

## فصل ۱

# شایستگی‌های پایه فنی

اتحادها

$$(x+y)^r = x^r + {}^r x y + y^r$$

$$(x-y)^r = x^r - {}^r x y + y^r$$

$$(x+a)(x+b) = x^r + (a+b)x + ab$$

$$(x+y)^r = x^r + {}^r x y + {}^r x y^r + y^r$$

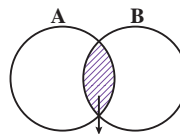
$$(x-y)^r = x^r - {}^r x y + {}^r x y^r - y^r$$

$$x^r - y^r = (x-y)(x+y)$$

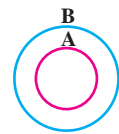
$$x^r - y^r = (x-y)(x^r + xy + y^r)$$

$$x^r + y^r = (x+y)(x^r - xy + y^r)$$

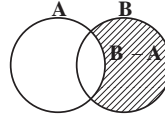
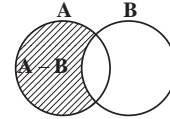
مجموعه ها



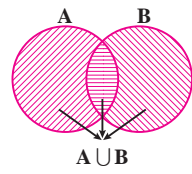
$A \cap B$   
اشترک دو مجموعه



$A \subseteq B, B \not\subseteq A$   
زیر مجموعه



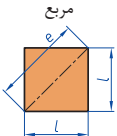
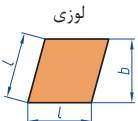
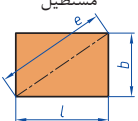

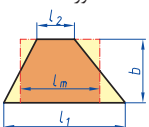

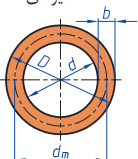
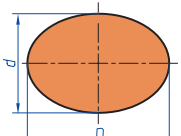
تفاضل دو مجموعه

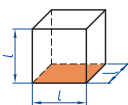
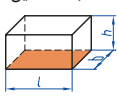
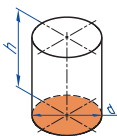
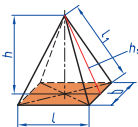
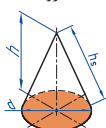



اجتماع دو مجموعه

نمایش مجموعه به صورت بازه

| نمایش مجموعه                                | نمایش روی محور | نمایش بازه     |
|---|----------------|----------------|
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a \leq x \leq b\}$ |                | $[a, b]$       |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a < x \leq b\}$    |                | $(a, b]$       |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a \leq x < b\}$    |                | $[a, b)$       |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a < x < b\}$       |                | $(a, b)$       |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid a < x\}$           |                | $(a, +\infty)$ |
| $\{x \in \mathbb{R} \mid x \leq b\}$        |                | $(-\infty, b]$ |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  <p>مربع</p>             | <p>L طول ضلع<br/>e قطر<br/>A مساحت</p>   | $A=L^2$<br>$e=\sqrt{2} \cdot L$   |
|  <p>لوزی</p>            | <p>b ارتفاع<br/>L طول ضلع<br/>A مساحت</p>  | $A=L.b$   |
|  <p>مستطیل</p>          | <p>e قطر<br/>b عرض<br/>L طول<br/>A مساحت</p>   | $e=\sqrt{L^2+b^2}$<br>$A=L.b$   |
|  <p>متوازی الاضلاع</p>  | <p>l طول<br/>b عرض<br/>A مساحت</p>   | $A=L.b$   |
|  <p>دورنقه</p>          | <p>A مساحت<br/>L<sub>1</sub> طول قاعده بزرگ<br/>L<sub>2</sub> طول قاعده بزرگ<br/>L<sub>m</sub> طول متوسط<br/>b عرض</p> | $L_m = \frac{L_1 + L_2}{2}$<br>$A = l_m.b$<br>$A = \frac{L_1 + L_2}{2} . b$ |
|  <p>مثلث</p>           | <p>A مساحت<br/>L طول قاعده<br/>b ارتفاع</p>  | $A = \frac{L \cdot b}{2}$   |
|  <p>حلقه دایره‌ای</p> | <p>A مساحت<br/>D قطر خارجی<br/>d قطر داخلی<br/>d<sub>m</sub> قطر متوسط<br/>b عرض</p>                                   | $d_m = \frac{D+d}{2}$<br>$A=\pi.d_m.b$<br>$A = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$   |
|  <p>بیضی</p>          | <p>A مساحت<br/>D قطر بزرگ<br/>d قطر کوچک<br/>U محیط</p>  | $U = \frac{\pi}{2} . (D+d)$<br>$A = \frac{\pi.D.d}{4}$                      |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>مكعب</p>         | <p>مساحت<br/><math>A_0</math><br/>طول ضلع<br/><math>L</math><br/>حجم<br/><math>V</math></p>  | <p><math>A_0 = 6L^2</math><br/><math>V = L^3</math></p>   |
| <p>مكعب مستطیل</p>  | <p>عرض<br/><math>b</math><br/>ارتفاع<br/><math>h</math><br/>مساحت<br/><math>A_0</math><br/>طول قاعده<br/><math>L</math><br/>حجم<br/><math>V</math></p>   | <p><math>V = L \cdot b \cdot h</math><br/><math>A_0 = 2 \cdot (L \cdot b + L \cdot h + b \cdot h)</math></p>  |
| <p>استوانه</p>      | <p>مساحت جانبی<br/><math>A_m</math><br/>ارتفاع<br/><math>h</math><br/>حجم<br/><math>V</math><br/>مساحت<br/><math>A_0</math></p>  | <p><math>A_m = \pi \cdot d \cdot h</math><br/><math>V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h</math><br/><math>A_0 = \pi \cdot d \cdot h + 2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}</math></p> |
| <p>هرم منتظم</p>    | <p>ارتفاع<br/><math>h</math><br/>ارتفاع وجه<br/><math>h_s</math><br/>عرض قاعده<br/><math>b</math><br/>طول یال<br/><math>L_s</math><br/>طول قاعده<br/><math>L</math><br/>حجم<br/><math>V</math></p> | <p><math>V = \frac{L \cdot b \cdot h}{3}</math><br/><math>L_s = \sqrt{h_s^2 + \frac{b^2}{4}}</math><br/><math>h_s = \sqrt{h^2 + \frac{L^2}{3}}</math></p>                       |
| <p>مخروط</p>       | <p>حجم<br/><math>V</math><br/>قطر<br/><math>d</math><br/>ارتفاع<br/><math>h</math><br/>طول یال<br/><math>h_s</math><br/>مساحت جانبی<br/><math>A_M</math></p>                                       | <p><math>h_s = \sqrt{\frac{d^2}{4} + h^2}</math><br/><math>A_M = \frac{\pi \cdot d \cdot h_s}{2}</math><br/><math>V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{h}{3}</math></p>      |
| <p>كره</p>        | <p>مساحت<br/><math>A_0</math><br/>حجم<br/><math>V</math><br/>قطر كره<br/><math>d</math></p>  | <p><math>A_0 = \pi \cdot d^2</math><br/><math>V = \frac{\pi \cdot d^3}{6}</math></p>  |

## نسبت و تناسب

۱ در حالت کلی، دو نسبت  $a$  به  $b$  و  $c$  به  $d$  مساوی‌اند، هرگاه برای یک عدد مانند  $k$  داشته باشیم:

$$c=kd \text{ و } a=kd \text{ یا } \frac{a}{b} = \frac{c}{d} = k$$

۲ اگر  $a$  و  $b$  مقادیر متناظر دو کمیت باشند که با هم رابطه معکوس دارند، مقدار  $k = a \times b$  ثابت است و اگر  $c$  و  $d$  دو مقدار متناظر دیگر از همین کمیت باشند، داریم:

$$a = \frac{k}{d} \text{ و } c = \frac{k}{d} \text{ یا } k = a \times b = c \times d$$

## ۳ خواص عملیات

در عبارت‌های زیر، فرض بر آن است که مخرج‌ها مخالف صفر هستند.

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
| $\frac{a}{b} = \frac{ca}{cb} (c \neq 0)$          | $c \times \frac{a}{b} = \frac{ca}{b}$            | $\frac{a}{b} = a \times \frac{1}{b}$ |
| $\frac{a+b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c}$       | $-\frac{a}{b} = \frac{-a}{b} = \frac{a}{-b}$     |                                      |
| $\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{ad}{bc}$ | $\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$ |                                      |

تساوی  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$  معادل است با  $a \times d = b \times c$

## درصد و کاربردهای آن

۱ معادله درصد: رابطه بین مقدار اولیه، درصدی از مقدار اولیه و مقدار نهایی را نشان می‌دهد.

$$b = x \times a$$

$\nwarrow$  مقدار نهایی       $\nearrow$  مقدار اولیه  
 $\downarrow$   
 درصد به صورت عدد اعشاری / کسری

۲ درصد تغییر: برای هر کمیتی مقدار

$$100 \times \frac{\text{نسبت تغییر} - 100}{100} = \frac{\text{میزان تفاوت در مقدار}}{\text{مقدار اولیه}} \times 100 = \frac{\text{مقدار اولیه} - \text{مقدار نهایی}}{\text{مقدار اولیه}}$$

را درصد تغییر آن کمیت می‌نامند.

درصد تغییر می‌تواند منفی هم باشد که به معنای کاهش است.

## معادله درجه دوم

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac \begin{cases} \Delta > 0 \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \\ \Delta = 0 \Rightarrow x_1, x_2 = \frac{-b}{2a} \\ \Delta < 0 \Rightarrow \text{معادله ریشه ندارد} \end{cases}$$

## نامعادله درجه دوم

نامساوی‌هایی به صورت  $ax^2 + bx + c \leq 0$  یا  $ax^2 + bx + c \geq 0$  که در آن  $a, b, c$  اعداد داده حقیقی هستند ( $a \neq 0$ ) را نامعادله درجه دوم می‌نامند. مقدارهایی از  $x$  که نامعادله را به یک نامساوی درست تبدیل می‌کنند، جواب‌های نامعادله می‌نامند.

## توان و ریشه یابی

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \quad \frac{a^m}{a^n} = \frac{1}{a^{m-n}} \quad (a \neq 0)$$

$$(a^m)^n = a^{mn}$$

$$(ab)^n = a^n b^n, \quad \left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n} \quad (b \neq 0)$$

$$a^0 = 1 \quad (a \neq 0)$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n} \quad (a \neq 0)$$

$$a^{1/n} = \sqrt[n]{a}$$

$$a^{m/n} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$$

$$\sqrt[n]{a^n} = (\sqrt[n]{a})^n = a$$

$$\sqrt[n]{a} \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$$

$$\sqrt[m]{\sqrt[n]{a}} = \sqrt[mn]{a}$$

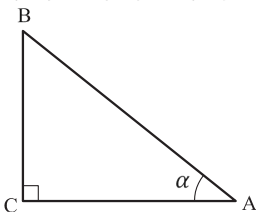
$$\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}} \quad (b \neq 0)$$

## مثلثات

۱ یکی از حالات تشابه دو مثلث، تساوی زاویه‌های آن دو مثلث می‌باشد.

۲ رابطه فیثاغورس: در مثلث قائم‌الزاویه  $ABC$  داریم:

$$(AB)^2 = (AC)^2 + (BC)^2$$



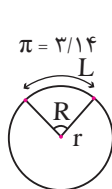
### ۳ نسبت‌های مثلثاتی یک زاویه تند:

در مثلث قائم‌الزاویه ABC زاویه تند  $\alpha$  را در نظر بگیرید. بنا به تعریف داریم:

$$\tan \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبه‌روی زاویه } \alpha}{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha} = \frac{BC}{AC}$$

$$\sin \alpha = \frac{\text{طول ضلع روبه‌روی زاویه } \alpha}{\text{وتر}} = \frac{BC}{AB}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{طول ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} = \frac{AC}{AB}$$



$$R = \frac{L}{r} \quad (\text{رادیان})$$

$$\frac{L}{r} = \frac{\pi}{180^\circ} D \quad (\text{درجه})$$

$$D = \frac{180^\circ}{\pi} R \quad (\text{درجه})$$

### ۴ روابط بین نسبت‌های مثلثاتی:

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \quad (\text{ب})$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \quad (\text{الف})$$

|                                      |                                     |                                      |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| $\sin(\pi - \theta) = \sin \theta$   | $\cos(\pi - \theta) = -\cos \theta$ | $\tan(\pi - \theta) = -\tan \theta$  |
| $\sin(\pi + \theta) = -\sin \theta$  | $\cos(\pi + \theta) = -\cos \theta$ | $\tan(\pi + \theta) = \tan \theta$   |
| $\sin(-\theta) = -\sin \theta$       | $\cos(-\theta) = \cos \theta$       | $\tan(-\theta) = -\tan \theta$       |
| $\sin(2\pi + \theta) = \sin \theta$  | $\cos(2\pi + \theta) = \cos \theta$ | $\tan(2\pi + \theta) = \tan \theta$  |
| $\sin(2\pi - \theta) = -\sin \theta$ | $\cos(2\pi - \theta) = \cos \theta$ | $\tan(2\pi - \theta) = -\tan \theta$ |

| Angle A in degrees | Angle A in radians | $\sin A$                           | $\cos A$                           | $\tan A$              | $\cot A$              |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| $0^\circ$          | $0$                | $0$                                | $1$                                | $0$                   | $\infty$              |
| $15^\circ$         | $\frac{\pi}{12}$   | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} - \sqrt{2})$ | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} + \sqrt{2})$ | $2 - \sqrt{3}$        | $2 + \sqrt{3}$        |
| $30^\circ$         | $\frac{\pi}{6}$    | $\frac{1}{2}$                      | $\frac{1}{2}\sqrt{3}$              | $\frac{1}{3}\sqrt{3}$ | $\sqrt{3}$            |
| $45^\circ$         | $\frac{\pi}{4}$    | $\frac{1}{2}\sqrt{2}$              | $\frac{1}{2}\sqrt{2}$              | $1$                   | $1$                   |
| $60^\circ$         | $\frac{\pi}{3}$    | $\frac{1}{2}\sqrt{3}$              | $\frac{1}{2}$                      | $\sqrt{3}$            | $\frac{1}{3}\sqrt{3}$ |
| $75^\circ$         | $\frac{5\pi}{12}$  | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} + \sqrt{2})$ | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} - \sqrt{2})$ | $2 + \sqrt{3}$        | $2 - \sqrt{3}$        |
| $90^\circ$         | $\frac{\pi}{2}$    | $1$                                | $0$                                | $\mp \infty$          | $0$                   |

| Angle A in degrees | Angle A in radians | sin A                              | cos A                               | tan A                  | cot A                  |
|--------------------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|------------------------|
| $۱۰۵^\circ$        | $\frac{7\pi}{12}$  | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} + \sqrt{2})$ | $-\frac{1}{4}(\sqrt{6} - \sqrt{2})$ | $-(2 + \sqrt{3})$      | $-(2 - \sqrt{3})$      |
| $۱۲۰^\circ$        | $\frac{2\pi}{3}$   | $\frac{1}{2}\sqrt{3}$              | $-\frac{1}{2}$                      | $-\sqrt{3}$            | $-\frac{1}{3}\sqrt{3}$ |
| $۱۳۵^\circ$        | $\frac{3\pi}{4}$   | $\frac{1}{2}\sqrt{2}$              | $-\frac{1}{2}\sqrt{2}$              | $-1$                   | $-1$                   |
| $۱۵۰^\circ$        | $\frac{5\pi}{6}$   | $\frac{1}{2}$                      | $-\frac{1}{2}\sqrt{3}$              | $-\frac{1}{3}\sqrt{3}$ | $-\sqrt{3}$            |
| $۱۶۵^\circ$        | $\frac{11\pi}{12}$ | $\frac{1}{4}(\sqrt{6} - \sqrt{2})$ | $-\frac{1}{4}(\sqrt{6} + \sqrt{2})$ | $-(2 - \sqrt{3})$      | $-(2 + \sqrt{3})$      |
| $۱۸۰^\circ$        | $\pi$              | $0$                                | $-1$                                | $0$                    | $\mp \infty$           |

### ✓ لگاریتم و خواص آن:

اگر  $a$  یک عدد حقیقی مثبت مخالف ۱ باشد و اعداد حقیقی  $b$  و  $c$  به گونه‌ای باشند که:  $b = a^c$  آنگاه  $c$  را لگاریتم  $b$  در مبنای  $a$  می‌نامند و با  $\log_a b$  نشان می‌دهند. به عبارت دیگر داریم:

$$\log_a b = c$$

■ فقط اعداد مثبت لگاریتم دارند، یعنی عبارت  $\log_a b$  فقط برای  $b > 0$  تعریف می‌شود.

■ برای  $b, c > 0$  داریم:

$$\log(bc) = \log b + \log c$$

■ در حالت کلی: برای هر  $a, b > 0$  داریم:

$$\log(a+b) \neq \log a + \log b$$

■ برای  $b, c > 0$  داریم:

$$\log \frac{b}{c} = \log b - \log c$$

■ در حالت کلی: برای هر  $a, b > 0$  داریم:

$$\log(a-b) \neq \log a - \log b$$

■ برای  $b > 0$  و هر عدد حقیقی  $x$  داریم:

$$\log b^x = x \log b$$

■ برای  $a, b > 0$  و  $a \neq 1$  داریم:

$$\log_a b = \frac{\log b}{\log a}$$



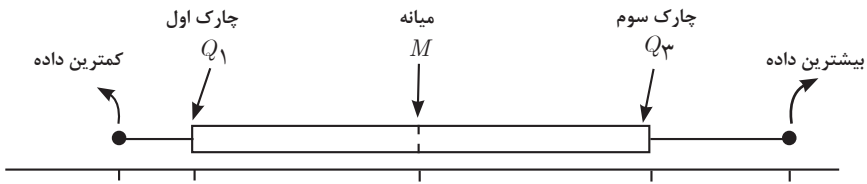
## ✓ آمار توصیفی:

■ نمودار پراکنش دو کمیت، مجموعه‌ای از نقاط در صفحه مختصات است که طول و عرض هر نقطه، داده‌های مربوط به اندازه‌گیری‌های متناظر دو کمیت است.

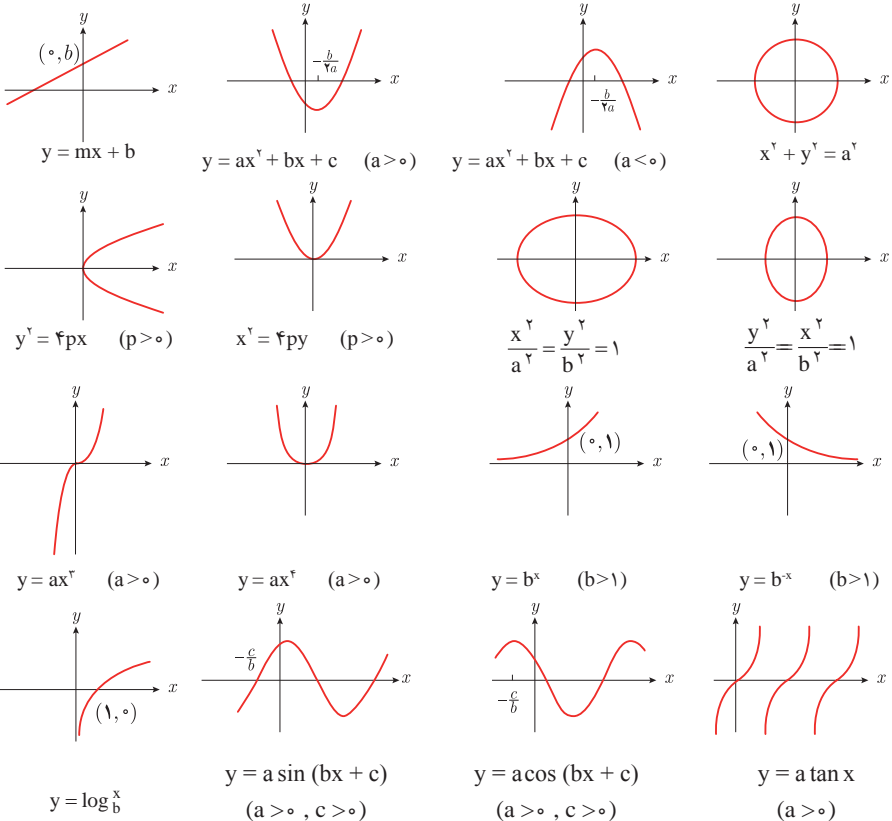
■  $x$  و  $y$  دو کمیت مرتبط هستند. اگر مقادیر این دو کمیت برای برخی از  $x$ ها در یک بازه، مشخص باشد، پیش‌بینی مقادیر  $y$  به ازای  $x$ های مشخص در این بازه به کمک خط برازش را درون‌یابی و پیش‌بینی مقادیر  $y$  به ازای  $x$ های مشخص در خارج از این بازه را برون‌یابی می‌نامند.

■ پس از مرتب کردن مقادیر داده‌ها، عددی را که تعداد داده‌های قبل از آن با تعداد داده‌های بعد از آن برابر است را میانه می‌نامند.

## ■ نمودار جعبه‌ای



## ■ نمودارها و منحنی‌ها



$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = A \quad \lim_{x \rightarrow a} g(x) = B. \quad \Leftarrow \text{اگر}$$

$$\lim_{x \rightarrow a} k = k \quad \text{و} \quad \lim_{x \rightarrow a} [k \cdot f(x)] = k \cdot \lim_{x \rightarrow a} f(x) = k \cdot A.$$

$$\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \pm g(x)] = \lim_{x \rightarrow a} f(x) \pm \lim_{x \rightarrow a} g(x) = A \pm B$$

$$\lim_{x \rightarrow a} [f(x) \cdot g(x)] = [\lim_{x \rightarrow a} f(x)] \cdot [\lim_{x \rightarrow a} g(x)] = A \cdot B$$

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{\lim_{x \rightarrow a} f(x)}{\lim_{x \rightarrow a} g(x)} = \frac{A}{B} \quad B \neq 0.$$

$$p(x) \quad \Rightarrow \quad \text{چند جمله‌ای باشد} \quad \lim_{x \rightarrow a} p(x) = p(a).$$

$$\lim_{x \rightarrow a} [f(x)]^k = [\lim_{x \rightarrow a} f(x)]^k = A^k.$$

### ■ پیوستگی و ناپیوستگی تابع‌ها

تابع  $f$  و یک نقطه  $a$  از دامنه آن را در نظر بگیرید. گوییم تابع  $f$  در نقطه  $a$  پیوسته است، هرگاه حد  $f$  در  $a$  موجود باشد و

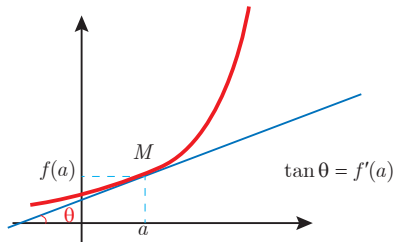
$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$$

در غیر این صورت گوییم تابع  $f$  در نقطه  $a$  ناپیوسته است. اگر تابعی در همه نقاط دامنه خود پیوسته باشد، آن را تابعی پیوسته می‌نامند.

## ✓ مشتق و شیب خط مماس بر نمودار تابع

فرض کنید تابع  $f$  در نقطه  $a$  از دامنه خود مشتق پذیر باشد. در این صورت،  $f'(a)$  نشان دهنده

شیب خط مماس بر نمودار این تابع در نقطه  $M = \begin{bmatrix} a \\ f(a) \end{bmatrix}$  است.



## مشتق تابع

$$m_{\tan} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_1 + h) - f(x_1)}{h}$$

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x + h) - f(x)}{h}$$

$$f(x) = k \quad f'(x) = 0.$$

$$f(x) = x^n \quad f'(x) = nx^{n-1}$$

$$f(x) = k \cdot g(x) \quad f'(x) = k \cdot g'(x)$$

$$f(x) = u(x) \pm v(x) \quad f'(x) = u'(x) \pm v'(x).$$

$$f(x) = u(x) \cdot v(x) \quad f'(x) = u(x) \cdot v'(x) + v(x) \cdot u'(x).$$

$$f(x) = u(x)/v(x) \quad f'(x) = \frac{v(x) \cdot u'(x) - u(x) \cdot v'(x)}{[v(x)]^2}.$$

$$y = f[g(x)] \quad \frac{dy}{dx} = f'[g(x)] \cdot g'(x).$$

## اندازه‌گیری و دستگاه بین‌المللی یکاها

کمیت‌های اصلی و یکای آنها

| کمیت           | نام یکا     | نماد یکا |
|----------------|-------------|----------|
| طول            | متر         | m        |
| جرم            | کیلوگرم     | kg       |
| زمان           | ثانیه       | s        |
| دما            | کلوین       | K        |
| مقدار ماده     | مول         | mol      |
| جریان الکتریکی | آمپر        | A        |
| شدت روشنایی    | کندلا (شمع) | cd       |

### یکای فرعی

| کمیت        | یکای SI          | یکای فرعی                        |
|-------------|------------------|----------------------------------|
| تندی و سرعت | m/s              | m/s                              |
| شتاب        | m/s <sup>2</sup> | m/s <sup>2</sup>                 |
| نیرو        | نیوتون (N)       | kg.m/s <sup>2</sup>              |
| فشار        | پاسکال (Pa)      | kg/ms <sup>2</sup>               |
| انرژی       | ژول (J)          | kgm <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> |

### مقادیر تقریبی برخی طول‌های اندازه‌گیری شده

| جسم                                    | طول m                | جسم                                 | طول m                    |
|--|----------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| فاصله منظومه شمسی تا نزدیک‌ترین کهکشان | $2/8 \times 10^{21}$ | طول زمین فوتبال                     | $9 \times 10^1$          |
| فاصله منظومه شمسی تا نزدیک‌ترین ستاره  | $4 \times 10^{16}$   | طول بدن نوعی مگس                    | $5 \times 10^{-2}$       |
| یک سال نوری                            | $9 \times 10^{15}$   | اندازه ذرات کوچک گردو خاک           | $1 \times 10^{-4}$       |
| شعاع مدار میانگین زمین به دور خورشید   | $1/5 \times 10^{11}$ | اندازه یاخته‌های بیشتر موجودات زنده | $1 \times 10^{-5}$       |
| فاصله میانگین ماه از زمین              | $3/84 \times 10^8$   | اندازه بیشتر میکروب‌ها              | $5/2 - 2 \times 10^{-6}$ |
| فاصله میانگین زمین                     | $6/4 \times 10^6$    | قطر اتم هیدروژن                     | $1/56 \times 10^{-10}$   |
| فاصله ماهواره‌های مخابراتی از زمین     | $3/6 \times 10^7$    | قطر هسته اتم هیدروژن (قطر پروتون)   | $1/75 \times 10^{-15}$   |

## مقادیر تقریبی برخی جرم‌های اندازه‌گیری شده

| جرم (kg)               | جسم         | جرم (kg)              | جسم              |
|------------------------|-------------|-----------------------|------------------|
| $7 \times 10^1$        | انسان       | $1 \times 10^{52}$    | عالم قابل مشاهده |
| $1 \times 10^{-1}$     | قورباغه     | $7 \times 10^{41}$    | کهکشان راه شیری  |
| $1 \times 10^{-3}$     | پشه         | $2 \times 10^{30}$    | خورشید           |
| $1 \times 10^{-15}$    | باکتری      | $6 \times 10^{24}$    | زمین             |
| $1/6 \times 10^{-27}$  | اتم هیدروژن | $7/34 \times 10^{22}$ | ماه              |
| $9/11 \times 10^{-31}$ | الکترون     | $1 \times 10^{32}$    | کوسه             |

## مقادیر تقریبی برخی از بازه‌های اندازه‌گیری شده

| ثانیه                 | بازه زمانی                 |
|-----------------------|----------------------------|
| $5 \times 10^{17}$    | سن عالم                    |
| $1/43 \times 10^{17}$ | سن زمین                    |
| $2 \times 10^9$       | میانگین عمر یک انسان       |
| $3/15 \times 10^7$    | یک سال                     |
| $8/6 \times 10^4$     | یک روز                     |
| $8 \times 10^{-1}$    | زمان بین دو ضربان عادی قلب |

## واحدهای اندازه‌گیری انگلیسی

### ۱ واحدهای اندازه‌گیری طول

(mm) میلی‌متر  $25/4$  (cm) سانتی‌متر  $2/54$  (in) اینچ ۱

(in) اینچ ۱۲ = (ft) فوت ۱

(cm) سانتی‌متر  $90 \cong$  (in) اینچ ۳۶ = (ft) فوت ۳ = (yd) یارد ۱

(m) متر  $1609/344 \cong$  (in) اینچ ۶۳۳۶۰ = (ft) فوت ۵۲۸۰ = (mil) مایل خشکی ۱

(m) متر ۱۸۵۳  $\cong$  فوت ۶۰۸۰  $\cong$  مایل دریایی ۱

مایل خشکی ۱/۱۵  $\cong$  مایل دریایی ۱

| برای تبدیل از | به        | ضریب تبدیل (با تقریب کمتر از ۰/۰۱) |
|---------------|-----------|------------------------------------|
| مایل          | کیلومتر   | ۱/۶۱                               |
| اینچ          | سانتی‌متر | ۲/۵۴                               |
| فوت           | متر       | ۰/۳۱                               |
| یارد          | متر       | ۰/۹۱                               |
| کیلومتر       | مایل      | ۰/۶۲                               |
| سانتی‌متر     | اینچ      | ۰/۳۹                               |
| متر           | فوت       | ۳/۲۸                               |
| متر           | یارد      | ۱/۰۹                               |

## ۲ واحدهای اندازه‌گیری جرم

- $1 \text{ گرم (g)} = ۰/۰۳۵ \text{ اونس (oz)}$ 
 $1 \text{ اونس (oz)} \cong ۲۸ \text{ گرم (g)}$   
 $1 \text{ کیلوگرم (kg)} \cong ۲/۲۷ \text{ اونس (oz)}$ 
 $1 \text{ اونس (oz)} = ۱۶ \text{ پوند (lb)} = ۴۵۰ \text{ (g)}$   
 $1 \text{ پوند (lb)} \cong ۰/۴۵ \text{ کیلوگرم (kg)}$ 
 $1 \text{ پوند (lb)} \cong ۲۲۰۰ \text{ (T)}$

## ۳ واحدهای اندازه‌گیری حجم

- $1 \text{ میلی‌لیتر (ml)} = ۵ \text{ فاشق چایخوری (tsp)}$   
 $1 \text{ میلی‌لیتر (ml)} = ۱۵ \text{ فاشق سوپ‌خوری (tbsp)}$   
 $1 \text{ فنجان (c)} = ۲۴۰ \text{ میلی‌لیتر (ml)}$

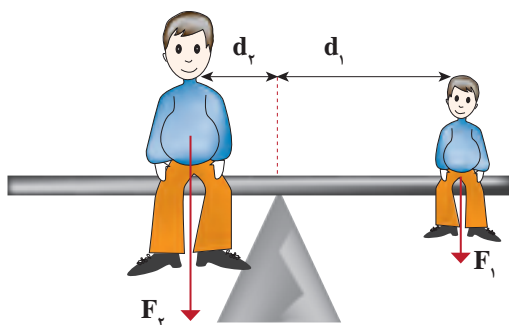
## پیشوندهای مورد استفاده در دستگاه SI

| نماد  | پیشوند | ضریب       | نماد | پیشوند      | ضریب      |
|-------|--------|------------|------|-------------|-----------|
| y     | یوکتو  | $۱۰^{-۲۴}$ | Y    | یوتا        | $۱۰^{۲۴}$ |
| z     | زِپتو  | $۱۰^{-۲۱}$ | Z    | زِتا        | $۱۰^{۲۱}$ |
| a     | آتو    | $۱۰^{-۱۸}$ | E    | اِگزا       | $۱۰^{۱۸}$ |
| f     | فِمتو  | $۱۰^{-۱۵}$ | P    | پِتا        | $۱۰^{۱۵}$ |
| p     | پیکو   | $۱۰^{-۱۲}$ | T    | ترا         | $۱۰^{۱۲}$ |
| n     | نانو   | $۱۰^{-۹}$  | G    | گیگا (جیگا) | $۱۰^۹$    |
| $\mu$ | میکرو  | $۱۰^{-۶}$  | M    | مگا         | $۱۰^۶$    |
| m     | میلی   | $۱۰^{-۳}$  | k    | کیلو        | $۱۰^۳$    |
| c     | سانتی  | $۱۰^{-۲}$  | h    | هکتو        | $۱۰^۲$    |
| d     | دِسی   | $۱۰^{-۱}$  | da   | دِکا        | $۱۰^۱$    |

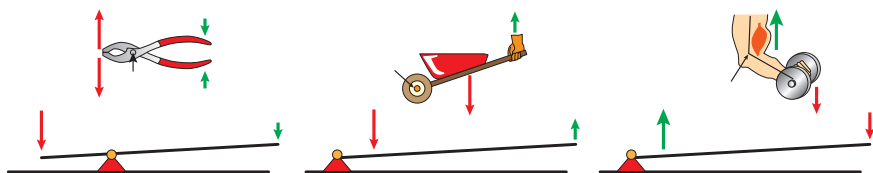


پیشوندهای کوچک کننده یکای متر

اهرم ها



گشتاور نیروی ساعتگرد = گشتاور نیروی پاد ساعتگرد

$$d_r \times f_r = d_l \times f_l$$


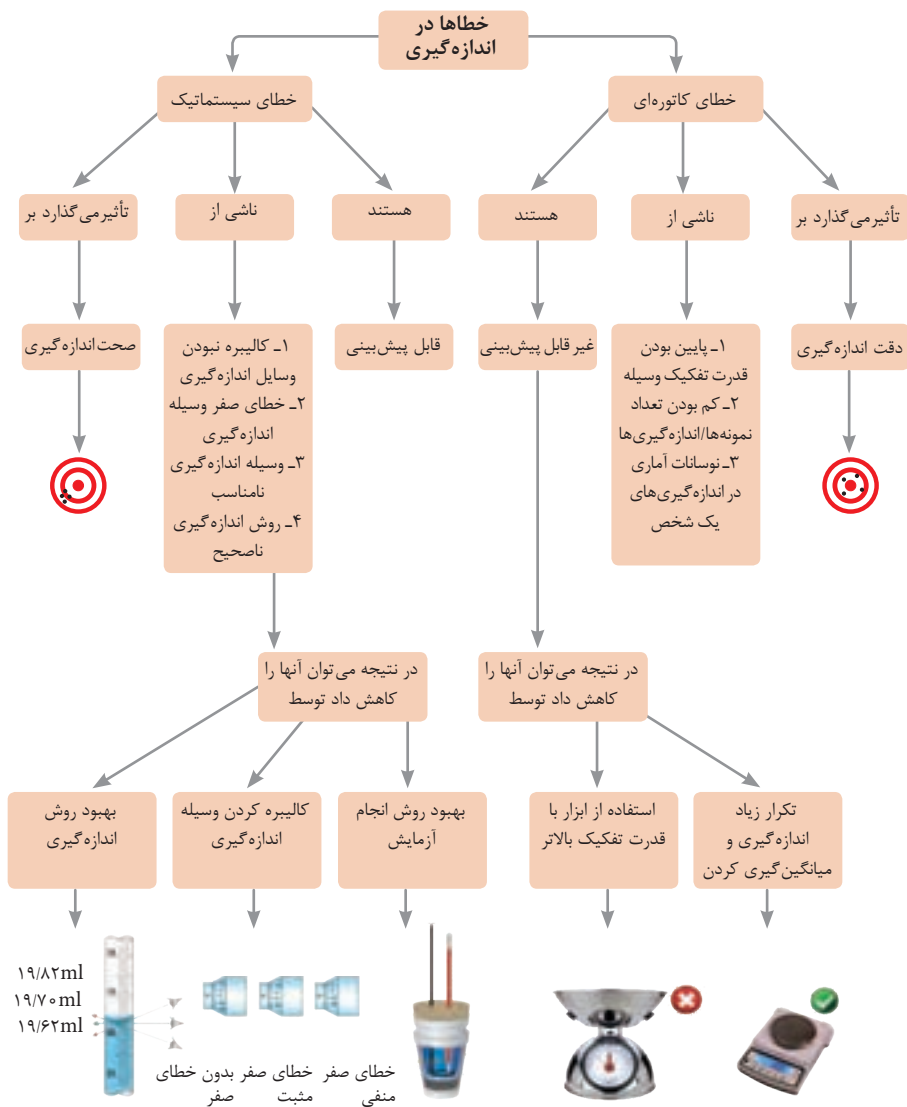
مزیت مکانیکی

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}} = \frac{\text{اندازه نیروی مقاوم}}{\text{اندازه نیروی محرک}}$$

| کاربرد                                     | فرمول<br>(معادله، رابطه)  |
|--|---|
| جریان مقاومت‌های موازی                     | $I_1 + I_2 + I_3 = I_{eq}$  |
| ولتاژ مقاومت‌های موازی                     | $V_1 = V_2 = V_3 = V_{eq}$  |
| مقاومت معادل مقاومت‌های موازی              | $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{eq}}$              |
| فشار و ارتباط آن با نیروی عمودی و سطح تماس | $P = \frac{F}{A}$   |
| اختلاف فشار دو نقطه شاره ساکن              | $P_2 - P_1 = +\rho g \Delta h$  |
| فشار یک نقطه شاره ساکن                     | $p = \rho g \Delta h + p_{atm}$   |
| اصل پاسکال                                 | $P_2 = P_1 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$                       |
| چگالی                                      | $\rho = \frac{m}{v}$  |
| چگالی نسبی                                 | $d = \frac{\rho_2}{\rho_1}$   |
| رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس فارنهایت | $F = \frac{9}{5}\theta + 32$  |
| رابطه دما در مقیاس سلسیوس و مقیاس کلوین    | $T = \theta + 273$  |
| رابطه دما در مقیاس فارنهایت و مقیاس کلوین  | $T = (F + 459.6) \div 1.8$  |
| مقدار گرمای داده شده به یک جسم             | $Q = mC(\theta_2 - \theta_1) = mC\Delta\theta$                                  |
| تعادل گرمایی                               | $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$   |
| گرمای منتقل شده از طریق رسانش              | $Q = \frac{KA\Delta T}{L} = \frac{KA\Delta T}{L}$                               |
| انبساط خطی                                 | $L_2 - L_1 = \alpha L_1 \Delta\theta$<br>$L_2 = L_1(1 + \alpha \Delta\theta)$   |
| انبساط سطحی                                | $A_2 - A_1 = 2\alpha A_1 \Delta\theta$<br>$A_2 = A_1(1 + 2\alpha \Delta\theta)$ |
| انبساط حجمی                                | $V_2 - V_1 = 3\alpha V_1 \Delta\theta$<br>$V_2 = V_1(1 + 3\alpha \Delta\theta)$ |



| کاربرد                               | فرمول<br>(معادله، رابطه)  | کاربرد                                   | فرمول<br>(معادله، رابطه)  |
|--------------------------------------|---|--|---|
| نیروی وزن                            | $g = \frac{w}{m} \rightarrow w = mg$  | بازه زمانی                               | $\Delta t = t_f - t_i$  |
| بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی          | $f_{s(max)} = \mu_s N$  | جابجایی                                  | $\Delta x = x_f - x_i$  |
| نیروی اصطکاک جنبشی                   | $f_k = \mu_k N$   | سرعت متوسط                               | $\bar{v} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ |
| شدت جریان الکتریکی متوسط             | $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$   | رابطه مکان زمان حرکت یکنواخت             | $x = vt + x_i$  |
| قانون اهم                            | $R = \frac{V}{I}$   | شتاب متوسط                               | $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$                               |
| مقاومت رساناهای فلزی در دمای ثابت    | $R = \frac{\rho L}{A}$  | شتاب لحظه‌ای حرکت با شتاب ثابت           | $a = \bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$                           |
| انرژی الکتریکی مصرفی                 | $U = I^\gamma R t$  | رابطه سرعت زمان حرکت با شتاب ثابت        | $v = v_i + at$  |
| توان مصرفی                           | $P = I^\gamma R$ و $P = \frac{U}{t}$<br>$P = VI$ و $P = \frac{V^\gamma}{R}$ | سرعت متوسط در حرکت با شتاب ثابت          | $\bar{v} = \frac{v_f + v_i}{2}$                                     |
| جریان مقاومت‌های متوالی (سری)        | $I_1 = I_2 = I_3 = I_{eq}$  | رابطه مستقل از زمان در حرکت با شتاب ثابت | $v_f^\gamma - v_i^\gamma = \gamma a (x - x_i)$                      |
| ولتاژ مقاومت‌های متوالی (سری)        | $V_1 + V_2 + V_3 = V_{eq}$  | رابطه جابه‌جایی در حرکت با شتاب ثابت     | $\Delta x = x_f - x_i = \frac{1}{\gamma} at^\gamma + v_i t$         |
| مقاومت معادل مقاومت‌های متوالی (سری) | $R_1 + R_2 + R_3 = R_{eq}$  | قانون دوم نیوتن                          | $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$                                       |



## کدهای رنگی مقاومت

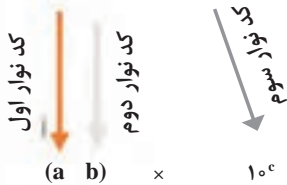


### انواع مقاومت ثابت



مقدار مقاومت

درصد خطا



نحوه خواندن مقاومت رنگی

| رنگ     | کد رنگ | درصد خطا |
|---------|--------|----------|
| سیاه    | ۰      | -        |
| قهوه‌ای | ۱      | ۱ درصد   |
| قرمز    | ۲      | ۲ درصد   |
| نارنجی  | ۳      | ۳ درصد   |
| زرد     | ۴      | ۴ درصد   |
| سبز     | ۵      | -        |
| آبی     | ۶      | -        |
| بنفش    | ۷      | -        |
| خاکستری | ۸      | -        |
| سفید    | ۹      | -        |
| طلایی   | -      | ۵ درصد   |
| نقره‌ای | -      | ۱۰ درصد  |

## ضریب انبساط طولی برخی اجسام

| ماده        | ضریب انبساط طولی $\frac{1}{k}$ | ماده                       | ضریب انبساط طولی $\frac{1}{k}$ |
|-------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| الماس       | $1/2 \times 10^{-6}$           | مس                         | $17 \times 10^{-6}$            |
| شیشه پیرکس  | $3/2 \times 10^{-6}$           | برنج                       | $19 \times 10^{-6}$            |
| شیشه معمولی | $9-12 \times 10^{-6}$          | آلومینیوم                  | $23 \times 10^{-6}$            |
| فولاد       | $11-13 \times 10^{-6}$         | سرب                        | $29 \times 10^{-6}$            |
| بتون        | $10-14 \times 10^{-6}$         | یخ (در $0^\circ\text{C}$ ) | $51 \times 10^{-6}$            |

ضریب انبساط حجمی چند مایع در  
دمای حدود  $20^{\circ}\text{C}$

| ماده       | ضریب انبساط طولی $\frac{1}{k}$ |
|------------|--------------------------------|
| جیوه       | $0/18 \times 10^{-3}$          |
| آب         | $0/27 \times 10^{-3}$          |
| گلیسرین    | $0/49 \times 10^{-3}$          |
| روغن زیتون | $0/70 \times 10^{-3}$          |
| پارافین    | $0/76 \times 10^{-3}$          |
| بنزین      | $1/00 \times 10^{-3}$          |
| اتانول     | $1/09 \times 10^{-3}$          |
| استیک اسید | $11/0 \times 10^{-3}$          |
| بنزن       | $12/5 \times 10^{-3}$          |
| کلروفرم    | $12/7 \times 10^{-3}$          |
| استون      | $14/3 \times 10^{-3}$          |
| اتر        | $16/0 \times 10^{-3}$          |
| آمونیاک    | $24/5 \times 10^{-3}$          |

گرمای ویژه برخی از مواد \*

| ماده                              | گرمای ویژه $J/kg \cdot K$ |
|-----------------------------------|---------------------------|
| سرب                               | ۱۲۸                       |
| تنگستن                            | ۱۳۴                       |
| نقره                              | ۲۳۶                       |
| مس                                | ۳۸۶                       |
| آلومینیوم                         | ۹۰۰                       |
| برنج                              | ۳۸۰                       |
| نوعی فولاد (آلیاژ آهن با ۲٪ کربن) | ۴۵۰                       |
| فولاد زنگ‌نزن                     | ۴۹۰                       |
| چوب                               | ۱۳۵۶                      |
| گرانیت                            | ۷۹۰                       |
| بتون                              | ۸۰۰                       |
| شیشه                              | ۸۴۰                       |
| یخ                                | ۲۲۲۰                      |
| جیوه                              | ۱۴۰                       |
| اتانول                            | ۲۴۳۰                      |
| آب دریا                           | ۳۹۰۰                      |
| آب                                | ۴۱۸۷                      |

\* تمام نقاط غیر از یخ در دمای  $20^{\circ}\text{C}$

چگالی مواد متداول

| ماده      | $\rho(kg/m^3)$      | ماده      | $\rho(kg/m^3)$        |
|-----------|---------------------|-----------|-----------------------|
| یخ        | $0/917 \times 10^3$ | آب        | $1/000 \times 10^3$   |
| آلومینیوم | $2/70 \times 10^3$  | گلیسرین   | $1/26 \times 10^3$    |
| آهن       | $7/86 \times 10^3$  | اتیل الکل | $0/806 \times 10^3$   |
| مس        | $8/92 \times 10^3$  | بنزن      | $0/879 \times 10^3$   |
| نقره      | $10/5 \times 10^3$  | جیوه      | $13/6 \times 10^3$    |
| سرب       | $11/3 \times 10^3$  | هوا       | ۱/۲۹                  |
| اورانیوم  | $19/1 \times 10^3$  | هلیوم     | $1/79 \times 10^{-1}$ |
| طلا       | $19/3 \times 10^3$  | اکسیژن    | ۱/۴۳                  |
| پلاتین    | $21/4 \times 10^3$  | هیدروژن   | $8/99 \times 10^{-2}$ |

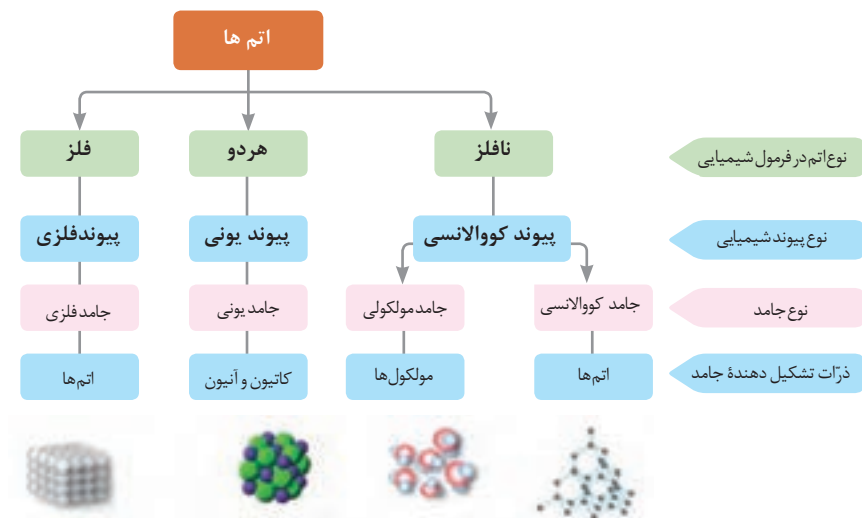
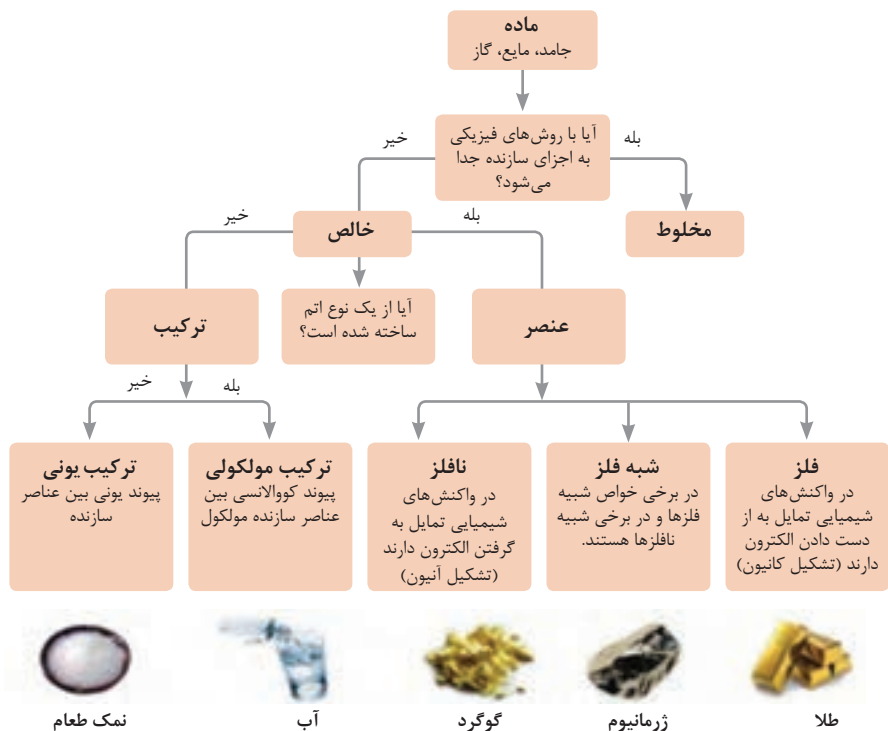
داده‌های این جدول در دمای صفر درجه ( $0^{\circ}\text{C}$ ) سلسیوس و فشار یک اتمسفر اندازه‌گیری و گزارش شده‌اند.



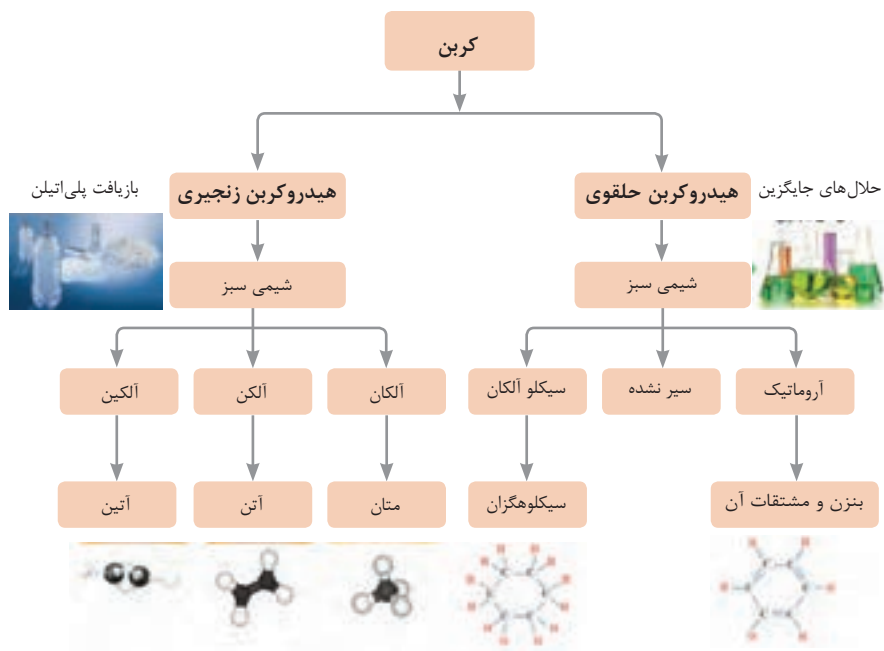
## ثابت تفکیک اسیدها ( $K_a$ ) و بازها ( $K_b$ )

**توجه:** در شرایط یکسان (دما و غلظت) هر چه ثابت تفکیک اسید یا بازی بزرگ تر باشد، آن اسید یا باز قوی تر است.

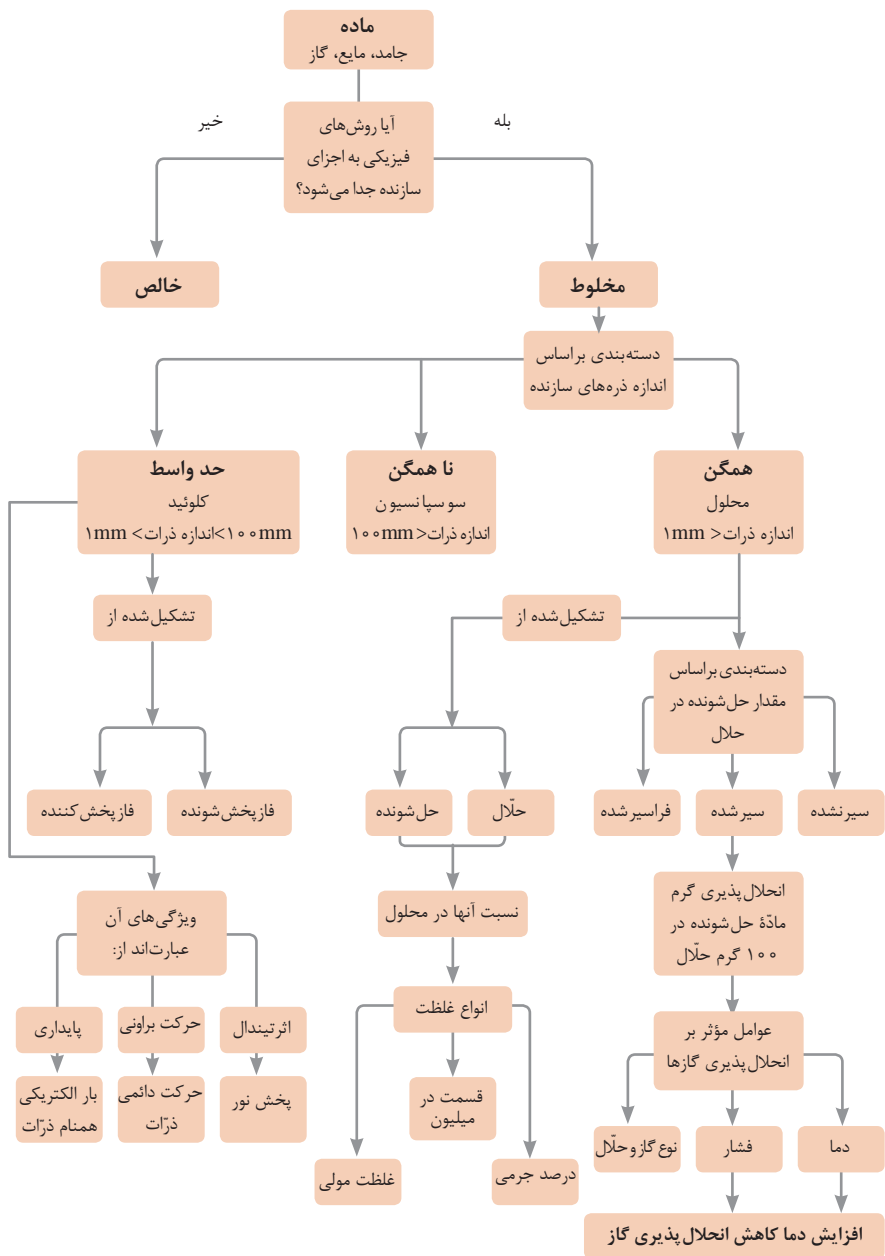
| ثابت تفکیک ( $K_a$ )  | فرمول شیمیایی | نام اسید           | ثابت تفکیک ( $K_a$ ) | فرمول شیمیایی | نام اسید           |
|-----------------------|---------------|--------------------|----------------------|---------------|--------------------|
| $6.9 \times 10^{-2}$  | $H_2PO_4$     | فسفریک اسید        |                      | $HClO_4$      | پرکلریک اسید       |
| $1.3 \times 10^{-3}$  | $CH_2ClCO_2H$ | کلرو استیک اسید    |                      | $H_2SO_4$     | سولفوریک اسید      |
| $7.4 \times 10^{-4}$  | $C_6H_5O_2$   | سیتریک اسید        |                      | $HI$          | هیدرویدیک اسید     |
| $6.3 \times 10^{-4}$  | $HF$          | هیدروفلوئوریک اسید |                      | $HCl$         | هیدروکلریک اسید    |
| $5.6 \times 10^{-4}$  | $HNO_2$       | نیترو اسید         |                      | $HNO_3$       | نیتریک اسید        |
| $6.2 \times 10^{-5}$  | $C_6H_5CO_2H$ | بنزوئیک اسید       | $2.2 \times 10^{-1}$ | $CCl_3CO_2H$  | تری کلرواستیک اسید |
| $1.7 \times 10^{-5}$  | $CH_3CO_2H$   | استیک اسید         | $1.8 \times 10^{-1}$ | $H_2CrO_4$    | کرومیک اسید        |
| $4.5 \times 10^{-7}$  | $H_2CO_3$     | کربنیک اسید        | $1.7 \times 10^{-1}$ | $HIO_3$       | یدیک اسید          |
| $8.9 \times 10^{-8}$  | $H_2S$        | هیدروسولفوریک اسید | $5.6 \times 10^{-1}$ | $C_2H_3O_4$   | اکزالیک اسید       |
| $4 \times 10^{-8}$    | $HClO$        | هیپوکلرو اسید      | $5 \times 10^{-2}$   | $H_2PO_3$     | فسفرو اسید         |
| $5.4 \times 10^{-10}$ | $H_2BO_3$     | بوریک اسید         | $4.5 \times 10^{-1}$ | $CHCl_2CO_2H$ | دی کلرواستیک اسید  |
|                       |               |                    | $1.4 \times 10^{-2}$ | $H_2SO_3$     | سولفورو اسید       |
| ثابت تفکیک ( $K_a$ )  | فرمول شیمیایی | نام باز            | ثابت تفکیک ( $K_b$ ) | فرمول شیمیایی | نام باز            |
| $4 \times 10^{-4}$    | $C_6H_5NH_2$  | بوتیل آمین         |                      | $KOH$         | پتاسیم هیدروکسید   |
| $6.3 \times 10^{-5}$  | $(CH_3)_3N$   | تری متیل آمین      |                      | $NaOH$        | سدیم هیدروکسید     |
| $1.8 \times 10^{-5}$  | $NH_3$        | آمونیاک            |                      | $Ba(OH)_2$    | باریم هیدروکسید    |
| $1.7 \times 10^{-9}$  | $C_6H_5N$     | پیریدین            |                      | $Ca(OH)_2$    | کلسیم هیدروکسید    |
| $7.4 \times 10^{-10}$ | $C_6H_5NH_2$  | آنیلین             | $5.4 \times 10^{-4}$ | $(CH_3)_3NH$  | دی متیل آمین       |
|                       |               |                    | $4.5 \times 10^{-4}$ | $C_6H_5NH_2$  | اتیل آمین          |



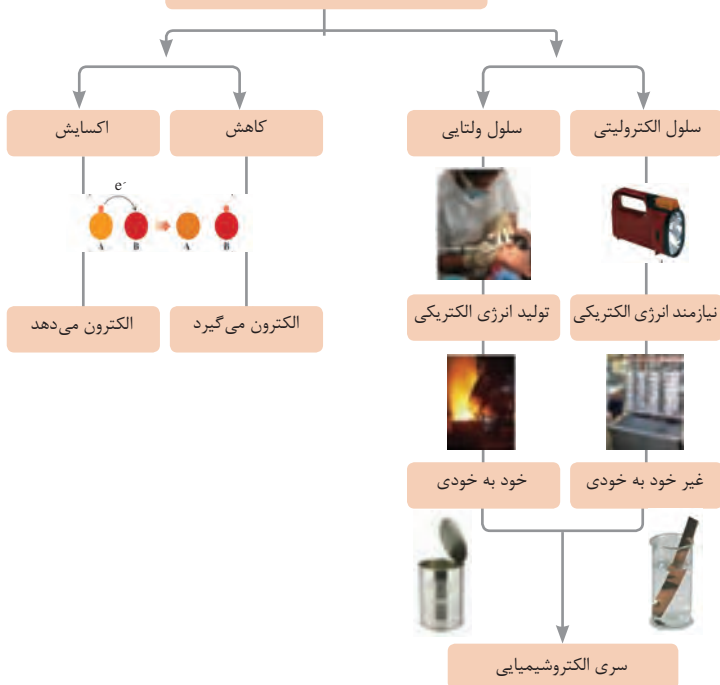
| فاز پخش شونده | فاز پخش کننده | نوع کلویید   | حالت فیزیکی | نام کلویید   | نمونه‌ها                              |
|---------------|---------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------------|
| گاز           | گاز           | -            | -           | -            | -                                     |
|               | مایع          | گاز در مایع  | مایع        | کف           | کف صابون                              |
|               | جامد          | گاز در جامد  | جامد        | کف جامد      | سنگ پا، یونالیت                       |
| مایع          | گاز           | مایع در گاز  | گاز         | آیروسول مایع | مه، افشانه‌ها (اسپری‌ها)              |
|               | مایع          | مایع در مایع | مایع        | امولسیون     | شیر، کره، مایونز                      |
|               | جامد          | مایع در جامد | جامد        | ژل           | ژله، ژل موی سر                        |
| جامد          | گاز           | جامد در گاز  | گاز         | آیروسول جامد | دود، غبار                             |
|               | مایع          | جامد در مایع | مایع        | سول          | رنگ‌های روغنی، چسب مایع               |
|               | جامد          | جامد در جامد | جامد        | سول جامد     | سرامیک، شیشه رنگی، یاقوت، لعل، فیروزه |



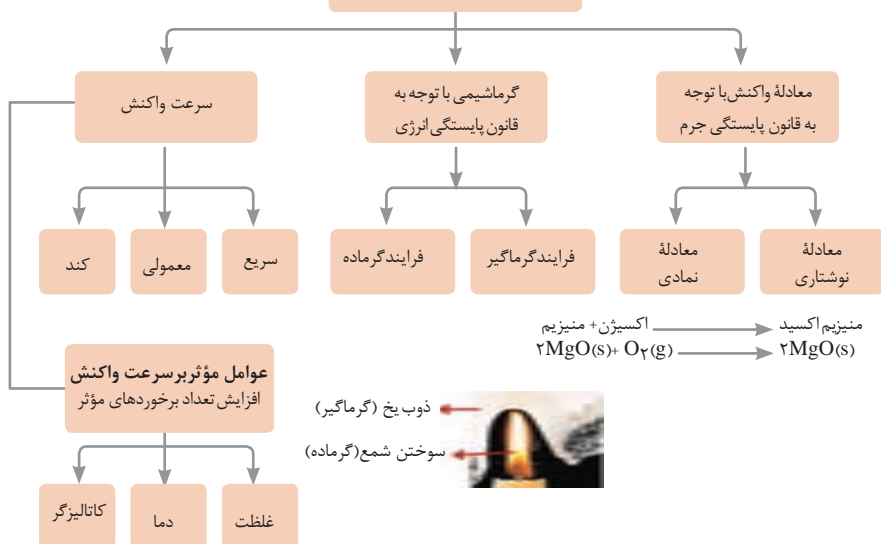




## واکنش‌های اکسایش - کاهش



## مطالعه فرایندهای شیمیایی

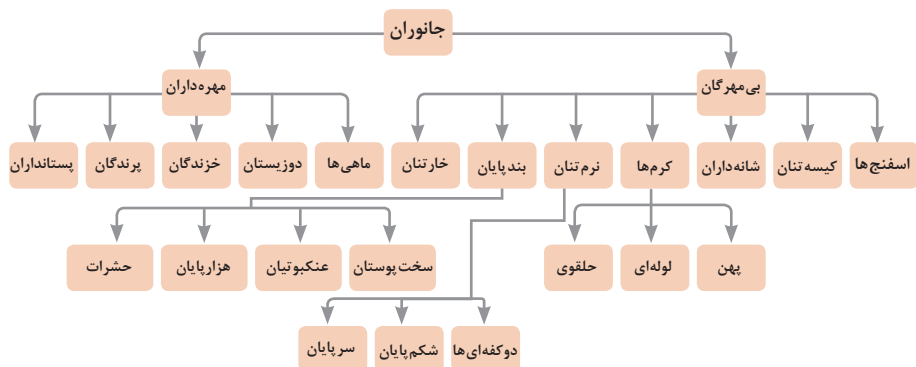


| واحد سازنده  | درشت مولکول | ساختار سلولی        |
|--------------|-------------|---------------------|
| هیدرات کربن  | نشاسته      | نشاسته در کلروپلاست |
| اسید نوکلئیک | دی ان ای    | کروموزوم            |
| پروتئین      | پلی پپتید   | پروتئین انقباضی     |
| لیپید        | چربی        | سلول های چربی       |

تصویر انواع درشت مولکول های شرکت کننده در ساختار باخته ها

سازمان بندی یاخته ها

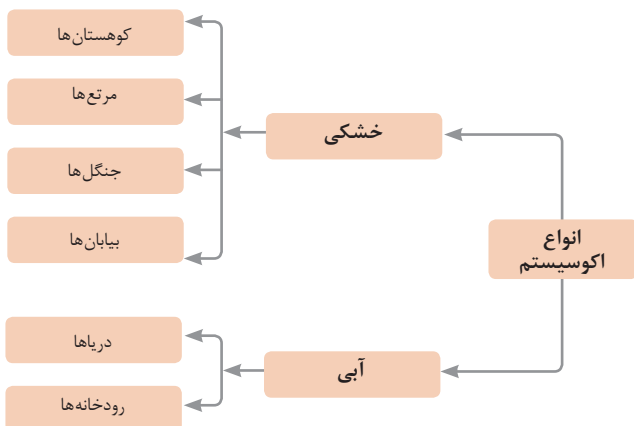
|            |          |             |         |
|------------|----------|-------------|---------|
| باخته      | عصبی     | ماهیچه ای   | خونی    |
| بافت       | استخوانی | خونی        | غضروف   |
| اندام      | پوست     | مغز         | استخوان |
| دستگاه     | گوارش    | انتقال مواد | عصبی    |
| موجود زنده | درخت     | حشر         | انسان   |

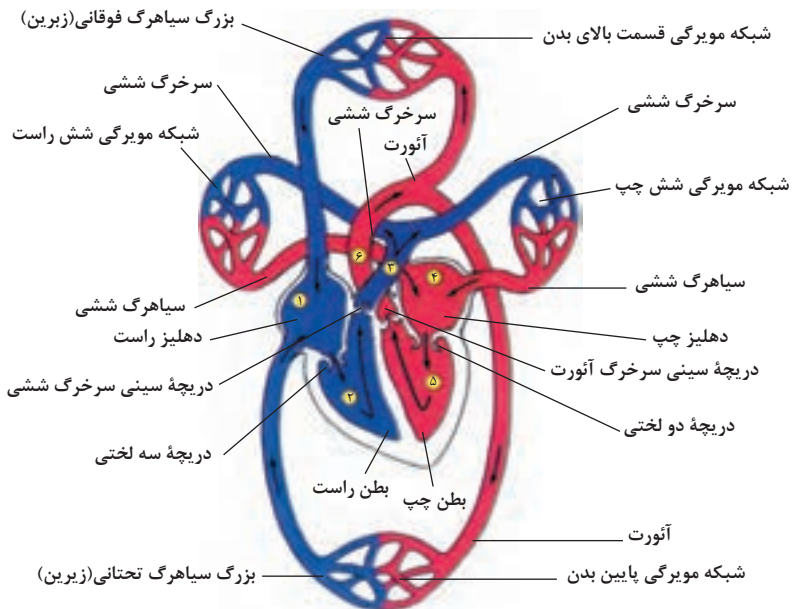
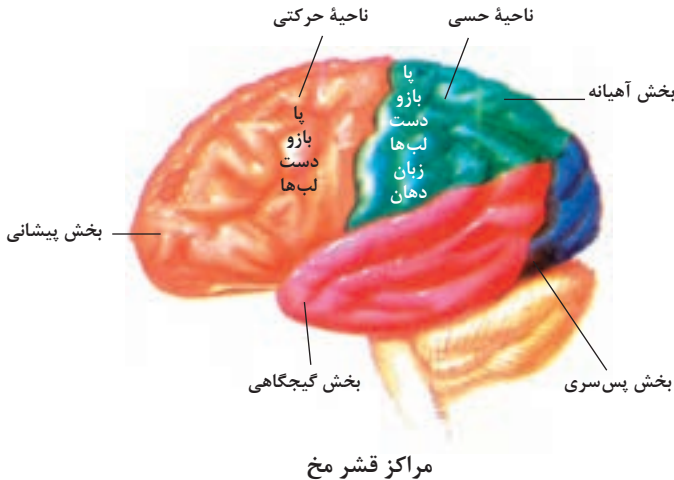


## تصویر گروه‌های اصلی جانوران

### جدول فهرست منابع طبیعی

| نوع منبع      | موضوعات  |
|---------------|--|
| منابع گیاهی   | جنگل‌ها و مراتع و کشاورزی  |
| منابع جانوری  | حیات وحش و دامپروری  |
| منابع میکروبی | مجموعه قارچ‌ها و باکتری‌ها   |
| منابع جوی     | مدت زمان دریافت نور، شدت نور خورشید، دما، شدت باد، رطوبت، ابرناکی و انواع بارش               |
| منابع آبی     | انواع آب: سفره‌های آب زیرزمینی، چشمه‌ها، روان‌آب‌ها، آبگیرها، دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها |
| منابع خاکی    | انواع خاک و بستر سنگی - کوه، تپه، دره و دشت  |
| منابع کانی    | فلزات و سنگ‌های قیمتی  |
| منابع فسیلی   | نفت، گاز و زغال سنگ  |
| منابع انسانی  | تمام افراد جامعه   |

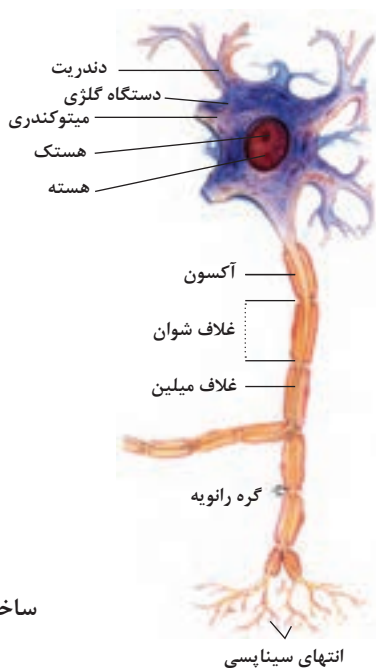




شکل بالا گردش خون را در بدن نشان می دهد. شماره ۳، ۴ و ۶ آغاز و پایان گردش ششی و ۱، ۵ و ۶ آغاز و پایان گردش عمومی خون را نشان می دهد.



### تنوع استخوان‌ها و کاربرد آنها در ورزش



### ساختمان نرون