



تولیدمثل و وراثت



افرادی که به کشورهای چین یا ژاپن مسافرت می‌کنند، در نگاه اول همهٔ مردم را یک شکل می‌بینند. اما، آیا واقعاً چنین است؟ ژاپنی‌هایی هم که به کشور ما می‌آیند، همین حرف را می‌زنند و می‌پرسند چرا همهٔ شما مثل همدیگرید؟ ولی برای خود ما، تشخیص تفاوت قیافه‌های هموطنان آسان است. قطعاً خود ژاپنی‌ها هم به آسانی یکدیگر را می‌شناسند و حتی می‌دانند افراد مربوط به کدام استان و کدام جزیره‌اند.

شبهت یا تفاوت

هر کس که به موجودات زنده گوناگون نگاه کند، اختلاف‌هایی را بین آنها خواهد یافت. زیست‌شناسان پرتجربه، در میان گیاهان و جانوران، گوناگونی‌های بیشتری می‌یابند.

فعالیت



شکل ۱-۵

- در نگاه اول، این سگ‌ها را کاملاً متفاوت می‌بینید.
- ۱- تفاوت‌های آنها در چه چیزهایی است؟
- ۲- چه شبهت‌هایی میان آنها وجود دارد؟

دانشمندان از شباهت‌ها و تفاوت‌ها، برای طبقه‌بندی استفاده می‌کنند، و بر این اساس موجودات زندهٔ مختلف را در گونه‌های مختلفی جای می‌دهند.

شباهت‌ها و تفاوت‌های انسان‌ها

در بین افراد آدمی نیز، مثل سایر جانداران، تفاوت‌ها و شباهت‌هایی وجود دارد. مجموعه آنچه صفات یک فرد را می‌سازند از والدین به او رسیده‌اند. اما صفات والدین به گونه‌ای کاملاً متفاوت در فرزندان ظاهر شده‌اند. به طوری که هر فرد با وجود شباهت‌هایی که با پدر و مادر و سایر افراد هم‌نوع خود دارد، موجودی منحصر به فرد است.

شباهت و تفاوت در گروه‌های خونی: وقتی کسی دچار خونریزی شدیدی شود، به او خون تزریق می‌کنند. هر سال، جان عده زیادی با همین کار نجات داده می‌شود. تا قرن حاضر، کار انتقال خون با اطمینان امروزی انجام نمی‌گرفت. در سال ۱۶۶۷ پزشکان اروپایی سعی کرده بودند خون جانوران را به انسان انتقال بدهند، اما این کار با موفقیت روبه‌رو نشد. حتی انتقال دادن خون از بدن یک فرد به بدن فرد دیگر هم آزمایش شد. اما در بعضی از موارد با همین کار، فرد گیرنده می‌مرد. دلیل مرگ آن بود که وقتی خون وارد بدن شخص گیرنده می‌شد، گلبول‌های قرمز به هم می‌چسبیدند و لختهٔ حاصل، مسیر رگ‌ها را می‌بست. در سال ۱۹۰۰ یک پزشک آلمانی به نام لئوشتاینر پی برد که نوعی ترکیب شیمیایی در خون افراد مختلف، متفاوت است و علت لخته شدن خون نیز همین است.

خون افراد مختلف انسان را براساس وجود یا فقدان دو نوع ماده که در روی گلبول‌های قرمز وجود دارند و با علامت‌های A و B نشان داده می‌شوند، به ۴ گروه تقسیم می‌کنند. خون کسانی که مادهٔ A را دارند، از نوع گروه A است. آنها که مادهٔ B را دارند، گروه خونی B دارند و افرادی که هر دو نوع ماده را دارند، گروه AB و آنها که هیچ کدام را ندارند، در گروه O محسوب می‌شوند.

A و B باعث تولید موادی به نام ضد A و ضد B در خون افرادی که گروه‌های خونی آنان متفاوت است، می‌شوند. مادهٔ ضد A، سبب می‌شود که گلبول‌های خونی که نوع A هستند، به هم بچسبند. مادهٔ ضد B نیز همین اثر را روی گلبول‌های خون نوع B دارد. جدول صفحهٔ بعد، خصوصیات گروه‌های خونی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۵- گروه‌های خونی انسان و مواد مولد آنها

| ماده‌ی موجود در سرم | ماده‌ی روی گلبول‌های قرمز | گروه خونی |
|---------------------|---------------------------|-----------|
| ضد B | A | A |
| ضد A | B | B |
| - | A+B | AB |
| ضد A و ضد B | - | O |

شعایت

نوع گروه خونی هر فرد را می‌توان با گرفتن دو قطره از خون او و اضافه کردن سرم ضد A و ضد B به آنها، به روش زیر تعیین کرد.

- ۱- نوک انگشت خود را با الکل ضدعفونی کنید.
- ۲- سوزن تمیز و استفاده نشده‌ای را روی شعله نگهدارید تا قرمز و سپس سرد شود. از این سوزن برای سوراخ کردن پوست استفاده کنید.
- ۳- دو قطره خون از نوک انگشت خود بگیرید.

این دو قطره خون را به صورت جداگانه روی یک طرف یک لام تمیز بچکانید و قبل از آنکه لخته یا خشک شود، دو قطره سرم ضد A و B روی هر کدام بچکانید و با دو چوب کبریت تمیز، آنها را مخلوط کنید. در صورت لزوم، دو سه قطره محلول سرم نمکی خوراکی به هر کدام بیفزایید تا خشک نشوند. دو سه دقیقه آنها را تکان ندهید. سپس، با ذره بین به آنها نگاه کنید. با استفاده از جدول زیر گروه خونی خود را مشخص کنید:

| گروه خونی | شرح |
|-----------|--|
| A | اگر خون فقط با سرم ضد A لخته شد |
| B | اگر خون فقط با سرم ضد B لخته شد |
| AB | اگر خون با هر دو نوع سرم لخته شد |
| O | اگر خون با هیچ کدام از سرم‌ها لخته نشد |

توجه: این روش، تقریبی است و برای منظوره‌های پزشکی قابل اعتماد نیست. - نسبت هر کدام از گروه‌های خونی در بین همکلاسان چقدر است؟



شکل ۲-۵- دو اثر انگشت متعلق به یک فرد

اثر انگشت : بیشتر از یک قرن است که در اداره پلیس کشورها، برای تشخیص مجرمان، از اثر انگشت آنان استفاده می کنند و اداره ای به نام انگشت نگاری به همین منظور تأسیس شده است. علت این کار پلیس، دو چیز است : ۱) اثر انگشت هر فرد مخصوص خود اوست. ۲) اثر انگشت در تمام عمر تغییر نمی کند. در شکل مقابل، دو اثر انگشت متعلق به یک شخص را می بینید که یکی ۴۶ سال بعد از دیگری گرفته شده است. مشاهده این تصویر، نشان می دهد که اثر انگشت، چیزی نیست که در طول سال های زندگی تغییر کند.

فعالیت



– نوک انگشت خود را با الکل تمیز کنید.

– انگشت را روی جوهر استامپ پهلوی به پهلوی بغلتانید. در این صورت جوهر فقط روی برآمدگی های انگشت مالیده می شود.

– انگشت را روی کاغذ سفیدی با دقت قرار دهید و باز هم پهلوی به پهلوی بغلتانید. مراقب باشید که زیاد روی کاغذ فشار نیاورید.

۱- اثر انگشت شما به کدام یک از تصویرهای زیر شبیه است؟

۲- آیا اثر ۵ انگشت دست شما با همدیگر

فرق دارد؟



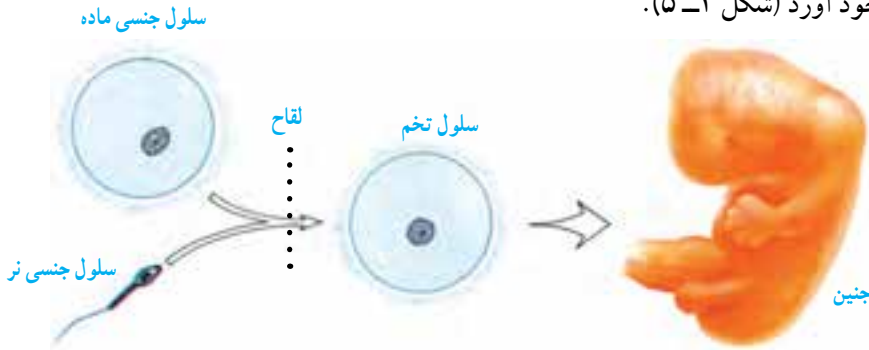
شکل ۳-۵

علت وجود شباهت‌ها و تفاوت‌ها

همچنان که اثر انگشت در تمام عمر ثابت می‌ماند، بیشتر خصوصیات و صفات هم در مدت عمر تغییر نمی‌کنند. اگر بخواهیم به علت این ثابت ماندن صفات بی‌بیریم، قاعدتاً باید به این پرسش پاسخ بدهیم که علت به وجود آمدن شباهت‌ها یا تفاوت‌ها چیست؟

هر موجود زنده‌ای، در فرایند تولیدمثل، از جاندار شبیه خود به وجود می‌آید. در این صورت، باید گفت صفات مختلف، یعنی شباهت‌ها و تفاوت‌های میان والدین و فرزندان، چیزهایی هستند که به طور ارثی و طی فرآیند تولیدمثل، از یک نسل به نسل بعد منتقل می‌شوند.

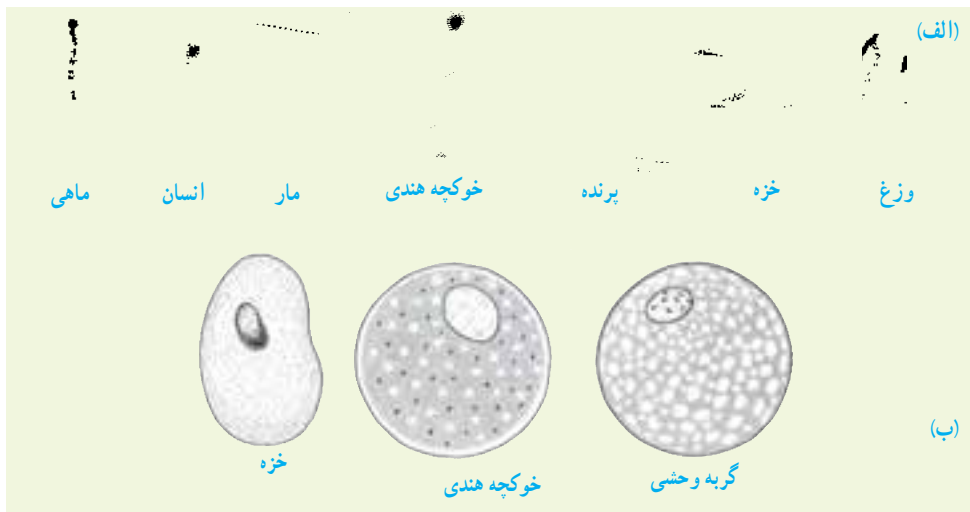
ارتباط میان یک نسل و نسل بعدی از راه سلول‌های جنسی برقرار می‌شود. دو سلول جنسی نر و ماده باهم ترکیب می‌شوند و سلول تخم را حاصل می‌آورند. پس اگر قرار باشد خصوصیات و صفات ارثی از والدین به اولاد منتقل شوند، چیزی باید در سلول‌های جنسی وجود داشته باشد که این امکان را به وجود آورد (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵- سلول‌های جنسی، ارتباط میان نسل‌ها را برقرار نگه می‌دارند.

صفات ارثی، باید در حین عمل لقاح (ترکیب سلول جنسی نر با سلول جنسی ماده) از والدین به فرزند منتقل شوند، زیرا آنچه مستقیماً از والدین به فرزند می‌رسد، فقط همان یک سلول است. اما در اصل، درست نیست بگوییم «صفات» از والدین به فرزندان انتقال می‌یابند. مثلاً، موی مجعد یا رنگ آبی چشم، چیزی نیست که در سلول جنسی وجود داشته باشد. در این صورت، باید گفت ماده‌ای از راه سلول جنسی به فرزندان منتقل می‌شود که صفات را پدید می‌آورد. اما این ماده چیست؟

سلول‌های جنسی هم مانند همه سلول‌های دیگر، سیتوپلاسم و هسته دارند. در سلول جنسی ماده، مقدار سیتوپلاسم زیاد است، اما مقدار سیتوپلاسم سلول جنسی نر بسیار کم است. با این ترتیب ماده وراثتی هر چه باشد، در هسته سلول جای دارد که اندازه آن در هر دو سلول تقریباً مساوی است. ماده وراثتی به شکل کروموزوم‌ها سازماندهی شده است و در حین تقسیم از سلولی به سلول دیگر منتقل

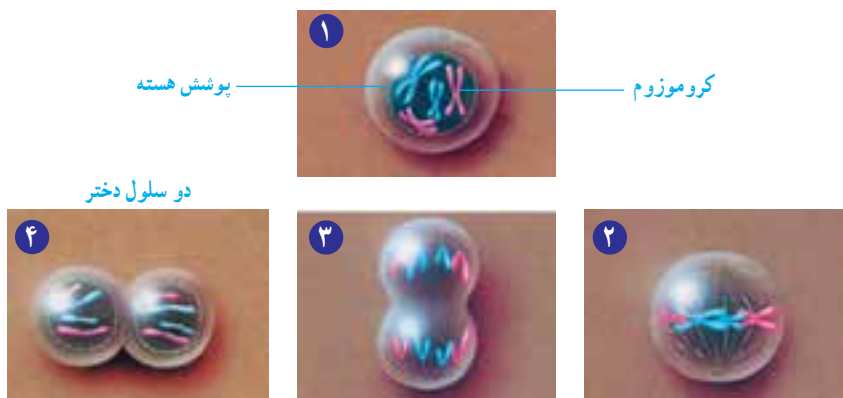


شکل ۵-۵- الف. چند نوع سلول جنسی نر و ب. سلول جنسی ماده

می شود (با ساختار کروموزوم‌ها در صفحه ۴۸ آشنا می شوید). در بدن بسیاری از جانداران دو نوع تقسیم میتوز و میوز رخ می دهد.

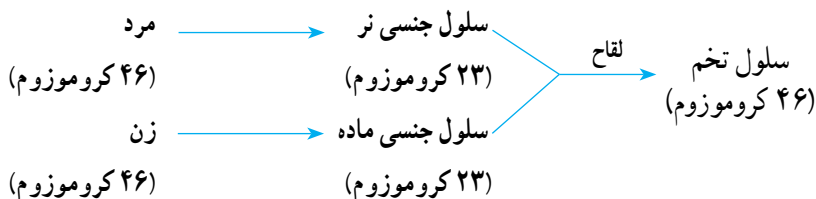
تقسیم میتوز: وقتی که سلولی تقسیم می شود و دو سلول یکسان به وجود می آورد، یکی از مشخص ترین وقایع آن تقسیم هسته است. تقسیم هسته سلول به دو هسته همانند، میتوز نام دارد. در تقسیم میتوز کروموزوم‌های موجود در هسته که قبل از تقسیم دو برابر شده اند، به دو گروه کاملاً مشابه مجزا می شوند. پس از تقسیم هسته، سیتوپلاسم نیز تقسیم می شود (شکل ۶-۵).

سلول مادر تقسیم را آغاز کرده است.

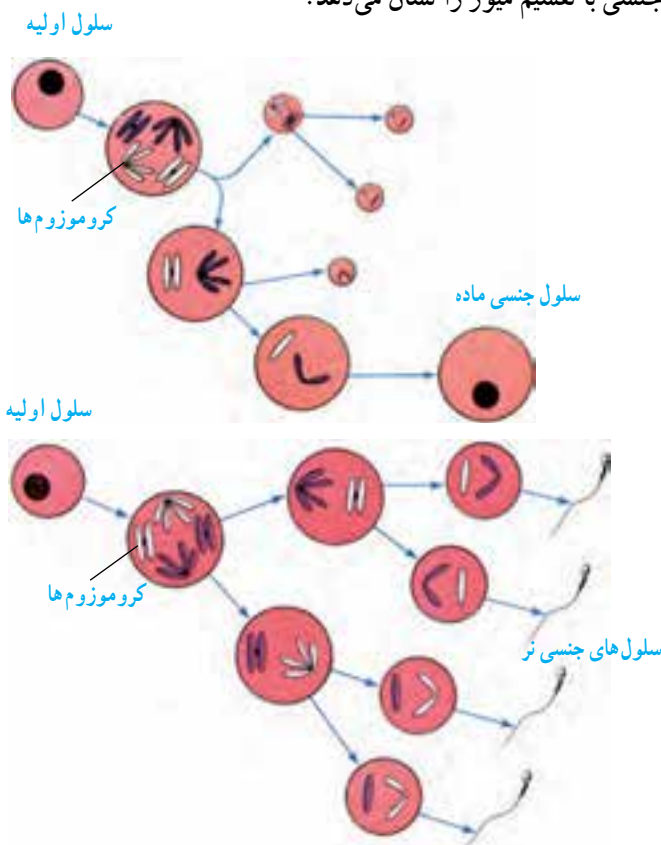


شکل ۶-۵- تقسیم سلولی میتوز. از هر سلول مادر، پس از تقسیم سلولی میتوز، دو سلول دختر به وجود می آید.

تقسیم میوز: در این تقسیم تعداد کروموزوم‌های سلول‌های حاصل نصف می‌شود. این تقسیم، اصولاً در اندام‌های جنسی و برای ایجاد سلول‌های جنسی که تعداد کروموزوم‌های آنها نصف تعداد کروموزوم‌های سلول‌های دیگر بدن است، صورت می‌گیرد.

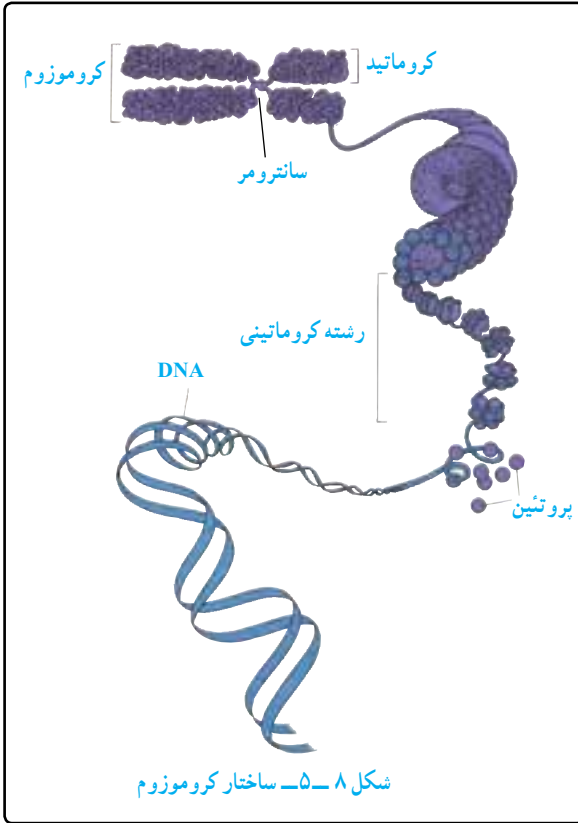


یعنی سلول تخم به تعداد مساوی، کروموزوم‌های والدین را دریافت می‌کند. شکل ۷-۵ مراحل تشکیل سلول‌های جنسی با تقسیم میوز را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۵ میوز و تشکیل سلول‌های جنسی نر و ماده. چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی میان این دو شکل می‌یابید؟ اندازه کروموزوم‌های سلول‌های کوچک‌تر مساوی کروموزوم‌های سایر سلول‌هاست. این کروموزوم‌ها در این شکل‌ها برای نشان دادن ابعاد کوچک سلول، کوچک‌تر نشان داده شده‌اند.

ساختار کروموزوم‌ها



دانستیم که ماده وراثتی در هسته سلول به شکل کروموزوم سازماندهی شده است. هر کروموزوم از دو کروماتید ساخته شده است. این دو کروماتید در محلی به نام سانترومر به هم متصل اند. کروموزوم‌ها از کروماتین حاصل می‌شوند و کروماتین از DNA و پروتئین ساخته شده است (شکل ۸-۵).

در ساختار هر مولکول DNA، واحدهایی به نام نوکلئوتید وجود دارد که هر کدام از آنها از یک ترکیب فسفردار، نوعی قند و یکی از چهار نوع باز آلی که آنها را با علامت‌های A، T، C و G شناسایی می‌کنند، تشکیل می‌شود.

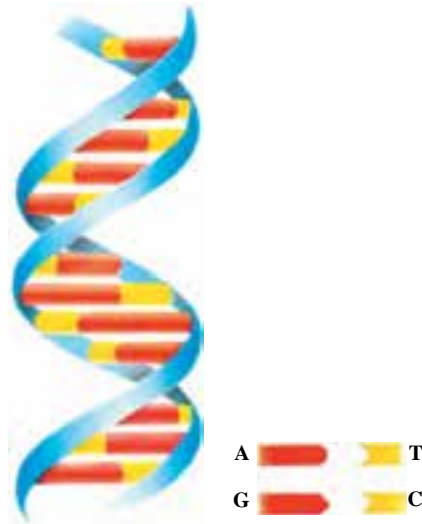
DNA، مولکول بسیار طولی است که دو رشته دارد. این دو رشته مانند دو رشته یک زیپ به هم متصل شده‌اند. در هر رشته، هزارها نوکلئوتید وجود دارد. ترتیب قرار گرفتن نوکلئوتیدها در ساختار DNA طوری است که همیشه A در مقابل T و C به G قرار می‌گیرد. در ضمن، دو رشته DNA فرمانند، حول محوری فرضی تابیده‌اند.

کار دو دانشمندی که ساختار DNA را در سال ۱۹۵۳ کشف کردند، چنان پراهمیت بود که به همین علت، به آنان جایزه نوبل داده شد.

وقتی این مولکول کشف شد، بایستی به دو پرسش اساسی پاسخ داده می‌شد:

الف) آیا این مولکول می‌تواند در طول تقسیم سلولی، مولکولی نظیر خود را بسازد؟

ب) آیا اطلاعاتی وجود دارد که توسط این مولکول منتقل شود؟

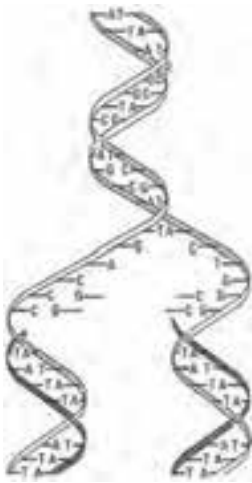


شکل ۹-۵- هر مولکول DNA، از دو رشته تشکیل می‌شود.

الف) همانندسازی DNA

در میان همهٔ مولکول‌های زیستی موجود در زمین، DNA تنها مولکولی است که می‌تواند شبیه خودش را بسازد.

فعالیت



شکل ۱۰-۵

شکل مقابل، طرز همانندسازی مولکول DNA را نشان می‌دهد. آن را تفسیر کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱- از کجا می‌توان گفت که دو رشتهٔ حاصل کاملاً شبیه یکدیگرند؟

۲- DNA مواد لازم برای همانندسازی خود را از کجا فراهم می‌آورد؟

ب) DNA چگونه اطلاعات را منتقل می کند؟

بار دیگر به فرایند تقسیم سلول رجوع می کنیم. آنچه که در تقسیم سلول به طور مساوی به دو سلول حاصل منتقل می شود، مواد داخل هسته است و چون داخل هسته کروموزوم ها قرار گرفته اند، باید گفت انتقال اطلاعات توسط کروموزوم ها صورت می گیرد. در طول تقسیم میتوز نیز مشاهده می کنیم دو سلول دختر، کاملاً شبیه سلول مادر هستند، زیرا کروموزوم های مشابهی را دریافت می کنند. از طرفی، با توجه به شکل ۸-۵ معلوم است که ماده اصلی سازنده کروموزوم ها مولکول های DNA اند. پس اگر قرار باشد صفات و اطلاعات وراثتی از فردی به فرد دیگر منتقل شود، باید علت را در این مولکول ها جستجو کرد. از آنجا که این مولکول ها نوعی ترکیب شیمیایی اند، قاعدتاً کار خود را هم باید به طریقه شیمیایی انجام بدهند، یعنی انجام فعالیت های شیمیایی خاصی را امکان پذیر کنند. مطالعات انجام شده، نشان می دهند که انجام بیشتر واکنش های شیمیایی درون سلول ها، نیاز به آنزیم های ویژه ای دارد. از طرفی، آنزیم ها ساختار پروتئینی دارند. پس، گفته می شود که مولکول های DNA باید دستور ساخته شدن پروتئین ها و نوع آنها را بدهند.

محیط و وراثت

گفتیم که وظیفه انتقال صفات ارثی بر عهده کروموزوم ها، یا مولکول های DNA ای است که در ساختار آنها قرار دارند. برای این عوامل بروز صفات، کلمه ژن را هم به کار می برند. اما به مثال زیر توجه کنید:



هسته خرما را اگر در مناطق جنوبی ایران بکاریم، درخت خرما به عمل می آید، اما کاشتن همان هسته ها در آذربایجان بی نتیجه است. گیاهان دیگری هم که نظیر این حالت را دارند، زیادند: چای، برنج، طالبی، انگور و پسته از آن جمله اند. تردیدی وجود ندارد که اگر دانه این قبیل گیاهان در موقع کاشت کاملاً هم سالم باشد، باز در محیط نامساعد، نتیجه ای حاصل نخواهد آمد. در این صورت، آیا می توان پرسید «خصوصیات ارثی جانداران تحت تأثیر وراثت آنهاست یا محیط آنها؟»

شکل ۱۱-۵- تأثیر محیط بر رشد یک نوع گیاه. این دو گیاه از یک نوع اند اما در دو محیط مختلف پرورش یافته اند.

با اطلاعاتی که امروزه داریم، عوض کردن محیط یک جاندار، برای ما آسان‌تر است تا تغییر دادن ژن‌های آن. همچنان‌که، گاهی با تغییر دادن محیط یک جاندار (مانند تغییر در مقدار مواد خاک، اضافه کردن کود، کم و زیاد کردن مقدار آب یا تغییر در رژیم غذایی یک جانور) می‌توان صفات تازه‌ای را در آن پدید آورد.

فعالیت

انسان امروزه در مقایسه با آدیان قرن‌ها قبل، از رشد و سلامت بهتری برخوردار است. آیا این تغییر حاصل عوض شدن محیط است یا وراثت یا هر دو؟

اکنون، ما با این پرسش روبه‌رو هستیم که بروز صفات ارثی تحت تأثیر وراثت است، یا محیط؟ و یا هر دو؟ اثر کدام یک مهم‌تر است؟

۱- به تصویرهای زیر نگاه کنید. این دو موش، از لحاظ وراثتی کاملاً شبیه همدیگر بوده‌اند، حتی محیط زندگی و غذای آنها نیز کاملاً شبیه بوده، فقط از غذای یکی، ویتامین B_۱ را حذف کرده‌اند.



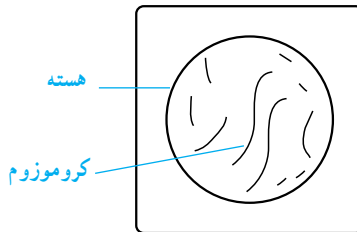
شکل ۱۲-۵- تأثیر رژیم غذایی بر سلامت و ظاهر موش‌ها

۲- رشد قد شما تحت تأثیر هورمون ویژه‌ای است که از غده هیپوفیز واقع در زیر مغز ترشح می‌شود. این هورمون، بر استخوان‌های دراز تأثیر می‌گذارد و با تحریک استخوان‌سازی، بر طول قد می‌افزاید. در صورت کمبود ترشح این هورمون، قد به طور غیر طبیعی کوتاه می‌ماند. از طرفی تغذیه مناسب، ورزش، استراحت و خواب کافی در دوران رشد، نیز در تقویت اثر این هورمون بر رشد بدن مؤثر است. شما چه مثال‌های دیگری در ارتباط با اثر محیط بر وراثت می‌شناسید؟



شکل ۱۳-۵- بلندی بیش از حد قامت، حاصل ترشح زیاد هورمون رشد، از غده هیپوفیز است.

- ۱- کشف ساختار مولکولی DNA تاریخچه‌ای طولانی و جالب دارد. در این باره تحقیق کنید و گزارشی از آن به کلاس ارایه دهید.
- ۲- چرا لازم است مولکول DNA پس از همانندسازی ثابت بماند؟
- ۳- به جز دوقلوهای یکسان، DNA هر شخص اختصاصی است، یعنی مثلاً مولکولی کاملاً مشابه DNA موجود در بدن شما در بدن هیچ کس دیگر وجود ندارد. چرا؟ چرا DNA دوقلوهای یکسان شبیه به یکدیگر است؟
- ۴- فهرستی از صفاتی که فکر می‌کنید از پدر و مادرتان به ارث برده‌اید و فهرست دیگری نیز از صفاتی که تصور می‌کنید تحت اثر محیط به وجود آمده‌اند تهیه کنید. کدام عوامل محیطی بیشتر بر شما اثر گذاشته‌اند؟
- ۵- به این شکل نگاه کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :



- الف) این سلول چند کروموزوم دارد؟
- ب) این سلول چند جفت کروموزوم دارد؟
- ج) اگر این سلول میتوز انجام دهد، سلول‌های دختر چند کروموزوم خواهند داشت؟
- د) اگر این سلول میوز انجام دهد، چند سلول دختر تولید می‌کند؟ هر کدام از سلول‌های دختر چند کروموزوم خواهند داشت؟