

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان

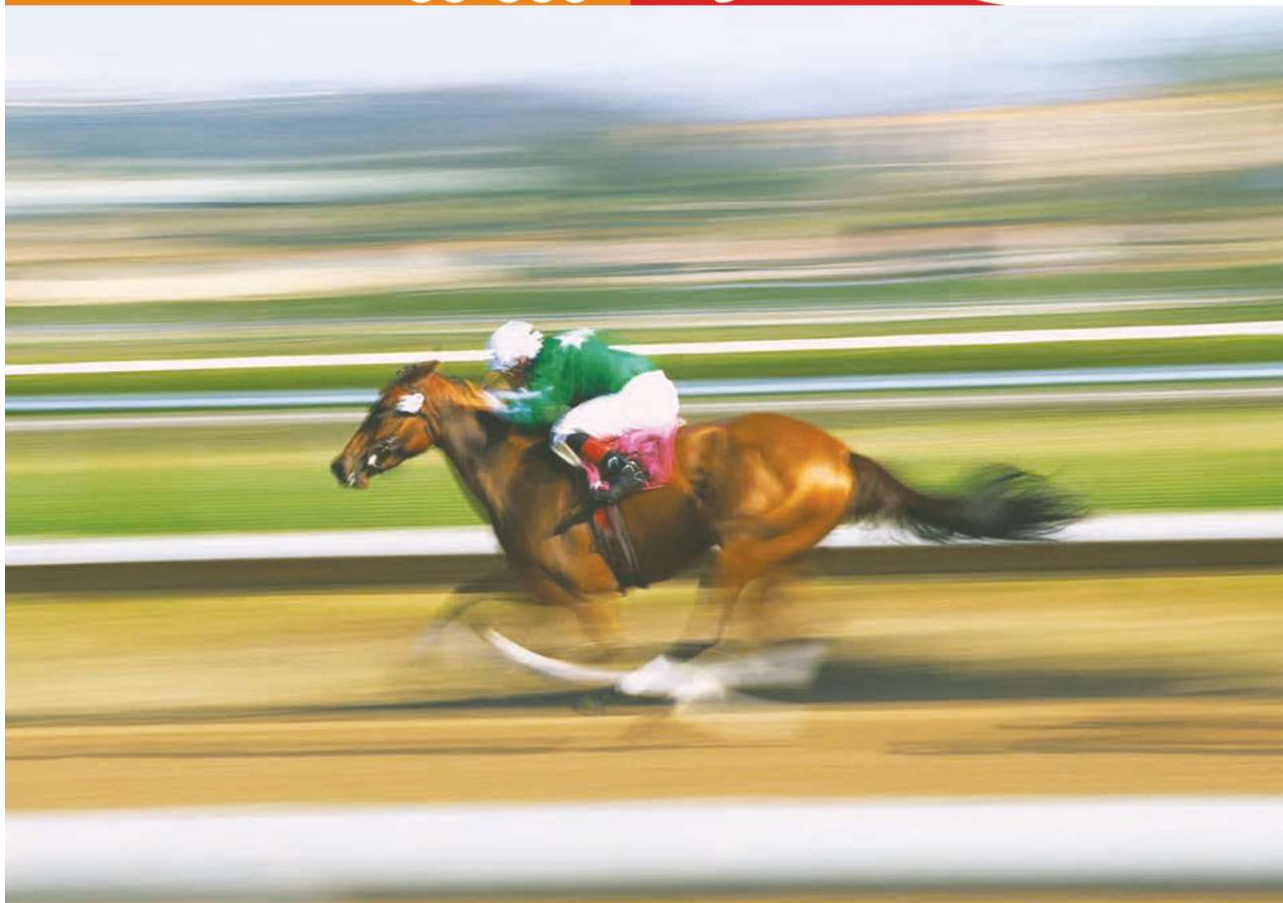
دبیرستان / دوره اول متوسطه

جلد ۵

فیزیک پایه نهم

# حرکت چیسست

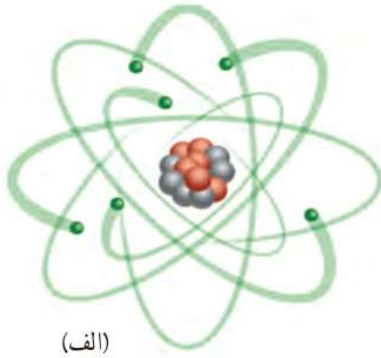
## فصل ۴



آیا می‌دانید بیشترین مسافت ثبت‌شده که تاکنون 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 هر یک از این کمیت‌های فیزیکی برای یک جسم در حال حرکت، می‌توان شناخت بهتری از حرکت آن جسم به دست آورد.

# فیزیک پایه نهم

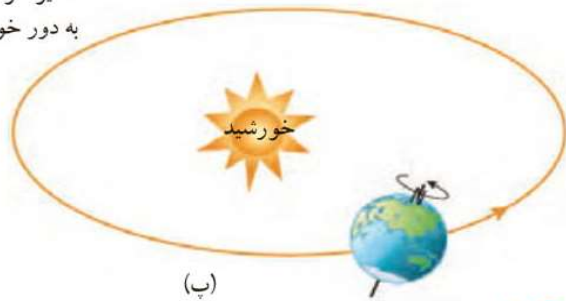


(الف)

## 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



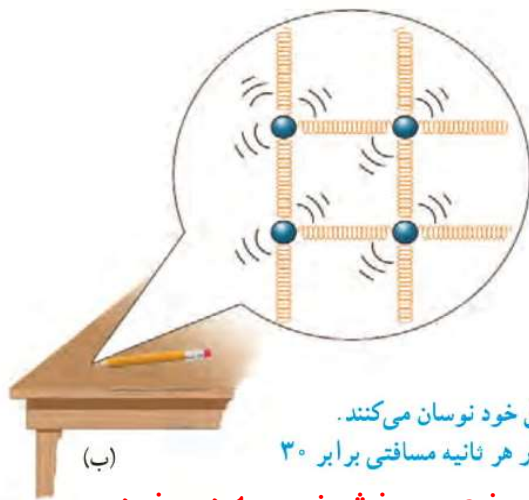
(ب)

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.



(ب)

**حرکت وضعی چرخش زمین به دور خود**  
**حرکت انتقالی چرخش زمین به دور خورشید**  
**هر دو در خلاف جهت عقربه‌های ساعت**  
**از غرب به شرق**



## 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



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

می‌پیماید. به مجموع طول‌هایی که این دانش‌آموز برای رفتن از خانه (مبدأ) تا مدرسه (مقصد) می‌پیماید، **مسافت پیموده شده** یا به اختصار **مسافت** می‌گوییم.

۱- مسافت را می‌توان با نماد  $s$  نشان داد.

**۱ - مسافت پیموده شده را تعریف کنید.**

**دبیر: اشرفی**

# فیزیک پایه نهم

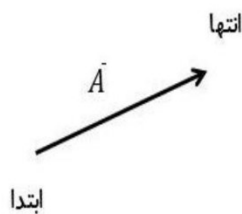


مورچه صحرایی با نام علمی کاتاکلیفیس فور تیس در زمینهای هموار صحرای آفریقا زندگی می کند. وقتی یکی از این مورچه ها به دنبال غذا می رود مسیری نامنظم را می پیماید. گاهی این مسیر پیچیده ی مورچه بیش از ۵۰۰ متر طول دارد آن هم روی شن های یکدست بدون هیچ مشنصه ای برای تشخیص محل. ولی وقتی مورچه تصمیم می گیرد به خانه بازگردد می پیید و مستقیم به سمت خانه اش می آید.

**چگونه مورچه در دشتی که در آن هیچ نشانه ای نیست راه خانه را می یابد؟**

**فیزیک چیست؟**

فیزیک با کمیات بسیاری سرو کار دارد که هم اندازه و هم جهت دارند. برای توصیف این کمیات زبان ریاضی ویژه ای نیاز است؛ زبان برداری. در فیزیک مهندسی برای توضیح پدیده های خاصی چون دوران و نیروهای مغناطیسی به بردار نیاز داریم.

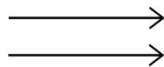


**بردار :**

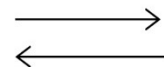
بردار پاره خطی است که دارای ابتدا و انتهای، جهت، راستا و اندازه مشخص باشد.



دو بردار هم جهت که راستای یکسانی ندارند



دو بردار هم جهت و هم راستا



دو بردار هم راستا که خلاف جهت یکدیگرند

از آنجا که بردارها دارای اندازه هستند پس می توان عملیات ریاضی مانند جمع، تفریق، ضرب و تقسیم را می توان روی آن ها انجام داد.

**بردار برآیند (جمع بردارها) :**

حاصل جمع دو یا چند بردار را بردار برآیند آن بردارها گویند. به عبارت دیگر اگر چند بردار داشته باشیم برآیند این چند بردار برداری است که می تواند جانشین آن بردارها شود. بردار برآیند را با نماد R نشان می دهند.

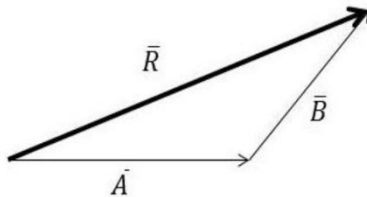
**دبیر: اشرفی**

# فیزیک پایه نهم

روش هندسی محاسبه بردار برآیند :

الف ( روش مثلثی :

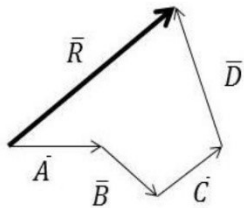
اگر دو یا چند بردار به گونه ای قرار گرفته باشند که انتهای هر بردار ابتدای بردار دیگر باشد ، ( بردارها به دنبال هم باشند ) در این صورت برداری که ابتدای آن ابتدای بردار اول و انتهای آن انتهای بردار آخری باشد این بردار را بردار برآیند آن چند بردار گویند. در حالتی که دو بردار داشته باشیم این دو بردار به همراه بردار برآیندشان تشکیل یک مثلث را می دهند و به همین دلیل است که به این روش ، روش مثلثی می گویند.



$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{R}$$

نکته ۳ :

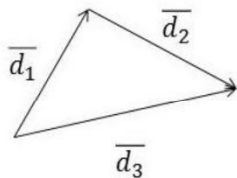
در صورتی که تعداد بردارها بیشتر از دو بردار باشد ، به شرط آنکه بردارها به دنبال هم قرار گرفته باشند برای محاسبه برآیند می توان از روش مثلثی استفاده کرد.



$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$$

نکته ۴ :

با توجه به مطلب گفته شده در بالا در می یابیم که اگر برآیند سه بردار  $\vec{d}_1$  ،  $\vec{d}_2$  و  $\vec{d}_3$  صفر باشد ، این سه بردار مطابق شکل روبه رو باید یک مثلث را به وجود آورند. اندازه های این سه بردار باید در نامساوی مثلثی زیر صدق کند.



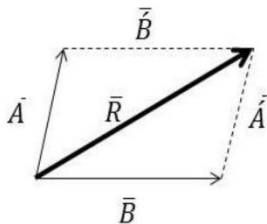
$$d_1 \leq d_2 + d_3$$

$$d_2 \leq d_1 + d_3$$

$$d_3 \leq d_1 + d_2$$

ب ( روش متوازی الاضلاع :

در صورتی که دو بردار هم مبدا داشته باشیم برای بدست آوردن بردار برآیند به این گونه عمل می کنیم که از انتهای هر بردار خطی موازی با بردار دیگر رسم می کنیم این دو خط در نقطه ای به هم برخورد می کنند. چهار ضلعی حاصل متوازی الاضلاع است. اگر مبدا دو بردار را به نقطه تلافی وصل کنیم قطر اصلی متوازی الاضلاع رسم کرده ایم که برابر برآیند این دو بردار است.



$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$

دبیر: اشرفی

# فیزیک پایه نهم

۳- بردار را تعریف کنید.

۴- کوتاه ترین فاصله میان دو نقطه چیست؟

همان طور که می دانیم کوتاه ترین فاصله یا مسیر بین دو نقطه، پاره خط راستی است که آن دو نقطه را به یکدیگر 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  $\vec{d}$  نشان می دهیم. اندازه بردار جابه جایی را به اختصار **جابه جایی** می نامیم و آن را با  $d$  نشان می دهیم.

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

۲- جابه جایی را تعریف کنید.

## فعالیت

مسافت و جابه جایی هر دو از جنس طول اند و برحسب متر (m) اندازه گیری می شوند، ولی می توانیم آنها را برحسب واحدهای بزرگ تر یا کوچک تر 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، جابه جایی دانش آموز را به کمک خط کش به دست آورید.

نکته فعالیت: مسافت طی شده همواره بزرگتر یا مساوی جابه جایی است.

## فکر کنید

یک جسم باید چگونه حرکت کند تا مسافت طی شده توسط آن با اندازه بردار جابه جایی اش یکسان باشد؟ زمانی که بر روی خط راست و بدون تغییر جهت در حال حرکت باشد.

## 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.

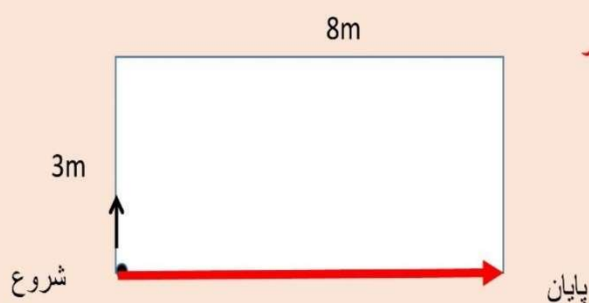
۴۱

الف) ۱۴۱۸ متر یا حدوداً ۱.۵ کیلومتر.  
ب) طبق مقیاس هر یک سانت ۱۰۰ متر است و طول جابه جایی ۸ سانت است که ۸۰۰ متر خواهد شد.

دبیر: اشرفی

در شکل زیر مسافت چند متر است؟

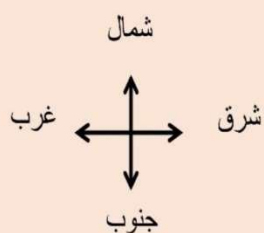
مسافت شامل سه طول می شود.  $۱۴ = ۳ + ۸ + ۳$  متر



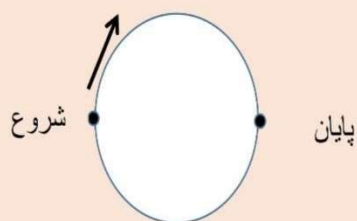
جابجایی چند متر است؟

جابجایی برداری است که نقطه شروع را به پایان متصل می کند

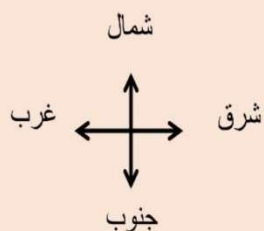
طبق شکل جابجایی  $= ۸$  متر به سمت شرق



در شکل زیر، مسافت چند متر است؟ ( قطر دایره، ۲۰ متر است و عدد  $\pi = ۳$  ).



جابجایی چند متر است؟

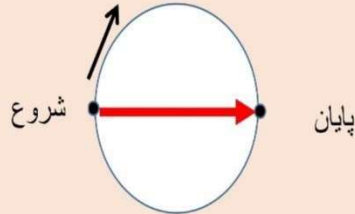


در شکل زیر، مسافت چند متر است؟ ( قطر دایره، ۲۰ متر است و عدد  $\pi = 3$  ).

مسافت = نصف محیط دایره.

محیط دایره = قطر  $\times \pi = 60$  متر

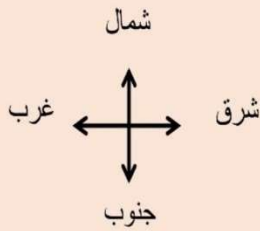
پس مسافت = ۳۰ متر



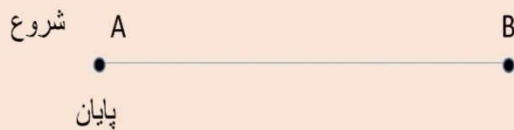
جابجایی چند متر است؟

جابجایی برداری است که مبدا را به مقصد متصل می کند پس طبق

شکل، بردار جابجایی = قطر دایره = ۲۰ متر به سمت شرق



در شکل زیر مسافت چند متر است؟ ( از نقطه A به نقطه B رفته؛ بر می گردد ). ( فاصله A تا B ۵۰ متر است ).



در این شکل جابجایی چند متر است؟



در شکل زیر مسافت چند متر است؟ ( از نقطه A به نقطه B رفته؛ بر می گردد ). ( فاصله A تا B ۵۰ متر است ).

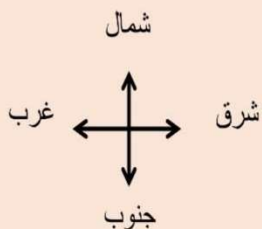
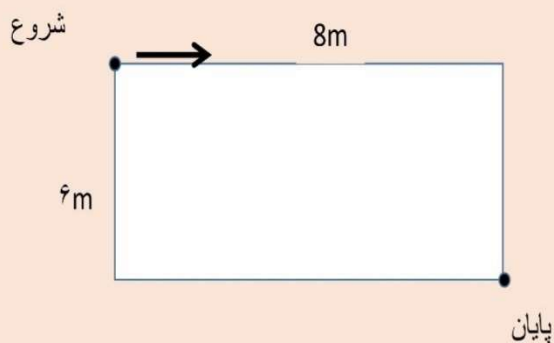


مسافت = مجموع طول ها =  $50 + 50 = 100$  متر

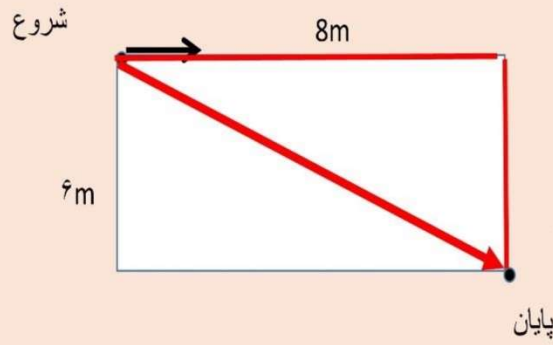
در این شکل جابجایی چند متر است؟

از آنجایی که به مبدا برگشته پس نقطه شروع و پایان یکی است در نتیجه طول بردار جابجایی = ۰

در شکل زیر جابجایی و مسافت چند متر است؟



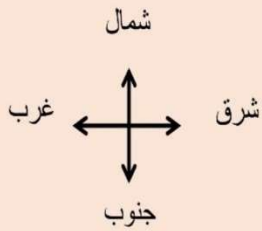
در شکل زیر جابجایی و مسافت چند متر است؟



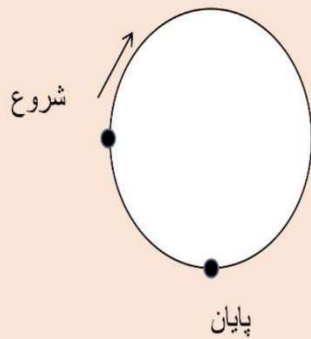
مسافت = مجموع طول های پیموده شده =  $8 + 6 = 14$  متر

جابجایی: طبق شکل = قطر مستطیل = وتر مثلث قائم الزاویه  
پس به کمک رابطه فیثاغورث طول بردار جابجایی ( وتر ) را به دست می آوریم.

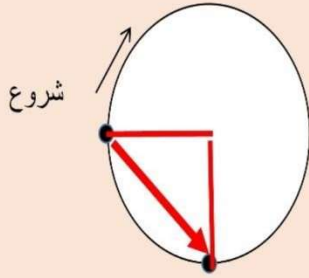
جابجایی =  $10$  متر به سمت جنوب شرق



در شکل زیر مسافت و جابجایی چند متر است؟ ( قطر دایره  $12$  متر است و عدد  $\pi = 3$  ).



در شکل زیر مسافت و جابجایی چند متر است؟ ( قطر دایره ۱۲ متر است و عدد  $\pi = 3$  ).



$$\text{مسافت} = \frac{3}{4} \text{ محیط دایره}$$

$$\text{محیط دایره} = \pi \times \text{قطر} = 36 \text{ متر}$$

$$\text{مسافت} = 36 \times \frac{3}{4} = 27 \text{ متر}$$

جابجایی = برداری که مبدا را به مقصد متصل می کند.

طبق شکل، جابجایی = وتر مثلث قائم الزاویه ای که دو ضلع آن شعاع دایره

پس طبق رابطه قیثاغورث جابجایی را به دست می آوریم.

$$\text{جابجایی} = \sqrt{72} \text{ به سمت جنوب شرق}$$

یک خودرو مسافت ۹۳۰ کیلومتری میبد تا مشهد را در ۱۵ ساعت پیموده. در هر ساعت چند کیلومتر

پیموده؟ تندی متوسط این متحرک چقدر است؟

## ۵- تندی متوسط را تعریف نمایید.

### تندی متوسط

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

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

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<sup>۲</sup>.

### 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 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.

### خود را بیازمایید



۱- رکورد جهانی دوی ۱۰۰ متر مردان، ۹/۵۸ ثانیه و در اختیار اوسین بولت دوندۀ 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.

۱- Average speed

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

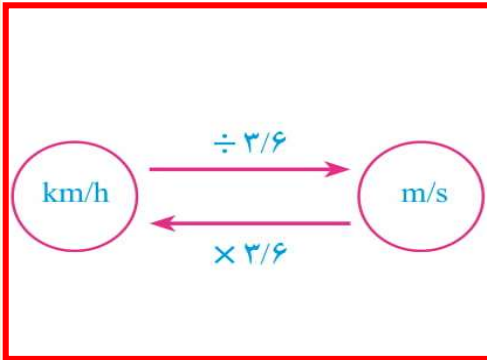
$$S_{av} = \frac{100}{9.58} = 10.43 \frac{m}{s} \quad \text{یعنی در هر ثانیه حدود ۱۱ متر را طی می کند.}$$

**دبیر: اشرفی**

فاصله منزل تا مدرسه حدود ۱۷۵۶۳ قدم است. با فرض اینکه روی مسیر مستقیم حرکت کرده باشیم، پس از ۷۷ دقیقه به مدرسه خواهیم رسید. در حالی که این مسیر توسط ماشین در مدت ۱۵ دقیقه طی خواهد شد.

# فیزیک پایه نهم

## نکته: تبدیل یکاهای سرعت



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.



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.

$$\text{متر بر ثانیه} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{زمان صرف شده}} = \frac{1000 \times \frac{3}{4}}{6 \times 60} = \frac{3400}{360} = 9/444$$

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

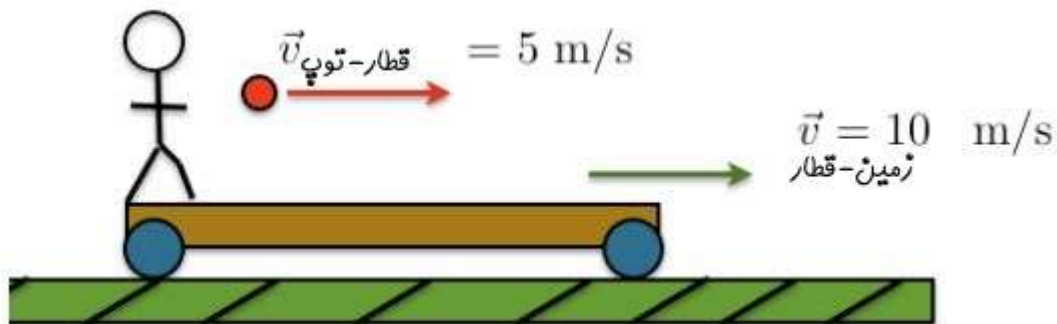
متحرک	مسافت طی شده	زمان صرف شده	تندی متوسط
دوچرخه	۱۰۰۰ m	۱۵ s	۶/۶۶۷ m/s
مانندین مسابقه	۱۰۰۰ m	۱۰ s	۱۰۰ m/s
هوایمای مسافربری	۱۰۰۰ m	۴ s	۲۵۰ m/s
صوت	۱۰۰۰ m	۳ s	۳۳۳/۳۳
ناتال فضایی	۱۰۰۰ m	۱/۸ s	۱۰۰۰۰ m/s

## تکمیلی!

### مفهوم نسبی بودن حرکت

هنگامی که شما در یک ماشین، اتوبوس یا قطار باشید، مشاهده می‌کنید که درخت‌ها، ساختمان‌ها و دیگر اشیاء قرار گرفته در محیط، به سمت عقب حرکت می‌کنند. اما آیا آن‌ها واقعا به سمت عقب حرکت می‌کنند؟ بدیهی است که پاسخ این سوال منفی خواهد بود. شما خوب می‌دانید که تمامی این اشیاء ساکن بوده و دلیل حرکتشان، حرکت شما به سمت جلو است.

فرض کنید در قطاری هستید که با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه در حال حرکت است. در همین حال توپی را با سرعت ۵ متر بر ثانیه را در جهت حرکت قطار پرتاب می‌کنیم.



به نظر شما شخصی که روی زمین قرار گرفته، سرعت توپ را برابر با چه عددی اندازه‌گیری می‌کند؟



# تکمیلی!

## مفهوم نسبی بودن حرکت

شاید این سوال برایتان پیش آمده باشد که سرعت ۵ متر بر ثانیه که به توپ نسبت داده شده، نسبت به چه چیزی است؟ بایستی توجه داشته باشید که این سرعت، نسبت به قطار است. در مثال فوق می‌توان سرعت‌های نسبی را به صورت زیر تعریف کرد.

✓ سرعت توپ نسبت به قطار

✓ سرعت قطار نسبت به زمین

✓ سرعت توپ نسبت به زمین

اما ناظری که روی زمین قرار دارد، سرعت توپ را برابر با چه عددی اندازه‌گیری می‌کند؟ در حقیقت سوال، سرعت توپ نسبت به زمین را می‌خواهد.

ادامه دارد...



## فیزیک پایه نهم

### سرعت متوسط:

در صورتی که نسبت اندازه بردار جا به جایی به زمان سپری شده برای آن جا به جایی را بدست آوریم، در واقع سرعت متوسط را محاسبه کرده ایم.

سرعت متوسط را با نماد  $\bar{v}$  نمایش می دهیم و یکای آن مانند تندی  $\frac{m}{s}$  خواهد بود.

بنابراین فرمول سرعت متوسط به شکل زیر خواهد بود:

$$\bar{v} = v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

که در رابطه فوق،  $\Delta x$  جا به جایی متحرک خواهد بود.

### مفهوم $\Delta x$ :

نماد دلتا، هنگامی که در پشت متغیری قرار می گیرد، به معنی محاسبه تغییرات آن متغیر است. یعنی هنگامی که ما نماد دلتا را در پشت متغیری قرار می دهیم، باید حالت اولیه آن متغیر را از حالت ثانویه آن کم کنیم:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

متغیر  $x$  نشان دهنده مکان جسم است. اختلاف مکان ثانویه و مکان اولیه، برابر با جا به جایی خواهد بود.



## فیزیک پایه نهم

### نکته مهم:

تفاوت های تندی متوسط و سرعت متوسط عبارتند از:

✓ مسافت طی شده کمیتی عددی و جا به جایی کمیتی برداری است، بنابراین

تندی متوسط کمیتی عددی و سرعت متوسط کمیتی برداری است.

✓ از آنجا که مسافت طی شده توسط یک متحرک همواره از جا به جایی آن

بزرگتر یا مساوی است، بنابراین در طی یک بازه زمانی مشخص، تندی

متوسط از سرعت متوسط بزرگتر خواهد بود.

$$\text{تندی متوسط} = \frac{\text{مسافت طی شده}}{\text{مدت زمان لازم برای طی شدن مسافت}}$$

$$\text{سرعت متوسط} = \frac{\text{جا به جایی}}{\text{مدت زمان لازم برای طی شدن جا به جایی}}$$

## فیزیک پایه نهم

### مثال:

۱- متحرکی در لحظه  $t_1 = 10s$  در مکان  $x_1 = 15m$  قرار دارد. اگر این متحرک در لحظه  $t_2 = 20s$  در مکان  $x_2 = 35m$  باشد، سرعت متوسط آن را بدست آورید.

۲- متحرکی در مکان  $x_1 = 45m$  قرار دارد. ۳۰ ثانیه بعد این متحرک به مکان  $x_2 = 105m$  می رسد. سرعت متوسط این متحرک را بدست آورید.

۳- متحرکی در مدت ۱۲۰ ثانیه، به اندازه ۲۴۰ متر جا به جا می شود. سرعت متوسط این متحرک را بدست آورید.

۴- سرعت متوسطه متحرکی ۶۰ متر بر ثانیه است، جا به جایی این متحرک در مدت ۲۰ ثانیه را بدست آورید.

۵- اتومبیلی ۴۰ کیلومتر به طرف جنوب و پس از آن ۳۰ کیلومتر به طرف شرق حرکت می کند. اگر این حرکت در مدت ۲ ساعت انجام شود، سرعت متوسط این اتومبیل چند کیلومتر بر ساعت و چند متر بر ثانیه خواهد شد؟

۶- دونده ای ۷۵٪ از مسیر مسابقه را که به شکل دایره ای به شعاع ۱۰ متر است در مدت ۲۰ ثانیه دویده است. سرعت متوسط این دونده را بدست آورید.

## فیزیک پایه نهم

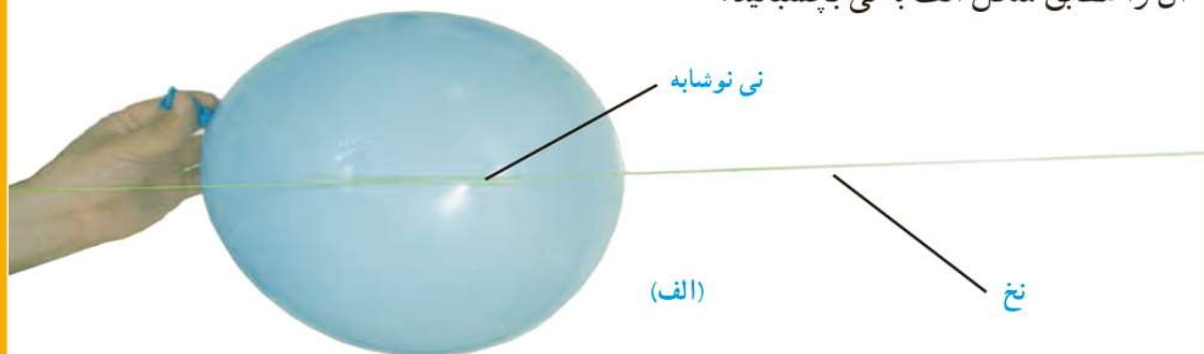
۶- آزمایشی طراحی کنید، که به وسیله آن سرعت متوسط یک متحرک را بتوان اندازه گیری کرد.

### 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- تکه‌ای از نی نوشابه به طول تقریبی  $10^{\circ}$  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.
- ۶- نسبت جابه‌جایی بادکنک را به مدت زمان صرف شده حساب کنید.
- ۷- اندازه‌گیری و محاسبه‌ها را چند بار تکرار کنید تا دقت آنها بیشتر شود.

# فیزیک پایه نهم

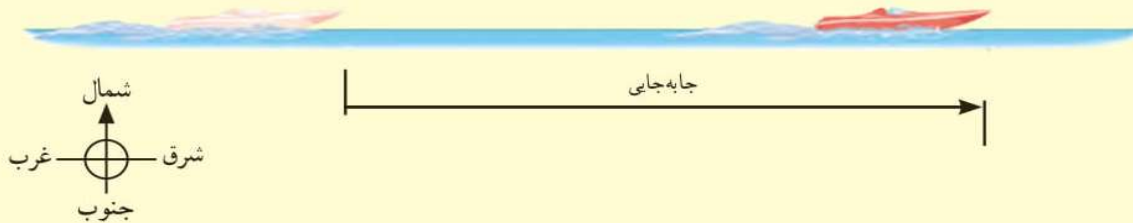
سرعت متوسط<sup>۱</sup> به صورت زیر تعریف می شود:

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

اگر جابه جایی بر حسب متر و زمان بر حسب ثانیه باشد، سرعت متوسط بر حسب متر بر ثانیه بیان می شود<sup>۲</sup>.

## 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:

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

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  $\frac{۳}{۶}$  ضرب کنیم. به این ترتیب داریم:

$$\text{سرعت متوسط (به طرف شرق)} = (۱۴ \times \frac{۳}{۶}) \text{ km/h} = ۷ \text{ km/h}$$

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.

۱- Average velocity

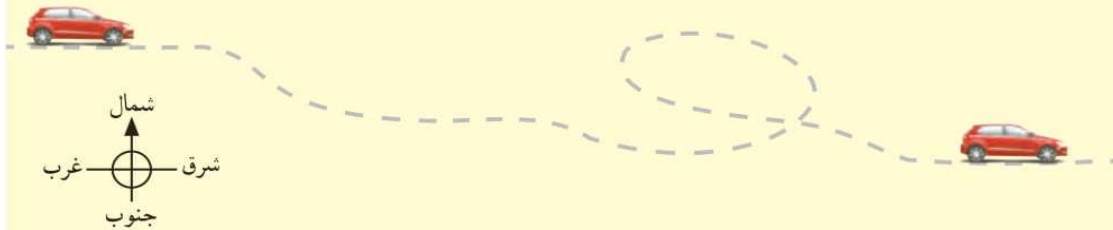
زیرا بر روی مسیر  
مستقیم حرکت  
می کند.

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

دبیر: اشرفی

## مثال ۳

خودرویی مسیری مطابق شکل زیر را در مدت ۳۰ دقیقه طی می‌کند. اگر طول مسیر (مسافت) برابر ۴۶ کیلومتر و بردار جابه‌جایی 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:

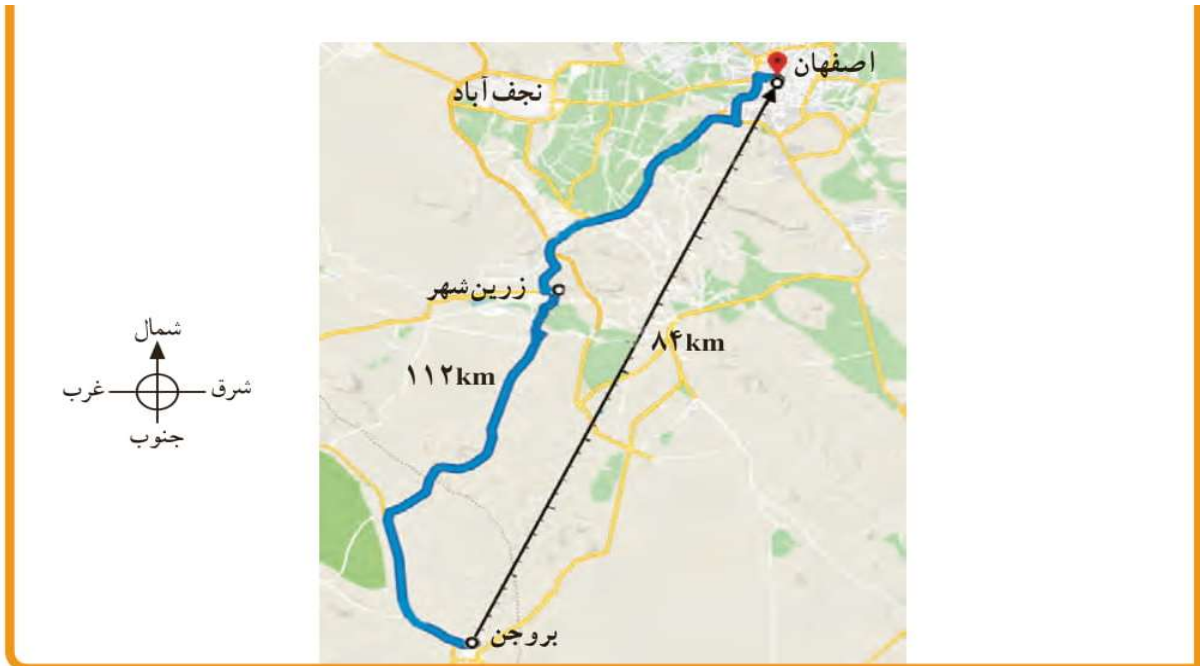
$$\text{سرعت متوسط} = \frac{24 \text{ km (به طرف جنوب شرقی)}}{\frac{1}{2} \text{ h}} = 48 \text{ km/h (به طرف جنوب شرقی)}$$

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

## 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).

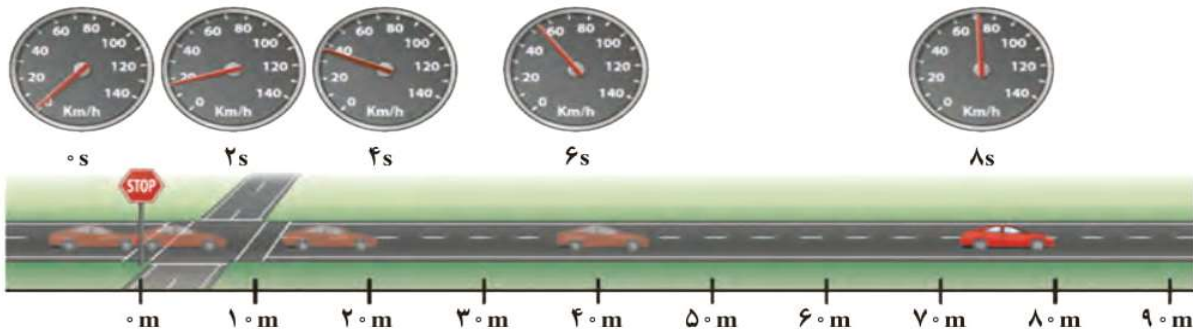
$$S_{av} = \frac{112 \text{ km}}{\frac{70}{60} \text{ h}} \quad v_{av} = \frac{84 \text{ km}}{\frac{70}{60} \text{ h}}$$



## تندی لحظه‌ای - ۷- تندی لحظه‌ای چیست؟

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. تندی در هر لحظه را «تندی لحظه‌ای» می‌گویند. 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  $18 \text{ m/s}$  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.

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

## تکمیلی!



### محاسبه سرعت نسبی

#### سرعت نسبی

اگر  $\vec{v}_A$  سرعت متحرک A نسبت به مبدأ O (زمین) و  $\vec{v}_B$  سرعت متحرک B نسبت به مبدأ O (زمین) باشد، سرعت متحرک B نسبت به متحرک A را می‌توان از رابطهٔ روبه‌رو به‌دست آورد:

$$\vec{v}_{\text{نسبی}} = \vec{v}_B - \vec{v}_A \quad (۲)$$

**تذکره:** هنگامی می‌توان از رابطهٔ (۲) استفاده کرد که مدت زمان در نظر گرفته شده برای هر دو متحرک یکسان باشد، یعنی هر دو در این مدت زمان در حرکت باشند.

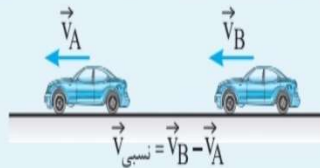
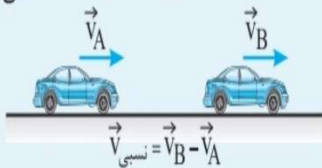
**نکته:** برای محاسبهٔ سرعت نسبی (سرعت B نسبت به A) باید از تفریق برداری استفاده کنیم. توجه کنید که در این رابطه، بردارهای سرعت (همراه با جهت) در نظر گرفته می‌شود.

**راهنما (۱۹):** برای محاسبهٔ سرعت نسبی دو متحرک که روی خط راست حرکت می‌کنند، دو حالت کلی زیر را در نظر می‌گیریم:

الف) دو متحرک در یک جهت حرکت می‌کنند:

در این حالت بزرگی سرعت نسبی دو متحرک، از تفریق بزرگی سرعت آن‌ها به‌دست می‌آید:

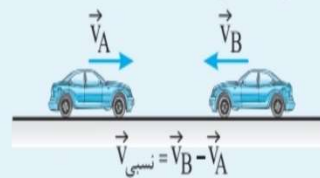
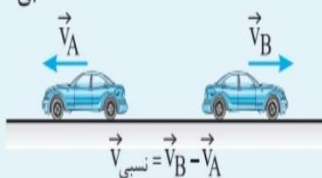
$$|\vec{v}_{\text{نسبی}}| = |\vec{v}_B - \vec{v}_A|$$



ب) دو متحرک در خلاف جهت حرکت می‌کنند:

در این حالت بزرگی سرعت نسبی دو متحرک، از مجموع بزرگی سرعت هریک از آن‌ها حساب می‌شود:

$$|\vec{v}_{\text{نسبی}}| = |\vec{v}_B| + |\vec{v}_A|$$



# فیزیک پایه نهم

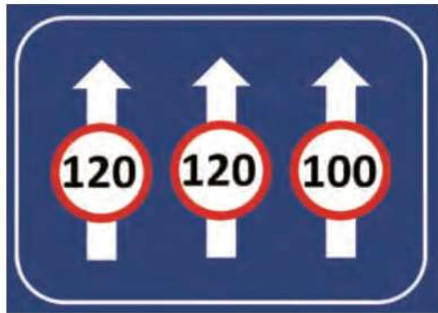
## ۹- حرکت یکنواخت، به چه حرکتی گفته می شود؟

روی مسیری غیرمستقیم (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.

$$33.33 \frac{m}{s}$$

$$4.1h$$

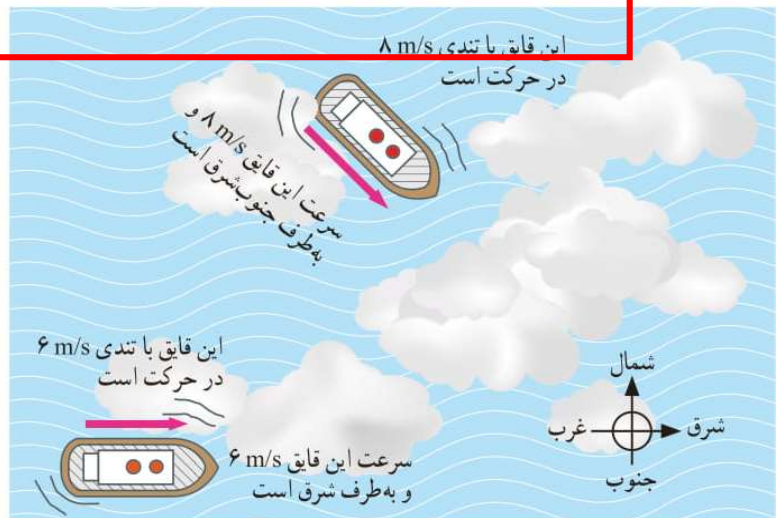
### سرعت لحظه‌ای

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<sup>۱</sup>. 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.

۱۰- تفاوت تندی و سرعت چیست؟

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.



## فیزیک پایه نهم

$$\Delta x = v \times t$$

جا به جایی

سرعت لحظه ای

زمان

$$\Delta x = x - x_0$$

مکان در لحظه t

مکان اولیه

$$x - x_0 = v \times t$$

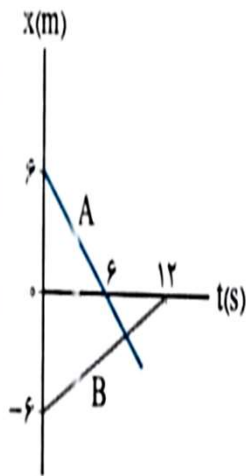
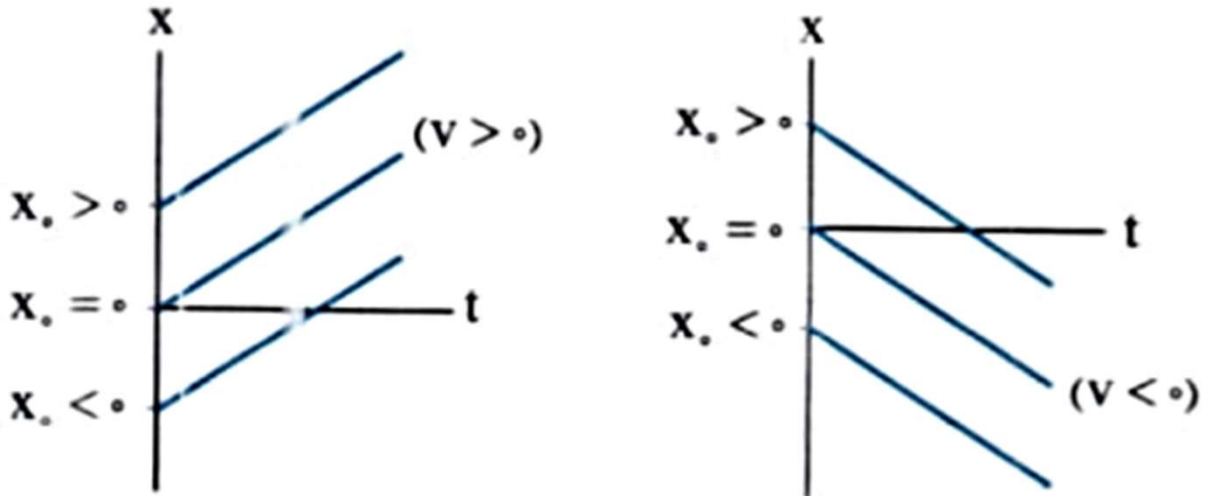
$$x = v \times t + x_0$$

معادله مکان-زمان

حرکت یکنواخت

# فیزیک پایه نهم

## نمودار مکان-زمان حرکت یکنواخت :



**تذکره** نمودار مکان - زمان دو متحرک A و B که روی خط راست حرکت می کنند، مطابق شکل

روبه رو است. دو متحرک در چه لحظه ای بر حسب ثانیه به هم می رسند؟

۷ (۱)

۷/۵ (۲)

۹ (۳)

۸ (۴)

**پاسخ** گزینه ۴ **گام اول** شیب نمودار B که سرعت متحرک B را نشان می دهد، تعیین می کنیم و معادله حرکت آن را می نویسیم:

$$v_B = \frac{\Delta x_B}{\Delta t} = \frac{0 - (-6)}{12} = 0.5 \text{ m/s} \Rightarrow x_B = v_B t + x_{0,B} = 0.5t - 6$$

$$v_A = \frac{\Delta x_A}{\Delta t} = \frac{0 - 6}{6} = -1 \text{ m/s} \Rightarrow x_A = v_A t + x_{0,A} = -t + 6$$

همین کار را برای A انجام می دهیم:

**گام دوم** در لحظه ای که دو متحرک به هم می رسند در یک مکان واقع می شوند:

$$x_A = x_B \Rightarrow -t + 6 = 0.5t - 6 \Rightarrow 1.5t = 12 \Rightarrow t = 8 \text{ s}$$

**دبیر: اشرفی**

## فیزیک پایه نهم

### مثال حرکت یکنواخت :

۱- متحرکی در مبدا زمان، از فاصله ۵ متری مبدا حرکت خود را آغاز می کند و با سرعت ثابت ۱۰ متر بر ثانیه حرکت می کند. مکان جسم پس از ۱۵ ثانیه حرکت را بدست آورید.

۲- متحرکی با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه در حال حرکت است. پس از ۱۵ ثانیه حرکت به فاصله ۴۰۰ متری مبدا می رسد. مکان اولیه متحرک را بدست آورید.

۴- متحرکی از مکان ۴۰ متری مبدا حرکت خود را آغاز کرده و پس از ۲۰ ثانیه به مکان ۱۴۰ متری مبدا می رسد. سرعت حرکت متحرک را بدست آورید.

۵- معادله مکان-زمان متحرکی به صورت  $x = 5t + 10$  است. مکان این متحرک در لحظه ۲۰ ثانیه را بدست آورید.

۶- معادله مکان زمان متحرکی به صورت  $x = 8t + x_0$  است. اگر این متحرک در لحظه  $t=15s$  در مکان ۱۴۰ متری مبدا باشد، مکان اولیه متحرک را بدست آورید.

۷- معادله مکان زمان متحرکی به صورت  $x = vt + 25$  است. اگر مکان متحرک در لحظه  $t=20s$  برابر با ۱۲۰ متر باشد، سرعت متحرک را بدست آورید.