

## فصل ۲ نیرو

هر ماشینی می تواند از اجزای ساده تری به نام ماشین ساده تشکیل شده باشد.

مثلاً در سافت دوچرخه از ماشین های ساده ای مانند: اهرم، چرخ و محور، پیچ و مهره، چرخ دنده و ... استفاده می شود. تا بتواند **کار نیروی ماهیچه ای** ما را تبدیل به **انرژی جنبشی** کند.

### گشتاور نیرو چیست ؟

اثر پرفانندگی یک نیرو را **گشتاور نیرو** می گوییم.

مثلاً برای باز و بسته کردن در اتاق، به آن نیرو وارد می کنید و در مول لولایش می چرخد.

با وارد کردن نیرو به دسته آچار، پیچ را شل یا سفت می کنید.

### عوامل مؤثر بر گشتاور نیرو را نام ببرید ؟

۱- اندازه نیرو ۲- فاصله نیرو تا محور چرخش

### چگونه می توان بزرگی گشتاور نیرو را حساب کرد ؟

با توجه به اینکه یکای نیرو نیوتون (N) و یکای فاصله متر (m) است، یکای گشتاور نیرو، نیوتون متر (Nm) است.

### توضیح دهید چرا با آچار بلندتر، مهره محکم را می توان آسان تر باز کرد ؟

زیرا **فاصله** نقطه اثر نیرو تا محور چرخش بیشتر شده و در نتیجه گشتاور نیرو بزرگتر می شود.

### اهرم چیست ؟

اهرم میله ای است که در وسط آن، **یک تکیه** گاه قرار دارد.

وقتی به یک طرف آن نیرویی به سمت پایین وارد می شود،

آن سمت به طرف پایین و سمت مقابل به طرف بالا حرکت می کند



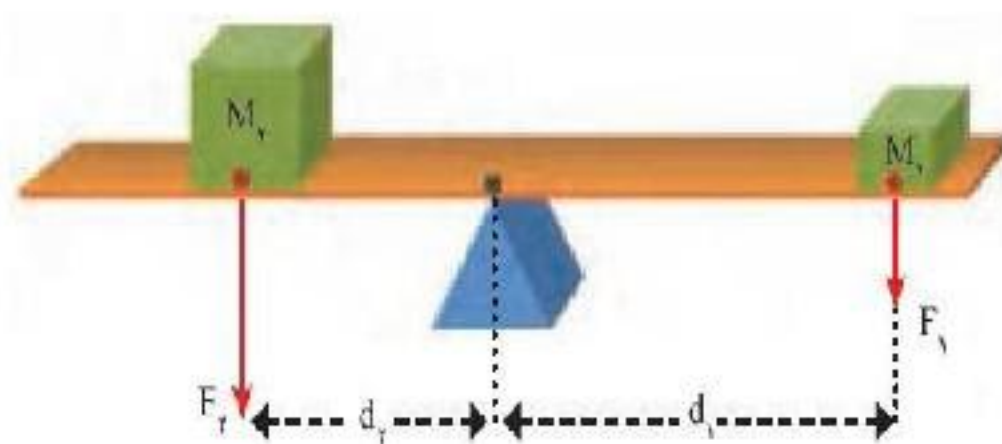
مانند : الاکلنگ

**نکته مهم :**

در حالت تعادل، اندازه گشتاوری که هر یک از نیروها نسبت به تکیه گاه ایجاد می کنند،

با هم برابر و جهت پرفششان مخالف یکدیگر است.

در حالت تعادل گشتاور ناشی از وزن پسرها، هم اندازه و در خلاف جهت یکدیگراند.



گشتاور نیروی  $F_1$  که از رابطه  $d_1 \times F_1$  به دست می آید،

می خواهد اهرم را به صورت ساعتگرد بچرخاند .

و گشتاور نیروی ناشی از  $F_p$  که از رابطه  $d_p \times F_p$  به دست می

آید، می خواهد اهرم را به صورت پاد ساعتگرد بچرخاند.

**نکته :**

در حالت تعادل، گشتاور نیروی ساعت گرد با گشتاور نیروی پادساعتگرد هم اندازه است:

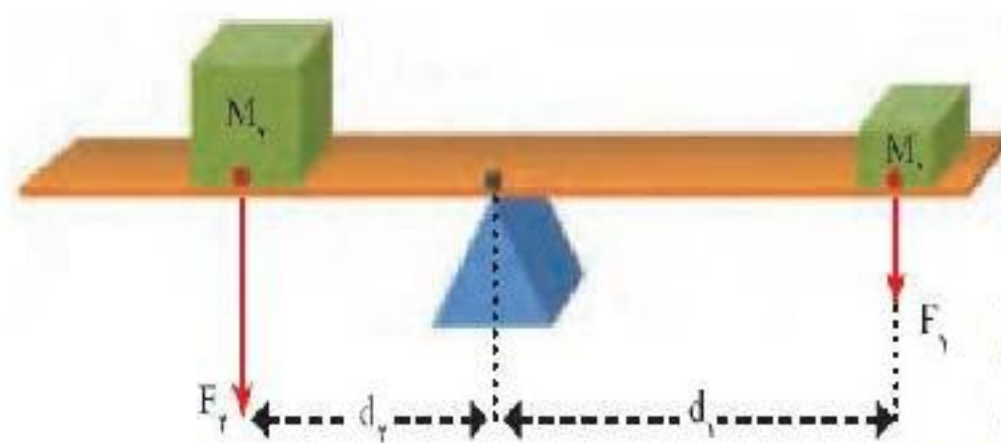
گشتاور نیروی پاد ساعت گرد = گشتاور نیروی ساعت گرد

$$d_1 \times F_1 = d_p \times F_p$$

گشتاور ناشی از وزنه  $(M_1)$

می خواهد اهرم را ساعتگرد بچرخاند

و گشتاور ناشی از وزنه  $(M_p)$  پاد ساعتگرد بچرخاند .



مثال: اگر در شکل ، جرم وزنه  $M_1$  ،  $30 \text{ kg}$  و فاصله آن از تکیه گاه  $2 \text{ m}$  و جرم وزنه  $M_2$  ،  $60 \text{ kg}$  باشد،

وزنه  $M_2$  در چه فاصله ای از تکیه گاه قرار گیرد تا اهرم در حالت تعادل قرار گیرد؟ ( $g = 10 \text{ N/kg}$ )

$$d_1 = 2 \text{ m} , m_1 = 30 \text{ kg} , m_2 = 60 \text{ kg} , d_2 = ?$$

$$F_1 = W_1 = m_1 g = 30 \text{ kg} \times 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 300 \text{ N}$$

$$F_2 = W_2 = m_2 g = 60 \text{ kg} \times 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 600 \text{ N}$$

گشتاور نیروی پاد ساعتگرد = گشتاور نیروی ساعتگرد

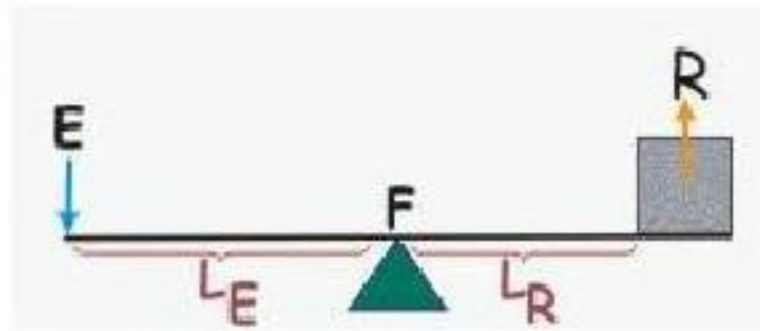
$$d_1 \times F_1 = d_2 \times F_2 \Rightarrow 2 \text{ m} \times 300 \text{ N} = d_2 \times 600 \text{ N} \Rightarrow 600 \text{ Nm} = d_2 \times 600 \text{ N}$$

$$\Rightarrow d_2 = \frac{600 \text{ Nm}}{600 \text{ N}} = 1 \text{ m}$$



### در شکل زیر نیروی محرک و نیروی مقاوم را مشخص کنید؟

نیرویی که ما وارد می کنیم تا جسم را بلند کنیم نیروی محرک ( $F_1$ ) یا ( $E$ )



و وزن جسم بزرگ را نیروی

مقاوم ( $F_p$ ) یا ( $R$ )

فاصله نقطه اثر نیروی محرک

و فاصله نقطه اثر نیروی مقاوم تا تکیه گاه را بازوی مقاوم ( $d_p$ ) یا ( $LR$ ) می نامیم.

### مزیت مکانیکی یک ماشین در حالت تعادل چگونه بدست می آید؟

مزیت مکانیکی به دو روش بدست می آید :

**روش اول-** اگر اندازه **نیروی مقاوم** را تقسیم بر

اندازه **نیروی محرک** بکنیم مزیت مکانیکی بدست می آید.

A: مزیت مکانیکی

R: نیروی مقاوم

E: نیروی محرک

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازه نیروی مقاوم}}{\text{اندازه نیروی محرک}}$$

$$A = \frac{R}{E}$$

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}}$$

$$A = \frac{LE}{LR}$$

**روش دوم-** اگر **بازوی محرک** را تقسیم بر **بازوی مقاوم** بکنیم مزیت

مکانیکی بدست می آید.

A: مزیت مکانیکی

$L_E$ : طول بازوی محرک  $L_R$ : طول بازوی مقاوم

توجه: مزیت مکانیکی مزیت مکانیکی نشان می دهد که ماشین، نیروی وارده را چند برابر می کند.

### مثال:

اگر مزیت مکانیکی اهرم ۲ و اندازه وزنه (نیروی مقاوم) ۱۵۰ N باشد.

اندازه نیروی محرک چقدر باشد تا دستگاه در حالت تعادل باقی بماند؟

$$F_1 = ? \text{ نیروی محرک } , 150 \text{ N} = \text{نیروی مقاوم} , 2 = \text{مزیت مکانیکی}$$

$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{اندازه نیروی مقاوم}}{\text{اندازه نیروی محرک}} \rightarrow 2 = \frac{150 \text{ N}}{F_1} \rightarrow F_1 = \frac{150 \text{ N}}{2} = 75 \text{ N}$$

**مزیت مکانیکی نشان دهنده چیست؟**

- مزیت مکانیکی نشان می دهد ماشین چگونه به ما کمک می کند .
- اگر مزیت مکانیکی بزرگتر از یک باشد، ماشین مقدار نیرو را افزایش می دهد .
- اگر مزیت مکانیکی کوچکتر از یک باشد، ماشین مسافت اثر نیرو را زیاد می کند .
- اگر مزیت مکانیکی برابر یک باشد، ماشین فقط از راه تغییر جهت نیرو به ما کمک می کند .

**قرقره چیست؟**

چرخشی شیاردار است که حول یک محور می چرخد.  
و شامل قرقره ثابت و قرقره متحرک است .

**مزیت مکانیکی قرقره ثابت را مشخص کنید ؟ و چگونه کمک میکند؟**

همواره برابر یک است و از راه تغییر جهت نیرو به ما کمک می کند.

اندازه بازوی محرک = اندازه بازوی مقاوم

**مزیت مکانیکی قرقره متحرک را مشخص کنید ؟ و چگونه کمک میکند؟**

این قرقره آزادانه بر روی ریسمان (طناب) جا به جا می شود.

این قرقره از راه افزایش نیرو به ما کمک می کند.

مزیت مکانیکی این قرقره برابر ۲ است. زیرا بازوی محرک (قطر چرخ) همواره دو برابر بازوی مقاوم (شعاع چرخ) است.

پس قرقره متحرک نیروی وارده را دو برابر کرده است.

بازوی محرک = دو برابر بازوی مقاوم

برای مناسبه مزیت مکانیکی قرقره های مرکب با انیمیشن به آدرس اینترنتی زیر مراجعه فرمایید

[www.nedayeoloom.blogfa.com/post/۲۱۶](http://www.nedayeoloom.blogfa.com/post/۲۱۶)

**قرقره مرکب چیست؟**

قرقره ای است که از ترکیب دو یا چند قرقره ثابت و متحرک ساخته شده است .

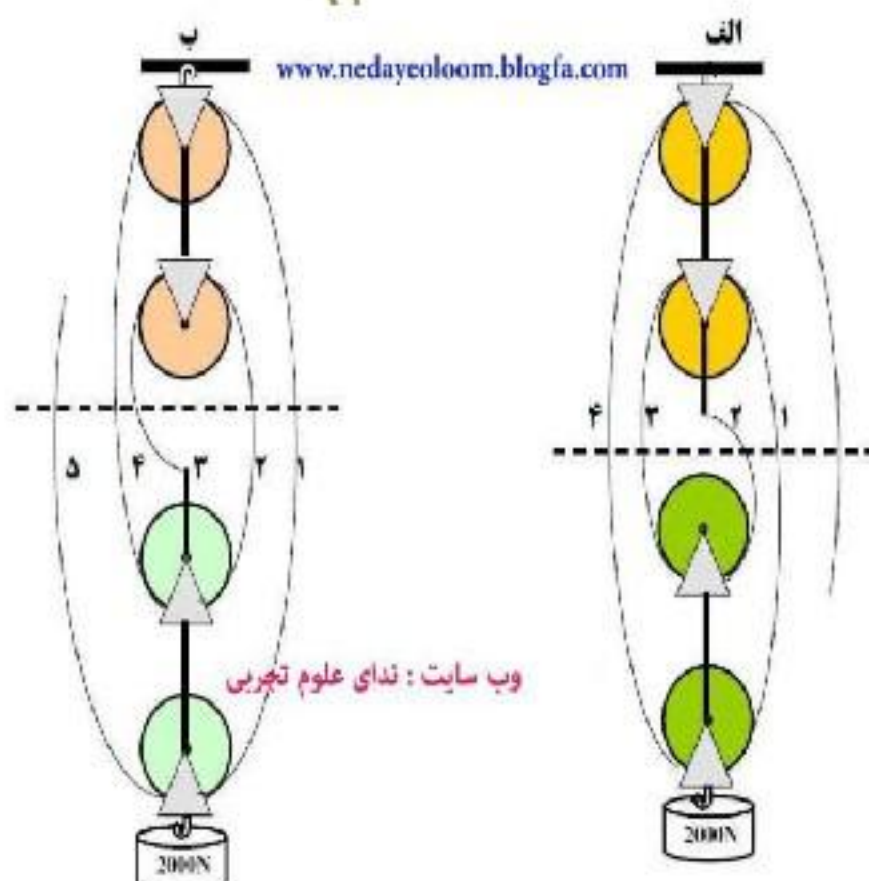
اگر بین قرقره های شکل الف و (ب) مطابق شکل فطی فرضی بکشیم خواهیم دید که تعداد طنابهای شکل الف که وزن نیروی مقاوم را

تحمل می نمایند ۴ طناب است

پس مزیت مکانیکی ۴ می باشد .

اما در شکل (ب) تعداد طنابهایی که وزن نیروی مقاوم را تحمل

می کنند ۵ طناب است پس مزیت مکانیکی ۵ است.



در شکل الف برای بلند کردن وزنه ۵۰ نیوتونی (نیروی مقاوم) نیروی محرک ۵۰N لازم است.

در شکل ب با نیروی محرک ۵۰N میتوان وزنه ۱۰۰ نیوتونی (نیروی مقاوم) را بلند کرد.

در شکل پ با نیروی محرک ۵۰N میتوان وزنه ۱۵۰ نیوتونی

(نیروی مقاوم) را بلند کرد.

**نکته مهم:**

**اندازه کار نیروی مقاوم = اندازه کار نیروی محرک**

**مثال:** در شکل زیر اگر طناب توسط شخص به اندازه ۰/۴m کشیده شود:

**الف) کار نیروی محرک چند ژول می شود؟**

**ب) جابه جایی وزنه چقدر خواهد بود؟**

$$۵۰N \times ۰/۴m = ۲۰J = \text{اندازه کار نیروی محرک} = \text{اندازه کار نیروی مقاوم}$$

ب) اندازه کار نیروی مقاوم = اندازه کار نیروی محرک

$$۲۰J = \text{نیروی مقاوم} \times \text{جابه جایی}$$

$$۲۰J = ۱۰۰N \times \text{جابه جایی}$$

$$\text{متر } ۰/۲ = \text{جابه جایی}$$

یعنی وزنه (نیروی مقاوم) به اندازه نصف جابه جایی نیروی محرک، جابه جا شده است.

**کاربرد چرخ دنده ها را بیان کنید ؟**

۱- تغییر سرعت چرخش،

۲- تغییر گشتاور یا تغییر جهت نیرو

**نکته :**

مگونگی کاربرد چرخ دنده ها به تعداد **دندانه های** آن، بستگی دارد.

در شکل رو برو وقتی چرخ دنده بزرگ به اندازه یک دنده می چرخد، چرخ دنده

کوچک نیز یک دنده می چرخد.

پس وقتی چرخ بزرگ که دارای ۳۶ دنده است، یک دور کامل می چرخد،

چرخ کوچک که دارای ۱۲ دنده است، ۳ دور می چرخد.



شکل ۱۶- به ازای هر بار چرخش چرخ دنده بزرگ چرخ دنده کوچک سه بار می چرخد.

**نتیجه گیری :**

سرعت چرخش چرخ دنده کوچک بیشتر از سرعت چرخش چرخ دنده بزرگ است.

به ازای هر سه بار چرخیدن چرخ دنده کوچک ،

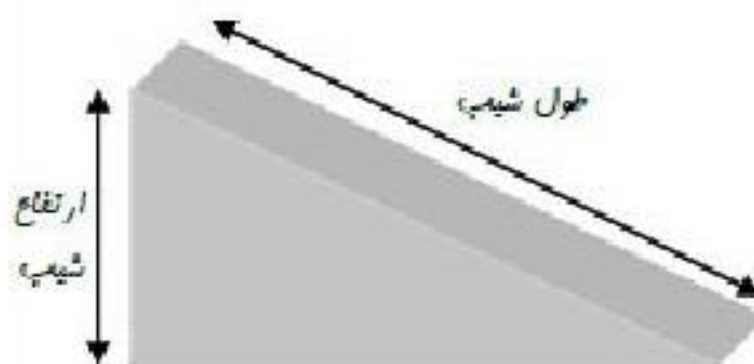
چرخ دنده بزرگ یک بار می چرخد.

### سطح شیبدار چیست ؟

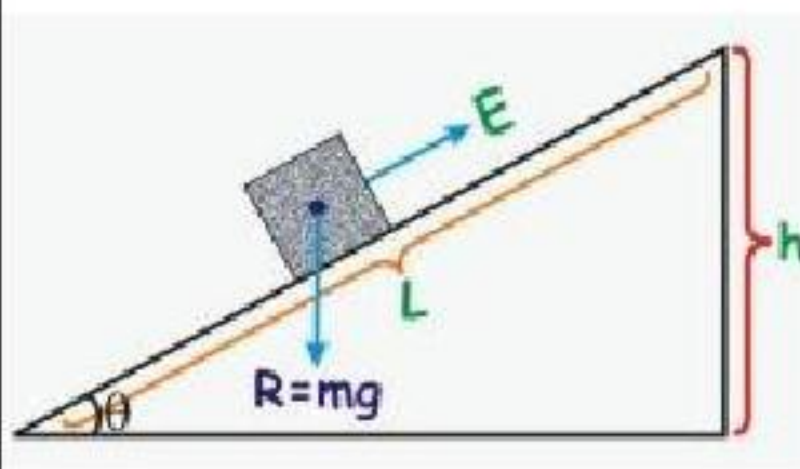
سطح شیبدار یک ماشین ساده است که به ما کمک می کند تا با نیروی کمتر؛

اما در مسافتی طولانی تر، جسم سنگین را به سمت بالا حرکت دهیم.

مزیت مکانیکی سطح شیبدار چگونه محاسب می شود؟



$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{طول شیب}}{\text{ارتفاع شیب}}$$



$$\text{مزیت مکانیکی} = \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}} \quad A = \frac{LE}{L_R}$$

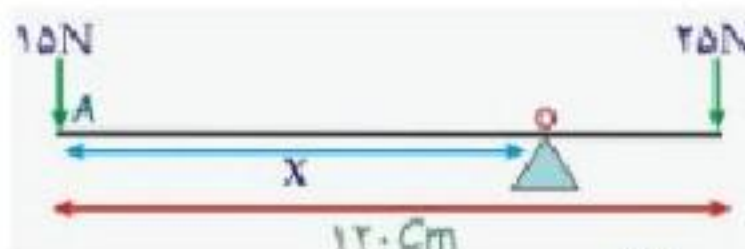
**نکته :** هر چه طول سطح بیشتر باشد به نیروی کمتری نیاز داریم.

در یک سطح شیبدار اگر طول شیب در آن ثابت باشد هر چه ارتفاع را زیاد کنیم ..... بیشتر می شود.

(۱) مزیت مکانیکی (۲) نیروی محرک (۳) نیروی مقاوم (۴) جابجایی نیروی مقاوم

چند سانتی متر باشد تا میله به حال متعادل بایستد؟

الف: ۱۲۵      ب: ۷۵      ج: ۱۰۰      د: ۲۵



در شکل روبرو نیروی ۶۰ کیلو نیوتنی R به اهرم اعمال می شود.

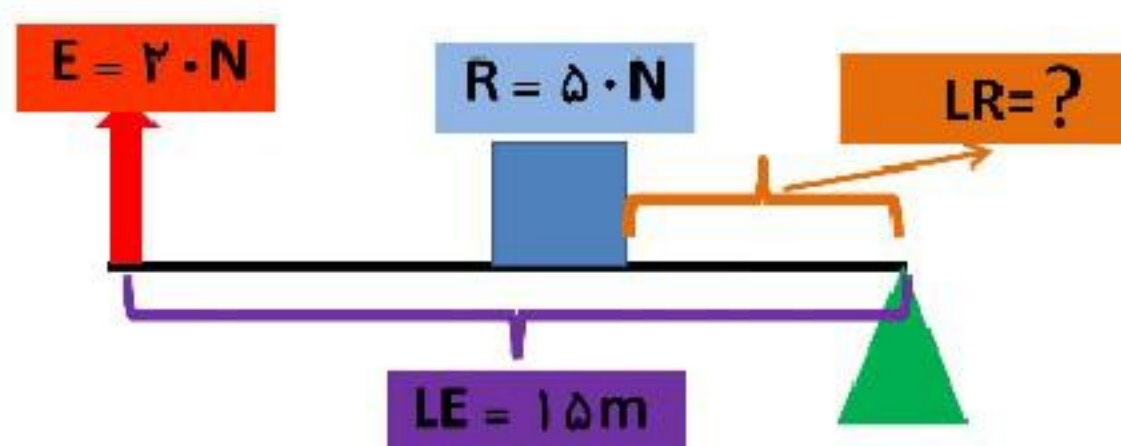
فاصله R تا تکیه گاه ۸۰ سانتی متر است. اگر فاصله E تا تکیه

گاه ۲۰ سانتی متر باشد اندازه نیروی E چقدر باشد تا اهرم در

حالت تعادل قرار بگیرد ؟ پاسخ ۲۴۰۰۰۰ نیوتن ( ۲۴۰ کیلو نیوتن )

(راه حل با فودتان)

**مقدار مورد مجهول را در اهرم زیر به دست آورید؟**



$$\begin{aligned} E &= 20 \text{ N} \\ LE &= 1.5 \text{ m} \\ R &= 50 \text{ N} \\ LR &= ? \end{aligned}$$

$$LR = \frac{E \times LE}{R}$$

$$LR = \frac{20 \times 1.5}{50} = 0.6 \text{ m}$$



## اپلیکیشن درسی همیار

برنامه رایگان درسی همیار



**تمام پایه ها**

جواب کتاب ، تدریس و نمونه سوال



**همیشه رایگان**

برنامه همیار کاملا رایگان میباشد