

## فصل پنجم

## نیرو

**نیرو:** برهم کنش دو جسم بر یکدیگر است.

**نکته:** نیرو یک کمیت فیزیکی و قابل اندازه گیری است. یکای نیرو، نیوتن است که با نماد  $N$  نمایش داده می شود و وسیله اندازه گیری آن، **نیروسنج** است.

**ویژگی های مهم نیرو:**

- ۱- نیرو علاوه بر بزرگی، جهت هم دارد.
- ۲- حداقل دو جسم باید بر هم اثر کند تا نیرو به وجود آید (نیروها همواره به صورت جفت هستند و هیچ گاه یک نیروی منفرد نداریم)
- ۳- نیرو، یک نقطه اثر دارد؛ به عبارتی نیرو حداقل در یک نقطه بر جسم اثر می کند.
- ۴- نیرو ممکن است سرعت متحرک را تغییر دهد.
- ۵- نمی توان نیرو را ذخیره کرد؛ یا نیروی هست یا نیست.
- ۶- نیرو می تواند باعث ایجاد تنش در اجسام شود. افزایش تنش در اجسام، باعث تغییر شکل و سپس گسیختگی آنها می شود.
- ۷- نیروها به دو دسته ی تماسی و غیر تماسی (نیروی مغناطیسی، نیروی الکتریکی و ...) تقسیم می شوند.

**نیروهای متوازن:**

اگر نیروهای وارد بر جسمی هم اندازه و درست برخلاف جهت هم باشند. می گوئیم نیروهای وارد بر آن متوازن هستند. اگر نیروهای وارد بر جسم ساکن متوازن باشند، جسم هم چنان ساکن می ماند و به حرکت در نمی آید.

**نکته:** نیروهای وارد شده بر جسمی که بر مسیر مستقیم حرکت یکنواخت دارد، متوازن هستند. به همین دلیل تغییری در وضعیت حرکت جسم ایجاد نشده و همچنان با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می دهند.

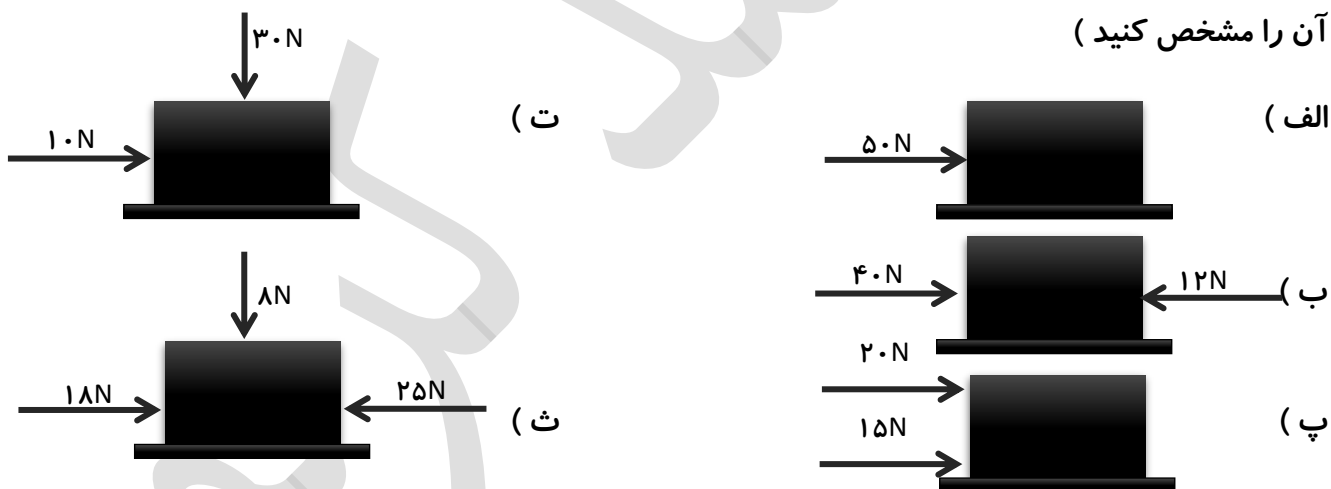
## قانون های نیوتن :

نیوتن سه قانون مهم برای بررسی عوامل مؤثر بر حرکت اجسام وضع کرد. این سه قانون به ترتیب زیر هستند :

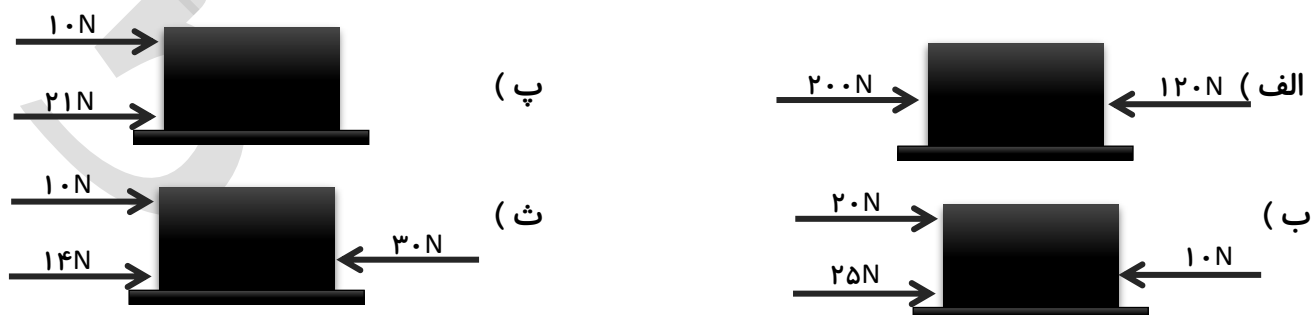
**قانون اول :** هرگاه بر جسمی نیرو وارد نشود ( یا برآیند نیروهای وارد بر آن صفر باشد )، اگر جسم ساکن باشد به حال ساکن باقی می ماند و اگر در حال حرکت باشد به حرکت یکنواخت روی خط راست خود ادامه می دهد. این قانون را « **قانون ماند یا اینرسی** » هم می گویند.

**نیروی خالص :** 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 می کند؛ یا اگر در حال حرکت باشد، تغییری در حرکت آن به وجود خواهد آمد.

**مثال :** برآیند نیروها را در شکل های زیر طوری تعیین کنید که نیروی خالص در آن صفر شود ( جهت و اندازه ی آن را مشخص کنید )



**مثال :** در شکل های زیر، اندازه و جهت نیروی خالصی را که بر هر جسم وارد می شود را محاسبه و تعیین کنید ؟



**قانون دوم:** هرگاه به جسمی نیروی خالص وارد شود، جسم شتاب پیدا می‌کند. این شتاب با برآیند نیروهای وارد بر جسم رابطه مستقیم و با جرم آن رابطه معکوس دارد.

یکای (واحد اندازه‌گیری)	نماد اختصاری	کمیت
N	F	نیرو
Kg	m	جرم
$\frac{m}{s^2}$ یا $\frac{N}{Kg}$	a	شتاب

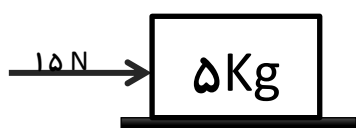
$$\text{شتاب جسم} = \frac{\text{نیروی خالص}}{\text{جرم جسم}} \implies a = \frac{F}{m} \implies F = ma$$

**نکته ۱:** جسم در جهت نیروی خالص وارد بر آن شتاب می‌گیرد.

**نکته ۲:** اگر نیروی خالص وارد بر جسم صفر باشد، حرکت جسم شتاب نداشته و یکنواخت است.

**مثال:** در شکل‌های زیر اندازه و جهت شتاب جسم را مشخص کنید؟

( الف )



( ب )



( پ )



( ت )



## مسائل قانون دوم نیوتن:

۱- جسمی به جرم  $400 \text{ g}$  بر روی یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت  $\frac{1}{5} \frac{m}{s^2}$  در حال حرکت است. اندازه‌ی نیروی خالص وارد بر جسم چه قدر است؟

۲- در شکل روبه‌رو، جسم روی یک مسیر مستقیم با شتاب ثابت  $2 \frac{m}{s^2}$  در حال حرکت است. اندازه‌ی نیروی مقاوم در برابر حرکت چه قدر است؟



۳- نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم  $1400 \text{ g}$ ،  $7 \text{ N}$  است. شتاب جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟

۴- نیروی خالص وارد بر جسمی  $30 \text{ N}$  و شتاب وارد شده بر آن  $2 \frac{m}{s^2}$  است. جرم جسم چند گرم خواهد بود؟

۵- روی یک سطح بسیار صاف و صیقلی که هیچ مقاومتی در برابر حرکت جسم وجود ندارد، دویروی افقی با اندازه‌های  $24 \text{ N}$  و  $12 \text{ N}$  بر جسمی به جرم  $4 \text{ Kg}$  وارد می‌شوند.

الف) در چه صورت شتاب جسم حداکثر مقدار خود را دارد؟ اندازه آن را حساب کنید.

ب) در چه صورت شتاب جسم حداقل مقدار خود را دارد؟ اندازه آن را حساب کنید.

۶- نیروی خالص افقی  $F$  به جسمی به جرم  $m$  که روی یک سطح افقی قرار دارد، وارد شده و به آن شتاب  $4 \frac{m}{s^2}$  می‌دهد. اگر این نیرو بر جسمی به جرم  $m+2$  وارد شود، به آن شتاب  $3 \frac{m}{s^2}$  می‌دهد. اندازه  $F$  و  $m$  را حساب کنید

**قانون سوم نیوتن:** هر کنش ( عملی ) دارای واکنشی ( عکس‌العملی ) است مساوی با آن و در خلاف جهت آن

مثلاً وقتی پای ما به میز برخورد می‌کند، پای ما درد می‌گیرد. علت درد پای ما این است که ما با پا نیرویی به میز وارد کرده‌ایم و میز هم نیرویی به همان اندازه درست برخلاف جهت به پای ما وارد می‌کند. در این رویداد نیرویی که پای ما به میز وارد می‌کند، نیروی کنش و نیرویی را که میز به پای ما وارد می‌کند، نیروی واکنش می‌نامیم.

**نکته ۱:** نمونه‌هایی از کنش و واکنش نیروی دو بار الکتریکی بر هم و نیروی دو مغناطیس بر هم است.

**نکته ۲:** به خاطر داشته باشید که نیروهای کنش و واکنش هیچ‌گاه همدیگر را خنثی نمی‌کنند. هرچند این دونیرو مساوی و مختلف‌الجهت هستند، ولی چون بر دو جسم مختلف وارد می‌شوند ( یکی بر A و دیگری بر B ) یکدیگر را خنثی نمی‌کنند.

**نیروی وزن:** بر هر جسم به جرم m که در نزدیکی زمین قرار گیرد، از طرف زمین نیرویی وارد می‌شود که آن را وزن جسم می‌گوییم. جرم جسم مقدار ثابت، اما وزن آن با تغییر فاصله‌اش از زمین تغییر می‌کند. هر چه جسم از زمین دور شود، وزن آن کاهش پیدا می‌کند.

**شتاب جاذبه‌ی زمین ( سیاره ) × جرم جسم = نیروی وزن**

$$w (N) = m (Kg) \times 10 \left( \frac{N}{Kg} = \frac{m}{s^2} \right) g$$

**نکته ۱:** شتاب گرانش ( جاذبه ) در سطح زمین برابر  $\frac{9}{8} \frac{m}{s^2}$  است که برای راحتی در انجام محاسبات آن را  $10 \frac{m}{s^2}$  فرض می‌کنند.

**نکته ۲:** شتاب جاذبه در سیارات مختلف متفاوت است مثلاً در ماه  $\frac{1}{6} \frac{N}{Kg}$  و در مریخ  $\frac{4}{Kg} \frac{N}{Kg}$  است.

**مسائل وزن:**

۱- جرم دانش آموزی ۵۰ Kg است. وزن این دانش آموز در سطح زمین چقدر است؟

۲- جرم جسمی ۴ Kg و وزن آن در سیاره آلفا، ۴۸ N است. شتاب گرانش را در سطح سیاره آلفا حساب کنید؟

۳- وزن دانش آموزی ۷۲۰ N است. جرم او چند کیلوگرم است؟  $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

**نیروی اصطکاک ( f ) :** نیرویی است که از طرف سطح بر جسم وارد می شود و مانع حرکت آن می شود.

### انواع نیروی اصطکاک :

**الف ) اصطکاک ایستایی :** اصطکاک است که مانع حرکت اجسام ساکن می شود.

**نکته :** اگر جسمی ساکن باشد، اندازه نیروی اصطکاک وارد از طرف سطح بر آن بستگی به اندازه برآیند نیروهای دیگر وارد بر جسم دارد. در واقع در حال سکون نیروی اصطکاک متغییر است و برابر برآیند نیروهایی است که می خواهیم جسم را به جلو ببرند.

### ب ) اصطکاک جنبشی ( لغزشی ) :

نیرویی است که در برابر حرکت اجسام در حال لغزش روی یک سطح مخالفت می کند.

### نکات :

- ۱- اصطکاک جنبشی به اندازه نیروی پیشران بستگی ندارد و می تواند کم تر ، بیشتر یا هم اندازه آن باشد.
- ۲- نیروی اصطکاک جنبشی به طور محسوس به مساحت سطح تماس دو جسم بستگی ندارد.
- ۳- روی سطح افقی یا سطح شیب دار هر چه جسم سنگین تر باشد، اندازه اصطکاک جنبشی نیز بیشتر است.

### مسائل نیروی اصطکاک :

۱- در شکل زیر، نیروی اصطکاک جنبشی ۱۸ N است، اندازه نیروی افقی F باید چه قدر باشد تا شتاب جسم  $\frac{m}{s^2}$  شود؟



۲- جسمی به جرم ۱/۵ Kg بر اثر اعمال نیروی افقی ۸ N با سرعت ثابت روی سطح حرکت می کند. اندازه نیروی اصطکاک جنبشی چند نیوتن است ؟

۳- شخصی با نیروی افقی ۴۵ N ، کمدی به جرم ۱۵ Kg را روی سطحی هل می دهد :

الف ) اگر شتاب جسم  $\frac{m}{s^2}$  باشد، اندازه نیروی اصطکاک جنبشی چه قدر است ؟

ب ) اگر پس از مدتی شخص کمد را رها کند ، کمد با چه شتابی متوقف می شود ؟