

حرکت چیست

فصل ۸



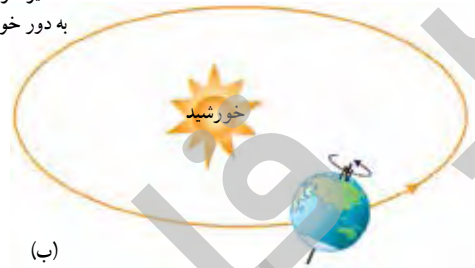
.....
.....
.....



همه چیز در جهان پیرامون ما در حرکت است. حتی زمین که ساکن به نظر می‌رسد نیز در حرکت است (شکل ۱). شناخت حرکت، یکی از راه‌های شناخت جهان فیزیکی پیرامون است. به همین دلیل دانشمندان راه‌های ساده‌ای را برای بررسی و شناخت حرکت ارائه داده‌اند.

(الف)

(مسیر حرکت زمین
به دور خورشید)



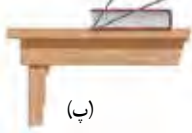
(ب)

شکل ۱.

(الف) الکترون‌های هر اتم، همواره به دور هسته می‌چرخند.

(ب) اتم‌های کتابی که روی میز شماسات همواره در محل خود نوسان می‌کنند.

(پ) زمین علاوه بر آن که در هر شبانه‌روز یک بار به دور خود می‌چرخد در هر ثانیه مسافتی برابر ۳۰ کیلومتر را دور خورشید می‌پیماید.



(پ)

مسافت و جابه‌جایی

برای رفتن از یک محل

به محل دیگر، معمولاً از

کوچه‌ها و خیابان‌های زیادی

عبور می‌کنیم. شکل ۲ مسیر

حرکت دانش‌آموزی را

نشان می‌دهد که برای رفتن

از خانه تا مدرسه می‌پیماید.

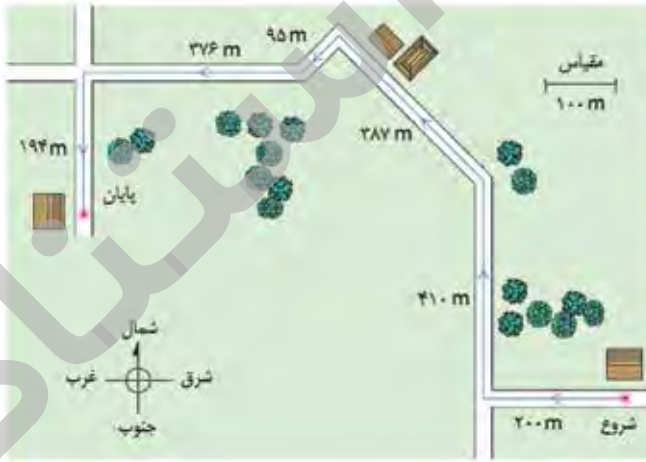
به مجموع طول‌هایی که این

دانش‌آموز برای رفتن از

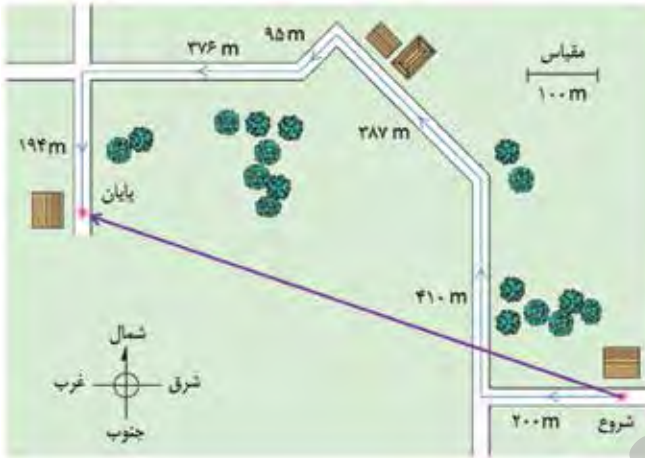
خانه (مبدأ) تا مدرسه (مقصد)

می‌پیماید، مسافت پیموده شده

می‌گوییم.



شکل ۲ کل مسیر طی‌شده بین شروع تا پایان حرکت را مسافت پیموده شده می‌نامند.



شکل ۳. خط راستی که مبدأ حرکت را به مقصد حرکت وصل می‌کند جابه‌جایی حرکت نامیده می‌شود.

همان‌طور که می‌دانیم کوتاه‌ترین فاصله یا مسیر بین دو نقطه، خط راستی است که آن دو نقطه را به یکدیگر وصل می‌کند. در علوم به فاصله مستقیم میان نقطه شروع تا پایان حرکت، جابه‌جایی گفته می‌شود (شکل ۳).

فعالیت

مسافت و جابه‌جایی هر دو از جنس طول اند و برحسب متر (m) اندازه‌گیری می‌شوند ولی می‌توانیم آنها را برحسب واحدهای بزرگ‌تر یا کوچک‌تر طول نیز بیان کنیم. (الف) مسافت طی شده در شکل ۲ جقدر است؟ مقدار به دست آمده را برحسب متر و کیلومتر (Km) بیان کنید. (ب) با توجه به مقیاس داده شده روی شکل، مقدار جابه‌جایی تقریبی دانش‌آموز را به کمک خط کش به دست آورید.

فکر کنید

یک جسم چگونه حرکت کند تا مسافت طی شده توسط آن با اندازه جابه‌جایی اش یکسان باشد؟

تندی متوسط

گالیله دانشمند سرشناس ایتالیایی نزدیک به ۵۰۰ سال پیش به بررسی و مطالعه چگونگی حرکت اجسام به کمک آزمایش پرداخت. مردم تا پیش از گالیله، حرکت اجسام را به صورت «کند» و «تند» توصیف می‌کردند. یکی از کارهای مهم گالیله، معرفی تندی متوسط یک متحرک بود که به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$(۱) \quad \text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{زمان صرف شده}}$$

اگر مسافت برحسب متر (m) و زمان برحسب ثانیه (s) اندازه گیری شوند در این صورت یکای تندی متوسط متر بر ثانیه (m/s) خواهد شد.



مثال ۱

دوچرخه سواری مسافت ۸۴۰ متر را در مدت زمان ۶۰ ثانیه می پیماید. تندی متوسط دوچرخه سوار چند متر بر ثانیه است؟
حل: با توجه به رابطه (۱) داریم

$$\text{تندی متوسط} = \frac{۸۴۰ \text{ m}}{۶۰ \text{ s}} = ۱۴ \text{ m/s}$$

این دوچرخه سوار در هر ثانیه به طور متوسط ۱۴ متر را پیموده است.

خود را بیازمایید



- ۱- رکورد جهانی دو ۱۰۰ متر مردان، ۵۸/۹ ثانیه و در اختیار اوسین بولت دوندۀ جامائیکایی است که در سال ۲۰۰۹ به نام خود ثبت کرده است. تندی متوسط این قهرمان جهانی چند متر بر ثانیه است؟
- ۲- کیلومتر بر ساعت (km/h) یکی دیگر از یکاهای تندی است که معمولاً برای وسایل نقلیه موتوری به کار می رود. با توجه به اینکه هر کیلومتر برابر ۱۰۰۰ m و هر ساعت برابر ۳۶۰۰ s است، نشان دهید یکاهای km/h و m/s به صورت روبه رو به یکدیگر تبدیل می شوند.



(الف) بیشترین تندی مجاز رانندگی برای خودروهای سواری در بزرگراه های ایران و در هنگام روز برابر ۱۲۰ km/h است (شکل روبه رو). این تندی مجاز را برحسب متر بر ثانیه بنویسید. (ب) اگر خودرویی با تندی متوسط ۱۱۲ km/h مسافت ۴۶۰ کیلومتری تهران به اصفهان را از مسیر بزرگراه طی کند، مدت زمان حرکت آن را به دست آورید.



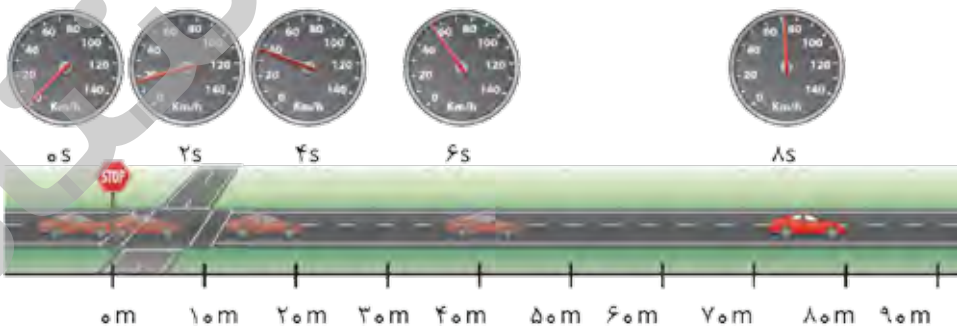
۳- شکل الف نقشه جزیره ابوموسی واقع در خلیج فارس را نشان می‌دهد. فاصله بین مسجد جامع و مسجد خلیج فارس در این جزیره حدود $\frac{4}{3}$ کیلومتر است.

اگر ۶ دقیقه طول بکشد تا شخصی با خوردن از مسجد جامع به مسجد خلیج فارس برود، تندی متوسط اتومبیل وی را برحسب متر بر ثانیه به دست آورید.

تندی متوسط	زمان صرف شده	مسافت طی شده	متحرک
	۱۵۰ S	۱۰۰۰ m	دونده
	۱۰ S	۱۰۰۰ m	ماشین مسابقه
	۴ S	۱۰۰۰ m	هوایمای مسافربری
	۳ S	۱۰۰۰ m	صوت
	۰/۱ S	۱۰۰۰ m	شاتل فضایی

تندی لحظه‌ای

وقتی به اجسام متحرک اطراف خود نگاه می‌کنیم برخی تندتر و برخی کندتر حرکت می‌کنند. خیلی وقت‌ها هم دیده‌ایم که متحرک تندی حرکت خود را کمتر یا زیادتر می‌کند. مثلاً وقتی خودرویی پشت چراغ قرمز یک چهارراه توقف کرده است تندی آن صفر است. با سبز شدن چراغ، به تدریج تندی خودرو افزایش می‌یابد تا از صفر به مقدار دلخواه برسد (شکل ۴). به تندی خودرو یا هر متحرک در هر لحظه، تندی لحظه‌ای گفته می‌شود. معمولاً برای سادگی در گفتار و نوشتار، «تندی لحظه‌ای» را به صورت «تندی» بیان می‌کنیم یا می‌نویسیم.



شکل ۴. وقتی به کیلومتر شمار (تندی سنج) یک خودرو در حال حرکت نگاه می‌کنیم می‌توان گفت که تندی خودرو در آن لحظه چقدر است.

فعالیت

عبارت زیر را در گروه خود به بحث بگذارید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.
شکل زیر خودرویی را نشان می‌دهد که در امتداد مسیری مستقیم از نقطه A به نقطه B رفته است. اگر در طول مسیر A تا B تندی خودرو تغییری نکرده باشد، تندی متوسط و تندی لحظه‌ای خودرو باهم برابرند. در این صورت می‌گوییم خودرو به طور یکنواخت حرکت کرده است.



سرعت

در زندگی روزمره، معمولاً از واژه‌های تندی و سرعت به جای یکدیگر و با یک معنا استفاده می‌کنیم. در علوم این دو واژه کمی با یکدیگر تفاوت دارند. اگر هم تندی و هم جهت حرکت جسمی را بدانیم، در واقع سرعت آن را می‌دانیم. مثلاً وقتی می‌گوییم خودرویی با تندی 40 km/h در حرکت است تندی آن را می‌دانیم. اما اگر بگوییم خودرویی با تندی 40 km/h به طرف شمال در حرکت است، سرعت آن را مشخص کرده‌ایم. همان‌طور که دیده می‌شود سرعت، دو نوع اطلاع به ما می‌دهد.



شکل ۵ اهمیت تفاوت بین تندی و سرعت را نشان می‌دهد. این دو قایق به علت مه گرفتگی هوا، قادر به دیدن یکدیگر نیستند، اما می‌توانند از طریق رادیو با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

قایق‌ران‌ها برای آنکه به یکدیگر برخورد نکنند، علاوه بر دانستن تندی‌های یکدیگر باید جهت‌های حرکت یکدیگر را نیز بدانند. به عبارت دیگر، آن‌ها به باید سرعت یکدیگر را بدانند.

۱- منظور از تندی، تندی لحظه‌ای و منظور از سرعت، سرعت لحظه‌ای است که برای اختصار به این صورت بیان شده‌اند.

سرعت متوسط

آزمایش کنید

وسایل آزمایش: یک قطعه تخته نسبتاً بلند، ماشین اسباب‌بازی کوچک، زمان‌سنج،

خط‌کش

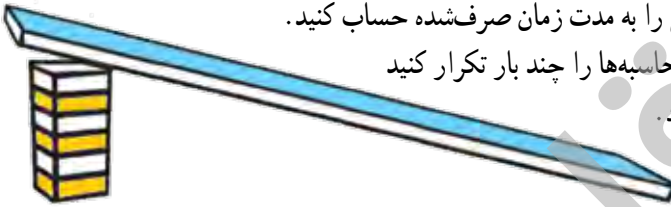
۱- طول قطعه تخته را اندازه بگیرید و آن را مطابق شکل صفحه بعد روی تعدادی کتاب قرار دهید تا به صورت سطح شیب‌دار درآید.

۲- ماشین اسباب‌بازی را از بالای سطح شیب‌دار رها کنید و مدت زمانی را اندازه بگیرید که طول می‌کشد تا ماشین اسباب‌بازی به پایین مسیر برسد.

۳- نسبت جابه‌جایی را به مدت زمان صرف‌شده حساب کنید.

۴- اندازه‌گیری و محاسبه‌ها را چند بار تکرار کنید

تا درستی آن‌ها تأیید شود.



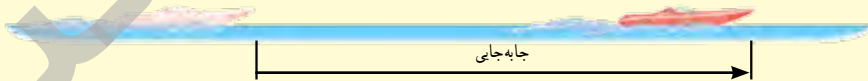
سرعت متوسط را در علوم به صورت زیر تعریف می‌کنیم

$$(۲) \quad \text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{مدت زمان صرف شده}}$$

اگر جابه‌جایی بر حسب متر و زمان بر حسب ثانیه باشند، سرعت متوسط بر حسب متر بر ثانیه بیان می‌شود.

مثال ۲

شکل زیر قایق تندرویی را نشان می‌دهد که در امتداد مسیری مستقیم در حرکت است و پس از ۸ ثانیه حدود ۱۱۲ متر جابه‌جا می‌شود. سرعت متوسط قایق بر حسب متر بر ثانیه و همچنین کیلومتر بر ساعت چقدر است؟



پاسخ: با توجه به تعریف سرعت متوسط (رابطه ۲) داریم:

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{زمان صرف شده}} = \frac{۱۱۲\text{m}}{۸\text{s}} \approx ۱۴ \text{ m/s}$$

همانطور که پیش از این دیدیم، برای تبدیل یکای متر بر ثانیه به یکای کیلومتر بر ساعت، کافی

است مقدار مورد نظر را در عدد $\frac{۶}{۳}$ ضرب کنیم. به این ترتیب داریم:

$$\text{سرعت متوسط} = (14 \times 3/6) \text{ Km/h} = 50/4 \text{ Km/h}$$

توجه کنید که در این مثال، چون فایق در امتداد خط راست حرکت می کند مسافت طی شده و جابه جایی آن با هم برابرند.

فکر کنید

تندی متوسط فایق در مثال ۲ چقدر است؟ توضیح دهید چرا مقدار آن با مقدار به دست آمده برای سرعت متوسط یکسان است.

خود را بیازمایید



فاصله جاده ای شهر کوهستانی بروجن از شهر تاریخی اصفهان حدود ۱۱۹ کیلومتر و فاصله مستقیم آن ها ۸۴ کیلومتر است (شکل زیر). اگر خودرویی فاصله بین دو شهر را در مدت ۷۰ دقیقه طی کند، تندی متوسط و سرعت متوسط اتومبیل بر حسب متر بر ثانیه چقدر است؟

شتاب

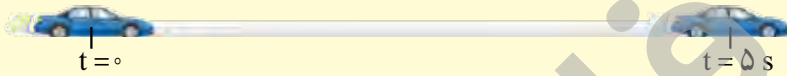
وقتی پیاده یا با دوچرخه از خانه به مدرسه می رویم در طول مسیر بارها و بارها سرعت خود را تغییر می دهیم. گاهی تند، گاهی کند و گاهی آرام حرکت می کنیم. در برخی مواقع نیز ممکن است برای چند لحظه بدون هیچ حرکتی بایستیم. هنگامی که سرعت یک متحرک در حال تغییر باشد، میگوییم حرکتش دارای شتاب است. شتاب نیز مانند تندی و سرعت، یکی دیگر از ویژگی های حرکت است. در علوم شتاب متحرک به صورت زیر تعریف می شود.

$$(۳) \quad \text{شتاب} = \frac{\text{تغییرات سرعت}}{\text{زمان تغییرات سرعت}}$$

یکای شتاب از تقسیم یکای سرعت (m/s) بر یکای زمان (s) به دست می آید که متر بر مربع ثانیه (m/s²) است.

مثال ۳

راننده‌ای در یک مسیر مستقیم، سرعت خودرویی را در مدت ۵ ثانیه از ۱۸ Km/h به ۷۲ Km/h رسانده است (شکل زیر). شتاب خودرو را بر حسب متر بر مجذور ثانیه (m/s²) حساب کنید.



پاسخ: ابتدا تغییر سرعت خودرو را به دست می آوریم.

$$\text{تغییر سرعت} = 72 \text{ Km/h} - 18 \text{ Km/h} = 54 \text{ Km/h}$$

همانطور که پیش از این دیدیم برای تبدیل یکای km/h به یکای m/s کافی است عدد مورد نظر را بر ۳/۶ تقسیم کنیم. به این ترتیب داریم:

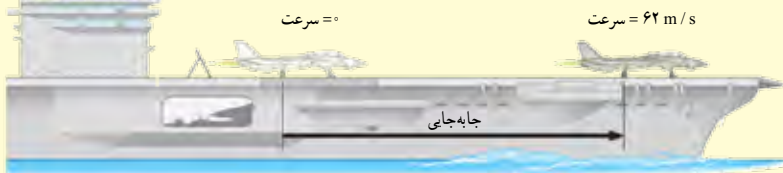
$$\text{تغییر سرعت} = \frac{54}{3/6} \text{ m/s} = 108 \text{ m/s}$$

با توجه به تعریف شتاب داریم

$$\text{شتاب} = \frac{\text{تغییرات سرعت}}{\text{زمان تغییرات سرعت}} = \frac{108 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 21.6 \text{ m/s}^2$$

مثال ۴

شکل زیر هواپیمایی را روی عرشه یک ناو هواپیمابر نشان می دهد که با شتاب ۳۱ m/s² به حرکت در می آید تا پس از مدت کوتاهی به سرعت برخاستن برسد. مدت زمانی را که طول می کشد تا سرعت هواپیما از صفر به ۶۲ m/s (حدود ۲۲۳ کیلومتر بر ساعت) برسد حساب کنید.



پاسخ: تغییر سرعت هواپیما روی عرشه ناو برابر سرعت است با
 $62 \text{ m/s} - 0 = 62 \text{ m/s}$ = تغییر سرعت

با توجه به تعریف شتاب داریم

$$31 \text{ m/s}^2 = \frac{62 \text{ m/s}}{\text{زمان صرف شده}}$$

در نتیجه زمان لازم برای آنکه هواپیما به سرعت برخاستن برسد برابر ۲ s خواهد شد.

خود را بیازمایید

۱- از آنجا که سرعت متوسط هواپیما در مثال قبل برابر است با



$$\text{سرعت متوسط هواپیما} = \frac{0 + 62}{2} = 31 \text{ m/s}$$

با توجه به تعریف سرعت متوسط (رابطه ۲ را ببینید)،
 جابه‌جایی هواپیما را روی عرشه ناو به دست آورید.

۲- شکل روبه‌رو ورزشکاری را نشان می‌دهد که از
 روی طناب فاصله ۸۰۰ متری بین دو قله را می‌پیماید. اگر
 ورزشکار این فاصله را در مدت ۲۴ دقیقه طی کند، سرعت
 متوسط او را به دست آورید.

۳- موتور سواری در مسیر مستقیم از حال سکون
 شروع به حرکت می‌کند و پس از ۶ ثانیه سرعت آن به ۵۴
 کیلومتر بر ساعت می‌رسد (شکل زیر).

(الف) شتاب موتور سوار را پیدا کنید.

(ب) موتور سوار در این مدت چند
 کیلومتر جابه‌جا شده است؟

۴- ۵ ثانیه طول می‌کشد تا یک ماشین
 مسابقه‌ای که با سرعت ۴۲ متر بر ثانیه در
 امتداد جاده‌ای مستقیم در حرکت است به
 طور کامل متوقف شود (شکل زیر). شتاب حرکت اتومبیل را در این مدت حساب کنید.

