

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجُهُمْ

زیست‌شناسی (۲)

رشته علوم تجربی

پایه یاردهم

دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

زیست‌شناسی (۲) - پایه یازدهم دوره دوم متوسطه - ۱۴۰۲

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

علی‌آل محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، علیرضا ساری، الهه علوی، اعظم غلامی و بهمن فخریان
(اعضای شورای برنامه‌ریزی)

علی‌آل محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، الهه علوی و بهمن فخریان (اعضای گروه تألیف) - بهمن
فخریان (ویراستار علمی) - محمد کاظم بهنبا (ویراستار ادبی)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) - مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - احسان رضوانی

(طرح گرافیک، طراح جلد و صفحه‌آرا) - عزیز عذار (عکاس تشریح اندام‌ها) - فاطمه باقری مهر،
فاطمه گیتی جبین، زهرا شیدی مقدم، فاطمه پژشکی، فاطمه رئیسیان فیروزآباد (امور آماده‌سازی)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۰۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹، کد پستی: ۸۸۳۰۹۲۶۶

ویگاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران: کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپختش)
تلفن: ۰۴۹۸۱۶۱-۵، دورنگار: ۰۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ چهارم ۱۳۹۹

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تالیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تالیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

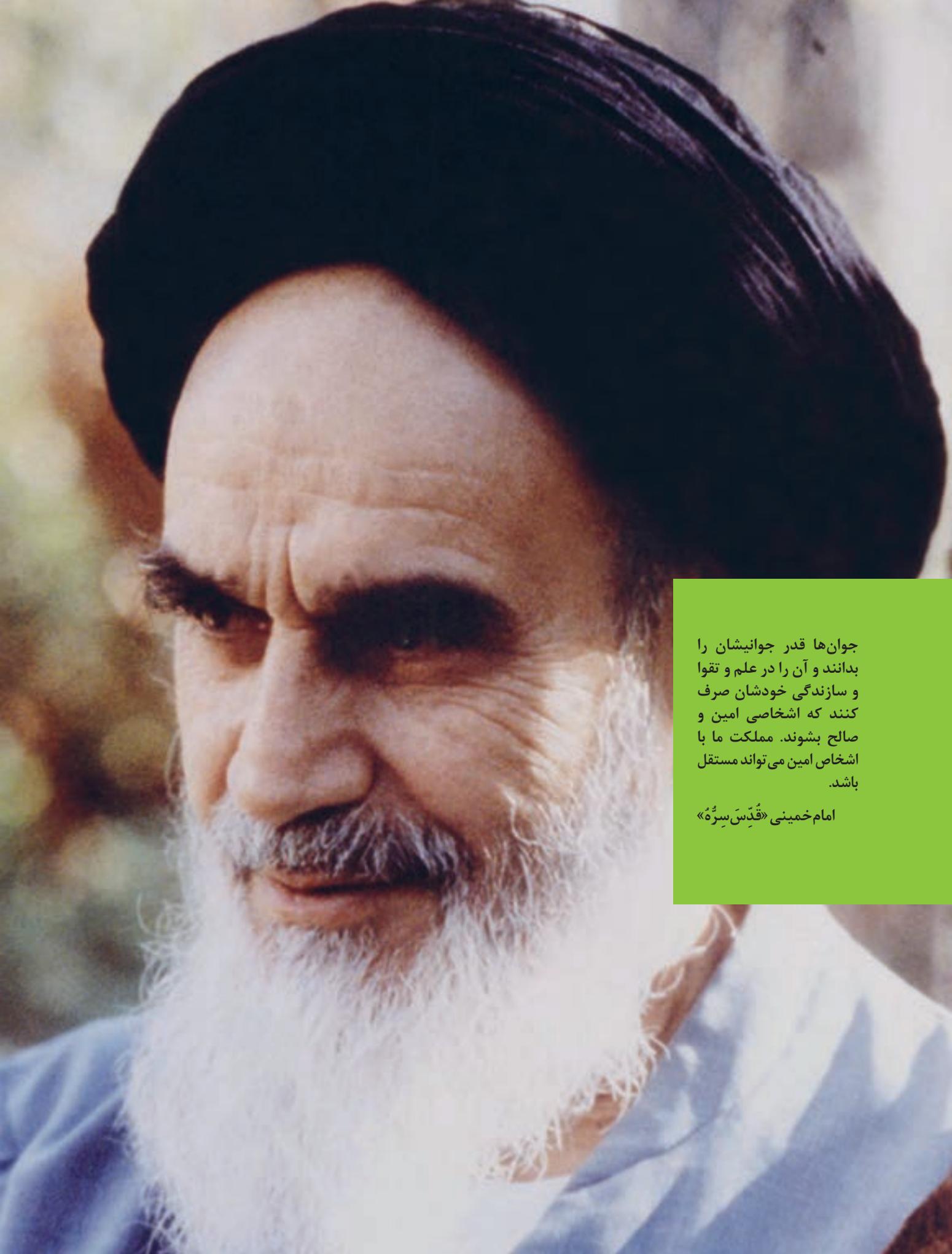
ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

شابک ۶-۰۵-۲۷۸۵-۹۶۴-۹۷۸

ISBN: 978-964-05-2785-6

A close-up portrait of Ayatollah Ruhollah Khomeini, an elderly man with a long white beard and a dark turban. He has a serious expression and is looking slightly downwards and to the left.

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

امام خمینی «قدس‌سره»

فهرست

۱	فصل ۱ - تنظیم عصبی
۲	گفتار ۱ - یاخته‌های بافت عصبی
۹	گفتار ۲ - ساختار دستگاه عصبی
۱۹	فصل ۲ - حواس
۲۰	گفتار ۱ - گیرنده‌های حسی
۲۳	گفتار ۲ - حواس ویژه
۳۳	گفتار ۳ - گیرنده‌های حسی جانوران
۳۷	فصل ۳ - دستگاه حرکتی
۳۸	گفتار ۱ - استخوان‌ها و اسکلت
۴۵	گفتار ۲ - ماهیچه و حرکت
۵۳	فصل ۴ - تنظیم شیمیابی
۵۴	گفتار ۱ - ارتباط شیمیابی
۵۶	گفتار ۲ - غدّه‌های درون‌ریز
۶۳	فصل ۵ - ایمنی
۶۴	گفتار ۱ - نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع
۶۶	گفتار ۲ - دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع
۷۲	گفتار ۳ - سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی
۷۹	فصل ۶ - تقسیم یاخته
۸۰	گفتار ۱ - فامتن (کروموزوم)
۸۴	گفتار ۲ - رشیمان (میتوز)
۹۲	گفتار ۳ - کاستمان (میوز) و تولیدمثل جنسی
۹۷	فصل ۷ - تولیدمثل
۹۸	گفتار ۱ - دستگاه تولیدمثل در مرد
۱۰۲	گفتار ۲ - دستگاه تولیدمثل در زن
۱۰۸	گفتار ۳ - رشد و نمو جنین
۱۱۵	گفتار ۴ - تولیدمثل در جانوران
۱۱۹	فصل ۸ - تولیدمثل نهان دانگان
۱۲۰	گفتار ۱ - تولیدمثل غیر جنسی
۱۲۴	گفتار ۲ - تولیدمثل جنسی
۱۳۰	گفتار ۳ - از یاخته تخم تا گیاه
۱۳۷	فصل ۹ - پاسخ گیاهان به محرك ها
۱۳۸	گفتار ۱ - تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان
۱۴۶	گفتار ۲ - پاسخ به محیط
۱۵۳	فهرست منابع

مقدمه

کتاب زیست‌شناسی ۲ دومین کتاب زیست‌شناسی دوره دوم متوسطه است که برای پایهٔ یازدهم رشته علوم تجربی تألیف و چاپ شده است. این کتاب ادامه اجرای برنامه ۱۲ ساله حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی در موضوع زیست‌شناسی است که از دوره ابتدایی آغاز و در سه سال اول متوسطه در قالب کتاب‌های علوم تجربی ادامه یافته و با کتاب زیست ۱ پایهٔ دهم به دوره دوم متوسطه رسید.

برنامه درسی زیست‌شناسی براساس برنامه درسی حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی و در چارچوب برنامه درسی ملی تدوین شده است. اهداف این برنامه مطابق با برنامه درسی ملی در سه عرصه ارتباطی انسان یعنی ارتباط با خود، خلق و خلقت که بر ارتباط انسان با خداوند متعال مبتنی است، تعریف شده و در جهت تقویت پنج عنصر (تفکر و تعقل، ایمان، علم، عمل و اخلاق) پیش می‌رود. بر این اساس مهم‌ترین شایستگی‌های مدنظر حوزه علوم تجربی که درس زیست‌شناسی تلاش می‌کند در دانش آموز تحقق یابد در زیر فهرست شده‌اند. انتظار می‌رود دانش آموز بتواند:

نظام مندی طبیعت را به عنوان بخشی از خلقت، براساس درک و تحلیل مفاهیم، الگوها و روابط بین پدیده‌های طبیعی به عنوان آیات الهی کشف و گزارش کند و نتایج آن را برای حل مسائل حال و آینده در ابعاد فردی و اجتماعی در قالب ایده یا ابزار ارائه دهد و به کار گیرد.

با ارزیابی رفتارهای متفاوت در ارتباط با خود و دیگران در موقعیت‌های گوناگون زندگی، رفتارهای سالم را انتخاب کند، گزارش کند و به کار گیرد.

با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به کارگیری این علم را در حل مسائل واقعی زندگی (حال و آینده)، تحلیل و محدودیت‌ها و توانمندی‌های علوم تجربی را در حل این مسائل گزارش کند.

با استفاده از منابع علمی معتبر و بهره‌گیری از علم تجربی، بتواند ایده‌هایی مبتنی بر تجارب شخصی را برای مشارکت در فعالیت‌های علمی ارائه دهد و در این فعالیت‌ها با حفظ ارزش‌ها و اخلاق علمی مشارکت فعالی داشته باشد.

کتاب زیست‌شناسی ۲ در ادامه کتاب زیست‌شناسی ۱ به معرفی سازوکارهای مهم در انسان و سایر جانداران برای تنظیم فعالیت‌های زیستی و نیز حفظ و پایداری نسل می‌پردازد. دانش آموزان با مطالعه این کتاب با فرایندها و ساختارهایی آشنا می‌شوند که با وجود تنوّع در دنیای زندگی از اصول ثابتی پیروی می‌کنند. محتواهای این کتاب در تم و زمینه «تنظیم و پایداری» در نه فصل، ارائه شده است.

محتوای این نه فصل شامل تنظیم عصبی و شیمیابی، حس و حرکت، ایمنی، تقسیم یاخته‌ای، تولید مثل در انسان، جانوران و گیاهان نهاندانه و پاسخ گیاهان به محرك هاست که در قالب متن، تصویر و فعالیت‌های گوناگون سازماندهی شده است.

مفاهیم اساسی در این کتاب با توجه به بازخوردهای حاصل از آموزش‌های قبلی، اصلاح و متناسب با یافته‌های جدید در علم زیست‌شناسی، به روز شده است.

انتخاب و سازماندهی محتوا در این کتاب با محور قرار دادن انسان انجام شده است. نقطه شروع ارائه محتوا در این کتاب مانند کتاب زیست‌شناسی ۱ آموخته‌های دانش آموزان در دوره اول متوسطه بوده است. در ارائه محتوا، اولویت با آنهایی است که دانش آموز در زندگی با آن مواجه می‌شود. همچنین بر اساس تجربیات به دست آمده از آموزش مفاهیم زیست‌شناسی، سعی شده تا حد امکان از محتواهای صرفاً دانشی پرهیز شود.

آموزش این کتاب مستلزم به کارگیری ظرفیت دانش آموزان در کلاس درس و مشارکت هر چه بیشتر آنها در امر یادگیری است. معلم در این جایگاه نقش تسهیل‌گر آموزش و نه انتقال دهنده دانش را ایفا می‌کند.

در تألیف این کتاب چند نکته مدنظر مؤلفان و شورای تألیف بوده است:

■ حجم کتاب با ساعت اختصاص یافته به آن (۴ ساعت در هفته) متناسب باشد.

■ مباحث مطرح شده در دوره اول متوسطه در این کتاب کامل تر شده و به صورت تخصصی تر به آن پرداخته شده است، البته سعی شده از تکرار مطالب دوره اول خودداری شود.

■ در بعضی از قسمت‌های کتاب تصاویری از دوره اول متوسطه آمده است. هدف از این کار یادآوری آموخته‌های قبلی است.

■ در بیشتر قسمت‌های کتاب بحث با طرح سؤالاتی شروع می‌شود هدف از این روش درگیر کردن دانش آموز با مبحث، بارش فکری و تاحدی مفهوم سازی توسط خود دانش آموز است.

■ سعی شده مباحث گیاهی و جانوری جداگانه مطرح شوند تا دانش آموزان انگیزه بیشتری برای یادگیری داشته باشند.

گروه زیست‌شناسی

■ دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

■ مطالب «بیشتر بدانید» و «واژه شناسی» در این کتاب، صرفاً جنبه آگاهی بخشی دارد و نباید در ارزشیابی، آزمون‌ها و کنکور مورد پرسش قرار گیرد.

■ طرح پرسش‌ها و مسئله‌های عددی و محاسباتی از مطالب این کتاب در ارزشیابی آزمون‌ها و کنکور منوع است.





فصل ۱

تنظیم عصبی

متخصصان برای بررسی فعالیت‌های مغز از نوار مغزی استفاده می‌کنند. نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت شده یاخته‌های عصبی (نورون‌های) مغز است. چگونه در یاخته‌های عصبی، جریان الکتریکی ایجاد می‌شود؟ جریان الکتریکی در فعالیت این یاخته‌ها چه نقشی دارد؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها باید با ساختار یاخته‌های عصبی و دستگاه عصبی بیشتر آشنا شویم.

گفتار ۱ یاخته‌های بافت عصبی

می‌دانید بافت عصبی از یاخته‌های عصبی و یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها) تشکیل شده است. شکل ۱، یک یاخته عصبی را نشان می‌دهد. این یاخته عصبی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

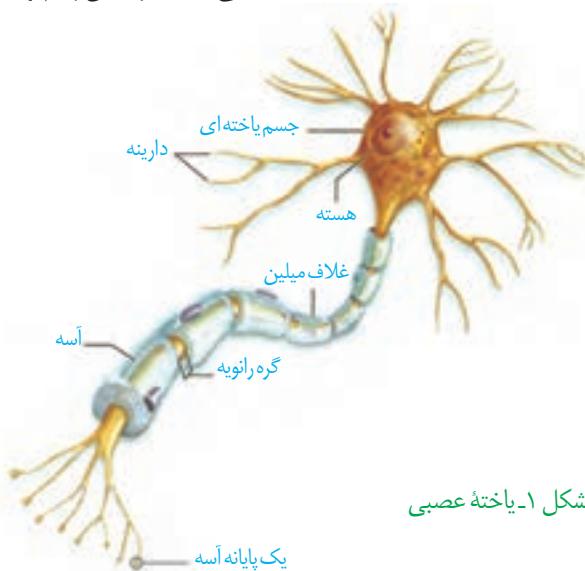
یاخته‌های عصبی سه عملکرد دارند: این یاخته‌ها تحریک پذیرند و پیام عصبی تولید می‌کنند؛ آنها این پیام را هدایت و به یاخته‌های دیگر منتقل می‌کنند.

دارینه (دندریت) رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم

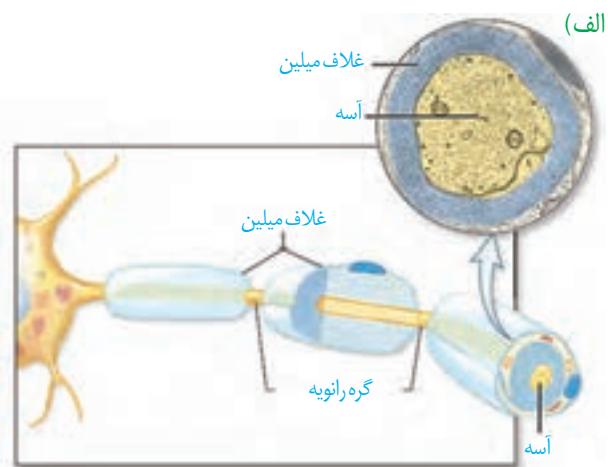
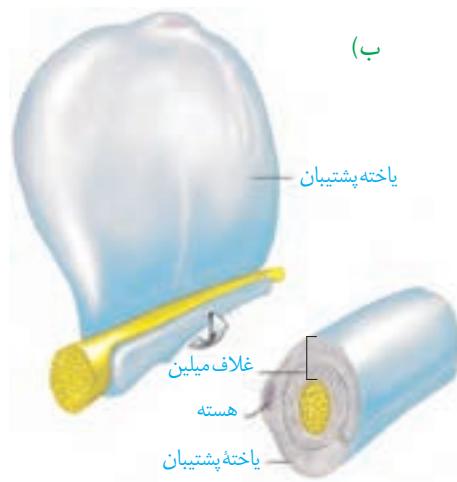
یاخته عصبی وارد می‌کند. آسه (آکسون) رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته عصبی تا انتهای خود که پایانه آسه نام دارد، هدایت می‌کند. پیام عصبی از محل پایانه آسه یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود. جسم یاخته ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی است و می‌تواند پیام نیز دریافت کند. یاخته عصبی که در شکل ۱ می‌بینید، پوششی به نام غلاف میلین دارد. غلاف میلین، رشته‌های آسه و دارینه بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آنها را عایق‌بندی می‌کند. غلاف میلین بیوسته نیست و در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را گره رانویه می‌نامند که با نقش آنها در ادامه درس، آشنا خواهید شد.

غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی می‌سازند. شکل ۲ را ببینید، یاخته پشتیبان به دور رشته عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد.

تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند. این یاخته‌ها داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند؛ آنها در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آنها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نیز نقش دارند.



شکل ۱- یاخته عصبی



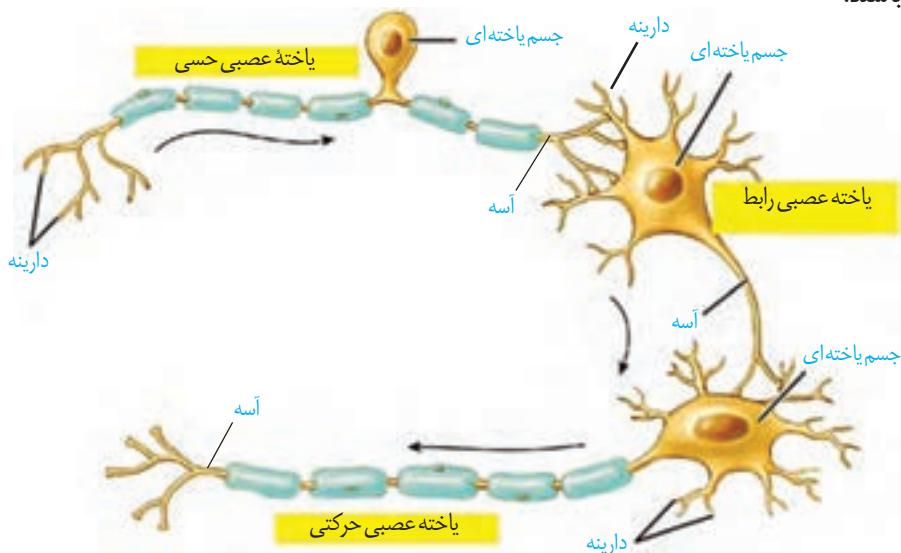
شکل ۲- الف) غلاف میلین
ب) (چگونگی ساخت آن

أنواع ياخته‌های عصبی

آسه (axon / آکسون) هر دو کلمه به معنی محور است. آسه از کلمه آس گرفته شده است که به محور سنگ آسیا گرفته می‌شود.

دارینه (dendrite / دندرتیت) هر دو کلمه به معنی درخت و درختوار است. دارینه از کلمه دار به معنی درخت و (ینه) که پسوند شباهت است ساخته شده که در کل، آنچه شبیه درخت است معنی می‌دهد.

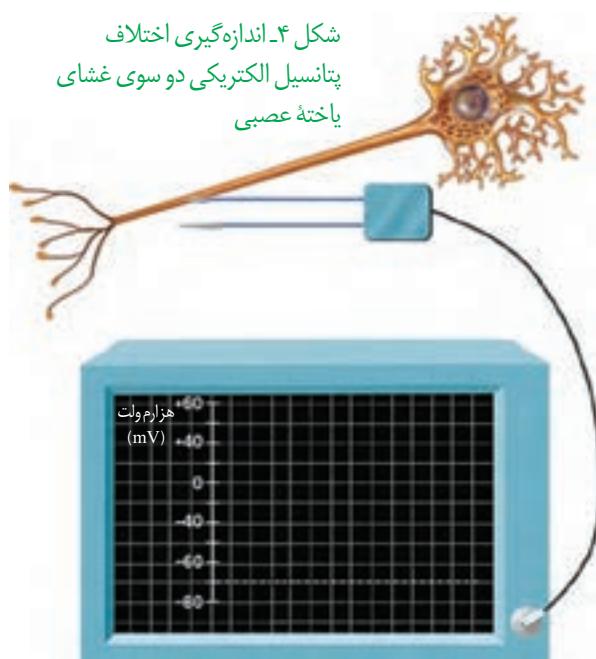
شکل ۳، انواع ياخته‌های عصبی را نشان می‌دهد. ياخته‌های عصبی حسی پیام‌ها را به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. ياخته‌های عصبی حرکتی پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها) می‌برند. نوع سوم ياخته‌های عصبی شکل ۳، ياخته‌های عصبی رابطاند که در مغز و نخاع قرار دارند. این ياخته‌ها ارتباط لازم بین ياخته‌های عصبی را فراهم می‌کنند. هر سه نوع ياخته عصبی می‌توانند میلیون‌دار یا بدون میلیون باشند.



شکل ۳.- انواع ياخته‌های عصبی

فعالیت ۱

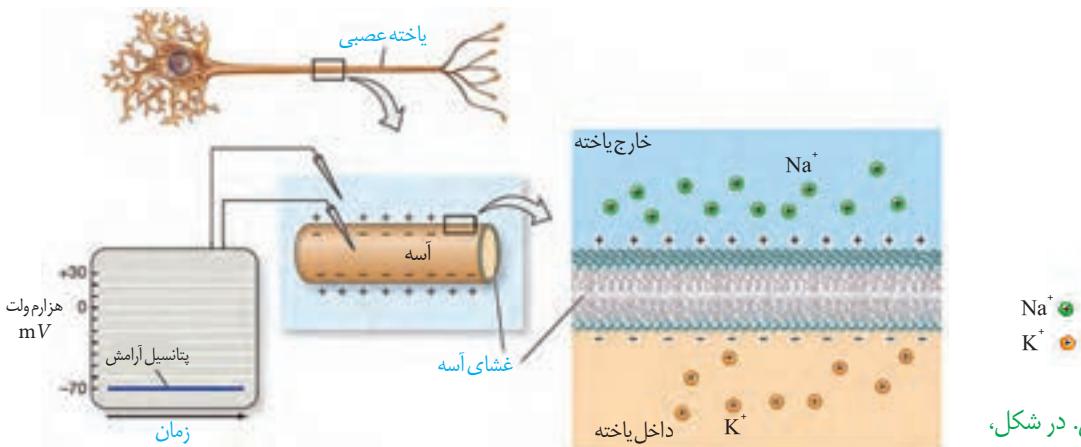
ساختار و کار سه نوع ياخته عصبی را که در شکل ۳ می‌بینید، مقایسه کنید.



پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای ياخته عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا، یکسان نیستند، باز الکتریکی دو سوی غشای ياخته عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. شکل ۴، اندازه‌گیری این اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد.

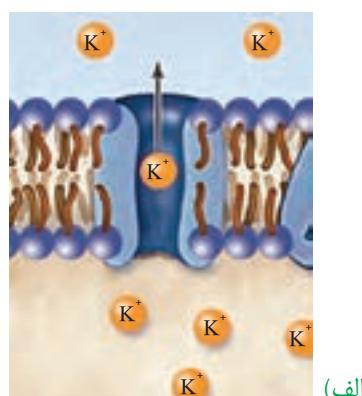
پتانسیل آرامش: وقتی ياخته عصبی فعالیت عصبی ندارد (حالت آرامش)، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰-۷۵ میلی‌ولت برقرار است (شکل ۵). این اختلاف پتانسیل را پتانسیل آرامش می‌نامند. چگونه این اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش، درباره ياخته‌های عصبی باید بیشتر بدانیم.



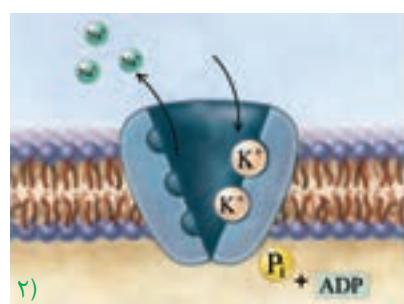
در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاخته عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون‌های پتانسیم درون یاخته، از بیرون آن بیشتر است. در غشای یاخته‌های عصبی، مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتانسیم از غشا کمک می‌کنند.

یکی از این پروتئین‌ها، کانال‌های نشتی هستند که یون‌ها می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده از آنها عبور کنند (شکل ۶-الف). از راه این کانال‌ها، یون‌های پتانسیم، خارج یون‌های سدیم به درون یاخته عصبی وارد می‌شوند. تعداد یون‌های پتانسیم خروجی بیشتر از یون‌های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.

پمپ سدیم - پتانسیم، پروتئین دیگری است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. در هر بار فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از یاخته عصبی خارج و دو یون پتانسیم وارد آن می‌شوند. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند (شکل ۶-ب).

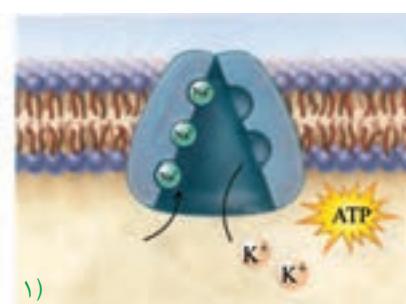


(الف)



(ب)

شکل ۵- پتانسیل آرامش. در شکل، یون‌های پتانسیم در بیرون و یون‌های سدیم در درون یاخته نشان داده شده‌اند.



شکل ۶- (الف) کانال نشتی که عبور یون‌های پتانسیم از آن نشان داده شده است.

(ب) چگونگی کار پمپ سدیم - پتانسیم

فعالیت ۲

در گروه خود درباره پرسش‌های زیر گفت و گو و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

۱- کارپمپ سدیم-پتاسیم و کanal‌های نشتی را با هم مقایسه کنید.

۲- چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آنها کمتر است؟

بیشتر بدانید

در دهه ۱۹۵۰ دو دانشمند به نام‌های هاجکین^۱ و هاکسلی^۲ برای بررسی تغییرات الکتریکی غشای یاخته‌های عصبی از آسه قطعه نرم‌تن مرکب استفاده کردند. آنان پتانسیل الکتریکی غشای آسه را اندازه‌گیری و ترکیب شیمیایی درون آسه و اثر یون‌های سدیم و پتاسیم بر فعالیت‌های الکتریکی آن را نیز بررسی کردند. حاصل کار آنها باقته‌های جدیدی درباره عملکرد غشای تحریک‌پذیر یاخته‌های عصبی به دنیای علم عرضه و جایزه نوبل رشته فیزیولوژی - پزشکی سال ۱۹۶۳ را نصیب این دانشمندان کرد.

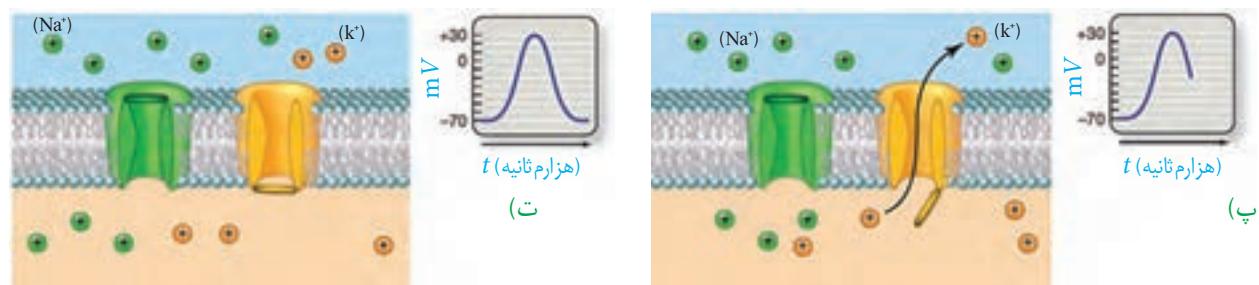
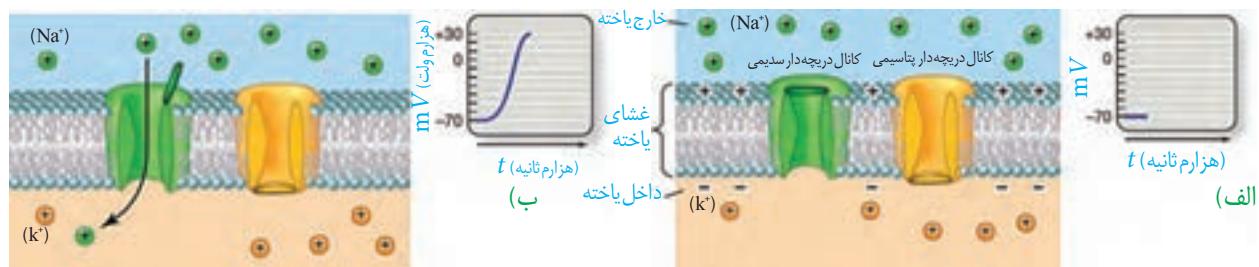
۱- Alan Lloyd Hodgkin

۲- Andrew Fielding Huxley

پتانسیل عمل: دانستید که در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آن کمتر است. وقتی یاخته‌های عصبی تحریک می‌شود، در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می‌کند؛ داخل یاخته از بیرون آن، مثبت‌تر می‌شود و پس از زمان کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش بر می‌گردد. این تغییر را پتانسیل عمل می‌نامند. هنگام پتانسیل عمل، در یاخته‌های عصبی چه اتفاقی می‌افتد؟

در غشای یاخته‌های عصبی، پروتئین‌هایی به نام کanal‌های دریچه‌دار وجود دارند که با تحریک یاخته‌های عصبی باز می‌شوند و یون‌ها از آنها عبور می‌کنند. وقتی غشای یاخته تحریک می‌شود، ابتدا کanal‌های دریچه‌دار سدیمی باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود. پس از زمان کوتاهی این کanal‌ها بسته می‌شوند و کanal‌های دریچه‌دار پتانسیمی باز و یون‌های پتاسیم خارج می‌شوند. این کanal‌ها هم‌پس از مدت کوتاهی بسته می‌شوند (شکل ۷). به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به پتانسیل آرامش (−۷۰) بر می‌گردد.

فعالیت بیشتر پمپ سدیم-پتاسیم موجب می‌شود غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش باز گردد.



شکل ۷- چگونگی ایجاد پتانسیل عمل؛ در شکل یون‌های پتاسیم بیرون و یون‌های سدیم درون یاخته، نشان داده نشده‌اند.

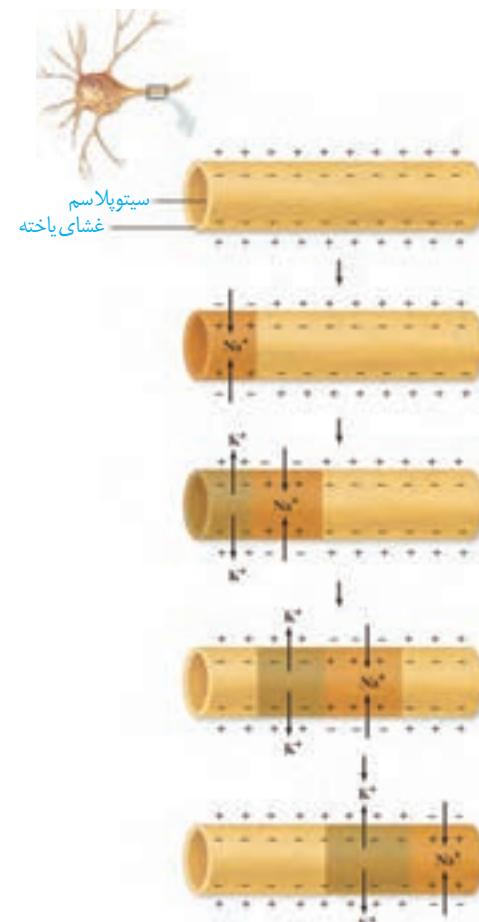
فعالیت ۳

وضعیت کانال‌های غشای یاخته عصبی را در ۴ مرحله شکل ۷ مقایسه کنید.

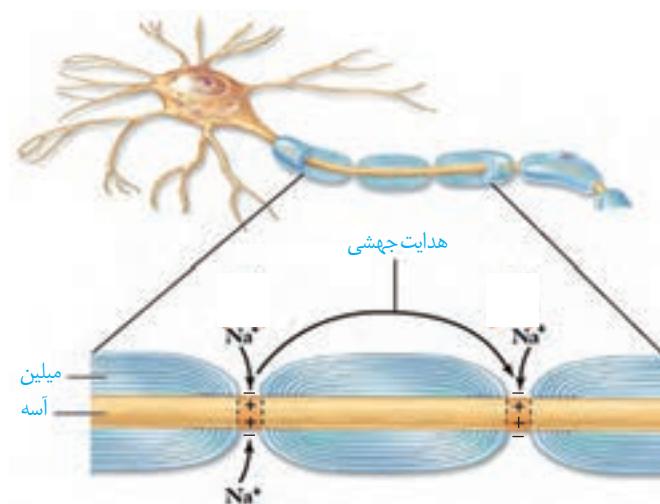
وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی برسد. این جریان را پیام عصبی می‌نامند (شکل ۸). رشته عصبی آسه یا دارینه بلند است.

گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین دار از رشته‌های بدون میلین هم قطر سریع‌تر است؛ در حالی که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. دانستید در یاخته‌های عصبی میلین دار، گره‌های رانویه وجود دارد. در محل این گره‌ها، میلین وجود ندارد و رشته عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. بنابراین، در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشته عصبی از یک گره به گره دیگر هدایت می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد. به همین علت، این هدایت را **هدایت جهشی** می‌نامند (شکل ۹). در ماهیچه‌های اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی آنها میلین دار است. کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً در بیماری ام. اس (مالتیپل اسکلروزیس^۱) یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.



شکل ۸- هدایت پیام عصبی



بیشتر بدانید

سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی از 0.2 m/s در رشته‌های نازک بدون میلین تا 120 m/s در رشته‌های میلین دار قطبور متفاوت است.

شکل ۹- هدایت جهشی در نورون میلین دار

فعالیت ۴

پژوهشگران براین باورند که در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کanal دریچه‌دار وجود دارد، ولی در فاصله بین گره‌ها، این کanal‌ها وجود ندارند. این موضوع با هدایت جهشی چه ارتباطی دارد؟

بیشتر بدانید

برخی مواد می‌توانند از بازشدن کanal‌های دریچه‌دار سدیمی و درنتیجه هدایت پیام عصبی، جلوگیری کنند. این مواد، بی‌حس کننده‌های موضعی نام دارند.

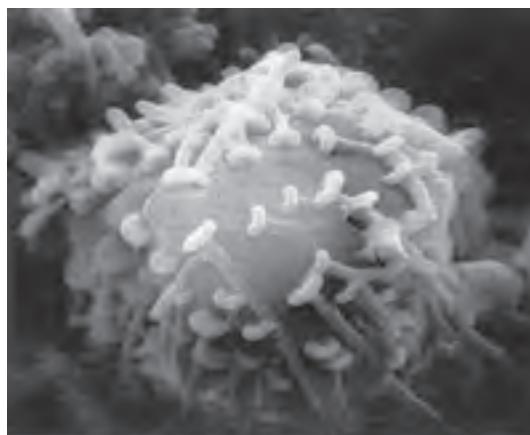
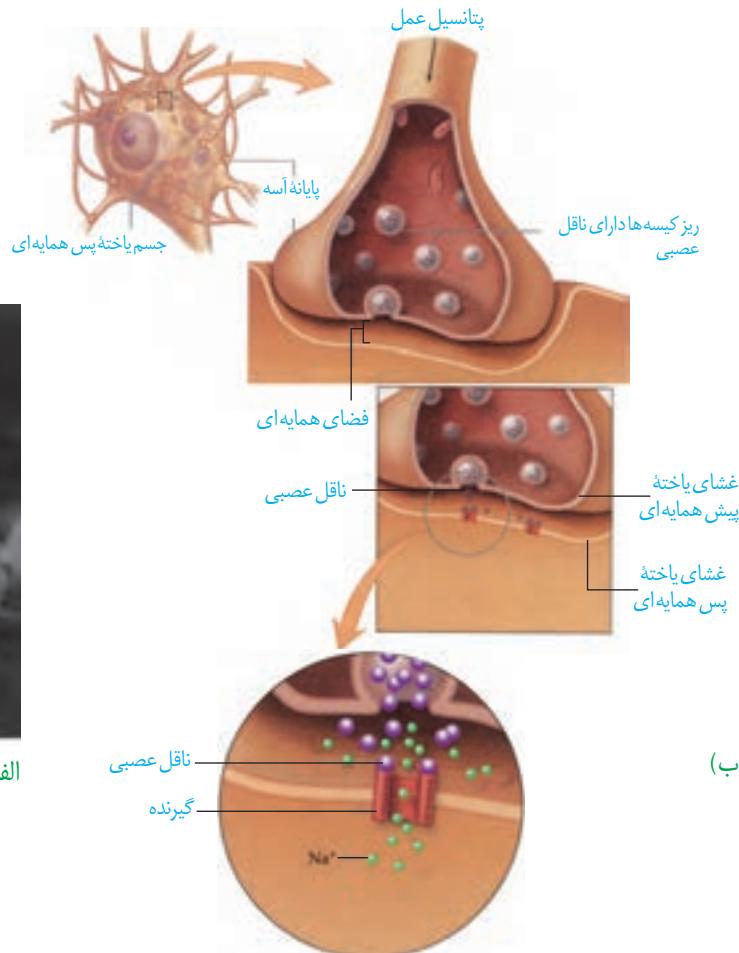
واژه‌شناسی

همایه (synapse) هر دو کلمه به معنای به هم پیوستن و به هم متصل شدن هستند. همایه از فعل به هم آمدن و در معنای به هم پیوستن ساخته شده است.

یاخته‌های عصبی، پیام عصبی را منتقل می‌کنند

دانستید پیام عصبی در طول آسه هدایت می‌شود تا به پایانه آن برسد. همان طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، یاخته‌های عصبی به یکدیگر نجسبیده‌اند؛ پس چگونه پیام عصبی از یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود؟

یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام **همایه** (synapse) برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل همایه، فضای به نام **فضای همایه‌ای** وجود دارد. برای انتقال پیام از یاخته عصبی انتقال دهنده یا یاخته عصبی **پیش همایه‌ای**، ماده‌ای به نام **ناقلاً عصبی** در فضای همایه آزاد می‌شود. این ماده بر یاخته دریافت کننده، یعنی یاخته **پس همایه‌ای** اثر می‌کند. ناقل عصبی در یاخته‌های عصبی ساخته و درون ریز کیسه‌ها ذخیره می‌شود. این کیسه‌ها در طول آسه هدایت می‌شوند تا به پایانه آن برسند. وقتی پیام عصبی به پایانه آسه می‌رسد، این کیسه‌ها با بروز رانی، ناقل را در فضای همایه آزاد می‌کنند (شکل ۱۰). یاخته‌های عصبی با یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز همایه دارند و با ارسال پیام موجب انقباض آنها می‌شوند.



شکل ۱۰ - (الف) تصویر همایه با میکروسکوپ الکترونی
ب) آزاد شدن ناقل عصبی و اثر آن بر یاخته پس همایه‌ای

بیشتر بدانید

در بخش‌های مختلف دستگاه عصبی، مواد گوناگونی به عنوان ناقل عصبی فعالیت می‌کنند. دوپامین، سروتونین، هیستامین، آمینواسیدهای مانند گاما آمینو بوتیریک اسید، گلوتامات، گلابیسین و گاز نیتریک اکساید از این موادند. معمولاً گاما آمینو بوتیریک اسید و گلابیسین، مهارکننده و گلوتامات تحریک کننده‌اند.

ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس همایه‌ای، به پروتئینی به نام **گیرنده متصل** می‌شود. این پروتئین همچنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود. به این ترتیب، ناقل عصبی با تغییر نفوذ پذیری غشای یاختهٔ پس همایه‌ای به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد. براساس اینکه ناقل عصبی تحریک کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس همایه‌ای تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.
پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی مانده، باید از فضای همایه‌ای تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار با جذب دوباره ناقل به یاختهٔ پیش همایه‌ای انجام می‌شود، همچنین آنزیم‌هایی ناقل عصبی را تجزیه می‌کنند. تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی از دلایل بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است.

بیشتر بدانید

رعشه (پارکینسون): در این بیماری، یاخته‌های بخشی از مغز که ناقل عصبی دوپامین ترشح می‌کنند، تخریب می‌شوند. در نتیجه ماهیچه‌های بدن سفت و حرکات کند می‌شود؛ دست و پای فرد در حالت استراحت لرزش دارند. برای بهبود اختلال‌های حرکتی این بیماری، دارویی تجویز می‌کنند که در مغز به ناقل عصبی دوپامین تبدیل می‌شود.

آلزایمر: بیماری آلزایمر یک نوع اختلال پیش رو نده، تحلیل برند و کشنده مغز است که به زوال عقل و ناتوانی فرد در انجام فعالیت‌های روزانه منجر می‌شود. در این بیماری، یاخته‌های عصبی مغز بر اثر تجمع نوعی پروتئین تخریب می‌شوند و میزان ناقل عصبی استیل کولین کاهاش می‌باید. فراموشی، ناتوانی در تکلم، اختلال در حس به‌ویژه در بینایی و راه رفتن، از عوارض بیماری آلزایمر است. با پیشرفت بیماری، فرد نیازمند مراقبت مداوم خواهد بود. تجویز دارویی تواند پیشرفت بیماری را آهسته کند. فعالیت بدنی و ورزش منظم، تعذیه سالم، معاشرت با دیگران، فعالیت‌های فکری مانند حفظ کردن شعر، آموختن یک زبان جدید به پیشگیری از بیماری آلزایمر کمک می‌کند.

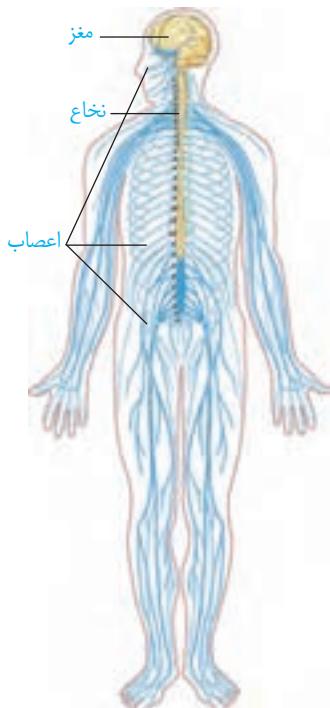
ثبت نوار مغزی

(الکتروآنسفالوگرافی^(۱)): فعالیت الکتریکی مغز را می‌توان با دستگاه الکتروآنسفالوگراف ثبت و بررسی کرد. الکترودهای دستگاه را به پوست سر متصل می‌کنند. جریان الکتریکی مغز به شکل منحنی‌های نوار مغز (الکتروآنسفالوگرام) روی نوار کاغذی، یا صفحه نمایش دستگاه ثبت می‌شود. متخصصان از این منحنی‌های بررسی فعالیت‌های مغز و تشخیص بیماری‌های آن استفاده می‌کنند.

۱- Electro Encephalo Graphy (EEG)

گفتار ۲

ساختار دستگاه عصبی



شکل ۱۱- دستگاه عصبی مرکزی (رنگ زرد) و محیطی (رنگ آبی)

در گذشته آموختید که دستگاه عصبی دو بخش مرکزی و محیطی دارد (شکل ۱۱). به نظر شما چرا دو بخش این دستگاه را مرکزی و محیطی نامیده‌اند؟



شکل ۱۲- برش عرضی مغز و نخاع

دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و نخاع است که مراکز نظارت بر فعالیت‌های بدن اند. این دستگاه، اطلاعات دریافتی از محیط و درون بدن را تفسیر می‌کند و به آنها پاسخ می‌دهد. مغز و نخاع از دو بخش **ماده خاکستری** و **ماده سفید** تشکیل شده‌اند. شکل ۱۲ را ببینید و محل قرار گرفتن ماده خاکستری و ماده سفید در مغز و نخاع را مقایسه کنید. ماده خاکستری شامل جسم یاخته‌های عصبی و رشته‌های عصبی بدون میلین و ماده سفید، اجتماع رشته‌های میلین دار است.

شکل ۱۳- پرده‌های منتر



حافظت از مغز و نخاع:

علاوه بر استخوان‌های جمجمه و ستون مهره، سه پرده از نوع بافت پیوندی به نام پرده‌های منتر از مغز و نخاع حفاظت می‌کنند (شکل ۱۳). فضای بین پرده‌ها را مایع مغزی-نخاعی پر کرده است که مانند یک ضربه‌گیر، دستگاه عصبی مرکزی را در برابر ضربه حفاظت می‌کند.

در سال گذشته با انواع مویرگ‌ها آشنا شدیم. مویرگ‌های دستگاه عصبی مرکزی از کدام نوع اند و چه ویژگی دارند؟ یاخته‌های بافت پوششی مویرگ‌های مغز و نخاع به یکدیگر چسیبده اند و بین

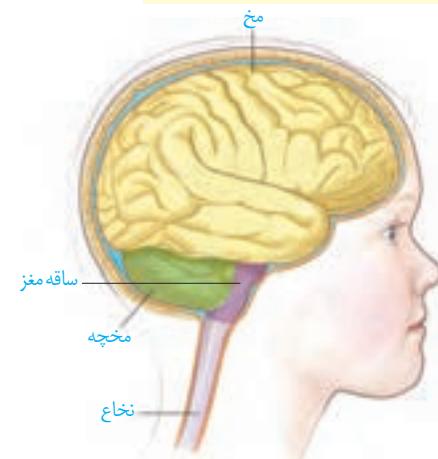
بیشتر بدانید

منزیت: التهاب پرده‌های منزیت منزیت نام دارد و از علامت‌های آن سردرد، تب و خشکی گردن است. منزیت در اثر عفونت‌های ویروسی یا باکتریایی ایجاد می‌شود.

آنها منفذی وجود ندارد. در نتیجه بسیاری از مواد و میکروب‌ها در شرایط طبیعی نمی‌توانند به مغز وارد شوند. این عامل حفاظت کننده در مغز، **سد خونی-مغزی** و در نخاع **سد خونی-نخاعی** نام دارد. البته مولکول‌هایی مثل اکسیژن، گلوکز و آمینواسیدها و برخی داروها می‌توانند از این سدها عبور کنند.

مخ

می‌دانید مغز از سه بخش اصلی مخ، مخچه و ساقه مغز تشکیل شده است (شکل ۱۴). در ادامه با ساختار و کار بخش‌های تشکیل دهنده مغز بیشتر آشنا می‌شوید.



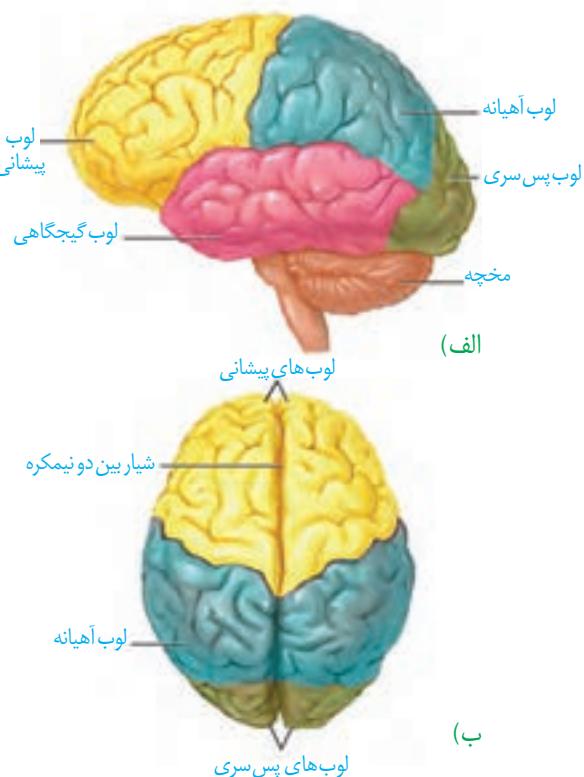
شکل ۱۴ - سه بخش اصلی مغز

نیمکره‌های مخ: در انسان بیشتر حجم مغز را مخ تشکیل می‌دهد. دو نیمکره مخ با رشته‌های عصبی به هم متصل‌اند. رابط‌های سفید رنگ به نام رابط پینه‌ای و سه گوش از این رشته‌های عصبی‌اند که هنگام تشریح مغز آنها را می‌بینید. دو نیمکره به طور هم‌زمان از همه‌بدن، اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به طور هماهنگ فعالیت‌کنند. هر نیمکره کارهای اختصاصی نیز دارد؛ مثلاً بخش‌هایی از نیمکره چپ به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوط‌اند و نیمکره راست در مهارت‌های هنری تخصص یافته است.

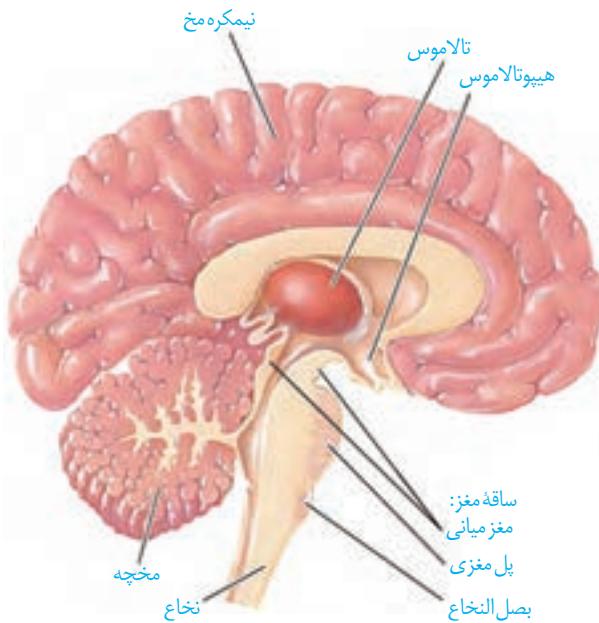
بخش خارجی نیمکره‌های مخ، یعنی قشر مخ از ماده خاکستری است و سطح وسیعی را باضخامت چند میلی‌متر تشکیل می‌دهد. قشر مخ، چین خورده است و شیارهای متعددی دارد. شکل ۱۵ را ببینید، شیارهای عمیق هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب پس‌سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی تقسیم می‌کنند. قشر مخ شامل بخش‌های حسی، حرکتی و ارتباطی است. بخش‌های حسی، پیام‌های حسی را دریافت می‌کنند. بخش‌های حرکتی به ماهیچه‌ها و غده‌ها، پیام می‌فرستند. بخش‌های ارتباطی بین بخش‌های حسی و حرکتی ارتباط برقرار می‌کنند. قشر مخ، جایگاه پردازش نهایی اطلاعات ورودی به مغز است که نتیجه آن یادگیری، تفکر و عملکرد هوشمندانه است.

ساقه مغز: ساقه مغز از مغز میانی، پل مغزی و بصل النخاع تشکیل شده است (شکل ۱۶).

مغز میانی: در بالای پل مغزی قرار دارد و یاخته‌های عصبی آن، در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند. برجستگی‌های چهارگانه بخشی از مغز میانی‌اند که در فعالیت تشریح مغز می‌توانید آنها را ببینید.



شکل ۱۵ - لوب‌های مخ
الف) از نیم‌رخ (ب) از بالا



شکل ۱۶- نیمه چپ مغز

پل مغزی: در تنظیم فعالیت‌های مختلف از جمله تنفس، ترشح بزاق و اشک نقش دارد.

بصل النخاع: پایین‌ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل النخاع، فشار خون و ضربان قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع، سرفه و مرکز اصلی تنفسی است.

مخچه: مخچه در پشت ساقه مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره و بخشی به نام کرمینه در وسط آنهاست. مخچه مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است. مخچه به طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی، مانند گوش‌ها پیام را دریافت و بررسی می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون به کمک مغز و نخاع هماهنگ کند.

فعالیت ۵

با استفاده از آنچه آموختید در گروه خود درباره پرسش‌های زیر گفت و گو و پاسخ را به کلاس گزارش کنید.

۱- هنگام ورزش چگونه تعادل خود را حفظ می‌کنید؟

۲- هنگام راه رفتن با چشمان بسته، چه تغییری در راه رفتن ایجاد می‌شود؟ علت تغییر را توضیح دهید.

۳- چگونه ممکن است با وجود سلامت کامل چشم‌ها، فرد قادر به دیدن نباشد؟

ساختارهای دیگر مغز

بیشتر بدانید

استخراج مایع مغزی - نخاعی: متخصصان می‌توانند با استفاده از سرنگ مقداری از مایع مغزی-نخاعی را از بین مهره‌های کمر خارج کنند و با بررسی آن بیماری‌های احتمالی دستگاه عصبی را تشخیص دهند یا از این راه، داروهای موردنیاز را به بدن وارد کنند.

واژه‌شناسی

کناره‌ای (Limbic/Limbiک) این کلمه از ریشه فرانسوی Limbe به معنای حاشیه و کناره گرفته شده است و واژه کناره‌ای همان معنا را می‌دهد.

تالاموس محل پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی‌اند. اغلب پیام‌های حسی در تالاموس

گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند.

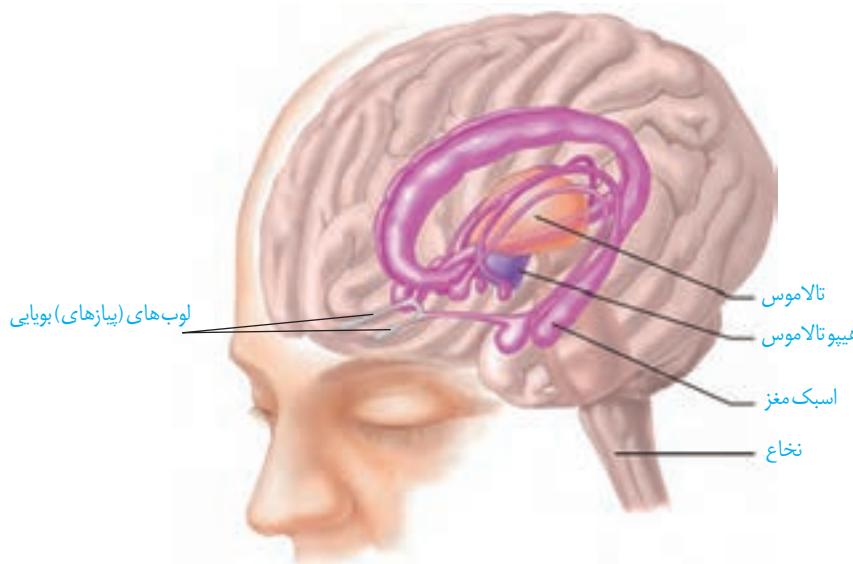
هیپوپاتالاموس که در زیر تالاموس قرار دارد، دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، شننگی، گرسنگی و خواب را تنظیم می‌کند.

سامانه کناره‌ای (لیمیک) که با قشر مخ، تالاموس و هیپوپاتالاموس ارتباط دارد. سامانه کناره‌ای در حافظه و احساساتی مانند ترس، خشم و لذت نقش ایفا می‌کند (شکل ۱۶).

اسپک مغز (هیپوکامپ) یکی از اجزای سامانه کناره‌ای است که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد. حافظه افرادی که اسپک مغز آنان آسیب دیده، یا با جراحی برداشته شده است، دچار اختلال می‌شود. این افراد نمی‌توانند نام افراد جدید را حتی اگر هر روز با آنها در تماس باشند، به خاطر بسیارند. نام‌های جدید، حداقل فقط برای چند دقیقه در ذهن این افراد باقی می‌مانند. البته آنان برای به یاد آوردن خاطرات مربوط به قبل از آسیب دیدگی، مشکل چندانی ندارند. پژوهشگران براین باورند که اسپک مغز در ایجاد حافظه کوتاه مدت و تبدیل آن به حافظه بلند مدت نقش دارد؛ مثلاً وقتی شماره تلفنی را می‌خوانیم، یا می‌شنویم، ممکن است پس از زمان کوتاهی آن را از یاد ببریم، ولی وقتی آن را بارها به کار ببریم، در حافظه بلند مدت ذخیره می‌شود.

بیشتر بدانید

گُما: کما حالت بیهوشی عمیق است که در آن، فرد زنده است، ولی نمی‌تواند حرکت کند و به محرک‌های محیطی پاسخ هدفمند بدهد. گُما معمولاً با آسیب وسیع مغز به ویژه بخش‌هایی از آن که با حفظ هوشیاری در ارتباط اند همراه است. فرد در حالت کما ممکن است بهود پیدا کند، یا به حالت زندگی نباتی برود.



شکل ۱۷- سامانه کناره‌ای (بخش‌های بنفش رنگ)

اعتیاد: اعتیاد وابستگی به مصرف یک ماده، یا انجام یک رفتار است که ترک آن مشکلات جسمی و روانی برای فرد به وجود می‌آورد. وابستگی به اینترنت یا بازی‌های رایانه‌ای نیز نمونه‌ای از اعتیاد‌های رفتاری اند. مواد گوناگون مانند الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین و حتی کافین قهقهه اعتیاد‌آورند.

اعتیاد نه فقط سلامت جسمی و روانی فرد مصرف کننده، بلکه سلامت خانواده او و نیز افراد دیگر اجتماع را به خطر می‌اندازد.

مواد اعتیاد‌آور و مغز:

نخستین تصمیم برای مصرف مواد اعتیاد‌آور در اغلب افراد اختیاری است، اما استفاده مکرر از این مواد، تغییراتی را در مغز ایجاد می‌کند که فرد دیگر نمی‌تواند با میل شدید برای مصرف مقابله کند. این تغییرات ممکن است دائمی باشند. به همین علت، اعتیاد را بیماری برگشت‌پذیر می‌دانند که حتی سال‌ها پس از ترک مواد، فرد در خطر مصرف دوباره قرار دارد. مواد اعتیاد‌آور بر سامانه کناره‌ای اثر می‌گذارند و موجب آزاد شدن ناقل‌های عصبی از جمله دوپامین می‌شوند که در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می‌کند. در نتیجه فرد، میل شدیدی به مصرف دوباره آن ماده دارد. با ادامه مصرف، دوپامین کمتری آزاد می‌شود و به فرد احساس کسالت، بی‌حوصلگی و افسردگی دست می‌دهد. برای رهایی از این حالت و دستیابی به سرخوشی نخستین، فرد مجبور است، ماده اعتیاد‌آور بیشتری مصرف کند. مواد اعتیاد‌آور بر بخش‌هایی از قشر مخ نیز تأثیر می‌گذارند و توانایی قضاوت، تصمیم‌گیری و خود کنترلی فرد را کاهش می‌دهند. این اثرات به ویژه در مغز نوجوانان شدیدتر است؛ زیرا مغز آنان در حال رشد است. مصرف مواد اعتیاد‌آور ممکن است تغییرات برگشت ناپذیری را در مغز ایجاد کند. شکل ۱۸ اثر یک ماده اعتیاد‌آور بر فعالیت مغز را با بررسی مصرف گلوکز در آن نشان می‌دهد.

بیشتر بدانید

زنگی نباتی: در زندگی نباتی بخش خودمختار مغز فعالیت دارد؛ ضربان قلب، تنفس و فشار خون تنظیم می‌شود و فرد حرکات غیرارادی نیز نشان می‌دهد؛ اما به محرک‌های محیطی پاسخ معناداری نمی‌دهد؛ صدای‌هایی تولید می‌کند ولی نمی‌تواند سخن بگوید؛ فعالیتی انجام دهد و نیازهای خود را برأورده کند.

بیشتر بدانید

مرگ مغزی: چهار رگ اصلی به مغز خون‌رسانی می‌کنند. اگر این رگ‌ها بسته شوند، خون‌رسانی به مغز مختل می‌شود و اکسیژن‌رسانی به آن انجام نمی‌شود. در نتیجه مغز به طور غیرقابل برگشتی تخریب می‌شود. در نوار مغزی هیچ علامتی از فعالیت مغز دیده نمی‌شود. فرد به محرک‌های هیچ پاسخی نمی‌دهد؛ حتی بدون دستگاه تنفس مصنوعی نمی‌تواند نفس بکشد. البته در این حالت، اندام‌های دیگر بدن مانند قلب، کبد و کلیه‌ها برای مدتی فعال اند که در صورت اهدای آنها زندگی افراد دیگری نجات پیدامی کند.

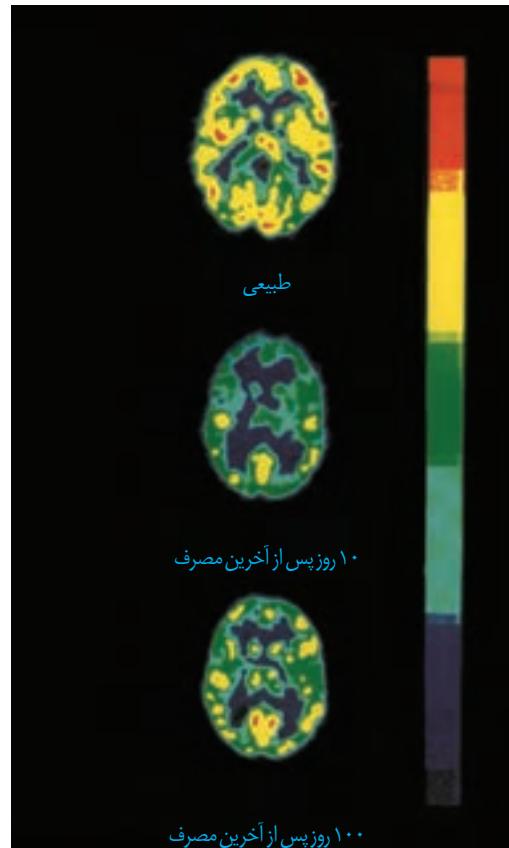
شکل ۱۸ - تصویرها مصرف گلوکز را در مغز فرد سالم و فرد مصرف کننده کوکائین نشان می‌دهند. رنگ‌های آبی تیره و روشن مصرف کم گلوکز و رنگ زرد و قرمز مصرف زیاد آن را نشان می‌دهند. توجه کنید بهبود فعالیت مغز به زمان طولانی نیاز دارد؛ بخش پیشین مغز بهبود کمتری را نشان می‌دهد.

بیشتر بدانید

صرف الکل، زمان واکنش به محرك را افزایش می‌دهد؛ بنابراین، رانندگی پس از مصرف الکل، جان خود و دیگران را به خطر می‌اندازد. وجود الکل را در خون، ادرار و هواي بازد می‌می‌توان سنجید.

بیشتر بدانید

در گذشته تصور می‌کردند تولید باخته‌های عصبی فقط در دوران جنبی انجام می‌شود. اما نتایج پژوهش‌های آلتمن در دهه هفتادمی‌لادی، این باور را تغییر داد. پژوهش روی پستانداران بالغ نشان داده است که در بخش‌هایی از اسپک معجزه تولید باخته‌های عصبی رخ می‌دهد. تولید باخته‌های عصبی شامل تکثیر، مهاجرت و تمایز باخته‌های بنیادی به باخته‌های عصبی است. الکل بر تکثیر باخته‌ای و بقای باخته‌ها اثر نامطلوب دارد. در افراد معتاد به الکل حجم اسپک معجزه کاهش پیدامی کند.



در باره درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر اطلاعاتی را جمع آوری کرده و به کلاس ارائه کنید.

● استفاده از قلیان به اندازه سیگار خطرناک نیست.

● فرد با یک بار مصرف ماده اعتیادآور، معتاد نمی‌شود.

● مصرف تنباق‌با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.

● مصرف مواد اعتیادآوری که از گیاهان به دست می‌آیند، خطر چندانی ندارد.

فعالیت ۶

تشريح مغز

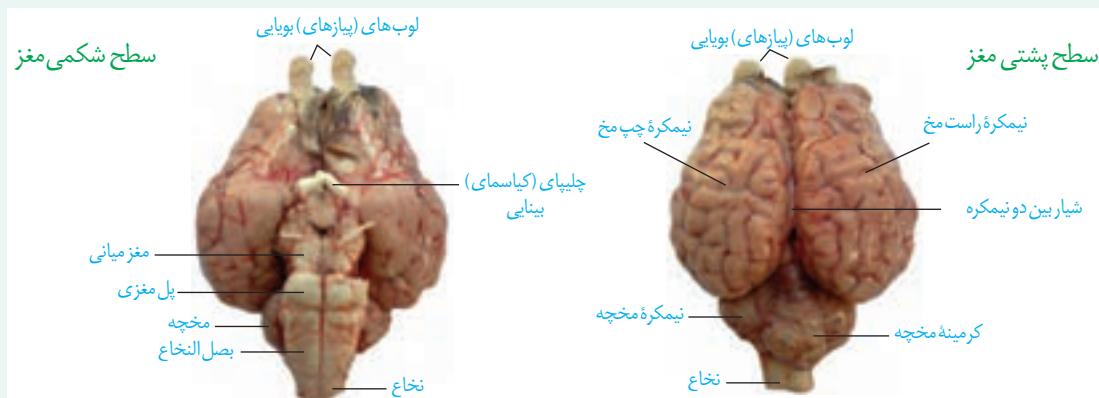
مواد و وسائل لازم: مغز سالم گوسفند (یا گوساله)، وسائل تشريح، دستکش

با کمک معلم مغز را برای تشريح آماده کنید.

۱- بررسی بخش‌های خارجی مغز

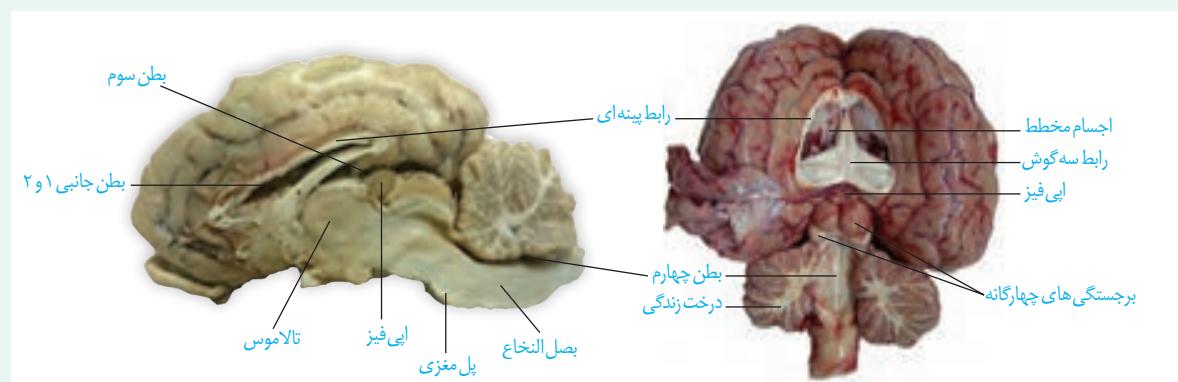
الف) مشاهده سطح پشتی: مغز را مانند شکل در ظرف تشريح قرار دهید. روی مغز بقایای پرده منظر وجود دارد. آنها را جدا کنید تا شیارهای مغز بهتر دیده شوند. کدام بخش‌های مغز را با مشاهده سطح پشتی آن می‌توانید بینید؟

ب) مشاهده سطح شکمی مغز: مغز را برگردانید، با قیمانده منذر را به آرامی جدا کنید و بخش‌های مغز را در این سطح مشاهده کنید.



۲- مشاهده بخش‌های درونی مغز: مغز را طوری در ظرف تشريح قرار دهید که سطح پشتی آن را بینید. با انگشتان شست، به آرامی دونیمکره را از محل شیارین آنها از یکدیگر فاصله دهید و بقایای پرده‌های منذر را از بین دونیمکره خارج کنید تا نوار سفید رنگ رابط پینه‌ای را بینید.

در حالی که نیمکره‌های مخ از هم فاصله دارند، با نوک چاقوی جراحی، در جلوی رابط پینه‌ای، برش کم عمقی ایجاد کنید و به آرامی فاصله نیمکره‌ها را بیشتر کنید تا رابط سه گوش را در زیر رابط پینه‌ای مشاهده کنید. دو طرف این رابط‌ها، فضای بطن‌های او مغز داخل آنها، اجسام مخطط قرار دارند. شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی-نخاعی را ترشح می‌کنند نیز درون این بطن‌ها دیده می‌شوند.



در مرحله بعد به کمک چاقوی جراحی در رابط سه گوش، برش طولی ایجاد کنید تا در زیر آن، تالاموس ها را ببینید. دو تالاموس با یک رابط به هم متصل اند و با کمترین فشار از هم جدا می شوند.

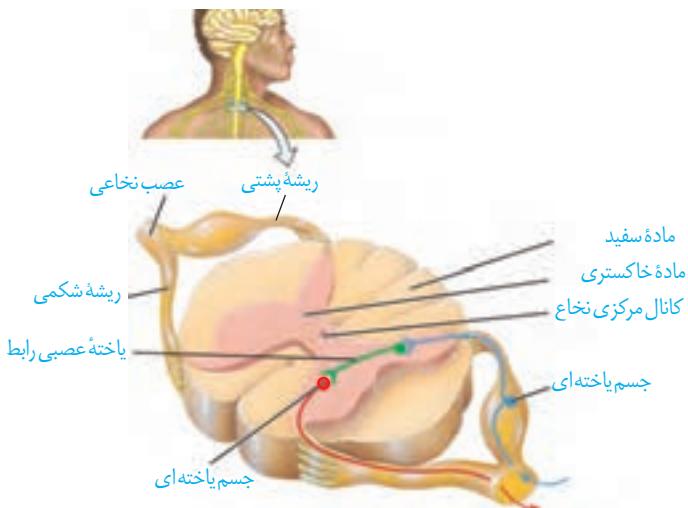
در عقب تالاموس ها، بطن سوم و در لبه پایین این بطن، اپی فیز را ببینید. در عقب اپی فیز برجستگی های چهارگانه قرار دارند.

در مرحله بعدی گرمینه مخچه را در امتداد شیار بین دو نیمکره برش دهید تا درخت زندگی و بطن چهارم مغز را ببینید.

نخاع: نخاع درون ستون مهره ها از بصل النخاع تا دمین مهره کمر کشیده شده است. نخاع، مغزا

به دستگاه عصبی محیطی متصل می کند و مسیر عبور پیام های حسی از اندام های بدن به مغز و ارسال پیام ها از مغز به اندام هاست. علاوه بر آن، نخاع مرکز برخی انعکاس های بدن است.

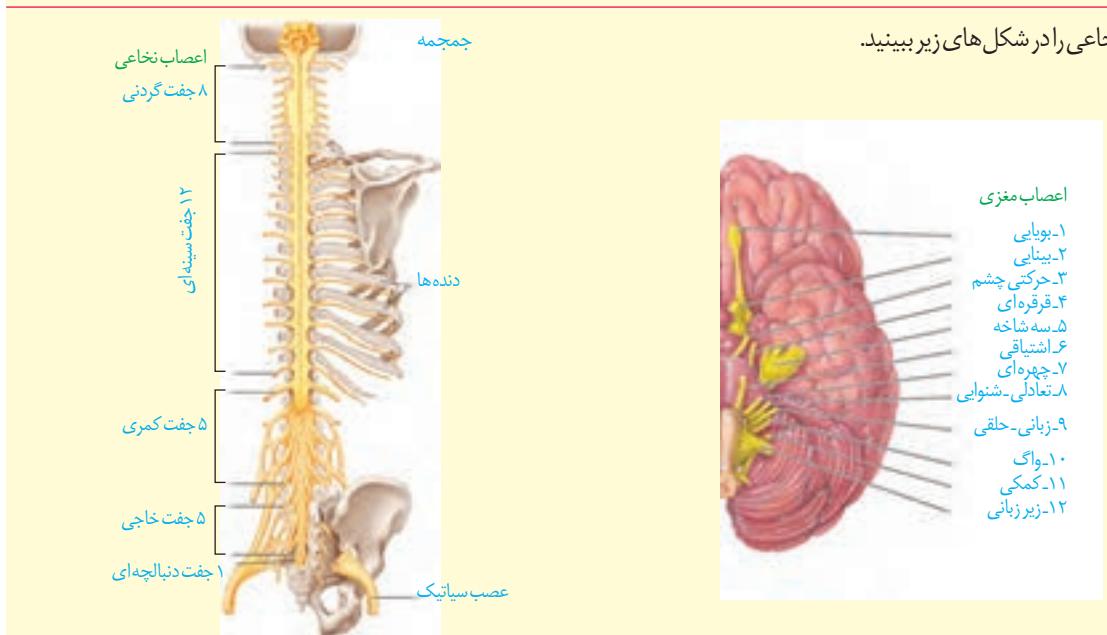
هر عصب نخاعی دو ریشه دارد (شکل ۱۹). ریشه پشتی عصب نخاعی حسی و ریشه شکمی آن حرکتی است. ریشه پشتی، اطلاعات حسی را به نخاع وارد و ریشه شکمی پیام های حرکتی را از نخاع خارج می کند.



شکل ۱۹- عصب نخاعی

بیشتر بدانید

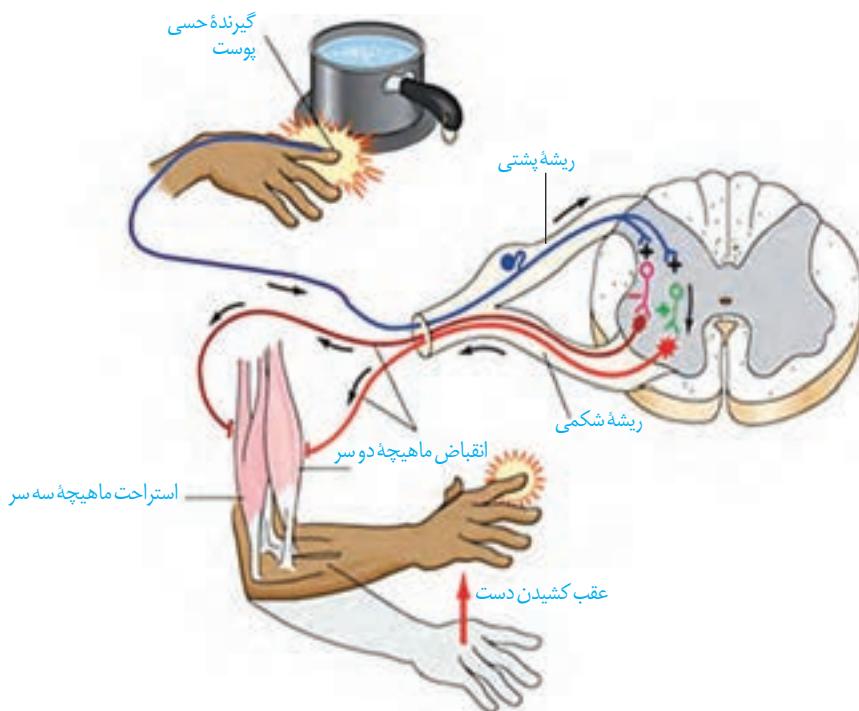
اعصاب مغزی و نخاعی را در شکل های زیر ببینید.



دستگاه عصبی محیطی

بخشی از دستگاه عصبی که مغز و نخاع را به بخش‌های دیگر مرتبط می‌کند، دستگاه عصبی محیطی نام دارد. ۱۲ جفت عصب مغزی و ۳۱ جفت عصب نخاعی، دستگاه عصبی مرکزی را به بخش‌های دیگر بدن، مانند اندام‌های حس و ماهیچه‌ها مرتبط می‌کنند. هر عصب مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی است که درون بافت پیوندی قرار گرفته‌اند. دستگاه عصبی محیطی شامل دو بخش حسی و حرکتی است. با بخش حسی این دستگاه در فصل بعد آشنا خواهید شد. بخش حرکتی این دستگاه پیام عصبی را به اندام‌های اجرا کننده ماهیچه‌ها می‌رساند. بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی، خود شامل دو بخش پیکری و خودمختار است.

بخش پیکری: این بخش پیام‌های عصبی را به ماهیچه‌های اسکلتی می‌رساند. فعالیت این ماهیچه‌ها به شکل ارادی و غیر ارادی تنظیم می‌شود. وقتی تصمیم می‌گیرید کتاب را از روی میز بردارید، یاخته‌های عصبی بخش پیکری، دستور مغز را به ماهیچه‌های دست می‌رسانند. فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی به شکل انعکاسی نیز تنظیم می‌شود. می‌دانید انعکاس پاسخ سریع و غیر ارادی ماهیچه‌ها در پاسخ به محرك هاست. همان طور که در شکل ۲۰ می‌بینید، دست فرد با برخورد به جسم داغ، به عقب کشیده می‌شود. مرکز تنظیم این انعکاس نخاع است.



شکل ۲۰- انعکاس عقب کشیدن دست
(اندازه‌های شکل واقعی نیستند)

فعالیت ۸

با استفاده از شکل ۲۰ به این پرسش‌ها پاسخ دهید:

- ۱- پس از احساس درد، چه رویدادهایی رخ می‌دهد تا فرد دست خود را عقب بکشد؟
- ۲- در مسیر عقب کشیدن دست، کدام سیناپس‌ها تحریک کننده و کدام مهارکننده‌اند؟

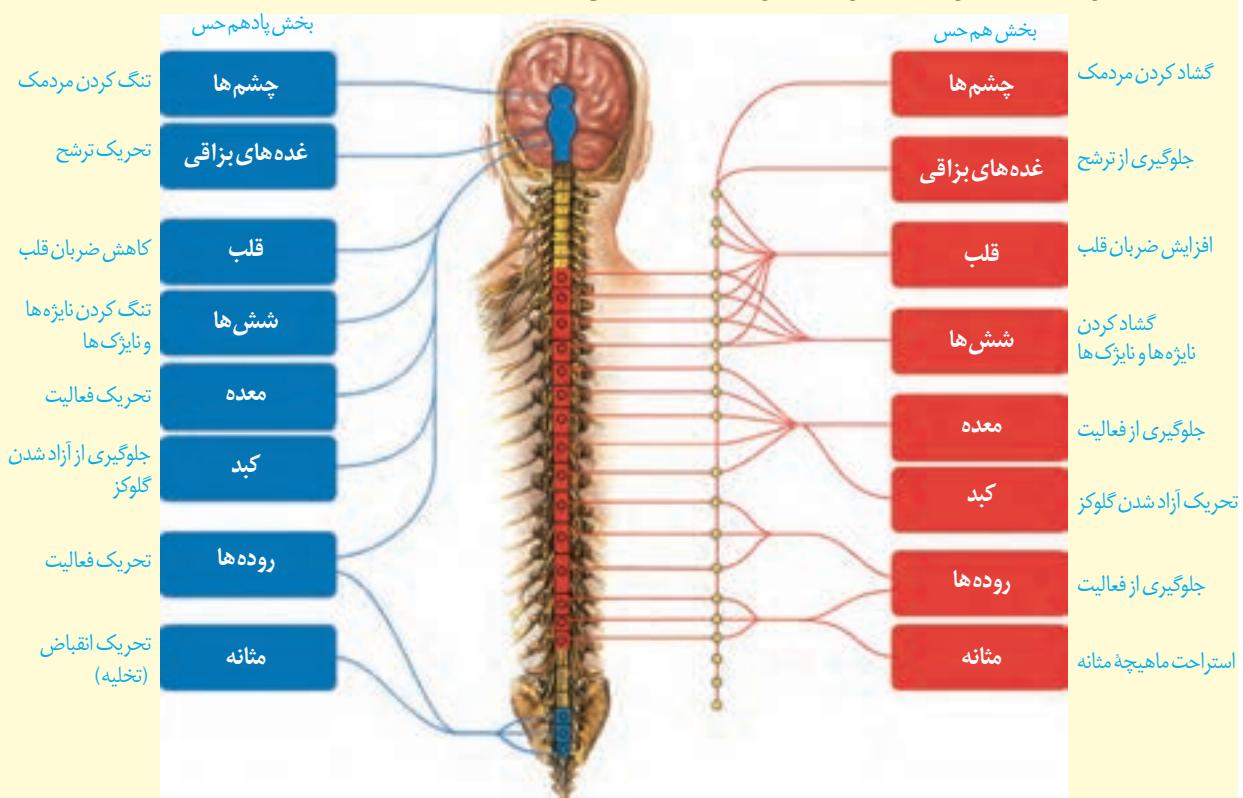
بخش خود مختار:

با استفاده از شکل ۲۰ به این پرسش‌ها پاسخ دهید:

ماهیچه قلب و غده‌ها را به صورت ناآگاهانه تنظیم می‌کند و همیشه فعال است. این دستگاه از دو بخش هم‌حس (سمپاتیک) و پادهم‌حس (پاراسمپاتیک) تشکیل شده است که معمولاً برخلاف یکدیگر کار می‌کنند تا فعالیت‌های حیاتی بدن را در شرایط مختلف تنظیم کنند. فعالیت بخش پادهم‌حس باعث برقراری حالت آرامش در بدن می‌شود. در این حالت، فشار خون کاهش یافته، ضربان قلب کم می‌شود. بخش هم‌حس هنگام هیجان بر بخش پادهم‌حس غلبه دارد و بدن را در حالت آماده‌باش نگه می‌دارد. ممکن است این حالت را هنگام شرکت در مسابقه ورزشی تجربه کرده باشید. در این وضعیت، بخش هم‌حس سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند.

بیشتر بدانید

در شکل زیر، نقش دستگاه هم‌حس و پادهم‌حس را در بخش‌های مختلف بدن می‌بینید.



از بخش‌های تشکیل دهنده دستگاه عصبی، یک نقشه مفهومی تهیه کنید.

دستگاه عصبی جانوران

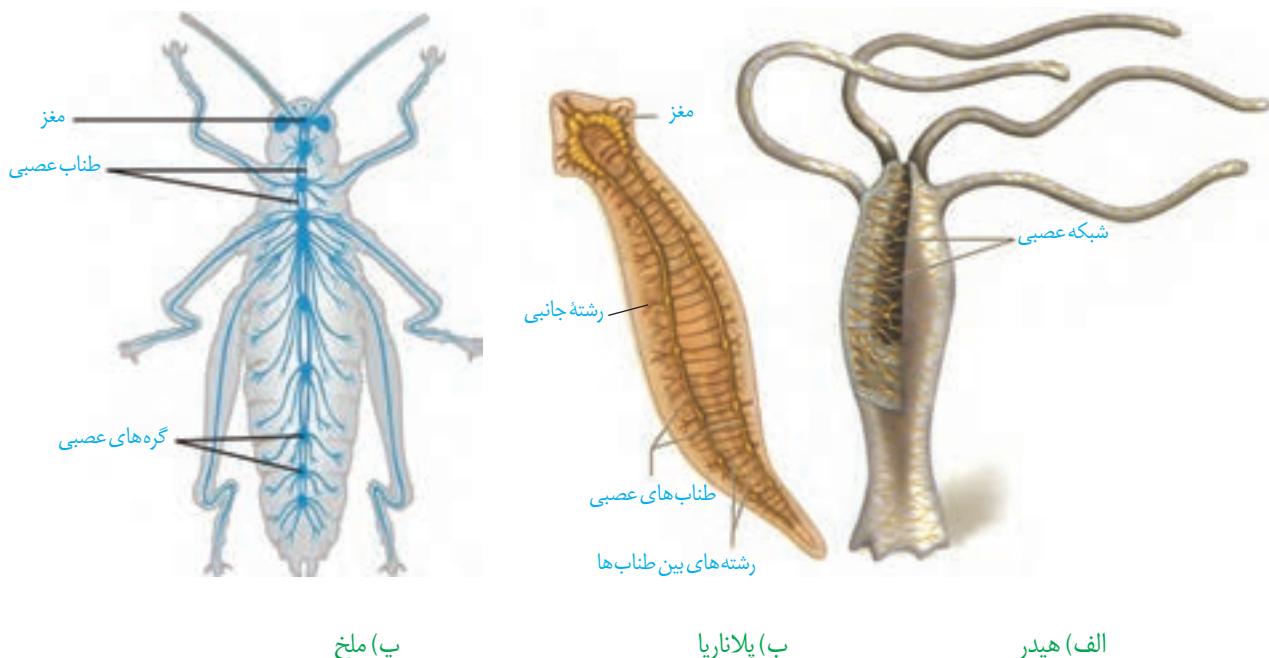
ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکه عصبی در هیدر است. شبکه عصبی مجموعه‌ای از یاخته‌های عصبی پراکنده در دیواره بدن هیدر است که با هم ارتباط دارند. تحریک هر نقطه از بدن جانور در همه سطح آن منتشر می‌شود. شبکه عصبی یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند.

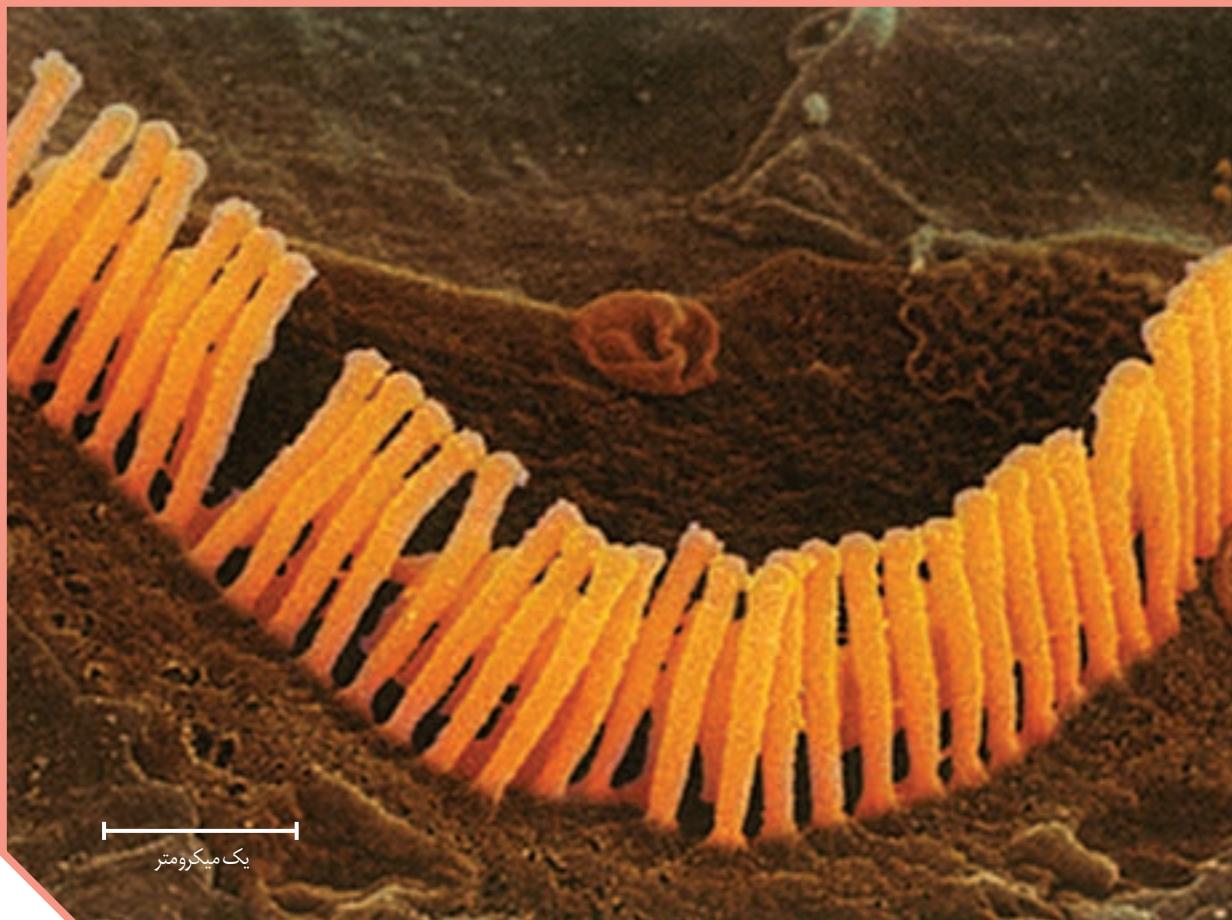
در پلاناریا دو گره عصبی در سر جانور، مغز را تشکیل داده‌اند. هر گره مجموعه‌ای از جسم یاخته‌های عصبی است. دو طناب عصبی متصل به مغز که در طول بدن جانور کشیده شده‌اند، با رشته‌هایی به هم متصل اند و ساختار نردبان مانندی را ایجاد می‌کنند. این مجموعه بخش مرکزی دستگاه عصبی جانور است. رشته‌های جانبی متصل به آن نیز، بخش محیطی دستگاه عصبی را تشکیل می‌دهند.

مغز حشرات از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است. یک طناب عصبی شکمی که در طول بدن جانور کشیده شده است، در هر بند از بدن، یک گره عصبی دارد. هر گره فعالیت ماهیچه‌های آن بند را تنظیم می‌کند (شکل ۲۱).

در مهره داران طناب عصبی پشتی است و بخش جلویی آن بر جسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره‌ها و مغز درون جمجمه‌ای غضروفی، یا استخوانی جای گرفته است. در مهره داران نیز مانند انسان، دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است. در بین مهره داران اندازه نسبی مغز پستانداران و پرنده‌گان نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر است.

شکل ۲۱- ساختارهای عصبی چند جانور





فصل ۲

حواس

اکنون که این متن را می‌خوانید، چشم‌های شما، پیام‌های بینایی را به مغز ارسال می‌کنند. وقتی به صفحه کتاب دست می‌زنید، اطلاعاتی از پوست به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسد. در این حالت، دستگاه عصبی از وضعیت نشستن شما و میزان اکسیژن خون شما نیز آگاه است.

بدن چگونه اطلاعات گوناگون را دریافت می‌کند و به آنها پاسخ می‌دهد؟ چرا گاهی تماس ساعت یا عینک با پوست خود را احساس نمی‌کنیم؟ چرا فردی که تحت عمل جراحی قرار دارد، دردی احساس نمی‌کند؟ چرا برخی جانوران می‌توانند اطلاعاتی را دریافت کنند که ما بدون استفاده از ابزار مناسب، نمی‌توانیم آنها را درک کنیم؟

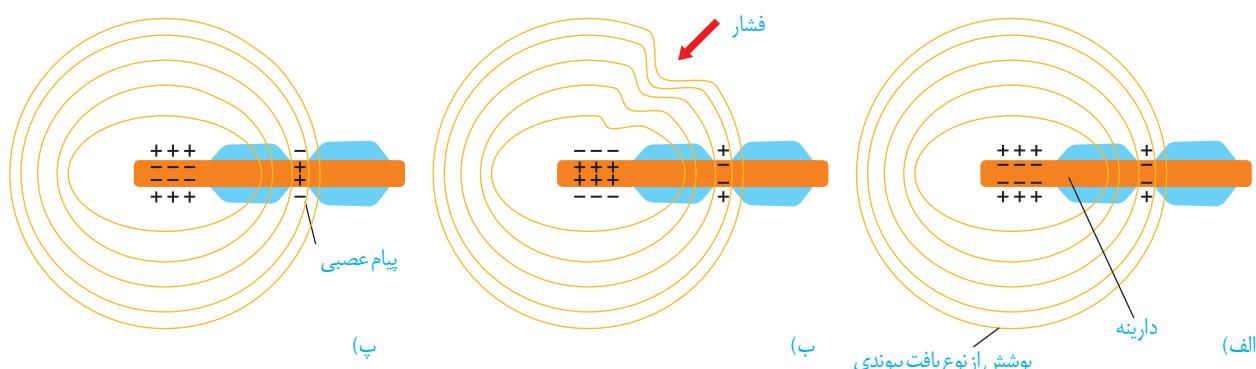
تصویر مزک‌های پاخته گیرنده‌شناوری با
میکروسکوپ الکترونی

گفتار ۱ گیرنده‌های حسی

گیرنده حسی، یاخته یا بخشی از آن است که اثر محرک را دریافت می‌کند و اثر محرک در آن به پیام عصبی تبدیل می‌شود. صدا، فشار، اکسیژن، گرما و نور نمونه‌هایی از این محرک‌ها هستند که هر کدام گیرنده‌ویژه‌ای را در بدن تحریک می‌کنند. گیرنده‌های حسی انسان گوناگون‌اند؛ ولی می‌توان آنها را براساس نوع محرک، در پنج دسته کلی طبقه‌بندی کرد: گیرنده‌های مکانیکی، شیمیایی، دمایی، نوری و درد. در ادامه درس با این گیرنده‌ها آشنا می‌شوید.

کار گیرنده‌های حسی

گیرنده چگونه اثر محرک را دریافت و به پیام عصبی تبدیل می‌کند؟ در فصل قبل با چگونگی ایجاد پیام عصبی در یاخته‌های عصبی آشنا شدیم. عوامل گوناگونی مانند تغییر شکل در اثر فشار، مواد شیمیایی و تغییر دما، نفوذپذیری غشای گیرنده به یون‌ها و در نتیجه پتانسیل غشای آن را تغییر می‌دهند. شکل ۱، یک گیرنده فشار پوست را نشان می‌دهد. این گیرنده انتهای دارینه یک نورون حسی است که درون پوششی چند لایه و انعطاف‌پذیر از نوع بافت پیوندی قرار دارد. فشرده شدن این پوشش، رشتۀ دارینه را تحت فشار قرار می‌دهد و در آن تغییر شکل ایجاد می‌کند. در نتیجه کانال‌های یونی غشای گیرنده، باز و پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می‌کند. به این ترتیب در دارینه، پیام عصبی ایجاد و به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌شود.



شکل ۱- ایجاد پیام عصبی به وسیله گیرنده فشار.
الف) ساختار گیرنده،
ب) وارد آمدن تحریک(فشار)،
پ) تبدیل اثر محرک به پیام عصبی
(هدایت پیام عصبی)

گیرنده‌ها سازش پیدا می‌کنند

شاید توجه کرده باشد که بوی غذا یا عطر را پس از گذشت مدتی، دیگر احساس نمی‌کنیم. در این حالت، آیا مولکول‌های بودار در محیط کم می‌شوند، یا گیرنده‌های بو درست کار نمی‌کنند؟ وقتی گیرنده‌ها مدتی در معرض محرک ثابتی قرار گیرند، پیام عصبی کمتری ایجاد می‌کنند، یا اصلاً پیامی ارسال نمی‌کنند. این پدیده را سازش گیرنده‌ها می‌نامند. سازش گیرنده‌ها چه فایده‌ای دارد؟

پدیده سازش گیرنده های فشار در پوست، موجب می شود وجود لباس را روی بدن حس نکنیم. در این حالت، اطلاعات کمتری به مغز ارسال می شود. در نتیجه مغز می تواند اطلاعات مهم تری را پردازش کند. مثال های دیگری از سازش گیرنده ها را که تجربه کرده اید، بیان کنید.

فعالیت ۱

گیرنده های زیر را در پنج گروه گیرنده که با آنها آشنا شدید، طبقه بندی کنید.

گیرنده های چشایی روی زبان، گیرنده میزان اکسیژن در آئورت، گیرنده های شبکیه چشم، گیرنده گرما،

گیرنده فشار پوست، گیرنده بویایی بینی، گیرنده فشار خون دیواره رگ ها

بیشتر بدانید

اندام خیالی: مغز ممکن است احساس ها را اشتباه درک کند. اندام خیالی حالتی است که فرد در اندام از دست رفته بدنش، درد احساس می کند. در گذشته پژوهشگران فکر می کردند این احساس از اعصاب آسیب دیده در اندام قطع شده، ایجاد می شود. اما امروز آنان بر این باورند که بخشی از قشر مخ که اطلاعات اندام از دست رفته را پردازش می کرد، اکنون از بخش های دیگر بدن اطلاعاتی دریافت و این پیامها را به عنوان پیام اندام از دست رفته تلقی می کند.

بواس را به دو گروه تقسیم می کند

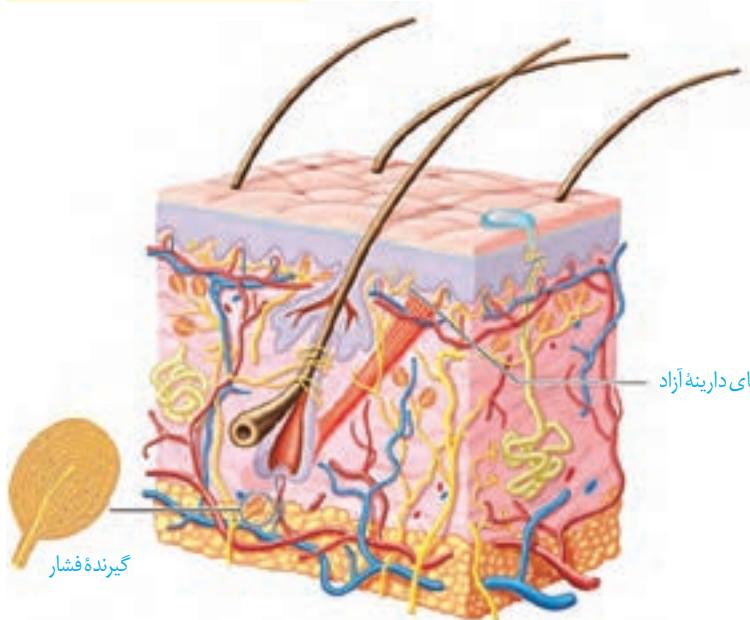
گروهی از گیرنده ها مانند گوناگون بدن پراکنده اند و گروهی از گیرنده های بدن ما در اندام های ویژه ای قرار دارند؛ مانند گیرنده های بینایی در چشم. از این رو، بواس را به دو گروه **بواس پیکری** و **بواس ویژه** تقسیم کرده اند. در ادامه درس با کار هر گروه از این بواس آشنا می شویم.

بواس پیکری

در بخش های گوناگون بدن مانند پوست، ماهیچه های اسکلتی و زردپی ها، گیرنده هایی به نام گیرنده های **بواس تماسی**، گیرنده های مکانیکی اند که با تماس، فشار یا ارتعاش تحریک می شوند (شکل ۱). این گیرنده ها، مثلاً در پوست وجود دارند.

تعداد گیرنده های تماس در پوست بخش های گوناگون بدن متفاوت است و بخش هایی که تعداد گیرنده های بیشتری دارند، مانند نوک انگشتان و لب ها، حساس ترند.

گیرنده های دمایی در بخش هایی از درون بدن، مانند برخی سیاهرگ های بزرگ و پوست جای دارند. گیرنده های دمایی درون بدن به تغییرات



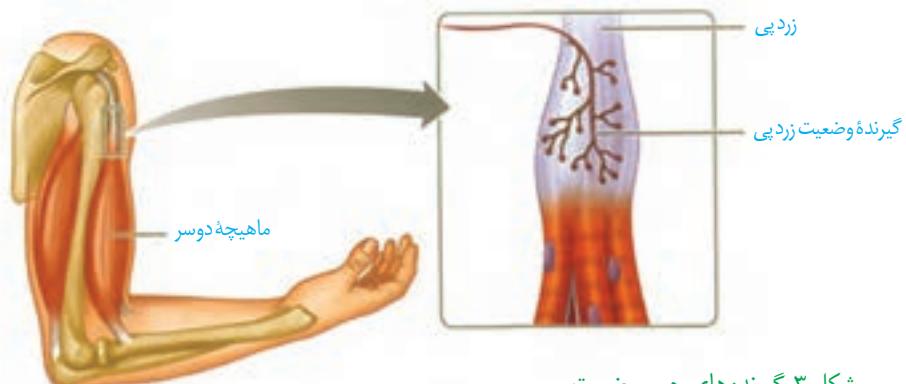
شکل ۲- گیرنده های پوست

بیشتر بدانید

تزریق موادی مانند هیستامین که از بافت‌های تخریب شده خارج می‌شوند، در زیر پوست، درد شدیدی را ایجاد می‌کنند. به این ترتیب، مشخص شده است که برخی موادی که درین تولید می‌شوند، گیرنده‌های درد را تحریک می‌کنند.

دمای درون بدن و گیرنده‌های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن حساس‌اند؛ در نتیجه سرما یا گرمایاد را یافت می‌کنند.

فعالیت گیرنده‌های مکانیکی **حس و ضعیت** موجب می‌شود که مغز از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم، هنگام سکون و حرکت اطلاع یابد. گیرنده‌های **حس** و **ضعیت** در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول پوشاننده مفصل‌ها قرار دارند و به کشیده شدن حساس‌اند. مثلاً وقتی دست خود را حرکت می‌دهید، گیرنده‌های درون ماهیچه کشیده و تحریک می‌شوند.



شکل ۳- گیرنده‌های **حس و ضعیت** در **زدبار**

گیرنده‌های درد

در پوست و برخی بخش‌های دیگر بدن مانند دیواره سرخرگ‌ها قرار دارند. گیرنده‌های درد به آسیب بافتی پاسخ می‌دهند. آسیب بافتی در اثر عوامل مکانیکی مثل بریدگی، سرما یا گرمای شدید و برخی مواد شیمیایی مثل لاکتیک اسید ایجاد می‌شود. گیرنده‌های درد سازش پیدا نمی‌کنند. در نتیجه، این پدیده کمک می‌کند مادامی که محرك آسیب‌رسان وجود دارد، فرد از وجود محرك اطلاع داشته باشد.

درد یک سازوکار حفاظتی است. هرگاه یاخته‌ها در معرض تخریب قرار گیرند، درد ایجاد و موجب می‌شود که فرد برای برطرف کردن عامل ایجاد درد، واکنش مناسب نشان دهد؛ مثلاً نشستن طولانی مدت ممکن است موجب آسیب دیدن پوست در محل نشیمن گاه شود. بنابراین، فرد به طور ناخودآگاه تغییر وضعیت می‌دهد؛ در غیر این صورت، پوست در نقاط تحت فشار تخریب می‌شود.

بیشتر بدانید

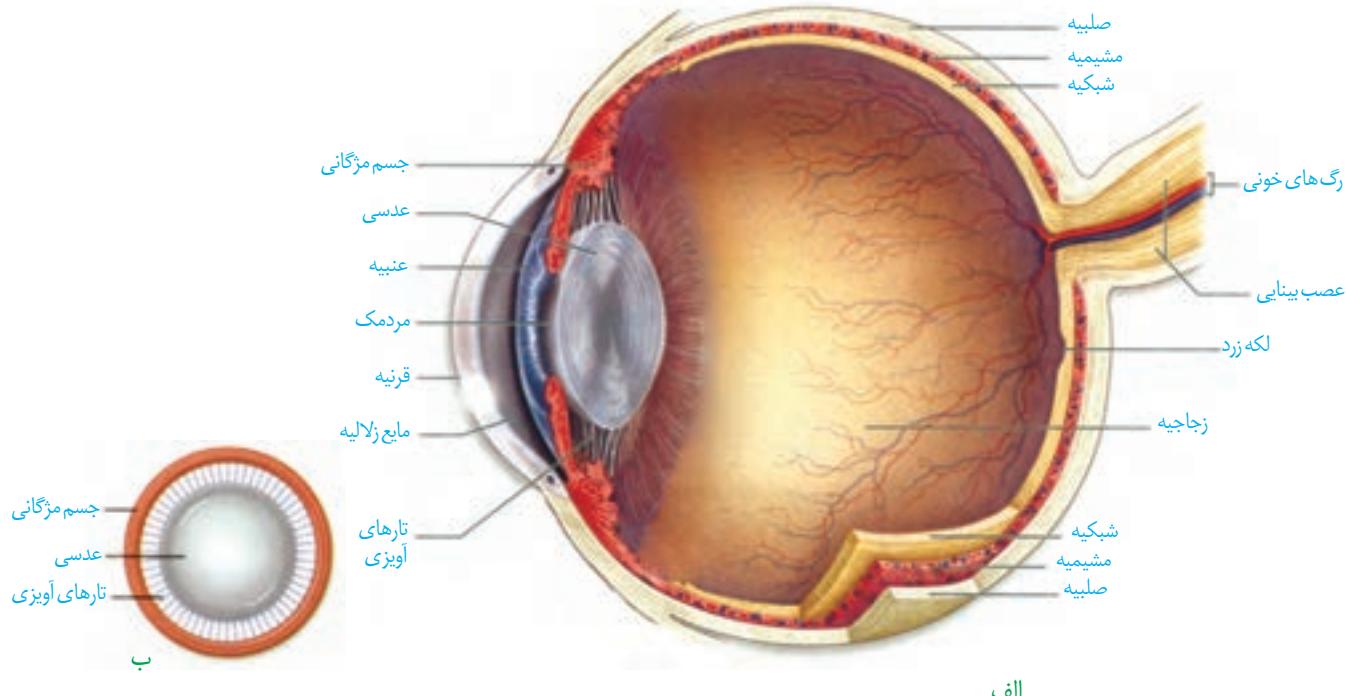
تحریک برخی گیرنده‌های تماسی، از انتقال پیام عصبی درد از آن بخش بدن جلوگیری می‌کند. به همین علت مالش پوست در نزدیک محل دردناک، در تسکین درد تأثیر دارد.

گفتار ۲ حواس ویژه

گیرنده‌های حواس ویژه شامل گیرنده‌های حس بینایی، شنوایی، تعادل، بویایی و چشایی اند که در اندام‌های حسی قرار دارند. این گیرنده‌ها در کدام بخش هر یک از این اندام‌ها قرار دارند؟

بینایی

بیشتر اطلاعات محیط پیرامون را از راه دیدن و به کمک اندام حس بینایی، یعنی چشم دریافت می‌کنیم. کره چشم در حفره استخوانی کاسه چشم قرار دارد. ماهیچه‌هایی که به کره چشم متصل اند، آن را حرکت می‌دهند. این ماهیچه‌هارا در فعالیت تشریح چشم می‌توانید بینید. پلک‌ها، مژه‌ها، بافت چربی روی کره چشم و اشک از چشم حفاظت می‌کنند. در شکل ۴ ساختار کره چشم را می‌بینید.



شکل ۴-الف) بخش‌های تشکیل دهنده کره چشم چپ از بالا (ب) عدسی چشم از رو به رو

می‌دانید نوری را که از اجسام بازتاب پیدا می‌کند، گیرنده‌های نوری شبکیه دریافت می‌کنند. نور برای رسیدن به این یاخته‌ها از چه مسیری عبور می‌کند؟

ساختار کره چشم: خارجی‌ترین لایه کره چشم از صلیبه و قرنیه تشکیل شده است. صلیبه پرده‌ای سفید رنگ، محکم و قرنیه پرده شفاف جلوی چشم است. لایه میانی چشم شامل مشیمیه، جسم مژگانی و عنبیه است. مشیمیه لایه‌ای رنگدانه‌دار و پر از مویرگ‌های خونی است.

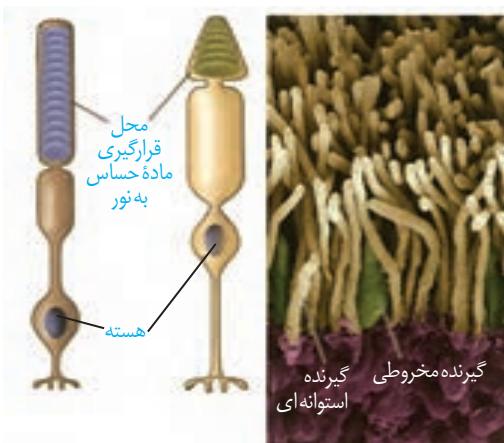
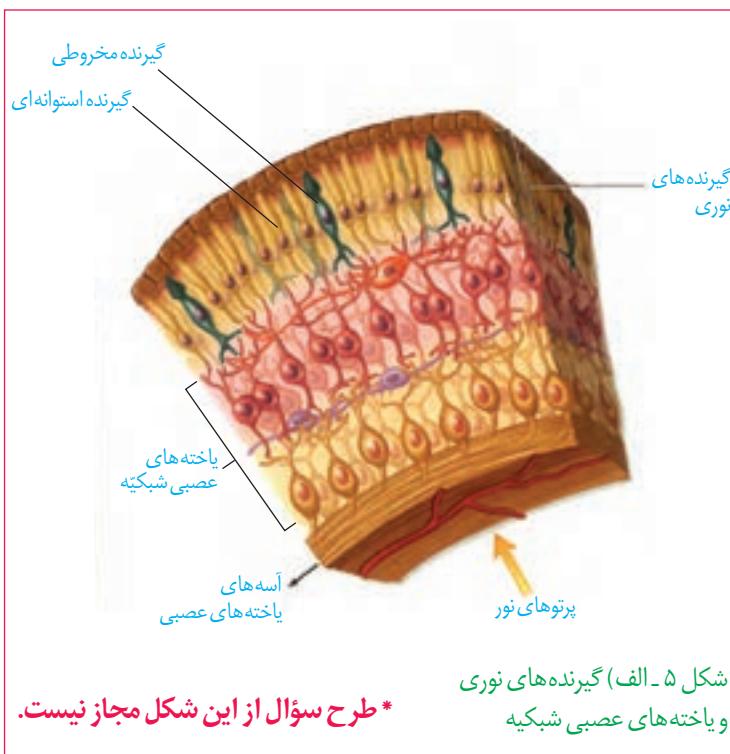
بیشتر بدانید

ابن هیثم که اروپاییان او را الحاذن (Alhazan) می‌نامند، دانشمند مسلمان قرن چهارم هجری است. او کسی است که برای نخستین بار در کتاب المناظر خود، بخش‌های چشم را با نام‌های صلیبه، زجاجیه و... نام‌گذاری کرد؛ او همچنین چگونگی دیدن اجسام را توضیح داد. تا قبل از آن بر طبق نظر اقليدس، تصور می‌کردند که نور از چشم بیننده به اجسام می‌تابد و باعث دیدن آنها می‌شود، ولی ابن هیثم با استدلال تجربی ثابت کرد نور پس از تابیدن بر اجسام و بازتاب از آنها وارد عدسی چشم می‌شود و عدسی، تصویر اجسام را روی پرده شبکیه می‌اندازد. ابن هیثم دریافت که پرده شبکیه از راه عصب بینایی با مغز ارتباط دارد. بعدها ابن سینا، ابوریحان بیرونی و دیگران نظر او را پذیرفتند. ترجمه کتاب او برای سال‌ها، یکی از کتاب‌های درسی دانشگاه‌های اروپا بود.

جسم مژگانی، حلقه‌ای بین مشیمیه و عنبیه و شامل ماهیچه‌های مژگانی است. عنبیه بخش رنگین چشم در پشت قرنیه است که در وسط آن، سوراخ مردمک قرار دارد. دو گروه ماهیچه صاف عنبیه، مردمک را (در نور زیاد) تنگ و (در نور کم) گشاد می‌کنند. ماهیچه‌های تنگ کننده را عصب پاده‌هم حس و ماهیچه‌های گشاد کننده را عصب هم حس عصب‌دهی می‌کنند.

عدسی چشم همگرا، انعطاف‌پذیر و با رشته‌هایی به نام **تارهای آویزی** به جسم مژگانی متصل است (شکل ۵-ب). مایع شفاف به نام **زلالیه** فضای جلوی عدسی چشم را پر کرده است که از مویرگ‌ها ترشح می‌شود. **زلالیه** مواد غذایی و اکسیژن را برای عدسی و قرنیه فراهم و مواد دفعی آنها را جمع‌آوری می‌کند و به خون می‌دهد. ماده‌ای **ژله‌ای** و شفاف به نام **زجاجیه** در فضای پشت عدسی قرار دارد که شکل کروی چشم را حفظ می‌کند.

شبکیه داخلی ترین لایه چشم است که گیرنده‌های نوری، یعنی **یاخته‌های مخروطی** و **استوانه‌ای** و نیز **یاخته‌های عصبی** در آن قرار دارند (شکل ۵-الف). آسهٔ **یاخته‌های عصبی**، عصب بینایی را تشکیل می‌دهند که پیام‌های بینایی را به مغز می‌برد. محل خروج عصب بینایی از شبکیه، **نقطه کور** نام دارد. درون گیرنده‌های نوری ماده حساس به نور وجود دارد (شکل ۵-ب).



اثر نور بر شبکیه: پرتوهای نور از قرنیه می‌گذرند و به علت انحنای آن همگرا می‌شوند. این پرتوها از **زلالیه**، سوراخ مردمک، عدسی و **زجاجیه** عبور می‌کنند. عدسی، پرتوهای نور را روی شبکیه و گیرنده‌های نوری آن متمرکز می‌کند.

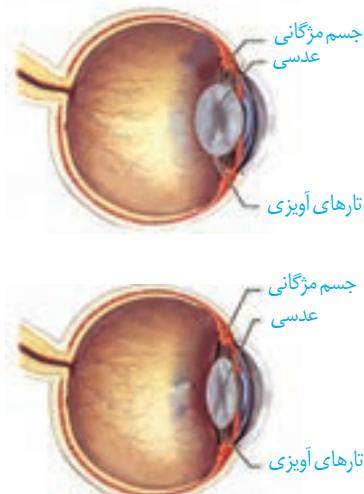
بیشتر بدانید

رنگ چشم: در عنایت دانه‌های رنگی وجود دارد که حاوی ملانین‌اند. تراکم این دانه‌ها، رنگ چشم را تعیین می‌کند.

رنگدانه سیاه ملانین موجود در یاخته‌های مشیمیه و شبکیه، برای جلوگیری از بازتاب نور و دید واضح، لازم است. افراد زال به طور ژنتیکی قادر به رنگدانه‌اند و پرتوهای نور درون کره چشم این افراد در جهت‌های گوناگون بازتاب پیدامی کنند. در نتیجه این افراد، دید واضحی ندارند.

شکل ۶- تطابق برای دیدن اجسام
(الف) نزدیک

ب) دور



با استفاده از شکل ۶، تغییرات چشم هنگام تطابق برای دیدن جسم دور و نزدیک را مقایسه کنید.

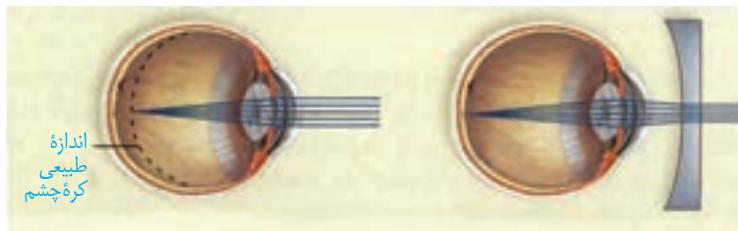
فعالیت ۲

بیماری‌های چشم

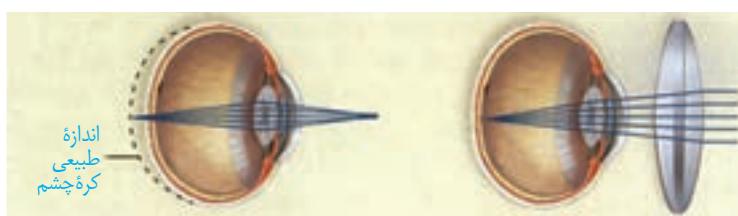
برای دیدن درست اجسام، قرنیه، عدسی و کره چشم باید شکل ویژه‌ای داشته باشند، تا پرتوهای نور به طور دقیق روی شبکیه متمرکز شوند.

نزدیک بینی و دوربینی: در افراد نزدیک بین، کره چشم بیش از اندازه بزرگ است و پرتوهای نور

اجسام دور، در جلوی شبکیه مت مرکز می شوند. در نتیجه فرد، اجسام دور را واضح نمی بیند.
در فرد دوربین، کرۀ چشم از اندازه طبیعی کوچک‌تر است و پرتوهای نور اجسام نزدیک در پشت شبکیه مت مرکز می شوند و فرد این اجسام را واضح نمی بیند.



الف) چشم نزدیک بین و اصلاح آن



ب) چشم دوربین و اصلاح آن

شکل ۷- اصلاح نزدیک بینی و دوربینی

- با استفاده از شکل ۷ بگویید نزدیک بینی و دوربینی با استفاده از کدام عدسی اصلاح می شوند؟
- در برخی افراد، علت نزدیک بینی و دوربینی، تغییر همگرایی عدسی چشم است. با استفاده از آنچه آموختید، بگویید تغییر همگرایی عدسی در چشم، چگونه موجب نزدیک بینی و دوربینی می شود؟

فعالیت ۳

آستیگماتیسم: اگر سطح عدسی یا قرنیه کاملاً کروی و صاف نباشد، پرتوهای نور به طور نامنظم به هم می رسند و روی یک نقطه شبکیه مت مرکز نمی شوند. در نتیجه تصویر واضحی تشکیل نمی شود. در این حالت، چشم دچار آستیگماتیسم است (شکل ۸). برای اصلاح دید این فرد از عینک استفاده می کنند که عدسی آن عدم یکنواختی انحنای قرنیه یا عدسی را جبران می کند.

پیر چشمی: با افزایش سن، انعطاف پذیری عدسی چشم کاهش پیدا می کند و تطابق دشوار می شود. این حالت را پیر چشمی می گویند که به کمک عینک های ویژه اصلاح می شود.

بیشتر بدانید

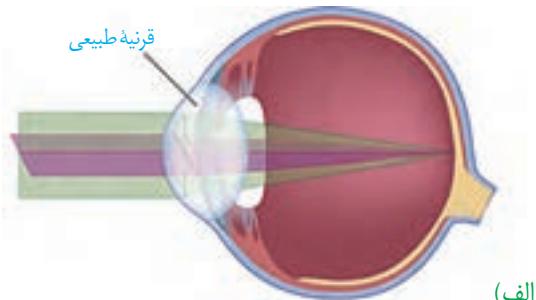
عدسی (لنز) تماسی: امروز استفاده از عدسی تماسی برای اصلاح دید افراد متداول شده است. لایه نازک اشک، فضای بین عدسی تماسی و قرنیه چشم را بر می کند و آن را در جای خود محکم نگه می دارد. استفاده از عدسی تماسی به ویژه وقتی شکل غیرطبیعی قرنیه، عامل اختلال در همگراشدن پرتوهای نور است، از عینک کارآمدتر است.

بیشتر بدانید

آب مروارید: گاهی در عدسی چشم افراد مسن زنگدانه های قهوه ای تجمع می یابند و شفافیت آن را کاهش می دهند. در این حالت، عدسی کدر شده، آب مروارید به وجود می آید. زیاد قرار گرفتن در معرض پرتوهای فرابنفش خوشیدنیز، ممکن است به آب مروارید منجر شود.

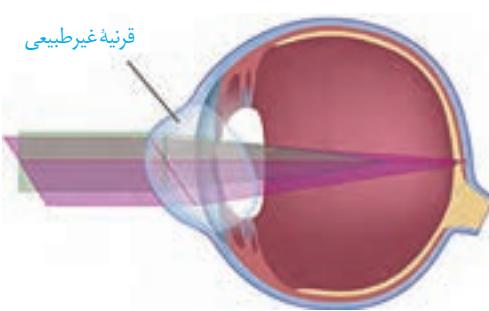
شکل ۸- مقایسه تشکیل تصویر در

- (الف) چشم طبیعی
 (ب) چشم آستیگمات و تصویری که هر کدام می‌بینند.



A

(الف)



A

(ب)

بیشتر بدانید

بیماری آب سیاه^۱: مایع زلالیه به طور مرتب تولید می‌شود و به طور معمول از منافذ کوچک دور عنبیه به خون وارد می‌شود. اگر به علتی مسیر تخلیه این مایع مسدود شود، فشار مایع داخل چشم افزایش می‌یابد، بیماری آب سیاه ایجاد می‌شود. افزایش فشار داخل چشم به تحلیل عصب بینایی و کاهش بینایی منجر می‌شود.

۱-Glaucoma

فعالیت ۴

تشريح چشم

مواد و وسائل لازم: چشم سالم گاو به همراه ماهیچه‌های آن، وسایل تشريح، دستکش برای هر گروه.



شکل ۱- بالا و پایین چشم



شکل ۲- چشم راست

برای آماده کردن چشم از دبیر خود راهنمایی بخواهید.

۱- بررسی ویژگی‌های ظاهری چشم: برای تشخیص بالا و پایین چشم، فاصله عصب بینایی تا قرنیه را در نظر بگیرید. سطحی از کره چشم که در آن فاصله عصب تا روی قرنیه بیشتر است، سطح بالایی چشم و سطح دیگر، سطح پایینی آن است (شکل ۱). برای تشخیص چپ یا راست بودن چشم، آن را طوری در دست بگیرید که سطح بالایی آن رو به بالا باشد. قرنیه به شکل تخم مرغ دیده می‌شود و بخش پهنه‌تر آن به سمت پایین و بخش باریک‌تر آن به سمت گوش قرار دارد (شکل ۲). راه دیگر، بررسی عصب بینایی است. این عصب پس از خروج از چشم به سمت مخالف، خم می‌شود. در ادامه، بافت‌های چربی بین ماهیچه‌ها و کره چشم را جدا و ماهیچه‌های آن را مشاهده کنید. برای مشاهده دقیق ماهیچه‌ها از مولاژ چشم استفاده کنید.

۲- تشريح: ماهیچه‌ها را با قیچی از کره چشم جدا کنید. چشم را روی ظرف تشريح قرار دهید و با چاقوی جراحی، صلبیه را در فاصله یک سانتی‌متری از قرنیه سوراخ کنید و با قیچی دورتا دور قرنیه را در این فاصله برش دهید. دقت کنید قیچی را خیلی درون کره چشم فرو نبرید تا زجاجیه آسیب نمی‌بیند (شکل ۳). پس از برش



شکل ۳- کره چشم برش خورده



شکل ۴- بخش های درونی چشم

می توانید سه لایه چشم و بخش های تشکیل دهنده آنها و نقطه کور را بینید. لایه شبکیه بسیار نازک است، دقت کنید هنگام کار جمع نشود. به طرز قرار گرفتن عدسی توجه کنید. در کنار عدسی، جسم مژگانی، و تارهای آویزی که عدسی را احاطه کرده اند، دیده می شوند. عدسی را به آرامی خارج کنید. مایع زلالیه و زجاجیه زله ای را مشاهده کنید. در این حالت، زلالیه به طور کامل شفاف نیست؛ زیرا مقداری از دانه های سیاه ملانین از بخش های دیگر چشم در آن رها شده اند.

جسم مژگانی به شکل حلقه ای دور محل استقرار عدسی قرار دارد. درون این حلقه، عنیبه قرار دارد که نازک تر و شامل ماهیچه های صاف حلقوی (تنگ کننده مردمک) و شعاعی (گشادکننده مردمک) است. سوراخ وسط عنیبه همان مردمک است. جسم مژگانی و عنیبه به آسانی جدا می شوند و قرنیه شفاف و برآمده دیده می شود. پس از انجام تشریح و با استفاده از مشاهده های خود، به این پرسش ها پاسخ دهید.

الف) ویژگی های هریک از سه لایه چشم و بخش های تشکیل دهنده آنها را بیان کنید.

ب) زجاجیه و زلالیه را با یکدیگر مقایسه کنید.
از فعالیت خود گزارش تهیه کنید و به معلم ارائه دهید.

بیشتر بدانید

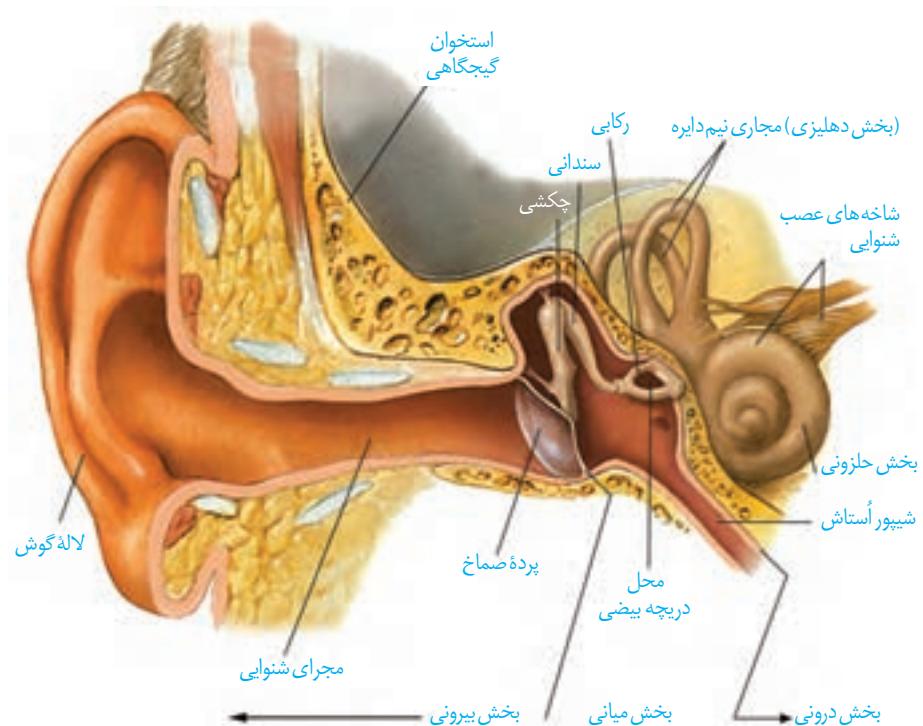
در پشت شبکیه چشم بسیاری از مهره داران، لایه ای درخشنan وجود دارد که پرتوهای نور را باز می تاباند تا گیرنده ها، نور بیشتری دریافت کنند. این موضع به دید بهتر جانور در شب کمک می کند. همچنین موجب درخشندگی چشم این جانوران در شب می شود.



لایه درخشنان در چشم گاو

شناوی و تعادل

گیرنده های مکانیکی درون گوش، در شنیدن و حفظ تعادل بدن نقش دارند. این گیرنده ها در کدام بخش های گوش قرار گرفته اند؟ همان طور که آموخته اید، گوش از سه بخش بیرونی، میانی و درونی تشکیل شده است (شکل ۹).



شکل ۹- بخش های تشکیل دهنده گوش

فعالیت ۵

- با استفاده از شکل ۹ و مولاز گوش به پرسش های زیر پاسخ دهید.
- بین بخش بیرونی و میانی گوش کدام ساختار قرار دارد؟
- استخوان های کوچک در کدام بخش گوش قرار دارند؟
- حلقون گوش در کدام بخش آن قرار دارد؟

ساختار گوش: لاله گوش و مجرای آن بخش بیرونی گوش را تشکیل می دهند. لاله گوش امواج صوتی را جمع آوری و مجرای شنوایی، آنرا به بخش میانی منتقل می کند. موہای کرک مانند درون مجرای میانی که غده های درون مجرای ترشح می کنند، نقش حفاظتی دارند. انتهای مجرای بخش های میانی و درونی گوش را استخوان گیجگاهی حفاظت می کند.

پرده صماخ در انتهای مجرای شنوایی و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد. گوش میانی محفظه استخوانی پر از هواست. درون گوش میانی و پشت پرده صماخ سه استخوان کوچک چکشی، سندانی و رکابی، به ترتیب قرار دارند و به هم مفصل شده اند. همان طور که در شکل ۹ می بینید، بخشی به نام شیپور استاش، حلق را به گوش میانی مرتبط می کند. هوا از راه این مجرای گوش میانی منتقل می شود، تا فشار آن در دو طرف پرده صماخ یکسان شود و پرده به درستی بلرزد. گوش درونی از دو بخش حلقونی و دهلیزی تشکیل شده است. بخش حلقونی در شنوایی و بخش دهلیزی در تعادل نقش دارد.

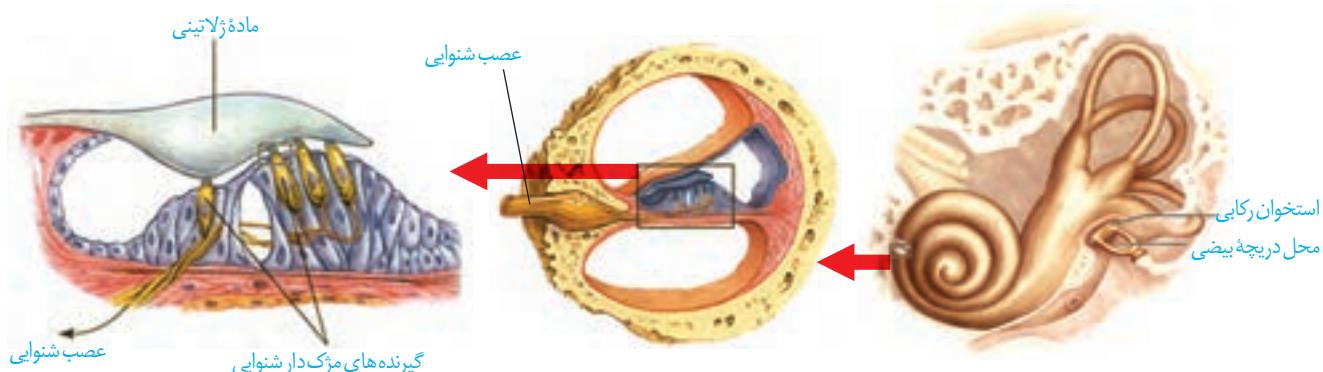
تبديل صدا به پیام عصبی: امواج صوتی پس از عبور از مجرای شنوایی، به پرده صماخ برخورد می کنند و آن را به ارتعاش درمی آورند. دسته استخوان چکشی روی پرده صماخ چسبیده و با ارتعاش

بیشتر بدانید

آسیب دیدن حلقون گوش، عصب شنوایی، یا اختلال در ساختارهای هدایت کننده صدا به بخش حلقونی، مانند استخوان های کوچک گوش میانی به ناشنوایی منجر می شود. کاشت حلقون روشی برای بازگرداندن شنوایی است. این دستگاه را با جراحی درزبر پوست پشت گوش قرار می دهد. دستگاه امواج صوتی را جمع آوری کرده، به جریان الکتریکی تبدیل و الکترودهای آن عصب شنوایی را به طور مستقیم تحریک می کند.

آن می‌لرزو و استخوان‌های سندانی و رکابی رانیز به ارتعاش درمی‌آورد. کف استخوان رکابی طوری روی دریچه‌ای به نام دریچه بیضی قرار گرفته است که لرزو آن، دریچه را می‌لرزا ند. این دریچه پرده‌ای نازک است که در پشت آن، بخش حلزونی گوش قرار دارد. بخش حلزونی را مایع پر کرده است. لرزو دریچه بیضی، مایع درون حلزون را به لرزو درمی‌آورد.

همان طور که در شکل ۱۰ می‌بینید، در بخش حلزونی یاخته‌های مژک‌داری قرار دارند که مژک‌هایشان با پوششی ژلاتینی تماس دارند. این یاخته‌ها، گیرنده‌های مکانیکی اند که با لرزو مایع درون بخش حلزونی، مژک‌های آنها خم می‌شود. در نتیجه کanal‌های یونی غشای آنها باز و این یاخته‌های تحریک می‌شوند. در نتیجه بخش شنوایی عصب گوش پیام عصبی ایجاد شده را به مغز می‌برد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- یاخته‌های مژک دار
حلزون گوش

درباره نقش حفاظتی موها و مواد ترشحی در مجرای شنوایی گوش اطلاعات جمع‌آوری و به کلاس ارائه کنید.

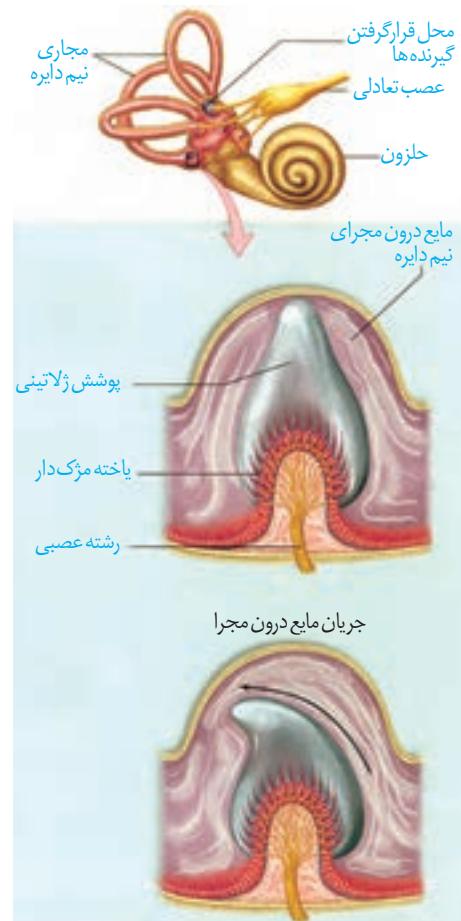
فعالیت ۶

حفظ تعادل

در بخش دهلیزی گوش داخلی سه مجرای نیم‌دایره‌ای شکل عمود برهم (در سه جهت فضا) وجود دارد که یاخته‌های مژک‌دار حس تعادل درون آنها قرار گرفته‌اند. حرکت سر، این یاخته‌ها را تحریک می‌کند. شکل ۱۱ یاخته‌های گیرنده تعادل در یک مجرای نیم‌دایره را نشان می‌دهد. درون مجرای نیم‌دایره از مایع پر شده است و مژک‌های یاخته‌های گیرنده نیز در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند. با چرخش سر، مایع درون مجرای حرکت درمی‌آید و ماده ژلاتینی را به یک طرف خم می‌کند. مژک‌های یاخته‌های گیرنده، خم و این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند. آسه یاخته‌های عصبی حسی که شاخه دهلیزی (تعادلی) عصب گوش را تشکیل می‌دهند، پیام را به مغز و به ویژه مخچه می‌برند و آن را از موقعیت سر آگاه می‌کنند. برای حفظ تعادل بدن، مغز از گیرنده‌های دیگر مانند گیرنده‌های وضعیت نیز پیام دریافت می‌کند.

بیشتر بدانید

بر اساس اعلام سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۳۹۳ (۲۰۱۵) میلادی) ۱/۱ میلیارد نفر نوجوان و جوان در جهان در خطر از دست دادن شنواهی قرار داشته‌اند. استفاده نایمن از وسایل صوتی شخصی و یا قرارگرفتن در مکان‌های تقریبی پر سر و صدا این خطر را به وجود آورده است. این سازمان توصیه کرده است برای حفظ شنواهی باید صدای وسایل صوتی شخصی و زمان استفاده از این وسایل را به کمتر از پنج ساعت در روز کاهش داد. همچنین هنگام استفاده از این دستگاه‌ها، از نرم افزارهایی استفاده کنند که سطح ایمن شنواهی را نشان می‌دهند و معاینه شنواهی را نیز به طور منظم انجام دهند.



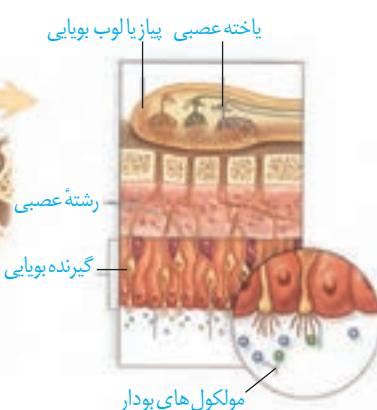
شکل ۱۱- چگونگی تحریک گیرنده‌های تعادلی در مجرای نیم دایره

درباره شغل شنواهی سنجی و بینایی سنجی گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کنید.

فعالیت ۷

بويابي

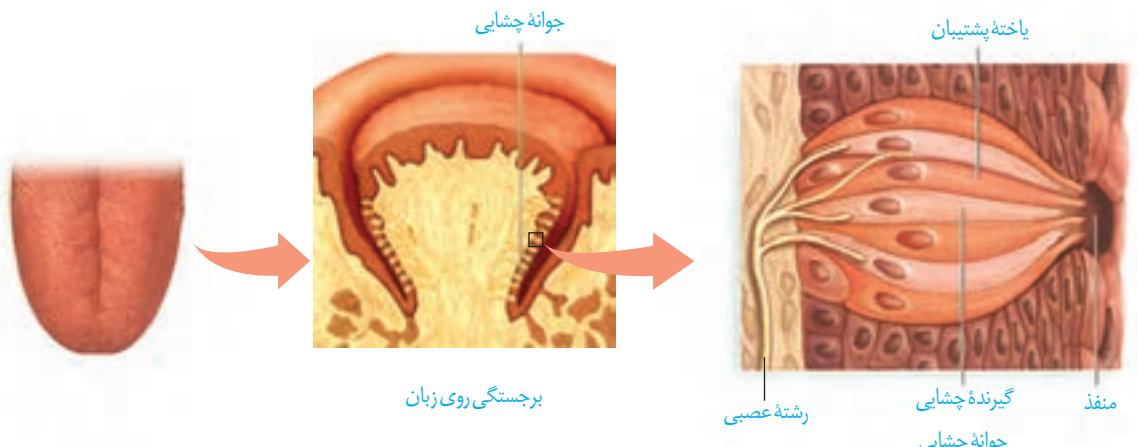
گیرنده‌های بويابي در سقف حفره بینی قرار دارند. مولکول‌های بودار هوای تنفسی اين یاخته‌ها را تحریک می‌کنند. اين یاخته‌ها پیام‌های بويابي را به لوب‌های (پیازهای) بويابي مغز که در تشریح مغز آنها را مشاهده کردید، می‌برند. پیام بويابي سرانجام به قشر مخ ارسال می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- گیرنده‌های بويابي

چشایی

در دهان و برجستگی‌های زبان جوانه‌های چشایی و درون این جوانه‌ها گیرنده‌های چشایی قرار گرفته‌اند. ذره‌های غذا در بزاق حل می‌شوند و یاخته‌های گیرنده چشایی را تحریک می‌کنند. (شکل ۱۳).

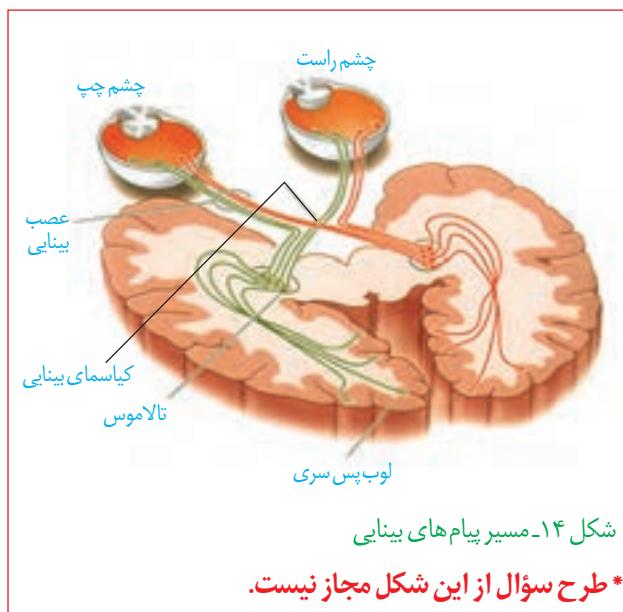


شکل ۱۳- گیرنده‌های چشایی زبان

انسان پنج مزه اصلی شیرینی، شوری، ترشی، تلخی و مزه اومامی را احساس می‌کند. اومامی، کلمه‌ای ژاپنی به معنای لذید است که برای توصیف یک مزه مطلوب که با چهار مزه دیگر تفاوت دارد، به کار می‌رود، اومامی مزه غالب غذاهایی است که آمینو اسید گلوتامات دارند، مانند عصاره گوشت. حس بویایی در درک درست مزه غذا تأثیر دارد؛ مثلاً وقتی سرماخورد و دچار گرفتگی بینی شده‌ایم، مزه غذاها را به درستی تشخیص نمی‌دهیم.

پردازش اطلاعات حسی

با وجود یکسان بودن پایام های پیام عصبی که از گیرنده‌های گوناگون بدن به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسند، مغز چگونه آنها را به شکل‌های متفاوتی مانند صدا، تصویر، یا مزه تفسیر می‌کند؟ پیام‌هایی که هر نوع از گیرنده‌های حسی ارسال می‌کنند، به بخش یا بخش‌های ویژه‌ای از دستگاه عصبی مرکزی و قشر مخ‌وارد می‌شوند. شکل ۱۴ مسیر ارسال پیام‌های بینایی را نشان می‌دهد. چلپیا (کیاسماهی) بینایی که در فعالیت تشریح مغز آن را مشاهده کردید، محلی است که بخشی از آسه‌های عصب بینایی یک چشم به نیمکره مخ مقابل می‌روند. پیام‌های بینایی سرانجام به لوپ‌های پس سری قشر مخ‌وارد و در آنجا پردازش می‌شوند. پیام‌های بینایی قبل از رسیدن به قشر مخ از بخش‌های دیگری از مغز مانند تalamus می‌گذرند.



شکل ۱۴- مسیر پیام‌های بینایی

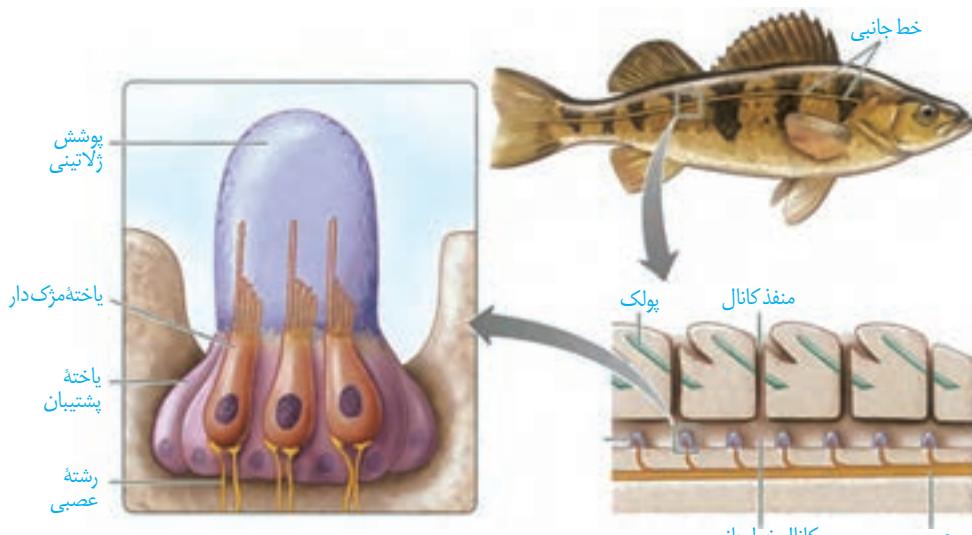
* طرح سؤال از این شکل مجاز نیست.

گفتار ۳ گیرنده‌های حسی جانوران

گیرنده‌های حسی انسان می‌توانند محرك‌های گوناگون محیط را دریافت کنند. اما محرك‌هایی مانند پرتوهای فرابنفش نیز وجود دارد که انسان به کمک دستگاه‌های ویژه‌ای می‌تواند آنها را دریافت کند؛ در حالی که برخی جانوران گیرنده‌های دریافت‌کننده آنها را دارند. در ادامه به برخی گیرنده‌های حسی در جانوران می‌پردازیم.

گیرنده‌های مکانیکی خط جانبی: در دو سوی بدن ماهی‌ها ساختاری به نام خط جانبی وجود دارد. این ساختار، کanalی در زیر پوست جانور است که از راه سوراخ‌هایی با محیط بیرون ارتباط دارد. درون کanal، یاخته‌های مژک‌داری قرار دارند که به ارتعاش آب حساس‌اند. مژک‌های این

یاخته‌ها در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند. جریان آب در کanal، ماده ژلاتینی را به حرکت در می‌آورد. حرکت ماده ژلاتینی، یاخته‌های گیرنده را تحریک می‌کند و ماهی به کمک خط جانبی از وجود اجسام و جانوران دیگر (شکار و شکارچی) در پیرامون خود آگاه می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- ساختار خط جانبی در ماهی

رشته‌های عصبی



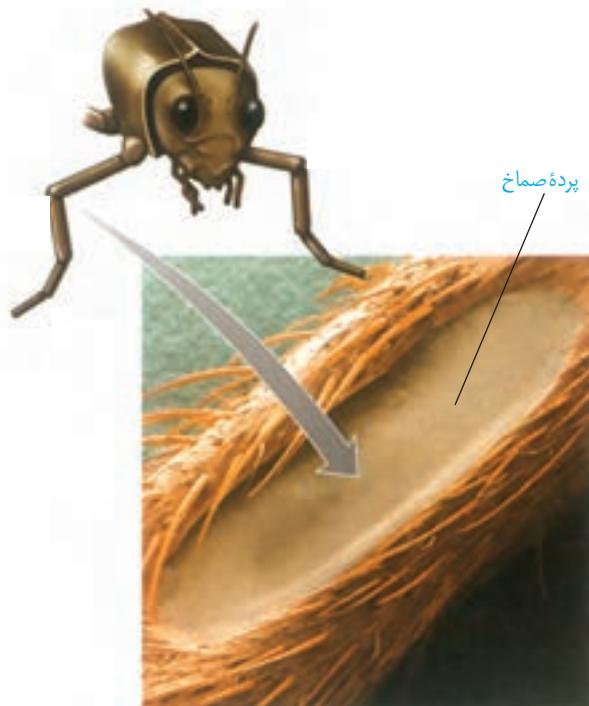
شکل ۱۶- گیرنده شیمیایی در مگس

گیرنده‌های شیمیایی در پا

در مگس، گیرنده‌های شیمیایی در موهای حسی روی پاهای آن قرار دارند. مگس‌ها به کمک این گیرنده‌ها انواع مولکول‌ها را تشخیص می‌دهند (شکل ۱۶).

گیرنده مکانیکی صدا در پا: روی هریک از پاهای جلویی

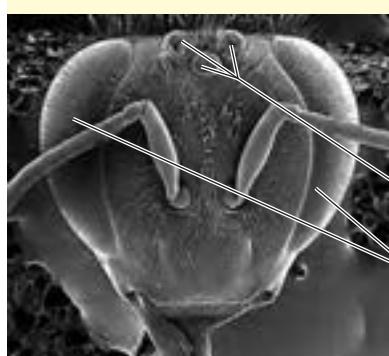
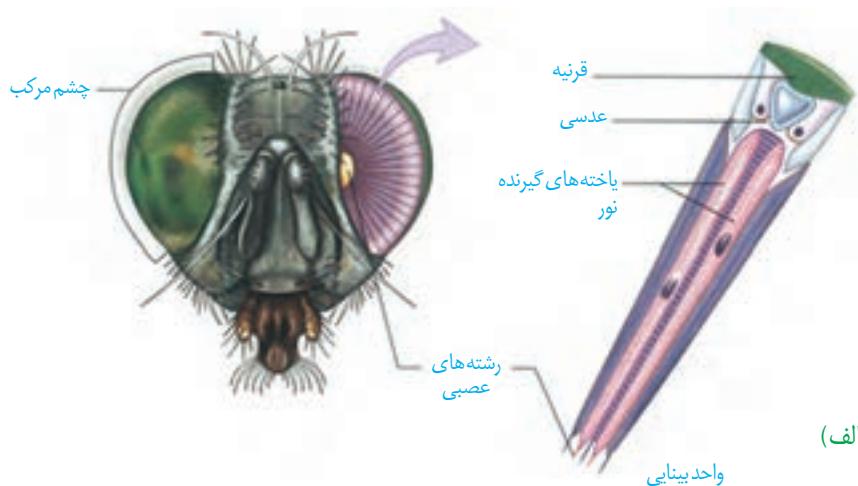
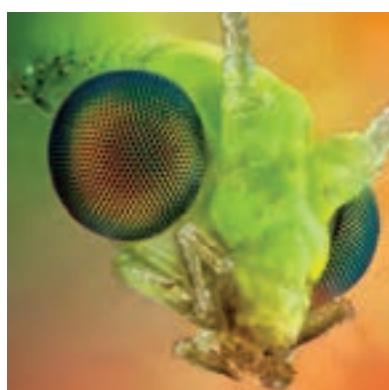
جیرجیرک یک محفظه هوا وجود دارد که پرده صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده های مکانیکی را که در پشت پرده صماخ قرار دارند، تحریک و جانور صدا را دریافت می کند (شکل ۱۷).



گیرنده های نوری چشم مرکب: چشم مرکب که در حشرات

دیده می شود، از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است. هر واحد بینایی، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرنده نوری دارد. هر یک از این واحدها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می کند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را کپارچه و تصویری موزاییکی ایجاد می کند (شکل ۱۸). گیرنده های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می کنند.

شکل ۱۷- پرده صماخ در جیرجیرک



بیشتر بدانید

بیشتر حشرات سه چشم ساده روی سر خود دارند. شواهد نشان می دهند، زنبور عسل از چشم ساده خود برای تشخیص شدت نور و طول روز استفاده می کند؛ اما این چشم، تصویری ایجاد نمی کند.

تصویر چشم های زنبور با میکروسکوپ الکترونی



شکل ۱۸- (الف) چشم مرکب حشرات
و (ب) تصویر موزاییکی در مقایسه با تصویری که چشم انسان می بیند.

بیشتر بدانید

گیرنده‌های مغناطیسی:

جانورانی مانند لاکپشت‌های دریایی که هنگام مهاجرت مسافت‌های طولانی رامی‌پیمایند، گیرنده‌های مغناطیسی دارند که به کمک آنها جهت موقعیت خود را به درستی تشخیص می‌دهند؛ زیرا الگوی میدان مغناطیسی زمین، در نواحی مختلف کره زمین متغّرتو و تقریباً در طول زمان ثابت است و با تغییر آب و هوا و شب و روز تغییر نمی‌کند.

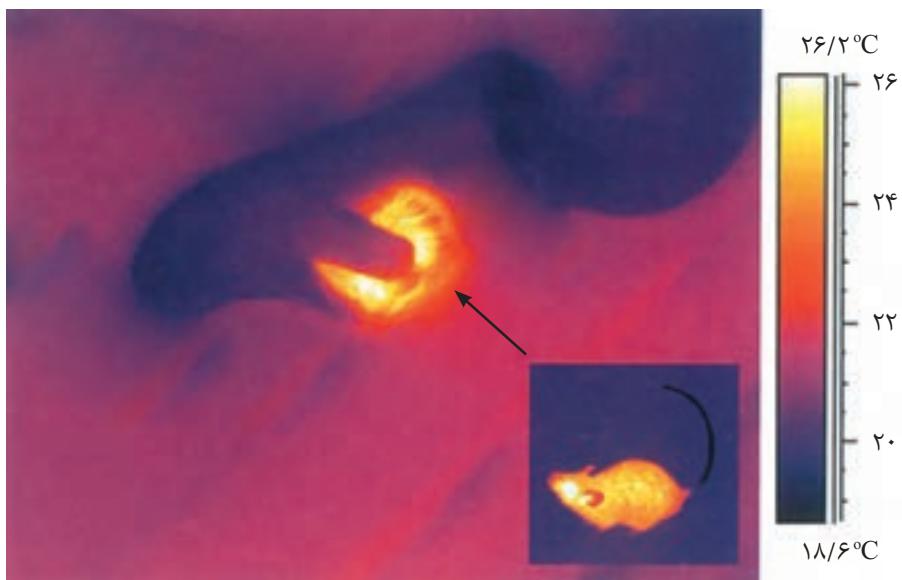
گیرنده فروسرخ مار زنگی: برخی مارها می‌توانند پرتوهای فروسرخ را تشخیص دهند.

همان طور که در شکل ۱۹ می‌بینید، در جلو و زیر چشم مار زنگی سوراخی است که گیرنده‌های پرتوهای فروسرخ در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده‌ها، مار پرتوهای فروسرخ تاییده از بدن شکار را دریافت می‌کند و محل آن را در تاریکی تشخیص می‌دهد.



شکل ۱۹-الف) محل گیرنده فروسرخ در مار زنگی

(ب) تصویر مار در حال شکار که با دوربین حساس به پرتوهای فروسرخ گرفته شده است.

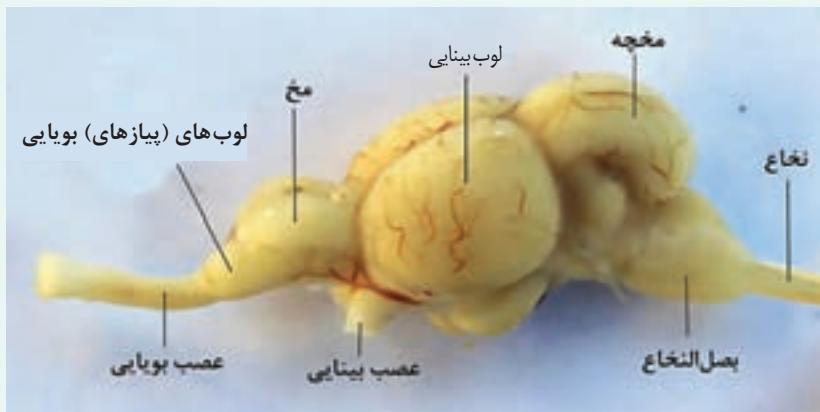


بیشتر بدانید

گیرنده‌های الکترونیکی:

بسیاری از کوسه‌ها و برخی از پستانداران مانند پلاتی پوس (نونک اردکی)، گیرنده‌هایی دارند که میدان‌های الکترونیکی را تشخیص می‌دهند. این جانوران از گیرنده‌های الکترونیکی برای یافتن شکار و جهت‌یابی استفاده می‌کنند. برخی از ماهی‌ها برای ایجاد ارتباط با همنوعان این گیرنده‌ها را به کار می‌برند.

۱- طرح زیر مغزماهی را نشان می‌دهد.



لوب‌های (پیازهای) بویایی ماهی نسبت به کل مغز جانور از لوب‌های بویایی انسان بزرگ‌تر است.

این مطلب چه واقعیتی را درباره حس بویایی ماهی نشان می‌دهد؟

۲- ساختار و عملکرد چشم مرکب و چشم انسان را مقایسه کنید.

۳- خط جانبی در ماهی‌ها با کدام ساختارها در انسان شباهت دارد؟



فصل ۲

دستگاه حرکتی

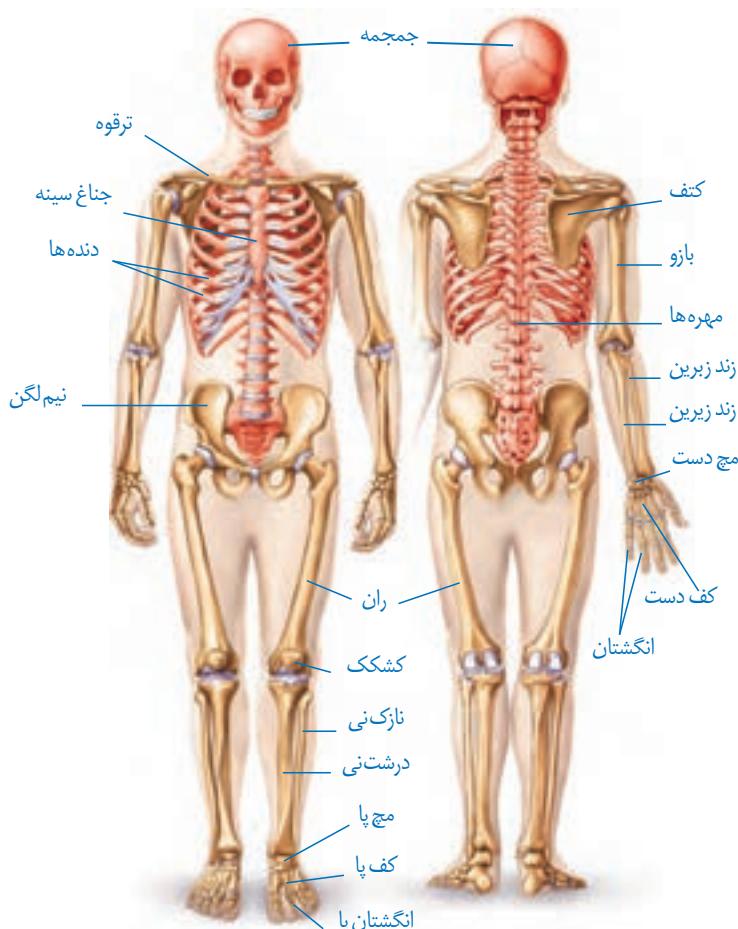
استفاده ما از دست و پا به قدری است که تصور زندگی بدون آنها برايمان بسیار سخت است. خوشبختانه امروزه افراد دارای نقص عضو نیز می‌توانند با استفاده از اعضای مصنوعی تاحدودی بر محدودیت‌های حرکتی چیره شوند. مطالعات دقیق ساختار ماهیچه‌ها، مفاصل و استخوان‌ها، به همراه پیشرفت در علوم مربوط به مواد و الکترونیک، مهندسان را قادر ساخته تا اندام‌های پیچیده را جایگزین بخش‌های آسیب‌دیده یا ناقص کنند. کارآمدی بعضی اندام‌های مصنوعی آنقدر بالاست که در پارالمپیک برای جلوگیری از رقابت نابرابر، قوانین سختگیرانه‌ای برای استفاده از این اندام‌ها وضع شده است.

اندام‌های حرکتی از چه بخش‌هایی تشکیل شده‌اند؟ نحوه عملکرد این بخش‌ها چگونه است؟ چه آسیب‌های احتمالی اندام‌های حرکتی را تهدید می‌کند؟ به چه روش‌هایی می‌توان این اجزا را از آسیب حفظ کرد؟

گفتار ۱

استخوان‌ها و اسکلت

استخوان‌های بخشی از اسکلت انسان شامل دو بخش **محوری** و **جانبی** است. بخش محوری همان طور که از نامش مشخص است، محور بدن را تشکیل می‌دهد و از ساختارهایی مانند مغز و قلب حفاظت می‌کند؛ گرچه بخش‌هایی از آن هم در جویدن، شنبیدن، صحبت کردن و حرکات بدن نیز نقش دارند. استخوان‌های دست و پا از اجزای اسکلت جانبی‌اند. این استخوان‌ها نسبت به اسکلت محوری، نقش بیشتری در حرکت بدن دارند. بخش‌های مختلف اسکلت در شکل ۱ دیده می‌شوند.

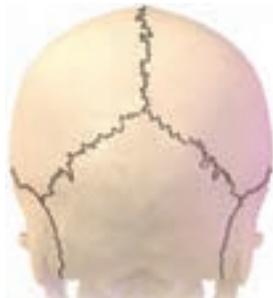


شکل ۱- اسکلت انسان

اعمال استخوان‌ها

استخوان‌ها علاوه بر حفاظت و پشتیبانی اندام‌ها، اعمال دیگری هم انجام می‌دهند؛ مثلاً استخوان‌های کوچک گوش در شنبیدن دقیق مؤثرند. همچنین استخوان‌های بابه کمک ماهیچه‌ها موجب حرکت بدن می‌شوند. سایر اعمال استخوان‌ها در جدول یک خلاصه شده است.

جدول ۱-وظایف اسکلت استخوانی در انسان



استخوان هایی از جمجمه



استخوان مهره



استخوان هایی مچ دست



استخوان ران

شکل ۲- انواع استخوان (از بالا به پایین): پهن، نامنظم، کوتاه، دراز (در تصاویر مقایس رعایت نشده است.)

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می کنند تا اندام ها روی آنها مستقر شوند.
حرکت	اتصال ماهیچه های اسکلتی به استخوان ها و انقباض آنها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می شود.
حفظ اندام های درونی	اسکلت استخوانی، بخش های حساسی، مانند نخاع، قلب، مغز و شش ها را حفظ می کند.
تولید یاخته های خونی	بسیاری از استخوان ها مغز قرمز دارند که یاخته های خونی را تولید می کند.
ذخیره مواد معدنی	استخوان ها محل ذخیره مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم اند.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان های کوچک گوش در شنیدن و استخوان های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

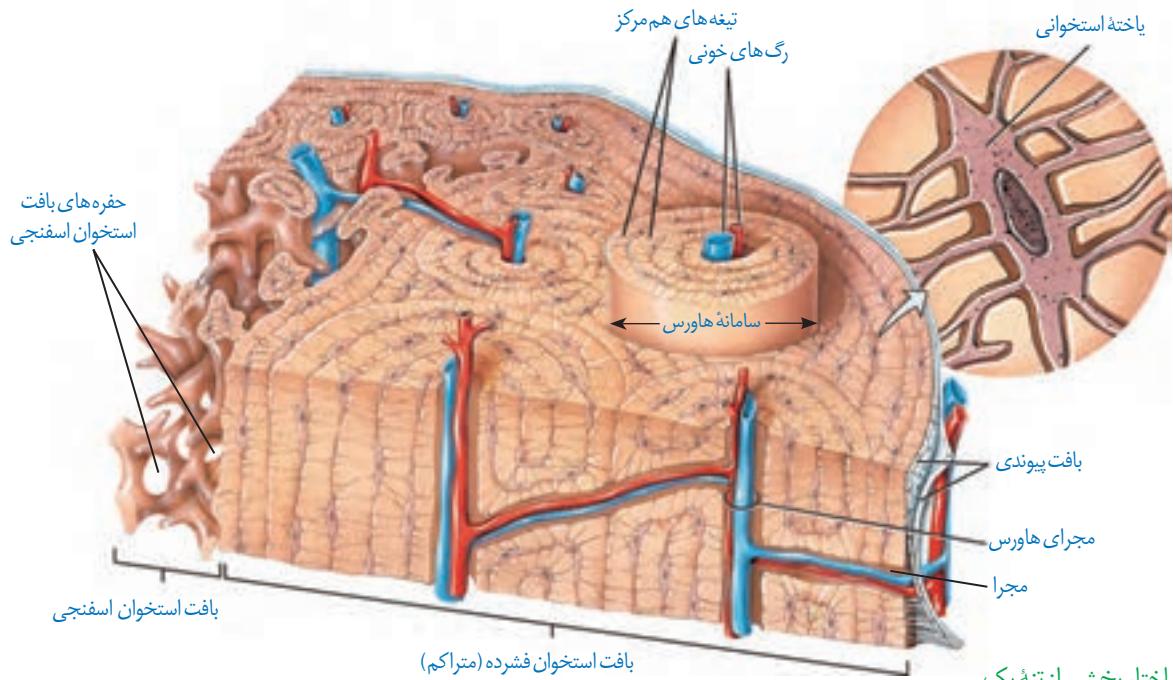
انواع استخوان

استخوان ها اشکال مختلفی دارند. استخوان ران و بازو از انواع استخوان های درازند، در حالی که استخوان های مچ از انواع استخوان های کوتاه اند. استخوان جمجمه از استخوان های پهن هستند. استخوان های ستون مهره از نوع استخوان های نامنظم اند (شکل ۲). استخوان های بدن اندازه های متفاوتی دارند، از استخوان های کوچک گوش میانی تا استخوان بزرگ لگن.

ساختار استخوان: هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفننجی تشکیل شده است. میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان های مختلف متفاوت است. مثلاً بافت استخوانی فشرده در طول استخوان ران، به صورت واحد هایی به نام **سامانه هاورس** قرار گرفته است (شکل ۳). این سامانه ها به صورت استوانه هایی هم مرکز از تیغه های استخوانی اند که از یاخته های استخوانی، ماده زمینه ای و کلائز در اطراف آنها تشکیل شده است. ماده زمینه ای از پروتئین ها و مواد معدنی تشکیل شده است. اعصاب و رگ های درون مجرای مرکزی هر سامانه، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می کنند. سطح درونی تنہ این استخوان نیز بافت اسفننجی دارد. سطح خارجی این استخوان، توسط بافت پیوندی احاطه شده است و رگ ها و اعصاب از راه مجرای های به بیرون ارتباط دارند.

انتهای برآمده استخوان ران از بافت اسفننجی پر شده است. بافت استخوانی اسفننجی، از میله ها و صفحه های استخوانی تشکیل شده است که بین آنها حفره هایی وجود دارد که توسط رگ ها و مغز استخوان پر شده اند. مغز استخوان در دو نوع زرد و قرمز وجود دارد. مغز زرد بیشتر از چربی تشکیل

شده است و مجرای مرکزی استخوان‌های دراز را پر می‌کند. مغز قرمز استخوان در بافت استخوانی اسفنجی دیده می‌شود. در کم خونی‌های شدید، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.



شکل ۳- ساختار بخشی از تنہ یک استخوان دراز و اجزای آن

سال گذشته با ساختار بافت پیوندی و اجزای آن آشنا شدید. الف) با توجه به اطلاعات قبلی هر بافت پیوندی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ ب) ماده زمینه‌ای استخوان توسط چه بخشی ساخته می‌شود؟

فعالیت ۱

تشکیل و تخریب استخوان

در دوران جنبینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن نمک‌های کلسیم سخت می‌شوند. یاخته‌های استخوانی تا اواخر سنّ رشد، ماده زمینه‌ای ترشح می‌کنند و بنابراین، توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند. با افزایش سن، یاخته‌های استخوانی کم کار می‌شوند و توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا می‌کند. در همه این مراحل، تغییرات استخوانی در حال انجام است. استخوان‌ها در اثر فعالیت بدنی مانند ورزش، یا با افزایش وزن ضخیم، متراکم تر و محکم‌تر می‌شوند و استخوان‌هایی که کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، ظرفی‌تر می‌شوند. مشابه این حالت، در فضانوردان دیده می‌شود که در محیط بی‌وزنی تراکم استخوان‌شان کاهش می‌یابد. استخوان‌های بدن به طور پیوسته دچار شکستگی‌های میکروسکوپی می‌شوند که نتیجه حرکات معمول بدن‌اند. شکستگی‌های دیگر می‌توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند (شکل ۴).

در این حالت، یاخته‌های تزدیک به محل شکستگی، یاخته‌های جدید استخوانی می‌سازند و پس از چند هفته آسیب بهبود پیدا می‌کنند.

شکل ۴- (الف) شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران و (ب) تصویر رادیوگرافی از استخوان شکسته ران



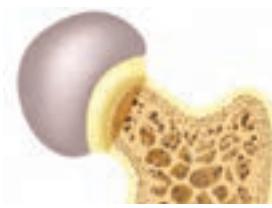
(ب)



(الف)

تراکم توده استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان هاست و کاهش آن باعث پوکی استخوان می‌شود. در پوکی استخوان، تخریب استخوانی افزایش می‌یابد. در نتیجه استخوان‌ها ضعیف و شکننده می‌شوند (شکل ۵). کمبود ویتامین D و کلسیم غذاء، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند. اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.

شکل ۵- مقایسه استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی



استخوان مبتلا به پوکی



استخوان طبیعی

فعالیت ۲

به طور کلی تراکم توده استخوانی در زنان و مردان با هم تفاوت دارد. جدول زیر تراکم استخوانی زنان و مردان را در سنین مختلف نشان می‌دهد.

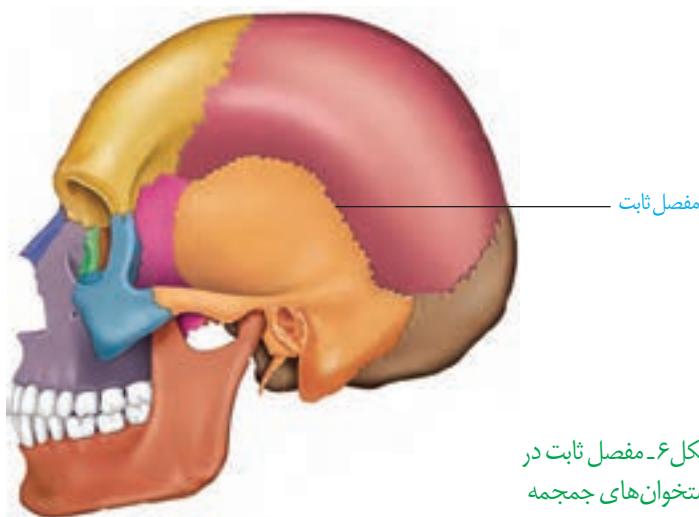
میانگین تراکم استخوان		
مرد	زن	سن
۰/۹۷۹	۰/۸۹۵	۲۰
۰/۹۳۶	۰/۸۸۶	۳۰
۰/۸۹۴	۰/۸۵۰	۴۰
۰/۸۵۱	۰/۷۹۷	۵۰
۰/۸۰۹	۰/۷۳۳	۶۰
۰/۷۶۶	۰/۶۶۷	۷۰
۰/۷۲۴	۰/۶۰۷	۸۰

طرح پرسش از اعداد
جدول در همه آزمون‌ها
از جمله کنکور سراسری
منوع است.

- ۱- منحنی تغییر تراکم توده استخوانی را در دو جنس رسم کنید.
- ۲- در کدام جنس تراکم استخوان بالاتر است؟
- ۳- بین سنین ۲۰ تا ۵۰ سالگی شدت تغییرات تراکم استخوان در مردان بیشتر است یا زنان؟

مفصل

مفصل محل اتصال استخوان‌ها با هم است. در بعضی مفصل‌ها، استخوان‌ها حرکت نمی‌کنند. نمونه آن مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه است. جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل‌های ثابت لبه‌های دندانه‌دار آنها در هم فرو رفته و محکم شده‌اند (شکل ۶).

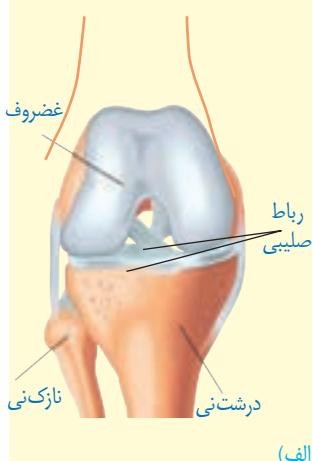


شکل ۶- مفصل ثابت در
استخوان‌های جمجمه

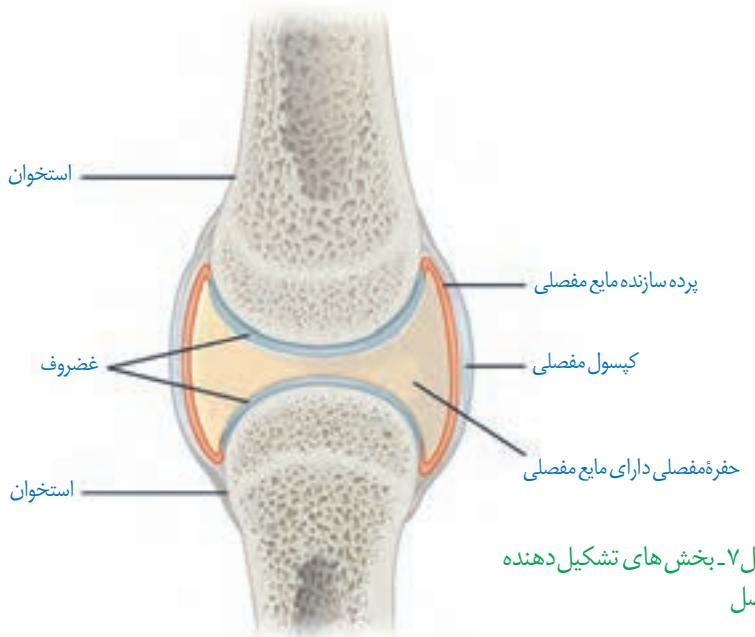
بیشتر بدانید

پارگی رباط صلیبی یکی از موارد شایع آسیب‌دیدگی در ورزشکاران است. این رباط که به دلیل شکل ظاهر آن به این نام خوانده می‌شود سبب نگاهداشتن استخوان ران در مقابل استخوان درشتانی می‌شود. ممکن است فرد با پارگی رباط صلیبی سال‌هابدون مشکل زندگی کند. تغییر ناگهانی وضعیت تنه روى زانو، ایستادن ناگهانی در حین دویلن، جهیدن و افتادن دوباره به زمین در وضعیت نامناسب و ضربات ناگهانی و شدید از جانب زانو می‌تواند عامل ایجاد آسیب در این رباط باشد.

(الف) شکل رباط صلیبی زانو و
(ب) نحوه آسیب دیدن آن.



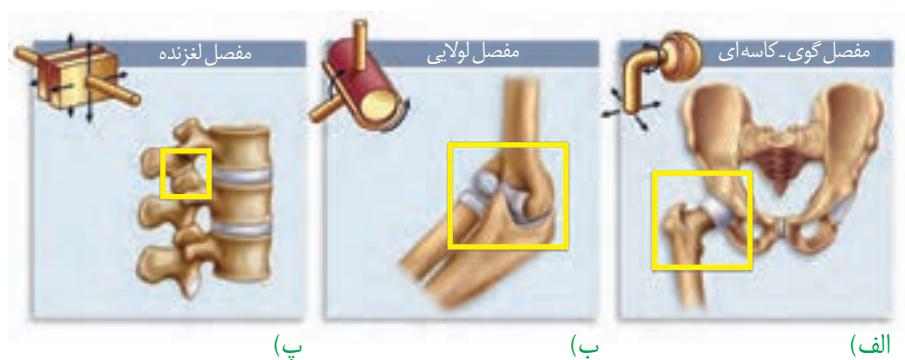
در بیشتر مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند. سر استخوان‌ها در محل این مفصل‌ها توسط بافت غضروفی پوشیده شده است. نمونه آن مفصل‌های زانو، انگشتان و لگن است. استخوان‌ها در محل این نمونه‌ها توسط یک کپسول از جنس بافت پیوندی رشتہ‌ای احاطه شده‌اند که پر از مایع مفصلي لغزنه است. مایع مفصلي و سطح صيقلي غضروف به استخوان‌ها امكان می‌دهد که ساليان زیادي در مجاور هم ليز بخورند و اصطکاک چندانی نداشته باشند (شکل ۷).



شکل ۷-بخش‌های تشکیل دهنده مفصل

علاوه بر کپسول مفصلي، رباط‌ها و زردپي‌ها هم به کناريکديگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند. رباط، بافت پيوندی رشتہ‌ای محکمی است که استخوان‌ها را به هم متصل می‌کند. بعضی انواع مفصل‌های متحرک را در شکل ۸ مشاهده می‌کنيد. با توجه به شکل نحوه حرکت هر نوع مفصل را مقایسه کنيد.

بخش صيقلي غضروف‌ها در اثر کارکرد زياد، ضربات، آسیب‌ها و بعضی بيماري‌ها تخريب می‌شود، ولی بدن دوباره آن را ترميم می‌کند. اگر سرعت تخريب بيش از ترميم باشد، می‌تواند باعث بيماري‌های مفصلي شود.



شکل ۸- انواعی از مفصل‌های متحرک. (الف) گوي-کاسه‌اي (ب) لولائي (پ) لغزنه.

با استفاده از مولاژهای موجود و نمونه‌های آماده میکروسکوپی آزمایشگاه مدرسه، انواع استخوان و بافت‌های استخوانی را مشاهده و با هم مقایسه کنید.

بیشتر بدانید

روماتیسم مفصلی

روماتیسم مفصلی بیماری‌ای است که در آن پرده سازنده مابع مفصلی در زیر کپسول مفصلی، دچار التهاب می‌شود. با افزایش التهاب این پرده، ترشح مابع مفصلی هم افزایش می‌یابد که موجب تورم و التهاب در محل آسیب می‌شود. با پیشرفت بیماری، غضروف‌ها آسیب می‌یابند. التهاب مفصل معمولاً در اندام‌های دوطرف بدن به صورت متقارن بروز می‌کند. تداوم این بیماری ممکن است باعث ساییدگی استخوان در محل آسیب شود. گرچه علت دقیق بروز این بیماری کاملاً شناخته شده نیست، ولی عوامل ارثی، جنسیت، محیط و بعضی بیماری‌های میکروبی در بروز این بیماری مؤثرند. این بیماری در زنان شایع‌تر از مردان است که احتمالاً به دلیل اثر هورمون‌های جنسی زنانه است. اثر مصرف دخانیات و آلودگی هوایی در بروز این بیماری، اثبات شده است. به دلیل دخالت عوامل متعدد در بروز این بیماری، هنوز درمان قطعی برای آن وجود ندارد. استفاده از داروهای کاهنده التهاب مانند مشتقات هورمون کورتیزول از پیشرفت بیماری می‌کاهد و علاوه‌آن راتا حدی کاهش می‌دهد. در موارد شدید بیماری، ممکن است مفصل آسیب‌دیده با مفصل مصنوعی جایگزین شود.



گفتار ۲ ماهیچه و حرکت

بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی دارد که با انقباض خود بسیاری از حرکات بدن را ایجاد می‌کنند. با این ماهیچه‌ها در سال‌های قبل آشنا شدید. شکل ۹ بعضی از این ماهیچه‌ها را در بدن انسان نشان می‌دهد.

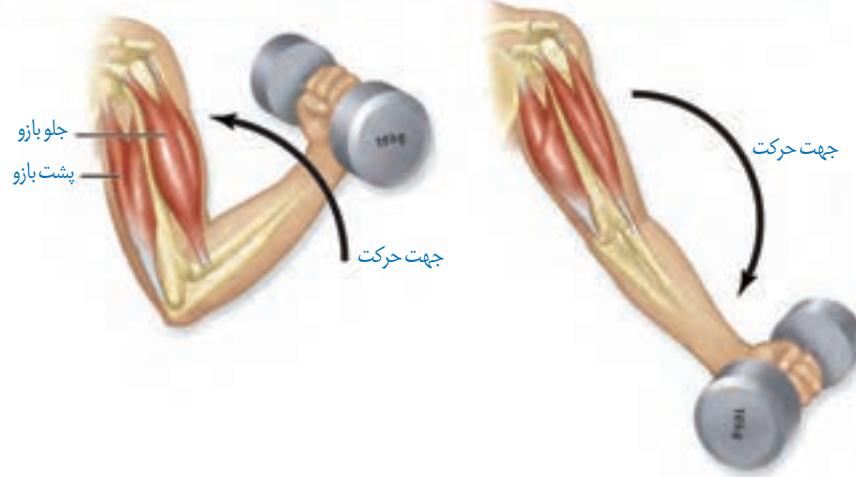


شکل ۹- ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان

بسیاری از ماهیچه‌ها به صورت جفت باعث حرکات اندام‌ها می‌شوند؛ زیرا ماهیچه‌ها فقط قابلیت انقباض دارند. انقباض هر ماهیچه فقط می‌تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد، ولی آن ماهیچه نمی‌تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند، این وظیفه بر عهده ماهیچه متقابله آن است. برای مثال، ماهیچه روی بازو می‌تواند ساعد را به سمت جلو یا بالا بیاورد، ولی نمی‌تواند آن را به حالت قبل برگرداند و این حرکت توسط ماهیچه پشت بازو انجام می‌شود. بنابراین، هنگامی که یکی از جفت ماهیچه‌های متقابله در حالت انقباض است، ماهیچه دیگر در حال استراحت است (شکل ۱۰). همه ماهیچه‌های اسکلتی باعث حرکت استخوان نمی‌شوند. شما چه ماهیچه‌های اسکلتی را می‌شناسید که به استخوان متصل نیستند؟

ماهیچه جلوی بازو در حال انقباض و ماهیچه پشت بازو
در حال استراحت

ماهیچه پشت بازو در حال انقباض و ماهیچه جلوی بازو
در حال استراحت



شکل ۱۰ - عملکرد ماهیچه‌های متقابل

گرچه ماهیچه‌های اسکلتی تحت کنترل ارادی، هستند، ولی بعضی از این ماهیچه‌ها به صورت غیر ارادی هم منقبض می‌شوند. انقباض ماهیچه‌ها در اثر انعکاس نمونه‌ای از این انقباض‌هاست که با آنها در گذشته آشنا شدید. ماهیچه‌ها همچنین با انقباض خود در حفظ شکل و حالت بدن و ایجاد حرارت مؤثرند (جدول ۲).

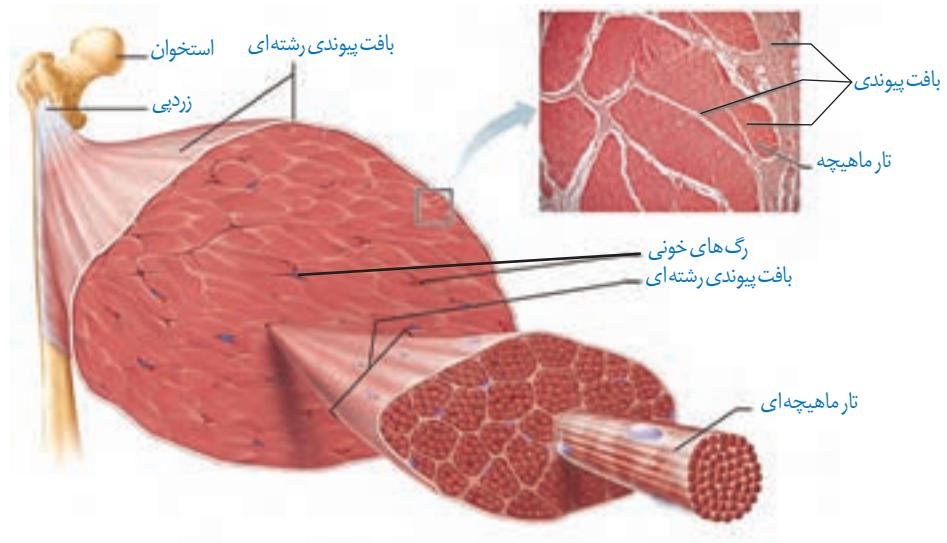
جدول ۲- اعمال ماهیچه‌های اسکلتی

توضیح	وظیفه
ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.	حرکات ارادی
ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.	کنترل دریچه‌های بدن
ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می‌شوند.	حفظ حالت بدن
ماهیچه‌های اسکلتی با کمک به سخن گفتن، نوشتن یا رسم شکل و ایجاد حالات مختلف چهره، در برقراری ارتباط ایفای نقش می‌کنند.	ارتباطات
فعالیت‌های سوخت و ساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای زیادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.	حفظ دمای بدن

ساختمان ماهیچه اسکلتی

یک ماهیچه اسکلتی مانند آنچه که در شکل ۱۱ دیده می‌شود از چندین دسته تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است. هر دسته تار ماهیچه‌ای از تعدادی یاخته یا تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است.

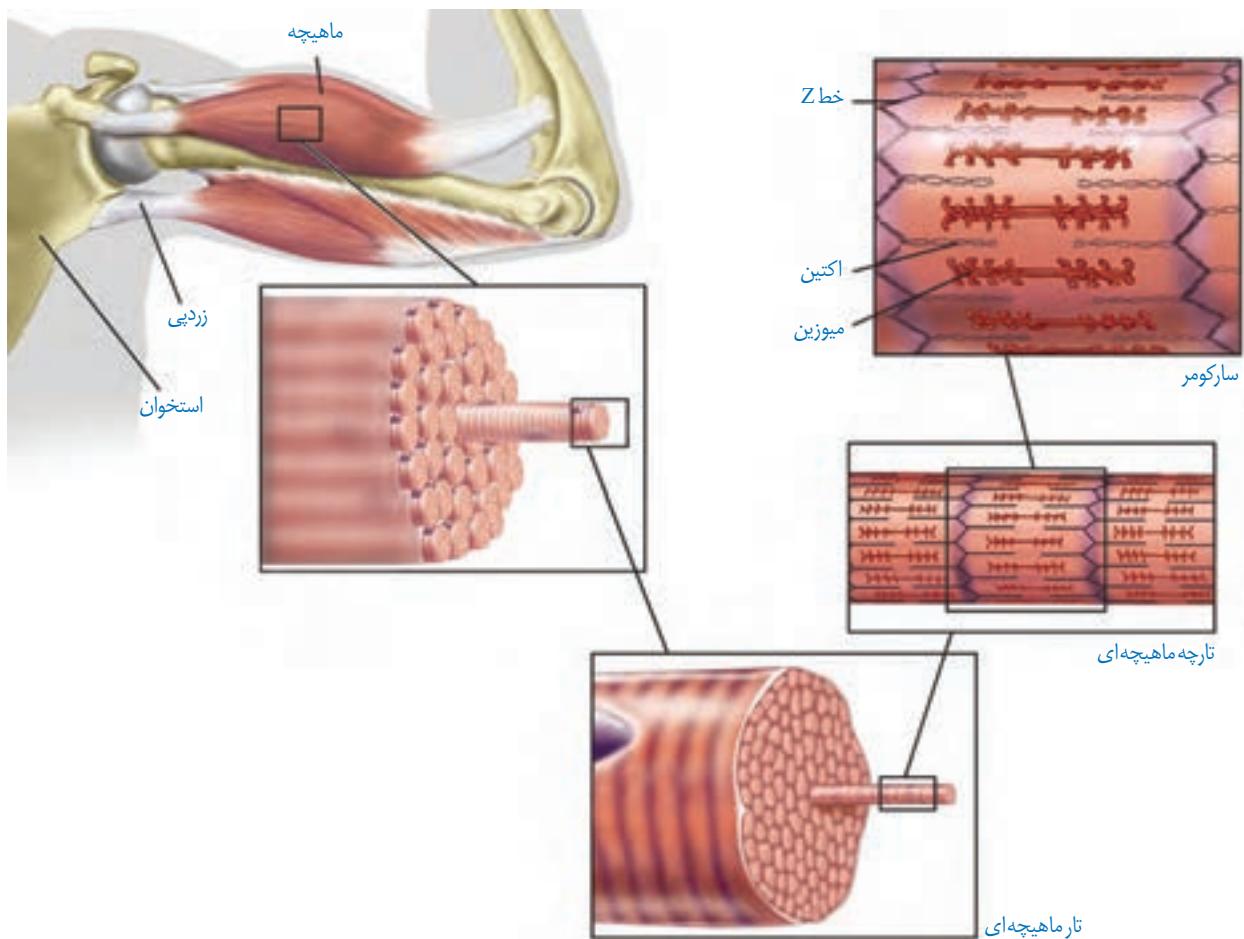
این دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده است. این غلاف‌های پیوندی در انتهای، به صورت طناب یا نواری محکم به نام **زدپی** در می‌آیند (شکل ۱۱). زدپی‌های دو انتهایی ماهیچه، به استخوان‌های مختلف متصل می‌شوند. با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند. نحوه اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولاً با تغییر کوتاهی در طول ماهیچه، استخوان به اندازه زیادی جابه‌جا می‌شود. مثلاً با کوتاه شدن حدود یک سانتی‌متر ماهیچه جلوی بازو، ساعد دست به اندازه زیادی حرکت می‌کند.



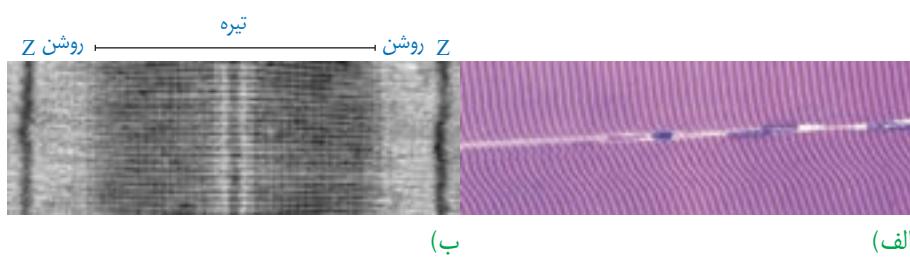
شکل ۱۱- ساختار ماهیچه اسکلتی

یاخته (تار) ماهیچه اسکلتی: در شکل ۱۲، یاخته‌های ماهیچه‌ای مانند استوانه‌ای با چندین هسته دیده می‌شوند. در واقع هر یاخته از به هم پیوستن چند یاخته در دوره جنینی ایجاد می‌شود و به همین علت چند هسته دارد. درون هر یاخته، تعداد زیادی رشته به نام **تارچه ماهیچه‌ای** وجود دارد که موازی هم در طول یاخته قرار گرفته‌اند (شکل ۱۲).

تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام **سارکومر** تشکیل شده‌اند که به تار ماهیچه‌ای ظاهر مخطط (خط خط) می‌دهند. دو انتهای هر سارکومر خطی به نام **خط Z** دیده می‌شود. آیا با توجه به شکل ۱۲ می‌توانید علت این نام‌گذاری را حدس بزنید؟ ظاهر مخطط این یاخته‌ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی اکتین و میوزین است که با آرایش خاصی در کنار هم قرار گرفته‌اند. رشته‌های اکتین نازک و از یک طرف به خط Z متصل‌اند. این رشته‌ها به درون سارکومر کشیده شده‌اند. رشته‌های میوزین، ضخیم و بین رشته‌های اکتین جاگرفته‌اند. این رشته‌ها سرهایی برای اتصال به اکتین دارند. آیا می‌توانید با توجه به شکل ۱۳ و نحوه قرارگیری رشته‌های اکتین و میوزین در شکل ۱۲، علت تیره و روشن دیده شدن این تارهای ماهیچه‌ای را بیان کنید؟



شکل ۱۲- اجزای یک تار و تارچه ماهیچه‌ای



شکل ۱۳- تصویر میکروسکوپی از
الف) ساختار ماهیچه مخطط و
ب) سارکومر



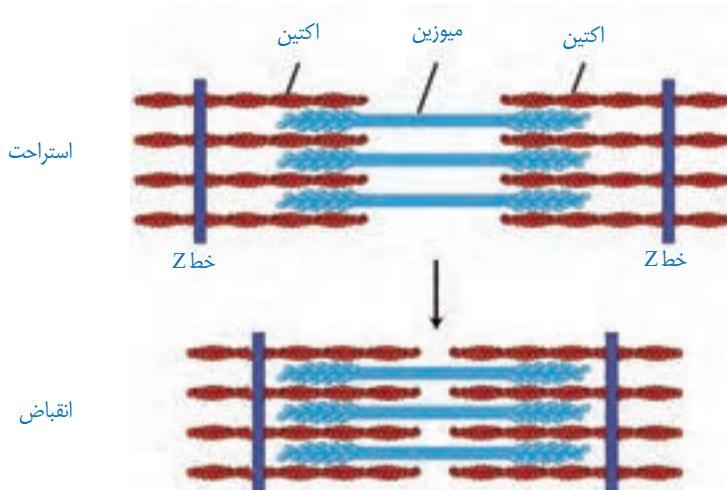
شکل ۱۴- بخش‌های مختلف
مولکول میوزین

mekanisem nqabast mae hiche

بارسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایه ویژه‌ای از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه‌ای می‌رسد و ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی آزاد می‌شود. با اتصال این ناقلين به گیرنده‌های خود در

سطح یاخته ماهیچه‌ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود. با تحریک یاخته ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آن آزاد می‌شود. در نتیجه این عمل، سرهای پروتئین‌های میوزین به رشته‌های اکتین متصل می‌شوند.

با اتصال پروتئین‌های میوزین به اکتین و تغییر شکل آن، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک می‌شوند. نزدیک شدن خطوط Z باعث کوتاه شدن طول سارکومرها و در کل، کاهش طول ماهیچه می‌شود (شکل ۱۵).

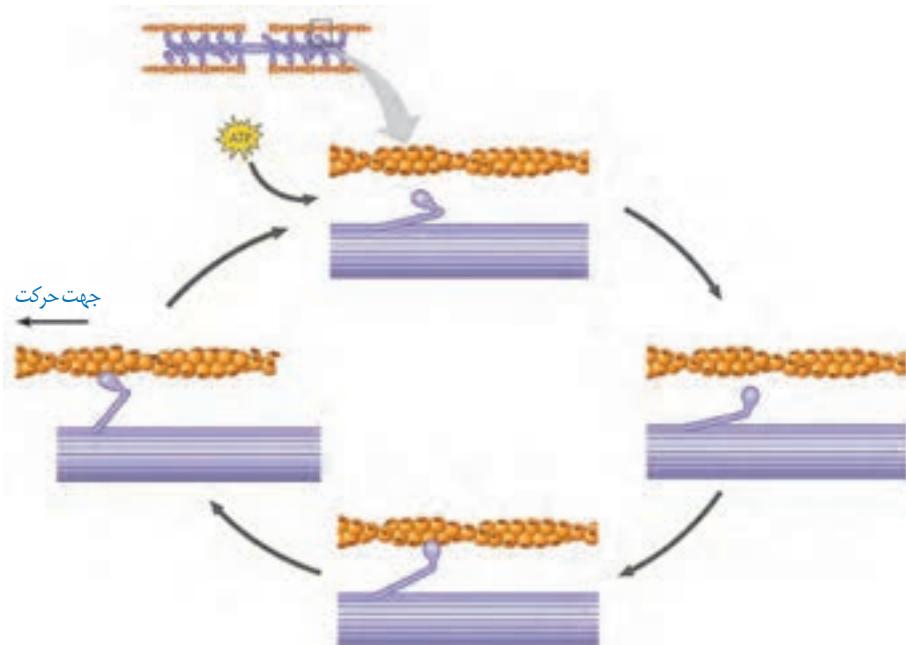


شکل ۱۵- طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها

بیشتر بدانید

بعضی عوامل بیماری‌زا می‌توانند در انقباض ماهیچه اختلال ایجاد کنند؛ مثلاً نوعی باکتری سمی خطرناک به نام بوتولینوم تولید می‌کند. این سم مانع از آزاد شدن استیل کوپلین از یاخته‌های عصبی حرکتی می‌شود، در نتیجه ماهیچه هیچ پیام برای تحریک دریافت نمی‌کند. این سم که بوتاکس نیز معروف است در مقادیر بسیار کم برای کاهش چین و چروک‌های ظاهری چهره استفاده می‌شود. تزریق مقادیر بسیار کم بوتاکس در اطراف چشم و پیشانی به طور موقت باعث فلنج ماهیچه‌های چهره می‌شود و تا مدتی چروک‌های صورت رارفع می‌کند، ولی از طرفی باعث بی‌حالت شدن چهره می‌شود که به چهره یخی یا بی‌روح معروف است.

توقف انقباض: با توقف پیام عصبی انقباض، یون‌های کلسیم به سرعت با انتقال فعال به شبکه آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند. در این حال، سارکومر تازمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می‌ماند.



شکل ۱۶- نحوه انقباض ماهیچه

تأمین انرژی انقباض

بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن گلوکز به دست می‌آید. در ماهیچه‌ها گلیکوژن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می‌شود. در صورت وجود اکسیژن، تجزیه گلوکز می‌تواند تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند. برای انقباض طولانی‌تر، ماهیچه‌ها از اسیدهای چرب استفاده می‌کنند. ماده‌迪گر کرآتین فسفات است که طبق واکنش زیر می‌تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند.



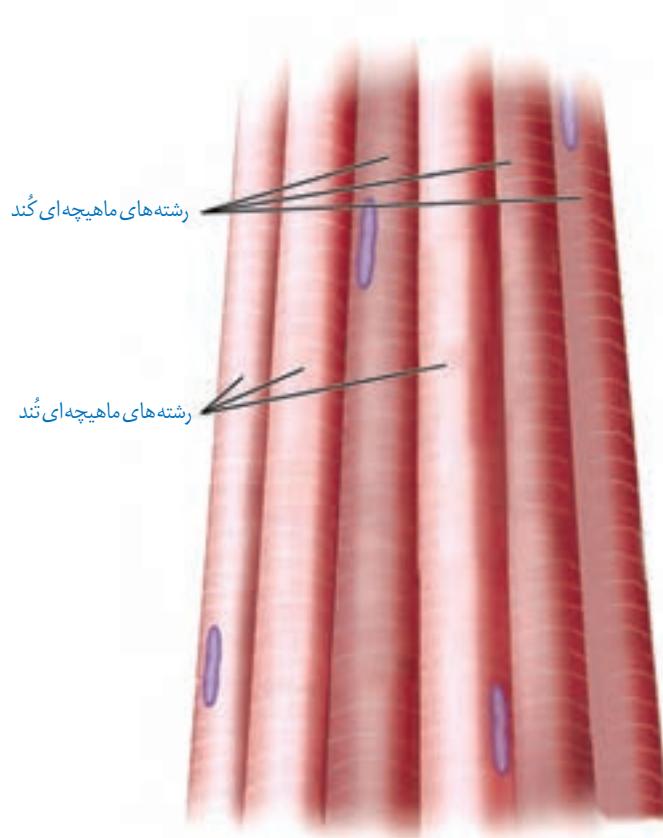
ماهیچه‌ها برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند. در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیه گلوکز به صورت بی‌هوایی انجام می‌شود. در اثر این واکنش‌های لاکتیک اسید تولید می‌شود که در ماهیچه انباسته می‌شود. انباسته شدن لاکتیک اسید پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود. لاکتیک اسید اضافی به تدریج تجزیه می‌شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه‌ای کاهش می‌یابد.

انواع یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای

یاخته‌های ماهیچه‌ای را می‌توان به دو نوع یاخته‌های تنده و کند تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی براساس سرعت انقباض است. بسیاری از ماهیچه‌های بدن هر دو نوع یاخته را دارند. تار ماهیچه‌ای نوع کند، برای حرکات استقامتی مانند شناکردن ویژه شده‌اند. این تارها مقدار زیادی رنگ دانه قرمز به

نام میوگلوبین (شبيه هموگلوبين) دارند که می‌توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند. اين تارها بيشتر انرژي خود را به روش هوازی به دست می‌آورند (شكل ۱۷).

تارهای ماهیچه‌ای تند (یا سفید) سریع منقبض می‌شوند. این تارها مسئول انجام انقباضات سریع مثل دوی سرعت و بلند کردن وزنه‌اند. این تارها تعداد میتوکندری کمتری دارند و انرژی خود را بيشتر از راه تنفس بی‌هوازی به دست می‌آورند. مقدار میوگلوبین این تارها هم کمتر است. این تارها سریع انرژی خود را از دست می‌دهند و خسته می‌شوند. افراد کم تحرک، دارای تار ماهیچه‌ای تند بيشتری هستند که با ورزش، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می‌شوند (شكل ۱۷).



شكل ۱۷- تارهای ماهیچه‌ای تند و کند

فعالیت ۴

الف) به نظر شما چه تفاوت‌هایی بین دوندگان دوی صدمتر و ماراتن از نظر تعداد و درصد تارهای ماهیچه‌ای تند و کند وجود دارد؟

ب) کدام گروه هنگام فعالیت ورزشی حرفة‌ای خود به اکسیژن نیاز بیشتری دارند؟

پ) مقدار میوگلوبین ماهیچه‌های مؤثر در ورزش حرفة‌ای این ورزشکاران چه تفاوتی دارد؟

حرکت در جانوران

جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می‌توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند. شیوه‌های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است. شناکردن، پروازکردن، دویدن و خزیدن، نمونه‌هایی از این حرکات‌اند. با این وجود، اساس حرکت در جانوران مشابه است؛ برای حرکت در یک سو، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند. برای انجام حرکت، جانوران نیازمند ساختارهای اسکلتی و ماهیچه‌ای نیرویی در خلاف آن وارد کند.

ساختار اسکلت در جانوران متفاوت است، ولی می‌توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه آب‌ایستایی^۱، بیرونی و درونی طبقه‌بندی کرد. اسکلت آب‌ایستایی در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد. عروس دریایی اسکلت آب‌ایستایی دارد. ضمناً در این جانوران، با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند. این حالت مانند حرکت بادکنک هنگام خالی شدن هوای آن است و باعث رانده شدن بادکنک در خلاف جهت خروج هوا می‌شود.

حشرات و سخت‌پوستان نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفه حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازه جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ‌تر و ضخیم‌تر شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند. به همین علت، اندازه این جانوران از حد خاصی بیشتر نمی‌شود.

مهره‌داران اسکلت درونی دارند. در انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است، ولی در سایر مهره‌داران استخوانی است که غضروف نیز دارد. ساختار استخوان در این جانوران بسیار شبیه ساختار استخوان انسان است.

فعالیت ۵

با استفاده از منابع علمی تحقیق کنید هریک از انواع اسکلت درونی یا بیرونی چه مزایا و محدودیت‌هایی دارد.
نتایج تحقیق خود را به صورت گزارش در کلاس ارائه کنید.



فصل ۴

تنظیم شیمیایی

تصویر کنید روزی تمام وسایل ارتباطی مثل تلفن، اینترنت و رادیو در یک شهر قطع شود. آیا اداره کردن آن شهر ممکن خواهد بود؟ آیا می‌توان بخش‌های مختلف شهر را که در فواصل دور یا نزدیک قرار دارند، با یکدیگر هماهنگ کرد؟ آیا می‌توان یک خبر را به اطلاع همه مردم شهر رساند؟ در پریاختگان، یاخته‌ها نمی‌توانند از یکدیگر مستقل باشند. در فصل اول دیدیم که دستگاه عصبی، یکی از دستگاه‌های ارتباطی بدن است. اما دستگاه عصبی با تک تک یاخته‌های بدن ارتباط ندارد. در این فصل، با ارتباطات شیمیایی آشنا می‌شویم و خواهیم دید که چگونه بخش مهمی از فرایندهای بدن توسط آن انجام می‌شود.

گفتار ۱ ارتباط شیمیایی

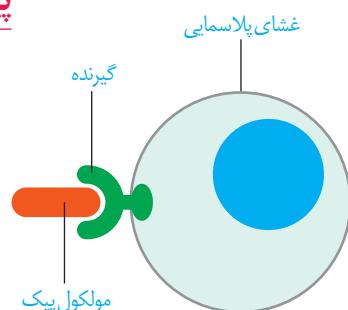
در فصل اول دیدیم که یاخته‌های عصبی ارتباط بین نقاط مختلف بدن را برقرار می‌کنند. در این گفتار، نقش مولکول‌ها را در برقراری ارتباط خواهیم دید.

پیک شیمیایی

پیک شیمیایی مولکولی است که پیام را منتقل می‌کند. یاخته‌ای که پیام را دریافت می‌کند یاخته‌هدف نام دارد.

پیک، چگونه یاخته‌هدف را از میان انبوه یاخته‌ها پیدا می‌کند و پیام را اشتباہی به یاخته دیگر نمی‌رساند؟ یاخته‌هدف، برای پیک گیرنده‌ای دارد (شکل ۱). مولکول پیک، تنها بر یاخته‌ای می‌تواند تأثیر بگذارد که گیرنده آن را داشته باشد و این یاخته، همان یاخته‌هدف است.

براساس مسافتی که پیک طی می‌کند تا به یاخته‌هدف برسد، پیک‌ها را به دو گروه **کوتاه‌برد** و **دوربُرد تقسیم** می‌کنند.



شکل ۱-پیک از طریق اثر بر گیرنده اختصاصی خود در یاخته‌هدف در آن تغییر ایجاد می‌کند.

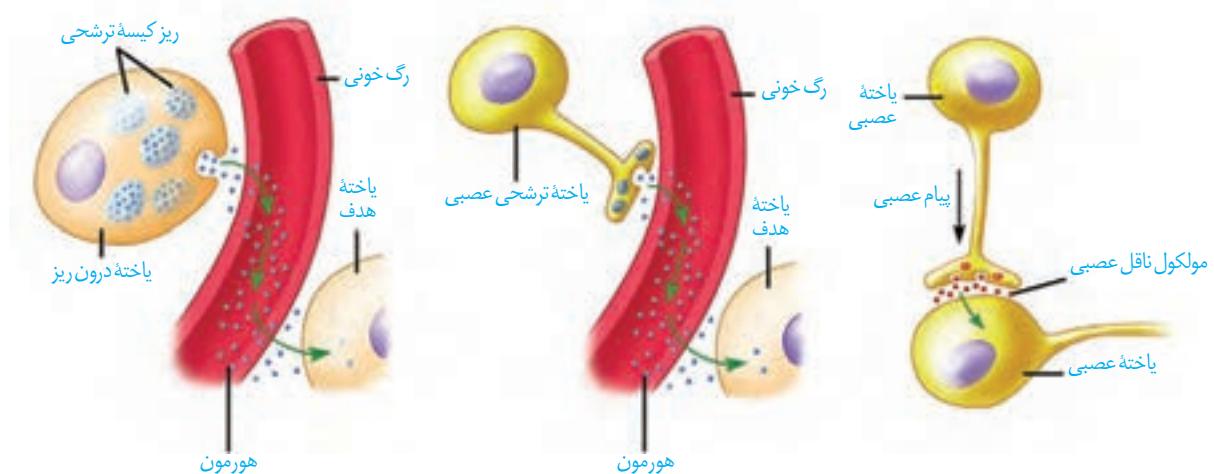
پیک‌های کوتاه‌برد

پیک کوتاه‌برد، چنان‌که از نام آن پیداست، بین یاخته‌هایی ارتباط برقرار می‌کند که در نزدیکی هم‌اند و حداقل چند یاخته با هم فاصله دارند. ناقل عصبی یک پیک کوتاه‌برد است. این پیک از یاخته پیش‌همایه‌ای ترشح و بر یاخته‌پس‌همایه‌ای اثر می‌کند.

پیک‌های دوربرد

پیک‌های دوربرد پیک‌هایی هستند که به جریان خون وارد می‌شوند و پیام را به فاصله‌ای دور منتقل می‌کنند. **هورمون‌ها** پیک‌های دوربردند (شکل ۲).

شکل ۲ مقایسه هورمون و ناقل عصبی



گاهی یاخته‌های عصبی پیک شیمیایی را به خون ترشح می‌کنند؛ در این صورت، این پیک یک هورمون به شمار می‌آید، نه یک ناقل عصبی.

غده‌های بدن

هورمون‌ها از یاخته‌های درون ریز ترشح می‌شوند. این یاخته‌ها ممکن است به صورت پراکنده در اندام‌ها دیده شوند. مثال این یاخته‌ها را قبلاً دیده‌ایم. مثلاً در سال گذشته خواندیم که یاخته‌های درون ریز در معده و دوازده‌ه ده به ترتیب، هورمون گاسترین و سکرتین را ترشح می‌کنند. همچنان ممکن است یاخته‌های درون ریز را به صورت مجتمع یافت که در این صورت، غده درون ریز را تشکیل می‌دهند. ترشحات غده درون ریز به خون وارد می‌شود، اما غده بروون ریز ترشحات خود را از طریق مجرایی به سطح یا حفرات بدن می‌ریزد (شکل ۳).

شکل ۳- غده درون ریز و بروون ریز

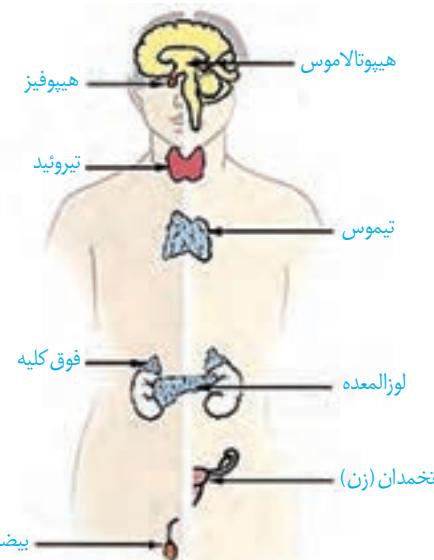


بیشتر بدانید

جنس مولکول گیرنده از نوع پروتئین است. در واقع یکی از وظایف پروتئین‌های غشایی، عملکرد گیرنده‌ای است.

مجموع یاخته‌ها و غدد درون ریز و هورمون‌های آنها را دستگاه درون ریز می‌نامند. این دستگاه به همراه دستگاه عصبی، فعالیت‌های بدن را تنظیم می‌کنند و نسبت به محرك‌های درونی و بیرونی پاسخ می‌دهند. تعدادی از غدد دستگاه درون ریز را در شکل ۴ می‌بینید.

شکل ۴- تعدادی از غدد درون ریز

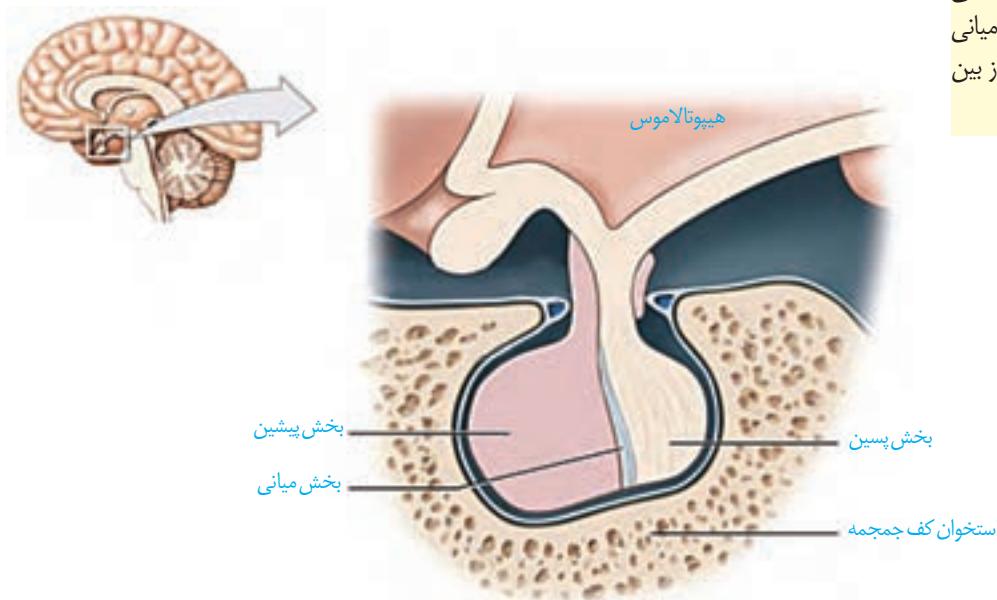


گفتار ۲ غده‌های درون‌ریز

دستگاه درون‌ریز که غده‌ها بخش مهمی از آن‌اند، فعالیت‌های بدن را به وسیله هورمون‌های تنظیم می‌کند. در این گفتار، غدد درون‌ریز و هورمون‌های آنها را در انسان بررسی می‌کنیم.

هیپوفیز

غده هیپوفیز تقریباً به اندازه یک نخود است و با ساقه‌ای به هیپوتالاموس متصل است (شکل ۵). این غده درون یک گودی، در استخوانی از کف جمجمه جای دارد. غده هیپوفیز سه بخش دارد که پیشین، میانی و پسین نامیده می‌شوند. عملکرد بخش میانی در انسان به خوبی شناخته نشده است.



بیشتر بدانید

نقش بخش میانی غده هیپوفیز در ماهی‌ها و دوزیستان بهتر شناخته شده است. این بخش، هورمونی ترشح می‌کند که باعث تیره‌تر شدن یاخته‌های پوست در پاسخ به محرك‌های محیطی می‌شود. در انسان بالغ، بخش میانی بسیار کوچک می‌شود یا حتی از بین می‌رود.

شکل ۵- غده هیپوفیز

بخش پیشین

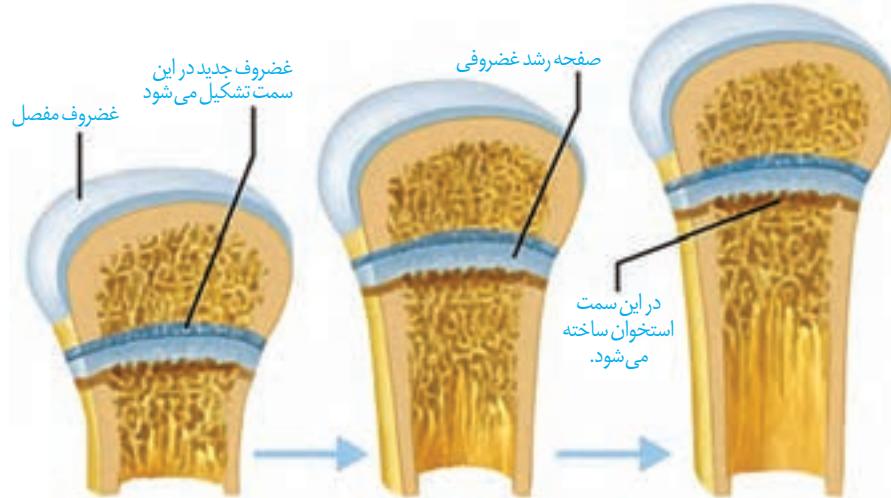
بخش پیشین تحت تنظیم هیپوتالاموس، شش هورمون ترشح می‌کند. هیپوتالاموس توسط رگ‌های خونی با بخش پیشین ارتباط دارد و هورمون‌هایی به نام آزادکننده و مهارکننده ترشح می‌کند که باعث می‌شوند هورمون‌های بخش پیشین ترشح شوند، یا اینکه ترشح آنها متوقف شود. به همین دلیل، غده هیپوتالاموس نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غده‌ها بر عهده دارد.

هورمون رشد، یکی از هورمون‌های بخش پیشین است که با رشد طولی استخوان‌های دراز، اندازه قدر افزایش می‌دهد. در نزدیکی دوسر استخوان‌های دراز، دو صفحه غضروفی وجود دارد که صفحات رشد نام دارند (شکل ۶) یاخته‌های غضروفی در این صفحات تقسیم می‌شوند. همچنان

بیشتر بدانید

اندازهٔ قد هر فرد علاوه بر ژنتیک به محیط هم بستگی دارد. ژن‌هایی که از والدین به فرزند می‌رسد تعیین کنندهٔ اندازهٔ قد اوست. اندازهٔ قد به نژاد هم بستگی دارد (که آن هم موردنی از ژنتیک است). به عنوان مثال، میانگین قد در آسیای جنوب شرقی کمتر از ایران است. محیط تأثیر غیر قابل انکاری بر اندازهٔ نهایی قد دارد. تغذیه، ورزش و حتی استراحت از عوامل مؤثر بر اندازهٔ قد هستند.

که یاخته‌های جدیدتر پدید می‌آیند، یاخته‌های استخوانی جانشین یاخته‌های غضروفی قدیمی‌تر می‌شوند و به این ترتیب، استخوان رشد می‌کند. چند سال بعد از بلوغ، صفحات رشد از حالت غضروفی به استخوانی تبدیل می‌شوند. در این حالت، رشد استخوان متوقف می‌شود و می‌گویند «صفحات رشد بسته شده‌اند». تا زمانی که این صفحات بسته نشده‌اند، هورمون رشد می‌تواند قد را افزایش دهد.



شکل ۶-صفحات رشد در استخوان‌های دراز و چگونگی رشد استخوان

پرولاکتین هورمون دیگر بخش پیشین است. پس از تولد نوزاد، این هورمون، غدد شیری را به تولید شیر وامی دارد. تا مدت‌ها تصور می‌شد که کار پرولاکتین تنها همین است. اما اکنون شواهد روزافزونی مبنی بر نقش این هورمون در دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب به دست آمده است. در مردان، این هورمون در تنظیم فرایندهای دستگاه تولید مثل نیز نقش دارد.

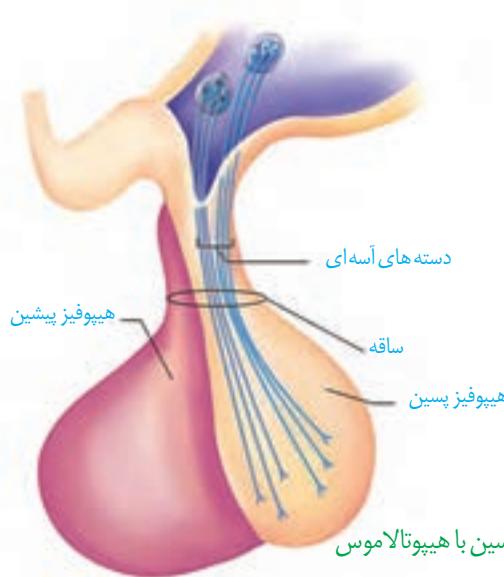
هورمون‌های محرک، چهار هورمون باقی‌مانده بخش پیشین را تشکیل می‌دهند. بخش پیشین با ترشح این هورمون‌ها فعالیت سایر غدد را تنظیم می‌کنند. هورمون محرک تیروئید، فعالیت غدهٔ سپردهیس (تیروئید) را تحريك می‌کند؛ هورمون محرک فوق کلیه روی غدهٔ فوق کلیه تأثیر می‌گذارد و هورمون‌های محرک غده‌های جنسی که LH و FSH نام دارند، کار غده‌های جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می‌کنند.

بخش پسین

بخش پسین هیچ هورمونی نمی‌سازد. هورمون‌های بخش پسین در یاخته‌های عصبی هیپوталاموس تولید می‌شوند. این هورمون‌ها که در جسم یاخته‌ای ساخته شده‌اند از طریق آسه‌ها به بخش پسین می‌رسند (شکل ۷). دو هورمون به نام‌های ضد ادراری، که در سال قبل با آن آشنا شدیم، و اکسی توسین، که در فصل ۷ با آن آشنا می‌شویم، در هیپوталاموس ساخته و در بخش پسین ذخیره و ترشح می‌شوند.

بیشتر بدانید

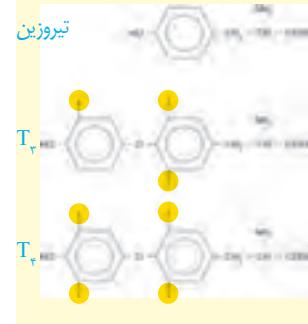
هormون‌های تیروئیدی از پیوستن دو مشتق آمینو اسید تیروزین پدید آمده‌اند. یکی از آنها سه اتم ید دارد و دیگری چهار اتم ید؛ به همین دلیل، آن دو را به ترتیب، با T_3 و T_4 نمایش می‌دهند. T_3 که تیروکسین نیز نامیده می‌شود در مجاورت یاخته‌های هدف به T_4 تبدیل می‌شود.



شکل ۷- ارتباط بخش پسین با هیپوفیتالاموس

غده تیروئید

غده تیروئید شکلی شبیه به سپر دارد و در زیر حنجره واقع است (شکل ۸). هormون‌هایی که از این غده ترشح می‌شوند، عبارت اند از: هormون‌های تیروئیدی و کلسی تونین. هormون‌های تیروئیدی دو هormون ید دار به نام‌های T_2 و T_4 هستند.

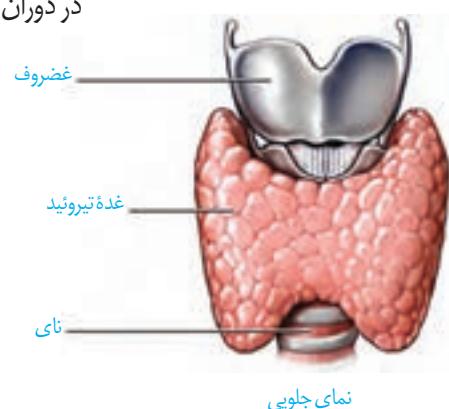


هormون‌های تیروئیدی میزان تجزیه گلوكز و انرژی در دسترس را تنظیم می‌کنند. از آنجایی که تجزیه گلوكز در همه یاخته‌های بدن رخ می‌دهد پس همگی، یاخته هدف این هormون‌ها هستند. در دوران جنینی و کودکی، T_2 برای نمودستگاه عصبی مرکزی لازم است؛ بنابراین، فقدان آن به اختلالات نمودستگاه عصبی و عقب‌ماندگی ذهنی و جسمی جنین می‌انجامد.

اگر ید در غذا به مقدار کافی نباشد، آن‌گاه هormون تیروئیدی به اندازه کافی ساخته نمی‌شود. در این حالت غده هیپوفیز با ترشح هormون محرک تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می‌شود تا بدین‌جهت جذب کند. فعالیت بیشتر

غده تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می‌شود که به آن گواتر می‌گویند.

ید در غذاهای دریابی فراوان است. مقدار ید موجود در فراورده‌های کشاورزی و دامی یک منطقه، به مقدار ید خاک بستگی دارد. با توجه به کمبود ید در خاک کشور ما، همچون بسیاری از دیگر کشورها، برنامه‌های غذایی متکی به فراورده‌های غیر دریابی نمی‌تواند فراهم کننده ید موردنیاز بدن باشد.



شکل ۸- غده تیروئید

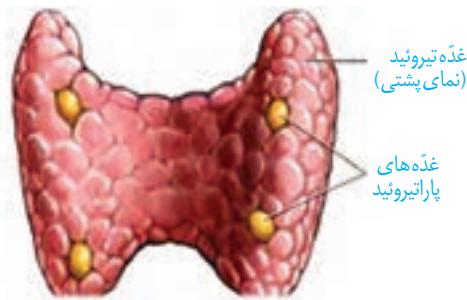
استفاده از نمک ید دار می‌تواند ید موردنیاز بدن را تأمین کند. تحقیق کنید که نمک‌های ید دار

در چه شرایطی خود را حفظ می‌کنند و چه غذاهایی مانع جذب ید می‌شوند؟

فعالیت ۱

هورمون دیگر تیروئید، کلسیتونین است. زمانی که کلسیم در خوناب زیاد است، این هورمون از برداشت کلسیم از استخوانها جلوگیری می‌کند.

غده‌های پاراتیروئید

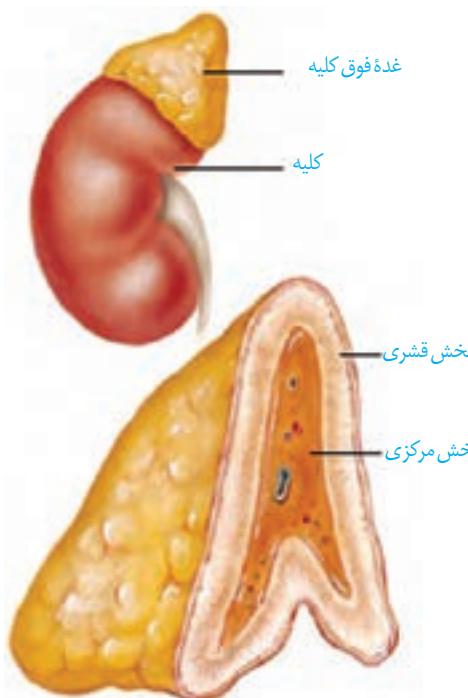


شکل ۹- غده‌های پاراتیروئید

غده‌های پاراتیروئید به تعداد چهار عدد در پشت غده تیروئید قرار دارند (شکل ۹). این غدد، هورمون پاراتیروئیدی ترشح می‌کنند.

هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می‌شود و در هم ایستایی کلسیم نقش دارد. این هورمون، کلسیم را از ماده زمینه استخوان جدا و آزاد می‌کند. همچنین باز جذب کلسیم را در کلیه افزایش می‌دهد. یکی دیگر از کارهای هورمون پاراتیروئیدی اثر بر ویتامین D است. این هورمون، ویتامین D را به شکلی تبدیل می‌کند که می‌تواند جذب کلسیم از روده را افزایش دهد؛ بنابراین کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می‌شود.

غده فوق کلیه



شکل ۱۰- غده فوق کلیه

غده فوق کلیه روی کلیه قرار دارد و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که از هم دیگر مستقل اند (شکل ۱۰).

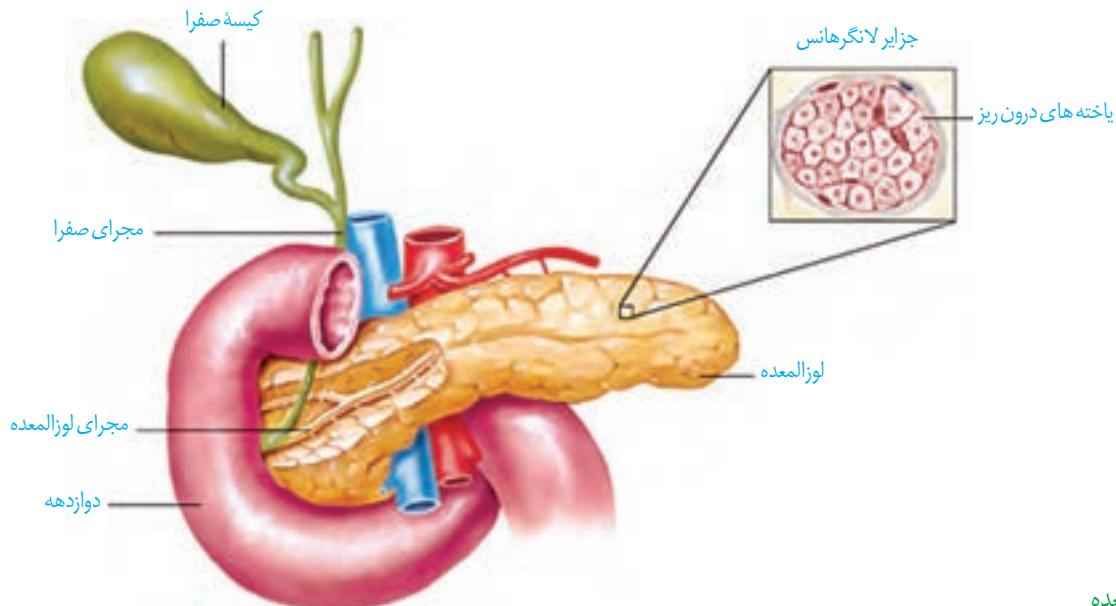
بخش مرکزی ساختار عصبی دارد. وقتی فرد در شرایط تنفس قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین ترشح می‌کند. این هورمون‌ها ضربان قلب، فشار خون و گلوكز خوناب را افزایش می‌دهند و نایزک‌ها را در شش‌ها باز می‌کنند. چنین تغییراتی بدن را برای پاسخ‌های کوتاه مدت آماده می‌کند.

بخش قشری به تنفس‌های طولانی مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح کورتیزول پاسخ دیرپا می‌دهد. این هورمون گلوكز خوناب را افزایش می‌دهد. اگر تنفس‌ها به مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند. هورمون دیگر بخش قشری آلدوسترون است که باز جذب سدیم را از کلیه افزایش می‌دهد. به دنبال باز جذب سدیم، آب هم باز جذب می‌شود و در نتیجه فشار خون بالا می‌رود.

بخش قشری هورمون جنسی زنانه و مردانه را در هر دو جنس نیز ترشح می‌کند.

غده لوزالمعده

غده لوزالمعده از دو قسمت بروونریز و درونریز تشکیل شده است (شکل ۱۱). بخش بروونریز، آنزیم‌های گوارشی و بیکربنات ترشح می‌کند که در سال گذشته با آن آشنا شدیم. بخش درونریز به صورت مجموعه‌ای از یاخته‌ها در بین بخش بروونریز است که جزایر لانگرهانس نام دارند.



شکل ۱۱- لوزالمعده

از بخش درونریز لوزالمعده دو هورمون به نام‌های **گلوکاگون** و **انسولین** ترشح می‌شوند. گلوکاگون در پاسخ به کاهش گلوکز خون ترشح شده، باعث تجزیه گلیکوژن به گلوکز می‌شود و به این ترتیب، قند خون را افزایش می‌دهد. انسولین در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح و باعث ورود گلوکز به یاخته‌ها می‌شود و به این ترتیب، قند خون را کاهش می‌دهد. اگر یاخته‌ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند، غلظت گلوکز خون افزایش می‌یابد. به همین علت گلوکز و به دنبال آن آب وارد ادرار می‌شود. چنین وضعیتی به **دیابت شیرین** معروف است. در این نوع دیابت، یاخته‌ها مجبورند انرژی موردنیاز خود را از چربی‌ها یا حتی پروتئین‌ها به دست آورند که به کاهش وزن می‌انجامد. بر اثر تجزیه چربی‌ها، محصولات اسیدی تولید می‌شود که اگر این وضعیت درمان نشود به اغما و مرگ منجر خواهد شد. علاوه بر آن، تجزیه پروتئین‌ها، مقاومت بدن را کاهش می‌دهد. بنابراین، افراد مبتلا به دیابت باید بهداشت را پیش از پیش رعایت کنند و مراقب زخم‌ها و سوختگی‌های هرچند کوچک باشند.

دیابت بر دو نوع است. در نوع یک، انسولین ترشح نمی‌شود یا به اندازه کافی ترشح نمی‌شود. این بیماری، یک بیماری خود ایمنی است که در آن دستگاه ایمنی یاخته‌های ترشح کننده انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می‌برد. این بیماری با تزریق انسولین تحت کنترل درخواهد آمد. در دیابت نوع دو اشکال در تولید انسولین نیست. در نوع دو انسولین به مقدار کافی وجود دارد، اما گیرنده‌های

بیشتر بدانید

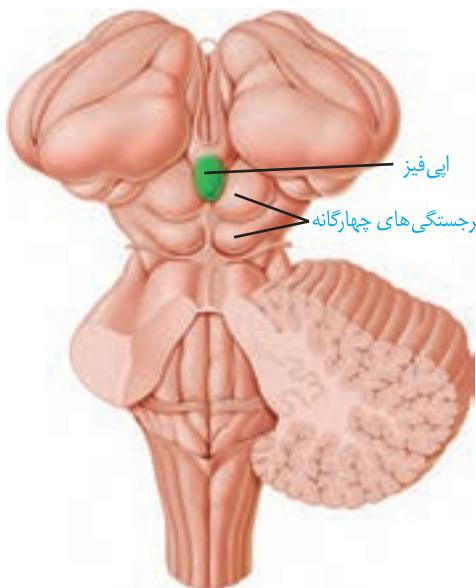
در زمان بارداری نیز ممکن است دیابت رخ دهد که به آن **دیابت بارداری** می‌گویند. دیابت بارداری برای جنین خطرناک است و باید بلافضله تشخیص داده شود تا اقدامات لازم صورت گیرد؛ در غیر این صورت، جنین آسیب می‌یابد و حتی ممکن است سقط شود.

انسولین به آن پاسخ نمی‌دهند. دیابت نوع دوازسن حدود چهل سالگی به بعد، در نتیجه چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه بیماری را دارند ظاهر می‌شود.

فعالیت ۲

تحقیق کنید که برای پیشگیری از دیابت نوع دو چه باید کرد؟

سایر غدد درون ریز



غده‌ای فیزیکی دیگر از غدد ریز مغز است که در بالای برجستگی‌های چهارگانه قرار دارد (شکل ۱۲) و هورمون ملاتونین ترشح می‌کند. مقدار ترشح این هورمون در شب به حد اکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می‌رسد. عملکرد این هورمون در انسان به خوبی معلوم نیست، اما به نظر می‌رسد در تنظیم ریتم‌های شبانه روزی ارتباط داشته باشد.

غده تیموس هورمون تیموسین ترشح می‌کند که در تمایز لنفوцит‌ها نقش دارد. با تمایز لنفوцит‌ها در فصل ۵ بیشتر آشنا خواهیم شد. همچنین عملکرد **غده‌های جنسی** و هورمون‌های آنها را در فصل ۷ خواهید دید.

گوناگونی پاسخ‌های یاخته‌ها به هورمون‌ها

شکل ۱۲- جایگاه غده‌ای فیز

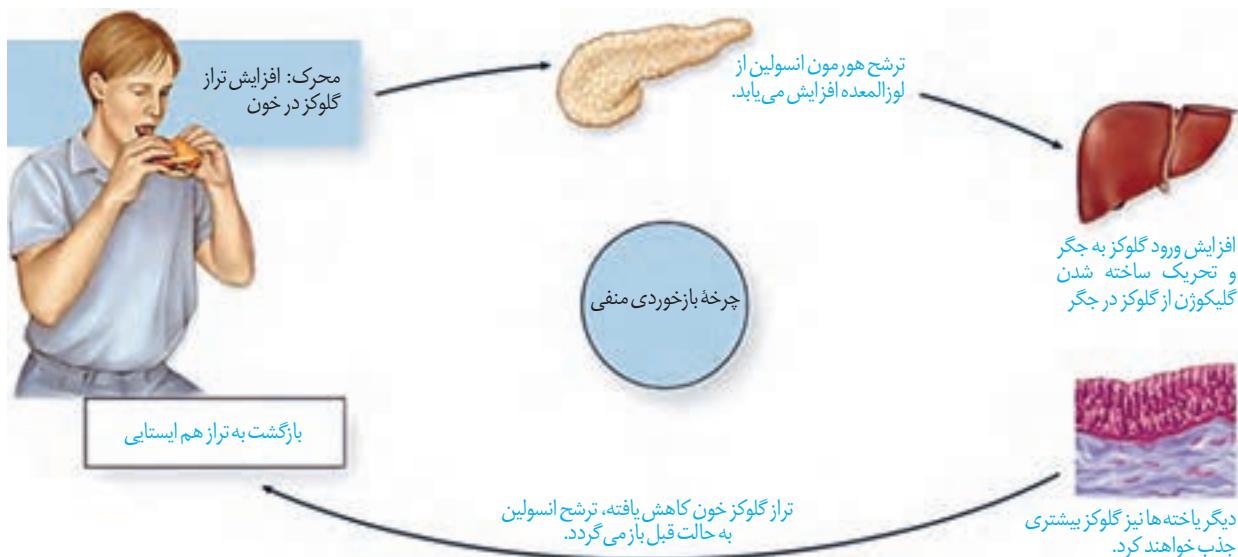
ممکن است یک یاخته چند هورمون را دریافت کند یا اینکه چند یاخته، یک هورمون را دریافت کنند. براساس نوع هورمون و نوع یاخته هدف، پیام ییک به عملکرد خاصی تقسیم می‌شود. مثلاً وقتی هورمون پاراتیروئیدی که کلسیم خون را افزایش می‌دهد به کلیه می‌رسد، باز جذب کلسیم را زیاد می‌کند، اما همان هورمون در استخوان باعث تجزیه استخوان می‌شود و کلسیم را آزاد می‌کند.

تنظیم بازخوردی ترشح هورمون‌ها

هورمون‌ها در مقادیر خیلی کم ترشح می‌شوند، اما با همین مقدار کم، اثرات خود را بر جای می‌گذارند. بنابراین، تغییر هر چند کم در مقدار ترشح هورمون‌ها اثرات قابل ملاحظه‌ای در بی خواهد داشت؛ به همین علت ترشح هورمون‌ها باید بدقت تنظیم شود.

چرخه تنظیم بازخوردی روش رایجی در تنظیم ترشح هورمون‌هاست که به دو صورت منفی و مثبت دیده می‌شود. در تنظیم بازخوردی منفی، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می‌شود و بالعکس. بیشتر هورمون‌ها توسط بازخورد منفی تنظیم می‌شوند. تنظیم انسولین، مثالی از یک بازخورد منفی است (شکل ۱۳).

در تنظیم بازخوردی مثبت، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث افزایش ترشح همان هورمون می‌شود. عملکرد اکسیتوسین توسط چرخه بازخوردی مثبت تنظیم می‌شود که در فصل ۷ با آن آشنا خواهد شد.



شکل ۱۳- تنظیم بازخورد گلوکز با بازخورد منفی

ارتباط شیمیایی در جانوران

در دنیای جانوران از ارتباط شیمیایی نه فقط برای ارتباط بین یاخته‌ها، بلکه برای ارتباط افراد با یکدیگر نیز استفاده می‌شود. **فرومون‌ها** موادی هستند که از یک فرد ترشح می‌شوند و در فرد یا افراد دیگری از همان گونه پاسخ‌های رفتاری ایجاد می‌کنند. مثلاً زنبور از فرومون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کند. مارها از فرومون‌ها برای جفت‌یابی و گربه‌ها از آن برای تعیین قلمرو خود استفاده می‌کنند.



فصل ۵

ایمنی

زمانی که میکروسکوپ، دنیای ناییدای میکروب‌ها را آشکار کرد، تصور نمی‌شد که موجوداتی به این ریزی و سادگی، بتوانند جانداری چون انسان را بیمار کنند. اما به تدریج شواهدی به دست آمد که به ارائه «نظریه میکروبی بیماری‌ها» در قرن نوزدهم انجامید. نظریه‌ای که بیان می‌کند میکروب‌ها می‌توانند بیماری‌زا باشند.

توانایی بدن انسان در بیمار نشدن یا بهبودی یافتن پس از ابتلا به بیماری‌های میکروبی نشان‌دهنده این واقعیت است که بدن می‌تواند در برابر میکروب‌ها از خود دفاع کند.

بدن ما چند خط دفاعی دارد که از ورود میکروب‌ها جلوگیری، یا با میکروب‌های وارد شده مبارزه می‌کند. در این فصل، با این خطوط دفاعی آشنا می‌شویم. اگر بدن ما توانایی دفاع دارد، چرا واکسن می‌زنیم؟ دستگاه ایمنی در برابر چه چیزهای دیگری به جز میکروب‌ها، دفاع می‌کند؟ اینها سؤالاتی است که در این فصل، پاسخ آنها را خواهیم یافت.

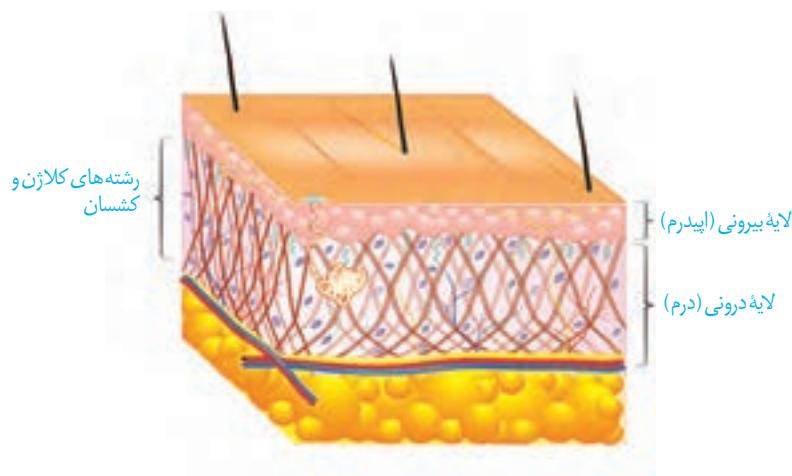
گفتار ۱

نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع

شاید بهترین راه در امان ماندن از میکروب‌ها، جلوگیری از ورود آنها به بدن باشد. واقعیت هم همین است. همان‌گونه که با دیوار کشیدن در گردآورد یک شهر، می‌توان سدّی در برابر حمله بیگانگان ایجاد کرد، بدن ما به وسیلهٔ سدهایی در اطراف خود، محافظت می‌شود. پوست و مخاط، سدّ محکمی در برابر ورود میکروب‌ها ایجاد می‌کنند.

پوست یکی از اندام‌های بدن است که لایه‌های بیرونی و درونی آن در جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن نقش دارد (شکل ۱).

لایه‌بیرونی شامل چندین لایهٔ یاخته‌پوششی است که خارجی‌ترین یاخته‌های آن مرده‌اند. یاخته‌های مرده به تدریج می‌ریزند و به این ترتیب، میکروب‌هایی را که به آن چسبیده‌اند، از بدن دور می‌کنند.



شکل ۱- لایه‌های مختلف پوست

در لایهٔ درونی، بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد که رشته‌ها در آن به طرز محکمی به هم تابیده‌اند. این لایه محکم و با دوام است. چرم که از پوست جانوران درست می‌شود مربوط به همین لایه است. لایهٔ درونی، عملاً سدّی محکم و غیر قابل نفوذ است.

پوست فقط یک سد ساده نیست؛ بلکه ترشحات مختلفی هم دارد. سطح پوست را ماده‌ای چرب می‌پوشاند. این ماده به علت داشتن اسیدهای چرب، خاصیت اسیدی دارد. محیط اسیدی برای زندگی میکروب‌های بیماری‌زا مناسب نیست.

تحقیق کنید که:

الف) چربی سطح پوست چه فواید دیگری دارد؟

ب) جوش‌های پوستی و شوره سر چه ارتباطی با چربی پوست دارد؟

فعالیت ۱

یکی دیگر از ترشحات سطح پوست، عرق است که نمک دارد. نمک برای باکتری‌ها مناسب نیست. عرق، آنزیم لیزوژیم هم دارد. آیا به خاطر دارید که لیزوژیم چه نقشی داشت؟ در سطح پوست ما میکروب‌هایی زندگی می‌کنند که با شرایط پوست، از جمله اسیدی بودن، سازش یافته‌اند. این میکروب‌ها از تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند، چون در رقابت برای کسب غذا بر آنها پیروز می‌شوند.

با اینکه پوست سد محکمی است، اما همه جای بدن را پوشانده است. دستگاه‌های تنفس، گوارش و ادراری - تناслی با محیط بیرون در ارتباط اند و امکان نفوذ میکروب‌ها از طریق آنها وجود دارد. سطح مجاری این دستگاه‌ها را مخاط پوشانده است. به یاد دارید که مخاط از یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی تشکیل شده است و ماده چسبناکی را به نام ماده مخاطی ترشح می‌کند. یاخته‌های پوششی به هم چسبیده‌اند و سدّی را ایجاد می‌کنند. همچنین ماده مخاطی، که چسبناک است، میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیش روی آنها جلوگیری می‌کند. ترشحات مخاط، با داشتن لیزوژیم موجب کشته شدن باکتری‌ها می‌شود.

علاوه بر مخاط، در هر کدام از دستگاه‌های یادشده سازوکارهای دیگری هم برای مبارزه با میکروب‌ها وجود دارد. به عنوان مثال، مخاط مژکدار در دستگاه تنفس مانع نفوذ میکروب‌ها به بخش‌های عمیق‌تر می‌شود. در دستگاه گوارش، بzac لیزوژیم دارد. همچنین اسید معده، میکروب‌های موجود در غذا را نابود می‌سازد. ساز و کارهایی مانند عطسه، سرفه، استفراغ، مدفوع و ادرار باعث بیرون راندن میکروب‌های مجازی می‌شود. اشک با داشتن نمک و لیزوژیم از چشم محافظت می‌کند.

فعالیت ۲

مخاط مژکدار دستگاه تنفس چگونه مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود?
چه عواملی به این بخش آسیب می‌زند؟

چنان‌که می‌بینیم میکروب‌ها، از هر نوعی که باشند، هنگام ورود به بدن، با خط اول دفاع بدن روبرو می‌شوند. پوست و مخاط، در برابر نفوذ میکروب‌ها، بدون توجه به نوع آنها، سدّی ایجاد می‌کنند. به این نوع دفاع، **دفاع غیر اختصاصی** می‌گویند. در دفاع غیر اختصاصی، روش‌هایی به کار گرفته می‌شود که در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها مؤثر است. در مقابل، دستگاه ایمنی می‌تواند به طور اختصاصی نیز در برابر میکروب‌ها دفاع کند. در **دفاع اختصاصی** پاسخ دستگاه ایمنی فقط بر همان نوع میکروب مؤثر است و بر میکروب‌هایی از انواع دیگر اثری ندارد.

گفتار ۲

دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع

اگر میکروبی بتواند از نخستین خط دفاعی عبور کند، آیا یاخته‌های بدن مامی توانند با آن مبارزه کنند؟

مشاهده یک دانشمند

کلید پاسخ به این سؤال، از مشاهده جانورشناسی به نام ایلیا مچنیکوف^۱ به دست آمد. او در حین مطالعه لارو ستاره دریایی، که شفاف است، به مشاهده شگفت‌انگیزی دست یافت. مچنیکوف برای نخستین بار، درون بدن لارو، یاخته‌هایی را دید که شبیه آمیب بودند؛ حرکت می‌کردند و مواد اطراف خود را می‌خوردند. در این هنگام فکری به ذهن او خطور کرد: شاید این یاخته‌ها میکروب‌ها و ذرات خارجی را هم می‌خورند و در دفاع نقش دارند. اگر چنین باشد باید بتوانند ذره‌ای را که از خارج به بدن لارو وارد شده است نابود کنند. او برای آزمودن این فرضیه، خردکاری ریزی از خارهای گل رز را به زیر پوست لارو وارد کرد و مشتاقانه منتظر ماند. او درست حدس زده بود. تا صبح فردا، این یاخته‌های آمیبی شکل، اثری از خردکاری باقی نگذاشته بودند. مچنیکوف این یاخته‌ها را بیگانه خوار نامید. او بقیه عمر خود را به مطالعه نحوه دفاع بدن در برابر میکروب‌ها پرداخت و سرانجام موفق شد جایزه نوبل را به دست آورد.

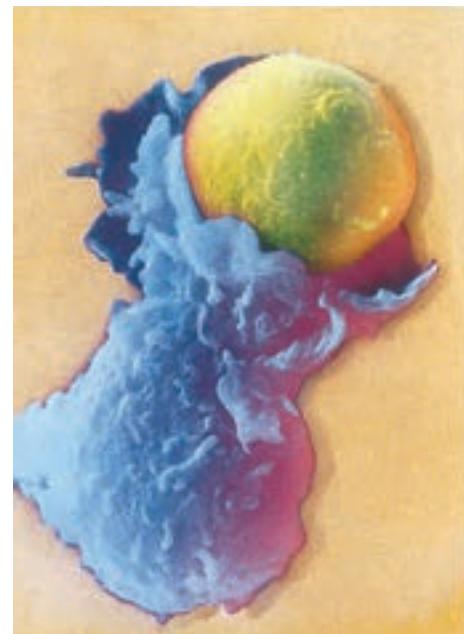
خودی و بیگانه

قبل از آنکه بیگانه خوارهای بدن ما به میکروب حمله کند، ابتدا باید «بیگانه بودن» آن را تشخیص دهد. دستگاه ایمنی هر فرد، یاخته‌های «خودی» را می‌شناسد و تنها در برابر آنچه که «بیگانه» تشخیص داده می‌شود پاسخ می‌دهد. دومین خط دفاعی شامل سازو کارهایی است که بیگانه هارا بر اساس ویژگی‌های عمومی آنها شناسایی می‌کند. بنابراین، از نوع دفاع غیر اختصاصی است. دومین خط دفاعی شامل بیگانه خوارها، گوییچه‌های سفید، پروتئین‌ها، پاسخ التهابی و تب است.

بیگانه خوارها (فاگوسیت‌ها)

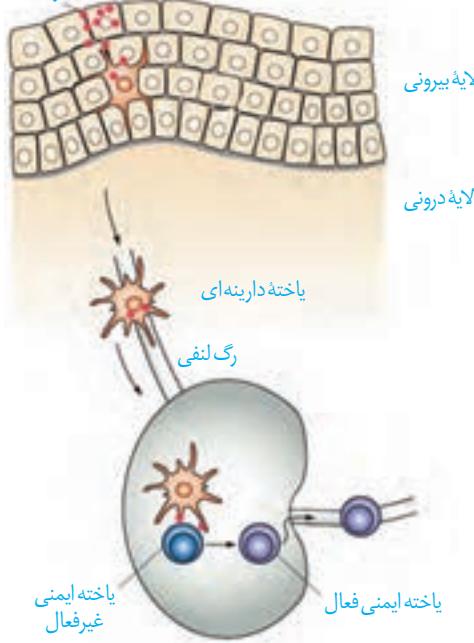
در انسان انواع مختلفی از یاخته‌های بیگانه خوار شناسایی شده‌اند. بیگانه خوارها در جای جای بدن انسان حضور دارند. درشت خوار (ماکروفاز) یکی از بیگانه خوارهاست (شکل ۲).

واژه درشت خوار برای شما آشناست. آیا درشت خوارهای حبابکی را در شش‌ها به یاد دارید؟ درشت خوارها در اندام‌های مختلف، از جمله گره‌های لنفاوی، حضور دارند



شکل ۲- درشت خوار در حال بیگانه خواری

و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند.



شکل ۳- نحوه عملکرد یاخته‌های

دارینه‌ای

یکی دیگر از وظایف درشت‌خوار از بین بردن یاخته‌های مرده بافت‌ها یا بقایای آنهاست. از سال گذشته به یاد دارید که کبد و طحال گویچه‌های قرمز مرده را پاک‌سازی می‌کنند. می‌دانید چگونه؟ این کار به وسیله درشت‌خوارهای این اندام‌ها انجام می‌شود.

نوع دیگری از بیگانه‌خوارها یاخته‌های **دارینه‌ای** نام دارد. این یاخته‌ها را به علت داشتن انشعابات دارینه مانند، به این نام می‌خوانند. یاخته‌های دارینه‌ای در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند. این یاخته‌ها علاوه بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند. سپس خود را به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌رسانند، تا این قسمت‌ها را به یاخته‌های اینمی ارائه کنند (شکل ۳). یاخته‌های اینمی با شناختن این قسمت‌ها، میکروب مهاجم را شناسایی خواهند کرد.

بیگانه‌خوار دیگر ماستوپسیت نام دارد. ماستوپسیت‌ها مانند یاخته‌های دارینه‌ای در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، به فراوانی یافت می‌شوند. ماستوپسیت‌ها ماده‌ای به نام **هیستامین** دارند. هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آنها را زیاد می‌کند. گشاد شدن رگ‌ها باعث افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه‌های سفید می‌شود. نفوذپذیری بیشتر رگ‌ها موجب می‌شود تا خوناب که حاوی پروتئین‌های دفاعی است بیش از گذشته به خارج رگ نشست کند.

نوتروفیل، بیگانه‌خوار دیگری است که از انواع گویچه‌های سفید است. نوتروفیل‌ها را در بخش گویچه‌های سفید بررسی می‌کنیم.

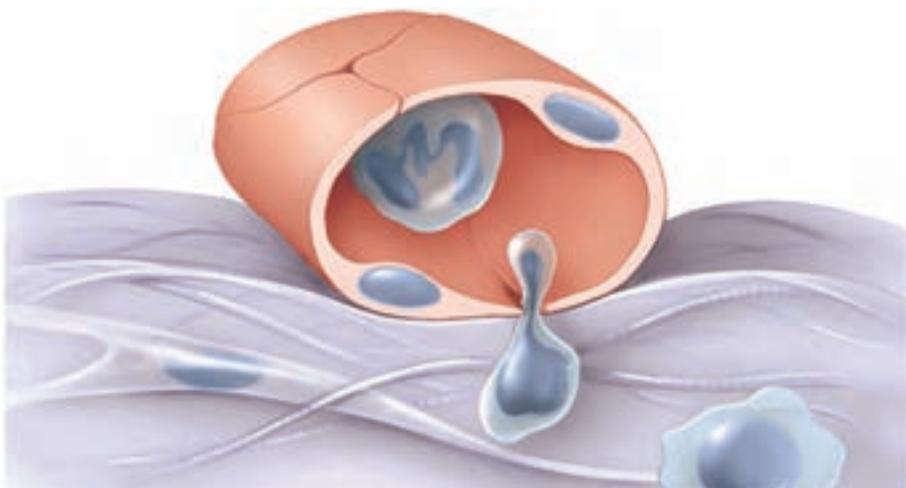
واژه‌شناسی

تراگذری (diapedesis) / دیاپدز: به معنای از میان چیزی گذشتن است و تراگذری نیز از دو جزء ترا به معنی آن سو (طرف دیگر) و گذر به معنی عبور کردن تشکیل شده است.

گویچه‌های سفید

یافته‌های اولیه نشان داد که در جریان بیماری‌های میکروبی، تعداد گویچه‌های سفید افزایش می‌یابد و به این ترتیب، مشخص شد که بین این گویچه‌ها و میکروب‌ها ارتباط وجود دارد. اما هنوز یک سؤال دیگر باقی‌مانده بود: گویچه‌های سفید در خون اند، اما میکروب‌ها همه جا می‌توانند باشند. گویچه‌های سفید چگونه با میکروب‌های خارج از خون مبارزه می‌کنند؟ آیا گویچه‌های سفید می‌توانند از خون خارج شوند؟

با پیشرفت روش‌های رنگ‌آمیزی و کار با میکروسکوپ، دانشمندان به کشفی دست یافتنند که می‌توانست این معمرا حل کند. دانشمندان مشاهده کردند که گویچه‌های سفید نه تنها در خون، بلکه در بافت‌های دیگر هم یافت می‌شوند. پس گویچه‌های سفید، توانایی خروج از خون را دارند. فرایند عبور گویچه‌های سفید را از دیواره مویرگ‌ها، **تراگذری (diapedesis)** می‌نامند (شکل ۴). تراگذری از ویژگی‌های همه گویچه‌های سفید است.

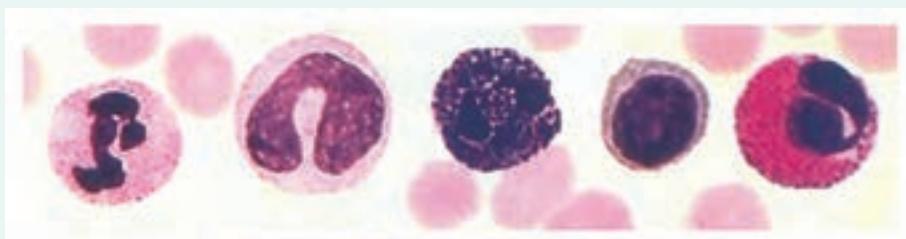


شکل ۴- تراگذری گویچه سفید

در سال گذشته دانستید گویچه‌های سفید انواع مختلفی دارند و به روش‌های مختلفی مبارزه می‌کنند. در این قسمت آنها را بررسی می‌کنیم که در دومین خط دفاعی نقش دارند. سایر گویچه‌های سفید را در قسمت‌های بعدی بررسی خواهیم کرد.

فعالیت ۳

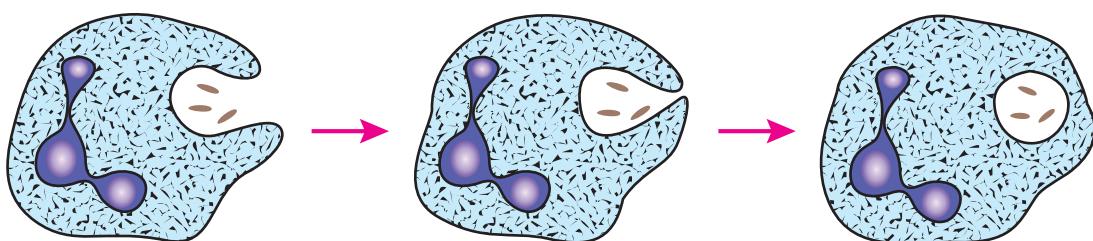
در شکل زیر، انواع گویچه‌های سفید نشان داده شده است (مقیاس گویچه‌ها نسبت به هم رعایت نشده است). با توجه به آنچه که در سال قبل خوانده‌اید:



- الف) نام هر یک را بیان کنید.
- ب) سیتوپلاسم در کدام گویچه‌ها دانه دارد و در کدام بدون دانه است؟
- پ) تحقیق کنید که دانه‌ها از چه چیزی ساخته شده‌اند؟

نوتروفیل‌ها را می‌توان به «نیروهای واکنش سریع» تشبیه کرد. اگر عامل بیماری‌زا در بافت وارد شود، نوتروفیل‌ها با تراگذری خود را به آنها می‌رسانند و با بیگانه خواری آنها را نابود می‌کنند (شکل ۵).

شکل ۵- بیگانه خواری نوتروفیل‌ها



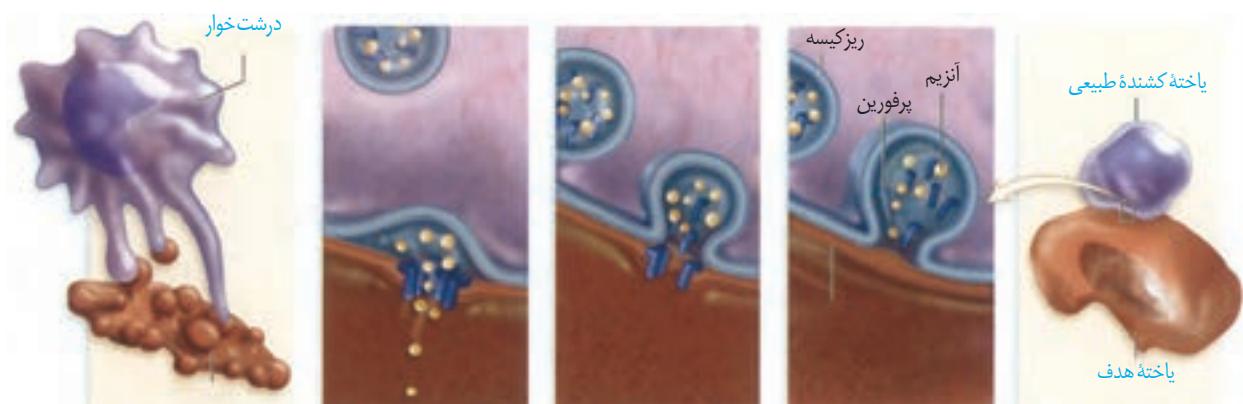


شکل ۶- آنتی‌بodiکل ها لارو انگل را احاطه کرده‌اند.

همه عوامل بیماری‌زارانمی‌توان با بیگانه‌خواری از بین برد. در برابر عوامل بیماری‌زایی بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، آنتی‌بodiکل ها مبارزه می‌کنند. آنتی‌بodiکل ها محتويات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند (شکل ۶).

بازووفیل‌ها، به مواد حساسیت‌زا پاسخ می‌دهند. دانه‌های این باخته‌ها هیستامین و ماده‌ای به نام هپارین دارند. هپارین ضد انعقاد خون است. **مونوکوپیت‌ها**، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به درشت خوار و یا باخته‌های دندربیتی تبدیل می‌شوند.

لنفوسيت‌ها انواع مختلفی دارند. لنفوسيتی را که در دفاع غیراختصاصی نقش دارد، **باخته کشنده طبیعی** می‌نامند که باخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. باخته کشنده طبیعی، به باخته سرطانی متصل می‌شود، با ترشح پروتئینی به نام پروفورین منفذی در غشا ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن آنزیمی به درون باخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شده باخته می‌شود (شکل ۷). در باخته‌ها، برنامه‌ای وجود دارد که در صورت اجرای آن، باخته می‌میرد. این نوع مرگ را **برنامه‌ریزی شده** می‌نامند. لنفوسيت‌های دفاع اختصاصی را **لنفوسيت‌های B و T** می‌نامند و کمی بعد با آنها آشنا خواهیم شد.



باخته مرده توسط درشت خوار،
بیگانه‌خواری می‌شود.

آنژیم از منافذ عبور کرده، به
باخته وارد می‌شود و باعث
مرگ باخته می‌شود.

برفورین‌ها، منافذی را در غشا
ایجاد می‌کنند.

ریزکیسه
آنژیم
برفورین
باخته کشنده طبیعی
باخته هدف

باخته کشنده طبیعی به باخته هدف
متصل می‌شود.

ریزکیسه‌های حاوی
برفورین و مولکول‌های
آنژیم، محتويات خود را با
برون رانی ترشح می‌کنند.

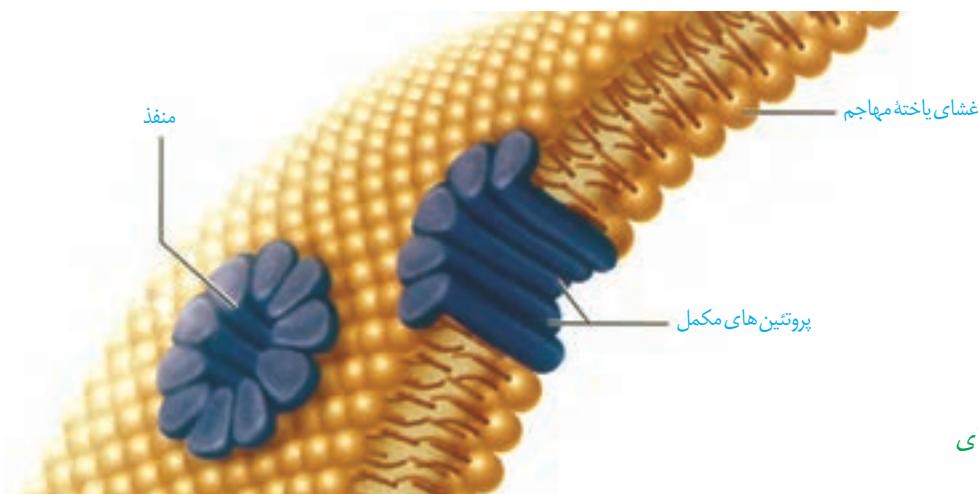
شکل ۷- نحوه عملکرد باخته کشنده طبیعی

یک گسترش آماده خون را با میکروسکوپ مشاهده و انواع گویچه‌های سفید را در آن مشاهده کنید.

فعالیت ۴

پروتئین‌ها

علاوه بر یاخته‌ها، پروتئین‌ها هم در اینمی بدن نقش دارند. پروتئین‌های مکمل، گروهی از پروتئین‌های خون (محلول در خوناب) اند. این پروتئین‌ها در فرد غیر آلوده به صورت غیرفعال اند، اما اگر میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می‌شوند. واکنش فعال شدن، به این صورت است که وقتی یکی از این پروتئین‌ها فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. پروتئین‌های فعال شده به کمک یکدیگر، با ایجاد ساختارهای حلقه‌مانند در غشای میکروب‌ها، منافذی به وجود می‌آورند. این منافذ عملکرد غشای یاخته‌ای میکروب را در کنترل ورود و خروج مواد از بین می‌برند و سرانجام یاخته بیگانه می‌میرد (شکل ۸). علاوه بر آن، قرار گرفتن پروتئین‌های مکمل روی میکروب، باعث می‌شود که بیگانه‌خواری آن آسان‌تر انجام شود.



شکل ۸- نحوه عملکرد پروتئین‌های مکمل

یکی دیگر از روش‌های دفاع، ترشح پروتئینی به نام اینترفرون است. اینترفرون نوع یک از یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شود و علاوه بر یاخته آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آنها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند. اینترفرون نوع دوازیاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسيت‌های T ترشح می‌شود و درشت خوارها را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد.

پاسخ التهابی

هر یک از ما به نوعی تجربهٔ زخمی شدن یا بریدگی را داشته‌ایم. در این موارد، پوست آسیب می‌بیند و میکروب‌ها فرصتی برای نفوذ پیدا می‌کنند. قرمزی، تورم، گرما و درد که در موضع آسیب دیده مشاهده می‌شوند، نشانه‌های التهاب‌اند.

التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. این پاسخ به از بین بدن میکروب‌ها، جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و تسريع بهبودی می‌انجامد. التهاب چگونه ایجاد می‌شود؟ در التهاب، از ماستوسیت‌های آسیب دیده هیستامین رها می‌شود. به این ترتیب، گویچه‌های

سفید بیشتری به موضع آسیب هدایت می‌شوند و خوناب بیشتری به بیرون نشست می‌کند (شکل ۹).
یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها درشت خوارها با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به محل آسیب فرامی‌خوانند.

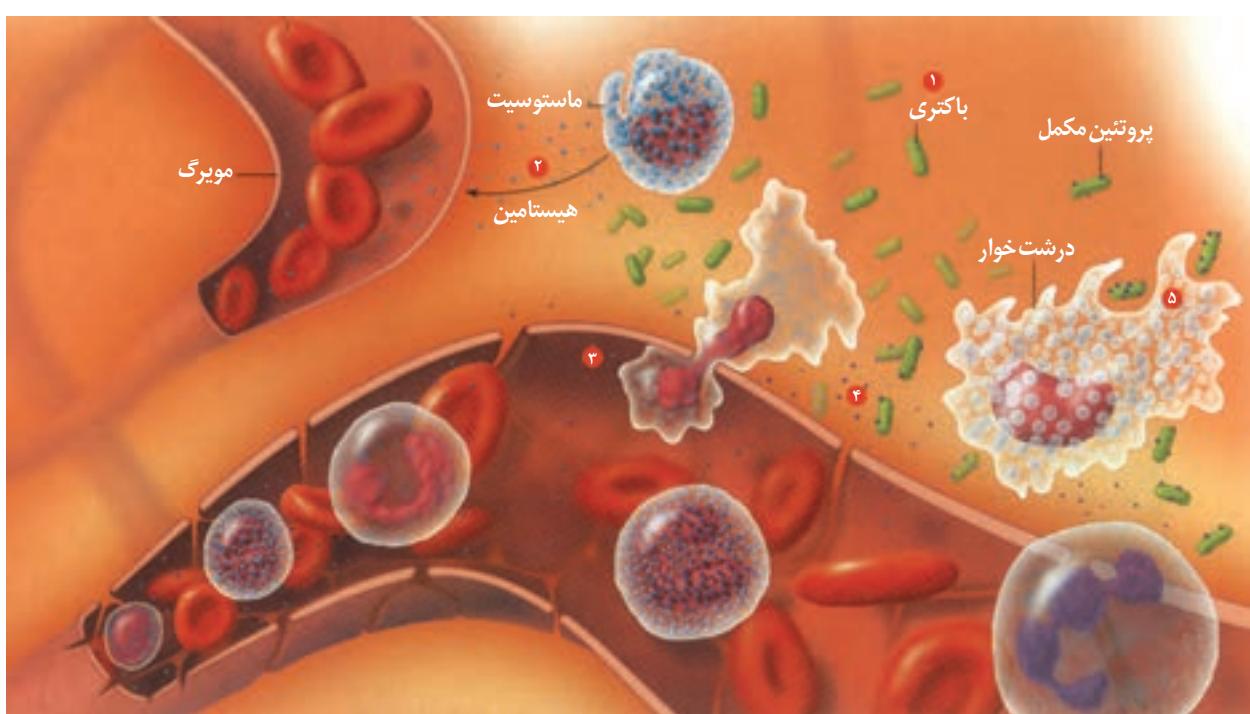
نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها با تراگذری از خون خارج می‌شوند. نوتروفیل‌ها بیگانه خواری می‌کنند و مونوسیت‌ها به درشت خوار تبدیل می‌شوند.

فعالیت ۵

الف) علت قرمزی، تورم و گرم شدگی موضع التهاب را چگونه توضیح می‌دهید؟

ب) خروج خوناب بیشتر در محل التهاب از رگ چه اهمیتی دارد؟

در رابطه با چرک و مواد موجود در آن تحقیق کنید.



شکل ۹- مراحل التهاب:

تب

- ۱- ورود باکتری به بدن
- ۲- ماستوسیت‌های آسیب دیده هیستامین (نقاط آبی) رهایی کنند.
- ۳- نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها از مویرگ خارج می‌شوند.
- ۴- پروتئین مکمل فعال شده به غشای باکتری متصل می‌شود.
- ۵- درشت خوارها ضمن تولید پیک شیمیایی باکتری‌ها بیگانه خواری می‌کنند.

الف) تب چگونه بر فعالیت میکروب‌ها اثر می‌گذارد؟

ب) چرا تب‌های شدید خطرناک‌اند؟

فعالیت ۶

گفتار ۳

سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی

دفاع اختصاصی چنان که از نام آن برمی آید به نوع عامل بیگانه بستگی دارد و تنها بر همان عامل مؤثر است. به عنوان مثال، پاسخی که علیه میکروب کزار ایجاد می شود بر سایر میکروبها اثری ندارد. چگونه عامل غیر خودی به طور اختصاصی شناسایی می شود؟ این وظیفه بر عهده لنفوسيت‌ها است.

لنفوسيت‌ها و شناسایي پادگن

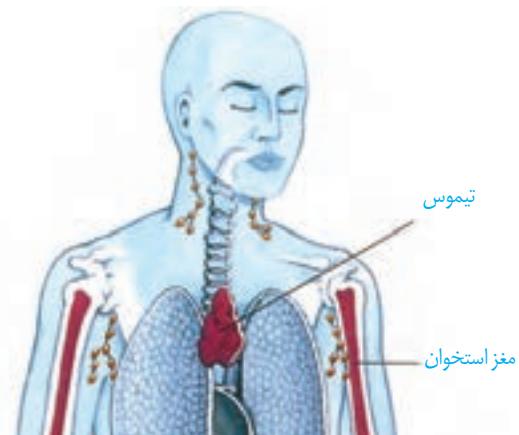
دفاع اختصاصی به وسیله لنفوسيت‌های B و T انجام می شود. هر دو نوع لنفوسيت در مغز استخوان تولید می شوند و در ابتدا نابالغ‌اند؛ یعنی توانایي شناسایي عامل بیگانه را ندارند. لنفوسيت‌های B در همان مغز استخوان اما لنفوسيت‌های T در تیموس بالغ می شوند و به اين ترتيب، توانایي شناسایي عامل بیگانه را به دست می آورند (شکل ۱۰). تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می شود و اندازه آن تحلیل می رود.

مولکول‌هایی که این لنفوسيت‌ها شناسایي می کنند، پادگن (آنتیژن) نام دارند. لنفوسيت‌ها چگونه پادگن را شناسایي می کنند؟ هر لنفوسيت B یا T در سطح خود، گیرنده‌های پادگن دارد که همگی از یک نوع‌اند. هر گیرنده اختصاصی عمل می کند؛ یعنی فقط می‌تواند به یک نوع پادگن متصل شود و به این ترتیب، پادگن شناسایي می شود.

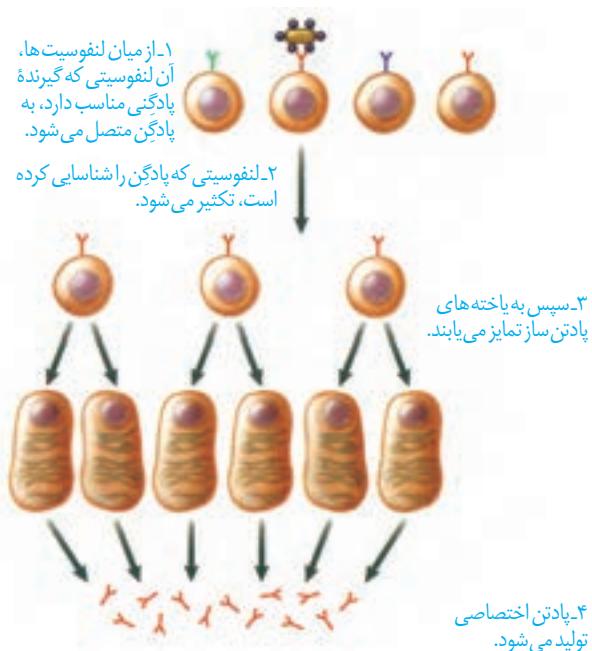
نحوه عملکرد لنفوسيت B

لنفوسيت B پادگن سطح میکروب‌ها یا ذرات محلول مثل سم میکروب‌ها را شناسایي می کند.

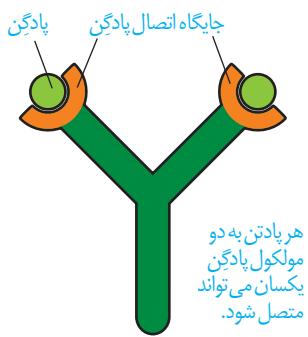
از میان لنفوسيت‌های B با گیرنده‌های مختلف، آن لنفوسيتی که توانسته است پادگن را شناسایي کند به سرعت تکثیر می شود و یاخته‌هایی به نام پادتن ساز (پلاسموسیت) را پدید می‌آورد و یاخته‌هایی به نام پادتن ساز پادتن ترشح می‌کند. پادتن همراه (شکل ۱۱). یاخته پادتن ساز پادتن ترشح می‌کند. پادتن همراه مایعات بین یاخته‌ای، خون و لف به گردش در می‌آید و هرجا با میکروب یا پادگن‌های محلول برخورد کرد آن را نابود، یا بی‌اثر می‌سازد.



شکل ۱۰- محل بلوغ لنفوسيت‌ها

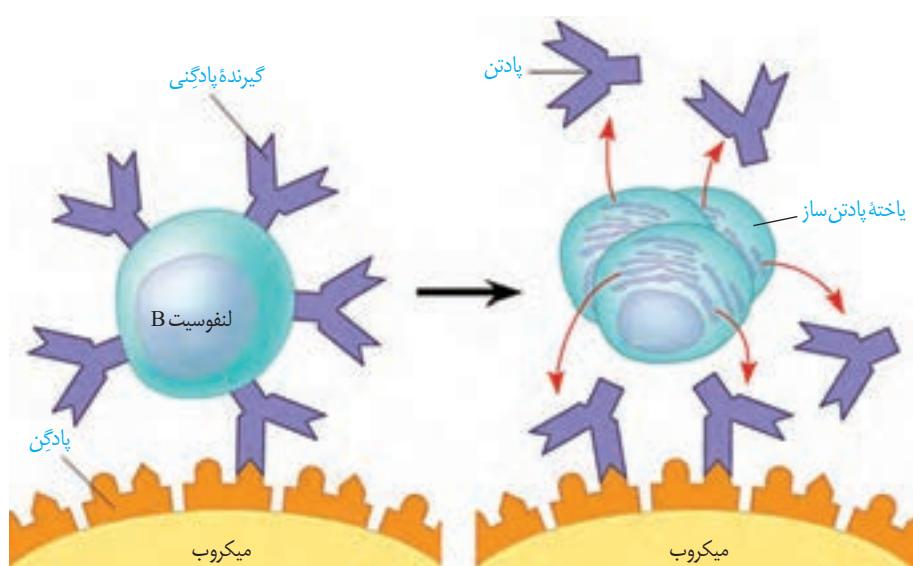


شکل ۱۱- نحوه عملکرد لنفوسيت B



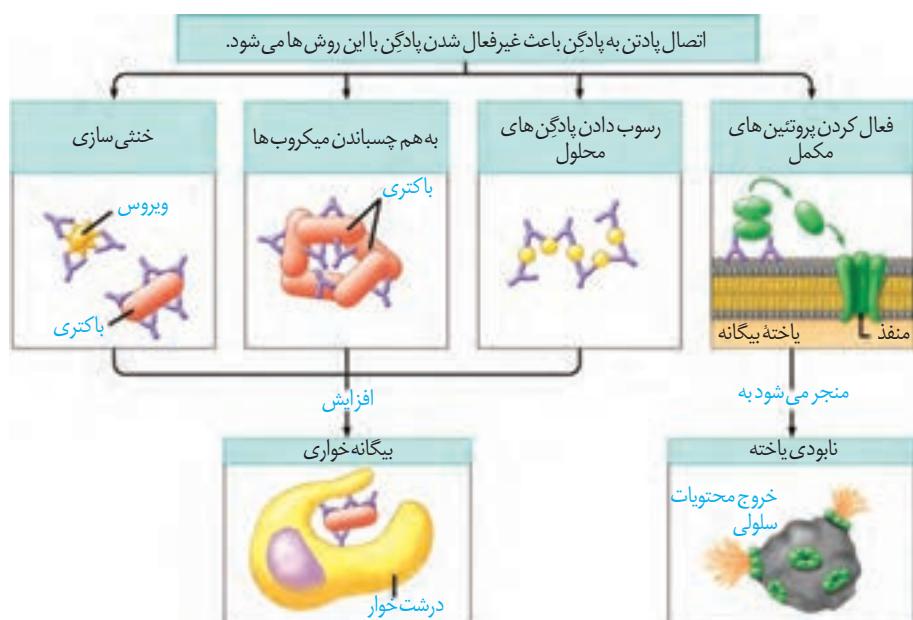
شکل ۱۲- مولکول پادتن

پادتن‌ها مولکول‌هایی Y شکل و از جنس پروتئین‌اند. هر پادتن دو جایگاه برای اتصال به پادگن دارد (شکل ۱۲). هر لنفوسيت B می‌تواند پس از تبدیل به پادتن‌ساز، پادتنی مشابه با گیرنده خود ترشح کند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- هر لنفوسيت يك نوع گيرنده دارد که پس از تبدیل به پادتن‌ساز پادتنی مشابه با گیرنده خود را ساخته و ترشح می‌کند.

پادتن پادگن را با روش‌هایی که در شکل ۱۴ نشان داده شده است، بی‌اثر یا نابود می‌کند. از پادتن‌ها می‌توان به عنوان دارو نیز استفاده کرد. پادتن آماده راسوم می‌نامند. به عنوان مثال، در زخم‌های شدید، که احتمال فعالیت باکتری کزار وجود دارد، از سرم ضد کزار استفاده می‌شود. همچنین پادزه رسم مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می‌شود، حاوی پادتن‌هایی است که سم مار را خنثی می‌کنند.



شکل ۱۴- نحوه عملکرد پادتن

نحوه عملکرد لنفوسيت T

لنفوسيت T، ياختههای خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً سرطانی یا آلوده به ویروس شده است را نابود می‌کند. همچنین به ياختههای بخش پیوند شده حمله می‌کند. لنفوسيت T پس از شناسایی پادگن تکثیر می‌شود و لنفوسيت‌های T کشنده را پدید می‌آورد.

لنفوسيت‌های T کشنده به ياخته هدف متصل می‌شوند و با ترشح پروفورین و آنزیم «مرگ برنامه‌ریزی شده» را به راه می‌اندازند.

فعالیت ۷

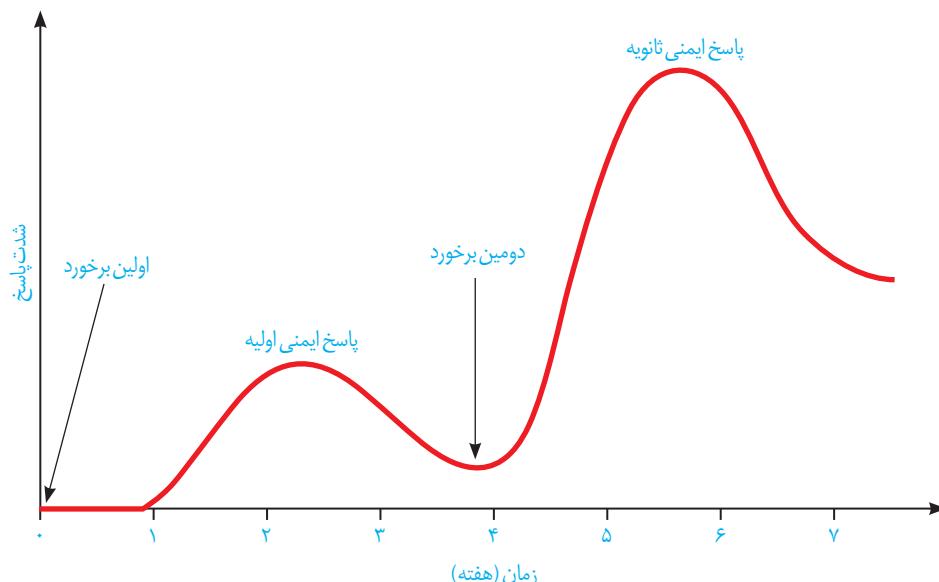
آفلوانزا پرندگان را ویروسی پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها، از جمله انسان را نیز آلوده کند. این ویروس به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی بیش از حد معمول فعالیت کند. بدین ترتیب، به تولید انبوه و بیش از اندازه لنفوسيت‌های T می‌انجامد.

الف) علت مرگ بر اثر آلودگی با این ویروس را چگونه توجیه می‌کنید؟

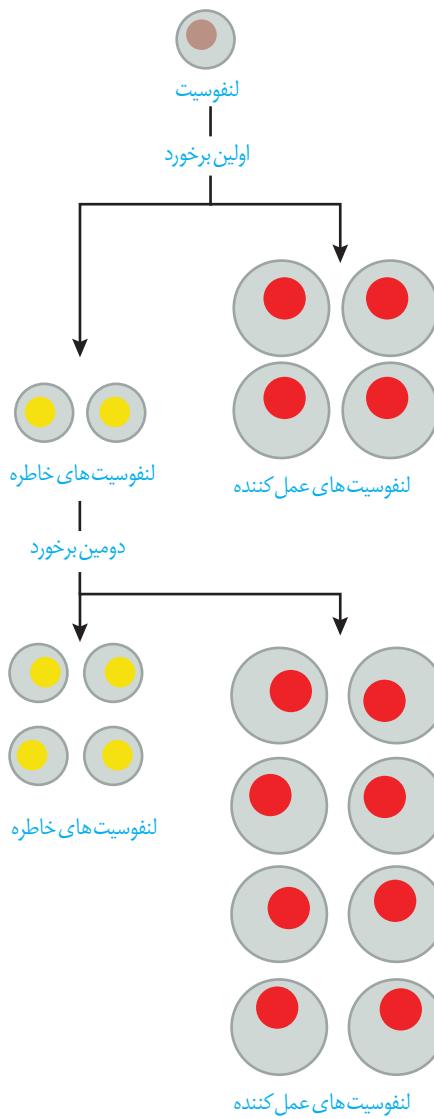
ب) چه راهی را برای کنترل این بیماری در جمیعت‌ها پیشنهاد می‌کنید؟

پاسخ اولیه و ثانویه در ایمنی اختصاصی

دفاع اختصاصی، فرایندی است که برای شناسایی پادگن و تکثیر لنفوسيت‌ها به زمان نیاز دارد. از این‌رو، برخلاف دفاع غیر اختصاصی، دفاع سریعی نیست. اما اگر پادگنی که قبل‌اً به بدن وارد شده است دوباره به بدن وارد شود، پاسخ دفاع اختصاصی نسبت به قبل سریع‌تر و قوی‌تر است (شکل ۱۵)؛ چرا؟



شکل ۱۵-پاسخ اولیه و ثانویه



شکل ۱۶- لنسوسیت‌های خاطره

دستگاه ایمنی دارای «حافظه» است؛ یعنی وقتی با پادگنی برخورد کند، خاطره آن برخورد را نگه خواهد داشت. به این ترتیب، پادگنی که برای دفعات بعدی به بدن وارد می‌شود سریع‌تر شناسایی می‌شود. اما چگونه؟

وقتی لنسوسیت، پادگنی را شناسایی می‌کند تکثیر می‌شود و علاوه بر لنسوسیت‌های عمل کننده (پادتن‌ساز یا T کشننده) یاخته‌های دیگری به نام لنسوسیت‌های خاطره پدید می‌آید که تا مدت‌هادر خون باقی می‌مانند (شکل ۱۶).

وجود تعداد زیادی لنسوسیت خاطره در خون، باعث می‌شود تشخیص پادگن سریع‌تر صورت پذیرد و برای برخوردهای بعدی، تعداد بیشتری لنسوسیت خاطره پدید آید.

فعالیت ۸

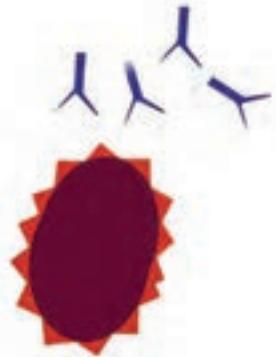
علت شدیدتر بودن پاسخ ایمنی در برخورد دوم نسبت به برخورد اول چیست؟

از خاصیت حافظه‌دار بودن دفاع اختصاصی، در واکسیناسیون استفاده می‌شود. کافی است یک بار میکروب را در شرایط کنترل شده به دستگاه ایمنی معرفی کنیم و به این طریق یاخته‌های خاطره را پدید آوریم. بدین ترتیب، اگر دوباره همان میکروب به بدن وارد شود، قبل از آنکه فرصت عمل پیدا کند، دستگاه ایمنی آن را از پای در می‌آورد.

واکسن، میکروب ضعیف شده، کشته شده، پادگن میکروب یا سم خنثی شده آن است که با وارد کردن آن به بدن، یاخته‌های خاطره پدید می‌آید (شکل ۱۷). به همین علت، ایمنی حاصل از واکسن را ایمنی فعال می‌نامند. در مقابل، ایمنی حاصل از سرم ایمنی غیر فعال است چون پادتن در بدن تولید نشده و یاخته خاطره‌ای نیز پدید نیامده است.

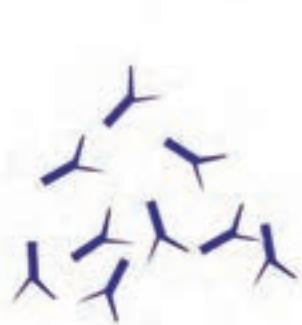


۲- از میکروب کشته شده، ضعیف شده یا پادگن های آن به عنوان واکسن استفاده می شود.



۴- وقتی میکروب واقعی به بدن وارد شود، یاخته خاطره پادتن ها آمادگی مقابله با آن را دارد.

۱- هر میکروبی پادگن های مخصوص به خود را دارد.



۳- پادتن و لنفوسيت خاطره تولید می شود.

شکل ۱۷- نحوه عملکرد واکسن

فعالیت ۹

- الف) تحقیق کنید که کودکان ایرانی چه واکسن هایی را دریافت می کنند؟ در چه زمانی؟
ب) چرا بعضی از واکسن ها را باید تکرار کرد؟

ایدز، نگاهی دقیق‌تر به اینمی اختصاصی

نقص اینمی اكتسابی که به اختصار ایدز (AIDS) نامیده می شود، نوعی بیماری است که عامل آن ویروس است. ویروس این بیماری HIV نام دارد. در این بیماری عملکرد در دستگاه اینمی فرد، دچار نقص می شود. به همین دلیل حتی ابتلا به کم خطرترین بیماری های واگیر ممکن است به مرگ منجر شود.

ویروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است بین ۶ سال نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند. چنین فردی آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و هیچ علامتی از ایدز را ندارد. تنها راه تشخیص آن، انجام آزمایش پزشکی است. فرد آلوده یا بیمار می تواند این ویروس را به دیگران منتقل کند. به این ترتیب، باعث انتشار ویروس شود.

HIV از طریق رابطه جنسی، خون و فراورده های خونی آلوده و نیز استفاده از هر نوع اشیای تیز و برزنده ای که به خون آلوده به ویروس آغشته باشد (مثل استفاده از سرنگ یا تیغ مشترک، خالکوبی و سوراخ کردن گوش با سوزن مشترک) و مایعات بدن منتقل می شود. مادری که آلوده به HIV است می تواند در جریان بارداری، زایمان و شیردهی، ویروس را به فرزند خود منتقل کند. دست دادن، روپویی، نیش حشرات، آب و غذا، این ویروس را منتقل نمی کند. انتقال ویروس از طریق ترشحات

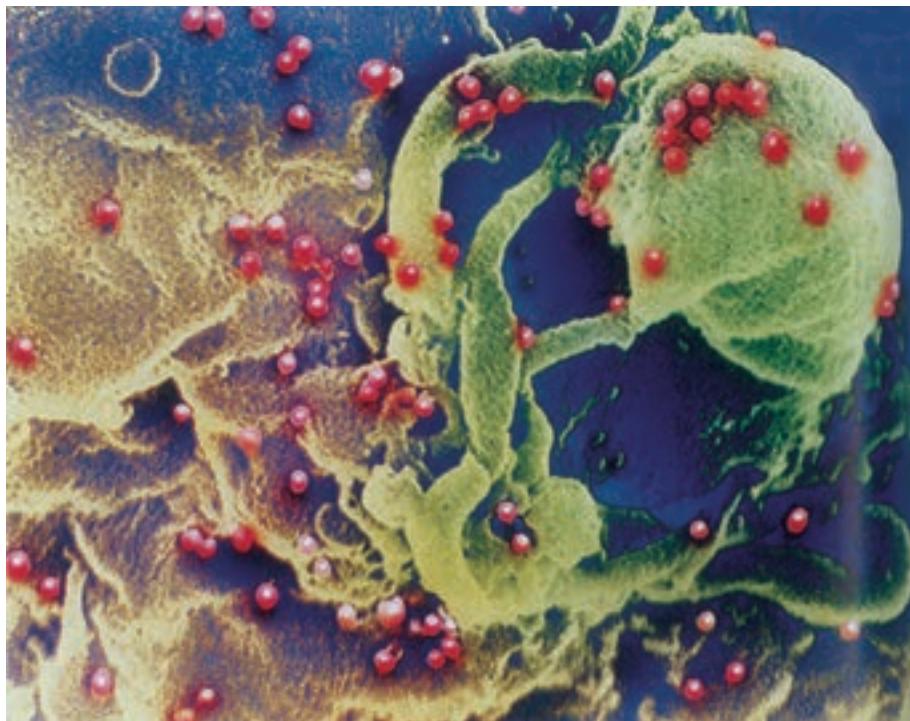
بیشتر بدانید

تنه راه آگاهی از آلودگی به ویروس ایدز آزمایش است و هیچ علامتی را نمی‌توان برای آلوده بودن در نظر گرفت. آزمایش ایدز به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. اگر جواب آزمایش‌های اولیه، وجود ویروس را نشان دهد، از آزمایش‌های تکمیلی برای تأیید آن استفاده می‌شود. آزمایش اولیه بر مبنای سنجش پادتنی است که علیه ویروس تولید می‌شود. بنابراین، زمانی این آزمایش انجام می‌شود که پادتن ساخته شده باشد. حداقل دو هفته طول می‌کشد تا مقدار پادتن به اندازه قابل سنجش برسد.

بر مبنای روش آزمایش و دقت آن می‌توان سه هفته بعد از زمانی که احتمال آلودگی می‌رود نسبت به انجام آزمایش اقدام کرد. اما چون ممکن است در این مدت بدن هنوز به اندازه کافی پادتن ساخته باشد؛ لذا این آزمایش باید ۳ و ۶ ماه بعد دوباره انجام شود.

آزمایش ایدز در شمار آزمایش‌های رایج نیست. بنابراین، فرد باید به طور مشخص این آزمایش را درخواست کند. انجام این آزمایش در مراکز مشاوره بیماری‌های رفتاری (ایdz) رایگان و نتیجه‌آن محظوظ است.

بینی، بزاق، خلط، عرق و اشک، یا از طریق ادرار و مدفوع ثابت نشده است. تاکنون درمانی قطعی برای ایدز یافت نشده است و بهترین راه مقابله با آن، پیشگیری و افزایش آگاهی عمومی است. دستگاه ایمنی چگونه در ایدز آسیب می‌بیند؟ زیست‌شناسان دریافتند که علت بیماری ایدز، حمله ویروس به لنفوسيت‌های T و از پای درآوردن آنهاست (شکل ۱۸). این مشاهده بالاصله پرسشی را مطرح می‌کند: چرا از بین رفتن لنفوسيت‌های T به تضعیف کل دستگاه ایمنی، حتی لنفوسيت‌های B می‌انجامد؟ فعالیت لنفوسيت T چه ارتباطی با لنفوسيت B دارد؟



شکل ۱۸- HIV ویروس مسبب ایدز. در این شکل، ویروس با رنگ قرمز نشان داده شده است. ویروس هادر حال آزاد شدن از یاخته آلوده‌اند. این ویروس چنان ریز است که نزدیک به ۲۰۰ میلیون عدد از آنها را می‌توان در نقطه پایان این جمله جای داد.

پاسخ به این سؤال، به درک مدل دقیق‌تری از نحوه عمل دستگاه ایمنی انجامید. مشاهدات بیشتر نشان داد که HIV نه به همه لنفوسيت‌های T، بلکه به نوع خاصی از آنها حمله می‌کند. درواقع فعالیت لنفوسيت‌های B و دیگر لنفوسيت‌های T به کمک این نوع خاص انجام می‌شود؛ لذا آن را لنفوسيت T کمک کننده نامیدند. ویروس با از بین بردن این لنفوسيت‌ها، عملکرد لنفوسيت‌های B و T و در نتیجه سیستم ایمنی را مختل می‌کند.

حساسیت

دستگاه ایمنی به همه مواد خارجی پاسخ نمی‌دهد. مثلاً دستگاه ایمنی به حضور میکروب‌های مفید در دستگاه گوارش پاسخ نمی‌دهد. به عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عامل‌های خارجی تحمل ایمنی می‌گویند.

بیشتر بدانید

بیماری MS

عوامل مسبب بیماری MS هنوز به طور قطع مشخص نیستند. علاوه بر این بیماری متفاوت است اما غالباً با اختلالات دید (تاری و دویینی) و اختلالات حسی و حرکتی (مثل اختلال در راه رفتن) همراه است.

بیماری‌های خود ایمنی

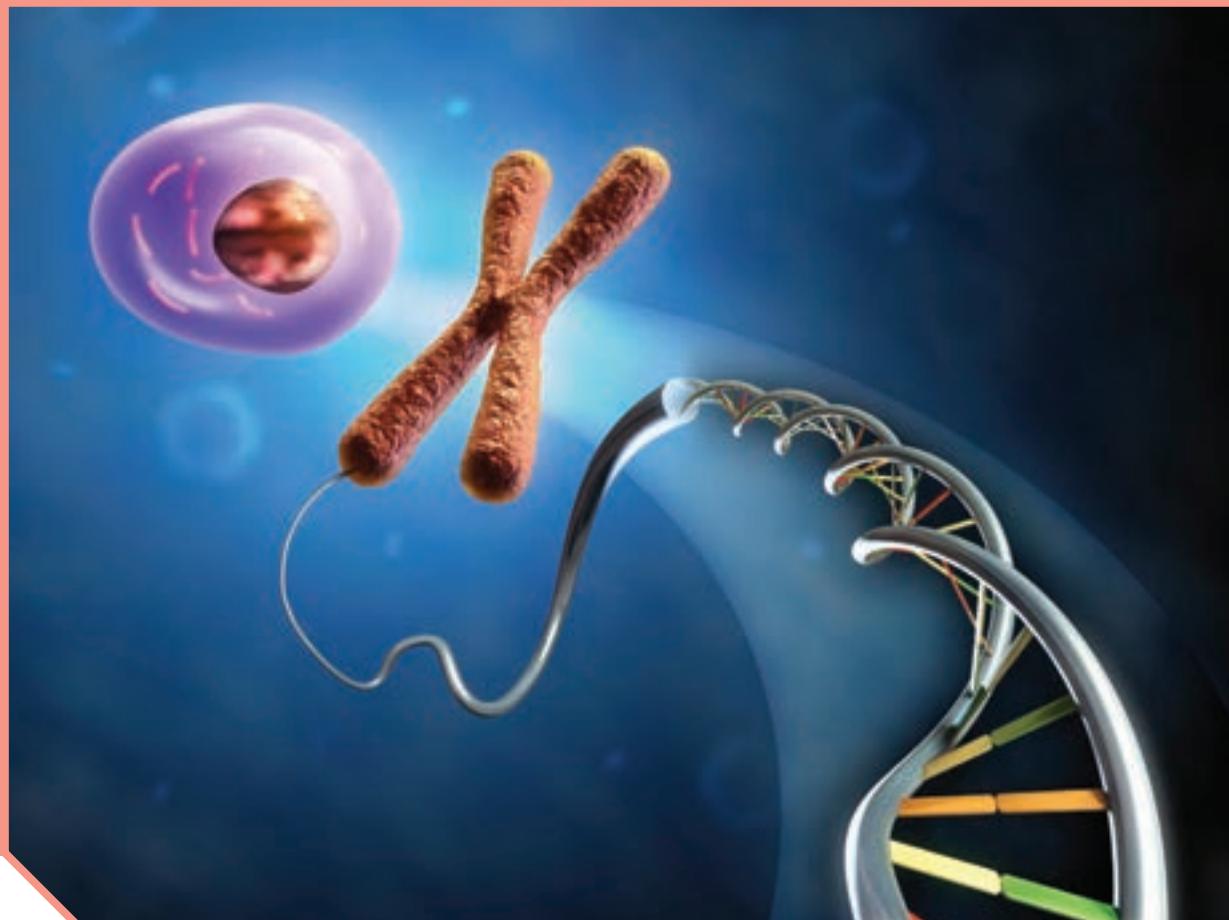
گاهی دستگاه ایمنی یاخته‌های خودی را به عنوان غیرخودی شناسایی و به آنها حمله می‌کند و باعث بیماری می‌شود؛ به این نوع بیماری‌ها، بیماری خود ایمنی می‌گویند. دیابت نوع یک، مثالی از بیماری خود ایمنی است. در این بیماری، دستگاه ایمنی به یاخته‌های تولیدکننده انسولین حمله می‌کند و آنها را از بین می‌برد.

ام‌اس، بیماری خود ایمنی دیگری است که در آن میلین اطراف یاخته‌های عصبی در مغز و نخاع مورد حمله دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی از بین می‌رود. بدین ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیه بدن اختلال ایجاد می‌شود.

ایمنی در جانوران

همه جانوران ایمنی غیر اختصاصی دارند، اما ایمنی اختصاصی اساساً در مهره‌داران دیده می‌شود. با وجود این، سازوکارهایی در بی‌مهرگان یافت شده است که مشابه ایمنی اختصاصی عمل می‌کنند. به عنوان مثال، در مگس میوه، مولکولی کشف شده است که می‌تواند به صدها شکل مختلف درآید و پادگن‌های مختلفی را شناسایی کند.

مطالعات دانشمندان درباره دستگاه ایمنی بی‌مهرگان در سال‌های اخیر، شباهت‌های بیشتری با مهره‌داران را نشان داده است. این گونه مطالعات مارا در درک بهتر نحوه پیدایش ایمنی اختصاصی یاری خواهد کرد.



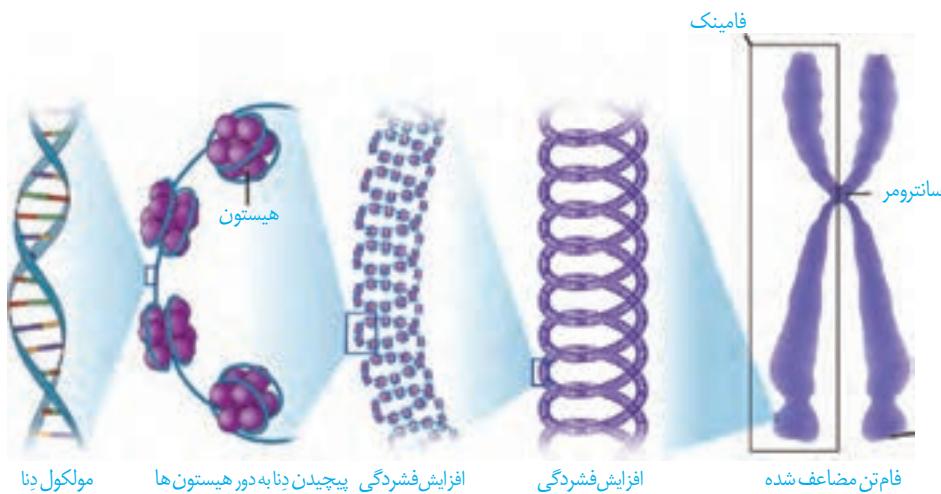
فصل ۶

تقسیم یاخته

زندگی انسان، با تشکیل یاخته‌ای به نام تخم آغاز می‌شود و پس از چند ماه به نوزادی با میلیارد‌ها یاخته تبدیل می‌شود. روند افزایش یاخته‌ها حتی بعد از این هم ادامه می‌باید، به طوری که تعداد یاخته‌ها در بدن یک فرد بالغ به صدها میلیارد می‌رسد. این افزایش شگفت‌انگیز با تقسیمات پیاپی یاخته‌ها صورت می‌پذیرد. با توجه به مطالبی که در سال‌های گذشته فراگرفتید، چه انواعی از تقسیم در بدن یک فرد بالغ را می‌شناسید؟ هر نوع از این تقسیم‌ها در چه نوع یاخته‌هایی، انجام می‌شود؟ نتیجه هر نوع از تقسیم چیست؟ آیا همه یاخته‌های بدن، تقسیم می‌شوند؟

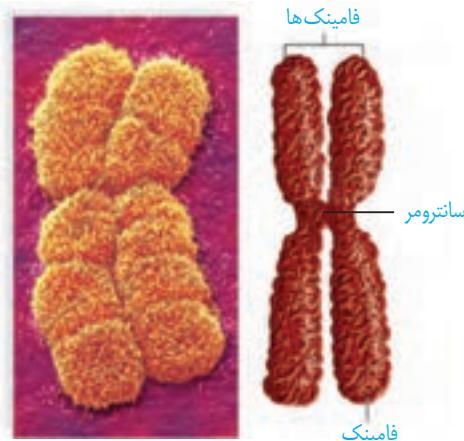
گفتار ۱ فامتن (کروموزوم)

همان طور که می‌دانید فامتن از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است. به شکل ۱ توجه کنید. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی فامتن‌های هسته، کمتر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، **فامینه (کروماتین)** می‌گویند. هر رشته فامینه دارای واحدهای تکراری به نام **هسته‌تن (نوکلئوزوم)** است. در هر هسته‌تن، مولکول دنا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام **هیستون** پیچیده است. مادهٔ وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به جز تقسیم، به صورت فامینه است. پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های فامینه دو برابر و در حین تقسیم یاخته فشرده می‌شوند (شکل ۱).



شکل ۱-مراحل فشرده شدن فامتن

شکل ۲، تصویر یک فامتن را در حداکثر فشردگی نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، این فامتن از دوبخش همانند به نام **فامینک (کروماتید)** تشکیل شده است. به این فامتن‌ها، فامتن‌های **مضاعف شده** می‌گویند. فامینک‌های هر فامتن مضاعف از نظر نوع زن‌ها یکسان‌اند و به آنها فامینک‌های خواهری گفته می‌شود. فامینک‌های خواهری در محلی به نام سانتروم بهم متصل‌اند.



شکل ۲-ساختار یک فامتن مضاعف شده

تعداد فامتن

هرگونه از جانداران، تعداد معینی فامتن در یاخته‌های پیکری خود دارند که به آن **عدد فامتنی** می‌گویند. یاخته‌های پیکری، همان یاخته‌های غیرجنSSI جاندارند. ممکن است تعداد فامتن یاخته‌های پیکری بعضی از جانداران مانند هم باشد؛ مثلاً در یاخته‌های پیکری انسان و درخت زیتون ۴۶ فامتن وجود دارد، ولی به طور مسلم ژن‌های آنها بسیار متفاوت اند. تعداد فامتن‌های جانداران مختلف (به جز باکتری‌ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

یاخته‌های پیکری انسان، دولاد (دیپلولئید) هستند

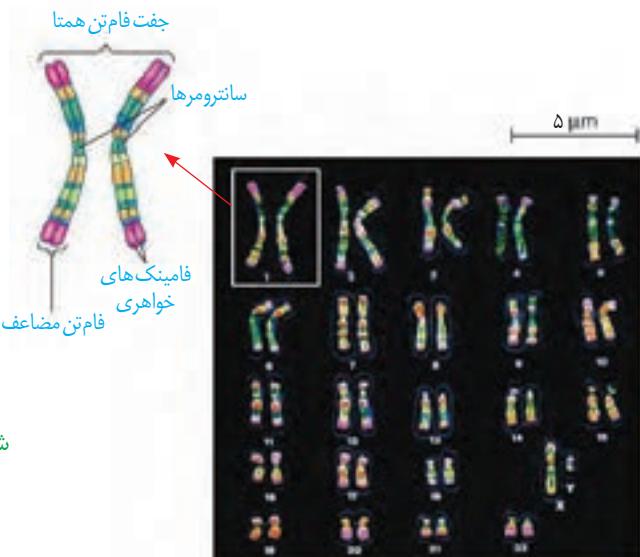
برای تعیین تعداد فامتن‌ها و تشخیص بعضی از ناهنجاری‌های فامتنی، کاربیوتیپ تهیه می‌شود. کاربیوتیپ تصویری از فامتن‌ها با حداقل فشردگی است که براساس اندازه، شکل و محل قرارگیری سانتروم‌ها، مرتب و شماره‌گذاری شده‌اند (شکل ۳).

بیشتر بدانید

جدول ۱- عدد فامتنی برخی جانداران

تعداد فامتن	نام جاندار
۱۲	مگس خانگی
۲۰	ذرت
۲۴	گوجه فرنگی
۳۰	زرافه
۳۸	گربه
۴۰	موس
۴۶	انسان
۴۸	شامپانزه
۴۸	سیب‌زمینی
۶۴	اسب
۷۸	سگ
۱۲۶۰	نوعی سرخس

شکل ۳- کاربیوتیپ انسان



با بررسی کاربیوتیپ انسان، مشاهده می‌شود که هر فامتن دارای یک فامتن شبیه خود است که به این فامتن‌ها، همتا^۱ گفته می‌شود. به جاندارانی که یاخته‌های پیکری آنها از هر فامتن دو نسخه داشته باشند، **دولاد** می‌گویند. در این یاخته‌ها، دو مجموعه فامتن وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه‌اند؛ یک مجموعه فامتن از والد مادری و یک مجموعه از والد پدری دریافت شده است. این یاخته‌ها را با نماد کلی «۲n» نشان می‌دهند.

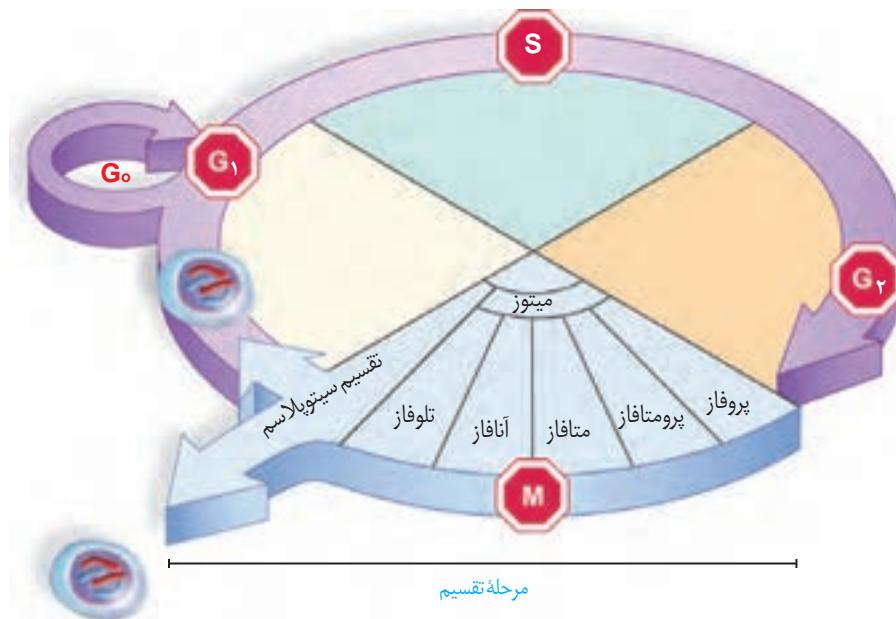
در انسان و بعضی جانداران، فامتن‌هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این فامتن‌ها، فامتن جنسی گفته می‌شود. فامتن‌های جنسی ممکن است شبیه هم نباشند. نمونه این فامتن‌ها را در کاربیوتیپ شکل ۳ مشاهده می‌کنید. فامتن‌های جنسی در انسان را با نماد X و Y نشان می‌دهند. هسته یاخته‌های پیکری زنان دو فامتن X و مردان یک فامتن X و یک فامتن Y دارند.

۱- Homologous

بعضی یاخته‌ها مانند یاخته جنسی انسان، تک لاد (هایپلوفید) هستند؛ یعنی یک مجموعه فامتن دارند. یاخته‌های تک لاد را بانماد کلی «n» نشان می‌دهند. «n» تعداد فامتن‌های یک مجموعه است؛ مثلاً در انسان $n=23$ است. در یک مجموعه فامتنی، هیچ فامتنی با فامتن دیگر همتا نیست.

چرخه یاخته‌ای

مراحلی که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند را چرخه یاخته‌ای می‌گویند. این چرخه، شامل مراحل اینترفاز و تقسیم است. در یاخته‌های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است (شکل ۴).



شکل ۴- مراحل مختلف چرخه یاخته

اینترفاز:

یاخته‌ها بیشتر مدت زندگی خود را در این مرحله می‌گذرانند. کارهایی مانند رشد، ساخت مواد مورد نیاز و انجام کارهای معمول یاخته در این مرحله انجام می‌شود. اینترفاز شامل مراحل G_1 , S , G_2 است.

مرحله وقفه اول یا G_1 : مرحله رشد یاخته‌هاست و یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند. یاخته‌هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می‌شوند. این یاخته‌ها به طور موقت یا دائم به مرحله‌ای به نام G_0 وارد می‌شوند. یاخته عصبی نمونه‌ای از این یاخته‌هاست.

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

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

تقسیم یاخته:

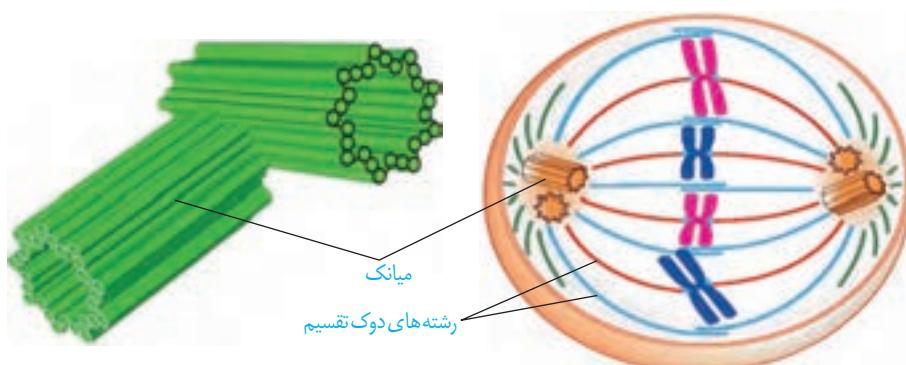
در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته (رشتمان یا کاستمان) و تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. در سال‌های گذشته تا حدودی با این فرایندها آشنا شدیم. با تقسیم سیتوپلاسم، در نهایت یاخته‌های جدید ایجاد می‌شود.

رشتمان (mitosis) به معنی رشته و میتوز فرایندی است که در آن تعداد رشته‌های فامتن ثابت می‌مانند و واژه رشتمان از کلمه‌های رشته و مان تشکیل شده که رشته به فامتن‌ها و مان حالت و فرایندی را نشان می‌دهد که در آن فامتن‌ها ثابت می‌مانند.

در رشتمان ماده‌زننیک، که در مرحله S همانندسازی شده بود، تقسیم می‌شود و به یاخته‌های جدید می‌رسد. فامتن‌ها که در هسته پراکنده‌اند، ابتدا باید به طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته‌های حاصل تقسیم شوند. برای حرکت و جدا شدن صحیح فامتن‌ها، ساختارهایی به نام دوک تقسیم ایجاد می‌شود (شکل ۵-الف). دوک تقسیم، مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر فامتن به آن متصل می‌شود. با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، فامتن‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند.

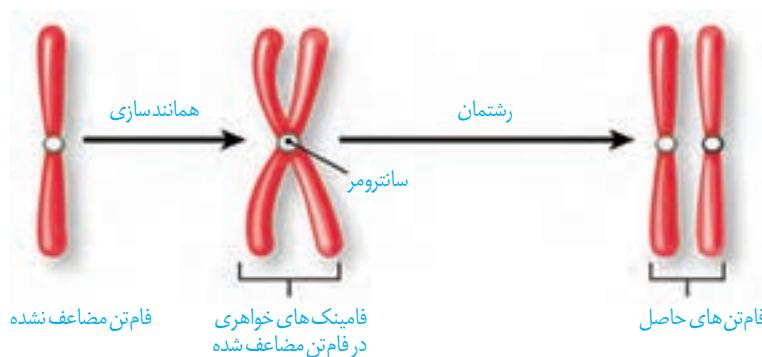
در یاخته‌های جانوری، میانک‌ها (سانتریول‌ها) ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند.

میانک‌ها، یک جفت استوانه عمود برهم‌اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته، دوباره می‌شوند. هر یک از این استوانه‌ها، از تعدادی لوله کوچک‌تر پروتئینی تشکیل شده است. ساختار میانک‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵-الف) دوک تقسیم
ب) جفت میانک

رشتمان، فرایندی پیوسته است، ولی زیست‌شناسان برای سادگی، آن را مرحله‌بندی می‌کنند. طرح ساده‌ای از تقسیم فامتن‌ها در رشتمان را در شکل ۶ مشاهده می‌کنید.



شکل ۶- طرح ساده‌ای از تقسیم
فامتن‌ها در رشتمان

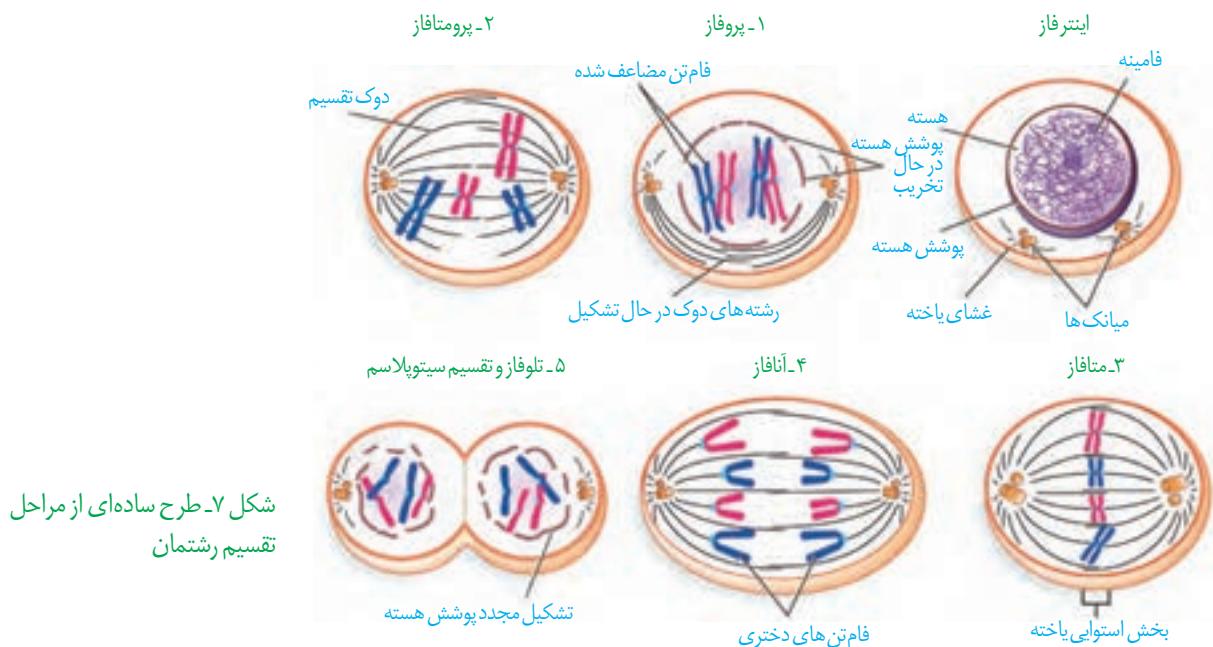
پروفاز: در این مرحله، رشته‌های فامینه فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند. به طوری که به تدریج با میکروسکوپ نوری می‌توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن فامتن، میانک‌ها به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند و بین آنها دوک تقسیم تشکیل می‌شود. در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب می‌کند.

پرومتفاز: در این مرحله، پوشش هسته و شبکه آندوبلاسمی تجزیه می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به فامتن‌ها برسند. در همین حال سانتروم فامتن‌ها به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

متافاز: فامتن‌ها بیشترین فشردگی را پیدا می‌کنند و در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می‌شوند.

آنافاز: در این مرحله، با تجزیه پروتئین اتصالی در ناحیه سانتروم، فامینک‌ها از هم جدا می‌شوند. فاصله گرفتن فامینک‌ها با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به فامتن انجام می‌شود. فامتن‌ها که اکنون تک فامینکی‌اند، به دو سوی یاخته (قطب) کشیده می‌شوند.

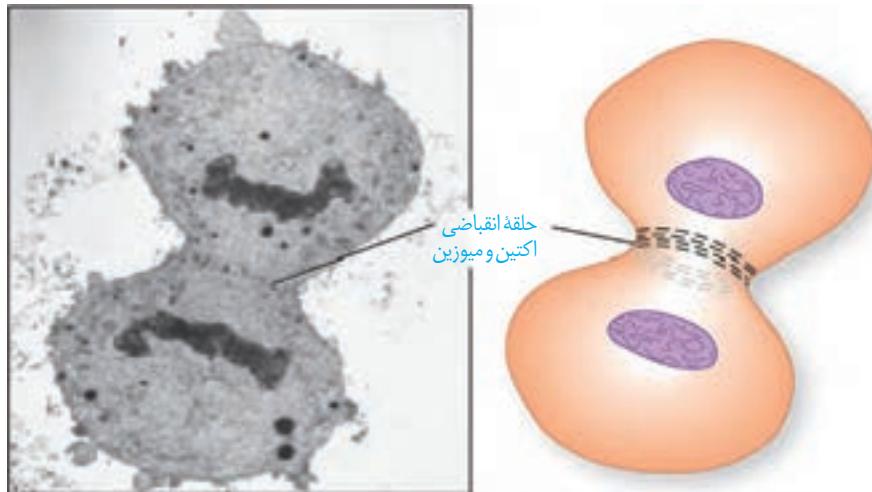
تلوفاز: رشته‌های دوک تخریب شده و فامتن‌ها شروع به باز شدن می‌کنند تا به صورت فامینه درآیند. پوشش هسته نیز مجدد تشکیل می‌شود. در پایان تلوفار، یاخته، دو هسته مشابه دارد. مراحل تقسیم رشتمان در شکل ۷ نشان داده شده است.



تقسیم سیتوپلاسم

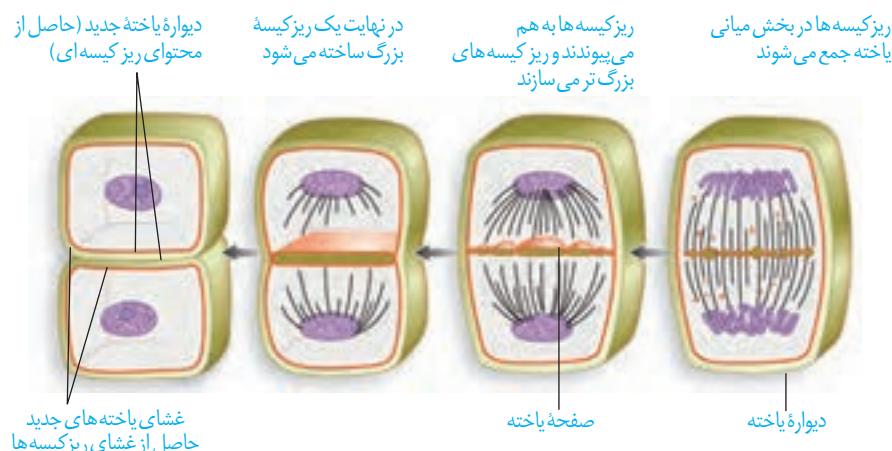
پس از رشتمان، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می‌شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می‌شود.

در یاخته‌های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در وسط آن شروع می‌شود. این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس اکتین و میوزین است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به غشا متصل است. با تنگ شدن این حلقه انقباضی در نهایت دو یاخته از هم جدا می‌شوند (شکل ۸).



شکل ۸- تقسیم سیتوپلاسم در یک یاخته جانوری

در یاخته‌های گیاهی، حلقه انقباضی تشکیل نمی‌شود. در این یاخته‌ها نخست ساختاری به نام صفحه یاخته‌ای در محل تشکیل دیواره جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلزاری و بهم پیوستن آنها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازه‌های تیغه میانی و دیواره یاخته‌اند. با اتصال این صفحه به دیواره یاخته مادری دو یاخته جدید از هم جدا می‌شوند (شکل ۹). ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسوم که سال گذشته با آنها آشنا شدید در هنگام تشکیل دیواره جدید، پایه‌گذاری می‌شوند.



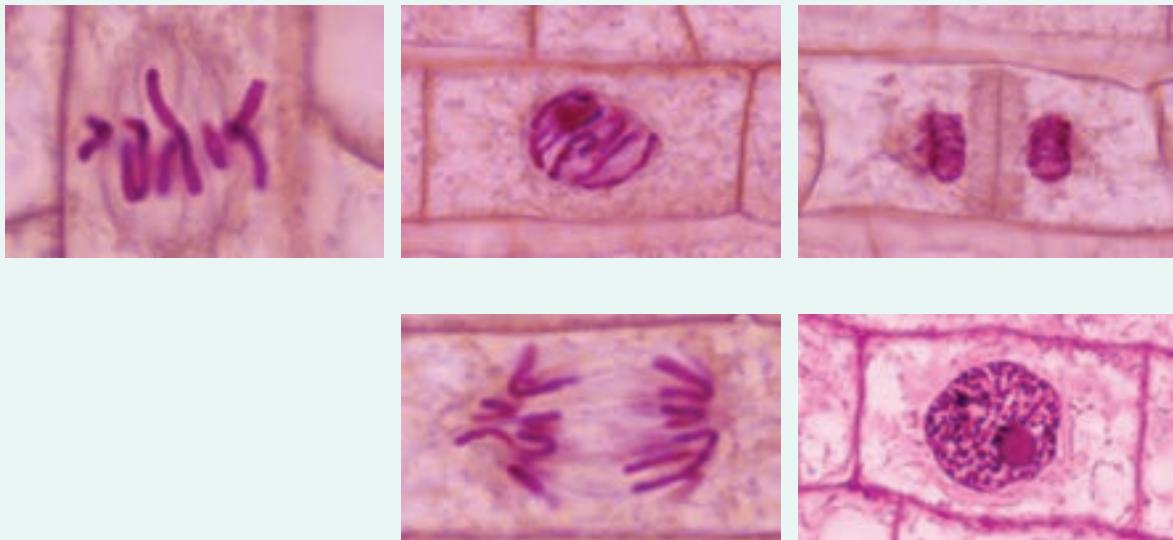
شکل ۹- تقسیم سیتوپلاسم در یاخته گیاهی

در دنیای جانداران یاخته‌های چندهسته‌ای به روش‌های مختلفی ایجاد می‌شوند. در سال گذشته با بعضی از این یاخته‌ها آشنا شدیم. آیا می‌توانید بعضی از آنها را نام ببرید؟ در مورد نحوه تشکیل این نوع از یاخته‌ها تحقیق کنید و نتیجه آن را به کلاس ارائه دهید.

فعالیت ۱

فعالیت ۲

با توجه به آنچه درباره چرخه یاخته‌ای فراگرفته‌اید تصاویر میکروسکوپی زیر را بر اساس مراحل آن، با شماره‌گذاری مرتب کنید.



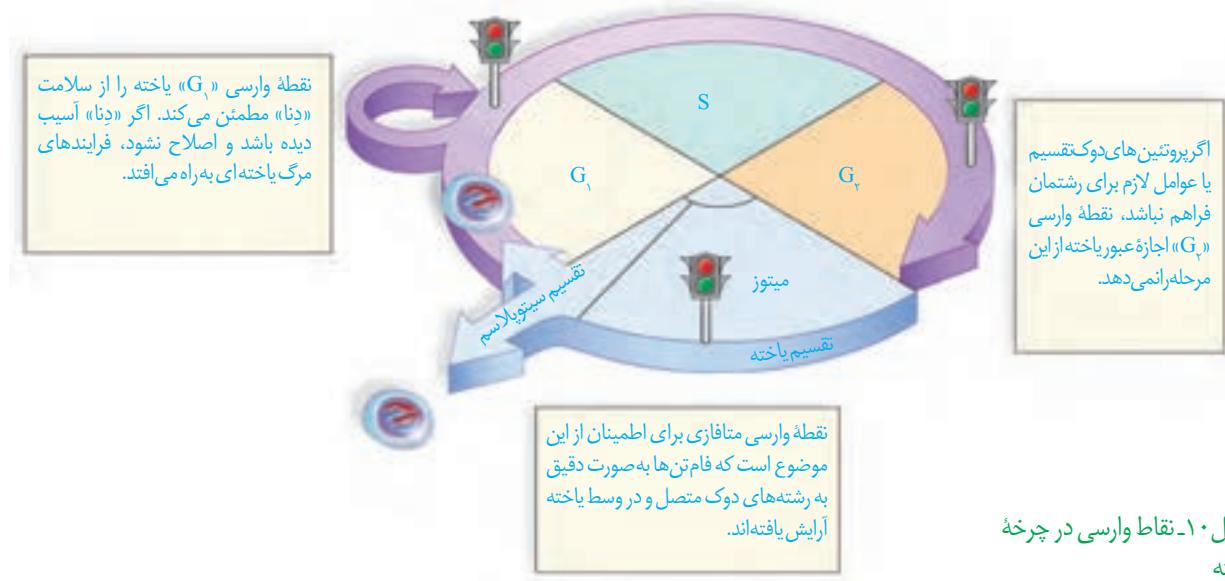
تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است

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

عوامل تنظیم کننده تقسیم یاخته

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

در چرخهٔ یاخته‌ای، چند نقطهٔ وارسی وجود دارد. نقاط وارسی مراحلی از چرخهٔ یاخته‌ایند که به آن اطمینان می‌دهند که مرحلهٔ قبل کامل شده است و عوامل لازم برای مرحلهٔ بعد آماده‌اند. در شکل ۱۰ بعضی از این نقاط را می‌بینید.



تقسیم بی‌رویهٔ یاخته

یاخته‌ها با تقسیم، افزایش و با مرگ، کاهش می‌یابند. اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته‌ها به هم بخورد، چه وضعی پیش می‌آید؟ نتیجهٔ می‌تواند ایجاد یک تومور باشد. تومور، توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می‌شود. تومورها به دو نوع خوش خیم و بدخیم تقسیم می‌شوند. نوع خوش خیم رشدی کم دارد و یاخته‌های آن در جای خود می‌مانند و منتشر نمی‌شوند. این نوع تومور معمولاً آنقدر بزرگ نمی‌شوند که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزنند. البته در مواردی که تومور بیش از اندازهٔ بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند. لیبوما یکی از انواع تومورهای خوش خیم است که در افراد بالغ متبادل است. در این تومور، یاخته‌های چربی تکثیر شده و تودهٔ یاخته ایجاد می‌کند (شکل ۱۱-الف).

واژه‌شناسی

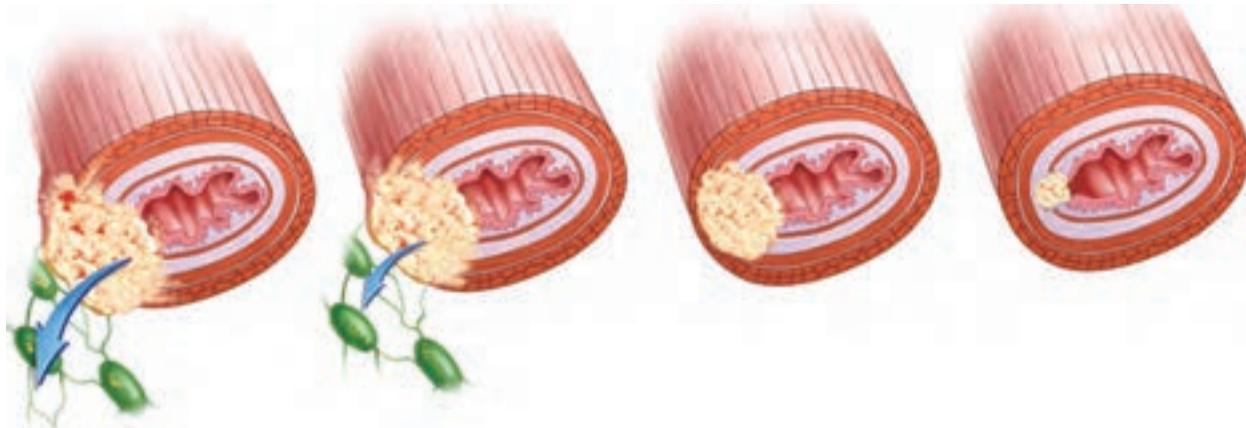
دگرنشینی (metastasis) /متاستاز «متا» به معنی دگر و «استاز» به معنی ایستادن و ثبت است. دگرنشینی نیز به معنای برخاستن از یک بافت یا اندام و نشستن در بافت یا اندام دیگر است.



تصویر ۱۱-الف) تومور خوش خیم، لیبوما در نزدیکی آرچ
ب) ملانوما: نوعی تومور بدخیم یاخته‌های رنگدانه دار پوست

تومور بدخیم یا سرطان به بافت‌های مجاور حمله می‌کند و توانایی **دگرنشینی** (متاستاز) دارد؛ یعنی می‌تواند یاخته‌هایی از آن جدا شده و همراه با جریان خون، یا به ویژه لف به نواحی دیگر بدن بروند، در آنجا مستقر شوند و رشد کنند (شکل ۱۲). علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته است که باعث می‌شود چرخه یاخته از کنترل خارج شود (شکل ۱۱-ب).

شکل ۱۲-مراحل رشد و دگرنشینی یاخته‌های سرطانی



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

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

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

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

بیشتر بدانید

یاخته‌های سرطانی در صورت وجود ماده غذایی و فضای کافی می‌توانند به طور دائم تقسیم شوند. یاخته‌های سرطانی زنی سیامپوست به نام هنریتا لکس Henrietta Lacks که در سال ۱۹۵۱ در اثر همین بیماری درگذشت، همچنان در حال تقسیم در محیط آزمایشگاهی سیاری از نقاط جهان است. محققان زیادی از یاخته‌های هلا (مخلف نام هنریتا لکس) در آزمایشگاه‌های زیست‌شناسی استفاده می‌کنند. این یاخته‌ها می‌توانند در مجاورت یاخته‌های دیگر، آنها را به حالت سرطانی در بیاورند.

تشخیص و درمان سرطان

روش‌های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان‌ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. **بافت‌برداری**^۱ روشی است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می‌شود. آزمایش خون به این شناسایی کمک می‌کند. روش‌های رایج درمان سرطان شامل جراحی، شیمی درمانی و پرتو درمانی است. در پرتو درمانی، یاخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، به طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می‌گیرند. شیمی درمانی با استفاده از داروهای باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همه بدن می‌شود. این روش‌های درمانی می‌توانند به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برسانند. مرگ این یاخته‌ها از عوارض جانبی شیمی درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می‌شود. حتی بعضی افراد که تحت تأثیر تابش‌های شدید یا شیمی درمانی قوی قرار می‌گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی مورد نیاز را بسازند.

۱- Biopsy

وراثت و محیط، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند

پروتئین‌ها، تنظیم‌کننده چرخهٔ یاخته و مرگ آن هستند. پروتئین‌ها محصول عملکرد ژن‌ها هستند. بنابراین، مشخص است که در ایجاد سرطان، ژن‌ها نقش دارند. ژن‌های زیادی شناخته شده‌اند که در بروز سرطان مؤثرند. علت شیوع بیشتر بعضی سرطان‌ها در بعضی جوامع، همین مسئله است.

عوامل محیطی هم در بروز سرطان مؤثرند. پرتوهای فرابنفش، بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار «دِنا» آسیب می‌زنند. سایر پرتوها و مواد شیمیایی سرطان‌زا، مواد غذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی، بعضی ویروس‌ها، قرص‌های ضدبارداری، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.

با استفاده از منابع علمی بررسی کنید که کدام نوع از سرطان‌ها در کشور ما شیوع بیشتری دارند. چرا بعضی اندیشه‌های سرطان در بخش‌های خاصی از کشور ما شایع‌ترند؟

فعالیت ۳

بیشتر بدانید

جدول ۲- برخی عوامل مؤثر بر بروز سرطان

عوامل ژنی	هرمون	ویروس‌ها	خوارکی و آشامیدنی‌ها	عوامل شیمیایی	پرتوها
• ژن‌های مؤثر در بروز رتینوبلاستوما	• فرقه‌های صدبارداری		• هپاتیت ب	• نوشیدنی‌های الکلی	• پرتو X
• سرطان پروستات			• هریس سیمپلکس	• گوشت و ماهی دودی	• پرتو گاما
• سرطان معده			• پاپیلوما	• غذاهای نیترات‌دار	• پرتو فرابنفش
• سرطان پوست					• آرسنیک
• سرطان خون					• بنزن
• سرطان رحم					(سولاریوم - آفتاب‌سوختگی)
					• دیوکسین
					• آزیست (پشم‌شیشه)
					• اورانیوم
					• پلی وینیل کلراید
					PVC

بیشتر بدانید

یاخته‌های سرطانی و یاخته‌های عادی در چند ویژگی با هم تفاوت دارند:

۱- یاخته‌های سرطانی، تقسیمات بدون کنترل دارند.

۲- شکل یاخته‌های سرطانی با یاخته‌های عادی تفاوت دارد. همچنین ممکن است یاخته‌های سرطانی، چند هسته‌ای شوند.

۳- بسیاری از یاخته‌های سرطانی نامیرا هستند؛ یعنی برخلاف یاخته‌های عادی بعد از چند تقسیم نمی‌میرند.

۴- یاخته‌های عادی در حضور عوامل، رشد تقسیمات خود را شروع می‌کنند و با اتمام آن، پالیان می‌دهند. بسیاری از یاخته‌های سرطانی حتی بدون حضور عوامل رشد، می‌توانند تقسیم شوند.

۵- در یاخته‌های عادی در محیط کشت، با تکثیر و رسیدن لبه یاخته‌ها به هم، تقسیم متوقف می‌شود. در ضمن، یاخته‌های عادی در محیط کشت نیازمند سطح جامد برای اتصال‌اند. یاخته‌های سرطانی هیچ کدام از این خصوصیات را ندارند. این موضوع، علت توانایی دگرنشینی یاخته‌های سرطانی را نشان می‌دهد.

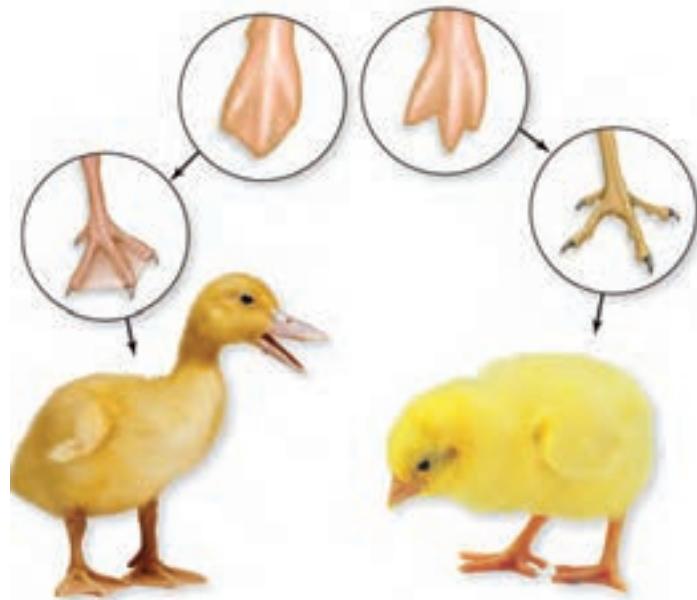
۶- یاخته‌های عادی در اثر آسیب دیدگی، دچار خزان یاخته‌ای می‌شوند، ولی یاخته‌های سرطانی نمی‌میرند.

۷- یاخته‌های سرطانی موادی را تولید می‌کنند که باعث ایجاد رگ‌های جدید خونی می‌شوند تا فرایند غذارسانی و دفع مواد زاید به راحتی انجام شود (شکل مراحل رشد و دگرنشینی یاخته‌های سرطانی).

مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته

مرگ یاخته‌ها می‌تواند تصادفی باشد؛ مثلاً در بریدگی، یاخته‌ها آسیب می‌بینند و از بین می‌روند. به این حالت، بافت مردگی^۱ گفته می‌شود. ولی مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای شامل یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه‌ریزی شده است که در بعضی یاخته‌ها و در شرایط خاص ایجاد می‌شود. این فرایند با رسیدن عالی‌می به یاخته شروع می‌شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین‌های تخریب‌کننده در یاخته شروع به تجزیهٔ اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند.

حذف یاخته‌های پیر یا آسیب‌دیده، مانند آنچه در آفتاب‌سوختگی اتفاق می‌افتد، مثالی از مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای است؛ چون پرتوهای خورشید دارای اشعهٔ فرابنفش اند آفتاب‌سوختگی می‌تواند سبب آسیب به «دنا» یاخته‌ها و بروز سرطان شود. مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای، با از بین بردن یاخته‌های آسیب‌دیده، آنها را حذف می‌کند. مثال دیگر، حذف یاخته‌های اضافی از بخش‌های عملکردی مانند پرده‌های بین انگشتان پا در پرنده‌گان است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- حذف پرده‌های میانی
انگشتان در دوران جنینی برخی
پرنده‌گان در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده

فعالیت ۴

با استفاده از خمیر بازی (چند رنگ) و بارعایت موارد بهداشتی، مراحل تقسیم رشتمان را طراحی کنید.
برای این کار، عدد فامتنی یاختهٔ فرضی را ۴ یا ۶ در نظر بگیرید. هر مجموعه فامتن را با یک رنگ انتخاب

کنید و با توجه به این فعالیت به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) در متافاز فامتن های همتا نسبت به هم چگونه روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند؟

ب) با توجه به عدد فامتنی انتخابی، تعداد فامتن‌ها و فامینک‌ها را قبل و بعد از رشتمان تعیین کنید.

واژه‌شناسی

کاستمان (meiosis/میوز)

کاستمان به معنی کاستن است.
کاست از مصدر کاستن همراه با
(مان) واژه کاستمان را می‌سازد که
به فرایند کاسته شدن تعداد فامتن‌ها
در حین تقسیم اشاره دارد.

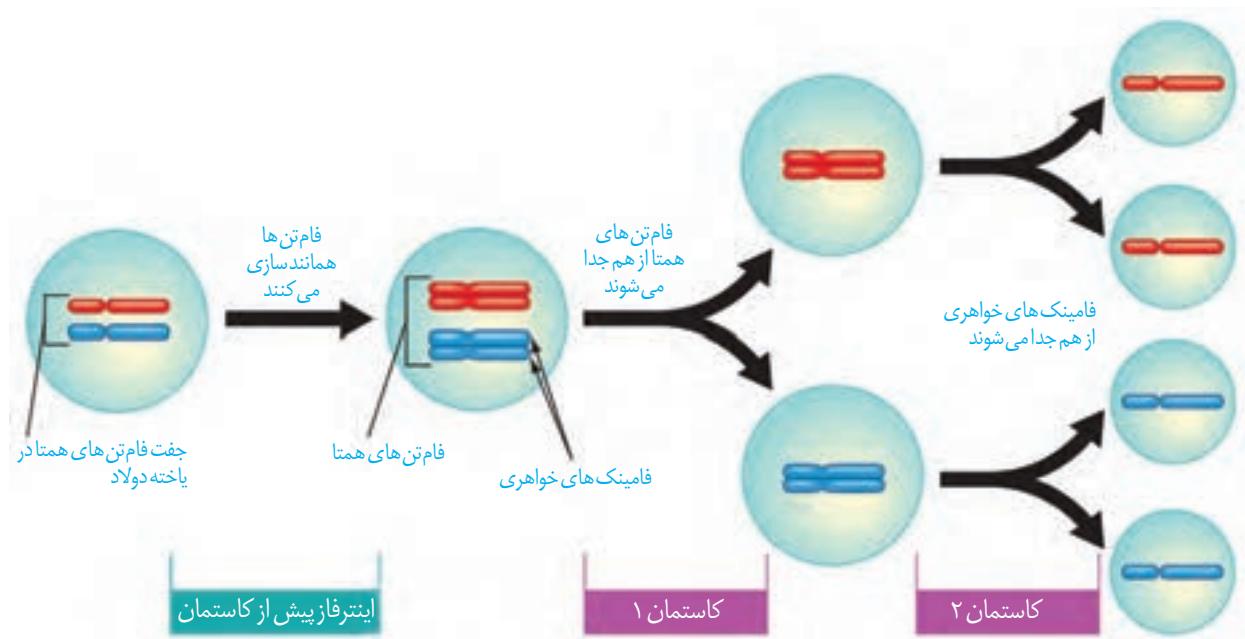
گفتار ۳ کاستمان (میوز) و تولیدمثل جنسی

در گذشته با تولیدمثل جنسی و غیرجنسی آشنا شدید. با توجه به آنچه آموخته‌اید، چه تقاضات‌های اصلی در این دو نوع تولیدمثل وجود دارد؟ هریک از این روش‌ها چه مزایابی دارد؟ چه روش‌های تولیدمثل غیرجنسی را می‌شناسید؟ کدام نوع تقسیم با تولیدمثل جنسی ارتباط بیشتری دارد؟

کاستمان، کاهش تعداد فامتن‌ها

در تولیدمثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته‌های آنها با هم ادغام می‌شوند. یاخته‌های مؤثر در تولیدمثل جنسی با نوعی تقسیم کاهشی به نام کاستمان ایجاد می‌شوند. به نظر شما اهمیت این نوع تقسیم در جانداران چیست؟

کاستمان از دو مرحله کلی کاستمان ۱ و ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته نیز تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود (شکل ۱۴). پیش از این تقسیم نیز، مانند رشتمان، اینترفاز رخ می‌دهد.

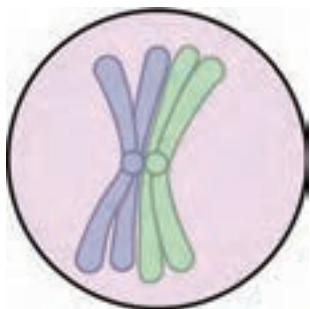


کاستمان ۱

شکل ۱۴- طرح ساده‌ای از تقسیم کاستمان

در این مرحله از تقسیم کاستمان، عدد فامتنی نصف می‌شود. این بخش از کاستمان چهار مرحله دارد که عبارت‌اند از: پروفاز ۱، متافاز ۱، آنافاز ۱ و تلوفاز ۱ (شکل ۱۶).

پروفاز ۱: فامتن‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و فشرده می‌شوند. به این ساختار چهار فامینکی، چهارتایه (تراد) گفته می‌شود. چهارتایه از ناحیه سانتروم به رشتة‌های دوک متصل می‌شوند. سایر وقایع این مرحله، شبیه پروفاز و پرومتفاز رشتمان است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- طرح ساده‌ای از یک چهارتایه

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

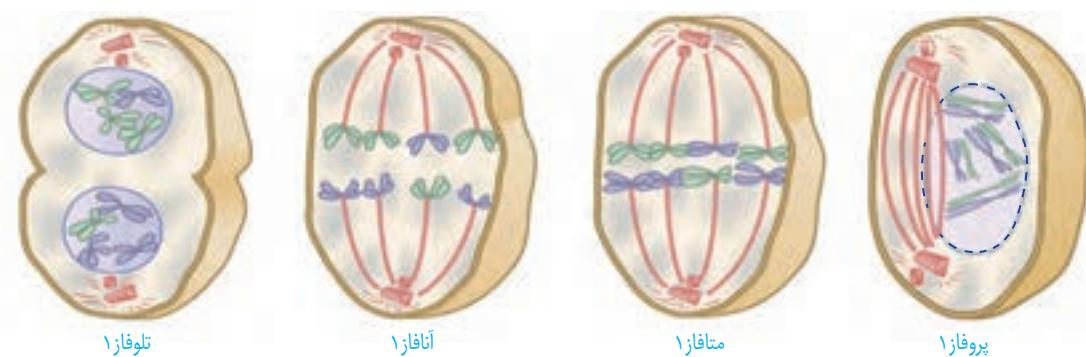
آنافاز ۱: فامتن‌های همتا که مضاعف شده‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوه کوتاه شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند رشتمان است.

تلوفاز ۱: با رسیدن فامتن‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود. معمولاً در پایان کاستمان ۱ تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. نتیجه کاستمان ۱ ایجاد دو یاخته است (شکل ۱۶).

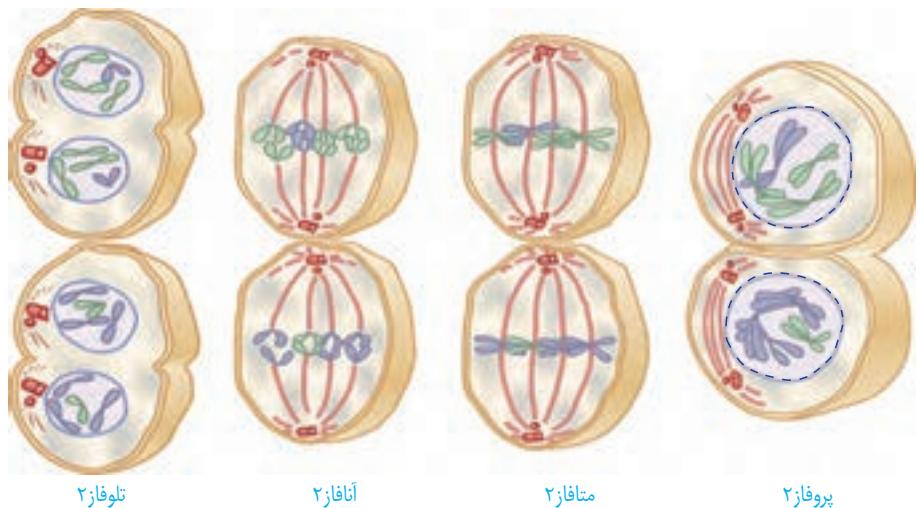
با توجه به شکل ۱۶ می‌توانید بگویید عدد فامتنی یاخته‌های حاصل، چه تفاوتی با یاخته‌های مادری دارد؟

کاستمان ۲

در این مرحله یاخته‌های حاصل از کاستمان ۱، مراحل پروفاز ۲، متافاز ۲، آنافاز ۲ و تلوفاز ۲ را می‌گذرانند. وقایع کاستمان ۲ بسیار شبیه رشتمان است و در پایان آن، از هر یاخته دو یاخته شبیه هم ایجاد می‌شود که نصف فامتن‌های یاخته‌های مادر را دارند. این فامتن‌ها مضاعف نیستند. در پایان کاستمان ۲، تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. در مجموع و با پایان تقسیم کاستمان از یک یاخته $2n$ ، چهار یاخته n فامتنی حاصل می‌شود.



شکل ۱۶- طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کاستمان



۱- تقسیم کاستمان ۱ از نظر نحوه آرایش فامتن‌ها و جدا شدن آنها تفاوت اساسی با تقسیم رشتمان دارد.

آیا می‌توانید با توجه به شکل‌های رشتمان و کاستمان، این تفاوت‌ها را بیان کنید؟

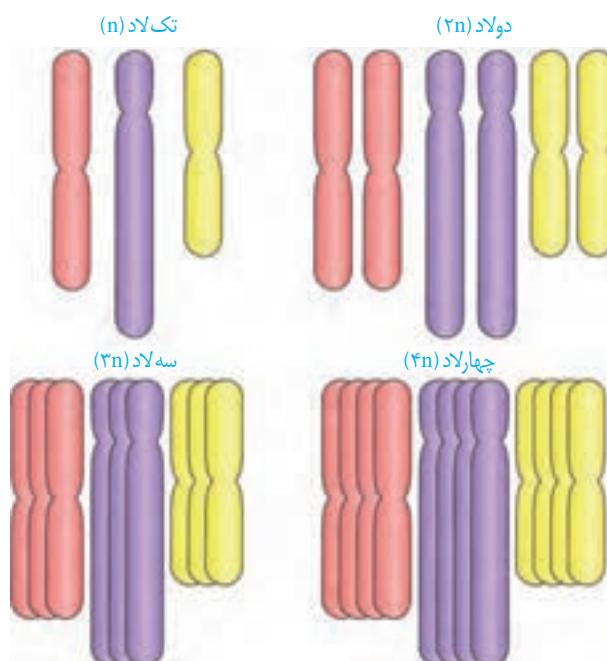
۲- تقسیم کاستمان ۲ را با تقسیم رشتمان مقایسه کنید. چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین این دو فرایند وجود دارد؟

۳- با استفاده از خمیر بازی و بارعایت موارد پهداشتی، طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کاستمان را بسازید. برای این کار، عدد فامتنی یاخته‌فرضی را، ۶ و یا ۸ در نظر بگیرید. بهتر است که هر مجموعه از فامتن‌ها با یک رنگ انتخاب شوند.

تغییر در تعداد فامتن‌ها

گرچه تقسیم یاخته‌ای با دقت زیاد انجام می‌شود، ولی به ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد. چندلادی (پلی‌پلوئیدی) شدن و با هم ماندن فامتن‌ها، نمونه‌هایی از این خطاهای کاستمانی هستند. اشتباه در تقسیم می‌تواند، هم در تقسیم رشتمان و هم در تقسیم کاستمان رخ دهد، ولی چون یاخته‌های حاصل از کاستمان در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، از اهمیت بیشتری برخوردارند.

چندلادی شدن: اگر در مرحله آنافاز همه فامتن‌ها بدون اینکه از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر فامتن خواهد داشت و یاخته دیگر قادر فامتن خواهد بود. در آزمایشگاه می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- طرح ساده‌ای از تعداد فامتن‌ها

به یاخته‌های آن بیش از دو مجموعه فامتن داشته باشد، چندلاط گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی ۳n و موز ۶n است (شکل ۱۷).

با هم ماندن فامتن‌ها: در این حالت، یک یا چند فامتن در مرحله آنافاز (رشتمان و کاستمان) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند فامتن مشاهده می‌شود (شکل ۱۸). نمونه این حالت، نشانگان داون است. به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت نشانگان می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود ۴۷ فامتن دارند (شکل ۱۸). فامتن اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد ۳ فامتن شماره ۲۱ دارند. علت بروز این حالت آن است که یکی از یاخته‌های جنسی ایجادکننده فرد، به جای یک فامتن شماره ۲۱، دارای دو فامتن ۲۱ بوده است. بالاودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای کاستمانی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود. علت این موضوع را در فصل‌های آینده خواهید آموخت.

عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم کاستمان شوند. دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌توانند در روند جدا شدن فامتن‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کنند.

شکل ۱۸- کاریوتیپ یک فرد مبتلا به داون. آیا می‌توانید جنسیت این فرد را تشخیص دهید؟

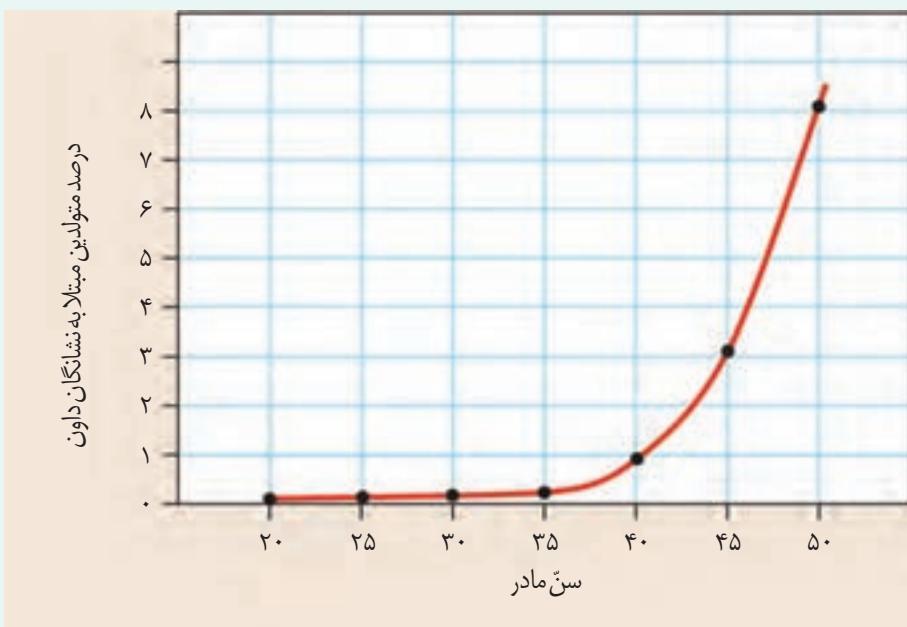


با استفاده از منابع علمی، با انواع دیگری از بیماری‌های ناشی از با هم ماندن فامتن‌ها آشنا شوید و گزارش این بررسی را در کلاس ارائه کنید.

فعالیت ۶

فعالیت ۷

منحنی زیر، رابطهٔ بین سن مادر در هنگام بارداری و احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به نشانگان داون را نشان می‌دهد. منحنی را تفسیر کنید.





فصل ۷

تولیدمثل

در سال‌های گذشته با انواع تولیدمثل غیرجنسی و جنسی آشنا شدید. فرایند تولیدمثل جنسی با تولیدیاخته‌های جنسی (گامت) همراه است. در این فصل با دستگاه تولیدمثل آشنا می‌شوید که با بقیه دستگاه‌های بدن تفاوت دارد. اگر این دستگاه درست کار نکند و حتی بخشی از آن را از بدن خارج کنیم، زندگی فرد به خطر نمی‌افتد.

- به نظر شما اهمیت تولیدمثل در چیست؟

- دستگاه تولیدمثل در انسان شامل چه بخش‌هایی است و با دستگاه تولیدمثل بقیه جانوران چه تفاوت‌هایی دارد؟

- نقش جانور نر و ماده در تولیدمثل چیست؟

اینها بخشی از پرسش‌هایی است که با مطالعه این فصل، به پاسخ آنها می‌رسیم.

زامه (sperm)

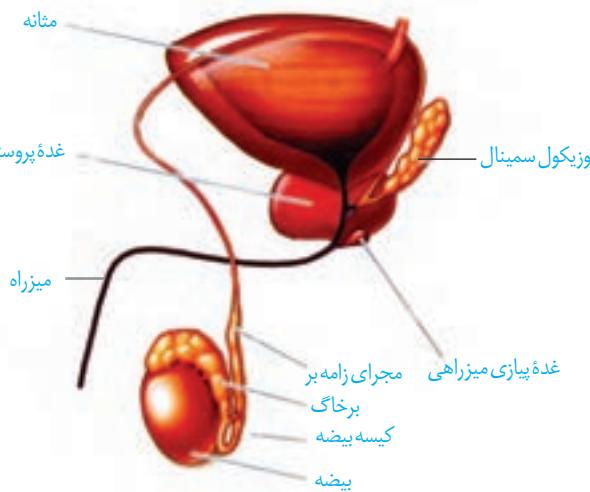
زامه از کلمه زام به معنی ازدواج کردن یا زاماد (زماد) برای نشان دادن نر، گرفته شده است. با استفاده از آن واژه‌های زامه‌زایی، زامه‌زاء، زامیاختک و زامیاخته ساخته و معنی پیدا می‌کنند.

گفتار ۱ دستگاه تولیدمثل در مرد

- اجزای دستگاه تولیدمثلی مرد را در شکل ۱ می‌بینید. مجموعه اندام‌های این دستگاه وظایف متعددی دارند از جمله:
- ۱- تولید زامه (اسپرم)
 - ۲- ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری از زامه‌ها
 - ۳- انتقال زامه‌ها به خارج از بدن
 - ۴- تولید هورمون جنسی مردانه (تستوسترون)

کار اصلی این دستگاه، تولید یاخته جنسی نر یا زامه است. زامه‌ها در یک جفت خاگ (بیضه) یا همان غدد جنسی نر تولید می‌شوند. بیضه‌ها درون کيسهٔ بیضه قرار دارند. محل طبیعی کيسهٔ بیضه خارج و پایین محوطهٔ شکمی است. قرارگیری کيسهٔ بیضه خارج از محوطهٔ شکمی باعث می‌شود دمای درون آن حدود سه درجه پایین‌تر از دمای بدن قرار گیرد. این دمابراي فعالیت بیضه‌ها و تمایز صحیح زامه‌ها ضروری است. علاوه بر این، وجود شبکه‌ای از رگ‌های کوچک در کيسه بیضه نیز به تنظیم این دما کمک می‌کند.

در بیضه‌ها تعداد زیادی لوله‌های پر پیچ و خم به نام لوله‌های زامه ساز وجود دارد. درون این لوله‌ها از هنگام بلوغ تا پایان عمر، زامه تولید می‌شود. مراحل تولید زامه یا زامه‌زایی را در شکل ۲ می‌بینید. در بین لوله‌های زامه‌ساز یاخته‌های بینایی قرار دارند که نقش ترشح هورمون جنسی نر را برعهده دارند.



شکل ۱- اندام‌های دستگاه تولیدمثل در مرد (مثانه جزء آن نیست)

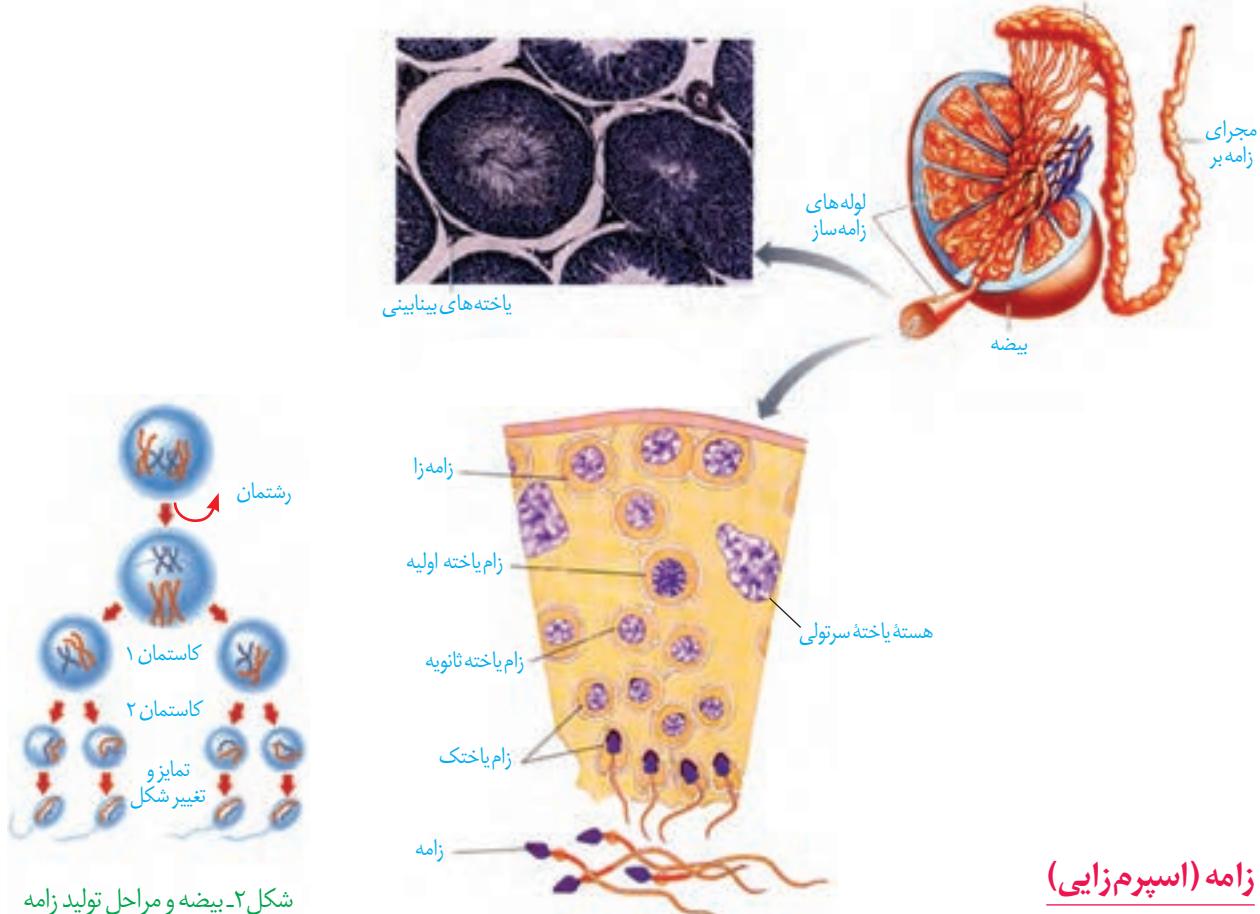
فعالیت ۱

با توجه به شکل ۲ در مورد پرسش‌های زیر با هم گفت و گو کنید.

الف) به چه دلیل ابتدا تقسیم رشتمان و سپس کاستیمان رخ می‌دهد؟

ب) در انسان زامیاخته اولیه، ثانویه و زامیاختک از لحاظ فام‌تنی با هم چه تفاوت‌هایی دارند؟

پ) زامیاختک و زامه با هم چه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی دارند؟



شکل ۲- بیضه و مراحل تولید زامه

زامه (اسپرم زایی)

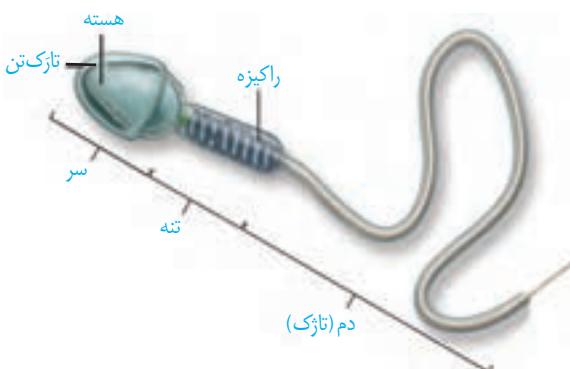
دیواره لوله‌های زامه‌ساز، یاخته‌های زاینده‌ای دارد که به این یاخته‌ها زامه‌زا (اسپرماتوگونی) گفته می‌شود. این یاخته‌ها که نزدیک سطح خارجی لوله‌ها قرار گرفته‌اند، ابتدا با رشتمن تقسیم می‌شوند. یکی از یاخته‌های حاصل از هر بار رشتمن در لایه زاینده می‌ماند که لایه زاینده حفظ شود. یاخته دیگر که زام یاخته (اسپرماتوسیت) اولیه نام دارد، با تقسیم کاستمان ۱ دو یاخته به نام زام یاخته ثانویه تولید می‌کند. این یاخته‌ها تک لادند، ولی فامتن‌های آن مضاعف شده‌اند.

هر کدام از این یاخته‌ها با انجام کاستمان ۲، دو زام یاختک (اسپرماتید) ایجاد می‌کند. این یاخته‌ها نیز تک لادند اما فامتن‌های آنها مضاعف شده نیستند. بنابراین، از یک یاخته زام یاخته اولیه، چهار زام یاختک حاصل می‌شود. تمایز زامه‌ها در دیواره لوله از خارج به سمت وسط لوله انجام می‌شود. همه یاخته‌های زاینده به همین صورت عمل می‌کنند تا تعداد زیادی زامه درون لوله‌های زامه‌ساز تولید شود.

در حین حرکت زام یاختک‌ها به سمت وسط لوله‌های زامه‌ساز تمایزی در آنها رخ می‌دهد تا به زامه تبدیل شوند. به این صورت که یاخته‌ها از هم جدا و تازک دار می‌شوند؛ سپس مقدار زیادی از سیتوپلاسم خود را از دست می‌دهند. هسته آن فشرده شده در سر زامه به صورت مجزا قرار می‌گیرد و یاخته حالت کشیده پیدا می‌کند. یاخته‌های سرتولی که در دیواره لوله‌های زامه‌ساز وجود دارند با ترشحات خود تمایز زامه‌ها را هدایت می‌کنند. این یاخته‌ها در همه مراحل زامه‌زایی، پشتیبانی و تغذیه یاخته‌های جنسی و نیز بیگانه خواری باکتری‌ها را بر عهده دارند (شکل ۲).

ساختار زامه

زامه‌ها سه قسمت سر، تنه و دم دارند (شکل ۳). سر دارای یک هسته بزرگ، مقداری سیتوپلاسم و کیسه‌ای پر از آنزیم به نام تازک تن (آکروزوم) است. تازک تن کلاه مانند در جلوی هسته قرار دارد. آنزیم‌ها به زامه کمک می‌کنند تا بتوانند در لایه‌های حفاظت‌کننده گامت ماده (تخمک) نفوذ کند. در تنه یا قطعه میانی تعداد زیادی راکیزه (میتوکندری) وجود دارد. به نظر شما وجود راکیزه زیاد در اینجا چه اهمیتی دارد؟ دم با حرکات خود، زامه را به جلو می‌راند.



شکل ۳- ساختار زامه انسان

اندام‌های ضمیمه (کمکی)

پس از تولید زامه در لوله‌های زامه‌ساز، آنها از بیضه خارج و به درون لوله‌ای پیچیده و طویل به نام برخاگ (اپیدیدیم) منتقل می‌شوند. این زامه‌ها ابتدا قادر به حرکت نیستند و باید حداقل ۱۸ ساعت در آنجا بمانند تا توانایی حرکت در آنها ایجاد شود.

سپس زامه‌ها وارد مجرای طویلی به نام زامه‌بر (اسپرم‌بر) می‌شوند. از هر بیضه یک مجرای زامه‌بر خارج وارد محوطه شکمی می‌شود. هر کدام از مجراهای زامه‌بر در حین عبور از کنار پشت مثانه ترشحات غده وزیکول سمینال را دریافت می‌کند. این غدد، مایعی غنی از فروکتوز را به زامه‌ها اضافه می‌کنند. فروکتوز انرژی لازم برای فعالیت زامه‌ها را فراهم می‌کند. دو مجرای زامه‌بر در زیر مثانه وارد غده پروسات شده و به میزراه متصل می‌شوند. غده پروسات با ترشح مایعی شیری رنگ و قلیایی به خنثی کردن مواد اسیدی موجود در مسیر عبور زامه به سمت گامت ماده، کمک می‌کند.

بعد از پروسات، یک جفت غده به نام پیازی میزراهی نیز به میزراه متصل می‌شوند. این غده‌ها ترشحات قلیایی و روان‌کننده‌ای را به مجراءضافه می‌کنند (شکل ۴). به مجموع ترشحات سه نوع غدۀ یاد شده که زامه‌ها را از طریق میزراه به بیرون از بدن منتقل می‌کنند، مایع منی گفته می‌شود.

بیشتر بدانید

دلایل عقیمی مردان:

عوامل متعددی در بروز آن دخالت دارند:
- بیماری‌ها: بیماری‌های عفونی مثل سل، سوزاک و اوریون و بیماری‌های دیگر مثل بالا قرار گرفتن بیضه‌ها، کوچک بودن بیضه‌ها، واریکوس (واریس در رگ‌های بیضه)، اختلال در هورمون‌های هیپوفیز و سپرديس که با تغییر درجه حرارت بدن ممکن است زامه‌سازی را مختل کنند. استرس و افسردگی نیز باعث کاهش تستوسترون و کاهش تولید زامه می‌شوند.

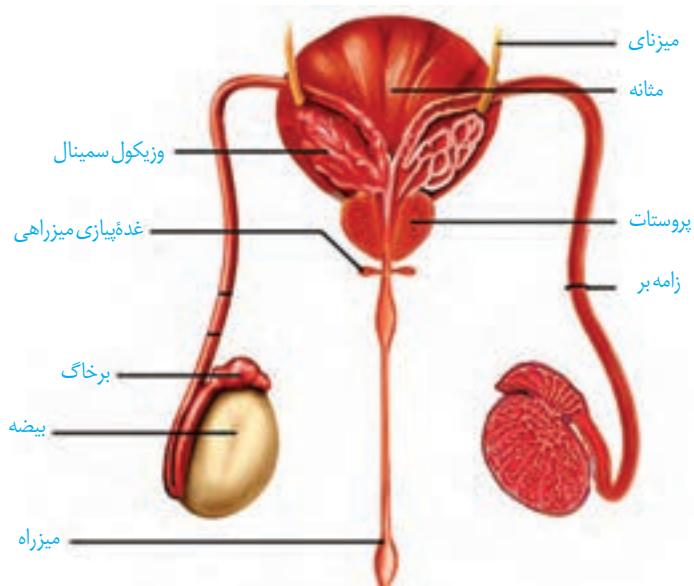
- عوامل محیطی: داروهای هورمونی مثل تستوسترون که در باشگاه‌های ورزشی استفاده می‌شود مواد مخدر، الكل، سیگار و قلیان، اشعه‌های UV و X، استفاده زیاد از محیط‌های داغ مثل سونا و ان داغ همچنین استفاده از لباس‌های تنگ و پلاستیکی که باعث افزایش دما در اطراف بیضه‌ها می‌شود می‌تواند در روند زامه‌سازی اختلال ایجاد کند.

بیشتر بدانید

سرطانی شدن پروسات از بیماری‌های شایع است و از لحظه فراوانی بعد از سرطان شش، رتبه دوم را دارد. در این بیماری، بزرگ شدن پروسات باعث بسته شدن میزراه شده و خروج ادرار و منی با مشکل مواجه می‌شود. بزرگ شدن پروسات به صورت خوش خیم در افراد مسن شایع است. سرطان بیضه که معمولاً در افراد کمتر از ۴۰ سال رخ می‌دهد کمیاب‌تر است. در این بیماری تقسیم یاخته‌ای در بیضه‌ها از کنترل خارج می‌شود و توده‌های غیرطبیعی در بیضه‌ها ایجاد می‌شود. برای پیشگیری از چنین بیماری‌هایی لازم است در مردان به ویژه بعد از ۴۵ سالگی کنترل دوره‌ای انجام شود.

واژه‌شناسی

برخاگ (epididymis / اپیدیدیم) به معنای روی و بروی و مانند است. برخاگ برگرفته از خاگ به معنای بیضه و بر به معنای روی بیضه است و به ساختاری رشته‌مانند بر روی بیضه اشاره دارد.

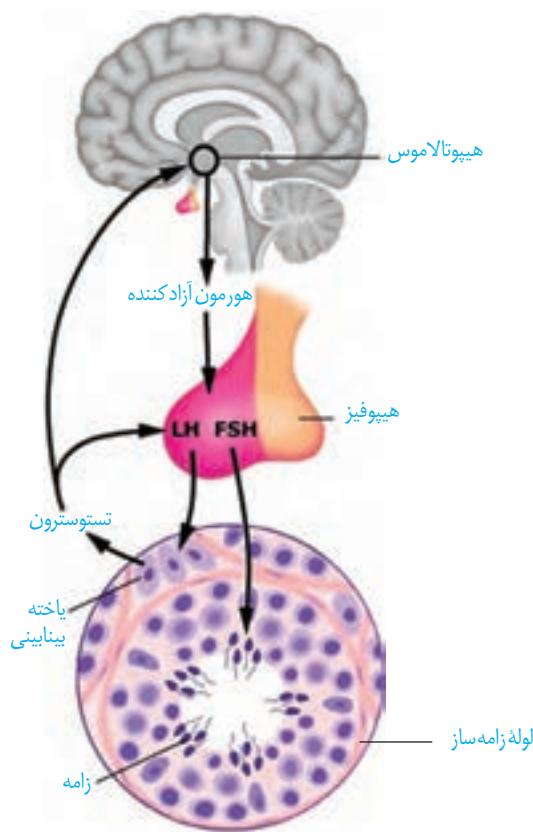


شکل ۴- مسیر عبور زامه (از نمای پشتی مثانه)

فعالیت ۲

- الف) با توجه به شکل ۴ مسیر عبور زامه را مشخص کنید.
 ب) با توجه به ترکیبات مایع منی وجود تعداد زیادی زامه در آن، برای جلوگیری از بعضی از بیماری‌ها مثل عفونت، یا التهاب پروستات چه نکات بهداشتی را باید رعایت کرد؟ در این رابطه اطلاعاتی راجمع آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

هرمون‌ها فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد را تنظیم می‌کنند.



شکل ۵- تنظیم فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد

همان‌طور که در فصل‌های قبل خواندید از بخش پیشین زیرمغزی، دو هرمون محیّک غدد جنسی ترشح می‌شود: « LH^1 » و « FSH^2 ». اگرچه نام این هرمون‌ها به فعالیت آنها در جنس ماده مرتبط است، اما وجود آنها برای فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد نیز ضروری است. در مردان، FSH یاخته‌های سرتولی را تحریک می‌کند تا تمایز زامه را تسهیل کنند و LH، یاخته‌های بینایینی را تحریک می‌کند تا هرمون تستوسترون را ترشح کنند. همان‌طور که می‌دانید تستوسترون ضمن تحریک رشد اندام‌های جنسی و زامه‌زایی باعث بروز صفات ثانویه در مردان می‌شود؛ مثل بمنشدن صدا، روییدن مو در صورت و قسمت‌های دیگر بدن، رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها.

تنظیم میزان ترشح این هرمون‌ها با سازوکار بازخورد منفی انجام می‌شود (شکل ۵).

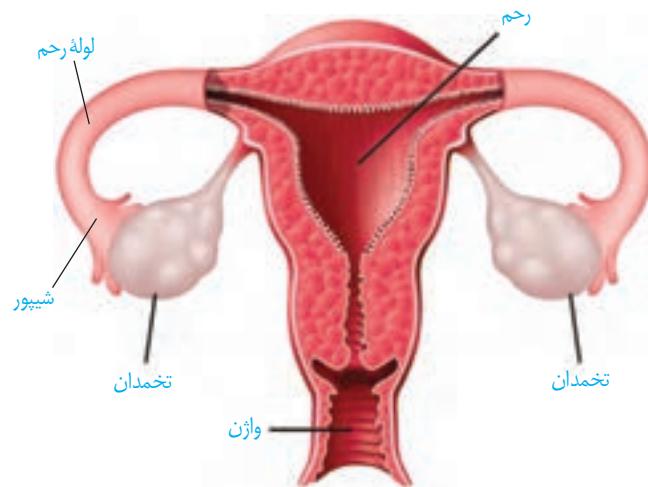
۱- Follicle Stimulating Hormone

۲- Luteinizing Hormone

گفتار ۲ دستگاه تولیدمثل در زن

همان طور که در شکل ۶ می‌بینید، این دستگاه شامل اندام‌هایی است که مجموعاً نقش‌های زیر را بر عهده دارند.

- ۱- تولید یاخته جنسی ماده (تخمک)
- ۲- انتقال یاخته‌های جنسی ماده به سمت رحم
- ۳- ایجاد شرایط مناسب برای لقاح زامه و تخمک
- ۴- حفاظت و تغذیه جنین در صورت تشکیل
- ۵- تولید هورمون‌های جنسی زنانه



تخمدان‌ها: غدد جنسی ماده‌اند که درون محوطه شکم

قرار دارند و با کمک طنابی پیوندی و ماهیچه‌ای به دیواره خارجی رحم متصل‌اند.

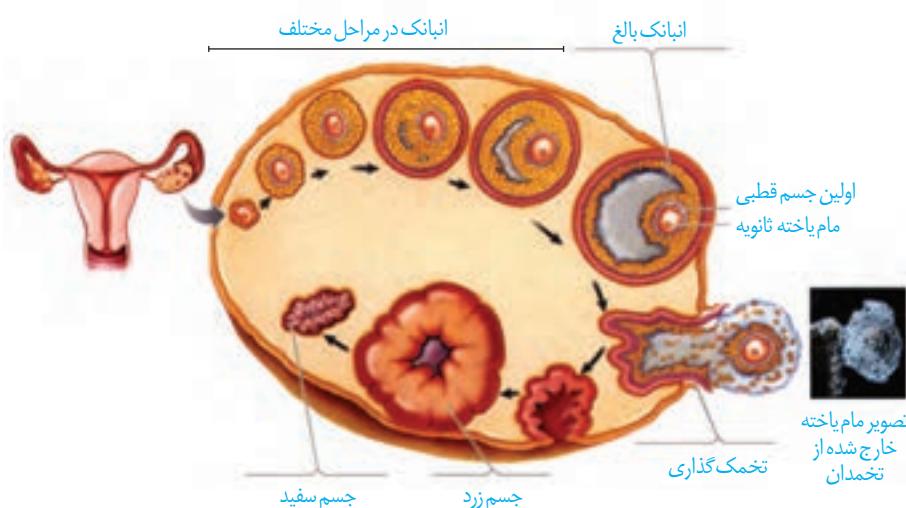
ساختار تخمدان با بیضه تفاوت دارد. درون آن لوله‌های

پیچ در پیچ وجود ندارد. درون هر تخمدان نوزاد دختر در حدود یک میلیون مام یاخته (اووسیت) اولیه وجود دارد. هر مام یاخته را یاخته‌های تغذیه‌کننده احاطه می‌کنند. به مجموعه آنها انبانک (فولیکول) گفته می‌شود. پس از تولد، تعداد انبانک افزایش نخواهد یافت و به دلایل نامعلومی تعداد زیادی از مام یاخته‌ها و یاخته‌های تغذیه‌کننده از بین می‌روند. تغییراتی را که در تخمدان رخ می‌دهد در شکل ۷ می‌بینید.

شکل ۶- دستگاه تولیدمثل در زن

واژه‌شناسی

مام یاخته (oocyte/oووسیت)
مامه و مام به معنای مادر برای نشان دادن تخمک ماده به کار می‌رود.
مام یاخته به معنای یاخته‌ای که پس از تقسیم کاستمانی، مامه یا تخمک ایجاد می‌کند و واژه‌هایی مثل مامه‌زایی، مام یاختک و مامه‌زا از همین کلمه ساخته می‌شود.



شکل ۷- تخمدان و تغییرات آن در دوره جنسی

بیشتر بدانید

احتمال بروز سرطان در غدد شیری سینه، گردن رحم و تخدمان‌ها زیاد است و در بین اینها سرطان سینه بیشترین فراوانی را در زنان دارد. علت این سرطان‌ها انجام تقسیم‌های یاخته‌ای غیر عادی در این قسمت‌ها است. در عین حال تقریباً همه سرطان‌های گردن رحمی به نوعی ویروس^۱ مرتبط است که بارعایت بهداشت احتمال بروز آن به شدت کاهش می‌یابد.

۱-Papillomavirus

بخش‌های دیگر دستگاه تولیدمثل در زن شامل رحم، لوله‌های رحم، گردن رحم و واژن هستند. رحم، اندام کیسه مانند، گلابی شکل و ماهیچه‌ای است که جنین درون آن، رشد و نمو می‌یابد. دیواره داخلی رحم، در دوران قاعدگی و بارداری دچار تغییراتی می‌شود. بخش پهن و بالای رحم به دو لوله متصل است که به آنها لوله‌های رحم (لوله‌های فالوب) می‌گویند. انتهای این لوله‌ها، شیپور مانند و دارای زوائدی انگشت مانند است. پوشش داخل لوله‌های رحم مخاطی و مژک دار است. زنش مژک‌های آن، مام یاخته را به سمت رحم می‌راند.

بخش پایین رحم، باریک‌تر شده که به آن گردن رحم می‌گویند. این قسمت به داخل واژن باز می‌شود. واژن محل ورود یاخته‌های جنسی نر، خروج خون قاعدگی و در هنگام زایمان طبیعی، محل خروج جنین است.

دوره جنسی در زنان

این دوره با قاعدگی یا عادت ماهانه شروع می‌شود که در آن دیواره داخلی رحم همراه با رگ‌های خونی تخریب و مخلوطی از خون و بافت‌های تخریب شده از بدن خارج می‌شود.

عادت ماهانه با بلوغ جنسی آغاز می‌شود ابتدا نامنظم، ولی کم کم منظم می‌شود. نظام آن مهم‌ترین شاخص کارکرد صحیح دستگاه تولیدمثلی زن است.

معمولًاً در زن‌های سالم بین ۴۵ تا ۵۰ سالگی عادت ماهانه متوقف می‌شود که این پدیده را یائسگی می‌نامند. علت یائسگی از کار افتادن تخدمان‌هاست که زودتر از بقیه دستگاه‌های بدن پیر می‌شوند. پس دوره باروری و تولیدمثلی در زن حدود ۳۰ تا ۳۵ سال است. تغذیه نامناسب، کار زیاد و سخت، فشار روحی و جسمی به گونه‌ای چشمگیر از طول این مدت می‌کاهد.

فعالیت ۳

شروع یائسگی همراه با علائمی است. در مورد علائم این دوره و روش‌های کاهش بروز این علائم، تحقیق کرده و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

تخمک‌زایی

فرایند تخمک‌زایی از یاخته دولاد و زاینده‌ای به نام مامه‌زا (اووگونی)، قبل از تولد و از دوران جنینی شروع می‌شود. مراحل تولید تخمک در شکل ۸ دیده می‌شود.

فعالیت ۴

با توجه به شکل ۸ درباره پرسش‌های زیر با هم گفت و گو کنید.

در انسان مام یاخته اولیه، ثانویه و تخمک از لحاظ فامتن‌ها چه تفاوت‌هایی با هم دارند؟

اولین جسم قطبی با دومین اجسام قطبی چه تفاوتی دارند؟

مراحل تخمک‌زایی در این شکل را با مراحل زامه‌زایی (شکل ۲) مقایسه کنید. شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها را بنویسید.

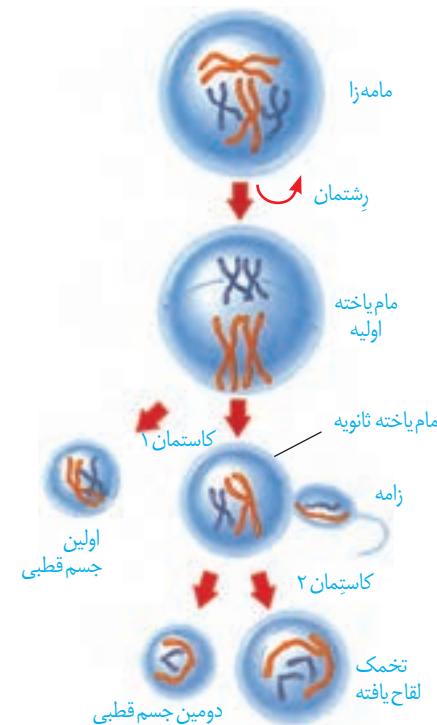
مراحل تخمک‌زایی در دوران جنینی آغاز و پس از شروع کاستمنان در پروفاز ۱ متوقف می‌شود. با رسیدن به سن بلوغ هر ماه در یکی از انبانک‌ها، مام یاخته اولیه کاستمنان را ادامه می‌دهد، ولی دوباره متوقف شده، یاخته حاصل به صورت مام یاخته ثانویه از تخدمان خارج می‌شود. حرکت زوائد اندگشت‌مانند انتهای لوله رحم در اطراف آن، مام یاخته ثانویه را به درون لوله رحم هدایت می‌کند. در صورتی تقسیم کاستمنان کامل می‌شود که زامه به آن برخورد کند و فرایند لقاح آغاز شود. در این حالت، مام یاخته ثانویه تقسیم کاستمنان را تکمیل می‌کند و تخمک ایجاد می‌کند که با زامه لقاح می‌یابد و تخم تشکیل می‌شود. اگر زامه با آن برخورد نکند یا لقاح آغاز نشود، مام یاخته ثانویه همراه با خون‌ریزی دوره‌ای از بدن دفع می‌شود.

از تفاوت‌های اساسی تخمک‌زایی با زامه‌زایی تقسیم نامساوی سیتوپلاسم است به این صورت که در تخمک‌زایی پس از هر بار تقسیم هسته در کاستمنان تقسیم نامساوی سیتوپلاسم صورت می‌گیرد؛ در نتیجه یک یاخته بزرگ و یک یاخته کوچک‌تر به نام جسم قطبی به وجود می‌آید. این کار با هدف رسیدن مقدار بیشتری از سیتوپلاسم و اندامک‌ها به تخمک است تا بتواند در مراحل اولیه رشد و نمو جنین نیازهای آن را براورده کند.

به ندرت ممکن است زامه با جسم قطبی نیز لقاح یابد و توده یاخته‌ای بی‌شکلی را ایجاد کند که پس از مدتی از بدن دفع می‌شود.

در جنس ماده، نوسانات هورمونی دو رویداد چرخه‌ای را پدید می‌آورد، این دو چرخه وابسته به هم در تخدمان‌ها و رحم انجام می‌شود. چرخه تخدمانی، زمان‌بندی بالغ شدن مام یاخته را در تخدمان تنظیم و چرخه رحمی، رحم را برای بارداری آماده می‌کند.

چرخه تخدمانی: پیش‌تر خواندید که در تخدمان مام یاخته به همراه یاخته‌های اطرافشان انبانک را تشکیل می‌دهند که از دوره جنینی در تخدمان‌ها وجود دارند. در هر دوره جنسی یکی از انبانک‌هایی که از همه رشد بیشتری پیدا کرده است، چرخه تخدمانی را آغاز و ادامه می‌دهد. لایه‌های یاخته‌ای این انبانک تکثیر و حجمی می‌شوند و از یک سو شرایط رشد و نمو مام یاخته درون انبانک را فراهم و از سوی دیگر هورمون استروژن را ترشح می‌کنند که با رشد انبانک میزان آن افزایش می‌یابد (شکل ۷).



شکل ۸- مراحل تخمک‌زایی



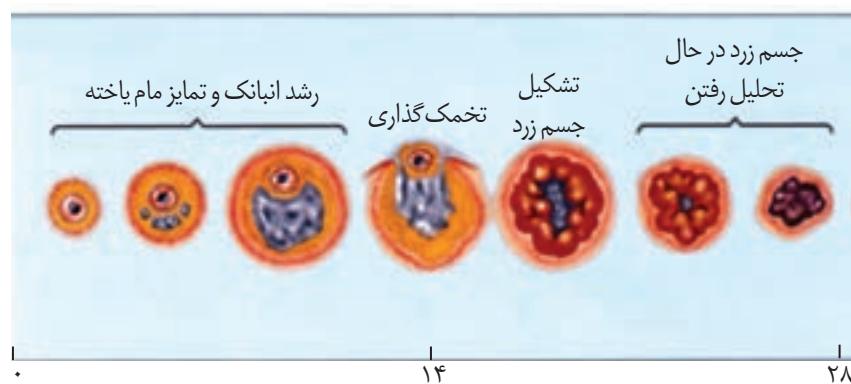
شکل ۹-الف) تخمک گذاری تخدان



شکل ۹-ب) جسم زرد در تخدان

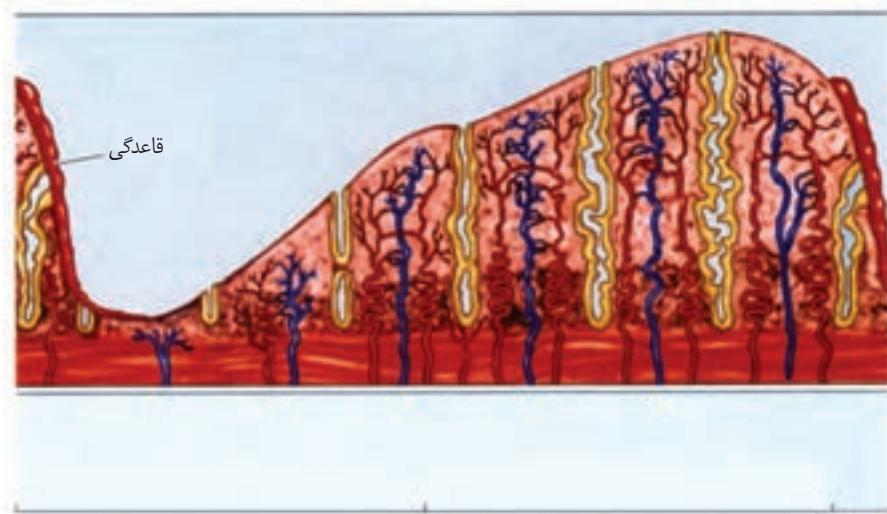
چرخه تخدانی با تأثیر هورمون‌های FSH و LH تنظیم و هدایت می‌شود. FSH سبب بزرگ و بالغ شدن انبانک می‌شود.

حدود روز چهاردهم دوره در انبانک بالغ شده‌ای که در این زمان به دیواره تخدان چسبیده است تخمک گذاری انجام می‌شود (شکل ۹-الف). در این فرایند، مام یاخته ثانویه همراه با تعدادی از یاخته‌های انبانکی از سطح تخدان خارج و وارد محوطه شکمی می‌شوند. یاخته‌های انبانکی چسبیده به مام یاخته در ادامه مسیر به تغذیه و محافظت از آن کمک می‌کنند. افزایش LH عامل اصلی تخمک گذاری است. به دنبال تخمک گذاری، باقی‌مانده انبانک در تخدان به صورت توده یاخته‌ای در می‌آید که به آن **جسم زرد** می‌گویند (شکل ۹-ب). یاخته‌های جسم زرد با تأثیر هورمون LH فعالیت ترشحی خود را افزایش می‌دهند و دو هورمون استروژن و پروژسترون ترشح می‌کنند. اگر بارداری رخ دهد، جسم زرد به فعالیت خود تا مدتی ادامه می‌دهد و با این هورمون‌ها جدار رحم و در تیجه جنین جایگزین شده در آن حفظ می‌شود. اگر بارداری رخ ندهد، جسم زرد در اواخر دوره جنسی تحلیل می‌رود و به جسمی غیرفعال به نام **جسم سفید** تبدیل می‌شود. کاهش این هورمون‌ها موجب نایابیاری جدار رحم و تخریب و ریزش آن می‌شود که علامت شروع دوره جنسی بعدی است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- چرخه تخدانی

چرخه رحمی: قاعده‌گی در روزهای اول هر دوره رخ می‌دهد که به طور متوسط هفت روز طول می‌کشد. پس از آن، دیواره داخلی رحم مجدد شروع به رشد و نمو می‌کند، ضخامت آن زیاد می‌شود و در آن چین خورگی‌ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی به وجود می‌آید. همان‌طور که در شکل ۱۱ می‌بینید، رشد و نمو دیواره داخلی تا بعد از نیمه دوره نیز ادامه می‌یابد. پس از آن، سرعت رشد آن کم می‌شود، ولی فعالیت ترشحی در آن افزایش می‌یابد. نتیجه این فعالیت‌ها آماده شدن جدار رحم برای پذیرش و پرورش جنین است.



شکل ۱۱- چرخه رحمی.
ریزش و رشد دیواره رحم

۱۴

۲۸

روزهای دوره جنسی

اگر در حدود نیمه دوره جنسی زامه در مجاورت مام یاختهٔ ثانویه قرار گیرد، پس از تکمیل مراحل تخمک‌زایی لقادیر صورت می‌پذیرد و تخم پس از انجام تقسیماتی در لوله رحمی، در یکی از فرورفتگی‌های جدار رحم جایگزین می‌شود. جایگزینی شامل نفوذ جنین به درون جدار رحم و ایجاد رابطهٔ خونی و تغذیه‌ای با مادر است. اگر لقادیر صورت نگیرد مام یاختهٔ ثانویه بدون جایگزینی دفع می‌شود و حدود روز بیست و هشتمن، تخریب دیواره داخلی و دفع خون (قاعدگی) آغاز می‌شود که شروع دوره جنسی و چرخه رحمی بعدی را نشان می‌دهد.

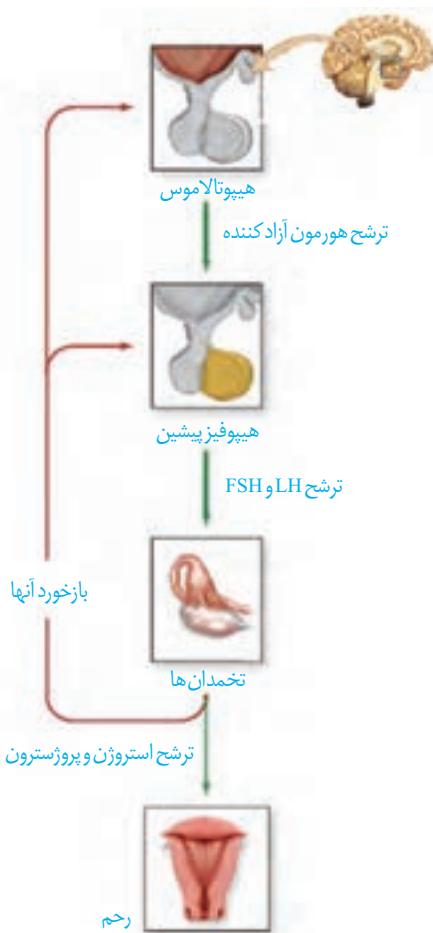
تمام وقایع گفته شده با تأثیر هورمون‌های جنسی زنانه (استروژن و پروژسترون) که از تحمدان‌ها ترشح می‌شوند انجام می‌گیرد.

تنظیم هورمونی دستگاه تولیدمثل در زن

هورمون‌های هیپوفیتالاموس، هیپوفیز پیشین و تحمدان‌ها زمان وقایع متفاوت در دستگاه تولیدمثلی زن را تنظیم می‌کنند. تنظیم میزان این هورمون‌ها به صورت بازخوردی (خودتنظیم) انجام می‌شود (شکل ۱۲).

در ابتدای دوره مقدار دو هورمون جنسی استروژن و پروژسترون در خون کم است. این کمبود به هیپوفیتالاموس پیامی می‌دهد که هورمون آزادکننده‌ای ترشح کند. هورمون آزادکننده بخش پیشین هیپوفیز را تحریک می‌کند تا ترشح هورمون‌های FSH و LH را افزایش دهد.

استروژن و پروژسترون باعث رشد دیواره داخلی رحم و ضخیم شدن آن می‌شود و با این کار، رحم را برای بارداری احتمالی آماده می‌کنند. همچنین با تأثیر بر هیپوفیتالاموس با بازخورد منفی از ترشح هورمون آزادکننده FSH و LH می‌کاهند. این بازخورد از رشد و بالغ شدن انبانک‌های جدید در طول دوره جنسی جلوگیری می‌کند.



در انتهای دوره، کاهش میزان این هورمون‌ها در خون به ویژه روی دیواره داخلی رحم تأثیر می‌گذارد. استحکام دیواره داخلی رحم کاهش می‌یابد و در طول چند روز بعد، تخریب می‌شود و قاعده‌گیری رخ می‌دهد. کاهش پروژسترون و استروژن همچنین بر هیپوتالاموس اثر و ترشح مجدد هورمون آزادکننده، FSH و LH را آغاز می‌کند که همان شروع دوره جنسی بعدی است.

استروژن در واقع دونش متضاد را ایفا می‌کند؛ افزایش اندک آن از آزاد شدن LH و FSH ممانعت می‌کند (با خورد منفی)، اما حدود روز چهاردهم دوره، افزایش یکباره آن، محركی برای آزاد شدن مقدار زیادی LH و FSH از هیپوفیز پیشین می‌شود (با خورد مثبت). این تغییر ناگهانی در مقدار هورمون‌ها، باعث می‌شود در تخدمان، باقی‌مانده انبانک به جسم زرد تبدیل شود.

شکل ۱۲- غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن

فعالیت ۵

در بعضی منابع، دوره جنسی تخدمان‌ها به دو قسمت انبانکی و جسم‌زردی (لوئال) تقسیم‌بندی می‌کنند.
به نظر شما:

- ۱- هر قسمت مربوط به چه بخشی از دوره جنسی است؟
- ۲- در هر قسمت، چه هورمون‌هایی از هیپوفیز بیشتر روی تخدمان اثر می‌گذارند؟
- ۳- در هر قسمت چه هورمون‌هایی از تخدمان ترشح می‌شوند و چه تغییری در میزان این هورمون‌ها رخ می‌دهد؟
- ۴- جداکننده این دو بخش چه مرحله‌ای است؟

گفتار ۳ رشد و نمو جنین

نوزاد آدمی، زندگی را به صورت یک یاختهٔ تخم آغاز می‌کند. تخم با تقسیم‌های پی‌درپی و گذر از مراحلی سرانجام به جنین و نوزاد متمایز می‌شود.

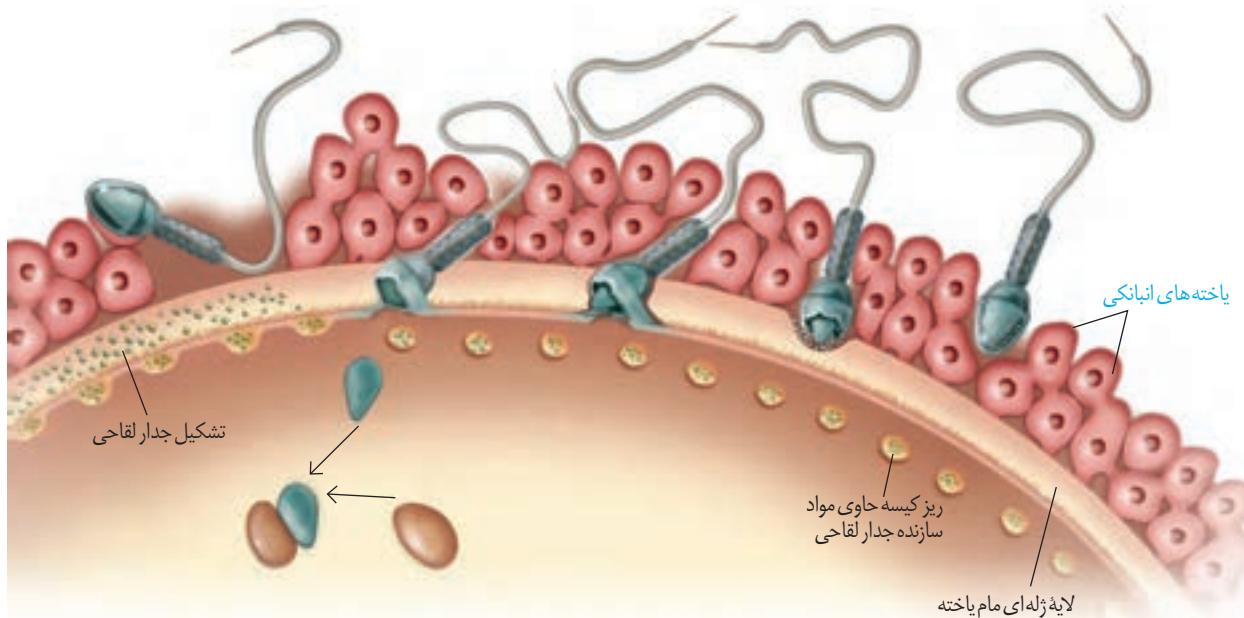
لقاد

مام یاختهٔ ثانویه پس از تخمک گذاری از طریق انتهای شیپورمانند (شیپور فالوپ) وارد لوله رحم می‌شود. حرکات زوائد انگشت مانند، انقباض دیواره و زنش مژک‌های دیواره لوله رحم، مام یاختهٔ ثانویه را به سمت رحم حرکت می‌دهند. با ورود مایع منی به رحم، میلیون‌ها زامه به سمت مام یاختهٔ ثانویه شنا می‌کنند، ولی فقط تعداد کمی از آنها در لوله رحم به آن می‌رسند. زامه‌ها برای ورود باید از دو لایهٔ خارجی و داخلی اطراف مام یاختهٔ ثانویه عبور کنند. لایهٔ خارجی، باقی ماندهٔ یاخته‌های انبانکی و لایهٔ داخلی، شفاف و ژله‌ای است (شکل ۱۳). در حین عبور زامه از لایهٔ خارجی، تارک‌تن پاره می‌شود تا آنزیم‌های آن لایهٔ داخلی را هضم کنند.

لقاد موقعی آغاز می‌شود که غشای یک زامه و غشای مام یاختهٔ ثانویه با همدیگر تماس پیدا کنند. در این زمان، ضمن ادغام غشای زامه با غشای مام یاخته، تغییراتی در سطح مام یاخته اتفاق می‌افتد که باعث ایجاد پوششی به نام **جدار لقادی** می‌شود. جدار لقادی از ورود زامه‌های دیگر به مام یاختهٔ ثانویه جلوگیری می‌کند.

شکل ۱۳- برخورد و نفوذ زامه در
مام یاخته

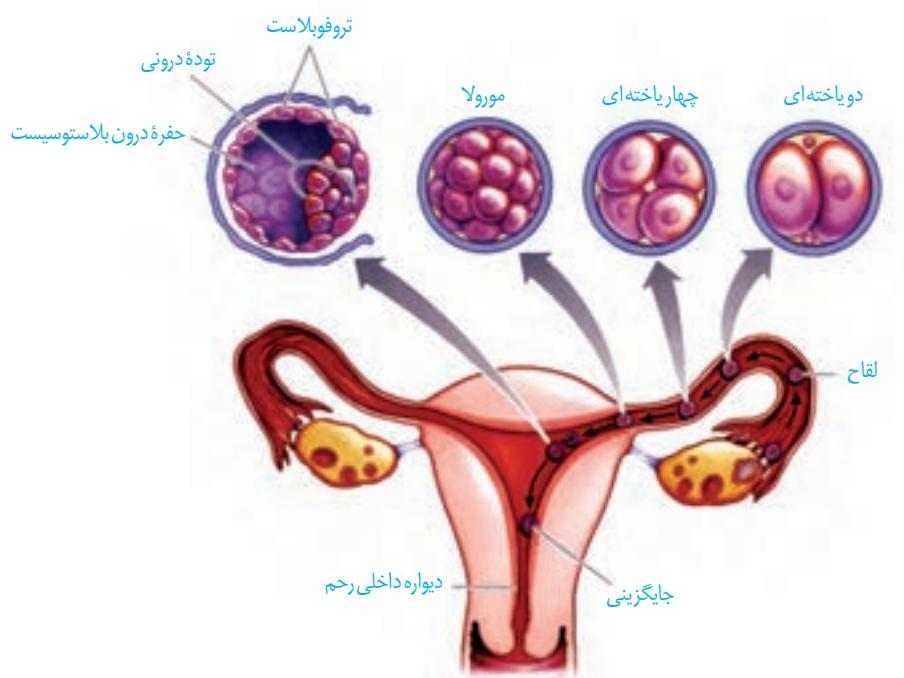
- ۱- زامه با فشار در بین یاخته‌های انبانکی وارد می‌شود تا به لایهٔ ژله‌ای مام یاختهٔ ثانویه برسد.
- ۲- در حین عبور زامه از لایهٔ خارجی، تارک‌تن پاره شده، آنزیم‌های هضم کننده را آزادتاً با هستهٔ آن ادغام دیگر می‌شود.
- ۳- غشای زامه به غشای مام یاختهٔ ملحق مام یاختهٔ ثانویه شده، آنزیم‌های از ورود زامه‌های دیگر می‌شود.
- ۴- هستهٔ زامه وارد می‌شود.
- ۵- تشکیل جدار لقادی برای لایهٔ ژله‌ای را هضم کند.



با ورود سر زامه به مام یاخته، هسته آن به درون سیتوپلاسم وارد می شود. در همین حال، مام یاخته ثانویه، کاستمان را تکمیل می کند و به تخمک تبدیل می شود. هسته تخمک با هسته زامه ادغام می شود و یاخته تخم با ۲۳ جفت فامتن شکل می گیرد (شکل ۱۳).

وقایع پس از لقاح

حدود ۳۶ ساعت پس از لقاح، یاخته تخم تقسیمات رشتمانی را شروع می کند. نتیجه آن، ایجاد توده یاخته ای است که تقریباً به اندازه تخم است؛ زیرا یاخته های حاصل از تقسیم رشد نکرده اند. این توده یاخته ای توپر با نام **مورولا** در لوله رحم به سمت رحم حرکت می کند. پس از رسیدن به رحم به شکل کره توخالی درمی آید و درون آن بامیاعات پرمی شود. در این مرحله، به آن **بلاستوسیست** گفته می شود. بلاستوسیست، یک لايه بیرونی به نام **تروفوبلاست** دارد که در مراحل بعدی برون شامه جنین (پرده کوریون) را می سازد. برون شامه جنین به همراه بخشی از دیواره رحم جفت را تشکیل می دهد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴-مراحل اولیه رشد جنین

یاخته های درون بلاستوسیست توده یاخته ای درونی را تشکیل می دهند. این یاخته ها حالت بنیادی دارند و منشأ بافت های مختلف تشکیل دهنده جنین هستند. یاخته های بنیادی، یاخته هایی تخصص نیافتدند که توانایی تبدیل شدن به یاخته های متفاوتی را دارند. از توده درونی لايه های زاینده جنینی شکل می گیرند که هر کدام منشأ بافت ها و اندام های مختلف اند.

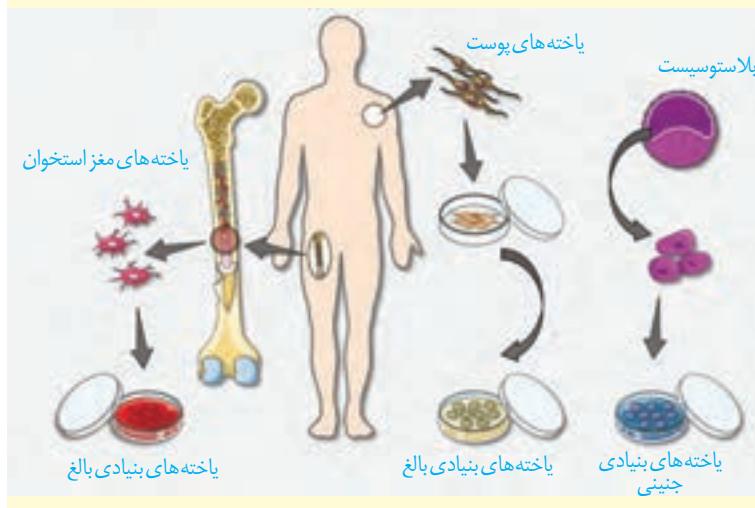
بیشتر بدانید

یاخته‌های بنیادی: جانوران عموماً دو دسته یاخته‌های

بنیادی دارند:

جنبینی و بالغ (شکل مقابل).

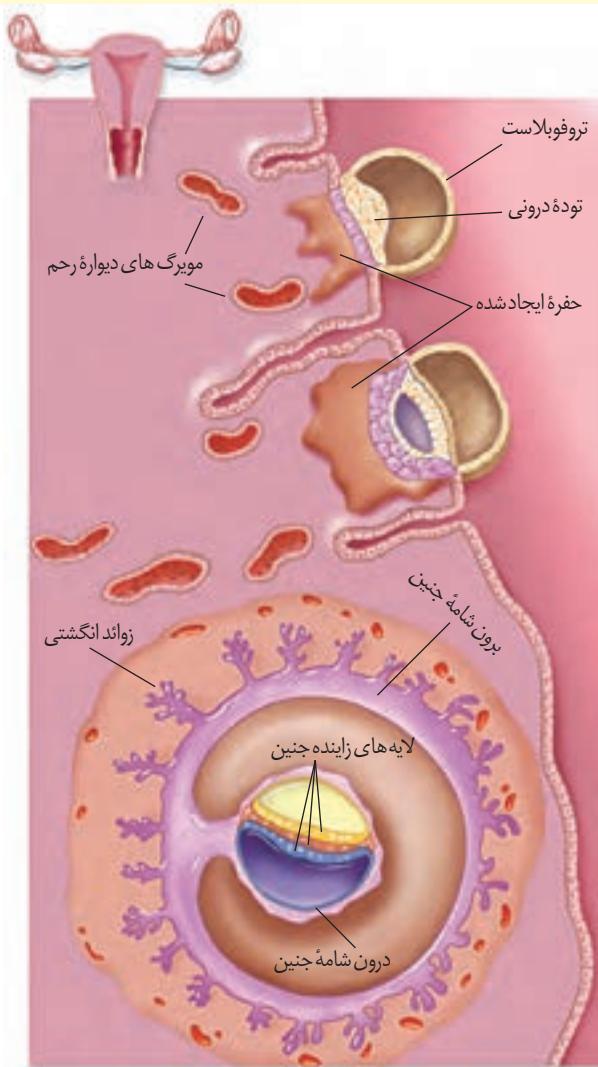
یاخته‌های بنیادی جنبینی می‌توانند به تمامی یاخته‌های مورد نیاز بدن تبدیل شوند. انواع بالغ تا حدی تمایز یافته‌اند و توانایی محدودی در تولید یاخته‌های دیگر دارند. یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و پوست از این نوع اند. خون موجود در رگ‌های بند ناف، منبعی سرشار از یاخته‌های بنیادی جنبینی است. در حال حاضر، یاخته‌های بنیادی در پژوهش‌های پزشکی و زیست‌شناسی، اهمیت زیادی دارند و پیش‌بینی می‌شود در آینده در درمان بسیاری از بیماری‌های علاج ناپذیر مثل صدمات نخاعی، پارکینسون، دیابت و بیماری‌های قلبی، مؤثر واقع شوند.



در ادامه یاخته‌های لایه بیرونی بلاستوسیست، آنژیم‌های هضم‌کننده‌ای را ترشح می‌کنند که یاخته‌های جدار رحم را تخریب و حفره‌ای ایجاد می‌کنند که بلاستوسیست در آن جای می‌گیرد. به این فرایند **جایگزینی** گفته می‌شود. یاخته‌های جنبین در این مرحله مواد مغذی مورد نیاز خود را از این بافت‌های هضم‌شده به دست می‌آورند (شکل ۱۵).

بعد از جایگزینی، پرده‌های محافظت‌کننده در اطراف جنین تشکیل می‌شوند که مهم‌ترین آنها درون شامه جنبین (آمنیون) و بروون شامه جنبین (کوریون) هستند. درون شامه جنبین در حفاظت و تغذیه جنین نقش دارد. بروون شامه جنبین در تشکیل جفت و بند ناف دخالت می‌کند. جفت رابط بین بند ناف و دیواره رحم است.

برون شامه جنبین، هورمونی به نام HCG ترشح می‌کند که وارد خون مادر می‌شود و اساس تست‌های بارداری است. این هورمون سبب حفظ جسم زرد و تداوم ترشح هورمون پروژسترون از آن می‌شود. وجود این هورمون‌ها در خون از قاعدگی و تخمک‌گذاری مجدد جلوگیری می‌کند.



شکل ۱۵- جایگزینی جنبین در رحم

تشکیل بیش از یک جنین

واژه‌شناسی

درون شامه جنین (amnion) یا آمنیون
برون شامه جنین (chorion) یا کوریون
شامه به معنی پرده و پوشش است،
جنین توسط دو پرده محافظت می‌شود:
یک پرده درونی تر به نام درون شامه و دیگری که بیرون قرار می‌گیرد به نام برون شامه.

در حین تقسیمات اولیه تخم ممکن است یاخته‌های بنیادی از هم جدا شوند، یا توده درونی بلاستوتسیست به دو یا چند قسمت تقسیم شود. در این حالت، بیش از یک جنین شکل می‌گیرند که این جنین‌ها همسان‌اند. اگر این جنین‌ها کاملاً از هم جدا شوند، به هم چسبیده متولد می‌شوند. ممکن است تخدمان‌های یک فرد در یک دوره بیش از یک مامی‌یاخته ثانویه آزاد کنند و دو یا چند لقاح انجام شود. در این حالت، اگر مراحل رشد و نمود آنها کامل شود، دوقلو یا چند قلوهای ناهمسان متولد می‌شوند که ممکن است شباهتی به هم نداشته و حتی از لحاظ جنسیت هم متفاوت باشند (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- دوقلوهای
(الف) ناهمسان و (ب) همسان



(الف)

(ب)

فعالیت ۶

۱- دوقلوهای ناهمسان از لحاظ جنسیت می‌توانند مشابه یا متفاوت باشند، به نظر شما علت چیست؟

۲- دوقلوهای به هم چسبیده از لحاظ جنسیت و سایر صفات ظاهری نسبت به هم چگونه‌اند؟

۳- در مورد اثر انگشت دوقلوهای همسان و ناهمسان اطلاعاتی راجمع آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

از طرف دیگر ممکن است در بعضی از زنان یا مردان، یاخته‌جنسی تولید نشود یا به دلایلی بین زامه و تخمک، لقاح موفقی انجام نشود. در این صورت، موضوع ناباروری مطرح می‌شود که با روش‌ها و کمک فناوری، بعضی از آنها را برطرف می‌کنند.

بیشتر بدانید

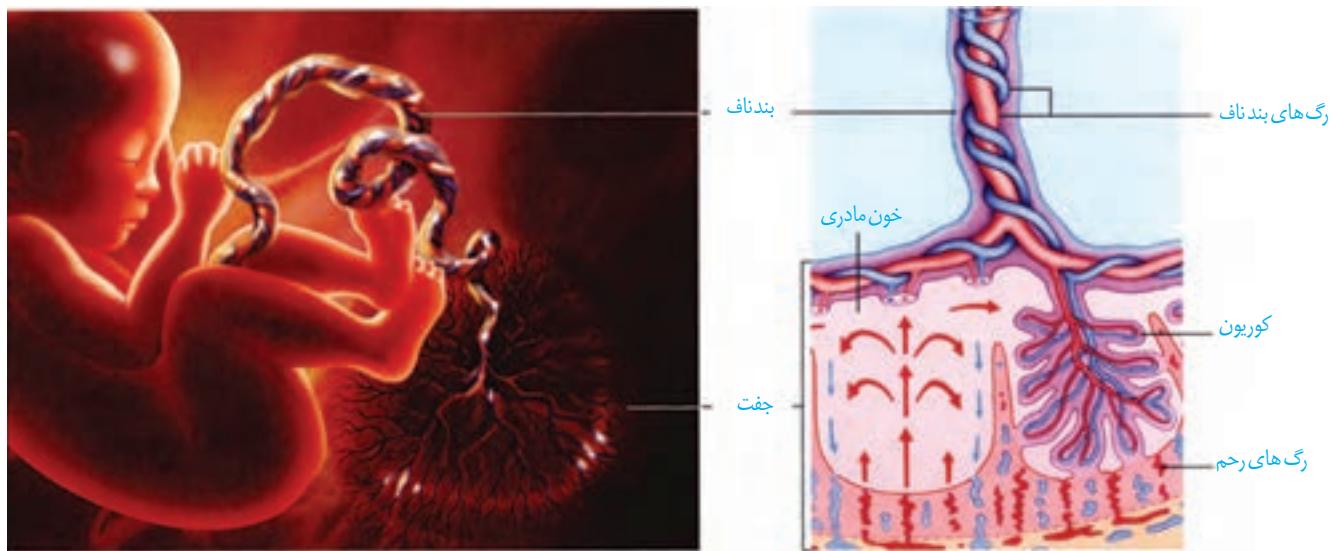
بیش از نیمی از زنان، بارداری را در سه ماهه اول به صورت تهوع و استفراغ صبحگاهی نشان می‌دهند که ناشی از ورود مواد دفعی جنین به داخل خون مادر است. تمایل بیشتر یا عدم تمایل به بعضی غذایانیز در بیشتر افراد بروز می‌کند که به آن ویار گفته می‌شود. علت آن تغییر مقدار هورمون‌های بدن و تغییر در حس چشایی و بویایی است. البته افزایش نیازهای غذایی بدن به دلیل بارداری نیز در آن مؤثر است.

کنترل ورود و خروج مواد در جفت

تمایز جفت از هفتۀ دوم بعد از لقاح شروع می‌شود، ولی تا هفتۀ دهم ادامه دارد. بند ناف رابط بین جنین و جفت است که در آن سرخرگ‌ها خون جنین را به جفت می‌برند و سیاه‌رگ، خون را از جفت به جنین می‌رساند. خون مادر و جنین در جفت به دلیل وجود برون شامه جنین، مخلوط نمی‌شود، ولی می‌تواند بین دو طرف این پرده مبادله مواد صورت گیرد (شکل ۱۷).

مواد مغذی، اکسیژن و بعضی از پادتن‌ها از طریق جفت به جنین منتقل می‌شوند تا جنین تغذیه و محافظت شود و مواد دفعی جنین نیز از همین طریق به خون مادر منتقل می‌شود. در عین حال، عوامل بیماری‌زا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین و الکل نیز می‌توانند از جفت عبور کنند و روش و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند.

با توجه به عبور مواد از جفت و تأثیر زیان‌آور بعضی از داروها روی رشد و نمو، زنان باردار باید از مصرف هرگونه دارو در دوران بارداری، بهجز با تجویز پزشک متخصص، خودداری کنند.



شکل ۱۷- جفت و ارتباط آن با مادر و جنین

مادران باردار ممکن است تا پایان هفته چهارم بعد از لقادیر هنوز از بارداری خود مطلع نباشند. با توجه به زمان‌های چرخه قاعدگی به نظر شما این مادران از نظر قاعدگی در چه وضعیتی هستند؟

فعالیت ۷

هم‌زمان با تشکیل جفت یاخته‌های توده درونی لایه‌های زاینده را تشکیل می‌دهند که از رشد و تمایز آنها بافت‌های مختلف جنین ساخته می‌شود. در انتهای ماه اول اندام‌های اصلی شروع به تشکیل شدن می‌کنند و ضربان قلب آغاز می‌شود. ابتدا رگ‌های خونی و روده شروع به نومی کنند سپس جوانه‌های دست و پا ظاهر می‌شوند. در طی ماه دوم همه اندام‌ها شکل مشخص می‌گیرند. در انتهای سه ماه اول اندام‌های جنسی مشخص شده و جنین دارای ویژگی‌های بدنی قابل تشخیص می‌شود. در سه ماهه دوم و سوم، جنین به سرعت رشد می‌کند و اندام‌های آن شروع به عمل می‌کنند به طوری که در انتهای سه ماهه سوم قادر است در خارج از بدن مادر زندگی کند.

صوت نگاری (سونوگرافی)

در این روش تشخیصی، از امواج صوتی با سامد (فرکانس) بالا استفاده می‌کنند. این امواج برخلاف اشعه X که در رادیولوژی از آن استفاده می‌شود، برای جنین ضرری ندارد. امواج را کمک دستگاهی به درون بدن می‌فرستند و بازنگردانید. این امواج به صورت تصویر ویدئویی نشان می‌دهند. تشخیص بارداری در ماه اول، اندازه‌گیری ابعاد جنین برای تعیین سن، جنسیت جنین، سالم بودن جنین از لحاظ حرکتی و عملکرد بعضی از اندام‌ها مثل قلب از جمله مواردی است که در صوت نگاری، مشخص می‌شود.

بیشتر بدانید

تشخیص ناهنجاری‌های ژنتیکی پیش از تولد

بسیاری از والدین قبل از تولد فرزندشان دغدغه و نگرانی بروز ناهنجاری‌های احتمالی را در فرزندشان دارند و دوست دارند از این نگرانی خارج شوند. تشخیص پیش از تولد، می‌تواند به این افراد کمک کند. برای این آزمایش‌ها، مقداری از مایع درون شامه جنین یا بخشی از زوائد اندکشت مانند بروون شامه جنین را خارج می‌کنند. یاخته‌های آنها را کشته می‌دهند و از آنها، کاربوبتیپ تهیه می‌کنند. چون محتوای ژنتیک این یاخته‌ها با جنین بسان است، می‌توان ناهنجاری‌های فامنتی مثل نشانگان داون را در کاربوبتیپ آنها تشخیص داد.

فعالیت ۸

تعیین زمان تولد

متخصصان زنان و زایمان در پیش بینی زمان تولد نوزاد ۲۸۴ روز را به زمان شروع آخرين قاعده‌گي مادر اضافه مى‌کنند. در اين رابطه به پرسش‌های زير پاسخ دهيد.

- چه ارتباطی بين قاعده‌گی و بارداری شخص وجود دارد؟
- چرا روز شروع آخرين قاعده‌گی را در نظر می‌گيرند؟
- گفته می‌شود مدت زمان بارداری ۹ ماه یا ۲۷۰ روز است. چرا پزشکان ۲۸۴ روز را مطرح می‌کنند؟

فناوری‌های کمک به رفع ناباروری

تلقیح مصنوعی

(Artificial Insemination)

در اين روش، زame سالم شوهر، توسط متخصص در مجرای تولیدمشی زن، در کنار مام ياخته قرار داده می‌شود. زوج هاي که شهر به دليل تعداد کم زame عقييم است يا زame ناسالم زياد دارند ممکن است متراضي اين روش باشند.

لقاچ آزمایشگاهی

(In Vitro Fertilization or IVF)

در اين روش، زame و تخمک در خارج از بدن زن، لقاچ می‌ياند. در بعضی زنان ممکن است تخدمان و رحم سالم، ولی لوله‌های رحمی مسدود باشند. يا ممکن است شخصی بخواهد از تخمک اهدایی به جای تخمک خود استفاده کند. در اين روش، تخمک و زame را با محیط کشت حاوي مایعات رحم مخلوط می‌کنند. تخم لقاچ يافته، دو یا سه بار تقسیم می‌شود و به همین صورت آن را وارد رحم می‌کنند. در اين روش دوقلو زایی و بیشتر، زياد رخ می‌دهد. آیا می‌دانيد چرا؟

در ابتداء سر جنین به سمت پایین فشار وارد و کيسه درون شame را پاره می‌کند. در نتیجه، مایع درون شame ای یک مرتبه به بیرون رانده می‌شود. خروج این مایع، نشانه نزدیک بودن زایمان است. هورمون‌ها در این مرحله نقش اساسی دارند؛ از جمله اکسی‌توسین که ماهیچه‌های دیواره رحم را تحريك می‌کند، تا انقباض آغاز شود و در ادامه، دفعات و شدت انقباض را مرتباً بیشتر می‌کند. به همین دليل، پزشکان برای سرعت دادن به زایمان اکسی‌توسین را به مادر تزریق می‌کنند. شروع انقباض ماهیچه‌های رحم با دردهای زایمان همراه است. دهانه رحم در هر بار انقباض، بیشتر باز می‌شود و سر جنین بیشتر به آن فشار می‌آورد. با افزایش انقباضات ترشح اکسی‌توسین با بازخورد مثبت افزایش يافته و باعث می‌شود نوزاد آسان تر و زودتر از رحم خارج شود. به طور طبیعی ابتداء سر و سپس بقیه بدن از رحم خارج می‌شود. در مرحله بعد با ادامه انقباض رحم، جفت و اجزای مرتبط با آن، از رحم خارج می‌شود.

هورمون اکسی‌توسین، علاوه بر تأثیر در زایمان، ماهیچه صاف غدد شیری را نیز منقبض می‌کند تا خروج شیر انجام شود. البته تحريك گیرنده‌های موجود در غدد شیری با مکیدن نوزاد، انفاق می‌افتد و از طریق بازخورد مثبت، تنظیم می‌شود. مکیدن نوزاد باعث افزایش هورمون‌ها و افزایش تولید و ترشح شیر می‌شود.

فعالیت ۹

علاوه بر زایمان طبیعی، تولد نوزاد با عمل جراحی (سزارین)

نیز انجام می‌شود. پزشکان زنان و زایمان، بیشتر توصیه می‌کنند که

زایمان به صورت طبیعی انجام شود. در مورد جنبه‌های مثبت و منفی جراحی سزارین، اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و نتایج به دست آمده را به صورت گزارش در کلاس ارائه کنید.

بیشتر بدانید

بیماری‌های مقارب‌تی

همان طور که می‌دانید یکی از راه‌های انتقال عوامل بیماری‌زا از فردی به فرد دیگر ارتباط جنسی است. به این بیماری‌ها مقارب‌تی گویند. بعضی از آنها عبارت‌انداز:

عامل	بعضی از علائم و پیامدها	بیماری
باکتری	خروج ترشحات چرکی، خارش، التهاب ناحیه لگن، دفع ادرار با سوزش	عفونت کلامیدیا
باکتری	خروج ترشحات چرکی، خارش، التهاب ناحیه لگن، دفع ادرار با سوزش	سوماک
باکتری	زخم سفت بدون درد و خارش در پوست و اندام تناسلی، لکه‌های قرمز رنگ در کف دست و پا، تب	سیفلیس
وبروس	زد شدن پوست، علائم مشابه آفلوانزا	هپاتیت B
وبروس	ضعف سیستم ایمنی، مستعد شدن برای ابتلا به انواع بیماری	ایدز
وبروس	تاول‌های دردناک در ناحیه تناسلی، ران یا باسن، افزایش احتمال بروز سرطان	هرپس تناسلی
وبروس	بروز زگیل‌های دردناک در ناحیه تناسلی، افزایش احتمال بروز سرطان	زگیل‌های تناسلی
آغازی	سوزش، خارش و ترشحات چرکی	تریکوموناسیس

بیشتر بدانید

سقط جنین (پایان بارداری قبل از زایمان):

عوامل مختلفی می‌تواند باعث سقط جنین شود. در این حالت، جنین کامل نشده از دیواره رحم جدا و از بدن مادر خارج می‌شود یا به عبارتی، بارداری به اتمام می‌رسد. سقط اگر در مراحل اولیه بارداری صورت گیرد بیشتر ناشی از وجود ناهنجاری‌های فامتنی شدید مثل پلی‌پلوئیدی در جنین است. اما اگر در سه ماهه دوم اتفاق بیفتد، عامل آن ممکن است از طرف مادر باشد؛ مثلاً در اثر دیابت، فشار خون بالا، ناهنجاری‌های هورمونی، بیماری‌های عفونی، مشکل رحمی، یا مصرف مواد اعتیادآور ممکن است سقط رخ دهد. اما دلیل بیشتر سقط‌های جنین مشخص نیست.

بیشتر بدانید

جنین در هفته‌های مختلف بعد از لقاح (بارداری)



هفته دوازدهم



هفته چهارم



هفته سی و هشتم



هفته بیست و هشتم

گفتار ۴ تولیدمثل در جانوران

اساس تولیدمثل جنسی در همه جانوران مشابه است، ولی در چگونگی انجام، مراحل آن و حفاظت و تغذیه جنین، تقاؤت‌هایی وجود دارد که به بعضی از آنها اشاره می‌کنیم.

نحوه لقاح

در آبزیان مثل ماهی‌ها، دوزستان و بی‌مهرگان آبزی لقاح خارجی دیده می‌شود. در این روش، والدین گامت‌های خود را در آب می‌ریزند و لقاح در آب صورت می‌گیرد. برای افزایش احتمال برخورد گامت‌ها، والدین تعداد زیادی گامت راه‌همزمان وارد آب می‌کنند. برای هم‌زمان شدن ورود یاخته‌های جنسی به آب عوامل متعددی دخالت دارد از جمله دمای محیط، طول روز، آزاد کردن مواد شیمیایی توسط نر یا ماده یا بروز بعضی رفتارها مثل رقص عروسی در ماهی‌ها (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- رقص عروسی ماهی‌ها

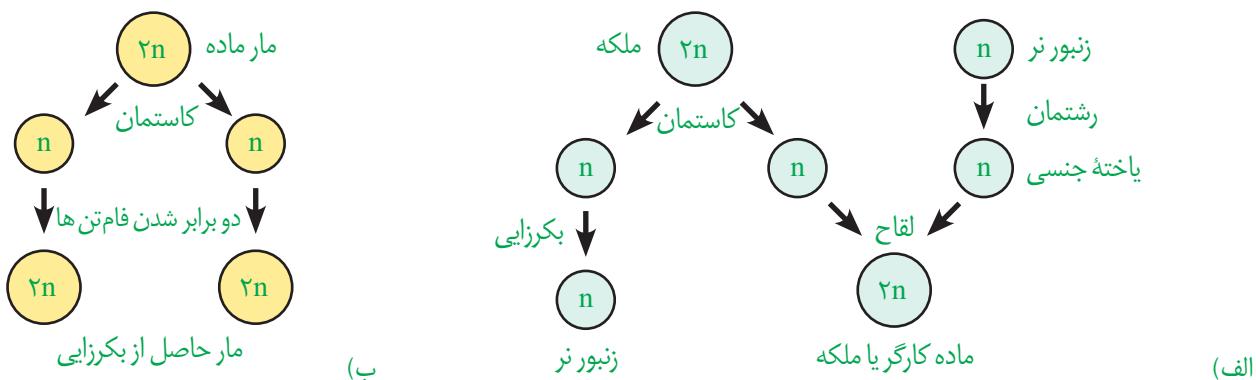
لقاح داخلی در جانوران خشکی‌زی و بعضی آبزیان دیده می‌شود. در این جانوران، زame وارد دستگاه تولیدمثلی فرد ماده می‌شود و لقاح در بدن ماده انجام می‌شود. انجام این نوع لقاح، نیازمند دستگاه‌های تولیدمثلی با اندام‌های تخصص یافته است. در اسپک ماهی جانور ماده، تخمک را به درون حفره‌ای در بدن جنس نر منتقل می‌کند. لقاح در بدن نر انجام می‌شود و جنس نر، جنین‌ها را در بدن خود نگه می‌دارد، پس از طی مراحل رشد و نموی، نوزادان متولد می‌شوند.

واژه‌شناسی

نرماده (Hermaphrodite)
هرمافرودیت (Hermaphrodite)

هرمافرودیت از دو کلمه Hermes به معنی مذکر و aphrodite به معنی مؤنث است و به موجودی اشاره دارد که هر دو اندام تناسلی نر و ماده را دارد. واژه نرماده نیز صورت صریح همین مفهوم است.

نوعی از تولیدمثل جنسی است و برای مثال، در زنبور عسل و بعضی مارها دیده می‌شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولیدمثل می‌کند. در این حالت، یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک لادرابه وجود می‌آورد (شکل ۱۹-الف) یا از روی فامتن‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا فامتن‌های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می‌کند و موجود دولاد را به وجود می‌آورد (شکل ۱۹-ب).



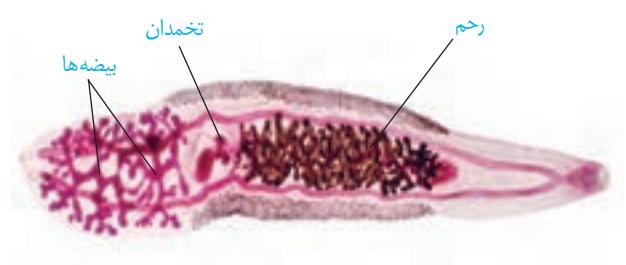
شکل ۱۹-الف و ب) انواع بکرزایی

نرماده (هرمافرودیت)

در این جانوران، یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده را دارد. در کرم‌های پهنه مثل کرم کبد، هر فرد تخمک‌های خود را بارور می‌کند (شکل ۲۰-الف). در مورد کرم‌های حلقوی، مثل کرم خاکی، لقاح دو طرفی انجام می‌شود؛ یعنی وقتی دو کرم خاکی در کنار هم قرار می‌گیرند، زامه‌های هر کدام تخمک‌های دیگری را بارور می‌سازد (شکل ۲۰-ب).



ب)



الف)

شکل ۲۰-الف) کرم کبد، ب) کرم خاکی

تغذیه و حفاظت جنین

مواد غذایی مورد نیاز جنین تا چند روز پس از لقاح و تشکیل تخم از اندوخته غذایی تخمک تأمین می‌شود. این اندوخته مخلوطی از مواد مغذی متفاوت است. اندازه تخمک در جانوران مختلف بستگی به میزان اندوخته دارد. در جانوران تخم‌گذار اندوخته غذایی تخمک زیاد است؛ زیرا در دوران جنینی ارتباط غذایی بین مادر و جنین وجود ندارد. در پستانداران به دلیل ارتباط خونی بین مادر و جنین و در ماهی‌ها و دوزیستان به علت دوره جنینی کوتاه میزان این اندوخته کم است.

در جانورانی که لقاح خارجی دارند تخمک دیواره‌ای چسبناک و زله‌ای دارد که پس از لقاح، تخم‌ها را به هم می‌چسباند. این لایه زله‌ای ابتدا از جنین در برابر عوامل نامساعد محیطی محافظت می‌کند و سپس به عنوان غذای اولیه مورد استفاده جنین قرار می‌گیرد (شکل ۲۱).



شکل ۲۱- لایه زله‌ای اطراف تخم‌های
قریب‌با

در جانورانی که لقاح داخلی دارند، حفاظت جنین به صورت‌های متفاوتی انجام می‌شود. در جانوران تخم‌گذار وجود پوستهٔ ضخیم در اطراف تخم از جنین محافظت می‌کند. البته برای محافظت بیشتر در خزنده‌گانی مثل لاکپشت تخم‌ها با ماسه و خاک پوشانده می‌شوند. پرنده‌گان روی تخم‌ها می‌خوابند و پستاندار تخم‌گذاری مثل پلااتی پوس، تخم را در بدن خود نگه می‌دارد و چند روز مانده به تولد نوزاد، تخم‌گذاری می‌کند و روی آنها می‌خوابد تا مراحل نهایی رشد و نمو طی شود (شکل ۲۲). در پستانداران کیسه‌دار، مثل کانگورو جنین ابتدا درون رحم ابتدایی مادر رشد و نمورا آغاز می‌کند. به دلیل مهیا نبودن شرایط به صورت نارس متولد می‌شود و خود را به درون کیسه‌ای که بر روی شکم مادر است می‌رساند. در آنجا ضمن حفاظت، از غدد شیری درون آن تغذیه می‌کند تا مراحل رشد و نمو را کامل کند.

در پستانداران جفتدار، جنین درون رحم مادر رشد و نمو را آغاز و از طریق اندامی به نام جفت با خون مادر مرتبط می‌شود و از آن تغذیه می‌کند. نوزاد پس از تولد از غدد شیری مادر تغذیه می‌کند تا زمانی که بتواند به طور مستقل به زندگی ادامه دهد.



ب) تخم پرنده درآشیانه



شکل ۲۲-الف) تخم‌های لاکپشت



پ) تخم پلاتیپوس



فصل ۸

تولید مثل نهان دانگان

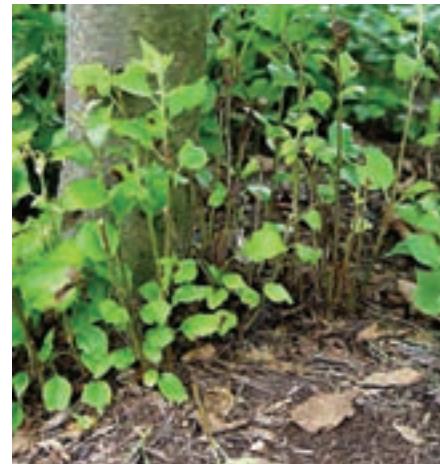
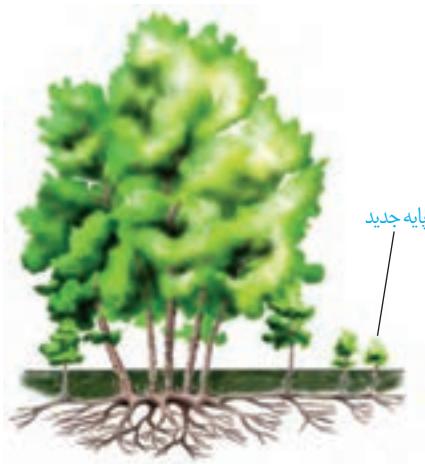
نهان دانگان تنها گروه از گیاهان اند که گل تولید می کنند. تولید گل برای گیاهان هزینه بر است؛ به ویژه تولید گل هایی که رنگ های گوناگون، ترکیبات معطر و شهد دارند. آیا می دانید چرا؟ با وجود این، گیاهان گل دار بیشترین گیاهان روی زمین اند و توانسته اند پهنه وسیعی از زمین را به خود اختصاص دهند. داشتن گل چه مزایایی دارد؟ چرا گوناگونی جانورانی مانند حشره ها در زیستگاهی با گیاهان گل دار بیشتر است؟ گل چه ساختاری دارد و چه فرایندهایی در آن انجام می شود؟

گفتار ۱ تولید مثل غیر جنسی

فرض کنید گیاهی مانند یک بوته گل سرخ یا یک درخت انگور دارید و می خواهید آن را تکثیر کنید.
آیا صبر می کنید تا دانه تولید کنند و دانه های آنها را می کارید، یا روش دیگری به کار می برد؟

تکثیر با بخش های رویشی

گیاهان می توانند به روش غیر جنسی و با استفاده از بخش های رویشی، یعنی ساقه، برگ و ریشه تکثیر یابند. مثلاً روی ریشه درخت آبالو، جوانه هایی تشکیل می شود که از رشد آنها درخت های آبالو ایجاد می شوند. چنین تولید مثالی از نوع غیر جنسی، یا رویشی است. تولید مثل غیر جنسی را چگونه توصیف می کنید؟



شکل ۱- تشکیل درخت های جدید از جوانه های روی ریشه.

یادآوری

معمولاً برای تکثیر گیاهان از بخش های رویشی گیاه استفاده می کنیم. شاید شما هم با گذاشتن قطعه هایی از ساقه در خاک یا آب، گیاهی را تکثیر کرده باشید. در این حالت برای تکثیر گیاه، روش قلمه زدن را به کار برده اید (شکل ۲-الف). به نظر شما قطعه ای از ساقه که گیاه جدید ایجاد می کند، چه چیزی باید داشته باشد؟

پیوند زدن یکی دیگر از روش های تکثیر رویشی است. در این روش قطعه ای از یک گیاه مانند جوانه یا شاخه به نام پیوندک، روی تنہ گیاه دیگری که به آن پایه می گویند، پیوند زده می شود (شکل ۲-ب). گیاه پایه ویژگی هایی مانند مقاومت به بیماری ها، سازگار با خشکی یا شوری دارد، در حالی که گیاهی که پیوندک از آن گرفته می شود، مثلاً میوه مطلوب دارد.

در روش خوابانیدن بخشی از ساقه یا شاخه را که دارای گره است، با خاک می بوشانند. بعد از مدتی از محل گره، ریشه و ساقه برگدار ایجاد می شود که با جدا کردن از گیاه مادر، پایه جدیدی ایجاد می شود (شکل ۲-پ).

گروه بندی گیاهان			
نام گیاه	نام دانه	جزه ها	نام آن
سرخس ها			
بازدانگان			
زیست چیزی ها	دانه دار		آزاده اند
زیست چیزی ها			



(پ)

(ب)

(الف)

شکل ۲- روش های متفاوت تکثیر رویشی در گیاهان. (الف) قلمه زدن، (ب) پیوند زدن، (پ) خوابانیدن.

با مراجعه به یک مرکز پرورش گل، یا گل فروشی درباره روش تکثیر رویشی گیاهان متفاوت، گزارش تصویری تهیه و در کلاس ارائه دهید.

فعالیت ۱

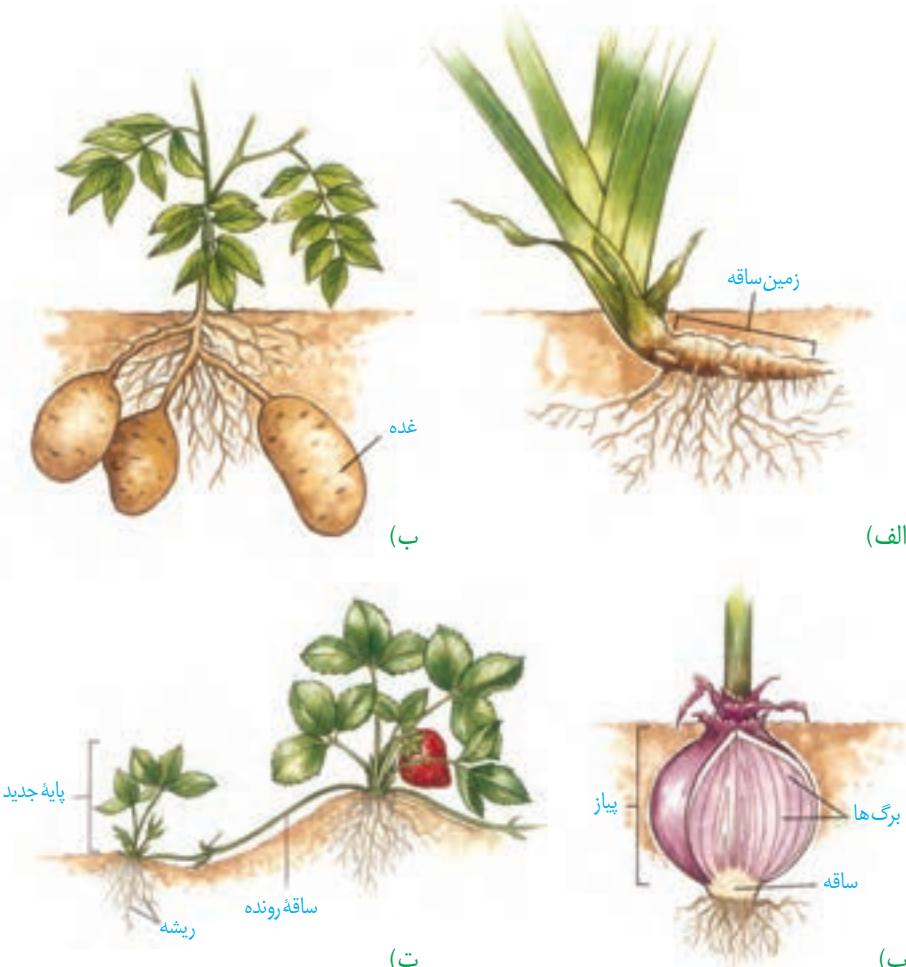
تخصص یافته ها

انواعی از ساقه ها در گیاهان وجود دارند که برای تولید مثل غیر جنسی ویژه شده اند. **زمین ساقه** (ریزوم)، غده، پیاز و ساقه رونده، نمونه هایی از ساقه های ویژه شده برای تولید مثل غیر جنسی اند. **زمین ساقه**، به طور افقی زیر خاک رشد می کند و همانند ساقه های جوانه انتهایی و جانبی دارد. این ساقه به موازات رشد افقی خود در زیر خاک، پایه های جدیدی در محل جوانه ها تولید می کند. زنبق از گیاهانی است که زمین ساقه دارد (شکل ۳-الف).

غده: ساقه ای زیرزمینی است که به علت ذخیره ماده غذایی در آن متورم شده است. سیب زمینی چنین ساقه ای است. هر یک از جوانه های تشکیل شده در سطح غده سیب زمینی، به یک گیاه تبدیل می شود (شکل ۳-ب). برای تکثیر سیب زمینی، آن را به قطعه های جوانه دار تقسیم می کنند و در خاک می کارند.

پیاز، ساقه زیرزمینی کوتاه و تکمه مانندی دارد که برگ های خوراکی به آن متصل اند (شکل ۳-پ). پیاز خوراکی چنین ساختاری است. نرگس و لاله نیز پیاز دارند. از هر پیاز تعدادی پیاز کوچک تشکیل می شود که هر کدام، یک گیاه ایجاد می کند.

ساقه رونده، به طور افقی روی خاک رشد می کند (شکل ۳-ت). گیاه توت فرنگی ساقه رونده دارد. گیاهان توت فرنگی جدیدی در محل گره ها، ایجاد می شوند.



شکل ۳- ساقه های تخصص یافته برای تولید مثل غیرجنسی

- الف) نمونه هایی از ساقه های زیر زمینی را به کلاس بیاورید و در گروه خود مقایسه کنید.
ب) شلغم و سیب زمینی را با هم مقایسه کنید. آیا شلغم همانند سیب زمینی ساقه است؟ چه استدلالی

برای پاسخ خود دارید؟

فعالیت ۲

بیشتر بدانید

ثبت خاک

گندمیانی مانند مرغ که زمین ساقه دارند، ضمن اشغال سطح وسیعی از خاک، در ثبت آن نیز نقش دارند.



فناوری و تکثیر گیاهان

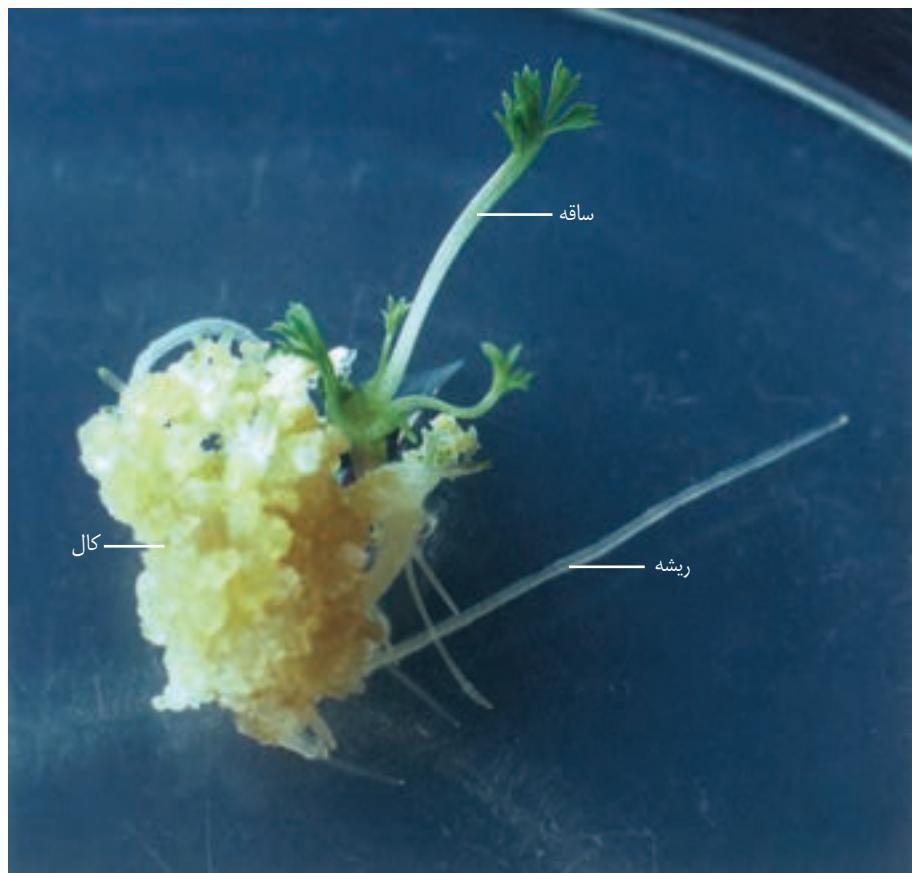
بیشتر بدانید

گیاه در شیشه

با استفاده از فن کشت بافت می‌توان گیاهی گل دار را در ظرف‌های شیشه‌ای پرورش داد.



از فن کشت بافت برای تولید گیاهان با ویژگی‌های مطلوب و تولید انبوه آنها در آزمایشگاه استفاده می‌شود. در این فن، یاخته یا قطعه‌ای از بافت گیاهی در محیط کشت گذاشته می‌شود. این محیط دارای مواد مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه است. یاخته و بافت در شرایط مناسب، با تقسیم می‌توزد، توده‌ای از یاخته‌های هم شکل را به وجود می‌آورند که کال نامیده می‌شود. کال می‌تواند به گیاهانی تمایز یابد که از نظر ژنی یکسان‌اند. همه مراحل کشت بافت در محیطی کاملاً سترون انجام می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- ایجاد گیاه از کال در کشت بافت.

فرض کنید از شما خواسته‌اند که با استفاده از یاخته‌های مجزای پاراشیمی، گیاهی را به روش کشت بافت تکثیر دهید. توضیح دهید این یاخته‌ها را از چه سامانه بافتی جدا می‌کنید و چگونه این کار را انجام می‌دهید؟

فعالیت ۳

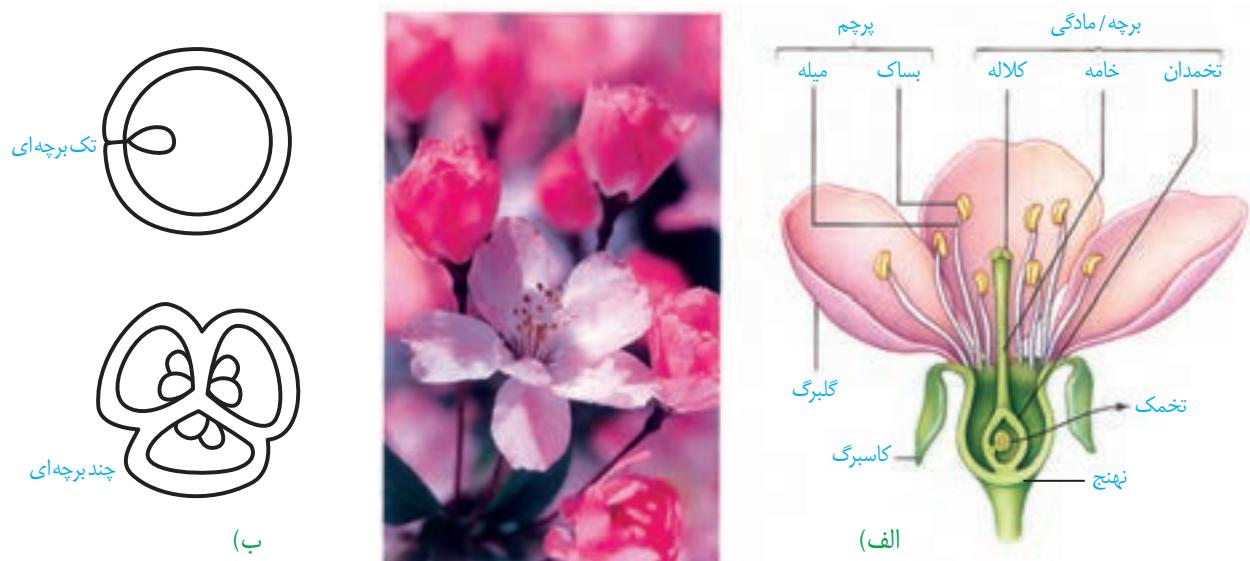
گفتار ۲ تولیدمثل جنسی

با ساختار گل در سالهای گذشته آشنا شده‌اید. می‌دانید گل بخش‌های متفاوتی دارد. نام بخش‌هایی از گل را که به یاد دارید، بنویسید. هر یک از این بخش‌ها چه کاری انجام می‌دهد؟

هر گلی کامل نیست

گل ساختاری اختصاص یافته برای تولیدمثل جنسی است. گلی که در شکل ۵ می‌بینید دارای گلبرگ، کاسبرگ، پرچم و مادگی است که روی بخشی به نام نهنچ قرار دارند. نهنچ وسیع و ممکن است صاف، برآمده یا گود باشد.

اجزای گل در چهار حلقه هم مرکز تشکیل می‌شوند. کاسبرگ‌هادر خارجی‌ترین حلقه قرار می‌گیرند. گلبرگ‌هادر حلقه دوم و معمولاً به رنگ‌های متفاوت وجود دارند. آیا می‌دانید رنگی بودن گلبرگ‌ها چه اهمیتی دارد؟ پرچم‌ها در حلقه سوم و مادگی در چهارمین حلقه تشکیل می‌شوند. مادگی گل از یک یا تعدادی برچه ساخته شده است. در واقع برچه واحد سازنده مادگی است. در مادگی‌های چند برچه‌ای، ممکن است فضای مادگی با دیواره برچه‌ها از هم جدا شوند (شکل ۵-ب).



شکل ۵- (الف) گل در گیاه آلبالو، (ب) مادگی تک برچه‌ای و چند برچه‌ای

فعالیت ۴

چند نوع گل را با تعداد گلبرگ‌های چهارتاشیش به کلاس بیاورید.

(الف) تک لپه یا دولپه‌ای بودن آنها را مشخص کنید.

(ب) تعداد هر یک از اجزای دیگر گل چیست؟ پ) گل‌هارا به دقت با ذره‌بین مشاهده و ویژگی‌های هر یک از اجزاء را یادداشت

کنید. ت) با استفاده از تیغ برش‌های طولی و عرضی از مادگی گل، تهیه و آنچه را می‌بینید یادداشت و ترسیم کنید.

ث) با استفاده از داده‌هایی که به دست آورده‌اید، ساختار هر گل را گزارش کنید.

آیا در همه گل‌ها این چهار حلقه تشکیل می‌شوند؟ مشاهده گل در گیاهان متفاوت نشان می‌دهد، چنین چیزی نیست. بنابراین، گل‌ها را بر اساس وجود هر چهار حلقه یا نبودن بعضی حلقه‌ها در دو گروه گل‌های کامل یا ناکامل قرار می‌دهند. همچنین گل‌هایی که هر دو حلقه پرچم و مادگی را داشته باشند، گل دوجنسی و آنها بیکی از این حلقه‌ها را دارند، گل تک جنسی می‌نامند (شکل ۶).



شکل ۶- گل‌های تک جنسی در گیاه کدو

تشکیل یاخته‌های جنسی

می‌دانید که در تولید مثل جنسی از لقاح یاخته جنسی نر با یاخته جنسی ماده، تخم ایجاد می‌شود. یاخته جنسی نر در گیاهانی مانند خزه، همانند یاخته جنسی نر در جانوران و سیله حرکتی دارد و می‌تواند در قطره‌های آب یا رطوبتی که سطح گیاه را پوشانده، شنا کند و خود را به یاخته جنسی ماده برساند. اما یاخته جنسی نر در گیاهان گل دار و سیله حرکتی ندارد. بنابراین، در این گیاهان برای انتقال یاخته جنسی نر ساختاری به نام لوله گردہ تشکیل می‌شود.

بیشتر بدآیند

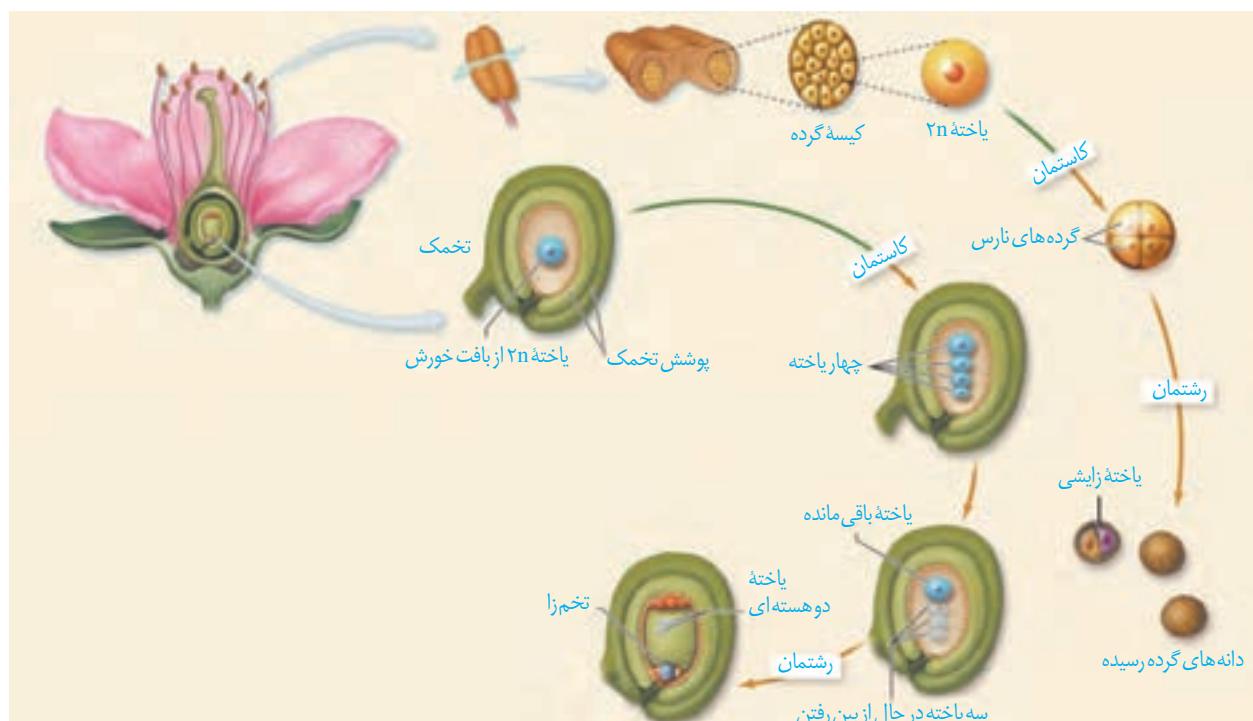


چندین گل

برخی گل‌ها مانند گل آفتاب‌گردان، اجتماعی از چندین گل کوچک یا گلچه‌اند. در گل آفتاب‌گردان گلچه‌های بیرونی ماده، و گلچه‌های درونی دوجنسی‌اند.

به شکل ۷ نگاه کنید. کیسه‌های گرده در بساک تشکیل می‌شوند و یاخته‌های دولادارند. از تقسیم کاستمان این یاخته‌ها، چهار یاخته تک لاد ایجاد می‌شود که در واقع گرده‌های نارس‌اند. هریک از این یاخته‌ها با انجام دادن تقسیم رشتمن و تغییراتی در دیواره به دانه گرده رسیده تبدیل می‌شود. دانه گرده رسیده یک دیواره خارجی، یک دیواره داخلی، یک یاخته روپیشی و یک یاخته زایشی دارد. تخدمان که به صورت بخشی متورم در گل دیده می‌شود، محل تشکیل تخمک هاست. تخمک پوششی دو لایه‌ای دارد که یاخته‌های دولادی را در بر می‌گیرد. مجموع این یاخته‌ها، بافتی به نام بافت خورش را می‌سازند (شکل ۷).

یکی از یاخته‌های بافت خورش بزرگ می‌شود و با تقسیم کاستمان چهار یاخته تک لادی ایجاد می‌کند. از این چهار یاخته فقط یکی باقی می‌ماند که با تقسیم رشتمن، ساختاری به نام کیسه رویانی با تعدادی یاخته ایجاد می‌کند. تخمزا و یاخته دوهسته‌ای از یاخته‌های کیسه رویانی اند که در لقادرهای یاخته‌های جنسی نر شرکت می‌کنند.



شکل ۷-تشکیل دانه‌های گرده و کیسه رویانی

بیشتر بدانید

طلای سرخ

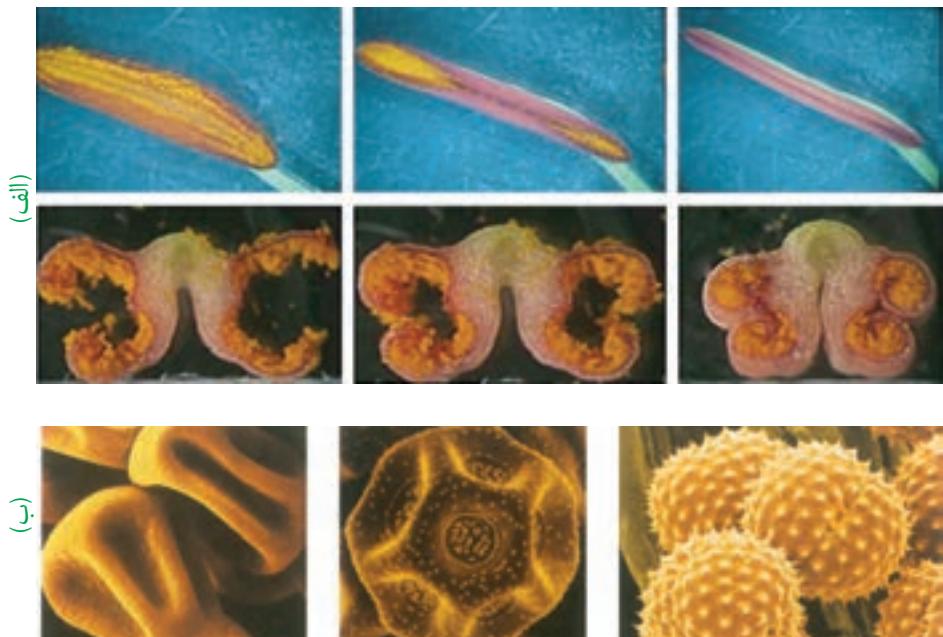
زعفران گیاهی تک لپه و چند ساله است. زعفران با نوعی ساقه زیرزمینی به نام بُنه تکثیر می‌شود. در بُنه برخلاف پیاز مواد غذایی در برگ‌ها ذخیره نمی‌شود؛ بلکه در ساقه تجمع می‌یابند. پوشش گل زعفران شش قسمتی است. کلاله سه رشتله‌ای و قرمزنگ آن برای مزه‌دار و معطر کردن خوراکی‌های کارمی رود. زعفران از صادرات مهم ایران است.



گرده افشاری و لقاح

با شکافتن دیواره بساک، گرده‌ها رها می‌شوند (شکل ۸-الف). دیواره خارجی دانه‌های گرده منفذدار و ممکن است صاف یا دارای تزئیناتی باشد (شکل ۸-ب).

شکل ۸-الف) شکوفایی بساک و
رهاشدن دانه‌های گرده؛
ب) انواعی از دانه‌های گرده در
مشاهده با میکروسکوپ الکترونی

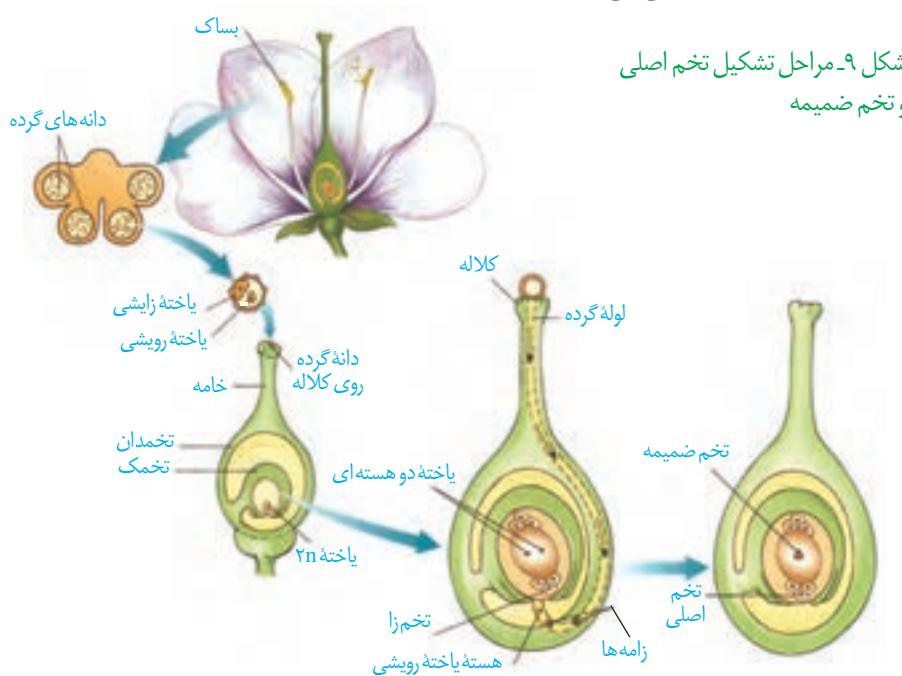


دانه‌های گرده به وسیله باد، آب و جانوران در محیط پراکنده و از گل به گل دیگر منتقل می‌شوند. به انتقال دانه گرده از بساک به کلاله گرده افشاری می‌گویند. در صورتی که کلاله گرده را بپذیرد، یاخته رویشی رشد می‌کند و از رشد آن لوله گرده تشکیل می‌شود. لوله گرده به درون بافت کلاله و خامه نفوذ می‌کند و همراه با خود، دو زامه را که از تقسیم یاخته زایشی در لوله گرده ایجاد شده‌اند، به سمت تخمک و کیسه رویانی می‌برد (شکل ۹).

بیشتر بدانید

گرده‌ها

کاروتینوئیدها از ترکیبات دیواره گرده‌اند؛ به همین علت دانه‌های گرده به رنگ‌های متفاوت زرد، یا نارنجی دیده می‌شوند. دانه‌های گرده به علت داشتن پروتئین و چربی، منبع غذایی جانوران گرده افشار نیز هستند. امروزه یکی از زمینه‌های پژوهشی در دنیای علم، شناسایی ترکیبات دانه‌های گرده و بررسی اثر آنها بر سلامت انسان است.



واژه‌شناسی

درون دانه (endosperm/آندوسپرم) به معنای درون و sperm به معنی دانه است. بافت ذخیره‌ای درون دانه با این نام خوانده می‌شود که واژه درون دانه با تعریف علمی آن مطابقت دارد.

از آمیزش یکی از زامه‌ها با یاخته تخم‌زا، تخم اصلی تشکیل می‌شود. این تخم به رویان نمومی‌باید. زامه دیگر با یاخته دو هسته‌ای آمیزش می‌باید که نتیجه آن تشکیل تخم ضمیمه است. تخم ضمیمه با تقسیم‌های متوالی بافتی به نام **درون دانه (آندوسپرم)** را ایجاد می‌کند. این بافت از یاخته‌های پارانشیمی ساخته شده و ذخیره غذایی برای رشد رویان است (شکل ۹). همین طور که دیدید، دولقاح رخ می‌دهد، به همین علت گفته می‌شود که نهاندانگان لقادح مضاعف یا دوتایی دارند. اگر هسته تخم ضمیمه تقسیم شود، اما تقسیم سیتوپلاسم انجام نگیرد، بافت درون دانه به صورت مایع دیده می‌شود. شیر نارگیل مثالی از چنین بافتی است. در حالی که بخش گوشتشی و سفیدرنگ نارگیل، درون دانه‌ای است که در آن تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام شده است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- درون دانه در نارگیل به حالت مایع و جامد است

گل‌ها و گرده‌افشان‌ها

به نظر شما گل‌ها چه ویژگی‌هایی باید داشته باشند که جانوران را به سمت خود جلب کنند؟ جانورانی که گرده‌ها را از گل به گل دیگر منتقل می‌کنند، **گرده‌افشان** نامیده می‌شوند. پیکر این جانوران، هنگام تغذیه از گل‌ها به دانه‌های گرده آغشته می‌شود و به این ترتیب، دانه‌های گرده را از

شکل ۱۱- گرده‌افشانی به وسیله جانوران



گلی به گل دیگر منتقل می‌کنند (شکل ۱۱). رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شهد گل‌ها از عوامل جذب جانوران به سمت گل‌ها هستند.

شکل ۱۳- گل در درخت بلوط که گرده‌افشانی آن را باد انعام می‌دهد.
چرا تعداد گل در چنین گیاهانی فراوان است؟



گرده‌افشانی بعضی گیاهان وابسته به باد است. این گیاهان تعداد فراوانی گل‌های کوچک تولید می‌کنند و فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره‌اند (شکل ۱۳).

شکل ۱۲- گل قاصد آن طور که مامی‌بینیم (الف) آن طور که زنبور می‌بیند (ب).



(ب) (الف)

الف) بعضی گرده‌افشان‌ها، مانند خفash در شب تغذیه می‌کنند. به نظر شما گل‌هایی که به وسیله این جانوران گرده‌افشانی می‌شوند، چه ویژگی‌هایی دارند؟ با مراجعه به منابع معتبر درستی نظر خود را بررسی و نتیجه را گزارش کنید.

ب) با توجه به ویژگی گل‌هادر گیاهانی که با جانوران یا باد گرده‌افشانی می‌شوند، نوع گرده‌افشانی را در گیاهان محیط‌پیرامون خود پیش‌بینی و گزارش کنید.

فعالیت ۵

بیشتر بدانید

گل‌های فریب کار!

بعضی گل‌ها حشرات را فریب می‌دهند. مثلاً گل رافلزیا بُوی گوشت گندیده می‌دهد و مگس‌ها را به سمت خود می‌کشانند. مگس‌ها چیزی گیرشان نمی‌آید، اما وقتی از روی گل بلند می‌شوند، گرده‌های آن را با خود به گل دیگر می‌برند.

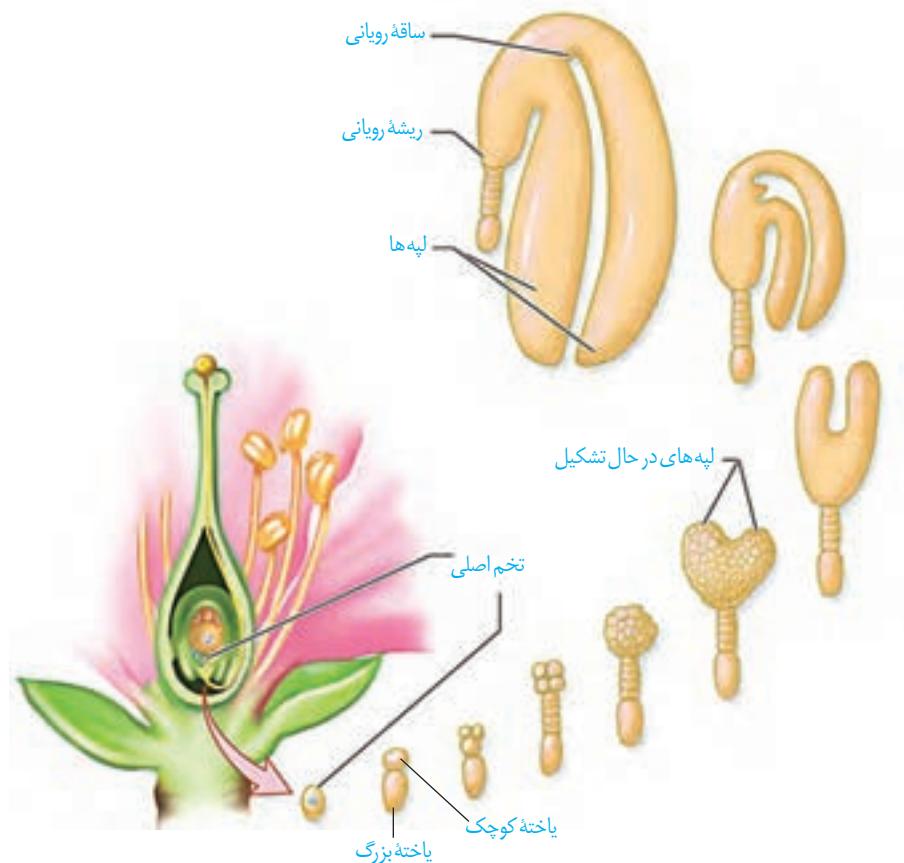


گفتار ۳ از یاخته تخم تا گیاه

گفتیم که تخم اصلی از لقاح یکی از زامه‌ها با یاخته تخم را تشکیل می‌شود. تخم چه مراحلی را طی می‌کند تا به یک گیاه جدید تبدیل شود؟ تشکیل گیاه جدید از یاخته تخم با ایجاد چه ساختارهایی همراه است؟

تخم تقسیم می‌شود

رویان از تقسیم بی‌درپی یاخته تخم تشکیل می‌شود. در نخستین تقسیم تخم، دو یاخته بزرگ و کوچک ایجاد می‌شود (این تقسیم از چه نوعی است؟). از تقسیم یاخته بزرگ، بخشی به وجود می‌آید که ارتباط بین رویان و گیاه مادر را ایجاد می‌کند. یاخته کوچک منشأ رویان است. مراحل تشکیل رویان را در شکل ۱۴ می‌بینید. لپه‌ها بخشی از رویان اند. ساقه و ریشه رویانی نیز در دو انتهای رویان تشکیل می‌شوند. پوسته تخمک نیز تغییر می‌کند و به پوسته دانه تبدیل می‌شود. بنابراین، دانه شامل پوسته، رویان و ذخیره غذایی است (شکل ۱۴). ذخیره غذایی هنگام رشد رویان به مصرف می‌رسد. با توجه به شکل، رویان از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟

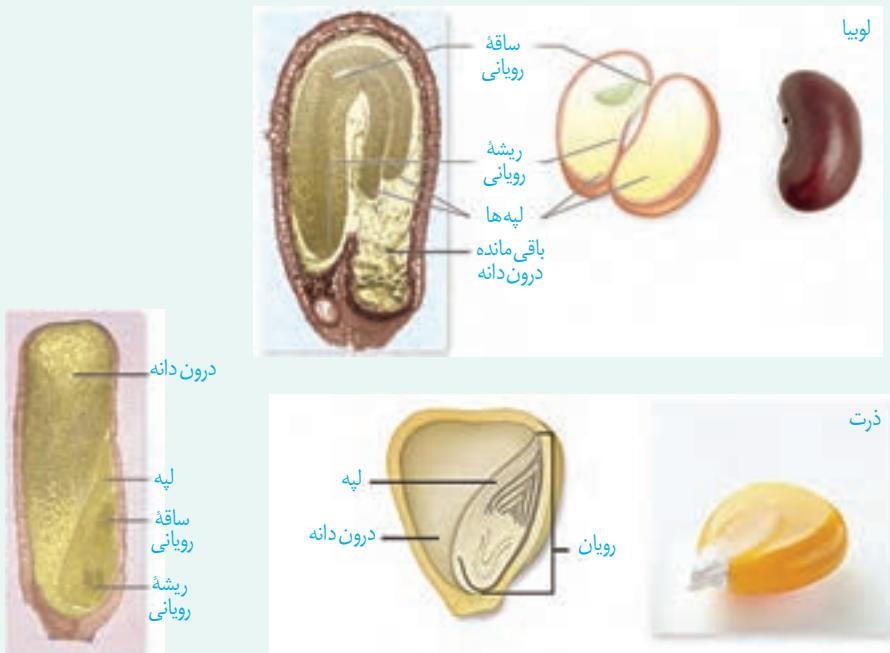


شکل ۱۴- تشکیل رویان در دانه

ممکن است درون دانه به عنوان ذخیره دانه باقی بماند، یا اینکه جذب لپه ها شود؛ مثلاً درون دانه، ذخیره دانه در ذرت است و نقش لپه، انتقال مواد غذایی از درون دانه به رویان در حال رشد است. در دانه لوبيا مواد غذایی درون دانه جذب لپه ها و در آنجا ذخیره می شوند، در نتیجه لپه ها که بزرگ شده اند، بخش ذخیره ای دانه را تشکیل می دهند. به لپه ها برگ های رویانی نیز می گویند؛ زیرا در بسیاری از گیاهان گل دار از خاک بیرون می آیند و به مدت کوتاهی فتوسنترز می کنند.

فعالیت ۶

- الف) دانه هایی مانند لوبيا و ذرت را در شرایط مناسب قرار دهید تا رویش یابند. این کار را چگونه انجام می دهید؟ با مشاهده دانه های در حال رویش، مشخص کنید ابتدا کدام یک از اندام های رویشی از دانه خارج می شوند. این مشاهده را برای انواعی از دانه های دیگر نیز انجام دهید. نتیجه را به صورت یک گزاره بنویسید.
- ب) دانه های لوبيا و ذرت را در فواصل زمانی دو روزه، بعد از خیس خوردن از وسط نصف و با استفاده از شکل زیر آنچه را می بینید، نام گذاری کنید.



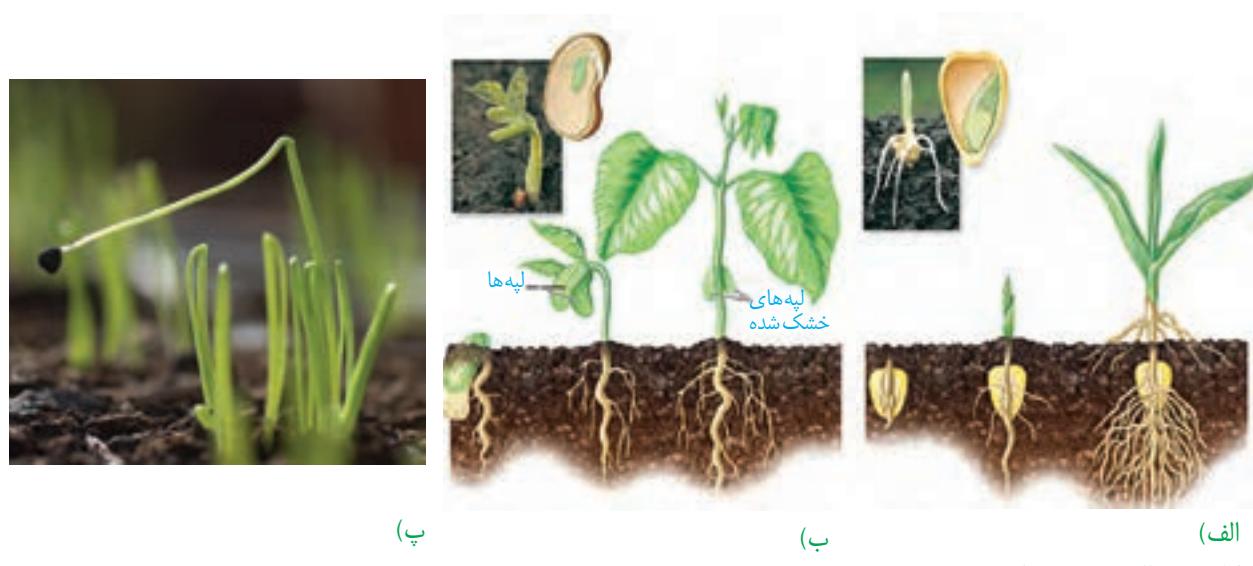
رویش دانه

پوسته دانه ها معمولاً سخت است. به نظر شما پوسته دانه از چه نوع یاخته هایی تشکیل شده است؟ پوسته دانه، رویان را در برابر شرایط نامساعد محیط و صدمه های فیزیکی یا شیمیایی حفظ می کند و با جلوگیری از ورود آب و اکسیژن به دانه مانع از رشد سریع رویان می شود. بعد از تشکیل رویان، رشد آن تا مدتی متوقف می شود. رویان در شرایط مناسب رشد خود را از سر می گیرد و به صورت گیاهی کوچک که به آن دانه رُست می گویند از دانه خارج می شود. در این حالت گفته می شود که دانه رویش یافته است.

دانه برای رویش به آب، اکسیژن و دمای مناسب نیاز دارد. دانه‌ها با جذب آب متورم می‌شوند و پوسته آنها شکاف برمری دارد. در نتیجه اکسیژن کافی به رویان می‌رسد. رویان با استفاده از ذخایر غذایی، رشد و نمو خود را از سر می‌گیرد.

تقسیم سریع یاخته‌های مریستمی به طول ساقه و ریشه می‌افزاید. سه سامانه بافتی نیز در ساقه و ریشه شکل می‌گیرند (آیا سه سامانه بافتی را به یاد دارید؟). درنهان دانگان بر اساس اینکه لپه‌ها درون خاک بمانند یا همراه با ساقه از خاک خارج شوند، به ترتیب **رویش زیرزمینی** و **رویش روزمنی** تعریف شده است (شکل ۱۵).

گیاهان گل دار بعد از مدت زمانی رشد رویشی، یعنی تولید برگ، شاخه و ریشه‌های جدید، گل، میوه و دانه تولید می‌کنند.



گفتم که تخمک‌ها به دانه تبدیل می‌شوند. میوه از رشد و نمو بقیه قسمت‌های گل تشکیل می‌شود. میوه‌ای که از رشد تخمدان ایجاد شده، میوه حقیقی نامیده می‌شود (شکل ۱۶)؛ اگر در تشکیل میوه قسمت‌های دیگر گل نقش داشته باشند، میوه کاذب است. مانند میوه سیب که حاصل رشد نهنج است.



شکل ۱۵- (الف) رویش دانه ذرت زیرزمینی، (ب) رویش دانه لوبیا و پیاز از نوع روزمنی است و (پ) باقی مانده دانه پیاز در شکل دیده می‌شود.

میوه

شکل ۱۶- (الف) میوه درخت هلو حاصل رشد تخمدان و (ب) میوه درخت سیب حاصل رشد نهنج است.

بیشتر بدانید

مراحل تشکیل میوه سیب



میوه سیب



رشد نهنج



ریزش گلبرگ ها



ریزش گلبرگ ها



گردیدن افشاری

برچه ها در میوه های نیز می توانیم تشخیص دهیم. در شکل زیر تعدادی میوه از عرض برش خورده اند. تعدادی میوه را انتخاب و به طور عرضی برش دهید. در کدام میوه فضای تخمدان با دیواره برچه ها به طور کامل تقسیم شده است؟

فعالیت ۷



پراکنش میوه ها: میوه ها علاوه بر حفظ دانه ها در پراکنش آنها نقش دارند. بعضی میوه ها به پیکر جانوران می چسبند و با آنها جابه جا می شوند (شکل ۱۷). باد و آب نیز میوه ها و دانه ها را جابه جا می کنند. میوه های نارس معمولاً مزء ناخوشایندی دارند. در نتیجه دانه های نارس تا زمان رسیدگی میوه از خورده شدن به وسیله جانوران حفظ می شوند. از طرفی جانوران با خوردن میوه های رسیده، در پراکنش دانه ها نقش دارند. پوسته بعضی دانه ها چنان سخت و محکم است که حتی در برابر شیره های گوارشی جانوران سالم می مانند. رنگ های درخشان میوه های رسیده جانوران را به خود جذب می کنند.

شکل ۱۷- پراکنش میوه ها.



فعالیت ۸

شکل زیر انواعی میوه را نشان می‌دهد. ویژگی‌های هر یک از این میوه‌ها را فهرست و براساس این ویژگی‌ها پیش‌بینی کنید که پراکنش آنها با کمک چه عاملی (باد / جانور) انجام می‌شود. با مراجعه به منابع

معتبر درستی نظر گروه را بررسی و نتیجه را گزارش کنید.



۴



۳



۲



۱

میوه‌های بدون دانه: شاید میوه بدون دانه را به میوه‌ای که دانه دارد، ترجیح دهید. اما چگونه

میوه بدون دانه ایجاد می‌شود؟ آیا هر میوه‌ای که به آن بدون دانه می‌گوییم، واقعاً بدون دانه است؟

دانستیم بعد از لقاح تخم‌زا و زame، دانه از رشد و نمو تخمک ایجاد می‌شود؛ بنابراین اگر لقاح

انجام نشود، دانه‌ای نیز تشکیل نخواهد شد. پرتفاصلهای بدون دانه به این روش ایجاد می‌شوند.

برای تشکیل چنین میوه‌ای به تنظیم کننده‌های رشد نیاز داریم که در فصل بعد با آنها آشنا می‌شویم.

حال اگر لقاح انجام شود، اما رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نموازین برود، دانه‌های نارسی تشکیل

می‌شوند که ریزنده و پوسته‌ای نازک دارند. به چنین میوه‌هایی نیز، میوه بدون دانه می‌گویند. موزهای بدون

دانه از این نوع اند. به نظر شما تشکیل میوه‌های بدون دانه در طبیعت، پدیده‌ای رایج است؟



شکل ۱۸- در بعضی موزها دانه‌های ریز و نارس دیده می‌شوند.

عمر گیاهان چقدر است؟

طول عمر گونه‌های متفاوت گیاهی فرق می‌کند و ممکن است از چند روز تا چند قرن باشد.

معمولًاً طول عمر درخت‌ها که مریستم پسین دارند از گیاهان علفی (غیر درختی) بیشتر است. گیاهان

را بر اساس طول عمر به چندگروه تقسیم می‌کنند.

گیاهان یک ساله: این گیاهان در مدت یک سال یا کمتر، رشد و تولید مثال می‌کنند و سپس از

بین می‌رونند. گیاه گندم و خیار از گیاهان یک ساله‌اند (شکل ۱۹-الف).

بیشتر بدانید

درختان کهنسال

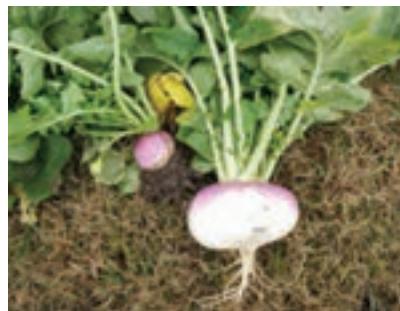
در مناطق متفاوت ایران درختان کهنسالی زندگی می‌کنند که طول عمر بعضی از آنها به هزاران سال هم می‌رسد. چنان ۱۵۰۰ ساله روزتای نصرآباد در اطراف شهرستان نفت از استان یزد و گردی ۱۴۰۰ ساله در روزتای کدوکده از توابع فیروزکوه از این درختان اند.



(ت)



(پ)



(ب)



(الف)

شکل ۱۹- (الف) خیار، (ب) شلغم، پ و ت) زنبق. از رشد جوانه‌های رویش یافته از زمین ساقه، گیاهان جدیدی ایجاد می‌شوند.

بیشتر بدانید

انواع میوه

میوه‌هادر دو گروه کلی آبدار و خشک قرار می‌گیرند. میوه‌های آبدار از گوشته و آبدار شدن بافت‌های تشکیل دهنده میوه، ایجاد می‌شوند. مثلاً زردآلو میوه‌ای آبدار است. در میوه‌های خشک مانند فندق این اتفاق نمی‌افتد.



میوه‌های مرکب

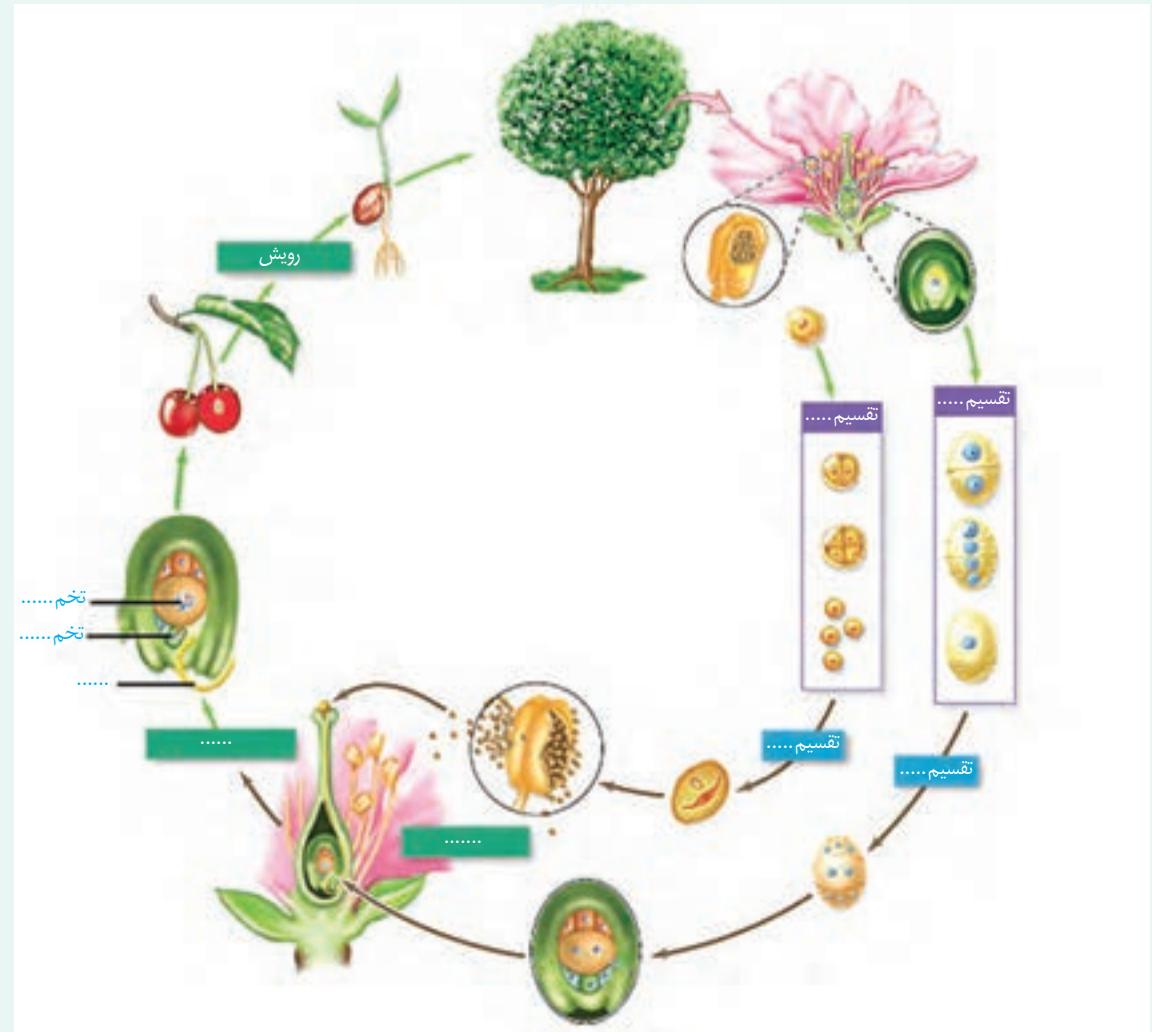
- آنچه به عنوان میوه توت فرنگی می‌شناسیم در واقع اجتماعی از میوه‌های کوچکی است که از رشد برجه‌های مجرای یک گل ایجاد شده‌اند. این میوه‌ها به صورت ذراتی سخت در نهنج آبدار توت فرنگی قرار دارند.
- انجیر تعدادی میوه کوچک است که از رشد مادگی گل‌های جداگانه‌ای تشکیل شده است که روی نهنجی مشترک قرار دارند.
- میوه آناناس از آبدار شدن محوری تشکیل شده است که گل‌ها روی آن قرار دارند.



فعالیت ۹

الف) اکثر گرده‌افشان‌ها، حشره‌اندوگرده‌افشانی بسیاری از گیاهان کشاورزی و درختان میوه به کمک آنها انجام می‌شود. درباره عواملی که زندگی حشره‌های گرده‌افشان را تهدید می‌کند، تحقیق و نتیجه را گزارش کنید.

ب) شکل زیر چرخه زندگی یک گیاه نهان دانه را نشان می‌دهد. جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب پر کنید.





فصل ۹

پاسخ گیاهان به حرکت‌ها

شاید دیده باشید که ساقه به سمت نور و ریشه به سمت زمین رشد می‌کند. گیاهان با تغییر فصل و در نتیجه تغییر دما و طول روز گل می‌دهند، برگ‌های جدید به وجود می‌آورند یا اینکه برگ‌هایشان می‌ریزند. چه عواملی در این پدیده‌ها نقش دارند؟ آیا رشد و نمو گیاهان نیز همانند جانوران تنظیم می‌شود؟

آیا گیاهان به علائمی که از محیط دریافت می‌کنند، پاسخ می‌دهند؟ اگر چنین است، به چه عوامل محیطی واکنش نشان می‌دهند؟

گفتار ۱ تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان

به شکل ۱ نگاه کنید؛ احتمالاً وضعیتی مشابه این شکل را در پیرامون خود دیده اید. به نظر شما علت خم شدن گیاه به سمت نور چیست؟ در این حالت چگونه می‌توانیم مانع خم شدن ساقه‌ها شویم؟ آیا طول ساقه در بخش رو به نور با طول ساقه در بخش دور از نور یکسان است؟ خم شدن گیاه به سمت نور، چه تأثیری در ماندگاری گیاه دارد؟

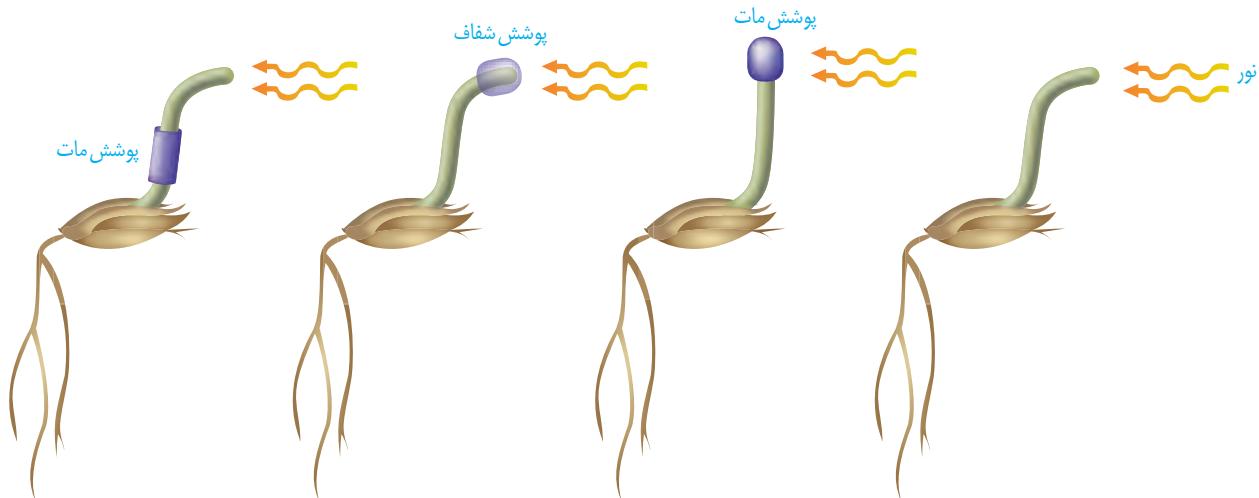


شکل ۱- خم شدن گیاهان به سمت نور.

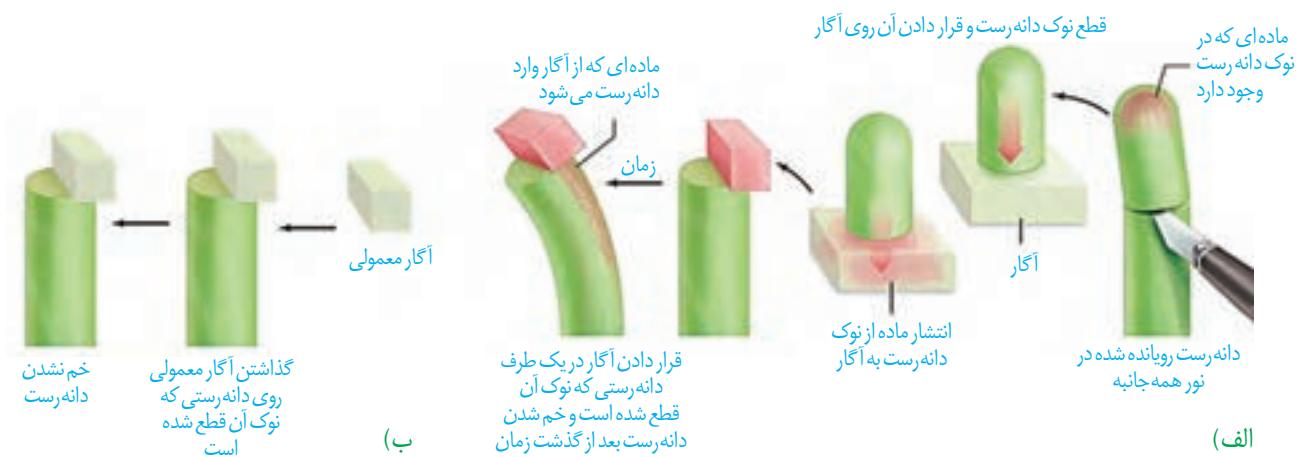
اولین آزمایش

الخم شدن گیاهان به سمت نور پدیده‌ای رایج در طبیعت است. چارلز داروین که به مطالعه پدیده حرکت در گیاهان علاقه‌مند بود، برای بررسی این موضوع، همراه با پسرش آزمایش‌هایی را با استفاده از دانه‌ریست نوی گیاه از گندمیان، طراحی و اجرا کرد (شکل ۲). آنها دریافتند دانه‌ریست در صورتی به سمت نور یک جانبه (نوری که از یک طرف به گیاه می‌تابد)، خم می‌شود که نوک آن در برابر نور باشد. با توجه به خم شدن دانه‌ریست به سمت نور یک طرفه، به نظر شما کدام یک از سطوح داخلی یا بیرونی آن رشد بیشتری دارد؟

شکل ۲- آزمایش داروین‌ها با دانه‌ریست
چمن. دانه‌ریست در نور همه جانبه به طور مستقیم رشد می‌کند.



بعدها محققان دیگری با انجام آزمایش‌هایی، نشان دادند که عامل خم شدن دانه‌رست به سمت نور، ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد. به شکل ۳ توجه کنید! در این آزمایش، نوک دانه‌رستی را که در نور همه جانبه رشد کرده است، بُریده و برای مدتی روی قطعه‌ای از آگار قرار داده‌اند. بعد از مدتی این قطعه آگار را روی لبِ دانه‌رستی قرار می‌دهند که نوک آن بُریده شده؛ همین طور که می‌بینید دانه‌رست خم شده است (شکل ۳-الف)، در حالی که قرار دادن آگار معمولی روی دانه‌رست بدون نوک، سبب خم شدن آن نمی‌شود (شکل ۳-ب).



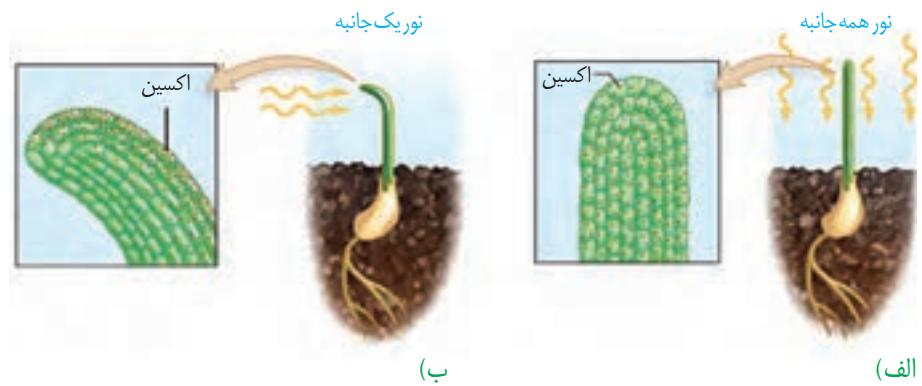
شکل ۳-ماده‌ای در نوک دانه رست وجود دارد که عامل خم شدن آن در برابر نور یک جانبی است.

بیشتر بدانید

آگار ترکیبی است که از جلبک‌های قرمز به دست می‌آید و در ترکیب با آب، ژله ایجاد می‌کند. از آگار در صنایع غذایی، دارویی، کشت بافت و یاخته و بسیاری صنایع دیگر استفاده می‌شود.

شکل ۴-تابش نور سبب تجمع اکسین در سمت سایه می‌شود.

خم شدن دانه‌رست به معنای اختلاف اندازه یاخته‌های دو طرف آن است. مشاهده‌های میکروسکوپی نیز نشان داد که رشد طولی یاخته‌هادر سمت سایه بیشتر از یاخته‌هایی است که در سمت رو به نور قرار دارند. نور یک جانبی باعث جایه‌جایی این ماده از سمت مقابل نور به سمت سایه (دور از نور) می‌شود. در نتیجه به علت تجمع این ماده در سمت سایه، رشد طولی یاخته‌ها در این سمت بیشتر از سمت رو به نور است و در نتیجه دانه‌رست خم می‌شود (شکل ۴). رشد جهت دار اندام‌های گیاه در پاسخ به نور یک جانبی را نورگرایی نامیدند. سرانجام ترکیب شیمیایی این ماده شناسایی و اکسین، به معنای «رشد کردن» نامیده شد. پژوهش‌های بیشتر نشان داد که انواعی از ترکیبات مشابه اکسین در گیاهان متفاوت ساخته می‌شوند که اثرات مشابه دارند؛ بنابراین، نام اکسین‌ها را به این گروه از ترکیبات دادند.



بیشتر بدانید

کاربرد اکسین

دانه‌های در حال نمو اکسین تولید می‌کنند؛ بنابراین، در رشد میوه و درشت شدن آن نقش دارند. بعضی گوجه‌فرنگی‌های گلخانه‌ای، دانه‌های فراوانی تولید نمی‌کنند، در نتیجه میوه رشد چندانی ندارد. به همین علت با افسانه کردن اکسین روی گوجه‌فرنگی‌ها، رشد مطلوب را در آنها ایجاد می‌کنند.

محرك‌های رشد

اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها در فرایندهای رشد مانند تحریک تقسیم یاخته، رشد طولی یاخته‌ها، ایجاد و حفظ اندام‌های نقش دارند. گرچه این تنظیم کننده‌های راه‌ابه عنوان محرك رشد می‌شناسیم؛ اما بر اساس مقدار و محل اثر ممکن است نقش باز دارندگی نیز داشته باشند. در ادامه به عملکرد هریک از این تنظیم کننده‌ها می‌پردازیم.

اکسین‌ها

اکسین با افزایش رشد طولی یاخته‌ها، سبب افزایش طول ساقه می‌شود. اکسین ریشه‌زایی را تحریک می‌کند؛ بنابراین، برای تکثیر رویشی گیاهان با استفاده از قلمه به کار می‌رود (شکل ۵). اکسین‌ها را برای تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها نیز به کار می‌برند.



شکل ۵-تأثیر اکسین بر ایجاد ریشه

بعد از کشف ساختار شیمیایی اکسین‌ها، این ترکیبات به‌طور مصنوعی ساخته و پژوهش‌هایی برای شناسایی اثر آنها بر گیاهان انجام شدند. محققان دریافتند که بعضی از این ترکیبات، گیاهان دو لپه‌ای را از بین می‌برند؛ بنابراین، آنها را برای ساختن سوم کشاورزی به منظور از بین بردن گیاهان خودرو در مزارعی مانند مزرعه گندم، به کار بردند. **عامل نارنجی** که مخلوطی از اکسین‌ها بود، چنین اثری داشت. ایالات متحده امریکا در جنگ با ویتنام به مدت ده سال عامل نارنجی را به کار برد. درنتیجه بخشی از جنگل‌های ویتنام که مخفی گاه مبارزان بود و نیز زمین‌های کشاورزی آنها از بین

بیشتر بدانید

بعضی برایین باورند که نباید واژه هورمون را برای تنظیم کننده های رشد به کار ببریم؛ زیرا معمولاً هورمون در یک محل تولید و بر محلی دیگر تأثیر می گذارد، در حالی که ممکن است محل تولید و تأثیر تنظیم کننده های رشد در گیاهان یکی باشد. همچنین تنظیم کننده های گیاهی در غلط های متفاوت می توانند یک فرایند را در اندامی مهار یا تحریک کنند. با این حال واژه هورمون گیاهی (Phytohormone) همچنان به کار می رود.

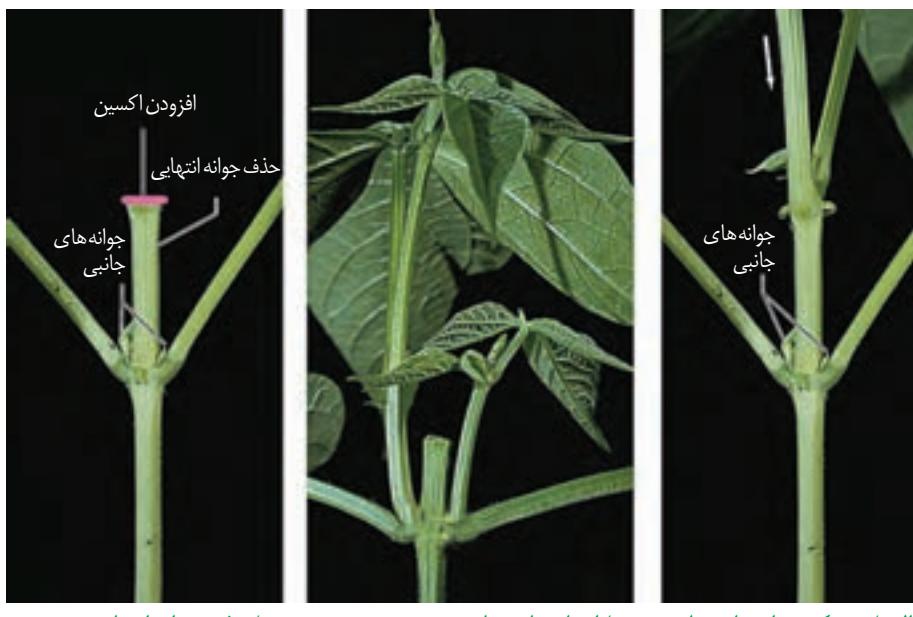
رفت. تولید عامل نارنجی با اتمام این جنگ، ممنوع شد؛ اما چند دهه طول کشید تا جنگل ها احیا شوند. سرطان و تولد نوزادان با نقص های مادرزادی از اثرهای این ماده بود.

سیتوکینین ها: هورمون جوانی

سیتوکینین ها با تحریک تقسیم یاخته ای و در نتیجه ایجاد یاخته های جدید، پیر شدن اندام های هوایی گیاه را به تأخیر می اندازند. به همین علت با افسانه کردن سیتوکینین روی برگ و گل ها آنها را تازه نگه می دارند. سیتوکینین ها هورمون ساقه زایی نیز نامیده می شوند. به کارگیری این هورمون در کشت بافت، سبب ایجاد ساقه از یاخته های تمایز نیافته می شود.

شاخه و برگ های بیشتر: برهم کنش دو تنظیم کننده

اگر بخواهید گیاهی پرشاخ و برگ تر داشته باشید، چه کار می کنید؟ احتمالاً سرشاخه هارا که محل جوانه های رأسی (انتهایی) اند، قطع می کنید. همان طور که در شکل ۶-ب می بینید با قطع جوانه رأسی، جوانه های جانبی رشد، و شاخه و برگ جدید ایجاد کرده اند. به اثر بازدارندگی جوانه رأسی بر رشد جوانه های جانبی، چیرگی رأسی می گویند. با قطع جوانه رأسی مقدار سیتوکینین در جوانه های جانبی افزایش و مقدار اکسین آنها کاهش می یابد، درنتیجه جوانه های جانبی رشد می کنند. اگر بعد از قطع جوانه رأسی، در محل برش، اکسین قرار دهیم؛ جوانه های جانبی رشد نمی کنند (شکل ۶-پ). این آزمایش نشان می دهد که اکسین از جوانه رأسی به جوانه های جانبی می رود و مانع از رشد آنها می شود.



شکل ۶- جوانه رأسی مانع از رشد جوانه های جانبی می شود.

الف) رشد کم جوانه های جانبی ب) ایجاد شاخه های جدید پ) حذف جوانه انتهایی

فعالیت ۱

شکل رو به رو تمایز ریشه و ساقه را از یک توده یا خته تمایز نیافته یا همان کال در حضور مقدار متفاوت اکسین و سیتوکینین، در محیط کشت نشان می‌دهد.
از این شکل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

اکسین زیاد
سیتوکینین کم

اکسین کم
سیتوکینین زیاد

جیبرلین‌ها: تلاش برای رفع مشکل

کشف جیبرلین‌ها حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی بود که دانه‌رُست‌های برنج به آن مبتلا می‌شدند. آلوگی دانه‌رُست‌ها به قارچ جیبرلا سبب می‌شد تا به سرعت رشد کنند. این دانه‌رُست‌ها باریک و دراز بودند و بافت استحکامی کافی نداشتند، در نتیجه خم می‌شدند و روی زمین می‌افتادند. مسلماً چنین بیماری سبب کاهش محصول برنج و در نتیجه زیان‌های فراوان بود. دانشمندان با استخراج و شناسایی ترکیبات به دست آمده از قارچ جیبرلا، توانستند جیبرلین‌ها را شناسایی و معرفی کنند. پس از آن مشخص شد که جیبرلین‌ها در گیاهان نیز تولید می‌شوند و رشد و فعالیت‌های آنها را کنترل می‌کنند. این تنظیم‌کننده‌های رشد در افزایش طول ساقه از طریق تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم آن، رشد میوه و رویش دانه‌ها نقش دارند؛ این هورمون گیاهی را برای تولید میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها به کار می‌برند (شکل ۷).



ب) درشت شدن میوه

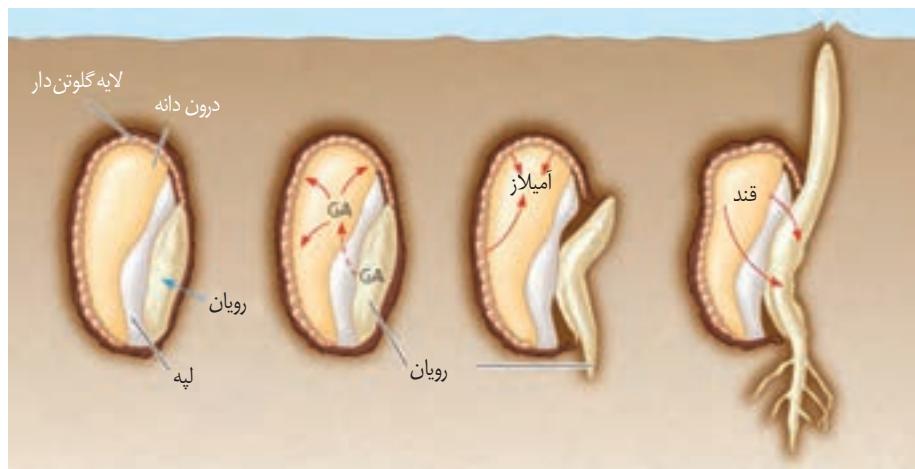


الف) افزایش طول ساقه

شکل ۷- اثر جیبرلین بر گیاهان بوته‌ای (الف) و میوه‌ها (ب).

جیبرلین‌ها و رویش بذر غلات: رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند. این هورمون بر خارجی ترین لایه درون دانه (لایه گلوتن دار) اثر می‌گذارد و سبب تولید و رهاشدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود (شکل ۸). این آنزیم‌ها دیواره یاخته‌ها و ذخایر درون دانه را تجزیه می‌کنند. نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز تجزیه می‌شود.

شکل ۸- جیبرلین‌ها در تجزیه ذخایر رویان غلات نقش دارند.
رویان: GA؛ جیبرلیک اسید



بیشتر بدانید

نام‌گذاری نادرست

آبسیزیک اسید از واژه Abscission به معنای ریزش گرفته شده است. پژوهشگران ابتدا براین باور بودند که این عامل عامل ریزش برگ‌هاست. پژوهش‌های بیشتر نشان داد که این ترکیب نقشی در ریزش برگ‌ها ندارد؛ اما نام آبسیزیک اسید برای این تنظیم‌کننده رشد باقی ماند.

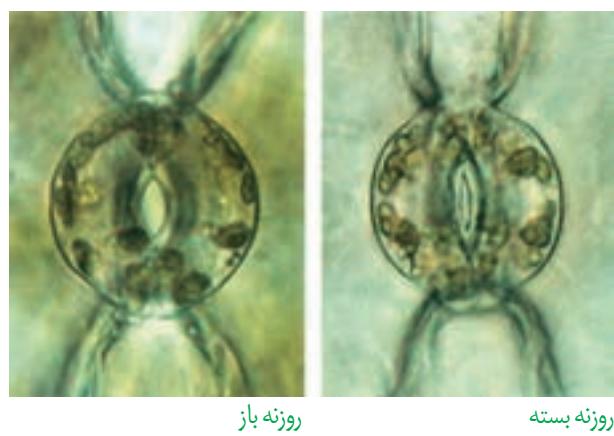
با زاده‌نده‌های رشد

آبسیزیک اسید و اتیلن دو تنظیم‌کننده رشدند که در فرایندهای متفاوتی مانند مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه‌ها، ریزش برگ و میوه نقش دارند.

آبسیزیک اسید: مقابله با شرایط نامساعد

فرض کنید محیط رطوبت کافی برای تأمین آب مورد نیاز برای رشد دانه‌رُست را نداشته باشد. اگر دانه در این شرایط رویش یابد، چه بر سر دانه‌رُست می‌آید؟ اگر گیاه در شرایط خشکی قرار گیرد و روزنه‌ها همچنان باز بمانند چه چیزی رُخ می‌دهد؟

شرایط نامساعد محیط مانند خشکی، تولید آبسیزیک اسید را در گیاهان تحريك می‌کند. آبسیزیک اسید سبب بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه حفظ آب گیاه و همچنین مانع رویش دانه و رشد جوانه‌ها در شرایط نامساعد می‌شود. به طور کلی این تنظیم‌کننده، رشدگیاهان را در پاسخ به شرایط نامساعد، کاهش می‌دهد (شکل ۹).



شکل ۹- حفظ آب گیاه با بسته شدن روزنه‌ها.

اتیلن: رسیدن میوه‌ها

شاید شما هم شنیده باشید که برای رسیدن میوه‌های نارس می‌توانید در پاکت میوه‌ها، یک سیب یا

بیشتر بدانید

تغییر در ژن‌ها

این گل‌های اطلسی در یک زمان چیده شده و به مدت ۱۸ ساعت در محیط اتیلن دار قرار گرفته‌اند. همان‌طور که می‌بینید بعضی پژمرده و بعضی همچنان شاداب‌اند. گل‌های شاداب متعلق به گیاهی است که با دستکاری ژنی، نسبت به اتیلن غیرحساس شده‌اند.

موزرسیده قرار دهد. از میوه‌رسیده چه چیزی خارج می‌شود که باعث رسیدگی میوه‌های نارس می‌شود؟ دانشمندان در پژوهش‌های خود دریافتند که از میوه‌های رسیده اتیلن آزاد می‌شود و مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. اتیلن گازی است که از سوخت‌های فسیلی نیز رهایی نمی‌شود. سال‌های قبل از آنکه دانشمندان بدانندگی‌یاهان اتیلن تولید می‌کنند، معلوم شده بود که اتیلن حاصل از سوخت‌های فسیلی باعث ریزش برگ درختان می‌شود. اتیلن در ریزش میوه نیز نقش دارد. بافت‌های آسیب دیده گیاهان نیز اتیلن تولید می‌کنند. گاهی میوه‌ها را نارس می‌چینند و زمانی که می‌خواهند آنها را در بازار پخش کنند، به مدت مشخصی، در محیط اتیلن دار قرار می‌دهند تا رسیده شوند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- گوجه فرنگی‌های هر دو جعبه در یک زمان چیده شده، اما گوجه فرنگی‌های سمت راست، سه روز در محیط اتیلن دار بوده‌اند.

ردپای اتیلن در چیرگی رأسی

دیدید که اکسین، عامل چیرگی رأسی است و مانع رشد جوانه‌های جانبی در حضور جوانه رأسی یا انتهایی می‌شود. اکسین جوانه رأسی، تولید اتیلن در جوانه‌های جانبی را تحریک می‌کند و در نتیجه با افزایش اتیلن در جوانه‌های جانبی، رشد آنها متوقف می‌شود.

ریزش برگ

برگ هنگامی می‌ریزد که ارتباط آن با شاخه قطع شده باشد. با توجه به شناختی که از ساختار یاخته‌ها و بافت‌های گیاهی دارید آیا می‌توانید تغییراتی را که در ساختار برگ رخ می‌دهد، بیش بینی کنید؟ اگر بنا باشد که ارتباط برگ با شاخه قطع شود باید یاخته‌ها از هم جدا شوند. مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهد که در قاعده دمیرگ در محل اتصال به شاخه، لایه جداکننده تشکیل می‌شود. یاخته‌ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده از هم جدا می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند، در

بیشتر بدانید

تنظیم کننده‌های دیگر

انواع دیگری از ترکیبات تنظیم کننده در گیاهان وجود دارد. براسینو استروئیدها، جاسمونات‌ها و سالیسیلیک اسید از این ترکیبات‌اند.

بیشتر بدانید

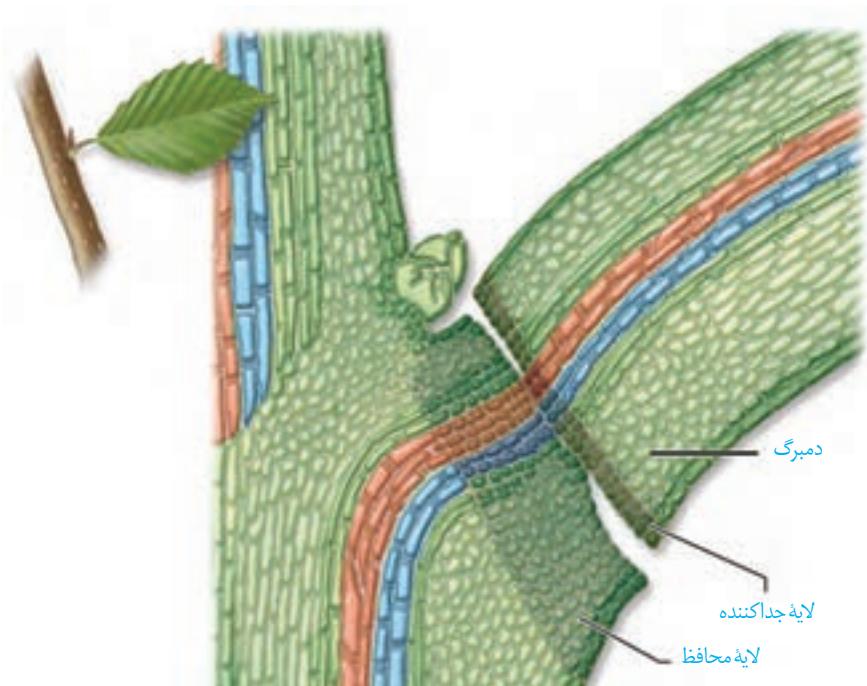
ترکیباتی مشابه هورمون‌های

جانوری

ترکیباتی در سویا وجود دارد که شبیه هورمون‌های جنسی‌اند. یکی از آنها ترکیبات شبه استروژنی است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که سرطان پروسات در کشورهای شرق دور که استفاده فراوانی از فراورده‌های غذایی سویا (لوبیای روغنی) دارند، کمتر از کشورهای دیگر است. همچنین از فراورده‌های سویا داروهایی برای کاهش علائم پائسگی ساخته می‌شود.

نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. با چوب پنهانی ای شدن یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند، لایه محافظتی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌شود (شکل ۱۱).

مشخص شده است که برگ در پاسخ به افزایش نسبت اتیلن به اکسین، آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره را تولید می‌کند.



شکل ۱۱- ریزش برگ با تشکیل لایه جداکننده.

فعالیت ۲

یکی از دلایل خراب شدن میوه‌ها هنگام ذخیره یا انتقال، تولید اتیلن در آنهاست. برای رفع این مشکل، ترکیباتی به کار می‌برند که با اتصال به گیرنده‌های اتیلن که در یاخته وجود دارند، سبب توقف فرایند رسیدگی می‌شوند. اکنون زیست شناسان در تلاش اند با تغییر در ژن، گیاهان را نسبت به اتیلن غیر حساس کنند. به نظر شما این ایده برای گیاهان میوه‌دار مناسب است؟ برای پاسخ خود دلیل ارائه دهید.

فعالیت ۳

با توجه به اینکه فرمول شیمیایی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده است، این ترکیبات به طور مصنوعی ساخته می‌شوند و برای تولید و نگهداری محصولات کشاورزی به کار می‌روند. به نظر شما آیا این

ترکیبات می‌توانند سلامت انسان و محیط زیست را تهدید کنند؟

گفتار ۲ پاسخ به محیط

شاید توجه کرده باشید که درختان با کاهش سرما گل می‌دهند، یا اینکه گلبرگ‌های بعضی گیاهان در شب بسته می‌شوند. آیا می‌توانید مثال‌های دیگری نیز درباره پاسخ گیاهان به شرایط محیطی ارائه دهید؟ در ادامه انواعی از این پاسخ‌ها را بررسی می‌کنیم.

پاسخ به نور

دیدیم که ساقه به سمت نور یک جانبه خم می‌شود. آیا پاسخ ریشه به نور یک جانبه، همانند ساقه است؟ می‌دانید که نقش نور در گیاهان، حیاتی است؛ اما نور افزون بر نقشی که در فتوسنتز دارد، فرایندهای متفاوتی را در گیاهان تنظیم می‌کند. گل‌دهی یکی از این فرایندها است که در ادامه به آن می‌پردازیم.

فعالیت ۴

(الف) پیش‌بینی می‌کنید که پاسخ ریشه به نور یک جانبه چه باشد؟

(ب) برای بررسی درستی پیش‌بینی خود، آزمایشی طراحی کنید.

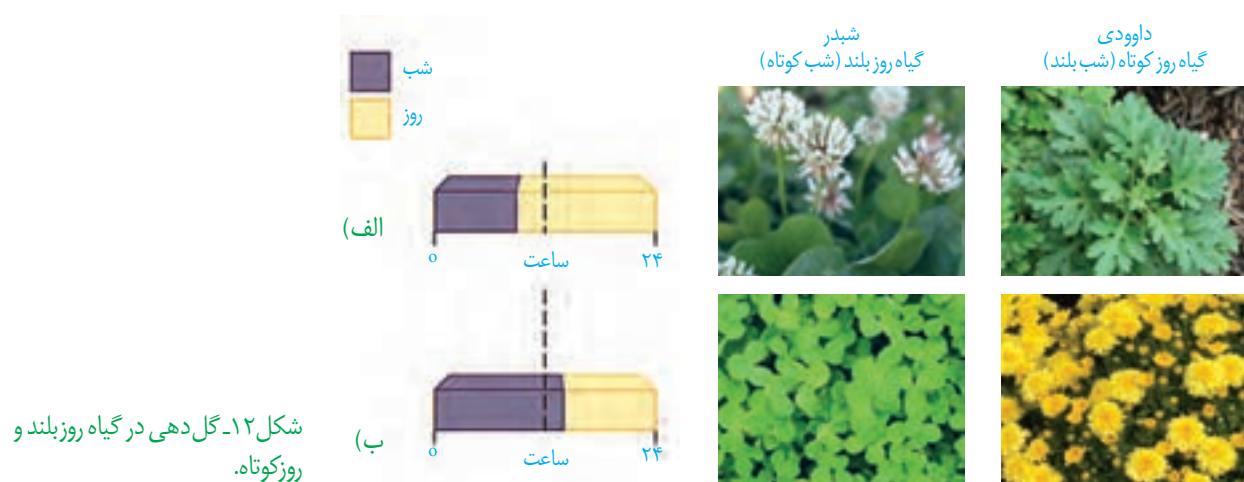
(پ) آزمایشی را که طراحی کرده‌اید با چند گیاه انجام و نتیجه را گزارش دهید.

گل‌دهی در گیاهان

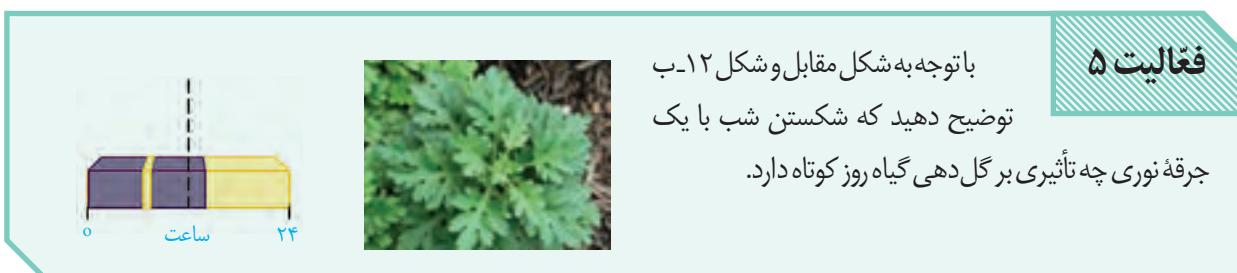
گیاهانی که در محل زندگی خود می‌بینند، در چه فصل یا فصل‌هایی گل می‌دهند؟ چرا بعضی گیاهان در فصلی خاص و بعضی در همه فصل‌ها گل می‌دهند؟ اگر بخواهیم گیاهی را که در تابستان گل می‌دهد، مثلاً در پاییز و ادار به گل‌دهی کنیم، آن را باید در چه شرایطی قرار دهیم؟ گیاه هنگامی گل می‌دهد که مریستم رویشی که در جوانه قرار دارد، به مریستم گل یا زایشی تبدیل شود. این تبدیل به شرایط محیطی مانند دما و طول روز و شب وابسته است.

گیاهان را براساس نیاز به نور، برای گل‌دهی در سه دسته روز کوتاه، روز بلند و بی تفاوت قرار می‌دهند. گیاه داودی در روزهای کوتاه پاییز گل می‌دهد. در واقع این گیاه برای گل دادن به شب‌های طولانی نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی کمتر نباشد. شبدر که در تابستان گل می‌دهد، روز بلند است. این گیاه برای گل دادن به شب‌های کوتاه نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی بیشتر نباشد (شکل ۱۲). آگاهی از تأثیر نور بر گل‌دهی به پرورش دهنده‌گان گل امکان داد تا با ایجاد شرایط نوری مصنوعی بتوانند در همه فصل‌ها، گل‌هایی با نیازهای نوری متفاوت پرورش دهند.

به هر حال گل دادن بعضی گیاهان وابسته به طول شب و روز نیست. چنین گیاهانی را بی تفاوت می‌نامند؛ گیاه گوجه فرنگی از این گروه است.



شکل ۱۲- گل دهی در گیاه روز بلند و روز کوتاه.



باتوجه به شکل مقابل و شکل ۱۲- ب

توضیح دهید که شکستن شب با یک

جرقه نوری چه تأثیری بر گل دهی گیاه روز کوتاه دارد.

فعالیت ۵

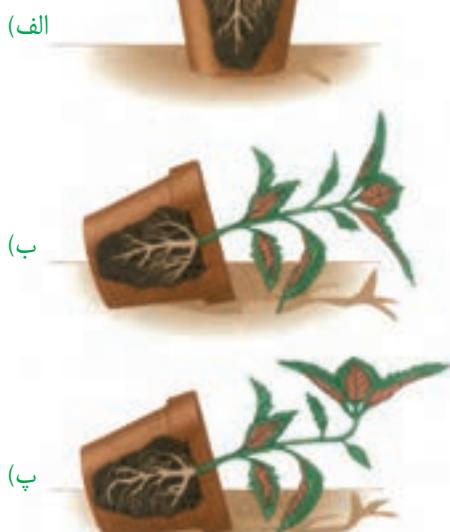
پاسخ به دما

گیاهان هر دمایی را نمی‌توانند تحمل کنند. مثلاً سرمای شدید می‌تواند مانع از رویش دانه‌ها و جوانه‌ها شود. برگ بعضی درختان با کاهش دما در فصل پاییز می‌ربزد و جوانه‌ها با برگ‌های پولک مانندی حفظ می‌شوند.

دیدیم که گیاهان برای گل دادن نیازهای نوری متفاوتی دارند. بعضی گیاهان برای گل دادن نیاز به گذراندن یک دوره سرما نیز دارند. مثلاً برای نوعی گیاه گندم مشاهده شده است که اگر بذر آن را مرطوب کنیم و در سرما قرار دهیم، دوره رویشی آن کوتاه می‌شود و زودتر گل می‌دهد. کشف این ویژگی در گیاهان، امکان بهره‌برداری از زمین‌هایی را فراهم کرد که اکثر سال با برف و بیخ پوشیده شده‌اند.

پاسخ به گرانش زمین

آیا گرانش زمین بر جهت رشد ساقه و ریشه اثر دارد؟ به شکل ۱۳ نگاه کنید. همان‌طور که می‌بینید ساقه در خلاف جهت گرانش و ریشه در جهت گرانش زمین رشد می‌کند. رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه به گرانش زمین، زمین‌گرایی نامیده می‌شود. می‌توانید با طراحی و اجرای آزمایش‌هایی، زمین‌گرایی را در انواعی از دانه‌های رسته ابررسی کنید.



شکل ۱۳- تأثیر گرانش زمین بر جهت رشد ریشه و ساقه.

پاسخ به تماس

در شکل ۱۴ مثال‌هایی از پاسخ گیاهان به تماس را مشاهده می‌کنید. شاید بعضی گیاهان را دیده باشید که به دور گیاهان دیگر یا یک پایه می‌پیچند. مثلاً ساقه درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه، به دور آن می‌پیچد. پیچش به علت نقاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه گاه و سمت مقابل آن ایجاد می‌شود؛ به طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد.

ضربه زدن به برگ گیاه حساس، باعث تا شدن برگ می‌شود. این پاسخ به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که در قاعده برگ قرار دارند.

برگ تله مانند گیاه گوشتخوار کرک‌هایی دارد که با برخورد حشره به آنها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند که سبب بسته شدن برگ و درنتیجه به دام افتادن حشره می‌شود.



(الف)



(ب)

شکل ۱۴- (الف) پیچش ساقه مو،
ب) روی هم تاشدن برگ‌چه‌های
گیاه حساس،
پ) بسته شدن برگ گیاه گوشت خوار
با برخورد حشره.

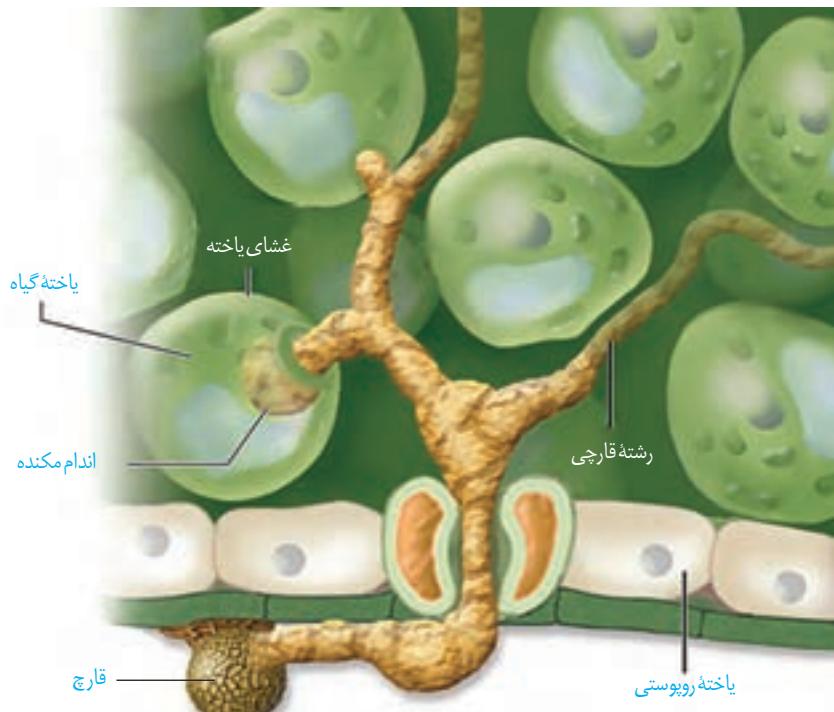
پاسخ‌هایی از جنس دفاع

گیاهان در معرض هجوم عوامل بیماری‌زا و جانوران گیاه‌خوار قرار دارند. شاید نام بیماری‌هایی مانند زنگ گندم یا سیاه‌ک گندم راشنیده باشید. این عوامل سبب تخریب محصولات کشاورزی می‌شوند. به هر حال گیاهان در برابر آنها بی دفاع نیستند. به نظر شما گیاهان چگونه از خود دفاع می‌کنند؟

تلاش برای جلوگیری از ورود

می‌دانید روپوست، خارجی‌ترین سامانه بافتی در بخش‌های جوان گیاه است و در بخش‌های هوایی گیاه با پوستک پوشیده شده است. نقش پوستک را به یاد دارید؟ پوستک تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری‌زا به گیاه می‌شود. همچنین دیواره یاخته‌ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست. وجود ترکیباتی مانند لیگنین یا سیلیس در دیواره به سخت شدن آن و درنتیجه افزایش توان

این سد فیزیکی کمک می کند. با این حال عوامل بیماری زامی توانند با عبور از منفذ روزنه ها یا فضای بین یاخته ها از این سد بگذرند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- پوستک، سدی در برابر ورود عوامل بیماری زاست.

بافت چوب پنبه نیز در اندام های مسن گیاهان، علاوه بر حفظ آب، مانع در برابر عوامل آسیب رسان است.

شکل ۱۶- (الف) خارها گیاهان را از خوردشدن به وسیله گیاهخواران حفظ می کنند.
ب) مواد چسبناک در سطح گیاه که به حشره چسبیده اند.

کرک و خار نیز در دفاع از گیاهان نقش دارند (شکل ۱۶). مثلاً حشره های کوچک نمی توانند روی برگ های کرک دار به راحتی حرکت کنند؛ همچنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گاه غیرممکن می شود.



(ب)



(الف)

بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می‌کنند که در محافظت از آنها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات آنقدر زیاد است که حشره در آن به دام می‌افتد. با سخت شدن این ترکیبات، سنگواره‌هایی ایجاد می‌شود که حشره در آن حفظ شده است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- سنگواره تشکیل شده از ترشحات گیاه و حشره

دفع شیمیایی: گیاهان ترکیباتی تولید می‌کنند که سبب مرگ یا بیماری گیاه خواران می‌شوند. ترکیبات سیانید دار از این گروه‌اند که در تعدادی از گونه‌های گیاهی ساخته می‌شوند. سیانید تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌کند.

آلکالوئیدها در دور کردن گیاهخواران نقش دارند. نیکوتین که از آلکالوئیدهای است، چنین نقشی در گیاه تنباق دارد.

اگر ترکیباتی که گیاه می‌سازد، جانور را نکشد، آن را مسموم می‌کند و جانور از خوردن دوباره آن پرهیز می‌کند. جالب است که چنین ترکیباتی برای خود گیاه مرگبار نیستند؛ به نظر شما گیاه با چه سازوکاری خود را در برابر این ترکیبات حفظ می‌کند؟

مشخص شده است که گیاهان سازوکارهای متفاوتی برای جلوگیری از اثر این مواد بر فرایندهای یاخته‌ای خود دارند. یکی از این سازوکارها تولید ترکیباتی است که در خود گیاه مسمی نیستند؛ بلکه در لوله‌گوارش جانوران تجزیه و به ماده سمی تبدیل می‌شوند. مثلاً گیاه ترکیب سیانید داری می‌سازد که تأثیری بر تنفس یاخته‌ای ندارد؛ اما وقتی جانور گیاه را می‌خورد، این ترکیب تجزیه و سیانید که سمی است از آن جدا می‌شود.

بیشتر بدانید گون سمی

گون‌ها گیاهانی بوته‌ای اند و در مراتع می‌رویند. نوعی گون که به گون سمی مشهور است، ترکیبات آلکالوئیدی دارد که بر دستگاه عصبی تأثیر می‌گذارد. اگر دام‌ها از این گیاه تغذیه کنند، سُست می‌شوند و از غذا خوردن باز می‌مانند.



بعضی گیاهان با تولید موادی که برای گیاهان دیگر سمی‌اند، از رویش دانه باشد گیاهان دیگر در اطراف خود جلوگیری می‌کنند. به نظر شما این ویژگی چه نقشی در ماندگاری چنین گیاهانی دارد؟

فعالیت ۶

مرگ یاخته‌ای

گیاه کاساوای

این گیاه بومی امریکای جنوبی است و پوست ریشه آن سرشار از ترکیب سیانید دار است. این ریشه نشاسته فراوان دارد و یکی از منابع غذایی است. مقدار اندکی ترکیب‌های سیانید دار در مغز دانه زرد آلو نیز وجود دارد.



شکل ۱۸- با مرگ یاخته‌ها ارتباط یاخته‌های آلوده با سالم قطع می‌شود.

مرگ یاخته‌ای یکی دیگر از پاسخ‌های دفاعی در گیاهان است. فرض کنید نوعی ویروس بیماری زا توانسته است به گیاه نفوذ کند. ورود ویروس در گیاه فرایند هایی را به راه می‌اندازد که نتیجه آن، مرگ یاخته‌های آلوده و قطع ارتباط آنها با بافت‌های سالم است. در نتیجه ویروس نمی‌تواند در بافت‌های سالم گیاه تکثیر یابد و گیاه فرصت پیدامی کند تا با سازوکارهای دیگری مانند تولید ترکیبات ضد ویروس با آن مقابله کند (شکل ۱۸). در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیله آنزیم‌های خود گوارش می‌شود. سالیسیلیک اسید که از تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان است در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاخته گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند.



جانوران از گیاهان حفاظت می‌کنند

شکل ۱۹- این مورچه‌ها در حقیقت از محل زندگی خود محافظت می‌کنند.



به شکل ۱۹ نگاه کنید! انبوهی از مورچه‌ها به حشره‌ای که قصد خوردن برگ‌های درخت آکاسیا را دارد، هجوم برده‌اند. بعید است که حشره بتواند از حمله‌های مرگبار این مورچه‌ها جان سالم به در برد. دیده شده است که این مورچه‌ها حتی به پستانداران کوچک و گیاهان دارزی نیز حمله می‌کنند. گیاهان دارزی، گیاهانی اند که روی درختان رشد می‌کنند. جالب است که گرده‌افشانی درخت آکاسیا وابسته به زنبورهاست. چه



چیزی مانع از حمله مورچه‌ها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود؟ مشخص شده است وقتی گل‌های آکاسیا باز می‌شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می‌کنند که با فراری دادن مورچه‌ها مانع از حمله آنها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود.

بعضی گیاهان در برابر حمله گیاه خواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می کنند که سبب جلب جانوران دیگر می شود. همین طور که در شکل ۲۰-الف می بینید، نوزاد کرمی شکل حشره در حال خوردن برگ تنباقو است. از یاخته های آسیب دیده برگ، ترکیب فراری متصاعد می شود که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می کند. زنبور ماده ای که در آن اطراف زندگی می کند، بار دیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی شکل می رساند و روی آن تخم می گذارد. نوزادان زنبور بعد از خروج از تخم از نوزاد کرمی شکل تغذیه می کنند و در نتیجه آن را می کشنند. نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.



شکل ۲۰-چه روابطی بین این سه جاندار وجود دارد؟



ث) زنبور وحشی در حال تخم‌گذاری روی نوزاد کرمی شکل حشره

الف) فردی بر این باور است که امواج صوتی بر رشد و میزان محصول گیاهان تأثیر دارد. آیا شما با این نظر موافق اید؟ برای تأیید یا

فعالیت ۷

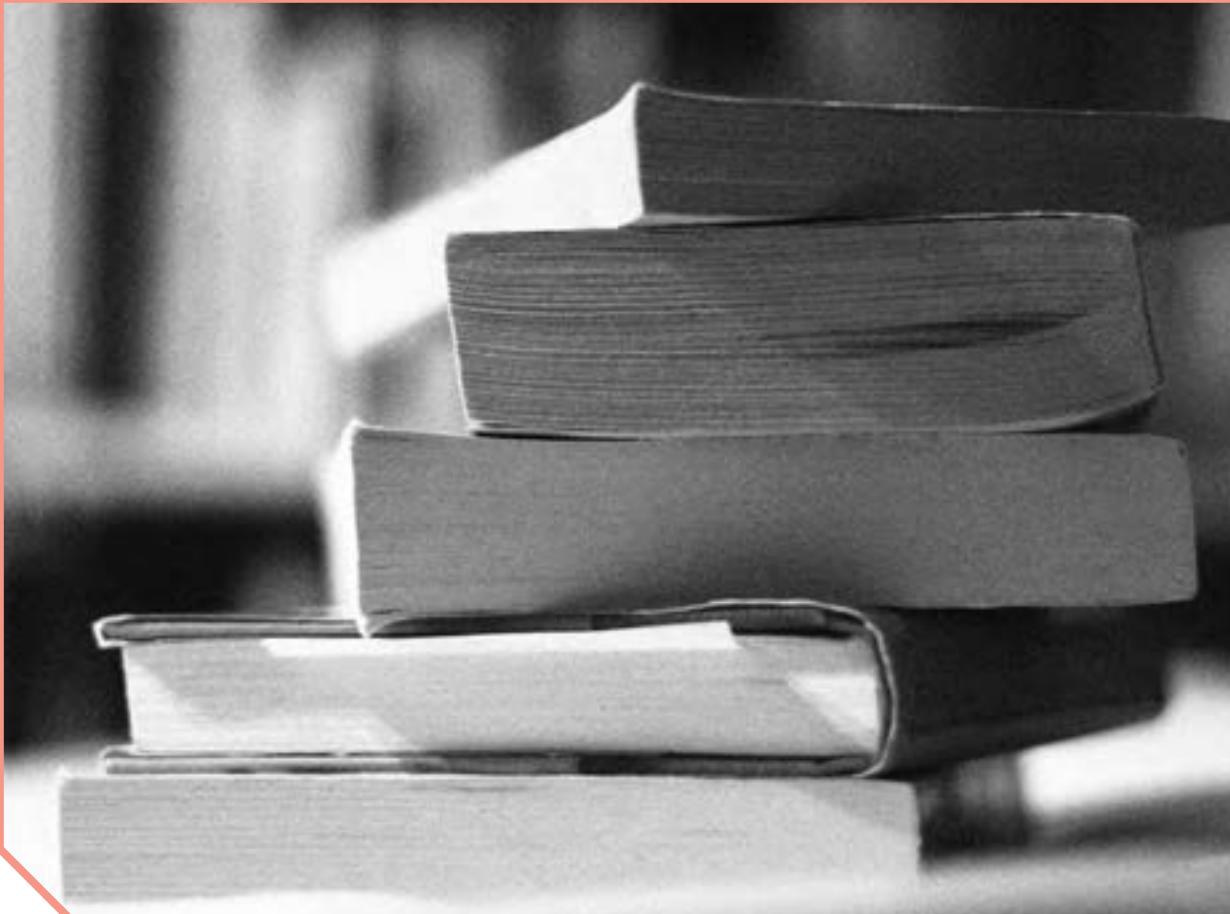
ردّ این نظر چه آزمایشی طراحی می کنید؟

ب) نمونه هایی از سازوکارهای دفاعی در گیاهان محل زندگی خود و نیز ارتباط هایی که بین آنها و جانوران وجود دارد گزارش کنید.

بیشتر بدآیند سم در گیاهان

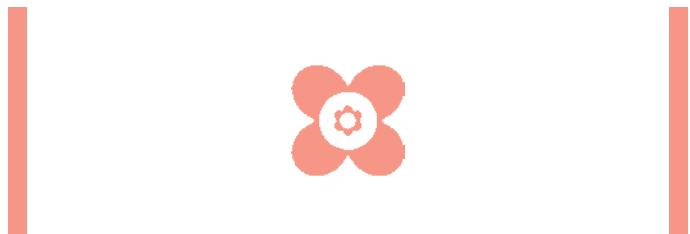
ترکیبی به نام ریسین در پوسته دانه کرچک وجود دارد که از سیانید و سم مار کبری کشنده تر است. روغن کرچک از دانه بدون پوسته گرفته می شود.





فهرست منابع

- Raven Peter, Mason Kenneth, Losos Jonathan, Singer Susan, Biology, 11th Edition, McGraw-Hill, 2017.
- John E. Hall, Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology , 13th Edition, Elsevier, 2016.
- Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, David Morgan, Martin Ra, Keith Roberts, and Peter Walter, Molecular Biology of The Cell ,6th Edition, Garland Science, 2015.
- Neil A.Campbell,Biology A Global Approach,10 th Edition, Pearson Education,2015.
- Abul Abbas Andrew H.Lichtman, Shiv Pillai, Basic Immunology ,Functions and Disorders of the Immune System, 5th Edition, Elsivier, 2015.
- Solomon Eldera ,Berg Linda, Martin Diana, Biology, 10 Th Edition, Thomson, 2015.
- Hoefnagels Marielle, Biology, Concepts and Investigations, 3th Edition, McGraw-Hill, 2015.
- Abul Abbas, Andrew H.Lichtman, Shiv Pillai, Cellular and Molecular Immunology, 8th Edition, Elsevier, 2014.
- L. Mescher, Junqueira's Basic Histology Anthony,13th Edition, Mc GrawHill ,2013.
- Eric P. Widmaier, Vander's Human Physiology, 13th Edition, Mc GrawHill, 2013.
- Cecie Starr, Bilogy Today and Tomorrow with Physiology ,Broks/Cole,Cengage Learning, 4th Edition, 2013.
- Mader Sylvia &Windelspecht Michael, Biology,11Th Edition,McGraw-Hill, 2013.
- Russel Hertz Mcmillan, Biology The Dynamic Science, 2end Edition, Broks/Cole, Cengage Learning, 2011.
- Cleveland P. Hickman, Integrated Principles of Zoology, 14th Edition, M Graw-Hill, 2008.
- Linda Berg, Introductory Botany, Plants, People, and Environment, Thomson Brooks, 2008.



**واژه های مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی در
کتاب زیست شناسی ۲ پایه یازدهم**

واژه به انگلیسی	واژه مصوب	واژه بیگانه	
Axon	آسه	اکسون	فصل ۱
Parasympathetic	پادھم حس	پاراسمپاتیک	
Dendrite	دارینه	دندریت	
Sympathetic	هم حس	سمپاتیک	
Synapse	همايه	سیناپس	
Limbic	کناره ای	لیمبیک	
Chiasma	چلیپا	کیاسما	فصل ۲
Thyroid	سپرديس	тирؤئيد	فصل ۴
Antigen	پادگين	آنٹي ژن	فصل ۵
Diapedesis	تراگذری	دیاپدز	
Polyplloid	چندلا د	پلیپلوئید	
Tetrad	چهارتايه	تراد	
Diploid	دولاد	ديپلوئید	
Centriole	ميانک	ساتريلول	فصل ۶
Chromatid	فامينك	کروماتيد	
Chromatin	فامينه	کروماتين	
Chromosome	فامتن	کروموزوم	
Mitosis	رشتمان	ميتوز	
Meiosis	کاستمان	ميوز	
Nucleosome	ھسته تن	نوکلئوزوم	
Haploid	تك لاد	هاپلوييد	

فصل ۷

Acrosome	تارکتن	آکروزوم
Amnion	درون شامه رویان	آمنیون
Epididymis	برخاگ	اپیدیدیم
Spermatocyte	زامیاخته	اسپرماتوسیت
Spermatogonium	زامه‌زا	اسپرماتوگونی
Spermatid	زامیاختک	اسپرماتید
Spermatogenesis	زامه‌زایی	اسپرم زایی (اسپرماتوژنژ)
Oocyte	مامیاخته	اووسیت
Oogonium	مامه‌زا	اووگونی
Sonography	صوت‌نگاری	سونوگرافی
Follicle	انبانک	فولیکول
Chorion	برون شامه رویان	کوریون
Sperm	زامه	گامت نر (اسپرم)
Hermaphrodite	نرماده	هرمافرودیت
Endosperm	درون دانه	آندوسپرم

فصل ۸

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه اندازی شده تا باریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی، دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پژوهه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

کتاب زیست شناسی ۲ – کد ۱۱۱۲۱۶

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	مهران داوری فر	گلستان
۲	مجید بقابی	شهر تهران
۳	مسعود خانمحمدی	آذربایجان شرقی
۴	فهیمه حاجی محمد سمیعی	البرز
۵	غلامرضا زمردی	همدان
۶	ملیحه نظام دوست	خراسان جنوبی
۷	مزگان نظری	کرمانشاه
۸	وحید لطفی	آذربایجان غربی
۹	سکینه طبیبی	البرز
۱۰	شیوا خیرجوئی	آذربایجان غربی
۱۱	گیتی بلایی دهکردی	چهارمحال و بختیاری
۱۲	فرانک نصیرپور	آذربایجان شرقی
۱۳	گیتی علیزاده	اصفهان
۱۴	بتول جلیلی	خراسان جنوبی
۱۵	محبوبه فردوسی مکان	خراسان رضوی
۱۶	عفت نخعی سرودانی	کرمان
۱۷	زهرا جزایری	فارس
۱۸	علی مقدم	گیلان
۱۹	ماشالله درویشی	بوشهر
۲۰	منصوره ریس دانا	شهر تهران
۲۱	مهناز هجران	شهر تهران

قم	منصوره بیان	۲۲
بوشهر	راضیه دانا	۲۳
فارس	خدابخش بهزادی	۲۴
کرمان	سیدرضا جعفری	۲۵
شهرستان های تهران	مهرانوش صفارپور	۲۶
قم	حمدیرضا قلیچ خانی	۲۷
آذربایجان شرقی	محسن هادی	۲۸
گیلان	علی صدق آمیز	۲۹
ایلام	صفا رشیدی	۳۰
همدان	سکینه حاجی ولیئی	۳۱
خراسان شمالی	ناهید منور	۳۲
چهارمحال و بختیاری	مختار حیدری	۳۳
سمنان	اللهه صفاریه	۳۴
کردستان	ابوالفضل یاسائی	۳۵
قزوین	مسعود پارس‌امجد	۳۶
سمنان	فاطمه نبوی چاشمی	۳۷
مازندران	قدیر فتاحی کیاسری	۳۸
اصفهان	علیرضا شمس آبادی	۳۹
کهگیلویه و بویراحمد	مریم ستوده	۴۰
سیستان و بلوچستان	بهمن هرمزی	۴۱
لرستان	غلامحسن ویسکرمی	۴۲
خراسان شمالی	علیرضا حسین زاده	۴۳
هرمزگان	فخرالسادات قربی	۴۴
زنجان	عارفه منظمی	۴۵
اردبیل	ثریا جلیلیان	۴۶
کردستان	ثریا کریمی	۴۷
ایلام	مهناز جایروند	۴۸
کرمانشاه	مهرداد فرجی	۴۹
بزد	مهدیه تقدبی سیار	۵۰
بزد	جعفر پوراکرمی	۵۱
خوزستان	مریم قاسم زاده دهکردی	۵۲
خراسان رضوی	علیرضا لطفی	۵۳
مازندران	فاطمه یحیی زاده ساروی	۵۴

