فصل ۳

فیزیک مکانیک

- مفاهیم پایه مکانیک (طول، سطح، حجم، نیرو وگشتاور و...) را شرح دهد.
- مؤلفه‌های نیرو را مشخص و برآیند نیروها را محاسبه کند.
- گشتاور نیرو را محاسبه نماید.
- رفتارهای مختلف جسم در برابر بار را توضیح دهد. (رفتار کششی، خمشی، برشی، پیچشی، ... و نیروهای محوری و تنش)
- هیدرولیک و کاربردهای آن را توضیح دهد.
- پنوماتیک و اجزای آن را توضیح دهد.

مکانیک

مکانیک بخشی از دانش فیزیک است. سرآغاز این رشته در تاریخ با شروع مهندسی هم‌زمان است. مکانیک را علمی تعریف کرده‌اند که شرایط سکون یا حرکت اجسام تحت تأثیر نیروها را پیش‌بینی و توصیف می‌کند. علم مکانیک به دو بخش ایستایی[1] و پویایی[2] قابل تقسیم است. ایستایی به بررسی اجسام در حالت تعادل و پویایی به بررسی اجسام شتاب‌دار می‌پردازد.

ایستایی

پویایی

ایستایی

به پیرامون خود نگاه کنید. درختان، ساختمان‌ها، تجهیزات و حتی قاب عکس روی دیوار همه در حالتی پایدار قرار دارند و تا وقتی که تعادل خود را حفظ کنند پایدار باقی می‌مانند. ساختمانی که در مجاورتش خاک‌برداری غیر اصولی انجام شده باشد ممکن است تعادل خود را از دست بدهد و فرو بریزد. ایستایی به بررسی شرایط تعادل و نیروها در اجسام می‌پردازد.

مفاهیم پایه

پیش از این با بسیاری از مفاهیم علم مکانیک در درس‌های علوم، ریاضی و کار و فناوری آشنا شده‌اید. از آنجا که این مفاهیم در این رشته کاربرد زیادی دارند، درک درستی از آنها لازم است. در اینجا برای یادآوری به تعریف چند مفهوم پایه اشاره می‌شود.

- **طول:** طول اندازه یک خط در راستای مستقیم یا منحنی است. برای نمونه قطر یک دایره طول خط مستقیمی است که دایره را به دو قسمت مساوی تقسیم می‌کند یا محیط دایره طول پیرامون آن است. یکای اندازه‌گیری طول در دستگاه بین‌المللی یکاها SI[3] متر(m) است. البته برای اندازه‌گیری طول از یکاهای دیگری مانند میلی‌متر (mm) و سانتی‌متر (cm) نیز استفاده می‌شود.
- **مساحت:** مساحت، اندازه دوبعدی یک شکل هندسی یا رویه یک جسم است. شکل هندسی ممکن است تخت یا خمیده باشد. یکای اندازه‌گیری مساحت در SI مترمربع (m^2) است. برای اندازه‌گیری سطوح بزرگ‌تر از یکایی مانند کیلومترمربع (Km^2) استفاده می‌شود و در سطوح کوچک‌تر از یکایی مانند سانتی‌مترمربع

۱ـ static

۲ـ dynamic

۳ـ International System of Units

(cm^2) استفاده می‌شود.

■ **حجم:** حجم هر جسم، فضایی است که آن جسم اشغال می‌کند. یکای حجم فضای مکعبی است که هر ضلع آن برابر یکای طول است. در SI، یکای طول متر است در نتیجه حجم را به صورت $1m^3$ نمایش می‌دهند.

فعالیت

بر روی سرنگی نوشته شده است ۱۰cc مفهوم این عدد چیست؟

.....

■ **جرم:** به مقدار ماده موجود در یک جسم، جرم می‌گویند. یکای اندازه‌گیری جرم در دستگاه SI کیلوگرم (kg) است.

■ **چگالی:** چگالی، جرم واحد حجم ماده است. برای نمونه یک سانتی‌مترمکعب آهن ۷/۸ گرم وزن دارد. می‌گوییم چگالی آهن ۷/۸ است. یکای اندازه‌گیری چگالی در دستگاه SI، کیلوگرم بر مترمکعب است.

■ **جسم صلب:** وقتی در مقابل اعمال نیرو، اندازه و شکل جسم تغییر نکند، می‌گوییم جسم صلب است.

■ **نیرو:** تغییر در حرکت یک جسم ناشی از اعمال یک یا چند نیرو به آن می‌باشد. نیرو به ساده‌ترین شکل، به صورت فشاری یا کششی است که می‌تواند منابع مختلفی مانند گرانش زمین، الکتریکی، مغناطیسی، فسیلی و یا عضلانی باشد. وقتی بیش از یک نیرو به جسمی‌وارد شود، نیروی خالص را در نظر می‌گیریم؛ مثلاً اگر شما و دوستتان یک میله را در یک جهت با نیروی مساوی اهرم کنید، نیروها با هم ترکیب می‌شوند و نیروی خالصی به میزان دو برابر نیروی شما تولید می‌شود. اما اگر هریک از شما با نیروهای مساوی ولی این بار در خلاف جهت یکدیگر میله را اهرم کنید در این حالت جمع نیروهای شما صفر می‌شود و به میله هیچ نیرویی اعمال نمی‌شود. در نتیجه در محاسبهٔ نیروها علاوه بر اندازه نیروها، جهت اعمال نیروها نیز مهم می‌باشد. پرکاربردترین یکاهای اندازه‌گیری نیرو در SI، نیوتون (N) و کیلوگرم نیرو (kgf) هستند.

قانون اول نیوتون

قانون اول نیوتون

وقتی نیروی خالص وارد بر جسم صفر باشد، می‌گوییم آن جسم در تعادل مکانیکی است. با نمادگذاری ریاضی

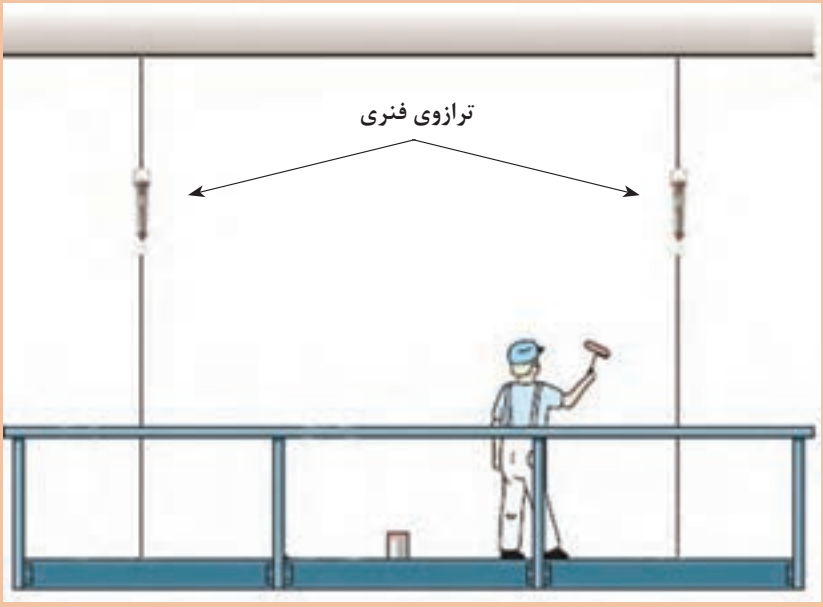
این عبارت را به این صورت می‌توان نوشت: $\Sigma f=0$
نماد Σ نشانهٔ جمع‌برداری است و f نیروها را نشان می‌دهد.
شکل (۱ـ۳) یک ترازو در حالت تعادل را نشان می‌دهد.

شکل۱ـ۳

قانون اول نیوتون:
وقتی برآیند نیروهای وارد بر جسمی صفر باشد، هیچ تغییری در وضعیت حرکتی جسم اتفاق نمی‌افتد.

فعالیت

نقاشی بر روی داربستی که از هر دو طرف به وسیله دو طناب مهار شده است قرار دارد. بر روی هر کدام از طناب‌ها ترازویی قرار داده شده است. در هر حالت مقدار ترازوی سمت چپ نسبت به مقدار ترازوی سمت راست چه عددی را نمایش می‌دهد:



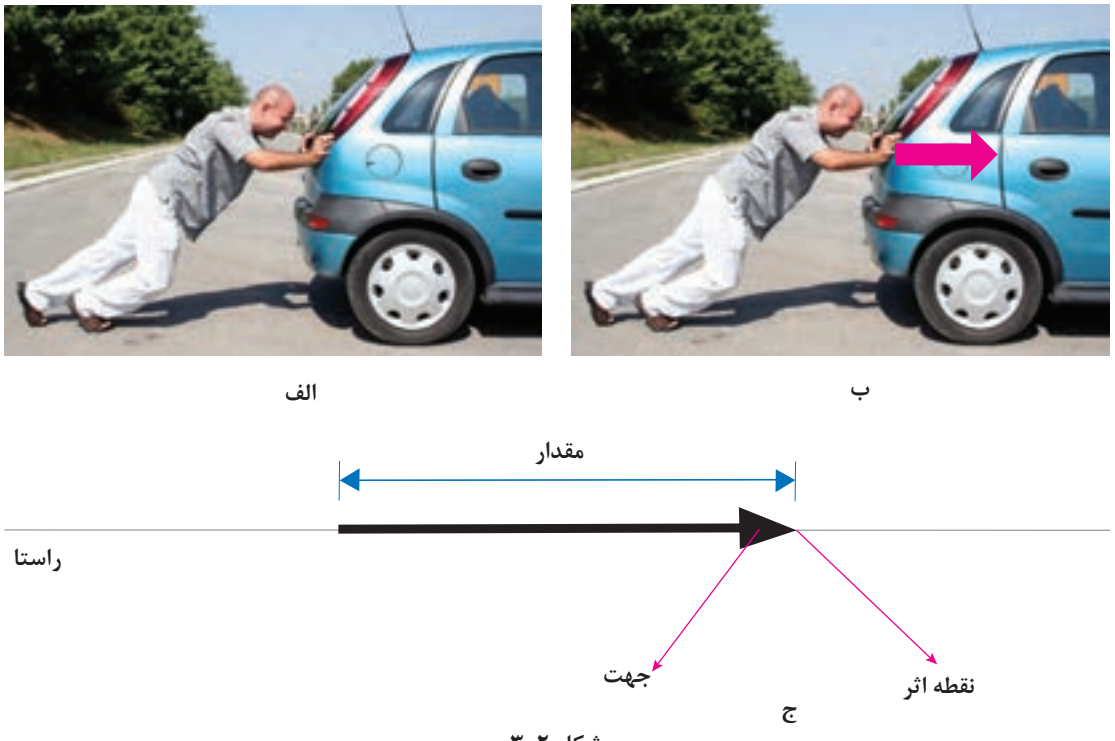
ـ نقاش در وسط داربست ایستاده است.
ـ نقاش از سمت راست فاصله گرفته است.
ـ نقاش از انتهای داربست آویزان شده است.

فعالیت

با توجه به قانون اول نیوتون، نحوهٔ عملکرد ترازوی زیر را شرح دهید.

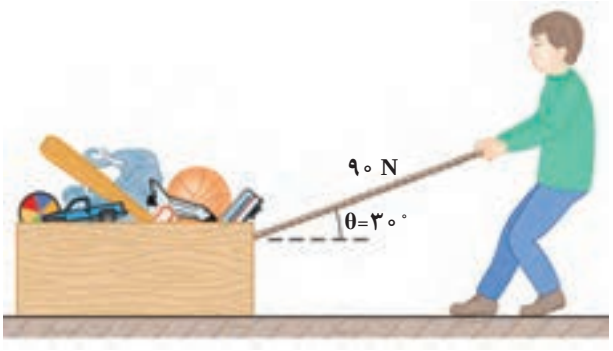
ویژگی‌های نیرو

می‌دانیم که نیرو یک کمیت برداری است. کمیت‌های برداری دارای سه ویژگی مقدار، راستا و جهت هستند. برای معرفی کامل یک نیرو، علاوه بر سه مورد فوق، نقطه اثر نیرو نیز باید مشخص شود. (شکل ۲ـ۳الف، ب و ج)



شکل ۲ـ۳

در شکل ۳ـ۳ الف فردی نمایش داده شده که تلاش می‌کند با ریسمان جعبه‌ای را روی زمین بکشد. در شکل ۳ـ۳ب راستای نیرو با خط AB، جهت آن با پیکان و مقدار نیرو با طول بردار AB (متناسب با اندازه نیرو) مشخص شده‌اند.

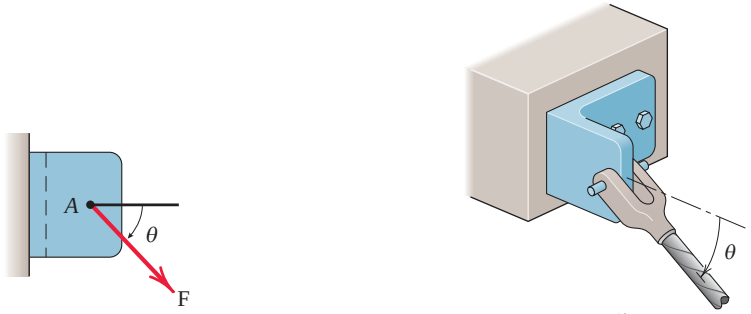


الف ب

شکل ۳ـ۳

مؤلفه‌های نیرو

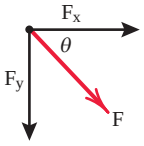
هر نیرو را می‌توان به دو مؤلفه تجزیه نمود به نحوی که تأثیر هم‌زمان این مؤلفه‌ها، اثر خود نیرو را داشته باشد. به‌طور معمول، نیرو را در دو راستای عمود بر هم x و y تجزیه می‌کنند، مؤلفه افقی را با اندیس x و مؤلفه عمودی را با اندیس y نمایش می‌دهند. برای به دست‌آوردن مؤلفه‌های نیرو روش محاسباتی بیان می‌شود. در شکل ۴ـ۳ الف کابل با نیروی F کشیده می‌شود. برای تعیین مؤلفه‌های نیروی F در نمای نشان‌داده‌شده در شکل ۴ـ۳ ب به این ترتیب عمل می‌شود.



ب الف

شکل ۴ـ۳

تجزیه نیرو: اندازه مؤلفه‌های عمودی نیروی F که با محور x زاویه θ را می‌سازد به کمک روابط زیر محاسبه می‌شود. توجه داشته باشید که در روابط فوق، زاویه نیرو با محور xها مورد استفاده قرار می‌گیرد. (شکل ۵ـ۳)

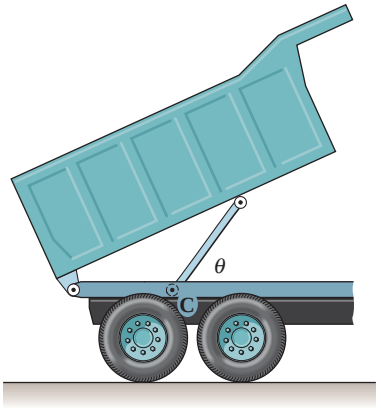


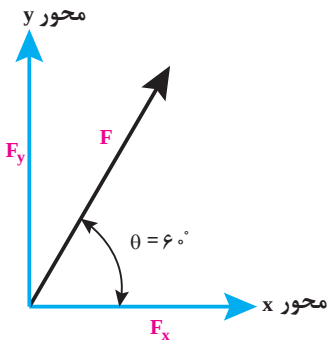
$$F_x = F \times \cos\theta$$
$$F_y = F \times \sin\theta$$

شکل ۵ـ۳

مثال

در یک کامیون حمل بار مطابق شکل ۶ـ۳ جک هیدرولیکی نیرویی برابر ۴۰ kN در امتداد خود به باری که بلند می‌کند اعمال می‌نماید. مؤلفه‌های افقی F_x و عمودی F_y این نیرو را زمانی که زاویه $\theta=60$ است، محاسبه کنید.





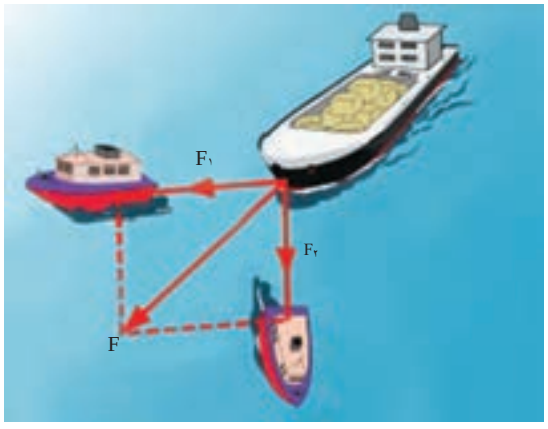
شکل ۶ـ۳

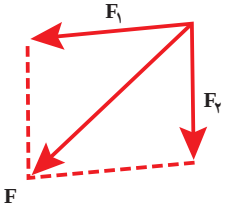
$$F_x = F\times\cos 60^\circ = 40\times 0/5 = 20\,kN$$

$$F_y = F\times\sin 60^\circ = 40\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 20\sqrt{3} = 34/6\,kN$$

برایندنیروها

گفتیم که نیروی وارد بر یک جسم، تمایل به حرکت در راستای نیرو را به وجود می‌آورد. حال اگر به جسمی در جهت‌های مختلف نیرو وارد شود، (مانند قایق موجود در شکل ۷ـ۳) جسم در کدام جهت تمایل به حرکت خواهد داشت؟





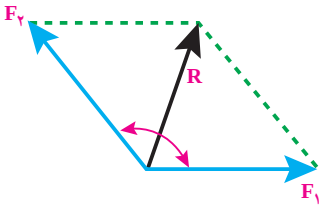
شکل ۷ـ۳

برای به‌دست‌آوردن مجموع تأثیر نیروهای مختلف در یک جسم، برآیند نیروها را محاسبه می‌کنند. برآیند نیروها را با R نمایش می‌دهند.

محاسبه برآیند نیروها

برای به‌دست‌آوردن برآیند دو نیروی F_1 و F_2 که با یکدیگر زاویه α می‌سازند (شکل ۸ـ۳) از رابطه زیر استفاده می‌شود:

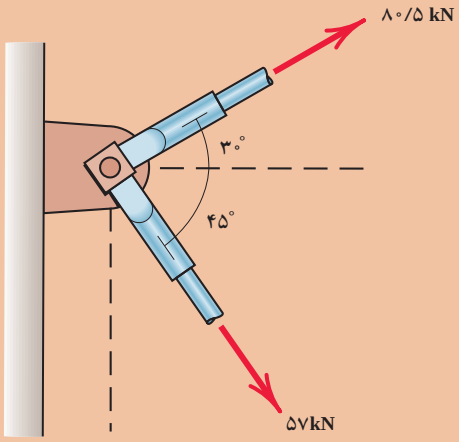
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$$



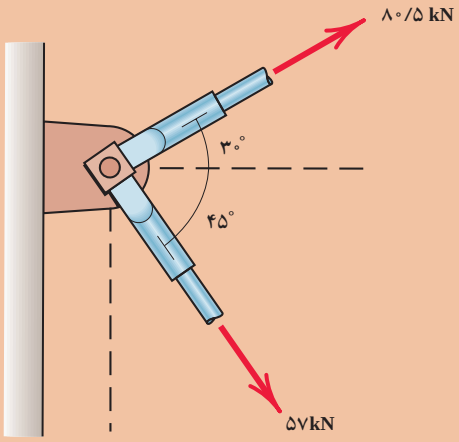
شکل ۸ـ۳

فعالیت

ابتدا نیروهای وارد بر نبشی‌های پایه دکل نفتی (شکل ۹ـ۳) را به دو مؤلفهٔ x,y بر روی شکل ۱۰ـ۳ تجزیه کنید، سپس برآیند نیروهای وارد بر آن را به دست آورید؟

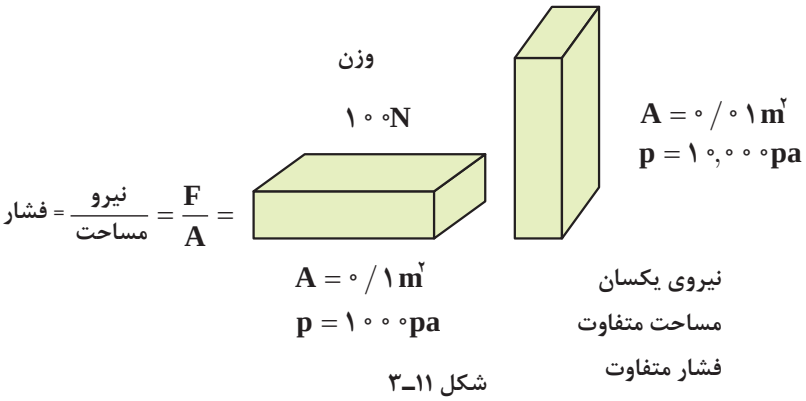


شکل ۹ـ۳



شکل ۱۰ـ۳

فشار: نیروی وارد بر سطح می‌باشد. برای تشخیص تفاوت فشار و نیرو، دو قطعه در شکل ۱۱ـ۳ را درنظر بگیرید. قطعه‌ها یکسان هستند. ولی یکی از آنها روی انتها و دیگری روی پهلویش قرار گرفته است. وزن هر دو قطعه یکی است و در نتیجه نیروی یکسانی به سطح وارد می‌کنند (اگر آنها را روی ترازو بگذاریم هر دو یک عدد را نشان می‌دهند.) ولی قطعه قایم فشار بیشتری به سطح وارد می‌کند. اگر قطعه را کج کنیم به طوری که فقط روی یک گوشه قرار گیرد، فشار باز هم بیشتر می‌شود. واحد اندازه‌گیری فشار، پاسکال می‌باشد و آن را با حرف P نمایش می‌دهند.



شکل ۱۱ـ۳

فعالیت

با فهمیدن مفهوم فشار توضیح دهید چرا در هنگام شیرجه زدن در آب می‌بایست ابتدا دست‌ها و سر وارد آب شوند؟

.....

.....

.....

.....

کار: اگر نیرویی بر جسمی وارد شود و آن را به حرکت درآورد، کار انجام شده است. وقتی کار انجام می‌شود، انرژی از نوعی به نوعی دیگر تبدیل می‌شود.

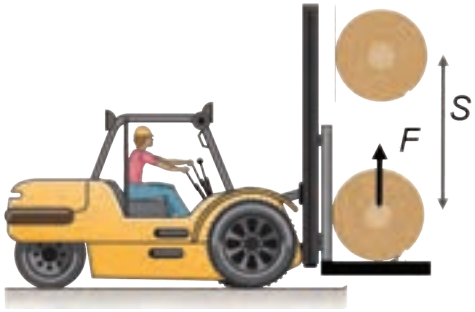
■ **توان:** انرژی تبدیل شده یا کار انجام شده در واحد زمان، توان نامیده می‌شود. یکای اندازه‌گیری توان، وات (W) می‌باشد. توان را با واحد دیگری به نام اسب بخار نیز بیان می‌کنند که هر اسب بخار برابر با ۷۴۶ وات است. برای نمونه مقدار مشخصی انرژی برای بالابردن یک آسانسور لازم است. یک الکتروموتور با توان ۵ kw می‌تواند این کار را انجام دهد اما یک الکتروموتور ۲۰ kw این کار را چهار بار سریع‌تر انجام می‌دهد.

مثال: در شکل ۱۲ـ۳ لیفتراک، مقدار نیروی ۵۰۰۰ N به جعبه وارد می‌کند و در مدت زمان ۲/۵ s آن را به‌اندازه ۲m جابه‌جا می‌نماید. مطلوب است محاسبه توان این لیفتراک.

جابه‌جایی d=۲m

مدت زمان T =۲/۵ s

توان P=?

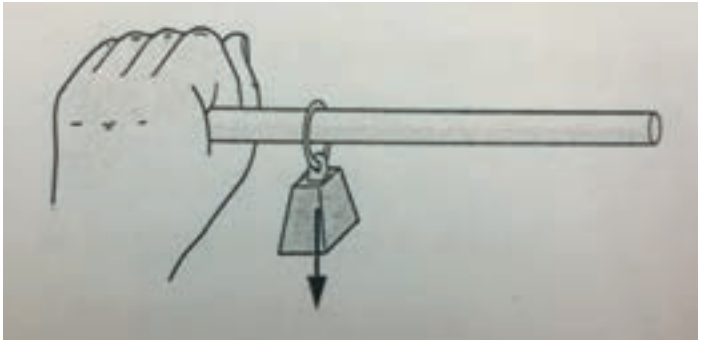


شکل ۱۲ـ۳

$$P = \frac{w}{t} \ , \ w = f.d$$

$$\text{توان} = \frac{\text{جابه‌جایی} \times \text{مقدار نیرو}}{\text{زمان}} \Rightarrow P = \frac{f.d}{t} = \frac{۵۰۰N \times ۲m}{۲/۵s} = ۴۰۰w = ۰/۴\,kw$$

■ **گشتاور:** انتهای خط‌کشی را با دست خود به صورت افقی نگه دارید. وزنه‌ای نزدیک دستتان از آن بیاویزید. احساس می‌کنید که خط‌کش تاپ می‌خورد. حال وزنه را بلغزانید تا از دستتان دور شود. احساس می‌کنید که پیچ و تاب شدیدتر می‌شود، اما وزنه تغییری نکرده است. نیروی وارد بر دست شما یکسان است. آنچه تغییر کرده گشتاور است. (شکل ۱۳ـ۳)



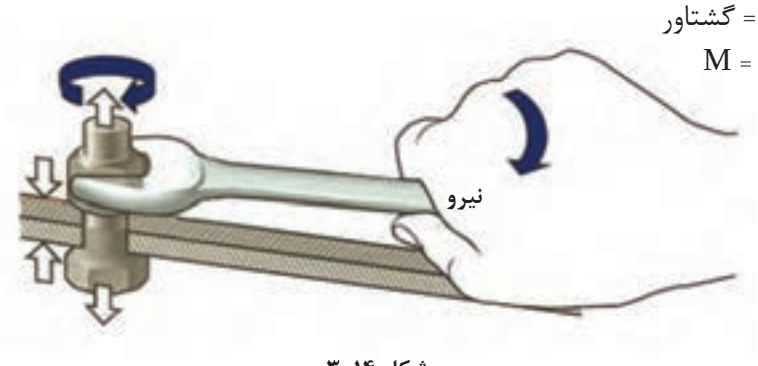
شکل ۱۳ـ۳

نیرو تمایل به حرکت دادن اجسام یا تغییر در سرعت آنها را دارد و گشتاور تمایل به پیچاندن اجسام یا تغییر در حالت چرخش اجسام. اگر بخواهیم جسم ساکنی را به حرکت در آوریم به آن نیرو وارد می‌کنیم ولی اگر بخواهیم جسم ساکنی را بچرخانیم به آن گشتاور وارد می‌کنیم.

گشتاور را به‌صورت حاصل ضرب بازوی اهرم در نیرو تعریف می‌کنیم که می‌خواهد باعث چرخش شود.

نیرو× بازوی اهرم= گشتاور

$$M = d \times F$$



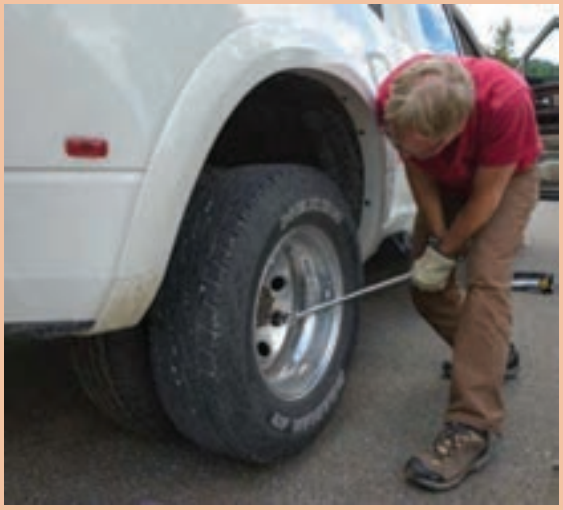
شکل ۱۴ـ۳

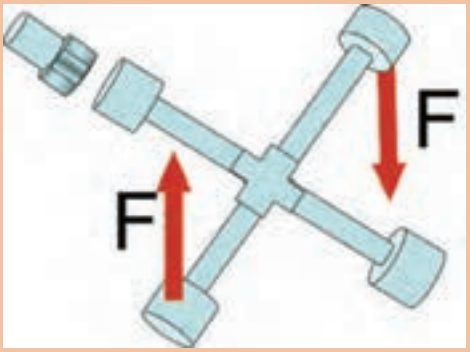
فعالیت

چرا راننده کامیون‌ها در هنگام باز و بسته کردن پیچ‌های چرخ کامیون میله ای را به دسته آچار خود اضافه می‌کنند تا دسته آن بلندتر شود؟

.....

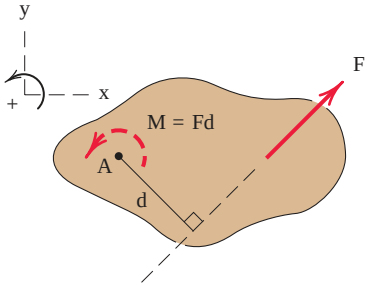
.....





گشتاور نیرو: برای بررسی کامل اثر نیروهایی که بر یک جسم وارد می‌شوند لازم است تا تمایل به چرخشی که در جسم به‌وجود می‌آید نیز بررسی شود. همان‌گونه که می‌دانید گشتاور، معیاری برای اثر چرخشی نیرو حول یک نقطه معین است و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$M = F \times d$$



شکل ۱۵ـ۳

در رابطه ذکر شده:

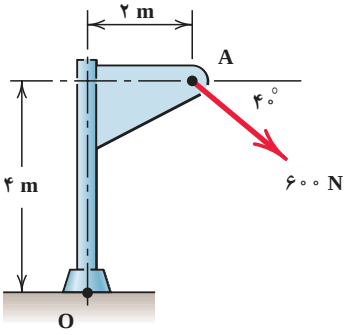
M معرف: گشتاور نیرو با یکای N.m

F معرف: نیرو با یکای N

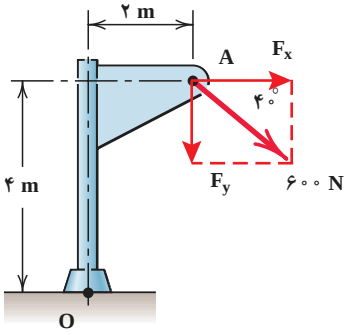
d معرف: بازوی گشتاور با یکای m

گشتاور اعمال‌شده به یک جسم ممکن است جسم را در جهت ساعت‌گرد یا خلاف عقربه ساعت بچرخاند. در اینجا گشتاور ساعت‌گرد با علامت منفی و گشتاور خلاف عقربه ساعت با علامت مثبت نشان داده شده است.

مثال: در سازه زیر گشتاور ناشی از نیروی ۶۰۰ N را حول نقطه O برحسب N.m محاسبه نمایید.



شکل ۳ـ۱۶



شکل ۳ـ۱۷

ـ از رابطه خواهیم داشت:

$F_x = ۶۰۰ \times \cos ۴۰^\circ = ۴۶۰ N$

$F_y = ۶۰۰ \times \sin ۴۰^\circ = ۳۸۶ N$

ـ با محاسبه گشتاور این مؤلفه‌ها حول نقطه O،گشتاور نیروی F حول این نقطه به دست می‌آید:

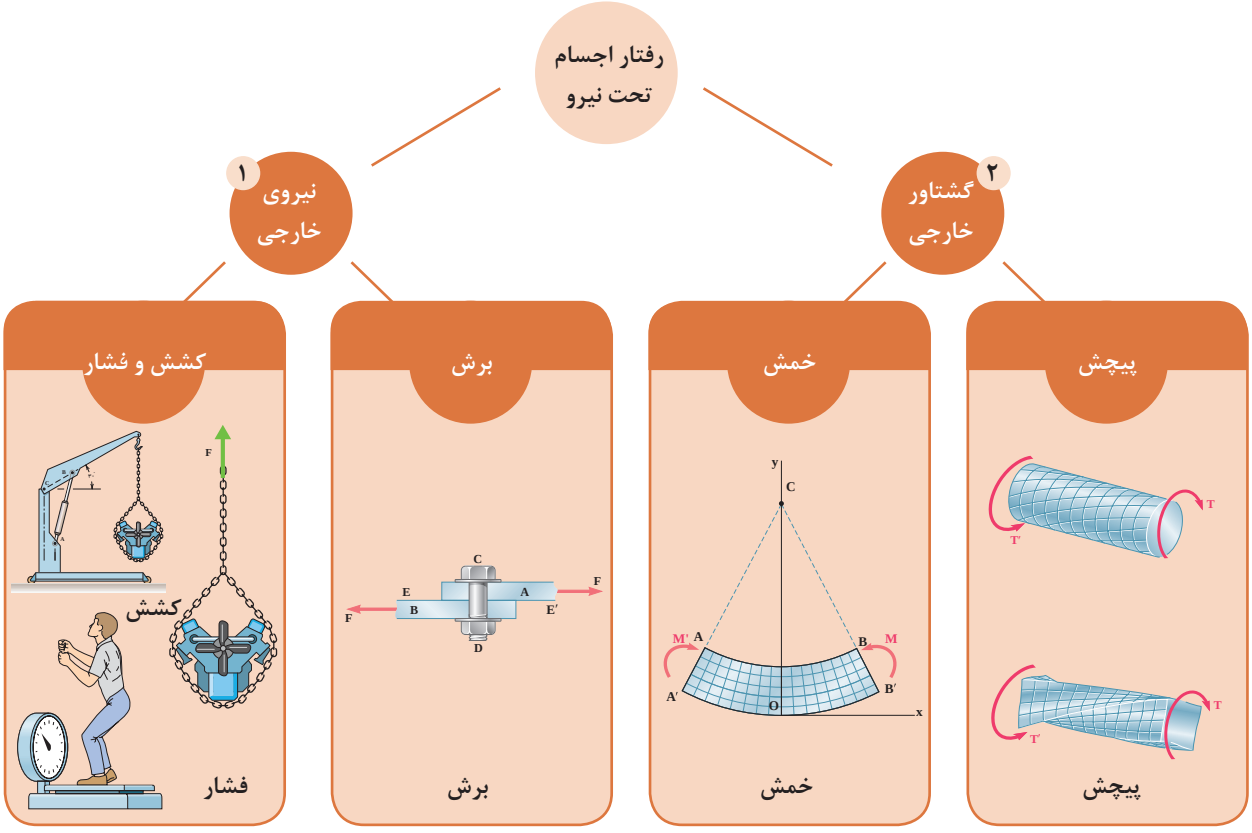
ساعت‌گرد $M_O = (۴۶۰N)(۴m) + (۳۸۶N)(۲m) = ۲۶۱۰ N.m$

نکته

هر دو گشتاور مؤلفه‌ها ، ساعت‌گرد بوده و به این دلیل با یکدیگر جمع شده‌اند.

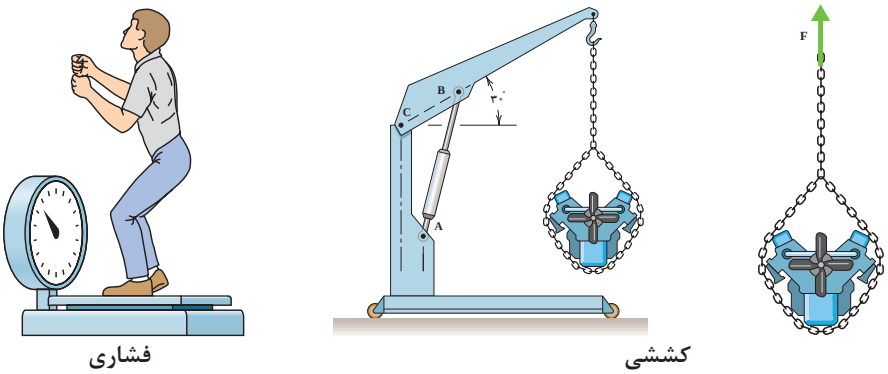
انواع نیروهای وارد بر یک جسم

در قسمت قبل به بررسی مفاهیم پایه در ایستایی پرداختیم که جسم در اثر اعمال نیرو تغییر شکل نمی‌دهد.
در این قسمت می‌خواهیم رفتار اجسام را تحت تأثیر نیروهای مختلف تجزیه و تحلیل کنیم.
رفتار اجسام تحت بارهای مختلف عبارت‌اند از:

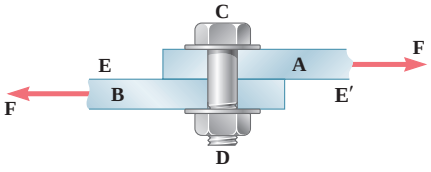


نیروی خارجی

کششی و فشاری: درصورتی‌که به جسمی نیروهایی در امتداد محور طولی و عمود بر سطح مقطع آن وارد شود، می‌توانند به صورت کششی یا فشاری به اجسام وارد شوند و در آنها افزایش یا کاهش طول ایجاد نمایند.



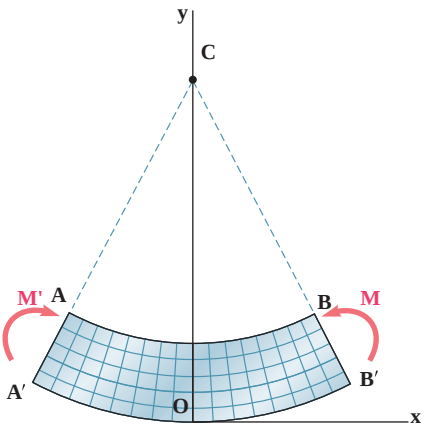
■ **برشی:** جهت درک بهتر این موضوع آزمایش زیر را انجام دهید. کتاب خود را برروی میز به طوری قرار دهید تا از یک سمت به میز و از سمت دیگر آزاد باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود اگر به کتاب نیروی عرضی وارد شود علاوه بر خمش، یک لغزش بین صفحات ایجاد می‌شود. این لغزش به دلیل نیروی برشی وارد بر کتاب است.



برشی

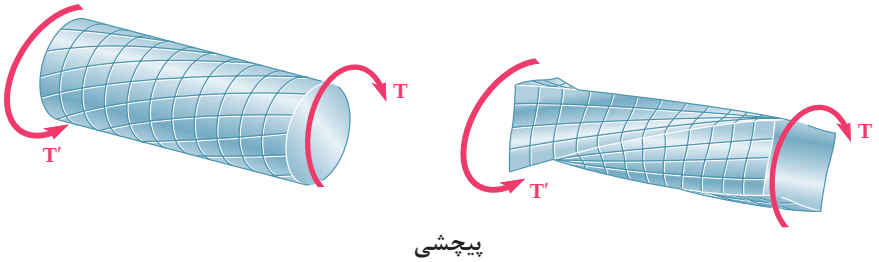
گشتاور خارجی

■ **خمشی (ممان):** در صورتی که دو گشتاور مساوی و در خلاف جهت یکدیگر در دو طرف جسم وارد شود، جسم دچار خمش می‌شود.



خمشی

■ **پیچشی (ترک)**[1]: درصورتی‌که گشتاور وارد بر یک جسم، حول محور طولی‌اش باشد، میله تحت پیچش قرار می‌گیرد.



پیچشی

۱ـ Torque

تغییرات ایجاد شده در اجسام با اعمال نیروی محوری به آنها

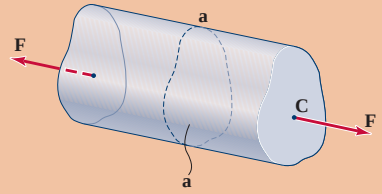
تنش محوری

به نیروی وارد بر واحد سطح، تنش گفته می‌شود. چنانچه نیروی وارد، نیروی محوری باشد به این نیرو، تنش محوری وارد بر سطح A گفته می‌شود.

فعالیت

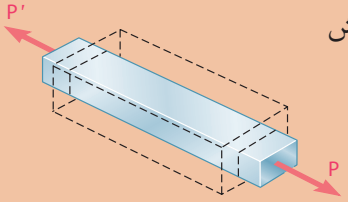
میله منشوری زیر را درنظر بگیرید که تحت نیروی کششی F قراردارد. به نظر شما اثر نیروی F در یک مقطع دلخواه مانند (a_a) به چه صورتی خواهد بود؟

.....

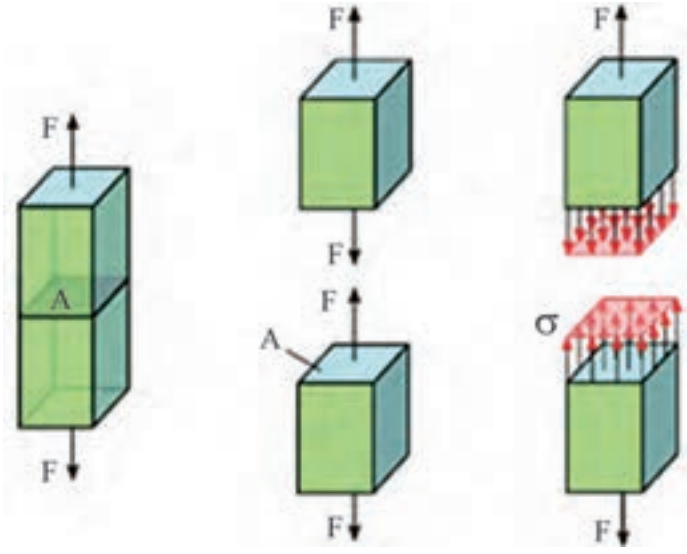


تذکر

بارهای محوری ضمن افزایش یا کاهش طول، سبب کاهش یا افزایش ابعاد دیگر جسم نیز می شود.



در شکل ۱۸ـ۳ در سطح مقطع (a_a) تنش محوری به جسم وارد شده است که مقدار آن از رابطه زیر به دست می‌آید.



شکل ۱۸ـ۳

$$\sigma = \frac{\pm F}{A}$$

σ: تنش محوری (فشاری یا کششی)

F: نیروی محوری (کششی با علامت + و فشاری با علامت −)

A: سطح مقطع

واحد تنش در سیستم SI با توجه به رابطه آن، $\frac{N}{m^2}$ (پاسکال PA) می‌باشد و بهتر است به منظور هماهنگی با آئین‌نامه‌ها در محاسبات از واحد $\frac{N}{mm^2}$ (مگا پاسکال MPa) استفاده شود.

نکته

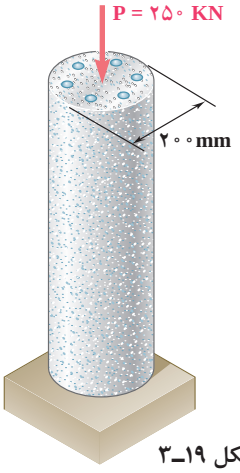
اگر نیروی محوری (F) کششی باشد تنش ایجاد شده تنش کششی خواهد بود و σ مثبت می‌باشد.
اگر نیروی محوری (F) فشاری باشد تنش ایجاد شده تنش فشاری خواهد بود و σ منفی می‌باشد.

مثال: ستونی کوتاه (شکل ۱۹ـ۳) تحت تأثیر نیروی محوری p=۲۵۰KN قراردارد. **تنش** پای ستون را محاسبه کنید؟ نیروی p فشاری است.

$$p = -۲۵۰KN = -۲۵۰ \times ۱۰۰۰ = -۲۵۰۰۰۰\ N$$

$$A = \frac{\pi d^۲}{۴} = \frac{۳/۱۴ \times (۲۰۰)^۲}{۴} = ۳۱۴۰۰\ mm^۲$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \Rightarrow \sigma = \frac{-۲۵۰۰۰۰\ N}{۳۱۴۰۰\ mm^۲} = ۷/۹۶\ \frac{N}{mm^۲}$$



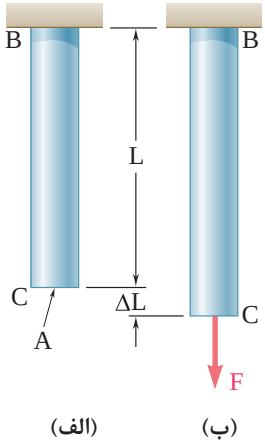
شکل ۱۹ـ۳

تغییر وضعیت ابعادی اجسام با اعمال بار محوری به آنها

تغییر طول اجسام تحت تأثیر بارهای محوری

میله BC به طول L و سطح مقطع A مطابق شکل ۲۰ـ۳ الف مفروض است. اگر نیروی کششی F به آن وارد شود، سبب افزایش طول میله به اندازه ΔL خواهد شد که مقدار آن از رابطه زیر تعیین می‌شود (شکل ۲۰ـ۳ ب).

$$\Delta L = \frac{F \times L}{A \times E}$$



شکل ۲۰ـ۳

در این رابطه E ضریب ارتجاعی (مدول یانگ[۱]) جسم می‌باشد که به جنس میله بستگی دارد و واحد آن نیز همان واحد تنش یعنی $\frac{N}{mm^۲}$ و یا (MPa) است.

۱ـ Young's modulus

مثال

میله فولادی (با ضریب ارتجاعی $E=۲\times۱۰^{۵}$) تحت نیروی $F=۴۷۱KN$ قرار می‌گیرد. میزان تغییر طول ایجاد شده را محاسبه کنید؟

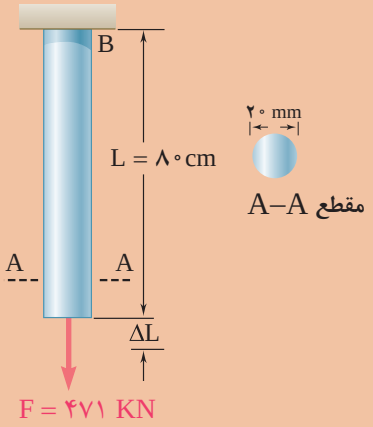
$$F=+۴۷۱KN=+۴۷۱۰۰۰\ N$$

$$L=۸۰cm=۸۰۰mm$$

$$A=\frac{\pi.D^{۲}}{۴}=\frac{R.۲۰^{۲}}{۴}=۳۱۴mm^{۲}$$

$$E=۲\times۱۰^{۵}\ N/mm^{۲}$$

$$\Delta L=\frac{F\times L}{A\times E}=\frac{+۴۷۱۰۰۰\times۸۰۰}{۳۱۴\times۲\times۱۰^{۵}}=+۶\ mm$$



شکل ۳ـ۲۱

کاربرد سیالات در صنعت

هیدرولیک

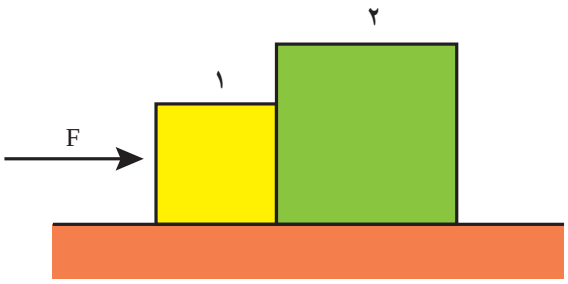
در دنیای مدرن امروز، هیدرولیک نقش بسیار مهمی در زندگی روزمره مردم بازی می‌کند. اگر با دقت به اطراف خود نگاه کنید می‌بینید که در صنایع مختلف سیستم‌های هیدرولیکی استفاده شده‌اند. فرمان خودرو یک سیستم هیدرولیکی است. ماشین جمع‌آوری زباله، ماشین‌های مورد استفاده در راه‌سازی همگی دارای سیستم هیدرولیکی می‌باشند.

دلیل کاربرد بسیار زیاد سیستم‌های هیدرولیکی را می‌توان به‌سادگی طراحی، سادگی و دقت کنترل، انعطاف‌پذیری، قابلیت افزایش نیرو و راندمان بالای این سیستم‌ها اشاره کرد. البته این سیستم‌ها دارای معایبی نظیر نشتی که باعث افت فشار در سیستم می‌شود و همچنین هزینه‌های بالای قطعات نیز هستند.

اصل پاسکال

از اصولی‌ترین قوانین حاکم بر سیالات، قانون پاسکال است. طبق این قانون فشار وارده بر یک سیال، درون سیال و در همه جهات منتشر می‌شود.

دو جعبه مانند شکل ۲۲ـ۳ در تماس با هم در نظر بگیرید. اگر به جعبه ۱ نیرویی وارد شود، این جعبه، نیرویی را به جعبه ۲ وارد خواهد کرد.



شکل ۲۲ـ۳

نیروی وارد بر جعبه ۲ در همان جهت نیروی وارد شده بر جعبه است. حال اگر نیرویی را بر یک سیال وارد کنیم، فشار به همه نقاط درون سیال انتقال پیدا می‌کند. این اصل بنیادی را فردی به نام پاسکال کشف کرد و به افتخار ایشان این اصل به نام این دانشمند نام‌گذاری شده است.

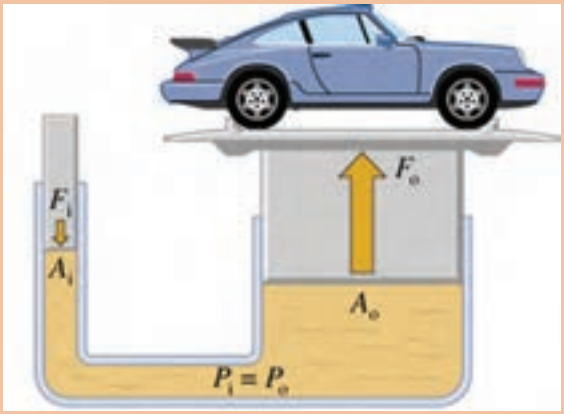
فشار وارد شده بر هر سیال محدود تراکم‌ناپذیر، به همهٔ نقاط درون سیال انتقال پیدا می‌کند.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، فشار به صورت نیروی وارد بر سطح تعریف می‌شود.

$$P = \frac{F}{A}$$

فعالیت

با توجه به اصل پاسکال، می‌توان با یک نیروی کم، یک نیروی زیاد را تولید کرد. با توجه به شکل ۳ـ۲۳، این مفهوم را ثابت کنید.



شکل ۳ـ۲۳

.....

.....

.....

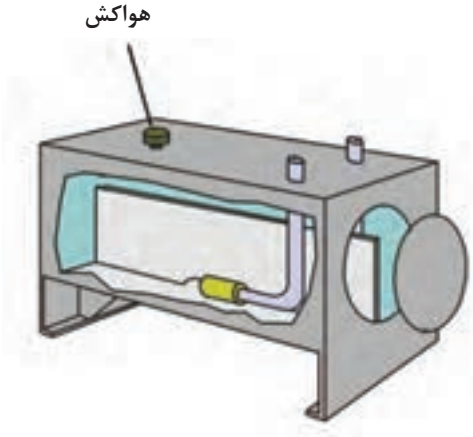
اجزا و ملزومات سیستم هیدرولیکی

ملزومات سیستم هیدرولیکی

ملزومات

۱ **مخزن:** همان‌طور که از نام آن پیداست، روغن را در خود نگهداری می‌کند. روغن هیدرولیکی از مخزن خارج شده و وارد سیستم هیدرولیکی می‌شود و دوباره به مخزن برمی‌گردد.

۲ **هواکش:** روغن موجود در مخزن، هنگامی‌که سیستم در حال کار کردن است، بالا و پایین می‌رود و یک هواکش برای مخزن به عنوان تأمین هوای بیرونی عمل می‌کند.



نحوه عملکرد فشارسنج

۳ **فشار سنج:** میزان فشار در یک سیستم هیدرولیک را اندازه‌گیری می‌کند. فشارسنج‌ها از لوله بوردون، چرخ‌دنده، عقربه و صفحه مدرج شده تشکیل شده است. عضو اصلی فشار سنج‌ها لوله بوردون می‌باشد. لوله بوردون از یک لوله فلزی خمیده بیضوی تشکیل شده است که با افزایش فشار سیال تمایل به باز شدن داشته و با کاهش فشار انحنای بیشتری می‌یابد. تغییرات انحنا از طریق یک سیستم چرخ‌دنده‌ای به عقربه منتقل می‌شود. جهت و مقدار حرکت عقربه به جهت و مقدار تغییر انحنای لوله بوردون بستگی دارد.

پژوهش کنید

جهت افزایش عمر فشارسنج‌ها در سیستم‌های هیدرولیکی، از آنها چطور استفاده می‌کنند؟

.....

اجزا

سیستم‌های هیدرولیکی دارای سه جزء اصلی به منظور تولید، کنترل و انتقال توان می‌باشند.

۱ **پمپ‌ها**: پمپ‌ها روغن را از مخزن بیرون کشیده و آن را میان یک سری از شیرها و عملگرهای هیدرولیکی (سیلندرها و هیدروموتورها) پخش می‌کنند. پمپ‌ها براساس نوع عملکردشان به انواع مختلفی مانند پمپ‌های دنده‌ای، پمپ‌های پیستونی و پمپ‌های پره‌ای تقسیم می‌شوند.

پمپ دنده‌ای

پمپ پیستونی

پمپ پره‌ای

۲ **عملگرها:** از جمله کاربردهای سیستم‌های هیدرولیکی جابه‌جا کردن اجسام، اعمال نیرو به اجسام و ایجاد گشتاور می‌باشد. قطعاتی که این کار را انجام می‌دهند عملگر نامیده می‌شوند. با توجه به اینکه عملگرها حرکت دورانی و یا حرکت خطی ایجاد می‌کنند به دو دسته عمده تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف) عملگرهای دورانی (هیدروموتورها) ب) عملگرهای خطی (سیلندرها)

عملگر خطی (سیلندر)

عملگر دورانی (هیدروموتور)

۳ **شیرهای کنترل:** یکی از مهم‌ترین بخش‌ها در سیستم‌های هیدرولیک، بخش کنترل می‌باشد. شیرها وظیفه کنترل را در سیستم‌های هیدرولیکی بر عهده دارند و دارای سه نوع، شیرهای کنترل فشار، شیر کنترل جهت و شیر کنترل جریان می‌باشد.

شیر کنترل فشار

شیر کنترل جهت

شیر کنترل جریان

پنوماتیک

یکی از سیالات مورد استفاده در صنعت، هوای فشرده شده می‌باشد. از هوای فشرده شده جهت کنترل و انتقال نیرو به سیستم‌ها استفاده می‌شود که به این علم پنوماتیک گفته می‌شود. کلمه پنوما از کلمه یونان

قدیم مشتق شده است و به‌عنوان تنفس باد و در فلسفه به‌عنوان روح است.
سیستم‌های پنوماتیکی به دلیل تمیزی، در صنایع بسته‌بندی و صنایع غذایی کاربرد بسیار زیادی دارند.

یونیت دندانپزشکی

خط بسته‌بندی

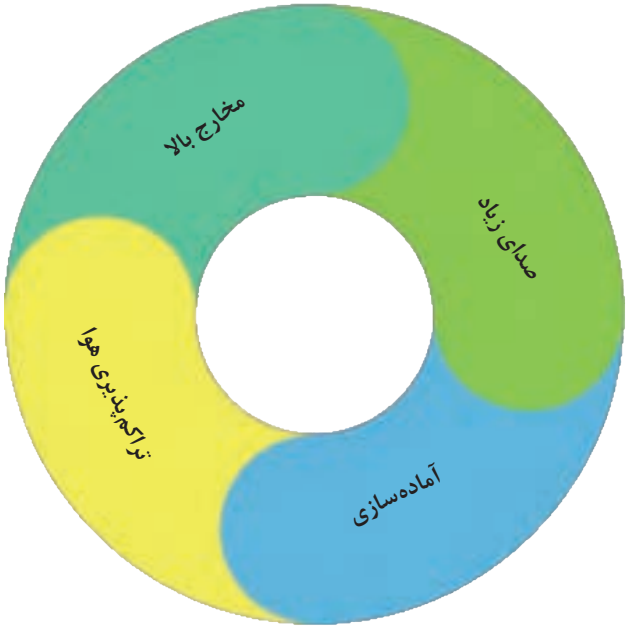
از مزایای پنوماتیک می‌توان به:

۱ در دسترس بودن هوا
۲ انتقال راحت هوای فشرده از طریق لوله
۳ انبار کردن هوا در مخازن و کپسول‌ها
۴ تأثیر کم دما بر روی هوای فشرده
۵ عدم انفجار هوای فشرده
۶ سادگی ساختمان قطعات
۷ تنظیم سرعت و نیرو
۸ تمیزی هوای فشرده

اشاره کرد.

با این وجود سیستم‌های پنوماتیکی دارای معایب و محدودیت‌هایی نیز می‌باشند.
معایت سیستم‌های پنوماتیکی عبارت‌اند از:

۱ صدای زیاد
۲ مخارج بالا
۳ تراکم‌پذیری هوا و در نتیجه عدم امکان ایجاد سرعت یکنواخت در عملگرها
۴ آماده‌سازی



معایب سیستم‌های پنوماتیکی

تراکم‌پذیری هوا

مبانی فیزیکی هوای فشرده

هوا قابلیت تراکم‌پذیری دارد. بدین معنا که اگر هوا تحت فشار قرار بگیرد، متراکم می‌شود.

پژوهش کنید

سرنگی برداشته و طبق شکل زیر انگشت خود را سر آن گذاشته و پیستون را فشار دهید.

همان‌طور که پیستون تا جایی جلو می‌رود ولی از یک نقطه به بعد فشردن آن بسیار دشوار می‌شود. در کلاس در مورد دلیل این موضوع بحث کنید. چرا پیستون توانست تا حدی جلو برود ولی از این بیشتر ممکن نبود. درحالی‌که در ظاهر چیزی درون سرنگ نبود؟

آزمایش فوق را این بار با سرنگی پر از آب تکرار کنید. این بار چطور؟ آیا سرنگ را توانستید فشرده کنید؟ به نظر شما تفاوت دو آزمایش فوق در چیست؟ شباهتشان چیست؟

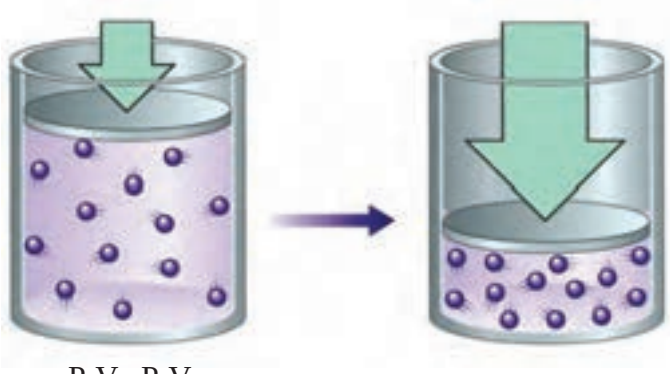
.....

.....

.....

قانون بویل ماریوت

این قانون، بیان می‌کند که حاصل ضرب فشار در حجم یک مقدار معین گاز در صورتی که حرارت ثابت باشد، همیشه ثابت خواهد ماند.



$P_1V_1=P_2V_2$

فعالیت

هوا با حجم $v=2m^3$ تحت فشار $P=400kpa$ قرار دارد. حال با ثابت بودن حرارت چنانچه حجم مذکور در اثر نیرویی به $v=0/5m^3$ برسد فشار حاصله چقدر است؟

.....

اجزا و ملزومات سیستم پنوماتیکی

اجزا

سیستم‌های پنوماتیکی نیز همانند سیستم‌های هیدرولیکی جهت تولید، کنترل و انتقال توان دارای اجزا و ملزوماتی هستند.

در زیر به معرفی هرکدام از این اجزا می‌پردازیم.

اجزای اصلی سیستم‌های پنوماتیکی شامل سه بخش کمپرسورها، شیرهای کنترل و عملگرها می‌باشد.

کمپرسورها: کمپرسورها منبع اصلی تولید هوای فشرده در سیستم‌های پنوماتیکی می‌باشد.

کمپرسورها به طور کلی از نظر نوع ساختمان به سه دسته کمپرسورهای پیستونی، کمپرسورهای دورانی و کمپرسورهای سیالی تقسیم بندی می‌شوند.

■ **شیرهای کنترل:** شیرهای پنوماتیکی جزء عناصر بسیار مهم و کلیدی در مدارات پنوماتیک می‌باشند که تعیین‌کننده نحوه عملکرد مدار می‌باشد.

شیرهای پنوماتیکی از نظر کاربرد به پنج دسته تقسیم می‌شوند:

۱ شیرهای کنترل جهت
۲ شیرهای کنترل جریان
۳ شیرهای کنترل فشار
۴ شیرهای یک‌طرفه
۵ شیرهای قطع و وصل

شیر کنترل جریان

شیر کنترل جهت

شیر کنترل فشار

شیر یک‌طرفه

شیر قطع و وصل

■ **عملگرها:** در سیستم‌های پنوماتیکی انرژی پنوماتیکی توسط عملگرها به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود. عملگرها به دو دسته، عملگرهای خطی (سیلندرها) و عملگرهای دورانی (موتورهای پنوماتیکی) تقسیم می‌شوند.

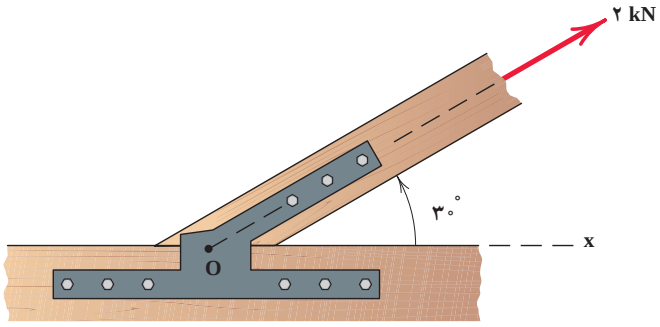
عملگر خطی (سیلندر)

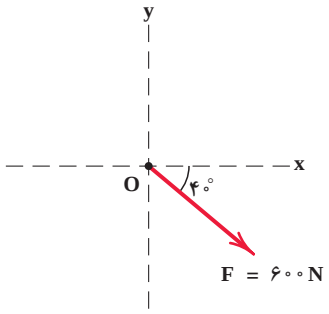
عملگر دورانی (موتور)

ارزشیابی پایانی فصل سوم

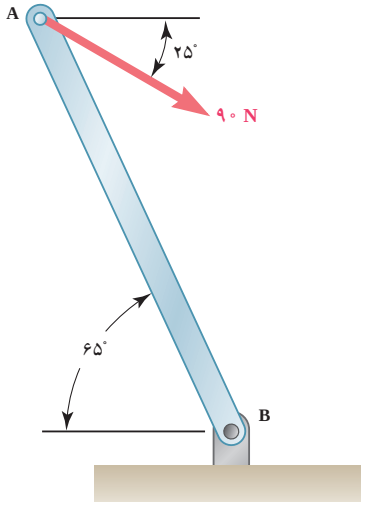
☑ تمرینات فیزیک – مکانیک

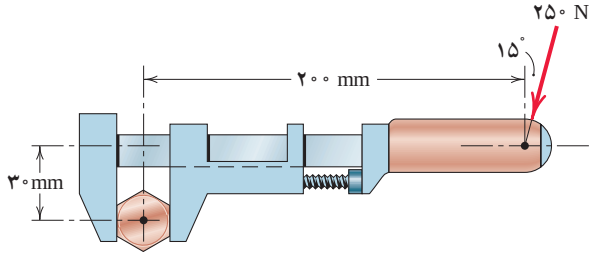
۱ بردار زیر را به مؤلفه‌های متعامد آن تجزیه نمایید؟





۳ گشتاور نیروهای زیر حول محور دوران را با استفاده از تعریف گشتاور حساب کنید؟





(**راهنمایی:** برای محاسبه d کافی است نیرو را امتداد داده و از مرکز دوران بر آن عمود رسم کنیم:

$$\cos\alpha = \frac{\text{ضلع مجاور}}{\text{وتر}}$$

۵ لوستری به وزن ۵۰kN از کابلی به قطر ۳۰ میلی‌متر آویزان است. مطلوب است محاسبه تنش محوری کابل.

۶ ستونی تحت تأثیر بار محوری ۵۰۰ kN قرار دارد. مطلوب است محاسبه تنش در پای ستون (از وزن ستون صرف‌نظر شود).

۷ نیرویی برابر ۱۰۰۰kN بر یک صفحه کف ستون وارد می‌شود. اگر تنش زیر صفحه ۵MPa باشد، مطلوب است محاسبه ابعاد کف ستون درصورتی‌که صفحه کف ستون:

الف) مربع باشد.

ب) دایره باشد.

پروژه

با کمک هم‌گروهی خود پل ماکارونی بسازید و مقاومت آن را در بارگذاری نسبت به پل ماکارونی سایر هم‌کلاسی‌هایتان بررسی کنید. راهکار خود را برای بهبود مقاومت پل خود بنویسید.