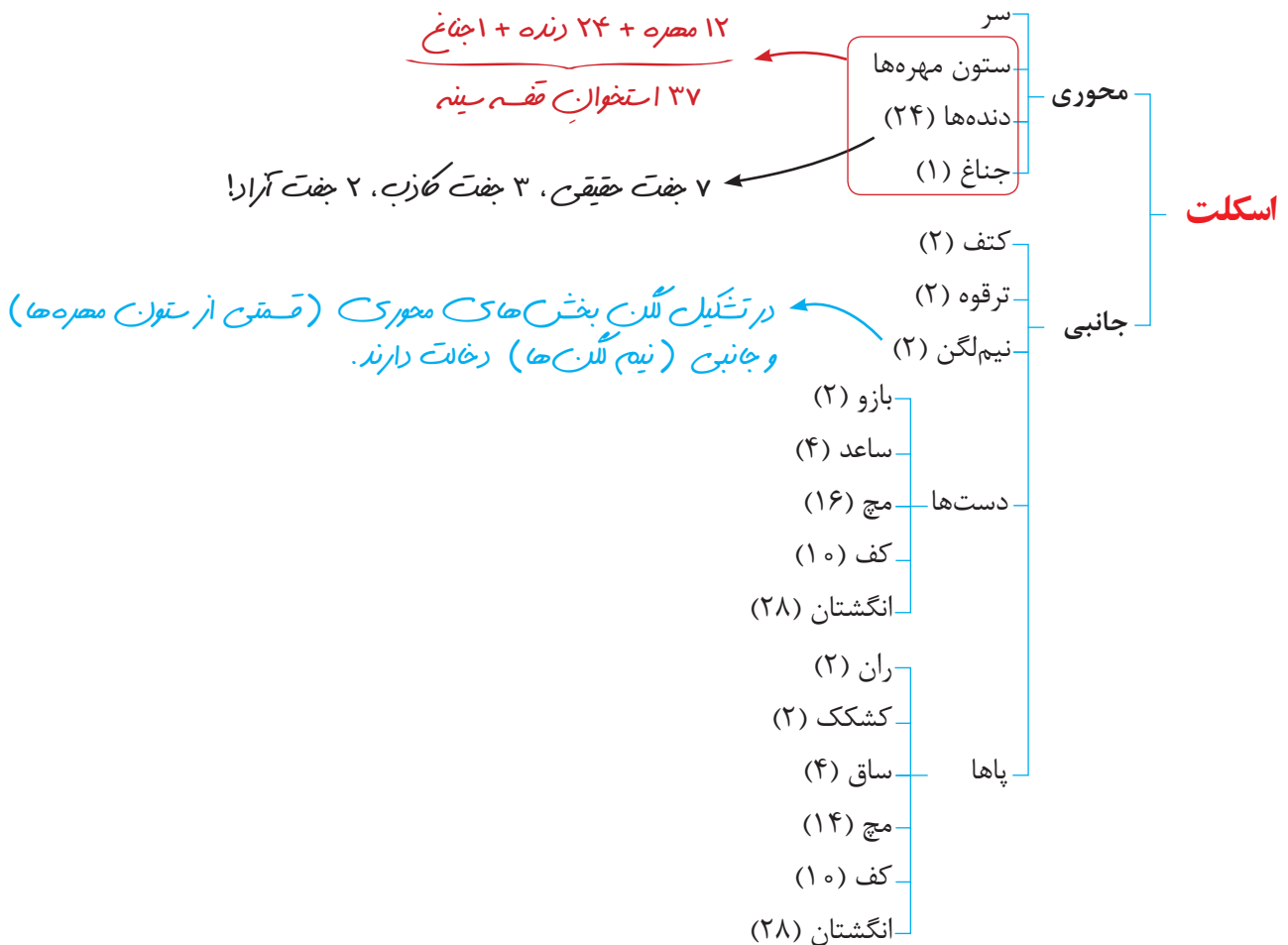


دستگاه حرکتی



استخوان‌ها و اسکلت

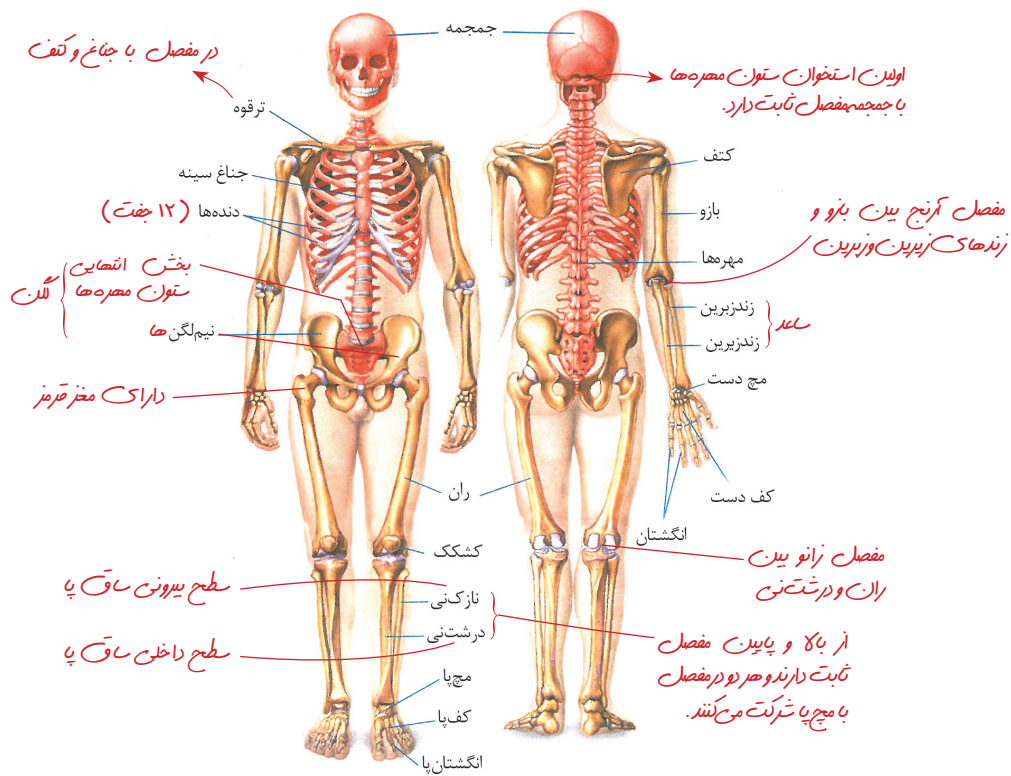


* غضروف نیز بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می‌دهد.

استخوان‌ها (بخشی) از اسکلت انسان را تشکیل می‌دهند. اسکلت انسان شامل دو بخش محوری و جانبی است. بخش محوری همان‌طور که از نامش مشخص است، ۱ محور بدن را تشکیل می‌دهد و ۲ از ساختارهایی مانند مغز و قلب حفاظت می‌کند؛

گرچه ۳ بخش‌هایی از آن هم در جویدن، شنیدن، صحبت کردن و حرکات بدن نیز نقش دارند. استخوان‌های دست و پا از اجزای اسکلت جانبی‌اند. این استخوان‌ها نسبت به اسکلت محوری، نقش بیشتری در حرکت بدن دارند. بخش‌های مختلف اسکلت در شکل ۱ دیده می‌شوند.

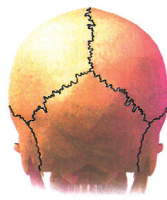
زیست‌شناسی ۲



شکل ۱ - اسکلت انسان

اعمال استخوان‌ها

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



استخوان جمجمه



استخوان مهره



استخوان‌های مچ دست



استخوان ران

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

شکل ۲ - انواع استخوان (از بالا به پایین): پهن، نامنظم،

کوتاه، دراز (در تصاویر مقیاس رعایت نشده است)



در ارتباط با شکل اسکلت انسان می‌توان گفت:

۱ استخوان‌های سر، شامل دو دسته استخوان‌های جمجمه و چهره‌اند و استخوان‌های جمجمه از نوع استخوان‌های پهن می‌باشند. ۲ بالاترین استخوان ستون مهره‌ها به استخوان پس سری جمجمه متصل شده است. ۳ ترقوه از یک سو به سر استخوان کتف و از سوی دیگر به استخوان جناغ، متصل است و از روی دنده اول، می‌گذرد. ۴ هر انسان دارای ۱۲ جفت دنده است که ۱۰ جفت از عقب به ستون مهره‌ها و از جلو به واسطه غضروف، به جناغ اتصال دارند و ۲ جفت آنها هرچند از عقب به ستون مهره‌ها وصل‌اند اما از جلو آزاد می‌باشند. ۵ در هر انسان، ۷ جفت از دنده‌ها، مستقیماً توسط غضروف‌های خود به استخوان جناغ متصل می‌شوند و ۳ جفت از دنده‌ها، از طریق غضروف دنده‌های هفتم، به جناغ متصل می‌گردند. ۶ در دست و پا همه انگشتان از ۳ استخوان تشکیل شده‌اند به جز انگشت شست که دارای ۲ استخوان است. به عبارت ساده‌تر هر انسان در هر دست یا پا دارای ۱۴ استخوان در محل انگشتان می‌باشد و روی هم ۵۶ استخوان در محل انگشتان دارد. ۷ در حالات مختلف چرخش دست، استخوان زند زیرین در امتداد انگشت شست قرار می‌گیرد. ۸ نازک‌نی به سمت بیرون و درشت‌نی به سمت داخل پا قرار گرفته است یعنی قوزک خارجی پا مربوط به نازک‌نی و قوزک داخلی پا مربوط به درشت‌نی می‌باشد. ۹ هم امتداد با انگشت شست پا، استخوان درشت‌نی قرار گرفته است.



۱ مفصل آرنج، بین استخوان‌های بازو، با استخوان‌های زند زیرین و زیرین است. ۲ هر دو استخوان زند زیرین و زیرین در تشکیل مفصل با مچ دست، شرکت می‌کنند. ۳ در هر انسان لگن شامل دو استخوان نیم‌لگن و بخش انتهایی مثلی شکل ستون مهره‌ها می‌باشد که هر نیم‌لگن از عقب و بالا با بخش مثلی انتهای ستون مهره‌ها و از جلو و پایین با نیم‌لگن دیگر مفصل ثابت دارد. ۴ مفصل زانو بین دو استخوان ران و درشت‌نی است و استخوان نازک‌نی در تشکیل این مفصل، شرکت نکرده است. ۵ در تشکیل ساق پا دو استخوان درشت‌نی و نازک‌نی به کار می‌روند که استخوان درشت‌نی به ترتیب از بالا و پایین با استخوان‌های ران و مچ پا مفصل دارد ضمناً استخوان نازک‌نی از بالا با درشت‌نی، مفصل ثابت دارد و در تشکیل مفصل زانو شرکت نمی‌کند و از پایین با درشت‌نی و استخوان‌های مچ، دارای مفصل می‌باشد. ۶ مفصل‌های گوی و کاسه‌ای شانه و نیم‌لگن با ران، بین استخوان‌های بخش جانبی اسکلت برقرار شده‌اند. ۷ مفصل‌های لولایی آرنج و زانو بین استخوان‌های جانبی اسکلت برقرار شده‌اند. ۸ استخوان‌های ران و بازو هم در تشکیل مفصل گوی و کاسه‌ای و هم در تشکیل مفصل لولایی شرکت می‌کنند. ۹ هر دو استخوان ساعد یعنی زند زیرین و زیرین هم از بالا و هم از پایین در تشکیل مفصل شرکت می‌کنند.

انواع استخوان

انواع استخوان‌ها

- دراز مثل ران و بازو
- کوتاه مثل استخوان‌های مچ
- پهن مثل استخوان‌های جمجمه
- نامنظم مثل استخوان‌های ستون مهره‌ها

همگی بافت استخوانی فشرده و سفید دارند

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

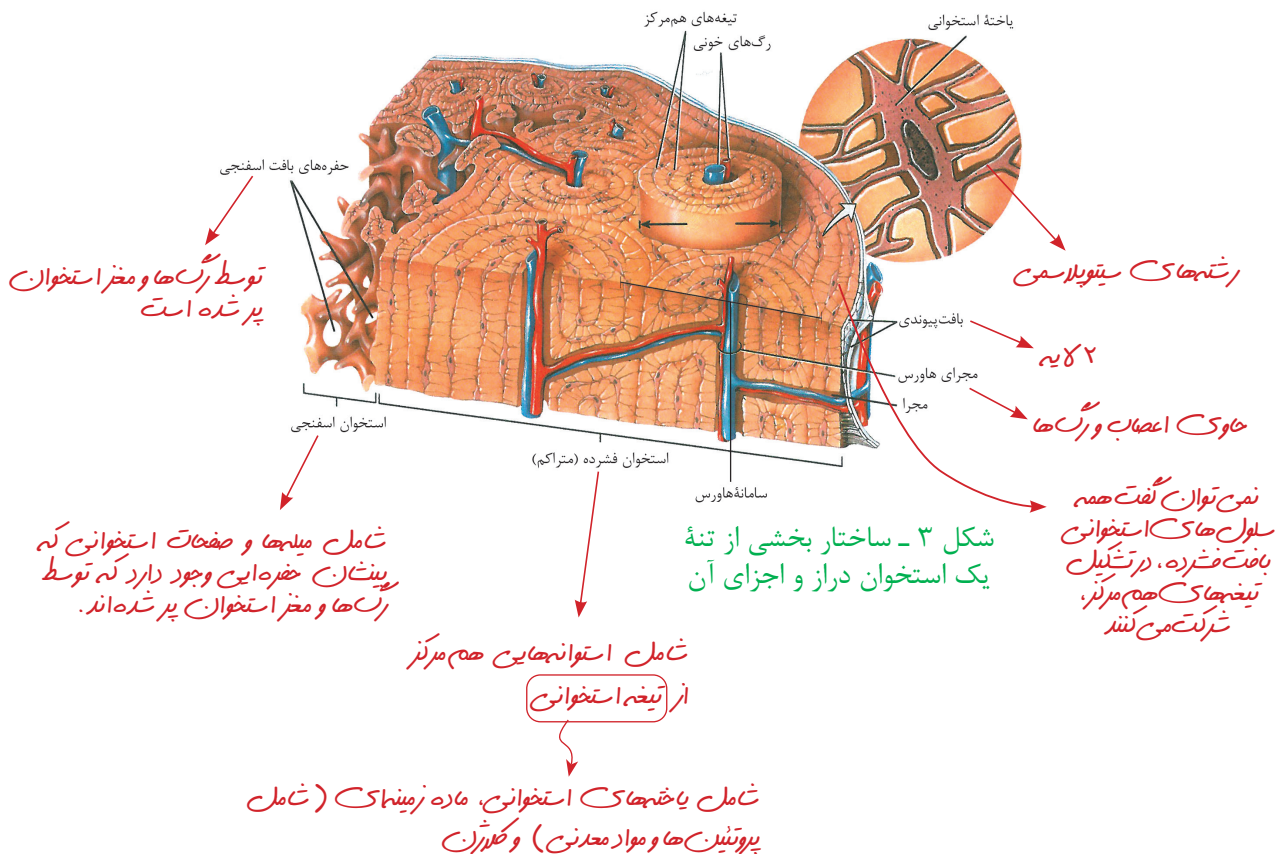
زیست‌شناسی ۲

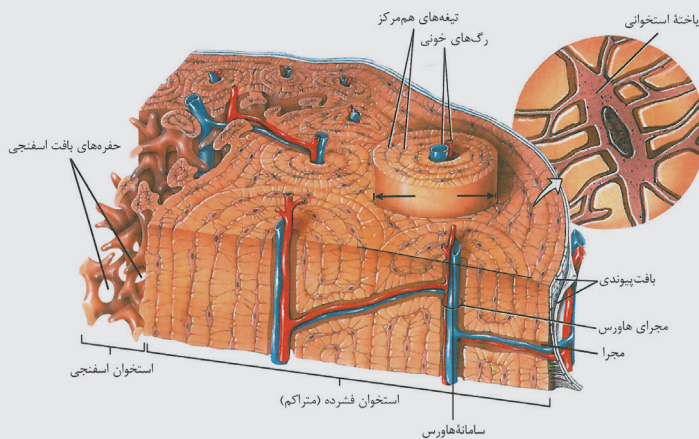
ساختار استخوان: هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفنجی تشکیل شده است. میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان‌های مختلف متفاوت است. مثلاً بافت استخوانی فشرده ۱ در طول استخوان ران، به صورت واحدهایی به نام سامانه هاورس قرار گرفته است (شکل ۳). ۲ این سامانه‌ها به صورت استوانه‌هایی هم مرکز از تیغه‌های

محتویات تیغه استخوانی

استخوانی‌اند که از یاخته‌های استخوانی، ماده زمینه‌ای و کلاژن در اطراف آنها تشکیل شده است. ماده زمینه‌ای از پروتئین‌ها و مواد معدنی تشکیل شده است. ۳ 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 از بافت اسفنجی پر شده است. بافت استخوانی اسفنجی، از میله‌ها و صفحه‌های استخوانی تشکیل شده است که بین آنها حفره‌هایی وجود دارد که توسط رگ‌ها و مغز استخوان پر شده‌اند. مغز استخوان در دو نوع زرد و قرمز وجود دارد. مغز زرد بیشتر از چربی تشکیل شده است و مجرای مرکزی استخوان‌های دراز را پر می‌کند. مغز قرمز استخوان در بافت استخوانی اسفنجی دیده می‌شود. در کم‌خونی‌های شدید، مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.





ساختار بخشی از تنه یک استخوان دراز و اجزای آن

در بزرگترین استخوان دراز بدن یعنی استخوان ران، یک تنه و دو انتهای برآمده وجود دارد. در تنه استخوان ران، از بیرون تا مرکز استخوان، به ترتیب موارد زیر وجود دارد:

- ۱ دو لایه نازک از بافت پیوندی که لایه درونی، کاملاً به استخوان فشرده تنه، متصل است.
- ۲ بافت استخوانی فشرده که بیشترین حجم استخوان را به خود اختصاص می‌دهد.
- ۳ یک لایه نسبتاً نازک از بافت اسفنجی که در واقع در سطح درونی تنه استخوان قرار دارد.
- ۴ مجرای مرکزی که با مغز زرد استخوان پر شده است.

ضمناً در ساختار تنه استخوان دراز، رگ‌ها و اعصاب درون هر مجرای هاورس با یکدیگر و از طریق مجراهایی به بیرون استخوان، ارتباط دارند.

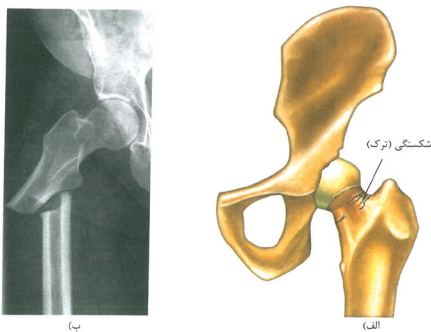
در انتهای برآمده استخوان ران، از بیرون به درون، به ترتیب بخش‌های زیر وجود دارد: ۱ غضروف ۲ لایه نازک از بافت فشرده استخوانی ۳ بافت استخوانی اسفنجی که می‌تواند حاوی مغز قرمز استخوان باشد.

تشکیل و تخریب استخوان

در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن نمک‌های کلسیم سخت می‌شوند. یاخته‌های استخوانی تا اواخر سن رشد، ماده زمین‌های ترشح می‌کنند و بنابراین، توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند. با افزایش سن، یاخته‌های استخوانی کم کار می‌شوند و توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا می‌کند. در همه این مراحل، تغییرات استخوانی در حال انجام است. استخوان‌ها در اثر فعالیت بدنی مانند ورزش، یا با افزایش وزن ضخیم، متراکم‌تر و محکم‌تر می‌شوند و استخوان‌هایی که کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، ظریف‌تر می‌شوند. مشابه این حالت، در فضانوردان دیده می‌شود که در محیط بی‌وزنی تراکم استخوانشان کاهش می‌یابد.

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

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



شکل ۴ - شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران (الف) و تصویر رادیوگرافی از استخوان شکسته ران (ب)

* ترشح ماده زمینه‌ای استخوان توسط سلول‌های استخوان صورت می‌پذیرد.

زیست‌شناسی ۲

تراکم توده استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان‌هاست و کاهش آن باعث پوکی استخوان می‌شود. در پوکی استخوان،
 ۱) تخریب استخوانی افزایش می‌یابد. در نتیجه ۲) استخوان‌ها ضعیف و شکننده می‌شوند (شکل ۵). ۳) کمبود ویتامین D و
 ۴) کلسیم غذا، ۵) نوشیدنی‌های الکلی و ۶) دخانیات با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان
 در مردان و زنان می‌شوند. ۷) اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها مثل ترشح بیش از حد هورمون غدد پاراتیروئید و ۸) مصرف
 نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.

فعالیت

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

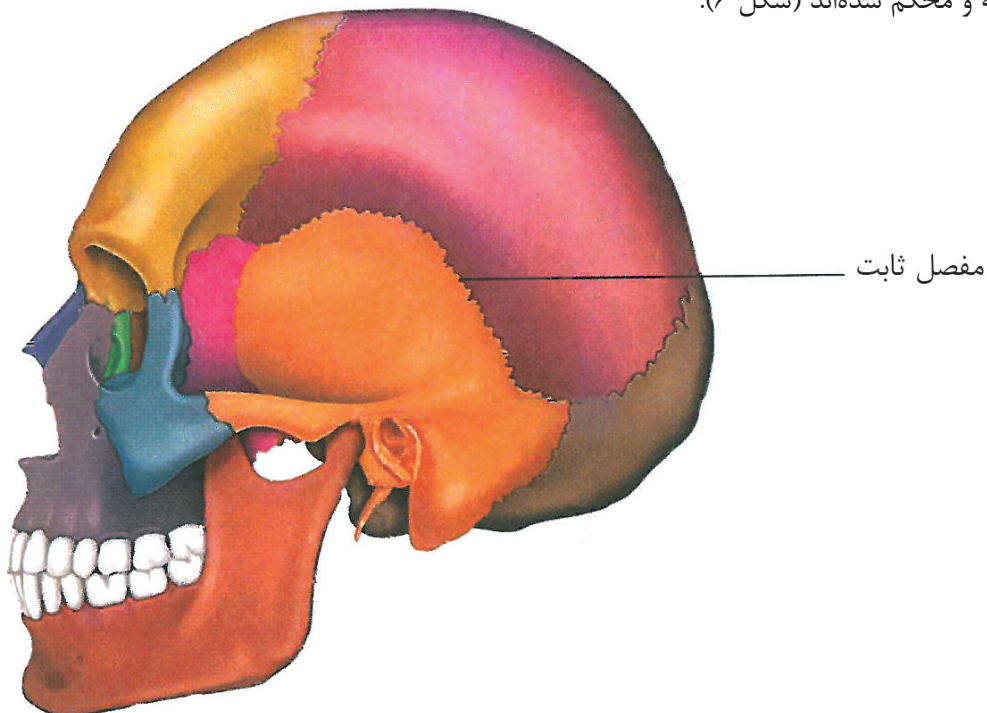
به طور کلی تراکم توده استخوانی در زنان و مردان
 با هم تفاوت دارد. جدول زیر تراکم استخوانی زنان و
 مردان را در سنین مختلف نشان می‌دهد.

۱) به طور کلی تراکم استخوان در مردان بیشتر از زنان
 هم‌سن است.

۲) از ۲۰ سالگی به بعد، تراکم استخوان در هر دو جنس
 زن و مرد، به مرور کاهش می‌یابد.

مفصل

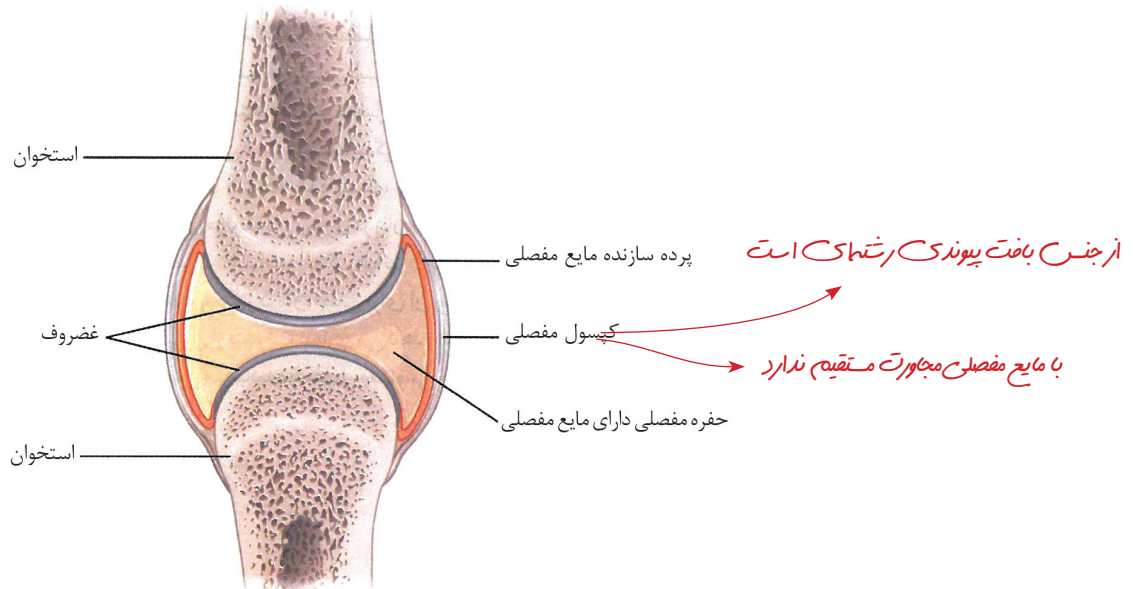
مفصل محل اتصال استخوان‌ها با هم است. در بعضی مفصل‌ها، استخوان‌ها حرکت نمی‌کنند. نمونه آن مفصل ثابت در
 استخوان‌های جمجمه است. جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل‌های ثابت، لبه‌های دندانه‌دار آنها
 در هم فرو رفته و محکم شده‌اند (شکل ۶).



شکل ۶ - مفصل ثابت در استخوان‌های جمجمه

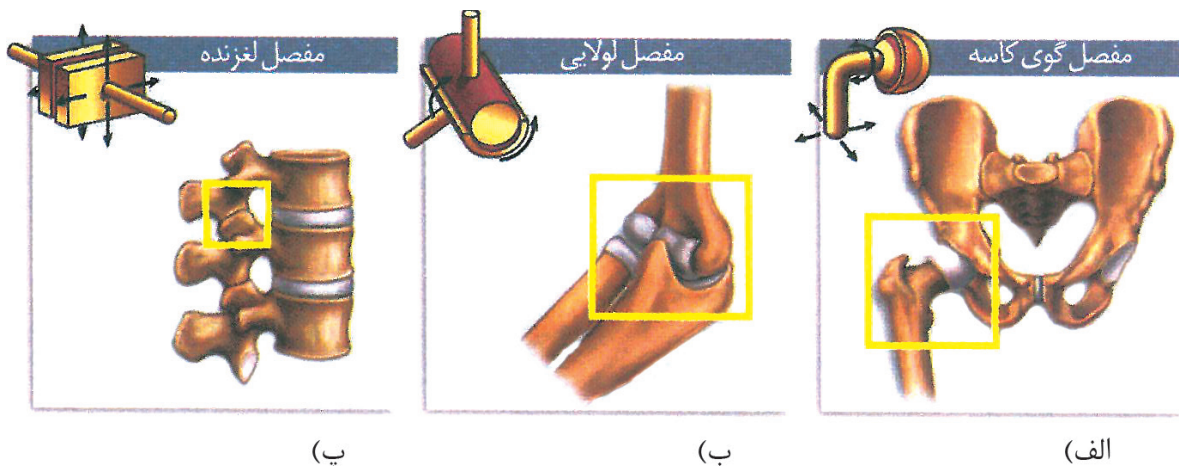
زیست‌شناسی ۲

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



شکل ۷ - بخش‌های تشکیل دهنده مفصل

علاوه بر کپسول مفصلی، رباط‌ها و زردپی‌ها هم به کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند. رباط، بافت پیوندی رشته‌ای محکمی است که استخوان‌ها را به هم متصل می‌کند. 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.



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

* مفصل نیم‌لگن با ران از نوع گوی و کاسه‌ای است.

* مفصل آرنج از نوع لولایی است.

* مفصل بین استخوان‌های تشکیل دهنده ستون مهره‌ها با هم از نوع لغزنده است.

زیست‌شناسی ۲



از جلو و عقب قابل مشاهده اند.

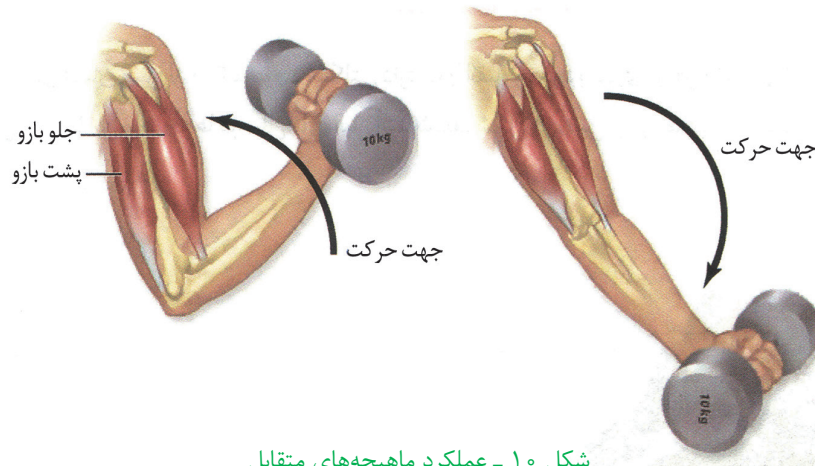
بسیاری از ماهیچه‌ها به صورت جفت باعث حرکات اندام‌ها می‌شوند؛ زیرا ماهیچه‌ها فقط قابلیت انقباض دارند. انقباض هر ماهیچه فقط می‌تواند استخوانی را در جهتی خاص بکشد، ولی آن ماهیچه نمی‌تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند، این وظیفه بر عهدهٔ ماهیچهٔ متقابل آن است. برای مثال، ماهیچه روی بازو می‌تواند ساعد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

人

زیست‌شناسی ۲

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

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



شکل ۱۰ - عملکرد ماهیچه‌های متقابل

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).

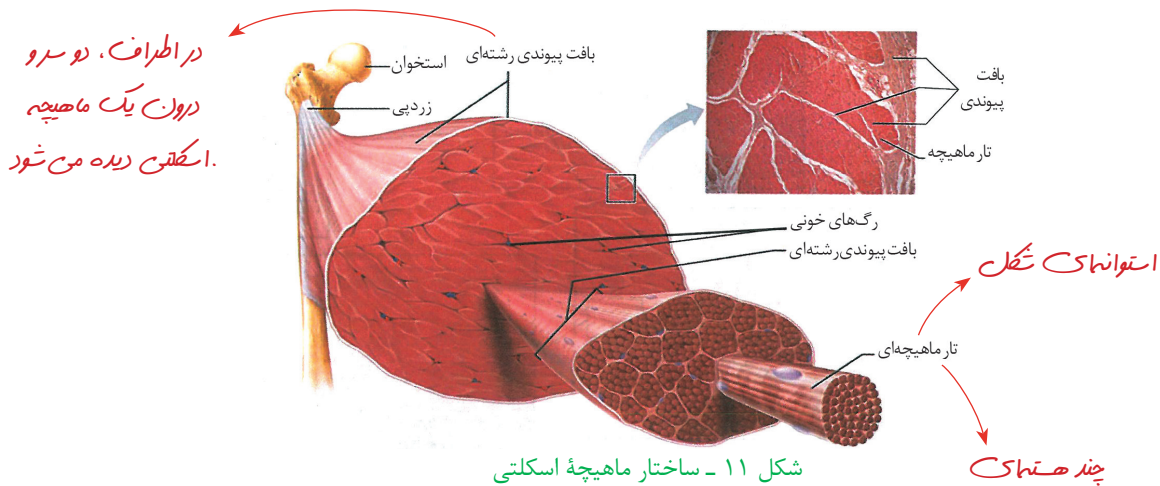
وظیفه	توضیح
حرکات ارادی	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها باعث ایجاد حرکت ارادی می‌شوند.
کنترل دریچه‌های بدن	ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.
حفظ حالت بدن	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود باعث اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می‌شوند.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

جدول ۲ - اعمال ماهیچه‌های اسکلتی

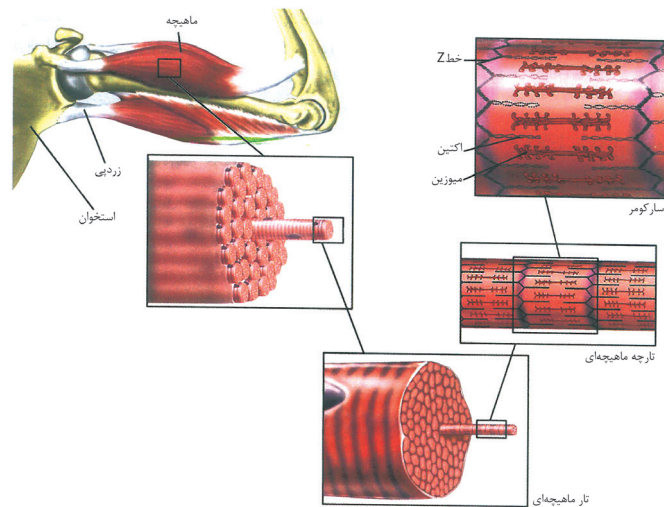
ساختار ماهیچه اسکلتی

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 می‌شود. مثلاً با کوتاه شدن حدود یک سانتی‌متر ماهیچه جلوی بازو، ساعد دست به اندازه زیادی حرکت می‌کند.

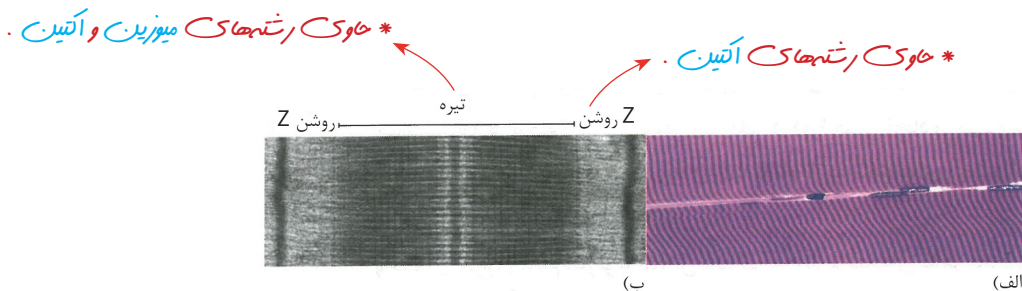
زیست‌شناسی ۲



یاخته (تار) ماهیچه اسکلتی: در شکل ۱۲، یاخته‌های ماهیچه‌ای ۱) مانند استوانه‌ای با چندین هسته دیده می‌شوند. در واقع هر یاخته ۲) از به هم پیوستن چند یاخته در دوره جنینی ایجاد می‌شود و به همین علت ۳) چند هسته دارد. درون هر یاخته، ۴) تعداد زیادی رشته به نام تارچه ماهیچه‌ای وجود دارد که موازی هم در طول یاخته قرار گرفته‌اند (شکل ۱۲). تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل شده‌اند که به تار ماهیچه‌ای ظاهر مخطط (خط خط) می‌دهند. دو انتهای هر سارکومر خطی به نام خط Z دیده می‌شود. آیا با توجه به شکل ۱۲ می‌توانید علت این نام‌گذاری را حدس بزنید؟ ظاهر مخطط این یاخته‌ها به دلیل وجود دو نوع رشته پروتئینی اکتین و میوزین است که با آرایش خاصی در کنار هم قرار گرفته‌اند. رشته‌های اکتین نازک و از یک طرف به خط Z متصل‌اند. این رشته‌ها به درون سارکومر کشیده شده‌اند. رشته‌های میوزین، ضخیم و بین رشته‌های اکتین جاگرفته‌اند. این رشته‌ها سرهایی برای اتصال به اکتین دارند.



شکل ۱۲ - اجزای یک تار و تارچه ماهیچه‌ای



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

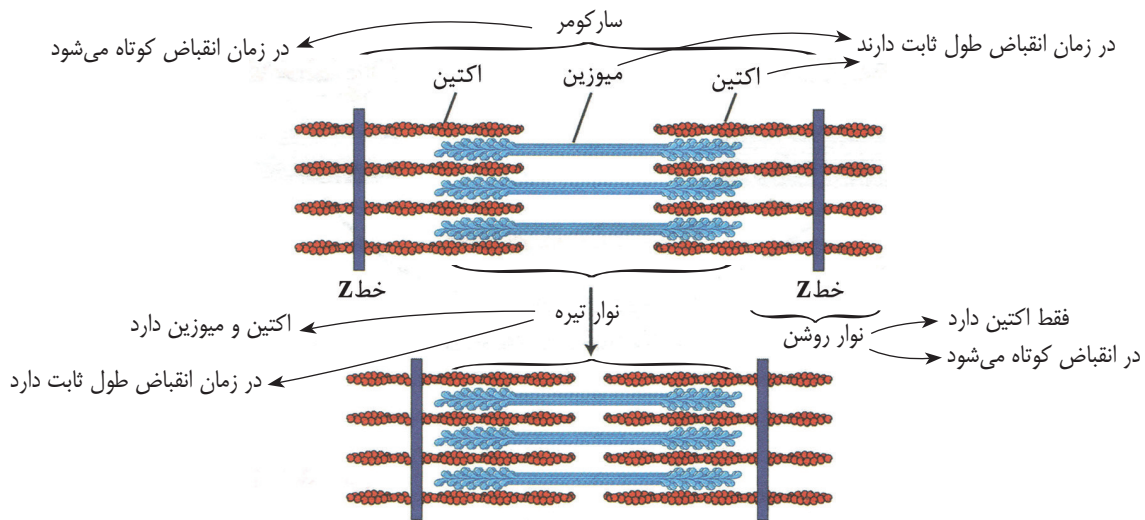
* حاوی رشته‌های میوزین

زیست‌شناسی ۲



شکل ۱۴ - بخش‌های مختلف مولکول میوزین

مکانیسم انقباض ماهیچه: ۱ با رسیدن پیام از مراکز عصبی، تحریک از طریق همایه ویژه‌ای از یاخته عصبی به یاخته ماهیچه‌ای می‌رسد و ۲ ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی آزاد می‌شود. ۳ با اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در سطح یاخته ماهیچه‌ای، یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ایجاد می‌شود. ۴ با تحریک یاخته ماهیچه‌ای، یون‌های کلسیم از شبکه آندوپلاسمی آن آزاد می‌شود. ۵ در نتیجه این عمل، سرهای پروتئین‌های میوزین به رشته‌های اکتین متصل می‌شوند. ۶ با اتصال پروتئین‌های میوزین به اکتین و تغییر شکل آن، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک می‌شوند. ۷ نزدیک شدن خطوط Z باعث کوتاه شدن طول سارکومرها و در کل، کاهش طول ماهیچه می‌شود (شکل ۱۵).

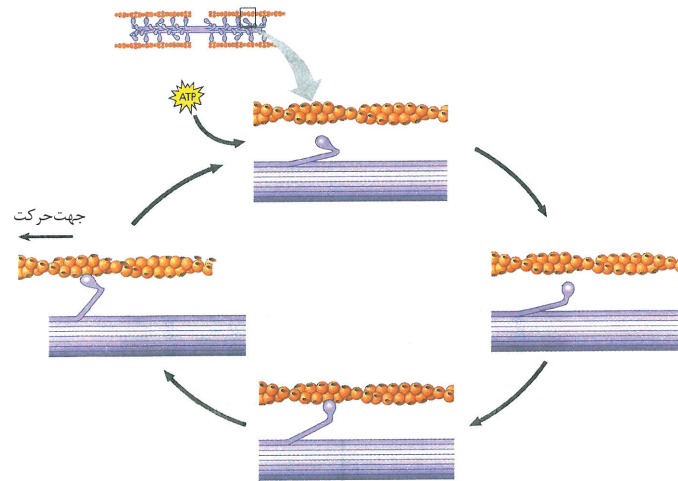


شکل ۱۵ - طرح ساده‌ای از انقباض سارکومرها

لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی نیاز دارد. برای این کار، باید پل‌های اتصال میوزین و اکتین دائماً تشکیل و با حرکتی مانند پارو زدن، خطوط Z به سمت هم کشیده شوند؛ سپس سرهای متصل جدا و به بخش جلوتر وصل شوند. این لیز خوردن، اتصال و جدا شدن سرهای میوزین صدها مرتبه در ثانیه تکرار و در نتیجه ماهیچه اسکلتی منقبض می‌شود (شکل ۱۶).

توقف انقباض: با توقف پیام عصبی انقباض، یون‌های کلسیم به سرعت با **انتقال فعال** به شبکه آندوپلاسمی بازگردانده و در نتیجه اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند. در این حال، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می‌ماند.

زیست‌شناسی ۲



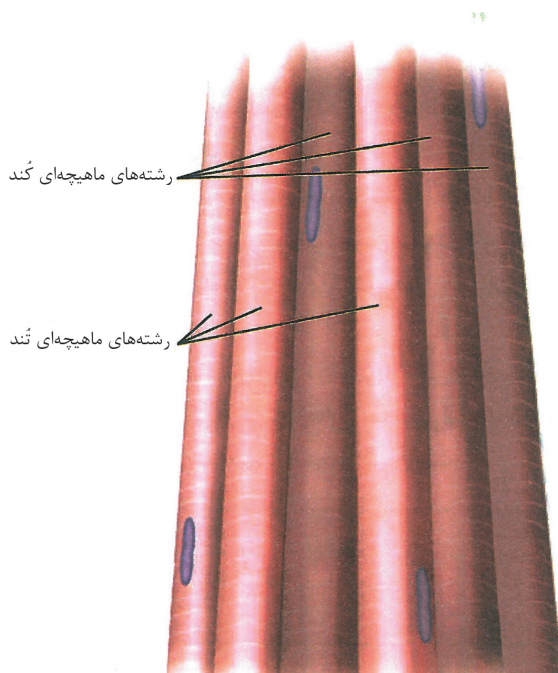
شکل ۱۶ - نحوه انقباض ماهیچه

تأمین انرژی انقباض: ۱) بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن گلوکز به دست می‌آید. در ماهیچه‌ها گلیکوزن به صورت ذخیره وجود دارد و در صورت لزوم به گلوکز تجزیه می‌شود. در صورت وجود اکسیژن، تجزیه گلوکز می‌تواند تا چند دقیقه انرژی لازم برای ساخت ATP را فراهم کند. ۲) برای انقباض طولانی‌تر، ماهیچه‌ها از اسیدهای چرب استفاده می‌کنند. ۳) ماده دیگر کراتین فسفات است که طبق واکنش زیر می‌تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند.

$$C + ATP \rightarrow CP + ADP \text{ (کراتین فسفات)}$$

ماهیچه‌ها برای تجزیه کامل گلوکز به اکسیژن نیاز دارند. در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، ۱) تجزیه گلوکز به صورت بی‌هوازی انجام می‌شود. در اثر این واکنش‌ها، ۲) لاکتیک‌اسید تولید می‌شود که در ماهیچه انباشته می‌شود. ۳) انباشته شدن لاکتیک‌اسید پس از تمرینات ورزشی طولانی، باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود. ۴) لاکتیک‌اسید اضافی به تدریج تجزیه می‌شود و اثرات درد و گرفتگی ماهیچه‌ای کاهش می‌یابد.

انواع یاخته‌های بافت ماهیچه‌ای



شکل ۱۷ - تارهای ماهیچه‌ای تند و کند

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، ۱) برای حرکات استقامتی مانند شناکردن ویژه شده‌اند. این تارها ۲) مقدار زیادی رنگ دانه قرمز به نام میوگلوبین (شبه هموگلوبین) دارند که ۳) می‌توانند مقداری اکسیژن را ذخیره کنند. این تارها ۴) بیشتر انرژی خود را به روش هوازی به دست می‌آورند (شکل ۱۷).

تارهای ماهیچه‌ای تند (یا سفید) ۱) سریع منقبض می‌شوند. این تارها ۲) مسئول انجام انقباضات سریع مثل دوی سرعت و بلندکردن وزنه‌اند. این تارها ۳) تعداد میتوکندری کمتری دارند و ۴) انرژی خود را بیشتر از راه تنفس بی‌هوازی به دست می‌آورند. ۵) مقدار میوگلوبین این تارها هم کمتر است. این تارها ۶) سریع

انرژی خود را از دست می‌دهند و خسته می‌شوند. افراد کم تحرک، دارای تارماهیچه‌ای تند بیشتری هستند که با ورزش، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می‌شوند (شکل ۱۷).

حرکت در جانوران

اسکلت جانوران

آب ایستایی ← نوعی اسکلت است که در بی‌مهره‌هایی مثل عروس دریایی مشاهده می‌شود و در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد در عروس دریایی با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند.

بیرونی ← در حشرات و سخت‌پوستان دیده می‌شود و علاوه بر کمک به حرکت، وظیفه حفاظتی نیز دارد. اندازه جانوران دارای اسکلت خارجی، از حد خاصی بیشتر نمی‌شود.

درونی ← در مهره‌داران دیده می‌شود که در غضروف ماهی‌ها مثل سفره ماهی و کوسه ماهی از جنس غضروف و در سایر مهره‌داران از جنس استخوان و غضروف است.

جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می‌توانند از جایی به جای دیگری حرکت کنند. شیوه‌های حرکتی در جانوران بسیار متنوع است. شنا کردن، پرواز کردن، 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. ضمناً در این جانوران، با فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند. این حالت مانند حرکت بادکنک هنگام خالی شدن هوای آن است و باعث رانده شدن بادکنک در خلاف جهت خروج هوا می‌شود.

اسکلت بیرونی ۱ در بی‌مهره‌ها دیده می‌شود. ۲ حشرات و سخت‌پوستان نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، ۳ 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، ۴ 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.



- ۱) بخش محوری اسکلت از ساختارهایی مانند و حفاظت می‌کند و بخش‌هایی از آن هم در،، و نیز نقش دارند.
- ۲) استخوان ران و بازو از انواع استخوان‌های در حالی که استخوان‌های مچ از انواع استخوان‌های اند.
- ۳) از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفنجی تشکیل شده است.
- ۴) بافت استخوانی فشرده به صورت واحدهایی به نام قرار گرفته است که به صورت تیغه‌های استخوانی‌اند که از و تشکیل شده است.
- ۵) و درون مجرای مرکزی هر سامانه هاورس، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند.
- ۶) انتهای برآمده استخوان ران توسط بافت پر شده است که در آن تیغه‌های استخوانی به صورت قرار گرفته‌اند.
- ۷) در تنه استخوان ران از بیرون به درون لایه بافت، استخوان، قطور و استخوان نازک و نهایتاً مغز استخوان قرار گرفته است که بیشتر حاوی است.
- ۸) در مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.
- ۹) در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن نمک‌های سخت می‌شوند. یاخته‌های استخوانی تا ماده زمینه‌ای ترشح می‌کنند.
- ۱۰) استخوان‌ها در اثر یا با ضخیم، متراکم‌تر و محکم‌تر می‌شوند و استخوان‌هایی که کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌شوند.
- ۱۱) و غذا، مصرف و با جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند. اختلال در ترشح بعضی و مصرف نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.
- ۱۲) از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل‌های ثابت لبه‌های آنها در هم فرو رفته و محکم شده‌اند.
- ۱۳) در مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند. سر استخوان‌ها در محل این مفصل‌ها توسط بافت پوشیده شده است.
- ۱۴) علاوه بر کپسول مفصلی، و هم به کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند.
- ۱۵) مفصل ران و نیم‌لگن و، مفصل آرنج و مفصل بین مهره‌ها است.

۱۶ ماهیچه‌هایی که به صورت جفت باعث حرکات اندام‌ها می‌شوند، نامیده می‌شوند.

۱۷ یاخته‌های ماهیچه اسکلتی شکل بوده، دارای چند اند و حاوی تعداد زیادی رشته به نام می‌باشند.

۱۸ تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام تشکیل شده‌اند که به تار ماهیچه‌ای ظاهر مخطط (خط خط) می‌دهند. دو انتهای هر سارکومر خطی به نام دیده می‌شود.

۱۹ رشته‌های از یک طرف به خط Z متصل‌اند. این رشته‌ها به درون سارکومر کشیده شده‌اند. رشته‌های ضخیم‌اند و سرهایی برای اتصال به اکتین دارند.

۲۰ انقباض ماهیچه‌ها، با آزاد شدن یون از به درون سیتوپلاسم آنها آغاز می‌شود و طی آن سرهای با اتصال به و حرکت سبب نزدیک شدن خطوط و شدن سارکومر می‌شوند.

۲۱ بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن به دست می‌آید. برای انقباض طولانی‌تر، ماهیچه‌ها از استفاده می‌کنند. ماده دیگر است که می‌تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت بازتولید کند.

۲۲ تار ماهیچه‌ای نوع کند، برای حرکات ویژه شده‌اند. این تارها مقدار رنگ‌دانه قرمز به نام دارند و بیشتر انرژی خود را به روش به دست می‌آورند.

۲۳ تارهای ماهیچه‌ای سریع منقبض می‌شوند. این تارها مسئول انجام انقباضات و اند. این تارها تعداد میتوکندری دارند و انرژی خود را بیشتر از راه تنفس به دست می‌آورند. مقدار میوگلوبین این تارها است. این تارها انرژی خود را از دست می‌دهند. افراد کم تحرک، دارای تار ماهیچه‌ای بیشتری هستند که با ورزش، به نوع تبدیل می‌شوند.

۲۴ اساس حرکت جانوران و شیوه‌های حرکتی آنها است.

۲۵ اسکلت در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد.

۲۶ و نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفه هم دارد.

۲۷ مهره‌داران اسکلت درونی دارند که استخوان و غضروف و در تنها غضروف دارد.



- ۱) بخش محوری اسکلت از ساختارهایی مانند **مغز** و **قلب** حفاظت می‌کند و بخش‌هایی از آن هم در **جویدن**، **شنیدن**، **صحبت کردن** و **حرکات بدن** نیز نقش دارند.
- ۲) استخوان ران و بازو از انواع استخوان‌های **درازند** در حالی که استخوان‌های میچ از انواع استخوان‌های **کوتاه‌اند**.
- ۳) **هر استخوان** از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفنجی تشکیل شده است.
- ۴) بافت استخوانی فشرده به صورت واحدهایی به نام **سامانه هاورس** قرار گرفته است که به صورت **استوانه‌هایی هم‌مرکز** تیغه‌های استخوانی‌اند که از **سلول‌های استخوانی** و **ماده زمینه‌ای اطراف آن‌ها** تشکیل شده است.
- ۵) **اعصاب و رگ‌های** درون مجرای مرکزی هر سامانه هاورس، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند.
- ۶) انتهای برآمده استخوان ران توسط بافت **اسفنجی** پر شده است که در آن تیغه‌های استخوانی به صورت **نامنظم** قرار گرفته‌اند.
- ۷) در تنه استخوان ران از بیرون به درون **۲ لایه بافت پیوندی**، استخوان **متراکم** قطور و استخوان **اسفنجی** نازک و نهایتاً **مغز زرد** استخوان قرار گرفته است که بیشتر حاوی **چربی** است.
- ۸) در **کم‌خونی‌های شدید** مغز زرد می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.
- ۹) در دوران جنینی، استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل و به تدریج با افزوده شدن نمک‌های **کلسیم** سخت می‌شوند. یاخته‌های استخوانی تا **اواخر سن رشد** ماده زمینه‌ای ترشح می‌کنند.
- ۱۰) استخوان‌ها در اثر **فعالیت بدنی مثل ورزش** یا با **افزایش وزن** ضخیم، متراکم‌تر و محکم‌تر می‌شوند و استخوان‌هایی که کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند **ظریف‌تر** می‌شوند.
- ۱۱) **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.
- ۱۲) **جمع‌همه** از چندین استخوان تشکیل شده است که در محل مفصل‌های ثابت لبه‌های **دنداندار** آنها در هم فرو رفته و محکم شده‌اند.
- ۱۳) در **بیشتر** مفصل‌ها، استخوان‌ها قابلیت حرکت دارند. سر استخوان‌ها در محل این مفصل‌ها توسط بافت **غضروفی** پوشیده شده است.
- ۱۴) علاوه بر کپسول مفصلی، **رباط‌ها** و **زردپی‌ها** هم به کنار یکدیگر ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند.
- ۱۵) مفصل ران و نیم‌لگن **گوی** و **کاسه‌ای**، مفصل آرنج **لولایی** و مفصل بین مهره‌ها **لغزنده** است.

زیست‌شناسی ۲

۱۶ ماهیچه‌هایی که به صورت جفت باعث حرکات اندام‌ها می‌شوند، **متقابل** نامیده می‌شوند.

۱۷ یاخته‌های ماهیچه اسکلتی **استوانه‌ای** شکل بوده، دارای چند **هسته** اند و حاوی تعداد زیادی رشته به نام **تارچه** می‌باشند.

۱۸ تارچه‌ها از واحدهای تکراری به نام **سارکومر** تشکیل شده‌اند که به تار ماهیچه‌ای ظاهر مخطط (خط خط) می‌دهند. دو انتهای هر سارکومر خطی به نام **Z** دیده می‌شود.

۱۹ رشته‌های **اکتین نازک** از یک طرف به خط **Z** متصل‌اند. این رشته‌ها به درون سارکومر کشیده شده‌اند. رشته‌های **میوزین** ضخیم‌اند و سرهایی برای اتصال به اکتین دارند.

۲۰ انقباض ماهیچه‌ها، با آزاد شدن یون Ca^{2+} از **شبکه آندوپلاسمی** به درون سیتوپلاسم آنها آغاز می‌شود و طی آن سرهای **میوزین** با اتصال به **اکتین** و حرکت **پارویی** سبب نزدیک شدن خطوط **Z** و **کوتاه** شدن سارکومر می‌شوند.

۲۱ بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن **گلوکز** به دست می‌آید. برای انقباض طولانی‌تر، ماهیچه‌ها از **اسیدهای چرب** استفاده می‌کنند. ماده دیگر **کراتین فسفات** است که می‌تواند با دادن فسفات خود، مولکول ATP را به سرعت باز تولید کند.

۲۲ تار ماهیچه‌ای نوع کند، برای حرکات **استقامتی مانند شنا کردن** ویژه شده‌اند. این تارها مقدار **زیادی** رنگ‌دانه قرمز به نام **میوگلوبین** دارند و بیشتر انرژی خود را به روش **هوازی** به دست می‌آورند.

۲۳ تارهای ماهیچه‌ای **تند** سریع منقبض می‌شوند. این تارها مسئول انجام انقباضات **سریع مثل دوی سرعت و بلند کردن وزنه**‌اند. این تارها تعداد میتوکندری **کمتری** دارند و انرژی خود را بیشتر از راه تنفس **بی‌هوازی** به دست می‌آورند. مقدار میوگلوبین این تارها **کم** است. این تارها **سریع** انرژی خود را از دست می‌دهند. افراد کم تحرک، دارای تار ماهیچه‌ای **تند** بیشتری هستند که با ورزش، به نوع **کند** تبدیل می‌شوند.

۲۴ اساس حرکت جانوران **شبیه** و شیوه‌های حرکتی آنها **متنوع** است.

۲۵ اسکلت **آب ایستایی** در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد.

۲۶ **حشرات و سخت‌پوستان** نمونه‌هایی از جانوران دارای اسکلت بیرونی هستند. در این جانوران، اسکلت علاوه بر کمک به حرکت، وظیفه **حفاظتی** هم دارد.

۲۷ همه مهره‌داران اسکلت درونی دارند که **اغلب** استخوان و غضروف و در ماهی‌های غضروفی مثل کوسه‌ماهی و سفره‌ماهی تنها غضروف دارد.

۱) درستی یا نادرستی جملات زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.

- الف) اعصاب و رگ‌های درون مجرای مرکزی استخوان، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند.
- ب) استخوان نازک‌نی در پای انسان، از بخش پایینی با استخوان (های) مچ و از بالا با استخوان ران مفصل می‌شود.
- ج) در کم خونی‌های شدید، مغز زرد موجود در مجرای هاورس می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.
- د) استخوان‌های مچ از انواع استخوان‌های کوتاه‌اند و استخوان‌های جمجمه از استخوان‌های پهن محسوب می‌شود.
- ر) انتهای برآمده استخوان ران از بافت اسفنجی که شامل میله‌ها و صفحه‌های استخوانی است، پر شده است.
- ز) استخوان‌ها در اثر فعالیت بدنی و همچنین با افزایش وزن، ضخیم، متراکم‌تر و محکم‌تر می‌شوند.
- س) نوشیدنی‌های الکلی برخلاف نوشابه‌های گازدار غیرالکلی، سبب بروز پوکی استخوان می‌شوند.
- ش) همه استخوان‌هایی که در ساختار سر به کار رفته‌اند از نوع پهن‌اند و دارای مفصل ثابت با یکدیگرند.
- ص) در محل مفصل‌ها، کپسول مفصلی، رباط‌ها و زردپی‌ها به کنار هم ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند.

۲) هر یک از عبارت‌های زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.

- الف) برای انقباض طولانی‌مدت، ماهیچه‌ها از برای تأمین انرژی استفاده می‌کنند.
- ب) بافت پیوندی محکمی که استخوان‌ها را به هم وصل می‌کند نام دارد.
- ج) ماهیچه‌های دوندگان ماراثن، نسبت به دوی صدمتر، انرژی خود را بیشتر از روش تنفس به دست می‌آورند.
- د) چون ماهیچه‌ها فقط قابلیت انقباض دارند، بسیاری از ماهیچه‌ها به صورت باعث حرکت اندام‌ها می‌شوند.
- ر) ماهیچه در پشت گردن و بین دو کتف قرار گرفته است.
- ز) ماهیچه هم در محل بازو و هم در محل ران دیده می‌شود.
- س) درون هر تار ماهیچه‌ای تعداد زیادی رشته به نام وجود دارد که موازی هم در طول یاخته قرار گرفته‌اند.
- ش) طول هر سارکومر به اندازه نوار تیره و نوار روشن است.

۳) برای کامل کردن هر یک از عبارت‌های زیر، از بین کلمات داخل پرانتز، کلمه مناسب را انتخاب کنید.

- الف) تراکم بافت استخوانی به دنبال کاهش فعالیت بدنی (افزایش - کاهش) می‌یابد.
- ب) اتصال (ADP - ATP) به سر مولکول میوزین موجب جداشدن، از رشته حاوی پروتئین‌های اکتین می‌شود.
- ج) استخوان کتف برخلاف استخوان‌های حفاظت‌کننده از قلب جزء بخش (محوری - جانبی) اسکلت می‌باشد.
- د) قفسه سینه از بخش (محوری - جانبی) اسکلت تشکیل شده است.
- ر) در تشکیل لگن بخش محوری اسکلت (همانند - برخلاف) بخش جانبی آن مشارکت دارد.
- ز) در تشکیل مفصل زانو، استخوان درشت نی (همانند - برخلاف) استخوان نازک نی مشارکت می‌کند.
- س) مفصل بین بازو و ساعد از نوع (لولایی - گوی و کاسه‌ای) می‌باشد.
- ش) ترقوه با کتف و جناغ مفصل است و از (روی - زیر) دنده اول عبور می‌کند.
- ص) انگشتان هر یک از دست‌ها و پاها دارای (۱۴ - ۱۵) استخوان می‌باشند.
- ض) هر یک از استخوان‌های مچ دست با (یکی از-هر دوی) استخوان‌های کف دست و ساعد در تشکیل مفصل شرکت می‌کنند.

۴ به سوالات کوتاه زیر پاسخ دهید.

- الف) با توقف پیام عصبی انقباض، یون‌های کلسیم با چه روشی به شبکه آندوپلاسمی برگردانده می‌شوند؟
 ب) کدام نوع اسکلت در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد؟
 ج) کدام تارهای ماهیچه‌ای، میتوکندری کمتری دارند؟
 د) بالاترین استخوان ستون مهره‌ها با کدام یک از استخوان‌های جمجمه در تشکیل مفصل شرکت می‌کند؟
 ر) دو تا از استخوان‌هایی که هر نیم لگن در تشکیل مفصل با آنها شرکت می‌کند، نام ببرید؟
 ز) کدام یک از استخوان‌های قرار گرفته در پا فقط از سطح جلویی بدن دیده می‌شود؟
 س) کدام یک از انواع مغز استخوان‌های قرمز یا زرد درون مجاری هاورس دیده می‌شود؟
 ش) سلول‌های کدام یک از دو لایهٔ دربرگیرندهٔ تنهٔ استخوان‌های دراز، باریک و پهن بوده و به یکدیگر بسیار نزدیک‌اند؟

۵ در ارتباط با دستگاه حرکتی به سوالات زیر پاسخ دهید:

- الف) علت اینکه استخوان‌ها، سالیان زیادی در مجاور هم، بدون اصطکاک چندان لیز می‌خورند چیست؟
 ب) بیماری‌های مفصلی چگونه ایجاد می‌شوند؟
 ج) در هر مجرای هاورس، رگی که حاوی خون تیره‌تر است از نظر فضای درونی نسبت به رگ دیگر چه وضعیتی دارد؟
 د) مغز زرد موجود در تنهٔ استخوان‌های دراز به طور مستقیم در اتصال با کدام نوع بافت استخوانی است؟
 ر) در محل مفصل زانو، بین استخوان‌های ران، درشت نی و همچنین کپسول مفصلی کدام یک در تماس مستقیم با مایع مفصلی‌اند؟
 ز) مفصل بین استخوان‌های نیم لگن با ستون مهره‌ها از نوع ثابت است یا متحرک؟
 س) چند مهره از طریف زوائد جانبی به دنده‌ها متصل می‌شوند؟
 ش) پهن‌ترین قسمت هر مهرهٔ کمری به کدام سمت آن قرار گرفته است؟
 ص) استخوان‌های مچ هر دست چند عدداند و چگونه قرار گرفته‌اند؟

۶ به سوالات زیر در رابطه با ساختار و عملکرد استخوان‌ها پاسخ دهید:

- الف) از عوامل کاهش تراکم استخوان، فقط دو مورد را نام ببرید.
 ب) در تنهٔ استخوان ران، خارجی‌ترین یاخته‌های استخوانی جزو سامانه هاورس هستند یا خیر؟
 ج) مفصل متحرک موجود در سر بین کدام استخوان‌ها است؟
 د) آیا بین استخوان‌های فک بالا و پایین مفصل وجود دارد یا خیر؟
 ر) بیشترین سطح مفصلی استخوان گیجگاهی با کدام استخوان است؟
 ز) دو استخوان نام ببرید که در تشکیل کاسهٔ چشم نقش دارند؟
 س) آیا بین استخوان گیجگاهی و پیشانی مفصل ثابت وجود دارد یا خیر؟
 ش) هر استخوان پس سری با چند استخوان گیجگاهی و چند استخوان آهیانه در تشکیل مفصل شرکت می‌کند؟
 ص) کدام یک از استخوان‌های جمجمه علاوه بر استخوان‌های پهن، با استخوان نامنظم نیز در تشکیل مفصل شرکت می‌کند؟

زیست‌شناسی ۲

۷ به سؤالات زیر در رابطه با ساختار ماهیچه‌های اسکلتی پاسخ دهید:

- الف) میزان انشعابات مویرگی در مجاورت تارهایی از ماهیچه اسکلتی که دارای میتوکندری‌های فراوان هستند، کم است یا زیاد؟
 ب) کدام پروتئین‌های موجود در سارکومر دارای ظاهر کروی‌شکل هستند؟
 ج) ماهیچه دو سر بازو از پایین به کدام استخوان از طریق رباط متصل است؟
 د) ماهیچه سه سر بازو از بالا به کدام استخوان یا استخوان‌ها از طریق رباط متصل است؟
 ر) کدام ماهیچه با استخوان‌های کتف، ترقوه و بازو و ماهیچه‌های دوزنقه‌ای، دوسر و سه سر بازو و همچنین سینه‌ای مجاورت دارد؟
 ز) کدام ماهیچه در جلوی قفسه سینه قرار داشته و از بالا به ترقوه و از پایین به جناغ محدود می‌شود؟
 س) ماهیچه دو سر بازو از بالا به کدام استخوان از طریق رباط متصل است؟
 ش) ماهیچه سه سر بازو از پایین به کدام استخوان از طریق رباط متصل است؟



۸ در رابطه با مفصل به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- الف) نوع مفصل را در شکل مقابل مشخص کنید.
 ب) دو مورد از عوامل مؤثر در کاهش اصطکاک، در محل مفاصل را بیان کنید.

۹ در ماهیچه دلتایی، زمانی که یون‌های کلسیم به درون شبکه آندوپلاسمی برگردانده می‌شوند، هر یک از موارد زیر چه تغییری می‌کنند؟

- | | | |
|---------------------|--|-----------------------------|
| الف) طول اکتین | ب) فاصله بین دو خط Z در یک سارکومر | ج) طول میوزین |
| د) طول سارکومر | ر) طول نوار روشن هر سارکومر | ز) طول نوار تیره هر سارکومر |
| س) موقعیت سر میوزین | ش) فاصله هر یک از سرهای میوزین از خط Z | |

۱۰ برای هر یک از سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

- الف) کدام ماهیچه در دو سوی بخش فوقانی ستون مهره‌ها قرار گرفته است؟
 ب) کدام ماهیچه در دو سوی بخش انتهایی ستون مهره‌ها قرار گرفته است؟
 ج) ماهیچه‌هایی که به موازات استخوان ران قرار می‌گیرند، کدام‌اند؟
 د) کدام استخوان‌ها به موازات ماهیچه توأم قرار می‌گیرند؟
 ر) در فرد ایستاده فاصله بین استخوان‌های درشت نی کمتر است یا نازک نی؟
 ز) کدام ماهیچه‌ها هم از سطح پشتی و هم از سطح جلویی قابل مشاهده‌اند؟
 س) به طور کلی ماهیچه‌های دوسر بدن، با کدام ماهیچه‌ها متقابل‌اند؟
 ش) پس از اضافه شدن ATP به سر میوزین حرکت سر میوزین به کدام سمت صورت می‌پذیرد؟

- ۱ الف (نادرست / ب) نادرست / ج (نادرست / د) درست / ر (درست / ز) درست / س (نادرست / ش) نادرست / ص (درست)
- ۲ الف (اسیدهای چرب / ب) رباط / ج (هوازی / د) جفت / ر (دوزنقه‌ای / ز) دوسر / س (تارچه ماهیچه‌ای / ش) یک - یک
- ۳ الف (کاهش / ب) ATP / ج (جانبی / د) محوری / ر (همانند / ز) برخلاف / س (لولایی / ش) روی / ص (۱۴ ض) یکی از
- ۴ الف (انتقال فعال / ب) آب ایستایی / ج (تند (سفید) د) پس سری / ر (استخوان مثلثی شکل و حفره‌دار نزدیک به انتهای ستون مهره، ران و نیم لگن دیگر ز) کشکک / س (هیچ کدام / ش) داخلی
- ۵ الف (مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف‌ها به استخوان‌ها این امکان را می‌دهد. / ب) با تخریب بخش صیقلی غضروف‌ها / ج (فضای درونی وسیع‌تری دارد. / د) اسفنجی / ر (هیچ کدام / ز) متحرک / س (۱۲ مهره / ش) به سمت جلویی بدن (سمت شکمی) / ص (۸ عدد و در دو ردیف قرار گرفته‌اند.
- ۶ الف (کمبود ویتامین D، کمبود کلسیم، مصرف دخانیات و الکل / ب) خیر / ج (استخوان گیجگاهی و فک پایین / د) خیر / ر (آهیانه / ز) گونه‌ای و پیشانی / س (خیر / ش) دو استخوان گیجگاهی با دو استخوان آهیانه / ص (پس سری
- ۷ الف (زیاد / ب) واحدهای سازنده اکتین / ج (زند زبرین / د) بازو و کتف / ر (دلتایی / ز) سینه‌ای / س (کتف / ش) زند زیرین
- ۸ الف (لولایی / ب) مایع مفصلی و سطح صیقلی غضروف
- ۹ الف (ثابت / ب) افزایش / ج (ثابت / د) افزایش / ر (افزایش / ز) ثابت / س (تغییر می‌کند / ش) افزایش
- ۱۰ الف (دوزنقه‌ای / ب) سرینی / ج (ماهیچه‌های چهار سر و دو سر ران / د) درشت نی و نازک نی / ر (درشت نی / ز) دوزنقه‌ای و دلتایی / س (در بازو دو سر با سه سر، در ران دو سر با چهار سر متقابل است. / ش) به سمت خط Z (بیرون سارکومر)