

کروموزوم‌ها و میتوز

هدف کلی: آشنایی با کروموزوم‌ها، تولید مثل غیر جنسی و چرخه‌ی سلول هدف‌های جزئی: از دانش‌آموزان انتظار می‌رود، در پایان این فصل بتوانند:

الف - دانستنی‌ها

- ۱- ساختار کروموزوم را شرح دهند.
- ۲- تولید مثل باکتری را توضیح دهند.
- ۳- تقسیم باکتری را با میتوز مقایسه کنند.
- ۴- چگونگی تعیین جنسیت جانوران مختلف را توضیح دهند.
- ۵- مراحل چرخه‌ی سلول را نام ببرند و هر یک را به اختصار توضیح دهند.
- ۶- چگونگی تنظیم چرخه‌ی سلول را توضیح دهند.
- ۷- ساختار و چگونگی تشکیل دوک تقسیم را شرح دهند.
- ۸- وقایع مربوط به هر یک از مراحل میتوز را توضیح دهند.
- ۹- تقسیم سیتوپلاسم سلول‌های گیاهی و جانوری را با هم مقایسه کنند.

ب - مهارت‌ها

- ۱- مدل‌هایی از پدیده‌های زیستی بسازند.
- ۲- در مطالعه و بررسی پدیده‌های زیستی، ابزار و مواد مختلف را به طور مناسب به کار ببرند.
- ۳- برای پژوهش و تحقیق در زمینه‌ی پدیده‌های زیستی، مراحل روش علمی را به کار گیرند.
- ۴- از دست‌آورد‌های جزئی، یک نظام کلی فکری را سازمان دهند.

پ - نگرش‌ها

- ۱- به پدیده‌های زیستی به عنوان نشانه‌ها و شواهد حاکمیت تدبیر الهی در جهان بنگرند.
- ۲- نسبت به پدیده‌های زیستی کنجکاو شوند.
- ۳- نسبت به حل مسائل مربوط به پدیده‌های زیستی، علاقه‌مند شوند.

فصل ششم در یک نگاه

هماندسازی DNA
 اضافه شدن غشای جدید به غشای بین
 دو مولکول DNA
 فرورفتگی غشا از وسط به داخل
 ساخت دیواره‌ی سلولی جدید
 ادامه‌ی فرورفتگی و دو نیم شدن سلول

پروکاریوت ← تقسیم دوتایی طی ۵ مرحله

رشد	میتوز	یوکاریوت
نمو		
ترمیم		
تولید مثل غیر جنسی		
میوز ← تولید مثل غیر جنسی		

انواع تقسیم سلول

الگوی Xy: انسان

الگوی Xo: ملخ

الگوی Zw: پروانه‌ها - بیدها - پرندگان

الگوهای تعیین
 جنسیت در جانوران

حذف ← عدم وجود بعضی ژن‌ها در سلول

مضاعف شدن ← وجود دو نسخه از بعضی ژن‌ها روی کروموزوم همتا

واژگونی ← اتصال معکوس قطعه‌ی جدا شده به جای خود

جاب‌جایی ← اتصال قطعه‌ی جدا شده به کروموزوم غیر همتا

انواع تغییر ساختاری
 کروموزوم‌ها (جهش)

<p>G_1 ← رشد سریع سلول</p> <p>S ← همانند سازی DNA</p> <p>G_2 ← همانند سازی اندامک‌ها، فراهم شدن تمهیدات لازم برای تقسیم هسته</p>	<p>اینترفاز</p>	
<p>پروفاز ← قابل رؤیت شدن کروموزوم‌ها، تشکیل دوک</p> <p>متافاز ← ردیف شدن کروموزوم‌ها در وسط سلول روی رشته‌های دوک</p> <p>آنافاز ← جدا شدن کروماتیدهای خواهری و انتقال آن‌ها به قطبین</p> <p>تلوفاز ← ایجاد پوشش در اطراف کروموزوم‌ها در دو قطب سلول</p> <p>سلول گیاهی: ساخت وزیکول توسط دستگاه گلژی ← پیوستن وزیکول‌ها به هم در میانه‌ی سلول ← ایجاد صفحه‌ای از دیواره، در وسط سلول</p> <p>سلول جانوری: ایجاد کمربندی از رشته‌های پروتئینی در میانه‌ی سلول</p> <p>سلول ← تنگ شدن کمربند ← دو نیم شدن سلول</p>	<p>میتوز</p> <p>تقسیم</p> <p>سیتوکینز</p>	<p>مراحل چرخه‌ی سلول</p>
<p>تقسیم و رشد غیرعادی سلول‌ها ← سرطان</p>	<p>تولید بیش از حد مولکول‌های محرک رشد و تقسیم سلول‌ها ← شتاب در چرخه‌ی سلول</p> <p>غیر فعال شدن پروتئین‌های کند کننده یا متوقف کننده‌ی چرخه‌ی سلول ← مختل شدن ترمز چرخه‌ی سلول</p> <p>سازمان‌دهی دوک تقسیم (۱ میکروتوبول)</p> <p>سازمان‌دهی سانتیریول‌ها (۹ دسته‌ی ۳ تایی میکروتوبول)</p>	<p>عوارض اختلال در تنظیم چرخه‌ی سلول</p> <p>نقش میکروتوبول‌ها</p>

روش پیشنهادی آموزش فصل ششم

جلسه‌ی بیست و دوم

الف - بررسی نتایج تکالیف و آزمون کتبی فصل پنجم

ب - تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با تولید مثل سلول‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی (آموزش صفحات ۱۱۳ تا

۱۱۸)

هدف‌های جزئی: دانش‌آموزان در پایان این جلسه‌ی آموزشی باید بتوانند:

- ۱- نقش‌های تقسیم دوتایی، میتوز و میوز را نام ببرند.
- ۲- چگونگی تقسیم دوتایی باکتری را توضیح دهند.
- ۳- تغییرات کروموزوم‌های سلول یوکاریوتی را در جریان آمادگی برای تقسیم، شرح دهند.

مقدمه

توجه دانش‌آموزان را به شکل آغازین فصل جلب کنید.

پرسش معلم: هر یک از بخش‌های شکل، چه چیزی را نشان می‌دهد.

پاسخ دانش‌آموزان: سلول

پرسش معلم: سلول‌ها چگونه ایجاد شده‌اند؟

پاسخ دانش‌آموزان: در اثر تقسیم سلولی.

پرسش معلم: در مراحل رویانی چه اتفاقی می‌افتد؟

پاسخ دانش‌آموزان: تقسیمات ادامه می‌یابد و در نهایت، یک فرد کامل ایجاد می‌شود (تولید

مثل).

تدریس

به دانش‌آموزان بگویید که لازمه‌ی تولید مثل، تقسیم سلول است و بعد به تفاوت تقسیم در سلول‌ها از جهات مختلف اشاره کنید؛ مثلاً، سلول‌های پوست به طور مرتب تقسیم می‌شوند و این تقسیم از نوع میتوز است. سلول‌های مولد گامت‌ها از زمان بلوغ تقسیم میوز انجام می‌دهند. باکتری تقسیم دوتایی انجام می‌دهد و... در ادامه، نقش تقسیم سلولی را توضیح دهید.

با ادامه‌ی پرسش و پاسخ و با استفاده از شکل ۱-۶، چگونگی تولید مثل باکتری‌ها را شرح دهید. سپس به مواردی از تفاوت‌های پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها اشاره کنید و تغییرات کروموزوم‌های یوکاریوتی را در جریان آماده‌سازی برای تقسیم سلول توضیح دهید.

دانستنی های معلم

کروموزوم های پروکاریوتی از سلولی که آن ها را دربر گرفته است، صدها برابر بزرگتر هستند. اگر کروموزوم باکتری اشریشیاکلی، کاملاً باز شود، طول آن یک میلی متر خواهد بود و این در حالی است که طول این باکتری فقط در حدود 2×10^{-6} میلی متر است. از دانش آموزان بخواهید محاسبه کنند که طول کروموزوم اشریشیاکلی چند برابر طول سلول است.

$$\frac{1}{2 \times 10^{-6}} = 500$$

نتیجه‌ی جلسه‌ی بیست و دوم

از دانش آموزان بخواهید درباره‌ی تفاوت‌های تکثیر باکتری‌ها و تولید مثل غیر جنسی یوکاریوت‌ها بحث کنند.

ارائه‌ی تکلیف

تهیه‌ی مدل نشان دهنده‌ی تغییرات کروموزوم‌های یوکاریوتی، ضمن آماده‌سازی سلول برای تقسیم شدن.

جلسه‌ی بیست و سوم

الف – بررسی نتایج تکالیف و پرسش مستمر

ب – تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با اثر تعداد و ساختار کروموزوم‌ها بر رشد و نمو و چگونگی تعیین جنسیت

در جانوران (آموزش صفحات ۱۱۸ تا ۱۲۵)

هدف‌های جزئی: دانش آموزان در پایان این جلسه‌ی آموزشی باید بتوانند:

- ۱- کروموزوم‌های همتا، هاپلوئید و دیپلوئید را تعریف کنند.
- ۲- چگونگی تشکیل یک فرد پرسلولی را پس از لقاح توضیح دهند.
- ۳- افراد متعلق به یک گونه یا گونه‌های مختلف را از نظر تعداد کروموزوم‌ها مقایسه کنند.
- ۴- چگونگی تعیین جنسیت جانوران مختلف را شرح دهند.
- ۵- نمونه‌هایی از جهش‌های ساختاری کروموزوم‌ها را نام ببرند و اثرات آن‌ها را توضیح دهند.

مقدمه

می‌توانید عکس مربوط به فردی با ناهنجاری فیزیکی ناشی از تغییرات کروموزومی، مثل فرد مبتلا به سیندرم داون، را به دانش آموزان نشان دهید و با آن‌ها درباره‌ی نقش کروموزوم‌ها در رشد و نمو بدن بحث کنید.

تدریس

نزدیک به صد سال پیش، شمارش کروموزوم‌های انسان آغاز شد. در دهه‌ی ۱۹۲۰، یک زیست‌شناس با انتشار گزارشی بیان داشت که تعداد کروموزوم‌های انسان ۴۸ عدد است. پس از آن تا مدت‌ها این عدد مورد استفاده قرار گرفت. در سال ۱۹۵۶، J.H.Tjio و A. levan نشان دادند که عدد کروموزومی انسان ۴۶ عدد است. در ادامه به مفهوم کروموزوم‌های همتا اشاره کنید و تفاوت سلول‌های جنسی و پیکری را شرح دهید. از دانش‌آموزان بخواهید پیشنهادهای هاپل و دیپل را با عبارات جبری n و $2n$ ، ارتباط دهند. سپس با معرفی $hapl$ به معنی یک، $dipl$ به معنی دو و $poly$ به معنی چند، از دانش‌آموزان بخواهید مفهوم پلی پلوئید را استنتاج کنند (دارای چندین مجموعه کروموزوم).

پرسش معلم: سلول‌های جنسی از هر دو کروموزوم همتا، یکی را دارند. اگر چنین نبود، چه اتفاقی رخ می‌داد؟
پاسخ دانش‌آموزان: زیگوت حاصل از لقاح، همه‌ی کروموزوم‌ها را نداشت و ممکن بود نتواند نمو کند یا این‌که به درستی نمو نکند؛ چون، فاقد اطلاعات ژنتیکی مربوط به کروموزوم‌های از دست رفته بود.

پرسش معلم: چرا عدد کروموزومی زیگوت، زوج است؟
پاسخ دانش‌آموزان: برای این‌که بتواند بین دو سلول تقسیم شود (اگر دانش‌آموزان نتوانستند به این مطلب پی ببرند، از آن‌ها بخواهید عدد کروموزومی هر گامت را، وقتی سلول ۴۷ کروموزوم دارد، محاسبه کنند).

توجه دانش‌آموزان را به جدول ۱-۶ جلب کنید و تفاوت کروموزومی جانوران مختلف را مطرح کنید. با استفاده از شکل ۶-۶، الگوهای مختلف تعیین جنسیت را در جانوران توضیح دهید. در ادامه با استفاده از شکل ۶-۷، انواع جهش‌های ساختاری کروموزوم‌ها را مطرح کنید.

نتیجه‌ی جلسه‌ی بیست و سوم

از دانش‌آموزان بپرسید وقتی $3n = 48$ باشد، چند دسته و در هر دسته چند کروموزوم وجود دارد؟ ۱۶-۳

از دانش‌آموزان بخواهید فعالیت ۱-۶ را انجام دهند.

ارائه‌ی تکلیف

پاسخ به خودآزمایی ۱-۶ و تفکر نقادانه‌ی ۱-۶

جلسه‌ی بیست و چهارم

الف - بررسی نتایج تکالیف و پرسش مستمر

ب - تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با مراحل چرخه‌ی سلولی و چگونگی تنظیم آن (آموزش صفحات ۱۲۵ تا

(۱۲۹)

هدف‌های جزئی: دانش‌آموزان در پایان این جلسه‌ی آموزشی باید بتوانند:

- ۱- چرخه‌ی سلولی را تعریف کنند.
- ۲- مراحل اینترفاز را نام ببرند و وقایع هر مرحله را توضیح دهند.
- ۳- وقایع مرحله‌ی تقسیم چرخه‌ی سلولی را توضیح دهند.
- ۴- نقاط واریسی را تعریف کنند و نقش آن‌ها را توضیح دهند.
- ۵- چگونگی بروز سرطان را بر اثر اختلالات چرخه‌ی سلول، شرح دهند.

مقدمه

مدل یا تصویری از مغز انسان را به دانش‌آموزان نشان دهید. اشاره کنید که وقتی مغز کاملاً شکل گرفت، سلول‌های عصبی، تقسیم نخواهند شد. این سلول‌ها در مرحله‌ی خاصی از طول عمر سلول (مرحله‌ی G_1) متوقف می‌شوند. سپس مدل یا تصویر یکی از استخوان‌های دراز انسان را نشان دهید و به ساخت گلبول‌های قرمز در مغز استخوان اشاره کنید. با توجه به تعداد زیاد گلبول‌های قرمز و طول عمر آن‌ها که ۱۲۰ روز است، در هر ثانیه حدود ۲ میلیون گلبول قرمز در نتیجه‌ی تقسیم سلولی در مغز استخوان ساخته می‌شود. سلول‌های مغز استخوان برخلاف سلول‌های مغز تا وقتی که فرد زنده است به پیمودن سایر مراحل حیات سلول یا چرخه‌ی سلول ادامه می‌دهند.

تدریس

با استفاده از شکل ۸-۶، رابطه‌ی تقسیم سلول و اینترفاز را مشخص کنید.

پرسش معلم: کدام قسمت از شکل، اینترفاز و کدام قسمت، تقسیم سلول را نشان می‌دهد؟

پاسخ دانش‌آموزان: آبی - سبز

مدت زمان کامل شدن چرخه‌ی سلول به نوع سلول و محیط آن بستگی دارد. در برخی موارد،

کمتر از یک ساعت و در مواردی، چندین روز به طول می‌انجامد.

پرسش معلم: فرض کنید چرخه‌ی سلول ۲۴ ساعت طول می‌کشد، براساس شکل ۸-۶، مدت

زمانی را که سلول در مرحله‌ی اینترفاز به سر می‌برد تخمین بزنید.

پاسخ دانش‌آموزان: در حدود ۲۰ ساعت

پس از توضیح مراحل مختلف چرخه‌ی سلول، چگونگی تنظیم و عوارض ناشی از اختلال در چرخه را شرح دهید.

نتیجه‌ی جلسه‌ی بیست و چهارم

از دانش‌آموزان بخواهید با رسم یک نقشه‌ی مفهومی، مراحل اینترفاز و وقایع هر مرحله را به اختصار نشان دهند و چگونگی تنظیم چرخه‌ی سلولی و بروز سرطان را به طور خلاصه توضیح دهند.

ارائه‌ی تکلیف

پاسخ به خودآزمایی ۲-۶ تهیه‌ی وسایل لازم برای انجام فعالیت ۴-۶

جلسه‌ی بیست و پنجم

الف - بررسی نتایج تکالیف و پرسش مستمر

ب - تدریس درس جدید

هدف کلی: آشنایی با چگونگی میتوز و سیتوکینز (آموزش صفحات ۱۲۹ تا ۱۳۷)

هدف‌های جزئی: دانش‌آموزان در پایان این جلسه‌ی آموزشی باید بتوانند:

۱- نقش سانتربول‌ها را در تقسیم سلول توضیح دهند.

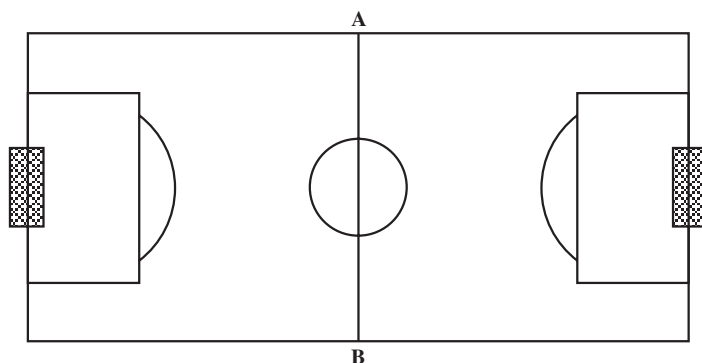
۲- چگونگی تشکیل دوک تقسیم را توضیح دهند.

۳- مراحل میتوز را نام ببرند و وقایع هر مرحله را توضیح دهند.

۴- چگونگی سیتوکینز سلول‌های گیاهی و جانوری را با هم مقایسه نمایند.

مقدمه

تصویری از زمین فوتبال روی تخته سیاه بکشید (شکل زیر).



به دانش‌آموزان بگویید که خطّ میانی زمین (AB) متناظر ناحیه‌ای از سلول است که سطح استوایی نامیده می‌شود و دروازه‌ها نمایانگر دو قطب سلول هستند. متذکر شوید که دانستن این نواحی

برای درک مطالب مربوط به جدا شدن کروموزوم‌ها ضروری است. سپس واژه‌ی میتوز را به ریشه‌ی یونانی آن یعنی، Mitos (به معنی نخ) مرتبط سازید. پرسش معلم: چرا فرایند میتوز را به این اسم نام‌گذاری کرده‌اند؟ پاسخ دانش‌آموزان: ماده‌ی ژنتیک که در میتوز تقسیم می‌شود، از مولکول‌های نخ مانند و طویل تشکیل شده است.

تدریس

دانش‌آموزان غالباً بر این باورند که میتوز همان تقسیم سلول است. در ابتدا مطمئن شوید که میتوز را برای نامیدن تقسیم کروموزوم‌ها (تقسیم هسته) و سیتوکینز را برای نامیدن تقسیم سیتوپلاسم به کار می‌برند و خاطر نشان سازید که تقسیم سلول فقط یکی از چهار مرحله‌ی چرخه‌ی سلول است.

توجه دانش‌آموزان را به شکل ۶-۱۰ جلب کنید و ساختمان و رفتار سانتیول‌ها را طی میتوز توضیح دهید. پس از طرح تشکیل دوک با استفاده از شکل ۶-۱۱، توجه دانش‌آموزان را به رفتار کروموزوم‌ها طی هر مرحله از میتوز معطوف دارید و ضمن توضیح مطلب، اشاره کنید که مراحل مختلف میتوز از نظر زمانی یکسان نیستند و بدون فاصله و پی‌درپی رخ می‌دهند. توضیح دهید که شاید بتوان میتوز را با بخش یک فیلم سینمایی، مشابه دانست اگر چه فیلم از فریم‌های مختلفی تشکیل شده که به دنبال هم قرار گرفته‌اند و وقتی روی پرده سینما می‌افتد، گویی تصاویر دائماً از یک حالت به حالت دیگر تغییر می‌کنند.

با استفاده از شکل‌های ۶-۱۲ و ۶-۱۳ سیتوکینز سلول‌های گیاهی و جانوری را شرح دهید و مقایسه کنید.

نتیجه‌ی جلسه‌ی بیست و پنجم

از دانش‌آموزان بخواهید، تصویر هر یک از مراحل میتوز را روی کارت‌های جداگانه رسم کنند و نام مرحله را پشت آن بنویسند و از آن‌ها برای یادگیری مراحل میتوز استفاده نمایند. همچنین، فعالیت ۶-۴ را انجام دهند و در صورت امکان، اسلایدهای آماده‌ی مراحل میتوز را مشاهده نمایند.

ارائه‌ی تکلیف

پاسخ به خودآزمایی ۶-۳ و فعالیت ۶-۳، تهیه‌ی گزارشی از فعالیت ۶-۴ و آزمون کتبی فصل ششم.

پاسخ خودآزمایی‌های فصل ششم

خودآزمایی ۱-۶، صفحه‌ی ۱۲۳

۱- ابتدا DNA همانندسازی می‌کند، سپس غشای سلولی جدید به نقطه‌ای از غشا که بین دو مولکول DNA قرار دارد، اضافه می‌شود و غشای ساخته شده از وسط به درون فرو می‌رود و همزمان با فرورفتگی، دیواره‌ی سلولی در این محل تشکیل می‌شود. با ادامه‌ی فرورفتگی، سلول به دو نیم تقسیم می‌شود.

۲- هنگام تقسیم سلول

۳- سلول هاپلوئید از هر کروموزوم یک عدد و سلول دیپلوئید از هر کروموزوم ۲ عدد دارد.

۴- در زنان هر دو مشابه و XX هستند و در مردان متفاوت و به صورت XY هستند.

۵- حذف، مضاعف شدن، واژگونی و جابه‌جایی

خودآزمایی ۲-۶

۱- مرحله‌ی G_1 : سلول ضمن انجام فعالیت‌های روزمره‌ی خود به سرعت رشد می‌کند.

مرحله‌ی S: DNA همانندسازی می‌شود.

مرحله‌ی G_2 : میتوکندری و سایر اندامک‌ها همانندسازی می‌کنند، ریزلوله‌ها تجمع می‌یابند.

مرحله‌ی میتوز: تقسیم هسته‌ی سلول بدون کاهش تعداد کروموزوم‌ها z

مرحله‌ی سیتوکینز: تقسیم سیتوپلاسم سلول

۲- در اینترفاز، کروموزوم‌ها رشته‌هایی بلند و باریک هستند که به صورت کروماتین نمایان

می‌شوند و طی میتوز، به تدریج کوتاه، فشرده و ضخیم شده، هر یک به تنهایی قابل رؤیت می‌شوند. تا هنگامی که کروموزوم‌ها فشرده نشوند. مشاهده‌ی آن‌ها به صورت مجزا از هم مقدور نیست.

۳- زمان‌های حساس چرخه‌ی سلولی که نقاط و ارسی نام دارند، عبور از یک مرحله به

مرحله‌ی دیگر را کنترل می‌کنند و براساس مجموع پدیده‌هایی که در سلول به وقوع می‌پیوندد، اجازه‌ی عبور به مرحله‌ی بعد داده می‌شود یا نمی‌شود.

۴- عوامل ایجادکننده‌ی جهش از جمله عوامل محیطی نظیر پرتو فرابنفش، مواد مخدر،

بعضی از غذاها و ... می‌توانند در یکی از پروتئین‌های مسئول در نقاط و ارسی جهش ایجاد کنند که با تولید بیش از حد مولکول‌های محرک رشد و تقسیم سلول‌ها یا غیر فعال کردن پروتئین‌های کندکننده یا متوقف‌کننده چرخه‌ی سلولی موجب افزایش تقسیم سلولی و بروز سرطان می‌شوند.

خودآزمایی ۳-۶، صفحه‌ی ۱۳۳

۱- به سانترومر کروموزوم‌ها متصل شده و با کوتاه شدن خود، کروماتیدها را به سوی قطب‌های

مقابل سلول می کشند.

۲- پروفاز: کروموزوم‌ها در اواخر این مرحله قابل رؤیت می‌شوند، پوشش هسته ناپدید می‌گردد و دوک شکل می‌گیرد.

متافاز: کروموزوم‌ها در سطح استوایی سلول ردیف شده و رشته‌های دوک به هر کروماتید متصل می‌شوند.

آنافاز: ساترومر تقسیم می‌شود و کروماتیدها در نتیجه‌ی کشش رشته‌ی دوک به دو قطب کشیده می‌شوند.

تلفاز: پوشش هسته شکل می‌گیرد، کروموزوم‌ها دوباره باز می‌شوند و رشته‌های دوک ناپدید می‌گردند.

۳- در سلول‌های گیاهی از به هم پیوستن وزیکول‌های ساخته شده توسط دستگاه گلژی، در سطح استوایی سلول، صفحه‌ی سلولی پدید می‌آید که دیواره‌ی سلولی در دو سوی آن ساخته می‌شود اما در سلول‌های جانوری، در نتیجه‌ی تنگ‌شدن کمربند پروتئینی تشکیل شده در میانه‌ی سلول، فرورفتگی ایجاد شده و با افزایش فرورفتگی، سلول به دو نیم تقسیم می‌شود.

۴- با هر بار تقسیم، تعداد هسته‌ها در سلول دو برابر می‌شود و احتمالاً سلول‌ها قادر به ادامه‌ی حیات نخواهند بود.

پاسخ فعالیت‌های فصل ششم

فعالیت ۱-۶، صفحه‌ی ۱۲۳

حذف: در این مورد، بخشی از ماده‌ی وراثتی از دست می‌رود؛ بنابراین، از ذخیره‌ی اطلاعات وراثتی کاسته می‌شود و صدمات شدیدی به سلول وارد می‌گردد؛ به ویژه اگر هر دو کروموزوم همتا، در یک منطقه دچار حذف شده باشند یا این که حذف، کل کروموزوم را در برگیرد.

جابه‌جایی: در این جهش، ماده‌ی وراثتی کم نمی‌شود اما از آن جا که ژن در جای اصلی خود نیست ممکن است نتواند کار خود را به درستی انجام دهد. علاوه بر این، گاهی ژن در وسط ژن دیگری قرار می‌گیرد که این نوع جابه‌جایی به از بین رفتن فعالیت ژن دوم نیز منجر می‌شود.

مضعف‌شدن: اضافه شدن بخشی از اطلاعات ژنتیک، پیامد این نوع جهش است، هرگونه تغییر در ماده‌ی ژنتیک، برای سلول مضر است (مثل سیندرم داون). ممکن است بخشی از یک ژن مضاعف شود که در این صورت، پروتئین ساخته شده، کارآمد نخواهد بود.

واژگونی: سبب به هم خوردن توالی نوکلئوتیدها و در نتیجه، فعالیت ژن می‌شود.

فعالیت ۳-۶، صفحه‌ی ۱۳۳

- ۱- با توجه به تعداد زیاد کروموزوم‌ها در سلول‌های یوکاریوتی، شانس این که هر دو سلول، مجموعه‌ی کامل از کروموزوم‌ها را دریافت کنند، توسط میتوز افزایش می‌یابد.
- ۲- جسم گلژی، شبکه‌ی آندوپلاسمی، ریبوزوم، واکوئول، لیزوزوم.
- ۳- بیشتر سلول‌های عصبی همیشه در G_1 باقی می‌مانند و نقاط واریسی اجازه‌ی عبور آن‌ها را به مرحله‌ی بعدی نمی‌دهند. از آن‌جا که این سلول‌ها وارد میتوز نمی‌شوند، هیچ سلولی، جانشین سلول‌های عصبی آسیب دیده نخواهد شد.

فعالیت ۴-۶، صفحات ۱۳۳ و ۱۳۴

با انجام این فعالیت، دانش‌آموزان مدلی خواهند ساخت که آنان را در درک فرایند میتوز یاری خواهد کرد. علاوه بر این، از این مدل برای نمایش تأثیرات جدانشدن کروموزوم‌ها و جهش، استفاده خواهند کرد.

مواد و وسایل لازم: دانش‌آموزان برای ساخت هر مدل، به موارد زیر نیاز دارند:

۸- قطعه سیم تلفن در دو رنگ، به طول ۱۵cm

۴- دکمه فشاری لباس

۹۰- ساتی متر طناب یا کاموا

۱۶- برگ یادداشت

روش کار: قبل از شروع کار، مراحل میتوز را با دانش‌آموزان دوره کنید.

اگر دانش‌آموزان در ساختن مدل خود با مشکل مواجه بودند، پرسش‌های زیر را مطرح کنید:

۱- برای نشان دادن غشای سلول، مناسب‌ترین ماده کدام است؟ (طناب یا کاموا)

۲- برای نشان دادن دوک میتوز، مناسب‌ترین ماده کدام است؟ (طناب یا کاموا)

۳- برای نشان دادن کروموزوم‌ها، مناسب‌ترین ماده کدام است؟ (سیم تلفن)

۴- برای نشان دادن سانترومر، مناسب‌ترین ماده کدام است؟ (دکمه)

از آنان بپرسید که کروموزوم‌ها قبل و بعد از همانندسازی، چه شکلی خواهند داشت و تأکید

کنید هر جفت کروماتید، نمایانگر یک کروموزوم است.

پیش از آغاز

۱- چرخه‌ی سلول: فرایند رشد و تقسیم سلول یوکاریوتی است که از پنج مرحله تشکیل شده

است و در طول حیات سلول، معمولاً تکرار می‌شود.

میتوز: یکی از فرایندهای تقسیم سلول است که طی آن، هسته‌ی سلول مادر بدون تغییر در

تعداد و نوع کروموزوم‌ها، به دو دسته تقسیم می‌شود.
کروماتید: یکی از مولکول‌های DNA دو رشته‌ای که در کروموزوم مضاعف شده وجود دارد.

سانترومر: محل اتصال دو کروماتید یک کروموزوم به یک دیگر است.
رشته‌های دوک: ساختاری متشکل از میکروتوبول‌ها که به جدا شدن کروماتیدها، طی تقسیم سلول، کمک می‌کند.

سیتوکینز: فرایند تقسیم سیتوپلاسم سلول است.
جهش: تغییر در ژن‌ها و ساختار کروموزوم را گویند.
۲- طی اینترفاز، سلول رشد می‌کند، کروموزوم‌ها و اندامک‌های آن دو برابر می‌شود و ریز لوله‌ها تشکیل شده و تجمع می‌یابند.

۳- پاسخ‌ها متفاوت خواهد بود؛ مثلاً، هر هسته بعد از میتوز چند کروموزوم دارد؟

روش

۱- دانش‌آموزان مدل‌هایی طراحی می‌کنند.
۲- مدل‌هایی که دانش‌آموزان می‌سازند متفاوت خواهند بود؛ مثلاً، بعضی از آن‌ها از کاموا برای نشان دادن غشای سلول و رشته‌های دوک، از سیم تلفن برای نشان دادن کروموزوم‌ها، از دکمه برای نشان دادن سانترومر و از برجسب برای نشان دادن ژن‌ها، استفاده می‌کنند.
۳- به شیوه‌های مختلف می‌توان مراحل میتوز را مدل‌سازی کرد؛ مثلاً، مطابق شکل ۱۱-۶ کتاب.

۴- پاسخ‌ها متفاوت‌اند.

۵- هر سلول جدید، در ابتدا از سلول مادر کوچک‌تر است.
۶- جدا نشدن یکی از کروموزوم‌ها سبب می‌شود که یکی از سلول‌های حاصل از تقسیم، دو نسخه از آن کروموزوم را دریافت کند و سلول دیگر به کلی فاقد آن باشد. پس تعداد کروموزوم‌ها در یک سلول، افزایش و در دیگری، کاهش می‌یابد.

۷- تمام سلول‌های نسل‌های بعد آن سلول، حاوی جهش خواهند بود.

تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری

۱- هسته‌ی سلول‌هایی که دانش‌آموزان ساخته‌اند، باید همان‌طوری باشد که در سلول مادر بوده است. با این تفاوت که کروموزوم‌ها در سلول مادر، درست قبل از میتوز، همانندسازی می‌کنند و دو کروماتیدی هستند.

۲- پاسخ‌ها متفاوت است. ممکن است دانش‌آموزان به این نکته اشاره کنند که در مدل خود، تغییرات کروموزوم‌ها را طی تقسیم نشان نداده‌اند.

۳- ژن‌هایی که در سلول‌های حاصل از میتوز یافت می‌شوند، شبیه همان ژن‌هایی هستند که در سلول مادر یافت می‌شود. کروموزوم‌ها قبل از تقسیم سلول، همانندسازی می‌کنند و یک نسخه از هر ژن به یکی از سلول‌های جدید می‌رود.

۴- پاسخ‌ها متفاوت‌اند. دانش‌آموزان باید به حفظ عدد کروموزومی و محتوای ژنتیک، طی میتوز، اشاره کنند.

۵- پاسخ‌ها متفاوت‌اند؛ مثلاً، اگر DNA قبل از میتوز همانندسازی نمی‌کرد، چه می‌شد؟

پاسخ تفکر نقادانه‌ی فصل ششم

تفکر نقادانه‌ی ۱-۶، صفحه‌ی ۱۲۴

دانش‌آموزان باید مخالف باشند. از آن‌جا که گامت‌ها پلوئید هستند، فقط یک دست کروموزوم دارند. در هر دست کروموزوم نیز فقط یکی از دو کروموزوم همتا یافت می‌شود.