

۱- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در همه‌ی پروفازها و متافازها، کروموزوم‌ها دو کروماتیدی هستند، یعنی هر کروموزوم دو مولکول DNA دارد. هاپلوئید بودن سلول بستگی به عدد کروموزومی و نوع تقسیم سلول در حال تقسیم دارد. تولیدمثل و تقسیم سلول‌های پروکاریوتی به روش تقسیم دوتایی است. گیاهان دانه‌دار سانتیریول ندارند.

۲- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. زاده‌های حاصل از خودلقاحی می‌توانند با والد خود اختلاف ژنوتیپی داشته باشند. در حالت عادی یک ملخ نر، در یک تقسیم میوز چهار گامت می‌سازد که دو به دو از نظر تعداد کروموزوم برابرند. گامت طبیعی گل مغربی تتراپلوئید دارای کروموزوم همتا است. در صفحه‌ی ۱۳۹ کتاب عنوان می‌کند که در بیش‌تر جانداران در تلوفاز I، سیتوپلاسم نیز تقسیم می‌شود پس امکان عدم تقسیم سیتوپلاسم نیز وجود دارد.

۳- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چه در پروفاز میوز I و II و چه در پروفاز میتوز، رشته‌های دوک همواره به سانترومر کروموزوم‌های دو کروماتیدی متصل می‌شوند. اگر فعل گزینه‌ی «۲» از متصل شوند به متصل باشند تغییر یابد جمله‌ی صحیحی است و نمی‌تواند پاسخ این سؤال باشد زیرا در مرحله‌ی آنافاز میوز II و میتوز این‌گونه است.

۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. همانندسازی سانتیریول‌ها در مرحله‌ی  $G_2$  روی می‌دهد. در ضمن آفتابگردان نوعی گیاه گل‌دار (عالی) است و سانتیریول ندارد!  
توزیع اندامک‌ها بین دو سلول دختر بعد از میتوز و کمی قبل از پایان سیتوکینز روی می‌دهد. جداسازی دو رشته‌ی DNA توسط هلیکاز در مرحله‌ی S (همانندسازی) روی می‌دهد. هم‌چنین در مرحله‌ی متافاز میتوز کروموزوم‌ها در استوای سلول قرار می‌گیرند.  
مراحل چرخه‌ی سلولی:  $G_1 \leftarrow S \leftarrow G_2 \leftarrow$  میتوز  $\leftarrow$  سیتوکینز

۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. جهش مضاعف شدن، جهشی است که در آن قطعه‌ای از کروموزوم در اثر شکسته شدن جدا شده به کروموزوم همتا متصل می‌شود در حالی‌که در مرد و ملخ نر، کروموزوم‌های جنسی همتا وجود ندارد.

۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برای پاسخ به سوال تعداد کروموزوم‌های اتوزوم در هر مورد را مشخص می‌کنیم. سلول پیکری ملخ ماده دارای ۲۴ کروموزوم است که ۲۲ اتوزوم و دو کروموزوم جنسی X دارد. گامت شامپانزه دارای ۲۴ کروموزوم است که ۲۳ تای آن اتوزوم و یکی کروموزوم جنسی است. اسپرم خروس دارای ۳۹ کروموزوم است که ۳۸ تای آن اتوزوم و یکی جنسی (Z) است. تخمک انسان ۲۳ کروموزوم دارد که ۲۲ تای آن اتوزوم و یکی جنسی (X) است.

۷- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مرحله‌ی تلوفاز میتوز، پیچیدگی‌ها و تابیدگی‌های کروموزوم‌ها باز می‌شوند و کروموزوم‌ها شروع به باریک و دراز شدن می‌کنند و به رشته‌های کروماتین تبدیل می‌شوند و پوشش هسته اطراف آن‌ها را در برمی‌گیرد.

۸- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. حرکت کروموزوم‌ها به سوی قطب‌های سلول در مرحله‌ی آنافاز است. ولی باز شدن پیچیدگی و فشردگی در کروموزوم‌ها مربوط به مرحله‌ی تلوفاز می‌باشد.  
تشریح گزینه‌های دیگر:  
گزینه ۱) مرحله‌ی پروفاز  
گزینه ۲) مرحله‌ی تلوفاز  
گزینه ۴) مرحله‌ی متافاز

- ۹- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در مواقعی که سلول در حال تقسیم نیست، کروموزوم‌ها به صورت یک توده‌ی گره خورده و در هم پیچیده به نام شبکه‌ی کروماتینی دیده می‌شوند (البته در ابتدای پروفاز هم شبکه‌ی کروماتینی که هر کروموزوم آن مضاعف شده است، وجود دارد).
- در مرحله‌ی  $G_1$  که هنوز کروموزوم‌ها مضاعف نشده‌اند، شبکه‌ی کروماتینی شامل کروموزوم‌های تک کروماتیدی است، اما در مرحله‌ی  $G_2$ ، هر کروموزوم دو کروماتید دارد، زیرا در مرحله‌ی  $S$ ، کروموزوم‌ها مضاعف می‌شوند. آخرین مرحله‌ی فشردگی DNA تشکیل نوکلئوزوم‌ها نیست. آخرین حد فشردگی DNA، مربوط به مرحله‌ی متافاز میتوز است.
- ۱۰- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در انسان ۲۲ نوع کروموزوم اتوزوم وجود دارد که در تعیین جنسیت (نر یا ماده بودن) مستقیماً نقش ندارند. تشریح گزینه‌های دیگر:
- گزینه‌ی ۳: در مرغ همانند مرد دو نوع کروموزوم جنسی وجود دارد که با  $Z$  و  $W$  نشان داده می‌شود.
- گزینه‌ی ۴: در ماهیچه‌های مخطط انسان به دلیل عدم انجام سیتوکیز پس از مراحل جنینی، سلوها چند هسته‌ای بوده، بنابراین چندین کروموزوم  $X$  دارند.
- ۱۱- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. اجسام مهره مانند در کروموزوم، همان نوکلئوزوم‌ها هستند و بخش نخمانندی که موجب ارتباط این مهره‌ها می‌شود، مارپیچ دو رشته‌ای DNA است. تشریح گزینه‌های دیگر:
- گزینه‌ی ۱: سیتوکینز در سلول‌های جانوری و دیگر سلول‌هایی که دیواره ندارند، توسط کمربندی از رشته‌های پروتئینی صورت می‌گیرد.
- گزینه‌ی ۲: فشردگی شدن DNA توسط پروتئین‌های هیستون صورت می‌گیرد.
- گزینه‌ی ۳: جدا شدن کروماتیدهای خواهری توسط رشته‌های پروتئینی دوک صورت می‌گیرد.
- ۱۲- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ۷۲ رشته معادل ۳۶ مولکول DNA در مرحله‌ی  $G_2$  است. اگر سلول تریپلوئید وارد مرحله‌ی متافاز شود، همین تعداد مولکول DNA را خواهد داشت لذا در هر مجموعه‌ی کروموزومی خود  $12 = 36 \div 3$  مولکول DNA خواهد داشت.
- ۱۳- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در هر چرخه‌ی سلولی ۳ نقطه واریسی وجود دارد، پس اگر سلولی دو تقسیم متوالی داشته باشد و در مرحله‌ی  $G_2$  متوقف شود به تعداد  $7 = 1 + 3 \times 2$  نقطه‌ی واریسی را گذرانده است.
- ۱۴- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. برخی جانداران دارای  $4n$  یا  $6n$  کروموزوم هستند، بنابراین در گامت آن‌ها کروموزوم هم‌تا یافت می‌شود. چرخه‌ی سلول از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی را شامل می‌شود. اتوزوم‌ها در تعیین جنسیت، نقش غیرمستقیم دارند. در متافاز، هر کروموزوم دارای دو کروماتید یا DNA است، بنابراین چهار نوار پلی‌نوکلئوتیدی دارد.
- ۱۵- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در مرحله‌ی  $G_2$ ، سانتیریول‌ها همانندسازی می‌کنند، بنابراین در پروفاز یا متافاز I، سلول دارای دو جفت سانتیریول است.
- ۱۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در شرایط طبیعی برای صفات وابسته به جنس، بدون توجه به این که هر ژن چند الل داشته باشد، یک ملخ ماده حداقل ۲ الل و حداکثر هم ۲ الل دارد.
- ۱۷- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در گیاه سیب‌زمینی ۴۸ کروموزوم یا ۲۴ جفت کروموزوم وجود دارد اگر ۱۹ جفت از کروموزوم‌ها حاوی ژن‌های هموزیگوس و بقیه یعنی ۵ جفت هتروزیگوس باشند  $2^5 = 2^n = 32$  نوع گامت تولید می‌کند.
- ۱۸- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. مرغ دارای  $2n = 78$  کروموزوم است که در  $G_2$  دو کروماتیدی هستند. یعنی  $156 = 78 \times 2$  کروماتید یا DNA وجود دارد. هر مولکول DNA دو نوار پلی‌نوکلئوتیدی دارد. یعنی  $312 = 156 \times 2$  نوار پلی‌نوکلئوتیدی وجود دارد.

۱۹- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. همانندسازی میتوکندری همزمان با تکثیر سانتیریولها در مرحله  $G_1$  اتفاق می افتد. فعالیت DNA پلیمرز همانندسازی DNA (دوکروماتیدی شدن کروموزومها) در مرحله سنتز است.

۲۰- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. آنزیم DNA پلیمرز، بین نوکلئوتیدها (نه بازها) پیوند فسفودی استر برقرار می کند. برای استخراج DNA از عصاره سلولی، می توان از اتانول استفاده کرد. هیستونها از مهم ترین پروتئینهای دخیل در فشرده سازی DNA هستند. برخی جهشها به طور خودبه خودی در هنگام همانندسازی DNA به وجود می آیند.

۲۱- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. این شکل، مرحله متافاز را نشان می دهد. مرحله بعدی آن، آنافاز است. در آنافاز میتوز، کروماتیدهای خواهری از هم جدا می شوند و بر اثر کوتاه شدن رشته های دوک به سوی قطبها کشیده می شوند. توجه داشته باشید که نصف شدن تعداد کروموزومها در هر قطب سلول، در آنافاز میوز I صورت می گیرد، نه در آنافاز میتوز.

۲۲- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\frac{192}{2} = 96 \text{ DNA} \xrightarrow{\div 2} 48$$

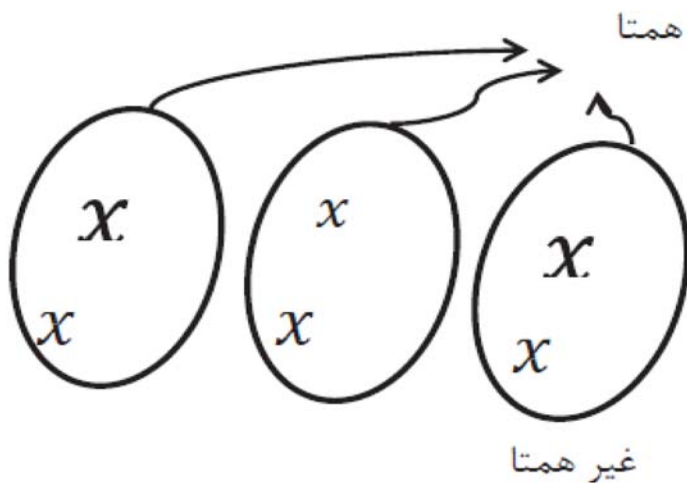
کروموزوم مضاعف شده در مرحله متافاز ۴۸

درون هر هسته در مرحله متافاز ← ۴۸ کروموزوم تک کروماتیدی  
یعنی ۴۸ مولکول DNA

۲۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مرحله  $G_1$ ، ماده وراثتی به صورت تک کروماتیدی (یک DNA) است که در اواخر این مرحله، نقطه واری واری وجود دارد.

۲۴- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. تشکیل رشته های دوک در مرحله پروفاز تقسیم روی می دهد و آن هم، پس از پایان وقفه دوم است. لذا با توقف چرخه در مرحله  $G_1$ ، تشکیل رشته های دوک تقسیم صورت نخواهد گرفت ولی سایر موارد قبلاً انجام گرفته اند.

۲۵- گزینه ۲ پاسخ صحیح است.  $3n = 12$  یعنی ۳ مجموعه کروموزوم که در هر مجموعه ۴ عدد کروموزوم وجود دارد که در هر مجموعه کروموزومها ناهمتا هستند و کروموزوم شماره ۱ یک مجموعه با کروموزوم شماره ۱ مجموعه های دیگر همتا است، یعنی کروموزومها ۳ تا ۳ تا با همدیگر همتا هستند.



۲۶- گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در طرح سؤال جهش کروموزومی مضاعف شدن بین کروموزومهای همتای خطی نشان داده شده است که کلاستریدیوم کروموزوم خطی ندارد و اسپورانژ ریزوپوس و زئوسپور کاهوی دریایی نیز کروموزوم همتا ندارند.

۲۷- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در جهش از نوع مضاعف شدن بخشی از یک کروموزوم حذف و بر روی کروموزوم همولوگ آن اضافه می گردد، پس ژن e می تواند حذف شده بر روی کروموزوم همتا و در کنار ژن E قرار بگیرد.

۲۸- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. از پایان دومین مرحله‌ی رشد تا مرحله‌ی تروفاز میتوز که کروموزوم‌ها باریک و دراز می‌شوند، نقطه‌ی واری و وجود ندارد.

۲۹- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. کروموزوم‌های همتا برای هر صفت، دستورالعمل (آلل) دارند ولی ممکن است یک آلل غالب و دیگری مغلوب باشد همانندسازی DNAهای حلقوی از یک نقطه آغاز می‌شود. علت اصلی تنوع جانوران، نوع اطلاعات یا ژن‌هایی است که روی کروموزوم‌ها قرار دارند.

۳۰- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در بیدهای شب پرواز ماده (XY) برخلاف ملخ ماده (XX) به طور طبیعی دو نوع کروموزوم جنسی X و Y یافت می‌شود. در حالی که ملخ ماده و بید نر دارای دو کروموزوم جنسی (از یک نوع) و ملخ نر هم تنها دارای یک کروموزوم جنسی هستند.

۳۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. هر دانه‌ی نوکلئوزوم شامل حدود دو دور DNA (با چهار نوع نوکلئوتید) در اطراف واحدهای هشت‌تایی هیستون (با ۲۰ نوع آمینواسید است، پس در آن می‌تواند حداکثر ۲۴ نوع مونومر پیدا کرد.

۳۲- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. فقط بعضی از سرخس‌ها بیشتر از ۵۰۰ عدد کروموزوم دارند و جمله‌ی «ب» درست است اما هر سه جمله‌ی دیگر، نادرست هستند و مربوط به «بسیاری موارد» می‌شوند.

۳۳- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. سلول‌های خورش در آلو دارای  $2n=48$  کروموزوم هستند و چون در مرحله‌ی S همانند سازی DNA صورت گرفته پس این کروموزوم‌ها در  $G_2$  به صورت دو کروماتیدی و مضاعف‌اند یعنی ۹۶ کروماتید دارند و دارای  $2=192$  زنجیره‌ی DNA خطی، یعنی درون هسته می‌باشند.

۳۴- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. تقسیم باکتری با اضافه شدن غشای سلولی جدید به نقطه‌ای از غشا که بین دو مولکول DNA قرار دارد انجام می‌گیرد. غشا پس از ساخته شدن از وسط به درون سلول فرو می‌رود تا سرانجام آن را به دو نیم تقسیم کند. هم‌زمان با فرورفتگی غشا، دیواره‌ی سلول در محل این دو سلول جدید نیز تشکیل می‌شود.

۳۵- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در طی میتوز در مرحله‌ی پروفاز، کروماتین به تدریج کوتاه و ضخیم می‌شود و در متافاز به حداکثر فشردگی می‌رسد و در آنافاز در این حداکثر باقی می‌ماند و در تروفاز با باز شدن پیچیدگی و تابیدگی‌ها دوباره شروع به باریک و دراز شدن می‌کنند. بنابراین زمانی که کروموزوم در حداکثر فشردگی است، می‌تواند مضاعف باشد (متافاز) و یا تک کروماتیدی باشد (آنافاز) که در این مرحله رشته‌های دوک متصل به سانترومر در حال کوتاه شدن هستند. پوشش هسته در مرحله‌ی پروفاز ناپدید می‌شود.

۳۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. گامت‌ها در جانوران کروموزوم اتوزوم دارند ولی سایر گزینه‌ها برای گامت‌های ملخ نر صادق نیست.

۳۷- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

۳۸- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. عدد هاپلوئید در آلو ( $n = 24$ ) است، ولی در مگس سرکه عدد تریپلوئید ( $3n = 12$ ) است.

۳۹- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. گامت‌ها در جانوران کروموزوم اتوزوم دارند، ولی سایر گزینه‌ها برای گامت‌های ملخ نر صادق نیست.

۴۰- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در تقسیم میتوز سلول پوست انسان، مرحله‌ای که رشته‌های دوک به سانترومرها متصل‌اند مراحل متافاز و آنافاز است در این مراحل پوشش هسته وجود ندارد!

۴۱- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. نخودفرنگی یک گیاه عالی (پیشرفته) است و سانتریول ندارد (گزینه‌ی ۲). در طی مرحله‌ی  $G_2$ ، میتوکندری و کلروپلاست از طریق تقسیم دوتایی تقسیم می‌شوند (گزینه‌ی ۱). در ضمن در سلول‌های پیکری، طی آنافاز میتوز، کروماتیدهای خواهری از یک‌دیگر جدا می‌شوند. هم‌چنین طی سیتوکینز، هر سلول دختری حده‌د نیم از سته بلاسم (ه‌اندامک‌های سته بلاسم) مادر را دریافت می‌کند.

- ۴۳- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. مضاعف شدن کروموزوم‌ها و همانندسازی DNA در مرحله‌ی S ایتتراف انجام می‌گیرد، کروموزوم‌های مضاعف شده، وارد مراحل پروفاز و متافاز میتوز می‌شوند. در آنافاز، کروماتیدها بر اثر کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانتیریول‌ها، به سوی قطب‌ها کشیده می‌شوند.
- ۴۴- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. حرکت کروموزوم‌ها به سوی قطب‌های سلول در مرحله‌ی آنافاز است، ولی باز شدن پیچیدگی و فشردگی در کروموزوم‌ها مربوط به مرحله‌ی تلوفاز می‌باشد.  
تشریح گزینه‌های دیگر: (۱) مرحله‌ی پروفاز (۲) مرحله‌ی تلوفاز (۴) مرحله‌ی متافاز
- ۴۵- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. مرغ ( $ZW + ۷۶$  اتوزوم) و خروس ( $ZZ + ۷۶$  اتوزوم) است. اگر ژن‌های کروموزوم‌های همتا یکسان باشند، مرغ ۴۰ نوع کروموزوم ( $Z + W + ۳۸$ ) خواهد داشت ولی خروس ۳۹ نوع کروموزوم ( $Z + ۳۸$ ) خواهد داشت. از این رو هر کروموزوم جنسی مرغ با ۳۹ نوع کروموزوم غیرهمتا جهش جابه‌جایی دارد، در حالی که در خروس هر کروموزوم جنسی حداکثر با ۳۸ نوع کروموزوم غیرهمتا جهش جابه‌جایی انجام می‌دهد.
- ۴۶- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. در شکل فقط سه نوع کروموزوم  $XX$  دیده می‌شود. بنابراین هر مجموعه‌ی کروموزومی، سه نوع کروموزوم غیرهمتا دارد، اما برای محاسبه‌ی تعداد  $n$  کافی است که تعداد کروموزوم‌های سلول (۱۸) را بر انواع کروموزوم (۳) تقسیم کنید.
- ۴۷- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در تقسیم دوتایی باکتری‌ها، کروموزوم‌ها روی دوک قرار نمی‌گیرند. باکتری‌ها کروماتیدهای خواهری ندارند، در متافاز I میوز کروموزوم‌های همتا از یک‌دیگر جدا می‌شوند. در باکتری‌ها و گیاهان دانه‌دار سانتیریول وجود ندارد.
- ۴۸- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. درون سیتوسل سلول‌های اندامک‌دار یوکاریوتی، اسکلت سلولی وجود دارد. تعداد هستک درون هسته عدد ثابتی نیست. سیتوپلاسم میان سلول‌های جنسی جانور ماده برابر توزیع نمی‌شود. سلول‌های عصبی که حاصل تقسیم میتوز هستند تا آخر عمر تقسیم نمی‌شوند. پس دوک تشکیل نمی‌دهند.
- ۴۹- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. تعداد DNA در مرحله‌ی  $G_۲$ ، دو برابر تعداد کروموزوم‌ها ولی در  $G_۱$ ، برابر تعداد کروموزوم‌ها است. در  $G_۲$  تعداد DNA در خروس و مرغ خانگی برابر ۱۵۶، در انسان برابر ۹۲ و در شامپانزه برابر ۹۶ می‌باشد. در  $G_۱$  تعداد DNA در سیب‌زمینی برابر ۴۸، در ملخ ماده برابر ۲۴ و در مگس سرکه، برابر ۸ است.
- ۵۰- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. پس از وقفه‌ی دوم ( $G_۲$ ) در چرخه‌ی سلولی، مرحله‌ی پروفاز تقسیم شروع می‌شود که طی آن کروموزوم‌ها قطورتر و کوتاه‌تر شده و به دلیل افزایش فشردگی، توسط میکروسکوپ نوری قابل رؤیت می‌شوند.
- ۵۱- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. تعداد کروموزوم‌های برخی گونه‌ها (مثل آلو و سیب‌زمینی و شامپانزه  $2n=۴۸$ ) به طور تصادفی با هم برابر هستند، هر چند که شکل و اندازه و ساختار ژنی آن‌ها متفاوت است، ولی سایر گزینه‌ها حتمی نیستند.  
گزینه‌ی ۱: برخی سلول‌های بدن  $4n$  و برخی  $2n$  و گامت‌ها نیز  $n$  کروموزومی هستند.  
گزینه‌ی ۲: اتوزوم‌ها به طور مستقیم در تعیین جنسیت نقشی ندارند.  
گزینه‌ی ۳: فقط برخی حشرات نر مثل ملخ یا زنبور عسل، کروموزوم  $Y$  ندارند.
- ۵۲- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در مگس سرکه ( $2n=۸$ ) و مرغ ( $2n=۷۸$ ) و ملخ ماده ( $2n=۲۴$ ) و شامپانزه ( $2n=۴۸$ ) است، پس به طور معمول چون سلول‌های سوماتیک دارای دو کروموزوم جنسی و گامت‌ها دارای یک کروموزوم جنسی هستند می‌توان گفت که در این گزینه‌ها به ترتیب: ۶ و ۳۸ و ۲۲ و ۲۳ اتوزوم وجود دارد.
- ۵۳- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. حداکثر فشردگی در کروماتیدهای یک کروموزوم مربوط به مرحله‌ی «متافاز» است، ولی سایر مراحل حتمی و همیشگی نیستند.

- ۵۴- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در گیاهان و سلول‌های دارای دیواره سلولی (مثل براسیکا اولراسه: گیاه کلم) تقسیم سیتوپلاسم توسط یک صفحه سلولی در وسط سلول صورت می‌گیرد که منشا آن‌هم از تجمع وزیکول‌های دستگاه گلژی است!
- ۵۵- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. جهش کروموزومی مضاعف شدن بین کروموزم‌های همتا روی می‌دهد و سلول‌های هاپلوئید کروموزوم‌های همتا ندارد.
- ۵۶- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در شکل سؤال، ۳ نوع کروموزوم مشاهده می‌شود که چهارتا، چهارتا شبیه هم هستند و سلول مورد نظر،  $4n = 12$  است.
- ۵۷- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. سلول‌های گیاهان عالی، سانتیریول ندارند. در ضمن چنان‌چه سلولی که میتوز آغاز می‌کند هاپلوئید، دیپلوئید، تریپلوئید و ... باشند، سلول‌های حاصل نیز هاپلوئید، دیپلوئید، تریپلوئید و ... می‌شوند. هم‌چنین سلول‌های ماهیچه‌ی مخطط بعد از دوران جنینی، سیتوکینز ندارند.
- ۵۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. نخودفرنگی یک گیاه عالی (پیشرفته) است و سانتیریول ندارد (گزینه‌ی ۲). در طی مرحله‌ی  $G_2$ ، میتوکندری و کلروپلاست از طریق تقسیم دوتایی تقسیم می‌شوند (گزینه‌ی ۱). در ضمن در سلول‌های پیکری، طی آنافاز میتوز کروماتیدی خواهری از یکدیگر جدا می‌شوند. هم‌چنین طی سیتوکینز، هر سلول دختر حدود نیمی از سیتوپلاسم (و اندامک‌های سیتوپلاسمی) مادر را دریافت می‌کند.
- ۵۹- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. هر مولکول DNA از دو زنجیره‌ی پلی نوکلئوتیدی ساخته شده است، پس این سلول در هر قطب خود، ۲۴ کروموزوم تک کروماتیدی در مرحله‌ی آنافاز میتوز دارد. می‌دانیم که در مرحله‌ی آنافاز میتوز در کروماتید خواهری هر کروموزوم مضاعف شده از محل سانترومر از یکدیگر جدا می‌شوند. پس سلول اولیه که تقسیم را آغاز کرده، ۲۴ کروموزوم داشته است. ملخ ماده، ۲۴ کروموزوم در هر سلول پیکری خود دارد.
- ۶۰- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. طی مرحله‌ی S چرخه‌ی سلولی، به کمک آنزیم‌های هلیکاز و DNA پلی‌مراز، کروموزوم اصلی سلول همانندسازی می‌کند و مقدار ماده‌ی وراثتی هسته‌ی سلول دو برابر می‌شود. دقت نمایید که طی مرحله‌ی  $G_2$  اندامک‌های سلول نیز مضاعف می‌شوند و میتوکندری و کلروپلاست حاوی DNA حلقوی می‌باشند، بنابراین فعالیت آنزیم‌های همانندسازی در مرحله‌ی  $G_2$  برای تکثیر DNA سیتوپلاسمی ادامه می‌یابد.
- ۶۱- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ۷۲ رشته معادل ۳۶ مولکول DNA در مرحله‌ی  $G_2$  است اگر سلول تریپلوئید وارد مرحله‌ی متافاز شود همین تعداد مولکول DNA را خواهد داشت لذا در هر مجموعه‌ی کروموزومی خود  $12 = 3 \div 36$ ، مولکول DNA خواهد داشت.
- ۶۲- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. معمولاً جهش‌هایی که باعث نتایج زیر می‌شود، می‌تواند منجر به سرطان شود:  
 - غیرفعال کردن پروتئین‌هایی که مسئول گند کردن یا متوقف کردن چرخه‌ی سلولی هستند.  
 - فعال کردن پروتئین‌هایی که باعث سرعت بخشیدن به چرخه‌ی سلولی می‌شوند.  
 پس به‌طور معمول، جهش‌هایی که باعث غیرفعال کردن پروتئین‌های سرعت‌دهنده‌ی چرخه‌ی سلولی می‌شوند، منجر به ایجاد سرطان نمی‌شوند.
- ۶۳- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. فشرده شدن DNA به کمک پروتئین انجام می‌شود. هیستون‌ها گروهی از پروتئین‌ها هستند که در فشرده شدن DNA، نقش مهمی بر عهده دارند. DNA در محل‌هایی، حدود ۲ دور به دور ۸ مولکول هیستون می‌پیچد و ساختاری را پدید می‌آورد که نوکلئوزوم نام دارد. توجه داشته باشید که در نوکلئوزوم، بخشی از یک مولکول DNA به دور هیستون‌ها می‌پیچد، نه کل یک مولکول DNA.
- ۶۴- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در مرحله‌ی آنافاز میتوز سلول انسانی، در هر قطب سلول، ۴۶ کروموزوم تک کروماتیدی وجود دارد؛ بنابراین در هر قطب سلول در آنافاز، ۴۶ مولکول DNA و ۹۲ زنجیره‌ی پلی‌نوکلئوتیدی وجود دارد.



۶۵- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. کروموزوم‌ها در مرحله‌ی سنتز (S) ایتترفاز همانندسازی می‌کنند و مضاعف می‌شوند؛ بنابراین در انتهای مرحله‌ی سنتز ایتترفاز، مرحله‌ی  $G_1$  (دومین مرحله‌ی رشد)، پروفاز میتوز و متافاز میتوز، کروموزوم‌ها دو کروماتیدی (مضاعف) هستند. اما پس از جدا شدن کروماتیدهای خواهری در مرحله‌ی آنافاز میتوز، کروموزوم‌ها تک کروماتیدی می‌شوند و در مرحله‌ی تلوفاز میتوز نیز، تک کروماتیدی هستند. در نخستین مرحله‌ی رشد ( $G_1$ ) ایتترفاز، هنوز کروموزوم‌ها مضاعف نشده‌اند و تک کروماتیدی هستند.

۶۶- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در مرحله‌ی پروفاز میتوز، رشته‌های دوک تشکیل می‌شوند. در این مرحله، کروموزوم‌ها فشرده و قابل رویت می‌شوند. غشای هسته به تدریج از بین می‌رود و با دور شدن جفت سانتیول‌ها از یکدیگر، رشته‌های دوک بین آن‌ها شکل می‌گیرد. مضاعف شدن کروموزوم‌ها در مرحله‌ی سنتز ایتترفاز انجام می‌شود و کروموزوم‌ها در مرحله‌ی پروفاز میتوز، مضاعف‌شده (دو کروماتیدی) هستند.

۶۷- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. روش تعیین جنسیت در همه‌ی جانداران مانند انسان نیست. مثلاً در بعضی از حشرات، مثل ملخ، کروموزوم Y وجود ندارد؛ ماده‌ها XX هستند (دو کروموزوم جنسی دارند) و نرها XO (یک کروموزوم جنسی دارند). بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) مرحله‌ی آنافاز میتوز هم، بخشی از چرخه‌ی سلولی است.
- ۲) شکل، اندازه و ساختار کروموزوم‌ها، حتی در گونه‌هایی که عدد کروموزومی (عدد دیپلوئید یا عدد هاپلوئید) آن‌ها با یکدیگر مساوی است، متفاوت می‌باشد.
- ۳) قبل از فرورفتگی غشای سلولی در جریان تقسیم دوتایی، کروموزوم اصلی باکتری همانندسازی کرده است.

۶۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در ملخ نر عدد دیپلوئید، ۲۳ و در ملخ ماده عدد دیپلوئید، ۲۴ است؛ در حالی که هم در ملخ نر و هم در ملخ ماده، عدد هاپلوئید (تعداد کروموزوم‌ها در یک مجموعه‌ی کامل)، ۱۲ است.

۶۹- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. این شکل، مرحله‌ی متافاز میتوز را نشان می‌دهد. مرحله‌ی بعدی آن در تقسیم میتوز، آنافاز است. در آنافاز میتوز، دو کروماتید خواهری هر کروموزوم مضاعف‌شده از محل سانترومر از یکدیگر جدا می‌شوند. کروماتیدها که هم‌اکنون کروموزوم تک‌کروماتیدی نام دارند، بر اثر کوتاه شدن رشته‌های دوک به سوی قطب‌ها کشیده می‌شوند. توجه داشته باشید که نصف شدن تعداد کروموزوم‌ها در هر قطب سلول در آنافاز I میوز صورت می‌گیرد، نه در آنافاز میتوز. در آنافاز میتوز، تعداد کروموزوم‌های هر قطب با تعداد کروموزوم‌های سلول اولیه (سلولی که وارد تقسیم میتوز شده است) برابر است.

۷۰- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در جهش کروموزومی، از نوع مضاعف شدن، قطعه‌ای از کروموزوم بر اثر شکستن جدا شده و به کروموزوم هم‌تا متصل می‌شود، بنابراین در کروموزوم هم‌تا، از بعضی از ژن‌ها، دو نسخه وجود دارد. در این مثال، قطعه‌ای از کروموزوم ۲۱ شکسته شده و به دیگر کروموزوم ۲۱ (هم‌تای خودش) متصل شده است، بنابراین در یکی از کروموزوم‌های ۲۱، از بعضی از ژن‌ها، دو نسخه وجود دارد. مضاعف شدن، خود ترکیبی از دو فرایند است: حذف (از یک کروموزوم هم‌تا) و جابه‌جایی یک‌طرفه بین کروموزوم‌های هم‌تا (انتقال قطعه‌ی حذف شده از کروموزوم هم‌تا به داخل کروموزوم هم‌تای خود).

۷۱- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در مرحله‌ی آنافاز میتوز، دو کروماتید خواهری هر کروموزوم مضاعف شده، از محل سانترومر از یکدیگر جدا می‌شوند و کروموزوم‌های تک کروماتیدی، بر اثر کوتاه شدن رشته‌های دوک، به سوی قطب‌ها کشیده می‌شوند. باریک و دراز شدن کروموزوم‌ها، در مرحله‌ی تلوفاز میتوز به وقوع می‌پیوندد.

۷۲- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. توجه داشته باشید که در مراحل که رشد و پروتئین‌سازی بیش‌تر باشد، سنتز mRNA بیش‌تر خواهد بود، بنابراین در مرحله‌ی  $G_1$  و  $G_2$ ، ساخت mRNA بیش‌تر خواهد بود.

۷۳- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. مقدار DNA در  $G_2$  تا پایان آنافاز ثابت بوده و دو برابر مقدار آن در  $G_1$  و پایان تلوفاز است.

۷۴- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. در جاننداری با فرمول کروموزومی  $2n = 30$ ، گامت دارای فرمول  $n = 15$  خواهد بود، بنابراین گامت، کروموزوم همتا دارد. این جاندار در هر سلول سوماتیک خود دارای ۶ مجموعه‌ی کروموزومی است که در هر مجموعه ۵ کروموزوم غیرهمتا وجود دارد که از لحاظ محتوای ژنتیکی متفاوت‌اند.

۷۵- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. سلول گیاه گل‌دار سانتیپول ندارد، از طرفی سانتیپول‌ها در مرحله‌ی  $G_1$  مضاعف می‌شوند. سلول پیکری ملخ نر در پایان  $G_1$  دارای ۴ سانتیپول است.

۷۶- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. سلولی که در آنافاز میتوز دارای ۴۸ مولکول DNA خطی است در مرحله‌ی  $G_1$  دارای ۲۴ مولکول DNA در هسته‌ی خود است که سلول پیکری ملخ ماده نیز دارای ۲۴ مولکول DNA خطی در مرحله‌ی  $G_1$  است.

۷۷- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در سلولی با ۱۰ کروموزوم، در منافاز میتوز، ۱۰ کروموزوم دوکروماتیدی یعنی ۲۰ کروماتید (DNA ۲۰) وجود دارند. به سانترومر هر کروماتید یک رشته‌ی میکروتوبول متصل است. یعنی ۲۰ میکروتوبول به سانترومرها متصل هستند ولی تعداد میکروتوبول‌ها بیش از ۲۰ عدد است زیرا برخی از آنها به کروموزوم‌ها متصل نبوده و آزاد هستند.

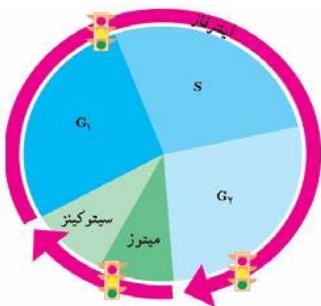
۷۸- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. مگس سرکه دارای ۸ کروموزوم است و بنابراین ۸ سانترومر دارد ولی در آنافاز که کروماتیدها از هم جدا شده‌اند، تعداد کروموزوم و تعداد سانترومر دو برابر می‌شود (۱۶ عدد).

۷۹- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در قارچ‌ها در طی میتوز، پوشش هسته از بین نمی‌رود. ← گزینه‌ی «۱» غلط. پروفاز I به تقسیم میوز مربوط است، بسیاری از سلول‌های یوکاریوتی میوز ندارند. ← گزینه‌ی «۲» غلط. فرورفتگی غشای سلول به درون، در طی تقسیم سلول‌های گیاهان و قارچ‌ها مشاهده نمی‌شود. ← گزینه‌ی «۳» غلط.

۸۰- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. چون در مرحله سنتز (S) کروماتین همانند سازی کرده و یک سانترومر و دو کروماتید دارد. در مرحله‌ی  $G_1$  کروماتین مضاعف شده تقریباً تغییری نمی‌کند و در پروفاز شروع به فشردگی کرده و به شکل کروموزوم دو کروماتیدی قابل رویت می‌شود. در مراحل  $G_1$  و تلوفاز هر کروموزوم یا کروماتین یک مولکول DNA دارد.

۸۱- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. گزینه‌های ۳ و ۴: سلول پیکری تقسیم میتوز دارد و فقط یک اینترفاز دارد که در مرحله‌ی  $G_1$  تعداد کروماتیدها درون هسته‌ی سلول ۱۶ عدد خواهد بود. (در مگس سرکه  $2n = 8$  است). گزینه‌ی ۲: در مرحله‌ی  $G_1$  میتوکندری‌ها همانندسازی کرده‌اند. DNA حلقوی درون میتوکندری‌ها بیش از یکی است.

۸۲- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به طرح بالا اگر نقطه‌ی واریسی دوم چرخه‌ی سلولی را متوقف کند، رشته‌های دوک در مرحله‌ی پروفاز تشکیل نخواهند شد.



۸۳- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. جهش مضاعف شدن، در واقع شامل دو مرحله است: یکی حذف و دیگری جابجایی بین کروموزوم‌های همتا (هومولوگ)! لازم به ذکر است که این جابجایی، در دل جهش «مضاعف شدن» بوده و از طریق کروموزوم‌های همتا صورت می‌گیرد.

۸۴- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. به شکل صفحه‌ی ۱۲۷ توجه کنید تا پی ببرید که در چرخه‌ی سلولی یوکاریوتی در مرحله‌ی سنتز «S» به  $G_1$  نقطه‌ی واریسی وجود ندارد.



۸۵- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. سلول  $3n$  تریپلوئید است و سه مجموعه‌ی کروموزومی دارد که در هر مجموعه ۵ کروموزوم غیر همتا وجود دارد.

۸۶- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در ساختار کروموزوم‌های پروکاریوتی علاوه بر DNA پروتئین نیز وجود دارد ولی این پروتئین از نوع هیستون (که در کروموزوم‌های یوکاریوتی وجود دارد) نیست. تعداد کروموزوم‌ها در  $G_1$  و  $G_2$  یکسان است و تنها تفاوت آن‌ها تعداد کروماتیدها است.

۸۷- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. ایجاد کمربند پروتئینی مخصوص سیتوکینز سلول‌های جانوری است در حالی که در سلول‌های گیاهی سیتوکینز با تشکیل صفحه‌ای در وسط سلول انجام می‌گیرد.

۸۸- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در این پرنده، آتوزوم‌ها ژن‌های متفاوت دارند و کروموزم جنسی دو نوع X و Y هستند. بنابراین با سه جفت کروموزم  $2^3 = 8$  نوع گامت تولید می‌شود.

۸۹- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. سلول ۹ کروموزوم دارد در متافاز میتوز هر کروموزوم دو کروماتیدی است که هر کروماتید شامل دو رشته‌ی پلی‌نوکلئوتیدی می‌باشد، بنابراین  $9 \times 2 \times 2 = 36$  رشته پلی‌نوکلئوتیدی دارد.

۹۰- گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. گامت قدرت تقسیم شدن ندارد و در چرخه‌ی زندگی هاپلوئیدی حاصل تقسیم میتوز است در چرخه‌ی زندگی جانوران فقط گامت‌ها هاپلوئید هستند ولی جانوران نر همیشه دو نوع گامت تولید نمی‌کند مثلاً در پرنده‌گان جانوران نر ZZ است و یک نوع گامت تولید می‌کند.

۹۱- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. 
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{تقسیم سیتوپلاسم} = \text{سیتوکینز} \\ \text{میتوز} = \text{تقسیم هسته} \end{array} \right. \text{تقسیم سلول}$$

۹۲- گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. سلول‌های ماهیچه‌ای مخطط در مراحل جنینی سیتوکینز دارند و بعد از مراحل جنینی سیتوکینز انجام نمی‌دهند. (صفحه‌ی ۱۲۶ مرحله‌ی ۵ چرخه‌ی سلولی)

۹۳- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ملخ XX و پرنده‌ی ZW هر دو ماده هستند، ولی ملخ XO، انسان XY و پروانه‌ی XX، نر هستند. (صفحه‌ی ۱۲۱ - فصل پنجم زیست ۲ - سال سوم تجربی)

۹۴- گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در تلوفاز، تقسیم پایان یافته و سلول دارای  $2n$  کروموزوم یک کروماتیدی است  $(2n = 8)$  کروماتید (مولکول DNA)  $(2n = 8)$  مولکول DNA  $\Rightarrow$  هر کروماتید شامل یک مولکول DNA

۹۵- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در تلوفاز I و  $G_1$  سلول، دارای  $2n$  کروموزوم تک کروماتیدی است و در مرحله‌ی S هنوز همانند سازی تمام نشده است. در آنافاز، دو کروماتید از هم جدا شده‌اند و سلول دارای  $2n$  کروماتید در هر طرف سلول یعنی دارای  $4n$  کروماتید است. هر کروماتید دارای یک مولکول DNA است، پس جمعاً ۹۲ مولکول DNA وجود دارد.

۹۶- گزینه ۴ پاسخ صحیح است. سگ  $2n = 78$  کروموزوم دارد. که پس از همانند سازی دو کروماتیدی هستند و در طول تقسیم میتوز ۱۵۶ کروماتید یا DNA دارد. سانتیریول‌ها ۲ عددند ولی قبل از تقسیم مضاعف می‌شوند.

۹۷- گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ساختار چند هسته‌ای ناشی از عدم سیتوکینز است. سیتوکینز در سلول جانوری توسط کمربندی از رشته‌های پروتئینی انجام می‌گیرد.

۹۸- گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ملخ ماده ۲۴ کروموزوم و مرغ ۷۸ کروموزوم دارند. ولی جفت ۳۹ در مرغ XY است و همتا نمی‌باشد.

۹۹- گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در این گیاه  $3n = 24$  است، پس  $n$  آن برابر ۸ خواهد بود.  $6n = 48$

۱۰۰- دسته کروموزوم به مجموعه  $n$  کروموزومی در هر یک از سلول‌های فرد گفته می‌شود. انسان موجودی دیپلوئید است و کلاً ۴۶ کروموزوم دارد. بنابراین  $2n = 46 \rightarrow n = 23$ . یعنی در هر دسته کروموزوم (که در انسان ۲ دسته است)، ۲۳ کروموزوم وجود دارد که شباهتی به هم ندارند. اما برای هر یک از این کروموزوم‌ها در دسته دیگر،