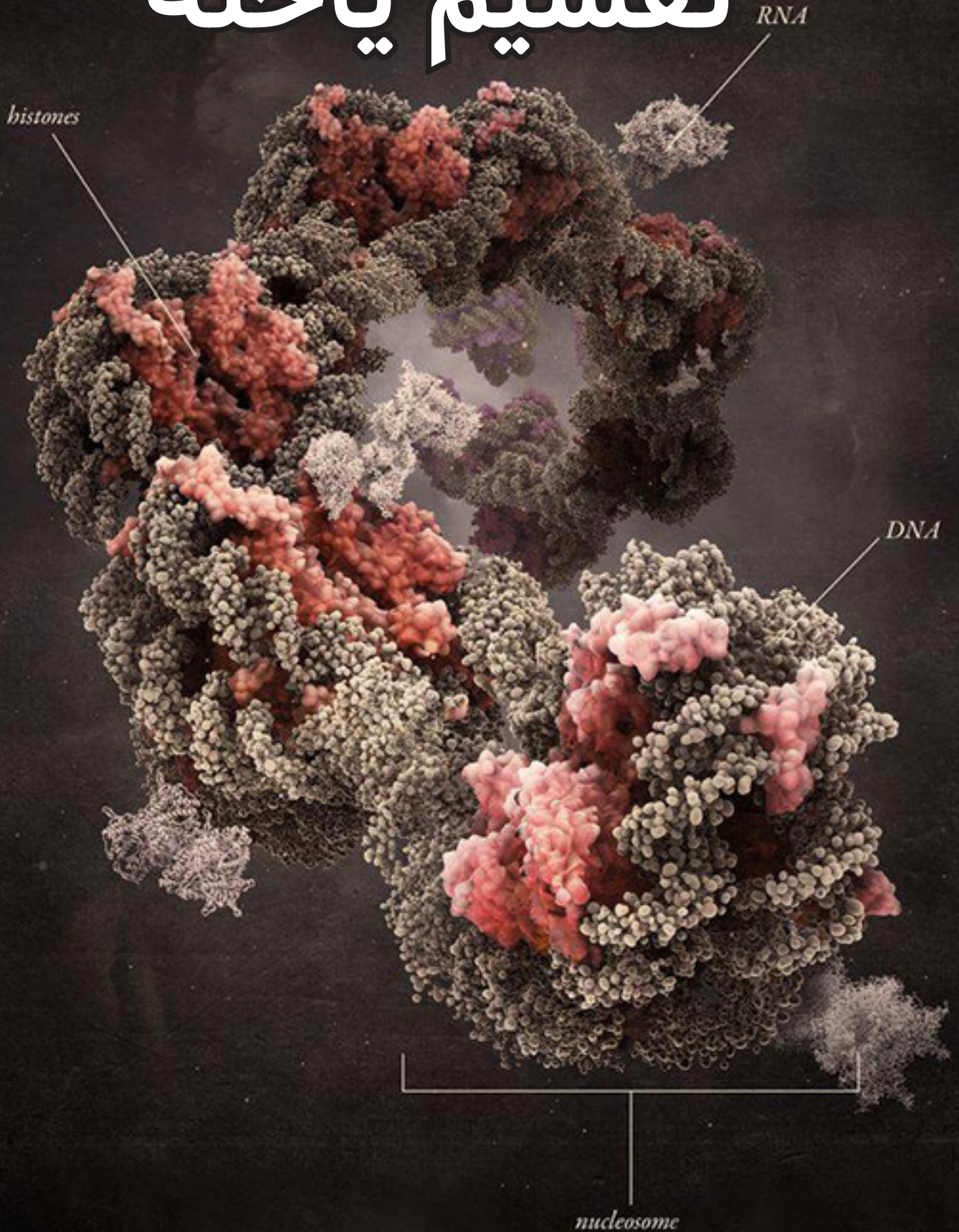


تقسیم یاخته



متن کتاب درسی

زندگی انسان، با تشکیل یافته‌ای به نام تخم آغاز می‌شود و پس از چند ماه به نوزادی با میلیاردها یافته تبدیل می‌شود. ¹ روند افزایش یافته‌ها حتی بعد از این هم ادامه می‌یابد، به طوری که تعداد یافته‌ها در بدن یک فرد بالغ به صدها میلیارد می‌رسد. این افزایش شگفت‌انگیز با تقسیمات بیایی یافته‌ها صورت می‌پذیرد. ² با توجه به مطالبی که در سال‌های گذشته فرا گرفتید، چه انواعی از تقسیم در بدن یک فرد بالغ را می‌شناسید؟ هر نوع از این تقسیم‌ها در چه نوع یافته‌هایی، انجام می‌شود؟ نتیجه هر نوع از تقسیم چیست؟ آیا همه یافته‌های بدن، تقسیم می‌شوند؟



1 دوباره سلام! توی این فصل می‌فوییم به تقسیم یافته و البته عواملی که در اون دخیل هستن بپردازیم. نخستین نکته این فصل، لقاح و تشکیل یافته‌ای به نام **تخم** است. در علوم هشتم اشاره شده بود که به ترکیب شدن گامت نر و ماده لقاح می‌گویند. ما نیز همانند اغلب جانوران حاصل لقاح دو گامت از دو جنس مخالف هستیم. پرا اغلب؟ همپنین در علوم هشتم آمده بود: «سلول تخم، بارها و بارها تقسیم شده و در نهایت از رشد و نمو سلول‌های حاصل، جاندار کاملی تشکیل می‌شود»

2 مفهوم تقسیم:

تقسیم یعنی چه؟ به معنی تقسیم «تکه تکه شدن» و به معنی دیگه‌اش «توزیع کردن و بخشیدن» هست. قطعاً منظور از تقسیم یافته، همون معنی دومه. یعنی؛ به سلول در جریان تقسیم یافته‌ای، هرچی که داره بین دو سلول حاصل از خودش توزیع می‌کنه. اولین بار به پزشک آلمانی قبل از اینکه تقسیم یافته‌ای کشف بشه، ادعا کرد: «همون طور که هر جانور دیگه و هر گیاهی از یک گیاه دیگه به وجود میاد، هر جایی که سلولی به وجود میاد، پیش از اون باید به سلول وجود داشته باشه. فکر کنم لازم باشه توضیحی رو در همین ابتدای امر ارائه کنم که ما توی این فصل تنها به **تقسیم یافته‌ای در یوکاریوت‌ها** می‌پردازیم.

انواع تقسیم یافته‌ای

حالا به سؤال ... چند نوع تقسیم یافته‌ای داریم؟

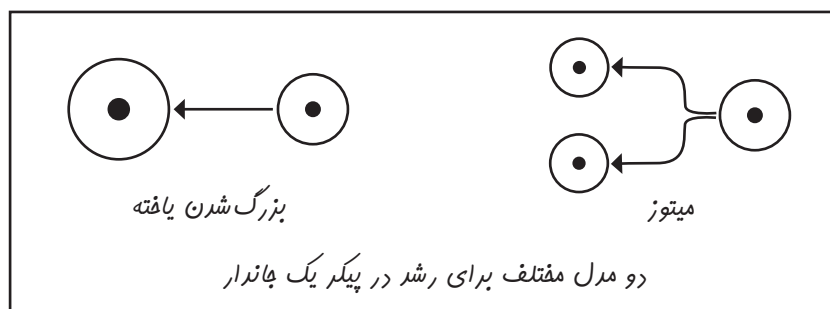
1 در علوم هشتم در ارتباط تقسیم یافته‌ای این توضیحات آمده:

«نوعی تقسیم سلولی که در سراسر عمر ما (یعنی؛ از دوره جنینی تا پایان عمر) انجام می‌گیرد و سبب **رشد** و **ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده** می‌شود، **تقسیم میتوز** می‌باشد. در تقسیم میتوز از یک سلول دو سلول به وجود می‌آید».

(البته در این فصل می‌فوییم که میتوز تنها نوعی **تقسیم هسته یافته یوکاریوتی** است و تقسیم سیتوپلاسم که پس از تقسیم میتوز انجام می‌گیره، باعث کامل شدن تقسیم یافته می‌شه).

این یکی از انواع تقسیم یافته‌ایه. میتوز می‌تونه موجب **رشد** بشه، یعنی با افزایش تعداد یافته‌ها سبب بزرگ شدن جاندار می‌شه. البته رشد همیشه به دنبال میتوز اتفاق نمی‌وفته و با بزرگ شدن ابعاد یافته‌ها هم می‌تونه رشد رخ بده.

کمی جلوتر می‌بینیم که بعضی از یافته‌های یوکاریوتی بنا به دلایلی تقسیم نمی‌شن و میتوز ندارن.



میتوز می‌تونه در ترمیم بافت‌هایی که یافته‌هاشون رو در نتیجهٔ جراحت یا بیماری از دست داده‌اند نیز نقش داشته باشه. همچنین در جایگزینی یافته‌هایی که عمر طبیعی‌شون سپری کردن نیز نقش داره. در زیست دهم آمده است که یافته‌های بنیادی مغز استفوان با تقسیم میتوز یافته‌های جدید رو جایگزین پیر می‌کنن.

2 در بخش دیگری از کتاب درسی علوم هشتم این توضیحات آمده:

«نوع دیگری از تقسیم یافته‌ای که در **بیشتر*** جانوران در اندام‌های تولیدمثلی و به هدف تولیدگامت انجام می‌شود، **تقسیم میوز** نام دارد». البته در فصل‌های بعد می‌فونیم که تقسیم میوز تنها به هدف تولیدگامت انجام نمی‌شه، مثلاً در گیاهانی مانند نهان‌انگام، تقسیم میوز به هدف تولید یافته‌هایی که گامت نیستند و توانایی تقسیم‌شدن را دارن، صورت می‌گیره.

3 اما ... در کتاب علوم هشتم، تنها روش تقسیم یافته‌ای در باکتری‌ها را این‌گونه توصیف می‌کنه:

«سلول باکتری می‌تواند از وسط به دو نیمه تقسیم شود. در این حالت هر نیمه، یک سلول کامل است که بعد از رشد می‌تواند به همین روش تقسیم و تکثیر شود»

این روش تقسیم یافته‌ای که تنها در باکتری‌ها دیده می‌شود، **دو نیم شدن** نام دارد.

نکته مهم: یکی از مهم‌ترین تفاوت‌های یاخته‌های پروکاریوتی و یوکاریوتی، وجود اندامکی به نام هسته در یاختهٔ یوکاریوتی است. تقسیم میتوز و میوز که در اصل هر یک **نوعی تقسیم هسته** به شمار می‌آیند، تنها در یاخته‌های یوکاریوتی مشاهده می‌شوند و البته گاهی این دو تقسیم را معادل کل تقسیم یاخته‌ای به حساب می‌آورند!! مشخص است که مهم‌ترین بخش از یک یاختهٔ یوکاریوتی، اندامکی به نام هسته است، که مرکز کنترل فعالیت‌های یاخته‌ای است. پس، بپرايه نیست اگر بگوییم مهم‌ترین بخش از تقسیم یاخته‌ای، تقسیم هسته است.

نقش DNA در تقسیم یاخته‌ای

در کتاب درسی علوم هشتم به جملهٔ مهم دیگری بر نمی‌خوریم:

«قبل از انجام همهٔ انواع تقسیم یافته‌ای، مقدار DNA دو برابر می‌شود. DNA در این حالت به شکل کلافی نخ‌مانند در هستهٔ یوکاریوت‌ها در می‌آید».

می‌دانیم که در سلول علاوه بر **پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و لیپیدها**، مولکول‌های دیگری به نام نوکلئیک اسید نیز دیده می‌شوند که مهم‌ترین اون‌ها مولکول DNA است و در یوکاریوت‌ها به طور عمده داخل هسته جای داره.

فب ... به نظر میاد همه پی تقسیم هسته به DNA بر می‌گرده. بیشتر DNA (دئوکسی ریبونوکلئیک اسید) سلول یوکاریوتی، داخل هسته قرار داره که قبل از شروع تقسیم باید دو برابر بشه. در پایان تقسیم هم، دوتا هسته داریم، که قطعاً تعداد مولکول‌های DNA مساوی با هم دارن.

DNA همون مولکولیه که توی متوسطه اول قرار شد بفونی: دی ان ای! اما حالا در متوسطه دوم بهش می‌گیم: دنا! 😊

تعریف اولیهٔ ژن

در کتاب علوم هشتم در ارتباط با DNA توضیحات دیگه‌ای هم داشتیم:

«DNA در واقع دارای اطلاعات و دستورالعمل‌هایی برای **تعیین و ایجاد** صفات وراثتی ما و همهٔ جانداران است. این اطلاعات در واحدهایی به نام **ژن** سازماندهی شده‌اند. ژن بخشی از DNA و عامل تعیین‌کنندهٔ صفات است که از سلولی به سلول دیگر و از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌شود».

می‌دونی چیه؟ در هر مولکول DNA تعدادی ژن وجود داره که هر ژن می‌تونه دستور ساخته‌شدن یه پروتئین رو صادر کنه و اون پروتئین هم باعث بروز حالتی از یک صفت در جاندار بشه. هر ژن جایگاه ثابتی در DNA افراد یک‌گونه داره و توالی اون در مولکول DNA رو می‌تونیم به واکن‌های یک قطار تشبیه کنیم.

* در برخی از جانوران مثل زنبورهای عسل نر، گامت‌ها حاصل میتوز هستند، نه میوز! پرايه؟

قبل از اینکه بریم سراغ توضیحات گفتار اول، به این تست پاسخ بره تا ببینم توضیحات مقدماتی رو خوب متوجه شری یا نه.

- چند عبارت در ارتباط با تقسیم یاخته‌ای به درستی بیان شده است؟
الف) رشد یک جانور همواره با تقسیم میتوز یاخته‌های آن همراه است.
ب) تقسیم میتوز همواره در رشد یک جاندار نقش دارد.
ج) تقسیم میوز در جانداران یوکاریوت تنها به هدف تولید گامت انجام می‌شود.
د) در شروع همه انواع تقسیم یاخته‌ای، DNA سلول دوبرابر می‌شود.

۳ (۴)

۲ (۳)

۱ (۲)

گزینه

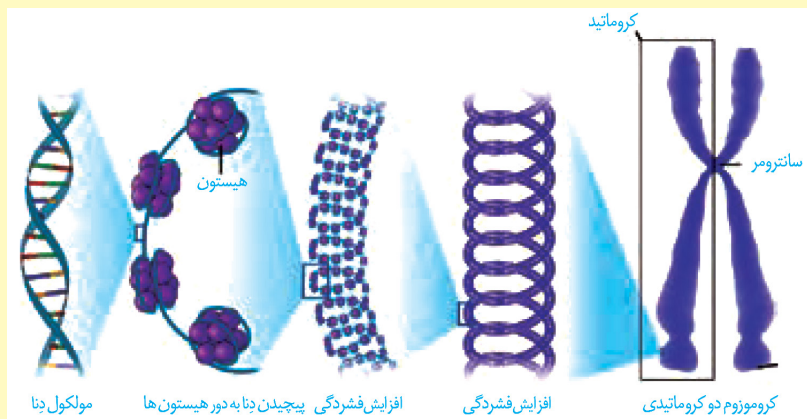
قطعاً به این نتیجه رسیدی که هیچ کروم از عبارت‌ها صحیح نیستند.

کروموزوم

متن کتاب درسی

همان طور که می‌دانید کروموزوم از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است.³ به شکل توجه کنید. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی فام‌تن‌های هسته، کمتر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، فامینه (کروماتین) می‌گویند.⁴

هر رشته فامینه دارای واحدهای تکراری به نام هسته‌تن (نوکلئوزوم) است. در هر هسته‌تن مولکول «دنا» حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام هیستون پیچیده است. ماده وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت فامینه است. پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های کروماتینی دو برابر و در حین تقسیم یاخته فشرده می‌شوند.⁵



■ مراحل فشردشدن کروموزوم

3 «همان طور که می‌دانید»؟؟؟ نگفته بودی از کجا می‌دونی؟ من تا علوم اول دبستان گشتم، نفهمیدم از کجا می‌دونی که کروموزوم از دنا و پروتئین تشکیل شده!!

DNA بسیار بلند یاخته‌های یوکاریوتی درون هسته همراه با پروتئین‌هایی است که موجب فشردگی مولکول DNA و جاساز شدن آن درون هسته می‌شن. به این اجزای فشرده، «کروموزوم» می‌گن.

4 وقتی سلول در حال تقسیم نیست، این فشردگی‌ها کمتر و به صورت رشته‌های درهم هستن که به کروموزوم‌ها در این حالت می‌گن: کروماتین.

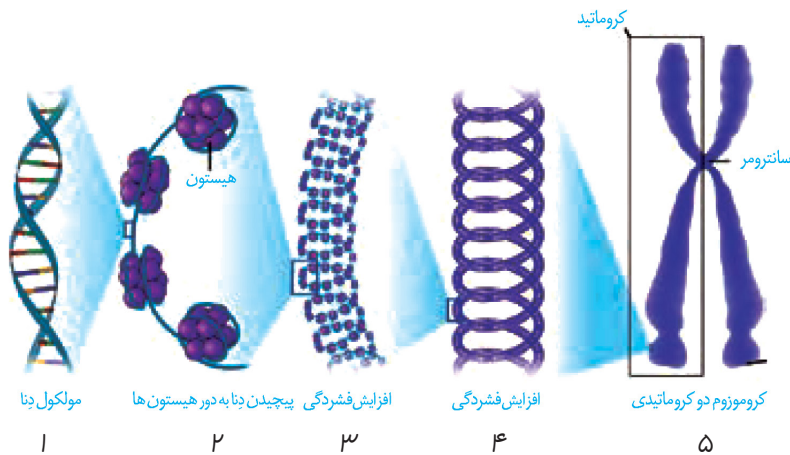
وقتی سلول در حال تقسیمه، فشردگی‌ها بیشتر می‌شه و کروموزوم‌ها قابل رؤیت می‌شن.

به این نکته مهم توجه داشته باش که «کروموزوم‌ها از رشته‌های کروماتین ساخته شده‌اند» می‌دونی یعنی چی؟
وقتی سلول وارد مرحله تقسیم می‌شه، افزایش فشردگی سبب تبدیل کروماتین (کروموزوم غیرفشرده) به کروموزوم فشرده شده که در این صورت با میکروسکوپ‌های نوری قابل رؤیت هستن. آفه قبل از شروع تقسیم، کروموزوم‌ها قابل رؤیت با میکروسکوپ نوری نیستن و فقط با میکروسکوپ‌های الکترونی می‌تونیم اون‌هارو توی هسته سلول مشاهده کنیم.
آگه موافق باشی یه جمع بندی بکنیم:

ترکیب DNA موجود در هسته یوکاریوت‌ها و پروتئین‌های پسیپده* به اون رو اصطلاحاً بهش می‌گن: کروموزوم. قبل از شروع تقسیم، کروموزوم‌ها به حالت غیرفشرده و از هم باز شده هستن که اصطلاحاً به اون‌ها کروماتین می‌گن. تقسیم که شروع شد، رشته‌های کروماتین (همون کروموزوم‌های غیرفشرده) فشرده می‌شن و دیگه بهشون می‌گن: کروموزوم! پس، کروماتین همون کروموزومه و کروموزوم هم از کروماتین تشکیل شده. 😞

5 پروتئین‌های پسیپده به DNA یعنی هیستون‌ها، پروتئین‌های کروی هستن که مولکول DNA در فاصله‌های مشخص هر دو دور (تقریباً اندکی بیشتر از دو دور) به دور مجموعه‌های ۸ تایی اون‌ها می‌پیچه و سافتاری شبیه به گردنبند مروارید به نام **رشته کروماتین** رو به وجود میاره. به همین دلیل رشته کروماتین در زیر میکروسکوپ الکترونی به صورت رشته کلاف‌مانند و دانه‌داری است به هر دانه مروارید یک **نوکلئوزوم** می‌گن. این نفس‌تین مرحله از فشردگی ماده ژنتیکه، که باعث تشکیل کروموزوم غیرفشرده یعنی کروماتین می‌شه. ذکر این نکته ضروریه که همه این مراحل فشرده شدن، برای با گرفتن ماده وراثتی توی هسته سلوله.

راستی ... چرا زیر نویس شکل کتاب گفته: «مراحل فشرده شدن کروموزوم»؟ بهتر نبود که می‌گفت: «مراحل فشرده شدن ماده وراثتی هسته»؟ آفه شماره (۱) کروموزوم نیست، فقط مولکول دنا است.



در ضمن، نوکلئوزوم فقط توی شکل (۲) دیده نمی‌شه، بلکه توی شکل ۳، ۴ و ۵ هم نوکلئوزوم وجود داره، البته به تدریج کروموزوم فشرده می‌شه تا اینکه شکل شماره (۵) رو می‌شه با میکروسکوپ نوری دیر، یعنی توی شکل (۵) هم کروماتین وجود داره! فب معلومه ... کروموزوم از کروماتین تشکیل شده.

در پایان دو نکته رو هم اضافه می‌کنم که:

- قبل از شروع تقسیم یافته، هر رشته کروماتین دو برابر می‌شه، برای این کار DNA و پروتئین‌های همراهش باید مضاعف بشن.
- کروموزوم، کروماتین و نوکلئوزوم همگی از واحدهای مونومری به نام **نوکلئوتید** و **آمینواسید** تشکیل شده‌اند.

* آیا واقعا پروتئین‌های هیستون به DNA پسیپده‌اند؟ بعله! هیستون‌ها دارای بار مثبت هستن و به DNA که به دلیل حضور گروه‌های فسفات، بار منفی داره، پسیپده‌ان.

۲. چند مورد در ارتباط با فام تن (کروموزوم) عبارت زیر را به درستی تکمیل می کند؟

« هر »

- الف) فام تن از دنا و پروتئین تشکیل شده است که در آن، دنا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول هیستون پیچیده است.
 ب) رشته کروماتین از یک مولکول دنا تشکیل شده است که پیش از تقسیم یاخته دو برابر و فشرده می شود.
 ج) نوکلئوزوم از واحدهای تکرار شونده ای به نام نوکلئوتید و آمینواسید تشکیل یافته است.
 د) کروموزوم هسته ای هنگام شروع تقسیم یاخته دارای ۴ زنجیره پلی نوکلئوتیدی می باشد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

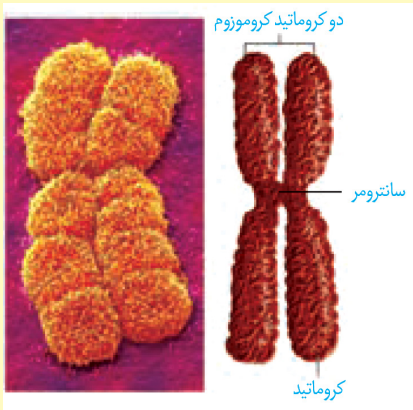
گزینه

متن کتاب درسی

اجزای کروموزوم:

شکل، تصویر یک کروموزوم را در حداکثر فشردگی نشان می دهد. همان طور که در این شکل مشاهده می شود، این کروموزوم از دو بخش همانند به نام **فامینک (کروماتید)** تشکیل شده است. به این کروموزوم ها، کروموزوم های مضاعف شده می گویند. ⁶

کروماتیدهای هر کروموزوم مضاعف از نظر نوع ژن ها یکسان اند و به آنها کروماتیدهای خواهری گفته می شود. کروماتیدهای خواهری در محلی به نام سانترومر به هم متصل اند. ⁷



■ ساختار یک کروموزوم دو کروماتیدی

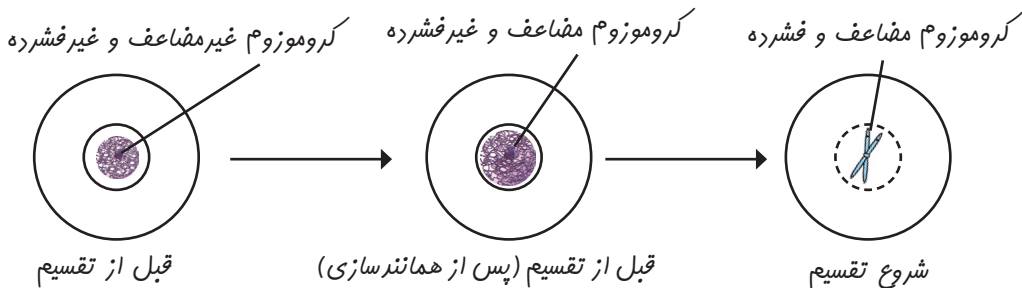


⁶ حالا می توانیم رابع به اجزای کروموزوم فشرده صحبت کنیم، یعنی همون کروموزوم های درون یافته در حال تقسیم، به خاطر داری که قبل از شروع تقسیم، کروموزوم های غیر فشرده (کروماتین ها) مضاعف می شن. با شروع تقسیم و افزایش فشردگی، کروموزوم های فشرده، قابل رؤیت میشن. در این حالت به اون ها، کروموزوم های مضاعف شده فشرده گفته می شه.

سؤال

1 کدام کروموزوم ها مضاعف می شوند؟ فشرده یا غیر فشرده؟ غیر فشرده

2 کدام کروموزوم ها قابل رؤیت می شوند؟ مضاعف یا غیر مضاعف؟ مضاعف

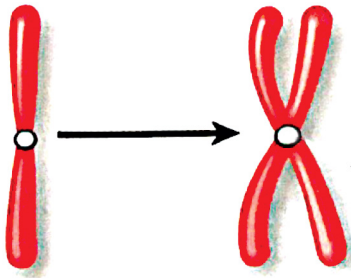


پس، قبل از شروع تقسیم، کروموزوم فشرده (په غیر مضاعف و په مضاعف شده) دیده نمی شه.

⁷ هر کروموزوم مضاعف شده فشرده از دو نیمه همانند به نام **کروماتید** تشکیل شده. به همین دلیل به اون ها کروموزوم های دو کروماتیدی نیز می گویند. کروماتیدهای هر کروموزوم دو کروماتیدی با هم فواهرن! چرا؟ پونه ژن هاشون کاملاً مثل هم دیگه اس. وقتی کروموزوم مضاعف میشه، در واقع مولکول DNA همانند سازی انجام داده. یعنی؛ هر مولکول DNA شرکت کننده در ساختار هر رشته

کروماتین، یکی مثل فودشو می سازه.

پس، هر کروموزوم مضاعف شده دو مولکول DNA کاملاً مشابه دارد، یعنی حتی ژن هاشون هم مثل هم دیگه اس. در ضمن، ال‌های مربوط به ژن هاشون هم یکیه.

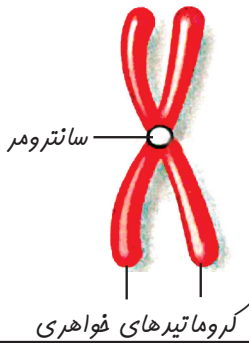


ال چیست؟

ال‌ها ژن‌هایی هستند که حالت‌های مختلف یک صفت را در کنترل دارند. مثلاً من گروه فونی AB دارم که یک نسخه از ژن این صفت رو از پدرم و نسخه دیگه رو از مادرم دریافت کردم. این دوتا نسخه ژن گروه فونی (یعنی ال‌های A و B) در من، باهم متفاوتند. A و B ال‌های ژن گروه فونی هستند. دوباره به کروموزوم دو کروماتیدی فشرده دقت کن. هر کروماتید این کروموزوم از یک مولکول DNA بسیار فشرده به همراه پروتئین‌ها تشکیل شده. در ضمن، کروماتیدهای فوهری در مملی به نام سانترومر به هم وصلن.

در ادامه می بینیم که سانترومر هر کروموزوم در جابه‌جایی اون در سیتوپلاسم هنگام تقسیم یافته نقش داره.

فب ... باز هم به جمع بندی بکنیم:



انواع کروموزوم فشرده	ویژگی‌ها	تعداد سانترومر	تعداد مولکول DNA	تعداد رشته‌های پلی‌نوکلئوتیدی	زمان مشاهده در یافته
کروموزوم غیر مضاعف (تک کروماتیدی)		۱	۱	۲	اواخر تقسیم هسته
کروموزوم مضاعف (دو کروماتیدی)		۱	۲	۴	ابتدا و اواسط تقسیم هسته

۳. کدام گزینه در ارتباط با کروموزوم یوکاریوتی به درستی بیان شده است؟

- هر کروماتید یک کروموزوم مضاعف مانند هر رشته کروماتین، از دو زنجیره پلی‌نوکلئوتیدی تشکیل شده است.
- نوع ژن‌های کروماتیدهای خواهری برخلاف کروموزوم‌های دختری حاصل از یک کروموزوم مضاعف شده کاملاً یکسان است.
- ممکن نیست در یاخته بنیادی کبد انسان، کروموزوم‌هایی با جایگاه ژن یکسان برای شکل‌های مختلف صفات دیده شود.
- هر کروموزوم یوکاریوتی از دو بخش همانند به نام کروماتید که نوع ژن‌های آن یکسان است، تشکیل یافته است.

گزینه

متن کتاب درسی

تعداد کروموزوم

هرگونه از جانداران، تعداد معینی کروموزوم در یاخته‌های پیکری خود دارند که به آن عدد کروموزومی می‌گویند.⁸

یاخته‌های پیکری، همان یاخته‌های غیرجنسی جاندارند.⁹

ممکن است تعداد کروموزوم یاخته‌های پیکری بعضی از جانداران مانند هم باشد؛ مثلاً در یاخته‌های پیکری انسان و درخت زیتون ۴۶ کروموزوم

وجود دارد، ولی به طور مسلم ژن‌های آنها بسیار متفاوت‌اند.¹⁰

تعداد کروموزوم‌های جانداران مختلف (به جز باکتری‌ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.



8 **تعریف گونه:** در کتاب علوم نهم آمده بود که: «توی گروه بندی جانوران، پایین‌ترین گروه که کوچک‌ترین یا کم‌ترین تعداد را شامل می‌شوند، گونه نام دارند». مثلاً همه ما آدم‌ها، گروهی به نام گونه را تشکیل می‌دیم، چون به هم شبیه هستیم (البته منظور از شباهت،



قیافه ظاهری نیست. بلکه منظور اینه که ما آدم‌ها به هم شبیه تر هستیم تا مثلاً به گرگ‌ها و روباه‌ها) و می‌تونیم از طریق تولیدمثل، زاده‌هایی شبیه به خودمون با قابلیت زنده موندن و تولیدمثل رو به وجود بیاریم. اعضای هرگونه، تعداد مشخصی کروموزوم توی یافته‌های پیکری خورشون دارن که به این تعداد مشخص، اصطلاحاً **عدد کروموزومی** می‌گن. البته این جمله بازم به این معنا نیست که تعداد کروموزوم‌ها در یافته‌های هرگونه، عددی ثابت و همیشه خاص اون گونه‌اس، که اتفاقاً اینگونه نیست. چرا؟

مثلاً هسته یافته‌های پیکری انسان‌های سالم ۴۶ تا کروموزوم داره ولی هسته یافته‌های پیکری افراد مبتلا به بعضی بیماری‌ها تعداد کروموزوم‌های بیشتر یا کمتری داره. در ضمن هسته یافته‌های پیکری درخت زیتون هم ۴۶ تا کروموزوم داره. پس، عدد کروموزومی عددی خاص اعضای یه گونه نیست.

9 منظور از یافته پیکری چیه؟ همون یافته‌های غیرجنسی باندار هستن. در واقع دو نوع یافته در یوکاریوت‌های پرسلولی که تولیدمثل جنسی دارن وجود داره: **یافته‌های پیکری** (غیرجنسی) و **یافته‌های جنسی** (گامت) یافته‌های پیکری بخش عمده یافته‌های یه باندار پرسلولی رو تشکیل بدن و معمولاً تعداد کروموزوم‌هاشون دو برابر تعداد کروموزوم‌های یافته‌های جنسیه. مثلاً توی هسته یافته‌های پیکری انسان ۴۶ تا کروموزوم ولی توی هسته یافته‌های جنسی انسان ۲۳ تا کروموزوم وجود داره. اما ... آیا این موضوع برای همه جانوران صدق‌ه؟ قطعاً نه! کمی صبر کنی می‌بینی که یافته‌های پیکری و جنسی زنبور عسل نر عدد کروموزومی یکسانی دارن.

10 مشابهت در عدد کروموزومی هسته یافته‌های پیکری اعضای گونه‌های مختلف، دلیلی بر شباهت اون‌ها نیست. کتاب درسی عدد کروموزومی هسته یافته‌های پیکری انسان و درخت زیتون رو مثال زده، اصلاً چرا راه دور بریم؟ حتی دو انسان سالم (بیز دوقلوهای همسان) کاملاً شبیه هم نیستن. چرا؟ بقاطر ژن‌هاشون. من به برادرها و فواهرهام شبیه تر هستم تا به سایر اعضای گونه آدمی، چون ژن‌های مشابه بیشتری دارم. پس، معلوم شد که ما آدم‌ها فیلی با درخت زیتون تفاوت داریم. چون ژن‌هامون فیلی با درخت زیتون متفاوتن. خلاصه تعداد کروموزوم اصلاً ملاک نیست.

زکر این نکته مهم ضروریه که تعداد کروموزوم‌های هسته یوکاریوت‌ها (باکتری‌ها رو فاکتور می‌گیریم چون می‌دونیم اونا فقط یک کروموزوم متشکل از یک DNA حلقوی توی سیتوپلاسم سلول‌هاشون دارن) حداقل ۲ تا و حداکثر بیش از هزار تاس.

۴. چند مورد در ارتباط با عدد کروموزومی به درستی بیان شده است؟

الف) هر یک از یاخته‌های پیکری انسان از دو مجموعه کروموزوم که دو به دو به یکدیگر شبیه هستند، تشکیل شده است.

ب) عدد کروموزومی هر یک از اعضای یک گونه همواره مشابه با عدد کروموزومی سایر اعضای گونه است.

ج) همواره تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های پیکری اعضای هر گونه دو برابر تعداد کروموزوم‌های یاخته‌های جنسی همان گونه است.

د) هر چه عدد کروموزومی اعضای یک گونه به گونه دیگر نزدیکتر باشد، شباهت بین اعضای دو گونه بیشتر است.

○ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

گزینه



متن کتاب درسی

یاخته های پیکری انسان، دولا (دیپلوئید) هستند

برای تعیین تعداد کروموزوم ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری های کروموزومی، کاریوتیپ تهیه می شود. کاریوتیپ تصویری از کروموزوم ها با حداکثر فشردگی است که براساس اندازه، شکل، محتوای ژنی و محل قرارگیری سانترومرها، مرتب و شماره گذاری شده اند. ¹¹

با بررسی کاریوتیپ انسان، مشاهده می شود که هر کروموزوم دارای یک کروموزوم شبیه خود است که به این کروموزوم ها، **همتا** گفته می شود. ¹² به جاندارانی که یاخته های پیکری آنها از هر کروموزوم ۲ نسخه داشته باشند، **دیپلوئید** می گویند. در این یاخته ها، دو مجموعه کروموزوم وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه اند. در این یاخته ها، یک مجموعه کروموزوم از والد مادری و یک مجموعه از والد پدری دریافت شده است. این یاخته ها را با نماد کلی « $2n$ » نشان می دهند. ¹³

در انسان و بعضی جانداران، کروموزوم هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این کروموزوم ها، کروموزوم جنسی گفته می شود. کروموزوم های جنسی ممکن است شبیه هم نباشند. نمونه این کروموزوم ها را در کاریوتیپ شکل مشاهده می کنید. کروموزوم های جنسی در انسان را با نماد X و Y نشان می دهند. هسته یاخته های پیکری زنان دو کروموزوم X و مردان یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y دارند. بعضی یاخته ها مانند یاخته جنسی انسان، **تک لاد (هاپلوئید)** هستند؛ یعنی یک مجموعه کروموزوم دارند. یاخته های هاپلوئید را با نماد کلی « n » نشان می دهند. « n » تعداد کروموزوم های یک مجموعه است؛ مثلاً در انسان $n=23$ است. در یک مجموعه کروموزومی، هیچ کروموزومی با کروموزوم دیگر همتا نیست.



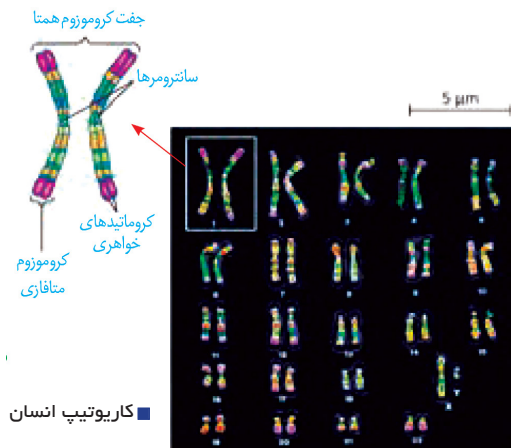
11 کاریوتیپ تصویری از کروموزوم های هسته با میکسکوپ فشرده، پس باید یافته یوکاریوتی در حال تقسیم بوده باشد، بعد ما مانع ادامه تقسیمش بشیم و بشینیم کروموزوم ها شو براساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومرها مرتب و شماره گذاری کنیم و ازشون یه تصویری بگیریم.

به شکل مقابل، که مربوط به کاریوتیپ انسان توجه کنید:

اولاً: کروموزوم های موجود در هسته یافته های پیکری بعضی جانداران (جانورانی مثل انسان) شامل دو نوع جنسی و غیرجنسی هستند. کروموزوم های جنسی در انسان و گروهی دیگر از جانوران با نماد X و Y نمایش داده می شن.

دوماً: کروموزوم های غیرجنسی به ترتیب قدا مرتب و شماره گذاری می شن. به صورتی که بلندترین کروموزوم غیرجنسی ما، چفت کروموزوم شماره (۱) و کوتاه قدرتشون، چفت کروموزوم (۲۲) هستن.

پس، در هسته یافته های پیکری هر انسان سالم، ۲۲ چفت کروموزوم غیرجنسی و یک چفت کروموزوم جنسی دیده می شود.



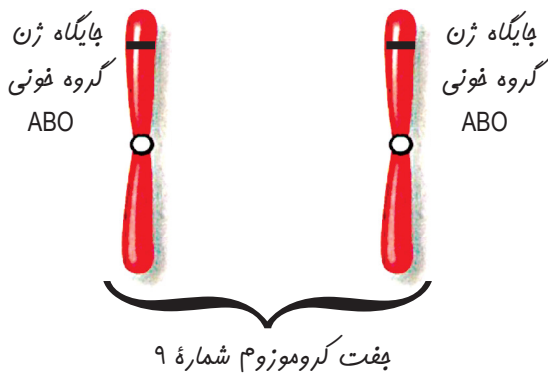
فراموش نکن که ما کروموزوم ها رو از نظر محتوای ژنی مرتب نمی کنیم، چون ژن هاشونو که نمی بینیم که بفوایم براساس ژن ها مرتب کنیم. البته وقتی کروموزوم ها از نظر اندازه، شکل و محل قرارگیری سانترومر مرتب می شن، طبیعتاً براساس محتوای ژنی هم از یکدیگر تفکیک فوهند شد.

فلاصه وقتی کاریوتیپ؛ مثلاً با استفاده از یکی از یافته های پیکری انسان (برای تعیین تعداد کروموزوم ها و تشخیص بعضی ناهنجاری های کروموزومی) به دست اومد مشاهده می کنیم کروموزوم ها دوتا دوتا شبیه هم هستن.

12 همان طور که در بررسی کاریوتیپ انسان مشاهده شد، هر کروموزوم موجود در هسته یافته های پیکری ما، یک کروموزوم شبیه به خود دارد (البته به جز کروموزوم های جنسی در مردان)

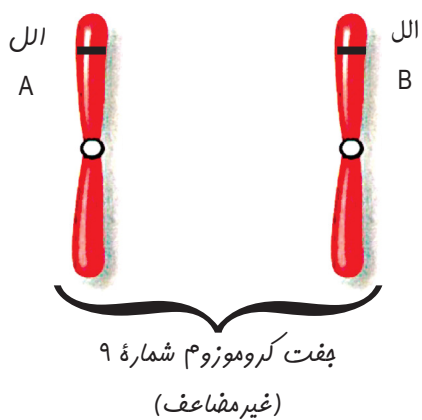


به این کروموزوم‌های شبیه هم، اصطلاحاً کروموزوم‌های همتا (همولوگ = Homologous) می‌گویند.



قبلاً، حالا به نظرت آیا کروموزوم‌های همتا فقط از نظر طول، شکل و محل قرارگیری سانترومرهاشون مثل همدیگه هستن؟ نه اون‌ها حتی از نظر ژن‌هایی هم که عمل می‌کنن مثل همدیگه هستن. در واقع بایگانه ژن‌هاشون کاملاً مثل همدیگه‌اس.

به مثال: فرض کن بافت کروموزوم ۳ رو به رو بافت کروموزوم ۳ شماره ۹ باشه. بر روی این بافت کروموزوم ۳، بایگانه ژن گروه فونی ABO دیده می‌شه. من یکی از این کروموزوم‌ها رو از پدرم و اون یکی رو از مادرم دریافت کردم. پس یک ژن گروه فونی ABO توسط پدرم و یک ژن گروه فونی هم توسط مادرم به من منتقل شده. آگه فاطرت باشه گفتیم که من گروه فونیم AB هست.



مجدداً به بافت کروموزوم‌های شماره ۹ من دقت کن:

«ال‌های A و B اعضای یک بافت ژن گروه فونی هستن که محل‌های یکسانی را بر روی کروموزوم‌های همتا اشغال کرده‌اند. این ال‌ها حالتی از صفت گروه فونی را در من کنترل می‌کنند.»

من ال‌های A را از پدرم و ال‌های B را از مادرم دریافت کرده‌ام این دو ال متعلق به ژن کنترل‌کننده یک صفت هستند ولی حاوی اطلاعات یکسانی نیستند، یعنی توالی نوکلئوتیدی اون‌ها با هم تفاوت‌هایی داره.

خب ... موافقی به نتیجه‌گیری کلی انجام بدیم:

کروموزوم‌های همتا، کروموزوم‌هایی هستند که نه فقط از نظر طول، شکل و محل قرارگیری سانترومر به هم شبیه هستند بلکه از نظر **مفتوای ژنتیکی** هم کاملاً مشابهند. فقط تنها تفاوت آن‌ها می‌تونه در اعضای مربوط به هر بافت ژنی باشه که در بایگانه ژن مربوطه قرار گرفته. اما کروماتیدهای فوآهری، حتی نوع ال‌هاشون هم کاملاً مشابه هست.

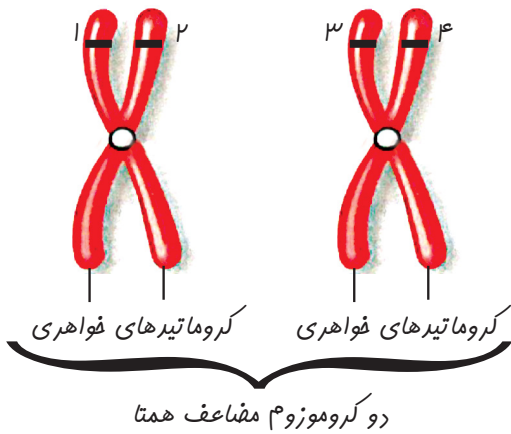


شکل مقابل بافت کروموزوم‌های مضاعف شده شماره ۹ من رو نشون می‌ده؛ مشاهده می‌کنی که حتی نوع ژن‌هایی که بر روی کروماتیدهای فوآهری قرار گرفته کاملاً مثل همدیگه‌اس. چرا؟ زیرا که کروماتیدهای فوآهری حاصل همانندسازی مولکول DNA قبل از آغاز تقسیم یافته‌ای هستن و قطعاً DNA اون‌ها (به فرض عدم وقوع جهش) توالی نوکلئوتیدی کاملاً یکسان داره.

۵. کدام گزینه در ارتباط با کاریوتیپ نادرست است؟

- ۱) برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها و تشخیص بعضی ناهنجاری‌های کروموزومی تهیه می‌شود.
- ۲) شکل و اندازه کروموزوم در ترتیب قرارگیری آن در کاریوتیپ مؤثر است.
- ۳) به کمک آن می‌توان $2n$ یا n بودن یاخته مورد نظر را تشخیص داد.
- ۴) می‌توان آن را از هر یک از یاخته‌های موجود در خون انسان تهیه کرد.

گزینه



اما ... کروموزوم‌های همتا به دلیل امکان عمل ال‌های مختلف از یک ژن، می‌تونن توالی نوکلئوتیدی مشابهی برای هر ژن نداشته باشن.
توالی نوکلئوتیدی ۱ و ۲ و همچنین ۳ و ۴ کاملاً مشابه است ولی توالی نوکلئوتیدی ۱ و ۳ می‌تونه متفاوت باشه.

یاخته دیپلوئید - یاخته هاپلوئید

13 حالا که مفهوم «کروموزوم‌های همتا» رو خوب یاد گرفتیم، فقط می‌مونه «یاخته هاپلوئید و دیپلوئید». آگه درون هسته یافته‌های یوکاریوتی از هر نوع کروموزوم دو تا وجود داشته باشه، به این یافته‌ها، یافته‌های دیپلوئید می‌گن و البته جاندار هم که یافته‌های پیکریش معمولاً دیپلوئید هستن، جاندار دیپلوئید نامیده می‌شه. مثل اغلب جانوران.
در مقابل، آگه درون هسته یافته‌های یوکاریوتی از هر نوع کروموزوم فقط یکی وجود داشته باشه، به آن یافته، یافته هاپلوئید می‌گن، مثل یافته‌های جنسی جانوران.

به عنوان مثال؛ در هسته یافته‌های پیکری دیپلوئید ما دو مجموعه کروموزوم وجود داره که ما به مجموعه رو از پدر (مثلاً مجموعه B) و مجموعه دیگر رو از مادر (مثلاً مجموعه A) دریافت می‌کنیم.

$$2n=46$$

مجموعه A	1 2 3 23
مجموعه B	1' 2' 3' 23'

کروموزوم‌های موجود در هر مجموعه، غیرهمتا هستن و همتای هر کروموزوم در مجموعه دیگر است مثلاً ۱ با ۱' و ۲ با ۲' همتاست ولی ۱، ۲ و ۳ همتا نیستن.

آفرین کروموزوم در هر مجموعه نیز همان کروموزوم جنسی X و یا Y است.

نکته مهم: همه یاخته‌های پیکری ما دارای یک هسته دیپلوئید نیستن. در واقع بعضی از اونا اصلاً هسته ندارن مثل گویچه قرمز موجود درخون، بعضیا دو تا هسته دیپلوئید دارن مثل بعضی از یاخته‌های ماهیچه قلبی و بعضیا هم چندتا هسته دیپلوئید دارن مثل یاخته‌های ماهیچه اسکلتی.

درضمن، در بدن ما یافته‌های غیرپیکری دیپلوئید هم وجود داره مثل یافته‌هایی که در فصل بعد با اونا آشنا می‌شیم و در دستگاه تولیدمثل می‌تونن در تولید گامت‌ها نقش داشته باشن. یواشکی بگم که به اونا می‌گن: یافته‌های ژرمینال.

اما ... جمع بندی نکات این بخش:

اولاً: یافته‌های پیکری اغلب جانوران دیپلوئید هستن. مثال مورد استثنا هم زنبور عسل نر هست که بعداً می‌بینیم یافته‌های پیکری هاپلوئید داره.
دوماً: در هسته یافته‌های پیکری جانوران (نه همه جانداران) معمولاً یک جفت کروموزوم جنسی داره که در گروهی از اونا مثل انسان، کروموزوم‌های جنسی رو با نماد X و Y نمایش می‌دن. طبیعیه که فرمول کروموزومی جنسی اونا هم به صورت XX (در انسان‌ها؛ قانم‌ها)



و XY (در انسان‌ها؛ آقایان) هست. اینم فراموش نکن که کروموزوم X و Y همتا نیستن (حالا ژن‌هاشونو که من و تو نمی‌تونیم ببینیم که اصلاً شبیه هم نیستن ولی فب آگه به قد و قوارشون نگاه کنی متوجه می‌شی که اصلاً به هم نمی‌خورن!! چه برسه که بفوان همتا باشن. پس توی هسته یافته‌های پیکری فانم‌ها ۲۳ جفت کروموزوم همتا وجود داره در حالی که توی هسته یافته‌های پیکری آقایون ۲۲ جفت کروموزوم همتا و یک جفت غیرهمتا (کروموزوم‌های جنسی X و Y) وجود داره.

سوما: یافته‌های پیکری بدن ما که بیش‌تر از یک هسته دارن (مثل یافته‌های ماهیچه اسکلتی و قلبی) به ازای هر هسته ۲ مجموعه کروموزومی دارن مثلاً آگه فرض کنیم یه یافته ماهیچه اسکلتی من ۱۰ تا هسته داشته باشه، $2 \times 10 = 20$ مجموعه کروموزومی توی این یافته وجود داره که از دو نوع مختلف هستن یعنی توی این یافته ۱۰ کروموزوم X و ۱۰ کروموزوم Y وجود داره.

پهارما: یافته‌های جنسی انسان (مثل بقیه جانوران) هاپلوئید هستن. یعنی یه مجموعه کروموزومی دارن ($n=23$) و از هر کروموزوم فقط یکی دارن، یه دونه کروموزوم X، یه دونه کروموزوم Y و در نهایت یه دونه کروموزوم جنسی X یا Y. سال بعد می‌فونی که همه یافته‌های جنسی هاپلوئید نیستن مثلاً گامت گیاه تتراپلوئید (در هسته یافته‌های پیکری این گیاه از هر کروموزوم ۴ تا وجود داره یعنی ۴ مجموعه کروموزومی داره) دارای دو مجموعه کروموزومی یعنی دیپلوئید هستن. اما ... یه سؤال رایج که بیشتر دانش‌آموزان مطرح می‌کنند:

«وقتی می‌گیم در انسان یافته‌های پیکری $2n=46$ است یا اینکه یافته‌های پیکری گیاه گل مغربی تتراپلوئید $4n=28$ است»، منظور چیه؟ به رابطه مقابل توجه کن:

$$Xn=Y$$

X نشان‌دهنده تعداد مجموعه‌های کروموزومی است. یعنی از هر کروموزوم X تا در یافته وجود داره. Y نشان‌دهنده عدد کروموزومی یافته است یعنی مجموع کروموزوم‌های موجود در یافته. n هم که معرف مشورتان است!! همان عدد هاپلوئید یعنی تعداد کروموزوم‌های موجود در هر مجموعه که هر تعداد می‌باشد قطعاً غیرهمتا هستن. مثلاً در گامت‌های انسان $n=23$ است که شامل یه مجموعه کروموزوم غیرهمتا می‌باشند. **در آفر تاکید می‌کنم؛** آگه یه یافته‌ای فقط یک مجموعه کروموزومی داشت هاپلوئید (n)، آگه دو مجموعه کروموزومی داشت دیپلوئید (2n) و آگه بیشتر از دو مجموعه کروموزومی داشت پلی‌پلوئید نامیده می‌شود. آگه موافق باشی سه تا تست فوب رو با هم بررسی کنیم.

۶. سلول تریپلوئیدی که ۱۲ کروموزوم دارد، دارای مجموعه کروموزوم می‌باشد که کروموزوم‌های هر مجموعه می‌باشند.

(سراسری مرحله اول - ۷۴)

۳ (۱) - همتا	۳ (۲) - غیرهمتا	۴ (۳) - غیرهمتا	۴ (۴) - همتا
--------------	-----------------	-----------------	--------------

گزینه

یادش بگیر ... با این که تست قدیمی کنکوره ولی فیللی تست فوبیه و یادمه همون موقع هم جنبالی به پاکردا هنوزم نفهمیدم چرا بعضیا اعتقاد داشتن که گزینه ۴ درسته و طراح کنکور اشتباهی گزینه ۲ را انتخاب کرده. بگذریم ...

۷. سلول تتراپلوئیدی که ۱۲ کروموزوم دارد، دارای مجموعه کروموزوم است که کروموزوم‌های هر مجموعه با هم هستند.

۱) چهار - سه‌تایی - غیرهمتا (۲) - چهار - سه‌تایی - همتا	۲) سه - چهارتایی - غیرهمتا	۳) سه - چهارتایی - غیرهمتا	۴) سه - چهارتایی - غیرهمتا
---	----------------------------	----------------------------	----------------------------

گزینه

۸. سلول تریپلوئیدی که ۱۸ کروموزوم دارد، دارای مجموعه کروموزوم است و کروموزوم‌های مجموعه‌ها با هم هستند.

(۱) سه - شش تایی - غیرهمتا (۲) سه - شش تایی - همتا (۳) شش - سه تایی - غیرهمتا (۴) شش - سه تایی - همتا

گزینه

۹. هر

- (۱) کروموزوم در هسته یاخته یوکاریوتی، از دو رشته کروماتین تشکیل شده است.
- (۲) کروماتید در هسته یاخته یوکاریوتی، دارای نیمه همانندبست که نوع زن‌های آنها یکسان است.
- (۳) جفت کروموزوم همتا، از نظر شکل‌های مختلف هر صفت که در جایگاه‌های ژنی یکسان قرار دارند، کاملاً مشابهند.
- (۴) کروموزوم جنسی در هسته یاخته غیرجنسی یک زن سالم، دارای یک کروموزوم شبیه خود است.

گزینه

۱۰. چند مورد در ارتباط با مجموعه‌های کروموزومی در جانداران یوکاریوت به درستی بیان شده است؟

(الف) در همه جانوران یاخته‌های پیکری هسته‌دار از دو مجموعه کروموزوم تشکیل شده‌اند که دو به دو به هم شبیه هستند.
 (ب) هر یاخته پیکری هسته‌دار در یک جاندار دیپلوئید، دو مجموعه کروموزوم دارد که یک مجموعه از والد مادری و یک مجموعه از والد پدری دریافت شده است.

(ج) هر یاخته جنسی طبیعی دارای یک مجموعه کروموزوم است و از هر کروموزوم فقط یکی دارد.
 (د) نمی‌توان گفت در هر هسته یاخته پیکری جانوران الزاماً دو کروموزوم جنسی وجود دارد.

(۱) (۱) (۲) (۲) (۳) (۳) (۴) (۴)

گزینه

متن کتاب درسی

چرخه یاخته‌ای

مراحلی که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند را چرخه یاخته‌ای می‌گویند. این چرخه، شامل مراحل میان‌چهر (اینترفاز) و تقسیم است. در یاخته‌های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است.¹⁴

اینترفاز:

یاخته‌ها بیشتر مدت زندگی خود را در این مرحله می‌گذرانند. کارهایی مانند رشد، ساخت مواد مورد نیاز و انجام کارهای معمول یاخته در این مرحله انجام می‌شود. اینترفاز شامل مراحل، «G₁»، «S» و «G₂» است.¹⁵

مرحله وقفه اول یا «G₁»: مرحله رشد یاخته‌هاست و یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند. یاخته‌هایی که به‌طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می‌شوند. این یاخته‌ها به‌طور موقت یا دائم به مرحله‌ای به نام G₀ وارد می‌شوند. نورون نمونه این یاخته‌هاست.¹⁶

مرحله «S»: دوبرابر شدن دنا (DNA) هسته، در این مرحله انجام می‌شود که نتیجه همانندسازی است. همانندسازی دنا فرایندی است که طی آن از یک مولکول دنا، دو مولکول یکسان ایجاد می‌شود.¹⁷

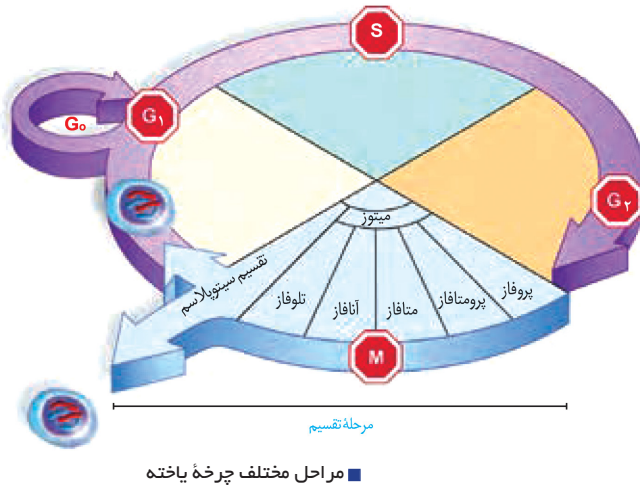
مرحله وقفه دوم یا «G₂»: این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاه‌تر است و در آن، یاخته‌ها آماده مرحله تقسیم می‌شوند. در این مرحله، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می‌کنند و یاخته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.¹⁸

تقسیم یاخته:

در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته و تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. در سال‌های گذشته تا حدودی با این فرایندها آشنا شدید. با تقسیم سیتوپلاسم، در نهایت دو یاخته جدید ایجاد می‌شود.¹⁹



14 به طور کلی مجموعه مراهمی که یک یافته یوکاریوتی از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذرود بهوش **پرفه یافته ای** می‌گن. پس، این پرفه مفتص یافته‌های یوکاریوتیه و درضمن همه یافته‌های یوکاریوتی هم این پرفه رو نمی‌گذرونن. مدت زمان این پرفه مداکثر یک شبانه‌روز (۲۴ ساعت) هستش.



15 پرفه یافته ای شامل دو مرحله اصلی یعنی اینترفاز و تقسیم (M) است. اگر به شکل مقابل توجه کنی، درمی‌یابی که بیشترین زمان از پرفه یافته ای به اینترفاز تعلق داره و تقسیم در مدت زمان کوتاهی انجام می‌گیره.

فاصله زمانی بین دو تقسیم متوالی، **اینترفاز** نام داره که فودش شامل سه مرحله است. این زمان طولانی بین دو تقسیم، برای اینه که هر یک از یافته‌های دفتری حاصل از تقسیم قبلی، مجدداً مراحل رشد و آماده شدن فودشون را برای تقسیم بعدی طی کنن و کم‌کم وارد مرحله تقسیم بشن. اگر هم قراره که تقسیم

نشونر به طور موقت یا دائمی از پرفه یافته ای خارج می‌شن! پپوری؟ توضیح می‌دم ...

پس یادت باشه آگه یافته یوکاریوتی قراره که تقسیم بشه باید مراحل اینترفاز رو به طور کامل پشت سر بگذاره. البته گاهی یافته یوکاریوتی مراحل اینترفاز رو به فوی پشت سر می‌گذاره ولی قبل از ورود به تقسیم از بین می‌ره و فوت می‌کنه!!

فب ... اگر موافق باشی بریم سراغ مراحل مربوط به اینترفاز:

16 یافته‌های پیرید حاصل از تقسیم یافته قبلی در گذشته! بلافاصله بعد از تقسیم سیتوپلاسم وارد این مرحله می‌شن. کتاب درسی گفته: «مرحله G_1 رشد یافته هاست!! و یافته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند». یعنی چی؟؟ یعنی توی بقیه مراحل اینترفاز یافته رشد نمی‌کنن؟ بگذریم که در اکثر منابع نوشتن یافته‌های وارد شده به اینترفاز با شروع G_1 رشد فود را آغاز می‌کنن و حتی بعضیاشون هم نوشتن که بیشتر رشد یافته در G_1 صورت می‌گیره ولی فب ما از کتاب درسی تبعیت می‌کنیم و می‌گیم: G_1 مرحله رشد یافته هاست و بقیه مراحل هم ... هیپی!!

درضمن می‌بوریم بگیم: چون رشد توی این مرحله انجام می‌شه، پس سوخت و ساز و مصرف انرژی در G_1 از بقیه مراحل بیشتر هست.

در ادامه کتاب درسی گفته: «یافته‌هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شونن، معمولاً در این مرحله متوقف می‌شونن!!»

به نظرت این جمله درست‌ه؟؟ «یافته ای که به هر دلیلی نمی‌فواد تقسیم بشه، توی این مرحله (G_1) گیر می‌کنه؟؟» نه، درستش اینه که یافته ای که به هر دلیلی نمی‌فواد تقسیم بشه از پرفه یافته ای خارج می‌شه (یعنی از G_1 خارج و به G_0 وارد می‌شه) و می‌تونه تا هر وقت دلش فواست (موقت یا دائمی) وارد پرفه یافته ای نشه و تقسیم هم نشه.

مثلاً یافته‌های ماهیپه اسکلتنی ما برای همیشه توی G_1 هستن، یعنی تا وقتی که زنده هستن یا تا وقتی که ما زنده هستیم!

مالا آگه یافته ای بعد از مدت‌ها دلش فواست تقسیم بشه، از G_1 دوباره وارد پرفه یافته ای (وارد G_1 ؛ دقت کن G_1) می‌شه و پرفه یافته ای رو کامل می‌کنه.

مثلاً یافته‌های عصبی **به ندرت** می‌تونن از G_1 وارد G_2 بشن و پرفه یافته ای رو کامل کنن و فلاصه تقسیم بشن.

17 سلول هرپی توی G_1 فواد می‌تونه زمان رو لغت بره یعنی کیش بره ولی وقتی وارد مرحله S می‌شه یعنی دیگه مصممه که بره برای تقسیم شدن. پس لازمه تقسیم شدن اینه که محتویات مهم ترین بفش از یافته یعنی هسته، مضاعف بشن.

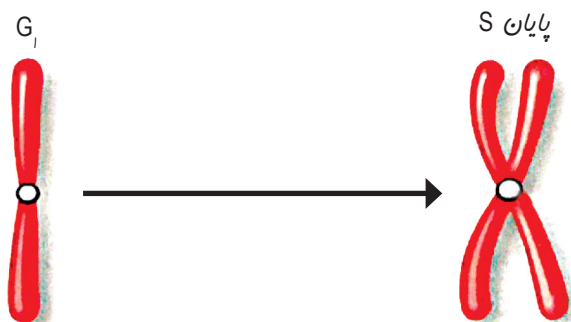
فب ... درون هسته چی وجود داره؟ بعله، کروموزوم.

آگه یادت باشه قبل از شروع تقسیم، کروموزوم‌ها به شکل غیرفشرده یعنی کروماتین، توی هسته قرار داشتن. هر رشته کروماتین هم در شروع پرفه یافته ای از یک مولکول DNA تشکیل شده که با ورود به مرحله S همانندسازی DNA سبب مضاعف شدن کروماتین (کروموزوم غیرفشرده) می‌شه.

همانندسازی DNA باعث می‌شه که از هر مولکول DNA، دو مولکول مشابه (به شرط عدم وقوع تغییراتی در DNA به نام جهش) به وجود

بیاز. پس، هر کروموزوم^۳ در این مرحله مضاعف می‌شود، ولی عدد کروموزومی ثابت می‌ماند.
به شکل مقابل توجه کن:

یکی از ۴۶ تا کروموزوم^۳ هسته یافته‌های پیکری انسان را در مرحله G_۱ می‌بینی که پس از ورود به مرحله S و انجام همانندسازی DNA، کروموزوم^۳ مضاعف (دو کروماتیدی) شده ولی تعداد کروموزوم^۳ها تغییری نکرده؛ یعنی همون به دونه کروموزوم^۳ رو داریم ولی در G_۱ هر کروموزوم^۳ به مولکول DNA دانه در حالی که در پایان S هر کروموزوم^۳ دو تا مولکول DNA دانه؛ این یعنی مضاعف شدن هر کروموزوم^۳ به دلیل مضاعف شدن DNA (همانندسازی).



یک کروموزوم^۳ تک کروماتیدی

(البته در G_۱ به صورت غیر فشرده و غیر قابل رؤیت با میکروسکوپ نوری هست)

یک کروموزوم^۳ دو کروماتیدی

(هنوز هم به صورت غیر فشرده و غیر قابل رؤیت با میکروسکوپ نوری هست)

18 به روایتی کوتاه‌ترین مرحله از مراحل اینترفاز. دیگه کم‌کم یافته باید فردشو برای تقسیم آماده کنه و هر اتفاقی که توی دو مرحله قبلی انجام نشده و یا کامل انجام نگرفته، توی این مرحله انجام می‌گیره؛ مثلاً همانندسازی اندامک‌هایی مثل میتوکنندری و اجزای یافته‌ای مثل سانتیریول‌ها توی این مرحله انجام می‌شه. همچنین سافت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم توی این مرحله افزایش پیدا می‌کنه. پی؟؟ افزایش پیدا می‌کنه؟ می‌بینی خود کتاب هم دانه به پورایی تاکید می‌کنه که در G_۲ پروتئین‌سازی و سافت عوامل مورد نیاز برای تقسیم (مثل اجزای یافته) و حتی رشد یافته تشدید می‌شه. یعنی؛ توی مراحل قبل هم بوده ولی در این مرحله، تغییرات سیتوپلاسمی (نه هسته‌ای) بیشتر می‌شه.

اگه موافق باشی به جدول مقایسه‌ای برای هسته یافته‌های جانوری در **مراحل اینترفاز** باهم ببینیم:
(n همان عدد هاپلوئید جاندار است)

وضعیت کروموزوم ^۳ ها	تعداد مولکول DNA	تعداد سانترومرها	تعداد کروماتیدها	تعداد کروموزوم ^۳ ها	مراحل اینترفاز در هسته دیپلوئید یک یافته جانوری
غیر مضاعف غیر فشرده	2n	2n	2n	2n	G _۱
غیر مضاعف غیر فشرده	2n	2n	2n	2n	شروع S
مضاعف غیر فشرده	4n	2n	4n	2n	پایان S
مضاعف غیر فشرده	4n	2n	4n	2n	G _۲

مرحله تقسیم

19 تقسیم یافته‌ای، مرحله دوم و نوایی از پرفه یافته‌ایه. همه رخ‌دادهای قبلی در اینترفاز به هدف به تقسیم یافته‌ای درست و حسابی انجام گرفتند، رشد سلول و مضاعف شدن کروموزوم‌ها در نهایت با تقسیم یافته‌ای به پایان می‌رسد.

مرحله تقسیم شامل دو فرایند تقسیم هسته (مثل میتوز) و تقسیم سیتوپلاسم هست.

تقسیم میتوز با تولید دو هسته در دو قطب یافته‌ی مادر به پایان می‌رسد و سپس تقسیم سیتوپلاسم موجب تولید دو یافته‌ی جدید می‌شود و اینجاست که باید بگوییم: تقسیم تموم می‌شود و دیگر یافته‌ی قدیمی وجود ندارد، بلکه هرچی داشت (هسته و سیتوپلاسم) معمولاً به طور مساوی می‌بفشد به دو تا یافته‌ی جدید.

نکته: بعضی از یافته‌های یوکاریوتی تقسیم نمی‌شوند، بعضی‌اشون که مُرده‌ان، اصلاً چرخه یافته‌ای در اونا دیده نمی‌شود مثل یافته‌های اسکلرانسیم و آوندهای چوبی در گیاهان آوندی. بعضی‌اشون هم که هسته ندارند مثل گویچه‌های قرمز خون و یافته‌های آبکشی در گیاهان آوندی. گروهی از اونا هم زنده هستند و هسته هم دارن ولی رفتن توی G₀ مثل یافته‌های ماهیچه اسکلتی، نوروها و اغلب گامت‌های جانوری.

در آفر ... باز تاکید می‌کنم که پرفه یافته‌ای مربوط به یافته‌های یوکاریوتی هست و در باکتری‌ها دیده نمی‌شود.

۱۱. کدام مورد زیر، در مرحله S اینترفاز رخ نمی‌دهد؟

- (۱) دوبرابر شدن رشته‌های کروماتین
- (۲) همانندسازی DNA
- (۳) مضاعف شدن تعداد کروموزوم‌ها
- (۴) فعالیت آنزیم‌های هلیکاز و دنابسپاراز

گزینه

۱۲. کدام گزینه در مورد چرخه یافته‌ای، در یوکاریوت‌ها صادق است؟

- (۱) چرخه یافته‌ای مراحل را گویند که از آغاز یک تقسیم تا آغاز تقسیم بعدی را شامل می‌شوند.
- (۲) بیش‌تر مدت زندگی یافته‌ها در مرحله‌ای صورت می‌گیرد که رشد و ساخت مواد مورد نیاز یافته در آن انجام می‌شود.
- (۳) ممکن نیست یافته‌ای از مرحله G₁ برای همیشه وارد مرحله G₀ شود.
- (۴) ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یافته، تنها در مرحله‌ای انجام می‌گیرد که یافته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.

گزینه

۱۳. در ارتباط با مرحله‌ای از چرخه یافته‌ای که کارهای معمول یافته در آن انجام می‌گیرد، نمی‌توان گفت.....

- (۱) یافته‌های جدید حاصل از تقسیم میتوز یافته‌ی قبلی، بلافاصله پس از تقسیم سیتوپلاسم قطعاً وارد این مرحله می‌شوند.
- (۲) یافته‌ای که در مرحله G₀ قرار دارد برای ورود به چرخه یافته‌ای مستقیماً وارد مرحله S می‌شود.
- (۳) با همانندسازی دنای هسته‌ای در این مرحله، هر کروموزوم مضاعف می‌شود.
- (۴) هر یافته در پایان این مرحله همانند ابتدای آن دارای کروموزوم‌های غیرفشرده در هسته خود می‌باشد.

گزینه

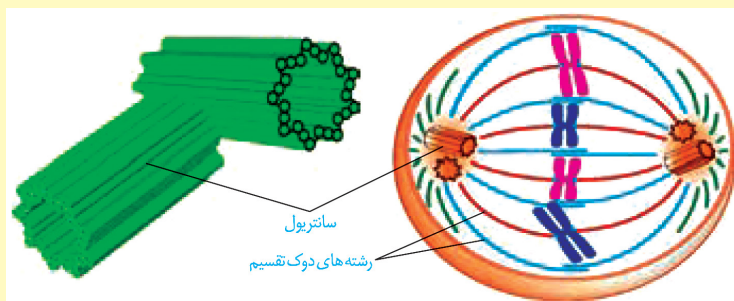
میتوز

متن کتاب درسی

در رشتمان (میتوز) مادهٔ ژنتیک، که در مرحلهٔ «S» همانندسازی شده بود، تقسیم می‌شود و به یاخته‌های جدید می‌رسد. کروموزوم‌ها که در هسته پراکنده‌اند، ابتدا باید به طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته‌های دختری تقسیم شوند. برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم‌ها، ساختارهایی به نام **دوک تقسیم** ایجاد می‌شود. دوک تقسیم، مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر کروموزوم به آن متصل می‌شود. با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند.²⁰

در یاخته‌های جانوری، **میانک (سانتریول‌ها)** ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند.

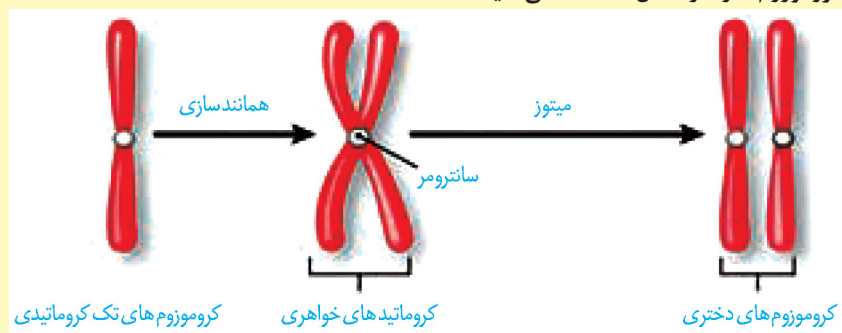
سانتریول‌ها، یک جفت استوانهٔ عمود برهم‌اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته، همانند سازی می‌کنند. هر یک از این استوانه‌ها، از تعدادی لولهٔ کوچک تر پروتئینی تشکیل شده است. ساختار سانتریول‌ها در شکل نشان داده شده است.²¹



■ دوک تقسیم و جفت سانتریول

میتوز، فرایندی پیوسته است، ولی زیست‌شناسان برای سادگی، آن را مرحله‌بندی می‌کنند.²²

طرح ساده‌ای از تقسیم کروموزوم‌ها را در شکل مشاهده می‌کنید.



■ طرح ساده‌ای از تقسیم کروموزوم‌ها و جداسدن کروماتیدهای خواهری در میتوز



20 فب ... حرف اصلی از تقسیم یافته پی بود؟ بعله، یافتهٔ مادر باید هرپی که داره بپفشه به یافته‌های حاصل. نتیجه هم اینه که یافته‌های حاصل دناى برابر دریاخت می‌کنن. دنا هم که داخل هسته در سافتاری به نام کروموزوم پای گرفته و طبیعی که یافته‌های دفتر تعداد کروموزوم یکسانی رو باید دریاخت بکنن.

فب ... حالا این کروموزوم‌های تن لشا 😊 رو کی توی سلول چابها می‌کنه؟

دوک تقسیم این وظیفه رو برعهده داره. دوک تقسیم به مجموعه‌ای از **ریزلوله‌های** پروتئین می‌گن که با شروع تقسیم تشکیل می‌شن. به سانترومر کروموزوم‌ها وصل می‌شن (شاید هم سانترومر به اونا وصل بشه!) و هدایت کروموزوم‌ها رو در عین تقسیم برعهده دارن.

تشکیل این ریزلوله‌های پروتئینی در یافته‌های **جانوری** با سازماندهی سانتریول‌هاست.

21. سانتیریول‌ها از اجزای یافته‌های جانوری و برفی جانداران دیگر هستند.

سانتریول‌ها به صورت استوانه‌های عمود برهم در سیتوپلاسم یافته دیده می‌شوند. هر یافته جانوری موقع ورود به تقسیم، دو بفت سانتیریول دارد که هر بفت سانتیریول به قطبی از سلول منتقل می‌شود. رشته‌های دوکی که بین اون‌ها سازماندهی می‌شوند به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شوند.

با توجه به شکل کتاب هر سانتیریول (هر استوانه) از ۹ دسته ریزلوله پروتئینی (لوله‌های کوچک نه کوچک‌تر) تشکیل شده است. کروموزوم‌ها قبل از شروع تقسیم و با همانندسازی دنا مضاعف می‌شوند و در اواخر تقسیم هسته و با کوتاه شدن رشته‌های دوک عدد کروموزومی هم مضاعف می‌شود، یعنی هر کروموزوم مضاعف می‌شود دو تا کروموزوم غیرمضاعف.

۱۴. چند مورد در ارتباط با دوک تقسیم به درستی بیان شده است؟

(الف) همه رشته‌های دوک تقسیم در حین تقسیم طبیعی یاخته‌ای به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌شوند.

(ب) هر دوک تقسیم شامل یک ریزلوله پروتئینی است که هنگام تقسیم پدیدار می‌شود.

(ج) با شروع تقسیم یاخته، سانتیریول‌ها همانندسازی می‌کنند و هر استوانه به دو استوانه عمود برهم تبدیل می‌شود.

(د) هر جفت سانتیریول که در یاخته‌های جانوری برخلاف یاخته‌های گیاهی دیده می‌شوند، شامل ۵۴ لوله کوچک پروتئینی است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

گزینه

۱۵. هر.....

(۱) رشته دوک تقسیم، هنگام تقسیم پدیدار و به سانترومر کروموزوم متصل می‌شود.

(۲) سانتیریول، استوانه‌ای است که در هر یاخته جانوری ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهد.

(۳) لوله پروتئینی شرکت کننده در دوک تقسیم، در هنگام تقسیم از دو قطب به سطح استوایی یاخته کشیده می‌شود.

(۴) کروموزوم مضاعف شده، هنگام تقسیم از دو طرف به واسطه پروتئین‌های اتصالی به سانترومر، به رشته‌های دوک متصل است.

گزینه

22. میتوز هم مثل رونویسی و ترجمه فرایندی پیوسته است، ما مرحله بندری می‌کنیم تا راحت‌تر بررسی کنیم.

1. **پروفاز:** توی این مرحله سه تا اتفاق مهم رخ می‌ده

اولاً: رشته‌های کروماتین مضاعف شده (کروموزوم‌های غیرفشرده مضاعف)، ضمیمه و فشرده می‌شوند، به صورتی که با میکروسکوپ نوری قابل مشاهده هستند.

دوماً: با انتقال بفت سانتیریول‌ها به دو قطب یافته، رشته‌های دوک بین اون‌ها تشکیل می‌شوند.

سوماً: پوشش هسته شروع به تفریب می‌کند.

2. **پرومتافاز:** در این مرحله پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی به طور کامل تهریزه می‌شود و کروموزوم‌ها از طریق سانترومر به رشته‌های دوک متصل می‌شوند. دیگر از اینجا به بعد هسته نداریم! 😞

3. **متافاز:** کروموزوم‌ها بیشترین فشردگی رو پیدا کردن و با هدایت رشته‌های دوک به سطح استوایی یافته منتقل می‌شوند.

4. **آنافاز:** با تهریزه پروتئین اتصالی به سانترومرها، کروماتیدها از هم جدا شده و با کوتاه شدن رشته‌های دوک، کروموزوم‌های تک کروماتیدی به دو قطب یافته انتقال می‌یابند.

5. **تلوفاز:** دقیقاً عکس وقایع پروفاز در این مرحله رخ می‌دهد. کروموزوم‌ها فشرده‌گیشونو از دست می‌دن، غشای هسته در دو قطب تشکیل می‌شود و رشته‌های دوک تفریب می‌شوند.

فلاصه در پایان تلوفاز به یافته دو هسته‌ای داریم.

۱۶. چند مورد عبارت زیر را به طور نادرست تکمیل می کند؟

- «به طور معمول در یک یاخته یوکاریوتی طبیعی که توانایی تقسیم شدن دارد، هر کروموزوم شده، تقسیم یاخته،»
- (الف) مضاعف - قبل از شروع - فشرده می شود. (ب) مضاعف - هنگام - به دو کروموزوم دخترت تبدیل می شود.
(ج) فشرده - قبل از شروع - مضاعف می شود. (د) فشرده - در پایان - بلندتر و فشرده گی اش کم می شود.
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

گزینه

۱۷. ممکن نیست در یک یاخته یوکاریوتی طبیعی که توانایی تقسیم دارد،

- (۱) کروموزوم فشرده شده، مضاعف شود. (۲) کروموزوم مضاعف شده، فشرده شود.
(۳) کروموزوم فشرده شده، نازک و بلند شود. (۴) کروموزوم مضاعف شده، غیر مضاعف شود.

گزینه

متن کتاب درسی

پروفاز: در این مرحله، رشته های کروماتین فشرده، ضخیم و کوتاه تر می شوند. به طوری که به تدریج با میکروسکوپ نوری می توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن کروموزوم، سانتریول ها به دو طرف یاخته حرکت می کنند و بین آنها دوک میتوزی تشکیل می شود. در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب می کند.

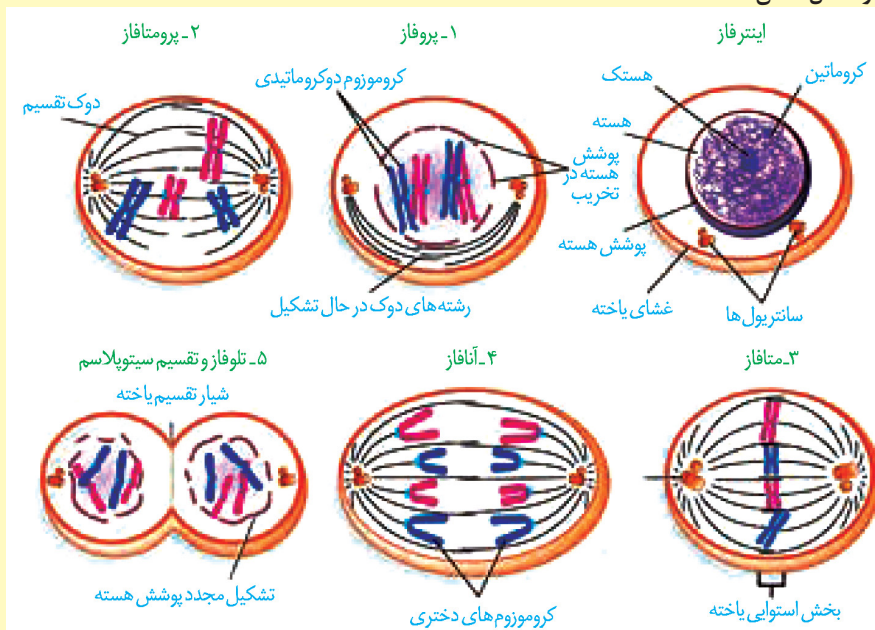
پرومتافاز: در این مرحله، پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی تجزیه می شوند تا رشته های دوک بتوانند به کروموزوم ها برسند. در همین حال سانترومر کروموزوم ها به رشته های دوک متصل می شوند.

متافاز: کروموزوم ها بیشترین فشردگی را پیدا می کنند و در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می شوند.

آنافاز: در این مرحله با تجزیه پروتئین اتصالی در ناحیه سانترومر، کروماتیدها از هم جدا می شوند. فاصله گرفتن کروماتیدها با کوتاه شدن رشته های دوک متصل به کروموزوم انجام می شود. کروموزوم ها که اکنون تک کروماتیدی اند، به دو سوی یاخته (قطب) کشیده می شوند.

تلوفاز: رشته های دوک تخریب شده و کروموزوم ها شروع به باز شدن می کنند تا به صورت کروماتین در آیند. پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می شود. در پایان تلوفاز، یاخته دو هسته با ماده ژنتیکی مشابه دارد.

مراحل تقسیم میتوز در شکل نشان داده شده است.



■ طرح ساده ای از مراحل میتوز

۱۸. کدام گزینه درباره میتوز یک یاخته کبدی انسان سالم، صادق است؟

- (۱) حرکت سانتربول‌ها به دو طرف یاخته، بعد از کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به کروموزوم‌ها رخ می‌دهد.
- (۲) قابل مشاهده شدن کروموزوم‌ها با میکروسکوپ نوری، قبل از تجزیه پروتئین اتصال در ناحیه سانترومر، رخ می‌دهد.
- (۳) بیش‌ترین فشردگی کروموزوم‌ها، قبل از تجزیه کامل پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی مشاهده می‌شود.
- (۴) اتصال سانترومر کروموزوم‌ها به رشته‌های پروتئینی سازنده دوک تقسیم، بعد از تک‌کروماتیدی شدن کروموزوم‌ها صورت می‌گیرد.

گزینه

۱۹. در نخستین مرحله چرخه یاخته‌ای نوعی یاخته پیکری طبیعی بدن انسان که در آن دناهای هسته‌ای دارای فشردگی هستند، قطعاً

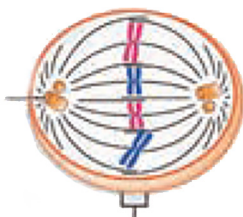
.....

- (۱) پوشش هسته نیز شروع به تخریب شدن می‌نماید.
- (۲) کروموزوم‌ها به تدریج به کمک میکروسکوپ‌های نوری قابل مشاهده خواهند بود.
- (۳) دوک تقسیم، به فام‌تن‌ها متصل شده و آن‌ها را به استوای یاخته حرکت می‌دهند.
- (۴) رشد یاخته به واسطه فعالیت عوامل تنظیم‌کننده رشد که درون آن هستند صورت می‌گیرد.

گزینه

۲۰. با توجه به شکل مقابل که مربوط به تقسیم میتوز می‌باشد، کدام گزینه عبارت زیر را به طور نادرست تکمیل می‌کند؟

می‌توان گفت بلافاصله پس از این مرحله، (با) کوتاه شدن رشته‌های دوک



- (۱) کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند.
- (۲) کروموزوم‌ها به دو سوی یاخته کشیده می‌شوند.
- (۳) کروماتیدها از هم جدا می‌شوند.
- (۴) پس از تجزیه پروتئین اتصال در ناحیه سانترومر، صورت می‌گیرد.

گزینه

۲۱. چند مورد عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌نماید؟

در مرحله‌ای از تقسیم میتوز یاخته یوکاریوتی جانوری که برخلاف مرحله‌ای که ، انجام می‌شود.
الف) پوشش هسته تجزیه می‌شود - کروموزوم‌ها بیش‌ترین فشردگی را پیدا کرده‌اند - کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک متصل نیستند.
ب) پروتئین اتصال در ناحیه سانترومر تجزیه می‌شود - رشته‌های دوک تخریب می‌شود - عدد کروموزومی یاخته مضاعف می‌شود.
ج) پوشش هسته مجدداً تشکیل می‌شود - کروموزوم‌ها در سطح استوایی یاخته ردیف می‌شوند - کروموزوم‌ها به صورت مضاعف شده نیستند.
د) رشته‌های دوک کوتاه می‌شوند - رشته‌های کروماتین فشرده و کوتاهتر می‌شوند - دو هسته با ماده ژنتیکی مشابه درون یاخته مشاهده می‌شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

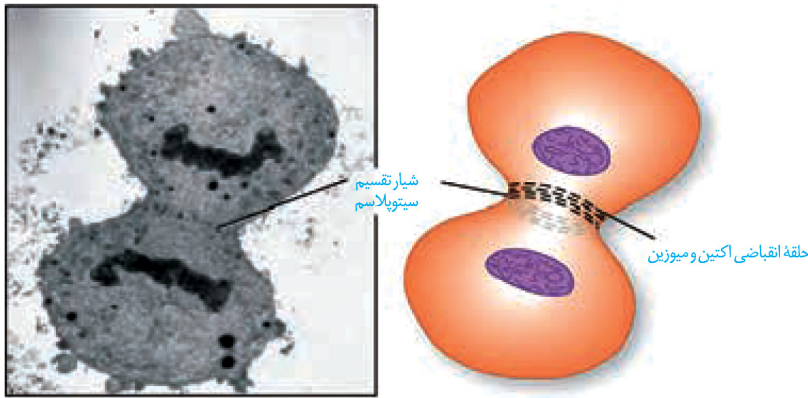
۱ (۱)

گزینه

تقسیم سیتوپلاسم

پس از رشتمان (میتوز)، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می‌شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می‌شود.

در یاخته‌های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در وسط آن شروع می‌شود. این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به غشاء متصل است. با تنگ شدن این حلقه انقباضی در نهایت دو یاخته از هم جدا می‌شوند. ²³



■ تقسیم میان‌یاخته در یک یاخته جانوری



23 بعد از تقسیم هسته، سیتوپلاسم هم تقسیم می‌شود و دو یاخته جدید حاصل می‌شود.

در یاخته‌های جانوری (یاخته‌های بدون دیواره)، حلقه‌ای از جنس پروتئین‌های منقبض‌شونده یعنی اکتین و میوزین تشکیل می‌شود و با انقباض این حلقه، فرورفتگی در مرکز یاخته به وجود می‌آید که در نهایت باعث دو تنگ شدن یاخته می‌شود. غب ... البته این نوع تقسیم سیتوپلاسم باعث تولید دو یاخته هم‌اندازه می‌شود.

22. یک یاخته پوششی زنده در لایه خارجی پوست انسان، به طور معمول در پایان آخرین مرحله از تقسیم هسته
 (1) همانند برخی از یاخته‌های ماهیچه قلبی دارای چهار مجموعه کروموزوم است.
 (2) دارای فرورفتگی در مرکز خود می‌باشد.
 (3) دارای دوک تقسیم در بین دو جفت سانتیریول موجود در دو سوی یاخته می‌باشد.
 (4) کروموزوم‌های مضاعف‌شده آن شروع به باز شدن می‌کنند تا به صورت کروماتین درآیند.

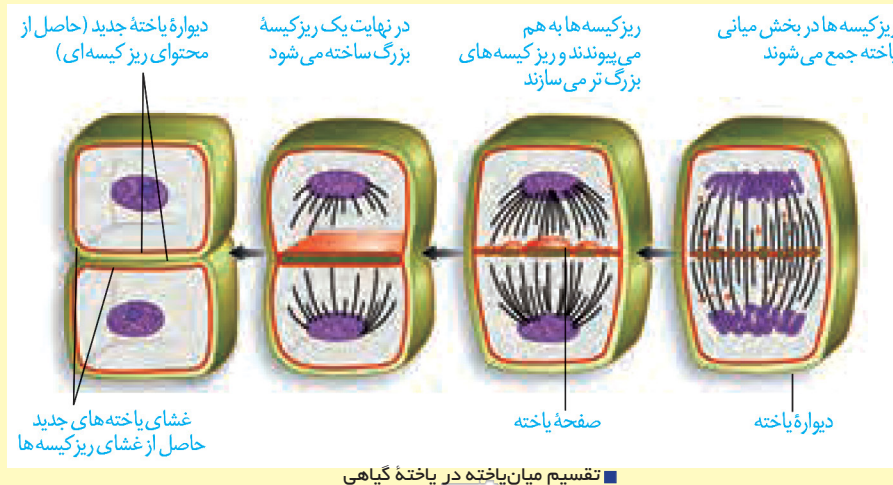
گزینه

23. هر یاخته پیکری انسان بالغ که رشته‌های اکتین و میوزین دارد،
 (1) قطعاً مراحل چرخه یاخته‌ای در آن به طور کامل انجام می‌شود.
 (2) با انقباض خود می‌تواند باعث حرکت اندام‌ها شود.
 (3) قطعاً در مرحله‌ای از چرخه یاخته‌ای می‌تواند کروموزوم‌های مضاعف‌شده داشته باشد.
 (4) قطعاً دارای اجزایی به نام سانتیریول می‌باشد.

گزینه

در یاخته‌های گیاهی، حلقه انقباضی تشکیل نمی‌شود. در این یاخته‌ها نخست ساختاری به نام صفحه یاخته‌ای در محل تشکیل دیواره جدید، ایجاد می‌شود. ²⁴

این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آنها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغه میانی و دیواره یاخته‌اند. با اتصال این صفحه به دیواره یاخته مادری دو یاخته جدید از هم جدا می‌شوند. ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم که سال گذشته با آنها آشنا شدید در هنگام تشکیل دیواره جدید، پایه‌گذاری می‌شوند.



■ تقسیم میان‌یاخته در یاخته گیاهی



²⁴ در یافته‌های گیاهی (یافته‌های یوکاریوتی دارای دیواره)، ریزکیسه‌های خارج شده از دستگاه گلژی، در مرحله **آنافاز** در مرکز یافته تجمع پیدا کرده و به هم می‌پیوندند و به تدریج **صفحه یافته‌ای** رو تشکیل می‌دهند. این ریزکیسه‌ها حاوی مواد اولیه سازنده تیغه میانی هستند که با تشکیل صفحه یافته‌ای و اتصال صفحه به دیواره یافته مادر، دو یافته جدید حاصل می‌شوند. در ضمن، پلاسمودسم و لان هنگام تشکیل دیواره یافته‌ای شکل می‌گیرند.

۲۴. در ارتباط با تقسیم یک یاخته گیاهی می‌توان گفت، به طور قطع
- (۱) در مرحله آنافاز تقسیم هسته، تقسیم سیتوپلاسم آغاز می‌شود.
 - (۲) در مرحله پروفاز، سانتربول‌ها به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند.
 - (۳) مناطقی از دیواره پس از تشکیل آن، نازک می‌شود.
 - (۴) در مرحله پرومتافاز، کروموزوم‌ها بیشترین فشردگی را پیدا کرده‌اند.

گزینه

۲۵. در جریان تقسیم یک یاخته گیاهی نرم آکنه‌ای

- (۱) کروموزوم‌ها در بخش میانی یاخته به صورت متصل به رشته‌های دوک تشکیل شده توسط سانتربول‌ها، قرار می‌گیرند.
- (۲) جدا شدن دو یاخته جدید همزمان با تشکیل صفحه یاخته‌ای صورت می‌گیرد.
- (۳) لان و پلاسمودسم‌ها قبل از جمع شدن ریزکیسه‌های حاوی پیش‌سازهای تیغه میانی و دیواره یاخته در بخش میانی، پایه‌گذاری می‌شوند.
- (۴) قبل از تشکیل دیواره یاخته جدید، از به هم پیوستن ریزکیسه‌های کوچک، یک ریزکیسه بزرگ تشکیل می‌شود.

گزینه

تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است

بعضی از یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های مریستمی گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند. ²⁵ همین یاخته‌ها در شرایط خاصی، مثلاً شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حد تعداد یاخته‌ها، تقسیم خود را کاهش می‌دهند و یا متوقف می‌کنند. برعکس، نورون‌های دستگاه عصبی به ندرت تقسیم می‌شوند. این یاخته‌ها چگونه تشخیص می‌دهند در چه زمان یا به چه مقداری باید تقسیم شوند؟ چه عواملی تنظیم‌کننده سرعت و تعداد تقسیم یاخته‌اند؟ چگونه تعداد چرخه‌های یاخته تنظیم می‌شوند و چرا این تنظیم در برخی یاخته‌ها به هم می‌خورد؟

عوامل تنظیم‌کننده تقسیم یاخته

یاخته‌ها در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی سرعت تقسیم خود را تنظیم می‌کنند. انواعی از پروتئین‌ها وجود دارد که با فرایندهایی منجر به تقسیم یاخته‌ای می‌شوند. پروتئین‌های دیگری نیز وجود دارند که در شرایط خاصی، مانع از تقسیم یاخته‌ها می‌شوند. ²⁶ این پروتئین‌ها در سرعت تقسیم یاخته مانند پدال گاز و ترمز عمل می‌کنند؛ یا در گیاهان در محل آسیب دیده، نوعی عامل رشد تولید می‌شوند تا با تقسیم سریع، توده یاخته ایجاد کنند. این توده یاخته مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود؛ یا نوعی عامل رشد، در پوست انسان زیر محل زخم تولید می‌شود که با افزایش سرعت تقسیم یاخته‌ها، سرعت بهبود زخم را افزایش می‌دهد. مثال دیگر این مواد، اریتروپویتین است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. با توجه به آنچه آموختید این ماده بر کدام بخش بدن اثر می‌گذارد و نتیجه آن چیست؟



25 فاصله ... فاصله ... بعضی از یافته‌ها مثل یافته‌های بنیادی مغز استخوان و یافته‌های مریستمی گیاهان دائماً در حال تقسیمند، که البته در شرایطی ممکنه سرعت تقسیمشون کم و یا حتی متوقف بشه.

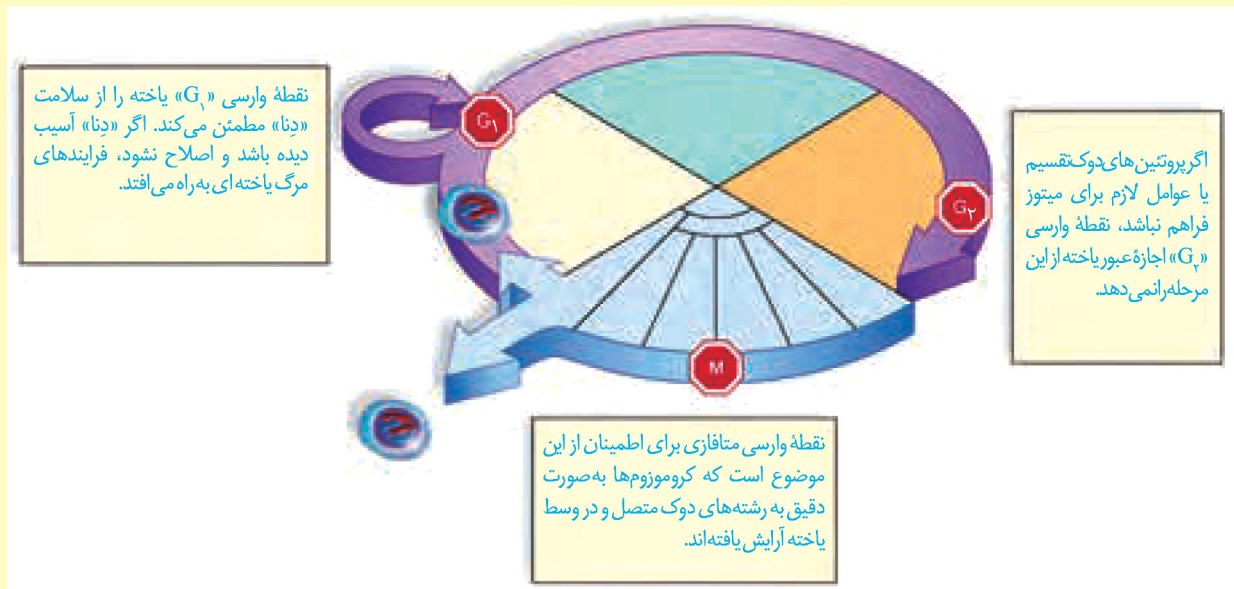
برفی هم مثل یافته‌های عصبی به ندرت تقسیم می‌شن!!

26 حالا ... عواملی که سبب تنظیم سرعت یافته می‌شن، عبارتند از:

عوامل محیطی و شیمیایی

این عوامل با تاثیر بر پروتئین‌هایی می‌تونن سرعت تقسیم را افزایش و یا سبب کاهش سرعت تقسیم می‌شن. مثلاً کاهش اکسیژن محیط سبب افزایش ترشح هورمون پروتئینی به نام اریتروپویتین از کبد و کلیه می‌شه.

در چرخه یاخته‌ای، چند نقطه واریسی وجود دارد. نقاط واریسی مراجلی از چرخه یاخته‌اند که به آن اطمینان می‌دهند که مرحله قبل کامل شده است و عوامل لازم برای مرحله بعد آماده‌اند. 27 در شکل بعضی از این نقاط را می‌بینید.



نقطه واریسی «G₁» یاخته را از سلامت «دنا» مطمئن می‌کند. اگر «دنا» آسیب دیده باشد و اصلاح نشود، فرایندهای مرگ یاخته‌ای به‌راه می‌افتد.

اگر پروتئین‌های دوک‌تقسیم یا عوامل لازم برای میتوز فراهم نباشد، نقطه واریسی «G₂» اجازه عبور یاخته از این مرحله را نمی‌دهد.

نقطه واریسی متافازی برای اطمینان از این موضوع است که کروموزوم‌ها به‌صورت دقیق به رشته‌های دوک متصل و در وسط یاخته آرایش یافته‌اند.

نقاط واریسی در چرخه یاخته



- 27 در پررنگ یافته‌ای چند تا نقطه واریسی وجود دارد که سه تا شامل:
- a نقطه واریسی G₁
 - b نقطه واریسی G₂
 - c نقطه واریسی متافازی هستند.

۲۶. چند مورد در ارتباط با نقاط واریسی در چرخه یاخته‌ای به درستی بیان شده است؟

الف) در هر چرخه یاخته‌ای تنها سه نقطه واریسی G₁، G₂ و متافازی دیده می‌شود.

ب) اگر اختلال در نقطه واریسی متافازی رخ دهد، ممکن است در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند کروموزوم مشاهده شود.

ج) اگر دوک تقسیم تشکیل نشده باشد، نقطه واریسی G₂ اجازه عبور یاخته از این مرحله را نمی‌دهد.

د) نقطه واریسی G₁ می‌تواند سبب فعال شدن پروتئین‌های تخریب کننده در یاخته و در نتیجه مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته شود.

۴ (۴)

۳ (۳)

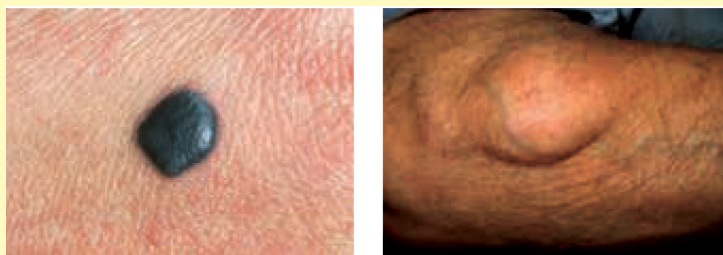
۲ (۲)

۱ (۱)

گزینه

تقسیم بی‌رویه یاخته

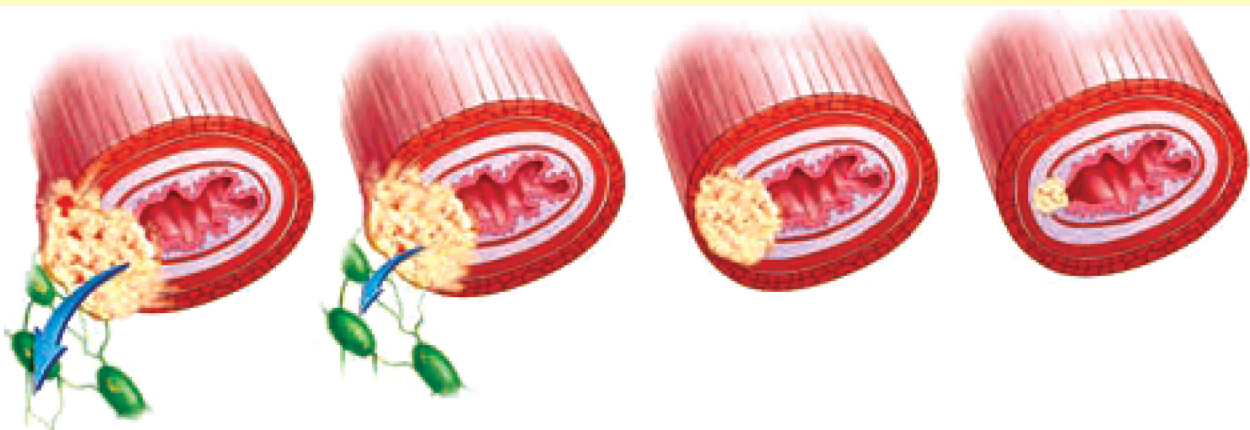
یاخته‌ها با تقسیم، افزایش و با مرگ، کاهش می‌یابند. اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته‌ها به هم بخورد، چه وضعی پیش می‌آید؟²⁸ نتیجه می‌تواند ایجاد یک تومور باشد. تومور، توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می‌شود. تومورها به دو نوع خوش‌خیم و بدخیم تقسیم می‌شوند. نوع خوش‌خیم رشدی کم دارد و یاخته‌های آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند. این نوع تومور معمولاً آنقدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند. البته در مواردی که تومور بیش از اندازه بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند. لیپوما یکی از انواع تومورهای خوش‌خیم است که در افراد بالغ متداول است. در این تومور، یاخته‌های چربی تکثیر شده و توده یاخته ایجاد می‌کند.



■ تومور بدخیم (ملانوما)

■ تومور خوش‌خیم (لیپوما)

تومور بدخیم یا سرطان به بافت‌های مجاور حمله می‌کند و توانایی **دگرنشینی (متاستاز)** دارد؛ یعنی می‌تواند یاخته‌هایی از آن جدا شده و همراه با جریان خون، یا به ویژه لنف به نواحی دیگر بدن بروند، در آنجا مستقر شوند و رشد کنند. علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخه یاخته از کنترل خارج شود.²⁹



۴- یاخته‌های سرطانی از راه لنف به بافت‌های دورتر می‌روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آنها می‌شوند.

۳- یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کنند.

۲- یاخته‌های سرطانی در بافت‌ها گسترش می‌یابند، ولی هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده‌اند.

۱- یاخته سرطانی شروع به تهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.

■ مراحل رشد و دگرنشینی یاخته‌های سرطانی



28 آگه تعادل بین تقسیم و مرگ یافته‌ها بهم بخوره (سرعت تقسیم بیشتر از مرگ یافته‌ها بشه) موجب تشکیل تومور می‌شه. یافته‌های تومور فوش‌فیم، معمولاً به یافته‌های مجاور آسیبی نمی‌رسونه ولی یافته‌های تومور بدخیم به یافته‌ها و بافت‌های مجاور حمله می‌کنن.

29 پس، هواسـت باشـه علت اصلی سرطان تغییر در ماده ژنتیکه که موجب بهم خوردن تعادل در چرخه یاخته‌ای می‌شه.

۲۷. کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

- «در دومین مرحله رشد و مناساز یاخته‌های سرطانی آخرین مرحله رشد آن‌ها،»
- ۱) برخلاف - یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور دسترسی پیدا کرده‌اند.
 - ۲) همانند - یاخته‌های سرطانی از راه لنف به بافت‌های دورتر بدن منتقل می‌شوند.
 - ۳) برخلاف - یاخته‌های تومور به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده‌اند.
 - ۴) همانند - یاخته‌های سرطانی شروع به تهاجم به یاخته‌های سالم بافت می‌کنند.

گزینه

متن کتاب درسی

تشخیص و درمان سرطان

روش‌های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان‌ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. **بافت‌برداری روشی** است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می‌شود. آزمایش خون به این شناسایی کمک می‌کند.³⁰

روش‌های رایج درمان سرطان شامل جراحی، شیمی‌درمانی و پرتو درمانی است. در پرتو درمانی، یاخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، به طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می‌گیرند. شیمی‌درمانی با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همه بدن می‌شود. این روش‌های درمانی می‌توانند به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برسانند. مرگ این یاخته‌ها از عوارض جانبی شیمی‌درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می‌شود. حتی بعضی افراد که تحت تأثیر تابش‌های شدید، یا شیمی‌درمانی قوی قرار می‌گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی مورد نیاز را بسازند.

وراثت و محیط، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند

پروتئین‌ها، تنظیم‌کننده چرخه یاخته و مرگ آن هستند. پروتئین‌ها محصول عملکرد ژن‌ها هستند. بنابراین، مشخص است که در ایجاد سرطان، ژن‌ها نقش دارند.³¹

ژن‌های زیادی شناخته شده‌اند که در بروز سرطان مؤثرند. علت شیوع بیشتر بعضی سرطان‌ها در بعضی جوامع، همین مسئله است. عوامل محیطی هم در بروز سرطان مؤثرند. پرتوهای فرابنفش، بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار «دنا» آسیب می‌زنند.³²

سایر پرتوها و مواد شیمیایی سرطان‌زا، مواد غذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی، بعضی ویروس‌ها، قرص‌های ضدبارداری، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.



30 **تشخیص سرطان:** با استفاده از **بافت‌برداری** که آزمایش خون هم می‌تونه به تشخیص و شناسایی سرطان کمک کنه.

درمان سرطان: با استفاده سه روش مرسوم صورت می‌گیره

1 عمل جراحی: که بافت و یا اندام سرطانی رو از بدن خارج می‌کنن.

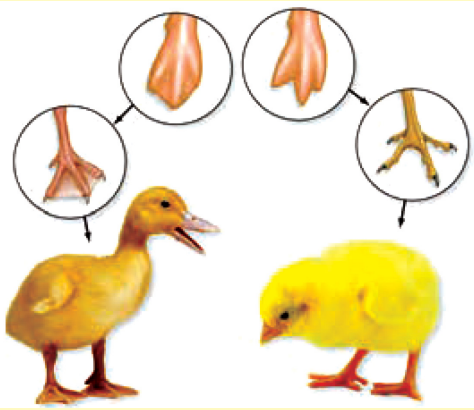
2 شیمی‌درمانی: که با استفاده از داروهای شیمیایی جلوی رشد همه یاخته‌های بدن گرفته می‌شه و می‌تونه آسیب جری به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش بزنه.

3 پرتو درمانی: که با استفاده از پرتو قوی، پرتو یاخته‌ای در یاخته‌های سرطانی و حتی یاخته‌های دیگه متوقف می‌شه.

31 چون دستور ساخته شدن پروتئین‌ها رو ژن‌ها صادر می‌کنن، پس جهش در ژن سازنده هر یک از پروتئین‌های تنظیم‌کننده پرتو یاخته‌ای، می‌تونه موجب سرطان بشه.

32 عوامل محیطی که نگو ...! تقریباً بیشتر عوامل محیطی پیرامون ما می‌تونن در بروز سرطان نقش داشته باشن.

مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته



حذف پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی برخی پرنده‌ها در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده

مرگ یاخته‌ها می‌تواند تصادفی باشد؛ مثلاً در بریدگی، یاخته‌ها آسیب می‌بینند و از بین می‌روند. به این حالت، بافت‌مردگی گفته می‌شود. ولی مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای شامل یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی شده است که در بعضی یاخته‌ها و در شرایط خاص ایجاد می‌شود.³³

این فرایند با رسیدن علائمی به یاخته شروع می‌شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین‌های تخریب‌کننده در یاخته شروع به تجزیه اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند. حذف یاخته‌های پیر یا آسیب دیده، مانند آنچه در آفتاب سوختگی اتفاق می‌افتد، مثالی از مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای است؛ چون پرتوهای خورشید دارای اشعه فرابنفش‌اند آفتاب سوختگی می‌تواند سبب آسیب به «دنا» یاخته‌ها و بروز سرطان شود. مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای، با از بین بردن یاخته‌های آسیب دیده، آنها را حذف می‌کند. مثال دیگر، حذف یاخته‌های اضافی از بخش‌های عملکردی مانند پرده‌های بین انگشتان پا در پرنده‌ها است.



33

در اثر بریدگی و آسیب بافتی در هر نوع یاخته و بافتی می‌تونه رخ بره	تصادفی	مرگ یاخته‌ها
در برفی از یاخته‌ها و در شرایطی خاص پروتئین‌های تهریزه‌کننده فعال می‌شن و با تهریزه اجزای یاخته موجب مرگشون می‌شن.	برنامه‌ریزی شده	

۲۸. کدام گزینه وجه تشابه مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای و مرگ تصادفی یاخته‌ای است؟

- ۱) در نهایت منجر به فعالیت بلعیدن (فاگوسیتوز) توسط نوعی از یاخته‌های دومین خط دفاعی می‌شود.
- ۲) در پی آسیب به مولکول‌های دنا می‌شود در هسته یاخته آغاز می‌شود.
- ۳) با رسیدن علائمی از لنفوسیت‌های فعال و با دخالت آن‌ها امکان‌پذیر است.
- ۴) شامل یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی شده است.

گزینه

میوز و تولید مثل جنسی

در گذشته با تولید مثل جنسی و غیرجنسی آشنا شدید. با توجه به آنچه آموخته‌اید، چه تفاوت‌های اصلی در این دو نوع تولید مثل وجود دارد؟ هر یک از این روش‌ها چه مزایایی دارد؟ چه روش‌های تولید مثل غیرجنسی را می‌شناسید؟ کدام نوع تقسیم با تولید مثل جنسی ارتباط بیشتری دارد؟³⁴

کاستمان (میوز)، کاهش تعداد کروموزوم‌ها

در تولید مثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته‌های آنها با هم ادغام می‌شوند. یاخته‌های مؤثر در تولید مثل جنسی با نوعی تقسیم کاهش‌ی به نام میوز ایجاد می‌شوند.³⁵

به نظر شما اهمیت این نوع تقسیم در جانداران چیست؟ میوز از دو مرحله کلی میوز او ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته نیز تقسیم میان یاخته انجام می‌شود. پیش از این تقسیم نیز، مانند میتوز، اینترفاز رخ می‌دهد.



34 **اولاً:** تفاوت اصلی تولیدمثل غیرجنسی و جنسی در اینه که در تولیدمثل غیرجنسی گامتی تشکیل نمی‌شه و بر همین اساس لقاحی هم رخ نمی‌ده. در حالی که در تولیدمثل جنسی گامت تشکیل می‌شه که البته در اغلب اوقات لقاح هم بین گامت‌های نر و ماده رخ می‌ده. **دوماً:** مزیت تولیدمثل غیرجنسی اینه که در هر شرایطی و بدون نیاز به بفت رخ می‌ده و از سوی دیگر مزیت تولیدمثل جنسی اینه که با توجه به لقاح بین گامت‌ها تنوع در جمعیت افزایش پیدا می‌کنه.

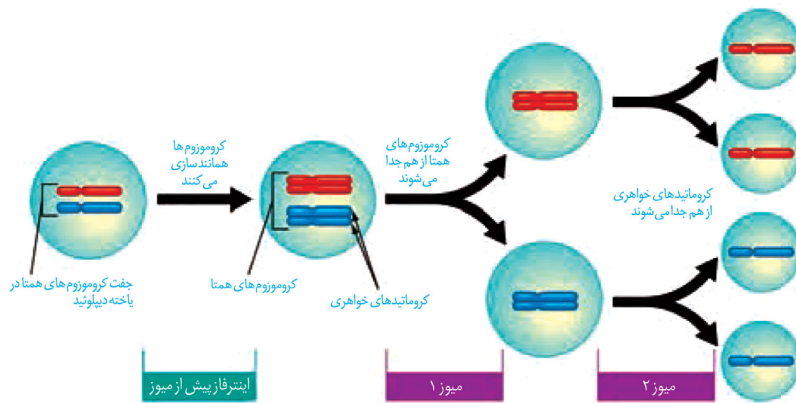
سوماً: تولیدمثل غیرجنسی در **باکتری‌ها، آغازیان** (مثل تقسیم شدن)، **قارچ‌ها** (پوانه زدن در مفرم)، **گیاهان** (انواع تولیدمثل رویشی) و حتی **جانوران** (مثل پوانه زدن در هیدر) دیده می‌شه.

پهارماً: در بیشتر جانورانی که تولیدمثل جنسی دارند تقسیم میوز به طور مستقیم در تولیدگامت‌ها و انجام این فرایند نقش داره.

35 در تولیدمثل جنسی (اکثراً) گامت‌های دو جنس مخالف با هم لقاح می‌یابند و هسته‌های دو گامت با هم ادغام شده و هسته تفم را تشکیل می‌دهند.

گامت‌ها معمولاً حاصل تقسیم میوز هستند. در این تقسیم همانند میتوز، **پس از تقسیم هسته**، تقسیم سیتوپلاسم رخ می‌دهد و قبل از شروع تقسیم هسته، همانند میتوز، اینترفاز انجام می‌شود ولی پرفلاف میتوز، میوز شامل دو مرحله تقسیم هسته متوالیه.

توضیح در مورد طرح ساره میوز:



۲۹. کدام گزینه در ارتباط با تولید مثل در جانداران قطعاً درست است؟

- (۱) در تولیدمثل جنسی همواره دو یاخته جنسی با هم ترکیب و هسته‌های آن‌ها با هم ادغام می‌شوند.
- (۲) یاخته‌های مؤثر در تولیدمثل جنسی همواره با نوعی تقسیم کاهشی به نام میوز ایجاد می‌شود.
- (۳) جاندار حاصل از تولیدمثل جنسی همواره از نظر ویژگی‌های ظاهری و ژنتیکی شبیه به والدین خود است.
- (۴) هر جانور حاصل از تولیدمثل جنسی همواره از میتوز یک یاخته حاصل شده است.

گزینه

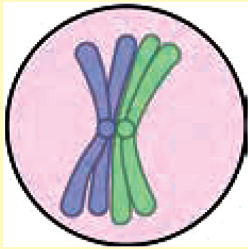
۳۰. اگر یک یاخته ۴۸ کروموزومی تقسیم میوز انجام دهد، در پایان میوز کروموزومی تولید می‌کند.

- (۱) دو یاخته ۱۲ (۲) چهار یاخته ۱۲ (۳) دو یاخته ۲۴ (۴) چهار یاخته ۲۴

گزینه

میوز ۱

در این مرحله از تقسیم میوز، عدد کروموزومی نصف می‌شود. این بخش از میوز ۴ مرحله دارد که عبارت‌اند از: پروفاز ۱، متافاز ۱، آنافاز ۱ و تلوفاز ۱. ³⁶



■ طرح ساده‌ای از یک تتراد

پروفاز ۱: کروموزوم‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و فشرده می‌شوند. به این ساختار ۴ کروماتیدی، **تتراد** گفته می‌شود. تترادها از ناحیه سانترومر به رشته‌های دوک متصل می‌شوند. سایر وقایع این مرحله، شبیه پروفاز و پرومتافاز میتوز است.

متافاز ۱: تترادها در استوای یاخته، روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.

آنافاز ۱: کروموزوم‌های هم ساخت که هر یک دو کروماتیدی‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوه کوتاه شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند میتوز است.

تلوفاز ۱: با رسیدن کروموزوم‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود. معمولاً در پایان میوز ۱ تقسیم میان یاخته انجام می‌شود. نتیجه میوز ۱ ایجاد دو یاخته است.

با توجه به شکل می‌توانید بگویید عدد کروموزومی یاخته‌های حاصل، چه تفاوتی با یاخته مادری دارد؟



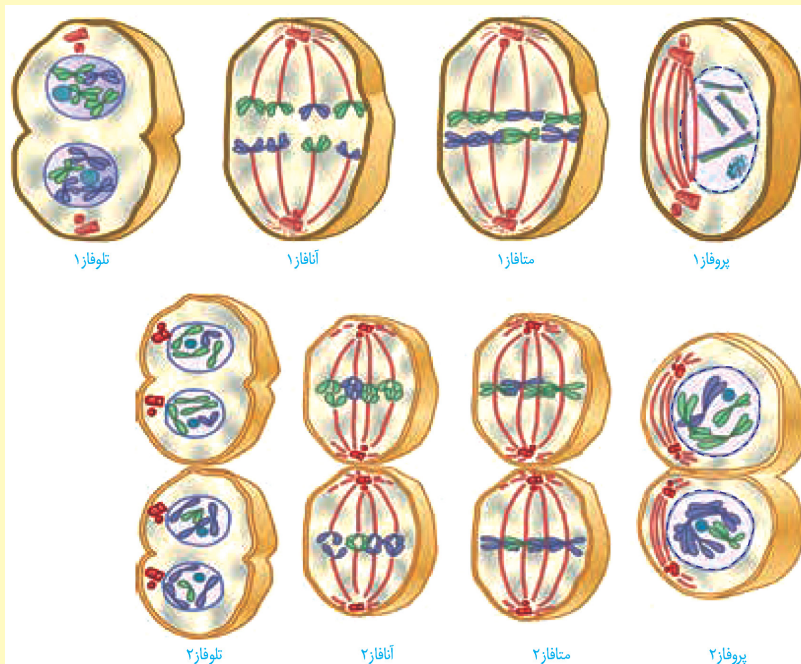
36 میوز (۱) پرفلاف میتوز شامل چهار مرحله است.

- 1 **پروفاز (۱):** به طور کلی شبیه به پروفاز و پرومتافاز میتوز ولی با این تفاوت که کروموزوم‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و تتراد رو تشکیل می‌دهند. هر تتراد کروموزومی شامل دو کروموزوم مضاعف همتا، چهار کروماتید، دو سانترومر و چهار مولکول DNAست.
- 2 **متافاز (۱):** تترادها در استوای یاخته روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.
- 3 **آنافاز (۱):** کروموزوم‌های همتا از هم جدا می‌شوند و هر کروموسوم به قطبی از یاخته منتقل می‌شوند.
- 4 **تلوفاز (۱):** شبیه به تلوفاز میتوز یعنی در هر قطب یاخته، یک هسته تشکیل می‌شود. معمولاً بعد از پایان میوز ۱، تقسیم سیتوپلاسم رخ می‌دهد.

میوز ۲

در این مرحله یاخته‌های حاصل از میوز ۱، مراحل پروفاز ۲، متافاز ۲، آنافاز ۲ و تلوفاز ۲ را می‌گذرانند. وقایع میوز ۲ بسیار شبیه میتوز است و در پایان آن، از هر یاخته دو یاخته شبیه هم ایجاد می‌شود که کروموزوم‌های آنها تک کروماتیدی است و نصف کروموزوم‌های یاخته‌های مادر را دارند. ³⁷

در پایان میوز ۲، تقسیم میان یاخته انجام می‌شود. در مجموع و با پایان تقسیم میوز از یک یاخته $2n$ ، ۴ یاخته n کروموزومی حاصل می‌شود.



■ طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم میوز



37. وقایع میوز ۲ کاملاً شبیه میوز، در پایان این تقسیم، تقسیم سیتوپلاسم هم رخ می‌دهد و از هر یافته حاصل از میوز (۱)، دو یافته با نصف تعداد کروموزوم‌های یافته اولیه حاصل می‌شود.

- ۳۱. در طی تقسیم میوز کامل نوعی یاخته دیپلوئید، ممکن نیست در مرحله یا مراحل بعد از
 - (۱) جدا شدن کروموزوم‌های همتا از یک‌دیگر، پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌های تک کروماتیدی تشکیل شود.
 - (۲) تجزیه شدن غشای هسته در اطراف کروموزوم‌های غیرهمتا، کروماتیدهای خواهری از یک‌دیگر جدا شوند.
 - (۳) فرارگیری کروموزوم‌های غیرهمتا در استوای یاخته، غشای هسته در اطراف یک مجموعه کروموزومی تشکیل شود.
 - (۴) تشکیل دوک تقسیم در اطراف هسته‌های هاپلوئید، مقدار دناي هسته‌های یاخته‌ها افزایش یابد.

گزینه

- ۳۲. در ارتباط با تقسیم میوز در هر یاخته دیپلوئید هسته‌دار، چند مورد همواره صحیح است؟
 - (الف) در نخستین مرحله، کروموزوم‌های همتا بعد از فشرده شدن، از طول در کنار هم قرار گرفته و تتراد می‌سازند.
 - (ب) در حد فاصل میوز ۱ و ۲، فشردگی کروموزوم‌های هر یک از یاخته‌های حاصل از میوز از بین می‌رود.
 - (ج) در هر مرحله‌ای که طول گروهی از رشته‌های دوک کاهش می‌یابد، مقدار دناي هر کروموزوم نسبت به مرحله قبل تغییری نمی‌کند.
 - (د) تقسیم سیتوپلاسم به کمک پروتئین‌های انقباضی اکتین و میوزین، همراه با مراحل تلوفاز انجام می‌گیرد.

(۱) ۰ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

گزینه

- ۳۳. در مرحله‌ای از تقسیم میوز نوعی یاخته دیپلوئید که قطعاً
 - (۱) کروموزوم‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند - بین سانتیبول‌ها دوک تقسیم تشکیل می‌شود.
 - (۲) کروموزوم‌های مضاعف شده به طرفین یاخته می‌روند - رشته‌های دوک به دو طرف سانترومر هر کروموزوم متصل هستند.
 - (۳) رشته‌های دوک به طرفین سانترومر هر کروموزوم متصل می‌شوند - ساختارهای چهارکروماتیدی در یاخته مشاهده نمی‌شود.
 - (۴) کروموزوم‌ها در سطح استوایی یاخته ردیف می‌شوند - کروموزوم‌های سازنده هر تتراد بیش‌ترین میزان فشردگی را دارند.

گزینه

تقسیم یاخته

متن کتاب درسی

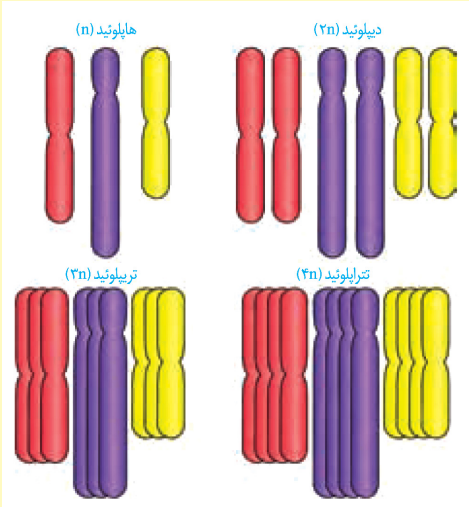
تغییر در تعداد کروموزوم‌ها

گرچه تقسیم یاخته‌ای با دقت زیاد انجام می‌شود، ولی به ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد. چندلادی (پلی پلوئیدی) شدن و با هم ماندن کروموزوم‌ها، نمونه‌هایی از این خطاهای میوزی هستند. ³⁸

اشتباه در تقسیم می‌تواند، هم در تقسیم میتوز و هم در تقسیم میوز رخ دهد، ولی چون یاخته‌های حاصل از میوز در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، از اهمیت بیشتری برخوردارند.

پلی پلوئیدی شدن: اگر در مرحله آنافاز همه کروموزوم‌ها بدون اینکه از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر کروموزوم خواهد داشت و یاخته دیگر فاقد کروموزوم خواهد بود. ³⁹

در آزمایشگاه می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد.



■ طرح ساده‌ای از تعداد کروموزوم‌ها



38 اشتباه در تقسیم میتوز و میوز می‌تونه سبب با هم ماندن کروموزوم‌ها و پلی‌پلوئیدی شدن بشه، که علت این دو فرایند را باید در مرحله آنافاز جستجو کرد. البته وقوع این دو فرایند در تقسیم میوز مهمتر از تقسیم میتوزه.

39 در پلی‌پلوئیدی شدن، همه کروموزوم‌ها در آنافاز به یک قطب از یاخته منتقل می‌شه. در نتیجه، یکی از یاخته‌های حاصل فاقد کروموزوم و یافته دیگه عدد کروموزومی مضاعف داره.

متن کتاب درسی

به یاخته یا جانداری که یاخته‌های آن بیش از دو دست کروموزوم داشته باشد، چندلاد (پلی‌پلوئید) گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی $6n$ و موز $3n$ کروموزوم‌اند.

با هم ماندن کروموزوم‌ها: در این حالت، یک یا چند کروموزوم در مرحله آنافاز (میتوز و میوز) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند کروموزوم مشاهده می‌شود. ⁴⁰

نمونه این حالت، نشانگان داون است. به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت نشانگان می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود 47 کروموزوم دارند. کروموزوم اضافی مربوط به شماره 21 است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد 3 کروموزوم شماره 21 دارند. علت بروز این حالت آن است که یکی از گامت‌های ایجادکننده فرد، به جای یک کروموزوم شماره 21، دارای 2 کروموزوم 21 بوده است. بالابودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای میوزی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود. علت این موضوع را در فصل‌های آینده خواهید آموخت. عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم میوز شوند. مصرف دخانیات، نوشیدنی‌های الکلی، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌توانند در روند جدا شدن کروموزوم‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کند.



40 با هم ماندن کروموزوم‌ها در آنافاز میتوز و میوز (یک یا دو) رخ می‌ده که در نتیجه جدا نشدن یک یا چند کروموزوم، یافته‌هایی به وجود میاد که یک یا چند کروموزوم اضافی دارن یا یک یا چند کروموزوم کم دارن.

اگر با هم ماندن کروموزوم‌ها در آنافاز میوز (1 و 2) رخ بده در نتیجه گامت‌های غیر طبیعی حاصل می‌شن که از لقاح اون‌ها با گامت طبیعی، تفع غیر طبیعی به وجود میاد.

۱.۳۴ اگر در نوعی حشره با عدد کروموزومی 18 در یاخته‌های پیکری، که فرمول کروموزومی جنسی آن‌ها متفاوت با انسان است (یعنی نرها دو کروموزوم X و ماده‌ها فقط یک کروموزوم X دارند)، با هم ماندن یک جفت از کروموزوم‌های غیر جنسی و همچنین جفت کروموزوم جنسی در هنگام اسپرم‌زایی رخ دهد، کدام گزینه عدد کروموزومی اسپرم‌های حاصل را نشان نمی‌دهد؟

- (۱) $9 + XX$ (۲) $9 + O$ (۳) $8 + O$ (۴) $7 + XX$

گزینه