

اندازه‌گیری در علوم و ابزارهای آن

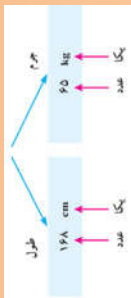
۱. چند مثال بنویس که نشان دهد زندگی ما به اندازه‌گیری و ابزارهای آن وابسته است.



ج ۱) 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 سر و کار 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 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 ۲. اندازه‌گیری چیست؟ چه کمکی به ما می‌کند؟



ج ۲) 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 اندازه‌گیری اوست. اگر این اندازه‌گیری توسط رضا انجام شود، ممکن است «۴۲ قدم» رضا به دست آید و...

ج ۳) 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.

۳. برای آنکه عددهای حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک چیز با هم مقایسه‌پذیر باشند، دانشمندان چه کاری انجام داده‌اند؟

۱. دو ویژگی ماده را نام ببرید.

یكاهای جرم به يكديگر تبدیل می شوند.

کیلوگرم $\times 1000 =$ تن	گرم $\times 1000 =$ کیلوگرم
تن $\div 1000 =$ کیلوگرم	کیلوگرم $\div 1000 =$ گرم

مثال: ۴ کیلوگرم چند گرم و چند تن است؟

گرم $\times 1000 =$ کیلوگرم $\rightarrow 4 \times 1000 = 4000$ گرم
تن $\div 1000 =$ کیلوگرم $\rightarrow 4 \div 1000 = 0.004$ تن



شکل ۱- با ترازو جرم جسم اندازه گیری می شود.

۲. جرم را تعریف کنید. یکا و وسیله اندازه گیری آن چیست؟

هر جسم از ماده تشکیل شده است

ج ۱) ماده جرم و حجم دارد. (جرم یک جسم را با یکای کیلوگرم یا گرم اندازه می گیرند. جرم هر جسم مقدار ماده تشکیل دهنده آن جسم است. جرم اجسام را به وسیله ترازو اندازه گیری می کنند (شکل ۱)).

یکای استاندارد جرم، کیلوگرم است.

باهم بدانیم

در بعضی از اندازه گیری ها با مقادیر خیلی بزرگ و یا خیلی کوچک سروکار داریم مثلاً برای نوشتن فاصله زمین تا خورشید بر حسب متر باید تعداد ۹ تا صفر بعد از عدد ۱۵۰ بنویسیم یا برای نوشتن جرم یک قطره آب بر حسب کیلوگرم باید بعد از ممیز ۴ عدد صفر قرار دهیم و بعد عدد ۵ را بنویسیم نوشتن چنین عددهایی به صورت اعشاری با صفرهای زیاد علاوه بر دشواری هنگام خواندن و نوشتن احتمال اشتباه نیز افزایش می یابد به همین دلیل از یکاهای کوچکتر و بزرگتر استفاده می کنیم.

فعالیت

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



۵۵ کیلوگرم



۳۵۰ گرم



۴ گرم



۱۵ گرم



۲۰۰ گرم

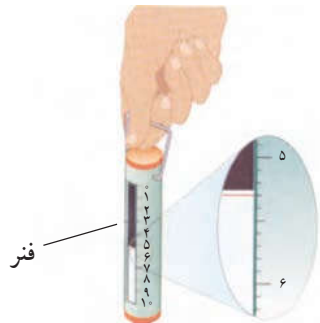


۲ کیلوگرم

برای جلوگیری از نوشتن عددهای بسیار بزرگ و بسیار کوچک از واحدهای کوچکتر و یا بزرگتر از کیلوگرم استفاده می کنیم

در سال قبل دیدیم (وزن جسم برابر با نیروی گرانشی (جاذبه ای) است که از طرف زمین بر جسم وارد می شود و جسم را به طرف زمین می کشد. وزن جسم را توسط نیروسنج اندازه گیری می کنند) (شکل ۲). داخل نیروسنج یک فنر قرار دارد که می تواند کشیده شود. مقدار کشیدگی فنر داخل نیروسنج به اندازه نیروی بستگی دارد که به نیروسنج وارد می شود.

۳. وزن را تعریف کنید. یکا و وسیله اندازه گیری آن چیست؟



فنر

نیوتون $\frac{5}{3} =$ وزن بسته



بسته

شکل ۲- با نیروسنج وزن یک جسم را اندازه گیری می کنیم.

ج ۳) (وزن یک جسم را با یکای نیوتون نشان می دهند). یک نیوتون، نیروی کوچکی محسوب می شود؛ مثلاً وزن یک سیب کوچک 100 گرمی تقریباً 1 نیوتون و وزن یک طالبی 1 کیلوگرمی تقریباً 10 نیوتون است.

معارله مناسبه وزن

$$W = mg \quad \text{شتاب گرانش} \times \text{جرم} = \text{وزن}$$

مثال: وزن یک بسته 60 کیلوگرمی در سطح زمین چقدر است؟

$$10 \times \text{جرم} = \text{وزن}$$

$$10 \times 60 \text{ kg} = 600 \text{ N}$$

فرض کنید شما با کمک دوستان می خواهید به وسیله یک خط کش طول میز را اندازه گیری کنید. اگر در هنگام اندازه گیری حواستان نباشد و ابتدای متر را در ابتدای میز قرار نداده باشید مسلماً اندازه میز را اشتباه گزارش خواهید کرد. حالا اگر بیایید به جای یک بار اندازه گیری دو بار یا سه بار طول میز را اندازه بگیرید و سپس میانگین را حساب کنید چه اتفاقی می افتد؟ اتفاقی که می افتد این است که اگر دفعه اول شما حواستان نبوده و خطا کرده باشید دفعه دوم احتمالاً آن خطا را نخواهید کرد یا دفعه سوم آن خطا را نخواهید کرد. پس ببینید وقتی اندازه گیری را تکرار کنیم مزیتش این است که خطاهای احتمالی ما کمتر می شود به همین دلیل تکرار اندازه گیری خطای ما را کمتر و نتیجه اندازه گیری را دقیق تر می کند.

نکته: تکرار فقط برای اندازه گیری نیست بلکه ما در هنگام آزمایش کردن هم باید آزمایش را تکرار کنیم تا از نتیجه آزمایش مطمئن تر شویم. اگر آزمایش را چند بار تکرار کنیم خیالمان راحت می شود که نتیجه ای که گرفته ایم اتفاقی نبوده است.

فعالیت

با استفاده از ترازو و نیروسنج، جرم و وزن هریک از مواد زیر را اندازه گیری کنید. قبل از اندازه گیری جرم تخمینی خودتان را بنویسید.

ردیف	نام ماده	جرم تخمینی (کیلوگرم)	جرم اندازه گیری شده (کیلوگرم)	وزن اندازه گیری شده (نیوتون)
۱	گردو	./005	./012	./12
۲	پرقال	./3	./175	1 / 75
۳	گوشتی همراه	./5	./2	2
۴	کتاب علوم	./8	./4	4

تکرار اندازه گیری و میانگین گرفتن از اعداد به دست آمده، دقت اندازه گیری شما را افزایش می دهد. زیرا خطای ما را کمتر می کند

طول و حجم ۱. با یکای طول چه چیزی را اندازه گیری می کنیم؟

ج ۱ (فاصله بین دو نقطه و مسافتی را که یک جسم طی می کند با یکای طول، اندازه می گیریم.)

کیلو متر، متر، سانتی متر و میلی متر یکاهای متداول طول اند.
mm cm m km

فعالیت

یکای استاندارد طول متر است

شکل زیر چند اندازه گیری طول را نشان می دهد.



طول مداد حدود ۱۵ سانتی متر



مسافت تهران تا مشهد حدود ۹۰۰ کیلومتر



طول حیاط مدرسه حدود ۵۰ متر



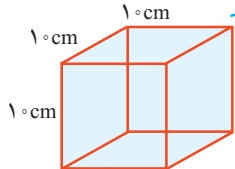
قطر نوک مداد حدود ۱ میلی متر

چرا طول مداد با سانتی متر، قطر نوک آن با میلی متر، طول حیاط با متر و فاصله تهران تا مشهد با کیلو متر بیان شده است؟

فاصله های کوچک را با واحدهای کوچک و فاصله های بزرگتر را با واحدهای بزرگتر بیان می کنیم

۳. حجم را تعریف کنید از واحدهای آن چند مورد بنویسید. یکی از ابزارهای اندازه گیری طول اجسام کوچک، خط کش است. طول خط کش های

۲. به نظر شما، هنگام انطباقی صفر خط کش با ابتدای جسم خواندن مناسب با دید مناسب تکرار اندازه گیری



شکل ۴- مکعبی به حجم یک لیتر یا ۱۰۰۰ سانتی متر مکعب

آزمایشگاهی برحسب سانتی متر و میلی متر درجه بندی شده است

اندازه گیری طول یک جسم با خط کش باید به چه نکاتی توجه کنیم؟ ج ۳ (حجم یک جسم برابر با مقدار فضایی است که جسم اشغال می کند. حجم جسم را معمولاً برحسب متر مکعب، یا سانتی متر مکعب یا لیتر اندازه می گیرند). یک لیتر برابر با حجم ظرف مکعبی شکل به

طول، عرض و ارتفاع ۱۰ سانتی متر است (شکل ۴). بنابراین یک

لیتر معادل ۱۰۰۰ سانتی متر مکعب است.



شکل ۳- با خط کش طول جسم های نسبتاً کوچک را اندازه می گیریم.

متر = ۱۰۰۰ کیلومتر	کیلومتر = ۱۰۰۰ متر
سانتی متر = ۱۰۰ متر	متر = ۱۰۰ سانتی متر
میلی متر = ۱۰ سانتی متر	سانتی متر = ۱۰ میلی متر

مثال: ۱۴۵ متر معادل چند کیلومتر، سانتی متر و میلی متر است؟

کیلومتر ۱۴۵ ÷ ۱۰۰۰ = ۰.۱۴۵
سانتی متر ۱۴۵ × ۱۰۰ = ۱۴۵۰۰
میلی متر ۱۴۵ × ۱۰ = ۱۴۵۰۰

تبدیل واحدهای طول

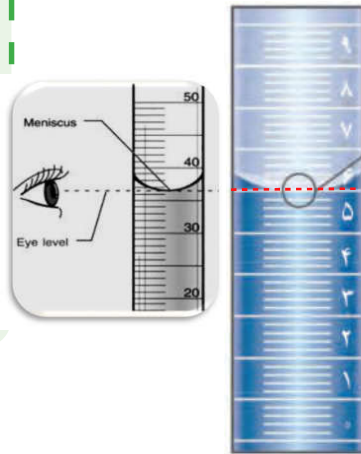
لیتر $\times 1000 = \text{ml}$	لیتر $\times 1000 = \text{متر مکعب}$
لیتر $\div 1000 = \text{ml}$	متر مکعب $\div 1000 = \text{لیتر}$

مثال: ۲۰۰۰ میلی لیتر چند لیتر و چند متر مکعب است؟
 لیتر $\div 1000 = 2000$ لیتر \rightarrow لیتر $\div 1000 = \text{ml}$
 متر مکعب $\div 1000 = 2$ متر مکعب \rightarrow متر مکعب $\div 1000 = \text{لیتر}$

۳) از ظرف‌های مدرج برای اندازه‌گیری حجم مقادیرهای کم مایع استفاده می‌کنیم (شکل ۵).

آیا می‌دانید

یکای متداول اندازه‌گیری حجم مایع‌ها، لیتر (L) و میلی لیتر (mL) است. یک لیتر برابر با $\frac{1}{1000}$ متر مکعب است. به عبارت دیگر هر متر مکعب برابر با ۱۰۰۰ لیتر است. حجم ۱ سانتی متر مکعب (1 cm^3)، ۱ میلی لیتر (۱ mL) و ۱ سی سی (۱ cc) با هم برابرند.



برای خواندن حجم اغلب مایعات به سطح زیر منحنی توجه می‌کنیم.

۳ کاربرد ظرف‌های مدرج چیست؟



شکل ۵- از استوانه مدرج برای اندازه‌گیری حجم مایع استفاده می‌شود. این ظرف برحسب سانتی متر مکعب مدرج شده است.

فعالیت

با استفاده از استوانه مدرج و آب، حجم یک سنگ کوچک را اندازه بگیرید و دربارهٔ

روش اندازه‌گیری خود توضیح دهید. ابتدا حجم معینی آب درون استوانه مدرج می‌ریزیم سپس با کج کردن استوانه سنگ را به آرامی درون آن می‌اندازیم. حجم حاصل را از حجم اولیه کم می‌کنیم.

چگالی

اگر یک مکعب چوبی و یک مکعب فلزی توپر را که شبیه یکدیگرند، روی آب قرار دهید، چه اتفاقی می‌افتد؟ کدام یک روی آب شناور می‌ماند و کدام یک در آب فرو می‌رود؟

فعالیت

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

آب	مکعب ...	مکعب فلزی	مکعب چوبی	مکعب
۱۰	۲۰	۸۰	۵	جرم (گرم)
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	حجم (سانتی متر مکعب)
۱	۲	۸	۵	$\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$ (گرم بر سانتی متر مکعب)

الف) نسبت جرم به حجم کدام بیشتر است؟ **مکعب فلزی**
 ب) چه رابطه‌ای بین این نسبت و فرو رفتن در آب وجود دارد؟

اگر نسبت جرم به حجم جسم یا ماده ای کمتر از نسبت جرم به حجم آب باشد، روی آب شناور می‌شود و اگر بیشتر باشد در آب فرو می‌رود.

تبدیل واحدهای چگالی

کیلوگرم بر مترمکعب $\xrightarrow[\div 1000]{\times 1000}$ گرم بر سانتی متر مکعب

$$\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \xrightarrow[\div 1000]{\times 1000} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

۱. چگالی را تعریف کنید.

اینکه یک جسم در آب فرو برود یا روی آب شناور بماند به کمیته 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 می شود.

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

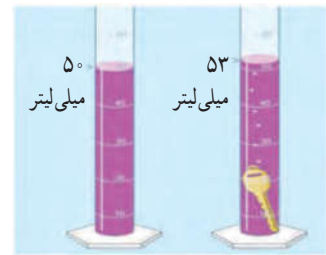


یکای استاندارد چگالی کیلوگرم بر متر مکعب است

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

خود را بیازمایید

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



$$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

جرم = 12g حجم = 3 cm³ چگالی = ؟ $\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{12 \text{ g}}{3 \text{ cm}^3} = 4 \text{ g/cm}^3$

فعالیت

دانش آموزی برای به دست آوردن چگالی یک سنگ کوچک، ابتدا جرم آن را با ترازو اندازه می گیرد و مقدار ۴۰۰ گرم را به دست می آورد، سپس آن را درون استوانه مدرجی که ۵۰۰ سانتی متر مکعب آب دارد، می اندازد. سطح آب روی ۶۰۰ سانتی متر مکعب قرار می گیرد. چگالی سنگ چقدر است؟ چگالی = $\frac{400}{600-500} = 4 \text{ g/cm}^3$

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} = \frac{400}{100} = 4 \text{ g/cm}^3$$

زمان ۲. چرا زمان را اندازه گیری می کنیم؟

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

ج ۲) در بسیاری از موارد ترتیب و توالی یک پدیده مهم است؛ مثلاً ساعت ۷/۵ صبح کلاس درس مدرسه شروع می شود؛ ساعت ۹، زنگ تفریح است، ساعت ۱۲/۵ زمان نماز و ناهار است و... در کارهای روزانه بیشتر با این نوع اندازه گیری زمان سروکار داریم؛ اما در ج ۲) بسیاری از موارد دیگر، مدت زمان هر فعالیت مهم است؛ مثلاً چقدر طول می کشد تا با اتوبوس از مدرسه به خانه برسیم؛ چقدر طول می کشد تا غذا روی اجاق بپزد؛ چقدر طول می کشد تا یک دانه گندم کاشته شده به یک خوشه رسیده قابل برداشت تبدیل شود و...

ج ۲) در مجموع می توان گفت زمان را اندازه می گیریم تا بتوانیم به سؤال «چه وقت» یا «چه مدت» پاسخ دهیم. برای اندازه گیری زمان معمولاً از ساعت یا زمان سنج استفاده می شود. یکای

اندازه گیری زمان، ثانیه است؛ اما در زندگی روزمره از یکاهای دقیقه، ساعت، شبانه روز، سال و... استفاده می شود.



ابزار اندازه گیری زمان

شکل ۶ - ساعت مچی معمولی و زمان سنج

تبدیل واحدهای زمان

دقیقه × ۶۰ = ساعت	ثانیه ÷ ۶۰ = دقیقه
ساعت ÷ ۶۰ = دقیقه	دقیقه ÷ ۶۰ = ثانیه

سوال: ۱۲۰ دقیقه معادل چند ساعت و چند ثانیه می باشد؟

ساعت = $120 \div 60 = 2$ ساعت \rightarrow ساعت × ۶۰ = دقیقه
ثانیه = $120 \cdot 60 = 7200$ ثانیه \rightarrow ثانیه ÷ ۶۰ = دقیقه

منظور از دقت وسیله چیست؟ کوچکترین مقداری که یک وسیله می تواند اندازه گیری کند دقت آن وسیله نامیده می شود. مثلاً اگر بر روی یک بشر اعداد ۱۰-۲۰-۳۰ و ... میلی لیتر نوشته شده باشد دقت این بشر ۱۰ میلی لیتر است و ما حجم های بین این اعداد را نمی توانیم با این بشر اندازه گیری کنیم. یا مثلاً اگر یک خط کش داشته باشیم که هر سانتی متر آن به دو قسمت تقسیم شده باشد یعنی دقت این خط کش نیم سانتی متر است.

مثال: دقت اندازه گیری وسایل زیر را مشخص کنید



$$\text{دقت اندازه گیری} = \frac{70 - 60}{10} = 1 \text{ ml}$$

$$\text{دقت اندازه گیری} = \frac{\text{اختلاف بین دو عدد}}{\text{تعداد تقسیمات بین دو عدد}}$$

معادله تعیین دقت اندازه گیری

۱. دقت در اندازه گیری به چه چیزی بستگی دارد؟

اندازه گیری ها همواره با تقریب همراه اند و دقت اندازه گیری به دقت شخص و دقت وسیله اندازه گیری بستگی دارد. زمانی که طول یک جسم را با خط کش سانتی متری اندازه گیری می کنیم، دقت ما حدود سانتی متر است. در نوشتن نتیجه اندازه گیری باید به میزان دقت وسیله اندازه گیری توجه شود. در شکل ۷- الف، طول مداد حدود ۱۶ سانتی متر و دقت خط کش نیز ۱ سانتی متر است. اگر نوک مداد بین دو عدد باشد، باید ببینیم که نوک مداد به کدام عدد نزدیک تر است و آن را گزارش کنیم؛ مثلاً اگر نوک مداد بین ۱۲ سانتی متر و ۱۳ سانتی متر باشد و به عدد ۱۲ سانتی متر نزدیک تر باشد، طول مداد را ۱۲ سانتی متر گزارش می کنیم (شکل ۷- ب).

۲. اگر دقت اندازه گیری یک خط کش یک سانتی متر باشد، هنگام اندازه گیری با این خط کش به چه نکته ای باید توجه کنیم؟



شکل ۷- الف - طول مداد ۱۶ سانتی متر گزارش می شود.



شکل ۷- ب - طول مداد ۱۲ سانتی متر گزارش می شود.

دقت اندازه گیری این ترازو ۰.۱ گرم است



شکل ۸ یک ترازوی رقمی (دیجیتال) را نشان می دهد که می تواند تا ۱/۱۰ گرم را اندازه گیری کند. جرم سیب روی این ترازو ۱۵۷/۸ گرم خوانده می شود.

با هم بدانیم

اندازه گیری ها همواره با تقریب همراه اند



توجه شود. در شکل ۷- الف، طول مداد حدود ۱۶ سانتی متر و دقت خط کش نیز ۱ سانتی متر است. اگر نوک مداد بین دو عدد باشد، باید ببینیم که نوک مداد به کدام عدد نزدیک تر است و آن را گزارش کنیم؛ مثلاً اگر نوک مداد بین ۱۲ سانتی متر و ۱۳ سانتی متر باشد و به عدد ۱۲ سانتی متر نزدیک تر باشد، طول مداد را ۱۲ سانتی متر گزارش می کنیم (شکل ۷- ب).



شکل ۷- الف - طول مداد ۱۶ سانتی متر گزارش می شود.



شکل ۷- ب - طول مداد ۱۲ سانتی متر گزارش می شود.

هر یک از ابزارهای اندازه گیری تا حدی می توانند مقدار دقیق چیزی را که اندازه می گیریم نشان دهند. اگر شما بخواهید جرمتان را اندازه گیری بگیرید، روی وزنه ها معمولاً نشانه های کیلو گرم را می خوانیم و اگر عقربه شمارش مثلاً کمی بیشتر از ۶۳ باشد آن را به جای ۴/۶۳، ۶۳ کیلوگرم می خوانیم. پس جرم شما تقریب زده می شود و به صورت یک مقدار تقریبی بیان می شود که به اندازه واقعی بسیار نزدیک می باشد.