

چند اسپرم
روی سطح
یک تخمک
($\times 2890$)

میوز و تولید مثل جنسی

با نگاهی به پیرامون خود، در می‌یابیم که فرزندان با والدین خود در عین داشتن شباهت‌ها، تفاوت‌هایی نیز دارند. در فصل گذشته، دیدیم که تقسیم میتوز، به تولید سلول‌هایی منجر می‌شود که کاملاً مشابه سلول مادرند. در نتیجه، این نوع تقسیم سلول، نمی‌تواند به تنهایی پاسخگوی گوناگونی موجود در دنیای زنده باشد. ایجاد گوناگونی در دنیای زنده، مدیون نوع دیگری از تقسیم سلولی است که میوز نام دارد.

بسیاری از جانداران به منظور تولید مثل، گامت تولید می‌کنند و امکان ترکیب آنها را با یکدیگر فراهم می‌سازند. گامت‌ها هاپلوئید هستند. اگر گامت‌ها هاپلوئید نبودند، تعداد کروموزوم‌ها از نسلی به نسل دیگر پیوسته رو به افزایش می‌گذاشت و در هر نسل دو برابر می‌شد.

میوز نوعی تقسیم هسته سلول است که طی آن تعداد کروموزوم‌ها نصف می‌شود و سلول‌های تخصص‌یافته‌ای که مسئول تولید مثل هستند (گامت یا هاگ) تولید می‌شود. میوز از دو تقسیم متوالی هسته به نام‌های میوز I و میوز II تشکیل شده است که هر کدام خود مراحل پروفاز، متافاز، آنافاز و تلوفاز را دارند.

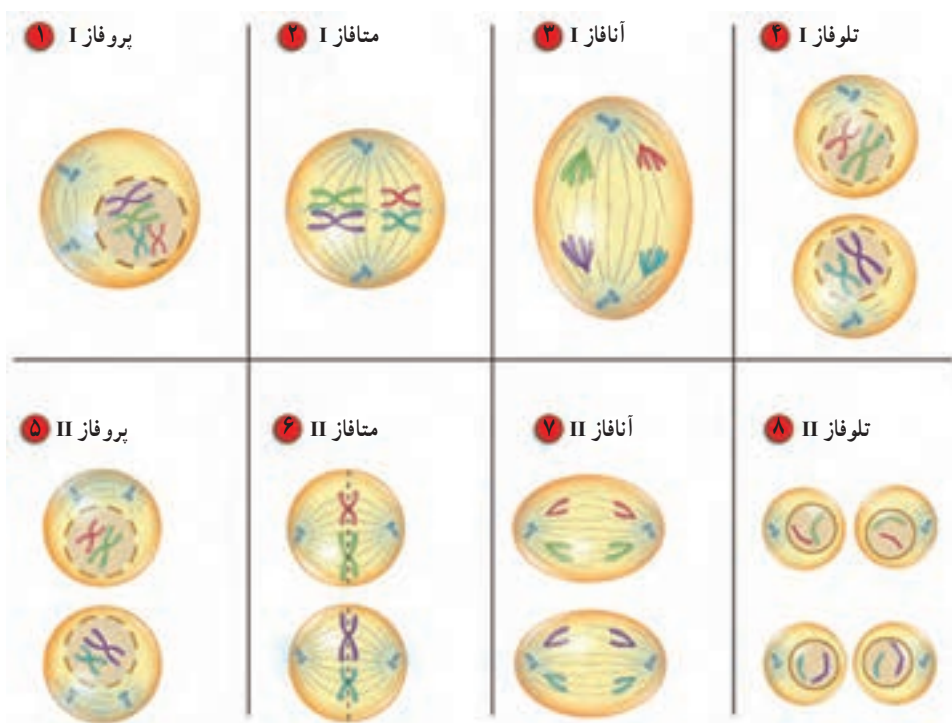
سلول قبل از آغاز میوز، مراحل اینترفاز را، مانند اینترفاز میتوز سپری می‌کند. در این مراحل DNA همانندسازی می‌کند و سلول برای تقسیم شدن آماده می‌شود. مراحل تقسیم میوز به شرح زیر است (شکل ۷-۱).

پروفاز I: در این مرحله کروموزوم‌های مضاعف شده فشرده و قابل رؤیت می‌شوند و غشای هسته تجزیه می‌شود. کروموزوم‌های همتا، که هر کدام دو کروماتید دارند، از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و ساختاری چهار کروماتیدی را پدید می‌آورند که تتراد نام دارد.

متافاز I: در این مرحله تترادها به وسیله رشته‌های دوک در سطح استوایی سلول ردیف می‌شوند.

آنافاز I: در این مرحله کروموزوم‌های همتا از یکدیگر جدا می‌شوند، اما دو کروماتید خواهری هر کروموزوم همچنان در محل سانترومر به یکدیگر متصل‌اند. بنابراین، هر کروموزوم همچنان دو کروماتیدی (مضاعف شده) است.

تلوفاز I: در این مرحله کروموزوم‌ها در دو قطب سلول تجمع می‌یابند. در بیشتر جانداران در این مرحله سیتوپلاسم نیز تقسیم می‌شود (سیتوکینز) و دو سلول جدید پدید می‌آید. در هر یک از دو سلول حاصل (یا در هر یک از دو قطب سلول)، فقط یکی از دو کروموزوم همتا وجود دارد. پس از پایان تلوفاز I سلول وارد میوز II می‌شود، اما باید توجه داشت که کروموزوم‌ها در فاصله بین میوز I و میوز II همانندسازی نمی‌کنند. در حالی که در این فاصله سانتربول‌ها دو برابر می‌شوند.



شکل ۱-۷- مراحل مختلف میوز. میوز I. میوز II

پروفاز II: در این مرحله در اطراف هر هسته هاپلوئید، رشته‌های دوک تشکیل می‌شود. غشای هسته نیز تجزیه می‌شود.

متافاز II: در این مرحله کروموزوم‌ها که هنوز دو کروماتیدی هستند، در سطح استوایی سلول ردیف می‌شوند و از طریق سانترومرهای خود به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

آنافاز II: در این مرحله دو کروماتید هر کروموزوم (کروماتیدهای خواهری) از هم جدا می‌شوند و به سوی دو قطب سلول می‌روند (مشابه با آنافاز تقسیم میتوز).

تلوفاز II: پوشش هسته در اطراف کروماتیدها تشکیل می‌شود و دوک از بین می‌رود. پس از تلوفاز سیتوکینز رخ می‌دهد. نتیجه میوز یک سلول دیپلوئید، چهار سلول هاپلوئید است.

خودآزمایی ۱-۷



۱- به طور خلاصه بیان کنید که چرا میوز برای جاندارانی که تولید مثل جنسی دارند، ضروری است.

۲- به طور خلاصه، وقایع میوز را توصیف کنید.

۳- اگر یکی از سلول‌های سگ ($2n=78$) میوز انجام دهد، سلول‌های حاصل چند کروموزوم خواهند داشت؟

تغییر در تعداد کروموزوم‌ها

هریک از ۴۶ کروموزوم سلول‌های بدن ما، تعداد زیادی ژن دارد. از آنجا که ژن‌ها در چگونگی رشد و نمو و درست کارکردن بدن، نقشی حیاتی و بسیار مهم دارند، حضور همه آنها - بی کم و کاست - برای تندرستی بدن ضروری است. بیشتر افرادی که حتی یکی از این ۴۶ کروموزوم را ندارند، یعنی بیشتر افراد ۴۵ کروموزومی، زنده نمی‌مانند.

ناهنجاری‌های موجود در تعداد کروموزوم‌ها، از طریق تجزیه و تحلیل کاریوتیپ^۱ تشخیص داده می‌شوند. کاریوتیپ، تصویری از کروموزوم‌های در حال تقسیم است که در آن کروموزوم‌ها برحسب اندازه و شکل و محل سانترومر ردیف شده‌اند. در شکل ۲-۷ یک کاریوتیپ متعلق به فردی که یک کروموزوم ۲۱ اضافی دارد نشان داده شده است. چنین وضعیتی موسوم به تری‌زومی ۲۱ یا نشانگان داون^۲ است. افراد مبتلا به نشانگان داون درجات مختلفی از عقب ماندگی ذهنی را نشان می‌دهند.

در مادران جوانتر از ۳۰ سال، نشانگان داون تقریباً یک در هر ۱۵۰۰ تولد رخ می‌دهد. در مادران ۳۰ تا ۳۵ سال، شیوع نشانگان داون دو برابر می‌شود یعنی یک مورد در هر ۷۵۰ تولد. با افزایش سن مادر خطر تولد نوزاد مبتلا به نشانگان داون چند برابر می‌شود، به طوری که در مادران بالای ۴۵ سال، خطر تولد این نوزادان بسیار افزایش می‌یابد و به یک در هر ۱۶ تولد می‌رسد. مادرانی که سن بالاتر دارند با خطر بیشتری برای تولد نوزاد مبتلا به نشانگان داون مواجه هستند؛ چون برخلاف مردها که همیشه

۱- Karyotype

۲- Syndrome : مجموعه نشانه‌های یک بیماری یا یک حالت



ب



الف

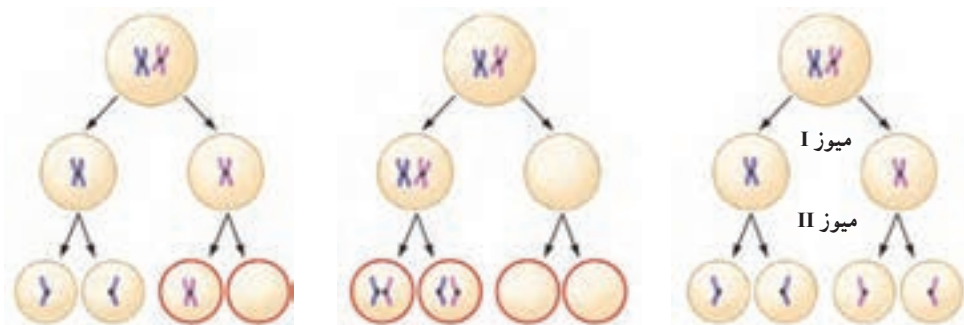
جفت کروموزوم‌های

جنسی

شکل ۲-۷- الف - کاریوتیپ فرد مبتلا به نشانگان داون و ب - کودک مبتلا به نشانگان داون

اسپرم تازه تولید می‌کنند، همه تخمک‌های زن‌ها از هنگام تولد در تخمدان‌ها موجود است. بنابراین، هرچه سن زن‌ها افزایش می‌یابد، مجموع آسیب‌هایی که ممکن است به DNA تخمک‌های آنها وارد شود، بیشتر می‌شود. به سبب وجود این خطر، مادران بارداری که سن آنها بالای ۳۵ سال است، باید نسبت به انجام آزمایش‌های تشخیص قبل از تولد که یکی از آنها تعیین کاریوتیپ جنین است، آگاه شوند. چه رویدادی سبب می‌شود که فرد، یک کروموزوم اضافی داشته باشد؟ هنگام میوز و تشکیل سلول‌های جنسی، هر کروموزوم از کروموزوم همتای خود در مرحله آنافاز I جدا می‌شود. این رویداد را جداشدن کروموزوم‌ها می‌نامند. اگر یک کروموزوم یا بیشتر نتواند به درستی از همتای خود جدا شود آن‌گاه یکی از دو گامت، هر دو کروموزوم را با هم دریافت می‌کند و گامت دیگر هیچ

کروموزومی را از آن نوع دریافت نمی‌کند. این رویداد را جدانشدن، یا باهم ماندن کروموزوم‌ها می‌نامند (شکل ۳-۷). اگر گامتی که دو کروموزوم همتا دارد، با یک گامت عادی لقاح یابد، سلول زیگوت به جای دو کروموزوم، سه نسخه از آن کروموزوم را خواهد داشت. جدانشدن کروموزوم‌های شماره ۲۱ منجر به نشانگان داون می‌شود.



الف - میوز طبیعی ب - جدانشدن کروموزوم‌ها در میوز I ج - جدانشدن کروماتیدها در میوز II

شکل ۳-۷ - جدانشدن کروموزوم‌ها در فرایند میوز

فعالیت ۱-۷



در یکی از روزنامه‌ها، مقاله‌ای درباره‌ی فراوانی نشانگان داون چاپ شده است. نویسنده‌ی مقاله ادعا کرده است که هر چه تعداد زنانی که زمان فرزنددار شدن خود را به تعویق می‌اندازند، بیشتر شود، تعداد نوزادان مبتلا به داون نیز بیشتر می‌شود. شما با عقیده‌ی این نویسنده موافق هستید یا مخالف، چرا؟

۲ تولید مثل جنسی و غیر جنسی

بعضی از جانداران کاملاً شبیه والدین خود هستند. بعضی دیگر با اعضای خانواده خود شباهت‌هایی دارند، اما کاملاً شبیه آنها نیستند. بعضی از جانداران دو والد دارند، اما بعضی دیگر فقط یک والد دارند. تولید مثل، انواع گوناگون دارد. میزان شباهت فرزندان به والدین و دیگر اعضای خانواده، به نوع تولید مثل بستگی دارد. تولید مثل، ممکن است غیر جنسی یا جنسی باشد.

تولید مثل غیر جنسی: در تولید مثل غیر جنسی فقط یک والد شرکت دارد. این والد یک نسخه از تمامی ژن‌های خود را به فرزندان خود منتقل می‌کند. در این نوع تولید مثل سلول‌های هاپلوئید، مثل گامت‌ها، با هم ادغام نمی‌شوند. فردی که به طریق تولید مثل غیر جنسی تولید می‌شود، یک کلون است. کلون، جانداری است که از نظر ژنتیکی درست مانند والد خود است. همان‌طور که در فصل قبل گفته شد، باکتری‌ها از راه نوعی تقسیم غیر جنسی به نام تقسیم دوتایی تولید مثل می‌کنند. بسیاری از یوکاریوت‌ها نیز به صورت غیر جنسی تولید مثل می‌کنند (شکل ۴-۷).

انواع تولید مثل غیر جنسی: انواع مختلفی از تولید مثل غیر جنسی وجود دارد. مثلاً، آمیب در نتیجه تقسیم شدن، تولید مثل می‌کند. در این روش، والد به دو زاده که از نظر اندازه تقریباً مساوی هستند، تقسیم می‌شود. بعضی از جانداران پرسلولی از طریق قطعه‌قطعه شدن تولید مثل می‌کنند. در این روش، بدن جاندار به چندین قطعه تقسیم می‌شود و بعداً بعضی از این قطعه‌ها یا همه آنها به جانداران بالغ تبدیل می‌شوند. یکی از روش‌های تولید مثل در گروهی از جلبک‌ها، مانند اسپروژیر، قطعه‌قطعه شدن است. بعضی از جانداران دیگر مثل هیدر، از طریق جوانه زدن تولید مثل می‌کنند (شکل ۴-۷). جوانه ممکن است از والد جدا شود و به جانداری مستقل تبدیل شود یا اینکه همچنان متصل به والد باقی بماند. جوانه متصل، سرانجام ممکن است به گروهی متشکل از تعداد زیادی فرد منجر شود.

بسیاری از جانداران، بنابر شرایط محیطی، روش‌های تولید مثلی متفاوتی را برمی‌گزینند. مثلاً اسپروژیر علاوه بر قطعه‌قطعه شدن در شرایط نامساعد محیطی، با تولید مثل جنسی تکثیر می‌یابد. هیدر علاوه بر جوانه زدن، تولید مثل جنسی نیز دارد.



شکل ۴-۷- تولید مثل غیر جنسی هیدر

تولید مثل جنسی: در این نوع تولید مثل برخلاف تولید مثل غیر جنسی، دو والد شرکت دارند که هر کدام سلول‌های جنسی هاپلوئید تولید می‌کنند. سلول‌های جنسی با یکدیگر ادغام می‌شوند و فرزند را به وجود می‌آورند. از آنجا که هر دو والد ماده ژنتیک خود را به اشتراک می‌گذارند، فرزندان از هر دو والد صفت‌هایی دریافت خواهند داشت، بنابراین هیچ فرزندی دقیقاً مشابه یکی از دو والد نیست. تولید مثل جنسی، از طریق تشکیل سلول‌های هاپلوئید، در یوکاریوت‌ها دیده می‌شود.

بکرزایی: «یک مار، از مادری که جفت نداشت، متولد شد.» چنین چیزی گرچه غیر ممکن به نظر می‌رسد، یا ممکن است شبیه تیرهای اغراق‌آمیز بعضی از مجله‌ها به نظر برسد، اما حقیقت دارد و واقعاً در طبیعت اتفاق می‌افتد. بکرزایی نوعی تولید مثل است که در آن فرد از تخمک لقاح نیافته رشد و نمو می‌یابد. از آنجا که هیچ جاندار نری در این نوع تولید مثل شرکت ندارد تا ماده ژنتیک خود را به اشتراک بگذارد، فرزندان حاصل از نظر ژنی شبیه مادرند.

چرا بکرزایی روی می‌دهد؟ بکرزایی در مارها، در ماده‌های مسن رخ می‌دهد که سال‌ها به دور از نر زندگی کرده‌اند، مثل مارهایی که در باغ وحش زندگی می‌کنند. درباره علت و نحوه بکرزایی، فرضیه‌های مختلفی ارائه شده است. بر مبنای یکی از این فرضیه‌ها، مار ماده، به جای کروموزوم‌های پدری، از روی کروموزوم‌های خود، یک نسخه می‌سازد و بدین طریق تخمک‌های خود را بارور می‌کند (خودباروری). بعضی دیگر از دانشمندان معتقدند که در غیبت طولانی نرها، بعضی از پیام‌هایی که هم‌اکنون برای ما ناشناخته‌اند (مثل ترشح انواعی هورمون) سبب می‌شوند تا تخمک تقسیم شود.

بکرزایی در بعضی از جانداران اتفاق می‌افتد. جاندارانی که می‌توانند از طریق بکرزایی تولید مثل کنند، عبارت‌اند از قاصدک‌ها و بعضی از ماهی‌ها، سوسمارها و قورباغه‌ها. زنبور عسل

ماده (ملکه) نیز از طریق بکرزایی، زنبور نر تولید می‌کند. زنبورهای نر هاپلوئید (n کروموزومی) اند. اما زنبورهای ماده دیپلوئید (2n کروموزومی) اند و از لقاح تخمک ملکه با اسپرم به وجود می‌آیند.



فعالیت ۲-۷

مخمر نان چگونه تولید مثل می‌کند؟

مخمر نان جاندارى است تک‌سلولى که در محیط‌های مایع یا مرطوب زندگی می‌کند. شما می‌توانید با انجام آزمایشی، یکی از انواع تولید مثل این مخمر را مشاهده کنید.

مواد: میکروسکوپ، تیغه و تیغک شیشه‌ای، قطره‌چکان، مایه خمیر

روش:

۱- نیم ساعت پس از مخلوط کردن آب و مایه خمیر یک قطره از آن را بین تیغه و تیغک شیشه‌ای قرار دهید.

۲- با بزرگ‌نمایی کم میکروسکوپ، مخمرها را ببینید.

۳- به دنبال مخمری بگردید که گویی یک جفت (دوتایی) است.

۴- مخمری را که پیدا کرده‌اید، با بزرگ‌نمایی زیاد میکروسکوپ مشاهده کنید و از مشاهدات خود شکل بکشید.

تجزیه و تحلیل

۱- وقتی مخمر یک جفت به نظر می‌رسد، نوع تولید مثل آن را مشخص کنید.

۲- دلیلی را برای پاسخ خود بیابید.

۳- با استفاده از کتاب درسی خود، نام روش تولید مثلی را که مشاهده کردید، پیدا کنید.

خودآزمایی ۲-۷



۱- نوعی از تولید مثل را که سبب می‌شود زاده‌ها از نظر ژنتیکی با والد خود یکسان باشند، نام ببرید.

۲- دو نوع تولید مثل غیرجنسی سلول‌های یوکاریوتی را توصیف کنید.



فعالیت ۳-۷

- ۱- دانش آموزی بیان می کند که محیط های پایدار، به زیان جاندارانی خواهد بود که به شیوه غیرجنسی تولید مثل می کنند. شما با او موافق هستید یا مخالف؟ پاسخ خود را توضیح دهید.
- ۲- توضیح دهید که چرا تولید مثل جنسی برای جاندارانی که سازگاری زیادی کسب کرده اند، مناسب نیست.
- ۳- توضیح دهید که چرا بعضی از داروها برای گامت های زنان خطر بیشتری دارند تا برای گامت های مردان.
- ۴- میتوز و میوز را با یکدیگر مقایسه کنید.



فعالیت ۴-۷- برای میوز مدل بسازید.



- مهارت ها
- مدل سازی
 - استفاده از روش علمی
- هدف ها
- توصیف وقایعی که در هر مرحله از فرایند میوز رخ می دهد.
 - ارتباط دادن فرایند میوز با گوناگونی ژنتیک
- مواد
- مقداری سیم تلفن، حداقل در دو رنگ مختلف
 - طناب یا کاموا
 - دگمه فشاری لباس
 - برجسب
 - قیچی

پیش از آغاز

● پیش از آنکه آزمایش را طراحی و اجرا کنید، لازم است اطلاعات شما دربارهٔ میوز کافی باشد. به این منظور، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید تا مطمئن شوید آمادگی لازم را برای آغاز این فعالیت دارید.

۱- اصطلاحات زیر را تعریف کنید:

کروموزوم‌های همتا، گامت، تولیدمثل جنسی

۲- میوز در کدام یک از اندام‌های بدن انجام می‌شود؟

۳- سلول چگونه خود را برای تقسیم شدن آماده می‌کند؟

۴- براساس اهداف این فعالیت، پرسشی را دربارهٔ میوز مطرح کنید که بتوانید پس از انجام

این فعالیت، به پاسخ آن دست یابید.

روش

بخش اول: طراحی مدل

۱- با دیگر اعضای تیم خود و با استفاده از موادی که برای این آزمایش پیش‌بینی شده‌اند،

مدلی را برای سلول طراحی کنید. مطمئن شوید که حداقل دو جفت کروموزوم دارد.

۲- آنچه را که برای طراحی مدل در ذهن دارید، روی کاغذ بنویسید و آن را به معلم خود

نشان دهید.

به هنگام طراحی مدل، به موارد زیر توجه کنید:

الف) در بی یافتن پاسخ چه پرسشی هستید؟

ب) غشای سلول را چگونه مدل‌سازی می‌کنید؟

ج) چگونه نشان می‌دهید که سلول شما دیپلوئید است؟

د) چگونه جایگاه حداقل دو ژن را در هر کروموزوم نشان می‌دهید؟

ه) چگونه نشان می‌دهید که قبل از آغاز میوز، کروموزوم‌ها مضاعف شده‌اند؟

۳- مدلی را که تیم شما طراحی کرده است، بسازید.

توجه: اشیای نوک‌تیز ممکن است باعث بروز جراحت شوند. به هنگام کارکردن با قیچی،

بسیار مواظب باشید. در صورت بروز هر گونه جراحتی، فوراً معلم خود را آگاه سازید.

با استفاده از مدلی که ساخته‌اید، مراحل مختلف میوز را نشان دهید و هر مرحله را نام‌گذاری

کنید.

۴- با استفاده از مدلی که ساخته‌اید، یکی از پرسش‌هایی را که تیم شما در قسمت ۴ از «پیش

از آغاز» طرح کرده بود، پاسخ دهید. مراحل مختلف یافتن پاسخ پرسش را توصیف کنید.

بخش دوم : آزمودن فرضیه

- هریک از پرسش‌های زیر را با نوشتن فرضیه‌ای پاسخ دهید. با استفاده از مدلی که ساخته‌اید، فرضیه‌های پیشنهادی را بیازمایید و نتایج خود را توضیح دهید.
- ۵- در انسان، گامت‌ها (تخمک و اسپرم) به وسیله میوز تولید می‌شوند، آیا همه گامت‌هایی که توسط یکی از والدین تولید می‌شوند یکسان‌اند؟
- ۶- در تولید مثل جنسی، تخمک و اسپرم طی فرایند لقاح با یکدیگر ادغام می‌شوند و سلول تخم (زیگوت) را پدید می‌آورند. چند نسخه از هر کروموزوم و هر ژن در زیگوت یافت می‌شود؟

تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری

- ۱- تجزیه و تحلیل نتایج : هسته سلول‌های حاصل از میوز را با هسته سلولی که این فعالیت را با آن آغاز کردید مقایسه کنید.
- ۲- تشخیص نسبت‌ها : کروموزوم‌های هم‌تا با کروماتیدها چه تفاوتی دارند؟
- ۳- ارزیابی روش : چگونه می‌توانید مدل خود را به نحوی تغییر دهید که فرایند میوز را بهتر نشان دهد؟
- ۴- مقایسه نتایج : فرایندهای میوز و میتوز چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی دارند؟
- ۵- پیش‌بینی رخداد : اگر گامت‌های یک جاندار به وسیله میتوز حاصل می‌شدند نه میوز، برای عدد کروموزومی زاده‌های آن جاندار چه اتفاقی می‌افتاد؟
- ۶- پژوهش بیشتر : پرسش جدیدی را درباره میوز یا تولید مثل جنسی مطرح کنید که یافتن پاسخ آن با استفاده از مدلی که ساخته‌اید، میسر باشد.