

## کروموزوم‌ها و میتوز

یکی از بارزترین ویژگی‌های جانداران، ست. فرایند تولیدمثل به تولید می‌انجامد.

فرزندان، مشابه هستند؛ به راستی چه عواملی باعث ایجاد شباهت فرزندان با والدین می‌شوند؟

زیست‌شناسان از مدت‌ها پیش دریافته‌اند که باید پاسخ پرسش‌های خود را در جست‌وجو کنند؛ چون هر جاندار، یا زمانی،

بر همین اساس، اگر بخواهیم پاسخ پرسش‌های خود را دربارهٔ تولیدمثل بیابیم، باید ابتدا را بررسی کنیم.



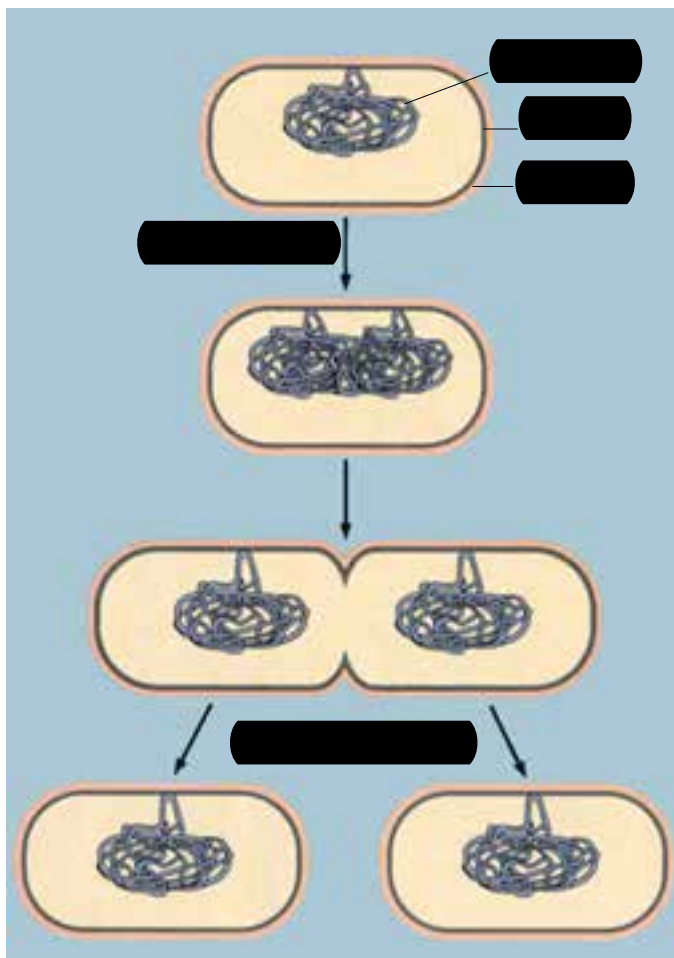
# ۱ تقسیم سلولی و کروموزوم ها

در بدن هر انسان بالغ در هر شبانه روز سلول ساخته می شود؛ این سلول ها در نتیجه حاصل می شوند. تقسیم سلول، در محل زخم رخ می دهد. وقتی دستان پریده می شود، تعداد سلول ها، در محل زخم در این موقع، سلول های که در محل بریدگی قرار دارند (سلول های مادر) می شوند و را می سازند تا زخم را ترمیم شود. تعداد سلول های جنینی که در رحم مادر است، در نتیجه زیاد می شود. این جنین می کند و قسمت های مختلف بدن را شکل می دهد. تولد می شود با او بزرگ شود و به برسد. تقسیم سلول انواع مختلفی دارد. مثلاً باکتری ها با نوعی تقسیم به نام تولید مثل می کنند. جانداران یوکاریوتی برای تولید مثل نوع دیگری از تقسیم سلول را انجام می دهند که نام دارد. همین جانداران، برای تولید گامت (سلول جنسی) نوع دیگری تقسیم را که نام دارد، انجام می دهند. گامت ها، سلول های هستند که در جانداران برای تولید می شوند.

## تولید مثل باکتری ها

نوع تقسیم سلول در دیده می شود. DNA باکتری، مولکولی است که به متصل است. باکتری ها از طریق تولید مثل می کنند. تقسیم دوتایی نوعی است که به تولید زاده هایی منجر می شود. در تولید مثل غیر جنسی فقط شرکت دارد.

تقسیم دوتایی به دنبال صورت می گیرد و طی آن تقسیم باکتری با اضافه شدن به نقطه ای از غشا که سرانجام آن را به دو نیم تقسیم می گیرد. غشا پس از ساخته شدن دیواره سلول در محل این دو سلول جدید نیز تشکیل می شود. هر یک از این دو سلول دارای یکی از دو نسخه DNA است که در شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶ - تقسیم دوتایی یک باکتری

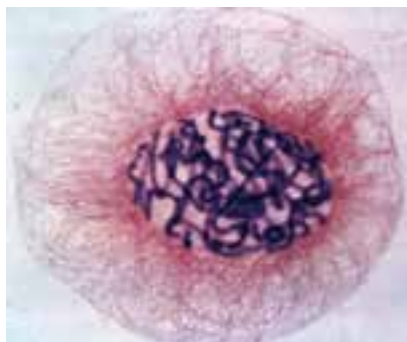
توجه داشته باشید که تکثیر سلول، همانند تکثیر یک صفحه از کتاب [ ] در تکثیر صفحات کتاب، نسخه‌ای تغییر یافته [ ] اما هنگام تکثیر سلول، از سلول مادر دو سلول دختر حاصل می‌شود و سلول مادر، هر چند که از بین [ ] ما به صورت قبلی نیز وجود [ ] به عبارت دیگر دو سلول دختر در مجموع زمانی [ ] بوده‌اند که اجزای سلولی سلول مادر بین آنها تقسیم شده است.

### گروموزوم‌های یوکاریوتی

سلول‌های یوکاریوتی، برخلاف سلول‌های پروکاریوتی [ ] دارند، یعنی ماده

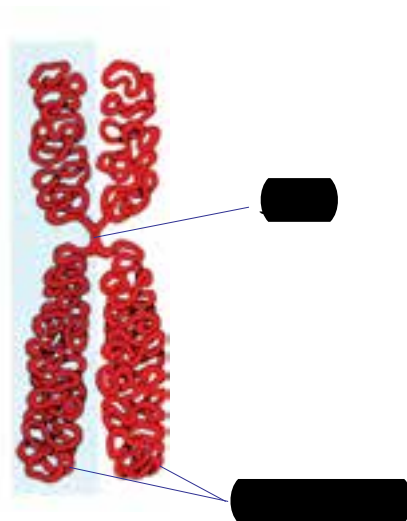
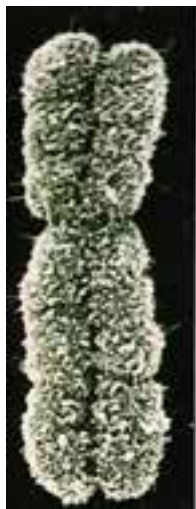


تئیک آنها را از سیتوپلاسم جدا می کند. بخش DNA سلول های یوکاریوتی در اجزای به نام جای دارد. بنابراین، تقسیم هسته و کروموزوم های موجود در آن، رویدادی است که از خوردار است. از این رو، قبل از پرداختن به چگونگی تقسیم سلول های یوکاریوتی، آشنایی با ساختار و عمل کروموزوم ها ضروری است. اطلاعات زیادی که در DNA وجود دارد، در واحدهایی به نام ذخیره شده است. هر ژن، است که برای ساختن مورد استفاده قرار می گیرد. یک مولکول DNA ژن دارد که همانند سالن (واگن) های قطار به دنبال یکدیگر قرار گرفته اند. ژن ها نقش مهمی در بر عهده دارند. کروموزوم درون دیده می شود. هر کروموزوم حاوی است. وقتی سلول در حال تقسیم نیست، کروموزوم ها به صورت دیده می شوند و توده ای را تشکیل می دهند که نام دارد (شکل ۲-۶). وقتی سلول برای تقسیم آماده می شود، هر یک از رشته های نامشخص کروماتین می کند و سرانجام را تشکیل می دهند.



شکل ۲-۶- کروماتین در یک سلول گیاهی، قبل از تقسیم (×۶۰۰)

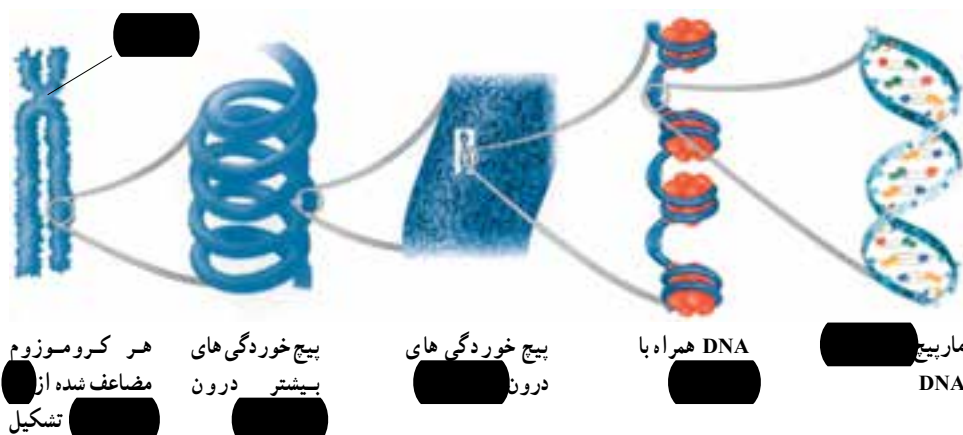
در جریان تقسیم سلول، کروموزوم های شده می شوند. در نتیجه رشته های کروموزومی به رشته های تبدیل می شوند و به شکلی در می آیند که در شکل ۳-۶ نشان داده شده است. همان گونه که در این شکل دیده می شود، هر کروموزوم مضاعف شده از دو نیمه که یکدیگرند، ساخته شده است. هر نیمه را یک می نامند. دو کروماتید هر کروموزوم مضاعف شده، که آنها را نسبت به یکدیگر می نامند، در محلی به نام به یکدیگر متصل اند.



یک کروموزوم

شکل ۳-۶ - کروموزوم مضاعف شده، کروماتید و سانترومر

فشرده شدن DNA به کمک [ ] انجام می گیرد. گروهی از پروتئین ها هستند که در فشرده شدن DNA، نقش [ ] بر عهده دارند. DNA در محل هایی، [ ] به دور [ ] می پیچد و ساختاری را پدید می آورد که [ ] نام دارد. این ساختار را می توان به یک [ ] تشبیه کرد که در آن [ ] در حکم نوکلئوزوم ها و [ ] در حکم DNA است (شکل ۴-۶). اما بین ساختار گردنبند مروارید و ساختار نوکلئوزوم ها تفاوت هایی نیز وجود دارد. این تفاوت ها کدام اند؟



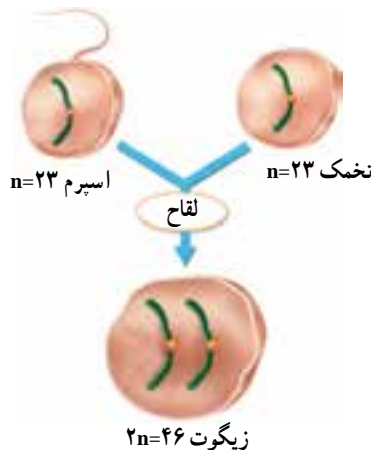
شکل ۴-۶ - ساختار کروموزوم



## نعداد و ساختار کروموزوم ها

وقتی یک سلول مثل سلول پیکری، دو مجموعه کروموزوم دارد، می گویند آن سلول [redacted] است. برخلاف سلول های پیکری، گامت ها فقط [redacted] مجموعه کروموزوم (۲۳ عدد) دارند. وقتی سلولی مثل گامت فقط یک مجموعه کروموزوم دارد، می گویند آن سلول [redacted] است. زیست شناسان برای نمایش دادن یک مجموعه کروموزوم از نماد [redacted] استفاده می کنند و به آن [redacted] می گویند. عدد هاپلوئید در گامت های انسان به صورت [redacted] نوشته می شود. عدد دیپلوئید در سلول های پیکری انسان به صورت [redacted] نوشته می شود. در [redacted] جانداران بیش از [redacted] مجموعه کروموزوم وجود دارد. به این حالت [redacted] می گویند. مثلاً گندم زراعی که [redacted] مجموعه کروموزومی در سلول های خود دارد [redacted] است.

در جانداران دیپلوئید هر جفت کروموزوم، از [redacted] تشکیل شده است. کروموزوم های همتا کروموزوم هایی اند که [redacted] آنها مشابه است. از هر دو کروموزوم همتا یکی از [redacted] دیگری از [redacted] آمده است (شکل ۵-۶). بنابراین می توان گفت که ۴۶ کروموزوم سلول های پیکری انسان، از [redacted] تشکیل شده است که یک مجموعه از [redacted] و مجموعه دیگر از [redacted] آمده است. در شکل ۶-۵ برای ساده کردن مطلب، فقط یکی از کروموزوم های انسان نشان داده شده است.



شکل ۵-۶ — لقاح باعث ترکیب دو سلول هاپلوئید با یکدیگر و تولید یک سلول دیپلوئید می شود (در این شکل نسبت اندازه اسپرم و تخمک رعایت نشده است).

از ادغام دو گامت هاپلوئید که طی فرآیند [redacted] انجام می شود، یک دیپلوئید است، پدید می آید. زیگوت، اولین سلول از جاندار است که به تازگی تشکیل یافته است. این سلول، به [redacted] سلول های بدن یک جاندار پرسلولی را پدید می آورد. این سلول ها از [redacted] اند، هر گروه [redacted] دارند و [redacted] را در جامعه پرسلولی بدن جاندار برعهده دارند.



تعداد کروموزوم های سلول های جاندارانی که از یک [redacted] هستند، [redacted] است. مثلاً [redacted] مگس سرکه در هر سلول خود [redacted] کروموزوم دارد. تعداد کروموزوم های بعضی گونه ها نیز با یکدیگر یکسان است. مثلاً [redacted] همه در هر [redacted] خود ۴۸ کروموزوم دارند. [redacted] کروموزوم ها، حتی در گونه هایی که [redacted] آنها با یکدیگر مساوی است، متفاوت است. [redacted] ز گیاهان، کروموزوم های [redacted] بیشتری دارند؛ مثلاً بعضی از سرخس ها [redacted] کروموزوم دارند. برخی جانداران نیز تعداد کروموزوم [redacted] دارند. مثلاً قارچ [redacted] که جاندار [redacted] است و آنتی بیوتیک [redacted] ز آن به دست می آید، فقط [redacted] کروموزوم دارد.

بیشتر بدانید



تعداد کروموزوم های چند جاندار

تعداد کروموزوم ها	جاندار
۱۸	ساکارومیسز (مخمر)
۶	پشه
۱۲	مگس
۱۴	نخودفرنگی
۲	ذرت
۱۲۶۲	سرخس مارزبان
۲۶	قورباغه
۴۶	آدمی
۴۸	اورانگوتان
۷۸	سگ

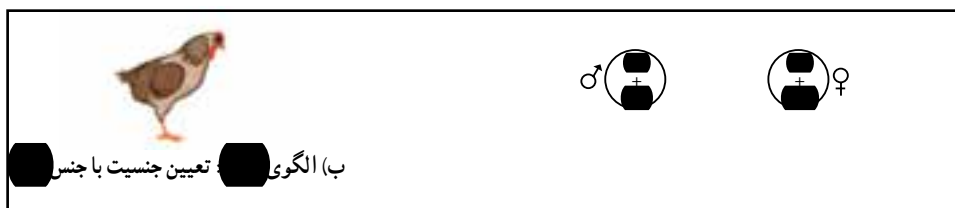
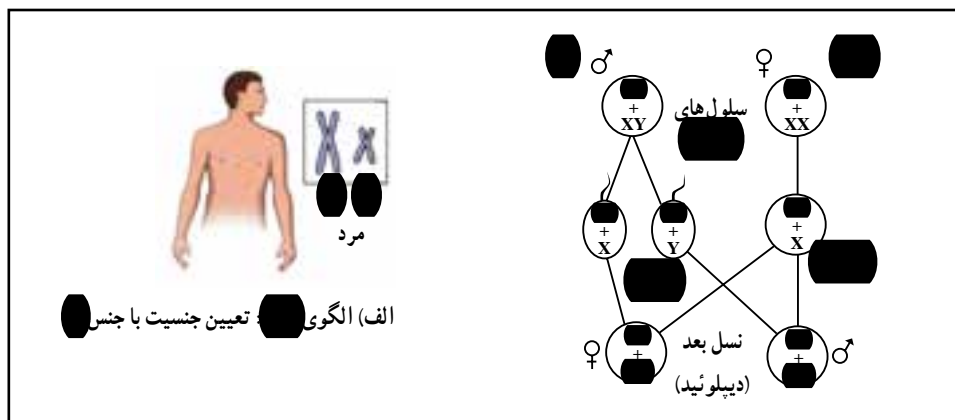
برخی الگوهای تعیین جنسیت در جانوران

از ۲۳ جفت کروموزوم سلول های پیکری انسان، ۲۲ جفت [redacted] نامیده می شوند. اتوزوم ها، کروموزوم هایی هستند که در [redacted] کروموزوم های جنسی، یکی از ۲۳ جفت کروموزوم سلول های پیکری هستند که ژن های مسئول [redacted] را در بردارند. بنابراین در هر سلول [redacted] وجود دارد.



در انسان و کروموزوم جنسی را با نشان می دهند. در انسان زن هایی که سبب می شوند تخمک لقاح یافته به نوزاد پسر نمو یابد، در کروموزوم واقع اند. بنابراین هر فردی که داشته باشد، پسر (مرد) است و هر فردی که نداشته باشد، دختر (زن) است. پس در مرد ها، از دو کروموزوم جنسی یکی و دیگری است. هر دو کروموزوم جنسی در زن هستند.

روش تعیین جنسیت در همه جانداران به این صورت در پرندگان، زرها، اما ماده ها دارند. چنین مرسوم است که کروموزوم های X و Y را در پرندگان، به ترتیب با نشان می دهند. در مثل ملخ که کروموزوم وجود ندارد، جنسیت را تعیین می کند. ماده ها هستند و زرها O نشان دهند (است). در شکل ۶-۶ روش های تعیین جنسیت انسان و جانوران مختلف آورده شده است.



شکل ۶-۶ روش های تعیین جنسیت در انسان و جانوران مختلف





## جهش‌های کروموزومی

به تغییراتی که در [redacted] رخ می‌دهند، جهش کروموزومی می‌گویند.

چهار نوع جهش در [redacted] کروموزوم‌ها به طور خلاصه، معرفی می‌شوند (شکل ۶-۷).

**حذف:** در جهش حذفی، قطعه‌ای از کروموزوم بر اثر [redacted] کاملاً از آن

[redacted] سلول جدید بعد از [redacted] فاقد [redacted] است. در [redacted] جهش

حذفی موجب [redacted] می‌شود.

**مضاعف شدن:** در این نوع جهش، قطعه‌ای از کروموزوم بر اثر [redacted] جدا شده اما

به [redacted] متصل می‌شود: بنابراین [redacted] از بعضی از ژن‌ها نسخه دارد.

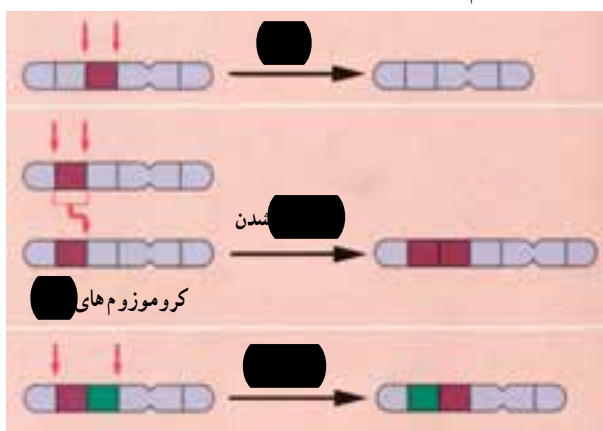
**واژگونی:** در واژگونی، قطعه‌ای از کروموزوم که بر اثر [redacted] جدا شده است، در [redacted]

به جای اول خود متصل می‌شود.

**جاب‌جایی:** اگر قطعه‌ای که بر اثر [redacted] جدا شده است، به کروموزوم [redacted] متصل

شود، جهش را جاب‌جایی می‌نامند.

با تغییر در تعداد کروموزوم‌ها در فصل بعد آشنا می‌شوید.



شکل ۶-۷ تغییر در ساختار کروموزوم‌ها. پیکان‌ها محل‌های [redacted] کروموزوم‌ها را نشان می‌دهند.

توجه داشته باشید که مضاعف شدن خود ترکیبی از دو فرایند است [redacted]



## فعالیت ۱-۶



### جهش های کروموزومی

شما می توانید با استفاده از کاغذ و قلم، مدلی بسازید که راه های مختلف تغییر در ساختار کروموزوم ها را نشان دهد

مواد : ۱۴ برگه یادداشت، مداد یا خودکار، نوار چسب

روش

۱- اعداد ۱ تا ۸ را روی ۸ برگه یادداشت بنویسید (هر عدد را روی یک برگه بنویسید)

برگه ها را به ترتیب از شماره ۱ تا ۸ مرتب کنید و آنها را با نوار چسب به یکدیگر بچسبانید حال شما مدلی را از یک کروموزوم ساخته اید که ۸ ژن دارد

۲- با استفاده از «کروموزومی» که ساخته اید و با توجه به شکل ۶-۷، جهش های حذف، مضاعف شدن، واژگونی و جابه جایی را نشان دهید مثلاً شماره ۳ را حذف کرده، باقیمانده برگه ها را به هم متصل کنید به این ترتیب شما حذف را نمایش داده اید

۳- قبل از آنکه مضاعف شدن، واژگونی و جابه جایی را نمایش دهید، کروموزومی را که در ابتدا ساخته بودید، بازسازی کنید از برگه های یادداشت اضافی برای اعداد دیگری که نیاز دارید استفاده کنید

### تجزیه و تحلیل

توضیح دهید که پیامد هر یک از این جهش ها برای سلول چه خواهد بود؟

### تفکر نقادانه ۱-۶

— دانش آموزی ادعا می کند که در گامت، کروموزوم های همتایافت می شود شما با وی موافق هستید یا مخالف؟ پاسخ خود را توضیح دهید



## خودآزمایی ۱-۶



- ۱- به طور خلاصه بیان کنید که باکتری چگونه با تقسیم دوتایی، تولید مثل می کند؟
- ۲- در چه زمانی از حیات سلول یوکاریوتی، DNA فشرده و کروموزوم ها نمایان می شوند؟
- ۳- به طور خلاصه، تفاوت بین سلول هاپلوئید و سلول دیپلوئید را بیان کنید
- ۴- کروموزوم های جنسی را در مردان و زنان مقایسه کنید
- ۵- انواع تغییر در ساختار کروموزوم ها را نام ببرید



## ۲ چرخه سلول

مراحل زندگی سلول یوکاریوتی را به صورت [redacted] نشان می دهند و آن را [redacted] می نامند (شکل ۸-۶). چرخه سلول، از [redacted] شروع می شود و تا [redacted] ادامه می یابد. همان طور که در شکل ۸-۶ می بینید بیشتر چرخه سلول به [redacted] اختصاص دارد. سلول در این مرحله بسته به [redacted] عملکرد خود را انجام می دهد. مدت زمانی که سلول در اینترفاز به سر می برد در سلول های متفاوت [redacted] بعضی سلول ها به طور مشخص در اینترفاز باقی می مانند و تقسیم سلول در آنها برای [redacted] در این حالت گفته می شود که سلول وارد [redacted] شده است. چرخه سلول در سلول هایی که تقسیم می شوند، پنج مرحله دارد. این پنج مرحله در زیر خلاصه شده اند.

۱- نخستین مرحله رشد: [redacted] : سلول در این مرحله [redacted]



شکل ۸-۶- چرخه زندگی یک سلول یوکاریوتی

۲- مرحله سنتز (S): طی این مرحله، DNA [redacted] می کند. بنابراین در پایان مرحله S هر کروموزوم از [redacted] که در محل [redacted] به هم متصل اند (شکل ۴-۶) تشکیل شده است.



کروماتیدها در این مرحله هنوز [redacted] خود را پیدا نکرده اند. همانندسازی DNA فرایندی است که طی آن [redacted]

۳- دومین مرحله رشد [redacted]: طی این مرحله [redacted] فراهم می شود و [redacted] صورت می گیرد.

۴- میتوز: میتوز فرایندی است که طی آن [redacted] هسته های جدید، همان [redacted] همان [redacted] را خواهند داشت که هسته اول (هسته سلول مادر) داشته است، اما از دو [redacted] هر کروموزوم تنها [redacted] را به ارث برده است.

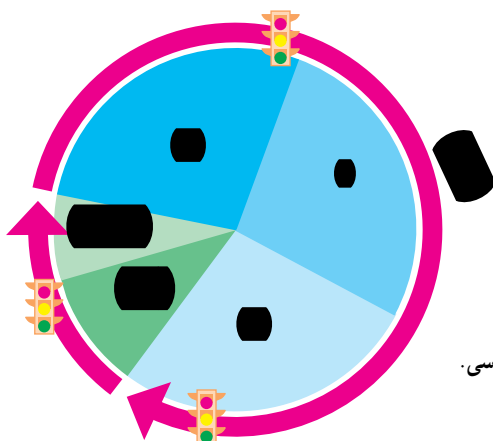
۵- سیتوکینز<sup>۱</sup>: فرایندی که طی آن [redacted] سیتوکینز نام دارد. سیتوکینز [redacted] پس از [redacted] وقوع می پیوندد [redacted] در مجموع سلول های جدیدی (سلول دختر) پدید می آورند که درست مثل [redacted] هستند. بنابراین امکان [redacted] و در بعضی موارد، امکان [redacted] را فراهم می آورند.

### چرخه سلول به دقت تنظیم می شود

سلول از کجا «می فهمد» که چه موقع باید تقسیم شود؟ چرخه سلول چگونه تنظیم می شود؟ همان گونه که چراغ راهنمایی و رانندگی، عبور از یک خیابان به خیابان دیگر را کنترل می کند، در سلول نیز سیستمی وجود دارد که عبور سلول را از یک مرحله به مرحله دیگر چرخه، کنترل می کند. در چرخه سلول، زمان های حساسی وجود دارد که آنها را [redacted] می نامیم. در این زمان ها، عبور سلول از یک مرحله به مرحله دیگر کنترل می شود و براساس مجموع پدیده هایی که در سلول به وقوع می پیوندد، اجازه عبور به مرحله بعد داده می شود (چراغ سبز)، یا داده نمی شود (چراغ قرمز). مثلاً، تا هنگامی که [redacted] از ورود سلول به مرحله بعدی جلوگیری می شود. تنظیم چرخه سلولی در [redacted] (نقاط [redacted]) رخ می دهد (شکل ۹-۶). سرطان، اختلال در [redacted] سرطان [redacted] است. سلول های سرطانی بدون توجه به [redacted] همچنان به [redacted] خود ادامه می دهند. مثل راننده ای که بدون توجه به چراغ قرمزی که پیش رو دارد، پدال گاز را می فشارد و همچنان در مسیر جاده به پیش می رود.

۱ - Cytok nes s

۲ - Checkpo nt



شکل ۹-۶ - تنظیم چرخه سلول با کمک سه نقطه و ارسی.  
در این نقاط فعالیت می کنند.

بعضی از [redacted] که در سلول ها به وجود می آیند [redacted] سبب [redacted]  
[redacted] و تقسیم سلول ها می شوند و از این طریق، سرطان ایجاد می کنند. مثل این  
است که این تغییرات ژنی [redacted]، «پدال گاز» چرخه سلولی را می فشارند و به آن شتاب می بخشند.  
بعضی دیگر از این جهش ها [redacted] غیر فعال  
می کنند و به این طریق «ترمز» چرخه سلول را مختل می کنند.  
ز این جهش ها در نتیجه [redacted] ایجاد می شوند. به همین سبب، خطر  
ابتلا به سرطان، به [redacted] بستگی دارد. مثلاً [redacted] و حتی [redacted] و قرار گرفتن در  
معرض [redacted] و مصرف [redacted] خطر ابتلا به  
سرطان را افزایش می دهد. چندی است اثرات [redacted] سرطان، توجه بسیاری  
از پژوهشگران را به خود معطوف ساخته است.

## خود آزمایی ۲-۶

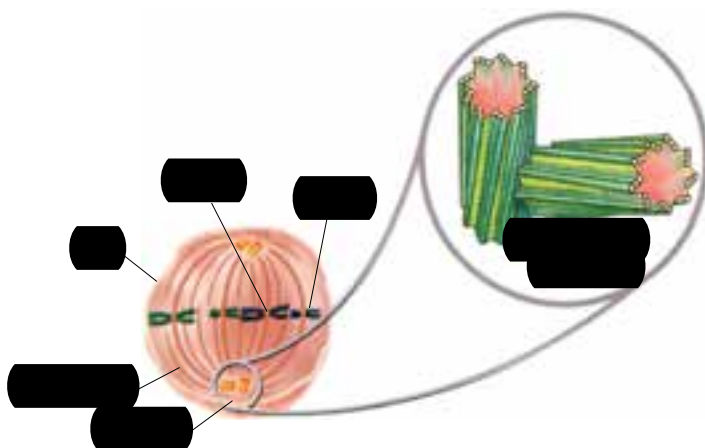


- ۱- چرخه سلول از چند مرحله تشکیل شده است؟ نام ببرید و در مورد هر کدام توضیح مختصری ارائه دهید
- ۲- چرا نمی توان کروموزوم های سلول را در مرحله اینترفاز مشاهده کرد؟
- ۳- چرخه سلول چگونه تنظیم می شود؟
- ۴- سرطان چگونه پدید می آید؟

دو کروماتید هر کروموزوم مضاعف هنگام میتوز از یکدیگر [redacted] به کمک [redacted] به سوی [redacted] حرکت می کنند. دوک، ساختاری است متشکل از [redacted] که در [redacted] نقش دارند.

### تشکیل دوک

سلول های جانوری به طور [redacted] یک سانتريول دارند که در نزديکی [redacted] قرار دارد. هر سانتريول، یک [redacted] شکل است. دو سانتريول هر سلول با زاویة [redacted] درجه نسبت به یکدیگر قرار می گیرند (شکل ۱۰-۶). طی مرحله [redacted] چرخة سلول، سانتريول ها که [redacted] جفت هستند، همانند سازی می کنند. بنابراین، سلول به هنگام ورود به مرحله میتوز [redacted] سانتريول خواهد داشت. وقتی سلول به مرحله میتوز وارد می شود، جفت سانتريول ها شروع به [redacted] می کنند و هر جفت سانتريول، به سوی [redacted] حرکت می کند و به این ترتیب از جفت سانتريول دیگر دور می شود. همچنان که جفت سانتريول ها از یکدیگر دور می شوند، بین آنها [redacted] شکل می گیرد که [redacted] را پدید می آورند.



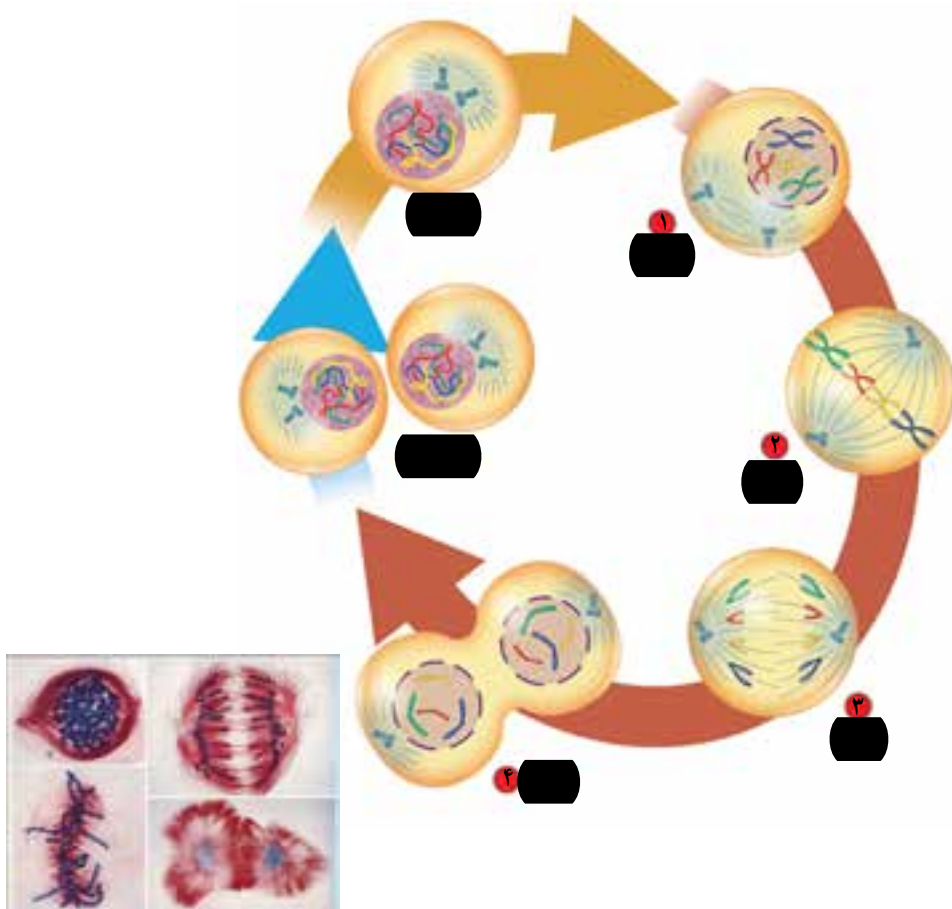
شکل ۱۰-۶ - دوک تقسیم و سانتريول ها



سانتریول ها و رشته های دوک هر دو از [redacted] از جنس [redacted] ساخته شده اند. این لوله های ریز پروتئینی [redacted] نام دارند. هر یک از رشته های دوک از [redacted] ساخته شده است، اما هر سانتریول از [redacted] ساخته شده است. این ۹ دسته به صورتی آرایش یافته اند که در مجموع [redacted] را می سازند (شکل ۱۰-۶). سلول های [redacted] گیاهان اگرچه [redacted] ندارند اما [redacted] را می سازند. [redacted] یا همکاری [redacted] این کار را انجام می دهند.

### مراحل میتوز

گرچه میتوز فرایندی [redacted] است اما زیست شناسان برای آسانی مطالعه، آن را به چهار مرحله تقسیم کرده اند (شکل ۱۱-۶):



شکل ۱۱-۶ - مراحل میتوز و سیتوکینز در یک سلول [redacted]





پروفاز : طی پروفاز، رشته‌های کروماتیدی، به تدریج از یکدیگر جدا می‌شوند و کروموزوم‌ها که تشکیل شده‌اند (کروموزوم‌های متافاز) قابل مشاهده می‌شوند. دوک شکل می‌گیرد.

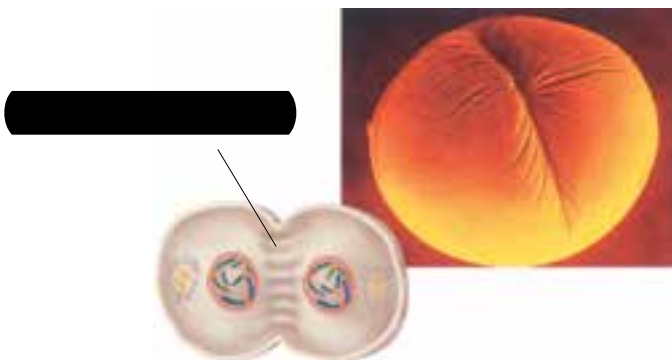
متافاز : طی متافاز، کروموزوم‌های متافاز به سمت یک سمت حرکت می‌کنند و در یک ردیف می‌شوند. در این مرحله، گروهی از رشته‌های دوک از یک سو به سوی دیگر به هم متصل شده‌اند. در متافاز، دو کروماتید هر کروموزوم حداکثر را پیدا می‌کند.

آنافاز : دو کروماتید خواهری هر کروموزوم مضاعف شده از محل یکدیگر جدا می‌شوند. کروماتیدها که هم‌اکنون به سوی قطب کشیده می‌شوند.

تلوفاز : در هر یک از دو قطب، در اطراف کروموزوم‌ها تشکیل می‌شود. کروموزوم‌ها به دوباره شروع به تشکیل می‌کنند تا به تدریج به صورت در آیند و پدیدار می‌شود. مرحله پایانی میتوز است، در این مرحله از بین می‌رود.

### سیتوکینز

در سیتوکینز، سیتوکینز آغاز می‌شود. طی سیتوکینز، سیتوپلاسم سلول به بخش تقسیم می‌شود (شکل ۱۲-۶).



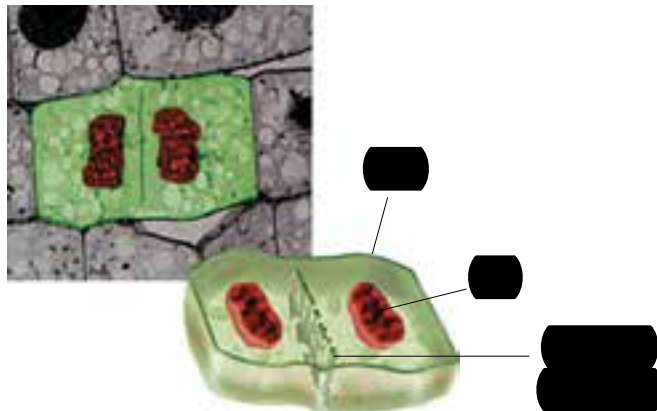
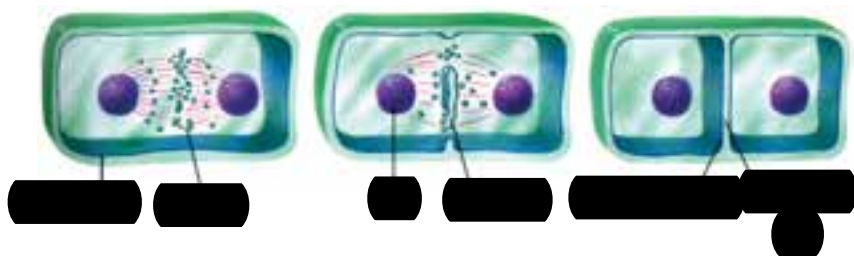
شکل ۱۲-۶ سیتوکینز در یک سلول جانوری



در سلول‌های [ ] و دیگر سلول‌هایی که [ ] طی سیتوکینز [ ] در میانه سلول ایجاد می‌شود که به [ ] سلول به دو نیم تقسیم می‌شود.

در سلول‌های [ ] و دیگر سلول‌هایی که [ ] دارند، سیتوپلاسم به روش دیگری تقسیم می‌شود. در سلول‌های گیاهی [ ] که توسط [ ] ساخته شده‌اند در [ ] به یکدیگر می‌پیوندند و [ ] را پدید می‌آورند. این صفحه در واقع [ ] است که [ ] شده است. (شکل ۱۳-۶).

هم در سلول‌های جانوری و هم در سلول‌های گیاهی، سلول‌های دختر [ ] از نظر اندازه [ ] و کروموزوم‌هایشان درست مثل سلول [ ] است. علاوه بر این، هر یک از سلول‌های دختر حدود نیمی از [ ] مادر را دریافت می‌کند.



شکل ۱۳-۶- میتوز و سیتوکینز در یک سلول گیاهی

## خودآزمایی ۳-۶



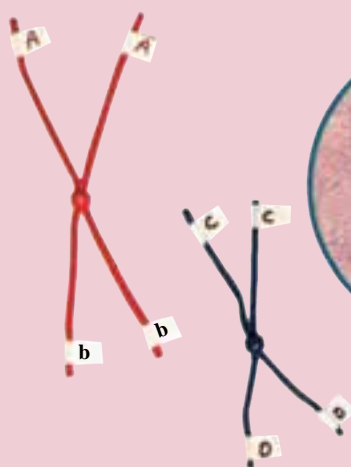
- ۱- کار میکروتوبول‌ها را طی میتوز توصیف کنید
- ۲- وقایعی را که در هر مرحله از میتوز رخ می‌دهد توصیف کنید
- ۳- سیتوکینز را در سلول‌های گیاهی و جانوری مقایسه کنید
- ۴- اگر سیتوکینز از چرخه سلول حذف شود، چه پیامدی خواهد داشت؟

## فعالیت ۲-۶



- ۱- باکتری‌ها به دو نیم تقسیم می‌شوند، اما سلول‌های یوکاریوت با میتوز، تولید مثل می‌کنند. فکر می‌کنید این تفاوت در تقسیم، چه کمکی به تولید مثل سلول‌های یوکاریوتی کرده است؟
- ۲- پنج اندامک را نام ببرید که قبل از تقسیم سیتوپلاسم، باید تقسیم یا قطعه قطعه شوند
- ۳- آسیب‌هایی که به مغز یا نخاع وارد می‌شود، مستند با بهره‌گیری از آنچه که درباره چرخه سلولی فرا گرفته‌اید، توضیح دهید که چرا سلول‌های از بین رفته در مغز و نخاع جبران نمی‌شوند؟

## فعالیت ۳-۶



مدلی برای میتوز بسازید  
مواد

- مقداری سیم تلفن،
- حداقل با دو رنگ مختلف
- مقداری کاموا یا طناب
- تکه فشاری لباس
- برچسب
- قیچی

## پیش از آغاز

پیش از آنکه آزمایش را طراحی و اجرا کنید، لازم است اطلاعات شما دربارهٔ میتوز کافی باشد  
بر اساس اهداف این فعالیت، پرسشی را دربارهٔ میتوز مطرح کنید که بتوانید پس از انجام این  
فعالیت، به پاسخ آن دست یابید

## روش

### بخش اول: طراحی مدل

۱- با دیگر اعضای گروه خود و با استفاده از موادی که برای این آزمایش پیش بینی شده اند،  
مدلی برای سلول طراحی کنید مطمئن شوید که این مدل حداقل دو جفت کروموزوم دارد و در آستانهٔ  
میتوز است

هنگام طراحی مدل، به موارد زیر توجه کنید :

الف) در بی یافتن پاسخ برای چه پرسشی هستید؟

ب) غشای سلول را چگونه مدل سازی می کنید؟

ج) چگونه نشان می دهید که سلول شما دیپلوئید است؟

د) چگونه جایگاه حداقل دو زن را در هر کروموزوم نشان می دهید؟

ه) چگونه نشان می دهید که قبل از آغاز میتوز، کروموزوم ها مضاعف شده اند؟

۲- آنچه را برای طراحی مدل در ذهن دارید، روی کاغذ بنویسید و آن را به معلم خود نشان دهید  
۳- مدلی را که گروه شما طراحی کرده است بسازید با استفاده از مدلی که ساخته اید مراحل  
مختلف میتوز را نشان دهید و هر مرحله را نام گذاری کنید  
۴- با استفاده از مدلی که ساخته اید، به پرسش گروه خود که در «پیش از آغاز» طرح شده  
بود، پاسخ دهید

### بخش دوم: آزمودن فرضیه

هر یک از پرسش های زیر را با نوشتن فرضیه ای پاسخ دهید فرضیه های پیشنهادی را بیازمایید  
و نتایج خود را توضیح دهید  
۵- سیتو کینز، بعد از میتوز رخ می دهد اندازه سلول های جدید حاصل از سیتو کینز را با  
سلول اولی مقایسه کنید  
۶- بعضی اوقات، دو کروماتید نمی توانند از یکدیگر جدا شوند پیامد این واقعه بر تعداد  
کروموزوم های سلول چه خواهد بود؟



۷- جهش، تغییری دایمی است که در ژن یا کروموزوم روی می دهد تأثیر جهشی که در سلول مادر رخ داده است، بر سلول های نسل آینده چیست؟

### تجزیه و تحلیل و نتیجه گیری

۱- تجزیه و تحلیل نتایج : هسته سلول های حاصل از میتوز را با هسته سلولی که این فعالیت را با آن آغاز کردید، مقایسه کنید

۲- ارزیابی روش : چگونه می توانید مدل خود را به نحوی تغییر دهید که فرایند میتوز را بهتر نشان دهد؟

۳- تشخیص الگوها : محتوای ژنتیک سلول های حاصل از میتوز را با محتوای ژنتیک سلول اصلی مقایسه کنید

۴- بی بردن به نتیجه : میتوز چه اهمیتی دارد؟

۵- پژوهش بیشتر : پرسش جدیدی درباره میتوز یا چرخه سلول مطرح کنید که یافتن پاسخ آن با استفاده از مدلی که ساخته اید، میسر باشد