

# نیرو

## فصل ۵



نیرو های تماسی مانند کشیدن یا هل دادن میز ، اصطکاک و شوت کردت توپ و پرتاب کردن اجسام

نیرو های غیر تماسی مانند نیروی گرانش زمین ، نیروی مغناطیسی ، نیروی الکتریکی

### نیرو در زندگی ما چه اهمیتی دارد؟

فیزیکدان‌ها تأثیر برخورد خودروها با یکدیگر را بررسی می‌کنند تا امنیت آنها را در جاده افزایش دهند. متخصصان تولید کفش‌های کوهنوردی، کفش‌هایی را طراحی و تولید می‌کنند تا اصطکاک بین کفش‌ها و کوه زیاد باشد. متخصصان خودروهای مسابقه تلاش می‌کنند تا خودروهایی را با بیشترین شتاب طراحی کنند. مهندسان برای افزایش ایمنی حرکت بالابرها، بیشترین نیرویی را بررسی می‌کنند که کابل‌های بالابر می‌توانند تحمل کنند و ... .

در واقع در هر کاری که روزانه انجام می‌دهیم، با نیرو سروکار داریم. باز و بسته کردن در و پنجره، راه رفتن، بازی کردن، رانندگی کردن، شنا کردن، حمل کردن اجسام، حرکت وسایل نقلیه، پرواز هواپیما و ... بدون اعمال نیرو انجام نمی‌شود. آیا تاکنون فکر کرده‌اید، نیرو چه نقشی در تغییر حرکت دارد؟

**نیرو چیست؟ نیرو عاملی است که موجب کشش و رانش می‌شود**

**یا اینکه می‌توانیم بگوییم که نیرو اثر متقابل بین دو جسم است**

**نیرو های تماسی مانند کشیدن یا هل دادن یک جسم و اصطکاک**

**و نیروی غیر تماسی مانند الکتریکی یا مغناطیسی**

## از اثرات نیرو بر یک جسم چند مورد بیان کنید

### نیروهای متوازن

پیش از این در کتاب‌های علوم؛ با برخی از مفاهیم نیرو آشنا شدیم. در آنجا دیدیم که وقتی جسمی را می‌کشیم یا آن را هل می‌دهیم؛ به آن نیرو وارد می‌کنیم. اثر نیرو بر یک جسم، خود را به شکل‌های مختلف مانند: شروع به حرکت کردن، توقف، کم یا زیاد شدن سرعت، تغییر جهت سرعت و تغییر شکل آن جسم نشان می‌دهد. همچنین نیرو اثر متقابل بین دو جسم است؛ یعنی اگر شما دوستان را هل دهید، او نیز شما را هل می‌دهد و اگر شما وی را بکشید، او نیز شما را می‌کشد. به عبارت دیگر در به وجود آمدن نیرو، همواره دو جسم مشارکت دارند و البته



شکل ۱- در برخورد چکش با میخ، چکش به میخ نیرو وارد می‌کند و میخ نیز به چکش.

این اجسام لزوماً در تماس با یکدیگر نیستند. در چه صورت می‌توانیم بگوییم که نیرو های وارد بر یک جسم متوازن اند؟

اگر بر جسمی چند نیرو به طور هم‌زمان اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، می‌گوییم نیروهای وارد بر جسم متوازن اند. به عبارت دیگر اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند و از مایش نشان می‌دهد، تا زمانی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند جسم ساکن، همچنان ساکن باقی می‌ماند (شکل ۲ و ۵) و اگر در حال حرکت باشد همچنان به حرکت خود ادامه خواهد داد و تغییری در نحوه حرکت آن ایجاد نخواهد شد؛ یعنی سرعت آن تغییر نخواهد کرد (شکل ۳ و ۴). به بیان دیگر؛ یک جسم حالت سکون یا حرکت یکنواخت روی خط راست خود را حفظ می‌کند مگر آنکه تحت تأثیر نیرویی مجبور به تغییر آن حالت شود. به این بیان **قانون اول نیوتون** گویند.

قانون اول نیوتن را بیان کنید



شکل ۳- وقتی نیروهای وارد بر خودروی در حال حرکت متوازن باشند، خودرو با سرعت ثابت حرکت می‌کند.



شکل ۲- شخصی به جعبه ساکن نیرو وارد می‌کند ولی جعبه حرکت نمی‌کند؛ زیرا نیروی روبرو به جلو با نیروی اصطکاک رو به عقب هم‌اندازه‌اند.



شکل ۵ - نیروی رو به بالایی که از طرف آب به قایق وارد می‌شود هم اندازه با وزن قایق است، بنابراین قایق روی آب به حالت تعادل باقی می‌ماند. پس قایق بدون شتاب است

شکل ۴ - وقتی نیروی وزن وارد بر چتر باز و نیروی مقاومت هوا هم اندازه باشند، چتر باز با سرعت ثابت به طرف زمین حرکت می‌کند پس حرکت چتر باز بدون شتاب است

چه وقت نیروی خالص بر جسم اثر می‌کند؟

حال اگر در جسمی توازن نیروها به هم بخورد، یعنی نیروهایی که بر آن تأثیر می‌گذارند، همدیگر را خنثی نکنند، آنگاه نیروی خالصی بر جسم اثر خواهد کرد و جسم ساکن شروع به حرکت می‌کند؛ یا اگر در حال حرکت باشد، تغییری در حرکت آن به وجود خواهد آمد. مثلاً اگر در پرواز هواپیما، نیروی بالابری بیشتر از وزن هواپیما شود، هواپیما اوج می‌گیرد و اگر نیروی بالابری کمتر از وزن شود، ارتفاع هواپیما کاهش پیدا می‌کند (شکل ۶).



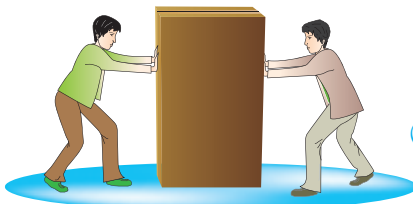
شکل ۶ - وقتی نیروهای وارد بر هواپیمای در حال پرواز متوازن باشند، تغییری در حرکت هواپیما ایجاد نمی‌شود.

مقاومت هوا = نیروی پیشران

وزن = نیروی بالابری

### فعالیت

دانش‌آموزان در شکل‌های زیر جسمی که در ابتدا ساکن است، را هل می‌دهند. اثر اعمال این نیروها را در هر شکل توضیح دهید (سطح زمین را صاف و صیقلی فرض کنید تا بتوانید از نیروی اصطکاک صرف نظر کنید). الف) دانش‌آموزان از دو طرف با نیروی  $100\text{ N}$  جعبه را هل می‌دهند.

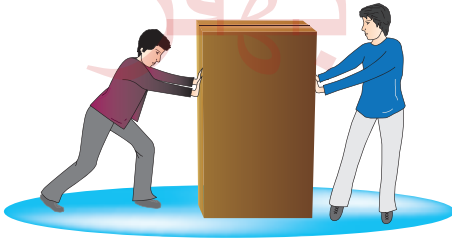


الف)

$$100 \rightarrow + \leftarrow 100 = \dots 0..$$

نیروی خالص =  $100 - 100 = 0$

نیروها در خلاف جهت هم هستند پس آنها را از هم کم می‌کنیم



(ب)

(ب) دانش‌آموز سمت چپ با نیروی  $120^{\circ}\text{N}$  و دانش‌آموز سمت راست با نیروی  $50^{\circ}\text{N}$  جعبه را هل می‌دهد.

$$\begin{array}{c} \xrightarrow{120} + \xleftarrow{50} = \dots\dots \\ \text{نیروی خالص} = 120 - 50 = 70 \text{ N} \end{array}$$



(ب)

(پ) هر دو دانش‌آموز با نیروی  $60^{\circ}\text{N}$  جسم را به طرف راست هل می‌دهند.

$$\begin{array}{c} \xrightarrow{60} + \xrightarrow{60} = 120. \\ \text{نیروی خالص} = 60 + 60 = 120 \text{ N} \end{array}$$

نیرو های با جهت مخالف را از هم کم می کنیم  
نیرو های هم جهت را با هم جمع می کنید

از این فعالیت چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

تا برابند نیرو ها را به دست آوریم

عامل ایجاد شتاب در یک جسم چیست؟

## نیروی خالص عامل شتاب است

همان‌طور که دیدید، اگر نیروهای وارد بر جسم در توازن باشند؛ یعنی نیروی خالص صفر باشد، سرعت جسم تغییر نمی‌کند؛ مثلاً وقتی شما و دوستان از دو طرف با نیروی هم‌اندازه و در خلاف جهت یک چرخ دستی را هل دهید، چرخ دستی حرکت نمی‌کند؛ اما سرعت چرخ دستی یا هر جسم دیگری وقتی تغییر می‌کند که نیروهای وارد بر آن در توازن نباشند. به عبارت دیگر نیروی خالصی بر جسم وارد شود. پس نتیجه می‌گیریم که نیروی خالص وارد بر یک جسم سبب تغییر سرعت آن می‌شود؛ یعنی **نیرو** سبب ایجاد **شتاب** می‌شود. مثلاً وقتی شما به تنهایی یک چرخ دستی را هل می‌دهید، چرخ دستی شروع به حرکت می‌کند و سرعت آن افزایش می‌یابد؛ یعنی نیرو سبب تغییر سرعت یا به عبارت دیگر سبب ایجاد شتاب در جسم می‌شود.

بهر

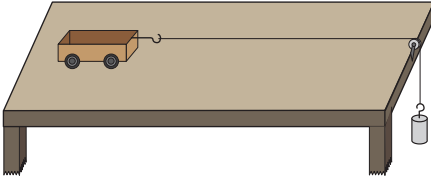
باید بر آن نیرو وارد کنیم

خود را بیازمایید

الف) اگر بخواهیم جسمی را به حرکت درآوریم یا سرعت آن را تغییر دهیم، چه باید کنیم؟  
ب) اگر خودرویی بخواهد متوقف شود، باید در کدام جهت به آن نیرو وارد شود؟

در جهت مخالف حرکت آن

## آزمایش کنید



**هدف:** بررسی رابطه بین شتاب و نیرو  
**وسایل و مواد لازم:** میز، چهار چرخه،  
 قرقره، نخ، وزنه‌های مختلف، نیروسنج، قلاب  
**روش اجرا:**

۱- مطابق شکل وزنه کوچک را با نخ به جسم واقع بر روی میز وصل کنید تا جسم (چهار چرخه) شروع به حرکت کند و شتاب بگیرد.

جسم با شتاب بیشتری حرکت می کند  
 و زمان جابجایی نصف می شود

۲- جرم وزنه آویزان را ۲ برابر کنید و دوباره به زمان حرکت جسم توجه کنید.  
 ۳- این کار را با ۳ یا ۴ برابر کردن جرم وزنه ادامه دهید. در کدام حالت جسم سریع تر طول میز را طی می کند؟ شتاب جسم در کدام حالت بیشتر است؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می گیرید؟

شتاب با نیرو رابطه ی مستقیم دارد

۴- این بار جرم روی چهار چرخه را تغییر دهید و در ضمن جرم وزنه متصل به نیروسنج را نیز طوری اختیار کنید که نیروسنج در هر آزمایش با جرم‌های مختلف چهار چرخه، عدد یکسانی را نشان دهد. با افزایش جرم چهار چرخه، چه تغییری در شتاب حرکت آن دیده می شود؟ از این آزمایش چه نتیجه‌ای می گیرید؟  
**شتاب حرکت یک جسم با نیروی وارد بر آن رابطه ی مستقیم**  
**شتاب کاهش می یابد**

نتیجه ی بدست آمده از آزمایش بالا

و با جرم جسم رابطه ی عکس دارد

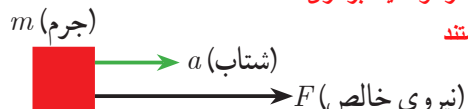
با انجام دقیق آزمایش‌هایی مشابه آزمایش بالا، درمی یابیم که شتاب جسم متناسب با نیروی وارد بر جسم است. در قسمت اول آزمایش، جرم جسم (چهار چرخه) ثابت است؛ اما نیرویی که جسم را می کشد افزایش می یابد و در اثر افزایش این نیرو، شتاب جسم نیز به همان نسبت افزایش پیدا می کند. در قسمت دوم آزمایش، نیرویی که جسم را می کشد، ثابت است؛ اما جرم جسم افزایش می یابد. در این حالت شتاب جسم کاهش پیدا می کند. یعنی شتاب با جرم جسم نسبت وارون دارد. **قانون دوم نیوتن را درباره شتاب جسم بیان کنید**  
 بنابراین هرگاه بر جسم نیروی خالصی وارد شود، جسم تحت تأثیر آن نیرو شتاب می گیرد که این شتاب نسبت مستقیم با نیروی وارد بر جسم دارد و در همان جهت نیرو است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

شتاب و نیرو هر دو کمیت برداری

و هم جهت هستند

فرمول محاسبه ی شتاب حرکت جسم

$$\text{شتاب جسم} = \frac{\text{نیروی خالص}}{\text{جرم جسم}}$$



شکل ۷- نیرو سبب شتاب گرفتن جسم در همان جهت نیرو می شود.

اگر نیروی خالص وارد بر جسم را با  $F$ ، جرم جسم را با  $m$  و شتاب را با  $a$  نشان دهیم، رابطه بالا به صورت زیر در می آید:

$$\text{نیروی خالص} \rightarrow F \quad \text{جرم} \rightarrow m \quad \text{شتاب} \leftarrow a \quad (1)$$

### یکای شتاب چیست؟

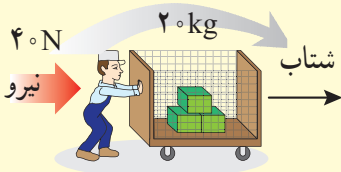
در این رابطه، یکای نیرو نیوتون (N)، یکای جرم کیلوگرم (kg) و یکای شتاب نیوتون بر کیلوگرم (N/kg) است. این رابطه را اولین بار ایزاک نیوتون دانشمند انگلیسی با اطلاع از نظرهای دانشمندان قبل از خود استنتاج کرد. لذا این رابطه معروف به قانون دوم نیوتون است.

### شتاب چند یکا دارد؟ بیان کنید

### آیا می دانید

یکای متر بر مربع ثانیه هم ارز با یکای نیوتون بر کیلوگرم است  $(\frac{N}{kg} = 1 \frac{m}{s^2})$ .

سوالات زیر را حل کنید و پاسخ خود را با پاسخ کتاب مقایسه کنید

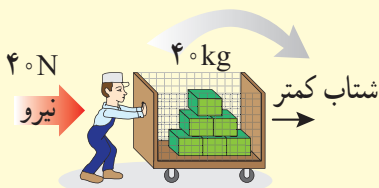


**مثال:** در هر یک از شکل های زیر اندازه شتابی را که گاری در اثر هل دادن شخص پیدا می کند، به دست آورید.

$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{40 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 2 \text{ N/kg} \quad (\text{الف})$$



$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{60 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 3 \text{ N/kg} \quad (\text{ب})$$



$$\text{شتاب} = \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \frac{40 \text{ N}}{40 \text{ kg}} = 1 \text{ N/kg} \quad (\text{پ})$$

از این مثال چه نتیجه ای می گیرید؟

### گفت و گو کنید



خودروهای مسابقه به گونه ای طراحی می شوند که دارای موتورهای قوی باشند تا بتوانند نیروی زیادی را بین جاده و خودرو ایجاد کنند. همچنین آنها تا آنجا که ممکن است سبک طراحی می شوند. این نوع طراحی؛ یعنی نیروی زیاد موتور و جرم کم اتومبیل، روی شتاب آنها چه تأثیری می گذارد؟



**مثال:** شکل روبه‌رو یک ماشین اسباب بازی ۲ کیلوگرمی را نشان می‌دهد که تحت تأثیر نیروی پیش‌ران (که توسط موتورش تأمین می‌شود) با شتاب  $0.5 \text{ N/kg}$  حرکت می‌کند. نیروی خالص وارد بر ماشین اسباب بازی چقدر و به کدام طرف است؟

**پاسخ:** از قانون دوم نیوتون می‌دانیم که جهت شتاب در جهت نیروی خالص وارد بر جسم است. بنابراین نیروی وارد بر جسم در جهت پیکان نشان داده شده است.

$$F = ma \Rightarrow \text{شتاب} \times \text{جرم} = \text{نیرو} \Rightarrow \frac{\text{نیرو}}{\text{جرم}} = \text{شتاب}$$

$$F = 2 \text{ kg} \times 0.5 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 1 \text{ N}$$

شکل ۸ - جسم تحت تأثیر نیروی گرانشی زمین (وزن) به طرف زمین شتاب می‌گیرد.



**وزن** را تعریف کنید و آن را با چه وسیله‌ای اندازه‌گیری می‌کنند؟ و یکای آن چیست؟

(وزن جسم برابر با نیروی گرانشی (جاذبه‌ای) است که از طرف زمین بر جسم وارد می‌شود. وزن جسم را با نیروسنج اندازه‌گیری می‌کنند و یکای آن نیوتون است.) وقتی جسمی را از بالای یک ساختمان رها می‌کنیم، وزن آن سبب می‌شود تا جسم به طرف زمین شتاب پیدا کند. بنابراین براساس قانون دوم نیوتون و با صرف نظر کردن از مقاومت هوا می‌توانیم بنویسیم:

**وزن یک جسم را چگونه به دست می‌آوریم؟**

**شتاب جاذبه  $\times$  جرم جسم = وزن جسم**

اگر جرم جسم را با  $m$ ، شتاب جاذبه را با  $g$  و وزن را با  $W$  نشان دهیم، رابطه بالا به شکل زیر در می‌آید:

$$W = mg \quad (2)$$

شتاب جاذبه در سطح زمین تقریباً  $9.8$  نیوتون بر کیلوگرم است که در حل برخی از مسئله‌ها برای سادگی آن را  $10$  نیوتون بر کیلوگرم فرض می‌کنند.

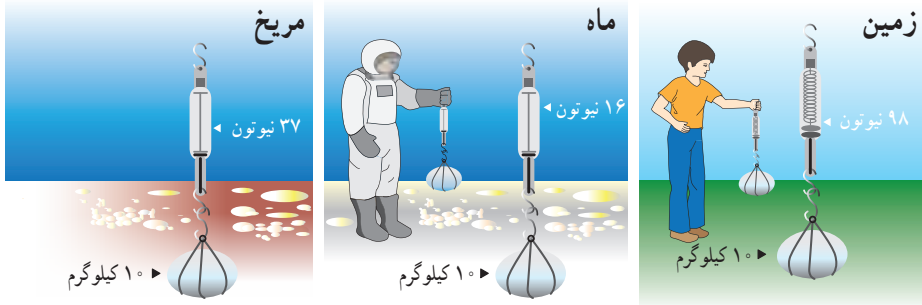
شکل ۹ - به کمک نیروسنج می‌توانیم وزن اجسام را اندازه‌گیری کنیم.



شتاب جاذبه ی زمین ، ماه و مریخ هر یک به ترتیب چقدر است؟

آیا می دانید

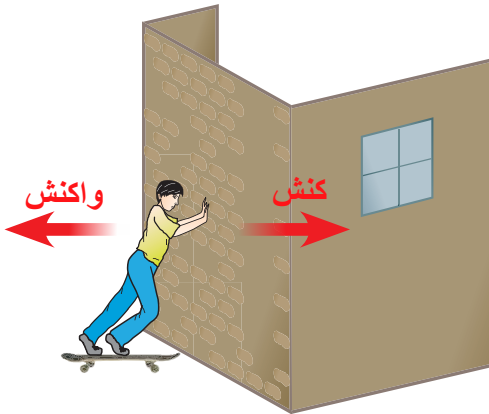
شتاب جاذبه روی زمین تقریباً  $9.8 \text{ N/kg}$ ، روی ماه تقریباً  $1.6 \text{ N/kg}$  و روی مریخ تقریباً  $3.7 \text{ N/kg}$  است.



$50 \times 9/5 = 490$  نیوتن

خود را بیازمایید

جرم دانش آموزی ۵۰ کیلوگرم است. وزن این دانش آموز در سطح زمین چقدر است؟



شکل ۱- شخص به دیوار نیرو وارد می کند (کنش) و دیوار نیز نیرویی هم اندازه اما در خلاف جهت به شخص وارد می کند (واکنش).

منظور از نیروی کنش و واکنش چیست؟

وقتی با دست دیوار یا خودرویی را هل می دهیم، حس می کنیم دیوار یا خودرو نیز ما را هل می دهد. یعنی در برهم کنش بین دست و دیوار دو نیرو وجود دارد. نیرویی که ما به دیوار وارد می کنیم و نیرویی که دیوار به دست ما وارد می کند. اگر نیروی دست که دیوار را هل می دهد، **کنش**<sup>۱</sup> بنامیم، نیرویی که دیوار به دست ما وارد می کند، **واکنش**<sup>۲</sup> نامیده می شود (شکل ۱۰).

نیروی کنش و واکنش بین دو آهن ربا چگونه است؟

( اگر قطب های همنام دو آهن ربا را به هم نزدیک کنیم، آهن ربای اولی آهن ربای دومی را دفع می کند (کنش) و آهن ربای دومی نیز آهن ربای اولی را دفع می کند (واکنش). همچنین وقتی دو جسم باردار الکتریکی مثبت و منفی را به هم نزدیک می کنیم بار مثبت، بار منفی را جذب می کند (کنش) و بار منفی نیز بار مثبت را جذب می کند (واکنش). )  
**نیروی کنش زودتر ظاهر می شود یا نیروی واکنش؟**  
 ( نیروهای کنش و واکنش همیشه همراه هم ظاهر می شوند و هیچ یک بدون دیگری نمی توانند وجود داشته باشند) ایزاک نیوتون رابطه بین نیروهای کنش و واکنش را به صورت زیر بیان کرده است :

۱- Action      ۲- Reaction



## قانون سوم نیوتن یا قانون کنش و واکنش را بیان کنید



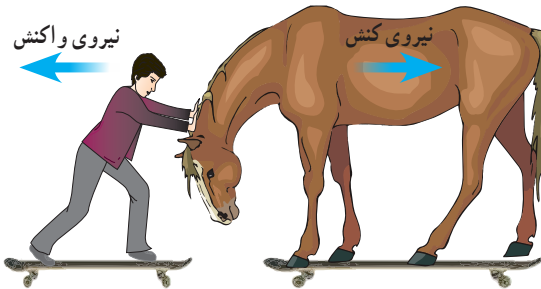
( «هر گاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم اندازه ولی در خلاف جهت وارد می کند.» )

بیان بالا معروف به قانون سوم نیوتن است. در شکل ۱۱ تصویر چند حالت مختلف آورده شده است که می توان روی آنها نیروهای کنش و واکنش را مشخص کرد. توجه داریم که (نیروی کنش و واکنش همواره هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند و بر دو جسم وارد می شوند.)

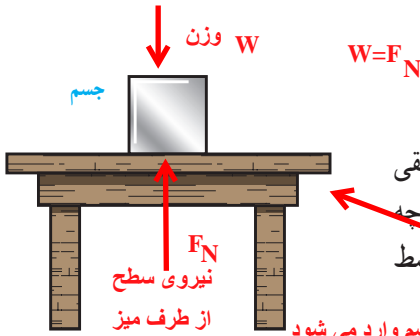


شکل ۱۱- شکل های مختلفی که می توان در آنها کنش و واکنش را مشخص کرد.

## گفت و گو کنید



فرض کنید مطابق شکل پسر و اسب، روی اسکیت ها ساکن اند. پسر، اسب را اهل می دهد و هر دوی آنها شتاب پیدا می کنند و به حرکت در می آیند اما شتاب آنها در خلاف جهت یکدیگر است. کدام یک از آنها دارای شتاب بیشتری می شود؟ توضیح دهید.



## نیروی عمودی سطح

شکل ۱۲ جسمی را نشان می‌دهد که روی سطح افقی

میزی ساکن است و حرکت نمی‌کند. بر این جسم چه

نیروهای وارد می‌شود؟ نیروی وزن وارد بر جسم توسط

چه نیروی دیگری خنثی می‌شود؟

همان‌طور که دیدیم (نیروهای وارد بر جسم ساکن،

متوازن اند. بنابراین باید به جز وزن جسم که آن را به طرف

پایین می‌کشد، نیروی دیگری از طرف سطح میز بر جسم

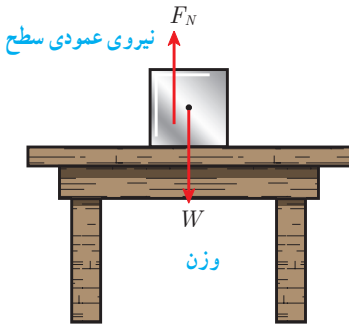
رو به بالا وارد شده باشد تا اثر وزن را خنثی کند. به این

نیرو، نیروی عمودی سطح یا تکیه‌گاه گویند و آن را با  $F_N$

نشان می‌دهند (شکل ۱۳).

**مهم** هرچه جسم سنگین‌تر باشد، نیروی عمودی تکیه‌گاه نیز

بیشتر خواهد بود.



شکل ۱۲- جسم روی سطح میز ساکن است

شکل ۱۳- بر جسم دو نیروی وزن و عمودی سطح وارد می‌شود

## خود را بیازمایید

اگر در شکل ۱۳ جرم جسم  $10\text{ kg}$  باشد، وزن جسم و مقدار نیروی عمودی سطح چند نیوتون

**نیوتن ۹۸ = وزن**

**نیوتن ۹۸ = نیروی عمودی سطح**

است؟

**آثار اصطکاک را در چه مواقعی می‌توان مشاهده کرد؟**

## اصطکاک

در زندگی روزمره پیوسته با اصطکاک سروکار

داریم. (ما آثار اصطکاک را در حرکت خودرو،

راه‌رفتن، بازی کردن، هل دادن یک جسم و...

مشاهده می‌کنیم. وقتی جسمی را که روی زمین

قرار دارد، می‌کشیم یا هل می‌دهیم، نیرویی در

خلاف جهت نیروی ما به وجود می‌آید) همچنین

(وقتی جسم روی زمین در حال حرکت است،

نیرویی در خلاف جهت حرکت از طرف زمین بر

آن وارد می‌شود. به این نیروها **نیروی اصطکاک**

می‌گویند) (فرض کنید می‌خواهیم جسم سنگینی

نیروی

اصطکاک

چیست؟

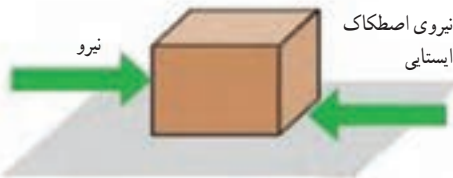


شکل ۱۴- شخص بسته را هل می‌دهد اما بسته حرکت نمی‌کند.

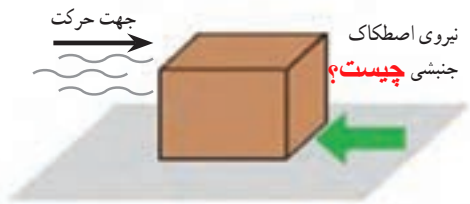
۱- Friction force

زیرا نیروی اصطکاک مانع حرکت جسم می‌شود؟

نیروی اصطکاک ایستایی چیست؟



زیرا اصطکاک ایستایی  
 مانع حرکت آن می شود  
 الف) به جسم نیرویی به سمت راست وارد  
 می شود؛ اما جسم همچنان ساکن است



ب) جسم در حال حرکت است و نیرویی در جهت  
 حرکت بر آن وارد نمی شود. فقط نیروی اصطکاک جنبشی بر  
 خلاف جهت حرکت بر آن وارد می شود

شکل ۱۵- شکل های مختلفی از نیروی  
 اصطکاک

شکل ۱۵- ب): مقدار نیروی اصطکاک بین دو جسم به چه چیزی بستگی دارد مثال بزنید

نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس دو جسم بستگی دارد؛ مثلاً صخره نوردان از کفش هایی با زیره های خاصی برای صخره نوردی استفاده می کنند تا نیروی اصطکاک بین کفش و زمین زیاد شود، در حالی که اسکی بازان تلاش می کنند از چوب های اسکی صیقلی شده استفاده کنند تا نیروی اصطکاک بین چوب ها و برف کم شود.



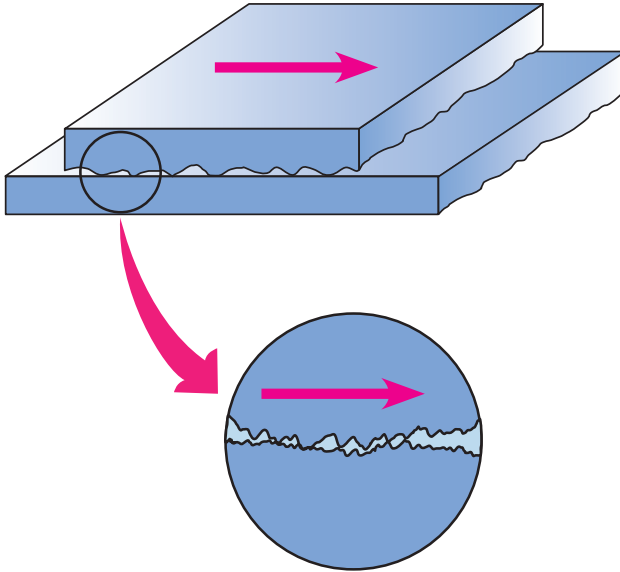
شکل ۱۶- (در صخره نوردی نباید کفش ها لیز باشند) اما در اسکی باید کف چوب اسکی بسیار لیز باشد.

اصطکاک مضر است

اصطکاک مفید است

## علت وجود نیروی اصطکاک بین دو جسم چیست؟

(نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری‌هایی است که به صورت میکروسکوپی بین دو جسم وجود دارد و با چشم غیرمسلح قابل رؤیت نیست. هرچه دو جسم روی هم بیشتر فشرده شوند، این ناهمواری‌ها بیشتر در یکدیگر فرو می‌روند و مانع حرکت می‌شوند و نیروی اصطکاک افزایش می‌یابد.)



شکل ۱۷- ناهمواری‌های روی سطح اجسام با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود.

البته ممکن است این ناهمواری‌ها هم در اجسام زیر مثل سمباده و سنگ پا دیده شوند

(الف) به گاری نمی‌بندیم و به آن یک وزنه مثل وزنه ی 1 آویزان می‌کنیم

سپس وزنه را آنگاه زیاد می‌کنیم تا گاری با سرعت ثابت شروع به

حرکت کند در نتیجه وزن و وزنه برابر است با اصطکاک جنبشی

## فعالیت

آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید:

(الف) نیروی اصطکاک وارد بر جسمی مانند یک قطعه چوب مکعبی در حال لغزش روی سطح را اندازه بگیرید. (ب) نشان دهید که نیروی اصطکاک جنبشی به طور محسوسی به مساحت سطح تماس دو جسم بستگی ندارد. (پ) نشان دهید که هرچه جسم سنگین‌تر شود (با قرار دادن اجسام دیگر روی مکعب) نیروی اصطکاک جنبشی نیز افزایش می‌یابد.

(ب) دو جسم با جنس سطح یکسان انتخاب می‌کنیم که وزن آنها با هم برابر باشد ولی مساحت سطح

آنها یکسان نباشد. وقتی تک تک آنها را یک سطح افقی قرار می‌دهیم و می‌کشیم ملاحظه می‌کنیم

که نیروی لازم برای کشش هر دو یکسان است

(پ) یک گاری انتخاب می‌کنیم یک بار با قرار دادن وزنه‌های کم روی یک سطح افقی می‌کشیم

و در حالت دوم مقدار وزنه‌ها را بیشتر می‌کنیم ملاحظه می‌کنیم که در حالت دوم نیروی بیشتری برای کشیدن لازم است

## جمع‌آوری اطلاعات

با مراجعه به منابع معتبر، تحقیق کنید:

(الف) در چه مواردی باید نیروی اصطکاک را کم کرد و این عمل چگونه انجام می‌شود؟

(ب) در چه مواردی باید نیروی اصطکاک را افزایش داد و این عمل چگونه انجام می‌شود؟

(الف) هر جا که اصطکاک مضر باشد باید آن را کم کرد با صاف کردن سطوح- روغن کاری - استفاده از ساچمه و غلتک و .....

هر جا که اصطکاک مفید باشد باید آن را زیاد کرد با زیاد کردن وزن اجسام- زیر کردم سطوحی که به هم مالش داده می‌شوند و .....