

فصل (۵) نیرو

چند مثال از وجود نیرو در انجام کارها عبارتند از:

- ۱) باز و بسته کردن در و پنجره
- ۲) راه رفتن
- ۳) بازی کردن
- ۴) رانندگی کردن
- ۵) شنا کردن
- ۶) حمل کردن اجسام
- ۷) حرکت وسایل نقلیه
- ۸) پرواز هواپیما

نیرو چیست؟ نیرو اثر متقابل بین دو جسم است.

مثال: یعنی اگر شما دوستان را هل دهید، او نیز شما را هل میدهد و اگر شما وی را بکشید، او نیز شما را میکشد.

نکته: در به وجود آمدن نیرو، همواره دو جسم مشارکت دارند و البته این اجسام لزوماً در تماس با یکدیگر نیستند.

انواع نیرو عبارتند از:

۱) **نیروی تماسی:** نیروی که در اثر تماس دو جسم با یکدیگر انجام میشود.

مثل: نیروی اصطکاک - نیروی مقاومت هوا - نیروی کشش فنر

۲) **نیروی غیر تماسی:** نیرویی که یک جسم بدون تماس با جسم دیگر میتواند به آن وارد کند.

مثل: نیروی گرانشی - نیروی الکتریکی - نیروی مغناطیسی

شکل های مختلف اثر نیرو بر یک جسم عبارتند از:

- ۱) شروع به حرکت کردن جسم
- ۲) کم یا زیاد شدن سرعت جسم
- ۳) تغییر جهت سرعت
- ۴) تغییر شکل جسم
- ۵) توقف جسم

نیروهای متوازن چیست؟ اگر بر جسمی چند نیرو به طور هم زمان اثر کند و این نیروها اثر یکدیگر را خنثی کنند، می گوییم نیروهای

وارد بر جسم متوازن اند. به عبارت دیگر اگر برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر باشد، نیروهای وارد بر جسم متوازن اند.

نکته: تا زمانی که نیروهای وارد بر جسم متوازن باشند جسم ساکن، همچنان ساکن باقی می ماند و برآیند نیروها بر هم صفر است.

مثال (۱): شخص به جعبه ساکن نیرو وارد میکند ولی جعبه حرکت نمی کند. زیرا نیروی روبه جلو با نیروی

اصطکاک رو به عقب هم اندازه است.



مثال (۲): نیروی رو به بالایی که از طرف آب به قایق وارد می شود هم اندازه با وزن قایق



است، بنابراین قایق روی آب به حالت تعادل باقی می ماند.

اگر جسم 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.

مثال (۳): وقتی خودرو در یک مسیر مستقیم با سرعت ثابت حرکت کند، نیروهای وارد بر آن متوازن شده اند.



مثال (۴): نیروی وزن وارد بر چتر باز و نیروی مقاومت هوا هم اندازه اند، بنابراین چتر باز با سرعت

ثابت به طرف زمین حرکت می کند.

عدم توازن نیروها چیست؟



حال اگر در جسمی توازن نیروها به هم بخورد، یعنی نیروهایی که بر آن تأثیر می گذارند، 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.

مثال: اگر در پرواز هواپیما، نیروی بالابری بیشتر از وزن هواپیما شود، هواپیما اوج می گیرد و اگر نیروی بالابری کمتر از وزن شود، ارتفاع هواپیما کاهش پیدا می کند.

نکته: وقتی نیروهای وارد بر هواپیمای در حال پرواز متوازن باشند، تغییری در حرکت هواپیما ایجاد نمی شود. یعنی هواپیما با همان سرعت و ارتفاع حرکت خواهد کرد.

نیروی خالص چیست؟

نیرویی است که از تأثیر همزمان نیروهای مختلف وارد بر جسم ایجاد میگردد که باعث تغییر در وضعیت جسم میگردد.

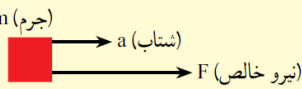
نیروی خالص عامل شتاب است. اگر نیروهای وارد بر جسم در توازن باشند؛ یعنی نیروی خالص صفر باشد، سرعت جسم تغییر نمی کند.

مثال: وقتی شما و دوستان از دو طرف با نیروی هم اندازه و در خلاف جهت یک چرخ دستی را هل دهید، چرخ دستی حرکت نمی کند؛ اما سرعت چرخ دستی یا هر جسم دیگری وقتی تغییری کند که نیروهای وارد بر آن در توازن نباشند. به عبارت دیگر نیروی خالصی بر جسم وارد شود. پس نتیجه می گیریم که نیروی خالص وارد بر یک جسم سبب تغییر سرعت آن می شود؛ یعنی نیرو سبب ایجاد شتاب می شود. مثلاً وقتی شما به تنهایی یک چرخ دستی را هل می دهید، چرخ دستی شروع به حرکت می کند و سرعت آن افزایش می یابد؛ یعنی نیرو سبب تغییر سرعت یا به عبارت دیگر سبب ایجاد شتاب در جسم می شود.

قانون دوم نیوتون چیست؟

با انجام دقیق آزمایش هایی مشابه آزمایش بالا، درمی یابیم که شتاب جسم متناسب با نیروی وارد بر جسم است. در قسمت اول آزمایش، جرم جسم (چهارچرخه) ثابت است؛ اما نیرویی که جسم را می کشد افزایش می یابد و در اثر افزایش 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. 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.

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


نکته:

نیرو سبب شتاب گرفتن جسم در همان جهت نیرو می شود.

$$\frac{F}{m} = a$$

اگر نیروی خالص وارد بر جسم را با F ، جرم جسم را با m و شتاب را با a نشان دهیم، رابطه زیر بدست می آید.

$$F = ma \quad \left(\begin{array}{l} \text{نیرو (N)} \rightarrow F \\ \text{شتاب (m/s}^2\text{)} \leftarrow a \\ \text{جرم (kg)} \rightarrow m \end{array} \right)$$

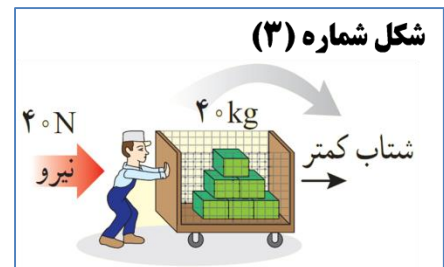
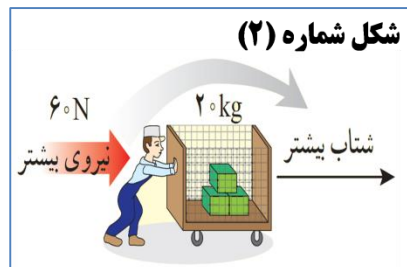
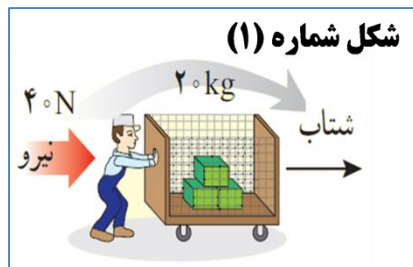
واحدهای قانون دوم نیوتون:

در این رابطه یکا ی نیرو نیوتون N یکا ی جرم کیلوگرم kg و یکا ی شتاب متر بر مجذور ثانیه (N/kg) یا (m/s^2) است.

این رابطه را اولین بار ایزاک نیوتون دانشمند انگلیسی با اطلاع از نظرهای دانشمندان قبل از خود نتیجه گیری کرد. در نتیجه این رابطه معروف به **قانون دوم نیوتون** است.

آیا میدانید: یکاهای متر بر مجذور ثانیه و نیوتن بر کیلوگرم معادل یک دیگر هستند.

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



مثال:

شکل زیر یک ماشین اسباب بازی ۲ کیلوگرمی را نشان میدهد که تحت تأثیر نیروی پیش ران (که توسط موتورش تأمین میشود) با شتاب $0.5 N/kg$ حرکت می کند. نیروی خالص وارد بر ماشین اسباب بازی چقدر و به کدام طرف است



وزن چیست؟

وزن جسم برابر با نیروی گرانشی (جاذبه ای) است که از طرف زمین بر جرم جسم وارد می شود.

ویژگی های وزن عبارتند از:

- ۱) وسیله اندازه گیری وزن جسم نیروسنج است.
- ۲) یکایاواحد اندازه گیری آن نیوتن (N) است.
- ۳) وزن همه جا یکسان و ثابت نیست و به مقدار شتاب جاذبه بستگی دارد.

فرمول وزن: وزن یک جسم در سطح زمین از حاصل ضرب جرم جسم در شتاب جاذبه زمین به دست می آید.

شتاب جاذبه زمین \times جرم جسم = وزن جسم

$$W = m \cdot g$$

نکته: مقدار عددی شتاب جاذبه کره زمین برابر با $9/8 \text{ N/kg}$ می باشد که در حل مسائل آنرا 10 N/kg در نظر میگیرند.
وزن یک جسم کوچک ۱۰۰ گرمی تقریباً (۱) نیوتون است.

آیا میدانید: انواع شتاب در کرات مختلف عبارتند از:

- (۱) مقدار شتاب جاذبه ی زمین برابر $9/8$ نیوتون بر کیلوگرم است.
- (۲) مقدار شتاب جاذبه ی کره ماه $1/67$ نیوتون بر کیلوگرم است.
- (۳) مقدار شتاب جاذبه ی کره مریخ $3/6$ نیوتون بر کیلوگرم است.

بیشتر بدانید: جرم جسم چیست؟ مقدار ماده ی سازنده هر جسم می باشد.

ویژگی های جرم ماده عبارتند از:

- (۱) واحد اندازه گیری آن کیلوگرم (**Kg**) و یا گرم (**gr**) است.
- (۲) وسیله اندازه گیری آن ترازو است.
- (۳) جرم جسم همه جا ثابت است.

جرم ماده به دو عامل بستگی دارد: تعداد ذرات سازنده آن ماده \times جرم هر ذره = جرم ماده

(۱) تعداد ذرات سازنده آن ماده

(۲) جرم هر ذره

قانون سوم ایزاک نیوتن چیست؟ (نیروی کنش و واکنش)

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.

نیروی کنش چیست؟ نیروی که ما به جسم وارد می کنیم کنش می نامیم.

نیروی واکنش چیست؟ نیروی که جسم به ما وارد می کند واکنش می نامیم.

مثال (۱):

(a) شخص به دیوار نیرو وارد می کند (**کنش**)

(b) دیوار نیز نیرویی هم اندازه اما در خلاف جهت به شخص وارد می کند (**واکنش**)

مثال (۲):

(a) اگر قطبهای همنام دو آهنربا را به هم نزدیک کنیم، آهنربای اولی آهنربای دومی را دفع می کند (**کنش**)

(b) اگر آهنربای دومی نیز آهنربای اولی را دفع کند (**واکنش**)

مثال (۳):

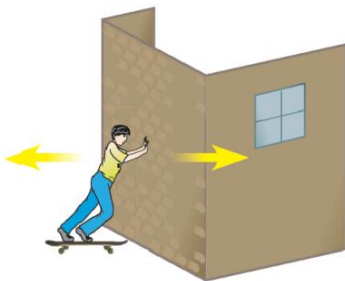
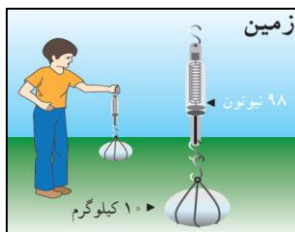
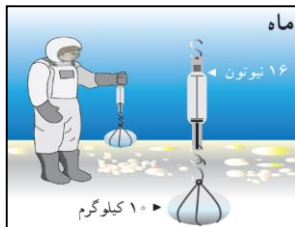
(a) همچنین وقتی دو جسم باردار الکتریکی مثبت و منفی را به هم نزدیک می کنیم بار مثبت، بار منفی را جذب می کند (**کنش**)

(b) بار منفی نیز بار مثبت را جذب می کند (**واکنش**)

نکته:

(۱) نیروهای کنش و واکنش همیشه همراه هم ظاهر می شوند و هیچ یک بدون دیگری نمی توانند وجود داشته باشند.

(۲) نیروی کنش و واکنش همواره هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگرند و بر دو جسم وارد می شوند.



نیروی اصطکاک (مالشی) چیست؟ نیرویی که مانع ادامه ی حرکت جسم (خلأف جهت نیرو) می شود.

مواردی که اصطکاک زیاد دارند عبارتند از:



- ۱) دو سطح صاف مثل شیشه بهم بچسبند.
- ۲) وزن جسم زیاد باشد موجب تماس بیشتر جسم با سطح می شود.

چه مواقع باید اصطکاک را افزایش بدهیم؟

- ۱) روشن کردن کبریت و فندک
- ۲) ترمز کردن اتومبیل
- ۳) راه رفتن روی یخ که که با بستن رنجیر چرخ به ماشین ها یا استفاده از لاستیک های یخ شکن و یا پوشیدن کفش های میخ دار
- ۴) کوهنوردان از کفشهایی با زیره های خاصی برای کوهنوردی استفاده می کنند.

راههای کاهش اصطکاک عبارتند از:



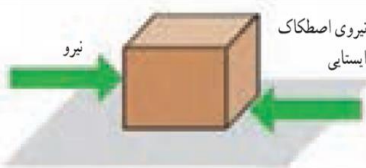
- ۱) صاف و صیقلی کردن سطوح **مثل:** آسفالت کردن جاده خاکی
- ۲) استفاده از ماده لغزنده **مثل:** روغن کاری - گریس کاری
- ۳) استفاده از ساچمه و غلتک **مثل:** بلبرینگ

انواع نیروی اصطکاک عبارتند از:

۱) نیروی اصطکاک ایستایی:

(a) اگر بخواهیم جسم سنگینی را که روی سطح افقی قرار دارد، جابه جا کنیم، اگر آن را با نیروی کمی هل دهیم، جسم به حرکت در نمی آید. در این حالت نیروی اصطکاک که در خلاف جهت نیروی ما به جسم وارد میشود، مانع حرکت جسم میشود. این نیرو را **نیروی اصطکاک ایستایی** می نامیم.

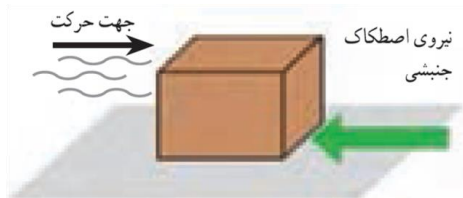
(b) نیروی اصطکاک ایستایی است که خلاف جهت نیروی وارد شده به جسم ساکن وارد شده است و از نظر مقدار بیشتر از نیروی اولیه وارد شده به جسم می باشد و بعلا بزرگی مانع حرکت جسم میگردد.



۲) نیروی اصطکاک جنبشی:

(a) اگر جسمی در اثر هل دادن یا کشیدن روی سطح افقی شروع به حرکت کند. اگر از هل دادن یا کشیدن دست برداریم، سرعت جسم کاهش می یابد و پس از مدتی می ایستد. با توجه به اینکه نیرو سبب تغییر سرعت جسم می شود، پس باید نیرویی در خلاف جهت حرکت بر جسم وارد شده باشد و سبب ایستادن جسم شود. این نیرو را **نیروی اصطکاک جنبشی** می نامیم.

(b) نیروی اصطکاک ایستایی است که مانع جسم در حال حرکت است و همیشه جهت آن مخالف نیروی اولیه وارد شده به جسم است و باعث کند شدن حرکت جسم میگردد.



جسم در حال حرکت است و نیرویی در جهت حرکت جلو بر آن وارد نمی شود.

عوامل اصلی افزایش نیروی اصطکاک عبارتند از:

(۱) سطح تماس بین دو جسم:

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

(۲) وزن جسم متحرک: وزن بیشتر نیروی اصطکاک بیشتر می‌گردد.

