



## اندازه‌گیری و یکاها

### کارت ۱ فصل ۱

اندازه‌گیری: عددی که حاصل از مقایسه باشد را اندازه‌گیری می‌نامند.

کمیت‌های فیزیکی دارای دو ویژگی هستند: ۱. یکا ۲. اندازه - یکا: مقدار ثابت و معینی از کمیت است.

کمیت دارای دو دسته است: ۱. فرعی ۲. اصلی

چگالی ( $\rho$ )	فشار ( $P$ )	نیرو ( $F$ )	حجم ( $v$ )	شتاب ( $a$ )	سرعت ( $V$ )	مساحت ( $S$ یا $A$ )
جرم حجم	نیرو مساحت	جرم $\times$ شتاب	طول $\times$ طول $\times$ طول	تغییرات سرعت تغییرات زمان	جاه‌جایی زمان	طول $\times$ طول
$\frac{kg}{m^3}$	$\frac{N}{m^2}$ یا $\frac{kg}{m^2}$ یا Pa	$N$ یا $\frac{mkg}{s^2}$	متر مکعب $m^3$	$\frac{m}{s^2}$	$\frac{m}{s}$	متر مربع $m^2$

☑ **نکته:** همه واحدها در دستگاه SI تعریف شده‌اند.

\* کمیت‌هایی که دیگر کمیت‌ها به کمک آن‌ها به دست می‌آیند، اصلی و یکای آن‌ها اصلی است.

\* کمیت‌هایی که به واسطه دیگر کمیت‌ها به دست می‌آیند، فرعی و یکای آن‌ها فرعی است.



(۱) تغییرات سرعت در اتومبیلی به جرم  $۴۵۰$  کیلوگرم،  $۷۵ \frac{m}{s}$

است. در مدت  $۱۵$  ثانیه نیروی موتور چند نیوتون است؟

(۲) فشار کمیتی فرعی است، زیرا به کمک دیگر کمیت‌ها به دست می‌آید. یکای فشار را در دستگاه بین‌المللی (SI) به دست آورید.

پاسخ

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{۷۵}{۱۵} = ۵ \frac{m}{s^2} \quad (۱)$$

$$F = ma = ۴۵۰ \times ۵ = ۲۲۵۰ \text{ N}$$

$$P = \frac{\text{نیرو}}{\text{مساحت}} = \frac{N}{m^2} = Pa, F = ma \xrightarrow{\text{یکای نیرو}} \frac{kgm}{s^2} \quad (۲)$$

$$\xrightarrow{\text{یکای فشار}} \frac{\text{نیرو}}{\text{مساحت}} \rightarrow \frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{m^2} = \frac{kg}{m \cdot s^2}$$



تبدیل یکاها

کارت ۲  
فصل ۱

\* یکی از فواید دستگاه بین‌المللی SI، نمایش اندازه‌گیری‌ها بر اساس توان‌هایی بر پایه  $10$  است. برای این منظور می‌توان از پیشوندهای زیر استفاده کرد:

پیشوندهای بزرگ‌کننده			پیشوندهای کوچک‌کننده		
مضرب	پیشوند	نماد	مضرب	پیشوند	نماد
$10^{+18}$	اگزا	E	$10^{-18}$	آتو	a
$10^{+15}$	پنتا	P	$10^{-15}$	فمتو	f
$10^{+12}$	ترا	T	$10^{-12}$	پیکو	p
$10^{+9}$	گیگا	G	$10^{-9}$	نانو	n
$10^{+6}$	مگا	M	$10^{-6}$	میکرو	$\mu$
$10^{+3}$	کیلو	k	$10^{-3}$	میلی	m
$10^{+2}$	هکتو	H	$10^{-2}$	سانتی	c
$10^{+1}$	دکا	da	$10^{-1}$	دسی	d

ضرایب تبدیل: کسرهایی برابر با ۱ هستند که فقط برای تبدیل یکاها استفاده می‌شوند.

نکته:

تنها یکاهای مربوط به یک کمیت را می‌توان به یکدیگر تبدیل نمود.



۱) تبدیل‌های زیر را به روش زنجیره‌ای (ضرایب تبدیل) انجام دهید.

آ)  $5\text{ h} = ?\text{ ms}$                       ب)  $8\text{ dm} = ?\text{ Mm}$

پ)  $50\text{ km} = ?\text{ m}$

پاسخ

$$\text{آ) } 1\text{ h} = 3600\text{ s} \Rightarrow 5(\cancel{\text{h}}) \times \frac{3600\text{ s}}{1(\cancel{\text{h}})} = 18000(\text{s}) \quad (1)$$

$$1\text{ s} = 10^3\text{ ms} \Rightarrow 18 \times 10^3 (\cancel{\text{s}}) \times \left(\frac{10^3\text{ ms}}{1(\cancel{\text{s}})}\right) = 18 \times 10^6\text{ ms}$$

$$\text{ب) } 1\text{ dm} = 10^{-1}\text{ m} \Rightarrow 8(\cancel{\text{dm}}) \times \left(\frac{10^{-1}\text{ m}}{1(\cancel{\text{dm}})}\right) = 8 \times 10^{-1}\text{ m}$$

$$1\text{ m} = 10^{-6}\text{ Mm} \Rightarrow 8 \times 10^{-1} (\cancel{\text{m}}) \times \left(\frac{10^{-6}\text{ Mm}}{1(\cancel{\text{m}})}\right)$$

$$= 8 \times 10^{-7}\text{ Mm}$$

$$\text{پ) } 50\text{ km} \left(\frac{10^3\text{ m}}{1\text{ km}}\right) = 50 \times 10^4\text{ m}$$



\* در فیزیک کمیت‌های زیادی وجود دارند که برای اندازه‌گیری آن‌ها با اعداد بزرگ و یا کوچک متفاوتی روبه‌رو می‌شویم. به‌عنوان مثال اندازهٔ باکتری و یا فاصله ماه تا زمین. برای حل این مشکل و گزارش آسان‌تر، می‌توان اعداد را به‌صورت نمادگذاری علمی و بر اساس توانی بر پایه  $۱۰$  ارائه نمود.

$$(x = m \times 10^n \quad 1 \leq m < 10)$$

☑ **نکته:**  $n$  یک عدد صحیح مثبت (به‌ازای تعداد اعشارهایی که به سمت چپ می‌روند) و یا منفی (به‌ازای تعداد اعشارهایی که به سمت راست می‌روند) است.



۱) اعداد زیر را به صورت نمادگذاری علمی بنویسید.

$$۱) ۶۷۲ / ۲۱$$

$$۲) ۱۸ \times ۱۰^۶$$

$$۳) ۵۲۶ / ۶۳ \times ۱۰^{-۲}$$

$$۴) ۰ / ۰۰۰۷۵$$

$$۵) ۱۱ / ۰۰۰۹۴$$

$$۶) ۸۱۰۰ / ۲۴$$

$$۷) ۱۲۰۰ \times ۱۰^۶$$

پاسخ

۱)

$$۱) ۶۷۲ / ۲۱ \rightarrow ۶ / ۷۲۲۱ \times ۱۰^{+۲}$$

$$۲) ۱۸ \times ۱۰^۶ \rightarrow ۱ / ۸ \times ۱۰^۷$$

$$۳) ۵۲۶ / ۶۳ \times ۱۰^{-۲} \rightarrow ۵ / ۲۶۶۳ \times ۱۰^۰$$

$$۴) ۰ / ۰۰۰۷۵ \rightarrow ۷ / ۵ \times ۱۰^{-۳}$$

$$۵) ۱۱ / ۰۰۰۹۴ \rightarrow ۱ / ۱۰۰۰۹۴ \times ۱۰^{+۱}$$

$$۶) ۸۱۰۰ / ۲۴ \rightarrow ۸ / ۱۰۰۰۲۴ \times ۱۰^۳$$

$$۷) ۱۲۰۰ \times ۱۰^۶ \rightarrow ۱ / ۲ \times ۱۰^۹$$



## اندازه‌گیری کمیت‌ها

### کارت ۴ فصل ۱

\* در علم اندازه‌گیری با دو عبارت **دقت** و **صحت** برخورد خواهیم کرد.

**صحت** به معنای نزدیکی مقادیر اندازه‌گیری شده به مقدار واقعی است.

**دقت** به معنای نزدیک بودن مقادیر اندازه‌گیری شده به یکدیگر است.

☑ **نکته:** دقت و صحت را برای هر اندازه‌گیری باید به‌طور

همزمان در نظر بگیریم؛ برای مثال اگر بدانیم که نتیجه یک

اندازه‌گیری صحت بسیار پایینی دارد، تلاش برای دقت بالا

بیهوده است. همچنین اگر دقت اندازه‌گیری پایین باشد،

نتیجه اندازه‌گیری صحت بالایی ندارد.



اندازه‌گیری کمیت‌ها

کارت ۴  
فصل ۱

۱) با توجه به سیبل‌های زیر دقت در اندازه‌گیری لحاظ شده است و یا صحت؟



۲) طول واقعی یک خودکار  $12/3$  سانتی‌متر می‌باید. دانش‌آموزی سه مرتبه طول خودکار را اندازه گرفته است. کدام یک از اندازه‌گیری‌هایش صحت بیشتری دارد؟

$11/56$  ,  $12/2$  ,  $12/7$

پاسخ

۱) دقت، به دلیل نزدیک بودن مقادیر اندازه‌گیری به یکدیگر.

۲)  $12/2$  cm ، زیرا به مقدار واقعی نزدیک‌تر است.





## انواع خطا در اندازه‌گیری

### کارت ۵ فصل ۱

\* در طی انجام آزمایش و اندازه‌گیری کمیت، گاهی اوقات عواملی وجود دارد که مانع از رسیدن آزمایشگر به مقدار واقعی آن کمیت می‌شود؛ به این عوامل، **عوامل خطا** می‌گویند.

تأثیرگذاری بر	ناشی از	انواع خطا
دقت	۱- پایین بودن قدرت تفکیک ۲- کم بودن تعداد نمونه‌ها ۳- نوسانات آماری	خطای کاتوره‌ای
صحت	۱- کالیبره نبودن وسایل اندازه‌گیری ۲- خطای صفر وسیله اندازه‌گیری ۳- وسیله اندازه‌گیری نامناسب ۴- روش اندازه‌گیری ناصحیح	خطای سیستماتیک



- ۱) چه عواملی سبب کاهش خطای سیستماتیک می شوند؟
- ۲) خطای کاتوره‌ای بر دقت اندازه‌گیری تأثیر می‌گذارد و یا صحت؟

#### پاسخ

- ۱) بهبود روش انجام آزمایش، کالیبره کردن وسیله اندازه‌گیری و بهبود روش اندازه‌گیری.
- ۲) بر دقت اندازه‌گیری تأثیرگذار است.



\* استفاده از وسایلی با قدرت تفکیک (رزولوشن) بالا می‌تواند خطا را کاهش دهد.

☑ **نکته:** کوچک‌ترین تقسیم‌بندی یک وسیله اندازه‌گیری را **قدرت تفکیک** و یا **رزولوشن** آن وسیله می‌نامیم.

\* کولیس و ریزسنج وسایلی با قدرت تفکیک بالا هستند که برای اندازه‌گیری طول قطعات استفاده می‌شوند؛ مثل اندازه‌گیری در تراشکاری.

\* ساختمان کولیس به‌گونه‌ای است که از یک خط‌کش معمولی و قطعه‌ای به‌نام ورنیه (قدرت تفکیک را بالا می‌برد) ساخته شده است. قدرت تفکیک در کولیس‌های مرسوم:

$0.2 \text{ mm}$ ,  $0.5 \text{ mm}$ ,  $1 \text{ mm}$



۱) با استفاده از یک خط کش طول قطعه‌ای اندازه‌گیری شده است و اندازه طول آن  $37/6 \text{ cm}$  گزارش شده است. این اندازه‌گیری دارای چه دقتی است؟

۲) طول جسمی  $3/44$  میلی‌متر اندازه‌گیری شده است. این کار ممکن است با چه وسیله‌ای انجام شده باشد؟ با چه قدرت تفکیکی؟

## پاسخ

۱) قدرت تفکیک این خط‌کش  $0/1 \text{ cm}$  است.

۲) ریزسنجی با قدرت تفکیک  $0/001 \text{ cm}$  و یا ریزسنجی با قدرت تفکیک  $0/01 \text{ mm}$



## کمیت‌های نرده‌ای

### کارت ۲ فصل ۱

\* کمیت‌های نرده‌ای (اسکالر یا عددی) برای مشخص شدن، تنها به تعیین اندازه و یکای مناسب نیاز دارند و از روش‌های جمع و تفریق جبری (ریاضی) پیروی می‌کنند. مانند: جرم، دما و

...

طول	جرم	زمان	دمای ترمودینامیکی	انرژی، کار و مقدار گرما	بسامد	مقدار ماده
متر	کیلوگرم	ثانیه	کلوین	ژول	هرتز	مول
m	kg	S	K	J	Hz	mol



## کمیت‌های نرده‌ای

۱) به نظر شما منظور از نصب تابلوهایی مانند شکل زیر در کنار جاده‌های بیرون از شهر چیست؟ (مربوط به کمیت‌های برداری است).



۲) الف) آیا زمان کمیتی نرده‌ای است؟ ب) آیا شدت جریان کمیتی برداری است؟

پاسخ

۱) این تابلوها که به‌طور معمول در کنار جاده‌های بیرون شهری و اتوبان‌ها نصب می‌شوند، بیانگر شماره بزرگراه و جهت حرکت در آن بزرگراه است. (بزرگراه شماره ۲ که با ورود به آن به طرف شرق حرکت خواهید کرد).

۲) الف) زمان کمیتی نرده‌ای است زیرا تنها دارای اندازه است و جهت ندارد.

ب) شدت جریان اندازه و جهت دارد، ولی از قواعد جمع برداری پیروی نمی‌کند؛ پس کمیتی برداری نیست.



\* **کمیت‌های برداری:** کمیت‌هایی هستند که علاوه بر اندازه و یکای مناسب، به تعیین جهت نیاز دارند و از روش‌های جمع و ضرب برداری پیروی می‌کنند. مانند نیرو، سرعت و ...

☑ **نکته:** نمایش این کمیت به این صورت است: نماد آن کمیت

به همراه علامت بردار بالای آن.  $\vec{F}$  ,  $\vec{v}$  ,  $\vec{a}$  , ...

\* برای نمایش اندازه یک کمیت برداری، آن را داخل قدرمطلق قرار می‌دهیم و یا آن را بدون علامت بردار بالای آن، نشان می‌دهیم.

$$\begin{cases} |\vec{F}| \\ F = 50 \text{ N} \end{cases}$$

\* برای رسم کمیت‌های برداری، پاره‌خط جهت‌داری (پیکان) را با مقیاسی مناسب انتخاب کرده و طبق جهت داده شده آن را رسم می‌کنیم.



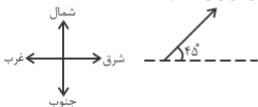
## کمیت‌های برداری

۱) اگر شخصی ۲ قدم به سمت غرب و یک قدم به سمت شرق حرکت کند جابه‌جایی او چقدر است؟

۲) با استفاده از قواعد هندسی جمع دو بردار نشان دهید جمع برداری از خاصیت جابه‌جایی (همانند جمع جبری) پیروی می‌کند:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$$

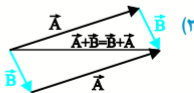
۳) با توجه به معیار جهت بردار زیر کدام است؟



پاسخ

۱) مسافت طی شده  $x = |-2| + |1| = 3$

جابه‌جایی  $\Delta x = -2 + 1 = -1$



۳) با زاویه  $45^\circ$  به سمت شمال شرق





**روش چندضلعی:** همسنگ بردار اول را رسم کرده و از انتهای آن همسنگ بردار دوم را رسم می‌کنیم و الی آخر. برداری که ابتدای اولی را به انتهای آخری وصل کند، بردار جمع است. برای تعیین مقدار اندازه آن از خط‌کش استفاده می‌کنیم.

**روش متوازی‌الاضلاع:** در این روش همسنگ دو بردار را از یک نقطه رسم می‌کنیم و به صورت نقطه‌چین از انتهای دو بردار موازی یکدیگر رسم می‌کنیم تا متوازی‌الاضلاع تشکیل شود. بردار حاصل جمع از شروع دو بردار به محل قطع نقطه‌چین‌ها وصل می‌شود.

☑ **نکته:** این روش فقط مخصوص دو بردار است.



۱) برآیند بردارهای زیر را رسم کنید.

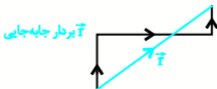
۲) به روش متوازی الاضلاع بردار برآیند بردارهای زیر را به دست آورید:

۳) مسیر حرکت متحرکی مطابق شکل است. بردار جابه جایی متحرک را رسم کنید.

$\vec{D}$  بردار برآیند است.



$\vec{D}$  بردار برآیند است.



پاسخ

۱)

۲)

۳)



حالت‌های خاص  
جمع بردار،

کارت ۱۰  
فصل ۱

الف) بردار هم‌جهت باشند: در این حالت اندازه بردارها به صورت ساده با هم جمع می‌شوند.

ب) بردارها خلاف جهت هم باشند: در این حالت اندازه دو بردار به صورت معمولی از هم کم می‌شود.

پ) دو بردار بر هم عمود باشند: در این حالت با استفاده از رابطه فیثاغورث می‌توان حاصل جمع دو بردار را به دست آورد.



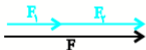
۱) اندازه حاصل جمع بردارهای زیر را به دست آورید.

الف)  $\vec{F}_1 \rightarrow \vec{F}_2 \rightarrow$

ب)  $\vec{F}_1 \rightarrow \leftarrow \vec{F}_2$

۲) شخصی به اندازه ۳ متر به طرف شمال می‌رود و سپس ۴ متر به سمت شرق حرکت می‌کند. الف) مسافت طی شده چقدر است؟ ب) اندازه جابه‌جایی او چقدر است؟

پاسخ



$$|\vec{F}| = 5 + 2 = 7 \quad (1)$$



$$|\vec{F}| = 4 - 3 = 1 \quad (2)$$



۳) الف)  $3 + 4 = 7$ : مسافت طی شده

ب) جابه‌جایی، کوتاه‌ترین راه بین مبدأ و مقصد (r)

$$r^2 = 3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25 \Rightarrow r = 5 \text{ m}$$