

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

کتاب مرجع

# بیولوژی کمپل

CAMPBELL  
BIOLOGY  
ELEVENTH EDITION



جلد سیمین: انتدیک

برای ایش بارگاهه - ۱۷۰۱

ریس \* اویی \* کاین \* واسمن \* مینورسکای \* جکسون

متجمیین \* شراره مستانی نژاد \* علی سینا شاهی \* مریم کوهدار \* نسترن اصخری

ویراستار علمی \* مصطفی پویان

زیر نظر \* دکتر سامان حسینخانی (استاد گروه زیست‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس)



عنوان و نام پدیدآوردنده	:	کتاب جامع بیولوژی کمپبل /ریس ... (و دیگران)، مترجمین شاره مستانی نژاد ... (و دیگران)؛
ویراستار علمی مصطفی پویان؛ زیر نظر سامان حسینخانی		
مشخصات نشر	:	تهران: کتب آموزشی پیشرفت، ۱۳۹۹
مشخصات ظاهری	:	ج: ۲۹×۲۲ س.م. ۲۱۲ صفحه.
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۷۰۷۱-۶۶۵ ۸۵۰۰۰
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیبا
عنوان اصلی:	:	Campbell biology, 11 ed th, 2017
یادداشت	:	نویسنده‌گان ریس، اوری، کاین، واسمن، مینورسکای، جکسون
یادداشت	:	مترجمین شاره مستانی نژاد، علی سینا شاهی، مریم کوهدار، نسترن اصغری
یادداشت	:	در ویراستهای قبلی نیل کمپبل سرشناسه بوده است.
مندرجات	:	ج. ۳. زنگنه
موضوع	:	زیست‌شناسی
موضوع	:	Biology
شناسه افزوده	:	ریس، جین، نویسنده همکار
شناسه افزوده	:	Reece, Jane B
شناسه افزوده	:	کمپبل، نیل، ۱۹۴۶ - م
شناسه افزوده	:	Campbell, Neil A
شناسه افزوده	:	مستانی نژاد، شاره، مترجم
شناسه افزوده	:	پویان پنهنه کلائی، مصطفی، ۱۳۵۱ - ، ویراستار
شناسه افزوده	:	حسینخانی، سامان
شناسه افزوده	:	QH ۳۰/۸/۲
شناسه افزوده	:	۵۷۰
شناسه افزوده	:	۶۱۷۷۰۶۰
شناسه افزوده	:	شناسه افزوده



## کتاب مرجع بیولوژی کمپبل جلد سوم: زنگنه

ناه کتاب:	کتاب مرجع بیولوژی کمپبل (جلد سوم)
مولفین:	جین ریس و همکاران
ترجمه:	فانه زیست‌شناسی
گروه ترجمه:	شاره مستانی نژاد و همکاران
ویراستار علمی:	مصطفی پویان
ویرایش ادبی:	مریم مجاور
зор نظر:	دکتر سامان حسینخانی
ناشر:	کتاب آموزشی پیشرفته
طراح و گرافیست:	سپیده زادی
هزارفمینی:	اقدس فرقانی - مصطفی مرادی آهنی
نوبت چاپ:	۱۳۹۹-۱۰
ناظر چاپ:	سید احمد موسوی
لیتوگرافی، چاپ، صحافی:	طیف‌نگار
شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۷۰۷۱-۶۶۵
شمارگان:	۵۰۰۰ نسخه
قیمت:	۸۵۰۰۰ تومان

# UNIT 3

## ژنتیک

### مصاحبه با شرلے تیلگمن

#### چگونه به علم و خصوصاً زیست‌شناسی علاقه‌مند شدید؟



همه چیز از عشق من به ریاضیات آغاز شد. پدرم ادعا می‌کند که وقتی من پنج ساله بودم، دلم می‌خواست به جای خواندن داستان برای من، معماهای ریاضی طرح کنم! در دبیرستان این علاقه به مبحث شیمی تغییر یافت. زیرا من منطق قوانین شیمی را دوست داشتم. اما در کالج دریافتیم که من شباختی به یک شیمیدان خوب ندارم چرا که برای من طبیعی به نظر نمی‌رسید. من به دنبال چیزی رفتیم که بیشتر با نحوه کارکرد مغز من سازگار بود و خوشبختانه آزمایش Meselson-stahl (مزلسون و استال) جالب ترین چیزی بود که تابه حال خوانده بودم (شکل ۱۱-۱۶ را ببینید). من به سختی قادر به درک DNA بودم. اما می‌دانستم که می‌خواهم در مورد آن بیاموزم! من می‌خواستم یک زیست‌شناس مولکولی شوم.

#### زمانی که شما آزمایشگاه زیست‌شناسی مولکولی خود را تأسیس کردید، چگونه مطلبی که می‌خواستید مطالعه کنید را انتخاب کردید؟

من می‌خواستم روی اینکه چگونه ژن‌ها در هنگام تکوین اولیه پستانداران روشن و خاموش می‌شوند. مطالعه کنم، بنابراین در متون علمی به دنبال RNA پیامبری گشتم که در مراحل اولیه تکوین به میزان زیاد بیان و تنظیم می‌شد. به طور اتفاقی با ژن آلفا فتوپروتئین، Afp بروخورد کردم. این ژن در اوایل رشد جنین روشن می‌شود و یکی از فراوان ترین mRNA است، اما پس از تولد کاملاً خاموش می‌شود.

ما آموختیم که تقویت‌کننده‌های این ژن، (توالی‌های DNA که عوامل رونویسی به آن متصل می‌شوند)، هستند که در طی مراحل خاصی باعث ایجاد چنین سطح بالایی از بیان ژن می‌شوند.

#### چگونه مطالعه شما درباره تنظیم Afp منجر به مطالعه ژن H<sub>19</sub> گردید؟

این یک مورد کلاسیک از سرنوشت بود. اگر شما کتاب کودک «خرگوش کوچولو به دنبال حسن بوبایی اش می‌رود» را دیده باشید، آن طوری است که من در مورد ژن H<sub>19</sub> فکر می‌کنم. هنگامی که ما در مورد Afp کار می‌کردیم می‌خواستیم ژن‌های دیگری را که مشابه با آن تنظیم می‌شوند پیدا کنیم و H<sub>19</sub> نزدیکترین مثال به آن بود. زمانی که یک ژن در اختیار داشته باشیم، اولین کاری که انجام می‌دهیم توالی‌بابی آن است و این کار به دانشجوی من Vassilis Pachnis سپرده شد. او توالی را به من نشان داد و من دیدم که هیچ ناحیه رمزکننده پرونیتی در آن وجود ندارد، بنابراین از او خواستم تا قطعه را دوباره توالی‌بابی کند. دانشجوی بیچاره من H<sub>19</sub> را ۱۰ بار توالی‌بابی کردا موضوعی که نهایتاً ما را متقاعد کرد که محصول آن ژن یک RNA غیررمزنگار است (RNAی که پروتئین رمز نمی‌کند). استخراج این بین از چندین پستاندار و توالی‌بابی همه آنها بود. ما دیدیم که توالی در همه آنها بسیار مشابه بود، اما هیچ یک توالی رمزنگار نداشتند.

#### شما چه چیز دیگری را در مورد ژن H<sub>19</sub> کشف کردید؟

زمانی که ما بر روی H<sub>19</sub> کار می‌کردیم، من یک تجربه علمی کلاسیک داشتم. من به یک نشست علمی رفتم و پژوهشگری را دیدم که نقش‌پذیری ژن Igf<sub>1</sub> را که در مجاورت H<sub>19</sub> بود را گزارش کرد. نقش‌پذیری به این معنی است که تهرا و نوشت ژن بهارثرسیده از یک والد خاص بیان می‌شود. ارتباط و همبستگی زیادی بین Igf<sub>1</sub> و H<sub>19</sub> وجود داشت، بنابراین من به آزمایشگاه بازگشتم و یک دانشجوی فوق دکترا به نام ماریسا بارتولومئی را متقاعد کردم که نقش‌پذیری ژن H<sub>19</sub> را بررسی کند. ما کشف کردیم که فقط کپی از ژن H<sub>19</sub> که از مادر به اirth می‌رسد، بیان می‌گردد، به عبارتی دیگر، H<sub>19</sub> نیز دارای نقش‌پذیری است. ما ده سال زمان برای کار بر روی جزئیات صرف کردیم. این نخستین ژن نقش‌پذیری بود که مکائیس عملکرد آن آشکار شد.

به‌نظر می‌رسد که نقش‌پذیری شامل اضافه کردن گروههای متیل به DNA است که بیان ژن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گروههای متیل فقط در یک گامتاتاز‌والدین - یا مادری‌پادر - اضافه می‌شوند.

در حال حاضر حداقل ۱۰۰ ژن شناخته شده‌اند که دارای نقش‌پذیری هستند و حتی تعداد ژن‌های بیشتری وجود دارند که می‌بایست آنالیز شوند.

شرلی تیلگمن یک کانادایی متولد تورنتو و متخصص رشته شیمی و بیوشیمی از دانشگاه کوئین گینگستون ایالت اونتاریو است. او در سال ۱۹۷۵ از دانشگاه تمپل در رشته بیوشیمی مدرک Ph.D گرفت. او به عنوان یک متخصص دارای مدرک فوق دکترا در مؤسسه ملی سلامت، به کلون کردن اولین ژن پستانداران (بنا گلوبین) کمک کرد و به طرح سؤال درباره مبنای مولکولی تکوین جنبن پرداخت. پس از دوره فوق دکترا در مرکز سلطان ماکس در ایالت فیلادلفیا به عنوان محقق مشغول به کار شد. در سال ۱۹۸۶، به دانشگاه پرینستون نقل مکان کرد، در آنجا موفق به کشفیات اولیه‌ای در مورد ژن‌های نقش‌پذیر گردید، ژن‌هایی که براساس آن والدی که از او به اirth برده می‌شوند، بیان متفاوتی دارند. او بنیان گذار مؤسسه لوبیس - سینگلر به منظور انجام تحقیقات ژنومیکس گردید. دکتر تیلگمن ریاست پرینستون را از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ عهده‌دار بود.

او یک عضوی از آکادمی ملی علوم است و به عنوان یک وکیل معتمد برای مؤسسات متعدد کار می‌کند.

*If you've seen the children's book Little Bunny Follows His Nose, that's how I think of the H19 gene.*

▼ Dr. Tilghman and graduate student Ekaterina Semenova examine a mouse tissue preparation.





## میوز و چرخه‌های زندگی جنسی



▲ شکل ۱-۱۳ چه چیزی مسئول شباهت‌های خانوادگی است؟

والدین به فرزندان می‌رسند، آغاز می‌کنیم، فرایندهای میوز (یک نوع خاص از تقسیم سلولی) و لقاح (ترکیب شدن اسپرم با تخمک)، طی چرخه زندگی جنسی، تعداد کروموزوم‌ها را در گونه‌ها ثابت نگه می‌دارند. همچنین مکانیسم‌های سلولی میوز و تفاوت‌های آن را با میتوز شرح خواهیم داد. در نهایت، اینکه چگونه میوز و لقاح در تنوع ژنتیکی مشارکت دارند، مانند تنوع مشاهده شده در خانواده نشان داده شده در شکل ۱-۱۳ را مورد توجه قرار خواهیم داد.



یک اسپرم در حال بارور کردن یک تخم

### ۱۳-۱ فرزندان از طریق کروموزوم‌ها ژن‌ها را از والدین دریافت می‌کنند

ممکن است دوستی به شما بگوید که شما بینی مادرتان یا چشمان پدرتان را دارید. ولی والدین واقعاً بینی، چشم‌ها، موها یا هر ویژگی اختصاصی دیگر را به فرزندان خود نمی‌دهند. پس عملاً چه چیزی انتقال می‌یابد؟

#### وراثت ژن‌ها

والدین، اطلاعات به رمز درآمده به شکل واحدهای وراثتی، تحت عنوان ژن<sup>۱</sup> را به فرزندان خود انتقال می‌دهند. این ارتباط ژنتیکی با والدین، دلیل شباهت‌های خانوادگی مانند

#### مفاهیم کلیدی

- ۱-۱۳. فرزندان از طریق کروموزوم‌ها ژن‌ها را از والدین دریافت می‌کنند
- ۲-۱۳. لقاح و میوز در چرخه‌های زندگی جنسی تناوب دارند
- ۳-۱۳. میوز، تعداد مجموعه‌های کروموزومی را از دیپلوئید به هاپلوئید کاهش می‌دهد
- ۴-۱۳. تنوع ژنتیکی حاصل از چرخه‌های زندگی جنسی در تکامل نقش دارد

#### نگاه کلی

#### تنوع

همهٔ ما می‌دانیم زاده‌ها بیش از آنچه که به افراد غیرخویشاوند شبیه باشند، به والدین خود شباهت دارند. اگر به اعضای خانواده نشان داده شده در شکل ۱۳-۱ نگاه کنید، می‌توانید شباهت‌هایی بین آنها مشاهده کنید. انتقال صفات از یک نسل به نسل بعدی، توارث یا وراثت نامیده می‌شود (از کلمهٔ لاتین heres به معنای وراثت گرفته شده است). اما، دختران و پسران با والدین، خواهر و برادرهای خودشان یکسان نیستند. به موازات شباهت‌های وراثتی، تنوع نیز وجود دارد. اما مکانیسم‌های زیستی که موجب شباهت و تنوع وراثتی می‌شوند (که ما آن را شباهت خانوادگی می‌نامیم) کدام‌اند؟ پاسخ این سؤال تا قبل از پیشرفت ژنتیک در قرن بیستم، برای زیست‌شناسان پوشیده مانده بود.

ژنتیک علم مطالعهٔ وراثت و تنوع وراثتی است. در این بخش، شما در مورد ژنتیک در سطح موجود زنده، سلول و مولکول مطالعهٔ خواهید کرد. ما در این فصل، مطالعهٔ خود در ژنتیک را با بررسی اینکه چگونه در موجودات دارای تولید مثل جنسی، کروموزوم‌ها از



معین ژن در طول یک کروموزوم، لوکوس<sup>۲</sup> ژن نامیده می‌شود.  
دارایی ژنتیکی ما شامل ژن‌های روی کروموزوم‌هایی است که  
از والدین خود به ارث برده‌ایم.

### مقایسه تولیدمثل جنسی و غیرجنسی

فقط موجوداتی که تولیدمثل غیرجنسی دارند فرزندانی کاملاً شبیه خودشان (نظیر هم) تولید می‌کنند. در تولیدمثل غیرجنسی<sup>۳</sup>، یک فرد (مانند یک سلول مخمر یا یک آمیب، شکل ۱۲-۲۵ را بینید)، تنها والد است و کپی تمام ژن‌های خود را به فرزندش منتقل می‌کند. برای مثال، موجودات یوکاریوتی تکسلولی می‌توانند به طور غیرجنسی از طریق تقسیم سلولی میتوуз تولیدمثل کنند که در آن، DNA کپی شده و به طور مساوی به دو سلول دختر می‌رسد. ژنوم فرزندان واقعاً کپی‌های دقیق ژنوم والدین است. بعضی موجودات زنده پرسلولی نیز قادرند تولیدمثل غیرجنسی داشته باشند (**شکل ۱۳-۲**). چون سلول‌های فرزند از طریق میتوуз در والد حاصل شده‌اند، معمولاً از نظر ژنتیکی مشابه والد خود هستند. فردی که به صورت غیرجنسی تولیدمثل می‌کند، یک **کلون**<sup>۴</sup> ایجاد می‌نماید. کلون، یک گروه از افرادی است که از نظر ژنتیکی مشابه یکدیگرند. گاهی در تولیدمثل غیرجنسی موجودات زنده، تفاوت‌های ژنتیکی براثر تغییر در DNA که جهش نام دارد، ایجاد می‌شوند. جهش در فصل ۱۷-۵ مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

در تولیدمثل جنسی<sup>۵</sup>، دو والد، فرزندانی را به وجود می‌آورند که هریک مقدار یکسانی ژن را از دو والد خود می‌گیرد. برخلاف یک کلون، فرزندان حاصل از تولیدمثل جنسی از نظر ژنتیکی با هر دو والد و نیز خواهر و برادرهای خود متفاوت هستند. آنها علی‌رغم داشتن شباهت، با یکدیگر تفاوت دارند و دقیقاً نسخه مشابه یکدیگر نیستند. تنوع ژنتیکی همانند آنچه در تصویر ۱۳-۱ نشان داده شده، یک نتیجه بسیار مهم تولیدمثل جنسی است. چه مکانیسم‌هایی این تنوع ژنتیکی را تولید می‌کنند؟ پاسخ این سؤال در رفتار کروموزوم‌ها طی چرخه زندگی جنسی نهفته است.

رنگ چشم یا خال‌ها است. همچنان‌که ما از تخم لقادیافتی تا بزرگسالی نمو پیدا می‌کنیم، ژن‌های ما ویژگی‌های اختصاصی معینی را که پدیدار می‌شوند، برنامه‌ریزی می‌کنند. برنامه ژنتیکی به زبان DNA نوشته می‌شود، شما در سر فصل‌های ۱-۱ و ۵-۵ آموختید که DNA، پلیمری از چهار نوع مونومر مختلف به نام نوکلئوتید است. همان‌طور که اطلاعات چاپ شده، به شکل توالی‌های معنی‌داری از حروف هستند، اطلاعات وراثتی نیز به شکل توالی خاصی از نوکلئوتیدهای هر ژن انتقال می‌یابند. زبان، یک سری علائم نمادی است. مغز، کلمات و جملات را به تصاویر و عقاید ذهنی ترجمه می‌کند. برای مثال، هنگام خواندن «سیب» آنچه را که شما تصور می‌کنید هیچ شباهتی به شکل کلمه سیب ندارد. به طور مشابهی، سلول‌ها «جملات» ژنتیکی را به خال‌ها و ویژگی‌های دیگری ترجمه می‌کنند که هیچ شباهتی به خود ژن‌ها ندارند. بیشتر ژن‌ها ساختن آنزیم‌های معین و پروتئین‌های دیگری را در سلول برنامه‌ریزی می‌کنند که این پروتئین‌ها صفات وراثتی جاندار را ایجاد می‌کنند. برنامه‌ریزی این صفات به شکل DNA، یکی از موضوعات وحدت‌بخش در زیست‌شناسی است.

اساس مولکولی انتقال صفات وراثتی، در مضاعف شدن دقیق DNA نهفته است که نسخه‌هایی از ژن‌ها را تولید می‌کند و این ژن‌ها می‌توانند از والدین به فرزندان منتقل شوند. در گیاهان و جانوران، سلول‌های تولیدمثلی به نام گامت‌ها<sup>۶</sup>، انتقال‌دهنده ژن‌ها از یک نسل به نسل بعد هستند. طی لقادی، گامت‌های نر و ماده (اسپرم و تخمرک) به هم می‌پیوندند و درنتیجه ژن‌های هر دو والد به فرزندان می‌رسند.

به جز مقادیر بسیار جزئی DNA در میتوکندری‌ها و کلروپلاست‌ها، DNA<sup>۷</sup> یک سلول یوکاریوت به صورت کروموزوم‌هایی در هسته قرار دارد. هریک از گونه‌های موجودات زنده، تعداد معینی کروموزوم دارند. برای مثال، انسان‌ها در تمام سلول‌های پیکری خود (همه سلول‌های بدن به جز گامت‌ها و پیش‌سازه‌ایشان) ۴۶ کروموزوم دارند. هر کروموزوم شامل یک مولکول DNA<sup>۸</sup> طویل است که به طور دقیقی در اتصال با پروتئین‌های گوناگون پیچ خورده است. یک کروموزوم شامل چندصد تا چند هزار ژن است که هر ژن توالی خاصی از نوکلئوتیدها را در مولکول DNA دارد. موقعیت

2- Locus (Loci) (جمع)

3- Asexual reproduction

4- Clone

5- Sexual reproduction



(تشکیل تخم) شروع می‌شود و تا تولید فرزندان خود ادامه می‌یابد. در این بخش، ما انسان را به عنوان یک مثال برای پیگیری رفتار کروموزوم‌ها در چرخه‌های زندگی به کار می‌بریم. ما این مبحث را با توجه به تعداد کروموزوم‌ها در سلول‌های پیکری و گامت‌های انسان آغاز می‌کنیم. سپس خواهید دید که چگونه رفتار کروموزوم‌ها با چرخه زندگی انسان و انواع دیگر چرخه‌های زندگی ارتباط دارد.

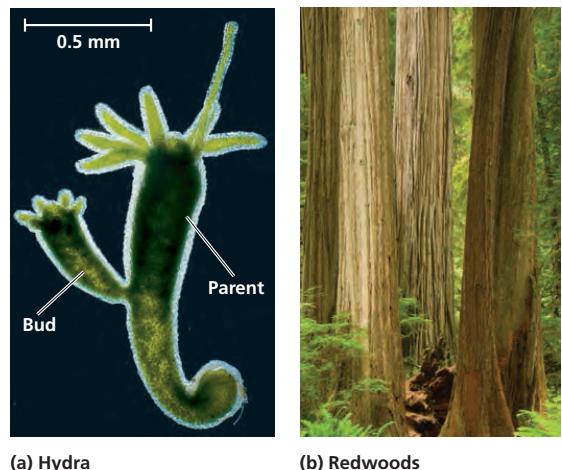
### مجموعه‌های کروموزوم‌ها در سلول‌های انسان

در انسان، هر سلول پیکری<sup>۲</sup> ۴۶ کروموزوم دارد. طی میتوز، کروموزوم‌ها به قدر کافی فشرده می‌شوند، به طوری که زیر میکروسکوپ نوری قابل مشاهده هستند. از آنجایی که کروموزوم‌ها از نظر اندازه، موقعیت سانتروم و الگوی نوارهای رنگی که به وسیله رنگ‌های اختصاصی تولید می‌کنند با یکدیگر متفاوت هستند، هنگامی که به مقادیر کافی متراکم شوند، می‌توانند از طریق بررسی‌های میکروسکوپی از یکدیگر تشخیص داده شوند.

بررسی دقیق ریزنگار<sup>۳</sup> ۴۶ کروموزوم انسان در یک سلول در حال میتوز، نشان می‌دهد که از هر نوع کروموزوم، دو عدد وجود دارند. این موضوع وقتی آشکار می‌شود که تصاویر کروموزوم‌ها به صورت جفت جفت و از طویل‌ترین کروموزوم به کوچک‌ترین آنها، مرتب می‌شوند. نمایش این کروموزوم‌های مرتب شده، کاریوتیپ<sup>۴</sup> نامیده می‌شود (**شکل ۱۳-۳**). هر جفت کروموزوم، دارای طول مساوی، موقعیت مشابه سانتروم و الگوی رنگ‌آمیزی مشابه هستند. این کروموزوم‌ها، کروموزوم‌های هومولوگ<sup>۵</sup> یا همتا نامیده می‌شوند. هر یک جفت کروموزوم، ژن‌های کنترل کننده صفات و راثتی مشابهی را دربردارند. برای مثال، اگر یک ژن برای رنگ چشم در یک لوکوس خاص روی یک کروموزوم معین قرار داشته باشد، پس همتای این کروموزوم نیز یک ژن تعیین‌کننده رنگ چشم در همان لوکوس خود خواهد داشت.

برای الگوی عمومی کروموزوم‌های همتا در سلول پیکری انسان، یک استثنای مهم وجود دارد که دو کروموزوم متفاوت به نامهای X و Y هستند. زنان یک جفت کروموزوم همتای X دارند (XX) اما مردان یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y دارند (XY). فقط قسمت‌های کوچکی از X و Y همتای (شکل ۱۳-۳). در تاریخچه تولیدمثلى یک موجود زنده است که از لقاد

▼ **شکل ۱۳-۲** تولیدمثلى غیرجنسی در دو جاندار پرسلوی. (a) این جانور پرسلوی نسبتاً ساده (هیدر) از طریق جوانهدن تولیدمثلى می‌کند. جوانه (یک توده از سلول‌های در حال تقسیم میتوز) به شکل یک هیدر کوچک تکوین می‌یابد، به طوری که از والد جدا می‌شود (LM). (b) کلیه درختان در این حلقه به طریق غیر جنسی از یک درخت والدی واحد به وجود آمدند که گنده آن در مرکز حلقه قرار دارد.



### پرسش‌های مبحث ۱۳-۱

**۱- ارتباط دهید** با استفاده از دانش خود درباره بیان ژن در یک سلول، توضیح دهید که علت بروز خصوصیات والدی (مانند رنگ مو) در فرزندان چیست؟ (سر فصل ۵-۵ را ببینید).

**۲- توضیح دهید** علت اینکه زاده‌های حاصل از تولیدمثلى غیرجنسی دارای تشابه ژنتیکی با یکدیگر و والد خود هستند، چیست؟

**۳- چه می‌شد اگر؟** یک گیاه‌شناس به پرورش گل ارکیده پرداخته است و سعی دارد برخی صفات موردنظر خود را در آن ایجاد کند. پس از گذشت سال‌ها وی موفق به انجام این کار شد، حال برای تولید انبوه این گیاه بهتر است از دانه گیاه استفاده کند یا آن را کلون کند؟ چرا؟

برای ملاحظه پاسخ‌های پیشنهادی، به ضمیمه A مراجعه کنید.

### ۱۳-۲ لقاد و میوز در چرخه‌های زندگی جنسی تناوب دارند

یک چرخه زندگی<sup>۱</sup>، توالی نسل به نسل از مراحلی در تاریخچه تولیدمثلى یک موجود زنده است که از لقاد

2- Somatic cell

3- Karyotype

4- Homologous chromosomes

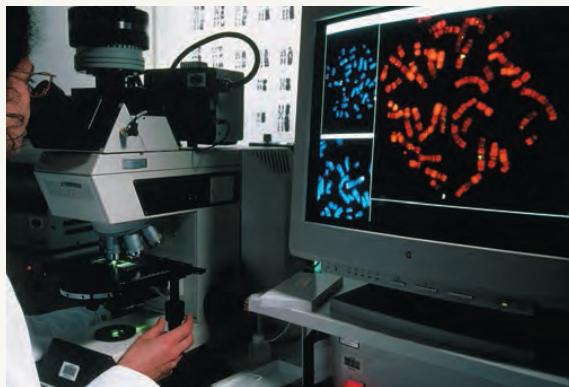
1- Life cycle



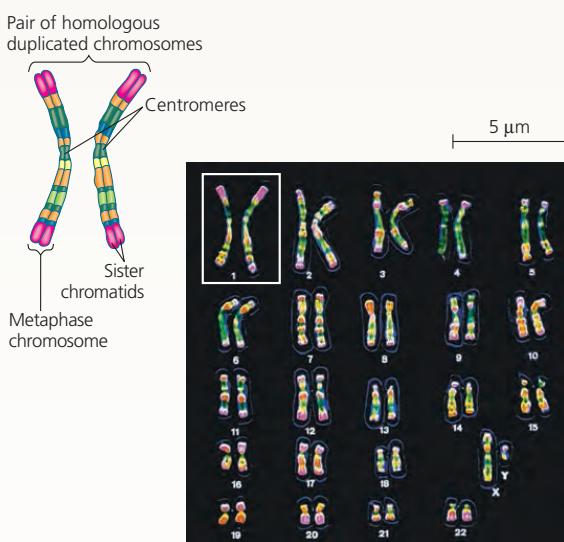
### ▼ شکل - ۳ روشن تحقیق

#### آماده سازی بک کاریوتیپ

**کاربرد:** کاریوتیپ، نشان دادن کروموزوم های متراکم مرتب شده به صورت جفت چفت است. تهیه کاریوتیپ می تواند برای نشان دادن ناهنجاری در تعداد کروموزوم ها یا نقص های کروموزومی مربوط به اختلالات و راثتی خاص مانند سندروم داون مفید باشد.



**تکنیک:** کاریوتیپ ها از سلول های پیکری جاذبه دهای تهیه می شوند که با یک دارو برای انجام میتووز تحریک می گردند و سپس برای چند روز در محیط کشت رشد داده می شوند. یک اسلاید از سلول های متوقف شده در متابافاز، رنگ آمیزی می شود و سپس با میکروسکوپ مجهر زده می شود و بین دیجیتال مشاهده می گردد. یک ریزنگار دیجیتال از کروموزوم ها در یک کامپیوتر وارد می شود و کروموزوم ها براساس اندازه و شکل به صورت جفت چفت به طور الکترونیکی مرتب می شوند.



**نتایج:** این کاریوتیپ، کروموزوم های یک مرد طبیعی را نشان می دهد. اندازه کروموزو، موقیت سانتوم و الگوی نوارهای رنگ شده به شناسایی کروموزوم های خاص کمک می کند. اگرچه در کاریوتیپ مشکل تشخیص داده می شود، ولی هر کروموزوم متافازی شامل دو کروماتید خواهی است که به یکدیگر متصل هستند (نمودار را مشاهده کنید).

یکدیگرند. بیشتر ژن هایی که روی کروموزوم X هستند، همتایی روی کروموزوم کوچک Y ندارند و کروموزوم Y ژن هایی را دارد که روی X همتایی ندارند. از آنجایی که کروموزوم های X و Y، جنسیت یک فرد را تعیین می کنند، این کروموزوم ها، کروموزوم های جنسی<sup>۱</sup> و سایر کروموزوم ها، اتوزوم<sup>۲</sup> نامیده می شوند.

جفت بودن کروموزوم های همتا در هر سلول پیکری انسان، نتیجه منشأ جنسی ماست. ما از هریک از والدین خود یک کروموزوم از هر جفت را می گیریم. بنابراین ۴۶ کروموزوم سلول پیکری ما درواقع دو مجموعه ۲۳ کروموزومی هستند که یک مجموعه، مادری (از مادر) و مجموعه دیگر پدری (از پدر) است. تعداد کروموزوم ها در هر مجموعه به صورت  $n$  نشان داده می شود. هر سلول که دارای دو مجموعه کروموزوم باشد، سلول دیپلولئید<sup>۳</sup> نامیده می شود و یک عدد کروموزومی دیپلولئید دارد که به اختصار  $2n$  گفته می شود. برای انسان، عدد دیپلولئید،  $46 = 2n$  است که تعداد کروموزوم ها را در هر سلول پیکری مانشان می دهد. در سلولی که سنتز DNA صورت می گیرد، تمام کروموزوم ها مضاعف می شوند و بنابراین هر کروموزوم شامل دو کروماتید خواهی مشابه می شود. **شکل - ۴** به توضیح بخش های گوناگونی که ما در توصیف کروموزوم های مضاعف شده در یک سلول دیپلولئید به کار می بریم، کمک می کند. برای درک تفاوت های بین کروموزوم های همتا، کروماتید های خواهی، کروماتید های غیر خواهی و مجموعه های کروموزومی، این شکل را مطالعه کنید.

برخلاف سلول های پیکری، گامت ها (سلول های اسپرم و تخمک) دارای یک مجموعه کروموزوم هستند. هریک از این سلول ها، سلول هاپلولئید<sup>۴</sup> نامیده می شوند و هریک تعداد کروموزوم هاپلولئید ( $n$ ) دارند. برای انسان ها، عدد هاپلولئید  $23 = n$  است که تعداد کروموزوم های موجود در هر گامت می باشد. مجموعه ۲۳ کروموزومی، شامل ۲۲ اتوزوم به اضافه یک کروموزوم جنسی است. یک سلول تخمک (که اووم نیز نامیده می شود) دارای یک کروموزوم X است، ولی یک اسپرم ممکن است یک کروموزوم X یا یک کروموزوم Y داشته باشد. توجه داشته باشید که هر گونه ای که تولید مثل جنسی دارد، یک عدد هاپلولئید و یک عدد دیپلولئید خاص دارد.

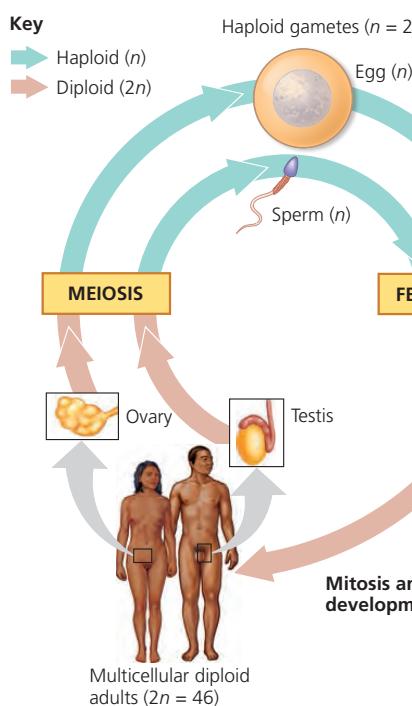
- 1- Sex chromosomes
- 2- Autosomes
- 3- Diploid cell
- 4- Haploid cell



زیرا دارای دو مجموعه کروموزومی هاپلائید می‌باشد و شامل ژن‌های موجود در خطوط خانوادگی پدری و مادری است. همان‌طور که یک انسان از یک زیگوت به یک انسان بالغ از نظر جنسی نموده باشد، میتوان تمام سلول‌های بدن را به وجود می‌آورد. هر دو مجموعه کروموزومی موجود در زیگوت و همه ژن‌هایی که این کروموزوم‌ها حمل می‌کنند، به طور دقیق به سلول‌های پیکری ما انتقال می‌یابند.

تنها سلول‌هایی از بدن ما که با میتووز تولید نمی‌شوند، گامت‌ها هستند که در گنادها (تخمدان‌ها در زنان و بیضه‌ها در مردان) نموده باشند (شکل ۱۳-۵). تصور کنید اگر گامت‌های انسان با انسان با میتووز به وجود می‌آمدند چه اتفاقی می‌افتد؟ آنها همانند سلول‌های پیکری دیپلائید می‌شوند. در دور بعدی لقاح، وقتی دو گامت به هم می‌بیوستند، تعداد طبیعی ۴۶ کروموزوم، دوبرابر (۹۲ کروموزوم) شده و بهمین ترتیب در هر نسل، تعداد کروموزوم‌ها دوبرابر می‌شود.

▼ **شکل ۱۳-۵ چرخه زندگی انسان.** در هر نسل، دو برابر شدن تعداد مجموعه‌های کروموزومی روی می‌دهد که حاصل لقاح است و بهوسیله نصف شدن تعداد مجموعه‌های کروموزومی از طریق میوز، جبران می‌شود. در انسان، تعداد کروموزوم‌ها در یک سلول هاپلائید ۲۳ است که یک مجموعه کروموزومی می‌باشد ( $n = 23$ ). تعداد کروموزوم‌ها در زیگوت دیپلائید و تمام سلول‌های پیکری، ۴۶ است که شامل دو مجموعه کروموزومی می‌باشد ( $2n = 46$ ).

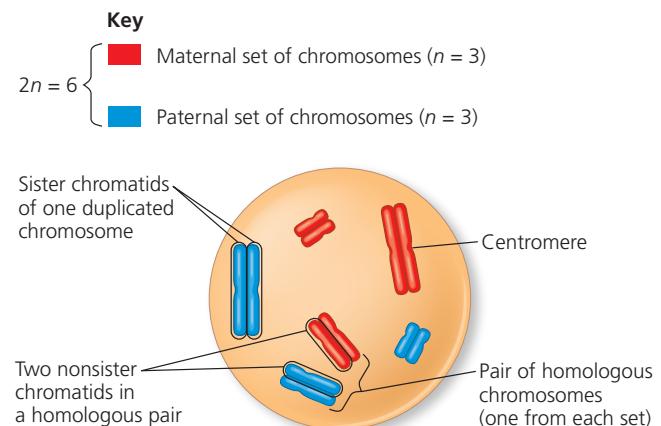


در این شکل کدهای رنگی به کار رفته که برای سایر چرخه‌های زندگی که بعداً در این کتاب می‌آیند نیز مطرح می‌شود. پیکان‌های سبزرنگ، مراحل هاپلائید چرخه زندگی و پیکان‌های قهوه‌ای روشن، مراحل دیپلائید آن را نشان می‌دهند.

به عنوان مثال، مگس سرکه، دروزوفیلا ملانوگاستر، عدد دیپلائید ( $2n = 8$ ) و عدد هاپلائید ( $n = 4$ ) دارد، در حالی که سگ‌ها دارای عدد دیپلائید ۷۸ و عدد هاپلائید ۳۹ هستند. تعداد کروموزوم‌ها معمولاً ارتباطی با اندازه یا میزان پیچیدگی ژنوم یک گونه ندارد و تعداد قطعات DNA که ژنوم را می‌سازند را تعیین می‌کند که این موضوع به تاریخچه تکاملی آن گونه برمی‌گردد.

حال که مفهوم اعداد دیپلائید و هاپلائید کروموزوم‌ها را آموخته‌اید، رفتار کروموزوم‌ها را طی چرخه زندگی جنسی بررسی می‌کنیم. از چرخه زندگی انسان به عنوان یک مثال استفاده می‌کنیم.

▼ **شکل ۱۳-۶ توصیف کروموزوم‌ها.** در اینجا یک سلول با عدد کروموزومی دیپلائید در مرحله  $G_1$  اینترفاز نشان داده شده است که این مرحله پس از مضاعف شدن کروموزوم‌هاست (کروموزوم‌ها به طور مصنوعی متراکم شده‌اند). هر یک از ۶ کروموزوم مضاعف شده، شامل دو کروماتید خواهی است که در سانترومر به هم متصل هستند. هر جفت کروموزوم همتا، شامل یک کروموزوم از مجموعه کروموزوم مادری (قرمز) و یک کروموزوم از مجموعه پدری (آبی) است. هر مجموعه کروموزوم شامل ۳ کروموزوم است. کروماتیدهای غیرخواهی، کروماتیدهای یک جفت کروموزوم همتا هستند که با یکدیگر خواهر نیستند.



**ارتباط دهید** ▶ چند مجموعه کروموزوم در این شکل دیده می‌شود؟  
چند جفت کروموزوم همولوگ وجود دارد؟

### رفتار مجموعه‌های کروموزومی در چرخه زندگی انسان

چرخه زندگی انسان از زمانی آغاز می‌شود که یک اسپرم هاپلائید از پدر با یک اووم هاپلائید از مادر بهم می‌بیویندند (شکل ۱۳-۵). این بهم پیوستن گامت‌ها که در ملحق شدن هسته‌هایشان به اوج خود می‌رسد، **لقاح** نامیده می‌شود. بنابراین تخم لقاح یافته یا زیگوت، دیپلائید است،

1- Fertilization

2- Zygote