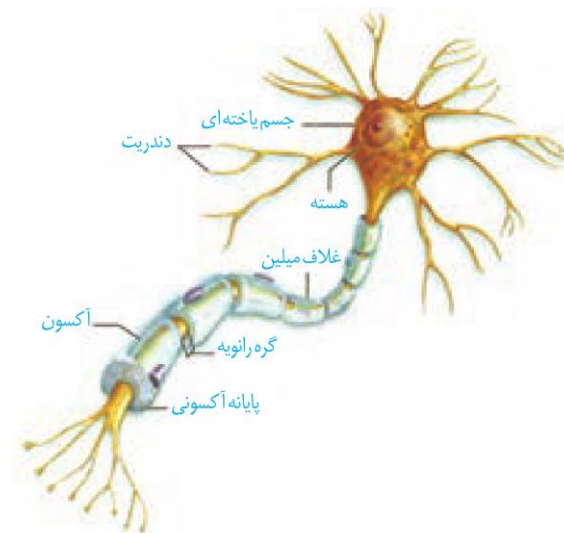


## نوار مغزی

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

## گفتار ۱: یاخته‌های بافت عصبی

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



شکل ۱- یاخته عصبی

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.

**دندریت (دارینه)** رشته‌ای است که پیام‌ها را دریافت و به جسم یاخته عصبی وارد می‌کند. **اکسون (آسه)** رشته‌ای است که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای تا انتهای خود که **پایانه آکسون** 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.



**تست ۱:** نوار قلب ..... نوار مغزی .....

- (۱) همانند - ثبت جریان الکتریکی در یاخته‌های عصبی است.
- (۲) برخلاف - ثبت جریان الکتریکی در یاخته‌های ماهیچه‌ای است.
- (۳) همانند - با تحریک محرک‌های بیرونی ایجاد می‌شود.
- (۴) برخلاف - نمی‌تواند نشان‌دهنده انتقال پیام از یاخته‌ای به یاخته‌ای دیگر باشد.

**پاسخ:**

نوار قلب در ارتباط با بافت گرهی قلب است که از جنس ماهیچه می‌باشد. در حالی که نوار مغز در ارتباط با جریان الکتریکی یاخته‌های عصبی است.



**تمرین ۱:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- (الف) پیام عصبی از گره رانویه به گره رانویه منتقل می‌شود.
- (ب) هر یاخته که تحریک‌پذیر باشد، هدایت پیام هم دارد.
- (پ) هر یاخته که انتقال پیام دارد، هدایت پیام هم دارد.
- (ت) محلی که سوخت و ساز یاخته عصبی است نمی‌تواند در انتقال پیام دخالت کند.

**پاسخ:**



**تست ۲:** کدام عبارت جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در هر نورون رشته‌ای که پیام را به جسم یاخته‌ای وارد می‌کند ..... رشته‌ای که پیام را از جسم یاخته‌ای خارج می‌کند .....»

- (۱) همانند - میلین‌دار است.
- (۲) برخلاف - کوتاه و منشعب است.
- (۳) همانند - فاقد هسته است.
- (۴) برخلاف - دارای هدایت پیام به سوی دستگاه عصبی مرکزی است.

**پاسخ:**



**تست ۳:** با توجه به شکل مقابل کدام نادرست است؟

- (۱) «الف» توسط نوعی یاخته بافت عصبی تولید شده است.
- (۲) «ب» ماده در آن وجود دارد که در همه جانداران کار یکسانی انجام می دهد.
- (۳) «پ» فاقد توانایی هدایت پیام عصبی است.
- (۴) «الف» مختص دستگاه عصبی مرکزی است.

**پاسخ:**



**تست ۴:** نوع سوم یاخته‌های عصبی در دستگاه عصبی

..... یافت می شود و ..... میلین است.

- (۱) مرکزی- فاقد
- (۲) محیطی- دارای
- (۳) محیطی و مرکزی- دارای
- (۴) محیطی و مرکزی- فاقد

**پاسخ:**



**تمرین ۲:** جمله زیر را با کلمات مناسب داخل پرانتز

تکمیل کنید.  
 یاخته‌های پشتیبان نسبت به یاخته‌های عصبی از لحاظ تعداد (بیش‌تر- کم‌تر) ..... است و از لحاظ انواع (بیش‌تر- کم‌تر) ..... است.

**پاسخ:**



**تست ۵:** یاخته‌های نورگلیا در کدام مورد دخالتی

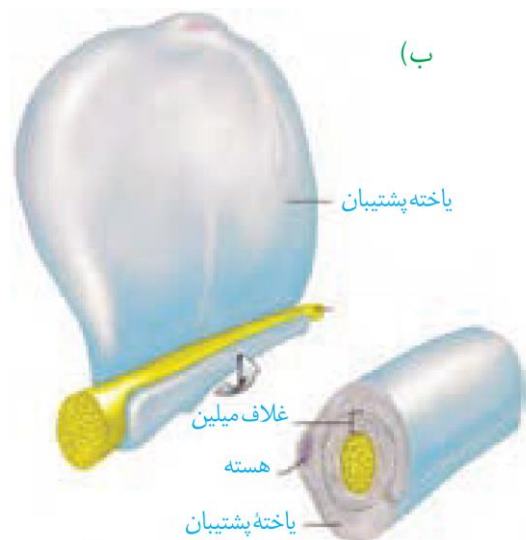
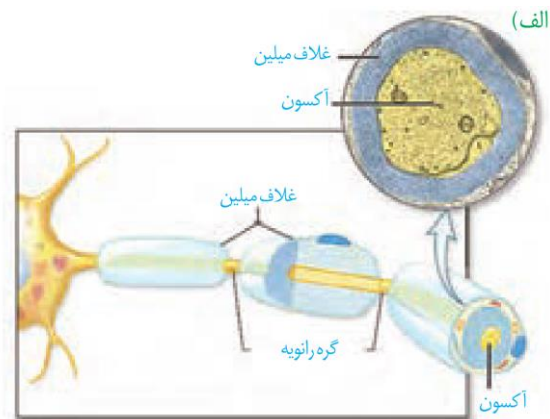
ندارند؟

- (۱) مبارزه با عوامل بیگانه
- (۲) برای بروز همه انعکاس‌های بدن
- (۳) حفظ پتانسیل آرامش یاخته عصبی
- (۴) ایجاد داربست برای استقرار هسته نوروها

**پاسخ:**

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 در بخش‌هایی از رشته قطع می‌شود. این بخش‌ها را **گره رانویه** می‌نامند که با نقش آن‌ها در ادامه درس، آشنا خواهید شد.

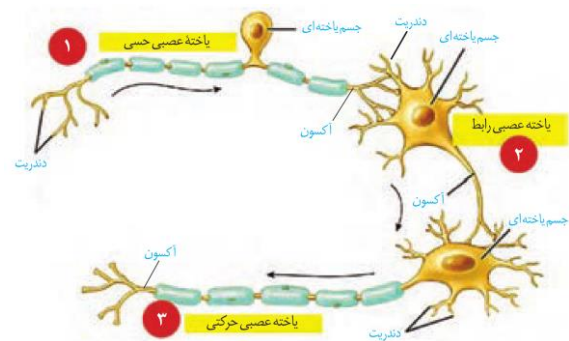
غلاف میلین را یاخته‌های پشتیبان بافت عصبی می‌سازند. شکل ۲ را ببینید، یاخته پشتیبان به دور رشته عصبی می‌پیچد و غلاف میلین را به وجود می‌آورد. **تعداد یاخته‌های پشتیبان چند برابر یاخته‌های عصبی است و انواع گوناگونی دارند.** این یاخته‌ها داربست‌هایی را برای استقرار یاخته‌های عصبی ایجاد می‌کنند؛ آن‌ها در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



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

## انواع یاخته‌های عصبی

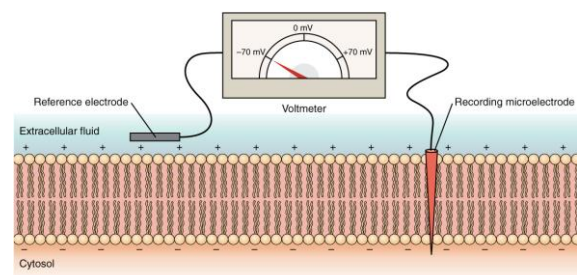
شکل ۳، انواع یاخته‌های عصبی را از نظر کاری که انجام می‌دهند، نشان می‌دهد. **یاخته‌های عصبی حسی** پیام‌ها را از گیرنده‌های حسی به سوی بخش مرکزی دستگاه عصبی (مغز و نخاع) می‌آورند. **یاخته‌های عصبی حرکتی** پیام‌ها را از بخش مرکزی دستگاه عصبی به سوی اندام‌ها (مانند ماهیچه‌ها) می‌برند. نوع سوم یاخته‌های عصبی، **یاخته‌های عصبی رابط** اند که در مغز و نخاع قرار دارند. این یاخته‌ها ارتباط لازم بین یاخته‌های عصبی حسی و حرکتی را فراهم می‌کنند.



شکل ۳- انواع نورون‌ها

## 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 نیست، بار الکتریکی دو سوی غشای یاخته عصبی، متفاوت است و در نتیجه بین دو سوی آن، اختلاف پتانسیل الکتریکی وجود دارد. شکل ۴ اندازه‌گیری این اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد.



شکل ۴- اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سوی

غشای یاخته عصبی



تمرین ۳: به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف- جسم یاخته ای هر یک از نورون‌های زیر در کجا قرار دارند؟

- نورون حسی
- نورون حرکتی
- نورون رابط

ب- هر یک از موارد زیر از وظایف کدام نورون است؟

- تحریک مستقیم نورون حرکتی
- تحریک مستقیم ماهیچه اسکلتی
- تحریک مستقیم نورون رابط



تمرین ۴: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید.

الف- هر رشته سیتوپلاسمی نورون حسی که پیام عصبی را (به) جسم یاخته‌ای وارد- از جسم یاخته‌ای خارج) ..... می‌کند همانند هر رشته سیتوپلاسمی نورون حرکتی که پیام عصبی را (به) جسم یاخته‌ای وارد- از جسم یاخته‌ای خارج) ..... می‌کند، میلین‌دار است.

ب- جسم یاخته‌ای هر نورون (حسی- حرکتی- رابط) ..... پیام عصبی را فقط از دارینه دریافت می‌کند.

پ- در نورون (حسی- حرکتی) ..... از یک نقطه از جسم یاخته‌ای هم‌آسه و هم دارینه خارج می‌شود.

ت- غلاف میلین غلافی (تک- چند لایه‌ای) ..... است که (در زیر- روی) ..... یاخته پشتیبان قرار دارد.



تست ۶: در غشای نورون هر پروتئین ..... همواره سبب کاهش اختلاف ..... بین دوسوی غشا می‌شود.

- |                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| (۱) کانالی - پتانسیل الکتریکی | (۲) کانالی - شیب تراکم یونی |
| (۳) پمپ - پتانسیل الکتریکی    | (۴) پمپ - شیب تراکم یونی    |

پاسخ:



تست ۷: در پتانسیل آرامش ..... پتانسیل عمل مقدار سدیم بیرون نورون ..... از درون نورون است.

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| (۱) همانند - بیش تر | (۲) همانند - کم تر |
| (۳) برخلاف - بیش تر | (۴) برخلاف - کم تر |

پاسخ:



تست ۸: در ارتباط با پمپ سدیم - پتاسیم غشای یاخته عصبی هر گاه ATP به پمپ متصل باشد ..... درون آن قرار دارند.

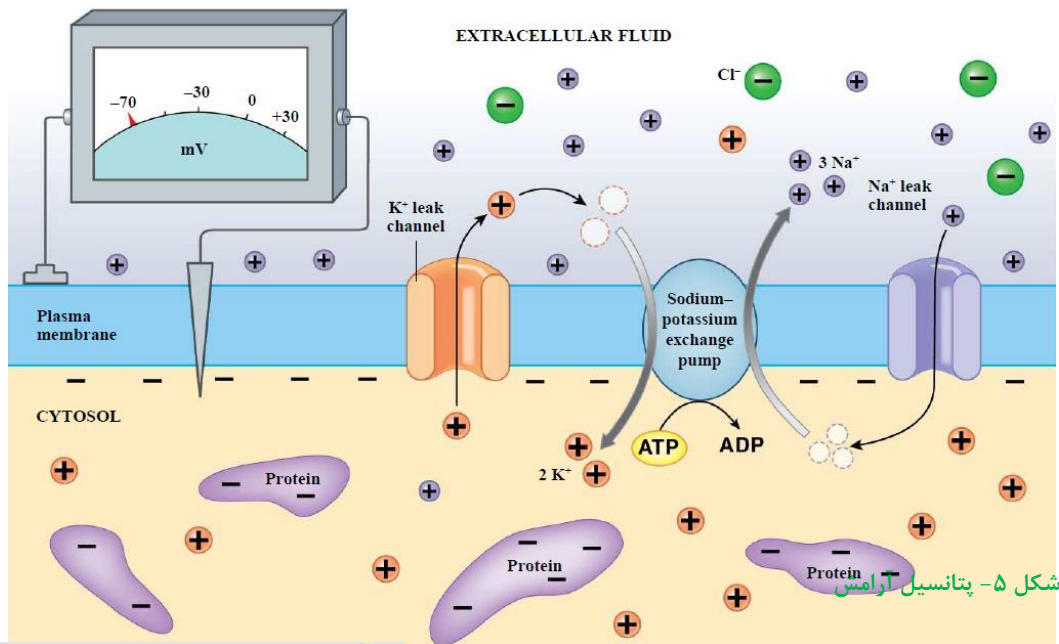
- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| (۱) سه یون سدیم   | (۲) سه یون پتاسیم |
| (۳) دو یون پتاسیم | (۴) دو یون سدیم   |

پاسخ:



**تست ۹:** بخشی از هر نورون که پیام عصبی را از جسم یاخته‌ای دور می‌کند، ..... بخشی از آن که پیام را به جسم یاخته‌ای نزدیک می‌کند ..... (سراسری ۹۲)

(۱) برخلاف- دارای انشعابات فراوان می‌باشد.  
 (۲) مانند- توسط غلافی از جنس لیپید پوشانده شده است.  
 (۳) مانند- واجد شبکه آندوپلاسمی گسترده و هسته می‌باشد.  
 (۴) برخلاف- می‌تواند از طریق غشای خود به ریزکیسه‌های سیناپسی بپیوندد.



**تست ۱۰:** در شروع پتانسیل عمل در یک رشته عصبی همانند پتانسیل آرامش .....  
 (۱) پتانسیل بیرون غشا، مثبت‌تر می‌شود.  
 (۲) کانال‌های دریچه‌دار پتاسیم، بسته می‌مانند.  
 (۳) خروج پتاسیم از نورون متوقف می‌شود.  
 (۴) فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم، شدیدتر می‌شود.



**تست ۱۱:** کدام عبارت در مورد پتانسیل عمل ایجاد شده در غشاء یک نورون حسی، صحیح است؟  
 (۱) در ابتدای پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی باز می‌شوند.  
 (۲) بعد از پایان پتانسیل عمل، تراکم پتاسیم داخل سلول شدیداً کاهش خواهد یافت.  
 (۳) با نزدیک شدن پتانسیل عمل از صفر به ۷۰- کانال‌های دریچه‌دار سدیمی بسته می‌شوند.  
 (۴) در پی بسته شدن کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، پتانسیل میان یاخته نسبت به خارج منفی می‌شود.

**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 باید درباره یاخته‌های عصبی بیش‌تر بدانیم.

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

یکی از این پروتئین‌ها، **کانال‌های نشستی هستند** که یون‌ها می‌توانند از آن‌ها منتشر شوند. از راه این کانال‌ها، یون‌های پتاسیم خارج و یون‌های سدیم به درون یاخته عصبی وارد می‌شوند. تعداد یون‌های پتاسیم خروجی بیش‌تر است؛ زیرا غشا به این یون، نفوذپذیری بیش‌تری دارد (شکل ۶- الف).

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



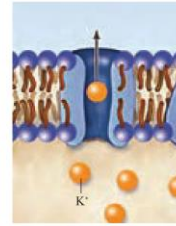


**تست ۱۲:** هر چه اختلاف پتانسیل دو سوی غشای نورون رو به ..... باشد قطعاً .....

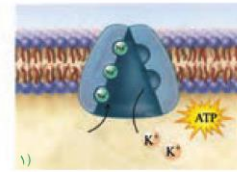
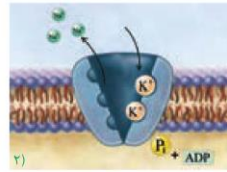
- (۱) کاهش - سدیم‌های فراوانی در حال ورود به میان یاخته‌اند.
- (۲) افزایش - پتاسیم‌های فراوانی در حال ورود به مایع بین یاخته اند.
- (۳) کاهش - انتشار تسهیل شده یون‌های سدیم به میان یاخته ادامه دارد.
- (۴) افزایش - انتقال فعال یون‌های پتاسیم به مایع بین یاخته ادامه دارد.

+۳  
↓  
○  
↓  
-۳

+۳  
↑  
○  
↓  
-۳



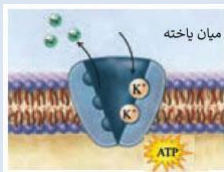
(الف)



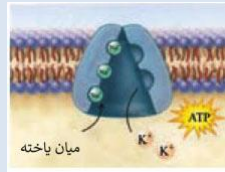
شکل ۶- الف) کانال نشستی و ب) پمپ سدیم - پتاسیم در غشای یاخته عصبی



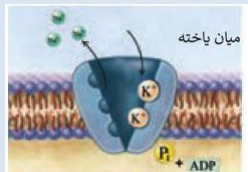
**تست ۱۳:** کدام شکل برای فعالیت پمپ مناسب است؟



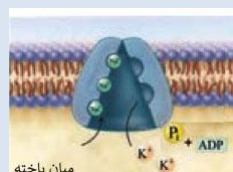
(۲)



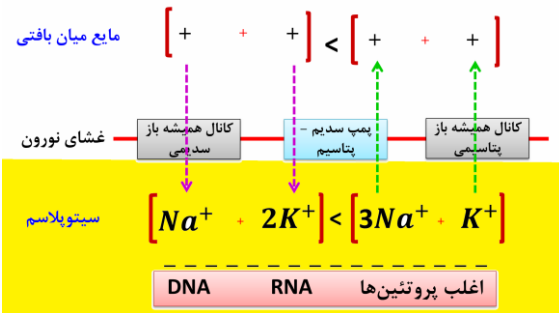
(۱)



(۴)



(۳)



**تست ۱۴:** هر پروتئینی که در غشای نورون سبب منفی تر شدن میان یاخته نسبت به مایع بین یاخته‌ای می‌شود، قطعاً .....

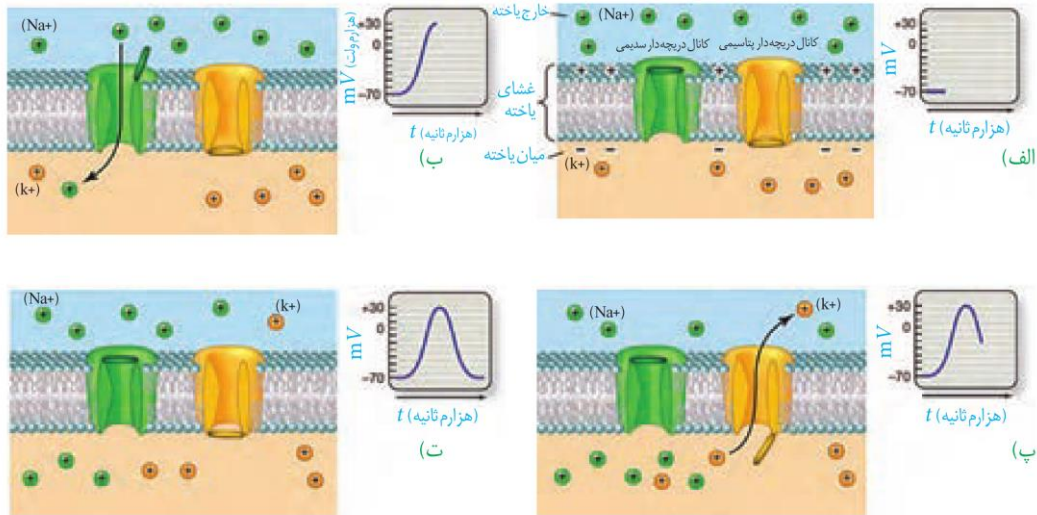
- (۱) پس از بسته شدن کانال دریچه‌دار سدیمی فعال می‌شود.
- (۲) در مایع بین یاخته ای ATP را به ADP و P هیدرولیز می کند.
- (۳) قادر به افزایش تراکم پتاسیم درون سیتوپلاسم یاخته عصبی نیست.
- (۴) قادر به کاهش تراکم سدیم‌های مایع بین یاخته ای در بافت عصبی نیست.

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

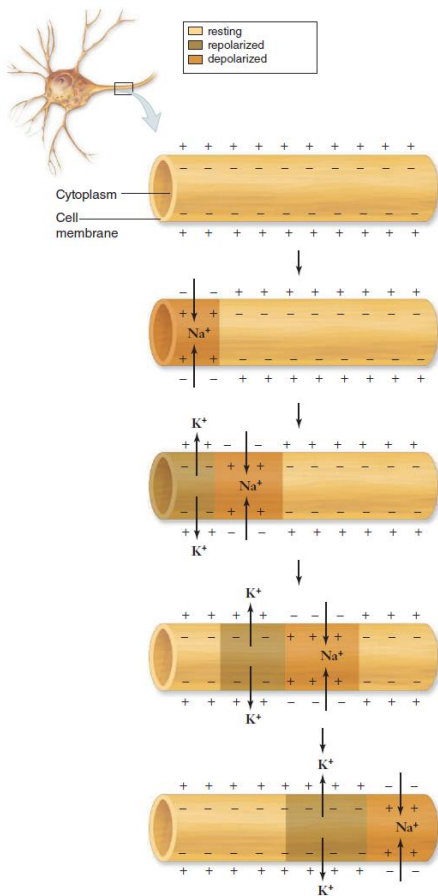
**هنگام پتانسیل عمل درون یاخته عصبی چه اتفاقی می افتد؟**

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

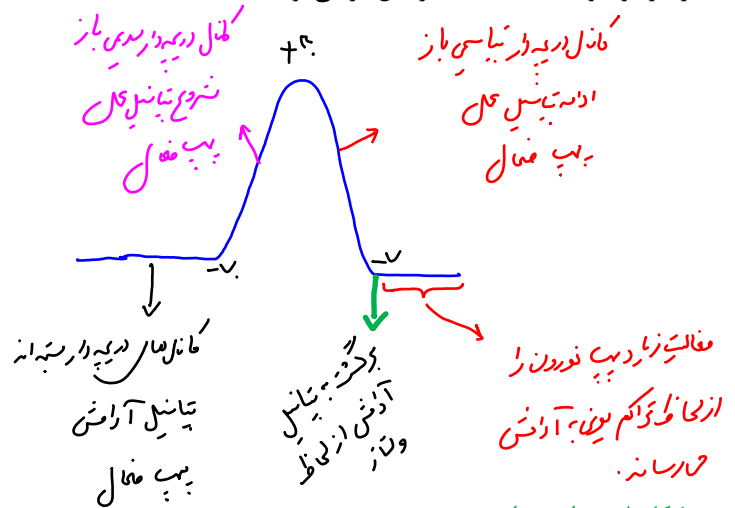
در پایان پتانسیل عمل، مقادیر یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشای یاخته با مقدار این یون‌ها در حالت آرامش تفاوت دارد. فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم موجب می‌شود شیب غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در دو سوی غشا دوباره به حالت آرامش باز گردد.



شکل ۷ - چگونگی ایجاد پتانسیل عمل



وقتی پتانسیل عمل در یک نقطه از یاخته عصبی ایجاد می‌شود، نقطه به نقطه پیش می‌رود تا به انتهای رشته عصبی (اکسون یا دندریت بلند) برسد. این جریان را **پیام عصبی** می‌نامند (شکل ۸). همان طور که در شکل ۸ می‌بینید، با تحریک یاخته عصبی ابتدا یون‌های سدیم وارد یاخته شده، سپس یون‌های پتاسیم از آن خارج می‌شوند. فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم مقدار این یون‌ها را در دو سوی غشا، به حالت آرامش باز می‌گرداند.

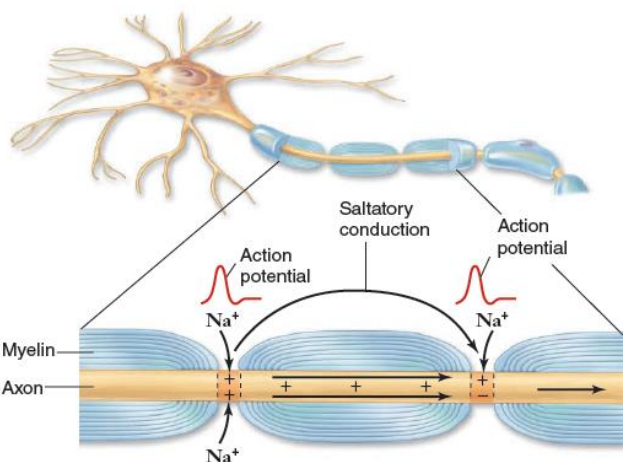


شکل ۸ - هدایت پیام عصبی

گره‌های رانویه چه نقشی دارند؟

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

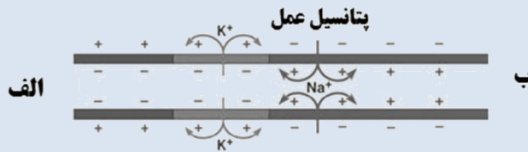
ماهیت پیام عصبی  
 در طول تار عصبی  
 انتقال پیام عصبی  
 در تار عصبی  
 انتقال پیام عصبی  
 در تار عصبی  
 انتقال پیام عصبی  
 در تار عصبی



شکل ۹- هدایت جهشی در نورون میلی‌دار

تست ۱۵

شکل زیر سیر نقطه به نقطه‌ی پیام عصبی را در طول یک تار نشان می‌دهد، کدام عبارت می‌تواند تفسیر درستی از این تار باشد؟



- اگر این تار آکسون فرض شود، انتقال پیام در سمت «ب» رخ می‌دهد.
- اگر این تار آکسون فرض شود، جسم یاخته ای نورون در سمت «ب» واقع است.
- این تار می‌تواند دارینه باشد و هدایت پیام به سمت «الف» است.
- این تار می‌تواند دندریت باشد و جسم سلولی نورون در سمت «الف» واقع است.

تست ۱۶

در پتانسیل آرامش، پمپ سدیم - پتاسیم در فاصله بین دو ..... سدیم را به ..... وارد می‌کند.

- گره رانویه - میان یاخته
- غلاف میلی‌دار - میان یاخته
- گره رانویه - مایع بین یاخته
- غلاف میلی‌دار - مایع بین یاخته

تست ۱۷

کدام عبارت در ارتباط با دستگاه عصبی انسان درست است؟

- هر یاخته عصبی توانایی انتقال پیام عصبی به یاخته عصبی دیگر را دارد.
- پیام عصبی به جسم یاخته عصبی هم قابل هدایت و هم قابل انتقال است.
- بسیاری از یاخته‌های بافت عصبی به دلیل غلاف میلی‌دار، هدایت جهشی دارند.
- بین رشته‌های یاخته عصبی و هر یک از یاخته‌های پشتیبان، غلاف میلی‌دار وجود دارد.

تمرین ۵

- در ارتباط با بیماری مالتیپل اسکلروزیس درستی و نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.
- الف) ساخت میلی‌دار درون عصب‌های مربوط به ماهیچه اسکلتی دچار اختلال می‌شود.
- ب- ممکن است درخت زندگی دچار آسیب شود.
- پ- نشانه نوعی اختلال در دستگاه ایمنی بدن است.
- ت- به دلیل اختلال در انتقال جهشی پیام، فرد دچار بی‌حسی و ارزش می‌شود.

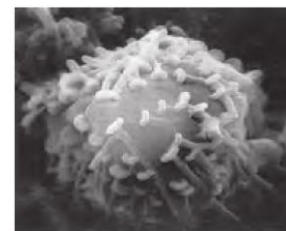
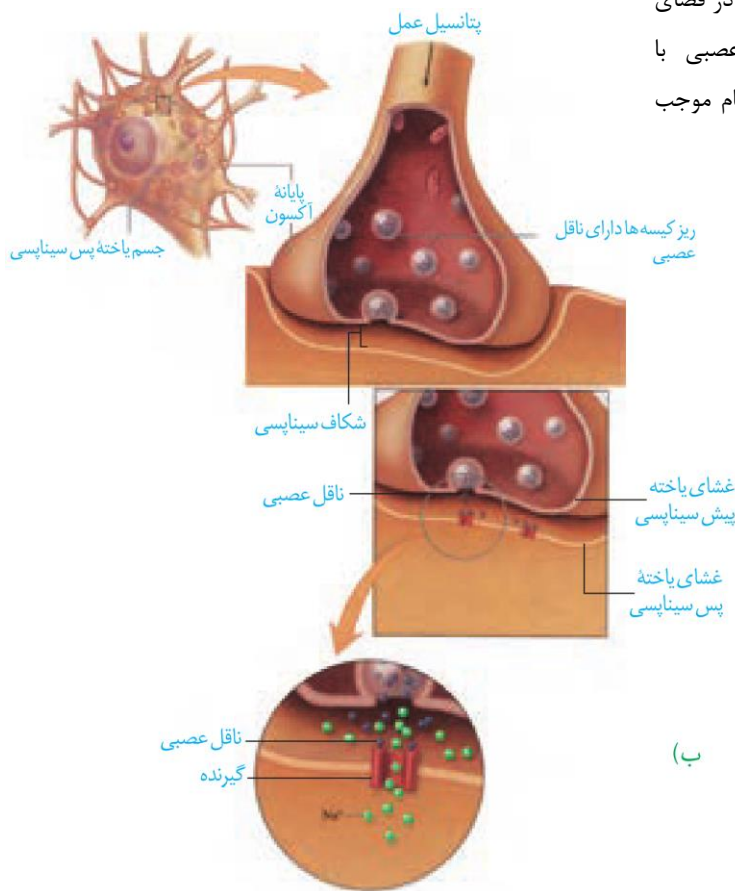
**یاخته‌های عصبی پیام عصبی را منتقل می‌کنند**

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

یاخته‌های عصبی با یکدیگر ارتباط ویژه‌ای به نام **سیناپس (همایه)** برقرار می‌کنند. بین این یاخته‌ها در محل سیناپس، فضایی به نام **فضای سیناپسی** وجود دارد. برای انتقال پیام از یاخته عصبی انتقال‌دهنده یا یاخته عصبی **پیش سیناپسی**، ماده‌ای به نام **ناقل عصبی** در **فضای سیناپسی** آزاد می‌شود. این ماده بریاخته دریافت‌کننده یعنی **یاخته پس سیناپسی** اثر می‌کند. **ناقل عصبی** در **جسم یاخته‌های عصبی ساخته و درون** کیسه‌های کوچکی ذخیره می‌شود. این کیسه‌ها در طول اکسون هدایت می‌شوند تا به پایانه آن برسند. وقتی پیام عصبی به پایانه اکسون می‌رسد، این کیسه‌ها با برون‌رانی، ناقل را در فضای سیناپسی آزاد می‌کنند (شکل ۱۰). یاخته‌های عصبی با یاخته‌های ماهیچه‌ای نیز سیناپس دارند و با ارسال پیام موجب انقباض آن‌ها می‌شوند.

**تست ۱۸:** در دستگاه عصبی انسان، انتقال‌دهنده‌های عصبی .....  
 (۱) درون ریزکیسه‌های جسم یاخته‌ای ساخته می‌شوند.  
 (۲) فقط روی یاخته عصبی پس سیناپس گیرنده دارند.  
 (۳) همگی با صرف انرژی در نورون ساخته و آزاد می‌شوند.  
 (۴) ممکن نیست موجب اختلال در کار دستگاه عصبی شوند.

**تست ۱۹:** ریزکیسه‌های حامل دوپامین، به غشای ..... یاخته ..... خود متصل می‌شوند.  
 (۱) اکسون - پس سیناپسی (۲) دندریت - سازنده  
 (۳) اکسون - سازنده (۴) دندریت - پس سیناپسی



(الف)

(ب)

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





**تست ۲۰:** با رسیدن پتانسیل عمل به پایانه آکسون نورون ..... ، انتقال‌دهنده عصبی به فضای سیناپسی آزاد و قطعاً .....

- (۱) حسی - نورون پیش سیناپس به پتانسیل آرامش برمی‌گردد.
- (۲) رابط - یک نورون حرکتی تحریک می‌شود.
- (۳) رابط - یک نورون رابط تحریک می‌شود.
- (۴) حرکتی - یک سلول ماهیچه‌ای تحریک می‌شود.



**تست ۲۱:** کدام عبارت در ارتباط با دستگاه عصبی انسان درست است؟

- (۱) هر پروتئینی که ناقل عصبی به آن متصل می‌شود، نوعی پروتئین کانالی است.
- (۲) ناقل عصبی برای مهار یاخته پس سیناپس نیاز به باز کردن کانال‌ها و تغییر پتانسیل الکتریکی آن دارد.
- (۳) هر ناقل عصبی پس از اتصال به گیرنده خود، نفوذپذیری یاخته عصبی پس سیناپسی را تغییر می‌دهد.
- (۴) تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی قطعاً به بیماری و اختلال در دستگاه عصبی مرکزی منجر می‌شود.



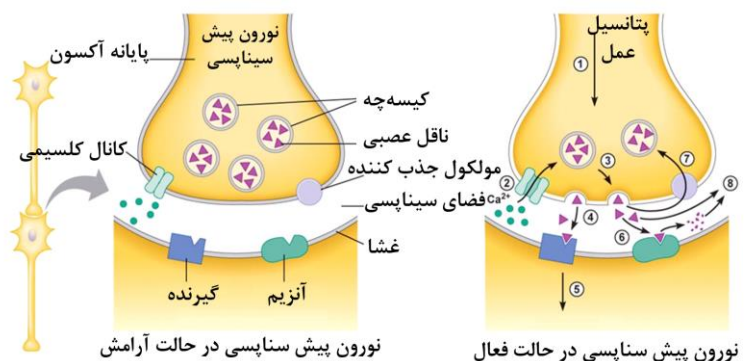
**تست ۲۲:** چند مورد درست است؟

- \* ناقل عصبی، درون ریزکیسه‌های جسم یاخته‌ای نورون، ساخته می‌شود.
- \* رشته سیتوپلاسمی که ریزکیسه‌های حاوی انتقال‌دهنده عصبی در آن هدایت می‌شود همواره آکسون است.
- \* خروج ناقل عصبی از یاخته عصبی همانند خروج سدیم از یاخته عصبی با مصرف ATP همراه است.
- \* در فضای همایه هر یاخته‌ای که ناقل عصبی به آن وارد می‌شود نورون پیش سیناپس است.

(۱) ۴ (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

ناقل عصبی پس از رسیدن به غشای یاخته پس سیناپسی، به پروتئینی به نام **گیرنده** متصل می‌شود. این پروتئین کانال نیز هست که با اتصال ناقل عصبی به آن باز می‌شود. به این ترتیب ناقل عصبی نفوذپذیری غشای یاخته پس سیناپسی را به یون‌ها و در نتیجه پتانسیل الکتریکی این یاخته را تغییر می‌دهد. این تغییر، یاخته پس سیناپسی را تحریک و یا از فعالیت آن جلوگیری می‌کند. زیرا برخی ناقل‌های عصبی تحریک‌کننده و برخی بازدارنده‌اند.

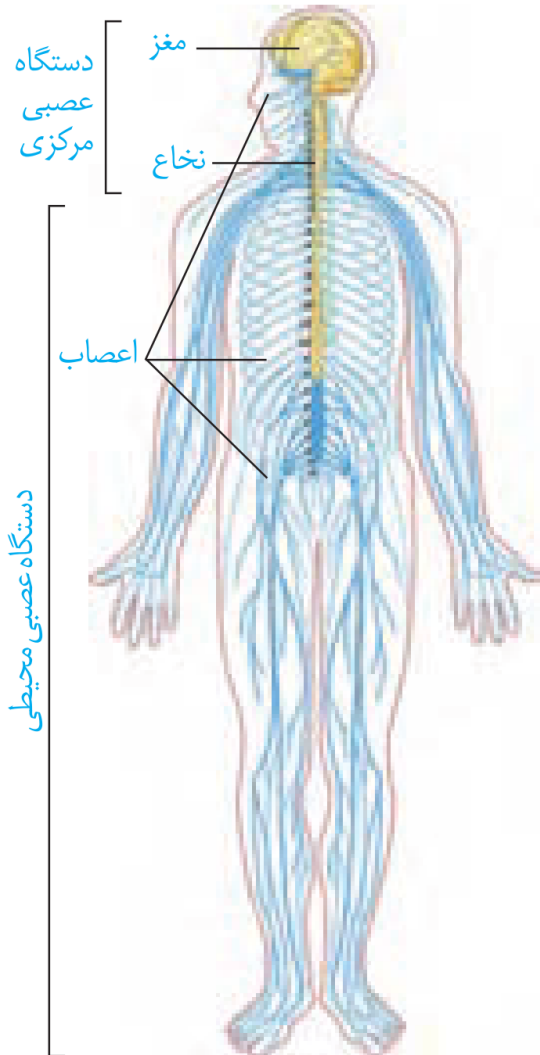
پس از انتقال پیام، مولکول‌های ناقل باقی‌مانده، باید از فضای سیناپسی تخلیه شوند تا از انتقال بیش از حد پیام جلوگیری و امکان انتقال پیام‌های جدید فراهم شود. این کار با جذب دوباره ناقل به یاخته پیش سیناپسی انجام می‌شود و یا آنزیم‌هایی که از یاخته‌ها ترشح می‌شوند، ناقل عصبی را تجزیه می‌کنند. تغییر در میزان طبیعی ناقل‌های عصبی به بیماری و اختلال در کار دستگاه عصبی منجر می‌شود.





## گفتار ۲: ساختار دستگاه عصبی

می‌دانید دستگاه عصبی دو **بخش مرکزی** و **محیطی** دارد (شکل ۱۱). به نظر شما چرا دو بخش این دستگاه را مرکزی و محیطی نامیده‌اند؟



شکل ۱۱ - دستگاه عصبی مرکزی و محیطی

### دستگاه عصبی مرکزی

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

**تست ۲۳:** ممکن نیست اطلاعات بینایی به بخشی از مغز وارد شود که .....  
 (۱) در پشت ساقه مغز قرار داشته باشد.  
 (۲) در بالای پل مغز قرار داشته باشد.  
 (۳) در بالای ساقه مغز قرار گرفته باشد.  
 (۴) شیار مرکزی مرز مشترک آن با لوب دیگر باشد.

**تست ۲۴:** چند مورد زیر از وظایف بخش‌های اصلی مغز انسان می‌باشد؟

- (الف) پردازش اولیه اغلب اطلاعات حسی بدن  
 (ب) مرکز تنظیم تعادل بدن  
 (پ) تبدیل حافظه کوتاه‌مدت به دراز مدت  
 (ت) مرکز انعکاس عطسه و سرفه
- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| ۱ (۱) | ۲ (۲) | ۳ (۳) | ۴ (۴) |
|-------|-------|-------|-------|

**تست ۲۵:** چند مورد می‌تواند جمله مقابل را تکمیل نماید؟ (سراسری خارج کشور ۹۱)

- در دستگاه عصبی انسان، ..... می‌باشد.  
 (الف) تار عصبی، مجموعه‌ای از زائده‌های چند سلول عصبی  
 (ب) عصب، زائده بلند یک سلول عصبی  
 (ج) جسم پینه‌ای، دسته‌ای از تارهای عصبی بین دو نیمکره مخچه  
 (د) نخاع، رابط بین دستگاه عصبی مرکزی و نیمکره‌های مخ  
 (ه) میلین، مانعی در مقابل تغییر پتانسیل غشای سلول عصبی
- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| ۱ (۱) | ۲ (۲) | ۳ (۳) | ۴ (۴) |
|-------|-------|-------|-------|

**تمرین ۶:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- هر بخشی از دستگاه عصبی مرکزی که مستقیماً در ارتباط با دستگاه عصبی محیطی می‌باشد، درون ستون مهره‌ها قرار دارد.  
 ب- هر یک از یاخته‌های بافت عصبی در دستگاه عصبی محیطی همانند دستگاه عصبی مرکزی دارای سه ویژگی تحریک‌پذیری، هدایت و انتقال پیام عصبی‌اند.  
 پ- هر گیرنده حسی به واسطه دستگاه عصبی محیطی پیام خود را به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌کند.  
 ت- هیچ یک از ماهیچه‌های بدن نمی‌توانند مستقل از دستگاه عصبی مرکزی فعالیت کنند.

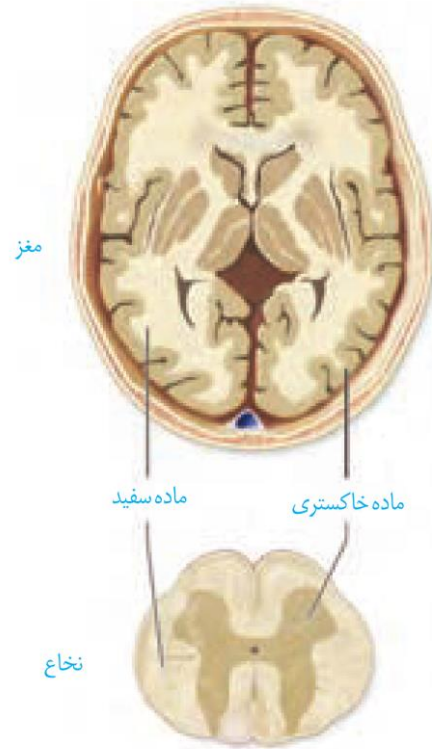
**پاسخ:**

**تمرین ۷:** هر یک از جملات زیر را با کلمات داخل پرانتز کامل کنید.

- الف- سرعت هدایت پیام در بخش قشری نخاع (همانند- برخلاف) ..... بخش قشری مخ (زیاد- کم) ..... است.  
 ب- بخشی از مخ که مسئول عملکرد هوشمندانه است از ماده (خاکستری- سفید) ..... تشکیل شده است.  
 پ- درونی‌ترین پرده مننژ به ماده (سفید- خاکستری) ..... نخاع چسبیده است.  
 ت- رابط سه گوش (همانند- برخلاف) ..... رابط پینه‌ای از جنس ماده (سفید- خاکستری) ..... است.

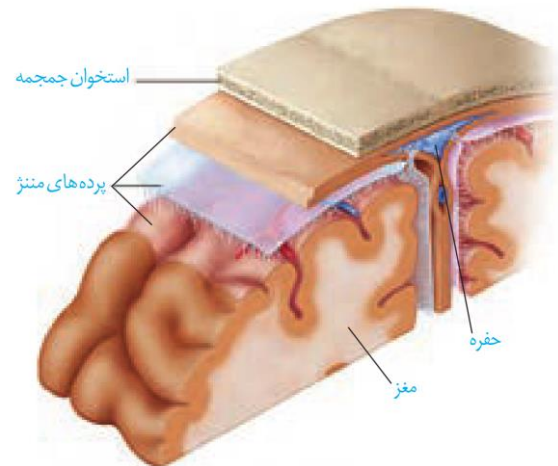
**پاسخ:**

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



شکل ۱۲- ماده سفید و خاکستری در دستگاه عصبی

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



شکل ۱۳- پرده مننژ

**تست ۲۶:** کدام یک از موارد زیر توسط پایین‌ترین بخش مغز تنظیم می‌شود؟

- (۱) انقباض ماهیچه‌های میان‌بند (۲) حفظ تعادل بدن
- (۳) تنظیم گرسنگی (۴) تولید اکسی‌توسین

**تست ۲۷:** در تشریح مغز گوسفند مویرگ‌های ..... در ترشح مایع مغزی و نخاعی نقش دارند.

- (۱) بطن‌های (۱ و ۲) (۲) بطن ۳
- (۳) پرده خارجی مننژ (۴) پرده میانی مننژ

**تست ۲۸:** کدام عبارت در مورد پرده‌های مننژ نادرست است؟

- (۱) در پرده خارجی حفره وجود دارد.
- (۲) پرده خارجی نسبت به پرده داخلی ضخیم‌تر است.
- (۳) پرده نازک فقط با بخش‌های خاکستری دستگاه عصبی مرکزی در تماس است.
- (۴) در فضای بین پرده خارجی و پرده میانی همانند فضای بین پرده‌های میانی و درونی، مایع مغزی نخاعی وجود دارد.

**تست ۲۹:** شکل ..... مرتبط با سد خونی - مغزی است و در به طور طبیعی امکان عبور واحدهای سازنده کلاژن از آن وجود ..... دارد.



- (۱) الف - دارد. (۲) الف - ندارد.
- (۳) ب - دارد. (۴) ب - ندارد.

**تست ۳۰:** در انسان به‌طور طبیعی، در فضای ..... وجود دارد.

- (۱) سیناپسی، وازیکول سیناپسی
- (۲) زیرین پرده میانی مننژ، رگ خونی
- (۳) شیار بین دو نیمکره مخ، فقط پرده درونی پرده مننژ
- (۴) درون پرده خارجی مننژ، مایع مغزی - نخاعی

**تمرین ۸:** به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

- الف- مایعی که نقش ضربه‌گیر را دارد با کدام پرده‌های مننژ تماس دارد؟
- ب- مایع مغزی- نخاعی در کدام بخش از دستگاه عصبی مرکزی تولید می‌شود؟
- پ- جنس کدام پرده مننژ از بافت پیوندی است؟
- ت- چرا در مویرگ‌های مغزی جریان توده‌ای رخ نمی‌دهد؟



**تست ۳۱:** ممکن نیست اطلاعات شنوایی به بخشی از مغز وارد شود که .....

- (۱) در پشت ساقه مغز قرار گرفته باشد.
- (۲) در بالای پل مغز قرار گرفته باشد.
- (۳) در بالای ساقه مغز قرار گرفته باشد.
- (۴) با بزرگ ترین لوب مخ مرز مشترک داشته باشد.

**پاسخ:**



**تست ۳۲:** چند مورد زیر از وظایف ساقه مغز انسان می باشد؟

- (الف) تنظیم ترشح آنزیم لیزوزیم
  - (ب) قطع عمل دم
  - (پ) دخالت در فعالیت های بینایی
  - (ت) پردازش اولیه اغلب اطلاعات حسی بدن
- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**پاسخ: گزینه «**

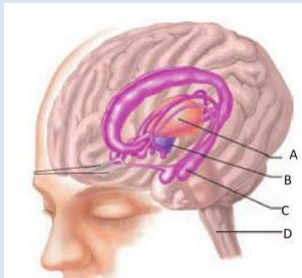


**تست ۳۳:** مرکزی که در مغز مسئول ..... است همان مرکز ..... است.

- (۱) تفکر و یادگیری - پردازش اولیه و تقویت اطلاعات حسی
- (۲) تنظیم ترشح بزاق - عملکرد هوشمندانه
- (۳) تنظیم وضعیت بدن و تعادل - تنظیم فشار خون
- (۴) تنظیم تعداد ضربان قلب - تنظیم خواب



**تست ۳۴:** کدام عبارت نادرست است؟

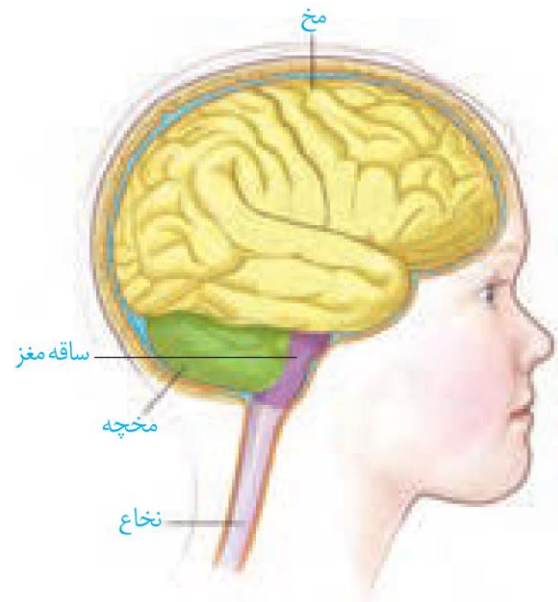


- (۱) A در ارتباط بخشی است که در ترس دخالت دارد.
- (۲) B در انقباض بعضی از ماهیچه های صاف نقش دارد.
- (۳) C و D بخشی از ساقه مغز اند.
- (۴) با آسیب بخش C فرد در تبدیل حافظه کوتاه مدت به دراز مدت ناتوان است.

در سال گذشته با انواع مویرگها آشنا شدید. مویرگهای دستگاه عصبی مرکزی از کدام نوع اند و چه ویژگی دارند؟ یاخته های بافت پوششی مویرگهای مغز به یکدیگر چسبیده اند و بین آنها منفذی وجود ندارد. در نتیجه بسیاری از مواد و میکروبها در شرایط طبیعی نمی توانند به مغز وارد شوند. این عامل حفاظت کننده **سد خونی- مغزی** نام دارد. البته مولکول هایی مثل اکسیژن، گلوکز و آمینواسیدها و برخی داروها می توانند از این سد عبور کنند و به مغز وارد شوند.

**مغز**

می دانید مغز از سه بخش اصلی **مخ، مخچه و ساقه مغز** تشکیل شده است (شکل ۱۴). در ادامه با ساختار و کار بخش های تشکیل دهنده مغز بیشتر آشنا می شوید.



شکل ۱۴ - سه بخش اصلی مغز

**نیمکره های مخ:** در انسان بیش تر حجم مغز را مخ تشکیل می دهد. دو نیمکره مخ با رشته های عصبی به هم متصل اند. رابط های سفید رنگ به نام **رابط پینه ای** و **سه گوش** را که هنگام تشریح مغز خواهید دید، از این رشته های عصبی هستند. دو نیمکره به طور همزمان از همه بدن اطلاعات را دریافت و پردازش می کنند تا بخش های مختلف بدن به طور هماهنگ فعالیت کنند. هر نیمکره کارهای اختصاصی نیز دارد مثلاً؛ بخش هایی از **نیمکره چپ** به توانایی در ریاضیات و استدلال مربوط اند و **نیمکره راست** در مهارت های هنری تخصص یافته است.



**تست ۳۵:** در هر نیمکرهٔ مخ انسان به ترتیب بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین لوب با چند لوب دیگر مرز مشترک دارند؟

- (۱) ۳-۳  
(۲) ۳-۲  
(۳) ۲-۳  
(۴) ۲-۲

**پاسخ:**



**تست ۳۶:** در هر نیمکرهٔ مخ، لوب‌هایی که با شیار مرکزی از هم جدا می‌شوند با چند لوب دیگر به غیر از خود مرز مشترک دارند؟

- (۱) ۲-۲  
(۲) ۳-۳  
(۳) ۳-۲  
(۴) ۱-۲

**پاسخ:**



**تست ۳۷:** آن بخش از نیمکرهٔ مخ که در مهارت‌های هنری تخصص دارد ..... نیمکره‌ای از مخ که دارای ریاضیات و استدلال است از چشم ..... اطلاعات دریافت می‌کند.

- (۱) برخلاف- چپ و راست  
(۲) همانند- چپ و راست  
(۳) برخلاف- راست  
(۴) برخلاف- چپ

**پاسخ:**



**تست ۳۸:** در هر نیم‌کره‌ای از مخ، لوبی که از بالا رویت نمی‌شود با ..... لوب دیگر مغز مرز مشترک دارد و در تماس با مخچه .....

- (۱) ۲- می‌باشد.  
(۲) ۳- می‌باشد.  
(۳) ۲- نمی‌باشد.  
(۴) ۳- نمی‌باشد.

**پاسخ:**

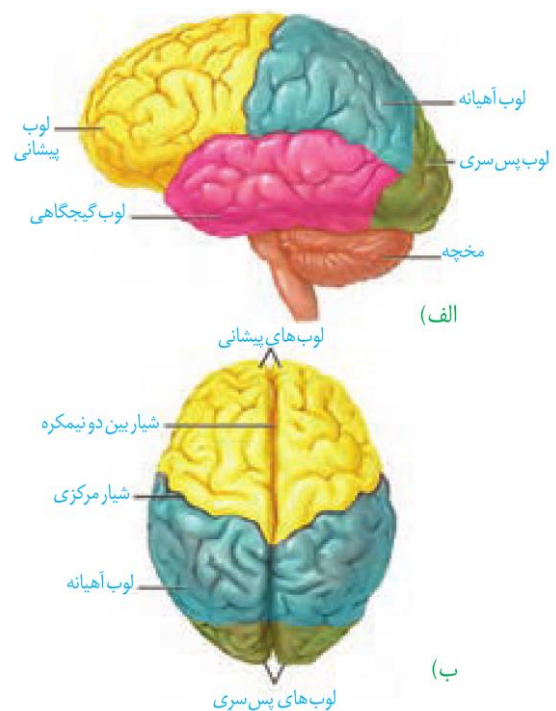


**تست ۳۹:** در انسان، برجستگی‌های چهارگانه مربوط به بخشی از ساقه مغز می‌شود که ممکن نیست در ..... نقش داشته باشد.

- (۱) حرکت  
(۲) شنوایی  
(۳) بینایی  
(۴) عملکرد هوشمندانه

بخش خارجی نیمکره‌های مخ یعنی قشر مخ از مادهٔ خاکستری است و سطح وسیعی را با ضخامت چند میلی‌متر تشکیل می‌دهد. قشر مخ چین خورده است و شیارهای متعددی دارد. شیارهای عمیق هر یک از نیمکره‌های مخ را به **چهار لوب پس سری، گیجگاهی، آهیانه و پیشانی** تقسیم می‌کند. 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:** ساقهٔ مغز از مغز میانی، پل مغزی و بصل‌النخاع تشکیل شده است (شکل ۱۵).



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

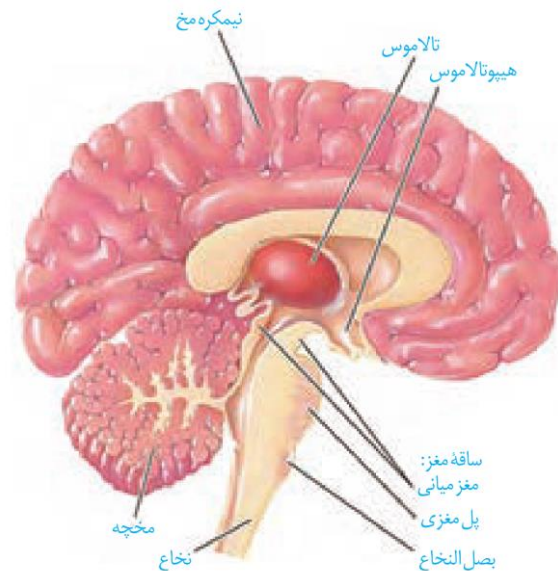
**مغز میانی** در بالای پل مغزی قرار دارد و یاخته‌های عصبی آن در فعالیت‌های مختلف از جمله شنوایی، بینایی و حرکت نقش دارند. **برجستگی‌های چهارگانه** بخشی از مغز میانی هستند که هنگام تشریح مغز می‌توانید آن‌ها را ببینید. دو برجستگی بالایی پیام‌های بینایی و دو برجستگی پایینی، پیام‌های شنوایی را دریافت می‌کنند یاخته‌های عصبی این برجستگی‌ها با هم ارتباط دارند، بنابراین وقتی صدایی را می‌شنویم، می‌توانیم چشم‌ها و حتی سر خود را به طرف منبع صدا برگردانیم.



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

**بصل النخاع** پایین‌ترین بخش مغز است که در بالای نخاع قرار دارد. بصل النخاع تنفس، فشار خون و زنش قلب را تنظیم می‌کند و مرکز انعکاس‌هایی مانند عطسه، بلع و سرفه است.

**مخچه:** مخچه در پشت ساقه مغز قرار دارد و از دو نیمکره که در وسط آن‌ها بخشی به نام **کریمینه** قرار گرفته، تشکیل شده است. این اندام مرکز تنظیم وضعیت بدن و تعادل آن است. مخچه به طور پیوسته از بخش‌های دیگر مغز، نخاع و اندام‌های حسی مانند گوش‌ها پیام دریافت و بررسی می‌کند تا فعالیت ماهیچه‌ها و حرکات بدن را در حالت‌های گوناگون هماهنگ کند.



شکل ۱۶ - نیمه راست مغز

### ساختارهای دیگر مغز:

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

**سامانه لیمبیک (کناره‌ای)** مجموعه ساختارهایی است که با قشر مخ، لوب بویایی، تالاموس و هیپوتالاموس ارتباط دارد و در احساساتی مانند ترس، خشم، لذت و نیز حافظه نقش ایفا می‌کند (شکل ۱۷).



**تست ۴۰:** کدام یک از موارد زیر توسط پایین‌ترین بخش

مغز تنظیم می‌شود؟

- (۱) انقباض ماهیچه‌های میان‌بند
- (۲) حفظ تعادل بدن
- (۳) تنظیم گرسنگی
- (۴) تولید اکسی‌توسین

**پاسخ: گزینه ۱**



**تست ۴۱:** بخشی از دستگاه عصبی مرکزی که در زیر

ساقه مغز قرار دارد، .....

- (۱) دارای نیمکره‌های است که توسط کریمینه احاطه به هم مرتبط می‌شوند.
- (۲) با بیش‌ترین اعصاب بخش محیطی دستگاه عصبی مرکزی ارتباط مستقیم دارد.
- (۳) مرکز بسیاری از انعکاس‌های بدن مثل انعکاس زردپی زیر است.
- (۴) بخش خاکستری آن در تماس با نازک‌ترین لایه پرده مننژ است.



**تست ۴۲:** کدام عبارت در ارتباط با مغز انسان نادرست

است؟.

- (۱) با آسیب سبک مغزی، فرد نمی‌تواند هیچ اسمی را به یاد آورد.
- (۲) هیپوکامپ در مجاورت لوب گیجگاهی قرار دارد.
- (۳) ساقه مغز همانند نخاع در بعضی انعکاس‌های بدن دخالت دارد.
- (۴) سامانه کناره‌ای با لوب بویایی در ارتباط است.



**تست ۴۳:** هر یک از مراکز مغزی در انسان، چه

مشخصه‌ای دارد؟ (سراسری ۹۶)

- (۱) در بالای ساقه مغز قرار گرفته است.
- (۲) فقط انتقال‌دهنده‌های عصبی تولید می‌کند.
- (۳) از سلول‌های عصبی و غیرعصبی تشکیل شده است.
- (۴) به پردازش اطلاعات حسی مربوط به همه نقاط بدن می‌پردازد.





**تست ۴۴:** چند مورد در ارتباط با مواد اعتیادآور درست است؟

الف) بیش تر بر بخشی از مغز اثر می‌گذارد که با مرکز احساس گرسنگی ارتباط دارد.

ب) اثر آن‌ها بر بخشی از قشر مخ که در ارتباط با قضاوت است، در سن نوجوانی شدیدتر است.

پ) با مصرف آن‌ها همواره دوپامین کم‌تری ترشح می‌شود.

ت) اعتیاد همواره بیماری برگشت‌پذیری به ماده مصرفی است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**پاسخ:**



**تست ۴۵:** کدام مورد نمی‌تواند از پیامدهای مصرف بلند مدت الکل باشد؟

۱) ترشح اینترفرون نوع II

۲) کاهش تولید اریتروپویتین

۳) سکتة قلبی

۴) افزایش درد و اضطراب

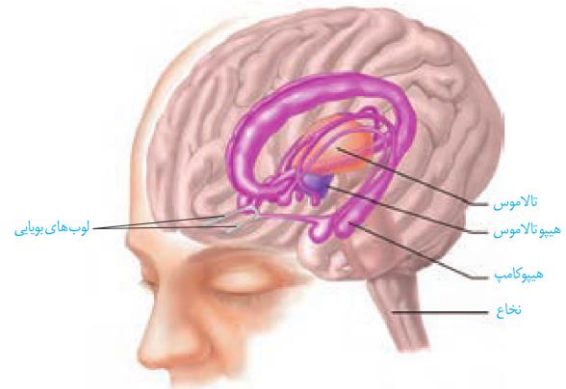
**پاسخ: گزینه «۱»**

**تعریف:** وابستگی به مصرف یک ماده، یا انجام یک رفتار است که ترک آن مشکلات جسمی و روانی برای فرد به وجود می‌آورد.

**اعتیاد:** مواد اعتیادآور: الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین، کافئین قهوه

**رفتارهای اعتیادآور:** بازی‌های رایانه‌ای

**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 بسپارند. 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 را بارها به کار ببریم، در حافظه بلند مدت ذخیره می‌شود.



شکل ۱۷- هیپوکامپ و بخش‌های دیگر سامانه لیمبیک

(بخش‌های بنفش رنگ)

**اعتیاد:** اعتیاد وابستگی همیشگی به مصرف یک ماده یا انجام یک رفتار است که ترک آن مشکلات جسمی و روانی برای فرد به وجود می‌آورد. وابستگی به اینترنت یا بازی‌های رایانه‌ای نیز نمونه‌ای از اعتیادهای رفتاری‌اند. مواد گوناگون مانند الکل، کوکائین، نیکوتین، هروئین، مورفین و حتی کافئین قهوه اعتیاد آور هستند.

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

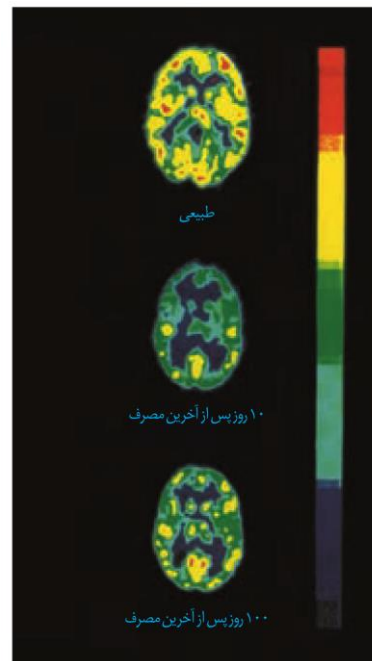
**مواد اعتیادآور و مغز:** نخستین تصمیم برای مصرف مواد اعتیادآور در اغلب افراد اختیاری است اما استفاده مکرر از این مواد تغییراتی را در مغز ایجاد می‌کند که دیگر فرد نمی‌تواند با میل شدید برای مصرف مقابله کند. این تغییرات ممکن است دائمی باشند. به همین علت، اعتیاد را بیماری برگشت‌پذیر می‌دانند.



**تست ۴۶:** با مصرف کوکائین مصرف گلوکز در مغز ..... شده و با ترک کوکائین بخش پیشین مغز بهبود ..... را نشان می دهد.

- |                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| (۱) زیاد - بیش تری | (۲) کم - کم تری   |
| (۳) کم - بیش تری   | (۴) زیاد - کم تری |

که حتی سال‌ها پس از ترک مواد، فرد در خطر مصرف دوباره قرار دارد. بیش تر مواد اعتیاد آور بر بخشی از سامانه لیمبیک اثر می گذارند و موجب آزاد شدن ناقل‌های عصبی از جمله **دوپامین** می شوند که در فرد احساس لذت و سرخوشی ایجاد می کند. در نتیجه فرد میل شدیدی به مصرف دوباره آن ماده دارد. با ادامه مصرف مواد، دوپامین کم تری آزاد می شود و به فرد احساس کسالت، بی حوصله گی و افسردگی دست می دهد. برای رهایی از این حالت و دستیابی به سرخوشی نخستین، فرد مجبور است، ماده اعتیاد آور بیش تری مصرف کند. مواد اعتیاد آور بر بخش هایی از قشر مخ اثر می کنند و توانایی قضاوت، تصمیم گیری و خود کنترلی فرد را کاهش می دهند. این اثرات به ویژه در مغز نوجوانان شدیدتر است زیرا مغز آنان در حال رشد است. مصرف مواد اعتیاد آور ممکن است تغییرات برگشت ناپذیری را در مغز ایجاد کند. در شکل ۱۸ اثر یک ماده اعتیاد آور بر فعالیت مغز با بررسی سوخت و ساز گلوکز در آن نشان داده شده است.



شکل ۱۸ - تصویرهای بالا مصرف گلوکز را در مغز فرد سالم و فرد مصرف کننده کوکائین نشان می دهد. رنگ های آبی تیره و روشن سوخت و ساز کم و رنگ زرد و قرمز سوخت و ساز بالا را نشان می دهد. توجه کنید بهبود سوخت و ساز مغز به زمان طولانی نیاز دارد؛ **بخش پیشین مغز بهبود کم تری را نشان می دهد.**

**اعتیاد به الکل**

- ← محلول در چربی است و دارای سرعت جذب بالا در دستگاه گوارش می باشد.
- ← عبور از غشای یاخته های عصبی بخش های مختلف مغز و اختلال در فعالیت های آن ها
- ← تاثیر بر ناقل عصبی دوپامین
- ← تاثیر بر فعالیت انواعی از ناقل های عصبی تحریک کننده و بازدارنده

**اعتیاد به الکل اثرات**

۱- کاهش دهنده فعالیت های بدنی	۷- اختلال در حافظه، گیجی و کاهش هوشیاری
۲- آرام سازی ماهیچه ها	۸- افزایش زمان واکنش فرد به محرک های محیطی به دلیل کند شدن فعالیت مغز
۳- ایجاد ناهماهنگی در حرکات بدن	۹- مصرف دراز مدت الکل سبب موارد زیر می شود:
۴- اختلال در گفتار	• مشکلات کبدی
۵- کاهش درد و اضطراب	• سکنه قلبی
۶- خواب آلودگی	• سرطان

برش رابوئینزین ← اوبه رابوئینزین  
 " بطن ۱ " ←  
 " اجسام مغز " ←

برش رابوئینزین ← نالدرسها + رابوئینزین آنها  
 " بطن ۲ " ←  
 " غده رومیزی (بنه آل = ای منتر) " ←

برش کرمه ← درف زرنی درون کجه  
 " در بر فور ما لری کجه برش زده شود " ← بطن ۴

**اعتیاد به الکل:** مقدار الکل (اتانول) در نوشیدنی های الکلی متفاوت است و حتی مصرف کم ترین 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 آن ها را مختل می کند. الکل علاوه بر دوپامین، بر فعالیت ناقل های عصبی تحریک کننده و بازدارنده گوناگون اثر می گذرد. 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 مصرف آن، زمان واکنش فرد به محرک های محیطی افزایش پیدا می کند. مشکلات کبدی، سکنه قلبی و انواع سرطان از پیامدهای مصرف بلند مدت الکل است.

**فعالیت**

درباره درستی یا نادرستی عبارتهای زیر اطلاعات جمع آوری وبه کلاس ارائه کنید.

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

**فعالیت:**

**تشریح مغز**

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

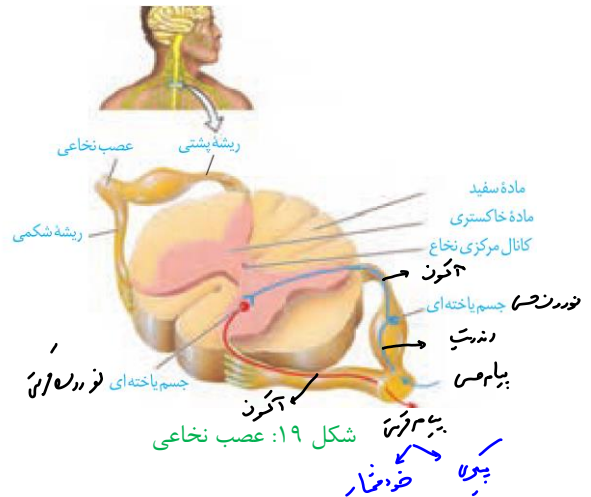
با کمک معلم مغز را برای تشریح آماده کنید .

۱- بررسی بخش های خارجی مغز

الف) مشاهده سطح پشتی: مغز را مانند شکل (۱) در ظرف تشریح قرار دهید. روی مغز بقایای پرده مننژ وجود دارد. آن ها را جدا کنید تا شیارهای مغز را بهتر دیده شوند. کدام بخش های مغز را با مشاهده سطح پشتی آن می توانید ببینید؟



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



**دستگاه عصبی محیطی**

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



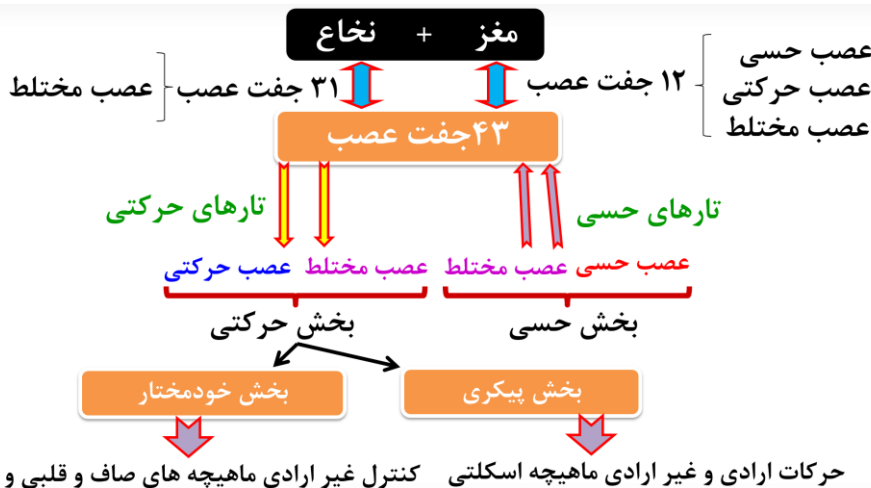
**تست ۵۱:** کدام عبارت در مورد بخشی از دستگاه عصبی مرکزی **نادریست** است که مرکز برخی از انعکاس‌های بدن می‌باشد؟  
 (۱) از مرکز عطسه تا دومین مهره کمر کشیده شده است.  
 (۲) کانال مرکزی آن در ماده خاکستری واقع شده است.  
 (۳) فقط از طریق ریشه پشتی عصب خود، پیام‌های حسی را دریافت می‌کند.  
 (۴) آزیم‌های تجزیه‌کننده ناقل عصبی فقط در ماده سفید آن ترشح می‌شوند.

**پاسخ:**



**تمرین ۹:** جملات زیر را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.  
 الف- از مرکز نظارت بر فعالیت‌های بدن (۱۲ - ۴۳) ..... جفت عصب خارج می‌شود.  
 ب- هر عصب مجموعه‌ای از رشته‌های عصبی که قطعاً در آن تارهای نورون‌های (حسی- حرکتی- رابط) ..... شرکت (دارند- ندارند) .....  
 پ- در هر عصب نخاعی قطعاً (آکسون- دندریت) ..... نورون حرکتی شرکت دارد.  
 ت- در عصب نخاعی هر رشته عصبی که پیام را از ریشه پشتی خارج می‌کند (برخلاف- همانند) ..... هر رشته عصبی که پیام را به ریشه شکمی وارد می‌کند، (دندریت- آکسون) ..... است.

**پاسخ:**







**تست ۵۲:** با در نظر گرفتن فرایند انعکاس دست انسان، چند مورد درست است؟

- \* هر نورون رابطی در این انعکاس تحریک می‌شود.
- \* در ریشه شکمی عصب نخاعی نورونی که تحریک شده مربوط به بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی است.
- \* در ریشه شکمی عصب نخاعی نورونی که مهار شده مربوط به بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی است.
- \* طول یاخته‌های ماهیچه‌های دو سر بازو برخلاف سه سر بازو کوتاه می‌شوند.

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

**پاسخ:**

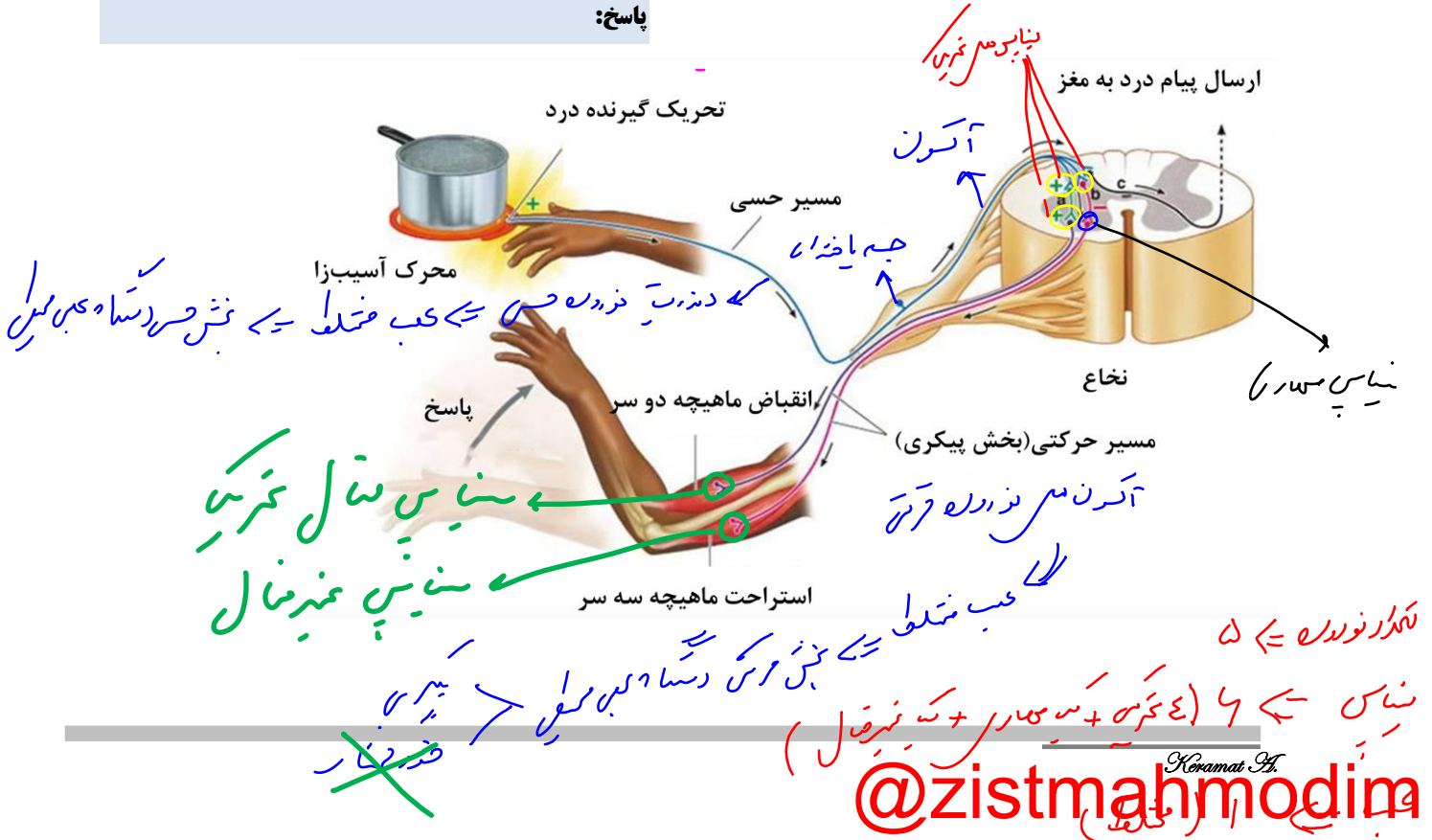
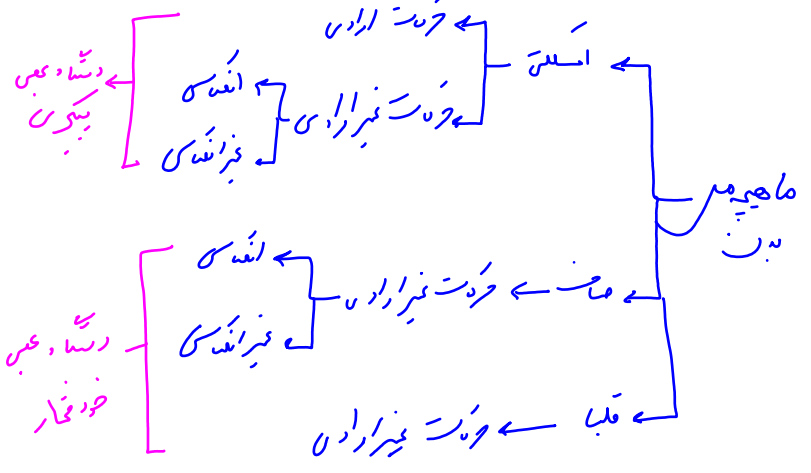


**تست ۵۳:** هر تار عصبی که به مسیر انعکاس زردپی دست تعلق دارد و با ماهیچه ..... سر بازو ارتباط مستقیم دارد، .....

- (۱) سه - باعث آزاد شدن کلسیم از شبکه آندوپلاسمی سلول بعدی خود می‌شود.
- (۲) سه - می‌تواند در صورت کمبود اکسیژن، لاکتیک اسید بسازد.
- (۳) دو - جزیی از دستگاه عصبی پیکری محسوب می‌شود.
- (۴) دو - تحت تأثیر نورون رابط مهار می‌شود.

**پاسخ:**

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





**تست ۵۴:** چند مورد در ارتباط با دستگاه عصبی محیطی انسان درست است؟

\* تعداد عصب‌های نخاعی بیش از دو برابر عصب‌های مغزی است.

\* تمام فعالیت‌های بخش پیکری، آگاهانه و ارادی است.

\* تمام فعالیت‌های بخش خودمختار، غیرارادی و انعکاسی است.

\* بخش هم حس همانند بخش پادهم حس در ارسال پیام‌های حسی هیچ دخالتی ندارد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**پاسخ:**



**تست ۵۵:** با فعال شدن بخش سمپاتیک، بدن انسان به ..... تمایل پیدا می‌کند.

(۱) کاهش تحریکات گره پیش آهنگ قلب

(۲) کاهش دفعات انقباض دیافراگم

(۳) افزایش ترشح غدد زیر زبانی

(۴) افزایش خون‌رسانی به ماهیچه‌های اسکلتی

**پاسخ:**



**تست ۵۶:** دستگاه عصبی پیکری ..... دستگاه عصبی خودمختار .....

(۱) همانند- روی ترشح غده‌ها کنترل مستقیم دارد.

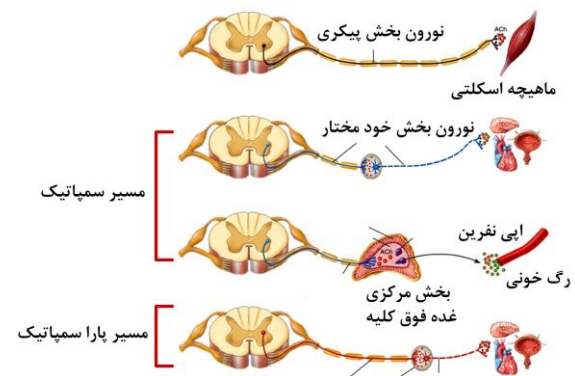
(۲) برخلاف- فقط روی حرکت ماهیچه‌های کنترل آگاهانه دارد.

(۳) برخلاف- متشکل از عصب‌های حسی و حرکتی است.

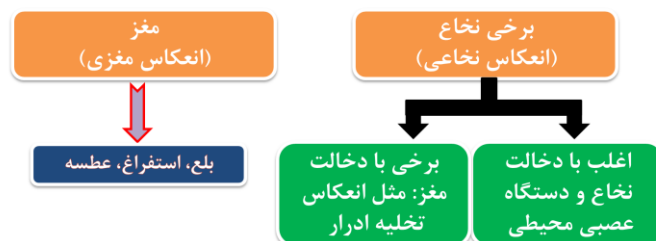
(۴) همانند- می‌تواند در انعکاس نخاعی شرکت داشته باشد.

**پاسخ:**

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



### مرکز انعکاس‌ها



**نکته:** در انعکاس ماهیچه‌های اسکلتی دستگاه عصبی پیکری و در انعکاس‌های ماهیچه‌های صاف دستگاه عصبی خودمختار دخالت دارند.

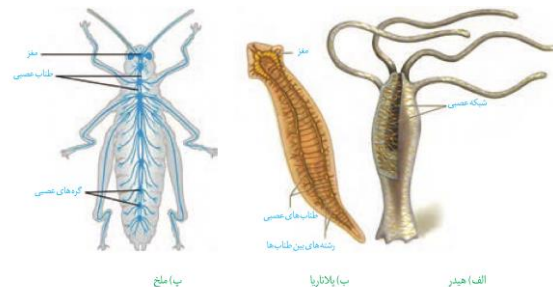
### دستگاه عصبی جانوران

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

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

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

در مهره‌داران **طناب عصبی پشتی** است و بخش جلویی آن برجسته شده و مغز را تشکیل می‌دهد. طناب عصبی درون سوراخ مهره‌ها و مغز درون جمجمه‌ای غضروفی یا استخوانی جای گرفته است. در مهره‌داران نیز مانند انسان، دستگاه عصبی شامل دستگاه عصبی مرکزی و محیطی است. در بین مهره‌داران **اندازه نسبی مغز پستانداران و پرندگان (نسبت به وزن بدن) از بقیه بیش‌تر است.**



شکل ۲۱ - ساختارهای عصبی چند جانور



**تست ۵۷:** در جانوری با ساده‌ترین ساختار دستگاه عصبی ممکن نیست ..... .

- (۱) یاخته‌های با زوائدی حرکتی وجود داشته باشند.
- (۲) برجستگی‌های کوچک و پراکنده پوستی سازنده ساده‌ترین آبشش‌ها باشند.
- (۳) بدون همولنف امکان توزیع مواد در بدن وجود داشته باشد.
- (۴) قبل از تشکیل کریچه گوارشی مواد غذایی گوارش یابند.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۰:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- الف- دستگاه عصبی محیطی هیدر فاقد گره عصبی است.
- ب- در قلب هر جانوری با طناب عصبی پشتی، خون تیره جریان دارد.
- پ- در پلاناریا و ملخ هر گره عصبی بخشی از دستگاه عصبی مرکزی است.
- ت- در پلاناریا هر بخشی از یاخته عصبی که متابولیسم در آن رخ می‌دهد، در سر جانور واقع است.

**پاسخ:**



**تست ۵۸:** مهره‌دارانی که اندازه نسبی مغزشان نسبت به وزن بدن بیش‌تر از سایرین است همگی قطعاً ..... .

- (۱) پیچیده‌ترین شکل کلیه را دارند.
- (۲) دارای دستگاه تنفسی با کارایی بسیار بالا می‌باشند.
- (۳) دارای یاخته‌های عصبی میلیون‌ساز هستند.
- (۴) فاقد سیاهرگ‌های با خون غنی از O<sub>۲</sub> می‌باشند.

**پاسخ:**

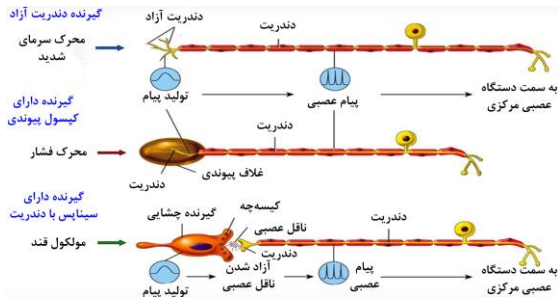


**تمرین ۱۱:** جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید  
الف- مغز جانوری با سامانه دفعی پرتو نفریدی از (دو- چند) ..... گره عصبی تشکیل شده است.

ب- در دستگاه عصبی محیطی ملخ (همانند- برخلاف) .....  
دستگاه عصبی پلاناریا رشته‌های عصبی بلند شرکت (دارد- ندارد) .....

پ- مغز هر جانوری که در ارتباط با یک طناب عصبی (پشتی- شکمی) ..... باشد قطعاً برای حفاظت به استخوان جمجمه نیاز (دارد- ندارد) .....

**پاسخ:**



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

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

### گفتار ۱: گیرنده‌های حسی

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

### کار گیرنده‌های حسی

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

شکل ۱، یک گیرنده فشار پوست را نشان می‌دهد. این گیرنده انتهای دارینه (دندريت) یک نورون حسی است که درون پوششی چند لایه و انعطاف‌پذیر **از نوع بافت پیوندی** قرار دارد. فشرده شدن این پوشش، رشته دندريت را تحت فشار قرار می‌دهد و در آن تغییر ایجاد می‌کند. در نتیجه کانال‌های یونی غشای گیرنده، باز و پتانسیل الکتریکی غشا تغییر می‌کند. به این ترتیب در دندريت پیام عصبی ایجاد و به دستگاه عصبی مرکزی ارسال می‌شود.

**تمرین ۱:** کدام گیرنده، گرمای شدید را درک می‌کند؟



چرا؟

الف) دمایی

ب) درد

پ) هر دو

ت) هیچ کدام

**پاسخ:**

**تمرین ۲:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را



مشخص کنید:

الف) گیرنده فشار بخشی از رشته سیتوپلاسمی یاخته عصبی است که پیام را به جسم یاخته‌ای انتقال می‌دهد.

ب) برای تحریک گیرنده فشار نیاز است که کانال‌های نشستی باز شوند.

**پاسخ:**

**تست ۱:** اولین محلی که پتانسیل عمل پس از تحریک



گیرنده فشار ایجاد می‌شود در ..... غلاف پیوندی است.

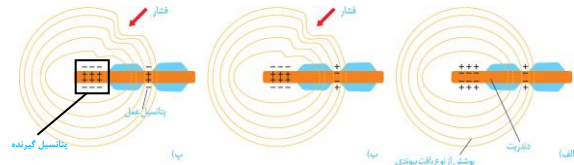
۱) اولین محل گره رانویه خارج از

۲) اولین محل گره رانویه درون

۳) انتهای دارینه یک نورون حسی خارج از

۴) انتهای دارینه یک نورون حسی درون

**پاسخ:**



شکل ۱- ایجاد پیام عصبی به وسیله گیرنده فشار.

(الف) ساختار گیرنده،

(ب) وارد آمدن تحریک (فشار)

(پ) تبدیل اثر محرک به پیام عصبی

### گیرنده‌ها سازش پیدا می‌کنند

شاید توجه کرده باشید که بوی غذا یا عطر را پس از گذشت بودار در محیط کم می‌شوند، یا گیرنده‌های بو درست کار نمی‌کنند؟

وقتی گیرنده‌ها مدتی در معرض محرک ثابتی قرار گیرند، پیام عصبی کم‌تری ایجاد می‌کنند، یا اصلاً پیامی ارسال نمی‌کنند. این پدیده را سازش گیرنده‌ها می‌نامند. سازش گیرنده‌ها چه فایده‌ای دارد؟

پدیده سازش 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.

فعالیت ۱: گیرنده‌های زیر را در پنج گروه گیرنده که با آن‌ها آشنا شدید، طبقه‌بندی کنید.  
گیرنده‌های چشایی روی زبان، گیرنده میزان اکسیژن در آئورت، گیرنده‌های شبکیه چشم، گیرنده گرما، گیرنده فشار پوست، گیرنده‌های 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.

**تمرین ۳:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

(الف) هر گیرنده انسان سازش‌پذیر است.

(ب) هر فشار دائمی روی پوست موجب سازش گیرنده فشار می‌شود.

(پ) برای تنظیم فشار خون گیرنده‌های مکانیکی برخلاف گیرنده‌های شیمیایی دخالت دارند.

(ت) برای تنظیم تنفس، گیرنده‌های شیمیایی برخلاف گیرنده‌های مکانیکی دخالت دارند.

**پاسخ:**

**تست ۲:** در بدن انسان هر گیرنده ..... قطعاً جزو حواس ..... است.

(۱) مکانیکی - پیکری  
(۲) تعیین وضعیت بدن - ویژه  
(۳) دردی - پیکری  
(۴) فرابنفشی - ویژه

**پاسخ:**

**نکات مهم**

تماس	تماس	گیرنده مکانیکی	پیکری	حواس	
					فشار
					ارتعاش
حس وضعیت		گیرنده درد	پیکری		
		گیرنده دمایی			
		گیرنده شیمیایی			
حس وضعیت		گیرنده بینایی چشم	ویژه		
شنوایی	تبادل	گیرنده مکانیکی گوش			
		گیرنده شیمیایی زبان (چشایی)			
		گیرنده شیمیایی بینی (بویایی)			

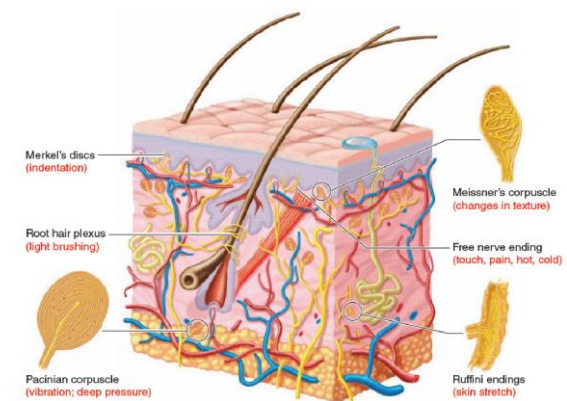


### حواس پیکری

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

**گیرنده‌های تماسی**، گیرنده‌های مکانیکی در پوست و بافت‌های دیگرند که با **تماس، فشار یا ارتعاش** تحریک می‌شوند (شکل ۲).

تعداد گیرنده‌های تماس در پوست و بخش‌های گوناگون بدن متفاوت است و بخش‌هایی که تعداد گیرنده‌های بیشتری دارند، مانند نوک انگشتان و لب‌ها، حساس‌ترند.



شکل ۲- گیرنده‌های پوست

**گیرنده‌های دمایی** در بخش‌هایی از درون بدن، مانند برخی سیاهرگ‌های بزرگ و پوست جای دارند. گیرنده‌های دمایی درون بدن به تغییرات دمای درون بدن و گیرنده‌های دمایی پوست به تغییرات دمای سطح بدن حساس‌اند؛ در نتیجه سرما یا گرما را دریافت می‌کنند (شکل ۲).

فعالیت گیرنده‌های مکانیکی **حس وضعیت** موجب می‌شود که مغز از چگونگی قرارگیری قسمت‌های مختلف بدن نسبت به هم، هنگام سکون و حرکت اطلاع یابد. گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچه‌های اسکلتی، زردپی‌ها و کپسول پوشاننده مفصل‌ها قرار دارند. گیرنده‌های وضعیت درون ماهیچه‌ها به **تغییر طول ماهیچه** حساس‌اند؛ مثلاً وقتی دست خود را حرکت

**تمرین ۴:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

(الف) هر گیرنده مکانیکی در حواس پیکری جزو گیرنده‌های حس وضعیت است.

(ب) هر گیرنده حس وضعیت دندریت نورون حسی است.

(پ) در بافت پوششی پوست گیرنده‌ها فاقد غلاف پیوندی است.

(ت) اکثر گیرنده‌های پوست در بافت پیوندی رشته‌ای قرار دارند.

**پاسخ:**

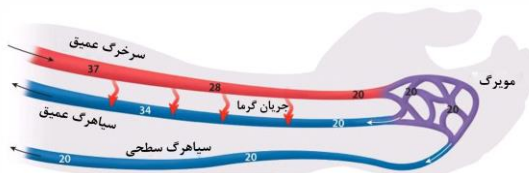
**تست ۳:** چند گیرنده زیر در رگ‌های خونی انسان یافت می‌شوند؟

* مکانیکی	* دندریت آزاد
* شیمیایی	* دمایی
۱ (۱)	۲ (۲)
۳ (۳)	۴ (۴)

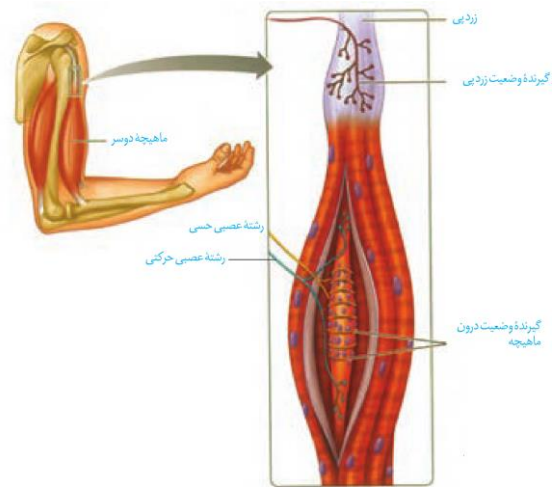
**پاسخ:**

**نکات مهم**

زردپی	حواس پیکری ← گیرنده حس وضعیت	حفظ تعادل بدن برای حرکت و سکون
کپسول مفصلی		
ماهیچه اسکلتی		
بینایی چشم	حواس ویژه	
تعادل گوش		



می‌دهید، طول ماهیچه تغییر می‌کند و گیرنده‌های درون ماهیچه تحریک می‌شوند (شکل ۳)



شکل ۳- گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچه اسکلتی و زردپی

**تست ۴:** چند مورد در ارتباط با گیرنده‌های حس وضعیت نادرست است؟

- \* گیرنده وضعیت زردپی همانند گیرنده وضعیت درون ماهیچه منشعب است.
- \* گیرنده وضعیت درون ماهیچه دور تارهای ماهیچه‌ای است که هسته‌های کوچک‌تری نسبت به تارهای ماهیچه‌ای بیرونی‌تر دارند.
- \* هر تار ماهیچه‌ای که دارای گیرنده حس وضعیت است به‌طور مستقیم تحت کنترل رشته عصبی حرکتی نیز است.
- \* گیرنده حس وضعیت در ماهیچه اسکلتی به دنبال هر نوع انقباض تحریک می‌شود.

۱ (۱)	۲ (۲)
۳ (۳)	۴ (۴)

**پاسخ:**

**گیرنده‌های درد** در پوست و بخش‌های گوناگون بدن مثل دیواره سرخرگ‌ها قرار دارند. گیرنده‌های درد به آسیب بافتی پاسخ می‌دهند. آسیب بافتی در اثر عوامل مکانیکی مثل بریدگی، سرما یا گرمای شدید و برخی مواد شیمیایی مثل لاکتیک اسید ایجاد می‌شود. **گیرنده‌های درد سازش پیدا نمی‌کنند.** در نتیجه، این پدیده کمک می‌کند مادامی که محرک آسیب‌رسان وجود دارد، فرد از وجود محرک اطلاع داشته باشد. درد یک ساز و کار حفاظتی است. هرگاه یاخته‌ها در معرض تخریب قرار گیرند، درد ایجاد و موجب می‌شود که فرد برای برطرف کردن عامل ایجاد درد، واکنش مناسب نشان دهد؛ مثلاً نشستن طولانی مدت ممکن است موجب آسیب دیدن بافت پوست در محل نشیمن‌گاه شود. بنابراین، فرد **به‌طور ناخودآگاه** تغییر وضعیت می‌دهد؛ در غیر این صورت، پوست در نقاط تحت فشار تخریب می‌شود.

**گفتار ۲: حواس ویژه**

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

**نکات مهم**

گلوکز	
↓ تنفس سلولی در ماهیچه	
مسیر بی‌هوازی	مسیر هوازی
اسید لاکتیک + ATP	ATP + CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O

**تمرین ۵:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

(الف) در غیاب O<sub>2</sub> در ماهیچه‌های اسکلتی، گیرنده درد تحریک می‌شود.

(ب) در انعکاس دست انسان گیرنده‌های حس وضعیت ماهیچه دو سر بازو تحریک می‌شود.

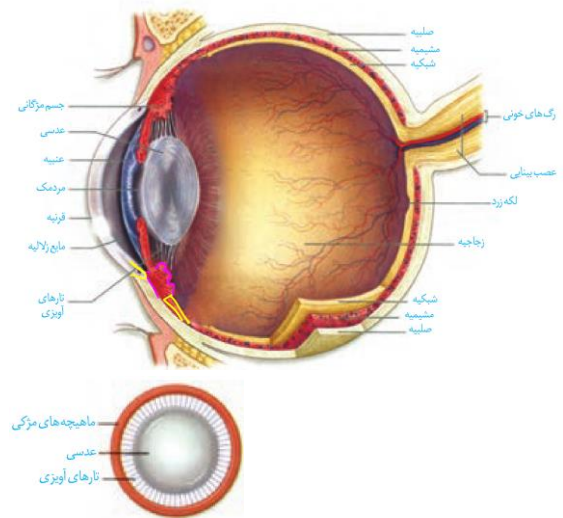
(پ) تغییر وضعیت فرد برای جلوگیری از آسیب دیدن بافت پوست در محل نشیمن‌گاه غیرارادی و از طریق اعصاب خودمختار است.

(ت) با حذف محرک آسیب‌رسان، جابه‌جایی یون‌ها در سوی غشای گیرنده درد متوقف می‌شود.

**پاسخ:**

## 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- بخش‌های تشکیل‌دهنده کره چشم

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 پرده‌های 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 که **شبکیه چشم را** تغذیه می‌کند. جسم مژگانی، **حلقه‌ای بین** مشیمیه و عنبیه و شامل ماهیچه‌های مژگانی است. عنبیه بخش رنگین چشم در پشت قرنیه است که در وسط آن، سوراخ مردمک قرار دارد. **دو گروه ماهیچه صاف عنبیه**، مردمک را (در نور زیاد) تنگ و (در نور کم) گشاد می‌کنند. ماهیچه‌های تنگ‌کننده را **اعصاب پاراسمپاتیک** و ماهیچه‌های گشادکننده را **اعصاب سمپاتیک** عصب‌دهی می‌کنند. **عدسی چشم همگرا**، انعطاف‌پذیر و با رشته‌هایی به نام تارهای آویزی به **جسم مژگانی** متصل است.



**تمرین ۶:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

الف- بیشتر اطلاعات محیط پیرامون ما در لوب آهیانه پردازش می‌شود.

ب- یاخته‌های چند هسته‌ای از طریق بافت پیوندی متراکم به صلبیه متصل می‌شوند.

پ- بزرگ‌ترین ذخیره انرژی بدن در حفاظت از چشم نقش دارد.

ت- لیزوزیم از آسیب میکروب‌ها به قرنیه و صلبیه جلوگیری می‌کند.

**پاسخ:** الف- نادرست- در لوب پس‌سری پردازش می‌شود.

ب- درست- ماهیچه‌های اسکلتی به صلبیه متصل‌اند.

پ- درست- بافت چربی بزرگ‌ترین ذخیره انرژی بدن است.

ت- درست- لیزوزیم آنزیمی است که در اشک و بزاق و عرق وجود دارد.



**تست ۶:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل

می‌کند؟

هر لایه‌ای از چشم که .....

- با مشیمیه در تماس است، گیرنده نوری دارد.

- با ماهیچه صاف در تماس مستقیم است، بخش رنگین چشم را می‌سازد.

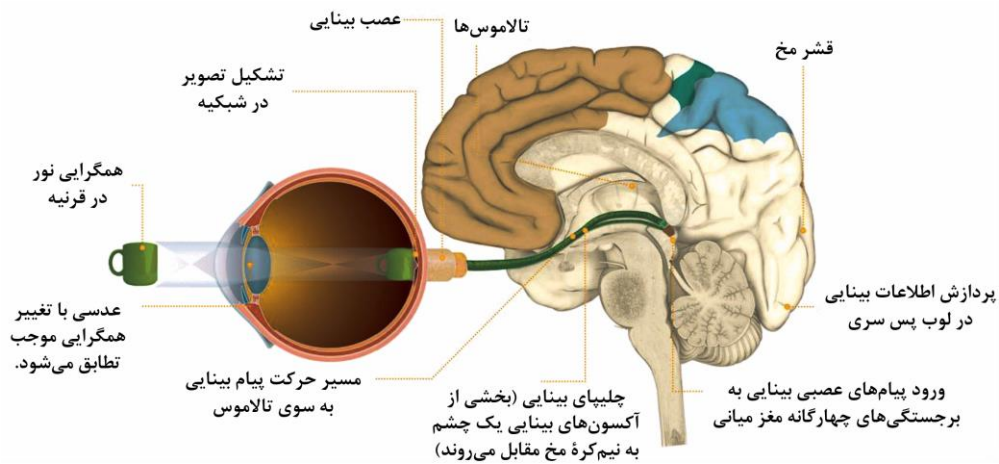
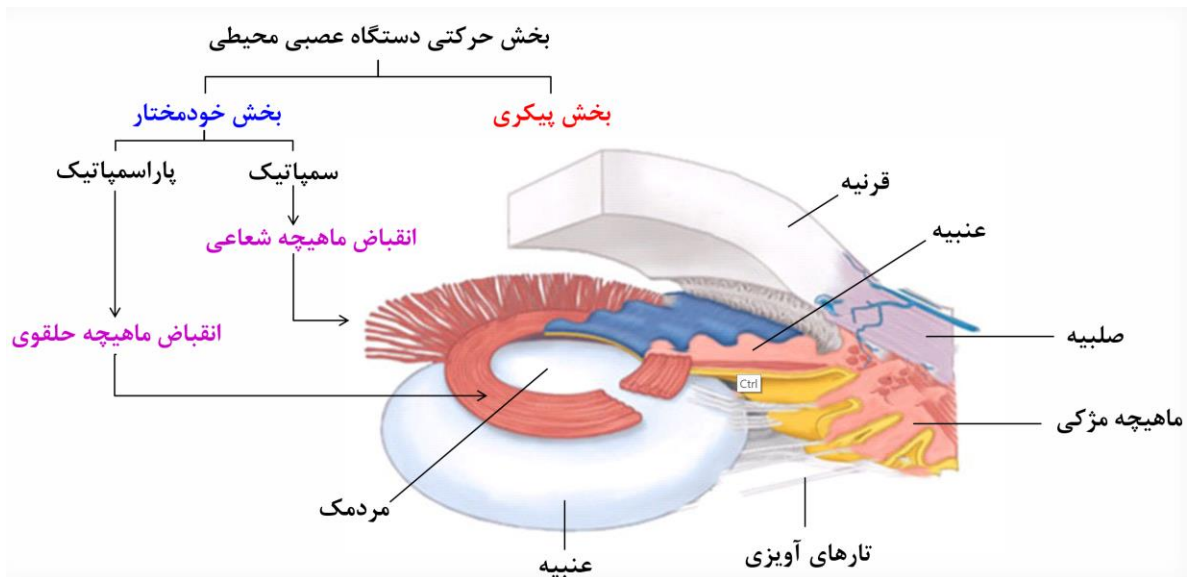
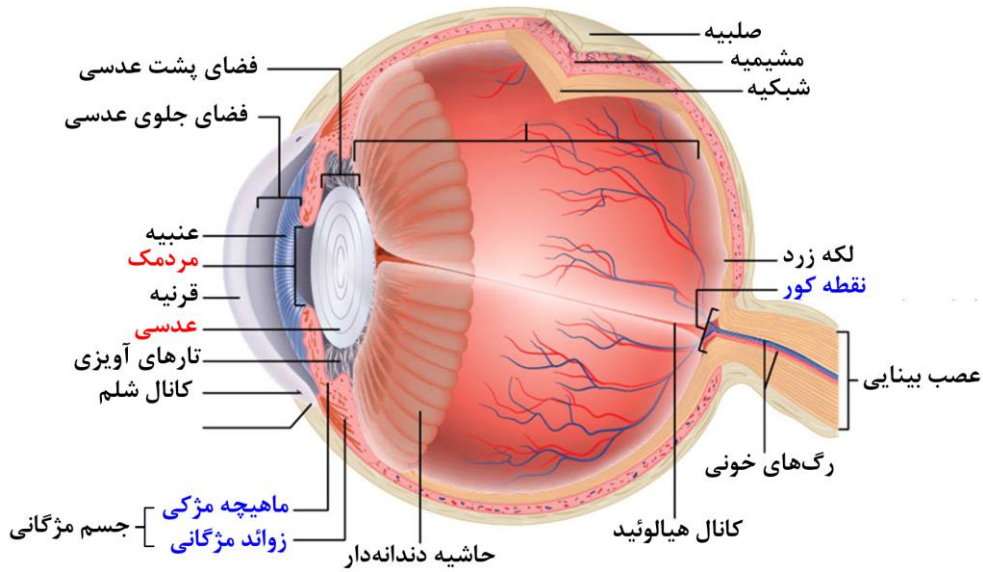
- در تغییر قطر عدسی دخالت دارد، پر از مویرگ‌های خونی است.

- با ماهیچه اسکلتی در تماس است، سازنده اولین محل همگرایی نور می‌باشد.

۱ (۱) ۲ (۲)

۳ (۳) ۴ (۴) صفر

**پاسخ:**



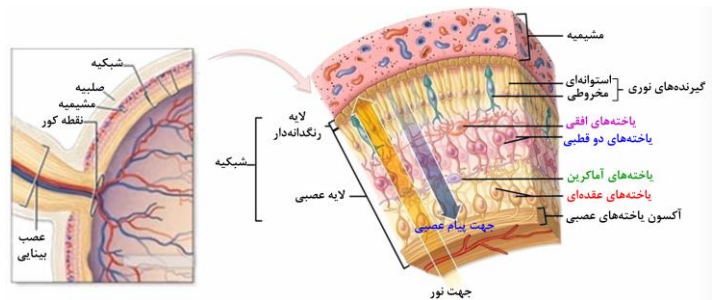




**تست ۷:** کدام عبارت نادرست است؟

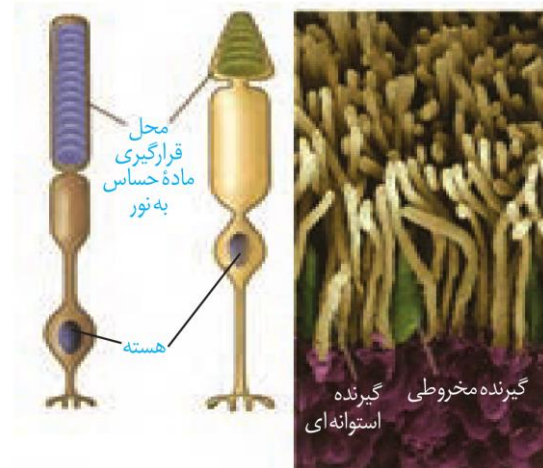
- (۱) بخشی از اعصاب خودمختار که سبب ترشح شیره پانکراس می‌شود، تنگ‌کننده مردمک است.
- (۲) حلقه‌ای که بین مشیمیه و عنبیه قرار دارد، تحت تأثیر تغییر مردمک قرار می‌گیرد.
- (۳) لایه رنگ‌دانه‌دار چشم، تغذیه‌کننده لایه دارای لکه زرد است.
- (۴) عدسی چشم همانند عدسی که در نزدیک‌بینی استفاده می‌شود همگرا است.

**پاسخ:**



شکل ۵- الف) گیرنده‌های نوری و یاخته‌های عصبی شبکیه

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



(ب)

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

**تمرین ۷:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید:

- الف- لایه سلولی از شبکیه که در تماس مستقیم با مشیمیه است، یاخته‌های (مخروطی‌شکل- مکعبی شکل) ..... دارد.
- ب- پرتوهای نوری عبور کرده از عدسی چشم (برخلاف- همانند) ..... پرتوهای نوری عبور یافته از قرنیه (همگرا- واگرا) ..... می‌شود.
- پ- هر گیرنده مخروطی (برخلاف- همانند) ..... گیرنده استوانه‌ای با (یک- چند) ..... یاخته عصبی شبکیه سیناپس دارد.
- ت- رشته سیتوپلاسمی که پیام را از بخش هسته‌دار یاخته مخروطی دور می‌کند نسبت به رشته سیتوپلاسمی یاخته استوانه‌ای (بلندتر- کوتاه‌تر) ..... است.

**پاسخ:**



**تست ۸:** در ارتباط با چشم انسان کدام عبارت درست است؟

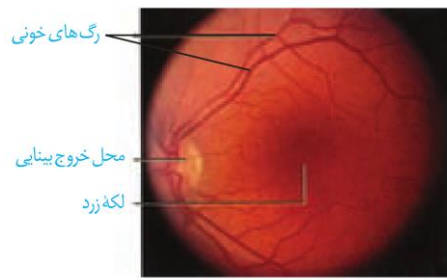
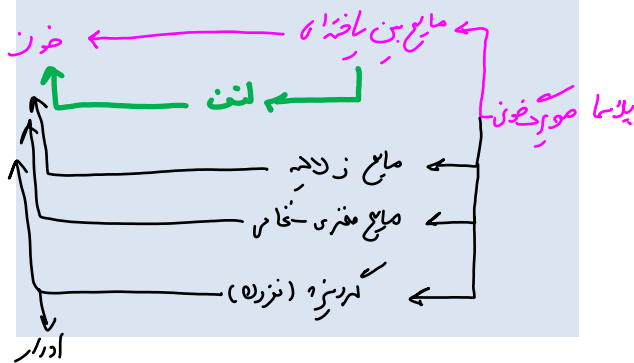
(۱) میزان ماده حساس به نور در گیرنده مخروطی بیشتر از گیرنده استوانه‌ای است.

(۲) حساسیت نوری گیرنده مخروطی بیشتر از گیرنده استوانه‌ای است.

(۳) در لکه زرد فراوانی گیرنده‌های حساس به نور شدید بیشتر از گیرنده‌های حساس به نور پایین است.

(۴) تنوع یاخته‌های عصبی شبکیه کم‌تر از تنوع گیرنده‌های نوری است.

**پاسخ:**



(پ)

**شکل ۵-پ) مشاهده شبکیه از مردمک با دستگاه ویژه**

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

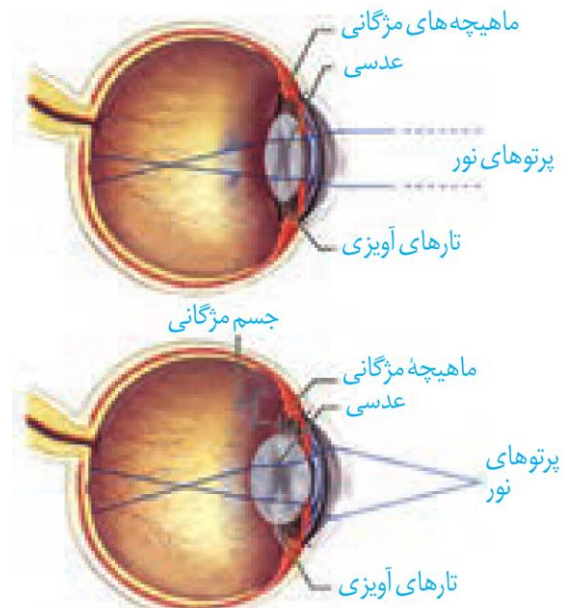
با برخورد نور به شبکیه، ماده حساس به نور، درون گیرنده‌های نوری تجزیه می‌شود و واکنش‌هایی را به راه می‌اندازد که به ایجاد پیام عصبی منجر می‌شود. ویتامین A برای ساخت ماده حساس به نور لازم است.

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

**تمرین ۸:** موارد ستون الف را با ستون ب ارتباط دهید:

الف	ب
(۱) کور رنگی	(a) در امتداد محور نوری
(۲) نقطه کور	(b) عدسی
(۳) شب‌کوری	(c) گیرنده مخروطی
(۴) تارهای آویزی	(d) گیرنده استوانه‌ای
	(e) رگ خونی

**پاسخ:**



شکل ۶- تطابق برای دیدن اجسام (الف) دور (ب) نزدیک



**تست ۹:** چند مورد درست است؟

- با برخورد نور به گیرنده مخروطی، پیام عصبی تولید و سپس ماده حساس به نور تجزیه می‌شود.
- به دنبال بیماری سنگ صفر، احتمال کاهش دید در شب وجود دارد.
- ماده زله‌ای که سبب حفظ شکل کروی چشم می‌شود شفاف و در تماس با رگ خونی است.
- یاخته‌های هر بخش شفاف چشم،  $CO_2$  خود را به درون مایع زلالیه دفع می‌کنند.

۱ (۱)                      ۲ (۲)  
۳ (۳)                      ۴ (۴)

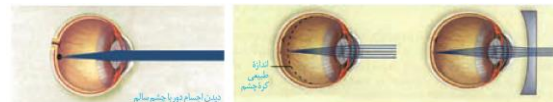
**پاسخ:**

فعالیت ۲: با استفاده از شکل ۷، تغییرات چشم هنگام تطابق برای دیدن جسم دور و نزدیک را مقایسه کنید.

### بیماری‌های چشم

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

**نزدیک بینی و دوربینی:** در افراد نزدیک بین، کره چشم بیش از اندازه بزرگ است و پرتوهای نور اجسام دور، در جلوی شبکیه متمرکز می‌شوند. در نتیجه فرد، اجسام دور را واضح نمی‌بیند. در فرد دوربین، کره چشم از اندازه طبیعی کوچکتر است و پرتوهای نور اجسام نزدیک در پشت شبکیه متمرکز می‌شوند و فرد این اجسام را واضح نمی‌بیند.



الف) چشم نزدیک بین و اصلاح آن



ب) چشم دوربین و اصلاح آن

### شکل ۷- اصلاح بیماری‌های چشم

فعالیت ۳: با استفاده از شکل ۷ بگویید نزدیک بینی و دوربینی با استفاده از کدام عدسی اصلاح می‌شوند؟ در برخی افراد، علت نزدیک بینی و دوربینی، تغییر همگرایی عدسی چشم است. با استفاده از آنچه آموختید، بگویید تغییر همگرایی عدسی در چشم، چگونه موجب نزدیک بینی و دوربینی می‌شود؟

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



**تمرین ۹:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید:

- الف- با شل شدن ماهیچه مژگانی عدسی (باریک‌تر - ضخیم‌تر) ..... می‌شود.
- ب- وقتی تارهای آویزی شل می‌شود، فاصله شئی از چشم (کم- زیاد) ..... شده است.
- پ- هر گاه اندازه کره چشم بیش از حد بزرگ باشد، تصویر اشیای دور در (جلوی- پشت) ..... شبکیه تشکیل می‌شود.
- ت- افراد دوربین با استفاده از عدسی هم‌گرا فاصله بین عدسی چشم تا محل تشکیل تصویر را (کم- زیاد) ..... می‌کنند.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۰:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

الف- در هر فرد آستیگمات، بخشی که دچار عارضه است توسط زلالیه تغذیه می شود.

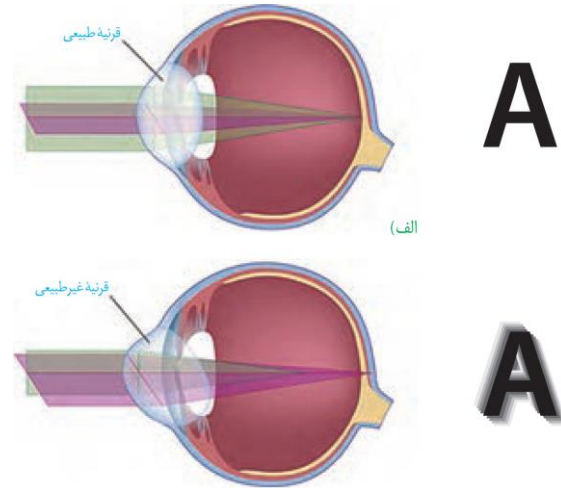
ب- در پیر چشمی، انعطاف پذیری اجسام مزگانی کاهش می یابد.

پ- در نزدیک بینی برخلاف آستیگماتیسم، ممکن نیست تصویر روی شبکیه تشکیل شود.

ت- یاخته هایی که پیام عصبی را از چشم خارج می کنند اولین یاخته های شبکیه اند که با پرتوهای نوری در برخوردند.

**پاسخ:**

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



شکل ۸- مقایسه تشکیل تصویر در الف) چشم طبیعی ب) چشم آستیگمات و تصویری که هر کدام می بینند.

فعالیت ۴: تشریح چشم

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

- برای آماده کردن چشم از دبیر خود راهنمایی بخواهید.

۱- بررسی ویژگی های ظاهری چشم: برای تشخیص بالا و پایین چشم، فاصله عصب بینایی تا قرنیه را در نظر بگیرید. سطحی که در آن فاصله، عصب تا روی قرنیه بیش تر است، بالای چشم و سطح دیگر، پایین آن است (شکل ۱).



شکل ۱- بالا و پایین چشم

برای تشخیص چپ یا راست بودن چشم، آن را طوری در دست بگیرید که سطح بالایی آن رو به بالا باشد. قرنیه به شکل تخم مرغ دیده می شود و بخش پهن تر آن به سمت بینی و بخش باریک تر آن به سمت گوش قرار دارد (شکل ۲). راه دیگر بررسی عصب بینایی است. این عصب پس از خروج از چشم به سمت مخالف، خم می شود.



**تست ۱۰:** در تشریح چشم گاو .....

۱) ماهیچه شعاعی در بخش رنگین و نازک قرار دارد.

۲) قرنیه به شکل تخم مرغ است و بخش پهن تر آن به سمت گوش قرار دارد.

۳) فاصله بین قرنیه تا عصب در سطح بالایی چشم کم تر است.

۴) دانه های ملانین از بخش های دیگر چشم وارد مایع زجاجیه می شوند.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۱:** در ارتباط با تشریح چشم گاو به پرسش‌های

زیر پاسخ دهید:

- الف- لایه درخشان در پشت شبکیه قرار دارد یا جلوی شبکیه؟
- ب- در کدام سطح چشم فاصله بین قرنیه تا عصب بینایی زیاد است؟
- پ- وظیفه ماهیچه‌های شعاعی در عنبیه چیست؟
- ت- اعصاب پاراسمپاتیک کدام ماهیچه‌های عنبیه را منقبض می‌کند؟

**پاسخ:**



**تست ۱۱:** در چشم انسان، ماهیچه مژکی با کدام بخش در

تماس مستقیم است و چه خصوصیتی دارد؟ (سراسری ۹۴)

- ۱) عدسی - فاقد گیرنده‌های هورمونی می‌باشد.
- ۲) قرنیه - دارای سلول‌های کشیده و چند هسته‌ای است.
- ۳) مشیمیه - می‌تواند به سرعت سلول‌های خود را کوتاه نماید.
- ۴) عنبیه - تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار قرار می‌گیرد.

**پاسخ:**



**تست ۱۲:** چند مورد، عبارت زیر را به‌طور مناسب کامل

می‌کند؟ (سراسری ۹۵)

«بخشی از لایه میانی چشم انسان .....»

- به‌صورت شفاف و برجسته درآمده است.
- در پاسخ به محرک، تغییر وضعیت می‌دهد.
- توسط مایع شفاف جلو عدسی تغذیه می‌شود.
- با لایه دارای گیرنده‌های نوری و نوروها در تماس است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**پاسخ:**



**تست ۱۳:** چند مورد، ویژگی همه عضلات داخل کره

چشم انسان را نشان می‌دهد؟ (سراسری ۹۶)

- فرامین دستگاه عصبی پیکری را دریافت می‌کنند.
- وضع متجانس و سلول‌هایی تک‌هسته‌ای دارند.
- در دقت و تیزبینی چشم نقش دارند.
- با مایع زلالیه در تماس هستند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**پاسخ:**



شکل ۲- چشم راست

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

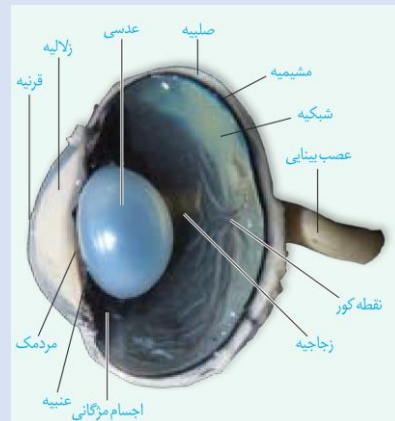
۲- تشریح: ماهیچه‌ها را با قیچی از کره چشم جدا کنید. چشم را روی ظرف تشریح قرار دهید و با چاقوی جراحی، صلبیه را در فاصله یک سانتی متری از قرنیه سوراخ کنید و با قیچی دور تا دور قرنیه را در این فاصله برش دهید. دقت کنید قیچی را خیلی درون کره چشم فرو نبرید تا زجاجیه آسیب نبیند (شکل ۳).



شکل ۳- کره چشم برش خورده

پس از برش می‌توانید سه لایه چشم و بخش‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها و نقطه کور را ببینید. لایه شبکیه بسیار نازک است، دقت کنید هنگام کار جمع نشود.

به طرز قرار گرفتن عدسی توجه کنید. در کنار عدسی، اجسام مژگانی، ماهیچه‌ها و تارهای آویزی که عدسی را احاطه کرده‌اند، دیده می‌شوند. عدسی را به آرامی خارج و مایع زلالیه و زجاجیه ژله‌ای را مشاهده کنید. در این حالت، زلالیه به‌طور کامل شفاف نیست؛ زیرا مقداری از دانه‌های سیاه ملانین از بخش‌های دیگر چشم در آن رها شده‌اند (شکل ۳ و ۴ و ۵)



شکل ۴- بخش‌های درونی چشم



**نکات مهم**

محل های عبور نور از چشم:

- نور
- ↓
- قرنیه
- ↓
- زلالیه
- ↓
- سوراخ مردمک
- ↓
- زلالیه
- ↓
- عدسی
- ↓
- زجاجیه
- ↓
- آکسون های یاخته های عصبی شبکیه
- ↓
- یاخته های عصبی رابط شبکیه
- ↓
- گیرنده های مخروطی و استوانه ای



شکل ۵- شبکیه جمع شده

جسم مژگانی به شکل حلقه ای دور محل استقرار عدسی قرار دارد. درون این حلقه، عنبیه قرار دارد که نازک تر و شامل ماهیچه های صاف حلقوی (تنگ کننده مردمک) و شعاعی (گشادکننده مردمک) است. سوراخ وسط عنبیه همان مردمک است. جسم مژگانی و عنبیه به آسانی جدا می شوند و در زیر آن ها قرنیه شفاف و برآمده دیده می شود.

پس از انجام تشریح و با استفاده از مشاهده های خود، به این پرسش ها پاسخ دهید.

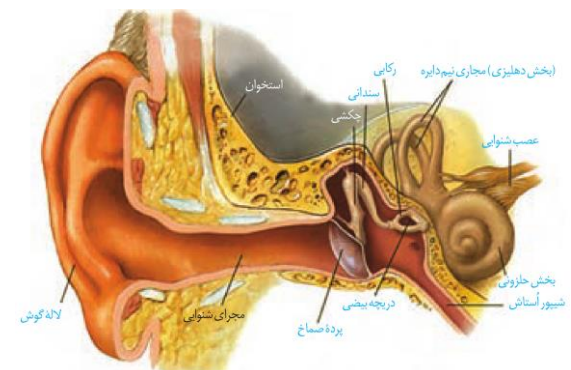
الف) ویژگی های هر یک از سه لایه چشم و بخش های تشکیل دهنده آن ها را بیان کنید.

ب) زجاجیه و زلالیه را با یک دیگر مقایسه کنید.

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

**شنوایی و تعادل**

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



شکل ۹- بخش های تشکیل دهنده گوش

**تمرین ۱۲:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را

مشخص کنید:

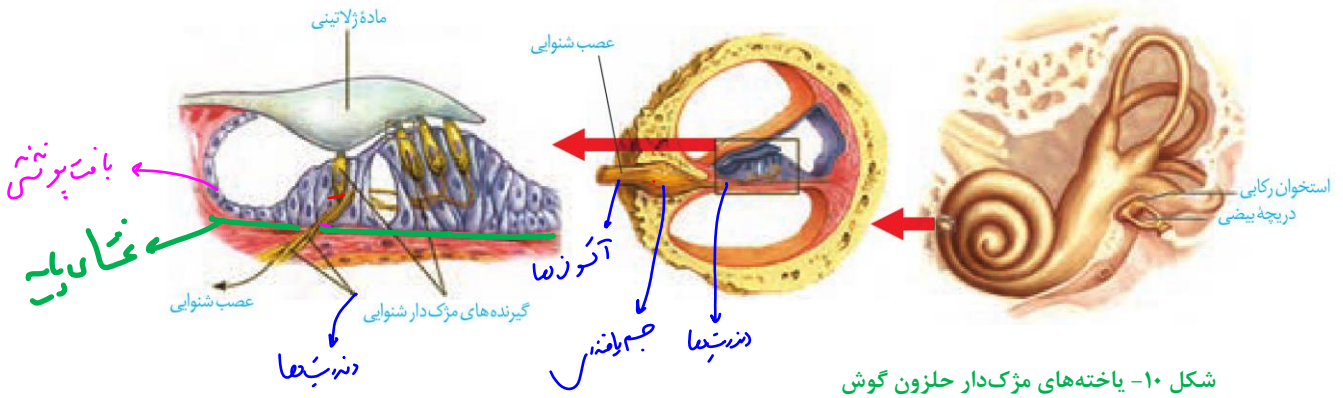
- الف- هر بخش از گوش که توسط استخوان گیجگاهی محافظت نمی شود، جزو گوش بیرونی است.
- ب- لاله گوش امواج صوتی را جمع آوری و مجرای گوش آن را به گوش درونی منتقل می کند.
- پ- هم به گوش میانی و هم به گوش خارجی هوا وارد می شود.
- ت- غده های ترشحی در مجرای شنوایی دارای یاخته های چسبیده به لایه پروتئینی و گلیکو پروتئینی اند.

**پاسخ:**





در نتیجه بخش شنوایی عصب گوش پیام عصبی ایجاد شده را به مغز می‌برد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- یاخته های مژک دار حلزون گوش

**تست ۱۵:** چند مورد، ویژگی بیشترین سلول‌هایی است که در دیواره مجاری نیم‌دایره‌ای گوش انسان قرار دارند؟ (سراسری ۹۶)

- در دو سمت خود اجزای رشته مانندی دارند.
- در بین آن‌ها فواصل بسیار اندکی وجود دارد.
- مژک‌های آن‌ها تحت تأثیر مایع گوش درونی خم می‌شود.
- می‌توانند پیام‌های عصبی را به لوب گیجگاهی مخ ارسال نمایند.

۱ (۱)	۲ (۲)
۳ (۳)	۴ (۴)

**پاسخ:**

فعالیت ۶: درباره نقش حفاظتی موها و مواد ترش‌حی در مجرای شنوایی گوش اطلاعات جمع‌آوری و به کلاس ارائه کنید.

**حفظ تعادل**

در بخش **دهلیزی** گوش داخلی سه مجرای نیم دایره‌ای شکل عمود برهم (در سه جهت فضا) وجود دارد که یاخته‌های مژک دار حس تعادل درون آن‌ها قرار گرفته‌اند. حرکت سر این یاخته‌ها را تحریک می‌کند. شکل ۱۱ یاخته‌های گیرنده تعادل در یک مجرای نیم دایره را نشان می‌دهد. درون مجاری نیم دایره از مایعی پر شده است و مژک‌های یاخته‌های گیرنده نیز در ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند. با چرخش سر، مایع درون مجرا به حرکت در می‌آید و ماده ژلاتینی را به یک طرف خم می‌کند. مژک‌های یاخته‌های گیرنده، خم و این گیرنده‌ها تحریک می‌شوند. **آکسون یاخته‌های عصبی** حسی که شاخه دهلیزی (تعادلی) عصب گوش را تشکیل می‌دهند، پیام را به مغز می‌برد و آن را از موقعیت سر آگاه می‌کنند. برای حفظ تعادل بدن، مغز از **گیرنده‌های دیگر** مانند گیرنده‌های حس وضعیت نیز پیام دریافت می‌کند.

**تمرین ۱۴:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

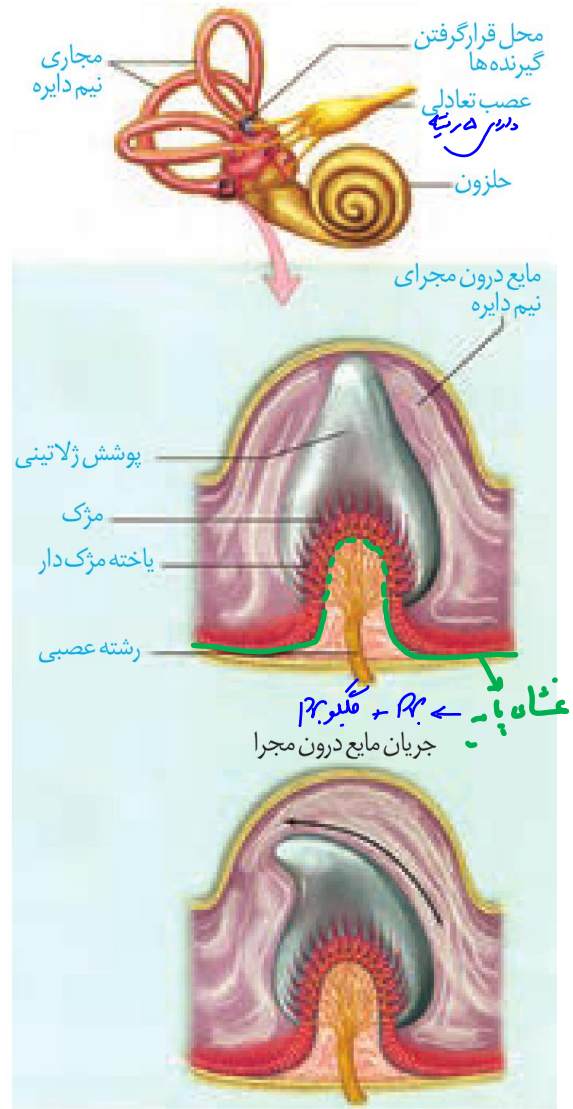
- الف- در برش عرضی حلزون گوش سه فضا وجود دارد که گیرنده‌های مکانیکی در فضای میانی قرار دارند.
- ب- دریچه بیضی پرده نازک است که بین گوش درونی و میانی قرار دارد.
- پ- پیام عصبی هر سلول مژه‌دار گوش در نهایت در مغز پردازش و تفسیر می‌شود.
- ت- ماهیت پیام هر یاخته مژه‌دار گوش یکسان است.

**پاسخ:**

بخش دریافتنده	نوع یاخته	مژک	مژک	مژک
عمود بر هم	نوروز	+	+	+
پوشش بلندی	با فضا	+	+	+
پوشش بلندی	نوروز	+	+	+
مابج مژکوز	با فضا	+	+	+
بزان				

**نکات مهم**

حرکت سر	امواج صوتی
↓	↓
حرکت مایع مجاری نیم‌دایره	لاله گوش
↓	↓
حرکت پوشش ژلاتینی	مجاری شنوایی
↓	↓
خم شدن مژک‌های گیرنده مکانیکی	پرده صماخ
↓	↓
رشته عصبی	استخوان چکشی
↓	↓
شاخه عصب دهلیزی	استخوان سندانی
↓	↓
تالاموس	استخوان رکابی
↓	↓
مخچه	دریچه بیضی
	↓
	مایع حلزونی
	↓
	ماده ژلاتین
	↓
	گیرنده مژک‌دار
	↓
	رشته عصبی
	↓
	عصب شنوایی
	↓
	مغز میانی
	↓
	تالاموس
	↓
	دستگاه لیمبیک
	↓
	لوب گیجگاهی مخ

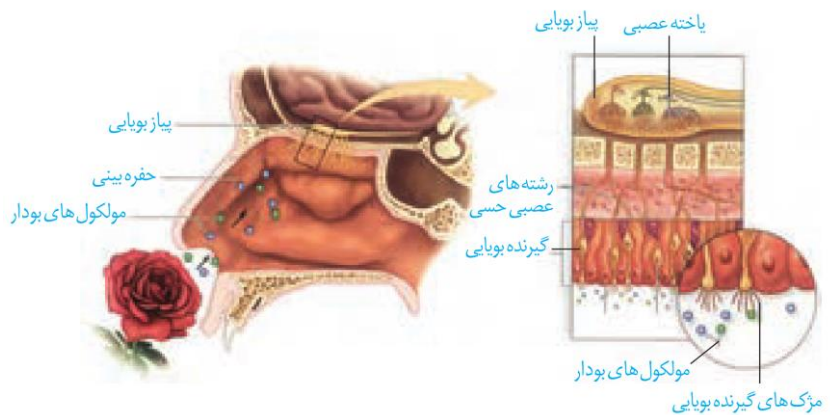


شکل ۱۱- چگونه تحریک گیرنده‌های تعادلی در مجاری نیم‌دایره

فعالیت ۷: دربارهٔ شغل شنوایی‌سنجی و بینایی‌سنجی گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کنید.

**بوایی**

گیرنده‌های بوایی در سقف حفره بینی قرار دارند. این گیرنده‌ها **یاخته‌های عصبی‌اند** که دندریتهایشان مژک‌دار است. مولکول‌های بودارِ هوای تنفسی این یاخته‌ها را تحریک می‌کنند. **آکسون این یاخته‌ها** پیام‌های بوایی را به لوب‌های بوایی مغز (که در تشریح مغز آن‌ها را مشاهده کردید) می‌برند. پیام بوایی سرانجام به **قشر مخ** ارسال می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- گیرنده‌های بویایی

**چشایی**

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

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

حس بویایی در درک درست مزه غذا تأثیر دارد؛ مثلاً وقتی سرماخورده و دچار گرفتگی بینی شده‌ایم، مزه غذاها را به درستی تشخیص نمی‌دهیم.

**تست ۱۶:** کدام عبارت، درباره اغلب سلول‌های مستقر در سقف حفره بینی انسان صحیح است؟ (سراسری ۹۵)

(۱) به ساده‌ترین بافت بدن تعلق دارد.  
 (۲) با دندریت‌های نورون‌های بویایی در تماس هستند.  
 (۳) توسط مژک‌های خود، با مولکول‌های بو در تماس می‌باشند.  
 (۴) می‌توانند پتانسیل الکتریکی سلول‌های لب بویایی را تغییر دهند.

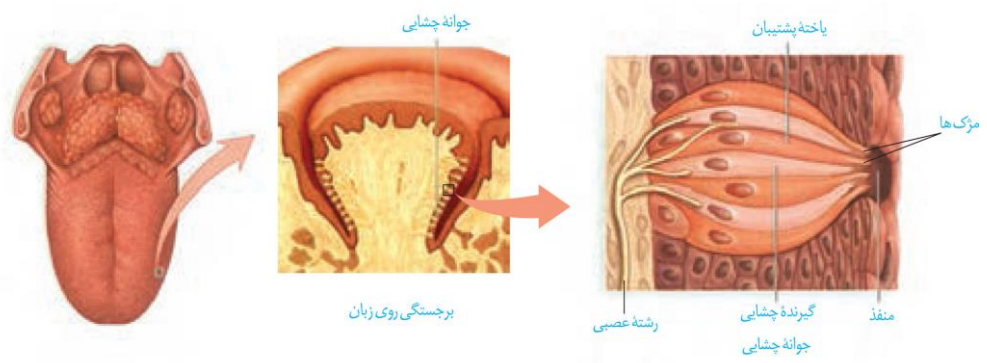
**پاسخ:**

**تست ۱۷:** چند مورد ویژگی مشترک همه‌ی گیرنده‌های شیمیایی است که در اندام‌های حسی انسان موجودند و بر درک مزه‌ی غذا مؤثرند؟ (سراسری ۹۷)

\* جزو سلول‌های غیر عصبی محسوب می‌شوند.  
 \* زوائدی دارند که با مایع پیرامون خود در تماس است.  
 \* آکسونی دارند که با نورون‌های دیگر، سیناپس تشکیل می‌دهد.  
 \* کانال‌های دریچه‌داری دارند که به بعضی یون‌ها اجازه عبور می‌دهند.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

**پاسخ:**



شکل ۱۳- گیرنده‌های چشایی زبان

جواب  
+  
+  
-  
+

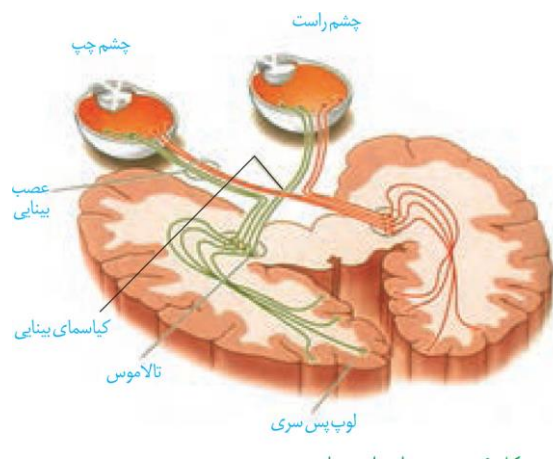
برای  
-  
+  
+  
+

## پردازش اطلاعات حسی

با وجود یکسان بودن ماهیت پیام عصبی که از گیرنده‌های گوناگون بدن به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسند، مغز چگونه آن‌ها را به شکل‌های متفاوتی مانند صدا، تصویر، یا مزه تفسیر می‌کند؟

پیام‌هایی که هر نوع از گیرنده‌های حسی ارسال می‌کنند، به بخش یا بخش‌های ویژه‌ای از دستگاه عصبی مرکزی و قشر مخ وارد می‌شوند.

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



شکل ۱۴- مسیر پیام‌های بینایی

## گفتار ۳: گیرنده‌های حسی جانوران

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



**تمرین ۱۵:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

الف- هر تالاموس انسان اطلاعات بینایی هر دو چشم انسان را پردازش اولیه و تقویت می‌کند.

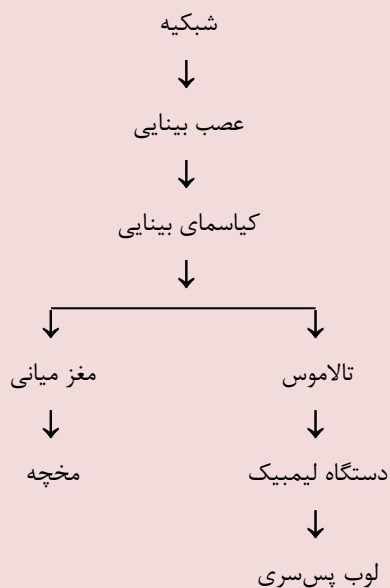
ب- کیاسمای بینایی محل تقاطع دو عصب بینایی است.

پ- در کیاسمای بینایی، آکسون‌های خارج شده از نیمه داخلی (سمت بینی) شبکیه به نیم‌کره مخالف مغز می‌روند.

ت- لوبی که اطلاعات بینایی را پردازش می‌کند با دو لوب دیگر مغز مرز مشترک دارد.

**پاسخ:**

## نکات مهم







**تمرین ۱۶:** در مورد خط جانبی ماهی درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- درون پوشش ژلاتینی یاختهٔ مژکدار وجود دارد.

ب- مژک‌های یاخته‌های مژکدار هم‌اندازه‌اند.

پ- هر یاخته مژکدار با دو رشتهٔ عصبی مرتبط است.

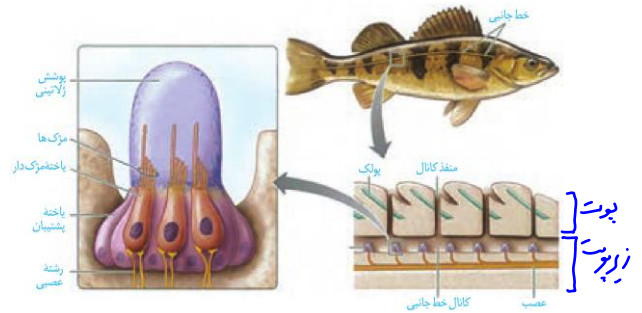
ت- به خط جانبی ماهی آب وارد و سپس خارج می‌شود.

**پاسخ:**

**گیرنده‌های مکانیکی خط جانبی:** در دو سوی بدن ماهی‌ها ساختاری به نام خط جانبی وجود دارد. این ساختار، کانالی در **زیر پوست** جانور است که از راه سوراخ‌هایی با محیط بیرون ارتباط دارد.

**درون کانال، یاخته‌های مژکداری** قرار دارند که به ارتعاش آب حساس‌اند. مژک‌های این یاخته‌ها با ماده‌ای ژلاتینی در تماس‌اند.

**جریان آب در کانال، مادهٔ ژلاتینی** را به حرکت در می‌آورد. حرکت مادهٔ ژلاتینی، یاخته‌های گیرنده را تحریک می‌کند و ماهی به کمک خط جانبی از وجود اجسام و جانوران دیگر (**شکار و شکارچی**) در پیرامون خود آگاه می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- ساختار خط جانبی در ماهی



**تست ۱۸:** درون خط جانبی ماهی چند مورد زیر دیده می‌شوند؟

- سلول مژکدار

- پوشش ژلاتینی

- یاختهٔ پشیمان

- عصب

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

**پاسخ:**

**گیرنده‌های شیمیایی در پا:**

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



شکل ۱۶- گیرندهٔ شیمیایی در مگس



**تمرین ۱۷:** در مورد گیرنده‌های شیمیایی در پا مگس، درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- هر موی حسی محتوی دندریت‌های چند گیرندهٔ شیمیایی است.

ب- از هر گیرندهٔ شیمیایی چند دندریت و یک آکسون خارج می‌شود.

پ- موهای حسی مگس مثل جوانه چشایی زبان انسان دارای منفذ است.

ت- انواعی از مولکول‌ها می‌توانند موجب ورود سدیم به درون دندریت‌های مو حسی شود.

**پاسخ:**



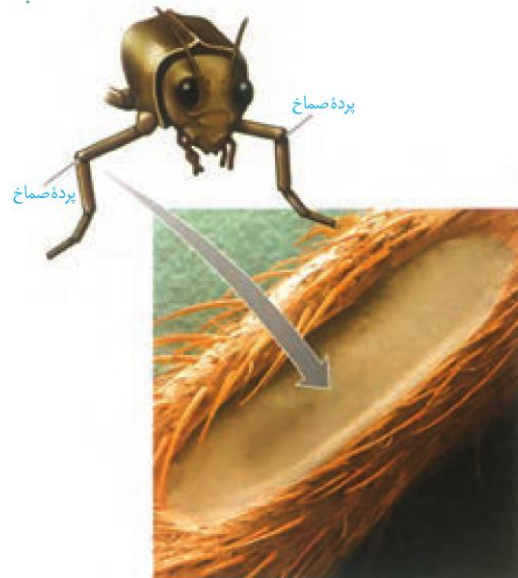
**تست ۱۹:** چند مورد در ارتباط با جیرجیرک نادرست است؟

- در مفصل هر پای جانور پرده صماخ وجود دارد.
- به هر پرده صماخ چندین گیرنده مکانیکی متصل است.
- همانند انسان در هر دو طرف پرده صماخ هوا وجود دارد.
- جانور برای دریافت صدا باید پیام عصبی را از پرده صماخ به محفظه هوا وارد کند.

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)    صفر

**پاسخ:**

**گیرنده مکانیکی صدا در پا:** روی پاهای 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



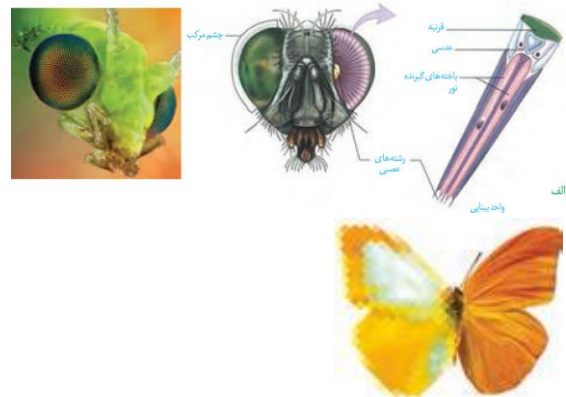
**تمرین ۱۸:** هر یک از جملات زیر را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید:

- الف- هر چشم مرکب دارای (یک- چند) ..... عدسی و (یک- چند) ..... یاخته گیرنده نوری است.
- ب- هر واحد بینایی در پروانه موناک تصویر از (کل- بخشی از) ..... میدان بینایی را ایجاد می‌کنند.
- پ- در چشم مگس تعداد عدسی با تعداد (قرنیه- گیرنده نوری) ..... برابر است.
- ت- چشم زنبور (برخلاف- همانند) ..... انسان پرتوهای فرابنفش را دریافت می‌کند.

**پاسخ:**


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

**تست ۲۰:** در شکل مقابل علامت سؤال چیست؟



(۱) عدسی  
(۲) قرنیه  
(۳) رشته‌های عصبی  
(۴) شبکه

**پاسخ:**

**تمرین ۱۹:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- هر جانور دارای چشم مرکب توانایی دیدن پرتوهای فرابنفش را دارند.

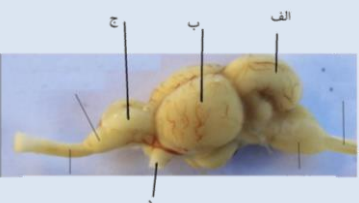
ب- گیرنده‌های فروسرخ چشم مار زنگی می‌توانند موقعیت شکار را در تاریکی تشخیص دهند.

پ- بسیاری از مارها دارای گیرنده فروسرخ‌اند.

ت- میزان دمای بدن شکار با تحریک‌پذیری گیرنده‌های فروسرخ در مار زنگی رابطه عکس دارد.

**پاسخ:**

**تست ۲۱:** با توجه به شکل مقابل کدام نادرست است؟



(۱) بخش «الف» اطلاعات را از «د» دریافت می‌کند.

(۲) بخش «ب» معادل لوب پس‌سری مخ انسان است.

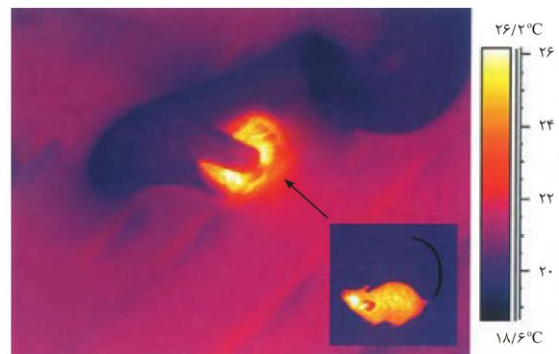
(۳) معادل بخش «ج» در انسان، عملکرد هوشمندانه انجام می‌دهد.

(۴) معادل بخش «الف» در انسان، دارای بطن ۴ است.

**پاسخ:**

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

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



شکل ۱۹- الف) محل گیرنده فروسرخ در مار زنگی  
ب) تصویر مار در حال شکار که با دوربین حساس به پرتوهای فروسرخ گرفته شده است.

فعالیت ۸: ۱- طرح زیر مغز ماهی را نشان می‌دهد.



لوب‌های بویایی که در شکل می‌بینید، محل دریافت پیام‌های عصبی از گیرنده‌های بویایی است. **لوب‌های بویایی ماهی از لوب‌های بویایی انسان بزرگ‌تر است.** این مطلب چه واقعیتی را درباره حس بویایی ماهی نشان می‌دهد؟

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

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

نکات مهم		
حفاظت از مغز	بخش محوری	
حفاظت از چشم و گوش		
گوارش + تکلم		
حفاظت از نخاع		
حفاظت از شش و قلب	اسکلت انسان	
کمک به تنفس		
چپ		دنده‌ها (۲۴)
حفاظت (۲ دنده)		
راست		از کلیه
(۱ دنده)		
استخوان گوش‌ها (۶)		
استخوان‌های پا که هر کدام از طریق لگن به بخش محوری متصل می‌شوند.	تحتانی (۳۰)	
استخوان‌های دست هستند که از طریق شانه (کتف و ترقوه) به بخش محوری متصل می‌شوند.	فوقانی (۳۰)	
که به اسکلت متصل نیست.	استخوان لامی (یک عدد)	

استفاده ما از دست و پا به قدری است که تصور زندگی بدون آن‌ها برایمان بسیار سخت است.

خوشبختانه امروزه افراد دارای نقص عضو نیز می‌توانند با استفاده از اعضای مصنوعی تا حدودی بر محدودیت‌های حرکتی چیره شوند. مطالعات دقیق ساختار ماهیچه‌ها، مفاصل و استخوان‌ها، به همراه پیشرفت در علوم مربوط به مواد، مهندسان را قادر ساخته تا اندام‌های پیچیده را جایگزین بخش‌های آسیب‌دیده یا ناقص کنند. کارآمدی بعضی از اندام‌های مصنوعی آن قدر بالاست که در پارالمپیک برای جلوگیری از رقابت نابرابر، قوانین سختگیرانه‌ای برای استفاده از این اندام‌ها وضع شده است.

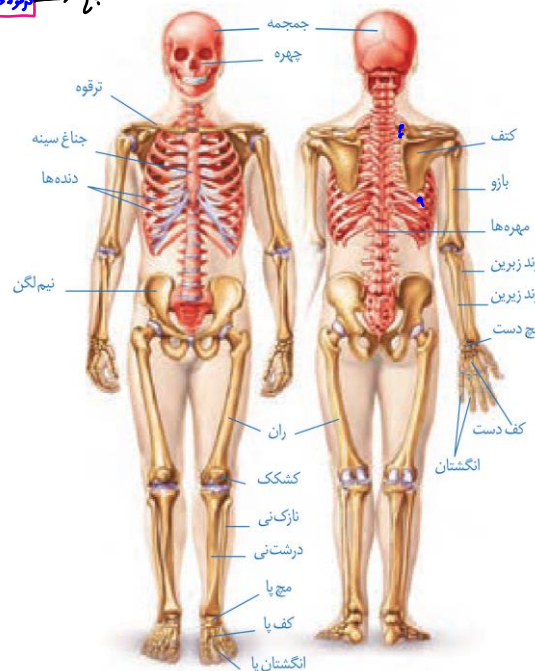
اندام‌های حرکتی از چه بخش‌هایی تشکیل شده‌اند؟ نحوه عملکرد این بخش‌ها چگونه است؟

چه آسیب‌های احتمالی اندام‌های حرکتی را تهدید می‌کند؟ به چه روش‌هایی می‌توان این اجزا را از آسیب حفظ کرد؟

### گفتار ۱: استخوان‌ها و اسکلت

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

میان → ترقوه، شانه، بازو



شکل ۱- اسکلت انسان

**تمرین ۱:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- همه دنده‌ها با استخوان ستون فقرات مفصل‌اند.

ب- تعداد استخوان‌های شرکت‌کننده در دست از مچ تا کتف با تعداد استخوان‌های پا از مچ تا لگن برابر است.

پ- جناغ همانند دنده‌ها جزو استخوان‌های بخش محوری‌اند.

ت- آرواره پایین تنها استخوان جمجمه است که می‌تواند حرکت کند.

**پاسخ:**

### اعمال استخوان‌ها

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

#### جدول ۱- وظایف اسکلت استخوانی در انسان

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 معدنی	استخوان‌ها محل ذخیره مواد معدنی، مانند فسفات و کلسیم‌اند.
کمک به شنیدن، تکلم و اعمال دیگر	استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن و استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.

### انواع استخوان

استخوان‌ها اشکال مختلفی دارند. استخوان ران و بازو از انواع استخوان‌های درازند، در حالی که استخوان‌های میچ از انواع استخوان‌های کوتاه‌اند. استخوان جمجمه از استخوان‌های پهن هستند. استخوان‌های ستون مهره از نوع استخوان‌های نامنظم اند (شکل ۲). استخوان‌های بدن اندازه‌های متفاوتی دارند، از استخوان‌های کوچک گوش میانی تا استخوان بزرگ لگن.



**تمرین ۲:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- هر استخوان ران انسان با (۲-۳) ..... استخوان دیگر مفصل دارد.

ب- استخوان جناغ با (۱۰-۱۲) ..... جفت دنده مفصل دارد.

پ- انگشتان دست با استخوان‌های (میچ- کف) ..... مفصل دارند.

ت- استخوان‌های بخش (محوری- جانبی) ..... بیش‌تر در حرکت دخالت دارند.

#### پاسخ:



**تست ۱:** چند مورد درست است؟

- هر استخوانی که با جناغ مفصل دارد، دنده است.

- هر مهره گردنی همانند هر مهره پستی در حفاظت از نخاع نقش دارد.

- استخوان‌های بخش محوری همانند استخوان‌های بخش جانبی در تولید مگا کاروسیت نقش دارد.

- بدون استخوان‌های کوچک گوش تبدیل امواج صوتی به پیام عصبی غیرممکن است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) صفر

#### پاسخ:







**تست ۴:** در بخش میانی استخوان جناغ سینه نوزاد

انسان، ..... وجود دارد. (سراسری ۹۰)

(۱) کلاژن و مغز زرد (۲) مغز قرمز و کلاژن

(۳) مغز زرد و سامانه هاورس (۴) سامانه هاورس و مغز قرمز

**پاسخ:**



**تست ۵:** در یک فرد خردسال، بخش اعظم سر

استخوان زرد زیرین از بافتی تشکیل شده است که .....

(سراسری ۹۲)

(۱) حفرات نامنظم آن مملو از مغز زرد می‌باشند.

(۲) در ماده زمینه‌ای خود دارای مجاری متعدد موازی می‌باشد.

(۳) دارای فضاهای بین سلولی اندک و رشته‌های کلاژن فراوان می‌باشد.

(۴) سلول‌های آن به صورت نامنظم در کنار یکدیگر قرار دارند.

**پاسخ:**



**تست ۶:** در تنه استخوان ران، درون بافت استخوان

اسفنجی ..... استخوان متراکم ..... وجود دارد.

(۱) همانند- مغز استخوان

(۲) برخلاف- رگ خونی

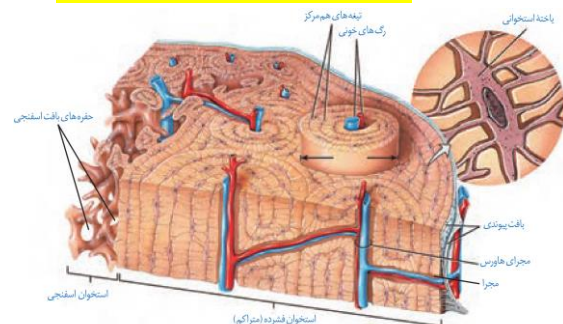
(۳) همانند- تیغه‌هایی از ماده زمینه‌ای استخوان

(۴) برخلاف- استوانه‌هایی هم‌مرکز از یاخته‌های استخوانی

**پاسخ:**

استخوانی‌اند که ماده زمینه‌ای آن‌ها را احاطه می‌کند. ماده زمینه ای 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 تنه** 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. در بافت استخوانی اسفنجی، **تیغه‌های استخوانی** به صورت نامنظم قرار گرفته‌اند. **بین تیغه‌ها، حفره‌هایی وجود دارد که** توسط **رگ‌ها و مغز استخوان** پر شده‌اند. مغز استخوان، بخش نرمی است که درون استخوان را پر می‌کند. **مغز قرمز**، فضای درون استخوان اسفنجی را پر می‌کند و محل تشکیل یاخته‌های خونی است. **بیش‌تر مغز زرد** نیز از چربی تشکیل شده است و **مجرای مرکزی** استخوان‌های دراز را پر می‌کند. در کم خونی‌های شدید، **مغز زرد** می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.



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

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؟

### 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 زمینه ای ترشح می‌کنند و بنابراین، توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند. با افزایش سن، **یاخته‌های استخوانی کم کار می‌شوند** و **توده استخوانی** به تدریج کاهش پیدا می‌کند. در همه این



**تمرین ۴:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- در بافت استخوانی متراکم، هر یاخته استخوانی جزو سامانه هاورس است.

ب- در ساختار هر استخوان نامنظم هم بافت استخوانی متراکم و هم بافت استخوانی اسفنجی وجود دارد.

پ- در ساختار هر استخوان کوچک هم بافت استخوانی متراکم و هم بافت استخوانی اسفنجی وجود دارد.

ت- میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان‌های مختلف مشابه است.

**پاسخ:**



**تمرین ۵:** جملات زیر را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

الف- انتهای برآمده استخوان ران توسط بافت (فشرده- اسفنجی) ..... پر شده است.

ب- تیغه‌های هم‌مرکز در سامانه هاورس توسط (لیپاز- پروتئاز) ..... تجزیه می‌شود.

پ- مجرای مرکزی استخوان ران (برخلاف- همانند) ..... مجرای مرکزی هر سامانه هاورس (دارای- فاقد) ..... مغز (زرد- قرمز) ..... است.

ت- بین تیغه‌های بافت استخوانی اسفنجی (برخلاف- همانند) ..... بافت استخوانی فشرده، رگ خونی وجود (دارد- ندارد) ..... .

**پاسخ:**



**تست ۷:** چند مورد زیر در هر سامانه هاورس دیده می‌شود؟

\* ماهیچه  
\* آنزیم انیدراز کربنیک  
\* نوروگلیا  
\* کلاژن

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

**پاسخ:**

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 فزانوردان دیده می‌شود که در محیط بی‌وزنی **تراکم استخوانشان کاهش می‌یابد.**

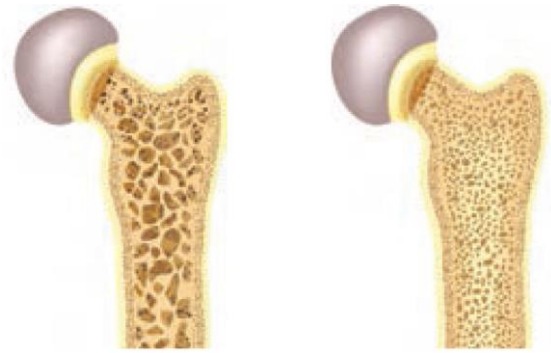
استخوان‌های بدن **به‌طور پیوسته** دچار شکستگی‌های میکروسکوپی می‌شوند که نتیجه حرکات معمول بدن‌اند. شکستگی‌های دیگر می‌توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند (شکل ۴).

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



**شکل ۴- شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران (راست) و تصویر رادیوگرافی از استخوان شکسته ران (چپ)**

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



شکل ۵- مقایسه استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی

**تمرین ۶:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- هر استخوان دارای مغز زرد، استخوان دراز است.
- ب- بیش تر مغز زرد، در ذخیره انرژی نقش دارد.
- پ- مغز قرمز می تواند به مغز زرد تبدیل شود.
- ت- با آسیب معده ممکن است مغز زرد به مغز قرمز تبدیل شود.

**پاسخ:**

**تمرین ۷:** جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

- الف- لایه پوشاننده استخوان ران از (یک- چند) ..... بافت پیوندی تشکیل شده است.
- ب- رگ های خونی یک سامانه هاورس با سامانه هاورس مجاور ارتباط (دارد- ندارد) .....
- پ- رگ های خونی یک سامانه هاورس با رگ های خونی بافت استخوانی اسفنجی ارتباط (دارد- ندارد) .....
- ت- یاخته های استخوانی بافت اسفنجی با هم ارتباط سیتوپلاسمی (دارند- ندارند) .....

**پاسخ:**

فعالیت ۲: به طور کلی تراکم توده استخوانی در زنان و مردان با هم تفاوت دارد. جدول زیر تراکم استخوانی زنان و مردان را در سنین مختلف نشان می دهد.

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

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

۲- در کدام جنس تراکم استخوان بالاتر است؟

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

### مفصل

مفصل محل اتصال استخوان ها با هم است. **در بعضی مفصل ها، استخوان ها حرکت نمی کنند.**

نمونه این مفصل ها، استخوان جمجمه است. استخوان جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که **لبه های دنداندار** آن ها در هم فرو رفته و محکم شده اند. (شکل ۶)

**تست ۸:** چند مورد درست است؟

- \* یاخته های استخوانی تا اواخر سن، رشد و ماده زمینه ای ترشح می کنند.
- \* میزان تراکم توده استخوانی از سن ۲۰ تا ۳۰ برخلاف سن ۳۰ تا ۴۰ افزایش می یابد.
- \* یاخته های استخوانی قابلیت تقسیم دارند.
- \* در افراد مبتلا به سنگ صفر، احتمال پوکی استخوان زیاد است.

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)    صفر

**پاسخ:**



**تمرین ۸:** جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

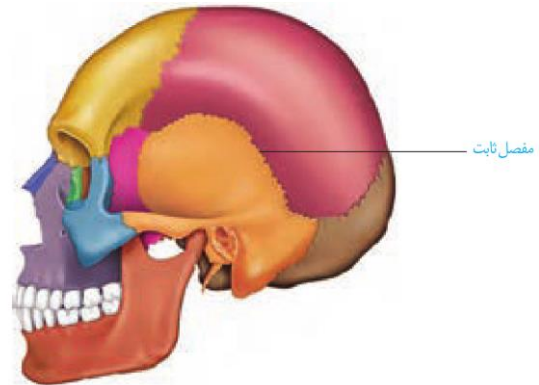
الف- فعالیت یاخته‌های استخوانی در مردان بالغ (برخلاف- همانند) ..... زنان با افزایش سن (کاهش- افزایش) ..... می‌یابد.

ب- در اثر حرکات معمول بدن، استخوان‌ها به‌طور پیوسته دچار شکستگی (میکروسکوپی- ماکروسکوپی) ..... می‌شود.

پ- توده استخوانی در زنان (بیش‌تر- کم‌تر) ..... از مردان است.

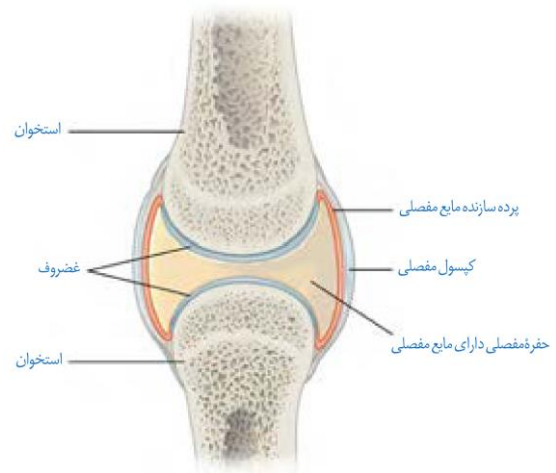
ت- مشروبات الکلی مانع از (جذب کلسیم- رسوب کلسیم) ..... در بدن می‌شوند.

**پاسخ:**



شکل ۶- مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه

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



شکل ۷- بخش‌های تشکیل‌دهنده مفصل

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



**تست ۹:** کدام عبارت نادرست است؟

(۱) احتمال پوکی استخوان در فزانوردان همانند افراد مبتلا به سیلیاک زیاد است.

(۲) در بیش‌تر مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند.

(۳) کپسول مفصلی توسط پرده سازنده مایع مفصلی احاطه می‌شود.

(۴) پرده سازنده مایع مفصلی علاوه بر استخوان با غضروف نیز در تماس است.

**پاسخ:**



**تست ۱۰:** ..... برخلاف ..... از نوع بافت ..... است.

(۱) رباط- کپسول مفصلی- پیوندی رشته‌ای

(۲) لایه خارجی عصب سامانه هاورس- لایه درونی سرخرگ سامانه هاورس- پیوندی

(۳) رباط- زردپی‌ها- پیوندی رشته‌ای

(۴) غضروف- استخوان- پیوندی

**پاسخ:**





**تمرین ۹:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- استخوان گیجگاهی حداکثر با سه استخوان مفصل دارد.
- ب- هر استخوانی که با استخوان گیجگاهی مفصل دارد، غیرمتحرک است.
- پ- در هر مفصل غضروف وجود دارد.
- ت- غضروفها همانند استخوانها قابل ترمیم‌اند.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۰:** موارد ستون «الف» را با ستون «ب» ارتباط دهید:

الف	ب
۱) مفصل گوی و کاسه‌ای	(a) آرنج
۲) مفصل لغزنده	(b) مهره‌های کمر
۳) مفصل لولایی	(c) آهیانه
۴) مفصل ثابت	(d) ران و نیم لگن

**پاسخ:**

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



الف) مفصل گوی کاسه      ب) مفصل لولایی      پ) مفصل لغزنده

شکل ۸- انواع مفصل متحرک. الف) گوی - کاسه‌ای ب) لولایی پ) لغزنده.

فعالیت ۳: با استفاده از مولاژهای موجود و نمونه‌های آماده میکروسکوپی آزمایشگاه مدرسه، انواع استخوان و بافت‌های استخوانی را مشاهده و با هم مقایسه کنید.



**تست ۱۱:** کدام عبارت درست است؟

- ۱) در مفصل لغزنده همانند مفصل گوی و کاسه، استخوان می‌تواند در چند جهت حرکت کند.
- ۲) استخوان بازو در مفصل لولایی فقط با زند زیرین مفصل است.
- ۳) هر بافت پیوندی که موجب اتصال دو استخوان در محل مفصل می‌شود، رباط است.
- ۴) استخوان‌های پس‌سری دارای لبه‌های دندانه‌دارند.

**پاسخ:**



### تمرین ۱۱: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل

پرانترز پر کنید:

الف- در بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه (ارادی- غیرارادی) ..... وجود دارد.

ب- با انقباض ماهیچه (دو سر- سه سر) ..... بازو از ساعد دور می شود.

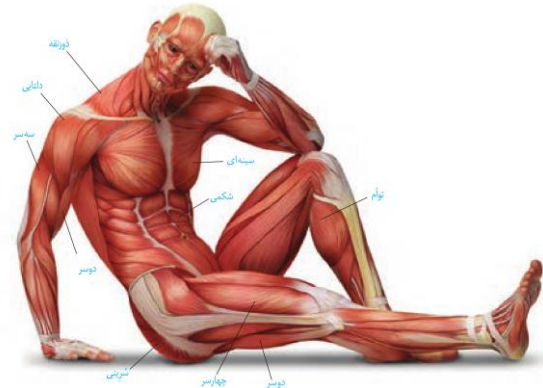
پ- ماهیچه دو سر بازو (همانند- برخلاف) ..... ماهیچه دو سر ران در سطح (پشتی- شکمی) ..... بدن قرار دارد.

ت- ماهیچه سربینی (همانند- برخلاف) ..... ماهیچه توأم در سطح (پشتی- شکمی) ..... بدن قرار دارد.

پاسخ:

### گفتار ۲: ماهیچه و حرکت

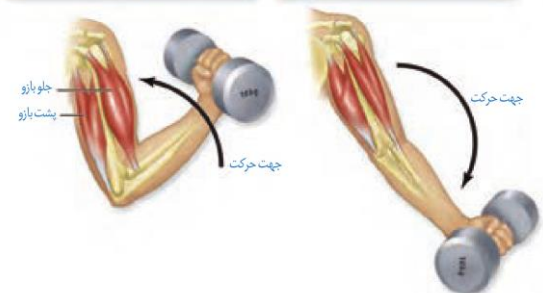
بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی دارد که با انقباض خود بسیاری از حرکات بدن را ایجاد می کنند. با این ماهیچه ها در سال های قبل آشنا شدید. شکل ۹ بعضی از این ماهیچه ها را در بدن انسان نشان می دهد.



شکل ۹- ماهیچه های اسکلتی بدن انسان

بسیاری از ماهیچه ها به صورت جفت باعث حرکات اندام ها می شوند؛ زیرا ماهیچه ها فقط قابلیت انقباض دارند. انقباض هر ماهیچه فقط می تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد، ولی آن ماهیچه نمی تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند، این وظیفه بر عهده ماهیچه متقابل آن است. برای مثال، ماهیچه روی بازو می تواند ساعد را به سمت جلو یا بالا بیاورد، ولی نمی تواند آن را به حالت قبل برگرداند و این حرکت توسط ماهیچه پشت بازو انجام می شود. بنابراین، هنگامی که یکی از جفت ماهیچه های متقابل در حالت انقباض است، ماهیچه دیگر در حال استراحت است (شکل ۱۰). همه ماهیچه های اسکلتی باعث حرکت استخوان نمی شوند. شما چه ماهیچه های اسکلتی را می شناسید که به استخوان متصل نیستند؟

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



شکل ۱۰- عملکرد ماهیچه های متقابل



### تست ۱۲: کدام عبارت درست است؟

- (۱) هر ماهیچه اسکلتی باعث حرکت استخوان می شود.
- (۲) هر استخوانی تحت نیروهای انقباضی ماهیچه ها فقط در یک جهت حرکت می کنند.
- (۳) حرکت هر استخوانی در محل مفصل وابسته به انقباض ماهیچه اسکلتی است.
- (۴) هر بنداره ارادی نوعی ماهیچه حلقوی اسکلتی است.

پاسخ:



**تست ۱۳:** کدام عبارت برای تکمیل جمله زیر مناسب

نیست؟

هر ماهیچه‌ای که .....، اسکلتی است.

(۱) در تماس با لایه خارجی چشم قرار دارد.

(۲) تحت تأثیر بخش پیکری دستگاه عصبی، حرکت غیرارادی

انجام دهد.

(۳) دارای گیرنده حس وضعیت بدن است.

(۴) از طریق زردپی‌های خود موجب نگه‌داری دو استخوان در

محل مفصل می‌شود.

**پاسخ:**



**تست ۱۴:** کدام عبارت درست است؟

(۱) هیچ حرکت ارادی بدون دخالت ماهیچه اسکلتی ممکن

نیست.

(۲) در هر انعکاسی که ماهیچه حرکت غیرارادی انجام می‌دهد،

دستگاه عصبی خودمختار دخالت دارد.

(۳) هر ماهیچه‌ای که دارای تارهای با بیش از یک هسته باشد،

ماهیچه اسکلتی است.

(۴) دستور حرکتی هر ماهیچه اسکلتی توسط مغز صادر

می‌شود.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۲:** با علامت + و - مشخص کنید که هر یک از

موارد زیر از ویژگی‌های کدام ماهیچه می‌باشد؟

ویژگی	اسکلتی	صاف	قلبی
حرکت غیرارادی			
حرکت ارادی			
حرکت کرمی شکل			
حرکت موضعی			
دارای تار تک هسته‌ای			
دارای یاخته دوکی شکل			

**پاسخ:**

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

### جدول ۲- اعمال ماهیچه‌های اسکلتی

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

### ساختار ماهیچه اسکلتی

یک ماهیچه اسکلتی مانند آنچه که در شکل ۱۱ دیده می‌شود از چندین دسته تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است. هر دسته تار ماهیچه‌ای از تعدادی یاخته یا تار ماهیچه‌ای تشکیل شده است. این دسته تارها با غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده است. این غلاف‌های پیوندی در انتها، به صورت طناب یا نواری محکم به نام زردپی در می‌آیند (شکل ۱۱). زردپی‌های دو انتهای ماهیچه، به استخوان‌های مختلف متصل می‌شوند. با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند. نحوه اتصال ماهیچه به استخوان طوری است که معمولاً با تغییر کوتاهی در طول ماهیچه، استخوان به اندازه زیادی جابه‌جا



**تست ۱۶:** چند مورد درست است؟

- \* رشته‌های اکتین متصل به هر خط Z، مربوط به یک سارکومر می‌باشند.
- \* دو طرف خط Z، بخش روشن وجود دارد.
- \* در بخش تیره هر سارکومر رشته‌های اکتین و میوزین حضور دارند.
- \* با کوتاه شدن طول هر سارکومر سرهای آزاد اکتین‌ها به هم نزدیک می‌شوند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) صفر

**پاسخ:**

**تست ۱۷:** به دنبال کوتاه شدن طول ..... .

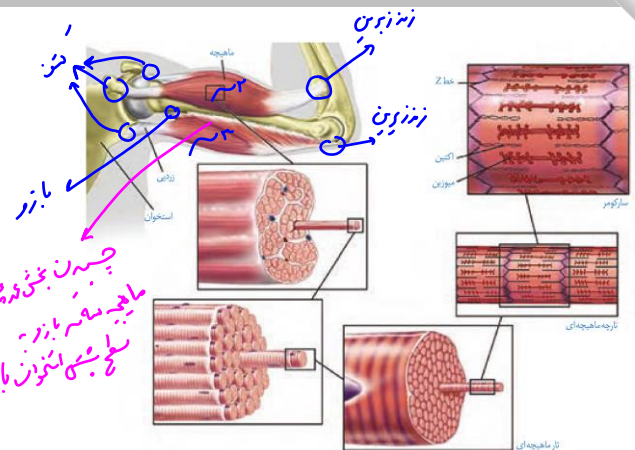
- ۱) اکتین، خط‌های Z به هم نزدیک می‌شوند.
- ۲) میوزین، خط‌های Z به هم نزدیک می‌شوند.
- ۳) تارچه، ماهیچه‌ها منقبض می‌شوند.
- ۴) سارکومرها، اندازه بخش‌های تیره کوتاه می‌شوند.

**پاسخ:**

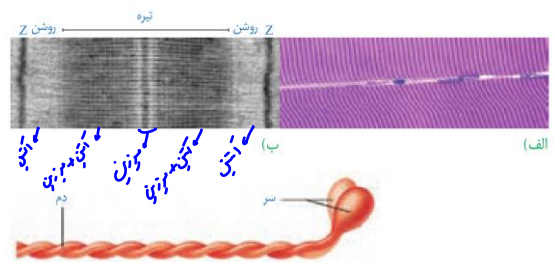
**تمرین ۱۵:** جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید:

- الف) مولکول‌های میوزین از قسمت (سر- دم) ..... به هم می‌چسبند.
- ب- زردپی ماهیچه دو سر بازو به استخوان زند (زیرین- زبرین) ..... متصل است.
- پ- به دنبال تغییر شکل پروتئین‌های (میوزین- اکتین) ..... طول سارکومر کوتاه می‌شود.
- ت- با اتصال ناقل عصبی به گیرنده خود در سطح (تار- تارچه) ..... ، (سرهای- دم‌های) ..... پروتئین میوزین به اکتین متصل می‌شود.

**پاسخ:**



شکل ۱۲- اجزای یک تار و تارچه ماهیچه‌ای



شکل ۱۳- تصویر میکروسکوپی از ساختار ماهیچه مخطط

(الف) و سارکومر (ب)

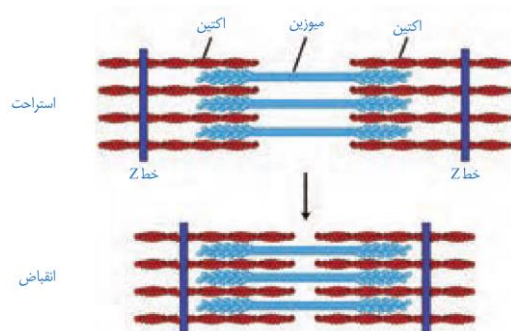
شکل ۱۴- بخش‌های مختلف مولکول میوزین

**مکانیسم انقباض ماهیچه**

با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایه (سیناپس) ویژه‌ای از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه‌ای می‌رسد و ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی آزاد می‌شود. با اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در سطح یاخته ماهیچه‌ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود.

با تحریک یاخته ماهیچه‌ای، سرهای پروتئین‌های میوزین به رشته‌های اکتین متصل می‌شوند.

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



شکل ۱۵- طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها

تار تار  
آندوزبرین  
تار تار  
آندوزبرین





انواع یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای

یاخته‌های ماهیچه‌ای را می‌توان به دو نوع یاخته‌های تند و کند تقسیم کرد. این تقسیم‌بندی براساس سرعت انقباض است. بسیاری از ماهیچه‌های بدن هر دو نوع یاخته را دارند. تار ماهیچه‌ای نوع کند، برای حرکات استقامتی مانند شناکردن ویژه شده‌اند. این تارها مقدار زیادی رنگ دانه قرمز به نام میوگلوبین (شبهه هموگلوبین) دارند که می‌توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند. این تارها بیش‌تر انرژی خود را به روش هوازی به دست می‌آورند (شکل ۱۷).

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



**تمرین ۱۸:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- هر چه مقدار کراتین در ماهیچه‌ها افزایش یابد از میزان ADP یاخته کاسته می‌شود.

ب- هر چه مقدار تولید لاکتیک اسید در ماهیچه‌ها افزایش یابد، فعالیت آنزیم انیدراز کربنیک کاسته می‌شود.

پ- در انقباضات طولانی مدت، مصرف گلوکز در ماهیچه‌ها کاهش می‌یابد.

ت- آنزیم‌های ترشح شده توسط غده بزاقی می‌توانند قند ذخیره‌ای در ماهیچه‌ها را آب‌کافت کند.

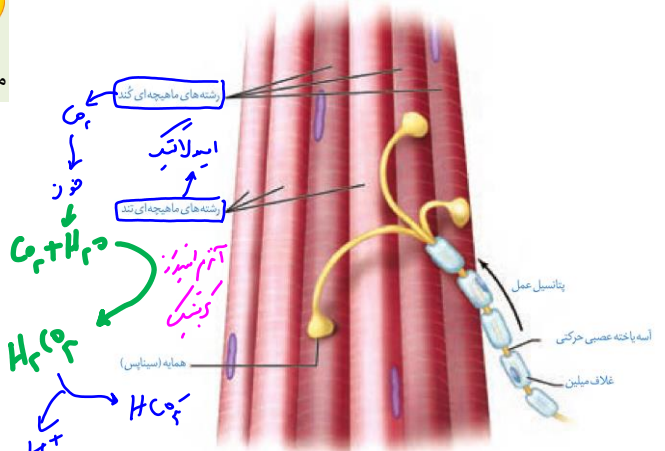
پاسخ:



**تمرین ۱۹:** در جدول زیر تارهای ماهیچه‌ای تند و کند را مقایسه کنید:

ویژگی	تارهای تند	تارهای کند
۱) مقدار میوگلوبین		
۲) نوع تنفس سلولی		
۳) تعداد میتوکندری‌ها		
۴) مقدار ذخیره O <sub>2</sub>		
۵) رنگ تار		
۶) درصد تارهای افراد کم‌تحرك		
۷) درصد تارهای شناگران		
۸) درصد تارهای وزنه‌برداران		

پاسخ:



شکل ۱۷- تارهای ماهیچه‌ای تند و کند

فعالیت ۴: الف) به نظر شما چه تفاوت‌هایی بین دوندگان دوی صدمتر و ماراتن از نظر تعداد و درصد تارهای ماهیچه‌ای تند و کند وجود دارد؟

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

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

## حرکت در جانوران

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

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

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

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

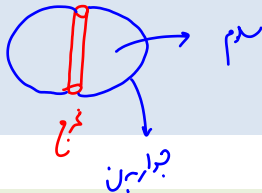
فعالیت ۵: با استفاده از منابع علمی تحقیق کنید هر یک از انواع اسکلت درونی یا بیرونی چه مزایا و محدودی‌تهایی دارند. نتایج تحقیق خود را به صورت گزارش در کلاس ارائه کنید.

## تست ۱۹: چند مورد صحیح است؟

- \* هر مهره‌دار فاقد اسکلت استخوانی، گردش خون ساده دارد.
- \* هر جانور دارای اسکلت بیرونی، تنفس نایبسی دارد.
- \* هر جانور دارای شش، دارای اسکلت درونی است.
- \* هر جانور دارای اسکلت آب‌ایستایی، فاقد سلئوم است.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) صفر

پاسخ:



## تمرین ۲۰: جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل

پُرانتز پر کنید:

الف- اساس حرکت در عروس دریایی و ملخ (مشابه- متفاوت) ..... است.

ب- در عروس دریایی بالغ (برخلاف- همانند) ..... هیدر بالغ با (ورود آب به- خروج آب از) ..... حفره گوارشی جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند.

ت- هر چه اسکلت جانور دارای (پروتونفریدی- لوله‌های مالپیگی) ..... بزرگ‌تر شود، ضخیم‌تر نیز می‌شود.

پاسخ:

## تست ۲۰: کدام عبارت نادرست است؟

- ۱) شیوه‌های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است.
- ۲) در مهره‌داران با اسکلت غضروفی، غدد راست روده‌ای وجود دارد.
- ۳) هر جانوری در طول زندگی خود برای کسب غذا از جایی به جایی دیگر می‌رود.
- ۴) هر جانور دارای اسکلت درونی قطعاً گردش خون بسته دارد.

پاسخ:



**تست ۱:** در پُریاختگان ..... تک‌یاختگان، یاخته‌ها .....

- (۱) برخلاف- نمی‌توانند فاقد هومئوستاز باشند.
- (۲) برخلاف- نمی‌توانند از یکدیگر مستقل باشند.
- (۳) همانند- می‌توانند تحت کنترل یکی از دستگاه‌های ارتباطی قرار گیرند.
- (۴) همانند- فقط از راه غشا می‌توانند با یاخته‌های دیگر ارتباط مستقیم برقرار کنند.

**پاسخ:**



**تمرین ۱:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- هر پیک شیمیایی که به خون ترشح شود، هورمون است.
- ب- هر پیک شیمیایی دور بُرد، هورمون است.
- پ- یاخته هدف، یاخته‌ای است که برای هر پیک شیمیایی گیرنده دارد.
- ت- هر پیک شیمیایی فقط یک نوع یاخته هدف دارد.

**پاسخ:**



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

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

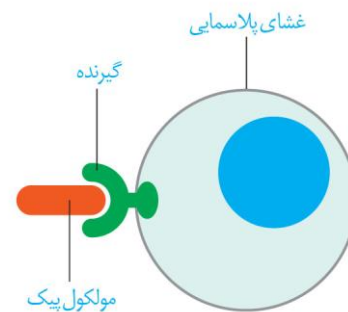
### گفتار ۱: ارتباط شیمیایی

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

### پیک شیمیایی

پیک شیمیایی مولکولی است که پیامی را منتقل می‌کند. یاخته‌ای که پیام را دریافت می‌کند **یاخته هدف** نام دارد. پیک، چگونه یاخته هدف را از میان انبوه یاخته‌ها پیدا می‌کند و پیام را اشتباهی به یاخته دیگر نمی‌رساند؟ یاخته هدف، برای پیک **گیرنده** دارد (شکل ۱). مولکول پیک، **تنها** بر یاخته‌ای می‌تواند تأثیر بگذارد که گیرنده آن را داشته باشد و این یاخته، همان یاخته هدف است.

بر اساس مسافتی که پیک طی می‌کند تا به یاخته هدف برسد، پیک‌ها را به دو گروه **کوتاه بُرد** و **دور بُرد** تقسیم می‌کنند.



شکل ۱- پیک از طریق اثر برگیرنده اختصاصی خود در یاخته هدف در آن تغییر ایجاد می‌کند.

**پیک‌های کوتاه بُرد**

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

**پیک‌های دوربرد**

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

**تست ۲:** یاختهٔ ترشحی عصبی ..... یاختهٔ عصبی .....

(۱) همانند- از طریق برون‌رانی پیک شیمیایی خود را ترشح می‌کند.

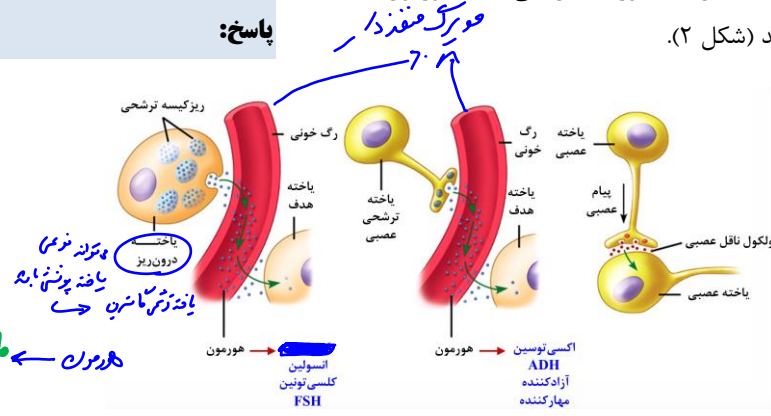
(۲) همانند- از طریق پیک شیمیایی خود روی یاختهٔ پس‌سیناپسی تأثیر می‌گذارد.

(۳) برخلاف- فاقد توانایی هدایت پیام عصبی است.

(۴) برخلاف- نمی‌تواند نورون پس‌سیناپسی باشد.

**پاسخ:**

بهر دل‌رانی (آنزوسینوز)  
فراخنده انزوزی خواه است



هورمون ← مابغ بین بافته‌ها ← خون ← مابغ بین بافته‌ها ← باضه هدف

شکل ۲- مقایسهٔ هورمون و ناقل عصبی

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

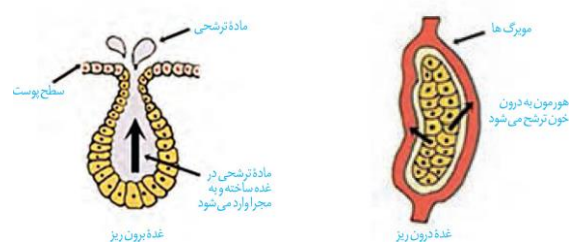
**غده‌های بدن**

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

**تمرین ۲:** با علامت + و - مشخص کنید در جدول زیر کدام پیک‌ها دور بُرد و کدام نزدیک بُرد هستند؟

پیک شیمیایی	نزدیک بُرد	دور بُرد
گاسترین		
دوپامین		
اریتروپویتین		
سکرتین		
هیستامین		

**پاسخ:**



شکل ۳- غدهٔ درون‌ریز و برون‌ریز





**تست ۳:** چند مورد از موارد نام برده می‌تواند جمله زیر را

(سراسری ۹۱)

تکمیل نماید؟

به‌طور معمول، انتقال‌دهنده‌های عصبی .....

الف- در مقایسه با هورمون‌ها، مسافت کوتاه‌تری را در خون طی می‌کنند.

ب- در پاسخ به محرک‌های متفاوتی ساخته و آزاد می‌شوند.

پ- پاسخ‌های سریع و کوتاه مدتی را سبب می‌شوند.

ت- متنوع می‌باشد و در هماهنگ کردن فعالیت‌های بدن نقش دارند.

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

**پاسخ:**



**تمرین ۳:** با توجه به جدول زیر با علامت + و -

مشخص کنید هر یک از موارد زیر مربوط به ویژگی‌های کدام غده است؟

ویژگی	غده درون‌ریز	غده برون‌ریز
عمل غیرآگاهانه		
تحت کنترل دستگاه عصبی محیطی		
یاخته ترشحی چسبیده به غشای پایه		
داشتن یاخته درون‌ریز		

**پاسخ:**



**تست ۲:** چند مورد درست است؟

\* سکرترین برخلاف گاسترین از غدد درون‌ریز اصلی بدن ترشح می‌شود.

\* در یک فرد ایستاده، بالاترین غده اصلی درون‌ریز بدن مرکز پردازش اولیه اطلاعات حسی بدن است.

\* بعضی از غدد اصلی بدن با افزایش سن تحلیل می‌روند.

\* سکرترین همانند گاسترین از طریق برون‌رانی به مایع بین‌یاخته‌ای وارد می‌شود.

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

**پاسخ:**

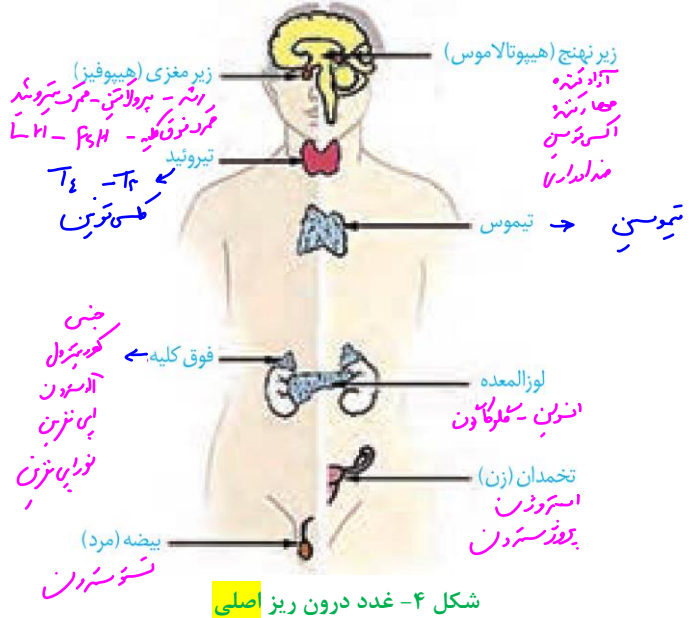
مجموع یاخته‌ها و غدد درون‌ریز و **هورمون‌های آن‌ها** را

**دستگاه درون‌ریز** می‌نامند. این دستگاه به همراه دستگاه

عصبی، فعالیت‌های بدن را تنظیم می‌کنند و نسبت به

محرک‌های درونی و بیرونی پاسخ می‌دهند. **غدد اصلی** دستگاه

درون‌ریز را در شکل ۴ می‌بینید.

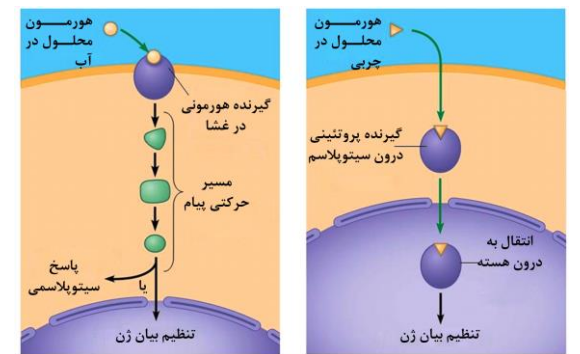


شکل ۴- غدد درون‌ریز اصلی



**نکته:**

هورمون	محل ترشح	یاخته هدف
گاسترین	معده	۱- یاخته‌های کناری
سکرترین	دوازدهه	۲- یاخته‌های اصلی
اریتروپویتین	کبد و کلیه	مغز قرمز استخوان

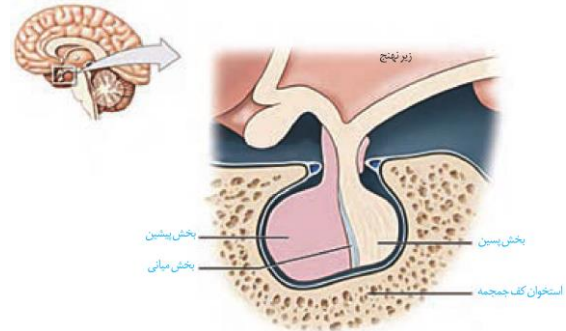


### گفتار ۲: غده‌های درون ریز

دستگاه درون ریز، که **غده‌ها بخش مهمی از آن اند**، فعالیت‌های بدن را به وسیله هورمون‌ها تنظیم می‌کند. در این گفتار، غده درون ریز و هورمون‌های آن‌ها را در انسان بررسی می‌کنیم.

#### غده زیر مغزی (هیپوفیز)

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



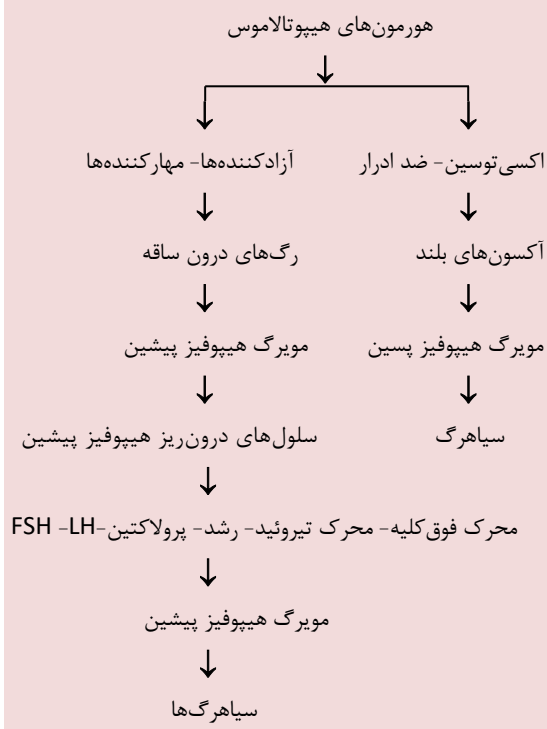
شکل ۵- غده زیر مغزی

#### بخش پیشین

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

**هورمون رشد**، یکی از هورمون‌های بخش پیشین است که با رشد طولی استخوان‌های دراز، اندازه قد را افزایش می‌دهد. در نزدیکی دو سر استخوان‌های دراز، دو صفحه غضروفی وجود دارد که **صفحات رشد** نام دارند (شکل ۶) یاخته‌های غضروفی در این صفحات تقسیم می‌شوند. همچنان که یاخته‌های جدیدتر پدید می‌آیند، یاخته‌های استخوانی جانشین یاخته‌های غضروفی قدیمی‌تر می‌شوند و به این ترتیب، استخوان رشد می‌کند. چند سال بعد از بلوغ، صفحات رشد از حالت غضروفی به استخوانی تبدیل می‌شوند. در این حالت، **رشد استخوان متوقف می‌شود** و می‌گویند «صفحات رشد بسته شده است».

#### نکات مهم



هورمون رشد		آزادکننده‌های هیپوتالاموس
پرولاکتین		
هورمون‌های جنسی	قشر	محرك
آلدوسترون	فوق کلیه	فوق کلیه
کورتیزول		
$T_3$	تیروئید	محرك تیروئید
$T_4$		
تستوسترون	غدد	محرك فولیکولی
استروژن	جنسی	لوتئینی‌کننده
پروژسترون		

- نقش پرولاکتین**
- ← تولید شیر در غده پستانی (پس از تولد نوزاد)
  - ← اثر روی دستگاه ایمنی
  - ← حفظ تعادل آب
  - ← تنظیم فرآیندهای دستگاه تولید مثل مردان



**تمرین ۴:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

- الف- غده زیر (نهنج- مغزی) ..... به اندازه یک نخود است.  
 ب- غده‌ای که در گودی کف استخوان جمجمه قرار دارد هورمون (آزادکننده- پرولاکتین) ..... ترشح می‌کند.  
 پ- بخشی از هیپوفیز که شش نوع هورمون ترشح می‌کند به سمت (مغز میانی- لوب بویایی) ..... است.  
 ت- بخشی از هیپوفیز که عملکرد آن توسط انسان به خوبی شناخته نشده است (بزرگ‌ترین- کوچک‌ترین) ..... بخش هیپوفیز است.

**پاسخ:**



**تست ۵:** کدام عبارت درست است؟

- (۱) هر بخش از غده زیر مغزی تحت تنظیم غده زیر نهنج است.  
 (۲) غده زیر مغزی نقش مهمی در تنظیم ترشح سایر غده‌ها دارد.  
 (۳) تنوع هورمون‌های غده زیر نهنج بیش‌تر از غده زیر مغزی است.  
 (۴) هر یک از هورمون‌های هیپوتالاموس از طریق رگ خونی به هیپوفیز وارد می‌شود.

**پاسخ:**

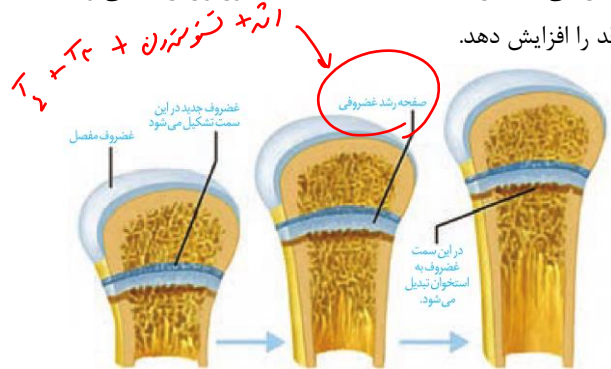


**تمرین ۵:** در مورد صفحه رشد درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- الف- در هریک از استخوان‌های بین میچ و کتف در دست همانند هریک از استخوان‌های بین میچ و نیم لگن وجود دارد.  
 ب- می‌تواند با لایه پیوندی روی استخوان در تماس باشد.  
 پ- در دو طرف آن می‌توان سامانه‌های هاورس یافت.  
 ت- در استخوان ران، یاخته‌های استخوانی از سمت سر جایگزین یاخته‌های غضروفی می‌شود.

**پاسخ:**

تا زمانی که این صفحات بسته نشده‌اند، هورمون رشد می‌تواند قد را افزایش دهد.

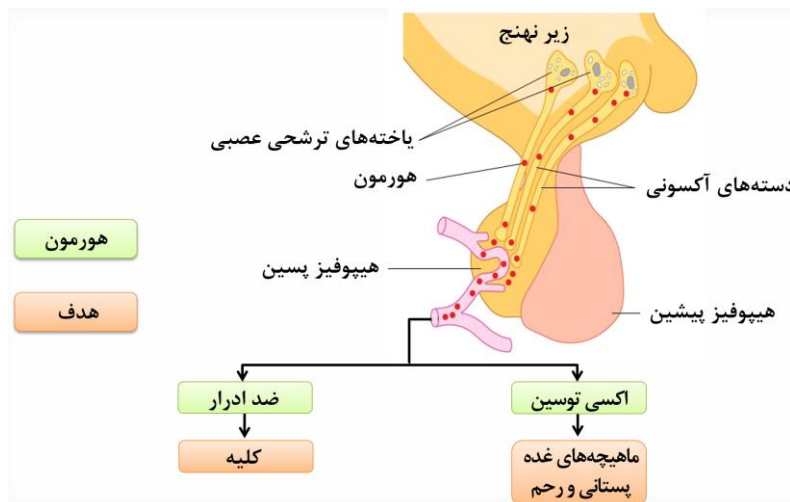
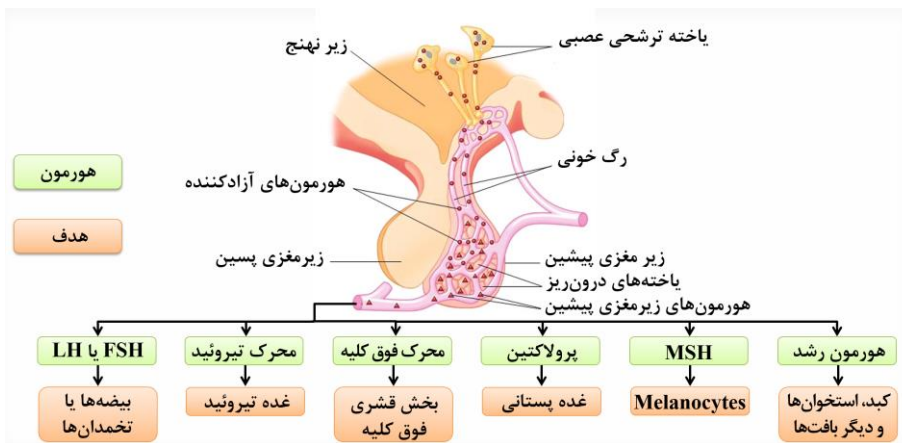


شکل ۶- صفحات رشد در استخوان‌های دراز و چگونگی رشد استخوان.

**پرولاکتین** هورمون دیگر بخش پیشین است. پس از تولد نوزاد، این هورمون، غدد شیری را به تولید شیر وامی‌دارد. تا مدت‌ها تصور می‌شد که کار پرولاکتین تنها همین است. اما اکنون شواهد روزافزونی مبنی بر نقش این هورمون در **دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب** به دست آمده است. در مردان، این هورمون در تنظیم فرایندهای **دستگاه تولید مثل** نیز نقش دارد. **هورمون‌های محرک**، چهار هورمون باقی‌مانده بخش پیشین را تشکیل می‌دهند. بخش پیشین با ترشح این هورمون‌ها فعالیت سایر غدد را تنظیم می‌کنند. **هورمون محرک تیروئید**، فعالیت غده سپردیس (تیروئید) را تحریک می‌کند؛ **هورمون محرک فوق کلیه** روی غده فوق کلیه تأثیر می‌گذارد و **هورمون‌های محرک غده‌های جنسی** که LH و FSH نام دارند کار غده‌های جنسی (تخمندان و بیضه) را تنظیم می‌کند.

#### بخش پسین

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









**تمرین ۷:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- هورمون (پرولاکتین- ضدادرار) ..... روی غده برون ریز اثر دارد.

ب- اکسی توسین (برخلاف- همانند) ..... هورمون محرک تیروئید در غده زیر(مغزی- نهنج) ..... تولید می شود.

پ- با توجه به کمبود ید در خاک کشور ما (همانند- برخلاف) ..... بسیاری از دیگر کشورها، برنامه های غذایی متکی به فرآورده های دریایی (می تواند- نمی تواند) ..... فراهم کننده ید مورد نیاز بدن باشد.

ت- زیرمغزی پسین (برخلاف- همانند) ..... زیرمغزی پیشین دارای پایانه آکسون یاخته های عصبی ترشحی اند.

#### پاسخ:

ترشح هورمون محرک تیروئید، باعث رشد بیش تر غده می شود تا ید بیش تری جذب کند. فعالیت بیش تر غده تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می شود که به آن **گواتر** می گویند.

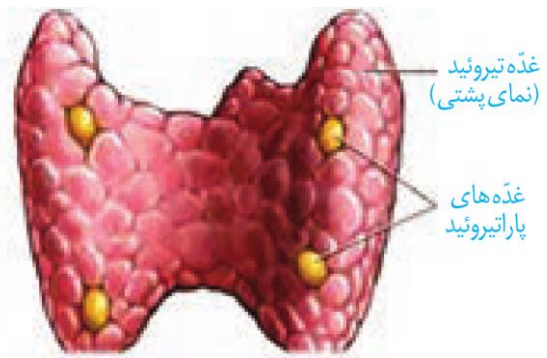
ید در غذاهای دریایی فراوان است. مقدار ید موجود در فرآورده های کشاورزی و دامی یک منطقه، به مقدار ید خاک بستگی دارد. با توجه به کمبود ید در خاک کشور ما، همچون **بسیاری از دیگر کشورها**، برنامه های غذایی متکی به فرآورده های غیر دریایی نمی تواند فراهم کننده ید مورد نیاز بدن باشد.

**فعالیت ۱: استفاده از نمک یددار می تواند ید مورد نیاز بدن را تأمین کند.** تحقیق کنید که نمک های یددار در چه شرایطی خواص خود را حفظ می کنند و چه غذاهایی مانع جذب ید می شوند؟

هورمون دیگر تیروئید، **کلسی تونین** است. زمانی که کلسیم در خوناب زیاد است. این هورمون از برداشت کلسیم از استخوانها جلوگیری می کند.

#### غده های پاراتیروئید

غده های پاراتیروئید به تعداد **چهار عدد** در پشت تیروئید قرار دارند(شکل ۹). این غده، هورمون پاراتیروئیدی ترشح می کنند.



شکل ۹- غده های پاراتیروئید

هورمون پاراتیروئیدی در پاسخ به کاهش کلسیم خوناب ترشح می شود و در هم ایستایی کلسیم نقش دارد. این هورمون، کلسیم را از ماده زمینه استخوان جدا و آزاد می کند. همچنین باز جذب کلسیم را در کلیه افزایش می دهد.

یکی دیگر از کارهای هورمون پاراتیروئیدی اثر بر **ویتامین D** است. این هورمون، ویتامین D را به شکلی تبدیل می کند که می تواند جذب کلسیم از **روده** را افزایش دهد. بنابراین، کمبود ویتامین D باعث کاهش جذب کلسیم از روده می شود.



#### تست ۷: کدام مورد درست است؟

- به دنبال کمبود ید و افزایش هورمون محرک تیروئید از غده زیرنهنج، فرد دچار گواتر می شود.
- در پی اتصال یک هورمون مترشحه از تیروئید به گیرنده های خود، میزان کلسیم خوناب افزایش می یابد.
- به دنبال عدم ترشح هورمون آدرالین جنین یا کودک، اختلال در نمو دستگاه عصبی ایجاد می شود.
- در پی اتصال هورمون های تیروئیدی به گیرنده های خود، فعالیت نوعی آنزیم در غشای گلبول قرمز، افزایش می یابد.

#### پاسخ:

## غده فوق کلیه

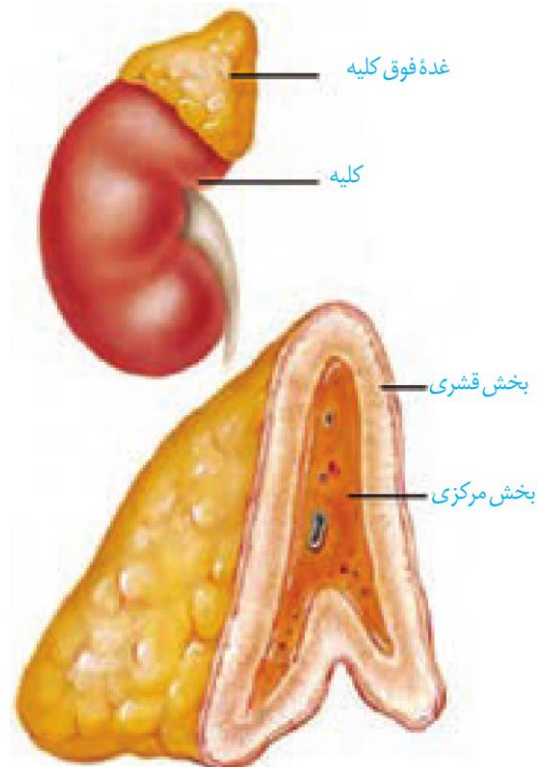
غده فوق کلیه روی کلیه قرار دارد و از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است که از هم دیگر مستقل اند (شکل ۱۰). بخش مرکزی ساختار عصبی دارد. وقتی فرد در شرایط تنش قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام‌های **اپی‌نفرین** و **نور اپی‌نفرین** ترشح می‌کند. این هورمون‌ها ضربان قلب، فشار خون و گلوکز خون را افزایش می‌دهند و نایزک‌ها را در شش‌ها باز می‌کنند. چنین تغییراتی بدن را برای پاسخ‌های کوتاه مدت آماده می‌کند.

بخش قشری به تنش‌های طولانی مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، با ترشح **کورتیزول** پاسخ دیرپا می‌دهد. این هورمون گلوکز خون را افزایش می‌دهد.

اگر تنش‌ها به مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند.

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

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



شکل ۱۰- غده فوق کلیه



**تمرین ۸:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- در حضور هورمون پاراتیروئیدی جذب ویتامین D از روده افزایش می‌یابد.

ب- در افراد مبتلا به سنگ صفرا احتمال ترشح بیش‌تر هورمون پاراتیروئیدی وجود دارد.

پ- به دنبال کاهش فعالیت غده پاراتیروئیدی تبدیل فیبرینوژن به فیبرین دچار اختلال می‌شود.

ت- هورمون پاراتیروئیدی میزان کلسیم ادرار را کاهش می‌دهد.

پاسخ:



**تست ۸:** هر هورمونی که روی سیستم ایمنی بدن انسان تأثیرگذار است قطعاً.....

(۱) در اثر تنش‌های محیطی تولید می‌شود.

(۲) وارد مادهٔ زمینه‌ای نوعی بافت پیوندی می‌شود.

(۳) تحت تأثیر مستقیم آزادکننده ترشح می‌شود.

(۴) از غده‌ای در پایین حنجره تولید می‌شود.

پاسخ:



**تمرین ۹:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- هورمون‌های  $T_3$  و  $T_4$  (برخلاف- همانند) ..... کلسی‌تونین روی عمل تطابق چشم تأثیر (ندارند- دارند) .....

ب- غده تیروئید (برخلاف- همانند) ..... غده پاراتیروئید (فاقد- دارای) ..... یاخته هدف برای هورمون زیرمغزی است.

پ- در مرد بخش قشری فوق کلیه (همانند- برخلاف) ..... بیضه هورمون جنسی زنانه ترشح (می‌کند- نمی‌کند) .....

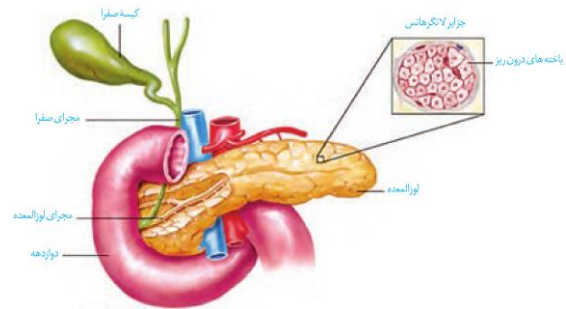
ت- بخش مرکزی فوق کلیه (همانند- برخلاف) ..... بخش قشری تحت تأثیر هورمون محرک فوق کلیه قرار (دارد- ندارد) .....

پاسخ:



## غده لوزالمعده

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



شکل ۱۱- لوزالمعده

از بخش درون ریز لوزالمعده دو هورمون به نام‌های **گلوکاگون** و **انسولین** ترشح می‌شود.

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

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

**تست ۹:** چند مورد درباره همه هورمون‌های مترشح از غده تیروئید انسان صادق است؟ (سراسری ۹۶)

- بر بافت استخوان تأثیر می‌گذارند.

- در ترشح مواد از یاخته‌ها نقش دارند.

- در انقباض ماهیچه‌های اسکلتی نقش دارند.

- کاهش کلسیم خون می‌تواند روی تولید و ترشح آنها موثر باشد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

## پاسخ:

**تست ۱۰:** در دیابت بی‌مزه ----- دیابت شیرین -----

- همانند - گیرنده‌های هیپوتالاموس تحریک می‌شوند.
- همانند - حجم ادرار کاهش می‌یابد.
- برخلاف - دفع ادرار از بدن افزایش می‌یابد.
- برخلاف - تراوش گلوکز در کلافک رخ نمی‌دهد.

## پاسخ:

**تست ۱۱:** در یک فرد بالغ ..... می‌تواند ناشی از افزایش ..... باشد.

- کاهش مقدار یاخته‌های میلوئیدی - هورمون کورتیزول
- کاهش میزان آب خون - هورمون ضد ادراری
- افزایش دفع سدیم از کلیه - فشارهای روحی و جسمی
- افزایش خون‌رسانی به ماهیچه توأم - تحریک اعصاب پادهم حس

## پاسخ:

**تست ۱۲:** در فرد مبتلا به دیابت یک ..... دیابت دو .....

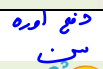
- همانند- دفع  $H^+$  توسط کلیه‌ها زیاد است.
- برخلاف- مقدار انسولین خون زیاد است.
- همانند- بر ذخیره گلیکوژنی عضلات افزوده می‌شود.
- برخلاف- بیش‌تر در افراد بالای ۴۰ سال شایع است.

## پاسخ:



**تمرین ۱۰:** جدول زیر را تکمیل کنید.

اثرات	دیابت I	دیابت II
علت بیماری		
ترشح انسولین		
گیرنده انسولینی		
مقدار چربی بدن		
مقدار قند خون		
دفع آب		
دفع $H^+$		



**تمرین ۱۱:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل

پرانتز پر کنید.

الف- اندام سازنده هورمون (انسولین - صفرا) ..... تحت تاثیر هورمون سکرترین قرار دارد.

ب- وقتی مقدار ترشح هورمون ملاتونین به (حداکثر - حداقل)..... می رسد فعالیت گیرنده های مخروطی می تواند به حداکثر برسد..

پ- غده اپی فیز در بالای بخشی قرار دارد که می تواند در (شنوایی - پردازش اولیه پیام های حسی اغلب بدن) ..... نقش داشته باشد.

ت- غده ترشح کننده هورمون تیموسین همانند غده ترشح کننده هورمونی که در (تجزیه گلوکز- تنظیم ریتم های شبانه روزی) ..... نقش دارد در جلوی نای واقع است.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۲:** درستی یا نادرستی جملات زیر را مشخص

کنید:

الف- هر هورمون فقط یک نوع یاخته هدف دارد؟

ب- هر یاخته هدف فقط برای یک نوع هورمون گیرنده اختصاصی دارد.

پ- هیچ یاخته نمی تواند تحت تاثیر هم هورمون و هم ناقل عصبی باشد.

ت- هر هورمونی که روی لنفوسیت موثر باشد، تیموسین است.

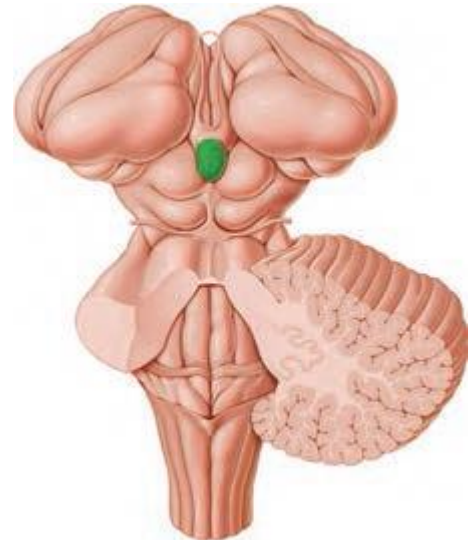
**پاسخ:**

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

فعالیت ۲: تحقیق کنید که برای پیشگیری از دیابت نوع II چه باید کرد؟

### سایر غدد درون ریز

غده رو مغزی (اپی فیز) یکی دیگر از غدد درون ریز مغز است که در بالای برجستگی های چهارگانه قرار دارد (شکل ۱۲) و هورمون **ملاتونین** ترشح می کند. مقدار ترشح این هورمون در شب به حداکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می رسد. عملکرد این هورمون در انسان به خوبی معلوم نیست، اما به نظر می رسد در تنظیم ریتم های شبانه روزی ارتباط داشته باشد.



شکل ۱۲- جایگاه غده رو مغزی

غده تیموس **هورمون تیموسین** ترشح می کند که در تمایز لنفوسیت ها نقش دارد. با تمایز لنفوسیت ها در فصل ۵ پیش تر آشنا خواهیم شد. همچنین عملکرد غده های جنسی و هورمون های آن ها را در فصل ۷ خواهید دید.

### گوناگونی پاسخ های یاخته ها به هورمون ها

ممکن است یک یاخته چند هورمون را دریافت کند یا این که چند یاخته، یک هورمون را دریافت کنند. براساس نوع هورمون و نوع یاخته هدف، پیام پیک به عملکرد خاصی تفسیر می شود. مثلاً وقتی هورمون پاراتیروئیدی که کلسیم خون را افزایش می دهد به کلیه می رسد، باز جذب کلسیم را زیاد می کند، اما همان هورمون در استخوان باعث تجزیه استخوان شده و کلسیم را آزاد می کند.



↓ قند خون =	↑ گلوکاگون =	↓ قند خون =	↑ انسولین =
↓ انسولین =	↑ قند خون =	↓ قند خون =	↑ انسولین =
↓ آلدسترون =	↑ سدیم خون =	↓ آلدسترون =	↑ سدیم خون =
↓ آلدسترون =	↑ پتاسیم خون =	↓ آلدسترون =	↑ پتاسیم خون =
↓ ضدادرار =	↑ آب پلاسما =	↓ ضدادرار =	↑ آب پلاسما =
↓ کلسیم خون =	↑ کلسی تونین =	↓ کلسیم خون =	↑ کلسی تونین =
↓ پاراتیروئیدی =	↑ کلسیم خون =	↓ پاراتیروئیدی =	↑ کلسیم خون =



**تست ۱۳:** در یک دختر بالغ، افزایش شدیدی در

میزان ترشح هورمون‌های..... رخ می‌دهد. در این فرد،

..... به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد. (فارغ کشور ۹۵)

- (۱) یمدار تیروئید - کلسیم خون و ذخیره چربی بدن
- (۲) موجود در هیپوفیز پسین - ترشح هورمون آزاد کننده و غلظت دار
- (۳) هیپوفیزی مؤثر بر تخمدان - ترشح هورمون‌های جنسی و ضخامت دیواره رحم
- (۴) بخش قشری غدد فوق کلیه - فشار خون و میزان رشته‌های کلاژن در بافت زیر پوست

**پاسخ:**



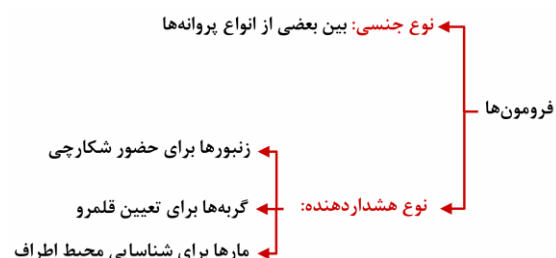
**تست ۱۴:** چند مورد، عبارت زیر را به‌طور

مناسب کامل می‌کند؟ (سراسری ۹۶)

در انسان، کاهش غیرطبیعی هورمون ..... سبب می‌شود تا ..... کاهش یابد.

- آنتی‌دیورتیک - بازجذب اوره به مایع بین سلولی
  - غدد پاراتیروئیدی - بازجذب کلسیم در نفرون‌ها
  - انسولین - ترشح  $H^+$  به درون نفرون‌ها
  - آلدوسترون - غلظت پتاسیم در خون
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

**پاسخ:**

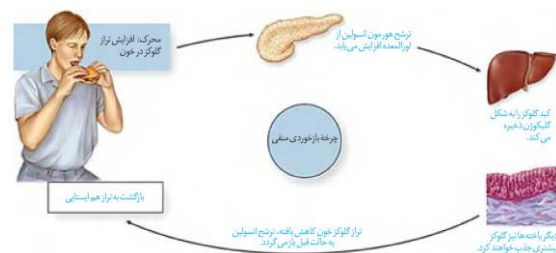


### تنظیم بازخوردی ترشح هورمون‌ها

هورمون‌ها در مقادیر خیلی کم ترشح می‌شوند، اما با همین مقدار کم، اثرات خود را برجای می‌گذارند. بنابراین، تغییر هر چند کم در مقدار ترشح هورمون‌ها اثرات قابل ملاحظه‌ای در پی خواهد داشت. به همین علت ترشح هورمون‌ها باید به دقت تنظیم شود.

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

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



شکل ۱۳ - تنظیم بازخوردی 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. **فرمون‌ها** موادی هستند که از یک فرد ترشح شده و در فرد یا افراد دیگری از **همان گونه** پاسخ‌های رفتاری ایجاد می‌کند. مثلاً زنبور از فرمون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کند. یا مارها قادرند با گیرنده‌هایی شیمیایی زبانشان، فرمون‌های موجود در هوا را تشخیص دهند و از وجود جانوران در اطراف خود آگاه شوند. گره‌ها از فرمون‌ها برای تعیین قلمرو خود استفاده می‌کنند.



## نکته:

واگیردار: میکروب‌ها ایجاد می‌کنند مثل کزاز، ایدز	انواع بیماری
بیماری ژنتیکی: تالاسمی	
اختلال در دستگاه ایمنی: MS	
سوء تغذیه: گواتر	غیر واگیردار



**تست ۱:** چند مورد زیر در نخستین خط دفاعی رخ می‌دهد؟

- \* مرگ میکروب
- \* جلوگیری از رشد میکروب
- \* بیرون راندن میکروب از بدن
- \* جلوگیری از پیشروی میکروب

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

**پاسخ:**



**تمرین ۱:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرازنز پر کنید.

- الف) شاید بهترین راه در امان ماندن از میکروب (نخستین- سومین) ..... خط دفاعی بدن باشد.
- ب) در پوست لایه اپیدرم (برخلاف- همانند) ..... لایه درم در جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن نقش دارند.
- پ) بافت چربی پوست در (زیر- درون) ..... لایه درم قرار دارد.
- ت) یاخته‌های اپیدرم پوست متعلق به (چندین- یک) ..... نوع بافت‌اند که خارجی‌ترین یاخته‌های آن (برده‌اند- زنده اند) ..... و در دفاع نقش (دارند- ندارند) .....

**پاسخ:**

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

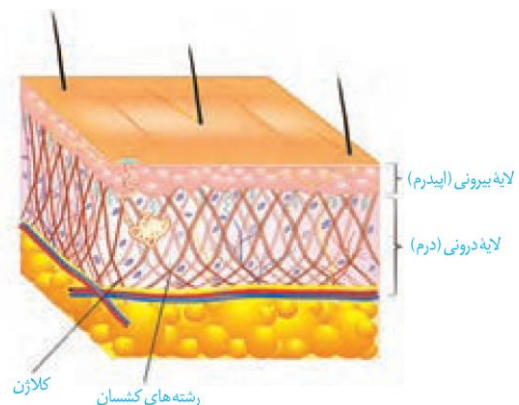
توانایی بدن انسان در بیمار نشدن یا بهبودی یافتن پس از ابتلا به بیماری‌های میکروبی نشان‌دهنده این واقعیت است که بدن می‌تواند در برابر میکروب‌ها از خود دفاع کند.

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

### گفتار ۱: نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع

شاید **بهترین راه** در امان ماندن از میکروب‌ها، جلوگیری از ورود آن‌ها به بدن باشد. واقعیت هم همین است. همان گونه که با دیوار کشیدن در گرداگرد یک شهر، می‌توان سدی در برابر حمله بیگانگان ایجاد کرد، بدن ما به وسیله سدهایی در اطراف خود، محافظت می‌شود. پوست و مخاط، سد محکمی در برابر ورود میکروب‌ها ایجاد می‌کنند.

پوست یکی از اندام‌های بدن است که لایه‌های بیرونی و درونی آن در جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن نقش دارند (شکل ۱). لایه بیرونی شامل چندین لایه یاخته پوششی است که خارجی ترین یاخته‌های آن **مرده‌اند**. یاخته‌های مرده به تدریج می‌ریزند و به این ترتیب، میکروب‌هایی را که به آن چسبیده‌اند، از بدن دور می‌کنند.



شکل ۱- لایه‌های مختلف پوست



**تمرین ۲:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف) چرم از لایه‌ای از پوست به وجود می‌آید که محکم و غیرقابل نفوذ است.

ب) موادی که در سطح پوست مانع از رشد میکروب‌های بیماری‌زا می‌شوند مشابه موادی‌اند که ماهیچه‌ها در انقباض‌های طولانی به‌عنوان سوخت استفاده می‌کنند.

پ) مایعی که روی سطح درم پوست ترشح می‌شود همانند مایعی که روی سطح قرنیه وجود دارد دارای نمک و آنزیم لیزوزیم است.

ت) بافت زیر درم پوست، جنسی مشابه لایه روی استخوان دارد.

**پاسخ:**



**تمرین ۳:** با علامت + و - مشخص کنید در کدام موارد در درم و اپیدرم پوست یافت می‌شوند.

اپیدرم	درم	ساختار
+	+	گیرنده عصبی
-	+	رگ خونی
-	+	کلاژن
-	+	بافت پوششی ترشحي

**پاسخ:**

در لایه درونی، **بافت پیوندی رشته‌ای** وجود دارد که رشته‌ها در آن به طرز محکمی به هم تابیده‌اند. این لایه محکم و با دوام است. **چرم** که از پوست جانوران درست می‌شود مربوط به همین لایه است. **لایه درونی، عملاً سدی محکم و غیر قابل نفوذ است.** پوست فقط یک سد ساده نیست؛ بلکه ترشحات مختلفی هم دارد. سطح پوست را ماده‌ای چرب می‌پوشاند. این ماده به علت داشتن اسیدهای چرب، **خاصیت اسیدی** دارد. محیط اسیدی برای زندگی میکروب‌های بیماری‌زا **مناسب نیست.**

فعالیت ۱: تحقیق کنید که:

الف) چربی سطح پوست چه فواید دیگری دارد؟

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

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

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

با این که پوست سد محکمی است، اما همه جای بدن را نپوشانده است. دستگاه‌های تنفس، گوارش و ادراری تناسلی با محیط بیرون در ارتباطند و امکان نفوذ میکروب‌ها از طریق آن‌ها وجود دارد. سطح مجاری این دستگاه‌ها را **مخاط پوشانده است.** به یاد دارید که مخاط از **یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی** تشکیل شده است و ماده چسبناکی را به نام ماده مخاطی ترشح می‌کند.

یاخته‌های پوششی به **هم چسبیده‌اند** و **سدی** را ایجاد می‌کنند. همچنین ماده مخاطی، که چسبناک است، میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و **از پیشروی آن‌ها جلوگیری می‌کند.** ترشحات مخاط، با داشتن **لیزوزیم** موجب کشته شدن باکتری‌ها می‌شود.

علاوه بر مخاط، در هر کدام از دستگاه‌های یادشده ساز و کارهای دیگری هم برای مبارزه با میکروب‌ها وجود دارد. به عنوان مثال، **مخاط مژک‌دار** در دستگاه تنفس مانع نفوذ میکروب‌ها به بخش‌های عمیق‌تر می‌شود. در دستگاه گوارش، **بزاق لیزوزیم** دارد. همچنین **اسید معده،** میکروب‌های موجود در غذا را نابود می‌سازد.

**تست ۲:** چند مورد درست است؟

- + \* بعضی از مکانیسم‌های نخستین خط دفاعی بدن وابسته به عمل دستگاه عصبی مرکزی است.
- \* شرط بیگانه‌خواری میکروب‌ها توسط ماکروفاژها، نفوذ میکروب‌ها به زیر بافت‌های پوششی بدن است.
- + \* هر بافت پوششی سنگ‌فرشی چند لایه جزو نخستین خط دفاعی بدن است.
- \* سد خونی - مغزی مانع از ورود میکروب از محیط بیرونی به محیط داخلی بدن می‌شود.

۱ (۱) ۳ (۲) ۳ (۳) صفر (۴) ۲

**پاسخ:**

ساز و کارهایی مانند عطسه، سرفه، استفراغ، مدفوع و ادرار باعث بیرون راندن میکروب‌های مجاری می‌شود. اشک با داشتن نمک و لیزوزیم از چشم محافظت می‌کند.

فعالیت ۲: مخاط مؤک‌دار دستگاه تنفس چگونه مانع نفوذ میکروب‌ها می‌شود؟  
چه عواملی به این بخش آسیب می‌زند؟

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

**نکته:** جمع‌بندی مکانیسم‌های دفاعی نخستین خط

دفاعی بدن:

الف - بافت پوششی	۱- سنگ‌فرشی چند لایه (پوست، دهان و مری) ۲- استوانه‌ای تک لایه (لوله گوارش) ۳- استوانه‌ای تک لایه مزه‌دار (مجاری تنفسی) ۴- بافت پوششی (مجاری ادراری - تناسلی)
ب- ترشحات بدن	۱- اشک و عرق (حاوی آنزیم لیزوزیم + نمک) ۲- اسید چرب ۳- مایع مخاطی ۴- بزاق ۵- شیرۀ معده
پ- واکنش‌های دفاعی	۱- عطسه و سرفه ۲- استفراغ ۳- دفع مدفوع و ادرار
ت- میکروب‌های مفید	

**تمرین ۴:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف) در بدن انسان هر بافت پوششی مزه‌دار، مانع از نفوذ میکروب‌ها به بخش‌های عمیق‌تر دستگاه تنفس می‌شود.
- + ب) برای ترشح لیزوزیم دستگاه عصبی محیطی دخالت دارد.
- + پ) در نخستین خط دفاعی بدن فعالیت بعضی از ماهیچه‌های حلقوی صاف یا اسکلتی ضروری است.
- ت) هر پروتئینی که در نخستین خط دفاعی بدن نقش دارد، نوعی آنزیم است.

**پاسخ:**



**نکته:**

دومین خط دفاعی بدن در یک نگاه:

دومین خط دفاعی بدن	۱- بیگانه خوارها (فاگوسیت‌ها)	داخل و خارج خون = نوتروفیل
		خارج از خون
		ماکروفاژ یاخته‌ دارینه‌ای ماستوسیت‌ها
دومین خط دفاعی بدن	۲- گویچه‌های سفید (نوتروفیل + بازوفیل + ائوزینوفیل + مونوسیت + لنفوسیت)	
	۳- پروتئین‌ها (اینترفرون + پروتئین‌های مکمل)	
	۴- پاسخ التهابی	
	۵- تب	

**گفتار ۲: دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع**

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

**مشاهده یک دانشمند**

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

**خودی و بیگانه**

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

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

**بیگانه‌خوارها (فاگوسیت‌ها)**

در انسان انواع مختلفی از یاخته‌های بیگانه‌خوار شناسایی شده‌اند. بیگانه‌خوارها در جای‌جای بدن انسان حضور دارند. **درشت خوار** یکی از بیگانه‌خوارهاست (شکل ۲).



**تست ۳: جانور مورد مطالعه مچنیکو ممکن نیست**

- ۱) در پوست خود دارای محل‌هایی برای تنفس باشد.
- ۲) در زیر پوست خود دارای یاخته‌های بیگانه‌خوار باشد.
- ۳) همانند ماهی دارای دفاع اختصاصی باشد.
- ۴) برخلاف عروس دریایی دارای اسکلت درونی باشد.

**پاسخ:**



**تمرین ۵: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را**

- مشخص کنید.
- الف) هر یاخته‌ای که سبب ایجاد پاسخ در دستگاه ایمنی بدن انسان شود، بیگانه تلقی می‌شود.
- ب) هر یاخته بیگانه که توسط بیگانه‌خوارها مورد حمله قرار می‌گیرد، نوعی میکروب است.

**پاسخ:**



**تمرین ۶: چرا دومین خط دفاعی بدن، نوعی دفاع**

غیراختصاصی است؟

**پاسخ:**





**تست ۴:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل

می کند؟

هر یاخته بیگانه خواری در دستگاه ایمنی بدن انسان .....

\* پس از دیپدز فعالیت خود را شروع می کند. -

\* اگر نوتروفیل نباشد از تغییر شکل مونوسیت پدید می آید. -

\* قادر به مبارزه با میکروب های وارد شده به محیط داخلی بدن هستند. +

\* نوعی درشت خوار است که در دومین خط دفاعی بدن فعالیت دارد. -

۱ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴) صفر

**پاسخ:**



**تست ۵:** ماکروفاژها در تجزیه چند مورد زیر نقش

دارند؟

\* رنگ های صفرا -

\* هم +

\* آنزیم انیدراز کربنیک +

\* پادتن +

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**پاسخ:**



شکل ۲- درشت خوار در حال بیگانه خواری

واژه درشت خوار (ماکروفاژ) برای شما آشناست. آیا درشت خوارهای حبابکی را در شش ها به یاد دارید؟ درشت خوارها در اندام های مختلف، از جمله گره های لنفاوی، حضور دارند و با میکروب ها مبارزه می کنند.

یکی دیگر از وظایف درشت خوار از بین بردن یاخته های مرده بافت ها یا بقایای آن ها است. از سال گذشته به یاد دارید که کبد و طحال گویچه های قرمز مرده را پاکسازی می کنند. می دانید چگونه؟ این کار به وسیله درشت خوارهای این اندام ها انجام می شود.

نوع دیگری از بیگانه خوارها یاخته های دندریتی نام دارد. این یاخته ها را به علت داشتن انشعابات دندریت مانند، به این نام می خوانند. یاخته های دندریتی در بخش هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می شوند. این یاخته ها علاوه بر بیگانه خواری، قسمت هایی از میکروب را در سطح خود قرار می دهند. سپس خود را به گره های لنفاوی نزدیک می رسانند، تا این قسمت ها را به یاخته های ایمنی ارائه کنند (شکل ۳). یاخته های ایمنی با شناختن این قسمت ها، میکروب مهاجم را شناسایی خواهند کرد.



**تمرین ۷:** برای تکمیل هر یک از جملات زیر کدام

مورد درون پرانتز مناسب تر است؟

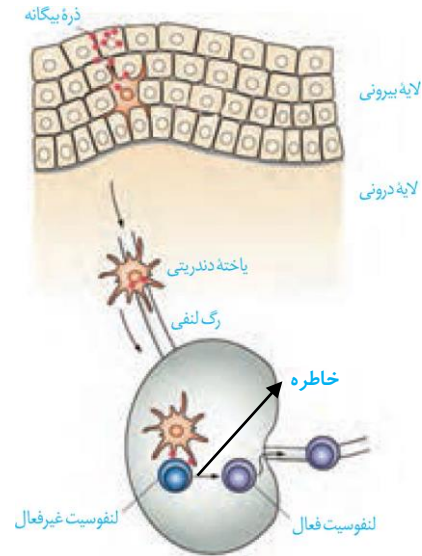
الف) یاخته های دندریتی در پوست (برخلاف- همانند) لایه اپیدرم در لایه درم یافت می شود.

ب) در کبد (برخلاف- همانند) طحال، بیلی روبین ساخته می شود.

پ) یاخته های دندریتی ممکن (نیست- است) در تقسیم لنفوسیت ها دخالت داشته باشند.

ت) ماستوسیت ها (همانند- برخلاف) یاخته های دندریتی در پوست (کبد) به فراوانی یافت می شوند.

**پاسخ:**



شکل ۳- نحوه عملکرد یاخته‌های دندریتی

**تست ۶:** کدام عبارت جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

هر یاخته ..... قطعاً، بیگانه‌خوار است.

- (۱) ترشح‌کننده هیستامین
- (۲) دارای رشته‌های سیتوپلاسمی
- (۳) که از رگ لنفی وارد گره لنفی می‌شود
- (۴) دارای هسته چند قسمتی با میان یاخته دارای دانه‌های روشن ریز

**پاسخ:**

**تست ۷:** چند مورد از وظایف بیگانه‌خوارهای دستگاه ایمنی بدن انسان است؟

- + \* تغییر نیروی تراوش خون
  - + \* تغییر انقباض یاخته‌های دوکی شکل
  - + \* تبدیل لنفوسیت غیرفعال به لنفوسیت فعال
  - + \* تغییر توزیع گویچه‌های سفید در بافت‌ها
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

**پاسخ:**

بیگانه‌خوار دیگر **ماستوسیت** نام دارد. ماستوسیت‌ها مانند یاخته‌های دندریتی در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، به فراوانی یافت می‌شوند. ماستوسیت‌ها ماده‌ای به نام **هیستامین** دارند. هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آن‌ها را زیاد می‌کند. گشاد شدن رگ‌ها باعث افزایش جریان خون و حضور بیش‌تر گویچه‌های سفید می‌شود.

نفوذپذیری بیش‌تر رگ‌ها موجب می‌شود، تا خوناب که حاوی پروتئین‌های دفاعی است بیش از گذشته به خارج رگ نشت کند. **نوتروفیل**، بیگانه‌خوار دیگری است که از انواع گویچه‌های سفید است. نوتروفیل‌ها را در بخش گویچه‌های سفید بررسی می‌کنیم.

### گویچه‌های سفید

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

با پیشرفت روش‌های رنگ‌آمیزی و کار با میکروسکوپ، دانشمندان به کشفی دست یافتند که می‌توانست این معما را حل کند. دانشمندان مشاهده کردند که گویچه‌های سفید نه تنها در خون، بلکه در بافت‌های دیگر هم یافت می‌شوند. پس گویچه‌های سفید، توانایی خروج از خون را دارند.

**تمرین ۸:** به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید:

الف) با پیشرفت چه تکنیکی دانشمندان موفق شدند که بفهمند بین میکروب‌های خارج از خون و گویچه‌های سفید داخل خون ارتباط وجود دارد؟

ب) تراگذاری (دیپدز) فرایند عبور گویچه‌های سفید از چه نوع رگی است و از ویژگی‌های کدام گروه از گویچه‌های سفید است؟

**پاسخ:**



مگا کاربوسیت (پلاکت‌ها)		سلول بنیادی	یاخته میلونیدی
اریتروسیت (گویچه سرخ)			
بازوفیل	گویچه‌های سفید دانه‌دار		
اُتوزینوفیل			
بیگانه‌خوارها	نوتروفیل		
	ماکروفاز		
ماستوسیت			
لنفوسیت غیراختصاصی (یاخته کشنده طبیعی)		یاخته لنفونیدی	
B	لنفوسیت اختصاصی		
T			

فرایند عبور گویچه‌های سفید را از دیواره مویرگ‌ها، **تراگذاری** (دیاپدز) می‌نامند (شکل ۴). تراگذاری از ویژگی‌های همه گویچه‌های سفید است.

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



شکل ۴- تراگذاری گویچه سفید

فعالیت ۳: در شکل زیر، انواع گویچه‌های سفید نشان داده شده است (مقیاس گویچه‌ها نسبت به هم رعایت نشده است). با توجه به آنچه که در سال قبل خوانده‌اید:



الف) نام هر یک را بیان کنید.  
ب) میان یاخته در کدام گویچه‌ها دانه‌دار و در کدام یک بدون دانه است؟  
ج) دانه‌ها از چه چیزی ساخته شده‌اند؟

تست ۸: در شکل مقابل کدام گلبول سفید اشتباه

نام گذاری شده است؟

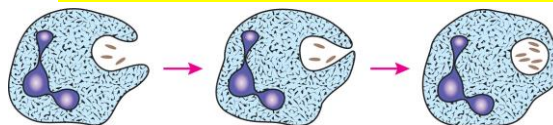


- ۱) اُتوزینوفیل
- ۲) بازوفیل
- ۳) مونوسیت
- ۴) نوتروفیل

پاسخ:

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

نوتروفیل‌ها مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک‌اند.



شکل ۵- بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها

همه عوامل بیماری‌زا را نمی‌توان با بیگانه‌خواری از بین برد. برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل

**تست ۹:** یاخته‌هایی که از آن‌ها به‌عنوان «نیروهای واکنش سریع» تشبیه می‌شود ممکن نیست .....  
 (۱) مواد دفاعی زیادی حمل کنند.  
 (۲) در خارج از خوناب بیگانه‌خواری کنند.  
 (۳) میان‌یاخته‌ای با دانه‌های ریز و روشن داشته باشند.  
 (۴) توانایی شناسایی یاخته‌های بیگانه را داشته باشند.

**پاسخ:**

بیگانه‌خواری نیستند، **اُتوزینوفیل‌ها** مبارزه می‌کنند. اُتوزینوفیل‌ها به جای بیگانه‌خواری، محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند (شکل ۶).



شکل ۶- اُتوزینوفیل‌ها لارو انگل را احاطه کرده‌اند.

**تمرین ۹:** موارد ستون الف و ب را با هم ارتباط دهید:

الف	ب
(۱) مونوسیت	(a) میان‌یاخته با دانه‌های روشن درشت
(۲) بازوفیل	(b) میان‌یاخته با دانه‌های تیره
(۳) اُتوزینوفیل	(c) هسته تکی خمیده یا لوبیایی
(۴) نوتروفیل	(d) هسته تکی گرد یا بیضی
(۵) لنفوسیت	(e) میان‌یاخته با دانه‌های روشن ریز

**پاسخ:**

**مونوسیت‌ها،** از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به **درشت‌خوار** و یا **یاخته‌های دندریتی** تبدیل می‌شوند. لنفوسیت‌ها انواع مختلفی دارند. لنفوسیتی را که در دفاع غیراختصاصی نقش دارد، **یاخته کشنده طبیعی** می‌نامند که **یاخته‌های سرطانی** و **آلوده به ویروس** را نابود می‌کنند. این یاخته کشنده طبیعی، به یاخته سرطانی متصل می‌شود، با ترشح پروتئینی به نام **پرفورین** منفذی در غشای یاخته ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن **آنزیمی** به درون یاخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته می‌شود (شکل ۷). در یاخته‌ها، برنامه‌های وجود دارد که در صورت اجرای آن، یاخته می‌میرد. این نوع مرگ را **مرگ برنامه‌ریزی شده** می‌نامند. لنفوسیت‌های دفاع اختصاصی را لنفوسیت‌های **B** و **T** می‌نامند و کمی بعد با آن‌ها آشنا خواهیم شد.

**تست ۱۰:** کدام عبارت در مورد یاخته کشنده طبیعی نادرست است؟  
 (۱) از یاخته لنفوتیدی به‌وجود می‌آید.  
 (۲) باعث ایجاد منافذ در غشای ویروس‌ها و یاخته‌های سرطانی می‌شود.  
 (۳) برای تولید و ترشح پرفورین، **ATP** مصرف می‌کند.  
 (۴) باعث افزایش فعالیت مونوسیت‌های خارج شده از خون می‌شود.

**پاسخ:**

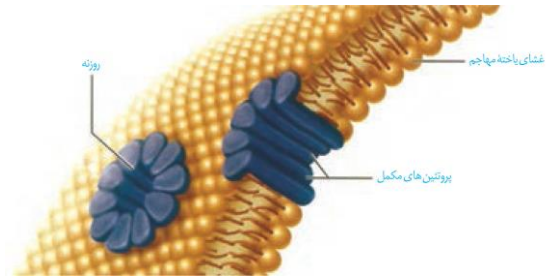


شکل ۷- نحوه عملکرد یاخته کشنده طبیعی

فعالیت ۴: یک گسترش آماده خون را با میکروسکوپ مشاهده و انواع گویچه‌های سفید را در آن مشاهده کنید.

## پروتئین‌ها

علاوه بر یاخته‌ها، پروتئین‌ها هم در ایمنی بدن نقش دارند. **پروتئین‌های مکمل**، گروهی از پروتئین‌های خون (محلول در خوناب) اند. این پروتئین‌ها در فرد غیر آلوده به صورت **غیرفعال اند**، اما **اگر** میکروبی به بدن نفوذ کند، فعال می‌شوند. واکنش فعال شدن، به این صورت است که وقتی یکی فعال می‌شود، دیگری را فعال می‌کند و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. پروتئین‌های فعال شده به کمک یکدیگر، **ساختارهای حلقه ماندنی** را در غشای میکروپها ایجاد می‌کنند که مشابه یک روزنه عمل می‌کند. این روزنه‌ها **عملکرد غشای** یاخته‌ای میکروپ را در کنترل ورود و خروج مواد از بین می‌برند و سرانجام یاخته می‌میرد (شکل ۸). علاوه بر آن، قرارگرفتن پروتئین‌های مکمل روی میکروپ، باعث می‌شود که بیگانه‌خواری آسان‌تر انجام شود.



شکل ۸- نحوه عملکرد پروتئین‌های مکمل

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

## پاسخ التهابی

هر یک از ما به نوعی تجربه زخمی شدن یا بریدگی را داشته‌ایم. در این موارد، پوست آسیب می‌بیند و میکروب‌ها فرصتی برای نفوذ پیدا می‌کنند. **قرمزی، تورم، گرما و درد** که در موضع آسیب دیده مشاهده می‌شوند، **نشانه‌های التهاب** اند. التهاب، **پاسخی موضعی** است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. این پاسخ به از بین بردن میکروب‌ها، **جلوگیری** از انتشار میکروب‌ها و **تسریع** بهبودی می‌انجامد. التهاب چگونه ایجاد می‌شود؟



**تمرین ۱۰:** برای تکمیل جملات زیر کدام مورد داخل پرانتز مناسب‌تر است؟

(الف) هر یاخته‌ای که از تقسیم سلول (میلوئیدی - **لنفوئیدی**) ..... به وجود می‌آید در دستگاه ایمنی بدن نقش دارد.

(ب) در مرگ برنامه‌ریزی شده آنزیم‌های آزاد شده (همانند- **برخلاف**) ..... پرفورین ترشح شده به درون سلول هدف وارد می‌شوند.

(پ) پروتئین‌های مکمل (**قبل** - بعد) ..... از تشکیل ساختار حلقه مانند فعال می‌شوند.

(ت) ماکروفاژها در مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته هدف نقش (**دارند** - ندارند) .....

پاسخ:



**تست ۱۱:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

هر ..... که در ..... دخالت دارد، قطعاً ..... است.

\* لنفوسیتی - افزایش فعالیت ماکروفاژها - یاخته کشنده طبیعی

\* پروتئینی - ایجاد منفذ در غشای میکروپ - پروتئین مکمل

\* پروتئینی - افزایش فعالیت درشت خوارها - پرفورین

\* بیگانه‌خواری - فعال کردن لنفوسیت - ماستوسیت

(۱) ۱ (۲) صفر (۳) ۲ (۴) ۴

پاسخ:



**تست ۱۲:** اینترفرون (I) ..... اینترفرون (II) .....

(۱) همانند - از یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شود.

(۲) برخلاف - از یاخته کشنده طبیعی و لنفوسیت T ترشح می‌شود.

(۳) همانند - در واکنش‌های عمومی و سریع نقش دارد.

(۴) برخلاف - نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد.

پاسخ:







**تمرین ۱۲:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- هر لنفوسیتی که به صورت بالغ از مغز استخوان خارج می‌شود، لنفوسیت **B** است.

ب- هر لنفوسیتی که به صورت نابالغ از مغز استخوان خارج می‌شود برای بلوغ نیاز به هورمون تیموسین دارد.

پ- هر اندام تولیدکننده لنفوسیت در فرد بالغ، هدف هورمون ایتروپویتین است.

ت- در هر سامانه هاورس، یاخته‌های شرکت‌کننده در دفاع اختصاصی تولید می‌شوند.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۳:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- محل (بلوغ- تولید) ..... لنفوسیت **T** (جلوی- پشت) ..... نای قرار دارد.

ب- مولکول‌هایی که توسط لنفوسیت‌ها شناسایی می‌شوند (پادگن- آنتی‌ژن) ..... نام دارد.

پ- در گره‌های لنفی (همانند- برخلاف) ..... مغز استخوان لنفوسیت‌ها (فعال- غیرفعال- هر دو) ..... وجود دارد.

ت- غده تیموس در زمانی که صفحه رشد بسته می‌شود فعالیت (زیادی- کمی) ..... دارد.

**پاسخ:**



**تست ۱۶:** هر یک از لنفوسیت‌های ..... ممکن نیست

.....

(۱) **B**- در سطح خود دارای انواعی از گیرنده‌های آنتی‌ژنی باشد.

(۲) **T**- دارای گیرنده‌هایی باشد که فقط به یک نوع آنتی‌ژن متصل شوند.

(۳) **B**- دارای گیرنده‌ای باشد که به بیش از یک آنتی‌ژن متصل شود.

(۴) **T**- در محل تولید خود توانایی شناسایی آنتی‌ژن را داشته باشد.

**پاسخ:**

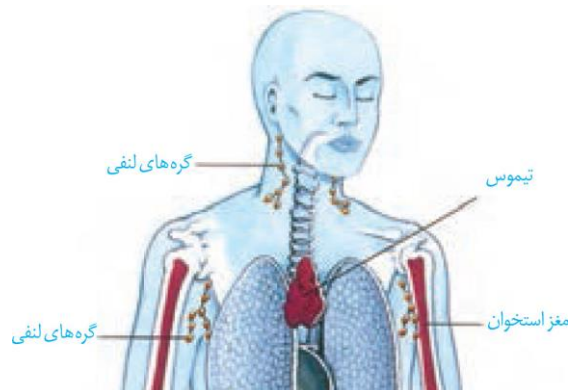
### گفتار ۳: سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی

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

#### لنفوسیت‌ها و شناسایی آنتی‌ژن

دفاع اختصاصی به وسیله لنفوسیت‌های **B** و **T** انجام می‌شود. هر دو نوع لنفوسیت در مغز استخوان تولید می‌شوند و در ابتدا نابالغ‌اند؛ یعنی توانایی شناسایی عامل بیگانه را ندارند.

لنفوسیت‌های **B** در همان مغز استخوان اما لنفوسیت‌های **T** در تیموس بالغ می‌شوند و به این ترتیب، توانایی شناسایی عامل بیگانه را به‌دست می‌آورند (شکل ۱۰). تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازه آن تحلیل می‌رود.

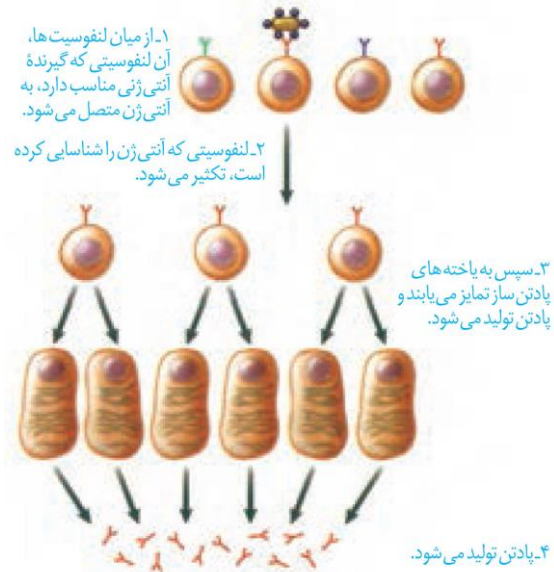


شکل ۱۰- محل بلوغ لنفوسیت‌ها

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

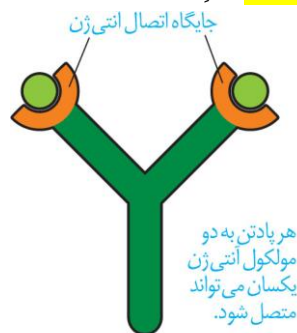
**نحوه عملکرد لنفوسیت B**

لنفوسیت B آنتی ژن سطح میکروبها یا ذرات محلول مثل ویروسها یا سم میکروبها را شناسایی می کند. از میان لنفوسیت های با گیرنده های مختلف، آن لنفوسیتی که توانسته است آنتی ژن را شناسایی کند به سرعت تکثیر می شود و یاخته هایی به نام پادتن ساز (پلاسموسیت) را پدید می آورد (شکل ۱۱). یاخته پادتن ساز پادتن ترشح می کند. پادتن همراه مایعات بین یاخته ای، خون و لنف به گردش در می آید و هر جا با میکروب برخورد کرد آن را نابود، یا بی اثر می سازد.



شکل ۱۱- نحوه عملکرد لنفوسیت B

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



شکل ۱۲- مولکول پادتن

پادتنها بر دو نوع اند. یک نوع از آنها به غشای 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).



**تمرین ۱۴:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- لنفوسیت B برای تبدیل به یاخته پادتن ساز قطعاً تقسیم می شود.

ب- لنفوسیت B برای تبدیل به یاخته پادتن ساز قطعاً تمایز می یابد.

پ- هر لنفوسیتی که به یاخته پادتن ساز تبدیل می شود در سطح خود گیرنده هایی دارد که به آنتی ژن متصل اند.

ت- DNA هر لنفوسیت B که به آنتی ژنی متصل شود، همانندسازی می کند.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۵:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- یاخته پادتن ساز (برخلاف- همانند) ..... لنفوسیت B پادتن می سازد.

ب- لنفوسیت B (برخلاف- همانند) ..... یاخته پادتن ساز توانایی شناسایی آنتی ژن را دارد.

پ- ویروسها (برخلاف- همانند) ..... پادتنها در خون محلول اند.

ت- هر لنفوسیت B (می تواند- نمی تواند) ..... پادتنی مشابه با گیرنده خود ترشح کند.

**پاسخ:**



**تست ۱۷:** هر پادتنی قطعاً .....  
 ۱) پس از ورود آنتی ژن به بدن ساخته می شود.  
 ۲) تحت تأثیر پپسین به آمینو اسید هیدرولیز می شود.  
 ۳) به دو مولکول پادگن یکسان می تواند متصل شود.  
 ۴) پس از برخورد با میکروب آن را نابود می کند.

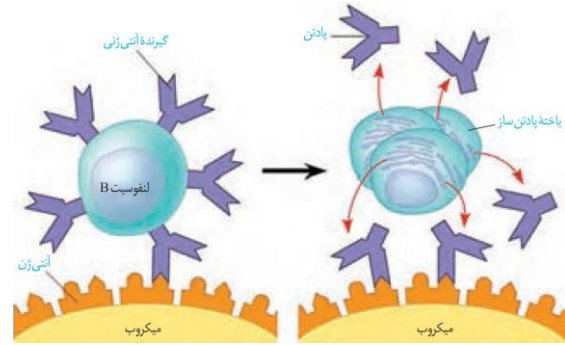
**پاسخ:**



**تست ۱۸:** در مورد روش‌های تأثیر پادتن روی آنتی‌ژن، ممکن نیست .....

- (۱) به یک آنتی‌ژن، بیش از یک پادتن متصل شود.
- (۲) آنتی‌ژن‌های ویروسی توسط پادتن خنثی شوند.
- (۳) تراگذاری ماکروفاژها افزایش یابد.
- (۴) پادزهرها موجب افزایش فاگوسیتوز شوند.

**پاسخ:**



شکل ۱۳- هر لنفوسیت فقط یک نوع گیرنده دارد که پس از تبدیل به پادتن‌ساز پادتنی مشابه با گیرنده خود ترشح می‌کند.

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



شکل ۱۴- نحوه عملکرد پادتن

### نحوه عملکرد لنفوسیت T

لنفوسیت T، یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً سرطانی یا آلوده به ویروس شده است را نابود می‌کند. همچنین به یاخته‌های بخش پیوند شده حمله می‌کند. لنفوسیت T پس از شناسایی آنتی‌ژن تکثیر می‌شود و لنفوسیت‌های T کشته را پدید می‌آورد.

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



**تمرین ۱۷:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- در مبارزه با سلول‌های سرطانی سومین خط دفاعی بدن (برخلاف- همانند) .....

ب- یاخته کشنده طبیعی (همانند- برخلاف) ..... یاخته T کشنده در مرگ برنامه‌ریزی شده دخالت دارد.

پ- لنفوسیت T کشنده (پس- قبل) از ..... ورود آنتی‌ژن به بدن پدید می‌آید.

ت- یاخته ترشح‌کننده اینترفرون (I) (برخلاف- همانند) .....

یاخته ترشح‌کننده اینترفرون (II) هدف لنفوسیت T کشنده است.

**پاسخ:**



**تست ۱۹:** هر یاخته ..... قطعاً .....

- (۱) ترشح‌کنندهٔ پرفورین- در دومین خط دفاعی دخالت دارد.
- (۲) تولیدکنندهٔ پادتن- قابلیت تقسیم شدن دارد.
- (۳) تولیدکنندهٔ اینترفرون (II)- از تقسیم یاختهٔ لنفوئیدی پدید می‌آید.
- (۴) ترشح‌کنندهٔ آنزیم برای مرگ برنامه‌ریزی شده- در دومین خط دفاعی دخالت دارد.

**پاسخ:**

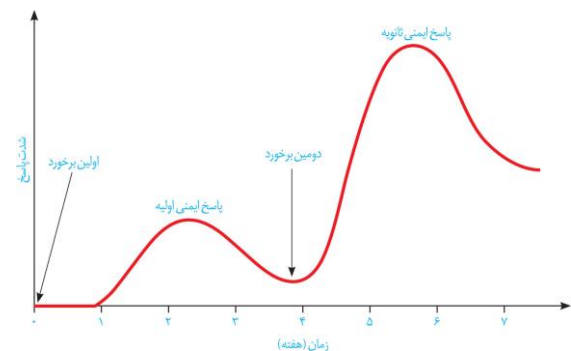
فعالیت ۷: آنفلوآنزای پرندگان را ویروسی پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها، از جمله انسان را نیز آلوده کند. این ویروس به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی بیش از حد معمول فعالیت کند. بدین ترتیب، به تولید انبوه و بیش از اندازهٔ لنفوسیت‌های T می‌انجامد.

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

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

**پاسخ اولیه و ثانویه در ایمنی اختصاصی**

دفاع اختصاصی، فرایندی است که برای شناسایی آنتی‌ژن و تکثیر لنفوسیت‌ها به زمان نیاز دارد. از این رو، برخلاف دفاع غیراختصاصی، دفاع سریعی نیست. اما اگر آنتی‌ژنی که قبلاً به بدن وارد شده دوباره به بدن وارد شود، پاسخ دفاع اختصاصی نسبت به قبل سریع‌تر و قوی‌تر است (شکل ۱۵)؛ چرا؟



شکل ۱۵- پاسخ اولیه و ثانویه

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

وقتی لنفوسیت، آنتی‌ژنی را شناسایی می‌کند تکثیر می‌شود، علاوه بر یاخته‌های گفته شده، یاخته‌های دیگری به نام **یاخته‌های خاطره** پدید می‌آید که تا مدت‌ها در خون باقی می‌مانند (شکل ۱۶).

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



**تمرین ۱۸:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر

- را مشخص کنید.
- الف- عامل آنفلوآنزای پرندگان موجب می‌شود یاخته‌های ششی اینترفرون (I) تولید کنند.
- ب- عامل آنفلوآنزای پرندگان موجب می‌شود نوعی از یاخته‌های با هسته تکی، گرد یا بیضی بیش از اندازه تولید شوند.
- پ- لنفوسیت‌های T کشنده برخلاف لنفوسیت B می‌توانند به یاختهٔ هدف متصل شوند.
- ت- یاخته‌های خاطره در برخورد با هر نوع آنتی‌ژنی، سریعاً به آن پاسخ می‌دهند.

**پاسخ:**



**تست ۲۰:** پاسخ اولیه به واکنس نسبت به پاسخ ثانویه .....

- (۱) مدت زمان کوتاه‌تری طول می‌کشد.
- (۲) با تولید پادتن بیش‌تری همراه است.
- (۳) با تولید یاخته‌های خاطره بیش‌تری همراه است.
- (۴) شدت اثر کم‌تری دارد.

**پاسخ:**





**تست ۲۱:** در تزریق اول واکسن نسبت به تزریق دوم

واکسن کدام یک تغییر نمی کند؟

- ۱) تعداد لنفوسیت های خاطره
- ۲) تعداد جایگاه اتصال آنتی ژن هر پادتن
- ۳) مقدار پادتن ترشحي
- ۴) فعاليت درشت خوارها

**پاسخ:**



**تمرین ۱۹:** برای هر یک از موارد زیر یک دلیل

قانع کننده بنویسید.

الف- یاخته های دارینه ای می توانند در بعضی موارد اثر تزریق واکسن را کم و در بعضی موارد زیاد کنند.

ب- با تزریق سرم هیچ یاخته خاطره ای تولید نمی شود.

**پاسخ:**

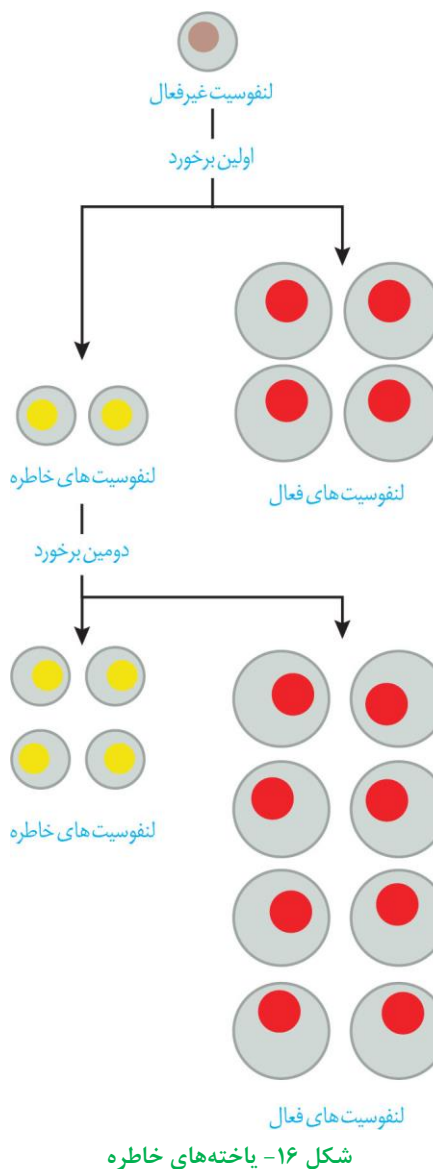


**تمرین ۲۰:** موارد ستون «الف» و «ب» را با هم ارتباط

دهید.

الف	ب
۱- ایمنی فعال	(a) سرم
۲- ایمنی غیرفعال	(b) واکسن
۳- همواره موقتی	
۴- بیش تر موارد دائمی	

**پاسخ:**



فعالیت ۸: علت شدید تر بودن پاسخ ایمنی در برخورد دوم نسبت به برخورد اول چیست؟

از خاصیت حافظه دار بودن دفاع اختصاصی، در **واکسیناسیون** استفاده می شود. کافی است یک بار میکروب را در شرایط کنترل شده به دستگاه ایمنی معرفی کنیم و به این طریق یاخته های خاطره را پدید آوریم. بدین ترتیب، اگر دوباره همان میکروب به بدن وارد شود، قبل از آن که فرصت عمل پیدا کند، دستگاه ایمنی آن را از پای در می آورد.

واکسن، میکروب ضعیف شده، کشته شده، آنتی ژن میکروب یا سم خنثی شده آن است که با وارد کردن آن به بدن، یاخته های خاطره پدید می آید (شکل ۱۷). به همین علت، ایمنی حاصل از واکسن را **ایمنی فعال** می نامند. در مقابل،

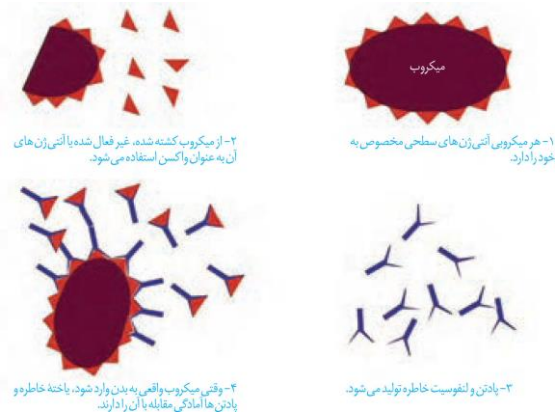


**تمرین ۲۱:** در ارتباط با راه‌های انتقال بیماری ایدز با علامت + و - جدول زیر را پر کنید.

راه انتقال	منتقل می‌شود	منتقل نمی‌شود	اثبات نشده
نیش حشرات			
شیردهی			
بزاق			
سرم			
غذا			
ادرار			
روبوسی			

**پاسخ:**

ایمنی حاصل از سرم ایمنی، **غیر فعال** است چون پادتن در بدن تولید نشده و یاخته‌ی خاطره‌ای نیز پدید نیامده است.



شکل ۱۷- نحوه عملکرد واکسن

فعالیت ۹: الف) کودکان ایرانی چه واکسن‌هایی را دریافت می‌کنند؟ در چه زمانی؟  
 ب) چرا بعضی از واکسن‌ها را باید تکرار کرد؟

**ایدز، نگاهی دقیق‌تر به ایمنی اختصاصی**

نقص ایمنی اکتسابی که به اختصار **ایدز (AIDS)** نامیده می‌شود، نوعی بیماری است که عامل آن ویروس است. ویروس این بیماری **HIV** نام دارد. در این بیماری عملکرد در دستگاه ایمنی فرد، دچار نقص می‌شود. به همین دلیل حتی ابتلا به **کم خطرترین بیماری‌های واگیر** ممکن است به مرگ منجر شود. ویروس ایدز پس از ورود به بدن **ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال** نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند. **چنین فردی آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و هیچ علامتی از ایدز را ندارد.** **تنها راه تشخیص آن،** انجام آزمایش پزشکی است. فرد آلوده یا بیمار می‌تواند این ویروس را به دیگران منتقل کند. به این ترتیب، باعث انتشار ویروس شود.

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



**تست ۲۲:** چند مورد درست است؟

- \* ایدز ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال طول بکشد.
- \* در نقص ایمنی اکتسابی، اینترفرون (I) ترشح می‌شود.
- \* تنها راه تشخیص آلودگی به HIV، انجام آزمایش پزشکی است.
- \* بهترین راه مقابله با بیماری ایدز پیشگیری از راه واکسن است.

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

**پاسخ:**



**تست ۲۳:** در فرد مبتلا به ایدز چند مورد زیر دچار اختلال نمی‌شود؟

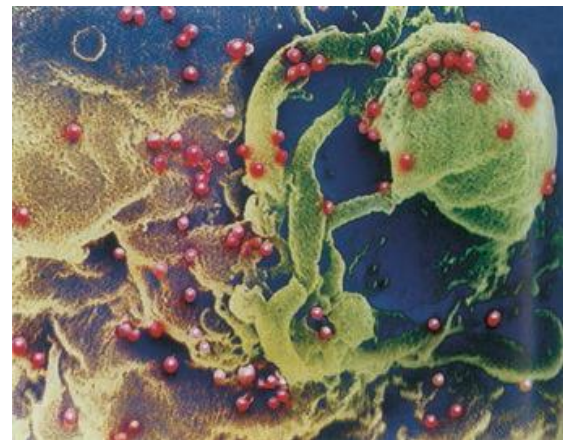
- \* تشکیل ساختار حلقه‌مانند توسط پروتئین‌های مکمل
- \* تولید اینترفرون (I)
- \* تولید اینترفرون (II)
- \* مرگ برنامه‌ریزی شده

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) صفر (۴) ۴

**پاسخ:**

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

دستگاه ایمنی چگونه در ایدز آسیب می‌بیند؟ زیست‌شناسان دریافتند که علت بیماری ایدز، حمله ویروس به لنفوسیت‌های T و از پای درآوردن آن‌هاست (شکل ۱۸). این مشاهده بلافاصله پرسشی را مطرح می‌کند: چرا از بین رفتن لنفوسیت‌های T به تضعیف کل دستگاه ایمنی، حتی لنفوسیت‌های B می‌انجامد؟ فعالیت لنفوسیت T چه ارتباطی با لنفوسیت B دارد؟



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

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

### حساسیت

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



**تمرین ۲۲:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- به دنبال حمله ویروس HIV (عملکرد- تولید) ..... لنفوسیت B (همانند- برخلاف) ..... لنفوسیت T مختل می‌شود.

ب) HIV نوعی لنفوسیت (T-B) ..... را مورد حمله قرار می‌دهد.

پ- نقطه پایان این جمله گنجایش (۲۰-۲۰۰) ..... میلیون ویروس HIV را دارد.

ت- با کاهش تعداد لنفوسیت‌های T کمک‌کننده (بخشی از- کل) ..... دستگاه این تضعیف می‌شود.

**پاسخ:**

**تمرین ۲۳:** کدام عبارت درست است؟

- الف- با اختلال در تحمل ایمنی ممکن است نخستین خط دفاعی بدن دچار مشکل شود.
- ب- ماستوسیت‌ها همانند بازوفیل‌ها، ماده حساسیت‌زا ترشح می‌کنند.
- پ- حساسیت همانند پاسخ التهابی ممکن است علائم شبیه به هم داشته باشند.
- ت- یاخته ترشح‌کننده هیپارین می‌تواند سبب افزایش ترشح موسین شود.

**پاسخ:****تست ۲۴:** کدام عبارت درست است؟

- (۱) در بیماری MS بخش‌های قشری مغز و نخاع بیش از بخش‌های مرکزی آسیب می‌بینند.
- (۲) در دیابت نوع I، دستگاه ایمنی به یاخته‌های تولیدکننده انسولین در کبد حمله می‌کند و آن‌ها از بین می‌برد.
- (۳) به عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عامل‌های خارجی تحمل ایمنی گفته می‌شود.
- (۴) در بیماری‌های خودایمنی برخلاف حساسیت لنفوسیت‌ها دخالت دارند.

**پاسخ:****تست ۲۵:** چند مورد درست است؟

- \* هر جانور دارای گردش خون بسته، دفاع اختصاصی دارد.
- \* در مگس میوه، سلولی کشف شده که می‌تواند به صورت‌های شکل‌های مختلف درآید و آنتی‌ژن مختلف را شناسایی کند.
- \* همه جانوران دارای دفاع غیراختصاصی، گوارش برون سلولی دارند.
- \* مطالعات دانشمندان درباره دستگاه ایمنی بی‌مهرگان در سال‌های اخیر تفاوت بیش‌تری با مهره‌داران نشان می‌دهد.

(۱) ۲ (۲) ۱ (۳) صفر (۴) ۳

**پاسخ:**

در اطراف ما مواد گوناگونی وجود دارد که بی‌خطرند و دستگاه ایمنی نسبت به آن‌ها تحمل دارد.

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

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

**بیماری‌های خود ایمنی**

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

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

**ایمنی در جانوران**

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

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



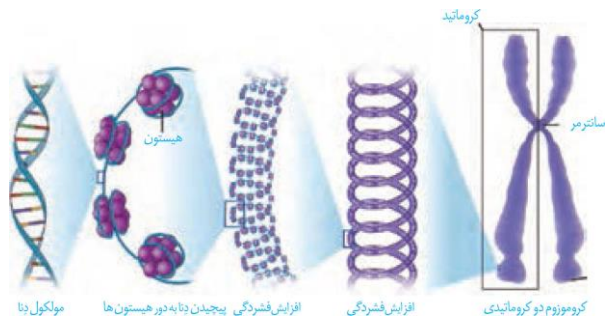
نکته:

تقسیم دوتایی		انواع تقسیم سلولی	پرکاریوتی (باکتری)	
میتوز	تقسیم هسته			یوکاریوتی
میوز				
تقسیم سیتوپلاسم (سیتوکینز)				

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

### گفتار ۱: کروموزوم

همان‌طور که می‌دانید کروموزوم از دنا (DNA) و پروتئین تشکیل شده است. به شکل ۱ توجه کنید. زمانی که یاخته در حال تقسیم نیست، فشردگی ماده وراثتی هسته، کم‌تر و به صورت توده‌ای از رشته‌های درهم است که به آن، فامینه (کروماتین) می‌گویند. هر رشته کروماتین از واحدهای تکراری به نام هسته تن (نوکلئوزوم) تشکیل می‌شود که در آن، مولکول DNA «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 کروماتین است. پیش از تقسیم یاخته، رشته‌های کروماتینی دو برابر می‌شوند و با فشردن شدن، فام تن (کروموزوم) ها را ایجاد می‌کنند (شکل ۱).



شکل ۱- مراحل فشردن کروموزوم

### اجزای کروموزوم:

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



**تمرین ۱:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- هر هیستون از ۸ مولکول پروتئین تشکیل شده است.
- ب- مولکول DNA در ساختار رشته کروماتین در سراسر طول خود به شکل مارپیچ است.
- پ- قبل از تقسیم هر نوع یاخته‌ای، ماده وراثتی هسته دو برابر می‌شود.
- ت- هر یاخته انسان اگر در حال تقسیم نباشد دارای ماده وراثتی به شکل فامینه است.

پاسخ:



**تست ۱:** پس از اتصال آنتی‌ژن به گیرنده لنفوسیت B ممکن نیست.....

- ۱) تعداد هسته‌ته‌های فامینه افزایش یابد.
- ۲) تعداد پیچ‌های DNA در هر هسته تن تغییر کند.
- ۳) تعداد ژن‌های یاخته افزایش یابد.
- ۴) فام‌تن‌ها دو کروماتیدی شوند.

پاسخ:



تمرین ۲: موارد زیر را از نظر تعداد ژن‌ها مرتب کنید.

(الف) DNA  
(ب) هسته تن  
(پ) فامینک  
(ت) فام تن

پاسخ:

هسته تن > فامینک = DNA > فام تن

تست ۲: ممکن نیست .....  
(۱) ژن‌های دو فامینک یک فام تن متفاوت باشند.  
(۲) سانترومر هر کروموزوم مضاعف شده قبل از تقسیم سلولی به وجود آید.  
(۳) سانترومر به انتهای یکی از کروموزوم‌ها نزدیک‌تر باشد.  
(۴) در هنگام تقسیم سلولی کروموزوم‌ها تک کروماتیدی باشند.

پاسخ:

تست ۳: چند مورد درست است؟

✓ \* در هر هستهٔ زیتون حداکثر ۱۸۴ رشته مولکول DNA دیده می‌شود.  
 $49 \text{ DNA} \times 2 = 184$

✗ \* تعداد کروموزومی همهٔ افراد یک گونه یکسان است.

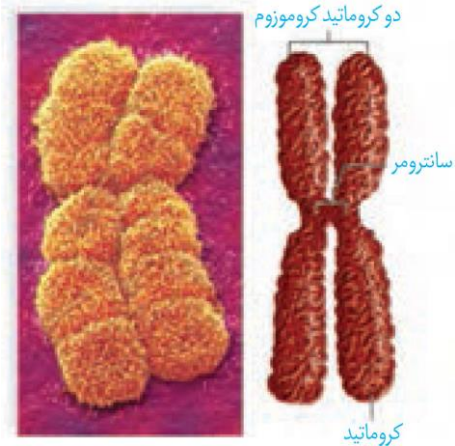
✓ \* همهٔ ژن‌های عامل بیماری کزاز روی یک فام تن است.

✓ \* یاختهٔ سرلادی زیتون می‌تواند دو برابر یاختهٔ دارینه‌دار انسان، فامینک داشته باشد.

۱ (۱)	۳ (۲)
۳ (۳)	۲ (۴)

پاسخ:

کروماتیدهای خواهری در محلی به نام سانترومر به هم متصل‌اند.



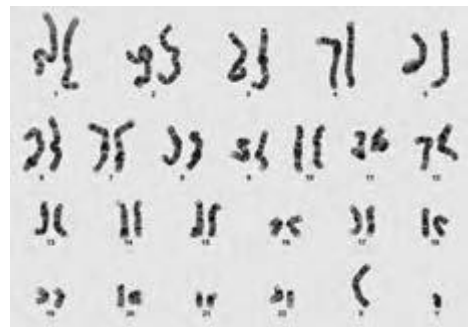
شکل ۲- ساختار یک کروموزوم دو کروماتیدی

### تعداد کروموزوم

هر گونه 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 شبیه 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، دولاد (دیپلوئید) هستند

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



شکل ۳- کاربوتیپ انسان

با بررسی کاربوتیپ 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.



**تمرین ۳:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- ✓ الف- اندازه کروموزوم ۱ انسان بزرگتر از کروموزوم ۱۵ است.
- ✓ ب- اندازه کروموزوم X انسان بزرگتر از کروموزوم Y است.
- ✗ پ- هر جفت کروموزوم انسان از نظر ژنی شبیه هم‌اند.
- ✓ ت- در هر مجموعه کروموزومی انسان ۲۲ کروموزوم غیرجنسی وجود دارد.

**پاسخ:**



**تست ۴:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

- برای تهیه کاریوتیپ کروموزومی انسان ممکن نیست از .....
- ✗ \* نورون استفاده شود.
  - ✗ \* محل قرارگیری سانترورها استفاده شود.
  - ✗ \* محتوای ژنی کروموزومها مورد توجه قرار گیرد.
  - ✗ \* شکل فام‌تن‌ها استفاده شود.

۱ (۱) ✓  
۲ (۲)  
۲ (۴)

**پاسخ:**



**تمرین ۴:** هر یک از جملات زیر را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

- الف- از روی کاریوتیپ انسان (می‌توان- نمی‌توان) ..... جنسیت را تعیین کرد.
- ب- برای تشخیص هر نوع بیماری ژنتیکی تهیه کاریوتیپ کارساز (است- نیست) .....
- پ- از روی کاریوتیپ می‌توان (بعضی- بسیاری) ..... از ناهنجاری‌های کروموزومی را شناسایی کرد.

**پاسخ:**

در این یاخته‌ها، یک مجموعه کروموزوم از والد مادری و یک مجموعه نشان می‌دهند. « $2n$ » از والد پدری دریافت شده است. این یاخته‌ها را با نماد کلی « $2n$ » نشان می‌دهند.

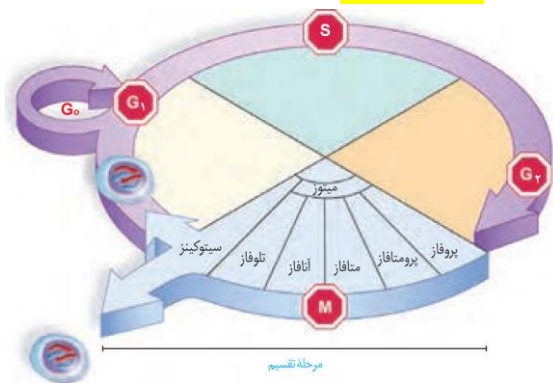
در انسان و بعضی جانداران، کروموزوم‌هایی وجود دارند که در تعیین جنسیت نقش دارند.

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. زنان دو کروموزوم X و مردان یک کروموزوم X و یک کروموزوم Y دارند.

بعضی یاخته‌ها مانند یاخته جنسی انسان، تک لاد (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

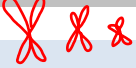
مراحلی که یک یاخته از پایان یک تقسیم تا پایان تقسیم بعدی می‌گذراند را چرخه یاخته‌ای می‌گویند. این چرخه، شامل مراحل میان چهار (اینترفاز) و تقسیم است. در یاخته‌های مختلف، مدت این مراحل متفاوت است (شکل ۴).




شکل ۴- مراحل مختلف چرخه یاخته

### اینترفاز:


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

$n=2$  

 **تست ۵:** یاخته  $2n=12$  دارای ..... مجموعه کروموزومی است که کروموزوم هر مجموعه ..... هستند.

(۱) سه- همتا (۲) سه- غیرهمتا  
(۳) چهار- همتا (۴) چهار- غیرهمتا

**پاسخ:**

 **تمرین ۵:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:


الف- هر یاخته انسان اگر تقسیم نشود در مرحله  $G_0$  است.

ب- در کوتاه‌ترین مرحله اینترفاز هر رشته کروماتین دارای دو مولکول DNA است.

پ- تقسیم سلول ۶ مرحله دارد که در آن M شامل ۵ مرحله است.

ت- لنفوسیت‌های B بیش‌تر مدت زندگی خود را در مرحله می‌گذرانند که DNA همانندسازی می‌کند.

**پاسخ:**

 **تست ۶:** چند مورد درست است؟

\* هیچ یک از یاخته‌های پیکری یک مرد سالم ممکن نیست بیش از یک کروموزوم X داشته باشند.

\* هر یاخته زنده زیتون حداقل ۴۶ سانترومر دارد.

\* در مرحله  $G_2$  یک یاخته پیکری انسان ۹۲ مولکول DNA دیده می‌شود.

\* در مرحله  $G_2$  برخلاف  $G_1$  پروتئین ساخته می‌شود.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۱

**پاسخ:**

**مرحله وقفه اول یا « $G_1$ »:** مرحله رشد یاخته‌هاست و یاخته‌ها مدت زمان زیادی در این مرحله می‌مانند. یاخته‌هایی که به طور موقت یا دائمی تقسیم نمی‌شوند، معمولاً در این مرحله متوقف می‌شوند. این یاخته‌ها به طور موقت یا دائم به مرحله‌ای به نام « $G_0$ » وارد می‌شوند. نورون، نمونه این یاخته‌هاست.

**مرحله «S»:** دو برابر شدن دِنای (DNA) هسته، در این مرحله انجام می‌شود که نتیجه همانندسازی است. همانندسازی دِنای فرایندی است که طی آن از یک مولکول دِنای دو مولکول کاملاً شبیه هم ایجاد می‌شود.

**مرحله وقفه دوم یا « $G_2$ »:** 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 می‌کند و یاخته‌ها آماده تقسیم می‌شوند.

#### تقسیم یاخته:

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



**تمرین ۶:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- در رشتمان که مادهٔ ژنتیک همانندسازی کرده است به یاخته‌های جدید می‌رسد.
- ب- هر یاخته برای تقسیم شدن نیاز به تشکیل دوک دارد.
- پ- هر یاخته برای سازمان‌دهی دوک تقسیم نیاز به میانک دارد.
- ت- تعداد کروموزوم یاخته‌های دختری حاصل از یک تقسیم میتوز در حالت طبیعی همواره برابر است.

**پاسخ:**



**تمرین ۷:** جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

- الف- دوک تقسیم در (حرکت- جدا شدن) ..... کروموزوم‌های همتا دخالت دارد.
- ب- هر سانتیول معادل (۴۷-۵۴) ..... ریزلوله است.
- پ- (فامینک‌ها- میانک‌ها) ..... یک جفت استوانهٔ عمود بر هم‌اند.
- ت- هر سانتیول (۹ دستهٔ ۳ تایی- ۳ دستهٔ ۹ تایی) ..... ریزلوله است.

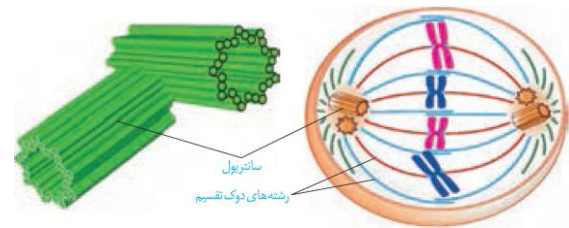
**پاسخ:**

### گفتار ۲: میتوز

در رشتمان (میتوز) مادهٔ ژنتیک، که در مرحلهٔ «S» همانندسازی شده بود به یاخته‌های جدید می‌رسد. کروموزوم‌ها که در هسته پراکنده‌اند، ابتدا باید به طور دقیق در وسط یاخته آرایش یابند و به مقدار مساوی بین یاخته‌های دختری تقسیم شوند. برای حرکت و جدا شدن صحیح کروموزوم‌ها، ساختارهایی به نام دوک تقسیم ایجاد می‌شود (شکل ۵- الف). دوک تقسیم، مجموعه‌های 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 استوانهٔ عمود برهم اند که در اینترفاز، برای تقسیم یاخته، همانندسازی می‌کنند. هر یک از این استوانه‌ها، از تعدادی لولهٔ کوچک‌تر پروتئینی تشکیل شده است. ساختار سانتیول‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است.

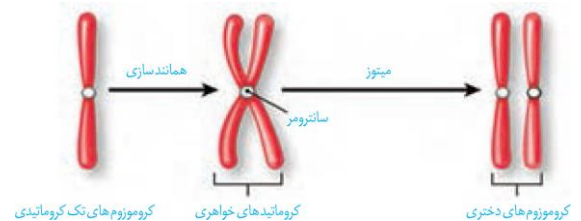


شکل ۵- الف) دوک تقسیم

ب) جفت سانتیول

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



**تست ۷:** هر رشته دوک تقسیم در یاخته جانوری قطعاً

.....

- (۱) به سانترومر کروموزوم متصل می شود.
- (۲) یک ریزلوله پروتئینی در میان یاخته است.
- (۳) در حرکت کروموزوم به وسط سلول دخالت دارد.
- (۴) پس از فاصله گرفتن دو سانتریول از هم سازماندهی می شود.

**پاسخ:**



**تمرین ۸:** جدول زیر را به هم ارتباط دهید.

«الف»	«ب»
(۱) پیش چهر	(a) ناپدید شدن هسته
(۲) پرومتافاز	(b) ناپدید شدن هستک
(۳) پس چهر	(c) ظاهر شدن رشته های دوک
(۴) پسین چهر	(d) شروع حرکت کروموزوم ها
(۵) واپسین چهر	(f) تشکیل کروموزوم های دختری
	(g) مناسب برای تهیه کاروتیپ

**پاسخ:**

**پیش چهر (پروفاز):** در این مرحله، رشته های کروماتین فشرده، ضخیم و کوتاه تر می شوند.

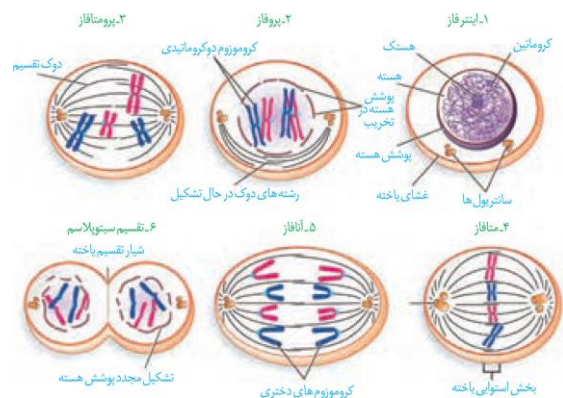
به طوری که به تدریج با میکروسکوپ نوری می توان آن ها را مشاهده کرد. ضمن فشرده شدن کروموزوم، سانتریول ها به دو طرف یاخته حرکت می کنند و بین آن ها دوک میتوزی تشکیل می شود.

**پرومتافاز:** بلافاصله پس از تشکیل دوک آغاز می شود. در این مرحله، پوشش هسته و شبکه آندوپلاسمی به قطعات کوچک تر تجزیه می شوند تا رشته های دوک بتوانند به کروموزوم ها برسند. در همین حال سانترومر کروموزوم ها به رشته های دوک متصل می شوند.

**پس چهر (متافاز):** کروموزوم ها که بیشترین فشردگی را پیدا کرده اند، در وسط (سطح استوایی) یاخته ردیف می شوند.

**پسین چهر (آنافاز):** در این مرحله با تجزیه پروتئین اتصالی در ناحیه سانترومر، کروماتیدها از هم جدا می شوند. جدا شدن کروماتیدها با کوتاه شدن رشته های دوک متصل به کروموزوم انجام می شود. کروموزوم ها که اکنون تک کروماتیدی اند، به دو سوی یاخته (قطب) کشیده می شوند.

**واپسین چهر (تلوفاز):** رشته های دوک تخریب شده و کروموزوم ها شروع به باز شدن می کنند تا به صورت کروماتین درآیند. پوشش هسته نیز مجدداً تشکیل می شود. در پایان تلوفاز، یاخته دو هسته با ماده ژنتیکی مشابه دارد. مراحل تقسیم میتوز در شکل ۷ نشان داده شده است.



شکل ۷- طرح ساده ای از مراحل تقسیم میتوز

**تقسیم سیتوپلاسم**

پس از رشتمان (میتوز)، اجزای یاخته بین دو سیتوپلاسم تقسیم می شوند. با تقسیم سیتوپلاسم دو یاخته جدید تشکیل می شود.

در یاخته های جانوری تقسیم سیتوپلاسم با ایجاد فرورفتگی در وسط آن شروع می شود. این فرورفتگی حاصل انقباض حلقه ای



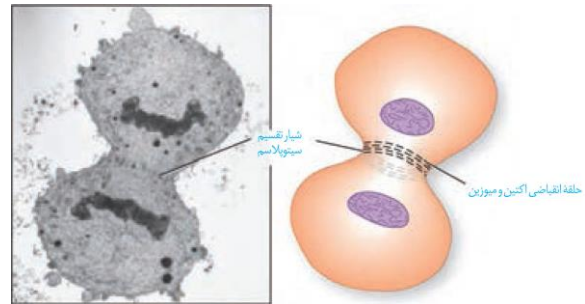


**تمرین ۹:** جدول زیر را برای یک یاخته سرلادی زیتون مقدار هر یک را مشخص کنید:

مرحله	n	کروموزوم (سانتومر)	کروماتید (DNA)
G <sub>1</sub>	۲۲	۴۶	۴۶
G <sub>۲</sub>	//	//	۹۲
پروفاز	//	//	//
پرومتافاز	//	//	//
متافاز	//	//	//
آنافاز	۴۲	۹۲	۹۲
هر هسته	۲۲	۴۶	۴۶
تلوفاز			

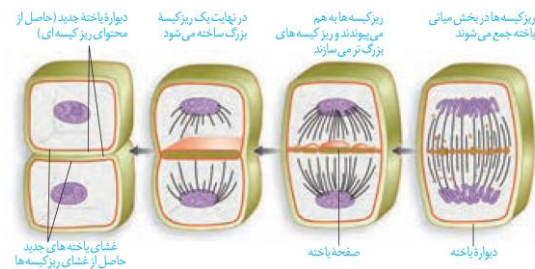
**پاسخ:**

از جنس **اکتین** و **میوزین** است که مانند کمربندی در سیتوپلاسم قرار می‌گیرد و به **غشاء متصل** است. با **تنگ شدن این حلقه انقباضی** در نهایت دو یاخته از هم جدا می‌شوند (شکل ۸).



شکل ۸- تقسیم میان‌یاخته در یک یاخته جانوری

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



شکل ۹- تقسیم میان‌یاخته در یاخته گیاهی

**فعالیت ۱:** در دنیای جانداران یاخته‌های چندهسته‌ای به روش‌های مختلفی ایجاد می‌شوند. در سال گذشته با بعضی از این یاخته‌ها آشنا شدید. آیا می‌توانید بعضی از آن‌ها را نام ببرید؟ در مورد نحوه تشکیل این نوع از یاخته‌ها تحقیق کنید و نتیجه آن را به کلاس ارائه دهید.

**فعالیت ۲:** با توجه به آنچه درباره میتوز فراگرفته‌اید تصاویر میکروسکوپی زیر را بر اساس مراحل تقسیم، با شماره‌گذاری مرتب کنید.

**تست ۸:** بلافاصله پس از ..... در میتوز قطعاً .....  
 (۱) تجزیه پروتئین اتصالی در محل سانتومر- آنافاز شروع می‌شود.

(۲) شروع سازماندهی دوک تقسیم- پرومتافاز شروع می‌شود.

(۳) مرتب شدن کروموزوم‌ها در وسط سلول- متافاز پایان می‌یابد.

(۴) ناپدید شدن دوک تقسیم- تلوفاز پایان می‌یابد.

**پاسخ:**

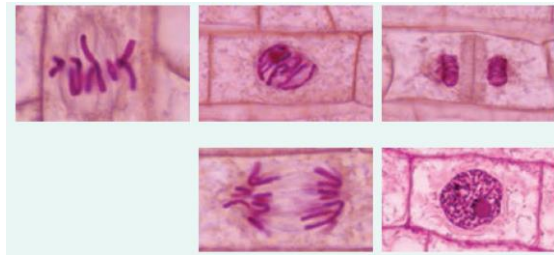


### تست ۹: چند مورد درست است؟

- \* در مرحله از میتوز که شبکه آندوپلاسمی به قطعات کوچک تجزیه می‌شود، رشته‌های دوک تشکیل می‌شوند.
- \* بدون کلسیم تقسیم یاخته جانوری غیرممکن است.
- \* ممکن نیست تقسیم یاخته‌های بنیادی مغز استخوان انسان همانند یاخته‌های مریستمی گیاهان متوقف شود.
- \* ممکن نیست در سیتوکینز یاخته‌های گیاهی بدون تشکیل تیغه میانی دیواره نخستین ساخته شود.

(۱ صفر ۲) ۳ (۳) ۱ (۴) ۲

### پاسخ:



### تقسیم یاخته، فرایندی تنظیم شده است

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

### عوامل تنظیم‌کننده تقسیم یاخته

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

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



### تمرین ۱۰: جملات زیر را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

- الف- در سیتوکینز یاخته جانوری حلقه انقباضی به غشا متصل (است- نیست) .....
- ب- در سیتوکینز یاخته گیاهی دستگاه گلژی در ساخت دیواره سلولی (برخلاف- همانند) ..... ساخت غشا دخالت دارد.
- پ- صفحه یاخته‌ای قبل از (ادغام- تشکیل) ..... ریزکیسه بزرگ پدید می‌آید.
- ت- در سیتوکینز سلول گیاهی ساختارهای مانند لان و پلاسمودسم (پس از- هنگام) ..... تشکیل دیواره جدید پایه‌گذاری می‌شود.

### پاسخ:



### تست ۱۰: کدام عبارت درست است؟

- ۱) در مرحله تقسیم یاخته جانوری، سه نقطه واریسی وجود دارد.
- ۲) کمبود  $O_2$  موجب عبور یاخته‌های بنیادی از نقطه واریسی متافازی می‌شود.
- ۳) در نقطه واریسی متافازی از آرایش کروموزوم‌ها در وسط هسته اطمینان می‌یابد.
- ۴) نقطه واریسی  $G_1$  مانع از ورود یاخته به مرحله بعد در صورت فراهم نبودن عوامل لازم برای دوک تقسیم یا میتوز می‌شود.

### پاسخ:

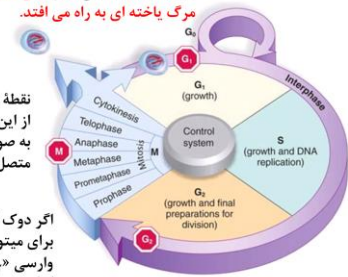


تمرین ۱۱: درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- ممکن نیست دو جسم یاخته‌ای دوک تقسیم ظاهر شود.
- ب- یاخته‌ها در پاسخ به بعضی عوامل محیطی و مواد شیمیایی سرعت تقسیم خود را تنظیم می‌کنند.
- پ- در یاخته‌های غضروفی، نقطه واریسی  $G_1$  از سلامت DNA مطمئن می‌کند.
- ت- نقطه واریسی  $G_1$  می‌تواند موجب مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته گردد.

### پاسخ:

نقطه واریسی « $G_1$ » یاخته را از سلامت «دنا» مطمئن می‌کند. اگر «دنا» آسیب دیده باشد و اصلاح نشود، فرآیندهای مرگ یاخته‌ای به راه می‌افتد.



اگر دوک تقسیم یا عوامل لازم برای میتوز فراهم نباشد، نقطه واریسی « $G_1$ » اجازه عبور یاخته از این مرحله را نمی‌دهد. فرآیندهای مرگ یاخته‌ای به راه می‌افتد.

### شکل ۱۰- نقاط واریسی در چرخه یاخته

#### تقسیم بی‌رویه یاخته

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



#### تصویر ۱۱- الف) تومور خوش‌خیم، لیپوما در نزدیکی آرنج

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



**تست ۱۱:** تومور بدخیم ..... تومور خوش خیم

.....

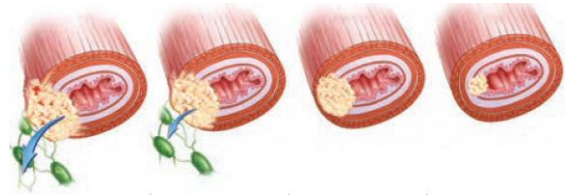
- (۱) برخلاف- توانایی متاستاز ندارد.
- (۲) همانند- در اثر تقسیمات تنظیم نشده ایجاد می شود.
- (۳) برخلاف- دارای یاخته‌هایی‌اند که از طریق لنف پایه به ویژه خون به نواحی دیگر بدن می‌روند.
- (۴) همانند- همواره به بافت‌های مجاور آسیب می‌زند.

**پاسخ:**



تصویر ۱۱- (ب) ملانوما: نوعی تومور بدخیم یاخته‌های رنگدانه

دار پوست



- ۱- یاخته‌های سرطانی شروع به مهاجم به یاخته‌های بافت می‌کند.
- ۲- یاخته‌های تومور در بافت گسترش می‌یابند. ولی هنوز به دستگاه لنفی مجاور راه پیدا نکرده‌اند.
- ۳- یاخته‌های سرطانی به بخش‌های لنفی مجاور محل تکثیر خود، دسترسی پیدا می‌کنند.
- ۴- یاخته‌های سرطانی از راه لنف به بافت‌های دورتر می‌روند و پس از استقرار موجب سرطانی شدن آنها می‌شوند.

شکل ۱۲- مراحل رشد و دگر نشینی یاخته‌های سرطانی

### تشخیص و درمان سرطان

روش‌های متعددی برای تشخیص و درمان سرطان‌ها وجود دارد و گاهی ترکیبی از این روش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بافت برداری روشی است که در آن، تمام یا بخشی از بافت سرطانی یا مشکوک به سرطان برداشته می‌شود. آزمایش خون به این شناسایی کمک می‌کند.

روش‌های رایج درمان سرطان شامل جراحی، شیمی‌درمانی و پرتودرمانی است. در پرتودرمانی، یاخته‌هایی که به سرعت تقسیم می‌شوند، به طور مستقیم تحت تأثیر پرتوهای قوی قرار می‌گیرند.

شیمی‌درمانی با استفاده از داروها باعث سرکوب تقسیم یاخته‌ها در همه بدن می‌شود. این روش‌های درمانی می‌توانند به یاخته‌های مغز استخوان، پیاز مو و پوشش دستگاه گوارش نیز آسیب برسانند.

مرگ این یاخته‌ها از عوارض جانبی شیمی‌درمانی است که باعث ریزش مو، تهوع و خستگی می‌شود.

حتی بعضی افراد که تحت تأثیر تابش‌های شدید، یا شیمی‌درمانی قوی قرار می‌گیرند مجبور به پیوند مغز استخوان می‌شوند تا بتوانند یاخته‌های خونی مورد نیاز را بسازند.

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

پروتئین‌ها، تنظیم‌کننده چرخه یاخته و مرگ آن هستند. پروتئین‌ها محصول عملکرد ژن‌ها هستند. بنابراین، مشخص است که در ایجاد سرطان، ژن‌ها نقش دارند. ژن‌های زیادی



**تست ۱۲:** چند مورد درست است؟

\* لیپومانومی تکثیر غیرعادی یاخته‌های نوعی بافت پیوندی است.

\* ملانوما نوعی تکثیر غیرعادی یاخته‌های بافت پوششی سنگفرشی چند لایه است.

\* لیپوما بیش‌تر در افرادی که صفحه رشدشان بسته شده، متداول است.

\* ملانوما برخلاف لیپوما، یاخته‌های متاستاز تولید می‌کند.

(۱) ۲ (۲) صفر (۳) ۴ (۴) ۳

**پاسخ:**



**تمرین ۱۲:** برای هر یک از موارد زیر یک پاسخ کوتاه بنویسید.

- الف- علت اصلی سرطان چیست؟  
ب- در چه صورتی تومورهای خوش خیم می‌توانند در انجام اعمال طبیعی اندام‌ها اختلال ایجاد کنند؟  
پ- چه عواملی در تنظیم سرعت تقسیم یاخته‌ها مثل قفل پدال گاز یا ترمز عمل می‌کنند؟

**پاسخ:**

شناخته شده‌اند که در بروز سرطان مؤثرند. علت شیوع بیش‌تر بعضی سرطان‌ها در بعضی جوامع، همین مسئله است. عوامل محیطی هم در بروز سرطان مؤثرند. پرتوهای فرابنفش، بعضی آلاینده‌های محیطی و دود خودروها به ساختار «دنا» آسیب می‌زنند. سایر پرتوها و مواد شیمیایی سرطان‌زا، مواد غذایی دودی شده مثل گوشت و ماهی دودی، بعضی ویروس‌ها، قرص‌های ضدبارداری، نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات از عوامل مهم سرطان‌زایی‌اند.

فعالیت ۳: با استفاده از منابع علمی بررسی کنید که کدام نوع از سرطان‌ها در کشور ما شیوع بیش‌تری دارند. چرا بعضی انواع سرطان در بخش‌های خاصی از کشور ما شایع‌ترند؟

### مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته

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

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



**تست ۱۳:** کدام مورد در ارتباط با روش‌های تشخیص و درمان سرطان نادرست است؟

- (۱) در روش شیمی درمانی ممکن است فرد در انعقاد خون دچار مشکل شود.  
(۲) در روش پرتو درمانی یاخته‌های سرطانی مستقیم تحت تابش پرتوها قرار می‌گیرد.  
(۳) روش پرتودرمانی همانند روش شیمی درمانی از روش‌های رایج درمان سرطان است.  
(۴) در روش شیمی درمانی داروها باعث سرکوب تقسیم همه یاخته‌های بدن می‌شود.

**پاسخ:**





**تمرین ۱۳:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

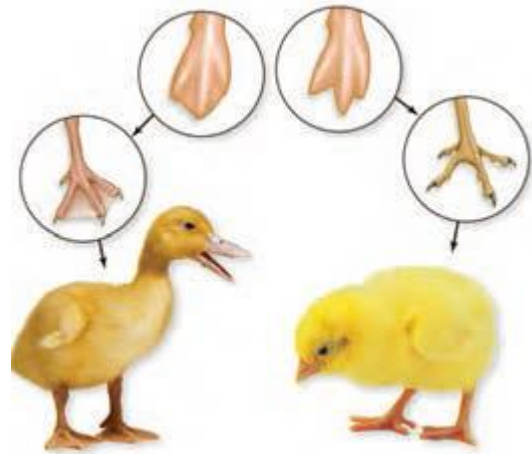
الف- در روش شیمی درمانی همانند پرتودرمانی امکان پیوند مغز استخوان در افراد مبتلا وجود دارد.

ب- علت شیوع بیش تر همه سرطانها در بعضی جوامع نقش ژن هاست.

پ- قرصهای ضدبارداری همانند دخانیات از عوامل مهم سرطان زایی اند.

ت- افراد سرطانی تحت درمان روش شیمی درمانی ممکن است در جذب مواد غذایی دچار اختلال باشند.

**پاسخ:**



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

فعالیت ۴: با استفاده از خمیر بازی (چند رنگ) و با رعایت موارد بهداشتی، مراحل تقسیم میتوز را طراحی کنید. برای این کار، عدد کروموزومی یاخته فرضی را ۴ یا ۶ در نظر بگیرید. هر مجموعه کروموزومها را با یک رنگ انتخاب نمایید و با توجه به این فعالیت به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) در متافاز کروموزومهای هم‌ساخت نسبت به هم چگونه روی رشته‌های دوک قرار می‌گیرند؟

ب) با توجه به عدد کروموزومی انتخابی، تعداد کروموزومها و کروماتیدها را قبل و بعد از میتوز تعیین کنید.



**تست ۱۴:** کدام عبارت درست است؟

۱) یاخته‌های ترشح‌کننده اینترفرون I می‌توانند تحت تأثیر اینترفرون II قرار گیرند.

۲) هر نوع مرگ تصادفی یاخته‌های بدن منجر به بافت مردگی می‌شود.

۳) مرگ برنامه‌ریزی شده بدون دخالت ژنها رخ می‌دهد.

۴) برای انجام هر نوع مرگ برنامه‌ریزی شده‌ای نیاز به ترشح پرفورین و آنزیم است.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۴:** جدول زیر را با علامت + و - پر کنید.

جاندار	باکتری	جانور	گیاه
تقسیم دوتایی			
تقسیم میتوز			
تقسیم میوز			
تولیدمثل جنسی			
تولید مثل غیرجنسی			

**پاسخ:**



**تست ۱۵:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل

می کند؟

در هر مرحله از تقسیم میوز یاخته دولا قطعاً ..... وجود دارند.

- \* کروموزوم های دو کروماتید
- \* کروموزوم های دختری
- \* تترادهای کروموزومی
- \* هسته هاپلوئیدی

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

**پاسخ:**



**تمرین ۱۵:** جای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر

کنید.

الف) در پایان میوز (II) یک سلول دیپلوئید (همانند- برخلاف) ..... پایان میوز (I) سلول (هاپلوئید- دیپلوئید) ..... تولید می شود.

ب) هر تتراد کروموزوم معادل (۲-۴) ..... کروموزوم (همتا- غیرهمتا) ..... است.

پ) یک سلول در پایان میوز (I) معمولاً (دو برابر - برابر با) ..... تتراد، سانترومر دارد.

ت) سلولی که در سیتوپلاسم خود دارای تتراد است قطعاً در مرحله (متافاز I) - پروفاز I) ..... است.

**پاسخ:**

### گفتار ۳: میوز و تولید مثل جنسی

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

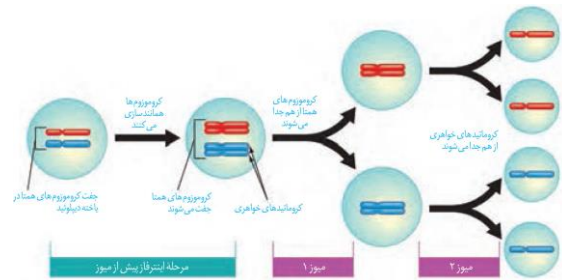
#### کاستمان (میوز)، کاهش تعداد کروموزوم‌ها

در تولید مثل جنسی، دو یاخته جنسی (گامت) با هم ترکیب و هسته‌های آن‌ها با هم ادغام می‌شوند. یاخته‌های مؤثر در تولید مثل جنسی با نوعی تقسیم کاهش به نام میوز ایجاد می‌شوند.

به نظر شما اهمیت این نوع تقسیم در جانداران چیست؟

میوز از دو مرحله کلی میوز ۱ و ۲ تشکیل شده است؛ پس از تقسیم هسته نیز تقسیم میان یاخته انجام می‌شود (شکل ۱۴).

در این تقسیم نیز مانند میتوز، اینترفاز رخ می‌دهد.

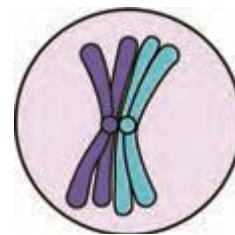


شکل ۱۴- طرح ساده‌ای از تقسیم میوز

#### میوز ۱

در این مرحله از تقسیم میوز، عدد کروموزومی نصف می‌شود. این بخش از میوز ۴ مرحله دارد که عبارت‌اند از: پروفاز ۱، متافاز ۱، آنافاز ۱ و تلوفاز ۱ (شکل ۱۶).

**پروفاز ۱:** کروموزوم‌های همتا از طول در کنار هم قرار می‌گیرند و فشرده می‌شوند. به این ساختار ۴ کروماتیدی، تتراد گفته می‌شود. تترادها از ناحیه سانترومر به رشته‌های دوک متصل می‌شوند. سایر وقایع این مرحله، شبیه پروفاز و پرومتافاز میتوز است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- طرح ساده‌ای از یک تتراد



**تست ۱۶:** سولی در پروفاز (I) دارای ۲۴ رشته پلی نوکلئوتیدی است، در تلوفاز (I) همان تقسیم در هر یک از هسته‌ها چند سانترومر خواهد داشت؟ (سراسری کشور ۸۶)

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۶ (۴) ۱۲



**تست ۱۷:** شکل مقابل کدام نمی‌تواند باشد؟ (سراسری خارج کشور ۸۶)



- (۱) مرحله از میتوز یک سلول هاپلوئید
- (۲) متافاز ۲ در یک سلول دیپلوئید.
- (۳) متافاز ۲ در یک سلول هاپلوئید
- (۴) مرحله از میتوز یک سلول دیپلوئید.



**تست ۱۸:** کدام عبارت صحیح است؟ (سراسری ۸۹)

- (۱) در تلوفاز همه تقسیم‌ها، کروموزوم‌ها تک کروماتیدی هستند.
- (۲) در آنافاز همه تقسیم‌ها، کروماتیدهای خواهری از یک دیگر جدا می‌شوند.
- (۳) در پروفاز همه تقسیم‌ها، سانتربول‌ها مسئول تولید رشته‌های دوک هستند.
- (۴) در متافاز همه تقسیم‌ها، رشته‌های دوک به کروموزوم‌های دو کروماتیدی متصل می‌شوند.



**تست ۱۹:** کدام گزینه عبارت زیر را در مورد جانداران به درستی تکمیل می‌نماید؟ (سراسری ۹۳)

«در پایان ..... ممکن نیست که .....»

- (۱) تلوفاز I - بر مقدار مادهی ژنتیکی سلول‌های حاصل، افزوده شود.
- (۲) یک میتوز عادی - سلول‌های حاصل، مقدار مادهی ژنتیکی متفاوتی داشته باشند.
- (۳) یک میتوز عادی - عدد کروموزومی سلول جنسی با سلول زایندهی آن برابر باشد.
- (۴) تلوفاز II - در سلولی، تعداد کروموزوم‌ها، بیش‌تر از تترادهای سلول زایندهی آن باشد.



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

**آنافاز ۱:** کروموزوم‌های هم ساخت که هر یک دو کروماتیدی‌اند، از هم جدا می‌شوند و به سمت قطبین یاخته حرکت می‌کنند. نحوه کوتاه شدن رشته‌های دوک، شبیه فرایند میتوز است.

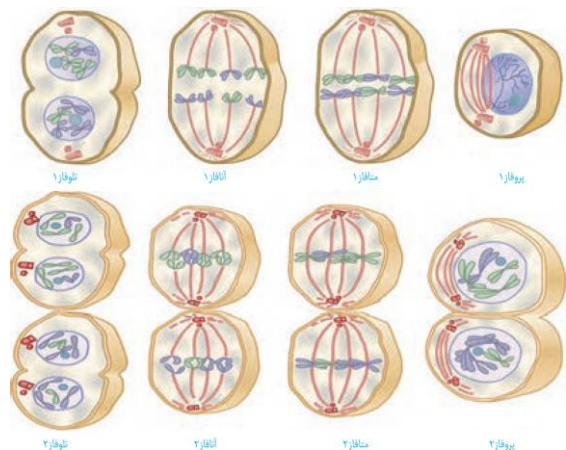
**تلوفاز ۱:** با رسیدن کروموزوم‌ها به دو سوی یاخته، پوشش هسته دوباره تشکیل می‌شود. معمولاً در پایان میوز ۱ تقسیم میان یاخته انجام می‌شود. نتیجه میوز ۱ ایجاد دو یاخته است (شکل ۱۶).

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 ۲n، ۴ یاخته n کروموزومی حاصل می‌شود.



شکل ۱۶- طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم میوز

فعالیت ۵: ۱- تقسیم میوز ۱ از نظر نحوه آرایش کروموزوم‌ها و جدا شدن آن‌ها تفاوت اساسی با تقسیم میتوز دارد. آیا می‌توانید با توجه به شکل‌های میتوز و میوز، این تفاوت‌ها را بیان کنید؟

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



**تمرین ۱۶:** تعداد هر یک از موارد زیر را محاسبه کنید.

- الف) کروموزوم‌های آنافاز ۱ و آنافاز ۲ زیتون  
 ب) کروماتیدهای هر کروموزوم گندم زراعی در پروفاز ۲  
 پ) رشته‌های DNA یاخته انسان در تلوفاز ۱ و ۲

**پاسخ:**



**تمرین ۱۷:** جای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

- الف) گندم زراعی نسبت به موز دو برابر (مجموعه کروموزومی - کروموزوم) ..... دارد.  
 ب) یاخته چند لاد نسبت به یاخته هاپلوئید حداقل (یک - دو - سه) ..... مجموعه کروموزومی بیش‌تر دارد.  
 پ) اگر در مرحله (آنافاز ۱ - آنافاز ۲ - آنافاز میتوز) ..... کروموزوم‌ها از هم جدا نشود سلول حاصل می‌تواند دو برابر سلول مادر کروموزوم داشته باشد.  
 ت) در با هم ماندن کروموزوم‌ها (برخلاف - همانند) ..... پلی پلوئیدی (یک - چند - همه) ..... کروموزوم‌ها از هم جدا نمی‌شوند.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۸:** یاخته  $4n=12$  نسبت به یاخته  $2n=12$

- در هر مجموعه کروموزومی خود (یک - سه) ..... کروموزوم (بیش‌تری - کم‌تری) ..... دارد.

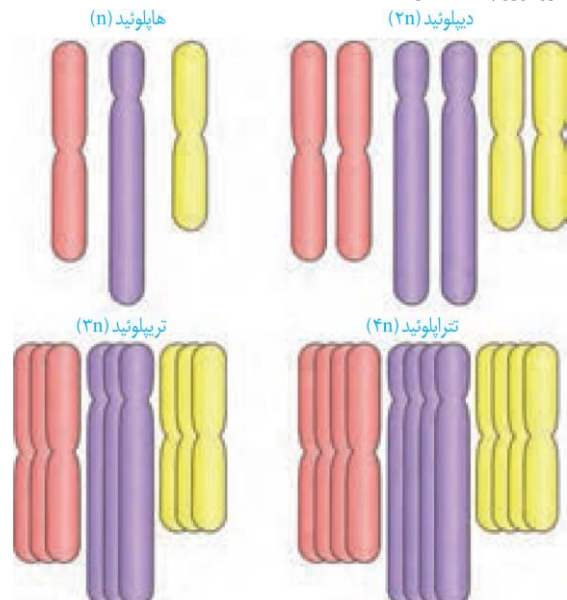
**پاسخ:**

فعالیت ۶: با استفاده از خمیربازی و بارعایت موارد بهداشتی، طرح ساده‌ای از مراحل تقسیم میوز را بسازید. برای این کار، عدد کروموزومی یاخته فرضی را ۴، ۶ و یا ۸ در نظر بگیرید. بهتر است که هر مجموعه از کروموزوم‌ها با یک رنگ انتخاب شوند.

### تغییر در تعداد کروموزوم‌ها

گر چه تقسیم یاخته‌ای با دقت زیاد انجام می‌شود، ولی به ندرت ممکن است اشتباهاتی در روند تقسیم رخ دهد. چندلادی (پلی پلوئیدی) شدن و با هم ماندن کروموزوم‌ها، نمونه‌هایی از این خطاهای میوزی هستند. اشتباه در تقسیم می‌تواند، هم در تقسیم میتوز و هم در تقسیم میوز رخ دهد، ولی چون یاخته‌های حاصل از میوز در ایجاد نسل بعد دخالت مستقیم دارند، از اهمیت بیش‌تری برخوردارند.

**پلی پلوئیدی شدن:** اگر در مرحله آنافاز همه کروموزوم‌ها بدون اینکه از هم جدا شوند به یک یاخته بروند، آن یاخته دو برابر کروموزوم خواهد داشت و یاخته دیگر فاقد کروموزوم خواهد بود. در آزمایشگاه می‌توان با تخریب رشته‌های دوک تقسیم این وضعیت را ایجاد کرد (شکل ۱۷). به یاخته یا جاندار که یاخته‌های آن بیش از دو دست کروموزوم داشته باشد، چند لاد (پلی پلوئید) گفته می‌شود؛ مثلاً گندم زراعی  $6n$  و موز  $3n$  کروموزوم‌اند (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- طرح ساده‌ای از تعداد کروموزوم‌ها.

**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.



**تمرین ۱۹:** در مورد افراد داون به پرسش‌های زیادی پاسخ دهید.

- (الف) هر فرد چند مجموعه کروموزوم دارد؟  
 (ب) هر فرد چند کروموزوم غیرجنسی دارد؟  
 (پ) احتمال تولد دختر داون بیشتر است یا پسر داون؟  
 (ت) شانس تولد فرزند داون از مادران ۴۵ ساله نسبت به مادران ۴۰ ساله چقدر است؟
- پاسخ:



**تست ۲۰:** اگر در هنگام اسپرم‌سازی انسان، در اثر خطای میوزی پدیده با هم ماندن کروموزومی در یکی از اسپرماتوسیت‌های ثانویه رخ دهد چقدر احتمال دارد از چهار اسپرم تولید شده، پس از لقاح فرزند مبتلا به نشانگان داون متولد شود؟

- (۱) ۲۵٪ (۲) ۵۰٪ (۳) ۷۵٪ (۴) ۱۰۰٪

پاسخ:



**تست ۲۱:** در پسر بچه‌ای یک ساله و مبتلا به نشانگان

.....

- (۱) پدیده با هم ماندن کروموزوم‌ها رخ داده است.  
 (۲) همه سلول‌های پیکری دارای کروموزوم ۲۱ است  
 (۳) سلولی با بیش از یک کروموزوم X نیز یافت می‌شود.  
 (۴) همه سلول‌ها دارای کروموزوم Y نیز هستند.

پاسخ

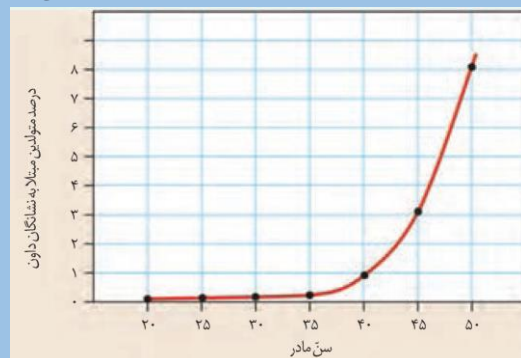
به آمیزه‌ای از نشانه‌های یک بیماری، یا یک حالت نشانگان می‌گویند. افراد مبتلا به داون، در یاخته‌های پیکری خود ۴۷ کروموزوم دارند (شکل ۱۸). کروموزوم اضافی مربوط به شماره ۲۱ است؛ یعنی یاخته‌های پیکری این افراد ۳ کروموزوم شماره ۲۱ دارند. علت بروز این حالت آن است که یکی از گامت‌های ایجادکننده فرد، به جای یک کروموزوم شماره ۲۱، دارای ۲ کروموزوم ۲۱ بوده است. بالابودن 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.



**شکل ۱۸- کاربوتیپ 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 با هم ماندن کروموزوم‌ها آشنا شوید و گزارش این بررسی را در کلاس ارائه کنید.

فعالیت ۸: منحنی زیر، رابطه بین سن مادر در هنگام بارداری و احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به نشانگان داون را نشان می‌دهد.



(الف) منحنی را تفسیر کنید.

- (ب) احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به بیماری در یک مادر ۵۰ ساله چقدر است؟  
 (پ) احتمال به دنیا آمدن فرزند مبتلا به بیماری داون در یک مادر ۴۵ ساله چند برابر مادر ۳۵ ساله است؟





**تمرین ۱:** با علامت + و - مشخص کنید کدام موارد از وظایف بیضه‌ها می‌باشد؟

- تولید اسپرم
- ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری اسپرم
- انتقال اسپرم‌ها به خارج از بدن
- تولید هورمون جنسی مردانه

**پاسخ:**



**تمرین ۲:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

- الف- در مردان سالم تولید کامه همانند ترشح لاکتوز برای تغذیه اسپرم، توسط یک جفت غده صورت می‌گیرد.
- ب- محل تولید اسپرم همانند محل ذخیره اسپرم دمای پایین‌تر از دمای مرکزی بدن دارد.
- پ- دستگاه تولیدمثل یک مرد بالغ از ۵ غده تشکیل شده است.
- ت- برای تنظیم دمای بیضه شبکه‌ای از رگ‌های بزرگ شرکت دارند.

**پاسخ:**



**تست ۱:** چند مورد از وظایف اصلی دستگاه تولیدمثلی مرد است؟

- \* تولید اسپرم
- \* ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری از اسپرم‌ها
- \* انتقال اسپرم به خارج از بدن
- \* تولید تستوسترون

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

**پاسخ:**

در سال‌های گذشته با انواع تولیدمثل غیرجنسی و جنسی آشنا شدید. در فرایند تولیدمثل جنسی که با تولید کامه (گامت) همراه است، دو فرد شرکت دارند که هر کدام دستگاه تولیدمثل خاص خود را دارند.

در این فصل با دستگاه تولیدمثل آشنا می‌شوید که با بقیه دستگاه‌های بدن تفاوت دارد. اگر این دستگاه درست کار نکند و حتی بخشی از آن را از بدن خارج کنیم، زندگی فرد به خطر نمی‌افتد.

به نظر شما اهمیت تولیدمثل در چیست؟

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

نقش جانور نر و ماده در تولیدمثل چیست؟

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

### گفتار ۱: دستگاه تولیدمثل در مرد

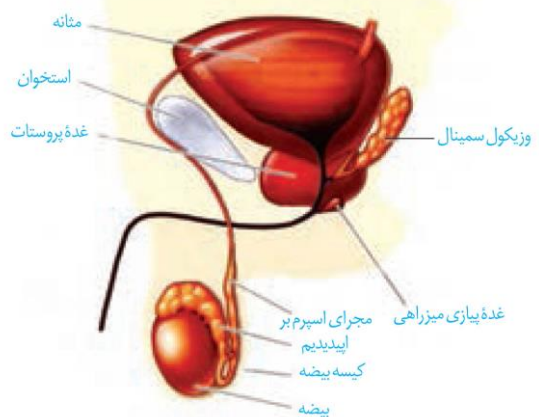
اجزای دستگاه تولیدمثلی مرد را در شکل ۱ می‌بینید. مجموعه اندام‌های این دستگاه وظایف متعددی دارند از جمله:

۱- تولید یاخته‌های جنسی نر (اسپرم)

۲- ایجاد محیطی مناسب برای نگهداری از اسپرم‌ها

۳- انتقال اسپرم‌ها به خارج از بدن

۴- تولید هورمون جنسی مردانه (تستوسترون)



شکل ۱- اندام‌های دستگاه تولیدمثل در مرد

کار اصلی این دستگاه، تولید یاخته جنسی نر یا اسپرم است.

اسپرم‌ها در یک جفت بیضه یا همان غدد جنسی نر تولید می‌شوند. بیضه‌ها درون کیسه بیضه قرار دارند. محل طبیعی کیسه بیضه خارج و پایین محوطه شکمی است. قرارگیری کیسه بیضه خارج از محوطه شکمی باعث می‌شود دمای درون آن حدود سه درجه پایین‌تر از دمای بدن قرار گیرد. این دما برای فعالیت بیضه‌ها و تمایز صحیح اسپرم‌ها ضروری است.



**تمرین ۳:** جدول زیر را کامل کنید.

یاخته	تعداد کروموزوم	تعداد کروماتیدها	دارای تقسیم
زاهزا			
زام یاخته اولیه			
زام یاخته ثانویه			
زام یاختک			
زاهه			

**پاسخ:**



**تست ۲:** کدام عبارت در یک مرد سالم نادرست است؟

- هر یاخته با قدرت تقسیم در لوله اسپرم‌ساز، نیاز به همانندسازی ماده ژنتیک دارد.
- هر سلول هاپلوئیدی در لوله اسپرم‌ساز دارای ژن یا ژن‌های تاژک است.
- ممکن نیست یاخته‌های لایه زاینده دارای توانایی تقسیم میوز باشد.
- هر یاخته برای تقسیم نیاز به همانندسازی سانتیول دارد.

**پاسخ:**



**تمرین ۴:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید.

- برای تمایز اسپرم‌ها ترشحات سرتولی (همانند - برخلاف) ..... دما تأثیر دارد.
- اسپرماتیدها ممکن (نیست - است) ..... تاژک داشته باشند.
- از هر اسپرماتید (یک - دوم) ..... اسپرم تولید می‌شود.
- در دیواره لوله اسپرم‌ساز (اسپرماتوسیت اولیه - اسپرماتوسیت ثانویه) ..... به وسط لوله نزدیک‌تر است.

**پاسخ:**

علاوه بر این، وجود شبکه‌ای از رگ‌های کوچک در کیسه بیضه نیز به تنظیم این دما کمک می‌کند. در بیضه‌ها تعداد زیادی لوله‌های پر پیچ و خم به نام لوله‌های اسپرم‌ساز وجود دارد. درون این لوله‌ها از هنگام بلوغ تا پایان عمر، اسپرم تولید می‌شود. مراحل تولید اسپرم یا اسپرم‌زایی را در شکل ۲ می‌بینید. در بین لوله‌های اسپرم‌ساز یاخته‌های بینابینی قرار دارند که نقش ترشح هورمون جنسی نر را برعهده دارند.

**فعالیت ۱:** با توجه به شکل ۲ در مورد پرسش‌های زیر با هم گفت و گو کنید.

(الف) به چه دلیل ابتدا تقسیم میتوز و سپس میوز رخ می‌دهد؟

(ب) در انسان اسپرماتوسیت اولیه، ثانویه و اسپرماتید از لحاظ کروموزومی با هم چه تفاوت‌هایی دارند؟

(پ) اسپرماتید و اسپرم با هم چه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی دارند؟

**زاهزایی (اسپرم‌زایی)**

دیواره لوله‌های زاهه‌ساز (اسپرم‌ساز) یاخته‌های زاینده‌ای دارد که به این یاخته‌ها زاهزا (اسپرماتوگونی) گفته می‌شود. این یاخته‌ها که نزدیک سطح خارجی لوله‌ها قرار گرفته‌اند، ابتدا با میتوز تقسیم می‌شوند یکی از یاخته‌های حاصل از میتوز در لایه زاینده می‌ماند که لایه زاینده حفظ شود. یاخته دیگر که زام یاخته (اسپرماتوسیت) اولیه نام دارد، با تقسیم میوز ۱ دو یاخته به نام اسپرماتوسیت ثانویه تولید می‌کند. این یاخته‌ها هاپلوئیدند، ولی کروموزوم‌های آن دو کروماتیدی‌اند.

هر کدام از این یاخته‌ها با انجام میوز ۲، دو یاخته زام یاختک (اسپرماتید) ایجاد می‌کنند. این یاخته‌ها نیز هاپلوئید، ولی تک کروماتیدی‌اند. بنابراین، از یک یاخته اسپرماتوسیت اولیه، چهار اسپرماتید حاصل می‌شود. تمایز گامت‌ها در دیواره لوله از خارج به سمت وسط لوله انجام می‌شود.

همه یاخته‌های زاینده به همین صورت عمل می‌کنند تا تعداد زیادی گامت درون لوله‌های اسپرم‌ساز تولید شود. اسپرماتیدها در حین حرکت به سمت وسط لوله‌های اسپرم‌ساز تمایزی در آن‌ها رخ می‌دهد تا به زاهه (اسپرم) تبدیل شوند. به این صورت که یاخته‌ها از هم جدا و تاژک‌دار می‌شوند؛ سپس مقدار زیادی از سیتوپلاسم خود را از دست می‌دهند. هسته آن فشرده شده در سر به صورت مجزا قرار می‌گیرد و یاخته حالت کشیده پیدا می‌کند. یاخته‌های سرتولی که در دیواره لوله‌های اسپرم‌ساز وجود دارند با ترشحات خود تمایز اسپرم‌ها را هدایت می‌کنند. در ضمن این یاخته‌ها در همه مراحل اسپرم‌زایی، پشتیبانی



**تست ۳:** کروموزوم سلول‌های ..... سلول‌های ..... است.

- ۱) اسپرماتوسیت اولیه برخلاف - اسپرماتوسیت ثانویه، دو کروماتیدی
- ۲) اسپرماتوگونی برخلاف - اسپرماتوسیت اولیه، تک کروماتیدی
- ۳) اسپرماتید همانند - اسپرماتوسیت ثانویه، تک لاد
- ۴) اسپرماتوسیت اولیه همانند - اسپرماتید، دو کروماتیدی

**پاسخ:**



**تست ۴:** چند مورد، درباره هر اسپرماتوسیت موجود در لوله‌های اسپرم‌ساز یک فرد بالغ درست است؟ (سراسری ۹۵)

- کروموزوم‌های دو کروماتیدی دارد.
- حاوی ژن یا ژن‌های سازندهٔ تاژک می‌باشد.
- با تقسیم خود، سلول‌های هاپلوئیدی می‌سازد.
- ساختارهای چهار کروماتیدی تشکیل می‌دهد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**پاسخ:**

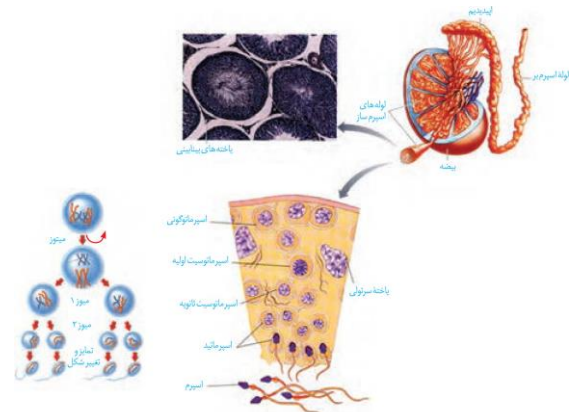


**تمرین ۵:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- الف - یاختهٔ سرتولی همانند ماستوسیت در بیگانه‌خواری دخالت دارد.
- ب - تاژک اسپرم همانند سر اسپرم به قطعه‌ای متصل است که تعداد زیادی راکیزه دارد.
- پ - هستهٔ اسپرم نسبت به هستهٔ اسپرماتید فشرده‌تر است.
- ت - اسپرم‌ها از ترشحات یاخته‌های سرتولی تغذیه می‌کنند.

**پاسخ:**

تغذیه، یاخته‌های جنسی و نیز بیگانه‌خواری باکتری‌ها را بر عهده دارند (شکل ۲).



شکل ۲- بیضه و مراحل تولید اسپرم

### ساختار اسپرم

اسپرم‌ها سه قسمت سر، تنه و دم دارند (شکل ۳). سر دارای یک هستهٔ بزرگ، مقداری سیتوپلاسم و کیسه‌ای پر از آنزیم به نام تارک تن (اکروزوم) است. اکروزوم کلاه مانند و در جلوی هسته قرار دارد.

آنزیم‌ها به اسپرم کمک می‌کنند تا بتواند در لایه‌های حفاظت کنندهٔ گامت ماده (تخمک) نفوذ کند.

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



شکل ۳- ساختار اسپرم انسان

### اندام‌های ضمیمه (کمکی)

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



**تست ۵:** در یک مرد سالم و بالغ غده‌های .....

- ۱) پروستات به اندازه گردو اند و حالت اسفنجی دارند.
- ۲) سائنده مایع منی، ترشحات خود را به درون میزنا می‌ریزند.
- ۳) وزیکول سمینال تحت کنترل بخش عصبی خودمختار قرار دارد.
- ۴) پیاز میزراهی به اندازه نخودفرنگی هستند و در کیسه بیضه قرار دارند.

**پاسخ:**



**تمرین ۶:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

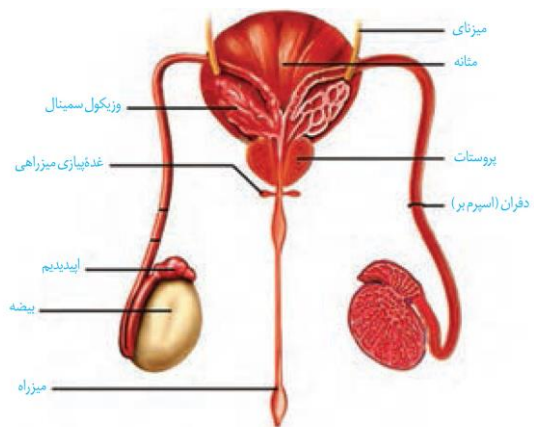
پر کنید:

- الف- خاک حاوی اسپرم‌های (با - فاقد) ..... قابلیت تحرک است.
- ب- دفران‌ها درون (غده‌های وزیکول سمینال - غده پروستات) ..... به میزراه متصل می‌شوند.
- پ- ترشحات گشنابدان (برخلاف - همانند) ..... پروستات مستقیماً به (دفران - میزراه) ..... می‌ریزد.
- ت- ترشحات پروستات (برخلاف - همانند) ..... غده‌های پیازی میزراهی مستقیماً به (دفران - میزراه) ..... می‌ریزد.

**پاسخ:**

سپس اسپرم‌ها وارد لوله طویل دیگری به نام زامه بر (اسپرم‌بر) می‌شوند. از هر بیضه یک اسپرم‌بر خارج و وارد محوطه شکمی می‌شود. هر کدام از لوله‌های اسپرم‌بر در حین عبور از کنار و پشت مثانه ترشحات غده گشنابدان (وزیکول سمینال) را دریافت می‌کند. این غدد، مایعی غنی از فروکتوز را به اسپرم‌ها اضافه می‌کنند. فروکتوز انرژی لازم برای فعالیت اسپرم‌ها را فراهم می‌کند. دو مجرای اسپرم‌بر در زیر مثانه وارد غده پروستات شده و به میزراه متصل می‌شوند. غده پروستات در انسان به اندازه یک گردو است و حالتی اسفنجی دارد. این غده با ترشح مایعی شیری رنگ و قلبایی به خنثی کردن مواد اسیدی موجود در مسیر عبور اسپرم به سمت گامت ماده، کمک می‌کند.

بعد از پروستات، یک جفت غده به نام پیازی میزراهی نیز به میزراه متصل می‌شوند. این غده‌ها که به اندازه نخودفرنگی‌اند، ترشحات قلبایی و روان‌کننده‌ای را به مجرا اضافه می‌کنند (شکل ۴). به مجموع ترشحات سه نوع غده یاد شده که اسپرم‌ها را به بیرون از بدن منتقل می‌کنند، مایع منی گفته می‌شود. با توجه به شکل، مسیر عبور اسپرم را مشخص کنید.



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

فعالیت ۲: با توجه به ترکیبات مایع منی و وجود تعداد زیادی اسپرم در آن، برای جلوگیری از بعضی از بیماری‌ها مثل عفونت، یا التهاب پروستات چه نکات بهداشتی را باید رعایت کرد؟ در این رابطه اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.



**تست ۶:** چند مورد درست است؟

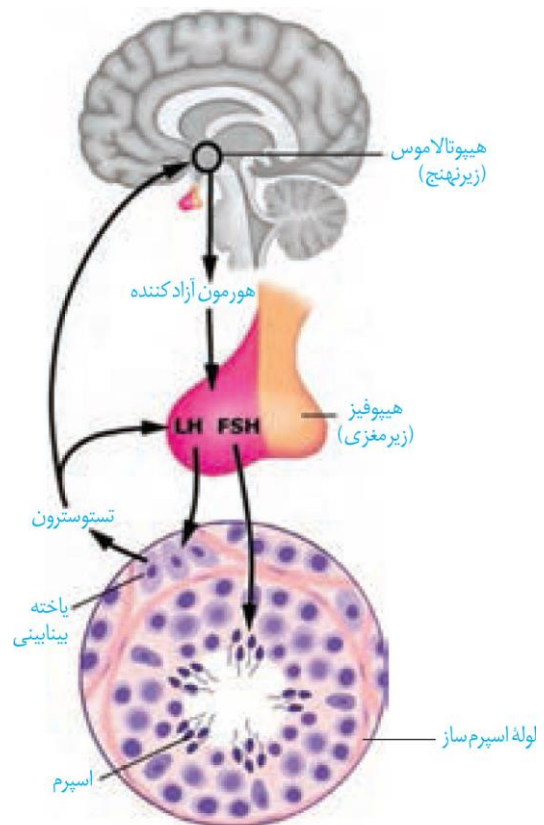
- \* یاخته هدف FSH می‌تواند موجب بیگانه‌خواری باکتری‌ها شود.
- \* هر غده سازنده منی دارای یاخته‌های چسبیده به پروتئین و گلیکوپروتئین است.
- \* هر هورمونی که موجب رشد ماهیچه‌ها می‌شود مستقیماً تحت تأثیر هورمون هیپوفیزی است.
- \* برای بروز صفات ثانویه در مردان مثل رشد استخوان‌ها، بم شدن صدا و رویدن مو در صورت نیاز به ترشحات یاخته‌های بینابینی است.

(۱) صفر (۲) ۱ (۳) ۲ (۴) ۳

**پاسخ:**

**هورمون‌ها، فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد را تنظیم می‌کنند.**

همان طور که در فصل‌های قبل خواندید از بخش پیشین زیرمغزی، دو هورمون محرک غدد جنسی ترشح می‌شود: «FSH» و «LH». اگر چه نام این هورمون‌ها به فعالیت آن‌ها در جنس ماده مرتبط است، اما وجود آن‌ها برای فعالیت دستگاه تولیدمثل در مرد نیز ضروری است. در مردان FSH، یاخته‌های سرتولی را تحریک می‌کند تا تمایز اسپرم را تسهیل کنند و LH یاخته‌های بینابینی را تحریک می‌کند تا هورمون تستوسترون را ترشح کنند. همان‌طور که می‌دانید تستوسترون ضمن تحریک رشد اندام‌های مختلف به ویژه ماهیچه‌ها و استخوان‌ها، باعث بروز صفات ثانویه در مردان می‌شود؛ مثل بم شدن صدا، رویدن مو در صورت و قسمت‌های دیگر بدن. تنظیم میزان ترشح این هورمون‌ها با سازوکار بازخورد منفی انجام می‌شود.



**تمرین ۷:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز

پر کنید:

- الف- FSH (همانند- برخلاف) ..... LH تحت تأثیر آزادکننده قرار دارد.
- ب- LH (همانند- برخلاف) ..... FSH تحت تأثیر مستقیم تستوسترون قرار دارد.
- پ- با افزایش ترشح تستوسترون مقدار ترشح هورمون آزادکننده (کم- زیاد) ..... می‌شود.
- ت- با افزایش مقدار LH ترشح تستوسترون (کم- زیاد) ..... می‌شود.

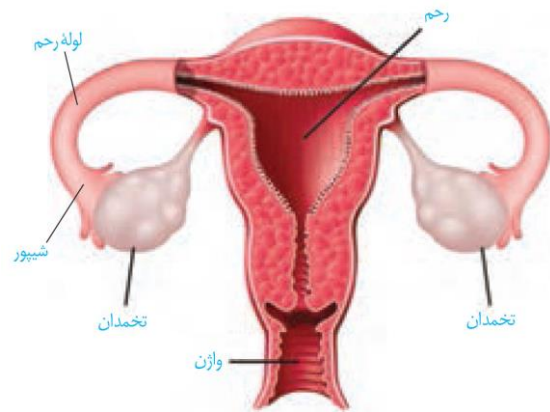
**پاسخ:**



### گفتار ۲: دستگاه تولیدمثل در زن

همان طور که در شکل ۵ می‌بینید، این دستگاه شامل اندام‌هایی است که مجموعاً نقش‌های زیر را بر عهده دارند.

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



### شکل ۵- دستگاه تولیدمثل در زن

**تخمدان‌ها:** غدد جنسی ماده‌اند که درون محوطه شکم قرار دارند و با کمک طنابی پیوندی، عضلانی به دیواره خارجی رحم متصل اند.

ساختار تخمدان با بیضه تفاوت دارد. درون آن لوله‌های پیچ‌درپیچ وجود ندارد. درون هر تخمدان نوزاد دختر در حدود یک میلیون مامه‌یاخته (اووسیت) اولیه وجود دارد. هر اووسیت را یاخته‌های تغذیه‌کننده احاطه می‌کنند که به مجموعه آن‌ها انبانک (فولیکول) گفته می‌شود. پس از تولد، تعداد این فولیکول‌ها افزایش نخواهد یافت و به دلایل نامعلومی تعداد زیادی از آن‌ها از بین می‌روند. تغییراتی را که در تخمدان رخ می‌دهد در شکل ۶ می‌بینید.



### شکل ۶- تخمدان و تغییرات آن در دوره جنسی

بخش‌های دیگر دستگاه تولیدمثل در زن شامل رحم، لوله‌های رحم، گردن رحم و زهراه (واژن) هستند. رحم، اندام کیسه



**تمرین ۸:** درستی یا نادرستی هر یک از موارد زیر را مشخص کنید.

- الف- شیپور بخشی از لوله رحم است که دو سمت رحم قرار دارد.
- ب- در غدد جنسی زنان همانند غده جنسی مردان علاوه بر انجام تقسیم کاستمان، هورمون جنسی نیز ترشح می‌شود.
- پ- بخشی از دستگاه تولیدمثل زن که در حفاظت و تغذیه جنین دخالت دارد همان محل لقاح زامه و تخمک است.
- ت- اولین بخش رحم، واژن نام دارد.

**پاسخ:**



**تست ۷:** کدام عبارت در مورد دستگاه تولیدمثل زن درست است؟

- ۱) غده ترشح‌کننده استروژن از طریق طناب پیوندی عضلانی به آندومتر رحم متصل است.
- ۲) پس از تولد تعداد یاخته‌های انبانک افزایش نمی‌یابد.
- ۳) درون تخمدان‌های نوزاد دختر حدود یک میلیون مامه یاخته اولیه وجود دارد.
- ۴) فولیکول بالغ حاوی جسم قطبی و اووسیت ثانویه است.

**پاسخ:**



**تمرین ۹:** جاهای خالی را با کلمات داخل پرانتز پر کنید.

الف- در دوران قاعدگی (برخلاف- همانند) ..... دوران بارداری دیواره (داخلی- خارجی) ..... رحم دچار تغییرات می شود.

ب- گردن رحم بخش (پهن- باریک) ..... رحم است که در (بالا- پایین) ..... رحم قرار دارد و دارای دیواره (نازک- ضخیم) ..... است.

پ- از گردن رحم (اسپرم- اووسیت ثانویه) ..... وارد واژن می شود.

ت- بافت پوششی داخلی لوله های رحم (همانند- برخلاف) ..... نایژک های مخاطی و مژک دار است.

**پاسخ:**



**تست ۸:** کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می کند؟

«هر تخمدان در یک زن سالم .....»

(۱) دارای یک میلیون انبانک است که درون تعداد کمی از آن ها میوز شروع می شود.

(۲) به دنبال یائسگی از کار می افتد و دیگر تخمک نمی سازد.

(۳) حدود ۳۰ تا ۳۵ سال هورمون های جنسی تولید می کند.

(۴) با پایان قاعدگی، فعالیت خود را به اتمام می رساند.

**پاسخ:**

مانند، گلابی شکل و ماهیچه ای است که جنین درون آن، رشد و نمو می یابد. دیواره داخلی رحم یا اندومتر، در دوران قاعدگی و بارداری دچار تغییراتی می شود. بخش پهن و بالای رحم به دو لوله متصل است که به آن ها لوله های رحم (لوله های فالوپ) می گویند. انتهای این لوله ها، شیپور مانند و دارای زوائد انگشت مانند است. بافت پوششی داخل لوله های رحم مخاطی و مژک دار است. زنش مژک های آن، اووسیت را به سمت رحم می رانند.

بخش پایین رحم، باریک تر شده که به آن گردن رحم می گویند. این قسمت به داخل واژن باز می شود. واژن محل ورود یاخته های جنسی نر، خروج خون قاعدگی و در هنگام زایمان طبیعی، محل خروج جنین است.

### دوره جنسی در زنان

این دوره با قاعدگی یا عادت ماهانه شروع می شود که در آن دیواره داخلی رحم همراه با رگ های خونی تخریب و مخلوطی از خون و بافت های تخریب شده از بدن خارج می شود.

عادت ماهانه با بلوغ جنسی آغاز می شود ابتدا نامنظم، ولی کم کم منظم می شود. نظم آن مهم ترین شاخص کارکرد صحیح دستگاه تولیدمثلی زن است.

معمولاً در زن های سالم بین ۴۵ تا ۵۰ سالگی عادت ماهانه متوقف می شود که این پدیده را یائسگی می نامند. علت یائسگی از کار افتادن تخمدان هاست که زودتر از بقیه دستگاه های بدن پیر می شوند. پس دوره باروری و تولیدمثلی در زن حدود ۳۰ تا ۳۵ سال است. تغذیه نامناسب، کار زیاد و سخت، فشار روحی و جسمی به گونه های چشمگیر از طول این مدت می کاهد.

فعالیت ۳: شروع یائسگی همراه با علائمی است. در مورد علائم این دوره و روش های کاهش بروز این علائم، تحقیق کرده و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

### تخمک زایی

فرایند تخمک زایی از یاخته دیپلوئید و زاینده ای به نام مامه زا (اووگونی)، قبل از تولد و از دوران جنینی شروع می شود. مراحل تولید تخمک در شکل ۷ دیده می شود.

فعالیت ۴: با توجه به شکل ۷ درباره پرسش های زیر با هم گفت و گو کنید.

در انسان اووسیت اولیه، ثانویه و اووم از لحاظ کروموزومی با هم چه تفاوت هایی دارند؟

اولین جسم قطبی با دومین اجسام قطبی چه تفاوتی دارند؟

مراحل تخمک زایی در این شکل را با مراحل اسپرم زایی (شکل ۲) مقایسه کنید. شباهت ها و تفاوت های آن ها را بنویسید.



**تمرین ۱۰:** جدول زیر را کامل کنید.

یاخته	تعداد کروموزوم	تعداد کروماتید	دارای تقسیم
اووگونی			
اووسیت اولیه			
اووسیت ثانویه			
اوول			
نخستین گویچه قطبی			
دومین گویچه قطبی			

**پاسخ:**



**تست ۱۰:** در طی چرخه جنسی یک زن سالم به دنبال تقسیم هر سلول ..... در تخمدان، قطعاً ..... تولید می شود.

- (۱) اووگونی- اووسیت اولیه
- (۲) نخستین گویچه قطبی- دو گویچه قطبی
- (۳) اووسیت اولیه- یک گویچه قطبی
- (۴) اووسیت ثانویه- یک گویچه قطبی

**پاسخ:**



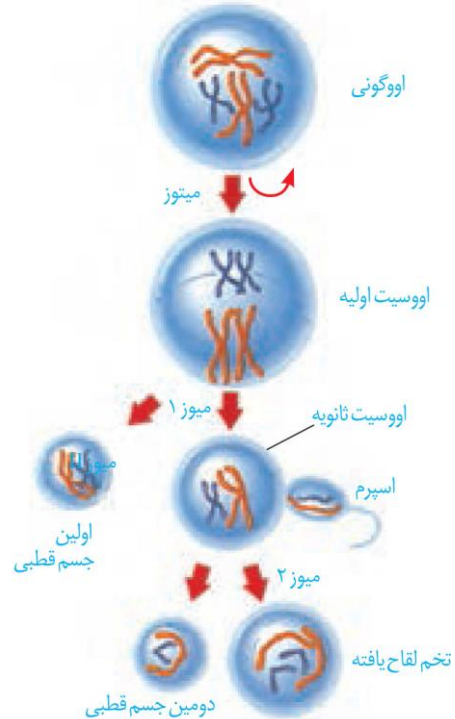
**تمرین ۱۱:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

- الف- در اسپرم سازی (برخلاف- همانند) ..... تخمک سازی، کامه بالغ در (درون- خارج) ..... غده جنسی پدید می آید.
- ب- نخستین گویچه قطبی (همانند- برخلاف) ..... دومین گویچه قطبی (تک-لاد- دو لاد) ..... است.
- پ- اووسیت ثانویه (همانند- برخلاف) ..... اسپرماتوسیت ثانویه در (جنین- فرد بالغ) ..... پدید می آید.
- ت- از لقاح اسپرم با (نخستین گویچه قطبی- دومین گویچه قطبی) ..... سلولی ایجاد می شود که (با- بدون) ..... تقسیم شدن دفع می شود.

**پاسخ:**

مراحل تخمک‌زایی در دوران جنینی آغاز و پس از شروع میوز در پروفاز 1 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. زوائد انگشت مانند ابتدای لوله رحم در اطراف آن حرکت می‌کنند و اووسیت ثانویه را به درون لوله رحم هدایت می‌کنند. 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.



شکل ۷- مراحل تخمک‌زایی

گویچه‌های قطبی به طور طبیعی، نقشی در رشد و نمو ندارند. 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.



**تمرین ۱۲:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید:

الف- هر گاه اختلاف غلظت هورمون‌های LH و FSH با هم برابر باشد قطعاً تخمدان در دوره فولیکولی است.

ب- همزمان با اختلاف غلظت حداکثری LH و FSH تخمک‌گذاری رخ می‌دهد.

پ- در چرخه تخمدانی هر گاه FSH شروع به کاهش کند، ترشح LH نیز کاهش می‌یابد.

ت- در شروع دوره لوتئالی LH شروع به کاهش ولی در اواخر این دوره ترشح آن افزایش می‌یابد.

**پاسخ:**



**تست ۱۱:** چند مورد در ارتباط با چرخه جنسی یک زن سالم نادرست است؟

\* هر گاه اختلاف غلظت هورمون‌های جنسی در خون در حداکثر است تخمدان در دوره اوتئالی است.

\* هماهنگ با رشد فولیکول و تمایز اووسیت اختلاف غلظت هورمون‌های جنسی رو به افزایش است.

\* هر گاه سطح پروژسترون خون بالاتر از استروژن باشد، غلظت LH خون بالاتر از FSH است.

\* هر گاه اختلاف غلظت هورمون‌های جنسی در خون برابر باشد قطعاً جسم زرد در حال از بین رفتن است.

۱ (۱)    ۲ (۲)    ۳ (۳)    ۴ (۴)

**پاسخ:**

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.

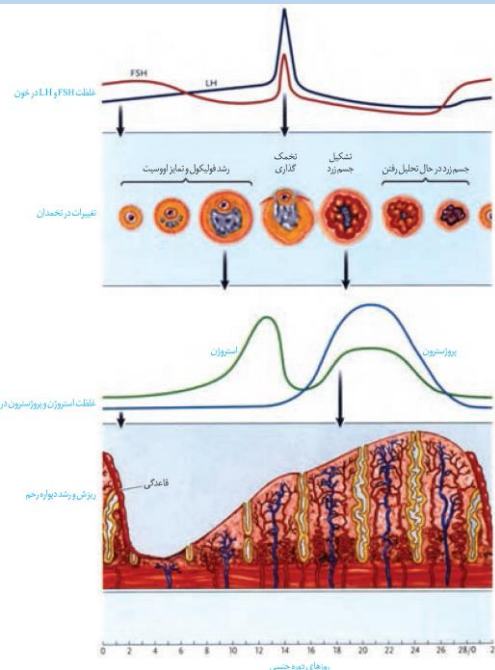
شکل ۸ تغییرات فولیکول در تخمدان، آمادگی دیواره رحم و میزان چهار هورمون در طول یک دوره جنسی را نشان می‌دهد.

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 ۸- تغییرات میزان هورمون‌ها، چرخه تخمدانی و چرخه رحمی در یک دوره جنسی**

**چرخه تخمدانی:** پیش‌تر خواندید که در تخمدان تعدادی اووسیت به همراه یاخته‌های اطرافشان فولیکول را تشکیل می‌دهند که از دوره جنینی در تخمدان‌ها وجود دارند. در هر دوره جنسی یکی از فولیکول‌هایی که از همه رشد بیش‌تری پیدا کرده است، چرخه تخمدانی را آغاز و ادامه می‌دهد.



**تست ۱۲:** با توجه به مراحل تولید گامت در یک زن جوان، چند مورد عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (سراسری ۹۵)

- «هر سلولی که در مرحله پروفاز میوز قرار دارد، قطعاً.....»
- در ابتدای یک چرخه جنسی به وجود آمده است.
  - توسط تعداد یاخته های فولیکولی احاطه شده است.
  - سلولی بسیار بزرگ تر از اسپرم را به وجود می آورد.
  - در واکنش به حداکثر میزان ترشح، تقسیم می شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**پاسخ:**



**تست ۱۳:** کدام گزینه، عبارت زیر را به طور مناسب کامل می کند؟ (سراسری ۹۶)

«به طور معمول در یک فرد بالغ، هر اووسیتی که ..... دارد، .....»

- ۱) در لوله فالوپ وجود- دو سلول نابرابر ایجاد می کند.
- ۲) دو جفت سانتیول- در درون تخمدان به وجود آمده است.
- ۳) کروموزوم های مضاعف شده- یک سلول جنسی را می سازد.
- ۴) در اطراف خود سلول های فولیکولی- دوک تقسیم را تشکیل می دهد.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۳:** به پرسش های زیر پاسخ دهید.

الف- با علامت + و - مشخص کنید کدام از وظایف یاخته های فولیکولی درون تخمدان است.

- \* ترشح استروژن ( )
- \* تغذیه اووسیت ثانویه ( )
- \* دخالت در نمو اووسیت اولیه ( )

ب- هورمونی که با اتصال به فولیکول موجب تحریک آن شده تا بزرگ و بالغ شود از کجا ترشح می شود؟

پ- چرا با بزرگ شدن و بالغ شدن فولیکول LH افزایش می یابد.

ت- کدام هورمون یا هورمون موجب تحریک جسم زرد می شود؟

**پاسخ:**

لایه های یاخته ای این فولیکول تکثیر و حجیم می شوند و از یک سو شرایط رشد و نمو اووسیت درون فولیکول را فراهم و از سوی دیگر هورمون استروژن را ترشح می کنند که با رشد فولیکول میزان آن افزایش می یابد (شکل ۶).

چرخه تخمدانی با تأثیر هورمون های LH و FSH تنظیم و هدایت می شود. در سطح یاخته های فولیکولی گیرنده هایی وجود دارند که FSH به آن ها متصل می شود. این اتصال فولیکول را تحریک فولیکولی کرده تا بزرگ و بالغ شود.

حدود روز چهاردهم دوره در فولیکول بالغ شده ای که در این زمان به دیواره تخمدان چسبیده است تخمک گذاری انجام می شود. در

این فرایند، اووسیت ثانویه همراه با تعدادی از یاخته های فولیکولی از سطح تخمدان خارج و وارد محوطه شکمی می شوند. یاخته های

فولیکولی چسبیده به اووسیت در ادامه مسیر به تغذیه و محافظت از آن کمک می کنند. زیاد شدن LH که در اثر افزایش ترشح

استروژن رخ می دهد، عامل اصلی تخمک گذاری است. به دنبال تخمک گذاری، باقی مانده فولیکول در تخمدان به صورت توده

یاخته ای در می آید که به آن جسم زرد می گویند. یاخته های جسم زرد با تأثیر هورمون LH فعالیت ترشحی خود را افزایش

می دهند و دو هورمون استروژن و پروژسترون را ترشح می کنند. این هورمون ها وقایع رحم را در دوره جنسی ادامه می دهند. 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 تخریب و ریزش آن می شود که علامت شروع دوره جنسی بعدی است (شکل ۸).



شکل ۹- تخمک گذاری تخمدان



شکل ۱۰- جسم زرد در تخمدان





**تمرین ۱۴:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

الف- سلول‌های ترشح‌کننده استروژن می‌توانند کروموزوم‌های خود را مضاعف کنند.

ب- یاخته هدف LH همانند یاخته هدف FSH می‌تواند دولا شود.

پ- با تبدیل جسم زرد به جسم سفید ترشح استروژن و پروژسترون در بدن متوقف می‌شود.

ت- در دوره قاعدگی مقدار FSH خون بیش‌تر LH است.

**پاسخ:**



**تمرین ۱۵:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- در دوره قاعدگی هیپوتالاموس هورمون (آزادکننده- مهار کننده) ..... ترشح می‌کند.

ب- کاهش هورمون‌های (هیپوفیزی- جنسی) ..... موجب ناپایداری دیواره رحم می‌شود.

پ- وقتی مقدار هورمون (استروژن- LH) ..... شروع با افزایش می‌کند، آندومتر رحم شروع به ضخیم شدن می‌کند.

ت- در پایان چرخه رحمی سطح استروژن خون (پایین‌تر- بالاتر) ..... از سطح پروژسترون است.

**پاسخ:**

**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 چین‌خوردگی‌ها، حفرات و اندوخته خونی زیادی به وجود می‌آید. همان‌طور 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 ترشحی در آن افزایش می‌یابد. نتیجه این فعالیت‌ها آماده شدن جدار رحم برای پذیرش و پرورش تخمک لقاح‌یافته یا همان تخم است. اگر در حدود نیمه دوره جنسی اسپرم در مجاورت اووسیت ثانویه قرار گیرد، پس از تکمیل مراحل تخم‌زایی 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)

### تنظیم هورمونی دستگاه تولیدمثل در زن

هورمون‌های زیرنهنج، زیرمغزی پیشین (هیپوفیز پیشین) و تخمدان‌ها زمان وقایع متفاوت در دستگاه تولیدمثل زن را تنظیم می‌کنند. تنظیم میزان این هورمون‌ها به صورت بازخوردی (خودتنظیم) انجام می‌شود (شکل ۱۱).



**تمرین ۱۶:** موارد ستون «الف» و «ب» را با هم ارتباط

دهید.

الف	ب
۱) FSH	(a) بازخورد منفی روی هیپوفیز پیشین در روز ۱۴
۲) LH	(b) رشد فولیکول
۳) استروژن	(c) بیشترین هورمون جنسی خون در روزهای ۱۶ تا ۲۶
۴) پروژسترون	(d) رشد جسم زرد

**پاسخ:**



**تمرین ۱۷:** به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

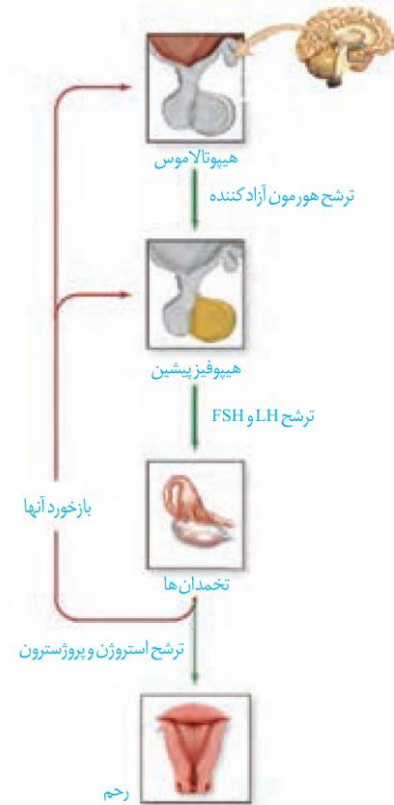
الف- در ابتدای دوره جنسی در زنان مقدار هورمون‌های جنسی در خون کم است یا زیاد؟

ب- این مقدار هورمون جنسی در خون روی آندومتر رحم و هم‌چنین روی هیپوتالاموس چیست؟

پ- در دوره فولیکولی هورمون استروژن باعث چه نوع خودتنظیمی می‌شود؟

ت- در دوره لوتئالی هورمون‌های جنسی چه تأثیری روی ترشحات هیپوتالاموس و هیپوفیز پیشین دارند؟

**پاسخ:**



شکل ۱۱- غدد و هورمون‌های مؤثر در تولیدمثل زن

همان‌طور که در منحنی‌های شکل ۸ دیدیم در ابتدای دوره مقدار دو هورمون جنسی استروژن و پروژسترون در خون کم است. این کمبود به هیپوتالاموس آزادکننده پیامی می‌دهد که هورمون آزادکننده‌های ترشح کند. هورمون آزادکننده بخش پیشین هیپوفیز را تحریک تا ترشح هورمون‌های FSH و LH را افزایش دهد. هورمون FSH موجب رشد فولیکول و هورمون LH موجب رشد جسم زرد می‌شود. با رشد فولیکول ترشح استروژن و با رشد جسم زرد ترشح پروژسترون افزایش می‌یابد.

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



**تست ۱۴:** به طور معمول، در چرخه جنسی یک فرد سالم، هم زمان با ..... بر مقدار تولید ..... افزوده شده و از میزان تولید استروژن کاسته می‌شود. (سراسری ۹۲)

- (۱) شروع ضخیم شدن دیواره رحم- هورمون محرک فولیکولی
- (۲) شروع رشد فولیکول‌ها- هورمون آزاد کننده
- (۳) شروع رشد جسم زرد- هورمون لوتئینی کننده
- (۴) آزاد شدن تخمک از تخمدان- پروژسترون

**پاسخ:**



**تست ۱۵:** به طور معمول، در چرخه جنسی یک فرد سالم، هم زمان با ..... ، مقدار استروژن خون، کاهش و میزان ..... در خون، رو به افزایش می‌گذارد.

- (۱) شروع رشد فولیکول‌ها - هورمون لوتئینی کننده
- (۲) خروج تخمک از تخمدان- پروژسترون
- (۳) افزایش اندازه جسم زرد - هورمون محرک فولیکولی
- (۴) شروع ضخیم شدن دیواره رحم- هورمون آزاد کننده

**پاسخ:**



**تست ۱۶:** در طی چرخه جنسی یک فرد سالم، هم زمان با ..... میزان هورمون ..... در خود ..... (سراسری ۹۴)

- (۱) آغاز تحلیل توده‌ای زرد رنگ از سلول‌های فولیکولی- استروژن- کاهش می‌یابد.
- (۲) تشکیل نخستین گویچه قطبی- لوتئینی کننده- شروع به افزایش می‌نماید.
- (۳) آغاز رشد فولیکول پاره شده- محرک فولیکولی- شروع به کاهش می‌نماید.
- (۴) آزاد شدن اوول از تخمدان- پروژسترون- افزایش می‌یابد.

**پاسخ:**

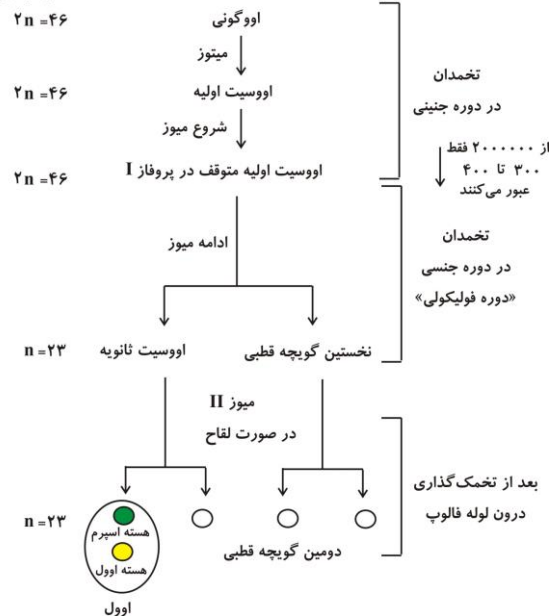
در انتهای دوره، کاهش میزان این هورمون‌ها در خون به ویژه روی دیواره داخلی رحم تأثیر می‌کند. استحکام آن کاهش یافته و در طول چند روز بعد، از هم می‌پاشد و قاعدگی رخ می‌دهد. کاهش پروژسترون و استروژن همچنین روی هیپوتالاموس اثر کرده و ترشح مجدد هورمون آزادکننده، FSH و LH را آغاز می‌کند که همان شروع دوره جنسی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

استروژن در واقع دو نقش متضاد را ایفا می‌کند؛ در غلظت کم از آزاد شدن FSH و LH ممانعت می‌کند (بازخورد منفی) اما حدود روز چهاردهم دوره، افزایش یکباره آن، محرکی برای آزاد شدن مقدار زیادی FSH و LH از هیپوفیز پیشین می‌شود (بازخورد مثبت). این تغییر ناگهانی در مقدار هورمون‌ها، باعث می‌شود در تخمدان، باقی‌مانده فولیکول به جسم زرد تبدیل شود (شکل ۶ و ۸).

**فعالیت ۶:** در بعضی از منابع، دوره جنسی تخمدان‌ها را به دو قسمت فولیکولی و جسم زردی (لوتئال) تقسیم‌بندی می‌کنند. به نظر شما:

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

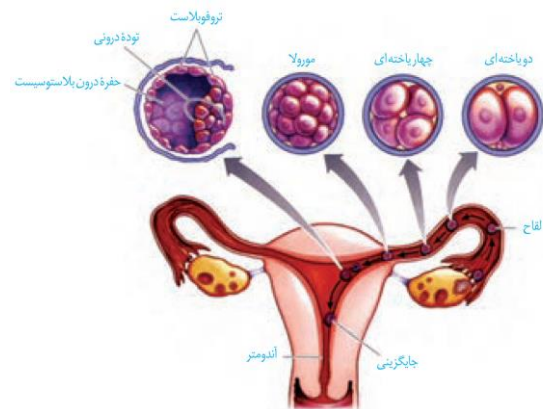
عدد کروموزومی





## وقایع پس از لقاح

حدود ۳۶ ساعت پس از لقاح، یاخته تخم تقسیمات میتوزی خود را شروع می‌کند. نتیجه آن، ایجاد توده یاخته‌ای است که تقریباً به اندازه تخم است؛ زیرا یاخته‌های حاصل از تقسیم رشد نکرده‌اند. این توده توپر در لوله رحم به سمت رحم حرکت می‌کند. پس از رسیدن به رحم به شکل کره توخالی در آمده و درون آن با مایعات پر می‌شود. در این مرحله، به آن بلاستوسیست گفته می‌شود. بلاستوسیست، یک لایه بیرونی به نام تروفوبلاست دارد که سرانجام در تشکیل جفت دخالت می‌کند (شکل ۱۳)



شکل ۱۳- مراحل اولیه رشد جنین

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

در ادامه یاخته‌های لایه بیرونی بلاستوسیست، آنزیم‌های هضم کننده‌ای را ترشح می‌کنند که یاخته‌های جدار رحم را تخریب کرده و حفره‌ای ایجاد می‌کنند که بلاستوسیست در آن جای می‌گیرد. به این فرایند جایگزینی گفته می‌شود. یاخته‌های جنین در این مرحله مواد مغذی مورد نیاز خود را از این بافت‌های هضم‌شده به دست می‌آورند (شکل ۱۴).

## تست ۱۷: چند مورد درست است؟

- \* میان چهار یاخته تخم حدود ۳۶ ساعت طول می‌کشد.
- \* حرکت بلاستوسیست در طول لوله فالوپ به زنش مژک‌های یاخته‌های لوله فالوپ وابسته است.
- \* مورولا توده یاخته ۳۲ سلولی است که در شیپور فالوپ وجود دارد.
- \* وقتی بلاستوسیست وارد رحم می‌شود جدار لقاحی آن از بین می‌رود.

۲ (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۴ (۳)

## پاسخ:

## تست ۱۸: کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) وقتی مورولا در لوله فالوپ وجود دارد ترشح هورمون آزادکننده از هیپوتالاموس کاهش می‌یابد.
- (۲) وقتی بلاستوسیست وارد حفره رحمی می‌شود یاخته‌های تروفوبلاست HCG ترشح می‌کنند.
- (۳) از توده یاخته‌ای درونی بلاستوسیست پس از جایگزینی سه لایه زاینده جنینی تشکیل می‌شود.
- (۴) یاخته‌های هضم‌کننده آندومتر رحم برای جایگزینی سبب تداوم ترشح پروژسترون می‌شوند.

## پاسخ:





**تمرین ۲۰:** جاهای خالی را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

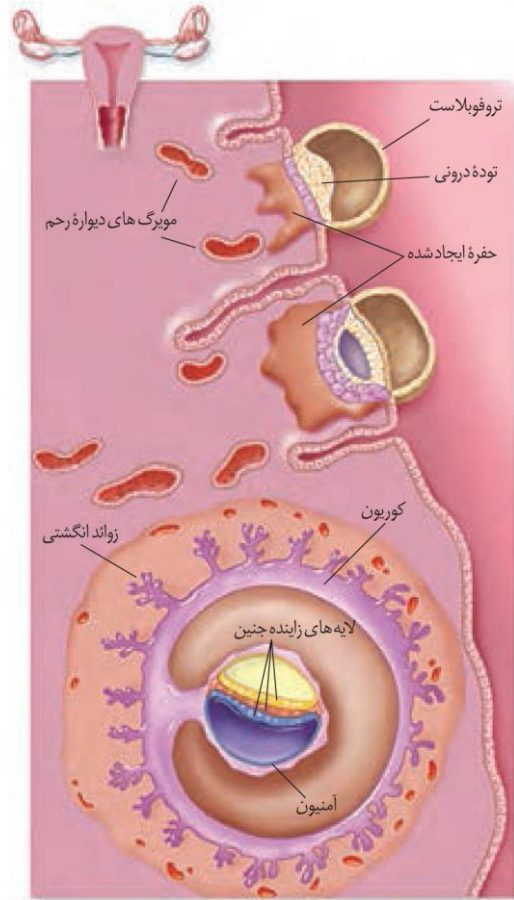
الف- یاخته‌های بنیادی یاخته‌های (تخصص یافته- تخصص نیافته) ..... اند که از لایه (درونی- بیرونی) ..... بلاستوسیست تشکیل شده‌اند.

ب- بعد از جایگزینی زوائد انگشتی از لایه (آمنیون- کوریون) ..... منشأ می‌گیرند.

پ- لایه‌ای که در حفاظت و تغذیه جنین نقش دارد برخلاف لایه‌ای که در تشکیل جفت و بند ناف دخالت دارد به (لایه‌های زاینده جنین- آندومتر رحم) ..... نزدیک‌تر است.

ت- هورمونی که اساس تست‌های بارداری است توسط یاخته‌های (مادری- جنینی) ..... ترشح می‌شود.

**پاسخ:**



شکل ۱۴- جایگزینی جنین در رحم

در این مرحله، همچنین یاخته‌های تروفوبلاست، هورمونی به نام HCG ترشح می‌کنند که وارد خون مادر می‌شود و اساس تست‌های بارداری است. این هورمون سبب حفظ جسم زرد و تداوم ترشح هورمون‌های پروژسترون از آن می‌شود. وجود این هورمون‌ها در خون از قاعدگی و تخم‌گذاری مجدد جلوگیری می‌کند.

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

**تشکیل بیش از یک جنین**

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

ممکن است تخمدان‌های یک فرد در یک دوره بیش از یک اووسیت ثانویه آزاد کنند و دو یا چند لقاح انجام شود. در این حالت، اگر مراحل رشد و نمو در آن‌ها کامل شود، دوقلو یا چند



**تست ۱۹:** کدام گزینه جمله زیر را به‌طور نامناسب تکمیل می‌کند؟

«برای تشکیل دوقلوهای .....»

۱) همسان، یک اسپرم و یک اووسیت ثانویه دخالت دارد.  
۲) ناهمسان، توده درونی یک بلاستوسیست، به دو قسمت تقسیم می‌شود.

۳) همسان، ممکن است یاخته‌های بنیادی حاصل از تقسیم سلول تخم از هم جدا شوند.

۴) ناهمسان، دو اسپرم در لقاح شرکت دارند.

**پاسخ:**



**تمرین ۲۱:** درستی یا نادرستی هر یک از جملات زیر را مشخص کنید.

- الف- دوقلوهای به هم چسبیده همواره جنسیت یکسانی دارند.  
 ب- از کوریون رگهای خونی منشأ می‌گیرند.  
 پ- در افراد نابارور تولید گامت غیرممکن است.  
 ت- تمایز جفت ۹ هفته طول می‌کشد.

**پاسخ:**



**تست ۲۰:** به‌طور معمول در انسان، قبل از.....

(سراسری ۹۴ باتغییر)

- (۱) تشکیل سیاهرگ‌های بندناف، بلاستوسیست به جدارهٔ رحم متصل می‌گردد.  
 (۲) شکل‌گیری حفرهٔ آمنیون، درون‌شامه شروع به تشکیل شدن می‌کند.  
 (۳) به‌وجود آمدن پرده‌های اطراف جنین، ساختار جفت تشکیل می‌شود.  
 (۴) شروع تشکیل جفت، بلوغ فولیکول‌های تخمدانی متوقف می‌شود.

**پاسخ:**



**تست ۲۱:** خون سرخرگ بندناف جنین انسان.....

خون..... ماهی،..... است. (سراسری ۹۵)

- (۱) همانند- سرخرگ پشתי- روشن  
 (۲) برخلاف- سیاهرگ شکمی- تیره  
 (۳) همانند- سرخرگ شکمی- تیره  
 (۴) برخلاف- سرخرگ آبششی- روشن

**پاسخ:**

قلوهای ناهمسان متولد می‌شوند که ممکن است شباهتی به هم نداشته و حتی از لحاظ جنسیت هم متفاوت باشند (شکل ۱۵)



شکل ۱۵- دو قلوهای (الف) ناهمسان و (ب) همسان

- فعالیت ۷: ۱- دوقلوهای ناهمسان از لحاظ جنسیت می‌توانند مشابه یا متفاوت باشند، به نظر شما علت چیست؟  
 ۲- دوقلوهای به هم چسبیده از لحاظ جنسیت و سایر صفات ظاهری نسبت به هم چگونه‌اند؟  
 ۳- در مورد اثر انگشت دو قلوهای همسان و ناهمسان اطلاعاتی را جمع‌آوری و گزارش آن را در کلاس ارائه کنید.

از طرف دیگر ممکن است در بعضی از زنان یا مردان، یاختهٔ جنسی تولید نشود یا به دلایلی بین اسپرم و تخمک، لقاح موفقیت انجام نشود. در این صورت، بحث ناباروری مطرح می‌شود که با روش‌هایی و با کمک فناوری، بعضی از آن‌ها را برطرف می‌کنند.

### کنترل ورود و خروج مواد در جفت

تمایز جفت از هفتهٔ دوم بعد از لقاح شروع می‌شود، ولی تا هفتهٔ دهم ادامه دارد و بند ناف، رابط بین جنین و جفت است که در آن سرخرگ‌ها خون جنین را به جفت می‌برند و سیاهرگ، خون را از جفت به جنین می‌رساند. خون مادر و جنین در جفت به دلیل وجود پردهٔ کوریون مخلوط نمی‌شود، ولی می‌تواند بین دو طرف این پرده مبادلهٔ مواد صورت گیرد (شکل ۱۶).

مواد مغذی، اکسیژن و بعضی از پادتن‌ها از طریق جفت به جنین منتقل می‌شوند تا جنین تغذیه و محافظت شود و مواد دفعی جنین نیز از همین طریق به خون مادر منتقل می‌شود. در عین حال، عوامل بیماری‌زا و موادی مانند نیکوتین، کوکائین



**تمرین ۲۲:** جملات زیر را با کلمات مناسب داخل پرانتز پر کنید.

الف- رگی که خون جنین را به جفت وارد می کند (سرخرگ- سیاهرگ) ..... است که خون (تیره- روشن) ..... دارد.

ب- تعداد (سیاهرگ های ششی- سرخرگ های ششی) ..... مادر (دو برابر- چهار برابر) ..... سیاهرگ بندناف است.

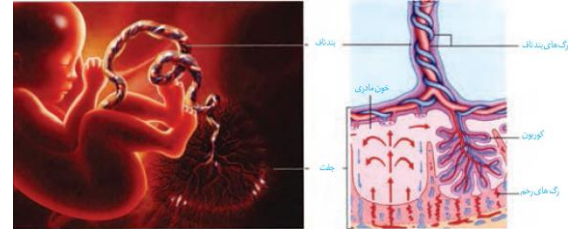
پ- (همه- بیش تر- بعضی) ..... پادتن های مادر از جفت عبور می کنند.

ت- نیکوتین (برخلاف- همانند) ..... کوکائین از جفت عبور (می کند- نمی کند) .....

**پاسخ:**

و **الکل** نیز می توانند از جفت عبور کنند و روی رشد و نمو جنین تأثیر سوء بگذارند.

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



شکل ۱۶- جفت و ارتباط آن با مادر و جنین

**فعالیت ۸:** مادران باردار ممکن است تا **پایان هفته چهارم بعد از لقاح** هنوز از بارداری خود مطلع نباشد. با توجه به زمان های چرخه قاعدگی به نظر شما این مادران از نظر قاعدگی در چه وضعیتی هستند؟

### صوت نگاری (سونوگرافی)

در این روش تشخیصی، از **امواج صوتی** با **بسامد (فرکانس) بالا** استفاده می کنند. این امواج **برخلاف اشعه X** که در رادیولوژی از آن استفاده می شود، برای جنین ضرری ندارد. امواج را با کمک دستگاهی به درون بدن می فرستند و بازتاب آن ها را دریافت کرده به صورت **تصویر ویدئویی** نشان می دهند.

تشخیص بارداری در ماه اول، اندازه گیری ابعاد جنین برای تعیین سن، جنسیت جنین، سالم بودن جنین از لحاظ حرکتی و عملکرد **بعضی** از اندام ها مثل قلب از جمله مواردی است که در صوت نگاری، مشخص می شود.

**فعالیت ۹:** تعیین زمان تولد

متخصصان زنان و زایمان در پیش بینی زمان تولد نوزاد **۲۸۴** روز را به زمان شروع آخرین قاعدگی مادر اضافه می کنند. با توجه به نمودارهای شکل ۸ به پرسش های زیر پاسخ دهید.

چه ارتباطی بین قاعدگی و بارداری شخص وجود دارد؟

چرا روز شروع آخرین قاعدگی را در نظر می گیرند؟

گفته می شود مدت زمان بارداری **۳۸ هفته** یا **۲۶۶** روز است. چرا

پزشکان **۲۸۴** روز را مطرح می کنند؟



**تست ۲۲:** در سونوگرافی چند مورد زیر امکان پذیر است؟

- \* تشخیص بارداری قبل از پایان یافتن تمایز جفت
- \* تشخیص جنسیت جنین
- \* سالم بودن جنین از هر نظر
- \* ایجاد تصویر ویدئویی از اشعه X

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) صفر

**پاسخ:**

## تولد - زایمان

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

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

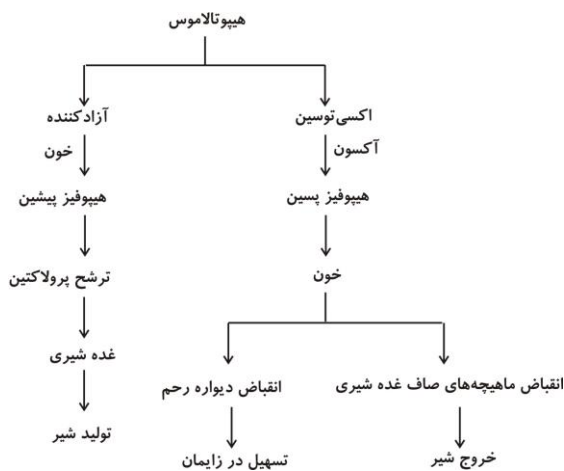
فعالیت ۱۰: علاوه بر زایمان طبیعی، تولد نوزاد با عمل جراحی (سزارین) نیز انجام می‌شود. پزشکان زنان و زایمان، بیش‌تر توصیه می‌کنند که زایمان به صورت طبیعی انجام شود. در مورد جنبه‌های مثبت و منفی جراحی سزارین، اطلاعاتی را جمع‌آوری کنید و نتایج به‌دست آمده را به صورت گزارش در کلاس ارائه کنید.

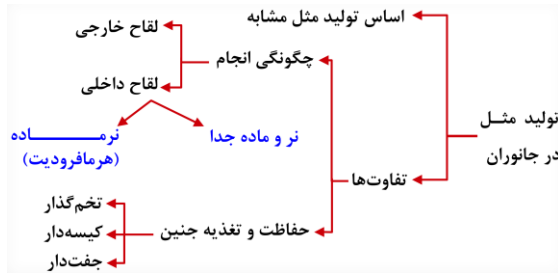
**تست ۲۳:** چند مورد در ارتباط با هورمون اکسی‌توسین صحیح است؟

- \* موجب شروع انقباض ماهیچه صاف رحم می‌شود.
- \* در هنگام زایمان طبیعی باعث پاره شدن درون‌شامه می‌شود.
- \* در اثر خودتنظیمی مثبت از غده زیرمغزی تولید می‌شود.
- \* به دنبال مک‌زدن نوزاد و تحریک گیرنده‌ها، اکسی‌توسین موجب تولید بیش‌تر شیر می‌شود.

۱(۱)    ۲(۲)    ۳(۳)    ۴(۴)

**پاسخ:**





### گفتار ۴: تولیدمثل در جانوران

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 آبی لقاح خارجی دیده می‌شود. در این روش، والدین گامت‌های خود را در آب می‌ریزند و لقاح در آب صورت می‌گیرد. برای افزایش احتمال برخورد گامت‌ها، والدین تعداد زیادی گامت را هم زمان وارد آب می‌کنند. برای هم زمان 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

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

تولیدمثل جنسی در جانورانی که حرکت کندی دارند و یا امکان جفت‌یابی ندارند، مشکل‌ساز است؛ زیرا جفت‌یابی به سختی صورت می‌گیرد. رفع این مشکل به دو صورت انجام شده است:

#### تست ۲۴: کدام عبارت صحیح است؟

- ۱) هر جانور دارای لقاح خارجی تخم‌گذار است.
- ۲) برای لقاح خارجی، ممکن نیست جنس‌های نر و ماده با هم تماس فیزیکی داشته باشند.
- ۳) در لقاح خارجی، برای افزایش احتمال برخورد گامت‌های نر و ماده، هیچ عوامل محیطی تأثیرگذار نیست.
- ۴) برای هم‌زمان رهاسدن گامت‌ها در لقاح خارجی، آزادشدن مواد شیمیایی توسط هر یک از جنس‌های نر و ماده ضروری است.

#### پاسخ:

#### تست ۲۵: چند مورد صحیح است؟

- \* در هر نوع لقاح داخلی، اسپرم‌ها از بدن جنس نر خارج می‌شوند.
- \* در هر نوع لقاح داخلی برخلاف لقاح خارجی، تخمک‌ها از بدن جنس ماده خارج نمی‌شوند.
- \* هر جانور دارای لقاح داخلی دارای دستگاه تولیدمثلی تخصص یافته برای تولید تخمک یا اسپرم است.
- \* هر جانور دارای لقاح داخلی، خشکی‌زی است.

۱(۱)    ۲(۲)    ۳(۳)    ۴(۴) صفر

#### پاسخ:







**تست ۲۶:** جانور دارای لقاح داخلی ممکن نیست .....

- (۱) با گامت‌های تولید خود، زیگوت بسازد.
- (۲) فاقد میوز باشد.
- (۳) بدون لقاح، جنین تشکیل دهد.
- (۴) فاقد اندام‌های تخصص‌یافته برای تولیدمثل باشد.

**پاسخ:**



**تست ۲۷:** هر جانور هرمافرودیتی .....

- (۱) توانایی لقاح گامت‌های خود را دارد.
- (۲) به تنهایی می‌تواند زندگی و تولیدمثل کند.
- (۳) در درون بدن خود هم اسپرم و تخمک و هم زیگوت تشکیل می‌دهد.
- (۴) تعداد زیادی گامت تولید و رها می‌کند.

**پاسخ:**



**تست ۲۸:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

«در هر قطعه از بدن کرم‌خاکی اگر ..... تولید شود قطعاً ..... تولید می‌شود.»

\* اسپرم - تخمک

\* اسپرم - زیگوت

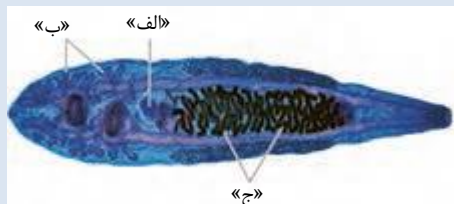
\* تخمک - زیگوت

۱(۱)      ۲(۲)      ۳(۳)      ۴(۴) صفر

**پاسخ:**



**تست ۲۹:** کدام مورد در ارتباط با شکل مقابل نادرست است؟

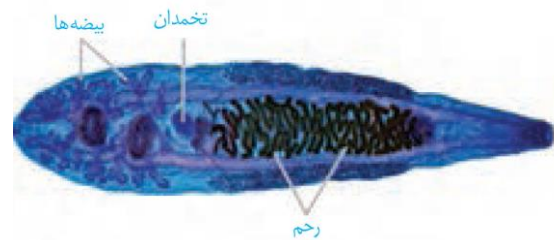


- (۱) «الف» همانند «ب» یک نوع غده جنسی است.
- (۲) «ج» معادل اندام گلابی شکل و ماهیچه‌ای در انسان است.
- (۳) سلول‌های تولیدشده توسط «الف» و «ب» امکان لقاح با یک دیگر را ندارند.
- (۴) این جانور دارای دستگاه دفعی پروتونفریدی است.

**پاسخ:**

**نرماده (هرمافرودیت):** به‌طور مثال در کرم‌های پهن و حلقوی

دیده می‌شود در این جانوران، یک فرد هر دو نوع دستگاه تولیدمثلی نر و ماده را دارد. در کرم‌های پهن مثل کرم کبد، هر فرد تخمک‌های خود را بارور می‌کند (شکل 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).



(الف)



(ب)

شکل ۱۸- هرمافرودیت الف و ب

**بکرزایی** نوعی دیگر از تولیدمثل جنسی است و برای مثال، در

زنبور عسل و بعضی مارها دیده می‌شود. در این روش، فرد ماده گاهی اوقات به تنهایی تولیدمثل می‌کند. در این حالت، یا تخمک بدون لقاح شروع به تقسیم می‌کند و موجود تک لاد (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 (دپلوئید) را به وجود می‌آورد (شکل ۱۹- ب).



شکل ۱۹- انواع بکرزایی الف و ب

## تغذیه و حفاظت جنین

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

در جانورانی که لقاح خارجی دارند تخمک دیواره‌ای چسبناک و ژله‌ای دارد که پس از لقاح تخمک‌ها را به هم می‌چسباند. این لایه ژله‌ای ابتدا از جنین در برابر عوامل نامساعد محیطی محافظت می‌کند و سپس به عنوان غذای اولیه مورد استفاده جنین قرار می‌گیرد (شکل ۲۰)



شکل ۲۰- لایه ژله‌های اطراف تخم قورباغه

در جانورانی که لقاح داخلی دارند، حفاظت جنین به صورت‌های متفاوتی انجام می‌شود. در جانوران تخم‌گذار وجود پوسته ضخیم در اطراف تخم از جنین محافظت می‌کند. البته برای محافظت بیشتر در خزندگان مثل لاک پشت تخم‌ها با ماسه و خاک پوشانده می‌شوند. پرندگان روی تخم‌ها می‌خوابند و پستاندار تخم‌گذاری مثل پلاتی‌پوس، تخم را در بدن خود نگه می‌دارد و چند روز مانده به تولد نوزاد، تخم‌گذاری می‌کند و روی آن‌ها می‌خوابد تا مراحل نهایی رشد و نمو طی شود (شکل ۲۱).

در پستانداران کیسه‌دار، مثل کانگورو جنین ابتدا درون رحم ابتدایی مادر رشد و نمو را آغاز می‌کند. به دلیل مهیا نبودن شرایط به صورت نارس متولد می‌شود و خود را به درون کیسه‌ای که بر روی شکم مادر است می‌رساند.



- تست ۳۰:** در بدن یک کرم‌خاکی ..... کرم کدو .....  
 (۱) همانند - اسپرم و تخمک تولیدشده لقاح می‌یابند.  
 (۲) برخلاف - اسپرم‌های تولیدشده از بدن خارج می‌شوند.  
 (۳) همانند - هر یک از قطعات می‌توانند یک نوع گامت بسازند.  
 (۴) برخلاف - بیضه‌ها و تخمدان در یک بند حضور دارند.

پاسخ:



- تست ۳۱:** در بکر زایی زنبور ملکه ..... مار ماده .....  
 (۱) همانند - تخمک پس از دولدشدن، تقسیم می‌شود.  
 (۲) همانند - تخمک بدون لقاح به جنین تبدیل می‌شود.  
 (۳) برخلاف - تخمک پس از دولدشدن، تقسیم می‌شود.  
 (۴) برخلاف - سلول مولد جنین حاصل تقسیم میتوز است.

پاسخ:



- تست ۳۲:** در هر جانوری که حفاظت جنین بر جنس .....  
 (۱) ماده است، تخمک‌ها حاوی اندوخته غذایی فراوانی‌اند.  
 (۲) نر است، ارتباط خونی بین مادر و جنین تشکیل نمی‌شود.  
 (۳) ماده است، لایه‌های محافظتی با پوشش ژله‌ای چسبناک اطراف جنین تشکیل می‌شود.  
 (۴) نر است، لقاح خارجی بوده و جانور تخم‌گذار است.

پاسخ:



- تست ۳۳:** در هر جانور تخم‌گذاری .....  
 (۱) با لقاح داخلی، پوسته ضخیم در اطراف تخم از جنین حفاظت می‌کند.  
 (۲) رشدونمو جنین پس از تخم‌گذاری شروع می‌شود.  
 (۳) پس از تخم‌گذاری، یکی از والدین روی تخم می‌خوابد.  
 (۴) لایه ژله‌ای اطراف تخمک صرف تغذیه جنین می‌شود.

پاسخ:



- تست ۳۴:** در جانورانی با لقاح خارجی کدام مورد نمی‌تواند در آزادشدن هم‌زمان گامت‌ها به درون آب مؤثر باشد؟  
 (۱) دمای محیط و طول روز  
 (۲) ترشح مواد شیمیایی توسط جنس نر یا ماده  
 (۳) بروز بعضی رفتارهای حرکتی  
 (۴) تشکیل اندام‌های جنسی نر و ماده در بدن هر فرد

پاسخ:

**تست ۳۵:** در همه انواع پستانداران .....

- (۱) لقاح تخمک با اسپرم در بدن جنس ماده صورت می گیرد.
- (۲) ارتباط مادر با جنین از طریق جفت صورت می گیرد.
- (۳) اندوخته تخمک برای تغذیه جنین تا قبل از تولد کافی نیست.
- (۴) پس از جایگزینی جنین در رحم کوریون و آمیون تشکیل می شود.

**پاسخ:****تست ۳۶:** جانور هرمافرودیت ممکن نیست .....

- (۱) دارای دو طناب عصبی باشد.
- (۲) قلب لوله‌ای باشد.
- (۳) دارای حفره گوارشی باشد.
- (۴) فاقد میانک باشد.

**پاسخ:****تست ۳۷:** در همه ..... می توان .....

- (۱) انواع مارهای ماده - بکرزایی یافت.
- (۲) انواع زنبورهای ماده - بکرزایی یافت.
- (۳) انواع مارهای ماده - در زیر چشم گیرنده‌های فرسرخ یافت.
- (۴) انواع زنبورهای ماده - چندین قرنیه یافت.

**پاسخ:****تست ۳۸:** هر مهره‌دار تخم‌گذاری که نسبت به وزن بدن

مغز بزرگ‌تری دارد، قطعاً .....

- (۱) دارای کیسه‌های هوادار پیشین است.
- (۲) توانایی انجام بکرزایی را دارد.
- (۳) دارای پیچیده‌ترین شکل کلیه است.
- (۴) در خط جانبی خود دارای یاخته‌های پشتیبان است.

**پاسخ:****تست ۳۹:** مهره‌دارانی با غده نمکی در نزدیک زبان یا

چشم خود دارای جنینی هستند که محصول لقاح ..... بوده و با

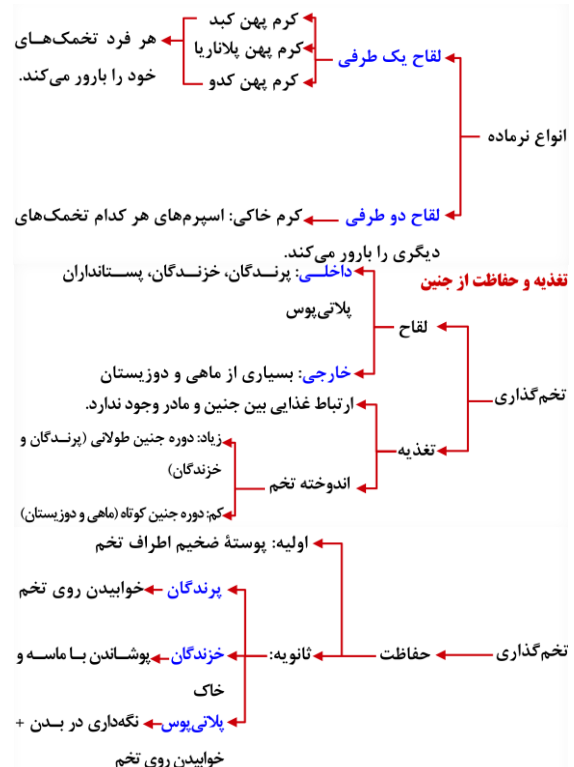
مادر ارتباط خونی برقرار .....

- (۱) خارجی - نمی‌کند.
- (۲) داخلی - می‌کند.
- (۳) خارجی - می‌کند.
- (۴) داخلی - نمی‌کند.

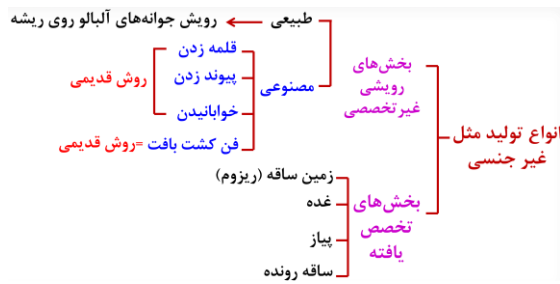
**پاسخ:**

در آن جا ضمن حفاظت، از غدد شیری درون آن تغذیه می‌کند تا مراحل رشد و نمو را کامل کند.

در پستانداران جفت‌دار، جنین درون رحم مادر رشد و نمو را آغاز و از طریق اندامی به نام جفت با خون مادر مرتبط می‌شود و از آن تغذیه می‌کند. در این جانوران، بهترین شرایط ایمنی 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.

**شکل ۲۱- الف) تخم‌های لاک پشت (ب) تخم پرنده در آشیانه (پ)****تخم پلاتی‌پوس**





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

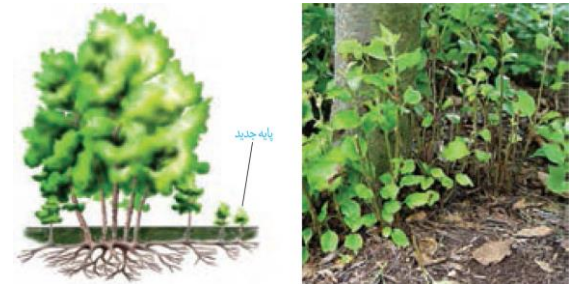
### گفتار ۱: تولید مثل غیر جنسی

فرض کنید گیاهی مانند یک بوته گل سرخ یا یک درخت انگور دارید و می‌خواهید آن را تکثیر کنید.

آیا صبر می‌کنید تا دانه تولید کنند و دانه‌های آن‌ها را می‌کارید، یا روش دیگری به کار می‌برید؟

### تکثیر با بخش‌های رویشی

گیاهان می‌توانند به روش غیر جنسی و با استفاده از بخش‌های رویشی، یعنی ساقه، برگ و ریشه تکثیر یابند. مثلاً روی ریشه درخت آلبالو، جوانه‌هایی تشکیل می‌شود که از رشد آن‌ها درخت‌های آلبالو ایجاد می‌شوند. چنین تولید مثلی از نوع غیر جنسی، یا رویشی است. تولید مثل غیر جنسی را چگونه توصیف می‌کنید؟



شکل ۱- تشکیل درخت‌های جدید از جوانه‌های روی ریشه.

معمولاً برای تکثیر گیاهان از بخش‌های رویشی گیاه استفاده می‌کنیم. شاید شما هم با گذاشتن قطعه‌هایی از ساقه در خاک یا آب، گیاهی را تکثیر کرده باشید. در این حالت برای تکثیر گیاه، روش قلمه زدن را به کار برده‌اید (شکل ۱- الف). به نظر شما قطعه‌ای از ساقه که گیاه جدید ایجاد می‌کند، چه چیزی باید داشته باشد؟

پیوند زدن یکی دیگر از روش‌های تکثیر رویشی است. در این روش قطعه‌ای از یک گیاه مانند جوانه یا شاخه به نام پیوندک، روی تنه گیاه دیگری که به آن پایه می‌گویند، پیوند زده

### تست ۱: کدام عبارت صحیح است؟

(سراسری فارغ کشور ۹۱)

- برای تکثیر رویشی گیاهان، وجود محیط کشت سترون الزامی است.
- در همه‌ی گیاهان، تولیدمثل رویشی سریع‌تر از تولیدمثل جنسی انجام می‌گیرد.
- استفاده از برگ و قطعات ساقه از روش‌های معمول تکثیر غیر جنسی در گیاهان است.
- شرط انجام تکثیر غیر جنسی در گیاهان، وجود بخش‌هایی است که برای این منظور تخصص یافته‌اند.

### پاسخ: گزینه «۳»

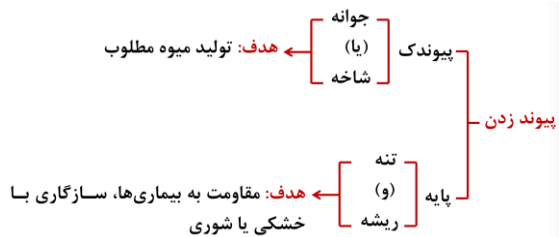


ابتدا برش از پایه مادر و انتقال به خاک یا آب = قلمه زدن

ایجاد پایه جدید گیاهی

ابتدا انتقال به خاک و تشکیل پایه جدید

بعد برش از پایه مادر = خوابانیدن



می‌شود (شکل ۲-ب). گیاه پایه ویژگی‌هایی مانند مقاومت به بیماری‌ها، سازگار با خشکی یا شوری دارد، در حالی که گیاهی که پیوندک از آن گرفته می‌شود، مثلاً میوه مطلوب دارد. در روش خوابانیدن بخشی از ساقه یا شاخه را که دارای گره است، با خاک می‌پوشانند. بعد از مدتی از محل گره، ریشه و ساقه برگدار ایجاد می‌شود که با جدا کردن از گیاه مادر، پایه جدیدی ایجاد می‌شود (شکل ۲-پ).



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

### یادآوری

گیاهان را براساس صفت‌های داشتن یا نداشتن آوند، دانه و گل به طور کلی گروه‌بندی می‌کنند.

گروه‌بندی گیاهان	بدون گل		گل‌دار	
	بدون دانه		دانه‌دار	
	خزه‌ها	سرخس‌ها	تک لپه‌ای‌ها	دولپه‌ای‌ها
		بازدانگان	نهاندانگان	
	بدون آوند	آونددار		

فعالیت ۱: با مراجعه به یک مرکز پرورش گل، یا گل‌فروشی درباره روش تکثیر رویشی گیاهان متفاوت، گزارش تصویری تهیه و در کلاس ارائه دهید.

### تخصص یافته‌ها

انواعی از ساقه‌ها در گیاهان وجود دارند که برای تولید مثل غیرجنسی ویژه شده‌اند. زمین ساقه (ریزوم)، غده، پیاز و ساقه رونده، نمونه‌هایی از ساقه‌های ویژه شده برای تولید مثل غیرجنسی‌اند.

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

### تست ۲: کدام گزینه عبارت زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

(مدارس برتر ۹۷)

«زمین ساقه نوعی گیاه علفی چند ساله که هر سال گل می‌دهد، ..... ساقه درخت آلبالو .....»

۱) برخلاف- دارای سرلادهایی است که فقط در جوانه انتهایی قرار دارند.

۲) همانند- برای هدایت شیره خام از پلاسمودسم‌ها بهره می‌برد.

۳) برخلاف- دارای یاخته‌هایی با نوار کاسپاری است.

۴) همانند- می‌تواند به کمک جوانه جانبی خود انواعی از بافت زمینه‌ای بسازد.

### پاسخ: گزینه «۴»

زمین ساقه، ساقه تخصص یافته‌ای است که به‌طور افقی زیر خاک رشد می‌کند و همانند ساقه هوایی، جوانه جانبی و انتهایی دارد. از رشد این جوانه‌ها که دارای سرلادهای نخستین هستند، مجموعه یاخته‌های مورد نیاز برای ساخته شدن سامانه‌های بافتی تولید می‌شوند. هدایت شیره خام به کمک آوندهای چوبی انجام می‌شود که فاقد پلاسمودسم هستند. یاخته‌هایی با نوار کاسپاری در ریشه قرار دارند، نه در ساقه.

### ریزوم (زمین ساقه)

۱- دارای جوانه‌های انتهایی و جانبی (مثل ساقه هوایی)

۲- دارای ریشه

۳- رشد به صورت افقی در زیر خاک



**غده**

- ساقه زیر زمینی
- متورم به دلیل ذخیره ماده غذایی
- دارای جوانه‌های متعدد
- برای تکثیر به قطعات جوانه‌دار تقسیم شده در زیر خاک کاشته می‌شود

**پیاز**

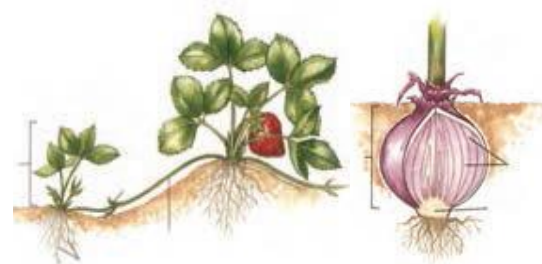
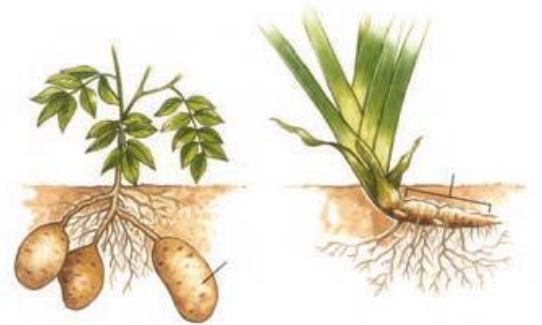
- ساقه زیرزمینی کوتاه و تکه مانند
- دارای برگ‌های خوراکی + جوانه‌ها
- سازنده تعدادی پیاز کوچک که هر یک خاستگاه یک گیاه جدیداند.
- مثال: نرگس و لاله

**ساقه رونده**

- رشد به صورت افقی روی خاک
- دارای گره و جوانه
- مثال: گیاه توت‌فرنگی

**غده**، ساقه‌ای زیرزمینی است که به علت ذخیره ماده غذایی در آن متورم شده است. سیب زمینی چنین ساقه‌ای است. هر یک از جوانه‌های تشکیل شده در سطح غده سیب‌زمینی، به یک گیاه تبدیل می‌شود (شکل ۳-ب) برای تکثیر سیب‌زمینی، آن را به قطعه‌های جوانه‌دار تقسیم می‌کنند و در خاک می‌کارند. **پیاز**، ساقه زیر زمینی کوتاه و تکه مانند دارد که برگ‌های خوراکی به آن متصل‌اند (شکل ۳-پ). پیاز خوراکی چنین ساختاری است. نرگس و لاله نیز پیاز دارند. از هر پیاز تعدادی پیاز کوچک تشکیل می‌شود که هر یک خاستگاه یک گیاه می‌شوند.

**ساقه رونده**، به طور افقی روی خاک رشد می‌کند (شکل ۳-ت). گیاه توت‌فرنگی ساقه رونده دارد. گیاهان توت‌فرنگی جدیدی در محل گره‌ها، ایجاد می‌شوند.



شکل ۳- ساقه‌های تخصص یافته برای تولیدمثل غیرجنسی.

فعالیت ۲: الف) نمونه‌هایی از ساقه‌های زیرزمینی را به کلاس بیاورید و در گروه خود مقایسه کنید.

ب) شلغم و سیب‌زمینی را با هم مقایسه کنید. آیا شلغم همانند سیب‌زمینی ساقه است؟ چه استدلالی برای پاسخ خود دارید؟

### فناوری و تکثیر گیاهان

از فن کشت بافت برای تولید گیاهان با ویژگی‌های مطلوب و تولید انبوه آن‌ها در آزمایشگاه استفاده می‌شود. در این فن، **یاخته** یا **قطعه‌ای** از بافت گیاهی در محیط کشت گذاشته می‌شود. این محیط دارای مواد مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه

**تست ۳:** چند مورد جمله زیر را به درستی تکمیل می‌کند؟

(مدارس برتر ۹۷)

«در گیاه ..... ممکن نیست .....»

الف) توت‌فرنگی - عاملی که برای تولیدمثل غیرجنسی ویژه شده است، دارای پوستک باشد.

ب) لاله - بخش کوتاه و تکه مانند دارای یاخته‌های معبر باشد.

پ) زنبق - بخشی که محل پیدایش پایه‌های جدید است، رشد افقی داشته باشد.

ت) سیب‌زمینی - بخش متورم ذخیره‌کننده مواد غذایی، دارای یاخته‌هایی با هسته‌ای بزرگ باشند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) صفر

### پاسخ: گزینه «ا»

تنها مورد «ب» عبارت را به درستی کامل می‌کند.

بررسی موارد:

الف) منظور، ساقه رونده در توت‌فرنگی است که دارای پوستک می‌باشد.

ب) منظور، پیاز در گیاه لاله است که نوعی ساقه محسوب می‌شود. یاخته‌های معبر در ریشه وجود دارند، نه در ساقه.

پ) منظور، زمین ساقه در زنبق است که به‌طور افقی در زیر خلک رشد می‌کند و در محل جوانه‌ها پایه‌های جدید تولید می‌کند.  
ت) منظور، غده یا همان ساقه زیرزمینی در سیب‌زمینی است که در ناحیه جوانه‌های خود یاخته‌های سرلادی مریستمی دارد که حاوی هسته‌ای درشت می‌باشند.

است. یاخته و بافت در شرایط مناسب، با تقسیم میتوز، توده‌ای از یاخته‌های هم شکل را به‌وجود می‌آورند که کال نامیده می‌شود. کال می‌تواند به گیاهانی تمایز یابد که از نظر ژنی یکسان اند. همه مراحل کشت بافت در محیطی کاملاً سترون انجام می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- ایجاد گیاه از کال در کشت بافت.

فعالیت ۳: فرض کنید از شما خواسته‌اند که با استفاده از یاخته های مجزای نرم آکنه‌ای، گیاهی را به روش کشت بافت تکثیر دهید. توضیح دهید این یاخته‌ها را از چه سامانه بافتی جدا می‌کنید و چگونه این کار را انجام می‌دهید؟

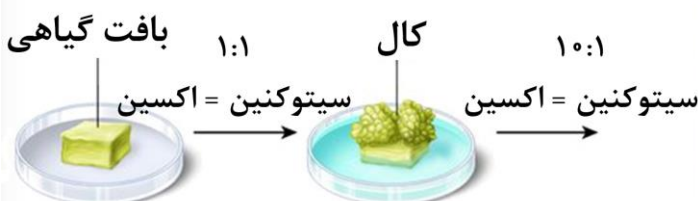
۱- یاخته یا بافت گیاهی روی سطح محیط کشت کاملاً

۲- شروع تقسیم میتوز و تشکیل توده‌ای از یاخته‌های هم‌شکل

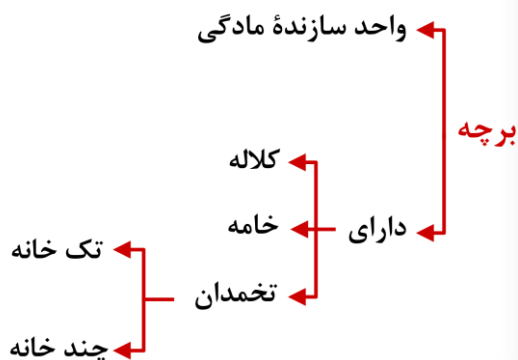
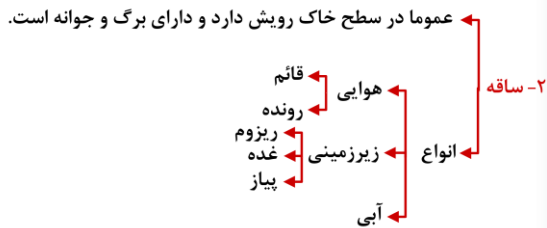
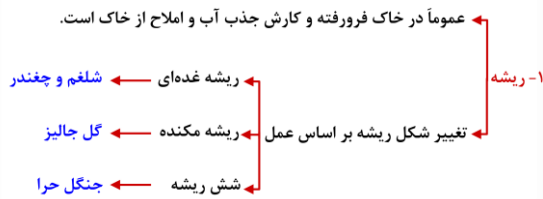
۳- ریشه‌زایی کال

۴- ساقه‌زایی کال

سترون



## اجزای نهاندانگان



## گفتار ۲: تولید مثل جنسی

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

## هر گلی کامل نیست

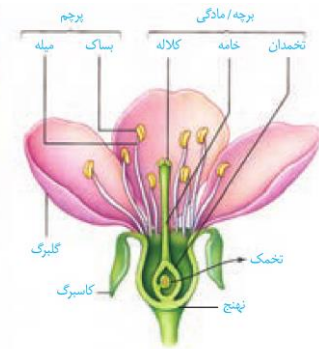
گل ساختاری اختصاص یافته برای تولید مثل جنسی است و همان طور که در شکل ۵ می‌بینید دارای گلبرگ، کاسبرگ، پرچم و مادگی است که روی بخشی به نام نهنج قرار دارند.

نهنج وسیع و ممکن است صاف، برآمده یا گود باشد.

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

مادگی در چهارمین حلقه تشکیل می‌شوند.

مادگی گل از یک یا تعدادی 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.

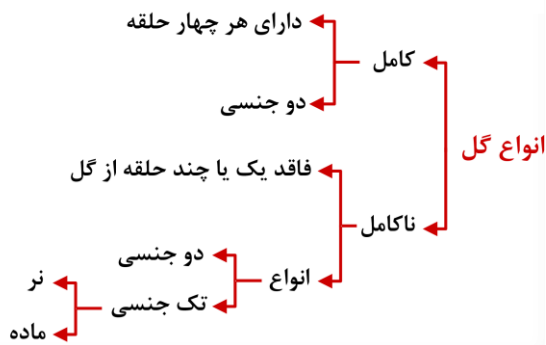
الف) تک لپه یا دولپه‌ای بودن آن‌ها را مشخص کنید.

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.



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



شکل ۶- گل‌های تک جنسی در گیاه کدو.

### تشکیل یاخته‌های جنسی

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

به شکل ۷ نگاه کنید. کیسه‌های گرده در بساک تشکیل می‌شوند و یاخته‌های دیپلوئیدی دارند. از تقسیم کاستمان (میوز) این یاخته‌ها، چهار یاخته هاپلوئیدی ایجاد می‌شود که در واقع گرده‌های نارس‌اند. هر یک از این یاخته‌ها با انجام دادن تقسیم رشتمان (میتوز) و تغییراتی در دیواره به دانه گرده رسیده تبدیل می‌شود. دانه گرده رسیده یک دیواره خارجی، یک دیواره داخلی، یک یاخته رویشی و یک یاخته زایشی دارد.

تخم‌دان که به صورت بخشی متورم در گل دیده می‌شود، محل تشکیل تخم‌کاست است. تخمک جوان پوششی دو لایه‌ای دارد که یاخته‌های دیپلوئیدی را در بر می‌گیرد. مجموع این یاخته‌ها، بافتی به نام بافت خورش را می‌سازند (شکل ۷).

یکی از یاخته‌های بافت خورش بزرگ می‌شود و با تقسیم میوز چهار یاخته هاپلوئیدی ایجاد می‌کند. از این چهار یاخته فقط یکی باقی می‌ماند که با تقسیم میتوز ساختاری به نام کیسه

**تست ۴:** کدام موارد برای هر نوع گل گیاه کدو صادق است؟ (مدارس برتر ۹۷)

- الف) گلبرگ‌های متصل به هم
- ب) بخش وسیع برای اتصال کاسبرگ‌ها
- پ) محلی برای تولید گرده‌های با دیواره خارجی منفذدار
- ت) محلی برای تشکیل کیسه رویانی
- ۱) «الف» و «ب»
- ۲) «ب» و «پ»
- ۳) «الف» و «ت»
- ۴) «پ» و «ت»

### پاسخ: گزینه ۱

با توجه به شکل ۶، صفحه ۱۲۵ کتاب زیست‌شناسی یازدهم، گیاه کدو گیاهی تک جنسی است، پس موارد «پ» و «ت» برای هر نوع گل این گیاه صادق نیست و تنها موارد «الف» و «ب» با توجه به شکل درباره هر نوع گل این گیاه صدق می‌کند. در قسمت «ب» منظور نهنج می‌باشد.

**تست ۵:** در کدام حلقه‌های گل کامل امکان پیدایش فامینک‌های نوترکیب وجود دارد؟ (مدارس برتر ۹۷)

- ۱) اول و دوم
- ۲) سوم و چهارم
- ۳) اول و سوم
- ۴) دوم و چهارم

### پاسخ: گزینه ۲

ایجاد فامینک‌های نوترکیب مربوط به پدیده نوترکیبی در فرایند چلیپایی شدن (کراسینگ‌اور) در طی کاستمان (میوز) می‌باشد. در حلقه‌های سوم و چهارم که پرچم‌ها و مادگی قرار دارند، فرایند کاستمان رخ می‌دهد.





**تست ۶:** کدام عبارت نادرست است؟ (مدارس برتر ۹۷)

- ۱) در گل مغربی چهار لاد، یاخته رویشی همانند یاخته زایشی ۱۴ فام تن دارد.
- ۲) هر تخمدان درخت سیب تنها قابلیت تولید دو یاخته تخم با عدد کروموزومی متفاوت را دارد.
- ۳) برای ایجاد بخش سفید آندوسپرم نارگیل، دستگاه گلزی یاخته ضمیمه دخالت داشته است.
- ۴) گل‌های درخت بلوط برخلاف گل قاصد، فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره هستند.

**پاسخ: گزینه «۲»**

هر تخمک موجود در تخمدان درخت سیب قابلیت تولید دو یاخته تخم (تخم اصلی  $2n$  و تخم ضمیمه  $2n$ ) را دارد. تخمدان محل تشکیل تخمک‌ها است. بررسی سایر گزینه‌ها:

گزینه «۱»: از آن‌جا که یاخته رویشی همانند یاخته زایشی از تقسیم میتوز دانه گرده نارس ایجاد می‌شود و گل مغربی چهارلاد  $4n = 28$  می‌باشد، هر دوی این یاخته‌ها  $2n = 14$  می‌باشد. گزینه «۳»: بخش سفید رنگ نارگیل آندوسپرمی است که در آن تقسیم سیتوپلاسم رخ داده است. در تقسیم سیتوپلاسم یاخته‌های گیاهی مربوط به آندوسپرم، دستگاه گلزی یاخته ضمیمه نقش دارد. گزینه «۴»: در گرده افشانی درختانی که وابسته به باد هستند مثل بلوط، گل‌ها فاقد رنگ‌های درخشان، بوهای قوی و شیره هستند.



**تست ۷:** در درون هر ..... درخت زیتون ..... قابل

مشاهده است. (مدارس برتر ۹۷)

- ۱) کیسه رویانی- ۲۳ تتراد
- ۲) گرده رسیده- ۲۳ تتراد
- ۳) لوله گرده- یاخته‌هایی با رشته‌های دوک
- ۴) تخمک رسیده- حداکثر ۶ یاخته ۲۳ فام‌تنی

**پاسخ: گزینه «۴»**

در درون هر تخمک رسیده، کیسه رویانی شکل گرفته است که در این کیسه حداکثر ۶ یاخته هاپلوئید وجود دارند که در درخت زیتون ۲۳ کروموزومی (فام‌تنی) هستند.

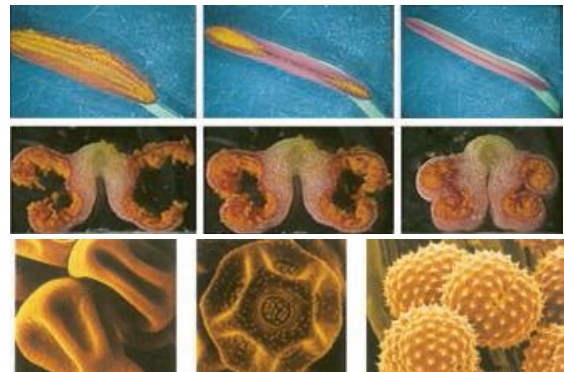
رویانی ایجاد می‌کند. کیسه رویانی هفت یاخته دارد. تخم‌زا و یاخته دو هسته‌ای از یاخته‌های کیسه رویانی‌اند که در لقاح با گامت‌های نر شرکت می‌کنند.



شکل ۷- تشکیل دانه‌های گرده و کیسه رویانی.

### گرده افشانی و لقاح

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



شکل ۸- الف) شکوفایی بساک و رها شدن دانه‌های گرده؛

ب) انواعی از دانه‌های گرده در مشاهده با میکروسکوپ

### الکترونی.

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



**تست ۸:** در ارتباط با گیاه لوبیا می توان انتظار داشت در

حالت طبیعی، ..... غیرممکن است. (مدارس برتر ۹۷)

- ۱) پیدایش زامه‌ها در لوله‌گرده‌ای که هنوز رشد آن پایان نیافته
- ۲) امکان لقاح هر یک از کامه‌های نر با یاخته‌های حاصل از تقسیم میوز پاراننشیم خورش
- ۳) وجود هسته‌های با عدد کروموزومی متفاوت در کیسه رویانی لقاح یاخته

۴) رویت فام‌تن‌های با حداکثر فشردگی در هر گرده نارس

**پاسخ: گزینه «۲»**

از تقسیم میوز پاراننشیم خورش، چهار یاخته هاپلوئیدی ایجاد می‌شود که در این زمان امکان لقاح زامه (اسپرم) با آن‌ها وجود ندارد. از تقسیمات میتوزی تنها یاخته باقی‌مانده ساختاری به نام کیسه رویانی ایجاد می‌شود که در این حالت امکان لقاح زامه‌ها با یاخته تخم‌زا و یاخته دو هسته‌ای وجود دارد.



**تست ۹:** در حالت طبیعی امکان تشکیل کدام یاخته‌های

تخم در یک کیسه رویانی گیاه ذرت وجود ندارد؟

(مدارس برتر ۹۷)

۱)  $AaBbCc - AaaBBbCCc$

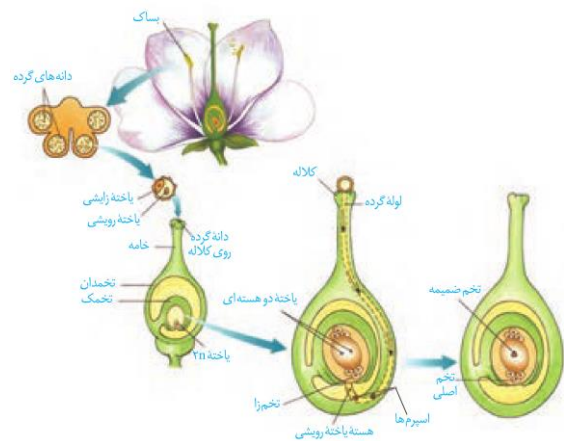
۲)  $AABbCC - AAABbbCCC$

۳)  $aaBbCc - aaaBBbCcc$

۴)  $aaBbCC - aaaBbbCCc$

**پاسخ: گزینه «۴»**

اگر تخم اصلی  $aaBbCC$  باشد، تخم ضمیمه می‌تواند  $aaaBBbCCc$  یا  $aaABbbCCC$  باشد و امکان  $aaaBbbCCc$  وجود ندارد.



شکل ۹- مراحل تشکیل تخم اصلی و تخم ضمیمه.

از آمیزش یکی از زامه‌ها (اسپرم‌ها) با یاخته تخم‌زا، تخم اصلی تشکیل می‌شود. این تخم به رویان نمو می‌یابد. اسپرم دیگر با یاخته دو هسته‌ای آمیزش می‌یابد که نتیجه آن تشکیل تخم ضمیمه است.

تخم ضمیمه با تقسیم‌های متوالی بافتی به نام درون دانه (آندوسپرم) را ایجاد می‌کند. این بافت از یاخته‌های نرم آکنه‌ای ساخته شده و ذخیره غذایی برای رشد رویان است (شکل ۹). همین طور که دیدید، دو لقاح رخ می‌دهد، به همین علت گفته می‌شود که نهاندانگان لقاح مضاعف یا دوتایی دارند.

اگر هسته تخم ضمیمه تقسیم شود، اما تقسیم سیتوپلاسم انجام نگیرد، بافت آندوسپرم به صورت مایع دیده می‌شود. شیر نارگیل مثالی از چنین آندوسپرمی است. در حالی که بخش گوشتی و سفید رنگ نارگیل، آندوسپرمی است که در آن تقسیم سیتوپلاسم نیز انجام شده است (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- آندوسپرم در نارگیل به حالت مایع و جامد است.

**گل‌ها و گرده افشان‌ها**

به نظر شما گل‌ها چه ویژگی‌هایی باید داشته باشند که جانوران را به سمت خود جلب کنند؟



**تست ۱۰:** کدام مورد جمله زیر را به درستی تکمیل

می کند؟ (مدارس برتر ۹۷)

«هر گرده افشانی که ..... دارد، قطعاً .....»

(۱) برای انتقال گازهای تنفسی خود به گردش خون نیاز - برای

تقسیم یاخته های خود به دو جفت میانک نیاز دارد.

(۲) گیرندهای برای پرتوهای فرابنفش - دارای والدینی با یاخته های پیکری دولا است.

(۳) مسئول گرده افشانی گلی است که شهد آن قند فراوانی - دارای یک عدسی برای هر چشم مرکب خود است.

(۴) برای تغذیه به باز شدن گل ها در شب وابستگی - فاقد اندام های آنالوگ با گرده افشانی های دیگر است.

**پاسخ: گزینه «۱»**

جانورانی مانند خفاش برای انتقال گازهای تنفسی خود به دستگاه گردش خون نیاز دارند. این جانوران گرده افشان قطعاً برای تقسیم یاخته های خود به دو جفت میانک نیاز دارند.

بررسی سایر گزینه ها:

گزینه «۲»: برای زنبور عسل صادق نیست.

گزینه «۳»: منظور، زنبور عسل است که هر واحد بینایی آن (نه هر چشم مرکب آن) یک عدسی دارد.

گزینه «۴»: منظور، خفاش است که بال آن با بال زنبور (گرده افشان دیگر) آنالوگ است.



**تست ۱۱:** به طور معمول، زنبورها، .....

(سراسری فارغ کشور ۹۲)

(۱) ابتدا جذب رایحه گل ها می شوند.

(۲) گرده افشانی گل های سفید را انجام می دهند.

(۳) نوزادان خود را فقط با شیرۀ گل تغذیه می کنند.

(۴) می توانند همه طیف های نور مرئی را درک کنند.

**پاسخ: گزینه «۱»**

جانورانی که گرده ها را از گلی به گل دیگر منتقل می کنند، گرده افشان نامیده می شوند. پیکر این جانوران، هنگام تغذیه از گل ها به دانه های گرده آغشته می شود و به این ترتیب، دانه های گرده را از گلی به گل دیگر منتقل می کنند (شکل ۱۱).



**شکل ۱۱ - گرده افشانی به وسیله جانوران.**

رنگ های درخشان، بوهای قوی و شهد گل ها از عوامل جذب جانوران به سمت گل ها هستند. زنبورهای عسل گل هایی را گرده افشانی می کنند که شهد آن ها قند فراوانی داشته باشد؛ همچنین این گل ها علائمی دارند که فقط در نور فرابنفش دیده می شوند و زنبور را به سوی شهد گل هدایت می کنند (شکل ۱۲).



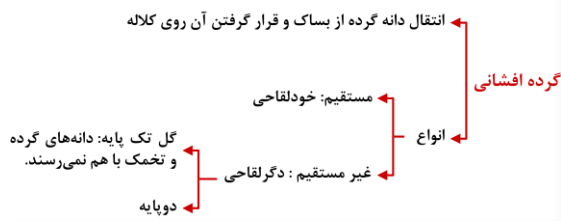
ب



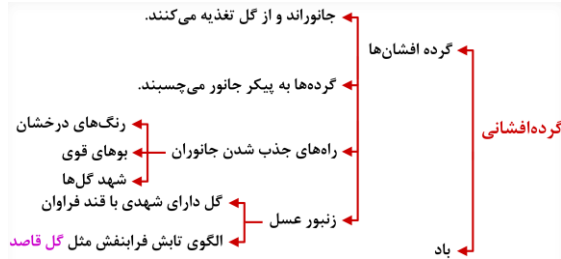
الف

**شکل ۱۲ - گل قاصد آن طور که ما می بینیم (الف) آن طور که زنبور می بیند (ب)**

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

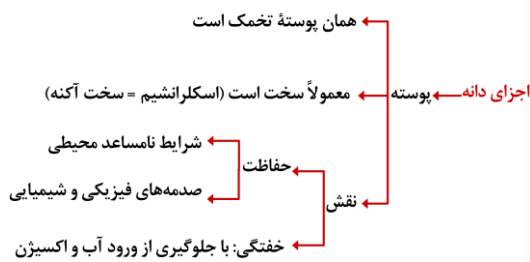


شکل ۱۳- گل در درخت بلوط که گرده افشانی آن را باد انجام می‌دهد. چرا تعداد گل در چنین گیاهانی فراوان است؟



فعالیت ۵: الف) بعضی گرده‌افشان‌ها، مانند خفاش در شب تغذیه می‌کنند. به نظر شما گل‌هایی که به وسیله این جانوران گرده‌افشانی می‌شوند، چه ویژگی‌هایی دارند؟ با مراجعه به منابع معتبر درستی نظر خود را بررسی و نتیجه را گزارش کنید.

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



### تست ۱۲: چند مورد، درباره سلول‌های دربرگیرنده

کیسه رویانی یک تخمک تازه بارور شده نخود، نادرست

(سراسری ۹۴)

است؟

(الف) حاوی کروموزوم‌های هم‌تا می‌باشند.

(ب) می‌توانند آندوسپرم را به طور کامل مصرف نمایند.

(ج) در شرایطی، ساختارهای چهارکروماتیدی ایجاد می‌کنند.

(د) با تشکیل بخشی ویژه، موجب اتصال رویان به گیاه مادر

می‌شوند.

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

پاسخ: گزینه «۳»

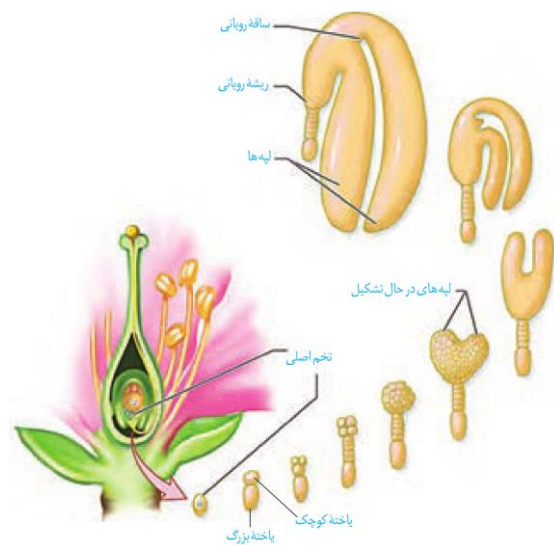
### گفتار ۳: از یاخته تخم تا گیاه

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

#### تخم تقسیم می‌شود

رویان از تقسیم 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 رویان است.

مراحل تشکیل رویان را در شکل ۱۴ می‌بینید. لپه‌ها مشخص‌ترین بخش رویان‌اند. ساقه و ریشه رویانی نیز در دو انتهای رویان تشکیل می‌شوند. پوسته تخمک نیز تغییر می‌کند و به پوسته دانه تبدیل می‌شود. بنابراین، دانه شامل پوسته، رویان و ذخیره غذایی است (شکل ۱۴). ذخیره غذایی هنگام رشد رویان به مصرف می‌رسد. با توجه به شکل، رویان از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟



شکل ۱۴- تشکیل رویان در دانه.

ممکن است آندوسپرم به عنوان ذخیره دانه باقی بماند، یا این که جذب لپه‌ها شود. مثلاً آندوسپرم، ذخیره دانه در ذرت است و نقش لپه، انتقال مواد غذایی از آندوسپرم به رویان در حال رشد است.

در دانه لوبیا مواد غذایی آندوسپرم جذب لپه‌ها و در آنجا ذخیره می‌شوند، در نتیجه لپه‌ها که بزرگ شده‌اند، بخش ذخیره‌ای دانه را تشکیل می‌دهند. به لپه‌ها برگ‌های رویانی نیز





**تست ۱۳:** با توجه به شکل مقابل کدام گزینه نادرست

(مدارس برتر ۹۷)

است؟



- ۱) «پ» مشخص ترین بخش رویان است و از تقسیم تخمی پدید آمده است که سیتوکینز نامساوی داشته است.
- ۲) «الف» همانند «ب» دارای یاخته‌های سرلادی است و برخلاف «پ» هنگام جوانه‌زنی از خاک خارج می‌شود.
- ۳) «ت» حاصل تقسیم یاخته تخمی است که از لقاح کامه نر با یاخته دو هسته‌ای پدید آمده است.
- ۴) «ب» نقش انتقال مواد غذایی بافت ذخیره‌ای سه لاد به رویان را برعهده دارد.

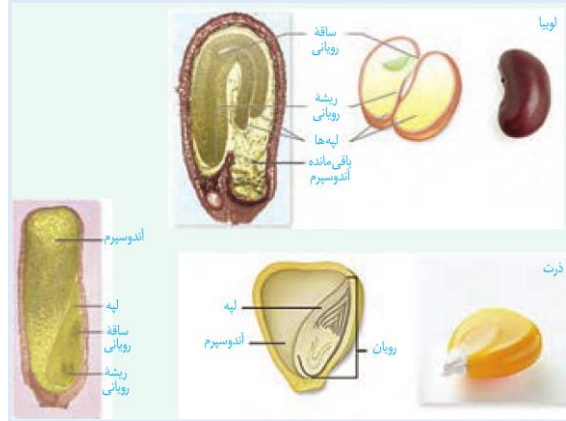
#### پاسخ: گزینه «۴»

- الف) ساقه رویانی (ب) ریشه رویانی  
پ) لپه (ت) آندوسپرم
- شکل مربوط به دانه گیاه تک لپه ذرت می‌باشد که در آن لپه «پ» در انتقال مواد غذایی از بافت ذخیره‌ای سه‌لاد دانه (آندوسپرم) به رویان نقش دارد، نه بخش «ب» (ریشه رویانی)

می‌گویند؛ زیرا در بسیاری از گونه‌ها از خاک بیرون می‌آیند و به مدت کوتاهی فتوستنتز می‌کنند.

فعالیت ۶: الف) دانه‌هایی مانند لوبیا و ذرت را در شرایط مناسب قرار دهید تا رویش یابند. این کار را چگونه انجام می‌دهید؟ با مشاهده دانه‌های در حال رویش، مشخص کنید ابتدا کدام یک از اندام‌های رویشی از دانه خارج می‌شوند. این مشاهده را برای انواعی از دانه‌های دیگر نیز انجام دهید. نتیجه را به صورت یک گزاره بنویسید.

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



#### رویش دانه

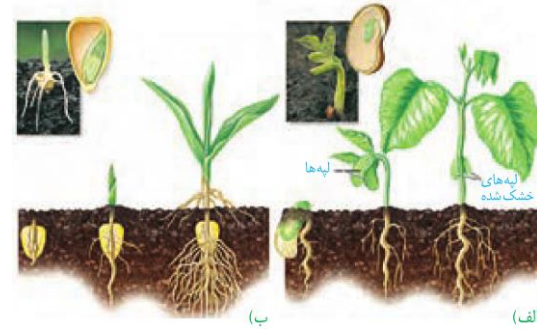
دانستید که پوسته تخمک به پوسته دانه تبدیل می‌شود. پوسته دانه‌ها معمولاً سخت است. به نظر شما پوسته دانه از چه نوع یاخته‌هایی تشکیل شده است؟ پوسته دانه، رویان را در برابر شرایط نامساعد محیط و صدمه‌های فیزیکی یا شیمیایی حفظ می‌کند و با جلوگیری از ورود آب و اکسیژن به دانه مانع از رشد سریع رویان می‌شود.

بعد از تشکیل رویان، رشد آن تا مدتی متوقف می‌شود. رویان در شرایط مناسب رشد خود را از سر می‌گیرد و به صورت گیاهی کوچک که به آن دانه رُست می‌گویند از دانه خارج می‌شود. در این حالت گفته می‌شود که دانه رویش یافته است.



دانه برای رویش به آب، اکسیژن و دمای مناسب نیاز دارد. دانه‌ها با جذب آب متورم می‌شوند و پوسته آن‌ها شکاف برمی‌دارد. در نتیجه اکسیژن کافی به رویان می‌رسد. رویان با استفاده از ذخایر غذایی، رشد و نمو خود را از سر می‌گیرد. تقسیم سریع یاخته‌های سرلادی به طول ساقه و ریشه می‌افزاید. سه سامانه بافتی نیز در ساقه و ریشه شکل می‌گیرند (آیا سه سامانه بافتی را به یاد دارید). در نهان‌دانگان بر اساس اینکه لپه‌ها درون خاک بمانند یا همراه با ساقه از خاک خارج شوند، به ترتیب رویش زیرزمینی و رویش روزمینی تعریف شده است (شکل ۱۵).

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



**تست ۱۴:** با توجه به شکل زیر، کدام مورد صحیح است؟ (سراسری فارغ کشور ۹۲)

الف) بخشی از اجزای ساختار تولیدمثلی گیاه والد است.  
ب) C، از نظر عدد کروموزومی با D تفاوت دارد.  
ج) B، قبل از لقاح تشکیل شده است.  
د) C، از نظر عدد کروموزومی با B تفاوت دارد.

۱) الف - د    ۲) الف - ب    ۳) ج - ب    ۴) ج - د

**پاسخ: گزینه «۱»**

**تست ۱۵:** با توجه به شکل زیر، کدام عبارت نادرست بیان شده است؟ (سراسری ۹۶)

۱) بخش ۱ همانند بخش ۴، سلول‌هایی با دو مجموعه کروموزوم دارد.  
۲) بخش ۳ همانند بخش ۱، پس از جوانه‌زنی از زیر خاک خارج می‌شود.  
۳) بخش ۲ برخلاف بخش ۴، جزئی از گیاه جدید محسوب می‌شود.  
۴) بخش ۳ برخلاف بخش ۲، به دلیل رویش زیرزمینی از خاک خارج می‌شود.

**پاسخ: گزینه «۴»**



شکل ۱۵- الف) رویش دانه ذرت و نخود زیرزمینی، ب) رویش دانه لویبیا و پیاز از نوع روزمینی است و پ) باقی‌مانده دانه پیاز در شکل دیده می‌شود.

### میوه

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



### تست ۱۶: چند مورد صحیح است؟ (مدارس برتر ۹۷)

الف) در هیچ میوه رسیده‌ای واحد سازنده مادگی قابل تشخیص نیست.

ب) هر میوه رسیده‌ای در پراکنش دانه‌های خود نقش دارد.

پ) برای تشکیل هر نوع میوه‌ای ۳n، تکمیل مراحل رشد و نمو رویان الزامی است.

ت) اکثر گرده‌افشان‌ها دارای اسکلت خارجی هستند.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

### پاسخ: گزینه «۱»

تنها مورد «ت» صحیح است.

بررسی موارد:

الف) واحد سازنده مادگی (برچه) را در میوه‌ها نیز می‌توانیم تشخیص دهیم. (فعالیت ۷ صفحه ۱۳۳ کتاب زیست‌شناسی یازدهم)

ب) برای میوه‌های بدون دانه صادق نیست.

پ) گیاه ۳n نازا است و میوه آن بدون دانه خواهد بود، در نتیجه رویانی تشکیل نخواهد شد.

ت) اکثر گرده‌افشان‌ها حشراتی نظیر زنبور عسل بوده که دارای اسکلت خارجی هستند.



### تست ۱۷: سیب نوعی میوه ..... است و ..... هلو از

تغییر یکی از اجزای گل حاصل شده است. (مدارس برتر ۹۷)

(۱) حقیقی - برخلاف (۲) کاذب - همانند

(۳) حقیقی - همانند (۴) کاذب - برخلاف

### پاسخ: گزینه «۲»

میوه درخت سیب حاصل رشد نهنج است، اگر چه نهنج بخشی از گل محسوب می‌شود؛ اما این میوه چون حاصل رشد تخمدان نیست، میوه‌ای کاذب است. میوه هلو از رشد تخمدان حاصل می‌شود که میوه‌ای حقیقی است. تخمدان نیز همانند نهنج بخشی از گل است.



شکل ۱۶- الف) میوه درخت هلو حاصل رشد تخمدان

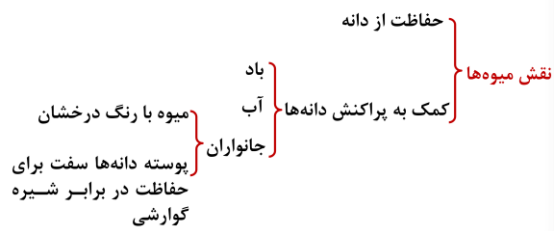
ب) و میوه درخت سیب حاصل رشد نهنج است.

فعالیت ۷: برچه‌ها را در میوه‌ها نیز می‌توانیم تشخیص دهیم. در

شکل زیر تعدادی میوه از عرض برش خورده‌اند.

تعدادی میوه را انتخاب و به طور عرضی برش دهید. در کدام میوه فضای تخمدان با دیواره برچه‌ها به طور کامل تقسیم شده است؟



**پراکنش میوه‌ها:** میوه‌ها علاوه بر حفظ دانه‌ها در پراکنش

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

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



شکل ۱۷ پراکنش میوه‌ها.

فعالیت ۸: شکل زیر انواعی میوه را نشان می‌دهد. ویژگی‌های هر یک از این میوه‌ها را فهرست و براساس این ویژگی‌ها پیش بینی کنید که پراکنش آنها با کمک چه عاملی (باد/ جانور) انجام می‌شود. با مراجعه به منابع معتبر درستی نظر گروه را بررسی و نتیجه را گزارش کنید.



**میوه‌های بدون دانه:** شاید میوه بدون دانه را به میوه‌ای که دانه دارد، ترجیح دهید. اما چگونه میوه بدون دانه ایجاد می‌شود؟ آیا هر میوه‌ای که به آن بدون دانه می‌گوییم، واقعاً بدون دانه است؟

دانستیم بعد از لقاح تخم‌زا و اسپرم، دانه از رشد و نمو تخمک ایجاد می‌شود؛ بنابراین اگر لقاح انجام نشود، دانه‌ای نیز تشکیل نخواهد شد. پرتقال‌های بدون دانه به این روش ایجاد می‌شوند.

**تست ۱۸:** شکل مقابل معرف پراکنده شدن عاملی توسط (مدارس برتر ۹۷) ..... است که



- ۱) دو یاخته و دو پوسته دارد که پوسته خارجی منفذدار است.
- ۲) پس از شکافتن دیواره بساک رها شده است.
- ۳) برای تشکیل آن به غیر از تخمک سایر اجزای گل نیز نقش داشته است.
- ۴) دارای دانه رسته‌هایی است که توسط بافت سخت آکنه محافظت می‌شود.

**پاسخ: گزینه «۳»**

شکل، در ارتباط با نوعی میوه در گیاهان است. می‌دانید در گیاهان گل‌دار، تخمک‌ها به دانه تبدیل می‌شوند و میوه از رشد و نمو بقیه قسمت‌های گل تشکیل می‌شود.

عدم لقاح و عدم تشکیل جنین = پرتقال

میوه‌های بدون دانه

انجام لقاح با مرگ رویان = موز (دانه‌های نارس ریز با پوسته‌ای نازک)



**تست ۱۹:** نوعی گیاه زراعی ۶n و تک‌لپه‌ای ..... گیاه

(مدارس برتر ۹۷)

شلغم .....

- (۱) همانند- از گیاه علفی و چند ساله است.
- (۲) همانند- از مواد غذایی ذخیره شده در ریشه خود برای گل‌دهی استفاده می‌کند.
- (۳) برخلاف- در طول زندگی‌اش، چندین مرتبه به بار می‌نشیند.
- (۴) برخلاف- در یک فصل رشد، تمام چرخه زندگی‌اش را تکمیل می‌کند.

**پاسخ: گزینه «۴»**

گندم زراعی گیاهی ۶n و تک لپه می‌باشد. این گیاه یک ساله است و برخلاف گیاه شلغم که دو ساله است، چرخه زندگی را در طی یک فصل رشد کامل می‌کند.

برای تشکیل چنین میوه‌ای به تنظیم‌کننده‌های رشد نیاز داریم که در فصل بعد با آن‌ها آشنا می‌شوید.  
حال اگر لقاح انجام شود، اما رویان قبل از تکمیل مراحل رشد و نمو از بین برود، دانه‌های نارس تشکیل می‌شوند که ریزند و پوسته‌ای نازک دارند. به چنین میوه‌هایی نیز، میوه بدون دانه می‌گویند. موزهای بدون دانه از این نوع اند. به نظر شما تشکیل میوه‌های بدون دانه در طبیعت، پدیده‌ای رایج است؟



شکل ۱۸ در بعضی موزها دانه های

ریز و نارس دیده می‌شوند.

**عمر گیاهان چقدر است؟**

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

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

**گیاهان دو ساله:** این گیاهان در سال اول رشد رویشی دارند و در سال دوم با تولید گل و دانه رشد زایشی دارند. مثلاً گیاهی مانند شلغم و چغندر قند در سال اول رشد رویشی دارد و مواد حاصل از فتوسنتز در ریشه آن‌ها ذخیره می‌شوند. در سال دوم ساقه گل‌دهنده ایجاد می‌شود و مواد ذخیره شده در ریشه برای تشکیل گل و دانه به مصرف می‌رسند (شکل ۱۹- ب).

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



**تست ۲۰:** کدام عبارت نادرست است؟ (مدارس برتر ۹۷)

- (۱) کال حاصل از تقسیم یاخته نرم‌اکنه، شامل توده‌ای از یاخته‌های هم شکل است.
- (۲) گل آلبالو یک گل دو جنسی است که لقاح مضاعف دارد.
- (۳) گامت نر هر گیاهی برای رسیدن به تخم‌زا وابسته به رشد یاخته رویشی است.
- (۴) طول عمر گیاهانی با پوشش پریدرم بیشتر از گیاهانی است که فقط پوشش اپیدرمی دارد.

**پاسخ: گزینه «۳»**

گامت نر در گیاهانی مانند خز، همانند گامت نر در جانوران وسیله حرکتی دارند و می‌تواند در قطره‌های آب یا رطوبتی که سطح گیاه را پوشانده، شنا کند و خود را به گامت ماده برساند، لذا به یاخته رویشی نظیر آنچه در نهاندانگان (گیاهان گل‌دار) برای ایجاد لوله‌گرده دخالت دارد، نیاز ندارند.



عمر گیاهان

- گیاهان یک ساله:
  - در مدت یک سال یا کم تر، رشد و تولید مثل می کنند و از بین می روند.
  - مثال: گندم و خیار
- گیاهان دو ساله:
  - سال اول: رشد رویشی دارند و مواد حاصل از فتوسنتز در ریشه ذخیره می شود.
  - سال دوم: ساقه گل دهنده تشکیل و از ذخیره ریشه برای تشکیل گل و دانه استفاده می کند.
  - مثال: شلغم و چغندر
- گیاهان چند ساله:
  - سال ها رشد رویشی دارند.
  - گل دهی فقط یکبار گل می دهند/ هر سال گل می دهند.
  - مثال: چوبی: درختچه ها و درخت ها
  - علفی: زنبق (دارای ریزوم)



(الف) (ب)



(پ) (ت)

شکل ۱۹ (الف) خیار، (ب) شلغم، (پ) زنبق، (ت) از رشد جوانه های رویش یافته از زمین ساقه، گیاهان جدیدی ایجاد می شوند.

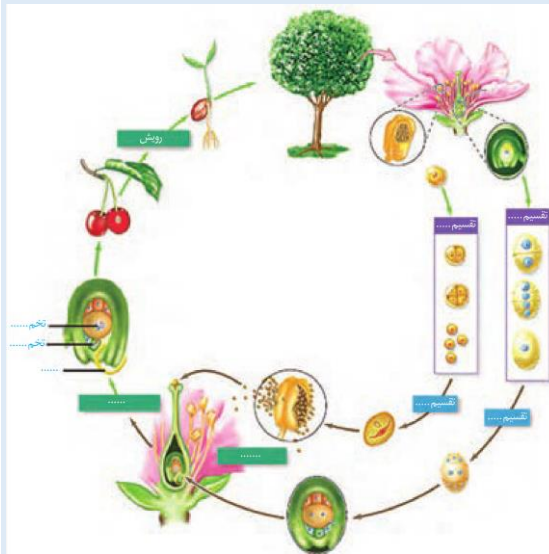
**تست ۲۱:** در همه گیاهان دو ساله، ..... (سراسری ۹۱)

- شیره خام فقط توسط یک نوع آوند چوبی هدایت می شود.
- تشکیل بافت های حاصل از رشد پسین غیر ممکن می باشد.
- مریستم های نخستین در نوک ساقه و نزدیک به نوک ریشه تشکیل می شوند.
- ساقه تنها محل ذخیره مواد غذایی برای تشکیل محور گل می باشد.

**پاسخ: گزینه «۳»**

فعالیت ۹: (الف) اکثرگرده افشان ها، حشره اند و گرده افشانی بسیاری از گیاهان کشاورزی و درختان میوه به کمک آنها انجام می شود. درباره عواملی که زندگی حشره های گرده افشان را تهدید می کند، تحقیق و نتیجه را گزارش کنید.

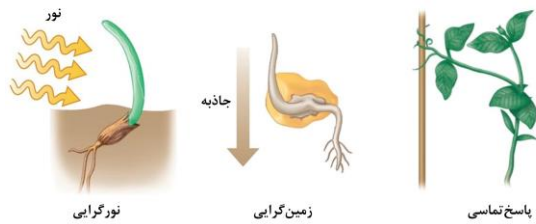
ب) شکل زیر چرخه زندگی یک گیاه نهان دانه را نشان می دهد. جاهای خالی را با کلمه های مناسب پر کنید.



**تست ۲۲:** گیاه چغندر ..... گیاه خیار ..... (سراسری ۹۱)

- همانند - از گیاهان علفی و دو ساله است.
- همانند - پس از گل دهی و رسیدن دانه ها از بین می رود.
- برخلاف - در طول زندگی اش، هر سال به بار می نشیند.
- برخلاف - در یک فصل رشد، تمام چرخه زندگی اش را تکمیل می کند.

**پاسخ: گزینه «۲»**



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

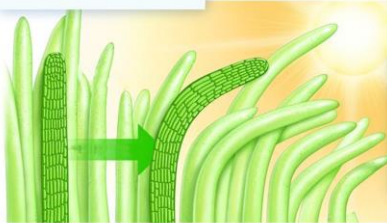
آیا گیاهان به علائمی که از محیط دریافت می‌کنند، پاسخ می‌دهند؟ اگر چنین است، به چه عوامل محیطی واکنش نشان می‌دهند؟

### گفتار ۱: تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان

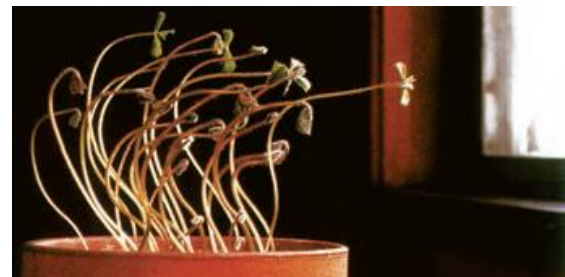
به شکل ۱ نگاه کنید؛ احتمالاً وضعیتی مشابه این شکل را در پیرامون خود دیده‌اید. به نظر شما علت خم شدن گیاه به سمت نور چیست؟ در این حالت چگونه می‌توانیم مانع خم شدن ساقه‌ها شویم؟

آیا طول ساقه در بخش رو به نور با طول ساقه در بخش دور از نور یکسان است؟ خم شدن گیاه به سمت نور، چه تأثیری در ماندگاری گیاه دارد؟

رشد طولی یاخته در سمت سایه  
بیش‌تر از سمت روبه‌نور است



رشد جهت‌دار  
اندام‌های گیاه در  
پاسخ به نور یک  
جانبه را **نورگرای**  
نامیدند.



شکل ۱- خم شدن گیاهان به سمت نور.

### اولین آزمایش

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



**تست ۱:** کدام گزینه در مورد آزمایشات مربوط به پدیده

نورگرایی نادرست است؟ (مدارس برتر ۹۷)

(۱) در آزمایش داروین وقتی پوشش مات بر روی نوک دانه رست قرار داشت، خمیدگی رخ نمی‌داد.

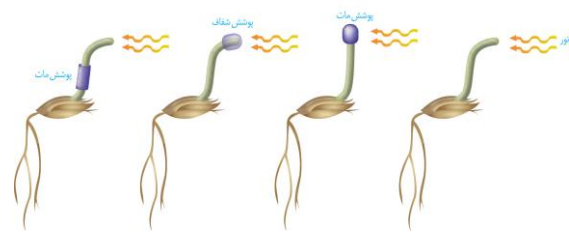
(۲) اگر قطعه آگار معمولی روی دانه رستی که نوک آن قطع شده قرار گیرد، دانه رست خم نمی‌شود.

(۳) در آزمایش داروین وقتی پوشش شفاف بر روی نوک دانه رست قرار داشت، خمیدگی رخ می‌داد.

(۴) خم شدن دانه رست به معنی تولید بیش‌تر اکسین در طرف دور از نور (سایه) است.

**پاسخ: گزینه «۴»**

خم شدن دانه رست به معنی تجمع بیش‌تر اکسین در طرف دور از نور یا سایه می‌باشد، نه تولید آن، زیرا اکسین در نوک دانه رست تولید می‌شود.



شکل ۲- آزمایش داروین‌ها با دانه رست چمن. دانه رست در

نور همه جانبه به‌طور مستقیم رشد می‌کند.

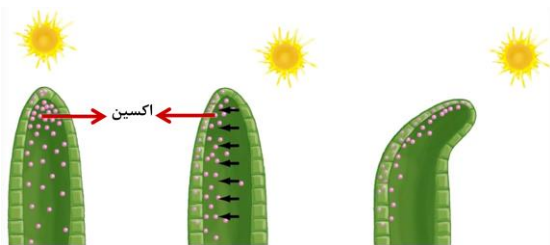
بعدها محققان دیگری با انجام آزمایش‌هایی، نشان دادند که عامل خم شدن دانه رست به سمت نور، ماده‌ای است که در نوک آن وجود دارد. به شکل ۳ توجه کنید! در این آزمایش، نوک دانه رستی را که در نور همه جانبه رشد کرده است، بریده و برای مدتی روی قطعه‌ای از آگار قرار داده اند. بعد از مدتی این قطعه آگار را روی لبه دانه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



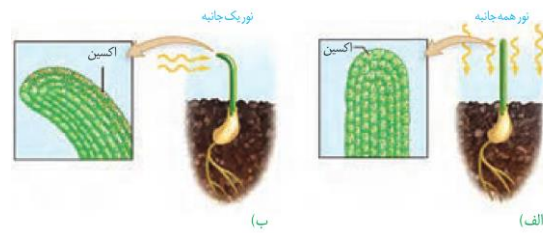
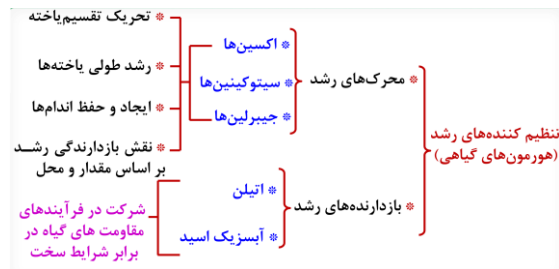
شکل ۳- ماده‌ای در نوک دانه رست وجود دارد که عامل خم

شدن آن در برابر نور یک جانبه است.

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



در نتیجه بخشی از جنگل‌های ویتنام که مخفیگاه مبارزان بود و نیز زمین‌های کشاورزی آن‌ها از بین رفت که نتیجه آن، اتمام



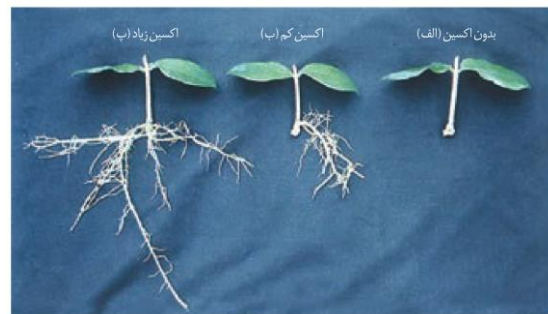
شکل ۴- تابش نور سبب تجمع اکسین در سمت سایه می‌شود.

### محرک‌های رشد

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

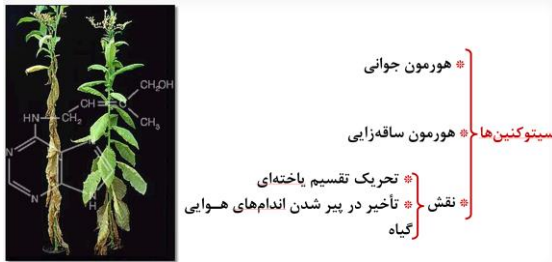
### اکسین‌ها

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



شکل ۵- تأثیر اکسین بر ایجاد ریشه

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



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

### سیتوکینین‌ها: هورمون جوانی

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

### شاخه و برگ‌های بیش‌تر: برهم کنش دو تنظیم‌کننده

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

اگر باشد

- \* اکسین وارد جوانه‌های جانبی می‌شود.
- \* اتیلن در جوانه جانبی زیاد تولید می‌شود.
- \* مهار رشد جوانه‌های جانبی = چیرگی رأسی

اگر نباشد

- \* مقدار اکسین جوانه‌های جانبی کاهش می‌یابد.
- \* مقدار سیتوکینین جوانه‌های جانبی زیاد می‌شود.
- \* رشد جوانه‌های جانبی = شاخه و برگ‌های بیش‌تر

جوانه انتهایی



### تست ۲: به دنبال هرس کردن جوانه انتهایی، هورمونی

در جوانه‌های جانبی زیاد می‌شود که می‌تواند .....

#### (مدارس برتر ۹۷)

- ۱) موجب تأخیر در پیر شدن اندام‌های هوایی شود.
- ۲) سبب تمایز باخته‌های کال برای ریشه‌زایی شود.
- ۳) در خمیدگی دانه‌رست‌های چمن نقش داشته باشد.
- ۴) از نوعی قارچ آلوده‌کننده برنج استخراج شود.

### پاسخ: گزینه «۱»

با هرس کردن سرشاخه‌ها و قطع جوانه انتهایی یا رأسی، میزان اکسین کاهش می‌یابد که این امر موجب افزایش سیتوکینین در جوانه‌های جانبی می‌شود. سیتوکینین پیر شدن اندام‌های هوایی گیاه را به تأخیر می‌اندازد.



### شکل ۶- جوانه رأسی مانع از رشد جوانه‌های جانبی می‌شود.

فعالیت ۱: شکل روبه‌رو تمایز ریشه و ساقه را از یک توده باخته تمایز نیافته یا همان کال در حضور مقدار متفاوت اکسین و سیتوکینین، در محیط کشت نشان می‌دهد. از این شکل چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



کشف: حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی در بررسی دانه رسته‌های برنج مبتلا به قارچ جیبرلا

دانه رسته‌ها مبتلا به قارچ جیبرلا

نشأته: قارچ و گیاه

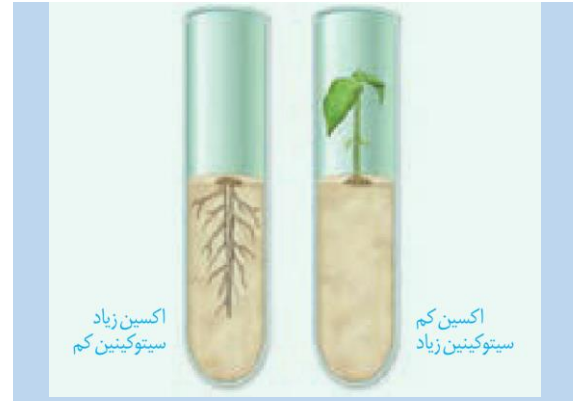
تولید: قارچ و گیاه

نقش: تحریک تقسیم یاخته (مشابه سیتوکینین) / تحریک رشد طولی یاخته (مشابه اکسین)

رشد میوه

رویش دانه (مخالف آبسزیک اسید)

تولید میوه‌های بدون دانه و درشت کردن میوه‌ها (مشابه اکسین)



### جیبرلین‌ها: تلاش برای رفع مشکل

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



الف) افزایش طول ساقه ب) درشت شدن میوه

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

جیبرلین‌ها و رویش بذر غلات: رویان غلات در هنگام رویش دانه، مقدار فراوانی جیبرلین می‌سازند. این هورمون بر خارجی‌ترین لایه‌ی آندوسپرم اثر می‌گذارد و سبب تولید و رهاشدن آنزیم‌های گوارشی در دانه می‌شود (شکل ۸). این آنزیم‌ها دیواره‌ی یاخته‌ها و ذخایر آندوسپرم را تجزیه می‌کنند.

تست ۳: چند مورد در ارتباط با هورمون‌های گیاهی درست است؟

(مدارس برتر ۹۷)

الف) لایه گلوتن‌دار دانه در حال رویش به مقدار فراوانی جیبرلین تولید می‌کند.

ب) هورمون آبسزیک اسید، سبب ورود مقادیر فراوانی یون پتاسیم به یاخته‌های نگیهان روزنه می‌شود.

پ) در پاسخ به افزایش اکسین به اتیلن در برگ، لایه‌ی جداکننده در دمبرگ پدید می‌آید.

ت) عامل نارنجی نوعی اکسین است که برای از بین بردن گیاهان دولپه‌ای استفاده می‌شود.

۱) صفر ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۲

پاسخ: گزینه «ا»

همه موارد نادرست هستند.

بررسی موارد:

مورد «الف»: هورمون جیبرلین در رویان تولید می‌شود نه لایه‌ی گلوتن‌دار.

مورد «ب»: ورود مقادیر فراوانی یون پتاسیم به یاخته و جذب آب به دنبال آن سبب باز شدن روزنه می‌شود. در حالی که آبسزیک اسید سبب بسته شدن روزنه‌ها می‌شود.

مورد «پ»: افزایش میزان اتیلن به اکسین (نه اکسین به اتیلن) صحیح است.

مورد «ت»: عامل نارنجی مخلوطی از اکسین‌ها است.



**تست ۴:** در دانه غلات، لایه گلوتن دار، حاصل تقسیم تخم ..... است که در پاسخ به GA ..... آزاد می کند.

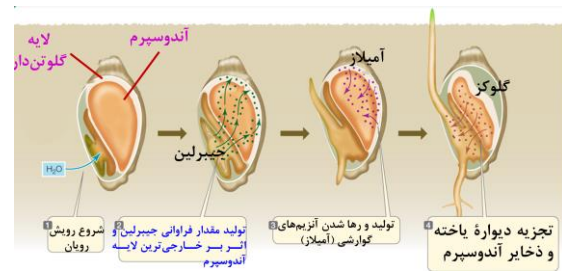
(مدارس برتر ۹۷)

- ۱) ضمیمه - آمیلز (۲) اصلی - آمیلز
- ۳) ضمیمه - گلوکز (۴) اصلی - گلوکز

**پاسخ: گزینه «۱»**

لایه گلوتن دار خارجی ترین لایه آندوسپرم است که از تقسیمات تخم ضمیمه به وجود می آید. این لایه در پاسخ به جیبرلین (GA) آنزیم های گوارشی نظیر آمیلز را تولید و رها می کند.

نشاسته یکی از این ذخایر است که بر اثر آنزیم آمیلز به گلوکز مورد نیاز برای رشد رویان تجزیه می شود.



شکل ۸- جیبرلین ها در تجزیه ذخایر رویان غلات نقش دارند.

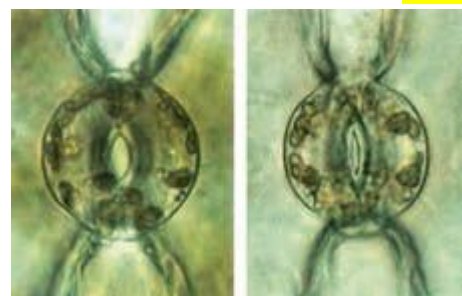
GA: جیبرلیک اسید

**بازدارنده های رشد**

آبسزیک اسید و اتیلن دو تنظیم کننده رشدند که در فرایندهای مربوط به مقاومت گیاه در شرایط سخت، رسیدگی میوه ها، ریزش برگ و میوه نقش دارند.

**آبسزیک اسید: مقابله با شرایط نامساعد**

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



روزنه باز      روزنه بسته

شکل ۹- حفظ آب گیاه با بسته شدن روزنه ها.

**اتیلن: رسیدن میوه ها**

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



**تست ۵:** حاصل تلاش دانشمندان ژاپنی، کشف هورمونی بود که عملی مخالف با هورمونی داشت که ..... نقش

(مدارس برتر ۹۷)

- ۱) در درشت کردن میوه
- ۲) تولید میوه های بدون دانه
- ۳) در افزایش فعالیت اکسیژنازی روبیسکو
- ۴) در ریشه زایی کال

**پاسخ: گزینه «۳»**

منظور هورمون آبسزیک اسید که در رویش دانه برخلاف هورمون جیبرلین عمل می کند آبسزیک اسید ژبا بستن روزنه و کاهش ورود  $CO_2$  به گیاه، فعالیت اکسیژنازی روبیسکو را افزایش می دهد.

اتیلن

- \* گازی است که از سوخت‌های فسیلی نیز می‌شود.
- \* مقدار اتیلن با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. (یکی از دلایل خراب شدن میوه‌ها هنگام ذخیره یا انتقال)
- \* میوه‌های رسیده اتیلن آزاد می‌کنند. (قرار دادن موز کنار سیب)

نقش

- \* عامل چیرگی رأسی
- \* ریزش برگ

از میوه رسیده چه چیزی خارج می‌شود که باعث رسیدگی میوه‌های نارس می‌شود؟

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



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

### رد پای اتیلن در چیرگی رأسی

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

### ریزش برگ

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

اگر بنا باشد که ارتباط برگ با شاخه قطع شود باید یاخته‌ها از هم جدا شوند. مشاهدات میکروسکوپی نشان می‌دهد که در

تست ۶: کدام گزینه، عبارت زیر را به‌طور نامناسب کامل می‌کند؟ (مدارس برتر ۹۷)

«نوعی از ترکیبات تنظیم‌کننده رشد گیاهی که باعث ..... می‌شود، برای ..... مورد استفاده قرار می‌گیرد.»

- ۱) رویش دانه‌ها- درشت کردن بعضی میوه‌ها
- ۲) طویل شدن ساقه- تولید میوه‌های بدون دانه
- ۳) شادابی شاخه‌های گل- تشکیل ساقه از سلول‌های تمایز نیافته
- ۴) حفظ آب در گیاهان تحت تنش خشکی- تازه نگه‌داشتن برگ‌ها

پاسخ: گزینه «۴»

آبسازیک اسید، موجب حفظ آب در گیاهان تحت تنش خشکی می‌شود، در حالی که تازه نگه‌داشتن گل‌ها توسط هورمون سیتوکینین صورت می‌گیرد. گزینه‌های «۱» و «۲» مربوط به هورمون جیبرلین و گزینه «۳» مربوط به هورمون سیتوکینین است.

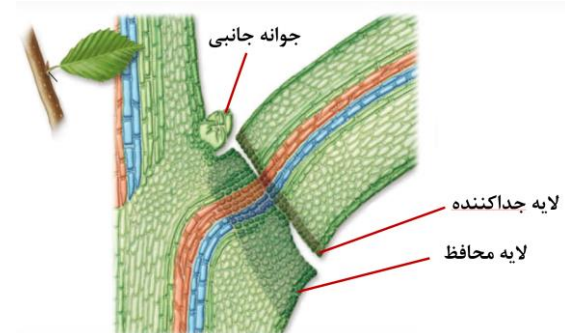
\* در قاعده دمبرگ در محل اتصال به شاخه تشکیل می‌شود.

لایه محافظ

\* آنزیم‌های تجزیه‌کننده اکسین در برگ تولید می‌شود.

\* تجزیه‌کننده تیغه میانی (پکتین)

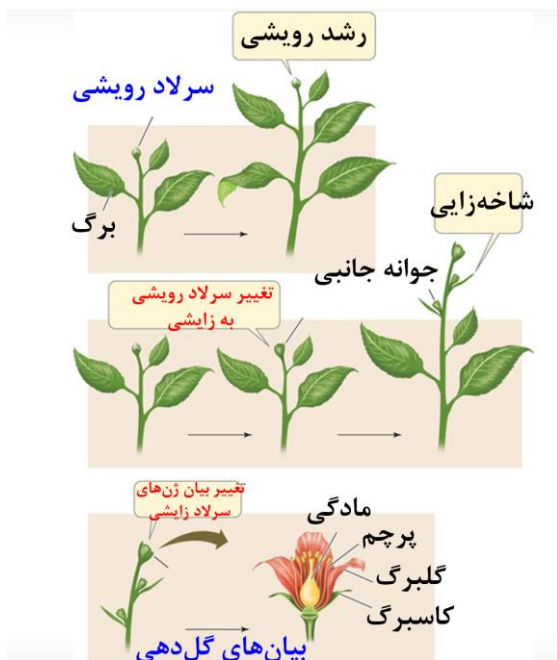
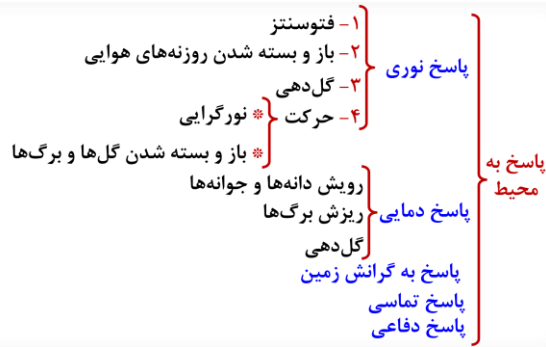
قاعده دمبرگ در محل اتصال به شاخه، لایه جداکننده تشکیل می‌شود. یاخته‌ها در این منطقه به علت فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده از هم جدا می‌شوند و به تدریج از بین می‌روند. در نتیجه برگ از شاخه جدا می‌شود. بعد از ریزش برگ، با چوب پنبه‌ای شدن یاخته‌هایی از شاخه که در محل اتصال به دمبرگ قرار دارند، لایه محافظی در برابر محیط بیرون ایجاد می‌شود (شکل ۱۱). مشخص شده است که برگ در پاسخ به افزایش نسبت اتیلن به اکسین، آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره را تولید می‌کند.



شکل ۱۱- ریزش برگ با تشکیل لایه جداکننده.

فعالیت ۲: یکی از دلایل خراب شدن میوه‌ها هنگام ذخیره یا انتقال، تولید اتیلن در آنهاست. برای رفع این مشکل، ترکیباتی به کار می‌برند که با اتصال به گیرنده‌های اتیلن که در یاخته وجود دارند، سبب توقف فرایند رسیدگی می‌شوند. اکنون زیست‌شناسان در تلاش‌اند با تغییر در ژن، گیاهان را نسبت به اتیلن غیرحساس کنند. به نظر شما این ایده برای گیاهان میوه دار مناسب است؟ برای پاسخ خود دلیل ارائه دهید.

فعالیت ۳: با توجه به این‌که فرمول شیمیایی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی شناخته شده است، این ترکیبات به‌طور مصنوعی ساخته می‌شوند و برای تولید و نگهداری محصولات کشاورزی به کار می‌روند. به نظر شما آیا این ترکیبات می‌توانند سلامت انسان و محیط زیست را تهدید کنند؟



### گفتار ۲: پاسخ به محیط

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

#### پاسخ به نور

دیدیم که ساقه به سمت نور یک جانبه خم می‌شود. آیا پاسخ ریشه به نور یک جانبه، همانند ساقه است؟

فعالیت ۴: الف) پیش‌بینی می‌کنید که پاسخ ریشه به نور یک جانبه چه باشد؟

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


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

می‌دانید که نقش نور در گیاهان، حیاتی است؛ اما نور افزون بر نقشی که در فتوسنتز دارد، فرایندهای متفاوتی را در گیاهان تنظیم می‌کند. گل‌دهی یکی از این فرایندهاست که در ادامه به آن می‌پردازیم.

#### گل‌دهی در گیاهان

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

گیاه هنگامی گل می‌دهد که سرلاد رویشی که در جوانه قرار دارد، به سرلاد گل یا زایشی تبدیل شود. این تبدیل به شرایط محیطی مانند دما و طول روز و شب وابسته است. گیاهان را براساس نیاز به نور، برای گل‌دهی در سه دستهٔ روز کوتاه، روز بلند و بی‌تفاوت قرار می‌دهند. گیاه داوودی در روزهای کوتاه پاییز گل می‌دهد. در واقع این گیاه برای گل دادن به شب‌های طولانی نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی کم تر نباشد. شبدر که در تابستان گل می‌دهد، روز بلند است. این گیاه برای گل دادن به شب‌های کوتاه نیاز دارد و زمانی گل می‌دهد که طول شب از حدی بیش‌تر نباشد (شکل ۱۲). آگاهی از تأثیر نور بر گل‌دهی به پرورش‌دهندگان گل امکان داد

 **تست ۷:** در فصلی که ..... به‌طور طبیعی گل می‌دهد، اگر با یک جرعهٔ نور شب شکسته شود، الگوی گل‌دهی ..... تغییر می‌کند و .....

- ۱) شبدر - داوودی - گل می‌دهد.
- ۲) داوودی - شبدر - گل نمی‌دهد
- ۳) شبدر - داوودی - گل می‌دهد.
- ۴) داوودی - شبدر - گل می‌دهد.

**پاسخ: گزینهٔ «۴»**



تا با ایجاد شرایط نوری مصنوعی بتوانند در همه فصلها، گل‌هایی با نیازهای نوری متفاوت پرورش دهند.

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



شکل ۱۲- گل‌دهی در گیاه روزبلند و روز کوتاه.

فعالیت ۵: با توجه به شکل مقابل و شکل ۱۲- ب- توضیح دهید که شکستن شب با یک جرقه نوری چه تأثیری بر گل‌دهی گیاه روز کوتاه دارد.



### پاسخ به دما

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

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

### پاسخ به گرانش زمین

آیا گرانش زمین بر جهت رشد ساقه و ریشه اثر دارد؟ به شکل ۱۳ نگاه کنید. همان طور که می‌بینید ساقه در خلاف جهت گرانش و ریشه در جهت گرانش زمین رشد می‌کند. رشد



**تست ۸:** با شکستن شب‌های پاییزی به کمک جرقه نوری می‌توان سبب تغییر سرلاد ..... در گیاه ..... شد.

(مدارس برتر ۹۷)

- ۱) رویشی به سرلاد زایشی - شبدر
- ۲) رویشی به سرلاد زایشی - داوودی
- ۳) زایشی به سرلاد رویشی - داوودی
- ۴) زایشی به سرلاد رویشی - گوجه فرنگی

### پاسخ: گزینه «۱»

گیاه زمانی گل می‌دهد که سرلاد رویشی در جوانه به سرلاد زایشی تبدیل شود. در پاییز شکستن شب موجب گل‌دهی گیاه شبدر می‌شود.



**تست ۹:** در کدام حرکت‌های زیر رشد نابرابر اندام دیده نمی‌شود؟

(مدارس برتر ۹۷)

- الف) پیچش ساقه مو
  - ب) زمین‌گرایی
  - پ) تا شدن گیاه حساس
  - ت) بسته شدن برگ گیاه گوشتخوار
- ۱) «الف» و «ب»
  - ۲) «پ» و «ت»
  - ۳) «ب» و «ت»
  - ۴) «الف» و «ت»

### پاسخ: گزینه «۲»

تا شدن برگ گیاه حساس و بسته شدن برگ گیاه گوشتخوار پاسخ به تماس هستند که با رشد همراه نیستند.



**تست ۱۰:** کدام عبارت در ارتباط با پاسخ گیاهان به

محرک‌های خارجی درست است؟ (مدارس برتر ۹۷)

(۱) ریشه در حال رویش برخلاف ساقه در حال رویش زمین‌گرایی دارد.

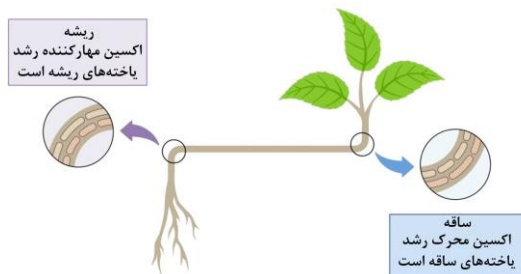
(۲) در ساقه در حال رویش گیاه مو، رشد یاخته‌هایی که با تکیه‌گاه برخورد دارند، بیش‌تر است.

(۳) سنگواره گیاهی به دنبال نوعی پاسخ دفاعی در برابر زخم ایجاد می‌شود.

(۴) حلقه سوم همه گل‌ها در پاسخ به تاریکی بسته می‌شوند.

### پاسخ: گزینه «۳»

با توجه به شکل ۱۳، صفحه ۱۴۷ کتاب زیست‌شناسی یازدهم، ریشه برخلاف ساقه زمین‌گرایی مثبت دارد و ساقه زمین‌گرایی منفی دارد، نه این‌که زمین‌گرایی نداشته باشد. رشد ساقه مو در محل تماس کم می‌شود. سنگواره گیاهی می‌تواند به دنبال زخم در گیاه و ترشح ترکیباتی ایجاد شود. گلبرگ‌های بعضی از گیاهان در شب بسته می‌شوند؛ گلبرگ حلقه دوم گل را تشکیل می‌دهد (نه سوم).



وابسته به رشد: پیچش  
مستقل از رشد: حرکت برگ‌چه‌های گیاه حساس  
حرکت برگ گیاه گوشت‌خوار

جهت‌دار اندام‌های گیاه به گرانش زمین، زمین‌گرایی نامیده می‌شود. می‌توانید با طراحی و اجرای آزمایش‌هایی، زمین‌گرایی را در انواعی از دانه رست‌ها بررسی کنید.



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

### پاسخ به تماس

در شکل ۱۴ مثال‌هایی از پاسخ گیاهان به تماس را مشاهده می‌کنید. شاید بعضی گیاهان را دیده باشید که به دور گیاهان دیگر یا یک پایه می‌پیچند. مثلاً ساقه درخت مو در تماس با درختی دیگر و یا پایه، به دور آن می‌پیچد. پیچش به علت تفاوت رشد ساقه در بخش قرار گرفته روی تکیه‌گاه و سمت مقابل آن ایجاد می‌شود؛ به طوری که رشد یاخته‌ها در محل تماس کاهش می‌یابد. ضربه زدن به برگ گیاه حساس، باعث تا شدن برگ می‌شود. این پاسخ به علت تغییر فشار تورژسانس در یاخته‌هایی رخ می‌دهد که در قاعده برگ قرار دارند. برگ تله مانند گیاه گوشت‌خوار کرک‌هایی دارد که با برخورد حشره به آن‌ها تحریک و پیام‌هایی را به راه می‌اندازند که سبب بسته شدن برگ و در نتیجه به دام افتادن حشره می‌شود.



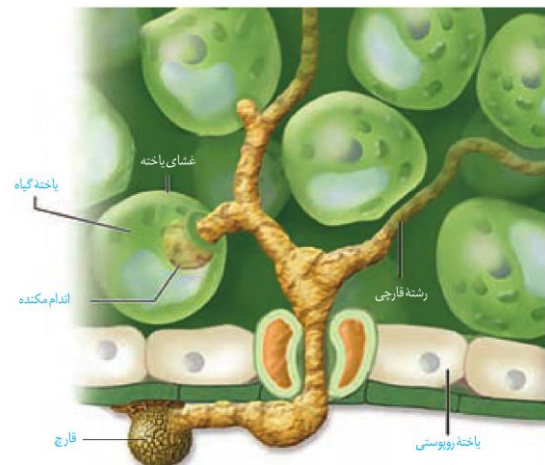
شکل ۱۴- الف) پیچش ساقه مو، ب) روی هم تا شدن برگ‌چه‌های گیاه حساس، پ) بسته شدن برگ گیاه گوشت‌خوار با برخورد حشره.

### پاسخ‌هایی از جنس دفاع

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

### تلاش برای جلوگیری از ورود

می‌دانید **روپوست**، خارجی‌ترین سامانهٔ بافتی در بخش‌های جوان گیاه است و در بخش‌های هوایی گیاه با **پوستک** پوشیده شده است. نقش پوستک را به یاد دارید؟ پوستک تا حدودی مانع از نفوذ عوامل بیماری‌زا به گیاه می‌شود. همچنین دیوارهٔ یاخته‌ای محکم است و عبور از آن کار آسانی نیست. وجود ترکیباتی مانند **لیگنین** یا **سیلیس** در دیواره به سخت شدن آن و در نتیجه افزایش توان این **سد فیزیکی** کمک می‌کند. با این حال عوامل بیماری‌زا می‌توانند با عبور از **منفذ روزنه‌ها** یا **فضای بین یاخته‌ها** از این سد بگذرند (شکل ۱۵).



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

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

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

### پاسخ‌هایی از جنس دفاع

- ۱- تلاش برای جلوگیری از ورود
- ← کوتینی شدن دیواره (پوستک)
  - ← چوبی (لیگنینی) شدن دیواره‌ها
  - ← سیلیسی شدن دیواره
  - ← سوبرینی (چوب‌پنبه‌ای شدن) دیواره
  - ← کرک و خار
  - ← ترشح مواد چسبنده
  - ← ترشح ترکیبات، در محل زخم

- ۲- دفاع شیمیایی
- ← سیانید
  - ← تنفس یاخته‌ای را متوقف می‌کند.
  - ← آلکالوئیدها
  - ← در دور کردن گیاه‌خواران نقش دارد.
  - ← مثل نیکوتین در گیاه تنباکو.

- ۳- مرگ یاخته‌ای ← سالیسیک اسید (تنظیم‌کننده رشد) به دنبال آلودگی ویروسی منجر به مرگ یاخته‌ای می‌شود.

- ارتباط گیاهان
- از نوع همیاری { قارچ - ریشه‌ای (میکوریزا) باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن
  - از نوع انگلی { قارچ: سیاهک و زنگ گندم باکتری‌ها و ویروس‌های بیماری‌زا



**تست ۱۱:** کدام مورد از پاسخ‌های دفاعی گیاهی از نظر

طبقه‌بندی با بقیه موارد متفاوت است؟ (مدارس برتر ۹۷)

(۱) کانی شدن دیوارهٔ یاخته‌ای

(۲) رشد پسین

(۳) ایجاد کرک و خوار

(۴) تولید آلکالوئید

**پاسخ: گزینهٔ «۴»**

تولید آلکالوئید از نوع دفاع شیمیایی است؛ اما در سه گزینهٔ دیگر نوع دفاع از نوع تلاش برای جلوگیری از ورود است.



**تست ۱۲:** چند مورد صحیح است؟ (مدارس برتر ۹۷)

الف) هر نفوذ رشتهٔ قارچی به درون یاختهٔ گیاهی، منجر به رابطهٔ انگلی می‌شود.

ب) همهٔ گیاهان دارزی، گیاهانی انگل و فاقد سبز دیسه هستند.

پ) لیگنینی شدن می‌تواند مانع از نفوذ میکروب شود.

ت) با قطع کرک‌های برگ گیاه گوشتخوار، گیاه در ساخت پروتئین‌های خود دچار مشکل می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

**پاسخ: گزینهٔ «۲»**

موارد «پ» و «ت» صحیح هستند.

بررسی موارد:

مورد «الف»: برای قارچ ریشه‌ای صادق نیست.

مورد «ب»: گیاهان دارزی، گیاه انگل نیستند.

مورد «پ»: وجود ترکیبی نظیر لیگنین، سبب سخت شدن دیواره و در نتیجه افزایش این سد فیزیکی است.

مورد «ت»: قطع کرک‌های برگ‌های تله‌مانند گیاه گوشتخوار حساسیت آن را در به دام انداختن حشره از بین می‌برد که در نتیجه، امکان به دام انداختن حشره و استفاده از نیتروژن آن جهت پروتئین‌سازی دچار اشکال می‌شود.



شکل ۱۶- الف) خارها گیاهان را از خورده شدن به وسیلهٔ

گیاهخواران حفظ می‌کنند.

ب) مواد چسبناک در سطح گیاه که به حشره چسبیده‌اند.

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



شکل ۱۷- سنگوارهٔ گیاهی

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

آلکالوئیدها در دور کردن گیاهخواران نقش دارند. نیکوتین که از

آلکالوئیدهاست، چنین نقشی در گیاه تنباکو دارد.





**تست ۱۳:** ترکیبات سیانیددار تولید شده در گیاهان موجب ..... تولید ATP و ..... مصرف اکسیژن در گیاه خواران می‌شود. (مدارس برتر ۹۷)

- (۱) کاهش - کاهش (۲) افزایش - کاهش
- (۳) کاهش - افزایش (۴) افزایش - افزایش

#### پاسخ: گزینه «۱»

ترکیبات سیانیددار در بدن جانوران گیاه‌خوار منجر به آزاد شدن سیانید می‌شود. سیانید واکنش‌هایی مربوط به انتقال الکترون‌ها به  $O_2$  را مهار و باعث توقف زنجیره انتقال الکترون می‌شود. سپس موجب کاهش مصرف اکسیژن و کاهش تولید ATP خواهد شد.

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

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

فعالیت ۶: بعضی گیاهان با تولید موادی که برای گیاهان دیگر سمی‌اند، از رویش دانه یا رشد گیاهان دیگر در اطراف خود جلوگیری می‌کنند. به نظر شما این ویژگی چه نقشی در ماندگاری چنین گیاهانی دارد؟

#### مرگ یاخته‌ای

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



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



**تست ۱۴:** سالیسیلیک اسید ..... جیبرلین ....

(مدارس برتر ۹۷)

- (۱) برخلاف - جزو تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است.
- (۲) همانند - موجب مرگ یاخته‌های آلوده به ویروس می‌شود.
- (۳) همانند - روی پروتئین‌سازی در گیاهان نقش دارد.
- (۴) برخلاف - توسط عوامل بیناری‌زای گیاهی تولید می‌شود.

#### پاسخ: گزینه «۳»

همه هورمون‌های گیاهی (تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی) چه بازدارنده رشد و چه محرک آن، بر روی فرایندهای پروتئین‌سازی در گیاهان اثر دارند.



## جانوران از گیاهان حفاظت می‌کنند

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



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

بعضی گیاهان در برابر حمله گیاه‌خواران، مواد فراری تولید و در هوا پخش می‌کنند که سبب جلب جانوران دیگر می‌شود. همین طور که در شکل ۲۰- الف می‌بینید، نوزاد کرمی شکل حشره در حال خوردن برگ تنباکو است. از یاخته‌های آسیب‌دیده برگ، ترکیب فراری متصاعد می‌شود که نوعی زنبور وحشی آن را شناسایی می‌کند. زنبور ماده‌ای که در آن اطراف زندگی می‌کند، با ردیابی این مواد، خود را به نوزاد کرمی شکل



**تست ۱۵:** برگ درخت آکاسیا ..... برگ گیاه حساس

..... برگچه است. (مدارس برتر ۹۷)

(۱) همانند- دارای (۲) برخلاف- فاقد

(۳) همانند- فاقد (۴) برخلاف- دارای

**پاسخ: گزینه «۱»**

با توجه به شکل ۱۴-ب، صفحه ۱۴۸ و شکل ۱۹ صفحه ۱۵۱، کتاب زیست‌شناسی یازدهم، برگ‌های هر دو گیاه دارای برگچه هستند.



**تست ۱۶:** کدام عبارت صحیح است؟

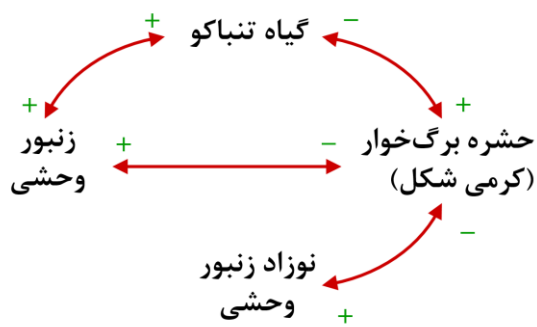
(۱) سالیسیلیک اسید همانند اینترفرون (I) در یاخته‌های آلوده به ویروس تولید می‌شود.

(۲) نوزاد کرمی شکلی که از برگ گیاه تنباکو تغذیه می‌کند توسط نیکوتین از بین می‌رود.

(۳) آکاسیا یک گیاه چند ساله است و گرده‌افشانی آن وابسته به مورچه است.

(۴) بن‌لاد چوب‌پنبه‌ساز در زیر پوست درختان سبب تولید بافت محافظ در گیاه می‌شود.

**پاسخ: گزینه «۱»**



می‌رساند و روی آن تخم می‌گذارد. نوزادان زنبور بعد از خروج، از تخم از نوزاد کرمی شکل تغذیه می‌کنند و در نتیجه آن را می‌کشند. نتیجه این رویداد کاهش جمعیت حشره آفت است.



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

**تست ۱۷:** کدام رابطه با بقیه تفاوت زیادی دارد؟

(مدارس بزرگتر ۹۷)

- ۱) زنبور با درخت آکاسیا
- ۲) مورچه با درخت آکاسیا
- ۳) نوزاد کرمی شکل حشره با گیاه تنباکو
- ۴) زنبور با گیاه تنباکو

**پاسخ: گزینه «۳»**

رابطه‌های «۱»، «۲» و «۴» نوعی رابطه همکاری دو طرفه بین حشرات با گیاه هستند در حالی که نوزاد کرمی شکل حشره از گیاه تنباکو تغذیه می‌کند و سبب آسیب رساندن به آن می‌شود.



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

فعالیت ۷: الف) فردی بر این باور است که امواج صوتی بر رشد و میزان محصول گیاهان تأثیر دارد. آیا شما با این نظر موافق هستید؟ برای تأیید یا رد این نظر چه آزمایشی طراحی می‌کنید؟

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