



فصل  
۱

حرکت

### حرکت در جانوران

ترکیب: جانوران شامل بی‌مهره‌ها و مهره‌داران بودند. برای این که مطالب مربوط به فرمان رو جانوران را مرور کنید به فصل ۳ همین کتاب مراجعه کنید. مؤلفان برای کتاب درسی این فصل را کاملاً عشقی و بدون هیچ پایه و اساس فاضلی طبقه‌بندی کردند و ما هم به سبک طبقه‌بندی آن‌ها احترام می‌گذاریم. اما در آخر به صورت ترکیبی پلگوتکی حرکت در جانداران را بررسی می‌کنیم.

### حرکت در مورچه

#### ۱ ویژگی مورچه

۱- مورچه‌ها در **سراسر** خشکی‌های کره‌ی زمین، به جز مناطق پوشیده شده از برف و یخ، زندگی می‌کنند. این حشرات جاندارانی بسیار پرتحرک هستند. نکته: بدن مورچه نمونه‌ای از هماهنگی ساختار با کار را نشان می‌دهد.  
۲- مورچه‌ها نیز مانند سایر حشرات اسکلتی خارجی دارند که از جنس ماده‌ی محکمی به نام کیتین (نوعی پلیمر) است. رشته‌های کیتینی که از جنس نوعی پلی ساکارید سخت و مستحکم هستند، درون ماده‌ای زمینه‌ای از جنس پروتئین (نوعی پلیمر) قرار می‌گیرند و اسکلت خارجی حشره را می‌سازند. نکته: اسکلت خارجی حشرات شامل کیتین و پروتئین است. این یعنی اسکلت خارجی حشرات دارای **دو نوع پلی‌مر** است.  
نکته: پروتئین موجود در اسکلت خارجی حشرات جزء پروتئین‌های ساختاری و ترشعی می‌باشد. بنابراین توسط ریبوزوم‌های شبکه‌ی آندوپلاسمی زیر ساخته می‌شود.

ترکیب: دیواره سلولی قارچ‌ها از جنس کیتین دیواره سلولی گیاهان از جنس سلولز، دیواره سلولی روزن‌داران از جنس آهک، دیواره سلولی دیا توم‌ها از جنس سیلیس می‌باشد. در ضمن **بیش تر** تاژک‌داران چرخان یک پوشش حفاظتی از جنس سلولز دارند که **اغلب** با لایه‌ای از جنس سیلیس پوشیده است.

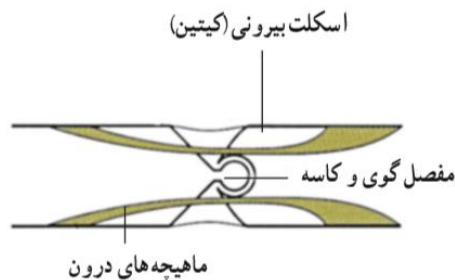
#### ۲ وسیله‌ی حرکتی مورچه

۱- مورچه مانند سایر حشرات دارای **شش** پا می‌باشد. هر یک از شش پای مورچه از **چند** بند ساخته شده است.  
۲- بندها در محل مفصل‌ها به هم متصل می‌شوند. بندهای پای مورچه تو خالی و لوله مانندند اما استحکام آن‌ها به اندازه‌ای است که در اثر نیروهایی که **معمولاً** مورچه با آن‌ها سر و کار دارد نمی‌شکنند.  
۳- ماهیچه‌های درون این لوله‌ها بسیار قدرت‌مند و در عین حال باریک اند. چون وزن بدن مورچه روی هر شش پا وارد می‌شود، نیرویی که به هر پا وارد می‌شود چندان زیاد نیست.

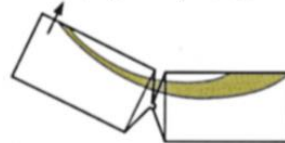
#### ۴- چند تا مطلب درباره‌ی پاهای مورچه:

- ماهیچه‌های موجود در هر بند پای مورچه (و سایر حشرات) درونی بوده و سطح خارجی آن توسط اسکلت بیرونی احاطه شده است.
- در هر پای مورچه **۲ عدد** ماهیچه‌ی باریک و بسیار قدرت‌مند وجود دارد. بنابراین در هر مورچه مجموع ماهیچه‌های درون پاها می‌شود **۱۲ عدد**.
- مفصل موجود در پاهای مورچه از نوع **گوی و کاسه** است. مانند مفصل بین بازو و کتف مفصل بین استخوان ران و لگن در انسان.

- نکته: مورچه استخوان ندارد (برخلاف انسان) اما مانند انسان دارای مفصل گوی و کاسه است.
- d. طبق شکل (۱-۸) بدن مورچه (مانند سایر حشرات) متشکل از سه قسمت است: سر، سینه و شکم  
نکته: هر سه جفت پای مورچه (و سایر حشرات) به بخش سینه‌ای اتصال یافته است.
- e. طبق شکل (۱۶-۲) زیست ۲، در پاهای حشرات دستگاه عصبی محیطی قرار دارد.
- f. طبق شکل (۱-۸) زیست ۱، فعالیت دو ماهیچه‌ای که در هر پای مورچه قرار دارد عکس یکدیگر می‌باشد. با منقبض شدن ماهیچه‌ی بالایی پا به طرف بالا خم شده و بلند می‌شود. با منقبض شدن ماهیچه‌ی پایینی، پا به طرف پایین خم می‌شود. بنابراین می‌توان گفت با انقباض ماهیچه به هر طرف، پا نیز به همان طرف منقبض می‌شود.
- تذکر: در پای مورچه در یک واحد زمانی هیچ‌گاه دو ماهیچه‌ی یک پا با یکدیگر منقبض نمی‌شوند.
- ۵- در سایر حشرات مانند مورچه درون هر پا دو ماهیچه وجود دارد. کار این دو ماهیچه عکس یکدیگر است و با هماهنگی با هم پا را حرکت می‌دهند.



هنگامی که این ماهیچه منقبض می‌شود، پا بلند می‌شود.



ساختار پای مورچه

هنگامی که این ماهیچه منقبض می‌شود، پا به طرف پایین خم می‌شود.



### ۳ ترکیبی باشیم

#### ۱- حشرات کتاب درسی:

- ملخ- شته- مورچه- پروانه (ابریشم، مونارک، بیستون بتولاریا، اوپروفتر ابراماتا، کلم)، سنجاقک- موریه- مگس سرکه- زنبور سرخ- زنبور عسل- حشره شب تاب- مگس- سوسک- برگ متحرک- پشه.
- ۲- یکی از اولین ساکنان خشکی بودند. این گروه از بند پایان فراوان‌ترین و متنوع‌ترین گروه جانوران در تاریخ زمین هستند.
- ۳- دارای اسکلت خارجی (از جنس کیتین + پروتئین) هستند.
- ۴- دارای شش پای بند بند هستند که به ناحیه‌ی سینه متصل شده است.
- ۵- درون هر پا دو ماهیچه‌ی دراز و باریک وجود دارد.
- ۶- دارای چشم مرکب، گردش خون باز، قلب منفذدار، همولنف و تنفس نایی بوده و فاقد مویرگ هستند.
- ۷- همگی دارای لقاح داخلی هستند. و ماده‌ی دفعی نیتروژن دار آن‌ها اوریک اسید می‌باشد.
- ۸- دارای دستگاه عصبی مرکزی (مغز + طناب عصبی شکمی متشکل از چندین گره) و محیطی هستند.
- ۹- دارای دفاع غیر اختصاصی (لیزوزوم، آنزیم لیزوزیم، سلول‌های مشابه فاگوسیت‌ها) هستند اما دفاع اختصاصی (لنفویست، پادتن، پرفورین و ...) ندارند.



- ۱۰- مانند گیاهان یک ساله جز جمعیت‌های فرصت طلب هستند.
- ۱۱- بسیاری از حشرات صداها و آوازهای ویژه‌ای برای جلب جفت تولید می‌کنند.
- ۱۲- تعداد کمی (مثل حشره‌ی شب تاب) با تولید نور جفت‌یابی می‌کنند.
- ۱۳- بعضی (مانند مورچه، نوعی پروانه ابریشم و پروانه شب پرواز) با مواد شیمیایی مانند فرومون ارتباط برقرار می‌کنند.
- ۱۴- حشرات یکی از راه‌های انتقال میکروب‌های بیماری‌زا هستند. (مثل مالاریا)

### حرکت در جانوران

- ۱- حرکت یکی از ویژگی‌های جانوران است. بسیاری از جانوران روی پاها یا خود راه می‌روند یا می‌دوند.
- ۲- تعداد پاها در جانوران دو، چهار، شش، هشت و در بعضی حتی بیش‌تر از هشت است.  
نکته: در جانورانی که پا وجود دارد تعداد پاها همواره زوج می‌باشد.
- ۳- بعضی از جانوران شنا می‌کنند گروهی می‌خزند، بعضی دیگر پرواز می‌کنند و عده‌ای راه می‌روند یا می‌دوند
- ۴- جانوران برای جستجوی غذا، فرار از دشمنان، یا برای یافتن جانوران دیگر، به حرکت کردن نیاز دارند.  
نکته: بیش‌تر جانوران اندام‌های حرکتی دارند نه همه‌ی آن‌ها.  
نکته: بعضی از جانوران مثل کرم خاکی بدون پا حرکت می‌کنند.

### جانوران ثابت

- ۱- تعداد اندکی از جانوران ثابت اند و جا به جا نمی‌شوند. این جانوران عموماً آبی هستند و آب پیرامون خود را به حرکت در می‌آورند.
- ۲- شقایق دریایی و اسفنج‌ها جانورانی ثابت اند.
- ۳- شقایق دریایی و اسفنج‌ها جزء بی‌مهره‌ها هستند پس درباره‌ی آن‌ها می‌توان مطالب زیر را گفت:
  - a. فاقد اسکلت خارجی و استخوان هستند.
  - b. دفاع اختصاصی (لنفویست، پلاسمویست، پادتن، پرفورین) ندارند اما دارای آنزیم‌های لیزوزومی و آنزیم لیزوزیم هستند.
  - c. چون پرسلولی هستند پس ارتباط سیتوپلاسمی و مایع بین سلولی دارند.
  - d. چون جزء جانوران اند پس هوازی بوده و گلیکولیز، چرخه‌ی کربس، مولکول‌های  $NADH$ ,  $FADH_2$  دارند.
  - e. چون یوکاریوت بوده و جزء جانوران اند پس اندامک‌های سلولی (هسته، شبکه‌ی آندوپلاسمی، جسم گلژی، لیزوزوم، میتوکندری) ساختار دوک، اسکلت سلولی (ریزلوله و ریزرشته)، ریبوزوم، سه نوع RNA پلی‌مراز و ... دارند و فاقد اپران، پروتئین مهار کننده و آنزیم محدود کننده هستند.

#### ۴- آن‌چه را که باید درباره‌ی شقایق دریایی بدانیم:

- a. جزء کیسه تنان است و پیکر آن متشکل از ۲ یا ۳ لایه‌ی سلولی است.
- b. دستگاه گردش خون ندارد اما دارای دستگاه گردش مواد است.
- c. دارای خارهای گزنده‌ای است که برای بیش‌تر جانوران (به جز دلک ماهی) سمی است.
- d. با دلک ماهی دارای هم‌زیستی از نوع هم‌سفرگی است.
- e. شقایق دریایی (و یا عروس دریایی) طی عادی شدن یاد گرفته‌اند که به حرکات مداوم آب واکنشی از خود بروز ندهند.

#### ۵- آن‌چه را که باید درباره اسفنج‌ها بدانیم:

- a. فاقد خون، دستگاه عصبی و حواس می‌باشند.
- b. مانند آمیب، مژکداران (پارامسی و تریکودینا) فقط گوارش درون سلولی دارند.
- c. مانند بندپایان دارای سلول‌های مشابه فاگوسیت می‌باشند.
- d. مانند ستاره‌ی دریایی و اسفنج‌ها و همه‌ی مهره‌داران توانایی رد پیوند بافت بیگانه را دارند.

### حرکت بدون پا در جانوران

۱- بعضی از جانوران بدون پا حرکت می کنند.

مثال: کرم خاکی، پلاناریا، هیدر، عروس دریایی

ترکیب: پلاناریا از حرکت به منظور فرار از نور (و شکارچی) و پیدا کردن غذا استفاده می کند.

ترکیب: هیدر در آب زندگی می کند و می تواند به آهستگی در زیستگاه خود جا به جا شود اما **بیش تر** اوقات به حالت ساکن و چسبیده به تکه سنگ قرار گرفته است.

۲- کرم خاکی با حرکت دادن **ماهیچه های طولی و حلقوی زیر پوست خود** جا به جا می شوند تارهای سطح بدن کرم خاکی به این حرکت کمک می کنند این جانور می تواند بدن خود را درازتر یا کوتاه تر کند و بدین طریق **درون زمین یا بر سطح آن** حرکت کند.

**نکته:** کرم خاکی تنفس پوستی دارد و نمی تواند در محیط خشک زنده بماند.

**نکته:** کرم خاکی نمی تواند در آب زندگی کند و در آب می میرد. پس **نمی توان گفت** هر جانوری که تنفس پوستی دارد در آب زندگی می کند (بر عکس این هم نمی توان گفت)

۳- ماهیچه ی طولی و حلقوی کرم خاکی به طور متناوب به انقباض درمی آیند این یعنی در بخشی از بدن کرم خاکی ابتدا ماهیچه ی طولی منقبض شده و بعد از اتمام این انقباض ماهیچه ی حلقوی به انقباض در می آید و دوباره این فرایند تکرار می شود.

۴- طبق شکل (۲-۸) در بخش هایی از بدن که **ماهیچه ی حلقوی در حال انقباض است تارها از زمین فاصله گرفته اند.**

۵- در بدن کرم خاکی **هیچ گاه** هر دو ماهیچه ی طولی و حلقوی در یک بخش از بدن در یک زمان واحد منقبض نمی شوند.

۶- **درباره ی بخشی از بدن کرم خاکی که طی حرکت باریک شده است باید مطالب زیر را بدانید:**

- ماهیچه ی حلقوی در حال انقباض است.
- ماهیچه ی طولی در حال استراحت است.
- بر طول بدن افزوده شده است.
- تارها از سطح زمین فاصله گرفته اند.

۷- **در مورد بخشی از بدن کرم خاکی که طی حرکت قطور شده است باید مطالب زیر را بدانیم:**

- ماهیچه ی طولی در حال انقباض است.
- ماهیچه ی حلقوی در حال استراحت است.
- تارها بر سطح زمین قرار دارند.
- از طول بدن کاسته شده است.

۸- **عبارت زیر را بررسی کنیم:**

"هیچ گاه در کرم خاکی در یک زمان واحد ماهیچه های طولی و حلقوی در حال انقباض نیستند."

شاید در نگاه اول این عبارت صحیح باشد. اما کاملاً نادرست است. همان طور که در شکل (۲-۸) زیست ۱ می بینید در طول بدن کرم خاکی هم ماهیچه ی طولی و حلقوی در حال انقباض داریم هم در حال استراحت.

## حرکت با چهار اندام حرکتی

۱- **بیش تر** جانوران با کمک پاها حرکت می کنند.

**یادآوری:** در حشرات ۶ تا پا وجود دارد. تعداد پاها در جانوران دو، چهار، شش (حشرات) هشت (عنکبوت) در **بعضی** حتی بیش تر از هشت (هزار پایان) است.

۲- بیش تر دوزیستان **بعضی** از خزندگان و **همه‌ی** پرندگان و پستانداران چهار اندام حرکتی دارند ماهیچه‌هایی که به استخوان‌های این اندام‌های حرکتی متصل اند استخوان‌ها را به حرکت در می‌آورند.

ترکیب: مهره‌داران شامل ماهی‌ها، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران اند. همه‌ی مهره‌داران اسکلت داخلی دارند.

۳- در مهره‌داران ماهیچه‌هایی که به استخوان‌های اندام‌های حرکتی متصل اند استخوان‌ها را به حرکت در می‌آورند.

نکته: **بعضی** از ماهی‌ها غضروفی اند. در این ماهی‌ها ماهیچه‌ها غضروف اندام‌های حرکتی را به حرکت در می‌آورند.

۴- چند تا مطلب ترکیبی:

**A. بیش تر دوزیستان چهار اندام حرکتی دارند سایر مطالب مربوط به دوزیستان:**

**اولین** مهره‌داران ساکن خشکی اند. از تحول ماهی‌ها ایجاد شده‌اند لقاح خارجی دارند ماده‌ی دفعی نیتروژن دار آن‌ها اوره است. **بسیاری** از آن‌ها برای جلب جفت

صداها و آوازهای ویژه‌ای تولید می‌کنند. دوزیستان نابالغ حفره‌ی گلویی و آبشش دارند دوزیستان بالغ شش دارند.

نکته: **بعضی** از وزغ‌ها هنگامی که در آب به سر می‌برند آمونیاک و وقتی که در خشکی هستند اوره دفع می‌کنند.

نکته: انواع دوزیستان کتاب درسی عبارتند از: قورباغه، وزغ کوچک و بزرگ درخت بلوط

نکته: بین گونه‌های وزغ‌ها می‌تواند جدایی مکانیکی، جدایی زمانی، نازیستیایی دورگه وجود داشته باشد.

**B. بعضی از خزندگان چهار اندام حرکتی دارند. سایر مطالب مربوط به خزندگان:**

قلب چهار حفره‌ای، گردش خون مضاعف، شش، لقاح داخلی دارند. **اولین** مهره‌دارانی هستند که در خشکی‌ها تخم‌گذاری کردند تخم آن‌ها دارای پوسته‌ی آهکی

است برخلاف پرندگان و پلاتی‌پوس روی تخم خود نمی‌نشینند. **بسیاری** از آن‌ها اوریک اسید دفع می‌کنند.

نکته: استخوان‌های لگن و ران مار که بازمانده‌ی استخوان‌های لگن و ران سایر خزندگان هستند اندامی **وستیجیال** را به وجود می‌آورند.

نکته: انواع خزندگان کتاب درسی عبارتند از: مار، سوسمار، تمساح، مارمولک شاخ‌دار، دایناسور، کورکودیل و لاک پشت.

**C. همه‌ی پرندگان چهار اندام حرکتی دارند. سایر مطالب مربوط به پرندگان عبارتند از:**

۱. پرندگان جز مهره‌داران اند بنابراین مانند سایر مهره‌داران:

a. دارای اسکلت درونی استخوانی دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع)، دفاع اختصاصی (ایمنی هومورال و سلولی)، گردش خون بسته، شبکه‌ی موریگی کامل و ... هستند.

b. مغز آن‌ها در دوران جنینی دارای سه بخش **جلویی**، **میانی** و **عقبی** است.

c. رویان آن‌ها دارای حفره‌ی گلوی، دم و **۴ جوانه‌ی حرکتی** می‌باشد.

d. اساس ساختارهای حرکتی جلویی آن‌ها یکسان است.

نکته: موارد a, b, c, d همولوگ هستند.

۲. پرندگان کتاب درسی:

کوکو- گنجشک- پرند ه‌ی شهدخوار- سهره- مرغ جولا- سسک- چرخ ریسک- سینه سرخ- چکاوک- چلچله- غاز- پنگوئن

تذکر: خفاش جز پرندگان نیست. خفاش پستاندار بوده و توانایی پرواز دارد.

۳. دارای لوله‌ی گوارش هستند.

مثال: مسیر عبور غذا در لوله‌ی گوارش گنجشک:

دهان ← مری ← پینه‌ران ← معره ← سنگدان ← روزه ← مفرج

۴. قلب آن‌ها **۴ حفره‌ای** (۲ دهلیز و ۲ بطن) بوده و گردش خون آن‌ها مضاعف می‌باشد.

۵. **همه‌ی** پرندگان دارای **۴** اندام حرکتی بوده و ماده‌ی دفعی آن‌ها **اوریک اسید** می‌باشد.

۶. بال آن‌ها متشکل از بازو، ساعد (زند زیرین و زند زیرین) و پنجه (بالک + ...) می‌باشد.

۷. لقاح پرندگان **داخلی** بوده و تخم آن‌ها اندوخته‌ی زیادی دارد و دارای پوسته‌ی آهکی است.

۸. الگوی تعیین جنسیت در آن‌ها به صورت ماده (ZW) و نر (ZZ) است و در پرندگان فرد ماده تعیین جنسیت جنین را بر عهده دارد.

۹. پرندگان توانایی استفراغ داشته و قادر به یادگیری از نوع **آزمون و خطا** (شرطی شدن فعال) هستند.

۱۰. دارای **۲ عدد** شش، **۹** کیسه هوادار و **یک عدد** نای هستند.

D. همه‌ی پستانداران چهار اندام حرکتی دارند. سایر مطالب مربوط به پستانداران عبارتند از:

۱. پستانداران شامل موارد زیر می باشند:

a. تخم گذار: پلاتی پوس، فاقد رحم و جفت می باشد.

b. کیسه دار (زنده‌زا): کانگورو و اپاسوم، دارای رحم ابتدایی اند اما جفت ندارند.

c. جفت دار (بچه‌زا): انسان، اسب، پریمات‌ها و ... دارای رحم و جفت هستند.

ترکیب: همه‌ی پستانداران دارای دیافراگم و پرده‌ی سه لایه‌ی مننژ هستند.

E. همه‌ی مهره‌داران اسکلت درونی دارند. سایر مطالب مربوط به مهره‌داران عبارتند از:

۱. دارای اسکلت داخلی هستند.

۲. دارای گردش خون بسته و شبکه‌ی مویرگی کامل هستند.

۳. دارای دفاع اختصاصی و غیر اختصاصی دستگاه عصبی مرکزی (مغز و نخاع) و محیطی هستند.

۴. مغز آن‌ها در دوران جنینی دارای سه بخش جلویی، میانی و عقبی است.

۵. رویان آن‌ها دارای حفره‌ی گلوبی، دم و چهار جوانه‌ی حرکتی است.

نکته: حفره‌ی گلوبی در ماهیان و دوزیستان نابالغ وجود دارد و حاوی آبشش است. اما در سایر مهره‌داران تحلیل رفته و از بین می‌رود.

۶. اساس ساختاری جلویی آن‌ها یکسان می باشد.

ترکیب: موارد ۴ و ۵ و ۶ همولوگ هستند.

۷. بیش تر جانورانی که شش دارند ساکن خشکی بوده و بعضی از آن‌ها آبی هستند (مثال: وال، دلفین و نهنگ)

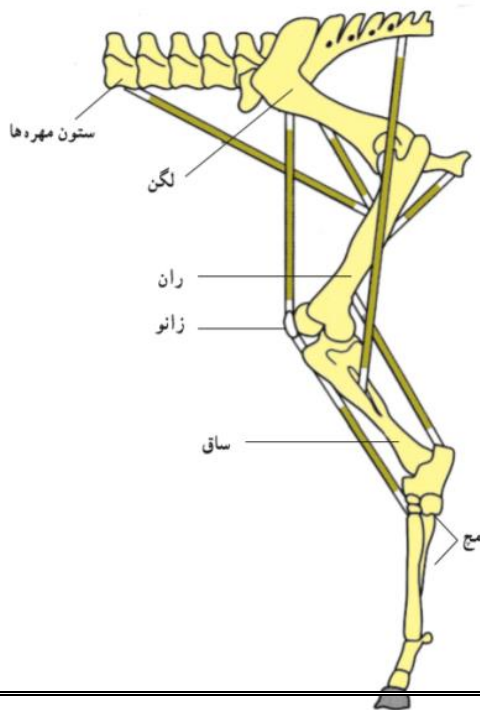
۸. فقط پستانداران دارای دیافراگم و پرده‌ی سه لایه‌ی مننژ هستند پس نمی توان گفت هر جانوری که دارای شش است حتماً دیافراگم دارد. ولی بدانید که هر جانوری که دیافراگم دارد قطعاً واجد شش می باشد.

۹. نمی توان گفت همه‌ی جانورانی که جز مهره‌داران اند شش دارند. برای مثال ماهی‌ها و دوزیستان نابالغ آبشش دارند نه شش.

۱۰. دوزیستان، لقاح خارجی، خزندگان، پرندگان و پستانداران لقاح داخلی دارند ولی همگی دارای شش هستند پس نمی توان گفت هر جانوری که دارای شش می باشد لقاح داخلی دارد.

۱۱. نمی توان گفت هر جانوری که دارای لقاح داخلی است حتماً شش دارد. چون حشرات سخت پوستان دریایی (دافنی، کشتی چسب و ...) لقاح داخلی دارند اما شش ندارند.

نکته: پستانداران هم جزء مهره‌داران هستند و این چیزهایی که گفتم برای آنها هم صادق است.



## اسب

### ۱ حرکت

۱- اسب مانند همه‌ی پستانداران دارای چهار اندام حرکتی است.

۲- حرکت اسب با مهارت و سرعت زیاد انجام می شود.

### ۲ آناتومی ساختارهای حرکتی عقبی

۱- اسب مانند همه‌ی پستانداران دارای اسکلت درونی از جنس استخوان می باشد.

۲- در پاهای اسب‌های امروزی به جای انگشت سم وجود دارد.

۳- در اندام‌های حرکتی عقبی اسب استخوان‌های زیر وجود دارد:

لگن - ران - زانو - ساق - مع

۴- طبق شکل (۳-۸) در هر اندام حرکتی عقبی اسب، ۷ عدد ماهیچه وجود دارد.

۵- درباره‌ی ماهیچه‌های مربوطه به پاهای عقبی اسب باید مطالب زیر را بدانید:

- a. استخوان مچ توسط ماهیچه به زانو اتصال یافته است.  
 b. زانو توسط ماهیچه به استخوان لگن متصل است.  
 c. استخوان ران توسط یک ماهیچه به استخوان لگن و توسط ماهیچه‌ی دیگری به ستون مهره اتصال یافته است.  
 d. استخوان ساق توسط ماهیچه به بخش انتهایی ستون مهره متصل است.  
 تذکر: هیچ ماهیچه‌ای مچ پا را مستقیماً به استخوان لگن و ستون مهره متصل نکرده است.  
 نکته: استخوان ران توسط **سه ماهیچه** به استخوان‌های دیگر متصل شده است.

### ۳ ترکیبی باشیم

- ۱- اسب جزء پستانداران است و همه‌ی ویژگی‌های ترکیبی مربوط پستانداران را باید درباره‌ی آن بدانیم. درباره پستانداران کمی قبل تر حرف زدیم.  
 ۲- در طول حیات با تبدیل جنگل به علفزار اندازه‌ی بدن اسب تغییر کرد و به مرور اندازه‌ی بدن اسب بزرگتر شد.  
 ۳- **هیراکوتریوم** نوعی اسب است که به زندگی در جنگل سازگارتر بوده است. بدن این اسب کوچک بوده و در پاهای خود به جای سم دارای **انگشت** می باشد.  
 ۴- پس از یک دوره‌ی کوتاه اندازه‌ی بدن اسبها افزایش یافت و **مریکیپوسها** پدیدار شدند. اندازه‌ی بدن این اسبها بزرگتر از هیراکوتریوم بود و در پاهای خود مانند هیراکوتریوم (**انگشت**) داشتند.  
 نکته: در هر پای هیراکوتریوم **۴ انگشت** و در پای مریکیپوس **۳ انگشت** وجود داشت.  
 ۵- پس از یک دوره‌ی طولانی اندازه‌ی بدن اسبها بزرگتر شد و **اکوئوس** به وجود آمدند. اکوئوسها به زیستن در علفزارها سازگارتر بودند.  
 نکته: اکوئوس به جای انگشت دارای **سم** است.  
 نکته: می توان گفت در طول حیات بخشی از ساختارهای استخوانی در اسبها (**انگشتان**) تحلیل رفتند و به جای آن‌ها سم ایجاد شد.  
 نکته: افزایش بدن اسب نمونه‌ای از **انتخاب جهت دار** می باشد.  
 نکته: با افزایش اندازه‌ی بدن اسب مهارت و سرعت در حرکت اسبها افزایش یافت. به این میگویند **افزایش شایستگی تکاملی**.  
 ۶- در **بعضی** از گیاهخواران میکروب‌های تجزیه کننده‌ی سلولز در روده‌ی بزرگ یا روده‌ی کور زندگی می کنند. دستگاه گوارش فیل و اسب از این نوع است. روده‌ی کور و روده‌ی بزرگ این جانوران مواد حاصل از گوارش سلولز را جذب می کند.  
 نکته: **فیل و اسب معده‌ی چهار بخشی** (سیرابی، نگاری، هزارلا و شیردان) ندارند و جزء نوشخوارکنندگان نیستند.

## شنا کردن

موارد زیر توانایی شنا کردن دارند:

ماهی‌ها- دوزیستان- وال‌ها- دلفین‌ها و ...

### ۱ شنا کردن در ماهی‌ها

۱- باله‌های ماهی در سطح کتاب درسی:

باله سینه‌ای- باله لگنی- باله مخرجی- باله پشتی جلویی- باله پشتی عقبی- باله دم

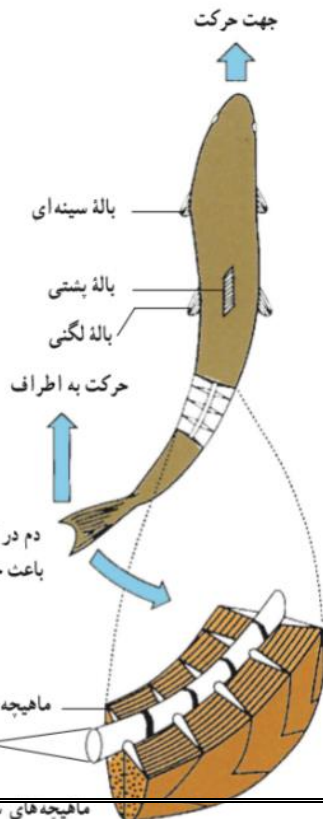
۲- در ماهی **یک عدد** باله‌ی دم، **۲ عدد** باله سینه‌ای، **۲ عدد** باله‌ی لگنی و ... وجود دارد.

۳- وظایف باله‌های ماهی:

a. ماهی با حرکت دادن **باله دم** خود به چپ و راست به جلو حرکت می کند.  
 نکته: مساحت باله‌ی دم به نسبت زیاد است.

ترکیب: دم مارماهی علاوه بر مورد a وظیفه‌ی تولید **تکانه‌ی الکتریکی** نیز بر عهده دارد.  
 نکته: با حرکت دم به اطراف، دم در آب به عقب ضربه می زند و باعث حرکت ماهی به جلو می شود.

b. حرکت **باله‌های سینه‌ای** به تندتر یا کندتر کردن حرکت ماهی کمک می کند.

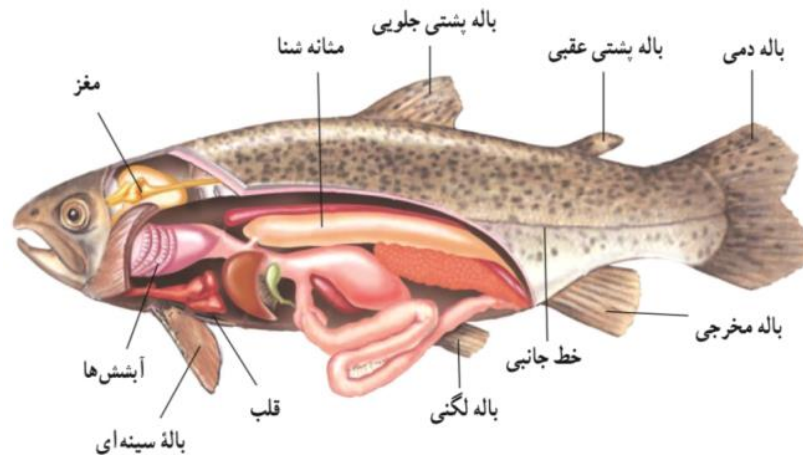


- c. باله های سینه ای با کمک باله های پشتی و لگنی برای تغییر جهت حرکت به کار می روند.
- ۴- بسیاری از ماهی ها درون بدن خود بادکنک شنا دارند که به حرکت عمودی آن ها کمک می کند.
- نکته: همه ماهی ها حرکت عمودی دارند اما همه ی آن ها بادکنک شنا ندارند بنابراین نمی توان گفت هر ماهی که حرکت عمودی دارد واجد بادکنک شنا می باشد.
- ۵- اسکلت ماهی درونی است و جانور با حرکت دادن ماهیچه های دو سوی مهره ها به طور متناوب به جلو می رود.
- ترکیب: بسیاری از ماهی ها استخوانی و بعضی غضروفی (نوعی کوسه ماهی) هستند.
- ۶- وقتی ماهیچه های سمت راست بدن ماهی منقبض شود دم به سمت راست حرکت می کند و هر وقت ماهیچه های سمت چپ بدن ماهی منقبض شود دم به سمت چپ متمایل می شود.
- نکته: ماهی باله ای دمی خود را به چپ و راست حرکت می دهد و جابه جا می شود.

## ۲ مفهومی باشیم

طبق شکل (۵-۸) می توان موارد زیر را فهمید:

- ۱- ستون مهره و نخاع ماهی در بخش پشتی جانور قرار گرفته است.
- نکته: طناب عصبی حشرات در سطح شکمی قرار دارد.
- ۲- قلب ماهی پایین تر از آبشش قرار دارد.
- ۳- بادکنک شنا از قسمت جلویی ماهی تا مخرج امتداد یافته است.
- نکته: مثانه ی شنا همان بادکنک شنا است.
- نکته: بادکنک شنا کیسه ای انعطاف پذیر و پر از گاز است که به حرکات عمودی و تنظیم ارتفاع کمک می کند.



باله ها و بادکنک شنای ماهی

## ۳ ترکیبی باشیم

- a. انواع ماهی های کتاب درسی عبارتند از:
- b. همگی دارای آبشش، گردش خون بسته و ساده، قلب دو حفره ای (دهلیز و بطن)، هستند.
- c. موفق ترین مهره داران زنده بوده و فراوان ترین مهره داران آبی هستند.
- d. همگی دارای حفره ی گلوبی (حاوی آبشش) هستند.
- e. بعضی دارای اسکلت غضروفی (کوسه ماهی) و بعضی دیگر دارای اسکلت استخوانی هستند.
- f. ماهی های استخوانی معمولاً ۴ جفت کمان آبششی دارند.
- g. لب بویایی ماهی در مقایسه با لب بویایی انسان نسبت به مغز بزرگ تر می باشد.



- h.** بیش تر آن ها (به جز نوعی کوسه ماهی) دارای لقاح خارجی هستند.
- i.** بسیاری از آن ها دارای بادکنک شنا هستند.
- j.** بسیاری از ماهی ها آمونیاک و کوسه ماهی و بعضی از ماهی استخوانی اوره دفع می کنند.  
نکته: آمونیاک و اوره برخلاف اوریک اسید، حلقه ندارند.
- k.** در کانال جانبی خود دارای گیرنده های مکانیکی (سلول های مژک دار) می باشند.
- l.** در کانال جانبی مارماهی و گربه ماهی هم گیرنده های مکانیکی و هم گیرنده های الکتریکی وجود دارد.
- m.** بعضی از ماهی دارای رفتار الگوی عمل ثابت و بعضی دارای نقش پذیری (ماهی آزاد) هستند.  
تذکر: دلفین و وال جز پستانداران بوده و شش دارند.

## پرواز

### ۱ جانوران پرواز کننده

۱- حشرات خفاش ها و پرندگان توانایی پرواز دارند.

۲- درباره ی بال حشرات باید مطالب زیر را بدانید:

a. حشرات (برخلاف اغلب مهره داران) استخوان ندارند. بنابراین در ساختار بال حشرات استخوان وجود ندارد.

b. در ابتدای حیات طول بال های سنجاقک ها بیش از یک متر بود.

نکته: اکنون طول بال سنجاقک ها چند سانتی متر است.

ترکیب: تغییر اندازه ی طول بال در سنجاقک ها نمونه ای از اثر انتخاب طبیعی از نوع جهت دار است.

c. حشرات اولیه مانند سنجاقک ها دارای دو جفت (۴ عدد) بال بودند.

d. بال حشرات با بال پرندگان و ساختارهای جلویی مهره داران همولوگ نیست.

e. به احتمال زیاد در طول حیات موفقیت حشرات در ارتباط با توانایی پرواز آن ها بوده است.

ترکیب: حشرات اولین جانورانی بودند که بال داشتند توانایی پرواز برای حشرات این امکان را فراهم آورده که به نحو مؤثرتری به جستجوی غذا جفت و آشیانه بپردازند. این امر منجر به هم باری بین حشرات و گیاهان گل دار شد.

۳- درباره ی بال خفاش ها باید مطالب زیر را بدانید:

a. خفاش جزء پستانداران بوده و دارای اسکلت درونی از جنس استخوان است (برخلاف حشرات)

b. بال خفاش از بخش های زیر ساخته شده است:

بازو (یک عدد)، زنده زبرین (یک عدد)، زنده زبرین (یک عدد)، مچ، کف، انگشتان (۵ عدد)

c. اندام های جلویی مهره داران (خفاش، تمساح، پنگوئن، انسان و ...) دارای اساس یکسانی هستند.

به چنین ساختارهایی ساختارهای همولوگ می گویند.

d. با توجه به شکل (۱۰-۴) زیست چهارم درباره ی آناتومی بال خفاش باید مطالب زیر را بدانیم:

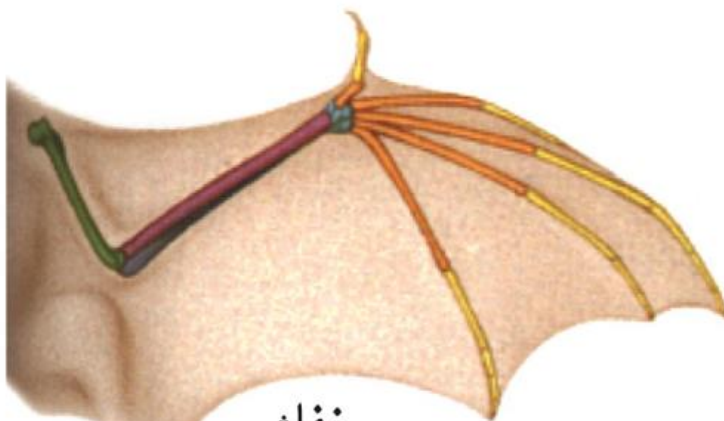
۱- در هر بال خفاش ۵ انگشت وجود دارد.

۲- اندازه ی انگشتان یکسان نبوده و انگشت شست نسبت به سایرین کوتاه تر است.

۳- هر ۵ انگشت خفاش دارای تعدادی بند می باشد و بندهای انگشتان تحلیل نرفته است مثل انگشتان انسان و تمساح.

۴- در خفاش انگشتان، استخوان های کف، مچ، زنده زبرین و زنده زبرین و بازو در تشکیل بال نقش دارند.

۵- بین انگشتان و سایر بخش های تشکیل دهنده ی بال در خفاش پرده ی نازکی وجود دارد. استاد شاکری



خفاش



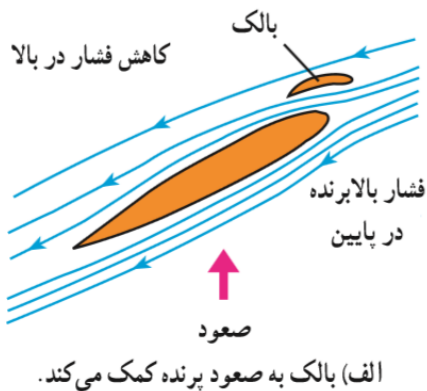
نکته: در انسان، این پرده توسط آنزیم های لیزوزومی در دوران جنینی تجزیه می شود و انگشتان انسان فاقد پرده است.

۴- چند تا مطلب درباره خفاش ها:

- a. خفاش ها جزء پستانداران هستند و همهی ویژگی آن ها را دارند. کمی قبل تر درباره ی پستانداران حرف زدیم.
  - b. **بعضی** از گونه های خفاش ها امواجی تولید می کنند که از محدوده ی شنوایی ما خارج است. این خفاش ها از طریق پژواک سازی از محیط خود اطلاعات به دست می آورند و از این طریق از حشرات تغذیه می کنند.
  - c. خفاش با استفاده از قدرت بینایی و بویایی گل های سفیدی را که در شب باز می شوند **گرفته افشانی** می کند.
- ۵- پرندگان جزء مهره داران اند و کمی قبل تر درباره ی آن ها کلی حرف زدیم. در ادامه می خواهیم چگونگی پرواز در پرندگان و آناتومی بال آن ها را بررسی کنیم.

۲ پرواز در پرندگان

- ۱- پرندگان با کمک بال های خود که با پر پوشیده شده اند پرواز می کنند.
- ۲- حرکت پرنده در هوا حرکت دادن **بال ها** یا **گاه** بدون حرکت دادن آن هاست.
- ۳- هنگام حرکت فشار هوای زیر بال ها افزایش می یابد و در همان حال از فشار هوای بالای بال ها کاسته می شود. نتیجه ی این تغییرات صعود پرنده است.



۳ آناتومی بال پرندگان

بال پرندگان از بخش های زیر تشکیل شده است:

بازو- ساعد- پنجه

a. درباره ی بازو باید مطالب زیر را بدانید:

- ۱- فقط از یک استخوان به نام بازو تشکیل شده است.
- ۲- این بخش از بال فاقد پر می باشد.

b. درباره ی ساعد مطالب زیر را آورده ایم:

- ۱- از دو استخوان تشکیل شده است: زنده ترین- زنده ترین
- ۲- در این قسمت پر و رشته هایی که پرها را در کنار هم نگه می دارد دیده می شود.
- ۳- زنده ترین و زنده ترین از یک طرف با استخوان باز و از طرف دیگر با گروهی از استخوان های پنجه تشکیل مفصل داده اند.

۴- در مورد پنجه باید مطالب زیر را بدانید:

a. از **پنچ** استخوان تشکیل شده است:

چهار استخوان دیگر + یک استخوان بالک

- b. پنجه نیز مانند ساعد (برخلاف بازو) توسط پر پوشیده شده است و دارای رشته هایی است که پرها را کنار هم نگه می دارد.

c. **بالک** از یک استخوان تشکیل یافته و به آن مقداری پر اتصال یافته است.

d. **بالک** جزء پنجه می باشد.

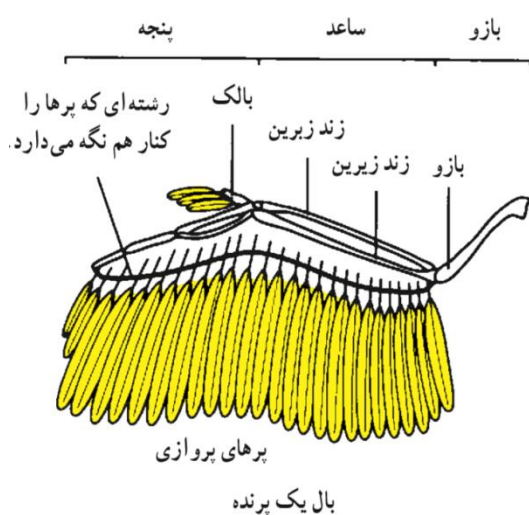
e. بدون بالک جریان آشفته هوا در زیر و روی بال به وجود می آید. این جریان آشفته ی هوا از ادامه ی پرواز جلوگیری می کند.

نکته: در صورتی که بالک وجود نمی داشت پرنده نمی توانست صعود کند.

تذکره: در خفاش و حشرات پر و بالک وجود ندارد. اما هر دو توانایی پرواز دارند.



ب) در صورتی که بالک وجود نمی داشت، پرنده نمی توانست صعود کند.



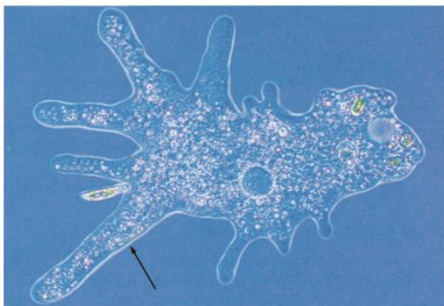
## حرکت در سایر جانداران

در این‌ها می‌فواهیم حرکت در سایر جاندارانی که در فصل‌های دیگر گفته شده را بررسی کنیم.

### ۱ باکتری‌ها

- بعضی از باکتری‌ها دارای تاژک هستند.
- تاژک باکتری ساختار ساده‌ای دارد و از نظر ساختار و عملکرد با تاژک سلول‌های یوکاریوتی متفاوت است.
- منشأ تاژک در باکتری‌ها غشای پلاسمایی است.

### ۲ آغازیان



پای کاذب در آمیب

- موارد زیر هتروتروف بوده و با استفاده از پای کاذب حرکت می‌کنند آمیب، روزن داران، کپک‌های مخاطی سلولی
- ترکیب: موارد مذکور چون هتروتروف اند پس کلروپلاست، چرخه‌ی کالوین و مولکول NADPH ندارند.
- ترکیب: موارد مذکور چون یوکاریوت بوده و هوازی هستند بنابراین میتوکندری، گلیکولیز، چرخه‌ی کربس، اسید سیتریک، اگزالواستات،  $NADH$ ,  $FADH_2$  دارند.

#### b. آغازیانی که با استفاده از تاژک حرکت می‌کنند:

فتوسنتز کننده‌ها: کلامیدوموناس (۲ تاژی)، تاژک‌داران چرخان (بیش تر ۲ تاژک)، بعضی از اوگلناها (۲ تاژی) و ولوکس (بیش از هزاران تاژک).

هتروتروف‌ها: تاژک‌داران جانور مانند (یک تا هزاران تاژک)، بیش تر اوگلناها (۲ تاژی)

گامت‌ها و هاگ‌ها: کلامیدوموناس (هاگ و گامت)، کاهو دریایی (هاگ و گامت)، کپک مخاطی پلاسمودیومی (بعضی از گامت‌ها) و هاگ‌داران (گامت نر)

#### c. آغازیانی که با مژک حرکت می‌کنند و همگی سانتیریول دار هستند:

مژکداران شامل پارامسی و تریکودینا هستند.

#### d. حرکت آغازیان بدون ساختارهای حرکتی:

دیاتوم‌ها گروهی از آغازیان اند که تک سلولی بوده و فتوسنتز می‌کنند. این گروه از آغازیان روی مواد شیمیایی که از منافذ پوست آن‌ها ترشح می‌شود سر می‌خورد و درون آب حرکت می‌کنند.

### ۳ جانوران دیگر

بعضی از جانوران روی زمین سر می‌خورند و با سریدن حرکت می‌کنند.

نکته: چند خط بالاتر نیز درباره‌ی دیاتوم‌ها گفتیم که آن‌ها سر می‌خورند اما در آب.

## ماهیه‌های اسکلتی

### ۱ چند تا یادآوری

۱- در مهره‌داران چهار نوع بافت اصلی یافت می‌شود:

پوششی - پیوندی - ماهیچه‌ای - عصبی

۲- انواع بافت ماهیچه‌ای در انسان:

اسکلتی - قلبی - صاف

۳- حضور یون کلسیم برای انقباض هر سه نوع ماهیچه نیاز است.

۴- تغییرات غلظت هورمون‌های کلسی‌تونین و غدد پارائتیروئیدی می‌تواند در عملکرد سلول‌های ماهیچه‌ای اختلال ایجاد کند.

۵- استیل کولین یکی از انتقال دهنده‌های اصلی در انقباض سلول‌های ماهیچه‌ای است.



- ۶- **همه‌ی** سلول‌های ماهیچه‌ای در غشای پلاسمایی خود برای ناقل‌های عصبی دارای گیرنده هستند.
- ۷- فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی توسط اعصاب پیکری و فعالیت ماهیچه‌های قلبی و صاف توسط اعصاب خود مختار (سمپاتیک و پاراسمپاتیک) کنترل می‌شود.

## ۲ انواع حرکت در سلول‌های مهره‌داران

- ۱- حرکت به صورت‌های مختلف در **همه‌ی** سلول‌های زنده دیده می‌شود.
- نکته: حتی در سلول‌های پوششی، پیوندی، استخوانی، گیاهی و ... حرکت دیده می‌شود.

### ۲- چندتا حرکت در سلول‌های مهره‌داران:

- حرکت آمیبی در ماکروفاژها، نوتروفیل‌ها، و بازوفیل‌ها در خارج از خون
- حرکت **برخی** از گلبول‌های سفید خون به سمت مواد جاذب گلبول سفید.
- حرکت اسپرم به سمت تخمک در دستگاه تولید مثلی زن‌ها.
- حرکت در سلول‌های ماهیچه‌ای

نکته: سلول‌های ماهیچه‌ای **اختصاصاً** برای حرکت تمایز یافته‌اند. سلول‌های ماهیچه‌ای به صورت تارهای قابل انقباض درآمده‌اند و به سه نوع ماهیچه‌ی مخطط، ماهیچه‌ی صاف و ماهیچه‌ی قلبی تقسیم بندی می‌شوند.

توجه: درباره‌ی انواع بافت‌ها و ماهیچه‌ها در فصل ۳ همین کتاب کلی مرف زیرم که لازم است قبل از شروع این مبحث آن‌ها را مرور کنیم.

## ۳ ساختار ماهیچه‌ی مخطط (ماهیچه‌ی اسکلتی)

### ۱- میون واحد ساختاری ماهیچه‌های مخطط است که درباره‌ی آن باید مطالب زیر را بدانیم:

- تارهایی به قطر **۱۰ تا ۱۰۰ میکرون** طویل (دراز) استوانه‌ای شکل و چند هسته‌ای هستند
- نکته: به علت دراز بودن میون‌ها نسبت سطح به حجم در این سلول‌ها بالاست (مثل نوروها).
- طول متفاوت دارند.
- هر میون (و غشای پلاسمایی آن) توسط سیمانی از جنس بافت پیوندی احاطه شده است.

نکته: هر میون و مجموع میون‌ها توسط غلاف پیوندی احاطه شده‌اند. این غلاف در سر تارها به هم می‌پیوندند و **زردپی‌های** دو سر ماهیچه‌ها را می‌سازند.

نکته: **زردپی** از نوع **بافت پیوندی بسیار مقاوم** است (بافت پیوندی رشته‌ای) و نیروی انقباض ماهیچه را به استخوان منتقل می‌کند.

- اگر یک تار ماهیچه‌ای مخطط (میون) را در زیر میکروسکوپ بررسی کنیم وجود لایه‌های تیره و روشن را که به آن‌ها منظره مخطط (خط‌دار) می‌دهد. مشاهده می‌کنیم.

نکته: در ماهیچه‌های قلبی (مانند میون‌ها) همین تناوب لایه‌های تیره و روشن وجود دارد ولی ماهیچه‌های صاف وضع متجانس دارند و خط‌دار نیستند.

- هر تار ماهیچه‌ای از پوششی به نام **سارکولم** احاطه شده و درون آن **چندین** **تارچه** وجود دارد.

- سارکولم** همان غشای پلاسمایی میون‌هاست بنابراین دارای فسفولیپید (بیش‌ترین جز غشا)، پروتئین، کربوهیدرات و کلسترول است.

ترکیب: گیرنده‌ی ناقل عصبی، پمپ سدیم- پتاسیم و ... در سارکولم قرار دارد.

- تعداد سلول‌های ماهیچه‌ی مخطط (میون‌ها) پس از تولد افزایش نمی‌یابد. چون این سلول‌ها تقسیم نمی‌شوند بزرگ شدن این ماهیچه‌ها با افزایش حجم آن‌ها صورت می‌گیرد.

ترکیب: چون بعد از تولد میون‌ها میتوز و سیتوکینز ندارند پس در آن‌ها تشکیل ساختار دوک، تجزیه و تشکیل پوشش هسته، دور شدن سانتزیول‌ها، مراحل میتوز و تشکیل کمر بند انقباضی به منظور سیتوکینز، صورت نمی‌گیرد.

### ۲- ساختارهای لازم برای ساختن میون:

هسته- میتوکندری- شبکه‌ی آندوپلاسمی گسترده- تارچه- کمی سارکوپلاسم و ...

### ۳- درباره‌ی هسته‌ی میون‌ها مطالب زیر را باید بدانیم:

- در هر میون **چندین** هسته وجود دارد.
- هسته‌ها در زیر و نزدیک به غشای پلاسمایی قرار دارند.
- در آنها همانندسازی DNA خطی صورت نمی‌گیرد و آنزیم DNA پلی‌مراز و هلیکاز غیر فعال است.

۴- میتوکندری در میون‌ها:

- a. در هر میون تعداد زیادی میتوکندری وجود دارد.
  - b. چون فعالیت میتوکندری در میون‌ها زیاد است بنابراین تعداد کریستا در آن‌ها زیاد بوده و توانایی آن‌ها در تولید ATP بالاست.
  - c. هر چقدر فعالیت میون‌ها بیشتر باشد میزان تقسیم دوتایی در میتوکندری‌ها بیشتر بوده و تعداد آن افزایش می‌یابد. در ضمن در این حالت همانندسازی DNA حلقوی صورت می‌گیرد. استاد شاکری
  - d. درون میتوکندری چرخه کربس رخ می‌دهد و ATP تولید می‌شود. در ضمن درون میتوکندری همانندسازی و رونویسی از DNA حلقوی و ترجمه (پروتئین سازی) صورت می‌گیرد.
- ترکیب: اگر در میون‌ها اکسیژن به مقدار کافی وجود نداشته باشد تخمیر صورت می‌گیرد و اسید لاکتیک تولید می‌شود. در این حالت مقدار  $CO_2$ , ATP تولیدی کم بوده و فعالیت آنزیم انیدراز کربنیک کاهش می‌یابد و کلیه‌ها مقدار بیش‌تری  $H^+$  ترشح و بی‌کربنات جذب می‌کنند.
- ترکیب: محل وقوع گلیکولیز در میون‌ها سارکوپلاسم (سیتوپلاسم معمولی در سلول‌های ماهیچه‌ای) و محل وقوع چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون درون میتوکندری می‌باشد.

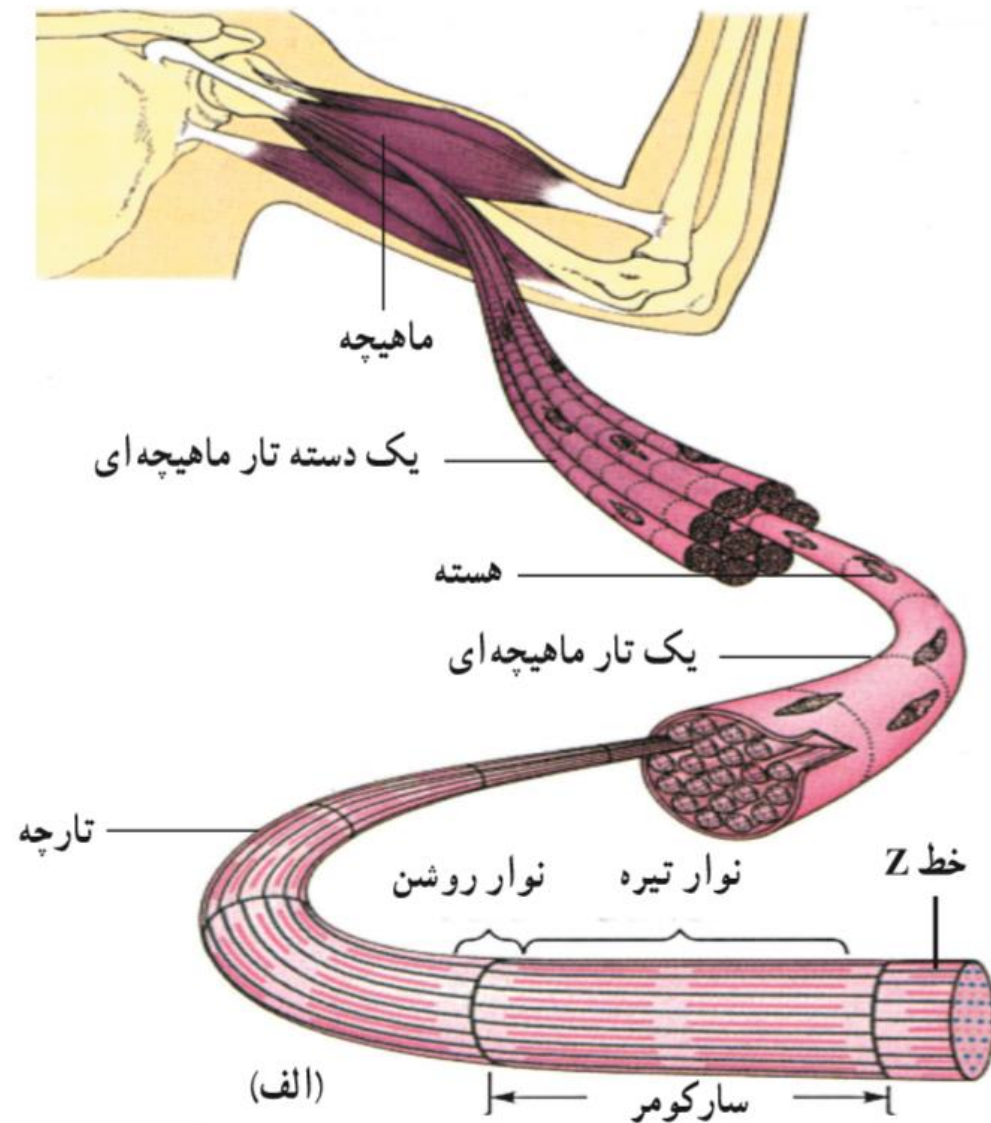
۵- تارچه در میون‌ها:

- a. درون هر میون چندین تارچه وجود دارد.
- b. هر تارچه از توالی تعدادی سارکومر درست شده است.
- c. هر سارکومر بخشی است که بین دو خط Z قرار دارد.
- d. تارچه توسط شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف (شبکه‌ی سارکوپلاسمی) احاطه شده است.
- e. در هر تارچه بخش‌های تیره و روشن وجود دارد که در طی فاصله‌های منظمی تکرار می‌شود.
- f. در هر تارچه موارد زیر وجود دارد که بعداً توضیح می‌دهم:

خط Z، اکتین، میوزین، صفحه‌ی همنسن، خط M، بخش‌های تیره، بخش‌های روشن و ...

۶- شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف در تارهای ماهیچه‌ای (میون‌ها):

- a. شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف در تارهای ماهیچه‌ای شبکه‌ی سارکوپلاسمی خوانده می‌شود.
  - b. شبکه‌ی سارکوپلاسمی در سلول‌های ماهیچه‌ای گسترش زیادی یافته.
  - c. شبکه‌ی سارکوپلاسمی اطراف هر تارچه را احاطه کرده.
  - d. این شبکه در فواصل منظم در هر سارکومر به صورت کیسه‌هایی متسع می‌شود و لوله‌های عرضی به درون سارکومر وارد می‌کند.
  - e. شبکه‌ی آندوپلاسمی و لوله‌های عرضی آن، مقدار زیادی کلسیم ذخیره‌ای دارند. کلسیم در هنگام تحریک ماهیچه آزاد و سبب آغاز فرایند انقباض آن می‌شود.
  - f. شبکه‌ی سارکوپلاسمی در میون‌ها وظایف زیر را بر عهده دارد:
- ذخیره‌ی یون کلسیم - سنتز فسفولیپید - تولید کلاسترول و سایر استروئیدها
  - g. در غشای شبکه‌ی سارکوپلاسمی گیرنده‌ی ناقل عصبی وجود ندارد.
  - h. در غشای شبکه‌ی سارکوپلاسمی پروتئین‌هایی وجود دارد که در جذب کلسیم سارکوپلاسم (سیتوپلاسم) و آزادسازی کلسیم به سارکوپلاسم نقش دارند.



#### ۴ ساختار تارچه

یادآوری: بخش‌های تشکیل دهنده تارچه عبارتند از:

ناحیه روشن، ناحیه تیره، خط Z، خط M، صفحه‌ی هسن، اکتین، میوزین و ...

۱- هر تارچه از توالی سارکومرها تشکیل شده است.

۲- هر سارکومر بین دو خط Z متوالی قرار دارد.

خط Z ← سارکومر → خط Z ← سارکومر → خط Z

۳- پس از هر خط Z یک نوار روشن و در دنبال آن یک بخش تیره وجود دارد.

روشن ← تیره → روشن → Z ← روشن ← تیره → روشن → Z

۴- بخش تیره که در وسط سارکومر قرار دارد به وسیله‌ی یک صفحه‌ی بسیار روشن (که بهش میگویند صفحه‌ی هسن) به دو بخش برابر تقسیم شده است.

روشن → Z ← روشن ← تیره ← صفحه‌ی بسیار روشن → تیره → روشن → Z ← روشن

۵- در وسط صفحه‌ی بسیار روشن خط تیره‌ی M وجود دارد (طبق شکل ۸-۸)

۶- تا این جا بخش‌های سارکومر به صورت زیر شد:



$Z \leftarrow \text{ناحیه‌ی روشن} \leftarrow \text{ناحیه‌ی تیره} \rightarrow \text{ناحیه‌ی روشن} \rightarrow \text{مُط } Z$   
 مَط تیره‌ی M

۷- هر سارکومر از رشته‌های ضخیم و نازک تشکیل شده است پروتئین میوزین در ساختار رشته‌های ضخیم و پروتئین اکتین در ساختار رشته‌های نازک وجود دارد.

۸- رشته‌های ضخیم (میوزین) و رشته‌های نازک (اکتین) در هنگام انقباض در هم فرو می‌روند و در نتیجه سارکومر کوتاه می‌شود.  
 ترکیب: اکتین و میوزین دو گروه از پروتئین‌های انقباضی در سلول‌های ماهیچه‌ای هستند.

۹- درباره‌ی رشته‌های نازک باید مطالب زیر را بدانیم:

- ابتدای آن به خط Z وصل است و انتهای آن آزاد می‌باشد.
- بخش ابتدایی آن در ناحیه‌ی روشن سارکومر قرار دارد. (وقتی ماهیچه در حال استراحت است)
- بخش انتهایی آن در ناحیه‌ی تیره قرار دارد. (وقتی ماهیچه در حال استراحت است)
- در ساختار آن پروتئین اکتین وجود دارد.
- در سارکومر تعداد زیادی اکتین وجود دارد.

۱۰- در مورد رشته‌های ضخیم باید مطالب زیر را بدانیم:

- در ساختار آن پروتئین میوزین به کار رفته است.
- ضخامت بخش میانی آن از دو سر آن بیش تر است.  
 نکته: ضخامت اکتین از میوزین کم تر است.
- در سطح آن زائده‌های پروتئینی وجود دارد.
- نکته: در طی انقباض زائده‌های میوزین به اکتین متصل می‌شود و اکتین را حرکت می‌دهد.
- بخش تیره وسط صفحه‌ی روشن (در وسط سارکومر) در وسط میوزین قرار دارد.
- میوزین در بخش تیره سارکومر و صفحه‌ی روشن هِنسن وجود دارد.
- در هر سارکومر تعداد زیادی میوزین وجود دارد.
- در یک تارچه تعداد رشته‌های نازک (اکتین) بیش تر از رشته‌های ضخیم (میوزین) است.

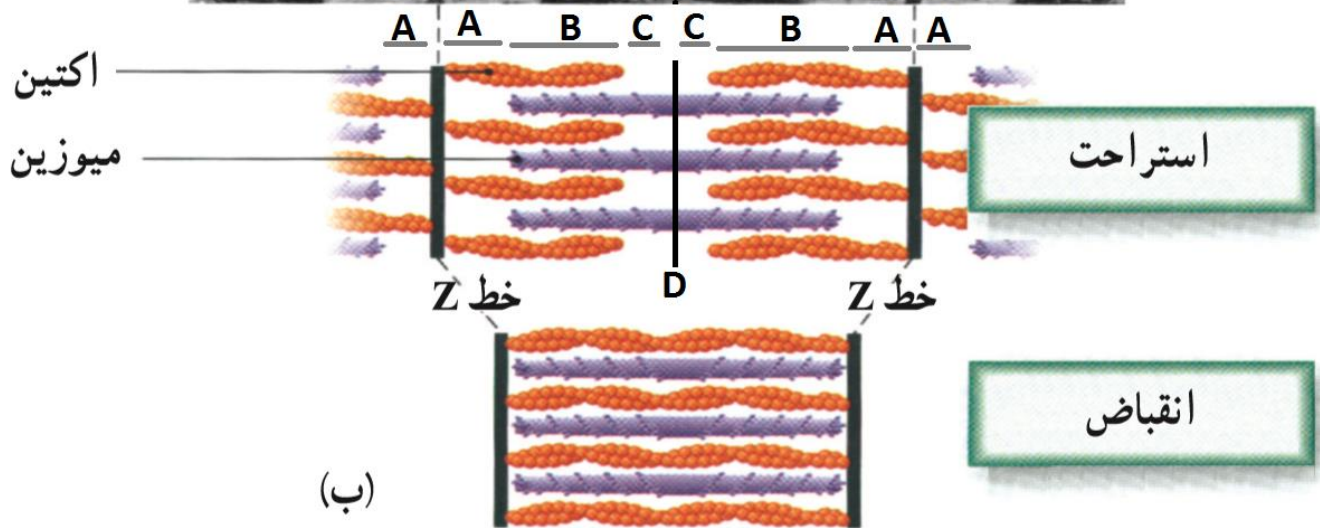
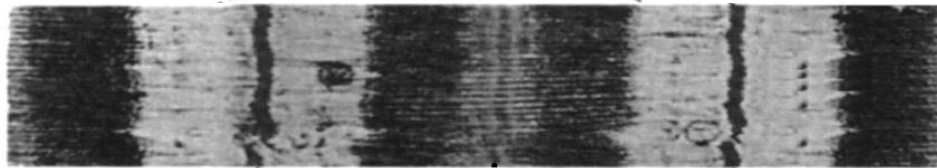
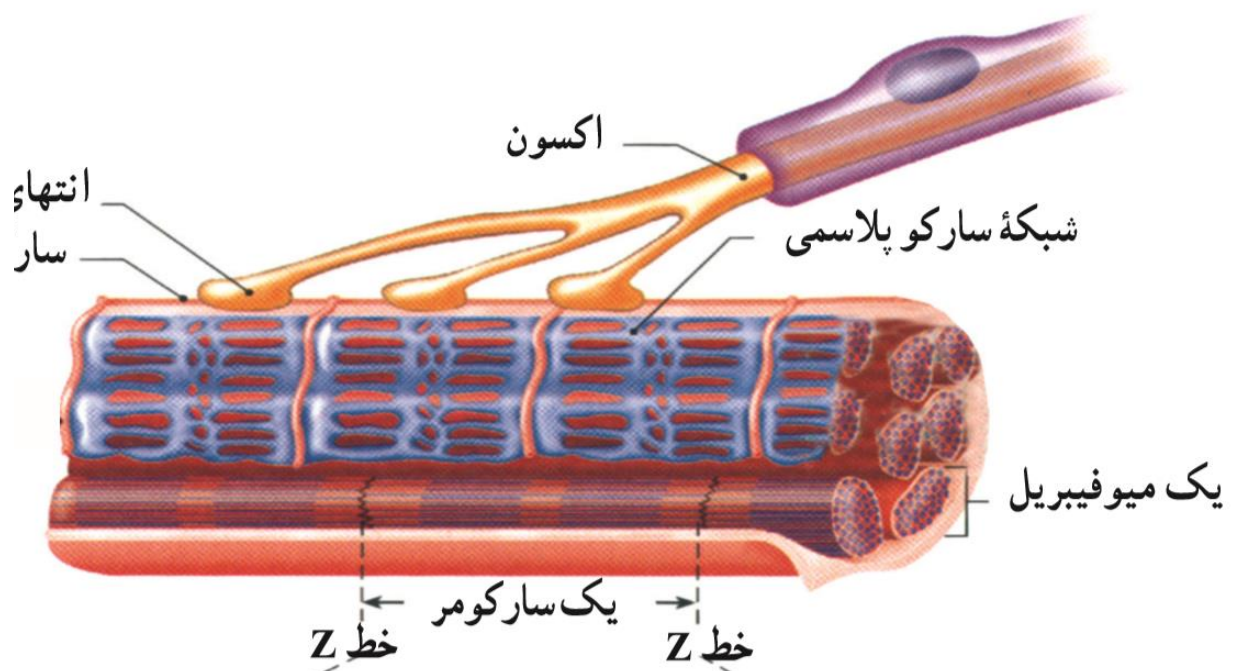
۱۱- به طور کلی می‌توان گفت در میون تعدادی هسته، تعدادی میتوکندری، چندین تارچه، شبکه‌ی آندوپلاسمی و مقدار کمی سیتوپلاسم وجود دارد که همگی توسط غشای پلاسمایی احاطه شده‌اند.

۱۲- چند تا تعریف در یک نگاه:

**سارکولم:** همان غشای پلاسمایی است و دارای فسفولیپید، پروتئین، کربوهیدرات، کلسترول، پمپ سدیم- پتاسیم و گیرنده‌ی ناقل عصبی است.  
 نکته: در سارکولم منافذی وجود دارد. این منافذ در راستای خط Z قرار دارند و مانند خطوط Z هر از فاصله‌های معینی قرار گرفته‌اند. (شکل ۸-۸)  
**ترکیب:** سارکولم توسط شبکه‌ی آندوپلاسمی زیر ساخته می‌شود.  
**سارکوپلاسم:** همان سیتوپلاسم معمولی است مقدار آن در میون‌ها کم استاد شاکری است.  
**نکته:** میتوکندری، هسته، شبکه‌ی آندوپلاسمی و بخش‌هایی از تارچه‌ها با سارکوپلاسم در تماس هستند.  
**شبکه‌ی سارکوپلاسمی:** همان شبکه‌ی آندوپلاسمی صاف است در سلول‌های ماهیچه‌ای گسترده است و محل ذخیره‌ی یون کلسیم است.  
**میون:** همان سلول ماهیچه‌ای اسکلتی است، باریک و دراز و با طول متفاوت می‌باشد.

## ۵ بررسی ساختار سارکومر

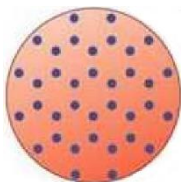
۱- وقتی ماهیچه در حال استراحت است بخش‌های آن به صورت زیر است:



۲- با توجه به نام گذاری بالا می‌توان موارد زیر را فهمید: (میون در حال استراحت است)

ناحیه A:

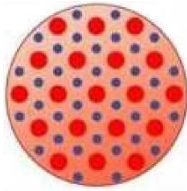
- a. روشن است
- b. فقط دارای رشته‌های نازک (اکتین) است





c. اگر به صورت مقطع عرضی برش دهیم شکل آن به صورت روبرو است:  
تذکر: در این بخش میوزین وجود ندارد.

#### ناحیه B:

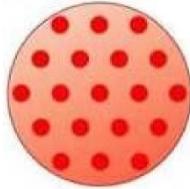


a. تیره است

b. هم دارای رشته‌های نازک (اکتین) و هم رشته‌های ضخیم (میوزین) است.

c. اگر به صورت مقطع عرضی برش دهیم شکل آن به صورت روبرو است:

#### ناحیه C:



a. صفحه‌ی بسیار روشن همنس است.

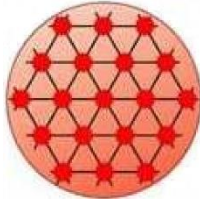
b. در وسط آن بخش تیره قرار دارد.

c. فقط دارای رشته‌های ضخیم (میوزین) است.

d. اگر به صورت مقطع عرضی برش دهیم شکل آن به صورت روبرو است:

تذکر: در این ناحیه اکتین وجود ندارد.

#### ناحیه D:



a. خط تیره‌ی M است.

b. در وسط سارکومر وسط صفحه‌ی بسیار روشن همنس و یا در وسط بخش تیره قرار دارد.

c. هم دارای خط تیره‌ی M و هم رشته‌های ضخیم (میوزین) است.

d. برش عرضی آن به شکل روبرو است:

تذکر: در این ناحیه اکتین وجود ندارد.

#### ۲- چند تا مطلب دیگر:

a. در دو طرف Z ناحیه‌ی روشن قرار دارد.

b. در دو طرف خط تیره‌ی M روشن است. (وسط بخش تیره)

c. هر جاکه فقط رشته‌های نازک و یا فقط رشته‌های ضخیم حضور دارد آن بخش از سارکومر زیر میکروسکوپ روشن می‌باشد.

d. خود خط Z تیره می‌باشد.

#### ۳- کی توسط چی احاطه شده است:

یک میون: توسط پوشش پیوندی

یک دسته تار ماهیچه‌ای: توسط غلاف پیوندی ضخیم

یک تارچه: توسط شبکه‌ی سارکوپلاسمی

یک تارچه و شبکه‌ی سارکوپلاسمی آن: توسط سارکوپلاسم

مجموع تارچه‌ها: توسط سارکولم و مقدار کمی سارکوپلاسم

#### ۶ ماهیچه‌های اسکلتی بدن

۱- ماهیچه‌های دهان، حلق، ابتدای مری و ماهیچه‌ی حلقوی خارجی راست روده اسکلتی هستند.

۲- ماهیچه‌های تنفسی مانند دیافراگم بین دنده‌ای داخلی و خارجی ارادی هستند.

۳- ماهیچه‌هایی که در شکل زیر می‌بینید همگی ارادی هستند:

نکته: از روبرو ماهیچه‌های حلقوی چشم، گونه‌ای، حلقوی لب، جناغی ترقوی پستانی، بخشی از ماهیچه‌ی ذوزنقه‌ای، دلتایی، سینه‌ای بزرگ، دو سر بازو، دنده‌ای، مورب خارجی، مورب داخلی، راست شکمی، خیاطه و چهار سر ران قابل مشاهده است.  
نکته: از پشت ماهیچه‌های ذوزنقه‌ای، دلتایی، سه سر بازو، پشتی بزرگ، سرینی متوسط، سرینی بزرگ، دو سر ران و ماهیچه‌ی توأم قابل مشاهده است.  
نکته: ماهیچه‌ی ذوزنقه‌ای و دلتایی هم از جلو هم از پشت قابل مشاهده هستند.

نکته: تعداد ماهیچه‌های مذکور در بدن انسان زوج می‌باشد. یکی سمت چپ و دیگری سمت راست بدن قرار دارد.

نکته: ماهیچه‌ی راست شکمی چهار قسمتی است و از بالا به پایین اندازه‌ی هر بخش افزایش می‌یابد.

نکته: ماهیچه‌ی توأم توسط زردپی آشیل به پاشنه‌ی پا اتصال یافته است. در انسان دو عدد ماهیچه‌ی توأم و زردپی آشیل وجود دارد.

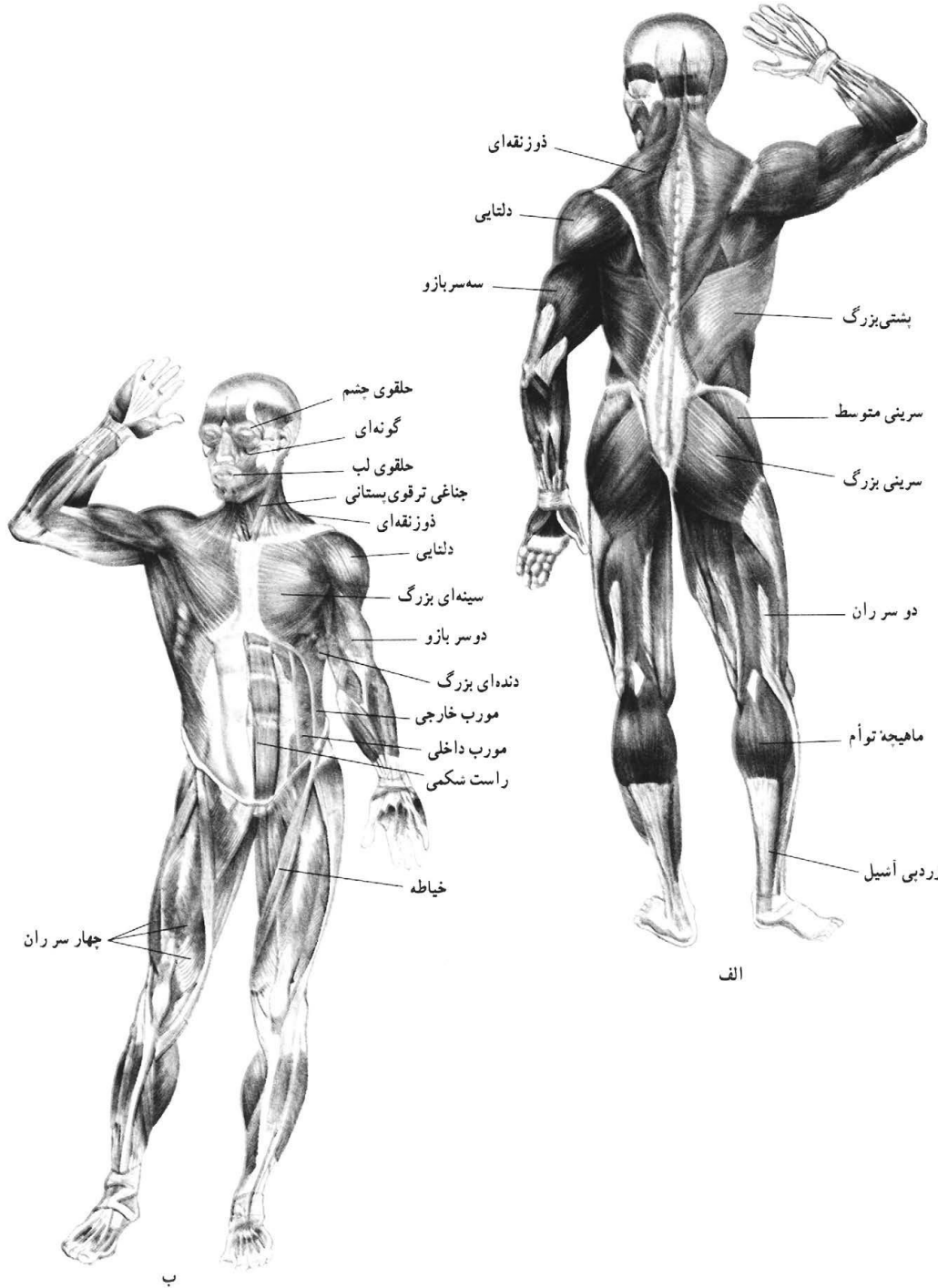
یادآوری: فعالیت ماهیچه‌های اسکلتی بدن توسط دستگاه عصبی پیگیری کنترل می‌شود.

ترکیب: بیش تر فعالیت این

ماهیچه‌ها ارادی است در طی وقوع انعکاس (مثلاً انعکاس زردپی زیر زانو) فعالیت ماهیچه‌های مذکور غیر ارادی می‌باشد.

نکته: در ماهیچه‌های مذکور میون، سارکومر، تارچه، خط Z، خط M، و صفحه‌ی بسیار روشن همنسن وجود دارد اما هیچ کدام از موارد مذکور در ماهیچه‌ی صاف یافت نمی‌شود.

نکته: طبق شکل (۸-۹) ماهیچه‌های پشتی بزرگ و ذوزنقه‌ای به ستون مهره و سینه‌ای بزرگ نیز به جناغ و ترقوه اتصال یافته‌اند.



### انواع انقباض



## ۱ ایزوتونیک

- ۱- انقباض ماهیچه در صورتی ایزوتونیک است که طول ماهیچه تغییر کند.
  - ۲- انقباض ایزوتونیک همراه با کشش ثابت است.
  - ۳- حرکات بدن از نوع ایزوتونیک است.
  - ۴- انقباض عضله‌ی چهار سر ران در انعکاس زردپی زیر زانو از نوع ایزوتونیک می‌باشد.
- توجه: درباره‌ی این نوع انقباض در درس نامه‌ی بعد با جزئیات حرف زدیم.

## ۲ ایزومتریک

- ۱- چنانچه انقباض ماهیچه به علت مقاومت شدیدی که در برابر آن وجود دارد نتواند طول ماهیچه را کم کند از نوع ایزومتریک است.
- ۲- در انقباض ایزومتریک طول عضله ثابت است.
- ۳- نگاه داشتن یک وزنه بدون حرکت دادن آن نتیجه‌ی انقباض ایزومتریک است.

## ۳ تونوس ماهیچه‌ای

- ۱- انقباض خفیفی که در ماهیچه‌ها در حالت آرامش وجود دارد و باعث سختی نسبی آن می‌شود تونوس ماهیچه‌ای خوانده می‌شود.
  - ۲- در حفظ تونوس ماهیچه‌ای تارهای ماهیچه‌ای به نوبت به انقباض در می‌آیند و در نتیجه ماهیچه خسته نمی‌شود.
  - ۳- تونوس ماهیچه‌ها هنگام به خواب رفتن، انقباض ایزوتونیک و ایزومتریک از بین می‌رود.
- نکته:** هنگام به خواب رفتن به دلیل از بین رفتن تونوس ماهیچه‌ای گردن و پلک‌ها به پایین می‌افتند.
- ترکیب: مخچه مهم‌ترین** مرکز یادگیری حرکات لازم برای تنظیم حالت بدن و تعادل است.
- نکته:** مخچه جزء مراکزی است که در تونوس ماهیچه‌ای نقش دارد.
- ۴- در طی تونوس ماهیچه‌ای همه‌ی سلول‌های ماهیچه‌ای هم‌زمان به انقباض در نمی‌آیند این یعنی در طی تونوس تعدادی از سلول‌ها در حال انقباض بوده و تعدادی در حال استراحت اند.

## مکانیسم انقباض

### ۱ مراحل انقباض ارادی

- ۱- با دستور مخ پیام حرکتی توسط بخش پیکری دستگاه عصبی محیطی به پایانه‌ی آکسون نورون حرکتی می‌رسد.
- ۲- با رسیدن پیام عصبی به پایانه‌ی آکسون نورون حرکتی ناقل عصبی (استیل کولین) طی **اگزوسیتوز** از پایانه‌ی آکسون خارج شده و وارد فضای سیناپسی می‌شود و پس از عبور از فضای سیناپسی به گیرنده‌ی ناقل عصبی در عضله متصل می‌شود.
- یادآوری:** گیرنده‌های ناقل عصبی در غشای پلاسمایی سلول‌ها (مثلاً میون‌ها) قرار دارد.
- ۳- پس از اتصال ناقل عصبی به گیرنده اختلاف پتانسیل میون تغییر کرده و باعث نشت مقدار زیادی یون کلسیم از شبکه‌ی سارکوپلاسمی به درون سارکوپلاسم می‌شود.
- ۴- در مرحله‌ی بعد در حضور یون کلسیم و همراه با مصرف ATP در هر سارکومر رشته‌های ضخیم (میوزین) رشته‌های نازک (اکتین) را به طرف داخل کشیده و باعث می‌شود که طول سارکومر کوتاه شود (یعنی خط Z ها به یکدیگر نزدیک شدند).
- ۵- با کوتاه شدن طول سارکومر طول تارچه و میون نیز کوتاه می‌شود و انقباض صورت می‌گیرد.
- ۶- بعد از پایان یافتن انقباض خط Z ها و رشته‌های نازک (اکتین) از یکدیگر دور می‌شوند و یون‌های کلسیم با مصرف ATP و توسط پروتئین‌هایی از سارکوپلاسم وارد شبکه‌ی سارکوپلاسمی می‌شوند.

### ۲ چند تا مطلب



۱- مطالبی را که در [۱] (مراحل انقباض ارادی) گفتیم همراه با کوتاه شدن طول میون بوده و از نوع انقباض ایزوتونیک می‌باشد. بنابراین در باره‌ی انقباض ایزوتونیک می‌توان گفت:

- a. طول ماهیچه، طول میون، طول تارچه، طول سارکومر و فاصله‌ی بین دو خط Z متوالی کاهش می‌یابد.
  - b. مواظب باشید در طی این نوع انقباض طول بخش تیره ثابت می‌ماند.
  - c. در طی این نوع انقباض (اگر به صورت کامل رخ دهد) ناحیه‌ی روشن از بین می‌رود.
- ۲- در طی تونوس ماهیچه‌ای موارد a، b و c، فقط در تعدادی از میون‌ها (که در حال انقباض‌اند) رخ می‌دهد. در میون‌هایی که در حال استراحت هستند موارد a، b و c، رخ نمی‌دهد.
- ۳- در طی انقباض ایزومتریک ناقل عصبی آزاد شده و ATP مصرف می‌شود اما طول میون، تارچه، سارکومر و فاصله‌ی دو خط Z متوالی تغییر نمی‌کند.
- ۴- در طی هر سه نوع انقباض یون کلسیم به درون سیتوسل نشت می‌کند و ATP نیز مصرف می‌شود.
- ۵- در طی هر سه نوع انقباض مرحله‌ی بی‌هوازی تنفس سلولی (گلیکولیز) رخ می‌دهد و اگر اکسیژن وجود داشته باشد درون میتوکندری چرخه‌ی کربس و ... رخ داده و در نهایت ATP تولید می‌شود.
- ۶- اگر اکسیژن به مقدار کافی وجود نداشته باشد تخمیر لاکتیکی رخ می‌دهد و اسید لاکتیک تولید می‌شود.
- نکته:** با تولید اسید لاکتیک  $CO_2$  تولید نمی‌شود فعالیت ایندراز کربنیک گلوبول‌های قرمز کاهش می‌یابد کم‌تر بی‌کربنات تولید می‌شود و فعالیت نفرون‌ها در ترشح  $H^+$  و بازجذب بی‌کربنات افزایش می‌یابد.
- ۷- حرکت دیافراگم، ماهیچه‌های بین دنده‌ای در حین تنفس، حرکت ماهیچه‌های اسکلتی که به استخوان وصل هستند و ... اگر همراه با کوتاه شدن طول میون باشد از نوع کشش ثابت بوده و ایزوتونیک می‌باشد.

## استخوان

### ۱ چندتا یادآوری

- ۱- استخوان **سخت‌ترین** نوع بافت پیوندی است که ماده‌ی بین سلولی آن شامل **کلاژن** (مواد آلی) و **مواد کلسیم‌دار** (ماده‌ی معدنی) می‌باشد.
  - ۲- فضای بین سلولی در بافت استخوانی زیاد می‌باشد (چون جزء بافت پیوندی است).
  - ۳- کلاژن موجود در ماده‌ی زمینه‌ای استخوان توسط **شبه‌کلیه‌ی آندوپلاسمی زبر** خود سلول‌های بافت استخوان ساخته می‌شود.
  - ۴- تنفس سلولی در سلول‌های استخوانی از نوع هوازی بوده بنابراین در این سلول‌ها گلیکولیز، چرخه‌ی کربس و ... رخ می‌دهد.
- ترکیب:** در تنفس هوازی به حضور ویتامین B1 نیاز است و به ازای مصرف گلوکز مقدار فراوانی ATP تولید می‌شود.
- ۵- اسکلت داخلی بدن مهره‌داران در **بعضی** ماهی‌ها غضروفی اما در سایر مهره‌داران استخوانی است.
- ۶- **موارد زیر در استخوان دارای گیرنده هستند:**

- a. **هورمون کلسی‌تونین:** سبب کاهش کلسیم خون و رسوب کلسیم در استخوان می‌شود.
- b. **هورمون غدد پاراتیروئید:** سبب تجزیه استخوان و افزایش کلسیم خون می‌شود.
- c. **اریتروپویتین:** در سلول‌های بنیادی مغز قرمز استخوان دارای گیرنده بوده و محرک تقسیم در سلول‌های بنیادی می‌باشد که در نهایت باعث تولید گلوبول قرمز و افزایش هماتوکریت می‌گردد.
- d. **کورتیزول:** در شرایط غیر عادی می‌تواند سبب تخریب کلاژن‌های استخوان شود و استحکام بافت استخوانی را کاهش دهد.
- e. **هورمون‌های تیروئیدی (تیروکسین و  $T_3$ ):** در سلول‌های استخوان دارای گیرنده هستند و در کودکان باعث افزایش رشد طبیعی استخوان‌ها می‌شود.

### ۲ وظایف استخوان‌ها

- ۱- در استحکام و حرکت فعالیت می‌کنند.
  - ۲- اسکلت محور و تکیه‌گاه ماهیچه‌های بدن است و بخش‌های سازنده‌ی آن با انقباض ماهیچه‌ها به حرکت در می‌آیند.
  - ۳- استخوان‌های مجسمه و استخوان‌های قفسه‌ی سینه، قلب و شش‌ها را از آسیب‌های مکانیکی خارجی محافظت می‌کنند.
- نکته:** استخوان ستون مهره نیز نخاع را از آسیب‌های مکانیکی محافظت می‌کند.

۴- بیش‌ترین (نه همه‌ی!) تعداد عناصر سلولی خون در مغز استخوان ساخته می‌شوند.

### ۳ انواع استخوان

۱- در بدن انسان و سایر مهره‌داران سه نوع استخوان وجود دارد:

a. استخوان‌های کوتاه

مثال: بندهای انگشتان

b. استخوان‌های پهن

مثال: جمجمه، کتف، لگن، جناغ، دنده‌ها و ...

c. استخوان‌های دراز

مثال: ران، درشت‌نی، نازک‌نی، بازو

۲- در گوش میانی انسان سه استخوان چکشی، سندانی و رکابی وجود دارد این استخوان‌ها جزء استخوان‌های کوچک هستند.

ترکیب: حرکات استخوان‌های کوچک (چکشی، سندانی و رکابی) وابسته به حرکت پرده‌ی صماخ است و در انسان حرکت این استخوان‌ها توسط ماهیچه رخ نمی‌دهد پس **نمی‌توان گفت** در انسان حرکت همه‌ی استخوان‌ها توسط ماهیچه‌ها امکان پذیر می‌شود.

### ۴ انواع بافت استخوانی

در انسان دو نوع بافت استخوانی وجود دارد یکی بافت استخوانی متراکم و دیگر اسفنجی

۱- درباره‌ی بافت استخوانی متراکم مطالب زیر را آورده‌ایم:

a. تنه‌ی استخوان‌های دراز و بخش خارجی استخوان‌های کوتاه و پهن از نوع متراکم است.

b. در این بافت سلول‌های استخوانی به صورت دایره‌های متحدالمرکز در اطراف یک **مجرای هاورس** در درون ماده‌ی زمینه‌ای استخوانی قرار گرفته‌اند و یک سیستم **هاورس** می‌سازند.

c. اجتماع هاورس در اطراف مغز استخوان بافت استخوانی متراکم را به وجود می‌آورند.

d. ماده‌ی زمینه‌ای استخوان دارای مجراهای زیادی می‌باشد که به آن‌ها **میگن مجرای هاورس**.

e. مجراهای هاورس موازی بوده و در آنها **رگ‌ها و عصب‌ها** وجود دارد.

f. درون ماده‌ی زمینه‌ای هاورس (نه مجرای هاورس) مواد کلسیم دار و کلاژن وجود دارد.

g. **هیچ‌گاه** در بخش متراکم استخوان مغز قرمز یافت نمی‌شود.

h. مواظب باشید مجرای هاورس را با حفره‌ی مرکزی (که در وسط استخوان دراز قرار دارد و مملو از مغز زرد است) اشتباه نگیرید.

**یادآوری:** در مجرای هاورس عصب و رگ وجود دارد. استاد شاکری

i. در بافت استخوانی آرایش مجراهای هاورس به گونه‌ای بوده که هم موازی با یکدیگرند و نیز سه راه‌هایی ایجاد می‌کنند. در این سه راه‌ها از رگ‌های خونی انشعاب‌هایی خارج می‌شود. (طبق شکل ۱۰-۸)

۲- درباره‌ی بافت استخوانی اسفنجی باید مطالب زیر را بدانیم:

a. دو سر استخوان‌های دراز و بخش میانی استخوان‌های کوتاه و پهن از نوع اسفنجی است.

b. در بافت اسفنجی **سلول‌ها به صورت نامنظم** در کنار یکدیگر قرار دارند و تیغه‌هایی از ماده‌ی زمینه‌ای استخوانی در بین آن‌ها وجود دارد.

c. درون این بافت حفره‌های متعددی وجود دارد.

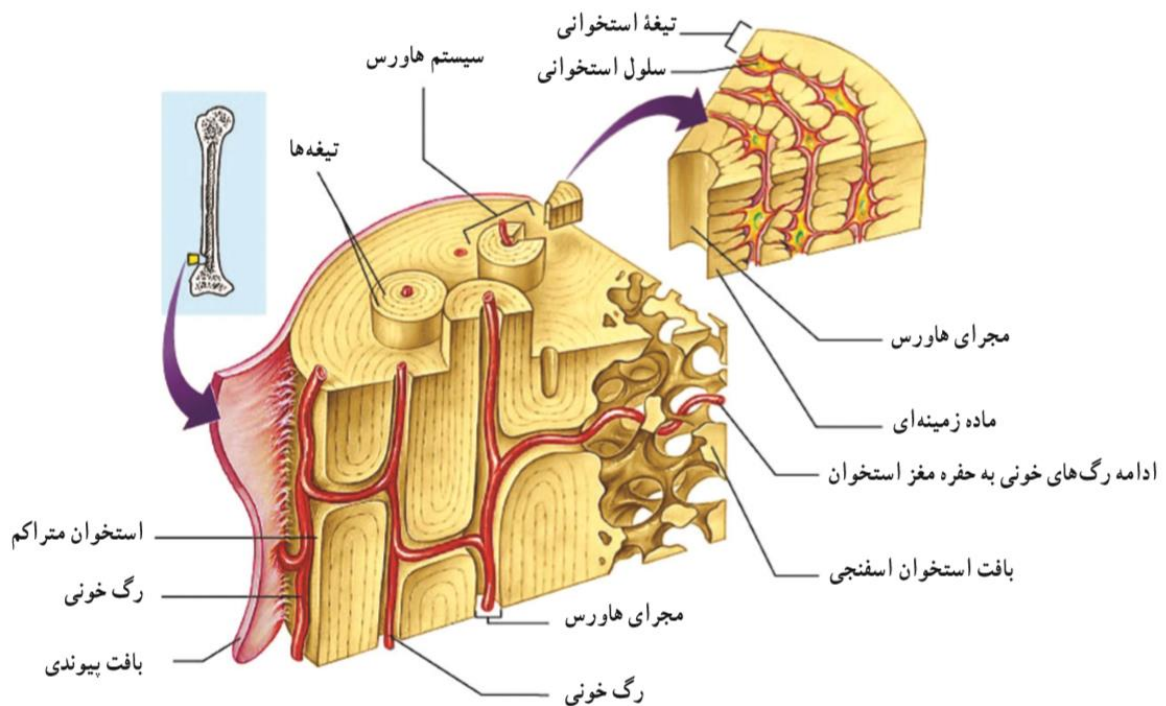
d. حفره‌های موجود در بافت اسفنجی استخوان مملو از مغز استخوان می‌باشد.

e. در بعضی از استخوان‌ها در این حفره‌ها مغز قرمز وجود دارد و سلول‌های بنیادی که در این مغز قرار دارند تقسیم شده و **بیش‌تر** عناصر خونی (گلبول‌های سفید گلبول‌های قرمز و پلاکت‌ها) را تولید می‌کنند.

f. در **بعضی** از استخوان‌ها در این حفره‌ها مغز قرمز وجود ندارد بلکه مملو از مغز زرد شده است در این حالت در این استخوان‌ها تولید عناصر خونی صورت نمی‌گیرد.

g. فضای بین سلولی این بافت (مانند بافت متراکم) دارای کلاژن و مواد کلسیم‌دار می‌باشد.

h. در بافت استخوانی اسفنجی، مجرای هاورس و سیستم هاورس یافت نمی‌شود.



ساختار یک استخوان دراز و بخش‌های اسفنجی و متراکم آن

## ۵ چند تا مطلب

- ۱- دو سر استخوان دراز توسط غضروف احاطه شده و فاقد بافت پیوندی رشته‌ای است. (طبق شکل ۱۳-۸)
- ۲- تنه‌ی استخوان دراز توسط بافت پیوندی رشته‌ای احاطه شده است و فاقد غضروف می‌باشد (طبق شکل ۱۰-۸)
- ۳- حفره‌ی مرکزی که در وسط استخوان دراز قرار دارد توسط استخوان متراکم احاطه شده است و مملو از مغز زرد است. تذکر: در مجرای هاورس نه مغز زرد وجود دارد نه مغز قرمز.
- ۴- در بافت‌های اسفنجی (بخش میانی استخوان‌های کوتاه و پهن و ۲ سر استخوان‌های دراز) حفره‌ی مرکزی وجود ندارد. یادآوری: حفره‌های مرکزی فقط در بخش میانی (تنه‌ی) استخوان‌های دراز یافت می‌شود.
- ۵- ترتیب گلبول قرمز سازی در انسان:  
دوران جنینی: کیسه‌ی زرد ← کبد، طحال و گره‌های لنفی ← مغز استخوان  
بعد از تولد تا قبل از ۵ سالگی: فقط در مغز همه‌ی استخوان‌ها  
بعد از ۵ سالگی: همه‌ی استخوان‌های پهن و بخش کوچکی از استخوان‌های دراز که به تنه متصل هستند.  
مفهوم: با توجه به ترتیب گلبول قرمز سازی می‌توان گفت تا قبل از ۵ سالگی در همه‌ی استخوان‌ها مغز قرمز و سلول‌های بنیادی یافت می‌شود اما از ۵ سالگی به بعد از مقدار مغز قرمز استخوان‌ها کاسته شده و بر مغز زرد افزوده می‌شود.  
نکته: مغز قرمز در استخوان‌های پهن و بخش کوچکی از استخوان‌های دراز که به تنه وصل هستند باقی می‌ماند.  
یادآوری: استخوان‌های مجامه، جناغ، دنده‌ها، مهره‌ها و ... جزء استخوان‌های پهن هستند.  
نکته: استخوان‌های ران استخوان‌های درازی هستند که به تنه وصل هستند و بخش کوچکی از آن‌ها فعالیت گلبول‌سازی دارد یعنی دارای مغز قرمز است.
- ۶- از خارج تنه‌ی استخوان دراز به داخل حرکت کنیم به ترتیب موارد زیر را می‌بینیم:

بافت پیوندی رشته‌ای ← بافت استخوانی متراکم ← مغزهای مرکزی مملوء از مغز

۷- اگر در ناحیه‌ی مفصل از سر برجسته‌ی استخوان دراز رو به داخل نگاه کنیم موارد زیر را خواهیم دید:

غضروف ← بافت استخوانی متراکم ← بافت اسفنجی

نکته: بخش بیش‌تر دو سر استخوان‌های دراز بافت اسفنجی است.

نکته: در استخوان‌های دراز بافت اسفنجی توسط بافت متراکم احاطه شده است.

۸- مواظب باشید سلول‌های استخوانی مولد سلول‌های خونی نیستند بلکه بیش‌تر سلول‌های خونی توسط سلول‌های بنیادی در مغز قرمز استخوان (در بخش اسفنجی) ساخته می‌شوند.

۹- چون در مغز قرمز استخوان ساختن گلبول قرمز رخ می‌دهد بنابراین در این ناحیه مصرف آهن، هموگلوبین، اسید فولیک و ویتامین B<sub>12</sub> زیاد می‌باشد و در این سلول‌ها برای هورمون اریتروپویتین گیرنده وجود دارد.

## ۶ استخوان بندی بدن انسان

۱- استخوان‌ها سر: جمجمه و چهره

a. استخوان جمجمه جزء استخوان‌های پهن بوده و پرده‌ی سه لایه‌ی منژ را

احاطه کرده است این استخوان از مغز محافظت می‌کند و در تولید گلبول قرمز فعالیت می‌کند.

b. فک‌ها جزء استخوان‌های سر هستند.

۲- شانه متشکل از ۲ استخوان **ترقوه** و **کتف** است. که در دو طرف بدن قرار دارد.

نکته: استخوان ترقوه از یک سو به استخوان جناغ و از سوی دیگر به استخوان کتف وصل است.

۳- استخوان جناغ یکی بوده و از نوع پهن است این استخوان با **بیش‌تر** دنده‌ها تشکیل مفصل می‌دهد.

ترکیب: در پشت استخوان جناغ تیموس قرار گرفته است.

۴- دنده‌ها جز استخوان‌های پهن بوده و از جلو با جناغ و از پشت با مهره‌ها تشکیل مفصل می‌دهند.

نکته: **تعداد کمی** از دنده‌ها فقط با مهره‌ها مفصل تشکیل می‌دهند و به جناغ متصل نیستند

۵- بازو جزء استخوان‌های دراز بوده و از یک سو با کتف و از سوی دیگر با زندزیرین و زبرین تشکیل مفصل می‌دهد.

۶- در دست‌ها در ناحیه‌ی ساعد استخوان‌های زندزیرین و زندزیرین وجود دارد که جزء استخوان‌های دراز هستند.

۷- مچ دست دارای چندین استخوان کوتاه است.

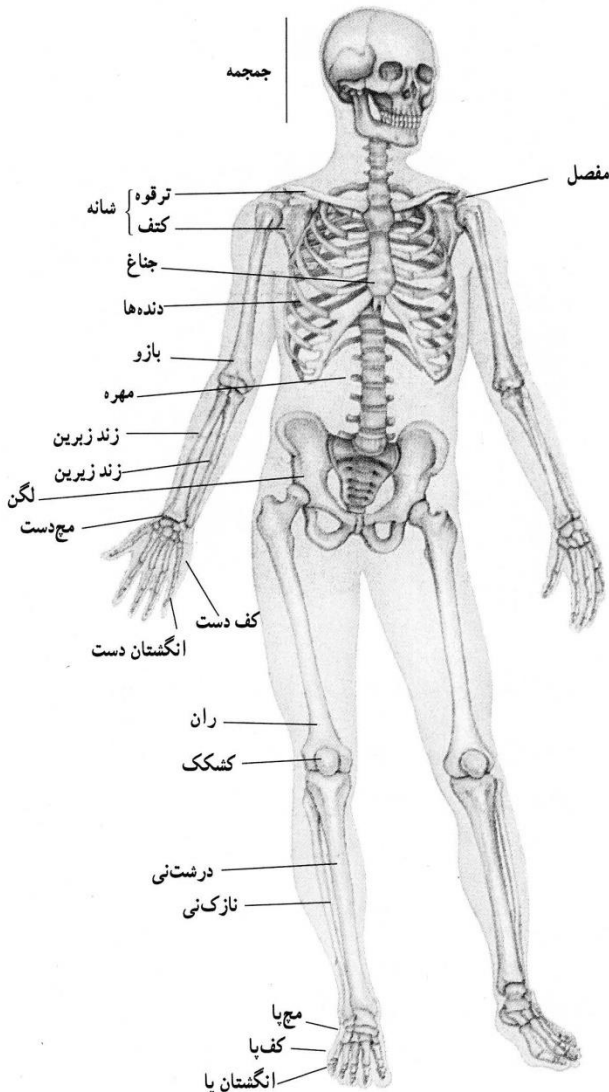
۸- لگن جزء استخوان‌های پهن بوده و با استخوان ران تشکیل مفصل می‌دهد.

۹- ران جزء استخوان دراز بوده و از یک طرف با استخوان لگن و از سوی دیگر با استخوان درشتنی تشکیل مفصل می‌دهد.

۱۰- کشکک جزء استخوان‌های پهن بوده و روی مفصل لولایی زانو قرار دارد.

۱۱- در ساق پا دو استخوان درشتنی و نازکنی قرار دارد. که هر دو جزء استخوان‌های دراز هستند اما فقط استخوان درشتنی با استخوان ران تشکیل مفصل می‌دهد.

۱۲- منظور از استخوان تنه استخوان‌هایی هستند که در ناحیه‌ی سینه، شکم و لگن قرار دارند.



## مفصل

### ۱ چند تا مطلب

- ۱- به محل اتصال استخوان‌ها میگن **مفصل**.
- ۲- مفصل‌ها نقاط ضعف اسکلت هستند بنابراین نگهداری و محافظت از آن‌ها لازم است.
- ۳- مایعی به نام **مایع مفصلی** بین دو استخوان قرار دارد.

#### درباره‌ی مایع مفصلی باید بدانیم:

- a. لغزیدن دو استخوان را در مجاورت یکدیگر آسان می‌کند.
- b. اصطحکاک میان استخوان‌ها را کاهش می‌دهد.

**نکته:** مایع مفصلی **مناسب‌ترین** مایع برای کاهش دادن اصطکاک میان دو سطح است که روی هم می‌لغزند.

۴- انتهای استخوان‌ها غضروفی است غضروف از استخوان نرم‌تر است و حرکت استخوان‌ها را در محل مفصل آسان‌تر می‌کند.

۵- **کیسول رشته‌ای** همان **کیسول مفصلی** است که محل مفصل را می‌پوشاند.

۶- **کیسول رشته‌ای** را با **رباط** اشتباه نگیرید.

### ۲ انواع مفصل

**گروهی** از مفصل‌ها **متحرک**، **گروهی** نیمه‌متحرک و **گروهی** دیگر ثابت هستند.

۱- **مفصل‌های متحرک عبارتند از:** مفصل گوی و کاسه - مفصل لولایی  
**مفصل گوی - کاسه:**

- a. مفصل گوی و کاسه باعث می‌شود که استخوان‌ها بتوانند در **همه‌ی** جهات بچرخند.
  - b. مفصل‌های بین استخوان ران و نیم لگن بین استخوان‌های بازو و کتف (مفصل شانه) از نوع گوی و کاسه است.
- ترکیب: در پاهای مورچه نیز مفصل گوی و کاسه وجود دارد.

#### مفصل لولایی:

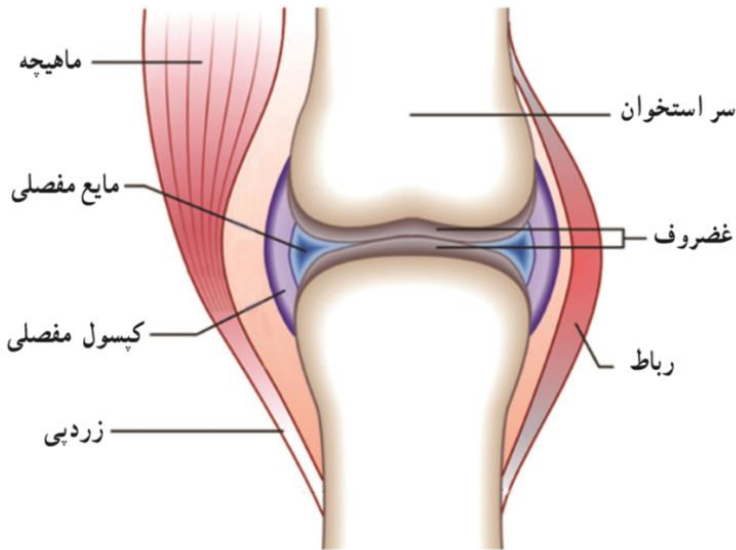
- a. کار این مفصل‌ها مشابه کار لولایی در می‌باشد.
  - b. استخوان‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌ها فقط در جهات جلو و عقب حرکت می‌کنند.
  - c. مفصل بین استخوان‌های ران و درشت نی (مفصل زانو) و بازو با زندزیرین و زبرین (آرنج) از نوع لولایی می‌باشد.
- نکته:** استخوان نازک‌نی با استخوان ران تشکیل مفصل نمی‌دهد.

**نکته:** در مفصل زانو استخوان کشکک وجود دارد که با استخوان ران تشکیل مفصل داده است.

۲- **بعضی** از مفصل‌ها مثل مفصل بین مهره‌ها از نوع **نیمه‌متحرک** است.

۳- **بعضی** دیگر از مفصل‌ها مثل مفصل‌های بین استخوان‌های جمجمه از نوع **ثابت** هستند.

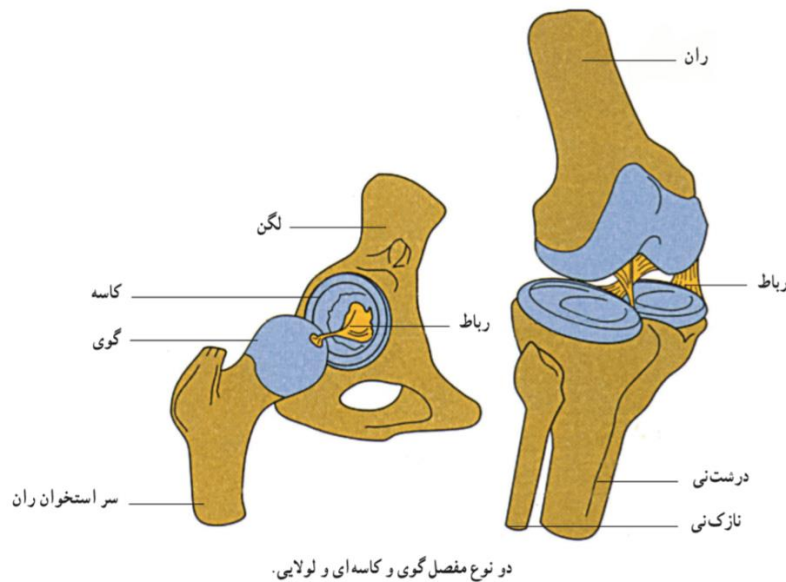
### ۳ عوامل نگه دارنده‌ی استخوان‌ها در محل مفصل



ساختار یک مفصل



- اگر استخوان‌ها در محل مفصل‌ها با رشته‌هایی به یکدیگر متصل نبودند به آسانی از یکدیگر جدا می‌شوند. کپسول رشته‌ای رباطها و ماهیچه‌ها استخوان‌ها را در محل مفصل‌ها در اتصال با یکدیگر نگه می‌دارند.
- ۱- کپسول رشته‌ای همان کپسول مفصلی است که محل مفصل را می‌پوشاند.
  - ۲- ماهیچه‌هایی که از روی مفصل‌ها عبور می‌کنند استخوان‌ها را در محل مفصل متصل با یکدیگر نگه می‌دارد.
  - ۳- رباط‌ها نوعی بافت پیوندی هستند که استخوان‌ها را در محل مفصل به یکدیگر متصل نگه می‌دارند. رباط‌ها حرکت استخوان‌ها را در محل مفصل‌ها محدود می‌کند **بعضی** از رباط‌ها در خارج از محل مفصل و **بعضی دیگر** درون آن هستند.
- نکته:** مفصل زانو دارای رباط‌های خارجی و داخلی است.
- یادآوری:** زردپی‌ها نوعی بافت پیوندی مقاوم هستند که ماهیچه را به استخوان وصل می‌کنند.



#### ۴ چندتا نکته

- در محل مفصل گوی و کاسه بین استخوان نیم لگن و ران سر استخوان ران **گویی شکل** و استخوان نیم لگن **کاسه شکل** می‌باشد.
- در محل مفصل شانه سر استخوان بازو **گویی شکل** و استخوان کتف **کاسه** می‌باشد.
- مایع مفصلی با غضروف، کپسول مفصلی و رباط‌های داخلی در تماس است.

### ورزش و نرمش

بدن ما به دلایل متعددی به ورزش کردن نیازمند است.

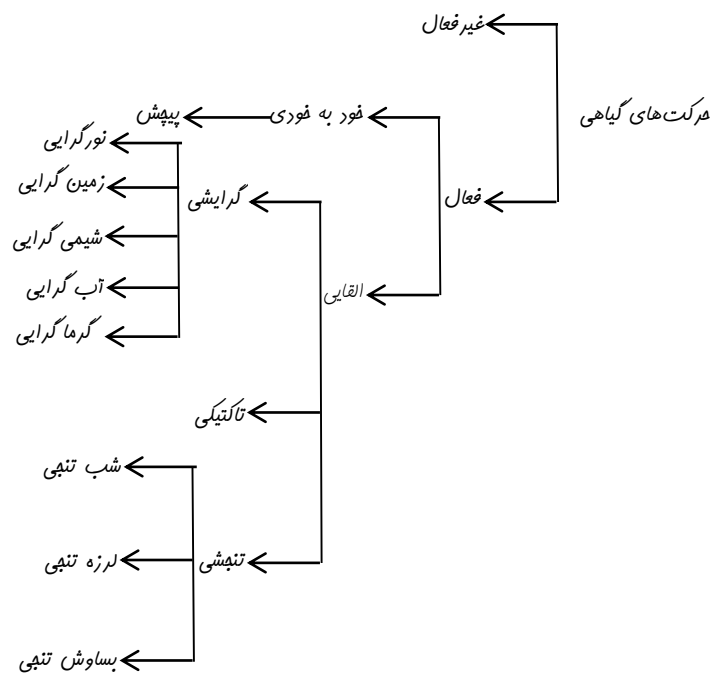
#### ورزش:

- ۱- وزن بدن ما را متعادل نگه می‌دارد.
  - ۲- از بیماری‌های قلب و رگ‌ها جلوگیری می‌کند.
- ترکیب:** **بیش تر** چربی‌ها جانوری و در نتیجه جامد هستند خوردن این گونه چربی‌ها احتمال سخت شدن دیواره‌ی رگ‌ها و ابتلا به بیماری‌های قلب و رگ‌ها را افزایش می‌دهد.
- ترکیب:** افزایش کلسترول خون **ممکن است** موجب بیماری مربوط به رگ شود
- ۳- توانایی بدن ما را برای انجام کارهای روزانه افزایش می‌دهد.
  - ۴- کمک می‌کند که از نظر جسمی و روانی احساس سلامتی داشته باشیم.

۵- اعتماد به نفس ما را افزایش می‌دهد و توانایی ما را در غلبه بر فشارها و مشکلات زندگی افزایش می‌دهد.

## حرکت در گیاهان

- ۱- در ظاهر به نظر می‌رسد گیاهان در زیستگاه خود ثابت‌اند و حرکت نمی‌کنند اما با کمی دقت می‌توان حرکت گیاهان را نیز مشاهده کرد.
- ۲- گیاهان دارای دو نوع حرکت هستند که به صورت خلاصه در زیر آورده‌ایم:



## حرکت‌های غیر فعال

### ۱ ویژگی

- ۱- فقط تحت تأثیر محرک‌های بیرونی انجام می‌شود.
- ۲- مستقل از محرک‌های درونی رخ می‌دهد.
- ۳- در بخش‌هایی از گیاه رخ می‌دهد که دارای سلول‌های مرده هستند.

### ۲ مثال

- ۱- پاره شدن هاگدان و پراکنده شدن هاگ مانند باز شدن هاگدان در خزه و سرخس
- ۲- باز شدن میوه‌ها در اثر تغییر میزان رطوبت هوا ترکیب: میوه در نهان‌دانگان تشکیل می‌شود.
- ۳- باز شدن مخروط در بازدانگان
- ۴- باز شدن کیسه‌های گرده در نهان‌دانگان و بازدانگان
- ۵- انتقال دانه‌های گرده (گرده افشانی)
- ۶- باز شدن آنتریدی و آرکگن در خزه و سرخس

۷- باز شدن مخروط ماده و پراکنده شدن دانه‌های بال‌دار در بازدانگان  
نکته: هاگ نهان‌دانگان و باز دانگان درون هاگ‌دان باقی می‌ماند و منتشر نمی‌شود.

## حرکت‌های فعال

### ۱ ویژگی کلی

- ۱- فقط در بخش‌های زنده گیاه انجام می‌شوند.
- ۲- بعضی از آن‌ها در اثر عوامل درونی گیاه و بعضی دیگر در اثر عوامل بیرونی رخ می‌دهد.

### ۲ حرکت فعال خود به خودی

۱- در اثر عوامل درونی گیاه رخ می‌دهد.

مانند: رشد نابرابر بخش‌های مختلف یک اندام تغییر حجم در سلول به علت جذب (توزانس) یا از دست دادن آب (پلاسمولیز)

۲- در این گونه حرکت‌ها محرک‌های بیرونی مانند نور، نیروی جاذبه، لمس، تماس، روز، شب و غیره دخالتی ندارند.

۳- پیچش یعنی رشد مارپیچی نوک ساقه گیاه پیچنده از حرکت‌های خود به خودی است پیچش به این علت به وجود می‌آید که در هر زمان سرعت رشد در بخشی از ساقه بیش‌تر از سایر بخش‌هاست. وقتی نوک ساقه به جسم باریکی مانند شاخه گیاهی دیگر برخورد کند حرکت پیچشی باعث می‌شود ساقه به تکیه‌گاه محکم شود نوک برگ بعضی از گیاهان نیز پیچش انجام می‌دهد.

مثال: نوک برگ گیاهان تیره‌ی پروانه‌واران (سویا، یونجه، بادام زمینی، شبدر و لوبیا) دارای پیچش است.

ترکیب: ریزوبیوم‌ها مهم‌ترین جانداران تثبیت‌کننده نیتروژن‌اند. این باکتری‌ها که هتروتروفاند معمولاً در غده‌های روی ریشه گیاهان (مانند سویا، لوبیا، بادام زمینی، یونجه و شبدر) زندگی می‌کنند. استاد شاکری

۴- بزرگ شدن سلول نگهبان روزنه و کوچک شدن در اثر جذب آب و از دست دادن آب بوده که نوعی حرکت فعال خود به خودی می‌باشد.  
نکته: حرکت فعال خود به خودی هم در اندام و هم در سلول‌های گیاهی می‌تواند رخ دهد.

### ۳ حرکت‌های فعال القایی

۱- در اثر محرک‌های بیرونی و درونی انجام می‌شود.

۲- مانند حرکت‌های فعال خود به خودی فقط در بخش‌های زنده گیاهی انجام می‌شود.

۳- حرکت‌های القایی را می‌توان در سه گروه جای داد:

حرکت‌های گرایی - حرکت‌های تاکتیکی - حرکت‌های تنجشی

## حرکت‌های گرایی

### ۱ ویژگی



پیچش نوک برگ گیاهان تیره پروانه‌واران

۱- پاسخ اندام‌های در حال رویش به محرک‌های خارجی مانند نور، گرما، آب، مواد شیمیایی و جاذبه زمین است.

۲- گیاه به سوی این عوامل یا به سمت مخالف آن خم می‌شود.

نکته: در حرکت‌های گرایشی اندام در حال رویش است با حرکت سلول اشتباه نگیرید.

## ۲ مثال

۱- خم شدن ساقه‌ی گیاه نورسته به سمت نور

ترکیب: خم شدن گیاهان به سمت نور را پدیده‌ی نورگرایی (فتوتروپیسم) می‌گویند.  
 ترکیب: نورگرایی به دلیل جمع شدن اکسین در سمت نور ندیده‌ی ساقه رخ نمی‌دهد.

نکته: خم شدن ساقه به سمت نور هم در اثر محرک درونی (اکسین) و هم محرک بیرونی (نور) رخ می‌دهد.

۲- دانه‌های نورسته‌ی لوبیا (و هر گیاه دیگری) را در هر وضعیتی که قرار دهیم ریشه به سمت زمین گرایش پیدا می‌کند به این میگویند زمین‌گرایی.



چرا ساقه‌ی این گیاهان نورسته به سمت پنجره خم شده‌اند؟

## حرکت‌های تاکتیکی

### ۱ ویژگی

۱- نوعی حرکت فعال از نوع القایی است.

۲- هنگامی انجام می‌شوند که سلول‌های گیاهی به سوی روشنایی **بعضی** مواد شیمیایی و غیره حرکت می‌کنند.

۳- مواظب باشید این حرکت را با حرکت گرایشی اشتباه نگیرید حرکت تاکتیکی مربوط به حرکت سلول‌های گیاهی است ولی حرکت گرایشی مربوط به حرکت اندام‌های در حال رویش است.

### ۲ مثال

حرکت سلول‌های نر گیاهان به سوی سلول‌های ماده

ترکیب: آنتروزیوئیدهای خزه ۲ تاژکی، آنتروزیوئیدهای سرخس، چندتاژکی و آنتروزیوئیدهای بازدانگان و نهان‌دانگان فاقد تاژک و ساختارهای حرکتی هستند.

## حرکت‌های تنجشی

### ۱ ویژگی

۱- نوعی حرکت فعال از نوع القایی هستند.

۲- **اغلب** در برگ‌ها و گل‌های گیاهان رخ می‌دهد.

۳- این حرکات برگشت پذیر هستند.

۴- در وقوع این نوع حرکت‌ها جهت محرک اهمیتی ندارد.

۵- این حرکت‌ها تقریباً سریع هستند.

۶- این حرکت‌ها مربوط به حرکت‌های اندام‌های گیاهی هستند نه حرکت سلول‌ها

۷- برای وقوع این نوع حرکت‌ها به وجود محرک‌ها خارجی حتماً نیاز است.

### ۲ انواع حرکت‌های تنجشی

۱- شب تنجی نمونه‌ای از حرکت‌های تنجشی هستند در این نوع حرکت محرک خارجی شب یا روز می‌تواند باشد.

مثال ۱: **بعضی** از گیاهان مانند گل ابریشم و اقاویا برگ‌های مرکب دارند برگچه‌های این گیاهان در هنگام روز گسترده می‌شوند اما شب هنگام هر یک از دو برگچه‌ای که در برابر هم قرار دارند تا می‌خورند به یکدیگر نزدیک می‌شوند و در کنار هم قرار می‌گیرند.

نکته: برگ‌های گیاهان گل ابریشم و اقاویا حرکت تنجشی دارند نه گل‌های آن‌ها.

مثال ۲: گل‌های بعضی از گیاهان نیز هنگام روز باز و در شب بسته می‌شوند.

مثال ۳: خفاش‌ها گل‌های سفیدی را که در شب باز می‌شوند را گرده افشانی می‌کنند بنابراین می‌توان گفت این گل‌ها حرکت شب تنجی دارند.

نکته: حرکت شب تنجی هم در بعضی از برگ‌های مرکب می‌توان دید هم در برخی از گل‌ها!

۲- لرزه تنجی نمونه‌ای از حرکت‌های تنجشی است در این نوع حرکت محرک خارجی می‌تواند لمس کردن باشد.

مثال: گیاه حساس نیز برگ‌های مرکب دارد. لمس کردن یکی از این برگ‌ها باعث تا خوردن و بسته شدن فوری آن‌ها می‌شود.

نکته: گیاهان گل ابریشم، افاقیا و حساس دارای برگ‌های مرکب هستند اما می‌دانید که محرک خارجی آن‌ها با هم فرق دارد.

تذکر: نمی‌توان گفت هر گیاهی که برگ مرکب دارد در اثر لمس برگ‌ها بسته می‌شوند (مورد نقض برگ گل ابریشم و افاقیا)



### بسته شدن برگ‌های گیاه حساس پس از لمس کردن

۳- بساوش تنجی نمونه‌ای از حرکت‌های تنجشی است محرک خارجی در این حرکت تماس و یا لمس می‌تواند باشد.

مثال: برگ گیاه گوشت‌خوار دیونه نیز به برخورد اشیا و لمس حساس است در اثر تماس بدن حشره یا جانور کوچک دیگر حرکت در برگ‌ها ایجاد می‌شود و جانور به دام می‌افتد.

### مفهومی و ترکیبی باشیم

#### ۱ منظور طراح

۱- منظور طراح از حرکت‌های غیر القایی: حرکت غیر فعال و حرکت فعال خود به خودی

۲- منظور طراح از حرکت‌هایی که در اثر محرک‌های بیرونی هستند: حرکت‌های غیر فعال و حرکت‌های القایی (گرایشی، تاکتیکی و تنجشی)

۳- منظور طراح از حرکت‌هایی که فقط در اثر محرک‌های درونی هستند: حرکت‌های خود به خودی

۴- منظور طراح از حرکت‌هایی که فقط در اثر محرک‌های بیرونی هستند: حرکت‌های غیرفعال

۵- منظور طراح از حرکت‌هایی که در اثر محرک بیرونی و درونی رخ می‌دهد:

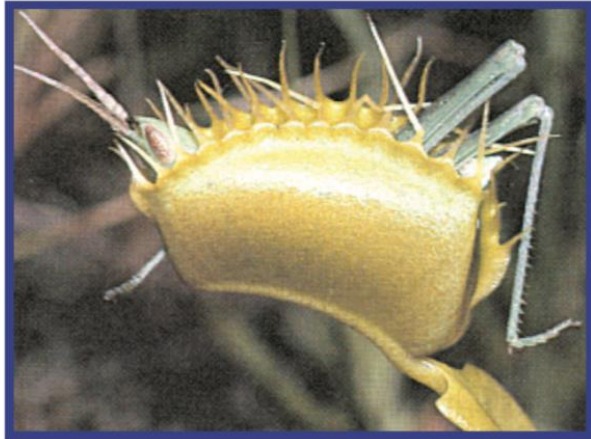
حرکت‌های القایی مانند حرکت‌های گرایشی، حرکت‌های تاکتیکی، حرکت‌های تنجشی

۶- منظور طراح از حرکت‌های تنجشی که در غیر از برگ‌های مرکب رخ می‌دهد: بساوش تنجی

۷- منظور طراح از حرکت‌هایی که در سلول‌های گیاهی رخ می‌دهد: حرکت‌های خود به خودی و حرکت‌های تاکتیکی

۸- منظور طراح از انواع حرکت در برگ‌های مرکب: شب تنجی و لرزه تنجی

#### ۲ گیاه دیونه



برگ گیاه گوشتخوار دیونه حشره‌ای را شکار کرده است.

- ۱- جزء نهان‌دانگان است.
- ۲- سرعت حرکت در برگ‌های آن بیش‌تر از سایرین است.
- مقایسه‌ی سرعت حرکت: بساوش تنبی < لرزه تنبی < شب تنبی
- ۳- دارای گوارش برون سلولی است.
- ۴- بخشی از آمینواسید و مواد نیتروژن‌دار خود را (به جای این‌که از خاک دریافت کند) از شکار خود تأمین می‌کند.
- ۵- رابطه‌ی آن با حشرات از نوع صیادی است. استاد شاکری
- ۶- تنها گیاهی است که هم فتوسنتز می‌کند هم گوارش برون سلولی (آنزیم گوارشی برون سلولی می‌سازد) دارد و شکار می‌کند.
- ۷- مانند سایر گیاهان دارای کلروپلاست چرخه‌ی کالوین، آنزیم روبیسکو و مولکول NADPH است
- ۸- چون میتوکندری و تنفس هوازی دارد دارای گلیکولیز، چرخه‌ی کربس، مولکول‌های  $NADH$ ,  $FADH_2$  می‌باشد.

امیدوارم از مطالب گفته شده نهایت استفاده را برده باشید و هیچ مشکلی دیگری در این فصل نداشته باشید. همان‌طور که گفته بودم این فصل را مفهومی و ترکیبی نوشته بودیم حتی از گیاه دیونه مطلبی گفتیم که هیچ‌کجا گفته نشده ولی شاید همین امسال سوژه طراهان کنکور بشه. از این حرفا بگذریم ...

ما قدیم این فصل تو سایت قبلیمون گذاشته بودیم بعد به بنده فردا آمد و با جوانمردی تمام اسم، شماره و ادرس سایت ما رو پاک کرد و اسم و ادرس سایت خودش گذاشت و بعد کلی پز می‌داد که خودش نوشته. نمی‌فام اسمش رو بگم اما مولف یکی از کتاب‌های مهرماه است هر چند ما سال‌هاست با آقای افتخاری (مدیر انتشارات مهرماه) دوستیم برای همین هم چیزی نگفتیم. شاید همین اتفاق باعث شد دیگه جزوه‌ای در سایت قرار ندریم اما قول میدم همه فصل‌ها جزواتش رو منتشر کنم. راستی می‌دانید که مطابقت جزوات استاد شاکری با کنکور ۹۴ درصد بود. این ۹۴ درصد تحقیق از متن جزوات استخراج شده هتما به قسمت مطابقت ۹۴ درصدی زیست کنکور با جزوات مراجعه کنید. موفق و پیروز باشید.