



حرکت که یکی از مهم‌ترین و شاخص‌ترین ویژگی‌های جانوران، موضوعیه که تو این فصل در موردش صحبت می‌کنیم.

گفتار ۱ به بررسی یکی از اجزای دستگاه حرکتی، یعنی اسکلت، می‌پردازه؛ ابتدا دربارهٔ اعمالی که استخوان‌ها در بدن انجام می‌دن گفت‌وگو می‌شه و بعد در مورد انواع استخوان‌ها، که می‌شه گفت مهم‌ترین بخش این گفتاره مطالبی را می‌خونیم. سپس چند خطی دربارهٔ فرایند تشکیل و تخریب استخوان خوانده و در پایان این گفتار هم انواع مفصل‌ها و ساختارشان رو می‌شناسیم که از این قسمت در امتحانات نوبت اول و دوم مدارس سؤالات زیادی مطرح می‌شه.

در گفتار ۲ به سراغ دومین بخش دستگاه حرکتی می‌ریم که بدون آن، استخوان‌ها توانایی حرکت ندارند و آن چیزی نیست به جز ماهیچه‌ها. ساختار ماهیچه اسکلتی که در ابتدای گفتار مطرح شده، مهم‌ترین قسمت این گفتار یا حتی این فصله که توجه ویژه شما دانش‌آموزان رو می‌طلبه. بعد از این‌که فهمیدی، خط  $Z$ ، سارکومر و ... چی هستن می‌ریم سراغ مکانیسم انقباض ماهیچه و تأمین انرژی برای انقباضش و در ادامه با انواع تار ماهیچه‌ای (کند و تند) آشنا می‌شیم.

در پایان هم نگاهی داریم به انواع روش‌های حرکتی در جانوران مختلف و نوع اسکلت‌های متفاوتی که دارن. این فصل شامل واژه‌ها، تعاریف‌ها و گزاره‌های مرتبط با هم زیادیه و تو هم قراره خوب یادشون بگیری پس، پیشنهاد می‌کنم یه سری به سؤالات بخش عبارت‌های مرتبط در پرسش‌نامه بزنی تا اگه تو امتحانات مدرسه ازشون سؤال اومد بتونی از عهده‌ش بر بیای.

## استخوان‌ها و اسکلت

**استخوان‌ها** بخشی از اسکلت انسان را تشکیل می‌دهند.

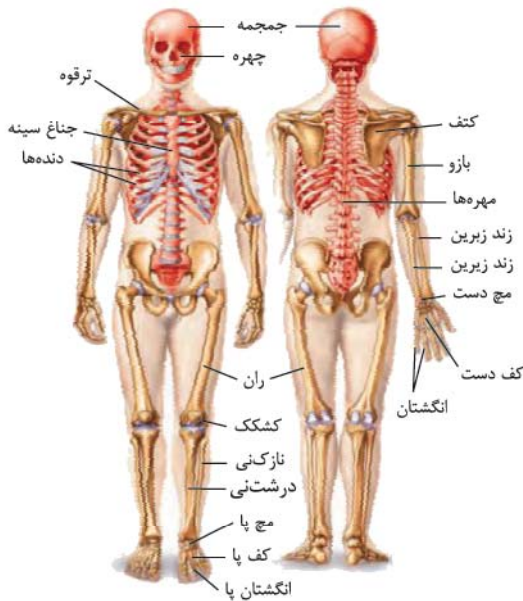
**اسکلت انسان** شامل دو بخش **محوری** و **جانبی** است.

**اسکلت محوری:** همان‌گونه که از نام آن مشخص است محور بدن را تشکیل می‌دهد و از ساختارهایی مانند مغز و قلب حفاظت می‌کند. گرچه بخش‌هایی از اسکلت در جویدن، شنیدن، صحبت کردن و حرکات بدن نیز نقش دارند.

**اسکلت جانبی:** استخوان‌های دست و پا از اجزای آن بوده و نسبت به اسکلت محوری در حرکت بدن، بیشتر نقش دارند.

### از شکل‌چی می‌فهمیم؟!

- 1 استخوان‌هایی که فقط از نمای روبه‌رو قابل مشاهده‌اند: جناغ سینه، کشکک، کف پا، انگشتان پا، چهره
- 2 استخوان‌هایی که فقط از نمای پشت قابل مشاهده‌اند: مهره‌ها
- 3 بیشتر استخوان‌ها را می‌توان از نمای روبه‌رو مشاهده کرد.
- 4 دوازده جفت دنده در انسان وجود دارد که از پشت به ستون مهره و از جلو به جناغ متصل‌اند.
- 5 دنده شماره ۱ الی ۷ هر کدام به وسیله یک غضروف مستقل به جناغ متصل‌اند. بین غضروف دنده شماره ۶ و ۷ ارتباط غضروفی وجود دارد. دنده‌های ۸، ۹ و ۱۰ به هم پیوسته و از طریق اتصال با غضروف دنده ۷ به جناغ متصل می‌شوند. دنده‌های شماره ۱۱ و ۱۲ نیز آزادند و به جناغ متصل نیستند ولی به ستون مهره‌ها اتصال دارند.
- 6 از نمای روبه‌رو، بیشتر زند زبرین قابل مشاهده است.
- 7 از نمای روبه‌رو، نازک‌نی در سمت خارج پا وجود دارد.
- 8 از نمای پشت، استخوان زند زبرین در سمت خارج دست دیده می‌شود.
- 9 در محل اتصال دنده به ستون مهره غضروف وجود ندارد.
- 10 قسمت اصلی استخوان کتف از نمای پشت، قابل مشاهده است.



### اعمال استخوان‌ها

استخوان‌ها نه تنها از اندام‌های بدن حفاظت و پشتیبانی می‌کنند بلکه اعمال دیگری هم انجام می‌دهند، مثلاً استخوان‌ها به کمک ماهیچه‌ها، موجب حرکت بدن شده و یا استخوان‌های کوچک گوش، در شنیدن دقیق مؤثرند.

وظیفه	توضیح	مثال
پشتیبانی	استخوان‌ها شکل بدن را تعیین کرده و چارچوبی را می‌سازند تا اندام‌ها بر روی آن مستقر شوند.	در حالت‌های ایستاده یا نشسته، همه اندام‌ها روی هم نیفتند! و هر کدام سر جای خود ثابت مانده و به فعالیت خود ادامه دهند.
حرکت	اتصال ماهیچه‌های اسکلتی به استخوان‌ها و انقباض آن‌ها باعث انتقال نیروی ماهیچه به استخوان و حرکت آن می‌شود.	حرکت استخوان ساعد دست و ساق پا
حفاظت اندام‌های درونی	اسکلت استخوانی، بخش‌های حساسی مانند نخاع، قلب، مغز و شش‌ها را حفاظت می‌کند.	_____
تولید یاخته‌های خونی	بسیاری از استخوان‌ها، مغز قرمز دارند که این بافت، سلول‌های خونی را تولید می‌کند.	تولید گلبول‌های قرمز از مغز قرمز استخوان ران
ذخیره مواد معدنی	استخوان‌ها، محل ذخیره مواد معدنی مانند فسفات و کلسیم هستند.	_____
کمک به شنیدن، تکلم و جویدن	استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن و استخوان‌های آرواره در تکلم و جویدن نقش دارند.	_____



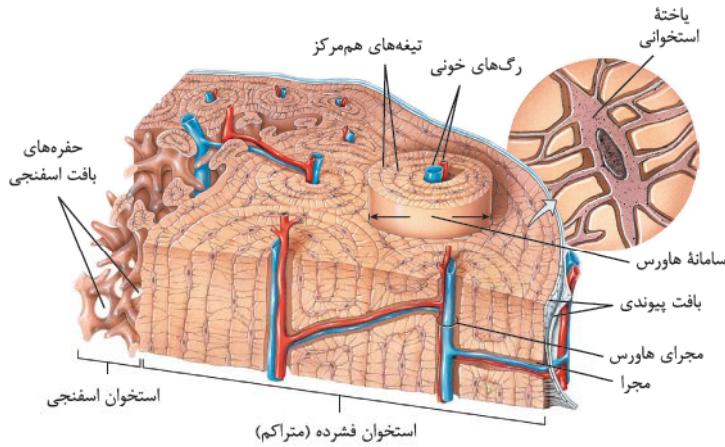
## انواع استخوان

### اشکال مختلف استخوان‌ها



استخوان‌های بدن، اندازه‌های متفاوتی دارند، از استخوان‌های کوچک گوش میانی تا استخوان بزرگ لگن.

## ساختار استخوان



ساختار بخشی از تنه یک استخوان دراز و اجزای آن

هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفنجی تشکیل شده است که میزان و محل قرارگیری هر نوع بافت استخوانی در استخوان‌های مختلف، متفاوت است.

**بافت استخوانی فشرده:** این بافت، در طول استخوان ران به صورت واحدهایی به نام **سامانه هاورس** قرار می‌گیرد.

این سامانه به صورت استوانه‌هایی هم‌مرکز از یاخته‌های استخوانی هستند که توسط ماده زمینه‌ای احاطه شده‌اند.

ماده زمینه‌ای از پروتئین‌هایی مانند کلاژن و مواد معدنی تشکیل شده است.

اعصاب و رگ‌ها، درون مجرای مرکزی هر سامانه، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند.

سطح خارجی استخوان ران، توسط بافت پیوندی احاطه شده و رگ‌ها و اعصاب از راه مجراهایی به بیرون ارتباط دارند.

### از شکل چی می‌فهمیم؟!

1 در اطراف مجرای مرکزی استخوان دراز، بافت اسفنجی دیده می‌شود.

2 یاخته استخوانی انشعابات زیادی درون ماده زمینه‌ای دارد.

3 مجرای مرکزی هر استوانه به هم راه داشته که درون آن رگ‌های خونی نیز مشاهده می‌شود.

### یه چیز مهم

سطح درونی تنه استخوان ران، دارای بافت اسفنجی است.

**بافت استخوانی اسفنجی:** دو انتهای برآمده استخوان ران، توسط بافت اسفنجی، پُر شده است. در بافت استخوانی اسفنجی، تیغه‌های استخوانی

به صورت نامنظم قرار گرفته‌اند. بین تیغه‌ها، حفره‌هایی وجود دارد که توسط رگ‌ها و مغز استخوان پُر شده‌اند.

مغز استخوان، بخش نرمی است که درون استخوان را پُر می‌کند.

مغز قرمز، فضای درون استخوان اسفنجی را پر می‌کند و محل تشکیل سلول‌های خونی است.

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

## سؤال‌های امتحانی

### پرسش‌های جای خالی

- ۱- اسکلت ..... از ساختارهایی مانند مغز و قلب حفاظت می‌کند.
- ۲- استخوان‌های ستون مهره‌ها از نوع ..... هستند.
- ۳- طول استخوان ران از بافت استخوانی ..... و سطح درونی تنه این استخوان از بافت استخوانی ..... تشکیل یافته است.
- ۴- در کم‌خونی شدید، مغز ..... استخوان می‌تواند به مغز ..... استخوان تبدیل شود.
- ۵- اعصاب و ..... موجود در سامانه‌های هاورس، ارتباط بافت زنده را با بیرون برقرار می‌کنند.

### عبارت‌های مرتبط

۶- در جدول زیر هر یک از گزاره‌ها با یکی از واژه‌ها، ارتباط منطقی دارد. شماره واژه مرتبط را داخل  بنویسید. (یک واژه اضافی است).

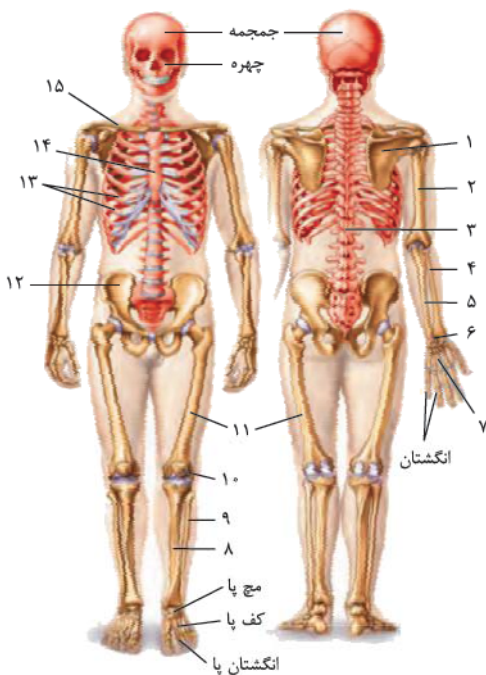
گزاره	واژه
<input type="checkbox"/> الف) جزء استخوان‌های کوتاه محسوب می‌شود.	۱- سامانه هاورس
<input type="checkbox"/> ب) بافت استخوانی فشرده را تشکیل می‌دهد.	۲- مغز زرد
<input type="checkbox"/> پ) در ماده زمینه‌ای استخوانی وجود دارد.	۳- ستون مهره
<input type="checkbox"/> ت) جزء استخوان‌های نامنظم است.	۴- استخوان مچ
<input type="checkbox"/> ث) انتهای برآمده استخوان‌های دراز را پر می‌کند.	۵- کلاژن
	۶- بافت اسفنجی

### پرسش‌های درست-نادرست

- ۷- هر استخوان از دو نوع بافت اسفنجی و فشرده تشکیل شده است.
- ۸- بخشی از اسکلت جانبی در صحبت کردن نقش دارد.
- ۹- استخوان‌های درشت‌نی و نازک‌نی جزء اسکلت جانبی هستند.
- ۱۰- استخوان‌های کوچک گوش همانند استخوان‌های آرواره در تکلم نقش دارند.
- ۱۱- استخوان جمجمه حاوی مغز قرمز است.
- ۱۲- مجرای مرکزی استخوان دراز از مغز زرد پر شده است.

### پرسش‌های تصویری

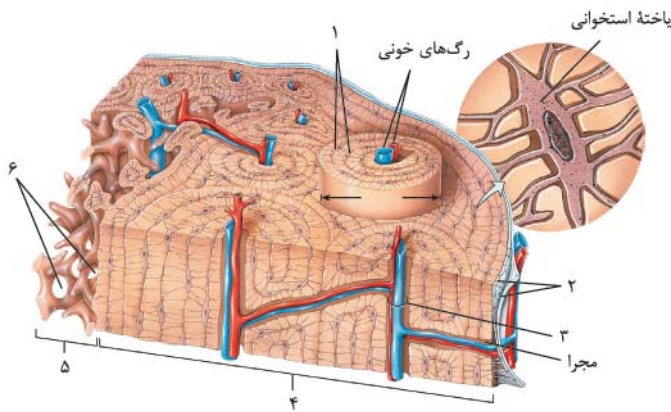
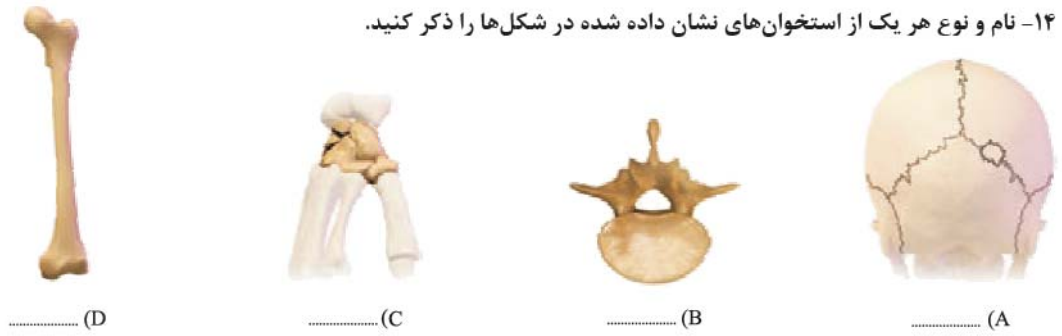
۱۳- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.  
الف) قسمت‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.



- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| ..... ۱  | ..... ۲  | ..... ۳  |
| ..... ۴  | ..... ۵  | ..... ۶  |
| ..... ۷  | ..... ۸  | ..... ۹  |
| ..... ۱۰ | ..... ۱۱ | ..... ۱۲ |
| ..... ۱۳ | ..... ۱۴ | ..... ۱۵ |

ب) برای هر کدام از انواع استخوان، یک مثال از شکل انتخاب کنید.  
پ) کدام استخوان‌ها از نخاع محافظت می‌کنند؟

۱۴- نام و نوع هر یک از استخوان‌های نشان داده شده در شکل‌ها را ذکر کنید.



۱۵- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) قسمت‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.

- ۱- ..... -۲
- ۲- ..... -۳
- ۳- ..... -۴
- ۴- ..... -۵
- ۵- ..... -۶

ب) شکل مربوط به چه نوع استخوانی است؟

پ) مغز قرمز استخوان در کدام قسمت دیده می‌شود؟

### پرسش‌های تشریحی

۱۶- اشکال مختلف استخوان‌ها را نام ببرید.

۱۷- دو نمونه از ترکیبات موجود در مادهٔ زمینه‌ای سامانه‌های هاورس را نام ببرید.

۱۸- سطح خارجی استخوان‌های دراز توسط کدام بافت احاطه شده است؟

۱۹- بخش‌های مختلف اسکلت بدن انسان را نام برده و برای هر یک، مثالی بزنید.

۲۰- چهار مورد از وظایف اسکلت استخوانی را در انسان، ذکر کنید.

۲۱- دربارهٔ انواع بافت استخوانی به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) انواع بافت استخوانی را نام ببرید.

ب) ساخت یاخته‌های خونی به عهدهٔ کدام‌یک از بافت‌های استخوانی است؟

پ) کدام نوع بافت فضای بین سلولی بیشتری دارد؟

ت) موقعیت انواع بافت استخوانی را در یک استخوان دراز، تعیین کنید.

۲۲- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) مادهٔ زمینه‌ای بافت استخوانی توسط چه بخشی از استخوان ساخته می‌شود؟

ب) اجزای سامانهٔ هاورس را نام ببرید.

۲۳- در بافت استخوانی اسفنجی تیغه‌های استخوانی به چه شکل قرار گرفته‌اند و فضای بین آن‌ها را چه چیزی پر می‌کند؟

### پرسش‌های چندگزینه‌ای

۲۴- استخوان‌ها دارای مغز قرمز هستند.

۲۵- استخوان‌های بدن انسان به ..... شکل مختلف دیده می‌شوند.

۲۶- مغز .....، فضای درون استخوان اسفنجی را پر می‌کند.

۲۷- در مورد اسکلت جانبی بدن انسان کدام گزینه نادرست است؟

(۱) در حرکت بدن نقش دارد.

(۳) در شنیدن صداها تأثیری ندارد.

(۲) استخوان‌های میچ و بند انگشت جزء این اسکلت هستند.

(۴) دخالتی در خون‌سازی ندارد.

- همه
- بسیاری از
- سه
- چهار
- زرد
- قرمز



۲۸- در مورد استخوان دراز کدام گزینه درست است؟

- (۱) توسط یک لایه بافت پیوندی احاطه شده است.
- (۲) تنه این استخوان‌ها فقط از بافت فشرده تشکیل شده و دو انتهای آن دارای بافت اسفنجی است.
- (۳) مجاری هاورس از طریق کانال‌هایی با یکدیگر در ارتباط هستند.
- (۴) با اتصال به ماهیچه صاف در حرکات بدن نقش دارد.

۲۹- مغز زرد استخوان ..... مغز قرمز استخوان .....

- (۱) همانند - بخش نرمی است که درون استخوان را پر می‌کند
- (۲) برخلاف - چربی کمی دارد
- (۳) همانند - قابلیت تبدیل شدن به یکدیگر را دارند
- (۴) برخلاف - حاوی سلول‌های بنیادی خون‌ساز است

## تشکیل و تخریب استخوان‌ها

### تشکیل استخوان

- در دوران جنینی استخوان‌ها از بافت‌های نرمی تشکیل می‌شوند و به تدریج با افزودن نمک‌های کلسیم، سخت می‌شوند.
- تا اواخر سن رشد یاخته‌های استخوانی، ماده زمینه‌ای ترشح می‌کنند ← توده استخوانی و تراکم آن افزایش پیدا می‌کند.
- با افزایش سن یاخته‌های استخوانی کم‌کار شده و توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا می‌کند.

- یه چیز مهم! در اثر فعالیت بدنی مانند ورزش، یا با افزایش وزن، استخوان‌ها ضخیم، متراکم‌تر و محکم‌تر می‌شوند.
- استخوان‌هایی که کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند ظریف‌تر می‌شوند.
- مشابه این حالت در فضاوردان دیده می‌شود که در محیط بی‌وزنی، تراکم استخوانشان کاهش می‌یابد.

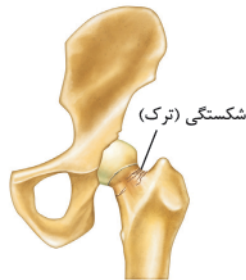
### فعالیت ۱

پاسخ: سلول‌ها، رشته‌ها و ماده زمینه‌ای بخش سلولی

### تخریب استخوان

#### عوامل تخریب عبارت‌اند از:

- در اثر حرکات معمول بدن: استخوان‌های بدن به طور پیوسته، دچار شکستگی‌های میکروسکوپی می‌شوند.
- در اثر صدمات: شکستگی‌های دیگر می‌توانند ناشی از ضربه یا برخورد باشند. در این حالت، یاخته‌های نزدیک محل شکستگی، یاخته‌های جدید استخوانی می‌سازند ← بهبود آسیب‌دیدگی پس از چند هفته.



تصویر رادیوگرافی از استخوان شکسته ران

شکستگی ناشی از صدمه در سر استخوان ران

بیماری پوکی استخوان: تخریب استخوانی افزایش می‌یابد ← استخوان‌ها ضعیف و شکننده می‌شوند.



استخوان طبیعی



استخوان مبتلا به پوکی

مقایسه استخوان طبیعی با استخوان دچار پوکی

یه چیز مهم! تراکم توده استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان‌ها است و کاهش

آن باعث پوکی استخوان می‌شود.

**په سوال خوب!** په عواملی و ډولونه موږ پروژ پوکي استفوان می‌شن؟

**په جواب بهتر!** کمبود ویتامین D و کلسیم غذا و نیز مصرف نوشیدنی‌های الکلی و دخانیات، به علت جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها، باعث بروز پوکی استخوان در مردان و زنان می‌شوند.

**په چیز مهم!** اختلال در ترشح بعضی هورمون‌ها و مصرف نوشابه‌های گازدار نیز در کاهش تراکم استخوان نقش دارند.

## فعالیت ۲

**پاسخ:** ۱ رسم نمودار بر عهده دانش‌آموزان عزیز ۲ مردان ۳ مردان

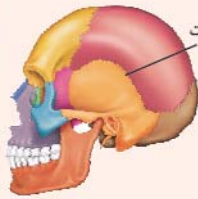
## مفصل‌ها

به محل اتصال استخوان‌ها با هم، مفصل می‌گویند.

### انواع مفصل عبارت‌اند از

**مفصل ثابت:** در بعضی مفصل‌ها، استخوان‌ها حرکت نمی‌کنند مثل مفصل استخوان‌های جمجمه. استخوان جمجمه از چندین استخوان تشکیل شده که لبه‌های دنداندار آن‌ها در هم فرورفته و محکم شده‌اند.

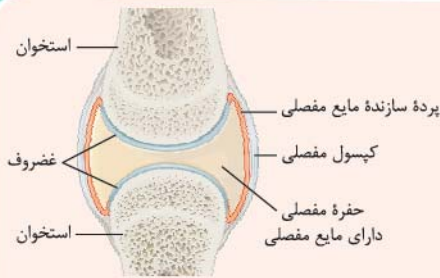
### از شکل چی می‌فهمیم؟!



- ۱ از نمای نیم‌رخ استخوان‌هایی در ناحیه سر و صورت دیده می‌شوند که اکثر آن‌ها با هم به صورت مفصل ثابت متصل هستند و فقط استخوان فک (آرواره پایین) متحرک می‌باشد.
- ۲ در اطراف کاسه چشم ۵ استخوان مختلف دیده می‌شود.

**مفصل متحرک:** در بیشتر مفصل‌ها، استخوان‌ها توانایی حرکت دارند. سر استخوان‌ها در محل این مفصل‌ها، توسط بافت غضروفی پوشیده شده است مثل مفصل‌های زانو و انگشتان.

### از شکل چی می‌فهمیم؟!

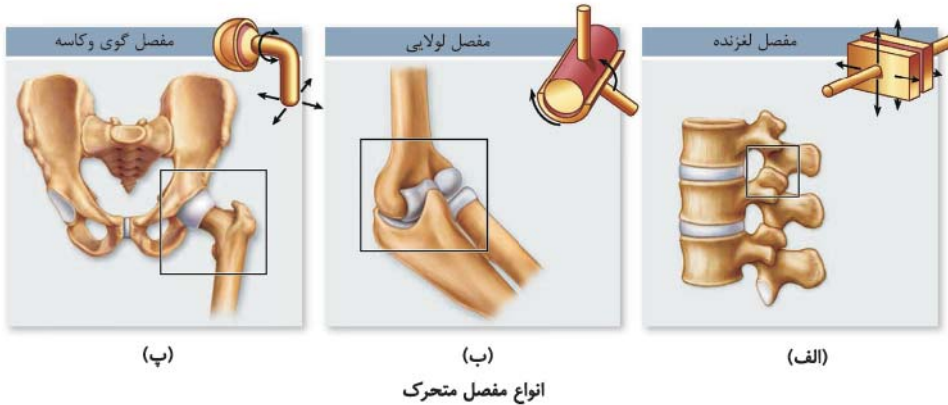


- ۱ مایع مفصلی با کیسول مفصلی ارتباط ندارد.
- ۲ کیسول مفصلی در محل مفصل به دو استخوان متصل می‌باشد و با غضروف روی استخوان ارتباطی ندارد.
- ۳ کیسول سازنده مایع مفصلی به هر دو استخوان در محل مفصل متصل است.

- ۱- کیسول مفصلی: از جنس بافت پیوندی رشته‌ای است که دو سر استخوان‌ها را در محل مفصل احاطه می‌کند.
- ۲- مایع مفصلی: مایعی لغزنده که درون کیسول مفصلی را پر می‌کند.
- ۳- سطح صیقلی غضروف: به همراه مایع مفصلی، سبب امکان لیز خوردن استخوان‌های مجاور هم، در طی سالیان زیادی می‌شود ← باعث می‌شود دو سر استخوان‌های درون یک مفصل اصطکاک چندانی نداشته باشند!
- ۴- رباط‌ها: بافت پیوندی رشته‌ای محکمی است که استخوان‌ها را به هم متصل می‌کند.

**په چیز مهم!** علاوه بر کیسول مفصلی، رباط‌ها و زردپی‌ها نیز به کنار یکدیگر مانند استخوان‌ها کمک می‌کنند.

انواع مفصل متحرک: گوی - کاسه‌ای، لولایی و لغزنده



انواع مفصل متحرک

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 ایجاد بیماری‌های مفصلی شود.

## سؤال‌های امتحانی

### پرسش‌های جای خالی

- ۳۰- مفصل بین استخوان‌های ستون مهره از نوع ..... است.
- ۳۱- کپسول مفصلی، زردپی و رباط، همگی از نوع بافت ..... هستند.
- ۳۲- کمبود ..... و کلسیم غذا همانند مصرف نوشیدنی‌های الکلی از رسوب کلسیم در استخوان‌ها جلوگیری می‌کند.
- ۳۳- در مفصل‌های متحرک بر خلاف مفصل‌های ثابت، سر استخوان‌ها در محل مفصل، ..... است.
- ۳۴- یاخته‌های استخوانی تا اواخر سن رشد، مادهٔ زمینه‌ای ترشح کرده و موجب افزایش ..... و تراکم آن می‌شوند.
- ۳۵- تراکم تودهٔ استخوانی از عوامل مهم استحکام استخوان‌هاست و کاهش آن باعث ..... می‌شود.

### عبارت‌های مرتبط

۳۶- در جدول زیر هر یک از گزاره‌ها با یکی از واژه‌ها، ارتباط منطقی دارد. شمارهٔ واژهٔ مرتبط را داخل  بنویسید. (یک واژه اضافی است.)

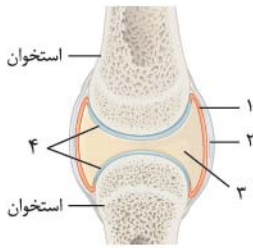
واژه	گزاره
۱- مفصل گوی و کاسه	<input type="checkbox"/> الف) موجب جلوگیری از رسوب کلسیم در استخوان‌ها می‌شود.
۲- ویتامین D	<input type="checkbox"/> ب) از جنس بافت پیوندی رشته‌ای است.
۳- مفصل ثابت	<input type="checkbox"/> پ) به افزایش تراکم استخوان کمک می‌کند.
۴- کپسول مفصلی	<input type="checkbox"/> ت) در تمام جهات توانایی حرکت دارد.
۵- نوشیدنی الکلی	<input type="checkbox"/> ث) انتهای برآمدهٔ استخوان‌های دراز را پر می‌کند.
۶- مجموعه	

### پرسش‌های درست-نادرست

- ۳۷- در انسان بعد از سن رشد، فعالیت یاخته‌های استخوانی متوقف می‌شود.
- ۳۸- در طی حرکات معمول بدن، در استخوان‌ها هیچ گونه شکستگی رخ نمی‌دهد.
- ۳۹- مفصل همهٔ استخوان‌های سر انسان، از نوع مفصل ثابت است.
- ۴۰- مهره‌های ستون فقرات، جزء استخوان‌های نامنظم بوده و مفصل بین آن‌ها مفصل ثابت است.
- ۴۱- بخش غضروفی سر استخوان‌ها در محل مفصل، قابلیت ترمیم خود را دارد.



پرسش‌های تصویری



۴۲- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) قسمت‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.

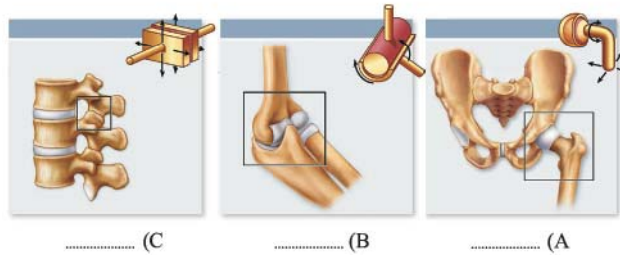
- ۱- .....  
 ۲- .....  
 ۳- .....  
 ۴- .....

ب) کدام شماره از جنس بافت پیوندی رشته‌ای است؟

پ) کدام شماره‌ها سبب کاهش اصطکاک استخوان‌ها می‌شوند؟

ت) کدام شماره به کنار هم ماندن استخوان‌ها کمک می‌کنند؟

۴۳- نوع مفصل موجود در هر کدام از شکل‌ها را ذکر کنید.



پرسش‌های تشریحی

۴۴- بخش صیقلی غضروف‌ها در محل مفاصل در اثر چه عواملی ممکن است تخریب شود؟

۴۵- نوع مفصل را در هر یک از موارد زیر تعیین کنید:

الف) مفصل آرنج

ب) مفصل ران با لگن

۴۶- تغییرات میزان توده استخوانی را از دوران جنینی تا میانسالی مختصراً شرح دهید.

۴۷- علت شکستگی‌های میکروسکوپی چیست؟

۴۸- چرا افرادی که دچار پوکی استخوان هستند، نباید دخانیات مصرف کنند؟

۴۹- درباره مفصل‌ها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) دو عامل کاهنده اصطکاک استخوان‌ها در محل مفصل‌ها را نام ببرید.

ب) نقش کپسول مفصلی چیست؟

۵۰- چگونگی بهبود یافتن استخوان را پس از شکستگی شرح دهید.

پرسش‌های چندگزینه‌ای

۵۱- در ..... مفصل‌ها، استخوان‌ها در محل مفصل حرکت نمی‌کنند.

- بسیاری       بعضی

۵۲- مفصل بین استخوان‌های جمجمه از نوع ..... است که لبه‌های ..... این استخوان‌ها در هم فرورفته‌اند.

- ثابت / دنداندار       لغزنده / صاف

۵۳- چند مورد از جملات زیر درست است؟

الف) همه شکستگی‌های استخوانی با درد همراه است.

ب) چگالی استخوان‌ها در فضا نوردان کاهش می‌یابد.

پ) میزان توده استخوانی با سن افراد رابطه مستقیم دارد.

ت) برخی از شکستگی‌های استخوانی همواره در حال رخ دادن است.

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

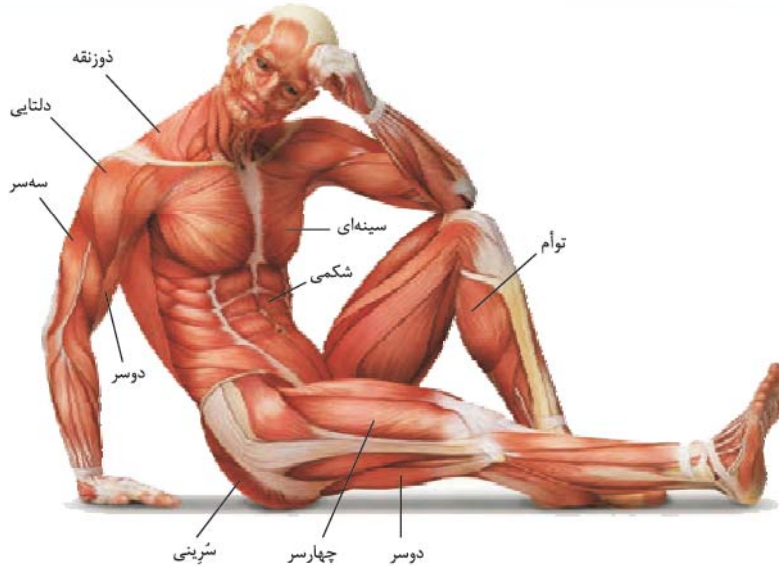
۵۴- کدام گزینه از لحاظ ساختار بافتی با سایر گزینه‌ها تفاوت دارد؟

- ۱) کپسول مفصلی      ۲) غضروف سر استخوان      ۳) زردپی      ۴) رباط

## ماهیچه و حرکت

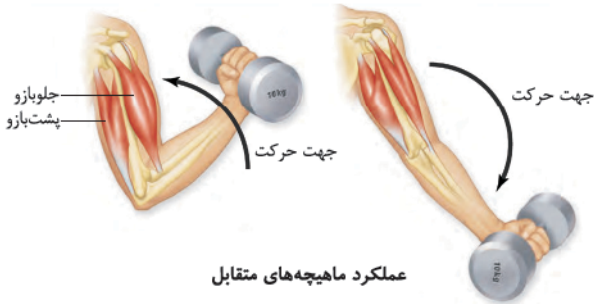
### عملکرد ماهیچه‌های اسکلتی متقابل

**یادگیری مهم:** بدن انسان بیش از ۶۰۰ ماهیچه اسکلتی دارد که بسیاری از حرکات در نتیجه انقباض‌های آن‌ها است.



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



عملکرد ماهیچه‌های متقابل

بسیاری از ماهیچه‌های اسکلتی به صورت جفت عمل کرده و موجب حرکات اندام‌ها می‌شوند.

از آنجایی که ماهیچه‌ها فقط قابلیت انقباض دارند ← انقباض هر ماهیچه، فقط می‌تواند استخوانی را در جهت خاص بکشد ولی آن ماهیچه نمی‌تواند استخوان را به حالت قبل برگرداند ← این وظیفه بر عهده ماهیچه متقابل آن است.

**مثال:** ماهیچه روی (جلوی) بازو می‌تواند ساعد را به سمت جلو یا بالا بیاورد ولی نمی‌تواند آن را به حالت قبل برگرداند ← این کار توسط ماهیچه عقب (پشت) بازو انجام می‌شود.

**یادگیری مهم:** وقتی که یکی از جفت ماهیچه‌های متقابل در حال انقباض باشد ماهیچه دیگر در حالت استراحت است.

**په سوال خوب!** کرم ماهیچه‌های اسکلتی در بدن انسان وجود دارند که به استخوان متصل نیستند؟

**په جواب بهتر!!** از آنجایی که همه ماهیچه‌های اسکلتی باعث حرکت استخوان نمی‌شوند ← ماهیچه‌هایی هم هستند که به استخوان متصل نبوده و در حرکت استخوان‌ها نقشی ندارند: ماهیچه دیافراگم، دریچه (بنداره) خارجی مخرج و مثانه، ماهیچه پلک‌ها و ماهیچه‌های حرکت‌دهنده کره چشم.

اگرچه ماهیچه‌های اسکلتی تحت کنترل ارادی هستند ولی بعضی از آن‌ها به طور غیرارادی هم منقبض می‌شوند؛ انقباض ماهیچه‌ها در اثر انعکاس نمونه‌ای از این انقباض‌ها است.

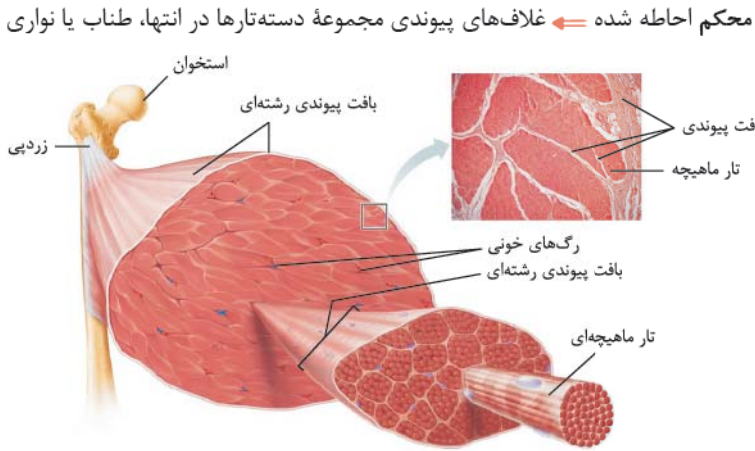
ماهیچه‌ها با انقباض خود، در حفظ شکل و حالت بدن و نیز ایجاد حرارت مؤثر هستند.

وظیفه	توضیح	مثال
انجام حرکات ارادی	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها موجب انجام حرکات ارادی می‌شوند.	ماهیچه بازو - ماهیچه ران
کنترل دریچه‌های بدن	ماهیچه‌های اسکلتی نوعی کنترل ارادی برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.	دریچه خارجی مخرج و مثانه
حفظ حالت بدن	ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود موجب متصل شدن استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم و ایستاده می‌شوند.	ماهیچه گردن ماهیچه‌های قفسه سینه ماهیچه‌های ستون مهره‌ها
ارتباطات	ماهیچه‌های اسکلتی با کمک به سخن‌گفتن، نوشتن یا رسم شکل و ایجاد حالات مختلف چهره، در برقراری ارتباط ایفای نقش می‌کنند.	ماهیچه‌های انگشتان دست ماهیچه‌های صورت
حفظ دمای بدن	ایجاد گرمای زیاد در جهت حفظ دمای مناسب بدن که در اثر فعالیت‌های سوخت و ساز در یاخته‌های ماهیچه‌ای حاصل می‌شود.	اغلب ماهیچه‌های بدن

### ساختار ماهیچه اسکلتی

یک ماهیچه اسکلتی → چند دسته تار ماهیچه‌ای → یک دسته تار ماهیچه‌ای → تعدادی یاخته (تار) ماهیچه‌ای

دسته‌تارهای ماهیچه‌ای با غلافی از بافت پیوندی رشته‌ای محکم احاطه شده ← غلاف‌های پیوندی مجموعه دسته‌تارها در انتها، طناب یا نواری محکم به نام زردپی را می‌سازند ← زردپی‌های دو انتهای ماهیچه به استخوان‌های مختلف متصل می‌شوند ← با انقباض ماهیچه، دو استخوان به طرف هم کشیده می‌شوند.



ساختار ماهیچه اسکلتی

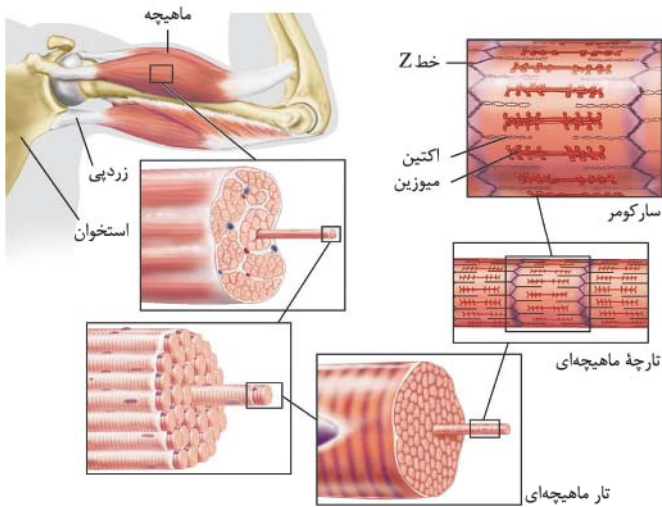
ماهیچه‌ها به صورتی به استخوان متصل می‌شوند که معمولاً با تغییر کوچکی در طول ماهیچه، استخوان به اندازه زیادی جابه‌جا می‌شود.

**مثال:** در ازای کوتاه‌شدن یک سانتی‌متر ماهیچه جلوی بازو، ساعد دست به اندازه زیادی جابه‌جا می‌شود.

#### از شکل چی می‌فهمیم؟!

- در اطراف هر ماهیچه و در اطراف هر دسته‌تار ماهیچه‌ای بافت پیوندی رشته‌ای قرار دارد.
- در اطراف هر تار ماهیچه‌ای، غشا وجود دارد.
- چندین تار ماهیچه‌ای کنار هم قرار می‌گیرند و اطراف کل آن‌ها را بافت پیوندی رشته‌ای می‌پوشاند به این صورت یک دسته تار ماهیچه‌ای به وجود می‌آید.
- چندین دسته تار ماهیچه‌ای کنار یکدیگر قرار گرفته که اطراف آن‌ها را نیز بافت پیوندی رشته‌ای می‌پوشاند.





اجزای یک تار و تارچه ماهیچه‌ای

### یاخته یا تار ماهیچه‌ای اسکلتی

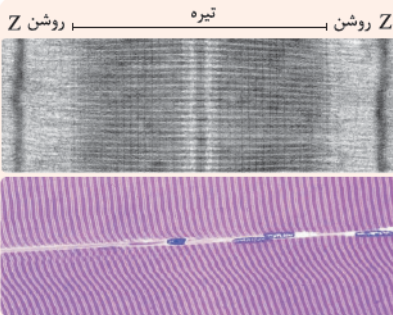
در بررسی یاخته‌های ماهیچه‌ای، هر یک از آن‌ها مانند استوانه‌ای با چندین هسته دیده می‌شوند.  
چون هر یاخته (تار) ماهیچه‌ای، از به هم پیوستن چند یاخته در دوره جنینی ایجاد می‌شود ← هر تار ماهیچه‌ای چند هسته دارد.  
**تار ماهیچه‌ای** درون هر یاخته، تعداد زیادی رشته به نام تارچه ماهیچه‌ای وجود دارد که موازی هم در طول یاخته قرار می‌گیرند.  
**سارکومر**: به واحدهای تکراری سازنده تارچه‌ها، سارکومر می‌گویند که به تار ماهیچه‌ای، ظاهری مخطط (خط‌خط) می‌دهند. در دو انتهای هر سارکومر، خطی به نام خط Z دیده می‌شود.

- علت ظاهر مخطط تار ماهیچه‌ای، وجود دو نوع رشته پروتئینی به نام‌های اکتین و میوزین است که با آرایش خاصی در کنار هم قرار گرفته‌اند.
- رشته‌های اکتین نازک هستند و از یک طرف به خط Z متصل بوده و به درون سارکومر کشیده شده‌اند.
- رشته‌های میوزین، ضخیم و بین رشته‌های اکتین قرار گرفته‌اند.

**په سوال خوب!** بالافره علت تیره و روشن دیده شدن تارهای ماهیچه‌ای چیست؟

**په جواب بهتر!!** خب! بچه‌های عزیز، تا این‌جا یاد گرفتیم که هر یاخته ماهیچه‌ای از اجتماع تعداد زیادی تارچه ماهیچه‌ای و هر تارچه ماهیچه‌ای هم، از پشت سر هم قرار گرفتن واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل می‌شود.  
در هر سارکومر هم، دو نوع رشته پروتئینی نازک (اکتین) و ضخیم‌تر (میوزین) وجود دارد که به شکل و ترتیب خاصی قرار گرفته‌اند، به طوری که در وسط هر سارکومر، هر دو رشته اکتین و میوزین به صورت یک در میان و در دو انتهای سارکومر فقط رشته‌های نازک اکتین مرتب شده‌اند ← به همین علت، بخش میانی سارکومر تیره‌رنگ و دو بخش انتهایی آن روشن دیده می‌شوند ← بنابراین شکل ظاهری تارچه و سپس تارهای ماهیچه‌ای هم تیره و روشن (خط‌خط) به نظر می‌آید.

### از شکل چی می‌فهمیم؟!



- در دو طرف هر خط Z، نوار روشن دیده می‌شود.
- بین دو نوار روشن، یک نوار تیره وجود دارد.
- در وسط نوار تیره یک صفحه روشن (هنسن) وجود دارد.
- در وسط صفحه هنسن یک نوار تیره وجود دارد که به آن خط تیره M می‌گویند.
- در هنگام انقباض یاخته عضلانی صفحه هنسن ناپدید می‌گردد.
- در قسمت‌های تیره، اکتین و میوزین و در قسمت‌های روشن فقط یک نوع پروتئین وجود دارد.

## سؤال‌های امتحانی

### پرسش‌های جای خالی

- ۵۵- ماهیچه‌های اسکلتی، نوعی کنترل ..... برای دهان، مخرج و پلک‌ها ایجاد می‌کنند.
- ۵۶- انقباض ماهیچه‌های اسکلتی در اثر ..... نمونه‌ای از انقباض غیرارادی این ماهیچه‌هاست.
- ۵۷- هر ماهیچه اسکلتی از چندین دسته ..... تشکیل شده است.
- ۵۸- ظاهر مخطط تار ماهیچه‌ای به دلیل وجود واحدهای تکرارشونده‌ای به نام ..... است.
- ۵۹- در دو انتهای هر سارکومر، خطی به نام ..... دیده می‌شود.

### عبارت‌های مرتبط

۶۰- در جدول زیر هر یک از گزاره‌ها با یکی از واژه‌ها، ارتباط منطقی دارد. شماره واژه مرتبط را داخل  بنویسید. *توجه: (یک واژه اضافی است).*

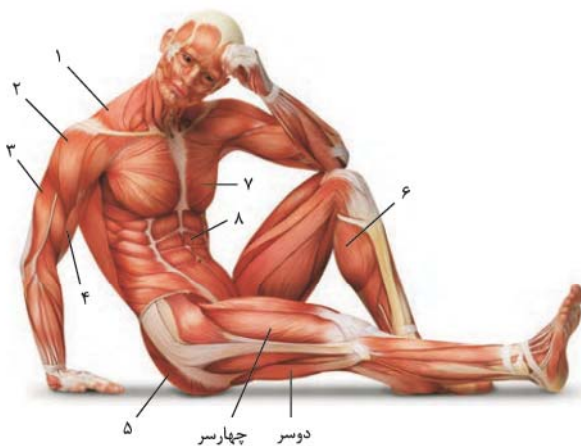
گزاره	واژه
<input type="checkbox"/> الف) درون یاخته ماهیچه‌ای دیده می‌شود.	۱- میوزین
<input type="checkbox"/> ب) رشته‌ای نسبتاً ضخیم	۲- بخش تیره
<input type="checkbox"/> پ) بخشی در میانه سارکومر	۳- تارچه
<input type="checkbox"/> ت) پروتئین رشته‌ای نازک	۴- اکتین
	۵- تار

### پرسش‌های درست-نادرست

- ۶۱- در هر سارکومر، خط Z در وسط منطقه تیره قرار دارد.
- ۶۲- در بخش روشن سارکومر در حالت استراحت فقط پروتئین میوزین وجود دارد.
- ۶۳- هر یاخته ماهیچه‌ای از به هم پیوستن چند یاخته در دوره جنینی ایجاد می‌شود.
- ۶۴- هر دسته تار ماهیچه‌ای، توسط غلافی از بافت پوششی احاطه شده است.
- ۶۵- معمولاً با تغییری کوتاه در طول ماهیچه متصل به استخوان، استخوان نیز فاصله کوتاهی جابه‌جا می‌شود.
- ۶۶- ماهیچه‌ها در حفظ دمای بدن دخالت می‌کنند.

### پرسش‌های تصویری

- ۶۷- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
- الف) قسمت‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.



- ۱- .....
- ۲- .....
- ۳- .....
- ۴- .....
- ۵- .....
- ۶- .....
- ۷- .....
- ۸- .....

ب) کدام شماره در بالا آمدن ساق پا نقش دارد؟

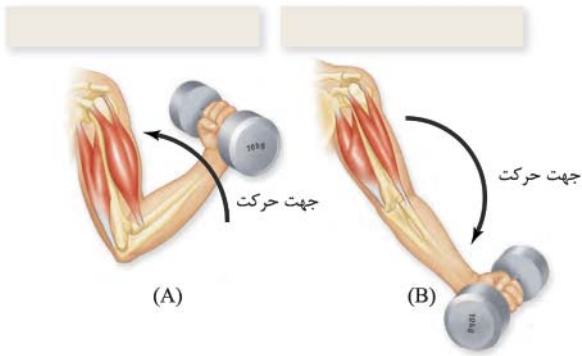
۶۸- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) شکل، مربوط به چیست؟

ب) نام ماهیچه‌های مؤثر در شکل را بنویسید.

پ) مشخص کنید در هر شکل کدام یک از دو ماهیچه، منقبض و

کدام یک در حال استراحت هستند؟



۶۹- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

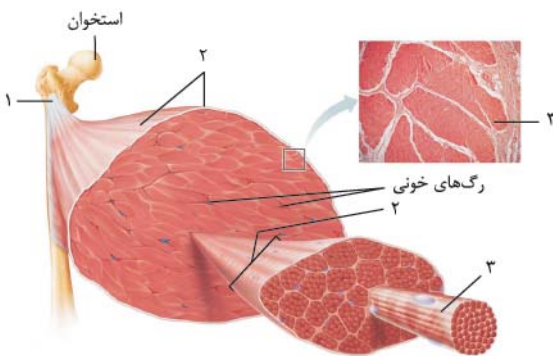
الف) قسمت‌های مشخص شده را نام گذاری کنید.

۱- .....

۲- .....

۳- .....

ب) کدام شماره، دو انتهای ماهیچه را به دو استخوان مختلف وصل می‌کند؟



۷۰- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) شکل، مربوط به چیست؟

ب) قسمت‌های مشخص شده را نام گذاری کنید.

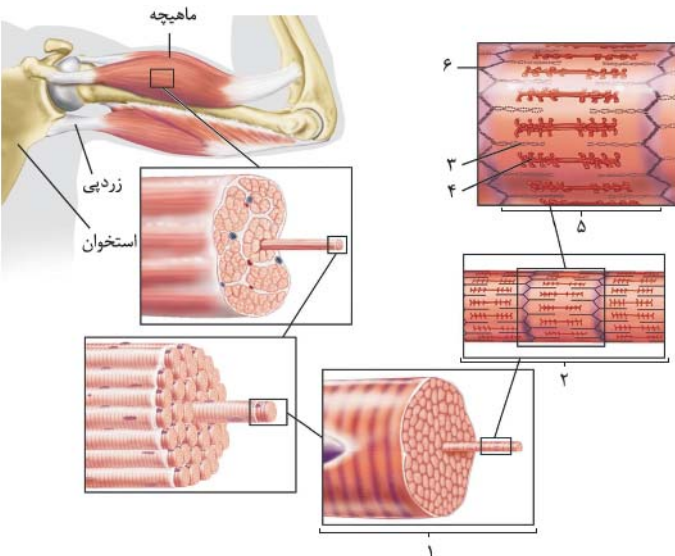
۱- .....

۲- .....

۳- .....

۴- .....

۵- .....



۷۱- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

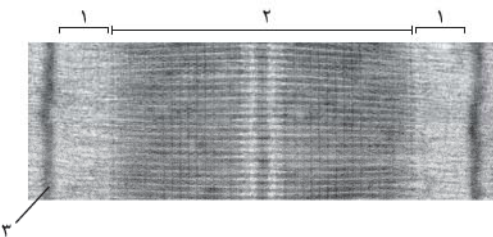
الف) شکل، بیانگر کدام ساختار است؟

ب) قسمت‌های مشخص شده را نام گذاری کنید.

۱- .....

۲- .....

۳- .....







۷۲- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) شکل، مربوط به چیست؟

ب) قسمت‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.

۱- .....  
۲- .....

پ) نقش این ساختار را در انقباض ماهیچه، بیان کنید.

### پرسش‌های تشریحی

۷۳- جنس زردپی از چیست؟

۷۴- چرا معمولاً ماهیچه‌ها به صورت جفت عمل می‌کنند؟

۷۵- چرا سلول‌های ماهیچه اسکلتی چند هسته‌ای هستند؟

۷۶- به پرسش‌های زیر دربارهٔ سارکومر پاسخ دهید:

الف) سارکومر چیست؟

ب) علت مختط‌بودن تصویر میکروسکوپی تارچهٔ ماهیچه‌ای چیست؟

۷۷- دربارهٔ غلاف پوشانندهٔ دسته‌تارهای ماهیچه‌ای به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) غلاف هر دسته‌تار ماهیچه‌ای از چه نوع بافتی است؟

ب) چه رابطه‌ای بین این غلاف‌ها و زردپی‌ها وجود دارد؟

پ) نقش زردپی چیست؟

۷۸- نقش ماهیچه‌های اسکلتی در حفظ حالت بدن را بنویسید.

### پرسش‌های چندگزینه‌ای

۷۹- رشته‌های اکتین ..... هستند و از یک انتها به خط Z متصل‌اند.

۸۰- ..... ماهیچه‌های اسکلتی باعث حرکت استخوان‌ها می‌شوند.

۸۱- بسیاری از ماهیچه‌ها ..... باعث حرکات بدن می‌شوند.

۸۲- کدام گزینه در مورد عملکرد متقابل ماهیچه‌ها نادرست است؟

۱) با انقباض ماهیچهٔ دوسر بازو، ماهیچهٔ چهارسر، استراحت می‌کند.

۲) با انقباض ماهیچهٔ سه‌سر بازو، ماهیچهٔ دوسر بازو، استراحت می‌کند.

۳) هنگام انقباض ماهیچهٔ شکمی، ماهیچهٔ پشتی کشیده می‌شود.

۴) هم‌زمان با انقباض ماهیچهٔ دوسر ران، ماهیچهٔ چهارسر ران، کشیده می‌شود.

۸۳- کدام گزینه، ساختار سارکومر را به درستی بیان می‌کند؟

۱) هر سارکومر از ابتدای یک بخش روشن تا ابتدای بخش روشن بعدی امتداد دارد.

۲) علت تیره‌بودن بخش تیره، وجود رشته‌های نازک در آن است.

۳) بخش روشن در حالت استراحت، فاقد میوزین است.

۴) سارکومر در حد فاصل میان دو بخش تیره قرار دارد.

۸۴- همهٔ ماهیچه‌های اسکلتی .....

۱) به صورت جفت عمل می‌کنند

۲) دارای ظاهری مختط هستند

۳) همواره به طور ارادی منقبض می‌شوند

۴) در حرکات بدن نقش دارند

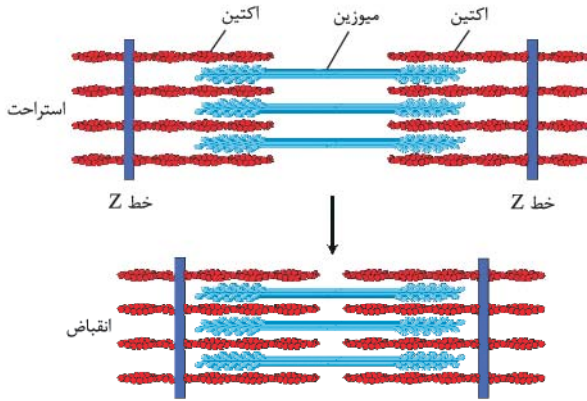
نازک  ضخیم

همه  برخی

به صورت جفت  بدون اتصال به استخوان

## ۴ مکانیسم انقباض ماهیچه

### چگونگی تحریک و مراحل انقباض یاخته ماهیچه‌ای



1 تحریک ناشی از رسیدن پیام از مراکز عصبی، از طریق سیناپس (همایه) ویژه بین نورون و یاخته ماهیچه‌ای، به ماهیچه یاخته‌ای می‌رسد  
 2 آزاد شدن ناقل عصبی از پایانه یاخته عصبی → اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در سطح یاخته ماهیچه‌ای → ایجاد یک موج تحریکی در طول غشای یاخته ماهیچه‌ای.

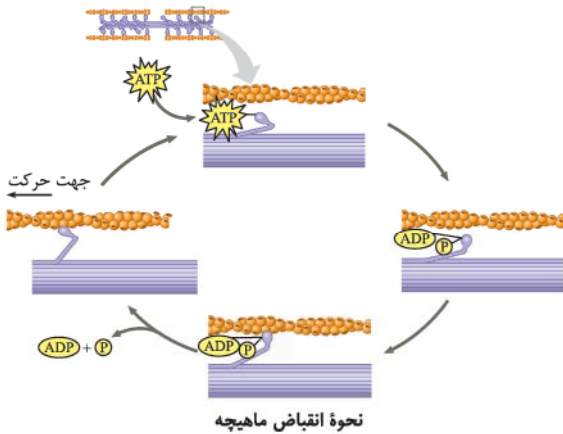
3 سرهای پروتئین‌های میوزین به رشته‌های اکتین متصل می‌شوند.  
 4 با اتصال پروتئین‌های میوزین به اکتین و تغییر شکل آن، دو خط Z سارکومر به هم نزدیک می‌شوند → کوتاه شدن طول سارکومر در اثر نزدیک شدن خطوط Z رشته‌های ماهیچه‌ای → در نهایت کاهش طول ماهیچه.

### نقش ATP در انقباض سارکومرها

1 لغزیدن میوزین و اکتین در مجاورت هم به انرژی نیاز دارد → برای انجام این کار، باید دائماً پل‌های اتصال میوزین و اکتین تشکیل شده و سپس با حرکتی مثل پارو زدن، به یک سمت (به سوی همدیگر) کشیده شوند.  
 2 سرهای میوزین متصل شده از رشته اکتین جدا شده و دوباره به یک بخش جلوتر آن متصل می‌شوند → این لیز خوردن و اتصال و جدانشدن سرهای میوزین، صدها مرتبه در ثانیه تکرار می‌شود → یک ماهیچه اسکلتی، منقبض می‌شود.

### توقف انقباض

1 پس از آزاد شدن کلسیم از شبکه آندوپلاسمی → بازگرداندن شدن سریع این یون‌ها به شبکه آندوپلاسمی توسط انتقال فعال → اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند.



### از شکل چی می‌فهمیم؟!

- 1 وقتی سر میوزین به صورت خمیده قرار گرفته، ATP به آن متصل می‌شود.
- 2 سپس ATP تجزیه شده و ADP و فسفات به وجود می‌آیند و سر میوزین از حالت خمیده به حالت صاف تغییر می‌کند و به اکتین متصل می‌گردد.
- 3 سر میوزین خمیده می‌گردد و سپس ADP و فسفات از آن جدا می‌شوند.

🔊 **یادگیری مهم** در این هنگام، سارکومر تا زمان رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می‌ماند!

### تأمین انرژی انقباض

1 در ماهیچه‌ها، گلیکوژن به صورت ذخیره‌ای وجود دارد که در موقع لزوم (انقباض ماهیچه‌ها) به گلوکز تجزیه می‌شود → گلوکز هم طی چند دقیقه می‌تواند در اثر سوختن کامل با حضور اکسیژن، انرژی لازم برای تولید ATP را فراهم کند.

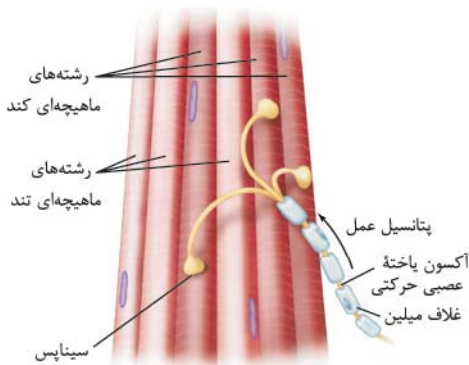
🔊 **یادگیری مهمتر** بیشتر انرژی لازم برای انقباض ماهیچه‌ها از سوختن گلوکز به دست می‌آید اما ماهیچه‌ها، برای انقباض‌های طولانی‌مدت، از اسیدهای چرب استفاده می‌کنند.

1 ماده دیگر، کراتین فسفات است که می‌تواند به سرعت با دادن فسفات خود، مولکول ATP را بازتولید کند.  
 $CP + ADP \rightarrow C + ATP$  (کراتین فسفات)

❖ **یادگیر مهم:** یاد گرفتیم که ماهیچه‌ها، برای تجزیه کامل گلوکز، به اکسیژن نیاز دارند! ← در فعالیت‌های شدید بدنی که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تجزیه گلوکز به صورت بی‌هوازی انجام می‌شود! ← ماده‌ای به نام لاکتیک اسید تولید می‌شود که در ماهیچه انباشته می‌شود.

❖ اثر تجمع لاکتیک اسید در ماهیچه، پس از تمرینات ورزشی طولانی ← ایجاد گرفتگی و درد ماهیچه‌ای ← تجزیه شدن تدریجی لاکتیک اسید اضافی ← کاهش اثرات درد و گرفتگی ماهیچه‌ای

## سلول‌های بافت ماهیچه‌ای



تارهای ماهیچه‌ای تند و کند

← مبنای تقسیم‌بندی سلول‌های بافت ماهیچه‌ای، سرعت انقباض است.

❖ **انواع** یاخته‌های ماهیچه‌ای را می‌توان به دو نوع یاخته‌های تند و کند تقسیم کرد.

**تارهای ماهیچه‌ای کند:** برای حرکات استقامتی مانند شناکردن ویژه و اختصاصی شده‌اند.

← این تارها، مقدار زیادی رنگدانه قرمز به نام **میوگلوبین** (شبه هموگلوبین) دارند که مقداری اکسیژن را ذخیره می‌کند.

← تارهای ماهیچه‌ای کند، بیشتر انرژی خود را به روش **هوازی** به دست می‌آورند.

**تارهای ماهیچه‌ای سریع (سفید):** برای انجام انقباضات سریع مثل دوی سرعت و بلند کردن وزنه، ویژه و اختصاصی شده‌اند.

← این تارها، تعداد کم‌تری میتوکندری دارند ← انرژی خود را بیشتر از راه تنفس بی‌هوازی به دست می‌آورند.

← این تارها، مقدار میوگلوبین کم‌تری دارند ← سریع، انرژی خود را از دست داده و خسته می‌شوند.

← افراد کم‌تحرک، تعداد تارهای ماهیچه‌ای تند بیشتری دارند ← با ورزش کردن، تارهای نوع تند به نوع کند تبدیل می‌شوند.

### فعالیت ۴

❖ **پاسخ:** در دوندگان دوی صد متر، درصد تارهای ماهیچه‌ای تند بیشتر و در دوندگان ماراتن، درصد تارهای ماهیچه‌ای کند بیشتر است. **دوندگان ماراتن** در دوندگان ماراتن مقدار میوگلوبین ماهیچه‌ها بیشتر است.

## حرکت در جانوران

← جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود می‌توانند از جایی به جای دیگر حرکت کنند!

← اگرچه اساس حرکت در جانوران مشابه است ولی ساختار اسکلت در آن‌ها متفاوت است.

❖ **شیوه‌های حرکتی** شناکردن، دویدن، پرواز کردن و خزیدن

### انواع اسکلت در جانوران

**آب‌ایستایی:** در این نوع اسکلت، تجمع مایع درون بدن باعث شکل دادن به جانور می‌شود.

← **عروس دریایی،** اسکلت آب‌ایستایی دارد و در اثر فشار جریان آب به بیرون، جانور به سمت مخالف حرکت می‌کند ← حرکتی مانند حرکت بادکنک هنگام خالی شدن هوای آن ← رانده شدن بادکنک در خلاف جهت خروج هوا

**بیرونی:** 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 ← این بزرگ‌بودن، باعث سنگین‌تر شدن آن می‌شود که در حرکات جانور محدودیت ایجاد می‌کند ← اندازه این جانوران از حد خاصی بیشتر نمی‌شود!

**درونی:** این نوع، در مهره‌داران وجود دارد ← در انواعی از ماهی‌ها مانند کوسه‌ماهی، جنس این اسکلت از نوع غضروفی است، ولی در سایر مهره‌داران، استخوانی است که البته غضروف هم دارند.

← ساختار استخوان در این جانوران بسیار شبیه به ساختار استخوان انسان است.

### فعالیت ۵

❖ **پاسخ:** براساس منابع، پاسخ‌ها می‌تواند متفاوت باشد. به طور کلی اسکلت بیرونی نقش حفاظتی بیشتری دارد؛ ولی این نوع اسکلت با افزایش اندازه جانور، حجم وزن بیشتری پیدا می‌کند که باعث سنگین‌شدن جاندار می‌شود. این مسئله موجب محدودیت در افزایش اندازه جانور می‌شود.



## سؤال‌های امتحانی

## پرسش‌های جای خالی

- ۸۵- گیرنده ناقلین عصبی در ..... یاخته ماهیچه‌ای قرار دارد.
- ۸۶- پس از آزاد شدن ..... از شبکه آندوپلاسمی یاخته ماهیچه‌ای این یون‌ها به سرعت با ..... به شبکه آندوپلاسمی بازمی‌گردند.
- ۸۷- ماهیچه‌ها انرژی مورد نیاز خود را برای انقباض کوتاه‌مدت از سوختن ..... و برای انقباض طولانی‌مدت از ..... موجود در خون، تأمین می‌کنند.
- ۸۸- سلول‌های ماهیچه اسکلتی براساس سرعت ..... تقسیم‌بندی می‌شوند.
- ۸۹- تارهای ماهیچه‌ای تند نسبت به تارهای کند، تعداد اندامک ..... کم‌تری دارند.

## عبارت‌های مرتبط

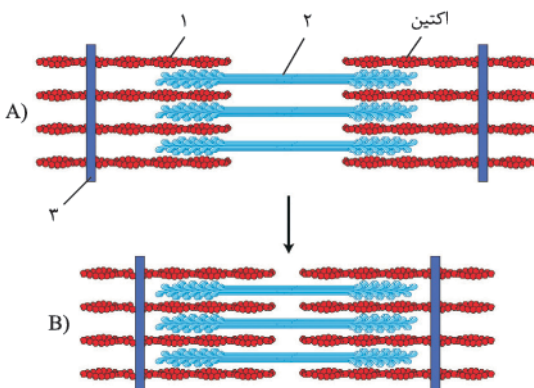
- ۹۰- در جدول زیر هر یک از گزاره‌ها با یکی از واژه‌ها، ارتباط منطقی دارد. شماره واژه مرتبط را داخل  بنویسید. (یک واژه اضافی است).

واژه	گزاره
۱- تار کند	<input type="checkbox"/> الف) سریع‌ترین منبع تأمین انرژی انقباض است.
۲- لاکتیک اسید	<input type="checkbox"/> ب) تعداد میتوکندری کم‌تری دارد.
۳- کراتین فسفات	<input type="checkbox"/> پ) حرکتی مانند پارو زدن دارد.
۴- ATP	<input type="checkbox"/> ت) گرفتگی ماهیچه‌ای ایجاد می‌کند.
۵- تار سریع	<input type="checkbox"/> ث) بیشتر انرژی خود را به روش هوازی تأمین می‌کند.
۶- پلاکتین و میوزین	

## پرسش‌های درست-نادرست

- ۹۱- تارهای ماهیچه‌ای کند مسئول انجام انقباضات در هنگام بلند کردن وزنه هستند.
- ۹۲- با انتقال یون‌های کلسیم به شبکه آندوپلاسمی تار ماهیچه‌ای، سارکومر وارد مرحله استراحت می‌شود.
- ۹۳- با هر بار لیز خوردن و اتصال و جداشدن سرهای میوزین، یک ماهیچه اسکلتی منقبض می‌شود.
- ۹۴- در فرایند انقباض، با اتصال سرهای اکتینی به جایگاه میوزینی، طول سارکومرها کاهش می‌یابد.
- ۹۵- یکی از روش‌های تأمین انرژی انقباض، انتقال فسفات کراتین فسفات به ADP و تولید ATP است.
- ۹۶- هر ماهیچه در بدن انسان دو نوع یاخته تند و کند دارد.
- ۹۷- جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود از جایی به جای دیگر حرکت می‌کنند.

## پرسش‌های تصویری



- ۹۸- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) قسمت‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.

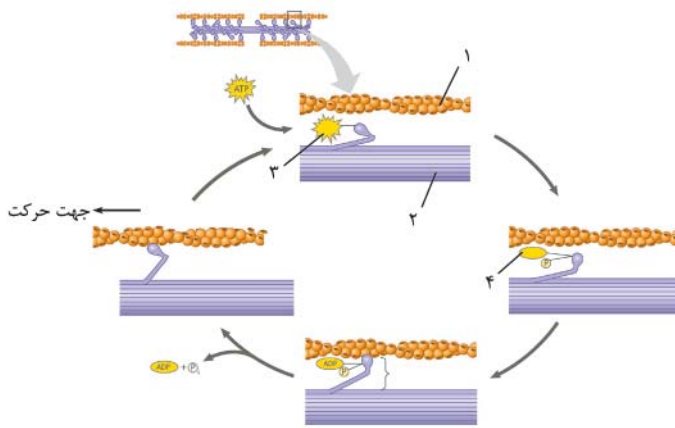
۱- .....

۲- .....

۳- .....

ب) هر کدام از شکل‌های (A) و (B) کدام وضعیت را در ماهیچه نشان می‌دهند؟

پ) بخش‌های تیره و روشن را در شکل (A) مشخص کنید.

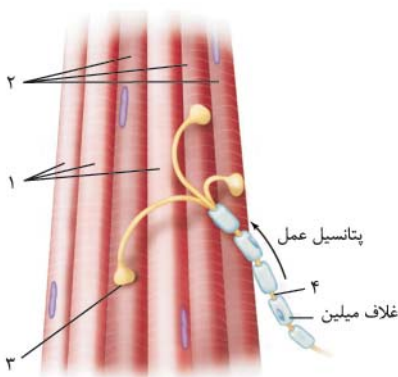


۹۹- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) شکل مربوط به چه فرایندی است؟

ب) قسمت‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.

- ۱- .....
- ۲- .....
- ۳- .....
- ۴- .....



۱۰۰- با توجه به شکل، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

الف) قسمت‌های مشخص شده را نام‌گذاری کنید.

- ۱- .....
- ۲- .....
- ۳- .....
- ۴- .....

ب) نوع نورون موجود در شکل را تعیین کنید.

پ) کدام نوع از تارها در انجام حرکات استقامتی نقش دارند؟

### پرسش‌های تشریحی

۱۰۱- کدام یک از منابع انرژی ماهیچه، سریع‌تر از سایرین، ATP تولید می‌کند؟

۱۰۲- در مورد انواع تار ماهیچه‌ای به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) اساس تقسیم‌بندی تارهای ماهیچه‌ای چیست؟

ب) ضمن نام‌بردن انواع تار ماهیچه‌ای، چهار تفاوت برای آن‌ها ذکر کنید.

۱۰۳- مکانیسم توقف انقباض ماهیچه را شرح دهید.

۱۰۴- ماهیچه، چگونه در فعالیت‌های شدید، انرژی انقباضی مورد نیاز خود را تأمین می‌کند؟ علت درد عضلانی در شرایط مذکور چیست؟

۱۰۵- چگونه انتقال پیام تحریک به یاخته ماهیچه‌ای را بنویسید.

۱۰۶- انواع اسکلت را در جانوران نام ببرید و برای هر کدام، یک مثال بزنید.

۱۰۷- در کدام نوع مهره‌داران، اسکلت از جنس غضروف است؟

### پرسش‌های چندگزینه‌ای

۱۰۸- دوندگان دوی سرعت در مقایسه با دوندگان ماراتن، هنگام فعالیت ورزشی حرفه‌ای به اکسیژن ..... نیاز دارند.

کم‌تری  بیشتری

۱۰۹- با افزایش اندازه بدن حشرات، اسکلت ..... آن‌ها هم بزرگ‌تر و ضخیم‌تر می‌شود.  خارجی  داخلی

۱۱۰- کدام گزینه در مورد تارهای ماهیچه‌ای شناگران حرفه‌ای درست است؟

۱) اغلب تارهای ماهیچه‌ای، کند - میتوکندری زیاد - تأمین انرژی، بیشتر به روش هوازی

۲) اغلب تارهای ماهیچه‌ای، تند - میتوکندری زیاد - تأمین انرژی، از طریق مصرف کراتین فسفات

۳) اغلب تارهای ماهیچه‌ای، کند - میوگلوبین زیاد - تأمین انرژی، بیشتر به روش بی‌هوازی

۴) اغلب تارهای ماهیچه‌ای، تند - میوگلوبین زیاد - تأمین انرژی، از طریق مصرف گلیکوزن

۱۱۱- چه تعداد از موارد زیر در خصوص انقباض ماهیچه‌ای درست است؟

(الف) پتانسیل عمل نورو، محرک انقباض تار ماهیچه‌ای است.

(ب) در غیاب یون کلسیم، انقباض ماهیچه به میزان محدود صورت می‌گیرد.

(پ) ساختار ویژه غشای سلول ماهیچه‌ای، اهمیت حیاتی برای انسان دارد.

(ت) هنگام انقباض ماهیچه، طول ناحیه H سارکومر به حداقل می‌رسد.

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

۱۱۲- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) اساس حرکت در همه جانوران مشابه است.

(۲) اسکلت آب‌ایستایی در اثر تجمع مایع درون بدن به آن شکل می‌دهد.

(۳) اسکلت همه مهره‌داران به جز برخی ماهی‌ها، تماماً از جنس استخوان است.

(۴) حرکت عروس دریایی مثل حرکت بادکنک در هنگام خالی شدن باد آن است.





## پاسخ سؤال‌های امتحانی

- ۱- محوری  
۲- نامنظم  
۳- فشرده - اسفنجی  
۴- زرد - قرمز  
۵- رگ‌ها  
۶- الف ← ۴    ب ← ۱    پ ← ۵  
ت ← ۳    ث ← ۶  
۷- درست  
۸- نادرست؛ بخش‌هایی از اسکلت محوری در جویدن، شنیدن و صحبت‌کردن نقش دارند.  
۹- درست؛ استخوان‌های درشت‌نی و نازک‌نی جزء استخوان‌های ساق پا هستند و استخوان‌های دست و پا همگی جزء اسکلت جانبی محسوب می‌شوند.  
۱۰- نادرست؛ استخوان‌های کوچک گوش در شنیدن نقش دارند.  
۱۱- درست؛ استخوان جمجمه علاوه بر بافت استخوانی متراکم دارای بافت استخوانی فشرده است که حاوی مغز قرمز می‌باشد.  
۱۲- درست؛ مغز زرد بیشتر از چربی تشکیل شده و مجرای مرکزی استخوان دراز را پر می‌کند.  
۱۳- الف) ۱- کتف    ۲- بازو  
۳- مهره‌ها    ۴- زند زبرین  
۵- زند زبرین    ۶- مچ دست  
۷- کف دست    ۸- درشت‌نی  
۹- نازک‌نی    ۱۰- کشکک  
۱۱- ران    ۱۲- نیم‌لگن  
۱۳- دنده‌ها    ۱۴- جناغ سینه  
۱۵- ترقوه  
ب) استخوان دراز مثل ران    استخوان کوتاه مثل مچ دست  
استخوان پهن مثل جمجمه    استخوان نامنظم مثل مهره‌ها  
پ) استخوان‌های ستون مهره و جمجمه  
۱۴- A) استخوان پهن جمجمه    B) استخوان نامنظم مهره  
C) استخوان کوتاه مچ دست    D) استخوان دراز ران  
۱۵- الف) ۱- تیغه‌های هم‌مرکز    ۲- بافت پیوندی  
۳- مجرای هاورس    ۴- بافت فشرده  
۵- بافت اسفنجی    ۶- حفره‌های بافت اسفنجی  
ب) استخوان دراز (ران)  
پ) شماره ۶ (حفره‌های بافت اسفنجی)  
۱۶- استخوان دراز، استخوان کوتاه، استخوان پهن، استخوان نامنظم
- ۱۷- پروتئین‌هایی مانند کلاژن و مواد معدنی  
۱۸- بافت پیوندی  
۱۹- اسکلت مرکزی (محوری) مثل استخوان‌های جمجمه - اسکلت جانبی مثل استخوان‌های دست‌ها و پاها  
۲۰- پشتیبانی و شکل‌دهی به بدن - حرکت - حفاظت از اندام‌های درونی - تولید یاخته‌های خونی - ذخیره مواد معدنی - کمک به شنیدن، تکلم، جویدن و اعمال دیگر  
۲۱- الف) بافت فشرده - بافت اسفنجی  
ب) به طور معمول مغز قرمز استخوان اسفنجی دارای سلول‌های بنیادی بوده و مسئول تولید یاخته‌های خونی است.  
پ) بافت اسفنجی  
ت) بافت استخوانی فشرده در طول استخوان‌های دراز و بافت استخوانی اسفنجی در سطح درونی تنه و دو انتهای برآمده استخوان‌های دراز  
۲۲- الف) سلول‌های استخوانی  
ب) سلول‌های استخوانی - مجرای هاورس - ماده زمینه‌ای  
۲۳- به شکل نامنظم قرار گرفته‌اند و در فضای بین تیغه‌ها، حفره‌هایی وجود دارد که توسط رگ‌ها و مغز استخوان پر شده‌اند.  
۲۴- همه  
۲۵- چهار  
۲۶- قرمز  
۲۷- گزینه «۴»  
**بررسی تک‌تک موارد:**  
۱) درست؛ اسکلت جانبی بیشتر از اسکلت مرکزی در حرکت بدن نقش دارد.  
۲) درست؛ اسکلت جانبی شامل استخوان‌های دست و پا است بنابراین استخوان‌های مچ و بند انگشت نیز جزء آن محسوب می‌شوند.  
۳) درست؛ دست و پا تأثیر خاصی در شنیدن ندارند.  
۴) نادرست؛ همه استخوان‌ها مغز قرمز دارند و خون‌سازی می‌کنند.  
۲۸- گزینه «۳»    سامانه‌های هاورس استخوان دراز از طریق کانال‌هایی با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند.  
**بررسی سایر گزینه‌ها:**  
۱) نادرست؛ دو لایه بافت پیوندی هر استخوان دراز را احاطه می‌کند.  
۲) نادرست؛ هر استخوان از دو نوع بافت استخوانی فشرده و اسفنجی تشکیل شده است.  
۴) نادرست؛ استخوان دراز با اتصال به ماهیچه اسکلتی (مخطط) در حرکات بدن مؤثر است.  
۲۹- گزینه «۱»    مغز استخوان، بافت نرمی است که درون استخوان را پر می‌کند.

**پرسی سازی گزینه‌ها:**

- ۲) نادرست؛ مقدار چربی مغز زرد، بیشتر از مغز قرمز است.  
 ۳) نادرست؛ تنها مغز زرد در شرایط خاصی می‌تواند به مغز قرمز تبدیل شود.  
 ۴) نادرست؛ مغز قرمز حاوی سلول‌های بنیادی سازنده سلول‌های خونی است.  
 ۳۰- لغزنده  
 ۳۱- پیوندی رشته‌ای  
 ۳۲- ویتامین D  
 ۳۳- غضروفی  
 ۳۴- توده استخوانی  
 ۳۵- پوکی استخوان  
 ۳۶- الف ← ۵ ب ← ۴ پ ← ۲ ت ← ۱  
 ۳۷- نادرست؛ بعد از سن رشد، فعالیت یاخته‌های استخوانی کاهش می‌یابد ولی متوقف نمی‌شود.  
 ۳۸- نادرست؛ استخوان‌های بدن به طور پیوسته در اثر حرکات معمول بدن، دچار شکستگی‌های میکروسکوپی می‌شوند.  
 ۳۹- نادرست؛ استخوان فک پایین قابلیت حرکت داشته و مفصل متحرک دارد.  
 ۴۰- نادرست؛ مفصل میان مهره‌ها از نوع مفصل‌های لغزنده است.  
 ۴۱- درست؛ سلول‌های غضروفی با انجام تقسیم یاخته‌ای قادر هستند بخش‌های آسیب‌دیده غضروف را ترمیم کنند.  
 ۴۲- الف) ۱- پرده سازنده مایع مفصلی  
 ۲- کپسول مفصلی  
 ۳- حفره مفصلی دارای مایع مفصلی  
 ۴- غضروف (ب) شماره (۲) (پ) شماره‌های (۳) و (۴) (ت) شماره (۲)  
 ۴۳- A) گوی و کاسه B) لولایی C) لغزنده  
 ۴۴- در اثر کارکرد زیاد، ضربات، آسیب‌ها و بعضی بیماری‌ها  
 ۴۵- الف) لولایی (ب) گوی و کاسه‌ای  
 ۴۶- در دوران جنینی استخوان‌ها از بافت نرمی تشکیل می‌شوند و به تدریج با اضافه شدن کلسیم، سفت می‌گردند. با افزایش سن تا اواخر سن رشد، توده استخوانی افزایش می‌یابد ولی بعد از سن رشد، توده استخوانی به تدریج کاهش پیدا می‌کند.  
 ۴۷- حرکات روزمره و معمول بدن  
 ۴۸- زیرا مصرف دخانیات مانع از رسوب کلسیم در استخوان‌ها شده و در نتیجه موجب پوکی بیشتر استخوان می‌شود.  
 ۴۹- الف) ۱- مایع مفصلی ۲- سطح صیقلی غضروف در انتهای استخوان (محل تماس دو استخوان با هم)  
 (ب) جلوگیری از خروج مایع مفصلی از محل مفصل و کمک به کنار هم ماندن استخوان‌ها در محل مفصل

۵۰- در این حالت یاخته‌های نزدیک محل شکستگی، با تقسیمات سلولی، یاخته‌های جدید استخوانی ساخته و طی چند هفته موجب بهبود آسیب وارد شده می‌شوند.

۵۱- بعضی

۵۲- ثابت / دنداندار

۵۳- گزینه «۲»

**پرسی تک تک موارد:**

الف) نادرست؛ شکستگی‌های میکروسکوپی معمولاً بی‌درد هستند.  
 ب) درست؛ در فضاوردان به دلیل قرارگرفتن در محیط بی‌وزنی، چگالی استخوان‌ها کاهش می‌یابد.

پ) نادرست؛ از دوران جنینی تا پایان سن رشد، میزان توده استخوانی با سن رابطه مستقیم دارد ولی بعد از سن رشد، رابطه معکوس می‌شود.  
 ت) درست؛ شکستگی‌های میکروسکوپی به طور پیوسته رخ می‌دهند.

۵۴- گزینه «۲»

گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) از نوع بافت پیوندی رشته‌ای هستند اما گزینه (۲) از نوع بافت پیوندی غضروفی است.

۵۵- ارادی

۵۶- انعکاس

۵۷- تار ماهیچه‌ای

۵۸- سارکومر

۵۹- خط Z

۶۰- الف ← ۳ ب ← ۱ پ ← ۲ ت ← ۴

۶۱- نادرست؛ خط Z در وسط منطقه روشن قرار دارد. (منطقه یا بخش)

۶۲- نادرست؛ در بخش روشن سارکومر فقط پروتئین اکتین حضور دارد.

۶۳- درست

۶۴- نادرست؛ دسته‌های تار ماهیچه‌ای توسط غلاف‌هایی از بافت پیوندی رشته‌ای احاطه می‌شوند.

۶۵- نادرست؛ معمولاً با تغییر کوتاه در طول ماهیچه، استخوان فاصله زیادی جابه‌جا می‌شود.

۶۶- درست؛ ماهیچه‌ها با واکنش‌های سوخت و سازی خود گرمای زیاد ایجاد می‌کنند که می‌تواند در حفظ دمای بدن مؤثر باشد.

۶۷- الف) ۱- ذوزنقه ۲- دلتایی ۳- سه سر ۴- دو سر

۵- شرینی ۶- توأم ۷- سینه‌ای ۸- شکمی

(ب) شماره (۶)

۶۸- الف) عملکرد ماهیچه‌های متقابل

(ب) ماهیچه‌های جلوی بازو و پشت بازو

(پ) A) ماهیچه جلوی بازو در حال انقباض و ماهیچه پشت بازو در حال استراحت

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

۶۹- الف) ۱- زردپی ۲- بافت پیوندی رشته‌ای

۳- تار ماهیچه‌ای (ب) شماره (۱)

۷۰- الف) اجزای یک تار و تارچه ماهیچه‌ای

ب) ۱- تار ماهیچه‌ای ۲- تارچه ماهیچه‌ای

۳- اکتین ۴- میوزین ۵- سارکومر

۷۱- الف) سارکومر ب) ۱- روشن ۲- تیره ۳- خط Z

۷۲- الف) بخش‌های مختلف میوزین

ب) ۱- سر ۲- دم

پ) با اتصال سر میوزین به جایگاه ویژه خود در اکتین و تغییر شکل آن، دو خط Z سارکومر به هم نزدیک شده، طول سارکومر کوتاه گشته و در نتیجه در کل طول ماهیچه کاهش می‌یابد.

۷۳- بافت پیوندی رشته‌ای

۷۴- زیرا هر ماهیچه با انقباض خود فقط می‌تواند استخوان را در جهت خاص بکشد و ماهیچه متقابل آن با انقباض خود، استخوان را به حالت قبل برمی‌گرداند.

۷۵- زیرا هر یاخته ماهیچه‌ای از به هم پیوستن چند یاخته در دوران جنینی ایجاد می‌شود.

۷۶- الف) هر تارچه ماهیچه‌ای از واحدهای تکراری به نام سارکومر تشکیل یافته است.

ب) وجود رشته‌های پروتئینی نازک اکتین و ضخیم میوزین دلیل مخطط به نظر رسیدن تارچه ماهیچه‌ای هستند.

۷۷- الف) بافت پیوندی رشته‌ای

ب) غلاف‌های پیوندی دسته‌تارهای مختلف، در انتها به صورت طناب‌ای محکم به نام زردپی درمی‌آیند.

پ) زردپی، ماهیچه اسکلتی را به استخوان متصل می‌کند.

۷۸- ماهیچه‌ها با اتصال به استخوان‌ها و انقباض خود موجب اتصال استخوان‌ها به هم و نگهداری بدن به صورت قائم می‌شوند.

۷۹- نازک

۸۰- برخی

۸۱- به صورت جفت

۸۲- گزینه «۱» ماهیچه متقابل دوسر بازو، سه‌سر بازو است.

**پیرسی سایر گزینه‌ها:**

۲) درست؛ طی انقباض ماهیچه سه‌سر بازو، ماهیچه دوسر بازو استراحت می‌کند.

۳) درست؛ با انقباض ماهیچه شکمی و استراحت ماهیچه پشتی، بدن به جلو خم می‌شود.

۴) درست؛ ماهیچه‌های دوسر و چهارسر ران، متقابل هم هستند.

۸۳- گزینه «۳» علت روشن بودن وجود اکتین و فقدان میوزین است.

**پیرسی سایر گزینه‌ها:**

۱) نادرست؛ سارکومر از میانه نوار روشن تا میانه نوار روشن بعدی امتداد دارد.

۲) نادرست؛ علت تیره بودن، وجود میوزین و اکتین در آن ناحیه است.

۴) نادرست؛ سارکومر در حد فاصل دو خط Z قرار دارد.

۸۴- گزینه «۲» همه ماهیچه‌های اسکلتی ظاهری مخطط (خط‌خط) دارند.

**پیرسی سایر گزینه‌ها:**

۱) بسیاری از ماهیچه‌ها به صورت جفت عمل می‌کنند.

۳) در انعکاس‌ها بعضی ماهیچه‌ها دخالت دارند که به طور غیرارادی منقبض می‌شوند.

۴) همه ماهیچه‌های اسکلتی باعث حرکت استخوان‌ها نمی‌شوند مانند ماهیچه‌هایی که در تشکیل دریچه‌های بدن نقش دارند.

۸۵- سطح

۸۶- کلسیم - انتقال فعال

۸۷- گلوکز - اسید چرب

۸۸- انقباض

۸۹- میتوکندری

۹۰- الف ← ۳ ب ← ۵ پ ← ۶ ت ← ۲ ث ← ۱

۹۱- نادرست؛ بلند کردن وزنه، نوعی حرکت سریع است و تارهای تند مسئول این نوع انقباض‌ها هستند.

۹۲- درست؛ با انتقال یون‌های کلسیم به شبکه آندوپلاسمی، اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند و در این حال سارکومر تا رسیدن پیام عصبی بعدی در حالت استراحت می‌ماند.

۹۳- نادرست؛ به ازای انقباض یک ماهیچه، فرایند لیز خوردن و اتصال و جدایش سرهای میوزین، صدها مرتبه در ثانیه تکرار می‌شود.

۹۴- نادرست؛ کاهش طول سارکومر به دلیل اتصال سرهای میوزینی به جایگاه‌های اکتینی صورت می‌گیرد.

۹۵- درست؛ کراتین فسفات می‌تواند به سرعت، با دادن فسفات، مولکول ATP تولید کند.

۹۶- نادرست؛ بسیاری از ماهیچه‌های بدن هر دو نوع یاخته را دارند و برخی فقط یکی از نوع را دارند.

۹۷- درست

۹۸- الف) ۱- اکتین ۲- میوزین ۳- خط Z

ب) A) استراحت B) انقباض

پ) فاصله بین دو اکتین، منطقه تیره و نواحی اطراف خط Z، ناحیه روشن محسوب می‌شود.

۹۹- الف) نحوه انقباض ماهیچه

ب) ۱- اکتین ۲- میوزین ۳- ATP ۴- ADP

۱۰۰- الف) ۱- تار ماهیچه‌ای تند ۲- تار ماهیچه‌ای کند

۳- سیناپس ۴- آکسون

ب) نورون حرکتی (پ) شماره (۲)



۱۰۱- کرآتین فسفات

۱۰۲- الف) سرعت انقباض

ب) یاخته‌های سریع (تند) و یاخته‌های کند

یاخته‌های کند	یاخته‌های تند
۱- سرعت انقباض کند است.	۱- سریع منقبض می‌شوند.
۲- ویژه حرکات استقامتی است.	۲- مسئول انجام حرکات سریع هستند.
۳- مقادیر زیادی میوگلوبین دارند.	۳- میوگلوبین کم‌تری دارند.
۴- مقدار زیادی میتوکندری دارند.	۴- میتوکندری کم‌تری دارند.

۱۰۳- پس از آزاد شدن کلسیم از شبکه آندوپلاسمی، این یون به سرعت، به روش انتقال فعال، به این اندامک بازمی‌گردد. اکتین و میوزین از هم جدا می‌شوند و در این حال سارکومر وارد حالت استراحت می‌شود.

۱۰۴- در فعالیت‌های شدید که اکسیژن کافی به ماهیچه‌ها نمی‌رسد، تنفس بی‌هوازی انجام می‌دهند که طی آن لاکتیک اسید تولید شده و در ماهیچه‌ها انباشته می‌شود. انباشته شدن لاکتات باعث گرفتگی و درد ماهیچه‌ای می‌شود.

۱۰۵- با رسیدن پیام تحریک به انتهای آکسون، پایانه آکسونی، ناقل‌های عصبی را به فضای سیناپسی، آزاد می‌کند و با اتصال این ناقلین به گیرنده‌های خود در سطح یاخته ماهیچه‌ای، این سلول تحریک می‌شود.

۱۰۶- آب‌ایستایی مثل عروس دریایی - اسکلت بیرونی مثل حشرات و حلزون‌ها - اسکلت درونی مثل مهره‌داران

۱۰۷- در انواعی از ماهی‌ها مثل کوسه‌ها

۱۰۸- کم‌تری

۱۰۹- خارجی

۱۱۰- گزینه «۱» شنا جزء ورزش‌های استقامتی است و ورزشکاران

حرفه‌ای شنا، دارای تارهای کند فراوان و میتوکندری زیاد بوده و بیشتر انرژی انقباضی را از روش‌های هوازی تأمین می‌کنند. در ضمن ماهیچه‌های این ورزشکاران تعداد فراوانی میوگلوبین دارد.

**پیررسی سایر گزینه‌ها:**

۲) تار ماهیچه‌ای تند در ورزش‌های سرعتی کاربرد بیشتری دارد. در ضمن استفاده از کرآتین فسفات برای تولید سریع انرژی است.

۳) در ورزش‌های استقامتی امکان تنفس بی‌هوازی وجود دارد ولی بیشتر انرژی از مسیرهای هوازی تأمین می‌شود.

۴) تارهای تند در این ورزشکاران به مراتب کم‌تر از تارهای کند است.

۱۱۱- گزینه «۳»

**پیررسی تک‌تک موارد:**

الف) درست؛ پیام تحریک به صورت پتانسیل عمل از پایانه آکسونی به فضای سیناپسی بین نورون و تار ماهیچه‌ای منتشر شده و با اتصال ناقل عصبی به گیرنده یاخته ماهیچه‌ای، تار تحریک می‌شود.

ب) نادرست؛ در صورت نبود یون کلسیم، سر میوزین به اکتین متصل نشده و انقباض صورت نمی‌گیرد.

پ) درست؛ در صورتی که غشای یاخته ماهیچه‌ای فاقد بخش‌های مجرامانند باشد؛ موج الکتریکی حاصل از تحریک به شبکه آندوپلاسمی منتقل نشده و کلسیم از این شبکه آزاد نمی‌شود و انقباض رخ نمی‌دهد. چون عملکرد برخی ماهیچه‌های اسکلتی اهمیت حیاتی دارد (مثل دیافراگم) با غیرفعال شدن آن‌ها ادامه زندگی غیرممکن می‌شود. ت) درست؛ هنگام انقباض، خطوط Z سارکومر به هم نزدیک شده و در نتیجه ناحیه H که تنها میوزین دارد با نزدیک شدن اکتین‌های مقابل به هم، طول این ناحیه به حداقل خود می‌رسد.

۱۱۲- گزینه «۳» اسکلت برخی ماهی‌ها از جنس غضروف است.

اسکلت سایر مهره‌داران استخوانی است اما در آن غضروف هم یافت می‌شود.