ۵ - یازدهم)

(ب) منظور از این گزینه، گویچه قرمز بالغ است. این یاخته اصلاً هسته ندارد که بخواید به مرحله S وارد شده و دناى آن را همانندسازی کند. پس این یاخته همواره در مرحله G<sub>۰</sub> می‌ماند. (فصل ۳ - دهم)



**لب کلام اینک!** در مرحله G<sub>2</sub> چرخه یاخته‌ای، هر کروموزوم از هر ژن خود، دو نسخه دارد؛ زیرا مضاعف شده است.

در مرحله S، سانترنوم محل اتصال کروماتیدهای خواهری می‌شود. زیرا در این مرحله کروموزوم‌ها دو کروماتیدی می‌شوند. دقت کنید که پروتئین‌سازی در همه مراحل اینترفاز رخ می‌دهد. ساخت پروتئین‌های هیستون در مرحله S بسیار زیاد است.

### نکته!

دقت کنید که در مرحله G<sub>2</sub> کروموزوم‌ها دو کروماتیدی هستند و سانترنوم محل اتصال کروماتیدهای خواهری می‌باشد. در واقع کلمه «می‌شود» در بخش اول این گزینه باعث شده است تا G<sub>2</sub> را در نظر نگیریم.

در مرحله S که تعداد مولکول‌های دنا موجود در هسته افزایش می‌یابد نیز ساخت عوامل مورد نیاز تقسیم رخ می‌دهد.



موارد «ب و د» عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

### بررسی همه موارد

الف) مرحله G<sub>2</sub> در این یاخته‌ها، کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز است. در این مرحله بیشترین میزان تولید پروتئین در یاخته رخ می‌دهد.

ب) ماکروفاژ، یاخته هدف اینترفرون نوع دو است. ماکروفاژ همواره در مرحله G<sub>2</sub> است و هیچ‌گاه از این مرحله، به مرحله بعد (یعنی مرحله S) وارد نمی‌شود. (فصل ۵ - یازدهم)

ج) مرکز تنظیم دمای بدن در هیپوتالاموس قرار دارد. یاخته‌های اصلی هیپوتالاموس همان نورون‌ها هستند. اکثر (نه همه) نورون‌ها همواره در مرحله G<sub>1</sub> می‌مانند. پس هیچ‌گاه نمی‌توان آن‌ها را در مرحله G<sub>2</sub> دید و هم‌چنین هیچ‌گاه در هسته آن‌ها نمی‌توان کروموزوم مضاعف شده را دید. (فصل ۱ - یازدهم)

د) طولانی‌ترین مرحله اینترفاز در این یاخته‌ها، مرحله G<sub>1</sub> است. دقت کنید که یاخته‌هایی که تازه از تقسیم خارج می‌شوند به مرحله G<sub>1</sub> وارد می‌شوند. این یاخته‌ها به میزان اندکی دنا سیئوپلاسمی دارند و هم‌چنین دنا هسته‌ای آن‌ها غیرمضاعف است.

**لب کلام اینک!** کم‌ترین میزان دنا در یاخته، در مرحله G<sub>1</sub> دیده می‌شود.

### بررسی عمر مراحل

در یاخته‌هایی که همواره در حال تقسیم هستند: تقسیم  $G_2 > S > G_1$   
 در یاخته‌هایی که موقتاً به  $G_0$  وارد شده و از آن خارج می‌شوند (علامت >>) نماد خیلی بیشتر است): تقسیم  $G_2 > S > G_1$   
 یاخته‌هایی که همواره در  $G_0$  می‌مانند و هیچ‌گاه تقسیم نمی‌شوند: این یاخته‌ها ۱۰۰ درصد عمر خود را در  $G_1$  می‌گذرانند و بنابراین عمر بقیه مراحل صفر است.

فشردگی کروموزوم‌ها در مرحله G<sub>2</sub> ثابت است؛ بنابراین میزان پروتئین‌های موجود در کروموزوم در این مرحله تغییر نمی‌کند.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱) در مراحل قبل (خصوصاً S) نیز یاخته آماده تقسیم می‌شود. توجه کنید که اگر کروموزوم‌های یاخته دو کروماتیدی نباشند، هیچ‌گاه نمی‌تواند تقسیم شود. دو کروماتیدی شدن کروموزوم‌ها در مرحله S رخ می‌دهد.

۲) در همه مراحل اینترفاز همانندسازی دنا سیئوپلاسمی رخ می‌دهد اما میزان آن در مرحله G<sub>2</sub> که یاخته آماده تقسیم می‌شود، بیشتر است.

### هماندسازی در دنا

هسته‌ای فقط در مرحله S

سیئوپلاسمی در همه مراحل اینترفاز دیده می‌شود اما غالباً در G<sub>2</sub> بیشتر است.

۳) طبق متن کتاب در این مرحله (یعنی مرحله G<sub>2</sub>) ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم افزایش می‌یابد (نه آغاز می‌شود!) یعنی در مراحل قبل نیز عوامل مورد نیاز برای تقسیم تولید می‌شوند اما در این مرحله این میزان به حداکثر خود می‌رسد.



دقت کنید که یاخته‌ها نمی‌توانند در مرحله تقسیم کارهای معمول خود را انجام دهند. بلکه فقط در اینترفاز است که این اتفاق رخ می‌دهد. زیرا در تقسیم به حدی فشردگی کروموزوم افزایش می‌یابد که عملاً مولکول‌های دنا بلا استفاده می‌شوند.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱) یاخته‌هایی مثل تارهای ماهیچه اسکلتی که هیچ‌گاه تقسیم نمی‌شوند، همه عمر خود را در اینترفاز می‌گذرانند.

۲) دقت کنید که کلمه رشد برای مراحل G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> است و نه مرحله S. البته در هر سه این مراحل یاخته‌ها می‌توانند موارد مورد نیاز خود را تولید کنند.

۳) دقت کنید که یاخته‌های پادتن ساز همواره در G<sub>1</sub> هستند و هیچ‌گاه به مرحله G<sub>2</sub> وارد نمی‌شوند.

### نکته!

در ضمن بدانید که در یاخته‌هایی که همواره در مرحله G<sub>1</sub> هستند و هیچ‌گاه تقسیم نمی‌شوند، تعداد کروماتیدها با تعداد کروموزوم‌ها برابر است. زیرا این یاخته‌ها هیچ‌گاه به مرحله S وارد نمی‌شوند، همواره کروموزوم تک کروماتیدی دارند.



در مراحل G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> که یاخته رشد می‌کند، نسبت اندازه هسته به سیئوپلاسم در حال کاهش است. در هیچ‌کدام از این مراحل، تعداد مولکول‌های دنا هسته تغییر نمی‌کند. تنها مرحله‌ای از اینترفاز که در آن تعداد مولکول‌های دنا هسته تغییر می‌کند (و دو برابر می‌شود) مرحله S است.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱) در مرحله G<sub>2</sub> ساخت اندامک‌ها (مثل دستگاه گلژی، شبکه آندوپلاسمی، میتوکندری و ...) افزایش می‌یابد. دقت کنید که طبق صورت سؤال، در زنان که ۲۳ جفت کروموزوم هم‌تا دارند، در مرحله G<sub>2</sub> که کروموزوم‌ها مضاعف هستند، از هر جایگاه ژنی هسته‌ای، ۴ عدد در یاخته موجود می‌باشد. برای درک بهتر موضوع دو شکل بعد را در رابطه با جایگاه ژنی گروه خونی بر روی کروموزوم شماره ۹ در مراحل G<sub>1</sub> و G<sub>2</sub> بررسی می‌کنیم.



**سؤال چی می‌گه؟** فقط یاخته‌هایی که تقسیم می‌شوند دارای چرخه یاخته‌ای کاملی هستند. دقت کنید که حتماً باید پس از انجام تقسیم هسته‌ای (مثل میتوز یا میوز)، تقسیم سیتوپلاسم انجام شود تا یاخته‌های جدیدی حاصل شود.

#### نکته!

دقت کنید که پس از انجام تقسیم میتوز و به دنبال انجام شدن تقسیم سیتوپلاسم، دو یاخته حاصل می‌شود که هر کدام به چرخه یاخته‌ای مربوط به خود وارد می‌شوند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

۱) دئوکسی ریبونوکلئوتیدها، مونومرهای دنا و آمینواسیدها، مونومرهای پروتئین‌ها هستند. در مرحله G<sub>۲</sub> بیشترین پروتئین‌سازی و بیشترین مصرف آمینواسیدها رخ می‌دهد و در مرحله S نیز بیشترین مصرف دئوکسی ریبونوکلئوتیدها به دنبال همانندسازی دنا یاخته‌ای صورت می‌گیرد.

۲) کاملاً درسته و نکته خوبی برای یاد گرفتن. دقت کنید که هر چه یک یاخته سرعت تقسیم بیشتری داشته باشد، عمر کم‌تری دارد و چرخه یاخته‌ای در آن کوتاه‌تر است.

۳) تقسیم میتوز یک تقسیم هسته‌ای است و به دنبال آن، یک هسته به دو هسته تبدیل می‌شود. پس میتوز یک یاخته تک‌هسته‌ای را به یک یاخته دوهسته‌ای تبدیل می‌کند.

#### نکته!

عاملی که باعث می‌شود پس از انجام میتوز، یاخته دوهسته‌ای به دو یاخته تک‌هسته‌ای تبدیل شود، تقسیم سیتوپلاسم است.



**سؤال چی می‌گه؟** یاخته‌های هدف هورمون اریتروپویتین، یاخته‌های بنیادی میلوئیدی هستند. به دنبال افزایش ترشح اریتروپویتین، سرعت تقسیم این یاخته‌ها افزایش و مدت زمان چرخه یاخته‌ای آن‌ها کاهش می‌یابد.

رنابسپاراز ۱، آنزیم تولیدکننده RNA رناتی است. یاخته‌هایی که تازه به G<sub>۱</sub> وارد می‌شوند (یا تازه از تقسیم خارج می‌شوند) باید میزان زیادی رناتن (ریبوزوم) تولید کنند. به همین دلیل می‌توان گفت بیشترین فعالیت آنزیم رنابسپاراز ۱، در مرحله G<sub>۱</sub> است. ریبوزوم‌ها از RNA رناتی و پروتئین حاصل شده‌اند. (فصل ۲ - دوازدهم)

#### آنزیم‌های رونویسی کننده دنا

رنابسپاراز ۱ تولید RNA رناتی و ورود به ساختار ریبوزوم  
رنابسپاراز ۲ تولید RNA پیک تولید پروتئین از روی آن  
رنابسپاراز ۳ تولید RNA ناقل انتقال آمینواسیدها به سمت رناتن (ریبوزوم)  
برای پروتئین‌سازی

#### بررسی سایر گزینه‌ها

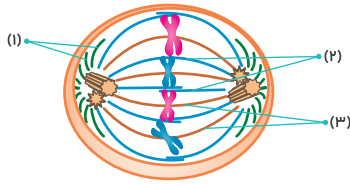
۱) وظیفه رناتن (ریبوزوم)‌ها پروتئین‌سازی است. پس در G<sub>۲</sub> بیشترین فعالیت خود را دارند. (فصل ۲ - دوازدهم)

۲) آنزیمی که همانندسازی دنا را انجام می‌دهد، دنا بپسپاراز است. پس میزان فعالیت این آنزیم در مرحله S در بیشترین مقدار ممکن است. (فصل ۱ - دوازدهم)

۳) طبق نمودار بالا، رنابسپاراز ۲ در پروتئین‌سازی نقش حیاتی دارد. پس میزان فعالیت آن در G<sub>۲</sub> در بیشترین مقدار ممکن است (فصل ۲ - دوازدهم)

ویژگی‌های مورد مقایسه	G <sub>۱</sub>	S	G <sub>۲</sub>
نام دیگر	مرحله وقفه اول	-	مرحله وقفه دوم
اعمال یاخته	عملکرد معمول و افزایش ابعاد و رشد	عملکرد معمول و همانندسازی دنا یاخته‌ای	عملکرد معمول و افزایش میزان پروتئین‌سازی
پروتئین‌سازی در آن رخ می‌دهد؟	بله	بله (خصوصاً هیستون‌ها)	بله (حداکثر)
تولید مولکول دنا در آن رخ می‌دهد؟	بله (سیتوپلاسمی)	بله (هسته‌ای و سیتوپلاسمی)	بله (سیتوپلاسمی)
ترتیب طول عمر مراحل	اول (بیشترین)	دوم	سوم (کم‌ترین)
یاخته می‌تواند تمام عمر خود را در آن باشد؟	بله (در G <sub>۱</sub> )	خیر	خیر
کروموزوم‌ها در آن چگونه هستند؟	تک کروماتیدی (غیرمضاعف)	تک کروماتیدی (در ابتدا) و دو کروماتیدی (در انتها)	دو کروماتیدی (مضاعف)
تعداد کروماتیدها ..... تعداد کروموزوم‌ها است.	برابر با	دو برابر (البته در انتهای آن)	دو برابر
تعداد کروموزوم‌های هسته یاخته پیکری انسان در این مرحله چند است؟	۴۶	۴۶	۴۶
تعداد کروماتید (دنا) چقدر؟	۴۶	از ۴۶ به ۹۲	۹۲
میزان فشردگی ماده وراثتی	حداقل (در حد نوکلئوزوم)	حداقل (در حد نوکلئوزوم)	حداقل (در حد نوکلئوزوم)
تعداد سانتیروم‌ها	یک جفت	یک جفت	از یک جفت به دو جفت
دارای نقطه واریسی اصلی است؟	بله در انتهای آن	خیر	بله در میانه آن
نکته تکمیلی	یاخته‌هایی که نخواهند تقسیم شوند (دائمی یا موقتی) معمولاً در این مرحله متوقف می‌شوند و به G <sub>۰</sub> وارد می‌شوند.	بدون تغییر در تعداد و مجموعه کروموزومی، کروموزوم‌ها مضاعف می‌شوند.	ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز تقسیم در این مرحله افزایش می‌یابد.





طبق این شکل، دوک‌های ۱ و ۲ به سانترومر کروموزوم‌ها متصل نمی‌شوند. از این بین فقط دوک‌های ۲ به دوک‌های مشابه خود متصل می‌شوند و با آن‌ها هم‌پوشانی ایجاد می‌کنند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

- ۱ دوک‌های ۳ به سانترومر متصل می‌شوند. همهٔ این دوک‌ها در یاخته‌های جانوری (مثل یاخته‌های انسان) توسط سانتریول‌ها (استوانه‌های توخالی دارای ۲۷ ریزلولهٔ پروتئینی) ایجاد می‌شوند.
- ۲ فقط دوک‌های ۱ تا میانهٔ یاخته امتداد نمی‌یابند. همهٔ این دوک‌ها از دوک‌های ۲ و ۳ کوتاه‌تر هستند نه فقط برخی از آن‌ها.
- ۳ دوک‌های ۲ و ۳ تا میانهٔ یاخته امتداد می‌یابند. همهٔ این دوک‌ها در هنگام تقسیم پدیدار می‌شوند و بنابراین در اینترفاز اصلاً به این شکل دیده نمی‌شوند.



استوانه‌های مدنظر صورت سؤال، همان جفت سانتریول‌های عمود بر هم هستند. جفت سانتریول‌ها فقط در هنگام تقسیم یاخته می‌توانند رشته‌های دوک را ایجاد کنند. می‌دانیم که در هنگام تقسیم است که ضخامت کروموزوم‌ها افزایش می‌یابد.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

- ۱ خیر - زیرا مثلاً یاخته‌های گیاهی می‌توانند بدون نیاز به این ساختارها، رشته‌های دوک را تولید کنند.
  - ۲ دقت کنید که برای تولید رشته‌های دوک نیاز نیست که هر سانتریول از جفت خود جدا شود (زیرا سانتریول‌های هر جفت، همواره در کنار هم می‌مانند). بلکه در چنین شرایطی جفت سانتریول‌ها باید از هم دور شوند تا بین آن‌ها رشته‌های دوک تشکیل شود.
  - ۳ دقت کنید که سانتریول‌ها نمی‌توانند با مصرف آمینواسیدها پروتئین‌سازی کنند. بلکه فقط پروتئین‌هایی که از قبل ساخته شده‌اند را سر هم می‌کنند. دقیقاً به همین خاطر است که کتاب نمی‌گه سانتریول‌ها رشته‌های دوک را تولید می‌کنند بلکه می‌گوید: «سانتریول‌ها ساخته‌شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند». یعنی فقط ابزار مورد نیاز برای تولید رشته‌های دوک را سر هم می‌کنند.
- لب کلام اینکه!** پس دقت کنید که سانتریول‌ها فقط عوامل مورد نیاز تولید رشته‌های دوک را سرهم کرده و دوک‌ها را ایجاد می‌کند.



**سؤال چی میگه؟** بخش (۱) مربوط به همانندسازی دنا در مرحلهٔ S اینترفاز است و بخش (۲) مربوط به میتوز است. بخش‌های (۳) و (۴) نیز به ترتیب نشان‌دهندهٔ کروموزوم مضاعف و کروموزوم‌های غیرمضاعف می‌باشند. سانتریول‌ها (استوانه‌های عمود بر هم) در میتوز برخلاف اینترفاز فعالیت می‌کنند.

#### بررسی سایر گزینه‌ها

- ۱ دقت کنید که تعداد مولکول‌های دنا ی خطی در میتوز برخلاف مرحلهٔ S، دو برابر نمی‌شود و ثابت است.

#### نکته

در میتوز به دنبال جدا شدن کروماتیدهای خواهری، کروموزوم‌های دختری ایجاد می‌شوند. پس عدد کروموزومی موقتاً در آن دو برابر می‌شود اما تعداد دنا و کروماتیدها ثابت است.



همهٔ موارد نادرست هستند.

#### بررسی همهٔ موارد

الف) این مورد از دو نظر نادرسته. اولاً هر دوک تقسیم مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است و نه فقط یک ریزلوله! دوماً عبارت «سانترومرهای کروموزوم» از بیخ و بن اشتباهه. زیرا هر کروموزوم یک سانترومر بیشتر ندارد.

#### نکته

برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم‌ها ساختارهایی به نام دوک تقسیم پدید می‌آید. دوک تقسیم مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی (و نه ریزرشته‌های پروتئینی!) است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر کروموزوم‌ها به آن متصل می‌شود. جلوتر با انواع دوک تقسیم آشنا تون می‌کنم!

ب) دقت کنید که کروموزوم‌ها به وسیلهٔ دوک تقسیم به قطبین یاخته می‌روند نه قطبین هسته. این مورد هم تو متن کتاب اومده.

ج) باز هم به همین نکتهٔ مورد قبل باید دقت کنید. طبق متن کتاب درسی، کروموزوم‌هایی که در هسته پراکنده‌اند ابتدا باید به‌طور دقیق در وسط یاخته (نه هسته) آرایش یابند و بعد به مقدار مساوی بین یاخته‌های حاصل تقسیم شوند.

د) دقت کنید که متن موجود در این گزینه برای یاخته‌های جانوری کاملاً درست است اما چون در صورت سؤال از عبارت «همواره» استفاده شده است پس این مورد نادرست است. زیرا مثلاً نهادندگان فاقد سانتریول هستند. استوانه‌های عمود بر هم سازمان‌دهندهٔ تولید رشته‌های دوک، همان سانتریول‌ها هستند. به نمودار دقت کنید.

#### سانتریول‌ها (میانک‌ها)

یک جفت استوانهٔ توخالی و عمود بر هم هستند و غالباً در نزدیکی هسته قرار می‌گیرند.

هر کدام از آن‌ها از ۹ دستهٔ ۳ تایی ریزلولهٔ پروتئینی ایجاد شده است.

در مرحلهٔ G<sub>۲</sub> دو برابر می‌شوند و به دو جفت (۴ تا) در یاخته می‌رسند.

در یاخته‌های جانوری دیده می‌شوند. پس همهٔ جانداران لزوماً آن را ندارند. تولید رشته‌های دوک را سازمان می‌دهد اما برای تولید آن‌ها ضروری نیست. گیاهان پیشرفته با این‌که فاقد این ساختارها هستند اما رشته‌های دوک را می‌سازند.

برای تولید رشته‌های دوک، نیاز است که از هم دور شوند.



ابتدا برای شناسایی بهتر و کامل‌تر انواع دوک به نمودار زیر نگاه کنید. البته اسمارو خودم روشن گذاشتم که بهتر تو چشم بیان!

#### انواع دوک در یاختهٔ جانوری

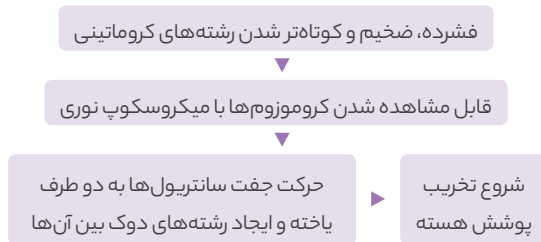
- دوک سانترومری**
  - تا میانهٔ یاخته امتداد می‌یابند.
  - به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شود.
  - در حرکت و جابه‌جایی کروموزوم‌ها نقش دارد.
- دوک استوایی**
  - تا استوای یاخته (میانهٔ یاخته) می‌آیند اما به کروموزوم و سانترومر متصل نمی‌شوند.
  - در میانهٔ یاخته هم‌پوشانی دارند و در افزایش طول یاخته نقش دارند.
- دوک قطبی**
  - در قطب یاخته می‌مانند و در میانهٔ یاخته دیده نمی‌شوند.
  - موجب استقرار سانتریول‌ها در مجاورت غشا می‌شوند.

۲ کروموزوم‌های «۴» یکسان و غیرمضاعف هستند. زیرا همان کروماتیدهای خواهری کروموزوم مادری!! بوده‌اند. خوشم‌میاد پسرا هیچ‌کاره‌اند (والبته همه‌کاره!!).

۳ اتفاقاً هر دو مورد فشردگی بیشتری نسبت به اینترفاز دارند. زیرا در مرحله تقسیم هستند. در تقسیم کروموزوم‌ها فشرده‌تر هستند.

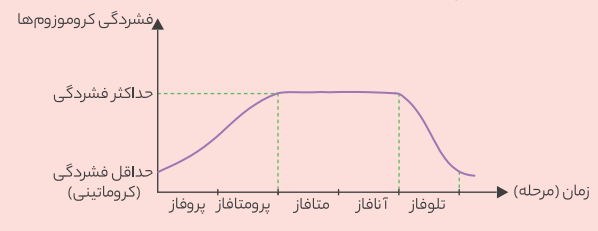


سؤال چی می‌گه؟ توضیح موجود در صورت سؤال، در ارتباط با میتوز است. نخستین مرحله میتوز، پروفاز است. در ارتباط با ترتیب اتفاقات این مرحله به نمودار زیر دقت کنید.



### نکته!

دقت کنید که در تمام طول مرحله پروفاز، فشرده شدن کروموزوم‌ها ادامه می‌یابد. بدانید که این افزایش فشردگی تا ابتدای متافاز ادامه می‌یابد. فشردگی کروموزوم‌ها دوباره در مرحله تلوفاز کم می‌شود. نمودار تغییر میزان فشردگی کروموزوم در میتوز، به صورت زیر است.



رشته‌های دوک تقسیم هستند که دارای ریزلوله‌های پروتئینی هستند. قبل از تشکیل رشته‌های دوک، کروموزوم‌ها را می‌توان با میکروسکوپ نوری دید.

### نکته!

دقت کنید که در هنگام افزایش فشردگی کروموزوم‌ها، طول دنا و تعداد مولکول‌های دنا تغییری نمی‌کند.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱ درست است که در انتهای مرحله پروفاز و به دنبال شروع تخریب پوشش هسته، میزان فسفولیپیدهای آزاد در سیتوپلاسم افزایش می‌یابد اما توجه کنید که تخریب کامل پوشش هسته در مرحله پرومتافاز رخ می‌دهد نه پروفاز.

۲ اتصال کروموزوم به دوک در اواخر مرحله بعد از پروفاز (یعنی پرومتافاز) رخ می‌دهد.

۳ دوبرابر شدن رشته‌های کروماتینی در مرحله S اینترفاز رخ می‌دهد نه در پروفاز.



سؤال چی می‌گه؟ شکل موجود در این سؤال، نشان‌دهنده مرحله G<sub>۲</sub> چرخه یاخته‌ای است. فقط کافی است به تعداد جفت سانتیریول‌ها دقت کنید و ببینید که این یاخته دو جفت سانتیریول دارد. اولین و دومین مرحله از تقسیم میتوز که بعد از این مرحله مشاهده می‌شوند، به ترتیب مراحل پروفاز و پرومتافاز هستند.

در ابتدای پروفاز و به دنبال فشرده شدن رشته‌های کروماتینی، طول آن‌ها کاهش و وزن آن‌ها افزایش می‌یابد. زیرا میزان پروتئین‌های آن افزایش می‌یابد. پس از این اتفاق، رشته‌های دوک ایجاد می‌شوند و در انتهای این مرحله پوشش هسته شروع به تجزیه می‌کند. پس هر دو اتفاق موجود در این گزینه مربوط به پروفاز هستند اما پشت سر هم رخ نمی‌دهند.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱ هر دو اتفاق موجود در این گزینه، مربوط به پروفاز هستند و متأسفانه پشت سر هم رخ می‌دهند!

۳ در ارتباط با مرحله پرومتافاز ابتدا نمودار زیر را بررسی کنید.

### پرومتافاز

در ابتدای آن پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی به طور کامل تخریب می‌شوند.

در انتهای آن رشته‌های دوک از دو طرف به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شوند.

در تمام طول آن فشردگی کروموزوم‌ها در حال افزایش است.

در این مرحله برای اولین بار حداکثر میزان فسفولیپید در سیتوپلاسم دیده می‌شود.

در این مرحله برای اولین بار کروموزوم‌ها در تماس مستقیم با مایع سیتوپلاسمی قرار می‌گیرند.

طبق این نمودار، هر دو اتفاق موجود در این گزینه مربوط به مرحله پرومتافاز بوده و اتفاقاً پشت سر هم رخ می‌دهند.

۴ شروع تخریب پوشش هسته در انتهای پروفاز رخ می‌دهد نه در پرومتافاز. حداکثر میزان فسفولیپیدهای آزاد در سیتوپلاسم برای اولین بار در این مرحله دیده می‌شود. زیرا پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تخریب شده و فسفولیپیدهای آن‌ها به سیتوپلاسم آزاد می‌شوند.



سؤال چی می‌گه؟ میتوز دارای ۵ مرحله است. از هر طرف که نگاه کنی مرحله میانی آن، متافاز است!!

ابتدا در ارتباط با مرحله متافاز، به نمودار زیر دقت کنید.

### متافاز

ابتدا رسیدن کروموزوم‌ها به حداکثر فشردگی خود.

پس از آن حرکت کروموزوم‌ها به سمت استوای یاخته (نه استوای هسته!) در انتهای آن کروموزوم‌ها در یک نوار در استوای یاخته مستقر می‌شوند.

بهترین زمان برای تهیه کاریوتیپ از یاخته، همین مرحله است.

در تمام طول این مرحله کروموزوم‌ها درون سیتوپلاسم هستند و به دوک متصل می‌باشند.

طبق این نمودار، مرحله متافاز بهترین زمان برای تهیه کاریوتیپ است. از کاریوتیپ برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های ژنی استفاده می‌شود.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱ خیر - زیرا از ابتدای این مرحله تا انتهای آن فشردگی کروموزوم‌ها ثابت و در حداکثر می‌ماند (این موضوع در تمام طول مرحله آنافاز نیز مشهود است).

۳ در مرحله پرومتافاز است که برای اولین بار هر سه نوع رشته دوک تقسیم قابل مشاهده است.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

۲ درست است که در این مرحله فاصله بین جفت سانتیریول‌ها در حداکثر میزان ممکن است اما توجه کنید که این گزینه نادرست است.

۳ دقت کنید که در تقسیم همواره هر سانتیریول از سانتیریول جفت خودش فاصله نمی‌گیرد.

۴ فراموش نکنید که در هر یک از قطب‌ها، یک کروماتید خواهری دیده می‌شود. پس قطعاً محتوای ژنتیکی هر دو قطب یاخته در مرحلهٔ آنافاز یکسان می‌باشد.

۵ کاهش فشردگی کروموزوم‌ها در مرحلهٔ تلوفاز رخ می‌دهد. پس در تمام طول مرحلهٔ آنافاز طول و فشردگی کروموزوم‌ها ثابت است.



**سؤال چی می‌گه؟** در مرحلهٔ تلوفاز است که می‌توان یاختهٔ دو هسته‌ای را در هنگام میتوز دید.

موارد «الف» و «ب» در این رابطه نادرست هستند. ابتدا در ارتباط با این مرحله به نمودار زیر توجه کنید.

**تلوفاز**

- آخرین مرحلهٔ تقسیم میتوز می‌باشد.
- در ابتدای آن همهٔ انواع رشته‌های دوک تخریب می‌شوند.
- رفته رفته میزان فشردگی مادهٔ وراثتی کاهش می‌یابد.
- ضمن کاهش فشردگی مادهٔ وراثتی در اطراف آن‌ها پوشش هسته تشکیل می‌شود.
- هر هستهٔ ایجاد شده در این مرحله عدد کروموزومی مانند هستهٔ یاختهٔ شروع کنندهٔ تقسیم را دارد.
- تنها مرحله‌ای از میتوز که می‌توان در آن یاختهٔ دو هسته‌ای دید، همین مرحله است.

**بررسی همهٔ موارد**

الف) طبق شکل کتاب درسی، همزمان با انجام این مرحله، یک تو رفتگی در غشای یاخته نیز ایجاد می‌شود. این تو رفتگی مربوط به تقسیم سیتوپلاسم است.

**نکته**

تقسیم سیتوپلاسم کمی پس از شروع مرحلهٔ تلوفاز آغاز می‌شود و کمی پس از اتمام آن کامل می‌شود.

ب) دقت کنید که در هنگامی که انواع رشته‌های دوک تخریب می‌شوند، هنوز پوشش هسته تشکیل نشده است. پس این مورد نیز نادرست است.

ج) کاملاً درست است. طبق نمودار.

د) عدد کروموزومی هر هسته در این یاخته همانند یاختهٔ موجود در مراحل اینترفاز است.

**نکته**

در انسان، هر هستهٔ موجود در مرحلهٔ تلوفاز دارای عدد و مجموعه کروموزومی  $2n=46$  است و کل یاخته در این مرحله دو هسته‌ای بوده و  $4n=92$  است. زیرا دارای دو هسته  $2n=46$  می‌باشد.

جدول صفحهٔ بعد در رابطه با میتوز در یک یاخته بنیادی انسان است.

در میتوز یاخته‌های زندهٔ پوششی مری، برخلاف ..... برای اولین بار در مرحله‌ای رخ می‌دهد که در آن رشته‌های دوک به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شوند.

- ۱) ورود کروموزوم‌ها به سیتوپلاسم - مشاهدهٔ انواع رشته‌های دوک
- ۲) شروع تخریب شبکهٔ آندوپلاسمی - پیداشدن فسفولپید آزاد در سیتوپلاسم
- ۳) شروع تخریب پوشش اطراف کروموزوم‌ها - دیده‌شدن کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری
- ۴) تکمیل تخریب شبکهٔ آندوپلاسمی - مشاهدهٔ حداکثر میزان کلسترول آزاد در سیتوپلاسم

گزینهٔ «۲» صحیح است.

همهٔ این گزینه درست به جز هسته. یاخته در این مرحله اصلاً هسته ندارد.



**سؤال چی می‌گه؟** شکل موجود در این سؤال، مربوط به مرحلهٔ متافاز است. پس صورت سؤال در مورد مرحلهٔ بعد از آن یعنی آنافاز است. در ارتباط با آنافاز ابتدا به نمودار زیر دقت کنید.

**آنافاز میتوز**

- در آن ابتدا پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر تجزیه می‌شود و کروماتیدهای خواهری از هم جدا می‌شوند.
- رشته‌های دوک متصل به این کروماتیدها کوتاه می‌شوند.
- هر کدام از این کروماتیدها به یک قطب یاخته وارد می‌شود.
- در این مرحله نیز فشردگی کروموزوم‌ها حداکثر است.
- عامل جدا شدن کروماتیدهای خواهری تجزیهٔ پروتئین اتصالی است نه کوتاه شدن رشته‌های دوک
- در این مرحله موقتاً عدد کروموزومی دو برابر می‌شود و مثلاً در انسان به  $4n=92$  می‌رسد.

یاخته در مرحلهٔ S است که تعداد مولکول‌های دناى خطی خود را دو برابر می‌کند. در این مرحله مثلاً برای یاخته‌های پیکری تک هسته‌ای، عدد کروموزومی  $2n=46$  است. اما در آنافاز  $4n=92$  می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

۲ دقت کنید که رشته‌های دوک استوایی که با هم در استوای یاخته هم‌پوشانی داشتند در مرحلهٔ آنافاز طویل‌تر می‌شوند (برخلاف دوک‌های متصل به سانترومر که کوتاه‌تر می‌شوند). این افزایش طول موجب افزایش طول یاخته و حداکثر فاصلهٔ بین جفت سانتیریول‌ها در این مرحله می‌شود.

۳ طبق نمودار، عامل جدا شدن کروماتیدهای خواهری (یا همان ساختارهای یکسان) تخریب پروتئین سانترومری است نه کوتاه شدن دوک‌ها.

۴ خیر. همه‌شون تغییر طول می‌دهند. دوک‌های متصل به سانترومر کوتاه‌تر می‌شوند اما دوک‌های متصل به هم، بزرگ‌تر می‌شوند.



**سؤال چی می‌گه؟** برای اولین بار در مرحلهٔ آنافاز است که این اتفاق صورت می‌گیرد.

دقت کنید که پروتئین اتصالی سانترومر، جزء کروموزوم هست اما هیستون نیست. به دنبال تجزیهٔ این پروتئین و جدا شدن کروماتیدهای خواهری از هم، کروموزوم‌های دختری ایجاد می‌شوند.

مقایسهٔ مراحل میتوز	تروفاز	آنافاز	متافاز	پرومتافاز	پروفاز
شکل مرحله					
عدد کروموزومی یاخته	$4n=92$	$4n=92$	$2n=46$	$2n=46$	$2n=46$
وجود هسته در یاخته	در انتهای آن تشکیل می‌شود (اونم دوتا).	هیچ‌گاه نیست.	هیچ‌گاه نیست.	در ابتدای آن کاملاً تخریب می‌شود.	در تمام طول آن هست.
وضعیت کروموزوم‌ها	غیرمضاعف	از مضاعف به غیرمضاعف	مضاعف	مضاعف	مضاعف
فشردگی کروموزوم	شروع به کاهش می‌کند.	در حداکثر می‌ماند.	به حداکثر می‌رسد.	در حال افزایش است.	شروع به افزایش می‌کند.
وضعیت سانترومرها	رشته‌های دوک تخریب می‌شوند.	هر سانترومر ابتدا به دو و سپس به یک دوک متصل است.	سانترومرها به دوک متصل می‌مانند.	هر سانترومر به دو دوک متصل می‌شود.	به دوک متصل نیستند.
مشخصهٔ این مرحله	تشکیل پوشش هستهٔ اطراف کروموزوم‌های غیرمضاعف	جدا شدن کروماتیدی خواهری	قرارگیری کروموزوم‌ها در استوای یاخته	اتصال سانترومر به دوک	شروع فشرده شدن کروموزوم‌ها
وضعیت جفت سانتریول‌ها	مجاور هسته‌ها قابل مشاهده هستند.	از هم دورتر می‌شوند.	در قطبین یاخته می‌مانند	در قطبین یاخته مستقر می‌شوند.	شروع به دور شدن از هم می‌کنند.
تعداد مولکول DNAی خطی	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲
تعداد سانترومر	۹۲	۹۲	۴۶	۴۶	۴۶
تعداد کروموزوم‌های جنسی یاخته	۴	۴	۲	۲	۲
دارای نقطهٔ واریسی اصلی بودن	خیر	خیر	بله (در انتها)	خیر	خیر

### بررسی سایر گزینه‌ها

- این مورد در ارتباط با مرحلهٔ  $G_1$  درست است نه پروفاز.
- در این مرحله قطعاً رشته‌های دوک تشکیل می‌شوند اما در یاخته‌های جانوری است که علت تشکیل رشته‌های دوک، دور شدن سانتریول‌ها (استوانه‌های توخالی) است.

### نکته

گیاهان و جاندارانی که دارای میتوز هستند اما سانتریول ندارند، در مرحلهٔ پروفاز خود به روش‌های متفاوت با یاخته‌های جانوری، رشتهٔ دوک تولید می‌کنند.

- این توضیح در ارتباط با مرحلهٔ تروفاز درست است نه پروفاز.



**سؤال چی می‌گه؟** یاخته‌های نزدیک محل شکستگی‌های استخوانی، از  $G_0$  خارج می‌شوند و با انجام تقسیم میتوز منجر به ترمیم استخوان می‌شوند. منظور از دو مرحلهٔ ابتدایی تقسیم آن‌ها پروفاز و پرومتافاز است. برای بررسی موارد موجود در این گزینه‌ها به جدول زیر دقت کنید.

### مرور نکات تقسیم میتوز

- به صورت پیوسته رخ می‌دهد اما برای راحتی کار آن را مرحله‌بندی می‌کنند.
- برخلاف تقسیم میوز، در اندام‌ها و بافت‌های مختلفی از بدن یافت می‌شود.
- در آن یک یاختهٔ تک‌هسته‌ای به یک یاختهٔ دوهسته‌ای تبدیل می‌شود.
- حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها در دو مرحلهٔ متافاز و آنافاز آن دیده می‌شود.
- پوشش هسته تنها در پروفاز، ابتدای پرومتافاز و انتهای تروفاز دیده می‌شود.
- به هر کروموزوم از دو طرف، رشتهٔ دوک متصل می‌شود.
- اتصال کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک در مرحلهٔ پرومتافاز رخ می‌دهد و جدا شدن آن‌ها در مرحلهٔ تروفاز صورت می‌گیرد.
- جدا شدن کروماتیدهای خواهری و دوبرابری عدد کروموزومی یاخته (نه هسته) در مرحلهٔ آنافاز رخ می‌دهد.
- هسته‌های ایجاد شده در مرحلهٔ تروفاز از نظر ژنتیکی کاملاً یکسان هستند.



شکل مشخص شده در این سؤال مربوط به مرحلهٔ پروفاز میتوز است. در مرحلهٔ پروفاز میتوز، اطراف کروموزوم‌های دو کروماتیدی که در حال فشرده شدن هستند، پوشش هسته شروع به تجزیه می‌کند.



۳ در مرحلهٔ تلوفاز است که برای اولین بار کروموزوم‌ها از رشته‌های دوک جدا می‌شوند. زیرا رشته‌های دوک تخریب می‌شوند. در این مرحله دو هسته تشکیل می‌شود. درون این هسته‌ها همهٔ کروموزوم‌ها تک کروماتیدی هستند و بنابراین درون این هسته‌ها تعداد سانترومرها و دناها برابر می‌باشند.

۴ در مرحلهٔ آنافاز است که برای اولین بار کروموزوم‌های غیرمضاعف در یاخته یافت می‌شوند. این اتفاق به دنبال جدا شدن کروماتیدهای خوهری رخ می‌دهد. در این مرحله علاوه بر پروتئین اتصالی کروماتیدها، رشته‌های دوک متصل به سانترومر نیز تخریب و کوتاه می‌شوند. هر دو این ساختارها پروتئینی هستند و دارای زیرواحد آمینواسیدی هستند.

در تقسیم میتوز طبیعی، نسبت به ..... ، زودتر اتفاق می‌افتد.

- ۱) تخریب کامل پوشش هسته - اتصال رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها
- ۲) ایجاد حداکثر فشردگی در کروموزوم‌ها - ورود کروموزوم‌ها به سیتوپلاسم
- ۳) کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به کروموزوم‌ها - تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر
- ۴) باز شدن کروموزوم‌ها برای تبدیل شدن به کروماتین - تخریب همهٔ انواع رشته‌های دوک موجود در یاخته

۱ گزینهٔ «۱» صحیح است.



سؤال چی می‌گه؟ دقت کنید که منظور از صورت سؤال مرحلهٔ متافاز نیست بلکه مرحلهٔ آنافاز است. زیرا انتهای مرحلهٔ متافاز است که کروموزوم‌های دارای حداکثر فشردگی در استوای یاخته ردیف می‌شوند.

نکته!

دقت کنید که ردیف شدن کروموزوم‌ها در استوای یاخته در مرحلهٔ متافاز اتفاق می‌افتد اما در ابتدای مرحلهٔ آنافاز نیز کروموزوم‌ها در استوای یاخته قابل رؤیت هستند.

در این مرحله (یعنی مرحلهٔ آنافاز) برخلاف سایر مراحل میتوز، بدون تغییر در تعداد کروماتیدها و به دنبال جدا شدن آن‌ها، تعداد کروموزوم‌ها و سانترومرها دو برابر می‌شود.

نکته!

باز هم یادآور می‌شوم که همواره تعداد کروموزوم‌ها و سانترومرها باهم برابرند و هم چنین همواره تعداد کروماتیدها و دناهای خطی باهم برابر بوده و نصف تعداد زنجیره‌های پلی‌نوکلئوتیدی دنا خطی می‌باشند.

دقت کنید که هیچ‌گاه در هسته تعداد کروموزوم‌ها و سانترومرها دو برابر نمی‌شود. زیرا این اتفاق در مرحلهٔ آنافاز رخ می‌دهد که در این مرحله در یاخته هسته وجود ندارد.

بررسی سایر گزینه‌ها

هم در این مرحله و هم در مرحلهٔ متافاز، کروموزوم‌ها دارای حداقل میزان طول و حداکثر میزان فشردگی و ضخامت خود هستند.

بررسی گزینه‌ها	ویژگی اول (وجه تشابه)	ویژگی دوم (وجه تمایز)
گزینهٔ «۱» توضیح	✓ در هر دو مرحله فشردگی مادهٔ وراثتی و کروموزوم‌ها پیوسته افزایش می‌یابد.	✓ در پرومتافاز برخلاف پروفاز هر سه نوع رشتهٔ دوک قابل مشاهده است.
گزینهٔ «۲» توضیح	✗ فقط در مرحلهٔ پرومتافاز است که شبکهٔ آندوپلاسمی تجزیه می‌شود.	✗ در هیچ‌کدام از این مراحل حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها دیده نمی‌شود.
گزینهٔ «۳» توضیح	✗ شروع تجزیه پوشش هسته مربوط به پروفاز است.	✓ این مورد در ارتباط با مرحلهٔ پرومتافاز درست است.
گزینهٔ «۴» توضیح	✓ در هر دو مورد می‌توان با میکروسکوپ نوری کروموزوم‌ها را دید.	✗ طبق شکل کتاب درسی در مرحلهٔ پروفاز نیز می‌توان جفت سانتیریول‌ها را در قطبین یاخته دید.

نکته!

دقت کنید که در مرحلهٔ پروفاز است که کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌شوند اما در مراحل بعدی میتوز نیز کروموزوم‌ها با میکروسکوپ قابل مشاهده هستند. علت تفاوت این جملات فعل‌های «می‌شوند» و «هستند» هستند!!

در فرایند میتوز، در مرحلهٔ ..... آغاز و در ..... نیز دیده می‌شود.

- ۱) تجزیهٔ شبکهٔ آندوپلاسمی - پروفاز - ابتدای مرحلهٔ پرومتافاز
- ۲) حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها - متافاز - انتهای مرحلهٔ تلوفاز
- ۳) متصل بودن رشته‌های دوک به سانترومرها - پرومتافاز - انتهای مرحلهٔ آنافاز
- ۴) قرار گرفتن جفت سانتیریول‌ها در قطبین هسته - پرومتافاز - ابتدای مرحلهٔ متافاز

۳ گزینهٔ «۳» صحیح است.



در مرحلهٔ پروفاز است که کروموزوم‌ها برای اولین بار با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌شوند. دقت کنید که سانتیریول‌های مجاور هیچ‌گاه از هم دور نمی‌شوند. بلکه برای تشکیل رشته‌های دوک، لازم است که جفت سانتیریول‌ها از هم دور شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها

اولین بار در مرحلهٔ پرومتافاز است که پوشش هسته ناپدید شده و کروموزوم‌ها درون سیتوپلاسم مشاهده می‌شوند. در ابتدای این مرحله پوشش هسته ناقص است اما کم کم به‌طور کامل تخریب می‌شود.



۳ در این مرحله و به دنبال جدا شدن کروماتیدها (که حالا دیگه به آن‌ها کروموزوم می‌گوییم)، این ساختارها فقط از یک طرف به رشته دوک متصل می‌باشند. در ضمن در مرحله متافاز میتوز هر کروموزوم از دو طرف به رشته دوک متصل است.

**نکته**

هر دوک حاوی مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است. پس همواره به هر کروموزوم تعدادی ریزلوله متصل می‌شود اما ممکن است در میتوز به آن کروموزوم یک دوک (در آنافاز) و یا دو دوک (در پرومتافاز و متافاز) متصل باشد.

۴ در انتهای آنافاز و ابتدای مرحله تلوفاز می‌توان کروموزوم‌های تک کروماتییدی را در قطبین یاخته و در تماس با مایع سیتوپلاسمی دید.

**نکته**

دقت کنید که در انتهای تلوفاز و به دنبال تشکیل پوشش هسته، دیگر کروموزوم‌ها را نمی‌توان در سیتوپلاسم دید.

**مشاهده کروموزوم‌ها در سیتوپلاسم**

- در انتهای مرحله پرومتافاز
- تمام طول مرحله متافاز
- تمام طول مرحله آنافاز
- ابتدای مرحله تلوفاز

**پ**

- در ابتدای مرحله میتوز برخلاف انتهای آن،
- پروفاز - کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده‌اند.
  - متافاز - حداکثر فشردگی در کروموزوم‌ها دیده می‌شود.
  - آنافاز - کروموزوم‌ها در تماس با مایع سیتوپلاسمی قرار دارند.
  - تلوفاز - رشته‌های حاوی تعدادی ریزلوله پروتئینی دیده می‌شود.

۴ گزینه «۴» صحیح است.

**نکته**

تنها مرحله‌ای که در آن کروموزوم‌ها همواره در هسته‌اند و هیچ‌گاه در سیتوپلاسم دیده نمی‌شوند، مرحله پروفاز است.


**سؤال چی می‌گه؟**

دقت کنید که در مرحله آنافاز است که کروموزوم متصل به یک رشته دوک قابل مشاهده می‌باشند. این اتفاق پس از جدا شدن کروماتیدهای خواهری در این مرحله قابل رؤیت است. در مرحله متافاز که قبل از این مرحله قرار دارد، کروموزوم‌های دارای حداکثر فشردگی به کمک ریزلوله‌های پروتئینی حرکت کرده و به استوای یاخته می‌رسند و در آن‌جا در یک ردیف مستقر می‌شوند.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

۱ دقت کنید که در ابتدای مرحله متافاز کروموزوم‌ها به حداکثر فشردگی می‌رسند. بنابراین دیگر در میانه این مرحله میزان فشردگی کروموزوم‌ها تغییر نمی‌کند.

**نکته**

در تقسیم از ابتدای پروفاز تا ابتدای متافاز فشردگی کروموزوم‌ها پیوسته در حال افزایش است. از پس از این هنگام تا انتهای مرحله آنافاز فشردگی کروموزوم‌ها در حداکثر میزان خود می‌ماند. اما از ابتدای مرحله تلوفاز مجدداً این فشردگی کاهش می‌یابد.



موارد «ب» و «ج» درست هستند.

**بررسی همه موارد**

الف) بخش اول در متافاز و بخش دوم در آنافاز رخ می‌دهند اما بلافاصله پشت سرهم نیستند. زیرا بین این دو اتفاق، تخریب پروتئین سانترومری در مرحله آنافاز رخ می‌دهد. ب) بخش اول در پرومتافاز و بخش دوم در متافاز رخ می‌دهند و هم چنین این دو اتفاق بلافاصله پشت سرهم رخ می‌دهند. ج) بخش اول در انتهای آنافاز و بخش دوم در ابتدای تلوفاز رخ می‌دهند و هم چنین این دو اتفاق بلافاصله پشت سرهم رخ می‌دهند. د) هر دو این اتفاق‌ها پشت سرهم رخ می‌دهند اما هر دو مربوط به مرحله تلوفاز می‌باشند. در این نمودار ترتیب همه وقایع میتوز را از ابتدا تا انتها ببینید.



۳ هردوی این اتفاقات در مرحلهٔ تلوفاز رخ می‌دهند اما همزمان نیستند. زیرا ابتدا انواع رشته‌های دوک تخریب می‌شود و پس از آن پیچ‌وتاب مولکول دنا در کروموزوم کم شده و میزان فشردگی کروموزوم کاهش می‌یابد.

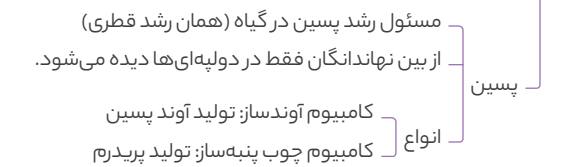
۴ هردوی این اتفاقات در مرحلهٔ پروفاز رخ می‌دهند؛ اما همزمان نیستند. زیرا اول کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری قابل رؤیت می‌شوند و پس از آن جفت سانتیریول‌ها از هم فاصله می‌گیرند.



سؤال چی می‌گه؟ مراحل (1) و (2) نشان داده شده در شکل به ترتیب نشان‌دهندهٔ آنافاز و متافاز میتوز در یاخته‌های مریستمی هستند. یاخته‌های مریستمی یاخته‌های بنیادی هستند که دائماً تقسیم می‌شوند و یاخته‌های مورد نیاز برای ساختن سامانه‌های بافتی را تولید می‌کنند.

### یاخته‌های مریستمی (در نهاندانگان)

دائماً و به سرعت در حال تقسیم‌اند و تمایز نیافته یا کم تمایز یافته‌اند. بسیار کوچک‌اند و هستهٔ بزرگ و فضای بین یاخته‌های اندکی دارند. هستهٔ مرکزی آن‌ها بیشتر حجم یاخته را به خود اختصاص داده و این یاخته‌ها کریچه ندارند.



موارد «ب» و «ج» عبارت را به درستی تکمیل می‌کنند.

### بررسی همهٔ موارد

الف) در مرحلهٔ متافاز، طول هیچ‌کدام از رشته‌های دوک کاهش نمی‌یابد اما در مرحلهٔ آنافاز طول رشته‌های دوک متصل به سانترومر کاهش می‌یابد.

ب) دقت کنید که در هنگام میتوز هیچ‌گاه تعداد مولکول‌های دنا خطی (یا همان تعداد کروماتیدها) تغییر نمی‌کند.

دقت کنید که در هنگام فشردن کروموزوم طول آن کم و قطر آن زیاد می‌شود اما همواره طول و قطر دنا موجود در آن ثابت است. در واقع عامل افزایش فشردگی در کروموزوم، افزایش میزان پیچ‌وتاب دنا است نه تغییر در دنا.

ج) در مرحلهٔ آنافاز و به دنبال تجزیهٔ پروتئین اتصالی در ناحیهٔ سانترومر، کروماتیدهای خواهری که یکسان‌اند از هم جدا شده و هر کدام به یک کروموزوم جدید تبدیل می‌شوند. بنابراین در این مرحله از میتوز یاخته‌های گیاه زیتون، در هر قطب ۴۶ کروموزوم وجود دارد. هر کدام از کروماتیدهای خواهری (کروموزوم‌های جدید) در یک قطب قرار دارد. پس هر دو قطب از نظر ژنی کاملاً یکسان هستند.

### نکته

با این‌که در هر دو مرحلهٔ متافاز و آنافاز فشردگی کروموزوم‌ها در حداکثر میزان ممکن است اما مرحلهٔ آنافاز برخلاف متافاز برای تهیهٔ کاریوتیپ مناسب نیست. زیرا در این مرحله عدد کروموزومی یاخته تغییر می‌کند و تعداد کروموزوم‌ها دو برابر می‌شود. می‌دانیم که یکی از کاربردهای اصلی کاریوتیپ برای شمردن تعداد کروموزوم‌ها و تعیین عدد کروموزومی یاخته است.

۱ هیچ‌گاه نمی‌توان درون هسته سانتیریول‌ها را مشاهده کرد.

۲ درست است که در مرحلهٔ تلوفاز پیچ‌وتاب دنا موجود در کروموزوم باز می‌شود اما این گزینه نادرست است.

دقت کنید در مرحلهٔ تلوفاز کروموزوم‌ها تک کروماتیدی هستند. بنابراین استفاده از لفظ «دناها» برای هر کروموزوم آن حرام است! زیرا هر کروموزوم آن تک کروماتیدی است و فقط یک مولکول دنا دارد.



سؤال چی می‌گه؟ صورت سؤال معرف مرحلهٔ پروفاز است. دقت کنید که منظور از مراحل اول تا پنجم میتوز به ترتیب پروفاز، پرومتافاز، متافاز، آنافاز و تلوفاز هستند. در پروفاز برخلاف تلوفاز (آخرین مرحلهٔ میتوز) طول کروموزوم‌ها کاهش و فشردگی آن‌ها افزایش می‌یابد اما در تلوفاز دقیقاً برعکسه! یعنی فشردگی کروموزوم‌ها کم شده و طول آن‌ها بیشتر می‌شود.

### در اولین مرحله از میتوز برخلاف آخرین مرحله از آن،

- میزان فشردگی کروموزوم‌ها در حال تغییر است.
- مقدار فسفولیپیدهای آزاد در سیتوپلاسم در حال تغییر است.
- عدد کروموزومی یاخته با یاختهٔ مادری برابر می‌باشد.
- طول رشته‌های مؤثر در جابه‌جایی کروموزوم‌ها تغییر می‌کند.

گزینهٔ «۳» صحیح است.

### بررسی سایر گزینه‌ها

۱ هم در پروفاز و هم در پرومتافاز پوشش هسته به دنبال فعالیت آنزیم‌هایی تخریب می‌شود. در واقع شروع این تخریب در پروفاز است و تکمیل آن در پرومتافاز. فعالیت معمول یاخته فقط در ایتترفاز قابل مشاهده است و در هیچ‌کدام از مراحل میتوز دیده نمی‌شود.

۲ حداکثر طول رشته‌های دوک مربوط به دوک‌هایی است که هم‌پوشانی دارند. این دوک‌ها در مرحلهٔ آنافاز به حداکثر میزان طول خود می‌رسند.



به دنبال تجزیه پوشش هسته و تجزیهٔ شبکهٔ آندوپلاسمی در مراحل پروفاز و پرومتافاز، رفته‌رفته میزان فسفولیپیدهای آزاد در سیتوپلاسم افزایش می‌یابد. در هردوی این مراحل همواره کروموزوم‌ها در حال فشردن هستند و طول آن‌ها در حال کاهش و ضخامت آن‌ها در حال افزایش می‌باشد.

### بررسی سایر گزینه‌ها

اولاً این اتفاقات همزمان نیستند و ابتدا پروتئین تخریب می‌شود و سپس رشته‌های دوک متصل به سانترومر کوتاه می‌شوند و دوماً در کروماتیدها در محل اتصال به کروماتید خواهری نیز دنا و هیستون وجود دارد اما پروتئین‌های هیستون در این ناحیه تخریب نمی‌شوند بلکه پروتئین اتصالی کروماتیدها در این ناحیه تخریب می‌شود که هیستون نیست.

**لب کلام اینک!** در مرحلهٔ آنافاز در انسان و زیتون در هر قطب ۴۶ کروموزوم وجود دارد. اما محتویات ژنی هر دو قطب کاملاً یکسان هستند.

**نکته!**

در مرحلهٔ متافاز هر کروموزوم می‌تواند یک کروموزوم هم‌تا داشته باشد که قطعاً از نظر ژنی با آن یکسان نیست. اما در مرحلهٔ آنافاز هر کروموزوم سه کروموزوم هم‌تای دیگر دارد (زیرا یاخته ۴n می‌شود) که با یکی از آن‌ها کاملاً یکسان است (زیرا کروماتید خواهری آن بوده است!) اما با دو کروموزوم هم‌تای دیگر یکسان نیست.

د) متن موجود در این گزینه درست است اما تنها مشکل این گزینه این است که باید مراقب باشیم که در هر دو مرحلهٔ متافاز و آنافاز، در یاخته هسته وجود ندارد.

**نکته!**

در واقع در میتوز هسته را می‌توان در تمام طول پروفاز، ابتدای پرومتافاز و انتهای تلوفاز مشاهده کرد. در مراحل متافاز و آنافاز هیچ‌گاه نمی‌توان هسته را دید.



در مرحلهٔ تلوفاز یک یاختهٔ دو هسته‌ای ایجاد می‌شود. همهٔ کروموزوم‌های موجود در یاخته در این مرحله تک کروماتیدی (غیرمضاعف) هستند بنابراین در این مرحله تعداد کروموزوم‌ها و کروماتیدها برابر هستند.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

۱) در لنفوسیت‌های B هستهٔ یاخته در میانهٔ آن قرار دارد. بنابراین در مرحلهٔ پروفاز در این یاخته‌ها نیز امکان مشاهدهٔ کروموزوم در میانهٔ یاخته وجود دارد.

**نکته!**

تنها مرحله‌ای از تقسیم لنفوسیت‌های B که در آن امکان مشاهدهٔ کروموزوم در میانهٔ یاخته وجود ندارد، مرحلهٔ تلوفاز است.

۲) در مرحلهٔ پرومتافاز در یاخته دو جفت استوانهٔ توخالی (سانتریول) وجود دارد نه دو تا.

۳) رشته‌های دوکی که در میانهٔ یاخته به هم متصل می‌شوند و هم‌پوشانی دارند، در مرحلهٔ آنافاز طولی ترمی می‌شوند. پس در این مرحله میزان هم‌پوشانی آن‌ها افزایش می‌یابد.



در همهٔ این گزینه‌ها، ترتیب اتفاقات متناسب شده به هر مرحله، کاملاً درست است. اما در گزینهٔ «۱»، یک اشتباه کوچک وجود دارد.

دقت کنید که در ابتدای مرحلهٔ تلوفاز و انتهای مرحلهٔ آنافاز، استفاده از لفظ «رشته‌های دوک متصل به هر سانترومر» نادرست است. زیرا در این مراحل فقط یک رشتهٔ دوک به سانترومر هر کروموزوم می‌تواند متصل دیده شود. صحت ترتیب وقایع موجود در هر گزینه را می‌توانید با رجوع به نمودارهای قبل، دریابید!!

**نکته!**

۱) در ابتدای مرحلهٔ آنافاز، پروتئین اتصالیهٔ ناحیهٔ سانترومری تجزیه می‌شود. این کار توسط آنزیم با آنزیم‌های هیدرولیزکنندهٔ پروتئین (یعنی پروتئازها) صورت می‌گیرد.

۲) در مرحلهٔ آنافاز، به دنبال کاهش طول رشته‌های دوک متصل به سانترومر کروموزوم‌ها، فاصلهٔ کروماتید جدا شده از کروماتید خواهری خود (معروف به کروموزوم دختری) تا جفت سانتریول موجود در قطب یاخته (آن قطبی که این کروموزوم رو به سمت آن قرار دارد) رفته‌رفته کاهش می‌یابد.

**نکته!**

شروع تخریب پوشش هسته در مرحلهٔ پروفاز است اما تکمیل آن در مرحلهٔ پرومتافاز است. درحالی‌که هم شروع و هم تکمیل تخریب شبکهٔ آندوپلاسمی در مرحلهٔ پرومتافاز است.



**سؤال چی می‌گه؟** دقت کنید که کروموزوم‌ها در مرحلهٔ متافاز در استوای یاخته ردیف می‌شوند اما در مرحلهٔ آنافاز، کروموزوم‌ها در استوای یاخته ردیف هستند یا ردیف شده‌اند!

در مرحلهٔ آنافاز طول رشته‌های دوکی که در میانهٔ یاخته به هم متصل می‌شوند، افزایش می‌یابد.

**نکته!**

ترتیب طول رشته‌های دوک تقسیم، بدین گونه است.

دوک‌های قطبی که در قطب یاخته می‌مانند. > که به کروموزوم‌ها متصل می‌شوند. > دوک‌های استوایی که به هم متصل می‌شوند.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

۱) همواره در میتوز طول و قطر دنا ثابت است. اما در مرحلهٔ متافاز طول و قطر کروموزوم (نه دنا) به ترتیب حداقل و حداکثر است.

۳) برای اولین بار در مرحلهٔ پرومتافاز است که هر سه نوع رشتهٔ دوک دیده می‌شوند.

۴) در مرحلهٔ آنافاز، عدد کروموزومی یاخته دو برابر مرحلهٔ قبل است اما با مرحلهٔ بعد برابر است.



**سؤال چی می‌گه؟** در مراحل متافاز و آنافاز است که کروموزوم‌ها در تمام طول مرحله در سیتوپلاسم قرار دارند و در مرحلهٔ پروفاز است که کروموزوم‌ها در تمام طول مرحله در هسته قرار دارند.

**نکته!**

در ابتدای مرحلهٔ پرومتافاز و انتهای مرحلهٔ تلوفاز پوشش هسته دیده می‌شود اما در بقیهٔ قسمت‌های این مراحل، کروموزوم‌ها در تماس با مایع سیتوپلاسمی قرار دارند.

در مراحل متافاز و آنافاز، حرکت کروموزوم‌های متصل به رشتهٔ دوک قابل انتظار است. اما در مرحلهٔ پروفاز هنوز کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک متصل نشده‌اند که بخواهند با کمک آن‌ها حرکت کنند.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

۲) دقت کنید که در مراحل متافاز و آنافاز جفت سانتریول‌ها در قطبین یاخته هستند و بنابراین نیاز نیست که به سمت قطبین آن حرکت کنند.

۳) بهترین زمان برای تهیهٔ کاربوتیپ مربوط به مرحلهٔ متافاز است و نه هر دو مرحلهٔ متافاز و آنافاز.

۴) در مرحلهٔ آنافاز هیچ‌گونه تغییری در فشردگی کروموزوم‌ها رخ نمی‌دهد، درحالی‌که در تمام طول مرحلهٔ پروفاز کروموزوم‌ها در حال فشرده‌شدن هستند و در بخش ابتدایی متافاز نیز فشردگی کروموزوم‌ها ادامه می‌یابد تا به حداکثر برسد.



**نکته**

دقت کنید که کروموزوم‌ها برای اولین بار در ابتدای مرحلهٔ پروفاز است که با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌شوند. در بقیهٔ مراحل میتوز، کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده هستند. باز هم جنگ بین «هستند» و «می‌شوند» برقراره!

پس دقت کنید که اگر بگوییم در مرحلهٔ پرومتافاز کروموزوم‌ها قابل مشاهده با میکروسکوپ می‌شوند نادرسته؛ بلکه باید بگوییم قابل مشاهده هستند. در مرحلهٔ آنافاز که سانترومرها مضاعف می‌شوند (یا تعداد سانترومرها دو برابر می‌شود) می‌توان دو جفت سانتریول را در یاخته‌های جانوری مشاهده کرد.



**سؤال چی می‌گه؟** اولین بار در مرحلهٔ S اینترفاز است که به دنبال همانندسازی دنا و دوکروماتیدی شدن کروموزوم‌ها، تعداد مولکول‌های دنا موجود در هسته، دو برابر تعداد کروموزوم‌ها می‌شود. در ضمن در ابتدای مرحلهٔ آنافاز و در لحظهٔ تجزیهٔ پروتئین اتصالاتی در سانترومر، مجدداً تعداد کروموزوم‌ها با تعداد مولکول‌های دنا خطی برابر می‌شود.

**لب کلام اینکله!** پس منظور از صورت سؤال، حدفاصل بین مرحلهٔ S تا ابتدای مرحلهٔ آنافاز است.

دقت کنید که از انتهای آنافاز به بعد می‌توان کروموزوم‌ها را در قطب یاخته دید نه در فاصلهٔ زمانی موردنظر صورت سؤال.

**نکته**

در مرحلهٔ آنافاز میتوز در یاخته‌های انسان، عدد کروموزومی در یاخته  $4n = 92$  است اما در هر قطب  $2n = 46$  می‌باشد. از آنجایی که بعداً هر قطب یاختهٔ میتوزدهنده (یاختهٔ مادری) به یک یاختهٔ جدید حاصل می‌شود پس عدد کروموزومی یاخته‌های حاصل از میتوز (به همراه تقسیم سیتوپلاسم)  $2n = 46$  است. بنابراین می‌گوییم که میتوز عدد کروموزومی را تغییر نمی‌دهد.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

- این مورد در مرحلهٔ پروفاز است که در بازهٔ زمانی مدنظر سؤال قرار دارد.
- این مورد در مرحلهٔ پرومتافاز است که در بازهٔ زمانی مدنظر سؤال قرار دارد.
- توضیح آورده شده در این گزینه، مربوط به مرحلهٔ G<sub>۱</sub> اینترفاز است که در بازهٔ زمانی مدنظر این سؤال قرار دارد.

**در فاصله‌ای که در میتوز پوشش هسته شروع به تجزیه شدن می‌کند تا زمانی که**

- انواع رشته‌های دوک تخریب می‌شوند، کدام گزینه رخ نمی‌دهد؟
- تجزیهٔ پروتئین اتصالاتی در ناحیهٔ سانترومر
  - ایجاد حداکثر طول در رشته‌های دوک تقسیم
  - کاهش تدریجی وزن هر کروموزوم تک کروماتیدی
  - ایجاد حداکثر فشردگی در کروموزوم‌های مضاعف

گزینهٔ «۳» صحیح است.

**کدام گزینه در ارتباط با تنها مرحله‌ای از میتوز که در تمام طول آن، فشردگی**

**کروموزوم‌ها ثابت است؛ درست می‌باشد؟**

- در آن کروموزوم‌ها همواره در استوای یاخته قرار دارند.
- عدد کروموزومی یاخته در این مرحله دو برابر می‌شود.
- کروموزوم‌ها به تدریج با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده می‌شوند.
- شبههٔ آندوپلاسمی در این مرحله به‌طور کامل تخریب می‌شود.

گزینهٔ «۲» صحیح است.



در شرایط طبیعی همواره در تقسیم میتوز و در مرحلهٔ آنافاز به دنبال تجزیهٔ پروتئین اتصالاتی در ناحیهٔ سانترومر، هر کروموزوم مضاعف به دو کروموزوم کاملاً یکسان تبدیل می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

- هیچ‌گاه این اتفاق در میتوز رخ نمی‌دهد. زیرا در مراحل پروفاز و پرومتافاز قطعاً کروموزوم‌ها مضاعف هستند.
- در میتوز هیچ‌گاه امکان ندارد این اتفاق صورت بگیرد. زیرا همواره کروموزوم‌های موجود در مرحلهٔ تلوفاز تک کروماتیدی (غیرمضاعف) هستند.
- اگر به جای هسته در این گزینه نوشته شده بود «یاخته»، آن وقت درست بود. اوکی؟

**چند مورد از اتفاقات زیر هیچ‌گاه ممکن نیست در میتوز به وقوع بپیوندد؟**

- الف) افزایش تعداد و ضخامت مولکول‌های دنا خطی  
ب) استقرار کروموزوم‌های تک کروماتیدی در استوای یاخته  
ج) دور شدن کروموزوم‌های مضاعف از استوای یاخته  
د) متصل شدن رشته‌های دوک به کروموزوم‌های غیرمضاعف

۱ (۱)	۲ (۲)
۳ (۳)	۴ (۴)

گزینهٔ «۴» صحیح است.



**سؤال چی می‌گه؟** در این سؤال باید به این موضوع دقت کنید که در مرحلهٔ S اینترفاز است که تعداد مولکول‌های دنا خطی و کروماتیدها (بدون تغییر

تعداد کروموزوم‌ها و سانترومرها) دو برابر یا مضاعف می‌شود و هم‌چنین در مرحلهٔ آنافاز میتوز است که تعداد کروموزوم‌ها و سانترومرها (بدون تغییر در تعداد کروماتیدها، دناها و زنجیره‌های پلی‌نوکلئوتیدی خطی) دو برابر یا مضاعف می‌شود.

در مرحلهٔ S که تعداد کروماتیدها دو برابر می‌شود، همواره در یاخته هسته یافت می‌شود.

**بررسی سایر گزینه‌ها**

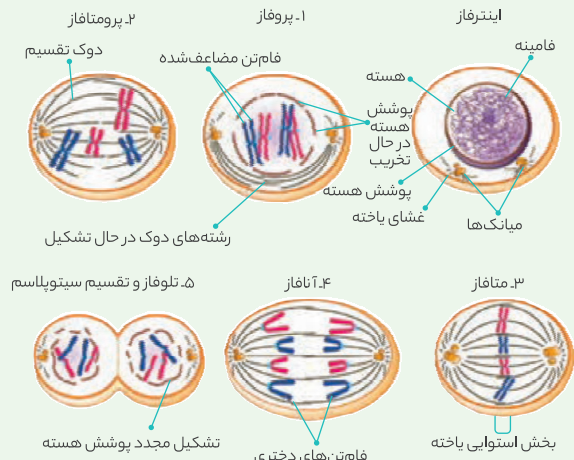
- در مرحلهٔ S که کروموزوم‌ها مضاعف می‌شوند، به دنبال تولید کروماتید (دنا) جدید باید نوکلئوزوم‌ها نیز شکل بگیرند. پس در این مرحله اتصال بین دنا و پروتئین‌های کروماتیدی هیستون رخ می‌دهد.

دقت کنید که مضاعف شدن خود کروموزوم‌ها در مرحلهٔ S اینترفاز رخ می‌دهد اما مضاعف شدن تعداد کروموزوم‌ها مربوط به مرحلهٔ آنافاز میتوز است.

- در مرحلهٔ آنافاز که تعداد کروموزوم‌ها مضاعف می‌شود، امکان مشاهدهٔ کروموزوم‌ها با میکروسکوپ وجود دارد.

**عکس و مکث**

با توجه به این شکل می توان گفت:



- 1 اثراتی از دوک تقسیم (همان عوامل مورد نیاز برای تشکیل دوک) در اطراف جفت سانتیولیولها در اینترفاز دیده می شود اما خود دوک تقسیم تنها در تقسیم دیده می شود.
- 2 طولی ترین حالت یاخته مربوط به دو مرحله آنافاز و تلوفاز است و کوتاه ترین حالت یاخته را در اینترفاز و مراحل پروفاز، پرومتافاز و متافاز می توان دید.
- 3 حداکثر فاصله جفت سانتیولیولها را در مراحل آنافاز و تلوفاز می توان دید.
- 4 در مرحله متافاز کروموزومها در یک ردیف (در یک صفحه سه بعدی) در استوای یاخته (نه هسته) ردیف می شوند.
- 5 اولین مرحله ای که در آن رشته های دوک تقسیم کوتاه و یا تخریب می شوند، آنافاز است و بعد از آن، تلوفاز.
- 6 قبل از به اتمام رسیدن تقسیم میتوز و مرحله تلوفاز، تقسیم سیتوپلاسم آغاز می شود اما پس از تکمیل آن، به اتمام می رسد.


**سؤال چی می گه؟** منظور از صورت سؤال، تقسیم سیتوپلاسم است.

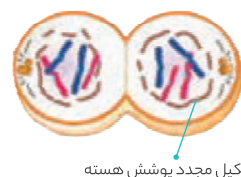
در یاخته های جانوری مثل یاخته های انسان، برای انجام تقسیم سیتوپلاسم نیاز است که پروتئین های اکتین و میوزین در یاخته، حلقه انقباضی ایجاد کنند. برای ایجاد انقباض و حرکت پارو زدن سر میوزین، به وجود یون کلسیم و ATP نیاز است.

**ترکیب با گذشته**

همواره برای این که سر میوزین بتواند به اکتین متصل شود باید یون کلسیم در سیتوپلاسم یاخته وجود داشته باشد.

**فصل ۳ - یازدهم**
**بررسی سایر گزینه ها**

- 1 با توجه به این شکل، قبل از اتمام مرحله تلوفاز و تقسیم میتوز، تقسیم سیتوپلاسم می تواند آغاز شود اما قطعاً پس از تکمیل میتوز کامل می شود.



تشکیل مجدد پوشش هسته

- 2 خیر! برای انجام تقسیم سیتوپلاسم در یاخته های جانوری، یک فرورفتگی در یاخته ایجاد می شود؛ نه فرورفتگی هایی!!
- 3 طبق متن کتاب این حلقه انقباضی مانند کمربندی در سیتوپلاسم (و نه بیرون از یاخته) قرار می گیرد و از سمت داخل به غشا متصل است.

**نکته**

دقت کنید که این حلقه انقباضی لزوماً وسط یاخته ایجاد نمی شود. در مواردی که تقسیم سیتوپلاسم به طور نامساوی انجام شود، این حلقه انقباضی به یکی از قطب های یاخته نزدیک تر است. با مثال این موضوع در فصل بعد آشنا خواهید شد.



پروتئین های اکتین و میوزین هستند که مسئول انقباض ماهیچه های اسکلتی هستند. موارد «الف» و «ب» عبارت را به درستی تکمیل می کنند.

**بررسی همه موارد**

الف) منظور از بخش اول این مورد، یاخته های T کشنده است. (فصل ۵ - یازدهم)

**نکته**

دقت کنید که در یاخته هایی که هیچ گاه تقسیم نمی شوند (مثل T کشنده)، اکتین و میوزین نمی توانند با ایجاد حلقه انقباضی، در تقسیم سیتوپلاسم یاخته نقش داشته باشند.

ب) دقت کنید که همواره به دنبال مرحله تلوفاز است که تقسیم سیتوپلاسم رخ می دهد. در مرحله تلوفاز، یاخته دو هسته ای است.

**نکته**

اگر یاخته تنها یک هسته داشته باشد، دیگر تقسیم سیتوپلاسم معنا نخواهد داشت. زیرا هدف از تقسیم سیتوپلاسمی که به دنبال میتوز انجام می شود این است که یک یاخته دو هسته ای به دو یاخته تک هسته ای تبدیل شود.

ج) در هر یاخته جانوری که تقسیم می شود، میوزین برای انجام تقسیم سیتوپلاسم باید با تشکیل پل اتصال به اکتین متصل شود و با انجام حرکات پارومانند به تدریج این حلقه انقباضی را تنگ کند تا دو یاخته از هم جدا شوند.

**ترکیب با گذشته**

انرژی هر بار تشکیل پل اتصال و انجام حرکات پارو زدن توسط سر میوزین را یک مولکول ATP تأمین می کند.

**فصل ۳ - یازدهم**

د) در بخش تیره سارکومر (طبق این شکل) رشته های اکتین و میوزین دارای هم پوشانی هستند. هر چند که طول بخش تیره سارکومر به اندازه طول رشته ضخیم تر سارکومر، یعنی میوزین است. (فصل ۳ - یازدهم)

