

## نیرو:

برای پروراندن مفهوم نیرو، آن را بطور عملیاتی تعریف می‌کنیم. در زبان روزمره، نیرو همان هُل دادن یا کشیدن است. برای سنجش کمی چنین نیروهایی، آنها را بر حسب شتابی که به یک جسم استاندارد می‌دهند تعریف می‌کنیم.

به عنوان جسم استاندارد، کیلوگرم استاندارد را بکار می‌بریم (یا فرض می‌کنیم که داریم بکار می‌بریم!). به این جسم، طبق تعریف، جرم  $m_0$  دقیقاً برابر با  $1\text{kg}$  نسبت داده شده است. بعداً توضیح خواهیم داد که چگونه به هر جسم دیگری جرم نسبت می‌دهیم.

برای اینکه محیطی داشته باشیم که نیرو وارد کند، جسم استاندارد را روی یک میز افقی با اصطکاک ناچیز می‌گذاریم و یک فنر به آن می‌بندیم و سر دیگر فنر را در دست می‌گیریم؛ شکل (I) الف. سپس فنر را به راست می‌کشیم، چنانکه با آزمون خطا به حالتی برسیم که شتاب جسم استاندارد دقیقاً برابر با مقدار ثابت  $1\text{m/s}^2$  باشد. در این حالت می‌گوییم که فنر (که جسم با اهمیت محیط است) طبق تعریف هر کیلوگرم استاندارد نیروی ثابتی به اندازه "1 نیوتن" (به اختصار  $1\text{N}$ ) وارد می‌کند. متوجه می‌شویم که فنر، در حالتی که این نیرو را وارد می‌کند، به اندازه  $\Delta L$ ، نسبت بطول معمولیش، کشیده شده است (شکل (I) ب).

می‌توان آزمایش را تکرار کرد و این بار فنر سخت‌تری به کار برد یا فنر را بیشتر کشید، تا شتابی که برای جسم استاندارد اندازه می‌گیریم برابر با  $2\text{m/s}^2$  بشود. در این حالت می‌گوییم که فنر نیروی  $2\text{N}$  به جسم استاندارد وارد می‌کند. بطور کلی، اگر مشاهده کنیم که این جسم در یک محیط

معین شتاب  $a$  دارد، می‌گوییم که محیط بر جسم  $1\text{kg}$  استاندارد نیروی  $F$  وارد می‌کند. که در آن  $F$  (برحسب نیوتن) از لحاظ عددی برابر با  $a$  (برحسب متر بر مجذور ثانیه) است.

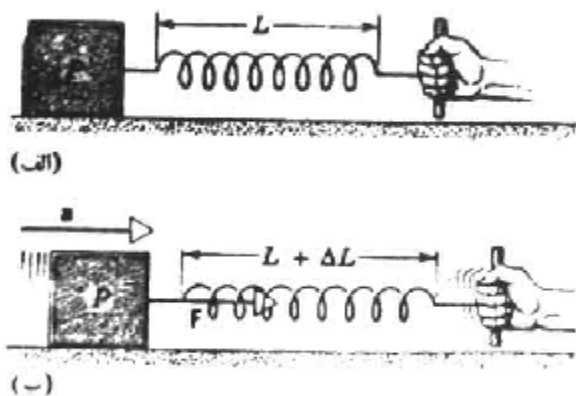
حالا ببینیم که آیا نیرو، که به شکل بالا تعریف کردیم، یک کمیت برداری است یا نه. در شکل

(I) ب به نیروی  $F$  اندازه نسبت دادیم. به راحتی می‌توانیم به آن جهت هم نسبت بدهیم، که این

جهت همان جهت شتابی است که همین نیرو ایجاد کرده است. اما برای اینکه کمیتی بردار باشد کافی

نیست که اندازه و جهت داشته باشد؛ این کمیت باید از قوانین جمع برداری هم تبعیت کند. تنها با

آزمایش می‌شود فهمید که نیرو، که به روش بالا تعریف شد، واقعاً طبق این قوانین رفتار می‌کند یا خیر.



شکل (I). (الف) "ذره"  $P$  (کیلوگرم استاندارد) در حالت سکون روی یک سطح افقی بدون اصطکاک. (ب) جسم، با کشیدن فنر به طرف راست، شتاب گرفته است.

یک نیروی  $4\text{N}$  در راستای محور  $x$  و یک نیروی  $3\text{N}$  در راستای محور  $y$  اعمال می‌کنیم. این

نیروها را یکبار جداگانه و بعد با هم به جسم استاندارد، که همچنان روی سطح افقی بدون اصطکاک قرار

دارد، وارد می‌کنیم. شتاب جسم چه خواهد بود؟ از آزمایش نتیجه می‌شود که نیروی  $4\text{N}$  در جهت

محور  $x$ ، شتاب  $4\text{m/s}^2$  در جهت محور  $x$  تولید می‌کند و نیروی  $3\text{N}$  در جهت محور  $y$  هم

شتاب  $3m/s^2$  در جهت محور  $y$  به جسم می‌دهد؛ اگر دو نیرو را با هم اعمال کنیم؛ خواهیم دید که شتاب جسم  $5m/s^2$  و در جهت خطی است که با محور  $x$  زاویه  $37^0$  می‌سازد. اگر به جسم نیروی  $5N$  در این جهت وارد می‌شد هم همین شتاب بدست می‌آمد. برای بدست آوردن این نتیجه، می‌توانستیم اول دو نیروی  $3N, 4N$  را جمع برداری کنیم تا برآیند  $5N$  در جهت  $37^0$  از محور  $x$  بدست بیاید و بعد این نیروی خالص را به جسم اعمال کنیم. با آزمایشهایی از این نوع معلوم می‌شود که نیرو بردار است: یعنی اندازه و جهت دارد و طبق قانون جمع برداری جمع می‌شود.

توجه کنید که دو روش تحلیل داریم که هر دو باید به یک نتیجه بیانجامند. 1. می‌توانیم شتاب حاصل از هر نیرو را پیدا کنیم و شتابها را با هم جمع برداری کنیم. 2. می‌توانیم نیروها را جمع برداری کنیم، برآیند حاصل را به جسم اعمال کنیم و شتاب را بدست بیاوریم.

