

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

اللّٰهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَعَلَىٰ آلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ لِرَبِّكَ

## زیست شناسی (۲)

رشته علوم تجربی

پایه نهم

دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

رسمت‌شناسی (۲) رشته برنامه‌ریزی آموزشی - ۱۳۹۶

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

تألیف: شکیب کتایبی، داری غفوری و مهین‌تقیه نظری

هنی‌آل محمد محمد ابراهیمی، مریم انصاری، علیرضا انصاری، الهه علوی، محمدهادی و بهمن نظریان  
(انصاری شورای برنامه‌ریزی)

هنی‌آل محمد محمد ابراهیمی، مریم انصاری، الهه علوی و بهمن نظریان (انصاری گروه تولید)، بهمن  
نظریان (دورنشان علمی)، محمد کتایبی (دورنشان علمی)

آرایه‌کل نظارت بر تدریس و آموزش مواد آموزشی

احمدرضا حسینی (مدیر آموزشی و چاپ)، مجید ناگوری (نویسنده دبیر هنری)، آرشان رحمانی  
اندرج گرافیک، طرح جلد و صفحه‌آرایی، عزیز عطار (نگارش، شرح کتابخانه، قطعه نگاره‌ها)،  
قطعه‌نویسی، حسین رفیعی (نگارش، قطعه‌نویسی)، فاطمه زینب (نگاره‌ها)، امیر کتایبی

تهران: خلیجان پرنسپال شعبانی، پست‌کتابخانه شماره ۹ آموزش و پرورش شهید مومنی

تلفن: ۸۸۸۳۱۳۱۹، پورتال: ۸۸۲۰۹۳۶۶، گدیشی: ۵۸۴۲۳۲۹

وبسایت: [www.irtebook.ir](http://www.irtebook.ir)، [www.chap.schi.ir](http://www.chap.schi.ir)

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، تهران: خیابان گلپایه ۱۷، واحد تخصصی طرح، خلیجان (۱۶) و خلیجان  
تلفن: ۳۴۹۸۵۱۴، پورتال: ۴۴۹۸۵۱۶، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، چاپخانه چاپ

چاپ: ۱۹۰۶

نام کتاب:

پدیدآورنده:

هدیه‌یاد برنامه‌ریزی درسی و کتابخانه

شماره دوره: برنامه‌ریزی و کتابخانه

مدیریت آگاهانه‌ی هنری

شماره دوره: آگاهانه‌ی

نشان سازمان

لشکر

چاپخانه:

سنگ انتشار و نهایت چاپ

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۰۵-۲۷۸۵-۶

ISBN: 978-964-05-2785-6



چون‌ها قدر جوانیشان را  
مفاند و آن را در علم و تقوا  
و سازندگی خودشان متوجه  
گردد که اشخاصی امین و  
صالح بشوند عفت‌گت ما نا  
اشکام امین می‌تواند مستقل  
باشد.

امام خطیبی رحمته الله علیه

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجراء آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

توانمندسازی زبان فارسی در همهٔ زمینه‌ها از جمله علم و فناوری، آرمین کتلم ایرانیان است. از این رو در این کتاب از واژگان مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی به جای واژگانی بیگانه استفاده شده است.

میران ارجمند و نقاش آموزان عزیز می‌توانند برای پی بردن به ریشهٔ این واژگان به توضیحاتی که در وبگاه گروه زیست‌شناسی دختر تألیف کتاب‌های درسی آمده است، مراجعه کنند.

۱	<b>فصل ۱ - تنظیم عمومی</b>
۴	بخش ۱ - بسته‌های بافت عمومی
۹	بخش ۲ - ساختار دستگاه عمومی
۱۹	<b>فصل ۲ - حواس</b>
۲۰	بخش ۱ - گیرنده‌های حسی
۲۲	بخش ۲ - حواس ویژه
۲۳	بخش ۳ - گیرنده‌های حسی خاتوران
۲۷	<b>فصل ۳ - دستگاه حرکتی</b>
۲۸	بخش ۱ - استخوان‌ها و اسکلت
۴۵	بخش ۲ - مفاصل و حرکت
۵۳	<b>فصل ۴ - تنظیم شیمیایی</b>
۵۴	بخش ۱ - ارتباط شیمیایی
۵۶	بخش ۲ - غده‌های دیوان‌ریز
۶۳	<b>فصل ۵ - ایمنی</b>
۶۴	بخش ۱ - بخش خط دفاعی - ورود ممنوع
۶۶	بخش ۲ - دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی ایمنی
۷۳	بخش ۳ - سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی
۷۹	<b>فصل ۶ - تقسیم باخته</b>
۸۰	بخش ۱ - فایتن (کریموزوم)
۸۴	بخش ۲ - ریشمان آمیوزا
۹۳	بخش ۳ - کاستمان آمیوزا و تولیدمثل جنسی
۹۷	<b>فصل ۷ - تولیدمثل</b>
۹۸	بخش ۱ - دستگاه تولیدمثل نر نوز
۱۰۲	بخش ۲ - دستگاه تولیدمثل ماده
۱۰۸	بخش ۳ - رشد و نمو جنین
۱۱۵	بخش ۴ - تولیدمثل در خاتوران
۱۱۹	<b>فصل ۸ - تولیدمثل نهان دانگان</b>
۱۲۰	بخش ۱ - تولیدمثل غیر جنسی
۱۲۴	بخش ۲ - تولیدمثل جنسی
۱۳۰	بخش ۳ - از باخته دخم تا گیاه
۱۳۷	<b>فصل ۹ - پاسخ گیاهان به محرک‌ها</b>
۱۳۸	بخش ۱ - تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان
۱۴۴	بخش ۲ - پاسخ به محیط
۱۵۳	فهرست منابع

کتاب زیست‌شناسی ۲ دومین کتاب زیست‌شناسی دوره دوم متوسطه است که برای پایه 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 پایه 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 حرصه 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 دانش‌آموز تحقق یابد در زیر فهرست شده است. انتظار می‌رود دانش‌آموز بتواند:

نظام مندی طبیعت را به عنوان بخشی از خلقت براساس شبکه 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 زندگی 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 مختلف زندگی، رفتارهای سالم، را انتخاب کند، گزارش کند و به کار گیرد.

با درک ماهیت، روش و فرایند علم تجربی، امکان به‌کارگیری 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 اخلاقی 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 شکل می‌پردازد. دانش‌آموزان با مطالعه این کتاب با فرایندها و ساختارهایی آشنا می‌شوند که با وجود تنوع در دنیای زنده از اصول ثابتی پیروی می‌کنند. محتوای این کتاب در تم و زمینه «تنظیم و پایداری» در نه فصل، ارائه شده است.

محتوای این نه فصل شامل تنظیم عصبی و شیمیایی، حس و حرکت، ایمنی، تقسیم باخته ای، تولیدمثل در انسان، جانوران و گیاهان نهانخانه و پانچ گیاهان به حرکت هاست که در قالب متن، تصویر و فعالیت های گوناگون سازماندهی شده است.

مفاهیم اساسی در این کتاب با توجه به بازخوردهای حاصل از آموزش های قبلی، اصلاح و متناسب با یافته های جدید در علم زیست شناسی، 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 زیست شناسی ۱ آموخته های دانش آموزان در دوره اول متوسطه بوده است. در ارائه محتوا، اولویت با آبهایی است که دانش آموز در زندگی با آن مواجه می شود همچنین بر اساس تجربیات به دست آمده از آموزش مفاهیم زیست شناسی، سعی شده تا حد امکان از محتوای صرفاً دانشی پرهیز شود.

آموزش این کتاب مستلزم به کارگیری ظرفیت دانش آموزان در کلاس درس و مذاکرت هر چه بیشتر آنها در امر یادگیری است. معلم در این جزئیگاه نقش تسهیل گر آموزش و نه انتقال دهنده دانش را ایفا می کند.

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 قسمت های کتاب تصاویری از دوره اول متوسطه آمده است. هدف از این کار یادآوری آموخته های قبلی است.
- در بیشتر قسمت های کتاب بحث با طرح سؤالاتی شروع می شود. هدف از این روش درگیر کردن دانش آموز با مبحث، بارش فکری و تا حدی 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 زیست شناسی

- دفتر تألیف کتاب های درسی عمومی و متوسطه نظری

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

■ طرح پرسش ها و مسئله های عددی و محاسباتی از مطالب این کتاب در ارزشیابی آزمون ها و کنکور ممنوع 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.



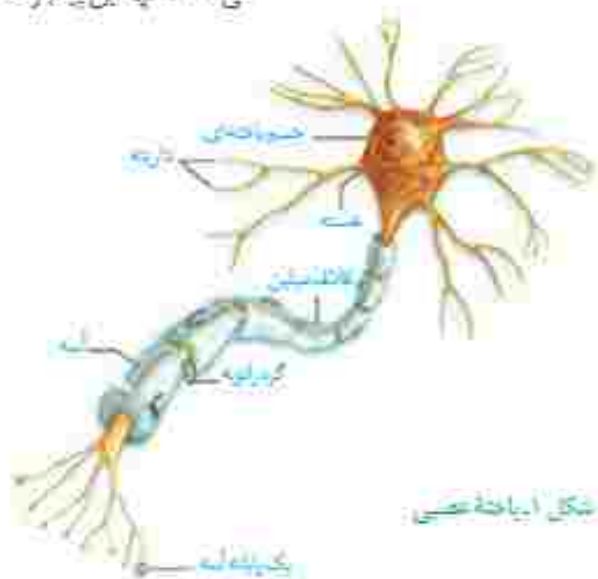
## گفتار ۱

### 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.

**داربته (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 دارند هدایت می‌کند. پیام عصبی از محل پایانه آسه یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود. جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت و ساز 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 داربته بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آنها را عایق بندی می‌کند. غلاف میلین پیوسته نیست و در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را **گره رانویه** می‌نامند که با تکیس آنها در ادامه درس آشنا خواهید شد.

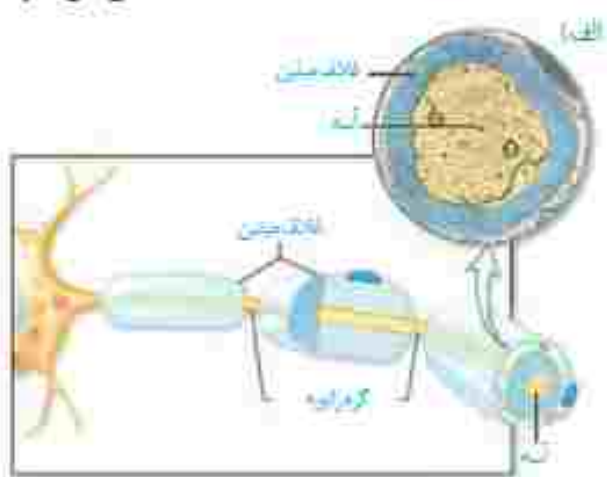


شکل ۱: یاخته عصبی

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.

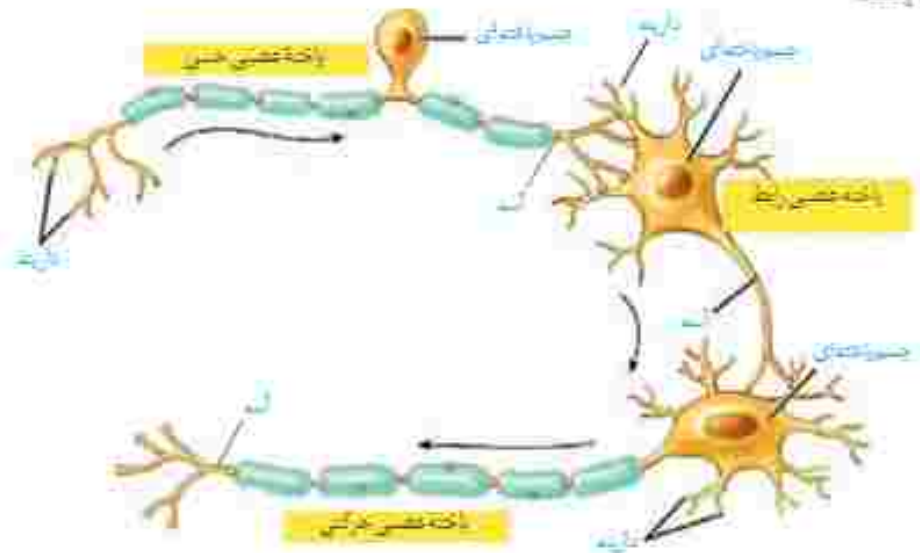
تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند. این یاخته‌ها داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند؛ آنها در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آنها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نیز نقش دارند.

شکل ۲: بافت اطراف عصبی  
با اینگونه‌تکی ساخت آن



## انواع یاخته‌های عصبی

شکل ۳، انواع یاخته‌های عصبی را نشان می‌دهد. یاخته‌های عصبی حسی پیام‌ها را به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. یاخته‌های عصبی حرکتی پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها اعانتد ماهیچه‌ها) می‌برند. نوع سوم یاخته‌های عصبی شکل ۳، یاخته‌های عصبی رابط است که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی را فراهم می‌کنند. هر سه نوع یاخته عصبی می‌توانند دارای یا بدون میلین باشند.



شکل ۳. انواع یاخته‌های عصبی

## واژه‌شناسی

سه / axon / آکسون هر دو کلمه به معنی محور است. سه از کلمه آس گرفته شده است که به محور سنگ آس گفته می‌شود. دایره (dendrite / دندریت) هر دو کلمه به معنی درخت و درخت وار است. دایره از کلمه دار به معنی درخت و (سه) که بسوزد شباهت است ساخته شده که در کل آنچه تیره درخت است معنی می‌دهد.

## فعالیت ۱

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

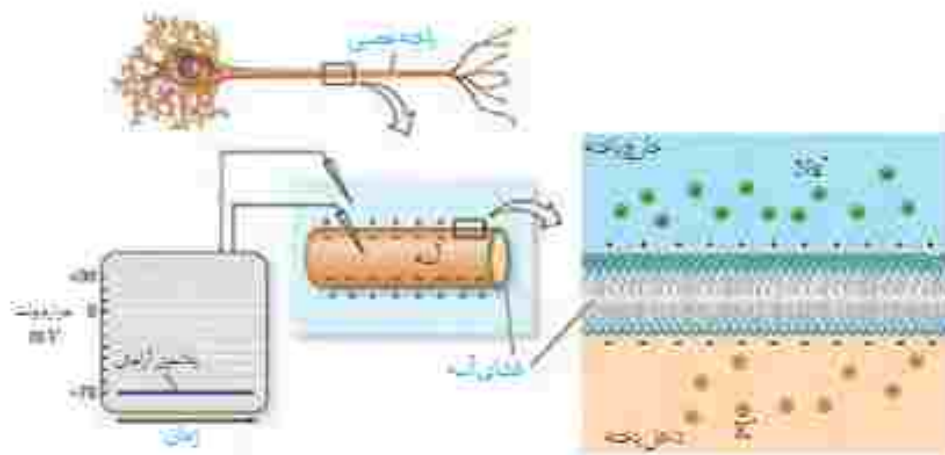
## پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

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

شکل ۴، اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی



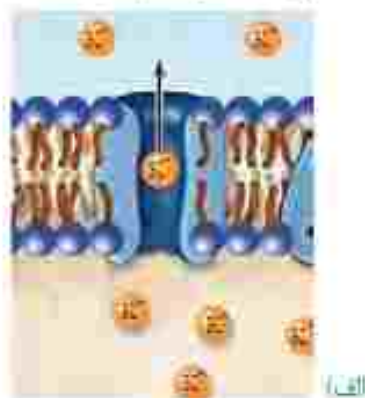
**پتانسیل آرامش:** وقتی یاخته عصبی فعالیت عصبی ندارد، حالت آرامش آن، در دو سوی غشای آن اختلاف پتانسیلی در حدود ۷۰- میلی‌ولت برقرار است (شکل ۵). این اختلاف پتانسیل را پتانسیل آرامش می‌نامند. چگونه این اختلاف پتانسیل ایجاد می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش، درباره یاخته‌های عصبی باید بیشتر بدانیم.



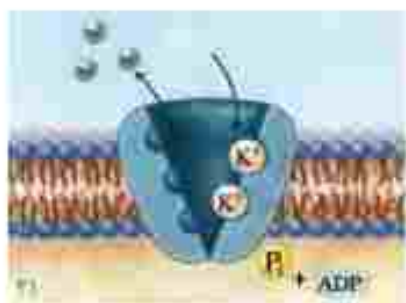
شکل ۳- پتانسیل آرامش در شکل یون‌های پتاسیم در بیرون و یون‌های سدیم در درون پخته نشان داده شده است.

در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاخته عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته، از بیرون آن بیشتر است. در غشای یاخته‌های عصبی، مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند. یکی از این پروتئین‌ها، کانال‌های نشتی هستند که یون‌ها می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده از آنها عبور کنند. شکل ۴- الف، از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم، خارج و یون‌های سدیم به درون یاخته عصبی وارد می‌شوند. تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از یون‌های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.

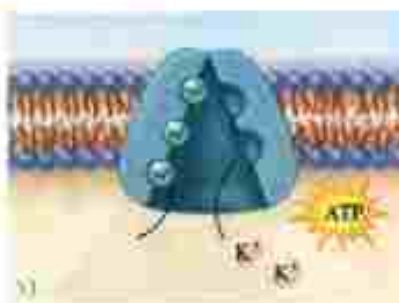
**پمپ سدیم - پتاسیم**، پروتئین دیگری است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. در هر باز فعالیت این پمپ، سه یون سدیم از یاخته عصبی خارج و دو یون پتاسیم وارد آن می‌شوند. این پمپ از انرژی مولکول ATP استفاده می‌کند. شکل ۴- ب،



الف)



ب)



شکل ۴- الف، کانال نشتی که عبور یون‌های پتاسیم از آن نشان داده شده است. ب، با چگونگی کار پمپ سدیم - پتاسیم.

## فعالیت ۲

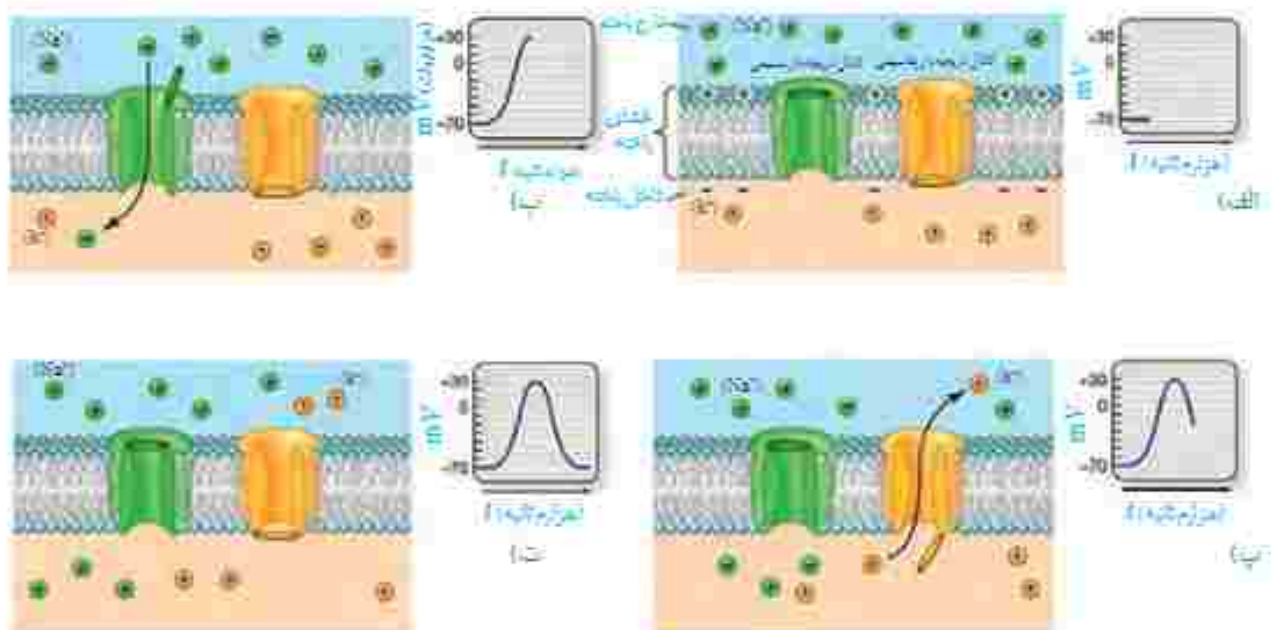
در گروه خود در باره بررسی های زیر گفت و گو و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.  
۱- کار پمپ سدیم، پتانسیم و کانال های یونی را با هم مقایسه کنید.  
۲- چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته های عصبی از بیرون آنها کمتر است؟

### بیشتر بدانید

در دهه ۱۹۵۰ دو دانشمند به نام های هاجکین و هاوکلی برای بررسی تغییرات الکتریکی غشای پتانسیل از آنه خاطر نوبل نبره عرکبه استفاده کردند آنان پتانسیل الکتریکی غشای آسه با اندازه گیری و ترکیب شیمیایی درون آسه و یون های سدیم و پتاسیم بر فعالیت های الکتریکی آن را نیز بررسی کردند حاصل کار آنها یافته های جدیدی در باره عملکرد غشای تحریک پذیر یاخته عصبی به دنبال علامه عرضه و جایزه نوبل رشته فیزیولوژی - پزشکی سال ۱۹۶۲ را نصیب این دانشمندان گردید

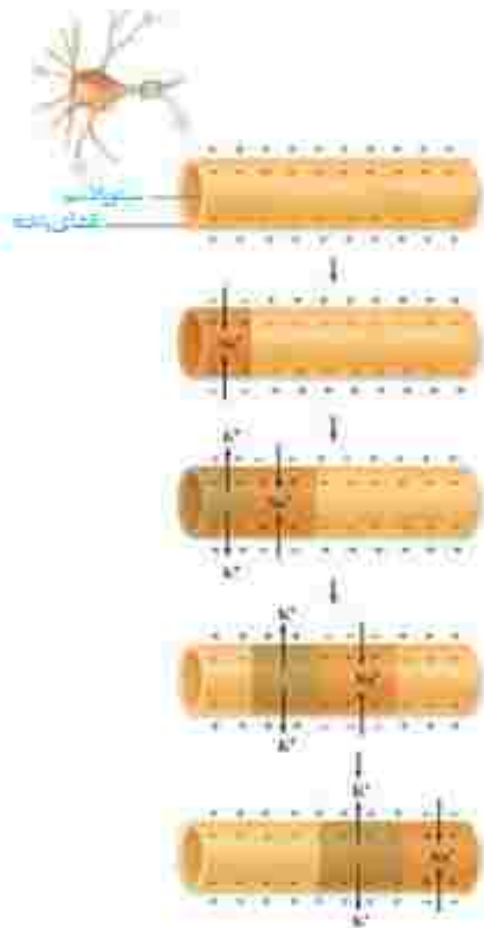
۱- Alan Lloyd Hodgkin  
۲- Andrew Fiddling Huxley

**پتانسیل عمل:** دانشمند که در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته عصبی از بیرون آن کمتر است. وقتی یاخته عصبی تحریک می شود در محل تحریک، اختلاف پتانسیل دو سوی غشای آن به طور ناگهانی تغییر می کند داخل یاخته از بیرون آن، مثبت تر می شود و پس از زمان کوتاهی، اختلاف پتانسیل دو سوی غشا، دوباره به حالت آرامش برمی گردد. این تغییر را پتانسیل عمل می نامند. هنگام پتانسیل عمل، در یاخته عصبی چه اتفاقی می افتد؟  
در غشای یاخته های عصبی، پروتئین های به نام کانال های دریچه دار وجود دارند که با تحریک یاخته عصبی باز می شوند و یون ها از آنها عبور می کنند. وقتی غشای یاخته تحریک می شود، ابتدا کانال های دریچه دار سدیمی باز می شوند و یون های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی درون آن، مثبت تر می شود پس از زمان کوتاهی این کانال ها بسته می شوند و کانال های دریچه دار پتانسیمی باز و یون های پتانسیم خارج می شوند. این کانال ها هم پس از مدت کوتاهی بسته می شوند (شکل ۱۷). به این ترتیب، دوباره پتانسیل غشا به پتانسیل آرامش (۷۰-۸۰) بر می گردد.  
فعالیت بیشتر پمپ سدیم، پتانسیم موجب می شود خلقت یون های سدیم و پتانسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش باز گردد.



شکل ۱۷- چگونگی ایجاد پتانسیل عمل - در شکل یون های پتانسیم بیرون و یون های سدیم درون یاخته نشان داده شده اند.

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 ۱۸). رشته عصبی آسه یا داربند بلند است.



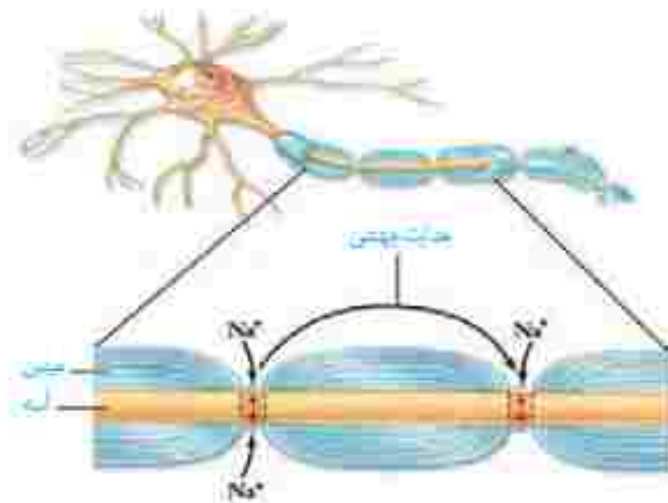
### گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر سریع‌تر است. در حالی که میلین عایق است و از عبور یون‌ها از غشا جلوگیری می‌کند. دانستید در یاخته‌های عصبی میلین‌دار، 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 به این هدایت را هدایت جهشی می‌نامند (شکل ۹). در ماهیچه‌های اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی آنها میلین‌دار است. کاهش یا افزایش میلین به بیماری منجر می‌شود، مثلاً در بیماری ام.اس (مالتیپل اسکلروزیس) یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بیثباتی و حرکت منحل و فرود دچار بی‌حسی و لزش می‌شود.

شکل ۸. هدایت پیام عصبی

### بیشتر بدانید

سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی از  $0.7 \text{ m/s}$  در رشته‌های نازک بدون میلین تا  $120 \text{ m/s}$  در رشته‌های میلین‌دار قطور متفاوت است.



شکل ۹. هدایت جهشی در نورون میلین‌دار

بزرگترین براین باورند که در گره‌های رانویه، تعداد زیادی کانال در جدار وجود دارد. ولی در فاصله بین گره‌ها، این کانال‌ها وجود ندارند. این موضوع با هدایت جهشی چه ارتباطی دارد؟

**یاخته‌های عصبی، پیام عصبی را منتقل می‌کنند**

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

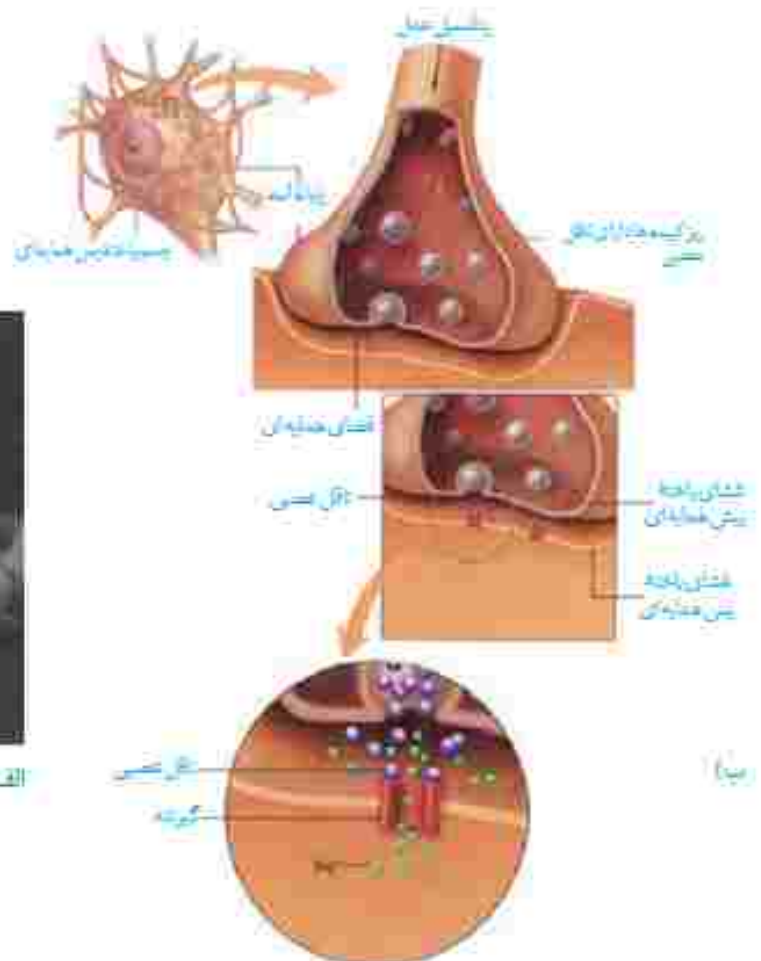
یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام همایه (سیناپس) برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل همایه، فضایی به نام فضای همایه‌ای وجود دارد. برای انتقال پیام از یاخته عصبی انتقال دهنده یا یاخته عصبی پیش همایه‌ای، ماده‌ای به نام ناقل عصبی در فضای همایه آزاد می‌شود. این ماده بر یاخته دریافت کننده،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

**بیشتر بدانید**

برخی موافقین توانند از شدن کانال‌های در جدار سدیمی و پرتیجه هدایت پیام عصبی جلوگیری کنند. این موافقین می‌کنند که این موافقین می‌کنند که این موافقین می‌کنند.

**واژه‌شناسی**

همایه (synapse / سینپس) 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 یاخته‌هاست.



شکل ۱۰ الف) تصویر همایه‌ای میکروسکوپ الکترونی با آزاد شدن ناقل عصبی و اثر آن بر یاخته‌پس همایه‌ای.

الف)

ب)

### بیشتر بدانید

در بخش های مختلف دستگاه عصبی مواد گوناگونی به عنوان ناقل عصبی فعالیت می کنند دوامین، سروتونین، هیستامین، آمینواسیدهایی مانند گاما آمینو بوتیریک اسید، گلیوتامات، گلیسین و گلیسرولک اسید از این موادند. عمدتاً گاما آمینو بوتیریک اسید و گلیسین مهارکننده و گلیوتامات تحریک کننده اند.

ناقل عصبی پس از رسیدن به فضای یاخته پس همایه ای، به پروتئینی به نام **مپونده متصل** می شود، این پروتئین همچنین کاتیونی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می شود. به این ترتیب ناقل عصبی با تغییر نفوذ پذیری فضای یاخته پس همایه ای به یون ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می دهد. بر اساس اینکه ناقل عصبی تحریک کننده یا بازدارنده باشد، یاخته پس همایه ای تحریک یا فعالیت آن مهار می شود.

پس از انتقال پیام، مولکول های ناقل باقی ماندند باید از فضای همایه ای تخلیه شوند تا از انتقال پس از جریان جلوگیری و امکان انتقال پیام های جدید فراهم شود. این کار با جذب دوباره ناقل به یاخته پس همایه ای انجام می شود، همچنین آنزیم هایی ناقل عصبی را تجزیه می کنند. تغییر در میزان طبیعی ناقل های عصبی از دلایل بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است.

### بیشتر بدانید

**زعمشده (پارکتسون):** در این بیماری، یاخته های عصبی از معز که ناقل عصبی دوامین ترشح می کنند، تحریک می شوند. در نتیجه ماهیچه های بدن سفت و حرکات کند می شود؛ دست و پای فرد در حالت استراحت لرزش دارند. برای بهبود اختلال های حرکتی این بیماری، داروی تجویز می کنند که در مغز به ناقل عصبی دوامین تبدیل می شود.

**الزایمر:** بیماری آلزایمر یک نوع اختلال پیش رونده تخریبی بوده و کشنده معز است که به زوال عقل و ناتوانی فرد در انجام فعالیت های روزانه منجر می شود. در این بیماری، یاخته های عصبی معز بر اثر تجمع نوعی پروتئین تحریک می شوند و میزان ناقل عصبی استیل کولین کاهش می یابد. فراموشی، ناتوانی در نگه داشتن اطلاعات در حس به ویژه در پیشی و زمان رفتن، از علائم بیماری آلزایمر است. با پیشرفت بیماری، فرد نیازمند مراقبت مداوم خواهد بود. تجویز داروی نوآنتیچولینرژیک بیماری را آهسته کند فعالیت پیشی و ورزش منظم، تعویض ساج، معاشرت با دیگران، فعالیت های فکری مانند حفظ کردن شعر، آموزش بکاره های جدید به پیشگیری از بیماری آلزایمر کمک می کند.

### نیت نواز مغزی

**(الکتروانسفالوگرافی):** فعالیت الکتریکی معز را می توان با دستگاه الکتروانسفالوگرافی نیت و بررسی کرد. الکترودهای دستگاه را به پوست سر متصل می کنند. جریان الکتریکی معز به شکل منحنی های توار معز الکتروانسفالوگرام) روی توار کاغذی، یا صفحه نمایش دستگاه نیت می شود. متخصصان از این منحنی ها برای بررسی فعالیت های مغز و تشخیص بیماری های آن استفاده می کنند.

۱ - Electro Encephalo Graphy (EEG)



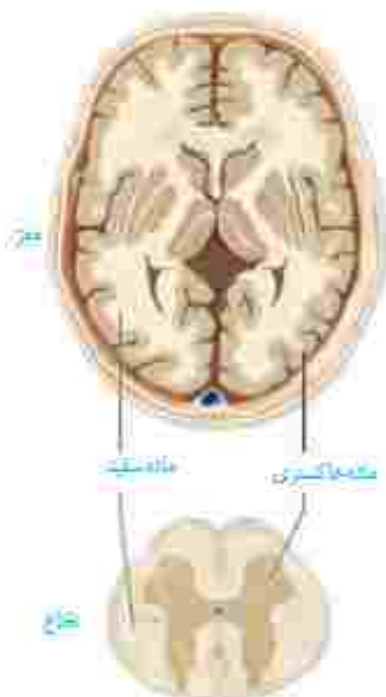
## گفتار ۲ ساختار دستگاه عصبی

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 ۱۱. دستگاه عصبی مرکزی (رنگ زرد) و محیطی (رنگ آبی)

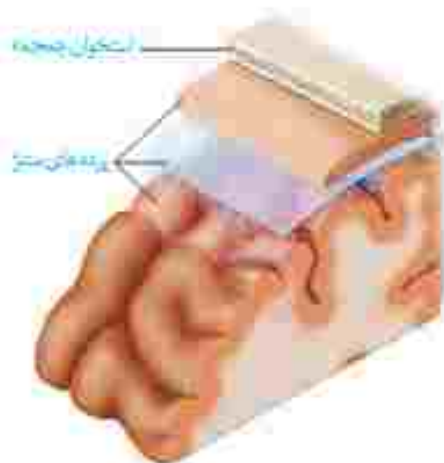
شکل ۱۲. بخش عرضی مغز و نخاع



### 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 مطالعه کنید. ماده خاکستری شامل جسم یاخته‌های عصبی و رشته‌های عصبی بدون میلین و ماده سفید اجزای رشته‌های میلین دار است.

شکل ۱۳. برندهای مغز



### حفاظت از مغز و نخاع: علاوه بر استخوان‌های جمجمه

و ستون مهره سه برده از نوع بافت پیوندی به نام **برندهای مغز** از مغز و نخاع حفاظت می‌کنند (شکل ۱۳). فضای بین برده‌ها را **مایع مغزنی** می‌نامند که مایع است که مانند یک ضربه‌گیر، دستگاه عصبی مرکزی را در برابر ضربه حفاظت می‌کند.

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

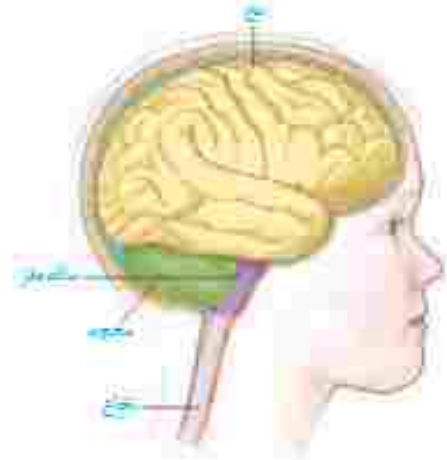
### بیشتر بدانید

**منزویت:** التهاب پرده‌های منوره منورت نام دارد و از علل عفونی آن سردرد تب و خشکی گردن است. منورت در اثر عفونت‌های ویروسی یا باکتریایی ایجاد می‌شود.

آنها مغز می‌وجود 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 آکسیژن، گلوکز و آمینواسیدها و برخی داروهای توانمند از این سد‌ها عبور کنند.

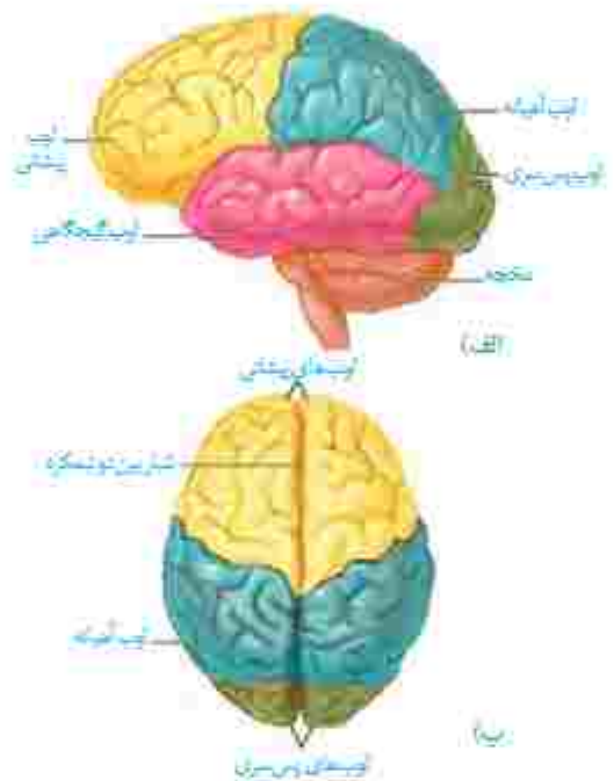
### مغز

می‌داند مغز از سه بخش اصلی مغز، 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

**نیمکرده‌های مغز:** هر انسان بیشتر حجم مغز را مغز تشکیل می‌دهد دو نیمکره مغز یا رشته‌های عصبی به هم متصل اند. ارتباط‌های سفید رنگ به نام رابط پینه‌ای و سه عوش از این رشته‌های عصبی اند که هنگام تشريح مغز آنها را می‌بینند. دو نیمکره به‌طور هم‌زمان از همه بدن، اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند تا بخش‌های مختلف بدن به‌طور هماهنگ فعالیت کنند. هر نیمکره کارهای اختصاصی نیز دارد مثلاً بخش‌هایی از نیمکره چپ به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوطند و نیمکره راست در مهارت‌های هنری تخصص یافته است.

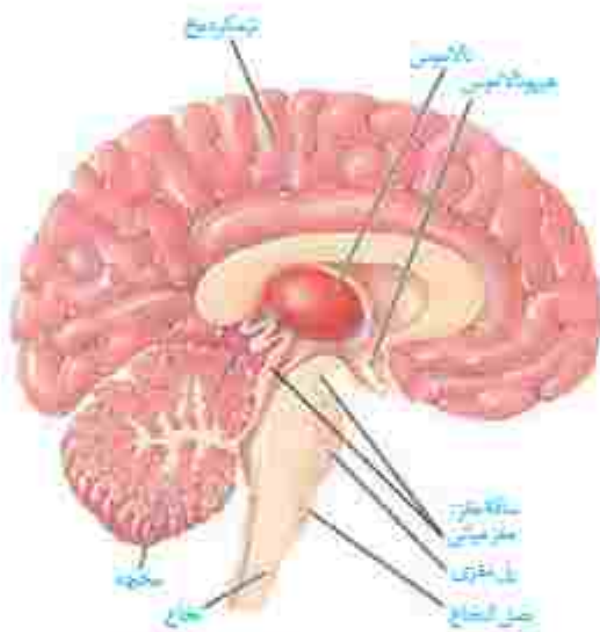


شکل ۱۵. لوب‌های مغز (الف) از تشريح جدا از بالا (ب) از تشريح جدا از بالا

بخش خارجی نیمکره‌های مغز، یعنی قشر مغز از ماده خاکستری است و سطح وسیعی را با خواص چند میلی‌متری تشکیل می‌دهد قشر مغز، چین خورده است و شیارهای متعددی دارد. شکل ۱۵ را ببینید، شیارهای عمیق هر یک از نیمکره‌های مغز را به چهار لوب پس سری، گیجگاهی، آهانه و پیشانی تقسیم می‌کنند. قشر مغز 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 مغز، 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 باخته‌های عصبی آن، در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند. برجستگی‌های چهارگانه بخشی از مغز میانی اند که در فعالیت تشريح مغز می‌توانند آنها را ببینید.



شکل ۱۶: شمای کلی 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 تنظیم تنفس است.

**مخچه:** مخچه در پشت ساقه مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره و بخشی به نام کریمبه در وسط آنهاست. مخچه مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است. مخچه به‌طور بیوسسته از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی، مانند گوش‌ها پیام را دریافت و بررسی می‌کند تا فعالیت‌ها نتیجه‌ها 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 گفت‌وگو و پاسخ را به کلاس گزارش کنید.
۱. هنگام ورزش چگونه تعادل خود را حفظ می‌کنید؟
  ۲. هنگام راه رفتن یا 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 مورد نیاز را به چین وارد کنند.

### واژه‌شناسی

کتاب‌های (Limbic) الیمیک، این کلمه از ریشه فرانسوی Limbe به معنی حاشیه و کناره گرفته شده است و واژه کتاب‌های همان معنای را می‌دهد.

**تالاموس‌ها:** محل پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی اند. اغلب پیام‌های حسی در تالاموس گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مع، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند.

**هیپوتالاموس:** که در زیر تالاموس قرار دارد، دمای بدن، تعداد ضربان قلب، فشار خون، تشنگی، گرسنگی و خواب را تنظیم می‌کند.

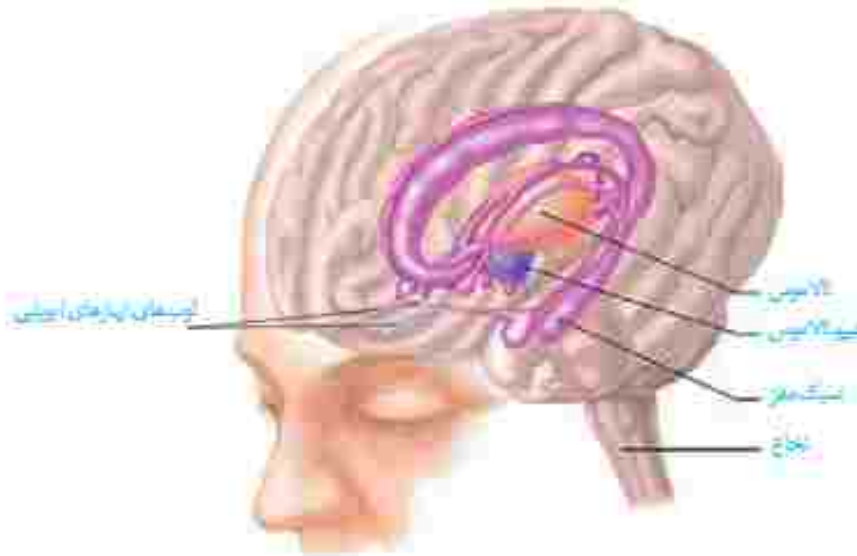
**سامانه کناره‌ای (الیمیک):** که با قشر مع، تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارد. سامانه کناره‌ای در حافظه و احساساتی مانند ترس، خشم و لذت نقش ایفا می‌کند (شکل ۱۶).

**اسبیک مغز (هیپوکامپ):** یکی از اجزای سامانه کناره‌ای است که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد. حافظه افرادی که اسبیک 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 بسازند. نام‌های جدید جداگانه 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 بر این باورند که اسبیک مغز در ایجاد حافظه کوتاه مدت و تبدیل آن به حافظه بلند مدت نقش دارد؛ مثلاً وقتی شعاری تلقنی 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

**کما:** کما حالت بی‌هویشی محلی است که در آن، فرآیندهای اصلی نمی‌تواند حرکت کند و به محرک‌های محیطی پاسخ دهند. کما معمولاً با آسیب وسیع مغز به پاره بخش‌هایی از آن که با حفظ هویشاری در ارتباط است همراه است. فرد در حالت کما ممکن است بیهوش بماند، یا به حالت زندگی نماند.

شکل ۱۷. سامانه‌های کنترلی ایفکس‌های بخش رنگه



### بیشتر بدانید

**زندگی نباتی:** در زندگی نباتی بخش حیضختر مغز فعالیت دارد؛ جریان قلب، نفس و فشارخون تنظیم می‌شود و فرد حرکات غیرارادی نیز نشان می‌دهد؛ اما به محرک‌های محیطی پاسخ عقاباری نمی‌دهد؛ حس‌های تولید می‌کند ولی نمی‌تواند سخن بگوید؛ فعالیت انجام دهد و یادگیری خود را برآورده 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 به‌طور غیرقابل برگشتی تخریب می‌شود. در نور مغزی هیچ عملی از فعالیت مغز بیند نمی‌شود. فرد به‌محرک‌ها 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 فعالیت می‌کنند که در صورت آندای آنها زندگی افراد دیگری نجات‌یافته می‌کند.

**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 است. مواد گوناگون مانند الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین و حتی کافئین قهوه اعتیادآورند.

اعتیاد نه فقط سلامت جسمی و روانی فرد مصرف‌کننده، 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 یا میل شدید برای مصرف قهوه‌ای 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 سامانه‌های کنترلی اثر می‌گذرانند و موجب آزاد شدن ناقل‌های عصبی از جمله دوپامین می‌شوند که در فرآیند 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 گسالت 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 مغز نیز تأثیر می‌گذرانند و توانایی قضاوت، تصمیم‌گیری و خودکنترلی فرد را کاهش می‌دهند. این اثرات به‌ویژه در مغز نوجوانان شدیدتر است؛ زیرا مغز آنان در حال رشد است. مصرف مواد اعتیادآور ممکن است تغییرات برگشت‌ناپذیری را در مغز ایجاد کند. شکل ۱۸، اثر یک ماده اعتیادآور بر فعالیت مغز را با بررسی مغز گلوکز در آن نشان می‌دهد.

شکل ۱۸ - تصویرها مصرف گلوکز را در مغز فرد سالم و فرد مصرف کننده کوکائین نشان می دهند. رنگ های آبی تیره و روشن مصرف کم گلوکز و رنگ زرد و قرمز مصرف زیاد آن را نشان می دهند. توجه کنید بهیچد فعالیت مغز به زمان طولانی نیاز دارد بخش پیش مغز بهیچد کمتری را نشان می دهد.



### بیشتر بدانید

مصرف الکل زمان واکنش به محرک را افزایش می دهد. بنابراین در تست های پس از مصرف الکل، جان خود و دیگران را به خطر می اندازد. وجود الکل را در خون، ادرار و هوای بازدم می توانستید

### بیشتر بدانید

در گذشته تصور می کردند تولید یاخته های عصبی فقط در دوران جنینی انجام می شود اما نتایج پژوهش های انسان در دهه هفتاد میلادی، این تصور را عسرداد پژوهش روی بستاران، اینج نشان داد است که در بخش هایی از اسبک مغز تولید یاخته های عصبی رخ می دهد. تولید یاخته های عصبی شامل تکثیر، مهاجرت و نمو یاخته های بنیادی به یاخته های عصبی است. الکل بر تکثیر یاخته های و بنای یاخته ها اثر نامطلوب دارد. در قرار معتدیه الکل حجم تنبک مغز کاهش پیدا می کند.

**اعتماد به الکل:** مقدار الکل (اتانول) اثر تشبیهی های الکلی متفاوت است؛ حتی مصرف کمترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می دهد. الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می شود. الکل از شنای یاخته های عصبی بخش های مختلف مغز عبور و فعالیت های آنها را مختل می کند. الکل علاوه بر دیوایمن، بر فعالیت انواعی از نعل های عصبی تحریک کننده و بازدارنده تأثیر می گذارد و عامل کاهش دهنده فعالیت های بدن، ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن و اختلال در گفتار است. الکل فعالیت مغز را کند می کند و در نتیجه زمان واکنش فرد به محرک های محیطی افزایش پیدا می کند. مشکلات کبدی، سکته قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلند مدت الکل است.

## فعالیت ۶

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

● استفاده از قلیان به اندازه سیگار خطرناک نیست.

● فردی با یک بار مصرف ماده اعتیادآور، معتاد نمی شود.

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

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

سواد و وسایل لازم: مغز سالم گوسفند (یا گوساله)، وسایل تشریح، دستکش

یا کفک صلبه مغز را برای تشریح آماده کنید

۱. بررسی بخش های خارجی مغز

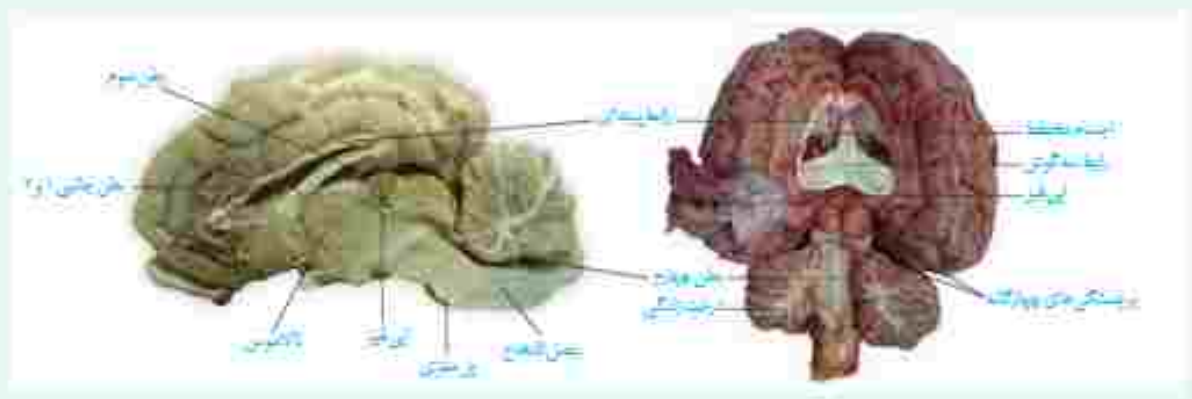
الف) مشاهده سطح پششی: مغز را مانند شکل در ظرف تشریح قرار دهید روی مغز بلبای برده مغز وجود دارد، آنها را جدا کنید تا سایر های مغز بهتر دیده شوند. کدام بخش های مغز را با مشاهده سطح پششی آن می توانید ببینید؟

ب) مشاهده سطح شکمی مغز: مغز را برگردانید، باقی مانده مغز را به آرنجی جدا کنید و بخش های مغز را در این سطح مشاهده کنید.



۲. مشاهده بخش های درونی مغز: بتدریج طوری در ظرف تشریح قرار دهید که سطح پششی آن را ببینید، با انگشتان شستنی و آرنجی دو نیمکره را از محل شیار بین آنها از یکدیگر فاصله دهید و بلبای برده های مغز را از بین دو نیمکره خارج کنید تا نورال سیند رنگ و بافت بینه ای را ببینید.

در حالی که نیمکره های مغز از هم فاصله دارند، با نوک چاقوی جراحی، در جلوی رابط بینه ای، برش کم عمقی ایجاد کنید و به آرنجی غامضه نیمکره ها را بیشتر کنید تا رابط سه گوش را در زیر رابط بینه ای مشاهده کنید. دو طرف این رابط ها، فضای بطن های ۲ و ۳ مغز و داخل آنها، اجسام مخروطه قرار دارند. شبکه های سیوریگی که خارج مغزی، نخاعی را ترشح می کنند نیز درون این بطن ها دیده می شوند.

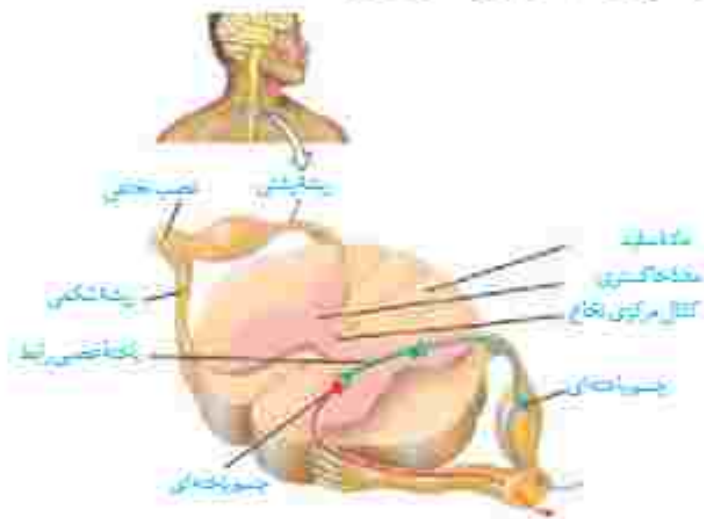


در مرحله بعدیه کمک جالوی جراحی در رابطه گیش، برش طولی ایجاد کنید تا در زیر آن، آلاموس ها را ببینید. دو آلاموس با یک رابطه به هم متصل است و با کمترین فشار از هم جدا می شوند.

در عقب آلاموس ها، بطن سوم و در لبه پایین این بطن: ایی قیض را ببینید. در عقب ایی قیض برجستگی های چهارگانه قرار دارند.

در مرحله بعدی کوسیده منحنه را در امتداد شیار بین دو نیمکره برش دهید تا حرکت زندگی و بطن چهارم مغز را ببینید.

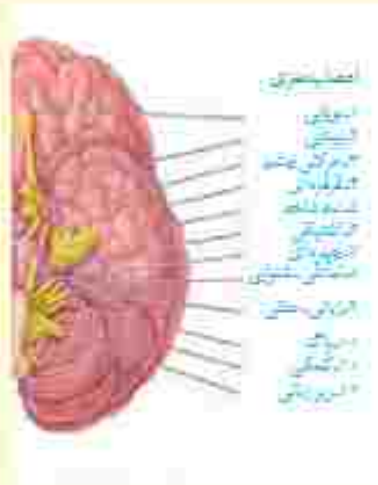
**نخاع:** نخاع در بین ستون مهره ها از بصل النخاع تا دوسم مهره کمر کشیده شده است. نخاع، مغز را به دستگاه عصبی محیطی متصل می کند و مسیر عبور پیام های حسی از اندام های بدن به مغز و ارسال پیام ها از مغز به اندام ها است. علاوه بر آن، نخاع مرکز برخی انعکاس های بدن است. هر عصب نخاعی دو ریشه دارد (شکل ۱۹). ریشه پشتی عصب نخاعی حسی و ریشه شکمی آن حرکتی است. ریشه پشتی، اطلاعات حسی را به نخاع وارد و ریشه شکمی پیام هایی حرکتی را از نخاع خارج می کند.



شکل ۱۹. عصب نخاعی

### بیشتر بدانید

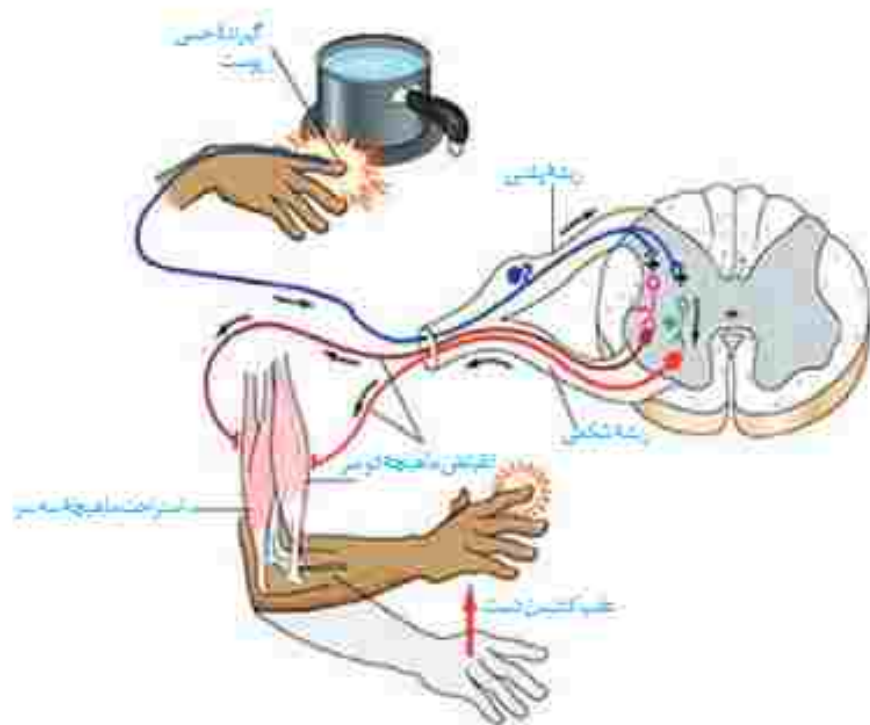
اعصاب مغزی و نخاعی را در شکل های زیر ببینید.



## 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 پوششی قرار گرفته‌اند. دستگاه عصبی محیطی شامل دو بخش حسی و حرکتی است. با بخش حسی این دستگاه در فضل بدن آشنا خواهید شد. بخش حرکتی این دستگاه پیام عصبی را به اندام‌های اجرا کننده مانند ماهیچه‌ها می‌رساند. بخش حرکتی دستگاه عصبی محیطی، خود شامل دو بخش پیگیری و خود مختار است.

**بخش پیگیری:** 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 یا خنده‌های عصبی بخش پیگیری، دستور مغز را به ماهیچه‌های دست می‌رساند. فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی به شکل انعکاسی نیز تنظیم می‌شود. مانند انعکاس پاسخ سریع و غیر ارادی ماهیچه‌ها در پاسخ به محرک‌هاست. همان‌طور که در شکل ۲۰ می‌بینید دست فرد یا برخورد به جسم داغ، به عقب کشیده می‌شود. مرکز تنظیم این انعکاس نخاع است.



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



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: بخش خودمختار دستگاه عصبی محیطی** کار ماهیچه‌های خاف

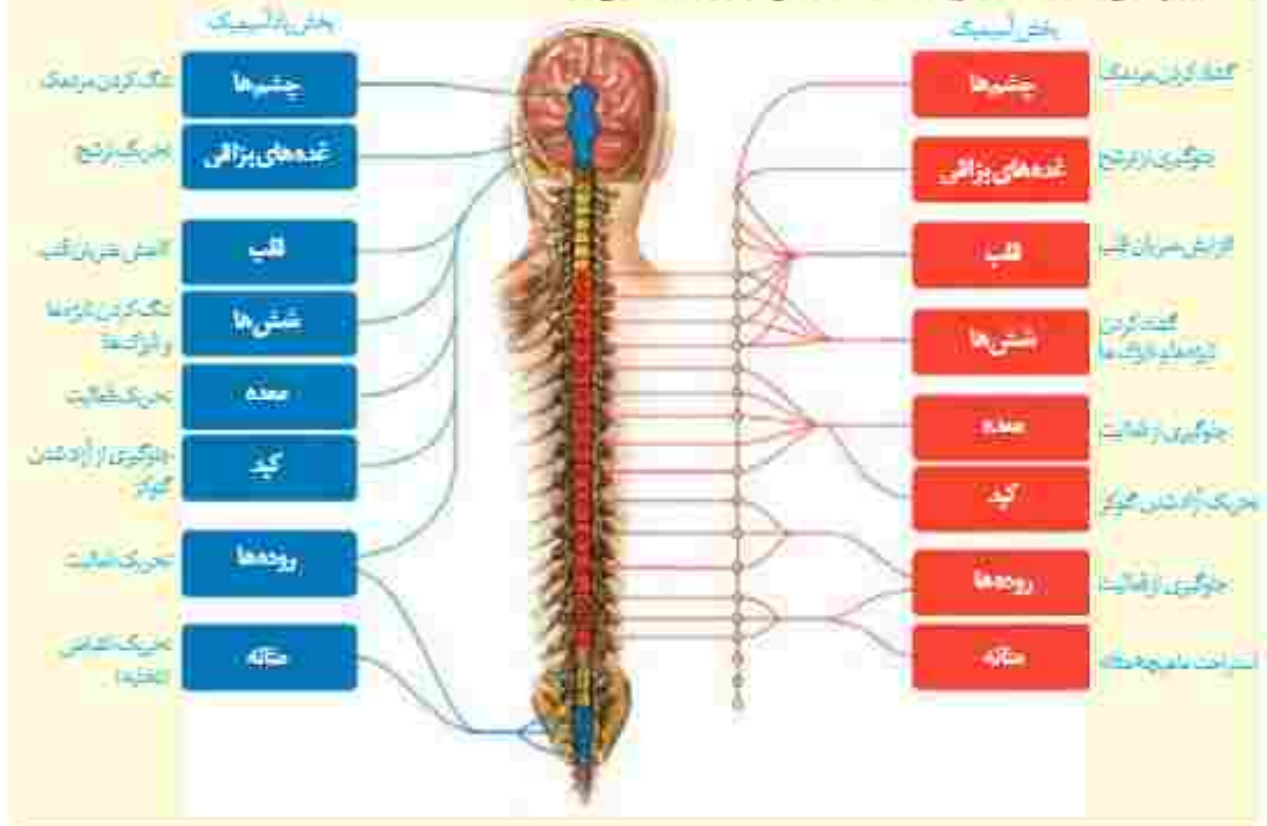
ماهیچه قلب و غده‌ها را به صورت ناآگاهانه تنظیم می‌کند و همیشه فعال است. این دستگاه از دو بخش آسمیک (سمپاتیک) و پادآسمیک (پاراسمپاتیک) تشکیل شده است که معمولاً برخلاف یکدیگر کار می‌کنند. تا فعالیت‌های حیاتی بدن را در شرایط مختلف تنظیم کنند. فعالیت بخش پادآسمیک باعث برقراری حالت آرامش در بدن می‌شود. در این حالت، فشار خون کاهش یافته. ضربان قلب کم می‌شود. بخش آسمیک هنگام هیجان بر بخش پادآسمیک 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 آسمیک سبب افزایش فشار خون، ضربان قلب و تعداد تنفس می‌شود و جریان خون را به سوی قلب و ماهیچه‌های اسکلتی هدایت می‌کند.

**واژه‌شناسی**

واژه‌های آسمیک و پادآسمیک مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی، بزری دو واژه Sympathetic و Parasympathetic هستند. این واژه‌ها با استفاده از واژه آسمه به معنی خرابید، مضطرب و آشفته ساخته شده‌اند.

**بیشتر بدانید**

در شکل زیر، نقش دستگاه آسمیک و پادآسمیک را در بخش‌های مختلف بدن می‌بینید.



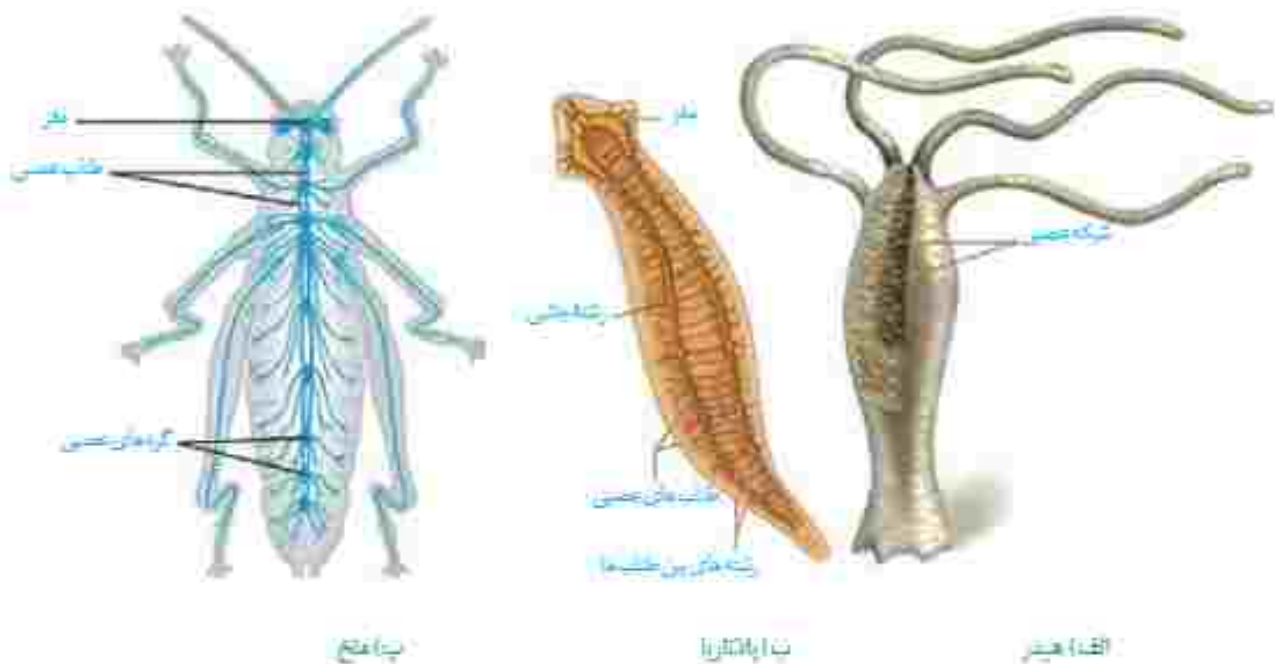
### دستگاه عصبی جانوران

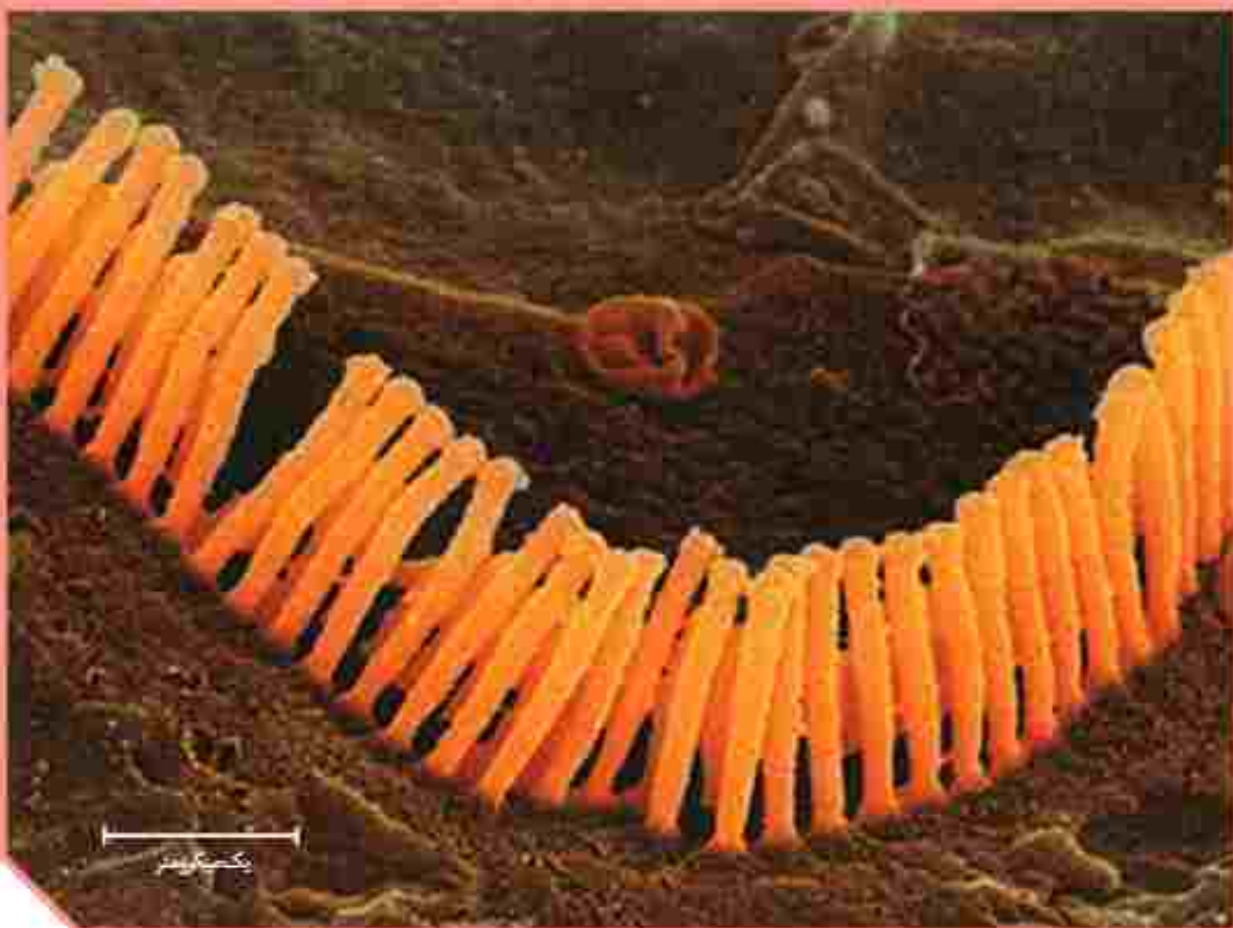
ساده‌ترین ساختار عصبی، شبکه عصبی در هیبر است. شبکه عصبی مجموعه‌ای از یاخته‌های عصبی پراکنده در دیواره بدن هیبر است که با هم ارتباط دارند. تحرک هر قطعه از بدن جانور در همه سطح آن منتشر می‌شود. شبکه عصبی یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند. در پلاناریا دو گره عصبی در سر جانور، مغز را تشکیل داده‌اند. 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 متصل‌اند 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 ۲۶).

در مهره داران طناب عصبی پشتی است و بخش جلویی آن برجسته 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 سینالداران و پرنده‌ها نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر است.

شکل ۲۶. ساختارهای عصبی چند جانور





## فصل ۲

# حواس

تصویر رنگ‌خانی با دانه‌های گل‌شن‌سایه‌ای با  
میکروسکوپ الکترونی

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.

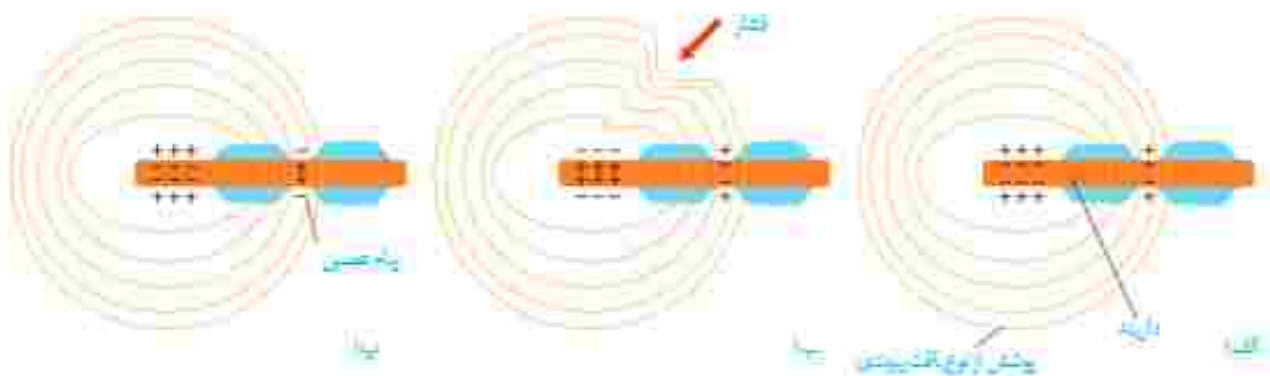
بدن چگونه اطلاعات گوناگون را دریافت می‌کند و به آنها پاسخ می‌دهد؟ چرا گاهی تماس ساعت یا عینک با پوست خود را احساس نمی‌کنیم؟ چرا فردی که تحت عمل جراحی قرار دارد، دردی احساس نمی‌کند؟ چرا برخی جنوران می‌توانند اطلاعاتی را دریافت کنند که ما بدون استفاده از ابزار مناسب، نمی‌توانیم آنها را درک کنیم؟



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 گیرنده ویژه‌ای را در بدن تحریک می‌کنند. گیرنده‌های حسی انسان گوناگون‌اند و می‌توان آنها را براساس نوع محرک، در پنج دسته کلی طبقه‌بندی کرد: گیرنده‌های مکانیکی، شیمیایی، دمايي، 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 شدید. عوامل گوناگونی مانند تغییر شکل در اثر فشار، مواد شیمیایی و غیره، اما نفوذپذیری غشای گیرنده به یون‌ها در نتیجه پتانسیل غشای آن را تغییر می‌دهند. شکل ۱، یک گیرنده فشار پوست را نشان می‌دهد. این گیرنده انتهایی دارینه یک نورون حسی است که درون پوششی چند لایه و انعطاف‌پذیر از نوع بافت پیوندی قرار دارد. فشردن این پوشش، رشته 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 محرک (فشار) و تبدیل اثر محرک به پیام عصبی (عدایت پیام عصبی)

### گیرنده‌ها سازش پیدا می‌کنند

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

بدنه سازش گیرنده‌های فشار در پوست، موجب می‌شود وجود لباس را روی بدن حس نکنیم. در این حالت، اطلاعات کمتری به مغز ارسال می‌شود. در نتیجه مغز می‌تواند اطلاعات مهم‌تری را پردازش کند. مثال‌های دیگری از سازش گیرنده‌ها را که تجربه کرده‌اید بیان کنید.

## فعالیت ۱

گیرنده‌های زیر را براساس نوع محرک طبقه‌بندی کنید.  
 گیرنده‌های چشایی روی زبان، گیرنده‌های میلان اکسوزن در لثرت، گیرنده‌های شبکه چشم، گیرنده‌های گوش، گیرنده‌های پوست، گیرنده‌های بینی، گیرنده‌های فشار خون دیواره رگ‌ها

## حواس را به دو گروه تقسیم می‌کنند

گروهی از گیرنده‌ها مانند گیرنده‌های دما در بخش‌های گوناگون بدن پراکنده‌اند و گروهی از گیرنده‌های بدن ما در اندام‌های ویژه‌ای قرار دارند مانند گیرنده‌های بینایی در چشم. از این رو، حواس را به دو گروه **حواس بیکری** و **حواس ویژه** تقسیم کرده‌اند. در ادامه درس با کار هر گروه از این حواس آشنا می‌شوید.

## حواس بیکری

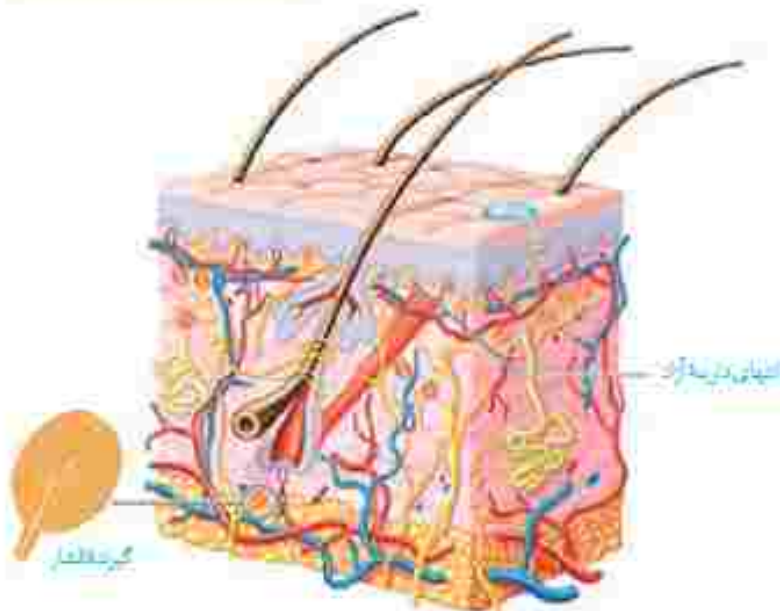
در بخش‌های گوناگون بدن مانند پوست، مخرج‌های اسکلتی و زردنی‌ها، گیرنده‌هایی به نام گیرنده‌های حس‌های بیکری وجود دارند. حس‌های بیکری شامل **حس تماس**، **دما**، **وضعیت و فرودند** انتهای دارنده آزاد، مانند گیرنده‌های درد، یا انتهای درنده‌هایی درون پوشش از بافت پیوندی مانند گیرنده‌های فشار در پوست نمونه‌هایی از گیرنده‌های حواس بیکری اند (شکل ۱).

**گیرنده‌های تماسی**، گیرنده‌های مکانیکی‌اند که با تماس، فشار یا از تماس تحریک می‌شوند (شکل ۲). این گیرنده‌ها، مثلاً در پوست وجود دارند. تعداد گیرنده‌های تماسی در پوست بخش‌های گوناگون بدن متفاوت است و بخش‌هایی که تعداد گیرنده‌های بیشتری دارند مانند نوک انگشتان و لب‌ها، حساس‌ترند.

**گیرنده‌های دما** در بخش‌هایی از درون بدن، مانند برخی ساهرگ‌های بزرگ و پوست جای دارند. گیرنده‌های دما در درون بدن به تغییرات

## بیشتر بدانید

**اندام خیالی:** مغز ممکن است احساس‌ها را اشتباه درک کند. اندام خیالی حالتی است که فرد در اندام از دست رفته پیشی دره احساس می‌کند. در گذشته پژوهشگران فکر می‌کردند این احساس از اتصال آسیب‌دیده در اندام قطع شده ایجاد می‌شود. اما امروزه آنان بر این باورند که بخشی از قشر مخ که اطلاعات اندام از دست رفته را پردازش می‌کند، گویا از بخش‌های دیگر بدن اطلاعاتی دریافت و این پیام را به خون پیام اندام از دست رفته منتقل می‌کند.



شکل ۲. گیرنده‌های پوست

### بیشتر بدانید

تزیق مابندی مانند هیستامین که از بافت‌های تخریب شده خارج می‌شوند در اثر پوست درد شبیهی را ایجاد می‌کنند به این ترتیب مشخص شده است که برخی عواملی که در این تولید می‌شوند گیرنده‌های درد را تحریک می‌کنند.

دهای درون بدن و گیرنده‌های دهایی پوست به تحریکات دهایی سطح بدن حساس اند؛ در نتیجه سرما یا گرما را دریافت می‌کنند.

فعالیت گیرنده‌های مکانیکی **حس و وضعیت** موجب می‌شود که عمق از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم، هنگام سکون و حرکت اطلاع یابد. گیرنده‌های حس وضعیت در مابریچه‌های اسکلتی، زردنی‌ها و کیسول پوشاننده مفصل‌ها قرار دارند و به کشیده شدن جاسان اند. مثلاً وقتی دست خود را حرکت می‌دهید گیرنده‌های درون مابریچه کشیده و تحریک می‌شوند.



شکل ۳ گیرنده‌های حس وضعیت  
شولزی

**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 مدامی که محرک آسیب‌رسان وجود دارد، فرد از وجود محرک اطلاع داشته باشد.

درد یک سازوکار حفاظتی است. هرگاه باخته‌ها 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 ناممکن است موجب آسیب دیدن پوست در محل نشستن گاه شود؛ بنابراین فرد به تپور ناخودآگاه تغییر وضعیت می‌دهد؛ در غیر این صورت، پوست در نقاط تحت فشار تخریب می‌شود.

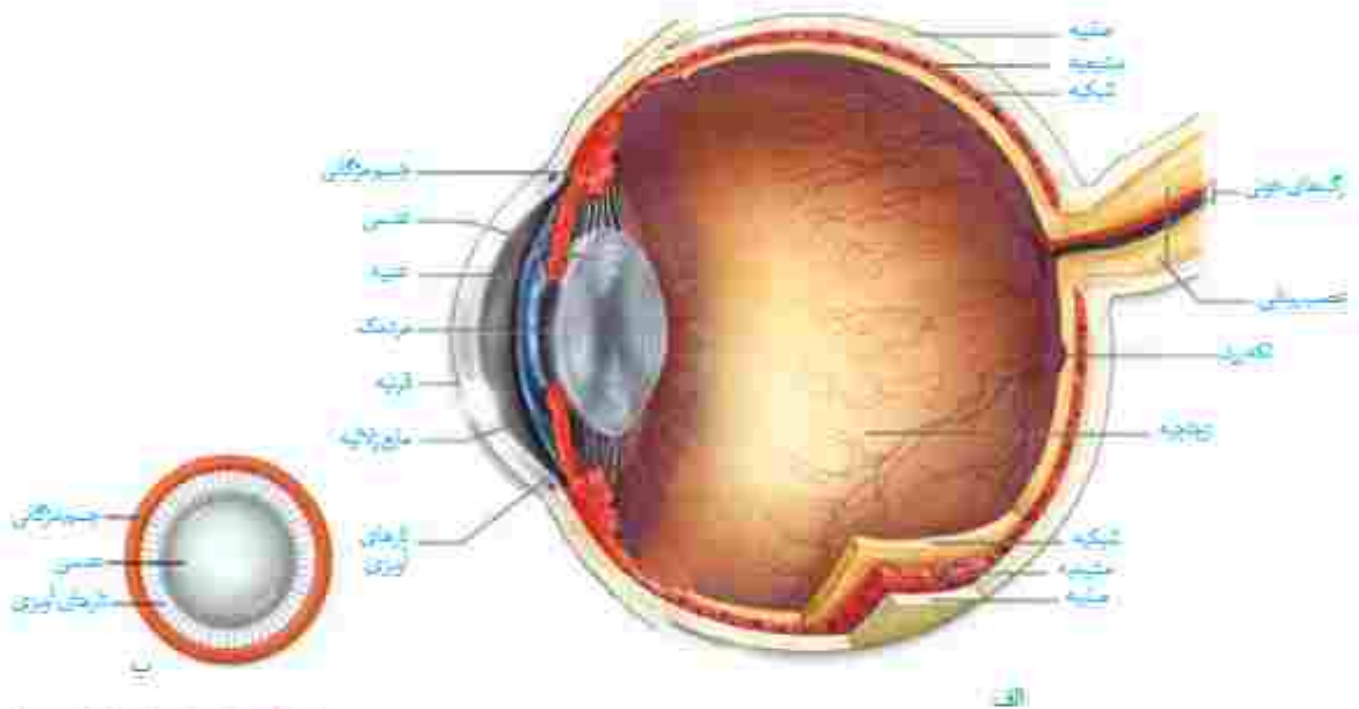
### بیشتر بدانید

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

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 اطلاعاتک محیط پیرامون را از راه دیدن و به کمک اندام حس بینایی، یعنی چشم در وقت می‌گیریم. کره چشم در حفره استخوانی کاسه چشم قرار دارد. ماهیچه‌هایی که به کره چشم متصل اند آن را حرکت می‌دهند. این ماهیچه‌ها را در فعالیت تشریح چشم می‌توانید ببینید. پلک‌ها، مژه‌ها، یافت چربی روی کره چشم و اشک از چشم حفاظت می‌کنند. در شکل ۴ ساختار کره چشم را می‌بینید.



شکل ۴ الف) اندام‌های تشکیل دهنده کره چشم ب) کره چشم چپ از بالا ج) عصب بینایی از بالا

می‌دیدند توری را که از اجسام بازتاب پیدا می‌کند. گیرنده‌های نوری شبکیه در بافت می‌کنند نور برای رسیدن به این یاخته‌ها از چه مسیری عبور می‌کند؟

**ساختار کره چشم:** خارجی‌ترین لایه کره چشم از صلبیه و قرنیه تشکیل شده است. صلبیه برده‌ای سفید رنگ، محکم و قرنیه برده شفاف جلوی چشم است. لایه میانی چشم شامل شبکیه، جسم موزقانی و عنبیه است. شبکیه لایه‌ای رنگدانه‌دار و پر از مویرگ‌های خونی است.

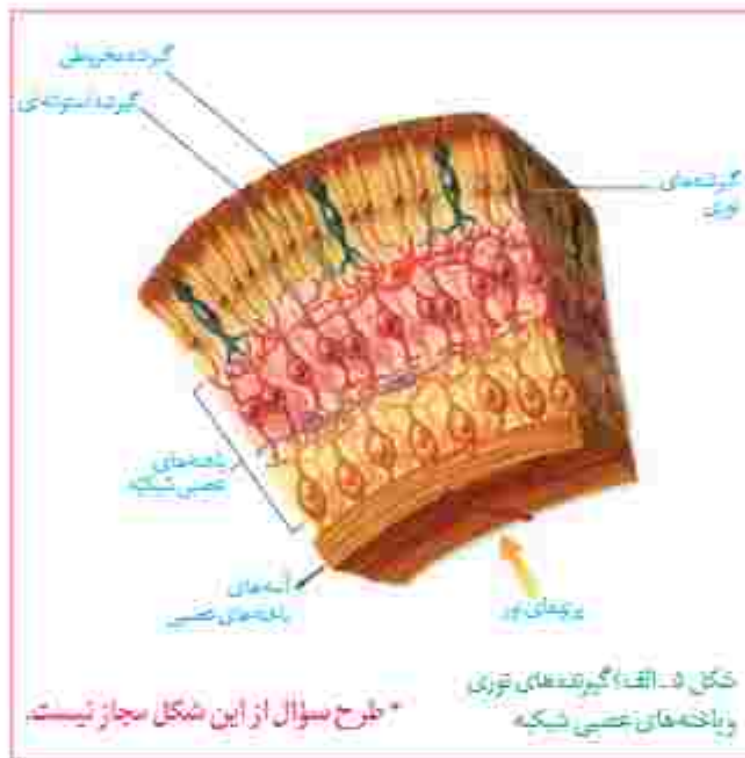
### بیشتر بدانید

این هیشم که لیبیان او را الجزون (Alhazan) می نامند نامت نامتند. مسلمان قرن چهارم هجری است. او کسی است که برای نخستین بار در کتاب المناظر خود بخش های چشم را با نام های صلیبه، زجاجه و ناوگذری کرد. او همچنین چگونگی شدن اجسام را توضیح داد. تقابل از آن بر طبق نظر قدیسن تصور می کردند که نور از چشم پرتابه اجسام می آید و باعث شدن آنها می شود ولی این هیشم با استلال تجربی ثابت کرد نور پس از تطبیق بر اجسام و بازتاب از آنها وارد عین چشم می شود و عین عین تصویر اجسام را روی پرده شبکیه می گذارد. این هیشم دریافت که پرده شبکیه از راه عصب بینایی با مغز ارتباط دارد. بعدها این بنا، ایریجان اروپائی و دیگران نظر او را پذیرفتند. ترجمه کتاب او برای سال ها یکی از کتاب های درسی دانشگاه های اروپا بود.

جسم مزگانی، حلقه ای بین مشیمه و عنبیه و شامل ماهیچه های مزگانی 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 می کنند. ماهیچه های تنگ کننده را اعصاب پادآسیمیک و ماهیچه های گشاد کننده را اعصاب آسیمیک عصب دهی می کنند.

عین چشم همگرا، اصطلاح پذیر و با رشته هایی به نام تارهای آویزی به جسم مزگانی متصل است (شکل ۴ ب). مایع شفاف به نام زلالیه فضای جلوی عین چشم را پر کرده است که از مویرگ ها ترشح می شود. زلالیه مواد غذایی و اکسیژن را برای عین و قرنیه فراهم و مواد دفعی آنها را جمع آوری می کند و به خون می دهد. ماده ای زله ای و شفاف به نام زجاجیه در فضای پشت عین قرار دارد که شکل گروی چشم را حفظ می کند.

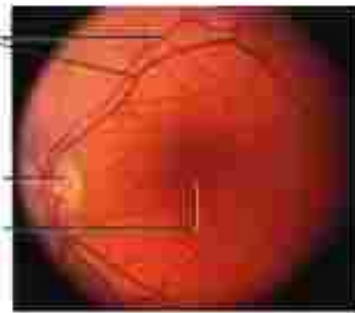
شبکیه داخلی ترین لایه چشم است که گیرنده های نوری، یعنی یاخته های مخروطی و استوانه ای و نیز یاخته های عصبی در آن قرار دارند (شکل ۵ الف). آسه یاخته های عصبی، عصب بینایی را تشکیل می دهند که پیام های بینایی را به مغز می برد. محل خروج عصب بینایی از شبکیه نقطه کور نام دارد. شرون گیرنده های نوری ماده حساس به نور وجود دارد (شکل ۵ ب).



شکل ۵ ب: گیرنده های نوری (رنگ های تصاویر واقعی هستند)

**نور نور بر شبکیه:** پرتوهای نور از قرنیه می گذرند و به علت انحنای آن همگرا می شوند. این پرتوها از زلالیه، سوراخ مردمک، عین و زجاجیه عبور می کنند. عین، پرتوهای نور را روی شبکیه و گیرنده های نوری آن متمرکز می کند.





یک عروق هیپو  
محور شش صاف  
لکه زرد

شکل ۵: با مشاهده شبکه را نزدیک با دستگاه ویژه

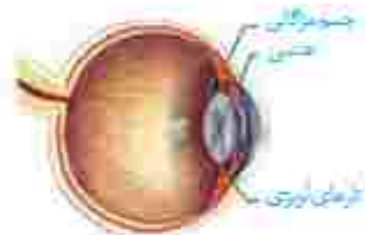
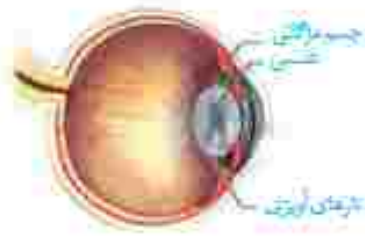
**بیشتر بدانید**

**رنگ چشم:** در عینه نشانه‌های رنگی وجود دارد که حاوی معنای اندک تراکم این ماده‌ها، رنگ چشم را تعیین می‌کند. رنگدانه سبز همانند موجود در پلتهای عنبیه و شبکه برای جلوگیری از بازتاب نور و به وضوح لازم است. افراد زرد به طور ژنتیکی فاقد رنگدانه‌ها و پروتئین نور درون کره چشم این افراد در جهت‌های گوناگون بازتاب پیدا می‌کنند در نتیجه این افراد به وضوح ندارند.

پایه‌های استوانه‌ای در نور کم و پایه‌های مخروطی در نور زیاد تحریک می‌شوند. گیرنده‌های مخروطی تشخیص رنگ و جزئیات اجسام را امکان پذیر می‌کنند. بخشی از شبکه را که در امتداد محور نوری کره چشم قرار دارد، لکه زرد می‌نامند. این بخش در دقت و تیزی اهمیت دارد زیرا گیرنده‌های مخروطی در آن فراوان ترند.

با برخورد نور به شبکه، ماده حساس به نور، درون گیرنده‌های نوری تجزیه می‌شود و واکنش‌هایی را به راه می‌اندازد که به ایجاد پیام عصبی منجر می‌شود. ویتامین A برای ساخت ماده حساس به نور لازم است.

شکل ۶: تطابق برای دیدن اجسام (فاز نزدیک)



یا شور

**تطابق:** با تغییر همگرایی عنبیه چشم، می‌توان اجسام دور و نزدیک را واضح دید هنگام دیدن اشیای نزدیک، با انقباض ماهیچه‌های جسم مرکباتی، عنبیه ضخیم می‌شود. وقتی به اشیای دور نگاه می‌کنیم با استراحت این ماهیچه‌ها، عنبیه پاره‌تر می‌شود. به این ترتیب، تصویر در هر حالت روی شبکه تشکیل می‌شود. این فرایندها تطابق نام دارد (شکل ۶).

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

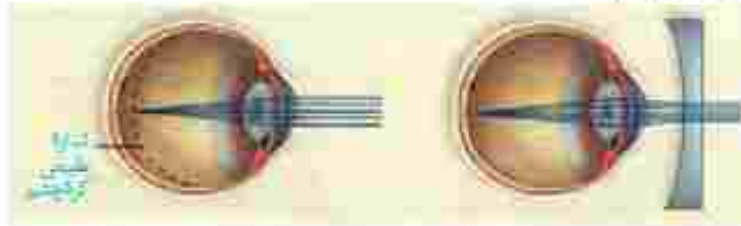
**فعالیت ۲**

**بیماری‌های چشم**

برای دیدن درست اجسام، قرنیه، عنبیه و کره چشم باید شکل ویژه‌ای داشته باشند. تا بتوانند نور به طور دقیق روی شبکه متمرکز شوند.

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

اجسام دور، در جلوی شبکه متمرکز می شوند در نتیجه فرد اجسام دور را واضح نمی بیند. در فرد دوربین، کره چشم از اندازه طبیعی کوچک تر است و پرتوهای نور اجسام نزدیک در پشت شبکه متمرکز می شوند و فرد این اجسام را واضح نمی بیند. تغییر همگرایی عدسی نیز می تواند باعث نزدیک بینی و یا دوربینی شود.



الف) چشم نزدیک بین و اصلاح آن



ب) چشم دوربین و اصلاح آن

شکل ۷- اصلاح نزدیک بینی و دوربینی

## فعالیت ۳

- 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؟

**استیگماتیسم:** اگر سطح عدسی یا قرنیه کاملاً کروی و صاف نباشد، پرتوهای نور به طور نامنظم به ریم می رسند و روی یک نقطه شبکه متمرکز نمی شوند. در نتیجه تصویر واضحی تشکیل نمی شود. در این حالت چشم دچار استیگماتیسم است (شکل ۸). برای اصلاح دید این فرد از عینکی استفاده می کنند که عدسی آن عدم نگوناحتی اینحنای 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.

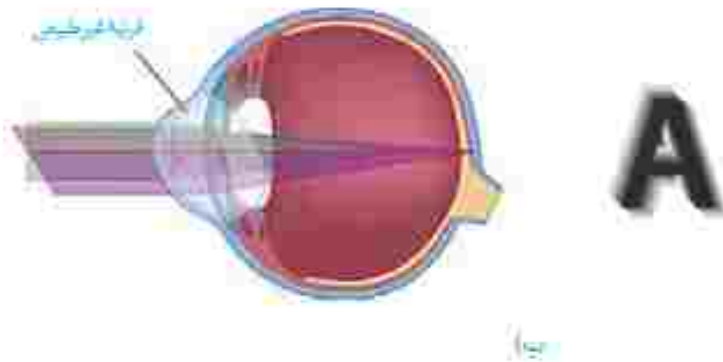
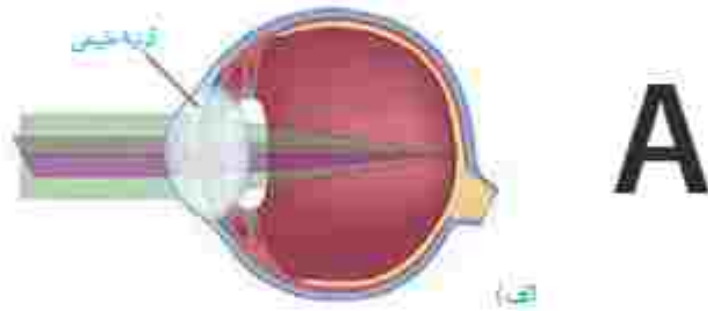
### بیشتر بدانید

**عدسی (لنز) تماسی:** امروز استفاده از عدسی تماسی برای اصلاح دید افراد مشکل شده است. لایه نازک لنز که فضای بین عدسی تماسی و قرنیه چشم را پر می کند و آن را در جای خود محکم نگه می دارد استفاده از عدسی تماسی به ویژه وقتی شکل قرنیه فرد به عمل اختلال در همگرایی پرتوهای نور است، از عینک کارآمدتر است.

### بیشتر بدانید

**آب مروارید:** گاهی در عدسی چشم افراد سن رنگدانه های قهوه ای تجمع می یابند و شفافیت آن را کاهش می دهند. در این حالت عدسی مگر شده آب میزاید به وجود می آید. زرد قرار گرفتن در معرض پرتوهای قرابلیتس خورشید نیز، ممکن است به آب میزاید منجر شود.

شکل ۱۸ مقایسه تشکیل تصویر در  
الف) چشم طبیعی  
ب) چشم استیگماتوپتیک که  
هر گاه می بیند



### بیشتر بدانید

بیماری آب سیاه، مایع زلالیه به طور  
مرتب تولید می شود و به طور معمول از  
منافذ کوچک دور عنبیه به خون وارد  
می شود. اگر به عنبیه مسدود نشود این  
مایع مسدود شود فشار مایع داخل  
چشم افزایش می یابد بیماری آب سیاه  
ایجاد می شود. افزایش فشار داخل  
چشم به تحلیل عصب بینایی و کاهش  
بینایی منجر می شود.

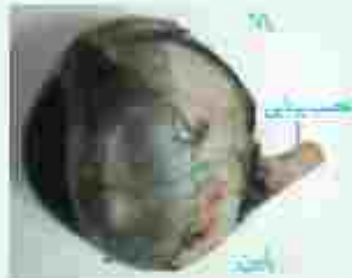
Glaucoma

## فعالیت ۴

### تشریح چشم

مواد و وسایل لازم: چشم سالم گاو به همراه مایه جبهه های آن، وسایل تشریح دستکش برای هر گروه.

برای آماده کردن چشم از دیبر خود راهنمایی بخواهید.



شکل ۱- بالا و پایین چشم



شکل ۲- چشم راست

۱- بررسی ویژگی های ظاهری چشم گاو: 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 افقوی در دست بگیرید که سطح بالایی آن زو به بالا باشد. قرنیه به شکل تخم مرغ دیده می شود و بخش پهن تر آن به سمت بینی و بخش باریک تر 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 می شود. در ادامه، بافت های چربی بین مایه جبهه ها و کره چشم را جدا و مایه جبهه های آن را مشاهده کنید. برای مشاهده دقیق مایه جبهه ها از مولار چشم استفاده کنید.

۲- تشریح: مایه جبهه ها را با قیچی از کره چشم جدا کنید. چشم را روی طرف تشریح قرار دهید و با چاقوی جراحی، عنبیه را در فاصله یک سانتی متری از قرنیه سوراخ کنید و با قیچی دور تا دور قرنیه را در این فاصله برش دهید. دقت کنید قیچی را خیلی درون کره چشم فرو نبرید تا زجاجیه آسیب نبیند. شکل ۱۳، پس از برش



شکل ۳. کره چشم پوش بخرید

می‌توانید سه لایه چشم و بخش‌های تشکیل دهنده آنها و نقطه کور را ببینید. لایه شبکیه بسیار نازک است، دقت کنید هنگام کار جمع نشود. به طرز قرار گرفتن عدسی توجه کنید در کنار عدسی، جسم مرگانی و تارهای آهیضی که عدسی را معاطه کرده‌اند دیده می‌شوند. عدسی را به آرامی خارج کنید. مایع زلالیه و زجاجیه آنها را مشاهده کنید در این حالت زلالیه به‌طور کامل شفاف نیست؛ زیرا مقداری از دانه‌های سیاه علالتین از بخش‌های دیگر چشم در آن رها شده‌اند.



شکل ۳. بخش‌های درونی چشم

چشم مرکزی به شکل حلقه‌ای نور محل استقرار عدسی قرار دارد. درون این حلقه عنبیه قرار دارد که نازک‌تر و شامل ماهیچه‌های حلقه‌ای حلزونی (تنگ کننده مردمک) و شعاعی (گشادکننده مردمک) است. سوراخ وسط عنبیه همان مردمک است. جسم مرگانی و عنبیه به آسانی جدا می‌شوند و قرنیه شفاف و برآمده دیده می‌شود. پس از انجام تشریح و با استفاده از مشاهده‌های خود به این پرسش‌ها پاسخ دهید:

الف) ویژگی‌های هر یک از سه لایه چشم و بخش‌های 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**

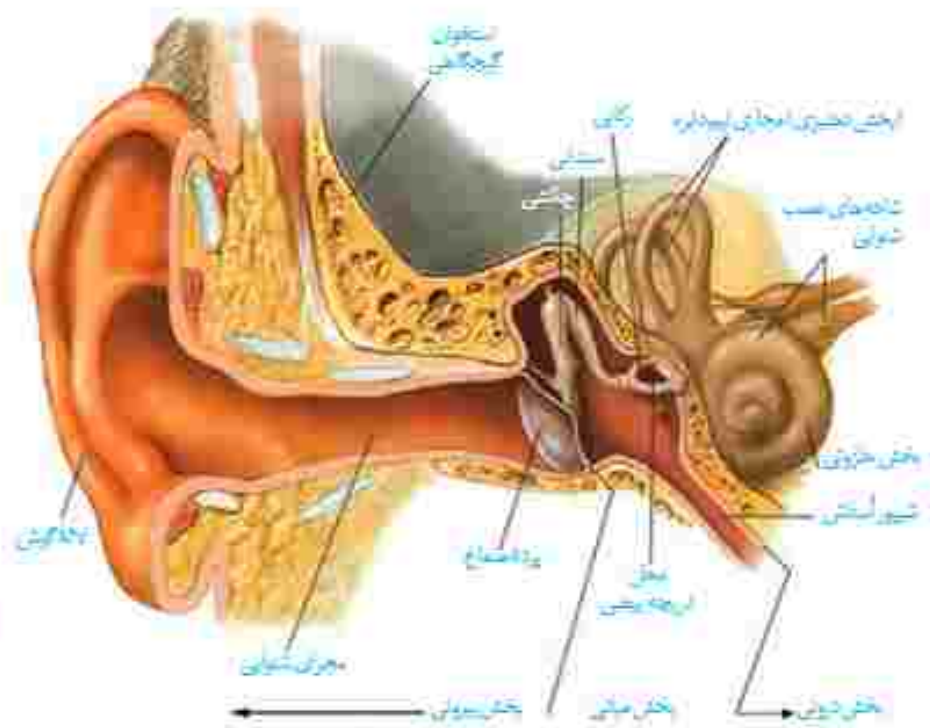
در پشت شبکیه چشم بسیاری از مهره‌داران، لایه‌ای درختان وجود دارد که پرتوهای نور را با می‌تواند تا گیرنده‌ها، نور بیشتری دریافت کند. این موضوع به دید بهتر جانور در شب کمک می‌کند. همچنین موجب درخشندگی چشم این جانوران در شب می‌شود.



لایه درختان در چشم گاو

**تنوایی و تعادل**

گیرنده‌های مکانیکی درون گوش، در شنیدن و حفظ تعادل بدن نقش دارند. این گیرنده‌ها در کدام بخش‌های گوش قرار گرفته‌اند؟ همان‌طور که آموخته‌اید، 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 مولای 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؟
  - حلزون 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 آنها را به بخش میانی منتقل می کند. موهای کرک مانند درون مجرا و موادی که غده های درون مجرا ترشح می کنند، نقش حفاظتی دارند. انتهای مجرا و بخش های میانی و درونی گوش را استخوان گیجگاهی حفاظت می کند.

### بیشتر بدانید

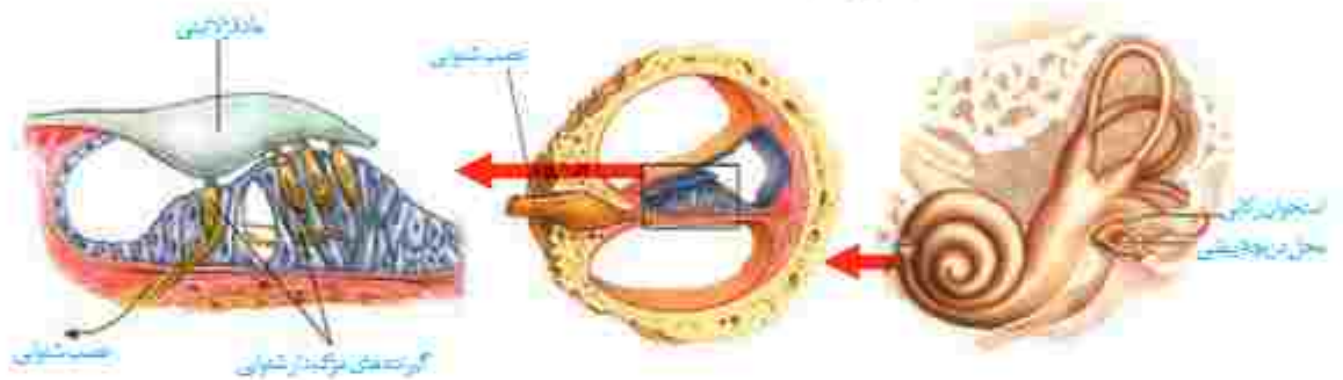
آسیب دیدن حلزون گوش تعصب شنوایی یا اختلال در ساختارهای هدایت کننده صدا به بخش حلزونی مانند استخوان های کوچک گوش میانی به شنوایی منجر می شود. گنجهت حلزون روستی برای بازگرداندن شنی است. این دستگاه را با جراحی در روستی است گوش قرار می دهند. دستگاه امواج صوتی یا جمع آوری کرده به جریان الکتریکی تبدیل و الکترودهای آن تعصب شنوایی را بطور مستقیم تحریک می کنند.

برده صماغ در انتهای مجرای شنوایی و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد. گوش میانی محافظه استخوانی بر از هواست. درون گوش میانی و پشت برده صماغ سه استخوان کوچک چکشی، سندان و رکابی، به ترتیب قرار دارند و به هم متصل شده اند. همان طور که در شکل ۹ می بینید، بخشی به نام شیپور استنشاق، حلق را به گوش میانی مرتبط می کند. هوا از راه این مجرا به گوش میانی منتقل می شود. تاغشتر آن در دو طرف برده صماغ یکسان شود و برده به درستی بزرگد. گوش درونی از دو بخش حلزونی و دهلیزی تشکیل شده است. بخش حلزونی در شنوایی و بخش دهلیزی در تعادل نقش دارد.

**تبدیل صدا به پیام عصبی:** امواج صوتی پس از عبور از مجرای شنوایی، به برده صماغ برخورد می کنند و آن را به ارتعاش درمی آورند. دست استخوان چکشی روی برده صماغ چسبیده و با ارتعاش

این می لرزد و استخوان های سندانی و رکابی را نیز به ارتعاش درمی آورد. کفا استخوان رکابی طوری روی درجه ای به نام درجه بیضی قرار گرفته است که لرزش آن، درجه را می لرزاند. این درجه برده ای نازک است که در پشت آن، بخش حلزونی گوش قرار دارد. بخش حلزونی را طبعی پر کرده است. لرزش درجه بیضی، مایع درون حلزون را به لرزش درمی آورد.

همان طور که در شکل ۱۰ می بینید، در بخش حلزونی یاخته های مرکز داری قرار دارند که مرکز هدایتان یا یونسی زلاتینی تعاس دارند. این یاخته ها، گیرنده های مکانیکی اند که با لرزش مایع درون بخش حلزونی، مرکز های آنها خم می شوند. در نتیجه کاتال های یونی غشایی آنها باز و این یاخته ها تحریک می شوند. در نتیجه بخش شنوایی عصب گوش پیام عصبی ایجاد شده را به مغز می برد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. یاخته های مرکز داری حلزون گوش

در باره نقش حفاظتی موها و مواد ترشخی در مجرای شنوایی گوش اطلاعات جمع آوری و به کلاس ارائه کنید.

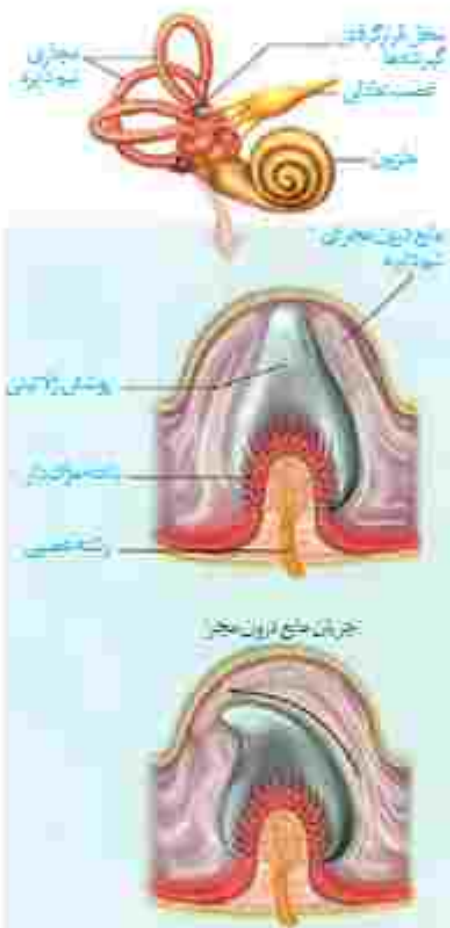
## فعالیت ۶

### حفظ تعادل

در بخش دهلیزی گوش داخلی سه مجرای نیم دایره ای شکل عمود برهم (در سه جهت فضا) وجود دارد که یاخته های مرکز در حث تعادل درون آنها قرار گرفته اند. حرکت سر، این یاخته ها را تحریک می کند. شکل ۱۱ یاخته های گیرنده تعادل در یک مجرای نیم دایره را نشان می دهد. درون مجرای نیم دایره از مایعی پر شده است و مرکز های یاخته های گیرنده نیز در ماده ای زلاتینی قرار دارند. با چرخش سر، مایع درون مجرای به حرکت درمی آید و ماده زلاتینی را به یک طرف خم می کند. مرکز های یاخته های گیرنده خم و این گیرنده ها تحریک می شوند. آسه یاخته های عصبی حسی که شاخه دهلیزی (تعدادی اعصاب گوش را تشکیل می دهند) پیام را به مغز و به ویژه منحنه می برند و آن را از موقعیت سر آگاه می کنند. برای حفظ تعادل بدن، مغز از گیرنده های دیگر مانند گیرنده های وضعیت نیز پیام دریافت می کند.

### بیشتر بدانید

بر تنفس اعراض سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۶ میلادی ۱/۱ میلیارد نفر در جهان و چون درجه‌ها در خطر از دست دادن شنوایی غیر دائمی است استفاده از وسایل صوتی شخصی و یا قرار گرفتن در مکان‌های تفریحی به سروسا این خطر را ایجاد کرده است فن سازمان توجه کرده است برای حفظ شنوایی باید صدای وسایل صوتی شخصی و راه استفاده از این وسایل را به کمتر از یک ساعت در روز کاهش داد همچنین هنگام استفاده از این دستگاه‌ها از ترفه‌ها برای استفاده کنند که سطح امن شنوایی را نشان می‌دهند و هشدار شنوایی را نیز به‌طور منظم انجام دهند.



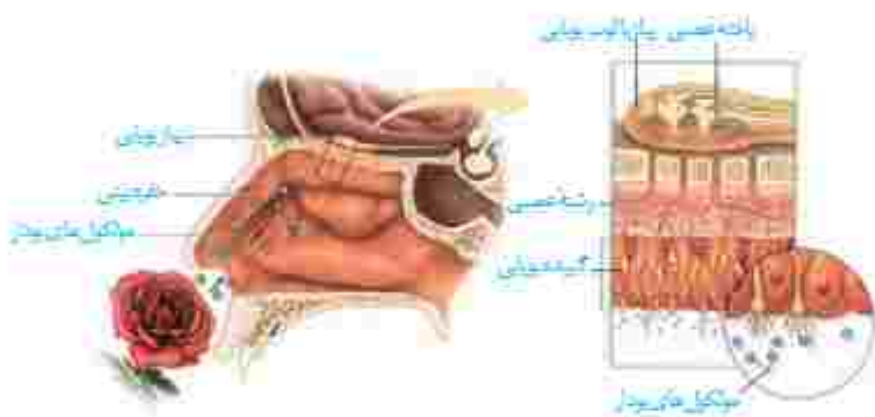
شکل ۱۱ چگونگی تحریک گیرنده‌های فعالی در مجرای نیم دایره

## فعالیت ۷

در بازه‌های شنوایی سنجی و بینایی سنجی گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کنید.

### بویایی

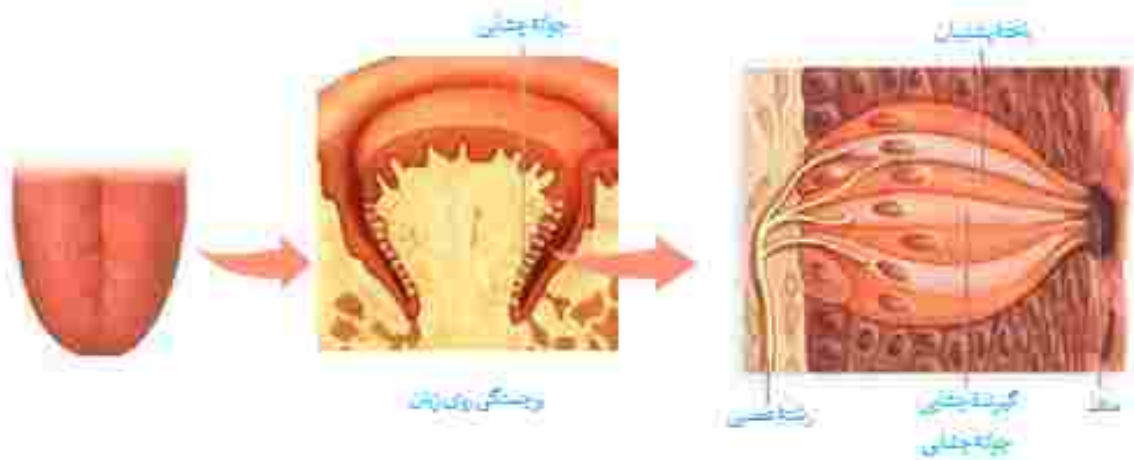
گیرنده‌های بویایی در سقف حفره بینی قرار دارند مولکول‌های بویایی در فضای تنفسی این یاخته‌ها را تحریک می‌کنند این یاخته‌ها پیام‌های بویایی را به لوب‌های دماغ‌های بویایی مغز که در شوریج مغز آنها را مشاهده کردید می‌رساند پیام بویایی سرانجام به قشر مخ ارسال می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- گیرنده‌های بویایی

## چشایی

در دهان و برجستگی های زبانی جانانه های چشایی و درون این جانانه ها گیرنده های چشایی قرار گرفته اند. ذره های غذا در بزاق حل می شوند و پانته های گیرنده چشایی را تحریک می کنند. (شکل ۱۳)

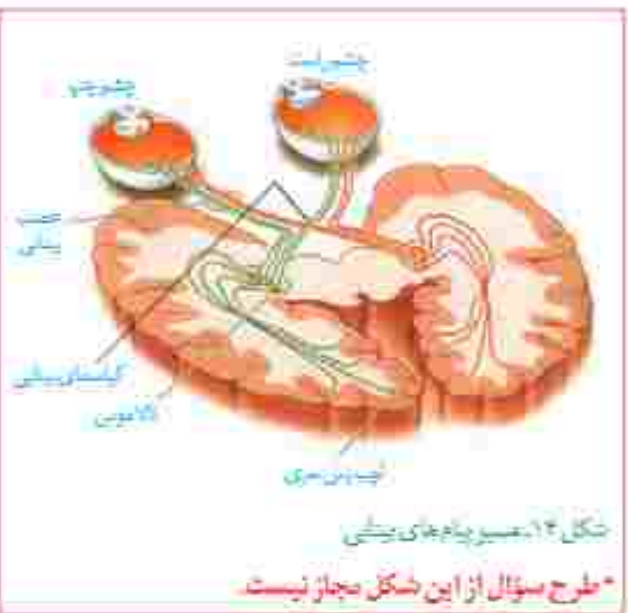


شکل ۱۳: گیرنده های چشایی زبانی

انسان پنج مزه اصلی شیرینی، شور، ترش، تلخی و مزه اومامی را احساس می کند. اومامی، کلمه ای ژاپنی به معنای لذیذ است که برای توصیف یک مزه مطلوب که با چهار مزه دیگر تفاوت دارد، به کار می رود. اومامی مزه غالب غذاهایی است که آمینو اسید گلوتمات دارند. مانند حصاره گوشت. حسی بیایی در ترک دست مزه غذا تأثیر دارد؛ مثلاً وقتی سرخاچوده و دچار گرفتگی بینی شده ایم، مزه غذاها را به درستی تشخیص نمی دهیم.

## پردازش اطلاعات حسی

با وجود یکسان بودن ماهیت پیام عصبی که از گیرنده های گوناگون بدن به دستگاه عصبی مرکزی می رسد، مغز چگونه آنها را به شکل های متفاوتی مانند صدا، تصویر، یا مزه تفسیر می کند؟ پیام هایی که هر نوع از گیرنده های حسی ارسال می کنند، به بخش یا بخش های ویژه ای از دستگاه عصبی مرکزی و قشر مغز وارد می شوند. شکل ۱۴ مسیر ارسال پیام های بینایی را نشان می دهد. چلیبایی (کیانسمای) بینایی که در فعالیت تشریح مغز آن را مشاهده کردید، منحل است که بخشی از آنسهای عصب بینایی یک چشم به نیمه کره مغز مقابل می روند. پیام های بینایی سرانجام به لوب های پس سری قشر مغز وارد و در آنجا پردازش می شوند. پیام های بینایی قبل از رسیدن به قشر مغز از بخش های دیگری از مغز مانند تالاموس می گذرند.



شکل ۱۴: مسیر پیام های بینایی

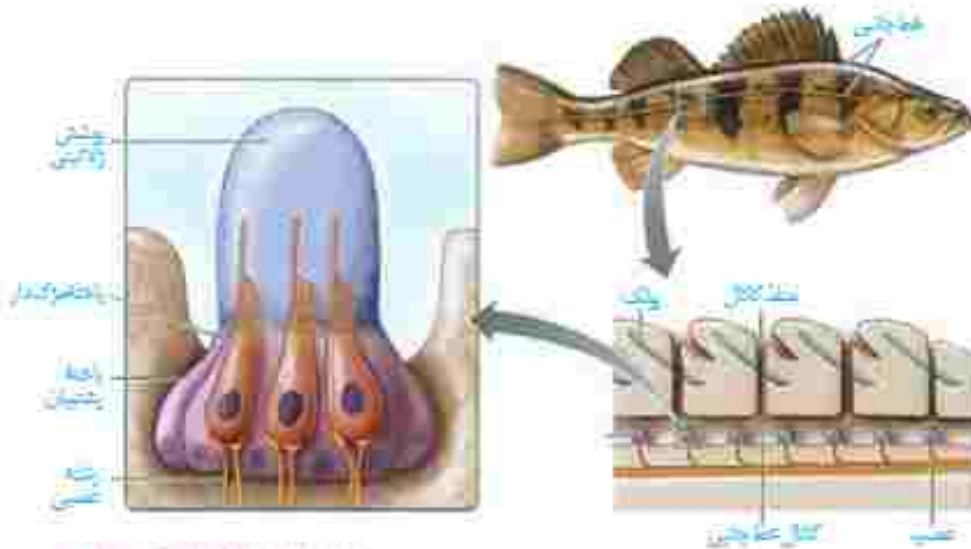
\* طرح سوال از این شکل مجاز نیست



گیرنده‌های حسی انسان می‌توانند محرک‌های گوناگون محیط را دریافت کنند اما محرک‌هایی مانند پروتوهای 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، کانالی در زیر پوست جانور است که از راه سوراخ‌هایی با محیط بیرون ارتباط دارد. درون کانال، یاخته‌های مرکز داری قرار دارند که به ارتعاش آب حساس است. مرکز‌های این

یاخته‌ها در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند. جریان آب در کانال، 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 بیرون خود آگاه می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵: سلول‌های خط جانبی در ماهی

#### شش‌های حسی

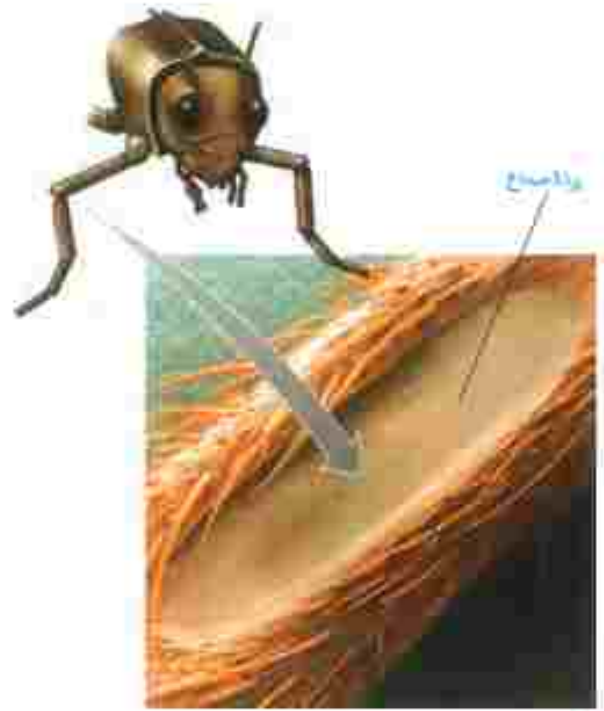


#### گیرنده‌های شیمیایی در پاهای

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

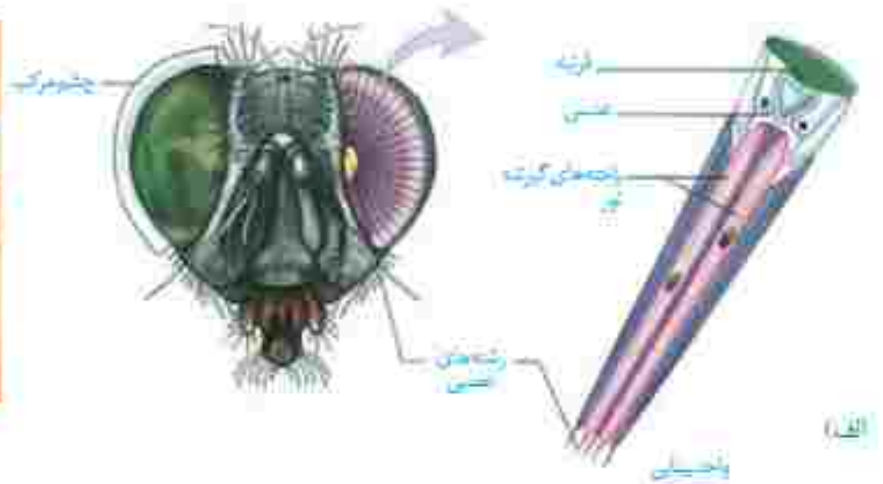
شکل ۱۶: گیرنده‌های شیمیایی در مگس

**گیرنده مکانیکی صدا در با:** روی هر یک از باهای جلویی جیرجیرک یک محفظه هوا وجود دارد که پرده صمغ زوی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی را که در پشت پرده صمغ قرار دارند، تحریک و جانور صدا را دریافت می‌کند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ پرده صمغ در جیرجیرک

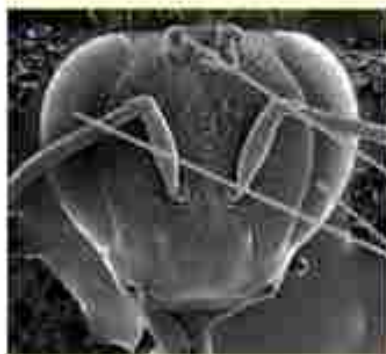
**گیرنده های نوری چشم مرکب:** چشم مرکب که در حشرات دیده می‌شود، از تعداد زیادی واحد بینایی تشکیل شده است. هر واحد بینایی، یک قرنیه، یک عدسی و تعدادی گیرنده نوری دارد. هر یک از این واحدها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می‌کنند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یکپارچه و تصویری موزائیکی ایجاد می‌کند (شکل ۱۸). گیرنده‌های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پروانه‌های فراابش را نیز دریافت می‌کنند.



(الف)

**بیشتر بدانید**

بیشتر حشرات سه چشم ساده روی سر خود دارند. شواهد نشان می‌دهند زنبور عسل از چشم ساده خود برای تشخیص شدت نور و طول روز استفاده می‌کند؛ اما این چشم تصویری ایجاد نمی‌کند.



چشم‌های ساده  
چشم مرکب

تصویر چشم‌های زنبور با میکروسکوپ الکترونی



(ب)

شکل ۱۸ الف: چشم مرکب حشرات و ب: تصویر موزائیکی در مقایسه با تصویری که چشم انسان می‌بیند.

### بیشتر بدانید

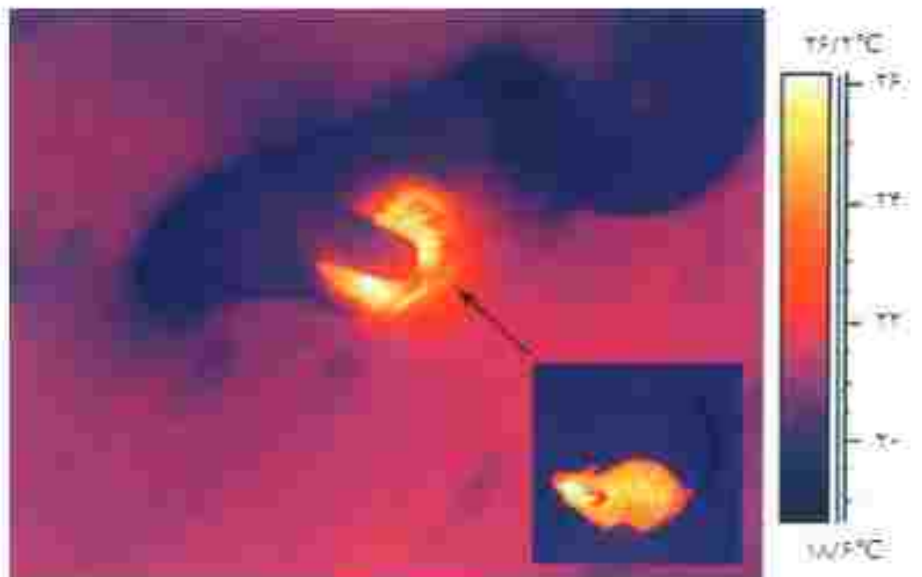
#### گیرنده‌های مغناطیسی:

جانورانی مانند لاک‌پشت‌های دریایی که هنگام مهاجرت مسافت‌های طولانی را طی می‌کنند، گیرنده‌های مغناطیسی در لبه کمره کمک‌الیه جهت و موقعیت خود را به درستی تشخیص می‌دهند. زبرا الگوی میدان مغناطیسی زمین در تونلی مختلفه کوره زمین مغناطیسی و تونلی در طول زمان ثابت است و با تغییر آب و هوا و لب و نیز تغییر می‌کند.

شکل ۱۹: الف: محل گیرنده قوس‌سرخ در مار زنگی

ب: تصویر مار در حال شکار که با دوربین حساس به پرتوهای قوس‌سرخ گرفته شده است.

**گیرنده قوس‌سرخ مار زنگی:** برخی مارها می‌توانند پرتوهای قوس‌سرخ را تشخیص دهند. همان‌طور که در شکل ۱۹ می‌بینید، در جلو و زیر هر چشم مار زنگی سوراخی است که گیرنده‌های پرتوهای قوس‌سرخ در آن قرار دارند. به کمک این گیرنده‌ها، مار پرتوهای قوس‌سرخ تابیده از بدن شکار را دریافت می‌کند و محل آن را در تاریکی تشخیص می‌دهد.

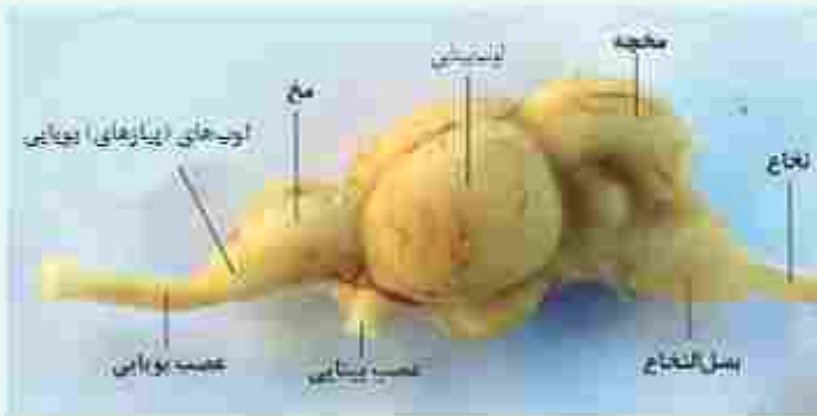


### بیشتر بدانید

#### گیرنده‌های الکتریکی:

بسیاری از گونه‌های پرنده ایستاداران مانند باتی بوس، لاک‌پشت‌های آبی، گیرنده‌هایی دارند که میدان‌های الکتریکی را تشخیص می‌دهند. این جانوران از گیرنده‌های الکتریکی برای یافتن شکار و جهت‌یابی استفاده می‌کنند. برخی از ماهی‌ها برای ایجاد ارتباط با هم‌نوعان این گیرنده‌ها را به کار می‌برند.

۱. طرح زیر مغز ماهی را نشان می دهد.



۱. لوب‌های (پایزه‌های) بویایی ماهی نسبت به کل مغز جانور از لوب‌های بویایی انسان بزرگ‌تر است. این مطلب چه واقعییتی را درباره حس بویایی ماهی نشان می دهد؟
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 ۳

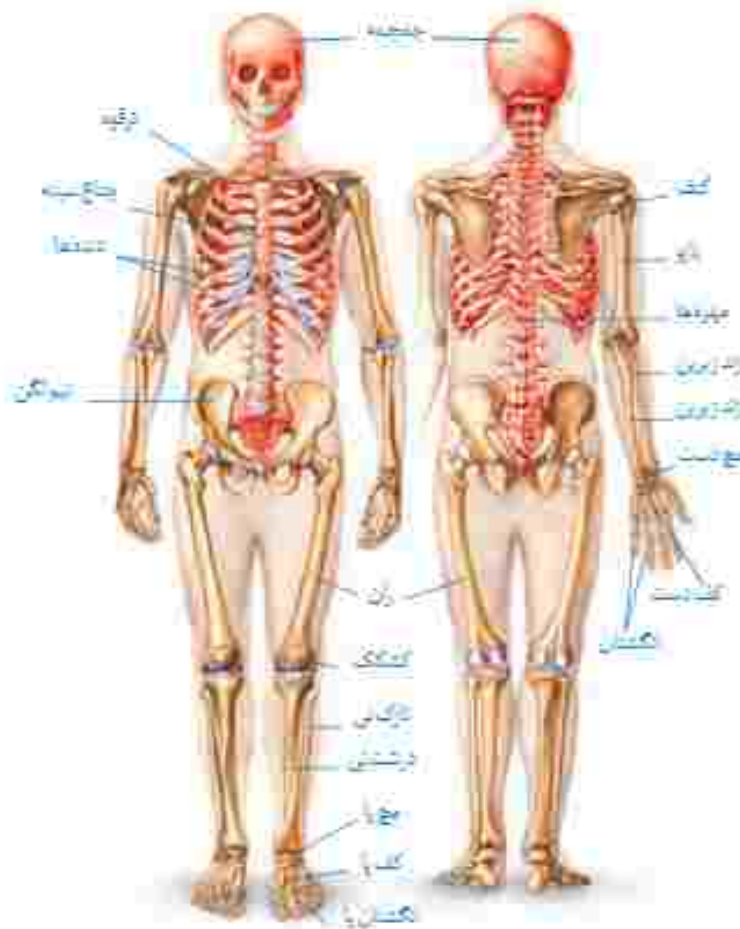
## دستگاه حرکتی

استفاده ما از دست و پایه قدری است که تصور زندگی بدون آنها برایمان بسیار سخت است. خوشبختانه امروزه افراد دارای نقص عضو نیز می‌توانند با استفاده از اعضای مصنوعی تا حدودی بر محدودیت‌های حرکتی چیزی شوند. مطالعات دقیق ساختار فابریک‌ها، مفاصل و استخوان‌ها، به همراه پیشرفت در علوم مربوط به مواد و الکترونیک، مهندسان را قادر ساخته تا اندام‌های پیچیده را برای بزرگ‌ترین بخش‌های آسیب‌دیده یا ناقص کنند. کارآمدی بعضی اندام‌های مصنوعی آن قدر 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 آسیب‌هایی احتمالی اندام‌های حرکتی را تهدید می‌کند؟ به چه روش‌هایی می‌توان این اجزا را از آسیب حفظ کرد؟



استخوان‌ها بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می‌دهند. اسکلت انسان شامل دو بخش **محوری** و **جانبی** است. بخش محوری همان طوری که از نامش مشخص است، محور بدن را تشکیل می‌دهد و از ساختارهایی مانند منبر و قلب حفاظت می‌کند. گریچه بخشی‌هایی از آن هم در جویدن، شنیدن، صحبت کردن و حرکات بدن نیز نقش دارند. استخوان‌های دست و پا از اجزای اسکلت جانبی اند. 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 شنیدن دقیق مؤثرند. همچنین استخوان‌ها به کمک ماهیچه‌ها موجب حرکت بدن می‌شوند. سایر اعمال استخوان‌ها در جدول یک خلاصه شده است.

جسول انوتقیف استخوانی  
در انسان



استخوان های اجتمع



استخوان مهره



استخوان های مع است



استخوان ران

شکل ۳. انواع استخوان ها از بالا به  
پایین: پهن، نامنظم، کوتاه، دراز  
در کلاسور مقیاس رعایت نشده  
است.

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان ها تنگ بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می کنند تا تمام ها روی آنها مسفر شوند.
حرکت	انصال ماهیچه های انکتی به استخوان ها و انجاس آنها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می شود.
حفاظت از اندام های درونی	انکت استخوانی، بخش های حساس، مانند نخاع، قلب، مغز و سلسله ها را حفاظت می کند.
تولید باخته های خونی	بسیاری از استخوان ها مغز قرمز دارند که باخته های خونی را تولید می کند.
ذخیره مواد معدنی	استخوان ها محل ذخیره مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم است.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان های کوچک گوش در شنیدن و استخوان های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

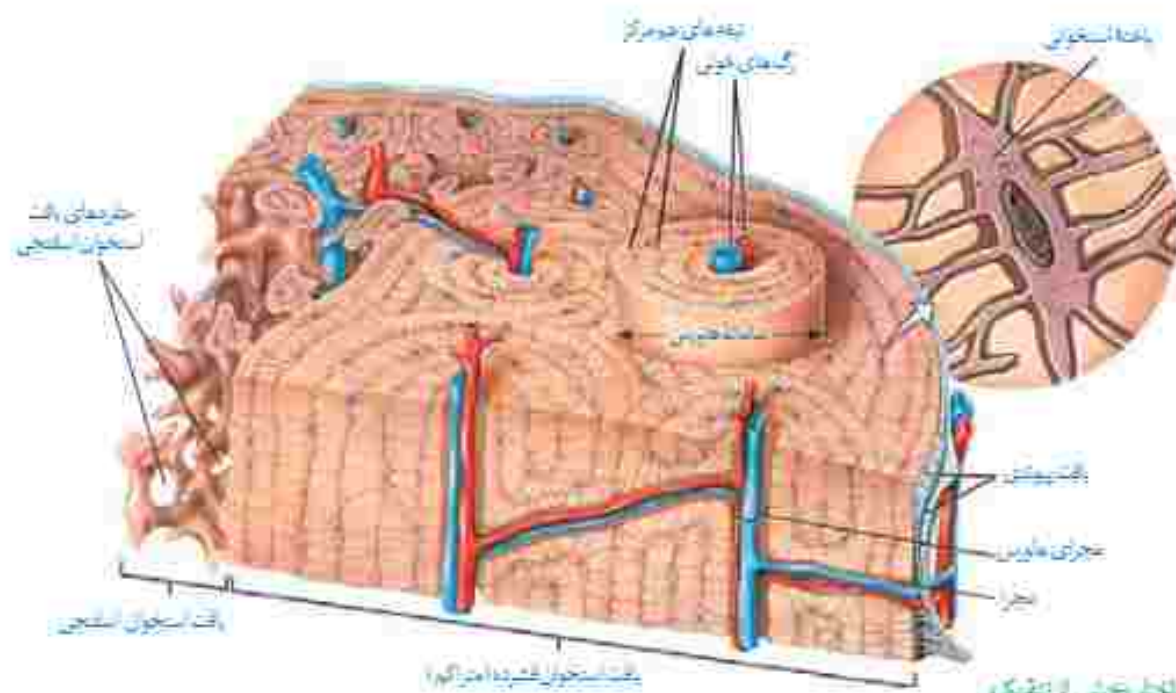
### انواع استخوان

استخوان ها اشکال مختلفی دارند. استخوان ران و بازو از انواع استخوان های درازند، در حالی که استخوان های مع از انواع استخوان های کوتاه اند. استخوان چهجه از استخوان های پهن هستند. استخوان های ستون مهره از نوع استخوان های نامنظم اند (شکل ۳). استخوان های بدن انداز به جای متفاوتی دارند، از استخوان های کوچک گوش میانی تا استخوان بزرگ لگن.

**ساختار استخوان:** هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفنجی 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 واحدهایی به نام سامانه هاورس قرار گرفته است (شکل ۴). این سامانه ها به صورت استوانه هایی هم مرکز از تیغه های استخوانی اند که از باخته های استخوانی، ماده زمینه ای و کلاژن 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 ته این استخوان نیز بافت اسفنجی دارد. سطح خارجی این استخوان، توسط بافت بیرونی احاطه شده است و رگ ها و اعصاب از راه مجرایهایی به بیرون ارتباط دارند.

انتهای برآمده استخوان ران از بافت اسفنجی پر شده است. بافت استخوانی اسفنجی 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 بر می‌کند. مغز قرمز استخوان در بافت استخوانی اسفنجی دیده می‌شود. در گم‌خونی‌های شدید مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.



شکل ۳. ساختار بخشی از تنگ استخوان دراز و اجزای آن

## فعالیت ۱

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

### تشکیل و تخریب استخوان

در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزودن شدن تمک‌های کلسیم سخت می‌شوند. بافت‌های استخوانی تا اواخر سن رشد، مادهٔ زمینه‌ای ترشح می‌کنند و بنابراین، تودهٔ استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند. با افزایش سن، بافت‌های استخوانی کم‌کار می‌شوند و تودهٔ استخوانی به تدریج کاهش پیدا می‌کند. در همهٔ این مراحل، تغییرات استخوانی در حال انجام است. استخوان‌ها در اثر فعالیت بدنی مانند ورزش، یا با افزایش وزن ضخیم، متراکم‌تر و محکم‌تر می‌شوند و استخوان‌هایی که کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، ظریف‌تر می‌شوند. مشابه این حالت، در فضائوردان دیده می‌شود که در محیط بی‌وزنی تراکم استخوانشان کاهش می‌یابد. استخوان‌های بدن به طور پیوسته دچار شکستگی‌های میکروسکوپی می‌شوند که نتیجه حرکت معمول بدن است. شکستگی‌های دیگر می‌توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند (شکل ۴).



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



شکل ۴. الف: شکستگی تاشی از صدمه در سر استخوان ران و ب: تصویر رادیوگرافی از استخوان شکسته ران



الف

ب

تراکم توده استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان هست 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 غذا، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند. اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.



استخوان طبیعی



استخوان پوکی

شکل ۵. مقایسه استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی

## فعالیت ۲

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

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

طرح برپشت از اعداد جدول در همه آزمون‌ها از جمله آزمون سرآزمایی است.

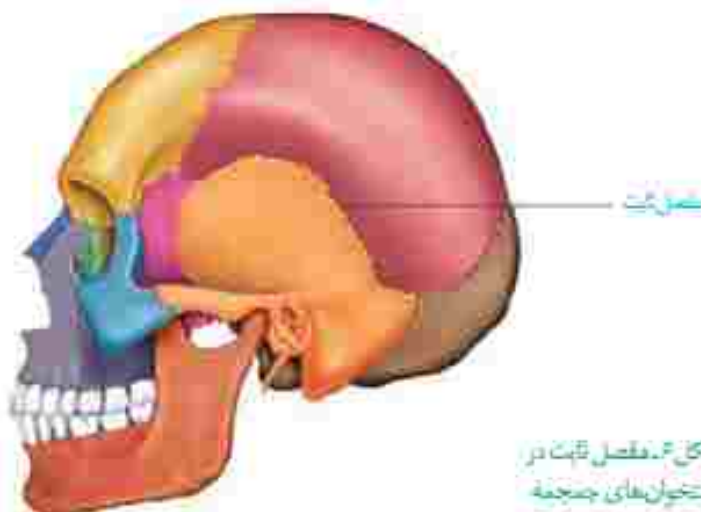
۱- متحلی تغییر تراکم توده استخوانی را در دو جنس رسم کنید.

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 ایمعانی دندان‌دار آنها در هم فرو رفته و محکم شده‌اند (شکل ۶).



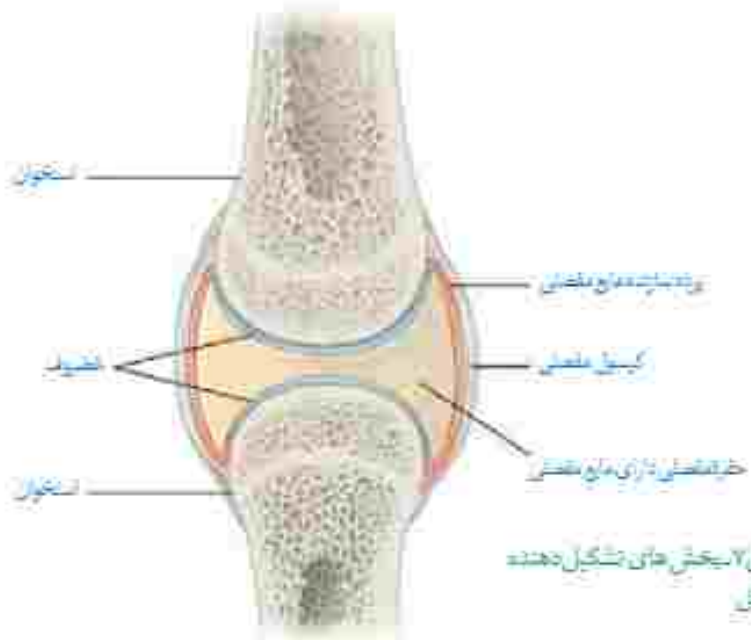
شکل ۶. مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه

**بیشتر بدانید**

بزرگی رباط صلیبی یکی از موارد شایع آسیب‌پذیری در ورزشکاران است. این رباط که به دلیل شکل قاعمر آن به این نام خوانده می‌شود، سبب نگهداشتن استخوان ران در مقابل استخوان درشتنی می‌شود. ممکن است فرد با بزرگی رباط صلیبی سال‌ها بدون مشکل زندگی کند. تغییر ناگهانی وضعیت کتف روی رتبه، ایستادن ناگهانی در حین دویدن، چیدن و افتادن دوباره به زمین در وضعیت نامناسب و ضربات ناگهانی و شدید از جویبار رتبه می‌تواند عامل ایجاد آسیب در این رباط باشد. البته، شکل رباط صلیبی رتبه و بنا به نحوه آسیب دیدن آن



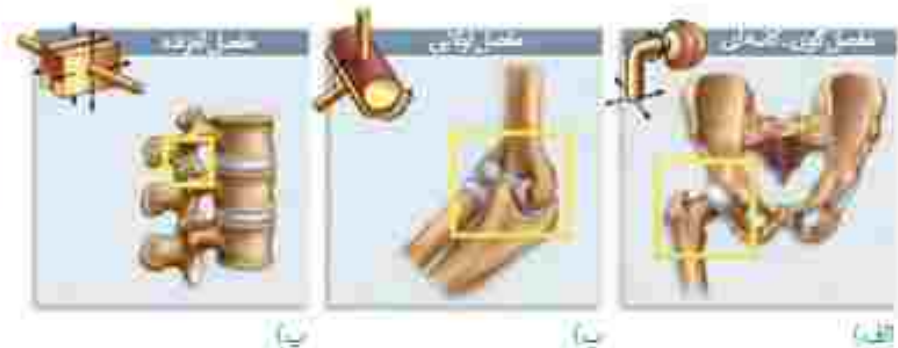
در بیشتر مفاصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند. سر استخوان‌ها در محل این مفاصل‌ها توسط بافت غضروفی پوشیده شده‌اند. نمونه آن مفاصل‌های رتبه، انگشتان و لگن است. استخوان‌ها در محل این نمونه‌ها توسط یک کپسول از جنس پیوندی رشته‌ای احاطه شده‌اند. که بر اثر مایع مفصلی افزوده است. مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروفی به استخوان‌ها امکان می‌دهد که سالیان زیادی در مجاور هم نیز بچرخند و اصطکاک چندانی نداشته باشند (شکل ۷).



شکل ۷ بخش‌های تشکیل دهنده مفصل

علاوه بر کپسول مفصلی، رباط‌ها و وزنه‌ها هم به کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند. رباط، بافت پیوندی رشته‌ای محکمی است که استخوان‌ها را به هم متصل می‌کند. بعضی انواع مفاصل‌های متحرک را در شکل ۸ مشاهده می‌کنید. با توجه به شکل نحوه حرکت هر نوع مفصل را مقایسه کنید.

بخش صیقلی غضروفی‌ها در اثر کارکرد زیاد، ضربات آسیب‌ها و بعضی بیماری‌ها تخریب می‌شود. ولی بدن دوباره آن را ترمیم می‌کند. اگر سرعت تخریب بیش از ترمیم باشد، می‌تواند باعث بیماری‌های مفاصلی شود.



شکل ۸. انواعی از مفاصل‌های متحرک (الف) گوی-کاسه‌ای، (ب) انقباضی، (پ) انقباضی

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

**بیشتر بدانید**

**شکستگی استخوان در کتاب قانون**

این سینا همانند بسیاری از دانشمندان مشتمل در دوران شکوفایی تمدن اسلامی، در بسیاری از علوم روزگار خود تبحر داشت. او که موضوع‌های علمی منظوم نوشته است، به فلسفه و پزشکی علاقه ویژه‌ای داشته به طوری که دو اثر مهم او یعنی *الکفا* در فلسفه و *القانون* در طب همچنان مورد رجوع و استفاده هستند. قانون شامل پنج کتاب و با موضوع‌های منظومی درباره پزشکی، بیماری‌ها و درمان آنها است. این سینا در یکی از این کتاب‌ها به توصیف انواع شکستگی‌ها و راه‌های درمان آن پرداخته است. این سینا می‌داند که اگر شکستگی در محل مفصل باشد، ممکن است حرکت آن پس از بهبود شکستگی، محدود شود. امروزه برای رفع محدودیت حرکتی در چنین شکستگی‌هایی فیزیوتراپی توصیه می‌شود. توصیه و تأکید این سینا مبنی بر تأخیر چند روز در اقل برای شکستگی، امروزه به تأخیر در اقل یعنی معروف است. گرچه به‌همه اولویت نشده است.

**بیشتر بدانید**

**روماتیسم مفصلی**

روماتیسم مفصلی بیماری‌ای است که در آن پرده سازنده مایع مفصلی در زیر کپسول مفصلی، دچار التهاب می‌شود. با افزایش التهاب این پرده، ترشح مایع مفصلی هم افزایش می‌یابد که موجب تورم و التهاب در محل آسیب می‌شود. با پیشرفت بیماری، غضروف‌ها آسیب می‌بینند. التهاب مفصل معمولاً در اندام‌های دو طرف بدن به صورت متناوب بروز می‌کند. علائم این بیماری ممکن است باعث سستی‌گنی استخوان در محل آسیب شود. گرچه علت دقیق بروز این بیماری کاملاً شناخته شده نیست، ولی عواملی از قبیل: خشک‌سختی 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 داروهای ضد بارداری و آلودگی هوا نیز 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 کاهش‌دهنده التهاب مانند مسکن‌ها هورمون کورتیزول از پیشرفت بیماری می‌کاهد و عوارض آن را تا حدی کاهش می‌دهد. در موارد شدید بیماری، ممکن است مفصل آسیب‌دیده با مفصل مصنوعی جایگزین شود.

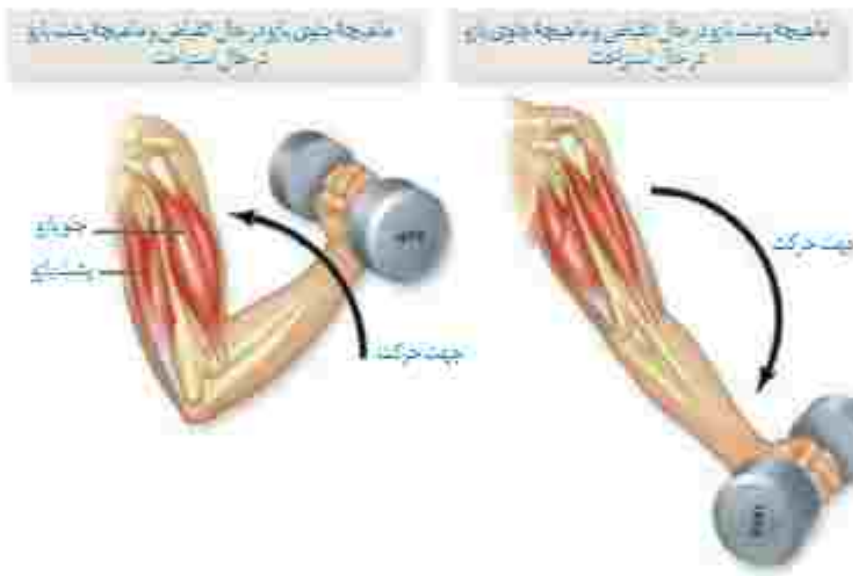


بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیه‌چه اسکلتی دارد که با انقباض خود بسیاری از حرکات بدن را ایجاد می‌کنند. با این ماهیه‌چه‌ها در سال‌های قبل آشنا شدید. شکل ۹ بعضی از این ماهیه‌چه‌ها را در بدن انسان نشان می‌دهد.



شکل ۹. ماهیه‌چه‌های اسکلتی بدن انسان

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



شکل ۱۰. عملکرد ماهیچه‌های عضلانی

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 ۳).

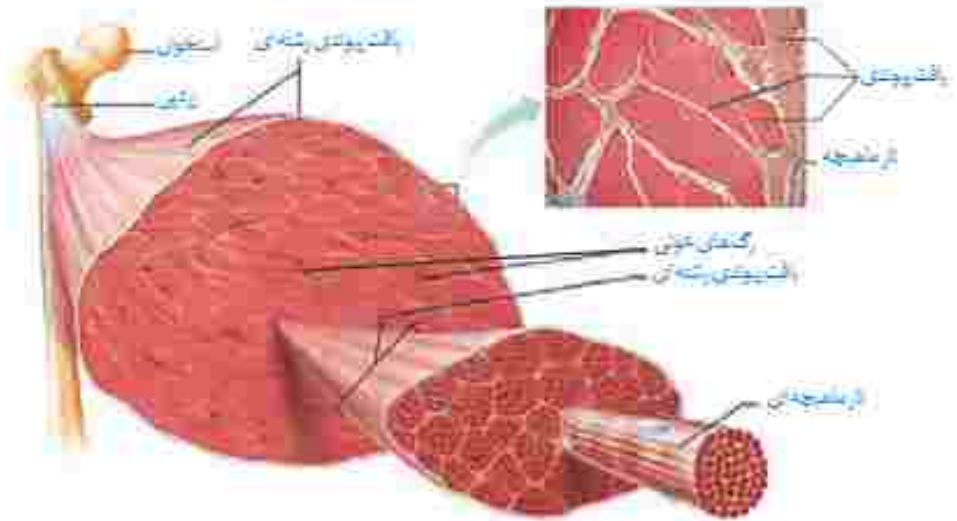
جدول ۳. اتصال ماهیچه‌های اسکلتی

وظیفه	توضیح
حرکت ارادی	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.
کنترل درجه‌های بدن	ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهن، خروج و بلع‌ها ایجاد می‌کنند.
بفظ حالت بدن	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگاه‌داری بدن به صورت قائم می‌شوند.
ارتباطات	ماهیچه‌های اسکلتی با کمک به سخن گفتن، نوشتن یا رسم شکل و ایجاد حالات مختلف چهره، در برقراری ارتباطات عمل می‌کنند.
حفظ دمای بدن	فعالتهای سوخت و ساز در بافته‌های ماهیچه‌ای باعث ایجاد گرمای ارادی می‌شود که می‌تواند در حفظ دمای مناسب بدن مؤثر باشد.

### ساختار ماهیچه اسکلتی

بگ، 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.

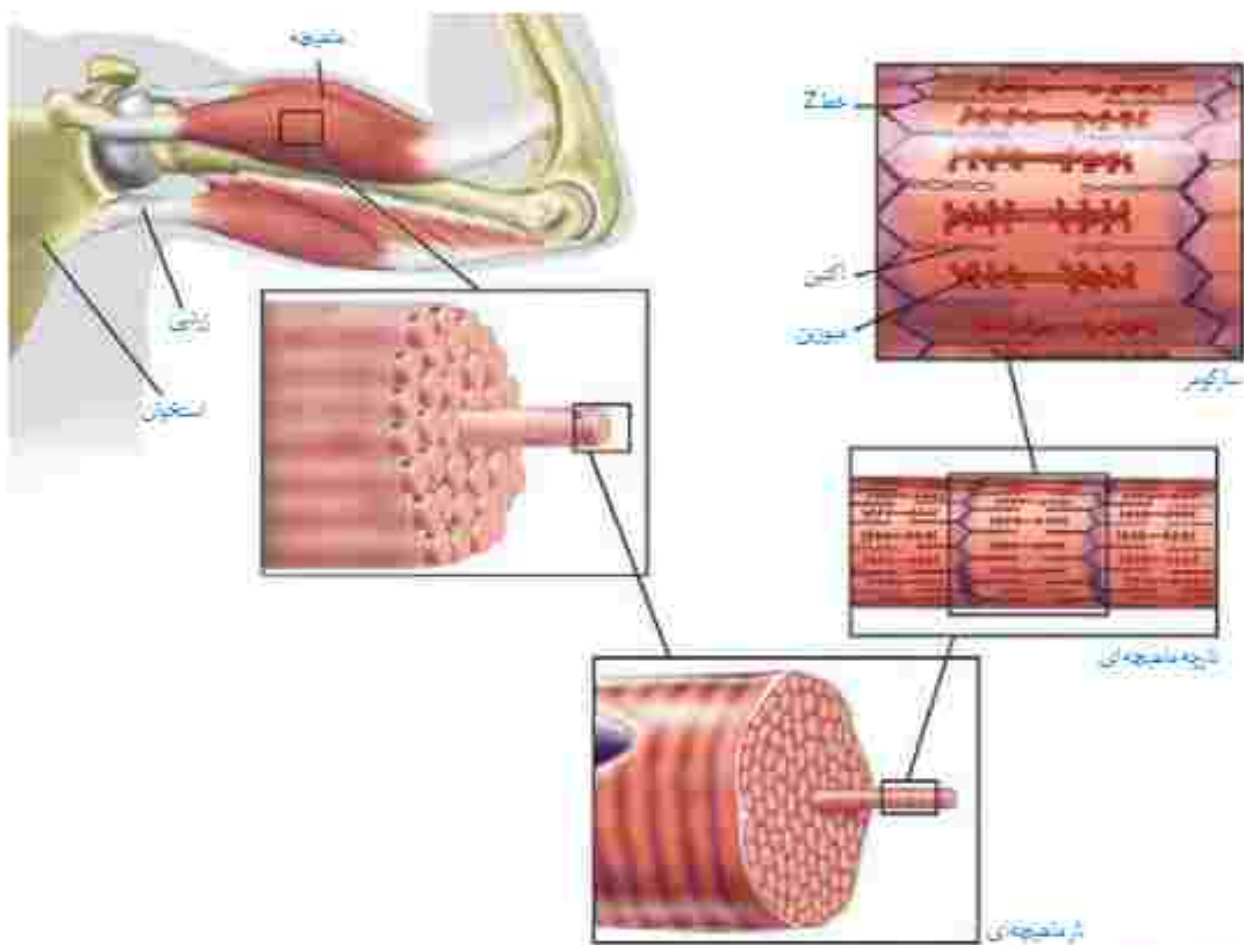
این دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده است. این غلاف‌های پیوندی در انتها، به صورت طناب یا نوازی محکم به نام زردپی در می‌آیند (شکل ۱۱). زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، به استخوان‌های مختلف متصل می‌شوند. با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند. نحوه اتصال ماهیچه به استخوان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



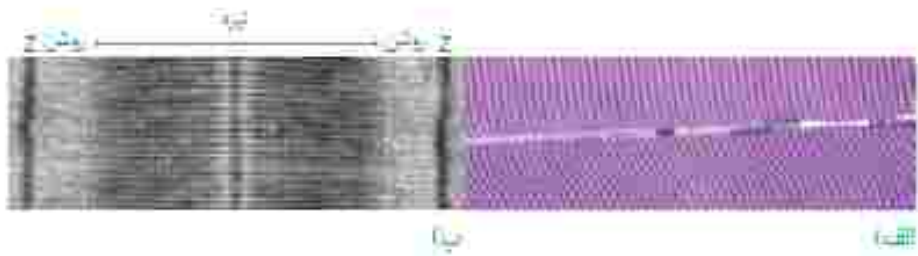
شکل ۱۱ استخوان ماهیچه اسکلتی

**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).

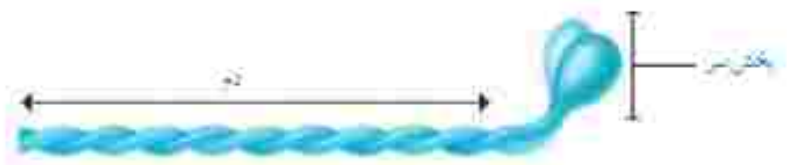
تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام **سارکومر** تشکیل شده‌اند که به تار ماهیچه‌ای ظاهر مخطط (خط خط) می‌دهند. دو انتهای هر سارکومر خطی به نام **خط Z** دیده می‌شود. آیا با توجه به شکل ۱۲ می‌توانید علت این نام‌گذاری را حدس بزنید؟ ظاهر مخطط این یاخته‌ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی **اکتین** و **میوزین** 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 ۲. اجزای یک تار و تارچه ماهیچه‌ای



شکل ۱۳. تصویر میکروسکوپی از الف) ساختار ماهیچه مقطع و ب) مبارکوب



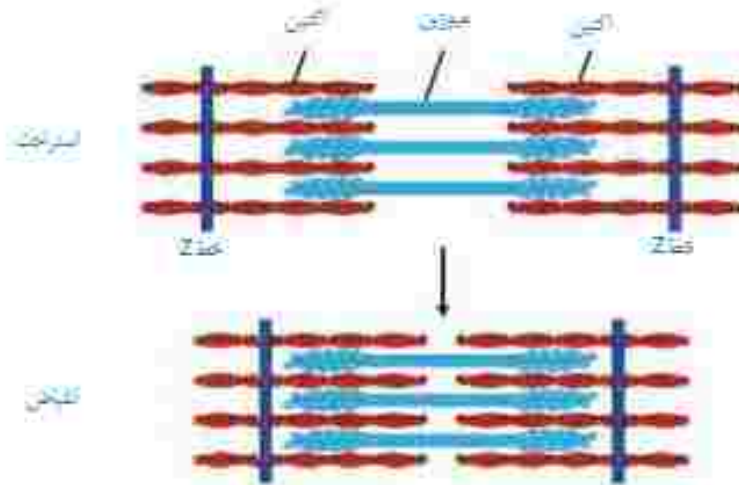
شکل ۱۴. بخش‌های مختلف مولکول میوزین

### مکانیسم انقباض ماهیچه

پارسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایونیته‌های از باخته عصبی به باخته ماهیچه‌ای می‌رسد و انتقال عصبی از پایانه باخته عصبی آزاد می‌شود. با اتصال این تقطین به گیرنده‌های خود در



سطح پاخته ماهیچه‌ای، یک موج تحرکی در طول عضلای پاخته ایجاد می‌شود. با تحریک پاخته ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آن آزاد می‌شوند. 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).



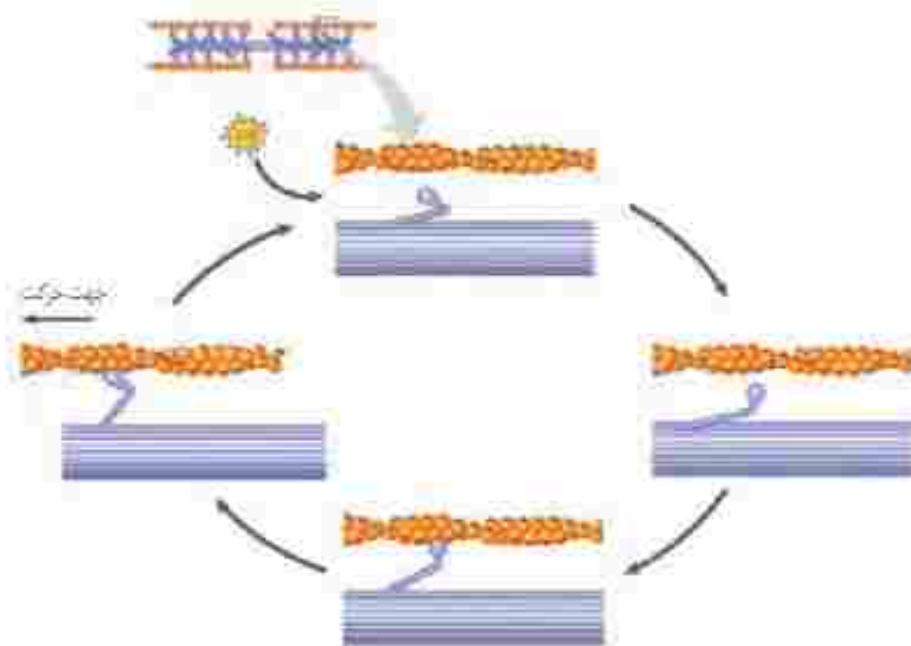
شکل ۱۵. طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها

### بیشتر بدانید

بعضی عوامل بیماری‌زا می‌توانند در انقباض ماهیچه اختلال ایجاد کنند. مثلاً نوعی باکتری سخی خطرناک به نام بوتولینوم تولید می‌کند. این سم مانع از آزاد شدن استیل‌کولین از پاخته‌های عصبی حرکتی می‌شود. در نتیجه ماهیچه هیچ پیامی برای تحریک دریافت نمی‌کند. این سم که به بوتاکس نیز معروف است در مقادیر بسیار کم برای گشایش چین و چروک‌های ظاهری چهره استفاده می‌شود. توزیع مقادیر بسیار کم بوتاکس در اطراف چشم و پستی به‌طور موقت باعث رفع ماهیچه‌های چهره می‌شود و تا مدتی چروک‌های صورت را رفع می‌کند. یکی از طرفی باعث بی‌حالت شدن چهره می‌شود که به چهره زخی یا بی‌روح معروف است.

تغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی نیاز دارد. برای این کار، پای‌پیل‌های اتصال میوزین و اکتین دائماً تشکیل و با حرکتی مانند پارو زدن، خطوط Z به سمت هم کشیده شونفا سپس سرهای متصل جدا و به بخش جلوتر وصل شونفا. این لیز خوردن، اتصال و جدا شدن سرهای میوزین صدها مرتبه در ثانیه تکرار و در نتیجه ماهیچه اسکلتی منقبض می‌شود (شکل ۱۶).

**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 تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می‌ماند.



شکل ۱۴ نحوه انقباض ماهیچه

### تأمین انرژی انقباض

بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن گلوکز به دست می‌آید. در ماهیچه‌ها گلیکوزن 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 دیگر کراتین فسفات است که طبق واکنش زیر می‌تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند.



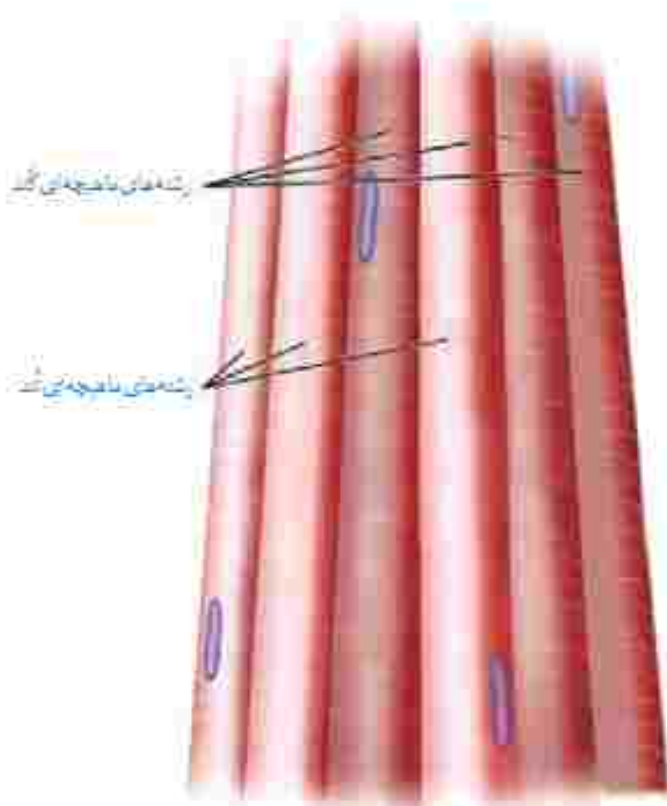
ماهیچه‌ها برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند. در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیه گلوکز به صورت بی‌هوازی انجام می‌شود. در اثر این واکنش‌ها لاکتیک اسید تولید می‌شود که در ماهیچه انباشته می‌شود. انباشته شدن لاکتیک اسید پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای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

### انواع باخته‌های بافت ماهیچه‌ای

باخته‌های ماهیچه‌ای را می‌توان به دو نوع باخته‌های تند و کند تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی براساس سرعت انقباض است. بسیاری از ماهیچه‌های بدن هر دو نوع باخته را دارند. تار ماهیچه‌ای نوع کند، برای حرکات استقامتی مانند شنا کردن ویژه شده‌اند. این تارها مقدار زیادی رنگ‌دانه قرمز به

تام میوگلوبین (شبه هموگلوبین) دارند که می‌تواند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند این تارها بیشتر انرژی خود را به روش هوازی به دست می‌آورند (شکل ۱۷).

تارهای ماهیچه‌ای تند (را 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 بیشتر 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 چرا که تحرک، دیرانی تار ماهیچه‌ای تند بیشتری هستند که با ورزش، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می‌شوند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷. تارهای ماهیچه‌ای تند و کند

#### فعالیت ۴

الف) به نظر شما چه تفاوت‌هایی بین دو تنگن دوی سرعت و ماراژن از نظر تعداد و درصد تارهای ماهیچه‌ای تند و کند وجود دارد؟

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

ب) مقدار میوگلوبین ماهیچه‌های مؤثر در ورزش حرفه‌ای 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: شنا کردن، پرواز کردن، دویدن و خزیدن، نمونه‌هایی از این حرکات است. 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 هستند.

ساختار اسکلت در جانوران متفاوت است، ولی می‌توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه آب‌ایستایی<sup>۱</sup>، 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 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 هر یک از انواع اسکلت درونی یا بیرونی چه مزایا و محدودیت‌هایی دارند. نتایج تحقیق خود را به صورت گزارش در کلاس ارائه کنید.



## فصل ۴

### تنظیم شیمیایی

تصور کنید روزی تمام وسایل ارتباطی مثل تلفن، اینترنت و رادیو در تک 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 پرباختگان، یاخته‌ها نمی‌توانند از یکدیگر مستقل باشند. در فصل اول دیدیم که دستگاه عصبی، یکی از دستگاه‌های ارتباطی بدن است. اما دستگاه عصبی یا تک تک یاخته‌های بدن ارتباط ندارد. در این فصل، با ارتباطات شیمیایی آشنا می‌شویم و خواهیم دید که چگونه بخش مهمی از فرآیندهای بدن توسط آن انجام می‌شود.



## گفتار ۱ ارتباط شیمیایی

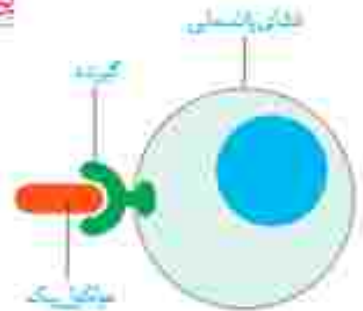
در فصل اول دیدیم که یاخته های عصبی ارتباط بین نقاط مختلف بدن را برقرار می کنند. در این گفتار، نقش مولکول ها را در برقراری ارتباط خواهیم دید.

### بیک شیمیایی

بیک شیمیایی مولکولی است که پیام را منتقل می کند. یاخته ای که پیام را دریافت می کند یاخته هدف نام دارد.

بیک چگونه یاخته هدف را از میان انبوه یاخته ها پیدا می کند و پیام را انتخابی به یاخته دیگر نمی رساند؟ یاخته هدف، برای بیک گیرنده ای دارد (شکل ۱). مولکول بیک تنها بر یاخته ای می تواند تأثیر بگذارد که گیرنده آن را داشته باشد و این یاخته، همان یاخته هدف است.

بر اساس مسافتی که بیک طی می کند تا به یاخته هدف برسد، بیک ها را به دو گروه کوتاه برد و دور برد تقسیم می کنند.



شکل ۱ بیک از طریق آنور بگریزند. اختتامی خود در یاخته هدف در آن تقسیم می کند.

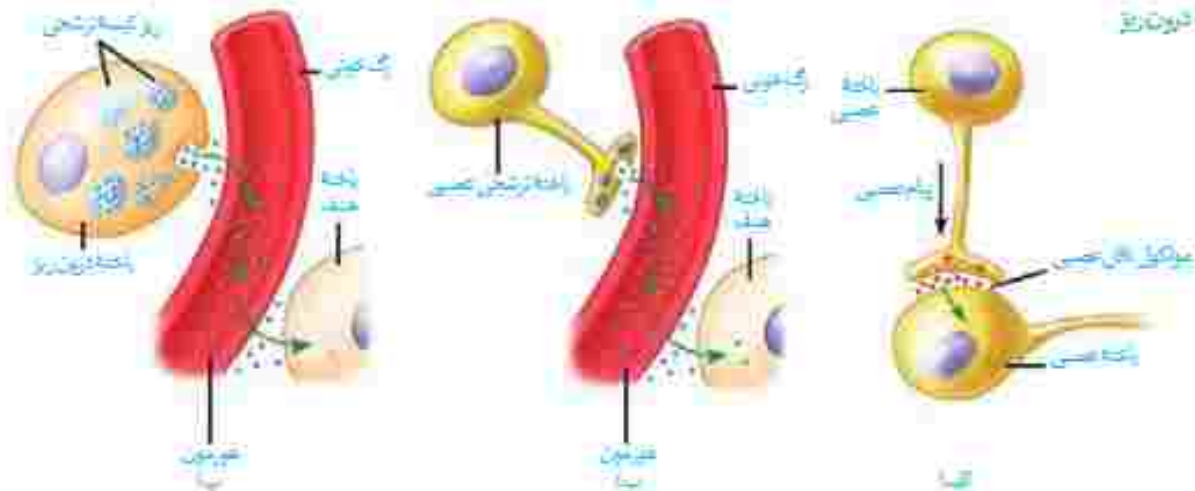
### بیک های کوتاه برد

بیک کوتاه برد چنان که از نام آن پیداست، بین یاخته های ارتباط برقراری کند که در نزدیکی هم اند. و جداگانه چند یاخته یا همه متصله دارند. نقل عصبی یک بیک کوتاه برد است. این بیک از یاخته پیش همایاری ترشح و بر یاخته پس همایاری اثر می کند.

### بیک های دور برد

بیک های دور برد بیک هایی هستند که به جریان خون وارد می شوند و پیام را به فاصله ای دور منتقل می کنند. هورمون ها بیک های دور بردند (شکل ۲).

شکل ۲ عقابینه هورمون و نقل عصبی. الف: ترشح مولکول نقل از یاخته عصبی. ب: ترشح هورمون از یاخته عصبی. پ: ترشح هورمون از یاخته دیون ریغ.



گاهی باخته‌های خصی نیک شیمیایی را به خون ترشح می‌کنند، در این صورت این نیک یک هورمون به شمار می‌آید، نه یک ناقل خصی.

### غده‌های بدن

هورمون‌ها از باخته‌های درون ریز ترشح می‌شوند. این باخته‌ها ممکن است به صورت پراکنده در اندام‌ها دیده شوند. مثال این باخته‌ها را قبلاً دیده‌ایم. مثلاً در سال گذشته خواندیم که باخته‌های درون ریز در معده و دوازده به ترتیب، هورمون گاسترین و سکرترین را ترشح می‌کنند. همچنین ممکن است باخته‌های 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 بیرون ریز ترشحات خود را از طریق مجرایی به سطح یا حفرات بدن می‌ریزد (شکل ۳).

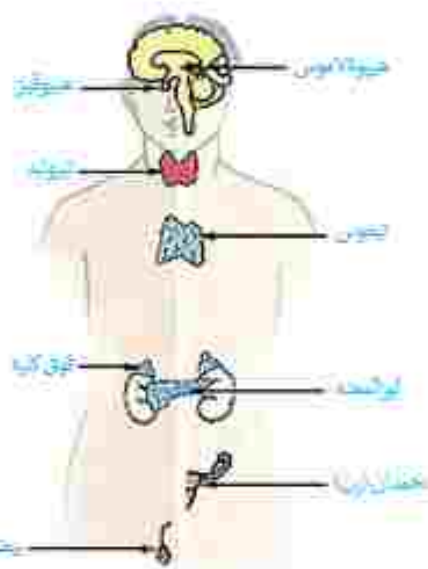
شکل ۳. غده درون ریز و درون ریز



### بیشتر بدانید

جنس میلکول گیرنده از نوع پروتئین است. در واقع یکی از وظایف پروتئین‌های غشایی همکار دیگرانند است.

مجموع باخته‌ها و غدد درون ریز و هورمون‌های آنها را دستگاه درون ریز می‌نامند. این دستگاه به همراه دستگاه خصی، فعالیت‌های بدن را تنظیم می‌کند و نسبت به محرک‌های درونی و بیرونی پاسخ می‌دهند. تعدادی از غدد دستگاه درون ریز را در شکل ۴ می‌بینید.

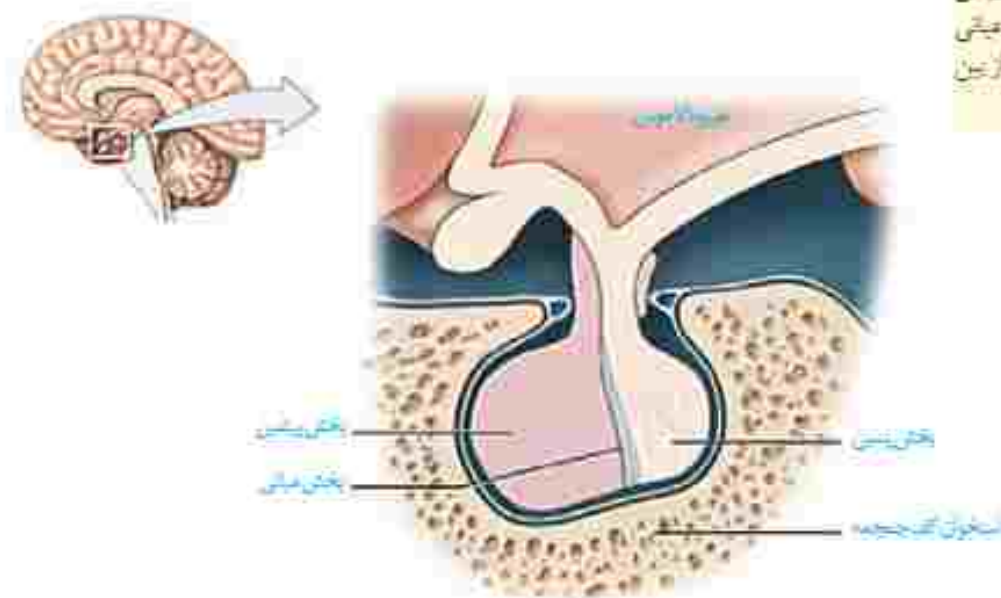


شکل ۴. تعدادی از غدد درون ریز

دستگاه درون ریز که غذاهای بیخون مهمی از آن است، فعالیت‌های بدن را به وسیلهٔ هورمون‌ها تنظیم می‌کند. در این گفتار، غذای درون ریز و هورمون‌های آنها را در انسان بررسی می‌کنیم.

### هیپوفیز

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



شکل ۵: غذای هیپوفیز

### بیشتر بدانید

نقش بخش میانی غذای هیپوفیز در ماهی‌ها و نوزادان بهتر شناخته شده است. این بخش هورمونی ترشح می‌کند که باعث می‌شود در ماهی‌ها و نوزادان هیپوفیز به سرعت در حال رشد است. این هورمون‌ها می‌شوند در انسان بالغ، بخش میانی بسیار کوچک می‌شود یا حتی از بین می‌رود.

### 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، غذای هیپوتالاموس نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غذاهای برهنه دارد.

هورمون رشد، یکی از هورمون‌های بخش پیشین است که با رشد طولی استخوان‌های دراز، اندازهٔ قد را افزایش می‌دهد. در نزدیکی دو سر استخوان‌های دراز، دو صفحه غضروفی وجود دارد که صفحات رشد نام دارند (شکل ۶). پلاک‌های غضروفی در این صفحات تقسیم می‌شوند همچنان



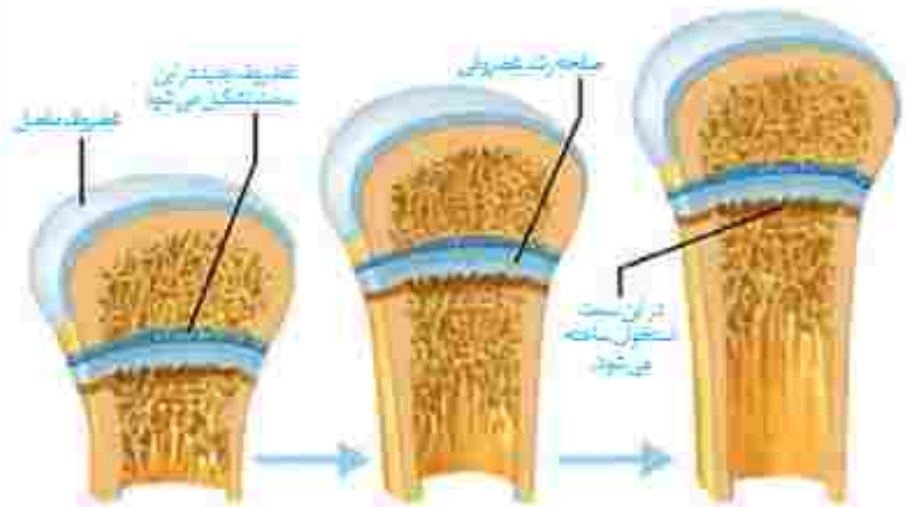
### بیشتر بدانید

اندازه قد هر فرد عمدتاً بر ژنتیک به محیط هم بستگی دارد. این هالنی که از والدین به فرزند می‌رسد تعیین‌کننده اندازه قد نیست. اندازه قد به اندازه هم بستگی دارد. آن هم موردی از ژنتیک است. به عنوان مثال، میانگین قد در آسیای جنوب شرقی کمتر از ایران است.

محیط تأثیر غیر قابل انکاری بر اندازه نهایی قد دارد. تغذیه، ورزش و حتی استراحت را عوامل مؤثر بر اندازه قد هستند.

شکل عرض‌شماره رشد در استخوان‌های دایره‌ای و چگونگی رشد استخوان

که باخته‌های جدیدتر بدنه می‌آیند، باخته‌های استخوانی جانسن باخته‌های 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.



پرولاکتین هورمون دیگر بخش‌بخش‌بخش است. پس از تولد نوزاد، این هورمون، غده شیری را به تولید شیر وامی‌دارد. تا مستحضر تصور می‌شد که کار پرولاکتین تنها همین است. اما اکنون نتواند روز افزونی مبنی بر نقش این هورمون در دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب به دست آمده است. در مردان، این هورمون در تنظیم فرآیندهای دستگاه تولیدمثل نیز نقش دارد.

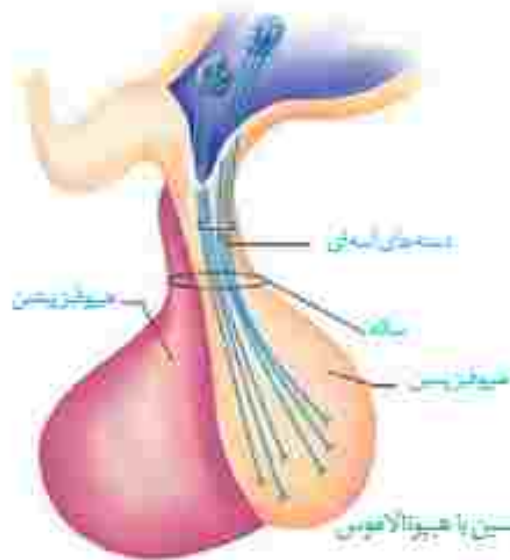
هورمون‌های محرکه چهار هورمون باقی‌مانده بخش‌بخش‌بخش را تشکیل می‌دهند. بخش‌بخش‌بخش با ترشح این هورمون‌ها فعالیت سایر غدد را تنظیم می‌کنند. هورمون محرکه تیروئید، فعالیت غده سیردیس (تیروئید) را تحریک می‌کند؛ هورمون محرکه قوی کلیه، روی غده فوق کلیه تأثیر می‌گذارد و هورمون‌های محرکه غده‌های جنسی که LH و FSH نام دارند، کار غده‌های جنسی (تخمندان و بیضه) را تنظیم می‌کنند.

### بخش‌بخش‌بخش

بخش‌بخش‌بخش هیچ هورمونی نمی‌سازد. هورمون‌های بخش‌بخش‌بخش در باخته‌های عصبی هیپوتالاموس تولید می‌شوند. این هورمون‌ها که در جسم باخته‌های ساخته شده‌اند از طریق آسها به بخش‌بخش‌بخش می‌رسند (شکل ۷). دو هورمون به نام‌های ضد‌آدراری، که در سال قبل با آن آشنا شدیم، و آکسی‌توسین، که در فصل ۷ با آن آشنا می‌شویم، در هیپوتالاموس ساخته و در بخش‌بخش‌بخش، ذخیره و ترشح می‌شوند.

### بیشتر بدانید

هورمون‌های تیروئیدی از یوستن جو مشتق آید و تیروئین پدید آمده‌اند. یکی از آنها سه تم بد دارد و دیگری چهار تم بد به همین دلیل آن‌ها را به ترتیب  $T_3$  و  $T_4$  نامیده می‌دهند.  $T_4$  که تیروکسین نیز نامیده می‌شود در مجاورت ریه‌های هدف به  $T_3$  تبدیل می‌شود.



شکل ۱۸ ارتباط بخش‌های پستان با هیپوفیالانوس

### غده تیروئید

غده تیروئید شکلی شبیه به سیب دارد و در زیر حنجره واقع است (شکل ۱۸). هورمون‌هایی که از این غده ترشح می‌شوند، عبارت‌اند از: هورمون‌های تیروئیدی و کلسی‌تونین. هورمون‌های تیروئیدی دو هورمون بد دارد به نام‌های  $T_3$  و  $T_4$  هستند.

هورمون‌های تیروئیدی میزان تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس را تنظیم می‌کنند. از آنجایی که تجزیه گلوکز در همه بافته‌های بدن رخ می‌دهد پس همگی، باخته هدف این هورمون‌ها هستند.

در دوران جنینی و کودکی،  $T_4$  برای نمو دستگاه عصبی مرکزی لازم است بنابراین، فقدان آن به

اعتلالات نمو دستگاه عصبی و عقب ماندگی ذهنی و جسمی چشم می‌انجامد.

اگر بد در غذا به مقدار کافی نیابند، آن‌گاه هورمون تیروئیدی به اندازه

کافی ساخته نمی‌شود. در این حالت غده هیپوفیز با ترشح هورمون محرک

تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می‌شود تا بد بیشتری جذب کند. فعالیت بیشتر

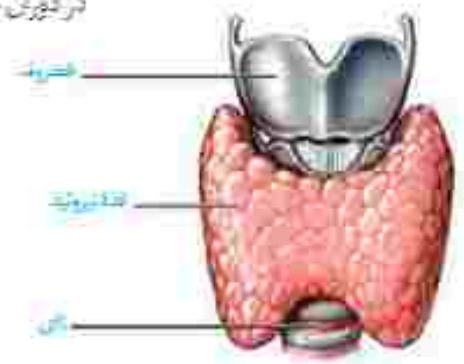
غده تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می‌شود که به آن گواتر می‌گویند.

بد در غذاهای دریایی فراوان است. مقدار بد موجود در فرآورده‌هایی

کشاورزی و دامی یک مسئله، به مقدار بد خاک بستگی دارد. با توجه به کمبود

بد در خاک کشور ما، همچون بسیاری از دیگر کشورها، برنامه‌های غذایی متکی به فرآورده‌های

غیر دریایی نمی‌تواند فراهم کننده بد مورد نیاز بدن باشد.



شکل ۱۸ غده تیروئید

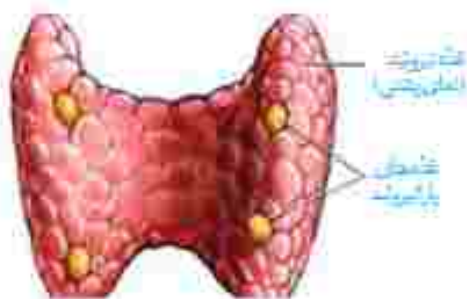
استفاده از نمک بد در می‌تواند بد مورد نیاز بدن را تأمین کند. تحقیق کنید که نمک‌هایی بد در

در چه شرایطی مؤثر خود را حفظ می‌کنند و چه غذاهایی منابع جذب بد می‌توانند؟

### فعالیت ۱

هورمون دیگر تیروئید، گلیکسی توئین است. زمانی که گلیسیم در خوناب زیاد است، این هورمون از برداشت گلیسیم از استخوان‌ها جلوگیری می‌کند.

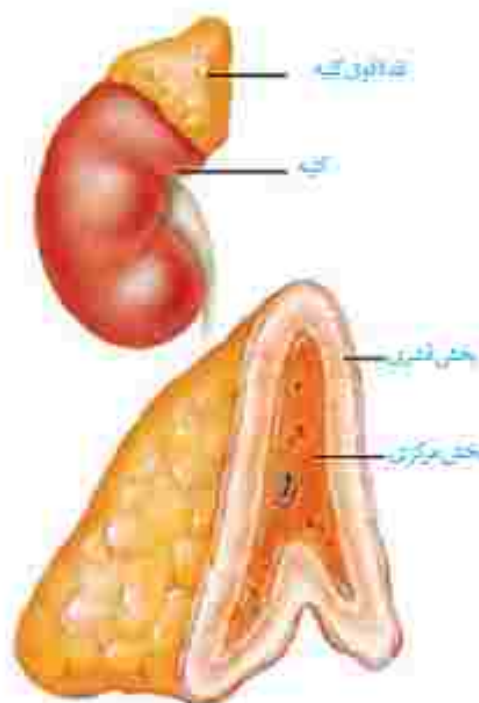
### غده‌های پاراتیروئید



شکل ۹- غده‌های پاراتیروئید

غده‌های پاراتیروئید به تعداد چهار عدد در پشت غده تیروئید قرار دارند (شکل ۹). این غده هورمون پاراتیروئیدی ترشح می‌کند. هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش گلیسیم خوناب ترشح می‌شود و در هم‌ایستایی گلیسیم نقش دارد. این هورمون، گلیسیم را از ماده زمینه استخوان جدا و آزاد می‌کند. همچنین باز جذب گلیسیم 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 گلیسیم از روده را افزایش دهد. بنابراین کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب گلیسیم از روده می‌شود.

### غده فوق کلیه

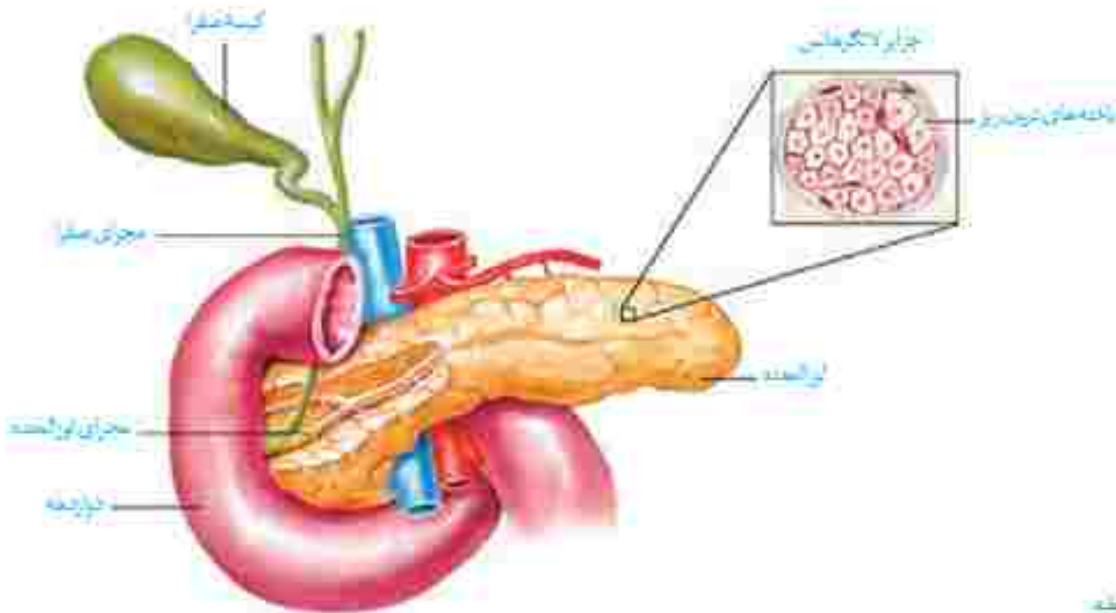


شکل ۱۰- غده فوق کلیه

غده فوق کلیه روی کلیه قرار دارد و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که از همدیگر مستقل اند (شکل ۱۰). بخش مرکزی ساختار عصبی دارد و وقتی فرد در شرایط تنش قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های اپی نفرین و نور اپی نفرین ترشح می‌کند. این هورمون‌ها ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خوناب را افزایش می‌دهند و لایزک‌ها را در شش‌ها یاز می‌کنند. چنین تغییراتی بدن را برای پاسخ‌های کوتاه مدت آماده می‌کند. بخش قشری به تنش‌های طولانی مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، یا ترشح کورتیزول پاسخ دهنده می‌دهد. این هورمون گلوکز خوناب را افزایش می‌دهد. اگر تنش‌ها به مدت زیادی ادامه یابند، 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 بیرون ریز و درون ریز تشکیل شده است (شکل ۱۱). بخش بیرون ریز، آنزیم های گوارشی و ویکورینات ترشح می کند که در سال گذشته باقی آشنا شدیم. بخش درون ریز به صورت مجموعه ای از یاخته ها در بین بخش بیرون ریز است که جزایر لانگرهانس نام دارند.



شکل ۱۱- لوزالمعده

از بخش بیرون ریز لوزالمعده دو هورمون به نام های گلوکاکون و انسولین ترشح می شوند. گلوکاکون در پاسخ به کاهش گلوکز خون ترشح و باعث تجزیه گلیکوژن به گلوکز در کبد می شود و به این ترتیب، قند خون را افزایش می دهد. انسولین در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح می شود. این هورمون باعث ورود گلوکز به یاخته ها و ساخته شدن گلیکوژن می شود و به این ترتیب، قند خون را کاهش می دهد.

اگر یاخته ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند، غلظت گلوکز خون افزایش می یابد. به همین علت گلوکز و به دنبال آن آب وارد ادرار می شود. چنین وضعیتی به دیابت شیرین معروف است.

در این نوع دیابت، یاخته ها مجبورند انرژی مورد نیاز خود را از چربی ها یا حتی پروتئین ها به دست آورند که به کاهش وزن می انجامد. بر اثر تجزیه چربی ها، محصولات اسیدی تولید می شود که اگر این وضعیت درمان نشود به اعصاب و مرگ منجر خواهد شد. علاوه بر آن، تجزیه پروتئین ها، مقاومت بدن را کاهش می دهد. بنابراین، افراد مبتلا به دیابت باید بهداشت را پیش از پیش رعایت کنند و مراقب زخم ها و سوختگی های هر چند کوچک باشند.

دیابت بر دو نوع است. در نوع یکم، انسولین ترشح نمی شود یا به اندازه کافی ترشح نمی شود. این بیماری، یک بیماری خود ایمنی است که در آن دستگاه ایمنی یاخته های ترشح کننده انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می برد. این بیماری با تزریق انسولین تحت کنترل در خواهد آمد. در دیابت نوع دو اشکال در تولید انسولین نیست. در نوع دو انسولین به مقدار کافی وجود دارد، اما گیرنده های

### بیشتر بدانید

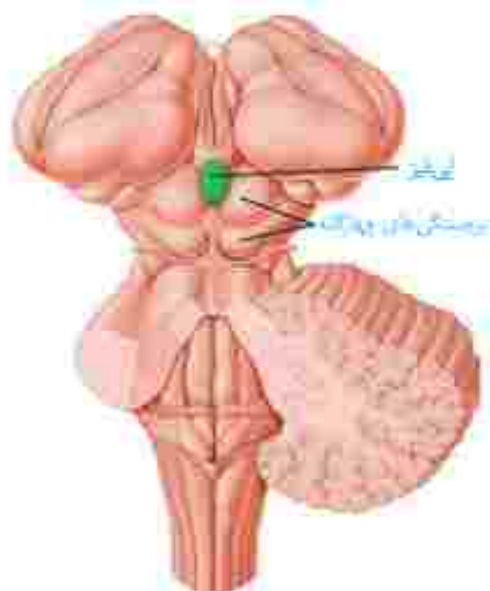
امکان ایجاد نوعی دیابت به نام **دیابت بارداری** در دوران بارداری وجود دارد. بنابراین یکی از مراقبت های این دوران، انجام آزمایش خون به منظور تعیین میزان قند خون مادر است. دیابت بارداری معمولاً بعد از تولد نوزاد برطرف می شود، گرچه در تعدادی از این مادران، احتمال ابتلا به دیابت نوع دو در سال های بعد افزایش می یابد. شواهد نشان می دهند که شربهی کامل این احتمال را کاهش می دهد. دیابت بارداری در صورتی که کنترل نشود به سلامت جنین آسیب می رساند. تغذیه مناسب و سبک زندگی فعال از پیشگیری و کنترل دیابت نوع دو و سلامت جنین مادر است.

انسولین به آن پاسخ نمی دهند. دیابت نوع دو از سن حدود چهل سالگی به بعد، در نتیجه جاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه بیماری را دارند ظاهر می شود.

## فعالیت ۲

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

### سایر غدد درون ریز



غده ای فیزیکی دیگر از غدد درون ریز منزه است که در بالای برجستگی های چهارگانه قرار دارد (شکل ۱۲) و هورمون علائقین ترشح می کند. مقدار ترشح این هورمون در شب به حداکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می رسد. عملکرد این هورمون در انسان به خوبی معلوم نیست. اما پژوهش ها نشان می دهند که به تنظیم ریتم های شبانه روزی ارتباط دارد.

غده تیموسی هورمون تیموسین ترشح می کند که در تعابیر لنفوسیت ها نقش دارد. با تعابیر لنفوسیت ها در فصل ۵ بیشتر آشنا خواهیم شد. همچنین عملکرد غده های جنسی و هورمون های آنها را در فصل ۷ خواهید دید.

### گوناهگونی پاسخ های یاخته ها به هورمون ها

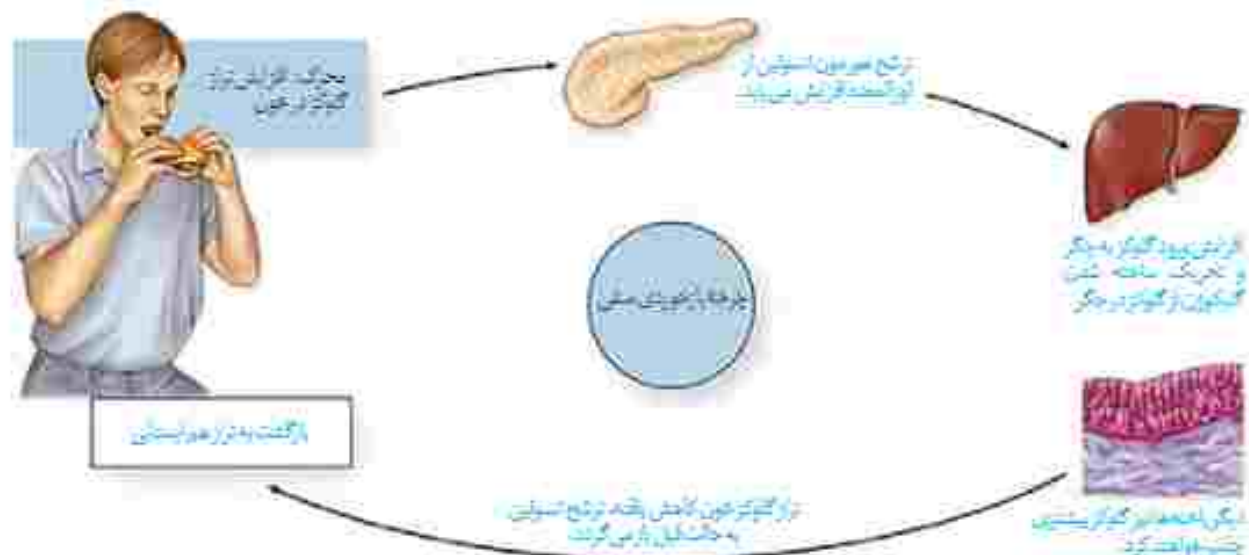
شکل ۱۲. جایگاه غده ای فیزیکی  
ممکن است یک یاخته چند هورمون را دریافت کند یا اینکه چند یاخته، یک هورمون را دریافت کنند. بر اساس نوع هورمون و نوع یاخته هدف، پیام یک به عملکرد خاصی تفسیر می شود. مثلاً وقتی هورمون پاراتیروئیدی که کلسیم خون را افزایش می دهد به کلیه می رسد، بازجذب کلسیم را زیاد می کند اما همان هورمون در استخوان باعث تجزیه استخوان می شود و کلسیم را آزاد می کند.

### تنظیم بازخوردی ترشح هورمون ها

هورمون ها در مقادیر خیلی کم ترشح می شوند. اما با همین مقدار کم، اثرات خود را برجای می گذارند. بنابراین، تغییر هرچند کم در مقدار ترشح هورمون ها اثرات قابل ملاحظه ای در پی خواهد داشت. به همین علت ترشح هورمون ها باید به دقت تنظیم شود.

جرمک تنظیم بازخوردی روش رایجی در تنظیم ترشح هورمون هاست که به دو صورت منفی و مثبت دیده می شود. در تنظیم بازخوردی منفی، افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می شود و بالعکس. بیشتر هورمون ها توسط بازخورد منفی تنظیم می شوند. 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 آگنی توسین توسط چرخه بازخوردی مثبت تنظیم می‌شود که در فصل ۷ با آن آشنا خواهید شد.



شکل ۱۶ تنظیم بازخورد گلیکوز با بازخورد مثبتی

### 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 نذکارچی به دیگران استفاده می‌کند. مارها از فرومون‌ها برای جفت‌یابی و گریه‌ها از آن برای تعیین قلندرو خود استفاده می‌کنند.



## فصل ۵

### ایمنی

زمانی که میکروسکوپ دنیای ناپیدای میکروب‌ها را آشکار کرد، تصور نمی‌شد که موجوداتی به این ریزی و بی‌ادگی، بتوانند جاننداری 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.



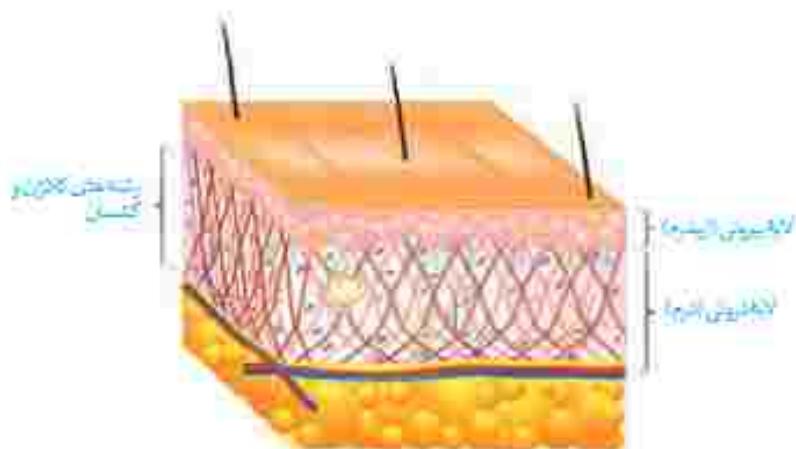
## نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع

## گفتار ۱

شاید بهترین راه در افان ماندن از میکروبها، جلوگیری از ورود آنها به بدن باشد. واقعیت هم همین است. همان گونه که با دیوار کشیدن در گرداگرد یک شهر، می توان سستی در برابر حمله بیگانگان ایجاد کرد، بدن ما به وسیله سدهایی در اطراف خود، محافظت می شود. پوست و مخاط، سد محکمی در برابر ورود میکروبها ایجاد می کنند.

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

لایه بیرونی شامل چندین لایه باخت پیوستگی است که خارجی ترین باخته های آن مرده اند یا باخته های مرده به تدریج می ریزند و به این ترتیب میکروبهایی را که به آن چسبیده اند از بدن دور می کنند.



شکل ۱. لایه های مختلف پوست

در لایه درونی، بافت پیوندی رشته ای وجود دارد که رشته ها در آن به طرز محکمی به هم ناییده اند. این لایه محکم و با دوام است. چرم که از پوست جانوران درست می شود مربوط به همین لایه است. لایه درونی، عملاً سستی محکم و غیر قابل نفوذ است.

پوست فقط یک سد ساده نیست؛ بلکه ترشحات مختلفی هم دارد. سطح پوست را ماده های چربی می پوشانند. این ماده به علت داشتن اسیدهای چرب، خاصیت اسیدی دارد. محیط اسیدی برای زندگی میکروبهای بیماری زا مناسب نیست.

## فعالیت ۱

تحقیق کنید که:

الف) چربی سطح پوست چه فواید دیگری دارد؟

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



یکی دیگر از ترشحات سطح پوست، عرق است که نمک دارد. نمک برای باکتری‌ها مناسب نیست. عرق، لیزوزیم لیزوزیم هم دارد. آیا به خاطر دارید که لیزوزیم چه نقشی داشت؟

در سطح پوست ما میکروبی‌هایی 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 جایی بدن را پوشانده است. دستگاه‌های تنفس، گوارش و ادراری، تناسلی یا 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. باخته‌های پوششی به هم چسبیده‌اند و سئی 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 لیزوزیم موجب کشته شدن باکتری‌ها می‌شود.

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

## فعالیت ۲

مخاط مزکدار 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 روبه‌رو می‌شوند. پوست و مخاط، در برابر نفوذ میکروب‌ها، بدون توجه به نوع آنها، سئی 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 یافته‌هایی بدن ما می‌توانند با آن مبارزه کنند؟

### مشاهده یک دانشمند

کلید پاسخ به این سؤال، از مشاهده جانورشناسی به نام لیلیا مجتکوف<sup>۱</sup> به دست آمد. او در حین مطالعه لارو سائزده دریایی، که شگفتی است، به مشاهده شگفت‌انگیزی دست یافت. مجتکوف برای نخستین بار، درون بدن لارو، یافته‌هایی را دید که شبیه آسیب بودند. حرکت می‌کردند و مواد اطراف خود را می‌خوردند. در این هنگام فکری به ذهن او خطور کرد: شاید این یافته‌ها میکروب‌ها و ذرات خارجی را هم می‌خورند و در دفاع نقش دارند. اگر چنین باشد باید بتوانند ذره‌های را که از خارج به بدن لارو وارد شده است نابود کنند. او برای آزمودن این فرضیه، خرده‌های 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 یافته‌های آسیب‌شکل، اثری از خرده‌ها باقی نگذاشته بودند. مجتکوف این یافته‌ها را بیگانه‌خوار 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 بیگانه‌خوارهای بدن ما به میکروب حمله کنند ابتدا باید «بیگانه بودن» آن را تشخیص دهند. دستگاه ایمنی هر فرد، یافته‌های «خودی» را می‌شناسد و تنها در برابر آنچه که «بیگانه» تشخیص داده می‌شود پاسخ می‌دهد.

دومین خط دفاعی شامل ساز و کارهایی است که بیگانه‌ها را بر اساس ویژگی‌های عمومی آنها شناسایی می‌کند. بنابراین، از نوع دفاع غیر اختصاصی است. دومین خط دفاعی شامل بیگانه‌خوارها، گویچه‌های سفید، پروتئین‌ها، پاسخ التهابی و تب است.

### بیگانه‌خوارها (فاگوسیت‌ها)

در انسان، انواع مختلفی از یافته‌های بیگانه‌خوار شناسایی شده‌اند. بیگانه‌خوارها در جای‌جای بدن انسان حضور دارند. درشت‌خوار (ماکروفاژ) یکی از بیگانه‌خوارهاست (شکل ۲).

واژه درشت‌خوار برای شما آشناست. آیا درشت‌خوارهای حیوانی را در شکل‌ها به یاد دارید؟ درشت‌خوارها در اندام‌های مختلف، از جمله گرده‌های نلقاوی، حضور دارند.



شکل ۲. درشت‌خوار در حال بیگانه‌خواری

۱. L. Matchnikoff (۱۸۶۲-۱۹۱۸)

و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند.

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

نوع دیگری از بیگانه‌خوارها باخته‌های دارینه‌ای نام دارد. این باخته‌ها را به علت داشتن اشکالات دارینه مانند، به این نام می‌خوانند. باخته‌های دارینه‌ای در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند. این باخته‌ها علاوه بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند سپس خود را به گره‌های ثانوی نزدیک می‌رسانند تا این قسمت‌ها را به باخته‌های ایمنی ارائه کنند (شکل ۱۳). باخته‌های ایمنی با شناختن این قسمت‌ها، میکروب مهاجم را شناسایی خواهند کرد.

بیگانه‌خوار دیگر ماستوسیت نام دارد. ماستوسیت‌ها مانند باخته‌های دارینه‌ای در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، به فراوانی یافت

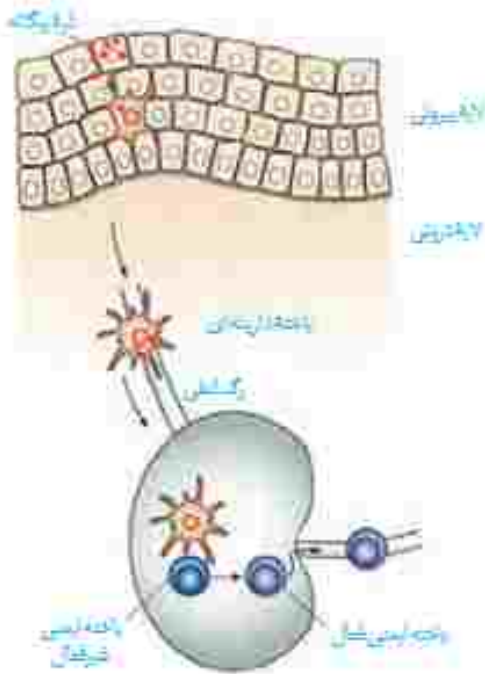
می‌شوند. ماستوسیت‌ها ماده‌ای به نام هیستامین دارند. هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آنها را زیاد می‌کند. گشاد شدن رگ‌ها باعث افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه‌های سفید می‌شود. نفوذ پذیری بیشتر رگ‌ها موجب می‌شود تا موکاب که حاوی پروتئین‌های دفاعی است، بیش از گذشته به خارج رگ نشت کند.

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

### 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 باقی مانده بود: گویچه‌های سفید در خون‌اند، اما میکروب‌ها همه جا می‌توانند باشند. گویچه‌های سفید چگونه با میکروب‌های خارج از خون مبارزه می‌کنند؟ آیا گویچه‌های سفید می‌توانند از خون خارج شوند؟

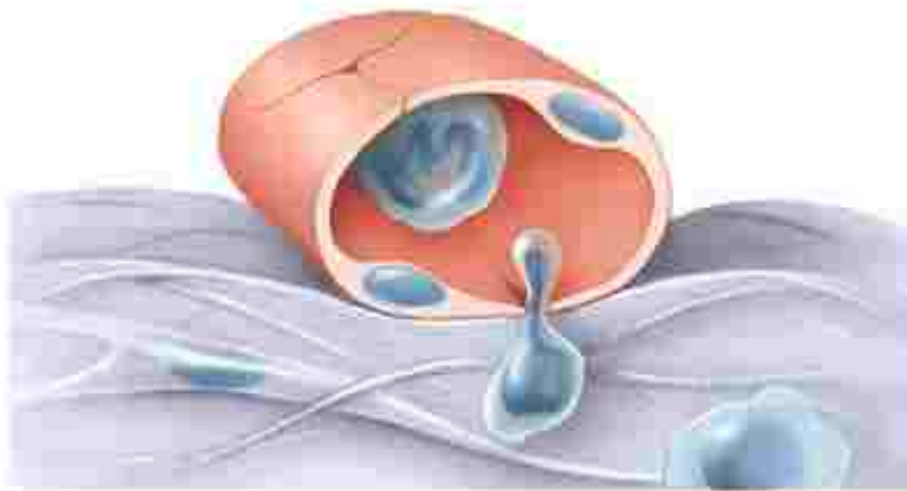
با بیسرفت، روش‌های رنگ‌آمیزی و کار با میکروسکوپ، دانشمندان به کشفی دست یافتند که می‌توانست این معما را حل کند. دانشمندان مشاهده کردند که گویچه‌های سفید نه تنها در خون، بلکه در بافت‌های دیگر هم یافت می‌شوند. پس گویچه‌های سفید، توانایی خروج از خون را دارند. غرابت عبور گویچه‌های سفید را از دیواره مویرگ‌ها، توآنگری (دایانزا) می‌نامند (شکل ۱۴). توآنگری از ویژگی‌های همه گویچه‌های سفید است.



شکل ۱۳: نحوه عملکرد باخته‌های دارینه‌ای

### واژه‌شناسی

تراگتری (trajectories/دایانزا) دایانزا به معنای از میان چیزی گذشتن است و تراگتری نیز از دو جزء ترا به معنی آن سو (طرف دیگر) و گتری به معنی عبور کردن تشکیل شده است.



شکل ۵-۱ تراگذاری گویچه سفید

در سال گذشته دانشمندان گویچه‌های سفید انواع مختلفی دارند و به روش‌های مختلفی می‌توانند با هم ترکیب شوند. در این قسمت انتهایی 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 شده است). با توجه به آنچه که در سال قبل خواندید:



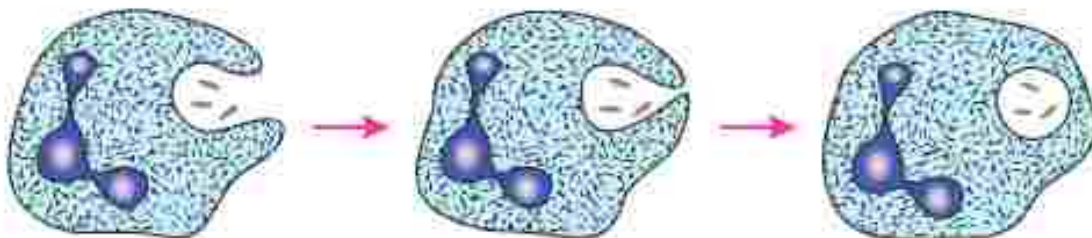
الف) نام هر یک را بیان کنید

ب) سینتوپلاسم در کدام گویچه‌ها دیده می‌شود و در کدام بدون دانه است؟

ج) 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 تراگذاری خود را به آنها می‌رسانند و با سلول‌های خنثی آنها را نابود می‌کنند (شکل ۵). نوتروفیل‌ها مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک‌اند.

شکل ۵-۲ سلول‌های خنثی نوتروفیل‌ها





شکل ۶: لوزیتوفیل‌ها را از انگل را احاطه کرده‌اند.

۱۰ میکرومتر

خمه عوامل بیماری‌زا را نمی‌توان با بیگانه‌خواری از بین برد. در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، انوزیتوفیل‌ها مبارزه می‌کنند. انوزیتوفیل‌ها محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند (شکل ۶).

بازوفیل‌ها، به مواد حساسیت‌زای اسخ می‌دهند. دانه‌های این باخته‌ها هیستامین و ماده‌های به نام هیارین دارند. هیارین ضد انعقاد خون است. مونوسیت‌ها، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به حشرات خوار و یا باخته‌های دانه‌ریزی تبدیل می‌شوند.

لنفوسیت‌ها انواع مختلفی دارند. لنفوسیتی را که در دفاع غیر اختصاصی نقش دارد، باخته کشته طبیعی می‌نامند که باخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. باخته کشته طبیعی، به باخته سرطانی متصل می‌شود. با ترشح پروتئینی به نام پرفورین صفذی در

عشا ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن آنزیمی به درون باخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شده باخته می‌شود (شکل ۷). در باخته‌ها، برنامه‌های وجود دارد که در صورت اجرای آن، باخته می‌میرد. این نوع مرگ را مرگ برنامه‌ریزی شده می‌نامند. لنفوسیت‌های دفاع اختصاصی را لنفوسیت‌های T و B می‌نامند و کمی بعد با آنها آشنا خواهیم شد.

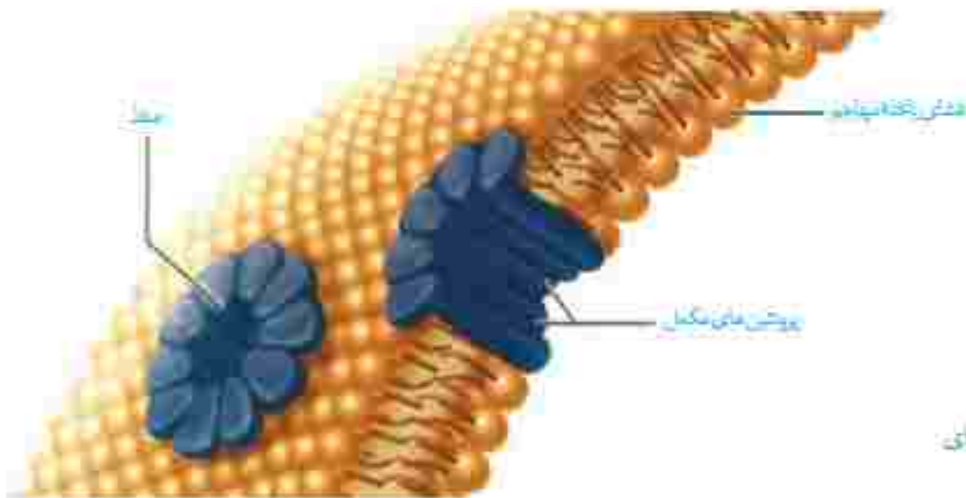


شکل ۷: نحوه عشاگر و باخته کشته طبیعی.

فعالیت ۲: یک گسترش آماده خون را با میکروسکوپ مشاهده و انواع گویچه‌های سفید را در آن مشاهده کنید.

## پروتئین‌ها

علاوه بر یاخته‌ها، پروتئین‌ها هم در ایمنی 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 و اکسید فعال شدن، به این صورت است که وقتی یکی از این پروتئین‌ها فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. پروتئین‌هایی فعال شده به کمک یکدیگر، یا اجزای ساختارهای حلاله مانند 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 ۱۸). علاوه بر این، قرار گرفتن پروتئین‌های مکمل روی میکروب، باعث می‌شود که بیگانه‌خواری آن آسان‌تر انجام شود.



شکل ۱۸. نحوه عملکرد پروتئین‌های مکمل

یکی دیگر از روش‌های دفاع، ترشح پروتئینی به نام اینترفرون است. اینترفرون نوع یکی 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 دو از یاخته‌های کشته شده طبیعی و انقباضی‌های I ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد.

## پاسخ التهابی

هر یک از ما به نوعی تجربه 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 التهابی است.

التهاب، پاسخی موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. این پاسخ به اثر بین بردن میکروب‌ها، جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و تسریع بهبودی می‌انجامد. التهاب چگونه ایجاد می‌شود؟ در التهاب، از غلظت‌های آسیب دیده سیستمین‌ها می‌شود. به این ترتیب جریان خون

در رگ‌ها افزایش می‌یابد و گوجه‌های سفید بیشتری به موضع آسیب هدایت می‌شوند. همچنین خونابه بیشتری به بیرون تست می‌کند (شکل ۹). پروتئین‌های مکمل که همراه با خونابه خارج شده‌اند به باکتری‌ها متصل می‌شوند. یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها و درشت‌خوارها با تولید یک‌جای شیمیایی باعث می‌شوند که لوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها با تراگذاری از خون خارج شوند. لوتروفیل‌ها بیگانه‌خواری می‌کنند و مونوسیت‌ها به درشت‌خوار تبدیل می‌شوند.

## فعالیت ۵

الف) علت قرمزی، تورم و گرم شدنگی موضع التهاب را چگونه توضیح می‌دهید؟  
ب) خروج خونابه بیشتر در محل التهاب از رگ چه اهمیتی دارد؟  
در رابطه با چراغ و مواد موجود در آن تحقیق کنید.



شکل ۹. فرایند التهاب

۱. دیواره باکتری به بیرون تست می‌کند.  
۲. پروتئین‌های مکمل دیده می‌شوند.  
۳. لوتروفیل‌ها را می‌کشند.  
۴. لوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها از مویرگ خارج می‌شوند.  
۵. پروتئین مکمل فعال شده باعث می‌شود که لوسیت‌ها متصل می‌شوند.  
۶. درشت‌خوارها شروع به تولید یک شیمیایی باکتری‌خوار می‌کنند.  
۷. بیگانه‌خواری می‌کنند.  
۸. فرایند التهاب را بدون رفتار گرفتن نتیجه می‌شود.

## تب

یکی از نشانه‌های بسیاری‌های میکروبی، تب است. فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا کاهش می‌یابد، همین‌تالاموس در پاسخ به بعضی ترشح‌های میکروب‌ها، دمای بدن را بالا می‌برد.

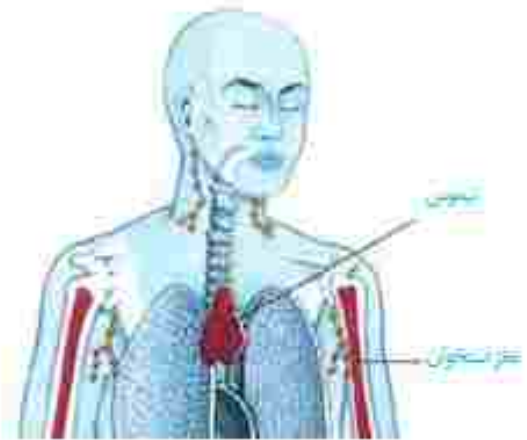
## فعالیت ۶

الف) تب چگونه بر فعالیت میکروب‌ها اثر می‌گذارد؟  
ب) چرا تب‌هایی شدید خطرناک‌اند؟

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، باسنجی که علیه میکروب کزاز ایجاد می شود بر سایر میکروبها اثری ندارد. چگونه عامل غیر خودی به طور اختصاصی شناسایی می شود؟ این وظیفه برعهده لنفوسیت ها است.

### لنفوسیت ها و شناسایی پادگین

دفاع اختصاصی به وسیله لنفوسیت های B و T انجام می شود. هر دو نوع لنفوسیت در مغز استخوان تولید می شوند و در ابتدا نابالغ اند یعنی توانایی شناسایی عامل بیگانه را ندارند. لنفوسیت های B در همان مغز استخوان اما لنفوسیت های T در تیموس بالغ می شوند. و به این ترتیب، توانایی شناسایی عامل بیگانه را به دست می آورند (شکل ۱۰). تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کسبه می شود و اندازه آن تحلیل می رود.



شکل ۱۰ محل بلوغ لنفوسیت ها

مواقع هایی که این لنفوسیت ها شناسایی می کنند پادگین (آنتی ژن) نام دارند. لنفوسیت ها چگونه پادگین را شناسایی می کنند؟ هر لنفوسیت B یا T در سطح خود گیرنده های پادگین دارد که همگی از یک نوع اند. هر گیرنده اختصاصی عمل می کند. یعنی فقط می تواند به یک نوع پادگین متصل شود و به این ترتیب پادگین شناسایی می شود.

### نحوه عملکرد لنفوسیت B

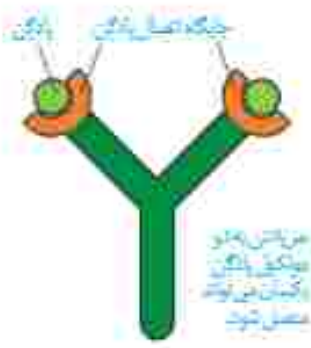
لنفوسیت B پادگین سطح میکروبها یا ذرات محلول مثل سم میکروبها را شناسایی می کند.

از میان لنفوسیت های B با گیرنده های مختلف، آن لنفوسیتی که توانسته است پادگین را شناسایی کند به سرعت تکثیر می شود و یاخته هایی به نام پادتن ساز (پلاسموسیت) را پدید می آورد (شکل ۱۱). یاخته پادتن ساز پادتن ترشح می کند. پادتن همراه مایعات بین یاخته های خون و لنف به گردش در می آید و هر جا با میکروب یا پادگین های محلول برخورد کرد آن را نابود می یابد یا از بین می ببرد.



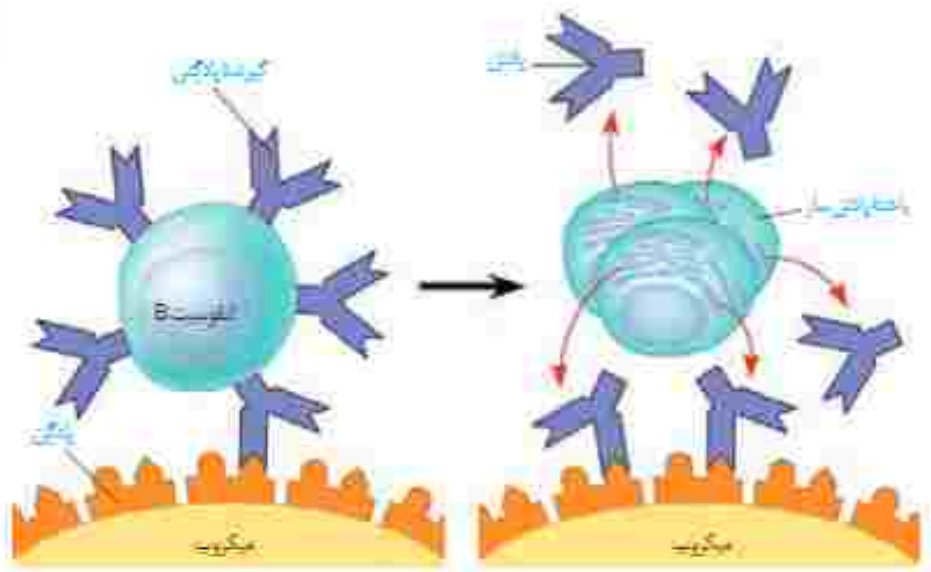
شکل ۱۱ نحوه عملکرد لنفوسیت B





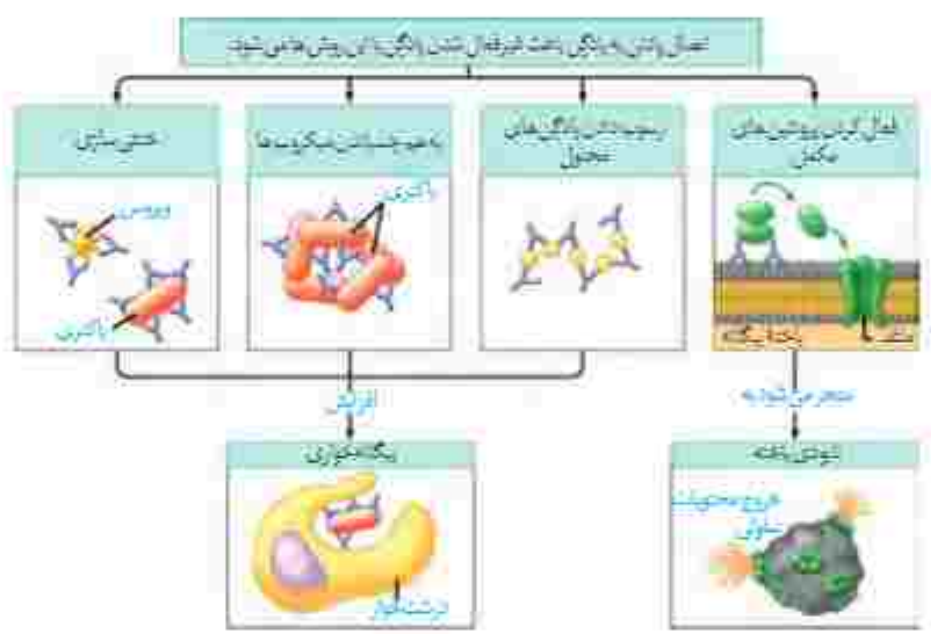
شکل ۱۲. مولکول پادتن

پادتن‌ها مولکول‌هایی ۷ شکل و از جنس پروتئین‌اند. هر پادتن دو جایگاه برای اتصال به پادگن دارد (شکل ۱۲). هر لئوسیت B می‌تواند پس از تبدیل به پادتن‌ساز، پادتنی مشابه با گیرنده خود ترشح کند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳. هر لئوسیت فقط یک نوع گیرنده دارد که پس از تبدیل به پادتن‌ساز پادتنی مشابه با گیرنده خود را ساخته و ترشح می‌کند.

پادتن پادگن را یا روش‌هایی که در شکل ۱۴ نشان داده شده است، می‌تواند نابود می‌کند. از پادتن‌ها می‌توان به عنوان دارو نیز استفاده کرد. پادتن آماده را سرم می‌نامند. به عنوان مثال، در زخم‌های شدید که احتمال فعالیت باکتری کزاز وجود دارد، از سرم ضد کزاز استفاده می‌شود. همچنین پادزهر سرم مار که بعد از حارگن‌زدگی استفاده می‌شود، حاوی پادتن‌هایی است که سرم‌مار را خنثی می‌کند.



شکل ۱۴. نحوه عملکرد پادتن

## نحوه عملکرد نفوسیت T

نفوسیت T، یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند مثلاً سرطانی یا آلوده به ویروس شده است را نابود می‌کند. همچنین به یاخته‌های بخش پیوند شده حمله می‌کند. نفوسیت T پس از شناسایی پادگین تکثیر می‌شود و نفوسیت‌های T کشته را پدید می‌آورد.  
نفوسیت‌های T کشته به یاخته هدف متصل می‌شوند و با ترشح پرفورین و آنزیم «مرگ» برنهم‌ریزی شده را به راه می‌اندازند.

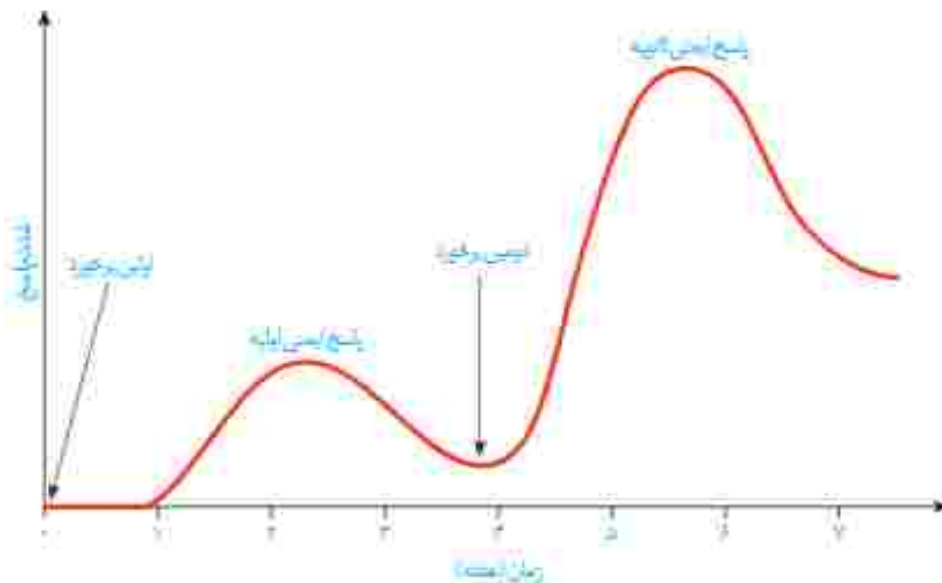
### فعالیت ۷

انفلوآنزای پرندگان را بررسی کنید 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 آنتی‌باد و بیش از اندازه نفوسیت‌های T می‌انجامد.  
الف) علت مرگ پر اثر آلودگی یا این ویروس را چگونه توجیه می‌کنید؟  
ب) چه راهی را برای کنترل این بیماری در جمعیت‌ها پیشنهاد می‌کنید؟

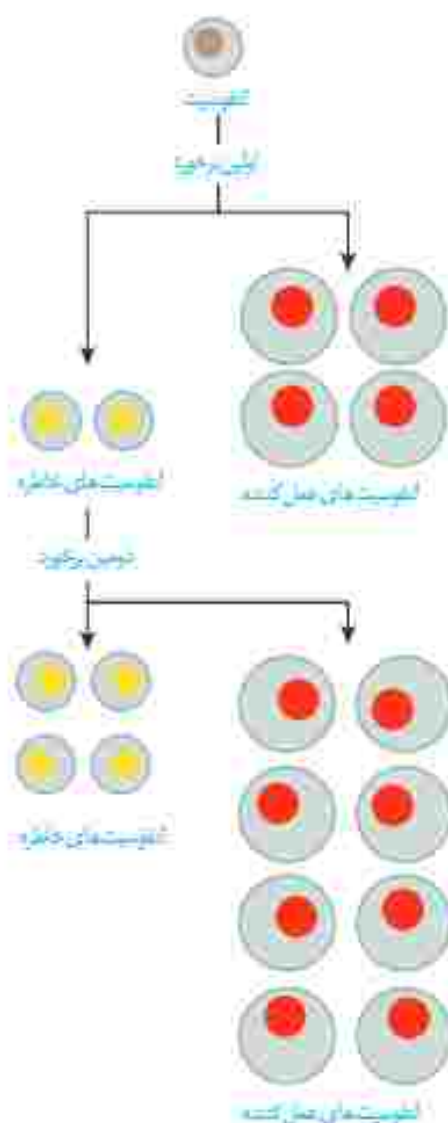
## پاسخ اولیه و ثانویه در ایمنی اختصاصی

دفاع اختصاصی، فرایندی است که برای شناسایی پادگین و تکثیر نفوسیت‌ها به زمان نیاز دارد. از این رو، برخلاف دفاع غیر اختصاصی، دفاع سرعی نیست. لذا اگر پادگینی 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. لنفوسیت‌های خاطره

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

وقتی لنفوسیت یادگینی را شناسایی می‌کند، تکثیر می‌شود و علاوه بر لنفوسیت‌های عمل‌کننده (یادکن ساز یا T کشته) یاخته‌های دیگری به نام لنفوسیت‌های خاطره پدید می‌آید که تا مدت‌ها در خون باقی می‌مانند (شکل ۱۶).

وجود تعداد زیادی لنفوسیت خاطره در خون باعث می‌شود تشخیص یادگین سریع‌تر صورت بگیرد و برای برخوردهای بعدی، تعداد بیشتری لنفوسیت خاطره پدید آید.

## فعالیت ۸

حالت شلینتر بودن پاسخ ایمنی در برخورد دوم نسبت به برخورد اول چیست؟

از خاصیت حافظه‌دار بودن دفاع اختصاصی، در واکنش‌های استفاده می‌شود. کافی است یکبار 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، یادگین میکروب یا سبب‌بخشی 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 یادکن در بدن تولید نشده و یاخته خاطره‌ای نیز پدید نیامده است.



## فعالیت ۹

الف) تحقیق کنید که کودکان ایرانی چه واکنش‌هایی را در بافت می‌کنند؟ در چه زمانی؟  
 ب) چرا بعضی از واکنش‌ها را باید تکرار کرد؟

### ایدنز، نگاهی دقیق‌تر به ایمنی اختصاصی

نقص ایمنی اکتسابی که به اختصار ایدنز (AIDS) نامیده می‌شود، نوعی بیماری است که عامل آن ویروس است. ویروس این بیماری HIV نام دارد. در این بیماری عملکرد دستگاه ایمنی فرد دچار نقص می‌شود. به همین دلیل حتی ابتلا به کم‌خطرترین بیماری‌های واگیر ممکن است به مرگ منجر شود.

ویروس ایدنز از ورود به بدن ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند. چنین فردی آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و هیچ علامتی از ایدنز ندارد. تنها راه تشخیص این انجام آزمایش پزشکی است. فرد آلوده یا بیمار می‌تواند این ویروس را به دیگران منتقل کند. به این ترتیب باعث انتشار ویروس شود.

HIV از طریق رابطه جنسی، خون و فرآورده‌های خونی آلوده و نیز استفاده از هر نوع اشیای تیز و برنده‌ای که به خون آلوده به ویروس آغشته باشد (مثل استفاده از سرنگ یا تیغ مشترک، خالکوبی و سوراخ کردن گوش یا سوزن مشترک) و مایعات بدن منتقل می‌شود. مادری که آلوده به HIV است می‌تواند در جریان بارداری، زایمان و شیردهی، ویروس را به فرزند خود منتقل کند. دست دادن، رویوسی، نیش حشرات، لب و غذا، این ویروس را منتقل نمی‌کند. انتقال ویروس از طریق ترشحات

### بیشتر بدانید

تنها راه آگاهی از آلودگی به ویروس اینز آزمایش است و هیچ علامتی را نمی‌توان برای آلوده بودن در نظر گرفت. آزمایش اینز به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. اگر جواب آزمایش‌های اولیه وجود ویروس را نشان دهد، از آزمایش‌های تکمیلی برای تعیین مستندیمی خود آزمایش اولیه می‌تواند سنجش بافتی است که غده 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 وقت آن می‌توان سه هفته بعد از زمانی که احتمال آلودگی می‌شود نسبت به انجام آزمایش اقدام کرد. اما چون ممکن است در این مدت بین هنوز به اندازه کافی پادتن ساخته نشده، لذا این آزمایش باید ۳ و ۶ ماه بعد دوباره انجام شود.

آزمایش اینز در شمار آزمایش‌های رایج نیست بنابراین خود باید به‌طور مشخص این آزمایش را درخواست کند. انجام این آزمایش در مراکز مشاوره بیماری‌های رفتاری (اینز) رایگان و رایگان محرومانه است.

بینی، بزاقی، خلط، عرقی و اشک، یا از طریق ادرار و مدفوع ثابت نشده است. تاکنون درمانی قطعی برای اینز یافت نشده است و بهترین راه مقابله با آن، پیشگیری و افزایش آگاهی عمومی است. دستگاه ایمنی چگونه در اینز آسیب می‌بیند؟ زیست‌شناسان دریافتند که علت بیماری اینز، حمله ویروس به لنفوسیت‌های T و از بین بردن آنهاست (شکل ۱۸). این مشاهده با استفاده از آزمایش‌های مطرح می‌کند. چرا از بین رفتن لنفوسیت‌های T به تضعیف کل دستگاه ایمنی، حتی لنفوسیت‌های B می‌انجامد؟ فعالیت لنفوسیت T چه ارتباطی با لنفوسیت B دارد؟



شکل ۱۸ HIV ویروس سبک، اینز در این شکل، ویروس با رنگ قرمز نشان داده شده است. ویروس‌ها در حال آزاد شدن از یاخته آلوده‌اند. این ویروس چنان رمز است که نزدیک به ۲۰۰ میلیون عدد از آنها را می‌توان در نقطه پایان این حمله جای داد.

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

### حساسیت

دستگاه ایمنی به کمک 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 به‌طور قطع مشخص نیست. علائم این بیماری متفاوت است اما غالباً با اختلالات دید انزیمی و «پیشانی» و اختلالات حسی و حرکتی امتدادی همراه است. در راه رفتن همراه است.

در اطراف ما مواد گوناگونی وجود دارد که بی‌خطرند و دستگاه ایمنی نسبت به آنها تحمل دارد. اما در فردی ممکن است دستگاه ایمنی به این مواد بی‌خطر واکنش نشان دهد و پاسخ ایمنی ایجاد شود. در چنین حالتی می‌گوئیم که این فرد نسبت به آن ماده حساسیت دارد. ماده‌ای را که باعث حساسیت شده است، **حساسیت‌زا** می‌نامند.

پاسخ دستگاه ایمنی به ماده حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌هاست. در نتیجه ترشح هیستامین علائم شایع حساسیت مثل قرمزی و آبریزش از بینی ایجاد می‌شود.

### بیماری‌های خود ایمنی

گاهی دستگاه ایمنی یاخته‌های خودی را به‌عنوان غیر خودی شناسایی و به آنها حمله می‌کند و باعث بیماری می‌شود. به این نوع بیماری‌ها، **بیماری خود ایمنی** می‌گویند. تیابت 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.

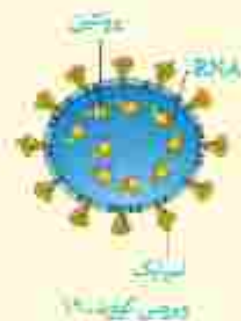
اگر ایمن بیماری خود ایمنی دیگری است که در آن میلین اطراف یاخته‌های عصبی در مغز و نخاع مورد حمله دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی از بین می‌رود. بلین ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیه بدن اختلال ایجاد می‌شود.

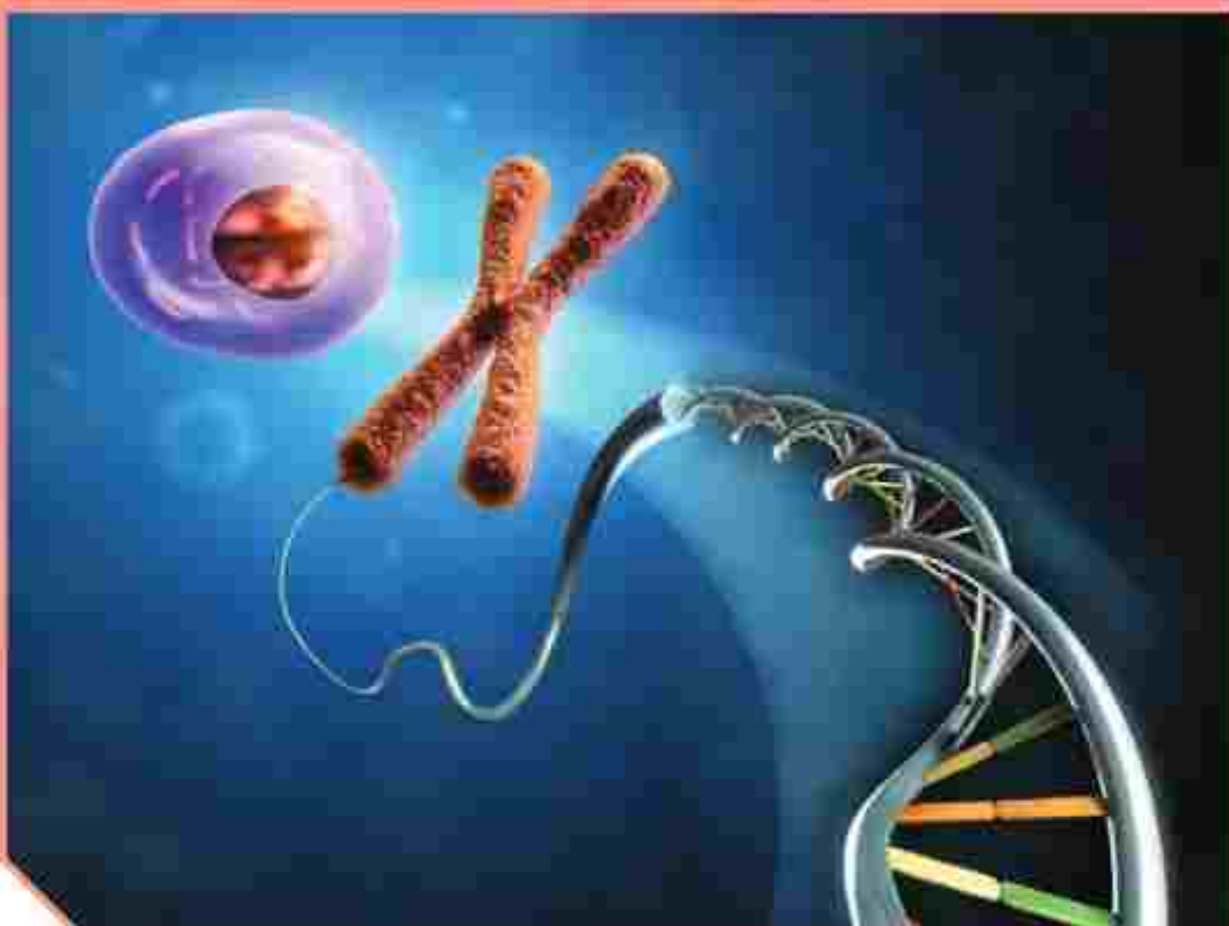
### بیشتر بدانید

#### دنیایگیری کووید-۱۹

در اواخر سال ۲۰۱۹ نوعی بیماری واگیر که قبل از آن در شهر ووهان چین مشاهده شده بود، بسیاری از کشورها را فراگرفت. به طوری که در اوایل سال ۲۰۲۰ از سوی سازمان بهداشت جهانی وضعیت دنیاگیری (pandemic) برای آن اعلام شد. در همان ابتدا مشخص شد که عامل این بیماری، ویروس جدیدی از خانواده کروناویروس‌ها است. به همین علت، این بیماری را «بیماری کروناویروس ۲۰۱۹» یا به اختصار **کووید-۱۹** نامیدند. ویروس کرونا به کمک پروتئین‌هایی به نام اسپایک (spike) به یاخته میزبان متصل می‌شود. دانشمندان با شناختی که از ساختار ویروس کووید-۱۹ به دست آوردند، نوشتند انواعی از واکسن‌ها را برای مقابله با آن بسازند. در ادامه نوبتی از این واکسن‌ها معرفی شده است.

- واکسن‌های ویروس غیرفعال (کشته) شده این ویروس‌ها نمی‌توانند تکثیر کنند.
- واکسن‌های ویروس ضعیف شده این ویروس‌ها تکثیر می‌شوند، اما بیماری را ایجاد نمی‌کنند.
- واکسن‌های پروتئینی این واکسن‌ها اسپایک را وارد بدن می‌کنند.
- واکسن‌های نقل ویروسی: در این واکسن‌ها از یک ویروس غیر بیماری‌زا استفاده می‌کنند که ژن مربوط به اسپایک را حمل می‌کند.
- واکسن‌های رتشار: این واکسن‌ها دارای دستورالعمل ساختن اسپایک هستند.





## 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 می‌یابد. به طوری که تعداد یاخته‌ها در بدن یک فرد بالغ به صدها میلیارد می‌رسد. این افزایش شگفت‌انگیز با تقسیمات یایی یاخته‌ها صورت می‌پذیرد. با توجه به مطالبی که در سال‌های گذشته فرا گرفتید، چه نوعی 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؟

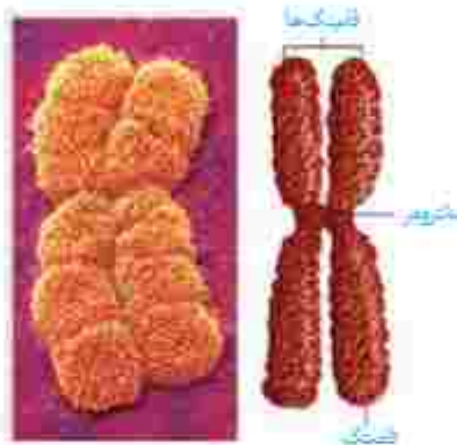


همان طور که می‌دانید فام تن از جفا (DNA) و پروتئین تشکیل شده‌است. به شکل ۱ توجه کنید زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی فام تن‌های هسته کمتر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن **فامینه (کروماتین)** می‌گویند. هر رشته فامینه دارای واحدهای تکراری به نام **هسته تن (نوکلئوزوم)** است. در هر هسته تن، مولکول جفا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام **هیستون** پیچیده است. علاوه بر این هسته تن 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 فشردگی فام تن

شکل ۲، تصویر یک فام تن را در حداکثر فشردگی نشان می‌دهد همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود این فام تن از دو بخش همانند به نام **فامینک (کروماتید)** تشکیل شده‌است. به این فام تن‌ها، فام تن‌های **مضاعف** گفته می‌گویند. فامینک‌های هر فام تن مضاعف از نظر نوع (زن‌ها یکسان‌اند و به آنها فامینک‌های **خواهری** گفته می‌شود. فامینک‌های خواهری در مدخلی به نام **سنترومر** به هم متصل‌اند.



شکل ۳. ساختار یک فام تن مضاعف شده

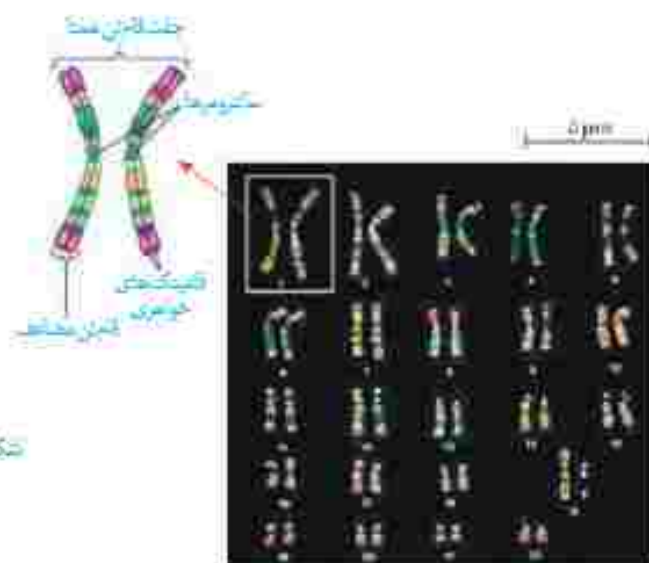


## تعداد فام تن

هرگونه از جانداران، تعداد معینی فام تن در یاخته‌های بیکری خود دارند که به آن **عدد فام تنی** می‌گویند. یاخته‌های بیکری، همان یاخته‌های غیر جنسی جاندارند. ممکن است تعداد فام تن یاخته‌های بیکری بعضی از جانداران مانند نم باشد؛ مثلاً در یاخته‌های بیکری انسان و ذرکت زیتون ۲۶ فام تن وجود دارد. ولی به طور مسلم زن‌های آنها بسیار متفاوت‌اند. تعداد فام تن‌های جانداران مختلف (به جز باکتری‌ها) از ۲ تا بیسی از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

## یاخته‌های بیکری انسان، دولا (دیپلوئید) هستند

برای تعیین تعداد فام تن‌ها و تشخیص بعضی از نا متجاری‌های فام تنی، کاربوتیب تهیه می‌شود. کاربوتیب تصویری از فام تن‌ها با حداکثر وضوحی است که بر اساس اندازه، شکل و محل قرارگیری ساختار و مرتب و شماره گذاری شده‌اند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- کربوتیب انسان

با بررسی کربوتیب انسان، مشاهده می‌شود که هر فام تن دارای یک فام تن شبیه خود است که به این فام تن‌ها، هم‌تا گفته می‌شود. به جاندارانی که یاخته‌های بیکری آنها از هر فام تن دو نسخه داشته باشند، دولا می‌گویند. در این یاخته‌ها، دو مجموعه فام تن وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه‌اند؛ یک مجموعه فام تن از والد مادری و یک مجموعه از والد پتری دریافت شده است. این یاخته‌ها را با نماد کلی «۲n» نشان می‌دهند.

در انسان و بعضی جانداران، فام تن‌هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این فام تن‌ها، فام تن جنسی گفته می‌شود. فام تن‌های جنسی ممکن است شبیه هم باشند. نمونه این فام تن‌ها را در کربوتیب شکل ۳ مشاهده می‌کنید. فام تن‌های جنسی در انسان را با نماد X و Y نشان می‌دهند. همه یاخته‌های بیکری زنان دو فام تن X و مردان یک فام تن X و یک فام تن Y دارند.

## واژه‌شناسی

قائم (chromatin) (کروماتین)

قائمک (chromatid) (کروماتید)

فام تن (chromosome) (کروموزوم)

فام تن کروموزوم، دو نیمه معنای رنگ هستند که در کلمات مطابقتی به کار رفته و وقتی به صورت توده رنگ‌بندی شده می‌شوند، قائمه به صورت اجسام رنگ‌بندی فام تن و جزء کوچکتر آنها همراه با پوسته‌های کوچک‌تر که به کار رفته و قائمک خوانده می‌شود.

## بیشتر بدانید

جدول ۱- عدد فام تنی برخی جانداران

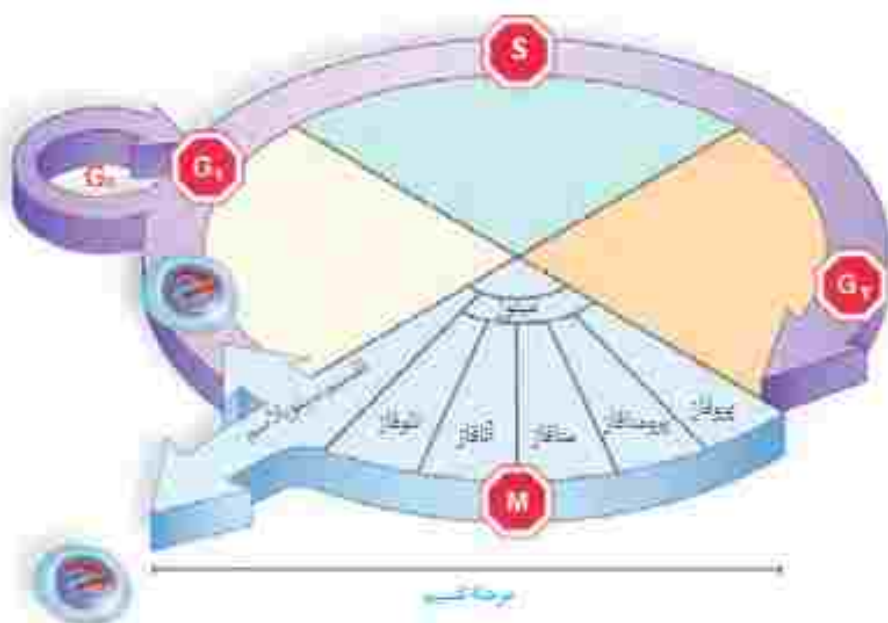
تعداد فام تن	نام جاندار
۱۲	مگس خاکی
۲۰	ذرت
۲۲	گوجه فرنگی
۲۰	بازله
۲۸	مگس
۲۰	موش
۴۶	انسان
۲۸	داینابزه
۴۸	سیب زمینی
۵۴	باز
۷۸	سگ
۱۲۶۰	توتی سوسن

با توجه به جدول ۱، این ساعد و بنجده بودن جاندار و تعداد فام تن‌ها می‌تواند ارتباطی وجود داشته باشد؟

بعضی یاخته‌ها مانند یاخته جنسی انسان، تک‌لاد (هاپلوئید) هستند؛ یعنی یک مجموعه ژام‌تن دارند. یاخته‌های تک‌لاد را با نماد کلی «n» نشان می‌دهند. تعداد ژام‌تن‌های یک مجموعه است. مثلاً در انسان  $n=23$  است. در یک مجموعه ژام‌تنی، هیچ ژام‌تنی با ژام‌تن دیگر هم‌نم‌نیست.

### 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 ۱۴).



شکل ۱۴: 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  $G_1$  و  $G_2$  است.

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

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

**مرحله وقفه دوم یا G<sub>2</sub>:** این مرحله نسبت به مراحل قبلی بیشتر فاز کوتاه‌تر است و در آن یاخته‌ها آماده مرحله تقسیم می‌شوند. در این مرحله ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می‌کنند و یاخته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.

### تقسیم یاخته:

در این مرحله، دو فرزند تقسیم هسته (رشته‌ها یا کاستمان) و تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. در سال‌های گذشته تا حدودی با این فرایندها آشنا شدید. با تقسیم سیتوپلاسم، در نهایت یاخته‌های جدید ایجاد می‌شوند.

## بیشتر بدانید

### چرخه یاخته‌ای در گیاهان: تحمل شرایط دشوار

گیاهان جاندارانی شگفت‌انگیزند؛ نه فقط به این علت که می‌توانند فوسفر کنند، بلکه به علت توانایی‌شان برای پاسخ به تغییرات محیط. توانایی جابه‌جایی، جانوران را در پاسخ دادن به محرک‌های محیطی یاری می‌دهد. مثلاً وقتی باران می‌آید بناهنگاهی برای خوردن می‌بایند یا اگر هوا سرد شود می‌توانند مهاجرت کنند. اما گیاهان قادر به جابه‌جایی نیستند. پس برای پاسخ به تغییرات محیطی می‌توانند محیط را ترک کنند و سایرین نیز به سایر مکان‌هایی دارند که با استفاده از آنها می‌توانند شرایط دشوار محیط را تحمل کنند.

از روش‌های مقابله گیاهان با سرمای محیط، توقف رشد و ورود به وضعی است که اصطلاحاً خواب زمستانی می‌شود. هم‌زمانه نوعی از گیاهان توانایی مختل، یا سرد شدن هوا در پاییز یا زمستان به خواب می‌روند. هنگام بهار رشد خود را از سر می‌گیرند و ورود به خواب به علت توقف جمعیتی از یاخته‌ها در بخشی از چرخه یاخته‌ای و وابسته به تنظیم دقیق این چرخه است.

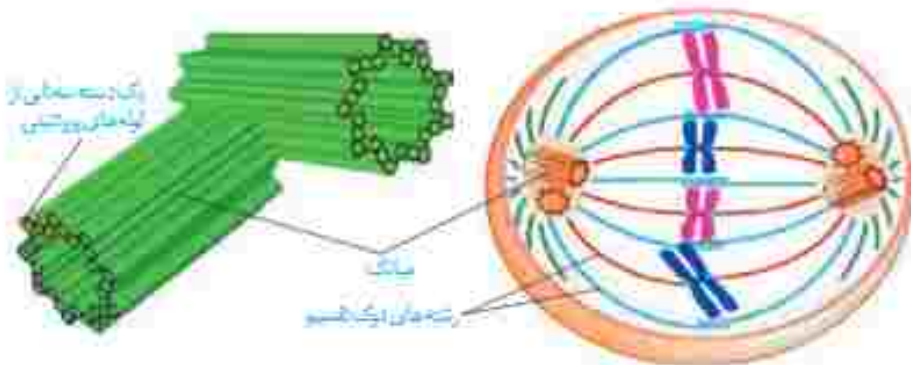
تخصص اینکه چه درصدی از یک جمعیت یاخته‌ای در هر یک از مراحل چرخه قرار دارد با استفاده از روشی به نام قیاسی‌نومتری (flow cytometry) امکان‌پذیر است. در این روش ماده‌ای رنگی یا خاصیت درخشندگی را در اختیار یاخته‌ها قرار می‌دهند که به دئای متصل می‌شود. مقدار درخشش به‌طور مستقیم با مقدار دئای در هر یاخته متناسب است.

## گفتار ۲ رشتمان (میتوز)

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

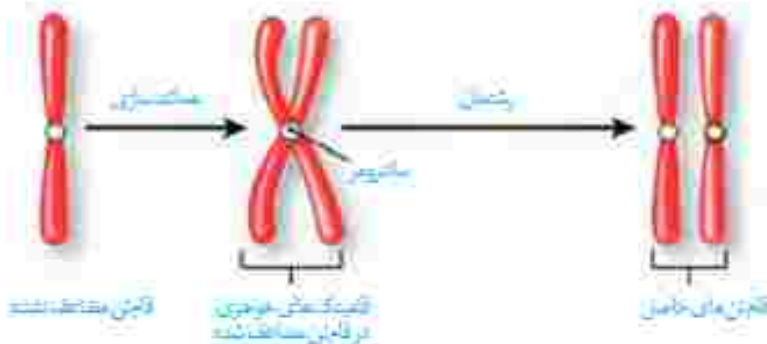
در یاخته‌های جانوری، میانک‌ها (ساتریول‌ها) ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند.

هر میانک ساختاری استوانه‌ای شکل است. در یاخته دو عدد میانک به صورت عمود بر هم وجود دارند که در اینتر فاز، برای تقسیم یاخته، دوبرابر می‌شوند. هر میانک از سه دسته ستایی از لوله‌های پروتئینی تشکیل شده است. ساختار میانک‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵-الف) دوک تقسیم (ب) جهت میانک

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



شکل ۶- طرح ساده‌ای از تقسیم قلم‌تن‌ها در رشتمان

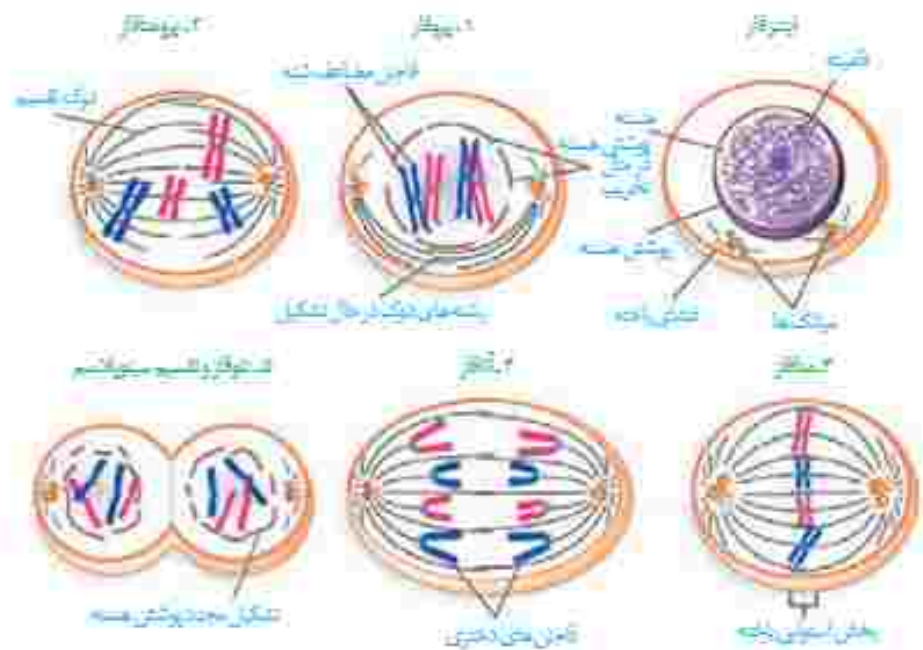
**پروفاز:** در این مرحله، رشته های قاعینه فشرده، ضخیم و کوتاه تر می شوند. به طوری که به تدریج با میکروسکوپ نوری می توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن غام تن، میاتنگ ها به دو طرف یاخته حرکت می کنند و بین آنها دوگ تقسیم تشکیل می شود. در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب می کند.

**پرومتافاز:** در این مرحله پوشش هسته و شبکه آندوپلازمی تجزیه می شوند تا رشته های دوگ بتوانند به غام تن ها برسند. در همین حال سانترومر غام تن ها به رشته های دوگ متصل می شوند.

**متافاز:** غام تن ها بیشترین فشردگی را پیدا می کنند و در وسط سطح استوایی یاخته رتیب می شوند.

**انافاز:** در این مرحله، با تجزیه پروتئین اتصالی در ناحیه سانترومر، قاصتک ها از هم جدا می شوند. فاصله گرفتن قاصتک ها با کوتاه شدن رشته های دوگ متصل به غام تن انجام می شود. غام تن ها که اکنون تک قاصتکی اند، به دو سوی یاخته (قطب) کشیده می شوند.

**تلوفاز:** رشته های دوگ تخریب شده و غام تن ها شروع به باز شدن می کنند تا به صورت قاصتک در آیند. پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می شود. در پایان تلوفاز، یاخته، دو هسته مشابه دارد. مراحل تقسیم رشتگان در شکل ۷ نشان داده شده است.

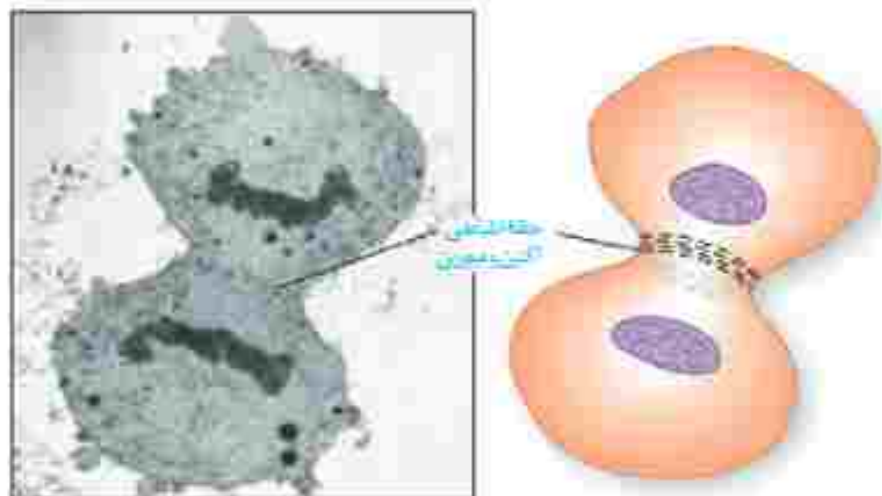


شکل ۷: طرح ساده ای از مراحل تقسیم رشتگان

### تقسیم سیتوپلازم

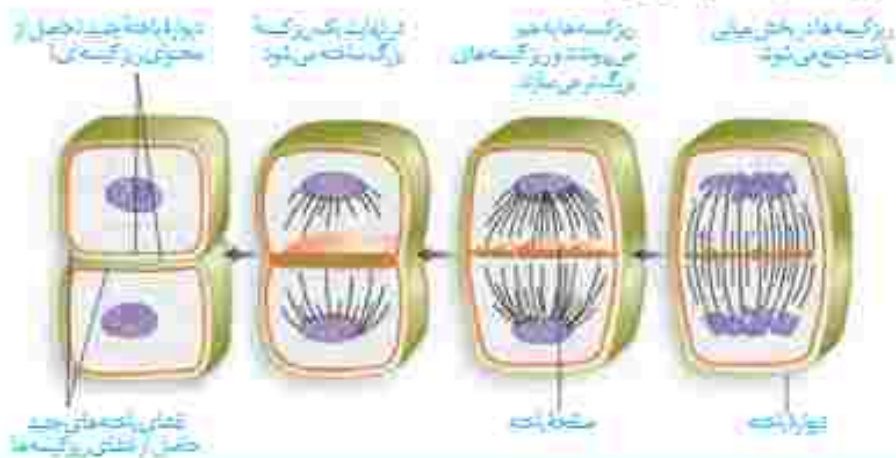
پس از رشتگان، اجزای یاخته بین دو سیتوپلازم تقسیم می شوند. با تقسیم سیتوپلازم دو یاخته جدید تشکیل می شود.

در یاخته‌های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد قروچتگی در یاخته شروع می‌شود (شکل ۸). این قروچتگی حاصل انقباض حلقه‌ای از جنس اکٹین و میوزین است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به خنثا متصل است. با تنگ شدن این حلقه انقباضی در نهایت دو یاخته از هم جدا می‌شود (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 یا تجمع ریزکسه‌های دستگاه گلژی و به هم پیوستن آنها تشکیل می‌شود. این ریزکسه‌ها، دارای بیش از یک 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 پالاسموم‌سوم که سال گذشته با آنها آشنا شدید در هنگام تشکیل دیواره جدید پایه گذاری می‌شوند.

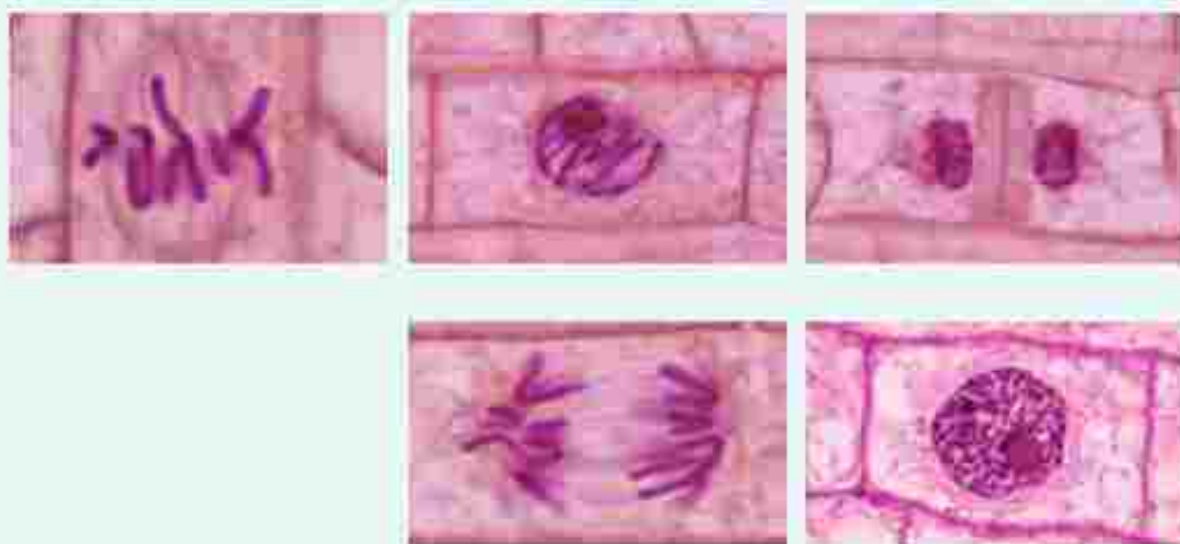


شکل ۹. تقسیم سیتوپلاسم در یاخته گیاهی

در دنیای جانداران یاخته‌های چند هسته‌ای به روش‌های مختلفی ایجاد می‌شوند. در سال گذشته با بعضی از این یاخته‌ها آشنا شدید. 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

با توجه به آنچه دربارهٔ چرخهٔ یاخته‌ای فراگرفته‌اید تصاویر میکروسکوپی زیر را بر اساس مراحل آن، با شماره گذاری مرتب کنید.



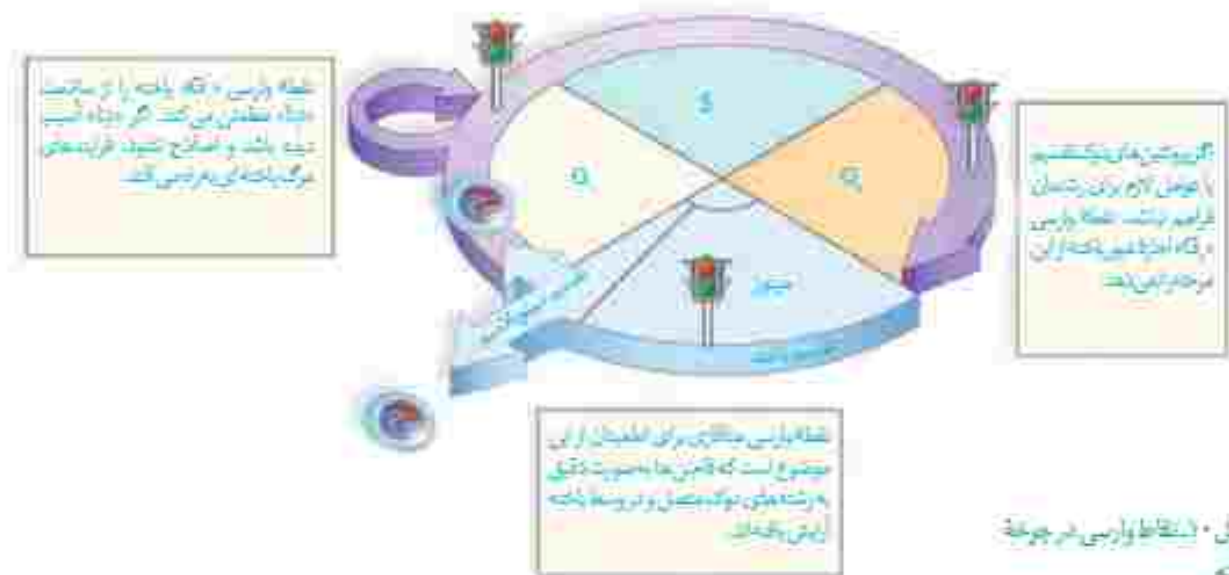
### تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است

بعضی یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های بنیادی منز استخوان و یاخته‌های مرستنی گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند. همین یاخته‌ها در شرایط خاصی، مثلاً شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حد تعداد یاخته‌ها، تقسیم خود را کاهش می‌دهند و یا موقت می‌کنند. برعکس، یاخته‌های عصبی به ندرت تقسیم می‌شوند. این یاخته‌ها چگونه تشخیص می‌دهند در چه زمان یا به چه اندازه‌ای باید تقسیم شوند؟ چه عواملی تنظیم کنندهٔ سرعت و تعداد تقسیم یاخته‌اند؟ چگونه تعداد چرخه‌های یاخته تنظیم می‌شوند و چرا این تنظیم در برخی یاخته‌ها مهم می‌گردد؟

### عوامل تنظیم کنندهٔ 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 فرایندهای 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؛ با در گیاهان در محل آسیب دیده، نوعی عمل رشد تولید می‌شوند تا تقسیم سریع، تودهٔ یاخته ایجاد کنند. این تودهٔ یاخته مانع نفوذ میکروبی‌ها می‌شود؛ یا نوعی عمل 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، از پروتئین است که در سال گذشته با آن آشنا شدید. با توجه به آنچه آموختند این ماده بر کدام بخش بدن اثر می‌گذارد و نتیجهٔ آن چیست؟

در چرخه یاخته‌ای، چند نقطه وارسی وجود دارد. نقاط وارسی، تلاطمی از چرخه یاخته‌اند که به آن اطمینان می‌دهند که مرحله قبل کامل شده است و عوامل لازم برای مرحله بعد آماده‌اند. در شکل ۱۰ بعضی از این نقاط را می‌بینید.



### تقسیم بی‌رویه یاخته

یاخته‌ها با تقسیم، افزایش و با مرگ، کاهش می‌یابند. اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته‌ها به هم نخورد، چه وضعی بیش می‌آید؟ نتیجه 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 آن قدر بزرگ نمی‌شود که به بافت‌های مجاور خود آسیب بزند. البته در مواردی که تومور بیش از اندازه بزرگ شود، می‌تواند در انجام اعمال طبیعی اندام اختلال ایجاد کند. لیپوما یکی از انواع تومورهای خوش خیم است که در افراد بالغ متداول است. در این تومور، یاخته‌های چربی تکثیر شده و توده یاخته ایجاد می‌کند (شکل ۱۱ الف).



الف



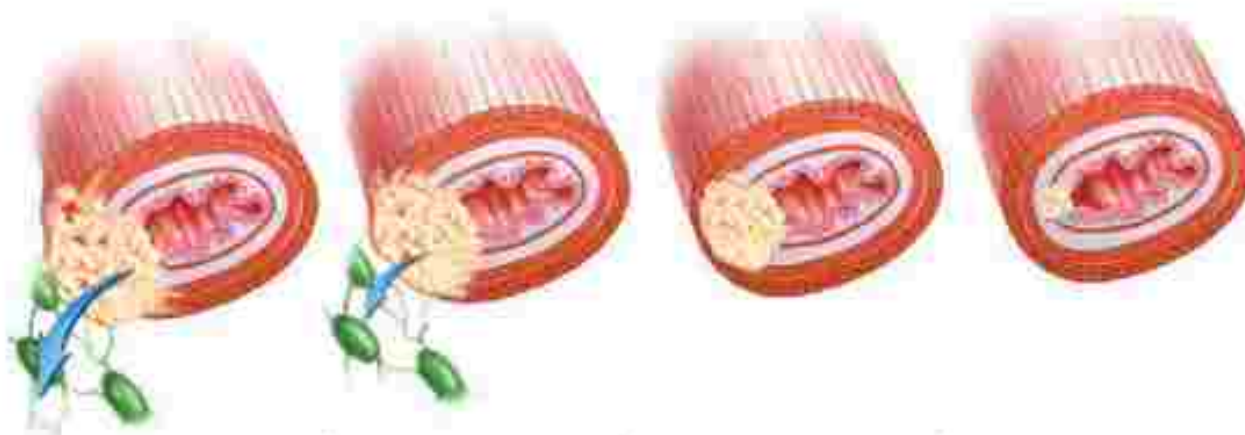
ب

شکل ۱۱ الف) تومور خوش خیم لیپوما در نزدیکی آرنج (ب) مالونوما: نوعی تومور بدخیم یاخته‌های رنگدانه دار پوست



تومور بدخیم یا سرطان به بافت‌های مجاور حمله می‌کند؛ باخته‌هایی از این تومورها می‌توانند جدا شوند و همراه با جریان خون یا به ویژه لنف به نواحی دیگر بدن بروند. در آنجا مستقر شوند و رشد کنند (شکل ۱۲). علت اصلی سرطان، بعضی تغییرات در ماده ژنتیکی باخته است که باعث می‌شود چرخه باخته از کنترل خارج شود (شکل ۱۱-ب).

شکل ۱۲. مراحل رشد و پخش باخته‌های سرطانی



۱. باخته سرطانی شروع به تهاجم به باخته‌های بافت می‌کند

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

۳. باخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود دسترسی پیدا می‌کنند

۴. باخته‌های سرطانی از راه لنف به بافت‌های دوردست می‌روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آنها می‌شوند

## تشخیص و درمان سرطان

روش‌های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان‌ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. **بافت‌برداری** روشی است که در آن، تپلم یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می‌شود. آزمایش خون به این شناسایی کمک می‌کند. روش‌های رایج درمان سرطان شامل جراحی، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی است. در پرتودرمانی، باخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، به‌طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می‌گیرند. شیمی‌درمانی یا استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم باخته‌ها در همه بدن می‌شود. این روش‌های درمانی می‌توانند به باخته‌های مغز استخوان، بیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برسانند. هرگز این باخته‌ها از عوارض جانبی شیمی‌درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می‌شود. حتی بعضی افراد که تحت تأثیر تابش‌های شدید یا شیمی‌درمانی قوی قرار می‌گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند باخته‌های خوبی مورد نیاز را بسازند.

### بیشتر بدانید

باخته‌های سرطانی در صورت وجود ماده مخدایی و قشایی می‌توانند به طور دائم تقسیم شوند. باخته‌های سرطانی رقی سابقه‌ست به نام هنتونا لکس Henrietta Lacks که در سال ۱۹۵۱ در اثر همین بیماری درگذشت. همچنان در حال تقسیم در محیط آزمایشگاهی بسیاری از نقاط جهان است. محققان زیادی از باخته‌های هنتونا لکس نام هنتونا لکس را در آزمایشگاه‌های رست‌جنسی استفاده می‌کنند. این باخته‌ها می‌توانند در مجاورت باخته‌های دیگر، آنها را به حالت سرطانی در بیاورند.

### بیشتر بدانید

بافت‌های سرطانی و بافت‌های عادی با هم تفاوت دارند، مانند:

۱. بافت‌های سرطانی، تقسیمات بی‌نظم کنترل‌دارند.

۲. شکل بافت‌های سرطانی و بافت‌های عادی تفاوت دارد. همچنین ممکن است بافت‌های سرطانی، چسبناک‌تر باشند.

۳. بسیاری از بافت‌های سرطانی تانوما هستند، یعنی برخلاف بافت‌های عادی بعد از چند تقسیم نمی‌میرند.

۴. بافت‌های عادی در حضور عوامل رشد تقسیم خود را شروع می‌کنند و با تمام آن پایان می‌دهند. بسیاری از بافت‌های سرطانی حتی بدون حضور عوامل رشد، می‌توانند تقسیم شوند.

۵. در بافت‌های عادی در محیط گشته یا لکتور و رسیدن به بافت‌ها به هم تقسیم متوقف می‌شود. در ضمن بافت‌های عادی در محیط گشته نیازمند سطح جامد برای اتصال است. بافت‌های سرطانی هیچ کدام از این خصوصیات را ندارند.

۶. بافت‌های سرطانی مولدی را تولید می‌کنند که باعث ایجاد رگ‌های جدید خون می‌شوند تا فرایند غارتگری و دفع مواد زائد به راحتی انجام شود.

### وراثت و محیط، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند

بروشن‌ها، 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 صفت است.

عوامل محیطی هم در بروز سرطان مؤثرند. برخی‌ها فرابنفش، بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار «دنا» آسیب می‌زنند. سایر برتوها 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.

### فعالیت ۳

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

### بیشتر بدانید

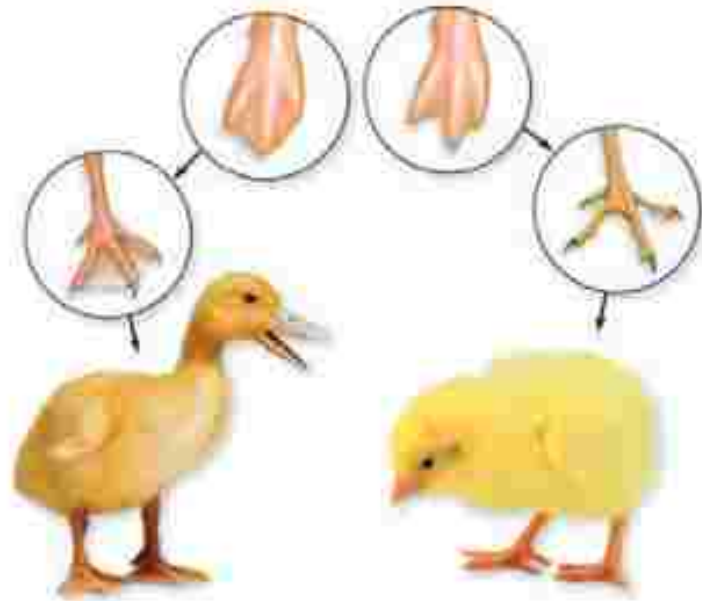
جدول ۲. برخی عوامل مؤثر بر بروز سرطان

برتوها	عوامل شیمیایی	خوراکی و آلاینده‌های هوا	ویروس‌ها	هورمون	عوامل ژنتی
<ul style="list-style-type: none"> <li>• پروژان</li> <li>• پروگن</li> <li>• پروگرافش</li> <li>• آمپارون</li> <li>• آنتی‌بیوتیک</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دخانیات</li> <li>• بکری</li> <li>• آرسنیک</li> <li>• مین</li> <li>• نیکس</li> <li>• آسباده‌ها</li> <li>• کربن</li> <li>• بی‌سین کربن</li> <li>• FVC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• نوشیدنی‌های الکلی</li> <li>• گوشت و دمن گوشتی</li> <li>• غذاهای پخته‌شده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• هیپاتیت</li> <li>• هرپس سیمپلکس</li> <li>• پاپیوما</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• قرص‌های ضدبارداری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ژن‌های مؤثر در دنا</li> <li>• ژن‌های شیمیایی</li> <li>• سرطان پروستات</li> <li>• سرطان پانکreas</li> <li>• سرطان پستان</li> <li>• سرطان تخمدان</li> <li>• سرطان ریه</li> </ul>

## مرگ برنامه ریزی شده یاخته

مرگ یاخته‌ها می‌تواند تصادفی باشد؛ مثلاً در پرنده‌گی، یاخته‌ها آسیب می‌بینند و از بین می‌روند. به این حالت بافت مرده‌گی 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 علائم به یاخته شروع می‌شود. به دنبال این رخداد، در چند ثانیه پروتئین‌های نخریب‌کننده در یاخته شروع به تجزیه اجزای یاخته و مرگ آن می‌کنند.

حذف یاخته‌های پیر یا آسیب‌دیده، مانند آنچه در آفتاب‌سوختگی اتفاق می‌افتد، حتی از مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌ای است؛ چون پروتئین‌های خورشی دارای اسید فراابنش 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 عملگرده، مانند پرده‌های بین انگشتان یا در پرندگان است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳. حذف پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی برخی پرندگان در اثر مرگ برنامه‌ریزی شده

### فعالیت ۴

با استفاده از خمیر بازی (چند رنگ) و پارچ‌های مورد نیاز، مراحل تقسیم رشتگان را طراحی کنید. برای این کار، عدد قامتی یاخته فرعی را ۴ یا ۶ در نظر بگیرید. هر مجموعه قامت را با یک رنگ انتخاب کنید و با توجه به این فعالیت به پرستی‌های زیر پاسخ دهید:

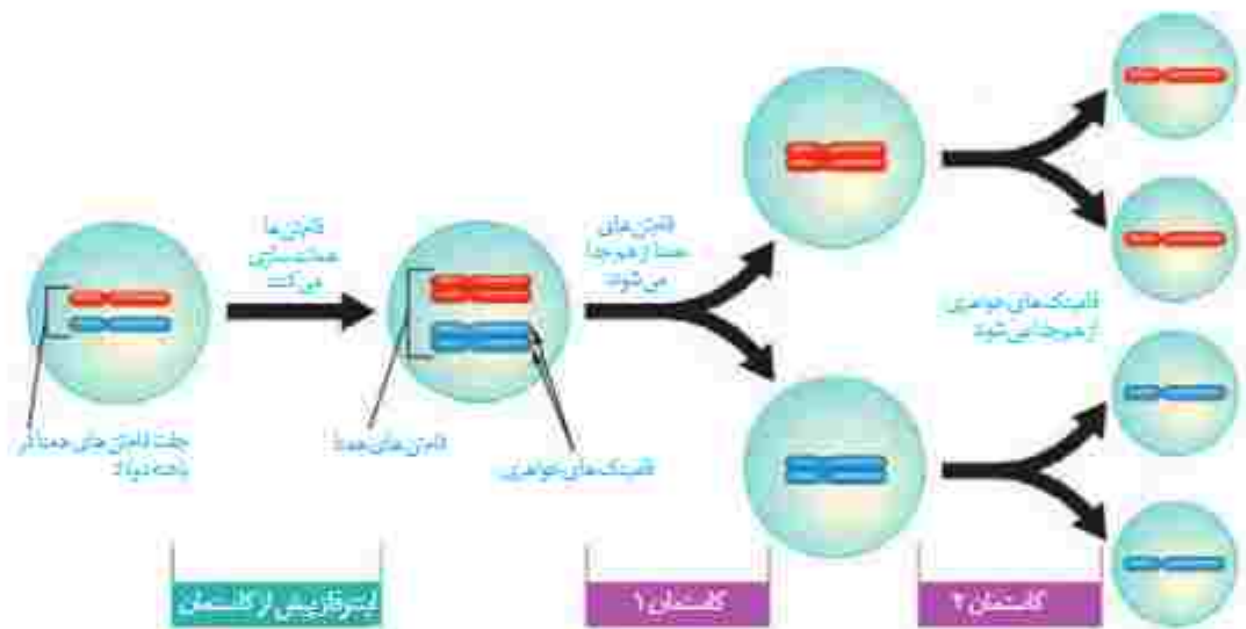
- الف) در متافاز قامت‌های هم‌جنس نسبت به هم چگونه روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند؟
- ب) با توجه به عدد قامتی انتخابی، تعداد قامت‌ها و قامت‌ها را قبل و بعد از رشتگان تعیین کنید.

## گفتار ۳ کاستمان (میوز) و تولیدمثل جنسی

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

### کاستمان، کاهش تعداد فام‌تن‌ها

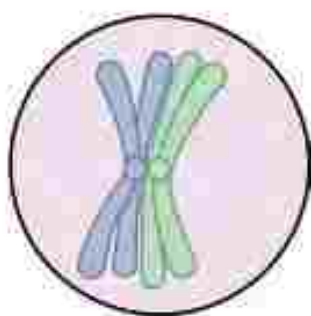
در تولیدمثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته‌های آنها با هم ادغام می‌شوند. یاخته‌های مؤثر در تولیدمثل جنسی با نوعی تقسیم کاهش می‌یابند. به نام کاستمان ایجاد می‌شوند. به نظر شما اهمیت این نوع تقسیم در جانداران چیست؟ کاستمان از دو مرحله کلی کاستمان ۱ و ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته نیز تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود (شکل ۱۴). بیش از این تقسیم نیز، مانند رشمندان، اینترفاز رخ می‌دهد.



شکل ۱۴. طرح ساده‌ای از تقسیم کاستمان

### کاستمان ۱

در این مرحله از تقسیم کاستمان، عدد فام‌تنی نصف می‌شود. این بخش از کاستمان چهار مرحله دارد که عبارت‌اند از: پروفاز ۱، میتافاز ۱، آنافاز ۱ و تئوفاز ۱ (شکل ۱۴). **پروفاز ۱:** فام‌تن‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و غشرده می‌شوند. به این ساختار چهار فام‌تنی، چهارتاییه (تترااد) گفته می‌شود. چهارتاییه از ناحیه سانترومر به رشته‌های دوگ متصل می‌شوند. سایر وقایع این مرحله شبیه پروفاز ۲ و پرومیتافاز رشمندان است (شکل ۱۵).



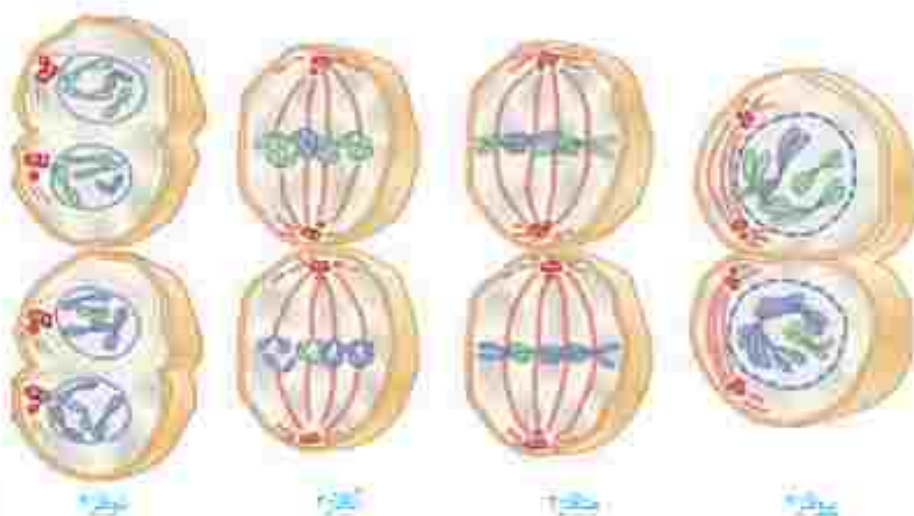
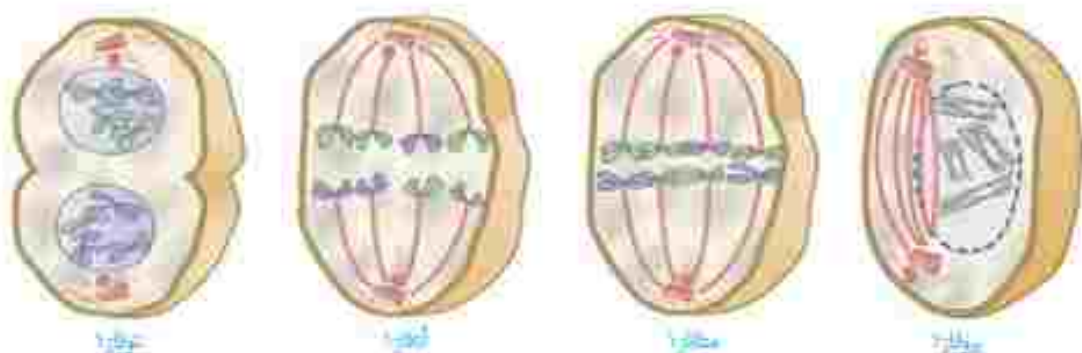
**متافاز ۱:** چهار تارچه را در استوای یاخته، روی رشته‌های دوگ قرار می‌گیرند.  
**آنافاز ۱:** قارتن‌های هم‌نما که مضاعف شده‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوه گوناگونی رشته‌های دوگ شبیه قراینده رشتمان است.  
**تلوفاز ۱:** پارسیدن قارتن‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل 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 قارتنی یاخته‌های حاصل چه تفاوتی با یاخته‌های مادری دارد؟

## کاستمان ۲

شکل ۱۵. طرح سلولهای از یک گام چهار تارچه

در این مرحله یاخته‌های حاصل از کاستمان ۱، در اصل 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 شبه هم ایجاد می‌شود که نصف قارتن‌های یاخته‌های مادری را دارند. این قارتن‌ها مضاعف نیستند. در پایان کاستمان ۲، تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. در مجموع و با پایان تقسیم کاستمان از یک یاخته ۲n، چهار یاخته ۱n قارتنی حاصل می‌شود.



شکل ۱۶. طرح سلولهای از مراحل تقسیم کاستمان

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

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

۲. تقسیم کلستمان ۲ را با تقسیم رشتمان مقایسه کنید. چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین این دو قرایندها وجود دارد؟

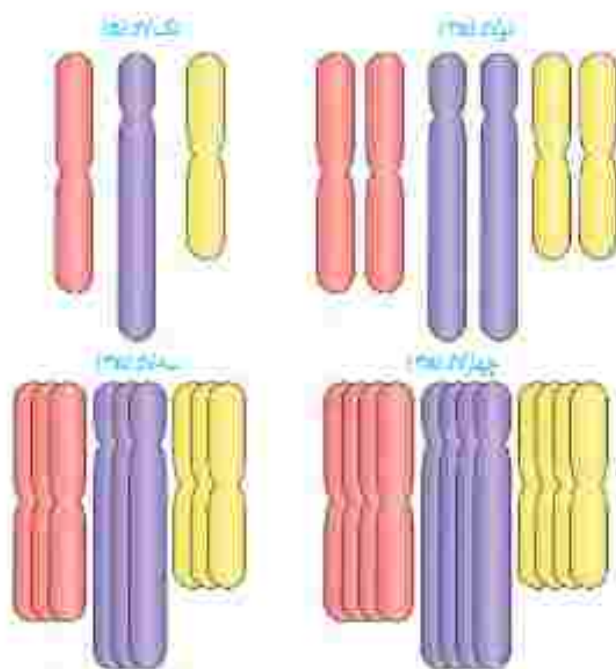
۳. با استفاده از خمیر بازی و پارچایت موارد بعداستی، طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کلستمان را بسازید. برای این کار، عدد

فام‌تنی یاخته فرضی را ۴، ۶ 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 (پلی‌پلویدی)** شدن و با هم ماندن فام‌تن‌ها، نمونه‌هایی از این خطاهایی است که کلستمانی هستند. اشتباه در تقسیم می‌تواند هم در تقسیم رشتمان و هم در تقسیم کلستمان رخ دهد، ولی چون یاخته‌های حاصل از کلستمان در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، از اهمیت بیشتری برخوردارند.

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



شکل ۱۷. طرح ساده‌ای از تعداد فام‌تن‌ها

به یاخته یا جاننداری که یاخته‌هایی آن بیش از دو مجموعه فام‌تن داشته باشد، چندلاد گفته می‌شود. مثلاً گندم نژادی ۶n و میوز ۳n است (شکل ۱۷).

**با هم ماندن فام‌تن‌ها:** در این حالت یک یا چند فام‌تن در مرحله آنافاز (رشته‌مان و کاستمان) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند فام‌تن مشاهده می‌شود (شکل ۱۸). نمونه این حالت نشانیگان داون است. به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت نشانیگان می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های بیکری خود ۴۷ فام‌تن دارند (شکل ۱۸). فام‌تن اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های بیکری 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. بالابردن 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. دخالت‌های الکلی، مجاورت با یزوتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌توانند در روند جدا شدن فام‌تن‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کنند.

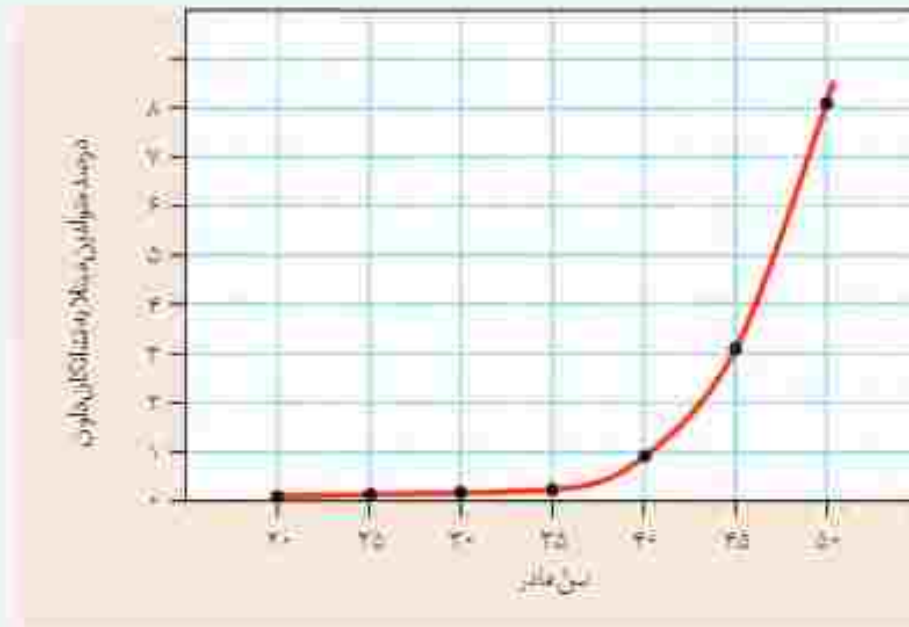


شکل ۱۸. کاریوتیپ یک فرد مبتلا به داون. آیا می‌توانید جنسیت این فرد را تشخیص دهید؟

## فعالیت ۶

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

متحنی زیر، رابطه بین سن مادر در هنگام بارداری و احتمال به دنیا آمدن فرزندی مبتلا به تشنجگان داون را نشان می‌دهد. متحنی را تفسیر کنید.







## فصل ۷

### تولیدمثل

در سال‌های گذشته با انواع تولیدمثل غیرجنسی و جنسی آشنا شدید. فرایند تولیدمثل جنسی با تولید یاخته‌های جنسی (گامت) همراه است. در این فصل با دستگاه تولیدمثل انسانی شوید که با بقیه دستگاه‌های بدن تفاوت دارد. اگر این دستگاه درست کار نکند و حتی بخشی از آن را از بین بخرج کنید، 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؟

بخش جانور نر و ماده در تولیدمثل چیست؟

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



زاده (sem sperm)

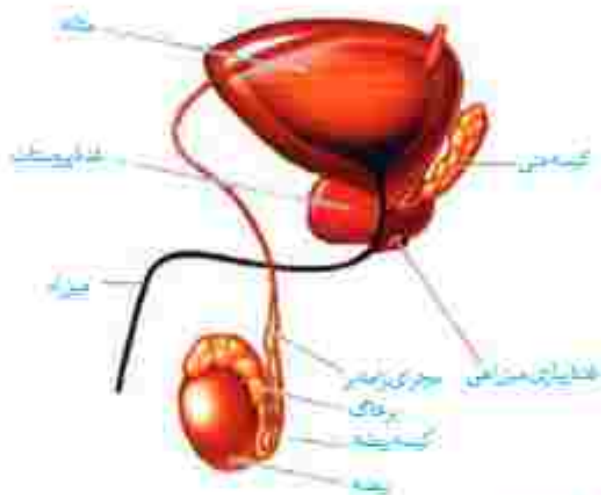
زاده از کلمه زام به معنی ازدواج  
گرمین یا زاماد (روماد) برای نشان  
دادن تو، گرفته شده است، یا استفاده  
از آن واژه‌های زامه زایی، زامه زام  
زامه زاحک و زامه زاحه ساخته و معنی  
پیدا می‌کند.

انزای دستگاه تولیدمثلی مرد را در شکل ۱ می‌بینید. مجموعه اندام‌های این دستگاه وظایف  
فهمندی 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)

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

در بیضه‌ها تعداد زیادی لوله‌های بزرگ و خیم به نام لوله‌های زامه ساز وجود دارد. درون این لوله‌ها  
از هنگام بلوغ تا پایان عمر، زامه تولید می‌شود. مراحل تولید زامه یا زامه زایی را در شکل ۲ می‌بینید.  
در بین لوله‌های زامه ساز یا خیمه‌های بینایشی قرار دارند که نقش ترشح هورمون جنسی نر را برعهده  
دارند.



شکل ۱. اندام‌های دستگاه تولیدمثل  
در مرد (مثلثه جوجه آن نیست)

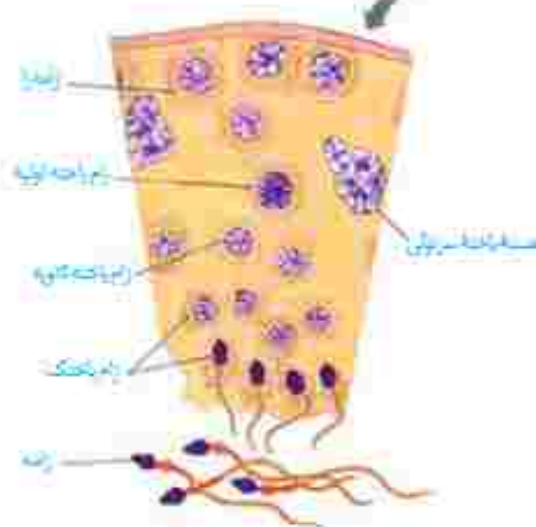
با توجه به شکل ۲ در مورد بررسی‌های زیر با هم گفتگو کنید.

- الف) به چه دلیل ابتدا تقسیم رشتگان و سپس گسترش رخ می‌دهد؟  
ب) در انسان زام یا خیمه لولیمه، آتوریم و زام یا خیمک از لحاظ فام‌تنی با هم چه تفاوت‌هایی دارند؟  
پ) زام یا خیمک و زامه با هم چه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی دارند؟

## فعالیت ۱



شکل ۲. غیضه و مراحل تولید زامه



## زامه زایی

دیواره لوله‌های زامه‌ساز، یاخته‌های زنده‌ای دارد که به این یاخته‌ها زامه‌زا (اسپریماتوگونی) گفته می‌شود. این یاخته‌ها که نزدیک سطح خارجی لوله‌ها قرار گرفته‌اند، ابتدا با رشتمان تقسیم می‌شوند. یکی از یاخته‌های حاصل از هر بار رشتمان در لایه زاینده می‌ماند که لایه زاینده حفظ شود. یاخته دیگر که زام یاخته (اسپریماتوسیت) اولیه نام دارد، با تقسیم کانتیمان ۱ دو یاخته به نام زام یاخته ثانویه تولید می‌کند. این یاخته‌ها تک‌لادند، ولی فام تن‌های آن مضاعف شده‌اند. هر کدام از این یاخته‌ها با انجام کانتیمان ۲، دو زام یاخته‌ک (اسپریماتید) ایجاد می‌کند. این یاخته‌ها نیز تک‌لادند اما فام تن‌های آنها مضاعف شده نیستند. بنابراین، از یک زام یاخته اولیه، چهار زام یاخته‌ک 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.

هنگام عبور زام یاخته‌ها به سمت وسط لوله‌های زامه‌ساز تمایزی در آنها رخ نمی‌دهد تا به زامه تبدیل شوند. به این صورت که یاخته‌ها از هم جدا و تازک دار می‌شوند؛ سپس مقدار زیادی از اسپریماتید خود را از دست می‌دهند. حسته 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 یاخته‌ها و نیز بیگانه‌خواری باکتری‌ها را بر عهده دارند (شکل ۲).

## بیشتر بدانید

### دلایل عقیمی مردان:

عوامل متعددی در بروز آن دخالت دارند. بیماری‌ها؛ بیماری‌های عفونی مثل سل، سوزاک و ابرونی و بیماری‌های دیگر مثل بالا قرار گرفتن بیضه‌ها، کوچک بودن بیضه‌ها، وارد کردن آورس در رگ‌های بیضه، اختلال در جرمون‌های هیپوفیز و سرتیس که با تغییر درجه حرارت بدن ممکن است زنده‌مانی یا منحل کنند. اسپرم و قشره‌گی نیز باعث کاهش تستوسترون و کاهش تولید زامه می‌شود.

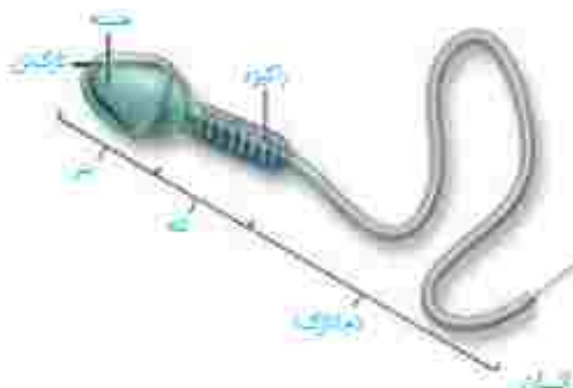
عوامل محیطی؛ دماهای غیرمعتاد مثل تستوسترون که در پشه‌گانه‌های وریزی استفاده می‌شود مواد مخدر، شکل سیگار و غشای اشعه‌های ۲۶ و ۳۰ استفاده زیاد از محیط‌های داغ مثل سونا و وان داغ همچنین استفاده از لباس‌های تنگ و پلاستیکی که باعث افزایش دما در اطراف بیضه‌ها می‌شود می‌تواند در روند زامه‌سازی اختلال ایجاد کند.

## بیشتر بدانید

سرطانی شدن پروستات از بیماری‌های شایع است و از لحاظ فراوانی بعد از سرطان‌های ریه، کبد و سرطان‌های دیگر در بین بیماری‌های بزرگ شدن پروستات باعث شده شدن ممبره‌ها شده و خروج ادرار و منی با مشکل مواجه می‌شود. بزرگ شدن پروستات به صورت خوش‌خیم در افراد مسن شایع است. سرطان بیضه که معمولاً در افراد کمتر از ۶۰ سال رخ می‌دهد کم‌شمار است. در بین بیماری‌های نسیب یاخته‌ای در بیضه‌ها از کنترل خارج می‌شود و توده‌های غیرطبیعی در بیضه‌ها ایجاد می‌شود. برای پیشگیری از چنین بیماری‌هایی لازم است در مردان به‌ویژه بعد از ۴۵ سالگی کنترل مردانه انجام شود.

## ساختار زامه

زامه‌ها سه قسمت سر، تنه و دم دارند (شکل ۴). سردارای یک هسته بزرگه فقدرای سیتوپلاسم و کیسه‌ای پر از آنزیم به نام تازکتین (آگروزوم) است. تازکتین کلاه مانند و در جلوی هسته قرار دارد. آنزیم‌ها به زامه کمک می‌کنند تا بتواند به 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 ۴- ساختار زامه انسان

## اندام‌های ضمیمه (کمکی)

پس از تولید زامه در لوله‌های زامه‌ساز، آنها از بیضه خارج و به تریون لوله‌ای پیچیده و طولی به نام برخاک (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.

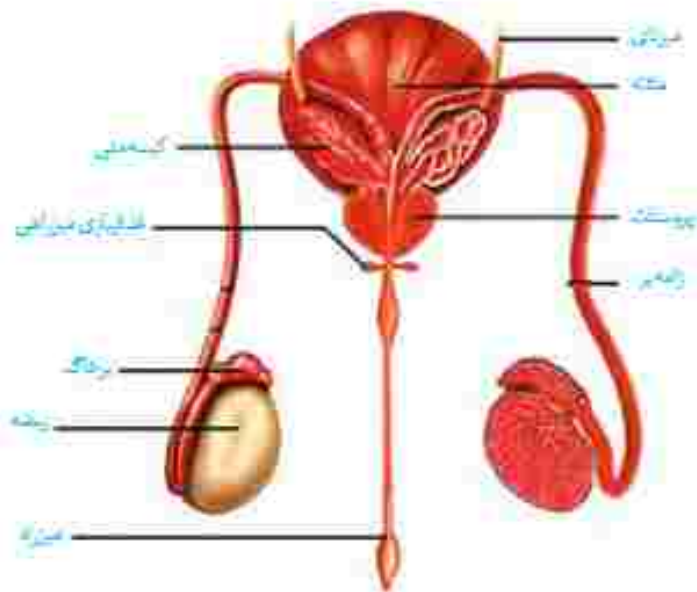
پس زامه‌ها وارد مجرای طولی به نام زامه‌بر (اسپرم‌بر) می‌شوند. از هر بیضه یک مجرای زامه‌بر خارج و وارد مجرای شکمی می‌شود. هر کدام از مجرای زامه‌بر در حین عبور از کنار و پشت مثانه ترشحات غده کیسه منی (وزیکول سیمینال) را دریافت می‌کنند. این غده، مایعی غنی از فروکتوز را به زامه‌ها اضافه می‌کند. فروکتوز انرژی لازم برای فعالیت زامه‌ها را فراهم می‌کند.

دو مجرای زامه‌بر در زیر مثاله وارد غده پروستات شده و به ممبره متصل می‌شوند. غده پروستات با ترشح مایعی شیری رنگ و قلبایی به کثی کردن مواد اسیدی موجود در صبر عبور زامه به سمت گامت ماده، کمک می‌کند.

بعد از پروستات، یک جفت غده به نام بیازی ممبره‌ها نیز به ممبره متصل می‌شوند. این غده‌ها ترشحات قلبایی و روغن کننده‌ای را به مجرای اضافه می‌کنند (شکل ۴). به مجموع ترشحات سه نوع غده یاد شده که زامه‌ها را از طریق ممبره‌ها به بیرون از بدن منتقل می‌کنند، مایع منی گفته می‌شود.

## واژه‌شناسی

پرخاک (epithelium/اپیدیمیا) به معنای روی و برزی و epidymis به معنای بیضه است. پرخاک برگرفته از خاک به معنای بیضه و برزی به معنای روی بیضه است و به ساختاری رشته‌مانند بر روی بیضه اشاره دارد.

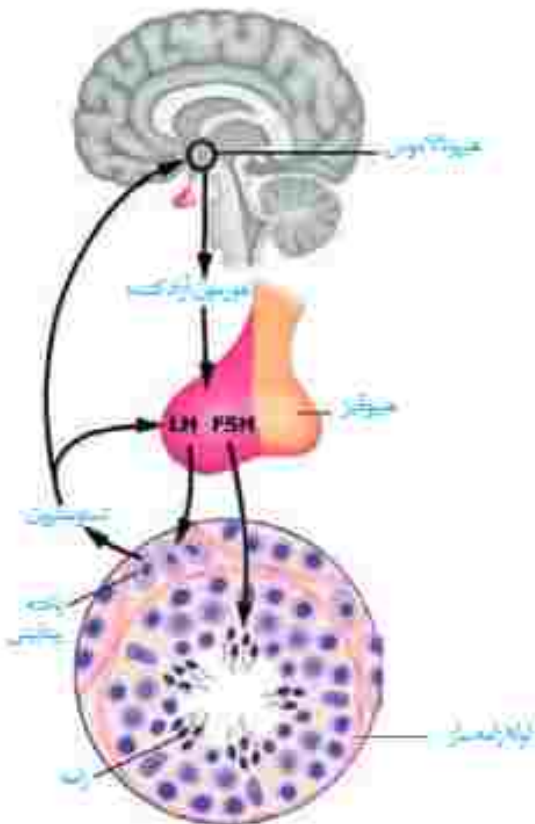


شکل ۴- مسیر عبور زامه از تناسلی  
پشتی مثانه)

## فعالیت ۲

الف) با توجه به شکل ۴ مسیر عبور زامه را مشخص کنید.  
ب) با توجه به ترکیبات مایع منی و وجود تعداد زیادی زامه در آن، برای جلوگیری از بیضه‌های هامل عفونت، یا التهاب پروستات چه نکات مهمی را باید در حیات کرد؟ در این رابطه اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

## هورمون‌ها فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد را تنظیم می‌کنند



همان‌طور که در فصل‌های قبل خواندید، از بخش پیشین زیرمغزی، دو هورمون محرک غدد جنسی ترشح می‌شود: «FSH» و «LH». اگرچه نام این هورمون‌ها 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 تعداد زامه را تسهیل کنند و LH یاخته‌های بینایی را تحریک می‌کند تا هورمون تستوسترون را ترشح کنند. همان‌طور که می‌دانید، تستوسترون ضمن تحریک رشد اندام‌های جنسی و زامه‌زایی باعث بروز صفات ثانویه در مردان می‌شود؛ مثل به‌شدن صدا، رویتن مو در صورت و قسمت‌های دیگر بدن، رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها.

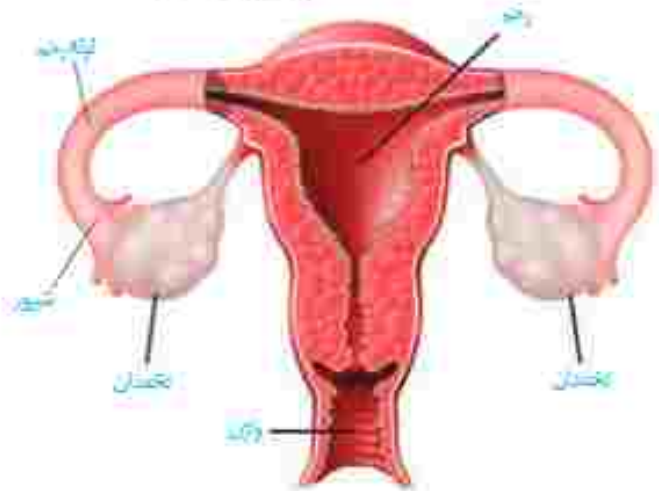
تنظیم میزان ترشح این هورمون‌ها با سازوکار بازخورد منفی انجام می‌شود (شکل ۵).

- ۱. Follicle Stimulating Hormone
- ۲. Luteinizing Hormone

شکل ۵- تنظیم فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد

همان‌طور 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



**تخمندان ها:** غدد جنسی ماده اند که درون منحنی شکم قرار دارند و با کمک حلقه‌ای بیضی و ماهیچه‌ای به دیواره خارجی رحم متصل اند.

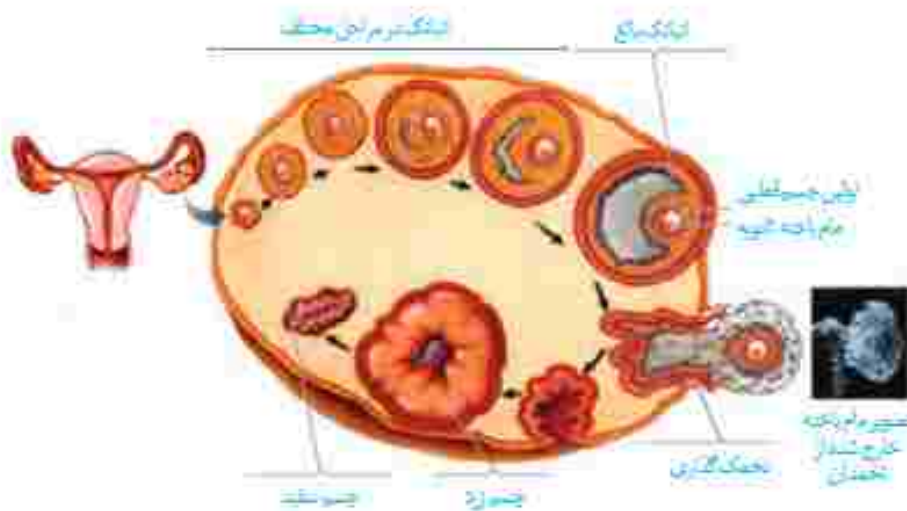
ساختار تخمدان با بیضه تفاوت دارد. درون آن اوله‌های

بیض دربرج وجود ندارد. درون هر تخمدان نوزاد دختر در حدود یک میلیون ماده یاخته (اووسیت) اولیه وجود دارد. هر ماده یاخته را یاخته‌های تغذیه‌کننده احاطه می‌کنند. به مجموعه آنها انباتک (فولیکول) گفته می‌شود. پس از تولد، تعداد انباتک افزایش نخواهد یافت و به دلیل نامعومی تعداد زیادی از ماده 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

ماده یاخته (Oocyte/اووسیت)  
ماده و ماده به معنای ماده برای نشان دادن تخمک ماده به کار می‌رود.  
ماده یاخته به معنای یاخته‌ای که پس از تقسیم گامت‌ها، ماده یاخته‌ها ایجاد می‌کند و واژنه‌ای مثل ماده زاینده ماده یاختک و ماده را از همین کلمه ساخته می‌شود.



شکل ۷ تخمدان و تغییرات آن در دوره جنسی

### بیشتر بدانید

احتمال بروز سرطان ترنخه شبوری بسته  
گرددن رحم و تخمدان‌ها زیاد است و در  
بین آنها سرطان سینه بیشترین فراوانی  
را در زنان دارد. علت این سرطان‌ها ایجاد  
تغییرهای بااختصاص غیرعادی در این  
قسمت‌هاست. بارداری و شیردهی در  
کاهش ابتلا به سرطان سینه و تخمدان  
بخش مثبت دارند. در ضمن حال تقریباً  
هفتاد درصد از زنان مبتلا به سرطان  
پروستات مربوط به استفاده از واکسن  
عقبه این ویروس و نیز رعایت بهداشت است.  
احتمال بروز این نوع سرطان را به نسبت  
کاهش می‌دهد.

Page 106 of 104

### واژه‌شناسی

اریشک (Ectopic Pregnancy)  
اریشک یا معنی خطر کوچک و گرد  
در میان بالحت یا اندام و کیسه کوچک  
آمده است و واژه اریشک که از اتریش  
به معنی کیسه به همراه (ک) علامت  
تصغیر تشکیل شده است همان  
معنی را می‌دهد.

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 بالایی رحم  
به دو لوله متصل است که به آنها **لوله‌های رحم (لوله‌های فالوپ)** می‌گویند. انتهای این لوله‌ها  
شعبه مانند و دارای زوایای انگشت مانند است. پوشش داخلی لوله‌های رحم مخاطی و مرگه دار است.  
ژن مرگه‌های آن، ملام یاخته را به سمت رحم می‌رانند.

بخش پلین 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 کم‌کم منظم می‌شود. نظم آن  
مهم‌ترین شاخص کارکرد صحیح دستگاه تولیدمثلی زن است.

عموماً در زن‌های سالم بین ۴۵ تا ۵۰ سالگی عادت ماهانه به علت ازکار افتادن تخمدان‌ها  
متوقف می‌شود. این پدیده را **یائسگی** می‌نامند. به همین علت دوره باروری و تولیدمثلی در زن حدود  
۳۰ تا ۴۵ سال است. به هر حال بهترین زمان برای باروری سال‌های ابتدای جوانی است. تغذیه  
نامناسب، کار زیاد و سخت، فشار روحی و جسمی به گونه‌ای چشمگیر از طول این مدت می‌کاهد.

### فعالیت ۲

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 یاختهٔ دولا و زاینده‌ای به نام **ماهه‌زا (اووگونی)**، قبل از تولد و از دوران  
جنینی شروع می‌شود. مراحل تولید تخمک در شکل ۸ دیده می‌شود.

با توجه به شکل ۸ در پارافیرمیس های زیر با هم گفتگو کنید.

در انسان مام یاخته اولیه، ثانویه و تخمک از لحاظ فم تن ها چه تفاوت هایی با هم دارند؟

اولین جسم قطبی با دومین اجسام قطبی چه تفاوتی دارند؟

مراحل تخمک زایی در این شکل را با مراحل زامه زایی (شکل ۷) مقایسه کنید. شباهت ها و تفاوت های آنها را بنویسید.

مراحل تخمک زایی در دوران جنینی آغاز و پس از شروع کاستمان در پره فاز ۱ متوقف می شود. با رسیدن به سن بلوغ هر ماه در یکی از انبساط ها، مام یاخته اولیه کاستمان را ادامه می دهد. ولی دوباره متوقف شده یاخته حاصل به صورت مام یاخته ثانویه از تخمدان خارج می شود. حرکت زنانه انگشت مانند انتهایی لوله رحم در اطراف آن، مام یاخته ثانویه را به درون لوله رحم هدایت می کند. در صورتی تقسیم کاستمان کامل می شود که زامه به آن برخورد کند و فرایند لقاح آغاز شود. در این حالت، مام یاخته ثانویه تقسیم کاستمان را تکمیل می کند و تخمک ایجاد می کند که با زامه لقاح می یابد و تخم تشکیل می شود. اگر زامه با آن برخورد نکند با لقاح آغاز نشود، مام یاخته ثانویه همراه با خونریزی دوره ای از بدن دفع می شود.

از تفاوت های ایسی تخمک زایی با زامه زایی تقسیم نامساوی سیتوپلاسم است. به این صورت که در تخمک زایی پس از هر بار تقسیم هسته در کاستمان تقسیم نامساوی سیتوپلاسم صورت می گیرد، در نتیجه یک یاخته بزرگ و یک یاخته کوچک تر به نام **جسم قطبی** به وجود می آید. این کار با هدف رسیدن مقدار بیشتری از سیتوپلاسم و اندامک ها به تخمک است تا بتواند در مراحل اولیه رشد و نمو جنین نیازهای آن را برآورده کند.

به ندرت ممکن است زامه با جسم قطبی نیز لقاح یابد و توده یاخته ای بی شکلی را ایجاد کند که پس از مدتی از بدن دفع می شود.

در جنس ماده، نوسانات هورمونی دورود از چرخه ای را پدید می آورد. این دو چرخه وابسته به هم در تخمدان ها و رحم انجام می شود. چرخه تخمدالی، زمان بندی بالغ شدن مام یاخته را در تخمدان تنظیم و چرخه رحمی، رحم را برای بارداری آماده می کند.

**چرخه تخمدالی:** پیش تر خواندید که در تخمدان مام یاخته به همراه یاخته های اطرافشان انبساط را تشکیل می دهند که از دوره جنینی در تخمدان ها وجود دارند. در هر دوره جنسی یکی از انبساط هایی که از همه رشد بیشتری پیدا کرده است، چرخه تخمدانی را آغاز و ادامه می دهد. لایه های یاخته ای این انبساط تکثیر و حجیم می شوند و از یک سو شرایط رشد و نمو مام یاخته درون انبساط را فراهم و از سوی دیگر هورمون استروژن را ترشح می کنند که با رشد انبساط میزان آن افزایش می یابد (شکل ۷).



شکل ۸. مراحل تخمک زایی





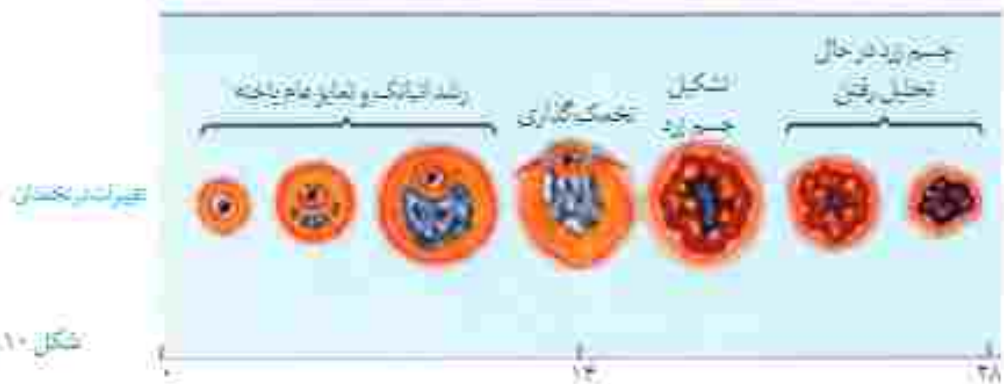
شکل ۹ الف: تخمک گذاری تخمدان



شکل ۹ ب: جسم زرد در تخمدان

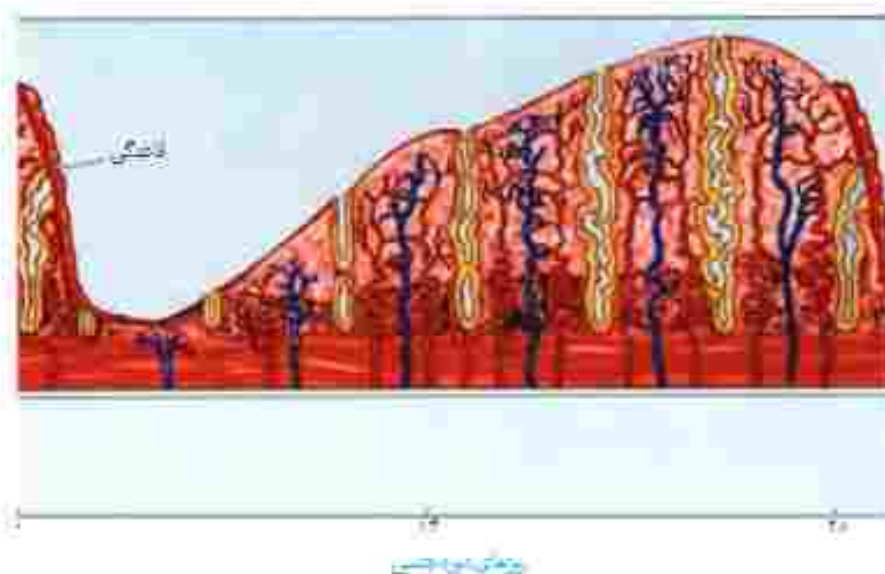
جرخه تخمدانی یا تأثیر هورمون های FSH و LH تنظیم و هدایت می شود. FSH سبب بزرگ و بالغ شدن انباتک می شود.

حدود روز چهاردهم دوره در انباتک بالغ شده ای که در این زمان به دیواره تخمدان چسبیده است تخمک گذاری انجام می شود (شکل ۹- الف). در این فرایند، مام یاخته ثانویه همراه با تعدادی از یاخته های انباتکی از سطح تخمدان خارج و وارد محوطه شکمی می شوند. یاخته های انباتکی چسبیده به مام یاخته در ادامه مسیر به تغذیه و محافظت از آن کمک می کنند. افزایش LH عامل اصلی تخمک گذاری است. به دنبال تخمک گذاری، باقی مانده انباتک در تخمدان به صورت توده یاخته ای در می آید که به آن جسم زرد می گویند (شکل ۹- ب). یاخته های جسم زرد با تأثیر هورمون LH فعالیت ترشحی خود را افزایش می دهند و دو هورمون استروژن و پروژسترون ترشح می کنند. اگر بارداری رخ دهد، جسم زرد به فعالیت خود تا مدتی ادامه می دهد و با این هورمون ها جدار رحم و در نتیجه جنین جایگزین شده در آن حفظ می شود. اگر بارداری رخ ندهد، جسم زرد در اواخر دوره جنسی تحلیل می رود و به جسمی غیرفعال به نام جسم سفید تبدیل می شود. غیرفعال شدن جسم زرد باعث کاهش استروژن و پروژسترون در خون می شود. کاهش این هورمون ها موجب بالابردن جدار رحم و تخریب و ریزش آن می شود که علامت شروع دوره جنسی بعدی است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰: جرخه تخمدانی

**جرخه رحمی:** قاعدگی در روزهای اول هر دوره رخ می دهد که به طور متوسط هفت روز طول می کشد. پس از آن، دیواره داخلی رحم مجدداً شروع به رشد و نمو می کند. ضخامت آن زیاد می شود و در آن چین خوردگی ها، حفرات و اشوخته خونی زیادی به وجود می آید. همان طور که در شکل ۱۱ می بینید، رشد و نمو دیواره داخلی تا بعد از نیمه دوره نیز ادامه می یابد. پس از آن، سرخجرت رشد آن کم می شود، ولی فعالیت ترشحی در آن افزایش می یابد. نتیجه این فعالیت ها آماده شدن جدار رحم برای پذیرش و پرورش جنین است.



شکل ۱۱: چرخه رحمی  
ریش و رشد دیواره رحم

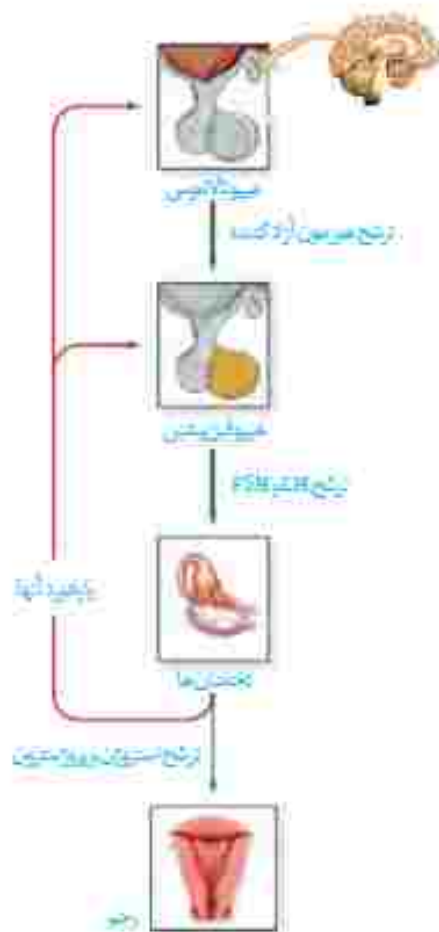
اگر در حدود نیمه دوره جنسی زامه در منچلورت مام یاخته بلنویه قرار گیرد، پس از تکمیل مراحل تخمک زایی لقاح صورت می‌پذیرد و تخم‌سی از انجام تقسیماتی در لوله رحمی، در یکی از فرورفتگی‌های جدار رحم جایگزین می‌شود. جایگزینی شامل نفوذ جنین به درون جدار رحم و ایجاد رابطهٔ خونی و تغذیه‌ای با مادر است. اگر لقاح صورت نگیرد مأم یاخته ثانویه بدون جایگزینی دفع می‌شود و حدود روز بیست و هشتیم، تخریب دیواره داخلی و دفع خون افغانگی (آغازی می‌شود که شروع دوره جنسی و چرخه رحمی بشری را نشان می‌دهد. تمام وقایع گفته شده با تأثیر هورمون‌های جنسی زنانه (استروژن و پروژسترون) که از تخمدان‌ها ترشح می‌شوند انجام می‌گیرد.

### تنظیم هورمونی دستگاه تولیدمثل در زن

هورمون‌های هیپوتالاموس، هیپوفیز پیشین و تخمدان‌ها 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 هیپوتالاموس پیامی می‌دهد که هورمون آزادکننده‌های ترشح‌کننده هورمون آزادکننده بخش پیشین هیپوفیز را ترشح 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 هیپوتالاموس با بازخورد منفی از ترشح هورمون آزادکننده FSH و LH می‌کاهند. این بازخورد از رشد و بالغ شدن شبانک‌های جنین در طول دوره جنسی جلوگیری می‌کند.



شکل ۱۲. رشد و هورمون‌های مؤثر در توده‌مئل زن

در انتهای دوره، کاهش میزان این هورمون‌ها در خون به تیزه روی دیواره داخلی رحم تأثیر می‌گذارد، استحکام دیواره داخلی رحم کاهش می‌یابد و در طول چند روز بعد، تخریب می‌شود و قاعدگی 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 دو نقش متضاد را ایفا می‌کند: افزایش لنگدن از آزاد شدن LH و FSH ممانعت می‌کند (ایازخورد منفی)، اما حدود روز چهاردهم دوره افزایش یکباره آن، محرکی برای آزاد شدن مقدار زیادی LH و FSH از هیپوفیز پیشین می‌شود (ایازخورد مثبت). این تغییر ناگهانی در مقدار هورمون‌ها، باعث می‌شود در تخمدان، باقی‌مانده‌آنها تک به جسم زرد تبدیل شود.

## فعالیت ۵

در برخی منابع، دوره جنسی تخمدان‌ها را به دو قسمت آهسته و جسم زردی (اوتال) 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 تخمدان اثر می‌گذارد؟
۳. در هر قسمت چه هورمون‌هایی از تخمدان ترشح می‌شوند و چه تغییری در میزان این هورمون‌ها رخ می‌دهد؟
۴. جداکننده این دو بخش چه مرحله‌ای است؟

نوزاد آدمی، زندگی را به صورت یک یاخته تخم آغاز می‌کند. تخم با تقسیم‌های مکرر و گستر از مراحل پسرانجام به جنین و نوزاد متمايز می‌شود.

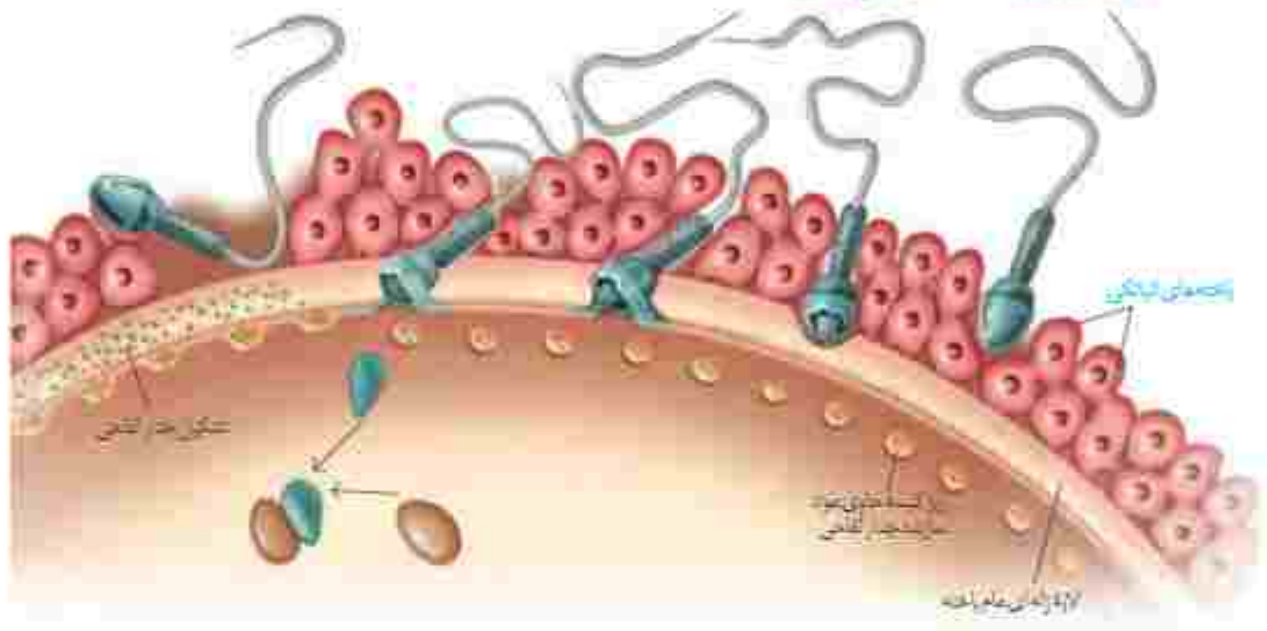
### لقاح

مام یاخته لانه پس از تخمک‌گذاری از طریق لانه‌های شیور مانند (شیور فالوپ) وارد لوله رحم می‌شود. حرکات زود انقباض مانند، انقباض دیواره و ریش عرک‌های دیواره لوله رحم، مام یاخته لانه را به سمت رحم حرکت می‌دهند. با ورود مایع منی به رحم، میلیون‌ها زامه به سمت مام یاخته لانه شنا می‌کنند. ولی فقط تعداد کمی از آنها در لوله رحم به آن می‌رسند. زامه‌ها برای ورود باید از دیواره خارجی و داخلی اطراف مام یاخته عبور کنند. لایه خارجی، باقی مانده یاخته‌های اپیتلی و لایه داخلی، شفاف و زله‌ای است (شکل ۱۳). در حین عبور زامه از لایه خارجی، تاژک‌ش پاره می‌شود تا انزیم‌های آن لایه داخلی را هضم کند.

لقاح مویعی آغاز می‌شود که غشای یک زامه و غشای مام یاخته لانه با همدیگر تماس پیدا کنند. در این زمان ضمن ادغام غشای زامه یا غشای مام یاخته، تغییراتی در سطح مام یاخته اتفاق می‌افتد که باعث ایجاد پوششی به نام جدار لقاچی می‌شود. جدار لقاچی از ورود زامه‌های دیگر به مام یاخته لانه جلوگیری می‌کند.

شکل ۱۳: نوزاد و نوزاد در مام یاخته

۱. زامه با فشار بر مام یاخته اپیتلی وارد می‌شود تا به لایه داخلی مام یاخته برسد.  
۲. در حین عبور زامه از لایه خارجی تاژک‌ش پاره شده و انزیم‌ها هضم‌کننده را آزاد می‌کنند.  
۳. در حین عبور زامه از لایه داخلی تاژک‌ش پاره شده و انزیم‌ها هضم‌کننده را آزاد می‌کنند.  
۴. زامه و مام یاخته غشای خود را هضم می‌کنند.  
۵. مام یاخته غشای خود را هضم می‌کند.  
۶. مام یاخته غشای خود را هضم می‌کند.



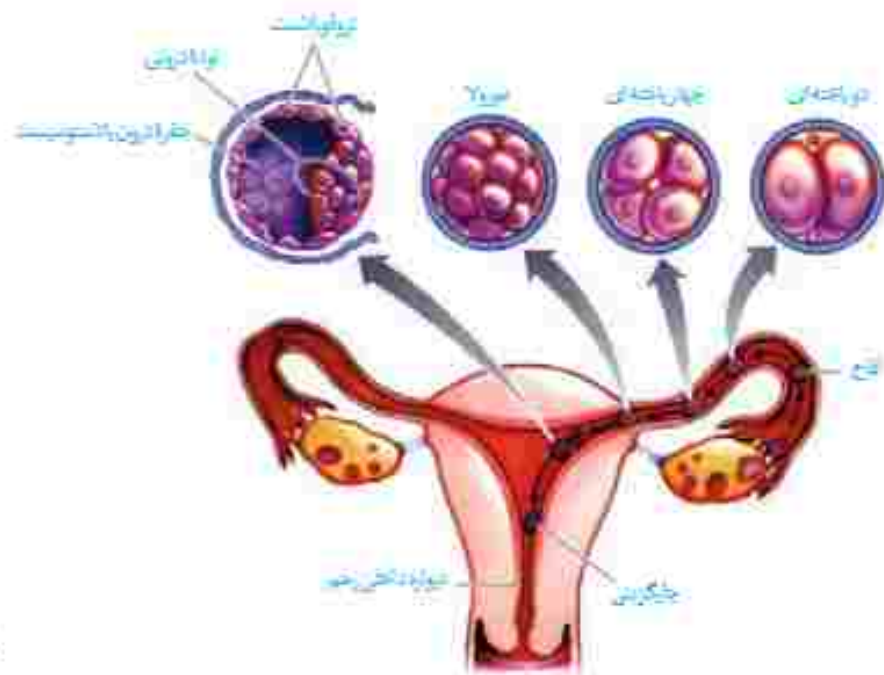
## واژه‌شناسی

ژدکینه (Amnion)  
ژدشامه (chorion)  
ژدشامه به معنی پرده و پوشش است  
ژدکینه درونی ژدشامه و به آن کینه  
آن طوری می‌گویند. یکی از معانی  
آن «ژد» در زبان فارسی «چیچه» است.

با ورود سرزائمه به نام یاخته، هسته آن به درون سیتوپلاسم وارد می‌شود. در همین حال، نام یاخته  
تاییده، گسترمان را تکمیل می‌کند و به تخمک تبدیل می‌شود. هسته تخمک با هسته زائمه ادغام  
می‌شود و یاخته تخم با ۲۳ جفت خام‌ن شکل می‌گیرد (شکل ۱۳).

## وقایع پس از لقاح

حدود ۴۶ ساعت پس از لقاح، یاخته تخم تقسیمات رشتعلاتی را شروع می‌کند. نتیجه آن، ایجاد  
توده یاخته‌ای است که تقریباً به اندازه تخم است؛ زیرا یاخته‌های حاصل از تقسیم رشد نکرده‌اند.  
این توده یاخته‌ای توپر با نام **مورولا** در لوله رحم به سمت رحم حرکت می‌کند. پس از  
رسیدن به رحم به شکل کوزه توخالی درمی‌آید و درون آن با مایعات پر می‌شود. در این مرحله به  
آن **پلاستوسبست** گفته می‌شود. پلاستوسبست یک لایه بیرونی به نام **تروفوبلاست** دارد که در  
مراحل بعدی ژدشامه **کورین** را می‌سازد. ژدشامه به همراه بخشی از دیواره رحم جفت را تشکیل  
می‌دهد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴. مراحل اولیه رشد بیضه

یاخته‌های درون پلاستوسبست توده یاخته‌ای درونی را تشکیل می‌دهند. این یاخته‌ها حالت  
بیلادی دارند و منشأ بافت‌های مختلف تشکیل دهنده جنین هستند. یاخته‌های بیلادی، یاخته‌های  
تخصص نیافته‌اند که توانایی تبدیل شدن به یاخته‌های متفاوتی را دارند. از توده درونی لایه‌های زائنده  
جنینی شکل می‌گیرند که هر کدام منشأ بافت‌ها و اندام‌های مختلف‌اند.



یاخته‌های بنیادی؛ جانوران عموماً تولیدکننده یاخته‌های بنیادی دارند.

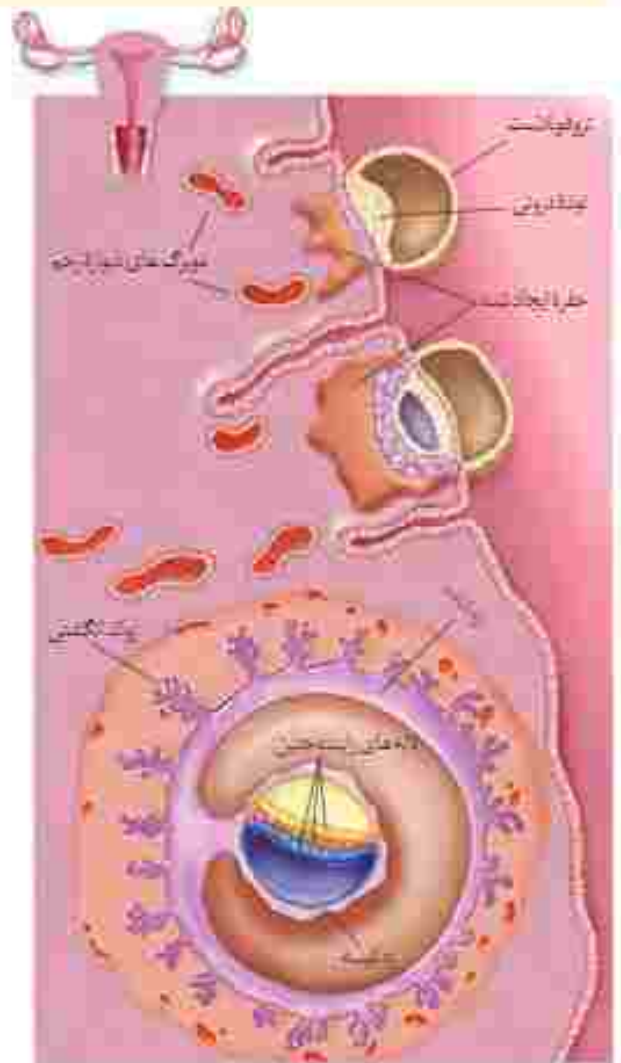
چینی و بالغ (شکل مقابل).

یاخته‌های بنیادی چینی می‌توانند به تمامی یاخته‌های مورد نیاز بدن تبدیل شوند. انواع بالغ تا حدی تمایز یافته‌اند و تخصصی محدودی در تولید یاخته‌های دیگر دارند. یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و پوست از این نوع‌اند. خون موجود در رگ‌های بدن تلفه‌هایی سرشار از یاخته‌های بنیادی چینی است. در حال حاضر، یاخته‌های بنیادی در پژوهش‌های پزشکی و زیست‌شناسی، اهمیت زیادی دارند و پیش‌بینی می‌شود در آینده در درمان بسیاری از بیماری‌های علائم زیر مثل صدمات نخاعی، پارکینسون، دیابت و بیماری‌های قلبی موثر واقع شوند.

در ادامه یاخته‌های لایه بیرونی بلاستوسیت، آنزیم‌های هضم‌کننده‌ای را ترشح می‌کنند که یاخته‌های جدار ریح را تجزیه و حفره‌ای ایجاد می‌کنند که بلاستوسیت در آن جای می‌گیرد. به این فرایند جایگزینی گفته می‌شود. یاخته‌های جنین 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 زه‌کیسه (آمنیون) و زه‌شامه (کوریون) هستند. زه‌کیسه در حفاظت و تغذیه جنین نقش دارد. زه‌شامه در تشکیل جفت و بند ناف دخالت می‌کند. جفت رابط بین بند ناف و دیواره رحم است.

زه‌شامه، 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 جنین در رحم

## تشکیل بیش از یک جنین

در حین تقسیمات اولیه تخم ممکن است یاخته‌های بیضی از هم جدا شوند، یا توده درونی بالابسیست 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 تخمدان‌های یک فرد در یک دوره بیش از یک بار یاخته‌هایی آزاد کنند و دو یا چند لقاح انجام بیاید. در این حالت، اگر مراحل رشد و نمو در آنها کامل شود، دو قلو 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. دو قلوهای  
الفا (همسان و یکسان)



الفا

بیا

### فعالیت ۶

۱. دو قلوهای ناهمسان از لحاظ جنسیت می‌توانند مشابه یا متفاوت باشند. به نظر شما علت چیست؟
۲. دو قلوهای به هم چسبیده از لحاظ جنسیت و سایر صفات ظاهری نسبت به هم چگونه‌اند؟
۳. در مورد اثر انگشت دو قلوهای همسان و ناهمسان اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

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

## کنترل ورود و خروج مواد در جفت

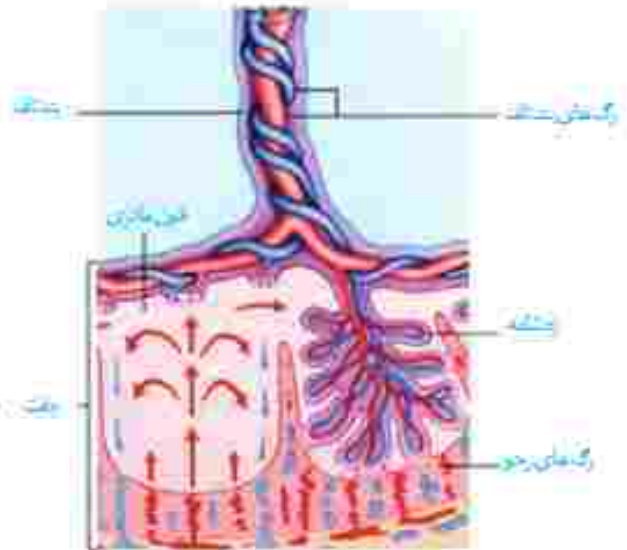
تقلیر جفت از هفته دوم بعد از لقاح شروع می‌شود. ولی تا هفته دهم ادامه دارد. بند لفا رابط بین جنین و جفت است که در آن سرخرگ‌ها خون جنین را به جفت می‌برند و سیاهرگ، خون را از جفت به جنین می‌رساند. خون مادر و جنین در جفت به دلیل وجود زه‌شاهه، مخلوط نمی‌شود، ولی می‌تواند بین دو طرف این برده مبادله مواد صورت 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 مولدای مانتی‌نیکوتین، کوکائین و الکل نیز می‌توانند از جفت عبور کنند و روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذرانند.

### بیشتر بدانید

در برخی بارداری‌ها، سه ماهه اول همراه با تهوع صبحگاهی است. این حالت به علت تغییرات هورمونی مادر و نیز ترشح هورمون‌ها از جفت روی می‌دهد. تعامل بیشتر یا عدم تمایل به بعضی غذاهای نیز در بیشتر افراد بروز می‌کند که به آن ویار می‌گویند. ویار ممکن است به علت تغییر مقدار هورمون‌ها، تغییر در حس چشایی و بویایی و نیز افزایش نیازهای غذایی به دلیل بارداری باشد.

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

## فعالیت ۷

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

همزمان با تشکیل جفت یاخته‌های توده درونی لایه‌های زاینده را تشکیل می‌دهند که از رشد و تکثیر 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 نمو می‌کنند سپس جوارحه‌های دست و پا ظاهر می‌شوند. در طی ماه دوم همه اندام‌ها شکل مشخص می‌گیرند. در انتهای سه‌ماه اول اندام‌های جنسی مشخص شده و جنین دارای ویژگی‌های بدنی قابل تشخیص می‌شود. در سه‌ماه دوم و سوم، جنین به سرعت رشد می‌کند و اندام‌های آن شروع به عمل می‌کنند. به‌ظهوری که در انتهای سه‌ماه سوم قابل است در خارج از بدن مادر زندگی کند.

## صوت‌نگاری (سونوگرافی)

در این روش تشخیصی، از امواج صوتی با اسامد (فراکس) با استفاده می‌کنند این امواج برخلاف اشعه‌آ که در رادیولوژی از آن استفاده می‌شود برای جنین ضرری ندارد. امواج را با کمک دستگاهی به درون بدن می‌فرستند و بازتاب آنها را دریافت کرده به صورت تصویر و فلشویی نشان می‌دهند. تشخیص بارداری در ماه اول، اندازه‌گیریبعاد 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 صوت‌نگاری، مشخص می‌شود.

## بیشتر بدانید

### تشخیص تاخجاری‌های ژنتیکی پیش از تولد

وضعیت سلامت جنین همواره با انجام آزمایش خون و سونوگرافی بررسی می‌شود اگر نشانه‌هایی مبنی بر وجود تاخجاری‌های ژنتیکی باشد ممکن است به منظور بررسی بیشتر، راه‌گه ژنتیکی شود. به این منظور بارداری از سطح زودگسه یا جنین از زودگسه فاصله داشته‌ها را خارج می‌کنند یاخته‌های آنها را کشت می‌دهند و از آنها، کارلیوتیب تهیه می‌کنند. چون سنجای ژنتیک این یاخته‌ها با جنین یکسان است، می‌توان تاخجاری‌های قاعدگی مثل نشانگان داون را در کارلیوتیب آنها تشخیص داد.



## فعالیت ۸

### تعیین زمان تولد

منحصراً زمان و زایمان در پیش بینی زمان تولد نوزاد ۲۸۴ روز  
رایج زمان شروع آخرین قاعدگی مادر اضافه می کنند. در این رابطه به پرسش های زیر پاسخ  
دهید.

- چه ارتباطی بین قاعدگی و بارداری مشخص وجود دارد؟

- چرا روز شروع آخرین قاعدگی را در نظر می گیرند؟

- گفته می شود مدت زمان بارداری ۹ ماه یا ۲۷۰ روز است. چرا پزشکان ۲۸۴ روز را  
مطرح می کنند؟

## تولد زایمان

در ابتدا سر جنین به سمت پایین فشار وارد و دهکمه را باره می کند. در نتیجه، مایع دیرین لن  
یک مرتبه به بیرون رانده می شود. خروج این مایع، نشانه نزدیک بودن زایمان است. هورمون ها در  
این مرحله نقش اساسی دارند؛ از جمله اکسی توسین که ماهیچه های دیواره رحم را تحریک می کند.  
تا انقباض آغاز شود و در ادامه دفعات و شدت انقباض را مرتباً بیشتر می کند. به همین دلیل  
پزشکان برای سرعت دادن به زایمان گاهی اکسی توسین را به مادر تزریق می کنند. شروع انقباض  
ماهیچه های رحم با دردهای زایمان همراه است. دهانه رحم در هر بار انقباض بیشتر باز می شود و  
سر جنین بیشتر به تن فشار می آورد. با افزایش انقباضات ترشح اکسی توسین با باز خورد مثبت افزایش  
یافته و باعث می شود نوزاد آسان تر و زودتر از رحم خارج شود. به طور طبیعی ابتدا سرویس بطیه  
بدن از رحم خارج می شود. در مرحله بعد یا ادامه انقباض رحم، جفت و اجزای مرتبط با آن از رحم  
خارج می شود.

هورمون اکسی توسین علاوه بر تاثیر در زایمان، ماهیچه صاف غدد شیری را نیز منقبض می کند  
تا خروج شیر انجام شود. البته تحریک گیرنده های موجود در غدد شیری با مکیدن نوزاد، اتفاق  
می افتد و از طریق باز خورد مثبت تنظیم می شود. مکیدن نوزاد باعث افزایش هورمون ها و افزایش  
تولید و ترشح شیر می شود.

## فعالیت ۹

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

انجام می شود. پزشکان زنان و زایمان، بیشتر توصیه می کنند که

زایمان به صورت طبیعی انجام شود. در نوزاد چینه های مثبت و منفی جراحی سزارین،  
اطلاعاتی را جمع آوری کنید و نتایج به دست آمده را به صورت گزارش در کلاس ارائه کنید.

## بیشتر بدانید

### فناوری های کمک به رفع

### ناباروری

#### تلقیح مصنوعی

(Artificial Insemination):

در این روش، زاده سالم شوهر توسط  
متخصص در مجرای تولید مثل زن  
در کنار عام رانته قرار داده می شود.  
زوج هایی که شوهر به دلیل تعداد  
کم زاده عقیم است یا زاده ناسالم  
زیاد دارند ممکن است مطایق این  
روش باشند.

#### تلقیح آزمایشگاهی

(In Vitro Fertilization or IVF):

در این روش، زاده و تخمک در خارج  
از بدن زن، تلقیح می شوند. در بعضی  
زنان ممکن است تخمدان و رحم  
سالم، ولی لوله های رحمی مسدود  
باشند یا قدک است شخصی  
بخواهد از تخمک اهدایی به جای  
تخمک خود استفاده کند. در این  
روش، تخمک و زاده را با محیط  
کشت جاری مایع رحم مخلوط  
می کنند. تخم لقاح یافته، دوباره  
باز تقسیم می شود و به همین صورت  
آن را وارد رحم می کنند. در این روش  
دوقلوایی و بیشتر، زاده رخ می دهد.  
چرا می باید چرا؟

### بیشتر بدانید

#### سقط جنین (پایان بارداری قبل از زایمان):

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

### بیشتر بدانید

#### بیماری‌های مقاربتی

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

بیماری	بعضی از علائم و پیامدها	عامل
عفونت کلامیدیا	خروج ترشحات چرکی، خارش، التهاب ناحیه لگن، دفع ادرار با سوزش	باکتری
سوزاک	خروج ترشحات چرکی، خارش، التهاب ناحیه لگن، دفع ادرار با سوزش	باکتری
سینیس	زخم‌ها بدون درد و خارش در پوست و اندام تناسلی، لکه‌های قرمز رنگ در کف دست و پا، خفگی	باکتری
هپاتیت B	زرد شدن پوست، علائم مشابه فلجوزا	ویروس
ایدز	ضعف سیستم ایمنی، مساعد شدن برای ابتلا به انواع بیماری	ویروس
هرس تناسلی	تاول‌های دردناک در ناحیه تناسلی، زان یا باسن، افزایش احتمال بروز سرطان	ویروس
زگیل‌های تناسلی	بروز زگیل‌های دردناک در ناحیه تناسلی، افزایش احتمال بروز سرطان	ویروس
تریکوموناسیس	سوزش، خارش و ترشحات چرکی	آغازی

### بیشتر بدانید

جنین در هفته‌های مختلف بعد از لقاح (بارداری)



هفته دوازدهم



هفته شانزدهم



تناسلی و دست



هفته بیست و دست

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

### نحوه لقاح

در آبزیان مثل ماهی‌ها، دوزستان و بی‌مهرگان آبی، 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 را هم‌زمان وارد آب می‌کنند. برای هم‌زمان 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 خشک‌زی و بعضی آبزیان دیده می‌شود. در این جانوران، ماده وارد دستگاه تولیدمثل فرد ماده می‌شود و لقاح در بدن ماده انجام می‌شود. انجام این نوع لقاح، نیازمند دستگاه‌های تولیدمثلی با اندام‌های تخصص یافته است. در اسبک ماهی جنین 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 نمو، نوزادان متولد می‌شوند.

## واژه‌شناسی

ترماده (Hermaphrodit) هرmafردیت

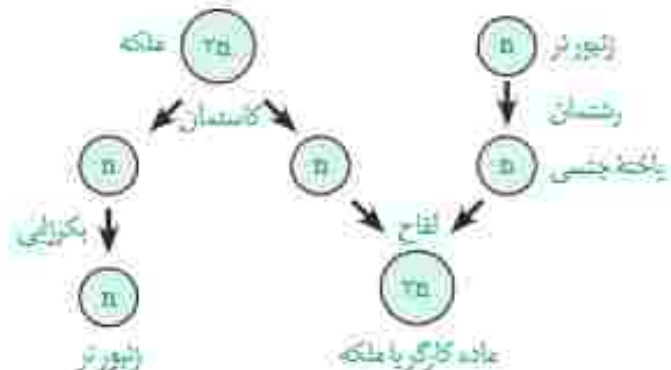
هرmafردیت از دو کلمه Hermitis به معنی مذکر و phrodite به معنی مؤنث است و به موجودی اشاره دارد که هر دو اندام تناسلی نر و ماده را دارد. واژه ترماده نیز بصورت سریع همین مفهوم است.

## بکرزایی

نوعی از تولیدمثل جنسی است و برای مثال، در زنبور عسل و بعضی عارها دیده می‌شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به‌سببهای تولیدمثل می‌کند. در این حالت، یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک‌لاد را بوجود می‌آورد (شکل ۱۹ الف) یا از روی ظام تن‌هایی تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا ظام تن‌هایی تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می‌کند و موجود دوالاد را بوجود می‌آورد (شکل ۱۹ ب).



(ب)



(الف)

شکل ۱۹ الف و ب انواع بکرزایی

## ترماده (هرمافرودیت)

در این جنسوران، یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثل نر و ماده را دارد. در کرم‌های پهن مثل کرم کبک، هر فرد تخمک‌هایی خود را بارور می‌کند (شکل ۲۰ الف). در مورد کرم‌های حلقوی مثل کرم خاک، لایح دو طرفی انجام می‌شود؛ یعنی وقتی دو کرم خاک در کنار هم قرار می‌گیرند، زامه‌هایی هر کدام تخمک‌هایی دیگری را بارور می‌سازد (شکل ۲۰ ب).



(ب)



(الف)

شکل ۲۰ الف) کرم کبک، ب) کرم خاک

## 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 خوبی 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 ژله‌ای دارد که پس از لقاح تخم‌ها را به هم می‌چسباند. این لایه ژله‌ای ابتدا از جنین در برابر عوامل ناآسانده محیطی محافظت می‌کند و سپس به عنوان غذایی اولیه مورد استفاده جنین قرار می‌گیرد (شکل ۲۶).



شکل ۲۶. لایه ژله‌ای اطراف تخم‌های جانورانی که لقاح خارجی دارند

در جانورانی که لقاح داخلی دارند، حفاظت جنین به صورت‌های متفاوتی انجام می‌شود. در جانوران تخم‌گذار وجود پوسته‌خیم در اطراف تخم از جنین محافظت می‌کند. البته برای محافظت بیشتر در خزندگان مثل لاکپشت تخم‌ها با ماسه و خاک پوشانده می‌شوند. پرندگان روی تخم‌ها می‌خوابند و پستاندار تخم‌گذاری مثل پلایوس، 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 ۲۳). در پستانداران کیسه‌دار، مثل کالگورو جنین ابتدا درون رحم ابتدایی مادر رشد و نمو را آغاز می‌کند. به دلیل میهن نبودن شرایط به صورت نارس متولد می‌شود و خود را به دیون کیسه‌ای که بر روی شکم مادر است می‌رساند. در آنجا ضمن حفاظت، از غدد لیسری درون آن تغذیه می‌کند تا مراحل رشد و نمو را کامل کند.

در پستانداران 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. تولد پس از تولد از شدت شیرینی مادر تغذیه می‌کند تا زمانی که بتواند به طور مستقل به زندگی ادامه دهد.



بیا تکمیل برنده در لانه



شکل ۳۲ الف انچه‌های لاگیت



بیا تکمیل برنده



## 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 بیشتر گیاهان روی زمین اند و توانسته اند پیوند وسیعی از زمین را به خود اختصاص دهند. داشتن گل چه مزایایی دارد؟ چرا گوناگونی جانورانی مانند حشره ها در زیستگاه های گیاهان گل دار بیشتر است؟ گل چه ساختاری دارد و چه فرایندهایی در آن انجام می شود؟



قرقرش کنید گیاهی مانند یک بوته گل سرخ یا یک درخت انگور دارید و می خواهید آن را تکثیر کنید یا خبر می کنید تا دانه تولید کنند و دانه های آنها را می کارید، یا روش دیگری به کار می برید؟

### تکثیر یا 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 آلبالو، جوانه های تشکیل می شود که از رشد آنها درخت های آلبالو ایجاد می شوند. چنین تولیدمندی از نوع غیر جنسی، یا رویشی است. تولیدمثل غیر جنسی را چگونه توصیف می کنید؟



شکل ۱ تشکیل درخت های جدید از جوانه های روی ریشه

### یادآوری

گیاهان را بر اساس صفت های داشتن یا نداشتن آوند، دانه و گل به منظور کپی گیر و پستی می کنند.

معمولاً برای تکثیر گیاهان از بخش های رویشی گیاه استفاده می کنیم. شاید شما هم با گذاشتن قطعه هایی از ساقه در خاک یا تپه 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؟

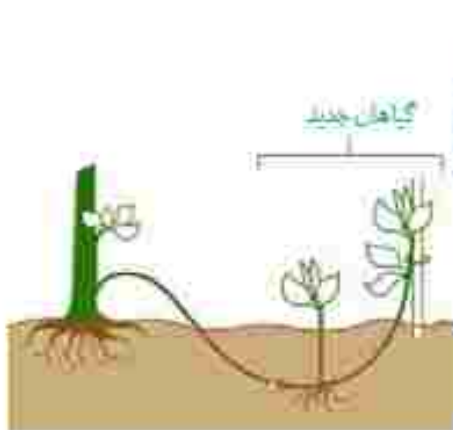
پیونده زدن یکی دیگر از روش های تکثیر رویشی است. در این روش قطعه ای از یک گیاه مانند جوانه یا شاخه به نام پیوندک، روی تنه گیاه دیگری که به آن پایه می گویند، پیوند زده می شود (شکل ۳-ب). گیاه پایه ویژگی هایی مانند مقاومت به بیماری ها، سازگاری با خشکی یا شهری دارد. در حالی که گیاهی که پیوندک از آن گرفته می شود، مثلاً میوه مطلوب دارد.

در روش خوابانیدن بخشی از ساقه یا شاخه را که دارای گره است، با خاک می پوشانند بعد از مدتی از محل گره، ریشه و ساقه برگردان ایجاد می شود که با جدا کردن از گیاه مادر، پایه جدیدی ایجاد می شود (شکل ۳-ب).

### تمرین های گیاهان

بدون آوند		آوند دار	
بدون گل	بدون دانه	جزءها	تپه های گیاهان
	گل دار	ساقه ها	
گل دار	دانه دار	شاخه های گیاهان	پایه های گیاهان
		تولید میوه	





ب) (الف)



ب) (الف)



ب) (الف)

شکل ۳ روش های متفاوت تکثیر  
بیشی در گیاهان آلفا، قلمه زدن  
با آبپوتنه زدن، بیا خواباندن

## فعالیت ۱

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

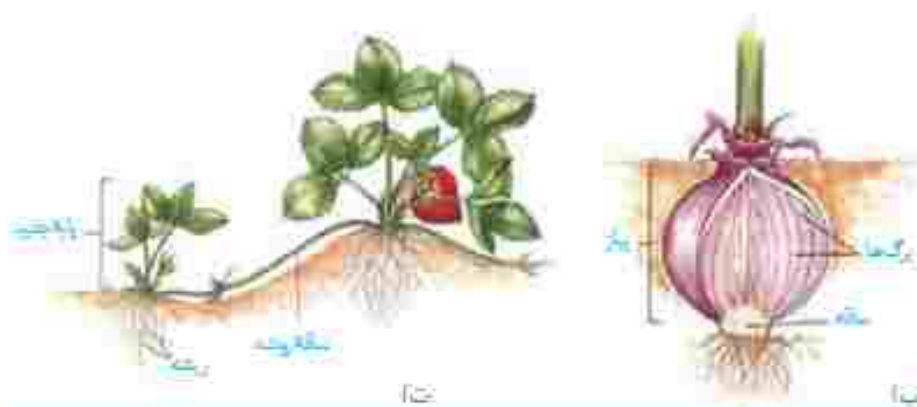
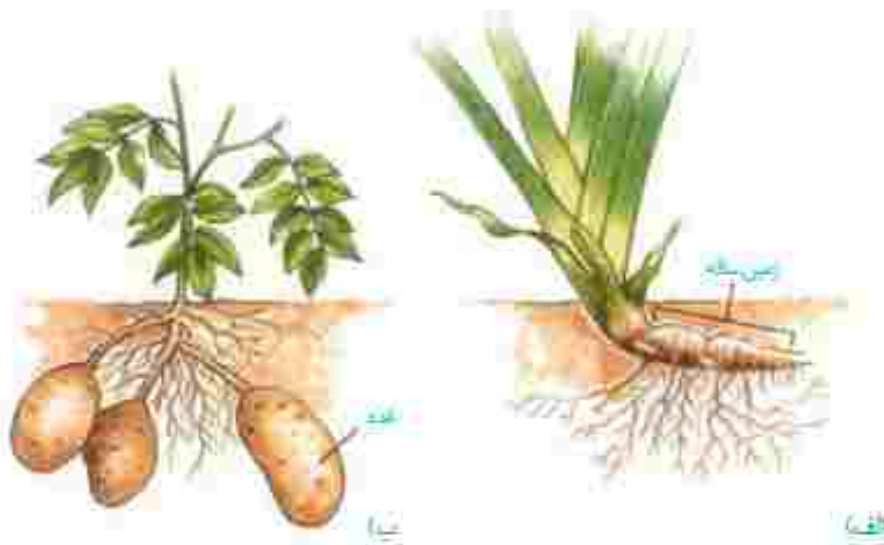
## تخصص یافته ها

انواعی از ساقه ها در گیاهان وجود دارند که برای تولیدمثل غیر جنسی ویژه شده اند. زمین ساقه (ریزوم)، غده، پیاز و ساقه رونده، نمونه هایی از ساقه های ویژه شده برای تولیدمثل غیر جنسی اند. **زمین ساقه**، به ظهور افقی زیر خاک رشد می کند و همانند ساقه 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 زیر زمینی است که به علت ذخیره ماده غذایی در آن معروف شده است. سبب زمینی چنین ساقه ای است. هر یک از جوانه های تشکیل شده در سطح غده سبب زمینی، به یک گیاه تبدیل می شود (شکل ۳ ب). برای تکثیر سبب زمینی، آن را به قطعه های جوانه دار تقسیم می کنند و در خاک می کارند.

**پیاز**، ساقه زیر زمینی کوتاه و نکهه مانند ای است که برگ های خوراکی به آن متصل اند (شکل ۳ ب). پیاز خوراکی چنین ساختاری است. ترگس و لاله نیز پیاز دارند. از هر سال 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 نوت قرنگی ساقه رونده دارد. گیاهان نوت قرنگی جدیدی در محل گره ها، ایجاد می شوند.



شکل ۳. ساقه های تخصص یافته برای تولید مثل غیر جنسی

## فُعالیت ۲

الف) نمونه‌هایی از ساقه‌های 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؟

### بیشتر بدانید

#### تکثیر خاک

گذمیاتی مانند قزغ که زمین ساقه دارند، ضمن اشغال سطح وسیعی از خاک، در تکثیر آن نیز نقش دارند.



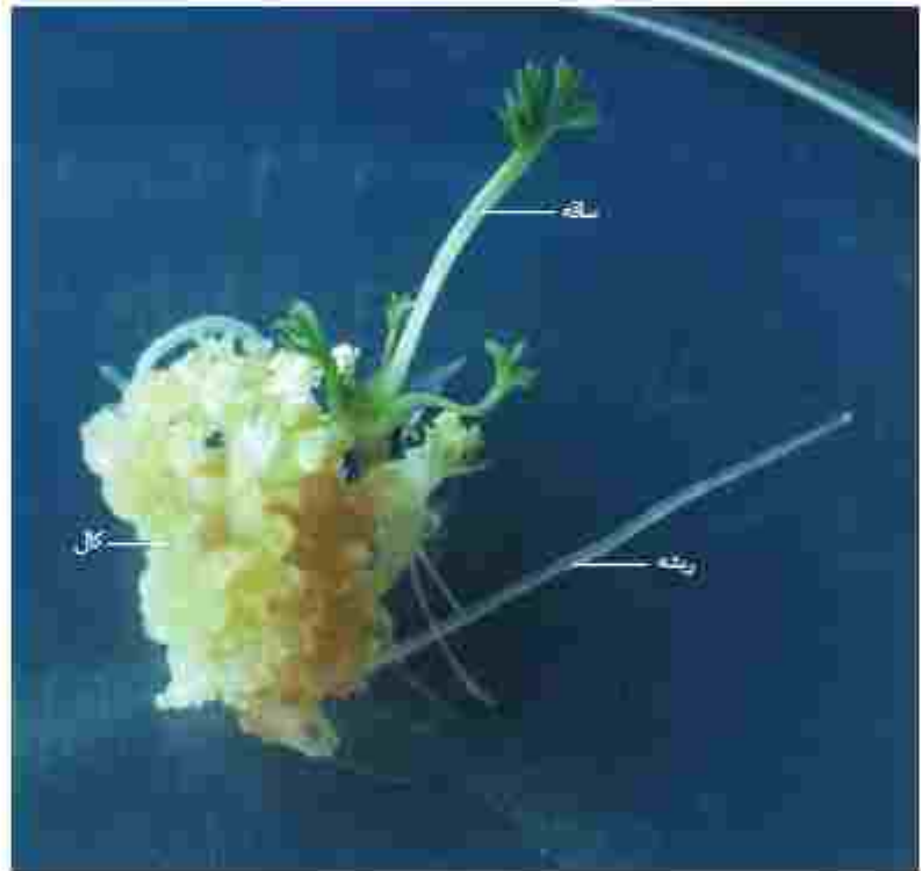
## فناوری و تکثیر گیاهان

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 و تمایز یاخته‌های از یاخته‌های هم‌شکل رایج وجود می‌آورند که کال نامیده می‌شود. کال می‌تواند به گیاهانی تمایز یابد که از نظر ژنتی یکسان اند. همه مراحل کشت بافت در محیطی کاتالاسترون انجام می‌شود (شکل ۳).

### بیشتر بدانید

#### گیاه در شیشه

با استفاده از فن کشت بافت می‌توان گیاهانی گل‌دار را در ظرف‌های شیشه‌ای پرورش داد.



شکل ۳: ایجاد گیاه از کال در کشت بافت

### فعالیت ۳

قرص کبک از شما خواسته اند که با استفاده از یاخته‌های مجزای پارانشیمی، گیاهی رایج رویش کشت بافت تکثیر دهید. توضیح دهید این یاخته‌ها را از چه شماره بافتی جدا می‌کنید و چگونه این کلرا انجام می‌دهید؟

## 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 می‌دهند؟

### 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 زینج قرار دارند. زینج وسیع و ممکن است صاف، برآمده یا گود باشد.

اجزای گل در چهار حلقه هم مرکز تشکیل می‌شوند. کاسبرگ‌ها در خارجی‌ترین حلقه قرار می‌گیرند. گلبرگ‌ها در 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 پرچم ساخته شده است. در واقع پرچم واحد سازنده مادگی است. در مادگی‌های چندپرچمی، ممکن است فضای مادگی با دیواره پرچم‌ها از هم جدا شوند (شکل ۵-ب).



شکل ۵: الف) گل در گیاه آلبالو، ب) مادگی تک‌پرچمی و چندپرچمی

### فعالیت ۴

چند نوع گل را با تعداد گلبرگ‌های چهار تا شش به کلاس بیاورید.

الف) تک‌لبه یا دولبه‌ای بودن آنها را مشخص کنید.

ب) تعداد هر یک از اجزای دیگر گل چیست؟ آب گل‌ها را به دقت با ذره‌بین مشاهده و ویژگی‌های هر یک از اجزا را یادداشت کنید.

ت) با استفاده از تیغ بزرگ و عرضی از مادگی گل، تهیه و آنچه را می‌بینید یادداشت و توصیف کنید.

ث) با استفاده از دانه‌هایی 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 دو جنسی و آنهایی که فقط یکی از این حلقه‌ها را دارند گل تک جنسی می‌نامند (شکل ۶).



شکل ۶ گل‌های تک جنسی در گیاه کبوتر

### تشکیل یاخته‌های جنسی

می‌دانید که در تولید مثل جنسی از آمیختن یاخته جنسی نر با یاخته جنسی ماده، تخم ایجاد می‌شود. یاخته جنسی نر در گیاهانی مانند خرزهره، همانند یاخته جنسی نر در جانوران و وسیله 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 گل‌دار وسیله حرکتی ندارد. بنابراین، در این گیاهان برای انتقال یاخته جنسی نر ساختاری به نام لوله گرده تشکیل می‌شود.

### بیشتر بدانید

#### چندین گل

برخی گل‌ها مانند گل‌های شقایق، گردان اجتماعی از چندین گل کوچک یا گنجه‌هاست. در برخی اوقات، گردان گنجه‌های بیرونی ماده و گنجه‌های درونی نر جنسی است.

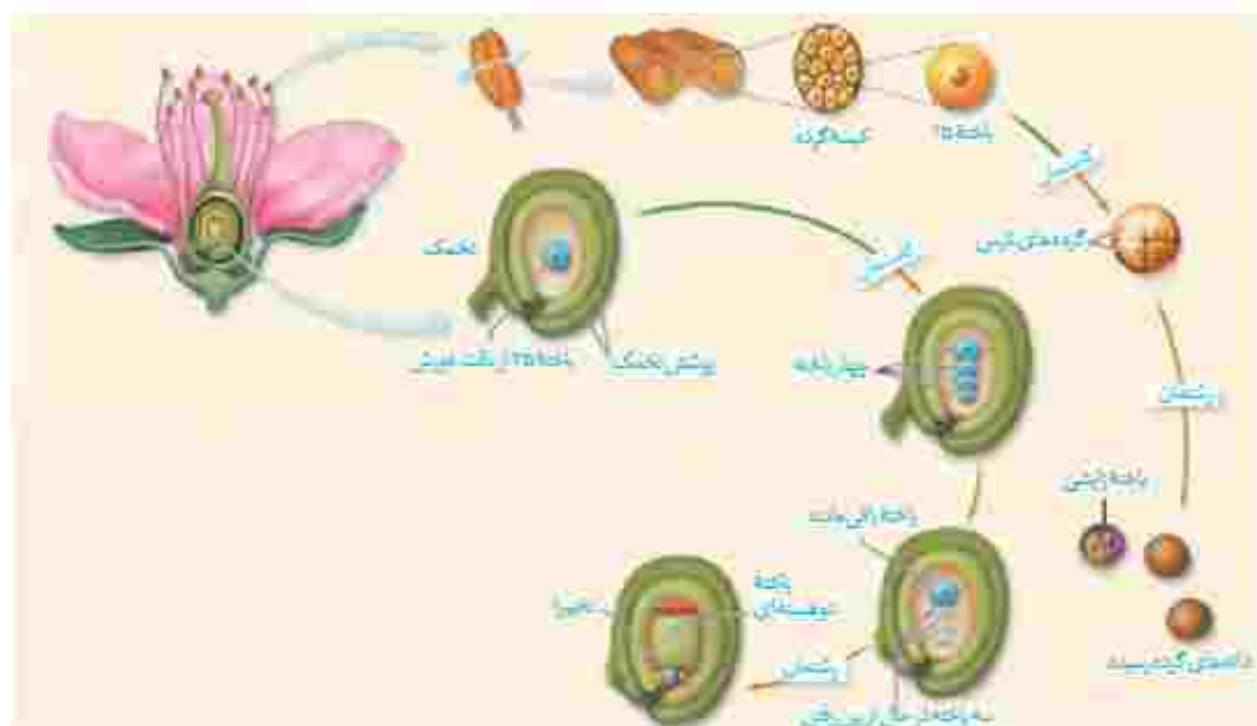


شقایق

گل‌خندان گردان

به شکل ۷ نگاه کنید. کیسه‌های گرده در ساک تشکیل می‌شوند و باخته‌های دو لاد دارند. از تقسیم کاستمان این باخته‌ها، چهار باخته تک لاد ایجاد می‌شود که در واقع **گرده‌های نارس** اند. هر یک از این باخته‌ها با انجام دادن تقسیم رشته‌مان و تغییراتی در دیواره به **دانه گرده رسیده** تبدیل می‌شود. دانه گرده رسیده یک دیواره خارجی، یک دیواره داخلی، یک باخته رویشی و یک باخته زایشی دارد. تخمدان که به صورت بخشی متورم در گل دیده می‌شود، محل تشکیل تخمک است. تخمک پوششی دو لایه‌ای دارد که باخته‌های دو لاد را در بر می‌گیرد. مجموع این باخته‌ها، بافتی به نام **بافت خورش** را می‌سازند (شکل ۱۷).

یکی از باخته‌های بافت خورش بزرگ می‌شود و با تقسیم کاستمان چهار باخته تک لادی ایجاد می‌کند. از این چهار باخته فقط یکی باقی می‌ماند که با تقسیم رشته‌ان، ساختاری به نام **کیسه روپایی** با تعدادی باخته ایجاد می‌کند. تخم‌زا و باخته دو هسته‌ای از باخته‌های کیسه روپایی اند که در لقاح با باخته‌های جنسی نر شرکت می‌کنند.



شکل ۱۷ تشکیل دانه‌های گرده و کیسه روپایی

### بیشتر بدانید

#### طلای سرخ

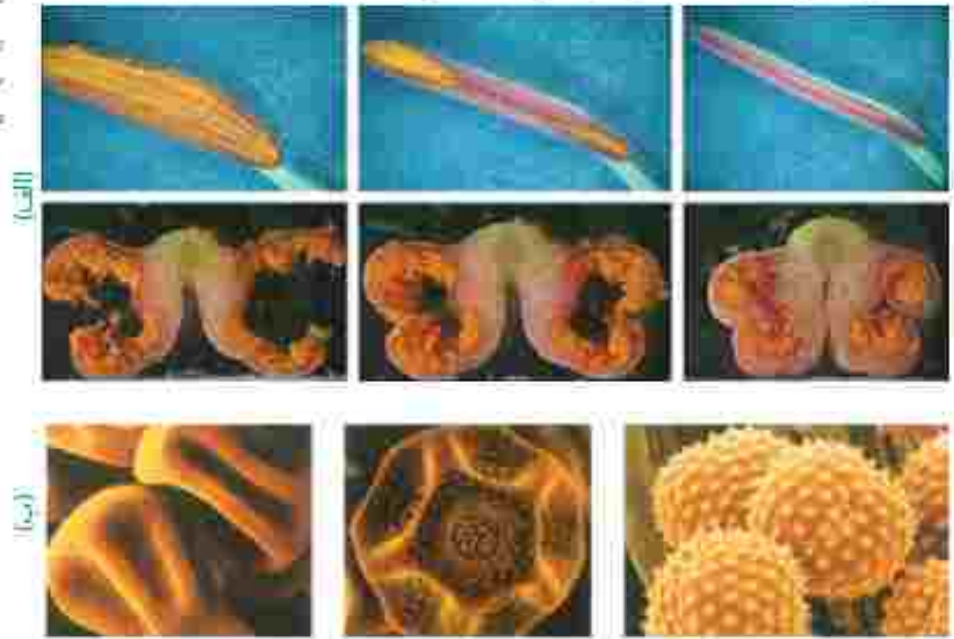
زعفران گیاهی تک لایه و چند ساله است. زعفران با نوعی سلولز زیر زمینی به نام **تینه** تکثیر می‌شود. در نیمه برخلاف، نیاز مواد غذایی در برگ‌ها ذخیره نمی‌شود بلکه در سلولز تجمع می‌یابد. پوشش گل زعفران شش لایه‌ای است. کلاله سه رشته‌ای و قرمز رنگ آن برای مزه دار و معطر کردن خوراکی‌ها به کار می‌رود. زعفران از صنایع مهم ایران است.



## گرده‌افشانی و لقاح

با انتقال ديوارهٔ ساك، گرده‌ها رها مي‌شوند (شكل ۸-الف). ديوارهٔ خارجي دانه‌هاي گرده منفذدار و مسكن است. صافي يا داراي تزئيناتي باشد (شكل ۸-ب).

شكل ۸-الف: شكوفه‌اي ساك و رها شدن دانه‌هاي گرده با القوي از دانه‌هاي گرده در مشاهده با ميكروسكوپ الكتروني.



دانه‌هاي گرده به وسيلهٔ باد، آب و جانوران در محيط پراكنده و از گلي به گل ديگر منتقل مي‌شوند. به انتقال دانه گرده از ساك به كلاله گرده‌افشاني مي‌گویند. در صورتي كه كلاله گرده را بيندود ياخته رويش رشد مي‌كند و از رشد آن لوله گرده تشكيل مي‌شود. لوله گرده به درون بافت كلاله و خانه نفوذ مي‌كند و همراه با خود، دو زامه را كه از تقسيم ياخته زایشی در لوله گرده ایجاد شده‌اند، به سمت تخمك و كيسه زيوائي مي‌برد (شكل ۹).

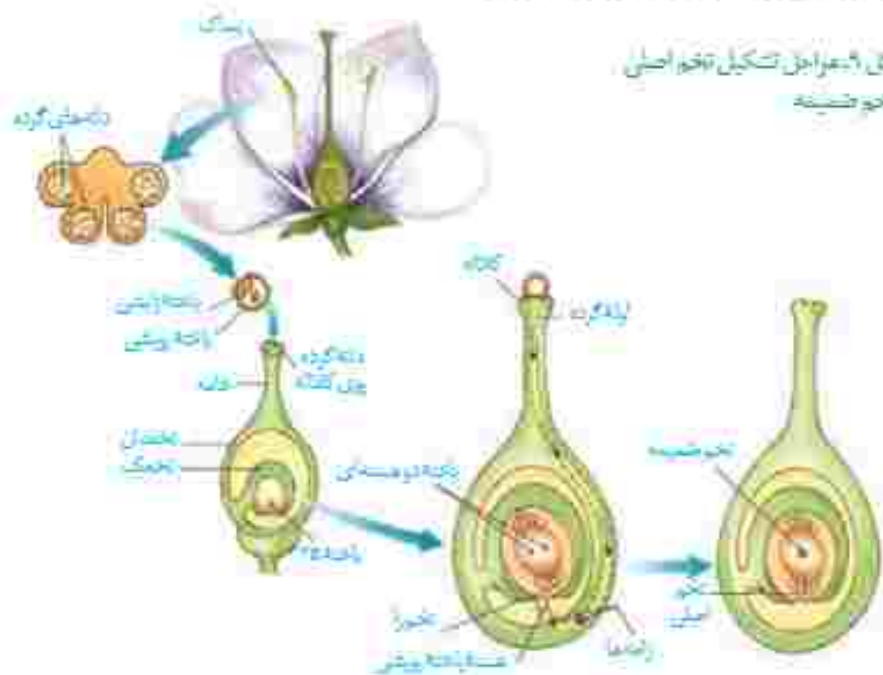
### بیشتر بدانید

#### گرده‌ها

گرده‌ها از ترکیبات دیوارهٔ گرده‌اند. به همین علت دانه‌های گرده به رنگ‌های مختلفی زرد، یا نارنجی دیده می‌شوند. دانه‌های گرده به علت داشتن پروتئین و چربی، منبع غذایی جانوران گرده‌افشان نیز هستند. نمونه‌ها یکی از زیست‌های پژوهشی در دنیای حتم. شناسایی ترکیبات دانه‌های گرده و بررسی اثر آنها بر سلامت انسان است.



شكل ۹: مراحل تشکیل تخم اصلي و تخم‌توليد



## واژه شناسی

درون دانه (endosperm) (اندوسپرم) endo به معنای درون و sperm به معنی دانه است. بافت ذخیره‌ای درون دانه یا این نام خنکده می‌شود که واژه درون دانه با تعریف علمی آن مطابقت دارد.

از آمیزش یکی از زامه‌ها با باخته تخم، با تخم اصلی تشکیل می‌شود. این تخم به رویان نموی یا بله زامه دیگر با باخته دو هسته‌ای آمیزش می‌یابد که نتیجه آن تشکیل تخم صمیمه است. تخم صمیمه با تقسیم‌های متوالی بافتی به نام درون دانه (اندوسپرم) را ایجاد می‌کند. این بافت از باخته‌های بازال شیمی ساخته شده و ذخیره غذایی برای رشد رویان است (شکل ۹). همین طور که دانه دو لایه دو لایه رخ می‌دهد به همین علت گفته می‌شود که نهان دانگان لایح مضاعف یا دو لایه دارند. اگر هسته تخم صمیمه تقسیم شود، اما تقسیم سیتوپلاسم انجام نگیرد. بافت درون دانه به صورت ملج دیده می‌شود. شیر نارگیل مثالی از چنین بافتی است. در حالی که بخش گوشتی و سفید رنگ نارگیل، درون دانه‌ای است که در آن تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام شده است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰. درون دانه در نارگیل به حالت ملج و چغند است.

## گل‌ها و گرده افشان‌ها

به نظر شما گل‌ها چه ویژگی‌هایی باید داشته باشند که جانوران را به سمت خود جذب کنند؟ جانورانی که گرده‌ها را از گلی به گل دیگر منتقل می‌کنند: گرده افشان نامیده می‌شوند. بیکر این جانوران، هنگام تغذیه از گل‌ها به دانه‌های گرده افشانه می‌نهد و به این ترتیب، دانه‌های گرده را از

شکل ۱۱. گرده افشانی به وسیله جانوران





گلی به گل دیگر منتقل می کنند (شکل ۱۱). رنگ های درختان، بوهای قوی و شهد گل ها از عوامل جذب جانوران به سمت گل ها هستند.

شکل ۱۲. گل در درخت بلوط که گرده افشانی آن را با انجام می دهد. چرا تعداد گل در چنین گیاهانی فراوان است.



زنبورهای عسل گل هایی را گرده افشانی می کنند که شهد آنها قند فراوانی داشته باشند. همچنین این گل ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می شوند و زنبور را به سوی شهد گل هدایت می کنند (شکل ۱۲).

گرده افشانی بعضی گیاهان وابسته به باد است. این گیاهان تعداد فراوانی گل های کوچک تولید می کنند و غلاف رنگ های درختان، بوهای قوی و نشیره اند (شکل ۱۳).

شکل ۱۳. گل با صدان طبر که ما می بینیم (الف) آن طبر که زنبور می بیند (ب).



(ب)



(الف)

## فعالیت ۵

الف) بعضی گرده افشان ها مانند حشرات در شب تقلب می کنند. به نظر شما گل هایی که به وسیله این جانوران گرده افشانی می شوند، چه ویژگی هایی دارند؟ با مراجعه به منابع معتبر درسی نظر خود را بررسی و نتیجه را گزارش کنید.

ب) با توجه به ویژگی گل ها در گیاهانی که با جانوران یا باد گرده افشانی می شوند، نوع گرده افشانی را در گیاهان محیط پیرامون خود بررسی و گزارش کنید.

## بیشتر بدانید

### گل های فریب کار!

بعضی گل ها حشرات را فریب می دهند. مثلاً گل رافلزیا بوی گوشت گندیده می دهد و مگس ها را به سمت خود می کشد. مگس ها چیزی نمی بینند اما وقتی از روی گل بلند می شوند گرده های آن را با خود به گل دیگر می برند.



گفتیم که تخم اصلی از لقاح یکی از زلفه‌ها یا یاخته تخم را تشکیل می‌شود. تخم چه مراعاتی 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 بی‌دری یاخته تخم تشکیل می‌شود. در نخستین تقسیم تخم، دو یاخته بزرگ و کوچک ایجاد می‌شود. این تقسیم از چه نوجی 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 رویشی نیز در دو انتهای رویان تشکیل می‌شوند. پوسته تخمک نیز تقسیم 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؟



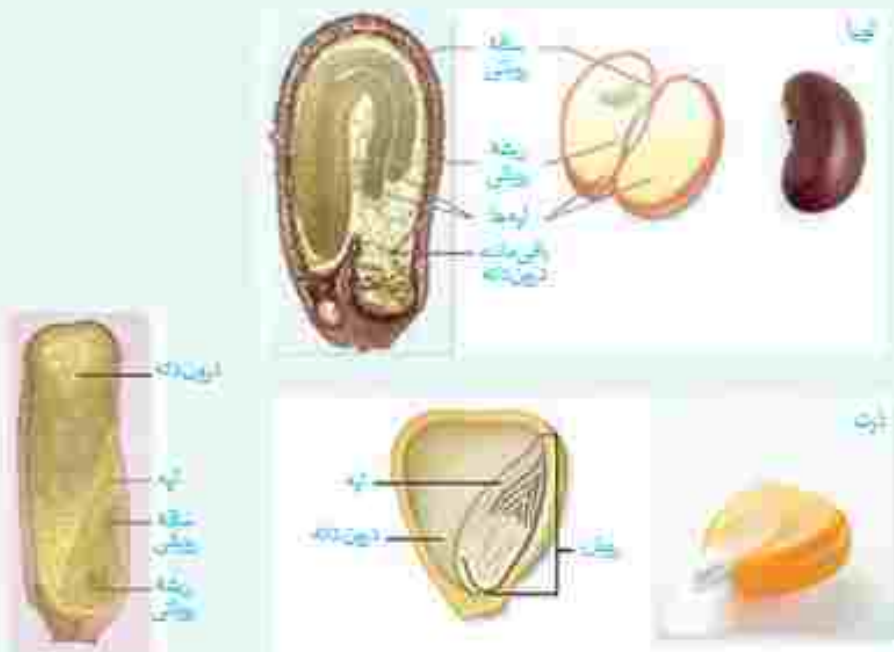
شکل ۱۴ تشکیل رویان در دانه

ممکن است درون دانه به عنوان ذخیره دانه باقی بماند، یا اینکه جذب لپه‌ها شود؛ مثلاً درون دانه ذخیره دانه در ذرت است و نقش لپه، انتقال مواد غذایی از درون دانه به روغن در حال رشد است. در دانه لوبیا مواد غذایی درون دانه جذب لپه‌ها و در آنجا ذخیره می‌شود. در نتیجه لپه‌ها که بزرگ شده‌اند، بخش ذخیره‌ای دانه را تشکیل می‌دهند. به لپه‌ها **برگه‌های رویانی** نیز می‌گویند زیرا در بسیاری از گیاهان گل‌دار از خاک بیرون می‌آیند و به مدت کوتاهی فتوسنتز می‌کنند.

## فعالیت ۶

الف) دانه‌هایی مانند لوبیا و ذرت را در شرایط مناسب قرار دهید تا روشن بایند. این کار را چگونه انجام می‌دهید؟ یا مشاهده دانه‌هایی در حال رویش، مشخص کنید ابتدا کدام یک از اندام‌های رویانی از دانه خارج می‌شوند. این مشاهده را برای انواعی از دانه‌های دیگر نیز انجام دهید. نتیجه را به صورت یک گزاره بنویسید.

ب) دانه‌های لوبیا و ذرت را در فواصل زمانی دو روزه، بعد از خیس خوردن از وسط نصف و با استفاده از شکل زیر آنچه را می‌بینید، نام‌گذاری کنید.



## رویش دانه

یونجه دانه‌ها معمولاً سخت است. به نظر شما یونجه دانه از چه نوع یاخته‌هایی تشکیل شده است؟ یونجه دانه، روغن را در برابر شرایط نامساعد محیط و صدمه‌های فیزیکی یا شیمیایی حفظ می‌کند و با جلوگیری از ورود آب و اکسیژن به دانه مانع از رشد سریع روغن می‌شود. بعد از تشکیل روغن، رشد آن تا مدتی متوقف می‌شود. روغن در شرایط مناسب رشد خود را از سر می‌گیرد و به صورت گیاهی کوچک که به آن **دانه‌رست** می‌گویند از دانه خارج می‌شود. در این حالت گفته می‌شود 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 شکافت برمی‌دارد. در نتیجه اکسیژن کافی به رویان می‌رسد. رویان با استفاده از ذخایر غذایی، رشد و نمو خود را از سر می‌گیرد.

تقسیم سریع یاخته‌های مرستمی به طول ساقه و ریشه می‌افزاید. سه سامانه بافتی نیز در ساقه و ریشه شکل می‌گیرند (آنها سه سامانه بافتی را به یاد دارید؟). در نهان دانگان بر اساس اینکه لپه‌ها درون خاک بمانند یا همراه با ساقه از خاک خارج شوند، به ترتیب رویش زیر زمینی و رویش رو زمینی تعریف شده است (شکل ۱۵).

گیاهان گل دار بعد از مدتی که از رشد رویشی آنها گذشتا یعنی بزرگ، ساقه و ریشه‌های جدید تولید کردند، می‌توانند به ترتیب گل، میوه و دانه تشکیل دهند.



عبه (ا)

(ب)

الف

شکل ۱۵. الف: رویش دانه خرت؛  
 رویشی به (ب) رویش دانه لوبیا و پياز  
 از نوع رویشی است و با باقی ماندن  
 دانه پياز در شکل دیده می‌شود.

### میوه

گشیم که تخمک‌ها به دانه تبدیل می‌شوند. میوه از رشد و نمو تخمدان یا بخش‌هایی دیگر تشکیل می‌شود. میوه‌ای که از رشد تخمدان ایجاد شده میوه حقیقی نامیده می‌شود (شکل ۱۶). در غیر این صورت میوه را کاذب می‌نامند مانند میوه سیب که حاصل رشد نهج است.



تخمان

(ب)



محوه نهجی تخمدان

شکل ۱۶. الف: میوه درخت هلو حاصل  
 رشد تخمدان و با میوه درخت سیب  
 حاصل رشد نهج است.

(الف)



میوه

شدنیچ

برش گبرگدا

گرده نشانی

### فعالیت ۷

برچه‌ها را در میوه‌ها نیز می‌توانیم تشخیص دهیم. در شکل زیر تعدادی میوه از خارش برش خورده‌اند. تعدادی میوه را انتخاب و به‌طور عرضی برش دهید. در کدام میوه فضای تخم‌دان یا دیواره برچه‌ها به‌طور کامل تقسیم شده است؟



**پراکنش میوه‌ها:** میوه‌ها علاوه بر حفظ دانه‌ها در پراکنش آنها نقش دارند. بعضی میوه‌ها به‌یک‌بار جانوران می‌چسبند و با آنها جابه‌جایی شوند (شکل ۱۷). باد و آب نیز میوه‌ها و دانه‌ها را جابه‌جایی کنند. میوه‌های نارس معمولاً مزه ناخوشایندی دارند. در نتیجه دانه‌های نارس تا زمان رسیدگی میوه از خورده شدن به‌وسیله جانوران حفظ می‌شوند. از طرفی جانوران با خوردن میوه‌های رسیده در پراکنش دانه‌ها نقش دارند. پوسته بعضی دانه‌ها چنان سخت و محکم است که حتی در برابر شیره‌هایی گوارشی جانوران سالم می‌مانند. رنگ‌های درخشان میوه‌های رسیده جانوران را به خود جذب می‌کنند.

شکل ۱۷. پراکنش میوه‌ها



شکل زیر انواعی میوه را نشان می‌دهد. ویژگی‌های هر یک از این میوه‌ها را فهرست و بر اساس این ویژگی‌ها یکسبکی کنید که پراکنش آنها یا کمک چه عاملی (باد / جانور) انجام می‌شود یا مراجعه به منابع معتبر درستی نظر گروه را بررسی و نتیجه را گزارش کنید.



**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 می‌گوئیم، واقعاً بدون دانه است؟ دانستیم بعد از لقاح تخم‌زا و زامه، دانه از رشد و نمو تخمک ایجاد می‌شود بنابراین اگر لقاح انجام نشود، دانه‌ای نیز تشکیل نخواهد شد. برتقال‌های بدون دانه به این روش ایجاد می‌شوند. برای تشکیل چنین میوه‌ای به تنظیم کننده‌های رشد نیاز داریم که در فصل بعد با آنها آشنا می‌شوید. حال اگر لقاح انجام شود، اما رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو از بین برود، دانه‌های بلرسی تشکیل می‌شوند که بزرگ و بی‌سنه‌ای بزرگ دارند به چنین میوه‌هایی نیز، میوه بدون دانه‌ای می‌گویند میوه‌های بدون دانه از این نوع‌اند، به نظر شما تشکیل میوه‌های بدون دانه در طبیعت، پدیده‌ای رایج است؟



شکل ۱۸، در بعضی میوه‌ها دانه‌های ریز و اثرش دیده می‌شوند.

### عمر گیاهان چقدر است؟

طول عمر گونه‌های متفاوت گیاهی غرق می‌گردد و ممکن است از چند روز تا چند قرن باشد. معمولاً طول عمر درخت‌ها که مرستم پسین دارند از گیاهان علفی (غیر درختی) بیشتر است. گیاهان را بر اساس طول عمر به چند گروه تقسیم می‌کنند.

**گیاهان یک ساله:** این گیاهان در مدت یک سال یا کمتر، رشد و تولید مثل می‌کنند و سپس از بین می‌روند. گیاه گندم و خیار از گیاهان یک ساله‌اند (شکل ۱۹، الف).

### بیشتر بدانید

#### درختان کهنسال

در مناطق متفاوت ایران درختان کهنسالی زندگی می کنند که طول عمر بعضی از آنها به هزاران سال هم می رسد چنانچه ۱۵۰۰ ساله بوستانی نصرآباد در اطراف شهرستان تخت لاسرین بوده و گودی ۱۶۰۰ ساله در بوستانی کنکوند در توابع فیروزکوه از این درختان است.

**گیاهان دو ساله:** این گیاهان در سال اول رشد رویشی دارند و در سال دوم علاوه بر رشد رویشی با تولید گل و دانه رشد رویشی دارند مثلاً گیاهانی مانند شلغم و چغندر قند در سال اول رشد رویشی دارند و مواد حاصل از فتوسنتز در ریشه ذخیره می شوند در سال دوم ساقه گل دهند ایجاد می شود و مواد ذخیره شده در ریشه برای تشکیل گل و دانه به مصرف می رسند (شکل ۱۹ ب).

**گیاهان چند ساله:** این گیاهان سال ها به رشد رویشی خود ادامه می دهند بعضی از آنها هر ساله می توانند گل، دانه و میوه تولید کنند درختها و درختچهها از گیاهان چند ساله اند که می توانست حتی تا چند قرن نیز زندگی کنند گیاهان علفی چندساله نیز وجود دارد. زمین حاصلی از چنین گیاهانی و دارایی زمین ساقه است که در خاک باقی می ماند (شکل ۱۹ ب).



ب

ب

ب

ب

شکل ۱۹ الف: خیار، ب: شلغم، ج و د: زنبق. از رشد گیاههای رویش یافته از زمین ساقه گیاهان عیشی ایجاد می شود.

### بیشتر بدانید

#### انواع میوه

میوه ها در دو گروه کلی آیدار و خشک تقسیم می گردند میوه های آیدار گوشتی و آیدار شدن بافت های تشکیل دهنده میوه آیدار می شوند مثلاً در دانه میوه های آیدار است در میوه های خشک مانند قندق این اتفاق نمی افتد.



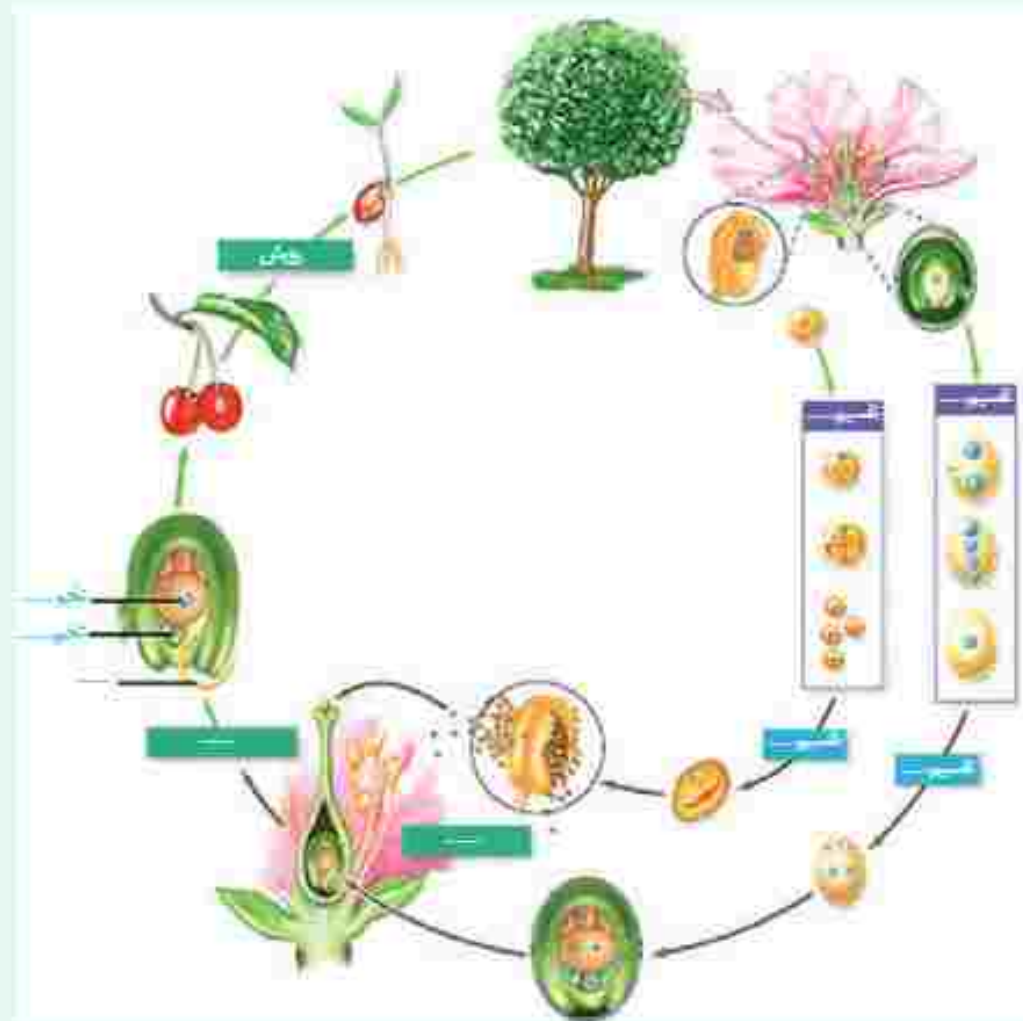
### بیشتر بدانید

#### میوه های مرکب

- آنچه به عنوان میوه ثبوت فرهنگی می شناسیم در واقع اجزای از میوه های کوچکی است که از رشد برچه های مجزای یک گل ایجاد شده اند این میوه ها به صورت ذراتی سخت در وضع آیدار تحت فرنگی قرار دارند.
- انجیر تعدادی میوه کوچک است که از رشد مادگی گل های جداگانه تشکیل شده است که بوی نامحسوس مشترک قرار دارند.
- میوه آلبالو از آیدار شدن مجزوری تشکیل شده است که گل ها بوی زن قرار دارند.



آنها اکثر گرده افشان ها، حشره ها و گرده افشانی بسیاری از گیاهان کشاورزی و درختان میوه به کمک آنها انجام می شود. شریار غواصی که زندگی حشره های گرده افشان را نمایش می کند، تحقیق و نتیجه را گزارش کنید. به اشکال زیر چرخه زندگی یک گیاه نهان دانه را نشان می دهد. جاهای خالی را با کلمه های مناسب پر کنید.







## فصل ۹

### پاسخ گیاهان به محرک‌ها

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؟



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 می توانیم مانع خم شدن ساقه ها 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؟

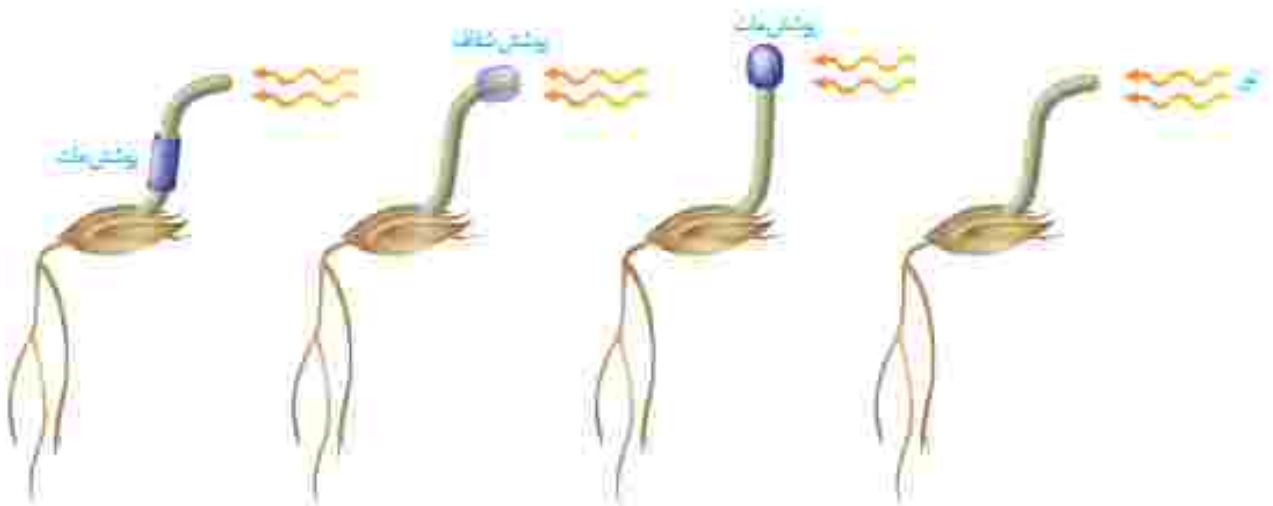


شکل ۱. خم شدن گیاهان به سمت نور.

### اولین آزمایش

خم شدن گیاهان به سمت نور پدیده ای رایج در طبیعت است. چارلز داروین که به مطالعه پدیده حرکت در گیاهان علاقه مند بود، برای بررسی این موضوع، همراه با پسرش آزمایش هایی را با استفاده از دانه رست نوحی گیاه از گندمیان، طراحی و اجرا کرد (شکل ۲). آنها دریافتند دانه رست در صورتی به سمت نور یک جانبی (نوری که از یک طرف به گیاه می تابد)، خم می شود که نوک آن در برابر نور باشد. با توجه به خم شدن دانه رست به سمت نور یک طرفه، به نظر شما کدام یک از سطوح داخلی یا بیرونی آن رشد بیشتری دارد؟

شکل ۲. آزمایش داروین ها با دانه رست چمن. دانه رست در نور همه جانبه به طور مستقیم رشد می کند.



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 همه‌جانبه رشد کرده است، بریده و برای مدتی روی قطعه‌ای از آگار قرار داده‌اند. بعد از مدتی این قطعه آگار را روی لبه دانه‌رستی قرار می‌دهند که نوک آن بریده شده همین‌طور 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).

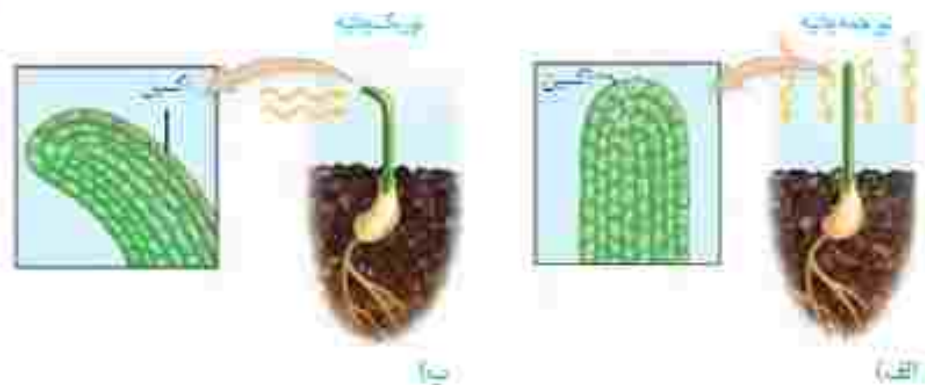


شکل ۳. علتهای در نوک دانه‌رست وجود دارد که عامل خم شدن آن در برابر نور یکجانبه است.

خم شدن دانه‌رست به معنای اختلاف اندازه یاخته‌های دو طرف آن است. مشاهده‌های میکروسکوپی نیز نشان داد که رشد طولی یاخته‌ها در سمت سایه بیشتر از یاخته‌هایی است که در سمت روبه‌نور قرار دارند. نور یک جنبه باعث جابه‌جایی 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 روبه‌نور است و در نتیجه دانه‌رست خم می‌شود (شکل ۴). رشد جهت‌دار اندام‌های گیاه در پاسخ به نور یک جنبه را **نورگرایی** نامیدند. سرانجام ترکیب شیمیایی این ماده شناسایی و اکسین، به معنای «رشد کردن» نامیده شد. پژوهش‌هایی 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

آگر ترکیبی است که از جنبه‌های قرمز به سمت می‌اند، و در ترکیب با آب، زله ایجاد می‌کند. آگار در صنایع غذایی، دارویی، کشت بافت و باغبانی و بسیاری صنایع دیگر استفاده می‌شود.



شکل ۴. جذب نور سبب تجمع اکسین در سمت سایه می‌شود.

### بیشتر بدانید

#### کاربرد اکسین

دانه‌های در حال نمو اکسین تولید می‌کنند. بنابراین، در رشد میوه و برکت شدن آن نقش دارند. حتی گونه‌های گیاهی گلخانه‌ای دانه‌های غرورشی تولید نمی‌کنند. در نتیجه میوه رشد جنسی ندارد. به همین علت، با افتخار کردن اکسین روی گونه‌های گیاهی، رشد مطلوب را در آنها ایجاد می‌کنند.

کشف اکسین سرانجامی برای شناسایی ترکیبات دیگری بود که رشد و فعالیت‌های گیاهان را تنظیم می‌کنند. این ترکیبات را تنظیم‌کننده‌های رشد یا هورمون‌های گیاهی نامیدند. انواعی از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان تولید می‌شوند: اکسین‌ها، سیٹوکینین‌ها، جیبرلین‌ها، اتیلن و اینسولین-اسید پنج تنظیم‌کننده رشد هستند که در ادامه با آنها آشنا می‌شوید.

### محرك‌های رشد

اکسین‌ها، سیٹوکینین‌ها و جیبرلین‌ها در فرایندهای رشد مانند تحرک تقسیم یاخته، رشد طولی یاخته‌ها، ایجاد و حفظ اندام‌ها نقش دارند. گرچه این تنظیم‌کننده‌ها را به عنوان محرک رشد می‌شناسیم، اما بر اساس مقدار و محل اثر ممکن است نقش بازدارندگی نیز داشته باشند. در ادامه به عملکرد هر یک از این تنظیم‌کننده‌ها می‌پردازیم.

### اکسین‌ها

اکسین با افزایش رشد طولی یاخته‌ها، سبب افزایش طولی ساقه می‌شود. اکسین رشد فزونی را تحریک می‌کند، بنابراین، برای تکثیر رویشی گیاهان یا استفاده از قلمه به کار می‌رود (شکل ۵). اکسین‌ها را به‌طور صنعتی می‌سازند و آنها را در عوارضی مانند تشکیل میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها 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 شد. محققان دریافتند که بخشی از این ترکیبات، گیاهان دویله‌ای را از بین می‌برند. بنابراین، آنها را برای ساختن سموم کشاورزی به منظور از بین بردن گیاهان خودرو در مزارعی مانند مزرعه گندم، به کار بردند. عامل تاریخی که مخلوطی از اکسین‌ها بود، چنین اثری داشت. ایالات متحده آمریکا در جنگ با ویتنام به مدت ده سال عامل تاریخی را به کار برد.

### بیشتر بدانید

بخشی بر این باورند که تیمودازن هورمون را برای تنظیم کننده های رشد به کار برده از اصطلاح هورمون در برگ محل تولید و بر بخشی دیگر تأثیر می بخیزد. در حالی که ممکن است محل تولید و تأثیر تنظیم کننده های رشد در گیاهان یکی باشد همچنین تنظیم کننده های گیاهی در غلظت های متفاوت می توانند یک فولیکل را در اندامی مهار یا تحریک کند یا این حال وارد هورمون گیاهی (Phytohormone) همچنان به کار

می رود

در نتیجه بخشی از جنگل های ویتنام که مخفی گاه سواران بود و نیز زمین های کشاورزی آنها از بین رفت. تولید عامل نارنجی با تمام این جنگل ممنوع شده اما چند دهه طول کشید تا جنگل ها احیا شوند. سرطان و تولید نوزادان با نقص های مادرزادی از اثرهای این ماده بود.

### سیتوکینین ها: هورمون جوانی

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

### شاخه و برگ های بیشتر: برهم کنش دو تنظیم کننده

اگر بخواهید گیاهی بر شاخ و برگ تر داشته باشید، چه کاری کنید؟ احتمالاً سرشاخه چاراکه محل جوانه های رأسی (انتهایی) اند قطع می کنید. همین 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 این پدیده را تنگی جوانه رأسی می گویند. جوانه های جانبی، چیزی را رأسی می گویند با قطع جوانه رأسی مقدار سیتوکینین در جوانه های جانبی افزایش و مقدار اکسین آنها کاهش می یابد. در نتیجه 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-ب). 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.

ب- حذف جوانه انتهایی و افزودن اکسین در سطح برش

ب- رشد سریع جوانه های جانبی بعد از حذف جوانه رأسی و در نتیجه ایجاد شاخه های جدید.

الف- رشد کم جوانه های جانبی در صورت نبودن جوانه رأسی در گیاه.

## فعالیت ۱

شکل رویه رو تمایز ریشه و ساقه را از ریزک

توده یا نکته تمایز ساقه یا همان کال در حضور

مغذات متفاوت اکسین و سیلوکسین، در محیط کشت تقابلی می دهد

از این شکل چه نتیجه ای می گیرید؟



### جیبرلین ها: تلاش برای رفع مشکل

کشف جیبرلین ها حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی بود که دانه های پرچ به آن مبتلا می شدند. آلودگی دانه های پرچ به قارچ جیبرلا سبب می شد تا به سرعت رشد کنند. این دانه های پرچ و دراز بودند و بافت استحکامی کافی نداشتند، در نتیجه خم می شدند و روی زمین می افتادند. مسلماً چنین بیماری سبب کاهش محصول پرچ و در نتیجه زیان های فراوان بود. دانشمندان با استخراج و شناسایی ترکیبات به دست آمده از قارچ جیبرلا، توانستند جیبرلین ها را شناسایی و معرفی کنند. پس از آن مشخص شد که جیبرلین ها در گیاهان نیز تولید می شوند و رشد و فعالیت های آنها را کنترل می کنند. این تنظیم کننده های رشد در افزایش طول ساقه از طریق تحریک رشد طولی یاخته و تقسیم آن، رشد سبزه و رویش دانه ها نقش دارند. این هورمون گیاهی را برای تولید سبوه های بدون دانه و درشت کردن سبوه ها به کار می برند (شکل ۷).



بیا اثر رشد شدن سبزه

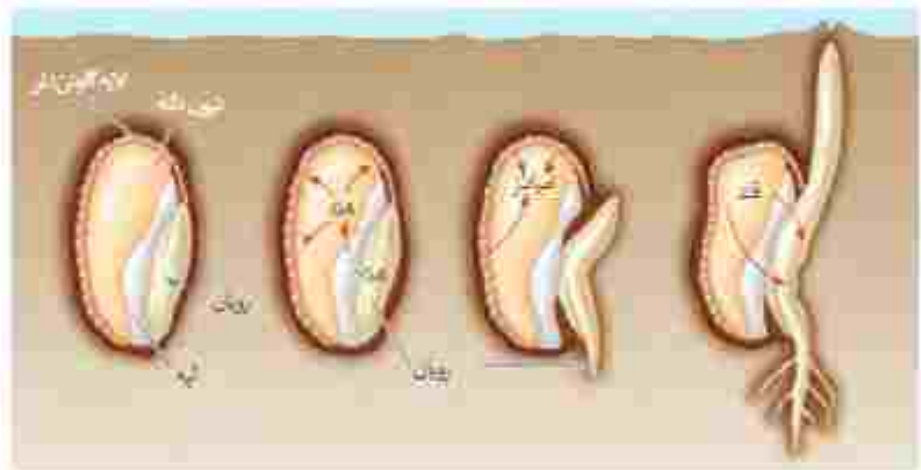


تغییر افزایش طول ساقه

شکل ۷: اثر جیبرلین در گیاهان  
پوتگی دانه ها و سبوه ها لب.

**جیبرلین ها و رویش بذر غلات:** رویش غلات در هنگام رویش دانه مقدار قهروانی جیبرلین می سازند این هورمون بر خارجی ترین لایه درون دانه (لایه گلوتن دار) اثر می گذارد و سبب تولید و رهائیدن آنزیم های گوارشی در دانه می شود (شکل ۱۸). این آنزیم ها دیواره پخته ها و ذخایر درون دانه را تجزیه می کنند. نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلاز تجزیه می شود.

شکل ۱۸: جیبرلین ها در تجزیه ذخایر رویش غلات نقش دارند. GA: جیبرلیک اسید

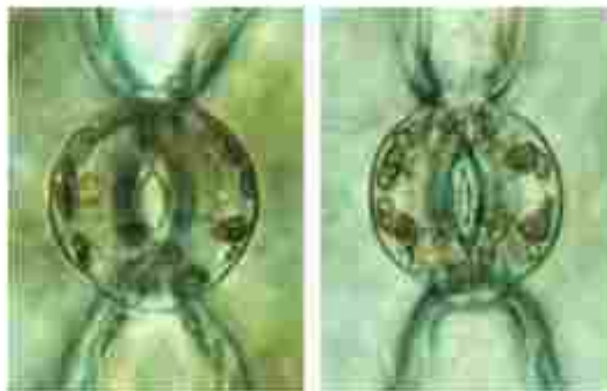


**بازدارنده های رشد**

آبسیزیک اسید و اتیلن دو تنظیم کننده رشدند که در فرایندهای منقوشی مانند مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه ها، ریزش برگ و میوه قهش دارند.

**آبسیزیک اسید: مقابله با شرایط نامساعد**

قرص کشید محیط رطوبت کافی برای تأمین آب مورد نیاز برای رشد دانه زست را نداشته باشد اگر دانه در این شرایط رویش یابد چه بر سر دانه زست می آید؟ اگر گیاه در شرایط خشکی قرار گیرد و روزه ها همچنان باز بمانند چه چیزی رخ می دهد؟ شرایط نامساعد محیط مانند خشکی، تولید آبسیزیک اسید را در گیاهان تحریک می کند. آبسیزیک اسید سبب بسته شدن روزنه ها و در نتیجه حفظ آب گیاه و همچنین مانع رویش دانه و رشد جوانه ها در شرایط نامساعد می شود. به طور کلی این تنظیم کننده، رشد گیاهان را در پاسخ به شرایط نامساعد کاهش می دهد (شکل ۹).



روزنه باز

روزنه بسته

شکل ۹: حفظ آب گیاه با بسته شدن روزنه ها

**اتیلن: رسیدن میوه ها**

شاید شما هم شنیده باشید که برای رسیدن میوه های نارس می توانید در پاکت میوه ها، یک سیب یا

### بیشتر بدانید

#### تغییر در ژن ها

این گل های اعلسی در یک باغار چیده شده و به مدت ۱۸ ساعت در محیط تیلن دار قرار گرفته اند. همان طور که می بینید بعضی پژمرده و بعضی همچنان شاداب اند. گل های شاداب متصل به گیاهی است که با دستکاری ژنی نسبت به تیلن غیر حساس شده اند.



شکل ۱۰- گویچه قرنگی های هر دو جعبه در یک زمان چیده شده اند. گویچه قرنگی های سمت راست سه روز در محیط تیلن دار بوده اند.

موز رسیده قرار دهید از میوه رسیده چه چیزی خارج می شود که باعث رسیدگی میوه های نارسی می شود؟ دانشمندان در پژوهش های خود دریافتند که از میوه های رسیده اتیلن آزاد می شود و مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می یابد. تیلن گازی است که از سوخت های فسیلی نیز رها می شود. سال ها قبل از آنکه دانشمندان بدانند گیاهان تیلن تولید می کنند معلوم شده بود که اتیلن حاصل از سوخت های فسیلی باعث ریزش برگ درختان می شود. اتیلن در ریزش میوه نیز نقش دارد. بافت های آسیب دیده گیاهان نیز تیلن تولید می کنند. گاهی میوه ها را نارسی می کنند و زمانی که می خواهند آنها را در بازار بچس کنند به مدت مشخصی در محیط تیلن دار قرار می دهند تا رسیده شوند (شکل ۱۱).



### ردبای اتیلن در چیرگی راسی

دیدید که اکسین، عامل چیرگی راسی است و مانع رشد جوانه های جانبی در حضور جوانه راسی یا انتهایی می شود. اکسین جوانه راسی تولید اتیلن در جوانه های جانبی را تحریک می کند و در نتیجه با افزایش اتیلن در جوانه های جانبی، رشد آنها متوقف می شود.

### ریزش برگ

برگ هنگامی می ریزد که ارتباط آن با شاخه قطع شده باشد. با توجه به شناختی که از ساختار یاخته ها و بافت های گیاهی دارید آیا می توانید تغییری را که در ساختار برگ، رخ می دهد پیش بینی کنید؟ اگر بنا باشد که ارتباط برگ با شاخه قطع شود باید یاخته ها از هم جدا شوند. مشاهدات میکروسکوپی نشان می دهد که در قاعده دمبرگ در محل اتصال به شاخه، لایه جدا کننده تشکیل می شود. یاخته ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم های تجزیه کننده از هم جدا می شوند و به تدریج از بین می روند. در

### بیشتر بدانید

#### تنظیم کننده های دیگر

انواع دیگری از ترکیبات تنظیم کننده در گیاهان وجود دارد. براسن و استروئیدها، جاسمونات ها و سالیسیک اسید از این ترکیبات اند.

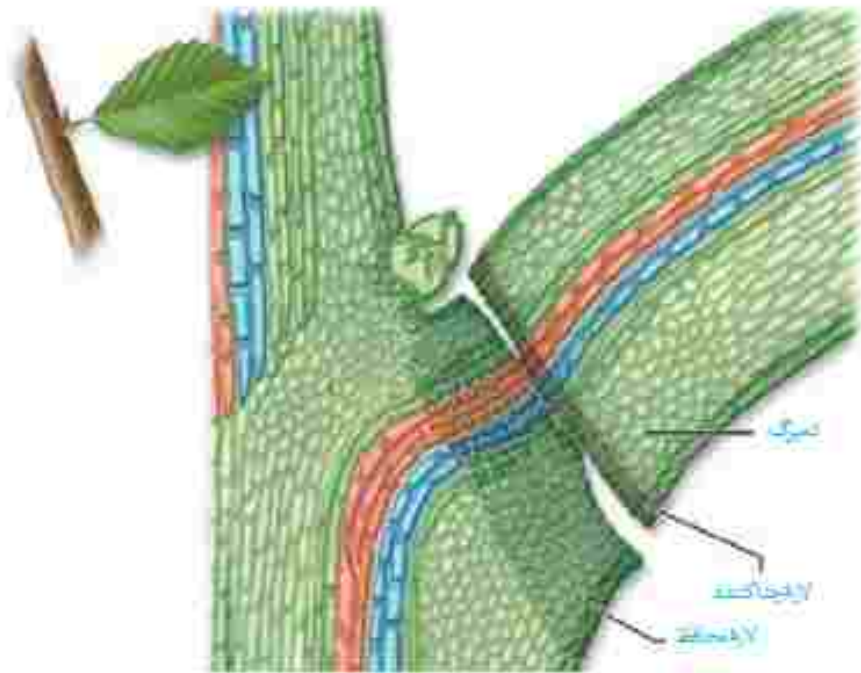


### بیشتر بدانید

### ترکیبات مشابه هورمون‌های جانوری

ترکیباتی در سبزا وجود دارد که شبیه هورمون‌های حیوانی است. یکی از آنها ترکیب شبه استروئیدی است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که سرطان پروستات در کشورهای شرقی نیز که استفاده فراوانی از غولپرنده‌های غذایی سویا الهیاتی روغنی دارند کمتر از کشورهای دیگر است. همچنین از غولپرنده‌های سویا دانه‌هایی برای کاهش علائم پیشگی‌ساخته می‌شود.

نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. با جوب بنه‌های شدن یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند، لایه محافظی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌شود (شکل ۱۱). مشخص شده است که برگ در پاسخ به افزایش شیب اتیلن به آکسین، آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره را تولید می‌کند.



شکل ۱۱. روش 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 باخته وجود دارند، سبب توقف فرایند رسیدگی می‌شوند. اکنون زیست‌شناسان در تلاش‌اند تا 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 تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده است، این ترکیبات به منظور 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 جاذبه خم می‌شود. آیا پاسخ ریشه به نور یک جاذبه همانند ساقه است؟ می‌دانید که نقش نور در گیاهان حیاتی است؛ اما نور افزون بر نوری که در فتوسنتز دارد، فرایندهای متفاوتی را در گیاهان تنظیم می‌کند. گل‌دهی یکی از این فرایندهاست که در ادامه به آن می‌پردازیم.

### فعالیت ۴

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

ب) برای بررسی درستی پیش‌بینی خود آزمایشی طراحی کنید.

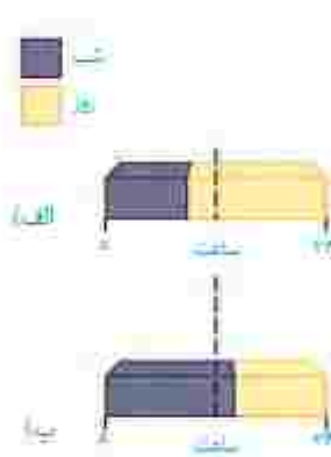
ب) آزمایشی را که طراحی کرده‌اید با چند گیاه انجام و نتیجه را گزارش دهید.

### گل‌دهی در گیاهان

گیاهانی که در محل زندگی خود می‌بینید 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 داور به گل دهی کنیم، آن را باید در چه شرایطی قرار دهیم؟ گیاه هنگامی گل می‌دهد که مرستیم روشنی که در جو آن قرار دارد، به مرستیم گل یا زایشی تبدیل شود. این تبدیل به شرایط محیطی مانند دما و طول روز و شب وابسته است.

گیاهان را بر اساس نیاز به نور، برای گل‌دهی در سه دسته روز کوتاه، روز بلند و بی‌تفاوت قرار می‌دهند. گیاه دایوودی در روزهای کوتاه‌بایز 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. شبنم 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 دهندگان 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 بی‌تفاوت می‌نامند. گیاه گوجه فرنگی از این گروه است.



شکل ۲: دگرگونی حرکتی یونیت در روزگوشه

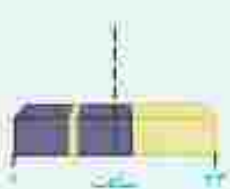


## فعالیت ۵

باتوجه به شکل مقابل و شکل ۱۲،

توضیح دهید که شکست شب یا یک

جرقه نوری چه تاثیری بر گل دهی گیاه روزگوشه دارد.



## پاسخ به دما

گیاهان هر دمایی را نمی‌توانند تحمل کنند. مثلاً سرمای شدید می‌تواند مانع از رویش دانه‌ها و جوانه‌ها شود. برگ‌های بعضی درختان با کاهش دما در فصل پاییز می‌ریزد و جوانه‌ها با برگ‌های بزرگ‌مانندی حفظ می‌شوند. دلیلی 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 کوتاه‌تر می‌شود و زودتر گل می‌دهد. کشف این ویژگی در گیاهان امکان بهره‌برداری از زمین‌هایی را فراهم کرد که اکثر سال یا برف و یخ 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 دانه‌پرست‌ها بررسی کنید.



شکل ۱۳: تأثیر گرانش زمین بر جهت رشد ریشه و ساقه

## پاسخ به تماس

در شکل ۱۴ مثال هایی از پاسخ گیاهان به تماس را مشاهده می کنید. شاید بعضی گیاهان را دیده باشید که به دور گیاهان دیگر یا یک پایه می بیچند. مثلاً ساقه درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه به دور آن می بیچند. بیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه گاه و سمت مقابل آن ایجاد می شود. به طوری که رشد یاخته ها در محل تماس کاهش می یابد. تنوبه زین، به برگ گیاه حساس، یاخته تا شدن برگ می شود. این پاسخ به علت تغییر فشار تورژانس در یاخته های روخ می دهد که در قاعده برگ قرار دارند. برگ نل مانند گیاه گوشت خوار کرک هایی دارد که با برخورد حشره به آنها حرکت و پیام هایی را به راه می اندازند که سبب بسته شدن برگ و در نتیجه به دام افتادن حشره می شود.



(الف)

شکل ۱۴- الف) بیچش ساقه مو،  
ب) روی هم تا شدن برگچه های  
گیاه حساس،  
پ) بسته شدن برگ گیاه گوشت خوار  
با برخورد حشره.

پا

پا

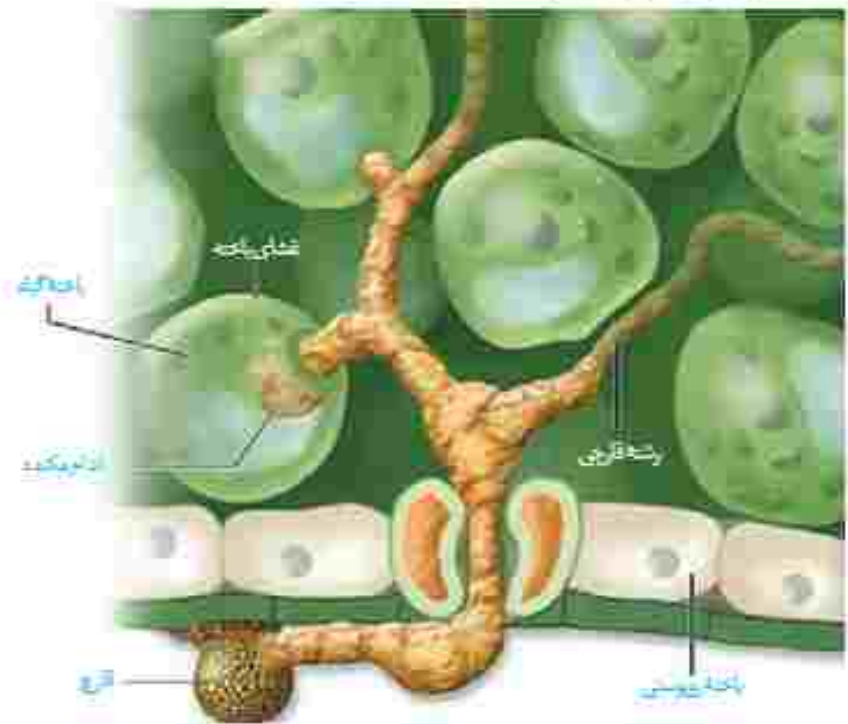
## پاسخ هایی از جنس دفاع

گیاهان در معرض هجوم عوامل بیماری زا و جانوران گیاهخوار قرار دارند. شاید نام بیماری هایی خارجی مانند زنگ گندم یا سیاهک گندم را شنیده باشید. این بیماری ها سبب تخریب محصولاتی مانند گندم و جو می شوند. به هر حال گیاهان در برابر آنها بی دفاع نیستند. به نظر شما گیاهان چگونه از خود دفاع می کنند؟

## تلاش برای جلوگیری از ورود

می دانید ریوست، خارجی ترین سامانه بافتی در بخش های جوان گیاه است و در بخش های جوانی گیاه با پوستک پوشیده شده است. نقش پوستک را به یاد دارید؟ پوستک تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری زا به گیاه می شود. همچنین دیواره یاخته ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست.

وجود ترکیباتی مانند لیگنین یا سیس در دیواره به سخت شدن آن و در نتیجه افزایش توان این سد فیزیکی کمک می‌کند. با این حال عوامل بیماری‌زا می‌توانند با عبور از سلف‌روزنه‌ها یا فضای بین باخته‌ها از این سد بگذرند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ پوسته سدی در برابر ورود عوامل بیماری‌زا

بافت چوب بنه نیز در اندام‌های سنی گیاهان، علاوه بر حفظ آب، عانی در برابر عوامل آسیب‌رسان است.

شکل ۱۶، آفت، خزها گیاهان را از خورده شدن به وسیله گیاهخواران حفظ می‌کند. با مواد چسبک در سطح گیاه که به حشره چسباند.

کرک و خار نیز در دفاع از گیاهان نقش دارند (شکل ۱۶). مثلاً حشره‌های کوچک نمی‌توانند روی برگ‌های کرک دار به راحتی حرکت کنند. همچنین اگر گیاه مواد چسبناک ترشح کند، حرکت حشره دشوارتر و گله غیرممکن می‌شود.



ب)ا



الف)ا

بعضی گیاهان در پاسخ به زخم، ترکیباتی ترشح می کنند که در محافظت از آنها نقش دارند. گاه حجم این ترکیبات آن قدر زیاد است که حشره در آن به دام می افتد یا سخت شدن این ترکیبات سنگواره چلی ایجاد می شود که حشره در آن حفظ شده است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷. سنگواره تشکیل شده از ترکیبات گیاه و حشره

**دفاع شیمیایی:** گیاهان ترکیباتی تولید می کنند که سبب مرگ یا بیماری گیاه خواران می شوند. ترکیبات سیانید دار از این گروه اند که در تعدادی از گونه های گیاهی ساخته می شوند. سیانید تنفس یافته ای را متوقف می کند.

آکالوئیدها در دور کردن گیاهخواران نقش دارند، نیکوتین که از آکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد.

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

مشخص شده است که گیاهان سازوکارهای متفاوتی برای جلوگیری از اثر این مواد بر فرایندهای یاخته ای خود دارند. یکی از این سازوکارها تولید ترکیباتی است که در خود گیاه سمی نیستند؛ بلکه در لوله گوارش جانوران تجزیه و به ماده سمی تبدیل می شوند. مثلاً گیاه ترکیب سیانید داری می سازد که تأثیری بر تنفس یاخته ای ندارد؛ اما وقتی جانور گیاه را می خورد، این ترکیب تجزیه و سیانید که سمی است از آن جدا می شود.

#### بیشتر بدانید

#### گون سمی

گون ها گیاهانی بوده اند و در عوارض می روید نوعی گون که به گون سمی مشهور است. ترکیب آکالوئیدی دارد که بر دستگاه تنفسی تأثیر می گذارد. اگر دامها از این گیاه تغذیه کنند، نست می شوند و از غذا خوردن باز می مانند.



#### فعالیت ۶

بعضی گیاهان با تولید موادی که برای گیاهان دیگر سمی اند، از روستن دانه یا رشد گیاهان دیگر در اطراف خود جلوگیری می کنند. به نظر شما این ویژگی چه نقشی در ماندگاری چنین گیاهانی دارد؟

## مرگ یاخته‌ای

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



## بیشتر بدانید

### گیاه کاساوا

این گیاه بومی آمریکای جنوبی است و پست‌ریشه‌اش سرشار از ترکیب سالیسیلیک اسید است. این ریشه نشانه قرمز را می‌دهد و یکی از منابع غذایی است. مقدار اندکی ترکیب‌های سالیسیلیک در بعضی دانه‌ها نیز وجود دارد.



شکل ۱۸. مرگ یاخته‌ها ارتباط

یاخته‌های آلوده با سالم قطع می‌شود.

## جانوران از گیاهان محافظت می‌کنند

به شکل ۱۹ نگاه کنید! انبوهی از مورچه‌ها به حشره‌ای که قصد خوردن برگ‌های درخت آکاسیا را دارد، هجوم برده‌اند. حید 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 دارویی نیز حمله می‌کنند. گیاهان دارویی، گیاهانی‌اند که روی درختان رشد می‌کنند. جالب است که گرده افشانی درخت

آکاسیا وابسته به زنبورهاست. چه چیزی مانع از حمله مورچه‌ها به زنبورهای گرده افشان می‌شود؟ مشخص شده است وقتی گل‌های آکاسیا باز می‌شوند نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می‌کند که با قرار دادن مورچه‌ها مانع از حمله آنها به زنبورهای گرده افشان می‌شود.



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

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 شکلی حشره در حال خوردن برگ تباکو است. از پخته 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، با ردیابی 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 کشند. نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره اوت است.



شکل ۲۰-۲۰ چه رابطه ای بین این سه حشره وجود دارد؟



شکل ۲۰-۱۰ حشره در حال تغذیه از نوزاد کرمی شکل حشره

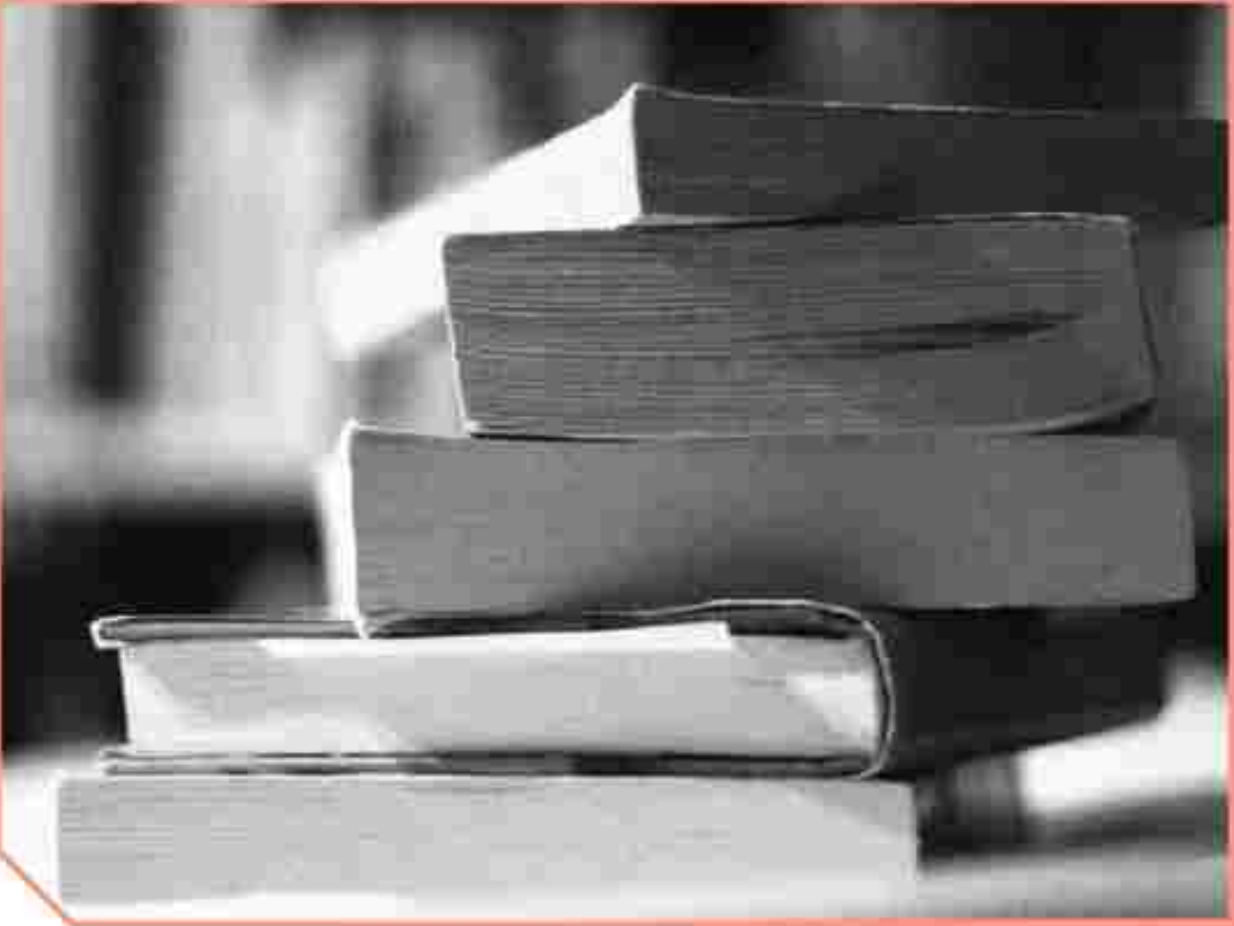
**بیشتر بدانید**  
**سم در گیاهان**  
 ترکیبی به نام رسیس در پوسته دانه کرجک وجود دارد که از سیلند و سم هارگیری کشنده تر است. دشمن کرجک از دانه بدون پوسته گرفته می شود.



**فعالیت ۷**

الف) فردی بر این باور است که انواع حسنی بر رشد و میزان محصول گیاهان تأثیر دارد. آیا شما با این نظر موافق اید؟ برای تأیید یا رد این نظر چه آزمایشی طراحی می کنید؟  
 ب) نمونه هایی از سازوکارهای دفاعی در گیاهان مثل زندگی خود و نیز ارتباطاتی که بین آنها و جانوران وجود دارد گزارش کنید.





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, Elsevier, 2015.
- Solomon Eldera ,Berg Linda, Martin Diana, Biology, 10 Th Edition, Thomson, 2015.
- Hoefnagels Marielle, Biology, Concepts and Investigations, 3th Editton, 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 بیگانه	واژه مصوب	واژه به انگلیسی
اکسون	آه	Axon
پاراسمپاتیک	پاراتیمیک	Parasympathetic
تقریرت	دارت	Dendrite
سمپاتیک	سیمیک	Sympathetic
سیناپس	همایه	Synapse
ایمپیک	کتابه ای	Lamibic
کراسما	چلیا	Chiasma
تیروئید	سیرتیس	Thyroid
تشی زن	باگن	Antigen
دیپلوز	تراگنری	Dispedosis
پلی پلوئید	چندلایه	Polyploid
تتراپل	چهار تایی	Tetrad
دیپلوئید	دولایه	Diploid
سنتریول	سپایک	Centriole
کروماتید	قاربتک	Chromatid
گروماتین	قارینه	Chromatin
کروموزوم	قارین	Chromosome
میتوز	رشته بان	Mitosis
میزوز	کاستمان	Meiosis
نوکلئوزوم	هسته بن	Nucleosome
هپلوئید	تک لایه	Haploid

Acrosome	تارکسوم	اکروزوم	فصل ۷
Amnion	زده کبه	امنیون	
Epitelym	برجک	اپیتلیوم	
Spermatocyte	زده یاخته	اسپرماتوسیت	
Spermatogonium	زده خا	اسپرماتوگونیم	
Spermatid	زده یاختک	اسپرماتید	
Spermatogenesis	زده زلی	اسپرم زلی (اسپرماتوژنز)	
Oocyte	ماری یاخته	اووسیت	
Oogonium	ماری خا	اووگونیم	
Sonography	صوت نگاری	سونوگرافی	
Follizle	لیتک	فولیکول	
Choron	زده ماهه	کوریون	
Sperm	زده	گامت نر (اسپرم)	
Seminal vesicle	کبه منی	وزیکول سمینال	
Hermaphrodite	نر ماده	هرمافرودیت	
Endosperm	درون دانه	اندوسپرم	فصل ۸

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه‌ریزی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی برخط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نوشگانته، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، یا کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجحیت تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی، دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت، محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اساسی‌ترین و هنرانوارانی 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 ۱۱۱۱۱۶

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	مهران داری فر	گسار
۲	حیدر باقی	شهرنیر
۳	مسعود کاشمیری	آذربایجان شرقی
۴	شهباز حاجی محمد محسنی	گیلان
۵	فاطمه زهرا زهرینی	همدان
۶	مناحه نظام دوست	خراسان جنوبی
۷	مژگان نظری	کرمانشاه
۸	وحید سلیمی	آذربایجان غربی
۹	سکینه طیبی	گیلان
۱۰	شبنام خیرجوئی	آذربایجان غربی
۱۱	محمّد باغی انصاری	چهارمحال و بختیاری
۱۲	فرزاد نصیری	آذربایجان شرقی
۱۳	محمّد علی علیرزاد	اصفهان
۱۴	سحر حبیبی	خراسان جنوبی
۱۵	سحر به فرخانی مکران	خراسان رضوی
۱۶	علت حبیبی سیدانی	کرمان
۱۷	زهرا جزیری	گیلان
۱۸	هنی مقدم	گیلان
۱۹	مشانه اوقی	بوشهر
۲۰	مسعود ریس‌داد	شهرنیر
۲۱	مهتاب محرابی	شهرنیر

۲۲	صغیره دین	قم
۲۳	راضیه دانا	بوشهر
۲۴	کتابخانه پهنای	فارس
۲۵	سبزها خطری	کرمان
۲۶	مهرکوش عطارپور	شهرستان های تهران
۲۷	دمیرخدا قلیچ خانی	قم
۲۸	بجسن هادی	آذربایجان شرقی
۲۹	عشق عسلی آفرید	گیلان
۳۰	صفا رشیدی	ایلام
۳۱	سگینه حاجی بابی	خمدان
۳۲	تعبیر موی	خراسان شمالی
۳۳	بختار خیری	یزد
۳۴	آیله عطاربه	سمنان
۳۵	ابوالفضل باسلی	کردستان
۳۶	سجود پارسی	لریون
۳۷	فاطمه بیوی چشمی	سمنان
۳۸	فتوی قنچی کبابی	مازندران
۳۹	عزیزخدا حسن آهانی	اصفهان
۴۰	مریم سوده	گیلان
۴۱	یمن هرمزی	سیستان و بلوچستان
۴۲	فاطمه حسن بیگم	ارستان
۴۳	عزیزخدا حسن آهانی	خراسان شمالی
۴۴	لیلا سلوات فریدی	خراسان
۴۵	تاریخه عطی	زنگنه
۴۶	نریا حبیبی	اردبیل
۴۷	نریا کریمی	کردستان
۴۸	مهناز جلیلی	ایلام
۴۹	بهروز آفریدی	کرمانشاه
۵۰	مهديه گیبسی مبار	یزد
۵۱	صغیره بیگم	یزد
۵۲	مریم قاسمی	خراسان
۵۳	عزیزخدا عطی	خراسان جنوبی
۵۴	فاطمه بیبی زاده باوی	مازندران



معلمان محترم، جناب آقایان دانش آموزان عزیز و اولیای آنان می توانید نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب های درسی از طریق سامانه نظرسنجی از محتوای کتاب درسی اینه مشاهده کنید. [nasar.roshd.ir](http://nasar.roshd.ir) یا نامه به مشاور تهران - محمودی پست ۴۸۷۴ - ۱۵۸۷۵ ارسال کنید.

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی