



فصل سوم

میوز و تولید مثل جنسی

میوز:

✓ نوعی تقسیم هسته‌ی سلولی و عامل ایجاد تنوع است که طی آن هر سلول فقط $\frac{1}{4}$ کروموزوم‌های سلول اولیه را دریافت می‌کند.

✓ تقسیم میوز در جانوران در تولید گامت‌ها نقش دارد، به همین دلیل این تقسیم گامت‌سازی (گامتوژنز) نیز خوانده می‌شود.

اغلب اوقات به محض گفتن جمله‌ی بالا برای شما سؤال پیش می‌آید که:

در گروه‌هایی غیر از جانوران، تولید گامت توسط میوز رخ نمی‌دهد؟

معمولاً بعد از این سؤال، سؤالی که پرسیده می‌شود این است که:

چرا فقط لغت جانوران در این جمله بکار رفته است؟

بهتر است برای پاسخ به سؤالات بالا تست زیر را با هم حل کنیم:

✓ در کدام گزینه از جانوران زیر، تقسیم میوز سبب ایجاد گامت می‌شود؟

(۱) نیلوفر آبی (۲) شقایق دریایی (۳) خزه (۴) سرخس

تصور می‌کنم متوجه شدید که:

✓ تأکید بر واژه‌ی جانوران در جمله‌ی مورد بحث بی‌مورد نیست. در تعریف گامت توجه داشته باشید که:

گامت سلولی است n کروموزومی، که توانایی لقاح دارد.

جانوران: گامت حاصل میوز است.

گیاهان: گامت حاصل میتوز ولی هاگ حاصل میوز است.

آغازیان: گامت حاصل میتوز و زیگوت میوز می‌کند.

انواع روش‌های تولیدمثلی:

در این روش دو والد شرکت دارند.

✓ تولیدمثل جنسی — هر کدام از دو والد توانایی تولید گامت را داشته و لقاح می‌کنند.

جاندار حاصل ۱۰۰٪ مشابه یکی از دو والد نخواهد بود.

- ✓ تولید مثل غیر جنسی
 - در این روش فقط یک والد وجود دارد.
 - هر کدام از میوز، گامت و لقاح وجود ندارد.
 - جاندار حاصل دقیقاً مشابه والد است.

روش‌های تولیدمثل غیرجنسی :

✓ جوانه زدن :

- ✓ در این روش از والد زاده‌ی جدیدی به نام جوانه خارج می‌شود که به والد می‌تواند متصل بوده و یا از آن جدا شود. این جوانه گروهی متشکل از مجموعه‌ای از افراد جدید را می‌سازد. (هیدر، کواسروات، آمیب، مخمر، میکروسفر و ...)
- البته یادتان باشد که میکروسفرهای فاقد RNA و کواسروات‌ها زنده محسوب نمی‌شوند، ولی قدرت جوانه زنی (اولین تقسیم طبیعت) دارند.

✓ قطعه قطعه شدن :

- ✓ والد به قطعات کوچک‌تری تقسیم می‌شود که هر قطعه به طور جداگانه تولید زاده‌هایی جدید را می‌نماید. (اسپیروژیر)

✓ تقسیم شدن به سلول‌های مشابه :

- ✓ والد به دو زاده که از نظر اندازه تقریباً هم‌اندازه تقسیم می‌شود. (اسپیروژیر و آمیب) در ضمن نمودار زیر را چیدی بخوانید و یاد بگیرید :

جانوران

گیاهان



فقط در سلول‌های دیپلوئید

- ✓ در تولید مثل جنسی
 - اولین گام : میوز
 - دومین گام : لقاح
 - سومین گام : میتوز در زیگوت

- نگران نباشید، مادر مگاسپور یعنی مادر هاگ بزرگ!! یا به عبارت بهتر مادر هاگ ماده؛ پس مگاسپور هم یعنی هاگ بزرگ!! یا هاگ ماده. همین موضوع برای مادر میکروسپور هم صدق می‌کند. پس میکروسپور یعنی هاگ نر.

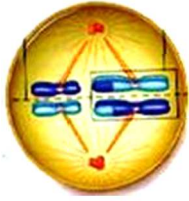
تقسیم میوز و وقایع آن :

- ✓ میوز شامل دو مرحله‌ی متوالی تقسیم است، که در مرحله‌ی اول : کاهش عدد کروموزومی و دوم : کاهش ماده‌ی وراثتی
- ✓ در طی میوز هم مانند میتوز مضاعف سازی DNA فقط یک بار انجام می‌گیرد و سلول اینترفاز را طی می‌کند.

میوز I :



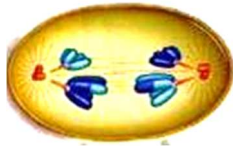
- ✓ **پروفاز**
 - سانتریول‌های مضاعف شده در G_2 جدا می‌شوند.
 - کروموزوم‌ها فشرده و قابل رویت می‌شوند.
 - غشای هسته و هستک ناپدید می‌شوند.
 - تتراد تشکیل می‌شود و رشته‌های دوک بوجود می‌آیند.
 - سلول در این مرحله $2n$ کروموزومی و دو کروماتیدی است.



تترادها در استوای سلول توسط رشته‌های دوک ردیف می‌شوند.
 نوترکیبی
 کروموزوم‌های هم‌تا از طول و کروموزوم‌های غیرهم‌تا از عرض کنارهم قرار می‌گیرند.
 سلول در این مرحله $2n$ کروموزومی و دو کروماتیدی است.

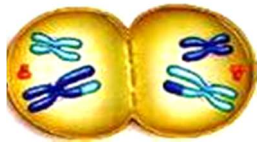
متافاز ✓

کروموزوم‌های هم‌تا: از نظر شکل، ساختار، اندازه، محل سانترومر و ... یکسان هستند.
 غیر هم‌تا: از نظر شکل، ساختار، اندازه، محل سانترومر و ... یکسان نیستند.



جدا شدن کروموزوم‌های هم‌تا (نه جدا شدن کروماتیدهای خواهری)
 در هر قطب نیمی از کروموزوم‌های دو کروماتیدی هم‌تای اولیه وجود دارد.

آنافاز ✓



تجمع کروموزوم‌ها در قطبین
 هر سلول n و دو کروماتیدی است.
 فقط یکی از دو کروموزوم هم‌تا را دارد.
 تشکیل ناقص پوشش هسته و از بین رفتن دوک تقسیم

تلوفاز ✓

بین میوز I و II پروتئین‌سازی، همانند سازی سانتریول‌ها و رشد و نمو وجود دارد ولی همانندسازی DNA صورت نمی‌گیرد.

تتراد :

- ✓ ساختاری چهارکروماتیدی که از کنارهم قرار گرفتن کروموزوم‌های هم‌تای دو کروماتیدی در مرحله‌ی پروفاز میوز I بوجود می‌آید.
- ✓ هر تتراد شامل دو سانترومر، دو کروموزوم، چهار کروماتید، چهار مولکول DNA، هشت زنجیره‌ی پلی‌نوکلئوتیدی است.
- ✓ $\text{تعداد تتراد} = \frac{\text{تعداد کروموزوم}}{۲}$

کراسینگ اور :

- ✓ در هنگام جفت شدن کروموزوم‌ها در پروفاز میوز I (به هنگام تشکیل تتراد) گاه قطعاتی بین کروموزوم‌های هم‌تا مبادله می‌شود. اگر این قطعات حامل آلل‌های متفاوتی باشند، ترکیب جدیدی از آلل‌ها به وجود می‌آید. به این پدیده کراسینگ اور می‌گویند.

میوز II :

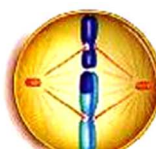
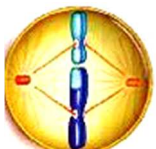


رفتن سانتریول‌ها به قطبین و تشکیل دوک تقسیم صورت می‌گیرد.

ناپدید شدن پوشش هسته و هستک رخ می‌دهد.
II پروفاز ✓

n کروموزومی و دو کروماتیدی است.

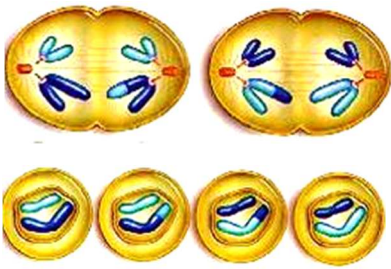
کروموزوم‌ها مضاعف هستند.



کروموزوم‌های دو کروماتیدی در استوای سلول قرار دارند.

اتصال سانترومر به دوک تقسیم رخ می‌دهد.
II متافاز ✓

n کروموزومی و دو کروماتیدی هستند.



✓ **آنها II :** جداسازی کروماتیدهای خواهری در این مرحله اتفاق افتاده و هر قطب n کروموزومی و تک کروماتیدی است. (تقسیم سانترومر)

✓ **تروفاز I :** n کروموزومی و تک کروماتیدی هستند. سیتوکینز رخ می‌دهد. چهار سلول دو به دو مشابه تولید می‌شوند.

◇ هر تتراد کروموزومی از چند نوار DNA تشکیل شده است؟

- ۴(۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۳۲ (۴)

✍ هر تتراد دارای ۴ کروماتید است و با توجه به اینکه هر کروماتید معرف یک مولکول DNA است، پس مجموعاً $4 \times 2 = 8$ رشته DNA است. گزینه‌ی «۲» صحیح است.

◇ در ارتباط با تتراد کدام نادرست است؟ (آزاد-۹۰)

- (۱) در هر تتراد چهار مولکول DNA و چهار کروماتید وجود دارد.
- (۲) تتراد از ویژگی‌های پروفاز I است.
- (۳) تتراد از کروموزوم‌های همتا که هر کدام دو کروماتید دارند، تشکیل می‌شود.
- (۴) در هر تتراد دو سانترومر و چهار زنجیره‌ی پلی نوکلئوتیدی وجود دارد.

✍ در هر تتراد دو سانترومر، دو کروموزوم، چهار کروماتید، چهار مولکول DNA، هشت زنجیره‌ی پلی نوکلئوتیدی وجود دارد. گزینه‌ی «۴» صحیح است.

◇ در همه‌ی سلول‌های یوکاریوتی، (سراسری-۹۱)

- (۱) پوشش هسته در پروفاز ناپدید و در تروفاز دوباره ظاهر می‌شود.
 - (۲) همانندسازی DNA قبل از آغاز پروفاز I انجام می‌شود.
 - (۳) در شروع تقسیم سلول، رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها اتصال می‌یابند.
 - (۴) بلافاصله پس از تقسیم هسته، غشای سلول به درون فرورفتگی پیدا می‌کند.
- ✍ **گزینه‌ی «۱» :** قارچ‌ها میتوز هسته‌ای دارند و پوشش هسته در تمام مراحل حفظ می‌شود.

✓ **گزینه‌ی «۲» :** همه‌ی سلول‌های یوکاریوتی که میوز ندارند، مانند آمیپ!

✓ **گزینه‌ی «۳» :** یک مقدار بعید است که این گزینه پاسخ صحیح باشد، چون اتصال رشته‌های دوک زیاد نزدیک به شروع تقسیم نیست و یک چیزی بین آخر پروفاز و اول متافاز است، اما می‌شود گفت طراح کاملاً منظورش را رسانده است.

✓ **گزینه‌ی «۴» :** این مورد درباره‌ی سلول‌های جانوری صدق می‌کند ولی در مورد سلول‌های گیاهی این گونه نیست!

◇ در فرآیند تولیدمثل جانداران، همواره (سراسری-۹۱)

- (۱) جنسی - فرزندان از هر دو والد ماده‌ی ژنتیکی دریافت می‌کنند.
- (۲) غیر جنسی - کلون‌هایی ایجاد می‌شود که می‌توانند میوز انجام دهند.
- (۳) جنسی - زاده‌هایی حاصل می‌شوند که می‌توانند با تقسیم میوز گامت بسازند.
- (۴) غیر جنسی - زاده‌ها از تکثیر یک سلول یا بخشی از پیکر یک والد حاصل می‌آیند.

✍ **گزینه‌ی «۱» :** بکرزایی شکل ویژه‌ای از کلون کردند است که به انواع تولیدمثل جنسی تعلق دارد و در آن فرد از تخمک لقاح نیافته رشد و نمو می‌یابد. از آنجا که هیچ جاندار نری در این تولیدمثل شرکت ندارد، فرزندان حاصل از نظر ژنی شبیه مادرند.



✓ **گزینه ۲:** اگر به جای کلمه‌ی میوز، میتوز قرار می‌گرفت، گزینه‌ی درست به شمار می‌رفت.

✓ **گزینه ۳:** زنبور عسل نر از طریق بکرزایی بوجود می‌آید و با میتوز گامت می‌سازد. گامتوفیت گیاهان نیز با میتوز گامت‌ها را تولید می‌کند. پس گزینه‌ی «۴» صحیح است.

◇ اگر در مرحله‌ی تلوفاز II، درون هسته‌ی هر سلول، ۸ کروماتید وجود داشته باشد، سلول اولیه در مرحله‌ی پروفاز I، چند کروماتید درون هسته داشته است؟ (سنجش - ۹۰)

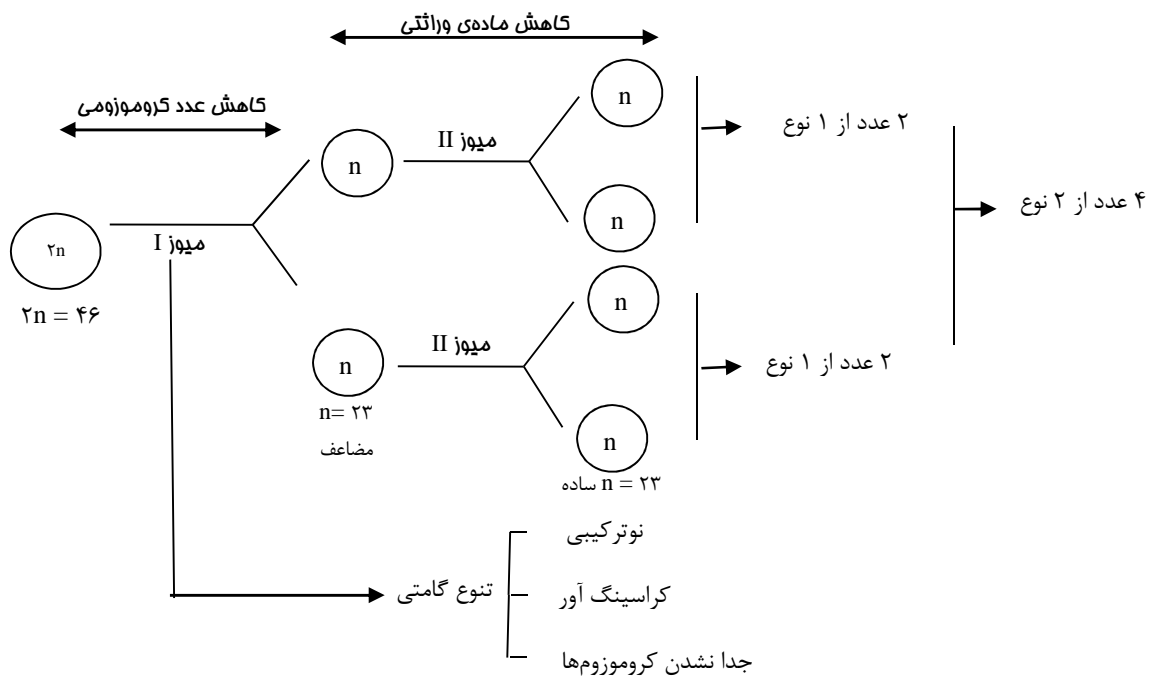
۴ (۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۳۲ (۴)

✓ در مرحله‌ی تلوفاز II، درون هسته‌ی سلول n کروموزوم تک کروماتیدی وجود دارد، پس در سلول مذکور ۸ کروموزوم تک کروماتیدی داریم که اگر سلول را به پروفاز I برگردانیم درون هسته ۲n کروموزوم دو کروماتیدی وجود دارد. گزینه‌ی «۲» صحیح است.

$n = ۸$ $۲n = ۱۶$ $۱۶ \times ۲ = ۳۲$

تشکیل گامت در جانوران نر و ماده :

✓ طرح زیر را خیلی خوب یاد بگیرید که یاد گرفتن این مطالب یعنی طی کردن نصف مسیر آموزش ژنتیک :



سلول‌های دختر:

و اما قصه‌ی سلول دختر:

اگر دقت کرده باشید توی تقسیم سلولی‌ها یک سری سلول‌های خواهر و مادر هستند که لازم است آن‌ها را خیلی خوب بشناسیم: سلول خواهری، کروماتید خواهری، سلول مادری و ... در ابتدا لازم است بگویم که این تعاریف به هیچ کس و هیچ جنسی تعلق ندارد! بهتر است مثالی بزنم: قصه‌های قدیمی را یادتان هست؟! اگر در قصه‌ای می‌گفتند، خورشید خانم؛ این واژه به این معنی نیست که خورشید و سایر اجسام را به جنسیتی نسبت دهیم! اصطلاحات بکار رفته در تقسیم هم دقیقاً همین معنی را می‌دهند.

سلول مادر (والد) :

✓ سلول اولیه در تمام انواع تقسیم، سلول والد می‌باشد.

کروماتیدهای خواهری :

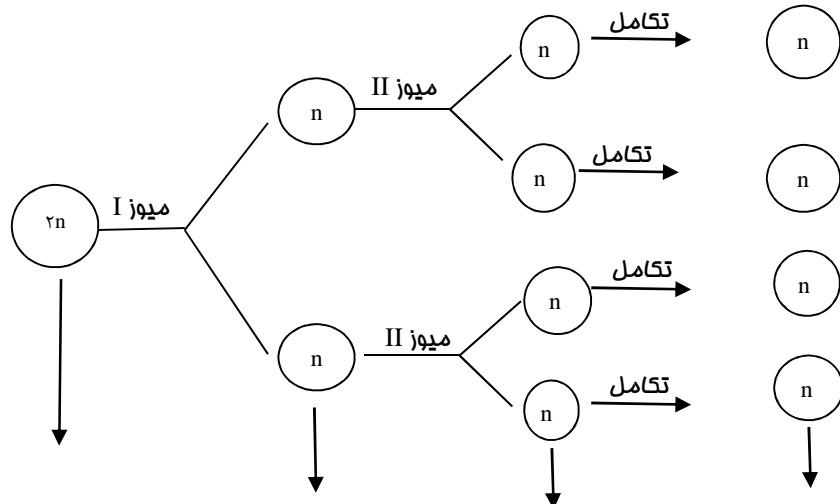
✓ کروماتیدهای تشکیل دهنده‌ی یک کروموزوم دو کروماتیدی که از نظر شکل، ساختار و حتی ساختار ژنتیکی نیز مشابه هم‌اند.

سلول دفتری :

✓ سلول‌های حاصل از هر تقسیم سلولی را سلول دختر می‌نامند، فرقی نیز برای میتوز یا میوز بودن تقسیم قائل نمی‌شویم.

- قبلاً اشاره کردم، میوز تقسیمی است که در سلول‌های $2n$ کروموزومی لایه‌ی زاینده‌ی گامت برای تولید سلول‌های جنسی (گامت‌ها در جانوران و هاگ‌ها در گیاهان) کاربرد دارد.

اسپرم‌سازی :



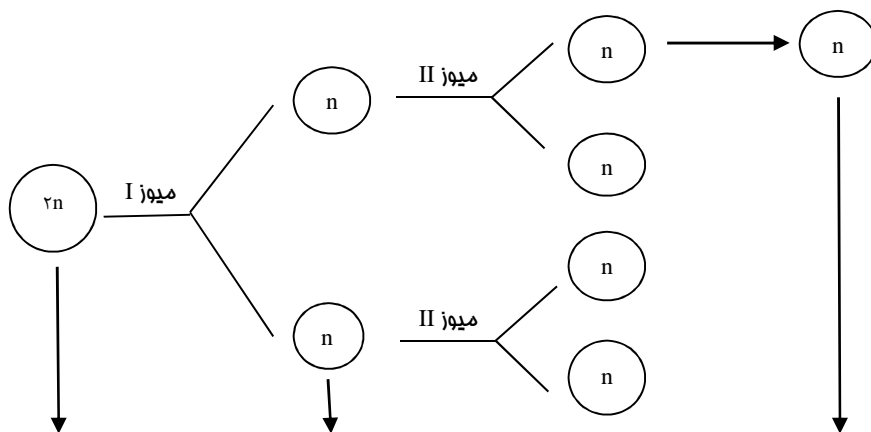
	اسپرم	اسپرم تمایز نیافته	اسپرم نابالغ	لایه‌ی زاینده‌ی گامت
تعداد کروموزوم	۲۳	۲۳	۲۳	۴۶
تعداد کروماتید	۲۳	۲۳	۴۶	۹۲
تعداد سانترومر	۲۳	۲۳	۲۳	۴۶
تعداد مولکول DNA	۲۳	۲۳	۴۶	۹۲
تعداد رشته‌ی DNA	۴۶	۴۶	۹۲	۱۸۴
تعداد تکرار	-----	-----	-----	۲۲
وضعیت کروموزومی	n و تک کروماتیدی	n و تک کروماتیدی	n و دو کروماتیدی	$2n$ و دو کروماتیدی

✓ در مرحله‌ی تمایز از نظر ظاهری تغییراتی به وجود می‌آید و هر اسپرم دارای سر، تنه و دم می‌شود.



- ✓ سلول $2n$ کروموزومی لایه‌ی زاینده‌ی اسپرم در لوله‌ی اسپرم ساز بیضه معادل همان سلول مادر هاگ نر (مادر میکروسپور) در گیاهان است چون هر دو دیپلوئید و دارای تقسیم میوز هستند.
- ✓ سلول‌های دختری حاصل از میوز I عبارتند از : سلول‌های اسپرم اولیه (نابالغ).
- ✓ سلول‌های اسپرم نابالغ دو عدد از دو نوع ولی حاصل از میوز II هر کدام دو عدد از یک نوع.
- ✓ سلول‌های لایه‌ی زاینده‌ی گامت از نظر تعداد سانترومر دو برابر اسپرم نابالغ و اسپرم تمایز نیافته‌اند ولی از نظر کروماتید دو برابر اسپرم نابالغ و ۴ برابر اسپرم تمایز نیافته خواهد بود.
- ✓ فقط سلول‌های اسپرم دارای تاژک هستند.
- ✓ محل تکامل اسپرم‌ها لوله‌های اپی‌دیدیم است.
- از سن بلوغ به بعد هر روز میلیون‌ها اسپرم درون بیضه‌ها به وجود می‌آید. اعتیاد به مواد مخدر و الکل، تماس با پرتوهای فرابنفش و رادیواکتیو و اشعه‌ی ایکس ممکن است موجب اختلال در اسپرم‌زایی و تشکیل اسپرم‌های غیرطبیعی و در نتیجه عقیمی فرد می‌شود.

تفمک‌سازی :



	لایه‌ی زاینده‌ی گامت	تفمک نابالغ و نخستین گوپه‌ی قطبی	تفمک تمایز نیافته و دومین گوپه‌ی قطبی	تفمک
تعداد کروموزوم	۴۶	۲۳	۲۳	۲۳
تعداد کروماتید	۹۲	۴۶	۲۳	۲۳
تعداد سانترومر	۴۶	۲۳	۲۳	۲۳
تعداد مولکول DNA	۹۲	۴۶	۲۳	۲۳
تعداد رشته‌ی DNA	۱۸۴	۹۲	۴۶	۴۶
تعداد تکرار	۲۳	ندارد	ندارد	ندارد
وضعیت کروموزومی	$2n$ و دو کروماتیدی	n و دو کروماتیدی	n و تک کروماتیدی	n و تک کروماتیدی

- ✓ سلول‌های زاینده فقط مخصوص دوران جنینی است و بعد از تولد درون تخمدان سلول زاینده وجود ندارد.
- ✓ تمام سلول‌های زاینده در دوران جنینی وارد مرحله‌ی پروفاز I میوز می‌شود.
- ✓ شروع تقسیم میوز در تخمدان زنان در دوران جنینی است و میوز II در بلوغ رخ می‌دهد.



- ✓ پس از میوز I در زنان هسته به طور مساوی تقسیم ولی سیتوکینز نامساوی است.
- ✓ میوز I در تخمدان و میوز II در لوله‌ی فالوپ رخ می‌دهد، در نتیجه نخستین گویچه‌ی قطبی در تخمدان و دومین گویچه‌ی قطبی در لوله‌ی فالوپ تشکیل می‌شود.
- ✓ نخستین گویچه‌ی قطبی ممکن است دوباره تقسیم شود (میوز II) اما سلول‌هایی که از آن پدید می‌آیند (دومین گویچه‌ی قطبی) زنده نخواهند ماند.
- ✓ از آنجائیکه بیشتر سیتوپلاسم بعد از میوز I وارد تخمک تمایزنیافته می‌شود و گویچه‌ی اول کمترین میزان سیتوپلاسم را دریافت می‌کند نسبت سطح به حجم آن بیش تر است.
- ✓ گویچه‌ی قطبی اول ممکن است مجدداً تقسیم و گویچه‌های قطبی دوم را بوجود آورد.
- ✓ تخمک نابالغ حاصل از میوز I در طی میوز II نیز سیتوکینز نابرابر دارد.
- ✓ سلول‌های لایه‌ی زاینده‌ی گامت زنان احتمال جهش بیش تری دارند.

◇ هسته‌ی نخستین گویچه‌ی قطبی مرغ، چند مولکول DNA دارد؟

- (سنچش-۸۶)
- ۳۹ (۱) ۳۸ (۲) ۷۶ (۳) ۷۸ (۴)
- گزینه‌ی «۴» صحیح است. $39 \times 2 = 78$

◇ سلولی که در پروفاز I دارای ۲۴ رشته‌ی پلی نوکلئوتیدی است، در تلوفاز I همان تقسیم در هر یک از هسته‌ها چند

- (سراسری-۸۵) سانترومر خواهد داشت؟
- ۳ (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۱۲ (۴)

گزینه‌ی «۱» صحیح است.

$24 \rightarrow 12 \rightarrow 12 \rightarrow 6 \rightarrow 3$
سانترومر کروموزوم کروماتید

◇ در کدام مراحل چرخه‌ی سلولی، هر کروموزوم، دو کروماتید و یک سانترومر دارد؟

- (سراسری-۸۳)
- ۱) G_1, G_2 و پروفاز میوز II ۲) G_2 و تلوفاز میوز II ۳) S و تلوفاز میوز II ۴) متافاز و تلوفاز میتوز
- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

◇ به طور معمول، در ملخ نر، در هسته‌ی هر سلول حاصل از میوز I، می‌تواند مولکول DNA وجود داشته باشد؟

- ۱۱ (۱) ۱۲ (۲) ۲۲ (۳) ۲۳ (۴)
- گزینه‌ی «۳» صحیح است.

$$2n = 23, \quad 22A + X \Rightarrow 11A + X \quad 22 + 2 = 24, \quad 11A + O \times 2 = 22$$

◇ عدد کروموزومی هر سلول در متافاز II چیست؟

- ۲n (۱) ۲n-۲ (۲) مضاعف n (۳) -n مضاعف (۴)
- گزینه‌ی «۲» صحیح است.

◇ همواره سلول‌های طبیعی حاصل از میوز

- ۱) گامت نام دارند. ۲) هاپلوئیداند. ۳) کروموزوم تک کروماتیدی است. ۴) سانتریول دارند.
- گزینه‌ی «۳» صحیح است.
- سلول‌های حاصل از میوز همواره معادل گامت نیستند، گاهی سلول‌های حاصل از میوز هاگ خوانده می‌شوند. از طرفی دیگر چون صورت سوال از واژه‌ی میوز استفاده کرده است و I و II آن‌را تعیین نکرده است، پس همواره کروموزوم‌های حاصل از میوز تک کروماتیدی نیستند. سانتریول‌ها هم در تمام سلول‌ها مشاهده نمی‌شوند. پس گزینه‌ی «۲» صحیح است.



نقد و بررسی :

بعضی از دانش آموزان می گویند :

الف) گویچه های قطبی نابارور هستند !!

✓ میزان سیتوپلاسم گویچه های قطبی کم تر از سیتوپلاسم تخمک است. گویچه های قطبی دیواره ی محافظ تخمک بعد از لقاح با اسپرم را ندارد.

ب) زنان چند گامت تولید می کنند با چند نوع گامت تولید می کنند، فرق ندارد !!

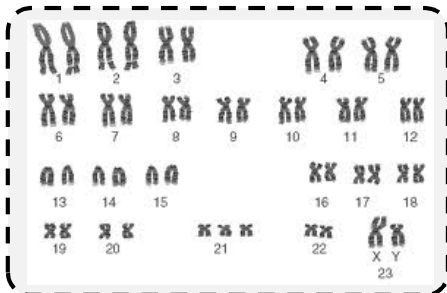
✓ زنان یک عدد گامت از یک نوع تولید می کنند.

ج) در زنان در هر دوره ی جنسی فقط یک تخمدان فعال است و یکی در میان در هر دوره عوض می شوند !!

د) دوقلو زایی فقط به خاطر آزادسازی دو تخمک به طور همزمان از دو تخمدان رخ می دهد !!

✓ خیر زیرا می تواند ناشی از تقسیم تخمک یا تقسیم زیگوت قبل از جایگزینی و یا باروری گویچه های قطبی توسط فقط یک اسپرم باشد.

تغییر در تعداد کروموزومها :



✓ **کاریوتیپ :**

✓ ساختار کروموزومی سلول های یوکاریوتی.

✓ **جهش کروموزومی تغییر در تعداد :**

✓ سندرم داون.

علت : با هم ماندن یا جدا نشدن کروموزوم شماره ی ۲۱

✓ سندروم داون فراوانی : ۱/۱۰۰۰۰

علائم : عقب افتادگی ذهنی و ...

پسران : $45 A + XY$

دختران : $45 A + XX$

کاریوتیپ در :

✓ با افزایش سن مادران احتمال تولد نوزادان با نشانگان داون بیشتر شده و احتمال افزایش مجموع آسیب هایی که ممکن است به DNA تخمک های مادران وارد شود، بیشتر می شود.

✓ برای تهیه ی کاریوتیپ باید از سلول های دارای هسته استفاده کرد، پس سلول های گلبول های قرمز، کلاهک، آوند چوبی و آبکشی و پلاکت ها چون هسته ندارند، برای کاریوتیپ استفاده نمی شوند.

✓ جداسدن کروموزومها در آنافاز I رخ می دهد.

✓ در پیدایش سندروم داون تفاوت نمی کند که اسپرم ۲۴ کروموزومی باشد یا تخمک (با هم ماندن / جدانشدن کروموزومها)

✓ احتمال خطای میوزی در زنان بیشتر از مردان است، پس احتمال تخمک ۲۴ کروموزومی برای ایجاد سندروم داون بیشتر از اسپرم ۲۴ کروموزومی است.

یوان !! (جوانتر از ۳۰ سال) : تقریباً $\frac{1}{1500}$

میان سال !! (۳۰ تا ۳۵ سال) : $\frac{1}{450}$

پیرزن !! (بالتر از ۴۵ سال) : $\frac{1}{100}$

✓ مادران

علت بروز خطای میوزی بیشتر در تخمک زنان :

✓ برخلاف اسپرم‌ها که همیشه تازه هستند و قدرت پاروری دارند، تخمک‌های زنان از هنگام تولد در تخمدان‌ها هستند؛ پس به دلیل ماندگاری طولانی احتمال جهش خطای میوزی در همان نسل مهم است.

◇ کدام عبارت صحیح است؟ (سراسری - ۸۹)

- (۱) در تلوفاژ همه‌ی تقسیم‌ها، کروموزوم‌ها تک کروماتیدی هستند.
- (۲) در آنافاز همه‌ی تقسیم‌ها، کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می‌شوند.
- (۳) در پروفاژ همه‌ی تقسیم‌ها، سانتیریول‌ها مسئول تولید رشته‌های دوک هستند.
- (۴) در متافاز همه‌ی تقسیم‌ها، رشته‌های دوک به کروموزوم‌های دو کروماتیدی متصل می‌شوند.

✍ **گزینه ۱:** صورت سوال می‌گوید: «... همه‌ی تقسیم‌ها ...» پس میوز I هم جزو آن محسوب می‌شود، که تک کروماتیدی نیست.

✓ **گزینه ۲:** به دلیل همان جمله‌ی بالا نادرست است، چون در آنافاز I تتراد جدا می‌شود نه خواهری‌ها.

✓ **گزینه ۳:** این گزینه هم نادرست است، چون سلول‌های گیاهی پیشرفته مانند بازدانگان و نهاندانگان فاقد سانتیریول هستند اما رشته‌های دوک دارند.

◇ در بدن دختر یک ساله‌ی سالم، سلولی کروموزوم X یافت نمی‌شود. (سراسری - ۸۹)

- (۱) با چند (۲) با یک (۳) با دو (۴) بدون

✍ **گزینه ۱:** در بدن دختر یک ساله سلولی با چند کروموزوم X وجود دارد: سلول‌های چندهسته‌ای نظیر سلول‌های ماهیچه‌ای اسکلتی.

✓ **گزینه ۲:** در بدن دختر یک ساله سلولی با یک کروموزوم X وجود ندارد: چون دختر نابالغ و هنوز توانایی تولید تخمک (سلول دارای یک X) را ندارد.

✓ **گزینه ۳:** تمام سلول‌های سوماتیک (بدنی) دختر یک ساله ۲n کروموزومی است، پس تمامی سلول‌هایش دارای ۲ کروموزوم X است.

✓ **گزینه ۴:** در بدن دختر یک ساله سلولی فاقد کروموزوم X وجود دارد: سلول‌های فاقد هسته نظیر گلبول‌های قرمز و پلاکت‌ها فاقد کروموزوم X هستند.

◇ اگر هر سلول حاصل از تقسیم میوز I در یک سلول زایشی، ۱۵۶ رشته‌ی پلی نوکلئوتیدی داشته باشد، می‌توان گفت:

(۱) این سلول در پروفاژ میوز I، ۷۸ تتراد تشکیل داده است.

(۲) این سلول زایشی، می‌تواند مولد تخمک مرغ باشد.

(۳) این سلول زایشی در شروع تقسیم، ۷۸ مولکول DNA داشته است.

(۴) سلول‌های حاصل از میوز II این سلول، ۷۸ مولکول DNA خواهند داشت.

✍ گزینه ۲ صحیح است.

$$36 = 78 \div 2 = \text{تعداد کروموزوم} = 78 = \text{تعداد کروماتید} \Rightarrow 78 = 156 \div 2 = \text{مولکول DNA} \Rightarrow 156 = \text{نوار DNA}$$

◇ برای یک تقسیم میوز در چرخه‌ی سلولی، DNA همانندسازی می‌کند. (سراسری - ۸۶)

(۱) در اینترفاز قبل از میوز II (۲) در اینترفاز قبل از میوز I

(۳) قبل از میوز I و قبل از میوز II (۴) در پروفاژ میوز I

✍ در طی تقسیم میوز فقط یک‌بار مضاعف‌سازی DNA آن‌هم در اینترفاز قبل از تقسیم میوز I رخ می‌دهد. گزینه ۲ صحیح است.

◇ اسپرم انسانی $22A + XY$ است، در این فرد با هم ماندن در رخ داده است.

(۱) آنافاز I میوز (۲) متافاز I میوز (۳) آنافاز II میوز (۴) متافاز II میوز

✍ پدیده‌ی جدا نشدن کروموزوم‌ها (باهم ماندن کروموزوم‌ها) در طی آنافاز میوز I رخ می‌دهد. گزینه ۲ صحیح است.



تولیدمثل جنسی و غیرجنسی :

بچه‌ها! با اینکه قبلاً تولیدمثل جنسی و غیرجنسی را توی همین فصل یاد دادیم، بهتر دیدیم یک سری از نکات را مجدداً در چهارچوب کتاب درسی برای شما توضیح دهیم :

تولیدمثل غیرجنسی :

- ✓ بسیاری از یوکاریوت‌ها به روش غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند.
- ✓ در این روش فقط یک والد شرکت دارد که تشکیل کلونی می‌دهد.

الف) کلون :

- ✓ جانداري که از نظر ژنتیکی کاملاً مشابه والد خود بوده و تنوع ژنتیکی اندکی دارد.
- ✓ در این روش از تولیدمثل، میوز، گامت، تتراد و کراسینگ‌اُور وجود ندارند.
- ✓ کاهش تراکم جمعیت توان تولیدمثلی را کم می‌کند.



- بakteriya-ha
- میتوکندری‌ها
- کلروپلاست‌ها
- تقسیم دوتایی در

- ✓ تقسیم میتوز به عنوان تولیدمثل مانند : اغلب آغازیان، آمیب‌ها، اوگلناها، تاژک‌داران
- ✓ قطعه قطعه شدن در اسپیروژیر (اسپیروژیر نوعی جلبک سبز، تک رشته‌ای و دارای کلروفیل نواری شکل می‌باشد).

- هیدر آب شیرین
- مخمر (ساکارومایسز سروزه، کاندیدا آلیکنز)
- کواسروات‌ها و میکروسفرها
- جوانه زدن در

- ✓ تولیدمثل رویشی در گیاهان وجود دارد. از قبیل : پیوند زدن، فن کشت بافت و قطعه قطعه شدن.

- تمام باکتری‌ها
- برخی از سلول‌ها مانند سلول‌های مرده (اسکلرانسیم، سلول شاخی پوست، آوند چوبی، کلاهک و ...)
- برخی از سلول‌های زنده (گلبول قرمز، آوند آبکشی و ...)
- برخی از سلول‌های گیاهان مانند گامت‌ها (آنتروزوئید و تخم‌زا)
- جانداران فاقد تقسیم میوز

◇ جلبک سبز اسپیروژیر در شرایط نامساعد محیطی به روش تولیدمثل می‌کند.

(۱) جوانه زدن (۲) قطعه قطعه شدن (۳) تقسیم سلول‌های رشته‌ای (۴) تولیدمثل جنسی

ک) اسپیروژیر همانند اغلب آغازیان در شرایط نامساعد محیطی تولیدمثل جنسی انجام می‌دهند. گزینه‌ی «۴» صحیح است.

◇ کروموزوم ۲۱ یک پسر داون، چند رشته‌ی پلی نوکلئوتیدی وجود دارد؟

(۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۲

ک) گزینه‌ی «۴» صحیح است.

$3 \times 4 = 12 \Rightarrow$ جفت کروموزوم‌های ۲۱ به جای دوتایی بودن سه تایی‌اند. $\Rightarrow 45A + XY \Rightarrow 2n = 47$: پسر داون

◇ هم تولیدمثلی جنسی دارند و هم غیر جنسی.

- (۱) هیدر و اسپروژیر (۲) مخمر و آمیب (۳) آمیب و هیدر (۴) اسپروژیر و نومونیا

کله در بین گزینه‌ها هیدر آب شیرین و اسپروژیر جلبک سبز تک رشته‌ای، هر دو نوع تولیدمثل جنسی و غیر جنسی را دارند. گزینه‌ی «۱» صحیح است.

◇ در چرخه‌ی زندگی کدام گزینه جداسازی کروموزوم‌های همولوگ صورت می‌گیرد؟

- (۱) اوگلنا (۲) تریکودینا (۳) تاژکداران چرخان (۴) پنی‌سیلیوم

کله جداسازی کروموزوم‌های همولوگ یعنی جداسازی تتراد و تتراد هم مختص تقسیم میوز و تولیدمثل جنسی است اما اوگلناها، تاژکداران چرخان و پنی‌سیلیوم فاقد تولیدمثل جنسی‌اند. گزینه‌ی «۲» صحیح است.

◇ تولیدمثل عامل بیماری با بقیه تفاوت دارد.

- (۱) مالاریا (۲) بوتولیسم (۳) جوش صورت (۴) سل

کله گزینه‌ی «۱» صحیح است.

◇ جانداري که زیگوت آن توانایی کراسینگ آور دارد، قطعاً است.

- (۱) گامت آن حاصل میتوز (۲) فرد پرسلولی دیپلوئید
(۳) فتوسنتز کننده (۴) هاگ آن حاصل میتوز

کله جانداري که زیگوت آن توانایی کراسینگ اور دارد یعنی زیگوت $2n$ کروموزومی تولید می‌کند و دارای توانایی تقسیم میوز می‌باشد. پس گزینه‌ی «۱» صحیح است.

مقایسه‌ی میتوز و میوز :

میتوز	میوز
فقط در اندام‌های تولید مثلی	در همه‌ی اندام‌های در حال رشد و ترمیم
تشکیل تتراد	عدم تشکیل تتراد
فقط در سلول‌های دیپلوئید	در تمام سلول‌های دیپلوئید تا پلی‌پلوئید
دو به دو مشابه	سلول‌های حاصل دقیقاً مشابه

مهم‌ترین علت وجود تقسیم میوز :

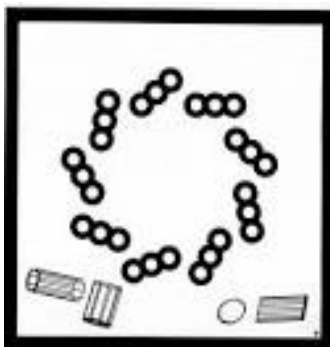
✓ عدد کروموزومی از نسلی به نسل دیگر تفاوت پیدا نکنند.

مهم‌ترین تفاوت میتوز جانوری و گیاهی :

(۱) عدم تشکیل شیار سیتوپلاسمی در سلول‌های گیاهی.

(۲) عدم وجود سانتیریول در گیاهان عالی.

سانتریول‌ها در میتوز : یک بار همانند سازی می‌کنند.
میوز : سه بار





از یک سلول دیپلوئید ۳۲ کروموزومی پس از یک میوز و دو مرحله میتوز چند سلول ایجاد می‌شود و هر سلول دارای چند کروموزوم می‌باشد؟

- (۱) ۸-۸ (۲) ۴-۸ (۳) ۱۶-۱۶ (۴) ۳۲-۱۶

$$2n = 32 \xrightarrow{\text{میوز}} 4 \xrightarrow{\times 2} 8 \xrightarrow{\times 2} 16$$

$n = 16 \quad 2n = 32 \quad 4 \times 4 = 16$

هر میتوز = $2 \times$

از یک سلول $2n$ کروموزومی پس از ۴ مرحله میتوز چند سلول ایجاد شده و چند مرحله مضاعف شدن سانتیریولها، پشت سر گذاشته می‌شود؟

- (۱) ۳۰-۸ (۲) ۱۵-۸ (۳) ۳۰-۱۶ (۴) ۱۵-۱۶

$$2n \xrightarrow{\times 2} 2 \xrightarrow{\times 2} 4 \xrightarrow{\times 2} 8 \xrightarrow{\times 2} 16$$

۱ - تعداد سلول = تعداد تقسیم

$16 - 1 = 15$ مضاعف شدن سانتیریول G_2

سلولی با ۳ میتوز بیای ۸ سلول ایجاد کرده است. معین کنید برای این پدیده چند وقفه‌ی سلولی را پشت سر گذاشته است؟

- (۱) ۶ (۲) ۹ (۳) ۷ (۴) ۱۴

$7 = 8 - 1 =$ تعداد تقسیمها $\Rightarrow 1 -$ تعداد سلول = تعداد تقسیمها

هر تقسیم هم دارای دو مرحله وقفه‌ی سلولی اول و دوم می‌باشد، پس 2×7 یعنی ۱۴ وقفه‌ی سلولی وجود داشته است.

سلول دیپلوئیدی که ۲۰ کروموزوم دارد، به دنبال یک میوز و ۳ میتوز چند سلول، با چه عدد کروموزومی ایجاد می‌کند؟

- (۱) ۲۰-۱۶ (۲) ۳۲-۱۶ (۳) ۱۰-۳۲ (۴) ۲۰-۱۶

$$2n = 20 \xrightarrow{\text{میوز}} n = 10 \quad 4 \xrightarrow{\times 8} 32$$

سلولی که در متافاز I دارای ۱۰ سانترومر است، در پروفاز II همان تقسیم چند مولکول DNA در هر سلول دارد؟

- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۲۰ (۴) ۳۰

در صورت سوال متافاز I با پروفاز II مقایسه شده است. همانطور که می‌دانید کروموزومها در طی متافاز I به شکل تتراد و در پروفاز II به شکل کروموزومهای دو کروماتیدی خاوه‌ری هستند. پس کافی است آنچه سوال بین این دو مرحله خواسته است را با هم مقایسه و تناسب تشکیل دهیم.

مولکول DNA در پروفاز II

سانترومر در پروفاز II

به ازای هر تتراد ۲
۱۰

به ازای هر کروموزوم ۲
 $X \rightarrow X = \frac{20}{2} = 10$

سلولی که در پروفاز I دارای ۸ تتراد است. در متافاز II همان تقسیم چند نوار پلی نوکلئوتیدی در هر سلول خواهد داشت؟

- (۱) ۲۸ (۲) ۱۶ (۳) ۳۲ (۴) ۴۸

کافی است قیاس بین پروفاز I و متافاز II را (مطابق سوال قبلی) بر اساس موضوع طرح شده در سوال انجام دهیم.

تتراد در پروفاز I

نوار پلی نوکلئوتیدی در متافاز II

۱ به ازای هر تتراد
۸

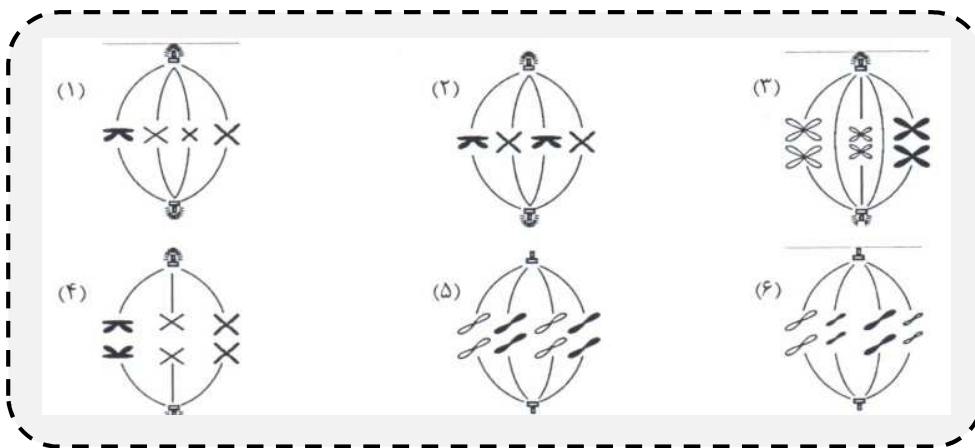
۴ به ازای هر کروموزوم
 $X \rightarrow X = 32$

تست‌های شکلی :

- ✓ برای پاسخ به تست‌های شکلی به شیوه‌ی زیر عمل کنید :
- ✓ وجود یا عدم وجود سانتیریول و دیواره] باشد : پروفاز و توفاز
- ✓ وجود یا عدم وجود تتراد (مهم‌ترین وجه تمایز میتوز و میوز)] نباشد : متافاز و آنافاز
- ✓ وجود یا عدم وجود تتراد I باشد : پروفاز و متافاز I
- ✓ نباشد : میتوز n - میوز II 2n

شکل مذکور اگر مربوط به میوز I نبود :

- (۱) در صورت وجود کروموزوم‌های همولوگ : میتوز 2n
- (۲) در صورت عدم وجود کروموزوم‌های همولوگ : میوز II در سلول‌های 2n و یا میتوز در سلول‌های n



بچه‌ها! دیگر کم کم داریم آماده می‌شویم برای ورود به مسائل مربوط به وراثت (فصل ۸ ریست ۲) اما یکی از اصلی‌ترین بخش‌های مقدماتی حل ژنتیک پایه **مماسیه انواع گامت** است. پس همین‌جا با دقت تمام روش‌های **مماسیه انواع گامت** را یاد بگیرید که برای حل مسائل ژنتیک کار سخت نشود!

مماسیه انواع گامت :

حالت اول :

- ✓ در این حالت پرسیده می‌شود سلولی با عدد کروموزومی مشخص و فرمول ژنتیکی معین در پی میوز چند نوع گامت ایجاد می‌کند.
- ✓ پس در این حالت به دلیل اینکه در هر میوز بدون توجه به عدد کروموزومی و ساختار ژنتیکی دو نوع گامت تولید می‌شود.
- ✓ پاسخ این گونه سؤالات به دلیل وجود کلمه‌ی در هر میوز ۲ نوع است.
- ✓ کلمات جایگزین در هر میوز : آرایش تترادی، تعداد تتراد، دوک متافازی، دوک تقسیم یا شکل تتراد.



مثال :

- ◇ سلولی با فرمول ژنتیکی AaBbRW توانایی تشکیل چند نوع گامت را در هر میوز دارد؟
- ۲ (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴)
- ◇ سلولی با فرمول ژنتیکی AabbRW و عدد کروموزومی $2n = 6$ به دنبال هر میوز چند نوع گامت تولید می‌کند؟
- ۲ (۴) ۴ (۳) ۸ (۲) ۱۶ (۱)

مثالت دوم :

- ✓ در این حالت فقط فرمول ژنتیکی ارائه می‌شود.
- ✓ بر طبق این قانون که :
- برای کنترل هر صفت در سلول‌های عادی دو ژن ولی برای کنترل همان صفت در سلول‌های جنسی فقط یک ژن وجود دارد.
- ✓ کفایست برای خالص‌ها ۱ نوع و ناخالص‌ها ۲ نوع گامت در نظر بگیرید.
- ✓ اما گاهی صفات پیوسته‌اند (یعنی به هم دیگه وصل‌اند و موقع تولید گامت از هم جدا نمی‌شوند!)
- ✓ برای محاسبه‌ی انواع گامت صفات پیوسته به شیوه‌ی زیر عمل کنید :

صورت و مخرج یکسان نباشد : ۲ نوع
 صورت و مخرج یکسان باشد : ۱ نوع

صورت ————— خط کسری ————— صورت
 مخرج ————— مخرج

→ صفات پیوسته

مثال :

- ◇ سلولی با فرمول ژنتیکی $Aa \frac{BD}{bd} EeFFGg$ توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟
- ۴ (۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۳۲ (۴)
- ◇ سلولی با فرمول ژنتیکی $Aa \frac{Bde}{BdE} FFRW \frac{GM}{GM}$ توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟
- ۴ (۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۳۲ (۴)
- ◇ اگر فرمول کروموزومی سلول‌های بدن یک جاندار AaBb باشد، چند نوع گامت بوسیله‌ی این جاندار می‌تواند تولید شود؟
- ۲ (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴)

مثالت سوم :

- ✓ در این حالت فقط عدد کروموزومی داده می‌شود.
- ✓ برای محاسبه‌ی انواع گامت در این حالت از رابطه‌ی 2^n (n تعداد صفات هتروزیگوت) استفاده می‌شود.

مثال :

انواع گامت	تعداد جفت کروموزوم‌های نفاصل	تعداد جفت کروموزوم‌های فالص	عدد کروموزومی
۲ ^۶	۶	۴	$2n = 20$
۲ ^۸	۸	۱	$2n = 18$
۲ ^۸	-----	-----	$2n = 16$
۲ ^۷	-----	-----	$2n = 13$
۲ ^{۱۲}	-----	-----	$2n = 23$

❑ حالت چهارم :

- ✓ در این حالت مانند حالت اول عدد کروموزومی و فرمول ژنتیکی را می دهند. فقط کلمه‌ی در هر میوز را حذف می کنند.
- ✓ برای پاسخ با هر دو حالت حل کنید سپس عدد کوچک تر را انتخاب کنید.

♦ مثال :

❖ سلولی با عدد کروموزومی $4n = 4$ و فرمول ژنتیکی $AaBB$ توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

- ۱) ۲ (۲) ۲) ۴ (۲) ۳) ۸ (۳) ۴) ۱۶ (۴)

❖ سلولی با عدد کروموزومی $2n = 6$ و فرمول ژنتیکی $AaBBDD$ توانایی تولید چند نوع گامت را دارد؟

- ۱) ۲ (۲) ۲) ۴ (۲) ۳) ۸ (۳) ۴) ۱۶ (۴)

❖ موجود زنده‌ای که دارای سه جفت کروموزوم است و روی هر یک از جفت کروموزوم‌ها تنها از نظر یک ژن تفاوت دارد.

چند نوع گامت می تواند تولید کند؟

- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

✓ برای محاسبه باید از 2^n استفاده کنید که n نیز معرف تعداد جفت کروموزوم‌های هتروزیگوت است. پس : $2^3 = 2^3 = 8$

❖ بر روی هر جفت از کروموزوم‌های اتوزوم مگس سرکه یک جفت ژن هتروزیگوت مفروض است. مگس سرکه‌ی نر چند نوع

گامت می تواند تولید کند؟

- ۱) ۳۲ ۲) ۱۶ ۳) ۸ ۴) ۴
- $2n = 8 \Rightarrow 6A+XY \xrightarrow{\text{جفت کروموزوم‌های اتوزوم هتروزیگوت}} n=3 \Rightarrow 2^n = 2^3 = 8$

✓ در نگاه اول پاسخ به روش بالا محاسبه می شود. اما :

- به هنگام محاسبه‌ی انواع گامت، هرگاه جنسیت نیز مورد نظر قرار گرفته بود، باید دقت داشته باشید که اگر کروموزوم‌های جنسی، جنس مورد نظر با هم تفاوت داشته باشد (یعنی XY یا XO باشد)، باید آن‌ها را نیز به عنوان یک هتروزیگوت در پاسخ دهی لحاظ کنید. بنابراین $2 \times 8 = 16$ پاسخ خواهد بود و گزینه‌ی «۲» صحیح است.

❖ به طور معمول، سلول مقابل چند نوع گامت می تواند تولید کند؟

(سنجش-۸۵)

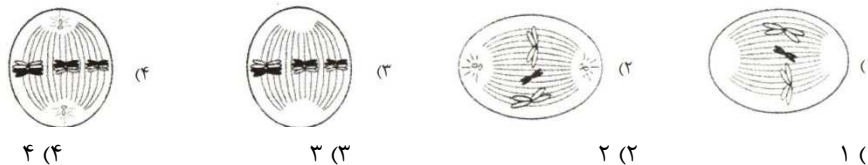


- ۱) ۱
۲) ۲
۳) ۴
۴) ۸

✓ شکل بالا معرف یک سلول حاصل میوز II است و از آنجائیکه میوز II دقیقاً نوعی میتوز است و از هر سلول حاصل از آن فقط یک نوع سلول حاصل می شود، پس گزینه‌ی «۱» صحیح است.

❖ کدام شکل می تواند متافاز میوز II در سلول مادر مگاسپور نهاندانه (مادر هاگ) باشد؟

(سر-سری-۷۸)

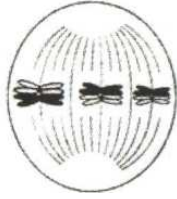


- ۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

✓ گزینه‌های «۳» و «۴» حذف می شوند چون معرف تتراد هستند و تتراد مختص میوز I است نه میوز II. گزینه‌ی «۲» هم حذف می شود چون سانتیریول دارد در صورتی که نهاندانگان سانتیریول ندارند، پس گزینه‌ی «۱» صحیح است.



◇ در صورتی که وضع استقرار کروموزومها در حالت تتراد مطابق شکل باشد، توزیع کروموزومها در گامت‌ها چند نوع است؟



- (۱) ۲
(۲) ۱۶
(۳) ۸
(۴) ۴

کله هر تتراد، هر آرایش تترادی و نهایتاً هر میوز فقط ۲ نوع گامت تولید می‌کند پس گزینه‌ی «۱» صحیح است.

(آزاد-۸۹)

◇ وجه تشابه تقسیم میتوز و میوز در کدام است؟

- (۱) تعداد دفعات همانندسازی DNA
(۲) تعداد سلول‌های تولیدشده
(۳) تعداد دفعات تقسیم
(۴) تعداد کروموزوم‌های سلول‌های حاصل

کله خیلی واضح است و دیگر نیازی به توضیح ندارد!! گزینه‌ی «۱» صحیح است.

بکرزایی :

- ✓ نوعی تولیدمثل جنسی محسوب می‌شود. حتی با این پیش‌فرض که فقط یک والد در آن شرکت دارد.
- ✓ فرزندان کاملاً شبیه به والد هستند و به شکل کلون دیده می‌شوند.
- سؤال اینچاسم که « مگر بکرزایی تولیدمثل جنسی نیست؟! پس چرا کلون محسوب می‌شود؟! »
- ✓ بکرزایی استثنائاً نوع ویژه‌ای از کلون کردن است که به انواع تولیدمثل جنسی تعلق دارد و فرد حاصل رشد و نمو تخمک لقاح نیافته است.

فرضیه‌های دلیل بومبود آمدن بکرزایی :

- (۱) خود تخمک خودباروری انجام می‌دهد.
(۲) برخی از پیام‌های ناشناخته سبب تقسیم تخمک می‌شود.
✓ مثال‌های از بکرزایی: قاصدک، ماهی، قورباغه و سوسمار.

◇ مار نر دارای ژنوتیپ **AaBb** و ماده **aabb** است. زاده‌های حاصل از بکرزایی چند نوع ژنوتیپ دارند؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۶

کله در بکرزایی زاده‌ی حاصل از جنس ماده بومبود می‌آید، پس تنوع زاده‌ها بر اساس تنوع جنس ماده تعیین می‌شود به عبارت بهتر **aabb** فقط یک نوع تنوع ژنتیکی دارد. گزینه‌ی «۱» صحیح است.

◇ بکرزایی در زنبور عسل ملکه باعث تولید کدام نوع زنبور می‌شود؟

- (۱) نر عقیم (۲) ماده‌ی عقیم (۳) نر زایا (۴) ماده‌ی زایا

کله این را هم باید حتماً کتید، نیاز به توضیح ندارد!! گزینه‌ی «۲» صحیح است.

◇ در کدام پس از بکرزایی، زاده‌های حاصل **2n** هستند؟

- (۱) زنبور عسل ماده (۲) مار نر مسن (۳) مار ماده‌ی مسن (۴) زنبور عسل نر

کله به هنگام بکرزایی، در جانداران دارای این نوع تولیدمثل، هرچه سن افزایش یابد احتمال تولید زاده‌های **2n** کروموزومی نیز افزایش می‌یابد. گزینه‌ی «۳» صحیح است.

قوانین مندل :

قانون اول :

✓ به هنگام گامت‌سازی در فردی که مثلاً Aa است، آلل‌های A و a از هم جدا شده و هر یک از آنها وارد یک گامت می‌شوند.

اگر a روی یک کروموزوم باشد، A کجاست؟ دقیقاً روی کروموزوم همولوگش.

✓ پس به عبارت دقیق‌تر می‌توان گفت اساس قانون اول مندل بر جداسدن کروموزوم‌های همولوگ حاکم است که این جداسازی در آنافاز I رخ می‌دهد. (قانون تفکیک ژن‌ها)

قانون دوم :

✓ اگر فردی AaBb باشد، به هنگام تشکیل گامت، Aa برای خودش و Bb نیز برای خودش به طور جداگانه فعالیت می‌کنند و جدا می‌شوند و جداسدن هر کدام به تنهایی انجام می‌شود و ربطی به دیگر ندارد. (قانون چورشدن مستقل ژن‌ها)

صفات پیوسته نقض کننده‌ی قانون دوم مندل هستند.

نو ترکیبی :

✓ نو ترکیبی یعنی آنچه در فرزندان هست و در والدین نیست.

✓ همانطوری که قبلاً اشاره کردم و (از شکل‌های تقسیم میوز در کتاب درسی نیز کاملاً مشهود است) : در انتهای تقسیم میوز ۴ سلول هاپلوئید بوجود می‌آید که دو بدو مشابه هم هستند (هر ۴ تا از ۲ نوع مختلف).

✓ چگونگی توزیع کروموزوم‌ها در گامت‌های حاصل از میوز به این بستگی دارد که :

کروموزوم‌ها در متافاز I میوز به هنگام تشکیل تترادها به چه ترتیب و موقعیتی قرار می‌گیرند.

✓ به نحوه‌ی قرار گرفتن کروموزوم‌ها در متافاز I میوز آرایش تترادی می‌گویند.

$$2^{n-1} = \frac{\text{انواع گامت}}{2} = \text{حالات مختلف پیوستگی} = \text{آرایش دوک متافازی} = \text{آرایش دوک تقسیم} = \text{آرایش تترادی}$$

◇ در سلولی با ژنوتیپ $\frac{A}{a} \frac{DC}{dc} \frac{B}{b}$ ، کروموزوم‌ها به چند حالت در متافاز I می‌توانند قرار بگیرند؟

- ۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۸ ۴) ۱۶

سلول مورد نظر دارای ۳ جفت کروموزوم هتروزیگوت است. پس انواع گامت‌های آن معادل 2^3 یعنی ۸ می‌باشد. پس انواع آرایش تترادی آن نیز $\frac{\text{انواع گامت}}{2}$ یعنی $4 = 8 \div 2$ خواهد بود. پس گزینه‌ی «۲» صحیح است.

◇ کروموزوم‌های سلولی با عدد کروموزومی $2n = 8$ به چند شکل مختلف در متافاز I می‌تواند بر روی رشته‌های دوک قرار گیرند؟

- ۱) ۱۶ ۲) ۸ ۳) ۴ ۴) ۲



$$2^{n-1} = 2^{4-1} = 2^3 = 8$$

گزینه ی «۲» صحیح است.

◇ کروموزوم های سلولی می توانند به چهار شکل مختلف در متافاز I میوز در کنار یکدیگر قرار بگیرند. معین کنید این سلول توانایی تولید چند تتراد را در پروفاز I میوز دارد؟

$$\frac{\text{انواع گامت}}{\text{آرایش تترادی}} = \frac{\text{انواع گامت}}{2} \Rightarrow 4 = \frac{\text{انواع گامت}}{2} \Rightarrow \text{انواع گامت} = 8 \Rightarrow 2^n = 8 \quad n = 3$$

◇ دو فرد با فرمول ژنتیکی زیر روی هم توانایی تولید چند نوع گامت را دارند؟

$$16 \text{ (۴)} \qquad 8 \text{ (۳)} \qquad 6 \text{ (۲)} \qquad 2 \text{ (۱)}$$

• روش پاسخ به نمونه سؤالاتی نظیر تست بالا :

✓ ژنوتیپ افراد مورد سوال را مانند جمع و تفریق ریاضی زیر هم بنویسید.

✓ صفات مورد سوال را آлл به آلل بررسی کنید.

✓ حاصل ضرب آلل های مشترک صفات، معرف انواع گامت های مشترک است؛ پس از تعداد کل کسر کنید.

$$AaBBRW \Rightarrow 2^2 = 4$$

$$AABbRW \Rightarrow 2^2 = 4$$

انواع آلل های مشترک : $1 \times 1 \times 2 = 2 - 8 = 6$

◇ دو فرد با فرمول های ژنتیکی زیر روی هم توانایی تولید چند نوع گامت را دارند؟

$$AabbDdEE \text{ و } AabbDdEe$$

$$8 \text{ (۲)} \qquad 4 \text{ (۱)}$$

$$12 \text{ (۴)} \qquad 10 \text{ (۳)}$$

$$AabbDdEE \Rightarrow 2^2 = 4$$

$$AabbDdEe \Rightarrow 2^3 = 8$$

انواع آلل های مشترک : $2 \times 1 \times 1 \times 2 = 4 - 12 = 8$

◇ دو فرد با فرمول های ژنتیکی زیر روی هم توانایی تولید چند نوع گامت را دارند؟

$$AaBbMNRW \text{ و } AabbNNRW$$

$$16 \text{ (۲)} \qquad 12 \text{ (۱)}$$

$$20 \text{ (۴)} \qquad 18 \text{ (۳)}$$

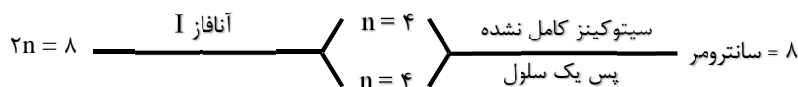
$$AaBbMNRW \Rightarrow 2^4 = 16$$

$$AabbNNRW \Rightarrow 2^2 = 4$$

انواع آلل های مشترک : $2 \times 1 \times 1 \times 2 = 4 - 20 = 16$

◇ اگر در سلولی $2n=8$ باشد. در آخر آنافاز I در این سلول چند سانترومر و چند زنجیره ی پلی نوکلئوتیدی DNA وجود دارد؟

$$16 \text{ و } 16 \text{ (۴)} \qquad 32 \text{ و } 16 \text{ (۳)} \qquad 32 \text{ و } 8 \text{ (۲)} \qquad 16 \text{ و } 8 \text{ (۱)}$$



$32 = 16 \times 2$: تعداد رشته های DNA $\Rightarrow 16 = 8 \times 2$: تعداد کروماتید $\Rightarrow 8 =$ تعداد سانترومر

پرسش‌های چهارگزینه‌ای :

۱- در کدام مراحل چرخه سلولی، هر کروموزوم، دو کروماتید و یک سانترومر دارد؟ (سراسری - ۸۳)

(۱) G_1 و G_2 (۲) G_2 و پروفاز میوز II (۳) S و تلوفاز میوز II (۴) متافاز و تلوفاز میتوز

۲- به طور معمول، در ملخ نر، در هسته‌ی هر سلول حاصل از میوز I، می‌تواند مولکول DNA وجود داشته باشد. (سراسری - ۸۳)

(۱) ۱۱ (۲) ۱۲ (۳) ۲۲ (۴) ۲۳

۳- به طور معمول، سلول مقابل چند نوع گامت می‌تواند تولید کند؟ (سنجش - ۸۵)



(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) ۸

۴- سلولی که در پروفاز I دارای ۲۴ رشته‌ی پلی‌نوکلئوتیدی است. در تلوفاز I همان تقسیم در هر یک از هسته‌ها چند سانترومر خواهد داشت؟ (سراسری - ۸۵)

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۱۲

۵- کدام، در نخستین گویچه قطبی مگس سرکه که $2n = 8$ وجود دارد؟ (سراسری خارج کشور - ۸۶)

(۱) ۴ کروموزوم مضاعف (۲) ۴ کروموزوم تک کروماتیدی (۳) ۸ کروموزوم مضاعف (۴) ۸ کروموزوم تک کروماتیدی

۶- در مگس سرکه، در پایان تقسیم میوز، تخمک حاصل می‌شود که مولکول DNA دارد. (سراسری - ۸۸)

(۱) اول - نابالغ - ۸ (۲) دوم - نابالغ - ۴ (۳) اول - تمایز یافته - ۴ (۴) دوم - تمایز یافته - ۸

۷- کدام عبارت نادرست است؟ (سراسری خارج کشور - ۸۸)

(۱) هر سانتیریول از ۲۷ میکروتوبول تشکیل یافته است.

(۲) رشته‌های دوک تقسیم از میکروتوبول ساخته شده‌اند.

(۳) هر سلول جانوری در مرحله‌ی متافاز میوز I، دو سانتیریول دارد.

(۴) هر سلول جانوری در مرحله‌ی پروفاز میتوز، دارای دو جفت سانتیریول است.

۸- هر گاه هنگام تقسیم، در هسته‌ی یک سلول، تعدادی ساختار چهار کروماتیدی ایجاد شود، به طور قطع می‌توان گفت که (سراسری خارج کشور - ۸۸)

(۱) این سلول، دو تقسیم متوالی را انجام خواهد داد. (۲) از این تقسیم، چهار گامت تولید خواهد شد.

(۳) همه‌ی کروموزوم‌های این سلول، دوه‌دو هم‌تا هستند. (۴) تعداد کروموزوم‌های این سلول، زوج می‌باشد.

۹- وجه تشابه تقسیم میتوز و میوز در کدام است؟ (سراسری - ۸۹)

(۱) تعداد دفعات همانندسازی DNA

(۲) تعداد دفعات تقسیم

(۳) تعداد سلول‌های تولید شده

(۴) تعداد کروموزوم‌های سلول‌های حاصل

۱۰- در ارتباط با تتراد کدام نادرست است؟ (سراسری - ۹۰)

(۱) در هر تتراد چهار مولکول DNA و چهار کروماتید وجود دارد.

(۲) تتراد از ویژگی‌های پروفاز I است.

(۳) تتراد از کروموزوم‌های هم‌تا که هر کدام دو کروماتید دارند تشکیل می‌شود.

(۴) در هر تتراد دو سانترومر و چهار زنجیره‌ی پلی‌نوکلئوتیدی وجود دارد.



۱۱- در همه‌ی سلول‌های یوکاریوتی، (سراسری - ۹)

- (۱) پوشش هسته در پروفاز ناپدید و در تلوفاز دوباره ظاهر می‌شود.
- (۲) همانند سازی DNA قبل از آغاز پروفاز I انجام می‌شود.
- (۳) در شروع تقسیم سلول، رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها اتصال می‌یابند.
- (۴) بلافاصله پس از تقسیم هسته، غشای سلول به درون فرو رفتگی پیدا می‌کند.

۱۲- در فرآیند تولید مثل جانداران، همواره (سراسری - ۹)

- (۱) جنسی - فرزندان از هر دو والد ماده‌ی ژنتیکی دریافت می‌کنند.
- (۲) غیر جنسی - کلون‌هایی ایجاد می‌شود که می‌توانند میوز انجام دهند.
- (۳) جنسی - زاده‌هایی حاصل می‌شوند که می‌توانند با تقسیم میوز گامت بسازند.
- (۴) غیر جنسی - زاده‌ها از تکثیر یک سلول یا بخشی از پیکر یک والد حاصل می‌شوند.

۱۳- برای یک تقسیم میوز در چرخه‌ی سلولی، DNA همانندسازی می‌کند. (سراسری - ۸۶)

- (۱) در اینترفاز قبل از میوز II
- (۲) در اینترفاز قبل از میوز I
- (۳) قبل از میوز I و قبل از میوز II
- (۴) در پروفاز میوز I

۱۴- اگر هر سلول حاصل از تقسیم میوز I در یک سلول زایشی، ۱۵۶ رشته‌ی پلی‌نوکلئوتیدی داشته باشد، می‌توان گفت (سراسری - ۸۶)

- (۱) این سلول‌ها در پروفاز میوز I، ۷۸ تتراد تشکیل داده‌اند.
- (۲) این سلول زایشی، می‌تواند مولد تخمک مرغ باشد.
- (۳) این سلول زایشی در شروع تقسیم، ۷۸ مولکول DNA داشته است.
- (۴) سلول‌های حاصل از میوز II این سلول‌ها، ۷۸ مولکول DNA خواهند داشت.

۱۵- در فرآیند گامت‌زایی در انسان، هسته‌ی (سراسری - ۸۷)

- (۱) تخمک نابالغ، کروموزوم‌های همتا ندارد.
- (۲) تخمک تمایز نیافته، دو مجموعه کروموزوم دارد.
- (۳) گامت ماده، بیش از تخمک تمایز نیافته DNA دارد.
- (۴) تخمک نابالغ و نخستین جسم قطبی از نظر مقدار DNA متفاوت‌اند.

۱۶- در بدن دختر یک ساله‌ی سالم، سلولی کروموزوم X یافت نمی‌شود. (سراسری - ۸۹)

- (۱) با چند
- (۲) با یک
- (۳) با دو
- (۴) بدون

۱۷- کدام عبارت صحیح است؟ (سراسری - ۸۹)

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

۱۸- تمام کلون‌های موجود در طبیعت (سراسری خارج از کشور - ۹)

- (۱) حاصل نوعی تولید مثل جنسی می‌باشد.
- (۲) در نتیجه‌ی تولید مثل غیر جنسی پدید می‌آیند.
- (۳) از نظر عدد کروموزومی با والد خود یکسان می‌باشند.
- (۴) از میتوز سلول با سلول‌های والد حاصل می‌شوند.

۱۹- با فرض اینکه یک سلول گندم دیپلوئید دارای ۲۴ کروموزوم باشد، در این سلول در مرحله‌ی آنافاز II، مجموع سانتیریول و رشته

DNA چقدر خواهد بود؟

- (۱) ۴۸
- (۲) ۲۴
- (۳) ۵۰
- (۴) ۵۲

۲۰- در یک ملخ نر حداقل چند سلول لایه گامتزا (ژاینده‌ی گامت!) باید تقسیم میوز انجام دهند تا احتمال ایجاد تمام حالات ممکن در بین گامت‌های آن وجود داشته باشد؟

(۱) ۲ (۲) ۲^{۱۲} (۳) ۲^{۱۱} (۴) ۲^{۲۳}

۲۱- فردی $n = ۸$ ، در طی متافاز I میوز چند آرایش تترادی ایجاد می‌کند؟

(۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) ۲

۲۲- در فارچ کاندیدا آلپیکنز و بنفشه گامت‌ها حاصل چه نوع تقسیمی هستند؟

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

۲۳- یک آرایش تترادی منجر به تشکیل گامت می‌شود و گامت‌های حاصل نیز از نظر کروموزومی

(۱) ۲ نوع - دو به دو شبیه‌اند. (۲) ۴ نوع - هر ۴ نوع به هم شبیه‌اند.

(۳) ۴ نوع - دو به دو شبیه‌اند. (۴) ۲ نوع - با هم تفاوت دارند.

۲۴- در یک سلول لایه زاینده‌ی $n = ۶$ ، در طی متافاز II در هر سلول چند رشته DNA وجود دارد؟

(۱) ۳ (۲) ۶ (۳) ۱۲ (۴) ۲۴

۲۵- اگر هسته سلولی در مرحله آنافاز II ، ۴۸ زنجیره DNA داشته باشد، سلول اولیه در متافاز I چند تتراد خواهد داشت؟

(۱) ۱۲ (۲) ۲۴ (۳) ۸ (۴) ۴

۲۶- ساده‌ترین چرخه‌ی زندگی تولیدمثل جنسی است.

(۱) چرخه‌ی دیپلوئیدی (۲) بکرزایی (۳) چرخه‌ی هاپلوئیدی (۴) تناوب نسل

۲۷- با فرض اینکه ژنوتیپ سلول‌های حاصل از تقسیم سلولی سلول B ، **abDe** و **Abde** باشد، چند نوع ژنوتیپ برای سلول مذکور می‌توان در نظر گرفت؟

(۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۱۶

۲۸- کدام یک معرف تتراد است؟

(۱) کروموزوم پدری و کروموزوم مادری همتا (۲) کروماتیدهای کروموزوم‌های غیرهمتا

(۳) دو کروماتید خواهری (۴) دو کروماتید غیرخواهری

۲۹- اگر در مرحله متافاز I ، ۴ تتراد وجود داشته باشد، در آنافاز II در یک قطب سلول چند زنجیره DNA وجود دارد؟

(۱) ۱۰ (۲) ۱۶ (۳) ۸ (۴) ۴

۳۰- یک سلول زاینده زنی دارای گروه خونی B⁺ و مبتلا به کم‌خونی داسی شکل، کوررنگی، تالاسمی و هانتینگتون، حداکثر چند گامت را ایجاد می‌کند؟

(۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۱ (۴) ۱۶

۳۱- سلول‌های حاصل از میوز I دارای هستند.

(۱) n کروموزومی - کروموزوم تک کروماتیدی (۲) $2n$ کروموزومی - کروموزوم دو کروماتیدی

(۳) n کروموزومی - کروموزوم دو کروماتیدی (۴) $2n$ کروموزومی - کروموزوم تک کروماتیدی

۳۲- در کدام یک زنجیره‌های DNA برابر هستند؟

(۱) اولین گویچه قطبی و تخمک تمایز نیافته (۲) تخمک تمایز یافته و اسپرم نابالغ

(۳) اسپرم نابالغ و دومین گویچه قطبی (۴) اسپرم نابالغ و اولین گویچه قطبی

۳۳- کدام یک معرف تعداد مولکول DNA در اسپرم نابالغ و دومین گویچه قطبی است؟

(۱) ۲۳ - ۴۶ (۲) ۲۳ - ۴۶ (۳) ۲۳ - ۲۳ (۴) ۴۶ - ۴۶



۳۴- کدام یک معرف یکی از ویژگی‌های میوز II است؟

- (۱) جدا شدن کروماتیدهای هر کروموزوم همتا از یکدیگر
(۲) تشکیل تترادهای از جفت کروموزوم‌های همتا
(۳) جدا شدن کروموزوم‌های دو کروماتیدی از یکدیگر
(۴) جدا شدن اعضای هر جفت کروموزوم همتا از یکدیگر

۳۵- کدام یک در طی میوز اتفاق نمی‌افتد؟

- (۱) کاهش عدد کروموزومی
(۲) تشکیل تتراد
(۳) مضاعف شدن دوباره سانتیول‌ها
(۴) همانندسازی مجدد DNA ی هسته

۳۶- از یک سلول دیپلوئید با $2n=20$ کروموزوم، پس از یک میوز و ۲ میتوز چند سلول ایجاد شده و هر سلول دارای چند کروموزوم است؟

- (۱) ۱۶ - ۲۰ (۲) ۳۲ - ۱۰ (۳) ۱۶ - ۱۰ (۴) ۳۲ - ۲۰

۳۷- در سلولی با عدد کروموزومی $2n=10$ ، چند آرایش دوک متافازی وجود دارد؟

- (۱) ۸ (۲) ۱۶ (۳) ۳۲ (۴) ۶۴

۳۸- اسپرم نابالغ ملخ حداقل چند زنجیره DNA دارد؟

- (۱) ۲۲ (۲) ۴۴ (۳) ۲۴ (۴) ۴۸

۳۹- هرگاه گروه خونی فردی BO باشد، دو ژن این صفت در کدام مرحله از یکدیگر جدا می‌شوند؟

- (۱) پروفاز II (۲) آنافاز I (۳) متافاز I (۴) پروفاز I

۴۰- بدون در نظر گرفتن کراسینگ‌آور، کدام یک جزء گامت‌های فرد $\frac{bDE}{Bde} Zz$ نیست؟

- (۱) AbDEZ (۲) aBdeZ (۳) aBdEZ (۴) ABdez

۴۱- تخمک و اسپرم در تشابه دارند.

- (۱) نسبت میتوکنندری
(۲) تعداد سانتیول‌ها
(۳) نسبت سیتوپلاسم
(۴) تعداد و شکل کروموزوم‌های غیرجنسی

۴۲- سلولی با $2n=28$ کروموزوم، چند مجموعه کروموزوم و در هر مجموعه چند کروموزوم دارد؟ و این کروموزوم‌ها نسبت به هم چگونه‌اند؟

- (۱) ۷ - ۴ - غیرهمولوگ (۲) ۷ - ۴ - همولوگ (۳) ۷ - ۴ - غیرهمولوگ (۴) ۴ - ۷ - همولوگ

۴۳- سلولی در طی مرحله وقفه اول (G_1) دارای ۸ نوار DNA است. این سلول توانایی ایجاد چند نوع گامت را دارد؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۸ (۴) ۱۶

۴۴- دو فرد با فرمول ژنتیکی $AaDd\frac{Ef}{ef}Mm$ و $AaDd\frac{Ef}{ef}mm$ توانایی تولید چند نوع گامت را دارند؟

- (۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴) ۲۴

۴۵- شکل مقابل را در سلول اولیه نشان می‌دهد.

- (۱) آنافاز میوز I، $2n=2$
(۲) آنافاز میوز II، $2n=4$
(۳) آنافاز میتوز، $2n=4$
(۴) متافاز میتوز، $2n=2$

۴۶- عبور از مرحله n کروموزومی به $2n$ کروموزومی با امکان‌پذیر است.

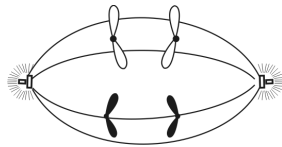
- (۱) میتوز (۲) میوز (۳) جوانه زدن (۴) لقاح

۴۷- سلولی که دارای ۱۶ کروموزوم است، به هنگام تقسیم میوز در طی پروفاز I چند تتراد تشکیل می‌دهد؟

- (۱) ۴ (۲) ۸ (۳) ۲ (۴) ۱۶

۴۸- در چرخه زندگی هاپلوئیدی، سلول حاصل از هم‌جوشی کدام است و چه تقسیمی انجام می‌دهد؟

- (۱) زیگوت - میتوز (۲) هاگ - میوز (۳) زیگوت - میوز (۴) هاگ - میتوز



پاسخ پرسش‌های چهارگزینه‌ای :

۱- گزینه (۲).

در G_2 و پروفاز میوز II هر کروموزوم دو کروماتید و یک سانترومر دارد. در مراحل چرخه سلولی در G_1 ، آنافاز میتوز، تروفاز میتوز، آنافاز میوز II و تروفاز میوز II هر کروموزوم یک کروماتید و یک سانترومر دارد. در مرحله S کروموزوم دو کروماتیدی می‌شود. در بقیه مراحل میتوز و میوز هر کروموزوم دو کروماتید و یک سانترومر دارد.

۲- گزینه (۳).

ملخ نر ۲۳ کروموزوم دارد. کروموزوم‌های مضاعف شامل یک مجموعه‌ی ۱۲ تایی و یک مجموعه‌ی ۱۱ تایی غیرهمتا (غیرهمولوگ) در پایان میوز I (تروفاز I) در دو هسته‌ی جداگانه قرار می‌گیرند. هر کروموزوم دو کروماتیدی است و دو مولکول DNA دارند. بنابراین از ۱۱ کروموزوم مضاعف (دو کروماتیدی) $2 \times 11 = 22$ DNA و از ۱۲ کروموزوم مضاعف، $2 \times 12 = 24$ DNA در هسته‌ی هر سلول وجود دارد و هر هسته ۲۲ یا ۲۴ مولکول DNA می‌تواند داشته باشد.

۳- گزینه (۱).

آرایش کروموزوم‌ها یا آرایش تترادها در متافاز I در ادامه‌ی میوز تولید ۴ سلول هاپلوئید را نموده که سلول‌ها دو به دو مشابه هستند و دو نوع گامت را تشکیل می‌دهند در صورتی که در متافاز II مانند متافاز میتوز کروموزوم دو کروماتیدی بوده و تولید دو سلول مشابه را نموده که یک نوع گامت محسوب می‌شوند.

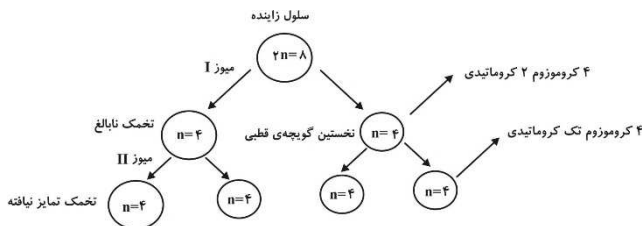
۴- گزینه (۱).

۲۴ رشته‌ی پلی‌نوکلئوتیدی مربوط به ۱۲ مولکول DNA است. ۱۲ مولکول DNA در ساختار ۶ کروموزوم مضاعف که ۱۲ کروماتید دارند قرار دارد. در تروفاز I هر سلول ۳ کروموزوم مضاعف و در نتیجه ۳ سانترومر دارد.

۵- گزینه (۱).

در مگس سرکه $2n = 8$ است. یکی از سلول‌های حاصل از تقسیم میوز I تخمک نابالغ است. تخمک نابالغ یک مجموعه‌ی کروموزومی دارد ($n = 4$) اما کروموزوم‌های آن مضاعف است. بنابراین دارای ۸ مولکول DNA درون هسته‌ی خود است.

۶- گزینه (۱).



۷- گزینه (۳).

۲ سانتیوپل در G_2 تقسیم می‌شوند و دو جفت سانتیوپل ایجاد می‌گردد. سلول‌های گیاه عالی نیز میکروتوبول دارند ولی فاقد سانتیوپل اند.

۸- گزینه (۱).

با توجه به این که سلول‌های جنسی در انسان در پروفاز میوز I تقسیم خود را متوقف می‌کنند. چون در متن سؤال به‌طور قطع آورده شده هیچ کدام از گزینه‌ها کاملاً درست نیست. بهترین جواب گزینه‌ی «۱» است. کروموزوم‌های جنسی می‌توانند غیرهمتا باشند و سلول زاینده‌ی ملخ نر ۲۳ کروموزوم دارد (زوج نیست) در سلول‌های زاینده‌ی جانور ماده، حاصل یک میوز بیش از یک گامت ماده، تخمک نیست.

۹- گزینه (۱).

قبل از تقسیم میتوز و تقسیم میوز هر کدام فقط یک بار همانند سازی DNA در مرحله‌ی اینترفاز (مرحله‌ی سنتز) انجام می‌شود. در حالی که سلول‌های حاصله در پایان میتوز، ۲ سلول ولی در پایان میوز، ۴ سلول است. سلول‌های حاصل از میتوز عدد کروموزومی مشابه سلول مادر، دارند ولی تعداد کروموزوم‌های سلول‌های حاصل از میوز، نصف سلول زاینده، یا سلول مادری است.



۱۰- گزینهی (۴).

تتراد شامل دو کروموزوم دو کروماتیدی است، هر کروماتید در واقع یک مولکول DNA و دو زنجیره‌ی پلی نوکلئوتیدی است. پس هر تتراد ۸ زنجیره‌ی پلی نوکلئوتیدی است.

۱۱- گزینهی (۳).

اگر جمله‌ی ناقص صورت تست را با جمله‌ی زیر کامل کنیم، جمله‌ی کامل به این صورت خواهد بود: «در همه‌ی سلول‌های یوکاریوتی، در شروع تقسیم سلول، رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها اتصال می‌یابند.» این جمله، این معنی را می‌رساند که همه‌ی سلول‌های یوکاریوتی که تقسیم سلولی انجام می‌دهند، در شروع تقسیم سلولی، رشته‌های دوک تولید می‌کند. تقسیم سلولی که بعد از اینترفاز رخ می‌دهد خود دو مرحله (میتوز و سیتوکینز) را شامل می‌شود، بنابراین منطقی است در شروع تقسیم سلولی (پروفاز) رشته‌های دوک به کروموزوم‌ها متصل شوند.

۱۲- گزینهی (۴).

در فرآیند تولیدمثل غیرجنسی، زاده‌ها از تکثیر یک سلول (مثل آمیب، مخمر و باکتری) یا بخشی از پیکر یک والد (مثل اسپروژیر، هیدر و گیاهان) حاصل می‌شوند.

✓ گزینهی ۱: این حالت در بکرزایی دیده نمی‌شود و در بکرزایی فقط والد ماده شرکت دارد.

✓ گزینهی ۲: در آمیب‌ها، اوگلناها، تاژک داران چرخان، دئوترمیست‌ها و باکتری‌ها این موضوع صادق نیست.

✓ گزینهی ۳: این مورد برای زنبور عسل نر، گیاهان و آغازیانی که تناوب نسل دارند، صادق نیست چون گامت در این جانداران محصول تقسیم میتوز است.

۱۳- گزینهی (۲).

همانندسازی DNA در مرحله‌ی اینترفاز در S انجام می‌گیرد که قبل از ورود به پروفاز I همانندسازی انجام شده است و برای میوز II همانندسازی DNA انجام نمی‌گیرد. مضاعف شدن سانتیول‌ها قبل از میوز I و قبل از میوز II انجام می‌گیرد.

۱۴- گزینهی (۲).

۱۵۶ رشته‌ی پلی نوکلئوتیدی معادل ۷۸ مولکول DNA است. سلول حاصل از میوز I، کروموزوم دو کروماتیدی دارد. سلول اولیه، $2n = 78$ کروموزوم دارد، و این سلول مولد تخمک مرغ است.

۱۵- گزینهی (۱).

تخمک نابالغ حاصل از میوز I است که در طی میوز I کروموزوم‌های هم‌تا از هم جدا می‌شوند بنابراین در هسته‌ی تخمک نابالغ و طبیعی انسان کروموزوم هم‌تا وجود ندارد. تخمک تمایز نیافته نیز حاصل از میوز II است که آن هم یک مجموعه کروموزوم تک کروماتیدی دارد. هسته‌ی گامت ماده و تخمک تمایز نیافته‌ی انسان ۲۳ مولکول DNA دارد. هسته‌ی تخمک نابالغ و هسته‌ی نخستین جسم قطبی دارای ۲۳ کروموزوم مضاعف و ۴۶ مولکول DNA است.

۱۶- گزینهی (۲).

سلول‌هایی مانند گلبول قرمز و پلاکت در انسان فاقد هسته و در نتیجه فاقد کروموزوم X هستند. سایر سلول‌های پیکری زن دارای دو کروموزوم X انواعی دیگر مانند سلول زاینده‌ی مولد تخمک در پروفاز I دارای چهار کروموزوم (کروماتید) و در سلول‌های ماهیچه‌ای اسکلت چند هسته و در نتیجه چند کروموزوم X را دارند.

۱۷- گزینهی (۴).

در متافاز همه‌ی تقسیم‌ها، رشته‌های دوک به کروموزوم‌های دو کروماتیدی متصل می‌شوند.

✓ گزینهی ۱: در تلوفاز I کروموزوم‌ها دو کروماتیدی و در تلوفاز II و تلوفاز میتوز کروموزوم‌ها تک کروماتیدی هستند.

✓ **گزینه ۲ :** در آنافاز I کروموزوم‌ها و در آنافاز II و آنافاز میتوز کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می‌شوند.

✓ **گزینه ۳ :** در گیاهان عالی مانند بازدانگان و نهان‌دانگان سانتریول وجود ندارد ولی رشته‌های دوک تشکیل می‌شود.

۱۸- **گزینه ۱۴).**

کلون می‌تواند حاصل تولید مثل غیر جنسی (قطعه قطعه شدن، ...) و یا تولید مثل جنسی (بکرزایی) باشد. کلون می‌تواند از نظر عدد کروموزومی با والد خود یکسان باشد (تمام کلون‌های حاصل از تولیدمثل غیر جنسی و بکرزایی در مار) و یا متفاوت باشد (مثل زنبور عسل نر که هاپلوئید است) اما در هر صورت کلون‌های یوکاریوتی حاصل تقسیم میتوز سلول یا سلول‌های والد هستند.

۱۹- **گزینه ۱).**

با توجه به اینکه سلول مذکور، سلول گیاهی نهان‌دانه است، بنابراین سانتریول ندارد. به عبارت بهتر در این تست فقط باید تعداد رشته‌های DNA را محاسبه کنیم. پس از آنجایی که $2n$ سلول گندم معادل 24 است، می‌توان نتیجه گرفت که دارای 48 نوار پلی نوکلئوتیدی است.

۲۰- **گزینه ۳).**

ملخ نر عدد کروموزومی $2n = 22$ دارد. پس برای محاسبه انواع تنوع گامتی آن دو n خواهیم داشت. به این ترتیب که یک n برابر 11 و n دیگر معادل 12 خواهد بود که با توجه به مطالبی که در طی فصل بیان کردم، باید از عدد بزرگ‌تر برای محاسبه انواع گامت استفاده کنید، یعنی انواع گامت این ملخ نر 2^{12} خواهد بود. ولی از آنجایی که هر سلول زاینده فقط می‌تواند نهایتاً 2 نوع گامت تولید کند، پس:

$$\frac{2^{12}}{2} = 2^{11}$$

۲۱- **گزینه ۲).**

$$\begin{aligned} \text{انواع گامت} \\ 2n = 8 \rightarrow n = 4 \rightarrow 2^n = 2^4 = 16 \\ \text{انواع گامت} \\ \text{آرایش دوک متافازی} = \text{آرایش تترادی} = \frac{16}{2} = 8 \end{aligned}$$

۲۲- **گزینه ۱۴).**

کاندیدا آلپینکز مخمر تک سلولی و از خانواده قارچ‌ها است. قارچ‌ها هم دارای چرخه زندگی هاپلوئیدی و گامت در آنها حاصل تقسیم میتوز است. در چرخه تناوب نسل گیاهان هم گامت‌ها حاصل تقسیم میتوز هستند.

۲۳- **گزینه ۱).**

همانطور که می‌دانید، در طی تقسیم میوز 4 سلول هاپلوئید ایجاد می‌شود که این 4 سلول از نظر ترکیبات کروموزومی بدون وقوع کراسینگ‌آور دو به دو شبیه هستند.

۲۴- **گزینه ۳).**

در مرحله متافاز II در هر سلول، n کروموزوم مضاعف (دو کروماتیدی) معادل $2n$ DNA وجود دارد. پس با توجه به اینکه $2n = 6$ است، بنابراین $n = 3$ خواهد بود. پس :

$$n = 3 \xrightarrow{2nDNA} 2 \times 2DNA = 6 \text{ مولکول DNA} \rightarrow \text{رشته DNA} \quad 6 \times 2 = 12$$

۲۵- **گزینه ۱).**

در طی آنافاز II، مجموعاً $2n$ مولکول DNA، به عبارت بهتر $4n$ رشته DNA وجود دارد. پس :

$$4n = 48 \Rightarrow n = 12$$

۲۶- **گزینه ۳).**

۲۷- **گزینه ۲).**



با توجه به اینکه ژنوتیپ سلول‌های حاصل با هم تفاوت دارد، تقسیم مذکور، تقسیم میوز است. (ا) حالا پرویم سرراغ (پنکه چنڈ نوع ژنوتیپ قابل تصور است؛ وقتی سلول‌های حاصل از تقسیم میوز برای صفت Aa دارای آلل‌های A و a هستند، یعنی حداکثر حالات ممکن برای یک صفت در سلول‌های حاصل بیان شده است و در واقع برای این آلل‌ها فقط یک ژنوتیپ قابل تصور است. ولی در مورد صفات مغلوب (خالص) مانند bb یا ee از آنجایی که در طی میوز ۴ عدد سلول دو به دو مشابه حاصل می‌آید، می‌توان حدس زد که احتمال دارد در سلول والد علاوه بر ژنوتیپ bb و ee ژنوتیپ Bb یا Ee نیز وجود داشته باشد. بنابراین :

$$Aa \left\{ \begin{matrix} Bb \\ bb \end{matrix} \right\} Dd \left\{ \begin{matrix} ee \\ Ee \end{matrix} \right\}$$

$$1 \times 2 \times 1 \times 2 = 4$$

۲۸- گزینه (۱).

۲۹- گزینه (۳).

همانطور که می‌دانید، تعداد n معادل تعداد تتراد است. به عبارت بهتر، در سلولی که در مرحله متافاز I دارای ۴ تتراد است، در مرحله آنافاز II در هر قطب سلول، n کروموزوم تک کروماتیدی، یعنی n مولکول DNA یا ۲n رشته‌ی DNA وجود دارد. پس :

$$2 \times 4 = 8$$

۳۰- گزینه (۳).

هر سلول زاینده گامت زنی فقط توانایی تولید یک نوع گامت را دارد. حالا چه بیمار باشد و چه سالم.

۳۱- گزینه (۳).

سلول‌های حاصل از میوز I، n کروموزومی ولی مضاعف، یعنی دو کروماتیدی هستند.

۳۲- گزینه (۴).

اولین گویچه قطبی و اسپرم نابالغ هر دو ۲۳ کروموزوم (دی کروماتیدی) دارند که معادل ۴۶ مولکول DNA یا ۹۲ رشته DNA می‌باشد.

۳۳- گزینه (۱).

اسپرم نابالغ ۲۳ کروموزوم مضاعف (دو کروماتیدی) دارد. به عبارت بهتر دارای ۴۶ کروماتید، در نتیجه ۴۶ مولکول DNA و ۹۲ زنجیره DNA می‌باشد. ولی دومین گویچه قطبی حامل ۲۳ کروموزوم تک کروماتیدی، ۲۳ مولکول DNA و ۴۶ زنجیره پلی نوکلئوتیدی می‌باشد.

۳۴- گزینه (۱).

در آنافاز II میوز، کروماتیدهای خواهری یک کروموزوم دو کروماتیدی از هم جدا می‌شوند.

۳۵- گزینه (۴).

۳۶- گزینه (۳).

$$2n = 20 \xrightarrow{\text{میوز}} 4 \text{ سلول} \xrightarrow{\times 2} 8 \xrightarrow{\times 2} 16$$

$$n = 10 \quad n = 10 \quad n = 10$$

۳۷- گزینه (۲).

$$2n = 10 \xrightarrow{\text{انواع گامت}} n = 5 \xrightarrow{\text{تعداد آرایش دوک تقسیم}} 2^5 = 32$$

$$\text{تعداد آرایش دوک تقسیم} = \frac{\text{انواع گامت}}{2} = \frac{32}{2} = 16$$

۳۸- گزینه (۲).

ملخ نر دارای ۲۳ کروموزوم با فرمول ژنتیکی $22A+XO$ می‌باشد. بنابراین به هنگام تولید اسپرم دو نوع اسپرم ۱۲ کروموزومی ($11A+X$) و ۱۱ کروموزومی ($11A+O$) تولید می‌کند و از آنجایی که در صورت سؤال حداقل را خواسته است، می‌توان این گونه نتیجه گرفت که :

رشته DNA $22 \times 2 = 44 \Rightarrow$ مولکول DNA $= 22$ کروماتید $\Rightarrow 11$ کروموزوم دو کروماتیدی $= 11A + 0$

۳۹- گزینهی (۲).

یک جفت ژن کنترل کننده یک صفت به هنگام تشکیل تتراد در طی مرحله پروفاز I در کنار هم قرار می‌گیرند. به عبارت بهتر، در طی پروفاز I ژن‌های آلل به هم نزدیک می‌شوند، ولی به هنگام آنافاز I این ژن‌ها از هم جدا می‌شوند.

۴۰- گزینهی (۳).

در این گونه مسائل محاسبه تعداد انواع گامت در پیوستگی‌ها، در تمام گامت‌های حاصل باید یکی از دو آلل Bde یا bDE به علت پیوسته بودن به هم باید وجود داشته باشد.

۴۱- گزینهی (۴).

آنچه ۱۰۰٪ در اسپرم و تخمک در حالت طبیعی همواره یکسان است و تشابه محسوب می‌شود، تعداد کروموزوم‌های اتوزوم است که در هر دو ۲۲ است.

۴۲- گزینهی (۳).

سلولی با عدد کروموزومی $4n = 28$ دارای ۴ مجموعه‌ی کروموزوم (ضریب n) می‌باشد. که در هر مجموعه‌ی کروموزومی هم ۷ کروموزوم $(n=7)$ غیرهمولوگ وجود دارد.

۴۳- گزینهی (۲).

سلولی که در وقفه اول ۸ نوار پلی نوکلئوتیدی دارد، یعنی دارای $\frac{8}{4}$ معادل ۴ مولکول DNA است و با توجه به اینکه تعداد مولکول DNA برابر با تعداد کروماتید است، می‌توان نتیجه گرفت که در این سلول $2n = 4$ ، پس: $2n = 4 \rightarrow n = 2 \rightarrow$ انواع گامت $= 2^2 = 4$

۴۴- گزینهی (۳).

$$\begin{aligned} \text{AaDd} \frac{\text{Ef}}{\text{ef}} \text{mm} &\Rightarrow \text{انواع گامت} = 2 \times 2 \times 2 \times 1 = 8 \\ \text{AaDD} \frac{\text{Ef}}{\text{ef}} \text{Mm} &\Rightarrow \text{انواع گامت} = 2 \times 1 \times 2 \times 2 = 8 \\ \text{تعداد آلل‌های مشترک} &= \frac{2 \times 1 \times 2 \times 1}{16} = 4 \\ \text{مجموع انواع گامت} &= 12 \end{aligned}$$

۴۵- گزینهی (۲).

از آنجایی که کروماتیدها در حال جدا شدن هستند و با توجه به اینکه در شکل مذکور نه تتراد داریم و نه کروموزوم همولوگ، می‌توان این گونه عنوان کرد که شکل موردنظر یا مربوط به آنافاز میتوز $n = 2$ و یا آنافاز میوز $2n = 4$ است.

۴۶- گزینهی (۴).

۴۷- گزینهی (۲).

$2n = 16 \Rightarrow \text{تتراد} = n = \frac{16}{2} = 8$

۴۸- گزینهی (۳).