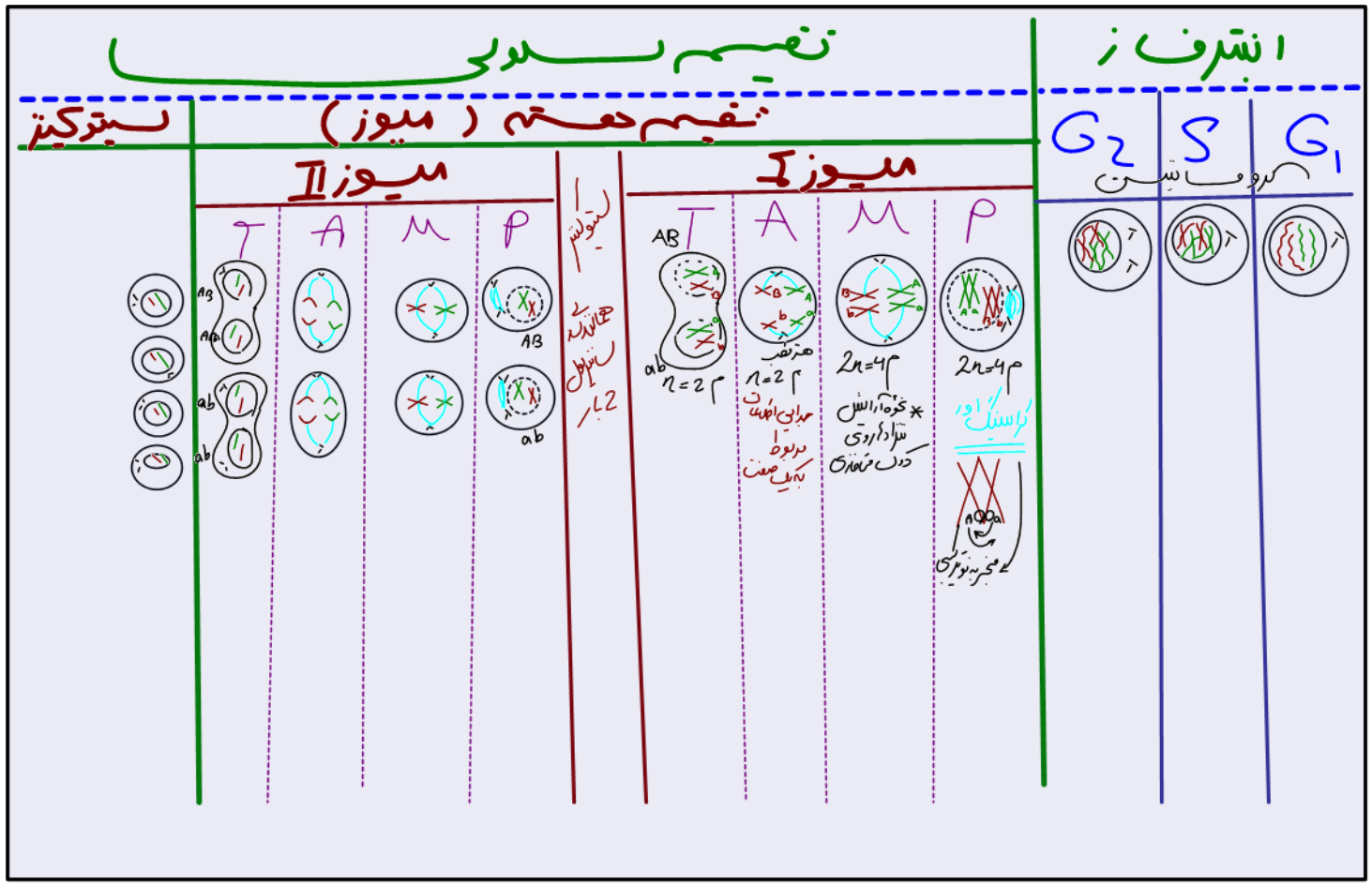

تقسیم سلولی
انشراف
تقسیم هسته (میوز)
سیتوکینز
میوز II
میوز I
G2
S
G1
پروفاز
T
A
M
P
AB
ab
2n=4
n=2
کراسینگ اور

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

زیست‌شناسی (۲)

رشتهٔ علوم تجربی

پایهٔ یازدهم

دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: زیست‌شناسی (۲)ـ پایهٔ یازدهم دورهٔ دوم متوسطه ـ ۱۱۱۲۱۶
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: علی آل‌محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، علیرضا ساری، الهه علوی، اعظم غلامی و بهمن فخریان (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
علی آل‌محمد، محمد ابراهیمی، مریم انصاری، الهه علوی و بهمن فخریان (اعضای گروه تألیف)ـ بهمن فخریان (ویراستار علمی) ـ محمد کاظم بهنیا (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: احمدرضا امینی (مدیر امور فنی و چاپ) ـ مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) ـ احسان رضوانی (طراح گرافیک، طراح جلد و صفحه‌آرا) ـ عزیز عذار (عکاس تشریح اندام‌ها) ـ فاطمه باقری‌مهر، فاطمه گیتی‌جبین، زهرا رشیدی‌مقدم، فاطمه پزشکی، فاطمه رئیسیان فیروزآباد (امور آماده‌سازی)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وبگاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران تهران: کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
تلفن: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ پنجم ۱۴۰۰

شابک ۶ـ۲۷۸۵ـ۰۵ـ۹۶۴ـ۹۷۸
ISBN: 978_964_05_2785_6

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 اجزای آن به‌صورت 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، آرمان تمام ایرانیان است. از این‌رو در این کتاب از واژگان مصوّب فرهنگستان زبان و ادب فارسی به‌جای واژگان بیگانه استفاده شده است.

دبیران ارجمند و دانش‌آموزان عزیز می‌توانند برای پی بردن به ریشهٔ این واژگان به توضیحاتی که در وبگاه گروه زیست‌شناسی دفتر تألیف کتاب‌های درسی آمده است، مراجعه کنند.

فهرست

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

مقدمه

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

برنامه درسی زیست‌شناسی براساس برنامه درسی حوزه تربیت و یادگیری علوم تجربی و در چارچوب برنامهٔ درسی ملّی تدوین شده است. اهداف این برنامه مطابق با برنامهٔ درسی ملّی در سه عرصهٔ 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 شایستگی های مدنظر حوزه علوم تجربی که درس زیست‌شناسی تلاش می کند در دانش‌آموز تحقق یابد در زیر فهرست شده اند. انتظار می رود دانش‌آموز بتواند :

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

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

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

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

کتاب زیست‌شناسی ۲ در ادامه کتاب زیست‌شناسی ۱ به معرفی سازوکارهای مهم در انسان و سایر جانداران برای تنظیم فعالیت‌های زیستی و نیز حفظ و پایداری نسل می پردازد. دانش آموزان با مطالعه این کتاب با فرایندها و ساختارهایی آشنا می‌شوند که با وجود تنوع در دنیای زنده از اصول ثابتی پیروی می کنند. 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 یاخته ای ،تولیدمثل در انسان ، جانوران و گیاهان نهاندانه و پاسخ گیاهان به محرک‌هاست که در قالب متن ، تصویر و فعالیت‌های 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 زیست‌شناسی ، به روز شده است.

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

آموزش این کتاب مستلزم به کار گیری ظرفیت دانش آموزان در کلاس درس و مشارکت هر چه بیشتر آنها در امر یادگیری است. معلم در این جایگاه نقش تسهیل‌گر آموزش و نه انتقال دهنده دانش را ایفا 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 دورهٔ اول متوسطه در این کتاب کامل تر شده و به صورت تخصصی‌تر به آن پرداخته شده است، البته سعی شده از تکرار مطالب دورهٔ اوّل خودداری شود.
- در بعضی از قسمت های کتاب تصاویری از دورهٔ اول متوسطه آمده است. هدف از این کار یادآوری آموخته‌های قبلی است .
- دربیشتر 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 زیست‌شناسی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

- **مطالب «بیشتر بدانید» و «واژه شناسی» در این کتاب، صرفاً جنبه آگاهی بخشی دارد و نباید در ارزشیابی، آزمون ها و کنکور مورد پرسش قرار گیرد.**
- **طرح پرسش‌ها و مسئله‌های عددی و محاسباتی از مطالب این کتاب در ارزشیابی آزمون‌ها و کنکور ممنوع است.**

فصل ۱

تنظیم عصبی

متخصصان برای بررسی فعالیت‌های مغز از نوار مغزی استفاده می‌کنند. نوار مغزی، جریان الکتریکی ثبت شدهٔ 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.

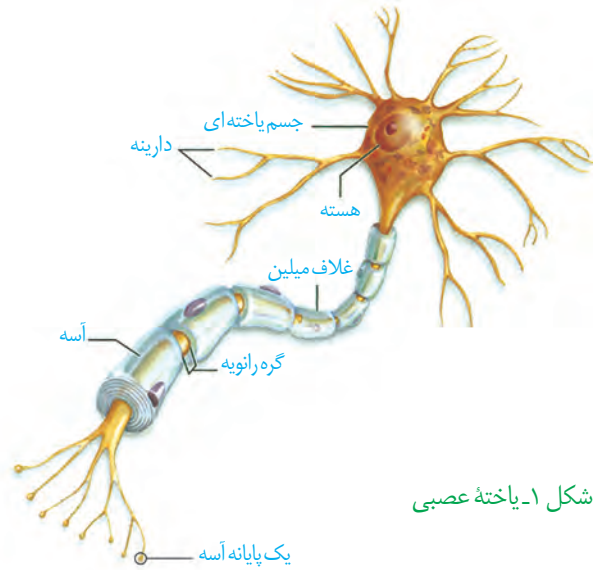
گفتار ۱ یاخته‌های بافت عصبی

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

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

دارینه (دندریت) رشته‌ای‌است که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاختهٔ عصبی وارد می‌کند. **آسه (آکسون)** رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاختهٔ عصبی تا انتهای خود که **پایانهٔ آسه** نام دارد، هدایت می‌کند. پیام عصبی از محل پایانهٔ آسه یک یاختهٔ عصبی به یاختهٔ دیگر منتقل می‌شود. جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت‌وساز یاخته‌های عصبی است و می‌تواند پیام نیز دریافت کند.

یاختهٔ عصبی که در شکل ۱ می‌بینید، پوششی به نام **غلاف میلین** دارد. غلاف میلین، رشته‌های آسه و دارینهٔ بسیاری از یاخته‌های عصبی را می‌پوشاند و آنها را عایق‌بندی می‌کند. غلاف میلین پیوسته نیست و در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را **گره رانویه** می‌نامند که با نقش آنها در ادامهٔ درس، آشنا خواهید شد.

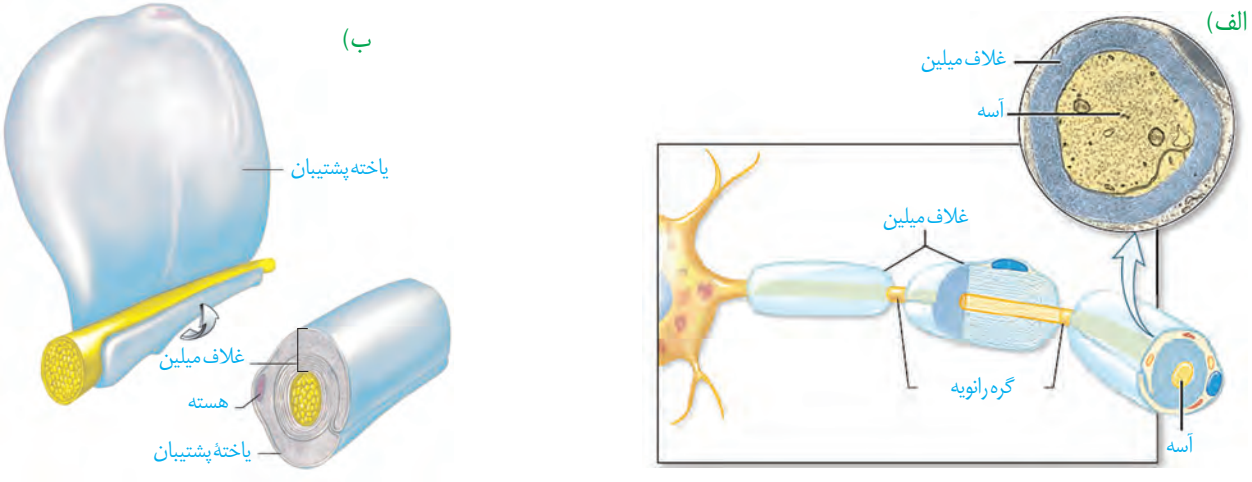


شکل ۱ـ یاختهٔ عصبی

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

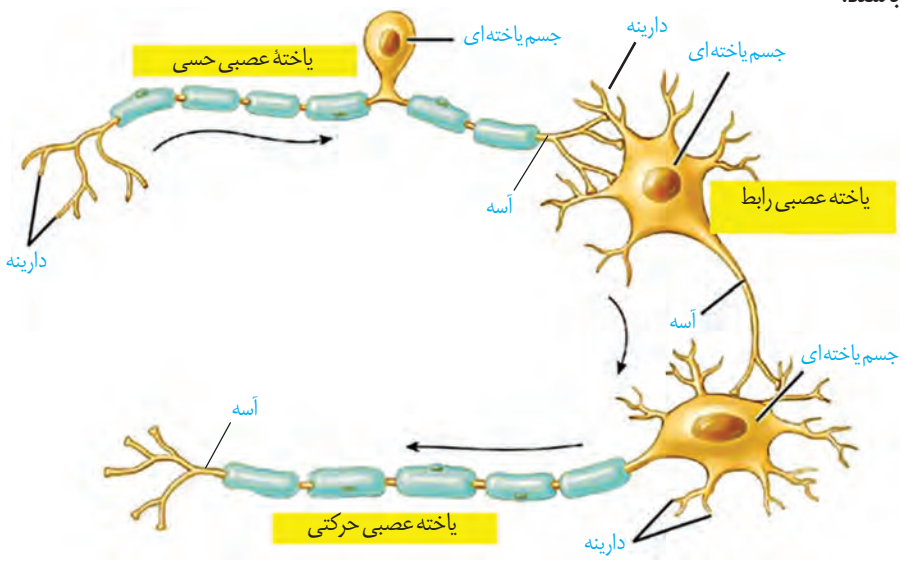
تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند. این یاخته‌ها داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند؛ آنها در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آنها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نیز نقش دارند.

شکل ۲ـ الف) غلاف میلین
ب) چگونگی 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 (مانند ماهیچه‌ها) می برند. نوع سوم یاخته‌های عصبی شکل ۳، **یاخته‌های عصبی رابط**اند که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی را فراهم می‌کنند. هر سه نوع یاخته عصبی می‌توانند میلین‌دار یا بدون میلین باشند.



شکل ۳ـ انواع یاخته‌های عصبی

واژه‌شناسی

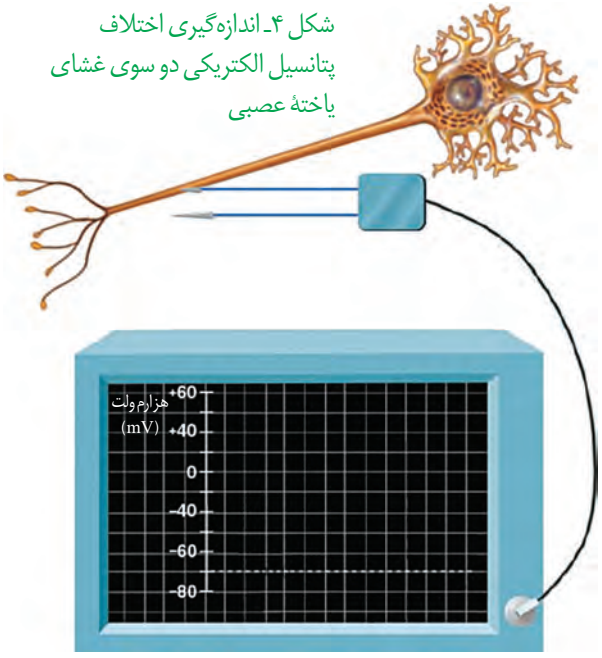
آسه (axon/ آکسون) هر دو کلمه به معنی محور است. آسه از کلمه آس گرفته شده است که به محور سنگ آسیا گفته می‌شود.

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

فعّالیت ۱ ساختار و کار سه نوع یاختهٔ عصبی را که در شکل ۳ می‌بینید، مقایسه کنید.

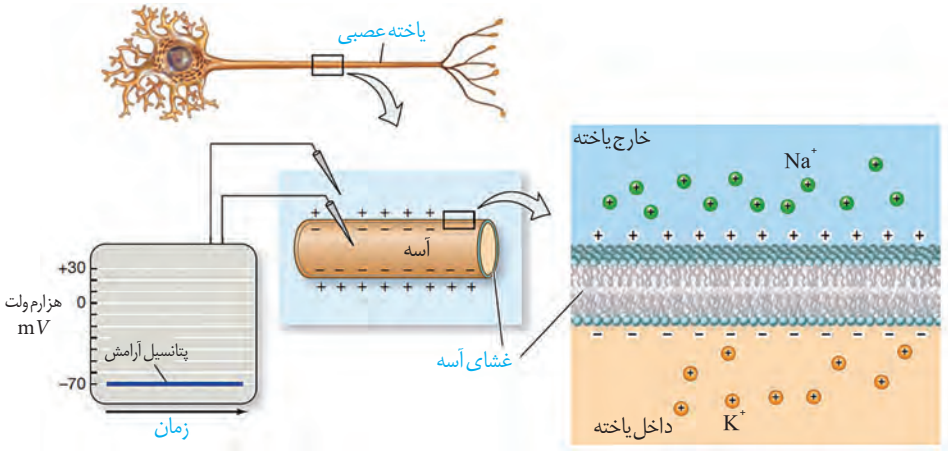
پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟

پیام عصبی در اثر تغییر مقدار یون‌ها در دو سوی غشای یاختهٔ عصبی به وجود می‌آید. از آنجا که مقدار یون‌ها در دو سوی غشا، یکسان نیستند، بار الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ 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 ۴ـ اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی غشای یاختهٔ عصبی

پتانسیل آرامش: وقتی یاختهٔ عصبی فعالیت عصبی ندارد (حالت آرامش)، 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، دربارهٔ یاخته‌های عصبی باید بیشتر بدانیم.

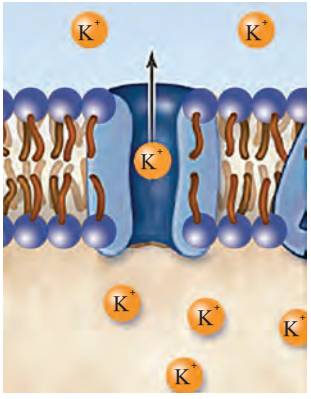


شکل ۵ـ پتانسیل آرامش. در شکل، یون‌های پتاسیم در بیرون و یون‌های سدیم در درون یاخته نشان داده نشده‌اند.

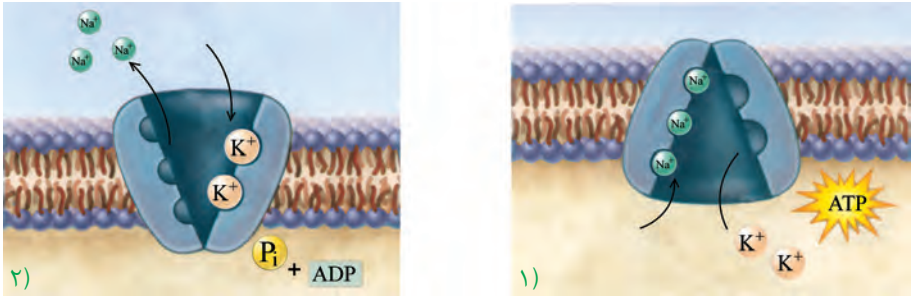
در حالت آرامش، مقدار یون‌های سدیم در بیرون یاخته عصبی زنده از داخل آن بیشتر است و در مقابل، مقدار یون‌های پتاسیم درون یاخته، از بیرون آن بیشتر است. در غشای یاخته‌های عصبی، مولکول‌های پروتئینی وجود دارند که به عبور یون‌های سدیم و پتاسیم از غشا کمک می‌کنند.

یکی از این پروتئین‌ها، **کانال‌های نشتی** هستند که یون‌ها می‌توانند به روش انتشار تسهیل شده از آنها عبور کنند(شکل۶ـالف). از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم، خارج و یون‌های سدیم به درون یاختهٔ عصبی وارد می‌شوند.تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیشتر از یون‌های سدیم ورودی است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیشتری دارد.

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



الف)



ب)

شکل۶ ـ الف)کانال نشتی که عبور یون‌های پتاسیم از آن نشان داده شده است.
ب) چگونگی کار پمپ سدیم ـ پتاسیم

فعّالیت ۲

در گروه خود دربارهٔ پرسش‌های زیر گفت وگو و نتیجه را به کلاس گزارش کنید.

۱ـ کار پمپ سدیم ـ پتاسیم و کانال‌های نشتی را با هم مقایسه کنید.

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

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

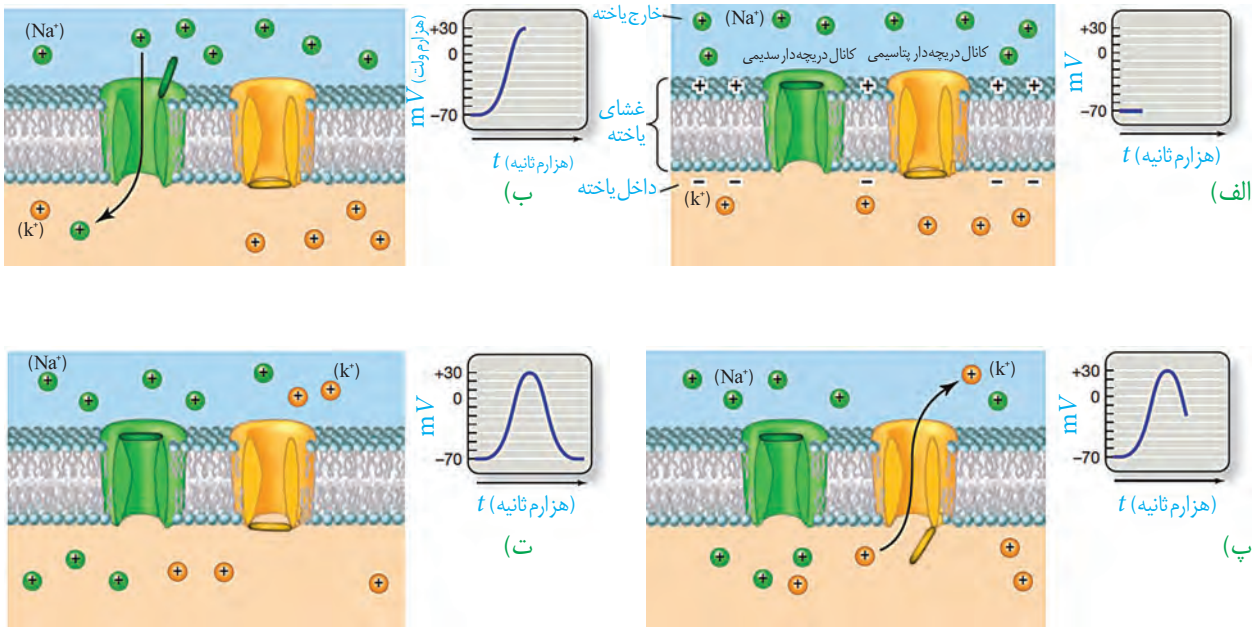
در غشای یاخته‌های عصبی، پروتئین‌هایی به نام **کانال‌های دریچه‌دار** وجود دارند که با تحریک یاختهٔ عصبی باز می‌شوند و یون‌ها از آنها عبور می‌کنند. وقتی غشای یاخته تحریک می‌شود، ابتدا **کانال‌های دریچه‌دار سدیمی** باز می‌شوند و یون‌های سدیم فراوانی وارد یاخته و بار الکتریکی درون آن، مثبت‌تر می‌شود. پس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

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

بیشتر بدانید

در دههٔ ۱۹۵۰ دو دانشمند به نام‌های هاجکین[۱] و هاکسلی[۲] برای بررسی تغییرات الکتریکی غشای یاختهٔ عصبی از آسهٔ قطور نرم‌تن مرکب استفاده کردند. آنان پتانسیل الکتریکی غشای آسه را اندازه‌گیری و ترکیب شیمیایی درون آسه و اثر یون‌های سدیم و پتاسیم بر فعالیت‌های الکتریکی آن را نیز بررسی کردند. حاصل کار آنها یافته‌های جدیدی دربارهٔ عملکرد غشای تحریک‌پذیر یاختهٔ عصبی به دنیای علم عرضه و جایزه نوبل رشته فیزیولوژی ـ پزشکی سال ۱۹۶۳ را نصیب این دانشمندان کرد.

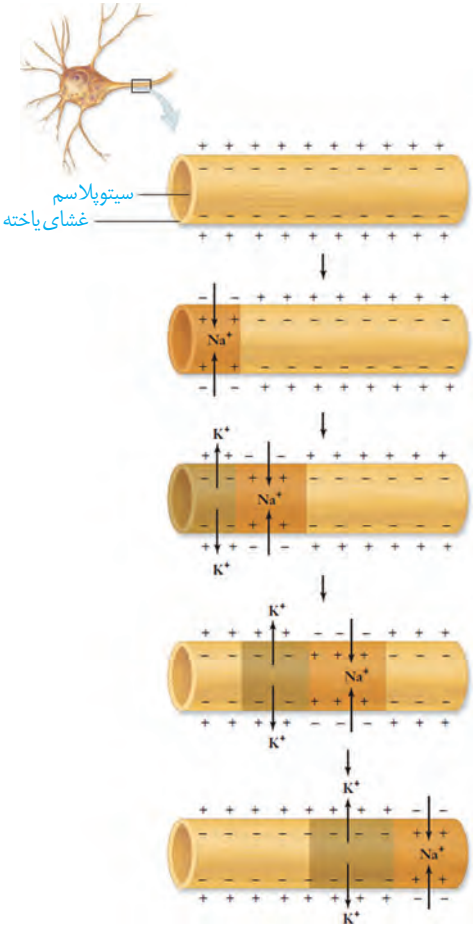
۱- Alan Lloyd Hodgkin
۲- Andrew Fielding Huxley



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

فعّالیت ۳ وضعیت کانال‌های غشای یاختهٔ عصبی را در ۴ مرحلهٔ شکل ۷ مقایسه کنید.

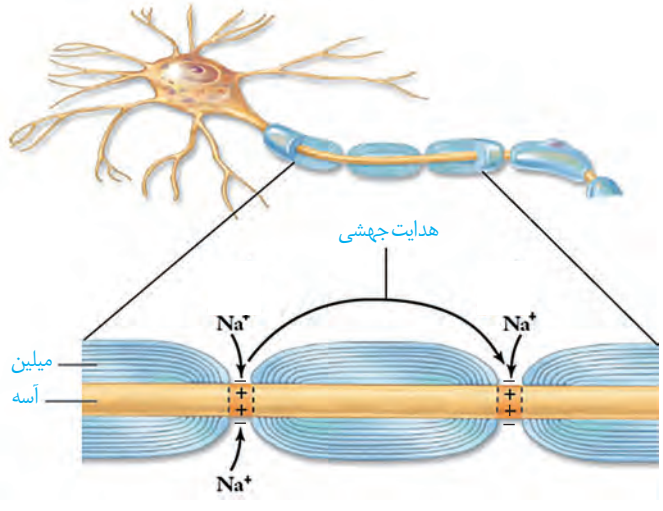
وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاختهٔ عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشتهٔ عصبی برسد. این جریان را **پیام عصبی** می‌نامند (شکل ۸). رشته عصبی آسه یا دارینهٔ بلند است.



شکل ۸ـ هدایت پیام عصبی

گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

هدایت پیام عصبی در رشته‌های عصبی میلین‌دار از رشته‌های بدون میلین هم‌قطر سریع‌تر است؛ درحالی 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 رشتهٔ عصبی با محیط بیرون از یاخته ارتباط دارد. بنابراین، در این گره‌ها پتانسیل عمل ایجاد می‌شود و پیام عصبی درون رشتهٔ عصبی از یک گره به گره دیگر هدایت می‌شود. در این حالت به نظر می‌رسد پیام عصبی از یک گره به گره دیگر می‌جهد. به همین علت، این هدایت را **هدایت جهشی** می‌نامند (شکل۹). در ماهیچه‌های اسکلتی سرعت ارسال پیام اهمیت زیادی دارد. بنابراین، نورون‌های حرکتی آنها میلین‌دار است. کاهش یا افزایش میزان میلین به بیماری منجر می‌شود؛ مثلاً در بیماری **ام. اس (مالتیپل اسکلروزیس[۱])** یاخته‌های پشتیبانی که در سیستم عصبی مرکزی میلین می‌سازند، از بین می‌روند. در نتیجه ارسال پیام‌های عصبی به درستی انجام نمی‌شود. بینایی و حرکت، مختل و فرد دچار بی‌حسی و لرزش می‌شود.



شکل ۹ـ هدایت جهشی در نورون میلین دار

بیشتر بدانید

سرعت هدایت پیام در رشته‌های عصبی از ۰/۲ m/s در رشته‌های نازک بدون میلین تا ۱۲۰ m/s در رشته‌های میلین‌دار قطور متفاوت است.

۱- Multiple Sclerosis

فعّالیت ۴

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

یاخته‌های عصبی، پیام عصبی را منتقل می‌کنند

دانستید پیام عصبی در طول آسه هدایت می‌شود تا به پایانهٔ آن برسد. همان طور که در شکل ۱۰ می بینید، یاخته‌های عصبی به یکدیگر نچسبیده‌اند؛ پس چگونه پیام عصبی از یک یاختهٔ عصبی به یاختهٔ دیگر منتقل می‌شود؟

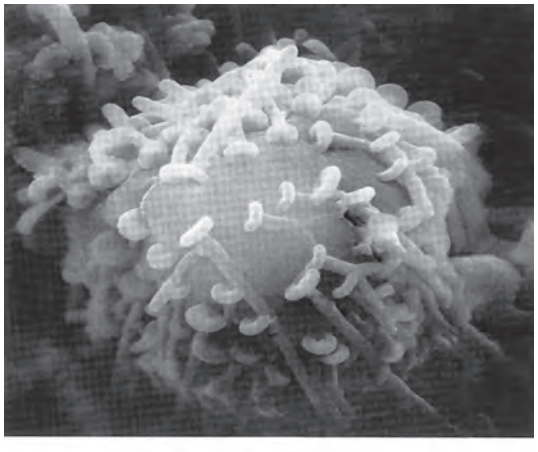
یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به‌نام **همایه (سیناپس)** برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل همایه، فضایی به نام **فضای همایه‌ای** وجود دارد. برای انتقال پیام از یاختهٔ عصبی انتقال دهنده یا یاختهٔ عصبی **پیش همایه‌ای**، ماده‌ای به نام **ناقل عصبی** در فضای همایه آزاد می‌شود. این ماده بر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

بیشتر بدانید

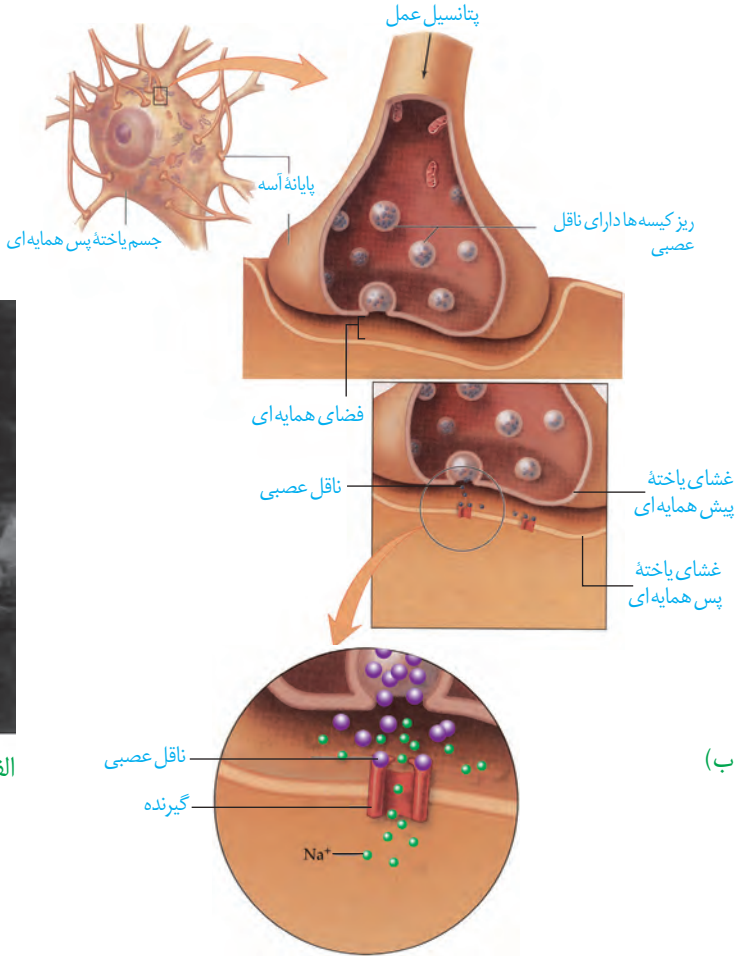
برخی مواد می‌توانند از باز شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی و درنتیجه هدایت پیام عصبی، جلوگیری کنند. این مواد، بی‌حس‌کننده‌های موضعی نام دارند.

واژه‌شناسی

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



الف)



ب)

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

ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاختهٔ پس همایه‌ای، به پروتئینی به نام **گیرنده** متصل می‌شود. این پروتئین همچنین کانالی است که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود. به این ترتیب، ناقل عصبی با تغییر نفوذ پذیری غشای یاختهٔ پس همایه‌ای به یون‌ها، پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد. براساس اینکه ناقل عصبی تحریک‌کننده یا بازدارنده باشد، یاختهٔ پس همایه‌ای تحریک، یا فعالیت آن مهار می‌شود.

پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی مانده، باید از فضای همایه‌ای تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حدّ پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار با جذب دوبارهٔ ناقل به یاختهٔ پیش همایه‌ای انجام می‌شود، همچنین آنزیم‌هایی ناقل عصبی را تجزیه می‌کنند. تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی از دلایل بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی است.

بیشتر بدانید

در بخش‌های مختلف دستگاه عصبی، مواد گوناگونی به‌عنوان ناقل عصبی فعالیت می‌کنند. دوپامین، سروتونین، هیستامین، آمینواسیدهایی مانند گاما آمینو بوتریک اسید، گلوتامات، گلایسین و گاز نیتریک اکساید از این موادند. معمولاً گاما آمینو بوتریک اسید و گلایسین، مهارکننده و گلوتامات تحریک‌کننده‌اند.

بیشتر بدانید

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

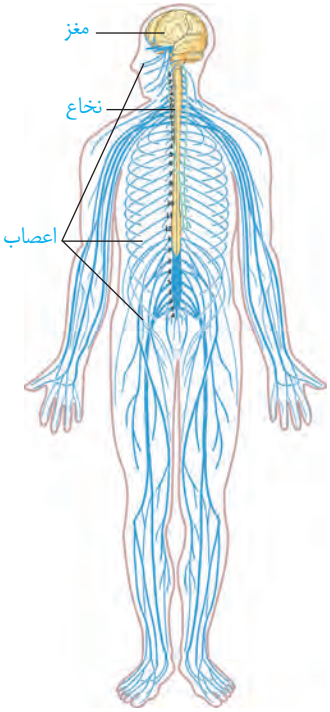
آلزایمر: بیماری آلزایمر یک نوع اختلال پیش رونده، تحلیل برنده و کشندهٔ مغز است که به زوال عقل و ناتوانی فرد در انجام فعالیت‌های روزانه منجر می‌شود. در این بیماری، یاخته‌های عصبی مغز بر اثر تجمّع نوعی پروتئین تخریب می‌شوند و میزان ناقل عصبی استیل کولین کاهش می‌یابد. فراموشی، ناتوانی در تکلم، اختلال در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

ثبت نوار مغزی (الکتروآنسفالوگرافی[1]): فعالیت الکتریکی مغز را می‌توان با دستگاه الکتروآنسفالوگراف ثبت و بررسی کرد. الکترودهای دستگاه را به پوست سر متصل می‌کنند. جریان الکتریکی مغز به شکل منحنی‌های نوار مغز (الکتروآنسفالوگرام) روی نوار کاغذی، یا صفحه نمایش دستگاه ثبت می‌شود. متخصصان از این منحنی‌ها برای بررسی فعالیت‌های مغز و تشخیص بیماری‌های آن استفاده می‌کنند.

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؟

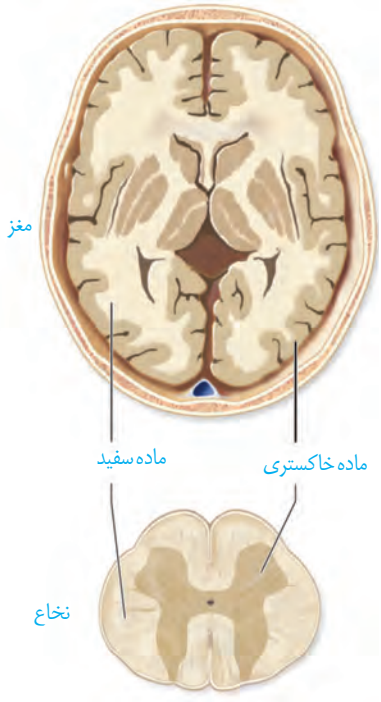


شکل ۱۱ ـ دستگاه عصبی مرکزی (رنگ زرد) و محیطی (رنگ آبی)

دستگاه عصبی مرکزی

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

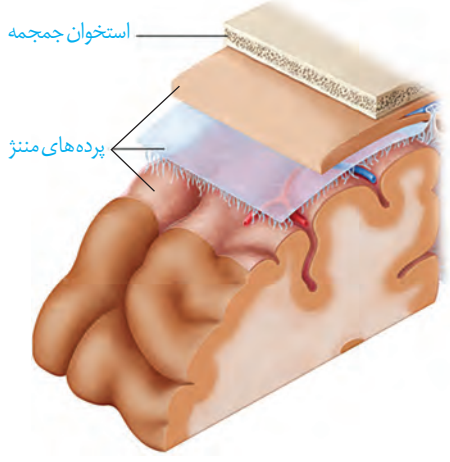
مادهٔ خاکستری شامل جسم یاخته‌های عصبی و رشته‌های عصبی بدون میلین و مادهٔ سفید، اجتماع رشته‌های میلین‌دار است.



شکل ۱۲ ـ برش عرضی مغز و نخاع

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

شکل ۱۳ ـ پرده‌های مننژ



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

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

مغز

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

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

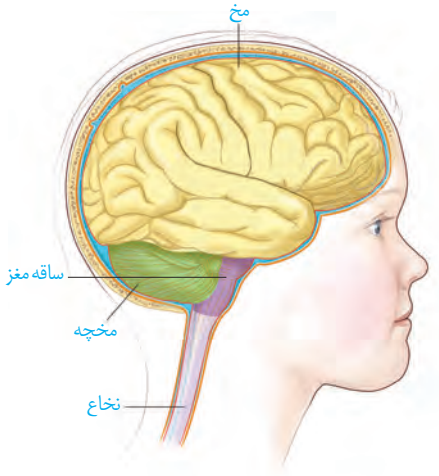
بخش خارجی نیمکره‌های مخ، یعنی قشر مخ از مادهٔ خاکستری است و سطح وسیعی را با ضخامت چند میلی‌متر تشکیل می‌دهد. قشر مخ، چین خورده است و شیارهای متعددی دارد. شکل ۱۵ را ببینید، شیارهای عمیق هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب **پس سری**، **گیجگاهی**، **آهیانه** و **پیشانی** تقسیم می‌کنند. قشر مخ شامل بخش‌های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

ساقهٔ مغز: ساقهٔ مغز از **مغز میانی**، **پل مغزی** و **بصل‌النخاع** تشکیل شده است (شکل ۱۶).

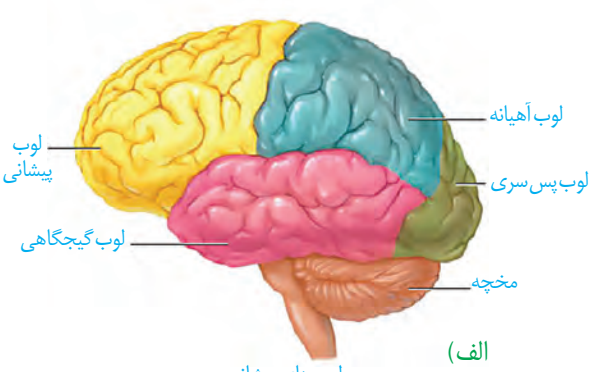
مغز میانی: در بالای پل مغزی قرار دارد و یاخته‌های عصبی آن، در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند. **برجستگی‌های چهارگانه** بخشی از مغز میانی‌اند که در فعالیت تشریح مغز می‌توانید آنها را ببینید.

بیشتر بدانید

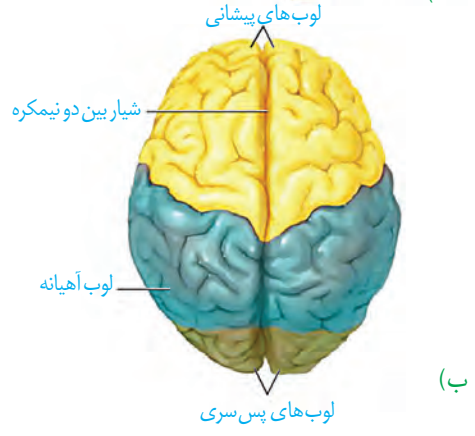
منتژیت: التهاب پرده‌های منتژ، منتژیت نام دارد و از علامت‌های آن سردرد، تب و خشکی گردن است. منتژیت در اثر عفونت‌های ویروسی یا باکتریایی ایجاد می‌شود.



شکل ۱۴ ـ سه بخش اصلی مغز

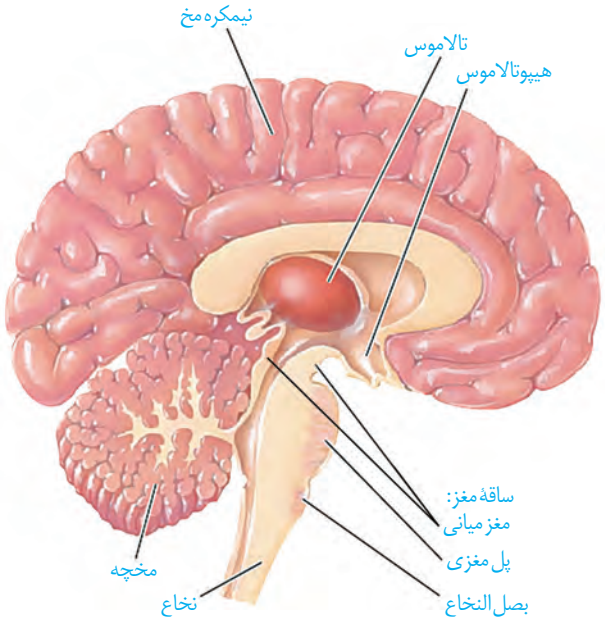


الف)



ب)

شکل ۱۵ ـ لوب‌های مخ
الف) از نیمرخ ب) از بالا



شکل ۱۶ ـ نیمهٔ چپ مغز

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

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

فعّالیت ۵

با استفاده از آنچه آموختید در گروه خود دربارهٔ پرسش‌های زیر گفت‌وگو و پاسخ را به کلاس گزارش کنید.

۱ـ هنگام ورزش چگونه تعادل خود را حفظ می‌کنید؟

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

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

ساختارهای دیگر مغز

تالاموس‌ها محل پردازش اوّلیه و تقویت اطلاعات حسی‌اند. اغلب پیام‌های حسی در تالاموس گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، 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.

سامانهٔ کناره‌ای (لیمبیک) که با قشر مخ، تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارد. سامانه کناره‌ای در حافظه و احساساتی مانند ترس، خشم و لذّت نقش ایفا می‌کند (شکل ۱۶).

اسبک مغز (هیپوکامپ) یکی از اجزای سامانهٔ کناره‌ای است که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد. حافظهٔ افرادی که اسبک 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 بسپارند. نام‌های جدید، حداکثر 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 اسبک مغز در ایجاد حافظهٔ کوتاه مدت و تبدیل آن به حافظهٔ بلند مدت نقش دارد؛ مثلاً وقتی شمارهٔ تلفنی را می‌خوانیم، یا می‌شنویم، ممکن است پس از زمان کوتاهی آن را از یاد ببریم ، ولی وقتی آن را بارها به کار بریم، در حافظهٔ بلند مدت ذخیره می‌شود.

بیشتر بدانید

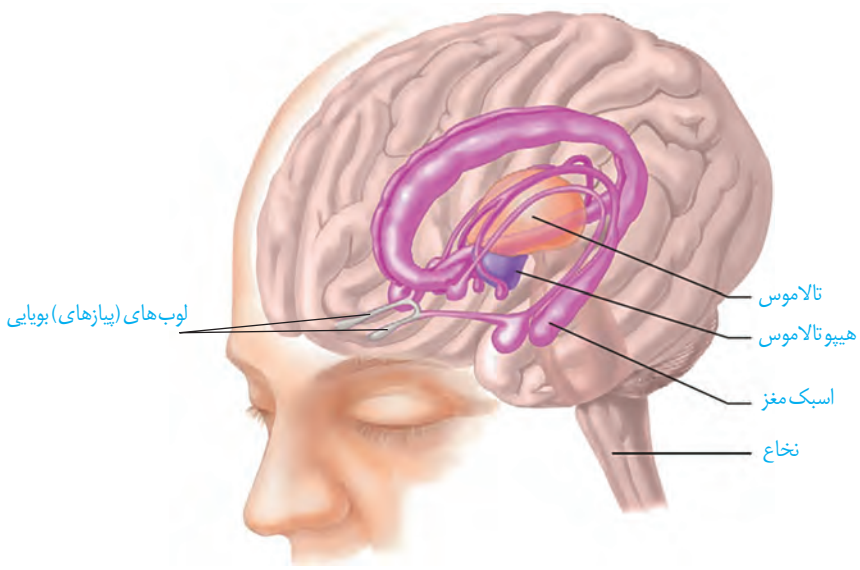
استخراج مایع مغزی ـ نخاعی: متخصصان می‌توانند با استفاده از سرنگ مقداری از مایع مغزی ـ نخاعی را از بین مهره‌های کمر خارج کنند و با بررسی آن بیماری‌های احتمالی دستگاه عصبی را تشخیص دهند یا از این راه، داروهای موردنیاز را به بدن وارد کنند.

واژه‌شناسی

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

بیشتر بدانید

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



شکل ۱۷ـ سامانه کناره‌ای (بخش‌های بنفش رنگ)

بیشتر بدانید

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

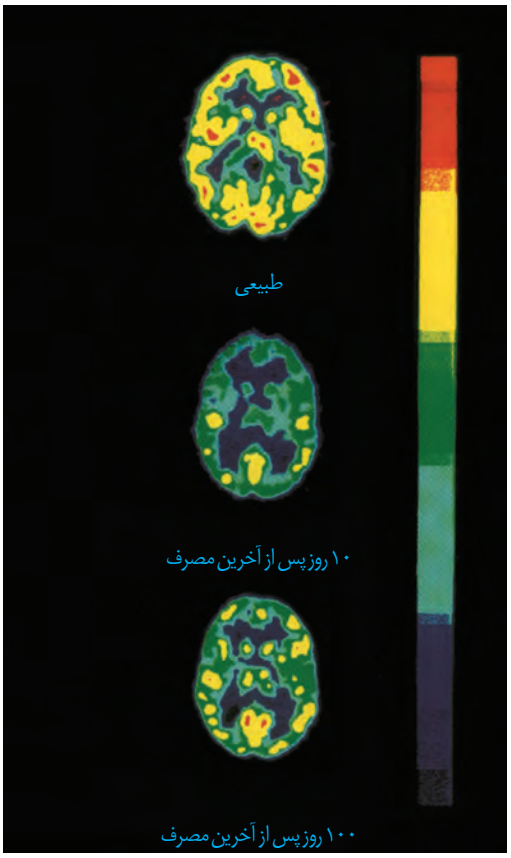
بیشتر بدانید

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 به طور غیرقابل برگشتی تخریب می‌شود. در نوار مغزی هیچ علامتی از فعالیت مغز دیده نمی‌شود. فرد به محرک‌ها هیچ پاسخی نمی‌دهد؛ حتّی بدون دستگاه تنفس مصنوعی نمی‌تواند نفس بکشد. البتّه در این حالت، اندام‌های دیگر بدن مانند قلب، کبد و کلیه‌ها برای مدتی فعال‌اند که در صورت اهدای آنها زندگی افراد دیگری نجات پیدا 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 رفتاری‌اند. مواد گوناگون مانند الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین و حتی کافئین قهوه اعتیادآورند.

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

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



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

اعتیاد به الکل: مقدار الکل (اتانول) در نوشیدنی‌های الکلی متفاوت است؛ حتی مصرف کمترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می‌شود. الکل از غشای یاخته‌های عصبی بخش‌های مختلف مغز عبور و فعالیت‌های آنها را مختل می‌کند. الکل علاوه بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل‌های عصبی تحریک کننده و بازدارنده تأثیر می‌گذارد؛ و عامل کاهش دهندهٔ فعالیت‌های بدنی، ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن و اختلال در گفتار است. الکل فعالیت مغز را کند می‌کند و در نتیجه زمان واکنش فرد به محرک‌های محیطی افزایش پیدا می‌کند. مشکلات کبدی، سکتهٔ قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلند مدت الکل است.

بیشتر بدانید

مصرف الکل، زمان واکنش به محرک را افزایش می‌دهد؛ بنابراین، رانندگی پس از مصرف الکل، جان خود و دیگران را به خطر می‌اندازد. وجود الکل را در خون، ادرار و هوای بازدمی می‌توان سنجید.

بیشتر بدانید

در گذشته تصور می‌کردند تولید یاخته‌های عصبی فقط در دوران جنینی انجام می‌شود. اما نتایج پژوهش‌های آلتمن در دههٔ هفتاد میلادی، این باور را تغییر داد. پژوهش روی پستانداران بالغ نشان داده است که در بخش‌هایی از اسبک مغز تولید یاخته‌های عصبی رخ می‌دهد. تولید یاخته‌های عصبی شامل تکثیر، مهاجرت و تمایز یاخته‌های بنیادی به یاخته‌های عصبی است. الکل بر تکثیر یاخته‌ای و بقای یاخته‌ها اثر نامطلوب دارد. در افراد معتاد به الکل حجم اسبک مغز کاهش پیدا می‌کند.

فعّالیت ۶

دربارهٔ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر اطلاعاتی را جمع‌آوری کرده و به کلاس ارائه کنید.

- استفاده از قلیان به اندازهٔ سیگار خطرناک نیست.
- فرد با یک بار مصرف مادهٔ اعتیادآور، معتاد نمی‌شود.
- مصرف تنباکو با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.
- مصرف مواد اعتیادآوری که از گیاهان به دست می‌آیند، خطر چندانی ندارد.

فعّالیت ۷

تشریح مغز

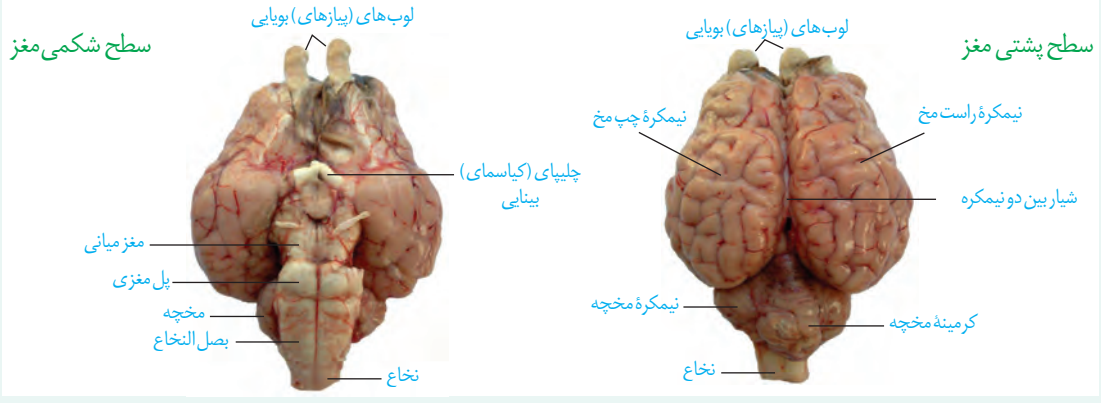
مواد و وسایل لازم: مغز سالم گوسفند (یا گوساله)، وسایل تشریح، دستکش

با کمک معلم مغز را برای تشریح آماده کنید.

۱ـ بررسی بخش‌های خارجی مغز

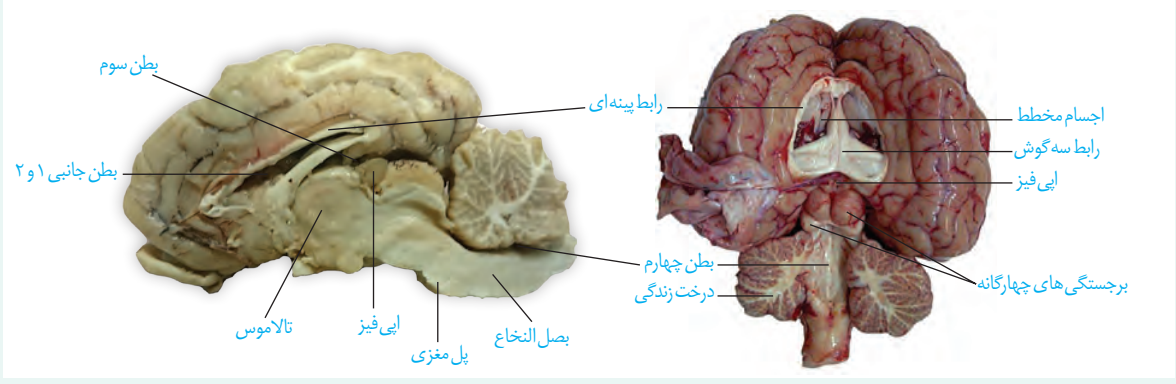
الف) مشاهدهٔ سطح پشتی: مغز را مانند شکل در ظرف تشریح قرار دهید. روی مغز بقایای پردهٔ مننژ وجود دارد. آنها را جدا کنید تا شیارهای مغز بهتر دیده شوند. کدام بخش‌های مغز را با مشاهدهٔ سطح پشتی آن می‌توانید ببینید؟

ب) مشاهدهٔ سطح شکمی مغز: مغز را برگردانید، باقیماندهٔ مننژ را به آرامی جدا کنید و بخش‌های مغز را در این سطح مشاهده کنید.



۲ـ مشاهدهٔ بخش‌های درونی مغز: مغز را طوری در ظرف تشریح قرار دهید که سطح پشتی آن را ببینید. با انگشتان شست، به آرامی دو نیمکره را از محل شیار بین آنها از یکدیگر فاصله دهید و بقایای پرده‌های مننژ را از بین دو نیمکره خارج کنید تا نوار سفید رنگ **رابط پینه‌ای** را ببینید.

در حالی که نیمکره‌های مخ از هم فاصله دارند، با نوک چاقوی جراحی، درجلوی رابط پینه‌ای، برش کم عمقی ایجاد کنید و به آرامی فاصلهٔ نیمکره‌ها را بیشتر کنید تا **رابط سه گوش** را در زیر رابط پینه‌ای مشاهده کنید. دو طرف این رابط‌ها، فضای **بطن‌های ۱و۲ مغز** و داخل آنها، **اجسام مخطط** قرار دارند. شبکه‌های مویرگی که مایع مغزی ـ نخاعی را ترشح می‌کند نیز درون این بطن‌ها دیده می‌شوند.



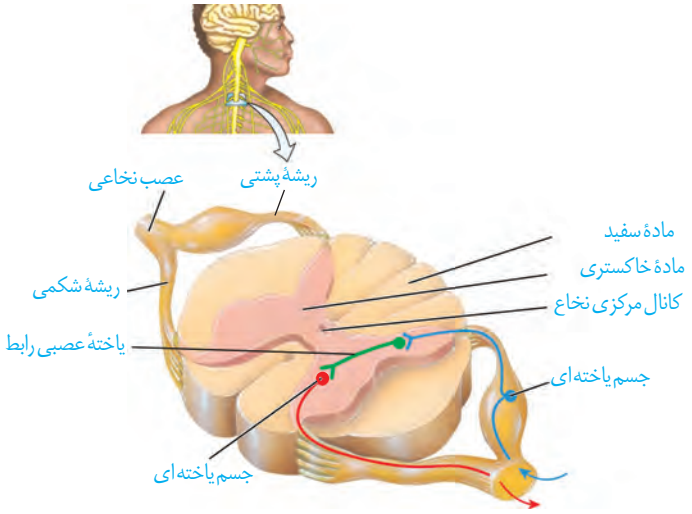
در مرحلهٔ بعد به کمک چاقوی جراحی در رابط سه گوش، برش طولی ایجاد کنید تا در زیر آن، تالاموس‌ها را ببینید. دو تالاموس با یک رابط به هم متصل‌اند و با کمترین فشار از هم جدا می‌شوند.

در عقب تالاموس‌ها، **بطن سوم** و در لبهٔ پایین این بطن، **اپی فیز** را ببینید. در عقب اپی فیز **برجستگی‌های چهارگانه** قرار دارند.

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

نخاع: نخاع درون ستون مهره‌ها از بصل‌النخاع تا دومین مهرهٔ کمر کشیده شده است. نخاع، مغز را به دستگاه عصبی محیطی متصل می‌کند و مسیر عبور پیام‌های حسی از اندام‌های بدن به مغز و ارسال پیام‌ها از مغز به اندام‌هاست. علاوه بر آن، نخاع مرکز برخی انعکاس‌های بدن است.

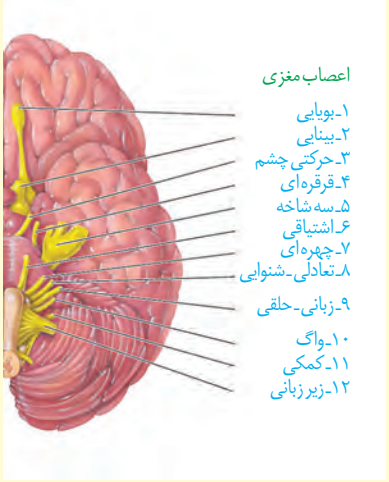
هر عصب نخاعی دو ریشه دارد (شکل ۱۹). **ریشهٔ پشتی** عصب نخاعی حسی و **ریشهٔ شکمی** آن حرکتی است. ریشهٔ پشتی، اطلاعات حسی را به نخاع وارد و ریشه شکمی پیام‌های حرکتی را از نخاع خارج می‌کند.

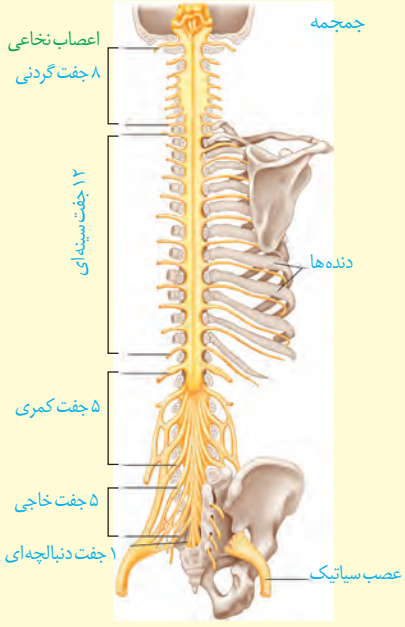


شکل ۱۹ـ عصب نخاعی

بیشتر بدانید

اعصاب مغزی و نخاعی را در شکل‌های زیر ببینید.

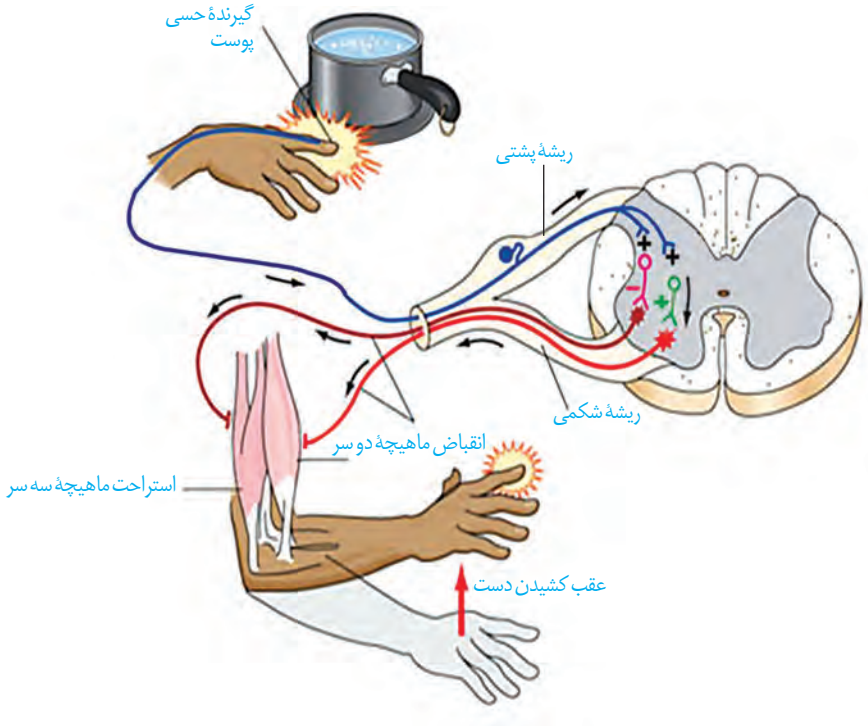




دستگاه عصبی محیطی

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

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



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

فعّالیت ۸

با استفاده از شکل ۲۰ به این پرسش‌ها پاسخ دهید:

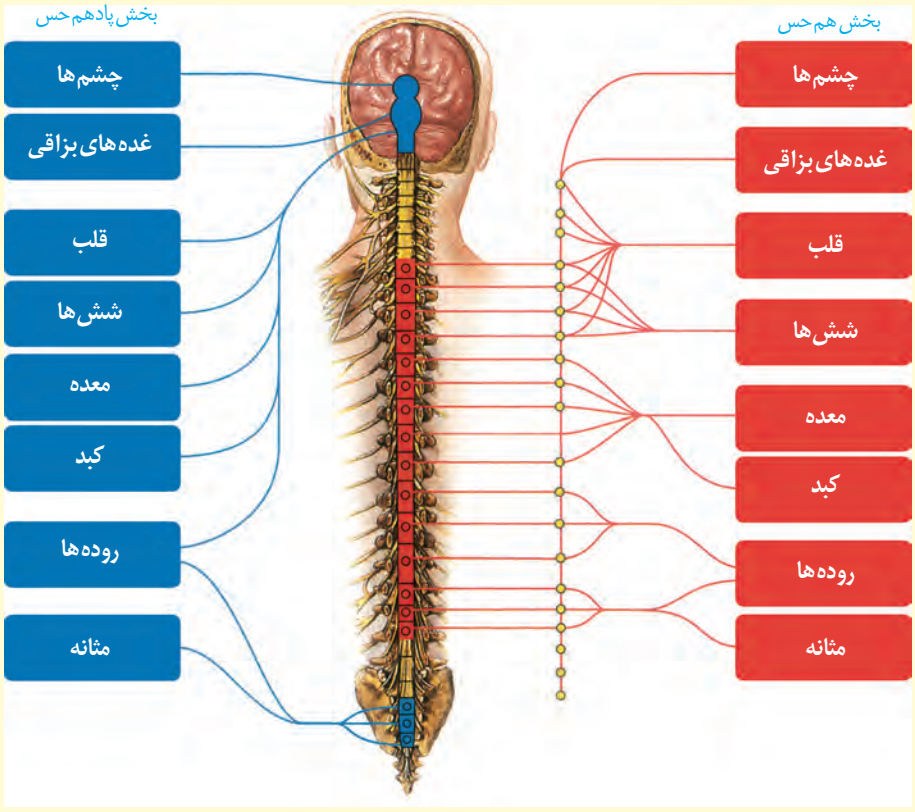
۱ـ پس از احساس درد، چه رویدادهایی رخ می‌دهد تا فرد دست خود را عقب بکشد؟

۲ـ در مسیر عقب کشیدن دست، کدام سیناپس‌ها تحریک کننده و کدام مهارکننده‌اند؟

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

بیشتر بدانید

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



فعّالیت ۹ از بخش‌های تشکیل دهندهٔ دستگاه عصبی، یک نقشهٔ مفهومی تهیه کنید.

دستگاه عصبی جانوران

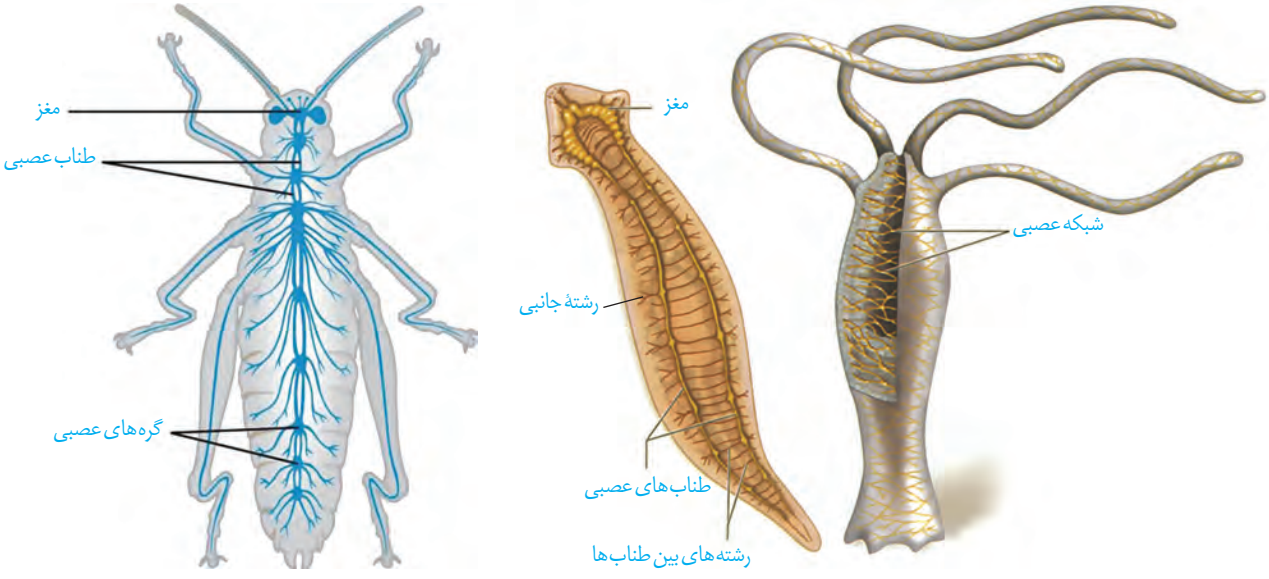
ساده‌ترین ساختار عصبی، **شبکهٔ عصبی** در هیدر است. شبکهٔ عصبی مجموعه‌ای از یاخته‌های عصبی پراکنده در دیواره بدن هیدر است که با هم ارتباط دارند. تحریک هر نقطه از بدن جانور در همهٔ سطح آن منتشر می‌شود. شبکهٔ عصبی یاخته‌های ماهیچه‌ای بدن را تحریک می‌کند.

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

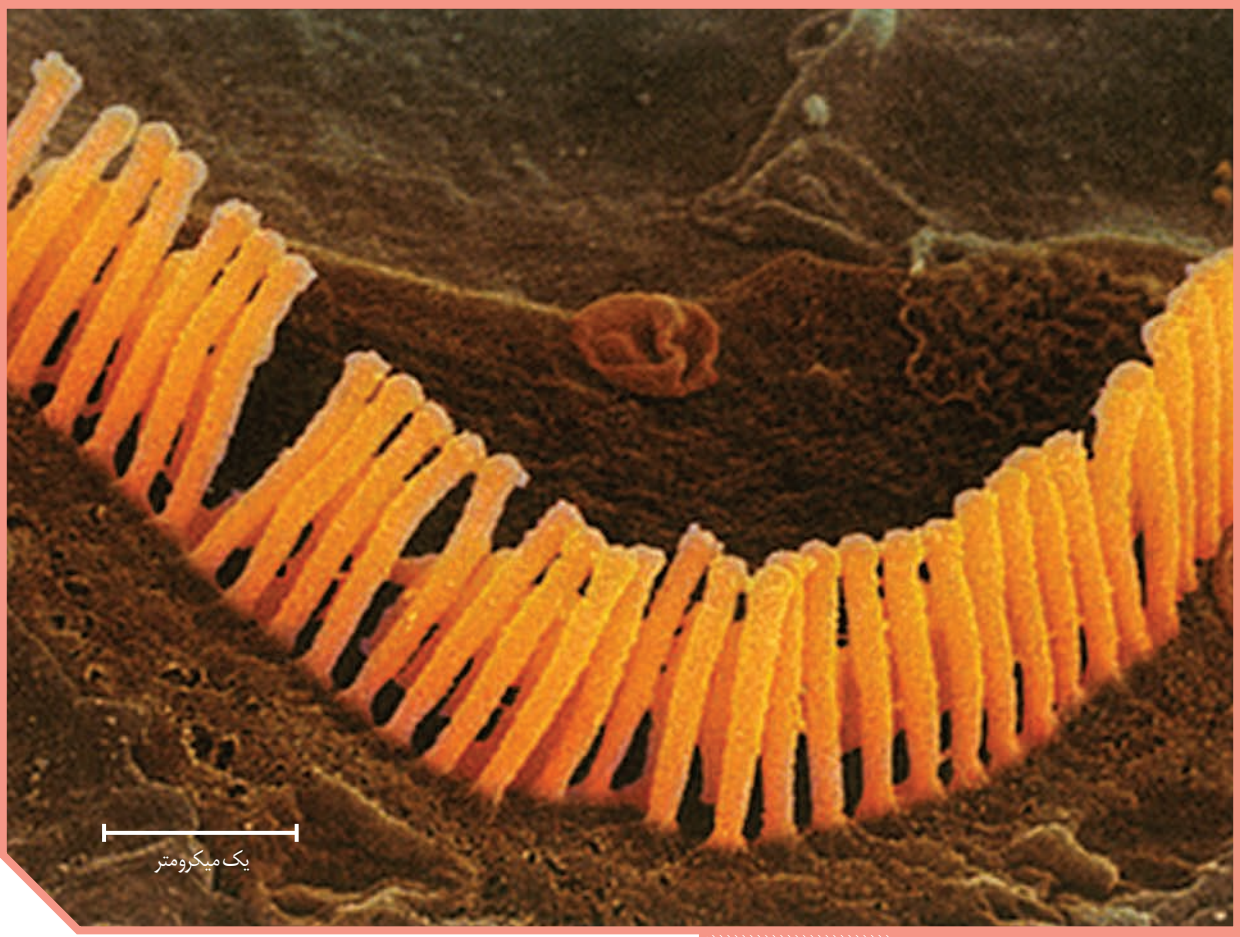
مغز حشرات از چند گره به هم جوش خورده تشکیل شده است. یک **طناب عصبی شکمی** که در طول بدن جانور کشیده شده است، در هر بند از بدن، یک **گره عصبی** دارد. هر گره فعالیت ماهیچه‌های آن بند را تنظیم می‌کند (شکل ۲۱).

در مهره داران **طناب عصبی پشتی** است و بخش جلویی آن 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 اندازهٔ نسبی مغز پستانداران و پرندگان نسبت به وزن بدن از بقیه بیشتر است.

شکل ۲۱ ـ ساختارهای عصبی چند جانور



الف) هیدر ب) پلاناریا پ) ملخ



تصویر مژک‌های یاخته گیرندهٔ شنوایی با میکروسکوپ الکترونی

فصل ۲

حواس

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

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

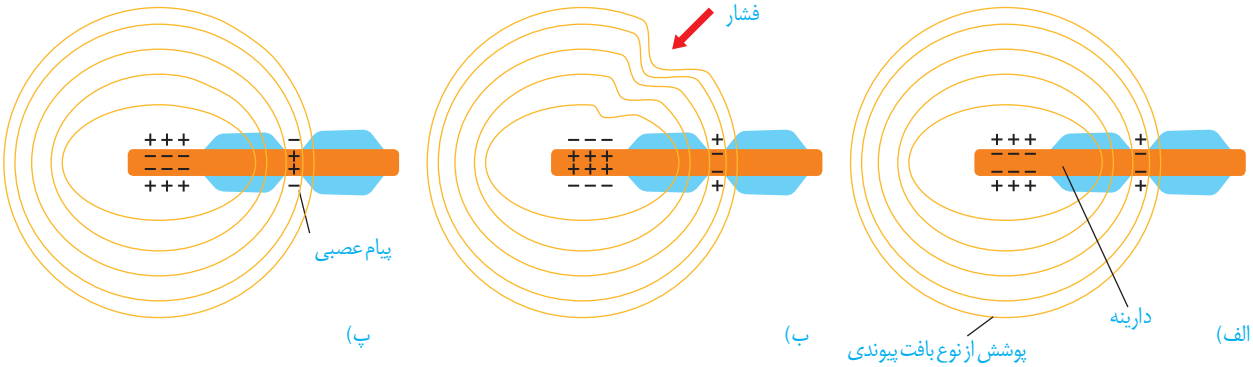
گفتار ۱ گیرنده‌های حسی

گیرندهٔ 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 گیرندهٔ ویژه‌ای را در بدن تحریک می‌کنند. گیرنده‌های حسی انسان گوناگون‌اند؛ ولی می‌توان آنها را براساس نوع محرک، در پنج دسته کلی طبقه‌بندی کرد: گیرنده‌های **مکانیکی**، **شیمیایی**، **دمایی**، **نوری** و **درد**. در ادامه درس با این گیرنده‌ها آشنا می‌شوید.

کار گیرنده‌های حسی

گیرنده چگونه اثر محرک را دریافت و به پیام عصبی تبدیل می‌کند؟ در فصل قبل با چگونگی ایجاد پیام عصبی در یاخته‌های عصبی آشنا شدید. عوامل گوناگونی مانند تغییر شکل در اثر فشار، مواد شیمیایی و تغییر دما، نفوذپذیری غشای گیرنده به یون‌ها و در نتیجه پتانسیل غشای آن را تغییر می‌دهند.

شکل ۱، یک گیرنده فشار پوست را نشان می‌دهد. این گیرنده انتهای دارینهٔ یک نورون حسی است که درون پوششی چند لایه و انعطاف‌پذیر از نوع بافت پیوندی قرار دارد. فشرده شدن این پوشش، رشتهٔ 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 ۱ـ ایجاد پیام عصبی به وسیلهٔ گیرندهٔ فشار.
الف) ساختار گیرنده،
ب) وارد آمدن تحریک (فشار)
پ) تبدیل اثر محرک به پیام عصبی (هدایت پیام عصبی)

گیرنده‌ها سازش پیدا می‌کنند

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

پدیدهٔ 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.

فعّالیت ۱

گیرنده‌های زیر را در پنج گروه گیرنده که با آنها آشنا شدید، طبقه‌بندی کنید.
گیرنده‌های چشایی روی زبان، گیرندهٔ میزان اکسیژن در آئورت، گیرنده‌های شبکیهٔ چشم، گیرندهٔ گرما، گیرندهٔ فشار پوست، گیرنده بویایی بینی، گیرندهٔ فشار خون دیوارهٔ رگ‌ها

حواس را به دو گروه تقسیم می‌کنند

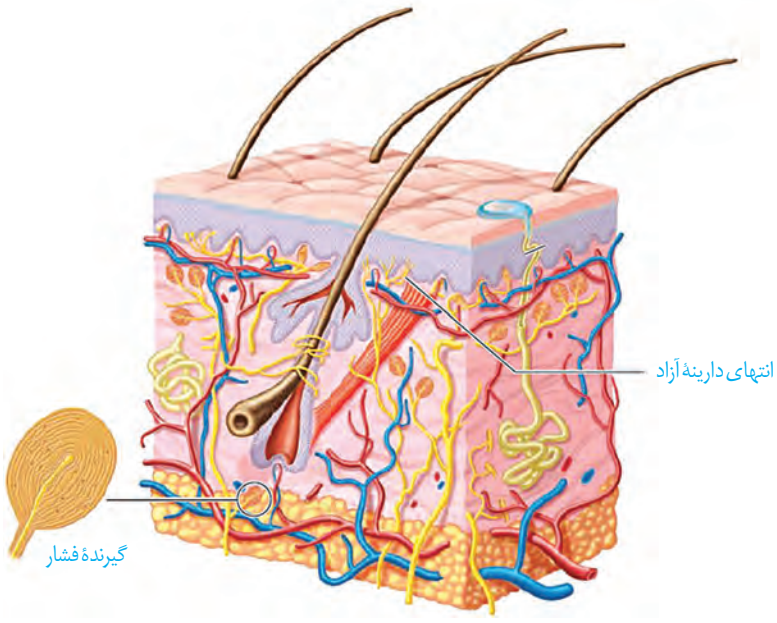
گروهی از گیرنده‌ها مانند گیرنده‌های دما در بخش‌های گوناگون بدن پراکنده‌اند و گروهی از گیرنده‌های بدن ما در اندام‌های ویژه‌ای قرار دارند؛ مانند گیرنده‌های بینایی در چشم. از این‌رو، حواس را به دو گروه **حواس پیکری** و **حواس ویژه** تقسیم کرده‌اند. در ادامهٔ درس با کار هر گروه از این حواس آشنا می‌شوید.

حواس پیکری

در بخش‌های گوناگون بدن مانند پوست، ماهیچه‌های اسکلتی و زردپی‌ها، گیرنده‌هایی به‌نام گیرنده‌های حس‌های پیکری وجود دارند. حس‌های پیکری شامل حسّ **تماس**، **دما**، **وضعیت** و **درد**ند. انتهای دارینهٔ آزاد، مانند گیرنده‌های درد، یا انتهای دارینه‌هایی درون پوششی از بافت پیوندی مانند گیرندهٔ فشار در پوست، نمونه‌هایی از گیرنده‌های حواس پیکری‌اند (شکل ۱).

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

گیرنده‌های دمایی در بخش‌هایی از درون بدن، مانند برخی سیاهرگ‌های بزرگ و پوست جای دارند. گیرنده‌های دمایی درون بدن به تغییرات



شکل ۲ـ گیرنده‌های پوست

بیشتر بدانید

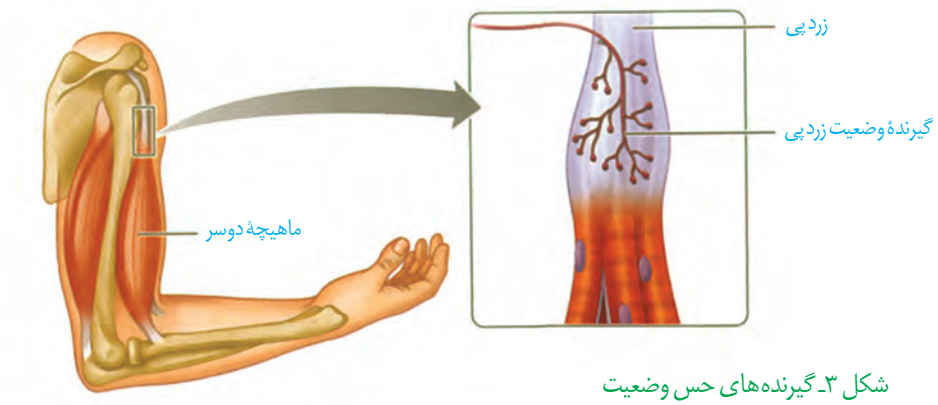
اندام خیالی: مغز ممکن است احساس‌ها را اشتباه درک کند. اندام خیالی حالتی است که فرد در اندام از دست رفتهٔ بدنش، درد احساس می‌کند. در گذشته پژوهشگران فکر می‌کردند این احساس از اعصاب آسیب‌دیده در اندام قطع شده، ایجاد می‌شود. اما امروز آنان بر این باورند که بخشی از قشر مخ که اطلاعات اندام از دست رفته را پردازش می‌کرد، اکنون از بخش‌های دیگر بدن اطلاعاتی دریافت و این پیام‌ها را به عنوان پیام اندام از دست رفته تلقی می‌کند.

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

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

بیشتر بدانید

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



شکل ۳ـ گیرنده‌های حس وضعیت در زردپی

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

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

بیشتر بدانید

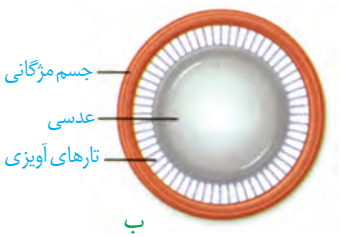
تحریک برخی گیرنده‌های تماسی، از انتقال پیام عصبی درد از آن بخش بدن جلوگیری می‌کند. به همین علّت مالش پوست در نزدیک محل دردناک، در تسکین درد تأثیر دارد.

گفتار ۲ حواس ویژه

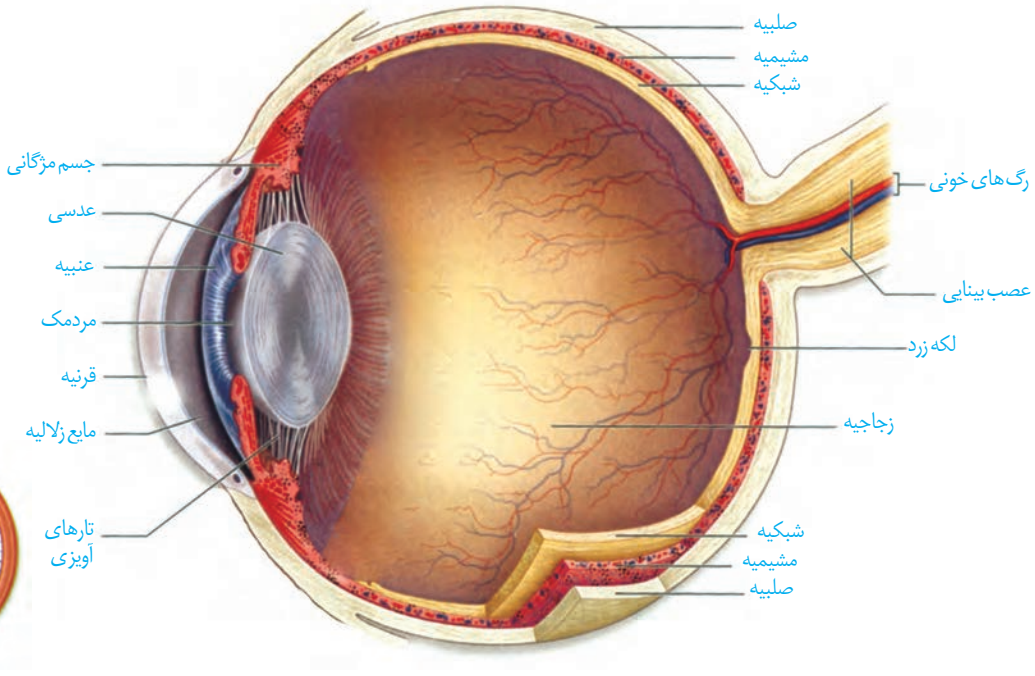
گیرنده‌های حواس ویژه شامل گیرنده‌های حس بینایی، شنوایی، تعادل، بویایی و چشایی‌اند که در اندام‌های حسّی قرار دارند. این گیرنده‌ها در کدام بخش هر یک از این اندام‌ها قرار دارند؟

بینایی

بیشتر اطلاعات محیط پیرامون را از راه دیدن و به کمک اندام حس بینایی، یعنی چشم دریافت می‌کنیم. کرهٔ چشم در حفرهٔ استخوانی کاسهٔ چشم قرار دارد. ماهیچه‌هایی که به کرهٔ چشم متصل‌اند، آن را حرکت می‌دهند. این ماهیچه‌ها را در فعالیت تشریح چشم می‌توانید ببینید. پلک‌ها، مژه‌ها، بافت چربی روی کرهٔ چشم و اشک از چشم حفاظت می‌کنند. در شکل ۴ ساختار کرهٔ چشم را می‌بینید.



ب



الف

شکل ۴ـ الف) بخش‌های تشکیل دهندهٔ کرهٔ چشم چپ از بالا ب) عدسی چشم از روبه‌رو

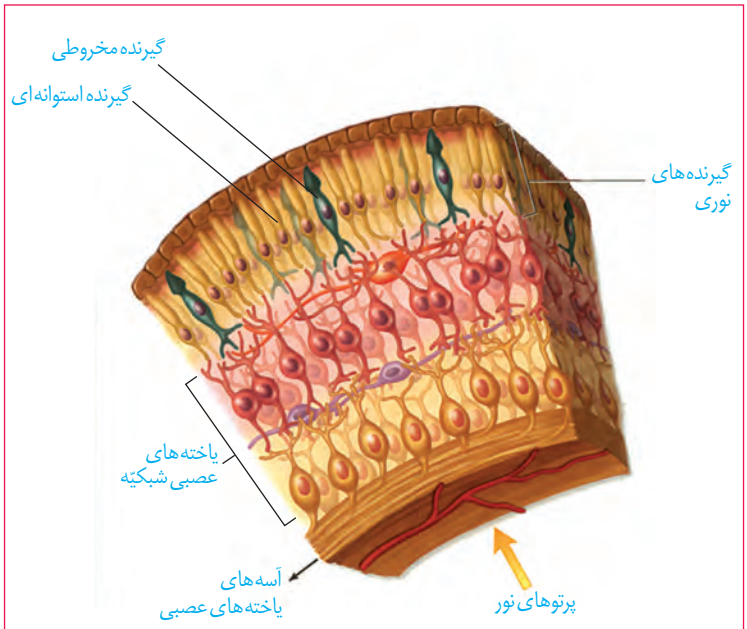
می‌دانید نوری را که از اجسام بازتاب پیدا می‌کند، گیرنده‌های نوری شبکیه دریافت می‌کنند. نور برای رسیدن به این یاخته‌ها از چه مسیری عبور می‌کند؟

ساختار کرهٔ چشم: خارجی‌ترین لایهٔ کرهٔ چشم از **صُلبیّه** و **قرنیه** تشکیل شده است. صلبیّه پرده‌ای سفید رنگ، محکم و قرنیه پردهٔ شفاف جلوی چشم است. لایهٔ میانی چشم شامل **مَشیمیّه**، **جسم مژگانی** و **عنبیّه** است. مشیمیّه لایه‌ای رنگدانه‌دار و پر از مویرگ‌های خونی است.

جسم مژگانی، حلقه‌ای بین مشیمیّه و عنبیّه و شامل ماهیچه‌های مژگانی است. عنبیّه بخش رنگین چشم در پشت قرنیه است که در وسط آن، سوراخ **مردمک** قرار دارد. دو گروه ماهیچه صاف عنبیّه، مردمک را (در نور زیاد) تنگ و (در نور کم) گشاد می‌کنند. ماهیچه‌های تنگ‌کننده را اعصاب پادهم‌حس و ماهیچه‌های گشادکننده را اعصاب هم‌حس عصب‌دهی می‌کنند.

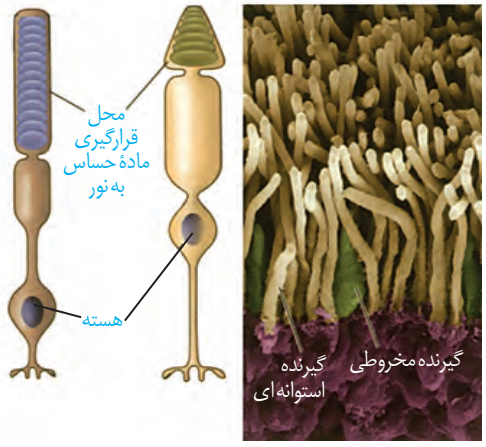
عدسی چشم همگرا، انعطاف‌پذیر و با رشته‌هایی به نام **تارهای آویزی** به جسم مژگانی متصل است (شکل ۴ـ ب). مایعی شفاف به نام **زلالیه** فضای جلوی عدسی چشم را پر کرده است که از مویرگ‌ها ترشح می‌شود. زلالیه مواد غذایی و اکسیژن را برای عدسی و قرنیه فراهم و مواد دفعی آنها را جمع‌آوری می‌کند و به خون می‌دهد. ماده‌ای ژله‌ای و شفاف به نام **زجاجیه** در فضای پشت عدسی قرار دارد که شکل کروی چشم را حفظ می‌کند.

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



شکل ۵ ـ الف) گیرنده‌های نوری و یاخته‌های عصبی شبکیه

*** طرح سؤال از این شکل مجاز نیست.**

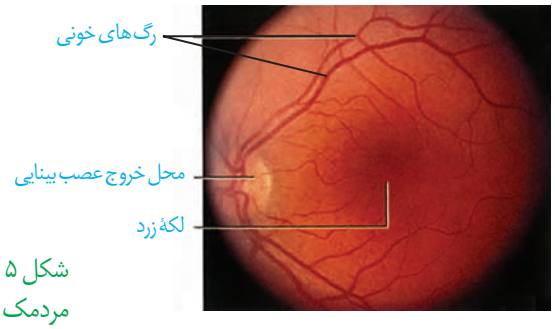


شکل ۵ـ ب) گیرنده‌های نوری (رنگ‌های تصاویر واقعی نیستند)

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

بیشتر بدانید

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

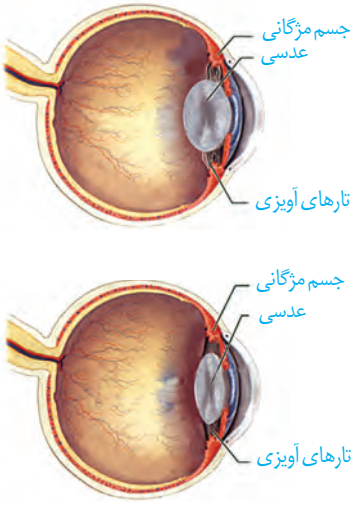


شکل ۵ ـ پ) مشاهدهٔ شبکیه از مردمک با دستگاه ویژه

یاخته‌های استوانه‌ای در نور کم و یاخته‌های مخروطی در نور زیاد تحریک می‌شوند. گیرنده‌های مخروطی، تشخیص رنگ و جزئیات اجسام را امکان‌پذیر می‌کنند. بخشی از شبکیه را که در امتداد محور نوری کره چشم قرار دارد، **لکهٔ زرد** می‌نامند. این بخش در دقت و تیزبینی اهمیت دارد؛ زیرا گیرنده‌های مخروطی در آن فراوان‌ترند.

با برخورد نور به شبکیه، مادهٔ 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 مادهٔ حساس به نور لازم است.

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



شکل ۶ـ تطابق برای دیدن اجسام
الف) نزدیک
ب) دور

بیشتر بدانید

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

رنگدانهٔ سیاه ملانین موجود در یاخته‌های مشیمیّه و شبکیّه، برای جلوگیری از بازتاب نور و دید واضح، لازم است. افراد زال به‌طور ژنتیکی فاقد رنگدانه‌اند و پرتوهای نور درون کرهٔ چشم این افراد در جهت‌های گوناگون بازتاب پیدا می‌کنند. درنتیجه این افراد، دید واضحی ندارند.

فعّالیت ۲

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

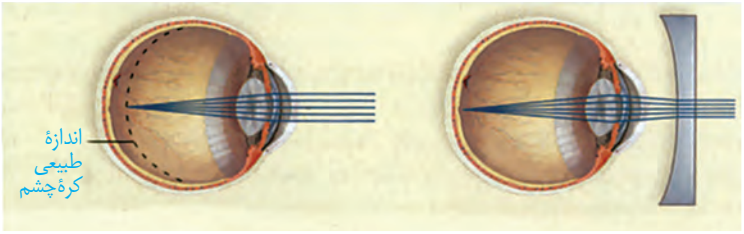
بیماری‌های چشم

برای دیدن درست اجسام، قرنیه، عدسی و کرهٔ چشم باید شکل ویژه‌ای داشته باشند، تا پرتوهای نور به‌طور دقیق روی شبکیّه متمرکز شوند.

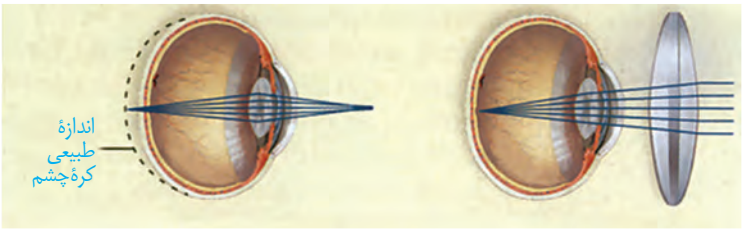
نزدیک بینی و دوربینی: در افراد نزدیک بین، کرهٔ چشم بیش از اندازه بزرگ است و پرتوهای نور

اجسام دور، در جلوی شبکیه متمرکز می‌شوند. در نتیجه فرد، اجسام دور را واضح نمی‌بیند.

در فرد دوربین، کرهٔ چشم از اندازهٔ طبیعی کوچک‌تر است و پرتوهای نور اجسام نزدیک در پشت شبکیّه متمرکز می‌شوند و فرد این اجسام را واضح نمی‌بیند.



الف) چشم نزدیک بین و اصلاح آن



ب) چشم دوربین و اصلاح آن

شکل ۷ ـ اصلاح نزدیک‌بینی و دوربینی

فعّالیت ۳

ـ با استفاده از شکل ۷ بگویید نزدیک‌بینی و دوربینی با استفاده از کدام عدسی اصلاح می‌شوند؟

ـ در برخی افراد، علت نزدیک‌بینی و دوربینی، تغییر همگرایی عدسی چشم است. با استفاده از آنچه آموختید، بگویید تغییر همگرایی عدسی در چشم، چگونه موجب نزدیک بینی و دوربینی می‌شود؟

آستیگماتیسم: اگر سطح عدسی یا قرنیه کاملاً کروی و صاف نباشد، پرتوهای نور به‌طور نامنظم به هم می‌رسند و روی یک نقطهٔ شبکیّه متمرکز نمی‌شوند. در نتیجه تصویر واضحی تشکیل نمی‌شود. در این حالت، چشم دچار آستیگماتیسم است (شکل ۸). برای اصلاح دید این فرد از عینکی استفاده می‌کنند که عدسی آن عدم یکنواختی انحنای قرنیه یا عدسی را جبران می‌کند.

پیر چشمی: با افزایش سن، انعطاف‌پذیری عدسی چشم کاهش پیدا می‌کند و تطابق دشوار می‌شود. این حالت را پیر چشمی می‌گویندکه به کمک عینک‌های ویژه اصلاح می‌شود.

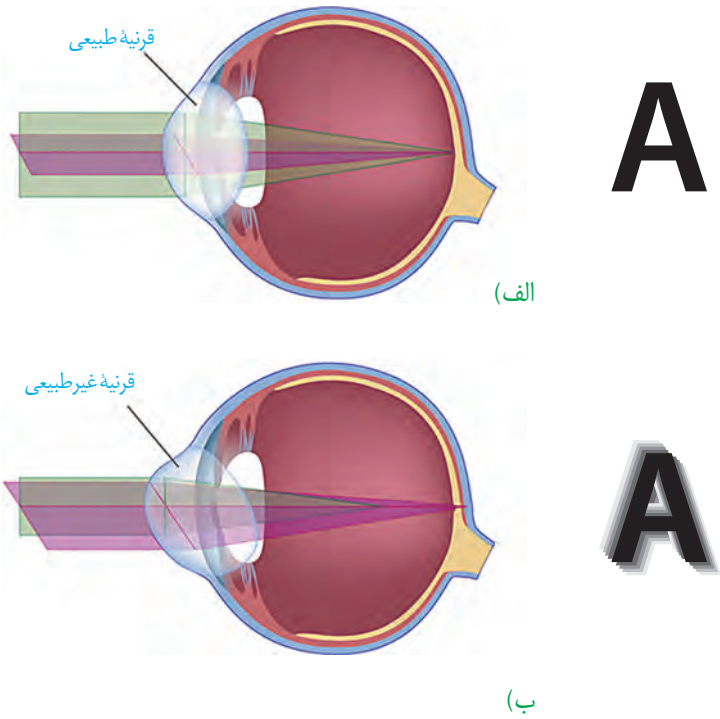
بیشتر بدانید

عدسی(لنز)تماسی: امروز استفاده از عدسی تماسی برای اصلاح دید افراد متداول شده است. لایهٔ نازک اشک، فضای بین عدسی تماسی و قرنیهٔ چشم را پر می‌کند و آن را در جای خود محکم نگه می‌دارد. استفاده از عدسی تماسی به‌ویژه وقتی شکل غیرطبیعی قرنیه، عامل اختلال در همگرا شدن پرتوهای نور است، از عینک کارآمدتر است.

بیشتر بدانید

آب مروارید[۱]: گاهی در عدسی چشم افراد مسن رنگدانه‌های قهوه‌ای تجمع می‌یابند و شفافیت آن را کاهش می‌دهند. در این حالت، عدسی کدر شده، آب مروارید به‌وجود می‌آید. زیاد قرار گرفتن در معرض پرتوهای فرابنفش خورشید نیز، ممکن است به آب مروارید منجر شود.

۱ـ Cataract



شکل ۸ـ مقایسهٔ تشکیل تصویر در
الف) چشم طبیعی
ب) چشم آستیگمات و تصویری که هر کدام می‌بینند.

بیشتر بدانید

بیماری آب‌سیاه[۱]: مایع زلالیه به‌طور مرتب تولید می‌شود و به‌طور معمول از منافذ کوچک دور عنبیّه به خون وارد می‌شود. اگر به علتی مسیر تخلیهٔ این مایع مسدود شود، فشار مایع داخل چشم افزایش می‌یابد، بیماری آب‌سیاه ایجاد می‌شود. افزایش فشار داخل چشم به تحلیل عصب بینایی و کاهش بینایی منجر می‌شود.

۱ـ Glaucoma

فعّالیت ۴

تشریح چشم

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

برای آماده کردن چشم از دبیر خود راهنمایی بخواهید.

۱ـ بررسی ویژگی‌های ظاهری چشم: برای تشخیص بالا و پایین چشم، فاصلهٔ عصب بینایی تا قرنیه را در نظر بگیرید. سطحی از کره چشم که در آن فاصلهٔ عصب تا روی قرنیه بیشتر است، سطح بالایی چشم و سطح دیگر، سطح پایینی آن است (شکل ۱). برای تشخیص چپ یا راست بودن چشم، آن را طوری در دست بگیرید که سطح بالایی آن رو به بالا باشد. قرنیه به شکل تخم مرغ دیده می‌شود و بخش پهن‌تر آن به سمت بینی و بخش باریک‌تر آن به سمت گوش قرار دارد (شکل ۲). راه دیگر، بررسی عصب بینایی است. این عصب پس از خروج از چشم به سمت مخالف، خم می‌شود.

در ادامه، بافت‌های چربی بین ماهیچه‌ها و کرهٔ چشم را جدا و ماهیچه‌های آن را مشاهده کنید. برای مشاهدهٔ دقیق ماهیچه‌ها از مولاژ چشم استفاده کنید.

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

شکل ۱ـ بالا و پایین چشم

شکل ۲ـ چشم راست

می‌توانید سه لایهٔ چشم و بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ آنها و نقطهٔ کور را ببینید. لایهٔ شبکیه بسیار نازک است، دقت کنید هنگام کار جمع نشود.

به طرز قرار گرفتن عدسی توجه کنید. در کنار عدسی، جسم مژگانی، و تارهای آویزی که عدسی را احاطه کرده‌اند، دیده می‌شوند. عدسی را به آرامی خارج کنید. مایع زلالیه و زجاجیهٔ ژله‌ای را مشاهده کنید. در این حالت، زلالیه به‌طور کامل شفاف نیست؛ زیرا مقداری از دانه‌های سیاه ملانین از بخش‌های دیگر چشم در آن رها شده‌اند.

جسم مژگانی به شکل حلقه‌ای دور محل استقرار عدسی قرار دارد. درون این حلقه، عنبیه قرار دارد که نازک‌تر و شامل ماهیچه‌های صاف حلقوی (تنگ کنندهٔ مردمک) و شعاعی (گشادکنندهٔ مردمک) است. سوراخ وسط عنبیه همان مردمک است. جسم مژگانی و عنبیه به آسانی جدا می‌شوند و قرنیه شفاف و برآمده دیده می‌شود.

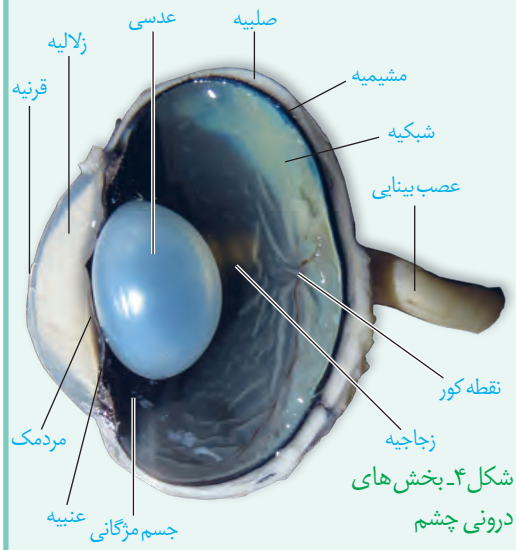
پس از انجام تشریح و با استفاده از مشاهده‌های خود، به این پرسش‌ها پاسخ دهید.

الف) ویژگی‌های هریک از سه لایهٔ چشم و بخش‌های تشکیل‌دهندهٔ آنها را بیان کنید.

ب) زجاجیه و زلالیه را با یکدیگر مقایسه کنید.

از فعالیت خود گزارش تهیه کنید و به معلم ارائه دهید.

شکل ۳ـ کرهٔ چشم برش خورده



شکل ۴ـ بخش‌های درونی چشم

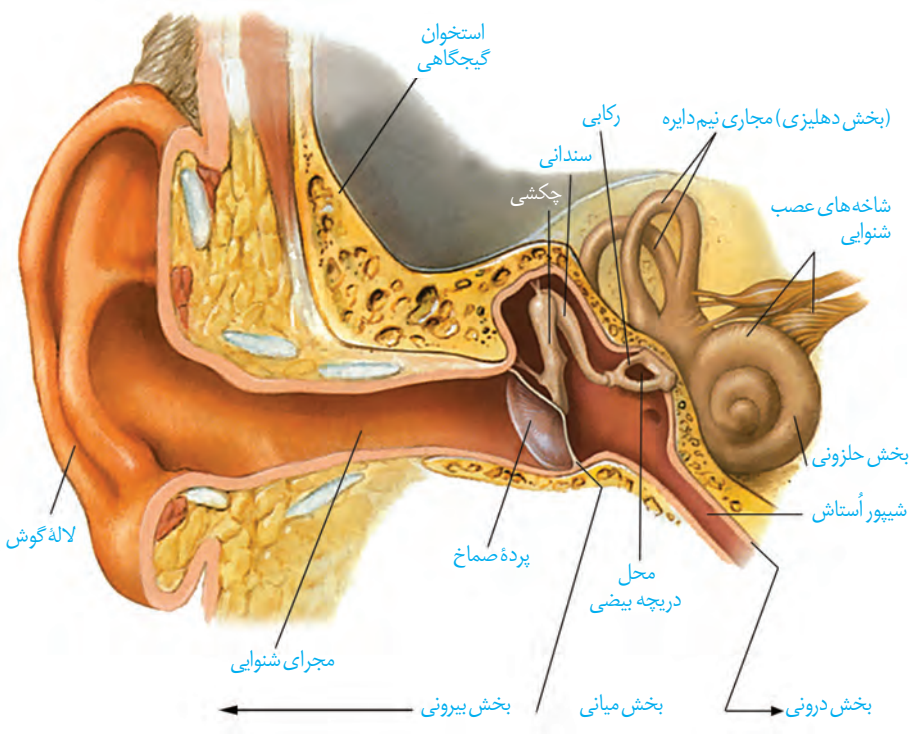
بیشتر بدانید

در پشت شبکیهٔ چشم بسیاری از مهره‌داران، لایه‌ای درخشان وجود دارد که پرتوهای نور را باز می‌تاباند تا گیرنده‌ها، نور بیشتری دریافت کنند. این موضوع به دید بهتر جانور در شب کمک می‌کند. همچنین موجب درخشندگی چشم این جانوران در شب می‌شود.

لایهٔ درخشان در چشم گاو

شنوایی 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 ۹ـ بخش‌های تشکیل دهندهٔ گوش

فعّالیت ۵

با استفاده از شکل ۹ و مولاژ گوش به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- بین بخش بیرونی و میانی گوش کدام ساختار قرار دارد؟
- استخوان‌های کوچک در کدام بخش گوش قرار دارند؟
- حلزون گوش در کدام بخش آن قرار دارد؟

ساختار گوش: لالهٔ گوش و مجرای آن بخش بیرونی گوش را تشکیل می‌دهند. لالهٔ گوش امواج صوتی را جمع‌آوری و مجرای شنوایی، آنها را به بخش میانی منتقل می‌کند. موهای کرک مانند درون مجرا و موادی که غده‌های درون مجرا ترشح می‌کنند، نقش حفاظتی دارند. انتهای مجرا و بخش‌های میانی و درونی گوش را استخوان گیجگاهی حفاظت می‌کند.

پردهٔ صماخ در انتهای مجرای شنوایی و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد. گوش میانی محفظهٔ استخوانی پر از هواست. درون گوش میانی و پشت پردهٔ صماخ سه استخوان کوچک **چکشی**، **سندانی** و **رکابی**، به‌ترتیب قرار دارند و به هم مفصل شده‌اند. همان طور که درشکل ۹ می‌بینید، بخشی به نام **شیپوراستاش**، حلق را به گوش میانی مرتبط می‌کند. هوا از راه این مجرا به گوش میانی منتقل می‌شود، تا فشار آن در دو طرف پردهٔ صماخ یکسان شود و پرده به درستی بلرزد. گوش درونی از دو **بخش حلزونی** و **دهلیزی** تشکیل شده است. بخش حلزونی در شنوایی و بخش دهلیزی در تعادل نقش دارد.

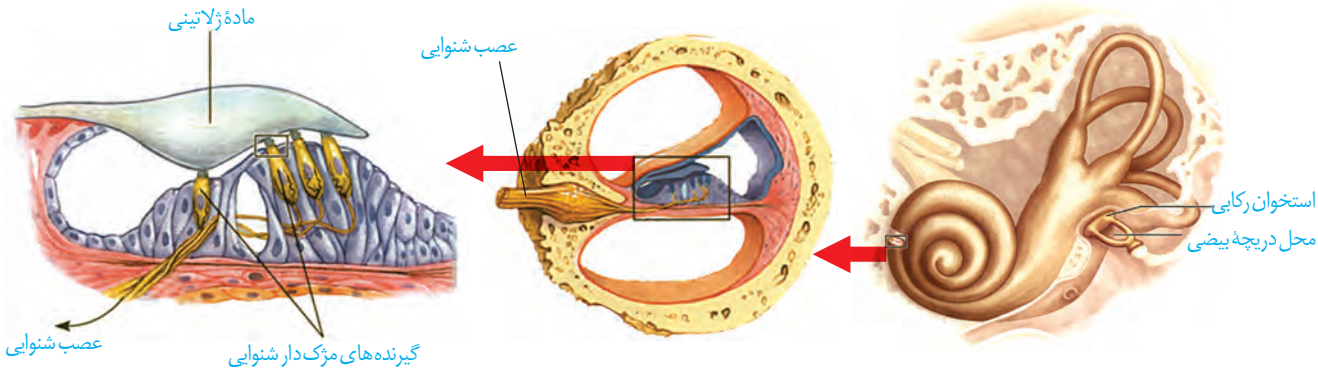
تبدیل صدا به پیام عصبی: امواج صوتی پس از عبور از مجرای شنوایی، به پردهٔ صماخ برخورد می‌کنند و آن را به ارتعاش درمی‌آورند. دستهٔ استخوان چکشی روی پردهٔ صماخ چسبیده و با ارتعاش

بیشتر بدانید

آسیب دیدن حلزون گوش، عصب شنوایی، یا اختلال در ساختارهای هدایت‌کنندهٔ صدا به بخش حلزونی، مانند استخوان‌های کوچک گوش میانی به ناشنوایی منجر می‌شود.
کاشت حلزون روشی برای بازگرداندن شنوایی است. این دستگاه را با جراحی در زیر پوست پشت گوش قرار می‌دهند. دستگاه امواج صوتی را جمع‌آوری کرده، به جریان الکتریکی تبدیل و الکترودهای آن عصب شنوایی را به‌طور مستقیم تحریک می‌کنند.

آن می‌لرزد و استخوان‌های سندانی و رکابی را نیز به ارتعاش درمی‌آورد. کف استخوان رکابی طوری روی دریچه‌ای به‌نام **دریچهٔ بیضی** قرار گرفته است که لرزش آن، دریچه را می‌لرزاند. این دریچه پرده‌ای نازک است که در پشت آن، بخش حلزونی گوش قرار دارد. بخش حلزونی را مایعی پر کرده است. لرزش دریچهٔ بیضی، مایع درون حلزون را به لرزش درمی‌آورد.

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



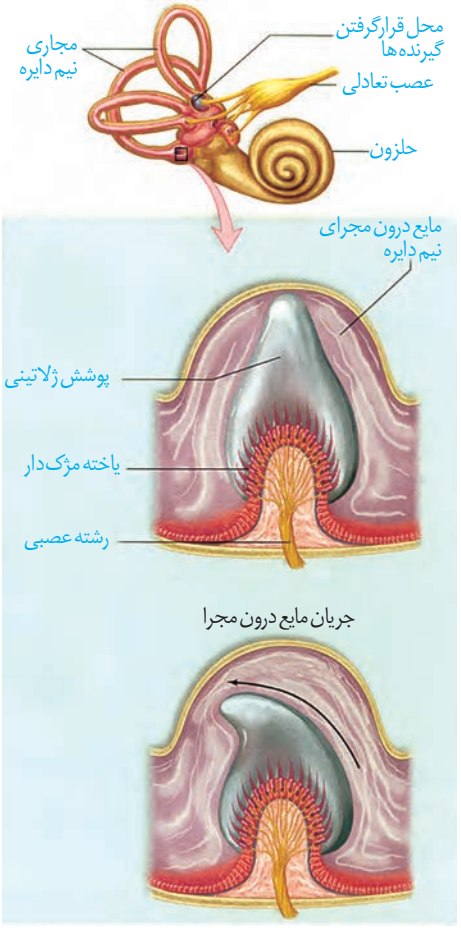
شکل ۱۰ـ یاخته‌های مژک دار حلزون گوش

فعّالیت ۶

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

حفظ تعادل

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



شکل ۱۱ـ چگونگی تحریک گیرنده‌های تعادلی در مجاری نیم دایره

بیشتر بدانید

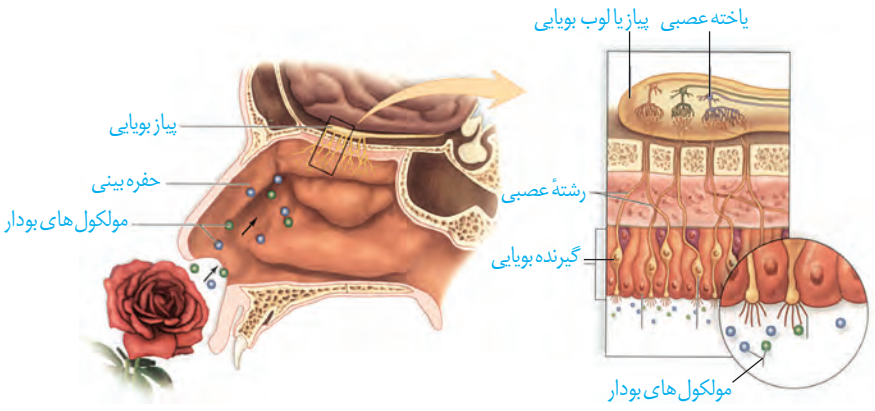
بر اساس اعلام سازمان بهداشت جهانی در سال ۱۳۹۳ (۲۰۱۵ میلادی) ۱/۱ میلیارد نفر نوجوان و جوان در جهان در خطر از دست دادن شنوایی قرار داشته‌اند. استفاده ناایمن از وسایل صوتی شخصی و یا قرارگرفتن در مکان‌های تفریحی پر سروصدا این خطر را به‌وجود آورده است. این سازمان توصیه کرده است برای حفظ شنوایی باید صدای وسایل صوتی شخصی و زمان استفاده از این وسایل را به کمتر از یک ساعت در روز کاهش داد. همچنین هنگام استفاده از این دستگاه‌ها، از نرم‌افزارهایی استفاده کنند که سطح ایمن شنوایی را نشان می‌دهند و معاینهٔ شنوایی را نیز به‌طور منظم انجام دهند.

فعّالیت ۷

دربارهٔ شغل شنوایی سنجی و بینایی سنجی گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کنید.

بویایی

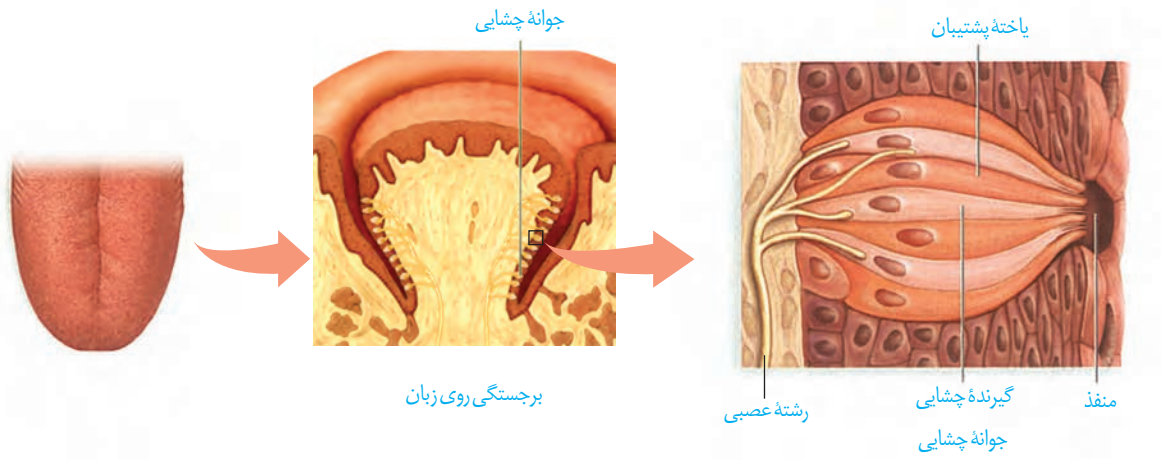
گیرنده‌های بویایی در سقف حفره بینی قرار دارند. مولکول‌های بودارِ هوای تنفسی این یاخته‌ها را تحریک می‌کنند. این یاخته‌ها پیام‌های بویایی را به لوب‌های (پیازهای) بویایی مغز که در تشریح مغز آنها را مشاهده کردید، می‌برند. پیام بویایی سرانجام به قشر مخ ارسال می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ـ گیرنده‌های بویایی

چشایی

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



شکل ۱۳ـ گیرنده‌های چشایی زبان

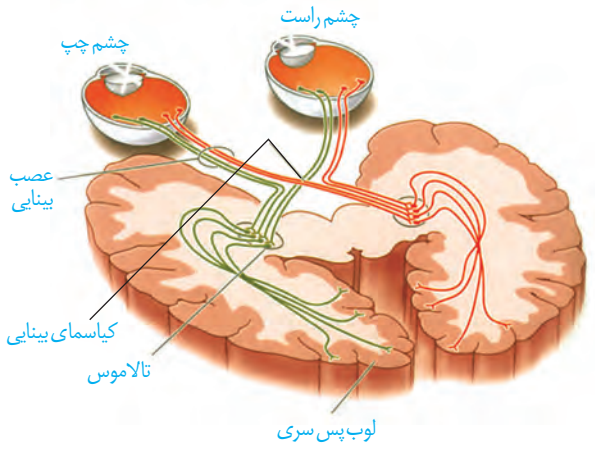
انسان پنج مزهٔ اصلی شیرینی، شوری، ترشی، تلخی و مزهٔ اومامی را احساس می‌کند. **اومامی**، کلمه‌ای ژاپنی به معنای لذیذ است که برای توصیف یک مزهٔ مطلوب که با چهار مزهٔ دیگر تفاوت دارد، به‌کار می‌رود، اومامی مزهٔ غالب غذاهایی است که آمینواسید گلوتامات دارند، مانند عصارهٔ گوشت.

حسّ بویایی در درک درست مزهٔ غذا تأثیر دارد؛ مثلاً وقتی سرماخورده و دچارگرفتگی بینی شده‌ایم، مزهٔ غذاها را به‌درستی تشخیص نمی‌دهیم.

پردازش اطلاعات حسی

با وجود یکسان بودن ماهیت پیام عصبی که از گیرنده‌های گوناگون بدن به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسند، مغز چگونه آنها را به شکل‌های متفاوتی مانند صدا، تصویر، یا مزه تفسیر می‌کند؟ پیام‌هایی که هر نوع از گیرنده های حسی ارسال می‌کنند، به‌بخش یا بخش‌های ویژه‌ای از دستگاه عصبی مرکزی و قشر مخ وارد می‌شوند.

شکل ۱۴ مسیر ارسال پیام‌های بینایی را نشان می‌دهد. **جلیپای (کیاسمای) بینایی** که در فعالیت تشریح مغز آن را مشاهده کردید، محلی است که بخشی از آسه‌های عصب بینایی یک چشم به نیمکرهٔ مخ مقابل می‌روند. پیام‌های بینایی سرانجام به **لوب‌های پس سری** قشر مخ وارد و در آنجا پردازش می‌شوند. پیام‌های بینایی قبل از رسیدن به قشر مخ از بخش‌های دیگری از مغز مانند تالاموس می‌گذرند.



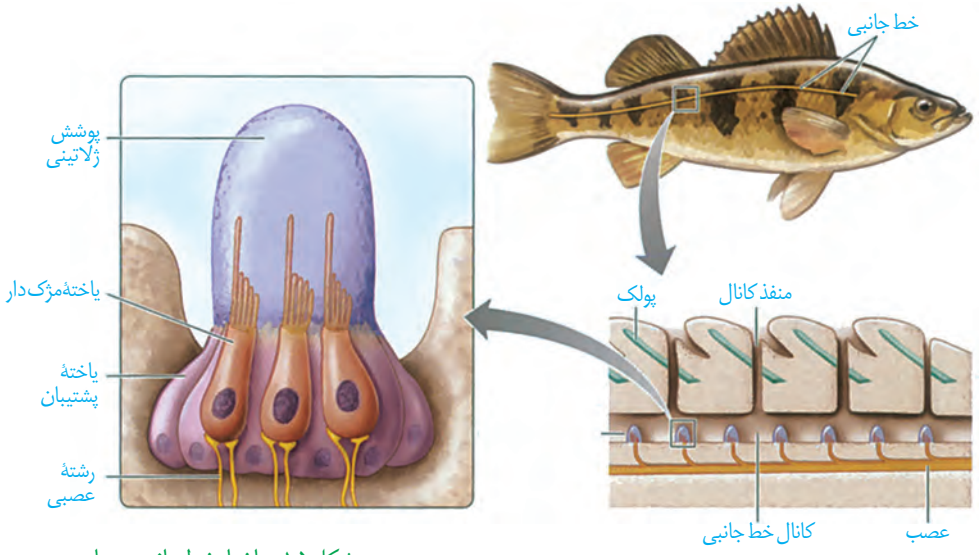
شکل ۱۴ـ مسیر پیام‌های بینایی

*** طرح سؤال از این شکل مجاز نیست.**

گفتار ۳ گیرنده‌های حسی جانوران

گیرنده‌های حسی انسان می‌توانند محرک‌های گوناگون محیط را دریافت کنند. اما محرک‌هایی مانند پرتوهای فرابنفش نیز وجود دارد که انسان به کمک دستگاه‌های ویژه‌ای می‌تواند آنها را دریافت کند؛ در حالی که برخی جانوران گیرنده‌های دریافت‌کنندهٔ 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 مژک‌داری قرار دارند که به ارتعاش آب حساس‌اند. مژک‌های این یاخته‌ها در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند. جریان آب در کانال، مادهٔ ژلاتینی را به حرکت در می‌آورد. حرکت مادهٔ ژلاتینی، یاخته‌های گیرنده را تحریک می‌کند و ماهی به کمک خط جانبی از وجود اجسام و جانوران دیگر (شکار و شکارچی) در پیرامون خود آگاه می‌شود (شکل ۱۵).

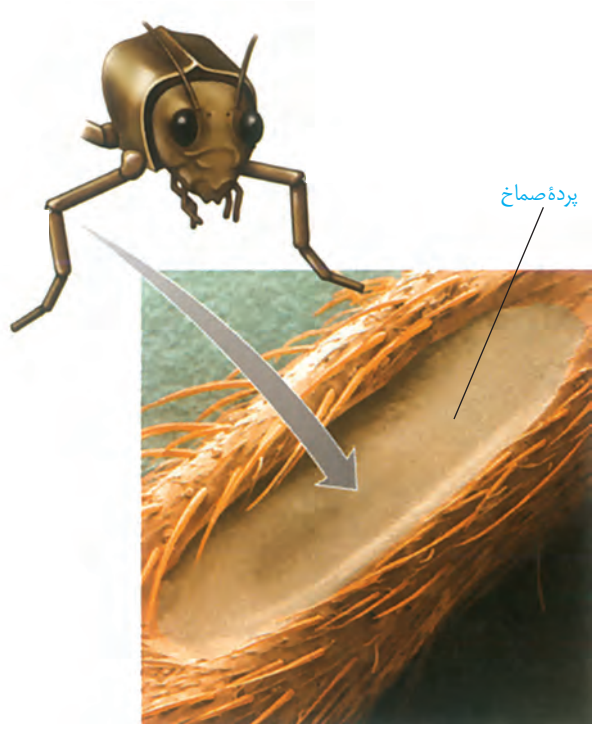


شکل ۱۵ـ ساختار خط جانبی در ماهی

گیرنده‌های شیمیایی در پا:

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

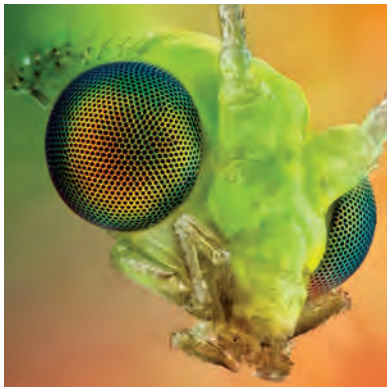
شکل ۱۶ـ گیرندهٔ شیمیایی در مگس

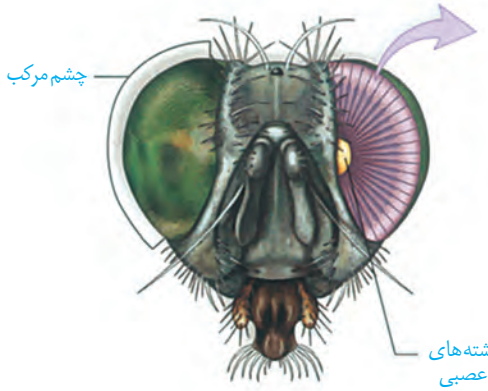


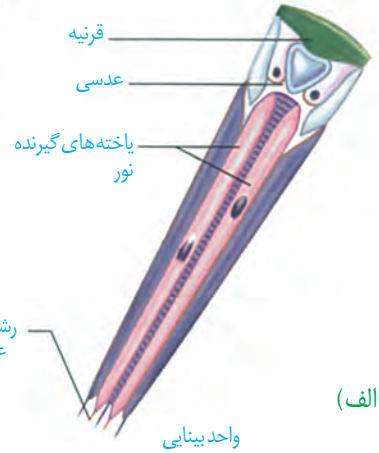
شکل ۱۷ـ پردهٔ صماخ در جیرجیرک

گیرندهٔ مکانیکی صدا در پا: روی هریک از پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظهٔ هوا وجود دارد که پردهٔ صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی را که در پشت پردهٔ صماخ قرار دارند، تحریک و جانور صدا را دریافت می‌کند (شکل ۱۷).

گیرنده‌های 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 گیرندهٔ 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 موزاییکی ایجاد می‌کند (شکل ۱۸). گیرنده‌های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می‌کنند.







الف)

ب)

شکل ۱۸ـ الف) چشم مرکب حشرات و ب) تصویر موزاییکی در مقایسه با تصویری که چشم انسان می‌بیند.

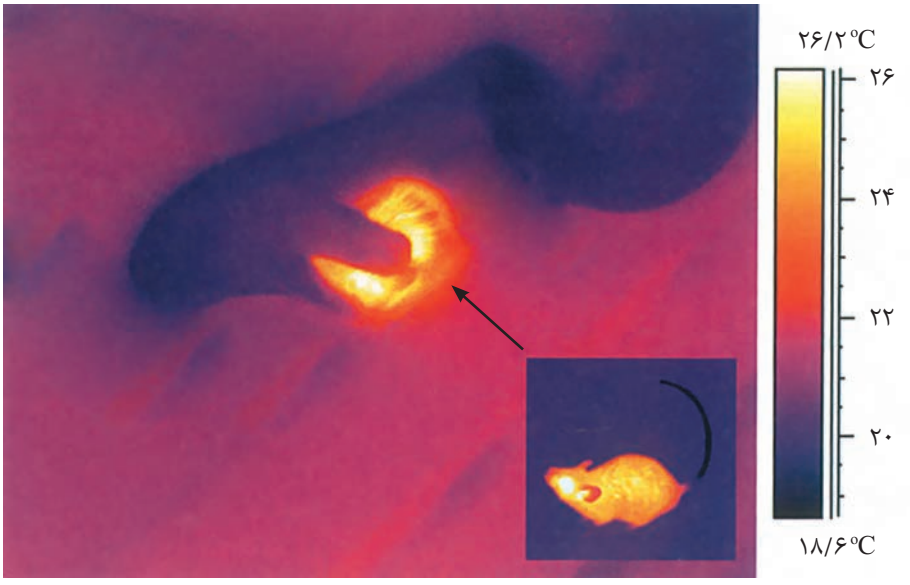
بیشتر بدانید

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

تصویر چشم‌های زنبور با میکروسکوپ الکترونی

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

شکل ۱۹ـ الف) محل گیرندهٔ فروسرخ در مار زنگی



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

بیشتر بدانید

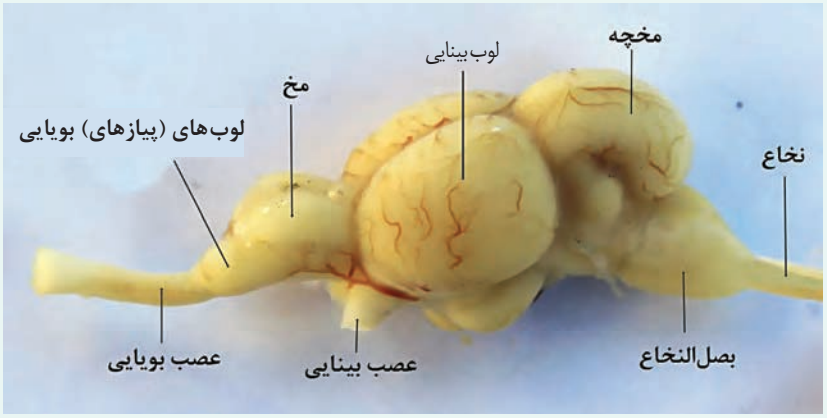
گیرنده‌های مغناطیسی:
جانورانی مانند لاک‌پشت‌های دریایی که هنگام مهاجرت مسافت‌های طولانی را می‌پیمایند، گیرنده‌های مغناطیسی دارند که به کمک آنها جهت و موقعیت خود را به درستی تشخیص می‌دهند؛ زیرا الگوی میدان مغناطیسی زمین، در نواحی مختلف کره زمین متفاوت و تقریباً در طول زمان ثابت است و با تغییر آب و هوا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

بیشتر بدانید

گیرنده‌های الکتریکی:
بسیاری از کوسه‌ها و برخی از پستانداران مانند پلاتی پوس (نوک اردکی)، 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.

فعّالیت ۸

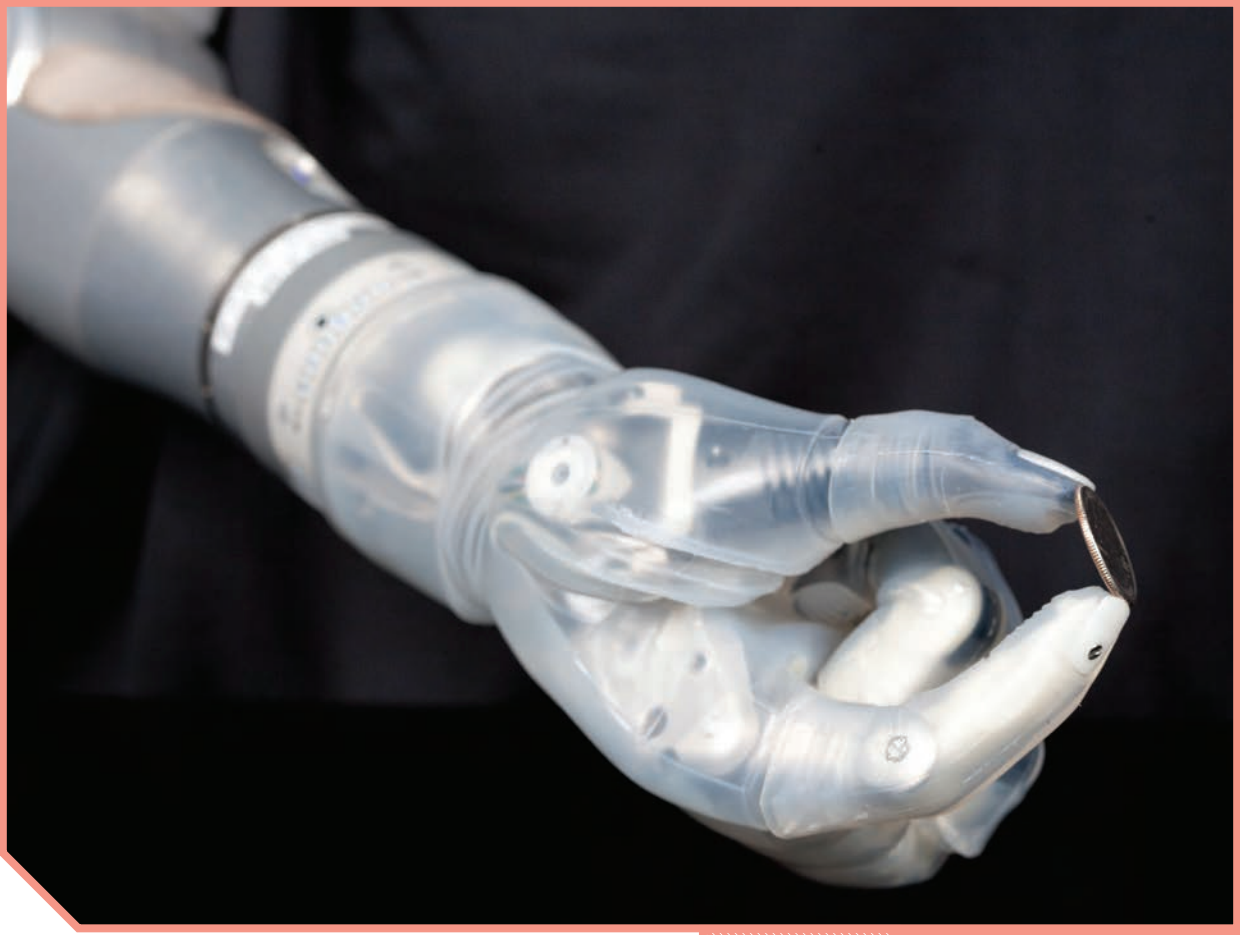
۱ـ طرح زیر مغزماهی را نشان می‌دهد.



لوب‌های (پیازهای) بویایی ماهی نسبت به کل مغز جانور از لوب‌های بویایی انسان بزرگ‌تر است.
این مطلب چه واقعیتی را دربارهٔ حس بویایی ماهی نشان می‌دهد؟

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

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



فصل ۳

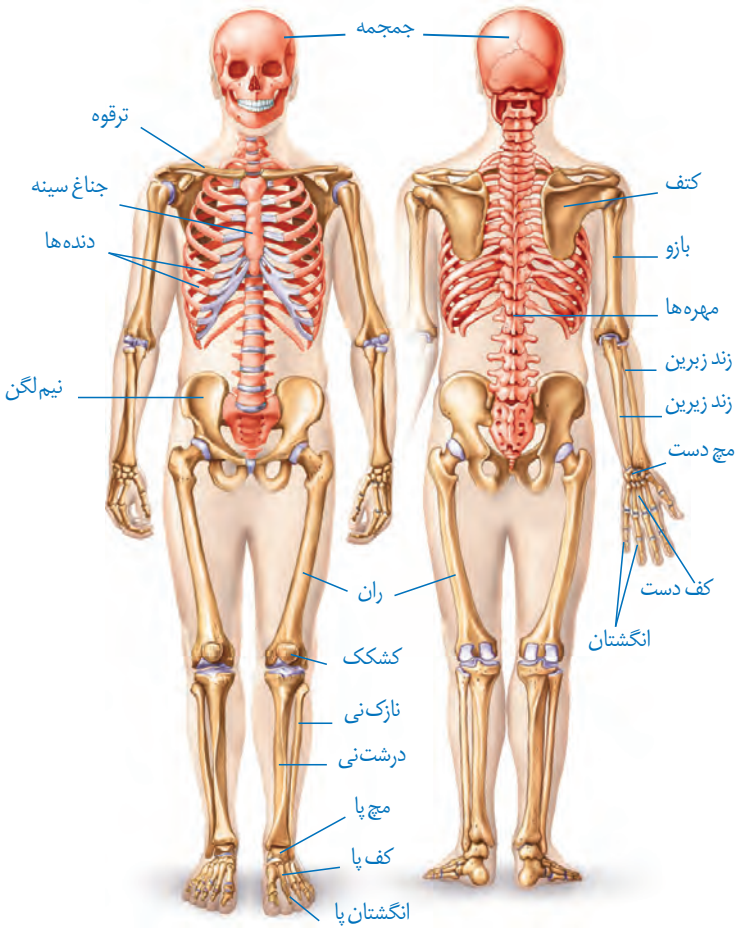
دستگاه حرکتی

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

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

گفتار ۱ استخوان‌ها و اسکلت

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



شکل ۱ـ 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.

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان‌ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می‌کنند تا اندام‌ها روی آنها مستقر شوند.
حرکت	اتصال ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان‌ها و انقباض آنها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می‌شود.
حفاظت اندام‌های درونی	اسکلت استخوانی، بخش‌های حساسی، مانند نخاع، قلب، مغز و شش‌ها را حفاظت می‌کند.
تولید یاخته‌های خونی	بسیاری از استخوان‌ها مغز قرمز دارند که یاخته‌های خونی را تولید می‌کند.
ذخیره مواد معدنی	استخوان‌ها محل ذخیرهٔ مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم‌اند.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن و استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

جدول ۱ـ وظایف اسکلت استخوانی در انسان

استخوان‌هایی از جمجمه

استخوان مهره

استخوان‌های مچ دست

استخوان ران

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

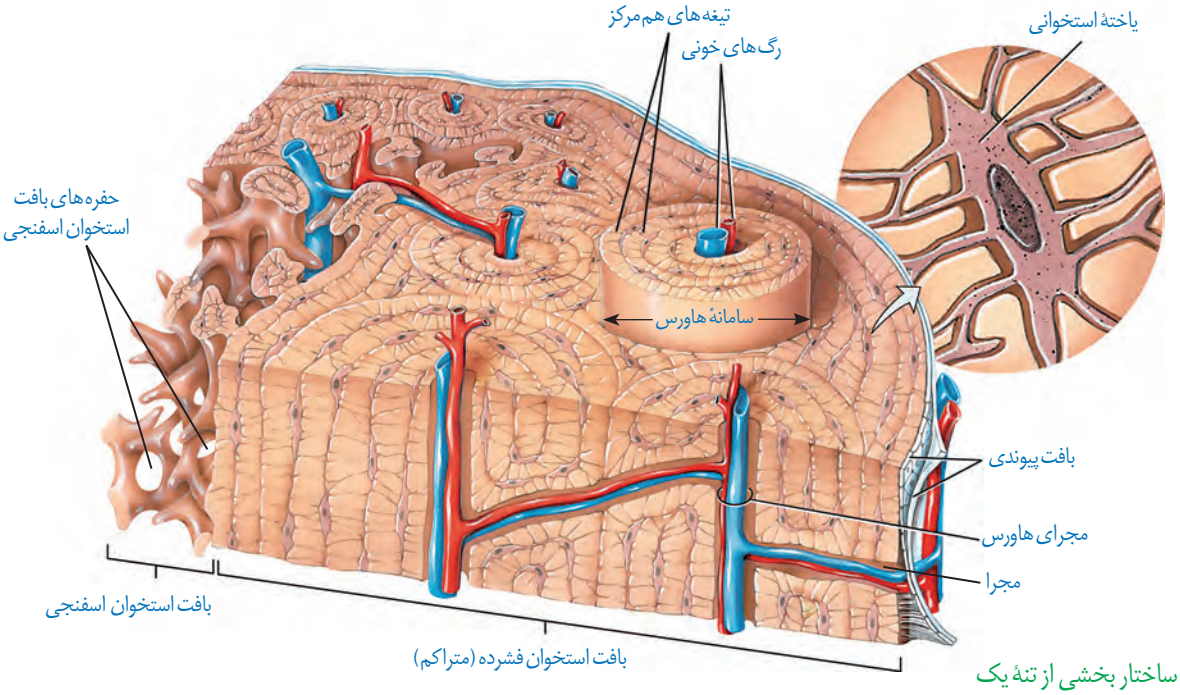
انواع استخوان

استخوان‌ها اشکال مختلفی دارند. استخوان ران و بازو از انواع استخوان‌های **درازند**، در حالی که استخوان‌های مچ از انواع استخوان‌های **کوتاه‌اند**. استخوان جمجمه از استخوان‌های **پهن** هستند. استخوان‌های ستون مهره از نوع استخوان‌های **نامنظم‌اند** (شکل ۲). استخوان‌های بدن اندازه‌های متفاوتی دارند، از استخوان‌های 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 استخوان‌های مختلف متفاوت است. مثلاً بافت استخوانی فشرده در طول استخوان ران، به صورت واحدهایی به نام **سامانهٔ هاورس** قرار گرفته است (شکل ۳). این سامانه‌ها به صورت استوانه‌هایی هم مرکز از تیغه‌های استخوانی‌اند که از یاخته‌های استخوانی، ماده زمینه‌ای و کلاژن در اطراف آنها تشکیل شده است. مادّهٔ زمینه‌ای از پروتئین‌ها و مواد معدنی تشکیل شده است. اعصاب و رگ‌های درون مجرای مرکزی هر سامانه، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند. سطح درونی تنهٔ این استخوان نیز بافت اسفنجی دارد. سطح خارجی این استخوان، توسط بافت پیوندی احاطه شده است و رگ‌ها و اعصاب از راه مجراهایی به بیرون ارتباط دارند.

انتهای برآمدهٔ استخوان ران از بافت اسفنجی پر شده است. بافت استخوانی اسفنجی، از میله‌ها و صفحه‌های استخوانی تشکیل شده است که بین آنها حفره‌هایی وجود دارد که توسط رگ‌ها و مغز استخوان پر شده‌اند. مغز استخوان در دو نوع زرد و قرمز وجود دارد. مغز زرد بیشتر از چربی تشکیل

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



شکل ۳ـ ساختار بخشی از تنهٔ یک استخوان دراز و اجزای آن

فعّالیت ۱

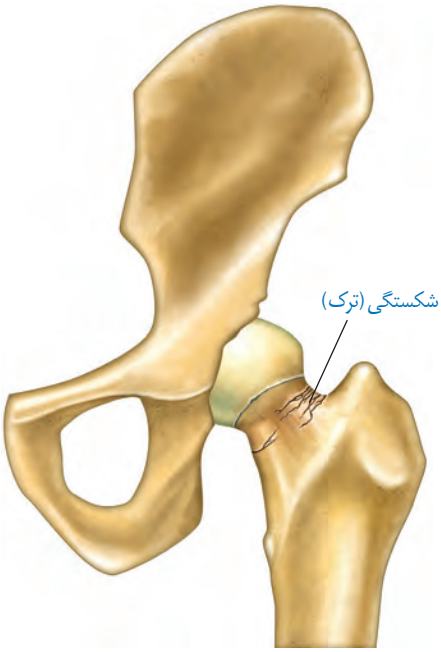
سال گذشته با ساختار بافت پیوندی و اجزای آن آشنا شدید. الف) با توجه به اطلاعات قبلی هر بافت پیوندی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ ب) مادّهٔ زمینه‌ای استخوان توسط چه بخشی ساخته می‌شود؟

تشکیل و تخریب استخوان

در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به‌تدریج با افزوده شدن نمک‌های کلسیم سخت می‌شوند. یاخته‌های استخوانی تا اواخر سنّ رشد، مادّهٔ زمینه‌ای ترشح می‌کنند و بنابراین، تودهٔ استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند. با افزایش سن، یاخته‌های 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 فضانوردان دیده می‌شود که در محیط بی‌وزنی تراکم استخوانشان کاهش می‌یابد.

استخوان‌های بدن به طور پیوسته دچار شکستگی‌های میکروسکوپی می‌شوند که نتیجه حرکات معمول بدن‌اند. شکستگی‌های دیگر می‌توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند (شکل ۴).

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

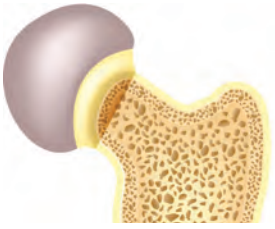


الف)

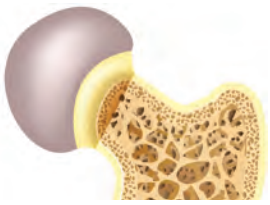
ب)

شکل ۴ـ الف) شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران و ب) تصویر رادیوگرافی از استخوان شکستهٔ ران

تراکم تودهٔ استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان‌هاست و کاهش آن باعث **پوکی استخوان** می‌شود. در پوکی استخوان، تخریب استخوانی افزایش می‌یابد. در نتیجه استخوان‌ها ضعیف و شکننده می‌شوند (شکل۵). کمبود ویتامین D و کلسیم غذا، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند. اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.



استخوان طبیعی



استخوان مبتلا به پوکی

شکل۵ـ مقایسهٔ استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی

فعّالیت ۲

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

میانگین تراکم استخوان		
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 پرسش از اعداد جدول در همهٔ آزمون‌ها از جمله کنکور سراسری ممنوع است.

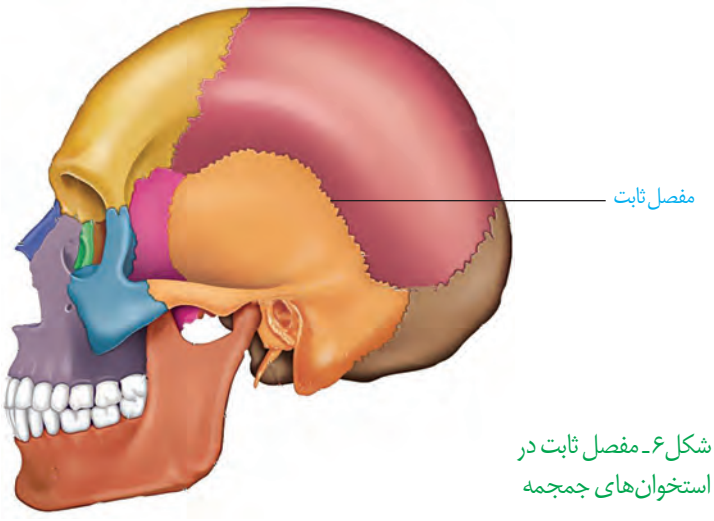
۱- منحنی تغییر تراکم تودهٔ استخوانی را در دو جنس رسم کنید.

۲- در کدام جنس تراکم استخوان بالاتر است؟

۳- بین سنین ۲۰ تا ۵۰ سالگی شدت تغییرات تراکم استخوان در مردان بیشتر است یا زنان؟

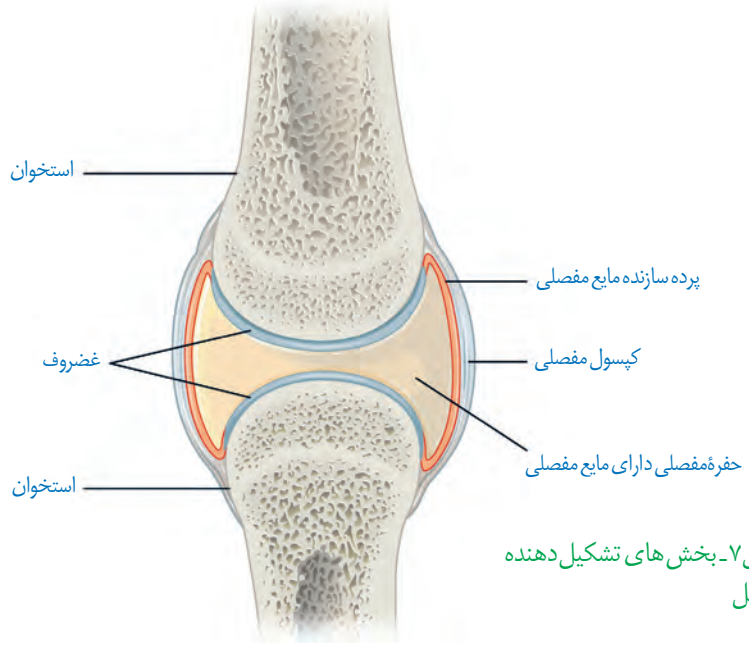
مفصل

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



شکل ۶ـ مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه

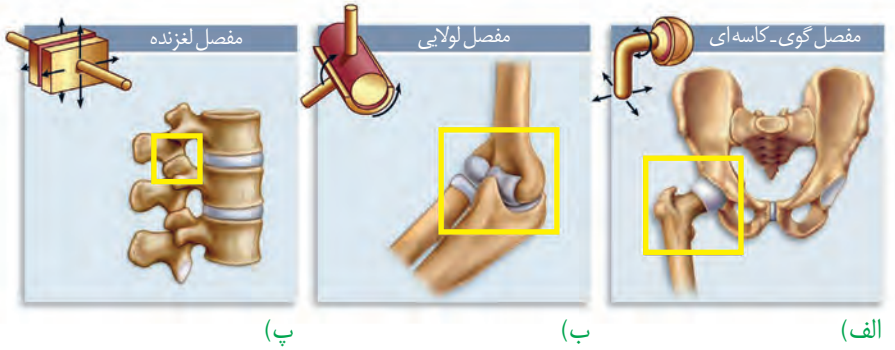
در بیشتر مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند. سر استخوان‌ها در محل این مفصل‌ها توسط بافت غضروفی پوشیده شده‌است. نمونهٔ آن مفصل‌های زانو، انگشتان و لگن است. استخوان‌ها در محل این نمونه‌ها توسط یک کپسول از جنس بافت پیوندی رشته‌ای احاطه شده‌اند که پر از مایع مفصلی لغزنده است. مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف به استخوان‌ها امکان می‌دهد که سالیان زیادی در مجاور هم لیز بخورند و اصطکاک چندانی نداشته باشند (شکل ۷).



شکل ۷ـ بخش‌های تشکیل دهنده مفصل

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

بخش صیقلی غضروف‌ها 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 مفصلی شود.



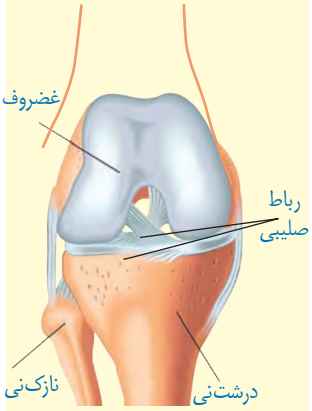
پ) ب) الف)

شکل ۸ـ انواعی از مفصل‌های متحرک. الف) گوی ـ کاسه‌ای ب) لولایی پ) لغزنده.

بیشتر بدانید

پارگی رباط صلیبی یکی از موارد شایع آسیب‌دیدگی در ورزشکاران است. این رباط که به دلیل شکل ظاهر آن به این نام خوانده می‌شود سبب نگه‌داشتن استخوان ران در مقابل استخوان درشت‌نی می‌شود. ممکن است فرد با پارگی رباط صلیبی سال‌ها بدون مشکل زندگی کند. تغییر ناگهانی وضعیت تنه روی زانو، ایستادن ناگهانی در حین دویدن، جهیدن و افتادن دوباره به زمین در وضعیت نامناسب و ضربات ناگهانی و شدید از جوانب زانو می‌توانند عامل ایجاد آسیب در این رباط باشد.

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



الف)

ب)

فعّالیت ۳

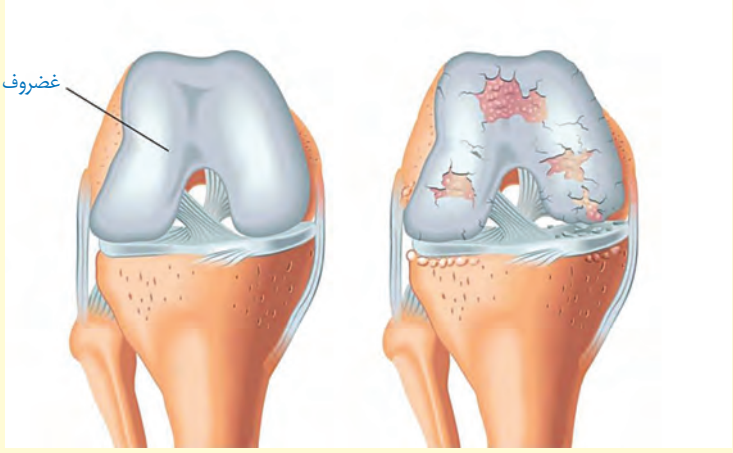
با استفاده از مولاژهای موجود و نمونه‌های آمادهٔ میکروسکوپی آزمایشگاه مدرسه، انواع استخوان و بافت‌های استخوانی را مشاهده و با هم مقایسه کنید.

بیشتر بدانید

روماتیسم مفصلی

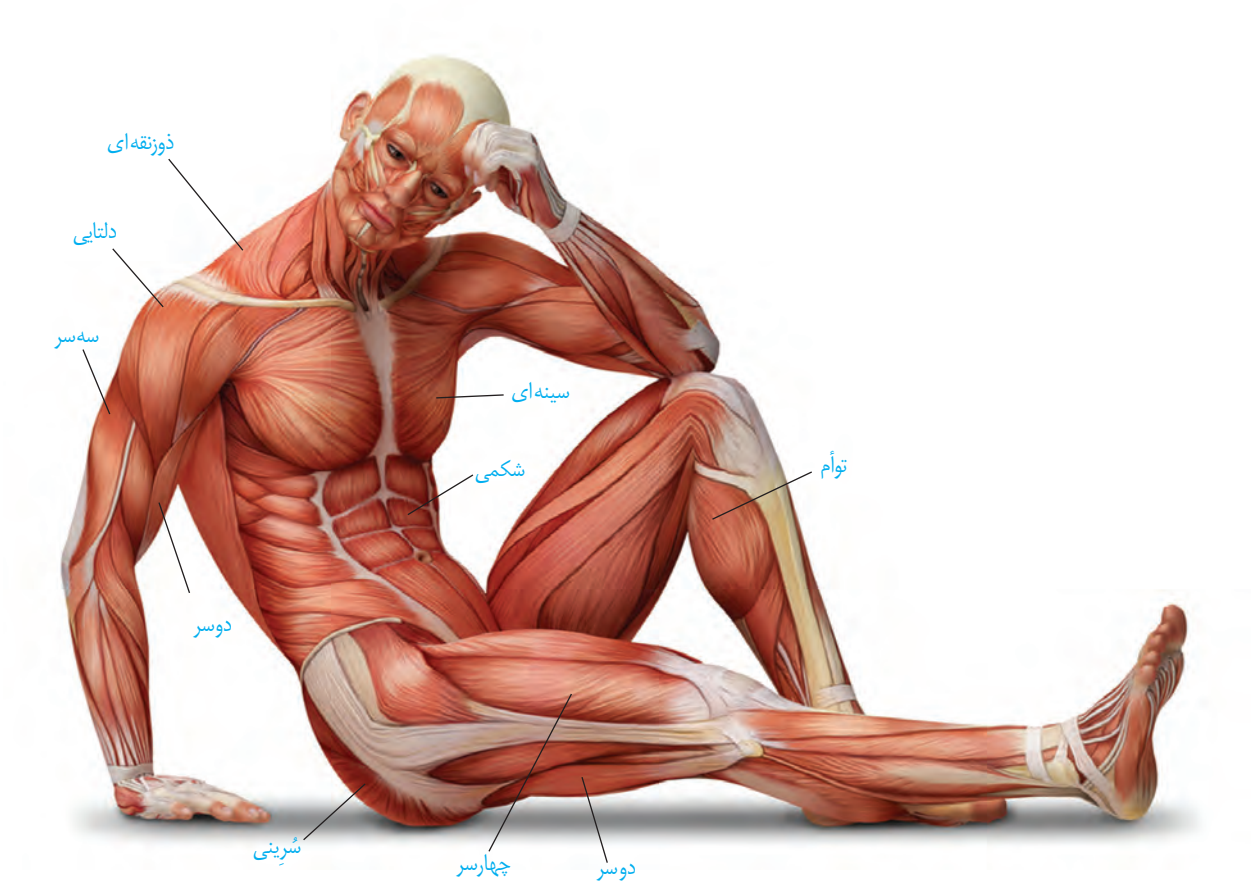
روماتیسم مفصلی بیماری‌ای است که در آن پردهٔ سازندهٔ مایع مفصلی در زیر کپسول مفصلی، دچار التهاب می‌شود. با افزایش التهاب این پرده، ترشح مایع مفصلی هم افزایش می‌یابد که موجب تورم و التهاب در محل آسیب می‌شود. با پیشرفت بیماری، غضروف‌ها آسیب می‌بینند. التهاب مفصل معمولاً در اندام‌های دوطرف بدن به صورت متقارن بروز می‌کند. تداوم این بیماری ممکن است باعث ساییدگی استخوان در محل آسیب شود.

گرچه علت دقیق بروز این بیماری کاملاً شناخته شده نیست، ولی عوامل ارثی، جنسیت، محیط و بعضی بیماری‌های میکروبی در بروز این بیماری مؤثرند. این بیماری در زنان شایع‌تر از مردان است که احتمالاً به دلیل اثر هورمون‌های جنسی زنانه است. اثر مصرف دخانیات و آلودگی 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 کاهندهٔ التهاب مانند مشتقات هورمون کورتیزول از پیشرفت بیماری می‌کاهد و علائم آن را تا حدّی کاهش می‌دهد. در موارد شدید بیماری، ممکن است مفصل آسیب‌دیده با مفصل مصنوعی جایگزین شود.



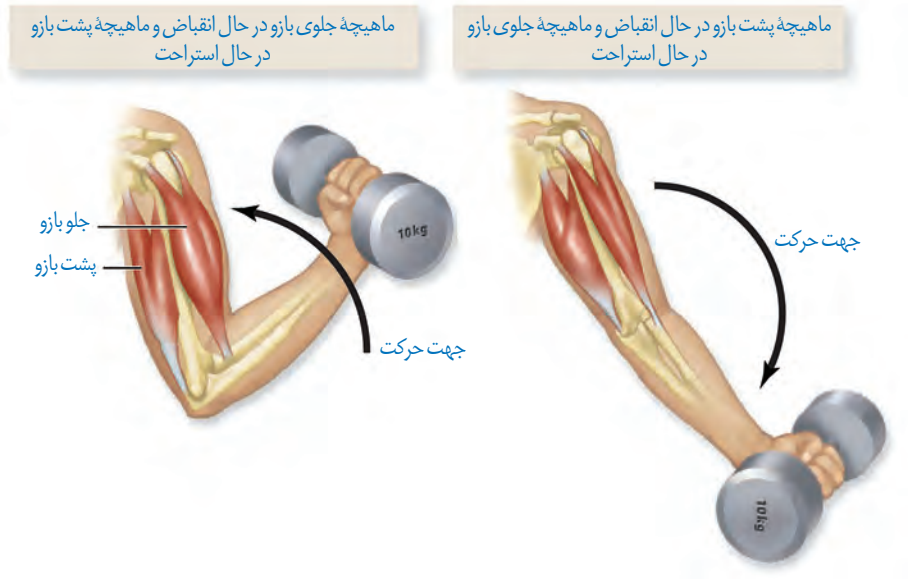
گفتار ۲ ماهیچه و حرکت

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



شکل ۹ـ ماهیچه‌های اسکلتی بدن انسان

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



شکل ۱۰ ـ عملکرد ماهیچه‌های متقابل

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

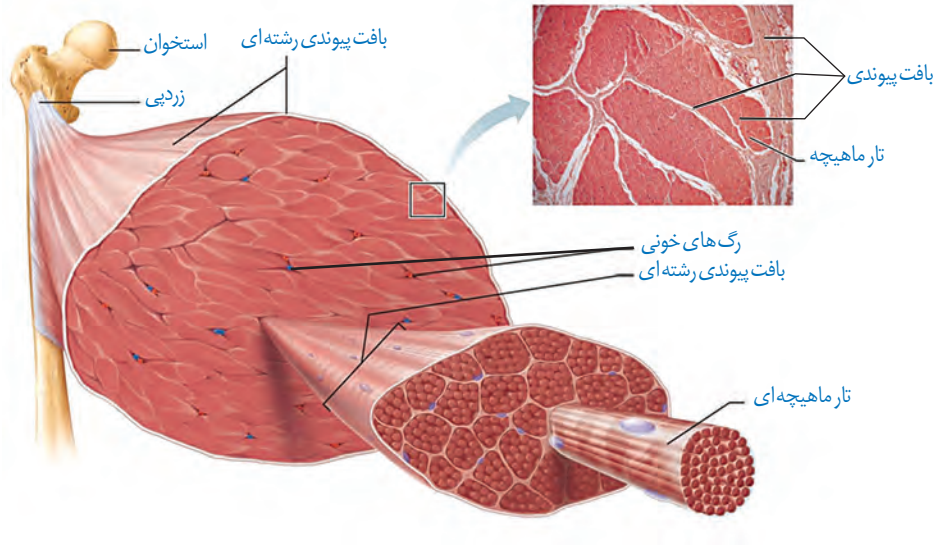
جدول ۲ـ اعمال ماهیچه‌های اسکلتی

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

ساختار ماهیچهٔ اسکلتی

یک ماهیچهٔ 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.

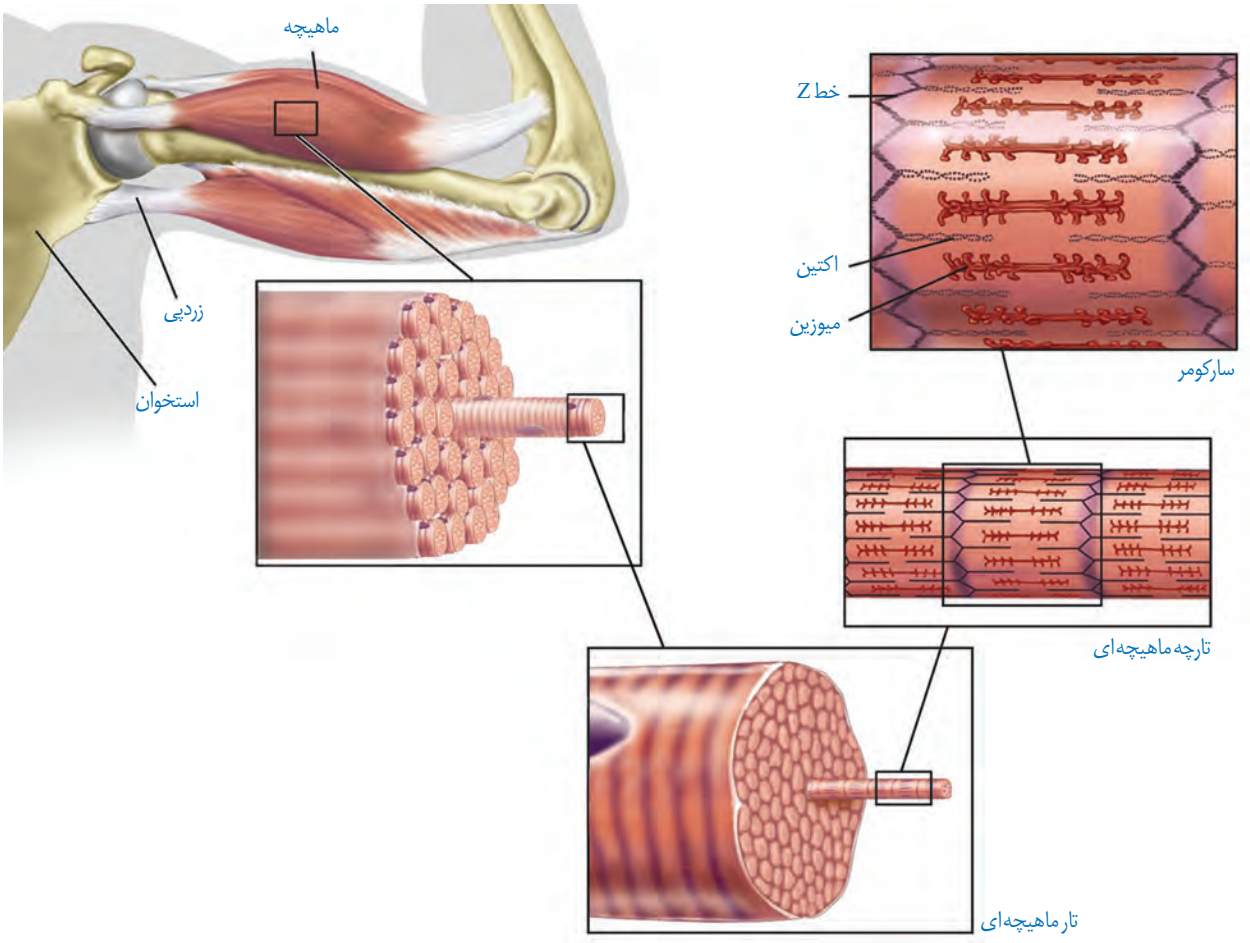
این دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده است. این غلاف‌های پیوندی در انتها، به صورت طناب یا نواری محکم به نام **زردپی** در می‌آیند (شکل ۱۱). زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، به استخوان‌های مختلف متصل می‌شوند. با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند. نحوهٔ اتصال ماهیچه به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



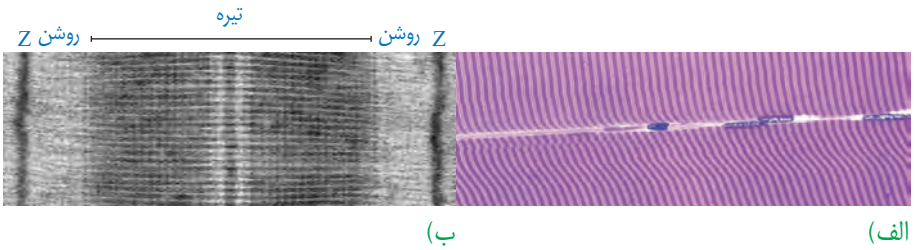
شکل ۱۱ـ ساختار ماهیچهٔ اسکلتی

یاخته (تار) ماهیچهٔ اسکلتی: در شکل ۱۲، یاخته‌های ماهیچه‌ای مانند استوانه‌ای با چندین هسته دیده می‌شوند. در واقع هر یاخته از به هم پیوستن چند یاخته در دورهٔ 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 رشتهٔ پروتئینی اکتین و میوزین است که با آرایش خاصی در کنار هم قرار گرفته‌اند. رشته‌های اکتین نازک و از یک‌طرف 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 نحوهٔ قرارگیری رشته‌های اکتین و میوزین در شکل ۱۲، علت تیره و روشن دیده شدن این تارهای ماهیچه‌ای را بیان کنید؟



شکل ۱۲ـ اجزای یک تار و تارچه ماهیچه‌ای



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

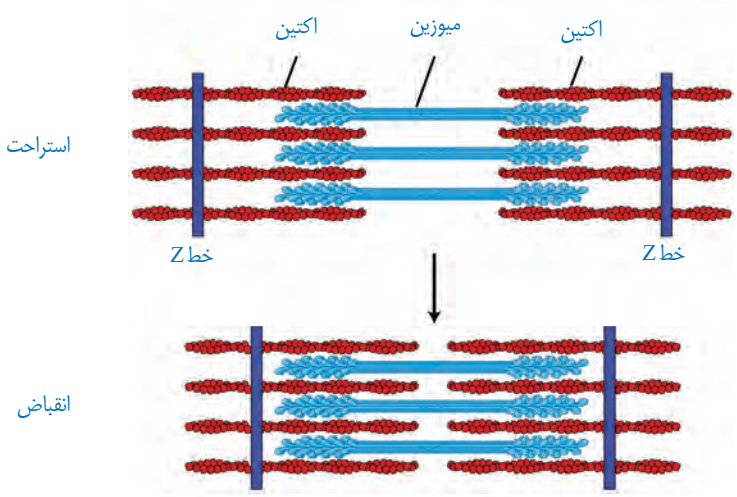
شکل ۱۴ـ بخش‌های مختلف مولکول میوزین

مکانیسم انقباض ماهیچه

با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایهٔ ویژه‌ای از یاختهٔ عصبی به یاختهٔ ماهیچه‌ای می‌رسد و ناقل عصبی از پایانهٔ یاختهٔ عصبی آزاد می‌شود. با اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در

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

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



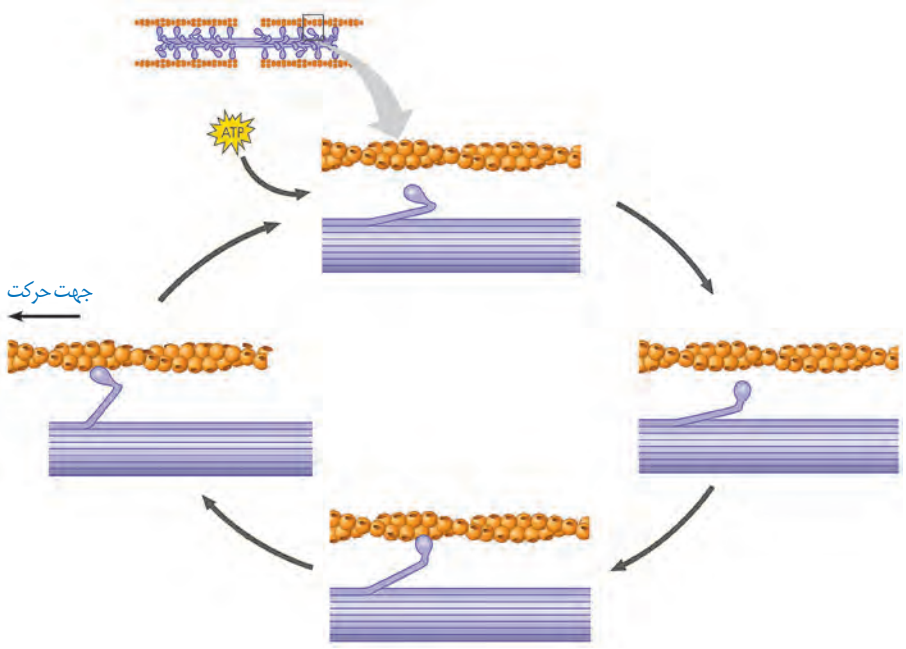
شکل ۱۵ـ طرح ساده ای از انقباض سارکومرها

لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی نیاز دارد. برای این کار، باید پل‌های اتصال میوزین و اکتین دائماً تشکیل و با حرکتی مانند پارو زدن، خطوط Z به سمت هم کشیده شوند؛ سپس سرهای متصل جدا و به بخش جلوتر وصل شوند. 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 شبکهٔ 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.

بیشتر بدانید

بعضی عوامل بیماری‌زا می‌توانند در انقباض ماهیچه اختلال ایجاد کنند؛ مثلاً نوعی باکتری سمّی خطرناک به نام بوتولینوم تولید می‌کند. این سم مانع از آزاد شدن استیل کولین از یاخته‌های 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 کاهش چین و چروک‌های ظاهری چهره استفاده می‌شود. تزریق مقادیر بسیار کم بوتاکس در اطراف چشم و پیشانی به طور موقت باعث فلج ماهیچه‌های چهره می‌شود و تا مدتی چروک‌های صورت را رفع می‌کند، ولی از طرفی باعث بی‌حالت شدن چهره می‌شود که به چهرهٔ یخی یا بی‌روح معروف است.



شکل ۱۶ـ نحوه انقباض ماهیچه

تأمین انرژی انقباض

بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن گلوکز به‌دست می‌آید. در ماهیچه‌ها گلیکوژن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می‌شود. در صورت وجود اکسیژن، تجزیه گلوکز می‌تواند تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند. برای انقباض طولانی‌تر، ماهیچه‌ها از اسیدهای چرب استفاده می‌کنند.

مادهٔ دیگر کرآتین فسفات است که طبق واکنش زیر می‌تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند.

$$CP + ADP \rightarrow C + ATP$$

(کرآتین فسفات) (کرآتین)

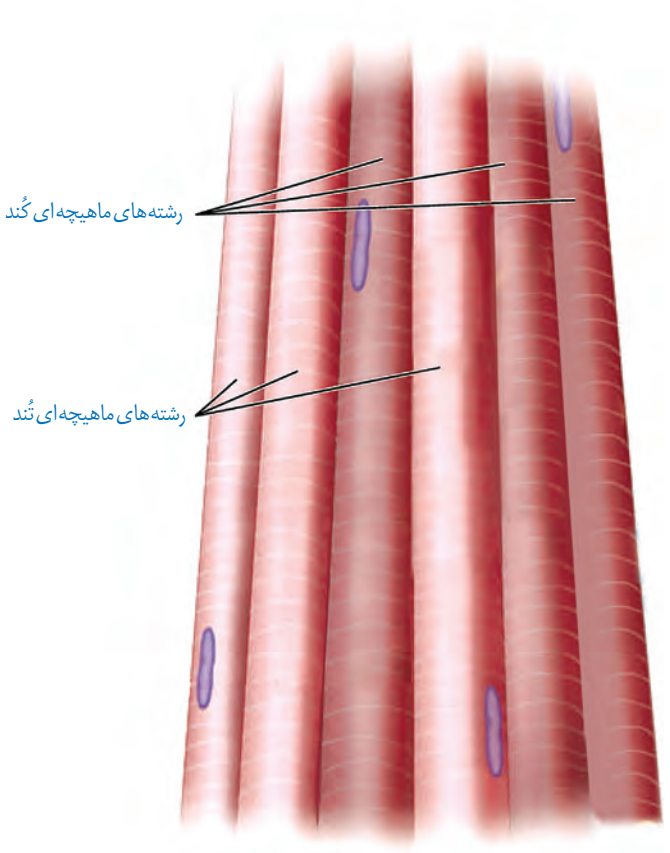
ماهیچه‌ها برای تجزیهٔ کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند. در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیهٔ گلوکز به صورت بی‌هوازی انجام می‌شود. در اثر این واکنش‌ها لاکتیک اسید تولید می‌شود که در ماهیچه انباشته می‌شود. انباشته شدن لاکتیک اسید پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای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

انواع یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای

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

نام **میوگلوبین** (شبیه هموگلوبین) دارند که می‌توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند. این تارها بیشتر انرژی خود را به روش هوازی به‌دست می‌آورند (شکل ۱۷).

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



شکل ۱۷ـ تارهای ماهیچه‌ای تند و کند

فعّالیت ۴

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

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

پ) 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. شناکردن، پروازکردن، دویدن و خزیدن، نمونه‌هایی از این حرکات‌اند. با این وجود، اساس حرکت در جانوران مشابه است؛ برای حرکت در یک سو، جانور باید نیرویی در خلاف آن وارد کند. برای انجام حرکت، جانوران نیازمند ساختارهای اسکلتی و ماهیچه‌ای هستند.

ساختار اسکلت در جانوران متفاوت است، ولی می‌توان انواع اسکلت در جانوران را به سه گروه آب‌ایستایی[۱]، بیرونی و درونی طبقه بندی 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، وظیفهٔ حفاظتی هم دارد. با افزایش اندازهٔ جانور، اسکلت خارجی آن هم باید بزرگ‌تر و ضخیم‌تر شود. بزرگ بودن اسکلت خارجی، باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند. به همین علت، اندازهٔ این جانوران از حدّ 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.

فعّالیت ۵

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

۱- Hydrostatic

فصل ۴

تنظیم شیمیایی

تصور کنید روزی تمام وسایل ارتباطی مثل تلفن، اینترنت و رادیو در یک شهر قطع شود. آیا اداره کردن آن شهر ممکن خواهد بود؟ آیا می‌توان بخش‌های مختلف شهر را که در فواصل دور یا نزدیک قرار دارند، با یکدیگر هماهنگ کرد؟ آیا می‌توان یک خبر را به اطلاع همهٔ مردم شهر رساند؟

در پریاختگان، یاخته‌ها نمی‌توانند از یکدیگر مستقل باشند. در فصل اول دیدیم که دستگاه عصبی، یکی از دستگاه‌های ارتباطی بدن است. اما دستگاه عصبی با تک تک یاخته‌های بدن ارتباط ندارد. در این فصل، با ارتباطات شیمیایی آشنا می‌شویم و خواهیم دید که چگونه بخش مهمی از فرایندهای بدن توسط آن انجام می‌شود.

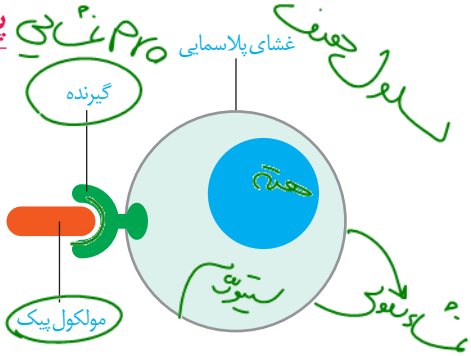
گفتار ۱ ارتباط شیمیایی

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

پیک شیمیایی

پیک شیمیایی مولکولی است که پیامی را منتقل می‌کند. یاخته‌ای که پیام را دریافت می‌کند **یاختهٔ هدف** نام دارد.

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



شکل ۱ـ پیک از طریق اثر برگیرندهٔ اختصاصی خود در یاختهٔ هدف در آن تغییر ایجاد می‌کند

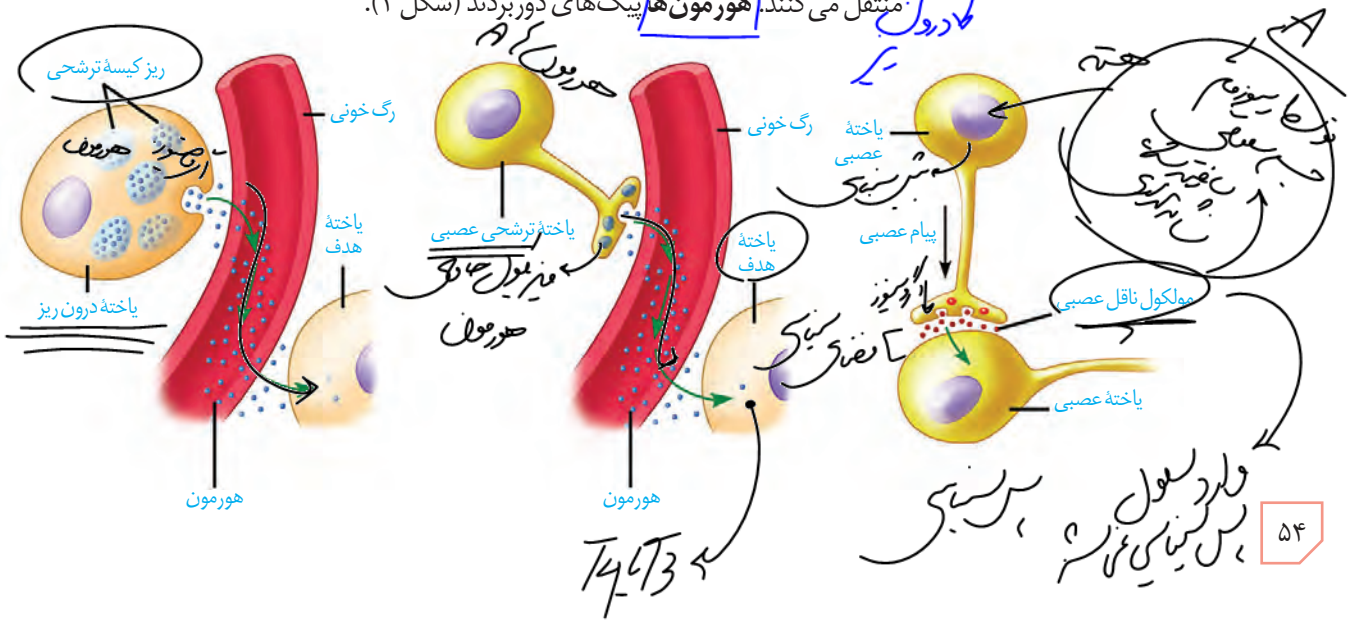
براساس مسافتی که پیک طی می‌کند تا به یاختهٔ هدف برسد، پیک‌ها را به دو گروه **کوتاه‌بُرد** و **دوربُرد** تقسیم می‌کنند.

پیک‌های کوتاه بُرد

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

پیک‌های دوربرد

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



شکل ۲ـ مقایسهٔ هورمون و ناقل عصبی

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

غده‌های بدن

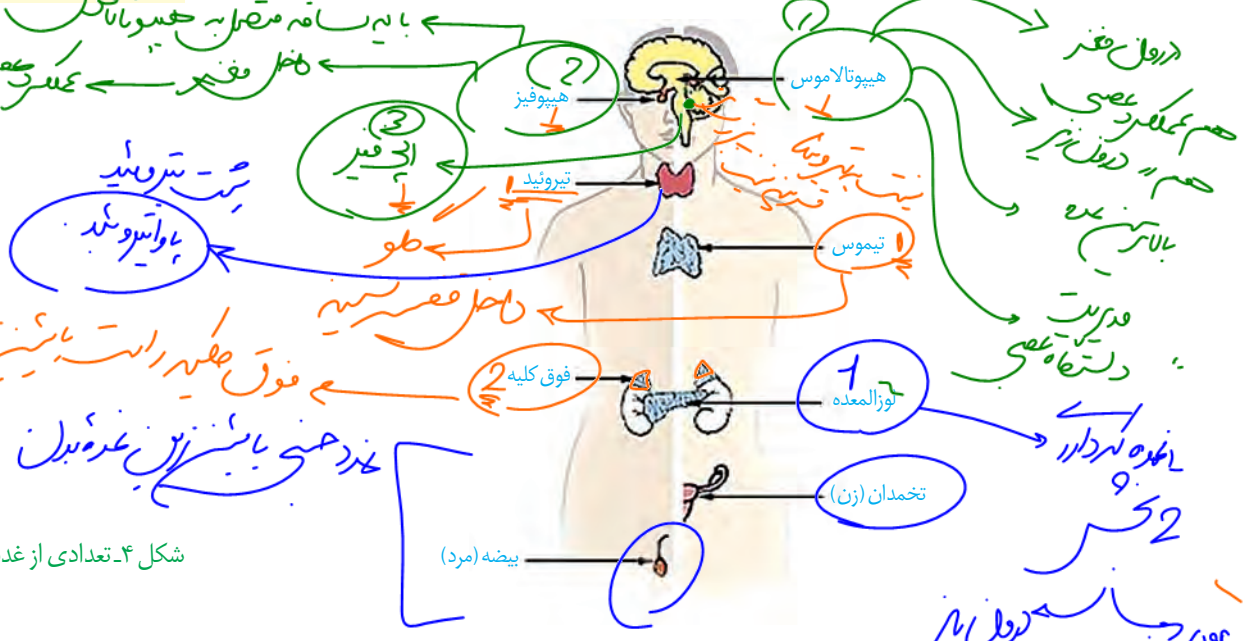
هورمون‌ها از **یاخته‌های درون ریز** ترشح می‌شوند. این یاخته‌ها ممکن است به‌صورت پراکنده در اندام‌ها دیده شوند. مثال این یاخته‌ها را قبلاً دیده‌ایم. مثلاً در سال گذشته خواندیم که یاخته‌های درون‌ریز در معده و دوازدهه به‌ترتیب، هورمون گاسترین و سکرتین را ترشح می‌کنند. همچنین ممکن است یاخته‌های درون‌ریز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

شکل ۳ـ غدهٔ درون‌ریز و برون‌ریز

بیشتر بدانید

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

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



شکل ۴ـ تعدادی از غدد درون‌ریز

گفتار ۲ غدّه‌های درون‌ریز

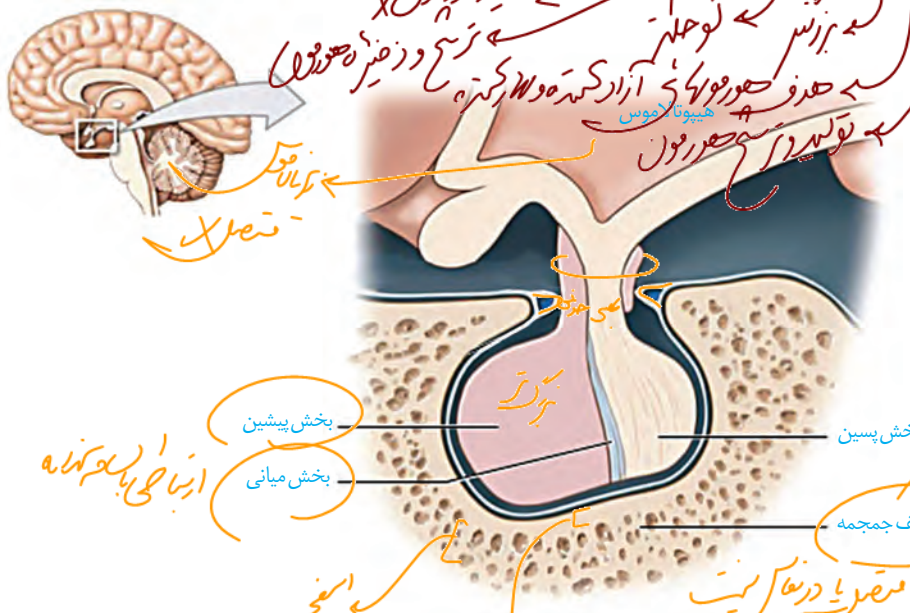
دستگاه درون‌ریز که غدّه‌ها بخش مهمی از آن‌اند، فعالیت‌های بدن را به وسیلهٔ هورمون‌ها تنظیم می‌کند. در این گفتار، غدد درون‌ریز و هورمون‌های آنها را در انسان بررسی می‌کنیم.

بیشتر بدانید

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

هیپوفیز

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



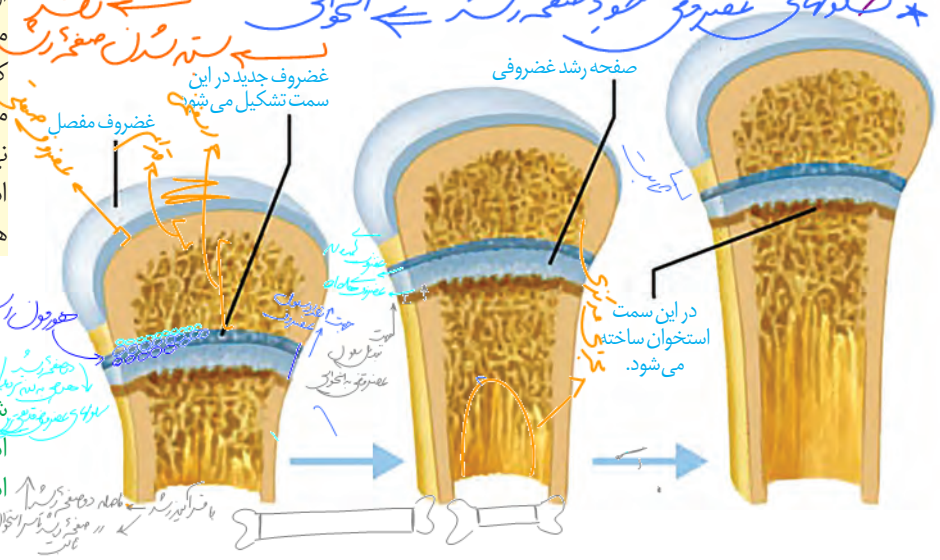
شکل ۵ـ غده هیپوفیز

بخش پیشین

بخش پیشین تحت تنظیم هیپوتالاموس، شش هورمون ترشح می‌کند. هیپوتالاموس توسط رگ‌های خونی با بخش پیشین ارتباط دارد و هورمون‌هایی به نام **آزادکننده** و **مهارکننده** ترشح می‌کند که باعث می‌شوند هورمون‌های بخش پیشین ترشح شوند، یا اینکه ترشح آنها متوقف شود. به همین دلیل، غدّهٔ هیپوتالاموس نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غدّه‌ها بر عهده 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 صفحهٔ غضروفی وجود دارد که **صفحات رشد** نام دارند (شکل ۶) یاخته‌های غضروفی در این صفحات تقسیم می‌شوند. همچنان

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



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

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

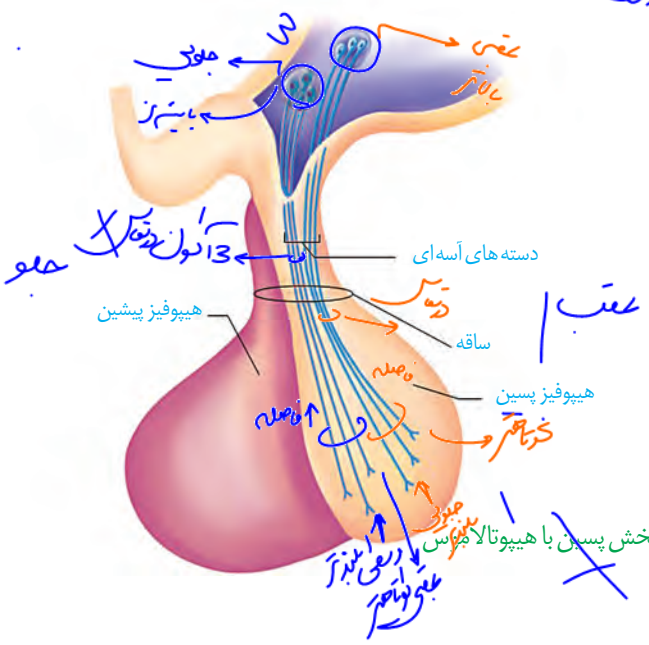
هورمون‌های محرک، چهار هورمون باقی‌ماندهٔ بخش پیشین را تشکیل می‌دهند. بخش پیشین با ترشح این هورمون‌ها فعالیت سایر غدد را تنظیم می‌کنند. هورمون **محرک تیروئید** فعالیت غدّهٔ سپردیس (تیروئید) را تحریک می‌کند؛ هورمون **محرک فوق کلیه** روی غدّهٔ فوق کلیه تأثیر می‌گذارد و هورمون‌های **محرک غدّه‌های جنسی** که **LH** و **FSH** نام دارند، کار غدّه‌های جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می‌کنند.

بخش پسین

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

بیشتر بدانید

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



شکل ۷ـ ارتباط بخش پسین با هیپوتالاموس

غدهٔ تیروئید

غدهٔ تیروئید شکلی شبیه به سپر دارد و در زیر حنجره واقع است (شکل ۸). هورمون‌هایی که از این غده ترشح می‌شوند، عبارت‌اند از: هورمون‌های تیروئیدی و کلسی‌تونین. هورمون‌های تیروئیدی دو هورمون ید دار به نام‌های T_3 و T_4 هستند.

هورمون‌های تیروئیدی میزان تجزیهٔ گلوکز و انرژی در دسترس را تنظیم می‌کنند. از آنجایی که تجزیهٔ گلوکز در همهٔ یاخته‌های بدن رخ می‌دهد پس همگی، یاختهٔ هدف این هورمون‌ها هستند.

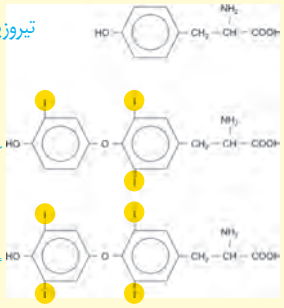
در دوران جنینی و کودکی، T_3 برای نمو دستگاه عصبی مرکزی لازم است؛ بنابراین، فقدان آن به اختلالات نمو دستگاه عصبی و عقب ماندگی ذهنی و جسمی جنین می‌انجامد.

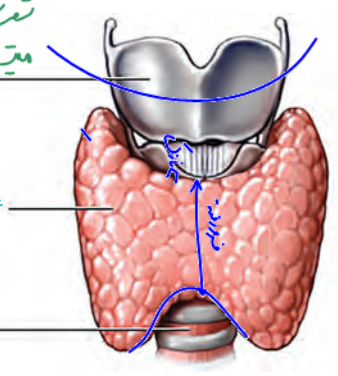
اگر ید در غذا به مقدار کافی نباشد، آن‌گاه هورمون تیروئیدی به اندازهٔ کافی ساخته نمی‌شود. در این حالت غدهٔ هیپوفیز با ترشح هورمون محرک تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می‌شود تا ید بیشتری جذب کند. فعالیت بیشتر غدهٔ تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می‌شود که به آن **گواتر** می‌گویند.

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

بیشتر بدانید

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





نمای جلویی

شکل ۸ـ غدهٔ تیروئید

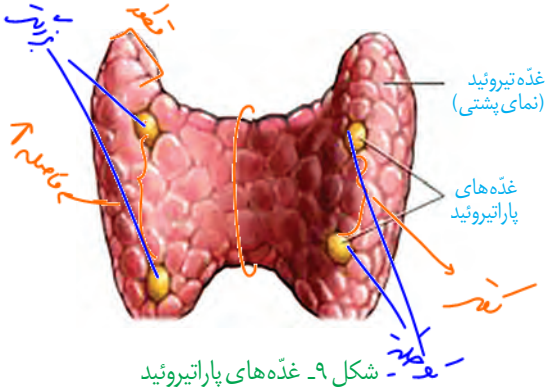
فعّالیت ۱

استفاده از نمک ید دار می‌تواند ید مورد نیاز بدن را تأمین کند. تحقیق کنید که نمک‌های ید دار در چه شرایطی خواص خود را حفظ می‌کنند و چه غذاهایی مانع جذب ید می‌شوند؟

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

غدّه‌های پاراتیروئید

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



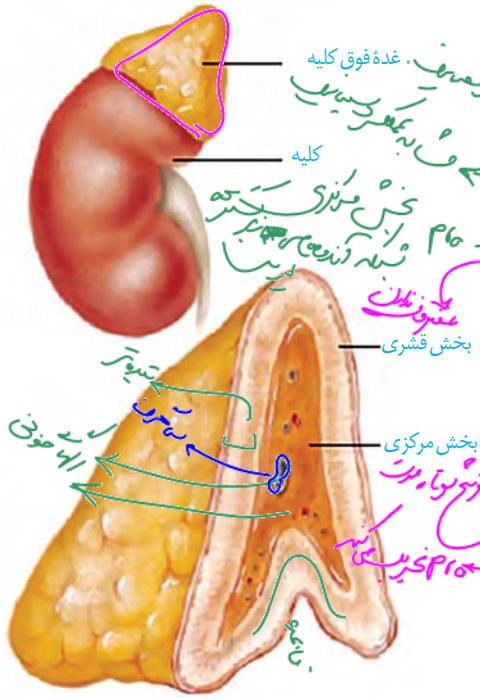
شکل ۹ـ غدّه‌های پاراتیروئید

هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می‌شود و در هم‌ایستایی کلسیم نقش دارد. این هورمون، کلسیم را از مادهٔ زمینهٔ استخوان جدا و آزاد می‌کند. همچنین باز جذب کلسیم را در کلیه افزایش می‌دهد.

یکی دیگر از کارهای هورمون پاراتیروئیدی اثر بر ویتامین D است. این هورمون، ویتامین D را به شکلی تبدیل می‌کند که می‌تواند جذب کلسیم از روده را افزایش دهد؛ بنابراین کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می‌شود.

غدهٔ فوق کلیه

غدهٔ فوق کلیه روی کلیه قرار دارد و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که از همدیگر مستقل‌اند (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ـ غدهٔ فوق کلیه

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

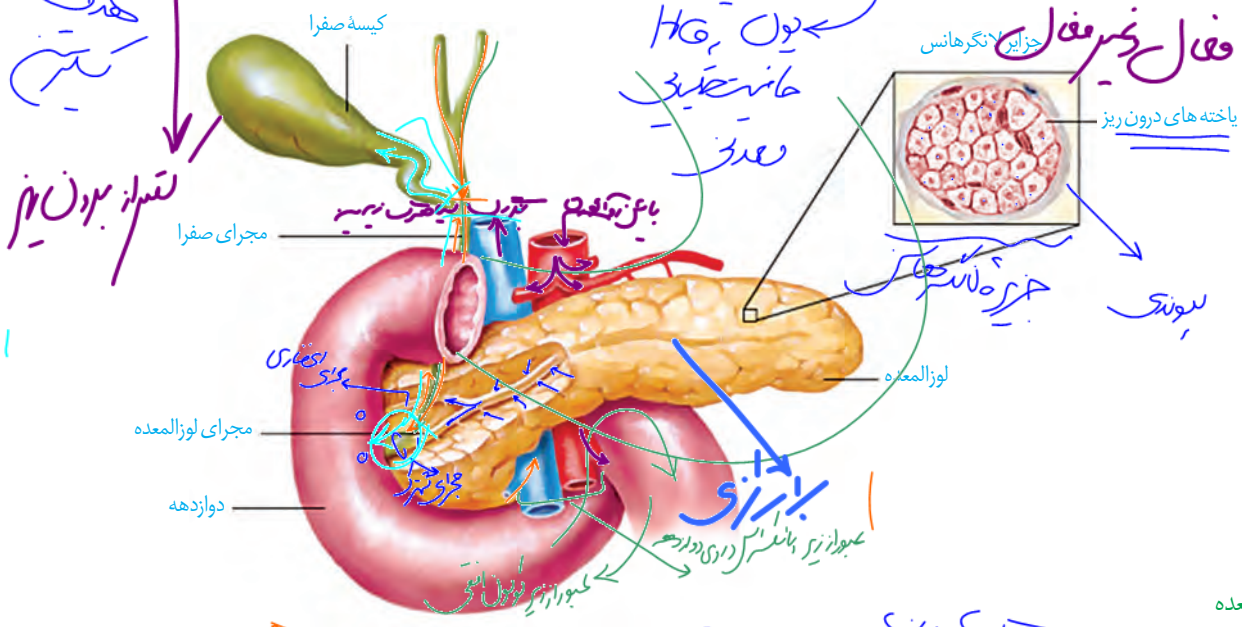
بخش قشری به تنش‌های طولانی مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح **کورتیزول** پاسخ دیرپا می‌دهد. این هورمون گلوکز خوناب را افزایش می‌دهد. اگر تنش‌ها به مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند.

هورمون دیگر بخش قشری **آلدوسترون** است که بازجذب سدیم را از کلیه افزایش می‌دهد. به دنبال بازجذب سدیم، آب هم بازجذب می‌شود و در نتیجه فشار خون بالا می‌رود.

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

غدهٔ لوزالمعده

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



شکل ۱۱ـ لوزالمعده

بیشتر بدانید

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

از بخش درون ریز لوزالمعده دو هورمون به نام‌های **گلوکاگون** و **انسولین** ترشح می‌شوند. گلوکاگون در پاسخ به کاهش گلوکز خون ترشح شده، باعث تجزیهٔ گلیکوژن به گلوکز می‌شود و به این ترتیب، قند خون را افزایش می‌دهد. انسولین در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح و باعث ورود گلوکز به یاخته‌ها می‌شود و به این ترتیب، قند خون را کاهش می‌دهد.

اگر یاخته‌ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند، غلظت گلوکز خون افزایش می‌یابد. به همین علت گلوکز و به دنبال آن آب وارد ادرار می‌شود. چنین وضعیتی به **دیابت شیرین** معروف است.

در این نوع دیابت، یاخته‌ها مجبورند انرژی موردنیاز خود را از چربی‌ها یا حتی پروتئین‌ها به‌دست آورند که به کاهش وزن می‌انجامد. بر اثر تجزیهٔ چربی‌ها، محصولات اسیدی تولید می‌شود که اگر این وضعیت درمان نشود به اغما و مرگ منجر خواهد شد. علاوه بر آن، تجزیهٔ پروتئین‌ها، مقاومت بدن را کاهش می‌دهد. بنابراین، افراد مبتلا به دیابت باید بهداشت را بیش‌از پیش رعایت کنند و مراقب زخم‌ها و سوختگی‌های هرچند کوچک باشند.

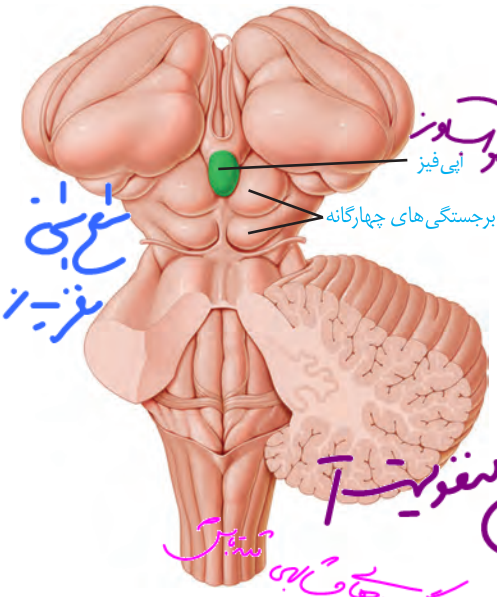
دیابت بر دو نوع است. در **نوع یک**، انسولین ترشح نمی‌شود یا به اندازهٔ کافی ترشح نمی‌شود. این بیماری، یک بیماری خود ایمنی است که در آن دستگاه ایمنی یاخته‌های ترشح کنندهٔ انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می‌برد. این بیماری با تزریق انسولین تحت کنترل درخواهد آمد. در دیابت **نوع دو** اشکال در تولید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

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

فعّالیت ۲ تحقیق کنید که برای پیشگیری از دیابت نوع دو چه باید کرد؟

سایر غدد درون‌ریز

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



غدهٔ تیموس هورمون **تیموسین** ترشح می‌کند که در تمایز لنفوسیت‌ها نقش دارد. با تمایز لنفوسیت‌ها در فصل ۵ بیشتر آشنا خواهیم شد.

همچنین عملکرد **غدّه‌های جنسی** و هورمون‌های آنها را در فصل ۷ خواهید دید.

شکل ۱۲ـ جایگاه غدّهٔ اپی‌فیز

گوناگونی پاسخ‌های یاخته‌ها به هورمون‌ها

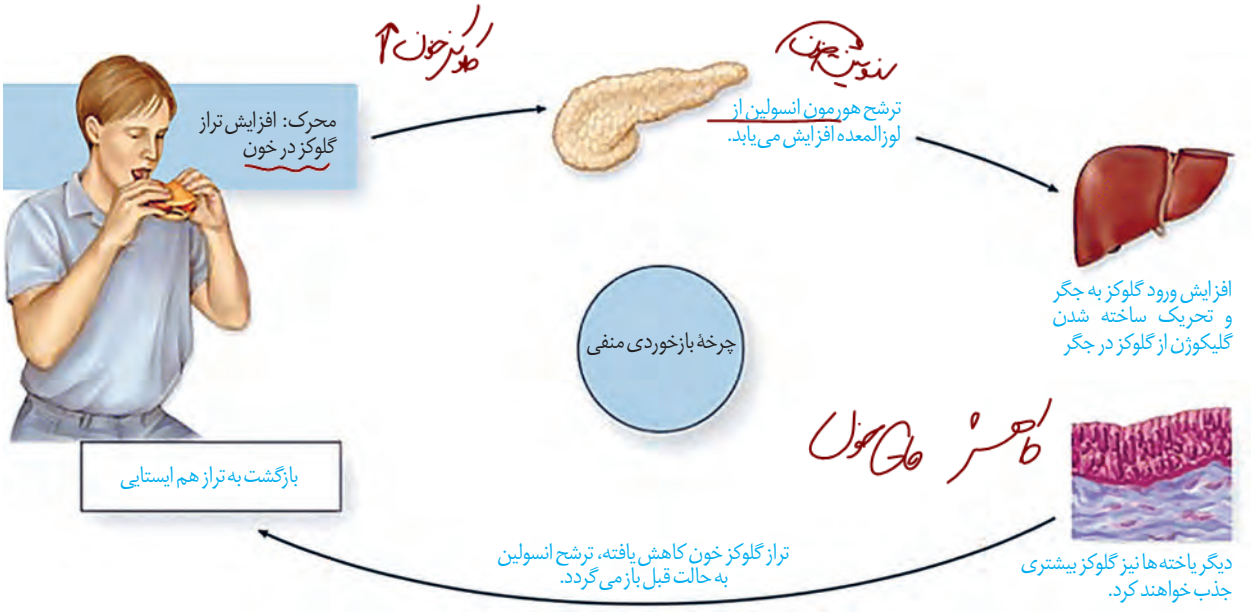
ممکن است یک یاخته چند هورمون را دریافت کند یا اینکه، چند یاخته، یک هورمون را دریافت کنند. براساس نوع هورمون و نوع یاختهٔ هدف، پیام پیک به عملکرد خاصی تفسیر می‌شود. مثلاً وقتی هورمون پاراتیروئیدی که کلسیم خون را افزایش می‌دهد به کلیه می‌رسد، بازجذب کلسیم را زیاد می‌کند، اما همان هورمون در استخوان باعث تجزیهٔ آن شده و کلسیم را آزاد می‌کند.

تنظیم بازخوردی ترشح هورمون‌ها

هورمون‌ها در مقادیر خیلی کم ترشح می‌شوند، اما با همین مقدار کم، اثرات خود را برجای می‌گذارند. بنابراین، تغییر هرچند کم در مقدار ترشح هورمون‌ها اثرات قابل ملاحظه‌ای درپی خواهد داشت؛ به همین علت ترشح هورمون‌ها باید به‌دقت تنظیم شود.

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

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



شکل ۱۳ـ تنظیم بازخورد گلوکز با بازخورد منفی

ارتباط شیمیایی در جانوران

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

فصل ۵

ایمنی

زمانی که میکروسکوپ، دنیای ناپیدای میکروب‌ها را آشکار کرد، تصور نمی‌شد که موجوداتی به این ریزی و سادگی، بتوانند جانداری چون انسان را بیمار کنند. اما به‌تدریج شواهدی به‌دست آمد که به ارائهٔ «نظریهٔ 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 نشان‌دهندهٔ این واقعیت است که بدن می‌تواند در برابر میکروب‌ها از خود دفاع کند.

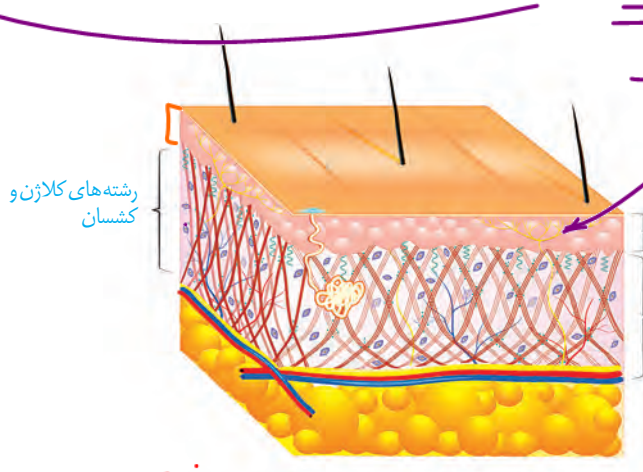
بدن ما چند خط دفاعی دارد که از ورود میکروب‌ها جلوگیری، یا با میکروب‌های وارد شده مبارزه می‌کند. در این فصل، با این خطوط دفاعی آشنا می‌شویم. اگر بدن ما توانایی دفاع دارد، چرا واکسن می‌زنیم؟ دستگاه ایمنی در برابر چه چیزهای دیگری به جز میکروب‌ها، دفاع می‌کند؟ اینها سؤالاتی است که در این فصل، پاسخ آنها را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

گفتار ۱ نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع

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

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

لایهٔ بیرونی شامل چندین لایهٔ یاختهٔ پوششی است که خارجی‌ترین یاخته‌های آن مرده‌اند. یاخته‌های مرده به‌تدریج می‌ریزند و به این ترتیب، میکروب‌هایی را که به آن چسبیده‌اند، از بدن دور می‌کنند.



شکل ۱ـ لایه‌های مختلف پوست

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

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

فعّالیت ۱

تحقیق کنید که:

الف) چربی سطح پوست چه فواید دیگری دارد؟

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

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

در سطح پوست ما میکروب‌هایی زندگی می‌کنند که با شرایط پوست، از جمله اسیدی بودن، سازش یافته‌اند. این میکروب‌ها از تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند، چون در رقابت برای کسب غذا بر آنها پیروز می‌شوند.

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

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

فعّالیت ۲

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

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

گفتار ۲ دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع

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

مشاهدهٔ یک دانشمند

کلید پاسخ به این سؤال، از مشاهدهٔ جانورشناسی به نام ایلیا مچنیکوف[1] به دست آمد. او در حین مطالعهٔ لارو ستارهٔ دریایی، که شفاف است، به مشاهدهٔ شگفت انگیزی دست یافت. مچنیکوف برای نخستین بار، درون بدن لارو، یاخته‌هایی را دید که شبیه آمیب بودند؛ حرکت می‌کردند و مواد اطراف خود را می‌خوردند. در این هنگام فکری به ذهن او خطور کرد: شاید این یاخته‌ها میکروب‌ها و ذرات خارجی را هم می‌خورند و در دفاع نقش دارند. اگر چنین باشد باید بتوانند ذره‌ای را که از خارج به بدن لارو وارد شده است نابود کنند. او برای آزمودن این فرضیه، 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 یاخته‌های آمیبی شکل، اثری از خرده‌ها باقی نگذاشته بودند. مچنیکوف این یاخته‌ها را **بیگانه‌خوار** نامید. او بقیهٔ عمر خود را به مطالعهٔ نحوهٔ دفاع بدن در برابر میکروب‌ها پرداخت و سرانجام موفق شد جایزهٔ نوبل را به دست آورد.

خودی و بیگانه

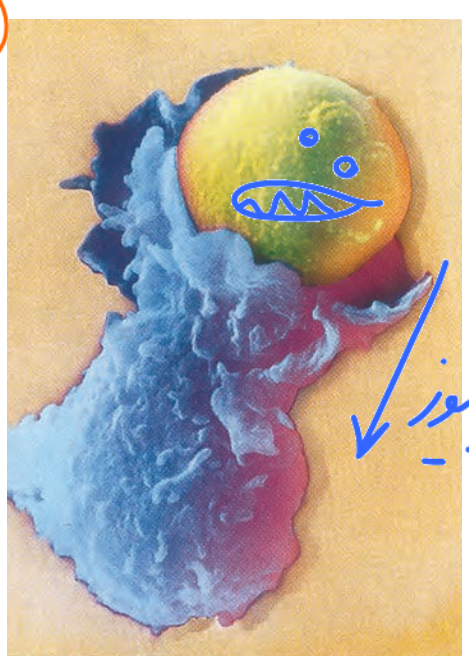
قبل از آنکه بیگانه‌خوارهای بدن ما به میکروب حمله کند، ابتدا باید «بیگانه بودن» آن را تشخیص دهد. دستگاه ایمنی هر فرد، یاخته‌های «خودی» را می‌شناسد و تنها در برابر آنچه که «بیگانه» تشخیص داده می‌شود پاسخ می‌دهد.

دومین خط دفاعی شامل سازو کارهایی است که 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 یاخته‌های بیگانه‌خوار شناسایی شده‌اند. بیگانه‌خوارها در جای‌جای بدن انسان حضور دارند. **درشت‌خوار** (ماکروفاژ) یکی از بیگانه‌خوارهاست (شکل ۲).

واژهٔ درشت‌خوار برای شما آشناست. آیا درشت‌خوارهای حبابکی را در شش‌ها به یاد دارید؟ درشت‌خوارها در اندام‌های مختلف، از جمله گره‌های لنفاوی، حضور دارند



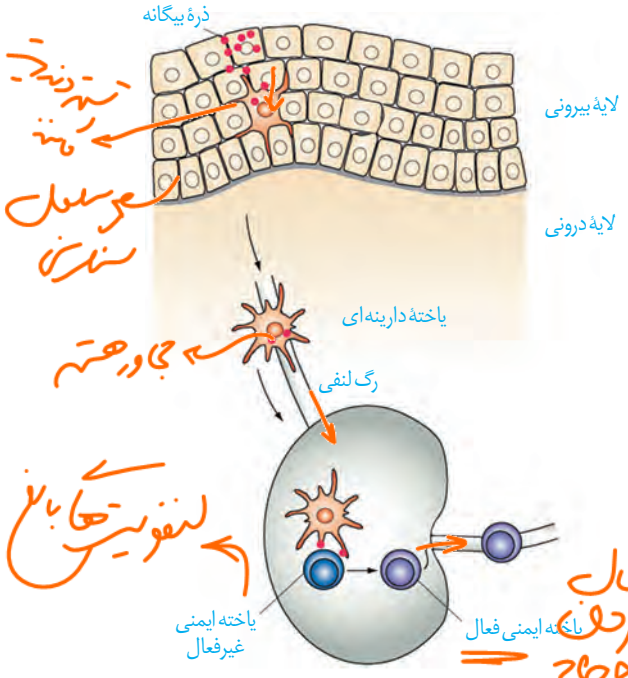
شکل ۲ـ درشت خوار در حال بیگانه‌خواری

۱- Metchnikoff (۱۸۴۵ـ۱۹۱۶)

و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند.

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

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



شکل ۳ـ نحوهٔ عملکرد یاخته‌های دارینه‌ای

بیگانه‌خوار دیگر **ماستوسیت** نام دارد. ماستوسیت‌ها مانند یاخته‌های دارینه‌ای در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، به‌فراوانی 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 خوناب که حاوی پروتئین‌های دفاعی است بیش از گذشته به خارج رگ نشت کند.

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

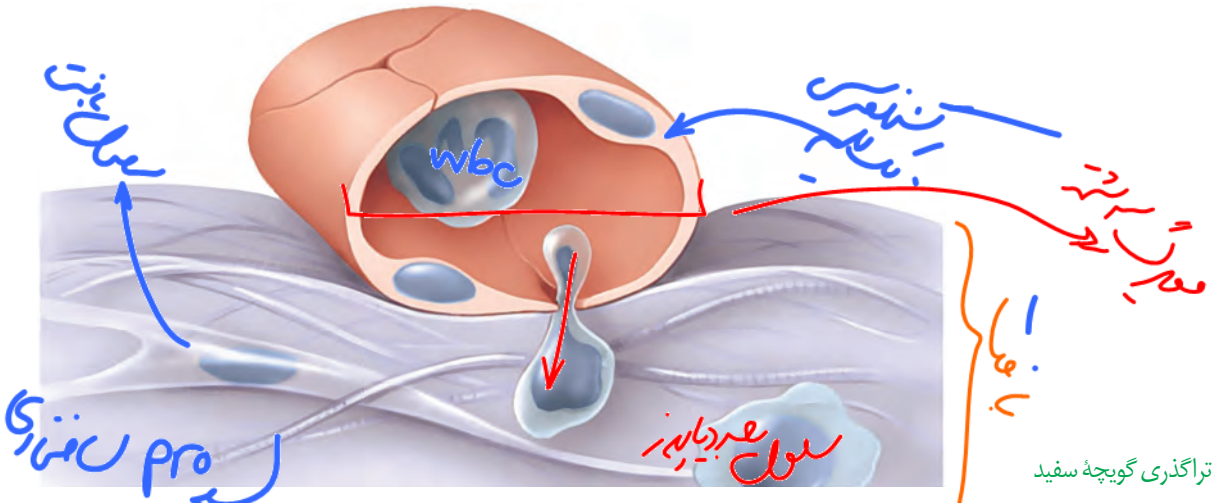
گویچه‌های سفید

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 باقی‌مانده 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 پیشرفت 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. فرایند عبور گویچه‌های سفید را از دیوارهٔ مویرگ‌ها، **تراگذری** (دیاپدز) می‌نامند (شکل ۴). تراگذری از ویژگی‌های همهٔ گویچه‌های سفید است.

واژه‌شناسی

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

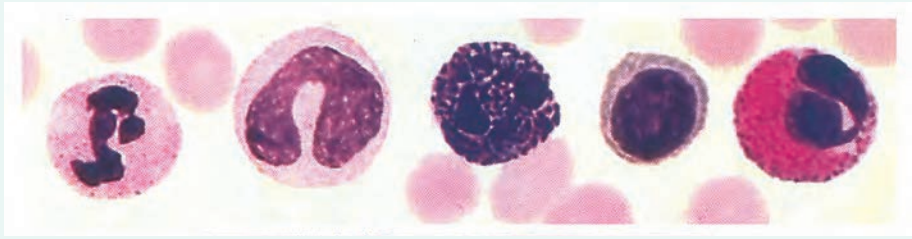


شکل ۴ـ تراگذری گویچهٔ سفید

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

فعّالیت ۳

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



الف) نام هر یک را بیان کنید.

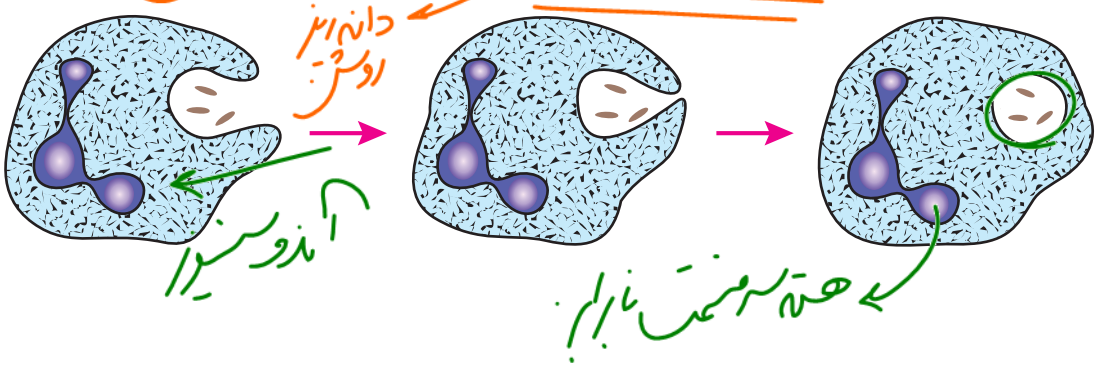
ب) سیتوپلاسم در کدام گویچه‌ها دانه دار و در کدام‌بدون دانه است؟

پ) تحقیق کنید که دانه‌ها از چه چیزی ساخته شده‌اند؟

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

شکل ۵ـ بیگانه خواری نوتروفیل‌ها

نوتروفیل‌ها مواد دفاعی زیادی حمل نمی کنند و چابک‌اند.

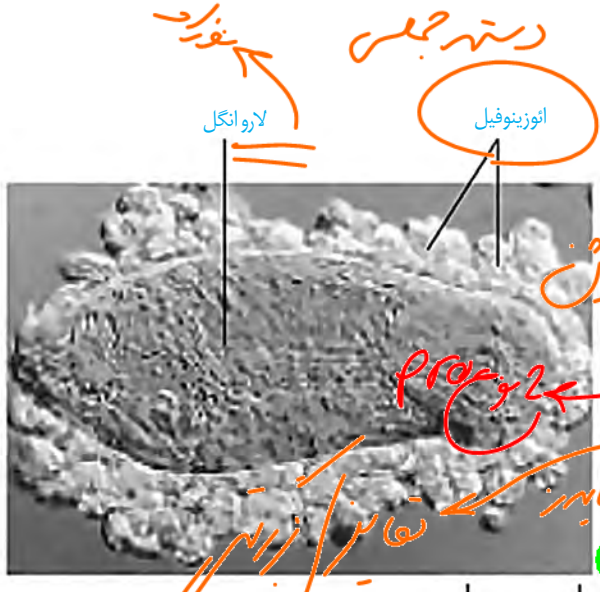


همهٔ عوامل بیماری‌زا را نمی‌توان با بیگانه‌خواری از بین برد. در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، **ائوزینوفیل‌ها** مبارزه می‌کنند. ائوزینوفیل‌ها محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند (شکل ۶).

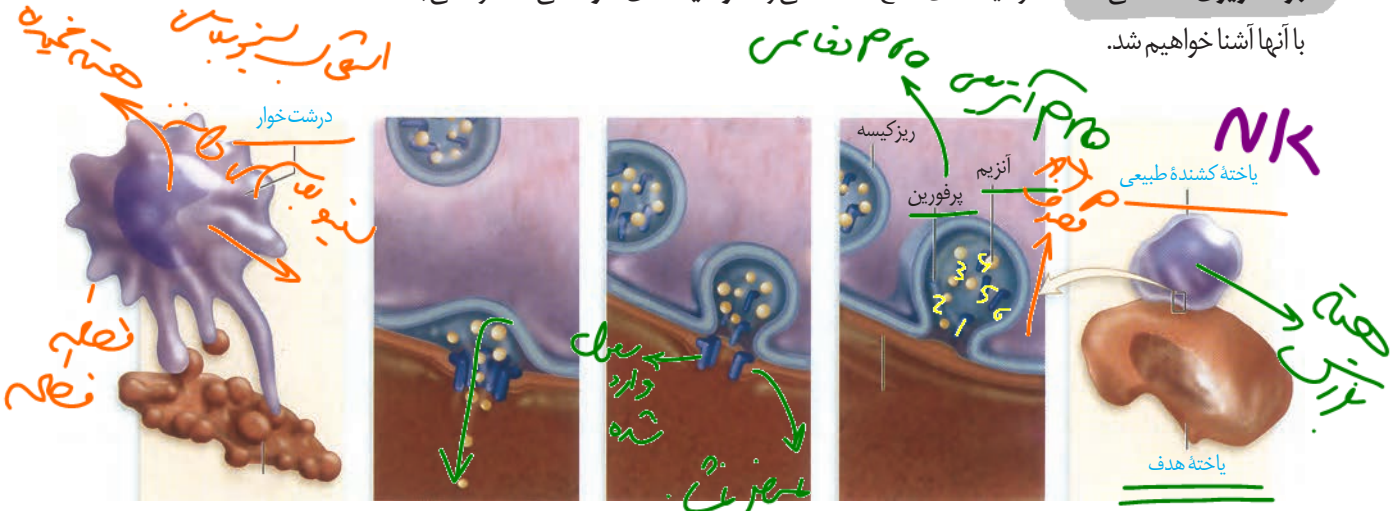
بازوفیل‌ها، به مواد حساسیت‌زا پاسخ می‌دهند. دانه‌های این یاخته‌ها هیستامین و ماده‌ای به نام **هپارین** دارند. هپارین ضد انعقاد خون است.

مونوسیت‌ها، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به **درشت‌خوار** و یا **یاخته‌های دندریتی** تبدیل می‌شوند.

لنفوسیت‌ها انواع مختلفی دارند. لنفوسیتی را که در دفاع غیراختصاصی نقش دارد، **یاختهٔ کشندهٔ طبیعی** می‌نامند که یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. یاختهٔ کشندهٔ طبیعی، به یاختهٔ سرطانی متصل می‌شود، با ترشح پروتئینی به نام **پرفورین** منفذی در غشا ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن آنزیمی به درون یاخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته می‌شود (شکل ۷). در یاخته‌ها، برنامه‌ای وجود دارد که در صورت اجرای آن، یاخته می‌میرد. این نوع مرگ را **مرگ برنامه‌ریزی شده**[1] می‌نامند. لنفوسیت‌های دفاع اختصاصی را **لنفوسیت‌های B و T** می‌نامند و کمی بعد با آنها آشنا خواهیم شد.



شکل ۶ـ ائوزینوفیل‌ها لارو انگل را احاطه کرده‌اند.



یاختهٔ کشندهٔ طبیعی به یاختهٔ هدف متصل می‌شود.

ریزکیسه‌های حاوی پرفورین و مولکول‌های آنزیم، محتویات خود را با برون‌رانی ترشح می‌کنند.

پرفورین‌ها، منافذی را در غشا ایجاد می‌کند.

آنزیم از منافذ عبور کرده، به یاخته وارد می‌شود و باعث مرگ یاخته می‌شود.

یاختهٔ مرده توسط درشت‌خوار، بیگانه‌خواری می‌شود.

شکل ۷ـ نحوهٔ عملکرد یاختهٔ کشندهٔ طبیعی

فعّالیت ۴

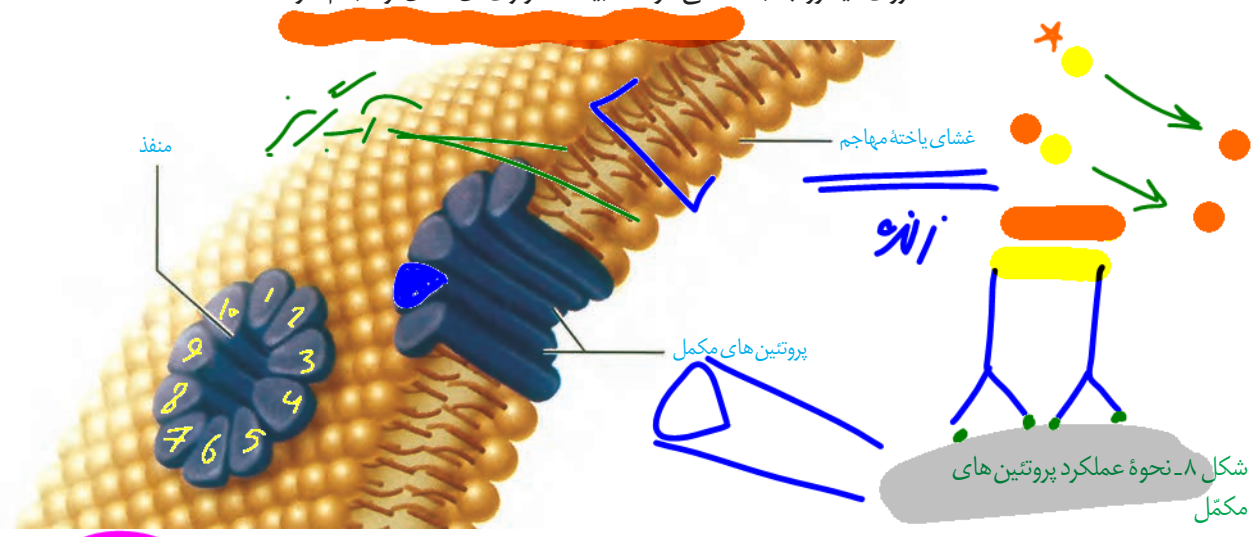
یک گسترش آماده خون را با میکروسکوپ مشاهده و انواع گویچه‌های سفید را در آن مشاهده کنید.

۱ـ Apoptosis

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. واکنش فعال شدن، به این صورت است که وقتی یکی از این پروتئین‌ها فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد.

پروتئین‌های فعال شده به کمک یکدیگر، با ایجاد ساختارهای حلقه‌مانند در غشای میکروب‌ها، منافذی به‌وجود می‌آورند. این منافذ عملکرد غشای یاخته‌ای میکروب را در کنترل ورود و خروج مواد از بین می‌برند و سرانجام یاخته بیگانه می‌میرد (شکل ۸). علاوه بر آن، قرارگرفتن پروتئین‌های مکمل روی میکروب، باعث می‌شود که بیگانه‌خواری آن آسان‌تر انجام شود.



شکل ۸ـ نحوهٔ عملکرد پروتئین های مکمّل

یکی دیگر از روش‌های دفاع، ترشح پروتئینی به نام **اینترفرون** است. اینترفرون **نوع یک** از یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شود و علاوه بر یاختهٔ آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آنها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند. اینترفرون **نوع دو** از یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد.

پاسخ التهابی

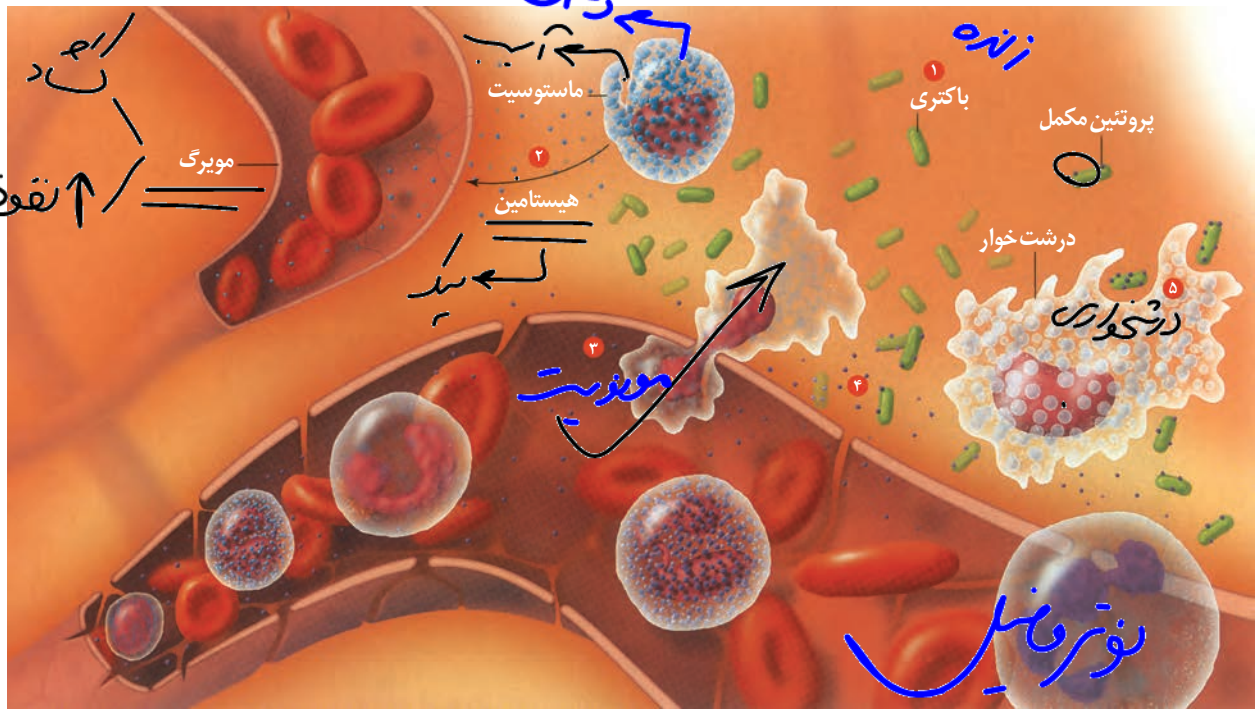
هر یک از ما به نوعی تجربهٔ زخمی شدن یا بریدگی را داشته‌ایم. در این موارد، پوست آسیب می‌بیند و میکروب‌ها فرصتی برای نفوذ پیدا می‌کنند. قرمزی، تورم، گرما و درد که در موضع آسیب‌دیده مشاهده می‌شوند، نشانه‌های **التهاب** اند.

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

سفید بیشتری به موضع آسیب هدایت می‌شوند و خوناب بیشتری به بیرون نشت می‌کند (شکل ۹).
یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها و درشت‌خوارها با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به محل آسیب فرا می‌خوانند.
نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها با تراگذری از خون خارج می‌شوند. نوتروفیل‌ها بیگانه‌خواری می‌کنند و مونوسیت‌ها به درشت‌خوار تبدیل می‌شوند.

فعّالیت ۵

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



شکل ۹ـ مراحل التهاب:
۱ـ ورود باکتری به بدن
۲ـ ماستوسیت‌های آسیب دیده هیستامین (نقاط آبی) رها می‌کنند.
۳ـ نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها از مویرگ خارج می‌شوند.
۴ـ پروتئین مکمل فعال شده به غشای باکتری متصل می‌شود.
۵ـ درشت‌خوارها ضمن تولید پیک شیمیایی باکتری‌ها را بیگانه‌خواری می‌کنند.

تب

یکی از نشانه‌های بیماری‌های میکروبی، تب است. فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا کاهش می‌یابد، هیپوتالاموس در پاسخ به بعضی ترشحات میکروب‌ها، دمای بدن را بالا می‌برد.

فعّالیت ۶

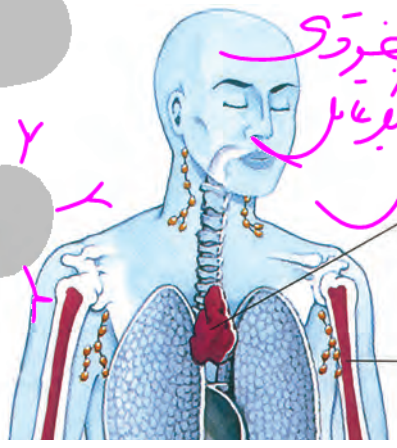
الف) تب چگونه بر فعالیت میکروب‌ها اثر می‌گذارد؟
ب) چرا تب‌های شدید خطرناک‌اند؟

گفتار ۳ سومین خطّ دفاعی: دفاع اختصاصی

دفاع اختصاصی چنان که از نام آن برمی‌آید به نوع عامل بیگانه بستگی دارد و تنها بر همان عامل مؤثر است. به عنوان مثال، پاسخی که علیه میکروب گرازایجاد می‌شود بر سایر میکروب‌ها اثری ندارد. چگونه عامل غیر خودی به‌طور اختصاصی شناسایی می‌شود؟ این وظیفه برعهدهٔ لنفوسیت‌ها است.

لنفوسیت‌ها و شناسایی پادگِن

دفاع اختصاصی به‌وسیلهٔ لنفوسیت‌های B و T انجام می‌شود. هر دو نوع لنفوسیت در مغز استخوان تولید می‌شوند و در ابتدا نابالغ‌اند؛ یعنی توانایی شناسایی عامل بیگانه را ندارند. لنفوسیت‌های B در همان مغز استخوان اما لنفوسیت‌های T در تیموس بالغ می‌شوند و به این ترتیب، توانایی شناسایی عامل بیگانه را به‌دست می‌آورند (شکل ۱۰). تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازهٔ آن تحلیل می‌رود.



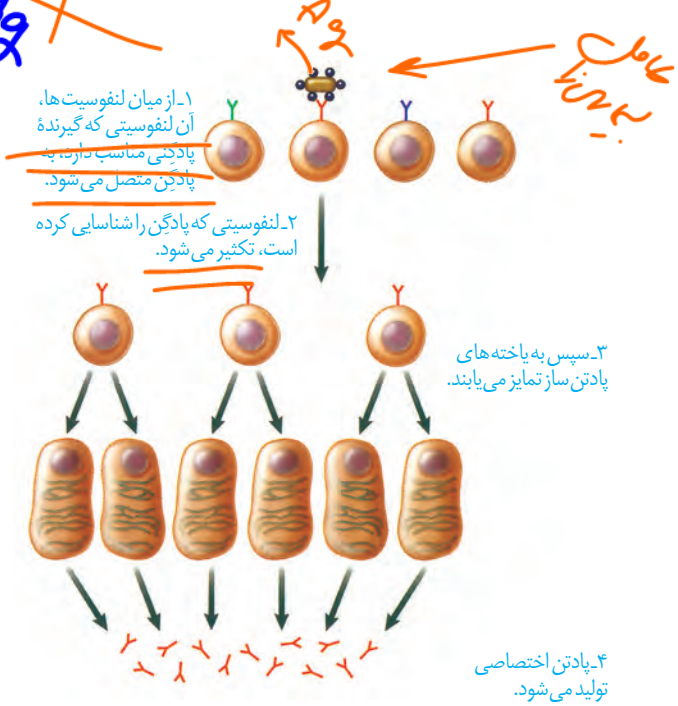
شکل ۱۰ـ محل بلوغ لنفوسیت‌ها

مولکول‌هایی که این لنفوسیت‌ها شناسایی می‌کنند **پادگِن (آنتی‌ژن)** نام دارند. لنفوسیت‌ها چگونه پادگِن را شناسایی می‌کنند؟ هر لنفوسیت B یا T در سطح خود، **گیرنده‌های پادگِن** دارد که همگی از یک نوع‌اند. هر گیرنده اختصاصی عمل می‌کند؛ یعنی فقط می‌تواند به یک نوع پادگِن متصل شود و به این ترتیب، پادگِن شناسایی می‌شود.

نحوهٔ عملکرد لنفوسیت B

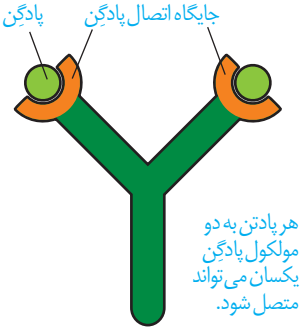
لنفوسیت B پادگِن سطح میکروب‌ها یا ذرات محلول مثل سم میکروب‌ها را شناسایی می‌کند.

از میان لنفوسیت‌های B با گیرنده‌های مختلف، آن لنفوسیتی که توانسته است پادگِن را شناسایی کند به سرعت تکثیر می‌شود و یاخته‌هایی به نام **پادتن ساز (پلاسموسیت)** را پدید می‌آورد (شکل ۱۱). یاختهٔ پادتن‌ساز **پادتن** ترشح می‌کند. پادتن همراه مایعات بین یاخته‌ای، خون و لنف به گردش در می‌آید و هرجا با میکروب یا پادگِن‌های محلول برخورد کرد آن را نابود، یا بی‌اثر می‌سازد.

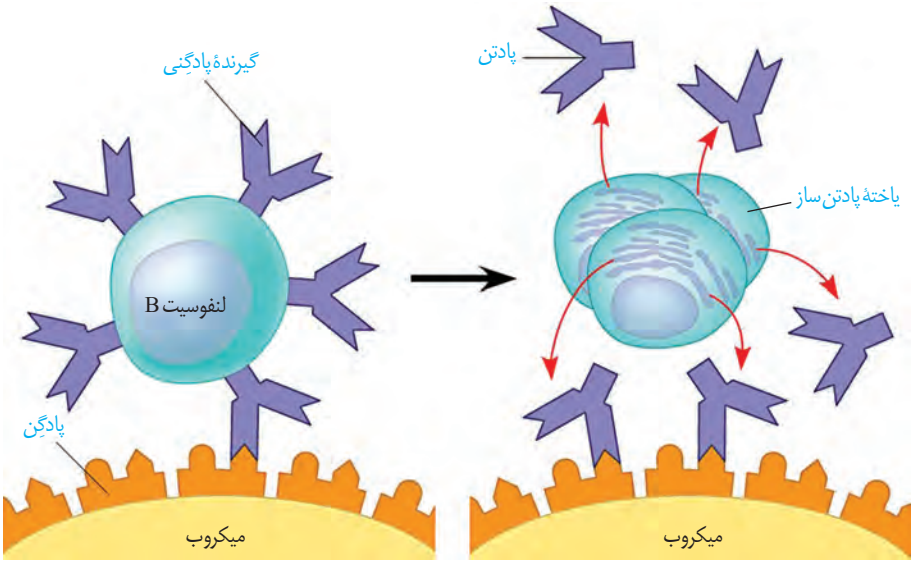


شکل ۱۱ـ نحوهٔ عملکرد لنفوسیت B

پادتن‌ها مولکول‌هایی Yشکل و از جنس پروتئین‌اند. هر پادتن دو جایگاه برای اتصال به پادگِن دارد (شکل۱۲). هر لنفوسیت B می‌تواند پس از تبدیل به پادتن‌ساز، پادتنی مشابه با گیرندهٔ خود ترشح کند (شکل ۱۳).

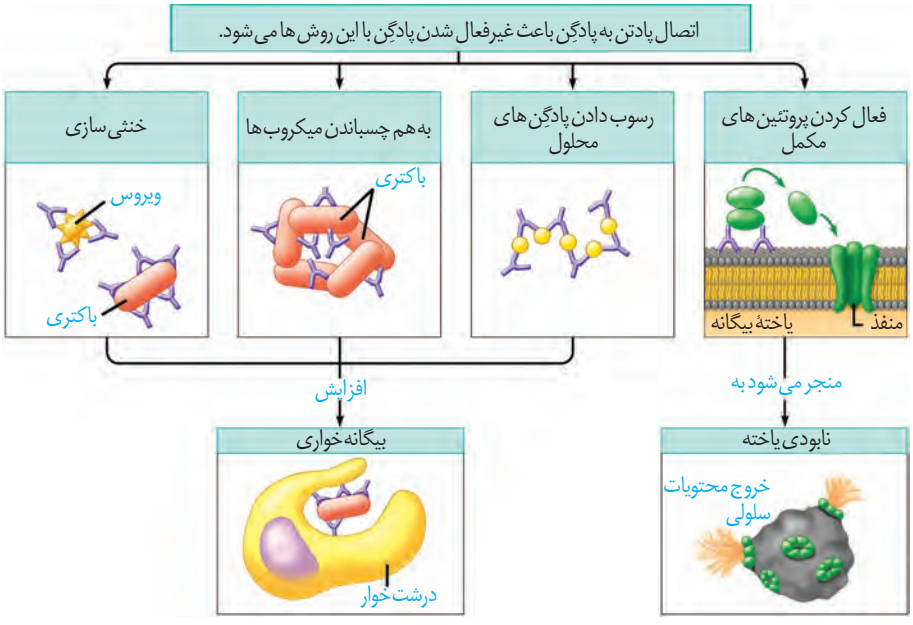


شکل ۱۲ـ مولکول پادتن



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

پادتن پادگِن را با روش‌هایی که در شکل ۱۴ نشان داده شده است، بی‌اثر یا نابود می‌کند. از پادتن‌ها می‌توان به عنوان دارو نیز استفاده کرد. پادتن آماده را **سرم** می‌نامند. به عنوان مثال، در زخم‌های شدید، که احتمال فعالیت باکتری کزاز وجود دارد، از سرم ضدّ کزاز استفاده می‌شود. همچنین پادزهر سمّ مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می‌شود، حاوی پادتن‌هایی است که سمّ مار را خنثی می‌کنند.



شکل ۱۴ـ نحوهٔ عملکرد پادتن

نحوهٔ عملکرد لنفوسیت T

لنفوسیت 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. لنفوسیت T پس از شناسایی پادگِن تکثیر می‌شود و لنفوسیت‌های T کشنده را پدید می‌آورد.

لنفوسیت‌های T کشنده به یاخته هدف متصل می‌شوند و با ترشح پرفورین و آنزیم «مرگ برنامه‌ریزی شده» را به راه می‌اندازند.

فعّالیت ۷

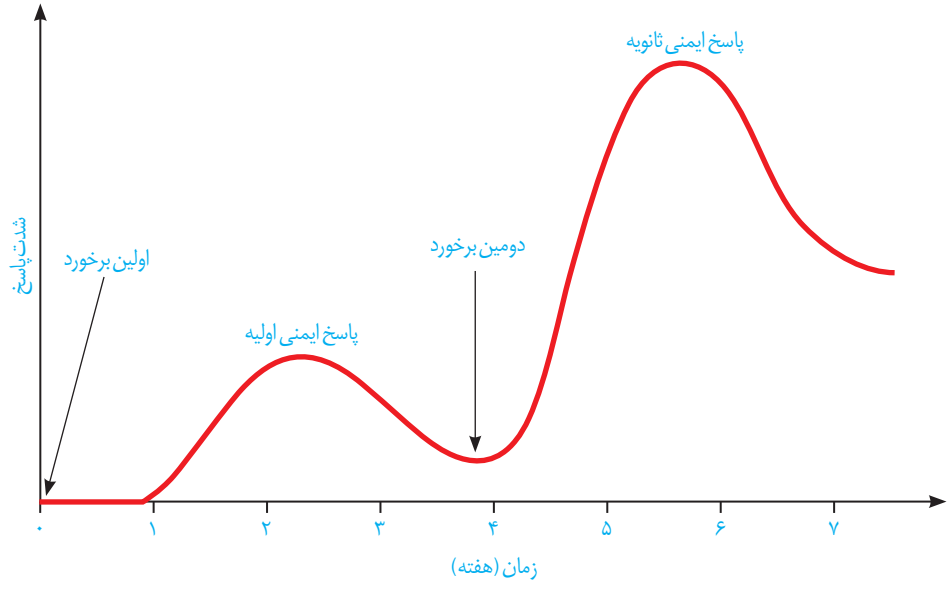
انفلوانزای پرندگان را ویروسی پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها، از جمله انسان را نیز آلوده کند. این ویروس به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی بیش از حد معمول فعالیت کند. بدین ترتیب، به تولید انبوه و بیش از اندازهٔ لنفوسیت‌های T می‌انجامد.

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

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

پاسخ اوّلیه و ثانویه در ایمنی اختصاصی

دفاع اختصاصی، فرایندی است که برای شناسایی پادگِن و تکثیر لنفوسیت‌ها به زمان نیاز دارد. از این رو، برخلاف دفاع غیر اختصاصی، دفاع سریعی نیست. اما اگر پادگِنی 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؟

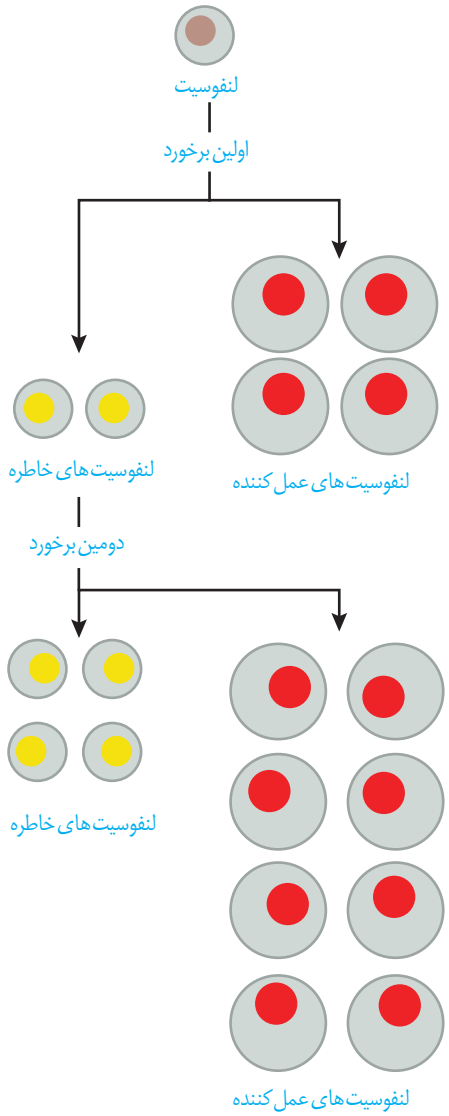


شکل ۱۵ـ پاسخ اولیه و ثانویه

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

وقتی لنفوسیت، پادگِنی را شناسایی می‌کند تکثیر می‌شود و علاوه بر **لنفوسیت‌های عمل کننده** (پادتن‌ساز یا T کشنده) 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 پادگِن سریع‌تر صورت پذیرد و برای برخوردهای بعدی، تعداد بیشتری لنفوسیت خاطره پدید آید.



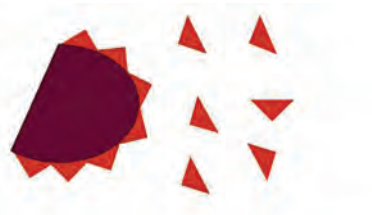
شکل ۱۶ـ لنفوسیت‌های خاطره

فعّالیت ۸ علت شدیدتر بودن پاسخ ایمنی در برخورد دوم نسبت به برخورد اوّل چیست؟

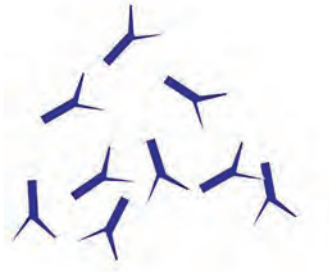
از خاصیت حافظه‌دار بودن دفاع اختصاصی، در واکسیناسیون استفاده می‌شود. کافی است یک‌بار میکروب را در شرایط کنترل شده به دستگاه ایمنی معرفی کنیم و به این طریق یاخته‌های خاطره را پدید آوریم. بدین ترتیب، اگر دوباره همان میکروب به بدن وارد شود، قبل از آنکه فرصت عمل پیدا کند، دستگاه ایمنی آن را از پای در می‌آورد.

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

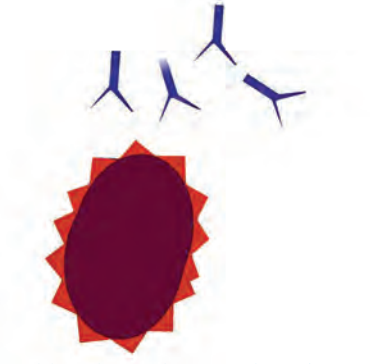
۱ـ هر میکروبی پادگِن‌های مخصوص به خود را دارد.



۲ـ از میکروب کشته شده، ضعیف شده یا پادگِن‌های آن به عنوان واکسن استفاده می‌شود.



۳ـ پادتن و لنفوسیت خاطره تولید می‌شود.



۴ـ وقتی میکروب واقعی به بدن وارد شود، یاختهٔ خاطره و پادتن‌ها آمادگی مقابله با آن را دارند.

شکل ۱۷ـ نحوهٔ عملکرد واکسن

فعّالیت ۹

الف) تحقیق کنید که کودکان ایرانی چه واکسن‌هایی را دریافت می‌کنند؟ در چه زمانی؟
ب) چرا بعضی از واکسن‌ها را باید تکرار کرد؟

ایدز، نگاهی دقیق‌تر به ایمنی اختصاصی

نقص ایمنی اکتسابی که به اختصار **ایدز (AIDS[1])** نامیده می‌شود، نوعی بیماری است که عامل آن ویروس است. ویروس این بیماری **HIV** نام دارد. در این بیماری عملکرد در دستگاه ایمنی فرد، دچار نقص می‌شود. به همین دلیل حتی ابتلا به کم‌خطرترین بیماری‌های واگیر ممکن است به مرگ منجر شود.

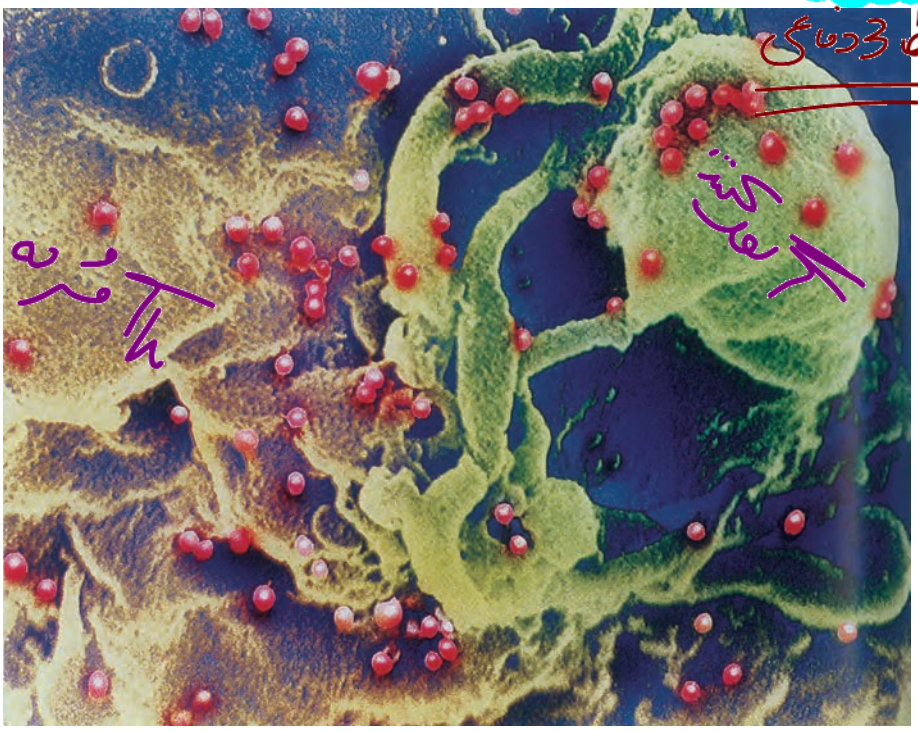
ویروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند. چنین فردی آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و هیچ علامتی از ایدز را ندارد. تنها راه تشخیص آن، انجام آزمایش پزشکی است. فرد آلوده یا بیمار می‌تواند این ویروس را به دیگران منتقل کند. به این ترتیب، باعث انتشار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

HIV از طریق رابطهٔ جنسی، خون و فراورده‌های 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 با 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، روبوسی، نیش حشرات، آب و غذا، این ویروس را منتقل نمی‌کند. انتقال ویروس از طریق ترشحات

۱ـ Acquired Immune Deficiency Syndrome

بینی، بزاق، خلط، عرق و اشک، یا از طریق ادرار و مدفوع ثابت نشده است. تاکنون درمانی قطعی برای ایدز یافت نشده است و بهترین راه مقابله با آن، پیشگیری و افزایش آگاهی عمومی است.

دستگاه ایمنی چگونه در ایدز آسیب می‌بیند؟ زیست‌شناسان دریافتند که علت بیماری ایدز، حملهٔ ویروس به لنفوسیت‌های T و از پای درآوردن آنهاست (شکل ۱۸). این مشاهده بلافاصله پرسشی را 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 ۱۸ـ HIV ویروس مسبب ایدز. در این شکل، ویروس با رنگ قرمز نشان داده شده است. ویروس‌ها در حال آزاد شدن از یاخته آلوده‌اند. این ویروس چنان ریز است که نزدیک به ۲۰۰ میلیون عدد از آنها را می‌توان در نقطهٔ پایان این جمله جای داد.

پاسخ به این سؤال، به درک مدل دقیق‌تری از نحوهٔ عمل دستگاه ایمنی انجامید. مشاهدات بیشتر نشان داد که HIV نه به همهٔ لنفوسیت‌های T، بلکه به نوع خاصی از آنها حمله می‌کند. درواقع فعالیت لنفوسیت‌های B و دیگر لنفوسیت‌های T به کمک این نوع خاص انجام می‌شود؛ لذا آن را **لنفوسیت T کمک‌کننده** 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 همهٔ 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

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

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

آزمایش ایدز در شمار آزمایش‌های رایج نیست. بنابراین، فرد باید به‌طور مشخص این آزمایش را درخواست کند. انجام این آزمایش در مراکز مشاوره بیماری‌های رفتاری (ایدز) رایگان و نتیجهٔ آن محرمانه 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 می‌گوییم که این فرد نسبت به آن مادّه **حساسیت** دارد. ماده‌ای را که باعث حساسیت شده است **حساسیت‌زا** می‌نامند.

پاسخ دستگاه ایمنی به مادهٔ حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌هاست. در نتیجهٔ ترشح هیستامین علائمِ شایعِ حساسیت مثل قرمزی و آب‌ریزش از بینی ایجاد می‌شود.

بیماری‌های خود ایمنی

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

اِم.اِس. بیماری خودایمنی دیگری است که در آن میلین اطراف یاخته‌های عصبی در مغز و نخاع مورد حملهٔ دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی از بین می‌رود. بدین ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیهٔ بدن اختلال ایجاد می‌شود.

ایمنی در جانوران

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

مطالعات دانشمندان دربارهٔ دستگاه ایمنی بی‌مهرگان در سال‌های اخیر، شباهت‌های بیشتری با مهره‌داران را نشان داده است. این‌گونه مطالعات ما را در درک بهتر نحوهٔ پیدایش ایمنی اختصاصی یاری خواهد کرد.

بیشتر بدانید

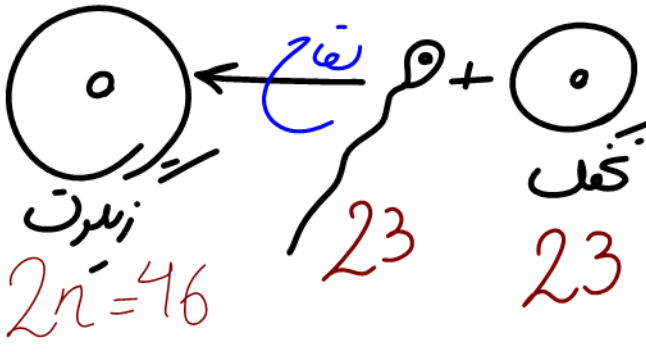
بیماری MS

عوامل مسبب بیماری MS هنوز به‌طور قطع مشخص نیستند. علایم این بیماری متفاوت است اما غالباً با اختلالات دید (تاری و دوبینی) و اختلالات حسی و حرکتی (مثل اختلال در راه رفتن) همراه است.

فصل ۶

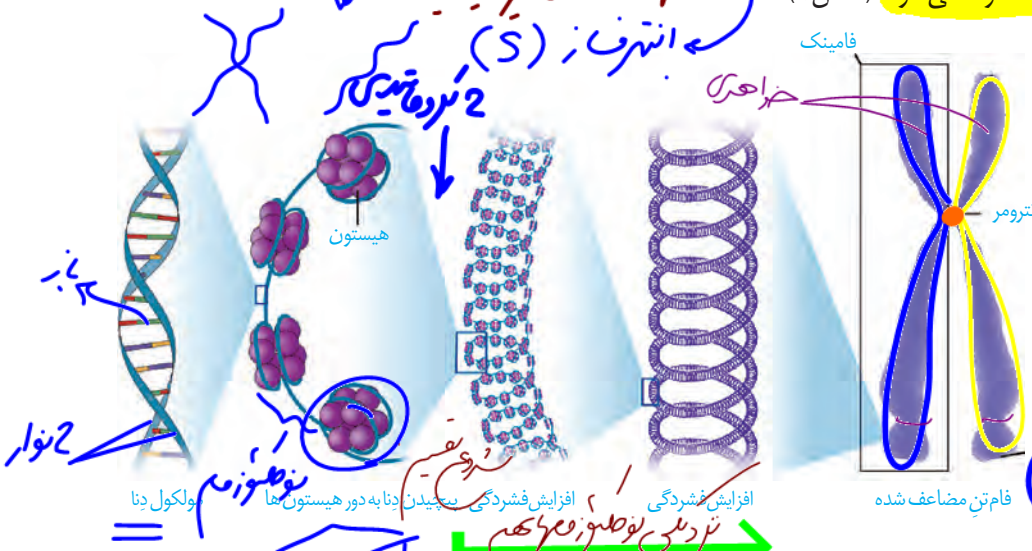
تقسیم یاخته

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، به‌طوری که تعداد یاخته‌ها در بدن یک فرد بالغ به صدها میلیارد می‌رسد. این افزایش شگفت‌انگیز با تقسیمات پیاپی یاخته‌ها صورت می‌پذیرد. با توجه به مطالبی که در سال‌های گذشته فرا گرفتید، چه انواعی از تقسیم در بدن یک فرد بالغ را می‌شناسید؟ هر نوع از این تقسیم‌ها در چه نوع یاخته‌هایی، انجام می‌شود؟ نتیجهٔ هر نوع از تقسیم چیست؟ آیا همهٔ یاخته‌های بدن، تقسیم می‌شوند؟



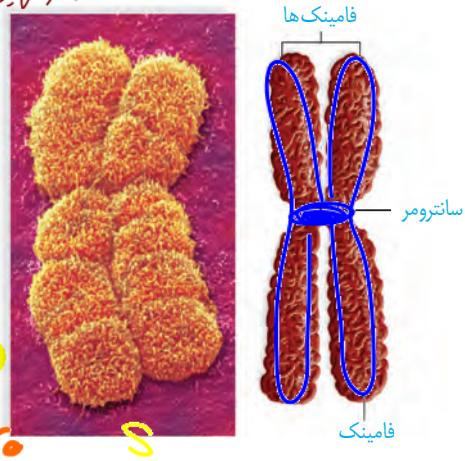
گفتار ۱ فام‌تن (کروموزوم)

همان‌طور که می‌دانید فام تَن از **دِنا** (DNA) و پروتئین تشکیل شده‌است. به شکل ۱ توجه کنید. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی فام‌تن‌های هسته، کمتر و به‌صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، **فامینه (کروماتین)** می‌گویند. هر رشتهٔ فامینه دارای واحدهای تکراری به نام **هسته‌تن (نوکلئوزوم)** است. در هر هسته‌تن، مولکول دِنا حدود ۲ دور در اطراف ۸ مولکول پروتئینی به نام **هیستون** پیچیده است. مادّهٔ وراثتی هسته در تمام مراحل زندگی یاخته، به‌جز تقسیم، به‌صورت فامینه است. پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های فامینه دو برابر و هر چه بیشتر تقسیم یاخته فشرده می‌شوند (شکل ۱).



شکل ۱ـ مراحل فشرده‌شدن فام‌تن

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



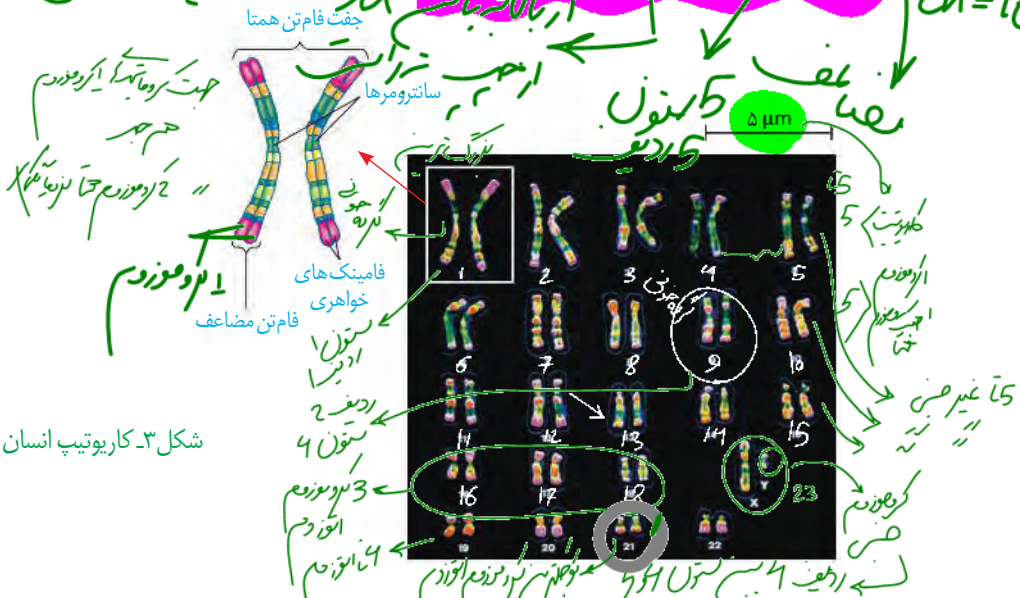
شکل ۲ـ ساختار یک فام‌تن مضاعف شده

تعداد فام‌تن

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

یاخته‌های پیکری انسان، دولاد (دیپلوئید) هستند

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



شکل ۳ـ کاریوتیپ انسان

با بررسی کاریوتیپ انسان، مشاهده می‌شود که هر فام‌تن دارای یک فام‌تن شبیه خود است که به این فام‌تن‌ها، **همتا**[1] گفته می‌شود. به جاندارانی که یاخته‌های پیکری آنها از هر فام‌تن دو نسخه داشته باشند، **دولاد** می‌گویند. در این یاخته‌ها، دو مجموعه فام‌تن وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه‌اند؛ یک مجموعه فام‌تن از والد مادری و یک مجموعه از والد پدری دریافت شده است. این یاخته‌ها را با نماد کلی «۲n» نشان می‌دهند.

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

۱- Homologous

واژه‌شناسی

فامینه(chromatin/کروماتین)
فامینک(chromatid/کروماتید)
فام‌تن(chromosome/کروموزوم)
فام و کروم هر دو به معنای رنگ هستند که در کلمات متفاوتی به کار رفته، وقتی به‌صورت توده رنگ‌پذیر دیده می‌شوند فامینه، به‌صورت اجسام رنگ‌پذیر فام‌تن و جزء کوچک‌تر اینها همراه با پسوند صغیر (ک) به‌کار رفته و فامینک خوانده می‌شود.

بیشتر بدانید

جدول ۱ـ عدد فام‌تنی برخی جانداران

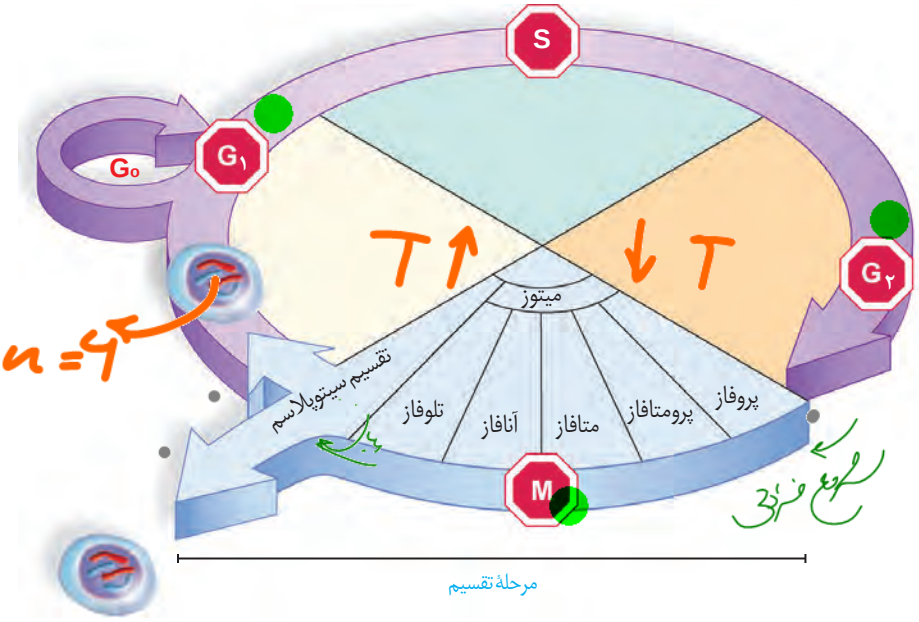
نام جاندار	تعداد فام‌تن
مگس خانگی	۱۲
ذرت	۲۰
گوجه فرنگی	۲۴
زرافه	۳۰
گربه	۳۸
موش	۴۰
انسان	۴۶
شامپانزه	۴۸
سیب‌زمینی	۴۸
اسب	۶۴
سگ	۷۸
نوعی سرخس	۱۲۶۰

با توجه به جدول آیا بین ساده و پیچیده‌بودن جاندار و تعداد فام‌تن‌ها می‌تواند ارتباطی وجود داشته باشد؟

بعضی یاخته‌ها مانند یاختهٔ جنسی انسان، **تک‌لاد (هاپلوئید)** هستند؛ یعنی یک مجموعه فام‌تن دارند. یاخته‌های تک‌لاد را با نماد کلی «n» نشان می‌دهند. «n» تعداد فام‌تن‌های یک مجموعه است؛ مثلاً در انسان n=۲۳ است. در یک مجموعهٔ فام‌تنی، هیچ فام‌تنی با فام‌تن دیگر همتا نیست.

چرخهٔ یاخته‌ای

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



شکل ۴ـ مراحل مختلف چرخهٔ یاخته

اینترفاز:

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

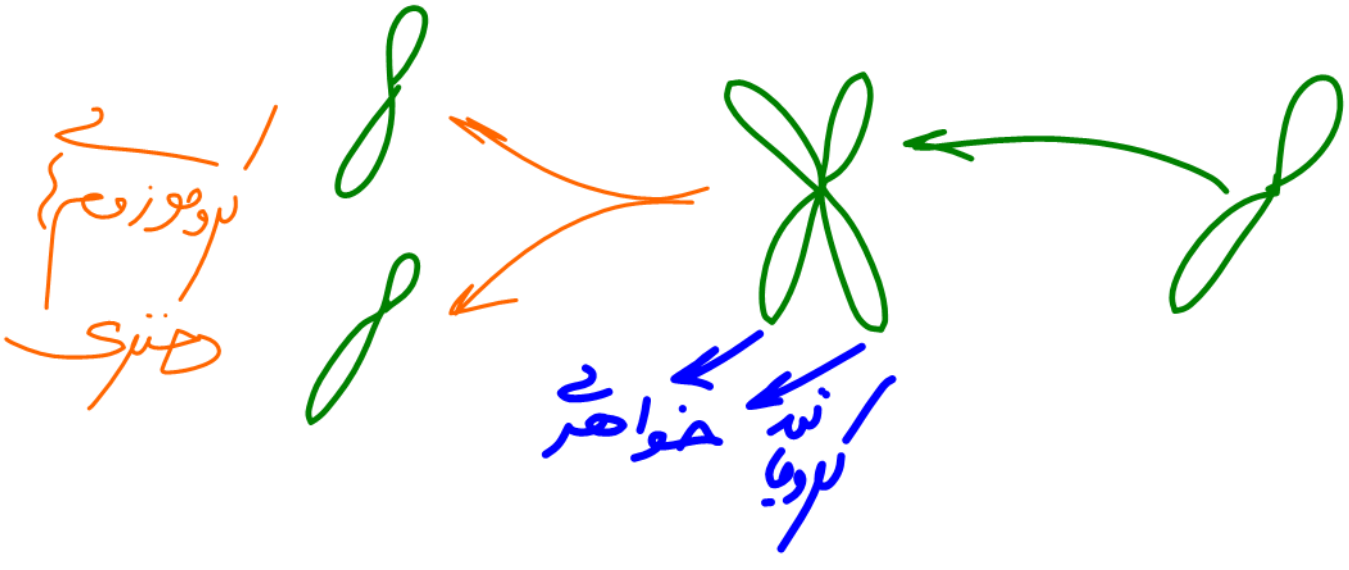
مرحلهٔ وقفهٔ اوّل یا G_1: مرحلهٔ رشد یاخته‌هاست و یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند. یاخته‌هایی که به‌طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می‌شوند. این یاخته‌ها به‌طور موقت یا دائم به مرحله‌ای به نام G_0 وارد می‌شوند. یاختهٔ عصبی نمونه‌ای از این یاخته‌هاست.

مرحلهٔ S: دوبرابر شدن دِنای (DNA) هسته، در این مرحله انجام می‌شود که نتیجهٔ همانندسازی است. همانندسازی دِنا فرایندی است که طی آن از یک مولکول دِنا، دو مولکول یکسان ایجاد می‌شود.

مرحلهٔ وقفهٔ دوم یا G_2: این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاه‌تر است و در آن، یاخته‌ها آمادهٔ مرحلهٔ تقسیم می‌شوند. در این مرحله، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می‌کنند و یاخته‌ها آمادهٔ تقسیم می‌شوند.

تقسیم یاخته:

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



گفتار ۲ رشتِمان (میتوز)

واژه‌شناسی

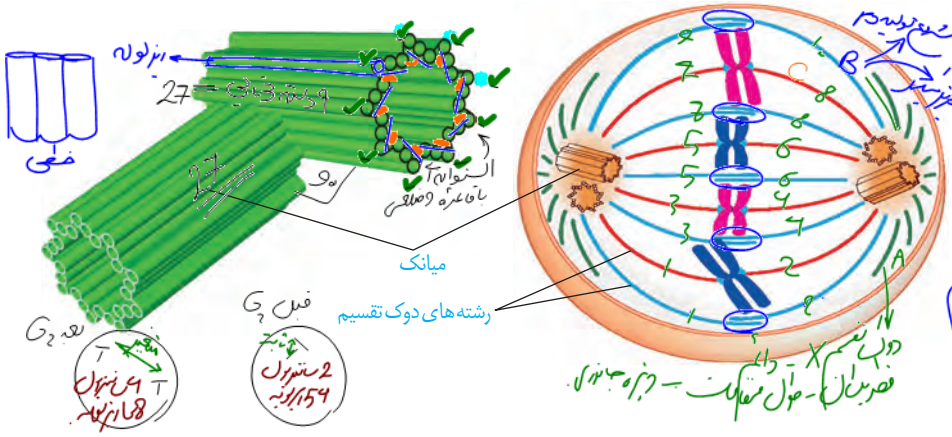
رشتمان (mitosis/میتوز)

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

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

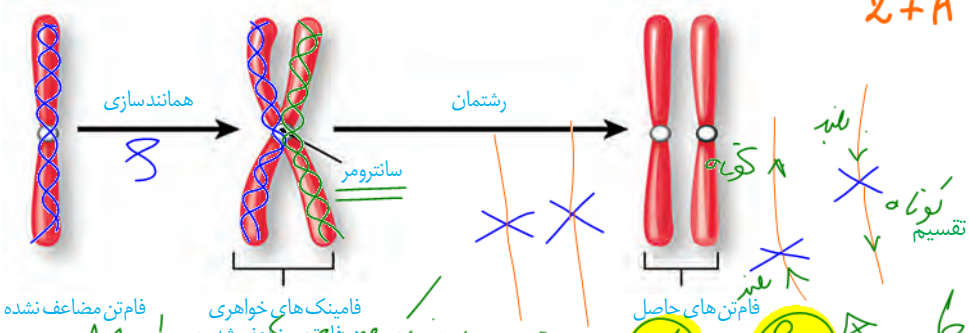
در یاخته‌های جانوری، **میانک‌ها (سانتریول‌ها)** ساخته‌شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند.

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



شکل ۵ـ الف) دوک تقسیم
ب) جفت میانک

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



شکل ۶ـ طرح ساده‌ای از تقسیم فام‌تن‌ها در رشتمان

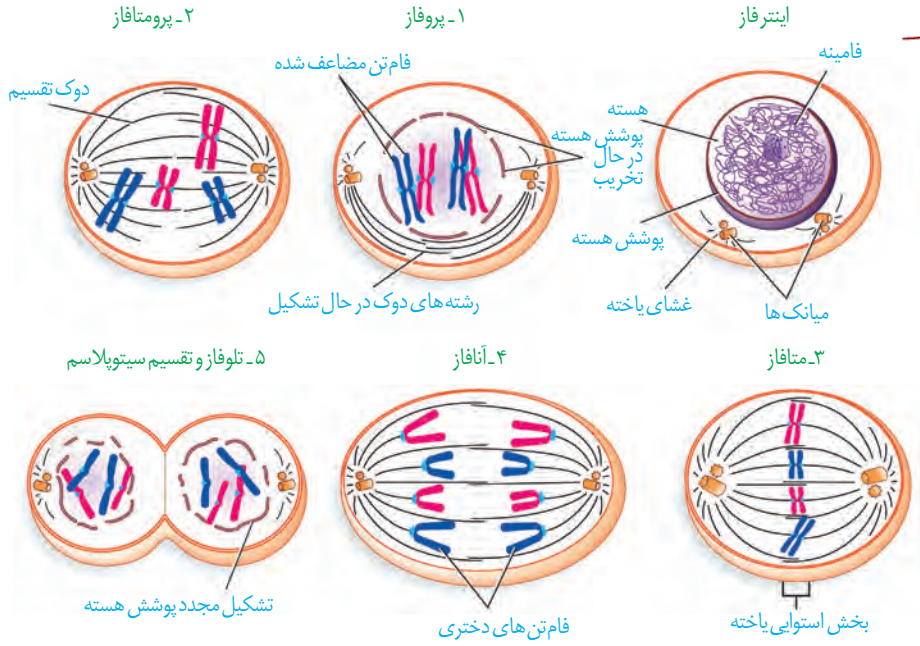
پروفاز: در این مرحله، رشته‌های فامینه فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند. به‌طوری که به‌تدریج با میکروسکوپ نوری می‌توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن فام‌تن، میانک‌ها به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند و بین آنها دوک تقسیم تشکیل می‌شود. در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب می‌کند.

پرومتافاز: در این مرحله، پوشش هسته و شبکهٔ آندوپلاسمی تجزیه می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به فام‌تن‌ها برسند. در همین حال سانترومر فام‌تن‌ها به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

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

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

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

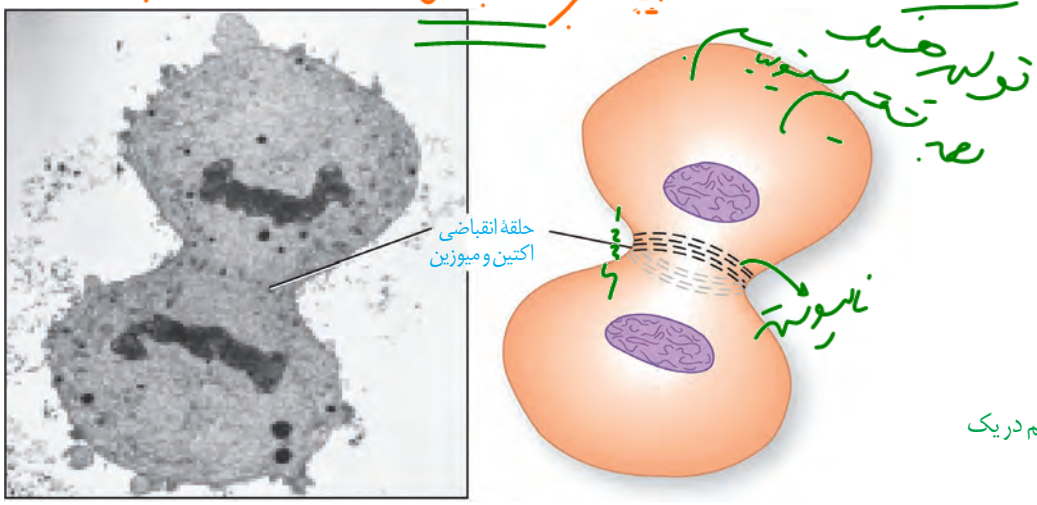


شکل ۷ـ طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم رشتمان

تقسیم سیتوپلاسم

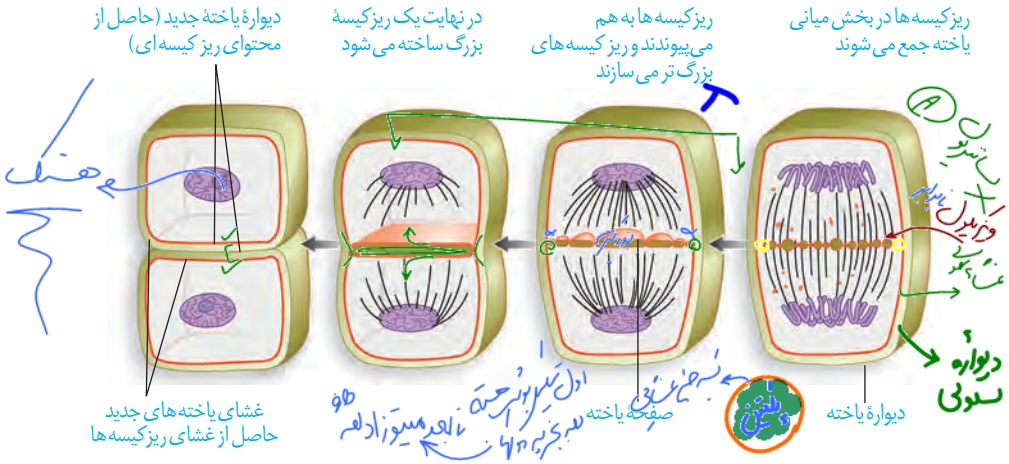
پس از رشتمان، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می‌شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاختهٔ جدید تشکیل می‌شود.

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



شکل ۸ـ تقسیم سیتوپلاسم در یک یاختهٔ جانوری

در یاخته‌های گیاهی، حلقهٔ انقباضی تشکیل نمی‌شود. در این یاخته‌ها نخست ساختاری به نام **صفحهٔ یاخته‌ای** در محلّ تشکیل دیوارهٔ جدید، ایجاد می‌شود. این صفحه با تجمع ریزکیسه‌های دستگاه گلژی و به‌هم پیوستن آنها تشکیل می‌شود. این ریزکیسه‌ها، دارای پیش‌سازهای تیغهٔ میانی و دیوارهٔ یاخته‌اند. با اتصال این صفحه به دیوارهٔ یاختهٔ مادری دو یاختهٔ جدید از هم جدا می‌شوند (شکل۹). ساختارهایی مانند لان و پلاسمودسم که سال گذشته با آنها آشنا شدید در هنگام تشکیل دیوارهٔ جدید، پایه‌گذاری می‌شوند.



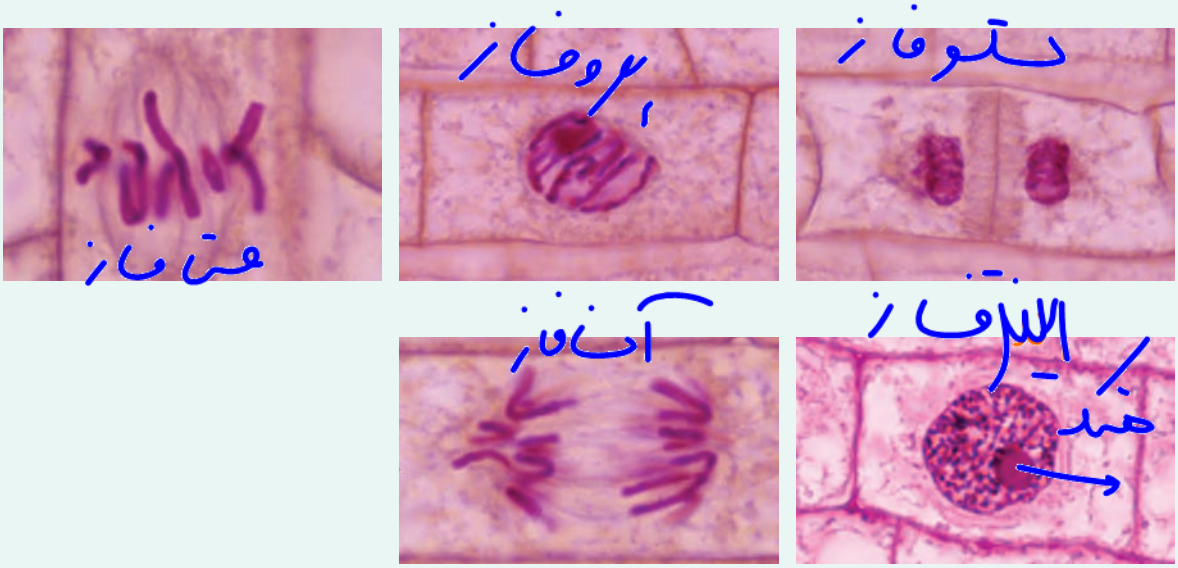
شکل ۹ـ تقسیم سیتوپلاسم در یاختهٔ گیاهی

فعّالیت ۱

در دنیای جانداران یاخته‌های چندهسته‌ای 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 نحوهٔ تشکیل این نوع از یاخته‌ها تحقیق کنید و نتیجهٔ آن را به کلاس ارائه دهید.

فعّالیت ۲

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



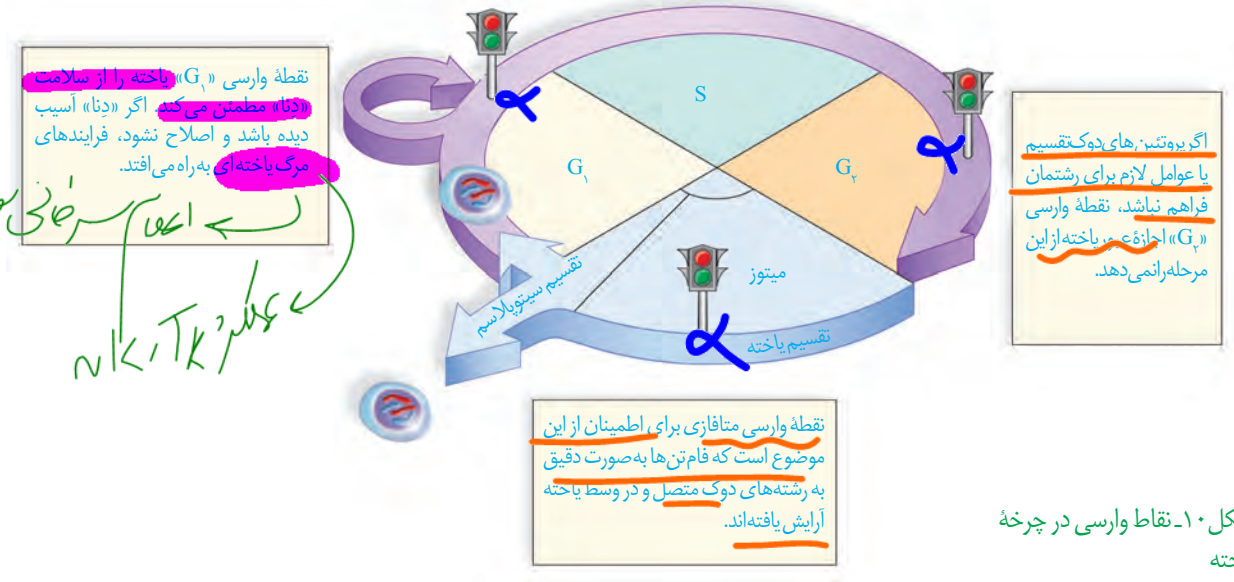
تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم‌شده است

بعضی یاخته‌های بدن جانداران، مانند یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و یاخته‌های مریستمی گیاهان می‌توانند دائماً تقسیم شوند. همین یاخته‌ها در شرایط خاصی، مثلاً شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حدّ تعداد یاخته‌ها، تقسیم خود را کاهش می‌دهند و یا متوقف می‌شوند. برعکس، یاخته‌های عصبی به ندرت تقسیم می‌شوند. این یاخته‌ها چگونه تشخیص می‌دهند در چه زمان یا به چه مقداری باید تقسیم شوند؟ چه عواملی تنظیم‌کنندهٔ سرعت و تعداد تقسیم یاخته‌اند؟ چگونه تعداد چرخه‌های یاخته تنظیم می‌شوند و چرا این تنظیم در برخی یاخته‌ها به‌هم می‌خورد؟

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

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



شکل ۱۰ـ نقاط وارسی در چرخهٔ یاخته

واژه‌شناسی

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

تقسیم بی‌رویهٔ یاخته

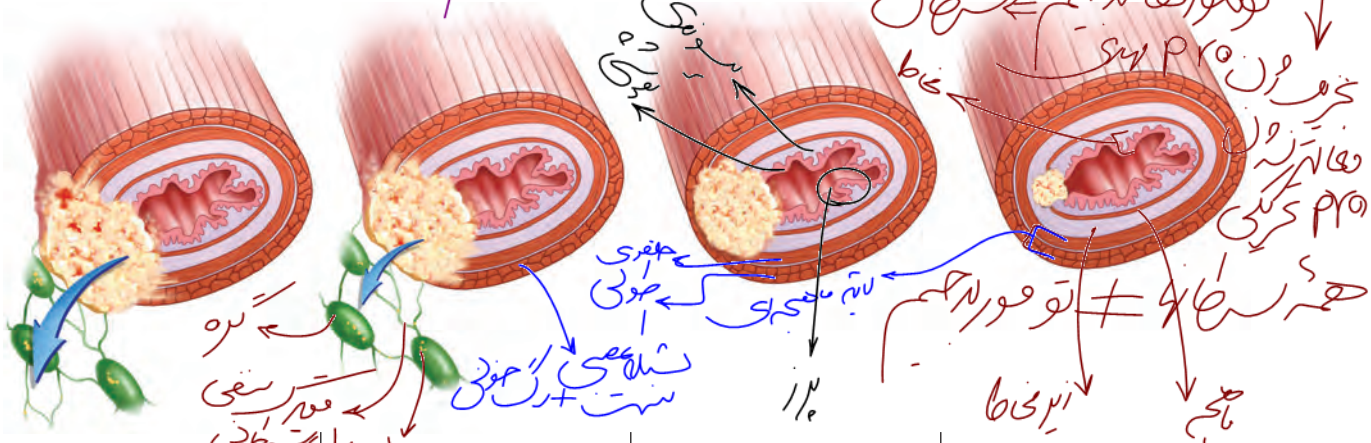
یاخته‌ها با تقسیم، افزایش و با مرگ، کاهش می‌یابند. اگر تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته‌ها به‌هم بخورد، چه وضعی پیش می‌آید؟ نتیجه می‌تواند ایجاد یک تومور باشد. **تومور**، توده‌ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می‌شود. تومورها به دو نوع خوش‌خیم و بدخیم تقسیم می‌شوند. نوع خوش‌خیم رشدی کم دارد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

الف)

ب)

تصویر ۱۱ـ الف) تومور خوش‌خیم، لیپوما در نزدیکی آرنج
ب) ملانوما: نوعی تومور بدخیم یاخته‌های رنگدانه‌دار پوست

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



شکل ۱۲ـ مراحل رشد و دگرنشینی یاخته‌های سرطانی

۱ـ یاختهٔ سرطانی شروع به تهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.

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

۳ـ یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کنند.

۴ـ یاخته‌های سرطانی از راه لنف به بافت‌های دورتر 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**[۱] روشی است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می‌شود. آزمایش خون به این شناسایی کمک می‌کند.

روش‌های رایج درمان سرطان شامل جراحی، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی است. در پرتودرمانی، یاخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، به‌طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می‌گیرند. شیمی‌درمانی با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همهٔ بدن می‌شود. این روش‌های درمانی می‌توانند به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برسانند. مرگ این یاخته‌ها از عوارض جانبی 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 یاخته‌های خونی مورد نیاز را بسازند.

۱- Biopsy

بیشتر بدانید

یاخته‌های سرطانی در صورت وجود مادهٔ غذایی و فضای کافی می‌توانند به طور دائم تقسیم شوند. یاخته‌های سرطانی زنی سیاه‌پوست به نام هنریتا 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 یاخته‌های هلا Hela (مخفف نام هنریتا لکس) در آزمایشگاه‌های زیست‌شناسی استفاده می‌کنند. این یاخته‌ها می‌توانند در مجاورت یاخته‌های دیگر، آنها را به حالت سرطانی در بیاورند.

وراثت و محیط، هر دو در ایجاد سرطان نقش دارند

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

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

فعّالیت 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 ۲ـ برخی عوامل مؤثر بر بروز سرطان

پرتوها	عوامل شیمیایی	خوراکی و آشامیدنی‌ها	ویروس‌ها	هورمون	عوامل ژنی
● پرتو X ● پرتو گاما ● پرتو فرابنفش (سولاریوم ـ آفتاب‌سوختگی)	● دخانیات ● نیکل ● آرسنیک ● بنزن ● دیوکسین ● آزبست (پشم‌شیشه) ● اورانیوم ● پلی وینیل کلراید PVC	● نوشیدنی‌های الکلی ● گوشت و ماهی دودی ● غذاهای نیترات‌دار	● هپاتیت ب ● هرپس سیمپلکس ● پاپیلوما	● قرص‌های ضد بارداری	ژن‌های مؤثر در بروز ● رتینوبلاستوما ● سرطان پروستات ● سرطان معده ● سرطان پوست ● سرطان خون ● سرطان رحم

بیشتر بدانید

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

۱ـ یاخته‌های سرطانی، تقسیمات بدون کنترل دارند.

۲ـ شکل یاخته‌های سرطانی با یاخته‌های عادی تفاوت دارد. همچنین ممکن است یاخته‌های سرطانی، چندهسته‌ای شوند.

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

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

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

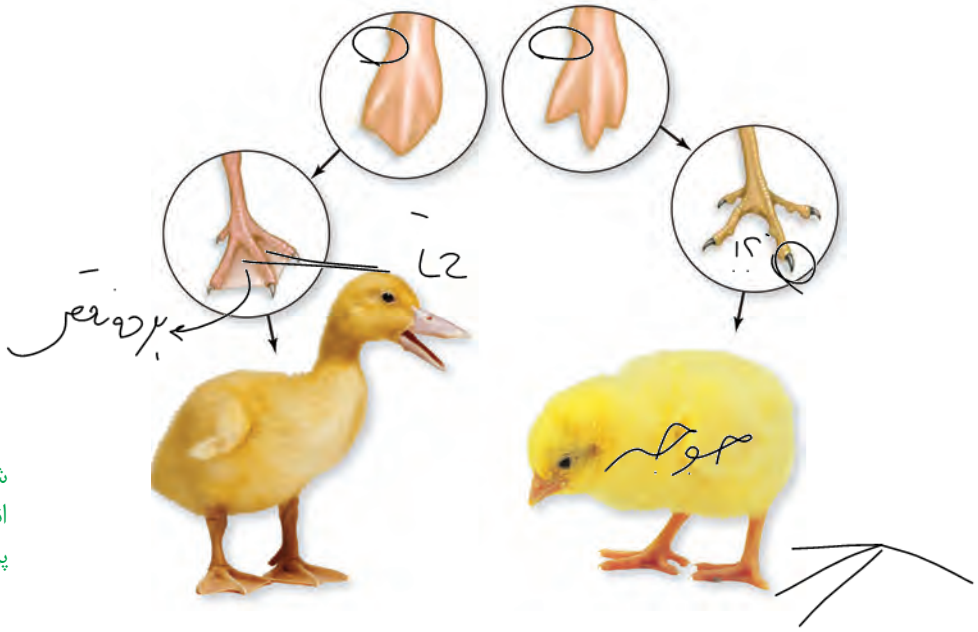
۶ـ یاخته‌های عادی در اثر آسیب‌دیدگی، دچار خزان یاخته‌ای می‌شوند، ولی یاخته‌های سرطانی نمی‌میرند.

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

مرگ برنامه‌ریزی شدهٔ یاخته

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

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



شکل ۱۳ـ حذف پرده‌های میانی انگشتان در دوران جنینی برخی پرندگان در اثر مرگ برنامه‌ریزی‌شده

فعّالیت ۴

با استفاده از خمیر بازی (چند رنگ) و بارعایت موارد بهداشتی، مراحل تقسیم رشتمان را طراحی کنید. برای این‌کار، عدد فام‌تنی یاختهٔ فرضی را ۴ یا ۶ در نظر بگیرید. هر مجموعه فام‌تن را با یک رنگ انتخاب کنید و با توجه به این فعالیت به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

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

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

۱ـ Necrosis

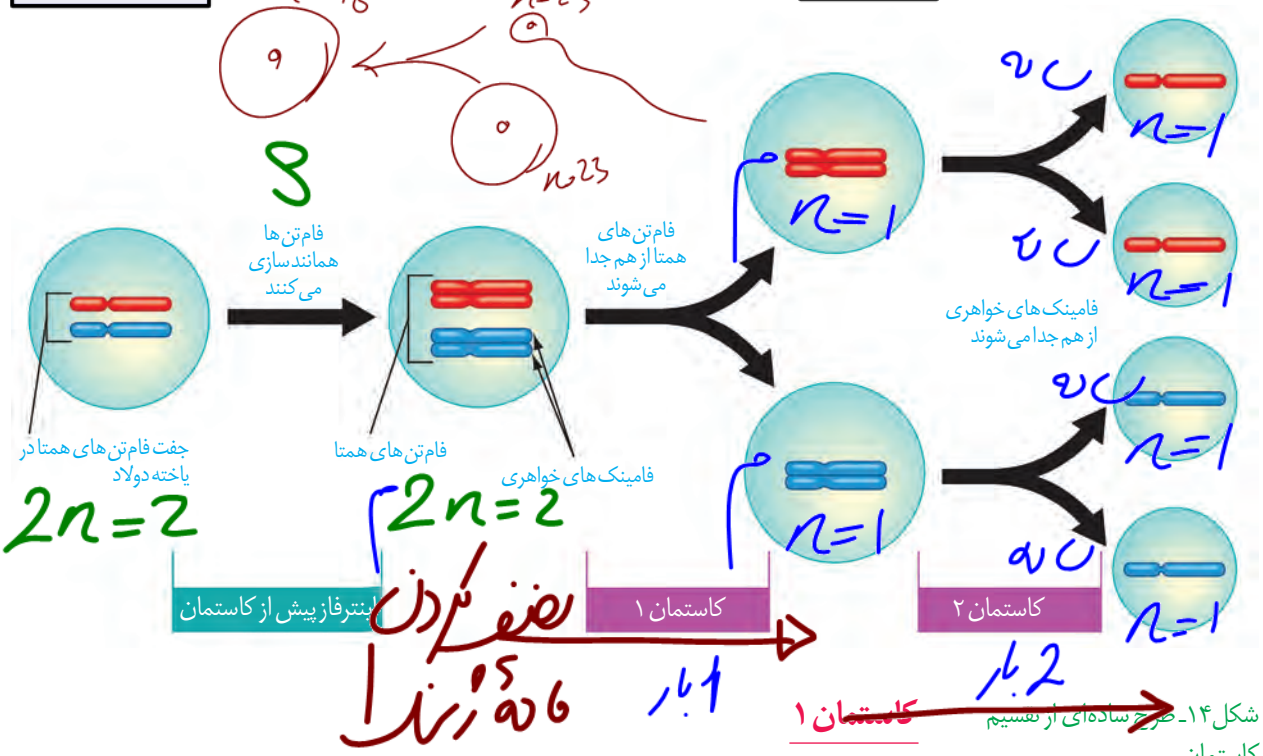
گفتار ۳ کاستمان (میوز) و تولیدمثل جنسی

در گذشته با تولیدمثل جنسی و غیرجنسی آشنا شدید. با توجه به آنچه آموخته‌اید، چه تفاوت‌های اصلی در این دو نوع تولیدمثل وجود دارد؟ هریک 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 یاختهٔ جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته‌های آنها با هم ادغام می‌شوند. یاخته‌های مؤثر در تولیدمثل جنسی با نوعی تقسیم کاهشی به نام کاستمان ایجاد می‌شوند. به نظر شما اهمیت این نوع تقسیم در جانداران چیست؟

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



شکل ۱۴ـ طرح ساده‌ای از تقسیم کاستمان

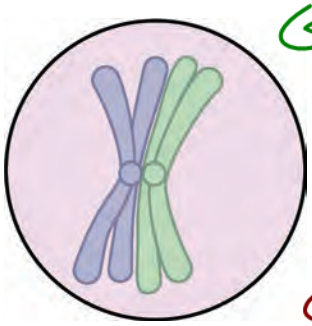
کاستمان ۱

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

پروفاز ۱: فام‌تن‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و فشرده می‌شوند. به این ساختار چهار فامینکی، **چهارتایه (تتراد)** گفته می‌شود. چهارتایه از ناحیهٔ سانترومر به رشته‌های دوک متصل می‌شوند. سایر وقایع این مرحله، شبیه پروفاز و پرومتافاز رشتمان است (شکل ۱۵).

واژه‌شناسی

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



متافاز۱: چهارتایه‌ها در استوای یاخته، روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.

آنافاز۱: فام‌تن‌های همتا که مضاعف شده‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوهٔ کوتاه‌شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند رشتمان است.

تلوفاز۱: با رسیدن فام‌تن‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هستهٔ دوباره تشکیل می‌شود.

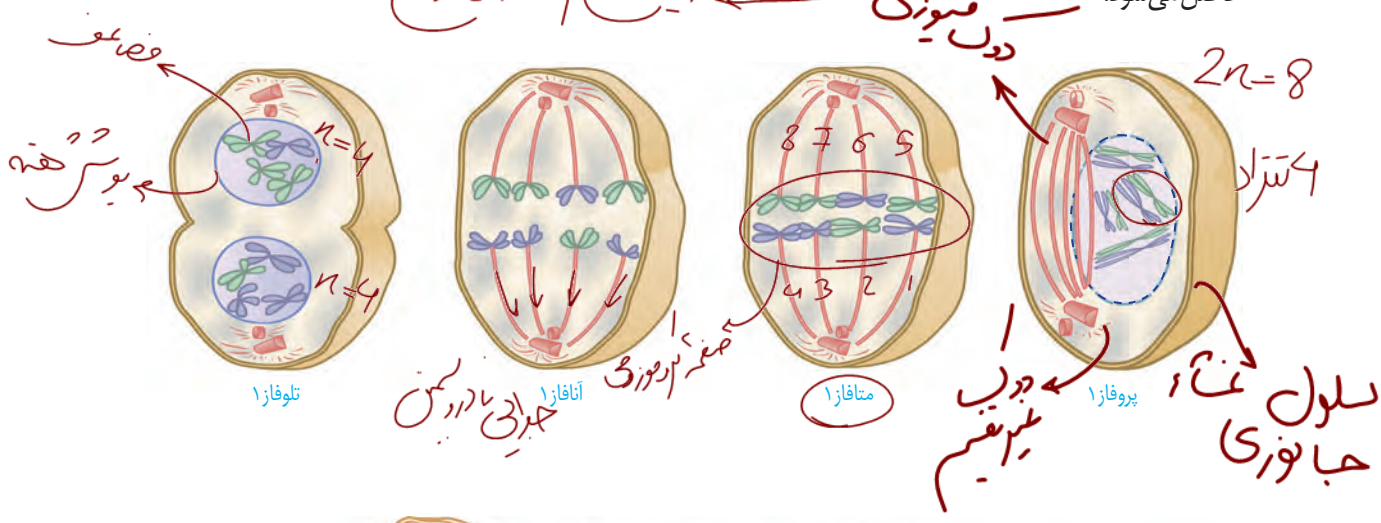
معمولاً در پایان کاستمان ۱ تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. نتیجهٔ کاستمان ۱ ایجاد دو یاخته است (شکل ۱۶).

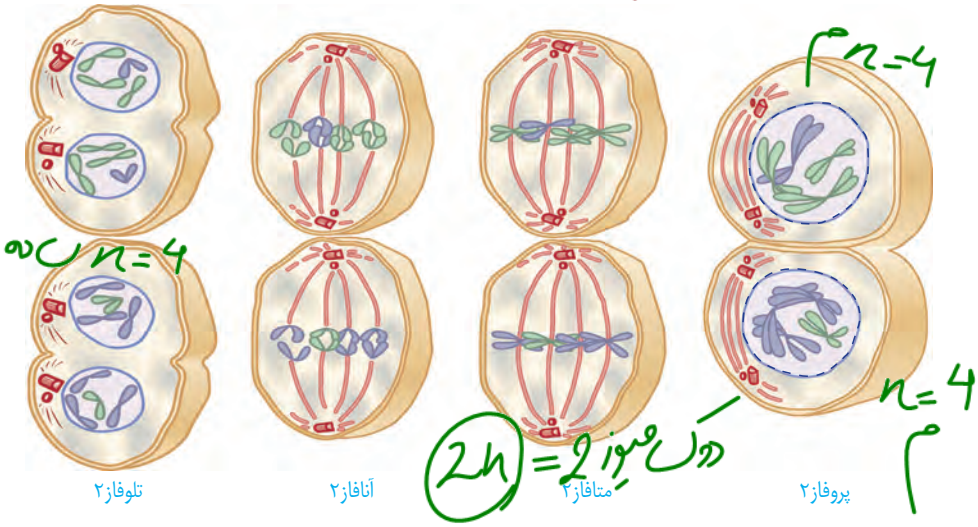
با توجه به شکل ۱۶ می‌توانید بگویید عدد فام‌تنی یاخته‌های حاصل، چه تفاوتی با یاختهٔ مادری دارد؟

شکل ۱۵ـ طرح ساده‌ای از یک چهارتایه

کاستمان ۲

در این مرحله یاخته‌های حاصل از کاستمان ۱، مراحل پروفاز۲، متافاز۲، آنافاز۲ و تلوفاز۲ را می‌گذرانند. وقایع کاستمان۲ بسیار شبیه رشتمان است و در پایان آن، از هر یاخته دو یاخته شبیه هم ایجاد می‌شود که نصف فام‌تن‌های یاخته‌های مادر را دارند. این فام‌تن‌ها مضاعف نیستند. در پایان کاستمان۲، تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. در مجموع و با پایان تقسیم کاستمان از یک یاخته 2n، چهار یاخته n فام‌تنی حاصل می‌شود.





شکل ۱۶ـ طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کاستمان

فعّالیت ۵

۱ـ تقسیم کاستمان ۱ از نظر نحوهٔ آرایش فام‌تن‌ها و جدا شدن آنها تفاوت اساسی با تقسیم رشتمان دارد. آیا می‌توانید با توجه به شکل‌های رشتمان و کاستمان، این تفاوت‌ها را بیان کنید؟

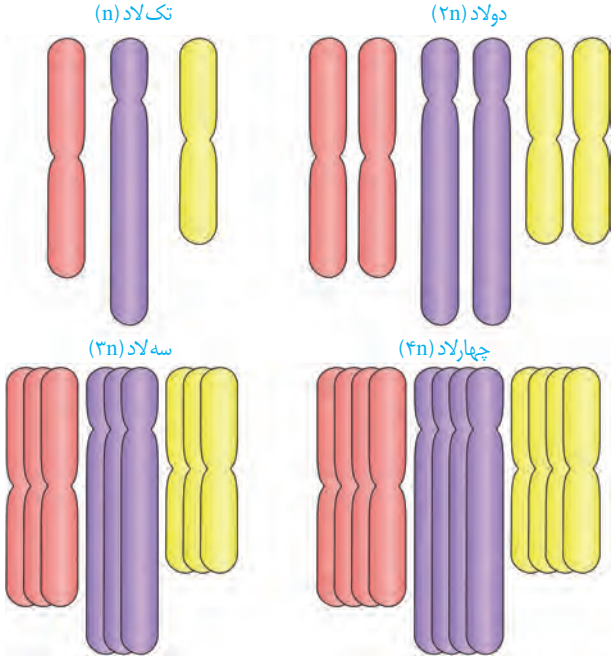
۲ـ تقسیم کاستمان ۲ را با تقسیم رشتمان مقایسه کنید. چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی بین این دو فرایند وجود دارد؟

۳ـ با استفاده از خمیر بازی و بارعایت موارد بهداشتی، طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کاستمان را بسازید. برای این کار، عدد فام‌تنی یاختهٔ فرضی را ۴، ۶ و یا ۸ در نظر بگیرید. بهتر است که هر مجموعه از فام‌تن‌ها با یک رنگ انتخاب شوند.

تغییر در تعداد فام‌تن‌ها

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

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



شکل ۱۷ـ طرح ساده‌ای از تعداد فام‌تن‌ها

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

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

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

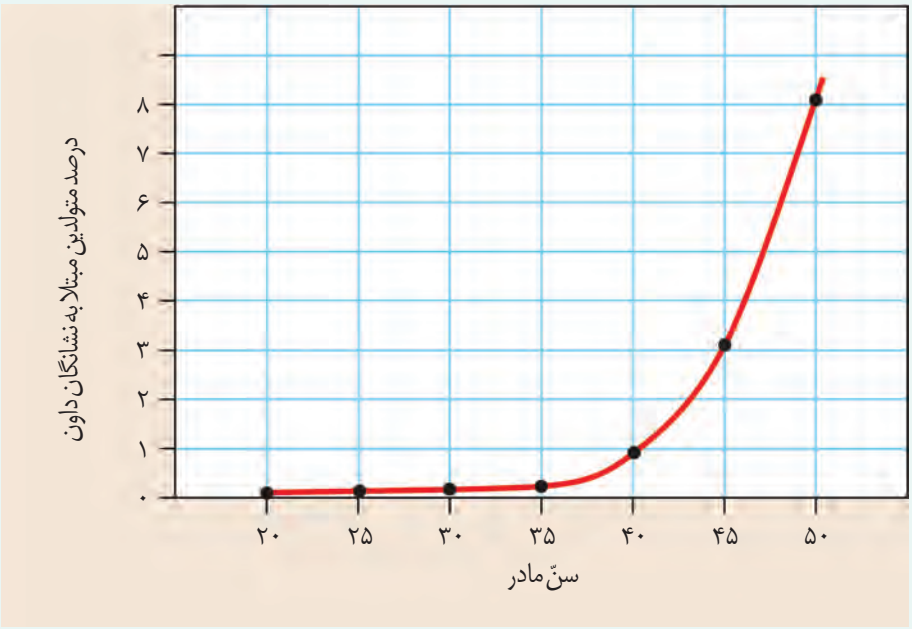
شکل ۱۸ـ کاریوتیپ یک فرد مبتلا به داون. آیا می‌توانید جنسیت این فرد را تشخیص دهید؟

فعّالیت ۶

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

فعّالیت ۷

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



فصل ۷

تولیدمثل

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

ـ به نظر شما اهمیت تولیدمثل در چیست؟

ـ دستگاه تولیدمثل در انسان شامل چه بخش‌هایی است و با دستگاه تولیدمثل بقیهٔ جانوران چه تفاوت‌هایی دارد؟

ـ نقش جانور نر و ماده در تولیدمثل چیست؟

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

گفتار ۱ دستگاه تولیدمثل در مرد

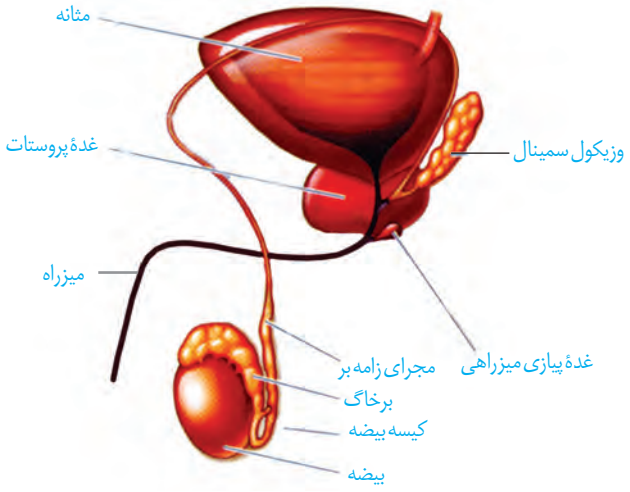
واژه‌شناسی

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

اجزای دستگاه تولیدمثلی مرد را در شکل ۱می‌بینید. مجموعهٔ اندام‌های این دستگاه وظایف متعددی دارند از جمله:

۱ـ تولید زامه (اسپرم)
۲ـ ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری از زامه‌ها
۳ـ انتقال زامه‌ها به خارج از بدن
۴ـ تولید هورمون جنسی مردانه (تستوسترون)

کار اصلی این دستگاه، تولید یاختهٔ جنسی نر یا زامه است. زامه‌ها در یک جفت خاگ (بیضه) یا همان غدد جنسی نر تولید می‌شوند. بیضه‌ها درون کیسهٔ بیضه قرار دارند. محل طبیعی کیسهٔ بیضه خارج و پایین محوطهٔ شکمی است. قرارگیری کیسهٔ بیضه خارج از محوطهٔ 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 کیسهٔ بیضه نیز به تنظیم این دما کمک می‌کند.



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

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

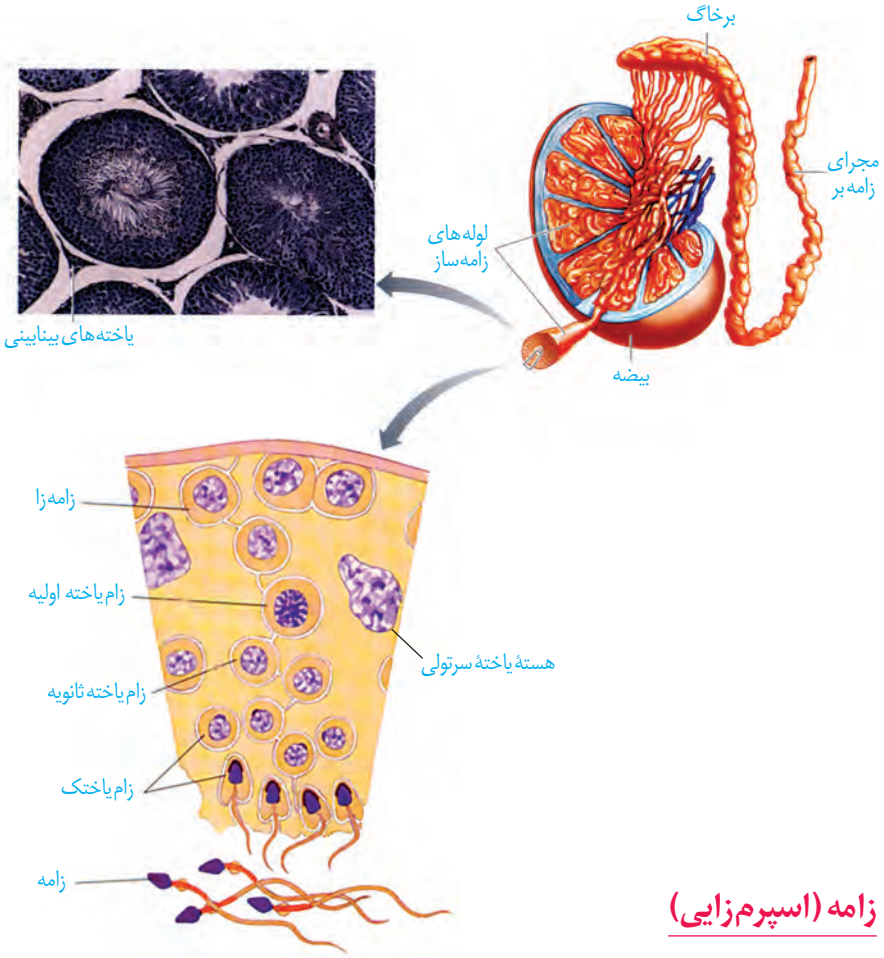
فعّالیت ۱

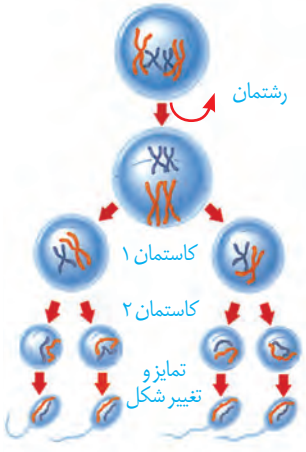
با توجه به شکل ۲ در مورد پرسش‌های زیر با هم گفت‌وگو کنید.

الف) به چه دلیل ابتدا تقسیم رِشتمان و سپس کاستِمان رخ می‌دهد؟

ب) در انسان زام یاخته اولیه، ثانویه و زام یاختک از لحاظ فام‌تنی با هم چه تفاوت‌هایی دارند؟

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





شکل ۲ـ بیضه و مراحل تولید زامه

زامه (اسپرم‌زایی)

دیوارهٔ لوله‌های زامه‌ساز، یاخته‌های زاینده‌ای دارد که به‌این یاخته‌ها زامه‌زا (**اسپرماتوگونی**) 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 **زام‌یاخته** (**اسپرماتوسیت**) **اولیه** نام دارد، با تقسیم کاستمان ۱ دو یاخته به نام **زام‌یاخته ثانویه** تولید می‌کند. این یاخته‌ها تک‌لادند، ولی فام‌تن‌های آن مضاعف شده‌اند.

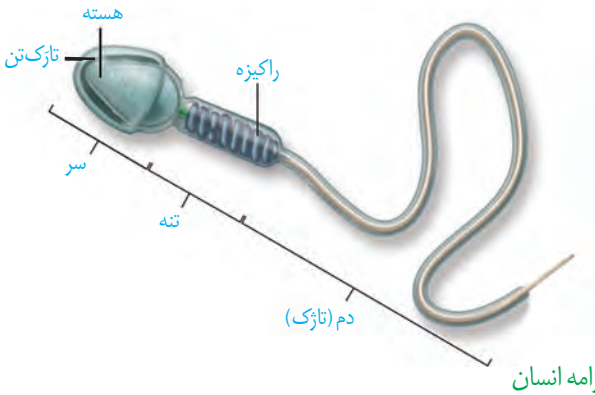
هر کدام از این یاخته‌ها با انجام کاستمان ۲، دو **زام یاختک** (**اسپرماتید**) ایجاد می‌کند. این یاخته‌ها نیز تک‌لادند اما فام‌تن‌های آنها مضاعف شده نیستند. بنابراین، از یک یاختهٔ زام یاختهٔ اولیه، چهار زام یاختک حاصل می‌شود. تمایز زامه‌ها در دیواره لوله از خارج به سمت وسط لوله انجام می‌شود. همهٔ یاخته‌های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

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

ساختار زامه

زامه‌ها سه قسمت سر، تنه و دم دارند (شکل ۳). سر دارای یک هستهٔ بزرگ، مقداری سیتوپلاسم و کیسه‌ای پر از آنزیم به نام **تارَک‌تن** (**آکروزوم**) است. تارَک‌تن کلاه مانند و در جلوی هسته قرار دارد. آنزیم‌ها به زامه کمک می‌کنند تا بتواند در لایه‌های حفاظت‌کنندهٔ گامت ماده (تخمک) نفوذ کند.

در تنه یا قطعهٔ میانی تعداد زیادی راکیزه (میتوکندری) وجود دارد. به نظر شما وجود راکیزهٔ زیاد در اینجا چه اهمیتی دارد؟ دم با حرکات خود، زامه را به جلو می‌راند.



شکل ۳ - ساختار زامه انسان

اندام‌های ضمیمه (کمکی)

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

سپس زامه‌ها وارد مجرای طویلی به نام **زامه‌بر** (**اسپرم‌بر**) می‌شوند. از هر بیضه یک مجرای زامه‌بر خارج و وارد محوطهٔ شکمی می‌شود. هر کدام از مجراهای زامه بر در حین عبور از کنار و پشت مثانه ترشحات غده **وزیکول سمینال** را دریافت می‌کند. این غدد، مایعی غنی از فروکتوز را به زامه‌ها اضافه می‌کنند. فروکتوز انرژی لازم برای فعالیت زامه‌ها را فراهم می‌کند.

دو مجرای زامه بر در زیر مثانه وارد غدهٔ **پروستات** شده و به میزراه متصل می‌شوند. غدهٔ پروستات با ترشح مایعی شیری رنگ و قلیایی به خنثی کردن مواد اسیدی موجود در مسیر عبور زامه به سمت گامت ماده، کمک می‌کند.

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

بیشتر بدانید

دلایل عقیمی مردان:

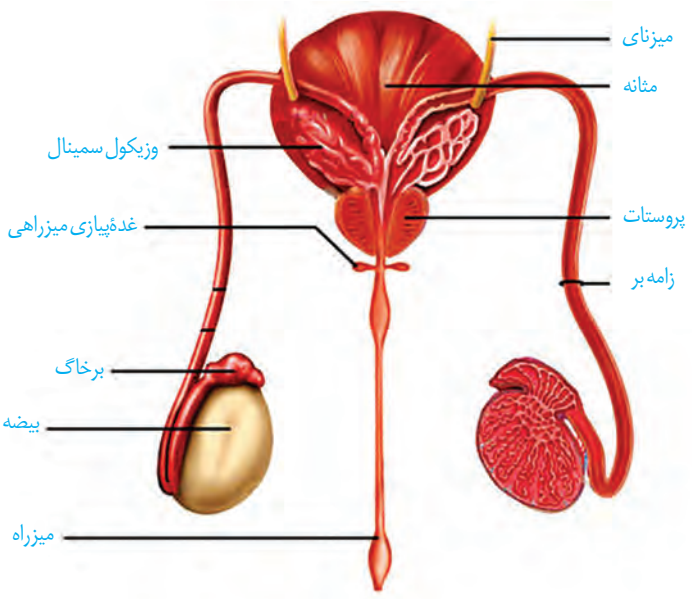
عوامل متعددی در بروز آن دخالت دارند:

ـ **بیماری‌ها:** بیماری‌های عفونی مثل سل، سوزاک و اوریون و بیماری‌های دیگر مثل بالا قرار گرفتن بیضه‌ها، کوچک بودن بیضه‌ها، واریکوسل (واریس در رگ‌های بیضه)، اختلال در هورمون‌های هیپوفیز و سپردیس که با تغییر درجه حرارت بدن ممکن است زامه‌سازی را مختل کنند. استرس و افسردگی نیز باعث کاهش تستوسترون و کاهش تولید زامه می‌شوند.

ـ **عوامل محیطی:** داروهای هورمونی مثل تستوسترون که در باشگاه‌های ورزشی استفاده می‌شود مواد مخدر، الکل، سیگار و قلیان، اشعه‌های UV و X، استفادهٔ 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 سرطان شش، رتبهٔ دوم را دارد. در این بیماری، بزرگ شدن پروستات باعث بسته شدن میزراه 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 ۴۰ سال رخ می‌دهد کمیاب‌تر است. در این بیماری تقسیم یاخته‌ای در بیضه‌ها از کنترل خارج می‌شود و توده‌های غیرطبیعی در بیضه‌ها ایجاد می‌شود. برای پیشگیری از چنین بیماری‌هایی لازم است در مردان به‌ویژه بعد از ۴۵ سالگی کنترل دوره‌ای انجام شود.



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

واژه‌شناسی

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

فعّالیت ۲

الف) با توجه به شکل ۴ مسیر عبور زامه را مشخص کنید.

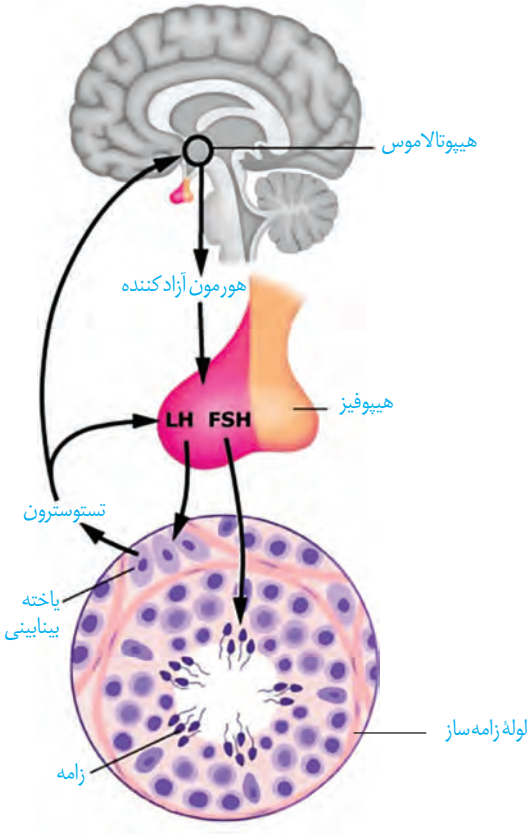
ب) با توجه به ترکیبات مایع منی و وجود تعداد زیادی زامه در آن، برای جلوگیری از بعضی از بیماری‌ها مثل عفونت، یا التهاب پروستات چه نکات بهداشتی را باید رعایت کرد؟ در این رابطه اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

هورمون‌ها فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد را تنظیم می‌کنند.

همان‌طور که در فصل‌های قبل خواندید از بخش پیشین زیرمغزی، دو هورمون محرّک غدد جنسی ترشح می‌شود: «FSH[1]» و «LH[2]». 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 تمایز زامه را تسهیل کنند و LH، یاخته‌های بینابینی 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 بم شدن صدا، روییدن مو در صورت و قسمت‌های دیگر بدن، رشد ماهیچه‌ها و استخوان‌ها.

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



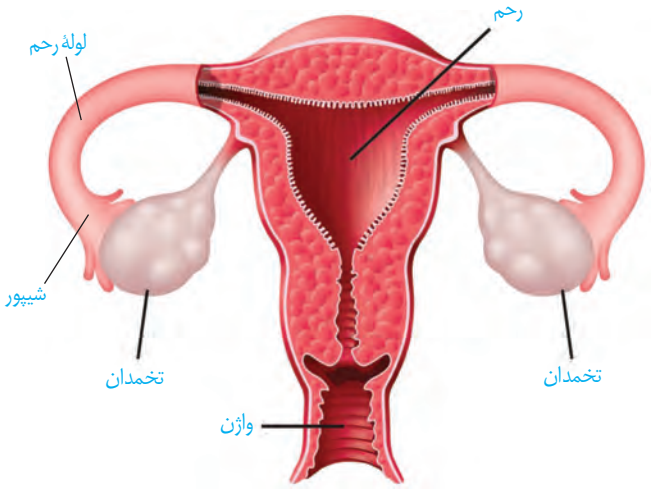
شکل ۵ـ تنظیم فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد

۱ـ Follicle Stimulating Hormone
۲ـ Luteinizing Hormone

گفتار ۲ دستگاه تولیدمثل در زن

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

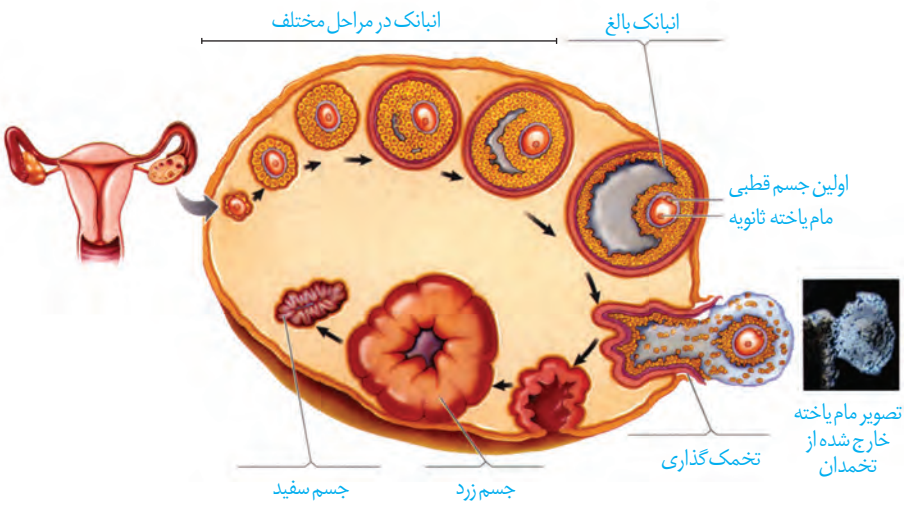
۱ـ تولید یاختهٔ جنسی ماده (تخمک)
۲ـ انتقال یاخته‌های جنسی ماده به سمت رحم
۳ـ ایجاد شرایط مناسب برای لقاح زامه و تخمک
۴ـ حفاظت و تغذیهٔ جنین در صورت تشکیل
۵ـ تولید هورمون‌های جنسی زنانه



شکل ۶ـ دستگاه تولیدمثل در زن

تخمدان‌ها: غدد جنسی ماده‌اند که درون محوطهٔ شکم قرار دارند و با کمک طنابی پیوندی و ماهیچه‌ای به دیوارهٔ خارجی رحم متصل‌اند.

ساختار تخمدان با بیضه تفاوت دارد. درون آن لوله‌های پیچ‌درپیچ وجود ندارد. درون هر تخمدان نوزاد دختر در حدود یک میلیون **مام یاخته (اووسیت)** اولیه وجود دارد. هر مام یاخته را یاخته‌های تغذیه‌کننده احاطه می‌کنند. به مجموعهٔ آنها **انبانک (فولیکول)** گفته می‌شود. پس از تولد، تعداد انبانک افزایش نخواهد یافت و به دلایل نامعلومی تعداد زیادی از مام‌یاخته‌ها و یاخته‌های تغذیه‌کننده از بین می‌روند. تغییراتی را که در تخمدان رخ می‌دهد در شکل ۷ می‌بینید.



شکل ۷ـ تخمدان و تغییرات آن در دوره جنسی

واژه‌شناسی

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

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. دیوارهٔ داخلی رحم، در دوران قاعدگی و بارداری دچار تغییراتی می‌شود. بخش پهن و بالای رحم به دو لوله متصل است که به آنها **لوله‌های رحم (لوله‌های فالوپ)** می‌گویند. انتهای این لوله‌ها، شیپورمانند و دارای زوائدی انگشت مانند است. پوشش داخل لوله‌های رحم مخاطی و مژک‌دار است. زنش مژک‌های آن، مام یاخته را به سمت رحم می‌رانند.

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

بیشتر بدانید

احتمال بروز سرطان در غدد شیری سینه، گردن رحم و تخمدان‌ها زیاد است و در بین اینها سرطان سینه بیشترین فراوانی را در زنان دارد. علت این سرطان‌ها انجام تقسیم‌های یاخته‌ای غیر عادی در این قسمت‌ها است. در عین حال تقریباً همهٔ سرطان‌های گردن رحمی به نوعی ویروس[1] مرتبط است که با رعایت بهداشت احتمال بروز آن به شدت کاهش می‌یابد.

۱ـ Papillomavirus

دورهٔ جنسی در زنان

این دوره با قاعدگی یا عادت ماهانه شروع می‌شود که در آن دیوارهٔ 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.

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

واژه‌شناسی

انبانک (follicle/فولیکول)
انبانک با معنی حفره کوچک و گرد در میان بافت یا اندام و کیسه کوچک آمده است و واژه انبانک که از انبان به معنی کیسه به همراه (ک) علامت تصغیر تشکیل شده است همان معنی را می‌دهد.

فعّالیت ۳

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

تخمک‌زایی

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

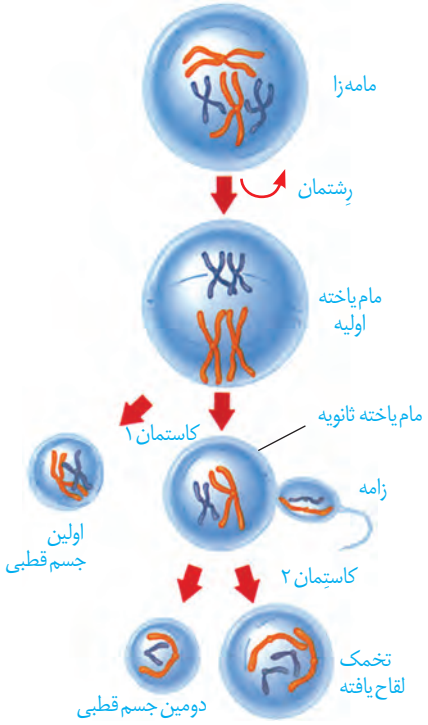
فعّالیت ۴

با توجه به شکل ۸ دربارهٔ پرسش‌های زیر با هم گفت‌وگو کنید.

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

اوّلین جسم قطبی با دومین اجسام قطبی چه تفاوتی دارند؟

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



شکل ۸ـ مراحل تخمک‌زایی

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

از تفاوت‌های اساسی تخمک‌زایی با زامه‌زایی تقسیم نامساوی سیتوپلاسم است به این صورت که در تخمک‌زایی پس از هربار تقسیم هسته در کاستمان تقسیم نامساوی سیتوپلاسم صورت می‌گیرد؛ در نتیجه یک یاختهٔ بزرگ و یک یاختهٔ کوچک‌تر به نام **جسم قطبی** به‌وجود می‌آید. این کار با هدف رسیدن مقدار بیشتری از سیتوپلاسم و اندامک‌ها به تخمک است تا بتواند در مراحل اولیهٔ رشد و نمو جنین نیازهای آن را برآورده کند.

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

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

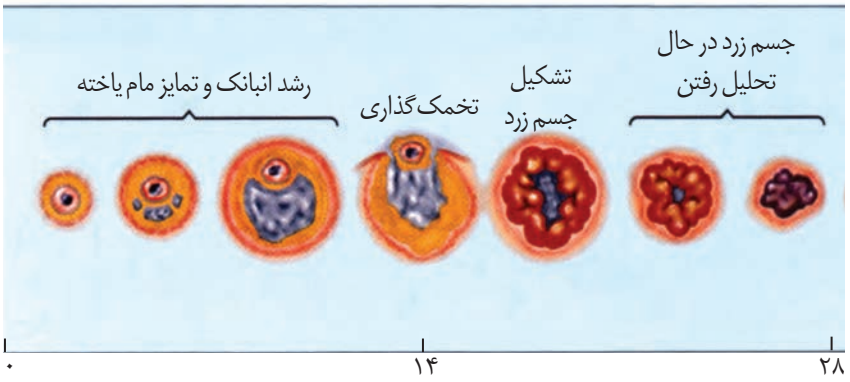
چرخهٔ تخمدانی: پیش‌تر خواندید که در تخمدان مام یاخته به همراه یاخته‌های اطرافشان انبانک را تشکیل می‌دهند که از دورهٔ جنینی در تخمدان‌ها وجود دارند. در هر دورهٔ جنسی یکی از انبانک‌هایی که از همه رشد بیشتری پیدا کرده است، چرخهٔ تخمدانی را آغاز و ادامه می‌دهد. لایه‌های یاخته‌ای این انبانک تکثیر و حجیم می‌شوند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

چرخهٔ تخمدانی با تأثیر هورمون‌های FSH و LH تنظیم و هدایت می‌شود. FSH سبب بزرگ و بالغ شدن انبانک می‌شود.

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

شکل ۹ـ الف) تخمک‌گذاری تخمدان

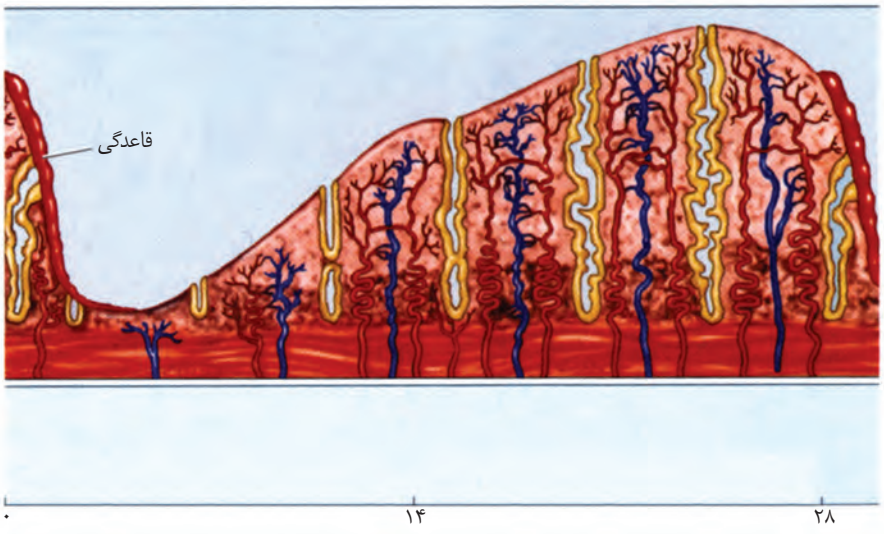
شکل ۹ـ ب) جسم زرد در تخمدان



تغییرات در تخمدان

شکل ۱۰ ـ چرخهٔ تخمدانی

چرخهٔ رحمی: قاعدگی در روزهای اول هر دوره رخ می‌دهد که به‌طور متوسط هفت روز طول می‌کشد. پس از آن، دیوارهٔ داخلی رحم مجدداً شروع به رشد و نمو می‌کند، ضخامت آن زیاد می‌شود و در آن چین خوردگی‌ها، حفرات و اندوختهٔ خونی زیادی به‌وجود می‌آید. همان‌طور که در شکل ۱۱ می‌بینید، رشد و نمو دیوارهٔ داخلی تا بعد از نیمهٔ دوره نیز ادامه می‌یابد. پس از آن، سرعت رشد آن کم می‌شود، ولی فعالیت ترشحی درآن افزایش می‌یابد. نتیجهٔ این فعالیت‌ها آماده شدن جدار رحم برای پذیرش و پرورش جنین است.



شکل ۱۱ـ چرخهٔ رحمی. ریزش و رشد دیواره رحم

اگر در حدود نیمهٔ دورهٔ جنسی زامه در مجاورت مام یاختهٔ ثانویه قرار گیرد، پس از تکمیل مراحل تخمک‌زایی لقاح صورت می‌پذیرد و تخم پس از انجام تقسیماتی در لولهٔ 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 مام یاختهٔ ثانویه بدون جایگزینی دفع می‌شود و حدود روز بیست‌وهشتم، تخریب دیوارهٔ داخلی و دفع خون (قاعدگی) آغاز می‌شود که شروع دورهٔ جنسی و چرخهٔ رحمی بعدی 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

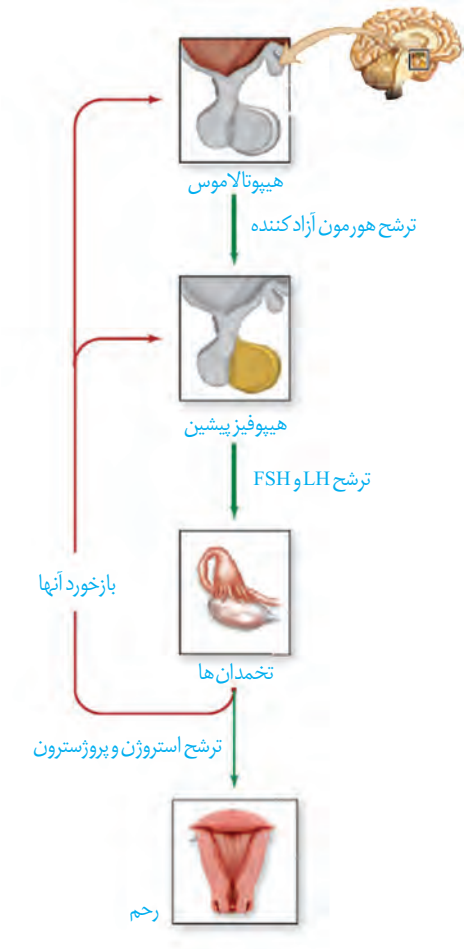
هورمون‌های هیپوتالاموس، هیپوفیز پیشین و تخمدان‌ها زمان وقایع متفاوت در دستگاه تولیدمثلی زن را تنظیم می‌کنند. تنظیم میزان این هورمون‌ها به صورت بازخوردی (خودتنظیم) انجام می‌شود (شکل ۱۲).

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

استروژن و پروژسترون باعث رشد دیوارهٔ 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 انبانک‌های جدید در طول دورهٔ جنسی جلوگیری می‌کند.

در انتهای دوره، کاهش میزان این هورمون‌ها در خون به‌ویژه روی دیوارهٔ داخلی رحم تأثیر می‌گذارد. استحکام دیوارهٔ 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 مجدّد هورمون آزادکننده، FSH و LH را آغاز می‌کند که همان شروع دورهٔ جنسی بعدی است.

استروژن در واقع دو نقش متضاد را ایفا می‌کند؛ افزایش اندک آن از آزاد شدن FSH و LH ممانعت می‌کند (بازخورد منفی)، اما حدود روز چهاردهم دوره، افزایش یک‌بارهٔ آن، محرکی برای آزاد شدن مقدار زیادی FSH و LH از هیپوفیز پیشین می‌شود (بازخورد مثبت). این تغییر ناگهانی در مقدار هورمون‌ها، باعث می‌شود در تخمدان، باقی‌ماندهٔ انبانک به جسم زرد تبدیل شود.



شکل ۱۲ـ غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن

فعّالیت ۵

در بعضی منابع، دورهٔ جنسی تخمدان‌ها را به دو قسمت انبانکی و جسم زردی (لوتئال) تقسیم‌بندی می‌کنند.

به نظر شما:

۱ـ هر قسمت مربوط به چه بخشی از دورهٔ جنسی است؟

۲ـ در هر قسمت، چه هورمون‌هایی از هیپوفیز بیشتر روی تخمدان اثر می‌گذارند؟

۳ـ در هر قسمت چه هورمون‌هایی از تخمدان ترشح می‌شوند و چه تغییری در میزان این هورمون‌ها رخ می‌دهد؟

۴ـ جداکنندهٔ این دو بخش چه مرحله‌ای است؟

گفتار ۳ رشد و نمو جنین

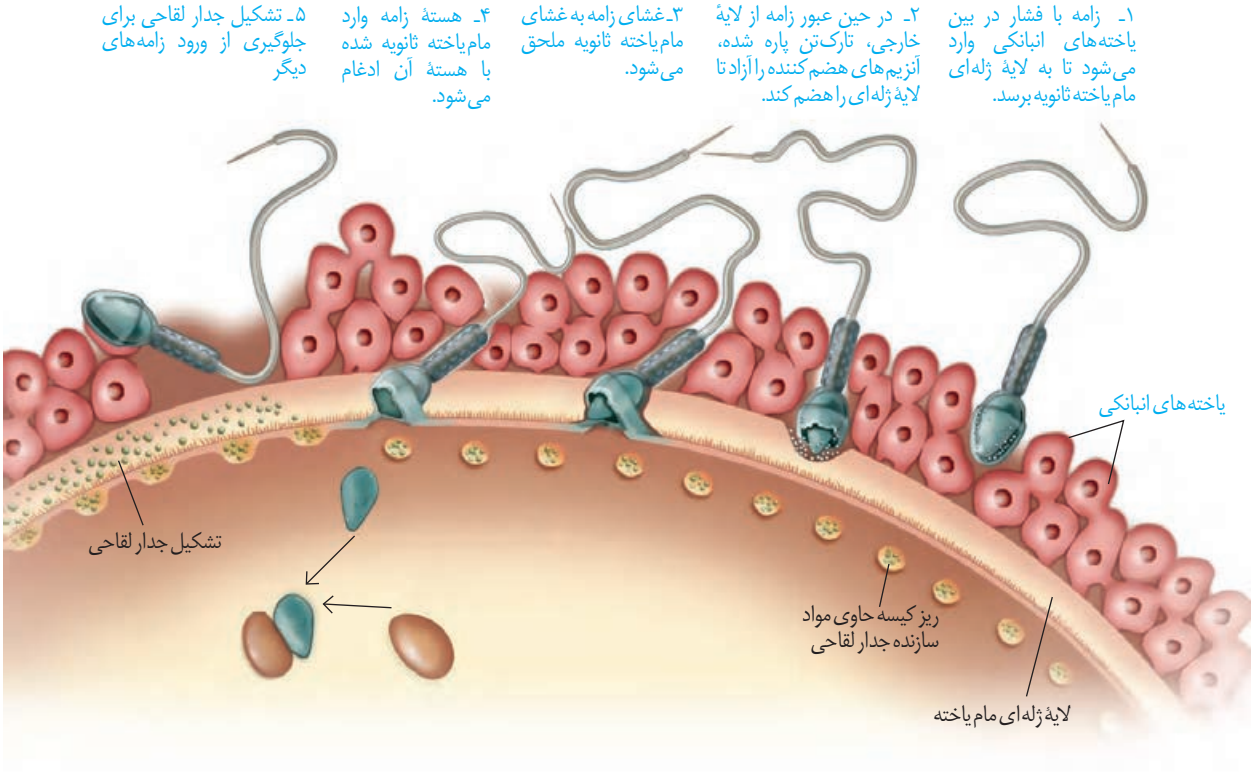
نوزاد آدمی، زندگی را به صورت یک یاختهٔ تخم آغاز می‌کند. تخم با تقسیم‌های پی‌درپی و گذر از مراحلی سرانجام به جنین و نوزاد متمایز می‌شود.

لقاح

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

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

شکل ۱۳ـ برخورد و نفوذ زامه در مام یاخته

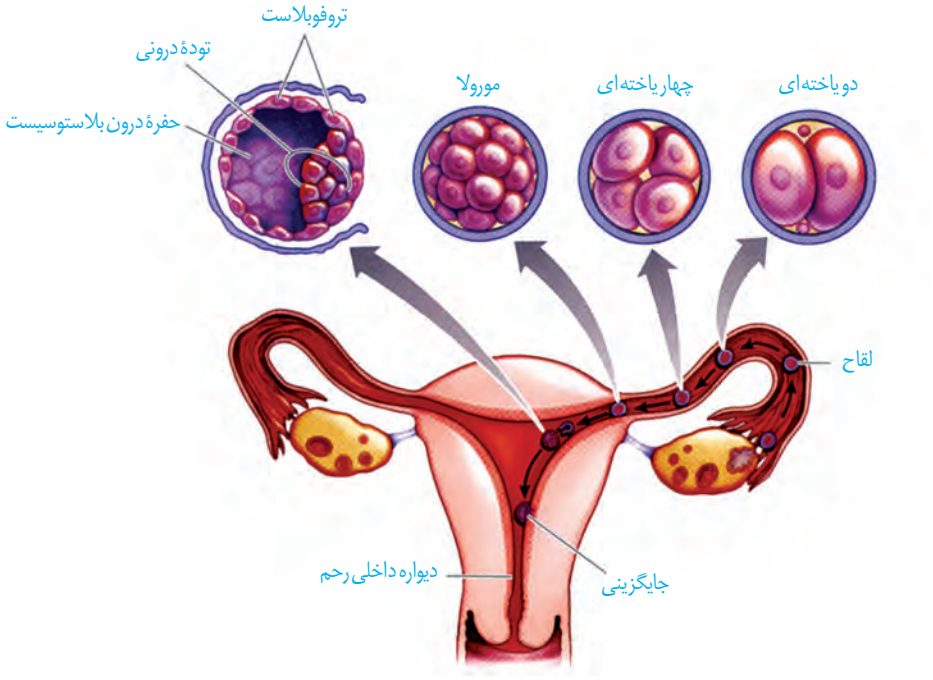


با ورود سرِ زامه به مام‌یاخته، هسته آن به درون سیتوپلاسم وارد می‌شود. در همین حال، مام‌یاخته ثانویه، کاستمان را تکمیل می‌کند و به تخمک تبدیل می‌شود. هستهٔ تخمک با هسته زامه ادغام می‌شود و یاختهٔ تخم با ۲۳ جفت فام‌تن شکل می‌گیرد (شکل ۱۳).

وقایع پس از لقاح

حدود ۳۶ ساعت پس از لقاح، یاختهٔ تخم تقسیمات رشتمانی را شروع می‌کند. نتیجهٔ آن، ایجاد تودهٔ یاخته‌ای است که تقریباً به اندازهٔ تخم است؛ زیرا یاخته‌های حاصل از تقسیم رشد نکرده‌اند.

این تودهٔ پریاخته‌ای توپر با نام **مورولا** در لولهٔ رحم به سمت رحم حرکت می‌کند. پس از رسیدن به رحم به شکل کرهٔ توخالی درمی‌آید و درون آن با مایعات پر می‌شود. در این مرحله، به آن **بلاستوسیست** گفته می‌شود. بلاستوسیست، یک لایهٔ بیرونی به نام **تروفوبلاست** دارد که در مراحل بعدی **برون‌شامهٔ جنین** (**پرده کوریون**) را می‌سازد. برون‌شامهٔ جنین به همراه بخشی از دیواره رحم **جفت** را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۴).

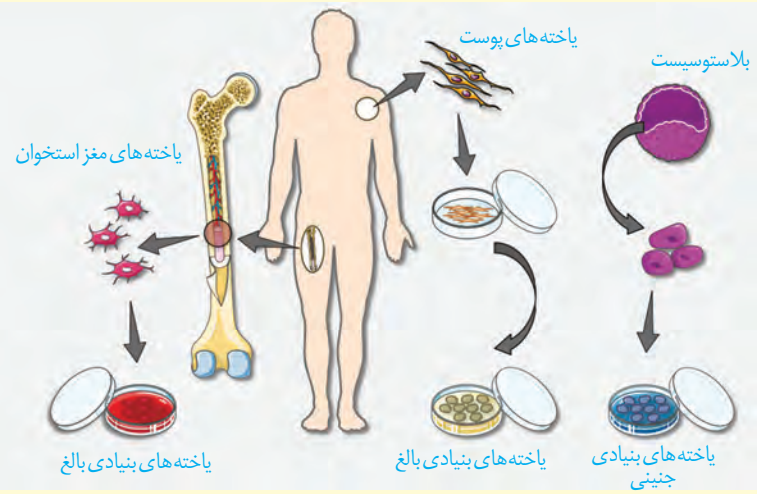


شکل ۱۴ـ مراحل اولیهٔ رشد جنین

یاخته‌های درون بلاستوسیست **تودهٔ یاخته‌ای درونی** را تشکیل می‌دهند. این یاخته‌ها حالت بنیادی دارند و منشأ بافت‌های مختلف تشکیل‌دهندهٔ جنین هستند. **یاخته‌های بنیادی**، یاخته‌هایی تخصص نیافته‌اند که توانایی تبدیل شدن به یاخته‌های متفاوتی را دارند. از تودهٔ درونی لایه‌های زایندهٔ جنینی شکل می‌گیرند که هرکدام منشأ بافت‌ها و اندام‌های مختلف‌اند.

بیشتر بدانید

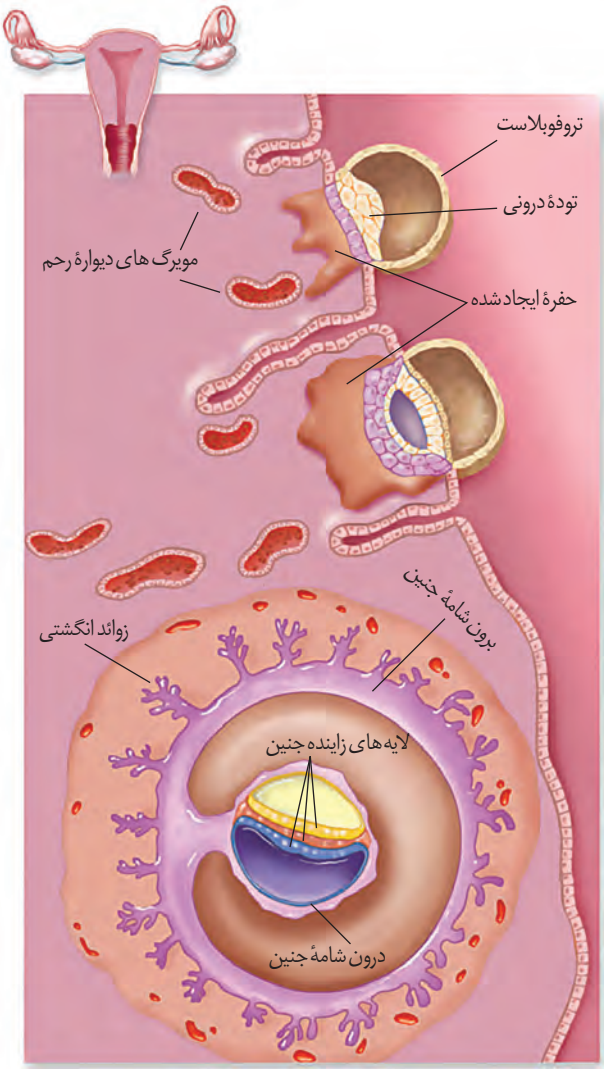
یاخته‌های بنیادی: جانوران عموماً دو دسته یاخته‌های بنیادی دارند:
جنینی و بالغ (شکل مقابل).
یاخته‌های بنیادی جنینی می‌توانند به تمامی یاخته‌های مورد نیاز بدن تبدیل شوند. انواع بالغ تا حدّی تمایزیافته‌اند و توانایی محدودی در تولید یاخته‌های دیگر دارند. یاخته‌های بنیادی مغز استخوان و پوست از این نوع‌اند. خون موجود در رگ‌های بند ناف، منبعی سرشار از یاخته‌های بنیادی جنینی است. در حال حاضر، یاخته‌های بنیادی در پژوهش‌های پزشکی و زیست‌شناسی، اهمیت زیادی دارند و پیش‌بینی می‌شود در آینده در درمان بسیاری از بیماری‌های علاج‌ناپذیر مثل صدمات نخاعی، پارکینسون، دیابت و بیماری‌های قلبی، مؤثر واقع شوند.



در ادامه یاخته‌های لایه بیرونی بلاستوسیست، آنزیم‌های هضم‌کننده‌ای را ترشح می‌کنند که یاخته‌های جدار رحم را تخریب و حفره‌ای ایجاد می‌کنند که بلاستوسیست در آن جای می‌گیرد. به این فرایند **جایگزینی** گفته می‌شود. یاخته‌های 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 **درون شامهٔ جنین (آمنیون)** و **برون شامهٔ جنین (کوریون)** هستند. درون شامهٔ جنین در حفاظت و تغذیهٔ جنین نقش دارد. برون شامهٔ جنین در تشکیل جفت و **بند ناف** دخالت می‌کند. جفت رابط بین بند ناف و دیوارهٔ رحم است.

برون شامهٔ جنین، هورمونی به نام HCG[1] 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 مجدّد جلوگیری می‌کند.



شکل ۱۵ـ جایگزینی جنین در رحم

۱ـ Human Chorionic Gonadotropin

تشکیل بیش از یک جنین

در حین تقسیمات اولیهٔ تخم ممکن است یاخته‌های بنیادی از هم جدا شوند، یا تودهٔ درونی بلاستوسیست به دو یا چند قسمت تقسیم شود. در این حالت، بیش از یک جنین شکل می‌گیرند که این جنین‌ها **همسان** اند. اگر این جنین‌ها کاملاً از هم جدا نشوند، **به‌هم چسبیده** متولد می‌شوند.

ممکن است تخمدان‌های یک فرد در یک دوره بیش از یک مام‌یاختهٔ ثانویه آزاد کنند و دو یا چند لقاح انجام شود. در این حالت، اگر مراحل رشد و نمو در آنها کامل شود، دوقلو یا چند قلوهای **ناهمسان** متولد می‌شوند که ممکن است شباهتی به هم نداشته وحتی از لحاظ جنسیت هم متفاوت باشند (شکل ۱۶).

الف)

ب)

شکل ۱۶ـ دو قلوهای
الف) ناهمسان و ب) همسان

واژه‌شناسی

درون شامه جنین (amnion/آمنیون)
برون شامه جنین (chorion/کوریون)
شامه به معنی پرده و پوشش است، جنین توسط دو پرده محافظت می‌شود:
یک پردهٔ درونی‌تر به‌نام درون شامه و دیگری که بیرون قرار می‌گیرد به‌نام برون شامه.

فعّالیت ۶

۱ـ دوقلوهای ناهمسان از لحاظ جنسیت می‌توانند مشابه یا متفاوت باشند، به نظر شما علت چیست؟
۲ـ دوقلوهای به هم چسبیده از لحاظ جنسیت و سایرصفات ظاهری نسبت به هم چگونه‌اند؟
۳ـ 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، یاختهٔ جنسی تولید نشود یا به دلایلی بین زامه و تخمک، لقاح موفقی انجام نشود. در این صورت، موضوع **ناباروری** مطرح می‌شود که با روش‌ها و کمک فنّاوری، بعضی از آنها را برطرف می‌کنند.

کنترل ورود و خروج مواد در جفت

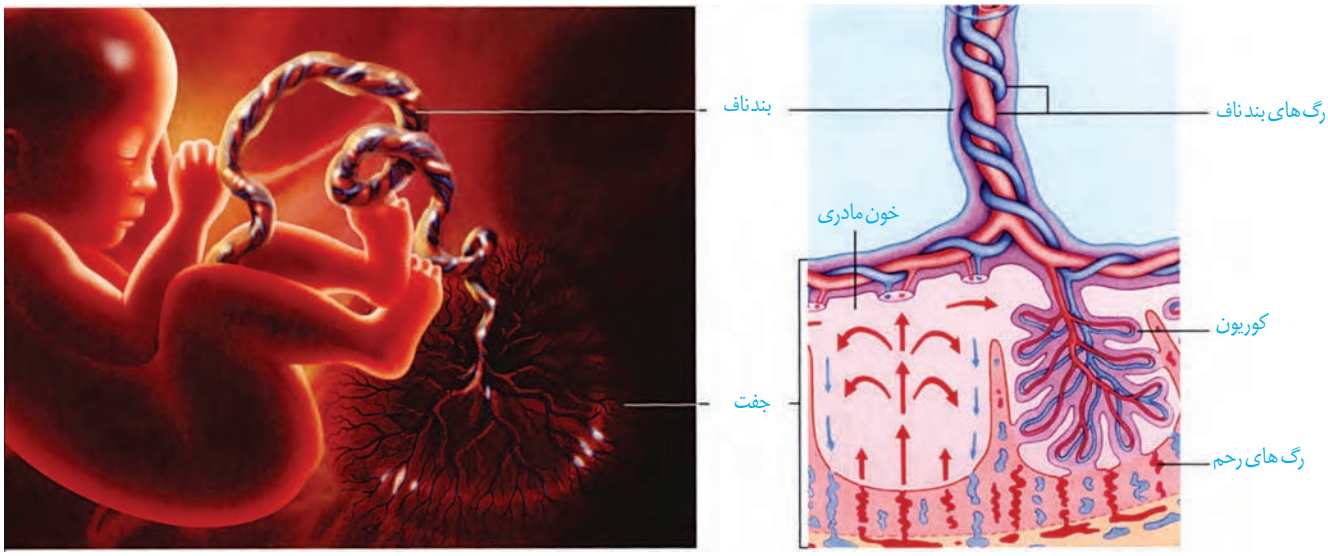
تمایز جفت از هفتهٔ دوم بعد از لقاح شروع می‌شود، ولی تا هفتهٔ دهم ادامه دارد. بند ناف رابط بین جنین و جفت است که در آن سرخرگ‌ها خون جنین را به جفت می‌برند و سیاهرگ، خون را از جفت به جنین می‌رساند. خون مادر و جنین در جفت به دلیل وجود برون شامهٔ جنین، مخلوط نمی‌شود، ولی می‌تواند بین دو طرف این پرده مبادلهٔ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

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

بیشتر بدانید

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

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 ۱۷ـ جفت و ارتباط آن با مادر و جنین

فعّالیت ۷

مادران باردار ممکن است تا پایان هفتهٔ چهارم بعد از لقاح هنوز از بارداری خود مطلع نباشند. با توجه به زمان‌های چرخهٔ 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 تمایز آنها بافت‌های مختلف جنین ساخته می‌شود. در انتهای ماه اول اندام‌های اصلی شروع به تشکیل شدن می‌کنند و ضربان قلب آغاز می‌شود. ابتدا رگ‌های خونی و روده شروع به نمو می‌کنند سپس جوانه‌های دست و پا ظاهر می‌شوند. در طی ماه دوم همه اندام‌ها شکل مشخص می‌گیرند. در انتهای سه ماه اول اندام‌های جنسی مشخص شده و جنین دارای ویژگی های بدنی قابل تشخیص می‌شود.

در سه‌ماهه دوم و سوم، جنین به سرعت رشد می‌کند و اندام‌های آن شروع به عمل می‌کنند به‌طوری که در انتهای سه‌ماهه سوم قادر است در خارج از بدن مادر زندگی کند.

صوت‌نگاری (سونوگرافی)

در این روش تشخیصی، از امواج صوتی با بسامد (فرکانس) بالا استفاده می‌کنند. این امواج برخلاف اشعهٔ X 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 ویدئویی نشان می‌دهند.

تشخیص بارداری در ماه اوّل، اندازه‌گیری ابعاد جنین برای تعیین سن، جنسیت جنین، سالم بودن جنین از لحاظ حرکتی و عملکرد بعضی از اندام‌ها مثل قلب از جمله مواردی است که در صوت‌نگاری، مشخص می‌شود.

بیشتر بدانید

تشخیص ناهنجاری‌های ژنتیکی پیش از تولد

بسیاری از والدین قبل از تولد فرزندشان دغدغه و نگرانی بروز ناهنجاری‌های احتمالی را در فرزندشان دارند و دوست دارند از این نگرانی خارج شوند. تشخیص پیش از تولد، می‌تواند به‌این افراد کمک کند. برای این آزمایش‌ها، مقداری از مایع درون‌شامهٔ جنین یا بخشی از زوائد انگشت مانند برون‌شامهٔ جنین را خارج می‌کنند. یاخته‌های آنها را کشت می‌دهند و از آنها، کاریوتیپ تهیه می‌کنند. چون محتوای ژنتیک این یاخته‌ها با جنین یکسان است، می‌توان ناهنجاری‌های فام‌تنی مثل نشانگان داون را در کاریوتیپ آنها تشخیص داد.

فعّالیت ۸

تعیین زمان تولد

متخصصان زنان و زایمان در پیش بینی زمان تولد نوزاد ۲۸۴ روز را به زمان شروع آخرین قاعدگی مادر اضافه می‌کنند. در این رابطه به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

ـ چه ارتباطی بین قاعدگی و بارداری شخص وجود دارد؟

ـ چرا روز شروع آخرین قاعدگی را در نظر می‌گیرند؟

ـ گفته می‌شود مدت زمان بارداری ۹ ماه یا ۲۷۰ روز است. چرا پزشکان ۲۸۴ روز را مطرح می‌کنند؟

تولد ـ زایمان

در ابتدا سر جنین به سمت پایین فشار وارد و کیسهٔ درون شامه را پاره می‌کند. در نتیجه، مایع درون شامه‌ای یک مرتبه به بیرون رانده می‌شود. خروج این مایع، نشانهٔ نزدیک بودن زایمان است. هورمون‌ها در این مرحله نقش اساسی دارند؛ از جمله اکسی‌توسین که ماهیچه‌های دیوارهٔ رحم را تحریک می‌کند، تا انقباض آغاز شود و در ادامه، دفعات و شدت انقباض را مرتباً بیشتر می‌کند. به همین دلیل، پزشکان برای سرعت دادن به زایمان اکسی‌توسین را به مادر تزریق می‌کنند. شروع انقباض ماهیچه‌های رحم با دردهای زایمان همراه است. دهانهٔ رحم در هربار انقباض، بیشتر باز می‌شود و سر جنین بیشتر به آن فشار می‌آورد. با افزایش انقباضات ترشح اکسی‌توسین با بازخورد مثبت افزایش یافته و باعث می‌شود نوزاد آسان‌تر و زودتر از رحم خارج شود. به‌طور طبیعی ابتدا سر و سپس بقیهٔ بدن از رحم خارج می‌شود. در مرحلهٔ بعد با ادامهٔ انقباض رحم، جفت و اجزای مرتبط با آن، از رحم خارج می‌شود.

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

فعّالیت ۹

علاوه بر زایمان طبیعی، تولد نوزاد با عمل جراحی (سزارین) نیز انجام می‌شود. پزشکان زنان و زایمان، بیشتر توصیه می‌کنند که زایمان به صورت طبیعی انجام شود. در مورد جنبه‌های مثبت و منفی جراحی سزارین، اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و نتایج به‌دست آمده را به صورت گزارش در کلاس ارائه کنید.

بیشتر بدانید

فنّاوری‌های کمک به رفع ناباروری

ـ تلقیح مصنوعی (Artificial Insemination):
در این روش، زامه سالم شوهر، توسط متخصص در مجرای تولیدمثلی زن، در کنار مام یاخته قرار داده می‌شود. زوج‌هایی که شوهر به‌دلیل تعداد کم زامه عقیم است یا زامه ناسالم زیاد دارند ممکن است متقاضی این روش باشند.

ـ لقاح آزمایشگاهی (In Vitro Fertilization or IVF):
در این روش، زامه و تخمک در خارج از بدن زن، لقاح می‌یابند. در بعضی زنان ممکن است تخمدان و رحم سالم، ولی لوله‌های رحمی مسدود باشند، یا ممکن است شخصی بخواهد از تخمک اهدایی به جای تخمک خود استفاده کند. در این روش، تخمک و زامه را با محیط کشت حاوی مایعات رحم مخلوط می‌کنند. تخم لقاح یافته، دو یا سه بار تقسیم می‌شود و به‌همین صورت آن را وارد رحم می‌کنند. در این روش دوقلوزایی و بیشتر، زیاد رخ می‌دهد. آیا می‌دانید چرا؟

بیشتر بدانید

سقط جنین (پایان بارداری قبل از زایمان):

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

بیشتر بدانید

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 عبارت‌اند 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
سیفلیس	زخم سفت بدون درد و خارش در پوست و اندام تناسلی، لکه‌های قرمز رنگ در کف دست و پا، تب	باکتری
هپاتیت B	زرد شدن پوست، علائم مشابه آنفلوانزا	ویروس
ایدز	ضعف سیستم ایمنی، مستعد شدن برای ابتلا به انواع بیماری	ویروس
هرپس تناسلی	تاول‌های دردناک در ناحیه تناسلی، ران یا باسن، افزایش احتمال بروز سرطان	ویروس
زگیل‌های تناسلی	بروز زگیل‌های دردناک در ناحیهٔ تناسلی، افزایش احتمال بروز سرطان	ویروس
تریکوموناسیس	سوزش، خارش و ترشحات چرکی	آغازی

بیشتر بدانید

جنین در هفته‌های مختلف بعد از لقاح (بارداری)

هفته چهارم

هفته دوازدهم

هفته بیست و هشتم

هفته سی و هشتم

گفتار ۴ تولیدمثل در جانوران

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

نحوهٔ لقاح

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

شکل ۱۸ـ رقص عروسی ماهی‌ها

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

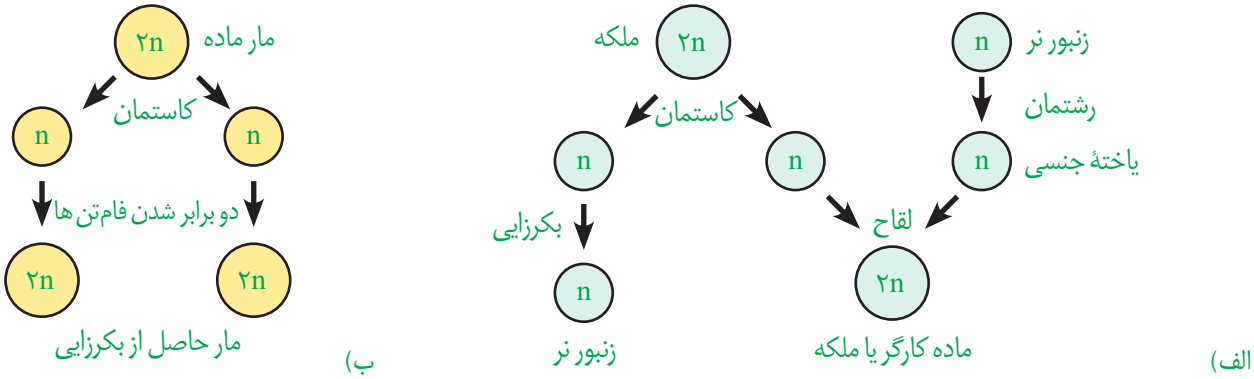
واژه‌شناسی

نرماده (Hermaphrodite/ هرمافرودیت)

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

بکرزایی

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



شکل ۱۹ـ الف و ب) انواع بکرزایی

نرماده (هرمافرودیت)

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

الف)

ب)

شکل ۲۰ـ الف) کرم کبد، ب) کرم خاکی

تغذیه و حفاظت جنین

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

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

شکل ۲۱ ـ لایهٔ ژله‌ای اطراف تخم‌های قورباغه

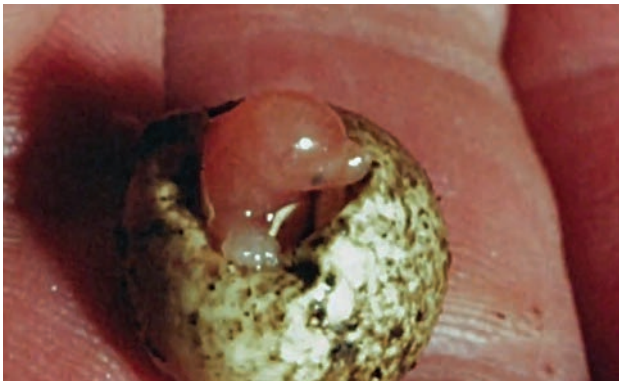
در جانورانی که لقاح داخلی دارند، حفاظت جنین به صورت‌های متفاوتی انجام می‌شود. در جانوران تخم‌گذار وجود پوستهٔ ضخیم در اطراف تخم از جنین محافظت می‌کند. البته برای محافظت بیشتر در خزندگانی مثل لاک‌پشت تخم‌ها با ماسه و خاک پوشانده می‌شوند. پرندگان روی تخم‌ها می‌خوابند و پستاندار تخم‌گذاری مثل پلاتی‌پوس، تخم را در بدن خود نگه می‌دارد و چند روز مانده به تولد نوزاد، تخم‌گذاری می‌کند و روی آنها می‌خوابد تا مراحل نهایی رشد و نمو طی شود (شکل ۲۲).

در پستانداران کیسه‌دار، مثل کانگورو جنین ابتدا درون رحم ابتدایی مادر رشد و نمو را آغاز می‌کند. به‌دلیل مهیا نبودن شرایط به صورت نارس متولد می‌شود و خود را به درون کیسه‌ای که بر روی شکم مادر است می‌رساند. در آنجا ضمن حفاظت، از غدد شیری درون آن تغذیه می‌کند تا مراحل رشد و نمو را کامل کند.

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

شکل ۲۲ـ الف) تخم‌های لاک‌پشت

ب) تخم پرنده درآشیانه



پ) تخم پلاتی‌پوس

فصل ۸

تولید مثل نهان دانگان

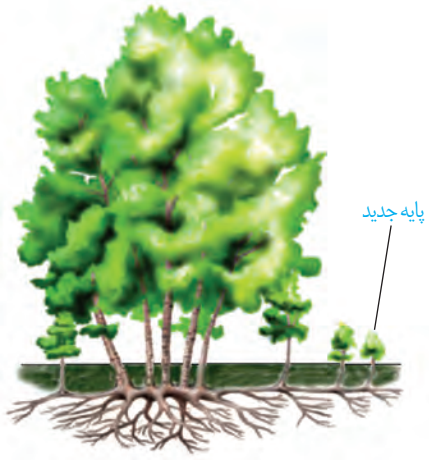
نهان‌دانگان تنها گروه از گیاهان‌اند که گل تولید می‌کنند. تولید گل برای گیاهان هزینه بر است؛ به‌ویژه تولیدگل‌هایی که رنگ‌های گوناگون، ترکیبات معطر و شهد دارند. آیا می‌دانید چرا؟ با وجود این، گیاهان گل‌دار بیشترین گیاهان روی زمین‌اند و توانسته‌اند پهنهٔ وسیعی از زمین را به خود اختصاص دهند. داشتن گل چه مزایایی دارد؟ چرا گوناگونی جانورانی مانند حشره‌ها در زیستگاهی با گیاهان گل‌دار بیشتر است؟ گل چه ساختاری دارد و چه فرایندهایی در آن انجام می‌شود؟

گفتار ۱ تولیدمثل غیرجنسی

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

تکثیر با بخش های رویشی

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



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

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

پیوند زدن یکی دیگر از روش های تکثیر رویشی است. در این روش قطعه‌ای از یک گیاه مانند جوانه یا شاخه به نام **پیوندک**، روی تنهٔ گیاه دیگری که به آن **پایه** می‌گویند، پیوند زده می‌شود (شکل ۲ـ ب). گیاه پایه ویژگی‌هایی مانند مقاومت به بیماری‌ها، سازگار با خشکی یا شوری دارد، در حالی که گیاهی که **پیوندک** از آن گرفته می‌شود، مثلاً میوهٔ مطلوب دارد.

در روش **خوابانیدن** بخشی از ساقه یا شاخه را که دارای گره است، با خاک می‌پوشانند. بعد از مدتی از محل گره، ریشه و ساقهٔ برگدار ایجاد می‌شود که با جدا کردن از گیاه مادر، پایهٔ جدیدی ایجاد می‌شود (شکل ۲ـ پ).

یادآوری

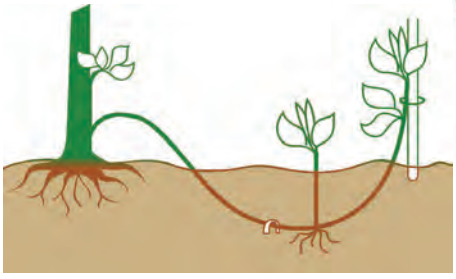
گیاهان را براساس صفت های داشتن یا نداشتن آوند، دانه و گل به‌طور کلی گروه‌بندی می کنند.

گروه‌بندی گیاهان

بدون آوند		خزه‌ها		بدون گل
آوند دار		سرخس‌ها		بدون دانه
		بازدانگان		دانه‌دار
	نهان‌دانگان	تک لپه‌ای‌ها		گل‌دار
		دو لپه‌ای‌ها		

الف)

ب)



پ)

شکل ۲ـ روش‌های متفاوت تکثیر رویشی در گیاهان. الف) قلمه‌زدن، ب) پیوند زدن، پ) خوابانیدن.

فعّالیت ۱

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

تخصص یافته‌ها

انواعی از ساقه‌ها در گیاهان وجود دارند که برای تولیدمثل غیرجنسی ویژه شده‌اند. **زمین‌ساقه (ریزوم[۱])**، غده، پیاز و ساقهٔ رونده، نمونه‌هایی از ساقه‌های ویژه شده برای تولیدمثل غیرجنسی‌اند.

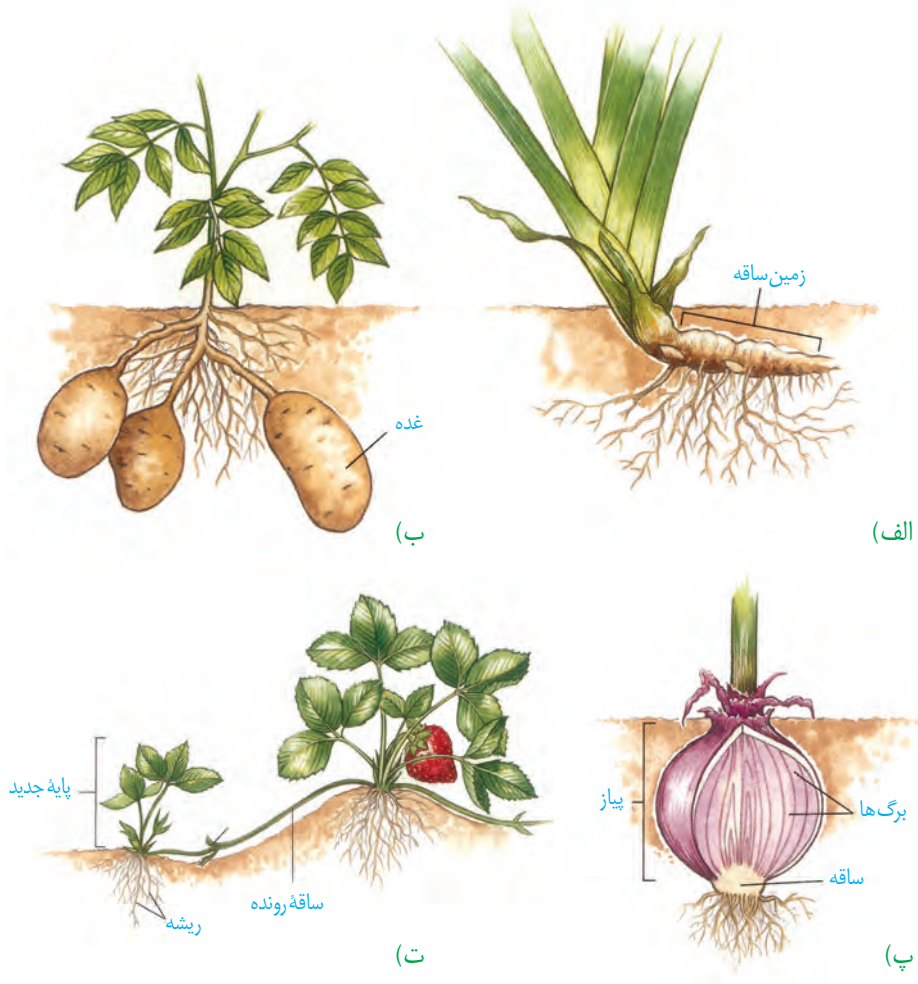
زمین‌ساقه، به‌طور افقی زیر خاک رشد می‌کند و همانند ساقهٔ هوایی جوانه انتهایی و جانبی دارد. این ساقه به موازات رشد افقی خود در زیر خاک، پایه‌های جدیدی در محل جوانه‌ها تولید می‌کند. زنبق از گیاهانی است که زمین ساقه دارد (شکل ۳ـ الف).

غده، ساقه‌ای زیرزمینی است که به علت ذخیرهٔ مادهٔ غذایی در آن متورم شده است. سیب‌زمینی چنین ساقه‌ای است. هر یک از جوانه‌های تشکیل شده در سطح غدهٔ سیب‌زمینی، به یک گیاه تبدیل می‌شود (شکل ۳ـ ب). برای تکثیر سیب زمینی، آن را به قطعه‌های جوانه‌دار تقسیم می‌کنند و در خاک می‌کارند.

پیاز، ساقه زیر زمینیِ کوتاه و تکمه مانندی دارد که برگ‌های خوراکی به آن متصل‌اند (شکل ۳ـ پ). پیاز خوراکی چنین ساختاری است. نرگس و لاله نیز پیاز دارند. از هر پیاز تعدادی پیاز کوچک تشکیل می‌شود که هر کدام، یک گیاه ایجاد می‌کند.

ساقهٔ رونده، به طور افقی روی خاک رشد می‌کند (شکل ۳ـ ت). گیاه توت فرنگی ساقهٔ رونده دارد. گیاهان توت فرنگی جدیدی در محل گره‌ها، ایجاد می‌شوند.

۱- Rhizome



الف)　　ب)

پ)　　ت)

شکل ۳ـ ساقه‌های تخصص یافته برای تولیدمثل غیرجنسی

فعّالیت 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

تثبیت خاک

گندمیانی مانند مَرغ که زمین‌ساقه دارند، ضمن اشغال سطح وسیعی از خاک، در تثبیت آن نیز نقش دارند.

فنّاوری و تکثیر گیاهان

از فنّ 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 میتوز، توده‌ای از یاخته‌های هم شکل را به وجود می‌آورند که **کال** نامیده می‌شود. کال می‌تواند به گیاهانی تمایز یابد که از نظر ژنی یکسان‌اند. همهٔ مراحل کشت بافت در محیطی کاملاً سترون انجام می‌شود (شکل ۴).

شکل ۴ـ ایجاد گیاه از کال در کشت بافت.

بیشتر بدانید

گیاه در شیشه

با استفاده از فنّ کشت بافت می‌توان گیاهی گل‌دار را در ظرف‌های شیشه‌ای پرورش داد.

فعّالیت ۳

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

گفتار ۲ تولیدمثل جنسی

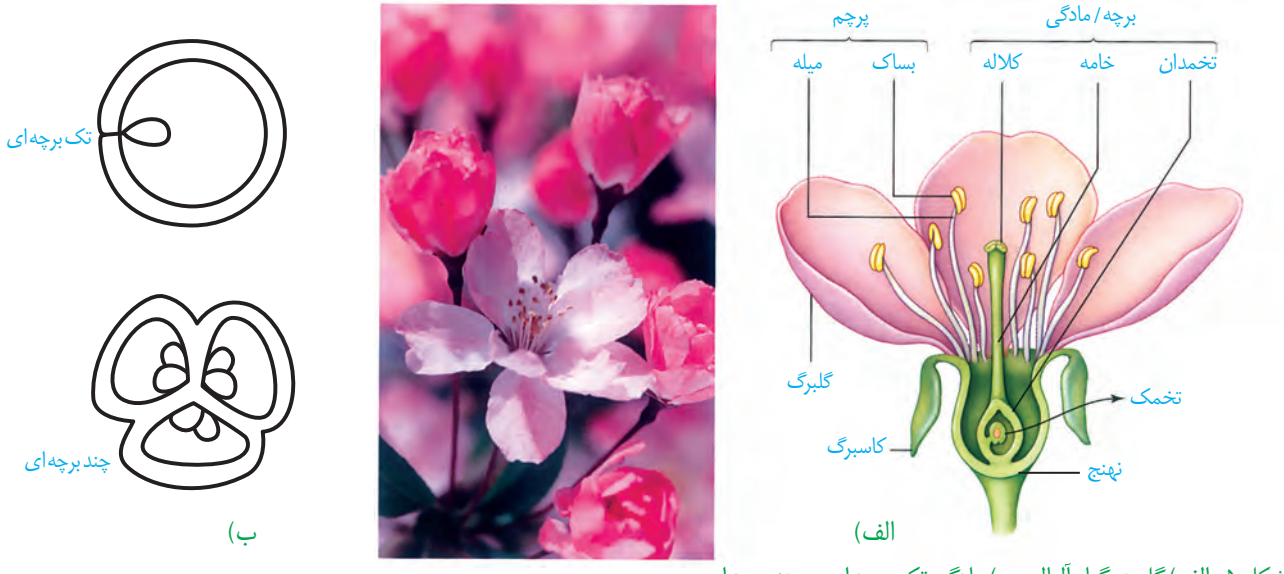
با ساختار گل در سال‌های گذشته آشنا شده‌اید. می‌دانید گل بخش‌های متفاوتی دارد. نام بخش‌هایی از گل را که به یاد دارید، بنویسید. هر یک از این بخش‌ها چه کاری انجام می‌دهد؟

هر گلی کامل نیست

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

اجزای گل در چهار حلقهٔ هم‌مرکز تشکیل می‌شوند. کاسبرگ‌ها در خارجی‌ترین حلقه قرار می‌گیرند. گلبرگ‌ها در حلقهٔ دوم و معمولاً به رنگ‌های متفاوت وجود دارند. آیا می‌دانید رنگی بودن گلبرگ‌ها چه اهمیتی دارد؟ پرچم‌ها در حلقهٔ سوم و مادگی در چهارمین حلقه تشکیل می‌شوند.

مادگی گل از یک یا تعدادی برچه ساخته شده است. در واقع **برچه** واحد سازندهٔ مادگی است. در مادگی‌های چند برچه‌ای، ممکن است فضای مادگی با دیوارهٔ برچه‌ها از هم جدا شوند (شکل ۵ـ ب).



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

فعّالیت ۴

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

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

ب) تعداد هر یک از اجزای دیگر گل چیست؟ پ) گل‌ها را به دقت با ذره‌بین مشاهده و ویژگی‌های هر یک از اجزا را یادداشت کنید. ت) با استفاده از تیغ برش‌های طولی و عرضی از مادگی گل، تهیه و آنچه را می‌بینید یادداشت و ترسیم کنید.

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

آیا در همهٔ گل‌ها این چهار حلقه تشکیل می‌شوند؟ مشاهدهٔ 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 حلقهٔ 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).

گل ماده — گل نر

شکل ۶ـ گل‌های تک جنسی در گیاه کدو

تشکیل یاخته‌های جنسی

می‌دانید که در تولیدمثل جنسی از لقاح یاختهٔ جنسی نر با یاختهٔ جنسی ماده، تخم ایجاد می‌شود. یاختهٔ جنسی نر در گیاهانی مانند خزه، همانند یاختهٔ جنسی نر در جانوران وسیلهٔ حرکتی دارد و می‌تواند در قطره‌های آب یا رطوبتی که سطح گیاه را پوشانده، شنا کند و خود را به یاختهٔ جنسی ماده برساند. اما یاختهٔ جنسی نر در گیاهان گل‌دار وسیلهٔ حرکتی ندارد. بنابراین، در این گیاهان برای انتقال یاختهٔ جنسی نر ساختاری به نام لولهٔ گرده تشکیل می‌شود.

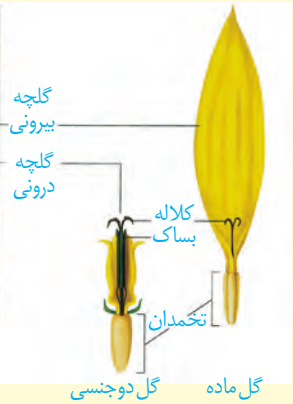
بیشتر بدانید

چندین گل

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

گل ژربرا

گل آفتاب‌گردان

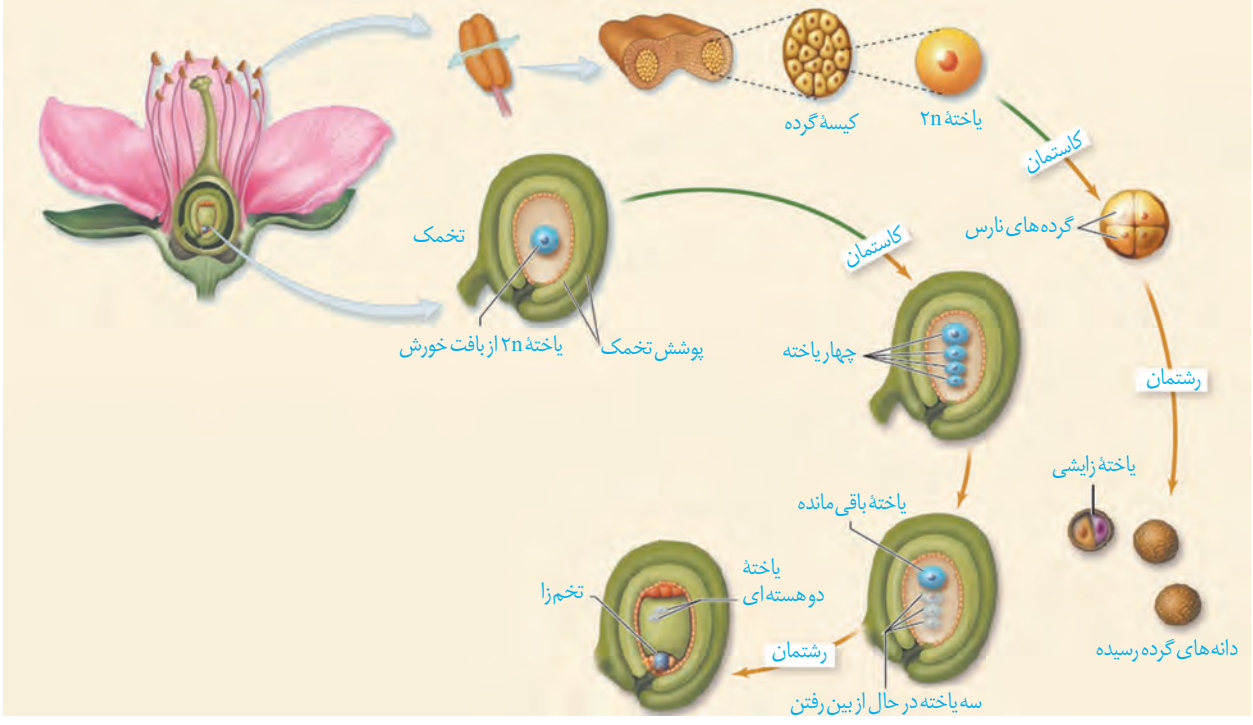


گل دوجنسی — گل ماده

به شکل ۷ نگاه کنید. کیسه‌های گرده در بساک تشکیل می‌شوند و یاخته‌های دولاد دارند. از تقسیم کاستمان این یاخته‌ها، چهار یاختهٔ تک‌لاد ایجاد می‌شود که در واقع **گرده‌های نارس** اند. هریک از این یاخته‌ها با انجام دادن تقسیم رشتمان و تغییراتی در دیواره به **دانهٔ گرده رسیده** تبدیل می‌شود. دانهٔ گرده رسیده یک دیوارهٔ خارجی، یک دیوارهٔ داخلی، یک **یاختهٔ رویشی** و یک **یاختهٔ زایشی** دارد.

تخمدان که به صورت بخشی متورّم در گل دیده می‌شود، محل تشکیل تخمک‌هاست. تخمک پوششی دو لایه‌ای دارد که یاخته‌های دولادی را در بر می‌گیرد. مجموع این یاخته‌ها، بافتی به نام **بافت خورش** را می‌سازند (شکل ۷).

یکی از یاخته‌های بافت خورش بزرگ می‌شود و با تقسیم کاستمان چهار یاختهٔ تک‌لادی ایجاد می‌کند. از این چهار یاخته فقط یکی باقی می‌ماند که با تقسیم رشتمان، ساختاری به نام **کیسهٔ رویانی** با تعدادی یاخته ایجاد می‌کند. **تخم‌زا** و **یاختهٔ دو هسته‌ای** از یاخته‌های کیسه رویانی اند که در لقاح با یاخته‌های جنسی نر شرکت می‌کنند.



شکل ۷ـ تشکیل دانه‌های گرده و کیسهٔ رویانی

بیشتر بدانید

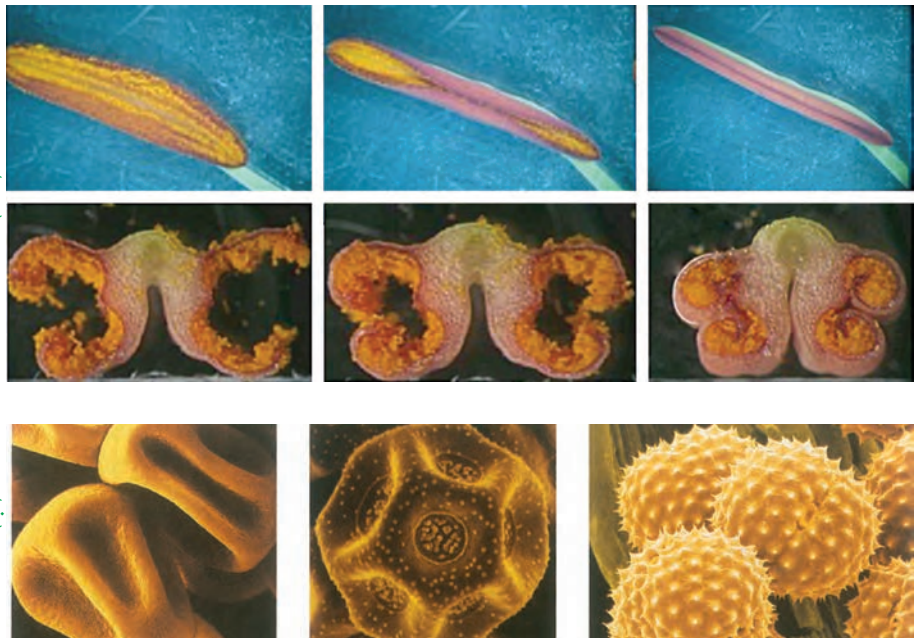
طلای سرخ

زعفران گیاهی تک لپه و چند ساله است. زعفران با نوعی ساقهٔ زیرزمینی به نام بُنه تکثیر می‌شود. در بُنه برخلاف پیاز مواد غذایی در برگ‌ها ذخیره نمی‌شود؛ بلکه در ساقه تجمع می یابند. پوشش گل زعفران شش قسمتی است. کلالهٔ سه‌رشته‌ای و قرمزرنگ آن برای مزه‌دار و معطر کردن خوراکی‌ها به کار می‌رود. زعفران از صادرات مهم ایران است.

گرده‌افشانی و لقاح

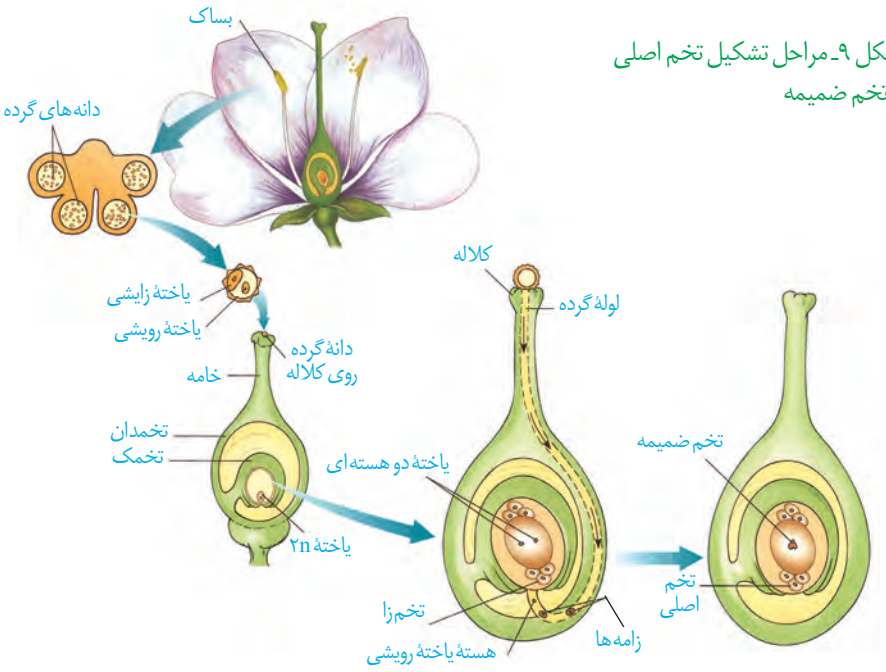
با شکافتن دیوارهٔ بساک، گرده‌ها رها می‌شوند (شکل ۸ـ الف). دیوارهٔ خارجی دانه‌های گرده منفذدار و ممکن است صاف یا دارای تزئیناتی باشد (شکل ۸ـ ب).

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



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

شکل ۹ـ مراحل تشکیل تخم اصلی و تخم ضمیمه



بیشتر بدانید

گَرده‌ها

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

از آمیزش یکی از زامه‌ها با یاختهٔ تخم‌زا، **تخم اصلی** تشکیل می‌شود. این تخم به **رویان** نمو می‌یابد. زامهٔ دیگر با یاختهٔ دو هسته‌ای آمیزش می‌یابد که نتیجهٔ آن تشکیل **تخم ضمیمه** است. تخم ضمیمه با تقسیم‌های متوالی بافتی به نام **درون‌دانه (آندوسپرم)** را ایجاد می‌کند. این بافت از یاخته‌های پارانشیمی ساخته شده و ذخیرهٔ غذایی برای رشد رویان است (شکل ۹). همین‌طور که دیدید، دو لقاح رخ می‌دهد، به همین علت گفته می‌شود که نهاندانگان لقاح **مضاعف** یا **دوتایی** دارند.

اگر هستهٔ تخمِ ضمیمه تقسیم شود، اما تقسیم سیتوپلاسم انجام نگیرد، بافتِ درون‌دانه به صورت مایع دیده می‌شود. شیر نارگیل مثالی از چنین بافتی است. در حالی که بخش گوشتی و سفیدرنگ نارگیل، درون‌دانه‌ای است که در آن تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام شده است (شکل ۱۰).

واژه‌شناسی

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

شکل ۱۰ـ درون‌دانه در نارگیل به حالت مایع و جامد است

گل‌ها و گرده‌افشان‌ها

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

شکل ۱۱ـ گرده‌افشانی به وسیلهٔ جانوران

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

زنبورهای عسل گل‌هایی را گرده‌افشانی می‌کنند که شهد آنها قند فراوانی داشته باشد؛ همچنین این گل‌ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می‌شوند و زنبور را به سوی شهد گل هدایت می‌کنند (شکل ۱۲).

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

شکل ۱۲ـ گل قاصد آن طور که ما می‌بینیم (الف) آن طور که زنبور می‌بیند(ب).

الف) ب)

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

فعّالیت ۵

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

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

بیشتر بدانید

گل‌های فریب‌کار!

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

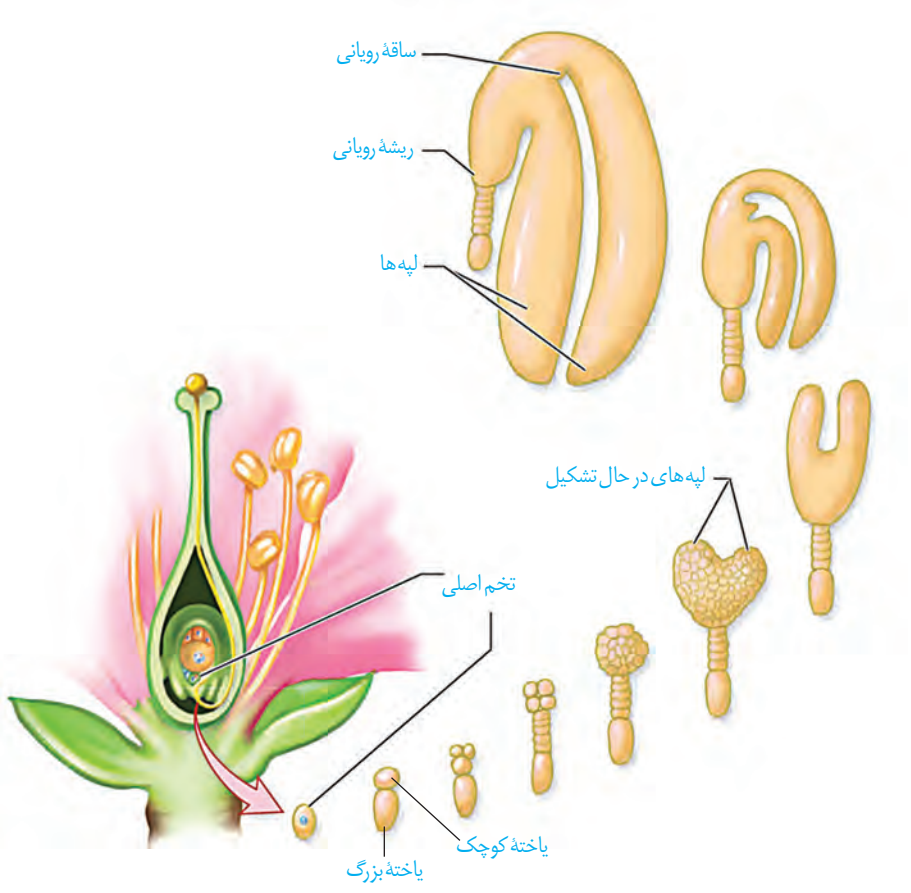
گفتار ۳ از یاختهٔ تخم تا گیاه

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

تخم تقسیم می‌شود

رویان از تقسیم پی‌درپی یاختهٔ تخم تشکیل می‌شود. در نخستین تقسیمِ تخم، دو یاخته بزرگ و کوچک ایجاد می‌شود (این تقسیم از چه نوعی است؟).

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



شکل ۱۴ـ تشکیل رویان در دانه

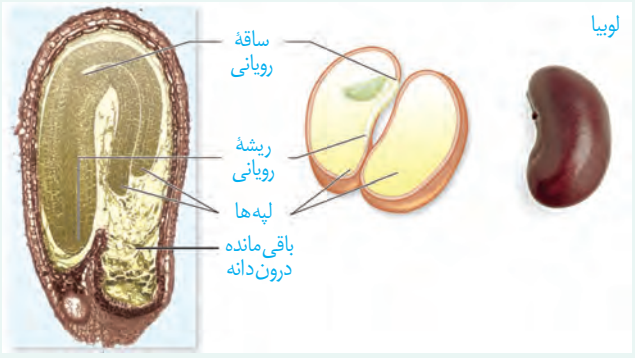
ممکن است درون‌دانه به عنوان ذخیرهٔ دانه باقی بماند، یا اینکه جذب لپه‌ها شود؛ مثلاً درون‌دانه، ذخیرهٔ دانه در ذرت است و نقش لپه، انتقال مواد غذایی از درون‌دانه به رویان در حال رشد است.

در دانهٔ لوبیا مواد غذایی درون‌دانه جذب لپه‌ها و در آنجا ذخیره می‌شوند، در نتیجه لپه‌ها که بزرگ شده‌اند، بخش ذخیره‌ای دانه را تشکیل می‌دهند. به لپه‌ها **برگ‌های رویانی** نیز می‌گویند؛ زیرا در بسیاری از گیاهان گل‌دار از خاک بیرون می‌آیند و به مدت کوتاهی فتوسنتز می‌کنند.

فعّالیت ۶

الف) دانه‌هایی مانند لوبیا و ذرت را در شرایط مناسب قرار دهید تا رویش یابند. این کار را چگونه انجام می‌دهید؟ با مشاهدهٔ دانه‌های در حال رویش، مشخص کنید ابتدا کدام یک از اندام‌های رویشی 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

پوستهٔ دانه‌ها معمولاً سخت است. به‌نظر شما پوستهٔ دانه از چه نوع یاخته‌هایی تشکیل شده است؟ پوستهٔ دانه، رویان 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 رویان می‌شود.

بعد از تشکیل رویان، رشد آن تا مدتی متوقف می‌شود. رویان در شرایط مناسب رشد خود را از سر می‌گیرد و به صورت گیاهی کوچک که به آن **دانه‌رُست** 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 متورّم می‌شوند و پوستهٔ آنها شکاف 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 مریستمی به طول ساقه و ریشه می‌افزاید. سه سامانهٔ بافتی نیز در ساقه و ریشه شکل می‌گیرند (آیا 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).

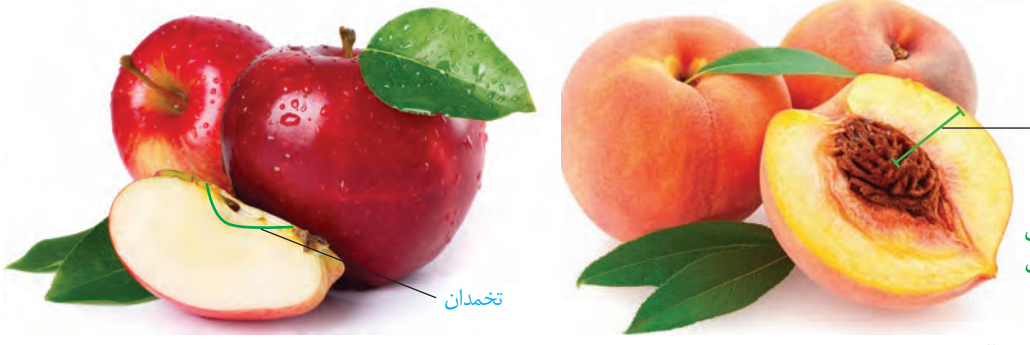
گیاهان گل‌دار بعد از مدت زمانی رشد رویشی، یعنی تولید برگ، شاخه و ریشه‌های جدید، گل، میوه و دانه تولید می‌کنند.

الف)　　ب)　　پ)

شکل ۱۵ـ الف) رویش دانهٔ ذرّت زیرزمینی، ب) رویش دانهٔ لوبیا و پیاز از نوع رو زمینی است و پ) باقی‌ماندهٔ دانهٔ پیاز در شکل دیده می‌شود.

میوه

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



الف)　　ب)

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

بیشتر بدانید

مراحل تشکیل میوه سیب

گرده افشانی — ریزش گلبرگ‌ها — رشد نهنج — میوهٔ سیب

فعّالیت ۷

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

پراکنش میوه‌ها: میوه‌ها علاوه بر حفظ دانه‌ها در پراکنش آنها نقش دارند. بعضی میوه‌ها به پیکر جانوران می‌چسبند و با آنها جابه‌جا می‌شوند (شکل ۱۷). باد و آب نیز میوه‌ها و دانه‌ها را جابه‌جا می‌کنند.

میوه‌های نارس معمولاً مزهٔ ناخوشایندی دارند. در نتیجه دانه‌های نارس تا زمان رسیدگی میوه از خورده شدن به‌وسیلهٔ جانوران حفظ می‌شوند. از طرفی جانوران با خوردن میوه‌های رسیده، در پراکنش دانه‌ها نقش دارند. پوستهٔ بعضی دانه‌ها چنان سخت و محکم است که حتی در برابر شیره‌های گوارشی جانوران سالم می‌مانند. رنگ‌های درخشانِ میوه‌های رسیده جانوران را به خود جذب می‌کنند.

شکل ۱۷ـ پَراکَنِش میوه‌ها.

فعّالیت ۸

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

۱ ۲ ۳ ۴

میوه‌های بدون دانه: شاید میوهٔ بدون دانه را به میوه‌ای که دانه دارد، ترجیح دهید. اما چگونه میوهٔ بدون دانه ایجاد می‌شود؟ آیا هر میوه‌ای که به آن بدون دانه می‌گوییم، 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. پرتقال‌های 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 نارسی تشکیل می‌شوند که ریز و پوسته‌ای نازک دارند. به چنین میوه‌هایی نیز، میوهٔ بدون دانه می‌گویند. موزهای بدون دانه از این نوع‌اند. به نظر شما تشکیل میوه‌های بدون دانه در طبیعت، پدیده‌ای رایج است؟

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

عمر گیاهان چقدر است؟

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

گیاهان یک‌ساله: این گیاهان در مدت یک سال یا کمتر، رشد و تولیدمثل می‌کنند و سپس از بین می‌روند. گیاه گندم و خیار از گیاهان یک ساله‌اند (شکل ۱۹ـ الف).

گیاهان دو ساله: این گیاهان در سال اوّل رشد رویشی دارند و در سال دوم علاوه بر رشد رویشی با تولید گل و دانه رشد زایشی دارند؛ مثلاً گیاهانی مانند شلغم و چغندر قند در سال اوّل رشد رویشی دارند و مواد حاصل از فتوسنتز در ریشهٔ آنها ذخیره می‌شوند. در سال دوم ساقهٔ گل دهنده ایجاد می‌شود و مواد ذخیره شده در ریشه برای تشکیل گل و دانه به مصرف می‌رسند (شکل ۱۹ـ ب).

گیاهان چند ساله: این گیاهان سال‌ها به رشد رویشی خود ادامه می‌دهند. بعضی از آنها هرساله می‌توانند گل، دانه و میوه تولید کنند. درخت‌ها و درختچه‌ها از گیاهان چند ساله‌اند که ممکن است حتی تا چند قرن نیز زندگی کنند. گیاهان علفی چندساله نیز وجود دارد. زنبق مثالی از چنین گیاهانی و دارای زمین‌ساقه است که در خاک باقی می‌ماند (شکل ۱۹ـ پ).

الف)

ب)

پ)

ت)

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

بیشتر بدانید

درختان کهنسال

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

بیشتر بدانید

میوه‌های مرکب

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

بیشتر بدانید

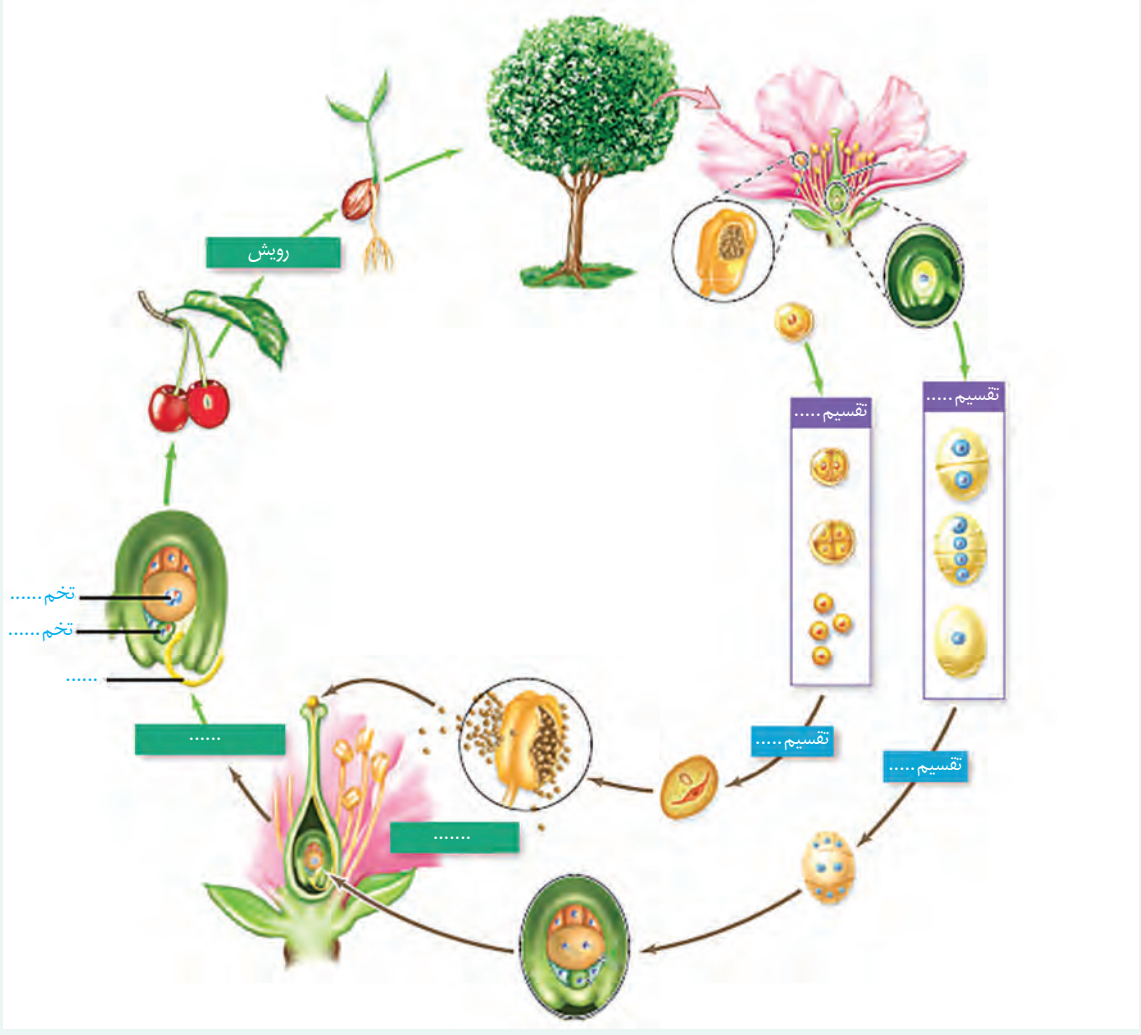
انواع میوه

میوه‌ها در دو گروه کلی آبدار و خشک قرار می‌گیرند. میوه‌های آبدار از گوشتی و آبدار شدن بافت‌های تشکیل‌دهنده میوه، ایجاد می‌شوند. مثلاً زردآلو میوه‌ای آبدار است. در میوه‌های خشک مانند فندق این اتفاق نمی‌افتد.

فعّالیت ۹

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

ب) شکل زیر چرخهٔ زندگی یک گیاه نهان دانه را نشان می‌دهد. جاهای خالی را با کلمه‌های 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 نتیجهٔ تغییر دما و طول روز گل می‌دهند، برگ‌های جدید به وجود می‌آورند یا اینکه برگ‌هایشان می‌ریزند. چه عواملی در این پدیده‌ها نقش دارند؟ آیا رشد و نمو گیاهان نیز همانند جانوران تنظیم می‌شود؟

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

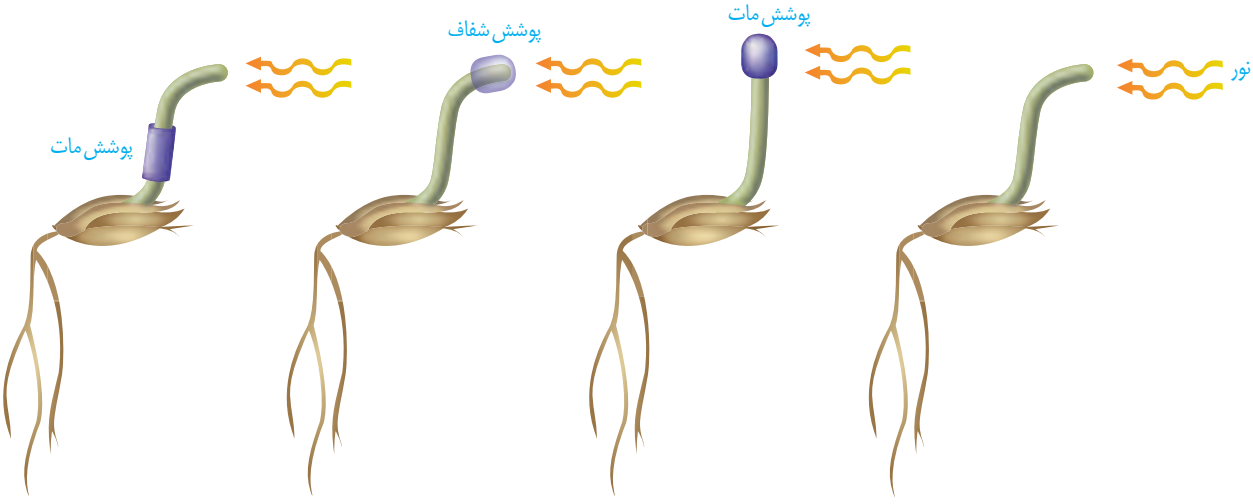
گفتار ۱ تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان

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

شکل ۱ـ خم شدن گیاهان به سمت نور.

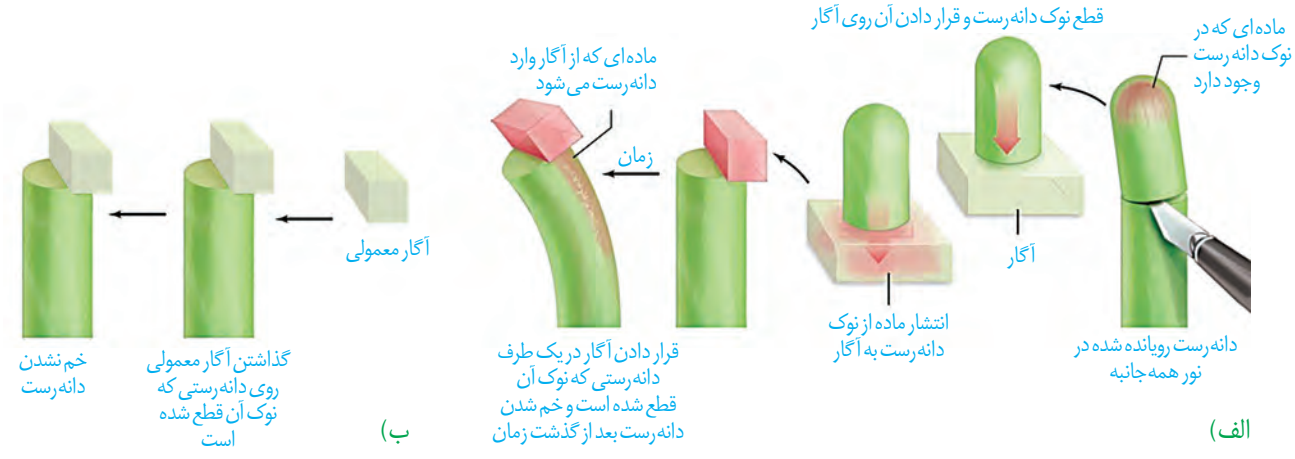
اوّلین آزمایش

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



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

بعدها محققان دیگری با انجام آزمایش‌هایی، نشان دادند که عامل خم شدن دانه‌رُست به سمت نور، ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد. به شکل ۳ توجه کنید! در این آزمایش، نوک دانه‌رُستی را که در نور همه جانبه رشد کرده است، بُریده و برای مدتی روی قطعه‌ای از آگار قرار داده‌اند. بعد از مدتی این قطعه آگار را روی لبهٔ دانه‌رُستی قرار می‌دهند که نوک آن بریده شده؛ همین‌طور که می‌بینید دانه‌رُست خم شده است (شکل ۳ـ الف)، درحالی‌که قرار دادن آگار معمولی روی دانهٔ رُستِ بدون نوک، سبب خم شدن آن نمی‌شود (شکل ۳ـ ب).

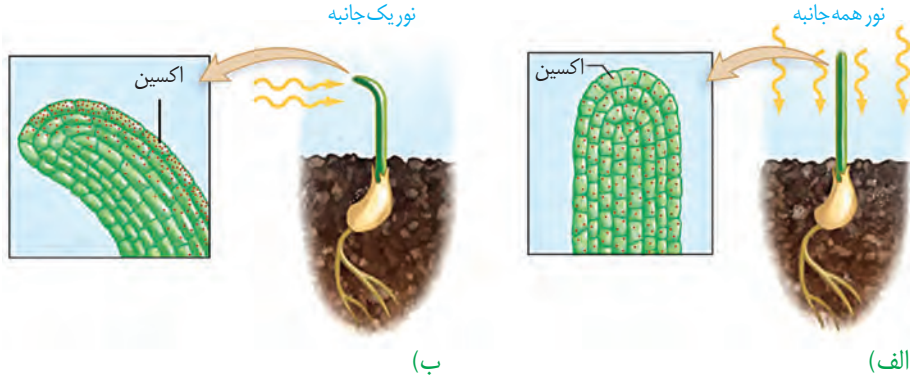


شکل ۳ـ ماده ای در نوک دانه رست وجود دارد که عامل خم شدن آن در برابر نور یک جانبه است.

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

بیشتر بدانید

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



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

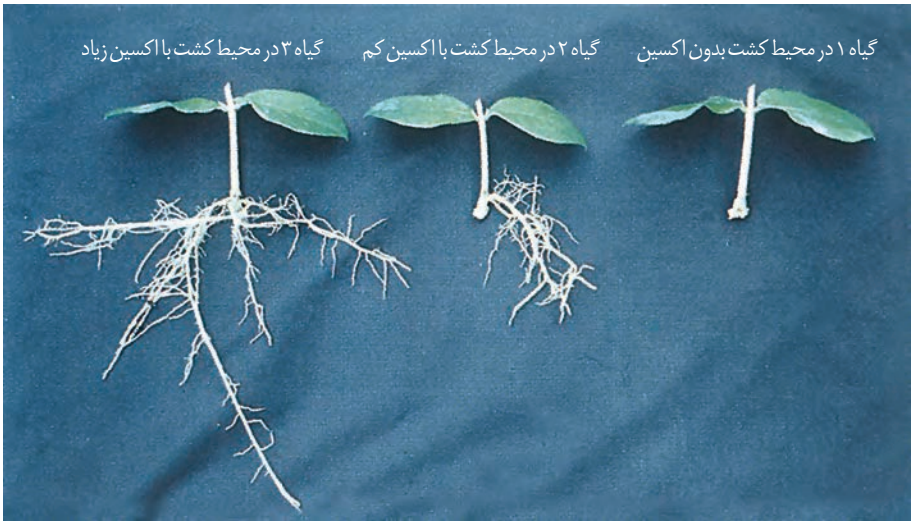
کشف اکسین سرآغازی برای شناسایی ترکیبات دیگری بود که رشد و فعالیت‌های گیاهان را تنظیم می‌کنند. این ترکیبات را **تنظیم‌کننده‌های رشد** یا **هورمون‌های گیاهی** نامیدند. انواعی از تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان تولید می‌شوند. اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها، جیبرلین‌ها، اتیلن و آبسیزیک اسید پنج تنظیم‌کننده رشد هستندکه در ادامه با آنها آشنا می‌شوید.

محرک‌های رشد

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

اکسین‌ها

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



شکل ۵ـ تأثیر اکسین بر ایجاد ریشه

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

بیشتر بدانید

کاربرد اکسین

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

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

سیتوکینین‌ها: هورمون جوانی

سیتوکینین‌ها با تحریک تقسیم یاخته‌ای و در نتیجه ایجاد یاخته‌های جدید، پیر شدنِ اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازند. به همین علت با افشانه کردن سیتوکینین روی برگ و گل‌ها آنها را تازه نگه می‌دارند. سیتوکینین‌ها هورمون ساقه‌زایی نیز نامیده می‌شوند. به کارگیری این هورمون در کشت بافت، سبب ایجاد ساقه از یاخته‌های تمایز نیافته می‌شود.

شاخه و برگ‌های بیشتر: برهم کنش دو تنظیم کننده

اگر بخواهید گیاهی پر شاخ و برگ‌تر داشته باشید، چه کار می‌کنید؟ احتمالاً سرشاخه‌ها را که محل جوانه‌های رأسی (انتهایی)اند، قطع می‌کنید. همان‌طور که در شکل ۶ـب می‌بینید با قطع جوانهٔ رأسی، جوانه‌های جانبی رشد، و شاخه و برگ جدید ایجاد کرده‌اند. به اثر بازدارندگی جوانه رأسی بر رشد جوانه‌های جانبی، **چیرگی رأسی** می‌گویند. با قطع جوانه رأسی مقدار سیتوکینین در جوانه‌های جانبی افزایش و مقدار اکسین آنها کاهش می‌یابد، درنتیجه جوانه‌های جانبی رشد می‌کنند. اگر بعد از قطع جوانهٔ رأسی، درمحل برش، اکسین قرار دهیم؛ جوانه‌های جانبی رشد نمی‌کنند (شکل ۶ـپ). این آزمایش نشان می‌دهد که اکسین از جوانهٔ رأسی به جوانه‌های جانبی می‌رود و مانع از رشد آنها می‌شود.

بیشتر بدانید

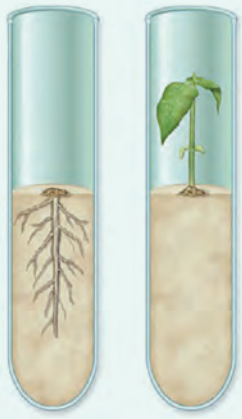
بعضی بر این باورند که نباید واژهٔ هورمون را برای تنظیم‌کننده‌های رشد به‌کار بریم؛ زیرا معمولاً هورمون در یک محل تولید و بر محلی دیگر تأثیر می‌گذارد، درحالی‌که ممکن است محل تولید و تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان یکی باشد. همچنین تنظیم‌کننده‌های گیاهی در غلظت‌های متفاوت می‌توانند یک فرایند را در اندامی مهار یا تحریک کنند. با این حال واژه هورمون گیاهی (Phytohormone) همچنان به‌کار می‌رود.

الف) رشد کم جوانه‌های جانبی　ب) ایجاد شاخه‌های جدید　پ) حذف جوانهٔ انتهایی

شکل ۶ـ جوانهٔ رأسی مانع از رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.

فعّالیت ۱

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



جیبرلین‌ها: تلاش برای رفع مشکل

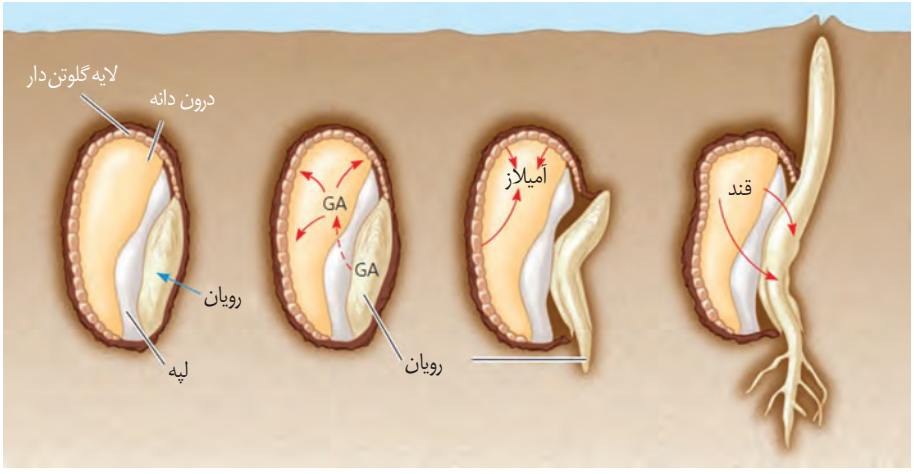
کشف **جیبرلین‌ها** حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی نوعی بیماری قارچی بود که دانه‌رُست‌های برنج به آن مبتلا می‌شدند. آلودگی دانه‌رُست‌ها به **قارچ جیبرلا** سبب می‌شد تا به سرعت رشد کنند. این دانه‌رُست‌ها باریک و دراز بودند و بافت استحکامی کافی نداشتند، در نتیجه خم می‌شدند و روی زمین می‌افتادند. مسلّماً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

الف) افزایش طول ساقه

ب) درشت شدن میوه

شکل ۷ـ اثر جیبرلین برگیاهان بوته‌ای (الف) و میوه‌ها (ب).

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



شکل ۸ـ جیبرلین‌ها در تجزیهٔ ذخایر رویان غلات نقش دارند.
GA: جیبرلیک اسید

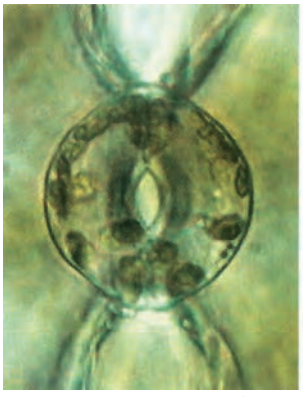
بازدارنده‌های رشد

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

آبسیزیک اسید: مقابله با شرایط نامساعد

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

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



روزنه باز

روزنه بسته

شکل ۹ـ حفظ آب گیاه با بسته شدن روزنه‌ها.

اتیلن: رسیدن میوه‌ها

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

بیشتر بدانید

نام‌گذاریِ نادرست

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

موز رسیده قرار دهید. از میوهٔ رسیده چه چیزی خارج می‌شود که باعث رسیدگی میوه‌های نارس می‌شود؟

دانشمندان در پژوهش‌های خود دریافتند که از میوه‌های رسیده اتیلن آزاد می‌شود و مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. اتیلن گازی است که از سوخت‌های فسیلی نیز رها می‌شود. سال‌ها قبل از آنکه دانشمندان بدانند گیاهان اتیلن تولید می‌کنند، معلوم شده بود که اتیلن حاصل از سوخت‌های فسیلی باعث ریزش برگ درختان می‌شود. اتیلن در ریزش میوه نیز نقش دارد. بافت‌های آسیب دیدهٔ گیاهان نیز اتیلن تولید می‌کنند. گاهی میوه‌ها را نارس می‌چینند و زمانی که می‌خواهند آنها را در بازار پخش کنند، به مدت مشخصی، در محیط اتیلن‌دار قرار می‌دهند تا رسیده شوند (شکل ۱۰).

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

بیشتر بدانید

تغییر در ژن‌ها

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

ردپای اتیلن در چیرگی رأسی

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

ریزش برگ

برگ هنگامی می‌ریزد که ارتباط آن با شاخه قطع شده باشد. با توجه به شناختی که از ساختار یاخته‌ها و بافت‌های گیاهی دارید آیا می‌توانید تغییراتی را که در ساختار برگ رخ می‌دهد، پیش‌بینی کنید؟

اگر بنا باشد که ارتباط برگ با شاخه قطع شود باید یاخته‌ها از هم جدا شوند. مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهد که در قاعدهٔ دمبرگ در محلّ اتصال به شاخه، لایهٔ جداکننده تشکیل می‌شود. یاخته‌ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده از هم جدا می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند، در

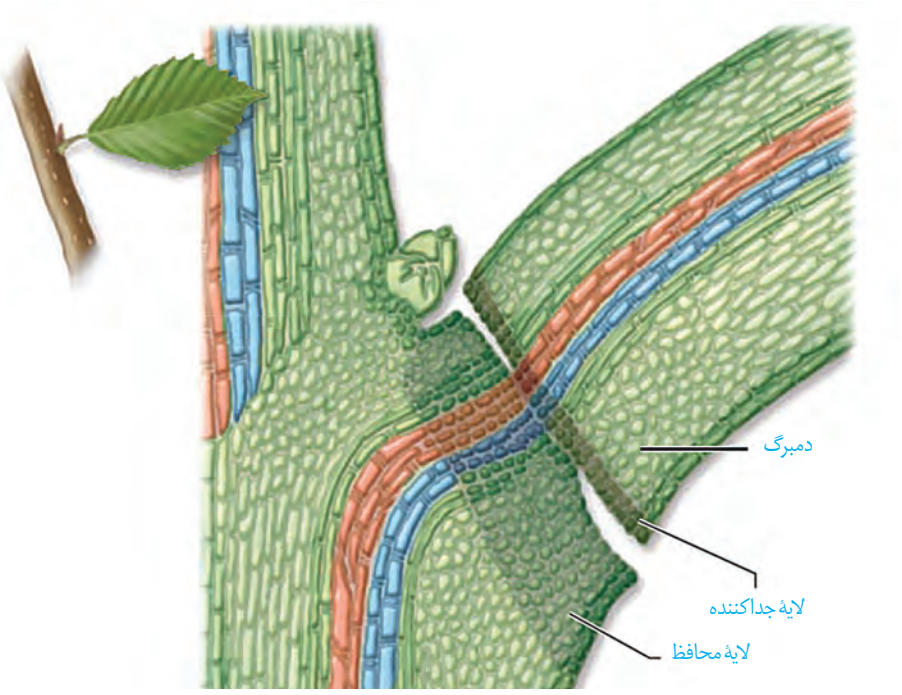
بیشتر بدانید

تنظیم کننده‌های دیگر

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

نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. با چوب پنبه‌ای شدنِ یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند، لایهٔ محافظی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌شود (شکل ۱۱).

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



شکل ۱۱ـ ریزش برگ با تشکیل لایهٔ جداکننده.

بیشتر بدانید

ترکیباتی مشابه هورمون‌های جانوری

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

فعّالیت ۲

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

فعّالیت ۳

با توجه به اینکه فرمول شیمیایی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده است، این ترکیبات به طور مصنوعی ساخته می‌شوند و برای تولید و نگهداری محصولات کشاورزی به کار می‌روند. به نظر شما آیا این ترکیبات می‌توانند سلامت انسان و محیط زیست را تهدید کنند؟

گفتار ۲ پاسخ به محیط

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

پاسخ به نور

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

فعّالیت ۴

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

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

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

گل‌دهی در گیاهان

گیاهانی که در محل زندگی خود می‌بینید، در چه فصل یا فصل‌هایی گل می‌دهند؟ چرا بعضی گیاهان در فصلی خاص و بعضی در همهٔ فصل‌ها گل می‌دهند؟ اگر بخواهیم گیاهی را که در تابستان گل می‌دهد، مثلاً در پاییز وادار به گل‌دهی کنیم، آن را باید در چه شرایطی قرار دهیم؟

گیاه هنگامی گل می‌دهد که مریستم رویشی که در جوانه قرار دارد، به مریستم گل یا زایشی تبدیل شود. این تبدیل به شرایط محیطی مانند دما و طول روز و شب وابسته است.

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

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

شکل ۱۲ـ گل‌دهی در گیاه روزبلند و روزکوتاه.

فعّالیت ۵

با توجه به شکل مقابل و شکل ۱۲ـب توضیح دهید که شکستن شب با یک جرقهٔ نوری چه تأثیری بر گل‌دهی گیاه روز کوتاه دارد.

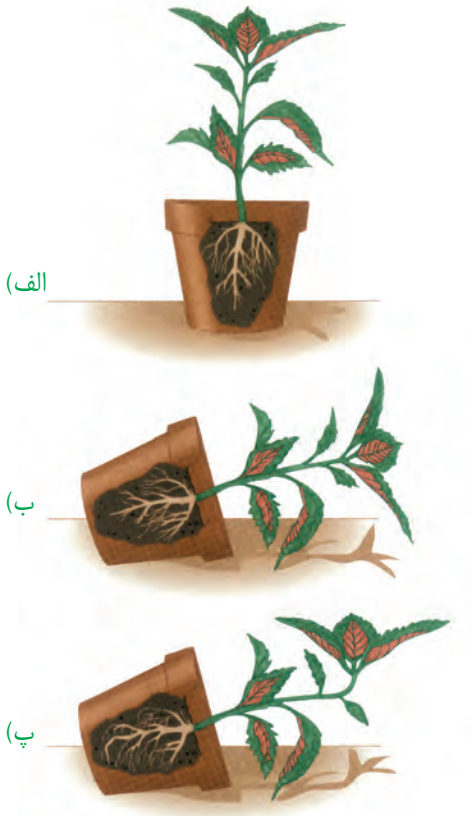
پاسخ به دما

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

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



شکل ۱۳ـ 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 می‌پیچند. مثلاً ساقهٔ درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه، به دور آن می‌پیچد. پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه گاه و سمت مقابل آن ایجاد می‌شود؛ به طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد.

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

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

الف)

ب)

پ)

شکل ۱۴ـ الف) پیچش ساقهٔ مو، ب) روی هم تا شدن برگچه‌های گیاه حساس، پ) بسته شدن برگ گیاه گوشت‌خوار با برخورد حشره.

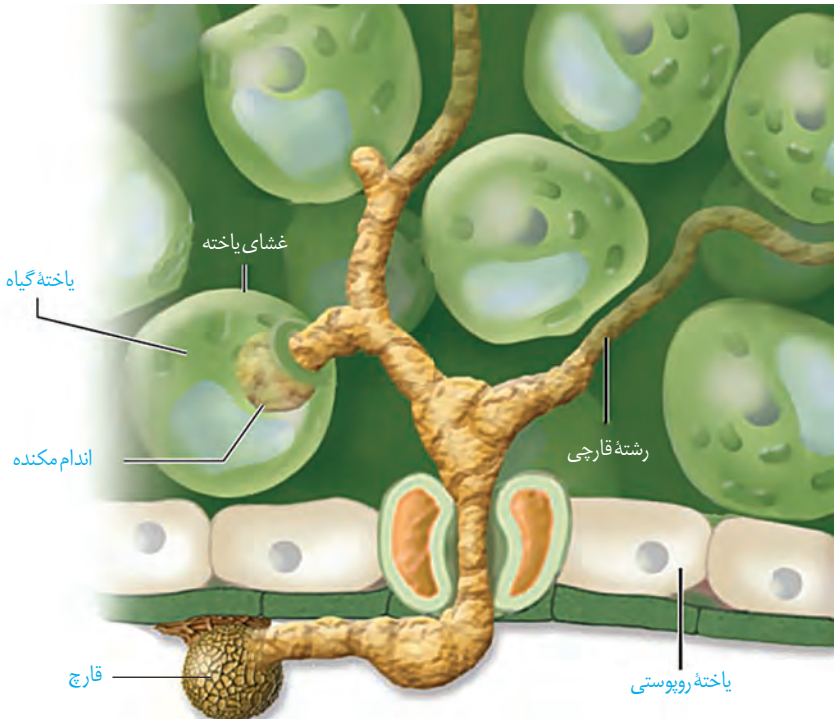
پاسخ‌هایی از جنس دفاع

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

تلاش برای جلوگیری از ورود

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

این سدّ فیزیکی کمک می‌کند. با این حال عوامل بیماری‌زا می‌توانند با عبور از منفذ روزنه‌ها یا فضای بین یاخته‌ها از این سد بگذرند (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ پوستک، سدی در برابر ورود عوامل بیماری‌زاست.

بافت چوب پنبه نیز در اندام‌های مسن گیاهان، علاوه بر حفظ آب، مانعی در برابر عوامل آسیب‌رسان است.

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

شکل ۱۶ـ الف) خارها گیاهان را از خورده شدن به وسیلهٔ گیاهخواران حفظ می‌کنند.
ب) مواد چسبناک درسطح گیاه که به حشره چسبیده‌اند.

الف)

ب)

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

شکل ۱۷ـ سنگواره تشکیل‌شده از ترشحات گیاه و حشره

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

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

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

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

بیشتر بدانید

گَوَن سمی

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

فعّالیت ۶

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

مرگ یاخته‌ای

مرگ یاخته‌ای یکی دیگر از پاسخ‌های 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 نتیجهٔ آن، مرگ یاخته‌های آلوده و قطع ارتباط آنها با بافت‌های سالم است. در نتیجه ویروس نمی‌تواند در بافت‌های سالم گیاه تکثیر یابد و گیاه فرصت پیدا می‌کند تا با سازوکارهای دیگری مانند تولید ترکیبات ضد ویروس با آن مقابله کند (شکل ۱۸). در مرگ یاخته‌ای، یاخته به وسیلهٔ آنزیم‌های خود گوارش می‌شود. سالیسیلیک اسید که از تنظیم کننده‌های رشد در گیاهان است در مرگ یاخته‌ای نقش دارد. یاختهٔ گیاهی آلوده، این ترکیب را رها و مرگ یاخته‌ای را القا می‌کند.

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

بیشتر بدانید

گیاه کاساوا

این گیاه بومی امریکای جنوبی است و پوست ریشهٔ آن سرشار از ترکیب سیانیددار است. این ریشه نشاستهٔ فراوان دارد و یکی از منابع غذایی است. مقدار اندکی ترکیب‌های سیانید دار در مغز دانهٔ زردآلو نیز وجود دارد.

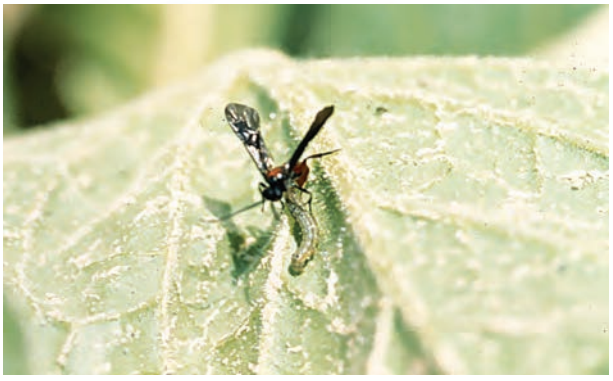
جانوران از گیاهان حفاظت می‌کنند

به شکل ۱۹ نگاه کنید! انبوهی از مورچه‌ها به حشره‌ای که قصد خوردن برگ‌های درخت آکاسیا را دارد، هجوم برده‌اند. بعید است که حشره بتواند از حمله‌های مرگبار این مورچه‌ها جان سالم به در برد. دیده شده است که این مورچه‌ها حتی به پستانداران کوچک و گیاهان دارزی نیز حمله می‌کنند. گیاهان دارزی، گیاهانی‌اند که روی درختان رشد می‌کنند. جالب است که گرده‌افشانی درخت آکاسیا وابسته به زنبورهاست. چه چیزی مانع از حمله مورچه‌ها به زنبورهای گرده‌افشان می‌شود؟ مشخص شده است وقتی گل‌های آکاسیا باز می‌شوند، نوعی ترکیب شیمیایی تولید و منتشر می‌کنند که با فراری دادن مورچه‌ها مانع از حملهٔ آنها به زنبورهای گرده افشان می‌شود.

شکل ۱۹ـ این مورچه‌ها در حقیقت از محلّ زندگی خود محافظت می‌کنند.

بعضی گیاهان در برابر حملهٔ گیاه‌خواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می‌کنند که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود. همین‌طور که در شکل ۲۰-الف می‌بینید، نوزاد کرمی‌شکلِ حشره در حال خوردن برگ تنباکو است. از یاخته‌های آسیب دیده برگ، ترکیب فراری متصاعد می‌شود که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می‌کند. زنبور ماده‌ای که در آن اطراف زندگی می‌کند، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی‌شکل می‌رساند و روی آن تخم می‌گذارد. نوزادان زنبور بعد از خروج از تخم از نوزاد کرمی‌شکل تغذیه می‌کنند و در نتیجه آن را می‌کشند. نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.

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



ث) زنبور وحشی در حال تخم‌گذاری روی نوزاد کرمی‌شکل حشره

فعّالیت ۷

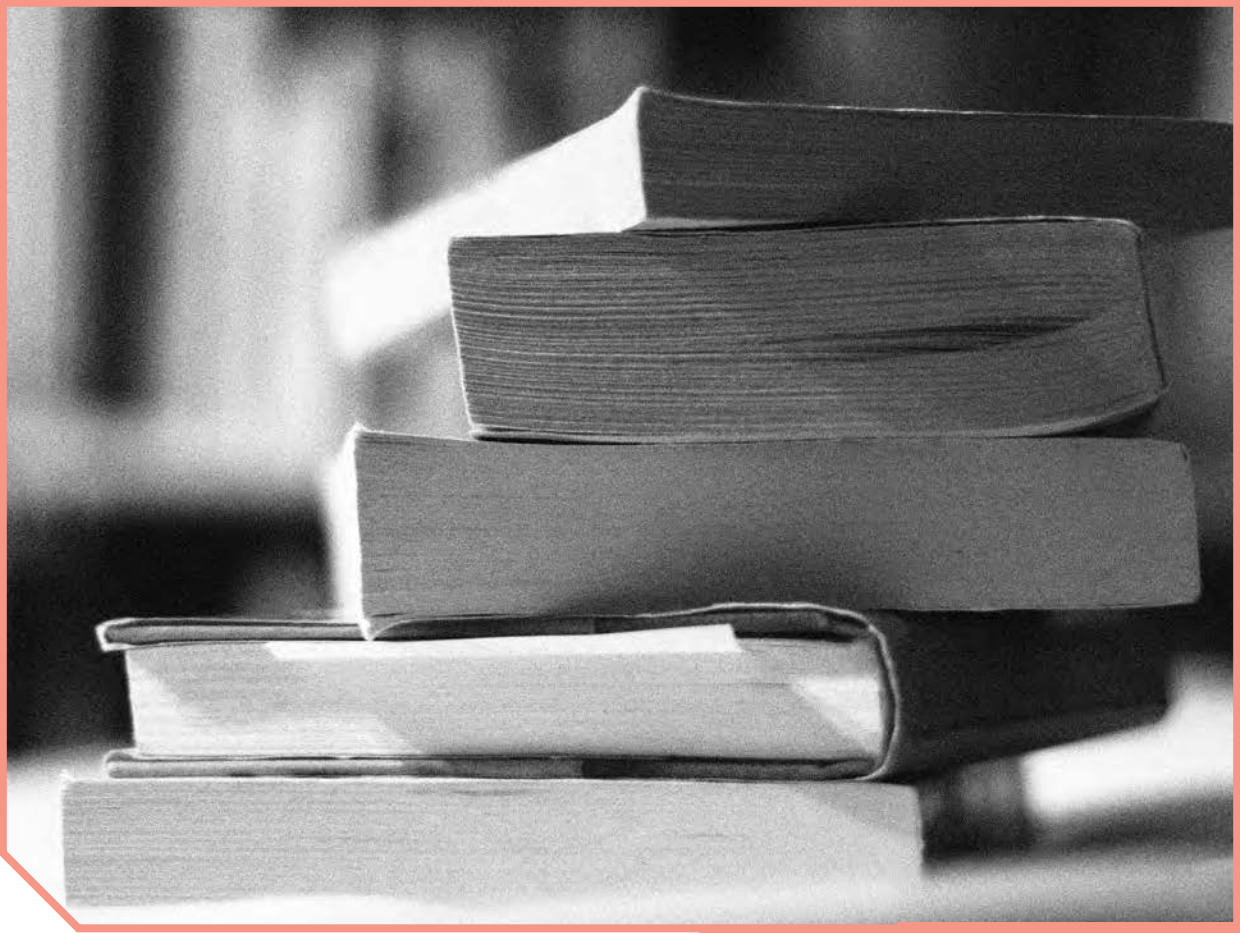
الف) فردی بر این باور است که امواج صوتی بر رشد و میزان محصول گیاهان تأثیر دارد. آیا شما با این نظر موافق‌اید؟ برای تأیید یا ردّ این نظر چه آزمایشی طراحی می‌کنید؟

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

بیشتر بدانید

سم در گیاهان

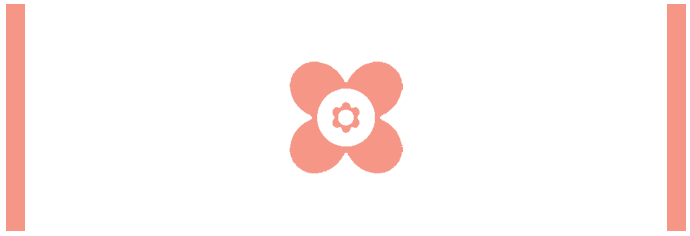
ترکیبی به نام ریسین در پوستهٔ دانهٔ کرچک وجود دارد که از سیانید و سمّ مار کبری کشنده‌تر است. روغن کرچک از دانه بدون پوسته گرفته می‌شود.



فهرست منابع

فهرست منابع

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



واژه های مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی در کتاب زیست‌شناسی ۲ پایهٔ یازدهم			
	واژهٔ بیگانه	واژهٔ مصوّب	واژه به انگلیسی
فصل ۱	اکسون	آسه	Axon
	پاراسمپاتیک	پادهم حس	Parasympathetic
	دندریت	دارینه	Dendrite
	سمپاتیک	هم حس	Sympathetic
	سیناپس	همایه	Synapse
	لیمبیک	کناره ای	Limbic
فصل ۲	کیاسما	چلیپا	Chiasma
فصل ۴	تیروئید	سپردیس	Thyroid
فصل ۵	آنتی ژن	پادگِن	Antigen
	دیاپدز	تراگذری	Diapedesis
فصل ۶	پلی‌پلوئید	چندلاد	Polyploid
	تتراد	چهار تایه	Tetrad
	دیپلوئید	دولاد	Diploid
	سانتریول	میانک	Centriole
	کروماتید	فامینک	Chromatid
	کروماتین	فامینه	Chromatin
	کروموزوم	فام‌تن	Chromosome
	میتوز	رشتمان	Mitosis
	میوز	کاستمان	Meiosis
	نوکلئوزوم	هسته‌تن	Nucleosome
	هاپلوئید	تک‌لاد	Haploid

فصل ۷	آکروزوم	تارَک‌تن	Acrosome
	آمنیون	درون‌شامه رویان	Amnion
	اپیدیدیم	برخاگ	Epididymis
	اسپرماتوسیت	زام‌یاخته	Spermatocyte
	اسپرماتوگونی	زامه‌زا	Spermatogonium
	اسپرماتید	زام‌یاختک	Spermatid
	اسپرم‌زایی (اسپرماتوژنز)	زامه‌زایی	Spermatogenesis
	اووسیت	مام‌یاخته	Oocyte
	اووگونی	مامه‌زا	Oogonium
	سونوگرافی	صوت‌نگاری	Sonography
	فولیکول	انبانک	Follicle
	کوریون	برون‌شامه رویان	Chorion
	گامت نر (اسپرم)	زامه	Sperm
	هرمافرودیت	نرماده	Hermaphrodite
فصل ۸	آندوسپرم	درون‌دانه	Endosperm

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

کتاب زیست شناسی ۲ ـ کد ۱۱۱۲۱۶

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

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

معلّمان محترم، صاحب‌نظران، دانش‌آموزان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران، صندوق پستی ۱۵۸۷۵/۴۸۷۴، گروه درسی مربوطه یا پیام نگار (Email) talif@talif.sch.ir ارسال نمایند.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی عمومی و متوسطه نظری

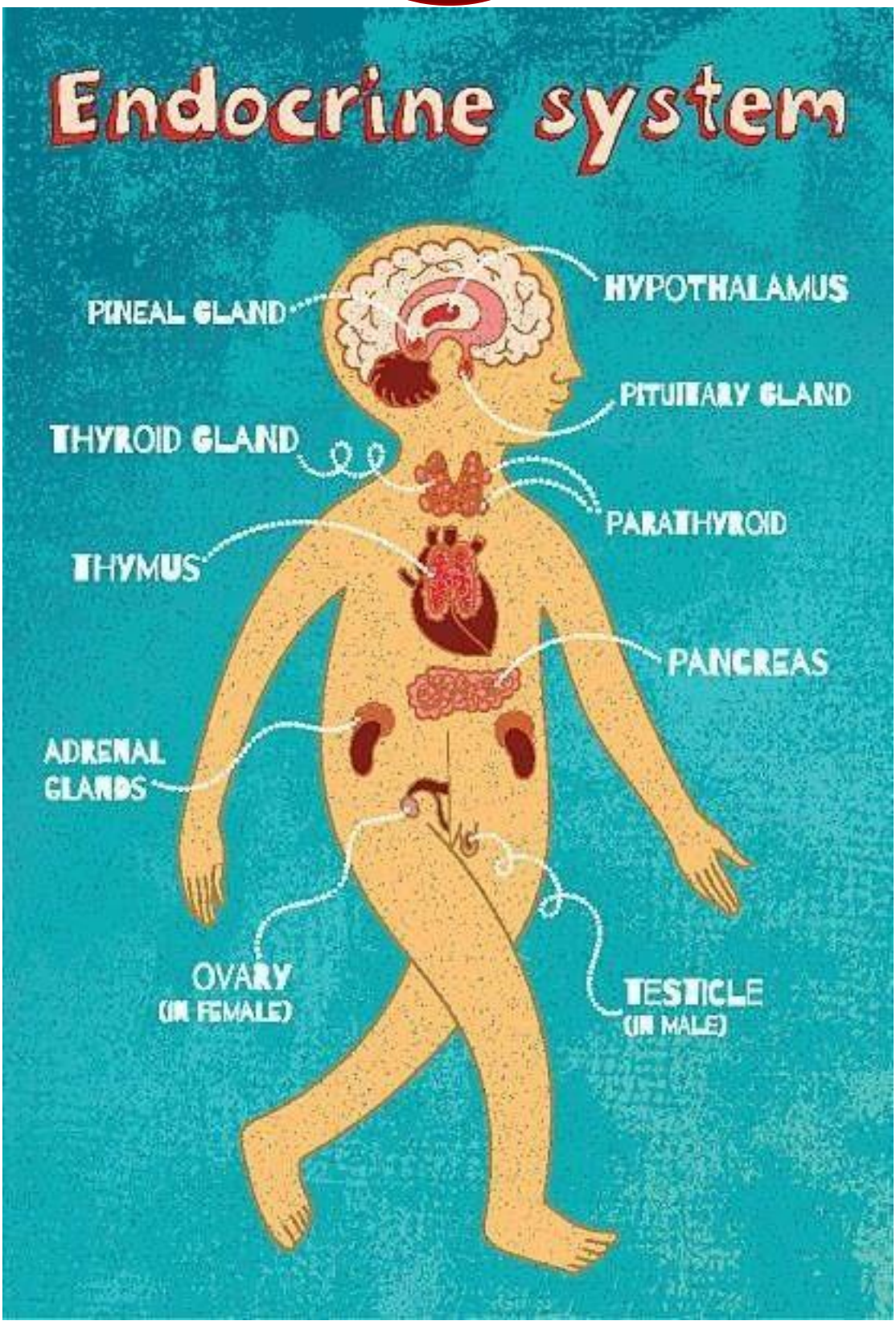
زیست‌شناسی ۲

• فصل ۴ (تنظیم شیمیایی)

- گفتار ۱: ارتباط شیمیایی
- گفتار ۲: غدد درون‌ریز
- تست کده

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

فصل ۴
گفتار ۱: ارتباط شیمیایی



ارتباط شیمیایی

- دستگاه عصبی برخلاف مواد شیمیایی ارتباطی با تک تک یاخته های بدن ندارد ← در پریاختگان، یاخته ها نمی توانند از یکدیگر مستقل باشند.
- تعریف پیک شیمیایی
  - مولکولی است که پیام یاخته سازنده را به یاخته هدف اختصاصی خود می رساند.
  - هر پیکی، فقط بر یاخته هدفی اثر می کند که گیرنده اختصاصی آن پیک را داشته باشد.
  - برخورد پیک شیمیایی به گیرنده اختصاصی ← تغییر در یاخته هدف ایجاد می کند.
  - گیرنده اختصاصی اغلب پیک ها، به صورت سراسری در عرض غشای یاخته هدف قرار دارد.
- انواع پیک های شیمیایی
  - پیک های کوتاه برد
    - سبب ارتباط بین یاخته هایی می شوند که در نزدیک هم هستند و فاصله زیادی با هم ندارند.
    - موادی مانند ناقلین عصبی می باشند که از یاخته پیش سیناپسی ترشح شده و بر یاخته پس سیناپسی اثر می کند.
    - برخی مواد مثل هیستامین حاصل از ماستوسیت ها و بازوفیل ها یا مواد مترشحه از یاخته سرتولی برای تمایز اسپرم ها از این نوع می باشند.
  - پیک های دوربرد
    - پیک هایی هستند که وارد خون می شوند و پیام را به فاصله ای دور از محل تولید خود منتقل می کنند.
    - هورمون ها از پیک های دوربرد هستند که از یاخته سازنده وارد فضای بین یاخته ای و خون می شوند.
    - نورون ها در برخی مناطق بدن علاوه بر ناقل عصبی کوتاه برد، می توانند هورمون نیز به خون ترشح کنند.
  - هر نوع پیک شیمیایی، پس از تولید، ابتدا با اگزوسیتوز وارد فضای بین یاخته ای یا محیط داخلی می شود.
  - برخی هورمون ها برخلاف پیک های کوتاه برد، می توانند وارد یاخته هدف شوند.
  - ناقل عصبی برخلاف هورمون می تواند پس از پایان فعالیت، دوباره به یاخته سازنده خود (پیش سیناپسی) برگردد.
- غده های بدن
  - غده برون ریز
    - مجرای مشخصی برای خروج فراورده خود به سطح بدن یا به درون اندام هایی در بدن دارند.
    - غدد بزاقی، بخشی از لوزالمعده، غدد عرق و چربی و... از نمونه آن هاست.
  - غده درون ریز
    - اغلب حاوی یاخته های پوششی به هم فشرده می باشند.
    - برخی ممکن است بافت عصبی داشته باشند (نورون های هورمون ساز).
    - این غدد مجاری مشخصی برای خروج فراورده هورمونی خود ندارند.
    - هورمون تولیدی خود را از راه آب میان یاخته ای وارد خون می کنند.
    - غدد درون ریز مغزی مثل اپی فیز، هیپوفیز و هیپوتالاموس از بافت عصبی هستند نه پوششی!
  - یاخته های هر غده برون ریز یا درون ریز، گازهای تنفسی و فراورده های دفعی خود را از خون گرفته و یا به خون می دهند.
- اجزای دستگاه درون ریز
  - یاخته های درون ریز
    - به صورت پراکنده در برخی اندام ها دیده می شوند و هورمون تولید شده خود را وارد خون می کنند.
    - در معده به تولید هورمون گاسترین، در دوازدهه به تولید سکرتین و در کبد و کلیه ها به تولید اریتروپویتین می پردازند.
  - غدد درون ریز
    - در این غدد، یاخته های درون ریز به صورت مجتمع یا متمرکز به صورت یک غده در کنار هم می باشند.
    - ترشحات خود را به رگ خونی اطراف خود می ریزند.
    - غدد فوق کلیه، لوزالمعده، تخمدان و بیضه، در زیر دیافراگم قرار دارند.
- دستگاه درون ریز و دستگاه عصبی، فعالیت های بدن را تنظیم کرده و به محرک های درونی و بیرونی پاسخ می دهند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

* غدد اصلی دستگاه درون‌ریز:

تعدادشان یا زوج به صورت قرینه است در بدن یا فرد است و در مرکز بدن!

۱- هیپوتالاموس ← هم فعالیت در دستگاه عصبی و هم درون‌ریز- کنترل بخش درون‌ریز- در مغز- ۱ عدد

۲- هیپوفیز ← در مغز در زیر هیپوتالاموس- در زیر دستگاه عصبی- ۱ عدد

۳- تیروئید ← در گلو- ۱ عدد

۴- تیموس ← پشت جناغ و جلوی نای- ۱ عدد

۵- فوق کلیه ← دارای ۲ بخش قشری و مرکزی- دقیقاً بالا و روی کلیه- ۲ عدد

۶- لوزالمعده ← موازی و زیر معده- دارای بخش درون‌ریز و برون‌ریز- ۱ عدد

۷- تخمدان ← در زنان- ۲ عدد

۸- بیضه ← در مردان- ۲ عدد

نوع پیک شیمیایی	از نظر مسافت	سلول سازنده	سلول هدف	فضایی که به آن ترشح می‌شود	سرعت اثر	طول اثر	محل گیرنده
هورمون	دوربرد	سلول درون‌ریز	انواعی از سلول‌ها که دارای گیرنده آن هورمون‌اند.	به فضای بین سلولی ترشح شده و از آن- جا وارد خون می- شود.	کم‌تر	بیشتر	سلول هدف (سطح یا داخل سلول)
ناقل عصبی	کوتاه‌برد	نورون و گیرنده حس غیرنورونی	ماهیچه، غده، نورون	به فضای بین سلولی به نام فضای سیناپسی ترشح می- شود	بیشتر	کم‌تر	سلول هدف (سطح سلول پس‌سیناپسی)

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

فصل ۴
گفتار ۲: غدد درون‌ریز

هیپوتالاموس

- غده‌ای از بافت عصبی در زیر تالاموس است که در تنظیم خواب و بیداری، فشار اسمزی، گرسنگی و تشنگی مؤثر است.
- هورمون‌های آزاد و مهارکننده می‌سازد ← از راه خون به هیپوفیز پیشین می‌رسد.
- هورمون اکسی‌توسین می‌سازد ← از راه نورون در هیپوفیز پسین ذخیره می‌شود و سپس به خون می‌ریزد.
- هورمون ضد ادراری می‌سازد
  - از راه نورون در هیپوفیز پسین ذخیره می‌شود ← تنظیم بازجذب آب در کلیه می‌کند.
  - عدم تولید آن سبب بیماری دیابت بی‌مزه می‌شود.

غده هیپوفیز

- به اندازه یک نخود در گودی کف استخوانی از جمجمه قرار دارد و با ساقه ای به هیپوتالاموس متصل است (هیپوفیز و پیازی میزراهی به اندازه یک نخود هستند).

بخش ها

بخش پیشین

- تحت تنظیم هورمون های آزاد و مهارکننده هیپوتالاموسی، شش هورمون می سازد و با ترشح آن ها متوقف می شود.
- حجیم ترین بخش هیپوفیز می باشد.

هورمون ها

هورمون رشد

- با رشد طولی استخوان های دراز ← اندازه قد را افزایش می دهد.
- سبب افزایش رشد و تقسیم صفحات غضروفی رشد در نزدیک دو سر استخوان می شود.
- صفحات رشد غضروفی، به سمت طول یا تنه استخوان، یاخته های استخوانی می سازد.
- چند سال پس از بلوغ، صفحات رشد استخوانی می شوند و رشد طولی متوقف می شود.
- در رشد همه استخوان ها مؤثر است.

پرولاکتین

- پس از تولد نوزاد، با بازخوردی مثبت غدد شیری مادر را وادار به تولید شیر می کند.
- در دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب نقش دارد.
- در مردان در تنظیم فرایندهای دستگاه تولیدمثل نیز نقش دارد.

محرک ها

- بر روی فعالیت سایر غدد درون ریز مؤثرند.
- محرک تیروئید ← فعالیت غده تیروئید و ترشح هورمون های آن را کنترل می کند.
- محرک فوق کلیه ← فعالیت و ترشح هورمون های غدد فوق کلیه را تنظیم می کند.
- محرک جنسی FSH ← با تأثیر بر یاخته های سرتولی در مردان، سبب تمایز اسپرم سازی شده و رشد فولیکول در زنان را تنظیم می کند.
- محرک جنسی LH ← ترشح تستوسترون بیضه ها، تخمک گذاری و رشد جسم زرد تخمدان در زنان را تنظیم می کند.

بخش میانی

- عمل آن در انسان به خوبی شناخته شده نیست ← کوچک ترین بخش هیپوفیز است.

بخش پسین

- قدرت تولید هورمون ندارد.
- ذخیره کننده هورمون های اکسی توسین و ضد ادراری هیپوتالاموسی می باشد ← این هورمون ها از طریق دسته های آکسونی به هیپوفیز پسین می رسند.
- اکسی توسین و ضدادراری را در موقع نیاز وارد خون می کند ←در خروج جنین از رحم و خروج شیر از غده های شیری و تنظیم آب در کلیه مؤثرترند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

نکات شکل

نکته

توجه به این نکته ضروری است که اولاً بخش پیشین غده هیپوفیز، حجیم‌تر از بخش پسین آن است و ثانیاً یاخته‌های هیپوفیز پیشین برخلاف یاخته‌های هیپوفیز پسین، هورمون تولید می‌کنند. در واقع هیپوفیز پسین ساختار غده‌ای ندارد و شامل اجتماعی از آکسون‌ها و پایانه‌های آکسونی است.

نکته

بافتی که غده هیپوفیز درون یک گودی در آن قرار گرفته است نوعی بافت پیوندی است که حاوی تیغه‌های استخوانی و یاخته‌های بنیادی است و بافت هدف هورمون اریتروپویتین محسوب می‌شود.

توجه داشته باشید که همواره غضروف‌سازی در سمت مجاور بـه سرصـفحات رشـد و تبـدیل غضـروف بـه استخوان، در سمت مجاور به تنه صفحات رشد صورت می‌پذیرد.

در افراد نابالغ و تا چند سال پس از بلوغ در هر استخوان دراز، هـر سـر اسـتخوانی، در حـد فاصـل بـین دو بخش غضروفی [غضروفِ مفصل و صفحات غضروفی رشد] قرار گرفته است

هورمون پرولاکتین پس از زایمان و تولد نوزاد، غدد شیری را به تولید شـیر وامـی‌دارد و در خـروج شـیر از بدن مادر که به دنبال مکیدن نوزاد صورت می‌پذیرد، اثری ندارد.

اعمال پرولاکتین در خانم‌ها تولید شیر، حفظ تعادل آب و اثرگذاری در فعالیـت دسـتگاه ایمنـی مـی‌باشـد. اما عملکرد این هورمـون در آقایـان حفـظ تعـادل آب، تنظـیم فرآینـدهای دسـتگاه تولیـدمثل و نقـش در عملکرد دستگاه ایمنی می‌باشد. اعمال پرولاکتین در مورد زنـان و مـردان، در حفـظ تعـادل آب در بـدن و عملکرد صحیح دستگاه ایمنی می‌باشد و در مردان نیز در تنظیم فرایندهای تولید مثلی نقش دارد

نکته

اکسی‌توسین، هورمونی است که در تنظیم ترشح غدد برون‌ریز در زنانِ بالغ [غدد شیری مادران] دارای نقش است. علاوه بر اکسی‌توسین، هورمون‌های پرولاکتین، سکرتین و گاسترین نیز روی غدد و یاخته-های برون‌ریز اثر گذارند.

نکته

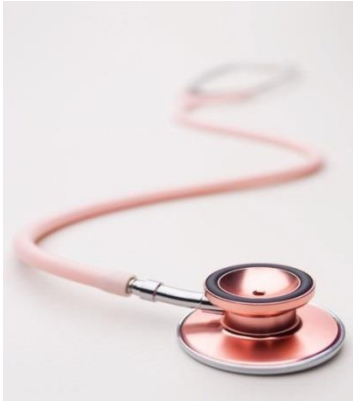
هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین در بخش پسین هیپوفیز ساخته نمی‌شوند. در واقع بخش پسین هیپوفیز هیچ هورمونی نمی‌سازد و هورمون‌های ضدادراری و اکسی‌توسین در جسم یاخته‌ای نورون‌های هیپوتالاموس ساخته می‌شوند و از طریق آکسون‌های بلند این یاخته‌ها به بخش پسین هیپوفیز آمده و در آنجا ذخیره می‌شوند. سپس از آنجا به خون ترشح می‌شوند. به عبارت دیگر توجه داشته باشید دو هورمون ضدادراری و اکسی‌توسین از محلی به جز محل تولید خود به جریان خون وارد می‌شوند. به علاوه این هورمون‌ها، تحت تأثیر هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده قرار نمی‌گیرند.

نکته

هورمون اکسی‌توسین دارای بافت‌های هدف مختلفی است که به طور ناهمزمان بر آن‌ها اثر می‌گذارد. در واقع این هورمون از یک سو در زمان زایمان با تحریک ماهیچه‌های دیواره رحم سبب آغاز انقباضات رحمی شده و در ادامه، دفعات و شدت انقباض را مرتباً بیشتر می‌کند. دهانه رحم در هر بار انقباض، بیشتر باز می‌شود و سرجنین بیشتر به آن فشار می‌آورد. با افزایش انقباضات، ترشح اکسی‌توسین با بازخوردمثبت افزایش یافته و سبب زایمان می‌شود. هورمون اکسی‌توسین از سوی دیگر با انقباض ماهیچه صاف غدد شیری، سبب خروج شیر می‌شود. تحریک گیرنده‌های موجود در غدد شیری با مکیدن نوزاد، اتفاق می‌افتد و از طریق بازخورد مثبت تنظیم می‌شود.

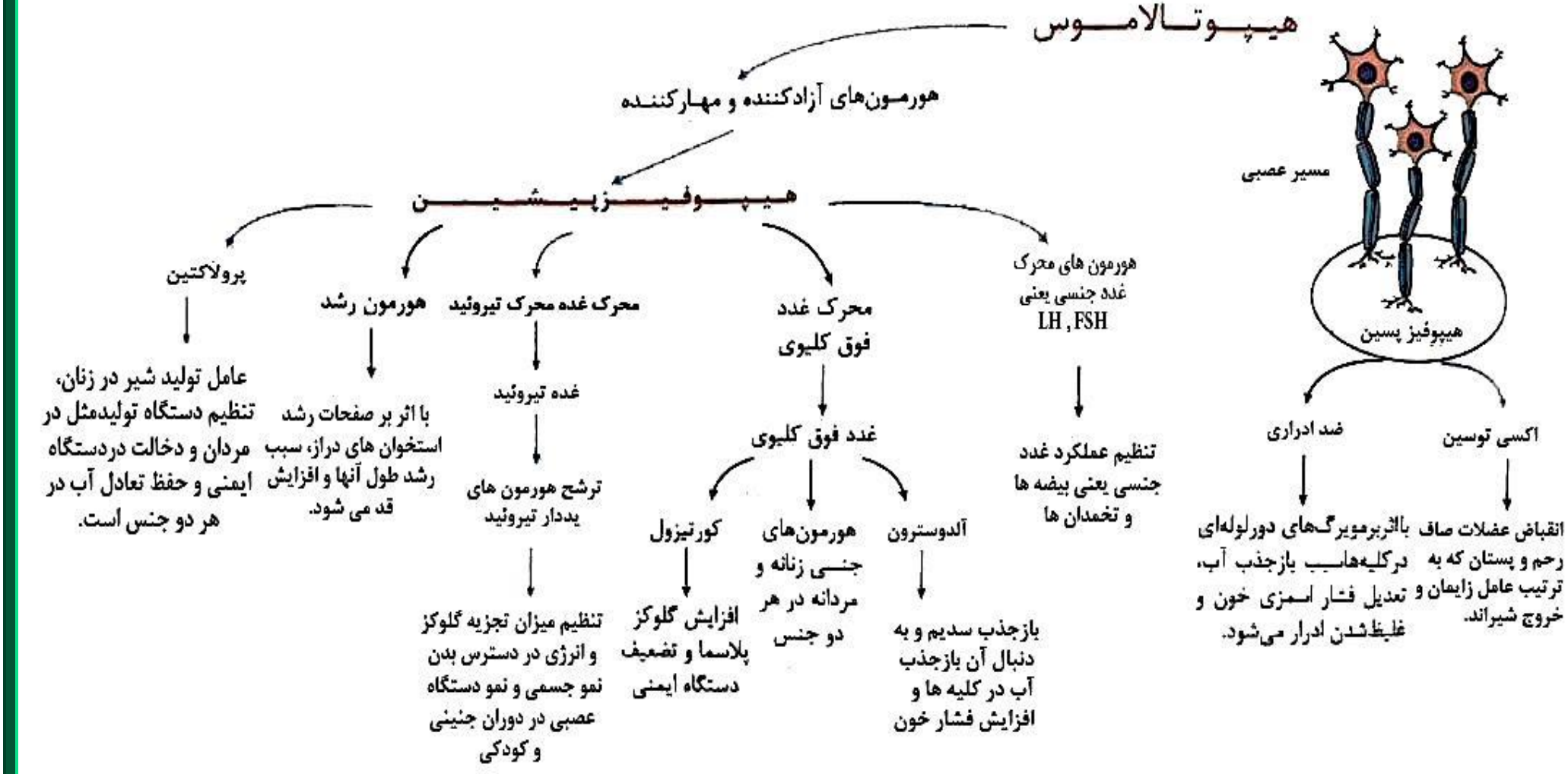
نکته

مکیدن نوزاد باعث افزایش هورمون‌های پرولاکتین و اکسی‌توسین و افزایش تولید و ترشح شیر می‌شود. دقت کنید که تولید و ترشح شیر به ترتیب تحت تأثیر هورمون‌های هیپوفیز پیشین و پسین صورت می‌پذیرد.

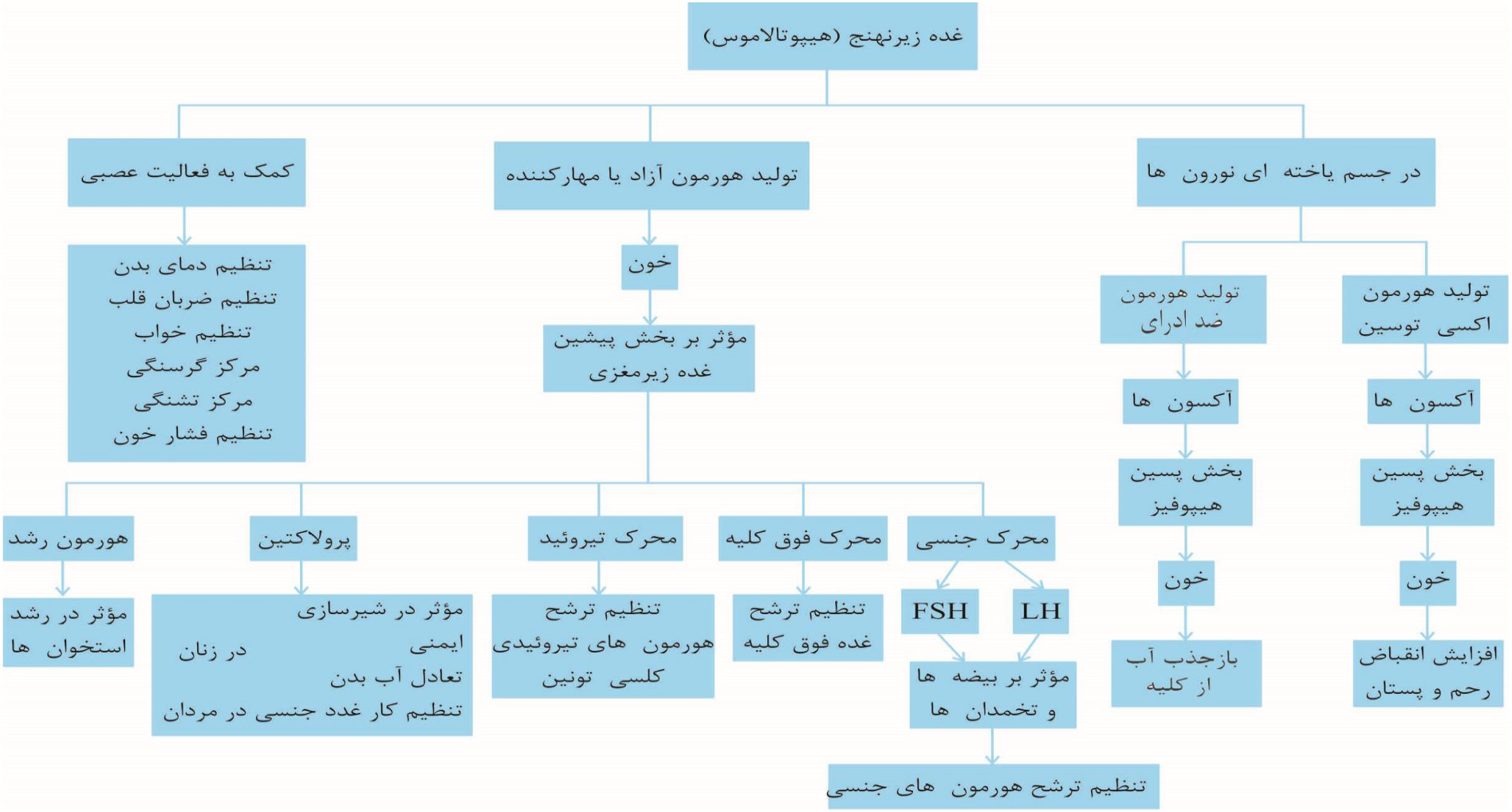


نکته

هورمون پرولاکتین سبب شیرسازی و ورود شیر به غدد شیری پستان می‌شود ولی هورمون اکسی‌توسین با افزایش انقباض پستان سبب خروج شیر از پستان‌ها می‌شود. دقت کنید که مکانیسم ترشح هر دوی این هورمون‌ها در اثر مکیدن نوزاد، نوعی بازخوردی یا خودتنظیمی مثبت می‌باشد.


هیپوتالاموس
هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده
هیپوفیزپیشین
پرولاکتین
عامل تولید شیر در زنان، تنظیم دستگاه تولیدمثل در مردان و دخالت دردستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب در هر دو جنس است.
هورمون رشد
با اثر بر صفحات رشد استخوان های دراز، سبب رشد طول آنها و افزایش قد می شود.
محرک غده محرک تیروئید
غده تیروئید
ترشح هورمون های یددار تیروئید
تنظیم میزان تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس بدن نمو جسمی و نمو دستگاه عصبی در دوران جنینی و کودکی
محرک غدد فوق کلیوی
غدد فوق کلیوی
کورتیزول
افزایش گلوکز پلاسما و تضعیف دستگاه ایمنی
هورمون‌های جنسی زنانه و مردانه در هر دو جنس
آلدوسترون
بازجذب سدیم و به دنبال آن بازجذب آب در کلیه ها و افزایش فشار خون
هورمون های محرک غدد جنسی یعنی LH , FSH
تنظیم عملکرد غدد جنسی یعنی بیضه ها و تخمدان ها
مسیر عصبی
هیپوفیز پسین
ضد ادراری
بااثربرمویرگ‌های دورلوله‌ای درکلیه‌هاسبب بازجذب آب، تعدیل فشار اسمزی خون و غلیظ‌شدن ادرار می‌شود.
اکسی توسین
انقباض عضلات صاف رحم و پستان که به ترتیب عامل زایمان و خروج شیراند.

خلاصه فعالیت غده زیرمغزی (هیپوفیز) و زیرنهنج (هیپوتالاموس)



غده تیروئید (سپردیس)

یک غده سپرمانند در جلوی نای و زیر حنجره می باشد که هورمون های یددار تیروئیدی و غیریددار کلسی تونین می سازد.

هورمون ها

یددار تیروئیدی (T_4 , T_3)

- همه یاخته های بدن برای آن ها گیرنده هدف دارند.
- تجزیه گلوکز و انرژی در دسترس یاخته ها را تنظیم می کند (مقدار تنفس یاخته ای و ATP لازم را تنظیم می کند).
- در دوران جنینی و کودکی، T_3 برای نمو دستگاه عصبی مرکزی لازم است.
- فقدان یا کم کاری T_3 در دوران جنینی و کودکی
  - عقب افتادگی ذهنی و جسمی می دهد.
  - اختلالات نمو دستگاه عصبی می دهد.
- کمبود ید در غذا ← هورمون های تیروئیدی T_3 و T_4 کم می شوند. ← سبب افزایش ترشح هورمون محرک تیروئیدی از هیپوفیز شده ← بازخوردی منفی ← غده تیروئید رشد کرده و بزرگ شده
  - گواتر
  - جذب ید بالا می رود.
- ید در غذاهای دریایی فراوان است.
- مقدار ید در کشاورزی و دامپروری به مقدار ید خاک بستگی دارد ← رژیم غذایی غیردریایی نمی تواند مقدار ید مورد نیاز را تأمین کند.

کلسی تونین

- هورمون غیریددار است ← نوعی هورمون مترشحه از غده تیروئید است ولی هورمون تیروئیدی به حساب نمی آید.
- در موقع کلسیم بالای پلاسما ← از برداشت کلسیم استخوان جلوگیری می کند ← کلسیم خون را کاهش می دهد.
- روی استخوان گیرنده دارد ← مانع از تجزیه ماده زمینه ای استخوان می شود.
- اثر مهمی روی حجم و ترکیب ادرار ندارد.

۳ بیماری مربوط به اختلال ترشح تیروئید

۱- گواتر: اگر ید در غذا کافی نباشد ← کافی ساخته نشدن هورمون های تیروئیدی ← هیپوفیز هورمون محرک تیروئید را ترشح می کند ← رشد تیروئید (برای جذب بیشتر ید) ← فعالیت بیشتر تیروئید ← گواتر

۲- پرکاری تیروئید (هایپرتیروئید) ← هنگام ترشح هورمون های تیروئیدی ↑

۳- کم کاری تیروئید (هیپوتیروئید) ← هنگام ترشح هورمون های تیروئیدی ↓

غده تیروئید در جلوی نای و در زیر حنجره قرار گرفته، شکلی شبیه به سپر دارد و در سطح پشتی آن غدد پاراتیروئید قرار گرفته‌اند.

یاخته‌های زنده بدن می‌توانند یاخته هدف هورمون‌های تیروئیدی محسوب شوند، اما یاخته‌های هدف هورمون کلسی‌تونین، یاخته‌های استخوانی می‌باشند. بنابراین می‌توان گفت یاخته‌های استخوانی یاخته هدف همه هورمون‌هایی که از غده تیروئید ترشح می‌شوند، محسوب می‌گردند

استفاده از ید تنها به منظور پیشگیری از ابتلا به بیماری گواتر صورت می‌گیرد نه درمان آن! در واقع درمان گواتر با جراحی و پیشگیری از آن با مصرف ید است.

اگر فعالیت غده تیروئید افزایش یابد، میزان تجزیه گلوکز و میزان تولید کربن‌دی‌اکسید در بدن افزایش می‌یابد. در نتیجه فعالیت آنزیم کربنیک‌انیدراز در غشای گویچه‌های قرمز افزایش یافته و به دنبال این امر، غلظت بی‌کربنات خون نیز افزایش می‌یابد.

نکته

توجه داشته باشید هر چند کلسی تونین، هورمونی است که توسط غده تیروئید ترشح می‌شود اما:

۱- هورمون تیروئیدی محسوب نمی‌شود.

۲- در ساختار خود ید ندارد.

۳- روی سوخت و ساز یاخته‌ها اثر ندارد.

۴- برخلاف T_3 و T_4 در تنظیم غلظت کلسیم خوناب و میزان برداشت کلسیم از استخوان‌ها اثرگذار است.

۵- تحت تأثیر هورمون محرک تیروئید که از غده هیپوفیز ترشح می‌شود قرار نمی‌گیرد.

غده های پاراتیروئید

- چهار عدد در پشت غده تیروئید هستند ← هورمون پاراتیروئیدی برای بالابردن کلسیم خون ترشح می کنند.
- هورمون آن در پاسخ به کاهش کلسیم پلاسما ترشح می شود تا مقدار کلسیم خون تنظیم شود (هم ایستایی کلسیم).
- افزایش غیرعادی ترشح آن ← سبب پوکی استخوان می شود.

اعمال هورمون آن

- اثر بر استخوان ← کلسیم ماده زمینه ای استخوان را آزاد کرده و وارد خون می کند.
- اثر بر کلیه ← بازجذب کلسیم در کلیه ها را زیاد کرده ← کلسیم خون را بالا می برد.
- اثر بر ویتامین D ← در ویتامین D تغییر می دهد ← جذب فعال کلسیم در روده را بالا می برد.

نکته

فعالیت غدد تیروئید و پاراتیروئید با تنظیم کلسیم خون در انقباض عضلات بدن، تنظیم قطر رگ‌ها و انعقاد خون مؤثر است.

هورمون پاراتیروئیدی و کلسی‌تونین در هم‌ایستایی کلسیم، نقش دارند و به ترتیب سبب افزایش و کاهش کلسیم خون می‌شوند.

برای درمان پوکی استخوان از ویتامین D، کلسیم و کلسی‌تونین استفاده شود.

ترشح بیش از حد هورمون پاراتیروئیدی، سبب جدا شدن مقادیر بیشتری از کلسیم از ماده زمینه‌ای استخوان و باعث بروز پوکی استخوان می‌شود، به علاوه این هورمون سبب جذب بیشتر کلسیم از روده و بازجذب بیشتر کلسیم از کلیه می‌شود.

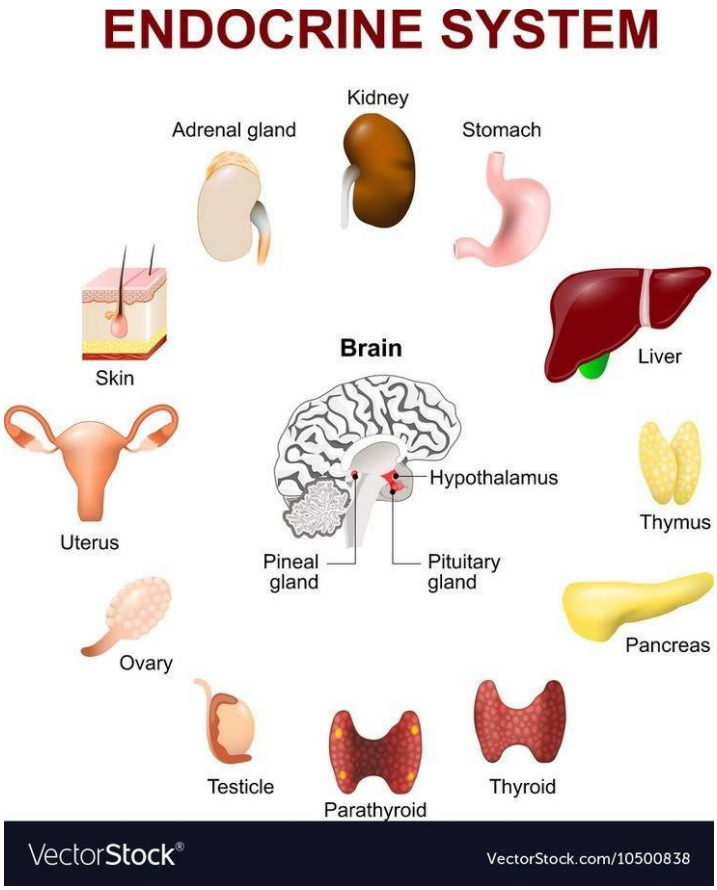
در نتیجه می‌توان گفت ترشح هورمون پاراتیروئیدی سبب کاهش غلظت کلسیم در مدفوع و ادرار می‌شود.

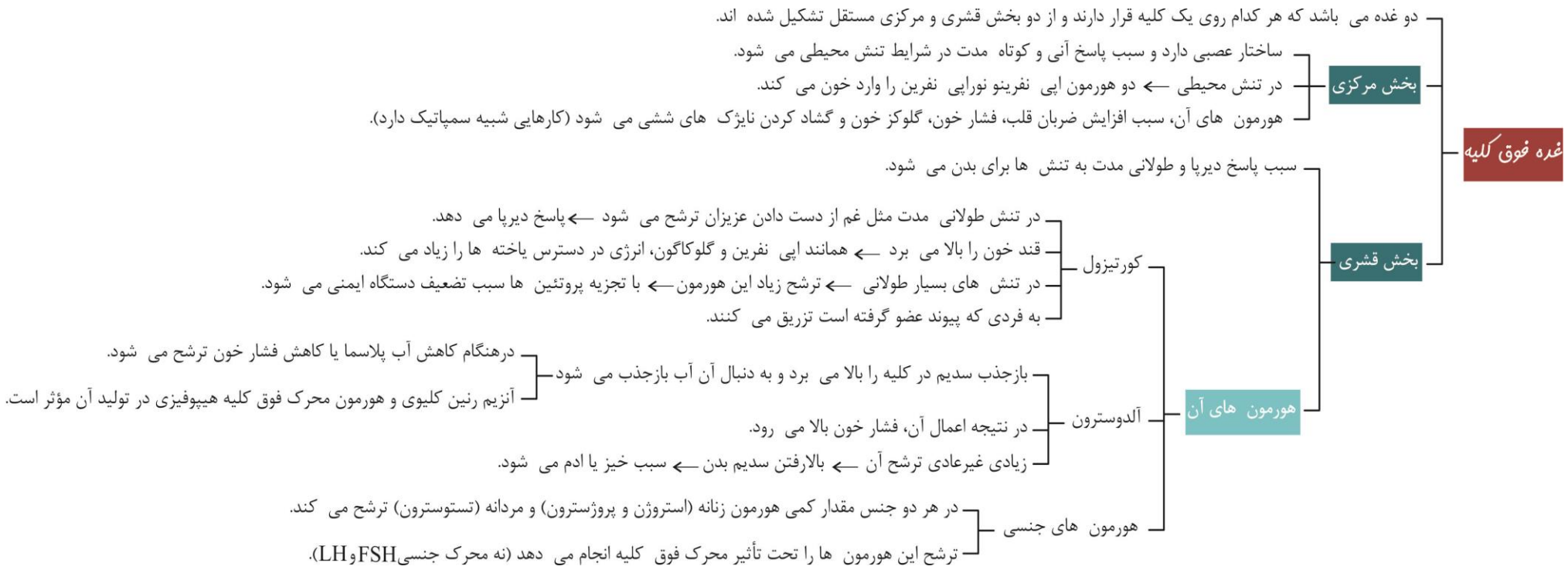
نکته

از آنجا که یون کلسیم در انقباض ماهیچه‌ها و انعقاد خون نقش دارد، می‌توان گفت که اختلال در ترشح هورمون‌های کلسی‌تونین و پاراتیروئیدی و همچنین کمبود ویتامین D می‌تواند روی انقباضات ماهیچه‌ای و انعقاد خون اثرگذار باشد.

نکته

هورمون‌های ضدادراری، آلدوسترون، کلسی‌تونین، پاراتیروئیدی و پرولاکتین در تنظیم تعادل آب بدن و فشار اسمزی خوناب نقش دارند.




غده فوق کلیه
دو غده می باشد که هر کدام روی یک کلیه قرار دارند و از دو بخش قشری و مرکزی مستقل تشکیل شده اند.
بخش مرکزی
ساختار عصبی دارد و سبب پاسخ آنی و کوتاه مدت در شرایط تنش محیطی می شود.
در تنش محیطی ← دو هورمون اپی نفرینو نوراپی نفرین را وارد خون می کند.
هورمون های آن، سبب افزایش ضربان قلب، فشار خون، گلوکز خون و گشاد کردن نایژک های ششی می شود (کارهایی شبیه سمپاتیک دارد).
بخش قشری
سبب پاسخ دیرپا و طولانی مدت به تنش ها برای بدن می شود.
هورمون های آن
کورتیزول
در تنش طولانی مدت مثل غم از دست دادن عزیزان ترشح می شود ←پاسخ دیرپا می دهد.
قند خون را بالا می برد ← همانند اپی نفرین و گلوکاگون، انرژی در دسترس یاخته ها را زیاد می کند.
در تنش های بسیار طولانی ← ترشح زیاد این هورمون← با تجزیه پروتئین ها سبب تضعیف دستگاه ایمنی می شود.
به فردی که پیوند عضو گرفته است تزریق می کنند.
آلدوسترون
بازجذب سدیم در کلیه را بالا می برد و به دنبال آن آب بازجذب می شود
درهنگام کاهش آب پلاسما یا کاهش فشار خون ترشح می شود.
آنزیم رنین کلیوی و هورمون محرک فوق کلیه هیپوفیزی در تولید آن مؤثر است.
در نتیجه اعمال آن، فشار خون بالا می رود.
زیادی غیرعادی ترشح آن ← بالارفتن سدیم بدن ← سبب خیز یا ادم می شود.
هورمون های جنسی
در هر دو جنس مقدار کمی هورمون زنانه (استروژن و پروژسترون) و مردانه (تستوسترون) ترشح می کند.
ترشح این هورمون ها را تحت تأثیر محرک فوق کلیه انجام می دهد (نه محرک جنسیFSH وLH).

نکته

هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین در شرایط تنش‌زا ترشح شده، سبب افزایش ضربان قلب، فشار خون و غلظت گلوکز خوناب شده و نایژک‌ها را باز می‌کنند و چون آلدوسترون نیز سبب افزایش فشار خون می‌شود می‌توان گفت، سه هورمون اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و آلدوسترون سبب افزایش فشار خون می‌شوند.

نکته

توجه داشته باشید که تنش‌های طولانی مدت می‌تواند بدن را در برابر ابتلا به بیماری‌های مختلف، آسیب‌پذیر کند. چون در این حالت کورتیزول به میزان بیشتری تولید می‌شود و تحت تأثیر کورتیزول، دستگاه ایمنی تضعیف می‌شود.

نکته

از بخش قشری غدد فوق کلیوی در زنان و مردان علاوه بر کورتیزول و آلدوسترون هورمون‌های جنسی هر دو جنس یعنی تستوسترون، استروژن و پروژسترون نیز ترشح می‌شود. بنابراین می‌توان گفت در یک دختر بالغ، دو غده در تولید تستوسترون و ۴ غده در تولید استروژن و پروژسترون نقش داردو در یک پسر بالغ ۲ غده در تولید استروژن و پروژسترون و ۴ غده در تولید تستوسترون نقش دارد.

از کورتیزول برای درمان بیماری‌های خودایمنی مثل ام.اس و همچنین برای جلوگیری از رد شدن عضو پیوندی، استفاده می‌شود.

اگر فشار خون در کلیه کاهش یابد، از کلیه آنزیمی، به نام رنین به خون ترشح می‌شود. رنین با اثر بر یکی از پروتئین‌های خوناب و راه‌اندازی مجموعه‌ای از واکنش‌ها، باعث ترشح هورمون آلدوسترون از غده فوق کلیه می‌شود و این هورمون نیز با اثر بر کلیه‌ها، بازجذب سدیم و به دنبال آن بازجذب آب را سبب می‌شود.

رنین و اریتروپویتین، پس از ترشح به خون وارد می‌شوند، رنین توسط کلیه‌ها ساخته می‌شود و اریتروپویتین نیز می‌تواند توسط کلیه‌ها تولید شود و هر دو ماده، دارای آمینواسید و پیوندهای پپتیدی‌اند. البته باید توجه داشت که اریتروپویتین هورمون است اما رنین آنزیمی است که به طور غیرمستقیم، سبب ترشح نوعی هورمون می‌شود.

نکته

آلدوسترون:

۱- نوعی هورمون یا پیک شیمیایی دوربرد است.

۲- توسط بخش قشری غدد فوق کلیوی ترشح می‌شود.

۳- کاهش فشار خون، محرک ترشح آن است.

۴- تحت تأثیر غیرمستقیم آنزیم رنین ترشح می‌شود.

۵- عامل بازجذب سدیم توسط شبکه مویرگی دور لوله‌ای است.

۶- محل ترشح [غده فوق کلیوی] بالاتر از بافت هدف خود [کلیه‌ها] دارد.

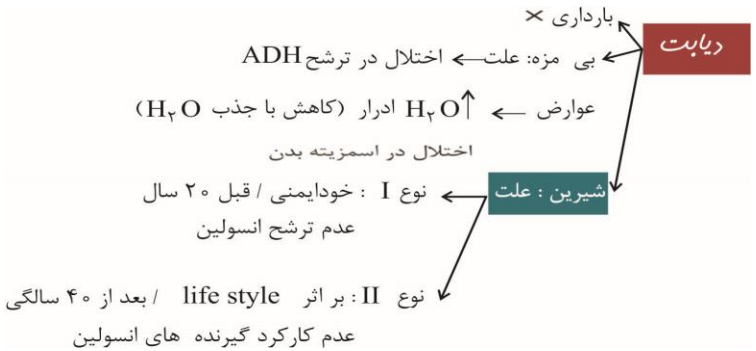
۷- با بازجذب سدیم و به دنبال آن آب، فشار خون را افزایش می‌دهد.

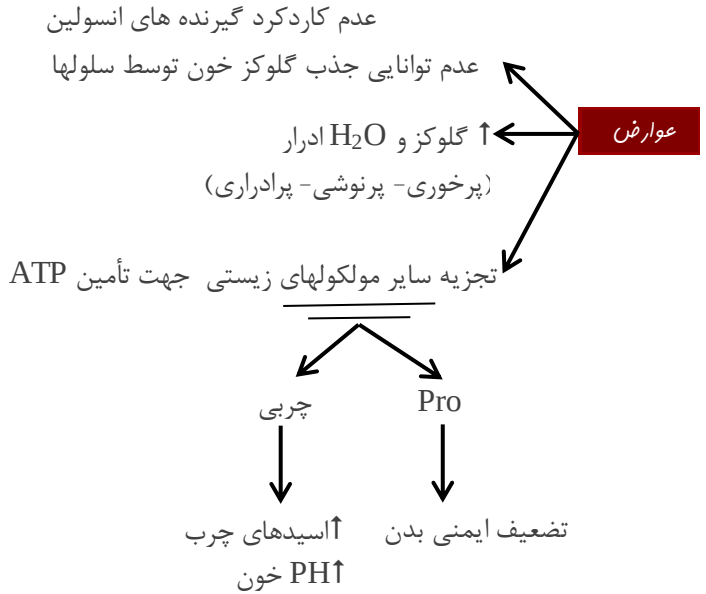
۸- عامل افزایش غلظت سدیم خون است.

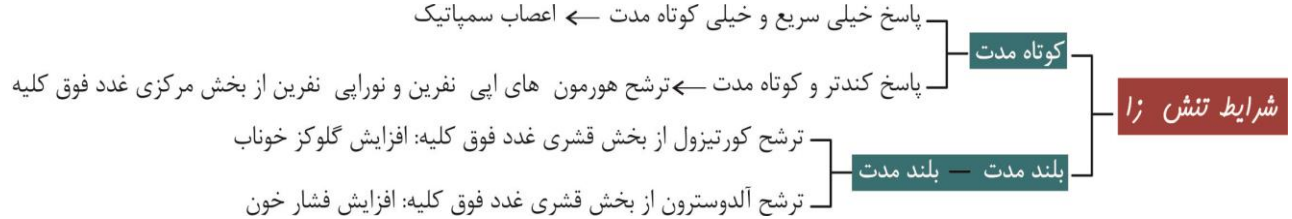
۹- عامل کاهش غلظت سدیم ادرار است.

۱۰- در مقادیر زیاد، خیز یا ادم ایجاد می‌کند.

لوزالمعده (پانکراس)
بخش برون ریز
آنزیم های گوارشی و بیکربنات را وارد دوازدهه می کند.
در گوارش نهایی غذا و ایجاد محیط قلیایی در دوازدهه مؤثر است.
بخش درون ریز (جزایر لانگرهانس)
مجموعه ای از یاخته های متمرکز درون ریز دارد که در بین بخش برون ریز قرار دارد ← به آن ها جزایر لانگرهانس می گویند.
هورمون گلوکاگون
در هنگام کاهش گلوکز خون ترشح می شود.
با تجزیه گلیکوژن درون یاخته ای کبد به گلوکز ← قند خون و انرژی در دسترس یاخته های بدن را افزایش می دهد.
هورمون انسولین
در پاسخ به افزایش گلوکز خون ترشح می شود.
سبب ورود گلوکز به یاخته ها و کاهش قند خون می شود.
تولید گلیکوژن را در کبد و ماهیچه زیاد می کند.
همانند هورمون تیروئیدی در هر یاخته زنده بدن گیرنده دارد.
دیابت شیرین
اگر یاخته ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند ← غلظت گلوکز خون بالا می رود
قند وارد ادرار می شود (پیدایش قند در ادرار).
حجم ادرار زیاد می شود.
دیابت شیرین ایجاد می شود.
در این بیماری، یاخته ها مجبورند به جای گلوکز، از چربی ها و یا حتی از پروتئین انرژی بگیرند ← سبب کاهش وزن و ایمنی بدن می شود.
این بیماری در اثر اشکال در هم ایستایی بدن پدیدار می شود ← سبب نابینایی، آسیب کلیوی و قلبی می شود.
در اثر تجزیه زیاد مواد چربی ← محصولات اسیدی تولید می شود ← عدم درمان ← pH خون اسیدی می شود ← کار آنزیم ها مختل می شود ← سبب اغما و مرگ می شود.
تجزیه زیاد پروتئین ها ← مقاومت بدن را با کمبود پروتئین دفاعی، کاهش می دهد.
افراد مبتلا باید رعایت زیادی در بهداشت خود کنند و مراقب سوختگی ها و زخم های هرچند کوچک نیز باشند.
انواع دیابت شیرین
نوع ۱
انسولین ترشح نمی شود یا به اندازه کافی ترشح نمی شود.
بیماری خودایمنی است.
دستگاه ایمنی یاخته های درون ریز انسولین ساز را از بین می برد.
با تزریق انسولین، تحت کنترل درخواهد آمد.
نوع ۲
مقدار انسولین و تولید آن ها در فرد، طبیعی می باشد و به مقدار کافی وجود دارد.
گیرنده های انسولین، به این هورمون پاسخ نمی دهند.
از حدود ۴۰ سالگی به بعد در اثر چاقی و کم تحرکی ظاهر می شود.
با کاهش وزن و رژیم غذایی کنترل می شود.







مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

سایر غدد درون ریز بدن

- غده اپی فیز
  - این غده در بالای برجستگی های چهارگانه مغز میانی می باشد.
  - هورمون ملاتونین ترشح می کند
    - در شب ترشح آن به حداکثر و در نزدیک ظهر به حداقل می رسد.
    - عملکرد این هورمون در انسان به خوبی مشخص نیست.
    - در تنظیم ریتم شبانه روزی ارتباط دارد.
  - بالاتر از ساقه مغز و مخچه قرار دارد.
- غده تیموس
  - غده ای در جلوی نای و پشت استخوان جناغ می باشد.
  - در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد ← به تدریج فعالیت آن کم شده و تحلیل می رود.
  - هورمون تیموسین ترشح می کند ← با تمایز لنفوسیت T در دفاع اختصاصی نقش دارد.
  - به عنوان یک اندام لنفی در تولید برخی لنفوسیت ها مثل نوع کشنده طبیعی در دفاع غیراختصاصی نقش دارد.
- غده های بیضه و تخمدان (جنسی)
  - تولید هورمون های جنسی تستوسترون در مردان و استروژن و پروژسترون در زنان را انجام می دهند← در فصل ۷ می خوانیم.
  - تحت کنترل هورمون های محرک جنسی FSH وLH از هیپوفیز پیشین هستند.

گوناگونی پاسخ های یاخته ها به هورمون ها

- ممکن است یک یاخته برای چند هورمون گیرنده داشته باشد
  - مثلاً برخی یاخته های مجاری ادراری، پاراتیروئیدی، یددار تیروئیدی، انسولین و آلدوسترون گیرنده دارند.
  - مثلاً یاخته استخوانی مردان برای هورمون های تستوسترون، رشد تیروئیدی، کلسی تونین، پاراتیروئیدی و انسولین گیرنده دارد.
- ممکن است چند یاخته یک هورمون را دریافت کنند ← مثلاً استخوان ها و کلیه ها در روده باریک برای هورمون پاراتیروئیدی گیرنده دارند.
- تفسیر پیام پیک هورمون به عملکرد خاص، بستگی به نوع هورمون و نوع یاخته هدف دارد.
- هورمون پاراتیروئیدی
  - همواره کلسیم خون را زیاد می کند.
  - در کلیه با افزایش بازجذب و در استخوان با تجزیه ماده زمینه ای، کلسیم را بالا می برد.

مکانیسم بازخوردی یا خودتنظیمی هورمون ها

- مقدار ترشح هورمون ها بسیار کم می باشد و تنظیم ان ها بسیار مهم است که اغلب از راه رایج بازخوردی و یا کمی نیز از راه عصبی تنظیم می شود.
- تغییر کم در مقدار هورمون ها ← سبب اثرات قابل ملاحظه ای می شود.

تنظیم بازخوردی منفی (خودتنظیمی منفی)

- مقدار بیشتر هورمون ها با این مکانیسم در خون تنظیم می شود.
- افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می شود.
- کاهش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث افزایش ترشح همان هورمون می شود.

مثال

- افزایش گلوکز پلاسما ← افزایش انسولین خون ← کاهش گلوکز خون ← سپس بازخوردی منفی ← سبب کاهش انسولین خون می شود.
- کاهش گلوکز پلاسما ← کاهش انسولین خون ← افزایش قند خون ← سپس بازخوردی منفی ← سبب افزایش انسولین خون می شود.

تنظیم بازخوردی مثبت (خودتنظیمی مثبت)

- این حالت در بیماری ها یا در شرایط خاص از دوران زندگی رخ می دهد.
- افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن ← سبب افزایش ترشح همان هورمون می شود (یا برعکس).

مثال ها

- در موقع زایمان ← با اینکه انقباضات عضلات صاف رحم زیاد می شود ← ولی با بازخوردی مثبت سبب افزایش ترشح اکسی توسین ← سبب افزایش بیشتر انقباضات رحم شده ← پایان سریعت تر زایمان رخ
- افزایش تولید و خروج شیر از غدد شیری ← با بازخوردی مثبت سبب ترشح پرولاکتین و اکسی توسین بیشتر ← تولید و خروج بیشتر شیر از پستان مادر
- افزایش ترشح LH و FSH در نزدیکی تخمک گذاری زنان ← افزایش استروژن ← ترشح بیشتر FSH و LH ← سبب پایان میوز ۱ و انجام تخمک گذاری می شود.

ارتباط شیمیایی در سایر جانوران

- علاوه بر ارتباط بین یاخته ها در ارتباط بین افراد نیز از مواد شیمیایی استفاده می کنند.
- فرومون در یک فرد ترشح شده و در فرد یا افراد دیگر همان گونه پاسخ های رفتاری ایجاد می کند.
- زنبور از فرومون ها برای هشدار دادن خبر حضور شکارچی برای مطلع کردن سایر زنبورهای هم گونه استفاده می کند.
- مارها می توانند فرومون های هوا را تشخیص داده و در جفت یابی از آن استفاده کنند.
- گربه ها از فرومون برای اطلاع هم گونه های خود در رفتار تعیین قلمرو استفاده می کنند که رفتاری غریزی می باشد.

نام هورمون	جنس	مکانیسم تنظیمی	فرد تولیدکننده	فرد هدف	محل تولید	محل ترشح	بافت ناقل	دستگاه هدف	اندام هدف	بافت هدف	سلول هدف	زمان ترشح	اثر
آزادکننده													
مهارکننده													
اکسی‌توسین													
ضد ادراری													
پرولاکتین													
رشد													
محرک تیروئید													
محرک فوق کلیه													

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

نام هورمون	جنس	مکانیسم تنظیمی	فرد تولیدکننده	فرد هدف	محل تولید	محل ترشح	بافت ناقل	دستگاه هدف	اندام هدف	بافت هدف	سلول هدف	زمان ترشح	اثر
LH,FSH													
کلسی‌تونین													
T_4, T_3													
ملاتونین													
تیموسین													
پاراتورمون													
انسولین													
گلوکاگون													

نام هورمون	جنس	مکانیسم تنظیمی	فرد تولیدکننده	فرد هدف	محل تولید	محل ترشح	بافت ناقل	دستگاه هدف	اندام هدف	بافت هدف	سلول هدف	زمان ترشح	اثر
کورتیزول													
آلدوسترون													
استروژن													
پروژسترون													
تسترون													
گاسترین													
سکرتین													
اریتروپویتین													

نام هورمون	جنس	مکانیسم تنظیمی	فرد تولیدکننده	فرد هدف	محل تولید	محل ترشح	بافت ناقل	دستگاه هدف	اندام هدف	بافت هدف	سلول هدف	زمان ترشح	اثر
HCG													
اپی نفرین													
نوراپی نفرین													
رنین													

هورمون	محل تولید	اندام هدف	محرک تولید	اثر در بدن
آزادکننده	هیپوتالاموس	هیپوفیزی پیشین	کاهش هورمون‌های غده هیپوفیز پیشین با اثر آن‌ها	زیادی ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین
مهارکننده	هیپوتالاموس	هیپوفیز پیشین	افزایش هورمون‌های هیپوفیز پیشین یا اثر آن‌ها	کم کردن ترشح هورمون‌های هیپوفیز پیشین
اکسی‌توسین	هیپوتالاموس	رحم یا پستان	شروع زایمان یا مکیدن نوزاد	افزایش انقباضات رحم- خروج شیر از پستان
ضد ادراری (ADH)	هیپوتالاموس	کلیه‌ها	کاهش آب پلاسما	افزایش بازجذب آب از کلیه‌ها
هورمون رشد	هیپوفیز پیشین	استخوان‌ها	نیاز بدن به رشد	رشد استخوان‌ها و قد انسان تا چند سال پس از بلوغ
پرولاکتین	هیپوفیز پیشین	در زنان غده پستان، سیستم ایمنی و تنظیم آب بدن در مردان سیستم تولید مثلی	نیاز به تولید شیر در زنان	تولید شیر در پستان زنان تنظیم فعالیت تولید مثلی در مردان حفظ تعادل آب و ایمنی بدن در زنان

محرک تیروئیدی	هیپوفیز پیشین	غده تیروئید	کمبود کلسی‌تونین و T_4, T_3	افزایش هورمون‌های غده تیروئید
محرک فوق کلیه	هیپوفیز پیشین	غده‌های فوق کلیه	کمبود هورمون‌های غده فوق کلیه یا اثر آن‌ها	زیادی ترشح هورمون‌های غده فوق کلیه
محرک جنسی FSH,LH	هیپوفیز پیشین	بیضه‌ها یا تخمدان‌ها	کمبود هورمون‌های جنسی	محرک ترشح هورمون‌های جنسی
هورمون‌های تیروئیدی T_4, T_3	غده تیروئید	کل یاخته‌های بدن	کمبود سوخت و ساز بدن	افزایش سوخت و ساز و تنفس یاخته‌ای بدن
کلسی‌تونین	غده تیروئید	استخوان	افزایش کلسیم پلاسما	مانع از تجزیه استخوان می‌شود و کلسیم خون را کم می‌کند.
هورمون‌های پاراتیروئیدی	۴ غده پاراتیروئید	استخوان کلیه‌ها ویتامین D	کاهش کلسیم پلاسما	افزایش برداشت کلسیم ماده زمینه‌ای استخوان افزایش بازجذب کلسیم از کلیه‌ها تغییر ویتامین D برای جذب کلسیم در روده ← کلسیم خون ↑
اپی نفرین و نوراپی نفرین	مرکز غده فوق کلیه	اثر عمومی در بدن	تنش محیطی کوتاه مدت	افزایش ضربان قلب و فشار خون ↑ و قندخون ↑

هورمون	محل تولید	اندام هدف	محرک تولید	اثر در بدن
آلدوسترون	قشر غده فوق کلیه	کلیه‌ها	کمبود سدیم پلاسما	افزایش بازجذب سدیم و افزایش فشار خون
کورتیزول	قشر غده فوق کلیه	اثر عمومی بر کل بدن	تنش‌های محیطی طولانی و مهم	افزایش قند خون و کاهش عمل سیستم ایمنی
هورمون‌های جنسی هر دو جنس	قشر فوق کلیه	اثر عمومی	نیاز به هورمون جنسی	متابولیسم بدن را زیاد می‌کنند
گلوکاگون	(جزایر لانگرهانس) پانکراس (لوزالمعده)	کبد	قند خون پایین	تجزیه گلیکوژن کبد به گلوکز را زیاد می‌کند و قند خون را بالا می‌برد. (انرژی در دسترس بدن را زیاد می‌کند).
انسولین	پانکراس (جزایر لانگرهانس)	کل بدن	افزایش قند خون	نفوذپذیری یاخته‌ها به گلوکز را بالا می‌برد و گلوکز خون یا انرژی در دسترس بدن را کم می‌کند.
ملاتونین	غده رومغزی (اپی‌فیز)	معلوم نیست	تاریکی	تنظیم ریتم شبانه‌روزی
تیموسین	غده تیموس	سیستم ایمنی	نیاز به بلوغ لنفوسیت‌ها	بلوغ و تمایز لنفوسیت‌های T
گاسترین	یاخته درون‌ریز معده نزدیک پیلور	غدد معده	نیاز به اسیدو آنزیم معده	محرک ترشح اسید معده و آنزیم پپسینوژن
سکرتین	یاخته‌های درون‌ریز دوازدهه	بخش برون‌ریز پانکراس	کاهش آنزیم‌ها و بیکربنات روده باریک	محرک ترشح آنزیم‌ها و بیکربنات از لوزالمعده به روده باریک
اریتروپویتین	کبد و کلیه‌ها	مغز قرمز استخوان	کاهش گویچه قرمز	محرک تولید هموگلوبین و گویچه قرمز

تست‌کده

۱- کدام عبارت نادرست است؟ «در انسان هورمون مترشحه از ..... به طور مستقیم بر تولید و ترشح ..... اثر دارد.» (سراسری- ۸۹)

۱) هیپوفیز پیشین- کورتیزول

۲) هیپوتالاموس- تستوسترون

۳) هیپوتالاموس- هورمون محرک فولیکولی

۴) هیپوفیز پیشین- هورمون تخمدان

۲- کدام عبارت به درستی بیان شده است؟ (سراسری- ۹۰)

۱) از وظایف پیک‌های شیمیایی دستگاه درون‌ریز جانوران پریاخته‌ای، برقراری هومئوستازی است.

۲) هورمون‌های آزادکننده و مهارکننده‌های هیپوتالاموس، ترشحات هیپوفیز پیشین و پسین را تنظیم می‌کنند.

۳) گیرنده برخی هورمون‌ها برخلاف گیرنده‌های پیک‌های عصبی در غشای یاخته هدف قرار دارند.

۴) اپی‌فیز که توسط ساقه کوتاه از هیپوتالاموس آویزان به نظر می‌رسد، احتمالاً در تنظیم ریتم‌های شبانه‌روزی نقش دارد.

۳-چند مورد از موارد زیر می‌تواند جمله زیر را تکمیل کند؟ (سراسری- ۹۱)

«به طور معمول، انتقال‌دهنده‌های عصبی .....»

الف) در مقایسه با هورمون‌ها، مسافت کوتاه‌تری را در خون طی می‌کنند.

ب) در پاسخ به محرک‌های متفاوتی ساخت و آزاد می‌شوند.

ج) پاسخ‌های سریع و کوتاه‌مدتی را سبب می‌شوند.

د) متنوع می‌باشند و در هماهنگ کردن فعالیت‌های بدن نقش دارند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۴- در یک فرد بالغ ..... می‌تواند ناشی از افزایش ..... باشد. (سراسری- ۹۲)

۱) کاهش استحکام زردپی آشیل- هورمون کورتیزول

۲) کاهش میزان آب خون- هورمون ضد ادراری

۳) افزایش دفع سدیم از کلیه- فشارهای روحی- جسمی

۴) افزایش خون‌رسانی به ماهیچه‌های توأم- تحریک اعصاب پاراسمپاتیک

۵- مصرف مقادیر زیاد و طولانی‌مدت کورتیزول در یک فرد، می‌تواند به کاهش ..... و افزایش ..... منجر شود. (سراسری خارج از کشور- ۹۲)

۱) علائم دیابت شیرین- بیگانه‌خواری درشت‌خوارها

۲) مقدار آمینواسیدهای خون- دیاپدز نوتروفیل‌ها

۳) قدرت انقباض ماهیچه‌های اسکلتی- میزان گلوکز خون

۴) سرکوب لنفوسیت‌های T- استحکام زردپی آشیل

۶- در انسان، ..... . (سراسری خارج از کشور- ۹۲)

۱) هر ترکیب خارج شده از پایانه آکسون، عمل سریع و عمر کوتاهی دارد.

۲) یا کاهش مقدار کلسیم خون، میزان ترشح غده تیروئید افزایش می‌یابد.

۳) هر ترکیبی که از یاخته‌های سازنده به درون خون وارد می‌شود، هورمون نام دارد.

۴) ماهیچه‌های اسکلتی و ماهیچه‌های اندام‌های داخلی، توسط اعصاب حرکتی متفاوتی تحریک می‌شوند.

۷- هر هورمونی که مصرف گلوکز را در یاخته‌های بدن افزایش می‌دهد، قطعاً ..... (سراسری - ۹۳)

۱) از غده‌ای در بالای تیموس ترشح می‌شود.

۲) از غده‌ای در زیر معده به خون وارد می‌شود.

۳) گیرنده‌هایی بر روی غشای پلاسمایی هر یاخته‌ای دارد.

۴) فعالیت نوعی آنزیم موجود در غشای گویچه‌های قرمز را نیز بالا می‌برد.

۸- کدام عبارت در مورد انسان درست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۳)

۱) به طور معمول، گلوکاگون با تأثیر بر گلیکوژن ماهیچه‌ها، مقدار گلوکز خون را افزایش می‌دهد.

۲) در پی اتصال یک هورمون مترشحه از تیروئید به گیرنده‌های خود، میزان کلسیم خون افزایش می‌یابد.

۳) به دنبال افزایش بیش از حد هورمون‌های T_4, T_3 در خون، انرژی‌زایی بدن کاهش می‌یابد.

۴) در پی اتصال هورمون‌های تیروئیدی به گیرنده‌های خود، فعالیت نوعی آنزیم در غشای گویچه قرمز، افزایش می‌یابد.

۹- کدام موارد، در یک فرد مبتلا به پرکاری تیروئید در اثر فعالیت هورمون‌های تیروئیدی افزایش خواهد یافت؟ (سراسری - ۹۴)

۱) ذخیره گلیکوژن ماهیچه‌ها و اندازه یاخته‌های چربی

۲) نیاز به مصرف بعضی ویتامین‌ها و میزان انرژی ذخیره بدن

۳) فعالیت بعضی غدد درون‌ریز بدن و تحریک بافت گرهی قلب

۴) میزان ترکیب دی‌اکسید کربن با هموگلوبین و میزان کلسیم استخوان‌ها

۱۰- کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ (سراسری- ۹۵)

«در یک فرد، کاهش شدید هورمون‌های ..... سبب می‌شود تا ..... کاهش یابد و بر میزان ..... افزوده شود.»

۱) موجود در هیپوفیز پسین- ترشح هورمون آزادکننده- غلظت ادرار

۲) هیپوفیزیِ محرکِ تخمدان- مقدار تستوسترون- ترشح هورمون‌های جنسی

۳) تیروئیدی تنظیم‌کننده سوخت و ساز- رسوب کلسیم در بافت استخوانی- برون‌ده قلبی

۴) بخش قشری غدد فوق کلیه- پاسخ دیرپا به فشارهای روحی- جسمی- دفع سدیم توسط کلیه‌ها

۱۱- چند مورد، عبارتِ زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۵ با تغییر)

«به دنبال افزایش ترشح انسولین در خون هر فرد، .....»

الف) بر میزان تولید انرژیِ یاخته‌های بدن افزوده می‌شود.

ب) ورود گلوکز به اغلب یاخته‌های بدن تسهیل می‌گردد.

ج) گیرنده‌های موجود در فضای سیناپسی این هورمون فعال می‌گردند.

د) میزان واکنش‌های سنتز آبدهی در ماهیچه‌های بدن افزایش می‌یابد.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۲- در یک دختر بالغ، افزایش شدیدی در میزان ترشح هورمون‌هـای ..... رخ داده است. در این فرد، ..... به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد. (سراسری- خارج از کشور- ۹۵)

۱) یددار تیروئید- میزان کلسیم خون و مقدار ذخیره چربی بدن

۲) موجود در هیپوفیز پسین- ترشح هورمون آزادکننده و غلظت ادرار

۳) هیپوفیزی مؤثر بر تخمدان- ترشح هورمون‌های جنسی و ضخامت دیواره رحم

۴) بخش قشری غدد فوق کلیه- فشار خون و میزان رشته‌های کلاژن در بافت زیر پوست

۱۳- کدام موارد، برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۶)

«در یک دختر جوان، همه هورمون‌هایی که توسط ..... ساخته می‌شوند، ..... .»

الف) تیروئید- بر بافت استخوانی اثر می‌گذارند.

ب) تخمدان- بر فعالیت ترشحی یکی از مراکز مغزی تأثیر می‌گذارند.

ج) هیپوتالاموس- فعالیت ترشحی غده هیپوفیز را افزایش می‌دهند.

د) لوله گوارش- در حفظ ویتامین B_{12} نقش اصلی را دارند.

۱) الف و ب ۲) الف و د ۳) ب و ج ۴) ج و د

۱۴- در یاخته‌های غده تیروئید انسان، پس از آماده شدن و بسته‌بندی کامل مولکول‌های کلسی‌تونین برای ترشح، کدام اتفاق روی می‌دهد؟ (سراسری خارج از کشور-۹۶)

۱) زنجیره‌های کوچکی از مولکول‌های قند به آن‌ها اضافه می‌شود.

۲) کیسه‌چه‌های انتقالی به سوی غشاهای پلاسمایی حرکت می‌نمایند.

۳) محتویات وزیکول‌های انتقالی به دستگاه‌های گلژی منتقل می‌گردند.

۴) وزیکول‌هایی از غشای شبکه‌های آندوپلاسمی به بیرون جوانه می‌زنند.

۱۵- چند مورد، درباره انسان، درست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۶)

*** نوعی بیماری وراثتی می‌تواند اختلالی در تولید هورمون‌های تیروئیدی ایجاد کند.**

*** نوعی بیماری گوارشی می‌تواند در کاهش اکسیژن‌رسانی به یاخته‌ها مؤثر باشد.**

*** نوعی بیماری خودایمنی می‌تواند باعث تغییر در فشار اسمزی خون شود.**

*** نوعی بیماری غدد درون‌ریز می‌تواند سبب ناتوانی در انعقاد خون شود.**

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۶- کدام عبارت، در ارتباط با انسان درست است؟ (سراسری- خارج از کشور- ۹۸)

۱) همه یاخته‌های درون‌ریز، به صورت پراکنده در اندام‌ها یافت می‌شوند.

۲) همه پیک‌های شیمیایی خون، از یاخته‌های غدد درون‌ریز ترشح می‌شوند.

۳) همه پیک‌های تولیدشده توسط یاخته‌های عصبی، از نوع کوتاه‌بُردند.

۴) همه یاخته‌های سازنده پیک‌های شیمیایی، با روش مشابهی مولکول‌های پیک را خارج می‌سازند.

۱۷- در یک مرد بالغ، کدام مورد ویژگی غده منفردی است که در زیر معده قرار دارد و باعث خنثی نمودن محیط اسیدی ابتدای روده‌ی باریک می‌شود؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۸)

۱) برخلاف غدد دیوار معده، یاخته‌هایی با اندازه متفاوت دارد.

۲) همانند غدد پیازی- میزراهی، ترشحات درون‌ریز و برون‌ریز دارد.

۳) همانند غده فوق کلیه، تحت تأثیر عوامل هورمونی و عصبی قرار می‌گیرد.

۴) برخلاف غدد دیواره روده باریک، مایعی نمکی و محتوی آنزیم ترشح می‌کند.

۱۸- کدام گزینه عبارت زیر را به طور مناسب کامل می‌کند؟ (سراسری- ۹۹)

«در فردی که تازه وارد مرحله پس از زایمان شده و به نوعی ..... مبتلا گردیده است، .....»

۱) کم‌کاری غده پاراتیروئید- عمل عضلات مختل می‌شود و با افزایش تولید ترومبین، روند انعقاد خون دچار مشکل می‌شود.

۲) کم‌ترشحی بخش پسین غده زیرمغزی (هیپوفیز)- ترشح شیر کاهش می‌یابد و بر غلظت ادرار افزوده می‌شود.

۳) پرکاری قشر غده فوق کلیه- فعالیت مغز استخوان‌ها ضعیف می‌شود و علائمی از خیز مشاهده می‌گردد.

۴) پرکاری غده سپردیس (تیروئید)- ضربان قلب کاهش می‌یابد و عضلات ضعیف می‌شود.

۱۹- چند مورد در ارتباط با انسان صحیح است؟ (سراسری- ۹۹)

الف) در نوعی بیماری کلیوی، میزان فشار اسمزی خون کاهش و بخش‌هایی از بدن متورم می‌گردد.

ب) در نوعی بیماری مربوط به کم‌کاری کبد، میزان اوره خون پایین و میزان آمونیاک خون بالا می‌رود.

ج) در نوعی بیماری مفصلی، میزان رسوب ماده دفعی نیتروژن‌دار در مجاورت نوعی بافت پیوندی افزایش می‌یابد.

د) در نوعی بیماری مربوط به کم‌کاری غده فوق کلیه، مقدار زیادی از آب نوشیده شده، دفع می‌گردد.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۲۰- چند مورد در ارتباط با انسان صحیح است؟ (سراسری- ۹۹)

الف) به دنبال تحلیل لایه مخاطی معده، فرد به نوعی کم‌خونی مبتلا می‌شود.

ب) به دنبال تنش‌های مداوم و طولانی‌مدت، گلوکز خوناب (پلاسما) افزایش می‌یابد.

ج) به دنبال انسداد مجرای صفراوی، در روند انعقاد خون اختلال ایجاد می‌شود.

د) به دنبال هر اختلال در بخش‌های درون‌ریز لوزالمعده، تراکم Na^+ در یاخته‌های عصبی کاهش می‌یابد.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۲۱- کدام گزینه، برای تکمیل عبارتِ زیر مناسب است؟ (سراسری- ۱۴۰۰)

«در یک پسر بالغِ مبتلا به پرکاری غده ..... بیشتر می‌شود و در یک دختر بالغ مبتلا به کم‌کاری این غده، ..... افزایش می‌یابد.»

۱) تیروئید- میزان ترشح انسولین- دمای بدن

۲) فوق کلیه، احتمال ابتلا به بیماری‌های عفونی- فشار خون

۳) پاراتیروئید- احتمال بیماری‌های قلبی- احتمال مشکلات تنفسی

۴) سازنده هورمون رشد، تراکم توده استخوانی- تکثیر یاخته‌های استخوانی

۲۲- در ارتباط با همه اندام‌هایی که با تولید پیک شیمیایی دوربردِ یکسان، تعداد فراوان‌ترین یاخته‌های خونی انسان را تنظیم می‌کنند، کدام مورد نادرست است؟ (سراسری- ۱۴۰۰)

۱) به دفع بعضی مولکول‌های آلی بدن کمک می‌نمایند.

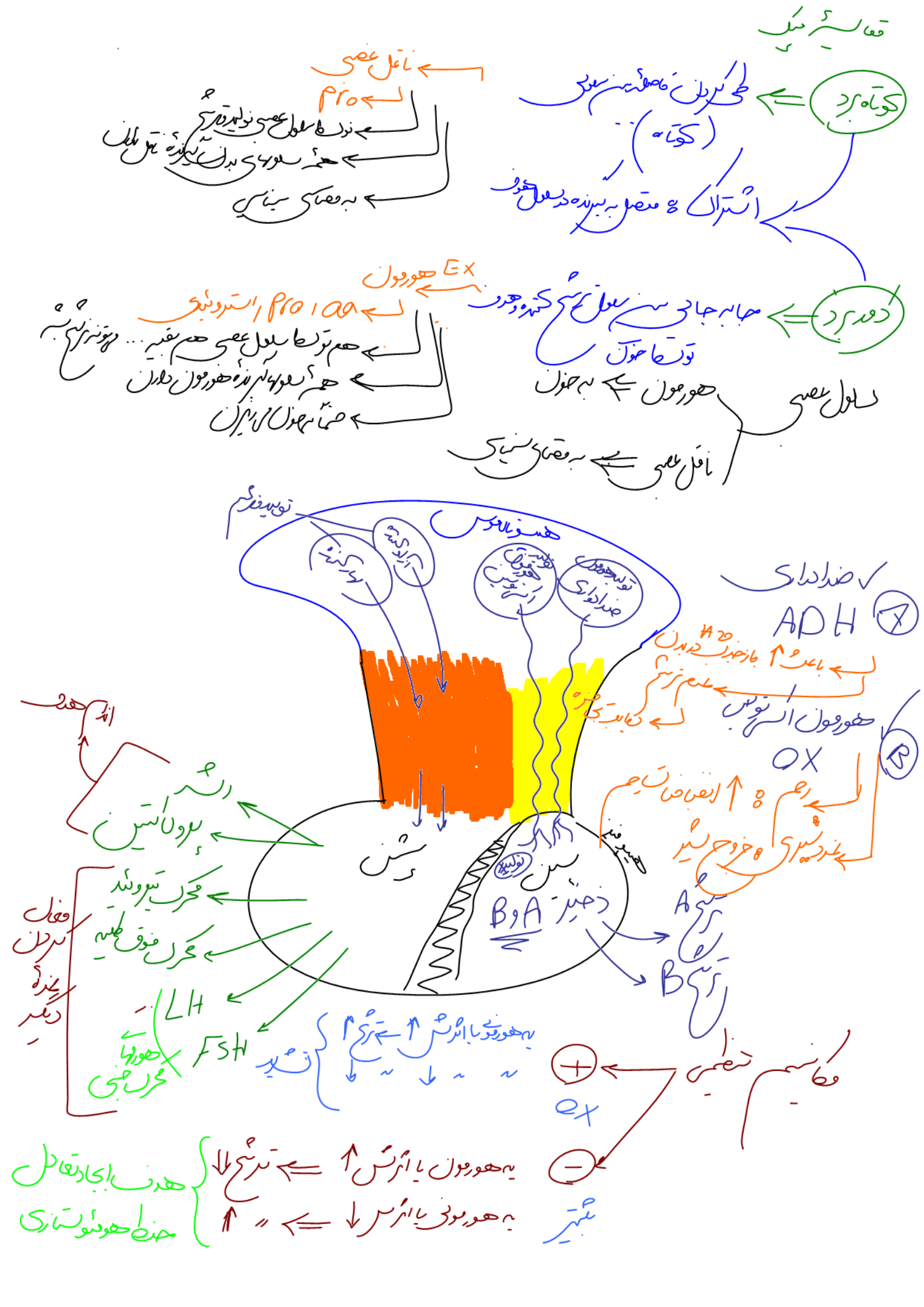
۲) فشار اسمزی خون را در حد مناسبی نگه می‌دارند.

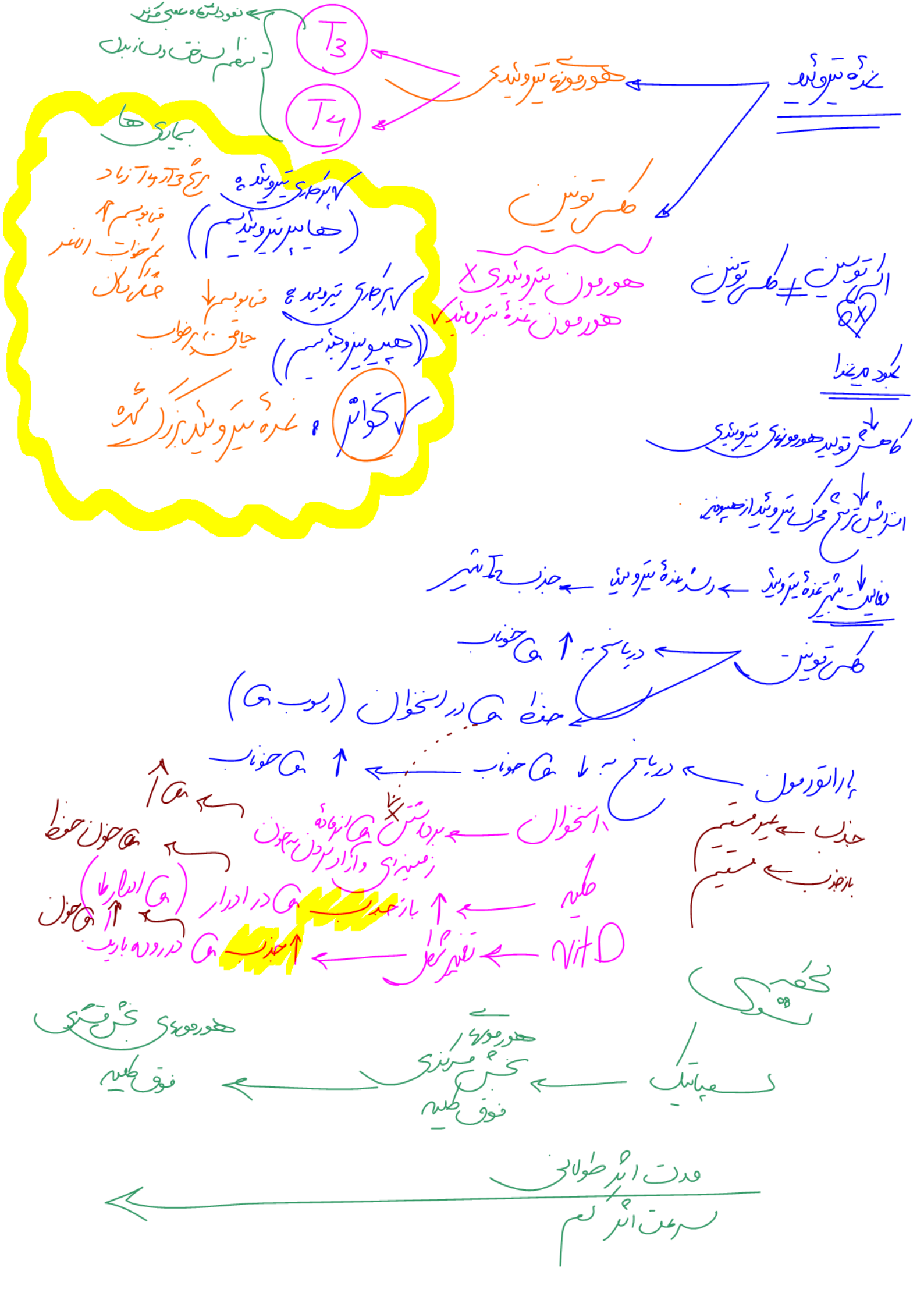
۳) بر فرآیند انعقاد خون در محل خون‌ریزی نقش مؤثری دارند.

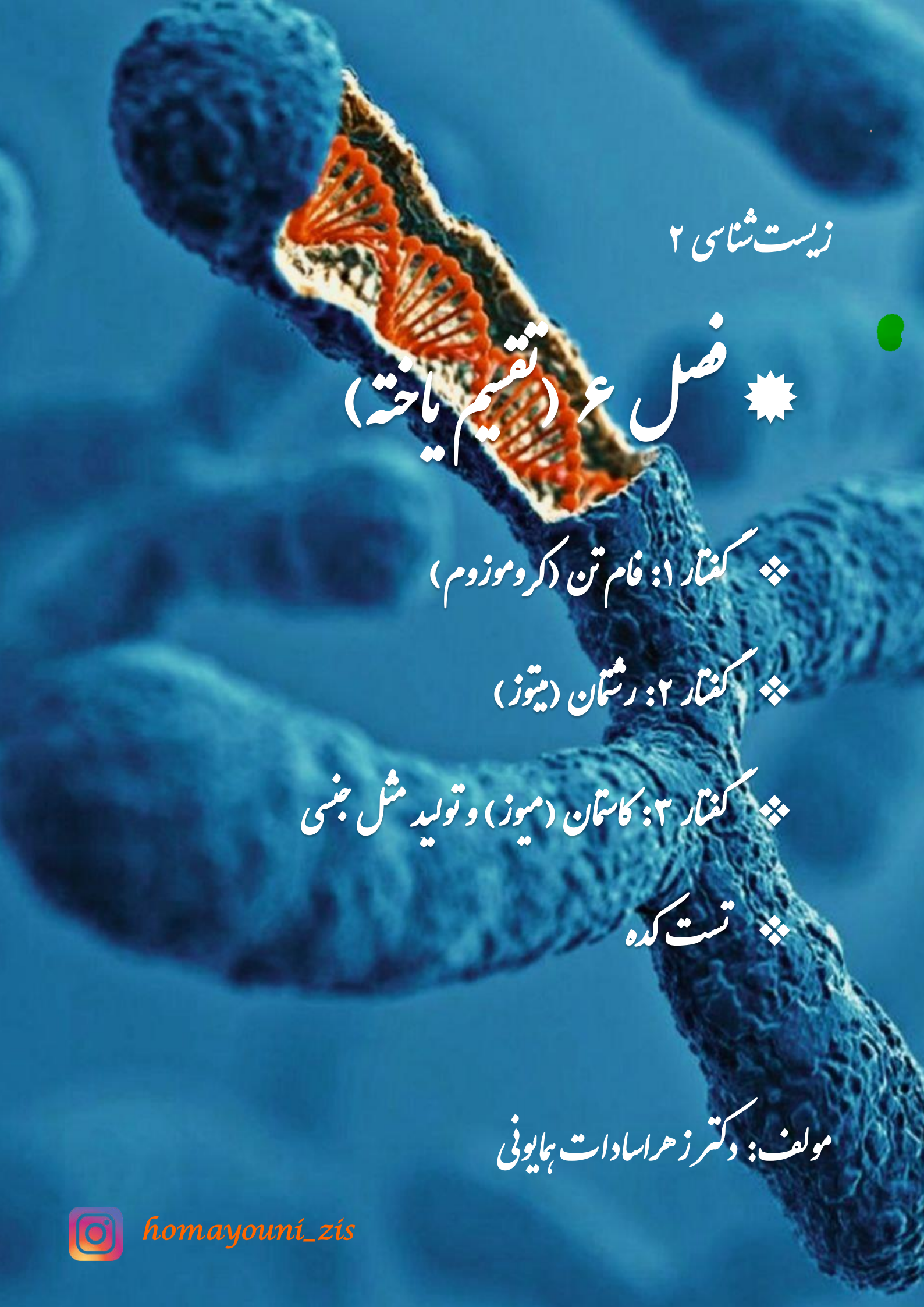
۴) هر یک می‌توانند با تغییر در مقادیر چشم‌گیری از نوعی ماده دفعی نیتروژن‌دار، از میزان سمیت آن بکاهند.

پاسخنامه

۱) ۲
۲) ۱
۳) ۳
۴) ۱
۵) ۳
۶) ۴
۷) ۷
۸) ۴
۹) ۳
۱۰) ۴
۱۱) ۱
۱۲) ۴
۱۳) ۱
۱۴) ۲
۱۵) ۴
۱۶) ۴
۱۷) ۳
۱۸) ۳
۱۹) ۴
۲۰) ۳
۲۱) ۳
۲۲) ۴


کوتاه برد
دور برد
Ex هورمون
Pro / آندروژن
ناقل عصبی
Pro
هورمون
ناقل عصبی
هیپوفیز
ضدادراری
ADH
هورمون اکسی توسین
OX
آدرنوکورتیکوتروپین
محرک تیروئید
محرک فوق کلیه
LH
FSH
آلدوسترون
کورتیزول
آندروژن
استروژن
پروژسترون
تستوسترون
انسولین
گلوکاگون
تیروکسین
ترشح
تولید
مکانیسم تنظیمی
هدف ایجاد تعادل
مثبت
منفی


غدهٔ تیروئید
هورمون‌های تیروئیدی
T3
T4
تنظیم سوخت‌وساز بدن
نمود دستگاه عصبی مرکزی
بیماری‌ها
کم‌کاری تیروئید
(هایپوتیروئیدیسم)
بالا رفتن TSH و پایین آمدن T3 و T4
خستگی، خواب‌آلودگی، یبوست، حساسیت به سرما
پرکاری تیروئید
(هیپرتیروئیدیسم)
کاهش وزن، بی‌خوابی، تعریق زیاد
گواتر: غدهٔ تیروئید بزرگ شده
هورمون تیروئیدی ✗
هورمون غدهٔ تیروئید ✓
کلسی‌تونین + کلسی‌تونین
کلسی‌تونین
کاهش تولید هورمون‌های تیروئیدی
افزایش ترشح محرک تیروئید از هیپوفیز
فعالیت غدهٔ تیروئید
رسد غدهٔ تیروئید
جذب ید
کلسی‌تونین
دریاچه Ca خون
حفظ Ca در استخوان (رسوب Ca)
پاراتورمون
دریاچه Ca خون
جذب Ca از روده
برداشت Ca از توده‌ٔ استخوان
زمینه‌ای دارد برون‌ریزی Ca از کلیه
Ca خون حفظ
Ca در ادرار
جذب Ca در روده
فعال‌کننده‌ٔ ویتامین D
تغییر شکل
کلیه
کلسیتریول
هورمون‌های بخش قشری
فوق کلیه
هورمون‌های بخش مرکزی
فوق کلیه
مدت اثر طولانی
سرعت اثر کم



زیست‌شناسی ۲

فصل ۶ (تقسیم یاخته)

- گفتار ۱: فام تن (کروموزوم)
- گفتار ۲: رشتمان (میتوز)
- گفتار ۳: کاستمان (میوز) و تولید مثل جنسی
- تست کده

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

homayouni_zis

فهرست فصل ۶ یازدهم

❖ گفتار ۱: خام تن (کروموزوم)

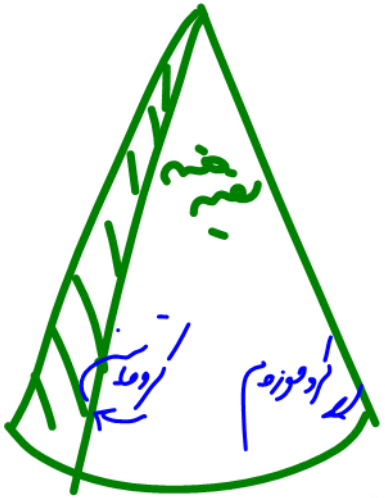
- ماده وراثتی
- انواع کروموزوم
- کاریوتیپ
- حدد کروموزومی
- چرخه یاخته ای
- تنظیم تقسیم
- نقاط وارسی
- تومور
- سرطان
- مرگ یاخته ای

❖ گفتار ۲: رشتمان (میتوز)

- میتوز
- دوک تقسیم
- ساتریول
- سیتوکینز جانوری
- سیتوکینز گیاهی

❖ گفتار ۳: کاستمان (میوز) و تولید مثل جنسی

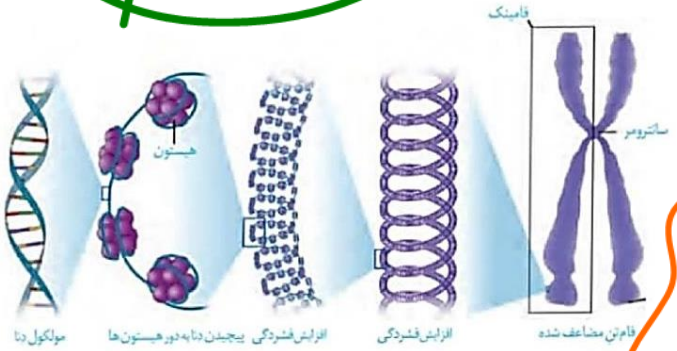
- میوز
- یاخته های حاصل
- میوز در انسان
- پلی پلوئیدی شدن
- باهم ماندن کروموزوم ها
- نشانگان داون
- نکته سازی
- چارت جمع بندی



فصل ۶

گفتار ۱: فام تن (کروموزوم)

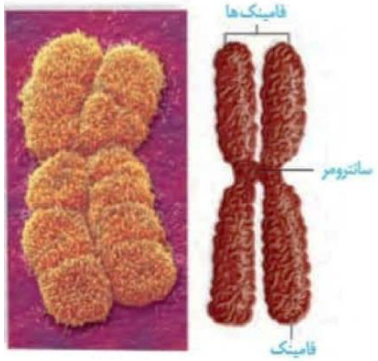
*** این تعاریف رو یاد بگیر و مفاهیم را بفهم:**



مواد وراثتی درون هسته

کروماتین (فامینه)
- واحد وراثتی جانداران در موقع استراحت یاخته ای می باشد.
- از DNA و پروتئین ایجاد شده است.
- فشردگی کمی دارد و توده ای از رشته های در هم بافته است.
- در مراحل اینترفاز، اول پروفاز و آخر تلوفاز دیده می شود.
- قبل از شروع تقسیم یاخته، رشته های کروماتینی DNA آن دو برابر می شود.

کروموزوم (فام تن)
- از DNA و پروتئین ایجاد شده است.
- با فشرده تر شدن رشته های کروماتینی از مرحله پروفاز ایجاد می شود.
- در مرحله تلوفاز، به تدریج دوباره به صورت کروماتین در هم رفته در می آید.



انواع کروموزوم یا کروماتین

تک کروماتیدی (تک فامینکی)
- در کروماتین مرحله G_1 و کروموزوم مرحله آنافاز، تلوفاز و تقسیم سیتوپلاسم نهایی دیده می شود.
- یعنی کروموزوم دارای یک مولکول DNA می باشد.
- واجد هیستون، نوکلئوزوم و یک سانترومر می باشد.

دوکروماتیدی (مضاعف شده)
- در کروماتین مرحله S و G_1 و در کروموزوم های مراحل قبل از آنافاز تقسیم دیده می شوند.
- دارای دو مولکول DNA بوده که در محلی به نام سانترومر به هم متصلند ← واجد هیستون، نوکلئوزوم و یک سانترومر می باشد.
- به هر کروماتید چسبیده به کروماتید دیگر، یک کروماتید خواهری می گویند.
- دو کروماتید خواهری ژن های یکسان دارند و در سانترومر به دیگری متصل هستند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

تعداد کروموزوم

- به تعداد کروموزوم های هرگونه از جانداران در هر هسته یاخته های پیکری آنها، عدد کروموزومی می گویند که تعداد معینی می باشد ← در انسان و درخت زیتون، عدد کروموزومی ۴۶ می باشد.
- به جز در باکتری ها، در سایر جانداران عدد کروموزومی از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.
- معمولاً جانوران در یاخته های پیکری و جنسی خود دارای کروموزوم های غیرجنسی و کروموزوم های جنسی می باشند.
- ممکن است در گونه های مختلف، تعداد کروموزوم یا عدد کروموزومی یکسان باشدولی نوع و فعالیت ژن های آن ها بسیار متفاوت است. (انسان و درخت زیتون، عدد کروموزومی ۴۶ دارند.)

انواع یاخته های بدن جانداران

یاخته پیکری (غیرجنسی)

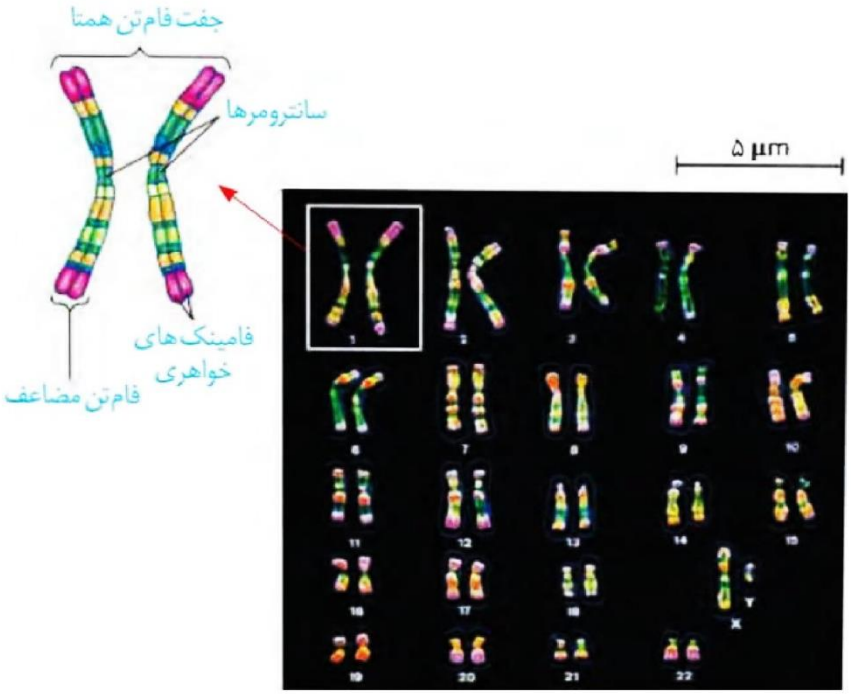
- یاخته های غیرجنسی موجود زنده است که مستقیماً در تولید مثل جنسی شرکت نمی کنند.
- دارای کروموزوم های غیرجنسی و جنسی می باشند.

یاخته جنسی

- در تولید مثل جنسی موجود نقش دارند و معمولاً نصف یاخته پیکری جاندار، کروموزوم دارند.
- معمولاً دارای کروموزوم های غیرجنسی و جنسی می باشند.
- در زنبور نر، تعداد کروموزوم اسپرم و والد نر یکسان است و هر دو n کروموزومی هستند.

کاریوتیپ

- تصویری از کروموزوم های مضاعف جاندار در حداکثر فشردگی مرحله متافاز است.
- کروموزوم ها را برحسب اندازه، شکل، محتوای ژنتیکی و محل قرارگیری آنها از کروموزوم بزرگتر به کوچک تر مرتب و شماره گذاری می کنند.
- برای تعیین تعداد کروموزوم ها (عدد کروموزومی) و تشخیص برخی ناهنجاری کروموزومی (جهش های بزرگ ساختاری و عددی) تهیه می شود.


جفت فام‌تن همتا
سانترومرها
فامینک های خواهری
فام‌تن مضاعف
۵ µm

نکات شکل:

سه تعریف مهم

کروماتیدهای خواهری
- دو کروماتید به هم متصل در سانترومر یک کروموزوم مضاعف می باشند.
- از نظر دستورالعمل ژنی، مشابه هم می باشند.
- برای هر جایگاه ژنی، دو ژن با دستورالعمل یکسان دارند که مجموعاً یک الل به حساب می آید.

دو کروموزوم دختری
- به دو کروماتید خواهری وقتی از هم جدا شوند، دوکروموزوم دختری گفته می شود.
- دو کروموزوم مجزا با دو سانترومر مجزا هستند که برای هر جایگاه ژنی، دو ژن و دو الل دارند.

دو یاخته دختری
- دو یاخته جدا شده پس از تقسیم سیتوپلاسم می باشد که بعد از میتوز ایجاد شده اند.
- از نظر هسته و تعداد کروموزوم ها، ژن ها و الل ها مشابه هم می باشند.
- حاوی کروموزوم های تک کروماتیدی جنسی و غیرجنسی می باشند.

انواع کروموزوم های یک یاخته

کروموزوم غیرجنسی
- مستقیماً در تعیین جنسیت فرد تأثیر ندارد ← در دو جنس یک گونه ساختار مشابهی دارند.
- در یاخته جنسی و غیرجنسی وجود دارد.
- از نوع کروموزوم X یا Y نمی باشند.

کروموزوم جنسی
- مستقیماً در تعیین جنسیت نقش دارند.
- در انسان و برخی جانداران وجود دارند.
- در یاخته جنسی و غیرجنسی وجود دارند.
- یاخته پیکری زنان دو کروموزوم جنسی X هم ساختار و مردان یک X بزرگ و یک Y کوچک تر دارند.

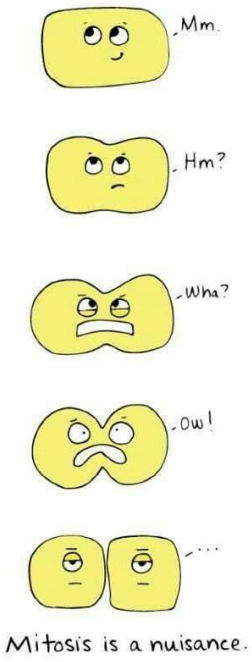
مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

انواع یاخته ها از نظر تعداد مجموعه کروموزومی

هاپلوئید (تک لاد)
- یاخته هایی با یک مجموعه کروموزوم می باشند (مثل یاخته های جنسی انسان یا یاخته پیکری زنبور نر).
- با نماد n کروموزومی نشان می دهند و فاقد کروموزوم های همتا می باشند.
- در یک مجموعه خود دارای n کروموزوم غیرهمتا می باشند.
- در اغلب جانوران حاصل میوز ولی در گیاهان طی میوز و میتوز ایجادمی شوند (اسپرم زنبور نر حاصل میتوز است).

دیپلوئید (دولا)
- یاخته هایی با دو مجموعه کروموزومی می باشند.
- یاخته های پیکری جانوران (به جز زنبور نر) و مراحلی از زندگی گیاهان می باشند.
- هر کروموزوم آن ها دارای یک کروموزوم هم ساختار و هم اندازه به نام کروموزوم همتا می باشد.
- ۲n کروموزومی می باشند که به جز خودلقاحی هر مجموعه را از یک والد خود گرفته اند ← کروموزوم های هر مجموعه آن، با هم غیرهمتا می باشند.

پلی پلوئید
- یاخته هایی با چند مجموعه کروموزوم می باشند ← کروموزوم های هر مجموعه، با هم غیرهمتا می باشند.
- مثلاً در ۳n ها دارای کروموزوم هایی هستند که سه تا سه تا با هم همتا می باشند.
- در آندوسپرم ۳n ذخیره ای دانه نهاندانگان و در یاخته پیکری موز ۳n یا گندم زراعی ۶n دیده می شوند.



عدد کروموزومی انسان

۲n = ۴۶ ← ۴۴ کروموزوم اتوزوم (غیرجنسی)

۲ کروموزوم جنسی (مؤثر در تعیین جنسیت) ← x ، y

زن ← xx

مرد ← xy

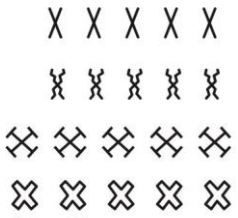
✓ راه مشخص کردن عدد کروموزومی:

✓ اول ببین چند به چند شبیه ؟! (n)

✓ بشمار تعداد ؟! ◯ =

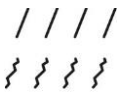
✓ / یا X

ساده مضاعف



۵n = ۲۰

مضاعف



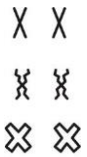
۴n = ۸

غیرمضاعف

یک مجموعه

۲n = ۶

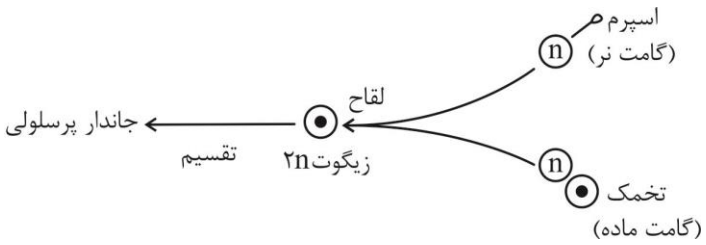
غیرمضاعف



۲n = ۶

مضاعف

زندگی انسان



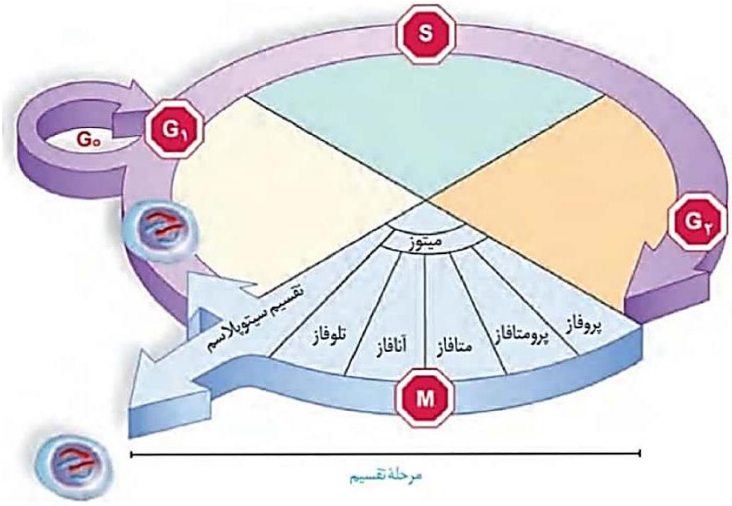
* تقسیم یک سلول ← تقسیم هسته سلول ← میتوز: برای رشد و نمو- ۱ سلول به ۲ سلول شبیه خود تقسیم می شود. (هسته هسته)
میوز: برای تولید سلول جنسی با نصف تعداد کروموزوم - از یک هسته ۲n، ۴ سلول n بوجود می آید.
تقسیم سیتوپلاسم سلول (سیتوکینز) ← گیاهی : صفحه سلولی
جانوری: کمربند Pro

در یاخته $Xn=Y$

- Y بیانگر تعداد کروموزوم یا عدد کروموزومی یاخته می باشد.
- X بیانگر تعداد مجموعه هر کروموزوم می باشد ← کروموزوم ها Xتا Xتا با هم همتا می باشند.
- n برابر تعداد کروموزوم هر مجموعه می باشد که با هم غیرهمتا می باشند.

چرخه سلولی

- مراحل زندگی یک یاخته، از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی را چرخه یاخته ای می نامند.
- در یاخته های مختلف، مدت زمان مراحل چرخه یاخته ای متفاوت می باشد.
- چرخه یاخته ای، دو مرحله اینترفاز و تقسیم دارد.



مراحل چرخه سلولی

اینترفاز

- بیشتر مراحل زندگی یاخته ها در این مرحله می باشد که شامل سه مرحله G_1 ، S و G_2 برای رشد و ساخت مواد مورد نیاز تقسیم یاخته می باشد.
- کروموزوم های کروماتینی و هستک به همراه غشای هسته دارد.
- رشد، ساخت مواد مورد نیاز و انجام کارهای معمول یاخته در آن انجام می شود.

مراحل اینترفاز

G_1 یا وقفه اول

- مرحله رشد است که بیشترین زمان زندگی یاخته در این مرحله اینترفاز است و کروماتین ها تک کروماتیدی هستند.
- برخی یاخته ها مثل نورون ها به طور موقتی یا دائمی در این مرحله می مانند و به G_0 می روند.
- در آخر آن نقطه وارسی برای اطمینان از سلامت DNA یاخته وجود دارد.
- یاخته های لنفوسیت خاطره به طور موقت در مرحله G_0 باقی می مانند و با برخورد به آنتی ژن وارد G_1 و ادامه چرخه می شوند.
- پلاسموسیت ها، اغلب نورون ها، ماهیچه اسکلتی و گویچه های خونی (به جز لنفوسیت ها)، به طور دائم در مرحله G_0 انسان باقی می مانند.

S یا همانندسازی

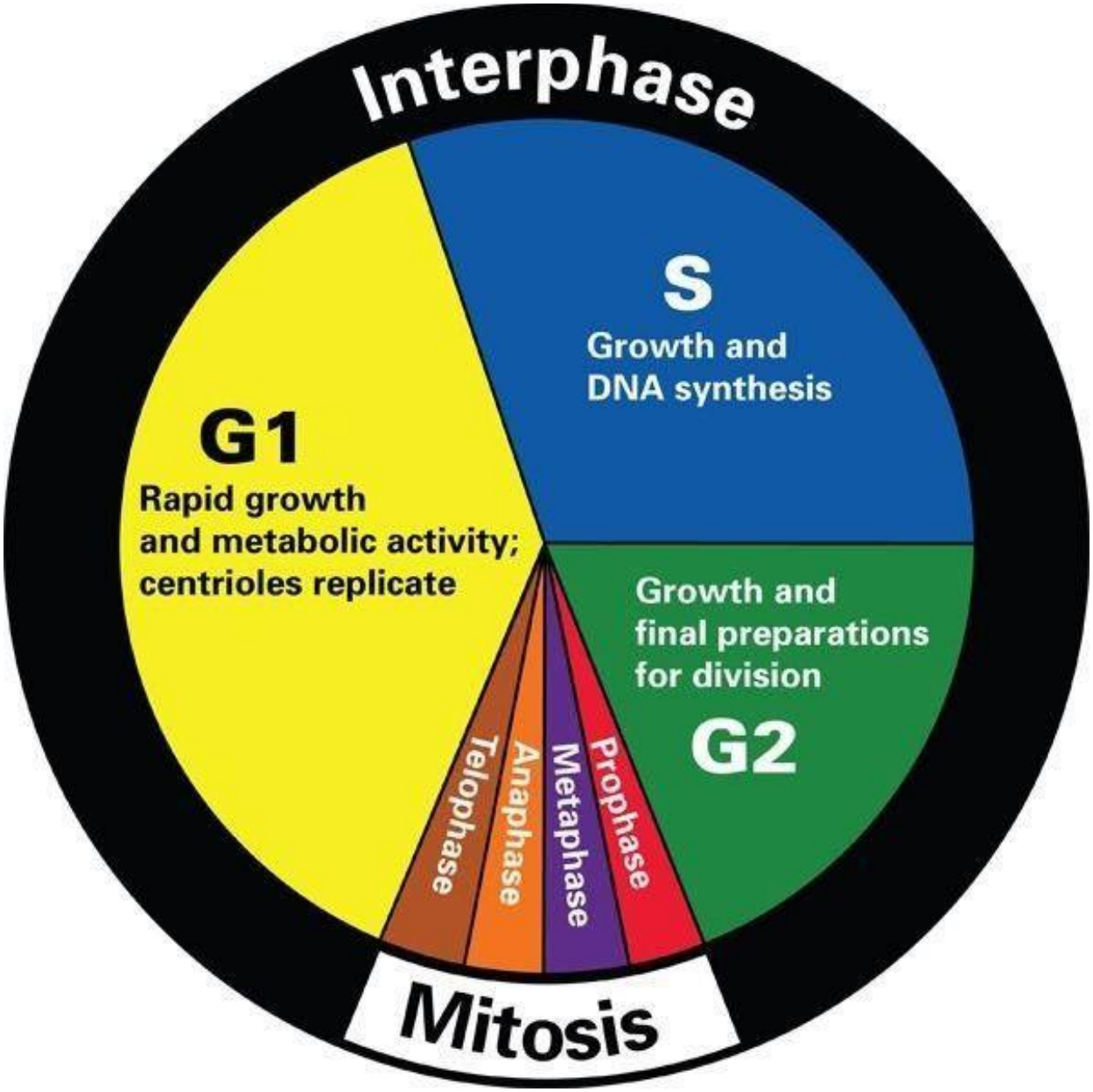
- DNA هسته در این مرحله دو برابر شده و کروماتید خواهری به همراه کروماتین مضاعف ایجاد می شوند.
- طی این مرحله هر مولکول DNA به دو مولکول کاملاً مشابه تبدیل می شود.
- در این مرحله، جدا شدن هیستون ها، عمل هلیکاز و دنابسپاراز (نوکلئازی و ویرایشی) رخ می دهد.

G_2 یا وقفه دوم

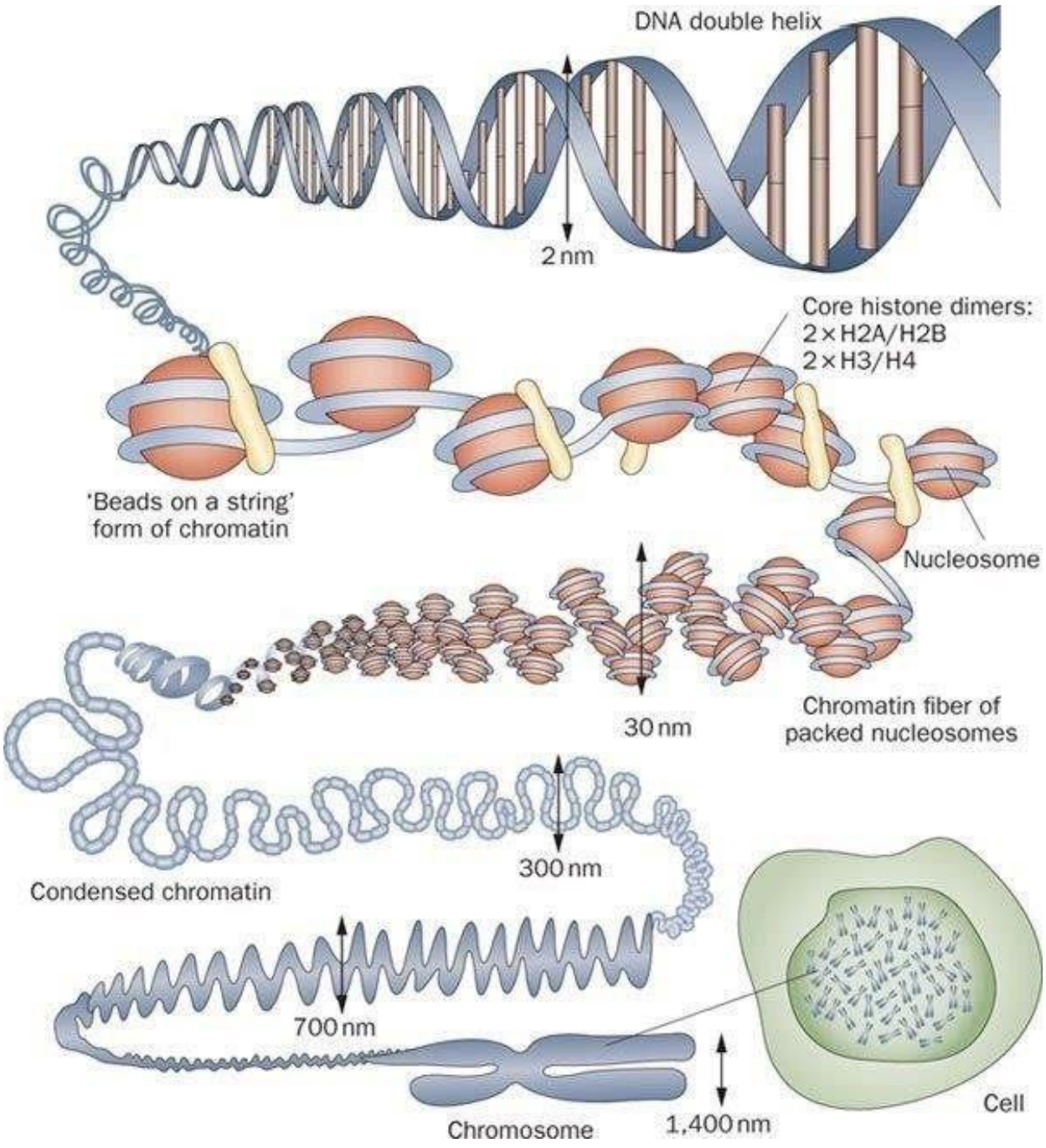
- نسبت به مرحله S و G_1 کوتاه تر می باشد و کروماتین های مضاعف دارد.
- ساخت پروتئین و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا کرده تا یاخته آماده تقسیم شود.
- عوامل مورد نیاز دوک تقسیم یا عوامل تقسیم (مثل سانترویول جانوری) را توسط نقطه وارسی آخر G_2 کنترل می کند.

تقسیم یاخته

- شامل دو فرآیند تقسیم هسته و سیتوپلاسم می باشد.
- تقسیم هسته ۵ مرحله دارد ← پروفاز، پرومتافاز، متافاز، آنافاز، تلوفاز
- در آخر متافاز دارای نقطه وارسی برای اطمینان از اتصال دوک به کروموزوم ها می باشد.
- اولین مرحله آن، تقسیم هسته و دومین مرحله آن، تقسیم سیتوپلاسم است.
- در ابتدا و انتهای تقسیم هسته، کروماتین به جای کروموزوم وجود دارد.
- پس از میتوز، تقسیم سیتوپلاسم سبب ایجاد دو یاخته با کروماتین های مساوی می شود.


Interphase
S
Growth and
DNA synthesis
G1
Rapid growth
and metabolic activity;
centrioles replicate
Growth and
final preparations
for division
G2
Prophase
Metaphase
Anaphase
Telophase
Mitosis

نکات شکل:


DNA double helix
2 nm
Core histone dimers:
2×H2A/H2B
2×H3/H4
'Beads on a string'
form of chromatin
Nucleosome
30 nm
Chromatin fiber of
packed nucleosomes
300 nm
Condensed chromatin
700 nm
Chromosome
1,400 nm
Cell

اینجا!

تقسیم سلول، فرایندی تنظیم شده

*** سلول های بدن جانداران**

- دائماً در حال تقسیم هستند (سلولهای بنیادی مغز استخوان و سلول های سرلادی گیاهان)
  - ⇦ در شرایط خاص (شرایط نامساعد محیطی یا افزایش بیش از حدِ سلولها) ⇩ تقسیم کاهش یا متوقف
- به ندرت تقسیم می شوند (وارد G_0) ⇦ مثل نورون

*** تنظیم سرعت تقسیم یافته**

- در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی
- تنظیم توسط ۲ نوع Pro
  - Proهایی که محرک تقسیم (گاز)
  - Proهایی که مانع تقسیم (ترمز)

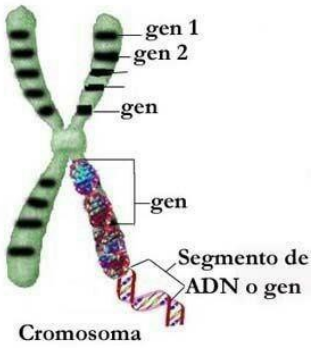
Example

۱) هورمون رشد: در گیاهان در محل آسیب دیده باعث سرعت تقسیم و ایجاد توده سلول (مانع نفوذ میکروب)

۲) عامل رشد: در زیر پوست انسان با ↑سرعت تقسیم↑ سرعت بهبود زخم

۳) اریتروپوتین: هنگام O_2↓، اریتروپوتین از کلیه ترشح و بر مغز ↑ مز استخوان اثر گذاشته و تولید سلولهای خونی را ↑

هورمون

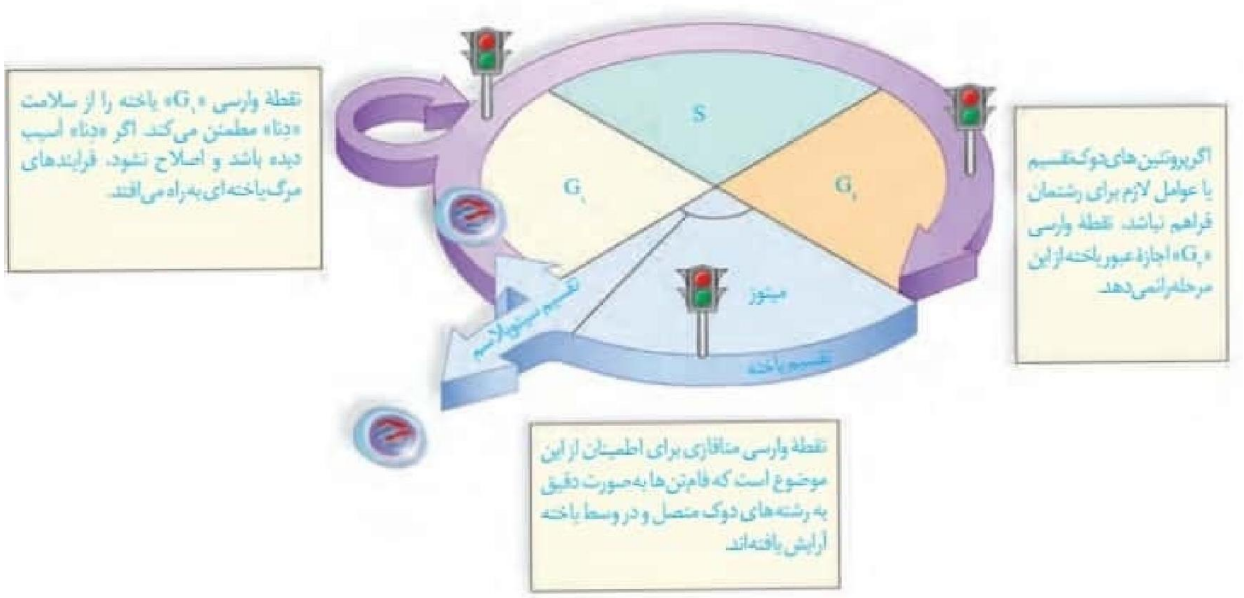


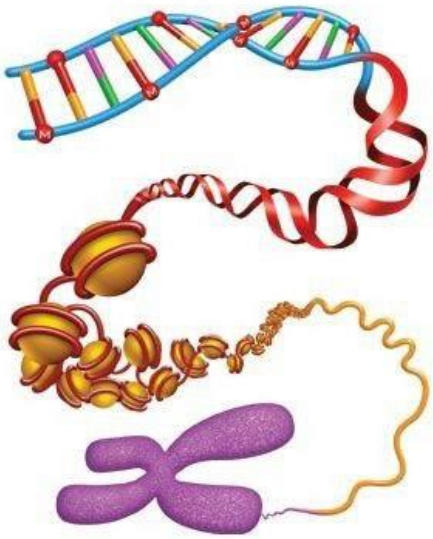
نقاط وارسی

- ویژه چرخه یاخته ای در یوکاریوت هاست. تنظیم تقسیم یاخته ای توسط این نقاط انجام می شود.
- پروتئین هایی تنظیمی در انتهای G_1 ، G_2 و متافاز تقسیم می باشند.

این نقاط به یاخته اطمینان می دهند که

- مرحله قبل کامل شده است.
- عوامل لازم مرحله بعد، آماده و تولید شده است.





نقاط وارسی — مهم ترین نقاط وارسی و نقش آن ها

- در انتهای G_1: یاخته را از سلامت DNA مطمئن کرده و در صورت نقص اصلاح نشده در DNA، سبب آغاز فرایند مرگ برنامه ریزی شده یاخته ای می شود.
- در انتهای G_2:
  - عوامل لازم برای ساخته شدن دوک تقسیم و شروع میتوز را بررسی می کند.
  - به یاخته اطمینان می دهد که همانندسازی دنا کاملاً انجام شده است.
- در انتهای متافاز:
  - به یاخته اطمینان می دهد که کروموزوم ها در وسط یاخته اند و به طور دقیق به رشته های دوک متصلند.
  - تولید عوامل لازم برای تجزیه پروتئین سانترومری مرحله آنافاز را بررسی می کند.

* تعداد سلول ↑ تقسیم / ↓ مرگ

اگر تعادل این دو بهم بخورد و تقسیم > مرگ ⇦ تومور

تومور

- در اثر برهم خوردن تعادل بین تقسیم یاخته و مرگ یاخته صورت می گیرد.
- توده ای است که در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می شود.

انواع تومور

خوش خیم

- تومورى با رشد کم بوده که یاخته های آن در جای خود مانده و منتشر نمی شوند.
- معمولاً آن قدر بزرگ نمی شوند و به بافت های مجاور خود آسیب نمی رسانند.
- در مواردی که بیش از حد بزرگ شود ← می تواند در انجام عمل طبیعی اندام اختلال ایجاد شود.
- نوع لیپومای آن، یاخته های چربی (بافت پیوندی) تکثیر شده و توده ای ایجاد می کند که در بالغین متداول است.

بدخیم (سرطان)

- رشد آن زیاد است ← یاخته هایی از آن جدا شده ← همراه با خون یا به ویژه لنف به نواحی دیگر بدن می رود ← در آنجا مستقر شده و رشد می کند.
- به بافت های مجاور حمله می کند و توانایی دگرنشینی (متاستاز) دارد ← یعنی با ورود به محیط داخلی در بدن پخش می شود.
- علت اصلی آن، برخی تغییرات در ماده ژنتیکی یاخته ها است ← چرخه یاخته از کنترل خارج می شود.
- نوعی از آن به نام ملانوما، سبب بدخیمی در یاخته های رنگدانه دار پوست می شود.

مراحل رشد و متاستاز سرطان

۱) ابتدا یاخته های سرطانی شروع به تهاجم به یاخته های همان بافت می کنند.
۲) یاخته های سرطانی در بافت گسترش می یابند ولی هنوز به لنف کنار آن نرسیده است.
۳) یاخته های سرطانی به لنف مجاور محل تکثیر خود وارد می شوند.
۴) یاخته های سرطانی به بافت ها و اندام های دوردست تر رفته و پس از استقرار، آن ها را سرطانی می کنند.

الف)

ب)

الف) تومور خوش خیم لیپوما، در نزدیکی آرنج

ب) ملانوما نوعی تومور بدخیم یاخته های رنگدانه دار پوست

نکات شکل:

***سرطان**

- تشخیص
  - بافت برداری: تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان (بیوپسی)
  - آزمایش خون
  - ترکیب بافت برداری و آزمایش خون
- درمان
  - جراحی
  - پرتودرمانی: سلولهایی که به سرعت تقسیم می شوند تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می گیرند.
  - شیمی درمانی: استفاده از دارو برای سرکوب سرطان

***عوارض شیمی درمانی**

- آسیب مغز استخوان، پیاز مو، و پوشش دستگاه گوارش ⇦ ریزش مو، خستگی، تهوع
- گاهی مجبور می شوند پیوند مغز استخوان بزنند.

عوامل مؤثر در ایجاد سرطان

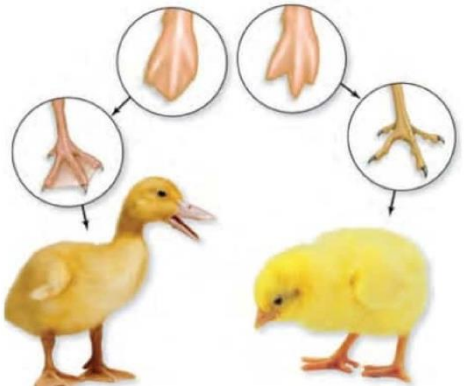
وراثت
- اختلال در ژن ها سبب اختلال درپروتئین ها می شود ← پروتئین ها تنظیم کننده چرخه یاخته و مرگ آن ها می باشند.
- ژن های زیادی شناخته شده اند که در بروز سرطان نقش دارند.
- علت شیوع بیشتر بعضی سرطان ها در بعضی جوامع، جهش های ژنی است.

عوامل محیطی
- پرتوهای فرابنفش، دود خودروها و آلاینده های محیط ← تولید رادیکال های آزاد را زیاد می کنند ← به ساختار DNA آسیب می رسانند.
- مواد شیمیایی سرطان زا، گوشت و ماهی دودی شده (سدیم نیتریت)، برخی ویروس ها، قرص های ضدبارداری، نوشیدنی الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان زایی می باشند.
- تولید رادیکال های آزاد در اثر مواد سمی سیانیدی، کربن مونواکسید و الکل ← در تولید سرطان نقش دارند.
- سبک زندگی و تغذیه سالم با مواد پاداکسنده ← نقش مهمی در پیشگیری از سرطان دارند.

مرگ یاخته ای

تصادفی
- در حالاتی مثل بریدگی ها ← سبب بافت مردگی می شود.
- تجمع رادیکال های آزاد در اثر مصرف زیاد الکل ← تخریب دنای راکیزه کبدی ← نکروز یا بافت مردگی کبدی می دهد.

مرگ برنامه ریزی شده
- یک سری فرایندهای دقیقاً برنامه ریزی شده در برخی یاخته ها و در شرایط خاص می باشد.
- رسیدن علائمی به یاخته ها ← پروتئین تخریب کننده یاخته ← در چند ثانیه شروع به تجزیه یاخته و مرگ آن می کند.
- حذف یاخته پیر یا آسیب دیده در آفتاب زدگی از آن مدل است ← یاخته هایی که دنای آسیب دیده در اثر پرتو فرابنفش دارند، می توانند سرطانی شوند.
- حذف یاخته های اضافی مثل پرده بین انگشتان پای برخی پرندگان
- ورود آنزیم های مرگ برنامه ریزی شده به همراه پرفورین از یاخته های لنفوسیت کشنده طبیعی و نوع T در برخورد با سرطان ها یا یاخته آلوده به ویروس.



توجه داشته باشید اختلال در عملکرد نقاط وارسی می تواند سبب تقسیم بی‌رویه یاخته و ایجاد تومور شود.

در ایجاد هر دو نوع تومور خوش‌خیم و بدخیم، اختلالات نقاط وارسی دارای نقش است.

هر نوع توموری که در آن یاخته ها در جای خود باقی مانده و امکان انتشار ندارند، معمولاً رشد کمی دارد، بیش از اندازه بزرگ نمی‌شود و به بافت های مجاور آسیب نمی‌رساند.

هر نوع توموری که می‌تواند به بافت‌های مجاور حمله کند، توانایی دگرنشینی (متاستاز) دارد، می‌تواند یاخته‌هایی را همراه با جریان خون یا لنف به نواحی دیگر بدن گسیل دهد و به بافت های مجاور خود آسیب رساند.

لیپوما نوعی تومور خوش‌خیم از یاخته‌های چربی و ملانو نوعی تومور بدخیم از یاخته های رنگدانه‌دار پوست می‌باشد.

شرط بروز متاستاز توسط یاخته هایی که جزء بافت پوششی بوده و سرطانی شده‌اند، عبور این یاخته‌ها از غشای پایه است.

متاستاز با عبور یاخته‌ها از مسیر لنفی متداول‌تر از متاستاز با عبور یاخته‌ها از مسیر خونی است.

آزمایش خون و بافت‌برداری به تشخیص سرطان و جراحی، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی به درمان این بیماری کمک می‌کند.

. توجه داشته باشید که در پرتو درمانی تعداد محدودی از یاخته‌های بدن یعنی به طور عمده یاخته‌های سرطانی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. اما شیمی درمانی سبب سرکوب تقسیم یاخته ها در همه بدن می‌شود، به همین علت می‌تواند به یاخته های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برساند و سبب مرگ یاخته‌ها شده و عوارضی مانند ریزش مو، تهوع و خستگی ایجاد کند.

هم پرتو درمانی به هم شیمی درمانی به شرط شدید بودن می توانند با اثرگذاری منفی در مغز استخوان سبب نیاز بیمار سرطانی به پیوند مغز استخوان برای تامین یاخته های خونی مورد نیاز خود بشوند.

جونم برات بگه ....

خلاصه نویسی به روش فلوچارت و # گذاری:

SCIENCE
144 OBJECTS
EPS, AI, PNG
CLICK to see ALL

فصل ۶

گفتار ۲: رشتمان (میتوز)

میتوز:

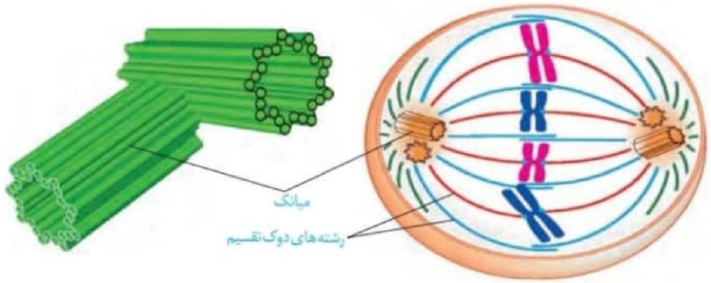
- تقسیمی ویژه هسته یوکاریوت ها است که ماده ژنتیکی مضاعف شده در مرحله S اینترفاز، تقسیم می شود تا به طور مساوی به یاخته های جدید برسند.
- طی این تقسیم، کروموزوم های پراکنده در هسته ← به طور دقیق به وسط یاخته می آیند ← سپس به طور مساوی بین یاخته های دختری تقسیم می شوند.
- در هر یاخته ای از نظر عدد کروموزومی مثلاً هاپلوئید، دیپلوئید یا پلی پلوئید صورت می گیرد ← دو یاخته با تعداد کروموزوم مادی مشابه می سازد.
- فرایند پیوسته است که برای سادگی فهم، آن را مرحله بندی می کنیم (به دو کروموزوم تک کروماتیدی حاصل از جدا شدن کروماتیدهای خواهری ← کروموزوم های دختری می گویند).

یاخته حاصل از میتوز

- در برخی موارد می تواند لقاح کند ← گامت گیاهان و اسپرم زنبور عسل
- **در برخی موارد میتوز می کند**
  - به جاندار تبدیل می شود ← تولید مثل غیرجنسی
  - به اندام ها تبدیل می شود.
- **در برخی موارد قدرت میوز پیدا می کند.**
  - پارانشیم خورش و کیسه گرده گیاهان
  - اسپرماتوسیت اولیه و اووسیت اولیه جانوران

دوک تقسیم

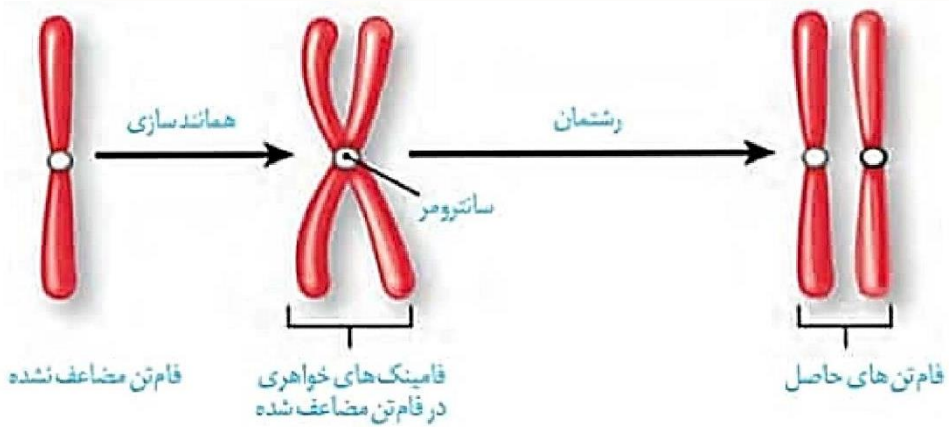
- مجموعه ای از ریزلوله های پروتئینی(رشته های ریزپروتئینی) است که برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم ها لازم است.
- در هنگام تقسیم یاخته، پدیدار می شوند و برخی از آن ها به سانترومر کروموزوم ها متصل می شوند.
- با کوتاه شدن رشته های دوک متصل به سانترومرها ← کروماتیدهای خواهری از هم جدا شده و به عنوان کروموزوم های دختری به قطبین می روند.
- در هر تقسیم یاخته یوکاریوتی در مرحله پروفاز، تشکیل شده، درمرحله آنافاز کوتاه شده و در مرحله تلوفاز تخریب و ناپدید می شوند.

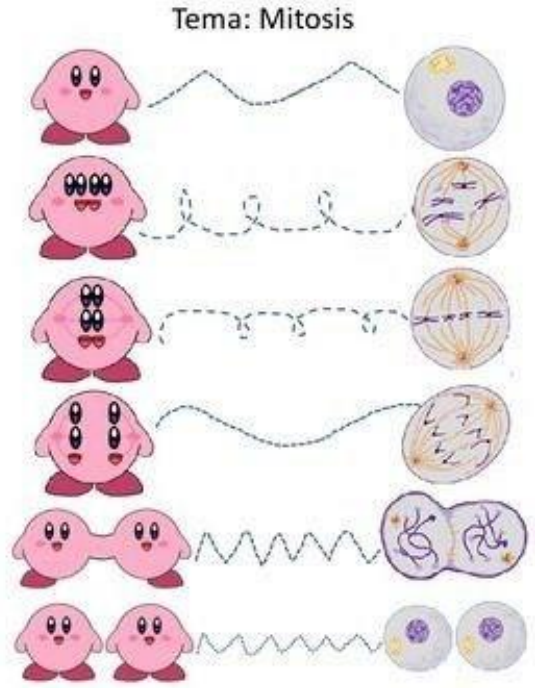


نکات شکل:

سانتریول (میانک)

- در یاخته های جانوری وجود دارد و ساخته شدن رشته های دوک را سازماندهی می کند.
- هر کدام یک جسم استوانه ای است که از ۹ دسته ریزلوله پروتئینی کوچک تر از دوک ایجاد شده است ← دسته ریزولوله های سه تایی مجاور به هم متصلند.
- در اینترفاز و در مرحله G_2، دوبرابر می شوند ولی در مرحله تقسیم فعالیت می کند.
- در شروع تقسیم، یاخته جانوری دارای دو جفت یا ۴ سانتریول است.
- در اطراف آنها رشته های کوتاه لوله ای پروتئینی ایجاد می شود.





مراحل میتوز یافته ۴ = ۲n

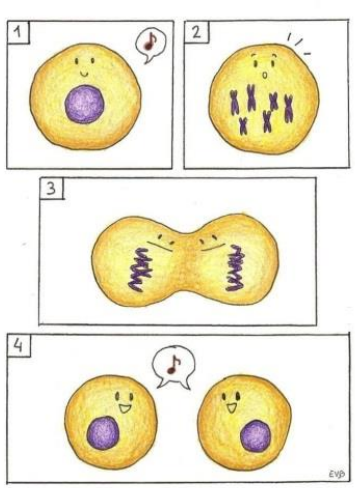
پروفاز
- رشته های کروماتین در این مرحله، فشرده تر، ضخیم و کوتاه تر می شوند و به کروموزوم تبدیل می شوند.
- کروموزوم های مضاعف این مرحله را به تدریج می توان با میکروسکوپ نوری مشاهده کرد.
- غشای هسته و هستک ها به تدریج از بین می روند ← سانتریول های جانوری به دو طرف یاخته می روند ← بین آن ها در دور هسته، دوک تشکیل می شود.

پرومتافاز
- پس از تشکیل دوک تقسیم آغاز می شود ← دوک ها در مراحل پروفاز و پرومتافاز به تدریج دراز می شوند.
- پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی به قطعات کوچک ترتجزیه شده و از بین می روند ← کروموزوم ها در سیتوپلاسم قرار می گیرند.
- برخی رشته های دوک به سانترومر کورموزوم های مضاعف متصل می شوند و برخی آزاد می باشند.

متافاز
- کروموزوم های مضاعف با بیشترین فشردگی و کوتاه ترین حالت در وسط یا استوای یاخته ردیف می شوند.
- برخی رشته های دوک بین کروموزوم ها و برخی به سانترومر متصلند.
- همانند دو مرحله قبلی، کروموزوم های مضاعف دارند.

آنافاز
- در ناحیه سانترومر ← تجزیه پروتئین اتصالی دو کروماتید رخ داده ← برخی رشته های دوک کوتاه شده ← کروماتیدهای خواهری از هم جدا شده ← کروموزوم های دختری ایجاد می شوند.
- هر کورموزوم آن در هر قطب یاخته دارای یک کروماتید یا یک مولکول DNA می باشد.
- کروموزوم ها شروع به باز شدن رشته ها و ایجاد کروماتین نمی کنند ولی تعداد عدد کروموزومی، سانترومر و الل های یاخته دو برابر می شود.
- تعداد مولکول DNA و ژن های یاخته تغییر نمی کند.
- فقط رشته های دوکی که به سانترومرها متصل هستند، کوتاه می شوند و کروموزوم ها را به قطبین می برد.

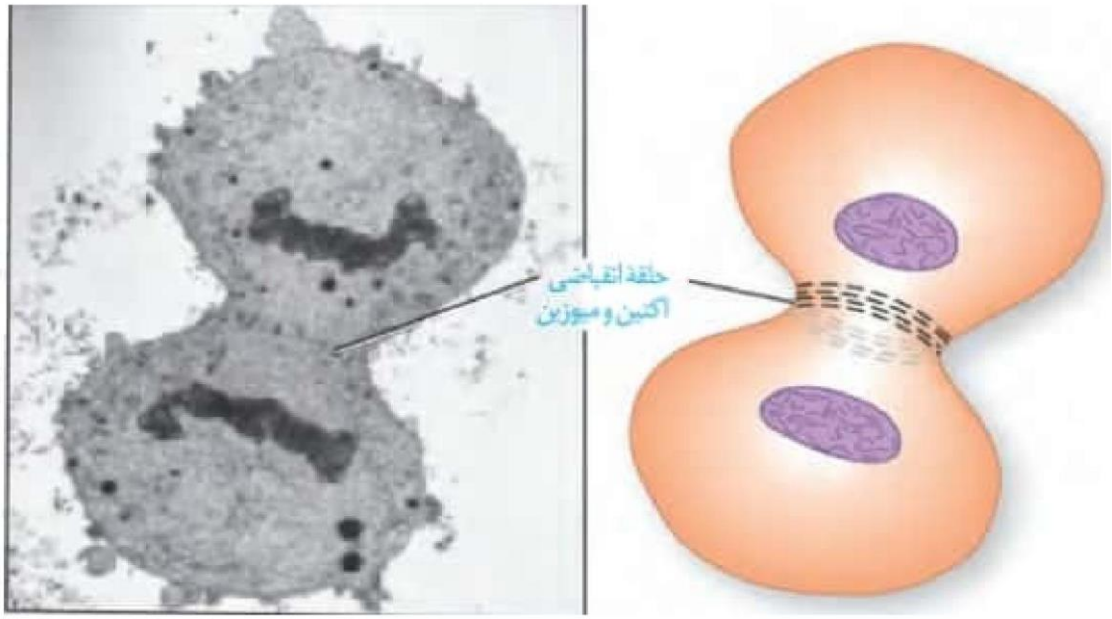
تلوفاز
- رشته های دوک با تجزیه شدن تخریب شده و از بین می روند.
- کروموزوم ها شروع به باز شدن کرده و دوباره کروماتینی می شوند.
- پوشش هسته دوباره تشکیل می شود.
- یاخته ای با دو هسته با ماده ژنتیکی مشابه ولی تک کروماتیدی ایجاد می کند.



تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز): بعد از تقسیم هسته (میتوز)، ابتدا اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم شده و با تقسیم سیتوپلاسم، دو یاخته جدید با ژن‌های مشابه ایجاد می شود.

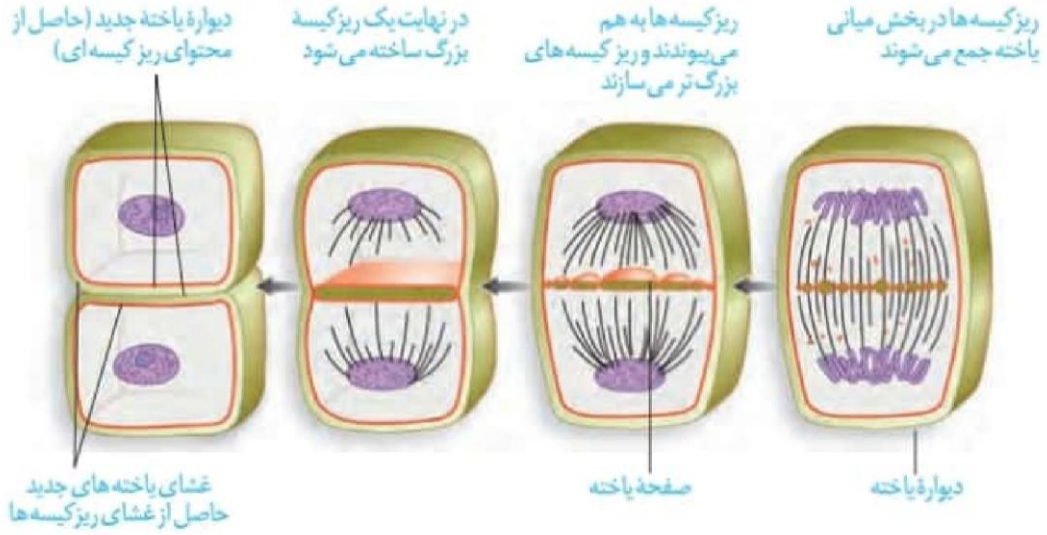
تقسیم سیتوپلاسم در یاخته های جانوری (سیتوکینز)

- **اکتین و میوزین**
  - کمربندی از جنس پروتئین های اکتین و میوزین در وسط سیتوپلاسم یاخته منقبض می شود. ← این کمربند انقباضی به غشای یاخته متصل است و به غشا در وسط یاخته فرورفتگی می دهد. ← با تنگ شدن این حلقه انقباضی، در نهایت دو یاخته از هم جدا می شوند.
  - برای تقسیم سیتوپلاسم ← در هر یاخته با قدرت تقسیم تولید می شود.
  - برای انقباض یاخته ← ویژه یاخته های عضلانی است.



تقسیم سیتوپلاسم در یاخته های گیاهی

- حلقه انقباضی تشکیل نمی شود.
- ابتدا با تجمع ریزکیسه های دستگاه گلژی و پیوستن آن ها به هم صفحه یاخته ای در وسط یاخته (محل ایجاد دیواره) ایجاد می شود.
- ریزکیسه های حاصل از گلژی حاوی پیش سازهای تیغه میانی و دیواره یاخته اند.
- صفحه یاخته ای به دیوار یاخته مادری متصل شده و سپس دو یاخته جدید از هم جدا می شوند.
- اطراف صفحه دیوار جدید، غشای وزیکول یا غشای یاخته وجود دارد.
- لان و پلاسمودسم نیز هنگام دیواره جدید پایه گذاری می شوند.
- به ترتیب: ریزکیسه ها ← صفحه یاخته ای ← یک ریزکیسه بزرگ ← دیواره یاخته
- در یاخته هایی مثل گرده رسیده یا اولین تقسیم تخم $2n$ نهاندانگان، سیتوپلاسم به صورت نامساوی تقسیم می شود.
- تشکیل دیواره در گیاهان از آنافاز آغاز می شود که هنوز دوک تقسیم وجود دارد.



«مقایسه ی سیتوکیترها»

	اینترفاز		تقسیم هسته (میتوز)					تقسیم سیتوپلاسم
	مرحله وقفه اولیه یا G_1	مرحله S	مرحله وقفه دوم یا G_2	پروفاز	پرومتافاز	متافاز	آنافاز	تلوفاز	سیتوکینز
	$2n=4$ غیرمضاعف - سلول در حالت زندگی عادی - در حال رشد است و مدت زیادی در این مرحله است.	$2n=4$ مضاعف - با روش همانندسازی DNA کروموزوم‌های تک کروماتیدی به صورت ۲کروماتیدی می‌شود (همانند سازی DNA خطی هستند)	$2n=4$ مضاعف مرحله کوتاه‌تر نسبت به بقیه مراحل اینترفاز - سلول با ساخت Pro و همانندسازی اندامک برای تقسیم سلولی آماده می‌شوند. (همانندسازی DNA حلقوی اندامک میتوکندری و کلروپلاست)	$2n=4$ مضاعف - فشرده شدن کروماتین و ضخیم و کوتاه شدن کروموزوم‌ها - با جدا شدن ۲ جفت سانتریول به دو طرف سلول، دوک میتوزی ساخته شد. - ناپدیدشدن پوشش اندامک و هسته شروع می‌شود.	$2n=4$ مضاعف - شروع این مرحله بلافاصله بعد از تولید دوک - غشاء به طور کامل تخریب شده - اتصال کروموزوم‌ها از سانترومر به دوک	$2n=4$ مضاعف - بیشترین فشردگی ماده ژنتیک قرارگیری کروموزوم‌ها در استوای سلول (صفحه کروموزومی)	هر قطب: $2n=4$ غیرمضاعف - تجزیه پروتئین اتصالی در سانترومر و کوتاهی نوک باعث جدا شدن کروماتیدهای کروموزوم و کروموزوم-های تک کروماتیدی تولید می‌شوند در هر قطب (جدا شدن کروموزوم‌های دختری)	غیرمضاعف $2n=4$ - تخریب دوک و کاهش فشردگی کروموزوم‌ها و تبدیل به کروماتین - تشکیل پوشش هسته	جدا شدن سیتوپلاسم و تولید ۲ سلول که دقیقاً مشابه سلول اولیه می-باشد.

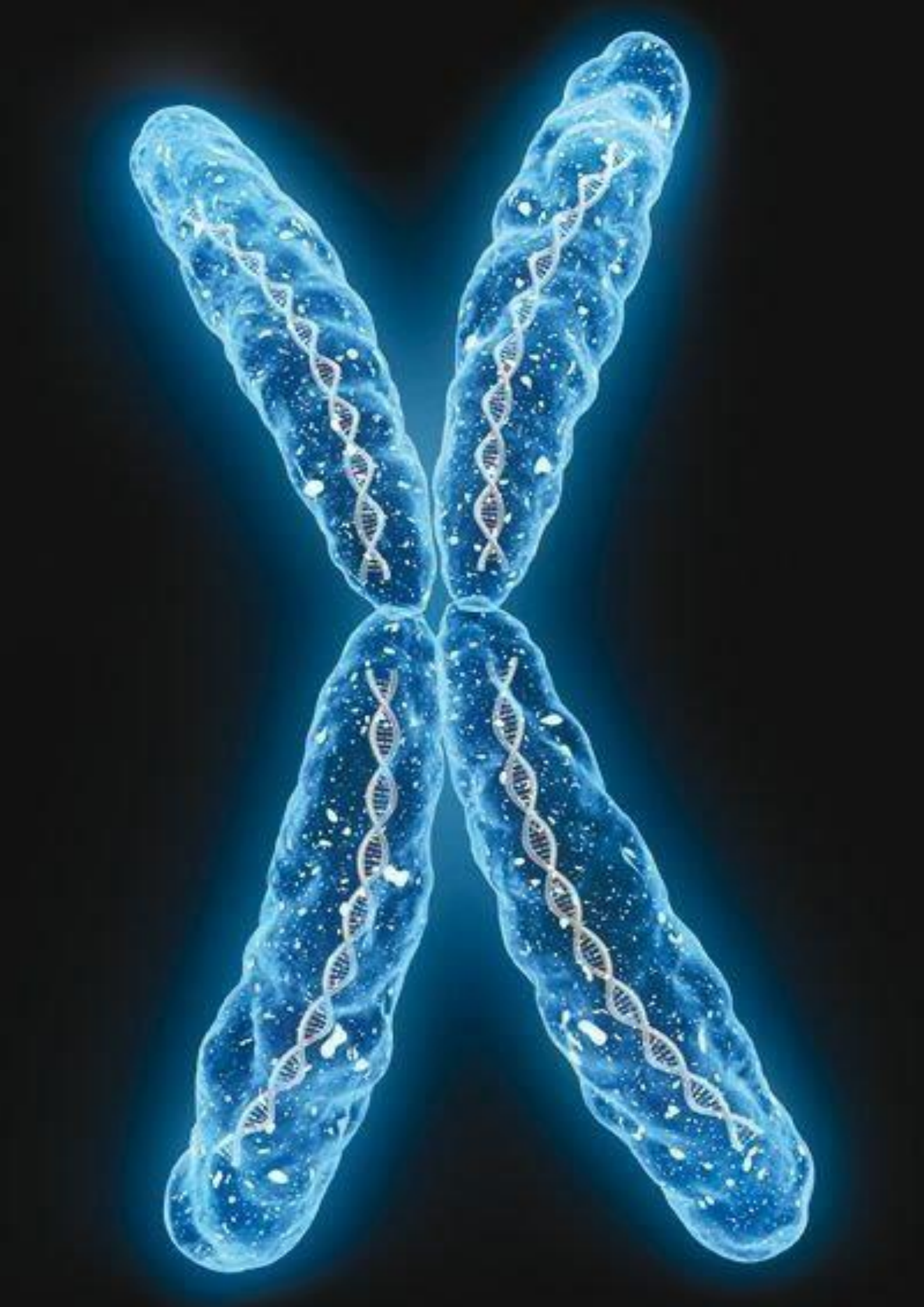
* در اثر میتوز که در جهت تکثیر و رشد و ترمیم رخ می‌دهد← از یک سلول ۲۰ سلول دقیقا مشابه خودش تولید می‌کند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

مقایسه ی میتوز و میوز؟!!!

جونم برات بگه.....

خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:

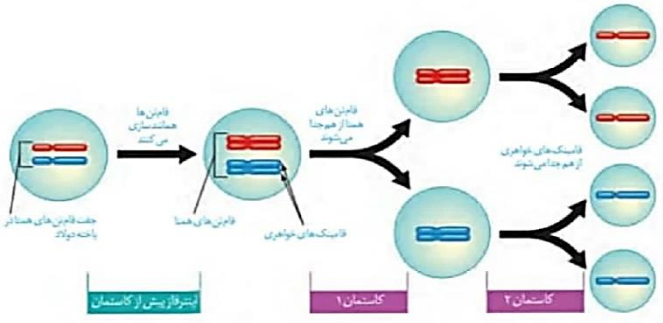


فصل ۶

گفتار ۳: عدد کروموزومی انسان

میوز

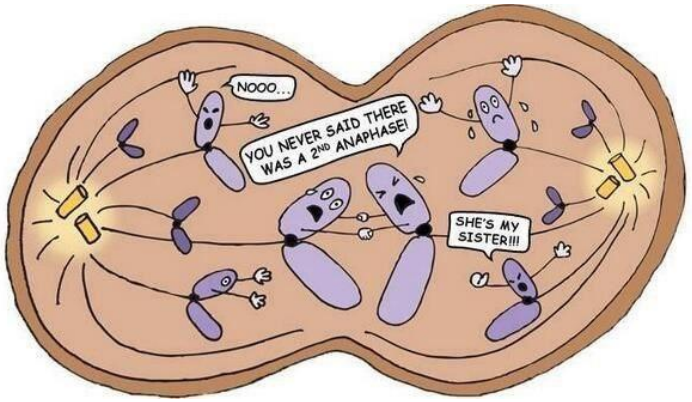
- تقسیمی ویژه تولید مثل جنسی در یوکاریوت ها می باشد که دو مرحله تقسیم متوالی دارد و مرحله اول آن با کاهش عدد کروموزومی همراه می باشد.
- یک مرحله اینترفاز به همراه دو مرحله کلی میوز ۱ و میوز ۲ دارد که در هر مرحله پس از تقسیم هسته، تقسیم سیتوپلاسم هم رخ می دهد.
- میوز ۱ با کاهش عدد کروموزومی همراه است ولی میوز ۲ همانند میتوز ۲ یاخته می‌باشد و با کاهش عدد کروموزومی همراه نیست.
- میوز بر خلاف میتوز فاقد مرحله پرومتافاز می باشد ولی تفاوت میوز و میتوز، اغلب در مراحل میوز ۱ صورت می گیرد.



یاخته های حاصل از میوز

- چهار یاخته می باشند که از دو نوع مختلف می باشند.
- اگر در پروفاز ۱ آن کراسینگ اوور رخ دهد ← ممکن است چهار نوع یاخته مختلف ایجاد شود.
- دوباره قدرت میوز ندارد.
- **در جانوران**
  - معمولاً گامت هستند و لقاح می کنند.
  - در زنبور ماده ملکه ← تخمک است.
    - برخی لقاح می کنند ← زنبور ماده (2n) می سازند.
    - برخی میتوز می کنند ← با بکرزایی به زنبور نر تبدیل می شوند.
- در گیاهان ← قدرت میتوز دارند و در نهایت گامت می سازند.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی



نکته ۱۱

در جانوران فقط اسپرماتوسیت اولیه و اووسیت اولیه قادر به شروع آن می‌باشند. (میوز).

مراحل میوز ۱

پروفاز ۱

- تمام موارد پروفاز و پرومتافاز میتوز در این مرحله صورت می گیرد.
  - سانتریول ها جدا شده و بین آنها دوک ایجاد می شود.
  - کروموزوم ها فشرده تر می شوند.
  - غشای هسته از بین می رود.
- کروموزوم های همتای مضاعف از طول در کنار هم قرار گرفته و ساختار ۴ کروماتیدی یا تتراد تشکیل می دهند (مهم ترین تفاوت با میتوز).
- هر تتراد حاوی دو سانترومر است که به یک طرف هر سانترومر رشته های دوک متصل می شود.

متافاز ۱

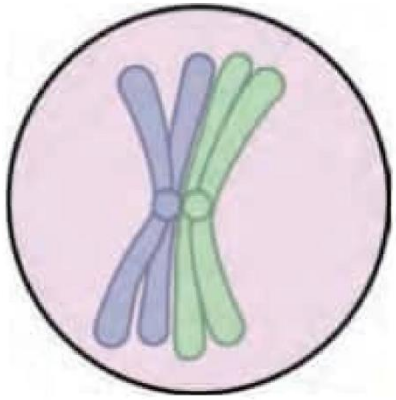
- تترادها در استوای یاخته قرار گرفته و توسط رشته های دوک از دو طرف با قطبین یاخته در ارتباط هستند.

آنافاز ۱

- رشته های دوک کوتاه شده و کروموزوم های همتای مضاعف از یکدیگر جدا می شوند.
- در هر قطب، نصف تعداد کروموزوم یاخته اولیه، کروموزوم وجود دارد.
- در این مرحله دو الل هر جایگاه ژنی از هم جدا می شوند.
- در این مرحله پروتئین های اتصالی در ناحیه سانترومری تجزیه نمی شوند.
- در این مرحله کروموزوم دختری ایجاد نمی شود.

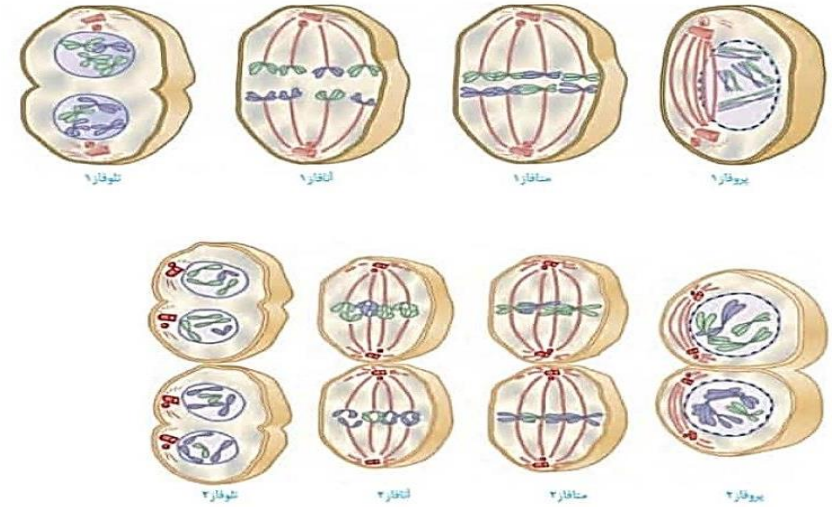
تلوفاز ۱

- با تشکیل هسته به دور کروموزوم های هر قطب یاخته، ابتدا یک یاخته دوهسته ای ایجاد می شود.
- هر هسته نصف یاخته اولیه، کروموزوم دارد و سپس با تقسیم سیتوپلاسم، دو یاخته ایجاد می شود.
- معمولاً در پایان آن تقسیم سیتوپلاسم انجام و عدد کروموزومی نصف می شود.



بین میوز ۱ و ۲

- بین آن ها اینترفاز و مضاعف شدن کروموزوم ها وجود ندارد.
- در یاخته های جانوری، سانتریول ها همانندسازی کرده و دوباره هر یاخته دارای چهار سانتریول می شود.

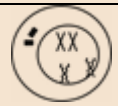
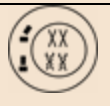
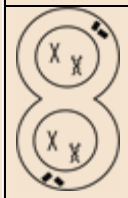
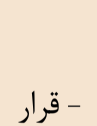


وقایع میوز ۲

- تمام وقایع میتوز در مراحل پروفاز ۲ تا تلوفاز ۲ آن رخ می دهد.
- در پایان آن چهار یاخته ایجاد شده است که دو به دو به هم شبیه می باشند
- یاخته های حاصله کروموزوم های تک کروماتیدی و به تعداد نصف کروموزوم یاخته مادری دارند.
- در پایان تقسیم آن با تقسیم سیتوپلاسم، چهار یاخته ایجاد می شود که قدرت لقاح یا میتوز دارند ولی دوباره نمی توانند میوز کنند.

میوز در انسان

- مردان
  - در لوله های اسپرم ساز رخ می دهد.
  - اسپرماتوسیت اولیه (۲n) — میوز ۱ → اسپرماتوسیت ثانویه (n)
    - میوز ۲ → اسپرماتید n → تمایز → اسپرم
    - میوز ۲ → اسپرماتید n → تمایز → اسپرم
    - میوز ۲ → اسپرماتید n → تمایز → اسپرم
    - میوز ۲ → اسپرماتید n → تمایز → اسپرم
- زنان
  - اووسیت اولیه ← شروع میوز تخمدان ← دوران جنینی تا پروفاز ۱ رفته و متوقف می شود ← پس از تولد با شروع دوره جنسی
  - میوز ۱ در تخمدان با تقسیم سیتوپلاسم نامساوی و میوز ۲ در لوله رحم رخ می دهد (یک تقسیم مساوی و یک نامساوی).
  - ادامه میوز ۱ در تخمدان
    - اووسیت ثانویه بزرگ (n = ۲۳) — تقسیم نامساوی
      - تخمک بزرگ (n)
      - دومین گویچه قطبی (n)
    - اولین گویچه قطبی کوچک (n = ۲۳) — میوز ۲ در لوله رحم — تقسیم مساوی
      - دومین گویچه قطبی (n)
      - دومین گویچه قطبی (n)

اینترفاز			میوز I				سیتوکینز و همانندسازی سانتریول ۲ بار	میوز II				سیتوکینز
G_1	S	G_2	پروفاز I	متافاز I	آنافاز I	تلوفاز I		پروفاز II	متافاز II	آنافاز II	تلوفاز II	
								 	 	 	 	
$2n=4$ غیرمضاعف - سلول در حالت عادی در حال رشد (مدت طولانی)	$2n=4$ مضاعف - همانندسازی DNA هسته و ۲ کروماتیدی شدن کروموزوم	$۴n=۲$ مضاعف - همانندسازی اندامک ها و پروتئین سازی و آمادگی برای تقسیم سلولی (زمان کوتاه)	مضاعف $2n=4$ - تولید ساختار ۴ کروماتیدی تتراد و اتصال تترادها از سانترومر به دوک و ناپدید شدن غشا هسته	مضاعف $2n=4$ - قرار گرفتن تترادهای روی دوک در استوای سلول (صفحه کروموزومی)	هر قطب $n=2$ - با کوتاه شدن دوک کروموزوم-های همتا از هم جدا شده و به قطبین می رود.	مضاعف $n=2$ - تشکیل مجدد پوشش هسته که هر سلول هاپلوئید و مضاعف است.		$n=2$ مضاعف ناپدید شدن پوشش هسته	$n=2$ مضاعف - قرار گرفتن کروموزوم در استوای سلول	$n=2$ غیرمضاعف - جدا شدن کروماتید خواهری و رفتن به قطب	$n=2$ غیرمضاعف تشکیل پوشش هسته	جدا شدن سیتوپلاسم‌ها و تولید گامت

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

* تتراد: ساختار ۲ کروموزومر که کروموزوم‌های همتا هستند که از طول در کنار همند و فشرده می‌شوند.

۴ کروماتید- ۲ سانترومر- ۴ DNA- ۸ نوار پلی نوکلئوتید.

* طی میوز (برای تولید گامت) از یک سلول 2n، ۴سلول n تولید می‌شود ← نوعی تقسیم کاهشی

- (جدا شدن کروموزوم‌های همتا) ✓ طی میوز I ⇐ ۱ سلول دیپلوئید مضاعف ← ۲ سلول هاپلوئید مضاعف
- (جدا شدن کروماتید خواهری) طی میوز ✓ ۲ سلول هاپلوئید مضاعف ← ۴ سلول هاپلوئید غیرمضاعف

■ خطا در تقسیم
- میتوز
- میوز * اهمیت بیشتری دارد چون در نسل بعد تأثیرگذار است.
  - Ex
    - پلی پلوئیدی شدن (جدا شدن همه کروموزوم ها در آنافاز)
    - با هم ماندن کروموزوم ها (جدا شدن یک یا چند کروموزوم در آنافاز)

● پلی پلوئیدی شدن:

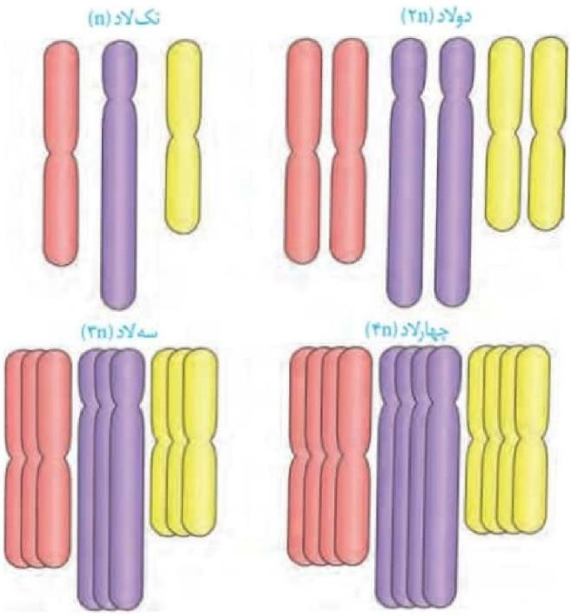
دلیل ← در مرحله آنافاز همه کروموزوم‌ها بدون اینکه جدا شوند به یک سلول بروند.

نتیجه ← یکسلول ۲ برابر کروموزوم دارد و سلول دیگر فاقد کروموزوم است.

- با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت ایجاد می‌شود!

پلی پلوئیدی شدن (چندلادی شدن)

- به یاخته یا جانداری که بیش از دو ردیف کروموزوم داشته باشد. ← پلی پلوئید می گوییم.
- در اثر جدا نشدن همه کروموزوم ها در مرحله آنافاز میتوز یا میوز رخ می دهد.
- یاخته حاصل دو برابر یاخته اولیه کروموزوم دارد و یاخته دیگر فاقد کروموزوم است.
- در آزمایشگاه با تخریب رشته های دوک، این وضعیت ایجاد می شود.
- در ایجاد گندم زراعی ۶n و موز ۳n دیده می شود.



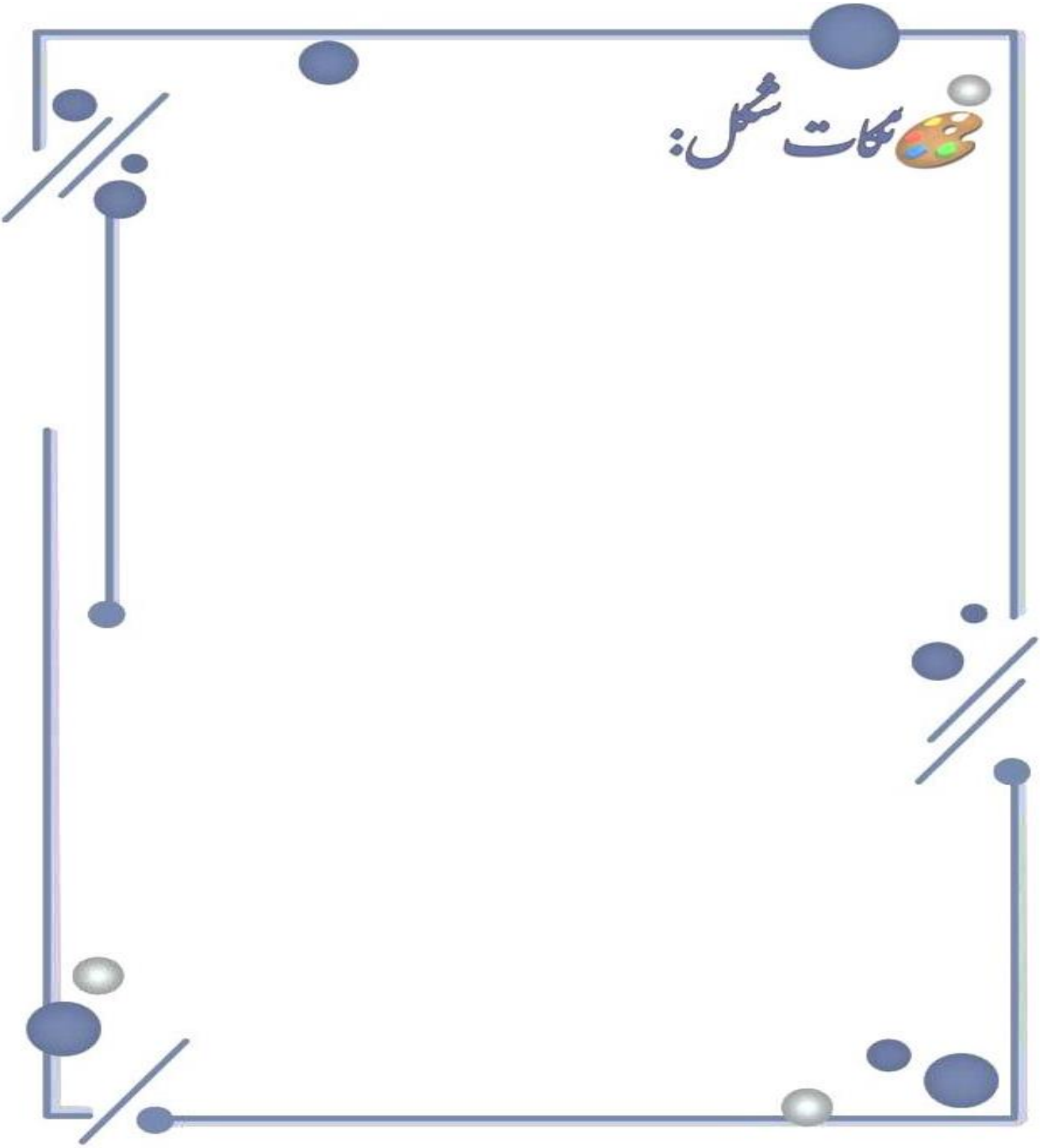
ترکیب کنیم:

با هم ماندن کروموزوم ها

- در اثر جدانشدن یک یا چند جفت ازکروموزوم ها در آنافاز میتوز یا میوز رخ می دهد ← در یاخته ها، تعدادی کروموزوم کم یا زیاد می شود.

نشانگان داون

- شایع ترین با هم ماندن کروموزومی در طبیعت است که بیماری حاوی نشانه های متعددی می باشد.
- سه عدد کروموزوم ۲۱ دارند، یعنی یاخته های پیکری آن ها ۴۷ کروموزوم دارند.
- در اسپرم یا تخمک ایجادکننده آن به جای یک کروموزوم ۲۱ دارای دوکروموزوم ۲۱ بوده است.
- بالا بودن سن مادر از عوامل ایجاد تخمک غیرعادی ایجادکننده آن هاست.



شماتیک بکشیم

نشانگان داون: آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری یا یک حالت را نشانگان می‌گویند.

✓ افراد داون: در سلول‌های پیکری خود (غیرجنسی) به جای ۴۶ کروموزوم، ۴۷ کروموزوم دارند.

✓ افراد مبتلا به نشانگان داون، در سلول‌های پیکری به جای ۲ کروموزوم، ۳ کروموزوم شماره ۲۱ دارند. ←

علت: یکی از گامت‌های ایجادکننده‌اش به جای اینکه ۱ کروموزوم ۲۱ داشته باشد، ۲ کروموزوم ۲۱ دارد (به علت خطای میوزی)

۱) بالا بودن سن مادران هنگام بارداری (زیرا با افزایش سن مادر احتمال خطای میوزی در تشکیل گامت بیشتر می‌شود. زیرا تمام گامت‌های زنان سلول سازندشان از ابتدا در تخمدانها وجود دارد)

۲) مصرف دخانیات

۳) نوشیدنی الکلی

۴) مجاورت با پرتوهای مضر

۵) آلودگی‌ها

نکته سازی با عدد ولی با خوشمزگی های زیست

۱- تعریف چرخه سلولی باید شامل تمامی مراحل G_2,S,G_1 و تقسیم سلولی باشد ولی از یک تصمیم سلولی عبور نکند.

۲- علامت پایان هر مرحله نشانه آغاز مرحله بعد است.

۳- زوج یا فرد بودن کروموزوم‌ها نمی‌تواند دلیلی بر هاپلوئید و دیپلوئید بودن آن‌ها باشد. مهم اغلب آنهاست.

۴- فشردگی کروموزوم: ● Start ← پروفاز ● max ← متافاز ● min ← تلوفاز

۵- سانتریولها: همانندسازی ← ● G_2 و بین میوز I و II ● جدا شدن ← پروفاز max

● فاصله: متافاز

۶- سانترومرها: تقسیم ← آنافاز میتوز - آنافاز میوز II

۷- پوشش هسته: ●شروعِ تحریک: پروفاز ● تشکیل: متافاز

۸- وجود تتراد: پروفاز I، متافاز I

۹- وجود کروموزوم مضاعف: پروفاز I، متافاز I، آنافاز I، پروفاز II، متافاز II، پروفاز و متافاز میتوز

۱۰- وجود کروموزوم غیرمضاعف: آنافاز II، تلوفاز II، آنافاز و تلوفازمیتوز

۱۱- وجود ۳ دسته رشته‌های دوک:

۱) به سمت بیرونی یاخته کشیده شده و کوتاه

۲) متصل به سانترومر کروموزوم‌ها

۳) کشیده شده تا بخش استوایی و کنار هم به صورت مماس قرار گرفته‌اند.

۱۲- تقسیم هسته حتماً توسط دوک انجام می‌شود اما لزوماً دوک توسط سانتریول ساخته نمی‌شه.

۱۳- با کوچک شدن سلول نسبت سطح به حجم افزایش و با بزرگ‌شدن سلول نسبت سطح به حجم کاهش می‌یابد.

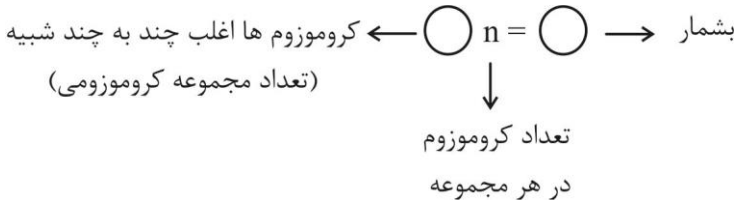
۱۴- مضاعف‌سازی سانتریولها: ● میتوز ← ۱ بار در G_2 ● میوز ← ۱ بار G_2 + ۲ بار بین دو مرحله

۱۵- هر یاخته 2n در مرحله پروفاز I توانایی تولید n تتراد را دارد.

۱۶- تمام یاخته‌ها قابلیت میتوز دارند اما فقط زوج xها میوز می‌کنند.

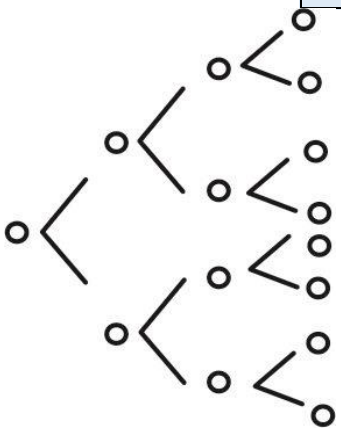
۱۷- جدایی دو الل مربوط به یک صفت: آنافاز I

A- مشخص کردن عدد کروموزومی



B- یک یاخته:

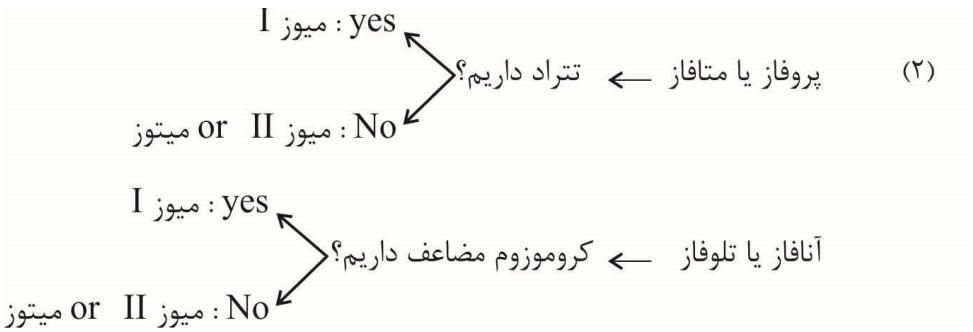
	تعداد کروموزوم	تعداد سلول
طی میتوز	ثابت	×2
طی میوز	$\times\frac{1}{2}$	×6
طی لقاح	×2	$\times\frac{1}{2}$



C- مرحله تقسیم با تعداد تقسیم فرق دارد!

$2^n - 1$ = تعداد تقسیم 2^n = تعداد سلول حاصل از n مرحله n = مرحله تقسیم میتوز

D- تست‌های شکلی



(۳) همواره میتوز هر یاخته معادل میوز ۲ برابر آن است.

E- محاسبه انواع گامت

E_1 ← سلول خالص (هموزیگوت) ← ۱ نوع

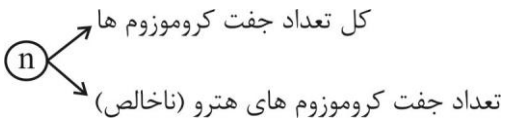
E_2 ← سلول زاینده زن ← ۱ نوع

(می‌تواند، نمی‌کند)

E_3 ← به دنبال میوز ← ۲ نوع

E_4 ← فرمول ژنتیکی بدن ← ● به ازای هر ناخالص × ۲ ● به ازای هر خالص × ۱

E_5 ← E_5 ← عدد کروموزومی بدن ← 2^n



E_6 ← هم فرمول ژنتیکی و هم عدد کروموزومی ← کمتر

E_7 ← شکل بدن ← بستگی به نوع مرحله:

✓ پروفاز I ← 2^n

✓ متافاز I، آنافاز I ← ۲ نوع

✓ تلوفاز I، پروفاز II، متافاز II، آنافاز II ← ۱ نوع

✓ تلوفاز II ← خودش گامته دکتر!

E_8 ← انواع گامت روی هم؟ گامت‌های مشترک – انواع کل گامت‌ها

F- انواع آرایش دوک متافازی یا تترادی = $\frac{\text{انواع گامت}}{2}$

G- ماجرای پیوستگی و شیوه نمایش در فرمول ژنتیکی ناخالص $\frac{AB}{ab}$ خالص $\frac{AB}{AB}$

H- گامت‌نویسی

I- محاسبه تعداد گامت:

❋ وابسته به جنسیت: زن ۱ مرد ۴

❋ شکل بدن: بستگی به نوع مرحله:

✓ پروفاز I، متافاز I، آنافاز I ← ۴ تا

✓ تلوفاز I، پروفاز II، متافاز II، آنافاز II ← ۲ تا

✓ تلوفاز II ← خودش ...

J- کراسینگ دور- نوترکیی

✓ انواع گامت نوترکیب:

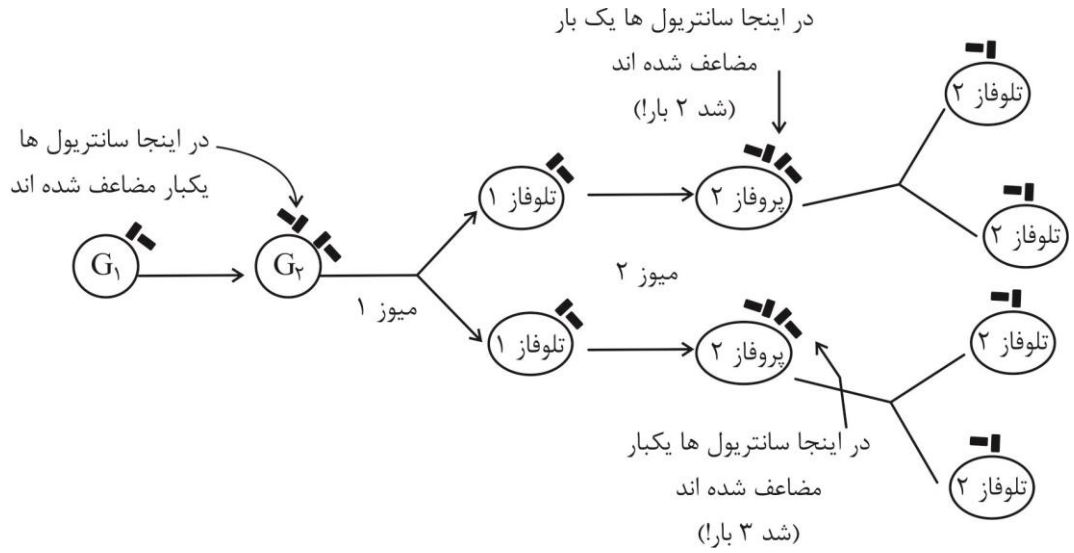
تعداد گامت در صورت عدم وقوع کراسینگ دور – انواع گامت در صورت وقوع کراسینگ دور

K- اطلاعات از یه مرحله بدن از یه مرحله دیگه بخوان

قدم به قدم جلو می‌ریم.

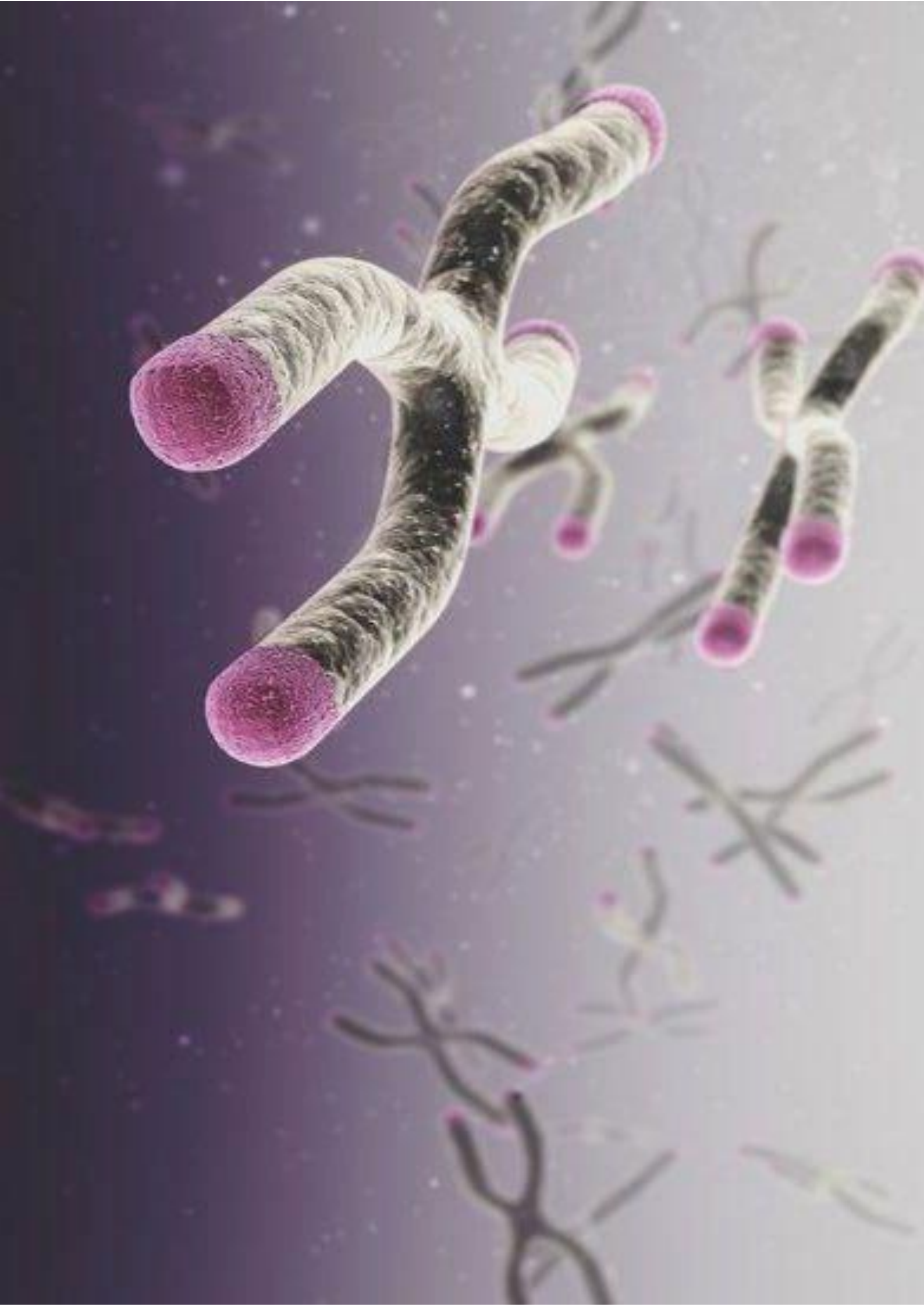
	تعداد یاخته حاصل	هاپلوئید یا دیپلوئید بودن	شکل فام‌تن‌ها
میتوز	۲	دیپلوئید	غیرمضاعف
میوز ۱	۲	هاپلوئید	مضاعف
میوز ۲	۲	هاپلوئید	غیرمضاعف

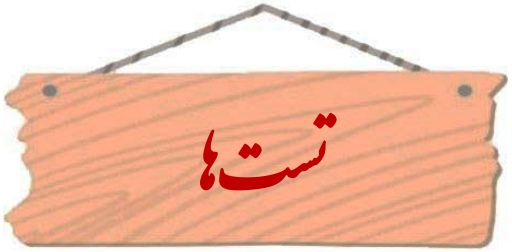
● مضاعف‌سازی سانترویول‌ها: سانتریول‌ها برای ورود به میتوز و میوز ۱، یک بار در مرحله G_2 از اینترفاز چرخه یاخته‌ای و برای ورود به میوز ۲ هم، دوبار در دو یاخته حاصل از میوز ۱ در فاصله بین تلوفاز ۱ و پروفاز ۲ مضاعف می‌شوند. به عبارت دیگر مضاعف‌سازی سانتریول‌ها برای وقوع تقسیم میتوز ۱ بار و برای وقوع تقسیم میوز ۳ بار طی دو مرحله صورت می‌گیرد. برای درک بهتر این نکته به شکل زیر که خلاصه‌ای از تقسیم میوز را نشان می‌دهد دقت کنید:



جونم برات بگه.....

خلاصه نویسی به روش فلوچارت و #گذاری:





۱- تعیین کنید به ترتیب نوترکیبی و دو برابر شدن تعداد کروموزوم‌ها در کدام مراحل از میوز اتفاق می‌افتند؟

۱) متافاز ۱- آنافاز ۱

۲) متافاز ۱- آنافاز ۲

۳) آنافاز ۱- آنافاز ۲

۴) تلوفاز ۱- متافاز ۱

☑ **پاسخ:**

بنابراین نوترکیبی در متافاز ۱ و دو برابر شدن کروموزوم‌ها در آنافاز ۲ صورت می‌گیرد و پاسخ صحیح گزینه ۲ می‌باشد.

۲-ویژگی عمده تقسیم میوز کدام است؟

۱) جفت شدن طولی کروموزوم‌های همتا در پروفاز ۲

۲) جفت شدن طولی کروموزوم‌های همتا در پروفاز ۱

۳) جدا شدن کروماتیدهای خواهری در آنافاز ۱

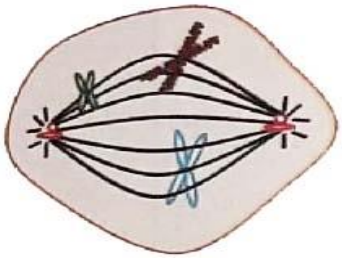
۴) جدا شدن کروماتیدهای تترادی در آنافاز ۲

☑ **پاسخ:**

ویژگی‌های عمده تقسیم میوز، تشکیل ساختارهای تتراد در پروفاز ۱ و یا جدایی کروموزوم‌های همتا در آنافاز ۱ است و حالا اگر خوب گزینه‌ها را بگردیم می‌بینیم که گزینه سه و چهار نادرست است، زیرا به جایواژه‌های کروماتیدی خواهری و کروماتیدهای تترادی باید به ترتیب از واژه‌های کروموزوم‌های همتا و کروماتیدهای خواهری استفاده می‌شدو گزینه یک نیز نادرست است زیرا

ساختارهای تتراد در پروفاز ۱ تشکیل می‌شوند نه پروفاز ۲. اما گمشده ما! گزینه دو است که به تشکیل تتراد در پروفاز ۱ اشاره می‌کند.

۳- شکل مقابل ..... را در یاخته اولیه ..... نشان می‌دهد.



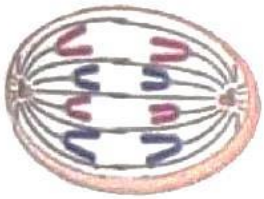
۱) آنافاز ۲ میوز- $n=3$ ۲) پرومتافاز - $2n=6$

۳) پرومتافاز - $n=3$ ۴) متافاز ۱ میوز - $2n=6$

☑ پاسخ:

ابتدا با دیدن وضعیت کروموزوم‌ها در این شکل که در استوای یاخته قرار نگفته‌اند اما به دوک متصل می‌باشند متوجه می‌شویم که مرحله شکل ما، پرومتافاز است، بنابراین شکل مربوط به میوز نیست. پس گزینه یک و چهار رد می‌شود. همچنین گزینه دو نیز صحیح نیست زیرا یاخته تک‌لاد می‌باشد. بنابراین پاسخ صحیح گزینه سه می‌باشد.

۴-شکل مقابل ..... را در یاخته اولیه ..... نشان می‌دهد.



۱) آنافاز میتوز - $2n=4$ ۲) آنافاز میتوز - $n=8$

۳) آنافاز ۱ میوز - $2n=4$ ۴) تلوفاز میتوز - $2n=4$

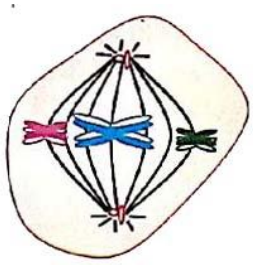
☑ پاسخ:

ابتدا با دیدن وضعیت کروموزوم‌ها در این شکل که کروماتیدهای آنها در حال جدا شدن از یکدیگر هستند متوجه می‌شویم که مرحله شکل ما، آنافاز است و چون کروموزوم‌ها دو کروماتیدی

نیستند، شکل مربوط به آنافاز میوز ۱ نیست و با دیدن کروموزوم‌های همتا پی می‌بریم شکل مربوط به آنافاز میتوز $2n=4$ یا آنافاز میوز ۲، $4n=8$ است و پاسخ صحیح گزینه یک است.

به عنوان یک جوجه نکته! (که اهمیت آن از بچه نکته بیشترو از خود نکته کمتر است!!) توجه داشته باشید که برای یافتن کروموزوم‌های همتا در آنافاز فقط و فقط به هرقطب نگاه می‌کنیم (چون کروموزوم‌هایی که در مقابل هم قرار دارند دختری محسوب می‌شوند نه همتا!)

۵- شکل مقابل ..... را در یاخته اولیه ..... نشان می‌دهد.



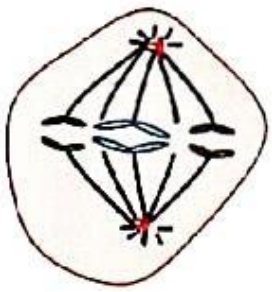
۱) آنافاز میتوز $2n=6$ - ۲) متافاز ۱ میوز $2n=6$ -

۳) متافاز میتوز $2n=6$ - ۴) متافاز میتوز $n=3$ -

☑ **پاسخ:**

ابتدا با دیدن وضعیت کروموزوم‌ها در این شکل که در استوای یاخته قرار گرفته‌اند متوجه می‌شویم که مرحله شکل ما، متافاز است و چون در شکل تتراد را می‌بینیم شکل مربوط به متافاز میوز ۱، $2n=6$ است. یعنی پاسخ صحیح گزینه دو است.

۶-شکل مقابل ..... را در یاخته اولیه ..... نشان می‌دهد.



۱) متافاز ۲ میوز $2n=6$ - ۲) آنافاز ۱ میوز $2n=6$ -

۳) آنافاز میتوز $2n=6$ — ۴) آنافاز میتوز $n=3$ -

☑ **پاسخ:**

ابتدا با دیدن وضعیت کروموزوم‌ها در این شکل که کروماتیدهای آنها در حال جدا شدن از یکدیگر هستند متوجه می‌شویم که مرحله شکل ما، آنافاز است و چون کروموزوم‌ها مضاعف نیستند، شکل مربوط به میوز ۱ نیست و با نگاه کردن به هر قطب می‌بینیم که از کروموزوم‌های همتا نیز خبری نیست! پس شکل مربوط به آنافاز میتوز $n=3$ یا آنافاز میوز ۲ یاخته $2n=6$ است و پاسخ صحیح گزینه چهار است.

۷- یاخته‌ای با ژن نمود $AaBbEeFFGg$ توانایی تولید چند نوع کامه را دارد؟

۱) ۳۲ ۲) ۱۶ ۳) ۸ ۴) ۴

☑ **پاسخ:**

تعداد انواع کامه‌ای که این یاخته توانایی تولید آن را دارد برابر است با:

Aa		Bb		Ee		FF		Gg
↓	×	↓	×	↓	×	↓	×	↓
2		2		2		1		2=16

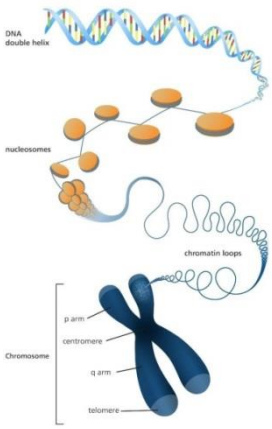
۸- یاخته‌ای با ژن نمود $AaBbFFRWee$ توانایی تولید چند نوع کامه را دارد؟

۱) ۱۶ ۲) ۳۲ ۳) ۸ ۴) ۴

☑ **پاسخ:**

تعداد انواع کامه‌ای که این یاخته توانایی تولید آن را دارد برابر است با:

Aa		Bb		FF		RW		ee
↓	×	↓	×	↓	×	↓	×	↓
2		2		1		2		1=8



* نمونه سوال ژنتیک *

* نمونه سوال ژنتیک *

* نمونه سوال ژنتیک *

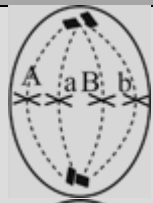
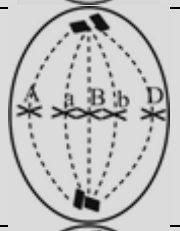
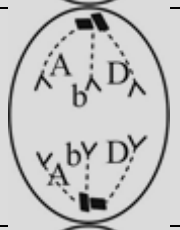
یاخته $2n=4$ (AaBb)	عدد کروموزومی	ژنوتیپ	وضعیت کروموزومی	سانتریول	فشردگی کروموزوم	تعداد کروموزوم تعداد سانترومر	تعداد کروماتید تعداد مولکول DNA	تعداد رشته نوکلئوتیددار DNA	نقطه وارسی
G_1, G_0	$2n=4$	AaBb	کروماتین	۲	کم	۴	۴	۸	دارد
S	$2n=4$	AaBb	کروماتین	۲	کم	۴	۸	۱۶	ندارد
G_2	$2n=4$	AaBb	کروماتین	۴	کم	۴	۸	۱۶	دارد
پروفاز	$2n=4$	AaBb	کروموزوم	۴	دارد	۴	۸	۱۶	ندارد
پرومتافاز	$2n=4$	AaBb	کروموزوم	۴	دارد	۴	۸	۱۶	ندارد
متافاز	$2n=4$	AaBb	کروموزوم	۴	حداکثر فشردگی دارد	۴	۸	۱۶	دارد
آنافاز	$4n=8$ (هر قطب $2n=4$)	هر قطب AaBb کل یاخته AAaaBBbb	کروموزوم	۴	دارد	۸	۸	۱۶	ندارد
کل یاخته تلوفازی	دو تا هسته $2n=4$	هر هسته AaBb	درآخر کروماتین	۴	ابتدا دارد در انتها کم می‌شود	۸	۸	۱۶	ندارد
هر هسته تلوفاز	$2n=4$	AaBb	درآخر کروماتین	۲	ابتدا دارد در انتها کم می‌شود	۴	۴	۸	ندارد
هر یاخته دختر	$2n=4$	AaBb	کروماتین	۲	بسیار کم	۴	۴	۸	ندارد

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

جدول مراحل چرخه یاخته‌ای

یاخته 2n	کروموزوم = سانترومر	کروماتید = مولکول DNA	رشته نوکلئوتیددار DNA	فشردگی کروموزومی
G_1	2n تک کروماتیدی	2n	4n	زیادی ندارد
S	2n مضاعف	4n	8n	ندارد
G_2	2n مضاعف	4n	8n	ندارد
پروفاز ۱	2n مضاعف	4n	8n	دارد
متافاز ۱	2n مضاعف	4n	8n	دارد
آنافاز ۱	2n مضاعف	4n	8n	دارد
هر هسته تلوفاز ۱ (اسپرماتوسیت و اووسیت ثانویه یا اولین گویچه قطبی)	n مضاعف	2n	4n	دارد
هر یاخته پروفاز ۲	n مضاعف	2n	4n	دارد
هر یاخته آنافاز ۲	2n تک کروماتیدی	2n	4n	دارد
هر یاخته تلوفاز ۲ (اسپرماتید یا تخمک یا دومین گویچه قطبی) (گرده نارس گیاهان)	n تک کروماتیدی	n	2n	در آخر فشردگی کمی دارد.

مولف: دکتر زهرا سادات همایونی

شکل یاخته	گیاه جانور	عدد کروموزومی	ژنوتیپ	مرحله تقسیم	عدد کروموزومی یاخته مادر	انواع یاخته حاصل از آن
	جانور سانتریول‌دار	$2n=4$	AaBb	متافاز میتوز متافاز میوز ۲	$2n=4$ $4n=8$	۱ نوع (دو قطب مشابه) ۱ نوع
	جانور سانتریول‌دار	$2n=5$	AaBbD	متافاز میتوز متافاز میوز ۲	$2n=5$ $4n=10$	۱ نوع (دو قطب مشابه) ۱ نوع
	جانور سانتریول‌دار	$2n=6$ هر قطب $n=3$	دو قطب AbD (AAbbDD)	آنافاز میتوز آنافاز میوز ۲	$n=3$ $2n=6$	۱ نوع (دو قطب مشابه) ۱ نوع
	گیاه بدون سانتریول	$2n=6$	AaBbDd	پروفاز میوز ۱ (تتراد دارد) ولی کروموزوم‌ها در وسط یاخته نیستند	$2n=6$	توانایی ایجاد $2^3=8$ نوع گامت را دارد ولی در هر تقسیم ۲ نوع یاخته می دهد.

فعالیت ها

ترکیب سمی با این فصل؟

زیستن شناسی

نکته بازی

@madebyBrookeNicole

خلاصه ی فصل :

خلاصه ی فصل :

من اگر طراح بودم ....

نمونه سوال تشریحی

قاطی نکنیم!!!

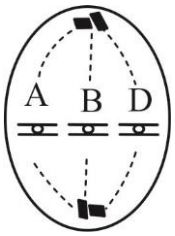
میتوز هسته ای:

تقسیم دوتایی:

۱- اولین متافاز میوز و متافاز میتوز را از روی کدام نشانه راحت‌تر تشخیص می‌دهند؟ (سراسری- ۷۵)

۱) محل استقرار کروموزوم‌ها روی دوک
۲) طرز اتصال کروماتیدها به سانترومرها
۳) تعداد کروموزوم‌های دوکروماتیدی
۴) طرز استقرار کروموزوم‌ها در روی دوک

۲- در مورد تتراد کروموزومی، کدام جمله صحیح است؟ (سراسری- ۷۸)



۱) یک کروموزوم که چهار سانترومر دارد.
۲) چهار کروموزوم همتا که مجاور هم قرار دارند.
۳) دو جفت کروموزوم همتا و دو کروماتیدی که از طول مجاور و متصل‌اند.
۴) یک جفت کروموزوم همتا و مضاعف که از طول مجاور و متصل‌اند.

۳- شکل مقابل، کدام نمی‌تواند باشد؟ (سراسری خارج از کشور- ۸۴)

۱) مرحله‌ای از میتوز یک یاخته هاپلوئید
۲) متافاز ۲ در یک یاخته اولیه دیپلوئید
۳) متافاز ۲ در یک یاخته اولیه هاپلوئید
۴) مرحله‌ای از میوز یک یاخته اولیه دیپلوئید

۴- کدام گزینه در نخستین گویچه قطبی مگس سرکه (محصول میوز ۱) $(2n=8)$ وجود دارد؟ (سراسری خارج از کشور- ۸۵)

۱) ۴ کروموزوم مضاعف
۲) ۴ کروموزوم تک کروماتیدی
۳) ۸ کروموزوم مضاعف
۴) ۸ کروموزوم تک کروماتیدی

۵- برای یک تقسیم میوز در چرخه یاخته‌ای، DNA ..... همانندسازی می‌کند. (سراسری- ۸۶)

۱) در اینترفاز قبل از میوز ۲
۲) در اینترفاز قبل از میوز ۱
۳) قبل از میوز ۱ و قبل از میوز ۲
۴) در پروفاز میوز ۱

۶- در یاخته‌های جنسی حاصل از میوز عادی یک فرد تتراپلوئید ۱۲ کروموزومی که والدینش به یک گونه تعلق داشته‌اند ..... . (سراسری- ۸۶)

۱) کروموزوم‌های همتا وجود ندارد.
۲) تعداد کروموزوم‌ها ۳ عدد می‌باشد.
۳) کروموزوم‌ها دو به دو همتا هستند.
۴) سه مجموعه کروموزوم وجود دارد.

۷- تقسیم یاخته حاصل از میوز در سرخس، بدون وجود کدام، انجام می‌گیرد؟ (سراسری- ۸۶)

۱) کمربندی از رشته‌های پروتئینی در میانه یاخته
۲) لوله‌های ریزپروتئینی
۳) جدا شدن کروموزوم‌ها
۴) ریزکیسه‌های حاصل از جسم گلژی در میانه یاخته

۸- طی تقسیم سیتوپلاسم در یاخته ..... ، کمربندی از رشته‌های پروتئینی در میانه یاخته ایجاد می‌شود. (سراسری خارج از کشور- ۸۶ با تغییر)

۱) لنفوسیت T
۲) ریزوبیوم
۳) پارانشیم پیاز
۴) آندوسپرم سیب‌زمینی

۹- کدام عبارت، تعریف درستی از مراحل پرخه یاخته کرم لوله‌ای ندارد؟ (سراسری- ۸۸)

۱) در مرحله پروفاز، دو جفت سانتریول وجود دارد.
۲) در متافاز، کروماتیدها حداکثر فشردگی را پیدا می‌کنند.
۳) در پروفاز، کروموزوم‌ها مضاعف و قابل رؤیت می‌گردند.
۴) حرکت کروموزوم‌ها به قطبین با کوتاه شدن رشته‌های دوک همراه است.

۱۰- کدام عبارت نادرست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۸۸)

۱) هر سانتریول از ۲۷ ریزلوله‌چه تشکیل یافته است.
۲) رشته‌های دوک تقسیم از ریزلوله ساخته شده‌اند.
۳) هر یاخته جانوری در مرحله متافاز میوز ۱، دو سانتریول دارد.
۴) هر یاخته جانوری در مرحله پروفاز میتوز، دارای دو جفت سانتریول است.

۱۱- کدام عبارت صحیح است؟ (سراسری- ۸۹)

۱) در تلوفاز همه تقسیم‌ها، کروموزوم‌ها تک کروماتیدی هستند.
۲) در پروفاز همه تقسیم‌ها، سانتریول‌ها مسئول تولید رشته‌های دوک هستند.
۳) در آنافاز همه تقسیم‌ها، کروماتیدهای خواهری از یکدیگر جدا می‌شوند.
۴) در متافاز همه تقسیم‌ها، رشته‌های دوک به کروموزوم‌های دوکروماتیدی متصل می‌شوند.

۱۲- در چرخه یاخته‌ای درخت انجیر، در مرحله ..... . (سراسری- ۹۰)

۱) G_2، یک جفت سانتریول شروع به همانندسازی می‌کنند.

۲) S، کروماتین حداکثر فشردگی و تراکم را پیدا نکرده است.

۳) تقسیم سیتوپلاسم، صفحه جداکننده، دیواره یاخته‌ای است که غشا ندارد.

۴) پروفاز، کروموزوم‌های قابل رؤیت و رشته‌های دوک، درون هسته شکل می‌گیرند.

۱۳- در یاخته‌های بافت پوششی پوست انسان، عاملی که بتواند چرخه یاخته‌ای را در پایان مرحله G_2 متوقف کند، مانع ..... خواهد شد. (سراسری خارج از کشور- ۹۰)

۱) همانندسازی سانتریول‌ها

۲) تشکیل رشته‌های دوک

۳) تکثیر میتوکندری‌ها

۴) مضاعف شدن کروموزوم‌ها

۱۴- در گیاه اطلسی، پس از آنکه کروماتیدهای تخم (زیگوت)، حداکثر فشردگی را پیدا نمودند، ..... (سراسری- ۹۲)

۱) غشای هسته شروع به محو شدن می‌نماید.

۲) جفت سانتریول‌ها در قطبین یاخته مستقر می‌شوند.

۳) کروموزوم‌های همتا از یکدیگر جدا می‌گردند.

۴) کوتاه شدن رشته‌هایی ریز پروتئینی ممکن می‌شود.

۱۵- کدام عبارت، درباره همه رشته‌های دوک موجود دریک یاخته مریستمی گیاه داوودی، درست است؟ (سراسری- ۹۴)

۱) تا صفحه میانی یاخته ادامه می‌یابد.

۲) به سانترومر کروموزوم‌ها متصل می‌گیرند.

۳) در پی حرکت جفت سانتریول‌ها شکل می‌گیرند.

۴) در پی تغییر شکل موقت برخی پروتئین‌ها، ایجاد می‌شوند.

۱۶-کدام عبارت، در مورد همه گویچه‌های خونی یک فرد بالغ درست است؟ (سراسری- ۹۶)

۱) ریزلوله چه، طی مرحله G_2 چرخه یاخته‌ای مضاعف می‌گردند.

۲) پروتئین‌ها، با پروتئین‌های سطح داخلی غشا تماس دارند.

۳) ریزلوله چه، در بخش مرکزی سانتریول‌ها وجود دارند.

۴) پروتئین‌ها، باعث پایداری پوشش هسته‌ای می‌شوند.

۱۷- چند مورد در ارتباط با همه یاخته‌های بدن یک فرد بالغ که توانایی هیدرولیز گلیکوژن را دارند، درست است؟ (سراسری خارج از کشور- ۹۷)

تجزیه گلوکز را همواره در ماده زمینه‌ای سیتوپلاسم شروع می‌نمایند.

تنظیم چرخه یاخته‌ای آن‌ها، در سه زمان اصلی رخ می‌دهد.

قادر به تولید پیک شیمیایی دوربرد نمی‌باشند.

گلوکز به طورمستقیم از انشعابات سرخرگ‌ها دریافت می‌کنند.

۱) ۱ مورد ۲) ۲ مورد ۳) ۳ مورد ۴) ۴ مورد

۱۸- در یک یاخته گیاهی در حال تقسیم برگ،کدام مورد قبل از شروع مراحل مربوط به تقسیم سیتوپلاسم رخ می‌دهد؟ (سراسری- ۹۹)

۱) پوشش هسته ای در اطراف هر مجموعه کروموزومی بازسازی می‌شود.

۲) فام تن (کروموزوم)های کوتاه و فشرده شده، شروع به باز شدن می‌نمایند.

۳) فام تن (کروموزوم)هایتک کروماتیدی در دو قطب یاخته تجمع می‌یابند.

۴) فام تن (کروموزوم)های غیر هم‌ساخت در وسط یاخته، به صورت ردیف درمی‌آیند.

۱) ۱
۲) ۴
۳) ۳
۴) ۴
۵) ۴
۶) ۴
۷) ۲
۸) ۱
۹) ۲
۱۰) ۲
۱۱) ۲
۱۲) ۳
۱۳) ۴
۱۴) ۲
۱۵) ۱
۱۶) ۳
۱۷) ۱
۱۸) ۲

اوضاع تست زنی

منبع:

مهم ها:

باقی مانده ها:

تست آموزشی:

تست زمانبندی:

درصدها حین مطالعه

تست آموزشی	تست زمان بندی