بسم الله الرحمن الرحیم

زیست‌شناسی و آزمایشگاه (۲)

سال سوم آموزش متوسّطه

رشتهٔ علوم تجربی

۱۳۹۳

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : **دفتر تألیف کتاب‌های درسی ابتدایی و متوسطه نظری**
نام کتاب : **زیست‌شناسی و آزمایشگاه (۲) ـ ۲۶۱/۱**
مؤلفان : **محمّد کرام‌الدینی، شهریار غریب‌زاده، وحید نیکنام، الهه علوی، سیّدعلی آل‌محمّد، مریم انصاری، مریم خوش‌رضا و احمد آسوده**
اصلاح و نوسازی : **بهمن فخریان، محمد ابراهیمی، الهه علوی، مریم انصاری، فریبا ضرابی اهرابی، فاطمه پیریایی، بتول خواجه‌پور و سیّد علی آل محمّد**
آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**
تهران : خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،
وب‌سایت : www.chap.sch.ir
مدیر امور فنی و چاپ : **سیّد احمد حسینی**
رسام : **فاطمه رئیسیان فیروزآباد**
طراح جلد : **مریم کیوان**
صفحه‌آرا : **مریم نصرتی**
حروفچین : **کبری اجابتی، سیّده فاطمه محسنی**
مصحح : **رعنا فرج زاده دروئی، زهرا رشیدی مقدم**
امور آماده سازی خبر : **زینب بهشتی شیرازی**
امور فنی رایانه‌ای : **پیمان حبیب پور، ناهید خیام باشی**
ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)**
تلفن : ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»**
سال انتشار و نوبت چاپ : **چاپ چهاردهم ۱۳۹۳**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۹-۰۹۸۰-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-0980-9

جوان‌ها قدر جوانیشان را بدانند و آن‌را در علم و تقوی و سازندگی خودشان صرف کنند که اشخاصی امین و صالح بشوند. مملکت ما با اشخاص امین می‌تواند مستقل باشد.

امام خمینی (رحمة الله علیه)

فهرست

سخنی با دانش‌آموزان عزیز ۱

بخش اول ــ تنظیم و هماهنگی

فصل ۱ : ایمنی بدن ۵

فصل ۲ : دستگاه عصبی ۲۷

فصل ۳ : حواس ۵۴

فصل ۴ : هورمون‌ها و دستگاه درون‌ریز ۷۹

بخش دوم ــ وراثت، تولید مثل و رشد و نمو

فصل ۵ : مادهٔ ژنتیک ۱۰۲

فصل ۶ : کروموزوم‌ها و میتوز ۱۱۸

فصل ۷ : میوز و تولیدمثل جنسی ۱۳۹

فصل ۸ : ژنتیک و خاستگاه آن ۱۵۱

فصل ۹ : تولیدمثل گیاهان ۱۸۰

فصل ۱۰ : رشد و نمو در گیاهان ۲۰۴

فصل ۱۱ : تولیدمثل و رشد و نمو جانوران ۲۲۹

فهرست منابع اصلی ۲۵۲

سخنی با دانش‌آموزان عزیز

زندگی روزمرهٔ ما با علم زیست‌شناسی درآمیخته است ما خود موجودات زنده‌ای هستیم و مانند سایر جانداران نیازهایی زیستی داریم

جمعیت انسان در سال ۱۴ ۲ بیش از هفت میلیارد نفر است این افزایش که روند آن ادامه دارد، بر زندگی سایر جانداران تأثیر گذاشته است مثلاً هم اکنون بعضی در حال تیشه‌زدن بر ریشه‌های درختان مناطق استوایی هستند تا پس از تخریب آنها، برای کشاورزی، زمین در اختیار گیرند جانداران این جنگل‌ها که بیش از نیمی از گونه‌های جانداران زمین را تشکیل می‌دهند، در خطرند

هم‌اکنون در هر ثانیه بیش از یک هکتار از جنگل‌های گرمسیری جهان در حال نابودی است پیش‌بینی می‌شود، اگر این تخریب همچنان و با همین سرعت ادامه یابد، ۳ سال بعد، حتی یک درخت در این جنگل‌ها، بر جای نخواهد ماند در آن هنگام نیمی از گونه‌های زنده نابود شده‌اند زیست‌شناسان چنین انقراضی را با انقراض دایناسورها که ۶۵ میلیون سال پیش روی داد، یکسان می‌شمارند چه کسی می‌تواند پیش‌بینی کند که تا آن هنگام چه مقدار مادهٔ دارویی و غذایی از دسترس انسان خارج خواهد شد؟

افزایش جمعیت انسان نیاز او را به غذا افزایش داده است زیست‌شناسان در تلاش‌اند تا گیاهان و جانوران جدید و اصلاح شده‌ای به‌وجود آورند و پرورش دهند، جاندارانی که مقدار بیشتری غذا، در مدتی کمتر تولید می‌کنند آیا پیدایش این گیاهان و جانوران جدید، در آینده دشواری‌هایی نیز به‌وجود خواهد آورد؟

در دنیای پر خطر و پر مسئلهٔ امروز نقش زیست‌شناسان و مسئولیت آنان با گذشته فرق کرده است امروزه زیست‌شناسان سعی می‌کنند تا ضمن شناخت هر چه بیشتر پدیده‌های زیستی و جانداران راه‌حل‌هایی برای مشکلات ما بیابند راه‌های تولید بیشتر غذا، کشف داروها و راه‌های جدید درمان بیماری‌ها، پیدایش جانوران و گیاهان جدید، و بسیاری از خبرهایی که روزانه در این باره می‌شنویم، بیانگر این کوشش‌هاست

در این کتاب با زمینه‌های فعالیت زیست‌شناسان بیشتر آشنا می‌شوید زمینهٔ فعالیت زیست‌شناسان بسیار گسترده است بعضی از آنان در آزمایشگاه‌ها و بیمارستان‌ها و بعضی در محیط‌هایی طبیعی مانند جنگل‌ها، بیابان‌ها، دریاها و ... فعالیت می‌کنند شما ممکن است در آینده زیست‌شناس نشوید و به پژوهش‌های زیست‌شناسی نپردازید، اما دانش و مهارت‌هایی که با این کتاب در زمینهٔ زیست‌شناسی فرا می‌گیرید و نگرش حاصل از آنها، به شما کمک خواهد کرد تا به عنوان شهروندی آگاه و مسئولیت‌پذیر در تصمیم‌گیری‌های دنیای فردا مشارکت داشته باشید

این کتاب دومین کتاب از مجموعهٔ کتاب‌های زیست‌شناسی دورهٔ دبیرستان، ویژهٔ دانش‌آموزان رشتهٔ علوم تجربی است در این کتاب‌ها نیز، مانند کتاب علوم زیستی و بهداشت و نیز زیست‌شناسی و آزمایشگاه (۱) سعی شده است در کنار مطالب علمی، فعالیت‌هایی نیز برای شما در نظر گرفته شود این فعالیت‌ها برای افزایش درک شما از زیست‌شناسی و ارتقای توانایی شما در حل مسائل زیستی طراحی شده‌اند معلم‌تان به شما کمک خواهد کرد تا این فعالیت‌ها را انجام دهید به یاد داشته باشید که زیست‌شناسی علمی تجربی است و فقط با حفظ کردن مطالب آن، بدون داشتن مهارت لازم در زمینهٔ اندیشیدن و پژوهش در دنیای پیرامون، نمی‌توان سهم شایسته‌ای در پیشبرد آن بر عهده گرفت

برای انجام فعالیت‌هایی که در این کتاب برای شما پیش‌بینی شده است، عمدتاً باید یک یا چند مورد زیر را انجام دهید :

در بعضی از فعالیت‌ها از شما خواسته شده است با توجه به دانشی که در متن درس به دست آورده‌اید، پاسخ یک یا چند سؤال را بدهید

در بعضی دیگر از فعالیت‌ها، موضوعی برای بحث بین شما و همکلاسی‌هایتان مطرح شده است شما باید در زمینهٔ موضوع پیشنهادی با یکدیگر بحث کنید و به تبادل‌نظر بپردازید و سرانجام نتیجهٔ بحث خود را ارائه دهید

در بعضی از فعالیت‌ها باید براساس دستورالعملی که به شما داده شده است، آزمایشی را انجام دهید برای انجام این آزمایش‌ها باید سعی کنید براساس آنچه برایتان شرح داده شده است، عمل کنید و نتیجه را به معلم گزارش دهید

مشاهده، مهارتی است که در بعضی از فعالیت‌ها باید انجام دهید منظور از مشاهده کردن در روش علمی فقط نگاه کردن نیست اگر چه هنگام مشاهده بیشتر از چشم استفاده می‌کنیم، اما استفادهٔ مناسب از همهٔ حواس به درک ما از اشیا و پدیده‌های پیرامون‌مان کمک می‌کند

یکی از مهم‌ترین کارها و مهارت‌هایی که هنگام پژوهش و تحقیق مطرح می‌شود، تفسیر کردن نتایجی است که از تحقیقات و آزمایش‌ها به دست می‌آید در این نوع فعالیت‌ها از شما خواسته شده است با کمک قوهٔ استدلال از حقایقی که به صورتِ **داده** به شما ارائه می‌شود، نتیجه‌گیری کنید

گاهی لازم است اطلاعاتی جمع‌آوری کنید برای این کار به کتاب‌ها، مجلات، روزنامه‌ها و غیره مراجعه کنید یا از افرادی که تشخیص می‌دهید در این زمینه مفید و آگاه هستند، بپرسید اطلاعاتی را که به دست می‌آورید، منظم کنید و آنهایی را که تشخیص می‌دهید قابل ارائه است، به کلاس گزارش دهید گاه لازم است برای جمع‌آوری اطلاعات به مشاهده و بررسی موجودات زنده یا پدیده‌های مربوط به آنها بپردازید

توجه داشته باشید همهٔ آنچه شرح داده شد برای تحقیق و پژوهش لازم است به طور کلی تحقیق و پژوهش را می‌توان در چهار مرحله خلاصه کرد

۱ــ طراحی آزمایش

۲ــ اجرای آزمایش

۳ــ تفسیر نتایج حاصل از آزمایش

۴ــ ارائهٔ گزارش

یکی از اهداف آموزش زیست‌شناسی تقویت این مهارت‌ها در شماست فراگیری این مهارت‌ها همراه با دانشی که به صورت واقعیت‌های علمی در این کتاب ارائه شده است و نگرش‌هایی که در ضمن یادگیری به دست می‌آورید، در مجموع برای رسیدن به اهداف آموزش زیست‌شناسی و مشارکت در کوشش‌های پژوهشگران زیست‌شناسی ضروری است

گروه زیست‌شناسی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی ابتدایی و متوسطه نظری

http: //biology-dept talif sch ir

توجه :

طرح سؤال امتحانی و کنکوری از بخش‌های «بیشتر بدانید» این کتاب، مجاز نیست.

بخش اول

تنظیم و هماهنگی

یک گلبول سفید در حال حمله به چند باکتری

۱ ایمنی بدن

در پیرامون ما انواع میکروب‌های بیماری‌زا، مانند برخی از باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها و آغازیان به فراوانی وجود دارند. هر چند این میکروب‌ها می‌توانند از راه‌های مختلف وارد بدن ما شوند، در آنجا تکثیر پیدا کنند و بیماری به‌وجود آورند، اما دستگاه ایمنی ما بیشتر اوقات مانع از فعالیت عوامل بیماری‌زا و بروز بیماری می‌شود.

اجزای تشکیل دهندهٔ دستگاه ایمنی که در سراسر بدن پراکنده‌اند، به طور مداوم و هماهنگ با هم، مولکول‌ها و سلول‌های غیرخودی (بیگانه) را شناسایی می‌کنند؛ آنها را از بین می‌برند یا بی‌خطر می‌کنند.

۱ مکانیسم‌های دفاع

بدن ما با دو روش **دفاع غیر اختصاصی** و **دفاع اختصاصی** میکروب‌های بیماری‌زا و سایر عوامل بیگانه را از بین می‌برد و به این ترتیب از بروز بیماری جلوگیری می‌کند.

دفاع غیر اختصاصی

دفاع غیر اختصاصی نخستین خط دفاعی در برابر هجوم میکروب‌ها به بدن است. این مکانیسم دفاعی در برابر اغلب میکروب‌ها یکسان عمل می‌کند و نمی‌تواند میکروب‌های مختلف را از یکدیگر شناسایی کند، به همین دلیل دفاع غیر اختصاصی نامیده می‌شود.

نخستین خط دفاع غیر اختصاصی

پوست و لایه‌های مخاطی : لایه‌های شاخی سطح پوست مانع از ورود بسیاری از میکروب‌ها به بدن می‌شوند. به علاوه چربی پوست و عرق، سطح پوست را اسیدی و از رشد بسیاری از میکروب‌ها جلوگیری می‌کنند. آنزیم لیزوزیمی که در عرق وجود دارد، دیوارهٔ سلولی باکتری‌ها را تخریب می‌کند.

سطح داخلی لولهٔ گوارشی، مجاری تنفسی، ادراری و تناسلی لایهٔ شاخی ندارند، اما با **لایه‌های مخاطی** پوشیده شده‌اند. مایعی مخاطی که از این لایه‌ها ترشح می‌شود، علاوه بر آنکه لیزوزیم دارد، میکروب‌ها را به‌دام می‌اندازد و مانع از نفوذ آنها به بخش‌های عمیق‌تر می‌شود. در مجاری تنفسی، مایع مخاطی و میکروب‌هایی که در آن به دام افتاده‌اند، به کمک مژک‌های سلول‌های این مجراها به سمت بالا، یعنی حلق، رانده می‌شوند (شکل ۱ــ۱). در این محل مایع مخاطی به صورت خلط به‌طور ارادی خارج یا در اثر بلع به معده منتقل و سپس میکروب‌های آن در اثر شیرهٔ معده تخریب می‌شوند. علاوه بر پوست و لایه‌های مخاطی، عوامل دیگری نیز وجود دارد که میکروب‌ها را از بین می‌برند، یا مانع از نفوذ آنها به لایه‌های مخاطی می‌شوند. آنزیم لیزوزیم موجود در اشک و بزاق، دفع میکروب‌ها از راه‌های دفع ادرار و مدفوع و میکروب‌زدایی از طریق سرفه و عطسه از این عوامل هستند.

شکل ۱ــ۱ــ مژک‌های درون یکی از مجراهای تنفسی (رنگ‌ها غیر واقعی است).

بیشتر بدانید

روی پوست بدن و در سطح لایه‌های مخاطی بدن ما به طور طبیعی، باکتری‌هایی غیربیماری‌زا زندگی می‌کنند این باکتری‌ها بدن را در برابر میکروب‌های بیماری‌زا محافظت می‌کنند مثلاً در سطح پوست و رودهٔ بزرگ، باکتری‌هایی وجود دارند که از رشد باکتری‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند استفادهٔ بیش‌از حد از آنتی بیوتیک‌ها، علاوه بر از بین بردن باکتری‌های بیماری‌زا، ممکن است این باکتری‌ها را نیز از بین ببرد

دومین خط دفاع غیراختصاصی

اگر میکروب‌ها از پوست و لایه‌های مخاطی عبور کنند، آن‌گاه با دومین خط دفاع غیراختصاصی روبه‌رو می‌شوند. دومین خط دفاع غیراختصاصی از چهار مکانیسم تشکیل شده است : پاسخ التهابی، پاسخ دمایی، گلبول‌های سفید و پروتئین‌ها.

پاسخ التهابی : التهاب نوعی پاسخ موضعی است که به دنبال خراش، بریدگی، یا هر نوع آسیب بافتیِ دیگر بروز می‌کند. این پاسخ از رویدادهایی تشکیل شده است که مجموعاً باعث سرکوب عفونت و تسریع بهبودی می‌شوند.

فرض کنید سوزنی به انگشت شما فرو رفته است و راهی برای ورود میکروب‌های بیماری‌زا به بخش‌های زیرین به‌وجود آورده است (شکل ۲ ــ ۱). در این حالت سلول‌های آسیب‌دیدهٔ انگشت،

الف ب ج

شکل ۲ ــ ۱ ــ التهاب

الف ــ هنگامی که پوست آسیب می‌بیند میکروب‌ها از محل آسیب دیده وارد بدن می‌شوند.

ب ــ جریان خون در ناحیهٔ آسیب دیده افزایش می‌یابد و موجب تورم و قرمزی این قسمت می‌شود.

ج ــ گلبول‌های سفید خون به میکروب‌ها حمله می‌کنند و آنها را از بین می‌برند.

ماده‌ای به نام **هیستامین**[1] آزاد می‌کنند. هیستامین موجب گشادی رگ‌ها و افزایش خون در محل آسیب دیده می‌شود. به غیر از هیستامین، مواد شیمیایی دیگری نیز در این محل آزاد می‌شوند. برخی از این مواد گلبول‌های سفید خون را متوجه خود می‌کنند و در نتیجه، گلبول‌های سفید خون، به ویژه نوتروفیل‌ها، با عمل دیاپدز از دیوارهٔ مویرگ‌ها عبور می‌کنند و به محل عفونت می‌روند. این سلول‌ها همراه با ماکروفاژهای مستقر در محل آسیب‌دیده، به عوامل بیماری‌زا حمله می‌کنند و می‌کوشند تا عفونت را سرکوب کنند و مانع از انتشار عامل بیماری‌زا و آسیب سایر بافت‌ها شوند.

ماکروفاژها نیز علاوه بر فاگوسیتوزِ میکروب‌های مهاجم، بدن را از سلول‌های مرده و اجزای سلولی فرسوده، پاکسازی می‌کنند (شکل ۳ــ۱). در این حالت محل آسیب دیده، قرمز، متورم و گرم‌تر از نقاط اطراف آن است. این علائم نشان‌دهندهٔ التهاب هستند. در برخی از بافت‌های آسیب دیده و عفونت‌ها، مایعی به نام **چرک** نیز به‌وجود می‌آید. چرک شامل گلبول‌های سفید و نیز سلول‌ها و میکروب‌های کشته شده است.

شکل ۳ ــ۱ــ ماکروفاژ رشته‌های سیتوپلاسمی ماکروفاژ (زرد) در حال گرفتن باکتری‌ها (آبی) هستند (۲۲۸۰×).

پاسخ دمایی : هنگامی که بدن با عوامل بیماری‌زایی که به درون آن راه یافته‌اند، در حال مبارزه است، ممکن است دمای آن تا چند درجه افزایش یابد. حالتی که در آن دمای بدن بیشتر به دلیل عواملی، مانند عوامل بیماری‌زا یا مانند آنها افزایش می‌یابد، **تب** نامیده می‌شود. تب نشانهٔ مبارزهٔ بدن در برابر عوامل بیماری‌زاست. بسیاری از عوامل بیماری‌زا در گرمای حاصل از تب نمی‌توانند به‌خوبی رشد کنند.

۱ــ H stam n

بیشتر بدانید

گزش حشرات نیز موجب التهاب می‌شود پشه پیش از مکیدن خون، مقدار کمی از بزاق خود را در پوست میزبان تزریق می‌کند در بزاق پشه ماده‌ای وجود دارد که از انعقاد خون میزبان جلوگیری می‌کند، این ماده موجب خارش، تورم و قرمزی و به طور کلی التهاب در ناحیهٔ گزش می‌شود

گلبول‌های سفید : مهم‌ترین بخش دومین خط دفاع غیراختصاصی بدن در برابر میکروب‌ها، مربوط به گروهی از گلبول‌های سفید است که **فاگوسیت** نامیده می‌شوند. نوتروفیل‌ها در این گروه قرار دارند. این سلول‌ها از طریق فاگوسیتوز (ذره‌خواری) میکروب‌ها را می‌بلعند و متلاشی می‌کنند. فاگوسیتوز فرایندی است که طی آن ذرات خارجی و میکروب‌ها توسط غشای سلول احاطه و به صورت یک وزیکول وارد سلول می‌شوند، سپس در آنجا به کمک آنزیم‌های لیزوزومی هضم می‌شوند.

پروتئین‌ها : انواعی از پروتئین‌ها در دفاع غیراختصاصی شرکت می‌کنند. برخی از این پروتئین‌ها را **پروتئین‌های مکمل** می‌نامند، زیرا کار بعضی از اجزای دستگاه ایمنی را تکمیل می‌کنند. این پروتئین‌ها که در خون هستند در ماکروفاژها و سلول‌های پوششی روده و کبد ساخته می‌شوند. پروتئین‌های مکمل در برخورد با میکروب‌ها فعال می‌شوند و با کمک یکدیگر ساختارهایی حلقه مانند تشکیل می‌دهند. این ساختارها منافذی در غشای میکروب ایجاد می‌کنند و به این ترتیب باعث نشت مواد درون سلول به خارج و سرانجام مرگ سلول می‌شوند (شکل ۴ــ۱).

شکل ۴ ــ۱ــ پروتئین‌های مکمل. در اثر فعالیت پروتئین‌های مکمل منافذی در بخشی از غشای یک سلول مهاجم ایجاد شده است. حفره‌های سیاه منافذ و بخش‌های سفید اطراف آنها پروتئین‌های مکمل هستند.

پروتئین دیگری که در دفاع غیراختصاصی شرکت دارد، **اینترفرون** است. اینترفرون را سلول‌های آلوده به ویروس تولید می‌کنند. اگر چه این سلول‌ها سرانجام به علت حملهٔ ویروس می‌میرند، اما اینترفرون حاصل از آنها از تکثیر ویروس در سایر سلول‌ها جلوگیری می‌کند و موجب مقاومت سلول‌های سالم در برابر ویروس می‌شود. اینترفرونی که در پاسخ به یک نوع ویروس تولید می‌شود، سبب بروز مقاومت کوتاه مدت در برابر بسیاری از ویروس‌ها نیز می‌شود.

خودآزمایی ۱ــ۱

۱ــ نقش گلبول‌های سفید در دفاع غیراختصاصی چیست؟

۲ــ چه تفاوت‌هایی بین نحوهٔ عمل اینترفرون و پروتئین‌های مکمل وجود دارد؟

۳ــ چشم‌ها چگونه در برابر میکروب‌ها محافظت می‌شوند؟

۴ــ چرا اغلب افرادی که دچار سوختگی شدید می‌شوند،در معرض عفونت شدید قرار دارند؟

۵ــ فکر می‌کنید به چه علت افراد سیگاری بیشتر از افرادی که سیگار نمی‌کشند در معرض ابتلا به عفونت‌های تنفسی قرار دارند؟

۶ــ چرا افزایش دمای بدن بیش از $41^{\circ}C$ ممکن است کشنده باشد؟

۷ــ منفذهای حاصل از فعالیت پروتئین‌های مکمل، چگونه موجب مرگ میکروب می‌شوند؟

تفکر نقادانه ۱ــ۱

ــ اثر داروهای تب بُر را بر روند بیماری‌های عفونی مورد بحث قرار دهید

دفاع اختصاصی

میکروب‌هایی که از تأثیر دفاع غیراختصاصی در امان مانده‌اند، سرانجام با دفاع اختصاصی روبه‌رو می‌شوند. در دفاع اختصاصی گروهی از گلبول‌های سفید، به‌نام **لنفوسیت**، فعالیت دارند. لنفوسیت‌ها به طور اختصاصی عمل می‌کنند؛ یعنی یک نوع میکروب خاص را از سایر میکروب‌ها

شناسایی و با آن مبارزه می کنند. مثلاً یک لنفوسیت ممکن است آنتی‌ژن روی ویروس اُریون را شناسایی کند، در حالی که لنفوسیت‌های دیگر، آنتی‌ژنی خاص را در باکتری مولد کُزاز مورد شناسایی قرار دهند.

لنفوسیت‌ها نیز مانند سایر سلول‌های موجود در خون، از سلول‌هایی به نام سلول‌های بنیادی در مغز استخوان منشأ می گیرند. سلول‌های حاصل از سلول‌های بنیادی، لنفوسیت‌هایی نابالغ هستند؛ بنابراین باید برای شناسایی و مقابله با عوامل بیماری‌زا آمادگی‌های لازم را کسب کنند و به عبارتی تکامل یابند. عده‌ای از این لنفوسیت‌های نابالغ در مغز استخوان تکامل پیدا می کنند و سلول‌های تخصص‌یافته‌ای به نام لنفوسیت B به‌وجود می‌آورند. سایر لنفوسیت‌های نابالغ مغز استخوان از طریق خون به تیموس (غده‌ای در پشت استخوان جناغ در جلوی نای) منتقل شده، در این اندام بالغ می‌شوند و سلول‌های تخصص‌یافته‌ای به‌نام لنفوسیت T را به‌وجود می‌آورند.

لنفوسیت‌های نابالغ طی روند تکاملی خود در مغز استخوان و تیموس، توانایی شناسایی مولکول‌ها و سلول‌های خودی را از مولکول‌ها و سلول‌های غیرخودی کسب می کنند و در عین حال آمادگی لازم برای شناسایی و مقابله با نوع خاصی از میکروب‌های بیماری‌زا و سایر عوامل بیگانه را نیز به‌دست می‌آورند و به‌صورت لنفوسیت‌های بالغ، یعنی لنفوسیت‌های B و T وارد جریان خون می‌شوند. تعدادی از این لنفوسیت‌ها بین خون و لنف در گردش‌اند و عده‌ای دیگر به گره‌های لنفی، طحال، لوزه‌ها و آپاندیس منتقل و در این اندام‌ها مستقر می‌شوند.

لنفوسیت‌های بالغ در این اندام‌ها، عوامل بیگانه را شناسایی و با آنها مبارزه می کنند. البته ماکروفاژهای موجود در این اندام‌ها نیز به نابودی عوامل بیگانه کمک می کنند.

لنفوسیت‌ها و شناسایی آنتی‌ژن‌ها : هر ماده‌ای که سبب بروز پاسخ ایمنی شود، **آنتی‌ژن** نام دارد. اغلب آنتی‌ژن‌ها، مولکول‌های پروتئینی، یا پلی‌ساکاریدی هستند که در سطح ویروس‌ها، باکتری‌ها، یا سایر سلول‌های بیگانه وجود دارند. مولکول‌های موجود در سطح سلول‌های سرطانی، سم باکتری‌ها و دانه‌های گرده نیز انواعی از آنتی‌ژن‌ها هستند.

چگونه لنفوسیت، آنتی‌ژن را شناسایی می کند؟ در سطح هر لنفوسیت پروتئین‌هایی به نام گیرنده‌های آنتی‌ژنی وجود دارد. گیرنده‌های آنتی‌ژنی شکل خاصی دارند و به آنتی‌ژن‌های خاصی که از نظر شکل، مکمل آنها باشد متصل می‌شوند (شکل ۵ــ۱). بنابراین هر لنفوسیت با داشتن نوع خاصی از گیرنده‌های آنتی‌ژنی، آنتی‌ژن خاصی را شناسایی و با آن مبارزه می کند.

شکل ۵ــ۱ــ گیرنده‌های آنتی‌ژنی و آنتی‌ژن‌ها.
هر لنفوسیت پروتئین‌های گیرنده‌ای دارد که به آنتی‌ژن خاصی متصل می‌شود.

دفاع اختصاصی شامل ایمنی هومورال و ایمنی سلولی است

ایمنی هومورال[1] : در ایمنی هومورال لنفوسیت B (سلول B) نقش دارد. هنگامی که لنفوسیت B برای نخستین بار به آنتی‌ژن خاصی متصل می‌شود، رشد می‌کند، تقسیم می‌شود و پس از تغییراتی تعدادی سلول به نام **پلاسموسیت** و **سلول B خاطره** به‌وجود می‌آورد (شکل ۶ ــ۱). پلاسموسیت‌ها پروتئین‌هایی به نام **پادتن** ترشح می‌کنند. پادتن‌ها در خون محلول هستند. به همین علت دفاع اختصاصی که به کمک پادتن‌ها صورت می‌گیرد، به ایمنی هومورال معروف است.

سلول‌های خاطره در حالت آماده‌باش هستند و در صورت برخورد مجدد با همان آنتی‌ژن با سرعت تقسیم می‌شوند و تعداد بیشتری پلاسموسیت و تعداد کمی سلول خاطره تولید می‌کنند. پس در دومین برخورد، پادتن بیشتری در برابر آنتی‌ژن تولید می‌شود. بدین ترتیب با وجود سلول‌های خاطره، آنتی‌ژن سریع‌تر از نخستین برخورد شناسایی می‌شود و با شدت بیشتری با آن مبارزه می‌شود.

پادتن‌ها نیز مانند گیرنده‌های آنتی‌ژنی اختصاصی عمل می‌کنند، یعنی هر نوع پادتن به آنتی‌ژن خاصی متصل می‌شود.

۱ــ Humors به معنی مایعات بدن؛ یعنی خون، لنف و مایع بین سلولی است.

شکل ۶ ــ۱ــ ایمنی هومورال

پادتن‌ها با روش‌های مختلف آنتی‌ژن‌ها را غیرفعال می‌کنند. در ساده‌ترین روش، پادتن‌ها به آنتی‌ژن‌های سطح میکروب‌ها می‌چسبند و مانع از اتصال و تأثیر میکروب‌ها بر سلول‌های میزبان می‌شوند. به علاوه اتصال پادتن به آنتی‌ژن موجب می‌شود ماکروفاژها راحت‌تر آنتی‌ژن را ببلعند (شکل ۷ــ۱).

شکل ۷ــ۱ــ پادتن‌ها آنتی‌ژن‌ها را خنثی می‌کنند و فاگوسیتوز را افزایش می‌دهند.

ایمنی سلولی : در ایمنی سلولی، لنفوسیت‌های T (سلول‌های T) فعالیت دارند. لنفوسیت‌های T هم پس از اتصال به آنتی‌ژن‌های خاص، تکثیر پیدا می‌کنند و انواعی از سلول‌های T، از جمله تعدادی **سلول T کشنده** و **سلول T خاطره** به وجود می‌آورند. سلول‌های T کشنده به طور مستقیم به سلول‌های آلوده به ویروس و سلول‌های سرطانی حمله می‌کنند و با تولید پروتئینی خاص، به نام **پرفورین**[1] منافذی در این سلول‌ها به‌وجود می‌آورند و موجب مرگ آنها می‌شوند (شکل ۸ــ۱). به همین علت این نوع از پاسخ ایمنی به ایمنی سلولی معروف است.

شکل ۸ ــ۱ــ ایمنی سلولی.
یک سلول سرطانی از طریق ایمنی سلولی تخریب شده است.

۱ــ Perfor n

خودآزمایی ۲ــ۱

۱ــ نحوهٔ عمل لنفوسیت‌های B و T را در دفاع اختصاصی مقایسه کنید

۲ــ در شکل مقابل، هر یک از باکتری‌های الف و ب، به کمک کدام پادتن شناسایی می‌شوند؟ چرا؟

۳ــ سلول‌های T خاطره چه نقشی دارند؟

فعالیت ۱ــ۱

۱ــ چرا به اغلب بیماری‌ها بیش از یک بار مبتلا نمی‌شویم؟

۲ــ پلاسموسیت‌ها تعداد زیادی دستگاه گلژی و شبکهٔ اندوپلاسمی زبر دارند چه ارتباطی بین این اندامک‌ها و نقش پلاسموسیت‌ها وجود دارد؟

۳ــ چرا برای تشخیص عفونت آپاندیس، آزمایش شمارش گلبول‌های سفید را نیز انجام می‌دهند؟

۴ــ اگر همزمان با ایجاد خراش در یک جانور آزمایشگاهی، با استفاده از موادی، عمل هیستامین و سایر مواد شیمیایی را متوقف کنیم، چه روی می‌دهد؟

۵ــ بدن ما چگونه در برابر بیماری آنفلوآنزا از خود دفاع می‌کند؟

بیماری‌های واگیر را میکروب‌ها به وجود می‌آورند

میکروب‌های بیماری‌زا از راه هوا، آب، غذا، حشرات و تماس فرد به فرد منتشر می‌شوند. بدیهی است هر چه کمتر در معرض این میکروب‌ها قرار بگیریم، کمتر به بیماری مبتلا می‌شویم.

بیشتر بدانید

محمد زکریای رازی دانشمند بزرگ ایرانی در یکی از کتاب‌های خود که دربارهٔ آبله و سرخک نوشته، برای اولین بار در جهان بیماری‌های واگیر را با دید موشکافانه و علمی مورد بحث قرار داده است رازی برای اولین بار آبله را از سرخک تفکیک کرد او نوعی مخمر را که وارد خون می‌شود، عامل بروز آبله می‌دانست و اگر به قول یک مورخ غربی علم پزشکی، به‌جای مخمر رازی کلمهٔ ویروس را قرار دهیم، نظر او امروز نیز قابل قبول است رازی شرایط مزاج یعنی مقاومت بدن، وضعیت خون و شرایط محیطی را در مسیر درمان بیماری آبله مؤثر می‌دانست و معتقد بود که این عوامل باعث می‌شوند سیر بیماری و شدت آن در افراد مختلف، متفاوت باشد رازی همچنین به سرایت بیماری از بیماران به افراد سالم پی برده بود و به همین دلیل پرهیز از تماس با بیماران را توصیه می‌کرد

دانشمند نامی ابوعلی‌سینا نیز عوامل ناشناخته و قابل انتقال را سبب بروز عفونت بدن و ابتلا به برخی بیماری‌ها می‌دانست و برای پاک کردن عامل بیماری از آب آلوده، تبخیر، تقطیر و جوشاندن آب را توصیه می‌کرد

سیداسماعیل جرجانی پزشک بزرگ ایرانی و مؤلف کتاب ذخیره خوارزمشاهی که بزرگ‌ترین دایرةالمعارف پزشکی به زبان فارسی است، گروهی از بیماری‌ها از جمله سل، جزام، آبله، وبا و هاری را مسری و انتقال آنها را از راه هوا، آب آلوده و غیره می‌دانست و برای عاری کردن آب از آلودگی علاوه بر حرارت دادن، پالایش چند بارهٔ آب را پیشنهاد می‌کرد

فعالیت ۲ــ۱

۱ــ پژوهشگران معتقدند که شست‌وشوی دست‌ها با آب و صابون یکی از راه‌های مؤثر برای جلوگیری از انتشار میکروب‌های بیماری‌زاست آیا با نظر آنها موافقید؟ برای تأیید پاسخ خود آزمایشی طراحی کنید

۲ــ به نظر شما افرادی که در تهیهٔ مواد غذایی دخالت دارند، چه نکته‌های بهداشتی را باید رعایت کنند؟

۳ــ از هنگامی که فرد در معرض میکروبی بیماری‌زا قرار می‌گیرد تا هنگامی که نشانه‌های بیماری در او ظاهر می‌شود، دورهٔ **کُمُون** یا **دورهٔ نهفتگی** نام دارد در این دوره هر چند بیمار به ظاهر سالم به نظر می‌رسد اما ناقل بیماری است و می‌تواند افراد دیگر را آلوده کند با توجه به این مطلب در

کدام یک از موارد زیر احتمال سرایت عامل بیماری‌زا بیشتر است؟ چرا؟

الف) بیماری‌هایی که دورهٔ کمون طولانی دارند

ب) بیماری‌هایی که دورهٔ کمون کوتاه دارند

افرادی که به یک بیماری واگیر مبتلا می‌شوند، معمولاً نسبت به ابتلای مجدد به این بیماری ایمنی پیدا می‌کنند؛ زیرا هنگام بروز پاسخ ایمنی، تعدادی سلول خاطره نیز به وجود می‌آید و این سلول‌ها موجب ایمنی در برابر ابتلای مجدد می‌شوند.

واکسن، میکروب ضعیف یا کشته شده و در برخی موارد سم خنثی شدهٔ میکروب است و ایمنی ایجاد می‌کند. با استفاده از واکسن، دستگاه ایمنی تحریک می‌شود و در مقابله با میکروب، پادتن و سلول‌های خاطره را به‌وجود می‌آورد. به این ترتیب پاسخ ایمنی که در برابر میکروب ضعیف شده ایجاد می‌شود، از ابتلا به بیماری جلوگیری می‌کند.

فعالیت ۳ــ۱

۱ ــ تحقیق کنید پادتن آماده (سرم) چگونه تهیه می‌شود و کاربرد آن چیست

۲ــ چرا ایمنی حاصل از سرم موقتی است، اما ایمنی ناشی از واکسن در بیشتر موارد دائمی است؟

۳ــ انتقال پادتن از مادر به جنین چه نوع مصونیتی ایجاد می‌کند؟

۴ــ چرا برخی از واکسن‌ها، مثل واکسن کزاز را باید چندین‌بار به یک فرد تزریق کرد؟

۵ــ فهرستی از بیماری‌هایی که تصور می‌کنید در برابر آنها ایمن هستید، تهیه کنید فکر می‌کنید چرا در برابر این بیماری‌ها ایمن هستید؟

۶ــ کودکان ایرانی علیه چه بیماری‌هایی واکسینه می‌شوند؟

۷ــ منحنی زیر، پاسخ ایمنی بدن را در برابر تزریق واکسن نشان می‌دهد آن‌را تفسیر کنید

بیشتر بدانید

چرا با وجود این‌که ممکن است بارها به آنفلوآنزا مبتلا شده باشیم، باز هم در برابر این بیماری ایمنی پیدا نمی‌کنیم؟

ویروس‌هایی که موجب بیماری آنفلوآنزا می‌شوند، دائماً آنتی‌ژن‌های سطحی خود را تغییر می‌دهند و آنتی‌ژن‌های جدیدی به‌وجود می‌آورند که با آنتی‌ژن‌های قبلی تفاوت دارند به این ترتیب سلول‌های خاطره و حتی پادتن‌های ضد آنتی‌ژن‌های قبلی، نمی‌توانند پاسخ مناسبی به آنتی‌ژن جدید بدهند؛ در نتیجه به نوع جدیدی از آنفلوآنزا مبتلا می‌شویم و دستگاه ایمنی باید پادتن‌های جدیدی برای مقابله با آنتی‌ژن جدید تولید کند

دستگاه ایمنی، پیوند اعضا را با دشواری روبه‌رو می‌کند

دستگاه ایمنی ما نه تنها سلول‌های خودی را از میکروب‌های مهاجم تشخیص می‌دهد، بلکه سلول‌های بدن ما را نیز از سلول‌های بدن سایر افراد باز می‌شناسد. این توانایی گاهی مطلوب نیست؛ به عنوان مثال هنگامی که در فردی پیوند عضو صورت می‌گیرد، ممکن است دستگاه ایمنی فرد گیرنده، سلول‌های عضو پیوند شده را به عنوان یک عامل بیگانه شناسایی و به آنها حمله کند. در این حالت می‌گویند پیوند پس‌زده شده است. برای اینکه از بروز چنین وضعیتی جلوگیری شود و پیوند عضو

به خوبی صورت گیرد، باید از فردی عضو دریافت شود که پروتئین‌های سطح سلول‌های وی شباهت بیشتری به پروتئین‌های سطح سلول‌های فرد گیرنده داشته باشد. به علاوه به افراد گیرندهٔ عضو، داروهایی می‌دهند که فعالیت دستگاه ایمنی آنها را تا حدی کاهش دهند.

دستگاه ایمنی با سلول‌های سرطانی هم مبارزه می‌کند

گاهی سلول‌های عادی بدن دستخوش تغییراتی می‌شوند و سلول‌های سرطانی را به‌وجود می‌آورند. در سطح سلول‌های سرطانی، مولکول‌های خاصی به نام آنتی‌ژن‌های سرطانی وجود دارد. چون سلول‌های عادی بدن این مولکول‌ها را ندارند، به همین دلیل دستگاه ایمنی به سلول‌های سرطانی حمله می‌کند و به‌طور معمول آنها را از بین می‌برد. در این مبارزه، لنفوسیت‌های T به ویژه T کشنده (شکل ۹ــ۱) و ماکروفاژها نقش اصلی را دارند و پادتن‌ها از اهمیت کمتری برخوردارند.

شکل ۹ــ۱ــ ریزنگار الکترونی از لنفوسیت‌های T کشنده در حال حمله به یک سلول سرطانی

۲ اختلال در دستگاه ایمنی

خود ایمنی : دستگاه ایمنی مولکول‌های خودی را شناسایی می‌کند و بر همین اساس با مولکول‌ها و سلول‌های بیگانه مبارزه می‌کند؛ اما به سلول های سالم بدن آسیب نمی‌رساند. در برخی افراد دستگاه ایمنی مولکول‌های خودی را بیگانه تلقی می‌کند و همین امر موجب بروز بیماری به نام **خود ایمنی** می‌شود. در این بیماری، دستگاه ایمنی مولکول‌ها یا سلول‌های خودی را نیز مورد حمله قرار می‌دهد و در برابر آنها پاسخ ایمنی ایجاد می‌کند. این واکنش ممکن است در اثر تولید نابه‌جا و نامتناسب پادتن‌هایی باشد که علیه مولکول‌های سطح سلول های بدن به‌وجود می‌آیند.

بیماری‌های خود ایمنی براندام‌ها و بافت‌های مختلف بدن تأثیر می‌گذارند، مثلاً در بیماری مالتیپل اسکلروزیس[۱] (MS) که نوعی بیماری خود ایمنی است، دستگاه ایمنی، پوشش اطراف سلول‌های عصبیِ مغز و نخاع را مورد تهاجم قرار می‌دهد و به تدریج آن را از بین می‌برد؛ در نتیجه، فعالیت سلول‌های عصبی اختلال پیدا می‌کند. بر اساس محل و شدت تخریب، علائم مختلفی مانند ضعف، خستگیِ زودرس، اختلال در تکلم، اختلال در بینایی و عدم هماهنگی حرکات بدن ممکن است در بیمار مشاهده شود. البته در برخی بیماران، بعد از یک بار حملهٔ بیماری، پوشش سلول‌های عصبی ترمیم می‌شود و علائم بیماری از بین می‌روند.

فعالیت ۴ــ۱

۱ــ به نظر شما آیا می‌توان اثرهای بیماری‌های خود ایمنی را کاهش داد؟ بحث کنید

۲ــ فرض کنید نوعی باکتری از راه یک بریدگی وارد بدن شما شده است و آنتی‌ژنی شبیه به برخی از مولکول‌های سطح سلول‌های شما دارد آیا دستگاه ایمنی به این باکتری پاسخ می‌دهد؟ در این باره بحث کنید

۱ــ Mu t p e Sc eros s

آلرژی : آلرژی یا حساسیت نوع دیگری از اختلال دستگاه ایمنی است. پاسخ بیش از حد دستگاه ایمنی در برابر برخی آنتی‌ژن‌ها **آلرژی** نام دارد و آنتی‌ژنی که موجب آلرژی می‌شود به **آلرژن** یا **مادهٔ حساسیت‌زا** معروف است. دانه‌های گرده، گردوخاک و موادی که در برخی غذاها و داروها وجود دارند ممکن است برای بعضی افراد، آلرژن باشند.

هنگامی که فردی برای اولین بار در معرض ماده‌ای آلرژن، مانند دانهٔ گرده قرار می‌گیرد، بدن او براساس ایمنی هومورال در برابر این ماده، نوع خاصی پادتن تولید می‌کند (شکل ۱۰ــ۱). این پادتن‌ها سپس در سطح **ماستوسیت‌ها** قرار می‌گیرند. ماستوسیت‌ها مشابه بازوفیل‌های خون هستند ولی در بافت‌ها وجود دارند. اگر این فرد مدتی بعد در معرض همان آنتی‌ژن قرار گیرد، مادهٔ آلرژن به پادتن‌های موجود در سطح ماستوسیت متصل می‌شود. در نتیجه، این سلول موادی از قبیل هیستامین آزاد می‌کند. هیستامین سبب بروز علائم آلرژی، مانند تورم، قرمزی، خارش چشم‌ها، گرفتگی و آبریزش بینی و تنگی نفس می‌شود. افراد مبتلا به آلرژی برای مقابله با اثرات شدید هیستامین، داروهای **آنتی‌هیستامینی** (ضد هیستامین) مصرف می‌کنند.

۱ــ آلرژن (دانهٔ گرده)

۲ــ پلاسموسیت پادتن تولید می‌کند

۳ــ پادتن‌ها به سطح ماستوسیت می‌چسبند

۴ــ آلرژن به پادتن‌های سطح ماستوسیت متصل می‌شود

۵ــ هیستامین آزاد می‌شود و علائم آلرژی بروز می‌کند

اولین برخورد با آلرژن

برخورد بعدی با همان آلرژن

شکل ۱۰ــ۱ــ مراحل بروز آلرژی

فعالیت ۵ــ۱

۱ــ الف) آیا ماده‌ای می‌شناسید که در شما، یا افراد خانواده‌تان موجب آلرژی شود؟ این ماده

کدام است؟ ب) فهرستی از علائم مربوط به آلرژن‌های غذایی تهیه کنید

۲ــ **آسم** یکی از موارد شدید آلرژی است تحقیق کنید چه عواملی در بروز آسم نقش دارند و نشانه‌های معمول آسم چیست؟

بیشتر بدانید

واکنش‌های آلرژیک در برخی موارد خفیف؛ اما گاه مثل **شوک آنافیلاکسی** به شدت خطرناک‌اند

برخی افراد آلرژی زیادی نسبت به برخی آلرژن‌ها دارند هنگامی که این افراد در معرض این آلرژن‌ها قرار می‌گیرند، ماستوسیت‌های آنان به طور ناگهانی مقدار زیادی مواد شیمیایی آزاد می‌کنند در نتیجه رگ‌های خونی شخص با سرعت گشاد می‌شوند در این حالت فشار خون به شدت کاهش پیدا می‌کند به کاهش شدید فشار خون که در نتیجهٔ آلرژی به ماده‌ای خاص بروز می‌کند، شوک آنافیلاکسی می‌گویند هنگام شوک، خون کافی به بخش‌های مختلف بدن، به‌ویژه به مغز نمی‌رسد و زندگی فرد به خطر می‌افتد برخی افراد نسبت به داروهایی خاص آلرژی شدید دارند و ممکن است مصرف این داروها سبب بروز شوک آنافیلاکسی در آنها شود به همین دلیل به این بیماران توصیه می‌شود تا موارد حساسیت دارویی خود را قبل از دریافت، به پزشک اطلاع دهند

ایدز نشانگان نقص ایمنی اکتسابی است

گاهی ممکن است در یک یا تعدادی از اجزای دستگاه ایمنی نقصی بروز کند. نقص ایمنی ممکن است مادرزادی باشد، یا در اثر عوامل محیطی به‌وجود آید، یعنی اکتسابی باشد. ایدز (AIDS)[1] مثال بارز نقص ایمنی اکتسابی است.

ایدز در اثر ویروسی به نام HIV[2] (ویروس نقص ایمنی انسان) به‌وجود می‌آید. این ویروس گروه خاصی از لنفوسیت‌های T را که در دفاع نقش دارند، مورد تهاجم قرار می‌دهد، در آنها تکثیر می‌شود و این سلول‌ها را از بین می‌برد؛ در نتیجه به مرور قدرت دفاعی بدن کم می‌شود، به ترتیبی که افراد مبتلا به ایدز توانایی مقابله با خفیف‌ترین عفونت‌ها را ندارند و سرانجام در اثر ابتلا به انواعی از بیماری‌های باکتریایی، قارچی و ویروسی و یا برخی از سرطان‌ها می‌میرند.

از زمان آلوده‌شدن بدن به ویروس ایدز تا بروز علائم بیماری ایدز ممکن است ۶ ماه تا ده سال

۱ــ Acqu red Immunodef c ency Syndrome (AIDS)

۲ــ Human Immunodef c ency V rus (HIV)

و یا بیشتر طول بکشد. در این مدت گرچه فرد به ظاهر سالم به نظر می‌رسد، اما ناقل بیماری است و می‌تواند افراد دیگر را آلوده کند.

ویروس ایدز از سه راه به بدن منتقل می‌شود :

۱ــ تزریق خون یا فرآورده‌های خونی آلوده به ویروس، یا استفاده از هر نوع وسایل تیز و برنده‌ای که به خون فرد آلوده به ایدز آغشته شده باشند، مانند سرنگ، سوزن، مسواک (در صورت ایجاد خونریزی لثه) و وسایل خال‌کوبی.

۲ــ اگر زن یا مردی به ویروس ایدز آلوده باشد، می‌تواند ویروس را از راه تماس جنسی به دیگری منتقل کند.

۳ــ مادر آلوده به ویروس ایدز ممکن است در دوران بارداری، به هنگام زایمان و شیر دادن، نوزاد خود را آلوده کند.

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ویروس ایدز از راه هوا، غذا، آب، نیش حشرات، دست دادن، صحبت کردن، روبوسی و از طریق بزاق، اشک و ادرار از فرد آلوده به فرد سالم منتقل نمی‌شود.

فعالیت ۶ــ۱

۱ــ با توجه به اینکه در حال حاضر درمان قطعی برای ایدز وجود ندارد و به علت تغییر مداوم آنتی‌ژن‌های ویروس ایدز، تهیهٔ واکسن هم برای آن با مشکل روبه‌روست، فکر می‌کنید از چه راه‌هایی می‌توان با ایدز مبارزه کرد؟ در این‌باره بحث کنید

۲ــ منحنی زیر کاهش تعداد نوع خاصی از لنفوسیت‌های T را در فرد مبتلا به ایدز نشان می‌دهد با توجه به اینکه اگر تعداد این لنفوسیت‌ها در فرد آلوده کمتر از ۲ عدد در هر میلی‌لیتر خون باشد، این فرد مبتلا به ایدز است؛ تعیین کنید علائم ایدز چندماه پس از آلودگی در این فرد بروز می‌کند؟

آلودگی با ویروس ایدز

۳ــ در موارد نادر، برخی افراد نقص ایمنی مادرزادی دارند و فاقد تیموس هستند نتیجهٔ این فقدان چیست؟

تفکر نقادانه ۲ــ۱

ــ چرا پس از ورود ویروس HIV به بدن، چند هفته طول می‌کشد تا آزمایش پادتن مثبت شود؟

بدن سایر جانداران نیز در برابر میکروب‌ها از خود دفاع می‌کند

اگر چه دفاع اختصاصی اساساً در مهره‌داران وجود دارد، اما بی‌مهرگان نیز مانند مهره‌داران از راه دفاع غیراختصاصی با عوامل بیماری‌زا مبارزه می‌کنند. مایع مخاطی روی بدن بسیاری از کرم‌های حلقوی و نرم‌تنان، سلول‌هایی مشابه فاگوسیت‌ها در اسفنج‌ها و بندپایان و همچنین وجود آنزیم لیزوزیم و آنزیم‌های لیزوزومی، نمونه‌هایی از دفاع غیراختصاصی در بی‌مهرگان هستند. برخی از بی‌مهرگان از قبیل اسفنج‌ها و ستاره‌های دریایی حتی قادرند پیوند بافت بیگانه را پس بزنند. البته نحوهٔ عمل آنها نسبت به مهره‌داران متفاوت است.

در گیاهان نیز ترکیبات خاصی ساخته می‌شود که نقش دفاعی دارند. به عنوان مثال انواعی از پروتئین‌ها و پپتیدهای کوچکِ غنی از گوگرد در گیاهان شناخته شده است که فعالیت ضد میکروبی دارند. نوعی از این پپتیدها در یونجه فعالیت ضدقارچی دارد.

خودآزمایی ۳ــ۱

۱ــ چرا احتمال بروز سرطان در افرادی که پیوند عضو در آنها صورت گرفته است، بیشتر است؟

۲ــ اگر بخواهیم واکسنی علیه سرطان تولید کنیم، به نظر شما این واکسن باید شامل چه ماده یا موادی باشد؟

۳ــ چه شباهت‌هایی بین ایمنی در جانداران مختلف (مهره‌داران، بی‌مهرگان و گیاهان) وجود دارد؟

۴ــ یک نقشهٔ مفهومی از اجزای دفاع غیراختصاصی و اختصاصی و نقش هر یک رسم کنید

بیشتر بدانید

در سال ۱۹۸۲، پژوهشگری به نام استانلی پروزینر[1] نوعی ذرات غیر زندهٔ بیماری‌زا را کشف کرد او این ذرات را که نوعی پروتئین بودند، **پریون** نام نهاد پریون‌ها اگر چه موجود زنده نیستند و نوکلئیک اسید ندارند، اما بیماری‌های کشنده‌ای در جانوران و حتی انسان به‌وجود می‌آورند

پریون‌های بیماری‌زا پس از تماس با پریون‌های عادی بدن باعث می‌شوند ساختار پریون‌های عادی یکی پس از دیگری به نوع بیماری‌زا و غیرعادی تبدیل شوند این عمل به صورت واکنش‌های زنجیره‌ای سراسر بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد

تاکنون پریون‌های بیماری‌زایی در رابطه با چند نوع بیماری در گوسفند و گاو مشاهده شده است **بیماری جنون گاوی** از جملهٔ این بیماری‌هاست خوردن این پروتئین‌ها باعث بیماری می‌شود

این پژوهشگر به افتخار این کشف خود، در سال ۱۹۹۷ جایزهٔ نوبل دریافت کرد

پریون‌ها مغز این گاو را که دچار جنون گاوی شده است به گونه‌ای تحت تأثیر قرار داده‌اند که جانور نمی‌تواند به خوبی راه برود.

تفکر نقادانه ۳ــ۱

۱ــ اخیراً واکسنی بر علیه بیماری مالاریا ساخته شده است این واکسن در امریکای جنوبی مورد آزمایش قرار گرفته و نتایج زیر حاصل شده است :

۱ــ Stan ey P us ner

الف) گروه شاهد چگونه تیمار شده است؟

ب) چرا گروه شاهد در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفته است؟

ج) با توجه به اینکه پشهٔ مالاریا در آب‌های راکد تخم‌گذاری می‌کند، چه شواهدی در منحنی نشان‌دهندهٔ ریزش باران‌های شدید در ماه‌های مهر تا اسفند است؟

۲ــ در جدول زیر اطلاعات دقیق‌تری دربارهٔ آزمایش بالا آورده شده است

گروه سنی (سال)	گروه واکسینه شده		گروه شاهد	
	مجموع	درصد	مجموع	درصد
۱ــ۴	۳	/ ۷	۱۳	/۳۲
۵ــ۹	۳۲	/۴۴	۴۳	/۵۸
۱ ــ۱۴	۳۶	/۵۷	۵۸	/۷۵
۱۵ــ۴۴	۶۸	/۵۷	۸۳	/۶۲

در این جدول تعداد و درصد افراد گروه‌های سنی مختلف که طی نخستین سال آزمایش به مالاریا مبتلا شده‌اند، نشان داده شده است

الف) ارائهٔ درصد افراد مبتلا به مالاریا و مجموع افراد مبتلا شده به مالاریا چه مزیتی دارد؟

ب) از داده‌های این جدول در مورد درصد افرادی که به مالاریا مبتلا شده‌اند، چنین برمی‌آید که واکسیناسیون در گروه سنی ۱ تا ۴ ساله مؤثرتر از گروه‌های سنی دیگر بوده است این شواهد را از جدول پیدا کنید و توضیح دهید

ج) توضیح دهید چرا افراد ۱ تا ۴ سال نسبت به واکسیناسیون مالاریا مؤثرترین پاسخ را داده‌اند

شبکهٔ نورونی

۲ دستگاه عصبی

جانوران پرسلولی، برای ایجاد هماهنگی بین اعمال سلول‌ها و اندام‌های مختلف بدن خود و همچنین واکنش مناسب به محیط، نیاز به عوامل و دستگاه‌های ارتباطی دارند. **دستگاه عصبی** با ساختار و کار ویژه‌ای که دارد، در جهت ایجاد این هماهنگی به وجود آمده و تکامل حاصل کرده است.

به‌عنوان مثال، اگر گربه‌ای که در حال استراحت است، بوی گوشت را استشمام کند، از جای برمی‌خیزد و پس از بوکردن فضای اطراف خود، مسیر بو را پیدا و به طرف منشأ آن حرکت می‌کند. در این مورد بوی گوشت موجب تحریک گیرنده‌های بویایی می‌شود و پس از اطلاع مراکز مغزی و نخاعی ازطریق راه‌های بویایی، فرمان‌های لازم در مورد نوع حرکت و رفتار جانورصادر می‌شود.

هنگامی که غذا درون دهان قرار می‌گیرد، حرکات منظم آرواره‌ها، دهان و زبان، ابتدا موجب جویده‌شدن غذا می‌شود و سپس حرکات هماهنگ زبان و ماهیچه‌های گلو سبب بلع لقمهٔ جویده‌شده، می‌شوند. در همان هنگام، ترشحات غده‌های بزاقی و شیرهٔ معده افزایش می‌یابد. همهٔ این فعالیت‌ها نیاز

به نظم دارند. این عمل با کمک گیرنده‌هایی صورت می‌گیرد که وجود غذا را در نقاط مختلف دهان حس می‌کنند، اعصابی که این خبر را به مراکز تنظیم‌کننده در مغز ببرند و اعصابی که از این مراکز به عضلات و غده‌های گوارشی بروند.

بنابراین فعالیت‌های عصبی جانوران، به‌طوکلی، به دو منظور انجام می‌شوند :

۱ــ تنظیم موقعیت جانور نسبت به محیط خارجی

۲ــ تنظیم فعالیت‌های درونی بدن

۱ ساختار و کار نورون‌ها

نورون‌ها پیام‌های عصبی را به‌بافت‌ها و اندام‌های بدن، مانند ماهیچه‌ها، غده‌ها و نیز نورون‌های دیگر می‌فرستند و از این طریق با آنها ارتباط برقرار می‌کنند. سه ویژگی نورون عبارت‌اند از **تأثیرپذیری** نسبت به محرک‌ها که سبب ایجاد جریان عصبی می‌شود؛ **هدایت** جریان عصبی از یک نقطهٔ نورون به نقطه دیگر آن و سرانجام **انتقال** آن از نورونی به سلول دیگر. نورون‌ها انواع گوناگونی دارند، ولی اساس ساختاری همهٔ آنها، مثل شکل ۱ــ۲ است.

شکل ۱ــ۲ــ ساختار نورون

رشته‌هایی که از جسم سلولی نورون‌ها بیرون زده‌اند، بر دو نوع‌اند: **دندریت**[۱] و **آکسون**[۲]. دندریت‌ها پیام را دریافت می‌کنند و به جسم سلولی می‌آورند.

آکسون پیام عصبی را از جسم سلولی تا انتهای خود هدایت می‌کند. انتهای آکسون را **پایانهٔ آکسون** می‌نامند. پیام عصبی از محل پایانهٔ آکسون از یک نورون به نورون، یا یک سلول دیگر انتقال می‌یابد.

۱ــ dendr te درخت مانند (یونانی)

۲ــ axon محور (یونانی)

نورون‌های میلین‌دار

بسیاری از نورون‌ها را لایه‌ای از جنس غشا (پروتئین و فسفولیپید) به نام «**غلاف میلین**»[1] پوشانده‌است. میلین رشته‌های آکسون و دندریت را عایق‌بندی می‌کند. میلین را سلول‌های پشتیبان که آکسون و دندریت را احاطه کرده‌اند، تولید می‌کنند. میلین همچنین باعث می‌شود که پیام عصبی در آکسون و دندریت سریع‌تر حرکت کند. غلاف میلین در قسمت‌هایی از رشته قطع می‌شود. به این قسمت‌ها، «**گره‌های رانویه**[2]» گفته می‌شود و در آنها غشای رشته در تماس با مایع اطراف آن قرار دارد. هدایت پیام عصبی در رشته‌های دارای میلین سریع‌تر است، زیرا وقتی جریان در طول رشته حرکت می‌کند، از یک گره به گره دیگر جهش می‌کند. بنابراین رشته‌های دارای میلین، پیام عصبی را بسیار سریع‌تر از رشته‌های بدون میلین، اما هم‌قطر، هدایت می‌کنند. وجود میلین به‌خصوص در نورون‌هایی که مربوط به حرکات سریع بدن هستند، بسیار مفید است.

فعالیت ۱ــ۲ــ یک نورون بسازید.

با استفاده از شکل ۱ــ۲ و با هر ماده و یا ابزار مناسبی که در اختیار دارید، بخش‌های مختلف یک نورون را بسازید برای زمینهٔ کار می‌توانید از یک تکه تخته، فیبر یا یونولیت استفاده کنید آکسون‌ها و دندریت‌ها را با استفاده از سیم، یا رشته‌های نخ به‌هم بافته شده، بسازید با استفاده از یک روکش، غلاف میلین و گره‌های رانویه را مشخص کنید با این کار شما ساختار نورون را هرگز از یاد نخواهید برد

نورون‌ها از نظر عملی که انجام می‌دهند بر سه نوع‌اند : نورون‌های حسی، نورون‌های حرکتی و نورون‌های رابط (شکل ۲ــ۲).

۱ــ Mye n

۲ــ Ranv er (r تلفظ نمی‌شود)

شکل ۲ــ۲ــ انواع نورون

فعالیت ۲ــ۲

با توجه به شکل ۲ــ۲ ویژگی‌های ساختاری نورون‌های حسی و حرکتی را با یکدیگر مقایسه کنید

نورون‌های حسی اطلاعات را از اندام‌های حسی، مثل پوست به مغز و نخاع می‌رسانند. نورون‌های حرکتی، فرمان‌های مغز و نخاع را به ماهیچه‌ها و اندام‌های دیگر می‌برند. نورون‌های رابط بین نورون‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند.

فعالیت نورون

بین دو سوی غشای نورون اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. این اختلاف پتانسیل الکتریکی به دو صورت مشاهده می‌شود.

پتانسیل آرامش : پژوهشگران با قراردادن دو الکترود بسیار ریز در دو سوی غشای آکسون دریافتند، زمانی که نورون در حال فعالیت عصبی نیست، بین دو سوی غشای نورون، اختلاف پتانسیلی معادل ۶۵ میلی‌ولت وجود دارد. به این اختلاف پتانسیل، پتانسیل آرامش گفته می‌شود (شکل ۳ــ۲).

شکل ۳ــ۲ــ چگونگی اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون

علت این اختلاف عدم توازن بارهای الکتریکی در دو سوی غشاست. به‌طوری که درون سلول نسبت به بیرون آن دارای بار الکتریکی منفی است. برای این پدیده دو علت وجود دارد؛ علت اول فعالیت پروتئین غشایی به نام **پمپ سدیم ــ پتاسیم** است که با صرف انرژی، سه یون سدیم (سه بار مثبت) را به خارج و دو یون پتاسیم (دو بار مثبت) را به داخل منتقل می‌کند. توجه داشته باشید که این کار سبب ایجاد اختلاف بار الکتریکی در دو سوی غشا می‌شود.

دلیل دوم این است که در حالت آرامش، نفوذپذیری غشای سلول نسبت به یون‌های پتاسیم بسیار بیشتر از نفوذپذیری آن نسبت به یون‌های سدیم است (شکل ۴ــ۲).

شکل ۴ــ۲ــ وضعیت غشا در حالت پتانسیل آرامش

پتانسیل عمل : پتانسیل عمل عبارت است از تغییر ناگهانی و شدید اختلاف پتانسیل بین دو سوی غشا. طی این تغییر، در زمان بسیار کوتاهی پتانسیل داخل سلول نسبت به خارج آن مثبت‌تر می‌شود و بلافاصله به حالت اول خود برمی‌گردد؛ یعنی مجدداً داخل سلول نسبت به خارج منفی‌تر می‌شود (شکل ۵ــ۲ــ الف).

چون پتانسیل عمل بعد از تولید در یک نقطه از سلول عصبی، در نقاط مجاور هم ایجاد می‌شود و نقطه به نقطه در طول رشتهٔ عصبی سیر می‌کند، به آن **پیام عصبی** نیز گفته می‌شود. در شکل ۵ــ۲ــب منحنی تغییر پتانسیل غشا را هنگام ایجاد پتانسیل عمل مشاهده می‌کنید؛ پژوهشگران دریافته‌اند که علت مثبت‌تر شدن پتانسیل درون سلول که در منحنی به‌صورت مرحلهٔ بالا رو دیده می‌شود، ورود ناگهانی یون‌های سدیم به داخل سلول است. همچنین علت پایین رفتن منحنی، خروج ناگهانی یون‌های پتاسیم از سلول است.

ورود ناگهانی یون‌های سدیم به داخل و خروج یون‌های پتاسیم از داخل سلول به علت وجود کانال‌های پروتئینی ویژه‌ای، به نام **کانال‌های دریچه‌دار سدیمی** و **پتاسیمی** است. هنگام پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی باز و سدیم وارد سلول می‌شود. در این حالت پتانسیل داخل سلول نسبت به خارج مثبت‌تر می‌شود. در مرحلهٔ بعد، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته و کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند. در پی بازشدن این کانال‌ها، پتاسیم از سلول خارج می‌شود و پتانسیل درون سلول نسبت به بیرون سلول منفی می‌شود. در این حالت کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی بسته می‌شوند. به این ترتیب پتانسیل غشا به حالت استراحت خود بازگشته است.

الف ــ پتانسیل عمل

ب ــ منحنی تغییر پتانسیل غشا

شکل ۵ــ۲

بعد از پایان پتانسیل عمل، فعالیت بیشتر پمپ سدیم ــ پتاسیم سبب می‌شود غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سمت سلول به حالت اوّلیهٔ خود برگردند.

ارتباط نورون‌ها با یکدیگر و با سلول‌های غیرعصبی

وقتی پیام عصبی به پایانهٔ آکسون می‌رسد، می‌تواند به سلول‌های دیگر منتقل شود. محلی را که در آن یک نورون با سلول دیگر ارتباط برقرار می‌کند **سیناپس**[1] می‌نامند (شکل ۶ــ۲).

شکل ۶ــ۲ــ سیناپس

در سیناپس‌ها، سلول نورون به سلول دیگر، نمی‌چسبد، بلکه بین پایانهٔ یک آکسون و سلول دریافت کننده، فاصلهٔ کمی وجود دارد که به آن **فضای سیناپسی** می‌گویند. در یک سیناپس، نورون انتقال دهنده، نورون **پیش‌سیناپسی** و سلول دریافت‌کننده، سلول **پس‌سیناپسی** خوانده می‌شوند. وقتی جریان عصبی به پایانهٔ آکسونِ نورون پیش‌سیناپسی می‌رسد، باید فضای سیناپسی را طی کند و به سلول پس‌سیناپسی منتقل شود. انتقال پیام عصبی از نورون پیش‌سیناپسی به سلول پس‌سیناپسی با آزاد شدن ماده‌ای که **انتقال دهندهٔ عصبی** نام دارد، انجام می‌شود.

انتقال دهنده‌های عصبی انواع گوناگونی دارند. مثلاً، یکی از انتقال دهنده‌های اصلی **استیل‌کولین**[2] است.

۱ــ synapse

۲ــ acety cho ne

آزاد شدن انتقال‌دهنده‌های عصبی

وقتی پتانسیل عمل به پایانهٔ آکسون یک نورون پیش‌سیناپسی می‌رسد، وزیکول‌های محتوی انتقال دهنده‌ها با غشای سلول آمیخته می‌شوند و مولکول‌های انتقال‌دهنده به درون فضای سیناپسی آزاد می‌شوند و سپس به سلول پس‌سیناپسی می‌رسند (شکل ۷ــ۲).

شکل ۷ــ۲

انتقال‌دهنده‌های عصبی پس از رسیدن به نورون پس‌سیناپسی، سبب تغییر پتانسیل الکتریکی آن می‌شوند. این تغییر ممکن است در جهت فعال‌کردن یا مهارکردن نورون پس‌سیناپسی باشد.

خودآزمایی ۱ــ۲

۱ــ ساختار یک نورون را توضیح دهید

۲ــ وقایع انتقال جریان عصبی را در محل سیناپس به‌طور خلاصه بیان کنید

اثر مواد اعتیادآور بر دستگاه عصبی مرکزی

بعضی مواد عملکرد دستگاه عصبی مرکزی را تغییر می‌دهند. الکل و مواد مخدری مانند نیکوتین، کوکائین و هروئین مثال‌هایی از این مواد هستند که اعتیاد به آنها مشکل بزرگ بعضی از جوامع امروزی است. همهٔ این مواد می‌توانند باعث وابستگی روانی مصرف‌کننده شوند و بیشتر آنها موجب وابستگی جسمی نیز می‌شوند. همچنین کافئین که در قهوه یا نوشابه‌ها یافت می‌شود در افراد وابستگی ایجاد می‌کنند.

اعتیاد چیست؟

اعتیاد پاسخی فیزیولوژیک است که مصرف مکرر مواد اعتیادآور باعث آن می‌شود. اعتیاد عملکرد طبیعی نورون‌ها و سیناپس‌ها را تغییر می‌دهد.

هنگامی که مادهٔ اعتیادآور عملکرد نورون یا سیناپس را تغییر داد، از آن پس آن نورون یا سیناپس به‌طور طبیعی کار نمی‌کند، مگر در حضور آن ماده. شخص با مصرف مکرر مادهٔ اعتیادآور، به آن معتاد می‌شود و بدن او نسبت به آن ماده عادت می‌کند. شخص معتاد باید با گذشت زمان مقدار ماده‌ای را که مصرف می‌کند افزایش دهد، تا خواستهٔ بدنش تأمین شود.

اعتیاد به نیکوتین

نیکوتین ماده‌ای اعتیادآور است که در برگ‌های گیاه تنباکو (توتون) یافت می‌شود. این ماده بسیار سمی است و سریعاً وارد جریان خون می‌شود. حدود ۶۰ میلی‌گرم از نیکوتین برای انسان کُشنده و مرگ‌آور است.

متخصصین زیست‌شناسی عصب پس از مطالعاتی که روی چگونگی ایجاد اعتیاد به نیکوتین داشته‌اند، به این نتیجه رسیده‌اند که نیکوتین به علت شباهت ساختاری با استیل‌کولین به محل‌های مخصوصی در سلول‌های عصبی که به‌طور طبیعی محل گیرنده‌های استیل‌کولین هستند، متصل می‌شود. این جایگاه‌ها از مراکز کنترل مغز هستند که بسیاری از فعالیت‌های مغزی را کنترل می‌کنند.

اتصال نیکوتین به سلول‌های عصبی باعث ایجاد تغییرات زیادی می‌شود. بعد از مدتی بدن فرد سیگاری فقط در حضور نیکوتین (به جای استیل‌کولین) به طور طبیعی کار می‌کند و در صورت حذف نیکوتین، حالت طبیعی بدن مختل می‌شود. در این حالت تنها راه برای برقراری و نگهداری حالت طبیعی بدن سیگارکشیدن است. به این ترتیب می‌گوییم چنین فردی معتاد به سیگار است.

مواد سمی و جهش‌زای شیمیایی همراه با دود تنباکو وارد دهان شخص می‌شوند و مُخاط دهان، بینی وگلو را تحریک می‌کنند. دود تنباکو در شُش‌ها جمع می‌شود و مژه‌های سطح دستگاه تنفسی را از کار می‌اندازد و ظرفیت تنفسی را کاهش می‌دهد. مصرف تنباکو با سرطان‌های دهان، حنجره و شُش ارتباط مستقیم دارد. احتمال سقط جنین و به‌دنیاآمدن نوزاد مرده در زنانی که تنباکو مصرف می‌کنند، بیشتر است. احتمال ابتلا به موارد فوق در افرادی که در معرض دود تنباکو قرار دارند، همانند افرادی است که تنباکو مصرف می‌کنند.

بیشتر بدانید

الکترو آنسفالوگرافی (نوار مغزی)

الکترو آنسفالوگراف (Electro Encephalo Graph) دستگاهی است که به کمک آن امواج ناشی از جریان‌های بیوالکتریکی مغز را ثبت و اندازه‌گیری می‌کند جریان‌های تولیدشده از طریق بافت‌های بدن که هادی جریان الکتریکی هستند، به الکترودهای دستگاه که به پوست سر متصل شده‌اند، وارد می‌شوند و سپس فعالیت الکتریکی مغز به‌صورت منحنی‌هایی به نام الکتروآنسفالوگرام روی نوار کاغذی و یا صفحهٔ نمایش، ثبت می‌شود از این منحنی‌ها برای تشخیص برخی بیماری‌های مغزی، استفاده می‌شود

M R I (Magnetic Resonance Imaging)

یکی از روش‌های بررسی ساختار مغز، استفاده از میدان مغناطیسی است که به‌طور اختصاری با M R I نشان داده می‌شود در این روش فرد در یک میدان مغناطیسی قوی قرار داده می‌شود و امواج خاصی از بافت‌های بدن عبور داده می‌شوند این امواج پس از برخورد به بافت‌های بدن امواج الکترومغناطیسی آزاد می‌کنند که پس از پردازش با رایانه، تصاویری از بخش‌های مورد نظر به‌دست می‌دهند در این تصاویر جزئیات بافت‌ها و بخش‌های سفید و خاکستری مغز به‌خوبی قابل تشخیص‌اند

۲ ساختار و کار دستگاه عصبی

وظایف دستگاه عصبی به ارتباط‌های متقابل بین میلیون‌ها نورون وابسته است. شبکه‌های نورونی، به‌طور مداوم اطلاعاتی دربارهٔ شرایط داخلی بدن و شرایط محیطی، جمع‌آوری می‌کنند و پس از هماهنگی و تفسیر، به آنها پاسخ می‌دهند. نورون‌ها چگونه در دستگاه عصبی، سازمان‌یافته‌اند؟ همان‌طور که در شکل ۸ــ۲ نشان داده شده است، در دستگاه عصبی دو بخش اصلی وجود دارد؛ دستگاه عصبی مرکزی و دستگاه عصبی محیطی.

شکل ۸ــ۲ــ دستگاه عصبی انسان. بخش نارنجی رنگ دستگاه عصبی مرکزی و بخش بنفش رنگ دستگاه عصبی محیطی را نشان می‌دهد.

دستگاه عصبی مرکزی شامل **مغز** و **نخاع** است که مراکز نظارت بر اعمال بدن‌اند. این دستگاه اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر می‌کند و به آنها پاسخ می‌دهد. دستگاه عصبی مرکزی از دو بخش مادهٔ خاکستری که بیشتر محتوی جسم سلولی نورون‌هاست و مادهٔ سفید که اجتماع بخش‌های میلین‌دار نورون‌هاست، تشکیل شده است.

دستگاه عصبی محیطی شامل تعداد زیادی عصب است. هر عصب مجموعی از آکسون‌ها، دندریت‌ها یا هر دو آنهاست. دور این آکسون‌ها و دندریت‌ها را غلافی از بافت پیوندی پوشانده است. به آکسون‌ها، یا دندریت‌های بلند **تار عصبی** می‌گویند.

اعصاب محیطی سه نوع‌اند: اعصاب حسی که پیام‌های عصبی را از اندام‌ها به مغز می‌برند، اعصاب حرکتی که پیام‌های عصبی را از مغز و نخاع به ماهیچه‌ها یا غده‌ها می‌برند. اعصاب مختلط مجموعی از تارهای حسی و حرکتی هستند.

مغز

مغز مرکز اصلی پردازش اطلاعات در بدن است، به‌طور متوسط وزن مغز یک فرد بالغ ۱/۵ کیلوگرم است. افکار، عواطف، رفتار، ادراک، احساس و حافظه برعهدهٔ مغز است. هم‌اکنون که این متن را می‌خوانید، مغز شما در حال درک و پردازش اطلاعات دریافتی و یادگیری است. مغز شامل چند بخش است: **مخ**، **مخچه** و **ساقهٔ مغز** از آن جمله‌اند (شکل ۹ــ۲).

شکل ۹ــ۲ــ نیمهٔ راست مغز

مخ : مخ بزرگ‌ترین بخش مغز است و توانایی یادگیری، حافظه، ادراک و عملکرد هوشمندانه را دارد. مخ دارای یک لایهٔ خارجی چین‌خورده با برآمدگی‌ها و شیارهای بسیار است. این لایه **قشر مخ** نامیده می‌شود. یک شیار عمیق و طولانی در وسط، مخ را به دو نیمکرهٔ چپ و راست تقسیم می‌کند. نیمکره‌های مخ از طریق دسته‌ای از تارهای عصبی به نام **جسم پینه‌ای**، به یکدیگر مرتبط می‌شوند. به‌طور معمول، نیمکرهٔ چپ مخ اطلاعات حسی را از سمت راست بدن دریافت و حرکات آن را کنترل می‌کند و برعکس نیمکرهٔ راست، اطلاعات حسی را از سمت چپ بدن دریافت و حرکات آن بخش را کنترل می‌کند. علاوه بر آن هریک از نیمکره‌ها، کارهای مخصوص به خود دارند. بیشتر پردازش اطلاعات حسی و حرکتی در قشر خاکستری مخ انجام می‌شود که لایهٔ خارجی چین‌خورده و نازک مخ است. چین‌خوردگی‌های قشر مخ، باعث افزایش سطح این ناحیه شده است و در عین حال این امکان را به‌وجود آورده است که مغز درون جمجمه جا بگیرد.

مخچه : مخچه در پشت ساقهٔ مغز قرار دارد و از دو نیمکره که در وسط آنها بخشی به نام **کرمینه** قرار دارد تشکیل شده است. این اندام مهم‌ترین مرکز هماهنگی و یادگیری حرکات لازم برای تنظیم حالت بدن و تعادل است و برای انجام این اعمال، اطلاعاتی را از ماهیچه‌ها، مفصل‌ها، پوست، چشم‌ها و گوش‌ها دریافت می‌کند. به‌علاوه بخش‌هایی از مغز و نخاع که مربوط به حرکات بدن هستند، پیام‌هایی را به مخچه ارسال می‌کنند. وقتی راه می‌رویم، مخچه با پیش‌بینی وضعیت بدن در لحظهٔ بعد پیام‌هایی را برای مغز و نخاع می‌فرستد و موجب تصحیح و یا تغییر حرکت بدن می‌شود. به این ترتیب ما بدون برخورد به موانع، راه خود را ادامه می‌دهیم. صدمه به مخچه باعث می‌شود که فرد هنگام راه‌رفتن تلوتلو بخورد و اعمال خود را به‌طور غیرماهرانه انجام دهد. این فرد توانایی انجام حرکات دقیق را ندارد؛ نمی‌تواند یک خط مستقیم رسم کند و یا با چکش روی میخ بکوبد.

ساقهٔ مغز : ساقهٔ مغز در قسمت پایینی مغز قرار دارد و متشکل از بخش‌هایی است که از یک سو به نخاع منتهی می‌شوند و از سوی دیگر، به نیمکره‌های مخ و مخچه منتهی می‌شوند. ساقهٔ مغز شامل **مغز میانی**، **پل** و **بصل‌النخاع** است. **بصل‌النخاع**، بسیاری از اعمال حیاتی مربوط به فعالیت‌های بدن، مانند تنفس و ضربان قلب را تنظیم می‌کند. این ساختارها نقش مهمّی در تنظیم فعالیت‌های بدن برعهده دارند (شکل ۱۰ــ۲).

مراکز مغزی دیگر : در بالای ساقهٔ مغز، مراکز مهمّ تقویت و انتقال پیام‌های عصبی وجود دارد که اطلاعات را بین بخش‌های مختلف مغز رد و بدل می‌کنند. از جملهٔ این مراکز **تالاموس** است که در پردازش اطلاعات حسی نقش مهمی دارد. اطلاعات حسی از اغلب نقاط بدن در تالاموس گرد هم می‌آیند،

شکل ۱۰ــ۲ــ مقطع طولی ساقه مغز

تقویت می‌شوند و به بخش‌های مربوطه در قشر مخ فرستاده می‌شوند. درزیر تالاموس، **هیپوتالاموس** قرار دارد. هیپوتالاموس مرکز احساس گرسنگی و تشنگی و تنظیم دمای بدن است و نیز بسیاری از اعمال غده‌های ترشح‌کنندهٔ هورمون‌ها را تنظیم می‌کند. تالاموس و هیپوتالاموس را شبکهٔ گسترده‌ای از نورون‌ها، به نام **دستگاه لیمبیک**[1] به قسمت‌هایی از قشر مخ، متصل می‌کند و نقش مهمّی در حافظه، یادگیری و احساسات مختلف، مانند احساس رضایت، عصبانیت و لذت، برعهده دارد (شکل ۱۱ــ۲).

شکل ۱۱ــ۲ــ دستگاه لیمبیک. در این شکل بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ دستگاه لیمبیک و نیز قسمت‌های مرتبط با آن با رنگ بنفش مشخص شده‌اند.

۱ــ mb c

نخاع

نخاع درون ستون مهره‌ها از بصل‌النخاع تا کمر امتداد دارد. نخاع، مغز را به دستگاه عصبی محیطی متصل می‌کند. مغز اطلاعاتی را که ازطریق نخاع به‌سمت بالا می‌آیند، دریافت و همچنین ازطریق آن، فرمان‌هایی را برای کنترل اعمال بدن، ارسال می‌کند (شکل ۱۲ــ۲). نخاع علاوه‌بر انتقال پیام‌ها، مرکز برخی از انعکاس‌های بدن است. **انعکاس**، پاسخ ناگهانی و غیرارادی ماهیچه‌ها در پاسخ به محرک‌هاست.

۳۱ جفت عصب به نخاع متصل است. هر عصب نخاعی یک ریشهٔ پشتی و یک ریشهٔ شکمی دارد. ریشه‌های پشتی محتوی نورون‌های حسی‌اند که اطلاعات را از گیرنده‌های حسی به دستگاه عصبی مرکزی وارد می‌کنند. ریشه‌های شکمی محتوی نورون‌های حرکتی‌اند که پاسخ حرکتی را از دستگاه عصبی مرکزی به ماهیچه‌ها و غده‌ها، منتقل می‌کنند.

در برش عرضی نخاع، دو بخش **مادهٔ خاکستری** و **مادهٔ سفید** دیده می‌شود. مادهٔ خاکستری شامل جسم سلولی نورون‌ها و تعدادی نورون رابط است. مادهٔ سفید محتوی آکسون و دندریت نورون‌هاست و بخش خاکستری را دربر گرفته است (شکل ۱۲ــ۲).

شکل ۱۲ــ۲ــ نخاع

بیشتر بدانید

آسیب نخاع

نخاع بر خلاف سایر قسمت‌های بدن، پس از جراحت‌های عمیق، ترمیم نمی‌شود نورون‌های آسیب‌دیده، پیام عصبی را منتقل نمی‌کنند و بسته به اینکه کدام قسمت نخاع صدمه دیده باشد، پاها و یا دست‌ها، برای همیشه از کار می‌افتند امروزه به کمک دارویی ضد التهابی که حداکثر هشت ساعت بعد از ایجاد جراحت باید مصرف شود، اشخاص صدمه‌دیده می‌توانند بهبودی نسبی به‌دست آورند

از سوی دیگر مرگ و میر نورون‌ها و سلول‌های پشتیبان در قسمت صدمه‌دیدهٔ نخاع، حتّی چند هفته پس از ایجاد جراحت همچنان ادامه می‌یابد برخی از پژوهشگران تصور می‌کنند با جلوگیری از مرگ این سلول‌ها، می‌توان از فلج‌شدن پاها و یا دست‌ها، جلوگیری کرد در آزمایش‌هایی که روی موش‌ها انجام شده است، پژوهشگران موادی را یافته‌اند که از مرگ سلول‌های عصبیِ موش‌های صدمه دیده، جلوگیری می‌کنند آنها در پی یافتن موادی هستند که از مرگ سلول‌های عصبی درانسان نیز، جلوگیری کنند

از طرف دیگر، آکسون‌های صدمه دیده، قدرت رشد دوباره دارند، امّا موادی در نخاع وجود دارد که از رشد آنها جلوگیری می‌کنند اعصاب دستگاه عصبی محیطی، فاقد این موادِ جلوگیری‌کننده هستند؛ درنتیجه آکسون‌های این اعصاب، می‌توانند به‌خوبی رشد کنند پژوهشگران برای تحریک رشد آکسون‌های صدمه دیدهٔ نخاع، قسمت‌هایی از اعصاب محیطی را به نخاع پیوند زده‌اند این پیوندهای عصبی تونل‌هایی را برای رشد دوبارهٔ آکسون‌ها، فراهم می‌کنند موش‌هایی که عمل پیوند روی آنها انجام شده است، پس از سه هفته علائمی حاکی از بهبودی را نشان داده‌اند پس از گذشت یک سال آنها می‌توانند روی پاهای خود بایستند چنین عملی هنوز درمورد انسان انجام نشده است

محافظت از دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه عصبی مرکزی پستانداران از چند طریق محافظت می‌شود. اولین عامل، استخوان‌های جمجمه و ستون مهره‌ها هستند که جعبه‌ای محکم و استخوانی برای حفاظت مغز و نخاع به‌وجود می‌آورند. علاوه‌بر آن، مغز و نخاع را پرده‌ای به نام **مننژ**[1]، حفاظت می‌کند. پردهٔ خارجی مننژ که از نوع بافت پیوندی محکم است، **سخت‌شامه** نام دارد و در زیر آن **عنکبوتیه** قرار دارد (عنکبوتیه در زیر میکروسکوپ مثل تارهای عنکبوت است) . لایهٔ داخلی مننژ **نرم‌شامه** نام دارد که دارای مویرگ‌های

۱ـ men nges تلفظ این واژه به فرانسه است.

خونی فراوان است و بافت عصبی را تغذیه می‌کند. فضای بین سخت شامه و نرم‌شامه، با مایعی به نام **مایع مغزی ــ نخاعی** پر شده است. این مایع نقش ضربه‌گیر را دارد و از برخورد مغز و نخاع به استخوان‌ها در حین حرکت، جلوگیری می‌کند (شکل ۱۳ــ۲).

بافت پوششی دیوارهٔ مویرگ‌های مغزی، فاقد منافذی هستند که در مویرگ‌های بافت‌های دیگر، دیده می‌شوند. در نتیجه بسیاری از مواد که در متابولیسم سلول‌های مغزی نقشی ندارند و نیز میکروب‌ها معمولاً نمی‌توانند وارد مغز شوند. به این عامل حفاظت‌کننده سد خونی ــ مغزی گفته می‌شود. البتّه موادی چون گلوکز و اکسیژن می‌توانند به‌سرعت از این سد بگذرند و وارد سلول‌های مغزی شوند.

شکل ۱۳ــ۲ــ پردهٔ منتز مغز

دستگاه عصبی محیطی

دستگاه عصبی محیطی، مغز و نخاع را به قسمت‌های دیگر بدن ارتباط می‌دهد و شامل ۳۱ جفت عصب نخاعی و ۱۲ جفت عصب مغزی است (شکل ۸ــ۲).

دستگاه عصبی محیطی، شامل دو بخش اصلی حسی و حرکتی است. بخش حسی که اطلاعات اندام‌های حس را به دستگاه عصبی مرکزی هدایت می‌کند. بخش حرکتی که ارسال پیام عصبی را به اندام‌های حرکتی برعهده دارد و شامل دو دستگاه مستقل است : دستگاه عصبی **پیکری** و دستگاه عصبی **خودمختار**.

دستگاه عصبی پیکری : نورون‌های حرکتی محیطی که ماهیچه‌های اسکلتی را تحریک می‌کنند، تحت کنترل آگاهانه ما قرار دارند. این نورون‌ها دستگاه عصبی پیکری را تشکیل می‌دهند. بعضی از فعالیت‌ها در این دستگاه، نظیر انعکاس‌های نخاعی غیرارادی‌اند. انعکاس‌های نخاعی، پاسخ‌های حرکتی مهره‌داران به محرک‌های محیطی‌اند و برای حفظ حیات آنها انجام می‌شوند. این انعکاس‌ها بسیار سریع‌اند، زیرا در انجام آنها، اغلب نخاع و دستگاه عصبی محیطی درگیرند و مغز نقشی ندارد. انعکاس زردپی زیر زانو، نمونه‌ای از این انعکاس‌هاست.

به شکل ۱۴ــ۲ نگاه کنید. وقتی پاهای شما در وضعیتی که در شکل می‌بینید به حالت آویزان قرار گیرند، اگر به زردپی زیر زانو ضربه‌ای وارد شود، پا ناگهان به سمت جلو حرکت می‌کند. ضربهٔ وارد شده به زردپی، نورون حسی متصل به ماهیچهٔ جلو ران را تحریک می‌کند. نورون حسی پیام عصبی را به نخاع ارسال می‌کند و نورون حرکتی مربوط، تحریک می‌شود و در نتیجه ماهیچه منقبض می‌شود و پا به‌سرعت بالا می‌آید. نورون حسی همچنین یک نورون رابط را در نخاع تحریک می‌کند و آن، نورون حرکتی مربوط به ماهیچهٔ عقب ران را از فعالیت بازمی‌دارد. در نتیجه این ماهیچه در حالت استراحت قرار می‌گیرد.

پزشک‌ها، از این آزمایش برای بررسی سالم بودن مسیر انعکاس و نیز میزان اضطراب فرد، استفاده می‌کنند، یعنی هر قدر میزان اضطراب فرد بیشتر باشد، پا سریع‌تر پاسخ می‌دهد و بالاتر می‌آید.

شکل ۱۴ــ۲ــ انعکاس زردپی زیر زانو

فعالیت ۳ــ۲

با استفاده از یک چکش لاستیکی و به‌روش گفته‌شده، انعکاس زردپی زیر زانو را انجام دهید

دستگاه عصبی خودمختار : تنظیم انقباض ماهیچه‌های قلبی و صاف و همچنین تنظیم کار غده‌ها آگاهانه انجام نمی‌شوند. این اعمال را دستگاه عصبی خودمختار تنظیم می‌کند.

اعصاب پاراسمپاتیک[۱] و **اعصاب سمپاتیک**[۲] دو بخش دستگاه عصبی خودمختار هستند که حالت پایدار بدن را حفظ می‌کنند. عمل این دو بخش به‌طور معمول بر خلاف یکدیگر است. عمل پاراسمپاتیک باعث برقراری حالت آرامش در بدن می‌شود. در این حالت فشار خون کاهش می‌یابد و ضربان قلب کم می‌شود. پاراسمپاتیک در دستگاه گوارش، باعث آغاز فعالیت‌های گوارشی می‌شود. بخش سمپاتیک در مواقع هیجان‌های روانی یا جسمی بر پاراسمپاتیک غلبه‌دارد و بدن را به حالت آماده‌باش نگاه می‌دارد. ممکن است چنین حالتی را در هنگام شرکت درمسابقهٔ ورزشی یا پاسخ دادن به سؤالات امتحانی تجربه کرده باشید. در این حالت بخش سمپاتیک سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و همچنین جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند.

۱ــ parasympathe c

۲ــ sympathe c

بیشتر بدانید

شکل ۱۵ــ۲ــ دستگاه عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک

خودآزمایی ۲ــ۲

۱ــ عملکرد مخچه و ساقهٔ مغز را توضیح دهید

۲ــ مشخصات ریشهٔ پشتی و شکمی نخاع را بنویسید

فعالیت ۴ــ۲

۱ــ چرا انعکاس نخاعی، سریع‌تر از یک حرکت ارادی، انجام می‌شود؟

۲ــ انعکاس‌ها رفتارهایی غریزی‌اند که به‌طور معمول آموخته نمی‌شوند این رفتارها، برای موجودات زنده، چه مزیتی دارند؟

۳ــ طرح زیر، مغز ماهی را نشان می‌دهد، نیمکره‌های مخ ماهی با نیمکره‌های مخ انسان چه تفاوتی دارند؟ لُب‌های بویایی را که درشکل می‌بینید، محل دریافت پیام‌های عصبی از گیرنده‌های بینی است لُب‌های بویایی ماهی در مقایسه با مغز انسان بزرگ‌تر است، این مطلب چه واقعیتی را دربارهٔ حس بویایی ماهی آشکار می‌کند؟

فعالیت ۵ــ۲

تشریح مغز گوسفند

مواد و وسایل لازم : مغز سالم گوسفند، وسایل تشریح، محلول فرمالین، دستکش

بافت مغز نرم است بهتر است آن‌را ۴۸ تا ۷۲ ساعت قبل از تشریح در محلول فرمالین ۵ تا ۱ درصد قرار دهید محلول فرمالین موجود در آزمایشگاه‌ها معمولاً ۳۶ درصد است که باید آن‌را ۴بار رقیق کرد چند ساعت قبل از تشریح، مغز را از محلول خارج کنید و در آب قرار دهید تا بو و اثر فرمالین کم شود با این حال بهتر است هنگام کار از دستکش استفاده کنید

در صورت در اختیارنداشتن فرمالین مغز را مدت کوتاهی در آب جوش قرار دهید

بررسی بخش‌های خارجی مغز

الف) مشاهده سطح پشتی (شکل ۱) : روی مغز پرده نرم‌شامه و در بعضی قسمت‌ها مقداری عنکبوتیه وجود دارد با پنس آنها را جدا کنید تا چین و شکنج‌های قشر مخ را بهتر ببینید شکنج‌های عمیق مغز را شیار می‌نامند یکی از این شیارها، شیار جلویی عقبی است که دو نیمکره را از هم جدا می‌کند

مخچه، کرمینه، قسمت‌هایی از بصل‌النخاع، ابتدای نخاع و بخشی از لُب‌های بویایی را می‌توانید ببینید

شکل ۱

ب) مشاهده سطح شکمی (شکل ۲) : مغز را برگردانید و پرده‌های مننژ آن را با احتیاط جدا کنید تا بخش‌های مغز را بهتر ببینید در این حالت بخش‌های زیر را از بالا به پایین می‌توانید مشاهده کنید :

لُب‌های بویایی، نیمکره‌های مخ، کیاسمای بینایی، جسم خاکستری (بخشی از هیپوتالاموس) محل اتصال هیپوفیز، مغز میانی، پایک‌های مغزی، شیار پیشین، پل مغزی، بصل‌النخاع، نیمکره‌های مخچه و قسمتی از نخاع

شکل ۲

پ) مشاهده بخش‌های درونی مغز : مغز را در تشتک طوری قرار دهید که سطح پشتی آن به سمت بالا باشد با انگشتان شست دو نیمکره را قدری فاصله دهید و با پنس بقایای پرده‌های مننژ را که به‌صورت الیاف هستند از بین دو نیمکره خارج کنید تا نوار سفیدرنگ جسم پینه‌ای را ببینید

درحالی‌که نیمکره‌های مخ را کمی از هم جدا کرده‌اید با نوک اسکالپل در جلوی جسم پینه‌ای یک برش کم عمق ایجاد کنید با ملایمت فاصله نیمکره‌ها را بیشتر کنید تا مثلث مغزی یا رابط سه‌گوش را در زیر جسم پینه‌ای ببینید رأس مثلث مغزی به سمت جلو و قاعده آن به سمت عقب است رابط پینه‌ای و سه‌گوش در عقب با هم یکی شده و در جلو از هم فاصله دارند و بین آنها پرده‌ای شفاف به نام سپتوم (دیواره) به صورت عمودی کشیده شده است که بطن‌های ۱ و ۲ را از هم جدا می‌کند

در مرحله بعد با احتیاط و با کمک اسکالپل در مثلث مغزی برشی طولی ایجاد کنید و در زیر آن تالاموس‌ها و رابط بین آنها را ببینید توجه داشته باشید که تالاموس‌ها با کمترین فشار از هم جدا می‌شوند

در عقب تالاموس‌ها، بطن سوم به‌صورت محوطهٔ باز قیف‌مانندی دیده می‌شود که از طریق مجرایی به بطن ۴ ارتباط دارد

در لبه پایین بطن ۳، اپی‌فیز (غده پینه‌آل) را می‌بینید در عقب اپی‌فیز چهار برجستگی به نام برجستگی‌های چهارگانه قرار دارند که دو برآمدگی جلویی بزرگ‌تر و برآمدگی‌های عقبی کوچک‌ترند

در مرحله بعد کرمینه را در امتداد شیار بین دو نیمکره ببرید و برش را ادامه دهید تا بطن ۴ مغز را ببینید بخش سفید مخچه شبیه درختی است که در میان ماده خاکستری قرار دارد و به آن درخت زندگی می‌گویند

تشریح مغز را می‌توانید با یک برش طولی عمیق ادامه دهید تا دونمیکره از هم جدا شوند و بخش‌های مختلف مغز را بهتر مشاهده کنید در این حالت رابط پینه‌ای، رابط مثلثی و سپتوم را می‌توان به‌خوبی مشاهده کرد در داخل نیمکره‌ها بطن‌های جانبی ۱ و ۲ و در کف آنها اجسام مخطط به‌صورت برجستگی‌هایی قرار دارند (شکل ۳)

شکل ۳

دستگاه عصبی جانوران

سلول‌های عصبی جانوران مختلف، از نظر نحوهٔ عمل بسیار شبیه یکدیگرند. امّا در سازمان عصبی جانوران مختلف، گوناگونی‌های بسیاری به‌چشم می‌خورد. **هیدر** که از کیسه‌تنان است، یکی از ساده‌ترین دستگاه‌های عصبی را دارد. دستگاه عصبی هیدر به شکل یک **شبکهٔ عصبی** است و شامل شبکه‌ای از رشته‌هاست که در تمام بدن جانور پخش شده‌اند. هیدر سر و مغز ندارد و نیز تقسیم‌بندی مرکزی و محیطی در دستگاه عصبی آن وجود ندارد. هیدر در آب زندگی می‌کند و می‌تواند به آهستگی در زیستگاه خود جابه‌جا شود؛ امّا بیشتر اوقات به حالت ساکن و چسبیده به یک تکه سنگ، قرار گرفته است. شبکهٔ عصبی برای ساختار بدن هیدر و نحوهٔ فعالیت آن، کاملاً مناسب است (شکل ۱۶ــ۲ــ الف).

بیشتر جانوران دارای سر و دم‌اند و سر آنها مجهز به اندام‌های حسی و مغز است. در سر پلاناریا که از کرم‌های پهن است، مغز کوچکی وجود دارد. مغز پلاناریا از گره‌های عصبی (توده‌هایی متشکل از جسم سلول نورون‌ها) تشکیل شده است. این جانور دو طناب عصبی موازی (دسته‌هایی از آکسون‌ها و دندریت‌ها) دارد که همراه با مغز، دستگاه عصبی مرکزی آن را تشکیل می‌دهند و از این دو رشته اعصاب کوچک‌تری منشعب می‌شوند که دستگاه عصبی محیطی آن را تشکیل می‌دهند (شکل ۱۶ــ۲ــ ب).

مغز حشرات از چند گره به‌هم جوش‌خورده تشکیل شده است (شکل ۱۶ــ۲ــ ج). طناب عصبی شکمی این جانوران در هر قطعه از بدن، دارای یک گره عصبی است. هریک از این گره‌ها فعالیت ماهیچه‌های آن قطعه را کنترل می‌کنند.

در مهره‌داران نیز همان‌طور که در مورد انسان دیدید، دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است، در این جانوران دستگاه عصبی محیطی نیز وجود دارد.

الف ــ دستگاه عصبی هیدر　　ب ــ دستگاه عصبی پلاناریا　　ج ــ دستگاه عصبی در حشرات

شکل ۱۶ــ۲ــ دستگاه عصبی چند جانور

مقایسهٔ مغز مهره‌داران

رفتارهای مختلف مهره‌داران مثل فرار از شکارچیان، جست و جوی غذا، جفت‌یابی و پرورش نوزاد، علاوه بر کنترل از طریق انعکاس، مستلزم هماهنگی بیشتر و در نتیجه توانایی بیشتر مغز برای ایجاد این هماهنگی است. مغز همهٔ مهره‌داران دارای توانایی هماهنگ‌کردن اطلاعات دریافتی از محیط و دادن پاسخ‌های لازم و متناسب، به آنهاست.

در بین مهره‌داران، اندازهٔ نسبی مغز پستانداران و پرندگان (نسبت به وزن بدن) بیشتر از سایرین است. نیمکره‌های مخ نیز در پرندگان و پستانداران، نسبت به سایرین رشد بیشتری دارد و همین امر امکان انجام رفتارهای پیچیده‌تر را در آنها درمقایسه با سایرین، فراهم آورده است.

در میان مهره‌داران، سطح قشر چین‌خوردهٔ مخ انسان نسبت به اندازهٔ بدن، بیشترین مقدار را دارد و به‌این ترتیب مغز آدمی بیشترین قابلیت را برای انجام فعالیت‌های پیچیده‌ای چون حل مسئله و تفکر داراست. پس از انسان، چین‌خوردگی قشر مخ در سایر پریمات‌ها[1] (نخستی‌ها) و وال بیشتر از دیگر مهره‌داران است. وال‌ها در زندگی اجتماعی خود دارای ارتباط‌های پیچیده‌ای از طریق ایجاد صدا هستند و بیشتر قشر مخ آنها، احتمالاً به پردازش اطلاعات در مورد صداها، اختصاص یافته است.

بیشتر بدانید

شکل ۱۷ــ۲ــ مقایسهٔ دستگاه عصبی مهره‌داران

۱ــ پریمات‌ها گروهی از پستانداران و شامل لمورها، میمون‌ها و آدمیان هستند. رشد مغز پریمات‌ها قابل توجه است.

شبکیهٔ چشم

۳ حواس

درک محرک‌های محیطی مثل صدای معلّم، بوی گل، رنگ برگ درخت، یا مزهٔ شکر به‌وسیلهٔ حواس امکان‌پذیر می‌شود. حواس برای بقای انسان ضروری‌اند، و ما را قادر می‌کنند تا به وجود محرک‌ها پی ببریم و با تنظیم مداوم شرایط بدن در پاسخ به تغییرات محیطی، نظم و هماهنگی بدن حفظ شود.

بخش حسی دستگاه عصبی محیطی اطلاعاتی دربارهٔ محرک‌ها جمع‌آوری می‌کند. این اطلاعات به مغز فرستاده می‌شود. مغز این اطلاعات را پردازش می‌کند و اگر لازم باشد، پاسخ حرکتی مناسب را ایجاد می‌کند.

۱ اندام‌های حس

سلول‌های تمایزیافته‌ای که **گیرنده‌های حس** نام دارند، اثر محرک را دریافت می‌کنند. اگر محرک به اندازه کافی قوی باشد، فعالیت الکتریکی گیرنده را تغییر می‌دهد و در این حالت پیام عصبی ایجاد می‌شود. دستگاه عصبی مرکزی می‌تواند این پیام‌ها را تفسیر کند. اگرچه گیرنده‌های حس در سراسر بدن یافت می‌شوند، امّا بیشتر آنها در اندام‌های حس، یعنی پوست، چشم، گوش، بینی و زبان متمرکز شده‌اند. در جدول ۱ــ۳ انواع گیرنده‌های حس را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱ــ۳ــ انواع گیرنده‌های حس در انسان

نوع گیرنده	محرک	مثالی از محل گیرنده
گیرندهٔ دما	تغییر دمای محیط	پوست
گیرندهٔ درد	آسیب به بافت‌ها	بیشتر بافت‌ها و اندام‌ها
گیرندهٔ مکانیکی	حرکت، فشار، کشش و ارتعاش	پوست و گوش
گیرندهٔ نور	نور	چشم
گیرندهٔ شیمیایی	مواد شیمیایی	زبان و بینی

در ادامه با ساختار اندام‌های حس و نحوهٔ عمل گیرنده‌های آنها، آشنا می‌شویم.

پوست

پوست ما، دارای گیرنده‌های درد، دما (سرما یا گرما) و گیرنده‌های مکانیکی (حساس به لمس و فشار) است. هریک از این گیرنده‌ها، دندریت‌هایی از یک یا چند نورون هستند که اثر محرک را به پیام عصبی تبدیل می‌کند. همان‌طورکه در شکل ۱ــ۳ می‌بینید، اغلب دندریت‌های این گیرنده‌ها را پوششی از بافت پیوندی احاطه کرده است.

اگر محرک‌های مختلف آن‌چنان شدید باشند که احتمال آسیب به بافت‌ها را ایجاد کنند، مثل گرما یا سرمای شدید، گیرنده‌های درد را نیز تحریک می‌کنند.

شکل ۱ــ۳ــ گیرنده‌های حسی پوست

درد، احساس بسیار مهمی است، زیرا ما را از خطر، جراحت یا بیماری آگاه می‌کند. بسیاری از پاسخ‌های محافظت کننده از بدن مثل انعکاس‌ها، پس از تحریک گیرنده‌های درد شروع به کار می‌کنند.

گیرنده‌های دما در پوست، سرما یا گرما را تشخیص می‌دهند. در درون بدن نیز، گیرنده‌های دما وجود دارند که به دمای خون حساس‌اند. هیپوتالاموسِ مغز، مرکز اصلی تنظیم دمای بدن است.

گیرنده‌های مکانیکی در مقابل محرک‌هایی چون لمس، فشار و کشش واکنش نشان می‌دهند. در دیوارهٔ برخی از رگ‌های خونی، گیرنده‌هایی مکانیکی وجود دارند که به فشار خون حساس‌اند. در ماهیچه‌های اسکلتی نیز، گیرنده‌های مکانیکی حساس به تغییرات طول ماهیچه قرار دارند که گیرنده‌های کششی نامیده می‌شوند و وضعیت قسمت‌های مختلف بدن را به دستگاه عصبی مرکزی اطلاع می‌دهند.

فعالیت ۱ــ۳ــ تعیین حساسیت پوست

مواد لازم : مقوای محکم، سنجاق ته‌گرد، خط‌کش

روش کار :

۱ــ از مقوای محکم، چهار نوار به ابعاد ۱×۳ تهیه کنید

۲ــ در هر نوار دو سنجاق ته گرد فرو ببرید، به‌طوری که فاصلهٔ دو سنجاق در نوارها به‌ترتیب ۲ ، ۴ ، ۸ و ۱۲ میلی‌متر باشد (طبق شکل زیر) هنگام کار با سنجاق احتیاط‌های لازم را به‌کار ببندید چشم‌های یکی از هم‌کلاسی‌ها را ببندید و به‌طور تصادفی نوک یک سنجاق و یا نوک دو سنجاق هر نوار را به پشت دست او تماس دهید و هر بار سؤال کنید، تماس چند نقطه را حس می‌کند (دو نقطه یا یک نقطه)؟ این آزمایش را روی نوک انگشتان، روی بازو، پشت گردن و کف دست با هر چهار نوار مقوایی تکرار کنید و نتایج به‌دست‌آمده را در جدولی خلاصه کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید

۱ــ بین نقاط مورد آزمایش پوست کدام قسمت در مقابل تماس حساسیت بیشتری دارد؟

۲ــ آیا می‌توانید دلیل این حساسیت بیشتر را توضیح دهید؟

ابزار ساده‌ای که برای تعیین میزان حساسیت پوست به‌کار می‌روند.

چشم

بینایی انسان در مقایسه با سایر حواس بسیار کارآمد است. ما به کمک چشم‌هایمان می‌توانیم رنگ‌ها را ببینیم، فاصله‌ها را تشخیص دهیم و جزئیات اشیا و حرکات ظریف را تمیز دهیم. ساختار چشم انسان در شکل ۲ــ۳ نشان داده شده است :

شکل ۲ــ۳ــ ساختار چشم انسان

شکل ۳ــ۳ــ سلول‌های گیرندهٔ نور (سلول‌های مخروطی و سلول‌های استوانه‌ای)

کرهٔ چشم سه لایه دارد که از خارج به داخل به‌ترتیب عبارت‌اند از : صُلبیه، مَشیمیه و شبکیه.

صُلبیه : لایه‌ای محکم و سفید رنگ از بافت پیوندی است که کُرهٔ چشم را می‌پوشاند. این پوشش در جلو چشم شفاف است و **قَرنیه** نام دارد. دومین لایه که نازک و رنگدانه‌دار است، **مَشیمیه**

نام دارد. مشیمیه در جلو چشم بخش رنگین آن یعنی **عِنبیه** را به‌وجود می‌آورد. ماهیچه‌های موجود در عنبیه باعث تنگ و گشاد شدن سوراخ **مردمک** که در وسط عنبیه قرار دارد، می‌شود. این عمل در اثر تحریک اعصاب پاراسمپاتیک و سمپاتیک انجام می‌شود.

بیشتر بدانید

ابن‌هیثم که اروپاییان او را الحازن (Alhazan) می‌نامند، دانشمند مسلمان قرن چهارم هجری است او در کتاب خود «المناظر» برای اوّلین بار بخش‌های چشم را با نام‌های صلبیه، زجاجیه و... نام‌گذاری کرد او همچنین چگونگی دیدن اشیا را توضیح داد تا قبل از آن بر طبق نظر اقلیدس، تصور می‌کردند که نور از چشم بیننده به اشیا می‌تابد و باعث دیدن آنها می‌شود؛ ولی او با دلایل علمی و تجربی برای نخستین بار ثابت کرد که نور پس از تابیدن بر اجسام و بازتاب از آنها وارد عدسی چشم می‌شود و عدسی، تصویر اشیا را روی پردهٔ شبکیه می‌اندازد ابن‌هیثم دریافت که پردهٔ شبکیه از راه عصب بینایی با مغز ارتباط دارد بعدها ابن‌سینا، ابوریحان بیرونی و دیگران نظر او را پذیرفتند ترجمهٔ کتاب او تا اواخر قرن هفتم هجری قمری، یکی از کتاب‌های درسی دانشگاه‌های اروپا بود

نور با گذشتن از قرنیه به علت انحنای آن هم‌گرایی پیدا می‌کند، از سوراخ مردمک عبور و به **عدسی** برخورد می‌کند. عدسی، نور را روی شبکیه متمرکز می‌کند. **شبکیه** داخلی‌ترین لایهٔ چشم و بسیار نازک و شامل گیرنده‌های نوری و نورون‌هاست. گیرنده‌های نوری شبکیه بر دو نوع‌اند: سلول‌های **مخروطی** و سلول‌های **استوانه‌ای** که انرژی نورانی را به پیام‌های عصبی تبدیل می‌کنند. مغز می‌تواند این پیام‌ها را تفسیر کند. سلول‌های استوانه‌ای در نور ضعیف و سلول‌های مخروطی در نور قوی بیشتر تحریک می‌شوند. سلول‌های مخروطی به ما توانایی دیدن رنگ و جزئیات ظریف اشیا را نیز می‌دهند و درنتیجهٔ تحریک آنها، تصاویر دقیقی تولید می‌شود. پیام عصبی که در سلول‌های گیرندهٔ نوری ایجاد می‌شود به‌وسیلهٔ **عصب بینایی** به مغز فرستاده می‌شود. جایی را که عصب بینایی از شبکیه خارج می‌شود **نقطهٔ کور** گویند. بخش دیگری از شبکیه که **لکّهٔ زرد** نام دارد در امتداد محور نوری کرهٔ چشم قرار دارد و در دقت و تیزبینی چشم اهمیت دارد. فضای پشت عدسی چشم را مادهٔ ژله‌ای و شفافی پُر کرده است که **زجاجیه** نام دارد و باعث حفظ شکل کروی چشم می‌شود. فضای جلوی عدسی چشم نیز با مایع شفافی به نام **زلالیه** پُر شده است که از مویرگ‌ها ترشح می‌شود و مواد غذایی و اکسیژن را برای عدسی و قرنیه فراهم می‌کند و مواد دفعی آنها را نیز جمع‌آوری می‌کند تا از طریق خون دفع شوند.

تطابق: عدسی چشم به‌وسیلهٔ رشته‌هایی به ماهیچهٔ مژکی، متصل شده است. هنگام دیدن اشیای نزدیک، با انقباض ماهیچه‌های مژکی، عدسی کروی‌تر و قطورتر می‌شود وقتی به‌اشیای دور نگاه می‌کنیم با استراحت این ماهیچه‌ها، قطر عدسی کم می‌شود و به این ترتیب تصویر در هر حالت روی شبکیه تشکیل می‌شود (شکل ۴ــ۳). به مجموعهٔ این اعمال که سبب تشکیل تصویر روی شبکیه می‌شوند، **تطابق** می‌گویند.

شکل ۴ــ۳ــ دیدن اشیای دور و نزدیک

فعالیت ۲ــ۳ــ چگونه می‌توان به وجود نقطهٔ کور پی برد؟

نقطهٔ کور، جایی است که عصب بینایی از درون شبکیه در پشت چشم خارج می‌شود در این قسمت هیچ گیرندهٔ نوری وجود ندارد به روش زیر می‌توانید، وجود نقطهٔ کور چشم خود را امتحان کنید

۱ــ کتاب را در یک دست خود بگیرید و آن را مقابل صورت خود بیاورید، طوری که دست شما به حالت مستقیم و افقی قرار گرفته باشد چشم چپ خود را ببندید و با چشم راست به علامت ضربدر خیره شوید

۲ــ کتاب را به‌آرامی جلو بیاورید و همچنان به علامت ضربدر نگاه کنید تا شکل دایره ناپدید شود پس از انجام این فعالیت به سؤالات زیر پاسخ دهید :

الف) چه ارتباطی بین ساختار شبکیه و محوشدن علامت دایره روی مقوا وجود دارد؟

ب) چرا نمی‌توانید تصاویری را که روی نقطهٔ کور شما افتاده‌اند، ببینید؟

فعالیت ۳ــ۳ــ تشریح چشم

مواد و وسایل لازم : چشم گاو، وسایل تشریح، فرمالین ۵ تا ۱ درصد، دستکش

چشم را به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت در فرمالین بگذارید و قبل از تشریح، آن را چند ساعت در آب قرار دهید

۱ــ بررسی مشخصات ظاهری چشم : برای تشخیص بالا و پایین چشم، فاصله عصب

بینایی تا قرنیه را درنظر بگیرید سطحی که در آن فاصلهٔ عصب تا روی قرنیه بیشتر است بالای چشم و سطح دیگر پایین آن است

برای تشخیص چپ یا راست بودن چشم، چشم را طوری در دست بگیرد که سطح بالایی آن روبه بالا باشد در این حالت قرینه شکل تخم‌مرغی دارد؛ به‌طوری که بخش پهن‌تر آن همیشه به سمت بینی و بخش باریک‌تر آن به سمت گوش قرار دارد (شکل ۱) همچنین عصب بینایی پس از خروج از چشم به سمت مخالف خود خم می‌شود و در نتیجه کیاسمای بینایی تشکیل می‌شود

اکنون بافت‌های چربی بین عضلات و کره چشم را جدا و انواع عضلات آن را مشاهده کنید

برای مشاهده دقیق ماهیچه‌ها می‌توانید از مولاژ چشم نیز استفاده کنید

۲ــ تشریح : پس از مشاهده ماهیچه‌های چشم و عصب بینایی، ماهیچه‌ها را با قیچی ببرید

چشم را روی تشتک تشریح قرار دهید با اسکالپل تیز یا تیغ، صلبیه را در فاصلهٔ یک‌سانتی‌متری از قرینه سوراخ کنید و با قیچی دور تا دور قرنیه را در این فاصله برش دهید دقت کنید قیچی را خیلی درون کره چشم نبرید تا زجاجیه آسیب نبیند (شکل ۲)

پس از برش می‌توانید لایه‌های مختلف تشکیل دهنده چشم، نقطه کور و موقعیت لکهٔ زرد را تشخیص دهید (شکل ۳)

به‌طرز قرار گرفتن عدسی، محدب‌الطرفین بودن و تفاوت دو سطح آن توجه کنید

در کنار عدسی، اجسام مژگانی، شامل عضلات و تارهای آویزی دیده می‌شوند که عدسی را احاطه کرده‌اند (شکل ۴)

عدسی را به آرامی بردارید و مایع زلالیه را مشاهده کنید مایع زلالیه در این حالت کاملاً شفاف نیست، زیرا مقداری از دانه‌های سیاه ملانین جدا شده از بخش‌های دیگر در آن رها شده‌اند

اجسام مژگانی به‌صورت یک دایره مخطط در اطراف محل استقرار عدسی قرار دارند در داخل این دایره عنبیه قرار دارد که نازک‌تر و شامل ماهیچه‌های صاف حلقوی (تنگ کننده مردمک) و شعاعی (گشادکننده مردمک) است سوراخ وسط عنبیه، مردمک است اجسام مژگانی و عنبیه باهم به لایه‌های چشم در جلو متصل‌اند و به شکل یک حلقه به آسانی جدا می‌شوند پس از آن قرنیه در جلو به صورت شفاف و برآمده دیده می‌شود (شکل ۴)

۳ــ پس از انجام تشریح به سؤالات زیر پاسخ دهید :

الف) مشخصات هریک از پرده‌های چشم را بیان کنید

ب) زجاجیه و زلالیه را با یکدیگر مقایسه کنید

۴ــ از فعالیت خود گزارش تهیه کنید و به معلّمتان ارائه دهید

۲

۱

۴

۳

عکس‌ها از ابوالفضل یاسائی، دبیر زیست‌شناسی سنندج، استان کردستان

بیماری‌های چشم : با افزایش سن، ممکن است عدسی چشم سفت و انعطاف آن کمتر شود و قدرت تطابق آن کاهش یابد. این بیماری **پیرچشمی** نام دارد و با عینک‌های مخصوص درمان می‌شود.

همچنین ممکن است با افزایش سن، عدسی کدر شود و به‌تدریج بینایی کاهش یابد. این بیماری **آب مروارید** نام دارد. عدسی کدر شده را با جراحی خارج می‌کنند و به جای آن یک عدسی مصنوعی قرار می‌دهند، یا به کمک عینک، قدرت بینایی بیمار را تا حدود زیادی به حالت اولیه باز می‌گردانند.

قطر کرهٔ چشم یکی از عواملی است که تعیین می‌کند که شعاع‌های نور در کجا یکدیگر را قطع کنند و تصویر اجسام را به وجود آورند. اگر کرهٔ چشم بیش از اندازه بزرگ باشد، تصویر اشیای دور، در جلو شبکیه تشکیل می‌شود. در این حالت فرد نمی‌تواند اشیای دور را واضح ببیند و به نزدیک‌بینی

مبتلاست. به شکل ۵ــ۳ نگاه کنید و بگویید چشم نزدیک‌بین به وسیلهٔ چه نوع عدسی‌ای اصلاح می‌شود؟

در حالتی که کرهٔ چشم بیش از حد کوچک باشد، تصویر اشیای نزدیک در پشت شبکیه تشکیل می‌شود و فرد به **دوربینی** مبتلاست. با توجه به شکل ۵ــ۳ بگویید این بیماری به‌وسیلهٔ چه نوع عدسی‌ای اصلاح می‌شود؟

دوربینی و نزدیک‌بینی ممکن است به علت اختلال در کار عدسی نیز ایجاد شوند.

اگر سطح عدسی و یا قرنیه کاملاً کروی و صاف نباشد، پرتوهای نور به‌طور نامنظم به همدیگر می‌رسند، روی یک نقطهٔ شبکیه متمرکز نمی‌شوند و تصویر واضحی را به‌وجود نمی‌آورند. در این حالت می‌گوییم فرد به **آستیگماتیسم**[1] مبتلاست و باید از عینکی استفاده کند که عدسی آن، عدم یکنواختی انحنای قرنیه یا عدسی چشم را جبران کند.

شکل ۵ ــ۳ــ عیوب انکساری چشم و راه‌های اصلاح آنها الف) نزدیک‌بینی و ب) دوربینی

بیشتر بدانید

زیستن در تاریکی

چشمان خود را ببندید و یک دقیقه آنها را بسته نگه دارید در این حالت یکی از مهم‌ترین حواس شما از کار باز می‌ایستد، حسی که دانایی و توانایی ما بسیار به آن وابسته است در لحظاتی که

۱ ــ ast gmat sm

چشمان خود را بسته نگه داشته‌اید، سعی کنید دنیای افراد نابینا را به تصور آورید

نابینایان، از این حس محروم‌اند، اما بسیاری از آنان کارهای خود را به‌خوبی انجام می‌دهند یکی از دلایل این امر آن است که آنان از حواس شنوایی و لامسهٔ خود، بهتر استفاده می‌کنند این دو حس به‌ویژه در افراد نابینا بیش از افراد بینا تقویت می‌شوند

در حالی که چشمان خود را بسته نگه داشته‌اید، سعی کنید چیزی را لمس کنید و با لمس کردن به ویژگی‌های آن پی ببرید لامسه، به‌ویژه به‌وسیلهٔ نوک انگشتان در افراد نابینا بسیار حساس است آنان با همین توانایی، می‌توانند حروف بریل[1] را بخوانند حروف بریل نوعی الفبای برجسته است که در آن هر حرف از شش نقطه تشکیل شده است

گوش

در گوش‌های شما امواج صوتی به پیام عصبی تبدیل و به مغز ارسال می‌شوند. علاوه‌بر آن بخش‌هایی از گوش در حفظ تعادل نقش دارند. شکل ۶ــ۳ ساختار گوش انسان را نشان می‌دهد :

شکل ۶ــ۳ــ ساختار گوش انسان

۱ ــ Bra e

چنان‌که در شکل مشخص است، گوش از سه بخش بیرونی، میانی و درونی تشکیل شده است. گوش بیرونی شامل لالهٔ گوش و مجرای گوش است که کار جمع‌آوری صداها و انتقال آن‌ها را به گوش میانی انجام می‌دهند. درون مجرای گوش موهای ظریفی وجود دارد که هوا را تصفیه می‌کنند. همچنین غده‌های عرق تغییرشکل یافتهٔ درون مجرا، مادهٔ موم‌مانندی ترشح می‌کنند که از ورود مواد خارجی به گوش، جلوگیری می‌کند. بخش انتهایی مجرا و نیز گوش میانی و درونی توسط استخوان گیجگاهی محافظت می‌شوند.

شیپور اُستاش هوا را بین گوش میانی و حلق انتقال می‌دهد تا فشار آن در دو طرف پردهٔ صماخ یکسان و پردهٔ صماخ به‌درستی مرتعش شود (شکل ۶ــ۳). امواج صوتی به پردهٔ صماخ که در انتهای مجرای گوش قرار دارد، برخورد می‌کنند و آن را به ارتعاش درمی‌آورند. در پشت پردهٔ صماخ، سه استخوان کوچک گوش میانی به نام‌های **چکشی**، **سندانی** و **رکابی** قرار دارند که ارتعاشات را به مایعی که محفظهٔ داخل گوش درونی را پر کرده است، منتقل می‌کنند. بخشی از محفظهٔ گوش درونی **حلزون گوش** نام دارد، زیرا مثل صدف حلزون پیچ خورده است و در آن نوعی گیرندهٔ مکانیکی، به نام **سلول‌های مژکدار**، قرار دارند. ارتعاش مایع در نهایت باعث تحریک سلول‌های مژکدار می‌شود. این تحریک به‌صورت پیام عصبی از طریق عصب شنوایی به مغز می‌رود (شکل ۷ــ۳).

شکل ۷ــ۳ــ حلزون گوش

حفظ تعادل : گوش علاوه بر شنیدن به حفظ تعادل بدن نیز کمک می کند. یک‌بار دیگر به شکل ۶ــ۳ نگاه کنید. در بخش دیگر گوش درونی، سه مجرای نیم‌دایره‌ای وجود دارند که بر یکدیگر عمودند و درون آنها پر از مایع است. در این مجراها سلول‌های مژکداری وجود دارد که در اثر تغییر موقعیت سر تحریک می‌شوند. وقتی که شخص جابه‌جا می‌شود، مایع درون این مجراهای نیم‌دایره به‌حرکت درمی‌آید و درپی آن مژک‌های سلول‌های مژکدار خم می‌شوند و به‌دنبال آن پیام عصبی تولید و به مغز ارسال می‌شود (شکل ۸ــ۳). به این ترتیب، مغز می‌تواند جهت و موقعیت سر را تعیین کند. چون گوش اندام حس شنوایی و نیز تعادلی است، بنابراین عصبی که از گوش به مغز می‌رود، از دو جزء تشکیل شده است : بخش شنوایی و بخش تعادلی.

شکل ۸ــ۳ــ ساختار درونی مجراهای نیم‌دایره

بیشتر بدانید

بالا یا پایین؟

در فضا به سبب حذف اثر گرانش بر بدن، بالا و پایینی که در زمین می‌شناسیم، وجود ندارد نیروی گرانش زمین بر درک ما از موقعیت قرارگیری بدن مؤثر است اثر نیروی گرانش همراه با اطلاعاتی که مغز از اندام‌هایی مانند چشم، گوش و پوست دریافت می‌کند، بر شناخت ما از جهت و موقعیت تأثیر دارد بنابراین نبودن گرانش در فضا، فضانوردان را تا مدتی با مشکل درک موقعیت بدن و اندام‌ها مواجه می‌کند

زبان

روی زبان و بخش‌های دیگر دهان **جوانه‌های چشایی** وجود دارند. هر جوانهٔ چشایی چندین سلول گیرندهٔ چشایی دارد (شکل ۹ــ۳).

شکل ۹ــ۳ــ ساختار زبان

سلول‌های گیرندهٔ چشایی، گیرنده‌های شیمیایی‌اند و چهار مزهٔ اصلی یعنی شیرینی، ترشی، تلخی و شوری را تشخیص می‌دهند. نوک زبان به مزهٔ شیرین، کناره‌های آن به شوری و ترشی و عقب آن نسبت به تلخی، بیشترین حساسیت را نشان می‌دهند. با حل‌شدن مولکول‌های غذا در بزاق، این مولکول‌ها

به پروتئین‌های غشای سلول‌های گیرنده متصل می‌شوند، درنتیجه در این سلول‌ها، پیام عصبی تولید و به مغز فرستاده می‌شود.

فعالیت ۴ــ۳ــ تعیین مناطق چشایی زبان

مواد لازم : میلهٔ شیشه‌ای، سرکه (یا اسید استیک یک درصد)، نمک، شکر، آسپیرین، بِشر کوچک (چهار عدد)، کاغذ و خودکار

روش کار : ابتدا محلول ترش مزه را با استفاده از یک قسمت سرکه و دو قسمت آب یا محلول یک درصد اسیداستیک، تهیه کنید چشم دوستتان را ببندید و با آغشته‌کردن نوک یک میلهٔ شیشه‌ای استریل، محلول را روی مناطق مختلف زبان (نوک، کناره‌ها، مرکز و عقب) دوستتان بچکانید در این حالت دوستتان با حرکت سر، احساس مزه یا عدم آن را اعلام می‌کند برای تعیین مناطقی که نسبت به مزهٔ شوری حساس‌اند، از محلول ده درصد نمک طعام استفاده کنید با حل‌کردن آسپیرین در آب، مزهٔ تلخ درست کنید و محلول پنج درصد شکر را به‌عنوان مزهٔ شیرین به‌کار برید پس از هر آزمایش میلهٔ شیشه‌ای را بشویید و دوباره از آن استفاده کنید

۱ــ شکلی از مناطق مختلف احساس مزه‌ها رسم کنید آیا مناطق احساس مزه‌ها، همان‌هایی هستند که در شکل کتاب دیده‌اید؟

۲ــ چرا پس از هر آزمایش، باید میلهٔ شیشه‌ای را بشوییم؟

بینی

گیرنده‌های شیمیایی که بوها را تشخیص می‌دهند، **گیرنده‌های بویایی** نام دارند و در سقف حفرهٔ بینی قرار دارند. ترکیبات شیمیایی موجود در هوا، گیرنده‌های بویایی را تحریک می‌کنند. این سلول‌ها پس از تحریک شدن پیام عصبی را تولید و به مغز ارسال می‌کنند (شکل ۱۰ــ۳). حس بویایی بر درک مزهٔ غذا تأثیر دارد. مثلاً وقتی به‌سختی سرما خورده‌ایم و دچار گرفتگی بینی شده‌ایم، به نظر می‌آید که غذاها اغلب بی‌مزه‌اند.

شکل ۱۰ــ۳ــ گیرنده‌های بویایی در بینی

خودآزمایی ۱ــ۳

۱ــ وقایعی را که پس از ورود نور به چشم رخ می‌دهد، توضیح دهید

۲ــ چگونه امواج صوتی درون گوش منتقل می‌شوند؟

۳ــ بیماری کوررنگی بیماری‌ای است که شخص نمی‌تواند برخی از رنگ‌ها را به‌درستی تشخیص دهد، با توجه به آنچه در مورد گیرنده‌های نوری آموخته اید، توضیح دهید در این اشخاص چه نقصی ممکن است وجود داشته باشد؟

پردازش اطلاعات حسی

مراکز پردازش اطلاعاتی که از اندام‌های حس می‌آیند،در مناطق خاصی از مخ قرار گرفته‌اند. چنان‌که در شکل ۱۱ــ۳ نشان داده شده است، شیارهای عمیق هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار ناحیه یا لوب تقسیم کرده است : لوب پس‌سری، لوب آهیانه، لوب گیجگاهی و لوب پیشانی.

پردازش اطلاعات بینایی در لوب پس‌سری انجام می‌شود که در عقب جمجمه قرار دارد و پردازش اطلاعات شنوایی در لوب گیجگاهی انجام می‌شود.

شکل ۱۱ــ۳ــ لوب‌های مغز انسان الف) از نیم‌رخ و ب) از بالا

فعالیت ۵ــ۳

۱ــ در مورد نحوهٔ عمل داروهای بیهوشی متداول تحقیق و در مورد یکی از این داروها گزارشی تهیه کنید که شامل اثر دارو بر مغز، تأثیر وزن بدن بر مقدار مصرف آن و اثر گذشت زمان بر عمل دارو، باشد این گزارش را به کلاس ارائه دهید

۲ــ اپتومتریست‌ها (بینایی‌سنج‌ها)، متخصصینی هستند که در تشخیص عینک یا لنز مناسب برای افرادی که مشکل بینایی دارند، فعالیت می‌کنند در مورد این شغل، محدودهٔ عمل آن و میزان تحصیلات لازم برای این شغل، گزارشی تهیه کنید و به کلاس ارائه دهید

۲ گیرنده‌های حسی جانوران

گیرنده‌های حسی در آدمی فقط قادر به دریافت بخش کوچکی از اطلاعات موجود در محیط هستند. اما در دنیای زنده گیرنده‌های حسی دیگری نیز وجود دارند که جاندار را به درک اطلاعات بیشتری از محیط زیست خود، قادر می‌سازند.

در این بخش به ارائهٔ نمونه‌هایی از گیرنده‌های حسی در جانوران مختلف می‌پردازیم :

احتمالاً همهٔ جانوران گیرندهٔ درد دارند، اما چگونگی عمل آنها هنوز مشخص نیست. موهای سبیل گربه و خرس، در قاعدهٔ خود، دارای گیرنده‌های لمس هستند که بسیار حساس‌اند و به این جانوران امکان می‌دهد که در تاریکی نیز اشیای نزدیک را تشخیص دهند.

یکی از سازگاری‌هایی که در ماهیان پدید آمده است، **خط جانبی** است که در دو سوی بدن ماهی امتداد یافته است (شکل ۱۲ــ۳). این ساختار حاوی گیرنده‌هایی مکانیکی است که نسبت به ارتعاش‌های امواج آب حساس‌اند. جانور به کمک خط جانبی، قادر است از حرکت ماهی‌های دیگر (صیاد یا صید) در پیرامون خود آگاه شود.

شکل ۱۲ــ۳ــ خط جانبی ماهی

خط جانبی درواقع کانالی است که در زیر پوست ماهی قرار دارد. این کانال به‌وسیلهٔ سوراخ‌های متعددی که در سطح بدن ماهی وجود دارد، با محیط بیرون ارتباط پیدا می‌کند. درون کانال سلول‌های مژه‌داری وجود دارند که مژه‌های آنها با ماده‌ای ژلاتینی در تماس هستند. جریان آب

در خط جانبی سبب حرکت مادهٔ ژلاتینی می‌شود و سلول‌های مژه‌دار را تحریک می‌کند. درنتیجهٔ وجود هر نوع جسم متحرک در اطراف ماهی، امواج حاصل از حرکت آن توسط خط جانبی تشخیص داده می‌شود و جانور به‌وجود آن پی می‌برد. علاوه بر تشخیص اجسام متحرک، خط جانبی قادر به تشخیص اجسام ساکن نیز هست. این تشخیص بر مبنای بازتاب حاصل از برخورد لرزش‌ها به جسم ساکن صورت می‌گیرد.

یکی از حساس‌ترین انواع گیرنده‌های شیمیایی، روی شاخکِ جنس نرِ نوعی پروانهٔ ابریشم قرار دارد (شکل ۱۳ــ۳). شاخک این جانور را هزاران جسم مو مانند ظریف می‌پوشاند. اغلب این اجسام دارای گیرنده‌های شیمیایی قوی هستند و به بوی بدن جانور ماده حساس‌اند. وقتی تعداد کمی از این اجسام مو مانند ظریف با مولکول‌های بوی بدن جاندار ماده برخورد می‌کنند، تحریک می‌شوند و حضور جانور ماده را تشخیص می‌دهند.

شکل ۱۳ــ۳ــ گیرنده‌های شیمیایی در شاخک نوعی پروانه

ساده‌ترین چشم در جانوران در پلاناریا وجود دارد و **چشم جامی‌شکل** نامیده می‌شود. چشم جامی شکل از گروهی سلول تیره‌رنگ تشکیل شده است که بخش‌هایی از سلول‌های گیرندهٔ نور را می‌پوشانند.

شکل ۱۴ــ۳ــ چشم جامی‌شکل پلاناریا

سلول‌های گیرندهٔ نور، مولکول‌هایی به نام رنگیزهٔ بینایی دارند که نور را جذب و به پیام عصبی تبدیل می‌کنند و به مغز جانور می‌فرستند. براساس موقعیت جانور و این که کدام قسمت سلول‌های گیرنده، نور دریافت کنند، این سلول‌ها شدت نور و جهت آن‌را تعیین می‌کنند و به این وسیله مغز می‌تواند دستور فرار از نور و پیدا کردن جایی برای پنهان شدن را صادر کند.

خرچنگ‌ها و حشرات، چشم مرکب دارند. **چشم مرکب** از تعداد زیادی واحد مستقل بینایی تشکیل شده که هرکدام یک قرنیه و یک عدسی دارد و نور را روی تعدادی سلول گیرنده متمرکز می‌کند. هریک از این واحدها نور را از بخش کوچکی از میدان بینایی دریافت می‌کنند و درنتیجه تصویری که ایجاد می‌شود موزاییکی از بخش‌های مختلف است. جانور به‌وسیلهٔ این نوع چشم، قادر است جزئی‌ترین حرکات را در محیط تشخیص دهد و وجود شکارچی را به موقع احساس کند.

شکل ۱۵ــ۳ــ ساختمان چشم مرکب

تشخیص تابش‌های فرابنفش و فروسرخ : وقتی از نور مرئی سخن می‌گوییم، درواقع منظورمان نوری است که برای «ما» مرئی است. نور مرئی بخش بسیار کوچکی از طیف تابش‌های الکترومغناطیسی است که محدودهٔ بین طول موج‌های بنفش و قرمز را شامل می‌شود. امواجی با طول موج‌های کوتاه‌تر یا بلندتر از این دو، برای ما قابل رؤیت نیستند، حال آنکه برای بعضی از جانداران، قابل درک‌اند. مثلاً ما نمی‌توانیم پرتوهای فرابنفش را ببینیم، اما بسیاری از حشرات می‌توانند این پرتوها را ببینند. این توانایی، در گرده‌افشانی توسط حشرات نقش مهمی ایفا می‌کند. بعضی از گل‌ها، الگوهایی دارند که برای ما قابل رؤیت نیستند؛ اما اگر با یک فیلم حساس به پرتوهای فرابنفش از آن عکس بگیریم، آن الگوها را در عکس خواهیم دید (شکل ۱۶ــ۳). این الگوها، حاوی اطلاعاتی برای حشرات گرده‌افشان هستند که ما قادر به درک آنها نیستیم.

شکل ۱۶ــ۳ــ زنبور پرتوهای فرابنفش بازتابیده شده از گل را می‌بیند. تصویر سمت راست مربوط به همان گل است که با فیلم حساس به پرتو فرابنفش گرفته شده است.

در آن سوی طیف مرئی، پرتوهای فروسرخ قرار دارند که ما آنها را به‌صورت گرما حس می‌کنیم؛ اما بعضی دیگر از جانداران، اطلاعات بیشتری از تابش‌های فروسرخ درک می‌کنند؛ به‌خصوص هنگام شکار، که به کمک پرتوهای فروسرخ تابش شده از طعمه، موقعیت آن را تشخیص می‌دهند. مثلاً بعضی از مارها، مثل مار زنگی، در جلوی سر خود دو سوراخ دارند که دارای گیرنده‌های فروسرخ‌اند و به کمک آنها امواج فروسرخ را حس می‌کنند و براساس اطلاعاتی که از این تابش‌ها دریافت می‌کنند، موقعیت شکار را تشخیص می‌دهند؛ به همین سبب این مارها در تاریکی مطلق می‌توانند با نهایت دقت، طعمه را شکار کنند (شکل ۱۷ــ۳).

شکل ۱۷ــ۳ــ محل گیرندهٔ فروسرخ در مار

پژواک‌سازی : تعدادی از گونه‌ها با انتشار امواج صوتی در محیط و تجزیه و تحلیل پژواک حاصل از آن، تصویری از محیط را ایجاد می‌کنند. خفاش‌ها، دلفین‌ها و به مقدار کمتری وال‌ها، پژواک‌سازی می‌کنند. بعضی از گونه‌های خفاش‌ها امواجی تولید می‌کنند که از محدودهٔ شنوایی ما خارج است. این امواج صوتی در مقایسه با پژواک حاصل از آن، صدایی بسیار بلند است. خفاش‌ها برای آنکه کر نشوند، در گوش میانی خود ماهیچه‌هایی دارند که با انقباض آنها حساسیت گوش را نسبت به شنیدن اصوات بلندی که تولید می‌کنند، کاهش می‌دهند. خفاش‌ها برای شنیدن پژواک‌ها، این ماهیچه‌ها را به‌سرعت به حال استراحت درمی‌آورند.

خفاش‌ها در «درک» محیط پیرامون خود به کمک پژواک‌سازی توانایی بسیار زیادی دارند، به‌طوری که در اتاقی کاملاً تاریک که در سراسر آن تارهای سیمی کشیده شده است می‌توانند به دقت، حشراتی را که درحال پروازند، شکار کنند و از لابه‌لای سیم‌ها بگذرند.

تشخیص میدان‌های الکتریکی : در خط جانبی ماهی‌ها، گیرنده‌هایی مکانیکی وجود دارد که جهت حرکت آب را تشخیص می‌دهند. بعضی ماهی‌ها مثل گربه‌ماهی در خط جانبی خود گیرنده‌های الکتریکی نیز دارند. این گیرنده‌ها، ماهی را قادر می‌سازند تا میدان‌های الکتریکی ضعیفی را که توسط طعمه تولید می‌شود، تشخیص دهد. استفاده از گیرنده‌های الکتریکی در ماهیانی مانند مارماهی‌ها پیچیده‌تر است. این ماهی‌ها در دم خود اندامی دارند که به‌طور پیوسته، تکانه‌های الکتریکی تولید می‌کنند و به این وسیله میدان الکتریکی ضعیفی را در اطراف ماهی برقرار می‌کند

(شکل ۱۸ــ۳). هر شیئی که در اطراف ماهی قرار داشته باشد، مثل سنگ، گیاه یا ماهی دیگر، سبب آشفتگی‌های متفاوت در خطوط میدان الکتریکی می‌شود و درنتیجه گیرنده‌های الکتریکی موجود در خط جانبی را تحریک می‌کند.

شکل ۱۸ــ۳ــ حس کردن میدان‌های الکتریکی. در این شکل یک مارماهی در اطراف خود میدان الکتریکی تولید می‌کند و از روی انحراف خطوط این میدان به‌وجود اشیای زنده و غیر زنده در محیط پی می‌برد.

بیشتر بدانید

چرا خفاش‌ها با شنیدن صداهای بلند کر نمی‌شوند؟

امواج فراصوتی که خفاش‌ها برای پژواک‌سازی به‌کار می‌برند، شدت بالایی دارند پیش‌از آنکه ماهیچه‌های حنجرهٔ خفاش برای تولید این صداها منقبض شوند، ماهیچه‌های مخصوص در گوش میانی منقبض می‌شوند و استخوان‌های کوچک گوش میانی را از هم جدا می‌کنند به این ترتیب خفاش برای لحظه‌ای دچار کری موقت می‌شود پس از ایجاد صوت این ماهیچه‌ها استراحت می‌کنند و شنوایی خفاش دوباره برقرار می‌شود تا پژواک حاصل از اشیای پیرامون را بشنود

خودآزمایی ۲ــ۳

۱ــ هنگام سرگیجه افراد نمی‌توانند موقعیت فضایی خود را تشخیص دهند، چه رابطه‌ای بین سرگیجه و مجاری نیم‌دایره وجود دارد؟

۲ــ گیرنده‌های حسی جانورانی را که در این قسمت از کتاب خوانده‌اید، با یکدیگر مقایسه کنید

سلول های غدهٔ تیروئید در حال ترشح هورمون

۴ هورمون‌ها و دستگاه درون‌ریز

رشد، تنظیم سوخت و ساز بدن، تنظیم قند خون و واکنش در برابر ترس، فعالیت‌هایی از بدن هستند که هورمون‌ها آنها را تنظیم می‌کنند. **هورمون‌ها** موادی هستند که سلول‌های خاصی آنها را به درون خون ترشح می‌کنند، تا فعالیت سلول‌های دیگری را در بدن تنظیم کنند. سلول‌هایی که تحت تأثیر هورمون قرار می‌گیرند، **سلول‌های هدف** نامیده می‌شوند.

برای اینکه بدن بتواند عملکرد مناسب داشته باشد، همواره بافت‌ها و اندام‌های گوناگون آن باید در حال فعالیت و هماهنگی با یکدیگر باشد. کار هورمون‌ها هماهنگ کردن این فعالیت‌ها با یکدیگر است. چهار عمل اصلی هورمون‌ها عبارت‌اند از :

۱ــ تنظیم فرایندهای مختلف، از قبیل رشد، نمو، رفتار و تولیدمثل،

۲ــ ایجاد هماهنگی بین تولید، مصرف و ذخیرهٔ انرژی،

۳ــ حفظ حالت پایدار بدن، مانند ثابت نگه‌داشتن مقدار آب و نمک‌های مختلف درون بدن،

۴ــ وادار کردن بدن به انجام واکنش در برابر محرک‌ها، مانند ستیز و گریز.

شکل ۱ــ۴ــ هورمون‌ها و تنظیم. کارهای پیچیده‌ای، مانند تنظیم آب و دمای بدن، به هماهنگی نیاز دارد. بخش مهمی از این هماهنگی بر عهدهٔ هورمون‌هاست.

هورمون‌ها بعد از آنکه ترشح می‌شوند، از طریق جریان خون خود را به سلول‌های هدف می‌رسانند. امروزه موادی یافت شده‌اند که بدون ورود به جریان خون، روی سلول‌های مجاور خود اثر می‌کنند. هر چند این مواد هم به‌عنوان پیک شیمیایی عمل می‌کنند و بر عملکرد سلول‌ها تأثیر می‌گذارند، اما معمولاً به آنها هورمون گفته نمی‌شود، انتقال‌دهنده‌های عصبی از این نوع‌اند.

دستوری که هورمون به سلول هدف می‌دهد، هم بستگی به نوع هورمون و هم بستگی به سلول هدف دارد. مثلاً، ممکن است یک هورمون بر سلول خاصی اثر کند و آن را وا دارد پروتئینی ویژه را بسازد و یا آنزیم خاصی را فعال کند. همان هورمون ممکن است بر سلول دیگری اثر کند و سبب تغییر نفوذپذیری غشای آن سلول شود، یا سلول را به ترشح هورمون دیگری وادار کند. بعضی هورمون‌ها می‌توانند سبب تحریک سلول‌های عصبی یا ماهیچه‌ای شوند.

۱ هورمون‌ها در اندام‌ها و بافت‌های خاصی ساخته می‌شوند.

غده، اندامی است که سلول‌های آن موادی از خود ترشح می‌کنند. **غدهٔ درون‌ریز** اندامی است که کار اصلی آن ترشح هورمون است. علاوه بر غده‌های درون‌ریز، بعضی دیگر از اندام‌های بدن ضمن انجام کارهای خاص خود، ترشح هورمون را نیز به‌عنوان یکی از وظایف فرعی، انجام می‌دهند. نمونهٔ این اندام‌ها عبارت‌اند از : مغز، معده، رودهٔ باریک و کلیه. در این اندام‌ها، ترشح هورمون به عهدهٔ سلول‌های خاصی (سلول‌های درون‌ریز) است. پژوهش‌های جدید ممکن است سلول‌های درون‌ریز جدیدی را در اندام‌های مختلف بدن آشکار کنند.

به مجموعهٔ غده‌ها و سلول‌های درون‌ریز بدن، **دستگاه درون‌ریز** گفته می‌شود. قسمت‌های اصلی دستگاه درون‌ریز در شکل ۲ــ۴ نشان داده شده است. دستگاه درون‌ریز، با آزاد کردنِ هورمون‌های مختلف به‌صورت هماهنگ، تنظیم بسیاری از اعمال بدن را به‌عهده دارد.

شکل ۲ــ۴ــ غده‌های درون‌ریز بدن

غدهٔ برون‌ریز، به غده‌ای گفته می‌شود که مواد خاصی به درون ساختارهای لوله مانند خود که مجرا نامیده می‌شوند، ترشح می‌کند. مجرا، مادهٔ ترشح شده را به قسمت‌های خاصی از درون یا بیرونِ بدن هدایت می‌کند (شکل ۳ــ۴). غده‌های عرق، غده‌های بزاقی و غده‌های ترشح‌کنندهٔ آنزیم‌های گوارشی نمونه‌هایی از غده‌های برون‌ریز هستند. پانکراس، غده‌ای است که هم قسمت درون‌ریز دارد و هم دارای قسمت برون‌ریز است. قسمت برون‌ریز پانکراس، بیکربنات و آنزیم‌های گوارشی را می‌سازد و از طریق مجراهای خاصی آنها را به رودهٔ باریک می‌رساند. قسمت درون‌ریز پانکراس دو هورمون به نام **انسولین** و **گلوکاگون** می‌سازد که هر دو درتنظیم مقدار قند خون دخالت دارند.

شکل ۳ــ۴ــ غدهٔ درون‌ریز و برون‌ریز

هورمون‌ها و انتقال‌دهنده‌های عصبی، پیک‌های شیمیایی هستند : می‌دانیم که علاوه بر دستگاه درون‌ریز، دستگاه عصبی هم وظیفهٔ هماهنگی فعالیت‌های بدن را به عهده دارد. این دو دستگاه پیک‌های شیمیایی متفاوتی دارند. پیک‌های شیمیایی دستگاه عصبی، **انتقال‌دهندهٔ عصبی** نامیده می‌شوند، در حالی که به‌پیک‌های شیمیایی دستگاه درون‌ریز، **هورمون** گفته می‌شود. باید دانست بعضی از سلول‌های عصبی می‌توانند برخی هورمون‌ها را نیز تولید کنند؛ و نیز بعضی از مواد شیمیایی، هم به‌عنوان هورمون در دستگاه درون‌ریز و هم به‌عنوان انتقال‌دهندهٔ عصبی در دستگاه عصبی فعالیت دارند. مثلاً، **اپی‌نفرین** در بعضی جاها نقش هورمونی دارد و در برخی موارد به‌عنوان انتقال‌دهندهٔ عصبی عمل می‌کند. وقتی این ماده از یک سلول عصبی ترشح می‌شود، سبب انتقال پیام عصبی بین نورون‌ها می‌شود و هنگامی که از غدهٔ فوق کلیه ترشح می‌شود، به‌عنوان یک هورمون عمل می‌کند و فرد را برای حالت ستیز یا گریز آماده می‌کند.

تفاوت دیگر میان دستگاه درون‌ریز و دستگاه عصبی در این مورد، آن است که انتقال‌دهنده‌های عصبی، پیک‌هایی هستند که عمل سریع و عمر کوتاه دارند؛ در حالی که هورمون‌ها معمولاً اثرات کندتر و طولانی‌تری ایجاد می‌کنند.

انتقال‌دهنده‌های عصبی از نورون‌ها آزاد می‌شوند و پس از عبور از فضای سیناپسی به سلول‌های پَس‌سیناپسی مجاور می‌رسند؛ در حالی که هورمون‌ها از سلول‌های درون‌ریز به مایع میان بافتی می‌ریزند و به دنبال آن وارد جریان خون می‌شوند تا سرانجام خود را به سلول‌های هدف برسانند.

بیشتر بدانید

مواد شبه هورمونی

در بدن انسان علاوه بر هورمون‌ها مواد دیگری موجودند که فعالیت‌های سلولی را تنظیم می‌کنند. این مواد جزءِ هورمون‌ها محسوب نمی‌شوند، زیرا وارد جریان خون نمی‌شوند. اما از نظر عملکرد شبیه هورمون‌ها هستند. دو دستهٔ مهم از این مواد عبارت‌اند از: الف ــ موادی که ساختار پپتیدی دارند و از مغز و اعصاب ترشح می‌شوند و به **پپتید عصبی** معروف‌اند و ب ــ موادی به نام **پروستاگلاندین** که از اکثر سلول‌ها ترشح می‌شوند.

پپتیدهای عصبی شامل چند گروه هستند. **اِنکفالین**[1]**ها** گروهی از پپتیدهای عصبی هستند که پیام درد را قبل از رسیدن به مغز مهار می‌کنند. **اِندورفین**[2]**ها** گروه دیگری از پپتیدهای عصبی هستند که به نظر می‌رسد در تنظیم احساسات دخالت دارند و نیز سبب کاهش درد و تأثیر بر رفتار تولیدمثلی می‌شوند. پپتیدهای عصبی بر بسیاری از سلول‌هایی که مجاور سلول عصبی ترشح‌کنندهٔ آن قرار دارند، تأثیر می‌گذارند.

پروستاگلاندین‌ها که از نظر ساختاری شبیه اسیدهای چرب هستند، اَعمال مختلفی بر عهده دارند. این مواد در بافت‌های آسیب‌دیده تجمع می‌یابند. بیش از ده نوع پروستاگلاندین شناسایی شده است. بعضی از آنها سبب انقباض ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ رگ‌ها و در نتیجه تنگی رگ می‌شوند و تنگی رگ به نوبهٔ خود سبب افزایش فشار خون می‌شود. بعضی دیگر از پروستاگلاندین‌ها سبب گشاد شدن رگ‌ها و ایجاد التهاب می‌شوند. بعضی از سردردها ممکن است در اثر گشاد شدن رگ‌ها و فشار دیوارهٔ آنها به اعصاب موجود در مغز ایجاد شوند. داروهایی مانند آسپیرین، با مهار تولید پروستاگلاندین سبب کاهش التهاب و کاهش سردرد می‌شوند.

---

۱ ــ Enkepha ns

۲ ــ Endorph ns

خودآزمایی ۱ــ۴

۱ــ چهار عمل اصلی هورمون‌ها را در هماهنگی فعالیت‌های بدن، شرح دهید

۲ــ کارهای پیک‌های شیمیایی غده‌های درون‌ریز و پیک‌های شیمیاییِ دستگاه عصبی را با یکدیگر مقایسه کنید

۲ هورمون‌ها چگونه کار می‌کنند؟

هورمون‌ها بعد از اینکه از سلول‌های سازندهٔ خود رها می‌شوند، فقط به سلول‌های هدف متصل می‌شوند و بر آنها اثر می‌کنند. به عبارت دیگر هورمون‌ها اختصاصی عمل می‌کنند. تصور کنید اگر هورمونی به‌صورت اختصاصی عمل نمی‌کرد، چه اتفاقی می‌افتاد: با آزاد شدن این هورمون، همهٔ سلول‌های بدن تحت تأثیر قرار می‌گرفتند و فعالیت‌های نامنظمی ایجاد می‌شد.

هورمون، سلول هدف را از روی گیرندهٔ آن می‌شناسد. گیرنده، مولکولی است که روی سلول و یا درون سلول (درون سیتوپلاسم یا هسته) قرار دارد و از نظر شکل سه بعدی به گونه‌ای است که با مادهٔ شیمیایی (هورمون) جفت و جور می‌شود؛ درست همان‌طور که کلید با قفل مربوط به خود جفت می‌شود. به این ترتیب یک هورمون فقط بر سلول‌هایی اثر دارد که مولکول گیرندهٔ مخصوص آن هورمون را داشته باشند (شکل ۴ــ۴). گیرنده‌ها معمولاً ساختار پروتئینی دارند.

شکل ۴ــ۴ــ تأثیر هورمون‌ها بر سلول‌های هدف ــ هورمون‌ها از مایعات بدن عبور می‌کنند و به سلول‌های هدف می‌رسند. جورشدن هورمون با گیرنده‌های سلول‌های هدف فعالیت آن سلول‌ها را تغییر می‌دهد.

انـواع هـورمون‌ها : اغـلبِ هورمون‌هـا را مـی‌تـوان در یـکی از ایـن دو گـروه جـای داد :

الف)هـورمـون‌هـای آمینو اسیدی؛ این هورمون‌ها از یک آمینواسید تغییر شکل یافته، یا تعدادی آمینواسید که با هم پیوند پپتیدی تشکیل داده‌اند، ساخته شده‌اند.

ب) هورمون‌های استروئیدی؛ این هورمون‌ها دارای ساختار لیپیدی هستند و از کلسترول ساخته می‌شوند.

چگونه سلول هدف متوجه پیام هورمون می‌شود و چگونه تحت تأثیر هورمون قرار می‌گیرد؟ پاسخ این سؤال بستگی به نوع هورمون دارد :

هورمون‌های آمینواسیدی : چون این هورمون‌ها (به استثنای هورمون‌های تیروئیدی (T_3وT_4)[1] که بعداً به آن خواهیم پرداخت) در چربی حل نمی‌شوند و نمی‌توانند از غشای سلول عبور کنند، گیرنده‌های اکثر آنها روی غشای سلول قرار دارد.

شکل ۵ــ۴ــ چگونگی عمل یک هورمون آمینواسیدی

مراحل عمل این هورمون‌ها با توجه به شکل ۵ــ۴، به شرح زیر است :

مرحلهٔ اول : با اتصال هورمون به گیرنده، شکل مولکول گیرنده تغییر می‌کند. مثلاً وقتی گلوکاگون که یک هورمون آمینواسیدیِ پانکراس است به گیرندهٔ خود در سطح سلول جگر، متصل می‌شود، شکل گیرنده تغییر می‌کند.

۱ــTr odothyron ne (T_3)،Thyrox ne (T_4)

مرحلهٔ دوم : این تغییر شکل سبب ایجاد ماده‌ای در درون سلول می‌شود. چون این ماده انجام مراحل بعدی را پایه‌ریزی می‌کند، به آن **پیک دومین** می‌گویند (در واقع هورمون، پیک نخستین نامیده می‌شود. این ماده که به دنبال پیک نخستین به میدان می‌آید، پیک دومین نام گرفته است). مثلاً هنگامی که گلوکاگون به گیرندهٔ ویژهٔ خود متصل می‌شود، آنزیمی فعال می‌شود که آدنوزین تری‌فسفات داخل سلول را به آدنوزین مونوفسفات حلقوی که یک پیک دومین است، تبدیل می‌کند.

مرحلهٔ سوم : پیک دومین سبب فعال یا غیرفعال شدن یک آنزیم یا زنجیره‌ای از آنزیم‌ها می‌شود، یعنی پیک دومین، آنزیم نخست را فعال می‌کند و آن آنزیم به نوبهٔ خود آنزیم دوم را فعال یا غیرفعال می‌کند و به همین ترتیب فعالیت تعدادی از آنزیم‌ها تغییر می‌کند.

مرحلهٔ چهارم : سرانجام فعالیت سلولِ هدف در اثر تغییر عملکرد آنزیم یا آنزیم‌هایی که ذکر شد، تغییر می‌کند. در مثالِ گلوکاگون، سرانجام گلیکوژن به تعدادی مولکول گلوکز تجزیه می‌شود.

هورمون‌های استروئیدی : هورمون‌های استروئیدی در لیپید حل می‌شوند و از غشاهای سلولی می‌گذرند. هورمون‌های استروئیدی به گیرنده‌هایی که در سیتوپلاسم یا هستهٔ سلول هدف قرار دارند، متصل می‌شوند و فعالیت سلول را تغییر می‌دهند. گیرنده‌های هورمون‌های تیروئیدی (T_3 و T_4) نیز در داخل هسته قرار دارند.

خودآزمایی ۲ــ۴

۱ــ هورمون‌های آمینواسیدی چگونه فعالیت سلول‌ها را تغییر می‌دهند؟

۲ــ هورمون‌های استروئیدی چگونه بر فعالیت سلول‌ها اثر می‌گذارند؟

۳ غده‌های درون‌ریز اصلیِ بدن

دو غدهٔ درون‌ریز، ترشح اولیهٔ بسیاری از هورمون‌ها را کنترل می‌کنند. این دو غده، **هیپوتالاموس** و **هیپوفیز** هستند. این دو به‌عنوان مرکز اصلی کنترل برای سایر غده‌های درون‌ریز عمل می‌کنند (شکل ۶ــ۴).

شکل ۶ ــ۴ــ غده‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز و رابطهٔ بین آنها

غدهٔ هیپوتالاموس

هیپوتالاموس، مرکزی در مغز است که فعالیت‌های دستگاه‌های عصبی و درون‌ریز را هماهنگ می‌کند و نیز بسیاری از اعمال بدن، مانند دمای بدن، فشارخون و احساسات را تنظیم می‌کند. هیپوتالاموس از قسمت‌های دیگر مغز، اطلاعاتی دربارهٔ شرایط درونی و بیرونی بدن به‌دست می‌آورد. سپس به این اطلاعات و نیز به غلظت هورمون‌ها در خون پاسخ می‌دهد. در واقع پاسخ هیپوتالاموس، صادر کردن دستورهایی به غدهٔ هیپوفیز است. این دستورها همان هورمون‌هایی هستند که از هیپوتالاموس ترشح می‌شوند و سرانجام به هیپوفیز می‌رسند و بر آن تأثیر می‌گذارند.

غدهٔ هیپوفیز

همان‌طور که در شکل ۶ ــ۴ مشاهده می‌کنید هیپوفیز یک غدهٔ درون‌ریز است که توسط ساقهٔ کوتاه، از هیپوتالاموس آویزان به نظر می‌رسد. غدهٔ هیپوفیز هورمون‌های فراوانی ترشح می‌کند که بعضی از آنها فعالیت برخی از غده‌های درون‌ریز بدن را تنظیم می‌کنند. این غده از سه بخش پیشین، پسین و میانی تشکیل شده است.

هیپوفیز پیشین : بیشترین تعداد هورمون‌های هیپوفیز از بخش پیشین آن ترشح می‌شوند.

سلول‌های هیپوتالاموس تعدادی هورمون می‌سازند و آنها را به داخل رگ‌های خونی که بین هیپوتالاموس و هیپوفیز قرار دارند، آزاد می‌کنند. بعضی از این هورمون‌ها «**هورمون آزادکننده**» نامیده می‌شوند و هر یک سبب می‌شوند قسمت جلویی غدهٔ هیپوفیز (هیپوفیز پیشین) هورمون خاصی را بسازد و سپس آن را ترشح کند. برخی دیگر از هورمون‌های هیپوتالاموس، «**مهارکننده**» هستند و سبب می‌شوند هیپوفیز پیشین ترشح یکی از هورمون‌های خود را کاهش دهد.

بعضی از هورمون‌های هیپوفیز به سمت غده‌های درون‌ریز دیگر برده می‌شوند و در آنجا موجب آغاز تولید هورمون خاص آن غده می‌شوند. یک نمونه از این واکنش‌های زنجیره‌ای در شکل ۶ ــ۴ نشان داده شده است. سایر هورمون‌های غدهٔ هیپوفیز مستقیماً روی سلول‌های هدف اثر می‌کنند. این هورمون‌ها در جدول ۱ــ۴ آورده شده‌اند.

جدول ۱ــ۴ــ هورمون‌های غدهٔ هیپوفیز

	هورمون	بافت هدف	اثر
هیپوفیز پیشین	تحریک‌کنندهٔ غدهٔ فوق‌کلیه	قشر فوق‌کلیه	تحریک ترشح کورتیزول و هورمون‌های استروئیدی دیگر
	FSH	تخمدان‌ها و بیضه‌ها	تنظیم رشد سلول‌های جنسی نر و ماده
	LH	تخمدان‌ها و بیضه‌ها	تحریک تخمک‌گذاری در تخمدان‌ها و آزاد شدن هورمون‌های جنسی (نر و ماده)
	پرولاکتین	غده‌های شیری	تحریک تولید شیر در پستان‌ها
	هورمون رشد	تمام بافت‌ها	تحریک ساخت پروتئین و استخوان و رشد ماهیچه
	هورمون تحریک‌کنندهٔ تیروئید	غدهٔ تیروئید	تحریک ساخت و آزادسازی هورمون تیروئید
هیپوفیز پسین	هورمون ضد ادراری (ADH)	کلیه‌ها و رگ‌های خونی	تحریک باز جذب آب از کلیه، تنگ کردن رگ‌ها
	اُکسی توسین	غدد شیری، رحم	تحریک انقباض‌های رحم و غدد شیری

هیپوفیز پسین : سلول‌های عصبی هیپوتالاموس دارای آکسون‌هایی هستند که تا قسمت پشتی غدهٔ هیپوفیز یعنی هیپوفیزپسین ادامه می‌یابند. سلول‌های عصبی هیپوتالاموس دو هورمون می‌سازند که در هیپوفیزپسین ذخیره و در هنگام لزوم آزاد می‌شوند. این دو هورمون عبارت‌اند از : **اُکسی توسین** و **هورمون ضدادراری**. اُکسی‌توسین سبب خروج شیر از غده‌های پستانی مادر و نیز سبب انقباضات رَحِم در هنگام زایمان می‌شود. هورمون ضد ادراری سبب می‌شود در مواقع لزوم، ادرار غلیظ شود و در نتیجه آب در بدن حفظ شود.

بخش میانی هیپوفیز : مانند بخش پیشین ساختار غده‌ای دارد. هنوز کار مشخصی برای این بخش هیپوفیز در انسان شناخته نشده است.

غدهٔ تیروئید

همان‌طور که در شکل ۷ــ۴ مشاهده می‌کنید، غدهٔ تیروئید غدهٔ درون‌ریز سپری شکلی است که

در جلوی گلو قرار گرفته است. کلمهٔ تیروئید از کلمهٔ یونانی «تیروس» به معنی «سپر» گرفته شده است. غدهٔ تیروئید هورمون‌های تیروئیدی (T_3وT_4) و هورمون کلسی‌تونین را تولید و ترشح می‌کند.

شکل ۷ــ۴ــ غده‌های تیروئید و پاراتیروئید

تنظیم سوخت و ساز و نمو : هورمون‌های تیروئیدی میزان سوخت و ساز را در بدن تنظیم می‌کنند و نیز رشد طبیعی مغز، استخوان‌ها و ماهیچه‌ها را طی دوران کودکی افزایش می‌دهند. هورمون‌های تیروئیدی در افراد بزرگسال سبب افزایش هوشیاری می‌شوند.

هورمون‌های تیروئیدی آمینواسیدهای تغییریافته‌ای هستند که از افزوده شدن ید به آمینواسیدِ **تیروزین** ایجاد می‌شوند. اگر نمک‌های ید در غذا کم باشند، غدهٔ تیروئید در نتیجهٔ تلاش بیشتر برای ساختن هورمون‌های تیروئیدی، بزرگ می‌شود. به غدهٔ تیروئید بزرگ **گواتر** گفته می‌شود (شکل ۸ ــ۴). گواترِ ناشی از کمبود ید، با افزودن ید به نمک خوراکی قابل پیشگیری است. به همین علّت در حال حاضر به اکثر بسته‌های نمک خوراکی، ید اضافه می‌کنند.

شکل ۸ ــ۴ــ گواتر. این کودک به کمبود ید مبتلا شده است.

اگر میزان تولید هورمون‌های تیروئیدی در بدن شخصی کمتر از مقدار طبیعی باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود او مبتلا به **کم کاری تیرو ئید (هیپو تیرو ئیدیسم)** است. کم کاری تیروئید کودکان، ممکن است کاهش رشد، عقب‌افتادگی ذهنی و یا هر دو را به دنبال داشته باشد. هیپوتیروئیدیسم در افراد بالغ ممکن است سبب کمبود انرژی، خشکی پوست و افزایش وزن شود. افزایش تولید هورمون‌های تیروئیدی که **پرکاری تیرو ئید (هیپر تیرو ئیدیسم)** نامیده می‌شود، سبب بی قراری، اختلالات خواب، افزایش تعداد ضربان قلب و کاهش وزن می‌شود.

تنظیم مقدار کلسیم : بالا بودن مقدار کلسیم در خون، سبب تحریک ترشح هورمونی پلی‌پپتیدی به نام **کلسی تونین**[1] از غدهٔ تیروئید می‌شود. کلسی تونین سبب افزایش رسوب کلسیم در بافت استخوان می‌شود و در نتیجه کلسیم خون را کاهش می‌دهد. کلسیم برای منظورهای مختلفی در بدن استفاده می‌شود، مثلاً، یون کلسیم برای انقباض ماهیچه‌ها و نیز برای ترشح بعضی مواد از سلول‌ها لازم است.

غده‌های پاراتیرو ئید

چهار غدهٔ پاراتیروئید به پشت غدهٔ تیروئید چسبیده‌اند و هورمونی ترشح می کنند که مقدار کلسیم خون را افزایش می‌دهد (شکل ۷ــ۴). این هورمون سلول‌های استخوانی را وادار می کند که بافت استخوانی را تجزیه کنند و کلسیم را به جریان خون بریزند. همچنین هورمون غدهٔ پاراتیروئید در کلیه سبب افزایش بازجذب کلسیم از ادرار می‌شود. این هورمون سبب فعال شدن ویتامین D نیز می‌شود که آن هم در روده‌ها سبب افزایش جذب کلسیم خواهد شد.

بیشتر بدانید

استفاده از ید رادیواکتیو در درمان پرکاری تیرو ئید

یکی از روش‌های درمان پرکاری تیروئید (هیپرتیروئیدیسم)، استفاده از ید رادیواکتیو است این رادیو دارو را به‌صورت کپسول و یا نوشیدنی به بیمار می‌دهند و پس از مصرف آن بیمار نباید تا چند روز با افراد دیگر به‌خصوص کودکان و زنان باردار تماس داشته باشد

سلول‌های غدهٔ تیروئید، ید رادیواکتیو را از خون جذب می کنند تا T_3 و T_4 بسازند پرتوهای رادیواکتیو دارو، سلول‌های غدهٔ تیروئید را از بین می‌برند و یا از تقسیم آنها جلوگیری می کنند درنتیجه

---

۱ ــ ca c ton n

پس از مدتی غدهٔ تیروئید کوچک می‌شود و مقدار هورمون آن نیز به حالت طبیعی بازمی‌گردد بخشی از رادیو دارو که سلول‌های تیروئیدی آن را جذب نکرده‌اند، از طریق ادرار دفع می‌شود

غدد فوق کلیه

در بدن انسان دو غدهٔ فوق کلیه وجود دارد که جزءِ غده‌های درون‌ریز هستند و روی کلیه‌ها قرار گرفته‌اند. هر غدهٔ فوق کلیه که به اندازهٔ یک بادام است، در واقع خود از دو غده تشکیل شده است : قسمت داخلی‌تر یا بخش **مرکزی فوق کلیه** و قسمت خارجی‌تر یا بخش **قشری فوق کلیه**.

پاسخ آنی به فشار روحی ــ جسمی : قسمت مرکزی فوق‌کلیه در مواقع فشار روحی ــ جسمی مانند یک دستگاه هشداردهنده عمل می‌کند و هورمون‌های «ستیز و گریز» را آزاد می‌کند. این هورمون‌ها عبارت‌اند از **اپی‌نفرین** و **نوراپی‌نفرین** (که قبلاً به ترتیب **آدرنالین** و **نورآدرنالین** نامیده می‌شدند). اثر این هورمون‌ها، آماده کردن بدن برای مواقع اضطراری است. دستگاه عصبی سمپاتیک نیز در پاسخ به یک موقعیت تنش‌زا همین پاسخ را ایجاد می‌کند، اما مدت اثر هورمون‌های قسمت مرکزی فوق کلیه طولانی‌تر است. هنگام فشارهای روحی ــ جسمی مانند حالتی که در شکل ۹ــ۴ می‌بینید، هورمون‌های ستیز و گریز سبب افزایش ضربان قلب، افزایش فشار خون، افزایش قند خون و افزایش جریان خون به قلب و شش‌ها می‌شوند.

شکل ۹ــ۴ــ هورمون‌های ستیز و گریز در حال عمل در بدن آتش‌نشانان

پاسخ دیرپا به فشارهای روحی ــ جسمی : قسمت قشری فوق‌کلیه چندین هورمون تولید می‌کند که دوتای آنها عبارت‌اند از : **کورتیزول** و **آلدوسترون**. هورمون‌های قسمت قشری فوق کلیه در مقایسه با اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین پاسخ‌های آهسته‌تر اما دیرپاتری در برابر موقعیت‌های تنش‌زا ایجاد می‌کنند. کورتیزول مقدار انرژیِ در دسترسِ بدن را زیاد می‌کند. مثلاً کورتیزول سبب می‌شود بدن مقدار گلوکز خون را افزایش دهد و پروتئین‌ها را برای مصرف انرژی بشکند. وجود مقادیر زیاد کورتیزول (مانند آنچه در هنگامی که شخص برای مدت طولانی در تنش و فشار روحی است رخ می‌دهد)، سبب سرکوب سیستم ایمنی بدن می‌شود.

آلدوسترون باعث می‌شود کلیه دفع یون‌های سدیم را از طریق ادرار، کم کند. در نتیجه غلظت سدیم خون افزایش می‌یابد و فشار خون بالا می‌رود و به این ترتیب بدن برای مقابله با فشار روحی آماده‌تر می‌شود. از طرف دیگر آلدوسترون باعث می‌شود کلیه‌ها پتاسیم را به داخل ادرار دفع کنند. هنگامی که مقدار آلدوسترون بسیار کم باشد، مقدار پتاسیم خون ممکن است زیاد شود و به مقادیر خطرناک و حتی کشنده برسد.

بیشتر بدانید

چند توصیه برای جلوگیری از فشارهای روحی

۱ــ از پذیرش هم‌زمان مسئولیت‌ها و کارهای متعدد خودداری کنید؛ زیرا ممکن است دچار کمبود وقت و خستگی فکری و بدنی شوید و این منشأ بیشتر فشارهای روحی است

۲ــ وقت خود را به درستی تنظیم کنید اطمینان حاصل کنید که برای انجام کارها و نیز تفریح سالم وقت کافی دارید یاد بگیرید که چگونه می‌توانید از وقتی که دارید به‌صورت مفید استفاده کنید و نیز از میان روش‌های موجود برای استراحت کدام یک برای شما مفیدتر است مثلاً : ورزش کردن، صحبت با دوستان و آشنایان، مطالعهٔ کتاب یا بازی‌های فکری و سرگرمی‌های سالم

۳ــ به میزان کافی بخوابید و استراحت کنید و نیز ورزش را فراموش نکنید با این کارها به مغز و جسم خود اجازه می‌دهید تا قوای از دست داده را باز یابند

۴ــ سعی کنید در حین انجام کارهایتان دچار فشار روحی نشوید، چون فشارهای روحی انرژی شما را تحلیل می‌برد دراوقات فراغت به کارهایی مشغول شوید که موجب سرگرمی و لذت شما می‌شود

۵ ــ از مصرف انواع داروها، بدون تجویز پزشک، اجتناب کنید موادی مانند توتون، چای و قهوه ممکن است به‌صورت موقتی از فشار روحی بکاهند، اما عامل به‌وجود آورندهٔ آن را درمان نمی‌کنند به‌علاوه بسیاری از این مواد دارای اثرات جانبی و زیان‌آور هستند

۶ ــ مسائلی را که موجب ناراحتی روحی شما می‌شوند، با کسی که به او اطمینان دارید، در میان بگذارید والدین، یک دوست خوب یا مشاور مدرسه‌تان ممکن است بتوانند به شما کمک کنند

۷ــ اگر احساس می کنید که عامل به‌وجود آورندهٔ ناراحتی روحی در شما مصرف نوع خاصی داروست، حتماً موضوع را با پزشک یا مربی بهداشت مدرسه در میان بگذارید

پانکراس

تنظیم مقدار قند خون : پانکراس از دو بخش درون‌ریز و برون‌ریز تشکیل شده است (شکل ۱۰ــ۴). بخش درون‌ریز شامل مجموعه‌هایی از سلول‌هاست که **جزایر لانگرهانس** نامیده می‌شوند. دو هورمون که توسط این جزایر ساخته می‌شوند در کنترل قندخون دخالت دارند : **انسولین** هورمونی است که با افزایش تولید و تجمع گلیکوژن درکبد، قند خون را کاهش می‌دهد. انسولین همچنین با اثر بر غشای سلول‌های ماهیچه‌ای سبب می‌شود آنها گلوکز بیشتری جذب کنند. سلول‌های ماهیچه‌ای گلوکز را به گلیکوژن تبدیل و آن را ذخیره می کنند. اثر **گلوکاگون** عکس عمل انسولین است؛ یعنی قند خون را افزایش می‌دهد. گلوکاگون سبب می‌شود گلیکوژنی که قبلاً در کبد ذخیره شده است به گلوکز تبدیل و به داخل خون آزاد شود.

شکل ۱۰ــ۴ــ الف ــ موقعیت پانکراس در بدن، ب ــ ساختار درونی پانکراس

فعالیت ۱ــ۴

تحلیل تنظیم قند خون بعد از خوردن غذاهای مختلف

خوردن غذاهایی که دارای قندهای ساده هستند، سریع‌تر از غذاهایی که دارای کربوهیدرات‌های پیچیده‌تر یا پروتئین هستند، قند خون را بالا می‌برد افزایش قند خون سبب تولید انسولین می‌شود که خود سبب کاهش قند خون می‌شود

غذای ۱ : نان، شیر و موز

غذای ۲ : نوشابه، کیک

تجزیه و تحلیل

۱ــ در نمودار بالا برای هر غذا، زمانی را که بعد از خوردن آن، قند خون آغاز به افزایش می‌کند، محاسبه کنید

۲ــ تعیین کنید کدام غذا دارای کربوهیدرات‌های پیچیده و پروتئین است و در نتیجه دیرتر گلوکز خون را بالا می‌برد

۳ــ به افرادی که قند خون آنها پایین‌تر از حد طبیعی است توصیه می‌شود شش وعده غذا در روز بخورند و درغذای آنها قندهای ساده کم باشد و یا اصلاً موجود نباشد چرا به این افراد چنین توصیه‌ای می‌شود؟

دیابت شیرین یک بیماری نسبتاً شایع است که در آن سلول‌ها توانایی گرفتن گلوکز را از خون ندارند و در نتیجه گلوکز خون افزایش می‌یابد. کلیه‌ها گلوکز اضافی را دفع می‌کنند، چون آب هم به‌دنبال گلوکز دفع می‌شود، حجم ادرار شخص افزایش می‌یابد و نیز تشنگی ایجاد می‌شود. در این‌صورت

سلول‌ها از چربی‌ها و پروتئین‌ها برای ایجاد انرژی استفاده خواهند کرد. اگر دیابت شیرین درمان نشود، در موارد شدید تجزیهٔ چربی‌ها سبب تولید محصولات اسیدی و تجمع آنها در خون خواهد شد. درنتیجه pH خون کاهش می‌یابد و موجب اِغما و در موارد بسیار شدید مرگ می‌شود.

دو نوع دیابت شیرین وجود دارد. درصد اندکی از افراد دیابتی مبتلا به **دیابت نوع یک** و بیشتر آنها مبتلا به **دیابت نوع دو** هستند. دیابت نوع یک، نوعی بیماری ارثی خودایمنی است. یعنی دستگاه ایمنی بدن، به جزایر لانگرهانس خودی حمله می‌کند و درنتیجه توانایی تولید انسولین در بدن کاهش می‌یابد. به دیابت نوع یک، دیابت وابسته به انسولین هم می‌گویند، زیرا با تزریق روزانهٔ انسولین علائم بیماری از بین می‌رود. دیابت نوع یک معمولاً قبل از بیست سالگی ایجاد می‌شود.

در افراد مبتلا به دیابت نوع دو (یا دیابت غیروابسته به انسولین)، با اینکه مقدار انسولین در خون از مقدار طبیعی بیشتر است، ولی تعداد گیرنده‌های انسولین کم است. دیابت نوع دو معمولاً در سن بالاتر از چهل‌سالگی و به دنبال چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه‌های ارثی دارند، ایجاد می‌شود. دیابت نوع دو معمولاً با ورزش، مراعات رژیم غذایی و در صورت نیاز با کمک داروهای خوراکی کنترل می‌شود.

فعالیت ۲ــ۴

نمودار زیر میزان گلوکز خون سه موش صحرایی آزمایشگاهی را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد

در زمان T_1 به دو موش صحرایی یک محلول نمکی همراه با نوعی هورمون تزریق کردیم به موش صحرایی شاهد فقط محلول نمکی، بدون هورمون تزریق کردیم با توجه به این نمودار به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :

۱ــ به کدام یک از موش‌های صحرایی انسولین تزریق شده است؟ چرا؟

۲ــ به کدام یک از موش‌های صحرایی گلوکاگون تزریق شده است؟ چرا؟

۳ــ کدام موش صحرایی شاهد بوده است؟ چرا؟

غدهٔ پینه‌آل

غدهٔ پینه‌آل غده‌ای به اندازهٔ یک نخود است و درمغز قرار دارد. این غده هورمون **ملاتونین** را ترشح می‌کند. نقش این هورمون در انسان هنوز دقیقاً معلوم نیست. حدس زده می‌شود هورمون ملاتونین در انسان، در پاسخ به تاریکی ترشح می‌شود. بنابراین، احتمالاً درایجاد ریتم‌های شبانه‌روزی دخالت دارد.

مقدار ترشح هورمون‌ها باید تنظیم شود.

چون در بدن انسان ده‌ها هورمون ساخته می‌شود، باید مقدار و ترشح آنها تنظیم شود. مقدار ترشح بعضی هورمون‌ها براساس **پیام عصبی** و در موارد زیادی، براساس مقدار هورمون موجود در خون شخص تنظیم می‌شود. به حالت دوم **خودتنظیمی**[1] می‌گویند. بدن با روش‌های خاصی، مقدار هورمون موجود در خون و یا مقدار یک مادهٔ شیمیایی را که درنتیجهٔ فعالیت هورمون ساخته می‌شود؛ می‌سنجد و براساس آن مقدارِ ساخته شدن و ترشح هورمون را زیاد یا کم می‌کند. اگر زیاد شدن هورمون در خون، سرانجام سبب کاهش مقدار تولید یا ترشح همان هورمون شود و بالعکس، در این صورت می‌گوییم میزان ترشح هورمون توسط **مکانیسم خودتنظیمی منفی** کنترل می‌شود. اگر میزان هورمون زیاد باشد، بدن انسان سعی می‌کند با مکانیسم خودتنظیمی منفی مقدار آن را کم کند و اگر میزان آن کم باشد، بدن سعی می‌کند مقدار هورمون را از طریق افزایش تولید و ترشح، زیاد کند (شکل ۱۱ ــ۴). تنظیم مقدار ترشح هورمون گلوکاگون نمونه‌ای از خودتنظیمی منفی است. درصورتی که قند خون کم باشد، ترشح هورمون گلوکاگون زیاد می‌شود تا مقدار قند خون را افزایش دهد. زیاد شدن قند خون سبب کاهش ترشح گلوکاگون می‌شود.

شکل ۱۱ ــ۴ــ خودتنظیمی منفی. مادهٔ اول محرک تولید مادهٔ دوم است. در خودتنظیمی منفی افزایش مادهٔ دوم از تولید مادهٔ اول جلوگیری می‌کند.

---

۱ ــ Feedback

اگر افزایش مقدار هورمون در خون سبب افزایش مقدار تولید و ترشح آن و کاهش هورمون در خون سبب کاهش تولید آن شود، می‌گوییم **مکانیسم خودتنظیمی مثبت** در حال انجام است. اثر اکسی‌توسین در تسهیل زایمان و ترشح شیر از این نوع خودتنظیمی است. باید توجه داشت که بیشتر مکانیسم‌های تنظیمی هورمون‌ها از نوع خودتنظیمی منفی است و خودتنظیمی مثبت سهم کمتری در تنظیم ترشح هورمون‌ها برعهده دارد.

بیشتر بدانید

استروئیدهای آنابولیک خطرناک هستند.

بعضی از ورزشکاران گاه از هورمون‌های استروئیدیِ آنابولیک (افزایش دهندهٔ تولید پروتئین در بدن) و سایر هورمون‌ها برای افزایش اندازهٔ ماهیچه‌ها و افزایش نیروی آنها استفاده می‌کنند چنین کاری سبب اختلال در مکانیسم‌های خودتنظیمی و درنتیجه اختلال در تنظیم غلظت هورمون‌های بدن می‌شود

از کدام هورمون‌های استروئیدی استفاده می‌شود؟

استروئیدهایی که این ورزشکاران استفاده می‌کنند، معمولاً هورمون‌های مصنوعی هستند که اثرات هورمون جنسی مردانه (تستوسترون) را ایجاد می‌کنند بسیاری از پیش‌سازهای تستوسترون نیز برای این کار مورد استفاده قرار می‌گیرند تستوسترون هنگام بلوغ ترشح می‌شود و بسیاری از ویژگی‌های مردانه، مانند رویش مو درصورت، کلفتی صدا و رشد ماهیچه‌های بازوها، ران‌ها و شانه‌ها را ایجاد می‌کند

آیا واقعاً استروئیدها، نیروی ورزشکاران را افزایش می‌دهند؟

هنگامی که ورزشکاران استروئید تزریق می‌کنند، در واقع سعی می‌کنند میزان تولید پروتئین در سلول‌های ماهیچه‌ای و در نتیجه حجم و توان ماهیچه را افزایش دهند استفاده از مقادیر زیاد استروئیدها سبب افزایش حجم ماهیچه و توان آن می‌شود، اما مطالعات مختلف، افزایش در چابکی، عملکرد، مهارت و ظرفیت قلبی عروقی را تأیید نکرده است

استفاده از استروئیدها عوارض جانبی فراوانی ایجاد می‌کند.

مصرف استروئیدها عوارض جانبی زیادی را در پی دارد اگر قبل از بلوغِ کاملِ اسکلت، استروئید مصرف شود، رشد استخوان‌ها متوقف خواهد شد و قد شخص هیچ‌گاه به اندازهٔ طبیعی افراد بالغ نخواهد رسید همچنین ممکن است دراثر مصرف بیش از حد استروئیدها، سرطان کبد واختلالات

دیگر کبدی ایجاد شود در بعضی از مردان که استروئیدهای آنابولیک مصرف می کنند، رشد غیرطبیعی پستان‌ها و کاهش اندازهٔ بیضه‌ها ایجاد می‌شود زنانی که از این مواد استفاده می کنند، ممکن است موی صورت، کلفت شدن صدا و تاسی مردانه پیدا کنند

خودآزمایی ۳ــ۴

۱ــ چرا می گوییم غده‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز مراکز اصلی کنترل دستگاه درون‌ریزند؟

۲ــ اگر ترشح غدهٔ تیروئید در کودکی کمتر از حد عادی بشود، چه اتفاقی می‌افتد؟

۳ــ چگونگی تنظیم هورمونی میزان کلسیم خون را به‌طور خلاصه شرح دهید

۴ــ اثرهای گلوکاگون و انسولین را بر میزان قندخون مقایسه کنید

تفکر نقادانه ۱ــ۴

ــ فرض کنید دوست شما می‌گوید که هورمون‌های بخش مرکزی غدهٔ فوق کلیه در هنگام فشارهای روحی ترشح می‌شوند، اما هورمون‌های بخش قشری آن چنین موقعی ترشح نمی‌شوند آیا شما با او موافق‌اید؟ چرا؟

بیشتر بدانید

هورمون‌هایی که توسط سلول‌های چربی ساخته می‌شوند.

در سال ۱۹۹۴ میلادی پژوهشگران متوجه شدند که سلول‌های چربی هورمونی به نام **لپتین** ترشح می کنند که به کنترل سوخت و ساز بدن کمک می کند هنگامی که این هورمون به موش‌های جوان تزریق می‌شود، زودتر بالغ می‌شوند موش‌های ماده‌ای که نمی‌توانند لپتین بسازند، نمی‌توانند سلول جنسی نیز بسازند و در نتیجه نازا هستند اگر به این موش‌ها لپتین تزریق شود، آنها شروع به‌تولید سلول‌های جنسی می کنند و می‌توانند باردار شوند هر چه مقدار چربی بدن در فرد بیشتر باشد، مقدار لپتین در خون او بیشتر است لپتین در تنظیم وزن بدن هم دخالت دارد دانشمندان در مورد چگونگی کنترل تولیدمثل انسان توسط لپتین اطلاعات زیادی ندارند، امّا مشخص شده است که سلول‌های تخمدان‌ها و هیپوتالاموس دارای گیرندهٔ لپتین هستند

بخش دوم

وراثت، تولیدمثل و رشد و نمو

مدل رایانه‌ای DNA

۵ مادهٔ ژنتیک

در سال اوّل دبیرستان با ساختار کروموزوم‌ها و DNA به‌طور مختصر آشنا شدید. امروزه می‌دانیم که نوکلئیک اسیدها مادهٔ ژنتیک را تشکیل می‌دهند. زیست‌شناسان عاملی را که باعث انتقال خصوصیات و ویژگی‌های یک نوع جاندار، از نسلی به نسل دیگر می‌شود، **مادهٔ ژنتیک** می‌نامند. در مادهٔ ژنتیک **اطلاعات** و **دستورالعمل**هایی نهفته است که بسیاری از ویژگی‌های جاندار به آنها بستگی دارد.

در آغاز قرن بیستم تلاش‌های فراوانی برای یافتن مادهٔ ژنتیک در سلول آغاز شد. در آن زمان زیست‌شناسان نمی‌دانستند که مادهٔ ژنتیک کدام یک از مولکول‌های درون سلول است؛ امّا می‌دانستند برای آنکه مولکولی بتواند نقش مادهٔ ژنتیک را ایفا کند، باید ویژگی‌های خاصی داشته باشد. مثلاً بتواند اطلاعات ژنتیک را در خود ذخیره کند، آنها را از نسلی به نسل دیگر منتقل کند و در عین حال نسبتاً پایدار باشد تا بتواند در سراسر زندگی فرد، خود را حفظ کند.

۱ در جستجوی مادهٔ ژنتیک

در سال **۱۹۲۸**، آزمایشی که ارتباط چندانی با ژنتیک نداشت، منجر به کشف بزرگی دربارهٔ مادهٔ ژنتیک شد. در این سال فردریک گریفیت[۱] که باکتری شناس بود، سعی می‌کرد تا واکسنی علیه باکتری مولد ذات‌الریه، که نام علمیِ آن **استرپتوکوکوس نومونیا**[۲] است، تهیه کند (شکل ۱ــ ۵).

شکل ۱ــ ۵ــ باکتری مولد بیماری ذات‌الریه (۱۷۲۵۰×)

گریفیت روی دو نوع (سویه) از این باکتری‌ها کار می‌کرد. یکی از این سویه‌ها، کپسولی پلی‌ساکاریدی دارد که اطراف باکتری را احاطه می‌کند. این کپسول، باکتری را در برابر دستگاه ایمنی بدن محافظت می‌کند و در نتیجه موجب بیماری‌زایی آن می‌شود. سویهٔ دیگر این نوع باکتری، بدون کپسول پلی‌ساکاریدی است و به این علت موجب بیماری ذات‌الریه نمی‌شود.

گریفیت پی برده بود که تزریق باکتری کپسول‌دار به موش‌ها، موجب بیماری و مرگ آنها می‌شود؛

۱ــ Freder ck Gr ff th

۲ــ Streptococcus pneumon ae

در حالی که موش‌هایی که به باکتری بدون کپسول آلوده شده‌اند، سالم باقی می‌مانند (شکل ۲ــ۵). گریفیت برای بررسی اینکه آیا کپسول عامل مرگ موش‌هاست یا خیر، تعدادی باکتری کپسول‌دار را با گرما کُشت و سپس آنها را به موش‌ها تزریق کرد. او مشاهده کرد که موش‌ها پس از آن بیمار نشدند و زنده ماندند.

۱ــ باکتری‌های کپسول‌دار موش را می‌کشند.

۲ــ باکتری‌های بدون کپسول موش را نمی‌کشند.

۳ــ باکتری‌های کپسول‌داری که با گرما کشته شده‌اند، موش را نمی‌کشند.

۴ــ باکتری‌های کپسول‌داری که با گرما کشته شده‌اند، همراه با باکتری زندهٔ بدون کپسول، موش را می‌کشند!

شکل ۲ــ۵ــ آزمایش گریفیت

گریفیت دریافت که کپسول باکتری عامل مرگ موش‌ها نیست. او سپس باکتری‌های بدون کپسول زنده و باکتری‌های کپسول‌داری را که بر اثر گرما کشته بود، با یکدیگر مخلوط و مخلوط حاصل را به موش‌ها تزریق کرد. نتیجهٔ این آزمایش غیرمنتظره بود. او مشاهده کرد که همهٔ موش‌ها در اثر ابتلا به بیماری ذات‌الریه مُردند. گریفیت پس از بررسی خون موش‌های مرده، با کمال تعجب مشاهده کرد که در خون این موش‌ها، بعضی از باکتری‌های بدون کپسول، کپسول‌دار شده‌اند. به عبارت دیگر، باکتری‌های بدون کپسول تغییر شکل داده‌اند و به باکتری‌های کپسول‌دار تبدیل شده‌اند.

آنچه گریفیت مشاهده کرده بود، امروزه **ترانسفورماسیون**[1] نامیده می‌شود. در فرایند ترانسفورماسیون، باکتری با دریافت مواد ژنتیک از محیط خارج، در خصوصیات ظاهری خود تغییراتی پدید می‌آورد. با آزمایش‌هایی که گریفیت انجام داد، علت ترانسفورماسیون باکتری‌های بدون کپسول و تبدیل آنها به باکتری کپسول‌دار، مشخص نشد.

جستجو برای یافتن عامل ترانسفورماسیون که پژوهشگران مطمئن شده بودند این عامل همان مادهٔ ژنتیک است، تا سال ۱۹۴۴ ادامه یافت.

آزمایشِ ایوری

یکی از مهم‌ترین آزمایش‌ها در تاریخ زیست‌شناسی، آزمایش اُسوالد اِیوری[2] است که به شناسایی عامل ترانسفورماسیون انجامید و ماهیت مادهٔ ژنتیک را آشکار ساخت. اِیوری و همکاران او با انجام این آزمایش، به بحث‌ها و پژوهش‌های چندین ساله دربارهٔ ماهیت مادهٔ ژنتیک خاتمه دادند و برگ زرینی به تاریخ زیست‌شناسی افزودند.

ایوری و همکارانش می‌دانستند که در سلول چهار گروه اصلی از مواد آلی وجود دارد. این مواد عبارت‌اند از: کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها. بنابراین، عامل ترانسفورماسیون هرچه باشد، یکی از این چهار گروه است. گروه ایوری، در آن زمان آنزیم‌های تخریب‌کنندهٔ این چهار گروه مادهٔ شیمیایی اصلی را در اختیار داشتند. آنان ابتدا عصارهٔ سلولی باکتری‌های کپسول‌دار کشته شده را استخراج کردند. عصارهٔ سلولی، همهٔ مواد شیمیایی درون باکتری را در بردارد. آنها عصارهٔ سلولی را به چند قسمت تقسیم و به هر قسمت آنزیم‌های تخریب کنندهٔ آن ماده آلی را اضافه کردند و کوشیدند با هر قسمت، به طور جداگانه، باکتری بدون کپسول زنده را وادار به ترانسفورماسیون کنند.

ایوری و همکارانش مشاهده کردند که ترانسفورماسیون فقط هنگامی رخ می‌دهد که DNA تخریب نشده باشد و به این ترتیب دریافتند که عامل ترانسفورماسیون، همان DNA موجود در باکتری‌های کپسول‌دار است.

تا پیش از ایوری، زیست‌شناسان اطلاعات زیادی دربارهٔ DNA در اختیار نداشتند؛ اما می‌دانستند که پروتئین‌ها بسیار متنوع‌اند و کارهای مختلفی در سلول انجام می‌دهند. به همین علت، تصور عمومی بر این بود که عامل ترانسفورماسیون نیز نوعی پروتئین است. ایوری دریافت که اگر

۱ــ Transformat on

۲ــ Oswa d Avery

پروتئین‌ها را با آنزیم‌های تخریب کنندهٔ پروتئین از بین ببریم، ترانسفورماسیون همچنان رخ می‌دهد و بنابراین عامل ترانسفورماسیون نمی‌تواند پروتئین باشد و چنانکه دیدیم آنان به این نتیجه رسیدند که عامل ترانسفورماسیون، DNA است.

ایوری برای تحکیم ادعای خود، DNA باکتری‌های کپسول‌دار را به‌طور خالص تهیه کرد. وی دریافت که اگر به باکتری‌های بدون کپسول، DNA خالص مربوط به باکتری‌های کپسول‌دار، اضافه کنیم، باکتری‌های بدون کپسول به باکتری‌های کپسول‌دار تبدیل می‌شوند. به این ترتیب دیگر تردیدی باقی نماند که عامل ترانسفورماسیون، DNA است. در واقع DNA اطلاعات و دستورالعمل‌های لازم برای ساختن کپسول را به باکتری‌های بدون کپسول منتقل می‌کند و باکتری‌های بدون کپسول براساس این اطلاعات و دستورالعمل‌ها، کپسول می‌سازند. ایوری، بعد از ۱۶ سال آزمایش در سال ۱۹۴۴، گزارش نتایج پژوهش‌های خود را منتشر کرد. با انتشار گزارش اِیوری، توجه سایر دانشمندان نیز به DNA جلب شد و آنان با انجام آزمایش‌های دیگری اهمیت نقش DNA را به‌عنوان عامل ترانسفورماسیون، یا به عبارت دیگر مادهٔ ژنتیک، بیش از پیش استوار کردند.

بیشتر بدانید

استرپتوکوکوس نومونیا در کجا زندگی می‌کند؟

استرپتوکوکوس نومونیا ممکن است در گلوی افراد سالم نیز زندگی کند اگر دستگاه ایمنی بدن در اثر بیماری‌هایی، مانند آنفلوآنزا یا سوءِ تغذیه، تضعیف شود، آن‌گاه این باکتری به‌شش‌ها حمله می‌کند و موجب بیماری ذات‌الریه، یعنی التهاب شش‌ها می‌شود

خودآزمایی ۱ــ ۵

۱ــ آزمایش‌های گریفیت را به‌طور خلاصه بیان کنید

۲ــ ترانسفورماسیون چیست؟

۳ــ چگونه آزمایش اِیوری نشان داد که DNA مادهٔ ژنتیکی است؟ توضیح دهید

۲ ساختار شیمیایی نوکلئیک اسیدها

اگر چه قبل از اِیوری، دانشمندان با ساختار شیمیایی نوکلئیک اسیدها آشنا بودند، اما از کار این مولکول‌ها اطلاعی نداشتند. در سال ۱۸۷۰ فردریک میشر[۱] از هستهٔ سلول، ماده‌ای استخراج کرد که خاصیت اسیدی داشت و برهمین اساس، آن را **نوکلئیک اسید** (به معنی اسید هسته‌ای) نام‌گذاری کرد. بعد از مدتی معلوم شد که نوکلئیک اسیدهای موجود در سلول بر دو نوع‌اند : یکی **ریبونوکلئیک اسید** یا به اختصار **RNA** که در ساختار آن قند ریبوز به کار رفته است و دیگری **دئوکسی ریبونوکلئیک اسید** که در ساختار آن قند دئوکسی ریبوز به کار رفته است (شکل ۳ــ۵).

شکل ۳ــ ۵ــ فرمول ساختاری ریبوز و دئوکسی ریبوز

نوکلئیک اسیدها پلی‌مرند. واحدهای مونومری نوکلئیک اسیدها، **نوکلئوتید** نام دارد. هر نوکلئوتید از سه بخش تشکیل شده است (شکل ۴ــ۵) : (۱) یک قند پنج کربنی که ریبوز (در RNA) یا دئوکسی ریبوز (در DNA) است، (۲) یک تا سه گروه فسفات (۳)یک باز آلی نیتروژن‌دار که یا پورینی یا پیریمیدینی است (ساختار بازهای پورینی، دو حلقه‌ای، اما ساختار بازهای پیریمیدینی یک حلقه‌ای است).

۱ــ Fr ederr ch M escher

بازهایی که در ساختار DNA شرکت می‌کنند، عبارت‌اند از آدنین[1] (A)، تیمین[2] (T)، سیتوزین[3] (C) و گوانین[4] (G). در RNA به جای باز T، باز یوراسیل[5] (U) وجود دارد. آدنین و گوانین بازپورینی و سه باز دیگر پیریمیدینی‌اند.

بیشتر بدانید

شکل ۴ــ ۵ــ ساختار ATP. AMP یکی از مشتقات این مولکول انرژی‌زاست که در ساختار RNA شرکت دارد.

الف ب

G گوانین A آدنین U یوراسیل T تیمین C سیتوزین

شکل ۵ــ۵ــ بازهایی که در ساختار نوکلئیک اسیدها به کار می‌روند.
الف) پورین‌ها و ب) پیریمیدین‌ها

۱ــ Aden ne

۲ــ Thym ne

۳ــ Cytos ne

۴ــ Guan ne

۵ــ Urac

از اتصال نوکلئوتیدها با یکدیگر، پلی‌مری خطی به وجود می‌آید (شکل ۶ــ۵). اتصال نوکلئوتیدها به یکدیگر از طریق برقراری پیوند کووالان بین گروه قند یک نوکلئوتید با گروه فسفات نوکلئوتید دیگر صورت می‌گیرد. نوکلئوتیدها در ابتدا به صورت آزاد، سه گروه فسفات دارند؛ اما هنگام برقراری پیوند با یکدیگر، دو گروه از سه گروه فسفات خود را از دست می‌دهند و فقط با یک گروه فسفات خود در رشتهٔ **پلی‌نوکلئوتیدی** جای می‌گیرند. پیوند بین دو نوکلئوتید را **پیوند فسفودی‌استر**[1] می‌نامند.

شکل ۶ ــ ۵ ــ یک رشتهٔ پلی نوکلئوتیدی

اگر به دو انتهای رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی شکل ۶ــ۵ نگاه کنید، خواهید دید که دو انتهای این رشته، مثل هم نیستند. در یک انتها، گروه فسفات وجود دارد، حال آنکه در انتهای دیگر، گروه فسفات یافت نمی‌شود. از آنجا که دو انتهای رشته مثل هم نیست، می‌گویند رشتهٔ پلی‌نوکلئوتیدی دارای قطبیت است.

۱ــ Phosphod ester bond

خودآزمایی ۲ــ۵

۱ــ با رسم شکل ساختار عمومی یک نوکلئوتید را مشخص کنید و انواع نوکلئوتیدها را نام ببرید

۲ــ چه تفاوتی بین DNA و RNA از نظر نوع قند و باز به کار رفته در ساختار آنها وجود دارد؟

۳ــ پیوند بین دو نوکلئوتید را چه می‌نامند؟

۴ــ منظور از اینکه گفته می‌شود، رشتهٔ پلی نوکلئوتیدی دارای قطبیت است، چیست؟

کشف ساختار DNA

تا دهه ۱۹۵۰ اطلاعاتی که دربارهٔ نوکلئیک اسیدها در دست بود، عمدتاً به اجزای تشکیل دهندهٔ آن محدود می‌شد و دربارهٔ ساختار سه‌بعدی (فضایی) این مولکول اطلاعات چندانی در دست نبود. آزمایش‌های بعدی توانست ساختار سه‌بعدی مولکول DNA را مشخص کند. مشاهدات چارگف یکی از این موارد بود.

مشاهدات چارگف : در آغاز دههٔ ۱۹۵۰، اروین چارگف[1]، مقدار بازهای A، T، C و G را در DNA جانداران مختلف اندازه گرفت. او مشاهده کرد که بین نسبت بازهای DNA، رابطهٔ جالبی برقرار است : در همهٔ DNAهایی که او بررسی کرده بود، نسبت A به T و C به G تقریباً برابر ۱ بود. این آزمایش نشان داد که در مولکول DNA، مقدار A با مقدار T (A T) و نیز مقدار C با مقدار G (C G) برابر است. به‌راستی این مشاهدهٔ چارگف، چه مفهومی می‌تواند داشته باشد؟

داده‌های حاصل از پراش پرتو X

زمانی که دانشمندان شروع به بررسی ساختار مولکول‌ها با کمک پراش پرتو ایکس کردند، اهمیت یافته‌های چارگف روشن‌تر شد. در این روش، پرتو X مستقیماً به بلور جسمی که می‌خواهند به ساختار آن پی ببرند، تابانده می‌شود. پرتوهای X پس از برخورد به‌جسم پراکنده می‌شوند و پرتوهای پراکنده شده روی صفحهٔ حساس فیلم که در پشت بلور قرار دارد، ثبت می‌شوند. پژوهشگران با تجزیه و تحلیل الگوهای پیچیده‌ای که روی فیلم ثبت می‌شود، می‌توانند ساختار مولکول را تعیین کنند. این کار مثل آن است که بخواهیم با تجزیه و تحلیل سایهٔ یک جسم به شکل و ساختار آن پی ببریم.

۱ــ Erwin chargaff

موریس ویلکینز[1] و **روزالین فرانکلین**[2]، تصاویری از بلورهای مولکول DNA با روش پراش پرتوایکس تهیه کردند (شکل ۷ ــ ۵). براساس این تصاویر معلوم شد که مولکول DNA به صورت مولکولی مارپیچی است که از دو یا سه زنجیره تشکیل شده است.

شکل ۷ــ۵ــ تصویری که با روش پراش اشعهٔ X از مولکول DNA گرفته شده است.

مدل واتسون و کریک : واتسون و کریک سرانجام در سال ۱۹۵۳ با کمک یافته‌های چارگف و داده‌های حاصل از روش پراش پرتوایکس که حاصل کارهای علمی فرانکلین و ویلکینز بود و نیز با شناختی که خود از پیوندهای شیمیایی داشتند، مدلی برای DNA پیشنهاد کردند.

مدلی که امروزه از DNA ارائه می‌شود، همان مدل واتسون و کریک است. شکل ۸ــ۵ واتسون و کریک را در کنار مدل گوی و میله‌ای خود از مولکول DNA نشان می‌دهد. در سال ۱۹۶۲ واتسون و کریک به خاطر این کشف خود، موفق به دریافت جایزهٔ نوبل شدند.

شکل ۸ ــ ۵ــ واتسون و کریک در کنار مدل گوی و میلهٔ DNA

۱ــ Maur ce W k ns

۲ــ Rosa nd Frank n

طبق مدل پیشنهادی واتسون و کریک، DNA از **دو رشتهٔ** پلی نوکلئوتیدی تشکیل شده است که حول یک محور فرضی، به دور یکدیگر پیچیده‌اند (شکل ۹ــ۵). این مدل، به مدل مارپیچ دو رشته‌ای (یا مارپیچ دوگانه) معروف شده است. مارپیچ دو رشته‌ای در واقع شبیه نردبانی است که حول محور طولی خود پیچ خورده است. نرده‌های این نردبان را گروه‌های قند ــ فسفات تشکیل می‌دهند. بازهای یک رشته در مقابل بازهای رشتهٔ دیگر قرار دارند و پله‌های این نردبان را می‌سازند. بین بازهایی که مقابل هم هستند، پیوند هیدروژنی وجود دارد.

بازهای مکمل در مارپیچ دو رشته‌ای DNA

مدل مارپیچ دورشته‌ای (دوگانه) DNA در این مدل دو رشتهٔ DNA را پیوندهای هیدروژنی به یکدیگر متصل می‌کنند.

شکل ۹ــ۵ــ ساختار مولکول DNA

پیوند هیدروژنی بین بازها، دو رشته را کنار یکدیگر نگه می‌دارد. دو بازی را که با یکدیگر پیوند هیدروژنی دارند، **جفت باز** می‌نامند. جفت شدن بازها از قوانین خاصی پیروی می‌کند.

فعالیت ۱ــ ۵ــ چگونه می‌توان DNA را از سلول‌های پیاز استخراج کرد؟

شما می‌توانید به کمک اتانول (الکل اتیلیک) و یک میلهٔ همزن، DNA را از سلول‌های پیاز استخراج کنید

وسایل و مواد لازم : عینک ایمنی، دستکش پلاستیکی، ۵ میلی‌لیتر عصارهٔ پیاز، لولهٔ آزمایش، ۵ میلی‌لیتر اتانول سرد، پیپت پلاستیکی، میلهٔ همزن شیشه‌ای و جالوله‌ای

روش کار

۱ــ ۵ میلی‌لیتر عصارهٔ پیاز را در یک لولهٔ آزمایش بریزید

توجه : اتانول ماده‌ای است که قابلیت اشتعال دارد و نباید درمجاورت شعله از آن استفاده کنید

۲ــ لولهٔ آزمایش را به‌طوری در دست بگیرید که با خط افق زاویهٔ 45° بسازد با کمک پیپت، اتانول سرد را قطره‌قطره به آن بیفزایید دقت کنید که اتانول را به آرامی از کناره‌های لوله به عصارهٔ پیاز اضافه کنید تا الکل به‌صورت یک لایهٔ مجزا روی عصاره تشکیل شود

۳ــ به مدت ۳ــ۲ دقیقه لولهٔ آزمایش را به‌صورت قائم نگه‌دارید

۴ــ یک همزن شیشه‌ای را در مرز بین عصارهٔ پیاز و اتانول وارد کنید و آن را به آرامی حول محور آن بچرخانید

۵ــ میلهٔ همزن را از مایع خارج کنید و به بررسی موادی که به آن چسبیده‌اند بپردازید با لبهٔ لولهٔ آزمایش این مواد را از همزن جدا کنید به خواص فیزیکی این مواد دقت کنید

۶ ــ قبل از ترک آزمایشگاه، ظروف و وسایل را تمیز بشویید و در محل خود قرار دهید

تجزیه و تحلیل

ماده‌ای که به همزن می‌چسبد، DNA است خواص فیزیکی آن را شرح دهید

جفت شدن بازها : همان‌طور که در شکل ۹ــ۵ می‌بینید، در مولکول DNA، آدنینِ یک زنجیره با تیمینِ زنجیرهٔ مقابل و سیتوزینِ آن با گوانینِ زنجیرهٔ مقابل جفت می‌شود. علت این نحوهٔ جفت شدن را باید در ساختار بازها جستجو کرد. بازهای A و T از نظر ساختار سه بعدی مکمل یکدیگرند. بازهای C و G نیز همین طورند. همچنین پایدارترین حالت در اتصال باز G به C در مولکول DNA، زمانی است که سه پیوند هیدروژنی بین آنها تشکیل شود. این حالت دربارهٔ بازهای A و T با دو پیوند

هیدروژنی ایجاد می‌شود. برای آنکه مفهوم ساختار مکمل را در مورد این بازهای آلی دریابید، به شکل ۹ــ۵ توجه کنید.

جفت شدن بازهای مکمل اصل چارگف را توجیه می‌کند. براساس نحوهٔ جفت شدن بازها، می‌توان گفت که هر رشته مکمل رشتهٔ مقابل است. به عبارت دیگر ترتیب بازهای یک رشته ترتیب بازهای رشتهٔ دیگر را تعیین می‌کند. مثلاً اگر ترتیب بازهای یک رشتهٔ DNA، به صورت TCGAACT باشد، ترتیب بازهای رشتهٔ دیگر AGCTTGA است.

تحقیقات نشان داده‌اند که اطلاعات وراثتی را ترتیب و تعداد بازها، تشکیل می‌دهند. هیچ محدودیتی برای تعداد و ترتیب بازها در یک رشته وجود ندارد؛ اما به محض آن که توالی بازها در یک رشته تعیین شد، توالی بازها در رشتهٔ مکمل آن نیز براساس رابطهٔ مکملی تعیین می‌شود.

خودآزمایی ۳ــ۵

۱ــ گریفیت و اِیوری در آزمایش‌های خود به چه نتایجی دست یافتند؟

۲ــ جدول زیر درصد بازهای نیتروژنی را در DNA انسان، گندم و باکتری اِشریشیاکُلی نشان می‌دهد

درصد هر باز نیتروژنی

	C	G	T	A
انسان	۱۹/۹	۱۹/۶	۳ /۱	۳ /۴
گندم	۲۲/۸	۲۲/۷	۲۷/۱	۲۷/۳
اِشریشیاکلی E coli	۲۵/۷	۲۶/	۲۳/۶	۲۴/۷

الف) در هر یک از این جانداران نسبت پورین‌ها به پیریمیدین‌ها چقدر است؟

ب) در هر یک از این جانداران درصد چه بازهایی به یکدیگر نزدیک‌تر است؟

ج) آیا نسبت و درصد پرسش‌های الف و ب از اصول چارگف تبعیت می‌کنند؟

۳ــ چه ارتباطی بین جفت شدن بازها و ساختار DNA وجود دارد؟

۴ــ دانستن چه اطلاعاتی درکشف ساختمان مارپیچ مضاعف DNA به واتسون و کریک کمک کرد؟

۵ــ نسبت بازهای DNA گونه‌های مختلف جانداران چه تفاوت و تشابهی با یکدیگر دارند؟

۶ ــ چرا می‌گوییم دو رشتهٔ مارپیچ مضاعف، مکمل یکدیگرند؟

۷ــ فرض کنید ردیف نوکلئوتیدی یک رشتهٔ DNA به‌صورت CCAGTTG است، ردیف نوکلئوتیدی رشتهٔ مکمل آن چیست؟

۸ــ روزالین فرانکلین در سن ۳۷ سالگی بر اثر سرطان درگذشت آیا ممکن است کار با روش تفرق اشعهٔ X در مرگ وی دخالت داشته باشد؟ بحث کنید

همانندسازی DNA

واتسون و کریک همزمان با پیشنهاد مدل خود برای DNA، چنین بیان داشتند که وجود رابطهٔ مکملی بین بازها می‌تواند در فرایند همانندسازی DNA نقشی اساسی داشته باشد. تحقیقات بعدی نشان داد که در همانندسازی DNA، دو رشتهٔ آن به کمک آنزیم **هلیکاز**[1] مانند زیپ از یکدیگر جدا می‌شوند و سپس از روی هر رشته، رشتهٔ جدیدی ساخته می‌شود. همانندسازی DNA به کمک آنزیم **DNA پلی‌مراز**[2] صورت می‌گیرد. این آنزیم در طول DNA حرکت می‌کند و نوکلئوتیدها را در مقابل نوکلئوتیدهای مکمل خود قرار می‌دهد. به این ترتیب که با استفاده از نوکلئوتیدهای آزاد که در سیتوپلاسم وجود دارند، در مقابل A، باز T و در مقابل C باز G قرار می‌گیرد (شکل ۱۰ــ۵). چون هر DNA دختر یک رشتهٔ جدید و یک رشتهٔ قدیمی دارد، می‌گویند همانندسازی DNA به طریقهٔ **نیمه‌حفظ شده** است.

در فرایند همانندسازی DNA، دو مولکول DNA تولید می‌شود که هر یک، دارای یک رشتهٔ DNA جدید و یک رشتهٔ DNA قدیمی هستند. ترتیب و تعداد نوکلئوتیدها در مولکول‌های DNA حاصل (دختری)، همانند مولکول DNA مادری است.

آنزیم DNA پلی‌مراز توانایی دیگری نیز دارد و آن **ویرایش** است : درصورتی که نوکلئوتید اشتباهی به DNAهای دختر اضافه شود، یعنی مکمل نباشد، آنزیم DNA پلی‌مراز برمی‌گردد و نوکلئوتید اشتباه را جدا و آن را با نوکلئوتید درست تعویض می‌کند. با این حال به‌ندرت ممکن است نوکلئوتیدهای اشتباه در DNA های دختر باقی بمانند و به نسل بعد سلول منتقل شوند. این اشتباه‌های تصحیح‌نشده

۱ــ he case

۲ــ DNA po ymerase

جهش نام دارند.

بیشتر بدانید

چگونه دانشمندان پی بردند که همانندسازی DNA به روش نیمه‌حفظ شده انجام می‌شود؟

درسال ۱۹۵۸ «مزلسون و استال» آزمایش‌هایی را برای بررسی چگونگی همانندسازی DNA طراحی و اجرا کردند آنان سلول‌های نوعی باکتری را در محیط دارای نیتروژن رادیواکتیو $N^{۱۵}$ کشت دادند در این محیط باکتری‌ها رشد کردند و تقسیم سلولی انجام دادند و پس از چند نسل باکتری‌هایی به دست آمد که DNA آنها به‌جای نیتروژن معمولی، نیتروژن رادیواکتیو داشتند چگالی این مولکول‌ها از مولکول‌های DNA دارای نیتروژن معمولی ($N^{۱۴}$) بیشتر است

در مرحلهٔ بعد دانشمندان این باکتری‌ها را در محیط دارای $N^{۱۴}$ کشت دادند و تعدادی از سلول‌های دختر را پس از یک دور همانندسازی به‌عنوان سلول‌های دختر نسل اوّل و تعداد دیگری را پس از دو دور همانندسازی به‌عنوان سلول‌های دختر نسل دوم درنظر گرفتند و DNA این سلول‌ها را خالص‌سازی و چگالی آنها را تعیین کردند این دو دانشمند فرض کردند که اگر همانندسازی DNA نیمه حفظ شده باشد، چگالی مولکول‌های DNA سلول‌های دخترِ این باکتری‌ها باید مقدار متوسط چگالی مولکولی DNA دارای $N^{۱۴}$ و $N^{۱۵}$ باشد

بررسی چگالی مولکول‌های DNA سلول‌های دختر نسل اوّل و دوم نشان داد که چگالی مولکول‌های DNA آنها مقدار متوسط مولکول‌های DNA دارای $N^{۱۴}$ و $N^{۱۵}$ است

انجام آزمایش‌های دیگر بر روی سلول‌های مختلف، نشان داد که همانندسازی DNA به روش نیمه حفظ شده انجام می‌شود

دوراهی همانندسازی

همانندسازی از یک انتهای DNA شروع نمی‌شود تا در انتهای دیگر پایان یابد. باکتری‌ها که دارای DNA حلقوی هستند، معمولاً دو دوراهی همانندسازی ایجاد می‌کنند. مولکول بسته یا حلقوی، مولکولی است که دو انتهای آن آزاد نیست و اگر تاشدگی‌های آن باز شود، حلقوی‌شکل می‌شود. دوراهی‌های همانندسازی در محلی خاص به نام **جایگاه آغاز همانندسازی** به‌وجود می‌آیند. دوراهی‌های همانندسازی به تدریج از یکدیگر دور می‌شوند، تا اینکه در نقطهٔ مقابلِ جایگاه همانندسازی به‌هم می‌رسند (شکل ۱۰ــ۵).

شکل ۱۰ــ ۵ــ همانندسازی در باکتری

در سلول‌های یوکاریوتی، هر کروموزوم از یک مولکول DNA طویل تشکیل شده است. اما DNA آن قدر طویل است که اگر قرار بود یک کروموزوم انسان، مانند باکتری همانندسازی را از یک نقطه آغاز کند، همانندسازی هر کروموزوم روزها طول می‌کشید! از این رو همانندسازی در سلول‌های انسانی و سایر سلول‌های یوکاریوتی در نقاط مختلف انجام می‌شود. دوراهی‌های همانندسازی مختلف، سبب می‌شوند تا یک کروموزوم انسانی فقط در چند ساعت به طور کامل همانندسازی کند.

شکل ۱۱ــ ۵ــ همانندسازی DNA در یوکاریوت

۶ کروموزوم‌ها و میتوز

یکی از بارزترین ویژگی‌های جانداران، تولیدمثل است. فرایند **تولیدمثل** به تولید افراد نسل بعد می‌انجامد.

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

زیست‌شناسان از مدت‌ها پیش دریافته‌اند که باید پاسخ پرسش‌های خود را در سلول جست‌وجو کنند؛ چون هر جاندار، یا خود یک سلول است (تک‌سلولی) یا زمانی یک سلول بوده است (پرسلولی). بر همین اساس، اگر بخواهیم پاسخ پرسش‌های خود را دربارهٔ تولیدمثل بیابیم، باید ابتدا تولیدمثل سلول را بررسی کنیم.

۱ تقسیم سلولی و کروموزوم‌ها

در بدن هر انسان بالغ در هر شبانه روز، میلیون‌ها سلول ساخته می‌شود؛ این سلول‌ها در نتیجهٔ تقسیم شدن سلول‌های قبلی (سلول‌های مادر) حاصل می‌شوند. تقسیم سلول، در سراسر طول زندگی جانداران رخ می‌دهد. وقتی دستمان بریده می‌شود، تعداد زیادی از سلول‌ها، در محل زخم، می‌میرند. در این موقع، سلول‌های سالمی که در محل بریدگی قرار دارند (سلول‌های مادر) تقسیم می‌شوند و سلول‌های جدید (سلول‌های دختر) را می‌سازند تا جایگزین سلول‌های از بین رفته کنند و زخم، ترمیم شود. تعداد سلول‌های جنینی که در رحم مادر است، در نتیجهٔ تقسیم سلول، زیاد می‌شود. این جنین **رشد و نمو** می‌کند و قسمت‌های مختلف بدن را شکل می‌دهد. رشد و نمو نوزادی که متولد می‌شود همچنان ادامه پیدا می‌کند تا او بزرگ شود و به سن بلوغ برسد. تقسیم سلول انواع مختلفی دارد. مثلاً باکتری‌ها با نوعی تقسیم به نام **تقسیم دوتایی** تولیدمثل می‌کنند. جانداران یوکاریوتی برای رشد، نمو، ترمیم و تولیدمثل غیرجنسی، نوع دیگری از تقسیم سلول را انجام می‌دهند که **میتوز** نام دارد. همین جانداران، برای تولید گامت (سلول جنسی) نوع دیگری تقسیم را که **میوز** نام دارد، انجام می‌دهند. **گامت‌ها**، سلول‌های تخصص یافته‌ای هستند که در جانداران برای تولیدمثل جنسی تولید می‌شوند.

تولیدمثل باکتری‌ها

ساده‌ترین نوع تقسیم سلول در باکتری دیده می‌شود. DNA باکتری، مولکولی بسته یا حلقوی است که به غشای پلاسمایی متصل است. باکتری‌ها از طریق تقسیم دوتایی تولیدمثل می‌کنند. تقسیم دوتایی نوعی تولیدمثل غیرجنسی است که به تولید زاده‌هایی یکسان منجر می‌شود. در تولیدمثل غیرجنسی فقط یک والد شرکت دارد.

تقسیم‌دوتایی به دنبال همانندسازی DNA صورت می‌گیرد و طی آن سلول تقسیم می‌شود. تقسیم باکتری با اضافه شدن غشای سلولی جدید به نقطه‌ای از غشا که بین دو مولکول DNA قرار دارد، انجام می‌گیرد. غشا پس از ساخته شدن، از وسط به درون سلول فرو می‌رود تا سرانجام آن را به دو نیم تقسیم کند. همزمان با فرورفتگی غشا، دیوارهٔ سلول در محل این دو سلول جدید نیز تشکیل می‌شود. هر یک از این دو سلول دارای یکی از دو نسخهٔ DNA است که کاملاً یکسان‌اند (شکل ۱ــ۶) .

شکل ۱ــ۶ ــ تقسیم دوتایی یک باکتری

توجه داشته باشید که تکثیر سلول، همانند تکثیر یک صفحه از کتاب نیست. در تکثیر صفحات کتاب، نسخهٔ اصل تغییری نمی‌کند، اما هنگام تکثیر سلول، از سلول مادر دو سلول دختر حاصل می‌شود و سلول مادر، هر چند که از بین نمی‌رود، اما به صورت قبلی نیز وجود نخواهد داشت. به عبارت دیگر دو سلول دختر در مجموع زمانی سلول مادر بوده‌اند که اجزای سلولی سلول مادر بین آنها تقسیم شده است.

کروموزوم‌های یوکاریوتی

سلول‌های یوکاریوتی، برخلاف سلول‌های پروکاریوتی هسته‌ای سازمان یافته دارند، یعنی مادهٔ

ژنتیک آنها را پوشش هسته از سیتوپلاسم جدا می‌کند. بخش مهمی از DNA سلول‌های یوکاریوتی درون هسته و در اجزایی به نام **کروموزوم** جای دارد. بنابراین، تقسیم هسته و کروموزوم‌های موجود در آن، رویدادی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این‌رو، قبل از پرداختن به چگونگی تقسیم سلول‌های یوکاریوتی، آشنایی با ساختار و عمل کروموزوم‌ها ضروری است.

اطلاعات زیادی که در DNA وجود دارد، در واحدهایی به نام **ژن** ذخیره شده است. هر ژن، قسمتی از مولکول DNA است که برای ساختن پروتئین یا RNA مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک مولکول DNA هزاران ژن دارد که همانند سالن (واگن)های قطار به دنبال یکدیگر قرار گرفته‌اند. ژن‌ها نقش مهمی در چگونگی رشدونمو بدن و نیز تنظیم کارکردن آن برعهده دارند.

کروموزوم درون هستهٔ سلول‌های یوکاریوتی که در حال تقسیم‌اند، دیده می‌شود. هر کروموزوم حاوی DNA و پروتئین است. وقتی سلول در حال تقسیم نیست، کروموزوم‌ها به صورت رشته‌های باریک و درهم‌تنیده دیده می‌شوند و توده‌ای را تشکیل می‌دهند که **کروماتین** نام دارد (شکل ۲ــ۶).

وقتی سلول برای تقسیم آماده می‌شود، هر یک از رشته‌های نامشخص کروماتین همانندسازی می‌کند و سرانجام **کروموزوم مضاعف شده** را تشکیل می‌دهند.

شکل ۲ــ۶ــ کروماتین در یک سلول گیاهی، قبل از تقسیم (۶۰۰×)

در جریان تقسیم سلول، کروموزوم‌های مضاعف شده به تدریج فشرده می‌شوند. در نتیجه رشته‌های باریک و بلند کروموزومی به رشته‌های قطور و کوتاه تبدیل می‌شوند و به شکلی در می‌آیند که در شکل ۳ــ۶ نشان داده شده است. همان‌گونه که در این شکل دیده می‌شود، هر کروموزوم مضاعف شده از دو نیمه که همانند یکدیگرند، ساخته شده است. هر نیمه را یک **کروماتید** می‌نامند. دو کروماتید هر کروموزومِ مضاعف شده، که آنها را نسبت به یکدیگر **کروماتید** خواهری می‌نامند، در محلی به نام **سانترومر** به یکدیگر متصل‌اند.

شکل ۳ــ۶ ــ کروموزوم مضاعف شده، کروماتید و سانترومر

فشرده شدن DNA به کمک پروتئین‌ها انجام می‌گیرد. **هیستون‌ها** گروهی از پروتئین‌ها هستند که در فشرده شدن DNA، نقش مهمی برعهده دارند. DNA در محل‌هایی، حدود دو دور به دور ۸ مولکول هیستون می‌پیچد و ساختاری را پدید می‌آورد که **نوکلئوزوم** نام دارد. این ساختار را می‌توان به یک گردنبند مروارید تشبیه کرد که در آن مهره‌ها در حکم نوکلئوزوم‌ها و نخ بین مهره‌ها در حکم DNA است (شکل ۴ــ۶). اما بین ساختار گردنبند مروارید و ساختار نوکلئوزوم‌ها تفاوت‌هایی نیز وجود دارد. این تفاوت‌ها کدام‌اند؟

شکل ۴ــ۶ــ ساختار کروموزوم

تعداد و ساختار کروموزوم‌ها

وقتی یک سلول مثل سلول پیکری، دو مجموعه کروموزوم دارد، می‌گویند آن سلول **دیپلوئید** است. برخلاف سلول‌های پیکری، گامت‌ها فقط یک مجموعه کروموزوم (۲۳ عدد) دارند. وقتی سلولی مثل گامت فقط یک مجموعه کروموزوم دارد، می‌گویند آن سلول **هاپلوئید** است. زیست‌شناسان برای نمایش دادن یک مجموعه کروموزوم از نماد n استفاده می‌کنند و به آن **عدد هاپلوئید** می‌گویند. عدد هاپلوئید در گامت‌های انسان به صورت ۲۳ n نوشته می‌شود. **عدد دیپلوئید** در سلول‌های پیکری انسان به صورت ۴۶ ۲n نوشته می‌شود. در بعضی جانداران بیش از دو مجموعه کروموزوم وجود دارد. به این حالت پلی‌پلوئیدی می‌گویند. مثلاً گندم زراعی که شش مجموعه کروموزومی در سلول‌های خود دارد، هگزاپلوئید است.

در جانداران دیپلوئید هر جفت کروموزوم، از دو کروموزوم همتا تشکیل شده است. **کروموزوم‌های همتا** کروموزوم‌هایی‌اند که اندازه، شکل و محتوای ژنتیک آنها مشابه است. از هر دو کروموزوم همتا یکی از پدر و دیگری از مادر آمده است (شکل ۵ــ۶). بنابراین می‌توان گفت که ۴۶ کروموزومِ سلول‌های پیکری انسان، از دو مجموعهٔ ۲۳ کروموزومی تشکیل شده است که یک مجموعه از پدر و مجموعهٔ دیگر از مادر آمده است. در شکل ۵ــ۶ برای ساده کردن مطلب، فقط یکی از کروموزوم‌های انسان نشان داده شده است.

شکل ۵ــ۶ــ لقاح باعث ترکیب دو سلول هاپلوئید با یکدیگر و تولید یک سلول دیپلوئید می‌شود (در این شکل نسبت اندازهٔ اسپرم و تخمک رعایت نشده است).

از ادغام دو گامت هاپلوئید که طی فرآیند **لقاح** انجام می‌شود، **زیگوت** (سلول تخم) که دیپلوئید است، پدید می‌آید. زیگوت، اولین سلول از جانداری است که به تازگی تشکیل یافته است. این سلول، با تقسیم‌های پی‌درپی، سلول‌های بدن یک جاندار پرسلولی را پدید می‌آورد. این سلول‌ها از ده‌ها نوع مختلف‌اند، هر گروه شکل خاصی دارند و وظیفهٔ خاصی را در جامعهٔ پرسلولی بدن جاندار برعهده دارند.

تعداد کروموزوم‌های سلول‌های جاندارانی که از یک گونه هستند، عموماً یکسان است. مثلاً مگس سرکه در هر سلول خود ۸ کروموزوم دارد. تعداد کروموزوم‌های بعضی گونه‌ها نیز با یکدیگر یکسان است. مثلاً سیب‌زمینی، آلو و شامپانزه، همه در هر سلول پیکری خود ۴۸ کروموزوم دارند. شکل، اندازه و ساختار کروموزوم‌ها، حتی در گونه‌هایی که عدد کروموزومی (عدد دیپلوئید یا عدد هاپلوئید) آنها با یکدیگر مساوی است، متفاوت است.

بسیاری از گیاهان، کروموزوم‌های بسیار بیشتری دارند؛ مثلاً بعضی از سرخس‌ها بیش از ۱۰۰۰ کروموزوم دارند. برخی جانداران نیز تعداد کروموزوم کمتری دارند. مثلاً قارچ **پنی‌سیلیوم** که جانداری هاپلوئید است و آنتی‌بیوتیک پنی‌سیلین از آن به دست می‌آید، فقط دو کروموزوم دارد.

بیشتر بدانید

تعداد کروموزوم‌های چند جاندار

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

برخی الگوهای تعیین جنسیت در جانوران

از ۲۳ جفت کروموزوم سلول‌های پیکری انسان، ۲۲ جفت **اتوزوم** (کروموزوم غیرجنسی) نامیده می‌شوند. اتوزوم‌ها، کروموزوم‌هایی هستند که در تعیین جنسیت (نر یا ماده بودن) مستقیماً نقش ندارند. **کروموزوم‌های جنسی**، یکی از ۲۳ جفت کروموزوم سلول‌های پیکری هستند که ژن‌های مسئول تعیین جنسیت را در بردارند. بنابراین در هر سلول پیکری ۲۲ جفت اتوزوم و یک جفت کروموزوم جنسی وجود دارد.

در انسان و بسیاری از جانداران دیگر، دو کروموزوم جنسی را با X و Y نشان می‌دهند. در انسان ژن‌هایی که سبب می‌شوند تخمکِ لقاح یافته به نوزاد پسر نمو یابد، در کروموزوم Y واقع‌اند. بنابراین هر فردی که کروموزوم Y داشته باشد، پسر (مرد) است و هر فردی که کروموزوم Y نداشته باشد دختر (زن) است. پس در مردها، از دو کروموزوم جنسی یکی X و دیگری Y است (XY). هر دو کروموزوم جنسی در زن‌ها X هستند (XX).

روش تعیین جنسیت در همهٔ جانداران به این صورت نیست. در پرندگان، نرها دو کروموزوم X، اما ماده‌ها فقط یک کروموزوم X دارند. چنین مرسوم است که کروموزوم‌های X و Y را در پرندگان، به ترتیب با Z و W نشان می‌دهند. در بعضی حشرات، مثل ملخ که کروموزوم Y وجود ندارد، تعداد کروموزوم X جنسیت را تعیین می‌کند. ماده‌ها XX هستند و نرها XO (O نشان دهندهٔ نبودن کروموزوم است). در شکل ۶ــ۶ روش‌های تعیین جنسیت انسان و جانوران مختلف آورده شده است.

شکل ۶ــ۶ــ روش‌های تعیین جنسیت در انسان و جانوران مختلف

جهش‌های کروموزومی

به تغییراتی که در تعداد و ساختار کروموزوم‌ها رخ می‌دهند، **جهش کروموزومی** می‌گویند. چهار نوع جهش در ساختار کروموزوم‌ها به طور خلاصه، معرفی می‌شوند(شکل ۷ــ۶).

حذف : در جهش حذفی، قطعه‌ای از کروموزوم بر اثر شکسته شدن کروموزوم، کاملاً از آن جدا می‌شود. سلول جدید بعد از تقسیم شدن فاقد بعضی از ژن‌هاست. در بسیاری از موارد، جهش حذفی موجب مرگ سلول تخم می‌شود.

مضاعف شدن : در این نوع جهش، قطعه‌ای از کروموزوم بر اثر شکسته شدن جدا شده اما به کروموزوم همتا متصل می‌شود : بنابراین کروموزوم همتا، از بعضی از ژن‌ها دو نسخه دارد.

واژگونی : در واژگونی، قطعه‌ای از کروموزوم که بر اثر شکسته شدن جدا شده است، در جهت معکوس به جای اول خود متصل می‌شود.

جابه‌جایی : اگر قطعه‌ای که بر اثر شکسته شدن جدا شده است، به کروموزوم غیرهمتا متصل شود، جهش را جابه‌جایی می‌نامند.

با تغییر در تعداد کروموزوم‌ها در فصل بعد آشنا می‌شوید.

شکل ۷ــ۶ــ تغییر در ساختار کروموزوم‌ها. پیکان‌ها محل‌های شکست در کروموزوم‌ها را نشان می‌دهند. توجه داشته باشید که مضاعف شدن خود ترکیبی از دو فرایند است : حذف و جابه‌جایی بین کروموزوم‌های همتا.

فعالیت ۱ــ۶

جهش‌های کروموزومی

شما می‌توانید با استفاده از کاغذ و قلم، مدلی بسازید که راه‌های مختلف تغییر در ساختار کروموزوم‌ها را نشان دهد

مواد : ۱۴ برگه یادداشت، مداد یا خودکار، نوارچسب

روش

۱ــ اعداد ۱ تا ۸ را روی ۸ برگه یادداشت بنویسید (هر عدد را روی یک برگه بنویسید) برگه‌ها را به ترتیب از شمارهٔ ۱ تا ۸ مرتب کنید و آنها را با نوار چسب به یکدیگر بچسبانید حال شما مدلی را از یک کروموزوم ساخته‌اید که ۸ ژن دارد

۲ــ با استفاده از «کروموزومی» که ساخته‌اید و با توجه به شکل ۷ــ۶، جهش‌های حذف، مضاعف‌شدن، واژگونی و جابه‌جایی را نشان دهید مثلاً شمارهٔ ۳ را حذف کرده، باقیماندهٔ برگه‌ها را به هم متصل کنید به این ترتیب شما حذف را نمایش داده‌اید

۳ــ قبل از آنکه مضاعف‌شدن، واژگونی و جابه‌جایی را نمایش دهید، کروموزومی را که در ابتدا ساخته بودید، بازسازی کنید از برگه‌های یادداشت اضافی برای اعداد دیگری که نیاز دارید استفاده کنید

تجزیه و تحلیل

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

تفکر نقادانه ۱ــ۶

ــ دانش‌آموزی ادعا می‌کند که در گامت، کروموزوم‌های همتا یافت می‌شود شما با وی موافق هستید یا مخالف؟ پاسخ خود را توضیح دهید

خودآزمایی ۱ــ۶

۱ــ به طور خلاصه بیان کنید که باکتری چگونه با تقسیم دوتایی، تولیدمثل می‌کند؟

۲ــ در چه زمانی از حیات سلول یوکاریوتی، DNA فشرده و کروموزوم‌ها نمایان می‌شوند؟

۳ــ به طور خلاصه، تفاوت بین سلول هاپلوئید و سلول دیپلوئید را بیان کنید

۴ــ کروموزوم‌های جنسی را در مردان و زنان مقایسه کنید

۵ــ انواع تغییر در ساختار کروموزوم‌ها را نام ببرید

۲ چرخهٔ سلول

مراحل زندگی سلول یوکاریوتی را به صورت دایره یا چرخه نشان می‌دهند و آن را **چرخهٔ سلول** می‌نامند (شکل ۸ــ۶). چرخهٔ سلول، از پایان یک تقسیم شروع می‌شود و تا پایان تقسیم بعدی ادامه می‌یابد. همان‌طور که در شکل ۸ــ۶ می‌بینید بیشتر چرخهٔ سلول به اینترفاز اختصاص دارد. سلول در این مرحله بسته به نوع و محل آن در بدن، عملکرد معمول خود را انجام می‌دهد. مدت زمانی که سلول در اینترفاز به‌سر می‌برد در سلول‌های متفاوت، فرق می‌کند. بعضی سلول‌ها به‌طور مشخص در اینترفاز باقی می‌مانند و تقسیم سلول در آنها برای همیشه متوقف می‌شود. در این حالت گفته می‌شود که سلول وارد **مرحلهٔ G_0 (جی‌صفر)** شده است. چرخهٔ سلول در سلول‌هایی که تقسیم می‌شوند، پنج مرحله دارد. این پنج مرحله در زیر خلاصه شده‌اند.

۱ــ نخستین مرحلهٔ رشد (G_1) : سلول در این مرحله به سرعت رشد می‌کند و بزرگ می‌شود.

شکل ۸ــ۶ــ چرخهٔ زندگی یک سلول یوکاریوتی

۲ــ مرحلهٔ سنتز (S) : طی این مرحله، DNA همانندسازی می‌کند. بنابراین در پایان مرحلهٔ S هر کروموزوم از دو کروماتید یکسان که در محل سانترومر به هم متصل‌اند (شکل ۴ــ۶) تشکیل شده است.

کروماتیدها در این مرحله هنوز فشردگی و تراکم خود را پیدا نکرده‌اند. همانندسازی DNA فرایندی است که طی آن از یک مولکول DNA دو مولکول DNA که کاملاً شبیه یکدیگرند، ساخته می‌شود.

۳ــ دومین مرحلهٔ رشد (G_2) : طی این مرحله، تمهیدات لازم برای تقسیم هسته فراهم می‌شود و همانندسازی میتوکندری و دیگر اندامک‌ها صورت می‌گیرد.

۴ــ میتوز : میتوز فرایندی است که طی آن هستهٔ سلول بدون کاهش تعداد کروموزوم‌ها به دو هسته تقسیم می‌شود. هسته‌های جدید، همان نوع و همان تعداد کروموزوم‌هایی را خواهند داشت که هستهٔ اول (هستهٔ سلول مادر) داشته است، اما از دو کروماتید هر کروموزوم تنها یکی را به ارث برده است.

۵ــ سیتوکینز[1] : فرایندی که طی آن سیتوپلاسم سلول تقسیم می‌شود، **سیتوکینز** نام دارد. سیتوکینز معمولاً پس از تقسیم هسته (میتوز) به وقوع می‌پیوندد. میتوز و سیتوکینز در مجموع سلول‌های جدیدی (سلول دختر) پدید می‌آورند که درست مثل سلول‌های مادر هستند. بنابراین امکان رشد و ترمیم بافت‌های آسیب‌دیده و در بعضی موارد، امکان تولیدمثل غیرجنسی را فراهم می‌آورند.

چرخهٔ سلول به دقت تنظیم می‌شود

سلول از کجا «می‌فهمد» که چه موقع باید تقسیم شود؟ چرخهٔ سلول چگونه تنظیم می‌شود؟ همان‌گونه که چراغ راهنمایی و رانندگی، عبور از یک خیابان به خیابان دیگر را کنترل می‌کند، در سلول نیز سیستمی وجود دارد که عبور سلول را از یک مرحله به مرحلهٔ دیگر چرخه، کنترل می‌کند. در چرخهٔ سلول، زمان‌های حساسی وجود دارد که آنها را **نقاط وارسی**[2] می‌نامیم. در این زمان‌ها، عبور سلول از یک مرحله به مرحلهٔ دیگر کنترل می‌شود و براساس مجموع پدیده‌هایی که در سلول به وقوع می‌پیوندد، اجازهٔ عبور به مرحلهٔ بعد داده می‌شود (چراغ سبز)، یا داده نمی‌شود (چراغ قرمز). مثلاً، تا هنگامی که مرحلهٔ قبلی به پایان نرسیده باشد، از ورود سلول به مرحلهٔ بعدی جلوگیری می‌شود. تنظیم چرخهٔ سلولی در سه زمان اصلی (نقاط وارسی) رخ می‌دهد (شکل ۹ــ۶).

سرطان، اختلال در تنظیم چرخهٔ سلولی : سرطان، تقسیم و رشد غیرعادی سلول‌هاست. سلول‌های سرطانی بدون توجه به مکانیسم‌های کنترل‌کنندهٔ سلامت بدن، همچنان به تقسیم خود ادامه می‌دهند. مثل راننده‌ای که بدون توجه به چراغ قرمزی که پیش‌رو دارد، پدال گاز را می‌فشارد و همچنان در مسیر جاده به پیش می‌رود.

---

۱ ــ Cytok nes s

۲ ــ Checkpo nt

شکل ۹ ــ ۶ ــ تنظیم چرخهٔ سلول با کمک سه نقطهٔ وارسی.
پروتئین‌های متعددی در این نقاط فعالیت می‌کنند.

بعضی از تغییرات ناگهانی ژنی که در سلول‌ها به وجود می‌آیند (جهش) سبب تولید بیش از حد مولکول‌های محرک رشد و تقسیم سلول‌ها می‌شوند و از این طریق، سرطان ایجاد می‌کنند. مثل این است که این تغییرات ژنی (جهش‌ها)، «پدال گاز» چرخهٔ سلولی را می‌فشارند و به آن شتاب می‌بخشند. بعضی دیگر از این جهش‌ها پروتئین‌هایی را که مسئول کُند یا متوقف کردن چرخهٔ سلول هستند، غیرفعال می‌کنند و به این طریق «ترمز» چرخهٔ سلول را مختل می‌کنند.

بسیاری از این جهش‌ها در نتیجهٔ تأثیر **عوامل محیطی** ایجاد می‌شوند. به همین سبب، خطر ابتلا به سرطان، به شیوهٔ زندگی بستگی دارد. مثلاً مصرف مواد مخدر و حتی دخانیات و قرار گرفتن در معرض پرتو فرابنفش و مصرف غذاها و هوای آلوده به آلاینده‌های شیمیایی، مانند سرب، خطر ابتلا به سرطان را افزایش می‌دهد. چندی است اثرات رژیم غذایی و تنش‌های روانی بر سرطان، توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود معطوف ساخته است.

خودآزمایی ۲ ــ ۶

۱ــ چرخهٔ سلول از چند مرحله تشکیل شده است؟ نام ببرید و در مورد هر کدام توضیح مختصری ارائه دهید

۲ــ چرا نمی‌توان کروموزوم‌های سلول را در مرحلهٔ اینترفاز مشاهده کرد؟

۳ــ چرخهٔ سلول چگونه تنظیم می‌شود؟

۴ــ سرطان چگونه پدید می‌آید؟

۳ میتوز و سیتوکینز

دو کروماتید هر کروموزوم مضاعف هنگام میتوز از یکدیگر جدا می‌شوند و به کمک دوک تقسیم به سوی دو قطب سلول حرکت می‌کنند. **دوک**، ساختاری است متشکل از گروهی از میکروتوبول‌ها (ریزلوله‌ها) که در حرکت دادن کروموزوم‌ها نقش دارند.

تشکیل دوک

سلول‌های جانوری به طور معمول، یک جفت سانتریول دارند که در نزدیکی هسته قرار دارد. هر سانتریول، یک جسم کوچک استوانه‌ای شکل است. دو سانتریول هر سلول با زاویهٔ ۹۰ درجه نسبت به یکدیگر قرار می‌گیرند (شکل ۱۰ــ۶). طی مرحلهٔ G_2 چرخهٔ سلول، سانتریول‌ها که یک جفت هستند، همانندسازی می‌کنند. بنابراین، سلول به هنگام ورود به مرحلهٔ میتوز، دو جفت سانتریول خواهد داشت. وقتی سلول به مرحلهٔ میتوز وارد می‌شود، جفت سانتریول‌ها شروع به جدا شدن از یکدیگر می‌کنند و هر جفت سانتریول، به سوی یکی از دو قطب سلول حرکت می‌کند و به این ترتیب از جفت سانتریول دیگر دور می‌شود. همچنان که جفت سانتریول‌ها از یکدیگر دور می‌شوند، بین آنها رشته‌هایی پروتئینی شکل می‌گیرد که ساختار دوک را پدید می‌آورند.

شکل ۱۰ــ۶ ــ دوک تقسیم و سانتریول‌ها

سانتریول‌ها و رشته‌های دوک هر دو از لوله‌هایی توخالی، از جنس پروتئین، ساخته شده‌اند. این لوله‌های ریز پروتئینی **میکروتوبول** نام دارند. هر یک از رشته‌های دوک از یک میکروتوبول ساخته شده است، اما هر سانتریول از ۹ دستهٔ سه‌تایی از میکروتوبول ساخته شده است. این ۹ دسته به صورتی آرایش یافته‌اند که در مجموع جسمی استوانه‌ای شکل را می‌سازند (شکل ۱۰ــ۶). سلول‌های بسیاری از گیاهان اگرچه سانتریول ندارند اما دوک را می‌سازند. بعضی پروتئین‌های سیتوپلاسمی با همکاری پروتئین‌های غشایی این کار را انجام می‌دهند.

مراحل میتوز

گرچه میتوز فرایندی پیوسته است اما زیست‌شناسان برای آسانی مطالعه، آن را به چهار مرحله تقسیم کرده‌اند (شکل ۱۱ــ۶) :

شکل ۱۱ــ۶ ــ مراحل میتوز و سیتوکینز در یک سلول جانوری

پروفاز : طی پروفاز، رشته‌های دراز و درهم تنیدهٔ کروماتینی، به تدریج کوتاه و ضخیم می‌شوند و کروموزوم‌ها که همانندسازی کرده‌اند (کروموزوم‌های مضاعف‌شده)، قابل دیدن می‌شوند. هستک و پوشش هسته ناپدید می‌شود و با دور شدن سانتریول‌ها از یکدیگر، دوک شکل می‌گیرد.

متافاز : طی متافاز، کروموزوم‌های مضاعف‌شده به سمت وسط سلول حرکت می‌کنند و در سطح استوایی سلول ردیف می‌شوند. در این مرحله، گروهی از رشته‌های دوک از یک سو به قطب و از سوی دیگر به سانترومر کروموزوم‌ها متصل شده‌اند. در متافاز، دو کروماتید هر کروموزوم حداکثر فشردگی را پیدا می‌کنند.

آنافاز : دو کروماتید خواهری هر کروموزوم مضاعف‌شده از محل سانترومر از یکدیگر جدا می‌شوند. کروماتیدها که هم‌اکنون کروموزوم (کروموزوم تک کروماتیدی) نام دارند، بر اثر کوتاه شدن رشته‌های دوک به سوی قطب‌ها کشیده می‌شوند.

تلوفاز : در هر یک از دو قطب، پوشش هسته در اطراف کروموزوم‌ها تشکیل می‌شود. کروموزوم‌ها با باز شدن پیچیدگی‌ها و تابیدگی‌های آنها دوباره شروع به باریک و دراز شدن می‌کنند تا به تدریج به صورت رشته‌های کروماتینی درآیند و هستک نیز پدیدار می‌شود. تلوفاز مرحلهٔ پایانی میتوز است، در این مرحله دوک از بین می‌رود.

سیتوکینز

در بسیاری موارد در انتهای میتوز، سیتوکینز آغاز می‌شود. طی سیتوکینز، سیتوپلاسم سلول به دو بخش تقسیم می‌شود (شکل ۱۲ــ۶).

شکل ۱۲ــ۶ــ سیتوکینز در یک سلول جانوری

در سلول‌های جانوری و دیگر سلول‌هایی که دیواره ندارند، طی سیتوکینز، کمربندی از رشته‌های پروتئینی در میانهٔ سلول ایجاد می‌شود که با تنگ شدن آن، سلول به دو نیم تقسیم می‌شود.

در سلول‌های گیاهی و دیگر سلول‌هایی که دیوارهٔ سخت دارند، سیتوپلاسم به روش دیگری تقسیم می‌شود. در سلول‌های گیاهی وزیکول‌هایی که توسط دستگاه گلژی ساخته شده‌اند در میانهٔ سلول به یکدیگر می‌پیوندند و صفحه‌ای را پدید می‌آورند. این صفحه در واقع یک دیوارهٔ سلولی است که توسط غشا احاطه شده است. (شکل ۱۳ــ۶).

هم در سلول‌های جانوری و هم در سلول‌های گیاهی، سلول‌های دختر معمولاً از نظر اندازه یکسان‌اند و کروموزوم‌هایشان درست مثلِ سلولِ مادر است. علاوه بر این، هر یک از سلول‌های دختر حدود نیمی از سیتوپلاسم (و اندامک‌های سیتوپلاسمی) مادر را دریافت می‌کند.

شکل ۱۳ــ۶ــ میتوز و سیتوکینز در یک سلول گیاهی

خودآزمایی ۳ــ۶

۱ــ کار میکروتوبول‌ها را طی میتوز توصیف کنید

۲ــ وقایعی را که در هر مرحله از میتوز رخ می‌دهد توصیف کنید

۳ــ سیتوکینز را در سلول‌های گیاهی و جانوری مقایسه کنید

۴ــ اگر سیتوکینز از چرخهٔ سلول حذف شود، چه پیامدی خواهد داشت؟

فعالیت ۲ــ۶

۱ــ باکتری‌ها به سادگی به دو نیم تقسیم می‌شوند، اما سلول‌های یوکاریوت با میتوز، تولیدمثل می‌کنند فکر می‌کنید این تفاوت در تقسیم، چه کمکی به تولیدمثل سلول‌های یوکاریوتی کرده است؟

۲ــ پنج اندامک را نام ببرید که قبل از تقسیم سیتوپلاسم، باید تقسیم یا قطعه قطعه شوند

۳ــ معمولاً، آسیب‌هایی که به مغز یا نخاع وارد می‌شود، پایدار هستند با بهره‌گیری از آنچه که دربارهٔ چرخهٔ سلولی فرا گرفته‌اید، توضیح دهید که چرا سلول‌های از بین رفته در مغز و نخاع جبران نمی‌شوند؟

فعالیت ۳ــ۶

مدلی برای میتوز بسازید

مواد

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

پیش از آغاز

پیش از آنکه آزمایش را طراحی و اجرا کنید، لازم است اطلاعات شما دربارهٔ میتوز کافی باشد

براساس اهداف این فعالیت، پرسشی را دربارهٔ میتوز مطرح کنید که بتوانید پس از انجام این فعالیت، به پاسخ آن دست یابید

روش

بخش اول : طراحی مدل

۱ــ با دیگر اعضای گروه خود و با استفاده از موادی که برای این آزمایش پیش‌بینی شده‌اند، مدلی برای سلول طراحی کنید مطمئن شوید که این مدل حداقل دو جفت کروموزوم دارد و در آستانهٔ میتوز است

هنگام طراحی مدل، به موارد زیر توجه کنید :

الف) در پی یافتن پاسخ برای چه پرسشی هستید؟

ب) غشای سلول را چگونه مدل‌سازی می کنید؟

ج) چگونه نشان می‌دهید که سلول شما دیپلوئید است؟

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

هـ) چگونه نشان می‌دهید که قبل از آغاز میتوز، کروموزوم‌ها مضاعف شده‌اند؟

۲ــ آنچه را برای طراحی مدل در ذهن دارید، روی کاغذ بنویسید و آن را به معلم خود نشان دهید

۳ــ مدلی را که گروه شما طراحی کرده است بسازید با استفاده از مدلی که ساخته‌اید مراحل مختلف میتوز را نشان دهید و هر مرحله را نام‌گذاری کنید

۴ــ با استفاده از مدلی که ساخته‌اید، به پرسش گروه خود که در «پیش از آغاز» طرح شده بود، پاسخ دهید

بخش دوم : آزمودن فرضیه

هر یک از پرسش‌های زیر را با نوشتن فرضیه‌ای پاسخ دهید فرضیه‌های پیشنهادی را بیازمایید و نتایج خود را توضیح دهید

۵ــ سیتوکینز، بعد از میتوز رخ می‌دهد اندازهٔ سلول‌های جدید حاصل از سیتوکینز را با سلول اولی مقایسه کنید

۶ــ بعضی اوقات، دو کروماتید نمی‌توانند از یکدیگر جدا شوند پیامد این واقعه بر تعداد کروموزوم‌های سلول چه خواهد بود؟

۷ــ جهش، تغییری دایمی است که در ژن یا کروموزوم روی می‌دهد تأثیر جهشی که در سلول مادر رخ داده است، بر سلول‌های نسل آینده چیست؟

تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری

۱ــ تجزیه و تحلیل نتایج : هستهٔ سلول‌های حاصل از میتوز را با هستهٔ سلولی که این فعالیت را با آن آغاز کردید، مقایسه کنید

۲ــ ارزیابی روش : چگونه می‌توانید مدل خود را به نحوی تغییر دهید که فرایند میتوز را بهتر نشان دهد؟

۳ــ تشخیص الگوها : محتوای ژنتیک سلول‌های حاصل از میتوز را با محتوای ژنتیک سلول اصلی مقایسه کنید

۴ــ پی بردن به نتیجه : میتوز چه اهمیتی دارد؟

۵ــ پژوهش بیشتر : پرسش جدیدی دربارهٔ میتوز یا چرخهٔ سلول مطرح کنید که یافتن پاسخ آن با استفاده از مدلی که ساخته‌اید، میسر باشد

چند اسپرم روی سطح یک تخمک (×۲۸۹۰)

۷ میوز و تولیدمثل جنسی

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

۱ میوز

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

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

سلول قبل از آغاز میوز، مراحل اینترفاز را، مانند اینترفاز میتوز سپری می‌کند. در این مراحل DNA همانندسازی می‌کند و سلول برای تقسیم شدن آماده می‌شود. مراحل تقسیم میوز به شرح زیر است (شکل ۱ــ۷).

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

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

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

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

شکل ۱ــ۷ــ مراحل مختلف میوز. الف) میوز I . ب) میوز II

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

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

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

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

خودآزمایی ۱ــ۷

۱ــ به‌طور خلاصه بیان کنید که چرا میوز برای جاندارانی که تولیدمثل جنسی دارند، ضروری است

۲ــ به طور خلاصه، وقایع میوز را توصیف کنید

۳ــ اگر یکی از سلول‌های سگ (۲n=۷۸) میوز انجام دهد، سلول‌های حاصل چند کروموزوم خواهند داشت؟

تغییر در تعداد کروموزوم‌ها

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

ناهنجاری‌های موجود در تعداد کروموزوم‌ها، از طریق تجزیه و تحلیل کاریوتیپ[1] تشخیص داده می‌شوند. **کاریوتیپ**، تصویری از کروموزوم‌های در حال تقسیم است که در آن کروموزوم‌ها برحسب اندازه و شکل و محل سانترومر ردیف شده‌اند. در شکل ۲ــ۷ یک کاریوتیپ متعلق به فردی که یک کروموزومِ ۲۱ اضافی دارد نشان داده شده است. چنین وضعیتی موسوم به **تری‌زومی ۲۱** یا **نشانگان داون**[2] است. افراد مبتلا به نشانگان داون درجات مختلفی از عقب‌ماندگی ذهنی را نشان می‌دهند.

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

۱ــ Ka yotype

۲ــ Syndrome : مجموعهٔ نشانه‌های یک بیماری یا یک حالت

شکل ۲ــ۷ــ الف ــ کاریوتیپ فرد مبتلا به نشانگان داون و ب ــ کودک مبتلا به نشانگان داون

اسپرم تازه تولید می‌کنند، همهٔ تخمک‌های زن‌ها از هنگام تولد در تخمدان‌ها موجود است. بنابراین، هرچه سن زن‌ها افزایش می‌یابد، مجموع آسیب‌هایی که ممکن است به DNA تخمک‌های آنها وارد شود، بیشتر می‌شود. به سبب وجود این خطر، مادران بارداری که سن آنها بالای ۳۵ سال است، باید نسبت به انجامِ آزمایش‌های تشخیص قبل از تولد که یکی از آنها تعیین کاریوتیپ جنین است، آگاه شوند.

چه رویدادی سبب می‌شود که فرد، یک کروموزوم اضافی داشته باشد؟ هنگام میوز و تشکیل سلول‌های جنسی، هر کروموزوم از کروموزوم همتای خود در مرحلهٔ آنافاز I جدا می‌شود. این رویداد را **جداشدن کروموزوم‌ها** می‌نامند. اگر یک کروموزوم یا بیشتر نتواند به‌درستی از همتای خود جدا شود آن‌گاه یکی از دو گامت، هر دو کروموزوم را با هم دریافت می‌کند و گامت دیگر هیچ

کروموزومی را از آن نوع دریافت نمی‌کند. این رویداد را **جدا نشدن**، یا **باهم ماندن کروموزوم‌ها** می‌نامند (شکل ۳ــ۷). اگر گامتی که دو کروموزوم همتا دارد، با یک گامت عادی لقاح یابد، سلول زیگوت به جای دو کروموزوم، سه نسخه از آن کروموزوم را خواهد داشت. جدانشدن کروموزوم‌های شمارهٔ ۲۱ منجر به نشانگان‌داون می‌شود.

الف ــ میوز طبیعی　　ب ــ جدانشدن کروموزوم‌ها در میوز I　　ج ــ جدانشدن کروموزوم‌ها در میوز II

شکل ۳ــ۷ــ جدانشدن کروموزوم‌ها در فرایند میوز

فعالیت ۱ــ۷

در یکی از روزنامه‌ها، مقاله‌ای دربارهٔ فراوانی نشانگان‌داون چاپ شده است نویسندهٔ مقاله ادعا کرده است که هر چه تعداد زنانی که زمان فرزنددارشدن خود را به تعویق می‌اندازند، بیشتر شود، تعداد نوزادان مبتلا به داون نیز بیشتر می‌شود شما با عقیدهٔ این نویسنده موافق هستید یا مخالف، چرا؟

۲ تولید مثل جنسی و غیرجنسی

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

تولیدمثل غیرجنسی : در تولیدمثل **غیرجنسی** فقط یک والد شرکت دارد. این والد یک نسخه از تمامی ژن‌های خود را به فرزندان خود منتقل می‌کند. در این نوع تولیدمثل سلول‌های هاپلوئید، مثل گامت‌ها، با هم ادغام نمی‌شوند. فردی که به طریق تولیدمثل غیرجنسی تولید می‌شود، یک **کلون** است. کلون، جانداری است که از نظر ژنتیکی درست مانند والد خود است. همان‌طور که در فصل قبل گفته شد، باکتری‌ها از راه نوعی تقسیم غیرجنسی به نام تقسیم دوتایی تولیدمثل می‌کنند. بسیاری از یوکاریوت‌ها نیز به‌صورت غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند (شکل ۴ــ۷).

انواع تولیدمثل غیرجنسی : انواع مختلفی از تولیدمثل غیرجنسی وجود دارد. مثلاً، آمیب در نتیجهٔ تقسیم‌شدن، تولیدمثل می‌کند. در این روش، والد به دو زاده که از نظر اندازه تقریباً مساوی هستند، تقسیم می‌شود. بعضی از جانداران پرسلولی از طریق قطعه‌قطعه‌شدن تولیدمثل می‌کنند. در این روش، بدن جاندار به چندین قطعه تقسیم می‌شود و بعداً بعضی از این قطعه‌ها یا همهٔ آنها به جانداران بالغ تبدیل می‌شوند. یکی از روش‌های تولیدمثل در گروهی از جلبک‌ها، مانند اسپیروژیر، قطعه‌قطعه شدن است. بعضی از جانداران دیگر مثل هیدر، از طریق جوانه‌زدن تولیدمثل می‌کنند (شکل ۴ــ۷). جوانه ممکن است از والد جدا شود و به جانداری مستقل تبدیل شود یا اینکه همچنان متصل به والد باقی بماند. جوانهٔ متصل، سرانجام ممکن است به گروهی متشکل از تعداد زیادی فرد منجر شود.

بسیاری از جانداران، بنابر شرایط محیطی، روش‌های تولیدمثلی متفاوتی را برمی‌گزینند. مثلاً اسپیروژیر علاوه‌بر قطعه‌قطعه‌شدن در شرایط نامساعد محیطی، با تولیدمثل جنسی تکثیر می‌یابد. هیدر علاوه‌بر جوانه‌زدن، تولیدمثل جنسی نیز دارد.

شکل ۴ ــ۷ــ تولیدمثل غیرجنسی هیدر

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

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

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

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

ماده (ملکه) نیز از طریق بکرزایی، زنبور نر تولید می‌کند. زنبورهای نر هاپلوئید (n کروموزومی)اند. امّا زنبورهای ماده دیپلوئید (۲n کروموزومی)اند و از لقاح تخمک ملکه با اسپرم به‌وجود می‌آیند.

فعالیت ۲ــ۷

مخمر نان چگونه تولید مثل می‌کند؟

مخمر نان جانداری است تک‌سلولی که در محیط‌های مایع یا مرطوب زندگی می‌کند شما می‌توانید با انجام آزمایشی، یکی از انواع تولیدمثل این مخمر را مشاهده کنید

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

روش :

۱ــ نیم‌ساعت پس از مخلوط کردن آب و مایه خمیر یک قطره از آن را بین تیغه و تیغک شیشه‌ای قرار دهید

۲ــ با بزرگ‌نمایی کمِ میکروسکوپ، مخمرها را ببینید

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

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

تجزیه و تحلیل

۱ــ وقتی مخمر یک جفت به نظر می‌رسد، نوع تولیدمثل آن را مشخص کنید

۲ــ دلیلی را برای پاسخ خود بیابید

۳ــ با استفاده از کتاب درسی خود، نام روش تولیدمثلی را که مشاهده کردید، پیدا کنید

خودآزمایی ۲ــ۷

۱ــ نوعی از تولیدمثل را که سبب می‌شود زاده‌ها از نظر ژنتیکی با والد خود یکسان باشند، نام ببرید

۲ــ دو نوع تولیدمثل غیرجنسی سلول‌های یوکاریوتی را توصیف کنید

فعالیت ۳ــ۷

۱ــ دانش‌آموزی بیان می‌کند که محیط‌های پایدار، به زیان جاندارانی خواهد بود که به شیوهٔ غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند شما با او موافق هستید یا مخالف؟ پاسخ خود را توضیح دهید

۲ــ توضیح دهید که چرا تولیدمثل جنسی برای جاندارانی که سازگاری زیادی کسب کرده‌اند، مناسب نیست

۳ــ توضیح دهید که چرا بعضی از داروها برای گامت‌های زنان خطر بیشتری دارند تا برای گامت‌های مردان

۴ــ میتوز و میوز را با یکدیگر مقایسه کنید

فعالیت ۴ــ۷ــ برای میوز مدل بسازید.

مهارت‌ها

- مدل‌سازی
- استفاده از روش علمی

هدف‌ها

- توصیف وقایعی که در هر مرحله از فرایند میوز رخ می‌دهد
- ارتباط دادن فرایند میوز با گوناگونی ژنتیک

مواد

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

پیش از آغاز

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

۱ــ اصطلاحات زیر را تعریف کنید :

کروموزوم‌های همتا، گامت، تولیدمثل جنسی

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

۳ــ سلول چگونه خود را برای تقسیم‌شدن آماده می‌کند؟

۴ــ براساس اهداف این فعالیت، پرسشی را دربارهٔ میوز مطرح کنید که بتوانید پس از انجام این فعالیت، به پاسخ آن دست یابید

روش

بخش اول : طراحی مدل

۱ــ با دیگر اعضای تیم خود و با استفاده از موادی که برای این آزمایش پیش‌بینی شده‌اند، مدلی را برای سلول طراحی کنید مطمئن شوید که حداقل دو جفت کروموزوم دارد

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

به هنگام طراحی مدل، به موارد زیر توجه کنید :

الف) در پی یافتن پاسخ چه پرسشی هستید؟

ب) غشای سلول را چگونه مدل‌سازی می‌کنید؟

ج) چگونه نشان می‌دهید که سلول شما دیپلوئید است؟

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

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

۳ــ مدلی را که تیم شما طراحی کرده است، بسازید

توجه : اشیای نوک‌تیز ممکن است باعث بروز جراحت شوند به هنگام کارکردن با قیچی، بسیار مواظب باشید در صورت بروز هر گونه جراحتی، فوراً معلم خود را آگاه سازید

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

۴ــ با استفاده از مدلی که ساخته‌اید، یکی از پرسش‌هایی را که تیم شما در قسمت ۴ از «پیش از آغاز» طرح کرده بود، پاسخ دهید مراحل مختلف یافتن پاسخ پرسش را توصیف کنید

بخش دوم : آزمودن فرضیه

هریک از پرسش‌های زیر را با نوشتن فرضیه‌ای پاسخ دهید با استفاده از مدلی که ساخته‌اید، فرضیه‌های پیشنهادی را بیازمایید و نتایج خود را توضیح دهید

۵ــ در انسان، گامت‌ها (تخمک و اسپرم) به‌وسیلهٔ میوز تولید می‌شوند، آیا همهٔ گامت‌هایی که توسط یکی از والدین تولید می‌شوند یکسان‌اند؟

۶ــ در تولیدمثل جنسی، تخمک و اسپرم طی فرایند لقاح با یکدیگر ادغام می‌شوند و سلول تخم (زیگوت) را پدید می‌آورند چند نسخه از هر کروموزوم و هر ژن در زیگوت یافت می‌شود؟

تجزیه و تحلیل و نتیجه‌گیری

۱ــ تجزیه و تحلیل نتایج : هستهٔ سلول‌های حاصل از میوز را با هستهٔ سلولی که این فعالیت را با آن آغاز کردید مقایسه کنید

۲ــ تشخیص نسبت‌ها : کروموزوم‌های همتا با کروماتیدها چه تفاوتی دارند؟

۳ــ ارزیابی روش : چگونه می‌توانید مدل خود را به‌نحوی تغییر دهید که فرایند میوز را بهتر نشان دهد؟

۴ــ مقایسهٔ نتایج : فرایندهای میوز و میتوز چه شباهت‌ها و چه تفاوت‌هایی دارند؟

۵ــ پیش‌بینی رخداد : اگر گامت‌های یک جاندار به‌وسیلهٔ میتوز حاصل می‌شدند نه میوز، برای عدد کروموزومی زاده‌های آن جاندار چه اتفاقی می‌افتاد؟

۶ــ پژوهش بیشتر : پرسش جدیدی را دربارهٔ میوز یا تولیدمثل جنسی مطرح کنید که یافتن پاسخ آن با استفاده از مدلی که ساخته‌اید، میسر باشد

۸ ژنتیک و خاستگاه آن

امروزه ژنتیک یکی از شاخه‌های پیشرو و مهم زیست‌شناسی است. بسیاری از موضوع‌های اصلی آن را بسیاری از مردم می‌دانند و پژوهشگران و دانشمندان از اصول و مفاهیم آن در پژوهش‌ها استفاده می‌کنند : کاربرد آنها در دامپروری و کشاورزی، شناسایی و درمان بیماری‌ها، تولید داروهای جدید و غیره، از این جمله‌اند.

تا اوایل قرن گذشته، دانش بشری دربارهٔ ژنتیک، در مقایسه با امروز، بسیار اندک و ناچیز بود. نخستین پژوهشگران، برای کشف و انتشار اصول وراثت، کوشش‌ها و از خودگذشتگی‌های فراوانی به‌کار بردند؛ تا سرانجام دستاوردهای علمی آنها به رسمیت شناخته شد و پایهٔ پژوهش‌های بعدی قرار گرفت.

۱ پژوهش‌ها و قوانین مندل

مندل[1] کشیشی اتریشی، بیش از یک قرن پیش پژوهش‌های علمی خود را دربارهٔ وراثت آغاز کرد. انتقال صفات از والدین به فرزندان وراثت نام دارد.

پدر مندل کشاورز بود و مندل در این کار به پدر کمک می‌کرد. بنابراین دانشی که او از زمان کودکی درباره‌ی گیاهان آموخته بود، در بزرگی به کار او آمد. او در دانشگاه وین به تحصیل علوم و ریاضی پرداخت و مهارت تبیین پدیده‌های طبیعی را با کمک ریاضی، فرا گرفت.

قوانینی که او کشف کرد پایهٔ علم ژنتیک را تشکیل داد. **ژنتیک** شاخه‌ای از علم زیست‌شناسی است که محققان آن پژوهش دربارهٔ وراثت و عملکرد ماده ژنتیک را برعهده دارند.

شکل ۱ــ۸ــ گرگور مندل

نخستین پژوهشی که مندل انجام داد، تکرار آزمایش‌های **نایت**[2]، کشاورز انگلیسی، بود. نایت گیاهان نخودفرنگی‌ای را که گلبرگ‌های سفید داشتند، با گیاهان نخودفرنگی دیگری که گلبرگ‌های آنها ارغوانی بود، آمیزش می‌داد و دانه‌هایی را که از این آمیزش‌ها به‌دست می‌آورد، می‌کاشت. نایت

---

۱ ــ Gregor Johann Mende (۱۸۲۲ــ۱۸۸۴)

۲ ــ N ght

مشاهده می‌کرد که همهٔ گلبرگ‌های گیاهانی که از این دانه‌ها به‌دست می‌آیند، ارغوانی رنگ هستند؛ اما هنگامی که دوتا از این گیاهانِ گل ارغوانیِ حاصل از این آمیزش را با هم آمیزش می‌داد، گلبرگ‌های تعدادی از گیاهان حاصل از رویش دانه‌های آنها ارغوانی‌رنگ و گلبرگ‌های تعدادی دیگر سفید رنگ بودند، یعنی این گیاهان صفاتی مشابه با دو نسل قبل خود را نشان می‌دادند.

آزمایش‌های مندل یک تفاوت با کارهای نایت داشت : مندل تعداد گیاهان گلبرگْ سفید و گلبرگْ ارغوانی هریک از نسل‌ها را می‌شمرد و اعدادی را که به‌دست می‌آورد، ازنظر آماری تجزیه و تحلیل می‌کرد.

چرا مندل گیاه نخودفرنگی را انتخاب کرد؟

گیاه نخودفرنگی برای پژوهش‌های مندل مناسب بود. ویژگی‌های مناسب این گیاه به شرح زیر است :

۱ــ گیاه نخود فرنگی چند صفت دارد که هرکدام فقط دو حالت را نشان می‌دهند. این صفات به آسانی قابل تشخیص‌اند و حد واسط ندارند. مثلاً رنگ گلبرگ این گیاه ارغوانی یا سفید است و گلبرگ‌های این گیاه به رنگ دیگری دیده نمی‌شوند. در جدول ۱ــ ۸، هفت صفت را که مندل در آزمایش‌های خود مورد استفاده قرار داده بود، ملاحظه می‌کنید.

۲ــ آمیزش دادن گیاهان نخودفرنگی با یکدیگر آسان است. در هر گل هم پرچم و هم مادگی وجود دارد. پرچم‌ها و مادگی گل نخودفرنگی را دو گلبرگ می‌پوشانند، بنابراین اگر گل‌ها را به‌حال خود رها کنیم، **خود لقاحی** انجام می‌دهند، یعنی گامت‌های نر و مادهٔ آن گل‌ها با یکدیگر لقاح انجام می‌دهند. می‌توانیم دانه‌های گردهٔ یک گل را روی مادگی گُلی دیگر که پرچم‌های آن را قبل از رسیدن و تولید دانهٔ گرده قطع کرده‌ایم، قرار دهیم و به این‌وسیله گیاهی را با گیاهی دیگر، به‌طور مصنوعی آمیزش دهیم. به این روش **دگرلقاحی** می‌گویند. مندل گل‌های گیاهانی را که می‌خواست آنهارا با یکدیگر آمیزش دهد، وادار به دگرلقاحی می‌کرد (شکل ۲ــ ۸). او به این طریق آمیزش‌های دلخواه انجام می‌داد.

۳ــ گیاه نخودفرنگی گیاهی نسبتاً کوچک است؛ به آسانی پرورش داده می‌شود، زود گل می‌دهد و دانه‌های بسیاری تولید می‌کند. بنابراین مندل می‌توانست نتایج را به مقدار زیاد و نسبتاً سریع به‌دست آورد.

شکل ۲ــ ۸ــ دگرلقاحی. مندل دانه‌های گردهٔ یک گیاه را روی مادگی گیاه دیگر قرار می‌داد و دانه‌های حاصل را می‌کاشت.

جدول ۱ــ۸ــ هفت صفتی که مندل در آزمایش‌های خود، آنها را مورد استفاده قرار داد

بلندی گیاه	وضعیت گل	شکل غلاف	رنگ غلاف	شکل دانه	رنگ دانه	رنگ گل

مندل مشاهده کرد صفات به نسبت‌هایی که قابل پیش‌بینی است، به‌ارث می‌رسند.

نخستین آزمایش مندل که به شرح آن پرداختیم، آمیزش مونوهیبریدی نامیده می‌شود. آمیزش **مونوهیبریدی** آمیزشی است که طی آن فقط یک صفت مورد پژوهش قرار می‌گیرد. مثلاً مندل در هر آمیزش دو حالت مربوط به رنگ گلبرگ‌های نخودفرنگی را درنظر گرفت (ارغوانی یا سفید). او این آمیزش را در سه مرحله به انجام رساند. این مراحل در شکل ۳ــ ۸ نشان داده شده است. سه مرحله آزمایش مندل به ترتیب زیر است :

شکل ۳ــ۸ــ سه مرحلهٔ آزمایش مندل

مرحلهٔ ۱ : مندل تعدادی گیاه نخودفرنگیِ گلبرگ ارغوانی و گلبرگ سفید را به‌حال خود می‌گذاشت تا چند نسل به‌طور طبیعی، به روش خود لقاحی دانه تولید کنند و به این‌طریق تعدادی گیاه که مطمئن بود درصورت ادامهٔ خودلقاحی، فقط گیاهانی با گل‌های همرنگ با والدین، تولید می‌کنند، به‌دست می‌آورد. او چنین گیاهانی را والدین[1] (P) می‌نامید. بنابراین، مندل دو نوع گیاه، از نظر رنگ گلبرگ به‌دست می‌آورد : نوع گلبرگ ارغوانی و نوع گلبرگ سفید. او اکنون مطمئن بود که زاده‌های این گیاهان، گلبرگ‌هایی هم‌رنگ با گلبرگ‌های والدین خود تولید می‌کنند.

مرحلهٔ ۲ : مندل دو گیاه والد را که از نظر رنگ گلبرگ متفاوت بودند، وادار می‌کرد با یکدیگر، دگرلقاحی انجام دهند. او زاده‌های والدین را نسل اول[2] (F_1) می‌نامید. او مشاهده کرد که هریک از گیاهان نسل اول (F_1) از دو حالت مربوط به یک صفت، فقط یکی را نشان می‌دادند و حالت دیگر را ظاهر نمی‌کردند؛ مثلاً از نظر گلبرگ، ارغوانی بودند و حالت سفیدی را بروز نمی‌دادند.

مرحلهٔ ۳ : مندل سرانجام گیاهان (F_1) را به حال خود می‌گذاشت تا خودلقاحی انجام دهند و

---

۱ ــ Parents

۲ ــ F a

گیاهان حاصل از این خودلقاحی طبیعی را نسل دوم[1] (F_2) می‌نامید. او مشاهده کرد که بعضی از افراد نسل دوم (F_2) گلبرگ ارغوانی ندارند و رنگ سفید را که در پدر بزرگ یا مادربزرگ آنها وجود داشت، بار دیگر از خود ظاهر کرده‌اند. مندل تعداد افراد نسل دوم را با دقت شمرد و نسبت گلبرگ ارغوانی و گلبرگ سفید را به دست آورد. این نسبت در همه آمیزش‌های انجام شده، تقریباً سه به یک (۱ :۳) بود.

فعالیت ۱ــ ۸ ــ کارگاه ریاضی

نخست جدولی مانند جدول زیر در دفترچه‌تان رسم کنید و سپس :

۱ــ در هر ردیف یک صفت را که دو حالت متقابل دارد و تعداد گیاهان حاصل نوشته شده است و نسبت آنها را که در ردیف آخر نوشته شده‌اند، محاسبه کنید

۲ــ استدلال کنید که مندل در افراد نسل F_2 نسبت ۱ :۳ را برای همهٔ صفات به‌دست آورد

صفات متقابل	افراد F_2		نسبت
رنگ گلبرگ	ارغوانی ۵ ۷	سفید ۲۲۴	۱ : ۳/۱۵
رنگ دانه	زرد ۲۲ ۶	سبز ۱ ۲	
شکل دانه	صاف ۵۴۷۴	چروکیده ۱۸۵	
رنگ غلاف	سبز ۴۲۸	زرد ۱۵۲	
شکل غلاف	صاف ۸۸۲	چروکیده ۲۹۹	
محل قرارگرفتن گل‌ها	جانبی ۶۵۱	انتهایی ۷ ۲	
بلندی گیاه	بلند ۷۸۷	کوتاه ۲۷۷	

خودآزمایی ۱ــ ۸

۱ــ پژوهش‌های مندل نسبت به کارهای پیشینیان او، از چه ویژگی‌هایی برخوردار بود؟ این ویژگی‌ها در نتیجه‌گیری‌های او چه اثری داشتند؟

۱ــ F a 2

۲ــ چه ویژگی‌هایی در گیاه نخودفرنگی سبب شد تا مندل این گیاه را برای کارهای پژوهشی خود برگزیند؟ به‌جز ویژگی‌های گیاه نخودفرنگی، به چه علت (علت‌های) دیگری مندل این گیاه را انتخاب کرد؟

۳ــ اصطلاحات زیر را با دقت و در ارتباط با یکدیگر تعریف کنید :

والدین، نسل اول، نسل دوم

۴ــ نسبت‌هایی را که مندل در افراد نسل اول و نیز افراد نسل دوم به‌دست آورد، بنویسید و آن را توضیح دهید

تفکر نقادانه ۱ ــ ۸

ــ اگر آزمایش‌های مندل را با گیاه کدو که معمولاً خودلقاح نیست، انجام دهیم، نتایج آن آزمایش با نتایج آزمایش‌های مندل چه تفاوت‌هایی خواهد داشت؟

فرضیه‌های مندل

مندل نتایج حاصل از پژوهش‌های خود را در چهار فرضیه خلاصه کرد. این چهار فرضیه مبنای نظریهٔ مندل را که پایه و اساس علم ژنتیک کلاسیک است، تشکیل می‌دهند.

۱ــ هر جاندار برای هر صفت خود، دو عامل دارد که یکی از آنها را از پدر و دیگری را از مادر دریافت کرده است.

۲ــ عامل‌های مربوط به هر صفت ممکن است مشابه یا متفاوت با یکدیگر باشند؛ به‌عبارت دیگر هر صفت ممکن است به چند حالت مختلف ظاهر شود. مثلاً رنگ گلبرگ‌های نخودفرنگی ممکن است سفید یا ارغوانی باشد. عامل‌های یک صفت هنگام تولیدمثل از هم جدا و از طریق گامت‌ها به نسل بعد منتقل می‌شوند.

۳ــ هنگامی که دو عامل، پس از لقاح به یکدیگر می‌رسند، یکی از آنها، ممکن است به‌طور کامل خود را ظاهر کند و دیگری هیچ اثر قابل مشاهده‌ای از خود نشان ندهد. مندل عاملی را که به‌طور کامل خود را نشان می‌دهد **غالب** و نوع دیگر را که در نسل اول اثری از خود ظاهر نمی‌کند، **مغلوب** نام نهاد. او عامل غالب را با حرف بزرگ و عامل مغلوب را با حرف کوچک نشان داد.

یافته‌های مندل به زبان علمی امروزی

امروزه به حالت‌های مربوط به یک ژن **الل**[1] می‌گویند. برای نشان دادن الل‌های غالب از حروف بزرگ لاتینی و برای نشان دادن الل‌های مغلوب از حروف کوچک استفاده می‌کنیم. مثلاً الل مربوط به صافی دانه نخودفرنگی را با R و الل مربوط به چروکیدگی آن را به‌صورت r نشان می‌دهیم.

اگر فردی هر دو نوع الل (غالب و مغلوب) را با هم داشته باشد، می‌گوییم که این فرد از نظر آن صفت **ناخالص (هتروزیگوس)** است.

برعکس، اگر دو الل مربوط به یک صفت در یک جاندار شبیه یکدیگر باشند، می‌گویند آن جاندار نسبت به صفت مورد نظر **خالص (هوموزیگوس)** است (شکل ۴ــ ۸).

افراد ناخالص فقط صفت غالب را نشان می‌دهند. این افراد گرچه ژن مغلوب را دارند، اما درظاهر اثر این ژن را بروز نمی‌دهند.

شکل ۴ــ ۸ــ دانه‌های صاف و چروکیده نخودفرنگی

مثلاً در خوکچه هندی الل رنگ موی سیاه غالب (B) و الل رنگ موی سفید مغلوب (b) است.

خوکچه هندی خالص (BB) و ناخالص (Bb) هر دو رنگ موی سیاه را نشان می‌دهند و فقط درصورتی که دو الل کوچک b در کنار هم باشند رنگ موها در خوکچه هندی سفید می‌شود.

نوع الل‌هایی که هر فرد دارد **ژنوتیپ**[2] نامیده می‌شود، مثلاً در مورد خوکچه هندی و رنگ موی آن ۳ نوع ژنوتیپ bb و Bb و BB داریم.

شکل ظاهری مربوط به هر صفت را **فنوتیپ**[3] می‌نامند، مثلاً خوکچه‌های هندی BB و Bb هر

۱ــ A e e

۲ــ Genotype

۳ــ Phenotype

دو فنوتیپ سیاه دارند در حالی که خوکچه هندی bb فنوتیپ سفید دارد (شکل ۵ــ۸).

شکل ۵ــ۸ــ خوکچه هندی. ژنوتیپ کدام یک را می‌توان براساس فنوتیپ آن تشخیص داد؟

فعالیت ۲ــ۸

تعیین کنید کدام صفت شما غالب و کدام مغلوب است

مواد مورد نیاز : قلم و کاغذ

۱ــ جدولی مانند جدول زیر در دفترچه‌تان رسم کنید و در آن به دورِ فنوتیپی که در شما وجود دارد، خط بکشید

صفت غالب	صفت مغلوب
وجود گودی روی چانه	نبود گودی روی چانه
وجود مو روی انگشتان	نبود مو روی انگشتان
نرمهٔ گوش آزاد	نرمهٔ گوش چسبیده
توانایی لوله‌کردن زبان	عدم توانایی لوله‌کردن زبان

۲ــ تعیین کنید در کلاس شما فنوتیپ چند نفر مانند فنوتیپ شماست

الف) نتایجی را که برای هر صفت در کلاس به‌دست آورده‌اید، تجزیه و تحلیل کنید

ب) برای هر صفت نسبت افراد غالب را به افراد مغلوب محاسبه کنید

ج) آیا بدون مشاهدهٔ والدین می‌توانید به خالص یا ناخالص‌بودن افراد کلاس پی‌ببرید؟ چرا؟

اکنون با استفاده از اصول احتمالات و مربع پانت می‌توانیم حاصل آمیزش دو نخودفرنگی ناخالص (از نظر بلندی ساقه) را محاسبه کنیم :

والدین $\rightarrow$ Tt

$\downarrow$

Tt

گامت‌ها $\rightarrow$	$\frac{۱}{۲}$T	$\frac{۱}{۲}$t
$\frac{۱}{۲}$T	TT $\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۲}=\frac{۱}{۴}$	T_t $\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۲}=\frac{۱}{۴}$
$\frac{۱}{۲}$t	T_t $\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۲}=\frac{۱}{۴}$	tt $\frac{۱}{۲}\times\frac{۱}{۲}=\frac{۱}{۴}$

قوانین مندل

فرضیه‌های مندل که مطابق آنها می‌توان نتایج حاصل از آمیزش‌های تجربی را پیشگویی کرد، قابل تعمیم به بسیاری از صفات جانداران مختلف است. پژوهشگران ژنتیک به این دلیل نظریه‌های مندل را اغلب **قوانین مندل** یا **قوانین وراثت** می‌نامند. این قوانین را می‌توان به‌صورت ذیل خلاصه کرد :

۱ــ قانون تفکیک ژن‌ها : این نخستین قانون وراثت، رفتار کروموزوم‌ها را طی میوز توصیف می‌کند. می‌دانیم که در میوز، کروموزوم‌های همتا و سپس کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می‌شوند. بر پایهٔ قانون تفکیک ژن‌ها دو الل مربوط به هر صفت هنگام تشکیل گامت از یکدیگر جدا می‌شوند (شکل ۶ــ۸).

۲ــ قانون جورشدن مستقل ژن‌ها : مندل روی این موضوع نیز کار کرد که آیا مثلاً به‌ارث رسیدنِ صفتِ بلندیِ قدِ گیاه، روی وراثت رنگ گلبرگ‌های آن نیز مؤثر است یا نه. او برای پژوهش در این زمینه از **آمیزش دی‌هیبریدی** استفاده کرد. آمیزش دی‌هیبریدی نوعی آمیزش است که در آن به چگونگی وراثت دو جفت صفت که حالت متقابل را نشان می‌دهند، توجه می‌شود. مثلاً اگر در یک آمیزش هم به رنگ گلبرگ‌های گیاه نخودفرنگی (سفید درمقابل ارغوانی) و هم به بلندی ساقه (بلندی در مقابل کوتاهی) توجه داشته باشیم، می‌گوییم آمیزشی دی‌هیبریدی انجام داده‌ایم.

مندل به این نتیجه رسید که در صفاتی از نخودفرنگی که مورد مطالعه قرار داده است، هیچ

صفتی اثری بر صفت دیگر ندارد. مثلاً صفت رنگ گلبرگ بر وراثت صفت بلندی یا کوتاهی ساقه اثر ندارد. این مشاهدات منجر به کشف قانون جورشدن مستقل ژن‌ها شد. مطابق این قانون، هنگام تشکیل گامت‌ها، الل‌های مربوط به هر صفت، بدون تأثیر بر صفات دیگر، از هم تفکیک می‌شوند (شکل ۶ــ ۸).

امروزه می‌دانیم که این قانون فقط دربارهٔ ژن‌هایی درست است که روی کروموزوم‌های مختلف قرار داشته باشند؛ چون به آسانی می‌توان استنباط کرد که بر فرض، اگر ژن مربوط به بلندی قد و ژن مربوط به رنگ ارغوانی گلبرگ‌های نخودفرنگی روی یک کروموزوم قرار می‌داشتند، در همهٔ حالات با هم به‌ارث می‌رسیدند و مستقل از یکدیگر نبودند.

پژوهش دربارهٔ کارهای مندل و جستجو دربارهٔ ماهیت عوامل وراثت، یا به‌عبارت امروزی ژن‌ها، پس از یک دورهٔ رکود که از زمان انتشار کارهای مندل (۱۸۶۶) تا سال ۱۹۰۰ طول کشید، به‌مدت نیم قرن بر آزمایشگاه‌های ژنتیک سراسر جهان چیره شد و پژوهش‌های فراوانی در این‌باره انجام شد. به‌طوری که امروزه معلوم شده است، ژن‌ها بخش‌هایی از مولکول DNA هستند و DNA بخش اصلی کروموزوم‌ها را تشکیل می‌دهد و کروموزوم‌های هر فرد از والدین او به ارث رسیده‌اند. مندل در سال ۱۸۸۴، یعنی ۱۶ سال قبل از اینکه پژوهشگران ژنتیک کارهای او را به رسمیت بشناسند، در گمنامی درگذشت. او هنگام مرگ شاید تصور نمی‌کرد که روزی بشریت او را **پدر ژنتیک** خواهد نامید و همیشه، در سراسر کرهٔ زمین همهٔ کسانی که حداقل چندسالی در مدارس تحصیل کرده‌اند، نام او را بر زبان جاری خواهند کرد و به او احترام خواهند گذاشت.

شکل ۶ــ۸ــ تفکیک و جورشدن مستقل ژن‌ها

خودآزمایی ۲ــ۸

۱ــ گیاهی با ژنوتیپ Pp وجود دارد با استفاده از اصطلاحات خالص، ناخالص، غالب و مغلوب آن را توصیف کنید

۲ــ اگر حرف B نشان‌دهندهٔ رنگ موی سیاه در خرگوش و حرف b نشان‌دهندهٔ رنگ موی قهوه‌ای این جانور باشد، فنوتیپ خرگوشی که ژنوتیپ آن Bb است، چگونه است؟

۳ــ تعیین کنید آیا خرگوش سؤال ۲ خالص است یا ناخالص؟

۴ــ با توجه به شکل ۶ــ۸، قوانین مندل را با استفاده از فرایند میوز توضیح دهید

بیشتر بدانید

شما نیز می‌توانید به بررسی چگونگی به‌ارث رسیدن صفات یا وراثت بپردازید برای این کار

به موارد زیر نیاز دارید :

۱ــ جانوران یا گیاهانی که با سرعت تولید مثل می‌کنند مگس سرکه (مگس میوه)، سوسک آرد و نیز گیاهان توتون، گوجه‌فرنگی، نخودفرنگی و ذرت برای این کار مناسب‌اند

۲ــ صفاتی که به آسانی قابل تشخیص‌اند مثلاً، رنگ چشم مگس سرکه، که ممکن است سفید یا قرمز باشد گیاه ذرت نیز ممکن است کوتاه‌قد یا بلندقد باشد

۳ــ جاندارانی که بتوانند تولید مثل جنسی انجام دهند مثلاً اگر مگس‌های سرکه را همراه با مقداری غذا (میوه‌های درحال گندیدن) در یک ظرف نگه‌داری کنیم، با یکدیگر آمیزش انجام می‌دهند و جانور ماده تخم‌گذاری می‌کند با جدا کردن تخم‌ها یا نوزادان، می‌توان به جستجوی صفات مورد

مطالعه در زاده‌ها پرداخت

۴ــ گیاهانی که با روش دگرلقاحی وادار به آمیزش‌های دلخواه شوند پس از به‌دست آمدن دانه، آنهارا بکارید و به جستجوی صفات موردنظر در نسل بعد بپردازید

۵ ــ معلم شما برای انتخاب صفات و چگونگی کار پژوهشی، به شما کمک خواهد کرد

فعالیت ۳ــ ۸

۱ــ پسری که مانند مادرش نرمه گوش پیوسته دارد اما پدرش نرمه گوش آزاد (ناخالص) دارد، تصور می‌کند که این صفت را فقط از مادر دریافت کرده است به‌نظر شما آیا تصور او درست است؟ توضیح دهید

۲ــ یک موش سیاه با یک موش قهوه‌ای آمیزش انجام داده و همهٔ فرزندان آنهاسیاه‌رنگ شده‌اند

الف) چرا در میان فرزندان آنهابچه موشی که رنگ قهوه‌ای داشته باشد وجود ندارد؟

ب) اگر دوتا از این بچه‌موش‌ها پس از بلوغ با یکدیگر آمیزش انجام دهند، چه نوع زاده‌هایی به‌دنیا می‌آورند؟ آیا می‌توانید نسبت‌های آنهارا پیش‌بینی کنید؟ برای توضیح پاسخ خود طرحی رسم کنید

۲ احتمال و وراثت

پرورش‌دهندگان حیوانات اهلی، دام‌ها و پرندگان، باید بتوانند نسبت‌های زاده‌های حاصل از آمیزش‌هایی را که بین جانوران انجام می‌دهند، پیشگویی کنند. پرورش‌دهندگان گل و گیاه و کشاورزان نیز مایل‌اند گیاهانی که صفات دلخواه را نشان می‌دهند، پرورش دهند. یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای این کار تهیهٔ مربع پانِت است.

مربع پانت جدولی است که در آن نتایج حاصل از آمیزشی دلخواه را با درنظر گرفتن همهٔ حالت‌های ممکن نشان می‌دهد. ساده‌ترین شکل این جدول که به افتخار کاشف آن رجینالد پانت[1] نام‌گذاری شده است، چهارخانه دارد (شکل ۷ــ ۸). در این جدول انواع گامت‌های یکی از والدین را در بالای جدول به‌صورت افقی و انواع گامت‌های والد دیگر را در سمت راست یا چپ جدول به‌صورت عمودی می‌نویسند. در هر خانهٔ جدول دو حرف نوشته می‌شود. یکی از آنها اللی است که از پدر آمده است و دیگری الل مربوط به مادر است. حروف درون این خانه‌ها ژنوتیپ احتمالی فرزندان را نشان می‌دهند.

شکل ۷ــ۸ــ آمیزش مونوهیبریدی در گیاهان خالص. آمیزش بین دو گیاه نخودفرنگی که یکی خالص غالب (YY) و دیگری خالص مغلوب (yy) است، باعث تولید گیاهان ناخالص (Yy) می‌شود. Y= الل زردی رنگ دانهٔ نخودفرنگی

۱ ــ Reg na d Pannette

یادآوری می‌شود مطابق قانون تفکیک ژن‌ها و ارتباط آن با تقسیم میوز، دو اللِ هر صفت، هنگام تشکیل گامت‌ها از یکدیگر جدا و هرکدام به درون گامت‌های جداگانه‌ای منتقل می‌شوند. مثلاً فردی که ژنوتیپ Aa دارد، دو نوع گامت تولید می‌کند: نیمی از گامت‌های او دارای الل A و نیمی دیگر دارای الل a هستند. فردی که ژنوتیپ خالص دارد (AA)، فقط گامت‌هایی تولید می‌کند که الل A دارند.

فعالیت ۴ــ ۸

۱ــ دو گیاه نخودفرنگی دانه زرد ناخالص (Yy) را مانند افرادی که در شکل ۸ ــ ۸ حاصل شده‌اند، با یکدیگر آمیزش داده‌ایم با استفاده از مربع پانت نتایج حاصل از این آمیزش را پیش‌بینی کنید

۲ــ اگر یکی از گیاهان حاصل در شکل ۸ ــ ۸ خودلقاحی انجام دهد، نتایج حاصل چگونه خواهد بود؟ چرا؟

۳ــ اگر گیاه Yy با فرد yy آمیزش انجام دهد نتایج چگونه خواهد بود؟

دو اصل مهم احتمالات

شناخت دو اصل مهم احتمالات برای درک مسائل ژنتیکی ضروری است.

اصل اول: «نتیجهٔ حاصل از یک بار آزمایش یک پیشامد تصادفی، تأثیری در نتایج حاصل از آزمایش‌های بعدی همان پیشامد ندارد». مثال زیر به درک این اصل کمک می‌کند. در هر بار پرتاب کردن یک سکه، احتمال آمدن هریک از دو طرف سکه $\frac{1}{2}$ است (**عدد** $\frac{1}{2}$ ؛ **تصویر** $\frac{1}{2}$). فرض کنید سکه‌ای را ده بار پرتاب کرده‌ایم و در هر بار نیز عدد آمده است. به‌نظر شما احتمال آمدن تصویر در پرتاب یازدهم چقدر است؟ طبق اصل اول احتمالات، احتمال آمدن تصویر در بار یازدهم، همان $\frac{1}{2}$ است (نتایج پرتاب‌های قبلی هیچ تأثیری در نتیجه یازدهمین بار ندارد).

اصل دوم: «احتمال اینکه دو پیشامد مستقل، هم‌زمان رخ دهند، برابر با حاصل ضرب احتمال وقوع هریک از آنها به تنهایی است». فرض کنید دو سکه را هم‌زمان بالا انداخته‌ایم، احتمال اینکه یکی از سکه‌ها عدد را نشان دهد $\frac{1}{2}$ است. همچنین احتمال اینکه سکه دوم هم عدد را نشان دهد $\frac{1}{2}$ است؛ بنابراین احتمال اینکه هر دو سکه، عدد را نشان دهند $\frac{1}{4}$ است که از ضرب $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ (احتمال وقوع هریک از دو پیشامد به تنهایی) به‌دست می‌آید. چرا احتمال اینکه دو سکه حالت یکسان را نشان ندهند، $\frac{1}{2}$ است؟

فعالیت ۵ــ ۸

آمیزش دی‌هیبریدی

فرض کنید کشاورزی می‌خواهد دو صفت را در گیاهی مورد پژوهش قرار دهد مثلاً می‌خواهد نتایج حاصل از آمیزش دو نوع گیاه نخودفرنگی ناخالص را که سطح دانه‌های آنهاصاف و در عین‌حال رنگ آنها زرد است، مورد بررسی قرار دهد (فرض کنید R الل مربوط به صافی سطح دانهٔ نخودفرنگی و r الل مربوط به چروکیدگی آن و Y الل زردی رنگ دانه و y الل سبزی رنگ آن است)

او برای به‌دست آوردن نتایج از مربع پانت استفاده می‌کند نخست او طبق قانون جورشدن مستقل ژن‌ها درنظر دارد که الل‌های مربوط به صاف یا چروکیده بودن دانه‌ها اثری بر وراثت الل‌های مربوط به رنگ‌دانه، ندارند و برعکس او سپس ژنوتیپ افراد موردنظر را که ناخالص هستند با استفاده از علائم قراردادی مربوط به الل‌ها می‌نویسد : RrYy و سپس با توجه به قانون اوّل وراثت یا قانون تفکیک ژن‌ها، گامت‌های احتمالی آنهارا تعیین می‌کند : هر گامت یک الل مربوط به قد و یک الل مربوط به رنگ دانه دریافت می‌کند : ry و rY و Ry و RY، یعنی این گیاه می‌تواند چهار نوع گامت تولید کند

این کشاورز مربع پانت را برای این آمیزش رسم می‌کند و برای این کار گامت‌های یک والد را در بالا به‌صورت افقی و گامت والد دیگر را در طرف راست جدول به‌صورت عمودی، می‌نویسد

۱ــ جدولی مانند جدول زیر را که این کشاورز تهیه کرده است در دفترچه‌تان رسم و آن را تکمیل کنید ژنوتیپ‌ها و فنوتیپ‌های احتمالی را در آن بنویسید نسبت هر نوع ژنوتیپ و نیز فنوتیپ را تعیین کنید

گامت‌های ←

احتمالی والدین

↓

	ry	rY	Ry	RY
RY	RrYy			
Ry			RRyy	
rY				
ry				RrYy

۲ــ اگر وی بخواهد زاده‌های حاصل از آمیزش یک گیاه نخودفرنگی دانه‌صاف و زرد خالص (RRYY) را با گیاه نخودفرنگی دانهٔ چروکیدهٔ سبز (rryy) پیش‌بینی کند، او چه می‌کند؟ با کمک مربع پانت این پیش‌بینی را انجام دهید

آمیزش آزمون

باغبانان، کشاورزان و دامپروران و همهٔ کسانی که به نوعی با تولید مثل جانداران سر و کار دارند، مایل‌اند بدانند جانداری که صفت غالب را نشان می‌دهد ناخالص است یا خالص. مثلاً فنوتیپ گیاه نخودفرنگی‌ای که ساقه بلند دارد، ژنوتیپ آن را مشخص نمی‌کند. بنابراین چه راهی برای پی‌بردن به ژنوتیپ افرادی که فنوتیپ غالب را نشان می‌دهند وجود دارد؟

روشی که برای حل این مشکل وجود دارد، **آمیزش آزمون** نام دارد. برای آمیزش آزمون جانداری که فنوتیپ غالب را نشان می‌دهد، با جانداری که فنوتیپ مغلوب را ظاهر کرده است، آمیزش می‌دهند. ژنوتیپ جانداری که فنوتیپ آن مغلوب است، خالص و مغلوب است. مثلاً برای پی‌بردن به ژنوتیپ یک گیاه نخودفرنگی ساقه بلند آن را با گیاه نخودفرنگی دیگری که فنوتیپ ساقه کوتاه دارد، آمیزش می‌دهیم. اگر جاندار مورد نظر خالص باشد، همهٔ فرزندان صفت غالب را نشان خواهند داد؛ اما اگر جاندار ناخالص باشد، انتظار این است که نیمی از فرزندان صفت غالب و نیمی دیگر صفت مغلوب را نشان دهند :

درصورتی که فرد مورد آزمون خالص باشد	درصورتی که فرد مورد نظر ناخالص باشد
T T t Tt غالب Tt غالب t Tt غالب Tt غالب	T t t Tt غالب tt مغلوب t Tt غالب tt مغلوب
۱٪ فرزندان صفت غالب را نشان می‌دهند	۵٪ فرزندان صفت غالب و ۵٪ دیگر صفت مغلوب را نشان می‌دهند

ژنوتیپ فردی که صفت مغلوب را نشان می‌دهد : tt

ژنوتیپ فردی که صفت غالب را نشان می‌دهد (فرد مورد آزمون)، یکی از این دو نوع است : Tt یا TT.

در واقع چنانچه در میان زاده‌های آمیزش آزمون فردی با صفت مغلوب ظاهر شود، آنگاه می‌توان با اطمینان گفت که فردی که مورد آزمون قرار گرفته است، ناخالص بوده است؛ اما چنانچه همهٔ فرزندان صفت غالب را نشان دهند، آیا می‌توان با اطمینان کامل مدعی شد که فرد مورد نظر خالص بوده است؟

فعالیت ۶ــ ۸

از آمیزش گیاه نخودفرنگی با گل انتهایی و دانهٔ صاف با گیاه نخودفرنگی که گل‌های جانبی و دانه‌های صاف دارد، گیاهی به‌وجود آمده است که گل‌های انتهایی و دانه‌های چروکیده دارد ژنوتیپ والدین را بنویسید چه نسبتی از زاده‌های حاصل، در هر دو صفت هتروزیگوت‌اند؟

خودآزمایی ۳ــ ۸

۱ــ دو فرد چشم قهوه‌ای ناخالص از نظر رنگ چشم، با یکدیگر ازدواج کرده‌اند فنوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌های مورد انتظار در فرزندان آنان را با کمک مربع پانت به‌دست آورید

۲ــ اگر بخواهیم به ژنوتیپ یک گیاه نخودفرنگی که دانه‌های صاف تولید می‌کند پی ببریم، چه می‌کنیم؟ طرحی از اقداماتی که انجام خواهید داد، همراه با نتایج احتمالی و تفسیر آنهارا ارائه دهید

۳ــ یک فرد که از نظر گودی روی چانه ناخالص (Cc) است با فردی که از این نظر خالص مغلوب است (cc) ازدواج کرده است احتمال به‌وجود آمدن فرزندی خالص مغلوب از این دو چقدر است؟

۳ رابطهٔ غالب و مغلوبی مربوط به همهٔ الل‌ها نیست.

اسبی که موی قرمز دارد با اسبی سفید موی، آمیزش انجام داده است. زادهٔ آنهاموهای قرمز و سفید، هر دو را دارد. چگونه چنین رویدادی ممکن است؟ اگر یکی از صفات، قرمزی مو یا سفیدی آن غالب باشد، بنابراین کُرّه‌اسب حاصل، می‌بایستی موقرمز و یا مو سفید باشد؛ اما بدین‌گونه نیست. بعضی صفات، مانند رنگ موی اسب، الگوهایی پیچیده‌تر از الگوی غالب و مغلوبی مندلی نشان می‌دهند. مهم‌ترین الگوهایی که از الگوی مندلی پیروی نمی‌کنند، به قرار زیرند :

غالب ناقص : بعضی صفات، مانند رنگ گل گیاه میمونی رابطهٔ غالب و مغلوبی ندارند و در افراد ناخالص به‌صورت حد واسط، یعنی ترکیبی از هر دو صفت ظاهر می‌شوند. مثلاً اگر یک گیاه میمونی گل قرمز را با گیاه میمونی گل سفیدی آمیزش دهیم، برخلاف نتایجی که از آمیزش‌های مندلی (غالب و مغلوبی) انتظار داریم، زاده‌های آنهاهمگی گُل صورتی خواهند بود. به این حالت **غالب ناقص** می‌گویند (شکل ۸ــ۸).

وراثت حالت موی انسان نیز به همین‌گونه است. فرزندان دو فرد که یکی موی فرفری (مجعد) و دیگری موهای صاف دارد، دارای موهای موج‌دار هستند. افرادی که موهای فرفری و نیز افرادی که موهای صاف دارند، هر دو خالص هستند و فرد دارای موهای موج‌دار، از این نظر ناخالص است.

الل‌هایی که همزمان با هم اثر خود را نشان می‌دهند : مثالی که در مورد آمیزش اسب موقرمز و اسب مو سفید ارائه کردیم، مثالی از حالتی است که به آن **هم‌توانی** می‌گویند. هم‌توانی نوعی رابطه میان دو الل است که طی آن اثر هر دو همراه با هم ظاهر می‌شود. تفاوت هم‌توانی با غالبِ ناقص در این است که در هم‌توانی هر دو فنوتیپ با هم ظاهر می‌شوند، درحالی که در غالبِ ناقص فنوتیپ حدواسط دو حالت خالص ظاهر می‌شود.

الل‌های چندگانه : بعضی ژن‌ها را، مانند ژن‌های مربوط به گروه‌های خونی ABO انسان، بیش از دو الل کنترل می‌کنند. در مورد گروه‌های خونی انسان، این الل‌ها عبارت‌اند از I^A، I^B و i. حروف A و B نشان‌دهندهٔ وجود آنتی‌ژن‌های A و B در سطح گلبول‌های قرمز خون انسان است و I^A و I^B الل‌هایی هستند که سبب تولید این آنتی‌ژن‌ها می‌شوند. حرف i نشان‌دهندهٔ عدم حضور این

شکل ۸ــ۸ــ صفت رنگ گل در گیاه میمونی غالب ناقص است.

آنتی‌ژن‌هاست. صفتی مانند گروه‌های خونی انسان **چنداللی** است.

I^A و I^B هر دو نسبت به i غالب هستند، اما نسبت به یکدیگر رابطهٔ هم‌توانی نشان می‌دهند. در هر فرد، دو الل از چند اللِ مربوط به صفات چند اللی وجود دارد. بنابراین فنوتیپ و ژنوتیپ افراد مختلف، از نظر گروه‌های خونی چگونه خواهد بود؟

الل‌های گروه‌های خونی → ↓	I^A	I^B	i
I^A	I^AI^A	I^AI^B	I^Ai
I^B	I^AI^B	I^BI^B	I^Bi
i	I^Ai	I^Bi	ii

شکل ۹ــ۸ــ هر فرد یکی از این ۶ نوع ژنوتیپ را از نظر گروه‌های خونی دارد. فنوتیپ هر یک از این افراد را بنویسید.

صفاتی که تحت تأثیر چند ژن قرار دارند : صفاتی که تحت تأثیر چند ژن قرار دارند، صفات **چندژنی** نام دارند. این چند ژن ممکن است همگی در یک کروموزوم قرار داشته باشند، یا در کروموزوم‌های مختلف پراکنده باشند. تعیین اثر و سهم هر یک از این ژن‌ها در فنوتیپی که فرد نشان می‌دهد، بسیار دشوار است. طول قد، وزن، رنگ مو و رنگ پوست انسان از جملهٔ صفات چندژنی هستند. افراد مختلف درجات متفاوتی از هر کدامِ این صفات را نشان می‌دهند.

بعضی صفات تحت اثر محیط قرار دارند : فنوتیپ افراد در مورد بعضی صفات، در شرایط مختلف محیطی متفاوت است. مثلاً رنگ گل‌های گیاهان ادریسی، در خاک‌های مختلف از نظر اسیدی، از آبی تا صورتی متفاوت است، در صورتی که این گیاهان از نظر ژنی یکسان هستند (شکل ۱۰ــ۸). این گیاه در خاک‌های اسیدی گل‌های آبی دارد؛ در حالی که در خاک‌های خنثی و قلیایی گل‌های صورتی رنگ تولید می‌کند.

شکل ۱۰ــ۸ــ اثر محیط بر رنگ گل‌های گیاه ادریسی. دو گیاه که از نظر ژنی کاملاً یکسان هستند، در دو محیط مختلف (خاک اسیدی و غیراسیدی) دو رنگ گل مختلف ظاهر کرده‌اند.

رنگ موهای روباه قطبی نیز تحت تأثیر دمای محیط قرار دارد. گرمای تابستان سبب ساخته شدن آنزیم‌های تولیدکنندهٔ رنگیزه در بدن این جاندار می‌شود. این رنگیزه‌ها، رنگ موها را از سفید (رنگ زمستانی) به قرمز مایل به قهوه‌ای (رنگ تابستانی) تغییر می‌دهند (شکل ۱۱ــ۸).

شکل ۱۱ــ۸ــ تأثیر محیط بر رنگ موی روباه قطبی.

سمت چپ : روباه قطبی در زمستان، سمت راست : همان روباه در تابستان. این تغییر رنگ چه اثرهایی بر سازگاری جاندار دارد؟

در انسان نیز صفاتی، مانند قد و رنگ پوست تحت اثر محیط نیز قرار دارند. تغذیه و ورزش بر طول قد انسان مؤثر است و تابش آفتاب به‌طور مداوم بر سطح پوست آن را تیره‌تر می‌کند.

فعالیت ۷ ــ ۸

دوقلوهای یکسانِ انسان موارد مناسبی برای پژوهش دربارهٔ تأثیر محیط بر صفات انسان هستند با توجه به اینکه دوقلوهای یکسان از نظر ژنی کاملاً مشابه‌اند، چگونگی کاربرد این ویژگی را در پژوهش‌های مربوط به اثر محیط‌زیست بر صفات انسان شرح دهید

برای بررسی چگونگی وراثت صفات از دودمانه استفاده می‌کنیم.

فرض کنید می‌خواهیم چگونگی وراثت صفتی خاص، مثلاً زالی (سفیدی همهٔ موهای بدن از هنگام تولد) را مورد بررسی قرار دهیم. برای این کار باید از شجره‌نامه‌های خاصی که در ژنتیک به آن **دودمانه** می‌گویند، استفاده کنیم. دودمانه، به‌ویژه برای پژوهش دربارهٔ صفات غیرعادی و ناهنجاری‌های ژنی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به افراد کمک می‌کند تا بدانند احتمال آنکه **ناقل** آن ناهنجاری، یا ژن

مربوط به آن صفت خاص باشند، چقدر است. ناقل به افرادی گفته می‌شود که دارای الل‌های مولد ناهنجاری‌های ژنی هستند، اما فنوتیپ آن ناهنجاری یا غیرعادی بودن را نشان نمی‌دهند. بدیهی است چنین حالتی در صورتی اتفاق خواهد افتاد که الل مربوط به غیرعادی بودن یا ناهنجاری مغلوب و الل مربوط به سالم یا عادی بودن، غالب باشد. مثلاً الل مربوط به زالی نسبت به الل عادی، مغلوب است؛ بنابراین اگر فردی از نظر صفت زالی ناخالص باشد، این صفت را نشان نمی‌دهد، بلکه ممکن است آن را به فرزندان خود منتقل کند. به چنین فردی **ناقل زالی** می‌گویند. در شکل ۱۲ــ ۸ دودمانه‌ای مربوط به یک خانواده که در آن زالی وجود دارد، نشان داده شده است. افراد زال نمی‌توانند آنزیم‌هایی را که سبب ساختن رنگیزهٔ سیاه در بدن می‌شوند، بسازند، بنابراین موها، پوست و چشم‌های آنان بدون رنگیزه می‌ماند. زالی در جانوران نیز یافت می‌شود.

شکل ۱۲ــ۸ــ یک دودمانهٔ مربوط به وراثت زالی در یک خانواده

پژوهشگران ژنتیک از دودمانه اطلاعاتی مربوط به صفات وابسته به جنس و اتوزومی، غالب و مغلوبی الل‌ها و خالص یا ناخالص بودن افراد، به‌دست می‌آورند.

اتوزومی و وابسته به جنس: صفات اتوزومی صفاتی هستند که ژن‌های آنها روی کروموزوم‌های اتوزوم (غیرجنسی) قرار داشته باشد. صفات وابسته به جنس صفاتی هستند که ژن‌های آنها روی کروموزوم‌های جنسی قرار داشته باشند، بنابراین در زن و مرد به شیوه‌های مختلف ظاهر می‌شوند. بسیاری از صفات وابسته به جنس مغلوب هستند.

مرد فقط یک کروموزوم X دارد، بنابراین اگر مردی روی کروموزوم X خود الل مغلوب را داشته باشد، آن را بروز می‌دهد. زن دو کروموزوم X دارد. بنابراین اگر فقط روی یکی از کروموزوم‌های X

خود الل مغلوب را داشته باشد، الل غالبی که روی کروموزوم X دیگر وجود دارد، از بروز آن جلوگیری می‌کند؛ به همین دلیل زن‌ها فقط وقتی صفتی مغلوب را نشان می‌دهند که از نظر آن صفت خالص مغلوب باشند. بنابراین احتمال چنین حالتی نسبت به مردان بسیار اندک است.

غالب یا مغلوب : اگر صفتی اتوزومی و غالب باشد، همهٔ افرادی که آن صفت را نشان می‌دهند، باید پدر یا مادری داشته باشند که او نیز آن صفت را نشان می‌دهد؛ اما اگر صفتی مغلوب باشد، هر فردی که آن صفت را نشان می‌دهد، ممکن است پدر، مادر یا پدر و مادری داشته باشد که آن صفت را نشان می‌دهند یا حتی ممکن است پدر و مادر یا هیچ‌یک، آن صفت را ظاهر نکرده باشند.

خالص یا ناخالص : اگر فردی در یک صفت اتوزومی خالص غالب یا ناخالص باشد، فنوتیپ او غالب است و اگر فردی خالص مغلوب باشد، فنوتیپ مغلوب را نشان خواهد داد. از ازدواج دو فرد که از نظر ژن یک صفتِ مغلوب، ناقل (ناخالص) هستند، ممکن است فرزندانی خالص مغلوب (مانند صفت زالی) به‌دنیا آید.

فعالیت ۸ــ ۸

الف) در ارتباط با هر یک از دودمانه‌های زیر به پرسش‌ها پاسخ دهید

دودمانهٔ (الف)

دودمانهٔ (ب)

۱ــ استدلال کنید آیا این صفت وابسته به جنس است یا اتوزومی؟

۲ــ استدلال کنید آیا این صفت غالب است یا مغلوب؟

۳ــ آیا فرد A از نظر این صفت خالص است یا ناخالص؟

۴ــ اگر فرد B با فردی که ناخالص است ازدواج کند، احتمال ناخالص بودن فرزندان آنهاچقدر است؟

تفکر نقادانه ۳ــ ۸

ــ هنگام تجزیه و تحلیل دودمانه، از کجا می‌فهمیم که فردی از نظر صفت مورد مطالعه ناقل (ناخالص) است؟ دلایل خود را شرح دهید

بیماری‌های وراثتی انسان

بعضی انسان‌ها از بیماری‌های وراثتی در رنج‌اند. بیماری‌های وراثتی، بیماری‌هایی هستند که فرد ژن‌های آنهارا از پدر، مادر یا هر دو دریافت می‌کند. الل‌های مغلوب، عامل بسیاری از بیماری‌های وراثتی هستند. بنابراین افراد ناخالصی که در بدن آنهافقط یک الل مربوط به عامل بیماری‌زا وجود دارد، در ظاهر سالم‌اند، اما در واقع **ناقل** هستند، یعنی این افراد ممکن است الل مولد بیماری را به فرزند خود منتقل کنند.

بیشتر بدانید

چند بیماری مهم وراثتی انسان

نام بیماری وراثتی	غالب یا مغلوبی	نشانه‌های بیماری	علت
تالاسمی	مغلوب	ناکافی‌بودن اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها	کمبود هموگلوبین
کم‌خونی وابسته به گلبول‌های قرمز داسی‌شکل	مغلوب	اکسیژن‌رسانی ناقص به بافت‌ها	هموگلوبین‌های غیرطبیعی
هموفیلی A	مغلوب وابسته به جنس	عدم توانایی انعقاد خون	کمبود یکی از عوامل انعقاد خون
بیماری هانتینگتون	غالب	خرابی تدریجی بافت مغز در میانسالی	ساخته‌شدن عوامل بازدارندهٔ متابولیسم سلول‌های مغزی
راشیتیسم مقاوم به ویتامین D	غالب وابسته به جنس	نرمی استخوان	اختلال در بازجذب فسفات از کلیه‌ها

تالاسمی : تالاسمی نوعی کم‌خونی ارثی است که در اثر اختلال در تولید هموگلوبین افراد ایجاد می‌شود. دو نوع تالاسمی وجود دارد : تالاسمی **مینور** (خفیف) و تالاسمی **ماژور** (شدید).

افرادی که تالاسمی مینور (با ژنوتیپ Tt) دارند، معمولاً سالم هستند، اگرچه برخی از آنهاممکن است کم‌خونی خفیف داشته باشند. بیشتر مبتلایان به تالاسمی مینور از بیماری خود اطلاع ندارند و وقتی از وضع خود آگاه می‌شوند که خون آنهامورد آزمایش قرار گیرد یا صاحب فرزندانی مبتلا به تالاسمی ماژور شوند. گلبول‌های قرمز افرادی که به تالاسمی مینور مبتلا هستند، کوچک‌تر از گلبول‌های قرمز افراد طبیعی است.

در مغزِ قرمزِ استخوانِ افرادِ مبتلا به تالاسمی ماژور، هموگلوبین به مقدار کافی ساخته نمی‌شود، پس در گلبول‌های قرمز این افراد هموگلوبین کافی وجود ندارد. مبتلایان به این نوع تالاسمی هنگام تولد عادی هستند، اما در سه تا هجده ماهگی دچار کم‌خونی می‌شوند و به این خاطر رنگ پریده‌اند، خوب نمی‌خوابند و خوب غذا نمی‌خورند و اگر درمان نشوند یا تحت مراقبت قرار نگیرند، در خطرند.

فرزندان مبتلا به تالاسمی ماژور (باژنوتیپ tt) از پدر و مادرانی متولد می‌شوند که هر دو مبتلا به تالاسمی مینور هستند، به این منظور برای جلوگیری از تولد چنین نوزادانی در هنگام ازدواج، مشاورهٔ ژنتیک و آزمایش خون زن و مرد از جهت ابتلا به بیماری تالاسمی مینور انجام می‌گیرد. به افرادی که تالاسمی مینور دارند، توصیه می‌شود از ازدواج با افراد مبتلا به این بیماری پرهیز کنند.

کم‌خونی وابسته به گلبول‌های قرمز داسی شکل : عامل این بیماری وراثتی، اللی مغلوب است که موجب کمبود هموگلوبین می‌شود. بعضی از گلبول‌های قرمز افرادی که به این بیماری مبتلا هستند، به علت دارا بودن نوع ناقصی از هموگلوبین، داسی شکل می‌شوند. این گلبول‌های قرمز داسی‌شکل نمی‌توانند به خوبی اکسیژن را منتقل کنند، به علاوه به علت چسبیدن این گلبول‌ها به دیواره‌های رگ‌ها، جریان خون در آنهادشوار می‌شود.

هموفیلی : خون افراد مبتلا به هموفیلی، در موقع لزوم منعقد نمی‌شود. بنابراین چنین افرادی در خطر خون‌ریزی بیش از حد قرار دارند. الل مغلوب هموفیلی روی کروموزوم جنسی X قرار دارد؛ بنابراین هموفیلی نوعی بیماری وابسته به جنس است. کروموزوم جنسی Y اللی برای این صفت ندارد.

بیماری هانتینگتون : عامل بیماری هانتینگتون اللی غالب و اتوزومی است. نخستین نشانهٔ این بیماری در سنین سی تا پنجاه سالگی بروز می‌کند. علائم آن عبارت‌اند از : کاهش توان کنترل ماهیچه‌ها، گرفتگی ماهیچه‌ای، فراموشی و سرانجام مرگ در اثر این بیماری. بسیاری از افراد تا قبل

از فرزنددار شدن از وجود عامل این بیماری در سلول‌های خود بی‌خبرند، بنابراین احتمال انتقال آن به فرزندان زیاد است.

شناسایی و درمان بیماری‌های وراثتی : درمان بسیاری از بیماری‌های وراثتی بسیار دشوار است، اگرچه کوشش‌هایی در این زمینه در حال انجام است. فردی که در خانوادهٔ خود بیماری وراثتی دارد، باید قبل از ازدواج و پدر یا مادر شدن مشاورهٔ ژنتیک انجام دهد. **مشاورهٔ ژنتیک** نوعی راهنمایی‌های پزشکی است که در مورد وجود بیماری‌های وراثتی در افراد و فرزندان آنها، داده می‌شود.

درمان بعضی از این بیماری‌ها، درصورتی که به موقع اقدام لازم در مورد آنهاصورت گیرد، امکان‌پذیر است. مثلاً افرادی که بیماری **فنیل‌کتونوریا** دارند، آنزیمی را که آمینواسیدِ فنیل‌آلانین را به آمینو اسیدِ تیروزین تبدیل می‌کند، ندارند. به این دلیل، در اثر تجمع محصولات حاصل از متابولیسم غیرعادی فنیل‌آلانین در بدن، در فرد عقب‌ماندگی ذهنی به‌وجود می‌آید. اگر کمی پس از تولد وجود این بیماری در کودک تشخیص داده شود، به کودک غذاهایی داده می‌شود که مقدار فنیل‌آلانین آنهاکم و متناسب با نیاز بدن اوست. در این صورت این آمینواسید در بدن فرد تجمع نمی‌یابد. چون آزمون مربوط به وجود این بیماری بسیار آسان و کم‌هزینه است، در بسیاری از کشورها همهٔ نوزادان را در بدو تولد از نظر دارا بودن عامل این بیماری آزمون می‌کنند. این آزمایش در ایران نیز انجام می‌شود.

بیشتر بدانید

زن و شوهری فرزندی دارند که به تالاسمی مبتلاست آنان علاوه بر نگرانی مراقبت و سرنوشت کودکِ بیمار خود، نگران فرزند دوم خود هستند که هنوز به دنیا نیامده است آنان از کجا بفهمند که فرزند دوم‌شان به این بیماری مبتلا نخواهد شد؟ مشاورهٔ ژنتیک این مشکل را تا حدودی حل می‌کند به ویژه به افرادی که در خانوادهٔ آنان سابقهٔ ابتلا به هر یک از بیماری‌های وراثتی وجود دارد، توصیه می‌شود به مشاوران ژنتیک مراجعه کنند، تا آنان را از احتمال بروز بیماری در فرزندان آگاه کنند

خطر تولد کودکان مبتلا به نشانگان داون از زنانی که سن آنان بیشتر از ۳۵ سال است، با بالاتر رفتن سن افزایش می‌یابد بنابراین مشاوران ژنتیک ممکن است حتی به زنانی که سابقهٔ این بیماری در خانوادهٔ آنان نیست، توصیه‌های لازم را انجام دهند

مشاوران ژنتیک برای شناسایی زمینهٔ ژنی از معیارهای خاصی استفاده می‌کنند آنان نخست

با توجه به تاریخچهٔ وجود بیماری‌های وراثتی و با دقت دودمانه‌ای برای شخص مورد مشورت طراحی می‌کنند و اگر لازم باشد از شخص کاریوتیپ کروموزومی تهیه می‌کنند، یا او را مورد تجزیه و تحلیل ژنتیک قرار می‌دهند آنان خطرها و احتمال بروز بیماری در فرزندان را برای والدین توضیح می‌دهند و آنان را نسبت به این امر آگاه و توصیه‌های لازم را به آنان می‌کنند

خودآزمایی ۴ــ ۸

۱ــ مثالی از یک صفت چندژنی در انسان ارائه دهید

۲ــ وراثت صفت رنگ گل گیاه میمونی چگونه است؟ این الگو چه نام دارد؟ مثالی از این نوع وراثت را در انسان، شرح دهید

۳ــ الگوهای وراثت غالب ناقص و الل‌های هم‌توان را با یکدیگر مقایسه کنید

۴ــ چگونگی وراثت گروه‌های خونی انسان را شرح دهید

۵ــ آیا مثال دیگری جز آنچه در کتاب دربارهٔ گل ادریسی و روباه قطبی ذکر شده، در مورد اثر محیط بر ظاهر شدن صفات می‌شناسید؟ در این باره تحقیق کنید

۶ــ اهمیت مشاورهٔ ژنتیک را در جامعهٔ امروزی بشری توضیح دهید

۹ تولید مثل گیاهان

بقای گونه‌ها وابسته به تولیدمثل افراد آن است. از فصل قبل به‌خاطر دارید که موجودات زنده تولیدمثل جنسی و غیرجنسی دارند. بسیاری از گیاهان به هر دو روش جنسی و غیرجنسی تولیدمثل می‌کنند. در این فصل ضمن مطالعهٔ چرخهٔ زندگی گیاهان نحوهٔ تولیدمثل غیرجنسی و جنسی را در گیاهان مطالعه می‌کنید.

۱ گیاهان از تغییر جلبک‌های سبز پرسلولی به‌وجود آمده‌اند

میلیون‌ها سال قبل، گیاهان از تغییر جلبک‌های سبز پرسلولی که در اقیانوس‌ها زندگی می‌کردند، به‌وجود آمدند و در طول زمان با زندگی در خشکی سازگار شدند. گیاهان می‌توانند آب را جذب و حفظ کنند، این ویژگی امکان زندگی را در خشکی برای آنها فراهم کرده است. اکنون بزرگ‌ترین جاندار روی زمین درختی به‌نام **سکویا**[1] است (شکل ۱ــ۹). ارتفاع بعضی از این درختان به بیش از صد متر و قطر تنهٔ آنها به بیش از هفت متر می‌رسد.

اکثر گیاهان ریشه دارند و با استفاده از آن آب را از زمین می‌گیرند. آوندهای چوبی گیاهان، آب و مواد معدنی را از ریشه به دورترین بخش‌های گیاه نسبت به خاک، حمل می‌کنند. این گیاهان را که آوند دارند، **گیاهان آوندی** می‌نامند.

شکل ۱ــ ۹ــ درخت سکویا، بزرگ‌ترین جاندار روی زمین

سرخس‌ها، بازدانگان و نهان‌دانگان جزء گیاهان آوندی هستند. خزه‌گیان گروه دیگری از گیاهان هستند که برخلاف گروه‌هایی که از آنها نام برده شد، آوند ندارند، به همین دلیل به این گروه، **گیاهان بدون آوند** گفته می‌شود.

۱ــ *Sequoiadendron giganteum* نوعی بازدانه

گیاهان بدون آوند کوچک هستند و پیکر ساده‌ای دارند. این گیاهان مواد غذایی و آب را از سلولی به سلول دیگر منتقل می‌کنند. خزه‌گیان فاقد ریشه، ساقه و برگ واقعی‌اند و بافت‌های آوندی ندارند.

نوع دیگری از گروه‌بندی گیاهان براساس تولید دانه است. از این نظر گیاهان به دو گروه **بی‌دانه** و **دانه‌دار** تفکیک می‌شوند. بر این اساس خزه‌گیان و سرخس‌ها در گروه گیاهان بی‌دانه و بازدانگان و نهان‌دانگان در گروه گیاهان دانه‌دار قرار می‌گیرند.

تولید دانه که حاصل تولیدمثل جنسی در گیاهان دانه‌دار است، یکی از سازگاری‌های مهم این گیاهان است که به حفظ، بقا و پراکنش آنها در خشکی کمک می‌کند.

گیاهان بدون دانه نیز تولیدمثل جنسی دارند. گامت نر در این گیاهان تاژکدار و متحرک است و به همین علت برای انجام تولیدمثل جنسی به آب سطحی نیاز دارند.

جدول ۱ــ۹ــ خلاصه‌ای از رده‌بندی گیاهان

رده‌بندی					مثال
گیاهان	بدون آوند	خزه‌ها (بدون دانه)			خزه
	آونددار	بدون دانه	سرخس‌ها		سرخس
		دانه‌دار	بازدانگان	مخروط‌داران	سرو، کاج
			نهان‌دانگان	تک لپه‌ای‌ها	گندم، ذرت
				دولپه‌ای‌ها	لوبیا، گل سرخ

تناوب نسل در گیاهان

در طول زندگی هر گیاه دو مرحلهٔ اسپوروفیتی و گامتوفیتی وجود دارد. مرحلهٔ اسپوروفیتی بخشی از زندگی گیاه است و از رشد تخم آغاز می‌شود. پیکر دیپلوئید گیاه در این مرحله ساختارهایی به‌وجود می‌آورد که در آنها با تقسیم میوز، هاگ یا اسپور تولید می‌شود. هاگ یک ساختار n کروموزومی است، توانایی تکثیر دارد و از رشد آن ساختار گامتوفیت گیاه تشکیل می‌شود. در مرحلهٔ گامتوفیتی ساختارهای تولیدکنندهٔ گامت‌ها به‌وجود می‌آیند. می‌دانید که از آمیزش گامت‌ها سلول تخم به‌وجود می‌آید. از رشد تخم پیکر دیپلوئید گیاه یا همان بخش اسپوروفیتی تشکیل می‌شود. به چرخهٔ زندگی گیاهان که در آن دو مرحلهٔ اسپوروفیتی و گامتوفیتی در تناوب هستند، **تناوب نسل** می‌گویند.

۲ تولید مثل جنسی در گیاهان بدون دانه

گامتوفیت خزه بزرگ‌تر از اسپوروفیت آن‌هاست : خلاصهٔ چرخهٔ زندگی خزه را در شکل ۳ــ۹ می‌بینید. بخش گامتوفیتی خزه همان گیاه اصلی است که از محورهای ساقه مانند، ضمائم برگ مانند و ریشه مانند درست شده است.

آرکگُن‌ها و **آنتریدی‌های** خزه در رأس گامتوفیت‌ها تشکیل می‌شوند. آرکگن و آنتریدی ساختارهایی چندسلولی هستند که درون آنهاسلول‌های جنسی یا گامت‌ها به‌وجود می‌آیند. درون هر آنتریدی، با انجام تقسیم میتوز، تعداد فراوانی آنتروزوئید (گامت نر) تشکیل می‌شود. سلولِ تخم‌زا (گامت ماده) نیز در اثر تقسیم میتوز در آرکگن‌ها به‌وجود می‌آید.

بعد از تشکیل‌شدن آنتروزوئیدها، دهانهٔ آنتریدی باز می‌شود و آنتروزوئیدهای دوتاژکی آزاد می‌شوند. آنتروزوئیدها در رطوبت و قطره‌های آبی که توده‌های متراکم خزه را پوشانده است، با حرکت تاکتیکی به‌طرف آرکگن شنا می‌کنند.

یکی از آنتروزوئیدها بعد از ورود به آرکگن با سلول تخم‌زا لقاح می‌یابد و تخم دیپلوئید را تشکیل می‌دهد. از رشد تخم، بخش اسپوروفیتیِ خزه به‌وجود می‌آید. اسپوروفیت خزه شامل یک بخش میله مانند به‌نام **تار** و یک بخش کپسول مانند به‌نام **هاگدان** است. هاگدان در رأس تار ظاهر می‌شود (شکل ۲ــ۹).

شکل ۲ــ ۹ ــ گیاهان خزه که دارای بخش‌های گامتوفیت و اسپوروفیت هستند.

بخش اسپوروفیتیِ خزه به گامتوفیت، پیوسته باقی می‌ماند. هاگ‌های خزه نیز همانند هاگ‌های سایر گیاهان با تقسیم میوز تشکیل می‌شوند. پس از رسیدن هاگ‌ها، هاگدان باز می‌شود و هاگ‌ها در اثر باد یا آب به اطراف پخش می‌شوند. پس از این‌که هاگ بر زمین مرطوب قرار گرفت، در صورت مناسب بودن وضعیت محیط می‌روید، رشد می‌کند و گامتوفیت‌های سبز رنگ از آن به‌وجود می‌آید (شکل ۳ــ۹).

شکل ۳ــ۹ــ چرخهٔ زندگی خزه. گامتوفیت با بخش اسپوروفیت در تناوب است.

۱ــ از رشد و نمو سلول تخم اسپوروفیت تشکیل می‌شود.

۲ــ اسپوروفیت بالغ و رسیده هاگ‌ها را در هاگدان کپسول مانند، تولید می‌کند.

۳ــ از رشد هاگ‌ها گامتوفیت‌های نر و ماده تشکیل می‌شوند.

۴ــ آنتروزوئیدها درون آنتریدی‌ها و سلول‌های تخم‌زا درون آرکگن‌هایی که روی گامتوفیت‌ها قراردارد، تشکیل می‌شوند.

۵ــ آنتروزوئید به طرف سلول تخم‌زایی که درون آرکگن قرار دارد، شنا می‌کند. از لقاح این دو، سلول تخم به‌وجود می‌آید.

اسپوروفیت سرخس از گامتوفیت آن بزرگ‌تر است : گیاهان آوندیِ بدون دانه با خزه‌گیان تفاوت‌هایی دارند. این گیاهان دارای بافت‌های هادی (آوند) هستند که کار هدایت و ترابری آب، نمک‌های کانی و مواد غذایی را درون گیاه، برعهده دارند. به گیاهان آوندی بدون دانه **نهان‌زادان آوندی** نیز می‌گویند. نهان‌زادان آوندی، همانند خزه‌گیان، بیشتر در مکان‌های مرطوب و سایه‌دار گسترش دارند؛ زیرا تولیدمثل جنسیِ آنهافقط در حضور آب سطحی انجام می‌گیرد.

در این گیاهان نیز سلول تخم‌زا درون آرکگُن و آنتروزوئیدها درون آنتریدی تشکیل می‌شوند. آرکگن‌ها و آنتریدی‌ها زیر گامتوفیت به‌وجود می‌آیند. گامتوفیت سرخس، صفحهٔ قلبی شکل سبز رنگی است که اندازه‌ای کمتر از یک سانتی‌متر دارد و به آن **پروتال** می‌گویند. اسپوروفیتِ نهان‌زادانِ آوندی از گامتوفیت آنهابزرگ‌تر است. اسپوروفیت بعضی از سرخس‌ها به بزرگی یک درخت است. دسته‌های هاگدانی سرخس‌ها در سطح پشتی برگ قرار دارند (شکل ۴ــ۹). هر گروه از این هاگدان‌ها یک **هاگینه** را تشکیل می‌دهد. به برگ‌های سرخس **برگ شاخه** می‌گویند.

شکل ۴ ــ ۹ــ هاگینه‌های پشت برگ‌های سرخس

بیشتر بدانید

شکل ۴ــ۹ برگ سرخس بسپایک را با هاگینه‌های فراوان نشان می‌دهد تعداد هاگینه‌هایی که در این بخش از برگ سرخس می‌بینید بیش از ۱ عدد است هر هاگینه حاوی ۳ــ ۲ هاگدان است و هر هاگدان تعداد زیادی هاگ تولید می‌کند

شکل ۵ــ۹ــ چرخهٔ زندگی سرخس. اسپوروفیت سرخس بزرگ است و برگ‌هایی به‌نام برگ شاخه دارد. گامتوفیت این گیاه کوچک، سبز و قلبی شکل است.

۱ــ از رشد سلول تخم اسپوروفیت جدید تشکیل می‌شود.

۲ــ اسپوروفیت بالغ، هاگ‌ها را درون توده‌های هاگدان تولید می‌کند.

۳ــ از رشد هاگ، گامتوفیت قلبی‌شکل ایجاد می‌شود.

۴ــ آرکگن‌ها و آنتریدی‌ها در سطح زیرین گامتوفیت تشکیل می‌شوند.

۵ ــ آنتروزوئید به طرف آرکگن شنا می‌کند و با سلول تخم‌زا لقاح می‌یابد.

خودآزمایی ۱ــ۹

۱ــ پنج مرحلهٔ مهم چرخهٔ زندگی خزه را بنویسید

۲ــ پنج مرحلهٔ مهم چرخهٔ زندگی سرخس را بنویسید

۳ــ مهم‌ترین تفاوت‌های چرخهٔ زندگی خزه با چرخهٔ زندگی سرخس کدام‌اند؟

تفکر نقادانه ۱ــ ۹

۱ــ در گیاهان بدون آوند آنتروزوئید در لایهٔ نازک آبی که سطح گیاه را می‌پوشاند، شنا می‌کند و خود را به سلول تخم‌زا می‌رساند بر این اساس، نتیجه‌گیری بسیاری این است که گیاهان بدون آوند قادر به بقای نسل خود در وضعیت آب و هوایی بسیار خشک، مانند بیابان‌ها نیستند به‌نظر شما آیا این نتیجه‌گیری درست است؟ پاسخ خود را با دلیل بیان کنید

۲ــ کدام‌یک موجب پراکنش خزه و سرخس می‌شود، هاگ یا گامت؟ استدلال خود را بنویسید

۳ تولیدمثل جنسی گیاهان دانه‌دار

گامتوفیتِ گیاهان دانه‌دار بسیار کوچک‌تر از اسپوروفیت است : تولیدمثل گیاهان دانه‌دار (بازدانگان و نهان‌دانگان) با تولیدمثل گیاهان بدون دانه تفاوت‌هایی اساسی دارد. گامتوفیت این گیاهان بسیار کوچک است، به‌طوری که برای دیدن آن باید از میکروسکوپ استفاده کرد. هاگ‌های این گیاهان در بافت‌های اسپوروفیت باقی می‌مانند و گامتوفیت‌های نر و ماده را، درون آنها، به‌وجود می‌آورند. گامتوفیت گیاهان دانه‌دار دارای تعداد کمی سلول است. گامتوفیت نر گیاهان دانه‌دار به **دانهٔ گرده** تمایز یافته است. گامتوفیت ماده نیز در تخمک که بخشی از اسپوروفیت است، تمایز می‌یابد. بعد از لقاح، تخمک و محتویات آن به دانه تبدیل می‌شود. باد یا جانوران دانه‌های گرده را به بخش‌های حاوی تخمک می‌برند. انتقال دانه‌های گرده از بخش‌های نر یک گیاه به بخش‌های ماده **گرده‌افشانی** نام دارد. این گیاهان برای لقاح به آب سطحی نیاز ندارند. هنگامی که دانهٔ گرده به بخش تولیدمثلی مادهٔ سازگار یا مناسب می‌رسد، لوله‌ای از آن خارج می‌شود. این لوله که **لولهٔ گرده** نام دارد، از دانهٔ گرده به سمت تخمک رشد می‌کند و گامت‌های نر را که درون لولهٔ گرده تولید شده‌اند، به سمت تخمک می‌برد.

بخش‌های تولیدمثلی بازدانگان در مخروط‌ها ایجاد می‌شود : گیاهان دانه‌دار موفق‌ترین گیاهان برای زندگی در خشکی هستند. سهمی از این موفقیت مربوط به بخش‌های تخصص یافته‌ای است که به منظور نمو دانه در این گیاهان به‌وجود می‌آید. این بخش‌ها در بازدانگان **مخروط** نام دارند. مخروط‌ها اجتماعی از برگ‌های تغییر شکل یافته‌ای هستند که **پولک** نامیده می‌شوند. در بازدانگان دو نوع مخروط ایجاد می‌شود : **مخروط‌های نر** و **مخروط‌های ماده**. در سطح زیرین پولک‌های مخروط‌های نر، کیسه‌های گرده تشکیل می‌شوند. دانه‌های گرده در کیسه‌های گرده به‌وجود می‌آیند. تخمک‌ها در سطح بالایی پولک‌های مخروط‌های ماده ظاهر می‌شوند. در بسیاری از بازدانگان مخروط‌های نر و ماده روی یک گیاه ساخته می‌شوند (شکل ۶ــ۹).

در بازدانگان، گامت نر در دانهٔ گرده و تخم‌زا در تخمک تشکیل می‌شود : همان‌طور که گفته شد، کیسه‌های گرده در سطح زیرین پولک‌های مخروط‌های نر قرار دارند. درون کیسه‌های گرده سلول‌هایی وجود دارد که با تقسیم میوز خود دانه‌های گردهٔ نارس را به‌وجود می‌آورند. هر سلول دانهٔ گردهٔ نارس به‌طور پی‌درپی دو بار تقسیم میتوز انجام می‌دهد و چهار سلول ایجاد می‌کند که بعداً اطراف

شکل ۶ــ ۹ــ مخروط‌های نر (سمت چپ) و مخروط ماده (سمت راست)

آنها را پوسته‌های سختی فرا می‌گیرد. دانهٔ گرده در این حالت رسیده است. دانهٔ گردهٔ رسیده دارای دو بال است که از فاصله گرفتن پوسته‌های خارجی و داخلی دانهٔ گرده ایجاد می‌شوند. یکی از چهار سلول دانهٔ گرده **سلول رویشی** نام دارد. از رشد این سلول لولهٔ گرده تشکیل می‌شود. سلول دیگر دانهٔ گرده، **سلول زایشی** نام دارد. این سلول در لولهٔ گرده تقسیم می‌شود و دو گامت نر به‌وجود می‌آورد. یکی از گامت‌های نر با سلول تخم‌زا لقاح انجام می‌دهد. دو سلول دیگر دانهٔ گرده را سلول‌های پروتالی می‌نامند که در لقاح نقشی ندارند. پس از گرده‌افشانی، دانه‌های گرده بیش از یک سال در محلی از تخمک به نام **اتاق دانهٔ گرده**، باقی می‌مانند؛ زیرا تخمک در سال اوّلِ تشکیل نارس است و امکان لقاح ندارد.

هر تخمک نارس شامل **پارانشیم خورش**، یک **پوسته** و منفذی به‌نام **سُفت** است. در دومین سال تشکیل تخمک‌ها، یکی از سلول‌های پارانشیم خورش با تقسیم میوز چهار سلول به‌وجود می‌آورد که یکی از آنها باقی می‌ماند و با تقسیم‌های متوالی میتوزی، بافتی به‌نام **آندوسپرم** را تشکیل می‌دهد. تعدادی آرکگن درون این بافت تشکیل می‌شود. در هر آرکگن یک سلول تخم‌زا به‌وجود می‌آید. هنگام لقاح، یکی از گامت‌های نر با سلول تخم‌زا ترکیب و تخم ۲n کروموزومی تشکیل می‌شود. گامت نر دیگر از بین می‌رود.

از رشد و نمو تخم، رویان تشکیل می‌شود که تا مدتی غیرفعال، یا به‌اصطلاح در خواب است. رویان و بافت‌های اطراف آن به همراه پوسته، **دانه** را تشکیل می‌دهند. به مخروط‌های ماده بعد از لقاح و تشکیل دانه، **مخروط‌های دانه** گفته می‌شود. این مخروط‌ها بعد از رسیدن دانه‌ها باز و دانه‌ها به‌اطراف

پراکنده می‌شوند. دانهٔ کاج بالی دارد که مانند تیغه‌های هلیکوپتر در هنگام افتادن دانه می‌چرخد. این وضع موجب می‌شود که دانه‌های کاج اغلب مسافتی را از درخت والد خود دور شوند. در شرایط مناسب دانه رشد می‌کند و اسپوروفیت جدیدی به‌وجود می‌آورد.

شکل ۷ــ۹ــ چرخهٔ زندگی مخروط‌داران. در مخروط‌داران، اسپوروفیت بسیار بزرگ است و مخروط‌ها را به‌وجود می‌آورد.

۱ــ دانه از نمو تخمک و تخمِ درون آن ایجاد می‌شود. از رشد دانه اسپوروفیت جدید تشکیل می‌شود.

۲ــ مخروط‌های نر و ماده روی درخت کاج تشکیل می‌شوند.

۳ــ هاگ‌های نر در سطح زیرین پولک‌های مخروط نر و هاگ‌های ماده در سطح بالایی پولک‌های مخروط‌ماده تشکیل می‌شوند.

۴ــ از رشد هاگ‌ها گامتوفیت‌های نر و ماده به‌وجود می‌آیند.

۵ــ بعد از گرده‌افشانی، آنتروزوئید از طریق لولهٔ گرده وارد تخمک می‌شود و با سلول تخم‌زا لقاح می‌یابد.

بخش‌های تولیدمثلی نهان‌دانگان درون گل‌ها ایجاد می‌شود

گامتوفیت‌های نهان‌دانگان در گل‌ها تمایز می‌یابند. ساختار گل را در شکل ۸ــ۹ می‌بینید. بخش‌های مختلف گل روی چهار حلقهٔ هم‌مرکز قرار دارند. در خارجی‌ترین حلقهٔ گل یک یا چند **کاسبرگ** قرار دارد. کاسبرگ‌ها وظیفهٔ حفاظت از غنچه‌های گل را برعهده دارند. دومین حلقهٔ گل شامل **گلبرگ‌ها**ست. نقش گلبرگ‌ها، خصوصاً گلبرگ‌های رنگین جلب جانوران گرده‌افشان است. سومین حلقهٔ گل حاوی **پرچم**هاست که دانه‌های گرده را به‌وجود می‌آورند. هر پرچم معمولاً از یک **میلهٔ** رشته مانند و **بساک** تشکیل شده است. بساک در بالای میلهٔ پرچم قرار دارد و در آن **کیسه‌های گرده** ایجاد می‌شوند. در چهارمین حلقه که داخلی‌ترین حلقهٔ گل است، **مادگی** قرار دارد. مادگی از یک یا چند برچه ساخته شده است. هر برچه شامل **کلاله**، **خامه** و **تخمدان** است، تخمدان بخش متورم انتهایی برچه است. معمولاً از تخمدان پایه‌ای به‌نام **خامه** رشد می‌کند. انتهای خامه معمولاً متورم و چسبناک است و **کُلاله** نام دارد.

شکل ۸ــ۹ــ ساختار کلی یک گل

گلی که هر چهار حلقه را دارد **گل کامل** و گلی که فاقد یک یا چند تا از این حلقه‌هاست، **گل ناکامل** نامیده می‌شود. گلی که حلقه‌های پرچم و مادگی را دارد **گل دوجنسی** و گلی که فقط یکی از این حلقه‌ها را دارد، **گل یک‌جنسی** نامیده می‌شود.

گل‌ها و گرده‌افشان‌ها : بسیاری از گل‌ها، گلبرگ‌هایی با رنگ‌های درخشان، شهد، بوهای قوی و شکل‌هایی جذاب برای جانوران گرده‌افشان، نظیر حشره‌ها، پرندگان و خفاش‌ها دارند و آنها را

به سمت خود می‌کشند.

گل‌ها منبع غذایی جانوران گرده‌افشان هستند؛ مثلاً زنبورها شیرهٔ گل را می‌خورند و از گرده‌ها برای تغذیهٔ نوزادان خود استفاده می‌کنند (دانه‌های گرده منبع غنی پروتئین برای زنبورها هستند). زنبورها با این عمل دانه‌های گرده را از یک گل به گل دیگر منتقل می‌کنند.

زنبورها ابتدا گل‌ها را با استفاده از بوی آنهاو سپس از طریق رنگ و شکل شناسایی می‌کنند. زنبورها معمولاً گرده افشانی گل‌های آبی، یا زرد را انجام می‌دهند.

حشره‌هایی که در شب تغذیه می‌کنند به سمت گل‌های سفید رنگ و دارای رایحهٔ قوی می‌روند. رنگ سفید این گل‌ها یافتن آنهارا در نور بسیار کم شب آسان می‌کند.

انواع مگس‌ها گرده‌های گل‌هایی را که بویی شبیه بوی گوشت گندیده دارند، می‌افشانند. پرندگان نیز به گرده‌افشانی کمک می‌کنند. مرغ شهدخوار نمونه‌ای از این پرندگان است. خفاش گل‌های سفیدی را که در شب باز می‌شوند گرده‌افشانی می‌کند. گرده‌افشانی بسیاری از گل‌ها، مانند انواع چمن و بلوط را باد انجام می‌دهد. گل‌هایی که گرده‌افشانی آنهارا باد انجام می‌دهد، معمولاً کوچک و فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره هستند (شکل ۹ــ۹).

الف

ب

شکل ۹ــ۹ــ گرده‌افشانی با کمک جانوران (الف) و باد (ب)

تفکر نقادانه ۲ــ۹

۱ــ فرض کنید یکی از دوستان شما گیاهی را به کلاس آورده است که گل‌های آن گلبرگ ندارند، اما پرچم‌های فراوانی دارند او به شما می‌گوید گرده‌افشانی این گیاه با کمک باد انجام می‌گیرد و از شما دلیل می‌خواهد به‌نظر شما چه دلیل‌هایی برای این نتیجه‌گیری وجود دارد؟

۲ــ به تصویر زیر نگاه کنید به‌نظر شما این گل به چه روشی گرده‌افشانی می‌کند؟ پاسخ خود را با دلیل بیان کنید

فعالیت ۱ــ۹

ترتیب قرار گرفتن بخش‌های مختلف گل چگونه است؟

۱ــ تعدادی گل از گیاهان مختلف تک‌لپه و دولپه تهیه کنید

۲ــ به موقعیت و شکل هر یک از بخش‌های گل (کاسبرگ‌ها، گلبرگ‌ها، پرچم‌ها و برچه‌ها) در گل‌هایی که در اختیار دارید، توجه کنید

۳ــ گل‌هایی را که در اختیار دارید، از نظر تعداد حلقه‌های گل، تعداد هر یک از بخش‌های هر حلقه و شکل هر یک از اجزای گل با هم مقایسه کنید

۴ــ اجزای هر گل را جدا کنید و روی یک قطعه مقوا یا کاغذ بچسبانید نام و تعداد هر بخش را زیر آن بنویسید (این کار را جداگانه برای هر گل انجام دهید)

۵ــ با توجه به شکل گلبرگ‌ها در این گل‌ها، برای آنها وظیفه‌ای پیشنهاد کنید
۶ــ ظاهر کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌های هر گل را با هم مقایسه کنید
۷ــ با توجه به گل‌های مختلفی (تک‌لپه‌ای و دو لپه‌ای) که دیدید، آیا می‌توانید راهی برای تشخیص تک‌لپه‌ای یا دولپه‌ای بودن گیاه، با استفاده از گل، ارائه دهید؟

در نهان‌دانگان نیز همانند بازدانگان، گامت نر در دانهٔ گرده و تخم‌زا در تخمک تشکیل می‌شود : تشکیل سلول‌های گامت نر و تخم‌زا در نهان‌دانگان اندکی با بازدانگان تفاوت دارد. در نهان‌دانگان سلول‌های گرده در کیسه‌های گردهٔ بساک‌ها تشکیل می‌شوند. از تقسیم میوز هر یک از سلول‌هایی که در کیسهٔ گرده قرار دارد، چهار سلول هاپلوئید یا چهار هاگ (گردهٔ نارس) تشکیل می‌شود که ابتدا به هم چسبیده‌اند(شکل ۱۰ــ۹). از رشد و تقسیم هر هاگ، **دانهٔ گردهٔ رسیده** به‌وجود می‌آید. دانهٔ گرده رسیده یک دیوارهٔ خارجی و یک دیوارهٔ داخلی دارد. دیوارهٔ خارجی در دانه‌های گردهٔ گیاهان مختلف، تزیین‌های متفاوتی دارد (شکل ۱۱ــ۹). در دانهٔ گردهٔ رسیده دو سلول دیده می‌شود، یک سلول رویشی و یک سلول زایشی. لولهٔ گرده حاصل رویش سلول رویشی است. از تقسیم سلول زایشی دو گامت نر ایجاد می‌شود.

شکل ۱۰ــ۹ــ برش عرضی بساک به همراه چهار کیسهٔ گرده

الف ــ دانهٔ گردهٔ پنبه که روی کلاله قرار دارد.

ب ــ دانهٔ گردهٔ گیاهی از تیرهٔ آفتابگردان

ج ــ دانهٔ گردهٔ ذرت

د ــ دانهٔ گردهٔ گیاهی از تیرهٔ شاه‌پسند

شکل ۱۱ــ۹ــ انواعی از تزیین‌های دانه‌های گرده

تخمک‌های نهان‌دانگان در تخمدان تشکیل می‌شوند. تخمک شامل پارانشیم خورش، منفذ **سُفت** و دو پوسته است. یکی از سلول‌های پارانشیم خورش رشد می‌کند و با تقسیم میوز، چهار سلول هاپلوئید ایجاد می‌کند. یک سلول از این چهار سلول که دور از سُفت است، باقی می‌ماند و با تقسیم و رشد خود بخشی چندسلولی، به‌نام کیسهٔ رویانی به‌وجود می‌آورد. در وسط کیسهٔ رویانی یک سلول درشت با دو هستهٔ هاپلوئیدی به‌نام سلول **دو هسته‌ای** قرار دارد. سلول تخم‌زا یکی دیگر از سلول‌های کیسهٔ رویانی است که در قطبی از کیسهٔ رویانی، مجاور سُفت قرار دارد (شکل ۱۲ــ ۹).

بعد از گرده‌افشانی، دانهٔ گرده روی کلالهٔ مادگی قرار می‌گیرد و از آن لولهٔ گرده به سمت کیسهٔ رویانی، رویش می‌یابد. سرانجام یکی از گامت‌های نر با سلول تخم‌زا لقاح می‌یابد و سلول تخم را که دیپلوئید است، به‌وجود می‌آورد. گامت نر دیگر نیز با سلول دو هسته‌ای لقاح می‌یابد و سلول

تریپلوئید (۳n) را به‌وجود می‌آورد. از تقسیم و رشد این سلول، بافت **آلبومن** تشکیل می‌شود.

شکل ۱۲ــ۹ــ تشکیل دانهٔ گرده، کیسهٔ رویانی و تخم دیپلوئید و تریپلوئید در نهان‌دانگان

آلبومن سرشار از مواد غذایی است که رویان از آن تغذیه می‌کند. تشکیل رویان با تقسیم نامساوی سلول تخم آغاز می‌شود. حاصل این تقسیم نامساوی دو سلول است. از تقسیم متوالی سلول بزرگ‌تر بخشی به‌وجود می‌آید که موجب اتصال رویان به گیاه مادر می‌شود. سلول کوچک‌تر نیز به‌طور متوالی تقسیم می‌شود و تودهٔ سلولی کروی شکلی را ایجاد می‌کند که با تمایز آن رویان به‌وجود می‌آید.

شکل ۱۳ــ۹ــ رشد و نمو رویان یک گیاه دو لپه

همان‌طور که دیدید، در نهان‌دانگان دو گامت نر با دو سلول از گامتوفیت ماده ترکیب می‌شوند؛ به همین دلیل به این نوع لقاح، **لقاح دوتایی** یا لقاح مضاعف گفته می‌شود. بعد از لقاح، دانه از رشدونمو تخم و بافت‌های تخمک، تشکیل می‌شود. میوه از رشد و نمو تخمدان یا بخش‌های دیگر گل ایجاد می‌شود.

خودآزمایی ۲ــ۹

۱ــ تفاوت‌های دانهٔ گرده را با تخمک بنویسید
۲ــ نقش هر یک از بخش‌های دانه را توضیح دهید
۳ــ چرخهٔ زندگی یک گیاه بازدانه را به‌طور خلاصه بنویسید
۴ــ هر یک از بخش‌های گل چه عملی انجام می‌دهند؟
۵ ــ وقایع اصلی چرخهٔ زندگی نهان‌دانگان کدام‌اند؟

رویان‌های گیاهی درون دانه‌ها قرار دارند : رویان (جنین) گیاه، در واقع اسپوروفیت جدید است. بعد از لقاح سلول تخم‌زا، و به موازات رسیدن دانه، لایه‌های سلولی که پوشش خارجی تخمک را تشکیل می‌دهند، سخت می‌شوند و **پوستهٔ دانه** را به‌وجود می‌آورند. پوستهٔ سخت دانه، رویان دانه را از صدمات مکانیکی و عوامل نامساعد محیطی حفظ می‌کند. این پوسته مانع از رویش سریع رویان دانه، درون گیاه می‌شود؛ زیرا از رسیدن آب و اکسیژن به آن جلوگیری می‌کند. محرومیت از آب و اکسیژن از جملهٔ عواملی است که رشد رویان را متوقف می‌کند.

دانه‌ها علاوه بر اینکه وسیلهٔ حفظ رویان گیاهان هستند، مواد غذایی را نیز برای رویان گیاه فراهم می‌کنند. در بازدانگان بافت حاوی مواد غذایی، بخشی از گامتوفیت ماده است. در نهان‌دانگان بافت غذایی به‌نام آلبومن است که پس از لقاح تشکیل می‌شود. آلبومنِ بعضی از نهان‌دانگان، مانند ذرت و گندم در دانه‌های بالغ هم وجود دارد؛ اما در بعضی دیگر از نهان‌دانگان، مانند حبوبات (لوبیا، نخود و...) مواد غذایی آلبومن به‌طور کامل به لپه رویان دانه منتقل می‌شود و درنتیجه، دانهٔ بالغ، فاقد آلبومن است.

لپه‌ها برگ‌های تغییر شکل یافته‌ای هستند که بخشی از رویان گیاه را تشکیل می‌دهند. کار لپه‌ها ذخیره یا انتقال مواد غذایی به رویان است. تعداد لپه‌های رویان بازدانگان دو، یا بیشتر است. مثلاً رویان کاج هشت لپه دارد. رویان بعضی از نهان‌دانگان یک لپه دارد. به این گیاهان **تک‌لپه‌ای** گفته می‌شود. در گروه دیگری از نهان‌دانگان رویان دولپه دارد. به این گیاهان **دولپه‌ای** گفته می‌شود. ساختار هر سه نوع دانه را در شکل **۱۴ــ۹** می‌بینید.

شکل ۱۴ــ۹ــ بخش‌های مختلف دانه

فعالیت ۲ــ۹

بعد از مطالعهٔ این بخش تصویرهای شکل ۱۴ــ۹ را روی کاغذ رسم کنید؛ اسامی مربوط به هر یک از بخش‌های دانه را روی کاغذهای کوچک مجزایی بنویسید این کار را برای هر سه نوع دانه انجام دهید سپس بدون مراجعه به کتاب، هر یک از بخش‌های دانه را با استفاده از نام‌هایی که دارید، نام‌گذاری کنید

خودآزمایی ۳ــ۹

۱ــ چرا خزه‌ها در محیط مرطوب رشد می‌کنند؟

۲ــ بخشی از خزه‌ها و سرخس‌ها که سلول‌های تخم‌زا را تولید می‌کند، چه نام دارد؟

۳ــ گامت نر گیاهان دانه‌دار چگونه به سلول تخم‌زا می‌رسد؟

۴ــ هاگ‌ها و گامتوفیت‌های مخروط‌داران در چه بخشی از گیاه اسپوروفیت تشکیل می‌شوند؟

۵ــ کدام بخش گل، سلول تخم‌زا را تولید می‌کند؟

۶ــ تخم تریپلوئید (۳n) در نهان‌دانگان چگونه ایجاد می‌شود؟

۷ــ دانه‌ها چه نقشی دارند؟

۴ تولیدمثل غیرجنسی

بیشتر گیاهان می‌توانند به روش غیرجنسی تولیدمثل کنند. افراد حاصل از این نوع تولیدمثل از نظر ژنتیکی همانند گیاه والد خود هستند. انواع مختلفی از تولیدمثل غیرجنسی در گیاهان وجود دارد. در تولیدمثل غیرجنسی بخش‌های رویشی گیاه، مانند ساقه‌ها، ریشه‌ها و برگ‌ها نقش دارند. تولیدمثل گیاهان از طریق بخش‌های رویشی گیاه، **تولیدمثل رویشی** نام دارد. ساقه‌های رونده، پیازها، ریزوم‌ها و غده‌ها انواعی از ساقه‌های تغییر شکل یافته‌اند که گیاه با استفاده از آنها **تولیدمثل رویشی** را انجام می‌دهد.

در جدول ۲ــ۹ نمونه‌هایی از تولیدمثل رویشی با استفاده از ساقه‌های تغییر شکل یافته را مشاهده می‌کنید.

جدول ۲ــ ۹ــ ساقه‌های تغییر شکل یافته که در تولیدمثل رویشی نقش دارند

نام	ویژگی	مثال
ساقهٔ رونده	افقی، بر سطح خاک	توت‌فرنگی
پیاز	ساقه‌ای بسیار کوتاه با برگ‌های ضخیم و گوشتی، مخصوص تک‌لپه‌ای‌ها	لاله، نرگس، پیاز خوراکی
ریزوم	ساقهٔ زیرزمینی و افقی	زنبق، سرخس
غده	ساقهٔ زیرزمینی و گوشتی	سیب‌زمینی

در بیشتر گیاهان تولیدمثل رویشی سریع‌تر از تولیدمثل جنسی است. یک گیاه در زیستگاه مناسب خود از طریق تولید مثل رویشی به سرعت پراکنده می‌شود و تعداد فراوانی از افراد جدید به‌وجود می‌آورد؛ چنین وضعی در خزه‌ها و بسیاری از گیاهان مانند چمن‌ها به فراوانی مشاهده می‌شود.

بیشتر بدانید

گیاه کالانکوئه شیوه جالبی برای تولیدمثل رویشی دارد زیستگاه طبیعی این گیاه علفزارهای مناطق نیمه‌گرمسیری است این گیاه را در گلدان نیز پرورش می‌دهند برگ‌های کالانکوئه گوشتی و به رنگ سبز آبی با حاشیهٔ ارغوانی است کناره‌های برگ‌های این گیاه دندانه‌دار است تکثیر آن اغلب با استفاده از قطعه‌های برگ یا ساقه انجام می‌شود در طول حاشیهٔ برگ‌ها، جوانه‌های کوچکی تمایز می‌یابند؛ این جوانه‌ها در واقع گیاهچه‌هایی کوچک و ریشه‌دارند هنگامی که یک گیاهچه روی زمین می‌افتد با رشد خود، گیاه جدیدی به‌وجود می‌آورد در واقع این جوانه‌ها بخش‌هایی هستند که گیاه آنهارا برای انجام تولیدمثل رویشی ایجاد می‌کند

بسیاری از گیاهان زراعی نظیر غلات، حبوبات، سبزی‌ها و پنبه از طریق دانه تکثیر می‌شوند. تکثیر بسیاری از گیاهان به وسیله بخش‌های رویشی گیاه نیز انجام می‌گیرد.

می‌توانیم گیاهان را با استفاده از بخش‌هایی که برای تولیدمثل رویشی تخصص نیافته‌اند نیز تکثیر کنیم. مثلاً از قطعه‌های ساقهٔ برگ بیدی و برگ‌های بنفشهٔ افریقایی برای تکثیر این گیاهان استفاده می‌شود.

روش دیگر تکثیر رویشی گیاهان که در درختان انجام می‌گیرد، **پیوندزدن** است. در این روش جوانه‌ای را از درختی که دارای ویژگی‌های مطلوب و مورد نظر است، به درخت دیگر پیوند می‌زنند. مدتی بعد از رشد جوانه، شاخه‌ای به‌وجود می‌آید که دارای ویژگی‌های درخت مطلوب است (شکل ۱۵ــ۹).

شکل ۱۵ــ۹ــ نحوهٔ انجام پیوند در گیاهان

روش دیگری که برای تکثیر رویشی گیاهان به‌کار می‌رود **فنّ کشت بافت** است. در این فنّ، قطعاتی از گیاه روی محیط کشت سترون (بی‌میکروب) کشت داده می‌شود. از رشد این قطعات سرانجام گیاهچه‌های جدیدی حاصل می‌شود.

خودآزمایی ۴ــ۹

۱ــ چهار نوع تولیدمثل رویشی را در گیاهان شرح دهید و برای هر یک مثالی ارائه دهید

۲ــ پنج راه برای ازدیاد گیاهان بیان کنید

تفکر نقادانه ۳ــ۹

ــ چرا بعضی افراد برای ازدیاد یک گیاه خاص، به منظور فروش، ترجیح می‌دهند از بخش‌های رویشی گیاه استفاده کنند تا دانهٔ گیاه؟

فعالیت ۳ــ۹

۱ــ برای شرح تولیدمثل در گیاهان (جنسی و غیرجنسی) یک نقشهٔ مفهومی رسم کنید برای رسم آن از کلماتی مانند : آرکگن، آنتریدی، تخم‌زا، آنتروزوئید، تخمک، تخم، پرچم، بساک، مادگی، تخمدان، لقاح، هاگ، تولیدمثل رویشی و... استفاده کنید

۲ــ با استفاده از شکل روبرو به سؤال‌های زیر پاسخ دهید :

۱ــ۲ــ چه فرایندی در (الف) رخ می‌دهد؟

۲ــ۲ــ چه چیزی در (ب) تشکیل می‌شود؟

۳ــ۲ــ چه ساختارهایی در (ج) تشکیل می‌شود؟

۴ــ۲ــ چه فرایندی در (د) رخ می‌دهد؟

۵ــ۲ــ چه بخش‌هایی از چرخهٔ زندگی، هاپلوئید هستند؟

۶ــ۲ــ چه بخش‌هایی از چرخهٔ زندگی، دیپلوئید هستند؟

۱۰ رشد و نمو در گیاهان

رویان درون دانه قرار دارد. بعضی رویان‌ها تا هزاران سال توان رویش خود را حفظ می‌کنند. برخی عوامل محیطی باعث رویش دانه می‌شوند. افزایش دما و افزایش رطوبت محیط از این عوامل هستند.

بسیاری از دانه‌ها باید قبل از جوانه‌زنی در معرض سرما یا نور قرار گیرند. شکستن پوستهٔ دانهٔ بعضی گیاهان نیز برای جوانه‌زنی الزامی است. قرارگرفتن در معرض آتش، عبور از دستگاه گوارش جانوران، افتادن روی تخته‌سنگ‌ها و چندین راه طبیعی دیگر باعث آسیب دیدن پوستهٔ دانه و کمک به رویش آن می‌شوند.

نفوذ آب و اکسیژن به درون دانه برای جوانه‌زنی لازم است. با نفوذ آب به درون دانه، بافت‌های آن متورم می‌شود، پوستهٔ آن می‌شکافد و رویش دانه آغاز می‌شود.

۱ جوانه‌زنی

جوانه‌زنی، آغاز رشد دانهٔ گیاه است : اولین علامت جوانه‌زنی، ظهور ریشهٔ رویان (ریشه‌چه) است. وقایع بعدی این فرایند در گیاهان مختلف، متفاوت است (شکل ۱ــ۱۰). ساقهٔ جوان بعضی از گیاهان، مانند لوبیا بعد از جوانه‌زنی، **قلاّب** تشکیل می‌دهند. قلاّب از رأس ساقه محافظت می‌کند و از صدمه‌دیدن آن هنگام رشد در میان خاک، جلوگیری می‌کند. در اطراف ساقه‌های جوان بعضی گیاهان، مانند ذرت، یک غلاف محافظت‌کننده به‌وجود می‌آید. در برخی از گیاهان، مانند لوبیا، لپه‌ها پس از خروج از خاک باز می‌شوند. لپه‌های بعضی دیگر از گیاهان، مانند ذرت و نخود در زیر خاک باقی می‌مانند و هنگام جوانه‌زنی از خاک خارج نمی‌شوند.

دانه‌ها تا چه مدتی زنده باقی می‌مانند؟ دانه‌های برخی گیاهان عمر محدود دارند و با گذشت چند روز تا چند ماه توانایی جوانه‌زنی خود را از دست می‌دهند. بعضی از دانه‌ها پس از گذشت هزاران سال هنوز قادر به جوانه‌زنی هستند. مثلاً دانهٔ نوعی گندم پس از گذشت چند هزار سال می‌تواند جوانه بزند.

شکل ۱ــ۱۰ــ جوانه‌زنی دانه

دانه‌های لوبیا و ذرت دو روش مختلف جوانه‌زنی را نشان می‌دهند.

الف ــ ساقهٔ جوان حاصل از جوانه‌زنی دانه‌های بسیاری از گیاهان دولپه‌ای قلاب تشکیل می‌دهد. ساقهٔ جوان پس از خروج لپه‌ها از خاک، قامت راست پیدا می‌کند.

ب ــ ساقهٔ جوان حاصل از جوانه‌زنی دانهٔ بسیاری از گیاهان تک‌لپه‌ای را یک غلاف می‌پوشاند. ساقهٔ جوان این گیاهان به‌صورت مستقیم رشد می‌کند، با این‌حال لپه زیر زمین باقی می‌ماند.

طول عمر گیاهان : مسن‌ترین درخت شناخته‌شده، نوعی کاج است که سن آن به حدود ۵ هزار سال می‌رسد. برعکس، برخی از گیاهان فقط چند هفته زنده‌اند. گیاهان از نظر طول عمر به سه گروه تقسیم می‌شوند : گیاهان یک‌ساله، گیاهان دوساله و گیاهان چند ساله.

گیاهان یک‌ساله : گیاهان آفتابگردان، لوبیا و بسیاری از گیاهان خودرو یک ساله هستند. گیاه یک‌ساله، گیاهی است که در یک فصل رشد، چرخهٔ زندگی خود (مراحل رشد رویشی، تشکیل گل و تولید میوه و دانه) را تکمیل می‌کند و سپس از بین می‌رود. در واقع همهٔ گیاهان یک ساله، علفی هستند. این گیاهان درصورتی‌که شرایط محیطی مناسب باشد، با سرعت رشد می‌کنند و در صورت کافی‌بودن آب و مواد غذایی رشد خود را کامل می‌کنند.

گیاهان دوساله : هویج، جعفری و پیاز دوساله هستند. گیاه دوساله گیاهی است که برای تکمیل چرخهٔ زندگی خود، دو دورهٔ رویشی را پشت سر می‌گذارد. این گیاهان در اولین دورهٔ رویشی، ریشه و ساقه ایجاد می‌کنند. گیاه در پایان این دوره دارای یک ساقهٔ کوتاه و یک طوقه از برگ‌هاست. ریشه‌ها عمل ذخیرهٔ مواد غذایی را بر عهده دارند. گیاه در دومین دورهٔ رویشی از مواد غذایی ذخیره برای تولید محور گل استفاده می‌کند. گیاه دوساله پس از گلدهی و تولید میوه و دانه از بین می‌رود.

گیاهان چندساله : بسیاری از گیاهان علفی و همهٔ گیاهان چوبی **چندساله** هستند. گیاه چندساله گیاهی است که چند سال به زندگی خود ادامه می‌دهد. اغلب گیاهان چند ساله در طول عمر خود چندین مرتبه به بار می‌نشینند. برخی از گیاهان چندسالهٔ علفی (شکل ۲ــ۱۰) قبل از مرگ تنها یک بار گل تولید می‌کنند.

داودی، نرگس زرد و زنبق از **گیاهان چندسالهٔ علفی** هستند. این گیاهان مواد غذایی مورد نیاز برای دورهٔ بعدی رشد خود را در ریشه‌های گوشتی و ساقه‌های زیرزمینی ذخیره می‌کنند. ساقه‌های هوایی گیاهان علفی اغلب پس از هر دورهٔ رشد، از بین می‌روند. درختان، درختچه‌ها و بسیاری از موها جزءِ گیاهان **چندسالهٔ چوبی** هستند. بعضی از گیاهان چندسالهٔ چوبی هر سال برگ‌های خود را می‌ریزانند. گیاهانی که هر ساله همهٔ برگ‌های خود را از دست می‌دهند، مانند نارون، افرا و مو به **گیاهان برگ‌ریز** معروف هستند. گیاهانی مانند کاج، سرو و مرکبات که در طول سال تنها تعدادی از برگ‌های خود را از دست می‌دهند، به **گیاهان همیشه‌سبز** معروف هستند.

شکل ۲ــ۱۰ــ گیاهان علفی چندساله : گیاه آگاو (خنجری) چند سال زندگی می‌کند و در این مدت فقط یک بار گل تولید می‌کند. زندگی این گیاه گلدار با رسیدن دانه‌ها به پایان می‌رسد (به گیاه خشک‌شده در سمت چپ تصویر توجه کنید).

رشد و نمو

رشد و نمو دو اصطلاح آشنا هستند و ما در زندگی روزمره به‌فراوانی از آنها استفاده می‌کنیم. این دو اصطلاح در زیست‌شناسی مفاهیم ویژه و مشخصی را در بر دارند :

رشد یعنی بزرگ‌شدن بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ یک جاندار، یا تشکیل بخش‌هایی در بدن یک جاندار که مشابه بخش‌های قبلی باشد. مثلاً پیدایش انشعابات ریشه، ساقه و برگ‌های جدید، نوعی رشد محسوب می‌شود.

پدیدهٔ **تمایز** اغلب همراه با رشد صورت می‌گیرد. تمایز به معنی کسب یک ویژگی جدید در یک، یا تعدادی سلول است. کسب ویژگی‌های جدید توسط یک سلول با تغییرات ساختاری و بیوشیمیایی همراه است. رشد و تمایز در طول زمان منجر به تشکیل موجود زنده‌ای می‌شوند که پیچیدگی‌های ساختاری و متابولیسمی دارد.

نمو یعنی عبور از یک مرحلهٔ زندگی به مرحله‌ای دیگر که همراه با تشکیل بخش‌های جدید است. مثلاً تشکیل گل روی گیاهی که فاقد گل بوده است، نوعی نمو است. باید توجه داشت که رشد و نمو اغلب همراه با یکدیگر و هماهنگ با یکدیگر انجام می‌شود.

به‌طور کلی رشد در جانداران به دو روش انجام می‌شود : افزایش تعداد سلول‌ها از طریق تقسیم و نیز افزایش غیرقابل بازگشت ابعاد سلول‌ها. مثلاً آماس سلول‌ها پس از جذب آب، رشد به شمار نمی‌رود، چون این افزایش حجم با دفع آب، بازگشت‌پذیر است.

رشد نخستین و رشد پسین : بخش‌هایی از گیاه که در اثر تقسیم و رشد مریستم‌های نخستین به وجود می‌آیند، **ساختار نخستین گیاه** را تشکیل می‌دهند. **مریستم‌های نخستین** در مناطقی مانند نوک ساقه و نزدیک به نوک ریشه (بالای کلاهک) وجود دارند. مریستم‌های نخستین در همهٔ گیاهان وجود دارند.

بخش‌هایی از گیاه که در پی تقسیم مریستم‌های پسین به‌وجود می‌آیند، ساختار پسین گیاه را به وجود می‌آورند. مریستم‌های پسین به صورت استوانه‌هایی در ریشه و ساقهٔ بعضی گیاهان که عمدتاً گیاهان چوبی چندساله هستند، به‌وجود می‌آیند و به رشد قطری گیاه و نیز استحکام و ضخامت ساقه کمک می‌کنند.

تقسیم سلولی در مریستم‌ها باعث رشد گیاه می‌شود

رشد نخستین : مریستم‌های رأسی که در نوک ساقه‌ها و نزدیک به نوک ریشه‌ها قرار دارند، با تقسیم سلولی خود باعث رشد نخستین می‌شوند. همان‌طوری‌که در شکل ۳ــ۱۰ دیده می‌شود، مریستم‌های رأسی مناطقی هستند که سلول‌های کوچک و تمایزنیافته دارند. برای درک بهتر رشد نخستین در اغلب گیاهان، یک ستون از بشقاب‌هایی را که روی هم چیده شده‌اند، در نظر بگیرید. با اضافه‌کردن بشقاب‌های بیشتر به قسمت فوقانی، ستون بشقاب بلندتر می‌شود اما بر پهنای آن افزوده نمی‌شود. سلول‌های مریستم‌های رأسی اغلب گیاهان نیز به همین شیوه سلول‌های جدیدی را به نوک گیاه اضافه می‌کنند. سلول‌های جدید که از راه تقسیم سلولی تولید شده‌اند، طویل‌تر می‌شوند. بنابراین رشد نخستین، ساقه‌ها و ریشه‌های یک گیاه را طویل‌تر می‌کند. رشد قطری ساقه‌ها و ریشه‌های جوانی که فقط مریستم نخستین دارند، در پی افزایش حجم سلول‌های حاصل از مریستم نخستین به‌وجود می‌آید.

بافت‌های حاصل از رشد نخستین، **بافت‌های نخستین** نامیده می‌شوند. سلول‌های جدید حاصل از مریستم‌های رأسی در ریشه‌ها، ساقه‌ها و برگ‌ها به بافت‌های نخستین رو پوستی، زمینه‌ای و آوندی تمایز پیدا می‌کنند. برخی از سلول‌های حاصل از مریستم‌های نزدیک به نوک ریشه، کلاهک را نیز تشکیل می‌دهند. کلاهک از مریستم‌های نوک ریشه محافظت می‌کند.

شکل ۳ــ۱۰ــ مریستم‌های نوک ساقه و نزدیک به نوک ریشه

فعالیت ۱ــ۱۰

در این آزمایش، الگوهای رشد گیاهچه‌های تیرهٔ گندمیان (گندم، ذرت و ...) را که چند روز پس از جوانه‌زدن آنها انجام می‌شود، خواهید دید

مواد و وسایل لازم : (برای گروه‌های ۳ نفری)

۳ عدد ظرف پتری، نعلبکی، یا مانند آنها

۶ تکه دستمال کاغذی ضخیم جهت پهن‌کردن در کف ظرف

ماژیک ضد آب (برای نوشتن روی شیشه)

جوهر ضد آب

۸ تکه چسب کاغذی

تیغ یا کارد

یک خط‌کش ۱۵ سانتی‌متری

۳ عدد خلال دندان

آب مقطر

۱۲ عدد دانهٔ جوانه‌زدهٔ نوعی از غلات

روز اول

۱ــ گیاهچه‌ای را انتخاب کنید به ریشه‌های آن نگاه کنید آیا انتظار دارید که همهٔ قسمت‌های

یک ریشه یک اندازه رشد کنند؟ اگر نه انتظار دارید کدام بخش سریع‌تر رشد کند؟ چرا؟ روی ظروف پتری برچسب بزنید و شماره‌های ۱ و ۲و ۳ و نیز علامت یا اسم مشخص‌کنندهٔ گروه خود را روی آنها بنویسید در کف هر ظرف پتری یک تکه دستمال کاغذی ضخیم بیندازید و مقداری آب‌مقطر روی آنها بریزید تا مرطوب شوند (مقدار اضافی آب را خارج کنید)

۲ــ چهار گیاهچه انتخاب کنید با استفاده از جوهر و نخ دندان کوتاه‌ترین ریشه را با فواصل دو میلی‌متری علامت‌گذاری کنید دقت کنید که به ریشه صدمه نرسانید، یا آن را خراش ندهید تا حد امکان فواصل ۲ میلی‌متری را رعایت کنید این کار را برای سه گیاهچهٔ دیگر نیز انجام دهید همهٔ ریشه‌ها باید دارای تعداد مساوی علامت باشند

۳ــ با خط‌کش فاصلهٔ بین نوک ریشه تا آخرین علامت را اندازه بگیرید این رشد نخستین ریشه است

۴ــ با دقت در ظرف پتری شمارهٔ ۱، روی دستمال کاغذی مرطوب، چهار گیاهچهٔ علامت‌گذاری شده را طوری قرار دهید که علامت‌ها قابل رؤیت باشند

۵ــ ۸ گیاهچهٔ باقیمانده را به‌صورتی که در زیر گفته می‌شود، علامت‌گذاری کنید :

با استفاده از خلال دندان و جوهر، یک نقطه در ۵ میلی‌متری نوک ریشه بگذارید در هنگام جابه‌جایی گیاهچه دقت کنید که به آن آسیب نرسانید و نیز مراقب باشید که گیاهچه خشک نشود

۶ــ با استفاده از کارد، یک میلی‌متر از نوک ریشهٔ دو گیاهچه، سه میلی‌متر از نوک ریشهٔ دو گیاهچهٔ دیگر و ۵ میلی‌متر از نوک ریشهٔ دو گیاهچه را قطع کنید

۷ــ پس از انجام این کار به هر گیاهچه یک برچسب بزنید چهار گیاهچه را در ظرف پتری ۲ و چهار تای دیگر را در ظرف پتری ۳ بگذارید

۸ــ همهٔ گیاهچه‌ها را با یک تکه دستمال کاغذی بپوشانید و دستمال کاغذی‌ها را با آب مرطوب کنید ظرف‌های پتری را در مقابل نور مستقیم خورشید قرار دهید

۹ــ دست‌های خود را قبل از ترک آزمایشگاه بشویید

روز دوم

۱ــ پس از ۲۴ ساعت گیاهچه‌های ظرف پتری ۱ را بررسی کنید فاصلهٔ بین نوک ریشه تا آخرین علامت را اندازه بگیرید همچنین فواصل بین خطوط علامت‌گذاری شده را از هر خط تا نوک ریشه نیز اندازه بگیرید و همهٔ اعداد را یادداشت کنید

۱۱ــ مشاهدات خود را در مورد خطوط یادداشت کنید آیا خطوط واضح هستند یا روز قبل واضح‌تر بودند؟

۱۲ــ این ظرف پتری را کنار بگذارید

۱۳ــ دست‌های خود را قبل از ترک آزمایشگاه بشویید

بحث کنید

الف ــ از نوک ریشه تا آخرین محل علامت‌گذاری‌شده در هر چهار ریشه را اندازه بگیرید و این اعداد را با یکدیگر جمع و تقسیم بر چهار کنید

طول اولیهٔ ریشه را از میانگین به دست‌آمده کم کنید میانگین رشد برای هریک از گیاهچه‌ها چقدر است؟

ب ــ کدام قسمت ریشه رشد کرده است؟ نوک ریشه، انتهای ریشه، یا کل طول ریشه؟

ج ــ چه مقدار رشد بین نوک ریشه تا اولین محل علامت‌گذاری شده صورت گرفته است؟

د ــ با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، بگویید در ریشه‌هایی که نوک آنها قطع شده است، چه اتفاقی رخ داده است؟

روز سوم

۱۴ــ پس از ۲ روز ریشه‌های گیاهچه‌های ظروف پتری ۲ و ۳ را بررسی کنید برای هر گیاهچه از محل پنج میلی‌متری که علامت‌گذاری شده تا نوک ریشه را اندازه گرفته و یادداشت کنید

۱۵ــ این ظروف پتری را کنار بگذارید

۱۶ــ دست‌های خود را قبل از ترک آزمایشگاه بشویید

بحث کنید

الف ــ میانگین رشد را برای ریشه‌هایی که در ۱ میلی‌متری، ۳ میلی‌متری و ۵ میلی‌متری قطع شده‌اند، به‌دست آورید

ب ــ یک نمودار برای نتایج به‌دست‌آمده از همهٔ گروه‌های کلاس رسم کنید که نشان دهندهٔ میانگین رشد ریشه‌هایی باشد که در یک میلی‌متری، سه میلی‌متری و پنج میلی‌متری قطع شده‌اند

ج ــ اهمیت نوک ریشه در رشد ریشه چیست؟

د ــ آیا نحوهٔ رشد در لوبیا نیز شبیه ذرت و گندم است؟

هـ ــ این آزمایش را برای یک گیاه گلدانی نیز تکرار کنید و سرعت رشد را اندازه بگیرید

رشد پسین : رشد پسین از ویژگی‌های بارز گیاهان چوبیِ دو لپه است. با این‌حال این نوع رشد در بعضی از بخش‌های گیاهان علفی، مانند ریشهٔ هویج نیز دیده می‌شود. رشد پسین در اثر فعالیت و تقسیم سلولی دو نوع مریستم انجام می‌شود. این مریستم‌ها در ساقه‌ها و ریشه‌های چوبی به صورت استوانه‌های باریک قرار دارند. نوعی از این مریستم‌ها **کامبیوم چوب پنبه‌ساز** نامیده می‌شود که در **پوست** قرار دارد و سلول‌های چوب‌پنبه‌ای ایجاد می‌کند. مریستم دیگر **کامبیوم آوندساز** نامیده می‌شود که بین دسته‌های چوب و آبکش تشکیل می‌شود و بافت‌های آوندی جدیدی را ایجاد می‌کند.

بافت‌های حاصل از رشد پسین، بافت‌های پسین نامیده می‌شوند. شکل ۴ــ۱۰ چگونگی نمو ساقه‌های چوبی را نشان می‌دهد.

شکل ۴ــ۱۰ــ نمو یک ساقهٔ چوبی. چوب ساقه‌های چوبی حاصل رشد پسین است.

مرحلهٔ ۱ : یک ساقهٔ چوبی جوان دارای یک حلقه از دسته‌های آوندی بین پوست و مغز است. هر دستهٔ آوندی متشکل از آوند چوبی و آوند آبکشی نخستین است.

مرحلهٔ ۲ : کامبیوم آوندی بین آوند چوبی نخستین و آوند آبکشی نخستین تشکیل می‌شود. آوند آبکشی پسین به‌سمت بیرون ساقه و آوند چوبی‌پسین به‌سمت داخل ساقه تشکیل می‌شود. وقتی کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز تشکیل می‌شود، درنتیجهٔ رشد قطری ساقه، روپوست از بین می‌رود.

مرحلهٔ ۳ : کامبیوم آوندی بین دسته‌های آوندی نیز تشکیل می‌شود و استوانهٔ کاملی ایجاد می‌کند. درنتیجهٔ فعالیت این کامبیوم استوانهٔ چوبی به سمت داخل و استوانهٔ آبکشی به سمت بیرون تشکیل می‌شود. چوب‌پنبه، کامبیوم چوب‌پنبه‌ساز و آبکش پسین مجموعاً پوست درخت را تشکیل می‌دهند. کامبیوم آوندساز و چوب پسین در زیر پوست قرار می‌گیرند. لایه‌های ضخیم چوب پسین یا چوب اغلب حلقه‌ای شکل هستند. از آنجایی‌که در هر سال معمولاً یک حلقهٔ جدید تشکیل می‌شود، این حلقه‌ها، حلقه‌های سالیانه نامیده می‌شوند.

بیشتر بدانید

ویژگی‌های گیاه گندم نان

نام علمی : تریتیکوم آئستیووم(*Triticum aestivum*)

ارتفاع : ۳/ تا ۸/ متر

گستره : مناطق کشاورزی

زیستگاه : مزارع مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری

اهمیّت : گندم غذای اصلی مردم مناطق معتدل است دانه‌های تریتیکوم آئستیووم را معمولاً برای تهیهٔ نان آرد می‌کنند

بخش‌های خارجی

برگ : گندم از تیرهٔ گندمیان و گیاهی تک‌لپه‌ای است برگ‌های آن دارای رگبرگ‌های موازی است این برگ‌ها طویل ولی به عرض حدود ۲ سانتی‌متر هستند غلافی اتصال برگ‌ها به ساقه را برقرار می‌کند و باعث می‌شود برگ به دور ساقه بپیچد

ساقه : ساقهٔ گیاه گندم توخالی و مفصل‌دار است این نوع ساقه، **ساقهٔ ماشوره‌ای** نامیده می‌شود گیاهان بالغ گندم ممکن است بیش از ۱ ساقهٔ ماشوره‌ای داشته باشند هر ساقهٔ ماشوره‌ای ممکن است ۳ تا ۶ برگ داشته باشد

ریشه : گیاه گندم، همانند اغلب گندمیان، دارای ریشه‌ای افشان است ریشهٔ افشان مجموعی

از ریشه‌های نابه‌جاست گسترش ریشهٔ افشان زیاد است این نوع ریشه‌ها ممکن است به عمق بیش از ۲/۲ متری خاک نفوذ کنند

گل : گل‌های گندم که در خوشه‌های متراکم دیده می‌شوند، **سنبله** نامیده می‌شوند سنبله‌ها در انتهای ساقهٔ ماشوره‌ای تشکیل می‌شوند طول سنبله‌ها از ۵ تا ۱۳ سانتی‌متر تغییر می‌کند گل‌های گندم نیز همانند گل‌های همهٔ گندمیان فاقد گلبرگ و کاسبرگ‌اند در عوض دو برگ تغییر یافته به نام **سبوسه** پرچم‌ها و مادگی هریک از گل‌های کوچک را در بر می‌گیرند به هریک از این گل‌های کوچک **گلچه** می‌گویند سبوسه‌های برخی از ارقام گندمِ نان یک زائدهٔ باریک و تیز به‌نام **سیخک** دارند

میوه : دانهٔ گندم درواقع خود یک میوهٔ تک‌دانه است که در یک سمت آن یک چین و در انتهای دیگر دسته‌ای از تارهای باریک وجود دارد دانه‌های گندم غنی از **گلوتن** هستند گلوتن مخلوط چسبنده‌ای از پروتئین‌هاست که باعث کش‌سانی خمیر می‌شود

ساختارهای درونی

ساختار میوه : حدود ۸۵ درصد دانهٔ گندم (گندمه) را آلبومن نشاسته‌ای تشکیل می‌دهد لایه‌های بیرونی گندمه که **سبوس** نامیده می‌شود، حدود ۱۲ درصد وزن آن را تشکیل می‌دهد سبوس متشکل از دیوارهٔ تخمدان، پوشش دانه و لایهٔ **آلورون** است لایهٔ آلورون دارای پروتئین و چربی است رویان کمتر از ۳ درصد گندمه را به خود اختصاص می‌دهد

مریستم‌های رأسی : مریستم‌های رأسی در داخل ساقه‌های ماشوره‌ای، معمولاً در سطح خاک یا در نقطه‌ای درست زیر سطح خاک قرار دارند بنابراین مریستم‌های رأسی در مقابل چرای جانوران محافظت می‌شوند هر برگ جدید در درون یک ساقهٔ توخالی رشد می‌کند و از غلاف بالاترین برگ‌ها خارج می‌شود

کروموزوم‌ها : گندمِ نان دارای ۴۲ کروموزوم است و دیپلوئید (۲n) نیست، بلکه هگزاپلوئید (۶n)، یعنی پلی‌پلوئید است و از هر کروموزوم دارای ۶ عدد است پلی‌پلوئید جانداری است که چند دست کروموزوم داشته باشد پدیدهٔ پلی‌پلوئیدی در میان گیاهان کاشتنی متداول است گونه‌های مختلف گیاهان پلی‌پلوئید را می‌توان با هم آمیزش داد و از آنها دورگ (هیبرید) به‌وجود آورد گندمِ نان یک دورگ طبیعی از سه گونهٔ بسیار نزدیک به یکدیگر است

نمو گیاهان پیوسته، اما برگشت‌پذیر است.

ژن‌ها نمو گیاهان و جانوران را هدایت می‌کنند. با این‌حال الگوهای نمو در آنها متفاوت است. در جانوران همگام با نمو، دسته‌ای از ژن‌ها که کنترل کنندهٔ تمایز هستند، غیرفعال می‌شوند. بیشتر تمایز جانوران پس از بلوغ متوقف می‌شود. برعکس، گیاهان به طور مداوم با مریستم‌های خود سلول‌های جدید به وجود می‌آورند. این سلول‌ها تمایز پیدا می‌کنند و جانشین بافت‌های موجود می‌شوند یا به این

بافت‌ها اضافه می‌گردند.

بسیاری از سلول‌های گیاه بالغ می‌توانند همهٔ ژن‌های خود را فعال کنند. چنین سلول‌هایی می‌توانند تقسیم شوند و توده‌هایی از سلول‌های تمایزنیافته به‌نام **کالوس** را تولید کنند. به عبارت دیگر **تمایززدایی** انجام می‌دهند. این سلول‌ها بار دیگر تمایز و به صورت یک گیاه بالغ نمو می‌کنند.

روش‌های جدید بهسازی گیاهان

کشت بافت، سلول، یا اندام گیاهی : از کشت بافت برای تکثیر گیاهان از جمله گیاهان زینتی ارزشمند (مانند ارکیده‌ها)، گیاهان گلدانی و درختان میوه استفاده می‌شود (شکل ۵ــ۱۰). پایه و اساس کشت‌بافت، قراردادن یک قطعه از بافت گیاهی روی یک محیط کشت سترون (استریل) است. در این روش با کمک هورمون‌های گیاهی، تودهٔ سلول‌های تمایزنیافته پس از رشد و تمایز، سرانجام به گیاهانی تبدیل می‌شوند که از نظر ژنتیکی هم‌ارز گیاه مادر هستند.

شکل ۵ــ۱۰ــ تکثیر گیاه با استفاده از کشت بافت

هم جوشی (الحاق) پروتوپلاست‌ها : از هم جوشی پروتوپلاست‌ها برای ایجاد گیاهان دورگه (هیبرید) اطلسی، سیب‌زمینی و هویج استفاده شده است. **پروتوپلاست**، سلولی گیاهی است که دیوارهٔ سلولی آن را با کمک آنزیم‌ها یا روش‌های مکانیکی از آن جدا کرده‌اند. برخی از مواد شیمیایی، یا شوک الکتریکی باعث هم‌جوشی دو پروتوپلاست با یکدیگر می‌شوند(شکل ۶ــ۱۰). اگر پروتوپلاست‌ها متعلق به گیاهان گونه‌های مختلف باشند، حاصل هم‌جوشی یک سلول دورگه خواهد بود. اگر این سلول دورگه در محیط مناسب کشت بافت قرار گیرد، به یک گیاه بالغ دورگه تبدیل می‌شود.

شکل ۶ــ۱۰ــ هم‌جوشی پروتوپلاست (۸۱۰×)

مهندسی ژنتیک : در این روش ابتدا ژن‌های دلخواه را وارد سلول‌های یک گیاه می‌کنند، سپس سلول‌هایی را که از نظر ژنتیکی تغییر یافته‌اند، با کمک فنّ کشت‌بافت به گیاهان بالغ جدید تبدیل می‌کنند.

خودآزمایی ۱ــ۱۰

۱ــ جوانه‌زنی لوبیا و ذرت را با یکدیگر مقایسه کنید

۲ــ تفاوت‌های اصلی بین گیاهان یک‌ساله، دوساله و چند ساله را خلاصه کنید

۳ــ توضیح دهید که چگونه رشد نخستین و پسین باعث ایجاد یک ساقهٔ چوبی می‌شود؟

۴ــ حذف پوست درخت چه تأثیری بر بقای آن دارد؟ توضیح دهید

۵ــ تفاوت نمو گیاهان با نمو جانوران را توضیح دهید

۲ تنظیم رشد و نمو گیاهان

گیاهان نیز مانند سایر جانداران پرسلولی از راه افزودن سلول‌های جدید که حاصل تقسیم سلولی هستند، و نیز افزایش ابعاد سلول‌ها، رشد می‌کنند. گیاهان نیز به‌منظور تأمین مواد مورد نیاز سلول‌های جدید برای رشد، نیازمند مواد خام هستند. آنها برای تشکیل همهٔ کربوهیدرات‌های خود فقط به دو مادهٔ خام، یعنی دی‌اکسید کربن و آب نیاز دارند. همان‌طوری که می‌دانید این دو ماده برای فتوسنتز مورد نیاز هستند.

گیاهان نیز مانند جانوران، برای تنفس سلولی نیازمند اکسیژن هستند. اگر چه بخش‌های سبز گیاه در فرآیند فتوسنتز اکسیژن تولید می‌کنند، اما بیشترین قسمت اکسیژن مورد استفاده برگ‌ها و ساقه‌ها از هوا تأمین می‌شود. ریشه‌ها که معمولاً عمل فتوسنتز را انجام نمی‌دهند، اکسیژن مورد نیاز خود را از هوای موجود در فضاهای بین ذرات خاک به‌دست می‌آورند. اگر خاک اطراف ریشه‌های گیاه فشرده شود یا از آب اشباع گردد، دیگر اکسیژن کافی برای ریشه‌ها تأمین نمی‌شود و در چنین وضعیتی معمولاً ریشه‌ها می‌میرند.

دی‌اکسید کربن، آب و اکسیژن تنها مواد معدنیِ مورد نیازِ گیاهان نیستند. گیاهان نیازمند مقادیر اندکی از تعدادی عنصر معدنی هستند که بیشتر به‌صورت یون‌های معدنی جذب می‌شوند. سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم از عناصر ضروری برای رشد طبیعی گیاهان‌اند.

بیشتر بدانید

تعدادی از عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاهان

عنصر غذایی	اهمّیت
نیتروژن	بخشی از پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها، کلروفیل‌ها، ATP و کوآنزیم*هاست و رشد گیاهان سبز را افزایش می‌دهد
فسفر	بخشی از ATP ، ADP، نوکلئیک‌اسیدها، فسفولیپیدها و برخی از کوآنزیم‌هاست
پتاسیم	برای انتقال فعال، فعالیت آنزیم‌ها، تعادل اسمزی و بازشدن روزنه‌ها مورد نیاز است

* کوآنزیم مولکول آلی است که وجود آن برای فعالیت برخی آنزیم‌ها ضروری است.

هورمون‌های گیاهی

گفته می‌شود که هورمون ماده‌ای شیمیایی است که در یک محل از بدن جاندار تولید می‌شود و از آنجا به سوی محل دیگری حرکت می‌کند و در آنجا باعث ایجاد پاسخ می‌شود. اما در گیاهان ممکن است محل تولید و اثر هورمون یکی باشد. به‌دلیل اینکه برخی از هورمون‌های گیاهی باعث تحریک رشد و برخی دیگر باعث بازدارندگی رشد می‌شوند، بسیاری از دانشمندان ترجیح می‌دهند که به جای اصطلاح «هورمون‌های گیاهی» از اصطلاح «تنظیم کننده‌های رشد» استفاده کنند.

هورمون‌های گیاهی را می‌توان به دو گروه اصلی تقسیم‌بندی کرد:

۱ــ محرّک‌های رشد که شامل اکسین‌ها[۱]، ژیبرلین‌ها[۲] و سیتوکینین‌ها[۳] هستند و در فرایندهایی، مانند تقسیم سلولی، طویل شدن سلول، پیدایش اندام‌ها و تمایز آنها دخالت دارند.

۲ــ بازدارنده‌های رشد که عمل آنها در مقابل محرک‌های رشد است و شامل اتیلن و آبسیزیک اسید[۴] هستند.

هورمون‌ها الگوهای رشد گیاهان را کنترل می‌کنند: قرن‌ها مردم می‌دانستند که گیاهان هنگام رشد به‌سمت منبع نور رشد می‌کنند. این پدیده **نورگرایی** (فتوتروپیسم) نامیده می‌شود. چارلزداروین و پسر او فرانسیس داروین اولین آزمایش‌های مربوط به نورگرایی را در سال‌های میانی دهۀ ۱۸۰۰ انجام دادند. آنها پی بردند که رأس گیاهچه‌های مربوط به گیاهان گندمی، نوری را که از یک طرف به آن تابیده می‌شود، دریافت می‌کند اما پاسخ رشدی (خم‌شدگی) آن در قسمت‌های پایین‌تر، یعنی دور از رأس قابل مشاهده است. این امر باعث خمیدگی گیاهچه به سمت منبع نور می‌شود. در دهۀ ۱۹۲۰ یک زیست‌شناس هلندی به نام فریتز وِنت[۵] به این نتیجه رسید که یک مادۀ شیمیایی که در رأس ساقه‌ها تولید می‌شود، باعث این خمیدگی می‌شود. ونت این مادۀ شیمیاییِ تحریک‌کنندۀ رشد را که باعث خمیدگی ساقه می‌شود، **اُکسین** نامید. مراحل آزمایش ونت در شکل ۷ــ۱۰ خلاصه شده است.

۱ــ aux n

۲ــ g bbere ns

۳ــ cytok n ns

۴ــ absc s c ac d

۵ــ Fr ts Went

شکل ۷ــ۱۰ــ اکسین باعث می‌شود که گیاهچه‌های جو دوسر متحمل رشد طولی شوند و به سمت نور خم شوند.

مرحلهٔ ۱ : ونت رأس ساقهٔ جوان گیاه جو دو سر (یولاف) را برید و آن را روی یک قطعهٔ آگار قرار داد. اکسین از رأس بریده شده به درون قطعهٔ آگار منتشر شد.

مرحلهٔ ۲ : در این مرحله او قطعهٔ آگار را روی انتهای بریده‌شدهٔ ساقهٔ جوان منتقل کرد. این عمل باعث رشد ساقه شد.

مرحلهٔ ۳ : هنگامی‌که ونت قطعهٔ آگار حاوی اکسین را روی یک قسمت از لبهٔ بریدگی ساقه‌های جوان منتقل کرد، ساقه‌ها در جهت مخالف به رشد خود ادامه دادند.

مرحلهٔ ۴ : ونت به عنوان شاهد، یک قطعه آگار فاقد اکسین را روی انتهای بریده‌شدهٔ ساقه‌های جوان دیگر قرار داد. این ساقه‌ها رشد نکردند.

محرک‌های رشد

اکسین‌ها : اکسین‌ها باعث افزایش انعطاف‌پذیری دیواره‌های سلولی می‌شوند و این امر امکان طویل‌شدن سلول‌ها را هنگام رشد فراهم می‌کند. اکسین در سمت تاریک ساقه انباشته می‌شود، درنتیجه سلول‌های سمت تاریک ساقه نسبت به سلول‌های سمت روشن آن طویل‌تر می‌شوند. تفاوت بین طول دیواره‌های سلولی دو سمتِ ساقه، باعث خمیدگی ساقه به سمت نور می‌شود. اکسین همچنین باعث بازدارندگی رشد جوانه‌های جانبی موجود روی ساقه می‌شود. این اثر بازدارندگی که در شرایط طبیعی از طرف جوانهٔ رأسی بر جوانه‌های جانبی و از طریق اکسین اعمال می‌شود، **چیرگی رأسی** نامیده می‌شود. بریدن رأس ساقه باعث حذف منبع تولید اکسین و درنتیجه باعث رشد جوانه‌های جانبی می‌شود. بدین ترتیب می‌توان به چگونگی تأثیر هرس‌کردن و بریدن سر شاخه‌های گیاهان در پُر شاخه و برگ‌شدن آنها پی‌برد.

در کشاورزی از اکسین برای ریشه‌دارکردن قلمه‌ها استفاده می‌شود. نسبت بالای اکسین به سیتوکینین در کشت بافت، ریشه‌زایی را تحریک می‌کند.

ژیبرلین‌ها : ژیبرلین‌ها در ساقه، ریشه و دانه‌های در حال نمو تولید می‌شوند. این ترکیبات باعث تحریک طویل‌شدن ساقه، نمو میوه و جوانه‌زنی می‌شوند. از ژیبرلین‌ها برای تولید میوه‌های بدون دانه و همچنین درشت‌کردن بعضی میوه‌ها استفاده می‌کنند.

سیتوکینین‌ها : سیتوکینین‌ها که در رئوس ریشه، دانه و میوه تولید می‌شوند، تقسیم سلولی را تحریک می‌کنند و سرعت پیرشدن برخی از اندام‌های گیاهی را کاهش می‌دهند. از سیتوکینین‌ها به‌صورت افشانه (اسپری) برای شادابی شاخه‌های گل و افزایش مدّت نگه‌داری میوه‌ها و سبزیجات در انبار استفاده می‌شود. در کشت بافت از سیتوکینین‌ها به‌منظور تشکیل ساقه از سلول‌های تمایزنیافته، استفاده می‌شود.

بازدارنده‌های رشد

بازدارنده‌های رشد : فرایندهایی را کنترل می‌کنند که به مراحل انتهایی نمو گیاه، مانند پیری، ریزش برگ، پژمردگی گل‌ها و رسیدگی میوه اختصاص دارند. به‌علاوه این دو هورمون سرعت رشد، سنتز پروتئین و انتقال یون را در شرایط نامساعد محیطی کنترل می‌کنند. مقدار این هورمون‌ها در درون پیکرهٔ گیاه در طی پیری، ریزش برگ و رسیدگی میوه و نیز هنگام تنش‌های محیطی افزایش می‌یابد.

اتیلن : میزان اتیلن در واکنش به زخم‌های مکانیکی بافت‌ها، آلودگی‌هوا، عوامل بیماری‌زا، شرایط غرقابی (قرار گرفتن بخش‌هایی از گیاه درون آب به مدت طولانی) و بی‌هوازی افزایش می‌یابد.

بیش از یک قرن پیش پرورش دهندگان مرکبات پی بردند که اگر میوه‌های مرکبات را در یک اتاق که با بخاری نفتی گرم می‌شود نگه دارند، میوه‌ها زودتر می‌رسند. رسیدگی میوه‌ها به این روش در اثر هورمون اتیلن انجام می‌شود. اتیلن ترکیب آلی گازی شکلی است که در اثر سوختن ناقص نفت نیز تولید می‌شود. اغلب بافت‌های گیاهی، اتیلن تولید می‌کنند. امروزه، از اتیلن برای تسریع و افزایش رسیدگی میوه‌های گوجه‌فرنگی، انگور و دیگر میوه‌هایی که قبل از رسیدگی چیده می‌شوند، استفاده می‌شود. اتیلن همچنین باعث سست‌شدن میوه‌هایی مانند گیلاس نیز می‌شود و درنتیجه برداشت مکانیکی این میوه‌ها را تسهیل می‌کند.

آبسیزیک اسید : نقش اصلی آبسیزیک اسید در خفتگی دانه و جوانه است. این هورمون

علاوه بر دخالت در خفتگی و بازدارندگی رشد، تعادل آب را در گیاهانِ تحتِ تنشِ خشکی، به‌وسیلهٔ بستن روزنه‌ها و حفظ جذب آب توسط ریشه‌ها، تنظیم می‌کند. این هورمون نقشی مخالف ژیبرلین‌ها را با جلوگیری از جوانه‌زنی دانه ایفا می‌کند.

الف

ب

شکل ۸ــ۱۰ــ تأثیر هورمون ژیبرلین بر رشد میوه انگور.
با هورمون (الف) بدون استفاده از هورمون اضافی(ب)

بیشتر بدانید

استفاده از پرتوهای رادیواکتیو در کشاورزی

یکی از روش‌های افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی در انبار، استفاده از پرتوهای رادیواکتیو است پرتوتابی از جوانه‌زنیِ محصولاتی مثل پیاز، سیب‌زمینی و سیر جلوگیری می‌کند، زیرا مانع فعالیت بافت مریستم می‌شود این روش در مقایسه با روش رایج سرد کردن که در آن محصولات را تا ۳ــ۴ درجهٔ سانتی‌گراد سرد می‌کنند، هزینهٔ کمتری دارد و در مقایسه با روش نگه‌داری با استفاده از مواد شیمیایی که در آن مقداری از مواد شیمیایی در محصولات باقی می‌ماند، ایمن‌تر است در پژوهشی که در کشورمان روی نگه‌داری خرما انجام شده، مشخص شده است که استفاده از پرتوی گاما و نگه‌داری در دمای چهار درجه سانتی‌گراد در حفظ ویژگی‌های این محصول، بهترین نتیجه را دارد

فعالیت ۳ــ۱۰ــ چگونه اتیلن یک گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟

می‌توانید برای مشاهدهٔ اثرات اتیلن بر گیاهان، از یک سیب رسیده استفاده کنید

مواد موردنیاز : ۲ عدد ظرف شیشه‌ای دَردار به حجم ۴ لیتر، ۲ گیاه در گلدان‌های ۵ سانتی‌متری، یک میوهٔ کوچک سیب رسیده

مراحل آزمایش

۱ــ در داخل یکی از ظرف‌ها یک گیاه قرار دهید درِ ظرف را محکم ببندید

۲ــ گیاه دیگر و میوه سیب را در داخل ظرف دیگر قرار دهید درِ ظرف را محکم ببندید

۳ــ هر دو ظرف را به‌مدت چند روز مورد مشاهده قرار دهید مشاهدات خود را یادداشت کنید

تجزیه و تحلیل

۱ــ چه تغییراتی در گیاهان موجود در هریک از ظروف مشاهده می‌کنید؟ شرح دهید

۲ــ میوهٔ رسیدهٔ سیب، گاز اتیلن آزاد می‌کند براساس مشاهدات شما، اتیلن چگونه گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟

شرایط محیطی نیز رشد گیاهان را تنظیم می‌کند.

ریشهٔ گیاهان آنها را به یک نقطه از زمین متصل و ثابت نگه می‌دارد. درنتیجه گیاهان برخلاف جانوران قادر به حرکت از محیط نامناسب به محیط مناسب‌تر نیستند. گیاهان با تنظیم سرعت و الگوی رشد خود به محیط پاسخ می‌دهند. مثلاً گیاهی که آب و عناصر غذایی کافی در اختیار دارد، نسبت به گیاهی که آب و عناصر غذایی محیط آن کمتر است، رشد سریع‌تر و بیشتری دارد. همچنین رشد گیاهی که در مقابل نور کامل خورشید قرار دارد، نسبت به رشد همان گیاه در سایه و تاریکی سریع‌تر است. طول گیاه در نور کامل خورشید افزایش می‌یابد. بنابراین دسترسی به نور و عناصر غذایی سرعت رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با این‌حال بسیاری از پاسخ‌های یک گیاه را به محرّک‌های محیطی، هورمون‌های تنظیم‌کنندهٔ رشد شروع می‌کنند.

نور دورگی : برخی از گیاهان در بهار و برخی دیگر در تابستان یا پاییز گل می‌دهند. بعضی از گیاهان به محض رسیدن به مرحلهٔ بلوغ به گل می‌نشینند. الگوهای فصلی گلدهی و دیگر جنبه‌های

رشدونمو بسیاری از گیاهان در اثر تغییرات طول روز و شب صورت می‌گیرد. پاسخ یک گیاه به طول روز و شب **نوردورِگی**[1] نامیده می‌شود.

اغلب گیاهان از نظر گلدهی در پاسخ به طول روز و شب در یکی از این سه دسته قرار می‌گیرند: گیاهی که گلدهی آن هنگامی انجام می‌شود که طول روز کمتر از مدت زمان معین باشد، گیاه **روز کوتاه** نامیده می‌شود. در برخی گیاهان گلدهی هنگامی صورت می‌گیرد که طول روز بلندتر از مدت زمان خاصی باشد. به چنین گیاهانی **روز بلند** می‌گویند. گیاهانی که گلدهی آنها تحت تأثیر طول روز قرار نمی‌گیرد، گیاهان **بی‌تفاوت** خوانده می‌شوند. نوردورگی در صنعت کشت و پرورش گل و گیاه بسیار حائز اهمّیت است. در گلخانه‌ها طول روز و شب را به‌طور مصنوعی کنترل می‌کنند. پرورش‌دهندگان گل، گیاهان را در فصولی از سال وادار به گلدهی می‌کنند که معمولاً در آن زمان به‌طور طبیعی گل تولید نمی‌کنند. گیاه بنت قنسول (بنت کنسول) و زنبق در چنین شرایطی پرورش داده می‌شوند.

شکل ۹ ــ ۱۰ ــ گلدهی و نوردورگی. گیاهان روز بلند هنگامی که طول شب کوتاه باشد و گیاهان روزکوتاه هنگامی که طول شب بلند باشد، گل می‌دهند. اگر یک شب بلند با کمک یک فلاش نوری شکسته شود، گیاهان روز بلند گل می‌دهند ولی گیاهان روزکوتاه گل تشکیل نمی‌دهند.

۱ــ Photoper od sm

پاسخ به دما : دما رشد و نمو بسیاری از گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مثلاً، درصورتی که دما در طول شب بسیار بالا باشد، بسیاری از گیاهانِ گوجه‌فرنگی گل نمی‌دهند. بسیاری از گیاهان در صورتی که به‌مدت چند ساعت در معرض دماهای پایین (سرما) قرار نگیرند، در اوایل بهار موفق به تشکیل گل نخواهند شد. دماهای پایین باعث ورود گیاهان به مرحلهٔ موقتی عدم فعالیت در پاییز می‌شود. این گیاهان در طول زمستان یا حتی در طول دورهٔ گرما ــ که اغلب در طول زمستان مشاهده می‌شود ــ غیرفعال باقی می‌مانند. مثلاً برگ‌های گیاهان برگ‌ریز در طول پاییز می‌ریزند. در این هنگام پولک‌های محافظتی ضخیمی دور جوانه‌های این گیاهان تشکیل می‌شود (شکل ۱۰ــ۱۰). این جوانه‌ها پس از یک دورهٔ سرما برگ‌های جدید تشکیل می‌دهند.

خفتگی وضعیتی است که در طی آن، حتی در صورت مناسب‌بودن شرایط برای رشد، جوانه گیاه یا دانه غیرفعال باقی می‌مانند و نمی‌رویند. مواد شیمیایی عامل خفتگی، در پاسخ به دماهای پایین، تجزیه می‌شوند. بنابراین بسیاری از گیاهان و دانه‌های آنها تا زمانی که به‌مدت چند هفته در معرض دماهای پایین قرار نگیرند، از خفتگی بیدار نمی‌شوند و رویش خود را آغاز نمی‌کنند. شسته‌شدن بعضی از مواد شیمیاییِ عامل خفتگی راه دیگر برطرف‌شدن خفتگی دانه‌هاست. دوره‌های خفتگی در بسیاری از گیاهانی که زمستان محل زندگی آنها سرد است، مشاهده می‌شود. خفتگی به گیاهان کمک می‌کند که با جلوگیری از رشد جوانه‌ها و جوانه‌زنی دانه‌ها در طول گرمای موقتی قبل از شروع و خاتمهٔ زمستان، به بقای خود ادامه دهند و از بین نروند.

شکل ۱۰ــ۱۰ــ خفتگی جوانه. پولک‌های ضخیم جوانه‌های خفته موجود روی شاخهٔ نورستهٔ درخت سیب را می‌پوشانند.

بیشتر بدانید

پدیدهٔ خفتگی جوانه در بسیاری از گیاهان چوبی دیده می‌شود.

به منظور شکسته‌شدن خفتگی جوانه‌های گل باید آنها را چند روز در سرما (دمای پایین‌تر از ۵ درجهٔ سانتی‌گراد) قرار داد در برخی از مناطق جنوبی‌تر نیمکرهٔ شمالی که زمستان‌های سرد ندارند، این امر برای برخی از گیاهان، مانند سیب و گلابی عامل محدودکننده است

حداقل ساعات دماهای پایین (سرمای) مورد نیاز برای شکستن خفتگی جوانه‌های گل نه‌تنها بین گونه‌های متفاوت فرق دارد، بلکه در بین ارقام یک گونه نیز ممکن است متفاوت باشد کشاورزان در حال پرورش نوعی درخت سیب و گلابی هستند که برای شکستن خفتگی آنها به سرمای کمتری نیاز باشد تا بتوان آنها را در مناطق گرم نیز پرورش داد

فعالیت ۴ــ۱۰ــ تجزیه و تحلیل اثر دما بر جوانه‌زنی دانه

بعضی از گیاهان برای شکستن خفتگی دانه به دوره‌هایی از دماهای پایین احتیاج دارند نمودار زیر چگونگی قرارگرفتن دانه‌های سیب در دماهای پایین (۴°C) و توانایی جوانه‌زنی آنها را در این دما نشان می‌دهد از این نمودار برای پاسخ دادن به سؤالات زیر استفاده کنید

تجزیه و تحلیل

۱ــ اثر کلی دماهای پایین بر جوانه‌زنی دانه‌های سیب را خلاصه کنید

۲ــ دانه‌های سیب باید به‌مدت چند هفته در دمای $4^{\circ}C$ قرار گیرند تا حداقل ۸ درصد دانه‌ها موفق به جوانه‌زنی شوند؟

۳ــ چند درصد دانه‌های سیب پس از ۲ روز در دمای $4^{\circ}C$، جوانه می‌زنند؟

۴ــ چند درصد دانه‌های سیب پس از ۸ روز در دمای $4^{\circ}C$، جوانه می‌زنند؟

خودآزمایی ۲ــ۱۰

۱ــ ۳ عنصر معدنی را که گیاهان به مقدار زیاد به آنها نیاز دارند، نام ببرید

۲ــ توضیح دهید که اکسین چگونه باعث رشد ساقه به سمت منبع نوری می‌شود

۳ــ تنظیم رشد و نمو گیاه توسط محرک‌های محیطی چه فوایدی دارد؟

۴ــ هویج یک گیاه دوساله است ریشهٔ این گیاه در سال دوم رشد، چه نقشی را بر عهده دارد؟

۵ــ چگونه می‌توان از کشت بافت برای ایجاد ارقام دورگه در گیاهان استفاده کرد؟

۶ــ چگونه سیتوکینین‌ها و ژیبرلین‌ها رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند و چگونه این هورمون‌ها در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند؟

فعالیت ۵ــ۱۰

۱ــ بررسی کنید که چگونه پرورش‌دهندگان گل‌ها تعداد زیادی گل مشابه را در مواقعی از سال که به‌طور طبیعی زمان مناسب برای تشکیل گل آنها نیست، تولید می‌کنند؟ یافته‌های خود را در یک گزارش مکتوب خلاصه کنید و در کلاس گزارش دهید

۲ــ تصور کنید که شما یک گیاه داودی جدید پیدا کرده‌اید که رنگ گل‌های این گیاه قبلاً دیده نشده است برای تولید هزاران گیاه مانند این گیاه داودی به منظور ارائه به بازار گل چه روشی را پیشنهاد می‌کنید؟

۳ــ برخی از دانه‌ها را قبل از بسته‌بندی و فروش به کشاورزان و پرورش‌دهندگان گل در اسید قرار می‌دهند فکر می‌کنید هدف از این کار چیست؟

۴ــ چرا ایجاد گیاهان جدید از قطعات برگ، ساقه یا ریشه، که سلول‌های این قطعات تمایزیافته هستند، امکان‌پذیر است؟

۵ــ یک دانش‌آموز در ۱ کیسهٔ پلاستیکی یک موز سبز قرار داده است این دانش‌آموز یک گلابی رسیده را در پنج عدد از کیسه‌ها قرار داده و دهانهٔ این کیسه‌ها را بسته است به نظر می‌رسد که موزهای موجود در کیسه‌های حاوی گلابی رسیده زودتر می‌رسند نتایج این آزمایش‌ها را ارزیابی کنید

۶ــ چگونگی و مبنای علمی بونسای ــ هنر آسیایی رویاندن گیاهان مینیاتوری ــ را مورد تحقیق قرار دهید بررسی کنید که این هنر در چه زمانی و در کجا پدیدار شده است و چگونه گیاهان بونسای در ابعاد کوچک تهیه می‌شوند یافته‌های خود را در یک گزارش به‌صورت مکتوب بنویسید و توضیح دهید که چگونه درک رشد و نمو در گیاهان در موفقیت این هنر حائز اهمیت است؟

جنین شش ماههٔ انسان

۱۱ تولیدمثل و رشد و نمو جانوران

تولید مثل جنسی پدیده‌ای است که طی آن فرزندان، از لقاح دو گامت نر و ماده، یعنی دو سلول جنسی و سپس تقسیم رشد و نمو سلول‌های حاصل به وجود می‌آیند.

اسپرم‌ها، معمولاً سلول‌های ریز و متحرکی هستند که با تاژک خود حرکت می‌کنند. برعکس، تخمک‌ها سلول‌هایی درشت و بی‌تحرک‌اند که مقدار زیادی ذخایر غذایی دارند. جنین هنگام رشد از این ذخایر استفاده می‌کند.

۱ روش‌های تولید مثل جنسی در جانوران

انواع لقاح

لقاح ممکن است خارجی یا داخلی باشد :

لقاح خارجی : بسیاری بی‌مهرگان آبزی، ماهی‌ها و دوزیستان لقاح خارجی دارند. در این نوع لقاح، والدین تعداد بسیار زیادی تخمک و اسپرم به درون آب رها می‌کنند تا احتمال برخورد تخمک‌ها با اسپرم‌ها و درنتیجه لقاح آنها بیشتر شود. هنگام برخورد اسپرم با تخمک، تخمک باید برای لقاح کاملاً آماده و در شرایط مطلوب باشد. در برخی گونه‌ها عواملی مانند دمای محیط و طول روز موجب می‌شود که نرها و ماده‌ها در یک زمان گامت‌های خود را به درون آب رها کنند تا عمل لقاح صورت گیرد. تخمک‌های این جانداران دارای دیواره‌های چسبناک ژله‌ای و محکمی هستند که تخمک و سپس جنین را از عوامل نامساعد محیطی (آسیب‌هایی که هنگام برخورد با موانع ممکن است به‌وجود آید) محافظت می‌کنند.

لقاح داخلی : در لقاح داخلی، تخمک از بدن جانور ماده خارج نمی‌شود، بلکه اسپرم وارد دستگاه تولیدمثلی فرد ماده می‌شود و لقاح در بدن جانور ماده صورت می‌گیرد. لقاح داخلی در موجودات خشکی‌زی و نیز برخی جانوران آبزی، مانند سخت‌پوستان دریایی و یک نوع کوسه‌ماهی انجام می‌شود. این نوع لقاح نیازمند اندام‌های تخصص یافته‌ای است : دستگاه‌های تولید مثلی نر و ماده که خود شامل آلت‌های تناسلی نر و ماده، محلی برای ذخیره و نگه‌داری اسپرم‌ها و در بعضی جانوران دارای مکانی مناسب و مساعد برای نگه‌داری از جنین هستند.

تغذیهٔ جنین تا چند روز پس از تشکیل سلول تخم، بر عهدهٔ اندوختهٔ غذایی تخمک است که مخلوطی از لیپید و پروتئین است. اندازهٔ تخمک‌ها نیز بستگی به میزان این اندوخته دارد. در پرندگان میزان این اندوخته بسیار زیاد است، زیرا جنین در دوران رشد هیچ رابطهٔ تغذیه‌ای با مادر ندارد و در تمام طول رشد باید از این اندوخته استفاده کند؛ در حالی که در پستانداران میزان این اندوخته کمتر است، چون جنین فقط چند روز از آن استفاده می‌کند و پس از آن با کمک جفت از خون مادر غذا و اکسیژن دریافت می‌کند و مواد زاید خود را به مادر می‌دهد.

خزندگان و پرندگان پس از انجام لقاح داخلی، تخم‌گذاری می‌کنند. خزندگان اولین جانداران مهره‌داری هستند که تخم‌گذاری در خاک را انجام دادند. تخم آنها پوسته‌های حفاظتی دارد.

پلاتی‌پوس پستانداری است که شباهت زیادی به خزندگان دارد و مانند آنها تخم می‌گذارد، ولی برعکسِ خزندگان، تخم‌هایش را برای مدتی در بدن خود نگه می‌دارد و کمی قبل از خروج نوزادان از تخم، تخم‌گذاری می‌کند. روی تخم‌ها می‌نشیند تا مراحل آخر نمو جنینی طی شود و جنین‌ها سر از تخم بیرون آورند. نوزادان با لیسیدن شیری که از غده‌های واقع در ناحیه شکمی ترشح می‌شود، تغذیه می‌شوند.

مرحلهٔ کامل‌تر تولید مثل جنسی در پستانداران کیسه‌دار، مانند کانگورو و اُپاسوم دیده می‌شود. این پستانداران جنین خود را ابتدا درون رحم رشد می‌دهند و چون وسیلهٔ تغذیهٔ جنین را به طور کامل در اختیار ندارند، آن را به طور نارس به دنیا می‌آورند. سپس نوزاد درون کیسهٔ روی شکم مادر قرار می‌گیرد تا از شیر مادر تغذیه کند و بزرگ شود (شکل ۱ــ۱۱).

کانگورو

پلاتی‌پوس

اُپاسوم

شکل ۱ــ۱۱ــ پستانداران ابتدایی

تولید مثل جنسی پستانداران «جفت‌دار»، کامل‌ترین نوع است. انسان و اغلب پستانداران جزءِ این دسته هستند. در این گروه از جانداران، جنین درون رحم رشد و نمو می‌کند و از طریق جفت تغذیه می‌شود. نوزاد پس از تولد، از شیر مادر تغذیه می‌کند. روش‌های نگه‌داری جنین در جانوران در شکل ۲ــ۱۱ نشان داده شده است.

شکل ۲ــ۱۱ــ روش‌های نگه‌داری جنین در جانوران

خودآزمایی ۱ــ۱۱

۱ــ لقاح خارجی را با لقاح داخلی مقایسه کنید

۲ــ نقش‌های اسپرم و تخمک را در تولید مثل جنسی شرح دهید

۳ــ آیا الزاماً دستگاه تولید مثل جنسی کامل‌تر منجر به تولید مثل موفق‌تر و بیشتر می‌شود؟

۴ــ نحوهٔ نگه‌داری جنین را در گروه‌های مختلف جانوری با یکدیگر مقایسه کنید

۲ تولیدمثل انسان

دستگاه تولید مثلی مرد

تولیدمثل جنسی شامل تولیدِ سلولِ زیگوتِ (سلول تخم) دیپلوئید، از لقاح دو سلول جنسی یا گامتِ هاپلوئید است. نقش دستگاه تولید مثل مرد، تولید سلول‌های اسپرم، ایجاد محیطی مناسب برای نگه‌داری آنها و سرانجام انتقال آنها به خارج از بدن است. همچنین این دستگاه هورمون جنسی مردانه را نیز تولید می‌کند.

تولید اسپرم و هورمون جنسی بر عهدهٔ بیضه‌ها است که در کیسهٔ بیضه قرار دارند. بیضه‌ها در دورهٔ جنینی درون حفرهٔ شکمی تشکیل می‌شوند و کمی قبل از تولد، وارد کیسهٔ بیضه که در خارج از حفرهٔ شکمی قرار دارد، می‌شوند.

دمای طبیعی بدن (۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد) برای نمو کامل اسپرم مناسب نیست و اسپرم‌سازی در دمای پایین‌تر از آن صورت می‌گیرد. دمای کیسهٔ بیضه سه درجه پایین‌تر از دمای بخش‌های مرکزی بدن است و بنابراین برای تولید اسپرم مناسب است.

بیضه‌ها از هنگام بلوغ تا پایان عمر، اسپرم تولید می‌کنند. هر بیضه تعداد زیادی لولهٔ پیچیده، به نام **لولهٔ اسپرم‌ساز** دارد (شکل ۳ــ۱۱).

دو هورمون که از هیپوفیز پیشین ترشح می‌شوند، اَعمال بیضه‌ها را تنظیم می‌کنند. این دو هورمون عبارت‌اند از :

۱ــ هورمون LH [۱] که ترشح هورمون جنسی تستوسترون را تحریک می‌کند.

۲ــ هورمون FSH [۲] که همراه با تستوسترون، تولید اسپرم را در لوله‌های اسپرم‌ساز تحریک می‌کند.

تستوسترون (هورمون جنسی مردانه) از سلول‌هایی که در بینابین لوله‌های اسپرم‌ساز جای دارند، ترشح می‌شود.

۱ــ Luteinizing hormone

۲ــ Follicle - Stimulating hormone

شکل ۳ــ۱۱ــ بیضه‌ها. ساختار بیضه‌ها برای تولید اسپرم و خارج‌کردن آنها مناسب است.

اسپرم‌زایی : اسپرم‌ها در فرایندی به نام اسپرم‌زایی در لوله‌های اسپرم‌سازِ بیضه تشکیل می‌شوند. مراحل اسپرم‌زایی را در شکل ۴ــ۱۱ می‌بینید.

شکل ۴ــ۱۱ــ مراحل اسپرم‌زایی

دیوارهٔ داخلیِ لوله‌های اسپرم‌ساز (لایه زاینده) از سلول‌هایی به نام **اسپرماتوگونی** ساخته شده است.

سلول‌های اسپرماتوگونی به‌طور پی در پی تقسیم میتوز را انجام می‌دهند و تعداد زیادی سلول به نام **اسپرماتوسیت اولیه** تولید می‌کنند. بعضی از این سلول‌ها تقسیم میوز را انجام می‌دهند، به‌طوری‌که در میوز I از هر اسپرماتوسیت اولیه، دو اسپرماتوسیت ثانویه و در میوز II از هر اسپرماتوسیت ثانویه، دو اسپرماتید تولید می‌شود. سرانجام از تمایز اسپرماتید، اسپرم تشکیل می‌شود. همان‌طورکه در شکل ۴ـ۱۱ می‌بینید از هر سلول اسپرماتوگونی دیپلوئید، سرانجام چهار اسپرم هاپلوئید (گامت نر) تولید می‌شود. مواد مخدر و الکل، تماس با پرتوهای فرابنفش، رادیواکتیو و X ممکن است سبب اختلال در اسپرم‌زایی، یا تشکیل اسپرم‌های غیرطبیعی و درنتیجه نازایی شوند.

بلوغ و ذخیرهٔ اسپرم‌ها : در بدن یک مرد بالغ، روزانه صدها میلیون اسپرم تولید می‌شود. اسپرم‌ها بعد از تولید در لوله‌های اسپرم‌ساز، از این لوله‌های پر پیچ و خم عبور می‌کنند و به لولهٔ پرپیچ و خم دیگری که **اپی‌دیدیم**[1] نامیده می‌شود، وارد می‌شوند (شکل ۳ـ۱۱). وقتی که اسپرم‌ها، لوله‌های اسپرم‌ساز را ترک می‌کنند، هنوز قادر به حرکت نیستند، اما پس از مدتی که درون اپی‌دیدیم می‌مانند، بالغ می‌شوند، و توانایی حرکت کردن را به دست می‌آورند.

اپی‌دیدیم علاوه بر نقشی که در بلوغ اسپرم‌ها دارد، محل ذخیرهٔ اسپرم‌ها نیز هست. اسپرم‌ها هنگام خروج از اپی‌دیدیم، وارد مجرای دراز دیگری، به نام مجرای **اسپرم‌بَر** می‌شوند. اسپرم از طریق این مجرا وارد میزراه و سپس از بدن خارج می‌شود (شکل ۵ـ۱۱).

ساختار اسپرم بالغ : اسپرم بالغ دارای سر، قسمت میانی و دم است (شکل ۶ـ۱۱). درون سر، یک هسته و مقدار کمی سیتوپلاسم وجود دارد. علاوه بر آنها، آنزیم‌های درون وزیکولی که در سر اسپرم وجود دارند، کمک می‌کنند تا اسپرم به درون گامت ماده نفوذ کند و با آن لقاح انجام دهد.

قسمت میانی اسپرم میتوکندری‌های زیادی دارد. این میتوکندری‌ها انرژی لازم برای حرکت اسپرم را تأمین می‌کند. دُم اسپرم تاژک نیرومندی است که با حرکت‌های خود، اسپرم را به جلو می‌راند. ATP تولید شده درون میتوکندری، انرژی لازم برای حرکت تاژک را فراهم می‌کنند.

انتقال اسپرم : اسپرم‌ها هنگام عبور از میزراه با مایعی مخلوط می‌شوند که از غده‌های برون‌ریز خاصی ترشح می‌شود. این غده‌ها عبارت‌اند از : **وزیکول سمینال، غدهٔ پروستات** و **غده‌های پیازی ـ میزراهی**.

۱ـ Ep d dym s

الف

ب

شکل ۵ــ۱۱ــ دستگاه تولیدمثل مرد. الف ــ از نیمرخ و ب ــ از روبه‌رو

شکل ۶ــ۱۱ــ ساختار یک اسپرم انسان

همهٔ این غده‌های برون‌ریز، سر راه خروجی اسپرم‌ها قرار دارند.

اسپرم‌ها از مواد موجود در این مایع تغذیه می‌کنند. این مایع به حرکت اسپرم‌ها نیز کمک می‌کند. یک جفت غده به نام وزیکولِ سمینال که بین مثانه و راست روده قرار دارند، مایعی سرشار از مواد قندی تولید می‌کنند که انرژی لازم برای اسپرم‌ها را فراهم می‌کنند.

غدهٔ پروستات درست زیر مثانه قرار دارد و مایعی قلیایی ترشح می‌کند، این مایع به خنثی کردن مواد اسیدیِ موجود در مسیر رسیدن اسپرم به گامت ماده، کمک می‌کند.

غده‌های پیازی ــ میزراهی نیز مایعی قلیایی ترشح می‌کنند که مقادیر کم ادرار اسیدی موجود در میزراه را خنثی می‌کند.

در هنگام خروج اسپرم، ماهیچه‌های صاف اطراف میزراه منقبض می‌شوند و اسپرم‌ها را در آن به جلو می‌رانند.

با هر بار انزال (خروج اسپرم) حدود ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلیون اسپرم از بدن خارج می‌شود؛ اما از این میان فقط تعداد اندکی می‌توانند خود را به گامت ماده برسانند. در هرحال از این میان تنها یکی از اسپرم‌ها می‌تواند لقاح انجام دهد. بقیهٔ اسپرم‌ها از بین می‌روند. معمولاً اگر تعداد اسپرم‌های سالم موجود در مایع خارج شده از بدن از ۲۰ میلیون در هر میلی‌لیتر کمتر باشد، فرد عقیم است.

خودآزمایی ۲ــ۱۱

۱ــ کارهای بیضه را شرح دهید

۲ــ مسیر خروج اسپرم بالغ را از محل تولید در بیضه‌ها به محیط خارج نام ببرید

۳ــ کار هر یک از بخش‌های دستگاه تولیدمثل جنسی مرد را شرح دهید

۴ــ نقش اسپرم را در تولیدمثل جنسی توصیف کنید

۵ــ اگر مجرای اسپرم برِ سمت چپِ یک مرد بسته شود، تعداد اسپرم‌های خروجی از او چه تغییری می‌کند؟ این حالت بر توانایی تولید مثل آن فرد چه اثری می‌گذارد؟

دستگاه تولید مثلی زن

دستگاه تولیدمثلی زن، پس از بلوغ، در هر ماه معمولاً فقط یک گامت بالغ تولید می‌کند. بعد از ترکیب اسپرم با گامت ماده، دستگاه تولیدمثلی زن، حفاظت و تغذیهٔ جنین را طی دورهٔ نُه‌ماههٔ رشدونمو، بر عهده دارد.

دو تخمدانِ تخم‌مرغی شکل در داخل حفرهٔ شکمی قرار دارند (شکل ۷ــ۱۱). تخمدان‌ها اندام‌های تولید کنندهٔ گامتِ ماده هستند. هر دختر در ابتدای تولد، همهٔ گامت‌هایی را که در طول زندگی خود خواهد داشت، به صورت نابالغ درون تخمدان‌های خود دارد، یعنی پس از تولد تعداد این تخمک‌های نابالغ افزایش نخواهد یافت.

شکل ۷ــ۱۱ــ دستگاه تولیدمثلی زن. هریک از بخش‌های آن چه وظیفه‌ای بر عهده دارد؟

تخمدان‌ها هنگام تولد مجموعاً حدود دو میلیون گامت نابالغ دارند که تقسیم میوز I خود را هنگام جنینی آغاز کرده‌اند؛ اما آن را در مرحلهٔ پروفاز میوز I متوقف کرده‌اند. این سلول‌ها ادامهٔ میوز خود را پس از سن بلوغ، یکی پس از دیگری به انجام می‌رسانند. پس از بلوغ، معمولاً در هر ماه فقط یک گامت ماده بالغ می‌شود. گامت‌های ماده، مانند سلول‌های اسپرم ۲۳ کروموزوم دارند و بنابراین هاپلوئیدند.

تخمک‌زایی: مراحل تولید تخمک، تخمک‌زایی نام دارد. این مراحل را در شکل ۸ــ۱۱ می‌بینید.

شکل ۸ــ۱۱ــ مراحل تخمک‌زایی

سلول‌های اووگونی، لایهٔ زایندهٔ تخمدان را در دوران جنینی تشکیل می‌دهند. این سلول‌ها وقتی که فرد در دوران جنینی قرار دارد، وارد تقسیم میوز می‌شوند و تعداد زیادی سلول به نام **اووسیت اولیه** تولید می‌کنند. اووسیت‌های اولیه در واقع در مرحله پروفاز میوز I قرار دارند. اووسیت‌های اولیه تا سن بلوغ جنسی، بدون فعالیت باقی می‌مانند. در این زمان، اووسیت اولیه مراحل تقسیم میوز را از سر می‌گیرد. به علت تقسیم نامساوی سیتوپلاسم از هر سلول اووسیت اولیه، یک سلول بزرگ هاپلوئید به نام **اووسیت ثانویه** و یک سلول هاپلوئید کوچک به نام گویچه قطبی

ایجاد می‌شود که از بین می‌رود. اووسیت ثانویه پس از ترک تخمدان درصورتی که با اسپرم لقاح یابد، مرحلهٔ دوم تقسیم میوز (میوز II) را انجام می‌دهد. این تقسیم نیز با تقسیم نامساوی سیتوپلاسم همراه است که نتیجه آن ایجادیک سلول بزرگ و دومین گویچه قطبی است. سلول بزرگ پس از رشد به اوول یا تخمک تبدیل می‌شود و دومین گویچه قطبی نیز از بین می‌رود (شکل ۸ــ۱۱). سلول گامت مادهٔ بالغ **اوول** یا **تخمک** نامیده می‌شود. اندازهٔ تخمک (شکل ۹ــ۱۱)، بسیار بزرگ‌تر از اسپرم است، به‌طوری که تخمک حتی با چشم غیرمسلح نیز قابل مشاهده است. فکر می‌کنید چرا برخلاف اسپرم‌زایی، سیتوپلاسم در تخمک‌زایی به‌طور نامساوی تقسیم می‌شود؟

شکل ۹ــ۱۱ــ تخمک و اسپرم. اندازهٔ این دوگامت را با یکدیگر مقایسه کنید.

در سراسر طول زندگی یک زن، تنها ۳۰۰ تا ۴۰۰ گامت او بالغ می‌شوند. سایر گامت‌های نابالغ بدون آنکه بالغ شوند، غیرفعال می‌شوند. مواد مخدر، الکل، پرتوهای فرابنفش و x در زنان نیز ممکن است سبب تشکیل گامت‌های غیرعادی و نازایی شوند.

ساختار دستگاه تولیدمثلی زن : هر ۲۸ روز یک‌بار یک تخمک از یکی از تخمدان‌ها آزاد می‌شود. زایده‌ها و مژک‌هایی که در ابتدا و در طول لولهٔ فالوپ قرار دارند، تخمک را که خود وسیلهٔ حرکتی ندارد، به داخل لوله‌های فالوپ وارد می‌کنند و آن را می‌رانند. لولهٔ فالوپ مسیری است که تخمک از طریق آن از تخمدان به سمت رحم حرکت می‌کند. ماهیچه‌های صاف دیوارهٔ لوله‌های فالوپ نیز به‌طور متناوب منقبض می‌شوند تا تخمک را در طول لوله به سمت رحم حرکت دهند (شکل ۷ــ۱۱).

عبور تخمک از لولهٔ فالوپ، معمولاً سه تا چهار روز طول می‌کشد. اگر تخمک در مدت ۴۸ــ ۲۴ ساعت پس از آزاد شدن لقاح نیابد، توانایی لقاح را از دست می‌دهد و از بین می‌رود.

رحم اندامی ماهیچه‌ای و توخالی است و هنگامی که زن باردار نیست، تقریباً به اندازهٔ یک مشت است.

گامت ماده در طی یک چرخهٔ جنسی بالغ می‌شود : تخمدان‌ها، تخمک‌ها را طی یک سری وقایع که در کُل **چرخهٔ تخمدان** نامیده می‌شوند، آماده و رها می‌کنند. رها شدن یک تخمک از تخمدان، **تخمک‌گذاری** نامیده می‌شود. تخمک پس از خروج از تخمدان به درون لولهٔ فالوپ وارد می‌شود و به سمت رحم حرکت می‌کند. مدت هر چرخهٔ تخمدان در اشخاص و در چرخه‌های مختلف متفاوت است، اما به طور معمول ۲۸ روز طول می‌کشد.

مراحل چرخهٔ تخمدان : چرخهٔ تخمدان دارای دو مرحلهٔ مجزاست : **مرحلهٔ فولیکولی** و **مرحلهٔ لوتئال**. این مراحل را هورمون‌هایی که از هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین ترشح می‌شوند، تنظیم می‌کنند. وقایع چرخهٔ تخمدان در شکل ۱۰ــ۱۱ خلاصه شده است. گامت‌ها درون فولیکول‌هایی که در تخمدان‌ها قرار دارند، بالغ می‌شوند. فولیکول عبارت است از تعدادی سلول سوماتیک (پیکری) که یک گامت نابالغ را احاطه کرده‌اند و به آن موادغذایی می‌رسانند.

مرحلهٔ فولیکولی : طی مرحلهٔ فولیکولیِ چرخهٔ تخمدان، هورمون‌ها چگونگی بلوغ گامت‌ها را تنظیم می‌کنند. مرحلهٔ فولیکولی که نشان دهندهٔ شروع چرخهٔ تخمدان است، هنگامی آغاز می‌شود که هیپوفیز پیشین، هورمون FSH (هورمون محرک فولیکولی) و هورمون LH (هورمون لوتئینی کننده) را به جریان خون ترشح می‌کند. FSH و LH هر دو سبب تولید ترشح هورمون استروژن از یکی از فولیکول‌ها می‌شوند.

استروژن یکی از هورمون‌های جنسی استروئیدی است که از فولیکول در حال رشد ترشح و باعث رشد بیشتر فولیکول می‌شود.

شکل ۱۰ــ۱۱ــ چرخهٔ تخمدان. هر ۲۸ روز یک بار، یک تخمک آزاد می‌شود.

تخمک‌گذاری (آزاد شدن گامت ماده) : در ابتدا افزایش اندک در مقدار استروژن، مانع از ترشح بیشترِ FSH و LH از هیپوفیز پیشین می‌شود. اما هر چه فولیکول به بلوغ نزدیک‌تر می‌شود، مقدار ترشح استروژن نیز بیشتر می‌شود. پاسخ هیپوفیز پیشین در برابر مقدار زیاد هورمون استروژن، افزایش ترشح LH است. حداکثر میزان LH سبب می‌شود گامت‌ها، اولین تقسیم میوزی خود را کامل کنند و نیز سبب می‌شود فولیکول و تخمدان پاره شوند. هنگامی که فولیکول پاره می‌شود، تخمک‌گذاری رخ می‌دهد (شکل ۱۰ــ۱۱).

مرحلهٔ لوتئال : مرحلهٔ لوتئال در چرخهٔ تخمدان به دنبال مرحلهٔ فولیکولی ایجاد می‌شود (شکل ۱۱ ــ۱۱). بعد از تخمک‌گذاری، LH سبب می‌شود سلول‌های فولیکولی که پاره‌شده‌اند، رشد کنند و تشکیل توده‌ای به نام **جسم زرد** بدهند. جسم زرد توده‌ای زرد رنگ از سلول‌های فولیکولی است که مانند غده‌ای درون‌ریز عمل می‌کنند. LH سبب ترشح استروژن و یک هورمون جنسی دیگر، به نام **پروژسترون** که از جسم زرد ترشح می‌شود، است. استروژن و پروژسترون سبب ایجاد یک مکانیسم خود تنظیمی منفی می‌شوند که ترشح FSH و LH را مهار می‌کند. این خود تنظیمی منفی، از ایجاد فولیکول‌های جدید در مرحلهٔ لوتئال جلوگیری می‌کند.

شکل ۱۱ــ۱۱ــ چرخهٔ تخمدان و چرخهٔ قاعدگی

آمادگی برای بارداری : پروژسترون بدن را برای لقاح آماده می کند. اگر لقاح صورت بگیرد، جسم زرد تا چند هفتهٔ دیگر به تولید پروژسترون ادامه خواهد داد؛ اما اگر لقاح صورت نگیرد، تولید پروژسترون کاهش می‌یابد و سرانجام متوقف می‌شود. این توقف نشان‌دهندهٔ انتهای چرخهٔ جنسی است. تجویز داروهایی که مقادیر نسبتاً زیادی از هورمون‌های استروژن و شبه پروژسترون دارند، چرخهٔ جنسی را به هم می‌زند و جلو تخمک‌گذاری را می گیرد.

چرخهٔ قاعدگی : هنگامی که تغییرات یاد شده در تخمدان در حال انجام است، تغییراتی نیز در رحم رخ می‌دهد (شکل ۱۱ــ۱۱). تغییرات مداومی که در هر ماه رحم را برای یک حاملگی احتمالی آماده می کند، **چرخهٔ قاعدگی** نامیده می‌شود. چرخهٔ قاعدگی حدود ۲۸ روز طول می کشد.

وقایع چرخهٔ قاعدگی، به دنبال تغییر مقادیر استروژن و پروژسترون در طی چرخهٔ جنسی ایجاد می‌شوند. قبل از تخمک‌گذاری، ترشح استروژن رو به افزایش می گذارد و در اثر آن دیوارهٔ رحم ضخیم و پرخون می‌شود. بعد از تخمک‌گذاری، مقادیر بالای استروژن و پروژسترون سبب ضخیم شدن بیشتر و حفظ دیوارهٔ رحم می‌شوند. اگر حاملگی رخ ندهد، مقادیر استروژن و پروژسترون کاهش می‌یابند. این کاهش، سبب ریزش دیوارهٔ رحم می‌شود و به این ترتیب یک چرخهٔ قاعدگی به پایان می‌رسد. انتهای چرخهٔ قاعدگی با انتهای مرحلهٔ لوتئال چرخهٔ تخمدان همزمان است.

قاعدگی : هنگامی که دیوارهٔ رحم ریزش پیدا می کند، یعنی رگ‌های خونی پاره می‌شوند و خونریزی ایجاد می‌شود، مخلوطی از خون و بافت‌های تخریب شده از بدن خارج می‌شوند. این فرایند که **قاعدگی** (خونریزی ماهانه) نامیده می‌شود، معمولاً حدود ۱۴ روز بعد از تخمک‌گذاری ایجاد می‌شود. در انتهای چرخه‌های جنسی و قاعدگی، هیچ یک از هورمون‌های استروژن و پروژسترون تولید نمی‌شود. در نتیجه، غدهٔ هیپوفیز مجدداً شروع به تولید FSH و LH می کند و چرخه دوباره آغاز می‌شود.

خونریزی ماهیانه در سن ۴۵ تا ۵۵ سالگی متوقف می‌شود. بعد از این حالت که **یائسگی** نامیده می‌شود، تخمک‌گذاری متوقف می‌شود و دیگر شخص قادر به تولید فرزند نیست، یعنی از سن باروری خارج می‌شود. هنگام یائسگی، علائمی مانند گُر گرفتگی (گرم شدن بدن) ایجاد می‌شود. این حالت ناشی از کاهش تولید استروژن است. در صورتی که پزشک صلاح بداند، با تجویز استروژن، جلو علائم آزار دهندهٔ یائسگی را می گیرد.

فعالیت ۱ــ۱۱

تحلیل ترشح هورمون در چرخه‌های تخمدان و قاعدگی

زمینه : هورمون‌هایی که از هیپوتالاموس، هیپوفیز و تخمدان ترشح می‌شوند، چرخه‌های جنسی و قاعدگی را تنظیم می‌کنند مکانیسم‌های خودتنظیمی نقش عمده‌ای در این چرخه‌ها دارند برای پاسخ دادن به سؤالات زیر از شکل ۱۱ــ۱۱ استفاده کنید

تحلیل

۱ــ هورمون‌هایی را که قبل از تخمک‌گذاری به مقدار زیاد ترشح می‌شوند نام ببرید

۲ــ اثر تولید استروژن بر ترشح هورمون LH را توضیح دهید

۳ــ چه نوع مکانیسم خودتنظیمی سبب کاهش ترشح LH و FSH در حین مرحلهٔ لوتئال می‌شود؟

۴ــ چه نوع مکانیسم خودتنظیمی سبب ایجاد قلهٔ LH در هنگام مرحلهٔ فولیکولی می‌شود؟

خودآزمایی ۳ــ۱۱

۱ــ مراحل اسپرم‌زایی و تخمک‌زایی را با هم مقایسه کنید

۲ــ منظور از تمایز اسپرماتید چیست؟

۳ــ سه نقش اصلی دستگاه تولیدمثل جنسی زن را شرح دهید

۴ــ نقش فولیکول در تولید گامت ماده چیست؟

۵ــ اثرهای LH و FSH را بر تنظیم چرخهٔ تخمدان، شرح دهید

۶ــ چه عاملی باعث ضخیم‌شدن دیوارهٔ رحم و فروریختن مجدد آن می‌شود؟

۳ نمو

اگر اسپرم تا چند روز بعد از تخمک‌گذاری خود را به گامت ماده برساند، ممکن است لقاح صورت بگیرد. برای لقاح یک تخمک، سلول اسپرم باید به سمت یکی از لوله‌های فالوپ حرکت کند. اسپرم نخست با آزاد کردن آنزیم‌هایی که در سر خود دارد به درون تخمک نفوذ می‌کند. این آنزیم‌ها لایه‌های خارجی ژل مانند دور تخمک را تخریب می‌کنند و باعث می‌شوند سر اسپرم وارد تخمک شود و هسته‌های تخمک و اسپرم با هم ترکیب شوند. این عمل سبب تولید یک سلول دیپلوئید به نام سلول زیگوت (تخم) می‌شود.

تقسیم و جایگزینی: سلول زیگوت در اولین هفتهٔ بعد از لقاح، تقسیم‌هایی انجام می‌دهد (شکل ۱۲ــ۱۱). این تقسیم‌ها از سلول تخم تعداد زیادی سلول کوچک‌تر (ابتدا دو تا، بعد چهار تا، بعد هشت تا و...) تولید می‌کنند. همچنان که سلول تخم از لولهٔ فالوپ به سمت رحم حرکت می‌کند این تقسیم‌های پی‌درپی ادامه می‌یابند. هنگامی که این تودهٔ سلولی به رحم می‌رسد، به شکل یک توپ توخالی در آمده است و **بلاستوسیست** نامیده می‌شود. حدود شش روز بعد از لقاح، بلاستوسیست به جدارهٔ رحم متصل می‌شود. به این عمل **جایگزینی** می‌گویند. در آنجا بلاستوسیست رشدونمو می‌کند و سرانجام به یک نوزاد کامل تبدیل می‌شود.

شکل ۱۲ــ۱۱ــ تشکیل تخم (زیگوت)

دوران بارداری را به سه دورهٔ سه ماهه تقسیم می‌کنند

رشدونمو، از یک سلول دیپلوئید شروع می‌شود و از آن میلیاردها سلول ایجاد می‌شود. رحم در طول دورهٔ نمو، وظیفهٔ حفاظت و تغذیهٔ این سلول‌ها را به عهده دارد.

نمو جنین انسان در داخل رحم حدود ۹ ماه طول می‌کشد. به این دوران، **دوران بارداری** یا **حاملگی** گفته می‌شود. نه ماه حاملگی را معمولاً به سه دورهٔ سه ماهه تقسیم می‌کنند.

سه ماههٔ اول : مهم‌ترین وقایع نمو، در سه‌ماههٔ اول زندگی رخ می‌دهند. در هفتهٔ دوم بعد از لقاح، یعنی اندکی بعد از جایگزینی، رویان به‌سرعت رشد می‌کند. پرده‌هایی که رویان را حفاظت و تغذیه خواهند کرد نیز به‌سرعت نمو پیدا می‌کنند. یکی از این پرده‌ها **آمنیون** است که دور رویان کشیده می‌شود و از آن حفاظت می‌کند. غشای بعدی **کوریون** است که با تعامل با رحم تشکیل جفت را می‌دهند. **جفت**، ساختاری است که از طریق آن مادر به رویان غذا می‌رساند. همان‌طور که در شکل ۱۳ــ۱۱ می‌بینید، خون مادر معمولاً با خون رویان مخلوط نمی‌شود. بلکه مواد غذایی خون مادر، از جفت انتشار پیدا می‌کنند و از طریق رگ‌های خونی بند ناف به رویان می‌رسد.

شکل ۱۳ــ۱۱ــ جفت

مواد دفعی رویان نیز از جفت عبور می‌کنند و به خون مادر می‌رسند. اکثر مواد دیگر شامل داروها و مواد آسیب‌زا نیز از جفت عبور می‌کنند. بنابراین اگر مادر مواد زیان‌آور مصرف کند، رویان

نیز آسیب خواهد دید. زنان باردار باید از مصرف هر گونه دارو در طول بارداری خودداری کنند، مگر آنکه پزشک دارویی را تجویز کرده باشد.

همچنان که جفت تشکیل می‌شود، سلول‌های داخلی بلاستوسیست چند لایه بافت مقدماتی راتشکیل می‌دهند که از رشد و تمایز آنها بافت‌های متفاوت جنین ساخته می‌شود. در انتهای هفتهٔ سوم، رگ‌های خونی و روده شروع به نمو می‌کنند و رویان حدود ۲ میلی‌متر درازا دارد. در هفتهٔ چهارم بازوها و پاها نیز شروع به تشکیل شدن می‌کنند و اندازهٔ رویان به بیش از دو برابر بزرگ می‌شود و به ۵ میلی‌متر می‌رسد. در انتهای هفتهٔ چهارم، همهٔ اندام‌های اصلی شروع به تشکیل‌شدن می‌کنند و ضربان قلب آغاز می‌شود.

در طی ماه دوم، مرحلهٔ نهایی نمو رویان انجام می‌شود. بازوها و پاها شکل می‌گیرند. در حفرهٔ بدن، اندام‌های داخلی اصلی مانند کبد و پانکراس مشخص می‌شوند. در انتهای ماه دوم، رویان حدود ۲۲ میلی‌متر طول و حدود ۱ گرم وزن دارد.

در انتهای سه‌ماههٔ اول اندام‌های جنسی مشخص شده‌اند و جنین دارای ویژگی‌های بدنی قابل تشخیص است (شکل ۱۴ــ۱۱).

شکل ۱۴ــ۱۱ــ رشد و نمو جنین

سه‌ماههٔ دوم و سوم : در طول سه‌ماههٔ دوم و سوم جنین به‌سرعت رشد می‌کند و اندام‌های او شروع به عمل می‌کنند. در انتهای سه‌ماههٔ سوم جنین قادر است در خارج بدن مادر زندگی کند. بعد از حدود ۹ ماه، جنین بدن مادر را ترک می‌کند. زایمان معمولاً چند ساعت به طول می‌انجامد. هنگام زایمان، دیواره‌های رحم منقبض می‌شوند و جنین را از رحم خارج می‌کنند. جفت و بندناف بعد از تولد نوزاد دفع می‌شوند. بعد از تولد، نمو هنوز کامل نیست و رشد و نمو جسمی و عصبی ادامه می‌یابد.

بیشتر بدانید

تشخیص پیش از تولد

آیا کودک ما سالم است؟ این سؤالی است که قبل از به‌دنیا آمدن نوزاد برای بسیاری از پدران و مادران پیش می‌آید آزمایش‌های پیش از تولد، اطلاعات ارزشمندی دربارهٔ سالم‌بودن جنین در اختیار ما قرار می‌دهند این‌گونه آزمایش‌ها، سلول‌های جنین را از نظر تعداد و ساختار کروموزوم‌ها و نیز ساختار سلولی مورد بررسی قرار می‌دهند با استفاده از کاریوتیپی که از جنین فراهم می‌شود، هرگونه ناهنجاری کروموزومی ــ مثل سندروم داون ــ قابل تشخیص خواهد بود برای به‌دست‌آوردن سلول‌های جنین، دو راه وجود دارد

آمنیوسنتز : در آمنیوسنتز با استفاده از سوزن و سرنگ، مقدار کمی از مایع آمنیوتیک را برمی‌دارند مایع آمنیوتیک، اطراف جنین را احاطه کرده است و حاوی سلول‌های جنین است سلول‌هایی که از مایع آمنیوتیک به‌دست می‌آیند به مدت ۱ تا ۴ هفته در آزمایشگاه رشد داده می‌شوند به این ترتیب، سلول‌هایی به‌دست می‌آید که از نظر قدرت تقسیم، آن‌قدر فعال هستند که می‌توان از آنها کاریوتیپ تهیه کرد

نمونه برداری از پرزهای جفتی : پرزهای جفتی، زواید انگشت مانند جفت هستند که به درون رحم مادر رشد کرده‌اند با نمونه‌برداری از پرزهای جفتی سلول‌هایی به‌دست می‌آید که از نظر تقسیم بسیار فعال هستند و می‌توان از آنها برای تهیهٔ کاریوتیپ استفاده کرد چون محتوای ژنتیک پرزهای جفتی و جنین یکسان است، امکان تشخیص ناهنجاری‌های کروموزومی جنین فراهم می‌شود

تصویربرداری سونوگرافی

تا دههٔ ۱۹۶۰ میلادی، پرتو ایکس تنها راه مطالعهٔ درون بدن، بدون دخالت جراحی بود. از آن

زمان تاکنون، چندین روش دیگر برای مشاهدهٔ درون بدن ابداع شده است.

یکی از این روش‌ها سونوگرافی است. برای ایجاد تصویر سونوگرافی، متخصص یک میلهٔ مخصوص را در تماس با پوست فرد قرار می‌دهد. این میله امواج صوتی که فرکانس بالا دارند، صادر می‌کند. این امواج پس از برخورد به ساختارهای بدن بازتاب پیدا می‌کنند. این میلهٔ مخصوص پژواک‌ها را جدا می‌کند و آنها را به یک تصویر ویدیویی تبدیل می‌کند.

با سونوگرافی می‌توان حاملگی را در هفتهٔ چهارم بعد از لقاح تشخیص داد. اندازهٔ ابعاد بدن جنین، به‌خوبی سن آن را نشان می‌دهد (شکل ۱۵ــ۱۱). علائم دیگری نیز در سونوگرافی به‌دست می‌آید که نشانگر سلامتی جنین خواهد بود. مثلاً در هفتهٔ هفتم معمولاً حرکات قلب قابل تشخیص است. به‌علاوه، بسیاری از ناهنجاری‌های جنین در سونوگرافی قابل تشخیص هستند.

بهترین فایدهٔ سونوگرافی، بی‌ضرربودن آن است. امواج اولتراسونی برخلاف پرتو X، دارای اشعهٔ یونیزه‌کننده نیست و بنابراین جهش ایجاد نمی‌کند.

شکل ۱۵ــ۱۱ــ تصویری که با کمک سونوگرافی از یک جنین به‌دست آمده است.

بیماری‌های مقاربتی

عوامل بیماری‌زا با روش‌های مختلفی انتقال پیدا می‌کنند. عوامل بیماری‌زای موجود در مایعات جنسی خارج شده از بدن، از طریق تماس جنسی (مقاربت) منتقل می‌شوند. بیماری‌هایی که از طریق تماس جنسی انتقال می‌یابند **بیماری‌های مقاربتی** نامیده می‌شوند. ویروس‌ها و باکتری‌های مختلفی می‌توانند بیماری مقاربتی ایجاد کنند.

بیش‌تر بدانید

بعضی بیماری‌های مقاربتی

بیماری	نشانه‌ها	عامل بیماری‌زا
ایدز	ضعف سیستم ایمنی، مستعد شدن برای ابتلا به انواع بیماری‌های عفونی	ویروس
هپاتیت B	وضعیتی مانند آنفلوانزا، زردشدن پوست	ویروس
هرپس تناسلی	تاول‌های دردناک در ناحیه تناسلی، ران یا باسن، وضعیتی شبیه آنفلوانزا	ویروس
سوزاک	سوزش ادرار و خروج ترشحات چرکی در مردان، خروج ترشحات و درد ناحیه لگن در زنان	باکتری
سیفلیس	زخم سفت، بدون درد و خارش در پوست و اندام تناسلی، لکه‌های قرمزرنگ در کف دست و پا، تب	باکتری

بیشتر بدانید

تنظیم خانواده

جمعیت کرهٔ زمین باسرعت در حال افزایش است بعضی از کشورهای پرجمعیتِ جهان برای کنترل جمعیت کشورشان، سعی دارند که تولد کودکان را محدود کنند، یعنی از تولد کودکان فراوان در یک خانواده جلوگیری کنند

راه رسیدن به این هدف نیز **تنظیم خانواده** یا جلوگیری از بارداری‌های ناخواسته، یعنی در واقع جلوگیری از تشکیل زیگوت است

با کمک سه روش می‌توان از ایجاد زیگوت جلوگیری کرد :

۱ــ جلوگیری از رشد و تکامل گامت‌ها

۲ــ جلوگیری از برخورد فیزیکی دو گامت نر و ماده

۳ــ جلوگیری از جایگزینی رویان در رحم

بسیاری از زنان برای جلوگیری از بارداری، از قرص‌های ضد بارداری که حاوی **استروژن** و **پروژسترون** است، استفاده می‌کنند ترکیب این دو هورمون از رشد فولیکول‌ها در تخمدان جلوگیری می‌کند، در نتیجه تخمک‌گذاری انجام نمی‌شود

این قرص‌ها تقریباً ۹۹ درصد از بارداری‌ها جلوگیری می‌کنند اما در بعضی از زنان عوارضی جانبی برجای می‌گذارند، بنابراین مصرف آنها را باید پزشک تجویز کند

روش مشابه دیگری نیز در زمینهٔ تنظیم خانواده وجود دارد که در آن داروی حاوی مواد هورمونی زیر پوست در قسمت بالای بازو کار گذاشته می‌شود این روش تا مدت ۵ سال از بارداری جلوگیری می‌کند

می‌توان با ممانعت از حرکت و جابه‌جایی اسپرم‌ها، از تماس و برخورد بین گامت‌ها جلوگیری کرد برای این منظور مردان از وسیله‌ای به نام **پوشش** یا **کاندوم** استفاده می‌کنند این وسیله هنگام تماس جنسی از ورود اسپرم به بدن زن جلوگیری می‌کند

یک روش دیگر نیز استفاده از پوششی انعطاف‌پذیر به‌نام دیافراگم است که در قسمتِ بالاییِ گردن رحم قرار می‌گیرد و از ورود اسپرم به داخلِ رحم جلوگیری می‌کند

با کمک عمل جراحی نیز می‌توان از حرکت و جابه‌جایی اسپرم یا تخمک جلوگیری کرد

طی این جراحی در مردان، مجرایی را که اسپرم‌ها را به خارج حمل می‌کند، قطع می‌کنند و سر آنها را با نخ جراحی گره می‌زنند و می‌بندند به این عمل جراحی بسیار ساده «وازکتومی» می‌گویند وازکتومی به‌طور گسترده در بسیاری از کشورها از جمله کشور ما انجام می‌شود

در زنان نیز با جراحی، لوله‌های فالوپ را قطع می‌کنند و سر آنها را با نخ جراحی گره می‌زنند

می‌توان گفت که کارشناسان و متخصصان تنظیم خانواده هنوز به‌طور کامل و صددرصد در کار خود موفق نیستند، چون، مثلاً هنوز در هر سال میلیون‌ها بارداری ناخواسته صورت می‌گیرد

خودآزمایی ۴ــ۱۱

۱ــ وقایعی را که جنین در سه‌ماههٔ اول پس از لقاح می‌گذراند، شرح دهید

۲ــ نقش‌های جفت را توصیف کنید

تفکر نقادانه ۱ــ۱۱

ــ اگر قبل از لقاح بیش از یک تخمک از تخمدان آزاد شود، چه روی می‌دهد؟

فهرست منابع اصلی

۱ـ Sylvia S.Mader; **Biology**;Wm.C.Brown Publications;1993.

۲ـ Michael Roberts; **Biology,** Nelson Science; Nelson; 1995.

۳ـ Campbell N. A. et al.; **Biology Concepts & Connections**; Addison Wesly Longman, inc.; 1997.

۴ـ **Biology, A Human Approach**; BSCS Student Edition; Kendall/Hunt Publication; 1997.

۵ـ James D.Mauseth; **Botany, an Introduction to Plant Biology**. Jones & Bartlett pub.; 1998.

۶ـ Raven, P.H., Evert,R.F. and Eichhorn,S.E., **Biology of Plants**; W.H. Freeman and Company / worth Publication; 1999.

۷ـCampbell N.A. et al.; **Biology,** 5th edition; Addison Wesly Longman, inc.; 1999.

۸ـ Chris Lea, et al. **Biology**, Heinemann Educational publisher; 2000.

۹ـ George B. Johnson; **Biology, Principles & Explorations**; Holt, Rinehart and Winston, 2001.

۱۰ـ George B. Jahnson; **Biology, Principles & Explorations ـ Annotated Teacher's Edition**; Holt, Rinehart and Winston, 2001.

عکس روی جلد از معاونت آموزش و پژوهش
سازمان حفاظت محیط زیست می‌باشد.