

### فیزیولوژی بافت عضلانی

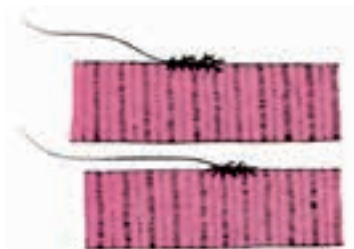
اهداف رفتاری: دانش آموز در پایان این فصل باید بتواند:

- ۱- انواع بافت عضلانی را توضیح دهد.
- ۲- ساختمان بافت همبند عضله را تشریح کند.
- ۳- ساختمان یاخته‌ی عضلانی را شرح دهد.
- ۴- تئوری انقباض را کاملاً توضیح دهد.
- ۵- انواع انقباض را تعریف کند.
- ۶- راه‌های تولید انرژی در عضله را تشریح کند.
- ۷- انواع تارهای عضلانی را تعریف کند.
- ۸- تأثیر تعداد واحد حرکتی را در تولید نیرو توضیح دهد.

می‌دهند. عضله‌ی اسکلتی توسط تاندون‌ها به استخوان‌ها متصل شده‌اند و حرکت مفاصل و استخوان‌ها را بر عهده دارند. هر عضله‌ی اسکلتی از تعدادی یاخته‌ی عضلانی یا تار عضلانی تشکیل شده است و یک عصب حرکتی به یک گروه تار عضلانی عصب رسانی می‌کند (واحد حرکتی) از این رو، عضلات اسکلتی به صورت ارادی عمل می‌کنند.

### فیزیولوژی بافت عضلانی

- سه نوع بافت عضلانی در بدن انسان یافت می‌شود:
- ۱- عضله‌ی اسکلتی (مخطط) ۲- عضله‌ی قلبی
  - ۳- عضله‌ی صاف.
- شکل ۱-۲ انواع بافت عضلانی را نشان می‌دهد. ۴۰ تا ۵۰ درصد وزن بدن افراد بالغ را عضلات تشکیل



عضله اسکلتی



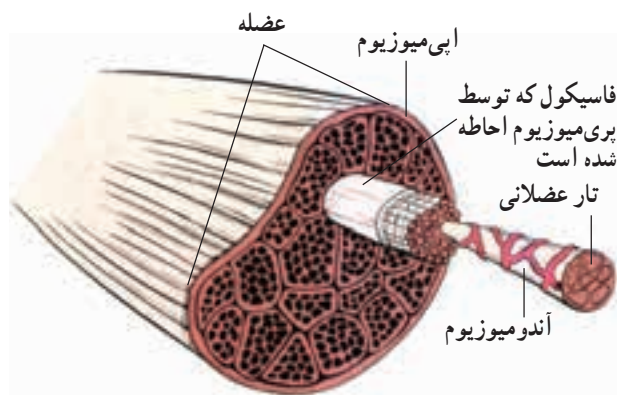
عضله قلبی



یک واحد عضلانی صاف

شکل ۱-۲- انواع بافت عضلانی

هر عضله از بافت هم‌بندی که آنرا احاطه کرده تشکیل شده است. این بافت هم‌بند را «اپی‌میوزیوم» می‌نامند و به تاندون‌ها ختم می‌شود. در داخل عضله، تارهای عضلانی توسط پری‌میوزیوم، که بافت هم‌بند دیگری است، متصل شده‌اند و مجموعه‌ای به نام «فاسیکول» را ساخته‌اند. فاسیکول‌ها از تارهای عضلانی تشکیل شده‌اند. هر تار عضلانی، توسط بافت هم‌بندی به نام «آندومیوزیوم» احاطه شده است. این بافت‌های هم‌بند، در نهایت به یکدیگر متصل می‌شوند و تاندون را تشکیل می‌دهند (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳. بافت هم‌بند عضله اسکلتی

### ساختمان یک سلول عضلانی (سارکومر)<sup>۵</sup>

غشا یاخته‌ی عضلانی (تار) «سارکولما» نامیده می‌شود. تارهای<sup>۶</sup> عضلانی شامل میوفیبریل‌های<sup>۷</sup> بلند و درازی هستند که حدود ۱ تا ۲ میکرون بیش‌تر قطر ندارند. تارچه‌ها (میوفیبریل‌ها) از زیر واحدهایی تشکیل شده‌اند به نام سارکومرها که بخش‌های تیره (A) و روشن (I) دارند و ظاهری مخطط به عضله داده‌اند. سارکومر از یک رشته‌ی ضخیم به نام میوزین<sup>۸</sup> (قابل مشاهده در خط A) و یک بخش نازک به نام آکتین<sup>۹</sup> (قابل مشاهده در خط I) تشکیل شده است. روی رشته‌های ضخیم تیره رنگ، بخش برجسته‌ای به نام پل‌های ارتباطی قرار گرفته است و در وسط هر بخش ضخیم یک خط روشن به نام H

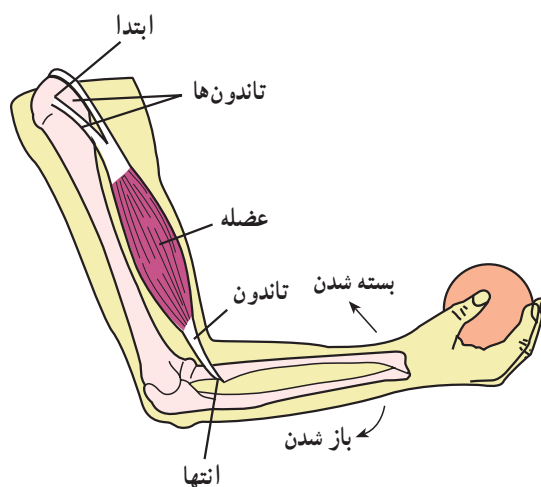
عضله‌ی قلبی از نظر ظاهری شبیه تارهای عضلانی اسکلتی است اما از نظر عملکرد به صورت غیرارادی عمل می‌کند. در بخش دستگاه گردش خون به آن اشاره خواهد شد.

عضله‌ی صاف، هم از نظر ظاهر و هم از نظر عمل، با عضله‌ی اسکلتی متفاوت است و به صورت غیرارادی عمل می‌کند.

### ساختمان عضله‌ی اسکلتی

بیش‌تر عضلات اسکلتی توسط تاندون‌ها به استخوان متصل‌اند. طول تاندون‌ها در عضلات متفاوت است. هر عضله، دارای یک ابتدا و یک انتهاست که هنگام کوتاه شدن (عضله) انتها به ابتدا نزدیک می‌شود.

شکل ۲-۲. انتها و ابتدای یکی از عضلات را نشان می‌دهد.

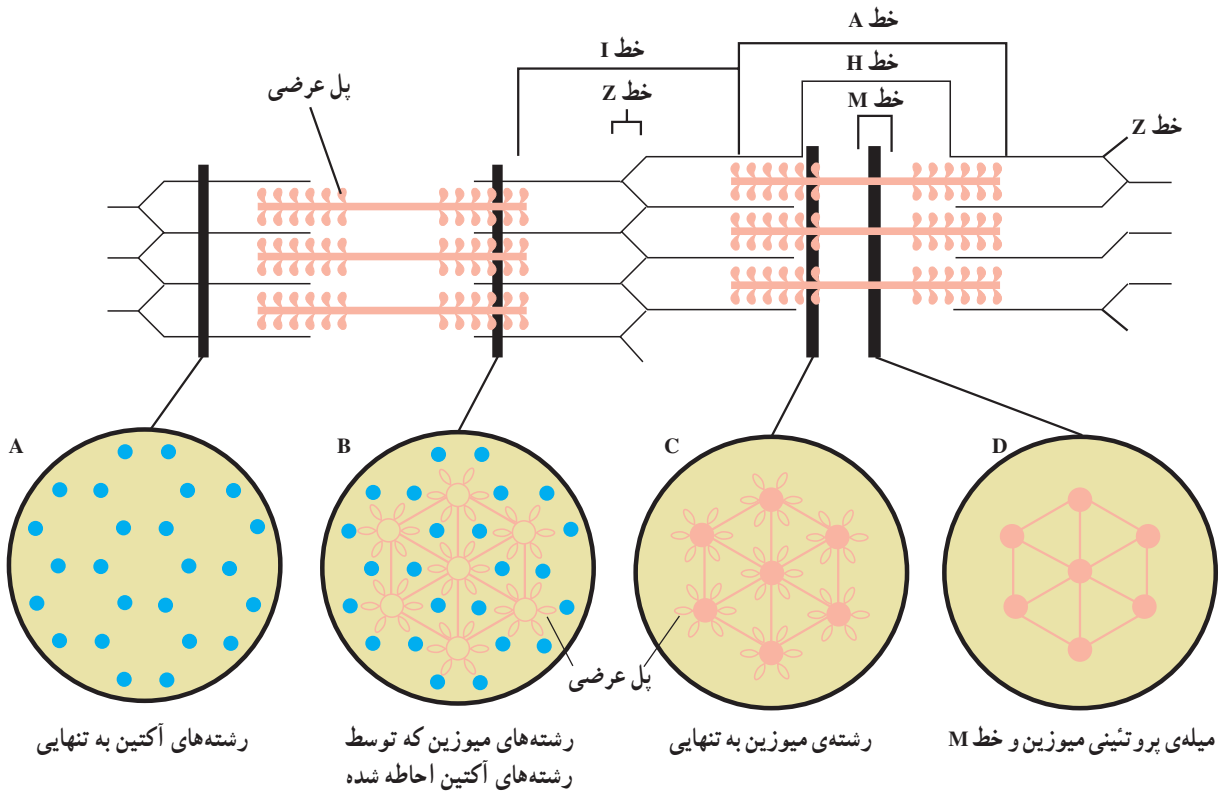


شکل ۲-۲. محل اتصال عضله‌ی جلوی بازو

عضلات ممکن است بازکننده<sup>۱</sup> و یا تاکننده<sup>۲</sup> باشند. هر عضله، یک عضله‌ی موافق<sup>۳</sup> و یک عضله‌ی مخالف<sup>۴</sup> دارد. در عضله‌ی اسکلتی یاخته‌ها یا تارها در یک ردیف طولی قرار گرفته‌اند. ممکن است هر عضله دارای تارهای زیاد یا کم باشد.

۱- Extensor	۲- Flexor	۳- Synergetic	۴- Antagonist	۵- Sarcomere
۶- Sarcolemma	۷- Fibers	۸- Myofibrils	۹- Myosin	۱۰- Actin

وجود دارد. رشته‌های نازک روشن هستند و روی هر قسمت روشن، یک خط تیره به نام Z است. رشته‌ها از خط Z شروع و در سرتاسر نوار I ادامه دارند و قسمتی از آن‌ها وارد خط A



شکل ۲-۴

هر تار عضلانی دارای یک سیاه‌رگ و یک سرخرگ است که غذا و اکسیژن را در اختیار عضله قرار می‌دهد و مواد زاید را از عضله خارج می‌کند.  
هر تارچه دارای رشته‌هایی است که در درون خود، پروتئین آکتین و میوزین دارد.

### ساختمان آکتین و میوزین

هر رشته آکتین دارای سه پروتئین است. آکتین<sup>۲</sup>، تروپونین<sup>۴</sup> و تروپومیوزین<sup>۵</sup> (این پروتئین‌ها قابل انقباض اند). پروتئین میوزین که ضخیم‌تر است دارای محل‌های برجسته به نام پل‌های ارتباطی است (شکل ۵-۲).

ماده‌ی بین تارچه‌ها سیتوپلاسم تار عضلانی<sup>۱</sup> نام دارد و اطراف هر تارچه با شبکه‌ی سارکوپلاسمیک احاطه شده است. هم چنین میتوکندری فراوانی که عامل تولید انرژی است در سیتوپلاسم تار عضلانی یافت می‌شود. اطراف هر تارچه شبکه‌ی سارکوپلاسمیک متشکل از لوله‌ها و مخازنی است که درون آن یون کلسیم ذخیره شده است. از این رو به راحتی یون کلسیم را در اختیار تار عضلانی قرار می‌دهد.

هر تار عضلانی، دارای یک عصب حرکتی است. هر عصب حرکتی چند تار عضلانی را تحت کنترل دارد که آن را «واحد حرکتی<sup>۳</sup>» می‌نامند.

شبکه‌ی مویرگی نیز به هر تار عضلانی خون‌رسانی می‌کند.

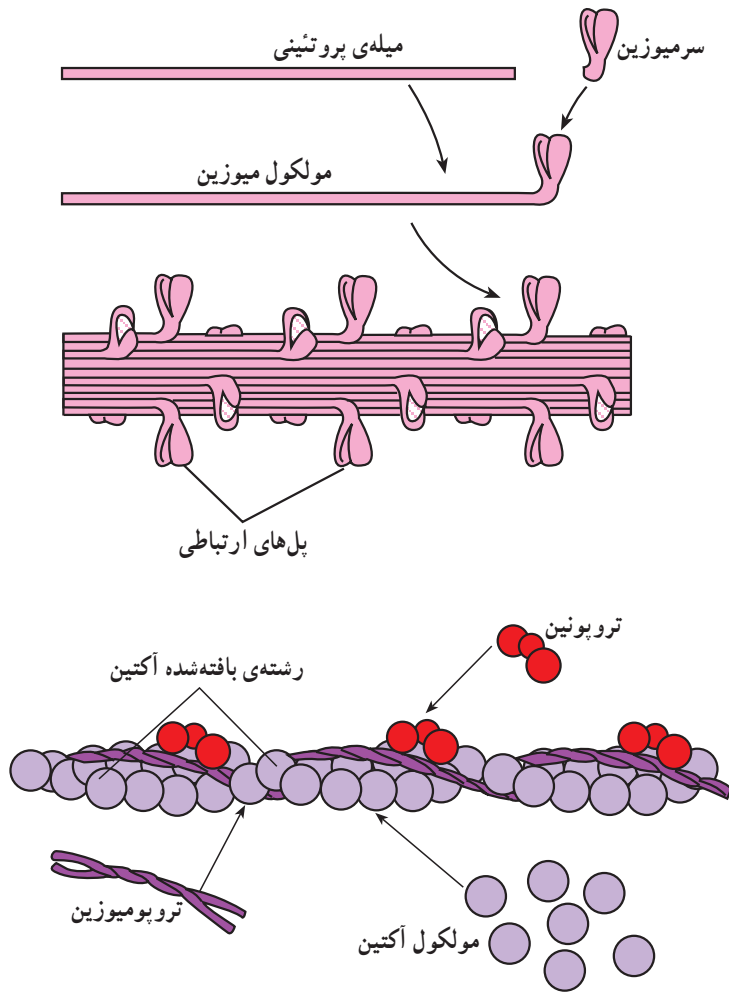
۱- Sarcoplasm

۲- Motor Unit

۳- Actin

۴- Troponin

۵- Tropomyosin



شکل ۵-۲- ساختمان آکتین و میوزین

تئوری یا مدل انقباض رشته‌ها به روش سر خوردن

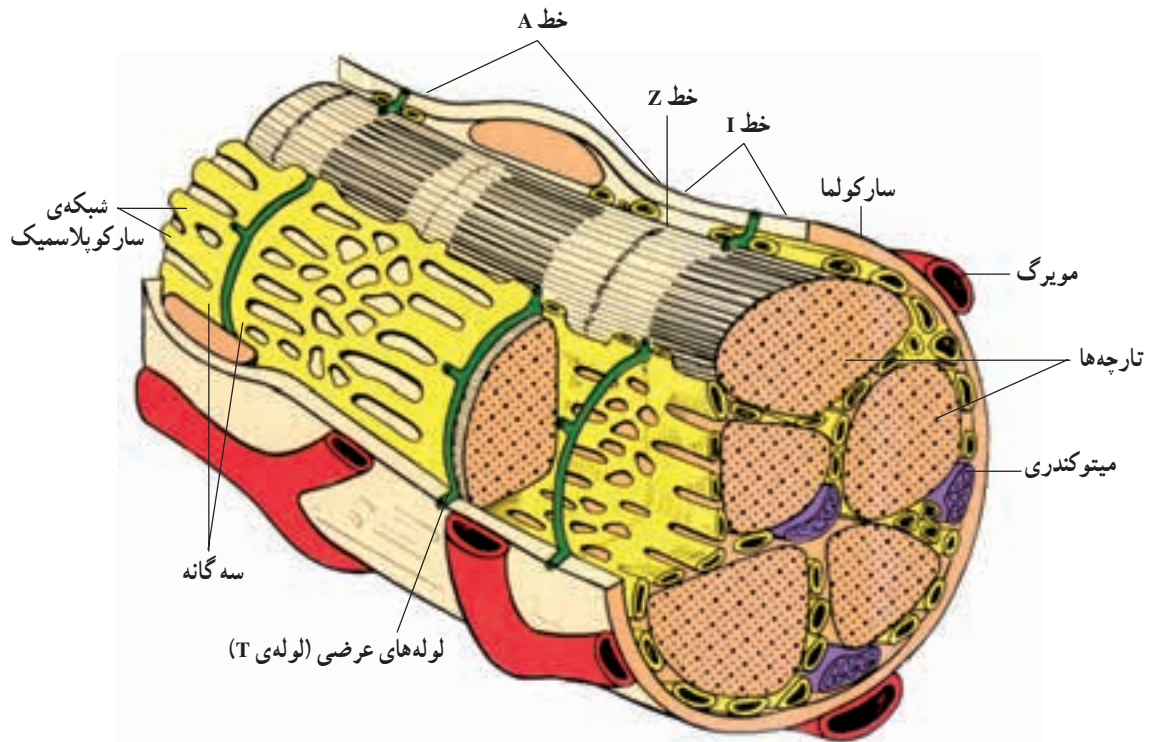
تاریخچه‌ی این تئوری، به زمان فیزیولوژیست یونانی گالن<sup>۱</sup> برمی‌گردد. سپس دو دانشمند انگلیسی به نام هاگسلی<sup>۲</sup> و هانسون<sup>۳</sup> این تئوری را در سال ۱۹۵۵ بنا نهادند.

هرگاه عصب حرکتی تار عضلانی تحریک شود، سبب تحریک غشای یاخته عضلانی می‌شود، بنابراین شبکه‌ی سارکوپلاسمیک (شکل ۶-۲) یون کلسیم را از مخازن خود آزاد می‌کند.

۱- Galen

۲- Huxley

۳- Hanson

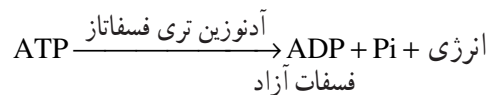


شکل ۶-۲- ساختمان شبکه‌ی سارکوپلاسمیک و مخازن کلسیم

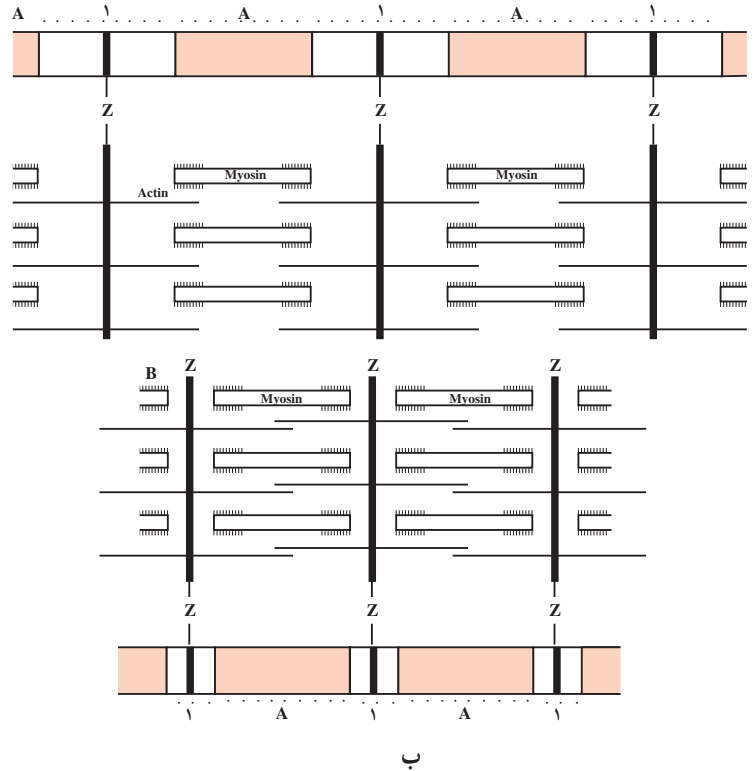
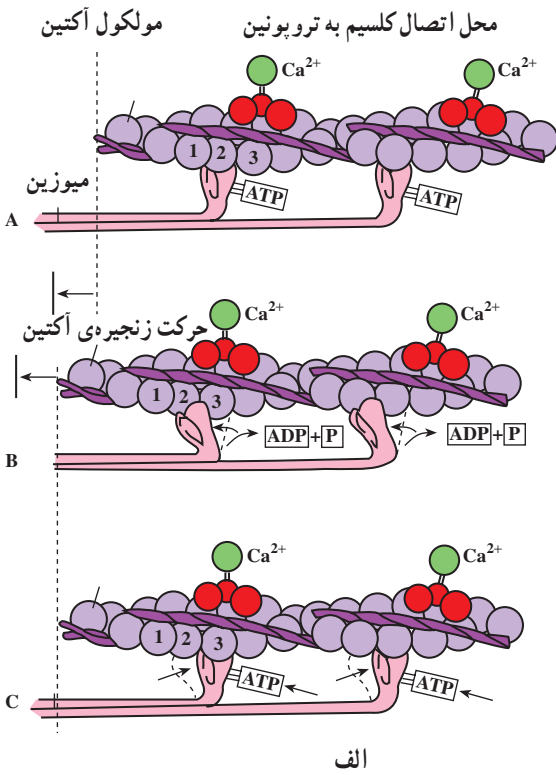
نزدیک شدن دو خط Z به یکدیگر، طول عضله کوتاه می‌گردد (مرحله B). بعد از اتمام تحریک، کلسیم مجدداً به مخازن برمی‌گردد و پیوند بین تروپونین و پل‌های ارتباطی نیز قطع می‌شود و عضله به حالت استراحت و طول اولیه برمی‌گردد (مرحله C). شکل ۷-۲ مراحل تئوری انقباض را به روشنی نشان می‌دهد. همان‌طور که اشاره شد، هر تار عضلانی دارای عصب حرکتی است. محل اتصال عصب و عضله را «صفحه‌ی محرکه» می‌گویند.

در انتهای هر یاخته عصبی (نرون) کیسه‌های محتوی «استیل کولین» وجود دارد. این ماده، انتقال‌دهنده‌ی تحریک‌های عصبی به صفحه‌ی محرکه و شروع انقباض است. پس از پایان تحریک، ماده‌ی دیگری به نام «استیل کولین استراز» از کیسه‌ها ترشح می‌شود و اثر استیل کولین را خنثی می‌کند (شکل ۸-۲).

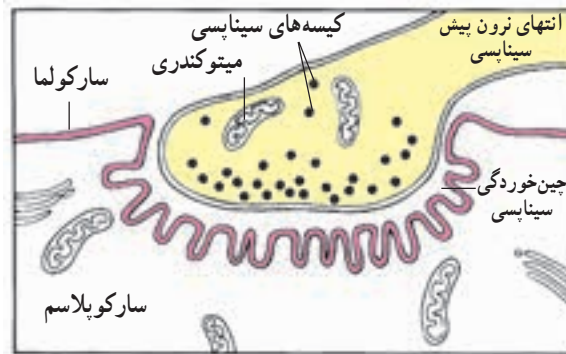
یون کلسیم سبب فعال شدن پروتئین تروپونین موجود در آکتین می‌شود و در نتیجه باعث می‌گردد که به پل‌های ارتباطی میوزین بچسبند. پس از اتصال این دو به یکدیگر، یک آنزیم کلیدی مهم فعال می‌شود که «آدنوزین تری فسفاتاز» نام دارد. این آنزیم ATP را تبدیل به انرژی می‌کند. بار دیگر به واکنش زیر توجه کنید.



هر پل ارتباطی دارای یک مولکول ATP است، که وقتی تبدیل به انرژی شود آن‌ها را به حرکت درمی‌آورد. بنابراین، تروپونین، که به پل‌های ارتباطی متصل است، بر روی میوزین‌ها می‌لغزد یا سر می‌خورد (مانند حرکت پارو روی یک قایق). در نتیجه، کل پروتئین آکتین بر روی میوزین سر می‌خورد و ضمن



شکل ۷-۲. مراحل انقباض در عضله اسکلتی (A,B,C)



شکل ۸-۲. صفحه‌ی محرکه

## انواع انقباض

ایزومتریک<sup>۱</sup> و ایزوتونیک<sup>۲</sup>.

۱- انقباض ایزوتونیک: انقباض ایزوتونیک، انقباضی است که در آن طول عضله کوتاه می‌شود (شکل ۹-۲) و انتها به ابتدا نزدیک می‌گردد.

شما، به عنوان یک دانش‌آموز رشته‌ی تربیت بدنی، باید با مسئله‌ی انقباض آشنا باشید زیرا در فعالیت‌های ورزشی با آن سروکار دارید. در این کتاب با دو نوع انقباض آشنا می‌شوید:

۱- Isometric

۲- Isotonic



## انواع تارهای عضلانی

دو نوع تار عضلانی در عضلات انسان وجود دارد. تند<sup>۱</sup>، انقباض و کند انقباض<sup>۲</sup>.

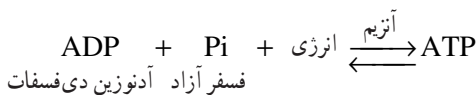
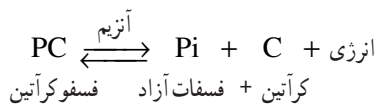
در نوع تند انقباض عضله به سرعت منقبض می‌شود: از نظر ساختمانی این نوع تارها بیش‌تر دارای آنزیم‌هایی هستند که در گلیکولیز و راه بی‌هوازی نقش دارند و گلیکوژن زیادی دارند. این نوع تارها زود خسته می‌شوند و ذخیره‌ی انرژی آن‌ها به صورت ATP است و ظاهر سفیدی دارند. از این‌رو، به آن‌ها، «تارهای سفید» نیز می‌گویند.

نوع کند انقباض، بیش‌تر در کارهای طولانی استفاده می‌شوند و سرعتی نیستند. آن‌ها ظاهر قرمز رنگی دارند و دارای گلیکوژن و میتوکندری فراوانند و آنزیم‌های چرخه‌ی کربس در آن‌ها به مقدار زیاد موجود است.

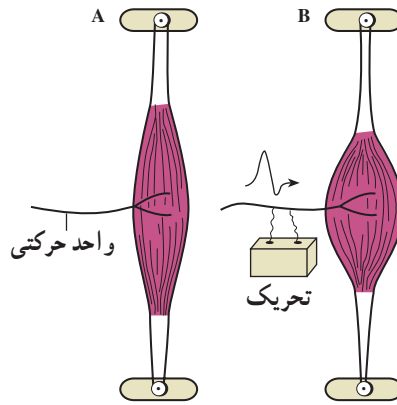
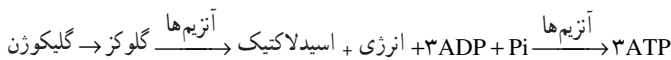
## انرژی عضله

عضله از سه راه انرژی تولید می‌کند و براساس ذخیره‌ی که دارد، یعنی فسفوکراتین، گلیکوژن، پروتئین و چربی‌ها به سه طریق در تولید انرژی شرکت می‌کند.

۱- تولید انرژی از فسفوکراتین: به فرمول زیر توجه نمایید:



## ۲- تولید انرژی از راه گلیکولیز<sup>۳</sup>



شکل ۹-۲- نمونه‌ی یک انقباض ایزومتریک

در این شکل، ساعد با انقباض عضله‌ی دو سر جابه‌جا می‌شود و کار صورت می‌گیرد. فرمول کار را از درس فیزیک به یاد دارید.

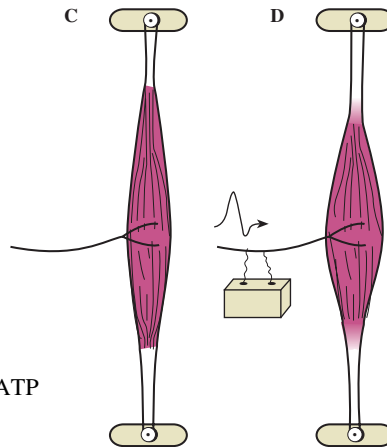
W . F . D

مسافت جابه‌جایی D. نیرو F. کار W.

اگر در این جا، نیرو ۷ کیلوگرم و جابه‌جایی ۷ سانتی‌متر باشد، کار اجرا شده برابر ۴۹ کیلوگرم بر سانتی‌متر است.

W . ۷ . ۷ . ۴۹

۲- انقباض ایزومتریک: در این نوع انقباض، طول عضله تغییر نمی‌کند اما تمام اتفاقاتی که در تئوری انقباض خوانده‌اید به وقوع می‌پیوندد. از آن‌جا که در مقابل عضله یک مقاومت قرار دارد طول عضله کوتاه نمی‌شود، مثل زمانی که دست را بدون خم کردن به دیوار فشار می‌دهید و دیوار، در برابر دست شما یک مقاومت به شمار می‌آید (شکل ۱-۲).



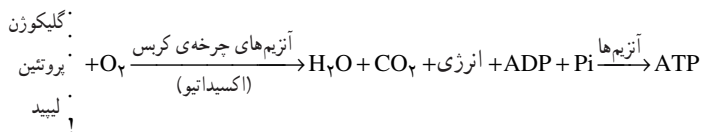
شکل ۱۰-۲- نمونه‌ی یک انقباض ایزومتریک

۱- Fast.twitch

۲- Slow. Twitch

۳- گلیکولیز یعنی: تجزیه‌ی گلیکوژن

### ۳- تولید انرژی از سه ماده‌ی غذایی در چرخه‌ی کربس



توجه شود که مقدار تولید انرژی در شیوه‌ی سوم بسیار زیاد است. به‌عنوان مثال، گلیکوزن ۳۹ مولکول ATP را بازسازی می‌کند ولی با توجه به این که نوع پروتئین‌ها و لیپیدها در این جا مشخص نیست تعداد ATP در فرمول مشخص نشده است. راه‌های اول و دوم را غیرهوازی و راه سوم را هوازی می‌نامند.

«غیرهوازی<sup>۱</sup>» یعنی فعالیت‌های کوتاه‌مدت و سریع که بدن فرصت تبادل گازی با خارج را ندارد و با کمبود و بدهی اکسیژن روبه‌رو است (فعالیت‌های تا ۳۰ ثانیه) مانند دوهای سرعت ۵۰ متر و ۱۰۰ متر و فعالیت‌های زیر حداکثر سرعت (فعالیت‌های تا حدود ۴ دقیقه) مانند دوهای ۴۰۰ متر و ۸۰۰ متر.

«هوازی<sup>۲</sup>» یعنی فعالیت‌های طولانی مدت که در مجاورت اکسیژن صورت می‌گیرد و بدن فرصت، تبادل گازی با خارج را دارد (فعالیت‌های بیش از ۴ دقیقه). مانند دوهای استقامتی ۵۰۰۰ متر و ۱۰۰۰۰ متر.

**تأثیر تعداد واحد حرکتی در تولید نیرو:** هر چه تعداد تارهای عضلانی یک عضله بیش‌تر باشد آن عضله نیروی بیش‌تری تولید می‌کند. پس هر چه عضله حجیم‌تر باشد نیرو نیز افزایش می‌یابد. اما بعضی عضلات با این که تارهای کم‌تری دارند سریع‌تر منقبض می‌شوند زیرا نرون‌های بیش‌تری به آن عضله می‌رسد

مثل چشم که حرکات بسیار سریعی دارد. در حالی که عضله‌ی چهارسر ران نیروی بیش‌تری تولید می‌کند. از سوی دیگر، هر چه تعداد واحدهای حرکتی یک عضله بیش‌تر باشد نیروی تولید شده نیز بیشتر است. به‌عنوان مثال اگر عضله‌ی چهارسر ران، دارای ۳۰۰ واحد حرکتی باشد به نسبت عضله‌ی دو سر بازو که دارای مثلاً ۱۵۰ واحد حرکتی است نیروی بیش‌تری تولید می‌کند. **ناراحتی‌های ماهیچه‌ای:** ماهیچه‌ها کم‌تر دچار عفونت می‌شوند. اما از آن‌جا که قسمت عمده‌ای از بدن ما را تشکیل می‌دهند و بلافاصله بعد از پوست قرار دارند در معرض خطرات و صدمات خارجی قرار می‌گیرند.

**۱- کوفتگی ماهیچه‌ای:** معمولی‌ترین ناراحتی ماهیچه است که در اثر کار و فشار زیاد در ماهیچه‌های مربوط پدید می‌آید. در این حالت ماهیچه‌ها و زردپی آن‌ها بسیار دردناک می‌شود، اما آسیبی به آن‌ها وارد نمی‌شود. یک حمام گرم و اندکی استراحت و استفاده از مایعات مناسب، درد و کوفتگی را از بین می‌برند.

**۲- گرفتگی ماهیچه:** هرگاه بدون گرم کردن مفید بدن، فعالیت ماهیچه‌ای شدیدی داشته باشید و یا مدتی طولانی ورزش کنید ماهیچه دچار گرفتگی دردناک خواهد شد.

در این حالت ماهیچه به حال انقباض می‌افتد و حالت استراحت نمی‌پذیرد. علت آن فقدان موقتی اکسیژن و مواد مغذی در ماهیچه است. ماساژ ماهیچه، حمام گرم، استفاده از مایعات مفید در بهبود این ناراحتی مؤثر است. اگر گرفتگی ماهیچه در آب و در حالت شنا اتفاق بیفتد ممکن است باعث مرگ شناگر شود.



## خودآزمایی

- ۱- نقش شبکه‌ی سارکوپلاسمیک را در تحریک عضلانی بیان نمایید.
- ۲- تئوری انقباض عضله‌ی اسکلتی را شرح دهید.
- ۳- انقباض ایزومتریک و ایزوتونیک را تعریف کنید.
- ۴- سه راه تولید انرژی در عضله را توضیح دهید و برای آن مثال ورزشی ارائه کنید.
- ۵- اگر دوندۀ ای مسافت  $1500$  متر را در زمان  $3$  دقیقه و  $30$  ثانیه دویده باشد از کدام روش کسب انرژی کرده است؟
- ۶- بازیکن بسکتبال در پرش‌های ریپاند از کدام روش کسب انرژی می‌کند؟
- ۷- شناگری که  $50$  متر را در زمان  $20$  ثانیه شنا کرده است انرژی موردنیاز را از کدام طریق به‌دست آورده است؟
- ۸- بازیکن فوتبال از کدام روش کسب انرژی می‌کند؟ توضیح دهید.
- ۹- بازیکن تنیس روی میز از کدام طریق کسب انرژی می‌کند؟ شرح دهید.
- ۱۰- یک ژیمناست در حرکات زمینی برای به‌دست آوردن انرژی خود کدام روش کسب انرژی را باید تقویت کند؟

### فیزیولوژی بافت عصبی

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند:

- ۱- نرون‌ها را از نظر عمل طبقه‌بندی کند.
- ۲- پتانسیل استراحت و عمل را تعریف کند.
- ۳- سیناپس را تشریح کند.
- ۴- منزها و عمل آن را تعریف کند.
- ۵- نخاع و اعمال آن را توضیح دهد.
- ۶- عمل بصل‌النخاع، هیپوتالاموس و مخچه را شرح دهد.
- ۷- نیم‌کره‌های مخ را توضیح دهد و اعصاب مغزی را نام ببرد.
- ۸- عمل دستگاه عصبی خودکار را توضیح دهد.

شبکه‌ی آندوپلاسمی، دانه‌های ریبوزوم، میتوکندری، دستگاه گلژی و لیزوزوم از اجزای دیگر یاخته عصبی هستند. علاوه بر این، اجسام نیسل نیز دیده می‌شود که رنگ‌های قلیایی را به خود جذب می‌کند. این اجسام فقط در جسم یاخته‌ای و دندریت وجود دارد.

آکسون‌ها دو نوع‌اند: یا غلاف میلین<sup>۴</sup> دارند و یا فاقد آن هستند. غلاف میلین از یک لایه‌ی لیپوپروتئین ساخته شده است که در طول آکسون پیوسته نیست و در نواحی مختلف گسستگی دارد که آن‌را «گره رانویه»<sup>۵</sup> می‌نامند. غلاف میلین به وسیله‌ی غلاف دیگری به نام شوان پوشیده می‌شود، که به حالت مارپیچ به وجود می‌آید (شکل ۱-۳). غلاف شوان یک پوشش محافظ برای آکسون است.

هر یاخته‌ی عصبی را یک «نرون» می‌گویند. دستگاه عصبی از تعداد زیادی نرون تشکیل شده است.

#### ساختمان نرون

هر نرون می‌تواند اطلاعات را از نرون دیگر و یا از محیط دریافت و به یاخته‌ی بعدی منتقل کند. نرون‌ها از نظر شکل متفاوت‌اند اما همه‌ی آن‌ها تقریباً یک ساختمان دارند. جسم یاخته‌ای یا سوما<sup>۱</sup> که از آن شاخه‌هایی به نام دندریت<sup>۲</sup> بیرون می‌آید و بخشی از نرون است که جسم یاخته‌ای به وسیله‌ی آن پیام‌های عصبی را از نرون یا محیط دریافت می‌کند. و از انتهای آن رشته‌ی بلندی به نام آکسون<sup>۳</sup> منشعب می‌شود. جسم یاخته‌ای دارای هسته و چند هستک، نوکلئوپلاسم یا شیریه‌ی هسته و توده‌های کروماتین است. در ساختمان شیمیایی سیتوپلاسم، مقدار زیادی چربی وجود دارد.

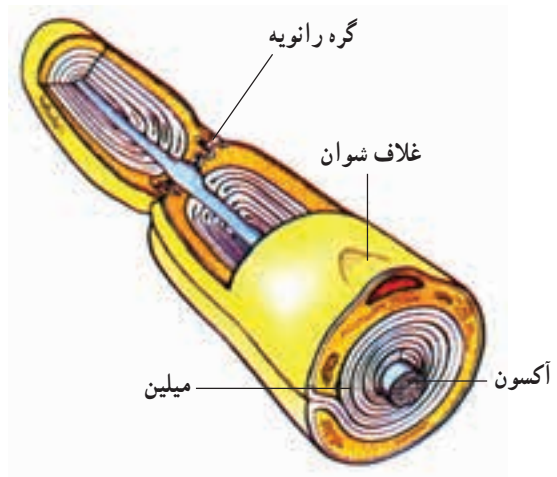
۱- Soma

۲- Dendrites

۳- Axon

۴- Myeline

۵- Nodes of Ranvier



شکل ۱-۳ ساختمان آکسون

آکسون، پیام‌های عصبی را از جسم یاخته‌ای می‌گیرد و به نرون بعدی می‌رساند. بنابراین، دندریت نقش گیرنده و آکسون، نقش فرستنده را بازی می‌کند. انتهای آکسون شاخه شاخه است و محل اتصال نرون بعدی است. این محل را سیناپس (پیوندگاه) می‌نامند. در انتهای سیناپس کیسه‌هایی وجود دارد که پر از ماده‌ی انتقال‌دهنده است. شکل ۲-۳ ساختمان یک یاخته‌ی عصبی را نشان می‌دهد.

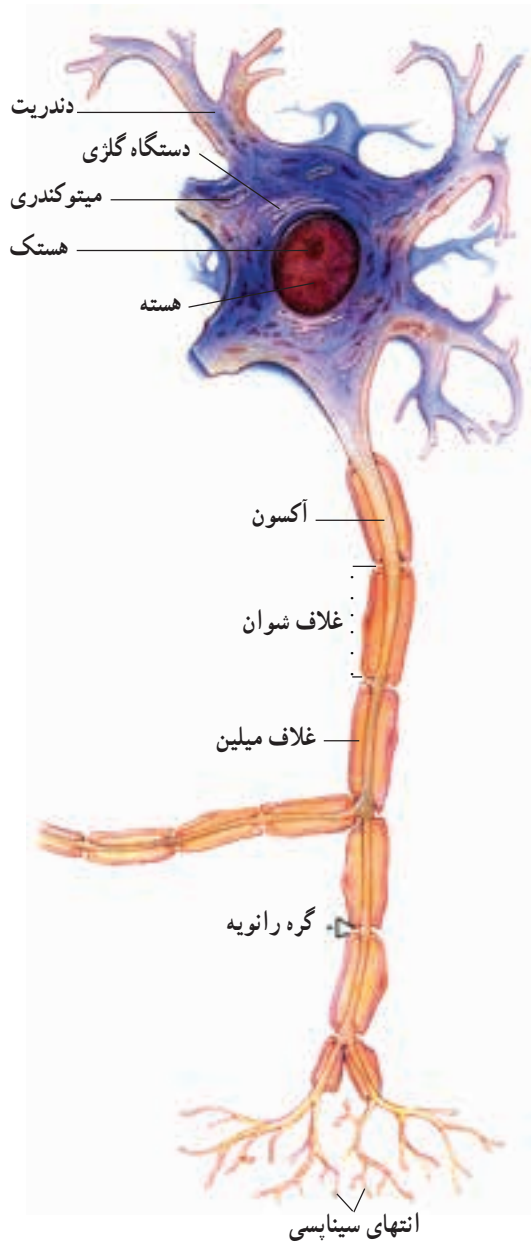
نرون‌ها از نظر شکل به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- یک قطبی

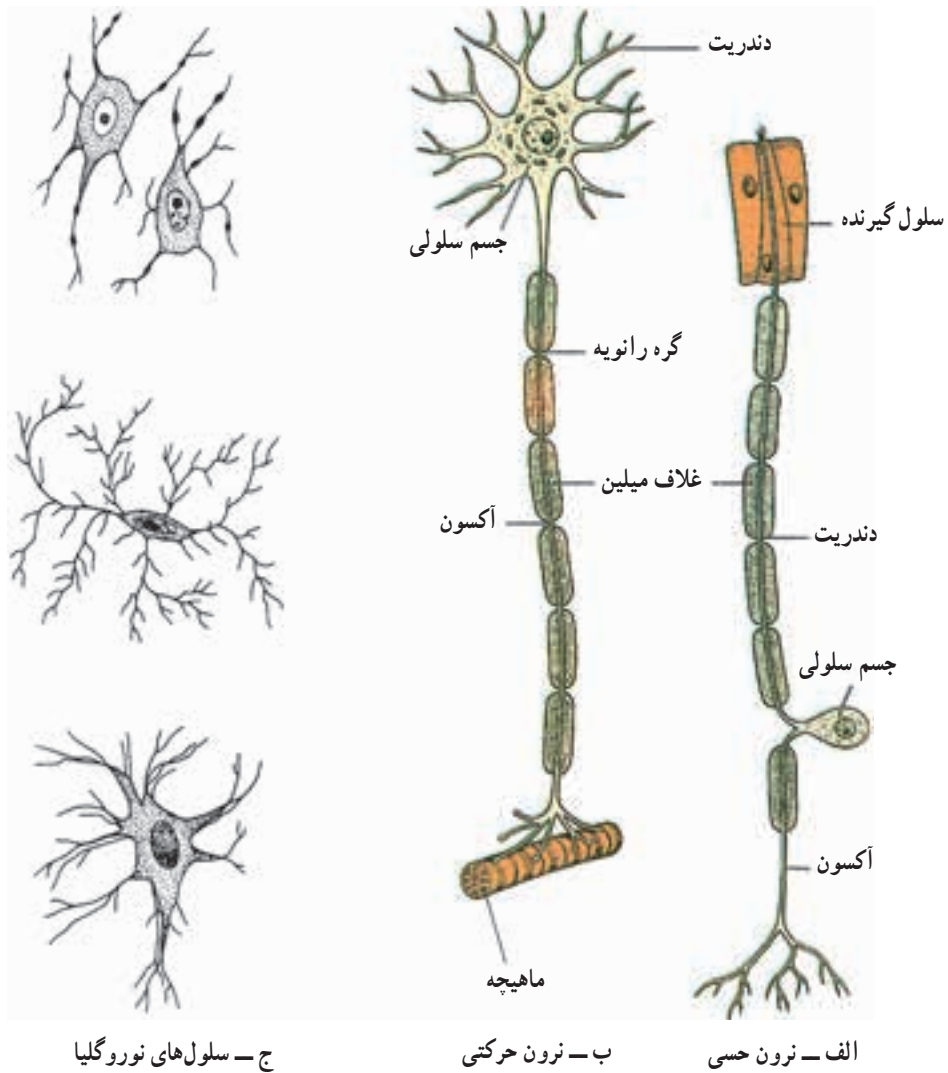
۲- دو قطبی

۳- چند قطبی

هرگاه از یک قسمت جسم یاخته‌ای یک آکسون و دندریت خارج شده باشد آن‌را «یک قطبی» می‌نامند. این نوع نرون در عقده‌های نخاعی دستگاه عصبی مرکزی دیده می‌شوند. اگر از دو ناحیه‌ی جسم یاخته‌ای آکسون و دندریت منشعب شده باشد آن‌را «دوقطبی» می‌نامند، مانند گیرنده‌های بویایی انسان که در مخاط بینی قرار دارند. هرگاه دندریت‌ها از چند ناحیه‌ی جسم یاخته‌ای و آکسون از ناحیه‌ی دیگر آن خارج شود آن‌را «چند قطبی» می‌نامند. نرون‌های بیش‌تر نواحی دستگاه عصبی از این نوع‌اند که براساس شکل جسم یاخته‌ای آن و خروج دندریت و آکسون نیز به هرمی، دانه‌ای، سه شاخه و ... تقسیم شده‌اند. شکل ۳-۳ انواع نرون را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳ ساختمان نرون



شکل ۳-۳- ساختار و انواع سلول های بافت عصبی

نرون ها از نظر عمل به سه دسته ی آوران<sup>۱</sup>، و ابران<sup>۲</sup> و

رابط<sup>۳</sup> تقسیم می شوند. نرون هایی را که گیرنده ی تحریکات خارجی و داخلی (مرکزبر یا حسی) هستند آوران (مرکزبر یا حسی) و آن دسته که از مراکز عصبی خارج می شوند (حرکتی یا محیط بر) و ابران (حرکتی یا محیط بر) و تعدادی دیگر را که نقش رابط بین دو نرون را بازی می کنند «رابط» می نامند. به آن دسته از نرون های و ابران که با عضلات سیناپس می شوند، «نرون حرکتی» می گویند. تکثیر نرون ها تا حدود دو سالگی ادامه دارد و از آن پس دیگر تقسیم نمی شوند اما تار عصبی قابلیت رشد دارد، یعنی

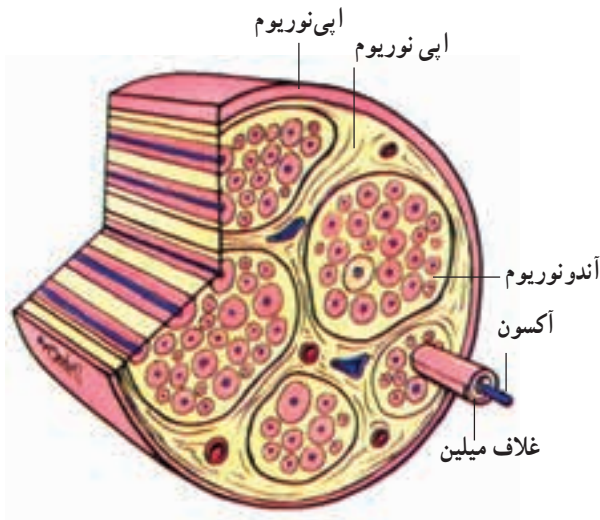
### بافت هم بند تار عصبی و عصب

هر تار عصبی دارای بافت هم بند است که از یاخته های غیر عصبی به نام نوروگلی<sup>۳</sup> تشکیل شده است و نقش محافظ را دارد. بافت هم بند یک عصب را اپی نوریوم می نامند. تعدادی رشته ی عصبی در دستجاتی به نام «فاسییکول» جمع شده اند که به وسیله ی بافت هم بندی به نام اپی نوریوم پوشانده شده است و هر تار عصبی یک بافت هم بند به نام آندونوریوم دارد (شکل ۴-۳).

۱- Afferent

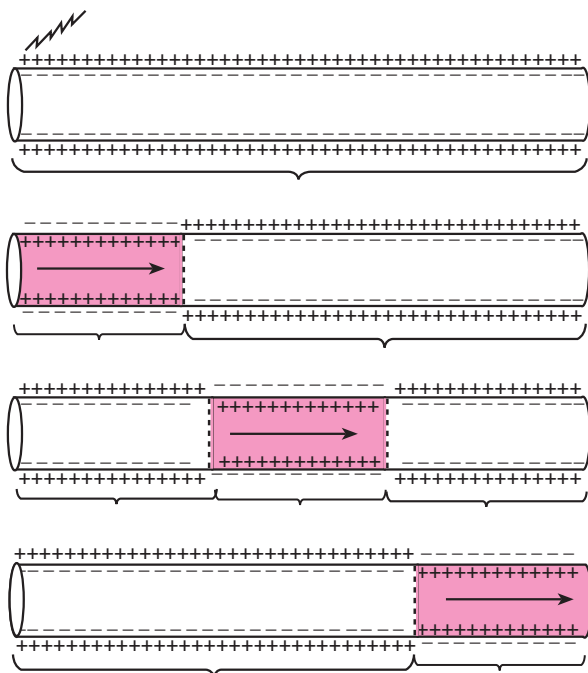
۲- Efferent

۳- Neuroglia



شکل ۳-۴- بافت هم بند عصب و تار عصبی

پتانسیل استراحت می گویند. با تحریک عصبی، پتانسیل استراحت به هم می خورد و درون غشا مثبت و بیرون غشا منفی می گردد که با جابه جایی یون های سدیم ( $Na^+$ ) و پتاسیم ( $K^-$ ) همراه است. این حالت را پتانسیل فعالیت (عمل) می گویند.



شکل ۳-۵

ارتباط بین قطر تار عصبی و سرعت هدایت: تارهای عصبی از نظر قطر و سرعت هدایت به سه گروه تقسیم می شوند: ۱- تارهای نوع A که دارای غلاف میلین هستند و قطر بیش تری دارند. سرعت هدایت در این تارها زیاد و تا  $120^\circ$  متر در ثانیه است. این نوع تارها اغلب مسئولیت هدایت محرک های عصبی از نوع فشار، لمس، درد و دما را در پوست بر عهده دارند.

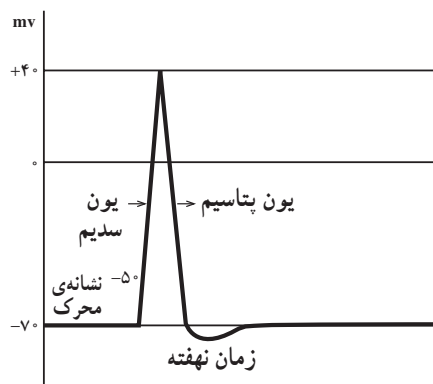
۲- نوع B اندازه ای متوسط دارند و دارای غلاف میلین هستند اما از تارهای عصبی نوع A کندترند. این نوع تارها در سیستم عصبی خودکار قرار دارند و پیام های عصبی را از مراکز عصبی به گره های عصبی می برند.

۳- تارهای نوع C، غلاف میلین ندارند و نسبت به دو نوع تار A و B سرعتشان کم است. سرعت در این تارها بین  $0.5$  تا  $2$  متر در ثانیه است و بیش تر نرون های حسی، که مربوط به اعصاب محیطی می شوند، از این نوع اند.

پتانسیل استراحت و عمل در یاخته های عصبی در حالت استراحت غشای تار عصبی دارای بار الکتریکی است یعنی درون غشا دارای بار منفی (یون پتاسیم) و بیرون غشا دارای بار مثبت (یون سدیم) است. به این حالت

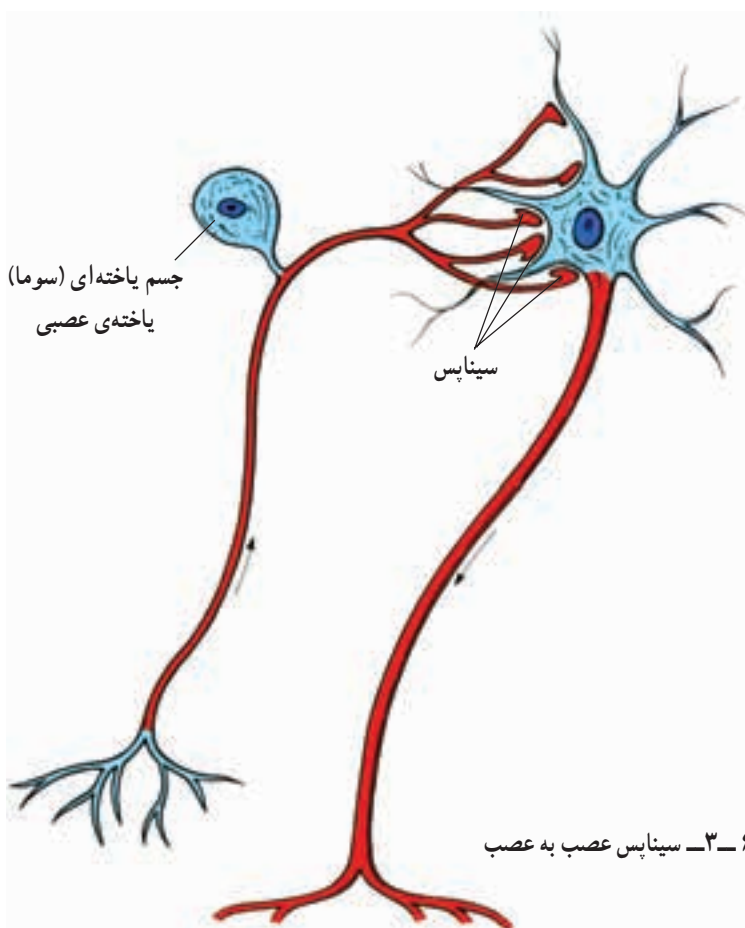
تمامی این روند کم تر از یک هزارم ثانیه طول می کشد. برای مثال، هنگامی که تار عصبی حرکتی متصل به عضله، تحریک می شود تحریک به غشای تار عضلانی می رسد و سبب تحریک تار عضلانی می شود. در نتیجه عضله منقبض می شود.

پتانسیل استراحت در یک یاخته ی عصبی منهای  $70^{\circ}$  میلی ولت است (هر ولت  $1000$  میلی ولت است) با شروع تحریک، پتانسیل یاخته به سرعت به  $40^{\circ}$  میلی ولت تغییر می یابد و پتانسیل یاخته به پتانسیل فعالیت تبدیل می شود. پس از آن و با سرعت هرچه تمام تر پتانسیل یاخته به منهای  $70^{\circ}$  میلی ولت برمی گردد.



عبور می کند و به انتهای آکسون می رسد. اگر یاخته ی عصبی با یاخته ی دیگری تشکیل سیناپس داده باشد تحریک به آن یاخته منتقل می گردد.

سیناپس: محل اتصال آکسون یک نرون با جسم یاخته ای نرون دیگر را «سیناپس» می گویند. تحریک به وسیله ی دندریت ها دریافت می شود و از آکسون



شکل ۶-۳- سیناپس عصب به عصب



## مننژ (پرده‌های خارجی دستگاه عصبی مرکزی)

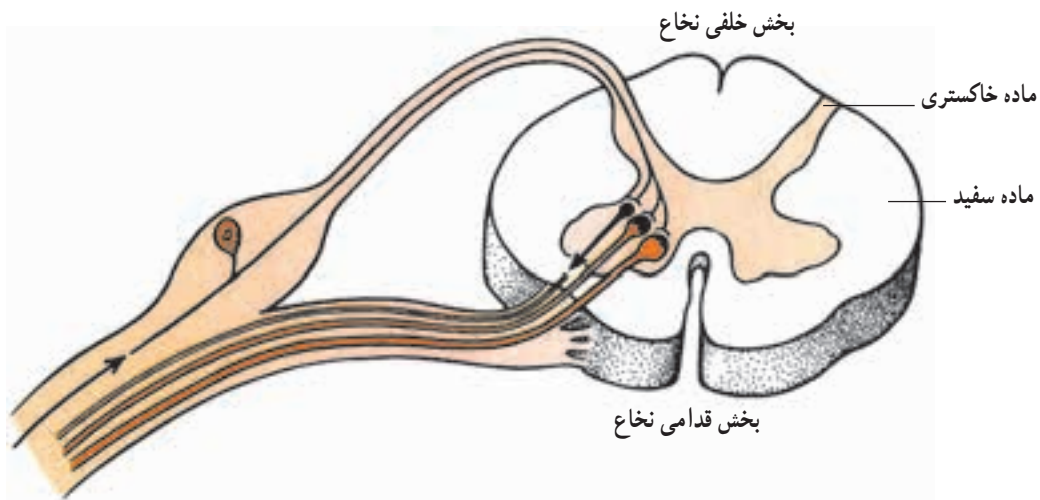
مغز و نخاع، به وسیله‌ی پرده‌هایی به نام مننژ به دو روش شیمیایی و مکانیکی حفاظت می‌شوند. در نوع شیمیایی پرده‌ها یک سد شیمیایی در اطراف بافت عصبی می‌سازند و در نوع مکانیکی شدت ضربه بر استخوان سر و ستون مهره‌ها را کاهش می‌دهند.

## دستگاه عصبی مرکزی

**نخاع (مغز تیره):** از اولین مهره گردن شروع و تا سطح دومین مهره‌ی کمری ادامه دارد. دارای دو بخش سفید و خاکستری است. آکسون‌های بخش سفید، قسمت‌های مختلف نخاع و نیز نخاع را به مغز ارتباط می‌دهند. سفیدی آن به علت وجود میلین در آکسون‌هاست. بخش سفید از دسته تارهای عصبی تشکیل شده است. این تارها امواج عصبی را به مغز یا به طرف اندام‌ها می‌برند و یا از اندام‌ها به سوی مغز می‌فرستند، که به راه‌های بالارو و پایین رو نخاع پیام‌های حسی را به مغز و پیام‌های حرکتی را به طرف عضلات بدن می‌برند (شکل ۷-۳).

همانطور که در شکل ۶-۳ ملاحظه می‌کنید، انتهای آکسون دارای چین‌خوردگی‌هایی است که پر از ماده‌ی انتقال‌دهنده است. تعدادی میتوکندری نیز در آن دیده می‌شود که انرژی لازم را برای تخلیه‌ی ماده‌ی انتقال‌دهنده از کیسه‌ها تأمین می‌کنند. مواد انتقال‌دهنده، موادی هستند که بین فضای سیناپسی نفوذ کرده، غشای یاخته‌ی بعدی را تحریک می‌کند. این مواد مانند استیل‌کولین، دوپامین، آدرنالین و گابا هستند. بین جسم یاخته‌ی نرون بعدی و آکسون فاصله‌ای وجود دارد که آن را «فضای سیناپسی» می‌نامند. هرگاه تحریک به پایان برسد ماده‌ی دیگری ترشح می‌شود و ماده‌ی انتقال‌دهنده را بی‌اثر می‌کند. برای مثال، استیل‌کولین استراژ، استیل‌کولین را بی‌اثر می‌کند، در نتیجه تحریک پایان می‌یابد.

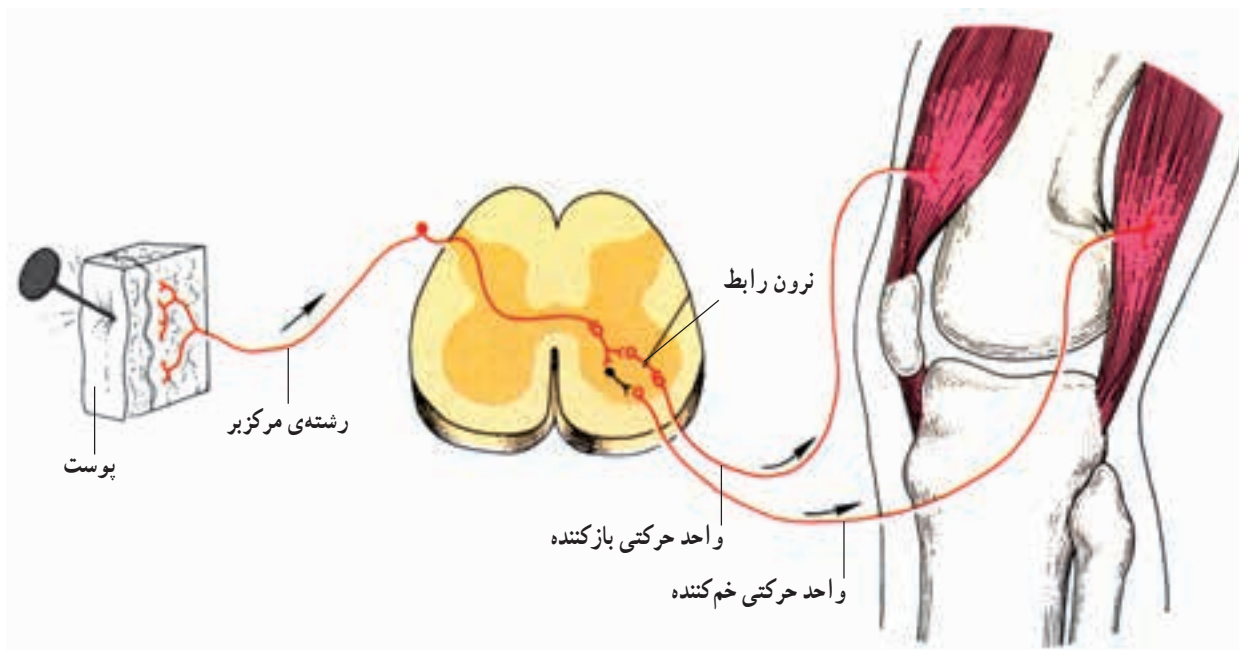
حال که با ساختار نرون، سیناپس و پتانسیل فعالیت آشنا شدید، به تقسیم‌بندی دستگاه عصبی می‌پردازیم. دستگاه عصبی به دو بخش مرکزی و محیطی تقسیم می‌شود. دستگاه عصبی مرکزی شامل: نخاع، بصل‌النخاع، پل مغزی، مخچه، مغز میانی و نیمکره‌های مخ است. دستگاه عصبی محیطی، شامل اعصابی است که ارتباط بخش مرکزی با سایر قسمت‌های بدن را برقرار می‌کند.



شکل ۷-۳. مقطع نخاع

جای گرفته تا از ضربه‌های محیطی در امان بماند.  
**اعمال نخاع:** نخاع دو وظیفه‌ی اصلی زیر را بر عهده دارد:  
**۱- کنترل بازتاب‌ها:** بازتاب‌ها، یکی از مهم‌ترین اعمال نخاع است. هرگاه یک سوزن تیز به انگشت دست شما بخورد بی‌اختیار دست را به عقب می‌کشید. این یک بازتاب است که شما را از خطر دور می‌سازد. نوعی دیگر از بازتاب، زمانی است که شما به پزشک مراجعه می‌کنید و او با یک چکش ضربه‌ای به زیر کشکک شما می‌زند و پای شما به‌طور غیرارادی به بالا پرتاب می‌شود. این‌ها بازتاب‌هایی‌ست که نخاع آن‌ها را کنترل می‌کند و اغلب انسان را از خطر آگاه می‌سازد و شما تصمیم می‌گیرید که بدن را از آسیب دور کنید (شکل ۸-۳).

دسته تارهایی که امواج عصبی را به نخاع می‌آورند، قرینه هستند و از ریشه‌های خلفی نخاع وارد می‌شوند. برعکس تارهایی که پیام‌های عصبی را از نخاع خارج می‌کنند از ریشه‌ی قدامی نخاع بیرون می‌آیند. ریشه‌ی قدامی و خلفی در نهایت به هم می‌رسند و یک عصب نخاعی را می‌سازند که هم تار «آوران» و هم «وایران» دارند. در انسان سی و یک جفت عصب نخاعی وجود دارد که از گردن تا کمر قرار گرفته‌اند و پس از خروج از نخاع به انشعابات تقسیم می‌شوند. انتهای نخاع به صورت یک دسته تار عصبی، که «دم اسب» نامیده می‌شود، بیرون آمده است. قطع تارهای عصبی سبب بی‌حسی و فلج اندامی می‌شود که تار عصبی مربوط به آن است. به همین دلیل، نخاع در ستون مهره‌ها



شکل ۸-۳- کنترل بازتاب‌های نخاع

است. آن‌ها را «ساقه‌ی مغز» می‌خوانند.  
**بصل النخاع:** این دستگاه عصبی علاوه بر نقش ارتباطی بین مغز و نخاع، اعمال خود کار و غیرارادی مهمی را کنترل می‌کند. از جمله گردش خون (تعداد ضربان قلب)، تنفس (مثل سرفه و عطسه و دم و بازدم) و اعمال دستگاه گوارش (بلع، تهوع و استفراغ).

**۲- انتقال اطلاعات:** بسیاری از اطلاعات توسط اعصاب نخاعی از مغز به نخاع می‌رسد و یا از نخاع به مغز ارسال می‌شود. بنابراین، تبادل اطلاعات یکی دیگر از اعمال نخاع است.  
 بخش‌های دیگر دستگاه عصبی درون جمجمه قرار دارد. بصل النخاع، پل مغزی و مغز میانی در امتداد نخاع قرار گرفته

بدن و هماهنگی حرکات، نقش مهمی دارد. مخچه دارای دو بخش سفید و خاکستری است. بخش خاکستری مخچه در بیرون و بخش سفید آن، در درون مخچه قرار دارد.

**نیم کره‌های مخ:** در امتداد ساقه‌ی مغز قرار گرفته‌اند و با یک شیار عمیق از هم جدا می‌شوند. دارای دو بخش خاکستری و سفید است. در سر تا سر مخ شیارهای عمیق و کم عمق وجود دارد. شیارهای عمیق نیم کره‌ها را به چند بخش (لوب) تقسیم می‌کنند.

در لوب پیشانی یک بخش به نام قشر حرکتی وجود دارد که حرکات بدن به وسیله‌ی آن صورت می‌گیرد. شکل ۹-۳ محل کنترل حرکات بدن و مناطق حسی را نشان می‌دهد.

**پل مغزی:** در بالای بصل النخاع قرار گرفته است و شامل راه‌های بالارونده و پایین‌رونده می‌شود و سبب ارتباط بین مغز و مراکز پایین‌تر می‌گردد.

**مغز میانی:** در بالای پل مغزی قرار گرفته است و ریشه‌های عصب محرک چشم، جسم سیاه، که بعضی اعمال حرکتی را برعهده دارد، در آن قرار دارد.

**هیپوتالاموس:** ناحیه‌ی دیگری است که اعمالی مانند تنظیم ترشح هورمون‌ها، تنظیم گرمای بدن، تنظیم آب بدن و گرسنگی و سیری را برعهده دارد.

**مخچه:** بخشی از دستگاه عصبی است که در پس سر قرار گرفته است و شامل دو نیم کره است که با توده‌ای به نام ورمیس<sup>۱</sup> (کرمینه) به هم مرتبط می‌شوند. مخچه در حفظ تعادل



شکل ۹-۳- محل کنترل حرکات بدن و مناطق حسی

غدد بزاقی، غدد عرقی و اشکی و بخش مرکزی غدد فوق کلیه را برعهده دارد. اثر اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک برعکس یکدیگرند. برای مثال، تحریک اعصاب سمپاتیک سبب تند شدن ضربان قلب و تحریک اعصاب پاراسمپاتیک باعث کند شدن آن می‌شود.

## دستگاه عصبی خودکار

بعضی از اعمال بدن به صورت غیرارادی یا خودکار است. دستگاه عصبی خودکار شامل دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک است. این دستگاه کنترل عصبی دستگاه گردش خون قلب و عروق، تنفس، گوارش (روده‌ها، معده، کیسه‌ی صفرا، لوزالمعده،

## خودآزمایی

- ۱- نرون‌ها را از نظر عمل تقسیم‌بندی کنید و شرح دهید.
- ۲- پتانسیل استراحت و عمل را توضیح دهید.
- ۳- سیناپس چیست؟ توضیح دهید و مواد انتقال‌دهنده را شرح دهید.
- ۴- عمل منبژها چیست؟ توضیح دهید.
- ۵- اعمال نخاع را شرح دهید.
- ۶- عمل بصل‌النخاع چیست؟
- ۷- اعمال مخچه و هیپوتالاموس را شرح دهید.
- ۸- عمل نیمکره‌های مخ را توضیح دهید.
- ۹- عمل دستگاه عصبی خودکار را شرح دهید.

### فیزیولوژی غده‌های درون ریز و هورمون‌ها

اهداف رفتاری: دانش‌آموز در پایان این فصل باید بتواند:

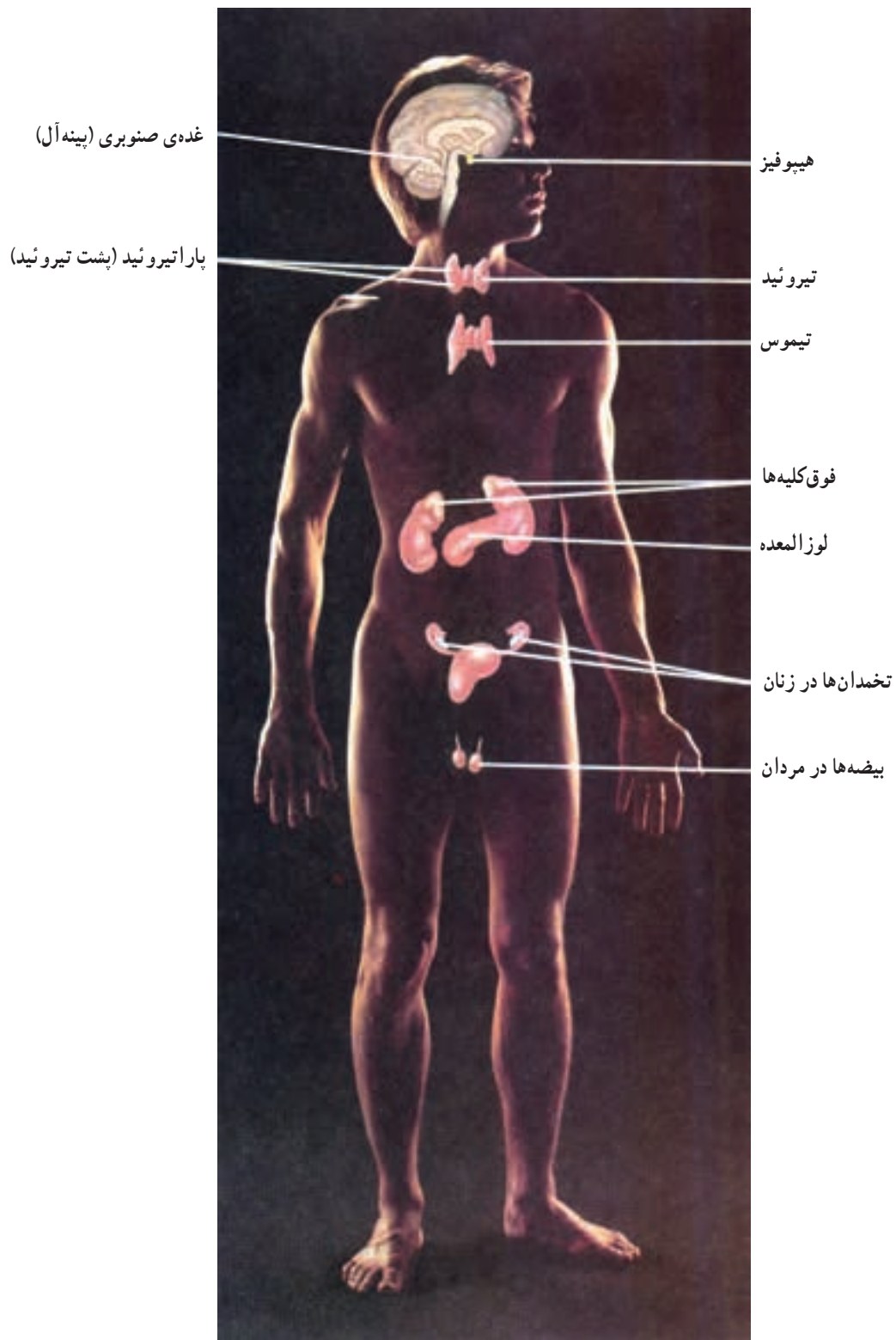
- ۱- غدد درون ریز را تعریف کند.
- ۲- ساختمان هورمون‌ها را شرح دهد.
- ۳- چگونگی عمل هورمون‌ها را توضیح دهد.
- ۴- نقش هورمون‌ها را شرح دهد.
- ۵- کنترل ترشح هورمون‌ها را توضیح دهد.
- ۶- اعمال هورمون‌های هیپوفیز را شرح دهد.
- ۷- اعمال هورمون‌های غده‌ی صنوبری را توضیح دهد.
- ۸- اعمال هورمون‌های غده‌ی تیروئید را شرح دهد.
- ۹- اعمال هورمون‌های پاراتیروئید را توضیح دهد.
- ۱۰- اعمال هورمون‌های بخش قشری و مرکزی غده‌ی فوق کلیه را شرح دهد.
- ۱۱- اعمال هورمون‌های غده‌ی لوزالمعده را شرح دهد.
- ۱۲- هورمون‌ها و اعمال غدد جنسی را توضیح دهد.
- ۱۳- نقش غده‌ی تیموس را بیان کند.

#### غدد درون ریز

پاراتیروئید، لوزالمعده، فوق کلیه، تیموس، تخمدان‌ها و بیضه‌ها. شکل ۱-۴ محل قرار گرفتن غده‌ها را مشخص کرده است. **ساختمان هورمون‌ها:** هورمون‌ها از نظر شیمیایی سه نوع‌اند: یا از پروتئین ساخته شده‌اند که مجموعه‌ی اسیدهای آمینه هستند و یا استروئیدی هستند که در ساختمان آن‌ها چربی به کار رفته است و یا پلی‌پتیدی‌اند که حداقل از ۳ تا ۱۹۸ اسید آمینه ساخته شده‌اند.

در بدن انسان، غده‌هایی وجود دارند که ترشحات خود را به درون خون می‌ریزند. این غده‌ها مجرای ترشحاتی ندارند، از این رو، به آن‌ها «غده‌های درون ریز» می‌گویند و ترشحات آن‌ها را هورمون می‌نامند. در مقابل، بعضی از غده‌ها هستند که ترشحات خود را از راه مجراهای موجود می‌ریزند، مثل غده‌های بزاقی که به آن‌ها «غده‌های برون ریز» می‌گویند.

غده‌های درون ریز بدن عبارت‌اند از: هیپوفیز، تیروئید،



شکل ۱-۴- محل قرار گرفتن غدد درون‌ریز بدن انسان



حدّ طبیعی باشد و افزایش یا کاهش مقدار آن سبب اختلال در اعمال بدن می‌شود. از این رو، باید به نحوی مقدار آن تنظیم شود. معمولاً زمانی که هورمونی ترشح شود و مقدار آن به حد مناسب برسد، به‌عنوان یک محرک بازدارنده، روی ترشح غده اثر می‌گذارد. در حقیقت، هورمون‌ها خود تنظیم‌اند. گاهی ترشح بعضی هورمون‌ها بر غده‌ی دیگر اثر می‌گذارد و ترشح آن را تنظیم می‌کند و گاه پیام‌های عصبی سبب تنظیم ترشح آن غده می‌شود. در ترشح هورمون‌ها هیپوتالاموس نقش مهمی بازی می‌کند. بعضی از هورمون‌ها در هیپوتالاموس ساخته می‌شود و پس از ورود به خون بر غده‌های درون‌ریز اثر می‌گذارد و ترشح آن‌ها را تنظیم می‌کند.

#### غده‌ی هیپوفیز

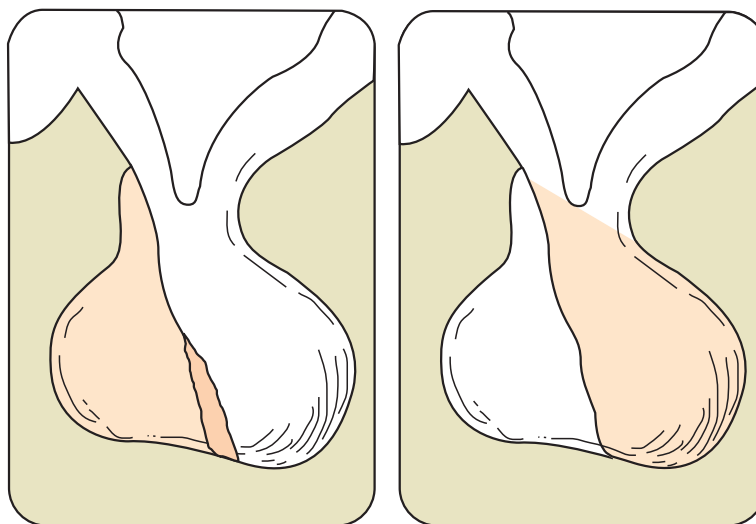
این غده‌ی بسیار کوچک در قاعده‌ی مغز قرار دارد و به‌وسیله‌ی ساقه هیپوفیز با هیپوتالاموس در ارتباط است و به بخش‌های پیشین، پسین و میانی تقسیم می‌شود و مهم‌ترین غده‌ی بدن است. بخش میانی در اعمال بدن انسان نقشی ندارد. شکل ۲-۴ غده‌ی هیپوفیز را نشان می‌دهد.

#### چگونگی عمل هورمون‌ها: هورمون‌ها دارای دو نوع

عمل موضعی و عمومی هستند. برخی از هورمون‌ها پس از وارد شدن به خون بر بیش‌تر یاخته‌ها و بافت‌های بدن اثر می‌گذارند. در این صورت، عمل آن عمومی است و برخی دیگر، فقط روی یک اندام ویژه اثر می‌گذارد که عمل آن موضعی است. هورمون‌ها به مقدار کم ترشح می‌شوند و از طریق خون خود را به بافت هدف می‌رسانند. منظور از بافت هدف، بافتی است که دارای گیرنده‌های آن هورمون است. بنابراین، ممکن است مثلاً گیرنده‌های یک هورمون فقط در عضله موجود باشد، با این توضیح که در این جا عضله را «بافت هدف» می‌نامیم.

**نقش هورمون‌ها:** هورمون‌ها پس از ریخته شدن در خون و رسیدن به بافت هدف، به گیرنده‌ی خود متصل می‌شوند و این اتصال به‌طور کلی سبب می‌شود اعمال زیر تحقق یابد: ۱- سوخت و ساز بدن (متابولیسم و فعالیت آنزیم‌ها)، ۲- تنظیم تولید مثل ۳- رشد بدن ۴- حفظ تعادل داخلی بدن ۵- ترشح بعضی از غده‌ها.

**کنترل ترشح هورمون‌ها:** هورمون‌ها به مقدار کم اعمال بسیار مهمی را در بدن به عهده دارند. مقدار هورمون‌ها باید در



خلفی (پسین)

قدامی (پیشین)

شکل ۲-۴- غده‌ی هیپوفیز

## هورمون‌های بخش پیشین

باشد شدت ترشح بیش‌تر می‌شود. گرسنگی و کاهش قندخون و نیز فعالیت ورزشی سبب افزایش هورمون رشد می‌گردد. اعمال اصلی هورمون رشد در بدن افزایش پروتئین‌سازی در یاخته‌ها، افزایش جذب کلسیم و بازجذب فسفر در لوله‌های کلیوی است. هورمون رشد سبب تجزیه‌ی چربی می‌شود. کم‌بود این هورمون در کودکان، سبب کاهش رشد و کوتولگی و ترشح بیش از حد آن، پیش از سن بلوغ، باعث غول‌پیکری می‌شود. اگر ترشح زیاد، پس از بلوغ صورت گیرد سبب رشد عرضی بیش از حد استخوان‌های دست‌ها و صورت و سر می‌شود که به آن «آکرومگالی» می‌گویند.

این هورمون‌ها عبارت‌اند از: هورمون رشد، پرولاکتین، محرک تیروئید و محرک فولیکولی – هورمون لوتئینی و محرک بخش قشری غده‌ی فوق کلیه.

۱- هورمون رشد یا سوماتوتروپین<sup>۱</sup>: این هورمون از یک پروتئین کوچک ساخته می‌شود و سبب تحریک رشد بدن می‌گردد. این اثرات تقریباً روی تمام بافت‌های بدن اعمال می‌شود. به‌ویژه روی استخوان و عضلات. عمل هورمون رشد در اثر موادی است به‌نام سوماتومدین<sup>۲</sup> که در کبد ساخته می‌شود. میزان ترشح هورمون در شرایط مختلف تفاوت می‌کند. در خواب، ترشح هورمون بیش از بیداری است و هر چه خواب عمیق‌تر

## هورمون رشد در هنگام ورزش افزایش می‌یابد و سبب تجزیه‌ی چربی‌ها و قندها می‌شود

### و انرژی لازم برای فعالیت را مهیا می‌کند.

۳- هورمون محرک تیروئید (تیروتروپین<sup>۴</sup>): این هورمون بر یاخته‌های تیروئید اثر می‌کند و سبب رها شدن هورمون‌های تیروئیدی می‌شود. جذب یُد و ساخته شدن هورمون‌های تیروئید تحت تأثیر این هورمون است. مقدار ترشح این هورمون، بستگی به میزان هورمون تیروکسین در خون دارد. هرگاه تیروکسین افزایش یابد، هورمون محرک تیروئید کاهش می‌یابد. سرما نیز سبب تحریک ترشح این هورمون می‌شود.

۲- هورمون پرولاکتین<sup>۳</sup> (لاکتوژن): این هورمون از نظر شیمیایی و عملی شبیه هورمون رشد است. عمل پرولاکتین ساختن شیر و ترشح آن از پستان‌هاست. مقدار این هورمون در زنان بیش از مردان است و در دوران بارداری افزایش می‌یابد. مقدار ترشح پرولاکتین در شب بیش از روز است. موج عصبی ناشی از تحریکی که با مکیدن نوزاد ایجاد می‌شود سبب افزایش پرولاکتین می‌شود.

## هنگام اسکی یا کوه‌نوردی در هوای سرد، هورمون محرک تیروئید و در نتیجه، هورمون

### تیروکسین افزایش می‌یابد و سبب بالابردن دمای بدن و خون‌رسانی بیش‌تر به بدن می‌شود.

بخش پیشین غده‌ی هیپوفیز ترشح می‌شوند و یاخته‌های هدف آن غدد جنسی‌اند. هورمون (LH) در مردان سبب تحریک یاخته‌های بینابینی بیضه‌ها و ترشح تستوسترون می‌شود و هورمون

۴- هورمون اف‌اس‌هائس (FSH) یا محرک فولیکولی و لوتئینی LH (گوناوتروپین<sup>۵</sup>): دو هورمون محرک غدد جنسی، یعنی (LH) و (FSH) دو هورمون دیگری هستند که از

۱- Somatotropin

۲- Somatomedin

۳- Prolactin

۴- Thyroid Stimulating hormone (Thyrotropin)

۵- Gonadotropin