

فصل نهم

ماشین‌ها

یادآوری از پایه هفتم:

مفهوم کار:

هرگاه بر جسم ساکنی، نیرو وارد شود و جسم در راستای وارد شدن نیرو حرکت کند، یا جسم در حال حرکت باشد، با وارد شدن نیرو سرعت یا مسیر آن تغییر کند، می‌گوییم کار انجام شده است.

عوامل مؤثر در انجام کار:

۱- نیروی وارد شده به جسم

۲- جابه‌جایی یا تغییر مکان جسم (کوتاه‌ترین فاصله بین نقطه ابتدا و نقطه پایان)

نکته: هنگامی کار انجام می‌شود که نیروی وارد شده به جسم، سبب جابه‌جا شدن آن شود.

نکته: در دو حالت زیر، کار انجام نمی‌شود:

۱- به جسم نیرو وارد شود اما جسم حرکت نکند. مانند: هل دادن دیوار

۲- جسم با سرعت ثابت حرکت کند و به آن نیرویی وارد نشود. (مانند حرکت اجسام در فضا)

محاسبه مقدار کار:

جابه‌جایی \times نیرو = کار

$$W = F \times d$$

نکته: واحد اندازه‌گیری کار و انرژی ژول است.

مسائل کار

- ۱- کارگری ، بار ۴۰۰ نیوتنی را به اندازه ۲۵ متر جابه‌جا کرده است. مقدار کاری که انجام داده است را حساب کنید؟
- ۲- دوچرخه‌ای بر اثر نیروی اصطکاک ۱۲۵ نیوتنی بین چرخ‌های آن و زمین ، پس از ۱۴ متر جابه‌جایی ، متوقف می‌شود. محاسبه کنید نیروی اصطکاک چه مقدار کار انجام داده است ؟
- ۳- جسمی به جرم ۵۰ کیلوگرم توسط یک چرخ‌دستی ۱۵ متر جابه‌جاشده است. چند ژول کار انجام شده است؟
- ۴- یک مکانیک اتومبیل به وسیله‌ی یک بالابر روغنی ، اتومبیلی به جرم ۱۲۰۰ کیلوگرم را نیم متر از سطح زمین بلند می‌کند. بالابر چه اندازه کار روی اتومبیل انجام داده است؟
- ۵- یک فوتبالیست توپ فوتبال که ۷۰۰ گرم جرم دارد را با یک شوت بلند به سقف ورزشگاه به ارتفاع ۲۰ متر می‌رساند. او با این عمل چند ژول کار انجام داده است؟
- ۶- رضا یک جعبه ۳۰۰ نیوتنی را با نیروی افقی ۶۰ نیوتنی به اندازه ۱۰۰ متر روی زمین می‌کشد. محاسبه کنید مقدار کاری که او انجام داده است چقدر هست؟

ماشین : وسیله‌ای که سبب آسان شدن کارها می‌شود، ماشین نامیده می‌شود.

انواع ماشین :

الف (ماشین ساده) : ماشینی که ساختمان ساده داشته و پایه و اساس ساخت ماشین‌های دیگر است. اهرم – قرقره – چرخ و محور – سطح شیب‌دار و ... جزء ماشین‌های ساده‌اند.

ب (ماشین‌های مرکب) : ماشین‌های که از تعدادی ماشین ساده ساخته شده‌اند. مانند : قیچی – انبردست و ...

پ (ماشین‌های پیچیده) : ماشین‌های که از ترکیب چند ماشین مرکب در کنار هم ایجاد شده‌اند مانند : چرخ خیاطی – چرخ گوشت – خودرو و ...

ماشین‌ها چگونه به ما کمک می‌کنند :

برای آنکه متوجه شویم که هر ماشین چگونه به ما کمک می‌کند ، می‌توانیم به ورودی و خروجی ماشین توجه کنیم .

کار (انرژی) ورودی : شامل همه‌ی آن چیزهایی است تا ماشین کاری را از لحاظ علم فیزیک برای ما انجام دهد.

کار (انرژی) خروجی : شامل همه‌ی آن چیزهایی است که ماشین برای ما انجام می‌دهد.

مثال : هنگامی که دوچرخه سواری می‌کنیم ، ما به پدال نیرو وارد می‌کنیم و آن را می‌چرخانیم کار ورودی کاری است که ما بر روی پدال انجام می‌دهیم و باعث حرکت می‌شود. کار خروجی کاری است که دوچرخه هنگام حرکت انجام می‌دهد.

نکته : ورودی یا خروجی ماشین ممکن است بر اساس **نیرو ، توان یا انرژی** بررسی شود.

نکته : ممکن است مقداری از کار (انرژی) ورودی ما در اثر اصطکاک تلف شود. در این صورت کار (انرژی) خروجی ماشین کم‌تر از کار (انرژی) ورودی ما خواهد بود

$$\text{کار (انرژی) ورودی} = \text{کار (انرژی) خروجی} + \text{کار (انرژی) تلف شده}$$

نکته : به رابطه بالا « اصل کار » گفته می‌شود که شکلی از قانون پایستگی انرژی است .

روش‌های کمک ماشین‌ها :

۱- **انتقال نیرو** : همه‌ی ماشین‌ها به این روش کمک می‌کنند.

۲- **افزایش نیرو (یا کاهش نیرو)** : انبردست – قیچی فلز بری و ...

۳- **تغییر جهت وارد شدن نیرو** : قرقره بنایی و ...

۴- **افزایش سرعت و مسافت نقطه اثر نیرو** : قیچی کاغذبری – جاروی دسته‌بلند و ...

گشتاور نیرو : گاهی وارد شدن نیرو به جسم می تواند باعث چرخش آن شود، مانند هنگامی که فرمان خودرو را می چرخانیم. اثر چرخاندگی یک نیرو را **گشتاور نیرو** می نامند.

عوامل مؤثر در گشتاور نیرو :

۱- نیرو

۲- بازو (فاصله ی نیرو از تکیه گاه جسم)

نکته : در بسیاری از ماشین ها (مانند اهرم ها) نیرو می خواهد بر جسم اثر چرخشی ایجاد کند . در این حالت می توانیم گشتاور نیرو را برای آن حساب کنیم .

محاسبه ی گشتاور نیرو :

اندازه ی گشتاور نیرو = اندازه ی نیرو \times فاصله ی نقطه اثر نیرو تا محور چرخش (تکیه گاه)

نکته : یکای اندازه ی گشتاور نیرو N.m است.

نکته : گاهی چند نیرو بر جسم وارد می شوند و همه ی آن ها گشتاور ایجاد می کنند. اگر جسم در اثر این گشتاور نچرخد، در این صورت می گوئیم جسم در **تعادل چرخشی** است .

مثال : برای باز کردن مهره ای ، از آچارى به طول ۴۰ سانتی متر استفاده می کنیم . اگر نیروی وارد بر انتهای آچار ۳ نیوتن باشد، اندازه ی گشتاور نیروی وارد شده بر آچار را به دست آورید ؟

مزیت مکانیکی :

شاخصی است که به کمک آن می‌توانیم بفهمیم که ماشین‌ها به چه روشی به ما کمک می‌کند.

انواع مزیت مکانیکی :**الف (مزیت مکانیکی واقعی) :**

$$\text{مزیت مکانیکی واقعی} = \frac{\text{اندازه نیرویی مقاوم}}{\text{اندازه نیرویی محرک}} = A = \frac{R}{E}$$

ب (مزیت مکانیکی ایده آل) :

$$\text{مزیت مکانیکی ایده آل} = \frac{\text{بازوی محرک}}{\text{بازوی مقاوم}} = A = \frac{L_E}{L_R}$$

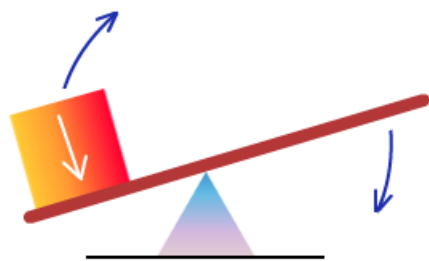
نکات مهم درباره‌ی مزیت مکانیکی :

- ۱- اگر مزیت مکانیکی ماشین برابر یک باشد، فقط با تغییر جهت نیرو کمک می‌کند.
- ۲- اگر مزیت مکانیکی ماشین بیشتر از یک باشد، با افزایش نیرو کمک می‌کند.
- ۳- اگر مزیت مکانیکی ماشین کمتر از یک باشد، با افزایش سرعت و مسافت نقطه اثر نیرو کمک می‌کند.
- ۴- مزیت مکانیکی یکای اندازه‌گیری ندارد.

نکته : ماشینی که افزایش نیرو دارد سبب صرفه‌جویی در نیروی محرک می‌شود.

نکته : ماشینی که با افزایش سرعت و مسافت نقطه اثر نیرو کمک می‌کند در زمان صرفه‌جویی می‌شود.

مثال: نیروی مقاوم در یک اهرم ۸۰ نیوتن و نیروی محرکی که برای جابه‌جایی آن استفاده شده است ۲۰ نیوتن هست
مزیت مکانیکی در این اهرم را حساب کنید ؟



اهرم: وسیله‌ای است که از یک میله و یک تکیه‌گاه تشکیل شده است.

اجزای یک اهرم

اجزاء	نماد اختصاری	تعریف
تکیه‌گاه	F	محلی که اهرم به آن تکیه داده است.
نیروی مقاوم	R	نیروی که مانع حرکت می‌شود. (نیروی که اهرم به جسم وارد می‌کند و یا وزن جسم)
نیروی محرک	E	نیروی که ما به اهرم وارد می‌کنیم
بازوی مقاوم	L_R	فاصله‌ی نیروی مقاوم تا تکیه‌گاه است
بازوی محرک	L_E	فاصله‌ی نیروی محرک تا تکیه‌گاه است
جابه‌جایی نیروی مقاوم	d_R	مسافتی که نیروی مقاوم طی می‌کند.
جابه‌جایی نیروی محرک	d_E	مسافتی که نیروی محرک طی می‌کند.

انواع اهرمها در پیوست ۱

قانون تعادل اهرمها:

در حالت تعادل و درحالی‌که نیروهای دیگری مثل اصطکاک دخالت ندارند. گشتاور این نیروها خلاف جهت هم ولی هم‌اندازه هستند.

گشتاور نیروی مقاوم (گشتاور نیروی پادساعت‌گرد) = گشتاور نیروی محرک (گشتاور نیروی ساعت‌گرد)

بازوی مقاوم \times نیروی مقاوم = بازوی محرک \times نیروی محرک

$$E \times L_E = R \times L_R$$

قرقره: قرقره نوعی ماشین ساده است که در انجام کارها به ما کمک می کند. در واقع قرقره، چرخ شیارداری است که می تواند آزادانه حول یک محور دوران کند.

انواع قرقره در پیوست ۲

محاسبه کار در قرقره ها:

اندازه‌ی کار نیروی مقاوم = اندازه‌ی کار نیروی محرک

جابه‌جایی \times نیروی مقاوم = جابه‌جایی \times نیروی محرک

$$E \times d_E = R \times d_R$$

چرخ‌دنده‌ها:

چرخ‌دنده‌ها یک چرخ‌دنده دار است. چرخ‌دنده‌ها در کنار هم قرار می‌گیرند و با چرخش در کنار یکدیگر برای ما کار انجام می‌دهند.

چرخ‌دنده‌ها می‌توانند باعث تغییر سرعت، تغییر گشتاور نیرو یا تغییر جهت نیرو و اندازه‌ی نیرو شوند.

نکته: در ماشین‌هایی که انرژی یا نیروی ورودی به ماشین، در نهایت باعث چرخش می‌شود، حتماً از چرخ‌دنده استفاده می‌شود.

نکته: اگر یک چرخ‌دنده در جهت عقربه‌های ساعت (ساعت‌گرد) بچرخد، چرخ‌دنده‌ی کنار آن در خلاف جهت عقربه‌های ساعت (پادساعت‌گرد) می‌چرخد.

محاسبه مزیت مکانیکی چرخ‌دنده‌ها:

$$\text{مزیت مکانیکی چرخ‌دنده‌ها} = \frac{\text{تعداد دنده چرخ‌های دنده‌ی خروجی}}{\text{تعداد دنده چرخ‌های دنده‌ی ورودی}}$$

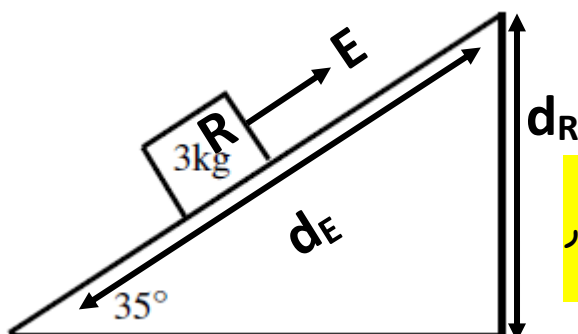
نکته: با توجه به مزیت مکانیکی چرخ‌دنده‌ها، روش کمک آن را می‌توانیم بیان کنیم.

نکته: اگر یک چرخ دنده ۵۰ دنده داشته باشد و چرخ دنده‌ی دیگر ۱۰ دنده داشته باشد، سرعت دور زدن چرخ دنده‌ی کوچک تر ۵ برابر چرخ دنده‌ی بزرگ تر است $\frac{50}{10} = 5$ و بالعکس سرعت دور زدن چرخ دنده‌ی بزرگ تر $\frac{1}{5}$ چرخ دنده‌ی کوچک تر است.

سطح شیب دار: ماشین ساده‌ای است که کمک می‌کند بتوانیم جسمی را با نیروی کم در مسافتی طولانی بالا بکشیم. جاده‌های کوهستانی، پل‌های هوایی مثال‌های از سطح شیب‌دارند.

جابه‌جایی نیروی محرک = طول سطح شیب‌دار

جابه‌جایی نیروی مقاوم = ارتفاع سطح شیب‌دار



$$\text{مزیت مکانیکی سطح شیب دار} = \frac{\text{طول سطح شیب دار}}{\text{ارتفاع سطح شیب دار}} \Rightarrow A = \frac{d_E}{d_R}$$

نکته: هر چه نسبت طول سطح شیب‌دار به ارتفاع سطح شیب‌دار بیشتر باشد، افزایش نیرو بیشتر است.

نکته: هر چه زاویه‌ی شیب کمتر باشد، در نیروی محرک صرفه‌جویی بیشتری خواهد شد

نکته: مزیت مکانیکی سطح شیب‌دار همیشه کمتر از یک است. (یعنی همیشه نیروی ما را بیشتر می‌کند)

اهرم	مثال	شکل	مزیت مکانیکی (A)	روش های کمک
نوع اول	الاکلنگ ترازو ماهیچه گردن		$A=1$	۱- انتقال نیرو ۲- تغییر جهت نیرو
	میخ کش دیلیم شیر جوش		$A>1$	۱- انتقال نیرو ۲- افزایش نیرو ۳- <u>تغییر جهت نیرو</u>
	قیچی کاغذ بری پاروی قایقرانی منجنیق		$A<1$	۱- انتقال نیرو ۲- افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو ۳- <u>تغییر جهت نیرو</u>
نوع دوم	فرغون در نوشابه باز کن فندق شکن ماهیچه پشت ساق پا		$A>1$	۱- انتقال نیرو ۲- افزایش نیرو
نوع سوم	جاروی دسته بلند راکت تنیس چوب ماهی گیری ماهیچه بازوی دست		$A<1$	۱- انتقال نیرو ۲- افزایش سرعت و مسافت اثر نیرو

روش های کمک	مزیت مکانیکی (A)	شکل	مثال	حالت	قرقره
۱- انتقال نیرو ۲- تغییر جهت نیرو	$A=1$		قرقره پرچم قرقره بنایی	ثابت	ساده
۱- انتقال نیرو ۲- افزایش نیرو	$A>1$		جرثقیل تله کابین	متحرک	
۱- انتقال نیرو ۲- افزایش نیرو ۳- تغییر جهت نیرو	۲			اول	مرکب
۱- انتقال نیرو ۲- افزایش نیرو	۳			دوم	

انواع قرقه ها در پیوست ۲

محمد سعید پور