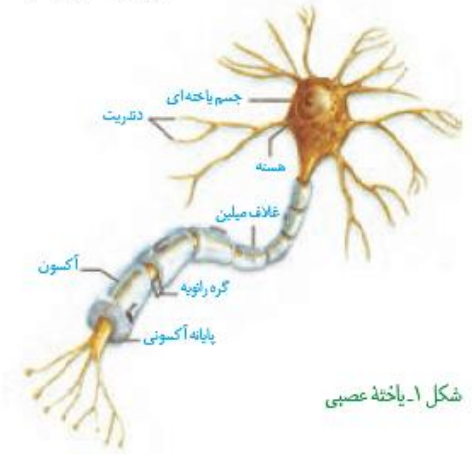


گفتار ۱ یاخته‌های بافت عصبی

چاپ 97

می‌دانید بافت عصبی از یاخته‌های عصبی و یاخته‌های پشتیبان (نوروگلیاها) تشکیل شده است. شکل زیر، یک یاخته عصبی را نشان می‌دهد این یاخته عصبی از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟ یاخته‌های عصبی سه عملکرد دارند: این یاخته‌ها تحریک پذیرند و پیام عصبی تولید می‌کنند؛ آنها این پیام را هدایت و به یاخته‌های دیگر منتقل می‌کنند.

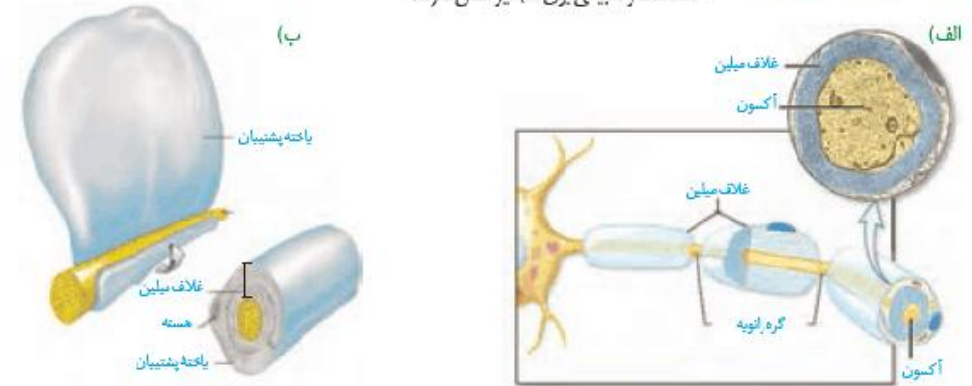
**دارینه (دندریت)** رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته عصبی وارد می‌کند. **آسه (آکسون)** رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته عصبی تا انتهای خود که پایانه آکسونی نام دارد، هدایت می‌کند. پیام عصبی از محل پایانه آکسون یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود. جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت و ساز یاخته‌های عصبی است و می‌تواند پیام نیز دریافت کند. همان‌طور که در شکل ۱ می‌بینید، این یاخته عصبی، پوششی به نام **غلاف میلین** دارد. غلاف میلین، رشته‌های آکسون و دندریت 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 ادامه درس، آشنا خواهید شد.



شکل ۱- یاخته عصبی

غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی می‌سازند. شکل ۲ را ببینید. یاخته پشتیبان به دور رشته عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد. تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند. این یاخته‌ها داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند؛ آنها در دفاع از یاخته‌های عصبی و حفظ هم‌ایستایی مایع اطراف آنها (مثل حفظ مقدار طبیعی یون‌ها) نیز نقش دارند.

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



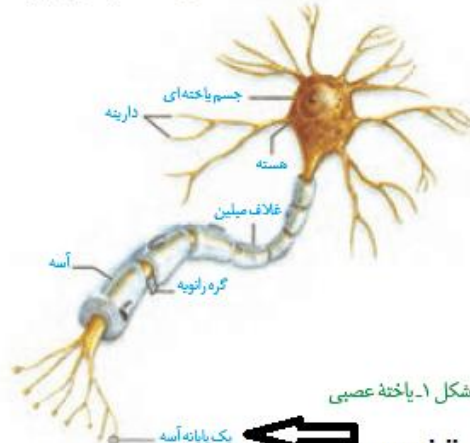
گفتار ۱ یاخته‌های بافت عصبی

چاپ 98

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

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

**دارینه (دندریت)** رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته عصبی وارد می‌کند. **آسه (آکسون)** رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته عصبی تا انتهای خود که پایانه آسه نام دارد، هدایت می‌کند. پیام عصبی از محل پایانه آسه یک یاخته عصبی به یاخته دیگر منتقل می‌شود. جسم یاخته‌ای محل قرار گرفتن هسته و انجام سوخت و ساز یاخته‌های عصبی است و می‌تواند پیام نیز دریافت کند. یاخته عصبی که در شکل ۱ می‌بینید، پوششی به نام **غلاف میلین** دارد. غلاف میلین، رشته‌های آسه و دارینه 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 ادامه درس، آشنا خواهید شد.

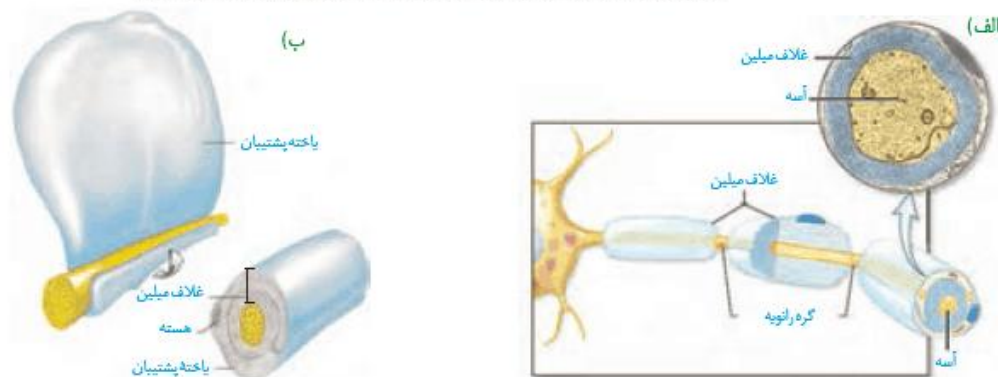


شکل ۱- یاخته عصبی تغییر

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

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

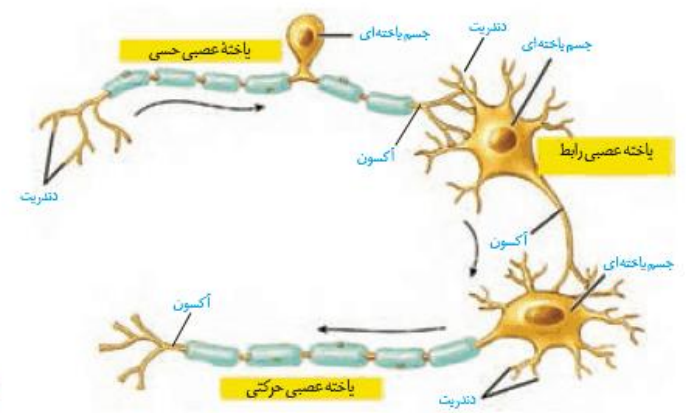
شکل ۲- الف) غلاف میلین ب) چگونگی ساخت آن



**انواع یاخته‌های عصبی**

**چاپ 97**

شکل ۳. انواع یاخته‌های عصبی را نشان می‌دهد. یاخته‌های عصبی حسی پیام‌ها را از گیرنده‌های حسی 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) می‌برند. نوع سوم یاخته‌های عصبی شکل ۳. یاخته‌های عصبی رابط‌اند که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کنند.



شکل ۳. انواع یاخته‌های عصبی

در شکل ۳، ساختار سه نوع یاخته عصبی را مقایسه کنید.

**فعالیت ۱**

**پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟**

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

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

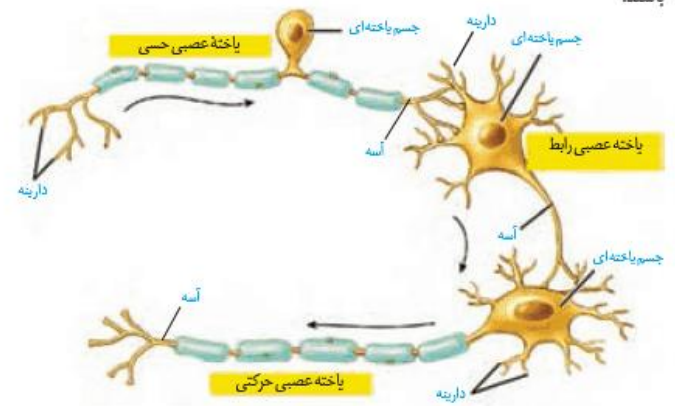


**چاپ 98 حذف کلمه گیرنده های**

**واژه‌شناسی**

**انواع یاخته‌های عصبی حسی**

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) می‌برند. نوع سوم یاخته‌های عصبی شکل ۳. یاخته‌های عصبی رابط‌اند که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی را فراهم می‌کنند. هر سه نوع یاخته عصبی می‌توانند میلیون‌ها یا بدون میلیون باشند.



شکل ۳. انواع یاخته‌های عصبی

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

**فعالیت ۱**

**پیام عصبی چگونه ایجاد می‌شود؟**

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

**پتانسیل آرامش:** وقتی یاخته 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، درباره یاخته‌های عصبی باید بیشتر بدانیم.



فعالیت ۲

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

- ۱- کار پمپ سدیم-پتاسیم و کانال‌های نشستی را با هم مقایسه کنید.
- ۲- چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آنها کمتر است؟

چاپ 97

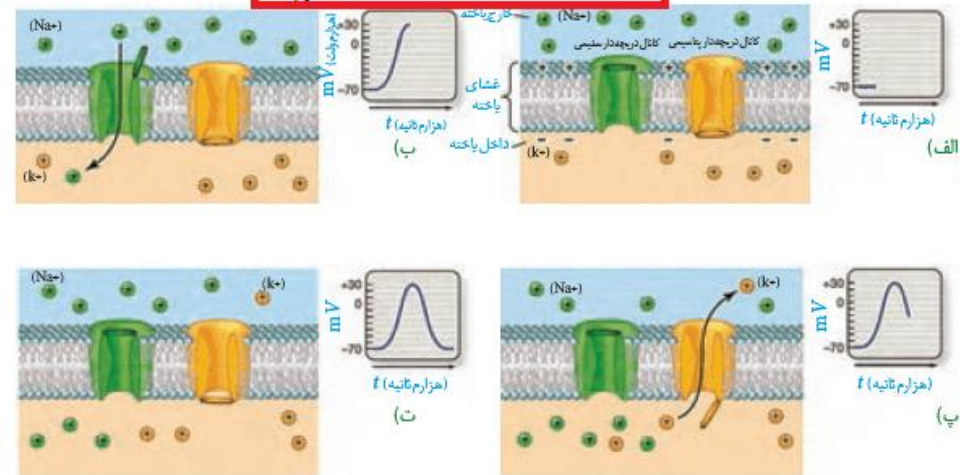
بیشتر بدانید

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

۱- Alan Lloyd Hodgkin  
۲- Andrew Fielding Huxley

قسمت داخل پراتز حذف شود.

شکل ۷- چگونگی ایجاد پتانسیل عمل



فعالیت ۲

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

- ۱- کار پمپ سدیم-پتاسیم و کانال‌های نشستی را با هم مقایسه کنید.
- ۲- چرا در حالت آرامش، بار مثبت درون یاخته‌های عصبی از بیرون آنها کمتر است؟

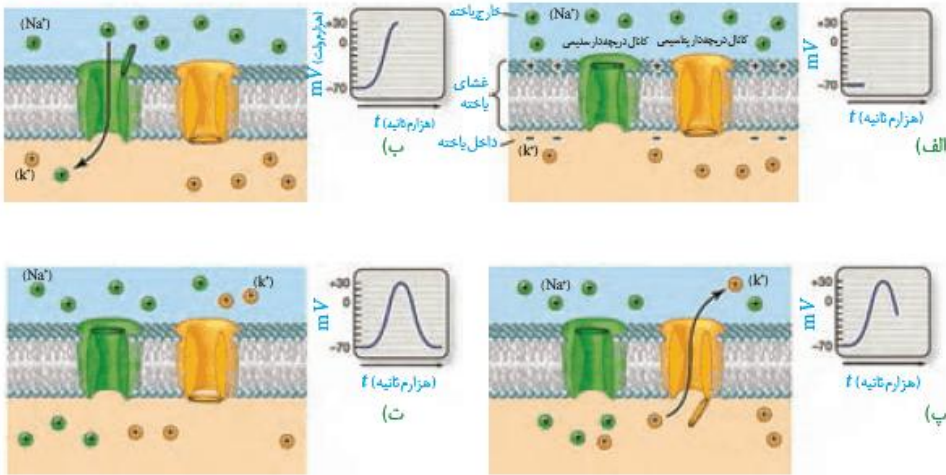
چاپ 98

بیشتر بدانید

در دهه ۱۹۵۰ دو دانشمند به نام‌های هاجکین<sup>۱</sup> و هاگسلی<sup>۲</sup> برای بررسی تغییرات الکتریکی غشای یاخته عصبی از آسه 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 درباره عملکرد غشای تحریک‌پذیر یاخته عصبی به دنیای علم عرضه و جایزه نوبل رشته فیزیولوژی - پزشکی سال ۱۹۶۳ را نصیب این دانشمندان کرد.

۱- Alan Lloyd Hodgkin  
۲- Andrew Fielding Huxley

شکل ۷- چگونگی ایجاد پتانسیل عمل



**چاپ 97**

**بیشتر بدانید**

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

**مغز**

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

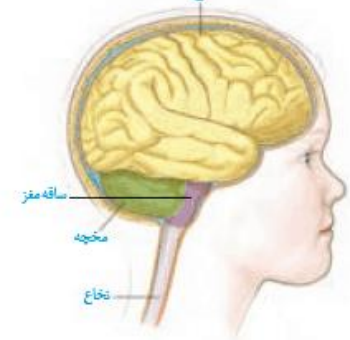
می‌دانید مغز از سه بخش اصلی مخ، مخچه و ساقه مغز تشکیل شده است (شکل ۱۴). در ادامه با ساختار و کار بخش‌های تشکیل دهنده مغز بیشتر آشنا می‌شوید.

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

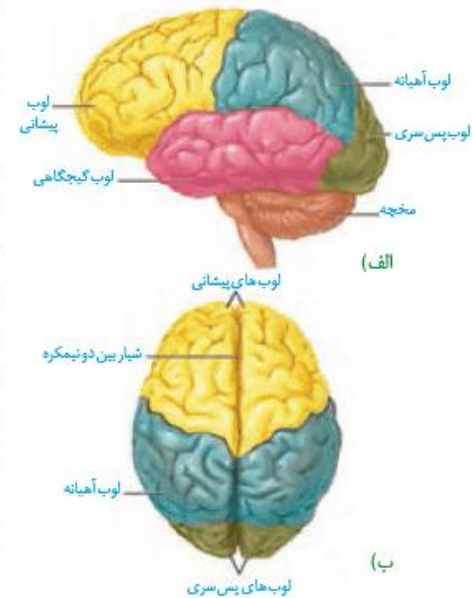
بخش خارجی نیمکره‌های مخ، یعنی قشر مخ از ماده خاکستری است و سطح وسیعی را با ضخامت چند میلی‌متر تشکیل می‌دهد. قشر مخ، چین خورده است و شیارهای متعددی دارد. شکل ۱۵ را ببینید، شیارهای عمیق هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب پس سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی تقسیم می‌کنند. قشر مخ شامل بخش‌های **حسی، حرکتی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

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

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



شکل ۱۴ - سه بخش اصلی مغز



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

**چاپ 98**

**بیشتر بدانید**

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

**مغز**

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

**تغییر در خط سوم**

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

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

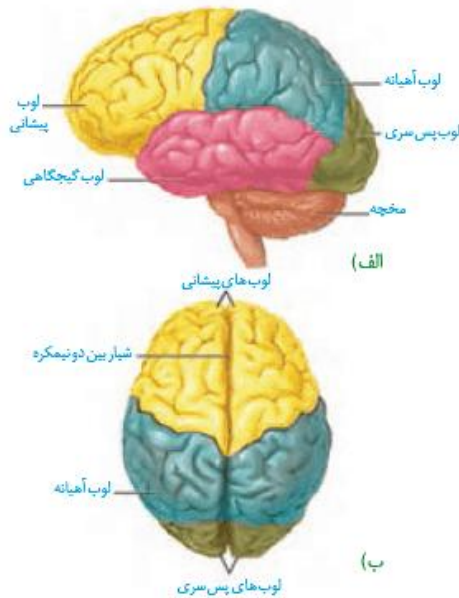
بخش خارجی نیمکره‌های مخ، یعنی قشر مخ از ماده خاکستری است و سطح وسیعی را با ضخامت چند میلی‌متر تشکیل می‌دهد. قشر مخ، چین خورده است و شیارهای متعددی دارد. شکل ۱۵ را ببینید، شیارهای عمیق هر یک از نیمکره‌های مخ را به چهار لوب پس سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی تقسیم می‌کنند. قشر مخ شامل بخش‌های **حسی، حرکتی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

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

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



شکل ۱۴ - سه بخش اصلی مغز

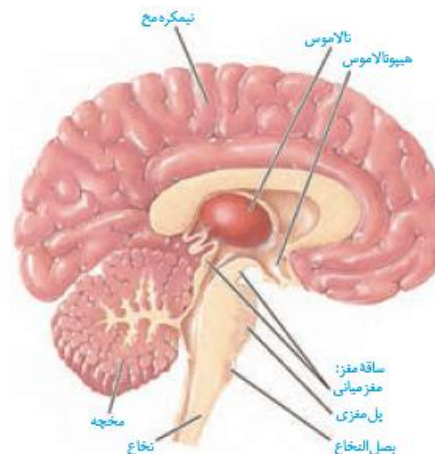


شکل ۱۵ - لوب‌های مخ (الف) از نیم‌رخ (ب) از بالا

**چاپ 97**

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

**بصل النخاع** پایین‌ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل النخاع، فشار خون و رزش قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع، سرفه و مرکز اصلی تنظیم تنفس است. **مخچه:** مخچه در پشت ساقه مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره و بخشی به نام کریمینه در وسط آنهاست. این اندام 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.



شکل ۱۶ - نیمه چپ مغز

**فعالیت ۵**

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

- ۱- هنگام ورزش چگونه تعادل خود را حفظ می‌کنید؟
- ۲- هنگام راه رفتن با چشمان بسته، چه تغییری در راه رفتن ایجاد می‌شود؟ علت تغییر را توضیح دهید.
- ۳- چگونه ممکن است با وجود سلامت کامل چشم‌ها، فرد قادر به دیدن نباشد؟

**ساختارهای دیگر مغز**

**حذف عناوین**

**نهنج‌ها (تالاموس‌ها)** محل پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی است. اغلب پیام‌های حسی در تالاموس گرد هم می‌آیند تا به بخش‌های مربوط در قشر مخ، جهت پردازش نهایی فرستاده شوند.

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

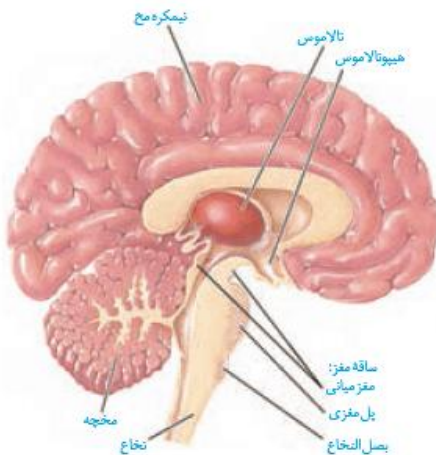
**سامانه کناره‌ای (لیمبیک)** که با قشر مخ، تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارد و در احساساتی مانند ترس، خشم، لذت و نیز حافظه نقش ایفا می‌کند (شکل ۱۶).

**اسبک مغز (هیپوکامپ)** یکی از اجزای سامانه لیمبیک است که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد. حافظه افرادی که هیپوکامپ 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 سپارند. نام‌های جدید، حداکثر فقط برای چند دقیقه در ذهن این افراد باقی می‌ماند. البته آنان برای به یاد آوردن خاطرات مربوط به قبل از آسیب دیدگی، مشکل چندانی ندارند. پژوهشگران بر این باورند که هیپوکامپ در ایجاد حافظه کوتاه مدت و تبدیل آن به حافظه بلند مدت نقش دارد؛ مثلاً وقتی شماره تلفنی را می‌خوانیم، یا می‌شنویم، ممکن است پس از زمان کوتاهی آن را از یاد ببریم، ولی وقتی آن

**چاپ 98**

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

**بصل النخاع:** پایین‌ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل النخاع، فشار خون و ضربان قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع، سرفه و مرکز اصلی تنظیم تنفس است. **مخچه:** مخچه در پشت ساقه مغز قرار دارد و شامل دو نیمکره و بخشی به نام کریمینه 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.



شکل ۱۶ - نیمه چپ مغز

**فعالیت ۵**

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

- ۱- هنگام ورزش چگونه تعادل خود را حفظ می‌کنید؟
- ۲- هنگام راه رفتن با چشمان بسته، چه تغییری در راه رفتن ایجاد می‌شود؟ علت تغییر را توضیح دهید.
- ۳- چگونه ممکن است با وجود سلامت کامل چشم‌ها، فرد قادر به دیدن نباشد؟

**ساختارهای دیگر مغز**

**تالاموس‌ها** محل پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی است. 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.

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

**اسبک مغز (هیپوکامپ)** یکی از اجزای سامانه کناره‌ای است که در تشکیل حافظه و یادگیری نقش دارد. حافظه 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 سپارند. نام‌های جدید، حداکثر فقط برای چند دقیقه در ذهن این افراد باقی می‌ماند. 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 حافظه کوتاه مدت و تبدیل آن به حافظه بلند مدت نقش دارد؛ مثلاً وقتی شماره تلفنی را می‌خوانیم، یا می‌شنویم، ممکن است پس از زمان کوتاهی آن را از یاد ببریم، ولی وقتی آن را بارها به کار ببریم، در حافظه بلند مدت ذخیره می‌شود.

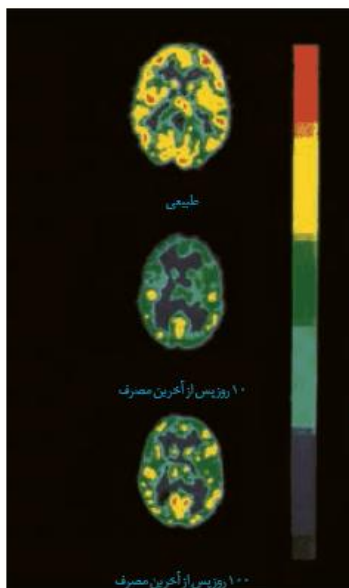
**بیشتر بدانید**

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

**واژه‌شناسی**

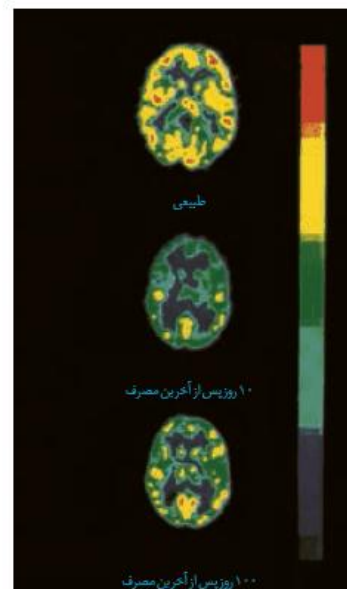
کناره‌ای (Limbic/لیمبیک) این کلمه از ریشه فرانسوی Limbe به معنای حاشیه و کناره گرفته شده است و واژه کناره‌ای همان معنا را می‌دهد.

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



چاپ 98  
مورد پایین  
اضافه شود

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



چاپ 97  
موارد پایین حذف شود

### بیشتر بدانید

مصرف الکل، زمان واکنش به محرک را افزایش می دهد؛ بنابراین، رانندگی پس از مصرف الکل، جان خود و دیگران را به خطر می اندازد. وجود الکل را در خون، ادرار و هوای بازدم می توان سنجید.

### بیشتر بدانید

در گذشته تصور می کردند تولید یاخته های عصبی فقط در دوران جنینی انجام می شود. اما نتایج پژوهش های آئمن در دهه هفتاد میلادی، این باور را تغییر داد. پژوهش روی پستانداران بالغ نشان داده است که در بخش هایی از اسبک مغز تولید یاخته های عصبی رخ می دهد. تولید یاخته های عصبی شامل تکثیر، مهاجرت و تمایز یاخته های بنیادی به یاخته های عصبی است. الکل بر تکثیر یاخته ای و بقای یاخته ها اثر نامطلوب دارد. در افراد معتاد به الکل حجم اسبک مغز کاهش پیدا می کند.

**اعتیاد به الکل:** مقدار الکل (اتانول) در نوشیدنی های الکلی متفاوت است؛ حتی مصرف کمترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می دهد. الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می شود. الکل از غشای یاخته های عصبی بخش های مختلف مغز عبور و فعالیت های آنها را مختل می کند. الکل علاوه بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل های عصبی تحریک کننده و بازدارنده تأثیر می گذارد؛ و عامل کاهش دهنده فعالیت های بدنی، ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن و اختلال در گفتار است.

الکل فعالیت مغز را کند می کند و در نتیجه زمان واکنش فرد به محرک های محیطی افزایش پیدا می کند. مشکلات کبدی، سکتة قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلند مدت الکل است.

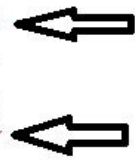
### بیشتر بدانید

مصرف الکل، زمان واکنش به محرک را افزایش می دهد؛ بنابراین، رانندگی پس از مصرف الکل، جان خود و دیگران را به خطر می اندازد. وجود الکل را در خون، ادرار و هوای بازدم می توان سنجید.

### بیشتر بدانید

در گذشته تصور می کردند تولید یاخته های عصبی فقط در دوران جنینی انجام می شود. اما نتایج پژوهش های آئمن در دهه هفتاد میلادی، این باور را تغییر داد. پژوهش روی پستانداران بالغ نشان داده است که در بخش هایی از هیپوکامپ تولید یاخته های عصبی رخ می دهد. تولید یاخته های عصبی شامل تکثیر، مهاجرت و تمایز یاخته های بنیادی به یاخته های عصبی است. الکل بر تکثیر یاخته ای و بقای یاخته ها اثر نامطلوب دارد. در افراد معتاد به الکل حجم هیپوکامپ کاهش پیدا می کند.

**اعتیاد به الکل:** مقدار الکل (اتانول) در نوشیدنی های الکلی متفاوت است؛ حتی مصرف کمترین مقدار الکل، بدن را تحت تأثیر قرار می دهد. الکل در دستگاه گوارش به سرعت جذب می شود و چون در چربی محلول است از غشای یاخته های عصبی بخش های مختلف مغز عبور و فعالیت های آنها را مختل می کند. الکل علاوه بر دوپامین، بر فعالیت انواعی از ناقل های عصبی تحریک کننده و بازدارنده تأثیر می گذارد. الکل کاهش دهنده فعالیت های بدنی است. موجب آرام سازی ماهیچه ها و ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن، اختلال در گفتار، کاهش درد و اضطراب، خواب آلودگی، اختلال در حافظه، گیجی و کاهش هوشیاری می شود. الکل فعالیت مغز را کند می کند و در نتیجه زمان واکنش فرد به محرک های محیطی افزایش پیدا می کند. مشکلات کبدی، سکتة قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلند مدت الکل است.



### فعالیت ۶

درباره درستی یا نادرستی عبارت های زیر اطلاعاتی را جمع آوری کرده و به کلاس ارائه کنید.

- استفاده از قلیان به اندازه سیگار خطرناک نیست.
- فرد با یک بار مصرف ماده اعتیادآور، معتاد نمی شود.
- مصرف تنباکو با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.
- مصرف مواد اعتیادآوری که از گیاهان به دست می آیند، خطر چندانی ندارد.

### فعالیت ۶

درباره درستی یا نادرستی عبارت های زیر اطلاعاتی را جمع آوری کرده و به کلاس ارائه کنید.

- استفاده از قلیان به اندازه سیگار خطرناک نیست.
- فرد با یک بار مصرف ماده اعتیادآور، معتاد نمی شود.
- مصرف تنباکو با سرطان دهان، حنجره و شش ارتباط مستقیم دارد.
- مصرف مواد اعتیادآوری که از گیاهان به دست می آیند، خطر چندانی ندارد.

پدیده سازش گیرنده‌های فشار 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.

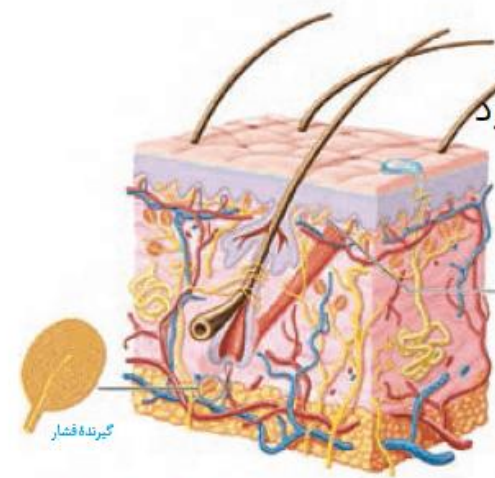
چاپ 97

فعالیت ۱

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

بیشتر بدانید

**اندام خیالی:** مغز ممکن است احساس‌ها را اشتباه درک کند. اندام خیالی حالتی است که فرد در اندام از دست رفته بدنش، درد احساس می‌کند. در گذشته پژوهشگران فکر می‌کردند این احساس از پایانه‌های عصبی 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 می‌کند، اکنون از بخش‌های دیگر بدن اطلاعاتی دریافت و این پیام‌ها را به عنوان پیام اندام از دست‌رفته تلقی می‌کند.



شکل ۲. گیرنده‌های پوست

حواس را به دو گروه تقسیم می‌کنند

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

حواس پیکری

در بخش‌های گوناگون بدن مانند پوست، ماهیچه‌های اسکلتی و زردپی‌ها، گیرنده‌هایی وجود دارند که اطلاعات حسی را دریافت می‌کنند. اینها گیرنده‌های حس‌های پیکری اند. حس‌های پیکری شامل **حس تماس، دما، وضعیت و درد**ند. انتهای دندریت آزاد، مانند گیرنده‌های درد، یا انتهای دندریت‌هایی درون پوششی از بافت پیوندی مانند گیرنده فشار در پوست نمونه‌هایی از گیرنده‌های حواس پیکری اند. (شکل ۱).

گیرنده‌های تماسی، گیرنده‌های مکانیکی جذب شود

~~مخروط پوست و بافت‌های دیگرند که با تماس، فشار یا ارتعاش تحریک می‌شوند (شکل ۴).~~  
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

پدیده 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.

چاپ 98

فعالیت ۱

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

حواس را به دو گروه تقسیم می‌کنند

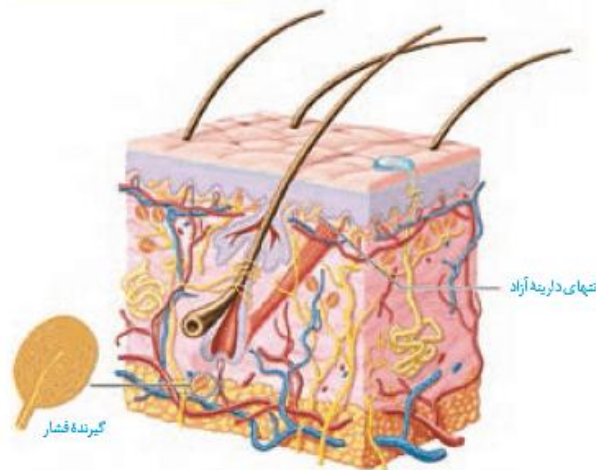
گروهی از گیرنده‌ها مانند گیرنده‌های دما در بخش‌های گوناگون بدن پراکنده‌اند و گروهی از گیرنده‌های بدن ما در اندام‌های ویژه‌ای قرار دارند؛ مانند گیرنده‌های بینایی در چشم. از این رو، حواس را به دو گروه **حواس پیکری** و **حواس ویژه** تقسیم کرده‌اند. در ادامه درس با کار هر گروه از این حواس آشنا می‌شوید.

حواس پیکری

در بخش‌های گوناگون بدن مانند پوست، ماهیچه‌های اسکلتی و زردپی‌ها، گیرنده‌هایی به نام گیرنده‌های حس‌های پیکری وجود دارند. حس‌های پیکری شامل **حس تماس، دما، وضعیت و درد**ند. انتهای دندریت آزاد، مانند گیرنده‌های درد، یا انتهای دندریت‌هایی درون پوششی از بافت پیوندی مانند گیرنده فشار در پوست، نمونه‌هایی از گیرنده‌های حواس پیکری اند. (شکل ۱).

گیرنده‌های تماسی، گیرنده‌های مکانیکی اند

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 ۲. گیرنده‌های پوست

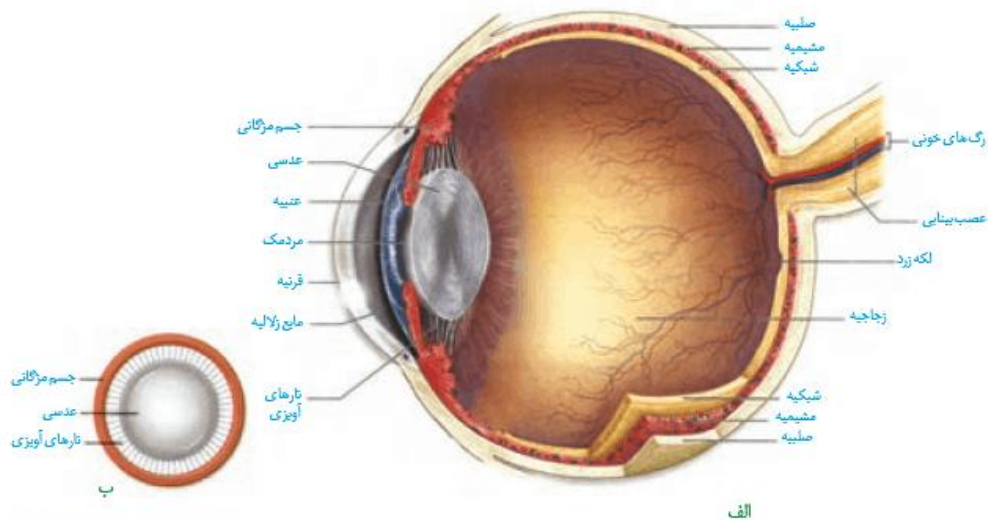
گفتار ۲ حواس ویژه

چاپ 98

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

بینایی

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



شکل ۴- الف) بخش‌های تشکیل دهنده کره چشم چپ از بالا ب) عدسی چشم از 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 کره چشم:** خارجی‌ترین لایه کره چشم از صلبیه و قرنیه تشکیل شده است. صلبیه پرده‌ای سفید رنگ، محکم و قرنیه پرده شفاف جلوی چشم است. لایه میانی چشم شامل مشیمیه، جسم مژگانی و عنبیه است. مشیمیه لایه‌ای رنگدانه‌دار و پر از مویرگ‌های خونی است.

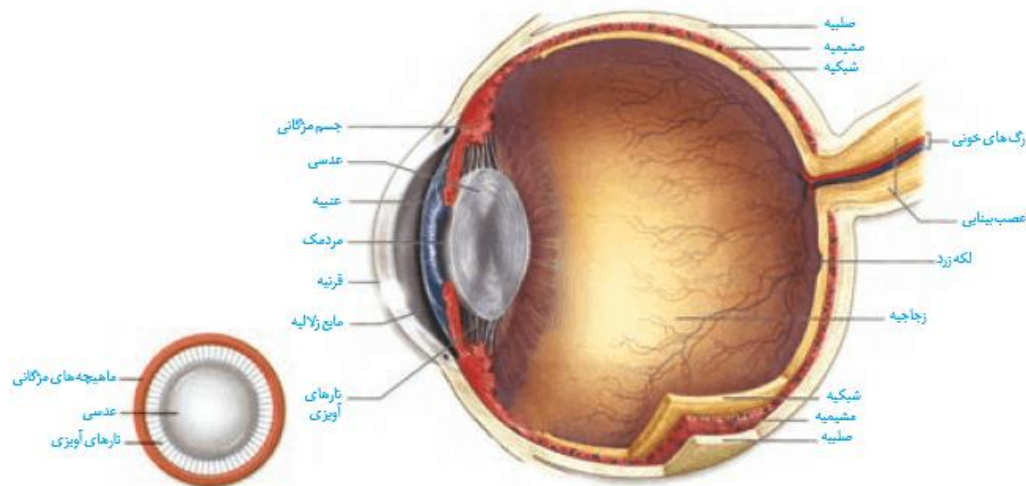
گفتار ۲ حواس ویژه

چاپ 97

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

بینایی

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



شکل ۴- ب) بخش‌های تشکیل دهنده کره چشم چپ از بالا

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

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

حذف شود





## حذف شود



### بیشتر بدانید

ابن هیثم که اروپاییان او را الحازن (Alhazan) می نامند، دانشمند مسلمان قرن چهارم هجری است. او کسی است که برای نخستین بار در کتاب المناظر خود، بخش های چشم را با نام های صلیبه، زجاجیه و... نام گذاری کرد؛ او همچنین چگونگی دیدن اجسام را توضیح داد. تا قبل از آن بر طبق نظر اقلیدس، تصور می کردند که نور از چشم بیننده به اجسام می تابند و باعث دیدن آنها می شود، ولی ابن هیثم 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 پرده شبکیه می اندازد. ابن هیثم دریافت که پرده شبکیه از راه عصب بینایی با مغز ارتباط دارد. بعدها ابن سینا، ابوریحان بیرونی و دیگران نظر او را پذیرفتند. ترجمه کتاب او برای سال ها، یکی از کتاب های درسی دانشگاه های اروپا بود.

شکل ۵- الف) گیرنده های نور، و یاخته های عصبی شبکیه

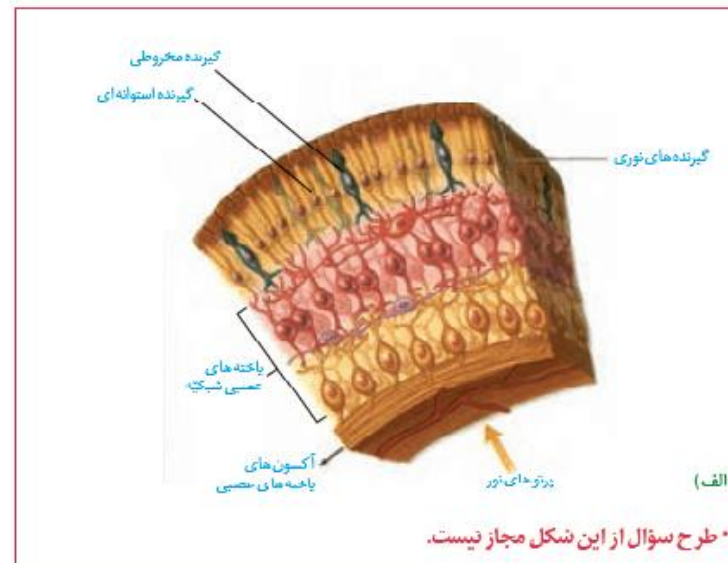
### بیشتر بدانید

رنگ چشم: در سینه دانه های رنگی وجود دارد که حاوی ملانین است. تراکم این دانه ها، رنگ چشم را تعیین می کند.

## چاپ 97

راقتضیه می کند. جسم مرگانی، حلقه ای بین مشیمیه و عنبیه و شامل ماهیچه های مرگانی است. عنبیه بخش رنگین چشم در پشت قرنیه است که در وسط آن، سوراخ مردمک قرار دارد. دو گروه ماهیچه صاف عنبیه، مردمک را (در نور زیاد) تنگ و (در نور کم) گشاد می کنند. ماهیچه های تنگ کننده را اعصاب پاراسمپاتیک و ماهیچه های گشاد کننده را اعصاب سمپاتیک عصب دهی می کنند. عدسی چشم همگرا، انعطاف پذیر و با رشته هایی به نام تارهای آویزی به جسم مرگانی متصل است. مایعی شفاف به نام زلالیه فضای جلوی عدسی چشم را پر کرده است که از مویرگ ها ترشح می شود. زلالیه مواد غذایی و اکسیژن را برای عدسی و قرنیه فراهم و مواد دفعی آنها را جمع آوری می کند و به خون می دهد. ماده ای ژله ای و شفاف به نام زجاجیه در فضای پشت عدسی قرار دارد که شکل کروی چشم را حفظ می کند.

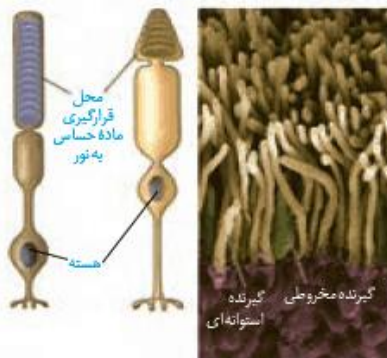
شبکیه داخلی ترین لایه چشم است که گیرنده های نوری، یعنی یاخته های مخروطی و استوانه ای و نیز یاخته های عصبی در آن قرار دارند (شکل ۵ الف). آکسون یاخته های عصبی، عصب بینایی را تشکیل می دهد. که پیام های بینایی را به مغز می برد. محل خروج عصب، بینایی از شبکیه، نقطه کور نام دارد. درون گیرنده های نوری ماده حساس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



\* طرح سؤال از این شکل مجاز نیست.

## بیشتر بدانید چاپ 98

ابن هیثم که اروپاییان او را الحازن (Alhazan) می نامند، دانشمند مسلمان قرن چهارم هجری است. او کسی است که برای نخستین بار در کتاب المناظر خود، بخش های چشم را با نام های صلیبه، زجاجیه و... نام گذاری کرد؛ او همچنین چگونگی دیدن اجسام را توضیح داد. تا قبل از آن بر طبق نظر اقلیدس، تصور می کردند که نور از چشم بیننده به اجسام می تابند و باعث دیدن آنها می شود، ولی ابن هیثم 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 پرده شبکیه می اندازد. ابن هیثم دریافت که پرده شبکیه از راه عصب بینایی با مغز ارتباط دارد. بعدها ابن سینا، ابوریحان بیرونی و دیگران نظر او را پذیرفتند. ترجمه کتاب او برای سال ها، یکی از کتاب های درسی دانشگاه های اروپا بود.

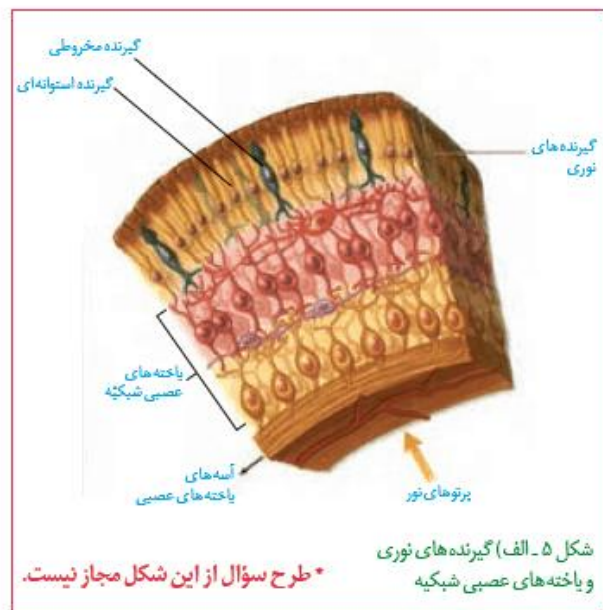


شکل ۵- ب) گیرنده های نوری (رنگ های تصاویر واقعی نیستند)

جسم مرگانی، حلقه ای بین مشیمیه و عنبیه و شامل ماهیچه های مرگانی است. عنبیه بخش رنگین چشم در پشت قرنیه است که در وسط آن، سوراخ مردمک قرار دارد. دو گروه ماهیچه صاف عنبیه، مردمک را (در نور زیاد) تنگ و (در نور کم) گشاد می کنند. ماهیچه های تنگ کننده را اعصاب پادهم حس و ماهیچه های گشاد کننده را اعصاب هم حس عصب دهی می کنند.

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

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



\* طرح سؤال از این شکل مجاز نیست.

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

یخ سست در روز ناهس ده، همچنین هنگام استفاده از این دستگاه ها، از نرم افزارهایی استفاده کنند که سطح ایمن شنوایی را نشان می دهند و معاینه شنوایی را نیز به طور منظم انجام دهند.



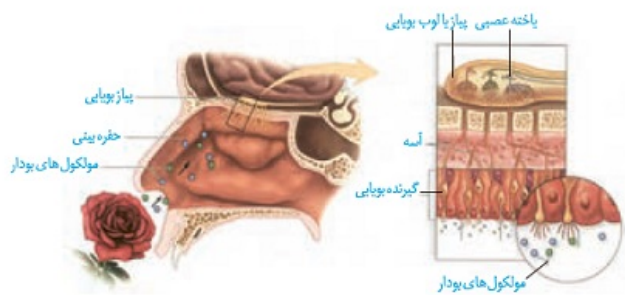
شکل ۱۱- چگونگی تحریک گیرنده های تعادلی در مجاری نیم دایره

## چاپ ۹۷

درباره شغل شنوایی ستجی و بینایی ستجی گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کنید.

### فعالیت ۷

#### بویایی



شکل ۱۲- گیرنده های بویایی

گیرنده های بویایی در سقف حفره بینی قرار دارند. مولکول های بو دار هوای تنفسی این یاخته ها را تحریک می کنند. آسه این یاخته ها پیام های بویایی را به لوب های (پیازهای) بویایی مغز که در تشریح مغز آنها را مشاهده کردید، می برند. پیام بویایی سرانجام به قشر مخ ارسال می شود (شکل ۱۲).

هنگام استفاده از این دستگاه ها، از نرم افزارهایی استفاده کنند که سطح ایمن شنوایی را نشان می دهند و معاینه شنوایی را نیز به طور منظم انجام دهند.



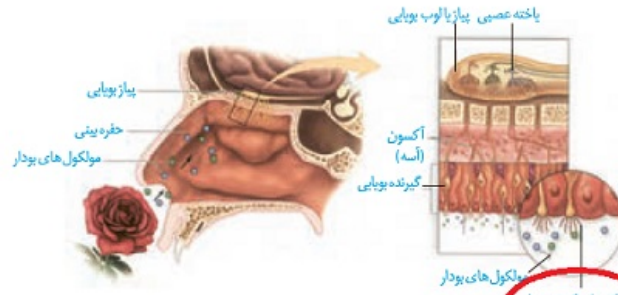
شکل ۱۱- چگونگی تحریک گیرنده های تعادلی در مجاری نیم دایره

## چاپ ۹۸

درباره شغل شنوایی ستجی و بینایی ستجی گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کنید.

### فعالیت ۷

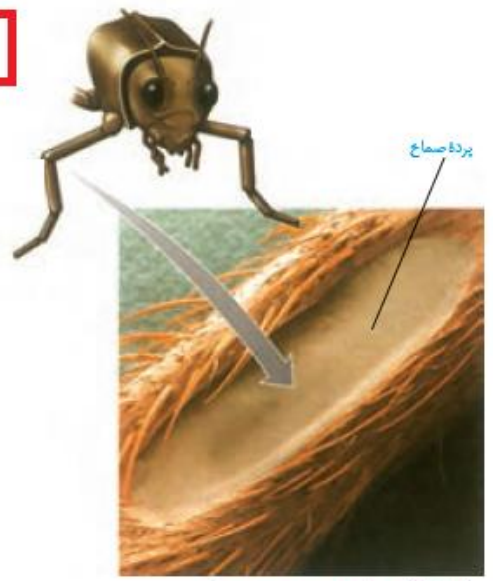
#### بویایی



شکل ۱۲- گیرنده های بویایی

گیرنده های بویایی در سقف حفره بینی قرار دارند. این گیرنده ها یاخته های عصبی اند که دندریت هایشان مژک دار است. مولکول های بو دار هوای تنفسی این یاخته ها را تحریک می کنند. آسه (آکسون) این یاخته ها پیام های بویایی را به لوب های (پیازهای) بویایی مغز که در تشریح مغز آنها را مشاهده کردید، می برند. پیام بویایی سرانجام به قشر مخ ارسال می شود (شکل ۱۲).

چاپ 97



**گیرنده مکانیکی صدا در پا:** روی پای‌های جلویی جیرجیرک یک محفظه هوا وجود دارد که پرده صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی متصل به پرده را تحریک کرده و جانور صدا را دریافت می‌کند (شکل ۱۷).

شکل ۱۷- گیرنده امواج صوتی در جیرجیرک

**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 گیرنده نوری دارد. هر یک از این واحدها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می‌کنند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یکپارچه و تصویری موزاییکی ایجاد می‌کند (شکل ۱۸). گیرنده‌های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می‌کنند.

اضافه شود

چاپ 98

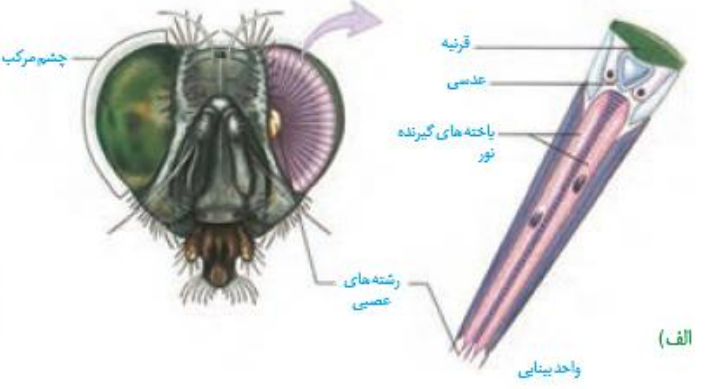


**گیرنده مکانیکی صدا در پا:** روی هر یک از پاهای جلویی جیرجیرک یک محفظه هوا وجود دارد که پرده صماخ روی آن کشیده شده است. لرزش پرده در اثر امواج صوتی، گیرنده‌های مکانیکی را که بر پشت پرده صماخ قرار دارند، تحریک و جانور صدا را دریافت می‌کند (شکل ۱۷).

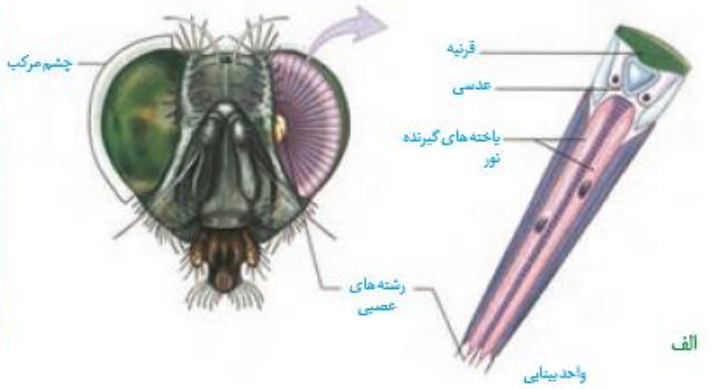
اضافه شود

**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 گیرنده نوری دارد. هر یک از این واحدها تصویر کوچکی از بخشی از میدان بینایی را ایجاد می‌کنند. دستگاه عصبی جانور، این اطلاعات را یکپارچه و تصویری موزاییکی ایجاد می‌کند (شکل ۱۸). گیرنده‌های نوری برخی حشرات مانند زنبور، پرتوهای فرابنفش را نیز دریافت می‌کنند.

شکل ۱۷- پرده صماخ در جیرجیرک

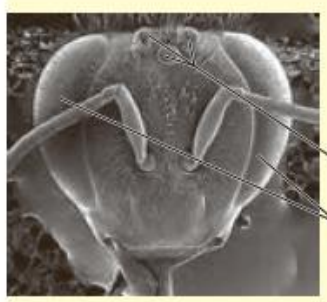


(الف)



(الف)

بیشتر بدانید



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

تصویر چشم‌های زنبور با میکروسکوپ الکترونی



(ب)

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

بیشتر بدانید



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

تصویر چشم‌های زنبور با میکروسکوپ الکترونی



(ب)

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

جدول ۱-وظایف اسکلت استخوانی در انسان

حاج 98



استخوان‌هایی از جمجمه



استخوان مهره



استخوان‌های مچ دست



استخوان ران

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

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان‌ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می‌کنند تا اندام‌ها بر 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 ذخیره مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم اند.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن و استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

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 **سامانه هاورس** قرار گرفته است (شکل ۳). این سامانه‌ها به صورت استوانه‌هایی هم مرکز از تیغه‌های استخوانی اند که از یاخته‌های استخوانی، ماده زمینه‌ای و کلاژن در اطراف آنها تشکیل شده است. ماده 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 تته 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 برآمده 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

جدول ۱-وظایف اسکلت استخوانی در انسان

چاپ 97



استخوان جمجمه



استخوان مهره



استخوان‌های مچ دست



استخوان ران

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

وظیفه	توضیح
پشتیبانی	استخوان‌ها شکل بدن را تعیین و نیز چارچوبی را ایجاد می‌کنند تا اندام‌ها بر 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. این بافت یاخته‌های خونی را تولید می‌کند.
ذخیره مواد معدنی	استخوان‌ها محل ذخیره مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم اند.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن و استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

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 **سامانه هاورس** قرار گرفته است (شکل ۳). این سامانه‌ها به صورت استوانه‌هایی هم مرکز تیغه‌های استخوانی اند که از سلول‌های استخوانی و ماده زمینه‌ای اطراف آنها تشکیل شده است. ماده زمینه‌ای از پروتئین‌هایی مانند کلاژن و مواد معدنی تشکیل شده است. اعصاب و رگ‌های درون مجرای مرکزی هر سامانه، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند. سطح درونی تته 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 برآمده استخوان ران توسط بافت اسفنجی پر شده است. بافت استخوانی اسفنجی، تیغه‌های استخوانی به صورت نامنظم فرار گرفته‌اند. بین تیغه‌ها، حفره‌هایی وجود دارد که توسط رگ‌ها و مغز قرمز استخوان پر شده‌اند. مغز استخوان، بخش نرمی است که درون استخوان را پر می‌کند. فضای درون استخوان اسفنجی می‌تواند با مغز قرمز پر شود که محل تشکیل یاخته‌های خونی است.



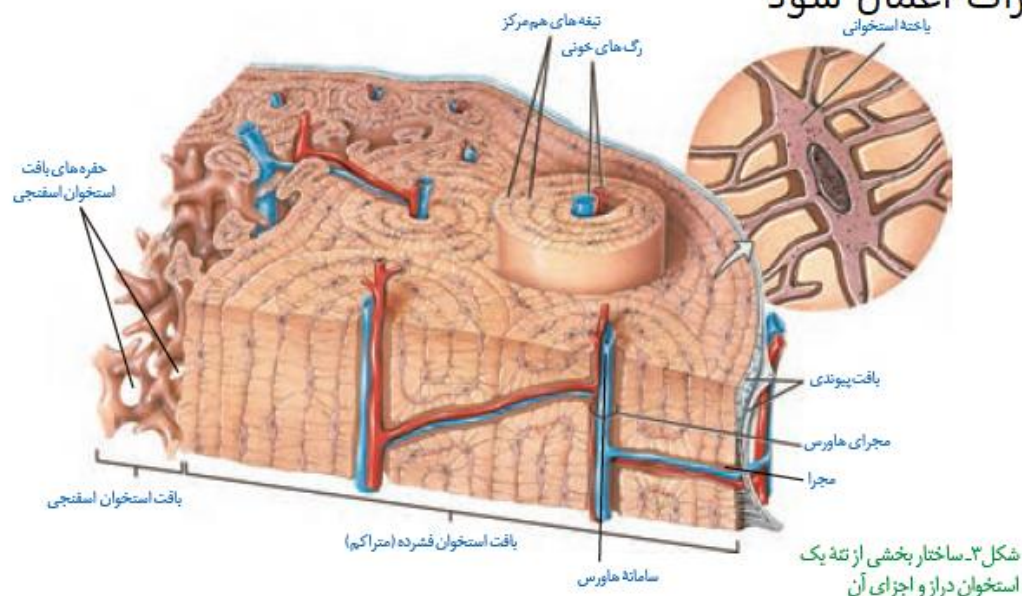
تغییرات اعمال شود

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.

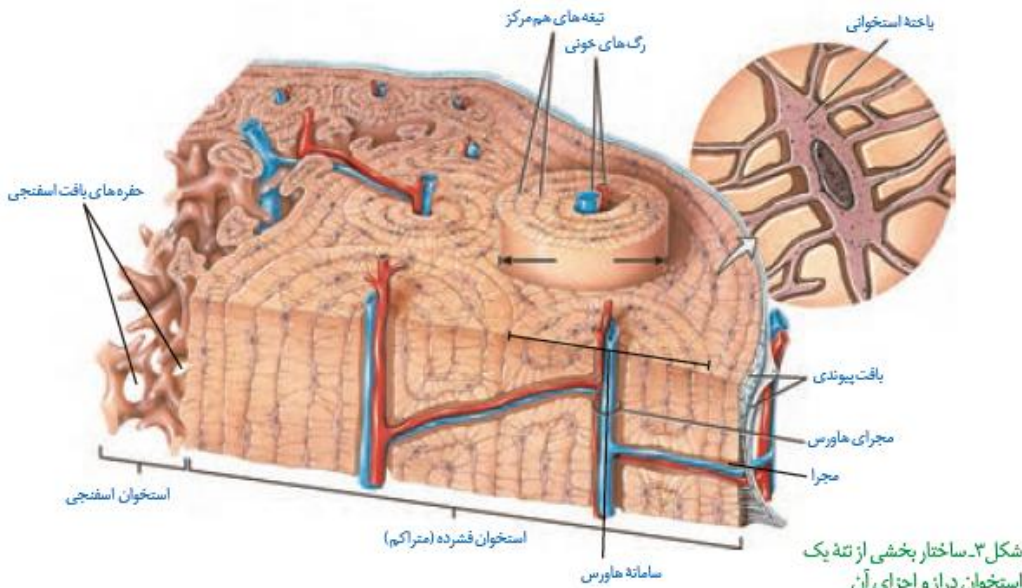


بیشتر مغز زرد نیز از چربی تشکیل شده است و مجرای مرکزی استخوان‌های دراز را پر می‌کند. در کم‌خونی‌های شدید، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.

### تغییرات اعمال شود



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



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

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

#### فعالیت ۱

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

#### فعالیت ۱

### تشکیل و تخریب استخوان

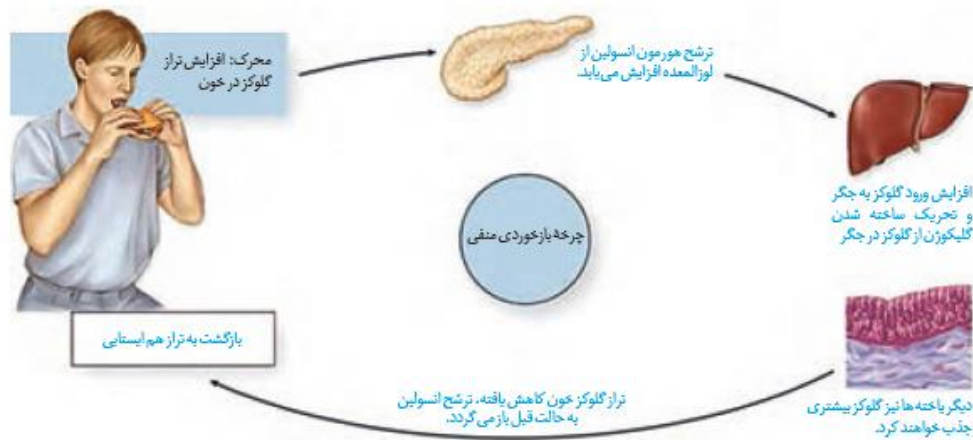
در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن نمک‌های کلسیم سخت می‌شوند. یاخته‌های استخوانی تا اواخر سن رشد، ماده زمینه‌ای ترشح می‌کنند و بنابراین، توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند. با افزایش سن، یاخته‌های استخوانی کم‌کار می‌شوند و توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا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

### تشکیل و تخریب استخوان

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

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

### چاپ 98



شکل ۱۳- تنظیم بازخورد گلوکز با بازخورد منفی

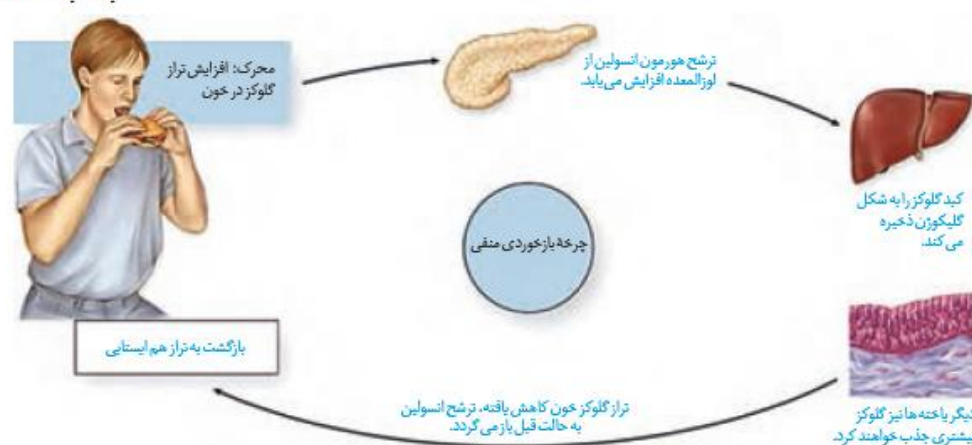
### ارتباط شیمیایی در جانوران

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

↑  
اضافه شود

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

### چاپ 97



شکل ۱۳- تنظیم بازخورد گلوکز با بازخورد منفی

### ارتباط شیمیایی در جانوران

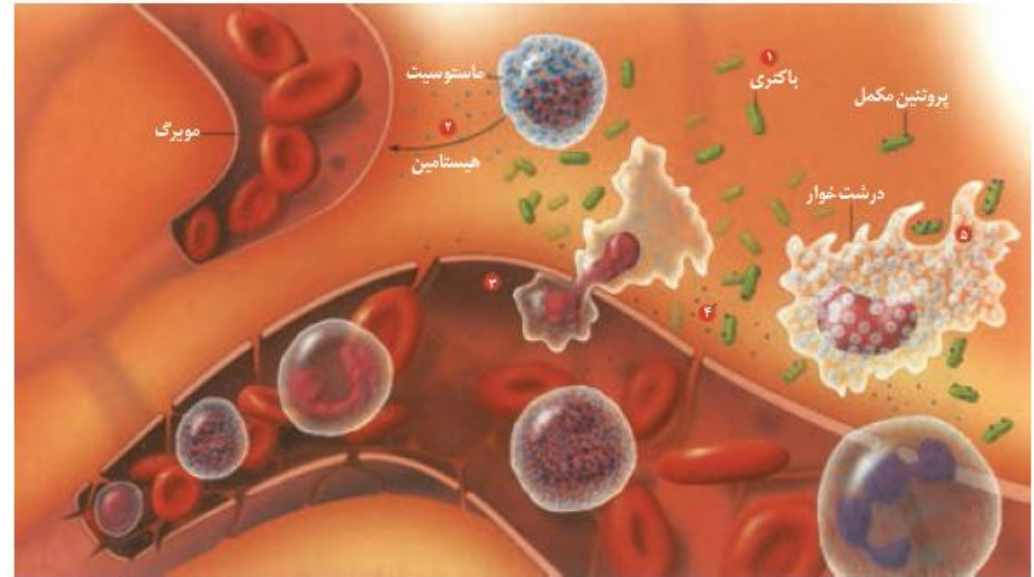
در دنیای جانوران از ارتباط شیمیایی نه فقط برای ارتباط بین یاخته‌ها، بلکه برای ارتباط افراد با یکدیگر نیز استفاده می‌شود. فرومون‌ها موادی هستند که از یک فرد ترشح شده و در فرد یا افراد دیگری از همان گونه پاسخ‌های رفتاری ایجاد می‌کنند. مثلاً زنبور از فرومون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کند. یا مارها قادرند با گیرنده‌هایی شیمیایی زبانشان، فرومون‌های موجود در هوا را تشخیص دهند. گربه‌ها از فرومون‌ها برای تعیین قلمرو خود استفاده می‌کنند.

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

**چاپ 97**

**فعالیت ۵**

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



شکل ۹- مراحل التهاب:

تیب یکی از نشانه‌های بیماری‌های میکروبی، تب است. فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا کاهش می‌یابد. پاروید میکروب به بدن و بعضی از ترشحات آنها از طریق خون به بخشی از بدن هیپوتالاموس می‌رسد و دمای بدن را بالا می‌برد.

**فعالیت ۶**

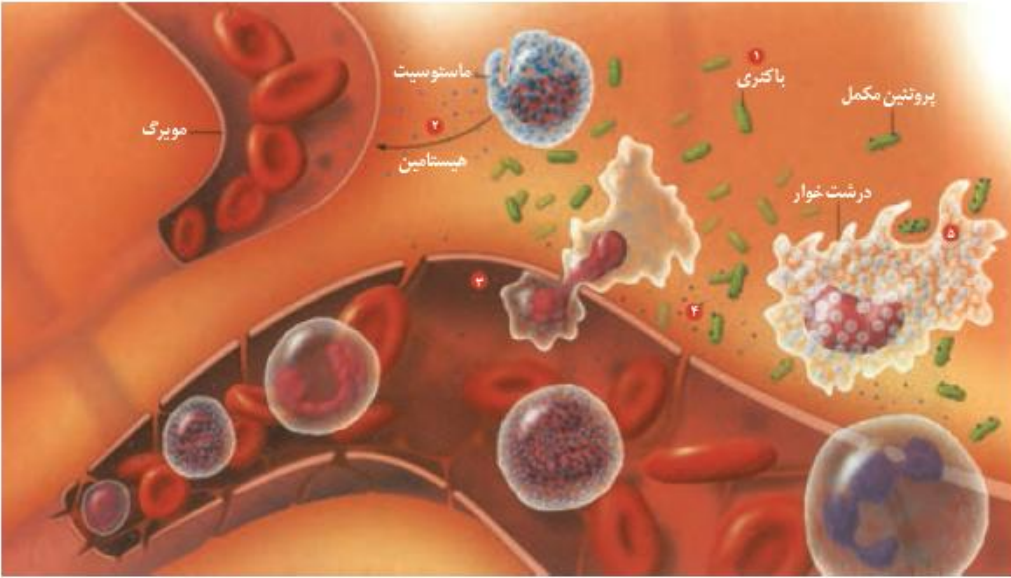
الف) تب چگونه بر فعالیت میکروب‌ها اثر می‌گذارد؟  
ب) چرا تب‌های شدید خطرناک‌اند؟

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.

**چاپ 98**

**فعالیت ۵**

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



شکل ۹- مراحل التهاب:

تیب 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.

**جایگزین قسمت حذف شده شود**

**فعالیت ۶**

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

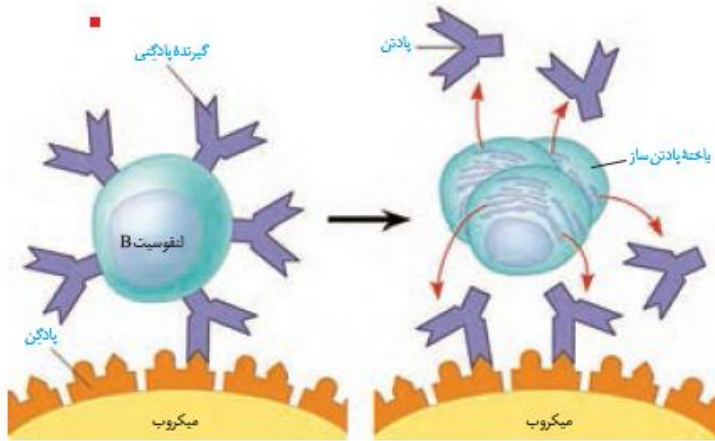
چاپ 98



هر پادتن به دو مولکول پادگین یکسان می تواند متصل شود.

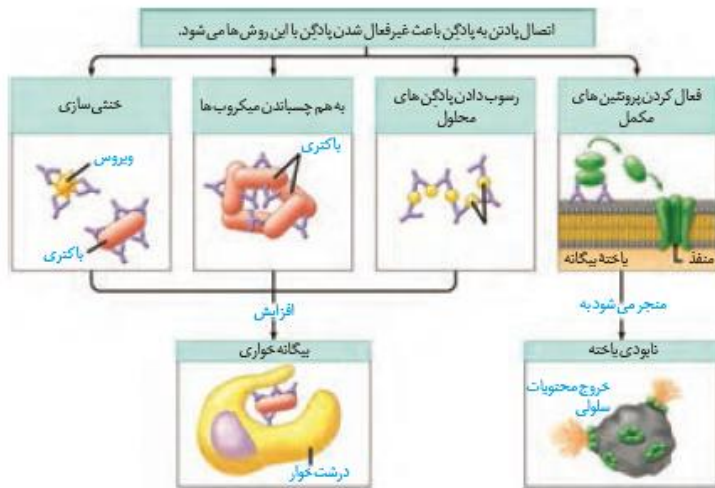
شکل ۱۲- مولکول پادتن

پادتن ها مولکول هایی Y شکل و از جنس پروتئین اند. هر پادتن دو جایگاه برای اتصال به پادگین دارد (شکل ۱۲). هر لنفوسیت B می تواند پس از تبدیل به پادتن ساز، پادتنی مشابه با گیرنده خود ترشح کند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- هر لنفوسیت فقط یک نوع گیرنده دارد که پس از تبدیل به پادتن ساز پادتنی مشابه با گیرنده خود را ساخته و ترشح می کند.

پادتن پادگین را با روش هایی که در شکل ۱۴ نشان داده شده است، بی اثر یا نابود می کند. از پادتن ها می توان به عنوان دارو نیز استفاده کرد. پادتن آماده را سرم می نامند. به عنوان مثال، در زخم های شدید، که احتمال فعالیت باکتری کزاز وجود دارد، از سرم ضد کزاز استفاده می شود. همچنین پادزهر سم مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می شود، حاوی پادتن هایی است که سم مار را خنثی می کنند.



شکل ۱۴- نحوه عملکرد پادتن

چاپ 97



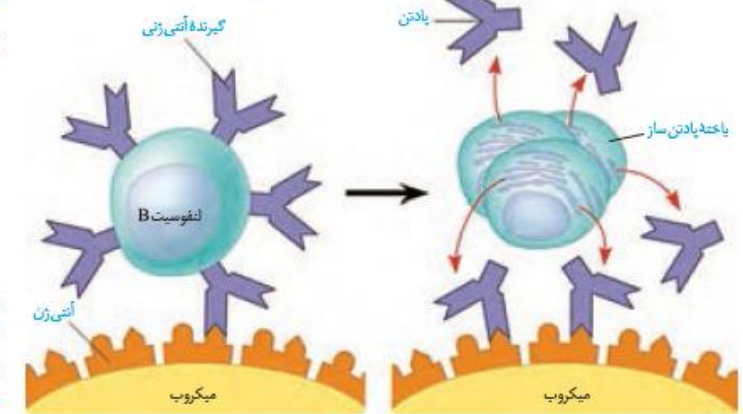
هر پادتن به دو مولکول آنتی ژن یکسان می تواند متصل شود.

شکل ۱۲- مولکول پادتن

پادتن ها مولکول هایی Y شکل و از جنس پروتئین اند. هر پادتن دو جایگاه برای اتصال به پادگین (آنتی ژن) دارد (شکل ۱۲).

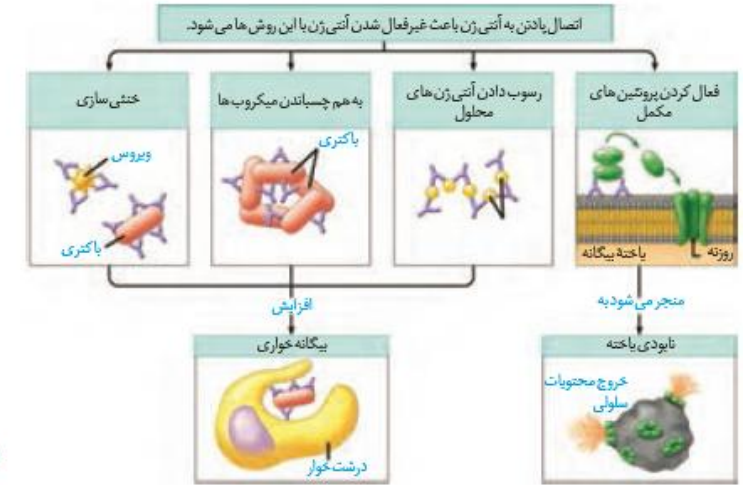
پادتن ها بر دو نوع اند: یک نوع از آنها به عسای لنفوسیت B متصل است و نقش گیرنده آنتی ژن را دارد. نوع دیگر ترشحی است. هر لنفوسیت B می تواند پادتنی مشابه با گیرنده خود ترشح کند (شکل ۱۳).

حذف شود



شکل ۱۳- هر لنفوسیت فقط یک نوع گیرنده دارد که پس از تبدیل به پادتن ساز پادتنی مشابه با گیرنده خود را ساخته و ترشح می کند.

پادتن آنتی ژن را با روش هایی که در شکل ۱۴ نشان داده شده است، بی اثر یا نابود می کند. از پادتن ها می توان به عنوان دارو نیز استفاده کرد. پادتن آماده را سرم می نامند. به عنوان مثال، در زخم های شدید، که احتمال فعالیت باکتری کزاز وجود دارد، از سرم ضد کزاز استفاده می شود. همچنین پادزهر سم مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می شود، حاوی پادتن هایی است که سم مار را خنثی می کنند.



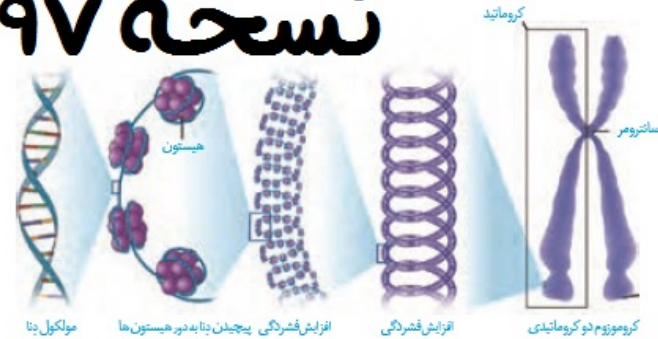
شکل ۱۴- نحوه عملکرد پادتن



گفتار ۱ کروموزوم

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

نسخه ۹۷



شکل ۱- مراحل فشردشدن کروموزوم

اجزای کروموزوم:

شکل ۲، تصویر یک کروموزوم را در حداکثر فشردگی نشان می‌دهد. همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود، این کروموزوم از دو بخش همانند به نام فامینک (کروماتید) تشکیل شده است. به این کروموزوم‌ها، کروموزوم‌های مضاعف شده می‌گویند. کروماتیدهای هر کروموزوم مضاعف از نظر نوع ژن‌ها یکسان‌اند و به آنها کروماتیدهای خواهری گفته می‌شود. کروماتیدهای خواهری در محلی به نام سائترومر به هم متصل‌اند.



شکل ۲- ساختار یک کروموزوم دوکروماتیدی

گفتار ۱ فام تن (کروموزوم)

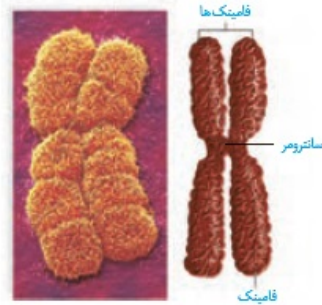
همان طور که می‌دانید فام تن از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است. به شکل ۱ توجه کنید. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی فام تن‌های هسته، کمتر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، فامینه (کروماتین) می‌گویند. هر رشته فامینه دارای واحدهای تکراری به نام هسته‌تن (نوکلئوزوم) است. در هر هسته‌تن،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

نسخه ۹۸



شکل ۱- مراحل فشردشدن فام تن

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



شکل ۲- ساختار یک فام تن مضاعف شده

تغییرات زیاد

تعداد کروموزوم

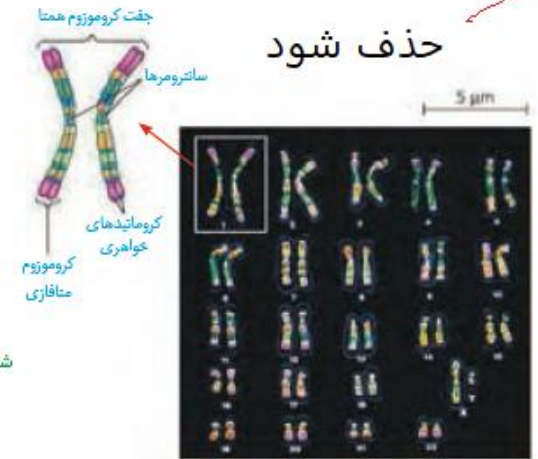
چاپ 97

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

یاخته‌های پیکری انسان، دولا (دیپلوئید) هستند

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

حذف شود



شکل ۳- کاریوتیپ انسان

با بررسی کاریوتیپ انسان، مشاهده می‌شود که هر کروموزوم دارای یک کروموزوم شبیه خود است که به این کروموزوم‌ها، **همتا** گفته می‌شود. به جاندارانی که یاخته‌های پیکری آنها از هر کروموزوم ۲ نسخه داشته باشند، **دیپلوئید** می‌گویند. در این یاخته‌ها، دو مجموعه کروموزوم وجود دارد که دو به دو به یکدیگر شبیه‌اند. در این یاخته‌ها، یک مجموعه کروموزوم 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، کروموزوم‌هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این کروموزوم‌ها، کروموزوم جنسی گفته می‌شود. کروموزوم‌های جنسی ممکن است شبیه هم نباشند. نمونه این کروموزوم‌ها را در کاریوتیپ شکل ۳ مشاهده می‌کنید. کروموزوم‌های جنسی در انسان را با نماد X و Y نشان می‌دهند. هسته یاخته‌های پیکری زنان دو کروموزوم X و مردان یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y دارند.

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 به صورت توده رنگ‌پذیر دیده می‌شوند فامینه، به صورت اجسام رنگ‌پذیر فامتن و جزء کوچک‌تر اینها همراه با پسوند صغیر (ک) به کار رفته و فامینک خوانده می‌شود.

بیشتر بدانید

جدول ۱- عدد کروموزومی برخی جانداران

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

با توجه به جدول آیا بین ساده و پیچیده بودن جاندار و تعداد کروموزوم‌ها می‌تواند ارتباطی وجود داشته باشد؟

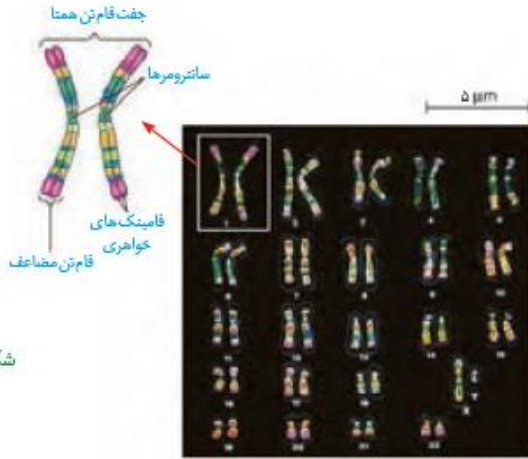
تعداد فامتن

چاپ 98

هرگونه از جانداران، تعداد معینی 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؛ مثلاً در یاخته‌های پیکری انسان و درخت زیتون ۴۶ فامتن وجود دارد، ولی به طور مسلم ژن‌های آنها بسیار متفاوت‌اند. تعداد فامتن‌های جانداران مختلف (به جز باکتری‌ها) از ۲ تا بیش از ۱۰۰۰ عدد متغیر است.

یاخته‌های پیکری انسان، دولا (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 ۳- کاریوتیپ انسان

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

در انسان و بعضی جانداران، فامتن‌هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند. به این فامتن‌ها، فامتن جنسی گفته می‌شود. فامتن‌های جنسی ممکن است شبیه هم نباشند. نمونه این فامتن‌ها را در 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.

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 به صورت توده رنگ‌پذیر دیده می‌شوند فامینه، به صورت اجسام رنگ‌پذیر فامتن و جزء کوچک‌تر اینها همراه با پسوند صغیر (ک) به کار رفته و فامینک خوانده می‌شود.

بیشتر بدانید

جدول ۱- عدد فامتنی برخی جانداران

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

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

پیش‌چهر (prophase/پروفاز)  
پس‌چهر (metaphase/متافاز)  
میان‌چهر (interphase/اینترفاز)

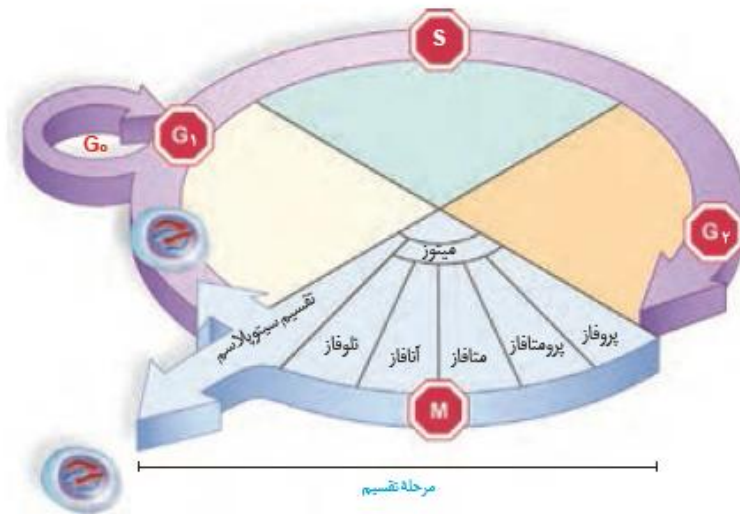
و...  
phase در انگلیسی به معنی مرحله است و از نظر ریشه‌شناسی به شکل‌های مختلف ماه از هلال تا بدر برمی‌گردد، و در اصل به معنی ظاهر، نما و جلوه می‌باشد از آنجایی که در هر مرحله از تقسیم یاخته به‌ظهور نماهای متفاوتی در زیر میکروسکوپ منجر می‌شود معادل چهر که مجازاً معنی مرحله را می‌دهد برای آن انتخاب شده است. در عین حال از پیشوندهای پیش، پس، پسین و واپسین، نیز استفاده شده که تقدم و تاخر مراحل نشان داده شود.  
پسین = پس‌تر  
واپسین = آخرین

شکل ۴. مراحل مختلف چرخه یاخته

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

### چرخه یاخته‌ای

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



مرحله تقسیم

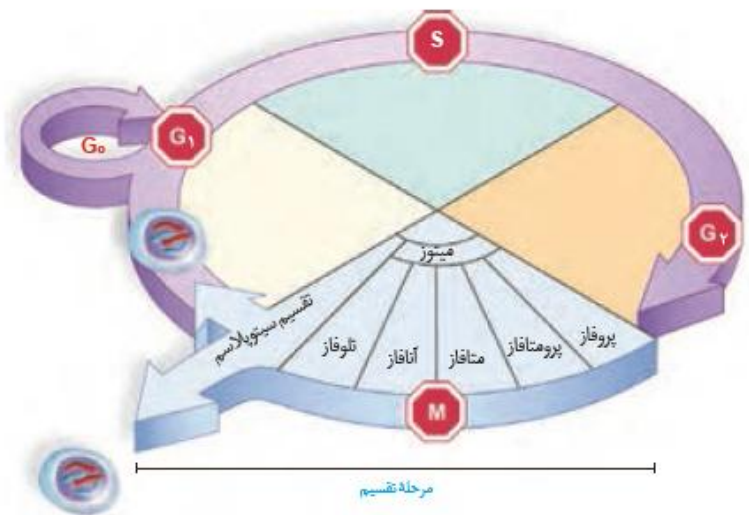
### چاپ 98 واژه‌شناسی حذف شده

شکل ۴. مراحل مختلف چرخه یاخته

بعضی یاخته‌ها مانند یاخته 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  $n=23$  است. در یک مجموعه فام‌تنی، هیچ فام‌تنی با فام‌تن دیگر هم‌تا نیست.

### چرخه یاخته‌ای

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



مرحله تقسیم

### 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.

**مرحله وقفه اول یا  $G_1$ :** مرحله 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. یاخته عصبی نمونه‌ای از این یاخته‌هاست.

**مرحله S:** دوبرابر شدن دِنای (DNA) هسته، در این مرحله انجام می‌شود که نتیجه همانندسازی

### 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.

**مرحله وقفه اول یا « $G_1$ »:** مرحله 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. نورون نمونه این یاخته‌هاست.

**مرحله «S»:** دوبرابر شدن دِنای (DNA) هسته، در این مرحله انجام می‌شود که نتیجه

است. همانندسازی دنا فرایندی است که طی آن از یک مولکول دنا، دو مولکول یکسان ایجاد می‌شود. **مرحله وقفه دوم یا G<sub>۲</sub>:** این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاه‌تر است و در آن، یاخته‌ها آماده مرحله تقسیم می‌شوند. در این مرحله، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می‌کنند و یاخته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.

**تقسیم یاخته:**

در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته (رشته‌مان 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.

نسخه ۹۸



همانندسازی است. همانندسازی دنا فرایندی است که طی آن از یک مولکول دنا، دو مولکول یکسان ایجاد می‌شود. **مرحله وقفه دوم یا «G<sub>۲</sub>»:** این مرحله نسبت به مراحل قبلی اینترفاز، کوتاه‌تر است و در آن، یاخته‌ها آماده مرحله تقسیم می‌شوند. در این مرحله، ساخت پروتئین‌ها و عوامل مورد نیاز برای تقسیم یاخته افزایش پیدا می‌کنند و یاخته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.

**تقسیم یاخته:**

در این مرحله، دو فرایند تقسیم هسته و تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. در سال‌های گذشته تا حدودی با این فرایندها آشنا شدید. با تقسیم سیتوپلاسم، در نهایت دو یاخته جدید ایجاد می‌شود.

نسخه ۹۷

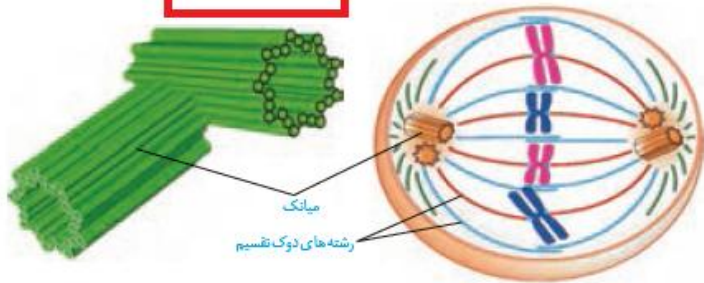
## گفتار ۲ رشتیمان (میتوز)

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

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

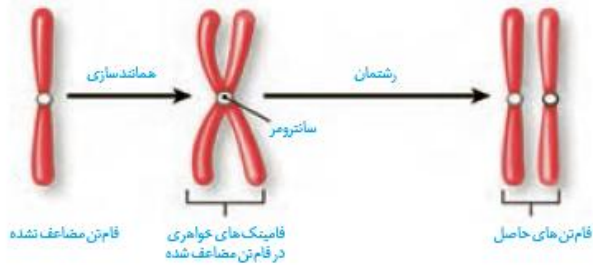
میانک‌ها، یک جفت استوانه عمود برهم‌اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته **دوبرابر** می‌شوند. هر یک از این استوانه‌ها، از تعدادی لوله کوچک‌تر پروتئینی تشکیل شده‌است. ساختار میانک‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.

چاپ 98



شکل ۵-الف) دوک تقسیم (ب) جفت میانک

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



شکل ۶- طرح ساده‌ای از تقسیم فام‌تن‌ها در رشتیمان

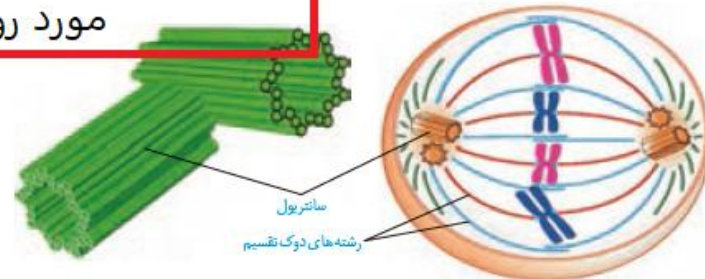
## گفتار ۲ میتوز

### واژه‌شناسی

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

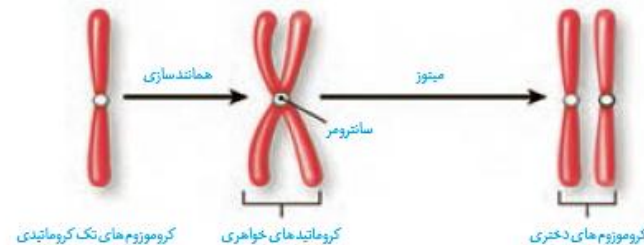
در رشتیمان (میتوز) ماده ژنتیک، که در مرحله S همانندسازی شده بود، تقسیم می‌شود و به یاخته‌های جدید می‌رسد. کروموزوم‌ها که در هسته پراکنده‌اند، ابتدا باید به‌طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته‌های دختر تقسیم شوند. برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم‌ها، ساختارهایی به نام **دوک تقسیم** ایجاد می‌شود (شکل ۵-الف). دوک تقسیم، مجموعه‌ای از ریزلوله‌های پروتئینی است که هنگام تقسیم، پدیدار و سانترومر کروموزوم به آن متصل می‌شود. با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به سانترومر، کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند و به قطبین می‌روند. در یاخته‌های جانوری، **میانک (سانتریول‌ها)** ساخته شدن رشته‌های دوک را سازمان می‌دهند. سانتریول‌ها، یک جفت استوانه عمود برهم‌اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته **همانندسازی** می‌کنند. هر یک از این استوانه‌ها، از تعدادی لوله کوچک‌تر پروتئینی تشکیل شده‌است. ساختار سانتریول‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.

چاپ 97 تغییر کلمه به مورد روبرو



شکل ۵-الف) دوک تقسیم (ب) جفت سانتریول

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



شکل ۶- طرح ساده‌ای از تقسیم کروموزوم‌ها و جدا شدن کروماتیدهای خواهری در میتوز

**پیش چهر (پروفاز):** در این مرحله، رشته‌های کروماتین فشرده، ضخیم و کوتاه‌تر می‌شوند. به طوری که به تدریج با میکروسکوپ نوری می‌توان آنها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن کروموزوم، سانتیریول‌ها به دو طرف یاخته حرکت می‌کنند و بین آنها دوک میتوزی تشکیل می‌شود. در این مرحله پوشش هسته شروع به تخریب می‌کند.

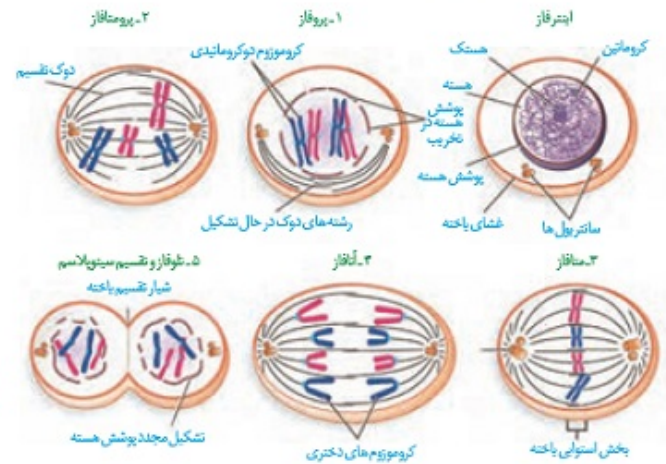
**پیشاپس چهر (پرومتافاز):** در این مرحله، پوشش هسته و شبکه آندوپلازمی تجزیه می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به کروموزوم‌ها برسند. در همین حال سانترومر کروموزوم‌ها به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

**پس چهر (متافاز):** کروموزوم‌ها که بیشترین فشردگی را پیدا کرده‌اند، در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می‌شوند.

**پسین چهر (آنافاز):** در این مرحله با تجزیه پروتئین اتصال در ناحیه سانترومر، کروماتیدها از هم جدا می‌شوند. فاصله گرفتن کروماتیدها با کوتاه شدن رشته‌های دوک متصل به کروموزوم انجام می‌شود. کروموزوم‌ها که اکنون تک کروماتیدی‌اند، به دو سوی یاخته (قطب) کشیده می‌شوند.

**وایسین چهر (تروفاز):** رشته‌های دوک تخریب شده و کروموزوم‌ها شروع به باز شدن می‌کنند تا به صورت کروماتین درآیند. پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می‌شود. در پایان تروفاز، یاخته دو هسته با ماده ژنتیکی مشابه دارد.

مراحل تقسیم میتوز در شکل ۷ نشان داده شده است.



**تقسیم سیتوپلاسم**

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

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

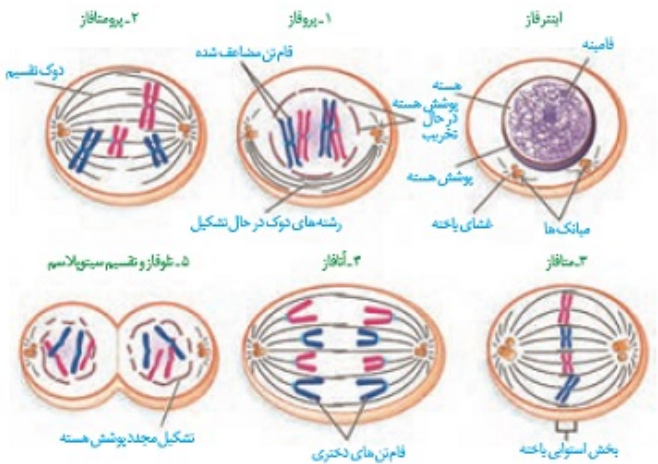
**پرومتافاز:** در این مرحله، پوشش هسته و شبکه آندوپلازمی تجزیه می‌شوند تا رشته‌های دوک بتوانند به فامتن‌ها برسند. در همین حال سانترومر فامتن‌ها به رشته‌های دوک متصل می‌شوند.

**متافاز:** فامتن‌ها که بیشترین فشردگی را پیدا کرده‌اند، در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می‌شوند.

**آنافاز:** در این مرحله، با تجزیه پروتئین اتصال در ناحیه 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.

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

## نسخه ۹۸

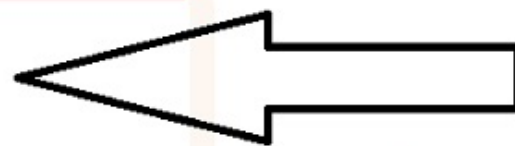


**تقسیم سیتوپلاسم**

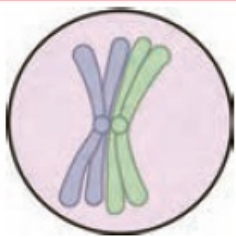
پس از رشتمان، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می‌شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می‌شود.

## نسخه ۹۷

شکل ۷. طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم میتوز



تغییرات زیاد



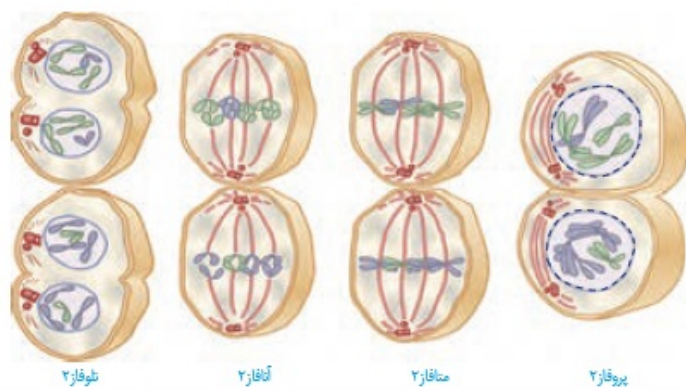
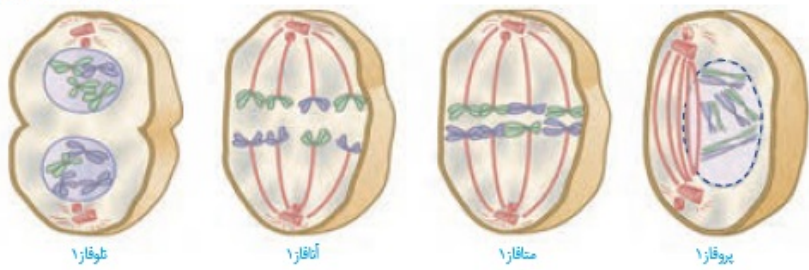
**متافاز ۱:** چهار تاییه‌ها در استوای یاخته، روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.  
**آنافاز ۱:** فام‌تن‌های هم‌تا که مضاعف شده‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوه کوتاه‌شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند رشتمان است.  
**تلوفاز ۱:** با رسیدن فام‌تن‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود. معمولاً در پایان کاستمان ۱ تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌شود. نتیجه کاستمان ۱ ایجاد دو یاخته است (شکل ۱۶).

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

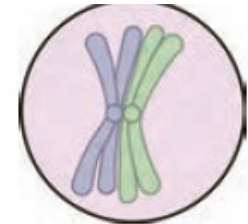
**کاستمان ۲**

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

**نسخه ۹۸**



شکل ۱۶- طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم کاستمان

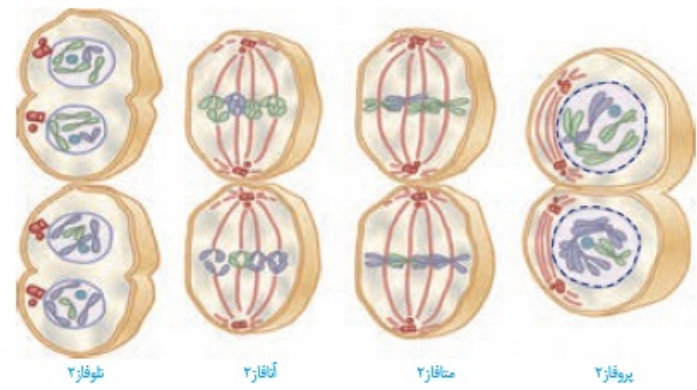
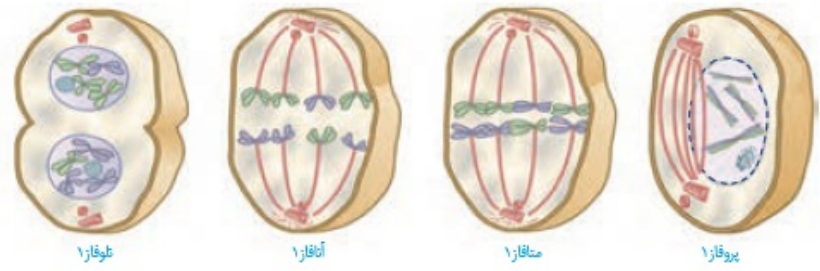


**متافاز ۲:** تتراده‌ها در استوای یاخته، روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند.  
**آنافاز ۲:** کروموزوم‌های هم‌ساخت که هریک دو کروماتیدی‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوه کوتاه‌شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند میتوز است.  
**تلوفاز ۲:** با رسیدن کروموزوم‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود. معمولاً در پایان میوز ۱ تقسیم میان یاخته انجام می‌شود. نتیجه میوز ۱ ایجاد دو یاخته است (شکل ۱۶).  
 با توجه به شکل ۱۶ می‌توانید بگویید عدد کروموزومی یاخته‌های حاصل، چه تفاوتی با یاخته مادری دارد؟

**میوز ۲**

در این مرحله یاخته‌های حاصل از میوز ۱، مراحل پروفاز ۲، متافاز ۲، آنافاز ۲ و تلوفاز ۲ را می‌گذرانند. وقایع میوز ۲ بسیار شبیه میتوز است و در پایان آن، از هر یاخته دو یاخته شبیه هم ایجاد می‌شود که کروموزوم‌های آنها تک کروماتیدی است و نصف کروموزوم‌های یاخته‌های مادر را دارند. در پایان میوز ۲، تقسیم میان یاخته انجام می‌شود. در مجموع و با پایان تقسیم میوز از یک یاخته  $2n$ ، ۴ یاخته  $n$  کروموزومی حاصل می‌شود.

**نسخه ۹۷**

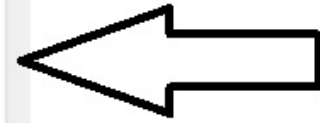


شکل ۱۶- طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم میوز

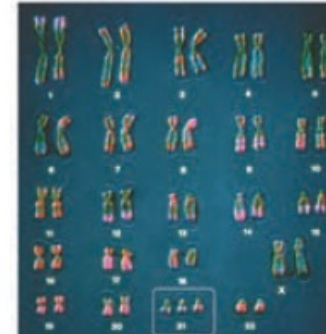


به یاخته یا جاننداری که یاخته‌های آن بیش از دو دست کروموزوم داشته باشد، چندلاد (پلی‌پلوئید) گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی 6n و موز 2n کروموزوم‌اند (شکل ۱۷).

**با هم ماندن کروموزوم‌ها:** در این حالت، یک یا چند کروموزوم در مرحله آنافاز (میتوز و میوز) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند کروموزوم مشاهده می‌شود (شکل ۱۸). نمونه این حالت، نشانگان داون است. به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت نشانگان می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود ۴۷ کروموزوم دارند (شکل ۱۸). کروموزوم اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد ۳ کروموزوم شماره ۲۱ دارند. علت بروز این حالت آن است که یکی از گامت‌های ایجادکننده فرد، به جای یک کروموزوم شماره ۲۱، دارای ۲ کروموزوم ۲۱ بوده است. بالا بودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای میوزی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود. علت این موضوع را در فصل‌های آینده خواهید آموخت. عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم میوز شوند. مصرف دخانیات، نوشیدنی‌های الکلی، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌تواند در روند جدا شدن کروموزوم‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کند.



نسخه ۹۷



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

**فعالیت ۷** با استفاده از منابع علمی، با انواع دیگری از بیماری‌های ناشی از باهم‌ماندن کروموزوم‌ها آشنا شوید و گزارش این بررسی را در کلاس ارائه کنید.

به یاخته یا جاننداری که یاخته‌های آن بیش از دو مجموعه فام‌تن داشته باشد، چندلاد گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی 6n و موز 2n است (شکل ۱۷).

**با هم ماندن فام‌تن‌ها:** در این حالت، یک یا چند فام‌تن در مرحله آنافاز (رشته‌مان و کاستمان) از هم جدا نمی‌شوند. بنابراین، در یاخته‌های حاصل، کاهش یا افزایش یک یا چند فام‌تن مشاهده می‌شود (شکل ۱۸). نمونه این حالت، نشانگان داون است. به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت نشانگان می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود ۴۷ فام‌تن دارند (شکل ۱۸). فام‌تن اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد ۳ فام‌تن شماره ۲۱ دارند. علت بروز این حالت آن است که یکی از یاخته‌های جنسی ایجادکننده فرد، به جای یک فام‌تن شماره ۲۱، دارای دو فام‌تن ۲۱ بوده است. بالا بودن سن مادران در هنگام بارداری از عوامل مهم بروز این بیماری است؛ زیرا با افزایش سن مادر، احتمال خطای کاستمانی در تشکیل یاخته‌های جنسی وی بیشتر می‌شود. علت این موضوع را در فصل‌های آینده خواهید آموخت. عوامل محیطی نیز می‌توانند موجب اختلال در تقسیم کاستمان شوند. دخانیات، الکل، مجاورت با پرتوهای مضر و آلودگی‌ها نیز می‌توانند در روند جدا شدن فام‌تن‌ها در هر دو جنس، اختلال ایجاد کنند.

نسخه ۹۸



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

**فعالیت ۷** 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.



## فعالیت ۴

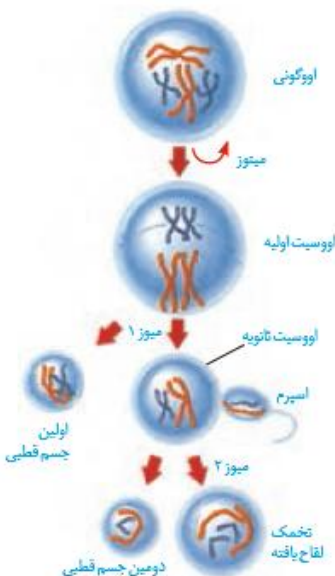
با توجه به شکل ۷ درباره پرسش‌های زیر با هم گفت‌وگو کنید.

## چاپ 97

در انسان اووسیت اولیه، ثانویه و تخمک از لحاظ کروموزومی با هم چه تفاوت‌هایی دارند؟

اولین جسم قطبی با دومین اجسام قطبی چه تفاوتی دارند؟

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



شکل ۷- مراحل تخمک‌زایی

## فعالیت ۴

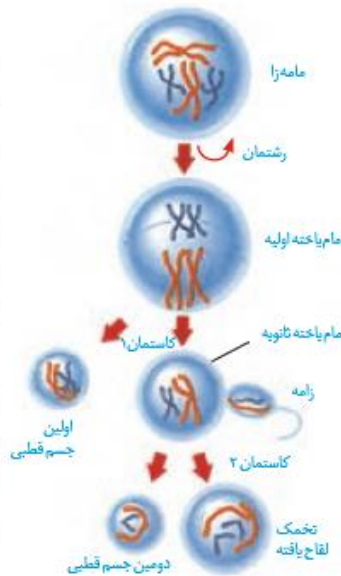
با توجه به شکل ۸ درباره پرسش‌های زیر با هم گفت‌وگو کنید.

## چاپ 98

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

اولین جسم قطبی با دومین اجسام قطبی چه تفاوتی دارند؟

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



شکل ۸- مراحل تخمک‌زایی

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

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

به ندرت ممکن است زامه با جسم قطبی نیز لقاح یابد و توده یاخته‌ای بی‌شکلی را ایجاد

کند که پس از مدتی از بدن دفع می‌شود.

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

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

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

از تفاوت‌های اساسی تخمک‌زایی با اسپرم‌زایی تقسیم نامساوی سیتوپلاسم است به این صورت که در تخمک‌زایی پس از هر بار تقسیم هسته در میوز تقسیم نامساوی سیتوپلاسم صورت می‌گیرد؛ در نتیجه یک یاخته بزرگ و یک یاخته کوچک‌تر به نام گویچه قطبی به وجود می‌آید. این کار با هدف رسیدن مقدار بیشتری از سیتوپلاسم و اندامک‌ها به تخمک است تا

بتواند در مراحل اولیه رشد و نمو جنین نیازهای آن را برآورده کند.

گویچه‌های قطبی به طور طبیعی، قسمتی هر رشد و نمو می‌کنند. به ندرت ممکن است اسپرم

با گویچه قطبی نیز لقاح یابد و توده یاخته‌ای بی‌شکلی را ایجاد کند که پس از مدتی از بدن دفع

می‌شود.

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

شکل ۸ تغییرات فولیکول در تخمدان، آمادگی دیواره رحم و میزان چهار هورمون در طول یک

دوره جنسی را نشان می‌دهد.

## فعالیت ۵

با توجه به نمودارهای شکل ۸ و تغییرات میزان هورمون‌های جنسی زنانه به موارد زیر پاسخ دهید:

۱- در نیمه هر دوره جنسی نقش کدام هورمون اهمیت بیشتری دارد؟

۲- بیشترین مقدار هر یک از هورمون‌ها در چه زمانی از دوره جنسی است؟

۳- بارزترین تغییرات هورمونی در دوره جنسی زنان چه موقعی رخ می‌دهد و مربوط به چیست؟



شکل ۹- الف) تخمک گذاری تخمدان

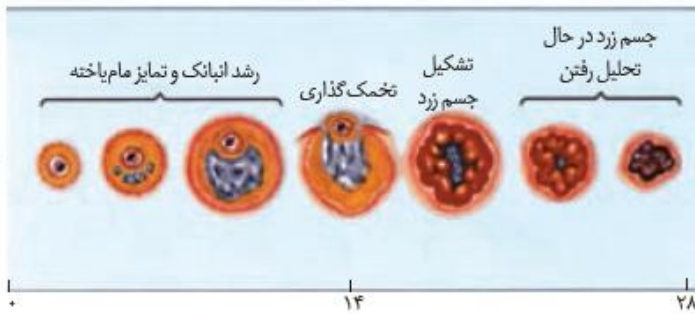
چاپ 98



شکل ۹- ب) جسم زرد در تخمدان

چرخه تخمدانی با تأثیر هورمون های FSH و LH تنظیم و هدایت می شود. FSH سبب بزرگ و بالغ شدن انبانک می شود.

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

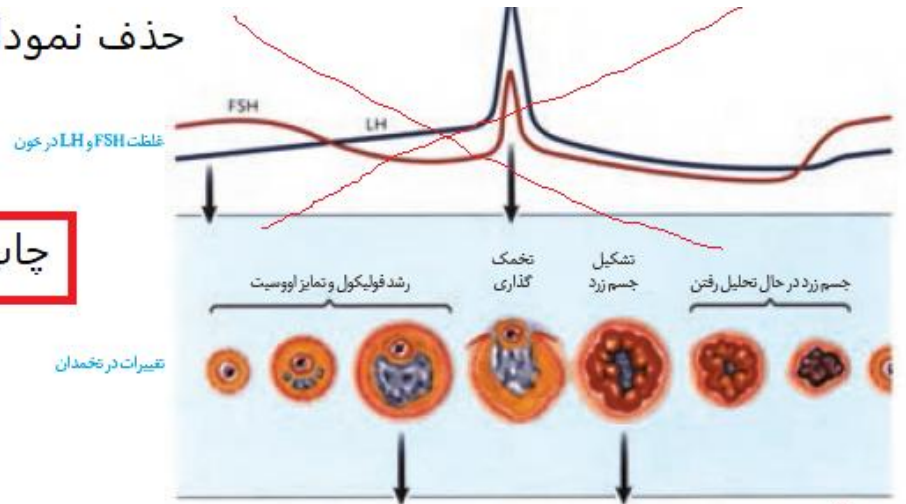


تغییرات در تخمدان

شکل ۱۰- چرخه تخمدانی

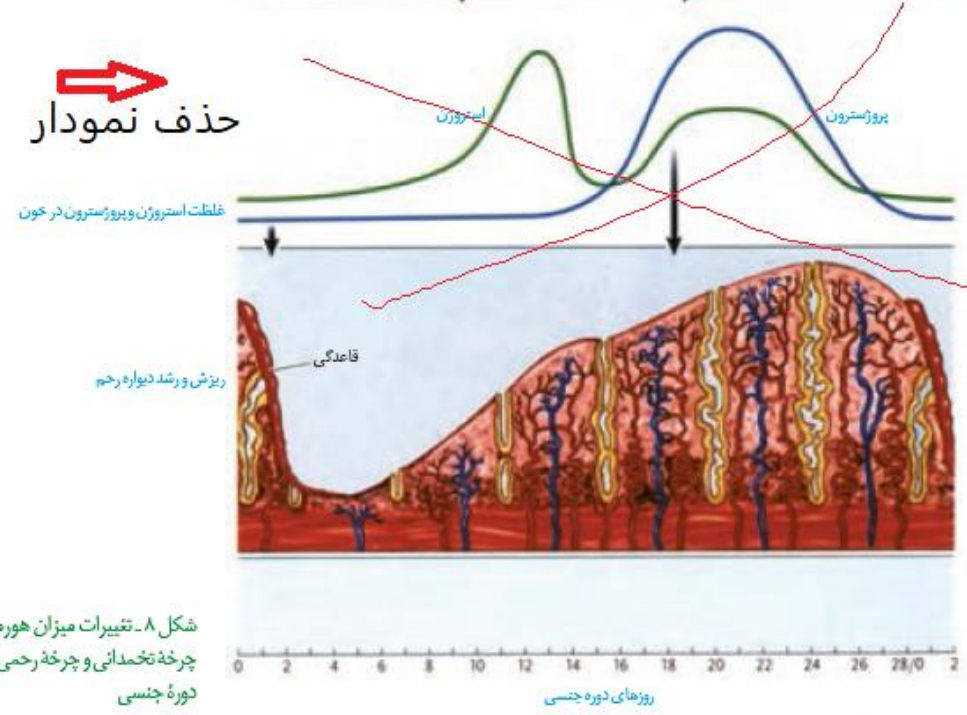
**چرخه رحمی:** فاعدگی در روزهای اول هر دوره رخ می دهد که به طور متوسط هفت روز طول می کشد. پس از آن، دیواره داخلی رحم مجدداً شروع به رشد و نمو می کند، ضخامت آن زیاد می شود و در آن چین خوردگی ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی به وجود می آید. همان طور که در شکل ۱۱ می بینید، رشد و نمو دیواره داخلی تا بعد از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

حذف نمودار



چاپ 97

حذف نمودار



شکل ۸- تغییرات میزان هورمون ها، چرخه تخمدانی و چرخه رحمی در یک دوره جنسی

**چرخه تخمدانی:** بیشتر خوانندگ که در تخمدان اووسیت به همراه یاخته های اطرافشان فولیکول را تشکیل می دهند که از دوره جنینی در تخمدان ها وجود دارند. در هر دوره جنسی یکی از فولیکول هایی که از همه رشد بیشتری پیدا کرده است، چرخه تخمدانی را آغاز و ادامه می دهد.

**چاپ 97**



شکل ۹- تخمک گذاری تخمدان



شکل ۱۰- جسم زرد در تخمدان

لایه‌های یاخته‌ای این فولیکول تکثیر و حجیم می‌شوند و از یک سو شرایط رشد و نمو اووسیت درون فولیکول را فراهم و از سوی دیگر هورمون استروژن را ترشح می‌کنند که با رشد فولیکول میزان آن افزایش می‌یابد (شکل ۶).

چرخه تخمدانی با تأثیر هورمون‌های FSH و LH تنظیم و هدایت می‌شود ~~در سطح یاخته‌های فولیکولی گیرنده‌هایی وجود دارند که FSH به آنها متصل می‌شود این اتصال فولیکول را تحریک کرده تا بزرگ و بالغ شود.~~

**حذف شود**

حدود روز چهاردهم دوره در فولیکول بالغ شده‌ای که در این زمان به دیواره تخمدان چسبیده است تخمک گذاری انجام می‌شود. در این فرایند، اووسیت ثانویه همراه با تعدادی از یاخته‌های فولیکولی از سطح تخمدان خارج و وارد محوطه شکمی می‌شوند. یاخته‌های فولیکولی چسبیده به اووسیت در ادامه مسیر به تغذیه و محافظت از آن کمک می‌کنند. ~~زیاد شدن LH که در اثر افزایش ترشح استروژن رخ می‌دهد.~~ عامل اصلی تخمک گذاری است. به دنبال تخمک گذاری، باقی مانده فولیکول در تخمدان به صورت توده یاخته‌ای در می‌آید که به آن جسم زرد می‌گویند. یاخته‌های جسم زرد با تأثیر هورمون LH فعالیت ترشعی خود را افزایش می‌دهند و دو هورمون استروژن و پروژسترون را ترشح می‌کنند. این هورمون‌ها وقایع رحم را در دوره جنسی ادامه می‌دهند. 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 دوره 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 دوره جنسی بعدی است (شکل ۸).

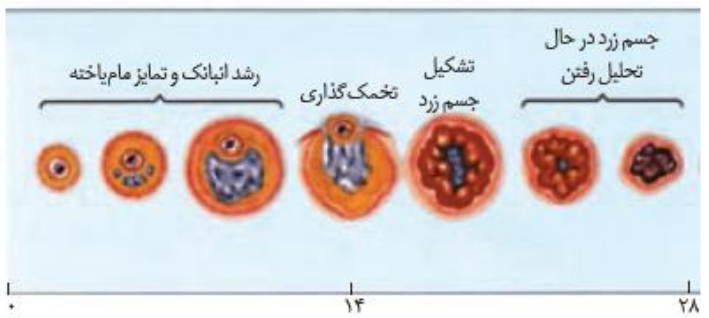
**چرخه رحمی:** در رحم قاعدگی در روزهای اول هر دوره رخ می‌دهد که به طور متوسط هفت روز طول می‌کشد. پس از آن، دیواره داخلی رحم مجدداً شروع به رشد و نمو می‌کند ضخامت آن زیاد شده و در آن چین خوردگی‌ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی به وجود می‌آید. همان طور که در شکل ۸ می‌بینید رشد و نمو دیواره داخلی تا بعد از نیمه دوره هم ادامه می‌یابد. پس از آن، سرعت رشد آن کم می‌شود ولی فعالیت ترشعی در آن افزایش می‌یابد. نتیجه این فعالیت‌ها آماده شدن جدار رحم برای پذیرش و پرورش تخمک لقاح یافته یا همان تخم است. اگر در حدود نیمه دوره جنسی اسپرم در مجاورت اووسیت ثانویه قرار گیرد، پس از تکمیل مراحل تخمک زایی لقاح صورت می‌پذیرد و تخم پس از انجام تقسیماتی در لوله رحمی، در یکی از فرورفتگی‌های جدار رحم جایگزین می‌شود. جایگزینی شامل نفوذ جنین به درون جدار رحم و ایجاد رابطه خونی و تغذیه‌ای با مادر است. اگر لقاح صورت نگیرد، اووسیت ثانویه بدون جایگزینی دفع می‌شود و حدود روز بیست و هشتم، تخریب دیواره داخلی و دفع خون (قاعدگی) آغاز می‌شود که شروع دوره جنسی و چرخه رحمی بعدی را نشان می‌دهد.

تمام وقایع گفته شده با تأثیر هورمون‌های جنسی زنانه (استروژن و پروژسترون) که از تخمدان‌ها ترشح می‌شوند انجام می‌گیرد (شکل ۸).

**چاپ 98**

چرخه 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 دیواره تخمدان چسبیده است تخمک گذاری انجام می‌شود (شکل ۹- الف). در این فرایند، مام یاخته ثانویه همراه با تعدادی از یاخته‌های انبانکی از سطح تخمدان خارج و وارد محوطه شکمی می‌شوند. یاخته‌های انبانکی چسبیده به مام یاخته در ادامه مسیر به تغذیه و محافظت از آن کمک می‌کنند. افزایش LH عامل اصلی تخمک گذاری است. به دنبال تخمک گذاری، باقی مانده انبانک در تخمدان به صورت توده یاخته‌ای در می‌آید که به آن جسم زرد می‌گویند (شکل ۹- ب). یاخته‌های جسم زرد با تأثیر هورمون LH فعالیت ترشعی 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 دوره 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 دوره جنسی بعدی است (شکل ۱۰).



تغییرات در تخمدان

شکل ۱۰- چرخه تخمدانی

**چرخه رحمی:** قاعدگی در روزهای اول هر دوره رخ می‌دهد که به طور متوسط هفت روز طول می‌کشد. پس از آن، دیواره داخلی رحم مجدداً شروع به رشد و نمو می‌کند، ضخامت آن زیاد می‌شود و در آن چین خوردگی‌ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی به وجود می‌آید. همان طور که در شکل ۸ می‌بینید، رشد و نمو دیواره داخلی تا بعد از نیمه دوره نیز ادامه می‌یابد. پس از آن، سرعت رشد آن کم می‌شود، ولی فعالیت ترشعی در آن افزایش می‌یابد. نتیجه این فعالیت‌ها آماده شدن جدار رحم برای پذیرش و پرورش جنین است.



شکل ۹- الف) تخمک گذاری تخمدان



شکل ۹- ب) جسم زرد در تخمدان

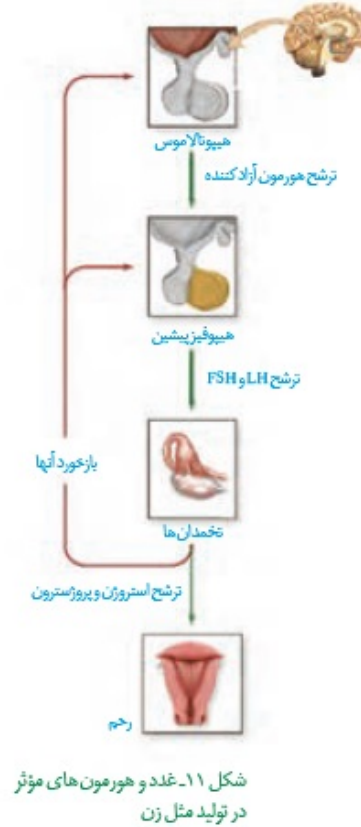
**تنظیم هورمونی دستگاه تولید مثل در زن**

هورمون های زیرپنجه، زیرمغزی پیشین (هیپوفیز پیشین) و تخمدان ها زمان وقایع متفاوت در دستگاه تولید مثل زن را تنظیم می کنند. تنظیم میزان این هورمون ها به صورت بازخوردی (خودتنظیم) انجام می شود (شکل ۱۱). همان طور که در منحنی های شکل ۸ دیدیم در ابتدای دوره مقدار دو هورمون جنسی استروژن و پروژسترون در خون کم است. این کمبود به هیپوتالاموس پیامی می دهد که هورمون آزادکننده ای ترشح کند. هورمون آزادکننده بخش پیشین هیپوفیز را تحریک می کند تا ترشح هورمون های FSH و LH را افزایش دهد. هورمون FSH موجب رشد فولیکول و هورمون LH موجب رشد جسم زرد می شود. با رشد فولیکول ترشح استروژن و با رشد جسم زرد ترشح پروژسترون افزایش می یابد.

استروژن و پروژسترون باعث رشد دیواره داخلی رحم و ضخیم شدن آن شده و با این کار، رحم را برای بارداری احتمالی آماده می کنند. همچنین با تأثیر روی هیپوتالاموس با بازخورد منفی از ترشح هورمون آزادکننده FSH و LH می کاهند. این بازخورد از رشد و بالغ شدن فولیکول های جدید در طول دوره جنسی جلوگیری می کند.

در انتهای دوره، کاهش میزان این هورمون ها در خون به ویژه روی دیواره داخلی رحم تأثیر می کند. استحکام آن کاهش یافته و در طول چند روز بعد، از هم می پاشد و قاعدگی رخ می دهد. کاهش پروژسترون و استروژن همچنین روی هیپوتالاموس اثر کرده و ترشح مجدد هورمون آزادکننده، FSH و LH را آغاز می کند که همان شروع دوره جنسی بعدی است.

استروژن در واقع دو نقش متضاد را ایفا می کند؛ افزایش اندک آن از آزاد شدن FSH و LH ممانعت می کند (بازخورد منفی) اما حدود روز چهاردهم دوره، افزایش یک باره آن، محرکی برای آزاد شدن مقدار زیادی FSH و LH از هیپوفیز پیشین می شود (بازخورد مثبت). این تغییر ناگهانی در مقدار هورمون ها، باعث می شود در تخمدان، باقی مانده فولیکول به جسم زرد تبدیل شود (شکل ۸ و ۶).



**تنظیم هورمونی دستگاه تولیدمثل در زن**

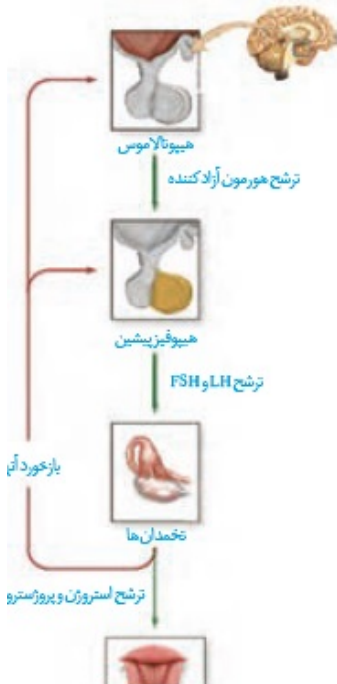
هورمون های هیپوتالاموس، هیپوفیز پیشین و تخمدان ها زمان وقایع متفاوت در دستگاه تولیدمثل زن را تنظیم می کنند. تنظیم میزان این هورمون ها به صورت بازخوردی (خودتنظیم) انجام می شود (شکل ۱۲).

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

استروژن و پروژسترون باعث رشد دیواره داخلی رحم و ضخیم شدن آن می شود و با این کار، رحم را برای بارداری احتمالی آماده می کنند. همچنین با تأثیر بر هیپوتالاموس با بازخورد منفی از ترشح هورمون آزادکننده FSH و LH می کاهند. این بازخورد از رشد و بالغ شدن انبساط های جدید در طول دوره جنسی جلوگیری می کند.

در انتهای دوره، کاهش میزان این هورمون ها در خون به ویژه روی دیواره داخلی رحم تأثیر می گذارد. استحکام دیواره داخلی رحم کاهش می یابد و در طول چند روز بعد، تخریب می شود و قاعدگی رخ می دهد. کاهش پروژسترون و استروژن همچنین بر هیپوتالاموس اثر و ترشح مجدد هورمون آزادکننده، FSH و LH را آغاز می کند که همان شروع دوره جنسی بعدی است.

استروژن در واقع دو نقش متضاد را ایفا می کند؛ افزایش اندک آن از آزاد شدن FSH و LH ممانعت می کند (بازخورد منفی)، اما حدود روز چهاردهم دوره، افزایش یک باره آن، محرکی برای آزاد شدن مقدار زیادی FSH و LH از هیپوفیز پیشین می شود (بازخورد مثبت). این تغییر ناگهانی در مقدار هورمون ها، باعث می شود در تخمدان، باقی مانده انبساط به جسم زرد تبدیل شود.



چاپ ۹۸

۱۰۷

تغییرات در مبحث تنظیم هورمونی دستگاه تولید مثل در زن

چاپ ۹۷

گفتار ۳ رشد و نمو جنین

نوزاد آدمی، زندگی را به صورت یک یاخته تخم آغاز می کند. تخم با تقسیم های پی در پی و گذر از مراحل سرانجام به جنین و نوزاد متمایز می شود.

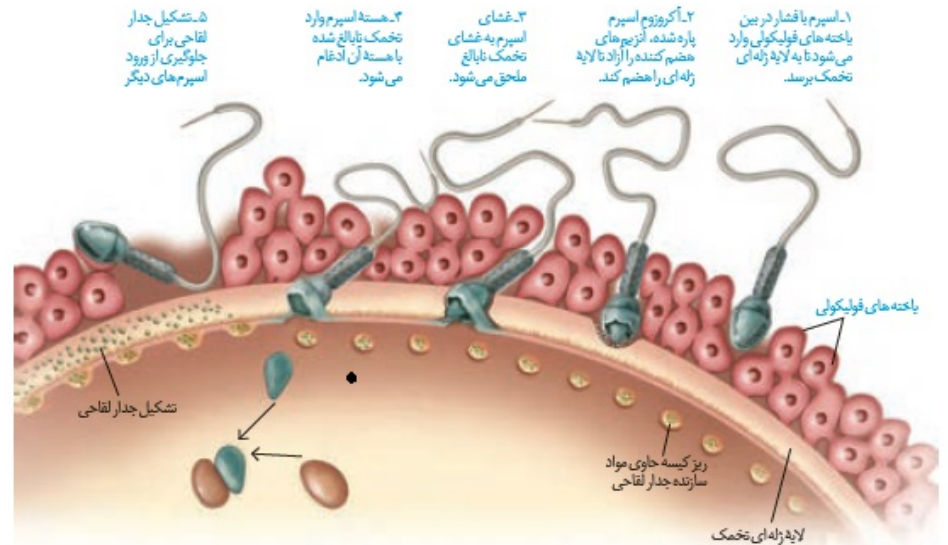
نسخه ۹۷

لقاح

اووسیت ثانویه پس از تخمک گذاری از طریق شیپور فالوپ وارد لوله رحم می شود. حرکات زوائد انگشت مانند، انقباض دیواره و زنش مرکز های دیواره لوله رحم، اووسیت ثانویه را به سمت رحم حرکت می دهند. با ورود مایع منی به رحم میلیون ها اسپرم به سمت اووسیت ثانویه شنا می کنند، ولی فقط تعداد کمی از آنها در لوله رحم به اووسیت می رسند. برای ورود به اووسیت باید از دو لایه خارجی و داخلی اطراف آن عبور کنند. لایه خارجی، باقی مانده یاخته های فولیکولی و لایه داخلی، شفاف و ژله ای است (شکل ۱۲). در حین عبور اسپرم از لایه خارجی، کیسه آکروزوم پاره می شود تا آنزیم های آن لایه داخلی را هضم کند.

لقاح موقعی آغاز می شود که غشای یک اسپرم و غشای اووسیت ثانویه با همدیگر تماس پیدا کنند. در این زمان، ضمن ادغام غشای اسپرم با غشای اووسیت، تغییراتی در سطح اووسیت اتفاق می افتد که باعث ایجاد پوششی به نام جدار لقاحی می شود. جدار لقاحی از ورود اسپرم های دیگر به اووسیت جلوگیری می کند.

شکل ۱۲- برخورد و نفوذ اسپرم در اووسیت (تخمک)



گفتار ۳ رشد و نمو جنین

نوزاد آدمی، زندگی را به صورت یک یاخته تخم آغاز می کند. تخم با تقسیم های پی در پی و گذر از مراحل سرانجام به جنین و نوزاد متمایز می شود.

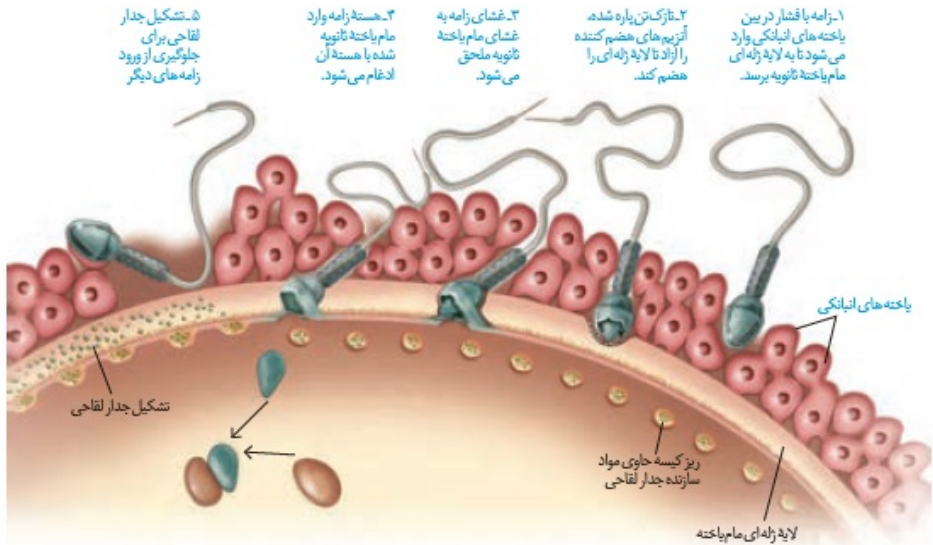
نسخه ۹۸

لقاح

مام یاخته ثانویه پس از تخمک گذاری از طریق انتهای شیپور مانند (شیپور فالوپ) وارد لوله رحم می شود. حرکات زوائد انگشت مانند، انقباض دیواره و زنش مرکز های دیواره لوله رحم، مام یاخته ثانویه را به سمت رحم حرکت می دهند. با ورود مایع منی به رحم، میلیون ها زامه به سمت مام یاخته ثانویه شنا می کنند، ولی فقط تعداد کمی از آنها در لوله رحم به مام یاخته می رسند. برای ورود به مام یاخته باید از دو لایه خارجی و داخلی اطراف آن عبور کنند. لایه خارجی، باقی مانده یاخته های انباتکی و لایه داخلی، شفاف و ژله ای است (شکل ۱۳). در حین عبور زامه از لایه خارجی، تازکتن پاره می شود تا آنزیم های آن لایه داخلی را هضم کند.

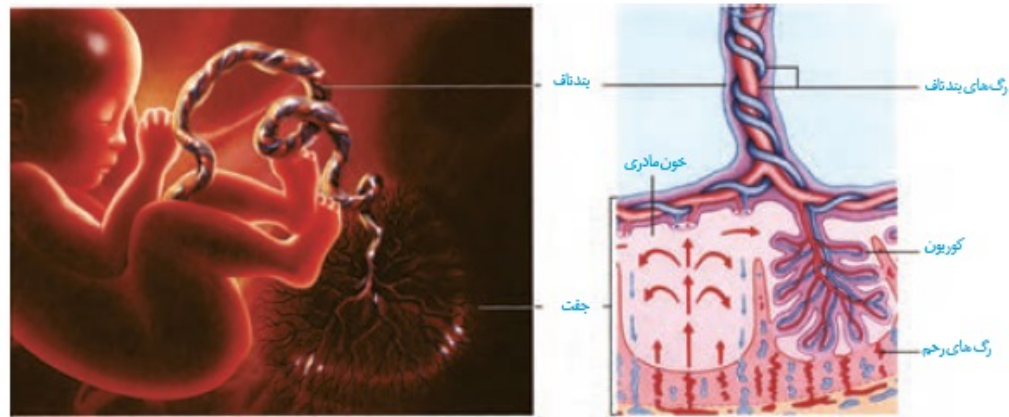
لقاح موقعی آغاز می شود که غشای یک زامه و غشای مام یاخته ثانویه با همدیگر تماس پیدا کنند. در این زمان، ضمن ادغام غشای زامه با غشای مام یاخته، تغییراتی در سطح مام یاخته اتفاق می افتد که باعث ایجاد پوششی به نام جدار لقاحی می شود. جدار لقاحی از ورود زامه های دیگر به مام یاخته جلوگیری می کند.

شکل ۱۳- برخورد و نفوذ زامه در مام یاخته



تغییرات کلی

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



شکل ۱۷- جفت و ارتباط آن با مادر و جنین

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



شکل ۱۶- جفت و ارتباط آن با مادر و جنین

### فعالیت ۷

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



### اضافه شده

**بیشتر بدانید**  
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. ابتداء 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 ویژگی‌های بدنی قابل تشخیص می‌شود. در سه ماهه دوم و سوم، جنین به سرعت رشد می‌کند و اندام‌های آن شروع به عمل می‌کنند به طوری که در انتهای سه ماهه سوم قادر است در خارج از بدن مادر زندگی کند.

### تشخیص ناهنجاری‌های ژنتیکی پیش از تولد

بسیاری از والدین قبل از تولد فرزندشان دغدغه و نگرانی بروز ناهنجاری‌های احتمالی را در فرزندشان دارند و دوست دارند از این نگرانی خارج شوند. تشخیص پیش از تولد، می‌تواند به این افراد کمک کند. برای این آزمایش‌ها، مقداری از مایع درون شامه جنین یا بخشی از زوالد انگشت مانتد بیرون شامه جنین را خارج می‌کنند یاخته‌های آنها را کشت می‌دهند و از آنها، کاربوتیپ تهیه می‌کنند. چون محتوای ژنتیک این یاخته‌ها یا جنین یکسان است، می‌توان ناهنجاری‌های فام‌تی مثل نشانگان داون را در کاربوتیپ آنها تشخیص داد.

### نسخه ۹۸ صوت نگاری (سونوگرافی)

در این روش تشخیصی، از امواج صوتی با بسامد (فرکانس) بالا استفاده می‌کنند. این امواج برخلاف اشعه 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 اول، اندازه‌گیری ابعاد جنین برای تعیین سن، جنسیت جنین، سالم بودن جنین از لحاظ حرکتی و عملکرد بعضی از اندام‌ها مثل قلب از جمله مواردی است که در صوت نگاری، مشخص می‌شود.

### فعالیت ۸

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

### بیشتر بدانید

### تشخیص ناهنجاری‌های ژنتیکی پیش از تولد

بسیاری از والدین قبل از تولد فرزندشان دغدغه و نگرانی بروز ناهنجاری‌های احتمالی را در فرزندشان دارند و دوست دارند از این نگرانی خارج شوند. تشخیص پیش از تولد، می‌تواند به این افراد کمک کند. برای این آزمایش‌ها، مقداری از مایع درون کیسه آمنیون یا بخشی از زوالد انگشت مانتد کوریون را خارج می‌کنند. یاخته‌های آنها را کشت می‌دهند و از آنها، کاربوتیپ تهیه می‌کنند. چون محتوای ژنتیک این یاخته‌ها یا جنین یکسان است، می‌توان ناهنجاری‌های کروموزومی مثل نشانگان داون را در کاربوتیپ آنها تشخیص داد.

### صوت نگاری (سونوگرافی)

### نسخه ۹۷

در این روش تشخیصی، از امواج صوتی با بسامد (فرکانس) بالا استفاده می‌کنند. این امواج برخلاف اشعه 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 اول، اندازه‌گیری ابعاد جنین برای تعیین سن، جنسیت جنین، سالم بودن جنین از لحاظ حرکتی و عملکرد بعضی از اندام‌ها مثل قلب از جمله مواردی است که در صوت نگاری، مشخص می‌شود.

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

### نحوه لقاح

در آبزیان مثل ماهی‌ها، 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 گامت‌ها 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 ۱۷).



شکل ۱۷-رقص عروسی ماهی‌ها

### حذف شود

**لقاح داخلی** در جانوران خشکی‌زی و بعضی از آبزیان مثل سخت‌پوستان و بعضی ماهی‌ها مثل گوسپنه دیده می‌شود. در این جانوران، اسپرم وارد دستگاه تولید مثلی فرد ماده می‌شود و لقاح در بدن ماده انجام می‌شود. انجام این نوع لقاح، نیازمند دستگاه‌های تولید مثلی 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 جنین‌ها را در بدن خود نگه می‌دارد، پس از طی مراحل رشد و نمو، نوزادان متولد می‌شوند.

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

### نحوه لقاح

در آبزیان مثل ماهی‌ها، 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 ۱۸-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 جنین‌ها را در بدن خود نگه می‌دارد، پس از طی مراحل رشد و نمو، نوزادان متولد می‌شوند.

### واژه‌شناسی حذف شود

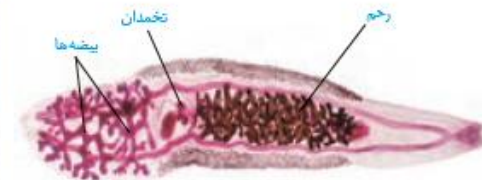
نرماده (Hermaphrodite)  
هرمافروڈیت

هرمافروڈیت 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.

تولید مثل جنسی در جانورانی که حرکت کنند، دارند و یا امکان جفت‌یابی ندارند. مشکل ساز است؛ زیرا جفت‌یابی به سختی صورت می‌گیرد. رفع این مشکل به دو صورت انجام شده است:

**نرماده (هرمافروڈیت):** به طور مثال در کرم‌های پهن و حلقوی دیده می‌شود. در این جانوران، یک فرد هر دو نوع دستگاه تولید مثل نر و ماده را دارد. در کرم‌های پهن مثل کرم کبک، هر فرد تخمک‌های خود را بارور می‌کند (شکل ۱۸-الف). در مورد کرم‌های حلقوی، مثل کرم خاکی، لقاح دو طرفی انجام می‌شود؛ یعنی وقتی دو کرم خاکی در کنار هم قرار می‌گیرند، اسپرم‌های هر کدام تخمک‌های دیگری را بارور می‌سازد (شکل ۱۸-ب).

### چاپ 97



الف

ب

شکل ۱۸- هرمافروڈیت الف و ب

**بکرزایی** نوعی دیگر از تولید مثل جنسی است و برای مثال، در زنبور عسل و بعضی مارها دیده می‌شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولید مثل می‌کند. در این حالت، یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک‌لاد (هاپلوئید) را به وجود می‌آورد (شکل ۱۹-الف) یا از روی کروموزوم‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا کروموزوم‌های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می‌کند و موجود دولا (دیلوئید) را به وجود می‌آورد (شکل ۱۹-ب).

### واژه‌شناسی

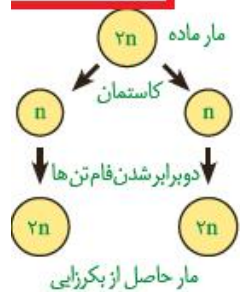
نرماده (Hermaphrodite)  
هرمافروڈیت

هرمافروڈیت 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.

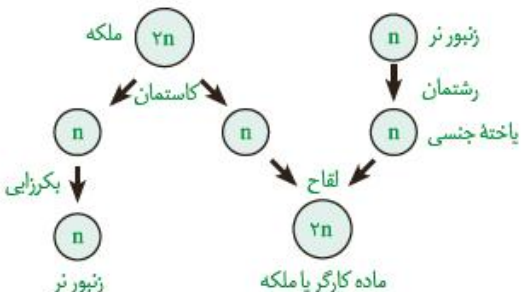
### بکرزایی

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 به وجود می‌آورد (شکل ۱۹-الف) یا از روی فام‌تن‌های تخمک یک نسخه ساخته می‌شود تا فام‌تن‌های تخمک دو برابر شوند و سپس شروع به تقسیم می‌کند و موجود دولا را به وجود می‌آورد (شکل ۱۹-ب).

### چاپ 98



ب



الف

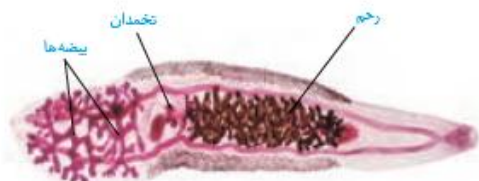
شکل ۱۹- انواع بکرزایی

### نرماده (هرمافروڈیت)

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

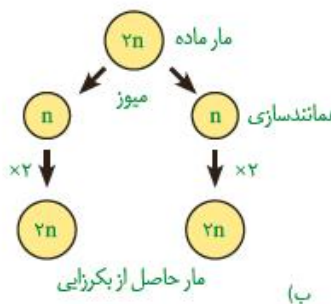


ب

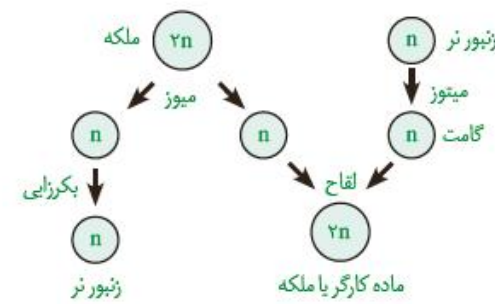


الف

شکل ۲۰- کرم کبک، ب) کرم خاکی



ب



الف

شکل ۱۹- انواع بکرزایی الف و ب



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

### چاپ 98



ب) تخم پرنده در آشیانه



شکل ۲۲. الف) تخم‌های لاک‌پشت



ب) تخم پلاتی‌پوس

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. ~~در این جانوران، بهترین شرایط طبیعی و تغذیه برای جنین مهیاست. پس از تولد هم از غدد شیری مادر تغذیه می‌کند تا زمانی که بتواند به طور مستقل به زندگی ادامه دهد.~~

### چاپ 97

حذف شود



ب) تخم پلاتی‌پوس



ب) تخم پرنده در آشیانه



شکل ۲۱. الف) تخم‌های لاک‌پشت

## گفتار ۲ تولیدمثل جنسی

چاپ 98

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



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

## شکل بالا اضافه شده

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.

## فعالیت ۴

## گفتار ۲ تولید مثل جنسی

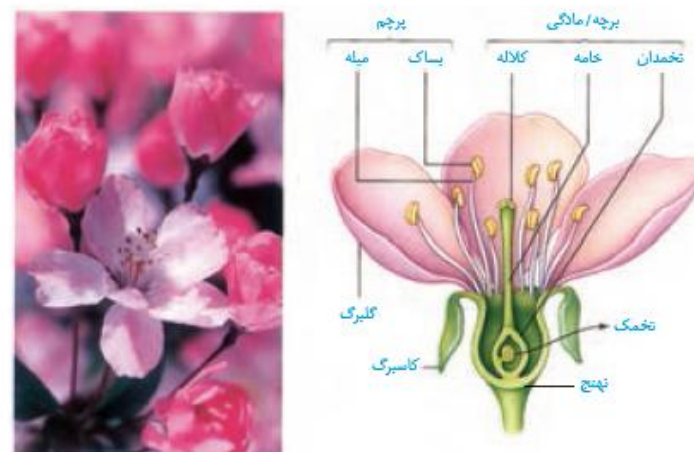
چاپ 97

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 تولید مثل جنسی است و همان‌طور 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 حلقه هم‌مرکز تشکیل می‌شوند. کاسبرگ‌ها در خارجی‌ترین حلقه قرار می‌گیرند. گلبرگ‌ها در حلقه دوم و معمولاً به رنگ‌های متفاوت وجود دارند. آیا می‌دانید رنگی بودن گلبرگ‌ها چه اهمیتی دارد؟ پرچم‌ها در حلقه سوم و مادگی در چهارمین حلقه تشکیل می‌شوند. مادگی گل از یک یا تعدادی برچه ساخته شده است. در واقع برچه واحد سازنده مادگی است. در مادگی‌های چند برچه‌ای، ممکن است فضای مادگی با دیواره برچه‌ها از هم جدا شوند.



شکل ۵- گل در گیاه آلبالو.

## فعالیت 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.

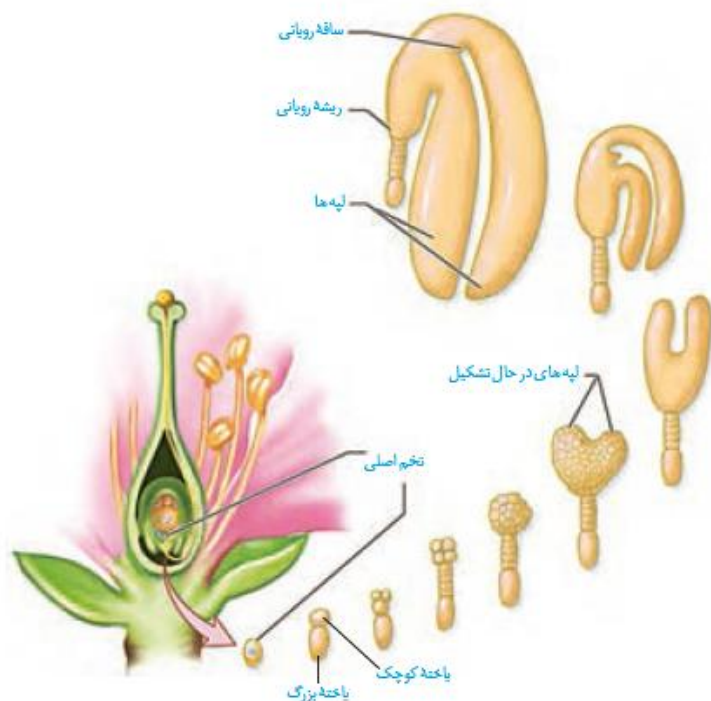
## گفتار ۳ از یاخته تخم تا گیاه

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

چاپ 98

## تخم تقسیم می‌شود

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



اضافه شود به

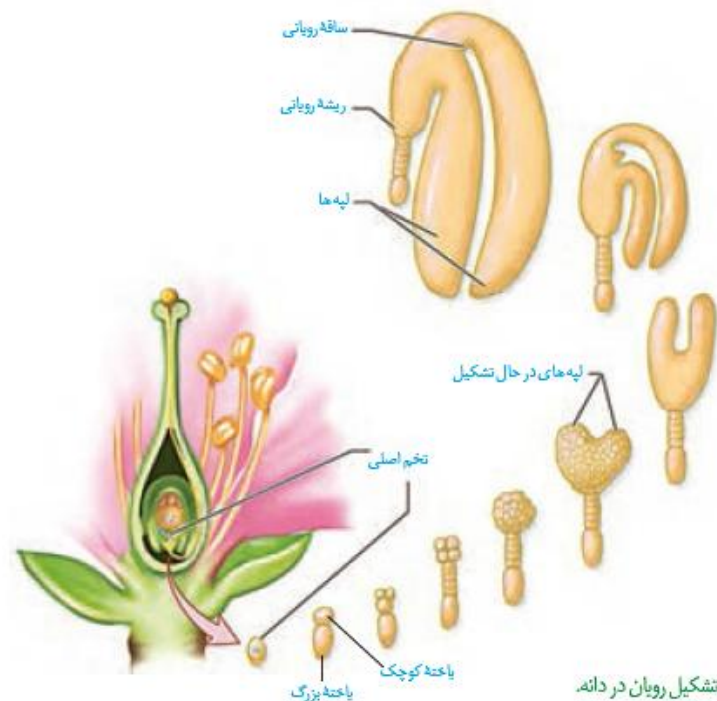
## گفتار ۳ از یاخته تخم تا گیاه

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

چاپ 97

## تخم تقسیم می‌شود

رویوان از تقسیم پی‌درپی یاخته تخم تشکیل می‌شود. در نخستین تقسیم تخم، دو یاخته با اندازه‌های متفاوت ایجاد می‌شود (این تقسیم از چه نوعی است؟). یاخته کوچک منشأ رویوان است. مراحل تشکیل رویوان را در شکل ۱۴ می‌بینید. لپه‌ها مشخص‌ترین بخش رویوان اند. ساقه و ریشه رویانی نیز در دو انتهای رویوان تشکیل می‌شوند. پوسته تخمک نیز تغییر می‌کند و به پوسته دانه تبدیل می‌شود. بنابراین، دانه شامل پوسته، رویوان و ذخیره غذایی است (شکل ۱۴). ذخیره غذایی هنگام رشد رویوان به مصرف می‌رسد. با توجه به شکل، رویوان از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟



شکل ۱۴- تشکیل رویوان در دانه

شکل ۱۴- تشکیل رویوان در دانه.