

## دستگاه حرکت

### سیمای فصل ۱۰

معرفی کلی قسمتهای اصلی اسکلت آدمی	} الف - ساختار اسکلت آدمی
ستون مهره‌ها	
سر	
دست و پا	
انواع استخوانها	
ساختمان و رشد استخوان	
انواع بافتهای استخوانی	
رشد طولی و قطری استخوان	
گوی و کاسه	
مفصلها	
لولایی	} کارهای استخوان
۱- تکیه‌گاه	
۲- حفاظت اندامهای داخلی	
۳- حرکت	
۴- تولید گلبولهای سفید و قرمز	
۵- ذخیره کلسیم	

دستگاه حرکت

انواع ماهیچه‌ها	} ب - ماهیچه‌ها
انقباض ماهیچه‌ها	
عمل ماهیچه‌ها در حرکت و جابه‌جایی	
نقش ماهیچه‌ها	
عمل ماهیچه‌های ضد هم	
انقباض ماهیچه بدون حرکت و ایجاد جابه‌جایی	} مصرف انرژی در انقباض ماهیچه
مصرف انرژی در انقباض ماهیچه	

تمام دستگاههای بدن شما در کارهای روزمره به کار گرفته می شود. کارهایی نظیر راه رفتن، نشستن، نوشتن، حتی تماشای تلویزیون، همه به کمک دستگاههای بدن انجام می گیرند. علاوه بر موارد ذکر شده که لازمه زندگی عادی است، فعالیتهایی مانند ورزش (کشتی، فوتبال، شنا و دوچرخه سواری و ...) و بلند کردن اشیای سنگین نیز به وسیله بدن صورت می گیرد. چگونه بدن چنین فعالیتهایی را انجام می دهد؟ استخوانها و ماهیچه ها، دستگاه حرکت شما را تشکیل می دهند.

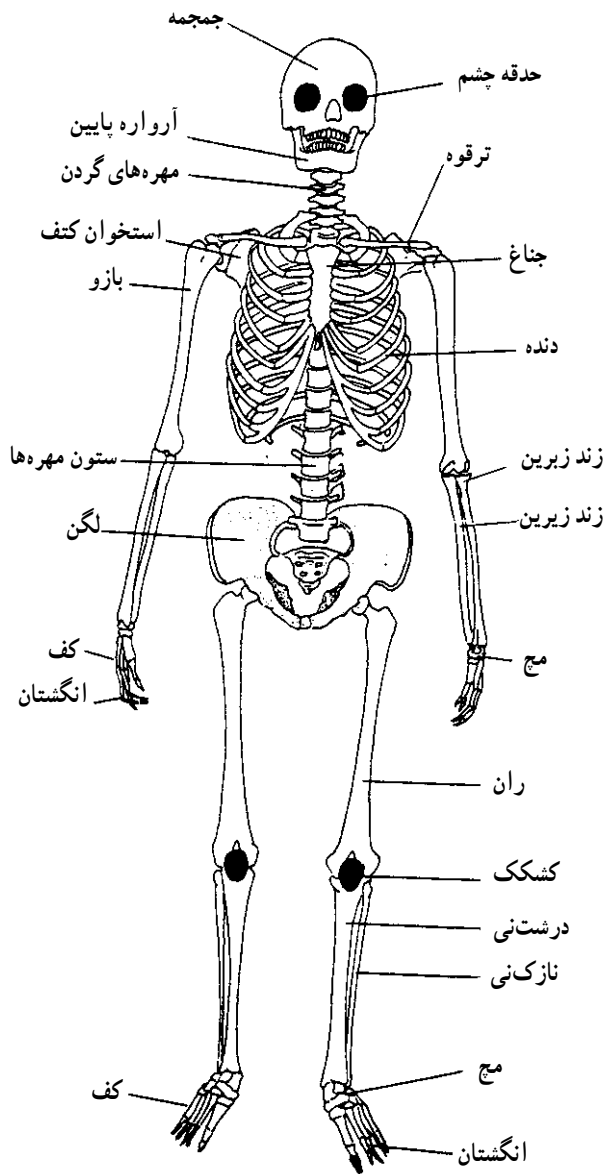
استخوانها، اسکلت و تکیه گاه بدن محسوب می شوند. مانند اسکلت فلزی که ساختمان را نگه می دارد. ماهیچه ها نیروی لازم را برای حرکت استخوانها فراهم می کنند.

در این فصل می آموزید که چگونه قطعات و بخشهای مختلف اسکلت و ماهیچه ها با هم کار می کنند.

## ساختار اسکلت در بدن آدمی

شکل ۱-۱۰ اسکلت بدن آدمی را نشان می دهد. قسمت اصلی اسکلت، ستون مهره ها است؛ زیرا:

الف - در بالای آن، سر قرار گرفته است.



شکل ۱-۱۰- اسکلت آدمی

ب - دوازده جفت دنده که قفسه سینه را تشکیل می دهند، از قسمت عقب به بخش بالایی ستون مهره ها متصل اند. دنده ها در قسمت جلو به استخوان جناغ سینه وصل می شوند.

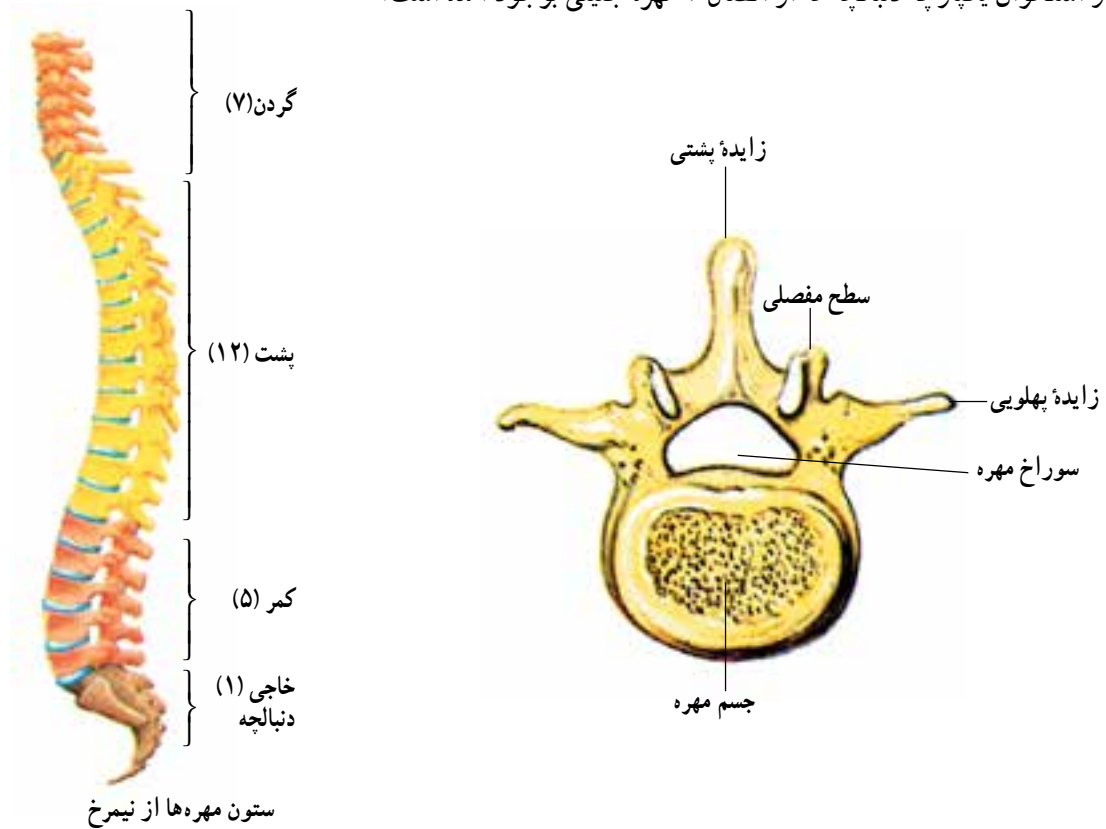
ج - دست و پا هم به وسیله بخش رابط (کمر بند) به ستون مهره ها مربوط می شوند. کمر بند لگنی (بخش رابط پا به تنه) با بخش انتهایی ستون مهره ها، مفصلی محکم و ثابت دارد. کمر بند شانه ای (بخش رابط دست به تنه) از دو استخوان کتف و ترقوه تشکیل شده است. مفصل شانه با ستون مهره ها ثابت نیست بلکه حرکت دارد و ماهیچه های شانه آن را در جای خود نگه داشته اند.

استخوان بالایی دست، بازو نام دارد. سر استخوان بازو در گودی کاسه مانند استخوان کتف قرار می گیرد. استخوان بالایی پا، ران نام دارد. سر استخوان ران در گودی استخوان لگن قرار می گیرد.

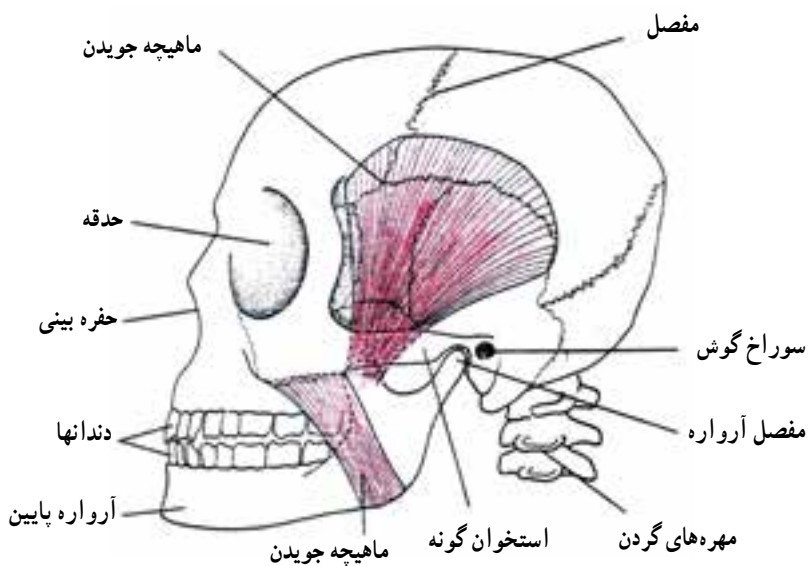
## ستون مهره ها

همان طور که قبلاً گفته شد، ستون مهره ها، قسمت اصلی و مرکزی اسکلت بدن را تشکیل می دهد. ستون مهره ها از سی و سه استخوان به نام مهره درست شده است. در ساختمان هر مهره، جسم مهره، سطوح مفصلی، کمان مهره، سوراخ مهره و زائیده وسطی دیده می شود. وقتی

مهره‌ها روی هم قرار می‌گیرند، سوراخ مهره‌ها مجرای درست می‌کند که نخاع از درون آن می‌گذرد. بین مهره‌ها، قرصهای غضروفی وجود دارد که سبب می‌شود، ستون مهره‌ها بتواند به آرامی به طرف جلو، عقب و طرفین خم شود (شکل ۲-۱). به این نکته توجه داشته باشید که مهره‌های ستون مهره‌ها از نظر شکل و محل به پنج بخش تقسیم می‌شود: مهره‌های گردن ۷ عدد، پشت ۱۲ عدد، کمر ۵ عدد، یک تکه استخوان خاجی که از اتصال ۵ مهره جنینی تشکیل شده است و استخوان یکپارچه دنبالچه که از اتصال ۴ مهره جنینی بوجود آمده است.



شکل ۲-۱- ستون مهره‌ها



شکل ۳-۱- جمجمه و ماهیچه‌های جویدن

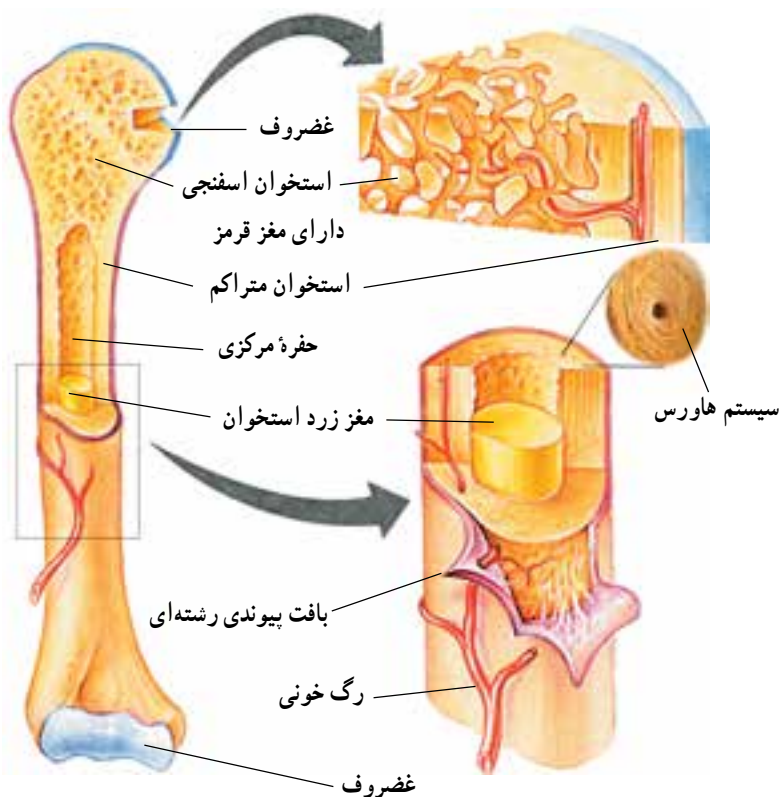
### سر

سر، شامل کاسه سر (جمجمه) و صورت است. کاسه سر از هشت استخوان پهن تشکیل شده است که به هم چسبیده‌اند. از اتصال آنها، جعبه‌ای استخوانی درست می‌شود که مغز در آن جای گرفته است. استخوانهای صورت، چهارده قطعه است که همه به جمجمه چسبیده و بی‌حرکت‌اند. بجز آرواره پایین که متحرک است و در عمل جویدن به کار می‌رود. اسکلت سر، علاوه بر مغز، اندامهای حسی بینایی، شنوایی و بویایی را نیز در خود جای داده است (شکل ۳-۱).

## دست و پا

استخوانهای دست، شامل بازو، ساعد، میچ، کف، و انگشتان است. استخوان بازو از بالا به شانه و از پایین با ساعد مفصل می‌شود. ساعد از دو استخوان زندزیرین و زندزیرین تشکیل یافته است. بعد از ساعد، استخوانهای کوچک میچ دست قرار دارند. استخوانهای کف دست به میچ مفصل شده‌اند و انگشتان در امتداد کف قرار دارند. استخوانهای ساعد، حول هم حرکت چرخشی دارند و به همین علت است که ما می‌توانیم کف دست را به سمت بالا و پایین برگردانیم.

استخوانهای پا: شامل ران، ساق، میچ، کف و انگشتان است. استخوان ران از بالا در گودی لگن قرار دارد و از پایین با استخوان درشت نی ساق یا مفصل زانو را تشکیل می‌دهند. استخوان دیگر ساق پا، نازک نی است که به موازات درشت نی قرار دارد. اما دخالتی در مفصل زانو ندارد. بین ساق و ران، استخوان کاسه زانو (کشکک) وجود دارد.



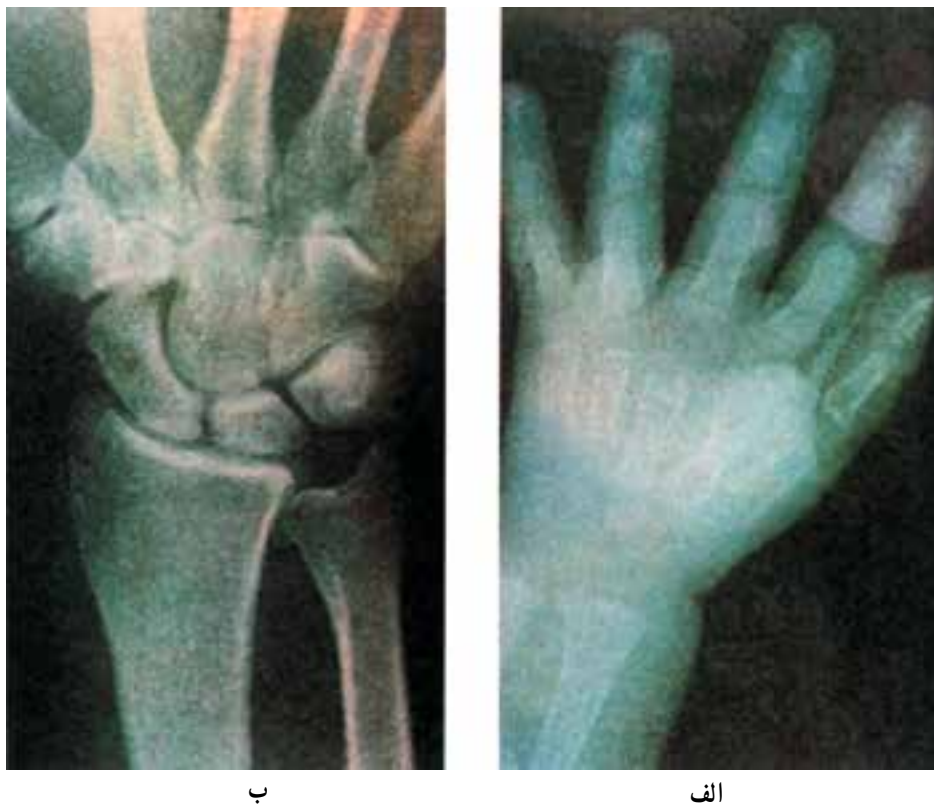
## ساختمان و رشد استخوان

استخوانهای اسکلت آدمی سه نوع‌اند: کوتاه (بند انگشتان)، دراز (استخوان ران) و پهن (استخوانهای کاسه سر). در هر سه نوع استخوان، بافت متراکم، بافت اسفنجی و پرده‌ای به نام ضریع دیده می‌شود. شکل ۴-۱۰ ساختمان استخوان دراز را نشان می‌دهد. در سر استخوان دراز یک لایه غضروفی وجود دارد که نرم و قابل انعطاف است و از ساییده شدن استخوانها جلوگیری می‌کند. تنه استخوان، از بافت متراکم و بخش عمده دو سر آن از بافت اسفنجی درست شده است.

شکل ۴-۱۰- ساختار یک استخوان دراز و بخش‌های اسفنجی و متراکم آن

در مجرای وسط استخوان مغز زرد و در بافت اسفنجی، مغز قرمز دیده می‌شود. مغز استخوان ماده نرم، زرد یا قرمز رنگی است که از بافت پیوندی سست تشکیل شده است و در آن سلولهای پیوندی، تارهای پیوندی، سلولهای چربی فراوان و سلولهای مولد گلبولهای قرمز و سفید وجود دارد. پرده ضریع، بافت پیوندی متراکمی است که سطح استخوان را می‌پوشاند و رشد قطری آن را سبب می‌شود. رشد طولی استخوان، به وسیله غضروفهای اتصال که بین تنه و دو سر استخوان قرار دارند، انجام می‌شود. به این ترتیب ملاحظه می‌شود که استخوان، یک بافت زنده است و مثل سایر بافتها و اندامهای بدن رشد می‌کند. استخوانها نه تنها از نظر اندازه رشد می‌کنند، بلکه تعداد آنها نیز افزایش می‌یابد. شکل ۵-۱۰ نتیجه عکس برداری با اشعه x از میچ دست یک بچه ۳ ساله و یک فرد بالغ را نشان

می دهد. همان طور که در شکل می بینید، استخوانهای مچ دست در شکل الف نسبت به شکل ب، علاوه بر این که بزرگتر شده اند، تعداد آنها نیز افزایش یافته است. (مچ دست نوزاد دارای ۵ استخوان و مچ دست فرد بالغ ۸ استخوان دارد.)



شکل ۵-۱۰ دست و استخوانهای مچ یک نوزاد (الف) و یک شخص بالغ (ب) معرف رشد استخوانها و افزایش تعداد آنها با افزایش سن است.

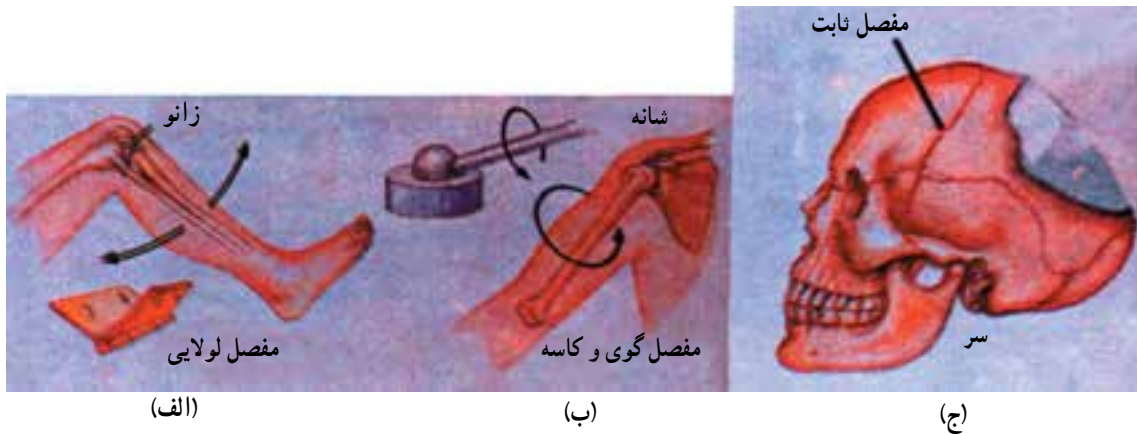
**ترکیب استخوان:** ترکیب استخوان شامل دو بخش آلی و کانی است. بخش آلی بیشتر رشته های پیوندی محکم است که باعث استحکام و استقامت در برابر کشش می شود.

بخش کانی حدود  $\frac{2}{3}$  وزن استخوان را شامل می شود. نمکهای کانی که سختی و سفتی استخوان مربوط به آنهاست، بیشتر از فسفات کلسیم و کمی هم کربنات کلسیم تشکیل یافته است.

**مفصلها:** محل ارتباط و اتصال استخوانها را مفصل می گویند. مفصلها ممکن است ثابت باشند یا متحرک. مفصل ثابت آن است که استخوانها نسبت به هم هیچ حرکتی ندارند. مانند استخوانهای جمجمه. در مفصلهای متحرک، استخوانها نسبت به هم حرکت می کنند و از نظر نوع و مقدار حرکت، انواع متفاوتی از آنها در بدن وجود دارد (بعضی مفصلها حرکت جزئی دارند که به آنها نیمه متحرک گویند مانند: مهره های پشت). دو نوع مهم مفصلهای متحرک عبارتند از:

**مفصل گوی و کاسه ای:** مانند مفصل شانه و ران، در این نوع مفصل سر گرد یک استخوان در حفره گود استخوان دیگر می چرخد و در تمام جهات حرکت دارد.

**مفصل لولایی:** مانند زانو و آرواره پایین. در این نوع مفصل، حرکت استخوانها فقط در یک جهت است (شکل ۶-۱۰).



شکل ۶-۱۰. مفصل لولایی حرکت فقط در جهت جلو و عقب (الف) مفصل گوی و کاسه، حرکت به تمام جهات (ب) مفصل ثابت که حرکت ندارد (ج)

### وظایف اسکلت (کارهای استخوانها)

- ۱- تکیه‌گاه بدن: اسکلت به بدن، شکل می‌دهد و تکیه‌گاهی برای ماهیچه‌ها و اندامهای بدن است.
- ۲- حفاظت اندامهای داخلی: مغز در جمجمه از صدمه‌ها و ضربه‌های احتمالی در امان می‌ماند. قلب، ششها و کبد به وسیله قفسه سینه حفاظت می‌شوند. همچنین نخاع، در داخل ستون مهره‌ها حفاظت می‌شود.
- ۳- حرکت: بسیاری از استخوانهای اسکلت، وقتی به وسیله ماهیچه‌ها کشیده می‌شوند، مانند اهرم عمل می‌کنند و سبب حرکات بدن می‌شوند. مانند بالا آمدن دنده‌ها هنگام دم و یا عمل جویدن که با حرکت آرواره انجام می‌شود. برای این که ماهیچه حرکت ایجاد کند، باید دو سر آن تکیه‌گاه محکمی داشته باشند. اسکلت بدن تکیه‌گاههای مناسب را برای سر ماهیچه‌ها فراهم می‌کند.
- ۴- تولید گلبول: مغز قرمز برخی استخوانها مانند مهره‌های پشت، دنده‌ها، جناغ سینه و سر استخوانهای دراز، گلبولهای سفید و قرمز خون را تولید می‌کنند.
- ۵- ذخیره کلسیم: کار دیگر استخوانها، ذخیره کلسیم است. به خاطر داشته باشید که بخشی از ساختمان تمام استخوانها کلسیم است. بدون کلسیم، استخوانها ضعیف و شکننده می‌شوند. همچنین یون کلسیم برای اغلب کارهای حیاتی بدن مانند فعالیت ماهیچه‌ها، قلب و آنزیمها لازم است. به همین دلیل است که میزان یون کلسیم در خون تقریباً ثابت است و هر وقت مقدار آن کم شود، با آزاد شدن کلسیم از استخوان، کمبود جبران می‌شود.

پرسش

- ۱- پس از مطالعه و دقت در شکل ۱۰-۱ نام و محل استخوانهای مهم بدن را ذکر کنید.
- ۲- استخوان کشکک در کجا قرار دارد و عمل آن چیست؟
- ۳- بجز مفصل زانو، دو مفصل در بدن نام ببرید که از نوع لولایی باشند.
- ۴- کدام بخشهای اسکلت، دارای هردو عمل حفاظت و حرکت هستند؟
- ۵- بلندترین استخوان بدن کدام است و از طرفین با چه استخوانهایی مفصل می‌شود؟
- ۶- چرا استخوان زنده است؟ اگر زنده است چرا پس از مرگ مدتها باقی می‌ماند؟

## ۱- بررسی ترکیب استخوان

هدفهای رفتاری: از دانش آموز انتظار می رود پس از انجام این آزمایش بتواند:

۱- دو نوع ترکیب آلی و کانی استخوان را از یکدیگر تمیز دهد.

۲- فایده هر ترکیب را از نظر فیزیکی بیان کند.

وسایل و مواد لازم

۱- دو تکه استخوان ران جوجه مرغ

۲- اسید کلریدریک رقیق یا سرکه

۳- لوله آزمایش

۴- چراغ الکلی، یا گاز

۵- پنس

طرز عمل: یکی از استخوانها را در یک لوله آزمایش قرار دهید. روی آن سرکه یا اسید کلریدریک رقیق بریزید و آن را مدت ۲۴ ساعت به حال خود واگذارید. پس از ۲۴ ساعت، استخوان را از اسید خارج ساخته، آن را با آب، به طور کامل بشویید. استخوان دیگر را بسوزانید. به این ترتیب که استخوان را با پنس روی شعله چراغ الکلی یا گاز، حدود دو دقیقه نگاه دارید. استخوان روی شعله، سیاه و بعد سرخ می شود. پس از سرد شدن استخوان، دو تکه استخوان را روی میز بگذارید و بدقت آنها را مورد بررسی قرار دهید و سپس به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۱- کدامیک از استخوانها، نرم و انعطاف پذیر است؟ چرا؟

۲- کدامیک سخت و شکننده است؟ چرا؟

۳- آیا از نظر وزن، تغییری در استخوانها رخ داده است؟ چرا؟

## ماهچه‌ها

همان طور که در فصل سوم خوانده‌اید، در بدن، سه نوع ماهیچه وجود دارد که عبارتند از: ماهیچه‌های اسکلتی (یا ارادی، یا مخطط)، ماهیچه‌های صاف (یا غیر مخطط یا غیر ارادی) و نوع سوم که فقط در قلب

دیده می شود.

ویژگیهای این ماهیچه‌ها در بافت ماهیچه‌ای شرح داده شده است، در اینجا عمل ماهیچه‌ها مورد بحث قرار می گیرد. انقباض ماهیچه: تارهای ماهیچه‌ای، دارای خصوصیتی به نام انقباض هستند؛ یعنی هنگامی که با پیامهای عصبی تحریک شوند، از طول آنها کاسته شده، کوتاه می شوند. باید توجه داشت که تارهای ماهیچه‌ای دراز نمی شوند، بلکه فقط منقبض شده، سپس به حال استراحت برمی گردند. بنابراین ماهیچه پس از انقباض، باید به وسیله ماهیچه‌هایی که در جهت عکس عمل می کنند، کشیده شوند و به شکل طویل خود درآیند.

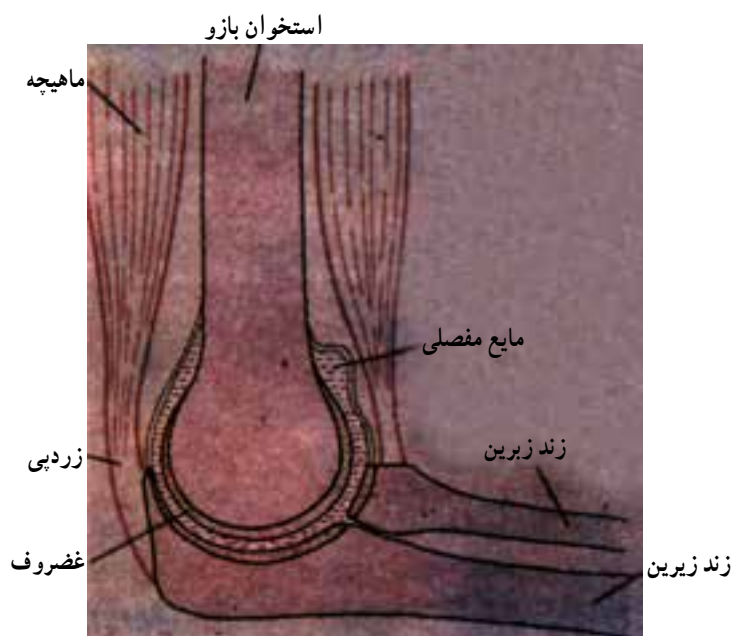
انقباض ماهیچه‌ها به وسیله پیامهای عصبی کنترل می‌شود. برای این که حرکتی صورت بگیرد، مغز با ارسال پیامهای عصبی، برخی ماهیچه‌ها را وادار به انقباض می‌کند و در عین حال از انقباض ماهیچه‌های مخالف جلوگیری و آنها را وادار به استراحت می‌کند. به عنوان مثال، وقتی یک ماهیچه برای خم کردن دست منقبض می‌شود، باید ماهیچه مخالف آن در حال انقباض و استراحت باقی بماند.

فعالیت‌های عضلانی زیادی وجود دارد که حرکات مختلفی را در بدن سبب می‌گردند، اما به جابه‌جایی و تغییر مکان منجر نمی‌شوند. به عنوان مثال، حرکاتی مانند جویدن، نفس کشیدن، بلعیدن و به هم زدن پلک را می‌توان نام برد.

### حرکت و جابه‌جایی (نقل مکان)

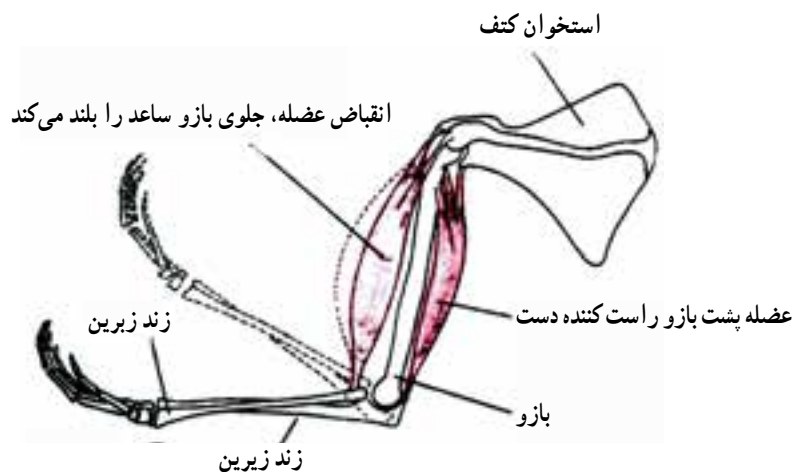
نقش ماهیچه در حرکت: دو سر هر ماهیچه به وسیله زردپی به استخوانها متصل است (شکل ۷-۱). این اتصال طوری است که انقباض ماهیچه، دست را از مفصل آرنج خم می‌کند (شکل ۸-۱). زردپی یک طرف ماهیچه به بخش غیر متحرک و ثابت اسکلت متصل است، درحالی که زردپی طرف دیگر آن، به بخش انتهایی یک استخوان متحرک، مجاور مفصل آرنج اتصال دارد.

وقتی ماهیچه منقبض می‌شود، استخوانها را می‌کشد و سبب حرکت یکی از آنها می‌گردد. موقعیت و طرز اتصال ماهیچه‌ها طوری است که یک انقباض کوچک، حرکت و جابه‌جایی وسیعی در استخوان (دست و پا) به وجود می‌آورد. در شکل ۸-۱ می‌بینید که چگونه انقباض ماهیچه جلو بازو، ساعد را به بازو نزدیک می‌کند، درحالی که ماهیچه پشت بازو ساعد را از بازو دور و دست را راست می‌کند.



شکل ۷-۱- برش مفصل آرنج





شکل ۸ - ۱۰ عضلات متقابل که حرکت دهنده ساعد هستند.

مصرف انرژی در انقباض ماهیچه: تمام ماهیچه‌ها برای انقباض به انرژی نیاز دارند. این انرژی نتیجه عمل تنفس است. همان‌طور که در تنفس سلولی خوانده‌اید، سوختن گلوکز، به وسیله اکسیژن در ماهیچه، انرژی لازم برای انقباض را فراهم می‌کند. می‌دانید که تأمین‌کننده انرژی در سلول ATP است. هنگامی که ATP به ADP تبدیل می‌شود، انرژی لازم برای انقباض تارهای ماهیچه‌ای تولید می‌گردد. انرژی حاصل از سوختن گلوکز سبب می‌شود تا مولکولهای ADP دوباره به ATP تبدیل شوند. واکنشهای شیمیایی که در تنفس سلولی ماهیچه صورت می‌گیرند، تنها انرژی لازم برای انقباض را تأمین نمی‌کنند، بلکه سبب گرم کردن بدن نیز می‌شوند. هنگام فعالیت انقباضی در ماهیچه گرما نیز تولید می‌شود. جریان خون، گرمای حاصل را انتقال داده، به سایر قسمتهای بدن می‌رساند. هرگاه این عمل، دمای عمومی بدن را بالا ببرد، باز شدن رگهای سطحی بدن و تعرق را به دنبال خواهد داشت.

پرسش

- ۱- از نظر ساختمان و عمل، چه تفاوت‌های مهمی بین ماهیچه‌های صاف و ماهیچه‌های اسکلتی وجود دارد؟
- ۲- تفاوت عمل زردپی و رباط (رشته‌های مفصلی) چیست؟



بیشتر بدانید

### برخی از ناراحتیهای استخوان و عضله

با مطالعه این فصل شما دریافتید که برای انجام حرکات بدن، همکاری ماهیچه‌ها و استخوانها ضروریست. به این علت هر ناراحتی که برای یکی از آنها به وجود آید، روی دیگری هم تأثیر خواهد گذاشت. با به‌کارگیری دانش و تکنولوژی مدرن، برخی از این ناراحتیها را می‌توان برطرف کرد. ناراحتیهای اسکلتی (استخوانی): از ناراحتیهای رایج استخوانها که گاهی حرکات بدن را مختل می‌کند، بیماریهای مفاصل است. اغلب این بیماریها با التهاب مفصل همراه است و به آنها آرتريت (Arthritis)

می‌گویند. نوعی آرتريت وجود دارد که علت آن از بين رفتن غضروف سر استخوانها در محلّ مفصلها است و نتیجه آن، تورم همراه با درد است. در این حالت، حرکت بخشی از بدن مختل می‌شود.

در مواردی که بیماری شدید است با عمل جراحی، مفصل را ترمیم می‌کنند و گاهی از مفصلهای مصنوعی که از مواد پلاستیکی و یا فلز با آلیاژهای مخصوص ساخته شده استفاده می‌کنند.

همان‌طور که در صفحات قبل خواندید، استحکام استخوانها در نتیجه ذخیره کلسیم است. با افزایش سن، به علت کاهش کلسیم، استخوانها تُرد و شکننده می‌شوند. تمرینات ورزشی (متناسب با سن) و رژیم غذایی مناسب، استحکام و قدرت استخوانها را تا حدود زیادی حفظ می‌کند.

بیشتر استخوانهای بدن به وسیله رباطها (رشته‌هایی از بافت پیوندی هستند) به هم مربوط و متصل‌اند. گاهی در اثر پیچ خوردن مفصل، به رباطها آسیب وارد می‌شود. شکل ۱۰-۱ در رفتگی مفصل مچ پا را نشان می‌دهد، که علت آن پاره شدن رباطها و آسیب دیدن رگهای خونی است.

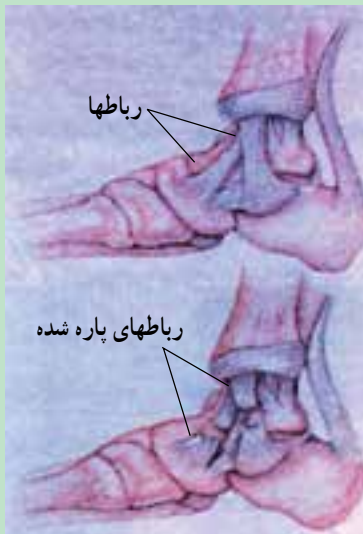
**ناراحتیهای عضلانی:** آیا تا به حال به ضرب دیدگی عضلات، هنگام بلند کردن چیزی و یا بعد از یک حرکت ناگهانی دچار شده‌اید؟ و یا در ورزشهایی مانند شنا و دو، گرفتگی عضله برایتان پیش آمده است؟ ضرب دیدگی و گرفتگی عضله، دو ناراحتی کاملاً متفاوت‌اند.

**ضرب دیدگی (Strain):** وقتی رخ می‌دهد که بدون تمرین و نرمش کافی، یک عضله ضعیف و کار نکرده، به‌طور ناگهانی و شدید منقبض شود. در این حالت ممکن است تارهای ماهیچه‌ای پاره شوند (پاره شدن عضله) و به زردی آن نیز آسیب وارد آید. تمرینهای ورزشی منظم سبب تقویت عضلات شده، از ضرب دیدگی آنها جلوگیری می‌کند.

ممکن است گاهی ضرب دیدگی در اثر وارد شدن ضربه به عضله باشد.

**گرفتگی عضله (Cramp):** وقتی است که عضله، پس از یک انقباض شدید، دیگر نتواند به حال استراحت برگردد. گرفتگی عضله در مواقع کمبود اکسیژن پیش می‌آید. هرگاه گروهی از عضلات خود را برای مدتی طولانی به کار گیرید، در اثر نرسیدن اکسیژن کافی، گرفتگی عضله پیش می‌آید. گرفتگی عضله با افزایش اکسیژن و استراحت بهبود می‌یابد.

**دیستروفی عضله (Dystrophy):** فعالیت عضلات اسکلتی به وسیله اعصاب کنترل می‌شود. یک نوع بیماری به نام دیستروفی عضلانی وجود دارد که در آن، اعصاب و عروق خونی عضله دچار اختلال می‌شوند. در نتیجه، نیروی عضلانی بتدریج کاهش یافته، بافت ماهیچه‌ای تحلیل می‌رود. این بیماری ارثی است و در مردان بیش از زنان دیده می‌شود.

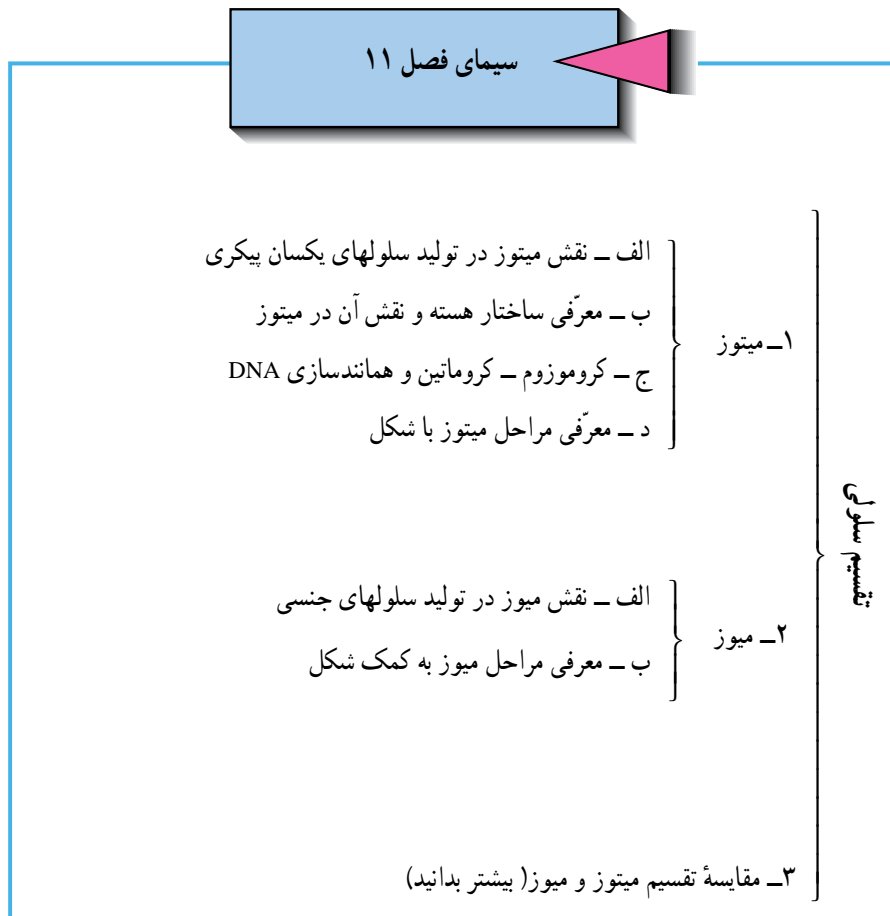


الف

ب

شکل ۹-۱۰- رباطهای سالم (الف) و رباطهای پاره شده (ب) در مفصل مچ پا

## تقسیم سلولی



## تقسیم سلولی

بعضی از سلولهای بدن، مانند سلولهای عضلات اسکلتی و سلولهای عصبی، عمری برابر با عمر موجود زنده دارند و بعضی دیگر از سلولها مانند سلولهای پوست و گلبولهای قرمز پس از مدتی می‌میرند و بدن باید به جای آنها سلولهای جدیدی بسازد. ولی اکثر سلولهای بدن پس از مدتی زندگی کردن، به دو سلول کوچکتر و جوان تقسیم می‌شوند. تقسیم، دارای چند نقش مهم در بدن جاندار می‌باشد.

۱- رشد و نمو بدن: می‌دانیم که انسان و اکثر موجودات زنده از تقسیم و تکثیر یک سلول به نام سلول تخم به وجود می‌آیند. ضمن این تقسیم شدن سلولها تمایز می‌یابند و بافتهای گوناگون و اندامها و دستگاههای مختلف بدن را به وجود می‌آورند.

۲- جبران سلولهای مرده: اکثر سلولهای بدن مانند گلبولهای خون عمری محدود دارند. در دستگاههای گلبول‌ساز (مثلاً مغز قرمز استخوان) سلولهایی وجود دارند که مرتباً تقسیم می‌شوند و گلبولهای تازه تولید می‌کنند.

۳- ترمیم بافت‌های تخریب شده: وقتی جایی از بدن زخم و یا بریده شود سلول‌های محل زخم با تقسیم شدن، آن محل را ترمیم می‌کنند.

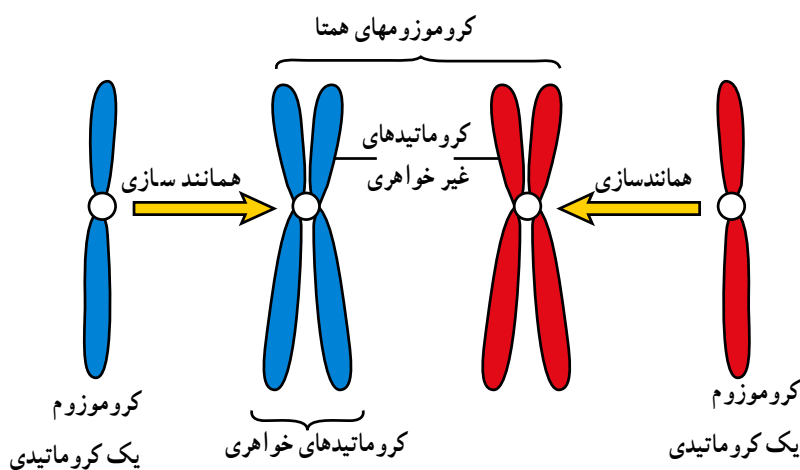
ترمیم بافتها در مورد شکستگیهای استخوان نیز بسیار حایز اهمیت است و باعث جوش خوردن دو قطعه شکسته استخوان می‌شود.

## انواع تقسیم سلولی

تقسیم سلولی بر دو نوع است: میتوز و میوز.

تقسیم میتوز از هر سلول دو سلول یکسان از نظر ماده وراثتی و مانند سلول قبلی تولید می‌شود برای رشد و ترمیم سلول‌های بدن تقسیم میوز از هر سلول ۴ سلول با نیمی از ماده وراثتی تولید می‌شود که سلول‌های لازم برای تولید مثل جنسی اند. برای درک چگونگی تقسیم، باید ساختمان هسته سلول را یادآور شویم.

۱- تقسیم میتوز: چگونگی انجام تقسیم سلولی به این ترتیب است که کمی قبل از آغاز تقسیم سلولی محتوای DNA موجود در هسته دوبرابر می‌شود. چگونگی انجام این عمل را در سال‌های قبل خوانده‌اید. سپس رشته‌های دراز کروماتین به تدریج ضخیم و کوتاه شده، رشته‌هایی به نام «کروموزوم» را می‌سازند.



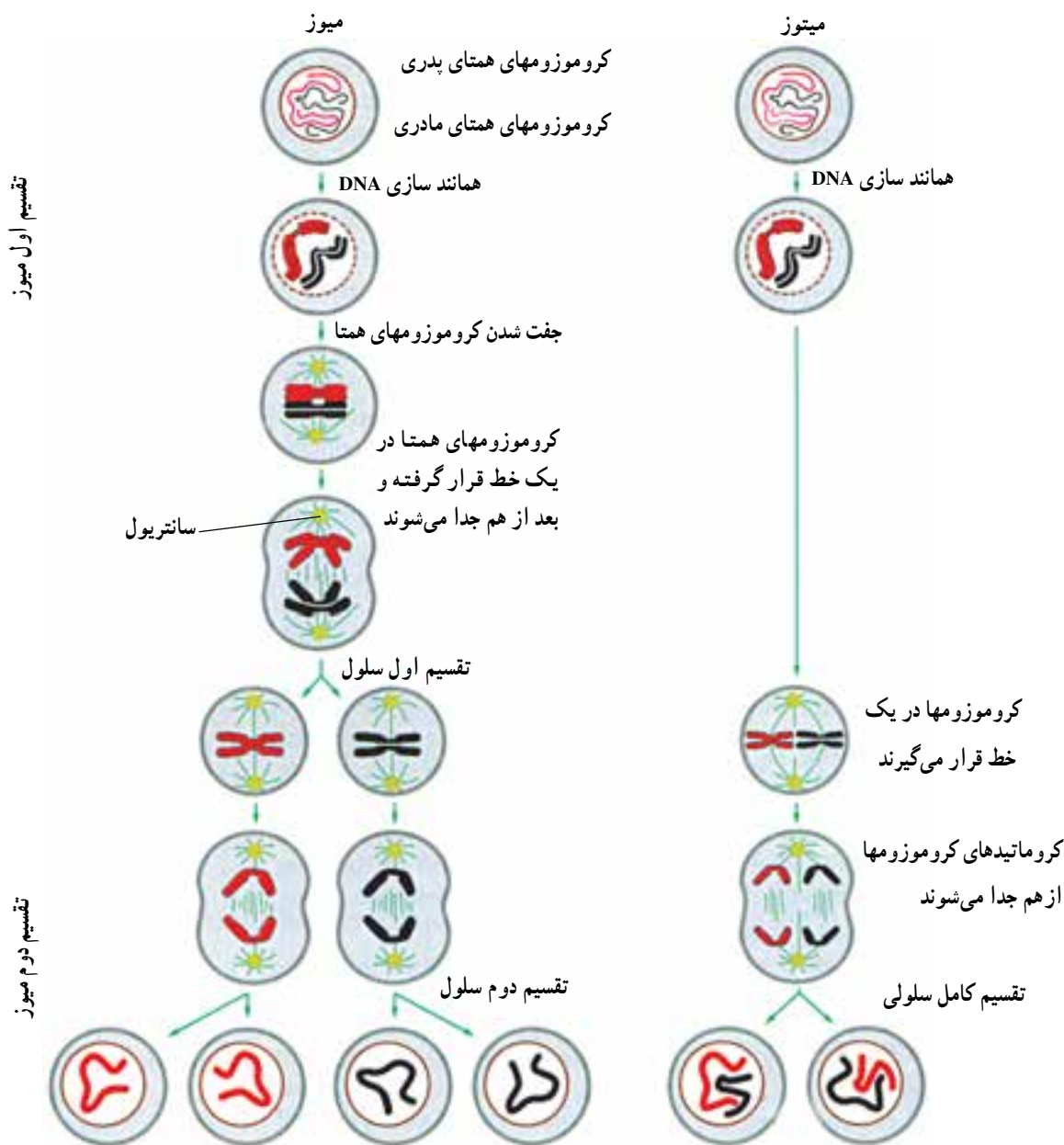
شکل ۱-۱۱- کروماتیدها و کروموزومهای همولوگ

در این مرحله هر کروموزوم از دو رشته شبیه به هم تشکیل شده که آنها را کروماتید می‌نامیم. کروماتیدها در محلی به نام سانترومر به یکدیگر چسبیده‌اند. هر کروماتید از یک مولکول طویل DNA درست شده است که مرتباً به دور بخشهای پروتئینی می‌پیچد. بنابراین ساختار شیمیایی کروماتید از DNA و پروتئین است.

پوسته دور هسته نیز بتدریج از بین می‌رود و کروموزومها در یک صف در مرکز سلول قرار می‌گیرند در این حالت کروموزومها به رشته‌هایی که به کمک سانتروبولها سازماندهی شده‌اند و «دوک میتوزی» نامیده می‌شوند، متصل می‌گردند. به دنبال آن، دو نیمه هر کروموزوم از هم جدا می‌شوند و هر نیمه به یک سوی سلول می‌رود. این عمل با کوتاه شدن تدریجی رشته‌های دوک میتوزی انجام می‌شود. در نهایت، در دو سوی سلول محتوای وراثتی مساوی وجود دارد. در انتها نیز دور کروموزومهای هر طرف سلول پوسته هسته جدیدی ایجاد می‌شود. در همین حال، سیتوپلاسم نیز به دو نیمه تقسیم می‌گردد. یعنی غشای سلول اندک اندک فرورفتگی پیدا می‌کند و یک سلول به دو سلول تبدیل می‌شود. به این نوع تقسیم سلولی که طی آن یک سلول به دو سلول تقسیم می‌شود و هر یک دارای مقدار ماده وراثتی مساوی سلول اولیه در هسته خود هستند و به همین دلیل کلیه خصوصیات سلول اولیه را نیز دارند،

تقسیم میتوز<sup>۱</sup> می‌گویند (شکل ۲-۱۱).

۲- تقسیم میوز: به نظر شما، آیا اگر دو سلول معمولی ادغام شوند محتوای وراثتی آنها دو برابر مقدار سلول طبیعی نخواهد شد؟ در این صورت چگونه ممکن است همه افراد یک گونه، تعداد ثابتی از کروموزومها را داشته باشند؟ نوع دیگری از تقسیم سلولی وجود دارد که آن را «میوز»<sup>۲</sup> می‌نامند (شکل ۲-۱۱). این نوع تقسیم در بدن انسان تنها در اندامهای جنسی انجام می‌شود که نتیجه آن تولید اسپرم و تخمک می‌باشد. در جانداران دیگر نیز از همین طریق سلولهای جنسی ایجاد می‌شوند. در میوز نیز، ابتدا محتوای DNA دو برابر می‌شود و سپس کروموزومها به صورت دو نیمه قرینه یعنی دو کروماتیدی پدیدار می‌گردند و کروموزومهای



شکل ۲-۱۱- تقسیمهای سلولی میتوز و میوز

۱ - mitosis

(mito) در لغت به معنی «نخ» است و اشاره به ساختار نخ مانند کروموزومها دارد و sis یعنی «فرآیند»

۲ - meiosis

(meio) در لغت به معنی «کاهش» است و اشاره به کاهش ماده ژنتیکی دارد.

همتا جفت می‌شوند پوسته هسته از بین می‌رود. به دنبال آن، کروموزومهای همتا از یکدیگر جدا شده، هر کدام به یک سمت سلول می‌روند. اما برخلاف روش میتوز، این مرحله، پایان تقسیم نیست زیرا بلافاصله تقسیم دیگری در هر سمت انجام می‌پذیرد. این تقسیم شبیه میتوز است یعنی کروموزومها در یک صف قرار می‌گیرند و دو نیمه مشابه هر کروموزوم جدا شده، هریک به سمتی می‌روند و در نهایت ایجاد پوسته هسته و تقسیم سیتوپلاسم انجام می‌پذیرد. به این ترتیب با دو تقسیم پیایی چهار سلول حاصل می‌شود که مقدار ماده وراثتی در آنها نصف مقدار ماده وراثتی در سلول اولیه است این سلولها را هاپلوئید می‌نامیم. پس در انسان که سلولهای معمولی بدن او ۴۶ کروموزوم دارند، سلولهای جنسی اسپرم و تخمک ۲۳ کروموزوم دارند.

تعداد کروموزومها در هر سلول بدنی یک گونه موجود زنده ثابت است. مثلاً همه سلولهای بدنی (سوماتیک) انسان ۴۶ عدد کروموزوم دارند. در سلولهای بدنی انسان و سایر جانوران و نیز اغلب گیاهان، از هر نوع کروموزوم یک جفت وجود دارد. (بنابراین در سلولهای سوماتیک انسان، ۲۳ جفت کروموزوم موجود است). دو عدد کروموزومی که یک جفت کروموزوم را تشکیل می‌دهند کاملاً شبیه به یکدیگرند. این نوع سلولها را دیپلوئید می‌نامیم و می‌گوییم که آنها  $2n$  کروموزوم دارند. ( $n$  در مورد سلولهای انسان ۲۳ است.)

در سلولهای جنسی (گامتها) از هر جفت کروموزوم فقط یک عدد وجود دارد. بنابراین، این سلولها هاپلوئید هستند و فقط  $n$  کروموزوم دارند.

هر کروموزوم دارای تعدادی ژن است و به عبارت دیگر می‌توان گفت هر ژن بخشی از مولکول DNA است که بخش اصلی را در ساختار یک کروموزوم تشکیل می‌دهد.

ژنها عوامل مادّی انتقال صفات ارثی از والدین به فرزندان هستند و نیز ژنها دستورات ساخت مواد مختلف را در سلولها به همراه دارند.



### مقایسه میتوز و میوز

- الف) میتوز:** در سلولهای بدنی انجام می‌گیرد و موجب رشد و ترمیم بدن می‌شود.
- ب) یک گروه کامل از کروموزومها به سلولهای حاصل از تقسیم میتوز منتقل می‌شوند.** اینگونه سلولها را دیپلوئید گویند.
- ج) دو سلول حاصل از نظر ژنها و کروموزومها نظیر هم و نظیر سلول والد هستند.**
- د) اگر به روش میتوز و تولید مثل غیرجنسی موجودات زنده جدیدی تولید شوند، همگی مثل هم و مثل والدین‌شان خواهند بود.**
- الف) میوز:** در اندامهای تولیدمثلی صورت می‌گیرد و منجر به تشکیل سلولهای جنسی (گامتها) می‌شود.
- ب) فقط نیمی از کروموزومها به سلولهای حاصل از تقسیم میوز می‌رسد.** اینگونه سلولها را هاپلوئید گویند.
- ج) سلولهای حاصل از نظر کروموزومها و ژنها متفاوت‌اند.**
- د) موجودات زنده جدیدی که به روش میوز و تولید مثل جنسی تولید می‌شوند، متفاوت از یکدیگر و نیز متفاوت از والدین خواهند بود.**

## بررسی کروموزومها در سلولهای ریشه پیاز

هدفهای رفتاری: از فراگیر انتظار می رود پس از پایان این آزمایش بتواند:

- ۱- ساختار ظاهری کروموزوم (کروماتیدها، سانترومر) را معرفی کند.
- ۲- زمان قابل مشاهده شدن کروموزومها را بیان کند.
- ۳- آزمایشهای زیست شناسی مرتبط را به طور مستقل انجام دهد.

وسایل و مواد لازم

- ۱- ذره بین (و یا میکروسکوپ بینوکولر)
- ۲- میکروسکوپ
- ۳- تیغه و تیغک شیشه‌ای
- ۴- لوله آزمایش
- ۵- اسید کلرئیدریک
- ۶- ماده رنگی (استیک اُرسئین)
- ۷- سوزن تشریح
- ۸- پیاز

### طرز عمل:

- ۱- ابتدا یک پیاز را روی یک ظرف آب می گذارید به طوری که ریشه‌های آن در آب قرار گیرند. پیاز را چند روز در این حالت بگذارید. (چرا باید این کار را انجام دهید؟)
- ۲- حدود یک سانتیمتر از انتهای ریشه را که تازه روئیده است قطع کنید و در درون یک محلول ثابت کننده (یک قسمت اسید استیک غلیظ و سه قسمت الکل اتیلیک مطلق) قرار دهید. پس از نیم ساعت قطعات را بیرون آورید و با آب مقطر شستشو دهید.
- ۳- قطعات را در داخل یک شیشه ساعت بگذارید و روی آن محلول رنگی استواورسئین و اسید کلرئیدریک نرمال (به نسبت ۱۰ و ۱) بریزید. این شیشه ساعت را چند دقیقه روی شعله نگه دارید به طوری که محلول تا حد بخار شدن گرم شود ولی نگذارید بجوش بیاید. سپس محلول را به حال خود بگذارید که سرد شود.
- ۴- یکی از برشها را روی تیغه شیشه‌ای قرار دهید و پس از ریختن یک قطره اسیداورسئیک یا (استواورسئین) تیغک را روی آن بگذارید و پس از گذاشتن چند لایه کاغذ روی لام، آن را به آرامی با انگشت فشار دهید تا له شود و رنگ اضافی از زیر لامل خارج گردد.
- ۵- سپس قطعه له شده را زیر میکروسکوپ مشاهده کنید و شکل کروموزومها را رسم کنید.

- ۱- چرا برای مشاهده کروموزومها از انتهای ریشه پیاز استفاده می‌کنیم؟
- ۲- کروموزومهایی که مشاهده کردید در چه مرحله‌ای از زندگی سلول بودند؟
- ۳- چرا در سلولهای گیاهی یا جانوری که قبلاً مشاهده کرده‌اید، کروموزومها را ندیده بودید؟
- ۴- در ساختمان هر کروموزوم چه قسمت‌هایی قابل تشخیص‌اند؟