



## گزینه ۴

۱

در فرد مبتلا به نشانگان داون، یاخته‌های دارای قابلیت تقسیم، تعداد کروموزوم‌های بیشتری نسبت به حالت عادی دارند. در نتیجه تعداد رشته‌های دوک بیشتری نیز به کروموزوم‌ها متصل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: یاخته‌های پیکری هسته‌دار این فرد، نسبت به یاخته‌های پیکری دیپلوئید درخت زیتون یک کروموزوم بیشتر دارند؛ اما یاخته هسته‌داری چون اسپرم این فرد، تعداد کروموزوم‌های کمتری نسبت به یاخته‌های پیکری درخت زیتون خواهد داشت.

گزینه ۲: تنها یکی از یاخته‌های جنسی ایجادکننده فرد مبتلا به نشانگان داون، تعداد کروموزوم ۲۱ بیشتری دارد. نه اینکه هر دو یاخته جنسی ایجادکننده این فرد، غیرطبیعی باشند.

گزینه ۳: یاخته‌های پیکری هسته‌دار این فرد به‌طورکلی در هر هسته خود این‌گونه هستند؛ اما گلبول قرمز بالغ یاخته‌ای است فاقد هسته و در نتیجه فاقد کروموزوم‌های شماره ۲۱.

## گزینه ۲

۲

هم در تلوفاژ میوز ۱ و هم میتوز، درون هر هسته به میزان نصف ماده ژنتیکی یاخته مادر و فامینک وجود دارد. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در متافاز میوز ۱ برخلاف میتوز، کروموزوم‌ها در دو خط (و نه یک) ردیف می‌شوند.

(۳) در آنافاز میوز ۱ برخلاف میتوز، نیازی به تجزیه پروتئین اتصالی نیست.

(۴) دقت کنید که در پروفاژ میوز ۱ برخلاف میتوز، هرکدام از کروموزوم‌ها تنها به یک رشته دوک متصل هستند.

## گزینه ۴

۳

پرومتافاز، قبل از متافاز قرار دارد. در این مرحله، پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به فام‌تن‌ها برسند. در همین حال سانترومر فام‌تن‌ها به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) تشکیل پوشش هسته مربوط به تلوفاژ است.

(۲) دور شدن سانتربول‌ها از هم مربوط به پروفاژ است.

(۳) قرارگیری کروموزوم‌ها در میانه یاخته مربوط به متافاز است.

پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می‌شوند = پرومتافاز، تشکیل رشته دوک = پروفاز  
بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) جدا شدن دو یاخته حاصل از تقسیم = تقسیم سیتوپلاسمی، تنگ شدن حلقه انقباضی غشاء یاخته‌ای = تقسیم سیتوپلاسمی

(۲) در یاخته‌های گیاهی میانک (سانتریول) وجود ندارد.

(۴) رشد یاخته =  $G_1$ ، افزایش تعداد دنا =  $S$

تقسیمات تنظیم‌نشده، به دلیل نقص در برخی از نقاط واریسی رخ می‌دهد.  
بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) فقط کروموزوم‌های همتا، از لحاظ ژنتیکی و محل سانترومر با یکدیگر مشابه هستند.

(۲) همه یاخته‌های دارای کروموزوم، در مرحله  $G_1$  حاوی کروموزوم‌های تک‌کروماتیدی هستند.

(۴) رشته‌های دوک تقسیم در خارج از هسته و بین دو سانتریول در سیتوپلاسم تشکیل می‌شوند.

دوک تقسیم مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر کروموزوم‌ها به آن متصل می‌شود.

برای انجام تقسیم صحیح یاخته، کروموزوم‌های پراکنده باید ابتدا به طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به طور مساوی بین یاخته‌های حاصل تقسیم شوند. برای حرکت و جدا شدن صحیح فام‌تن‌ها، ساختارهایی به نام دوک تقسیم ایجاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه "۱": در مرحله پرومتافاز، پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به فام‌تن‌ها برسند. در همین حال سانترومر کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک اتصال می‌یابد؛ اما باید توجه داشت هر کروموزوم خطی تنها یک بخش سانترومری دارد، نه بخش‌های سانترومری.

گزینه "۲": سانتریول‌ها، یک جفت استوانه عمود بر هم هستند. در یاخته‌های جانوری در مرحله پروفاز میتوز، ضمن فشرده شدن کروموزوم‌ها سانتریول‌ها به دو طرف یاخته کشیده می‌شوند و بین آن‌ها دوک تقسیم ایجاد می‌شود. عده‌ای از جانداران یوکاریوت، نظیر گیاهان پیشرفته، فاقد سانتریول برای سازماندهی رشته‌های دوک هستند.

گزینه "۴": عده‌ای از جانداران مثل پروکاریوت‌ها و برخی یوکاریوت‌ها، تقسیمات میتوزی و میوزی ندارند و برای همین علت، فاقد رشته‌های دوک هستند. به‌طورکلی در یاخته‌های یوکاریوتی دارای توانایی میتوز و میوز، این مورد صحیح است؛ همچنین در گیاهان، رشته‌های دوک در جابه‌جایی ریزکیسه‌های حاوی پیش‌سازهای تیغه میانی برای تقسیم سیتوپلاسم نیز نقش دارند.

تومور، توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم‌نشده ایجاد می‌شود.

تومور ملانوما (بدخیم) برخلاف تومور لیپوما (خوش‌خیم) به خاطر ایجاد اختلال در تنظیم تقسیمات یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست ایجاد می‌شود. از آنجایی که تومور ملانوما نوعی تومور بدخیم است، پس توانایی متاستاز دارد و طی این فرآیند ممکن است یاخته‌های سرطانی به خون یا لنف وارد شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: تومور ملانوما به خاطر تقسیمات تنظیم‌نشده در یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست ایجاد می‌شود. درحالی که تومور لیپوما، به خاطر تقسیمات بیش‌ازحد یاخته‌های بافت چربی ایجاد می‌شود. بافت چربی نوعی بافت پیوندی است.

گزینه ۲: هم تومور ملانوما (بدخیم) و هم تومور لیپوما (خوش‌خیم) توده‌های یاخته‌ای هستند که به خاطر تقسیمات تنظیم‌نشده ایجاد می‌شوند. در این حالت تعادل بین تقسیم یاخته‌ای و مرگ یاخته‌ای از بین می‌رود. گزینه ۴: تومور لیپوما که توموری خوش‌خیم است و در اثر از بین رفتن تعادل بین تقسیم یاخته‌های چربی و مرگ آن‌ها ایجاد می‌شود برخلاف تومور ملانوما که به خاطر سرطانی شدن یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست ایجاد می‌شود، در افراد بالغ متداول است.

هم در میتوز و هم در میوز ممکن است اشتباهاتی رخ دهد.

کروموزوم‌ها (مولکول‌های دنا) در آنافاز تقسیمات به دو سوی یاخته کشیده می‌شوند. در این مرحله همزمان با حرکت کروموزوم‌ها به قطبین یاخته، یاخته کشیده‌تر می‌شود و در نتیجه ابعاد آن افزایش می‌یابد. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه ۱: هم میتوز و هم میوز ممکن است در طی انجام، دچار اشتباهاتی شوند. تقسیمات میتوزی برخلاف تقسیمات میوزی، دخالت مستقیمی در ایجاد نسل‌های بعد ندارند.

گزینه ۲: در میتوز اتصال رشته‌های دوک به سانترومر کروموزوم‌ها در پرومتافاز و در میوز در پروفاز رخ می‌دهد. از طرفی الزاماً نمی‌توان گفت در مراحل پروفاز، رشته‌های دوک به سانترومر متصل می‌شوند. ممکن است تنها یک رشته دوک به هر سانترومر متصل شود (در پروفاز ۱).

گزینه ۳: در پروفاز میتوز و پروفاز ۱ میوز، این مورد درست است؛ اما بین پایان میوز ۱ و آغاز پروفاز ۲، اینترفاز مشخصی وجود ندارد و بنابراین یاخته مضاعف شدن کروموزوم‌های خود (مرحله S) را تجربه می‌کند. (چون دارای کروموزوم‌های مضاعف شده است)

یاخته‌های عصبی از یاخته‌هایی هستند که به‌ندرت تقسیم می‌شوند.

مطابق شکل کتاب درسی، یاخته‌هایی مانند نوروها که به مرحله  $G_0$  وارد می‌شوند، در صورت تصمیم برای ادامهٔ مراحل اینترفاز، نقطهٔ واری انتهایی  $G_1$  را رد می‌کنند. پس مطابق شکل کتاب این مورد صحیح است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ "۱": نوروها به‌ندرت تقسیم می‌شوند. نه اینکه اصلاً تقسیم نشوند. لازمهٔ تقسیم، گذراندن مرحلهٔ S اینترفاز است. در طی این مرحله آنزیم دنابسپاراز که دارای خاصیت بسپارازی و نوکلئازی است، در فرآیند همانندسازی شرکت می‌کند.

گزینهٔ "۲": یاخته‌های عصبی از یاخته‌هایی هستند که به‌ندرت تقسیم می‌شوند. کوتاه‌ترین مرحلهٔ اینترفاز،  $G_2$  است. پس نمی‌توان گفت که همهٔ یاخته‌های عصبی توانایی تقسیم ندارند و در مرحلهٔ پیش از  $G_2$  (مرحلهٔ  $G_0$ ) متوقف شده‌اند.

گزینهٔ "۴": دربارهٔ همهٔ یاخته‌های عصبی نمی‌توان این‌چنین اظهارنظر کرد؛ چراکه اغلب نوروها فاقد توانایی تقسیم هستند و در نتیجه لزومی ندارد که یک یاختهٔ عصبی مرحله‌ای را برای آمادگی تقسیم رد کند.

(الف) و (ج) نادرست هستند.

بررسی موارد:

(الف) منظور مرحلهٔ اول است که در این مرحله کل بافت آلوده نمی‌شود.

(ب) منظور مرحلهٔ دوم است که هنوز به دستگاه لنفی و بافت‌های دورتر دسترسی پیدا نکرده است.

(ج) منظور مرحلهٔ سوم است که هنوز بافت‌های دورتر را آلوده نکرده است. در مرحلهٔ چهارم آلوده می‌کند.

(د) منظور مرحلهٔ چهارم است که بافت‌های دیگر را آلوده کرده است و در دای آن‌ها تغییر ایجاد می‌کند.

فقط مورد (ج) نادرست است.

بررسی موارد:

(الف) در متافاز میوز، کروموزوم‌های دو کروماتیدی در بیشترین حالت فشردگی قرار دارند. در این مرحله، رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها متصل هستند.

(ب) در تلوفا‌های هر دو نوع میوز، پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌ها تشکیل می‌شوند. در هر دوی آن‌ها، یک یاخته با دو هستهٔ هاپلوئید تشکیل می‌شود.

(ج) در پروفا‌های هر دو نوع میوز، جفت سانتیول‌ها از یکدیگر دور می‌شوند. فقط در پروفا‌ میوز، کروموزوم‌های هم‌تا، تتراد تشکیل می‌دهند.

(د) فقط در آنافاز میوز، پروتئین موجود در سانترومر تجزیه می‌شود. در این مرحله، رشته‌های دوک تقسیم، تجزیه می‌شوند.

مراحل تقسیم سیتوپلاسم در یک یاخته گیاهی بدین شرح است:

ابتدا ریزکیسه‌های حاوی پیش‌سازهای تیغه میانی ساخته شده توسط دستگاه گلژی از آن خارج می‌شوند؛ سپس به کمک رشته‌های دوک این ریزکیسه‌ها در استوای یاخته آرایش می‌یابند (البته ممکن است تقسیم نامساوی سیتوپلاسم نیز رخ دهد). در مرحله بعد ریزکیسه‌ها به همدیگر می‌پیوندند و صفحه یاخته‌ای ایجاد می‌شود؛ سپس صفحه یاخته‌ای به دیواره یاخته مادر می‌پیوندد و تقسیم سیتوپلاسم صورت می‌گیرد. در مورد ۲ باید توجه داشت که فعالیت دستگاه گلژی در جهت ارسال این ریزکیسه‌ها به خارج یاخته صورت نمی‌گیرد. در مورد ۳ فرآیند خروج محتوای این ریزکیسه‌ها بیان شده که اشتباه است و تنها این ریزکیسه‌ها به همدیگر پیوسته و صفحه یاخته‌ای ایجاد می‌کنند.

حذف یاخته‌های آسیب‌دیده در آفتاب‌سوختگی مثالی از مرگ برنامه‌ریزی شده است. مرگ برنامه‌ریزی شده با حذف این یاخته‌ها از ایجاد تومور بدخیم و سرطان جلوگیری می‌کند. بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) حذف یاخته‌های پرده میانی بین انگشتان پا در پرندگان، به طور طبیعی و در یاخته‌های سالم طی مرگ برنامه‌ریزی شده انجام می‌شود.

۲) حذف یاخته‌های اضافی در پاهای جنین پرندگان مثالی از مرگ برنامه‌ریزی شده است.

۴) در بافت‌مردگی التهاب ایجاد می‌شود؛ در نقرس نیز التهاب ایجاد می‌شود. نقرس نوعی بیماری مفصلی است، نه کلیوی!

در فرآیند تخمک‌زایی، از تقسیم اووسیت اولیه، دو یاخته اووسیت ثانویه با سیتوپلاسم زیاد و یک جسم قطبی اولیه حاصل می‌شود که سیتوپلاسم کمی دارد؛ لذا مقدار میتوکندری اووسیت ثانویه از گویچه قطبی اولیه بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) همان‌طور که در شکل می‌بینید، در مرحله آنافاز، فقط گروهی از رشته‌های دوک به سانترومر کروموزوم‌ها متصل هستند.



۳) در هر بخش از تقسیم (چه میوز چه میتوز)، در هر یاخته، دو جفت میانک (سانتریول) وجود دارد.

۴) همان‌طور که در نمودار کتاب درسی مشاهده می‌کنید، این مطلب به درستی بیان شده است.

ردیف شدن فام‌تن (کروموزوم)ها در میانهٔ یاخته = متافاز، اتصال کروموزوم‌ها به رشتهٔ دوک = پرومتافاز  
بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) افزایش تعداد کروموزوم‌های یاخته = آنافاز، آغاز تخریب غشاء هسته = پروفاز
- (۲) حداکثر فشردگی کروموزوم‌ها = متافاز، تشکیل دو هسته در یاخته = تلوفاز
- (۳) تجزیهٔ پروتئین سانترومر = آنافاز، مشاهدهٔ کروموزوم بیشتر در یاخته = آنافاز

موارد (ب) و (د) به‌درستی بیان شده‌اند.

بررسی موارد:

(الف) در پروفاز غشاء هسته تجزیه می‌شود، نه غشاء سلول.

(ب) در همه آنافازها، رشته‌های دوک متصل به سانترومر کروموزوم‌ها، کوتاه می‌شوند.

(ج) دقت کنید در مراحل متافاز ۱ و ۲ میوز و متافاز میتوز، هسته در سلول مشاهده نمی‌شود.

(د) در حالت طبیعی، در مراحل آنافاز میتوز و آنافاز میوز ۱ و ۲، تعداد کروماتیدهای یاخته ثابت است و تغییر نمی‌کند.

مصرف الکل و دخانیات، ازجمله عوامل محیطی هستند که می‌توانند روند جدا شدن کروموزوم‌ها را دچار اختلال کنند. درنتیجه ممکن است فرزند مبتلا به نشانگان داون ایجاد شود. به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری یا یک حالت، نشانگان می‌گویند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ "۱": ممکن است اختلال در اسپرم پدر رخ داده باشد و یاختهٔ جنسی مادر، سالم باشد. از طرفی یاخته‌های پیکری هسته‌دار مادر دارای ۲ کروموزوم شمارهٔ ۲۱ هستند که اصلاً در لقاح شرکت نمی‌کنند.

گزینهٔ "۲": افزایش سن در مادر، سبب افزایش احتمال خطای میوزی در تشکیل یاخته‌های جنسی‌اش می‌شود؛ اما این مورد برای پدر صادق نیست. درنتیجه نمی‌توان گفت برای هر دو والدین این مورد درست است.

گزینهٔ "۳": آغاز تقسیمات میوزی یاخته‌های زاینده در فرد ماده، در دوران جنینی رخ می‌دهد. درنتیجه آغاز تقسیمات میوزی در مادر بالغ مشاهده نمی‌شود.

همه موارد نادرست هستند.

بررسی موارد:

(الف) در پایان تقسیم میتوز و در مرحله تلوفاز، پوشش هسته اطراف کروموزوم‌های مستقر در هر قطب یاخته تشکیل می‌شود. یاخته پوششی انسان، یاخته‌ای پیکری و  $2n = 46$  کروموزومی است. اطراف هر ۴۶ عدد کروموزومی که در یک سمت یاخته قرار دارند، یک پوشش برای هسته تشکیل می‌شود. هر هسته تشکیل شده دیپلوئید است و دارای ۲ مجموعه کروموزومی است.

(ب) در جانداران، یاخته‌ها به روش‌های متنوعی می‌توانند چندهسته‌ای شوند. مثلاً ممکن است یاخته‌ای تک‌هسته‌ای پس از انجام میتوز، تقسیم سیتوپلاسم انجام ندهد و یاخته دو هسته‌ای شود یا ممکن است چندین یاخته تک‌هسته‌ای در هم ادغام شوند و یک یاخته چندهسته‌ای ایجاد شود که نمونه این مورد در دوران جنینی برای تشکیل ماهیچه اسکلتی اتفاق می‌افتد.

(ج) قبل از آغاز میتوز، کروموزوم‌های هسته به شکل کروماتین هستند و فشردگی ندارند؛ اما باید توجه داشت اصطلاح پراکنده بودن کروماتین درون یاخته باید زمانی به کار برده شود که پوشش هسته وجود ندارد و کروموزوم‌ها در سیتوپلاسم یاخته پراکنده شده‌اند، ولی قبل از آغاز میتوز پوشش هسته وجود دارد و باید گفته شود کروموزوم‌ها درون هسته پراکنده هستند.

(د) همانندسازی دناي هسته‌ای در یاخته یوکاریوت، موجب ایجاد کروموزوم‌های مضاعف شده یا دو کروماتیدی می‌شود. این اتفاق باید پیش از شروع میتوز و در مرحله S اینترفاز چرخه یاخته‌ای رخ دهد. مضاعف شدن کروموزوم‌ها حین تقسیم اتفاق نمی‌افتد.

شکل نشان داده شده می‌تواند مربوط به مرحله آنافاز میتوز و یا آنافاز میوز باشد. در مرحله تلوفاز میوز کروموزوم‌ها شروع به باز شدن کرده و رشته‌های کروماتینی را ایجاد می‌کنند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) بلافاصله قبل از مرحله آنافاز در میوز ۲ متافاز انجام می‌شود. در این مرحله تتراد وجود ندارد.

(۲) بعد از آنافاز میتوز، تلوفاز رخ می‌دهد و بعد از آن مرحله به طور معمول (نه همواره) سیتوکینز رخ می‌دهد.

(۳) عدد کروموزومی سلول‌ها در مرحله آنافاز میتوز به طور موقت دو برابر می‌شود.

در چرخهٔ یاخته‌ای، چند نقطهٔ واری و وجود دارد. نقاط واری مراحل از چرخهٔ یاخته‌اند که به آن اطمینان می‌دهند که مرحلهٔ قبل کامل شده است و عوامل لازم برای مرحلهٔ بعد آماده هستند. در انتهای متافاز، یک نقطهٔ واری وجود دارد که نقطهٔ واری متافازی برای اطمینان از این موضوع است که فام‌تن‌ها به‌صورت دقیق به رشته‌های دوک متصل و در وسط یاخته آرایش یافته‌اند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) افزایش فاصلهٔ بین جفت سانتیول‌ها، در پروفاز دیده می‌شود.

(۲ و ۴) همان‌طور که می‌دانید فام‌تن از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی فام‌تن‌های هسته، کمتر و به‌صورت توده‌ای از رشته‌های در هم است که به آن، فامینه (کروماتین) می‌گویند. هر رشتهٔ فامینه دارای واحدهای تکراری به نام هسته‌تن (نوکلئوزوم) است. در هر هسته‌تن، مولکول دنا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچیده است. مادهٔ وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به‌جز تقسیم، به‌صورت فامینه است. پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های فامینه دو برابر و در حین تقسیم یاخته فشرده می‌شوند. همچنین در مرحلهٔ S، تعداد کروماتید (نه کروموزوم‌ها!) افزایش می‌یابد.