

حرکت چیسیت

فصل ۴

Mahmood Arash

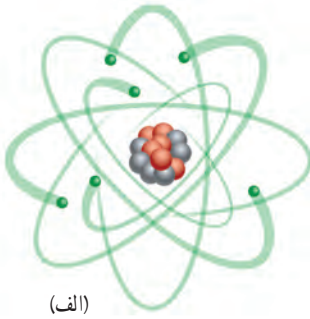
شهرستان گرگان



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، تندی 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 به‌دست آورد.

1- آیا همه چیز در جهان در حال حرکت است؟ مثال بزنید؟

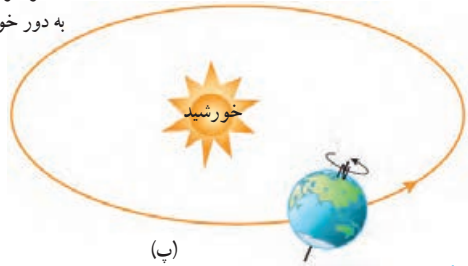


(الف)

حرکت در همه جا و همه چیز

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.

مسیر حرکت زمین
به دور خورشید



(ب)

شکل ۱-

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

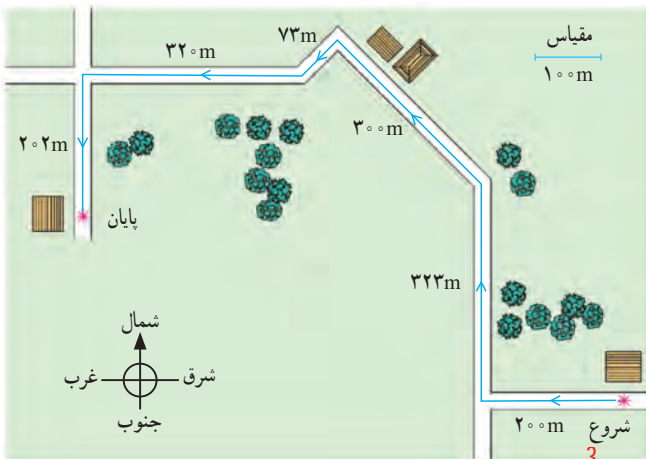
(ب) اتم‌های موجود در نوک مدادی که روی میز شماست، همواره در محل خود نوسان می‌کنند.

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

2- چند مثال بنویسید که نشان می‌دهد حرکت در همه جا و همه چیز وجود دارد؟

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** یا به اختصار **مسافت** می‌گوییم.



شکل ۲- (کل مسیر طی شده بین شروع تا پایان حرکت را مسافت پیموده شده می‌نامند)

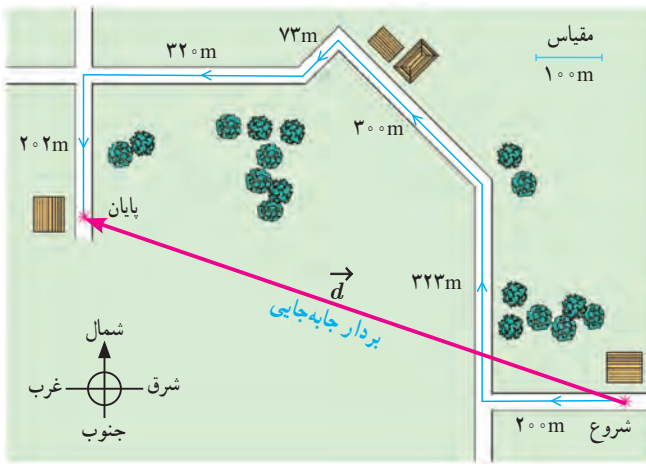
3- مسافت پیموده شده یا مسافت را تعریف کنید؟

۱- مسافت را می‌توان با نماد s نشان داد.

4- بردار چیست؟

5- بردار جابه جایی را تعریف کرده و آن را با چه علامتی نشان می دهند؟

همان طور که می دانیم (کوتاه ترین فاصله یا مسیر بین دو نقطه، پاره خط راستی است که آن دو نقطه را به یکدیگر



شکل ۳- پاره خط جهت داری که مبدأ حرکت را به مقصد وصل می کند بردار جابه جایی نامیده می شود.

وصل می کند) در ریاضی سال هشتم دیدید که اگر پاره خطی دارای جهت باشد به آن بردار گفته می شود. به برداری که نقطه شروع حرکت را به نقطه پایان حرکت وصل می کند، بردار جابه جایی گفته می شود (شکل ۳) که آن را با d نشان می دهیم (اندازه بردار جابه جایی را به اختصار جابه جایی می نامیم و آن را با d نشان می دهیم).

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

$$1418 \div 1000 = 1/418 \text{ Km}$$

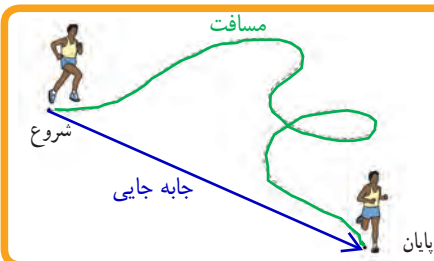
فعالیت

مسافت طی شده بر حسب متر (الف) اندازه گیری می شوند، ولی می توانیم آنها را بر حسب واحدهای بزرگ تر یا کوچک تر طول نیز بیان کنیم. (الف) مسافت طی شده در شکل ۳ را بر حسب متر و کیلومتر (km) بیان کنید. (ب) با توجه به مقیاس داده شده روی شکل، جابه جایی دانش آموز را به کمک خط کش به دست آورید. جابه جایی: 780 متر به سمت شمال غرب

فکر کنید

یک جسم باید چگونه حرکت کند تا مسافت طی شده توسط آن با اندازه بردار جابه جایی اش یکسان باشد؟ اگر جسم روی خط راست حرکت کند و تغییر جهت ندهد، مسافت و جابه جایی آن با هم برابرند.

خود را بیازمایید



شکل روبه رو مسیر پیموده شده توسط یک دوندۀ را نشان می دهد. مسافت و بردار جابه جایی دوندۀ را روی شکل مشخص کنید.

6- مردم تا پیش از گالیله حرکت اجسام را چگونه توصیف می کردند؟

7- تندی متوسط را تعریف کنید؟

تندی متوسط

گالیله دانشمند سرشناس ایتالیایی نزدیک به ۵۰۰ سال پیش به کمک آزمایش به بررسی و مطالعه چگونگی حرکت اجسام پرداخت.⁶ مردم تا پیش از گالیله، حرکت اجسام را به صورت «کند» و «تند» توصیف می کردند. یکی از کارهای گالیله، معرفی **تندی متوسط**^۱ یک متحرک بود که به صورت زیر تعریف می شود.

$$(۱) \quad \left(\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{مدت زمان صرف شده}} \right)^7$$

اگر مسافت بر حسب متر (m) و زمان بر حسب ثانیه (s) اندازه گیری شوند، در این صورت **یکای تندی متوسط متر بر ثانیه (m/s)** خواهد شد.^۲

مثال ۱

دوچرخه سواری مسافت ۸۴ متر را در مدت زمان ۶ ثانیه می پیماید. تندی متوسط دوچرخه سوار چند متر بر ثانیه است؟



حل: با توجه به رابطه (۱) داریم:

$$\text{تندی متوسط} = \frac{۸۴ \text{ m}}{۶ \text{ s}} = ۱۴ \text{ m/s}$$

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

فعالیت

تندی متوسط خودتان را هنگام رفتن از خانه به مدرسه حساب کنید. اگر با پای پیاده این فاصله را طی می کنید تعداد قدم های خود را از خانه تا مدرسه بشمارید. طول هر قدم را حدود ۰/۴ متر بگیرید. اگر با خودرو این فاصله را می پیمایید مسافت طی شده را از روی کیلومتر شمار خودرو بخوانید. در هر دو حالت زمان طی مسافت را به کمک ساعت یا زمان سنج اندازه بگیرید.

	زمان شروع	زمان پایان	مدت زمان (ثانیه)	مسافت (متر)	تندی متوسط
با پای پیاده	6: 30	7: 20	3000	6300	$\frac{6300}{3000} = 2/1$ متر بر ثانیه
خودرو	7: 13	7: 20	420	6300	$\frac{6300}{420} = 15$ متر بر ثانیه

خود را بیازمایید



۱- رکورد جهانی دوی ۱۰۰ متر مردان، ۹/۵۸ ثانیه و در اختیار اوسین بولت دونده جامائیکایی است که در سال ۲۰۰۹ به نام خود ثبت کرده است. تندی متوسط این قهرمان جهانی را حساب کنید. مفهوم فیزیکی عدد به دست آمده را توضیح دهید.

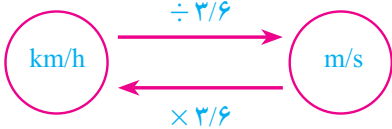
$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{زمان صرف شده}} = \frac{100 \text{ m}}{9/58 \text{ s}} = 10/43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

مفهوم فیزیکی: این دونده در هر ثانیه به طور متوسط 10/43 متر دویده است.

۱- Average speed

۲- تندی متوسط را می توان با نماد v_{av} نشان داد. زیرنویس av واژه average به معنای متوسط گرفته شده است.

$$1 \text{ m/s} = \frac{1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3.6} \text{ km/h}$$



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 روبه‌رو به یکدیگر تبدیل می‌شوند.

$$1 \text{ km/h} = \frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3.6} \text{ m/s}$$



۳- شکل روبه‌رو نقشه جزیره ابوموسی 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.

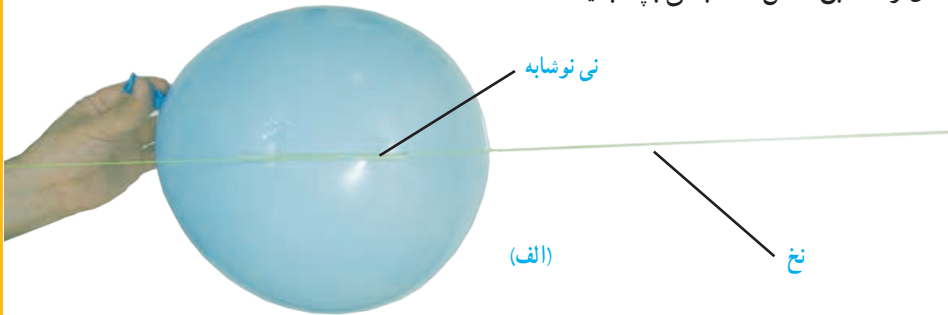
متحرک	مسافت طی شده	زمان صرف شده	تندی متوسط (m/s)	تندی متوسط (km/h)
دونده	۱۰۰۰ m	۱۵۰ s	6/66	24
خودروی مسابقه	۱۰۰۰ m	۱۰ s	100	360
هوایمای مسافربری	۱۰۰۰ m	۴ s	250	900
صوت	۱۰۰۰ m	۳ s	333/33	1200
شاتل فضایی	۱۰۰۰ m	۰/۱ s	10000	36000

آزمایش کنید

هدف: پیدا کردن سرعت متوسط

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

- ۱- تکه‌ای 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 خط‌کش 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 زمان‌سنج، مدت زمانی را که بادکنک در حرکت است، اندازه بگیرید. 4 ثانیه

۶- نسبت جابه‌جایی بادکنک را به مدت زمان صرف شده حساب کنید. $\frac{6 \text{ m}}{4 \text{ s}} = 1.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- ۷- اندازه‌گیری و محاسبه‌ها را چند بار تکرار کنید تا دقت آنها بیشتر شود.

جابه‌جایی
مدت زمان صرف شده

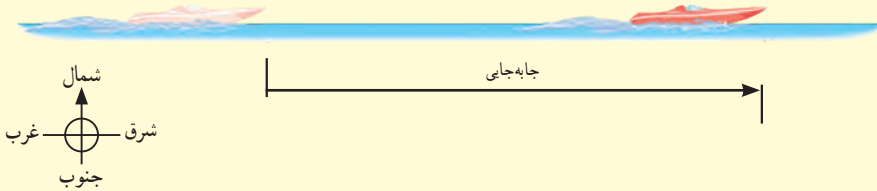
سرعت متوسط^۱ به صورت زیر تعریف می شود :

$$(۲) \quad \left(\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{برداری جابه جایی}}{\text{مدت زمان صرف شده}} \right)^8$$

(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

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.

فکر کنید

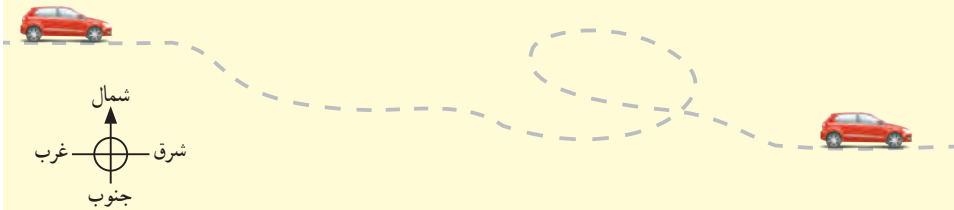
تندی متوسط قایق در مثال بالا چقدر است؟ توضیح دهید چرا مقدار آن با مقدار به دست آمده برای سرعت متوسط یکسان است. تقریباً ۱۴ متر بر ثانیه - هر گاه متحرکی روی مسیر مستقیم و بدون تغییر جهت حرکت کند، مسافت و جابه جایی با یکدیگر برابر خواهند شد بنابراین تندی متوسط و مقدار سرعت متوسط قایق با یکدیگر برابر می شوند.

۱- Average velocity

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

مثال ۳

خودرویی مسیری مطابق شکل زیر را در مدت 3° دقیقه طی می کند. اگر طول مسیر (مسافت) برابر 46 کیلومتر و بردار جابه جایی آن برابر 24 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 3° دقیقه یا $\frac{1}{4}$ ساعت است. بنابراین با توجه به تعریف تندی متوسط (رابطه ۱) داریم

$$\text{تندی متوسط} = \frac{46 \text{ km}}{\frac{1}{4} \text{ h}} = 92 \text{ km/h}$$

مفهوم این مقدار فیزیکی (تندی متوسط) آن است که خودرو در هر ساعت 92 کیلومتر از مسیر را طی کرده است.

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

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{24 \text{ km (به طرف جنوب شرقی)}}{\frac{1}{4} \text{ h}} = 48 \text{ km/h (به طرف جنوب شرقی)}$$

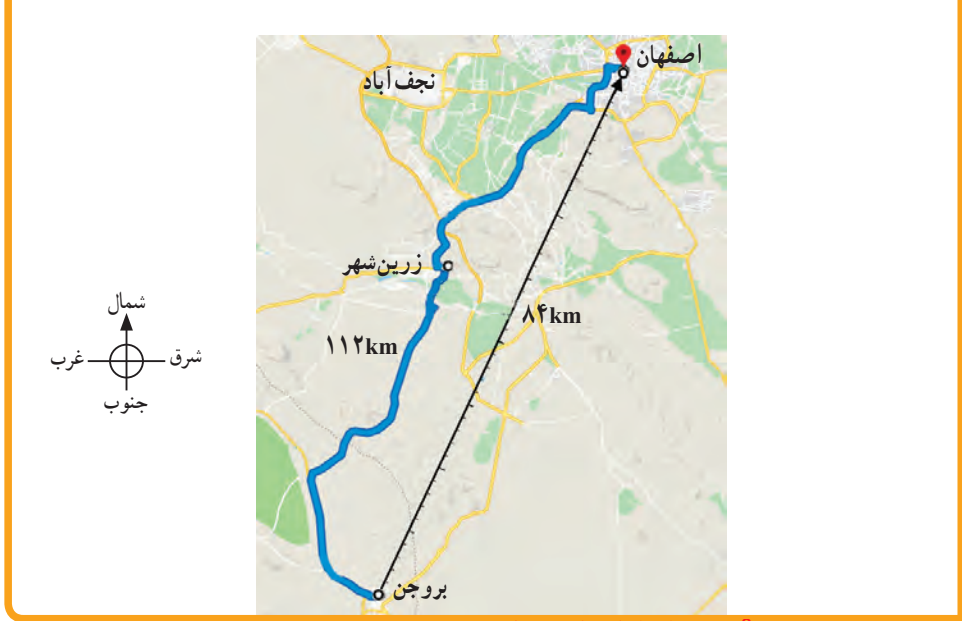
مفهوم این مقدار فیزیکی (سرعت متوسط) آن است که به طور متوسط خودرو در هر ساعت 48 کیلومتر به مقصد خود نزدیک تر شده است.

خود را بیازمایید

طول جاده بین شهر کوهستانی بروجن از شهر تاریخی اصفهان حدود 112 کیلومتر و فاصله مستقیم آنها 84 کیلومتر است (شکل صفحه بعد). اگر خودرویی فاصله بین دو شهر را در مدت 7° 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).

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{زمان صرف شده}} = \frac{112 \times 1000}{70 \times 60} = \frac{112000}{4200} = 26.7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 3/6 = 96 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$

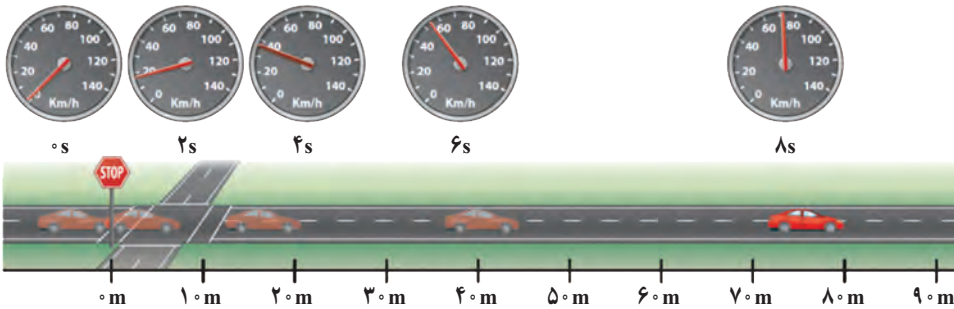
$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جابه جایی}}{\text{زمان صرف شده}} = \frac{84 \times 1000}{70 \times 60} = \frac{84000}{4200} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 3/6 = 72 \frac{\text{Km}}{\text{h}} \text{ (به طرف شمال شرقی)}$$



9- تندی لحظه ای را تعریف کنید؟

10- چرا تندی لحظه ای را تندی می گویند و مثال بزنید؟ **تندی لحظه‌ای**

وقتی به اجسام متحرک اطراف خود نگاه می کنیم، برخی تندتر و برخی کندتر حرکت می کنند. خیلی وقت‌ها هم دیده ایم که متحرک تندی حرکت خود را کمتر یا زیادتر می کند؛ مثلاً وقتی خودرویی پشت چراغ قرمز یک چهارراه توقف کرده است، تندی آن صفر است. با سبز شدن چراغ، به تدریج تندی خودرو افزایش می یابد تا از صفر به مقدار دلخواه برسد (شکل ۴). **تندی لحظه‌ای** (به تندی خودرو یا هر متحرک در هر لحظه، **تندی لحظه‌ای** گفته می شود) معمولاً برای سادگی در گفتار و نوشتار، «تندی لحظه‌ای» را به صورت «تندی» بیان می کنیم یا می نویسیم. بنابراین وقتی می گوئیم تندی متحرکی 18 m/s است منظور تندی لحظه‌ای است.



شکل ۴- وقتی به تندی سنج یک خودرو در حال حرکت نگاه می کنیم، می توان گفت که تندی خودرو در آن لحظه چقدر است.

شکل ۵ خودرویی را نشان می دهد که در امتداد مسیری مستقیم از نقطه A به نقطه B رفته است.¹¹ اگر در طول مسیر A تا B **تندی خودرو تغییری نکرده** باشد، تندی متوسط و تندی لحظه‌ای خودرو باهم برابرند. در این صورت می گوئیم خودرو **به طور یکنواخت** روی مسیر مستقیم حرکت کرده است. این نوع حرکت را، **حرکت یکنواخت روی خط راست** می نامند.¹² لازم است توجه کنید که (اگر متحرکی

11- حرکت یکنواخت بر روی خط راست را توضیح دهید؟

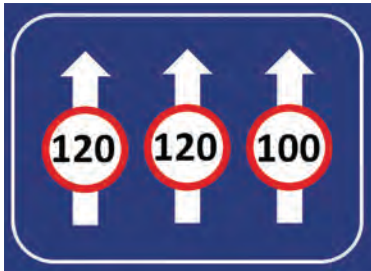
12- در مسیر غیرمستقیم چه زمانی حرکت یکنواخت می باشد؟

روی مسیری غیر مستقیم (مثلاً دور میدان یک شهر) با **تندی ثابت** حرکت کند، حرکت آن یکنواخت است)



شکل ۵

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.

$$\frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{مدت زمان}} = \text{تندی توسط} \rightarrow 112 = \frac{460}{\text{مدت زمان}} \rightarrow \text{مدت زمان} = \frac{460}{112} = \frac{4}{1} \text{ ساعت}$$

سرعت لحظه‌ای

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 **13- چه موقع سرعت یک متحرک را می‌دانیم؟**

سرعت، دو نوع اطلاع به ما می‌دهد. شکل ۶ اهمیت تفاوت بین تندی و سرعت را نشان می‌دهد. این (دو قایق به علت مه‌گرفتگی 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.

15- چه زمانی حرکت یک متحرک شتابدار است؟

16- شتاب متوسط را تعریف کنید؟

شتاب متوسط

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. ¹⁵ هنگامی که سرعت یک متحرک در حال تغییر باشد، می‌گوییم حرکتش دارای شتاب است (شتاب متوسط¹ متحرک به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$(۳) \quad \text{شتاب متوسط} = \frac{\text{تغییر سرعت}}{\text{مدت زمان تغییر سرعت}} \quad 16$$

17 (یکای شتاب از تقسیم یکای سرعت (m/s) بر یکای زمان (s) به دست می‌آید که متر بر مربع ثانیه (m/s²) است.)² 17- یکای شتاب چیست و چگونه به دست می‌آید؟

مثال ۴

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.

$$\text{(به طرف شرق)} \quad 72 \text{ km/h} - 18 \text{ km/h} = 54 \text{ km/h} = \text{تغییر سرعت}$$

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:

$$\text{(به طرف شرق)} \quad 15 \text{ m/s} = \frac{54}{3/6} \text{ m/s} \quad \text{(به طرف شرق) تغییر سرعت}$$

با توجه به تعریف شتاب متوسط داریم:

$$\text{(به طرف شرق)} \quad 3 \text{ m/s}^2 = \frac{15 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = \frac{\text{تغییر سرعت}}{\text{مدت زمان تغییر سرعت}} = \text{شتاب متوسط}$$

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 می دهد که با شتاب 31 m/s^2 در جهت شرق 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 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:

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

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

۱- موتورسواری در مسیر مستقیم از حال سکون شروع به حرکت می کند و پس از 6 ثانیه سرعت آن به 54 کیلومتر بر ساعت به طرف شمال شرق می رسد.



$$\text{تغییر سرعت} = 54 - 0 = 54 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$$

$$\text{تغییر سرعت} = 54 \div 3/6 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{تغییرات سرعت} = \frac{\text{تغییرات سرعت}}{\text{مدت زمان}} = \frac{15}{6} = 2/5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

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



$$\text{تغییر سرعت} = 8 - 0 = 8 \text{ m/s}$$

$$\text{مدت زمان} = 20 \times 60 = 1200 \text{ ثانیه}$$

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