

بہفر دبیر علوم تجربی تیزهوشان
شہید بہشتی ناحیہ دو خرم آباد

کانال تلگرام

behfaroloum9

حرکت چیست

فصل ۴



آیا می‌دانید بیشترین مسافت ثبت‌شده که تا کنون یک اسب توانسته است در یک ثانیه طی کند حدود ۲۴ متر بوده است؟
بررسی و شناخت حرکت اجسام از هزاران سال پیش مورد توجه بشر بوده است؛ به طوری که تند و کند بودن حرکت
یک جسم برای هر کس واژه‌ای آشناست.

در این فصل خواهیم دید که با تعریف کمیت‌های فیزیکی مانند: مسافت، جابه‌جایی، تند و سرعت و شتاب می‌توانیم
به بررسی حرکت اجسام بپردازیم. با پیدا کردن هریک از این کمیت‌های فیزیکی برای یک جسم در حال حرکت،
می‌توان شناخت بهتری از حرکت آن جسم به دست آورد.

نکته ی مهم: حرکت و سکون پدیده های نسبی هستند یعنی هر جسمی همواره نسبت به بعضی اجسام ساکن و نسبت به بعضی اجسام متحرک هستند. مثلاً مسافران درون یک اتوبوس در حال حرکت نسبت به همدیگر ساکن و نسبت به اجسام بیرون از اتوبوس در حال حرکت هستند. گاهی ما متوجه حرکت بعضی اجسام نمی شویم مانند حرکت زمین

حرکت در همه جا و همه چیز

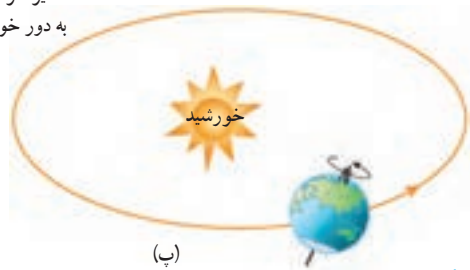
همه چیز در جهان پیرامون ما در حرکت است. حتی زمین که ساکن به نظر می رسد، نیز در حرکت است (شکل ۱). شناخت حرکت، یکی از راه های شناخت جهان فیزیکی پیرامون است. به همین دلیل دانشمندان راه های ساده ای را برای بررسی و شناخت حرکت ارائه داده اند.

حرکت الکترون به دور هسته



(الف)

مسیر حرکت زمین به دور خورشید



(ب)

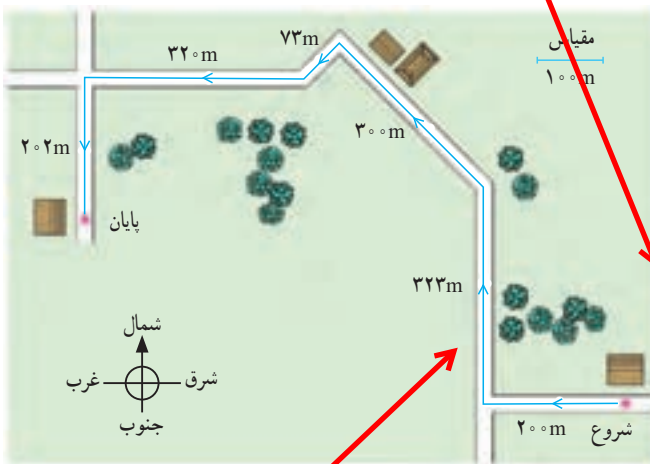
شکل ۱- سه حرکت که آنها را احساس نمی کنیم را بیان کنید

- (الف) الکترون های هر اتم، همواره به دور هسته می چرخند.
- (ب) اتم های موجود در نوک مدادی که روی میز شماست، همواره در محل خود نوسان می کنند.
- (پ) زمین علاوه بر آنکه در هر شبانه روز یک بار به دور خود می چرخد، در هر ثانیه مسافتی برابر ۳۰ کیلومتر را دور خورشید می پیماید.

در یک حرکت منظور از مسافت طی شده چیست؟

مسافت و جابه جایی

برای رفتن از یک محل به محل دیگر، معمولاً از کوچه ها و خیابان های زیادی عبور می کنیم. شکل ۲ مسیر حرکت دانش آموزی را نشان می دهد که برای رفتن از خانه تا مدرسه می پیماید. به مجموع طول هایی که این دانش آموز برای رفتن از خانه (مبدأ) تا مدرسه (مقصد) می پیماید، مسافت پیموده شده یا به اختصار مسافت می گوئیم ۱-



شکل ۲- کل مسیر طی شده بین شروع تا پایان حرکت را مسافت پیموده شده می نامند.

۱- مسافت را می توان با نماد l نشان داد. مسیر آبی رنگ مسافت طی شده را نشان می دهد که مقدار آن برابر است با

$$200 + 323 + 300 + 73 + 320 + 202 = 1418 \text{ متر}$$

$$1418 : 1000 = 1/418 \text{ کیلومتر}$$

در یک حرکت منظور از جابجایی چیست؟

منظور از بردار چیست؟

همان طور که می‌دانیم کوتاه‌ترین فاصله یا مسیر بین دو نقطه، پاره خط راستی است که آن دو نقطه را به یکدیگر



وصل می‌کند. در ریاضی سال هشتم دیدید که اگر پاره خطی دارای جهت باشد به آن بردار گفته می‌شود. به برداری که نقطه شروع حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می‌کند، بردار جابجایی گفته می‌شود (شکل ۳) که آن را با d نشان می‌دهیم. اندازه بردار جابجایی را به اختصار جابجایی می‌نامیم و آن را با d نشان می‌دهیم.

پیکان صورتی رنگ بردار جابجایی را نشان می‌دهد
شکل ۳- پاره خط جهت‌داری که مبدأ حرکت را به مقصد وصل می‌کند بردار جابجایی نامیده می‌شود.

یکای مسافت طی شده و جابجایی چیست؟

فعالیت

مسافت و جابجایی هر دو از جنس طول‌اند 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 ۳ را برحسب متر و کیلومتر (km) بیان کنید. ب) با توجه به مقیاس داده شده روی شکل، جابجایی دانش‌آموز را به کمک خط‌کش به دست آورید.

فکر کنید

یک جسم باید چگونه حرکت کند تا مسافت طی شده توسط آن با اندازه بردار جابجایی‌اش یکسان باشد؟ ← جسم باید به خط مستقیم حرکت کند

خود را بیازمایید



شکل روبه‌رو مسیر پیموده شده توسط یک دوندۀ را نشان می‌دهد. مسافت و بردار جابجایی دوندۀ را روی شکل مشخص کنید.

خط سبز رنگ مسافت طی شده را نشان می‌دهد

پیکان قرمز جابجایی را نشان می‌دهد

رابطه ی تندى متوسط را بنويسيد

تندى متوسط

گاليله دانشمند سرشناس ايتاليابى نزديک به ۵۰۰ سال پيش به کمک آزمايش به بررسى و مطالعه چگونگى حرکت اجسام پرداخت. مردم تا پيش از گاليله، حرکت اجسام را به صورت «کند» و «تند» توصيف مى کردند. يکى از کارهاى گاليله، معرفى **تندى متوسط** يک متحرک بود که به صورت زير تعريف مى شود.

$$(۱) \quad \text{تندى متوسط} = \frac{\text{مسافت پيموده شده}}{\text{مدت زمان صرف شده}}$$

اگر مسافت برحسب متر (m) و زمان برحسب ثانيه (s) اندازه گيرى شوند، در اين صورت يکاي تندى متوسط متر بر ثانيه (m/s) خواهد شد^۲.

يکار تندى متوسط چيست؟

مثال ۱

مسئله

دوچرخه سوارى مسافت ۸۴۰ متر را در مدت زمان ۶۰ ثانيه مى پيماید. تندى متوسط دوچرخه سوار چند متر بر ثانيه است؟



حل: با توجه به رابطه (۱) داريم:

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

اين دوچرخه سوار در هر ثانيه به طور متوسط ۱۴ متر از مسير را پيموده است.

فرض کنيم از خانه تا مدرسه 2400 قدم باشد و مدت زمان اين حرکت 5 دقيقه باشد

فعاليت

تندى متوسط خودتان را هنگام رفتن از خانه به مدرسه حساب کنيد. اگر با پاى پياده اين فاصله را طى مى کنيد تعداد قدم هاى خود را از خانه تا مدرسه بشماريد. طول هر قدم را حدود ۰/۴ متر بگيريد. اگر با خودرو اين فاصله را مى پيمائيد مسافت طى شده را از روى کيلومتر شمار خودرو بخوانيد. در هر دو حالت زمان طى مسافت را به کمک ساعت يا زمان سنج اندازه بگيريد.

$$\text{متر بر ثانيه} = \frac{2400 \times 0.4 = 960}{300} = \frac{960}{300} = \frac{3}{2}$$

خود را بيازماييد



۱- رکورد جهانى دوى ۱۰۰ متر مردان، ۹/۵۸ ثانيه و در اختيار اوسين بولت دونده جامائيكايى است که در سال ۲۰۰۹ به نام خود ثبت کرده است. تندى متوسط اين قهرمان جهانى را حساب کنيد. مفهوم فزيکى عدد به دست آمده را توضيح دهيد.

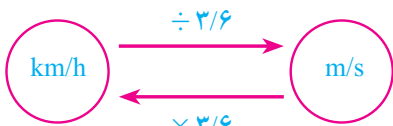
$$\text{متر بر ثانيه} = \frac{100}{9.58} = \frac{10}{43}$$

۱- Average speed

۲- تندى متوسط را مى توان با نماد v_{av} نشان داد. زيرنويس av از واژه average به معنای متوسط گرفته شده است.

يعنى اين دونده در هر ثانيه مسافت 10/43 متر را طى کرده است

رابطه ی تبدیل کیلومتر بر ساعت به متر بر ثانیه



۲ - کیلومتر بر ساعت (km/h) یکی دیگر از یکاهای تندی است که معمولاً برای وسایل نقلیه موتوری به کار می‌رود. 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 می‌شوند.



۳- شکل روبه رو نقشه جزیره ابو موسی را واقع در خلیج فارس نشان می‌دهد. فاصله بین مسجد جامع و مسجد خلیج فارس در این جزیره حدود ۳/۴ کیلومتر است. اگر ۶ دقیقه طول بکشد تا شخصی با خودرو از مسجد جامع به مسجد خلیج فارس برود، تندی متوسط خودروی وی را بر حسب متر بر ثانیه به دست آورید.

۴- تندی متوسط هر یک از متحرک‌ها را با توجه به داده‌های جدول زیر حساب کنید.

۳/۶ × متر بر ثانیه

مسافت

زمان

طبق فرمول‌های زیر و مانند مثال جدول را کامل کنید.

متحرک	مسافت طی شده	زمان صرف شده	تندی متوسط (m/s)	تندی متوسط (km/h)
دونده	۱۰۰۰ m	۱۵۰ s	$\frac{1000}{150} = 6/6$	$6/6 \times 3/6 = 23/76 \dots$
خودروی مسابقه	۱۰۰۰ m	۱۰ s		
هوایمای مسافربری	۱۰۰۰ m	۴ s		
صوت	۱۰۰۰ m	۳ s		
شاتل فضایی	۱۰۰۰ m	۰/۱ s		

سوال : چرا با آنکه کوتاه ترین فاصله بین دو نقطه خط راست است اما همیشه برای رفتن از مبدا به مقصد نمیتوانیم خط راستی را طی کنیم؟ زیرا موانع اجازه ی این کار را به ما نمی دهند

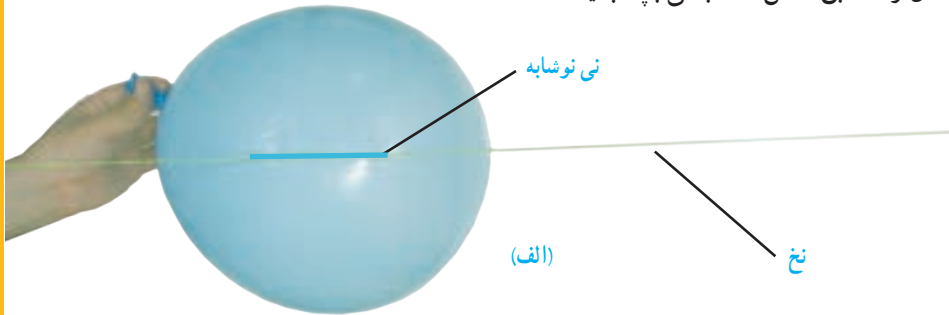
سرعت متوسط

آزمایش کنید

هدف : پیدا کردن سرعت متوسط

وسایل و مواد لازم : یک تکه نخ بلند (۴ متر یا بیشتر)، نی نوشابه، بادکنک، چسب نواری، زمان سنج، متر

- ۱- تکه ای از نی نوشابه به طول تقریبی 10° سانتیمتر را ببرید و نخ را از آن عبور دهید.
- ۲- دو سر نخ را به دو طرف کلاس که فاصله بیشتری از هم دارند ببندید و طول آن را به کمک متر یا خط کش اندازه بگیرید.
- ۳- بادکنک را باد کنید و درب آن را محکم با دست خود بگیرید تا هوای درون آن خارج نشود و آن را مطابق شکل الف به نی بچسبانید.



- ۴- بادکنک را رها کنید تا به کمک نی متصل به آن، از یک طرف به طرف دیگر تکه نخ حرکت کند (شکل ب).



- ۵- به کمک زمان سنج، مدت زمانی را که بادکنک در حرکت است، اندازه بگیرید. **3 ثانیه**

۶- نسبت جابه جایی بادکنک را به مدت زمان صرف شده حساب کنید.

- ۷- اندازه گیری و محاسبه ها را چند بار تکرار کنید تا دقت آنها بیشتر شود.

$$\frac{6}{3} = 2$$

فرمول محاسبه ی سرعت متوسط را بنویسید

سرعت متوسط^۱ به صورت زیر تعریف می شود :

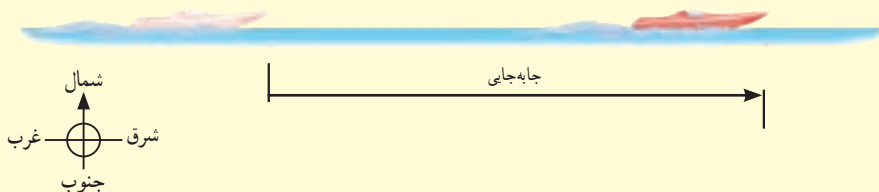
$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{برداری جابه جایی}}{\text{مدت زمان صرف شده}} \quad (۲)$$

یکار سرعت متوسط چیست؟

اگر جابه جایی بر حسب متر و زمان بر حسب ثانیه باشد، سرعت متوسط بر حسب متر بر ثانیه بیان می شود^۲.

مثال ۲ ابتدا نمونه سوالات را حل کنید سپس پاسخ خود را با پاسخ کتاب مقایسه کنید

شکل زیر قایق تندرویی را نشان می دهد که در امتداد مسیری مستقیم از غرب به شرق در حرکت است و پس از ۸ ثانیه حدود ۱۱۳ متر جابه جا می شود. 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:

$$\text{سرعت متوسط (به طرف شرق)} = \frac{\text{برداری جابه جایی}}{\text{مدت زمان صرف شده}} = \frac{۱۱۳\text{m (به طرف شرق)}}{۸\text{s}} \approx ۱۴ \text{ m/s}$$

همان طور که پیش از این دیدیم، برای تبدیل یکای متر بر ثانیه به یکای کیلومتر بر ساعت، کافی است مقدار مورد نظر را در عدد ۳/۶ ضرب کنیم. به این ترتیب داریم:

$$\text{سرعت متوسط (به طرف شرق)} = (۱۴ \times ۳/۶) \text{ km/h} = ۵۰/۴ \text{ km/h}$$

توجه کنید که در این مثال، چون قایق در امتداد خط راست حرکت می کند و جهت حرکت خود را نیز تغییری نداده است، مسافت طی شده و جابه جایی آن با هم برابرند.

14 m/s

فکر کنید

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

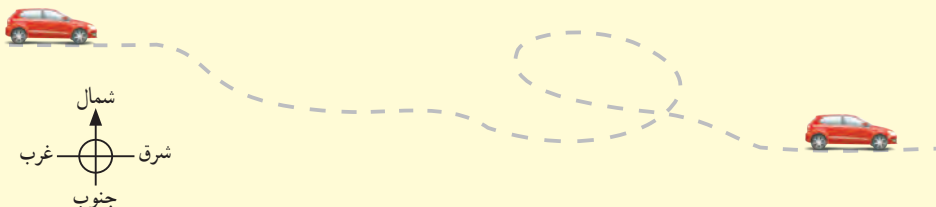
۱- Average velocity

۲- سرعت متوسط را می توان با نماد v_{av} نشان داد.

ابتدا بدون نگاه کردن به پاسخ این سوال آن را حل کنید ، سپس با پاسخ کتاب مقایسه کنید

مثال ۳

خودرویی مسیری مطابق شکل زیر را در مدت ۳۰ دقیقه طی می کند. اگر طول مسیر (مسافت) برابر ۴۶ کیلومتر و بردار جابه جایی آن برابر ۲۴ کیلومتر به طرف جنوب شرقی باشد، (الف) تندی متوسط و (ب) سرعت متوسط خودرو را در این مدت به دست آورید و مفهوم فیزیکی هر کدام از مقادیر فیزیکی به دست آمده را توضیح دهید.



حل: الف) مدت زمان حرکت ۳۰ دقیقه یا $\frac{1}{2}$ ساعت است. بنابراین با توجه به تعریف تندی متوسط (رابطه ۱) داریم

$$\text{تندی متوسط} = \frac{46 \text{ km}}{\frac{1}{2} \text{ h}} = 92 \text{ km/h}$$

مفهوم این مقدار فیزیکی (تندی متوسط) آن است که خودرو در هر ساعت ۹۲ کیلومتر از مسیر را طی کرده است.

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

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{24 \text{ km (به طرف جنوب شرقی)}}{\frac{1}{2} \text{ h}} = 48 \text{ km/h (به طرف جنوب شرقی)}$$

مفهوم این مقدار فیزیکی (سرعت متوسط) آن است که به طور متوسط خودرو در هر ساعت ۴۸ کیلومتر به مقصد خود نزدیک تر شده است.

ابتدا کیلو متر را به متر و دقیقه را به ثانیه تبدیل می کنیم و طبق فرمول حل می کنیم

خود را بیازمایید

طول جاده بین شهر کوهستانی بروجن از شهر تاریخی اصفهان حدود ۱۱۲ کیلومتر و فاصله مستقیم آنها ۸۴ کیلومتر است (شکل صفحه بعد). اگر خودرویی فاصله بین دو شهر را در مدت ۷۰ دقیقه طی کند، تندی متوسط و سرعت متوسط اتومبیل بر حسب متر بر ثانیه و همچنین کیلومتر بر ساعت چقدر است؟ (لازم است توجه شود که به دلایل مختلفی از قبیل موانع طبیعی و هزینه احداث جاده، معمولاً جاده بین دو شهر به صورت مسیر مستقیم نیست).

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان}} = \frac{112000}{4200} = 26/66 \text{ متر بر ثانیه}$$

$$26/66 \times 3/6 = 95/97$$



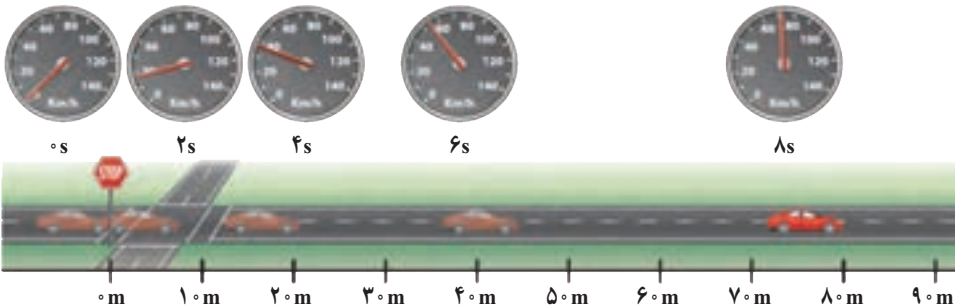
$$\text{سرعت} = \frac{\text{جابجایی}}{\text{زمان}} = \frac{84000}{4200} = 20$$



$$20 \times 3/6 = 72 \text{ کیلومتر بر ساعت}$$

تندی لحظه‌ای را تعریف کنید

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. بنابراین وقتی می‌گوییم تندی متحرکی 18 m/s است منظور تندی لحظه‌ای است.



شکل ۴- وقتی به تندی سنج یک خودرو در حال حرکت نگاه می‌کنیم، می‌توان گفت که تندی خودرو در آن لحظه چقدر است. **به چه حرکتی یکنواخت بر روی خط راست می‌گویید؟** شکل ۵ 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 روی مسیر مستقیم حرکت کرده است. این نوع حرکت را، **حرکت یکنواخت روی خط راست** می‌نامند. لازم است توجه کنید که اگر متحرکی

۱- Instantaneous speed

منظور از حرکت یکنواخت چیست؟

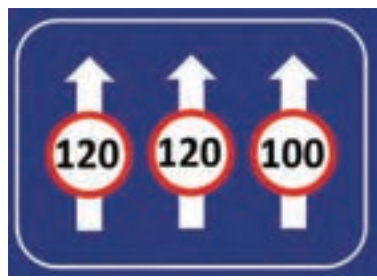
روی مسیری غیرمستقیم (مثلاً دور میدان یک شهر) با تندی ثابت حرکت کند، حرکت آن یکنواخت است.



شکل ۵

120
3/6 = 33/3 متر بر ثانیه

خود را بیازمایید



الف) بیشترین تندی مجاز رانندگی برای خودروهای سواری در آزادراه‌های ایران و هنگام روز برابر ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت 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 آزادراه طی کند، مدت زمان حرکت آن را به دست آورید.

مسافت

زمان = ساعت $4/1 =$

تندی

در چه صورت سرعت لحظه‌ای یک متحرک را میدانیم؟

در زندگی روزمره، معمولاً از واژه‌های تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای به جای یکدیگر و با یک معنا استفاده می‌کنیم. در علوم این دو واژه با یکدیگر تفاوت دارند. اگر هم تندی و هم جهت حرکت جسمی را بدانیم، در واقع سرعت لحظه‌ای یا به اختصار سرعت آن را می‌دانیم؛ مثلاً وقتی می‌گوییم خودرویی با تندی ۴۰ km/h در حرکت است، تندی آن را می‌دانیم. اما اگر بگوییم خودرویی با تندی ۴۰ 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 ۶ 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 موج‌های رادیویی با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.
قایقران‌ها برای آنکه به یکدیگر برخورد نکنند، افزون بر دانستن تندی‌های یکدیگر باید جهت‌های حرکت یکدیگر را نیز بدانند. به عبارت دیگر، آنها باید سرعت یکدیگر را بدانند.



شکل ۶

۱- برای اختصار، تندی لحظه‌ای و سرعت لحظه‌ای به ترتیب به صورت تندی و سرعت بیان شده‌اند.

شتاب متوسط در چه صورت می‌گوییم حرکتی شتاب دار است؟

وقتی پیاده یا با دوچرخه و یا هر وسیله نقلیه دیگری، از خانه به مدرسه می‌رویم، در طول مسیر بارها و بارها سرعت خود را تغییر می‌دهیم. گاهی تند، گاهی کند و گاهی آرام حرکت می‌کنیم. 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 متوسط متحرک به صورت زیر تعریف می‌شود.

فرمول محاسبه ی شتاب متوسط چیست؟

$$(۳) \quad \text{شتاب متوسط} = \frac{\text{تغییر سرعت}}{\text{مدت زمان تغییر سرعت}}$$

یکای شتاب از تقسیم یکای سرعت (m/s) بر یکای زمان (s) به دست می‌آید که متر بر مربع ثانیه (m/s²) است. **یکای شتاب چیست؟**

مثال ۴ سوال زیر را حل کنید

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



پاسخ: نخست با توجه به اینکه جهت حرکت خودرو تغییری نکرده است، تغییر سرعت خودرو را به دست می‌آوریم.

$$\text{(به طرف شرق)} \quad ۷۲ \text{ km/h} - ۱۸ \text{ km/h} = ۵۴ \text{ km/h} = \text{تغییر سرعت}$$

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:

$$\text{(به طرف شرق)} \quad ۱۵ \text{ m/s} = \frac{۵۴}{۳/۶} \text{ m/s} \quad \text{(به طرف شرق) تغییر سرعت}$$

با توجه به تعریف شتاب متوسط داریم:

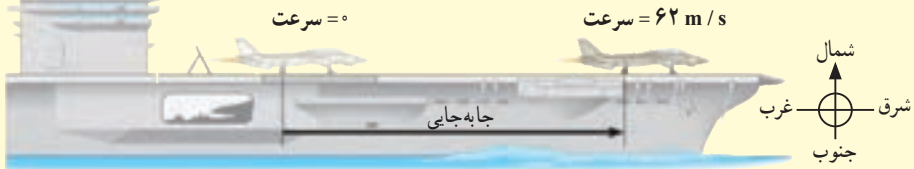
$$\text{(به طرف شرق)} \quad ۳ \text{ m/s}^2 = \frac{۱۵ \text{ m/s}}{۵ \text{ s}} = \frac{\text{تغییر سرعت}}{\text{مدت زمان تغییر سرعت}} = \text{شتاب متوسط}$$

۱- Average acceleration

۲- شتاب متوسط را با نماد a_{av} می‌توان نشان داد.

مثال ۵

شکل زیر هواپیمایی را روی عرشه یک ناو هواپیمابر نشان می‌دهد که با شتاب 31 m/s^2 در جهت شرق به حرکت در می‌آید تا پس از مدت کوتاهی به سرعت برخاستن برسد. مدت زمانی را که طول می‌کشد تا سرعت هواپیما از صفر به 62 m/s به طرف شرق (حدود 223 کیلومتر بر ساعت به طرف شرق) برسد، حساب کنید.



پاسخ: تغییر سرعت هواپیما روی عرشه ناو برابر است با:

$$\text{(به طرف شرق)} \quad 62 \text{ m/s} - 0 = 62 \text{ m/s} = \text{تغییر سرعت}$$

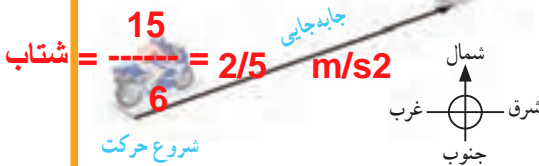
با توجه به تعریف شتاب داریم:

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

در نتیجه زمان لازم برای آنکه هواپیما به سرعت برخاستن برسد، برابر 2 s خواهد شد.

خود را بیازمایید

54
 $3/6 = 15 \text{ m/s}$



۱- موتورسواری در مسیر مستقیم از حال سکون شروع به حرکت می‌کند و پس از 6 ثانیه سرعت آن به 54 کیلومتر بر ساعت به طرف شمال شرق می‌رسد. شتاب متوسط موتور سوار را پیدا کنید.

۲- شکل زیر، دنده‌ای را نشان می‌دهد که سرعت آن در شروع حرکت و 20 دقیقه پس از آن داده شده است. با توجه به اینکه جهت سرعت دنده در این دو لحظه به طرف شرق است شتاب متوسط دنده را حساب کنید.



$$\text{شتاب} = \frac{\text{تغییرات سرعت}}{\text{تغییرات زمان}} = \frac{8-2}{1200} = \frac{6}{1200} = 0/005 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$