

## هدف کلی

آشنایی دانش‌آموزان با عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن انسان

### فیزیولوژی، عوامل مؤثر برای ادامه‌ی حیات موجود زنده، ساختمان یاخته و عملکرد اندامک‌ها و انتقال مواد از غشای یاخته

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند:

- ۱- واژه‌های فیزیولوژی، فیزیولوژیست و فیزیولوژیک را تعریف کند.
- ۲- آنچه را که موجود زنده برای ادامه‌ی حیات به آن نیاز دارد تشریح نماید.
- ۳- اعمالی را که یک موجود زنده انجام می‌دهد توضیح دهد.
- ۴- مفهوم تعادل حیاتی (هومئوستاز) را تعریف کند و تفاوت بازخورد منفی و مثبت را بیان نماید.
- ۵- ارتباط علم شیمی را با فیزیولوژی، از راه شناخت عناصر شیمیایی و مواد سازنده‌ی بدن انسان، تشریح کند.
- ۶- کار هر یک از اندامک‌ها و تقسیمات یاخته را توضیح دهد.
- ۷- راه‌های انتقال مواد از غشای یاخته را تعریف کند.

#### تعریف فیزیولوژی

فیزیولوژی<sup>۱</sup>، واژه‌ای فرانسوی است، به معنی دانش مربوط به نقش ویژه‌ی اعضا و قسمت‌های مختلف بدن موجودات زنده. در فرهنگ معین، به علم وظایف الاعضا تعبیر شده است. در فیزیولوژی سعی بر آن است تا عوامل فیزیکی و شیمیایی که سبب پیدایش و توسعه‌ی زندگی است، شناخته و توجیه شوند. فیزیولوژی به شاخه‌های زیر تقسیم می‌گردد: فیزیولوژی ویروسی، فیزیولوژی باکتریایی، فیزیولوژی یاخته‌ای، فیزیولوژی انسانی، فیزیولوژی جانوری و فیزیولوژی گیاهی. اما آن چه در این کتاب مورد بحث قرار خواهد گرفت، فیزیولوژی انسانی است که در آن تلاش خواهیم کرد به بررسی بدن انسان و اعمال بخش‌های مختلف و روابط بین آن پرداخته شود. به‌طور کلی، هدف

فیزیولوژی مطالعه‌ی چگونگی طرز کار بدن است. واژه‌ی دیگری که در این کتاب با آن سر و کار خواهیم داشت، فیزیولوژیک<sup>۲</sup> یا فیزیولوژیکی است، به معنی آن چه مربوط به اعمال بدن می‌شود و بالاخره واژه‌ی فیزیولوژیست<sup>۳</sup>، یعنی دانشمند یا فردی که در علم فیزیولوژی دارای تخصص است. قبل از این که وارد بحث ساختمان یاخته شویم پاسخ به دو سؤال اهمیت دارد:

- ۱- بدن برای ادامه‌ی حیات به چه چیزهایی نیاز دارد؟
  - ۲- یک موجود زنده به چه اعمالی می‌پردازد؟
- اینک پاسخ سؤال اول:
- نیازهای بدن عبارت‌اند از:
- ۱- اکسیژن: همه‌ی یاخته‌های بدن نیاز به اکسیژن دارند

حرکت کند و غذای خود را به دست آورد. یاخته‌های عضلانی منقبض می‌شوند تا یک حرکت تولید شود و ما بتوانیم از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر برسیم.

۲- رشد و تولید مثل: نوزاد از یک یاخته‌ی تخم که رشد کرده است به وجود می‌آید. همه‌ی یاخته‌های بدن رشد می‌کنند و می‌توانند مانند خود را بسازند، اما این پدیده باید همیشه در حالت تعادل باشد زیرا رشد بیش از حد منجر به بیماری می‌شود. هم‌چنین یک موجود زنده می‌تواند همانند خود را تولید کند، که آن را «تولید مثل» می‌نامند.

۳- پاسخ‌گویی یا واکنش‌پذیری: انسان می‌تواند به محرک‌های بیرونی و درونی پاسخ دهد. به‌طور مثال، عکس‌العمل دستگاه عصبی و پوست نسبت به دمای محیط و تنگ یا گشاد شدن عروق در پاسخ به دما و یا گذاردن پا بر روی یک پونز یا میخ و کشیدن ناگهانی پا به عقب، یک پاسخ از دستگاه‌های تنظیم‌کننده و پاسخ‌گوی بدن است (شکل ۱-۱).

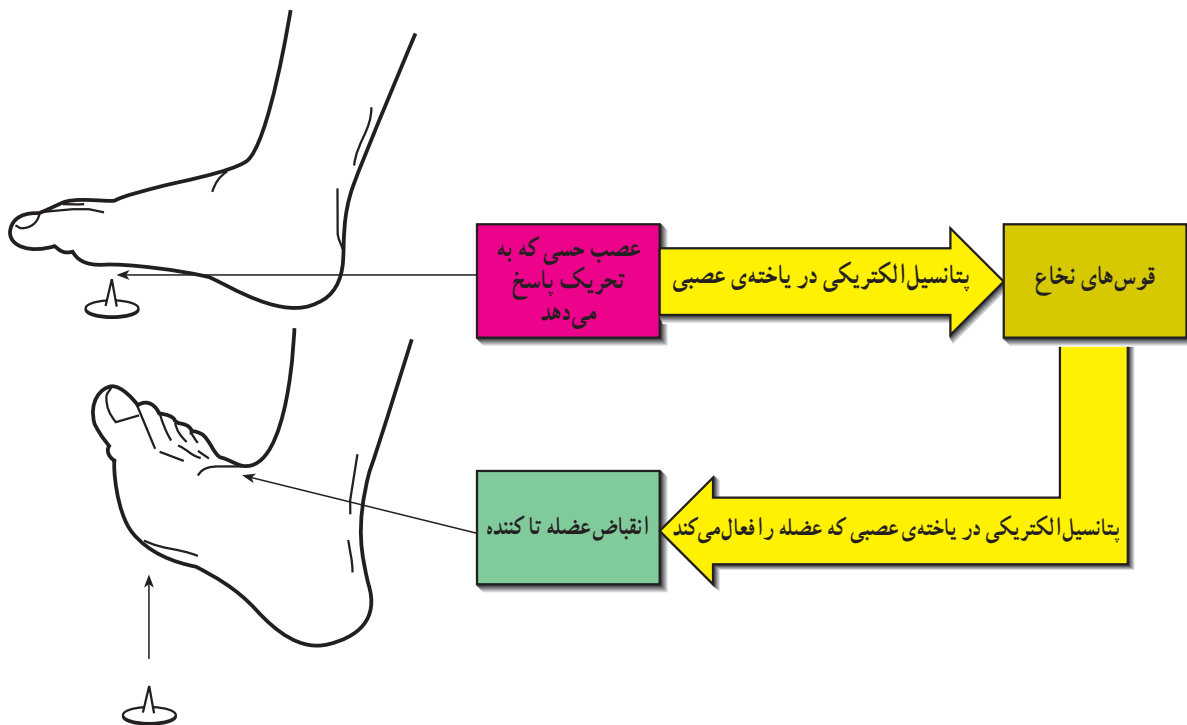
و برای دریافت آن از محیط، دستگاهی دارند که به آن «دستگاه تنفس» می‌گویند. موادی که در یاخته‌ها ذخیره شده‌اند به کمک اکسیژن می‌سوزد و تولید انرژی می‌کند و در نتیجه، سبب حرکت انسان و اعمال حیاتی می‌شود.

۲- غذا: شامل شش بخش می‌شود که هرکدام نه تنها در ساختمان یاخته‌ها نقش دارند بلکه در سوخت و ساز و تولید انرژی با اهمیت‌اند: کربوهیدرات‌ها (قندها)، لیپیدها (چربی‌ها)، پروتئین‌ها، مواد معدنی، آب و ویتامین‌ها.

از این دسته، آب، مواد معدنی و ویتامین‌ها تولید انرژی نمی‌کنند اما در حمل مواد و در اعمال شیمیایی که منجر به تولید انرژی می‌شود نقش مهمی دارند.

پاسخ سؤال دوم:

۱- حرکت: تمامی یاخته‌های بدن یک نوع حرکت درونی دارند و باعث می‌شوند که حرکت بیرونی به وجود آید و بدن انسان



شکل ۱-۱- عکس‌العمل انسان در برابر یک جسم تیز مانند پونز

از سوی موجود زنده کنترل می‌گردد. مایع داخل یاخته‌ای دارای آب، پتاسیم زیاد، سدیم کم، کلر، منیزیم و کلسیم و مواد غذایی لازم برای تولید انرژی است. حرارت یا دما عامل فیزیولوژیک مؤثر دیگری است. پایین آمدن دما از دامنه‌ی طبیعی و یا بالا رفتن آن تعادل را به هم می‌زند برای مثال، در دمای پایین واکنش‌های شیمیایی کند می‌شوند و در دمای بالا سرعت می‌یابد و این دمای بالا به ساختمان یاخته از جمله پروتئین‌ها صدمه می‌زند.

**بازخورد منفی<sup>۲</sup>:** اغلب دستگاه‌های بدن به وسیله‌ی بازخورد منفی تنظیم و تعادل زیستی (هومئوستاز) آن‌ها حفظ می‌شود.

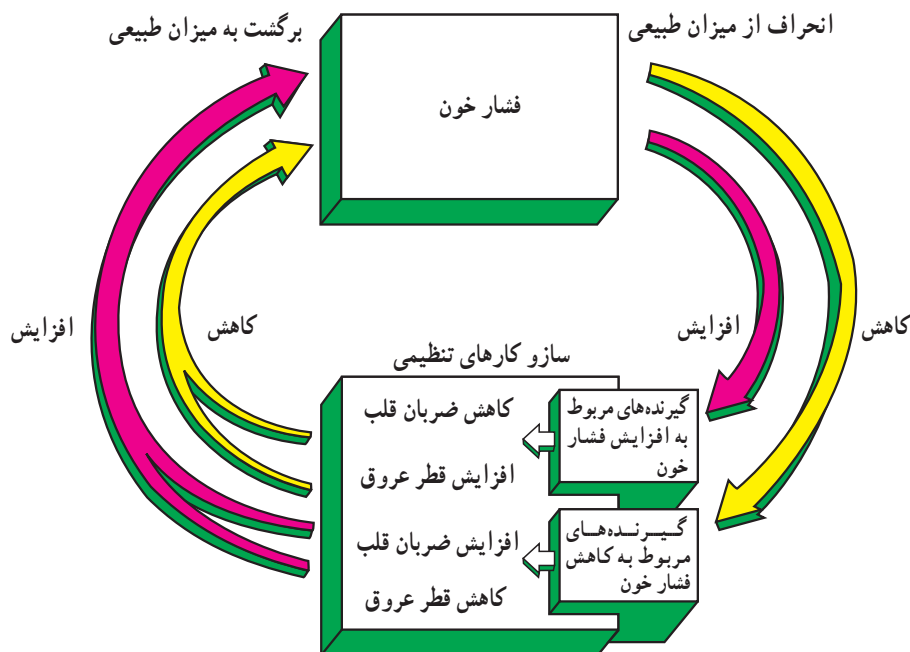
**مثال:** فشارخون همیشه باید به حالت تعادل و در شرایط طبیعی باشد. اگر این فشار اندکی از حالت طبیعی خارج شود و کاهش یابد بازخورد منفی سبب افزایش فشارخون تا حد تعادل می‌شود.

یا اگر فشارخون کمی افزایش یابد بازخورد منفی سبب کاهش فشارخون تا حد تعادل می‌گردد.

**۴- تولید انرژی:** سه دسته از مواد غذایی، یعنی کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و پروتئین‌ها با اکسیژن، تولید انرژی می‌کنند و این انرژی برای حرکت ماهیچه‌ها و اعمال درونی، مثل ترشح بعضی از غده‌ها و در نهایت ادامه‌ی حیات، لازم است. مواد غذایی تحت شرایط ویژه، که به آن «سوخت‌وساز» می‌گویند، تولید انرژی می‌کنند. بخشی از این مواد صرف اعمال درونی بدن مانند کار قلب، کلیه‌ها و ... می‌شود و بخش دیگر آن صرف کار ماهیچه‌ها برای ادامه‌ی حیات، رشد و تولید یاخته‌های جدید می‌گردد.

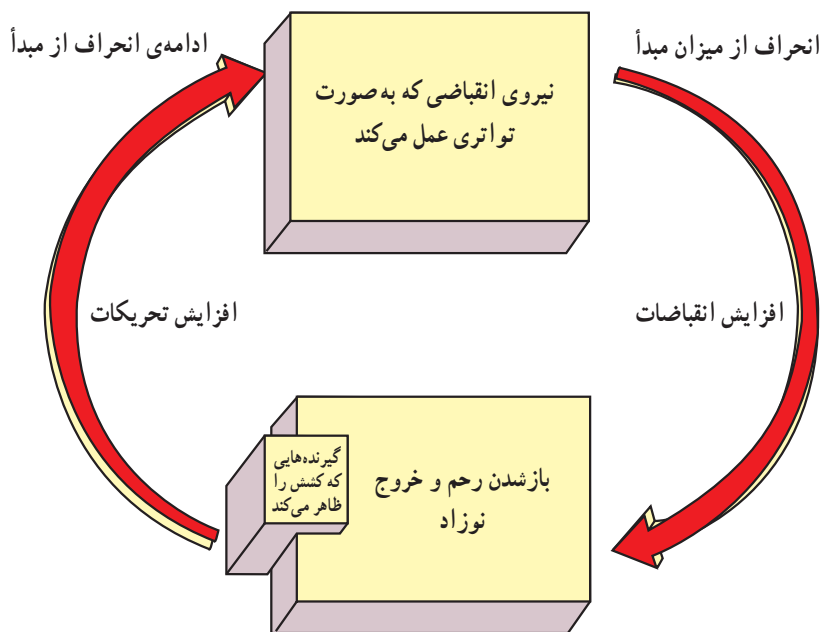
### تعادل زیستی<sup>۱</sup> (هومئوستاز)

به معنای ثابت نگه‌داشتن شرایط محیط داخلی بدن است. ساختار و واکنش‌های شیمیایی موجود زنده، به شدت به شرایط شیمیایی و مادی اطراف یاخته‌ها حساس است. یاخته‌ها باید آب داشته باشند و اطراف آن‌ها نیز از مایع، که مواد لازم را برای ادامه‌ی حیات دارند، پوشیده شده باشند. مایع اطراف یاخته، مایع خارج یاخته‌ای یا محیط داخلی نامیده می‌شود که



شکل ۱-۲- نمونه‌ی یک بازخورد منفی

بازخورد منفی: یعنی این که در مقابل یک کاهش یا افزایش عکس العمل مخالف صورت گیرد، یعنی این که عمل افزایش باشد اما عکس العمل کاهش و یا برعکس. بازخورد مثبت: یعنی این که هر دو عمل و عکس العمل یا در جهت کاهش و یا در جهت افزایش صورت گیرد. مثال ۱: با کاهش فشارخون (مانند سکنه‌ی قلبی)، خون کم‌تری به قلب بازمی‌گردد که نتیجه‌ی کاهش فعالیت پمپ قلب است و متعاقب آن مرگ اتفاق می‌افتد. مثال ۲: به هنگام زایمان با افزایش تحریکات مربوط، انقباضات رحم نیز افزایش می‌یابد و نوزاد متولد می‌شود. مثال ۳: با ایجاد یک خراش در بدن عوامل انعقاد خون باعث به وجود آمدن لخته و بند آمدن خون می‌شوند.



شکل ۱-۳- بازخورد مثبت در تولد نوزاد

جدول ۱-۱- بعضی از عناصر موجود در بدن و درصد آن‌ها در وزن بدن

عنصر	علامت	درصد در وزن بدن
اکسیژن	O	۶۵
کربن	C	۱۸/۵
هیدروژن	H	۹/۵
نیتروژن	N	۳/۳
کلسیم	Ca	۱/۵
فسفر	P	۱
پتاسیم	K	۰/۴
گوگرد	S	۰/۳
سدیم	Na	۰/۲
کلر	Cl	۰/۲
منیزیم	Mg	۰/۱

### رابطه‌ی شیمی و فیزیولوژی

علم شیمی و فیزیولوژی با هم رابطه‌ی نزدیکی دارند. همه‌ی یاخته‌های بدن از اتم عناصر مختلف تشکیل شده است. به همین دلیل، بهره‌گرفتن از علم شیمی ما را در درک بهتر مفاهیم فیزیولوژیکی یاری می‌کند. اتم، تشکیل شده است از یک هسته با بار مثبت، که به وسیله‌ی الکترون‌های منفی احاطه شده است. هسته از پروتون و نوترون تشکیل شده است. تعداد پروتون‌ها را «عدد اتمی» می‌خوانند که در هر عنصر متفاوت است. عناصر فراوانی در ساختمان بدن وجود دارد. در جدول ۱-۱ با نام و درصد آن‌ها در وزن بدن آشنا می‌شوید.

هر یاخته دارای غشا<sup>۵</sup>، سیتوپلاسم<sup>۶</sup>، هسته<sup>۷</sup> و تعدادی اندامک<sup>۸</sup> است.

ساختمان غشا، دارای دو لایه فسفو لیپیدی است که لایه لای آن پروتئین‌ها جای دارند. پروتئین‌ها به منزله‌ی منافذی هستند که بعضی از مواد از آن عبور می‌کنند و بعضی دیگر نمی‌توانند عبور نمایند. به این حالت غشا «خاصیت نفوذ انتخابی» می‌گویند. هسته، به دلیل حمل اطلاعات وراثتی و ساختن پروتئین‌ها، به عنوان کنترل کننده‌ی یاخته، شناخته شده است.

سیتوپلاسم، دارای یک قشر مترکم خارجی (اکتوپلاسم<sup>۹</sup>) و یک بخش داخلی مایعی (آندوپلاسم<sup>۱۰</sup>) است. درون آندوپلاسم اندامک‌ها قرار دارند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:  
۱- میتوکندری<sup>۱۱</sup>: حاوی آنزیم‌های فراوانی است که به

عناصر شیمیایی با یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند و در نتیجه بعضی مواد را می‌سازند که ساختمان بدن را تشکیل می‌دهند. مهم‌ترین این مواد سه دسته‌اند:

۱- لیپیدها<sup>۱</sup> (چربی‌ها)

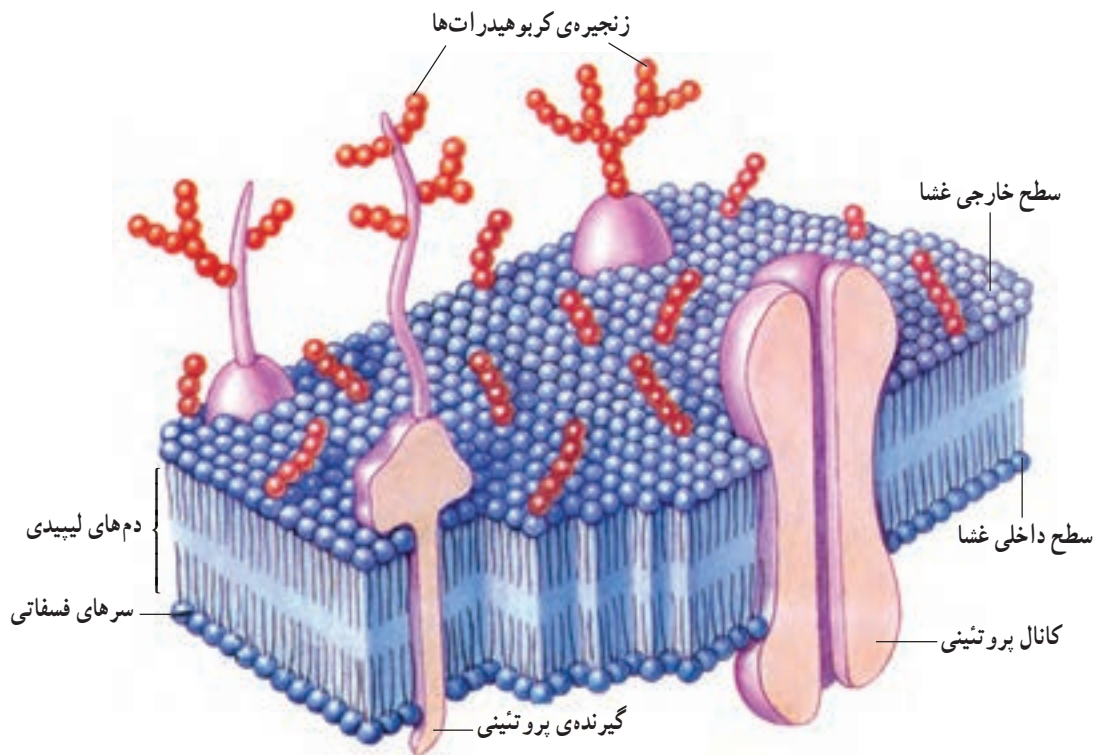
۲- کربوهیدرات‌ها<sup>۲</sup> (قندها)

۳- پروتئین‌ها<sup>۳</sup>

این عناصر، علاوه بر این که نقش انرژی‌زایی در سلول دارند، ساختمان یاخته‌ها را هم تشکیل می‌دهند.

### یاخته<sup>۴</sup>

بدن انسان از دستگاه‌هایی تشکیل شده است که ارتباط بسیار نزدیکی با یکدیگر دارند. به طوری که هرگاه اختلال در یک دستگاه به وجود آید دیگری را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.



شکل ۴- ۱- ساختمان غشای یاخته

۱- Lipids

۲- Carbohydrates

۳- Proteins

۴- Cell

۵- Membrane

۶- Cytoplasm

۷- Nucleus

۸- Organelle

۹- Ectoplasm

۱۰- Endoplasm

۱۱- Mitochondria

آن‌ها «آنزیم‌های اکسیداتیو» می‌گویند. زیرا در سوخت‌وساز مواد غذایی با اکسیژن نقش دارند و انرژی مورد نیاز یاخته را تولید می‌کنند. از این رو به آن میتوکندری «نیروگاه یاخته» می‌گویند. درون میتوکندری مواد غذایی به آدنوزین تری فسفات (ATP)، که یک ماده‌ی انرژی‌زاست، تبدیل می‌شود. این روند طی چرخه‌ای به نام کربس اجرا می‌شود.

میتوکندری‌ها در اندازه‌های مختلف در یاخته وجود دارند و می‌توانند همانند خود را بسازند. هرچه یاخته بیشتر به انرژی نیاز داشته باشد میتوکندری بیشتر تری دارد.

### یاخته‌های ماهیچه‌ای در ورزشکاران

#### انرژی بیشتری نیاز دارد. بنابراین دارای

#### میتوکندری بیشتری است.

۲- شبکه‌ی آندوپلاسمیک<sup>۱</sup>: دارای غشای دو لایه است و شبیه کیسه‌های روی هم خوابیده تشکیل شبکه‌ی تور مانند می‌دهند.

بعضی از آن‌ها دانه‌دار و بعضی بدون دانه و صاف هستند. نوع دانه‌دار به علت داشتن ریبوزوم در ساخت پروتئین نقش دارند و نوع بدون دانه چربی‌ها را می‌سازند.

### در ماهیچه‌ها شبکه‌ی آندوپلاسمیک

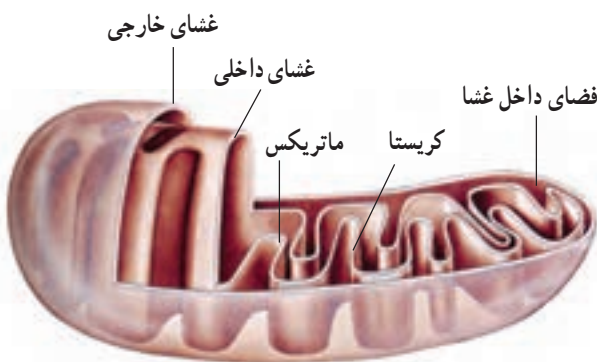
#### صاف یون کلسیم را ذخیره می‌کند که به آن

#### «شبکه‌ی سارکوپلاسمیک» می‌گویند.

۳- ریبوزوم<sup>۲</sup>: محل ساختن پروتئین است که مورد مصرف همان یاخته است. ریبوزوم‌ها دستور ساختن پروتئین‌ها را از ژن‌ها که در هسته وجود دارند دریافت می‌کنند.

۴- دستگاه گلژی<sup>۳</sup>: با شبکه‌ی آندوپلاسمیک در ارتباط است. این اندامک در سلول‌های ترشحی مشخص‌ترند و مواد ترشحی در آن ذخیره می‌شوند.

۵- لیزوزوم<sup>۴</sup>: کیسه‌هایی هستند که درون خود آنزیم‌های گوارشی ذخیره می‌کنند و در سراسر یاخته پراکنده‌اند. هرگاه



شکل ۵-۱- میتوکندری

۱- Endoplasmic Reticulum

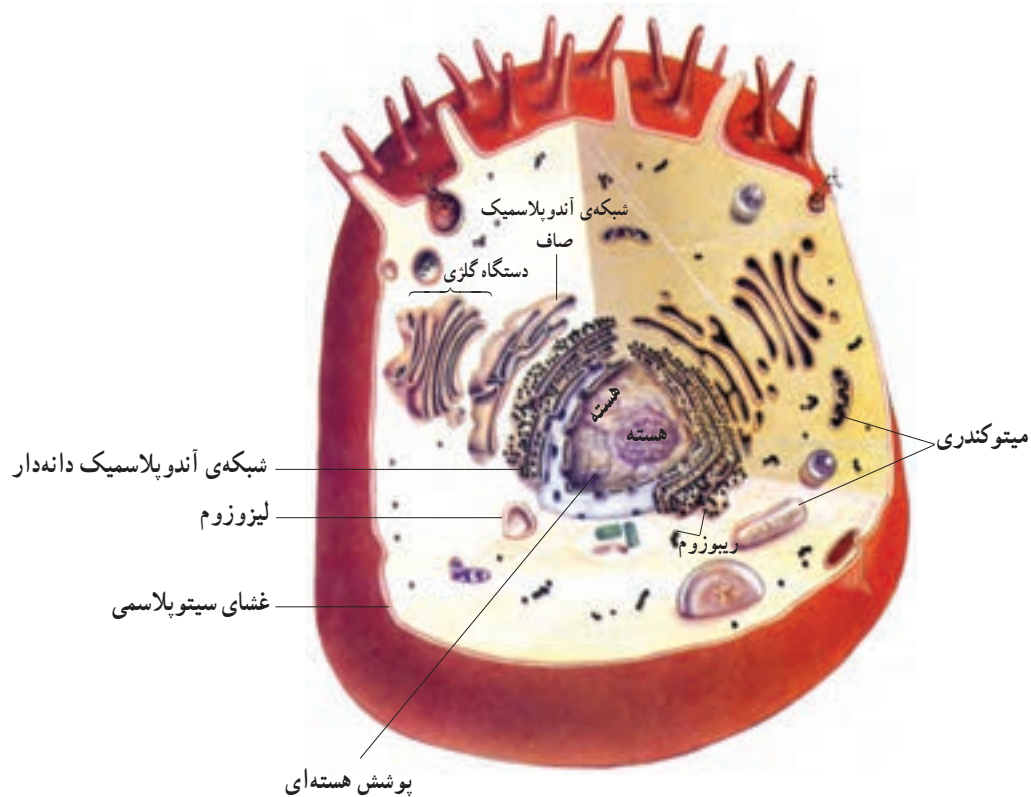
۲- Golgi Apparatus

۲- Ribosome

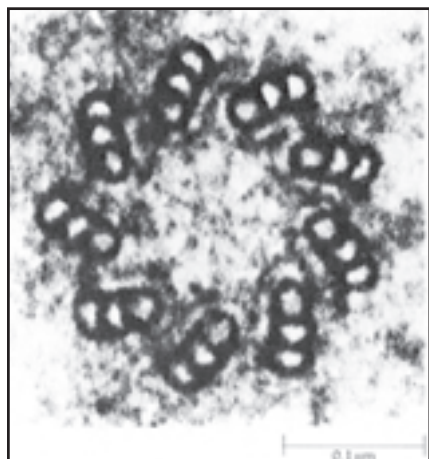
۴- Lysosome



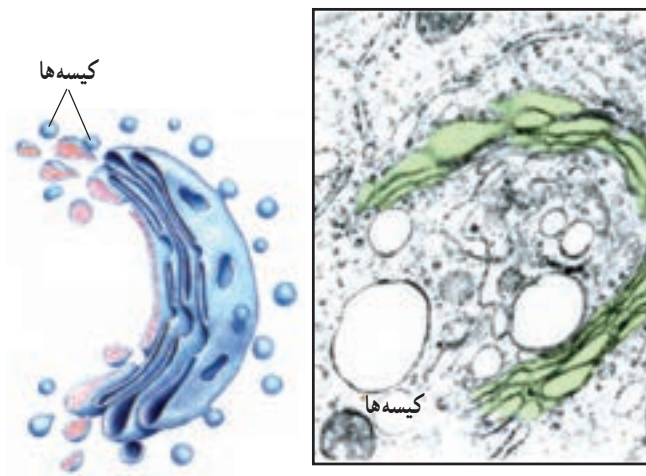
یک ماده‌ی خارجی به یاخته وارد شود با ایجاد پاهای کاذب آن را به درون خود می‌کشد و با آنزیم‌های خود آن را هضم می‌کند. شکل دو استوانه‌ی عمود بر هم اند و در تقسیم سلولی نقش دارند. ۶- سانتیریول‌ها: در هر سلول دو عدد وجود دارد که به



شکل ۶-۱- ساختمان یاخته



شکل ۸-۱- ساختمان سانتیریول



شکل ۷-۱- دستگاه گلزی



## تقسیم یاخته‌ای

دوک به وجود می‌آید.

در مرحله‌ی متافاز، کروموزوم‌ها کوتاه و قطورند و به قسمت وسط دوک‌ها منتقل می‌شوند و به آن‌ها می‌چسبند. در مرحله‌ی آنافاز، کروموزوم‌ها از هم جدا می‌شوند و به دو طرف سلول می‌روند. اکنون در دو قطب سلول تعداد کروموزوم‌ها مساوی تعدادی است که در سلول اولیه وجود داشته است. در مرحله‌ی تلوفاز، کروموزوم‌ها مجدداً باریک و دراز می‌شوند. دوک‌ها از میان می‌روند و در وسط یاخته فرورفتگی به وجود می‌آید و رفته‌رفته عمیق‌تر می‌شوند تا دو قسمت از هم جدا شوند و دو یاخته‌ی همانند به وجود می‌آید. این یاخته‌ها از نظر وراثتی کاملاً به یکدیگر شباهت دارند.

وقتی یاخته از نظر اندازه بزرگ شود به دو یاخته‌ی مجزا تقسیم می‌گردد. یاخته‌ها به دورش میوز<sup>۱</sup> و میتوز<sup>۲</sup> تقسیم می‌شوند. تقسیم میتوز: در شروع میتوز (انترفاز) هر هسته دارای دو هستک و رشته‌های پیچ‌خورده‌ی کروماتین و غشاست و یک اندامک به نام سانتروم در کنار هسته دیده می‌شود که حاوی دو سانتریول است که در ابتدای میتوز به دو زوج تقسیم می‌شوند. در مرحله‌ی پروفاز، رشته‌های دراز کروماتین تدریجاً کوتاه، ضخیم و قابل مشاهده می‌شوند. که در این حالت به آن‌ها کروموزوم می‌گویند. هر کروموزوم به دو کروموزوم قرینه تبدیل می‌شود. سانتریول‌ها در جهت مخالف یکدیگر شروع به حرکت می‌کنند و کاملاً از هم دور می‌شوند و بین آن‌ها شعاع‌هایی پروتئینی به نام



شکل ۹-۱- مراحل تقسیم یاخته‌ای به روش میتوز

هر کروموزوم در هنگام تقسیم به دو کروموزوم تبدیل می‌شود. در یاخته‌های انسان ۴۶ کروموزوم وجود دارد که در مدت میتوز به ۹۲ کروموزوم تبدیل می‌شود و دو یاخته با ۴۶ کروموزوم به وجود می‌آید.

۱- Meiosis

۲- Mitosis

تلو = پایان

آنا = دوباره، بالا

متا = وسط

پرو = آغاز

## انتقال مواد از غشای یاخته

در بدن موجود زنده مواد دائماً در حال حرکت اند. این حرکت از سوی یاخته به مایع بین یاخته‌ای و بالعکس صورت می‌گیرد. مواد از چهار راه انتقال پیدا می‌کنند:

۱- تصفیه<sup>۱</sup>

۲- انتشار<sup>۲</sup>

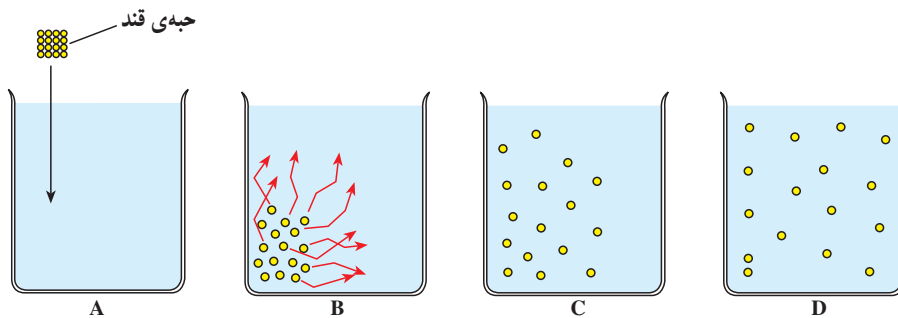
۳- اسمز<sup>۳</sup>

۴- انتقال فعال<sup>۴</sup>.

۱- تصفیه: تصفیه یعنی به ملکول‌های کوچک‌تر به علت فشار نامساوی در دو طرف غشا اجازه عبور داده شود برای مثال هنگامی که آب و مواد محلول به علت فشار نامساوی بین دو

سوی غشا، شروع به حرکت می‌کنند و مولکول‌هایی که کوچک‌ترند از منافذ غشا عبور می‌کنند، یک حالت تصفیه صورت می‌گیرد و مولکول‌های درشت‌تر باقی می‌مانند. این حالت بیش‌تر شبیه یک صافی است.

۲- انتشار: انتشار یعنی پراکنده شدن مولکول‌های یک گاز یا مایع تا حدی که فشار دو طرف غشای یاخته یک‌سان شود. از این‌رو، انتشار به یک اختلاف غلظت یا فشار نیاز دارد. در این صورت، حرکت مولکول‌ها از ناحیه‌ی پر غلظت یا پرفشار به ناحیه‌ی کم غلظت و یا کم فشار است. آن‌قدر این کار ادامه می‌یابد تا به حالت تعادل برسد. مانند مولکول‌های اکسیژن که از حبابچه‌ها وارد خون می‌شوند (شکل ۱-۱۰).

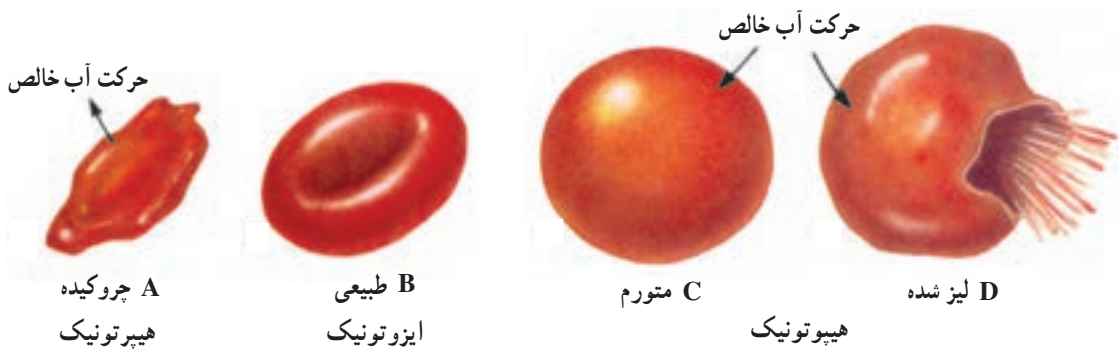
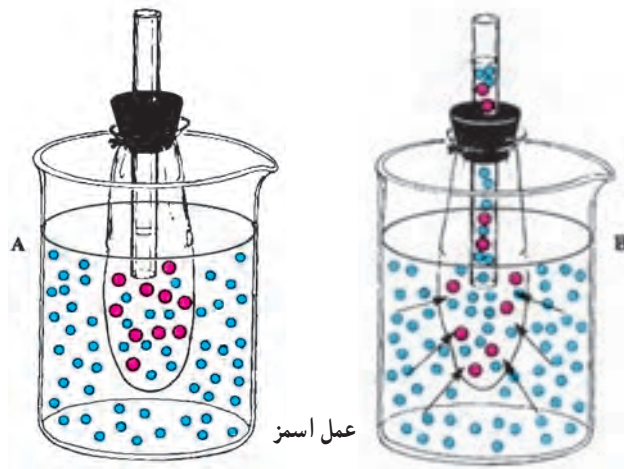


انتشار A زمانی است که جبهی قند را درون آب می‌اندازیم B و C مولکول‌های قند در حال حل شدن در آب است و D مولکول‌های گلوکز تقریباً در همه جا به حالت یک‌سان قرار گرفته‌اند.

شکل ۱-۱۰

غلظت‌تر را رقیق می‌کند. مانند زمانی که یاخته‌های قرمز خون را در محلول نمکی قرار دهند، آن‌گاه آب از سوی یاخته‌ها به سمت محلول نمکی حرکت می‌کند و یاخته چروکیده می‌شود (هیپرتونیک) و برعکس، اگر محلول رقیق‌تر باشد آب از محلول به طرف یاخته‌ی قرمز حرکت می‌کند و یاخته متورم می‌گردد (هیپوتونیک) و ممکن است پاره شود (شکل ۱-۱۱).

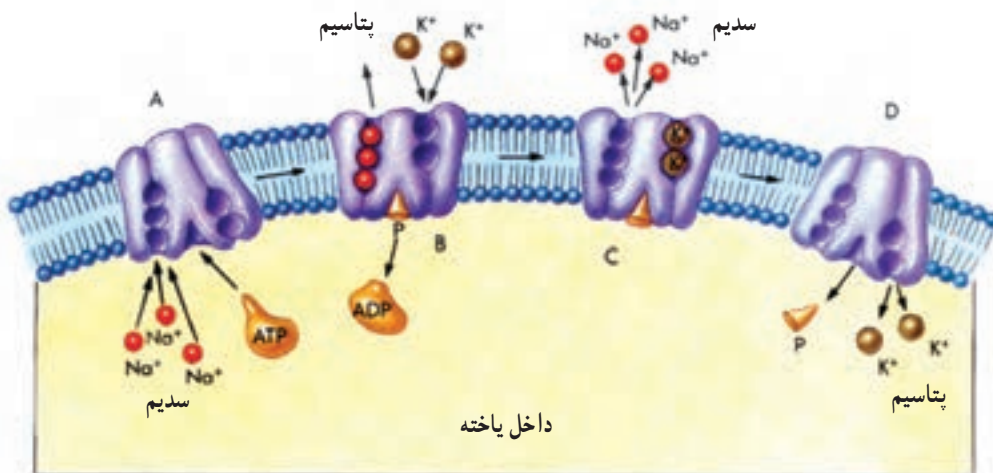
۳- اُسْمُز: فراوان‌ترین ماده‌ای که بین دو سوی غشا انتشار می‌یابد آب است، بنابراین هرگاه ماده‌ای در دو سوی غشا، دارای غلظت نابرابر باشد و مولکول‌های درشت، از سویی که غلظت زیاد دارد نتواند از غشا عبور کند، آب به سوی محیط پرغلظت حرکت می‌کند تا غلظت را برابر نماید (ایزوتونیک). زیرا مولکول‌های آب بسیار نفوذپذیر هستند. از این‌رو، طرف



شکل ۱۱-۱- عمل اسمز در گلبول قرمز

مانند زمانی که می‌خواهید یک ماشین را به سمت سربالایی هل بدهید که به نیرو و انرژی زیادی نیازمندید از این رو به آن «انتقال فعال» می‌گویند. اگر به یاد داشته باشید پروتئین‌هایی در غشای یاخته وجود داشتند که بعضی از آن‌ها دارای کانال هستند. این کانال‌ها با صرف انرژی باز می‌شوند و مولکول‌ها از آن عبور می‌کنند (شکل ۱۲-۱).

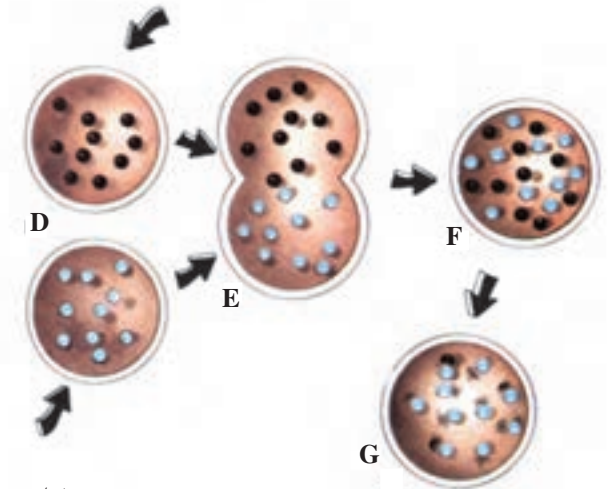
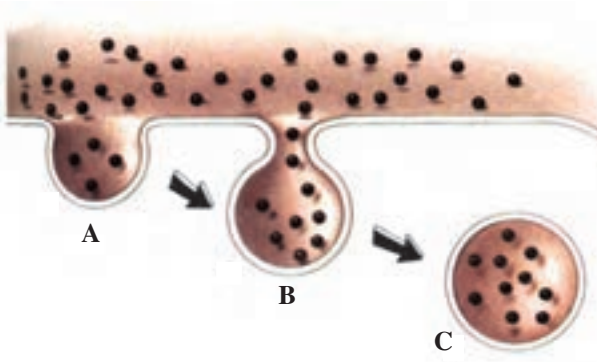
۴- انتقال فعال: همانطور که قبلاً گفتیم، غلظت بعضی از یون‌ها در حالت تعادل در بیرون یاخته و درون آن متفاوت است. برای مثال غلظت سدیم در بیرون یاخته بیشتر است در حالی که یون پتاسیم در درون، غلظت بیشتری دارد. اگر به علتی لازم باشد یون سدیم به بیرون یاخته منتقل شود، باید خلاف جهت یا شیب غلظت حرکت کند و این امر به انرژی نیاز دارد.



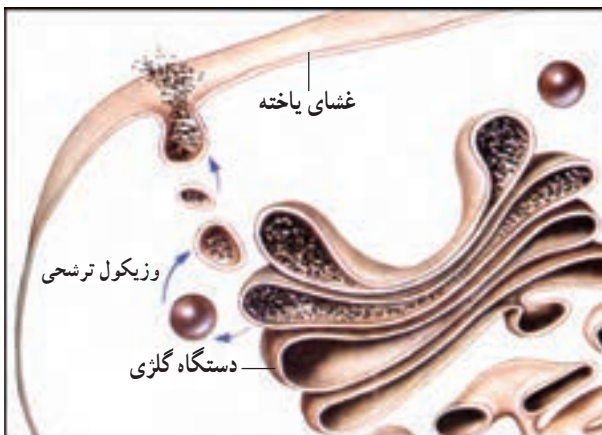
شکل ۱۲-۱- انتقال فعال

و ماده را به درون خود وارد می‌کند و یا آگزوسیتوز<sup>۱</sup> که مواد را از درون خود به بیرون می‌فرستد (شکل ۱۳-۱).

از دو راه دیگر نیز سلول می‌تواند مواد را به درون بکشد و یا از درون به بیرون بفرستد. آندوسیتوز<sup>۱</sup> به مفهوم گرفتن مواد توسط پاهای کاذبی است که توسط کیسه‌های غشا به وجود می‌آید



عمل لیوزوم و آندوسیتوز



شکل ۱۳-۱- عمل آگزوسیتوز و آندوسیتوز

## خودآزمایی

- ۱- واژه‌ی فیزیولوژی را تعریف کنید.
- ۲- یک موجود زنده برای ادامه‌ی حیات به چه چیزی نیاز دارد؟
- ۳- از اعمالی که یک موجود زنده به‌عهده دارد، تولید انرژی را تشریح کنید.
- ۴- همئوستاز را تعریف کنید و تفاوت باز خورد منفی و مثبت را شرح دهید.
- ۵- عمل اندامک میتوکنندری را توضیح دهید.
- ۶- در مورد اندامک شبکه‌ی آندوپلاسمیک چه می‌دانید؟ شرح دهید.
- ۷- انتشار را تعریف کنید و یک مثال بزنید.
- ۸- اُسمز را تعریف کنید و یک مثال بزنید.
- ۹- تصفیه و انتقال فعال را تشریح کنید.