

اندازه‌گیری در علوم و ابزارهای آن



برای اینکه مشخص کنید در مدت یک سال چقدر رشد کرده‌اید، قد و وزن خود را اندازه می‌گیرید. برای به موقع رسیدن به مدرسه با اندازه‌گیری زمان سروکار داریم. پزشک با اندازه‌گیری فشار خون، دمای بدن، ضربان قلب و استفاده از نتیجه آزمایش‌های انجام شده به سلامتی یا بیماری ما پی می‌برد. نجار با اندازه‌گیری طول، عرض، ارتفاع و زاویه‌ها و با استفاده از مقدارهای به‌دست آمده به طراحی و سپس ساخت لوازم چوبی می‌پردازد. این نمونه‌ها و ده‌ها نمونه دیگر نشان می‌دهد که زندگی ما به اندازه‌گیری و ابزارهای آن وابسته است. شما در این فصل با برخی اندازه‌گیری‌ها و ابزارهای آنها آشنا می‌شوید.

اندازه‌گیری

اندازه‌گیری، یک مرحله مهم برای جمع‌آوری اطلاعات است. اندازه‌گیری به ما کمک می‌کند تا اشیاء را از لحاظ اندازه، مقدار، بزرگی و کوچکی، بلندی و کوتاهی و... با هم مقایسه کنیم. اندازه هر چیز را با یک عدد و یکای آن گزارش می‌کنیم. به یکای اندازه‌گیری، واحد نیز می‌گویند؛ مثلاً طول حیاط مدرسه ۴۰ قدم پارساست. پارسا این طول را با قدم‌های خود اندازه‌گیری کرده است. بنابراین «قدم» یکای (واحد) اندازه‌گیری اوست. اگر این اندازه‌گیری توسط رضا انجام شود، ممکن است «۴۲ قدم» رضا به‌دست آید و... دانشمندان برای اینکه عددهای حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک چیز با هم مقایسه‌پذیر باشند در نشست‌های بین‌المللی توافق کردند که برای هر کمیت یکای معینی را تعریف کنند؛ مثلاً برای جرم یکای کیلوگرم، برای زمان یکای ثانیه، برای طول یکای متر و... را تعریف کردند.

آیا می‌دانید

استاندارد و اندازه‌گیری ممکن است تاکنون بارها کلمه استاندارد را شنیده باشید. آیا به معنا و اهمیت آن فکر کرده‌اید؟ آیا علامت آن را می‌شناسید؟ استاندارد در واقع میزان، معیار و شاخصی برای سنجش و اندازه‌گیری کیفیت فرآورده‌ها است. یکی از اولین استانداردهای پایه‌گذاری شده در جهان به یکسان شدن واحدهای اندازه‌گیری طول، جرم و زمان مربوط است.

هر جسم از ماده تشکیل شده است

ماده جرم و حجم دارد. جرم یک جسم را با یکای کیلوگرم یا گرم اندازه می‌گیرند. جرم هر جسم مقدار ماده تشکیل دهنده آن جسم است. جرم اجسام را به وسیله ترازو اندازه‌گیری می‌کنند (شکل ۱).

پاسخ فعالیت



شکل ۱- با ترازو جرم جسم اندازه‌گیری می‌شود.

در مواردی که جرم یک جسم کم باشد، معمولاً از یکای گرم برای بیان جرم آن استفاده می‌کنند؛ مثلاً برای جرم ممداد، گل زعفران، و... می‌توان از یکای گرم استفاده کرد. در مواردی که جرم جسم بزرگ تر باشد، از یکای کیلوگرم استفاده می‌شود. در موارد باز هم بزرگ تر، می‌توان از یکای تُن و... استفاده کرد.



شکل زیر، جرم چند چیز مختلف در اطراف ما را نشان می‌دهد. چرا جرم برخی با گرم و جرم بعضی با کیلوگرم ثبت شده است؟



۵۵ کیلوگرم



۳۵۰ گرم



۴ گرم



۱۶ گرم



۲۰۰ گرم



۲ کیلوگرم



نیوتون $5/3 =$ وزن بسته

بسته

در سال قبل دیدیم وزن جسم برابر با نیروی گرانشی (جاذبه‌ای) است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود و جسم را به طرف زمین می‌کشد. وزن جسم را توسط نیروسنج اندازه‌گیری می‌کنند (شکل ۲). داخل نیروسنج یک فنر قرار دارد که می‌تواند کشیده شود. مقدار کشیدگی فنر داخل نیروسنج به اندازه نیرویی بستگی دارد که به نیروسنج وارد می‌شود.

وزن یک جسم را با یکای نیوتون نشان می‌دهند. یک نیوتون، نیروی کوچکی محسوب می‌شود؛ مثلاً وزن یک سیب کوچک ۱۰۰ گرمی تقریباً ۱ نیوتون است.

شکل ۲- با نیروسنج وزن یک جسم را اندازه‌گیری می‌کنیم.

با استفاده از ترازو و نیروسنج، جرم و وزن هر یک از مواد زیر را اندازه‌گیری کنید. قبل از اندازه‌گیری جرم تخمینی خودتان

را بنویسید.

ردیف	نام ماده	جرم تخمینی (کیلوگرم)	جرم اندازه‌گیری شده (کیلوگرم)	وزن اندازه‌گیری شده (نیوتون)
۱	گردو			
۲	پرتقال			
۳	گوشی همراه			
۴	کتاب علوم			

تکرار اندازه‌گیری و میانگین گرفتن از اعداد به دست آمده، دقت اندازه‌گیری شما را افزایش می‌دهد.

طول و حجم

فاصله بین دو نقطه و مسافتی را که یک جسم طی می‌کند با یکای طول، اندازه می‌گیریم.

کیلومتر، متر، سانتی‌متر و میلی‌متر یکاهای متداول طول‌اند.

شکل زیر چند اندازه‌گیری طول را نشان می‌دهد.



طول مداد حدود ۱۵ سانتی‌متر



مسافت تهران تا مشهد حدود ۹۰۰ کیلومتر



طول حیاط مدرسه حدود ۵۰ متر

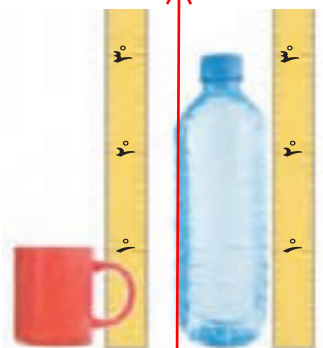


قطر نوک مداد حدود ۱ میلی‌متر

چرا طول مداد با سانتی‌متر، قطر نوک آن با میلی‌متر، طول حیاط با متر و فاصله تهران تا مشهد با کیلومتر بیان شده است؟

یکی از ابزارهای اندازه‌گیری طول اجسام کوچک، خط‌کش است. طول خط‌کش‌های آزمایشگاهی برحسب سانتی‌متر و میلی‌متر درجه‌بندی شده است (شکل ۳). به نظر شما، هنگام اندازه‌گیری طول یک جسم با خط‌کش باید به چه نکاتی توجه کنیم؟

حجم یک جسم برابر با مقدار فضایی است که جسم اشغال می‌کند. حجم جسم را معمولاً برحسب؛ متر مکعب، یا سانتی‌متر مکعب یا لیتر اندازه می‌گیرند.



شکل ۳- با خط‌کش طول جسم‌های نسبتاً کوچک را اندازه می‌گیریم.

طول مداد از مرتبه چند یا چندین سانتی متر است و بهتر است برای بیان آن از یکای سانتی متر استفاده کنیم. قطر نوک مدادهای اتود معمولاً از مرتبه 0/1 میلی متر تا 1 میلی متر است بنابراین بهتر است برای بیان قطر آن از یکای میلی متر استفاده شود. طول حیاط خانه از مرتبه متر است و طول جاده ها از مرتبه کیلومتر است

پاسخ فعالیت بالا

از ظرف های مدرج برای اندازه گیری حجم مقدارهای کم مایع استفاده می کنیم (شکل ۴).

آیا می دانید

یکای متداول اندازه گیری حجم مایع ها، لیتر (L) و میلی لیتر (mL) است. یک لیتر برابر حجم ظرف مکعبی شکل به طول، عرض و ارتفاع ۱۰ سانتی متر است. حجم ۱ سانتی متر مکعب (1cm^3)، ۱ میلی لیتر (1 mL) و ۱ سی سی (1 cc) با هم برابرند.



برای خواندن حجم اغلب مایعات به سطح زیر منحنی توجه می کنیم.

شکل ۴- از استوانه مدرج برای اندازه گیری حجم مایع استفاده می شود. این ظرف بر حسب سانتی متر مکعب مدرج شده است.

فعالیت

پاسخ فعالیت

با استفاده از استوانه مدرج و آب، حجم یک سنگ کوچک را اندازه بگیرید و درباره روش اندازه گیری خود توضیح دهید.

برای پیدا کردن حجم اجسامی مانند سنگ که شکل هندسی مشخصی ندارند، راه های متفاوتی وجود دارد؛ مثلاً می توانیم مقداری آب در استوانه مدرج بریزیم و حجم آن را بخوانیم؛ سپس جسم را درون آن بیندازیم و حجم جدید را بخوانیم. اختلاف این دو عدد برابر حجم جسم است.

روش دیگر: یک ظرف مانند یک سطل را پر از آب می کنید و آن را درون تشتی قرار می دهیم. سنگ یا جسم مورد نظر را به آرامی درون سطل قرار می دهیم. حجم آب سرریز شده در تشت را که با حجم جسم مورد اندازه گیری یکسان است، درون یک ظرف مدرج می ریزیم و حجم آن را می خوانیم

چگالی

اگر یک مکعب چوبی و یک مکعب فلزی توپر را که شبیه یکدیگرند، روی آب قرار دهید، چه اتفاقی می افتد؟ کدام یک روی آب شناور می ماند و کدام یک در آب فرو می رود؟

فعالیت

چند مکعب هم اندازه چوبی، فلزی و... بردارید و با اندازه گیری جرم و حجم آنها جدول را کامل کنید.

مکعب	مکعب چوبی	مکعب فلزی	مکعب ...
جرم (گرم)			
حجم (سانتی متر مکعب)			
$\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$ (گرم بر سانتی متر مکعب)			

الف) نسبت جرم به حجم کدام بیشتر است؟
ب) چه رابطه ای بین این نسبت و فرو رفتن در آب وجود دارد؟

پاسخ خود را بیازمایید

اینکه یک جسم در آب فرو برود یا روی آب شناور بماند به کمیتی به نام چگالی بستگی دارد. در واقع چگالی، مقدار جرمی است که در حجم معینی از یک جسم وجود دارد؛ از این رو به صورت نسبت جرم جسم به حجم آن تعریف می‌شود.

$$\text{چگالی جسم} = \frac{\text{جرم جسم}}{\text{حجم جسم}}$$

$$\begin{aligned} \text{حجم اولیه} - \text{حجم ثانویه} &= \text{حجم کلید} \\ \text{سانتی متر مکعب } 3 &= 53 \text{ ml} - 50 \text{ ml} = 3 \text{ ml} \\ \text{جرم کلید} &= 12 \text{ گرم} \\ \text{چگالی} &= \frac{\text{جرم کلید}}{\text{حجم کلید}} = \frac{12 \text{ گرم}}{3 \text{ سانتی متر مکعب}} = 4 \end{aligned}$$

معمولاً یکای چگالی بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب یا کیلوگرم بر متر مکعب بیان می‌شود.

خود را بیازمایید

دانش‌آموزی برای به دست آوردن چگالی یک کلید، نخست با ترازو، جرم آن را اندازه‌گیری کرد (۱۲g)؛ سپس حجم آن را با استفاده از یک استوانهٔ مدرج و مقداری آب، اندازه گرفت. با توجه به اعداد روی شکل، چگالی کلید را حساب کنید.



فعالیت

دانش‌آموزی برای به دست آوردن چگالی یک سنگ کوچک، ابتدا جرم آن را با ترازو اندازه می‌گیرد و مقدار ۴۰۰ گرم را به دست می‌آورد، سپس آن را درون استوانهٔ مدرج که ۵۰۰ سانتی متر مکعب آب دارد، می‌اندازد. سطح آب روی ۶۰۰ سانتی متر مکعب قرار می‌گیرد. چگالی سنگ چقدر است؟

$$400 \text{ گرم} = \text{جرم سنگ}$$

$$100 \text{ سانتی متر مکعب} = 600 - 500 = \text{حجم سنگ}$$

$$4 \text{ گرم بر سانتی متر مکعب} = \frac{400}{100} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \text{چگالی}$$

زمان

آیا می‌توانیم بدون در نظر گرفتن زمان و مدت انجام دادن یک فعالیت، کارهای روزانهٔ خود را تنظیم کنیم و به موقع انجام دهیم؟

در بسیاری از موارد ترتیب و توالی یک پدیده مهم است؛ مثلاً ساعت ۷/۵ صبح کلاس درس مدرسه شروع می‌شود؛ ساعت ۹، زنگ تفریح است، ساعت ۱۲/۵ زمان نماز و ناهار است و ... در کارهای روزانه بیشتر با این نوع اندازه‌گیری زمان سروکار داریم؛ اما در بسیاری از موارد دیگر، مدت زمان هر فعالیت مهم است؛ مثلاً چقدر طول می‌کشد تا با اتوبوس از مدرسه به خانه برسیم؛ چقدر طول می‌کشد تا غذا روی اجاق بپزد؛ چقدر طول می‌کشد تا یک دانهٔ گندم کاشته شده به یک خوشهٔ رسیده قابل برداشت تبدیل شود و ...

در مجموع می‌توان گفت زمان را اندازه می‌گیریم تا بتوانیم به سؤال «چه وقت» یا «چه مدت» پاسخ دهیم. برای اندازه‌گیری زمان معمولاً از ساعت یا زمان‌سنج استفاده می‌شود.

یکای اندازه‌گیری زمان، ثانیه است؛ اما در زندگی روزمره از یکاهای دقیقه، ساعت، شبانه‌روز، سال و ... استفاده می‌شود.



شکل ۵- ساعت مچی معمولی و زمان‌سنج

با استفاده از ساعت یا زمان‌سنج، زمان میانگین ضربان قلب هر یک از اعضای گروه خود را اندازه‌گیری کنید. برای این منظور تعداد ضربان‌ها را در یک دقیقه بشمارید. این کار را برای هر نفر، سه بار تکرار کنید و میانگین آن را به دست آورید و به صورت نمودار ستونی نشان دهید.

دقت در اندازه‌گیری

اندازه‌گیری‌ها همواره با تقریب همراه‌اند و دقت اندازه‌گیری به دقت شخص و دقت وسیله اندازه‌گیری بستگی دارد. زمانی که طول یک جسم را با خط‌کش سانتی‌متری اندازه‌گیری می‌کنیم، دقت ما حدود سانتی‌متر است. در نوشتن نتیجه اندازه‌گیری باید به میزان دقت وسیله اندازه‌گیری توجه شود. در شکل ۶- الف، طول مداد حدود ۱۶ سانتی‌متر و دقت خط‌کش نیز ۱ سانتی‌متر است. اگر نوک مداد بین دو عدد باشد، باید ببینیم که نوک مداد به کدام عدد نزدیک‌تر است و آن را گزارش کنیم. مثلاً اگر نوک مداد بین ۱۲ سانتی‌متر و ۱۳ سانتی‌متر باشد و به عدد ۱۲ سانتی‌متر نزدیک‌تر باشد، طول مداد را ۱۲ سانتی‌متر گزارش می‌کنیم (شکل ۶- ب).



شکل ۶- الف - طول مداد ۱۶ سانتی‌متر گزارش می‌شود.



شکل ۶- ب - طول مداد ۱۲ سانتی‌متر گزارش می‌شود.



شکل ۷- جرم این سیب $157/8$ گرم است.

شکل ۷ یک ترازوی رقمی (دیجیتال) را نشان می‌دهد که می‌تواند تا $1/10$ گرم را اندازه‌گیری کند. جرم سیب روی این ترازو $157/8$ گرم خوانده می‌شود.

۱- در این کتاب، خطای ابزار را هنگام گزارش نتیجه اندازه‌گیری در نظر نگرفته‌ایم. با نحوه کامل گزارش اندازه‌گیری، در سال‌های آینده آشنا خواهید شد.