آموزش فیزیک دوازدهم

فصل اول: حرکت بر خط راست

(جزوه و خلاصه نکات لازم)

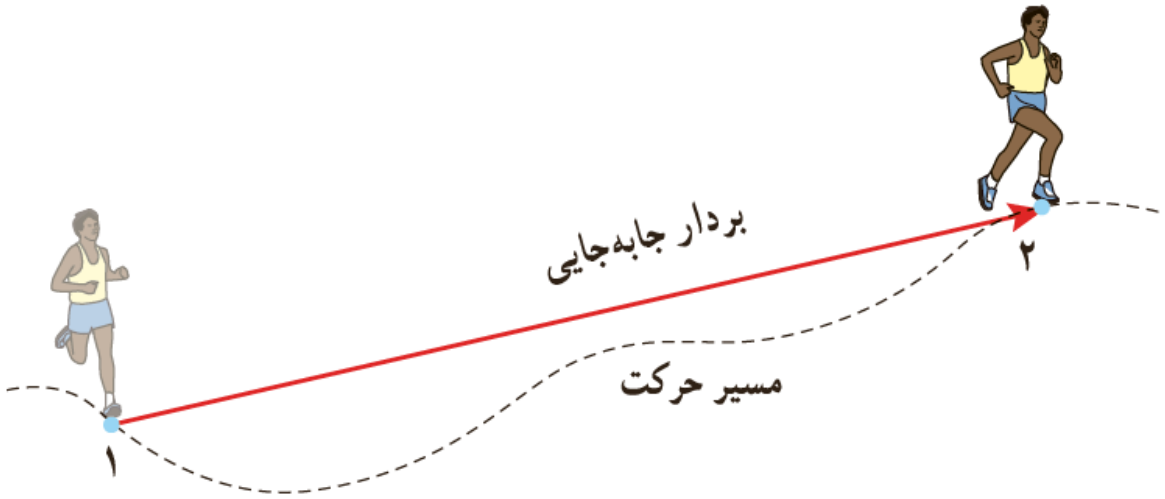
کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به سایت علی جبرا است و هرگونه استفاده از این اثر و انتشار آن در پایگاه‌های مجازی بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرارمیگیرند.

ALIGEBRA.COM

حسین هاشمی (۰۹۱۲۷۷۴۴۲۸۱)

مسافت پیموده شده (l)

- ✓ **طول مسیری** که شخص از نقطه ۱ به نقطه ۲ رفته است, **مسافت پیموده شده** گفته می‌شود. (مسیر خط‌چین)
- ✓ مسافت پیموده شده کمیتی **نرده‌ای** است. (**اندازه** + **یکا**) : $l = ۲۰m$
- ✓ مسافت پیموده شده همیشه **بزرگ‌تر مساوی صفر** است. (کمیت نرده‌ای مقدار منفی ندارد!)
- ✓ مسافت پیموده شده به **مسیر حرکت** وابسته است.
- ✓ یکای مسافت پیموده شده **متر** است. (m)



مسافت پیموده شده (l)

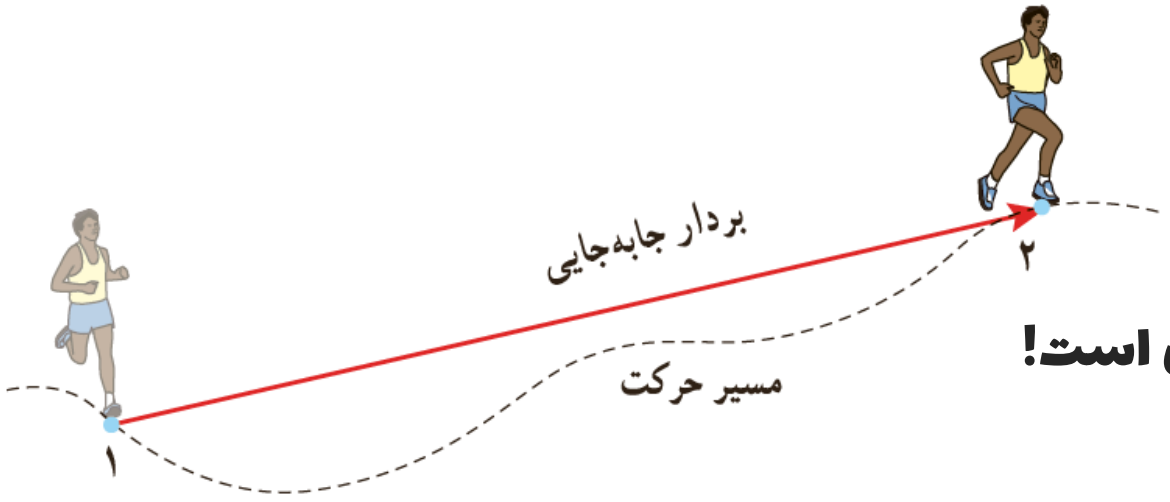
❖ **نکته:** اگر مسیر حرکت **دایره‌ای** باشد, مسافت پیموده شده **نسبتی از محیط دایره** است. مثلا اگر ماشینی دور میدانی به شعاع ۲ متر یک چهارم دور زده باشد مسافت پیموده شده یک چهارم محیط دایره می‌شود.

$$l = \frac{\text{محیط دایره}}{۴} = \frac{۲\pi r}{۴} = \frac{۲\pi \times ۲}{۴} = \pi = ۳/۱۴m$$

❑ **خودمونی:** اینجوری فرض کن یک شخص از نقطه ۱ به نقطه ۲ رفته باشه برای این که بخوایم مسافت طی شده رو حساب کنیم باید متراژ تک تک قدم‌هایی که برداشته رو بریم حساب کنیم و با هم جمع کنیم, یعنی هر چی زحمت کشیده رو باید حساب کرد و هیچی رو از قلم نینداخت! مسافت به تلاش ما نمره می‌ده!

بردار جابه‌جایی $(\vec{d})$

- ✓ پاره‌خط **جهت‌داری** که **مکان آغازین** حرکت را به **مکان پایانی** حرکت وصل می‌کند **بردار جابه‌جایی** نامیده می‌شود.
- ✓ بردار جابه‌جایی کمیتی **برداری** است. (**اندازه** + **یکا** + **جهت**) : $\vec{d} = ۱۸\ m$ به طرف شمال
- ✓ برای بردار جابه‌جایی **مسیر حرکت** اصلا **مهم نیست**! یعنی اگر از نقطه ۱ به نقطه ۲ از هزار مسیر مختلف برود، بردار جابه‌جایی برای همه آن‌ها **برابر** است.



- ✓ برای بردار جابه‌جایی فقط **نقطه شروع** و **پایان** مهم است.
- ✓ بردار جابه‌جایی **کوتاه‌ترین** فاصله بین نقطه شروع و پایان است!
- ✓ یکای بردار جابه‌جایی **متر** است. (m)

بردار جابه‌جایی $(\vec{d})$

❖ **نکته:** اگر نقطه شروع و پایان یکی باشند اندازه بردار جابه‌جایی **صفر** است. مثال: توپی را به بالا پرتاب کنیم و به نقطه شروع برگردد جابه‌جایی آن در کل حرکت **صفر** است.

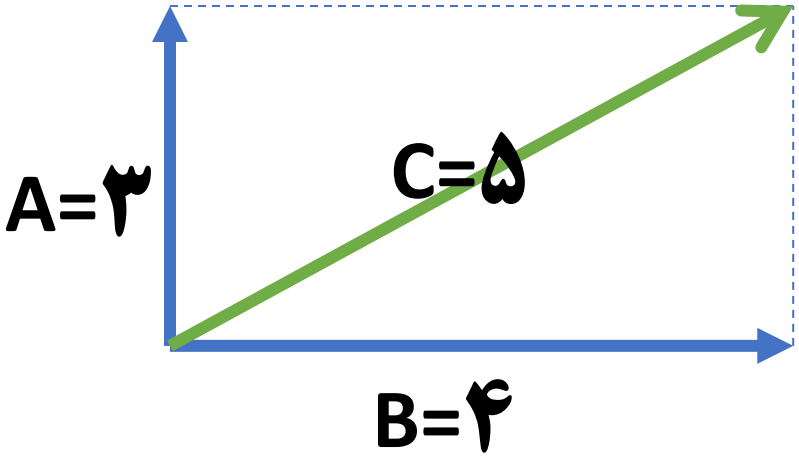
❑ **خودمونی:** برخلاف مسافت پیموده شده که خیلی به تلاش ما اهمیت می‌ده جناب جابه‌جایی کاملا نتیجه گراست! یعنی اصلا براش مهم نیست چقدر زحمت کشیدیم. فقط به این کار داره که چقدر به هدف نزدیک‌تر شدیم. مثلا شخصی از مشهد میره تهران و برمیگرده به مشهد با این که مسافت پیموده شده حدود ۲۰۰۰ کیلومتر میشه جابه‌جاییش در کل حرکت میشه صفر! یعنی جابه‌جایی میگه مشهد بودی الانم مشهدی! مسافت پیموده شده به تلاش نمره میده جابه‌جایی به نتیجه! کدومش درسته؟

ریاضی نمک فیزیکه

✓ چون بردار جابه‌جایی از خانواده عزیز **کمیت‌های برداری** است عددهای **پرتکرار** برآیند بردارها رو بررسی کنیم:

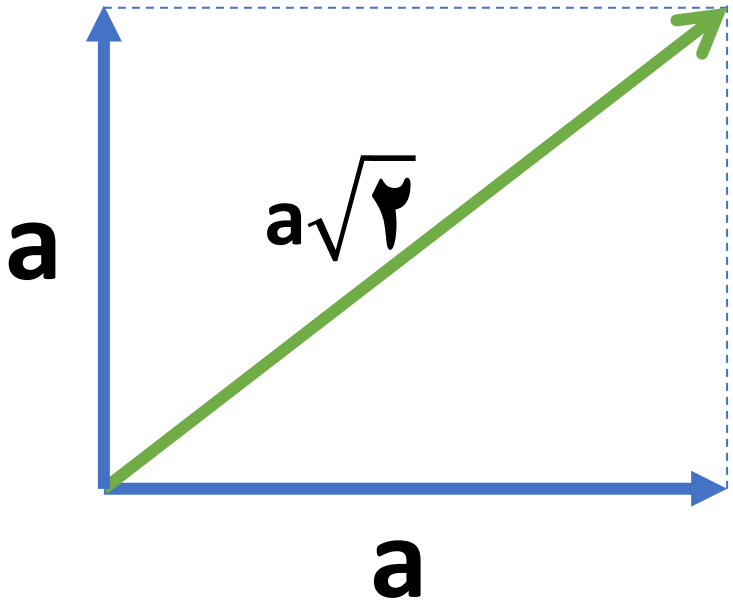
A	B	C
۳	۴	۵
۶	۸	۱۰
۹	۱۲	۱۵
۱۲	۱۶	۲۰
۳۰	۴۰	۵۰
۶۰	۸۰	۱۰۰

✓ مثلث ۵-۴-۳: اگر در مثلث قائم الزاویه یکی از اضلاع ۳ و دیگری ۴ باشد وتر طبق رابطه فیثاغورث ۵ می‌شود. همین رابطه بین ضریب‌های این عددها نیز برقرار است. کاربرد: برایند دو بردار عمود بر هم



$$A^{۲} + B^{۲} = C^{۲}$$

- ✓ هر دو ضلع برابر باشند: اگر در مثلث قائم الزاویه هر دو ضلع با هم برابر باشند وتر از حاصل‌ضرب یکی از اضلاع در رادیکال ۲ محاسبه می‌شود.
- ✓ کاربرد: برایند دو بردار عمود بر هم

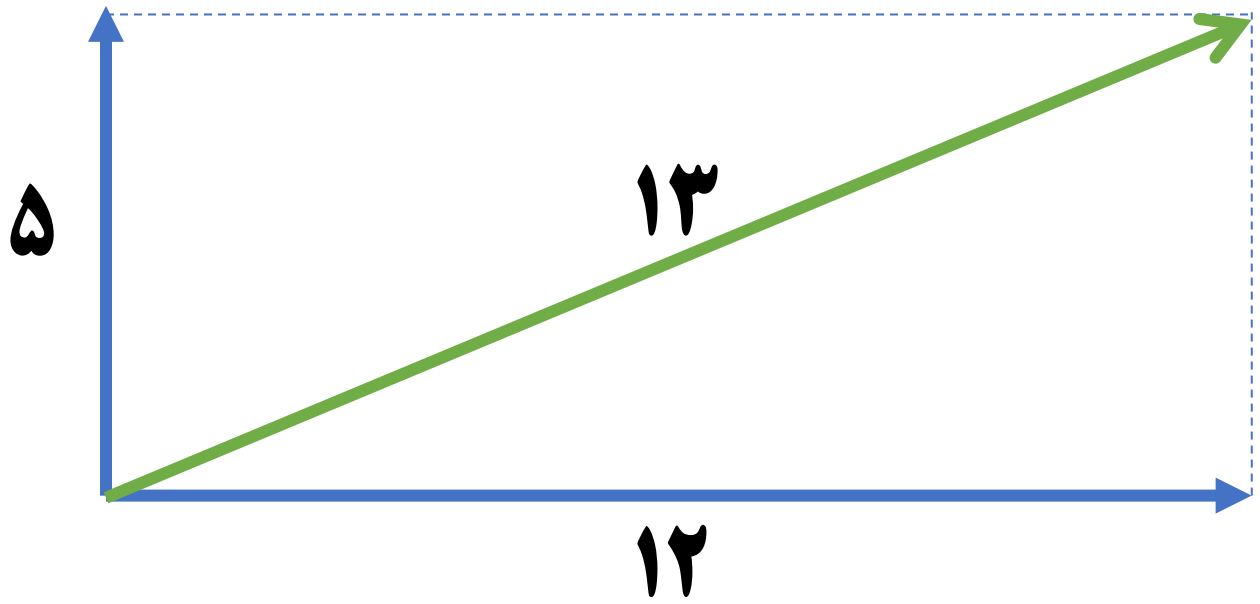


$$a^{۲} + a^{۲} = {}^{۲}a^{۲}$$

$$\text{وتر} = a\sqrt{۲}$$

ریاضی نمک فیزیکه

- ✓ مثلث ۱۳-۱۲-۵: هنوز علتش کشف نشده ولی به دلایلی طراح‌های تست‌های کنکور عزیز به این مثلث هم علاقه زیادی دارن و توی تست‌های فیزیک ازش استفاده می‌کنن پس حفظ بفرمایین حتی شما دوست عزیز!
- ✓ کاربرد: برایند دو بردار عمود بر هم



$$۵^۲ + ۱۲^۲ = ۱۳^۲$$

$$۲۵ + ۱۴۴ = ۱۶۹$$

ریاضی نمک فیزیکه

- ✓ فاکتورگیری: یکی دیگه از علایق طراح‌های تست‌های کنکور اینه که سوال رو طوری طراحی کنن تا برای محاسبه بردار برایند به یک رادیکال عجیب غریب بخوریم! برای حل این رادیکال **اول فاکتور** می‌گیریم و تا جایی که میشه رادیکال رو ساده می‌کنیم و بعد جمله‌ها رو به توان ۲ می‌رسونیم!
- ✓ دانش‌آموز داشتیم ۳۶ به توان ۲ رو رفته حساب کرده!

$$\sqrt{۳۶^۲ + ۱۵^۲} = \sqrt{(۳ \times ۱۲)^۲ + (۳ \times ۵)^۲} = ۳\sqrt{۱۲^۲ + ۵^۲} = ۳ \times ۱۳ = ۳۹$$

$$\sqrt{۶۰^۲ + ۳۰^۲} = \sqrt{(۳۰ \times ۲)^۲ + (۳۰ \times ۱)^۲} = ۳۰\sqrt{۲^۲ + ۱^۲} = ۳۰\sqrt{۵}$$

مقایسه مسافت و اندازه جابه‌جایی

- ✓ اگر مسافت پیموده شده و اندازه جابه‌جایی صفر نباشند:
- ✓ مسافت پیموده شده = اندازه جابه‌جایی: متحرک روی خط راست **بدون انحراف** و تغییر جهت حرکت کند.
- ✓ مسافت پیموده شده > اندازه جابه‌جایی: **هر حالتی غیر از** حرکت روی خط راست بدون تغییر جهت.

❑ **خودمونی:** هر چی اندازه جابه‌جایی به مسافت نزدیک تر باشه یعنی متحرک مستقیم و با انحراف کمتری حرکت کرده, فرض کن از نقطه ۱ تا نقطه ۲ مسافت پیموده شده ۱۰۰ متر باشه و اندازه جابه‌جایی ۹۸ متر: میشه نتیجه گرفت متحرک تقریبا مستقیم حرکت کرده و منحرف نشده.

تندی متوسط

$$s_{av} = \frac{l}{\Delta t} = \frac{\text{مسافت پیموده شده}}{\text{زمان}}$$

- ✓ تندی متوسط از رابطه روبه‌رو محاسبه می‌شود:
- ✓ تندی متوسط کمیتی **نرده‌ای** است. (**اندازه** + **یکا**)
- ✓ تندی متوسط همیشه **بزرگ‌تر مساوی صفر** است. (کمیت نرده‌ای مقدار منفی ندارد!)
- ✓ یکای تندی متوسط **متر بر ثانیه** است. ($\frac{m}{s}$)
- ✓ تندی متوسط همیشه **بین دو لحظه** محاسبه می‌شود. یعنی برای محاسبه تندی متوسط باید مشخص کنیم از چه زمان تا چه زمانی می‌خواهیم تندی متوسط را محاسبه کنیم.

تندی متوسط

- **خودمونی:** فرض کن تندی متوسط یک ماشین از یک مسیر مشخص از مشهد به تهران ۲۰ متر بر ثانیه باشه, میشه اینجوری نتیجه بگیریم که **به طور متوسط** این ماشین تو این مدت در هر ثانیه ۲۰ متر مسافت طی کرده. حالا یک ماشین دیگه دقیقا تو همین مسیر و از مشهد تا تهران تندی متوسطش شده ۳۰ متر بر ثانیه, خیلی واضحه ماشین دومی در کل سریع‌تر حرکت کرده حالا ممکنه دلیلش هر چیزی باشه: ماشینش بهتر بوده, راننده بیتشر عجله داشته, کم‌تر تو جاده توقف کرده, بیشتر پاشو رو گاز گذاشته یا ...

سرعت متوسط

$$\vec{v}_{av} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} = \frac{\text{جابه‌جایی}}{\text{زمان}}$$

- ✓ سرعت متوسط از رابطه روبه‌رو محاسبه می‌شود:
- ✓ سرعت متوسط کمیتی **برداری** است. (**اندازه** + **یکا** + **جهت**)
- ✓ مانند جابه‌جایی فقط به **نقطه شروع** و **پایان** حرکت اهمیت می‌دهد و مسیر حرکت برایش مهم نیست.
- ✓ یکای سرعت متوسط **متر بر ثانیه** است. ($\frac{m}{s}$)
- ✓ سرعت متوسط همیشه **هم‌جهت** با بردار جابه‌جایی است.
- ✓ سرعت متوسط همیشه بین **دو لحظه** محاسبه می‌شود.

سرعت متوسط

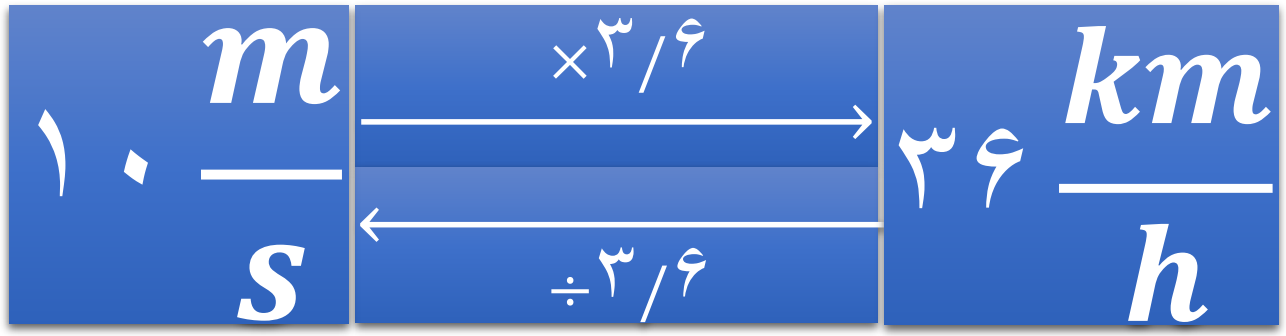
- **خودمونی:** فرض کن سرعت متوسط یک ماشین از مشهد به تهران ۱۵ متر بر ثانیه باشه, اینجوری میشه درک کرد که به طور متوسط این ماشین در هر ثانیه ۱۵ متر **به سمت تهران** جابه‌جاشده! دقت کن که شاید در هر ثانیه ۲۰ متر مسافت طی کرده باشه, ولی فقط ۱۵ مترش به سمت تهران بوده و بقیش پرته! (پیچ و خم جاده)
- دو تا ماشین از ۲ مسیر مختلف از مشهد رفتن تهران. اولی سرعت متوسطش ۲۰ متر بر ثانیه و دومی ۲۵ متر بر ثانیه است. ماشین اولی بهتر بوده, بیشتر گاز داده, کمتر توقف کرده ولی بازم سرعت متوسطش کمتر شده چون جاده‌اش پیچ و خم زیاد داشته و خیلی از مسیری که طی کرده در جهت تهران نبوده! سرعت متوسط خیلی نتیجه‌گراست (براش مهمه به طور متوسط در هر ثانیه چقدر به سمت هدف حرکت کردی!)

تبدیل یکای متر بر ثانیه به کیلومتر بر ساعت

- ✓ یکای SI برای تندی متوسط و سرعت متوسط **متر بر ثانیه** است. (جهت استفاده در تمام فرمول‌ها)
- ✓ یکی دیگر از یکاهای پرکاربرد تندی متوسط و سرعت متوسط **کیلومتر بر ساعت** است.

$\frac{m}{s}$	$\frac{km}{h}$
۵	۱۸
۱۰	۳۶
۱۵	۵۴
۲۰	۷۲
۲۵	۹۰
۳۰	۱۰۸

۵ ۵ ۵ ۵ ۵ — ۱۸ ۱۸ ۱۸ ۱۸ ۱۸



مقایسه تندی متوسط و سرعت متوسط

❑ **خودمونی:** فرض کن تو جاده مشهد-تهران تندی متوسط یک ماشین ۳۰ متر بر ثانیه و اندازه سرعت متوسطش ۲۶ متر بر ثانیه باشه, از مقایسه این دو تا میشه اینجوری نتیجه بگیریم که: به طور متوسط ماشین در هر ثانیه داره ۳۰ متر مسافت طی می‌کنه (تندی متوسط) ولی از این ۳۰ متر فقط ۲۶ مترش (سرعت متوسط) به سمت مقصده (تهران) و بقیش پرته! (پیچ و خم جاده)

مشخصه که تندی متوسط به تلاش ماشین نمره می‌ده و سرعت متوسط به این که چقدر این تلاش در جهت هدف بوده (نتیجه‌گراست)! حالا هر چی سرعت متوسط به تندی متوسط نزدیک‌تر باشه یعنی جاده صاف‌تر بوده و ماشین کمتر منحرف شده! **اگر متحرک روی خط راست بدون انحراف حرکت کنه اونوقت: سرعت متوسط = تندی متوسط**

مزد آن گرفت جان برادر که کار کرد!

- **خودمونی:** بعضی دانش آموزا تندی متوسط درس خوندنشون تا **۱۴ ساعت در روز** (یکای من درآوردی) هم می‌رسه ولی خوب که دقت کنی می‌بینی سرعت متوسط درس خوندنشون فقط **۲ ساعت در روزه**! بقیش صرف بازیگوشی با گوشی شده. بعضی‌هام تندی متوسطشون ۳ ساعت در روزه ولی سرعت متوسطشونم همینه! این دسته دوم رو بهشون میگن استثنائی چون هر چی تلاش می‌کنن در جهت هدفه و بیخود انرژیشونو هدر نمیدن.
- شاید برات جالب باشه بدونی یه هرمی داریم به نام **هرم موفقیت**, تحقیق شده دیدن **مهم‌ترین عامل** تو موفقیت افراد خصوصا تو رشته‌های ورزشی **استمرار** هست! نه ژنتیک, نه IQ , نه قدرت حافظه, نه زرنگ بودن, نه ... یعنی **روزی ۳ ساعت** درس بخونی **ولی هر روز**!

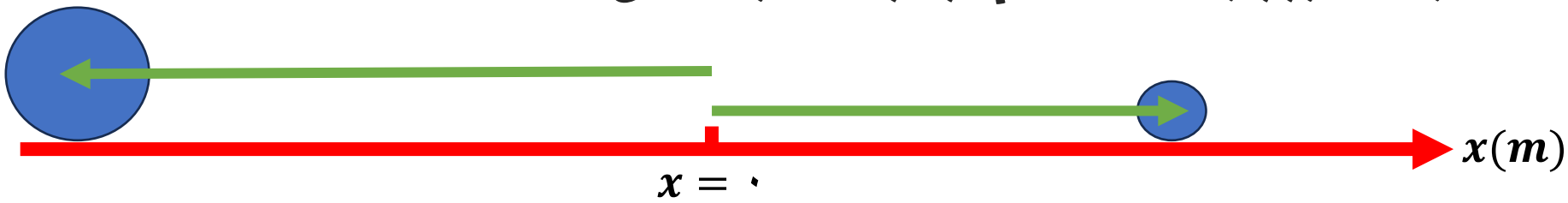
حرکت بر خط راست (محور xها)

- ✓ اسم این فصل حرکت بر خط راست هست. هدفمون اینه که تمام کمیت‌هایی که تا الان صحبت شد مثل مسافت, جابه‌جایی, تندی متوسط, سرعت متوسط و بقیه کمیت‌هایی که بعدا بیان میشه رو روی خط راست بررسی کنیم. اینجوری کار خیلی راحت میشه مخصوصا برای **کمیت‌های برداری** مثل جابه‌جایی و سرعت متوسط. چون فقط ۲ تا جهت داریم: سمت راست میشه **در جهت محور X** یا جهت **مثبت**, سمت چپ میشه **خلاف جهت محور X** یا جهت **منفی**! اینجوری اگه سرعت متوسط مثبت باشه یعنی متحرک رفته به سمت راست و اگر منفی باشه یعنی متحرک رفته به سمت چپ.

مبدا محور / بردار مکان

- ✓ مبدا محور: همان نقطه‌ای است که به عنوان $x = 0$ در نظر می‌گیریم.

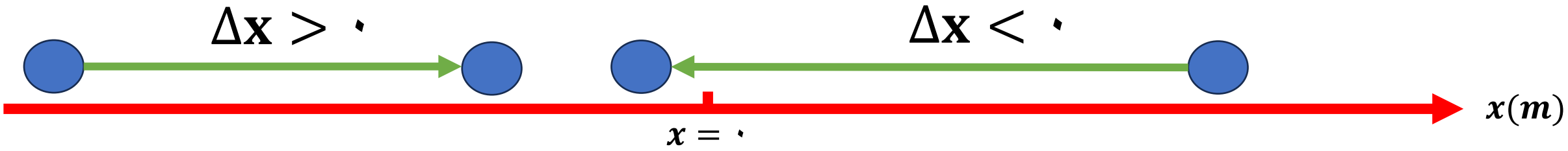
- ✓ بردار مکان: برداری است که مبدا محور را به مکان جسم در هر لحظه وصل می‌کند.



- ✓ وقتی متحرک سمت راست مبدا و در xهای مثبت باشد بردار مکان آن مثبت خواهد شد (رو به سمت راست).
- ✓ وقتی متحرک سمت چپ مبدا و در xهای منفی باشد بردار مکان آن نیز منفی خواهد شد (رو به سمت چپ).
- ✓ به تعداد دفعاتی که متحرک از مبدا محور عبور کند بردار مکان آن نیز تغییر جهت می‌دهد.

جابه‌جایی و محور x

- ✓ جابه‌جایی و محور x: در حرکت بر خط راست جابه‌جایی را به جای $\vec{d}$ به صورت Δx می‌نویسیم.
- ✓ اگر **جابه‌جایی مثبت** باشد یعنی متحرک در مجموع به سمت **راست** رفته است.
- ✓ اگر **جابه‌جایی منفی** باشد یعنی متحرک در مجموع به سمت **چپ** رفته است.
- ✓ اگر **جابه‌جایی صفر** باشد یعنی یا متحرک حرکت نکرده یا در نهایت **به نقطه شروع حرکت برگشته** است.
- ✓ قبلا هم گفته شد که سرعت متوسط همیشه **هم‌جهت** با بردار جابه‌جایی است.



اندازه, مقدار, بزرگی

- **خودمونی:** دیده شده طراح‌های عزیز تست‌های کنکور خیلی از اوقات به **جهت کمیت برداری** اهمیت نمیدن و فقط **اندازه** اون کمیت رو میپرسن. مثلا فرض کن توی حل یک تست کنکور مقدار سرعت متوسط رو محاسبه کردی و مثلا شده $-۲۰\frac{m}{s}$: مشخصه که متر بر ثانیه میشه یکای سرعت متوسط ,علامت منفی همون جهت سرعت متوسطه! یعنی متحرک به سمت چپ حرکت کرده (خلاف جهت محور xها) و اون عدد ۲۰ میشه اندازه سرعت متوسط. طراح برای اینکه بگه من به جهتش یعنی مثبت و منفیش کاری ندارم و فقط عددشو ازت می‌خوام از کلمه **اندازه** یا **مقدار** یا **بزرگی** استفاده می‌کنه! برای همین همه گزینه‌ها رو مثبت قرار میدن.

تندی لحظه‌ای (تندی)

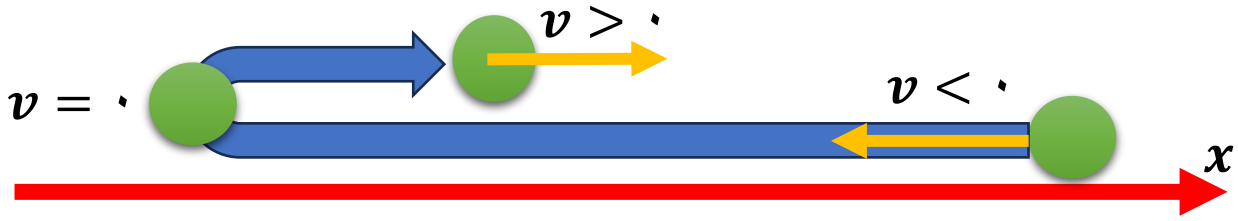
- ✓ قبل از این که بریم در مورد تندی لحظه‌ای حرف بزنیم یک نکته بی‌نهایت مهم رو بهت بگم: اگر یه جایی گفتیم **تندی** و بعد از اون از کلمه **متوسط** یا **لحظه‌ای** استفاده نکردیم منظورمون **تندی لحظه‌ای** هست! سالانه نیم میلیون دانش آموز این مورد رو اشتباه می‌کنن(شوخی). برای تندی متوسط طراح تست کنکور یا سوال امتحان نهایی باید از کلمه متوسط استفاده کنه, **اگر کلمه متوسط ندیدی یعنی تندی لحظه‌ای!**
- ✓ تندی متحرک **در هر لحظه از زمان** را تندی لحظه‌ای می‌نامند.
- ✓ تندی لحظه‌ای همان عددی است که عقربه تندی‌سنج خودرو **در هر لحظه** نمایش می‌دهد.
- ✓ تندی لحظه‌ای کمیتی **نرده‌ای** و یکای آن **متر بر ثانیه** است.

سرعت لحظه‌ای (سرعت)

- ✓ اگر هنگام گزارش تندی لحظه‌ای, **به جهت حرکت نیز اشاره شود**, در واقع سرعت لحظه‌ای را بیان کرده‌ایم.
- ✓ به طور مثال برای یک خودرو در یک لحظه, تندی لحظه‌ای $۲۰\frac{m}{s}$ است و سرعت لحظه‌ای $۲۰\frac{m}{s}$ به طرف شمال
- ❖ **دقت کردی؟** برخلاف تندی متوسط و اندازه سرعت متوسط که ممکن بود با هم برابر نباشند تندی لحظه‌ای و اندازه سرعت لحظه‌ای **همیشه با هم برابراند**.
- ✓ تندی همیشه مثبته چون جهت نداره ولی روی خط راست (محور x), سرعت ممکنه مثبت یا منفی باشه. مثلا سرعت $-۵\frac{m}{s}$ (جهت حرکت سمت چپ) باشه تندی میشه $۵\frac{m}{s}$ و اگر سرعت $۴\frac{m}{s}$ باشه تندی هم میشه $۴\frac{m}{s}$

مهم‌ترین نکته این فصل

- ✓ در حرکت بر خط راست، **جهت حرکت** متحرک را **علامت سرعت** مشخص می‌کند!
- ✓ **سرعت مثبت** باشد: در آن لحظه متحرک به سمت راست (**جهت محور x**) در حال حرکت است.
- ✓ **سرعت منفی** باشد: در آن لحظه متحرک به سمت چپ (**خلاف جهت محور x**) در حال حرکت است.
- ✓ حواست باشه هر وقت متحرک دور بزنه **علامت سرعت** حتما **عوض میشه**:
- ✓ سرعت مثبت باشه، صفر میشه، بعدش منفی میشه.
- ✓ سرعت منفی باشه، صفر میشه، بعدش مثبت میشه.



- ✓ دقیقا در لحظه دورزدن سرعت متحرک برای یک لحظه هم که شده **صفر** میشه.

شتاب متوسط

- ✓ شتاب متوسط را از رابطه روبه‌رو محاسبه می‌کنیم:

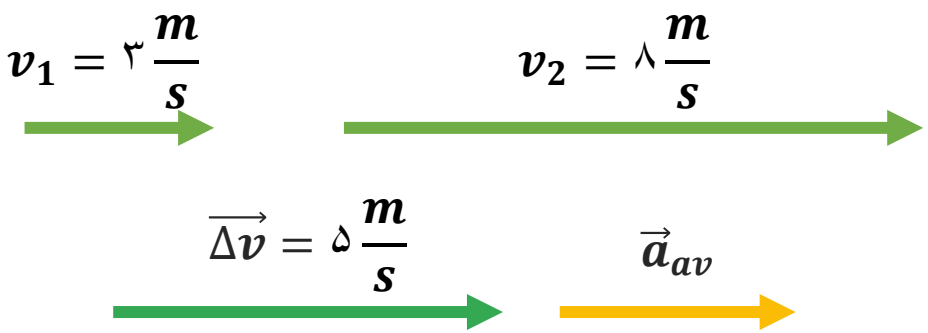
$$\vec{a}_{av} = \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} = \frac{\text{بردار تغییرات سرعت}}{\text{زمان}}$$

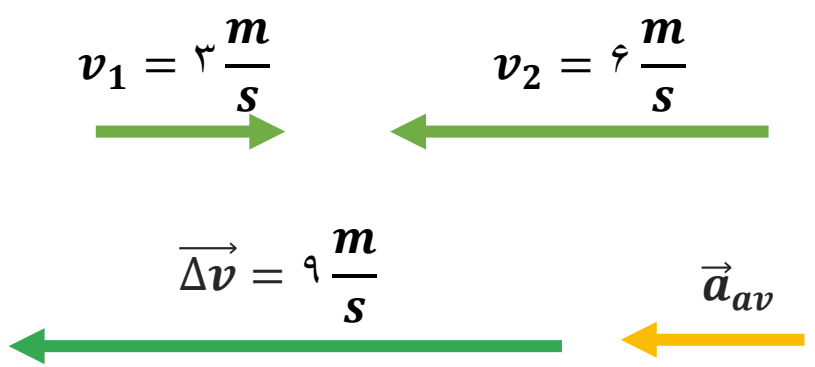
- ✓ شتاب متوسط یک کمیت **برداری** است. (**اندازه** + **یکا** + **جهت**)

$$\vec{a}_{av} = ۳\frac{m}{s^۲} \text{ به طرف شمال}$$

- ✓ یکای شتاب متوسط **متر بر مجذور ثانیه** است. ($\frac{m}{s^2}$)

- ✓ شتاب متوسط هم‌جهت با بردار تغییرات سرعت است:





شتاب لحظه‌ای

- ✓ هر گاه **سرعت** جسم **تغییر** کند حرکت آن **شتاب‌دار** است.
- ✓ اگر **شتاب صفر** باشد یعنی **سرعت** جسم تغییر نکرده و **ثابت** است.
- ✓ سرعت جسم در یکی از دو حالت زیر یا ترکیب هر دو آن‌ها تغییر می‌کند:

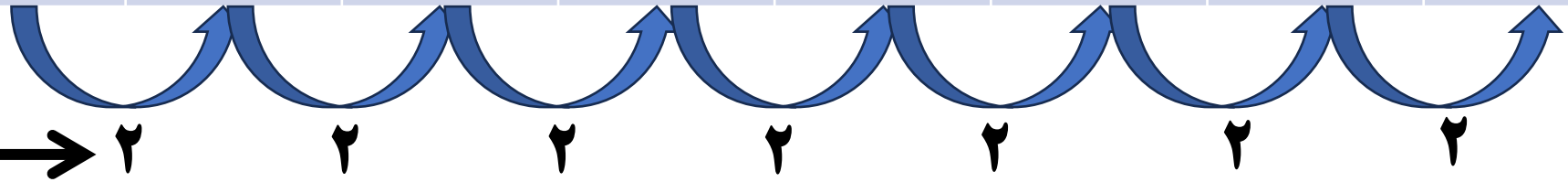
1) تغییر در اندازه سرعت: مثلا سرعت جسمی که ۲۰ متر بر ثانیه بوده ۳۰ متر بر ثانیه شود.

2) تغییر در جهت سرعت (حرکت): مثلا سرعت جسمی که ۲۰ متر بر ثانیه در جهت مثبت محور x ها بوده به ۲۰ متر بر ثانیه در خلاف جهت محور x ها تغییر کند.

شتاب لحظه‌ای (محور x)

✓ فرض کن یک متحرک روی محور x به سمت راست با سرعت اولیه ۳ متر بر ثانیه در حال حرکته که راننده پاشو میذاره رو گاز و شتاب ۲ متر بر مجذور ثانیه به ماشین میده. معنی این شتاب ۲ متر بر مجذور ثانیه اینه که از این به بعد به ازای هر ثانیه, سرعت ماشین ۲ متر بر ثانیه زیاد میشه!

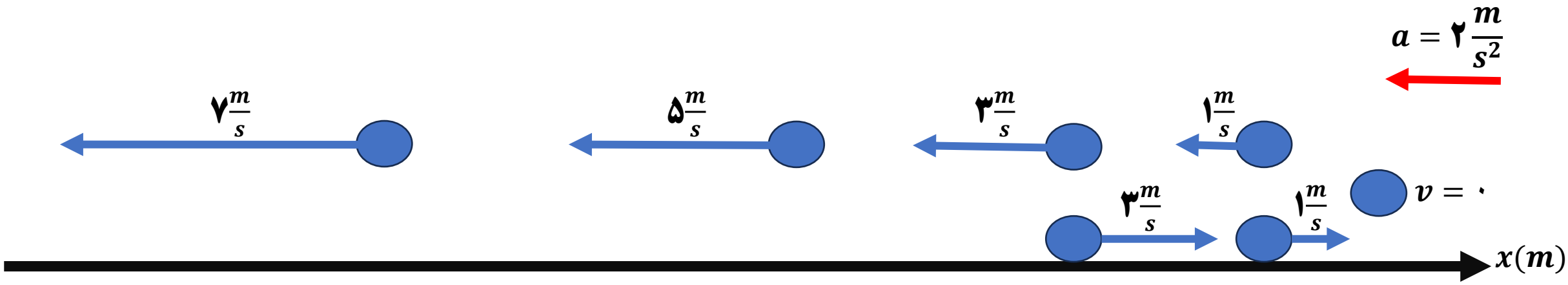
زمان	$t(s)$	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
سرعت	$v(\frac{m}{s})$	۳	۵	۷	۹	۱۱	۱۳	۱۵	۱۷



شتاب لحظه‌ای (محور x)

✓ حالا فرض کن همون متحرک که با سرعت اولیه ۳ متر بر ثانیه در جهت محور xها در حال حرکت بوده این بار با شتاب منفی ۲- متر بر مجذور ثانیه بخواد به حرکتش ادامه بده, می‌تونی حدس بزنی چی میشه؟

زمان	$t(s)$	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
سرعت	$v(\frac{m}{s})$	۳	۱	−۱	−۳	−۵	−۷	−۹	−۱۱



عاشقی شیوه رندان بلاکش باشد

- **خودمونی:** بنده خدا سرعت از وقتی یادش میاد دنبال شتاب بوده! هر وقت خلاف جهت شتاب بوده هی اندازشو کم کرده و خودشو کوچیک کرده تا صفر شده و بعدش دور زده و خوشحال دنبال شتاب رفته. درسته اون زمانایی که خلاف جهت شتابه هی مقدارش کم میشه تا صفر بشه ولی نگم از اون زمانی که سرعت هم جهت با شتاب میشه! اوج می‌گیره تمومیم نداره! تا زمانی که در جهت شتابه هی مقدارش زیاد و زیاد و زیادتر میشه...

- ✓ اگر سرعت در جهت شتاب باشه که تکلیفش مشخصه: مقدارش هی زیاد و زیاد و زیادتر میشه!
- ✓ اگر سرعت خلاف جهت شتاب باشه مقدارش کم میشه تا صفر بشه و بعد دور میزنه تا هم جهت با شتاب بشه..

تندشونده و کندشونده

✓ حرکت تندشونده: سرعت در جهت شتاب باشد. اندازه سرعت (تندی) افزایش پیدا کند. $av > 0$

✓ حرکت کندشونده: سرعت خلاف جهت شتاب باشد. اندازه سرعت (تندی) کاهش پیدا کند. $av < 0$

$v\ (\frac{m}{s})$	۱	۴	۷	۱۰	۱۳	۱۶	تند شونده
تند شونده	−۱	−۳	−۵	−۷	−۹	−۱۱	$v\ (\frac{m}{s})$
کند شونده	۲۰	۱۶	۱۲	۸	۴	۰	$v\ (\frac{m}{s})$
کند شونده	−۲۰	−۱۹	−۱۸	−۱۷	−۱۶	−۱۵	$v\ (\frac{m}{s})$

❖ **نکته:** مثبت, منفی مهم نیست! **اندازه سرعت** زیاد بشه حرکت تندشوندست, کم بشه حرکت کند شوندست.

حرکت با سرعت ثابت (شتاب صفر)

- ✓ معادله مکان-زمان حرکت با **سرعت ثابت** (شتاب صفر): $x = vt + x_0$ $\Delta x = vt$
- ✓ معادله مکان-زمان حرکت با سرعت ثابت **معادله درجه ۱** است. (معادله یک خط است)
- ✓ در این معادله v همان سرعت ثابت است که می‌تواند مثبت یا منفی باشد. (شیب خط)
- ✓ x_0 مکان اولیه متحرک است. (عرض از مبدأ)
- ✓ در این معادله t مدت زمانی است که متحرک از x_0 به x می‌رود. (Δx جابه‌جا می‌شود.)
- ✓ اگر v **مثبت** باشد متحرک **در جهت محور** x و اگر **منفی** باشد در **خلاف جهت محور** x در حال حرکت است.
- ✓ در حرکت با سرعت ثابت **سرعت متوسط بین هر دو لحظه دلخواه = سرعت ثابت**

حرکت با شتاب ثابت (غیر صفر)

- معادله مکان-زمان حرکت با **شتاب ثابت** (غیر صفر):

$$\Delta x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t \qquad x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$$

- معادله مکان-زمان حرکت با شتاب ثابت **معادله درجه ۲** است. (معادله یک سهمی است)
- در این معادله a همان شتاب ثابت است که می‌تواند مثبت یا منفی باشد. (جهت تقعر سهمی)
- v_0 سرعت اولیه متحرک است. (شیب خط مماس بر نمودار مکان-زمان در لحظه شروع)
- در این معادله t مدت زمانی است که متحرک از x_0 به x می‌رود. (Δx جابه‌جا می‌شود.)
- این معادله را می‌توانیم بین هر دو لحظه دلخواهی از حرکت استفاده کنیم. دقت کنیم که v_0 و x_0 مشخصات نقطه شروع و x مکان نقطه پایان و t زمان بین این دو نقطه است.

حرکت با شتاب ثابت (معادله سرعت-زمان)

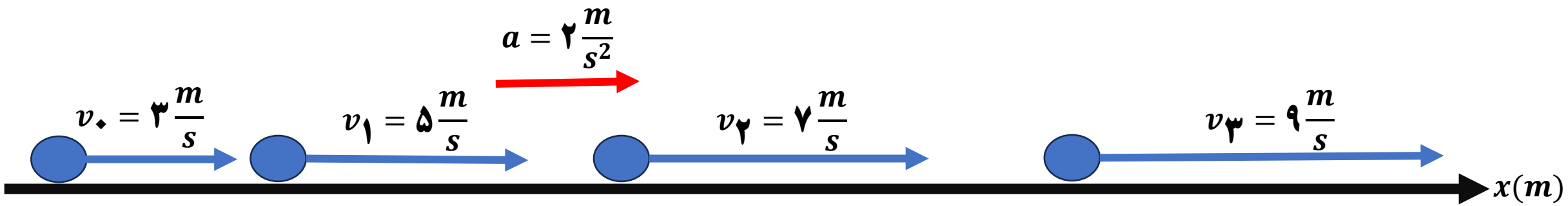
- ✓ معادله سرعت-زمان حرکت با **شتاب ثابت** (غیر صفر): $\Delta v = at$ $v = at + v_0$
- ✓ معادله سرعت-زمان حرکت با شتاب ثابت **معادله درجه ۱** است. (معادله یک خط در نمودار سرعت-زمان است)
- ✓ در این معادله a همان شتاب ثابت است که می‌تواند مثبت یا منفی باشد. (شیب خط در نمودار سرعت-زمان)
- ✓ v_0 سرعت اولیه متحرک است. (عرض از مبدأ در نمودار سرعت-زمان)
- ❖ **خیلی مهم:** این معادله می‌تواند حداکثر یک ریشه داشته باشد: یعنی متحرک یا هیچ وقت سرعتش صفر نمی‌شود و در نتیجه هیچ وقت دور نمی‌زند یا **حداکثر** یک بار سرعتش صفر می‌شود و متحرک تغییر جهت می‌دهد.

داستان حرکت با شتاب ثابت

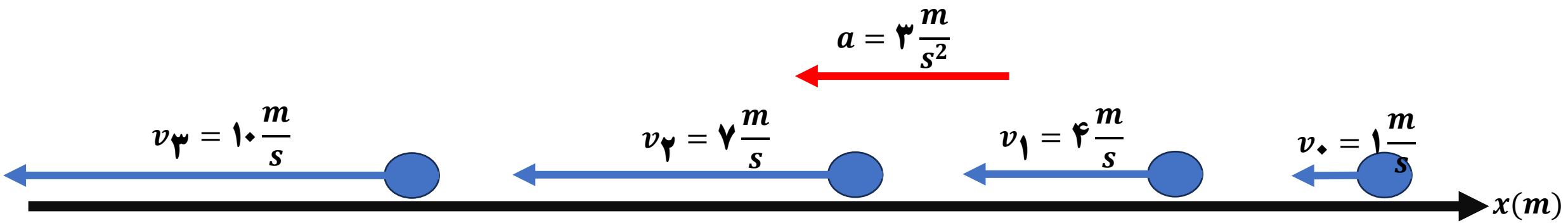
- **خودمونی:** کلا همون ماجرای سرعت و شتابه که قبلا بهت گفتم. اگر سرعت در جهت شتابش بود که خیر و برکت, تا آخر در همون جهت می‌مونه و هی اندازش بیشتر میشه (تندشونده), اگر نه رفته رفته اندازه سرعت کم می‌شه تا به صفر برسه (کندشونده), بعدش متحرک دور می‌زنه تا جهت سرعت با جهت شتاب یکی بشه. بعدشم متحرک گازشو می‌گیره و در جهت شتاب تا آخر میره و هی اندازه سرعتش زیاد میشه. (تندشونده)
- اگر سرعت اولیه و شتاب **هم علامت** باشند: حرکت **تندشونده** است و متحرک هیچ وقت **دور نمی‌زند**.
- اگر علامت سرعت اولیه و شتاب **متفاوت** باشد: **بخش اول حرکت کندشونده** است تا **سرعت** متحرک **صفر** شود. سپس متحرک دور می‌زند و از آن به بعد حرکت **تندشونده** خواهد بود. (مانند بخش بالا)

سرعت اولیه و شتاب هم‌جهت

✓ سرعت اولیه در جهت شتاب و هر دو **مثبت**: متحرک هیچ وقت دور نمی‌زند و کل حرکت **تندشونده** است.

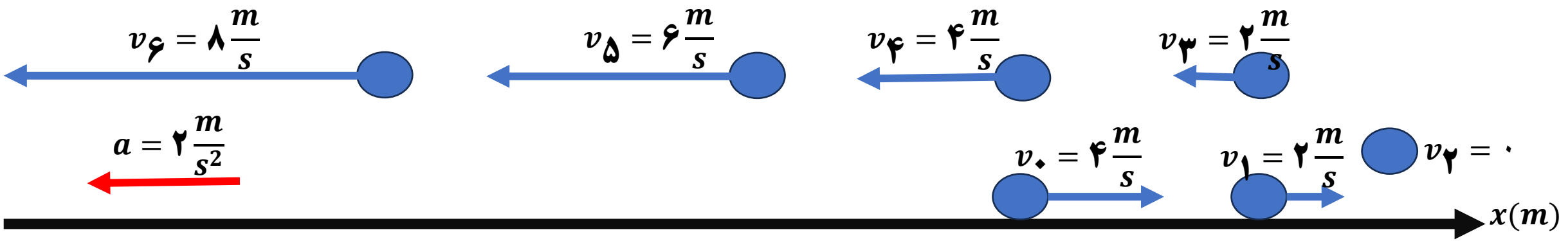


✓ سرعت اولیه در جهت شتاب و هر دو **منفی**: متحرک هیچ وقت دور نمی‌زند و کل حرکت **تندشونده** است.

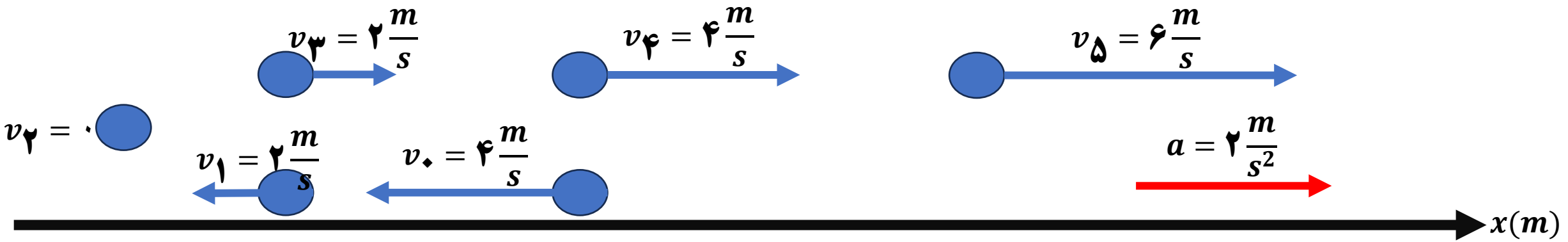


سرعت اولیه و شتاب خلاف جهت

✓ سرعت اولیه مثبت/شتاب منفی: ابتدا کندشونده تا سرعت صفر شود و دور بزند سپس حرکت تندشونده.



✓ سرعت اولیه منفی/شتاب مثبت: ابتدا کندشونده تا سرعت صفر شود و دور بزند سپس حرکت تندشونده.



مستقل از زمان – سرعت متوسط

- ✓ در حرکت با شتاب ثابت اگر **زمان را نداشتیم** و **خواست مساله هم نبود** می‌توانیم از فرمول زیر برای محاسبه سایر کمیت‌ها استفاده کنیم: (فرمول مستقل از زمان)

$$v^{۲} - v_{۰}^{۲} = ۲a\Delta x$$

- ✓ در حرکت با شتاب ثابت اگر **شتاب را نداشتیم** و **خواست مساله هم نبود** می‌توانیم از فرمول زیر برای محاسبه سایر کمیت‌ها استفاده کنیم: (فرمول سرعت متوسط)

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v_{۰} + v_{۱}}{۲}$$

- ✓ برای محاسبه سرعت متوسط از فرمول $v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ برای تمام حرکت‌ها و **همیشه** می‌توانیم استفاده کنیم.

- ✓ اما از فرمول $v_{av} = \frac{v_{۰}+v_{۱}}{۲}$ **فقط و فقط** برای حرکت با شتاب ثابت اجازه داریم استفاده کنیم.

نقطه M (لحظه‌ای که سرعت صفر می‌شود)

- **خودمونی:** تا این جا دیدیم که تو حرکت با شتاب ثابت اگه جهت سرعت اولیه مخالف با جهت شتاب باشه، اندازه سرعت رفته رفته کم میشه تا به صفر برسه. همین نقطه که سرعت اندازش صفر میشه رو اسمشو گذاشتم **نقطه M** چون تو حل تست‌ها خیلی استفاده میشه. چرا؟ چون میدونیم **سرعت این نقطه صفره**!

- فرض کن **نقطه شروع** حرکت رو همین **نقطه M** در نظر بگیریم اونوقت فرمول‌ها خیلی ساده‌تر میشن چون $v_0 = v_M = 0$

$\Delta x = \frac{1}{2}at^2$	$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$
$v = at$	$v = at + v_0$
$v^2 = 2a\Delta x$	$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x$
$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v_1}{2}$	$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v_0 + v_1}{2}$

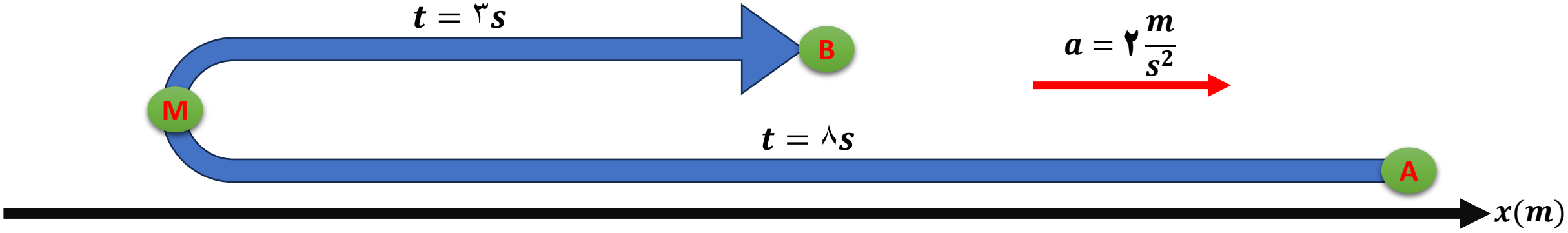
نقطه M (لحظه‌ای که متحرک دور می‌زند)

❑ **خودمونی:** فرض کن در یک حرکت با شتاب ثابت نقطه اصلی شروع حرکت A باشه و متحرک مسیر شکل زیر رو طی کرده باشه, سوال به ما گفته مسافت A تا B رو پیدا کنیم. ما میتونیم اینجوری از نقطه M کمک بگیریم:

$$AM: \Delta x = \frac{۱}{۲}at^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۸^{۲} = ۶۴m$$

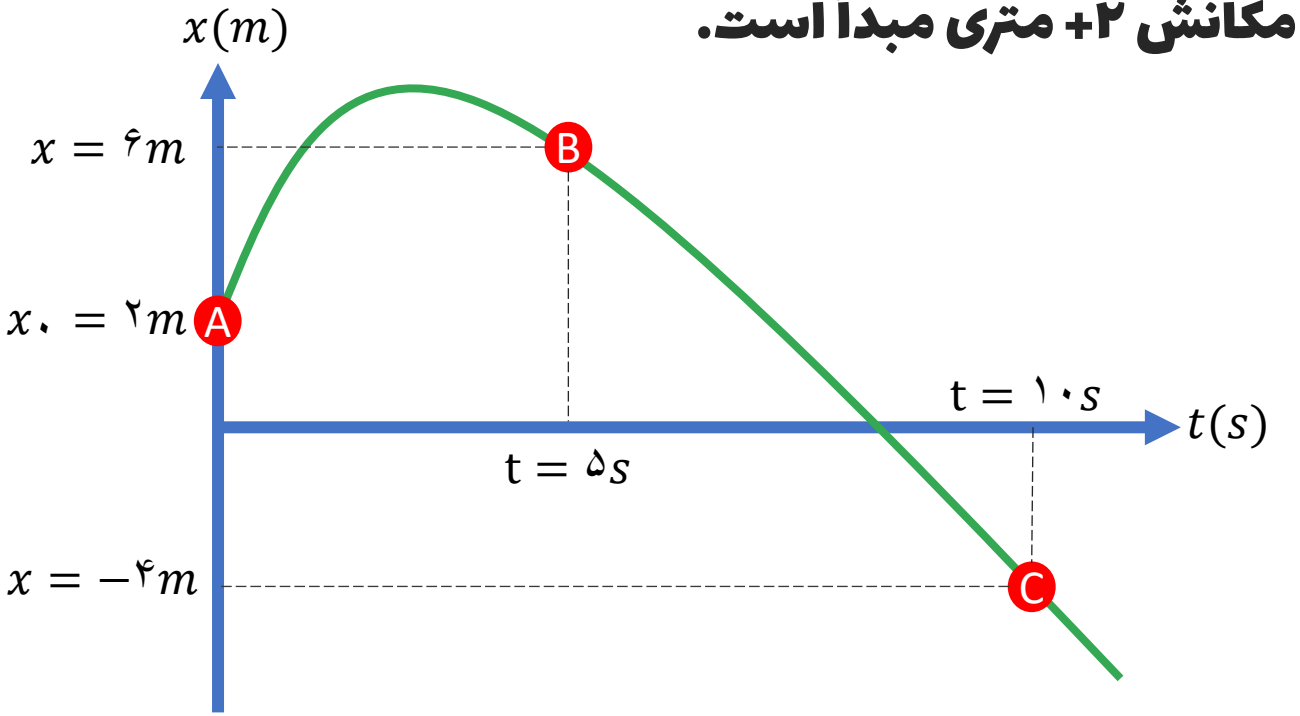
$$MB: \Delta x = \frac{۱}{۲}at^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۲ \times ۳^{۲} = ۹\,m$$

$$AB = AM + MB = ۷۳m$$



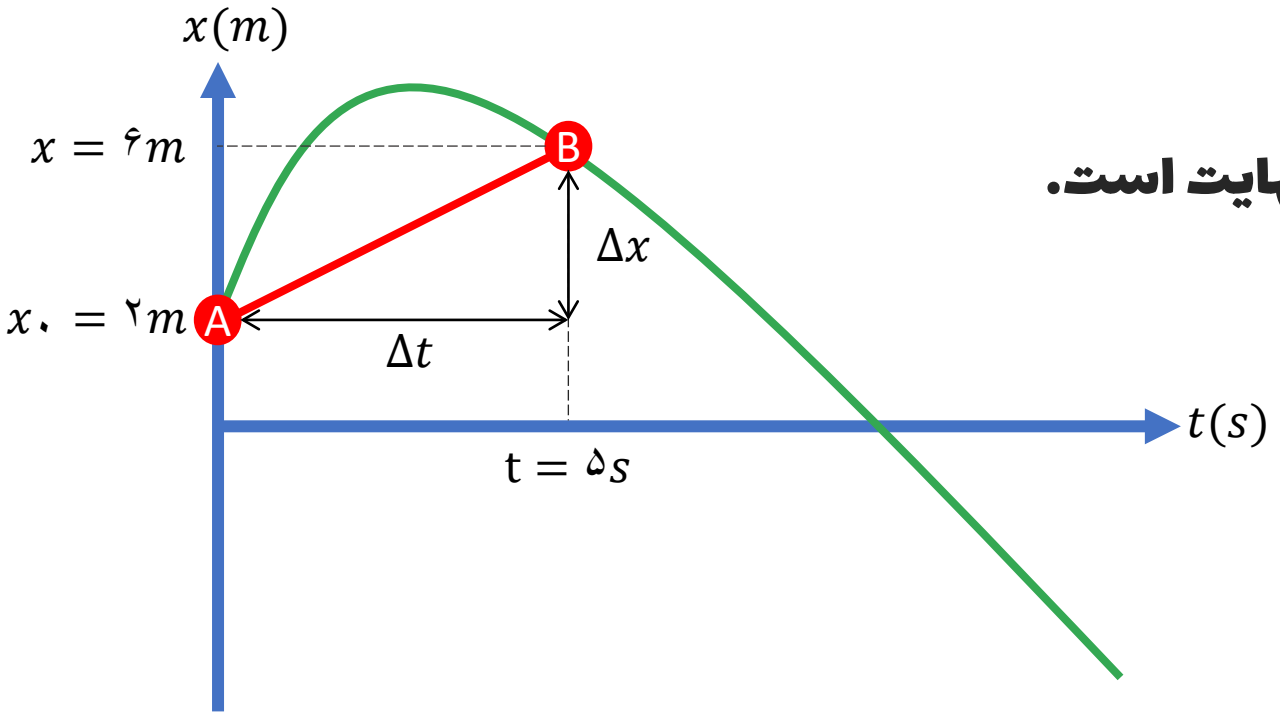
نمودار مکان - زمان

- ✓ مکان روی محور قائم و زمان روی محور افقی نتیجه میشه نمودار مکان – زمان:
- ✓ در نمودار روبه‌رو ۳ نقطه به عنوان نمونه بررسی شده.
- ✓ نقطه A که همون مکان اولیه هست, زمانش صفر و مکانش ۲+ متری مبدأ است.
- ✓ نقطه B زمان ۵ ثانیه و مکان ۶+ متری مبدأ است.
- ✓ نقطه C زمان ۱۰ ثانیه و مکان ۴- متری مبدأ است.
- ✓ بالای محور t: $x > ۰$
- ✓ پایین محور t: $x < ۰$



سرعت متوسط و نمودار مکان - زمان

- ✓ در نمودار مکان – زمان **شیب خط واصل** بین دو نقطه همان **سرعت متوسط** بین آن دو لحظه است.
- ✓ در نمودار روبه‌رو سرعت متوسط بین دو نقطه A و B همان شیب خط واصل این دو نقطه است (شیب خط قرمز)
- ✓ شیب خط نشان دهنده میزان کجی یک خط است.
- ✓ مثلا شیب یک خط افقی صفر و شیب یک خط قائم بی‌نهایت است.

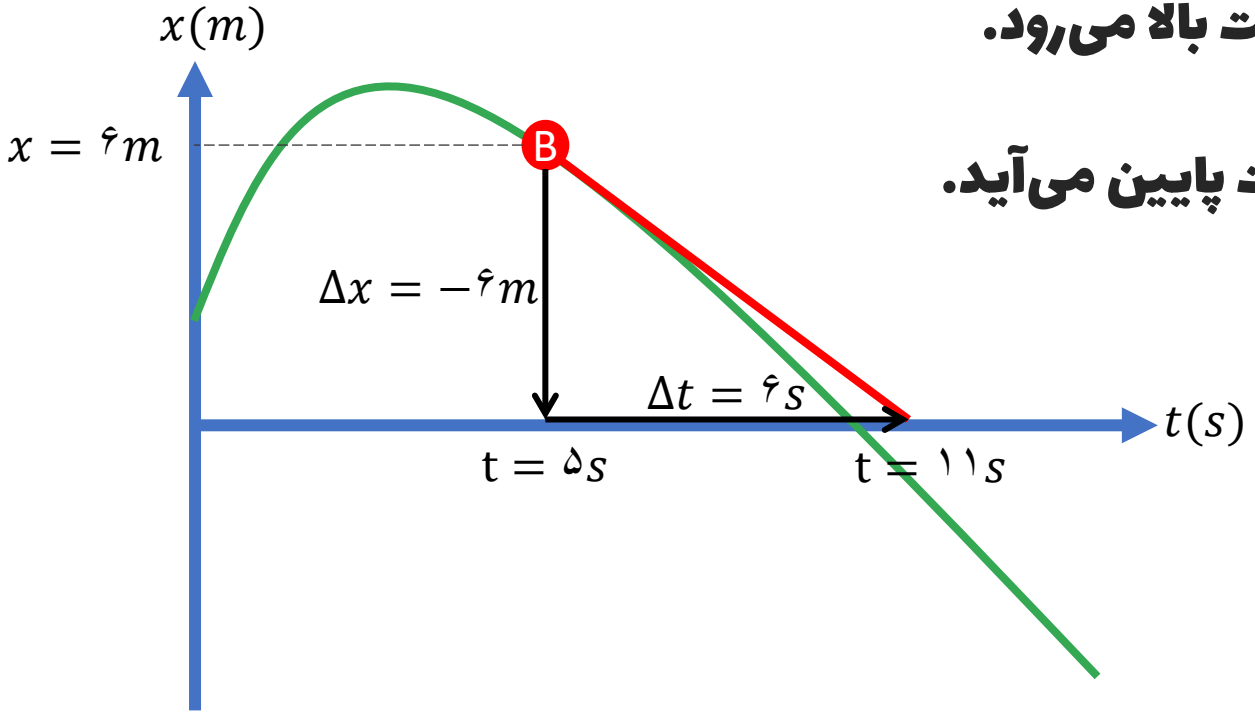


$$\text{شیب خط} = \frac{\text{تغییرات محور قائم}}{\text{تغییرات محور افقی}}$$

$$v_{av} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۶ - ۲}{۵ - ۰} = \frac{۴}{۵} = ۰.۸\frac{m}{s}$$

سرعت لحظه‌ای و نمودار مکان - زمان

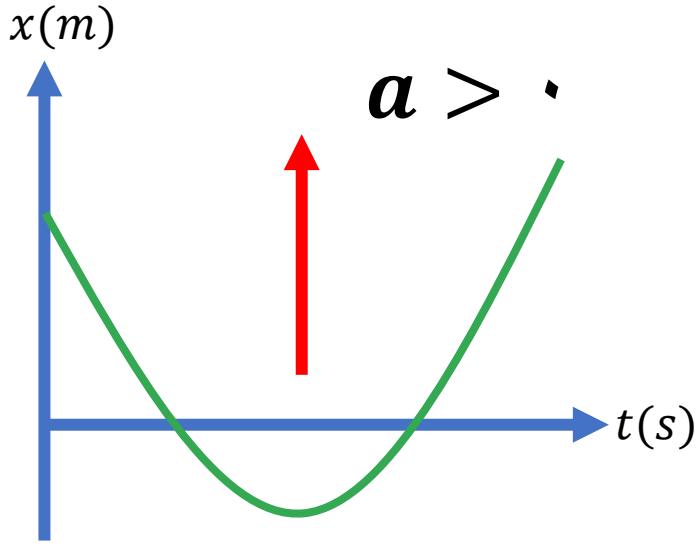
- ✓ در نمودار مکان – زمان **شیب خط مماس** بر نمودار در یک لحظه همان **سرعت لحظه‌ای** است.
- ✓ در نمودار روبه‌رو سرعت در لحظه B همان شیب خط مماس بر نمودار در این لحظه است. (شیب خط قرمز)
- ✓ شیب مثبت: از سمت چپ به سمت راست خط به سمت بالا می‌رود.
- ✓ شیب منفی: از سمت چپ به سمت راست خط به سمت پایین می‌آید.



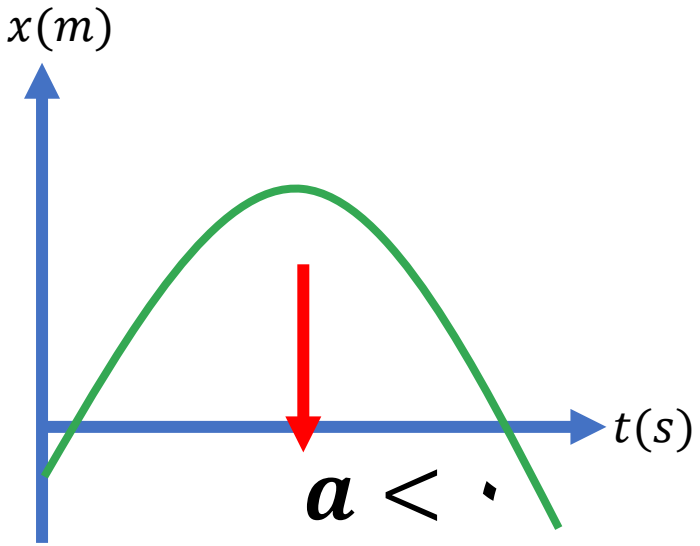
$$\text{شیب خط} = \frac{\text{تغییرات محور قائم}}{\text{تغییرات محور افقی}}$$

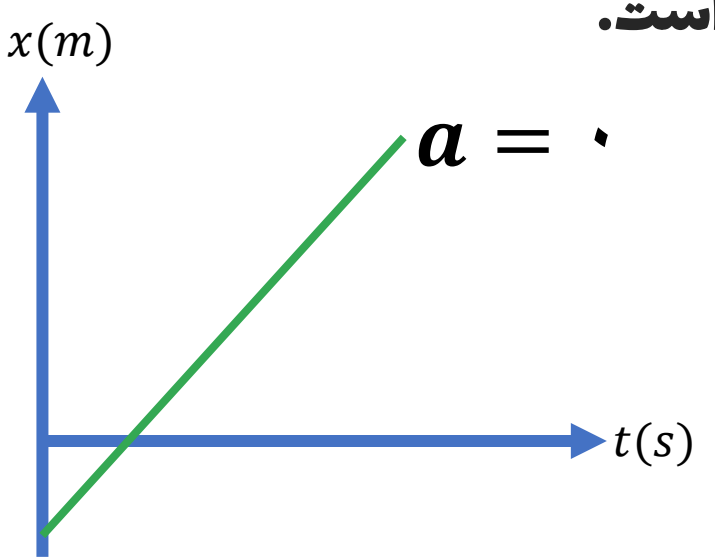
$$v_{۵} = \frac{۰ - ۶}{۱۱ - ۵} = \frac{-۶}{۶} = -۱\ \frac{m}{s}$$

علامت شتاب و نمودار مکان - زمان



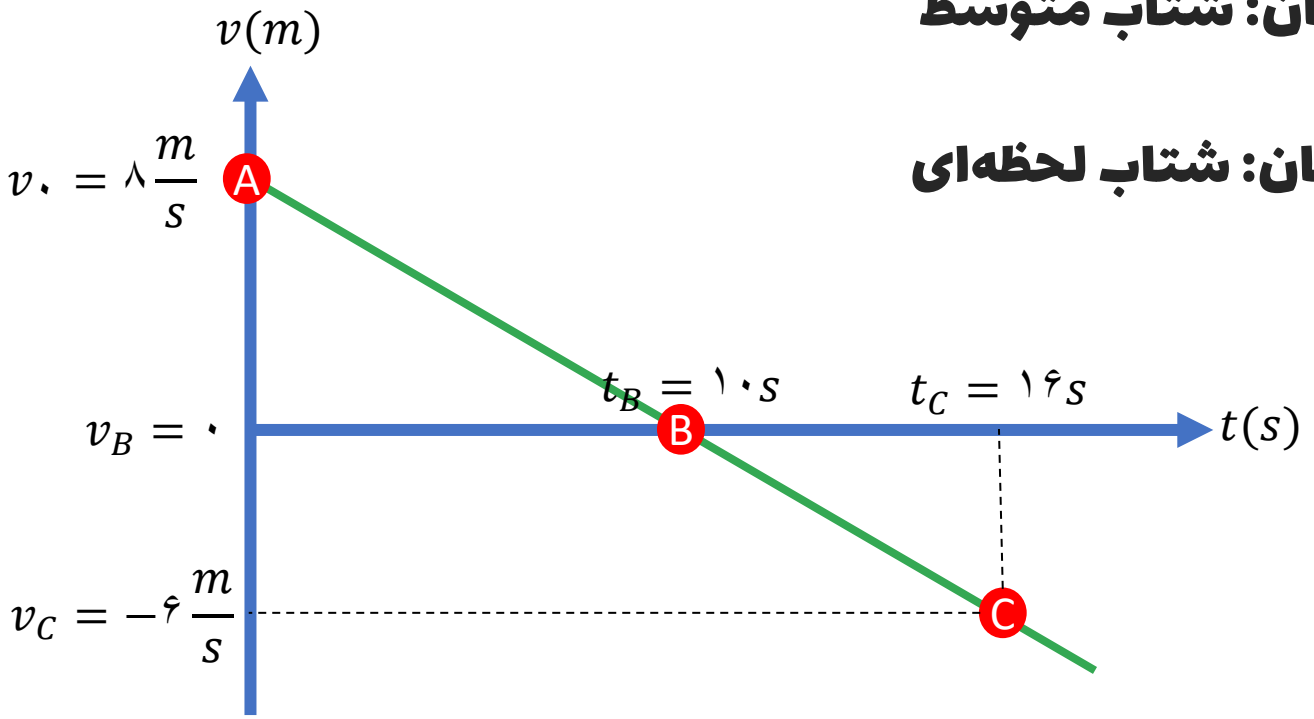
- ✓ در نمودار مکان – زمان **جهت تقعر** همان **علامت شتاب** است.
- ✓ جهت تقعر رو به بالا: شتاب مثبت
- ✓ جهت تقعر رو به پایین: شتاب منفی
- ✓ نمودار تقعر ندارد: شتاب صفر است.





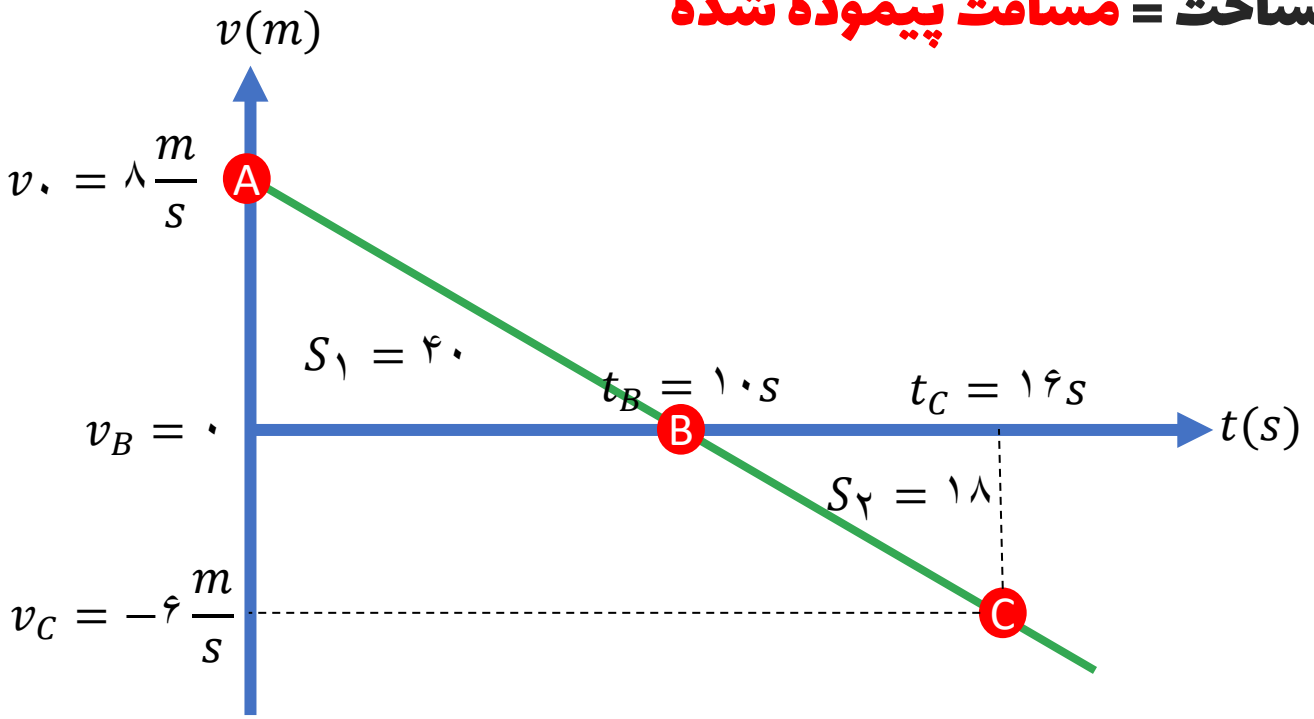
نمودار سرعت - زمان

- ✓ سرعت روی محور قائم و زمان روی محور افقی نتیجه میشه نمودار سرعت – زمان:
- ✓ اگر متحرک به محور زمان نزدیک شود (A تا B) حرکت **کندشونده** و اگر دور شود (B تا C) حرکت **تندشونده** است.
- ✓ شیب خط واصل بین دو لحظه در نمودار سرعت – زمان: شتاب متوسط
- ✓ شیب خط مماس در یک لحظه در نمودار سرعت – زمان: شتاب لحظه‌ای
- ✓ بالای محور t: $v > 0$
- ✓ پایین محور t: $v < 0$



مسافت و جابه‌جایی در نمودار سرعت - زمان

- ✓ در نمودار سرعت – زمان مساحت محصور بین نمودار و محور زمان:
- ✓ اگر **بالای محور** زمان را **مثبت** و **پایین** را **منفی** در نظر بگیریم: مساحت = **جابه‌جایی**
- ✓ اگر **بالا و پایین** محور همه را **مثبت** در نظر بگیریم: مساحت = **مسافت پیموده شده**



$$S_1 = \text{مساحت مثلث} = \frac{۸ \times ۱۰}{۲} = ۴۰$$

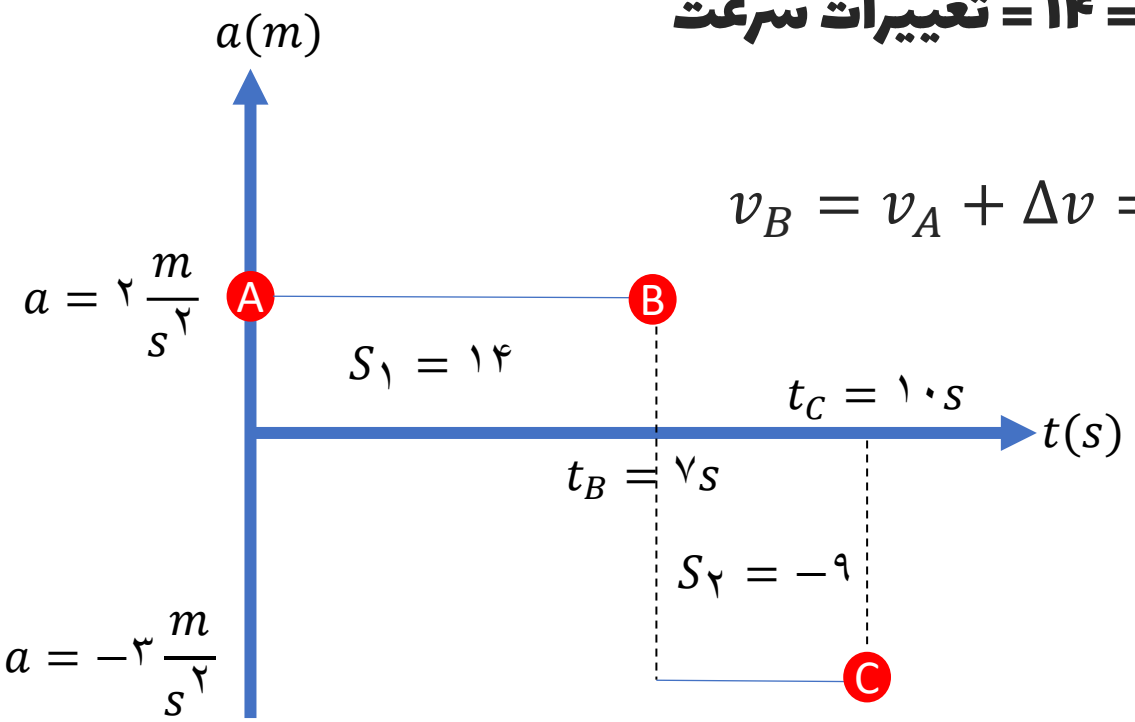
$$S_2 = \text{مساحت مثلث} = \frac{(۱۶ - ۱۰) \times ۶}{۲} = ۱۸$$

$$\text{مسافت} = S_1 + S_2 = ۴۰ + ۱۸ = ۵۸\ m$$

$$\text{جابه‌جایی} = S_1 - S_2 = ۴۰ - ۱۸ = ۲۲\ m$$

نمودار شتاب - زمان

- ✓ در نمودار شتاب – زمان: مساحت محصور بین نمودار و محور زمان = تغییرات سرعت = Δv
- ✓ فرض کنیم در شکل زیر سرعت نقطه A ۵ متر بر ثانیه باشد. می‌خواهیم سرعت B و C را محاسبه کنیم.
- ✓ با توجه به نمودار مقدار مساحت محصور از نقطه A تا نقطه B = ۱۴ = تغییرات سرعت
- ✓ پس سرعت در نقطه B برابر خواهد بود با: $v_B = v_A + \Delta v = ۵ + ۱۴ = ۱۹ \frac{m}{s}$
- ✓ سرعت در نقطه C: $v_C = v_B + \Delta v = ۱۹ - ۹ = ۱۰ \frac{m}{s}$



علی جبرا سایت تخصصی آموزش

WWW.ALIGEBRA.COM

۰۹۱۲۷۷۴۴۲۸۱

۰۹۱۲۷۷۴۴۳۸۹