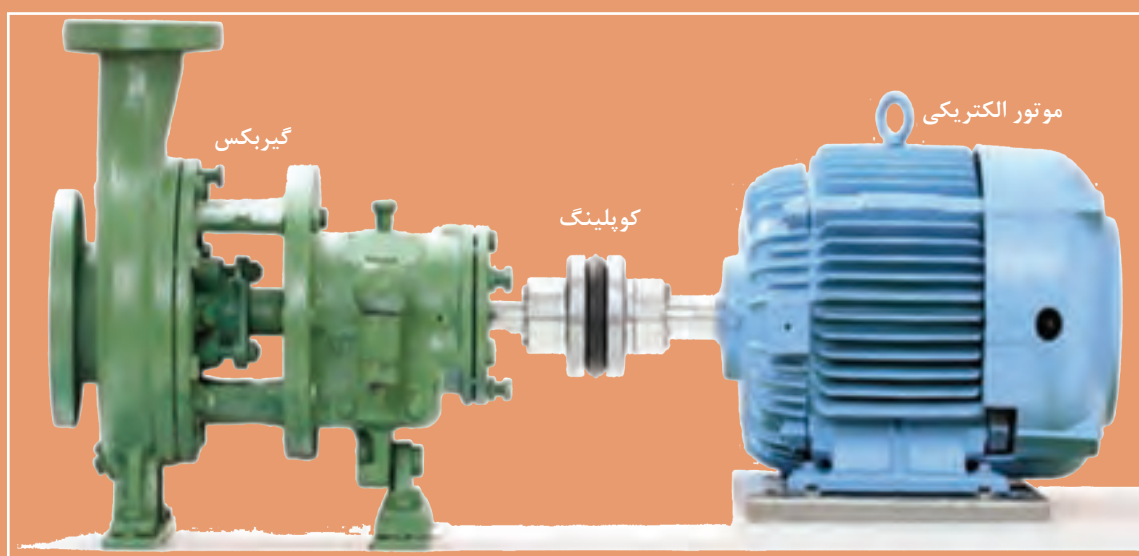




فصل ۲

مکانیک



- مفاهیم پایه مکانیک (طول، سطح، حجم، نیرو، گشتاور و...) را شرح دهید.
- مؤلفه‌های نیرو را مشخص و برابری نیروها را محاسبه کنید.
- گشتاور نیرو را محاسبه کنید.
- رفتارهای مختلف جسم در برابر بار را توضیح دهید. (رفتار کششی، خمشی، برشی، پیچشی،... و نیروهای محوری و تنش)
- یاتاقان را تعریف کنید، انواع و کاربردهای آن را توضیح دهید.
- کوپلینگ را تعریف کنید، انواع و کاربردهای آن را توضیح دهید.
- چرخ‌دنده را تعریف کنید، انواع و کاربرد آن را توضیح دهید.
- فنر را تعریف کنید، انواع و کاربرد آن را توضیح دهید.
- چرخ‌زنجیر و چرخ و تسمه را تعریف کنید، انواع و کاربرد هر یک را توضیح دهید.
- بادامک را تعریف کنید، انواع و کاربرد آن را توضیح دهید.

مقدمه

مکانیک بخشی از دانش فیزیک بوده و 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 و پویایی قابل تقسیم است. ایستایی به بررسی اجسام در حالت تعادل می‌پردازد و پویایی به بررسی اجسام در حالت شتاب‌دار مربوط است.

ایستایی

پیرامون خود را 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 خواهند ماند. ساختمانی که در مجاورتش خاک‌برداری غیراصولی انجام شده باشد، ممکن است تعادل خود را از دست دهد 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، کار و فناوری آشنا شده‌اید. از آنجا که این مفاهیم در این رشته کاربرد زیادی دارد، 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 متر (m) است؛ البته برای اندازه‌گیری طول از یکاهای دیگری مانند میلی‌متر (mm)، سانتی‌متر (cm) و اینچ (in) نیز استفاده می‌شود.

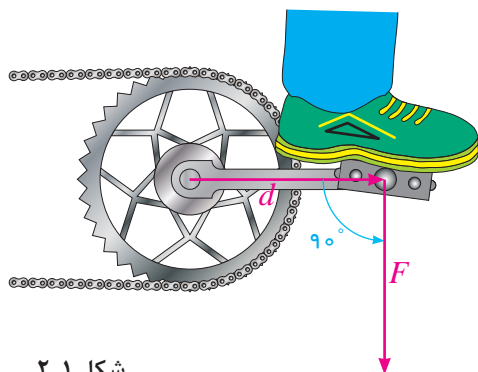
سطح: سطح، اندازه دویعدی یک شکل هندسی یا رویه یک جسم است. شکل هندسی ممکن است تخت یا خمیده باشد. یکای اندازه‌گیری یکای سطح در SI مترمربع (m^2) است. برای اندازه‌گیری سطوح بزرگ‌تر از یکایی مانند کیلومتر مربع (Km^2) استفاده می‌شود و در سطوح کوچک‌تر از یکایی مانند سانتی‌متر مربع (cm^2) استفاده می‌شود.

حجم: اندازه سه بعدی یا فضایی که توسط یک ماده اشغال شده است حجم نامیده می شود، برای نمونه مقدار آبی که در یک مخزن ذخیره وجود دارد. یکای اندازه گیری حجم در دستگاه SI مترمکعب (m^3) است. برای اندازه گیری حجم از یکاهای دیگری مانند cm^3 و mm^3 استفاده می شود.

نیرو: به هرگونه عملی که روی جسمی انجام شود و در آن تمایل به جابه جایی یا تغییر سرعت یا تغییر شکل و اندازه وجود داشته باشد، نیرو می گویند. به نیرویی که از اثر گرانش زمین بر جرم مواد ایجاد می شود، وزن می گویند. وزن اجسام را با حرف W نشان می دهند. نیرو معمولاً به صورت کششی یا فشاری است، مانند فشار دادن یک جسم با دست یا کشیدن آن با طناب. پرکاربردترین یکاهای اندازه گیری نیرو در SI، نیوتون (N) و کیلوگرم نیرو (kgf) هستند.

فشار: نیروی خارجی وارد شده بر واحد سطح، فشار نامیده می شود، مانند فشار آب که به دیواره سدها وارد می شود. یکای اندازه گیری فشار در دستگاه SI پاسکال (Pa) است.

جرم: به مقدار ماده موجود در یک جسم، جرم می گویند. یکای اندازه گیری جرم در دستگاه SI کیلوگرم (kg) است. **چگالی:** چگالی، جرم واحد حجم ماده است. برای نمونه یک سانتی متر مکعب آهن $7/8$ گرم وزن دارد؛ بنابراین می گوییم چگالی آهن $7/8$ است. یکای اندازه گیری چگالی در دستگاه SI، کیلوگرم بر متر مکعب است. **جسم صلب:** وقتی در مقابل اعمال نیرو، اندازه و شکل جسم تغییر نکند، می گوییم جسم صلب است.



شکل ۲-۱

گشتاور: به اثر چرخشی نیرو، حول یک نقطه معین گشتاور می گویند. مثلاً نیروی یک تسمه روی قرقره که باعث چرخیدن آن می شود یک نمونه گشتاور است. همچنین اگر یک گچ تحریر را از دو انتها بگیرید و دستانتان را در دو جهت مخالف بپیچانید، گشتاور به وجود می آید و باعث خمش و احتمالاً شکستن گچ می شود. یکای گشتاور در دستگاه SI، نیوتن متر ($N.m$) است. در شکل ۲-۱ در اثر اعمال نیرو از طریق پا به پدال دوچرخه باعث ایجاد گشتاور می شود و می توان دوچرخه را به حرکت درآورد.

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

توان: انرژی منتقل شده یا کار انجام شده در واحد زمان، توان نامیده می شود. یکای اندازه گیری توان، وات (W) می باشد. برای نمونه مقدار مشخصی انرژی برای بالا بردن یک آسانسور لازم است. یک الکتروموتور با توان $5kW$ می تواند این کار را انجام دهد اما یک الکتروموتور $20kW$ این کار را چهاربار سریع تر انجام می دهد.



در شکل ۲-۲ لیفتراک، مقدار نیروی 5000 N به جعبه وارد می‌کند و در مدت زمان $2/5 \text{ s}$ آن را به اندازه 2 m جابه‌جا می‌کند. مطلوب است محاسبه توان این لیفتراک.

مقدار نیرو: $F = 5000 \text{ N}$

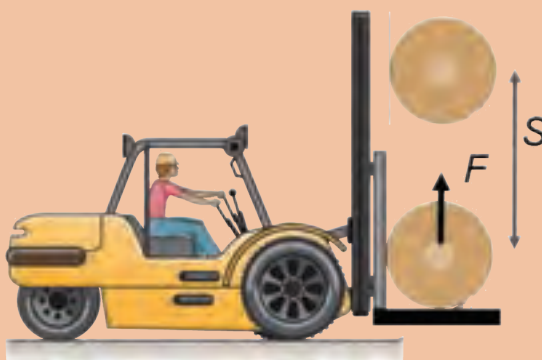
مساحت: $S = 2 \text{ m}$

مدت زمان: $T = 2/5 \text{ s}$

توان: $P = ?$

$$p = \frac{F.s}{t}$$

$$P = \frac{F.s}{t} = \frac{5000 \cdot \text{N} \cdot 2 \text{ m}}{2/5 \text{ s}} = 4 \text{ kw}$$

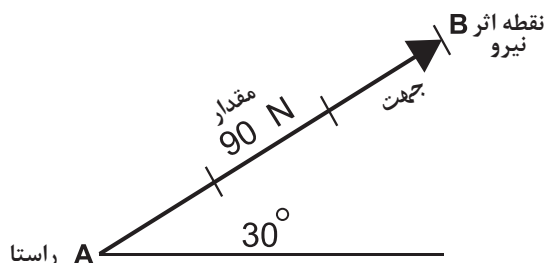


شکل ۲-۲

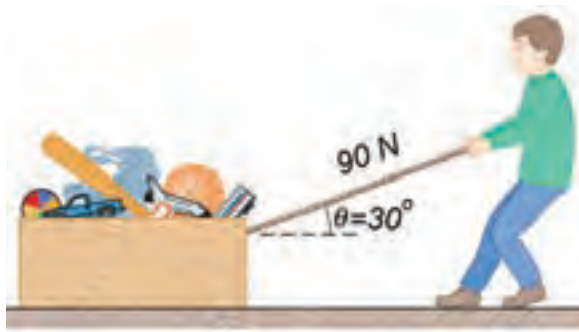
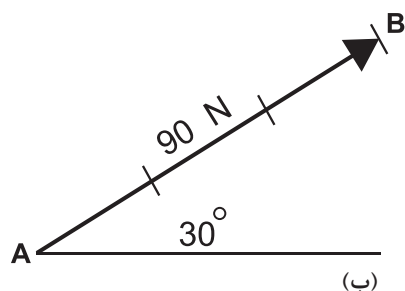
ویژگی‌های نیرو

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 ۲-۳).

در شکل ۲-۴ (الف) فردی نمایش داده شده که تلاش می‌کند با ریسمان، جعبه‌ای را روی زمین بکشد. در شکل ۲-۴ (ب) راستای نیرو با خط AB جهت آن با پیکان، مقدار نیرو با طول بردار AB (متناسب با اندازه نیرو) مشخص شده‌اند.



شکل ۲-۳

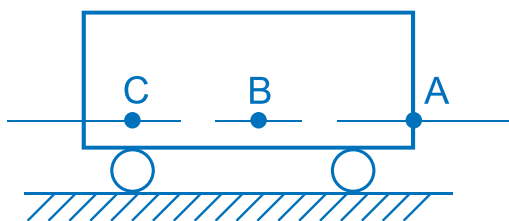


(الف)

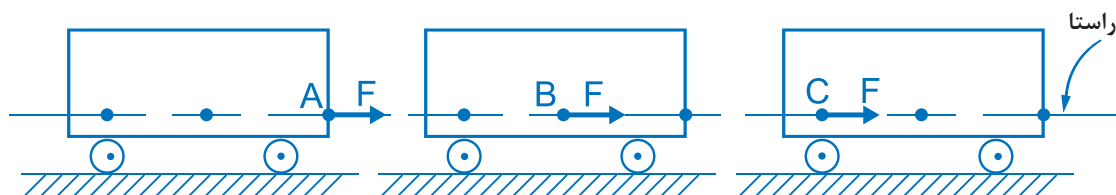
شکل ۲-۴

اصل انتقال پذیری نیرو

بنابر اصل انتقال پذیری نیرو، می‌توان نیروی وارد بر نقطه معلومی از یک جسم صلب را به وسیلهٔ نیروی دیگری که با نیروی اول از لحاظ مقدار، جهت و راستا برابر بوده ولی نقطهٔ اثر آن متفاوت است، جایگزین کرد. جسم نشان داده شده در شکل ۲-۵ را در نظر بگیرید. این جسم با نیروی افقی F کشیده می‌شود. نیرو به هریک از نقاط A ، B و C که وارد شود، تأثیر یکسانی دارد؛ بنابراین ملاحظه می‌شود که جابه‌جایی نیرو با حفظ راستا و جهت نیرو تأثیری در وضعیت تعادل یا حرکت جسم به وجود نمی‌آورد، (شکل ۲-۶).



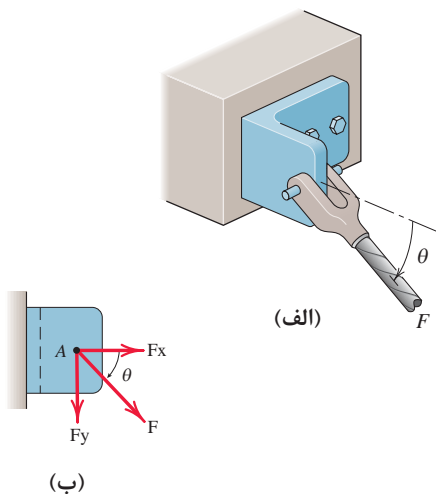
شکل ۲-۵



شکل ۲-۶

مؤلفه‌های نیرو

هر نیرو را می‌توان به دو مؤلفه تجزیه کرد، به نحوی که تأثیر هم‌زمان این مؤلفه‌ها، اثر خود نیرو را داشته باشد. به‌طور معمول، نیرو را در دو راستای عمود برهم x و y تجزیه می‌کنند. مؤلفهٔ افقی را با اندیس x و مؤلفهٔ عمودی را با اندیس y نشان می‌دهند. برای به‌دست آوردن مؤلفه‌های نیرو روش محاسباتی بیان می‌شود. در شکل ۲-۷ (الف) کابل با نیروی F کشیده می‌شود. برای تعیین مؤلفه‌های نیروی F در نمای نشان داده شده در شکل ۲-۷ (ب) به این ترتیب عمل می‌شود.



شکل ۲-۷

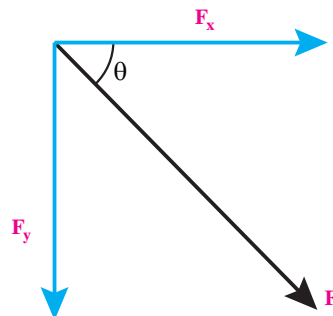
راه حل محاسباتی: اندازه مؤلفه‌های عمودی نیروی F که با محور x زاویه θ را می‌سازد به کمک رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود. توجه داشته باشید که در روابط زیر، زاویه نیرو با محور x ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۲-۸).

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

رابطه ۲-۱

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

شکل ۲-۸

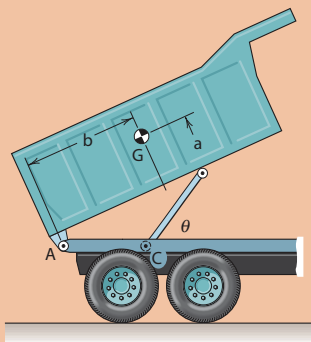


مثال ۲

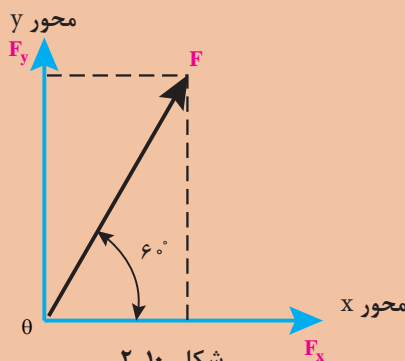
در یک کامیون حمل بار مطابق شکل ۲-۹ جک هیدرولیکی مطابق شکل زیر نیرویی برابر 40 kN در امتداد خود به باری که بلند می‌کند، اعمال می‌نماید. مؤلفه‌های افقی F_x و عمودی F_y این نیرو را زمانی که زاویه $\theta = 60^\circ$ است، محاسبه کنید.

$$F_x = F \times \cos 60^\circ = 40 \times 0.5 = 20 \text{ kN}$$

$$F_y = F \times \sin 60^\circ = 40 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 20\sqrt{3} = 34.6 \text{ kN}$$



شکل ۲-۹

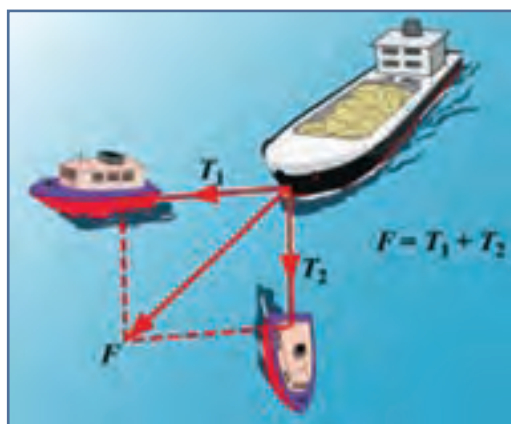


شکل ۲-۱۰

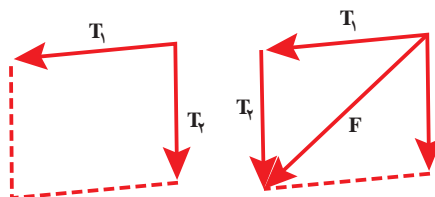
$$\cos 60^\circ = 0.5$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

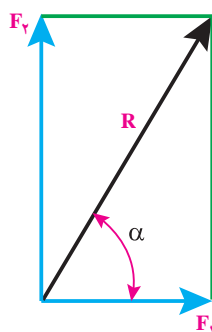
برایند نیروها



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 ۲-۱۱ - جسم در کدام جهت حرکت خواهد کرد؟



شکل ۲-۱۱



شکل ۲-۱۲

برای به دست آوردن مجموع تأثیر نیروهای مختلف در یک جسم، براینند نیروها را محاسبه می کنند. براینند نیروها را با R یا ΣF نمایش می دهند.

روش محاسباتی: روش محاسباتی یکی از روش های به دست آوردن براینند نیروهاست. برای بدست آوردن براینند دو نیروی F_1 و F_2 که با یکدیگر زاویه α می سازند از رابطه زیر استفاده می شود:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha} \quad \text{رابطه (۲-۲)}$$

براینند نیروهای وارد بر نبشی های پایه یک دکل نفتی در شکل زیر را به روش محاسباتی به دست آورید؟

$$\alpha = 30^\circ + 45^\circ = 75^\circ$$

$$\alpha = 75^\circ$$

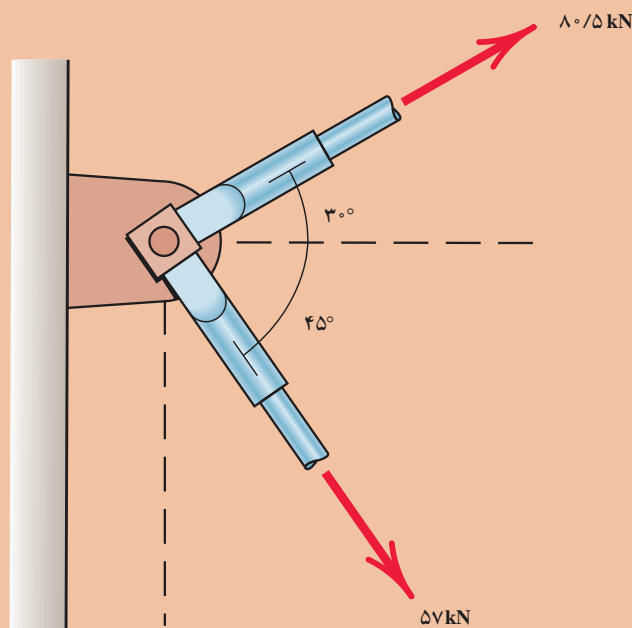
ابتدا زاویه بین دو نیرو را محاسبه می کنیم.
به کمک رابطه (۲-۲) خواهیم داشت:

$$R = \sqrt{(F_1)^2 + (F_2)^2 + 2F_1 \times F_2 \cos \alpha}$$

$$R = \sqrt{(80/5)^2 + (57)^2 + 2(80/5 \times 57 \cos 75^\circ)}$$

$$R = \sqrt{1210.4/43}$$

$$R = 110 \text{ KN}$$

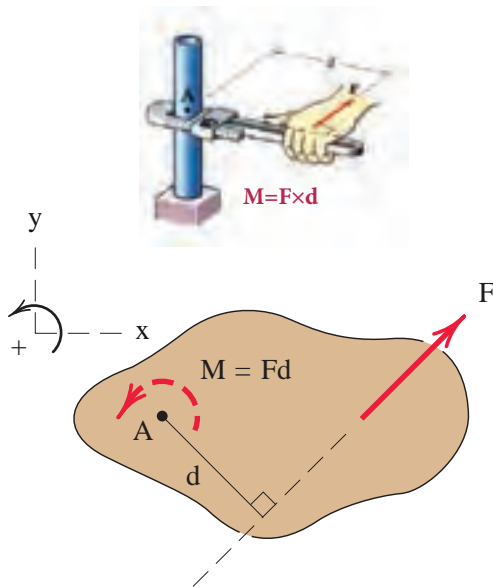


شکل ۲-۱۳

مثال ۳



گشتاور نیرو



شکل ۲-۱۴

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

$$M = F \times d$$

در رابطه مقابل:

M: گشتاور نیرو با یکاهای N.m و ...

F: نیرو با یکاهای، N و ...

d: بازوی گشتاور با یکاهای m، cm و ...

گشتاور اعمال شده به یک جسم ممکن است جسم را در جهت ساعتگرد یا پادساعتگرد بچرخاند. در اینجا گشتاور ساعتگرد با علامت منفی و گشتاور پاد ساعتگرد با علامت مثبت نشان داده شده است.

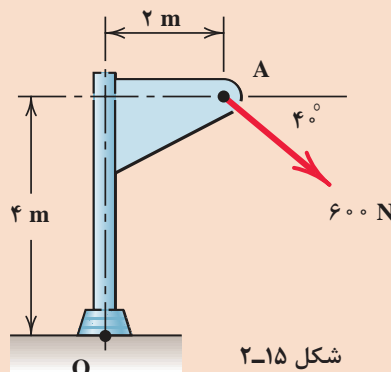
مثال ۴



در سازه زیر گشتاور ناشی از نیروی ۶۰۰ N را حول نقطه O به دست آورید.
از رابطه (۲-۱) خواهیم داشت:

$$F_x = 600 \times \cos 40^\circ = 460 \text{ N}$$

$$F_y = 600 \times \sin 40^\circ = 386 \text{ N}$$



شکل ۲-۱۵

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

$$M = (460 \text{ N})(4 \text{ m}) + (386 \text{ N})(2 \text{ m}) = 2610 \text{ N.m}$$
 ساعتگرد

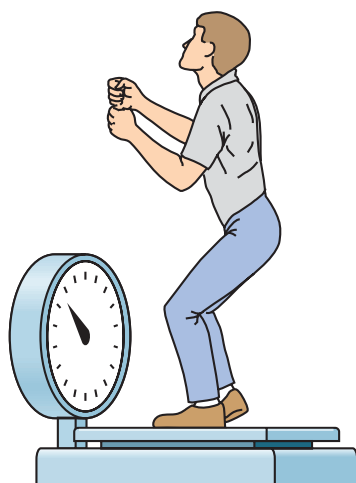


هر دو گشتاور مؤلفه‌ها، ساعتگرد بوده و به این دلیل با یکدیگر جمع شده‌اند.

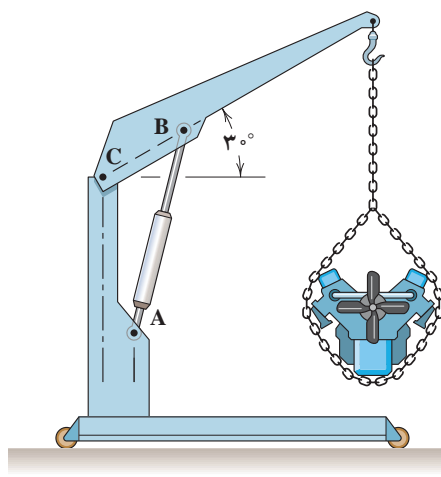
انواع نیروها

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:

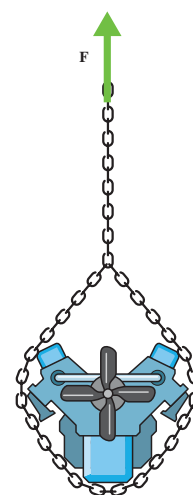
۱- رفتار کششی و فشاری



فشاری



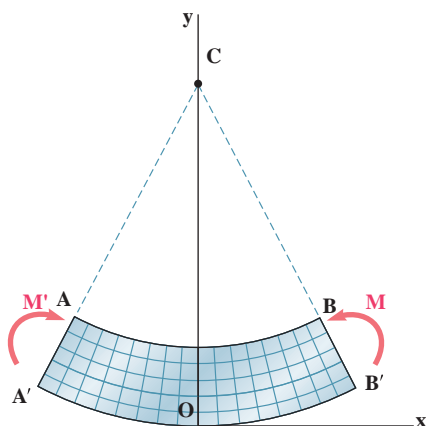
کششی



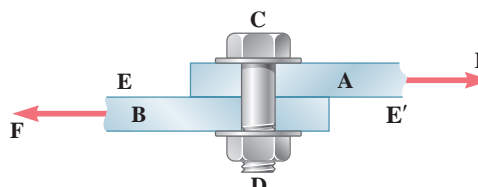
شکل ۲-۱۶

۳- رفتار خمشی

۲- رفتار برشی

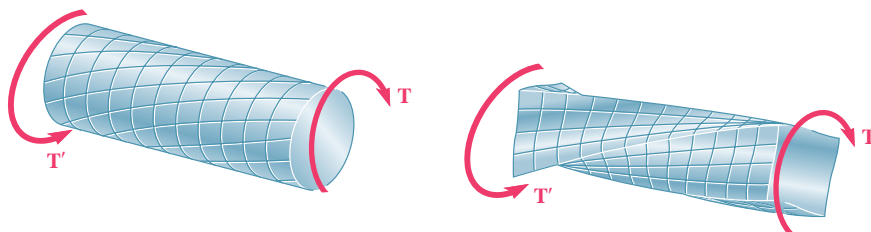


شکل ۲-۱۸

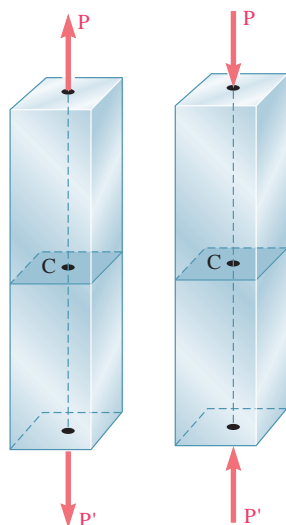


شکل ۲-۱۷

۴- رفتار پیچشی



شکل ۲-۱۹

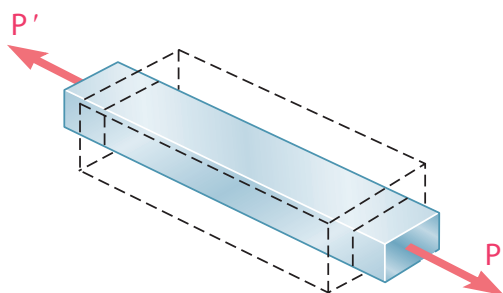


شکل ۲-۲۰

نیروهای محوری

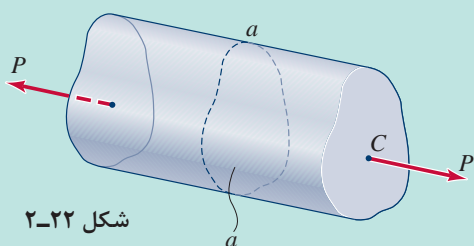
نیروهای محوری، نیروهایی هستند که در امتداد محور طولی اجسام و عمود بر سطح مقطع آنها وارد می‌شوند (شکل ۲-۲۰).

نیروهای محوری می‌توانند به صورت کششی یا فشاری به اجسام وارد شوند و در آنها افزایش یا کاهش طول ایجاد کنند.



شکل ۲-۲۱

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



شکل ۲-۲۲

میله منشوری زیر را در نظر بگیرید که تحت نیروی کششی P قرار دارد. به نظر شما اثر نیروی P در یک مقطع دلخواه مانند $(a-a)$ به چه صورتی خواهد بود؟

.....

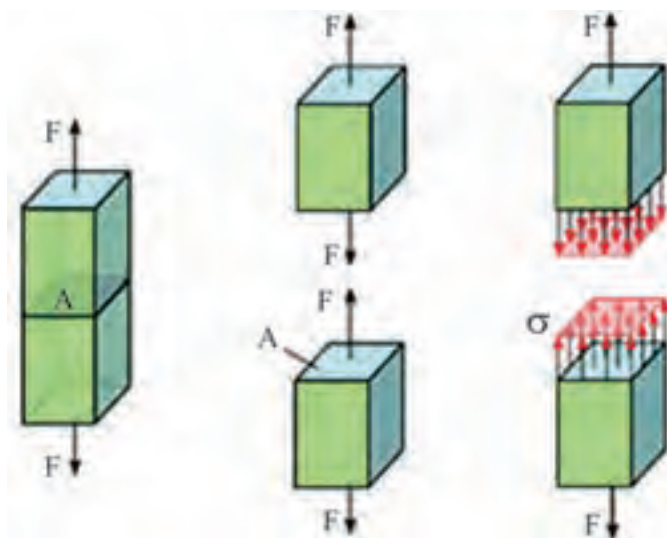
فعالیت



تنش محوری

به نیروی وارد بر واحد سطح، تنش گفته می‌شود. چنانچه نیروی وارد، نیروی محوری باشد به این نیروهای گسترده موجود در سطح مقطع A تنش محوری گفته می‌شود که با رابطه زیر تعریف می‌شود.

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



شکل ۲-۲۳

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) بوده و بهتر است به منظور هماهنگی با آئین‌نامه‌ها در محاسبات از واحد $\frac{N}{mm^2}$ (یا مگا پاسکال MPa) استفاده شود.

اگر نیروی محوری (F) کششی باشد تنش ایجادشده تنش کششی خواهد بود و σ مثبت است.
اگر نیروی محوری (F) فشاری باشد تنش ایجادشده تنش فشاری خواهد بود و σ منفی است.

نکته





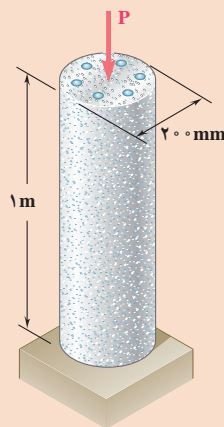
ستونی کوتاه مطابق شکل ۲-۲۴ تحت تأثیر نیروی محوری $P=250 \text{ KN}$ قرار دارد. تنش پای ستون را محاسبه کنید؟
نیروی P فشاری است

$$P = -250 \text{ KN} = -250 \times 1000 = -250000 \text{ N}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi (200 \times 10^{-3})^2}{4} = 0.031415 \text{ m}^2$$

$$\delta = \frac{P}{A} = \frac{-250000}{0.031415}$$

$$\delta = -7957981/85 \text{ pa} = -7/95 \text{ Mpa}$$



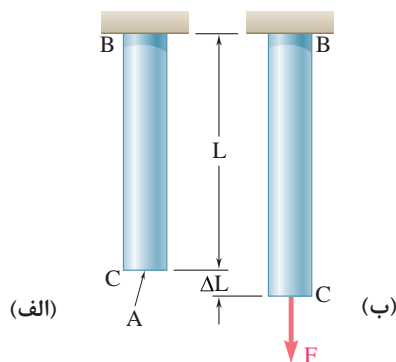
شکل ۲-۲۴

تغییر طول اجسام تحت تأثیر بارهای محوری

میله BC به طول L و سطح مقطع A مطابق شکل ۲-۲۵ (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 ۲-۲۵ (ب)).

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

در این رابطه E ضریب ارتجاعی (مدول الاستیسیته) جسم است که به جنس آن بستگی دارد و واحد آن نیز همان واحد تنش یعنی $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ و یا (MPa) می‌باشد.



شکل ۲-۲۵



میله فولادی با ضریب ارتجاعی $E = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ تحت نیروی فشاری $F = 471 \text{ KN}$ قرار می گیرد. میزان تغییر طول ایجاد شده را محاسبه کنید؟

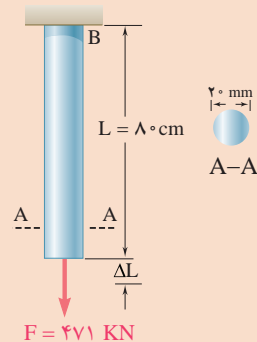
$$P = 471 \text{ KN} = 471000 \text{ N}$$

$$L = 80 \text{ cm} = 800 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 20^2}{4} = 314 \text{ mm}^2$$

$$E = 2 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Delta L = \frac{P \cdot L}{A \cdot E} = \frac{471000 \times 800}{314 \times 2 \times 10^5} = \Delta L = 6 \text{ mm}$$



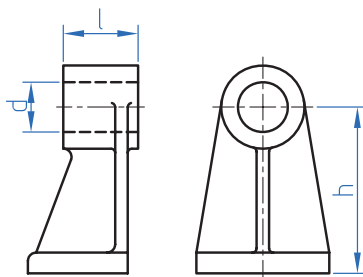
شکل ۲-۲۶

یاتاقان‌ها

یاتاقان‌ها محل استقرار و تکیه گاه زبانه میله‌ها بوده و وظیفه حمل و راهنمایی آنها را به صورت دورانی و یا رفت و برگشتی بر عهده دارند.



شکل ۲-۲۷



شکل ۲-۲۸

یاتاقان‌ها از نظر نوع اصطکاک به دو گروه تقسیم می شوند:

(الف) یاتاقان‌های لغزشی

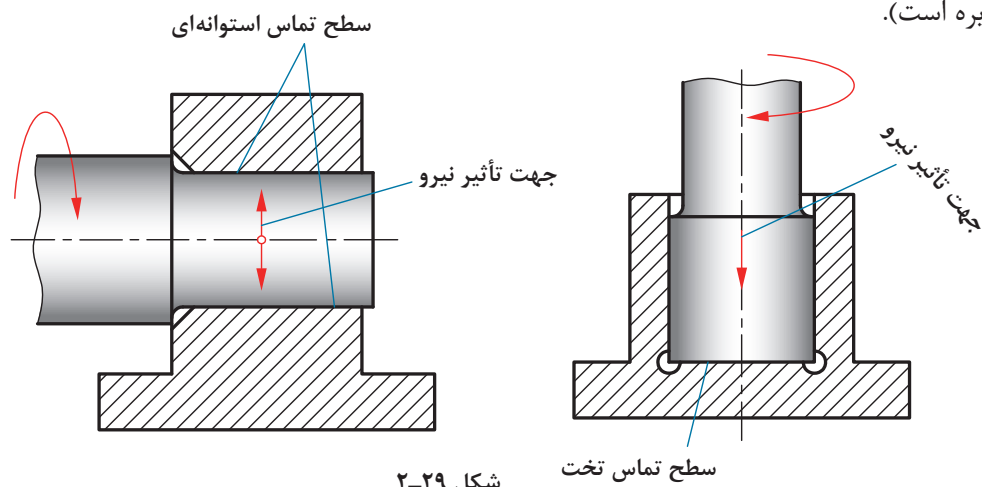
(ب) یاتاقان‌های غلتشی

در یاتاقان‌های لغزشی میله در داخل سوراخ یا یاتاقان (یا بوش یاتاقان) می گردد.

شکل مقابل، ابعاد مهم یک یاتاقان را نشان می دهد.

نیروهایی را که بر یاتاقان‌ها وارد می‌شود می‌توان به دو دسته شعاعی و محوری تقسیم کرد. (الف) یاتاقان شعاعی نیرو را در امتداد شعاع تحمل می‌کند. (سطح تماس این یاتاقان‌ها به شکل استوانه است).

(ب) یاتاقان محوری که نیرو را در امتداد محور تحمل می‌کند (سطح تماس این یاتاقان‌ها تخت و به شکل دایره است).



شکل ۲-۲۹



شکل ۲-۳۰



شکل ۲-۳۱

یاتاقان‌های لغزشی در نمونه‌های متفاوتی تولید می‌شود که در اینجا فقط به دو نمونه (از نوع چشمی آن) اشاره می‌شود.

۱ یاتاقان‌های چشمی در دو نوع:

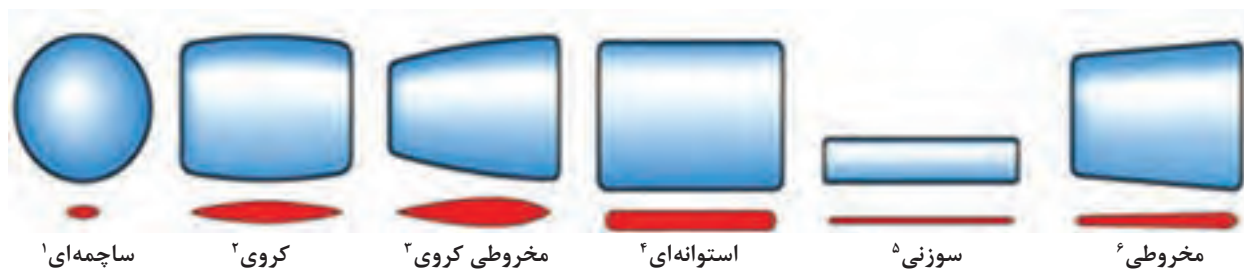
(الف) بوش‌دار؛ (شکل ۲-۳۱)

(ب) بدون بوش تولید می‌شوند. (شکل ۲-۳۰)

یاتاقان‌های غلتشی

یاتاقان‌های غلتشی از قسمت‌های زیر تشکیل شده‌اند.

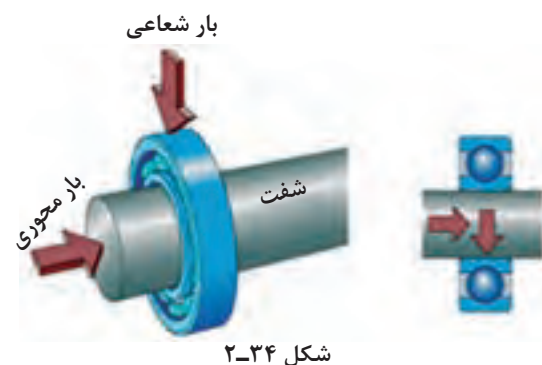




شکل ۲-۳۳ - (فرم هندسی اجزای غلتان یاتاقان‌ها)

زمانی که بین محور و یاتاقان از قطعات غلتان به شکل کره، استوانه و مخروط استفاده می‌شود، اصطکاک لغزشی تبدیل به اصطکاک غلتشی می‌شود.

انواع یاتاقان‌های غلتشی



شکل ۲-۳۴

یاتاقان‌های غلتشی از نظر نوع نیرویی که می‌توانند تحمل کنند به دو دسته محوری و شعاعی تقسیم می‌شوند. یاتاقان‌های محوری بارهای محوری و یاتاقان‌های شعاعی بارهای شعاعی را تحمل می‌کنند. یاتاقان‌های غلتشی از نظر فرم قطعات غلتنده به دو گروه بلبرینگ‌ها و رولبرینگ‌ها تقسیم می‌شوند. (شکل ۲-۵۳)

بلبرینگ‌ها: فرم قطعات غلتنده آنها به شکل «کره» است (۲-۳۵ الف).
رولبرینگ‌ها: فرم قطعات غلتنده آنها به شکل «استوانه»، «سوزنی»، «مخروط ناقص»، «بشکه» است. رولبرینگ‌ها قادر به تحمل نیروهای بیشتر در مقایسه با بلبرینگ‌ها هستند. (۲-۳۵ ب)



شکل ۲-۳۵

۱- Ball

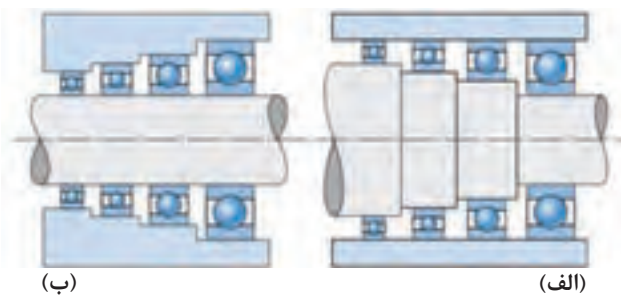
۲- Cylindrical

۳- Spherical

۴- Needle

۵- Tapered Spherical

۶- Taper



شکل ۲-۳۶

(شکل ۲-۳۶) پنج سری یاتاقان غلتشی را نشان می‌دهد.
در (شکل ۲-۳۶ الف) قطر سوراخ متغیر و قطر خارجی ثابت است.
در (شکل ۲-۳۶ ب) قطر خارجی متغیر و قطر سوراخ ثابت است.

ابعاد یاتاقان: سازندگان و مصرف‌کنندگان به خاطر مسائلی نظیر قیمت، کیفیت و سهولت تعویض، به سری خاصی از ابعاد توجه دارند. ابعاد یاتاقان‌های غلتشی توسط مؤسسه جهانی استاندارد ISO تعیین شده است. علامت شناسایی یاتاقان غلتشی از ارقام یا ترکیبی از حروف و ارقام تشکیل می‌شود. رقم اول از علامت شناسایی، مشخص‌کننده نوع ساختمانی یاتاقان، عدد دوم سری پهنا و رقم سوم سری قطر را معرفی می‌کند. اندازه سوراخ حاصل ضرب دو رقم آخر از ارقام شناسایی در عدد ۵ حاصل می‌شود.

۲ بلبرینگ پاندولی (۲۳۳۱۶)

سری پهنا	۳	{ اندازه سری }	۳
سری قطر	۳		۳
		{ اندازه سوراخ }	۱
			۶

دو رقم آخر ضربدر عدد ۵، معرف قطر داخلی و اندازه سوراخ $16 \times 5 = 80 \text{ mm}$ بلبرینگ است.

جدول زیر توضیح کاملی از روش مشخصات یاتاقان‌های غلتشی را ارائه می‌دهد.

0 1 2 3 4

سری پهنا

8 9 0 1 2 3 4

سری قطر خارجی

سری اندازه

00000

سری یاتاقان

نوع یاتاقان

(0) 1 2 3 4

سری یاتاقان

اندازه یاتاقان (d/5)

مشخصات یاتاقان‌های غلتشی

هر یاتاقان غلتشی با یک کد شناسایی معرفی می‌شود. علامت شناسایی یاتاقان غلتشی از ارقام و ترکیبی از حروف و ارقام تشکیل می‌شود. عدد اول از سمت چپ مشخص‌کننده نوع ساختمان یاتاقان است. عدد دوم سری پهنا و عدد سوم سری قطر یاتاقان را نشان می‌دهد. اندازه سوراخ حلقه داخلی یاتاقان از حاصل ضرب دو رقم آخر عدد شناسایی در عدد ۵ حاصل می‌شود.

نوع یاتاقان

303

طبق استاندارد ۳۲۶NID-۱ شماره ۳ مربوط به یاتاقان غلتکی مخروطی است.

سری قطر یاتاقان

05

سری پهنا یاتاقان

عدد مشخصه سوراخ

05x5=25

قطر داخلی d=25 mm

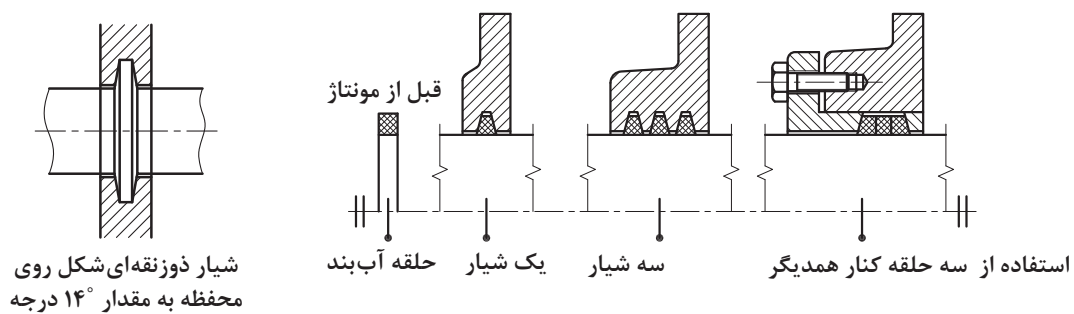
وسایل آب‌بندی

وظیفه وسایل آب‌بندی جلوگیری از ورود ذرات خارجی (گرد و غبار) به داخل مکانیزم است و یا از خروج سیال داخل محفظه به بیرون جلوگیری می‌کند. برای این منظور می‌توان از دو نوع آب‌بندی «تماسی» یا «بدون تماس» استفاده کرد.

آب‌بندی تماسی

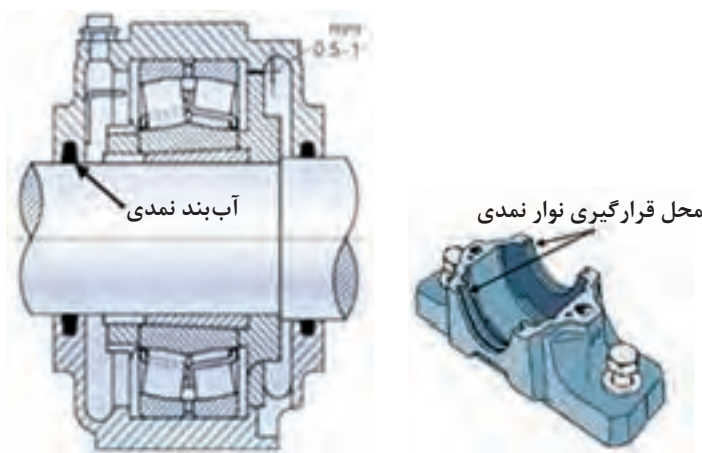
آب‌بندی تماسی متنوع است که در اینجا به معرفی چند مورد از متداول‌ترین آنها می‌پردازیم.
الف) حلقه‌های نمدی

در این نوع آب‌بندی‌ها از حلقه‌های نمدی که به شکل واشر (استوانه توخالی) است، استفاده می‌شود. شیار دوزنقه‌ای شکل محفظه، فرم مستطیلی حلقه را تغییر داده و آن را همراه با میله فشار می‌دهد.



شکل ۲-۳۸

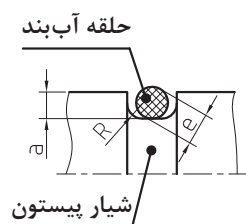
در شکل ۲-۳۹ در قسمت بدنه یک شیار با مقطع دوزنقه و یک آب‌بند نمدی با قطع مربع دیده می‌شود که پس از سوار کردن دستگاه و قرار گرفتن آب‌بند در شیار، به شکل آن درآمده و به میله می‌چسبد.



شکل ۲-۳۹



شکل ۲-۴۰



شکل ۲-۴۱

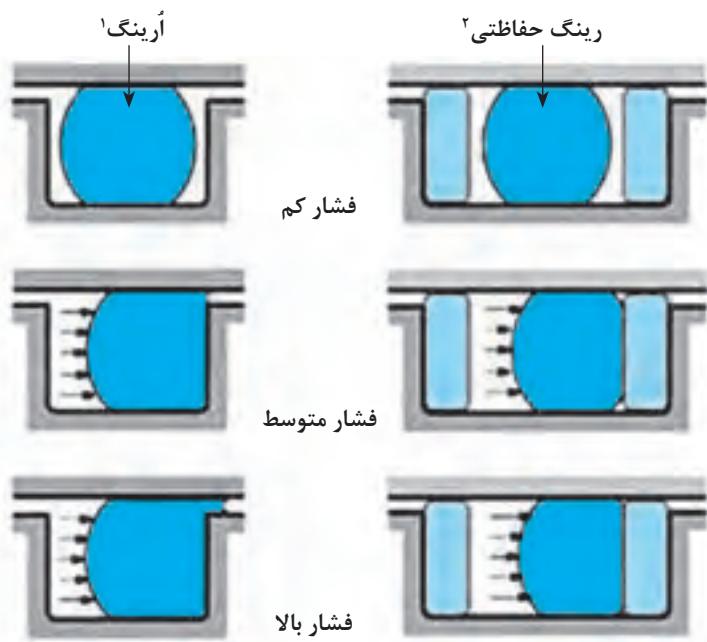
مواد آب‌بندی گرد (اُرینگ)

نوعی وسیله آب‌بندی ساده و ارزان، حلقه آب‌بندی با مقطع گرد (اُرینگ) است.

خاصیت آب‌بندی یک حلقه لاستیکی با مقطع گرد آن است که وقتی حلقه در داخل شکاف (مثلاً شکاف پیستون) قرار می‌گیرد، در اثر فشار مایع (گاز) موجود به یک طرف فشرده شده و با شکل گرفتن به صورت شیاری مزبور کلیه فضاهای خالی و محل‌های باز بین (پیستون و سیلندر) را پر خواهد کرد. اندازه این حلقه‌ها بستگی به قطر پیستون دارد. این حلقه‌ها با مقطع چهار گوش نیز وجود دارند.

استنباط خود را از شکل زیر بنویسید.

✍



شکل ۲-۴۲

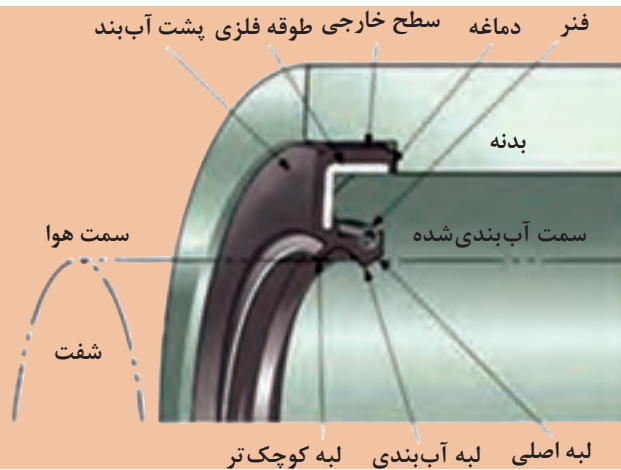
حلقه‌های آب‌بند (کاسه نمد)



برای میله‌هایی که با سرعت زیاد می‌چرخند (میله‌های چرخ دنده‌ها، محورهای ماشین‌ها، موتورها و ...) از این نوع آب‌بندها استفاده می‌شود. این حلقه‌های آب‌بند دارای فنری هستند که لبه فرم‌دار داخلی آنها را همواره روی سطح میله می‌فشارد.



شکل ۲-۴۳



شکل ۲-۴۴

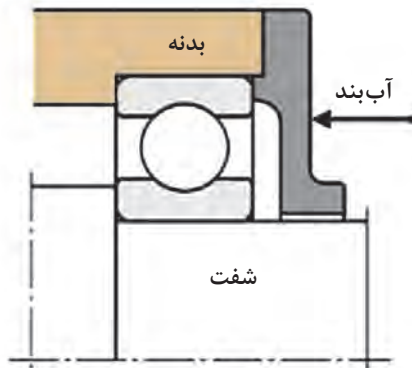
شکل ۲-۴۵ فرم‌های مختلفی (دیگری) از حلقه‌های آب‌بندی را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۴۵

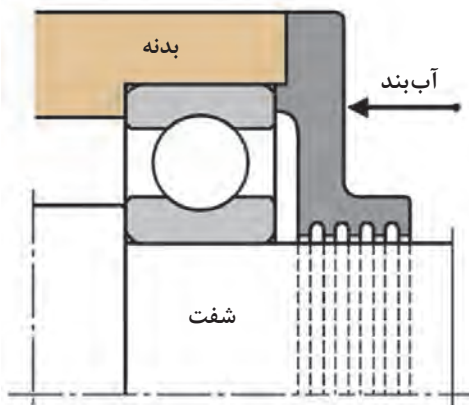
آب‌بندی بدون تماس

در این نوع آب‌بندی، هنگام مونتاژ، فاصله شیار موجود بین میله و یاتاقان را از مواد چرب‌کاری غلیظ پر می‌کنند.



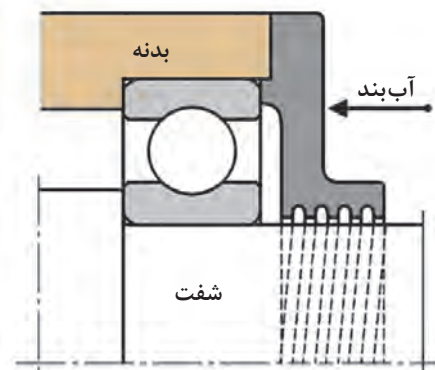
شکل ۲-۴۶

هنگام چرخش میله در دور بالا، حرکت گردابی به‌وجود می‌آید و این باعث می‌شود که از خروج روغن و یا ورود گرد و غبار به داخل مجموعه جلوگیری شود.



شکل ۲-۴۷

در آب‌بندی شیارهای شکل مقابل، شیارهای مارپیچی باید در جهت دوران ایجاد شده باشند تا در اثر دوران میله، گریس به طرف یاتاقان کشانده شود. دهانه‌های معمول برای شکاف‌های آب‌بندی 0.15 mm تا 0.1 mm است.



شکل ۲-۴۸



کوپلینگ‌ها

کوپلینگ‌ها برای انتقال مستقیم حرکت دورانی از یک محور به محور دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل ۲-۴۹ پنج مورد از آنها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۴۹

کوپلینگ‌ها را می‌توان در گروه‌های زیر دسته‌بندی کرد:

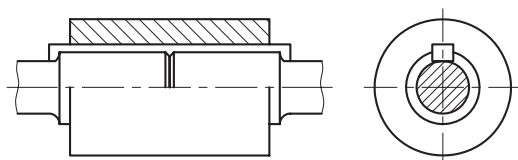
الف) کوپلینگ‌های سخت

ب) کوپلینگ‌های جداشونده

ج) کوپلینگ‌های انعطاف‌پذیر

کوپلینگ‌های سخت

این کوپلینگ‌ها به دو محور امکان چرخش نسبی نمی‌دهند. آنها به دو گروه تقسیم می‌شوند:

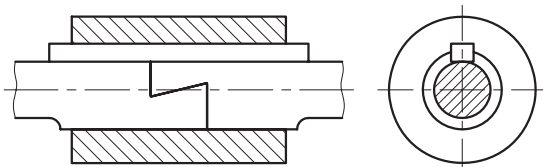


۱ کوپلینگ غلافی یکپارچه: از یک غلاف چدنی استوانه‌ای شکل ساخته شده که در وسط آن انتهای دو میله سربه‌سر هم قرار می‌گیرند. یک خار هم روی میله و هم روی غلاف جا می‌رود.



شکل ۲-۵۰

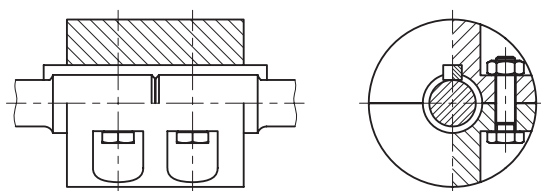
۲ کوپلینگ غلافی نیمه سربه‌سر: در این کوپلینگ سرمیله‌ها طوری ساخته شده‌اند که در طول کوتاهی روی هم بیفتند. شیب در قسمت روی هم افتاده، باعث می‌شود که اگر میله‌ها در جهت مخالف کشیده شوند، از هم جدا نشوند. برای اتصال میله‌ها و غلاف، از یک خار استفاده شده است.



شکل ۲-۵۱

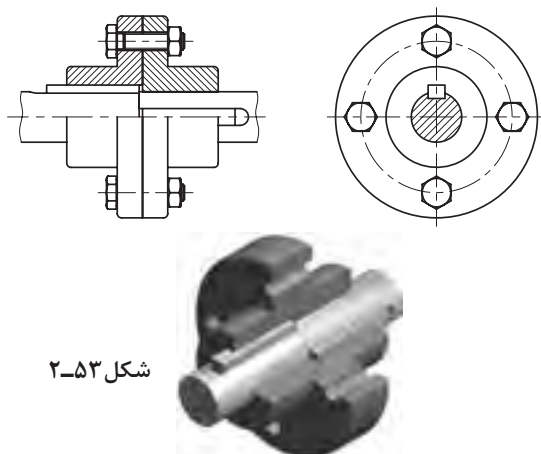


۳ کوپلینگ غلافی دوپارچه: در اینجا غلاف از دو نیم‌استوانه ساخته شده که توسط پیچ و مهره به هم متصل می‌شوند. وقتی دو نیمه با پیچ به هم بسته می‌شوند، میله را محکم دربر خواهند گرفت. درگیری دو میله به کمک خار صورت می‌گیرد.



شکل ۲-۵۲



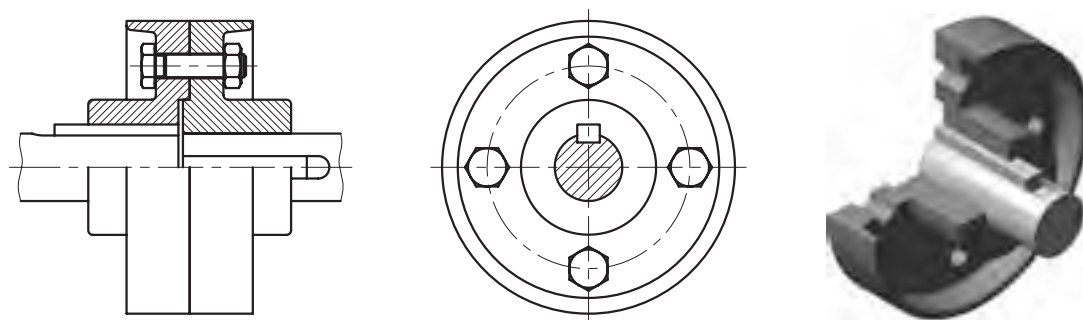


شکل ۲-۵۳

۴ کوپلینگ فلانچی (لبه دار): این کوپلینگ‌ها

کاربرد وسیعی دارند و از دو فلانچ چدنی ساخته شده‌اند که با خار به انتهای دو میله متصل شده و توسط چند پیچ محکم‌کننده به هم بسته می‌شوند. برای تضمین هم‌محوری، یکی از میله‌ها قدری امتداد یافته و قسمتی از انتهای آن وارد فلانچ متصل به میله دیگر می‌شود. به این ترتیب دو میله هم‌محور می‌مانند.

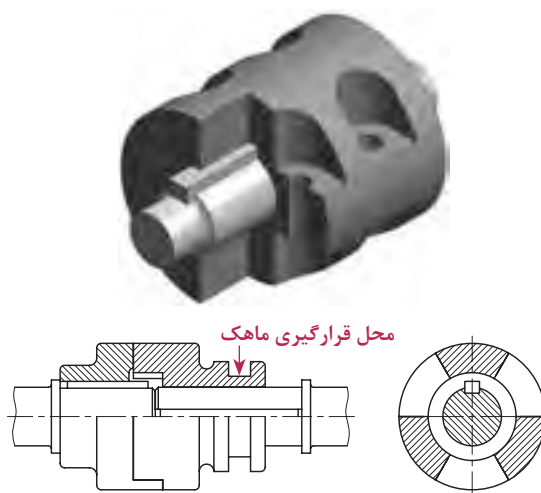
شکل زیر کوپلینگ فلانچی از نوع حفاظدار را نشان می‌دهد. برای هم‌محوری صحیح میله‌ها، پیش‌آمدگی (زبانۀ) در مرکز فلانچ ایجاد می‌کنند. این زبانه دقیقاً در تورفتگی مشابهی که در فلانچ دیگر تعبیه شده جا می‌رود.



شکل ۲-۵۴

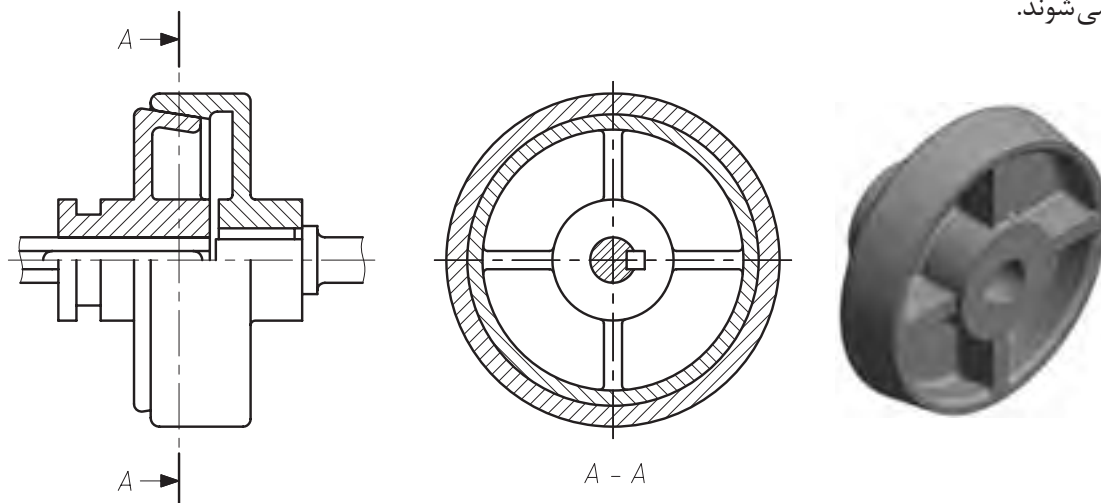
کوپلینگ‌های جداشونده

توسط این کوپلینگ‌ها می‌توان میله‌ها را (حتی در موقع چرخش) با هم درگیر یا در صورت لزوم از هم جدا کرد. کوپلینگ چنگکی شکل مقابل یکی از انواع کوپلینگ‌های جداشونده است که معمولاً برای میله‌های کم دور به کار می‌رود. هر فلانچ چند چنگک دارد که در تورفتگی‌های مشابه با فلانچ دیگر، درگیر می‌شود. (در شکل مقابل ۳ چنگک وجود دارد). یک فلانچ توسط خار به میله متصل شده درحالی که فلانچ دیگر به وسیله خار روی میله سوار شده، اما می‌تواند آزادانه روی آن میله بلغزد (روی توپی این فلانچ شیاری وجود دارد که، ماهک یک اهرم در آن جای می‌گیرد).



شکل ۲-۵۵

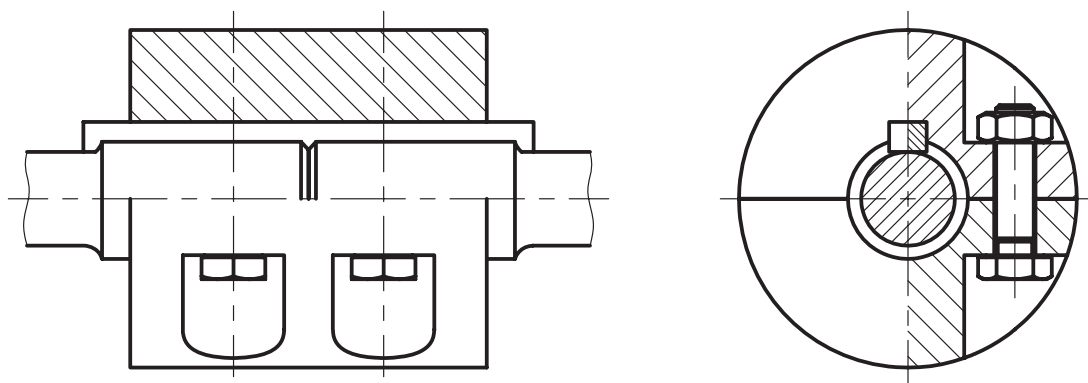
۱ کوپلینگ اصطکاکی مخروطی: این نیز یکی از کوپلینگ های جدا شونده است که به همان شیوه کوپلینگ چنگکی عمل می کند. میله ها به واسطه اصطکاک میان دو سطح مخروطی فلانچ ها با هم درگیر می شوند.



شکل ۲-۵۶

کوپلینگ های انعطاف پذیر

کوپلینگ انعطاف پذیر امکان چرخش نسبی و انحراف هم محوری میله ها را در حدود معینی فراهم می کند. کوپلینگ انعطاف پذیر از نوع پینی (مطابق شکل ۲-۵۷) دارای چهار پین محرک است. این پین ها به وسیله مهره به یکی از فلانچ ها محکم شده اند. در حالی که فلانچ دیگر به وسیله واشر چرمی (لاستیکی) پوشانده شده و به صورت لق نگه داشته شده است. معمولاً از این نوع کوپلینگ برای اتصال مستقیم یک الکتروموتور به ماشین استفاده می کنند (واشرهای لاستیکی به عنوان ضربه گیر عمل می کنند).

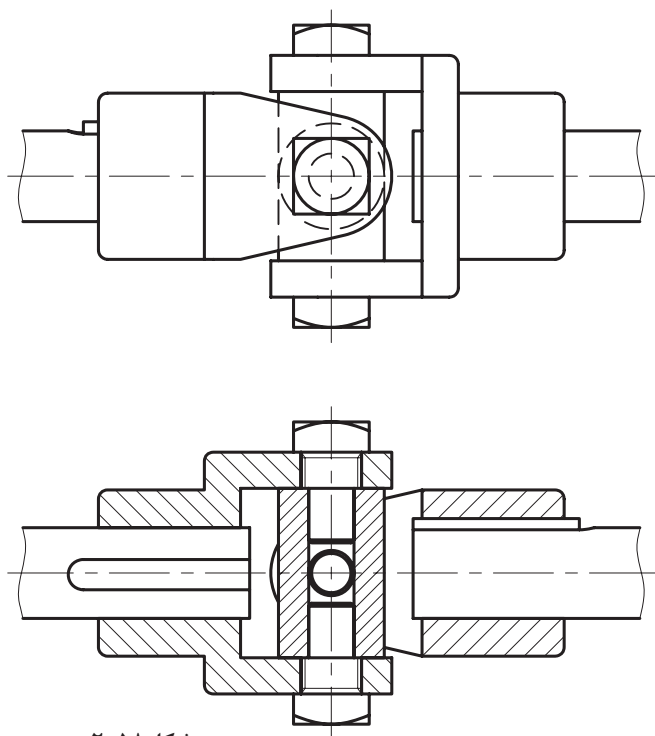


شکل ۲-۵۷

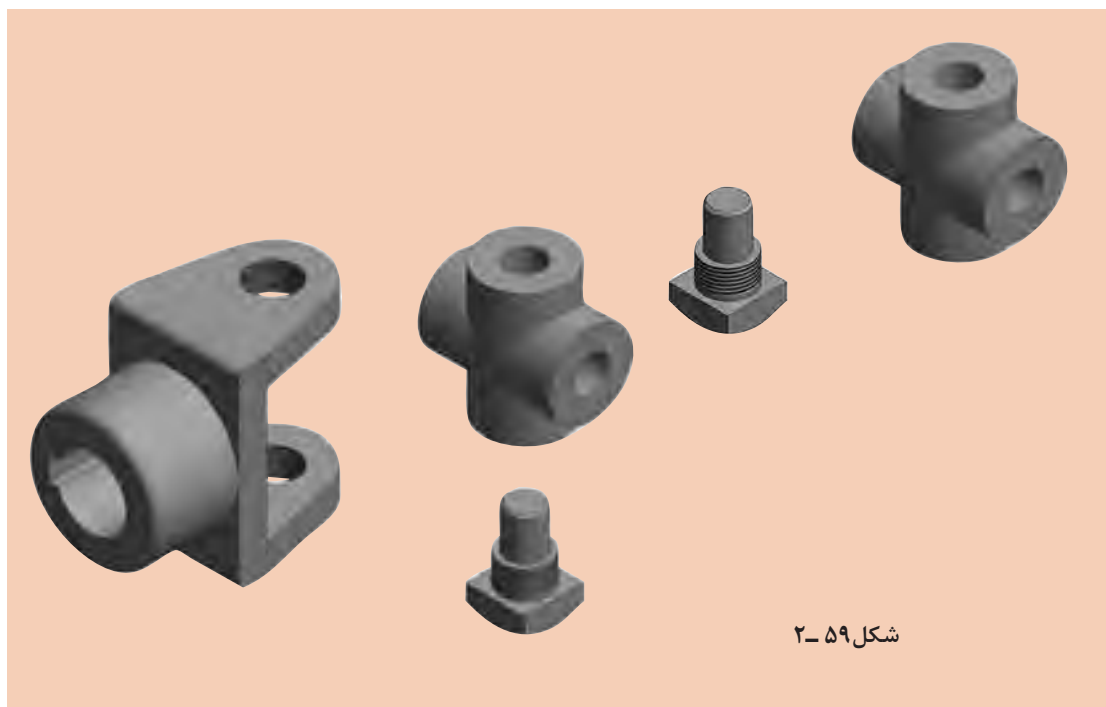
انواع دیگر کوپلینگ

چهار شاخه گاردان (اتصال هوک)

این نوع کوپلینگ برای درگیری میله‌هایی به کار می‌رود که محورشان متقاطع است. دو چنگال مشابه به وسیله خار به انتهای دو میله متصل شده‌اند. این چنگال‌ها به صورت مفصلی به چهار شاخه‌ای که دو بازویش برهم عمودند، متصل می‌شود. در این نوع کوپلینگ زاویه بین محورها، حتی در موقع حرکت می‌تواند تغییر کند. شکل مقابل نقشه باز شده و سوار شده آن را نشان می‌دهد.



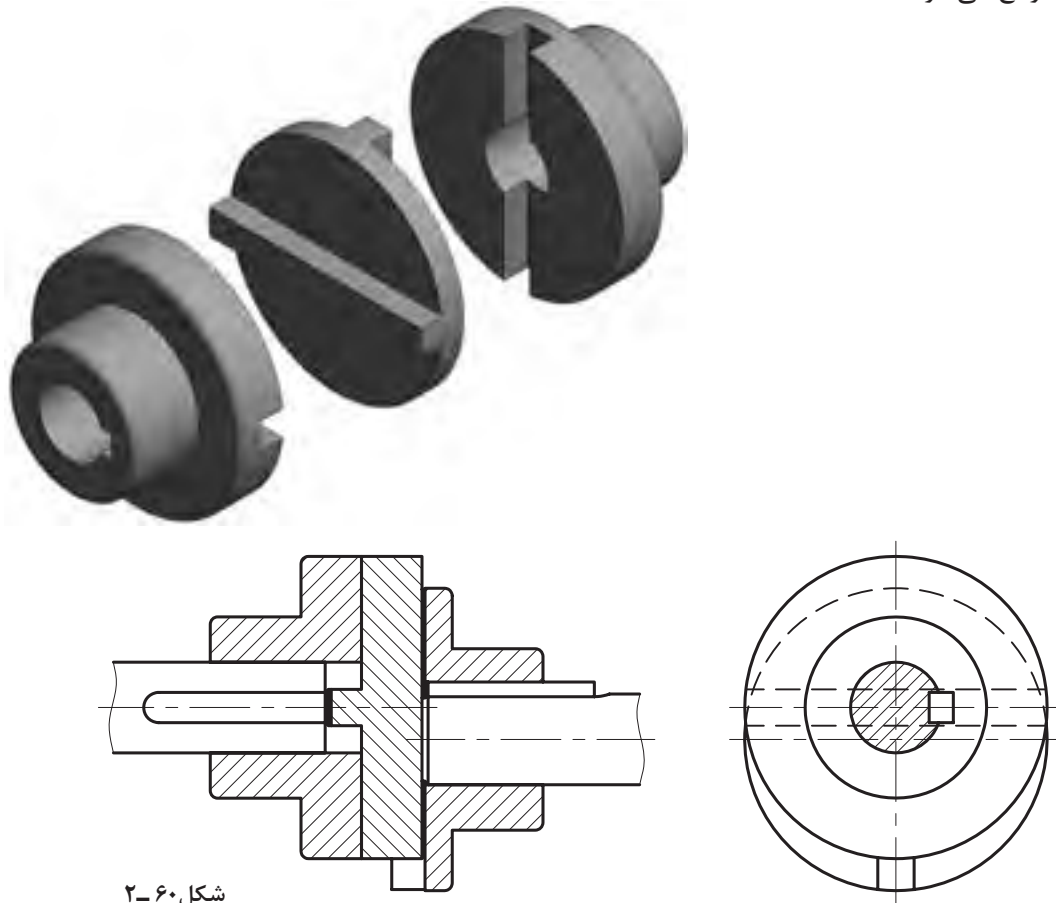
شکل ۲-۵۸



شکل ۲-۵۹

کوپلینگ اولدهام

توسط این کوپلینگ میله‌های موازی، اما غیر هم‌محور با هم درگیر می‌شوند. دو فلانچ که هر کدام تورفتگی مستطیلی دارند، توسط خار به هریک از میله‌ها متصل می‌شوند. قطعه دیگری به صورت صفحه (دیسک) دایره‌ای که دارای دو پیش‌آمدگی مستطیلی و عمود برهم در دو طرف است، مطابق شکل زیر بین دو فلانچ واقع می‌شود.



شکل ۶۰-۲

فنرها

برخی از وسایل یا مکانیزم‌هایی که در محیط پیرامون شما وجود دارند و در آنها فنر به کار رفته است، عبارت‌اند از: فنر داخل خودکار، کمک فنر دوچرخه، فنر داخل چتر، فنر داخل ماشین اسباب‌بازی و فنرها وسیله‌ای هستند که انرژی مکانیکی را در خود ذخیره می‌کنند و در هنگام لزوم آن را باز پس می‌دهند. فنرها عامل وارد کننده نیرو یا گشتاور در قطعات مکانیکی هستند. فنرها را می‌توان بر حسب نوع نیرویی که به آنها وارد می‌شود، طبقه‌بندی کرد:

فنر پیچشی	فنر کششی	فنر فشاری
		

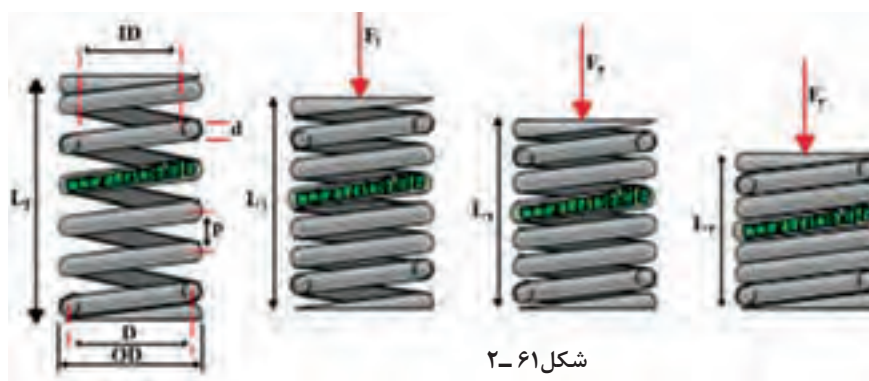
(فنرها را می‌توان از نظر شکل هندسی‌شان نیز طبقه‌بندی کرد).

فنرهای مارپیچ

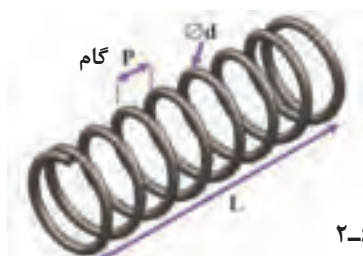


«فنرهای مارپیچ استوانه‌ای فشاری» بیشترین مصرف را در میان سایر فنرها دارند. آنها در بیرون اندازه قطعات در قالب‌ها، کمک‌فنر اتومبیل، صفحه کلاچ، سوپاپ اطمینان و ... به کار می‌روند. با وارد شدن نیرو، حلقه‌های این فنر به یکدیگر نزدیک می‌شوند. این فنرها از پیچاندن مفتول‌های فنری به دور استوانه به وجود می‌آیند.

$$F_3 > F_2 > F_1$$



شکل ۶۱-۲



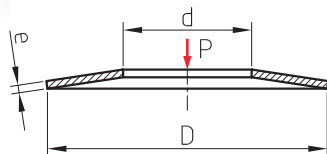
شکل ۶۲-۲

فاصله بین دو حلقه مجاور روی فنر را گام فنر می‌گویند که در شکل روبه‌رو با حرف P نمایش داده شده است. قطر مفتول فنر با حرف d و طول آن با حرف L مشخص شده است.

فنرهای بشقابی



این فنرها جزء فنرهای فشاری هستند. شکل آنها به صورت مخروط ناقص است. این فنرها را می‌توان به صورت تکی، به صورت موازی، به صورت متضاد و یا به صورت مخلوط (ترکیبی) روی هم قرار داد. کاربرد آنها در قالب‌سازی، صنایع اتومبیل و ... است.



شکل ۲-۶۳

فنرهای مارپیچ استوانه‌ای کششی



زمانی که به این فنرها نیرویی وارد نمی‌شود، حلقه‌های آنها به یکدیگر چسبیده‌اند. حلقه‌ها با اعمال نیروی کششی از هم باز شده، انرژی را در خود ذخیره کرده و پس از حذف نیرو به جای خود بازمی‌گردند. ابتدا و انتهای این فنر (به منظور اتصال در محل مورد نظر) به شکل حلقه یا قلاب (مطابق شکل ۲-۶۴) ساخته می‌شود.



شکل ۲-۶۴

فنرهای پیچشی استوانه‌ای

این فنرها نیروی پیچشی را در خود ذخیره می‌کنند تا در موقع لزوم این نیرو را به قطعه دیگری انتقال دهند. احتمالاً این نوع فنرها را در درب بخاری، داشبورد اتومبیل یا گیره‌های لباس مشاهده کرده‌اید.



شکل ۲-۶۵

برخی دیگر از فنرهای فلزی متداول

فنر پیچشی حلزونی	فنر شاخه‌ای خمشی (چندلایه)
	

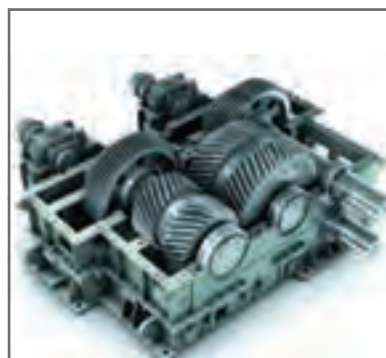
چرخ‌دنده‌ها

تقریباً در تمام مکانیزم‌ها و ماشین‌ها لازم می‌شود که حرکت دورانی از یک محور به محور دیگر انتقال یابد. اگر در این انتقال حرکت فاصله محورها کم و لازم باشد که انتقال حرکت به طور دقیق انجام شود، از چرخ‌دنده‌ها استفاده می‌کنند.



شکل ۲-۶۶

در زیر مکانیزم‌هایی را مشاهده می‌کنید که در آنها از انواع مختلفی از چرخ‌دنده‌ها استفاده شده است.



شکل ۲-۶۸

شکل ۲-۶۷

متناسب با موقعیت نسبی محورهای چرخ‌دنده‌ها، در درگیری‌های زیر در جعبه‌دنده‌ها ملاحظه می‌شود:

الف) درگیری‌های موازی

(در این حالت محور چرخ‌دنده‌ها موازی هستند.)



شکل ۲-۶۹

ب) درگیری‌های متقاطع

(در این حالت محور چرخ‌دنده‌ها با هم متقاطع هستند.)



شکل ۲-۷۰



شکل ۲-۷۱

ج) درگیری های متنافر

(در این حالت محور چرخ دنده ها نسبت به هم متنافرند.)

چرخ دنده ها ممکن است دارای دنده های داخلی یا خارجی باشند. (شکل ۲-۷۲)



شکل ۲-۷۲

a دنده خارجی (جهت گردش مخالف هم)

b دنده داخلی (جهت گردش موافق هم و فاصله مرکز تا مرکز کوتاه)

c چرخ دنده ساده با دنده شانه ای (حرکت دورانی به یک حرکت مستقیم الخط هم جهت تبدیل می شود و یا برعکس)

جهت حرکت در چرخ دنده های خارجی، عکس همدیگر و در چرخ دنده های داخلی هم جهت است (چرخ دنده هایی که کمترین دنده را دارد، «پینیون» نامیده می شود).

چرخ زنجیر (مکانیزم های زنجیری)

از مکانیزم های زنجیری برای انتقال نیرو و حرکت بین محورهای موازی استفاده می شود، زمانی که فاصله دو محور زیاد بوده و امکان انتقال حرکت توسط چرخ دنده ها امکان پذیر نباشد، از چرخ زنجیر استفاده می شود.



شکل ۲-۷۳

از مزایای این نوع مکانیزم ها در مقایسه با چرخ تسمه ها، انتقال به صورت هم زمان و بدون لغزش است.



شکل ۲-۷۴

انواع متفاوتی از زنجیرها هستند که برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند. دو گروه پرمصرف آنها عبارت‌اند از: زنجیرهای غلتکی و زنجیرهای دنده‌ای.

زنجیرهای غلتکی



در این نوع زنجیرها صفحات اتصال (عضو داخلی) آنها از یک انتها با یک پین و از انتهای دیگر با یک بوش مفصلی (غلاف) پرچ شده‌اند. روی این پین‌های مفصلی، غلتک‌های قابل دوران می‌نشینند تا از اصطکاک و در نتیجه سایش در جناح‌های دنده چرخ زنجیره در موقع درگیر شدن جلوگیری کنند.



شکل ۲-۷۵

در مواردی که بخواهند توسط این زنجیرها، نیروهای بیشتری را انتقال دهند، از زنجیرهای چند ردیفه (۲ یا ۳ رشته‌ای) استفاده می‌کنند.

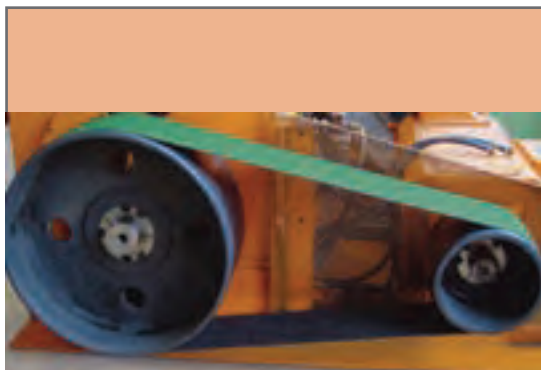
زنجیرهای دنده‌ای

زمانی که هدف انتقال نیروهای بیشتری باشد، از زنجیرهای دنده‌ای که دندانه آن شبیه به دندانه‌های یک چرخ دنده است، استفاده می‌کنند. این زنجیرها با پهنای زیادی ساخته می‌شود و به دلیل تماس آرام‌تر دندانه‌های زنجیر با چرخ زنجیر حرکت بی‌صداتری نسبت به زنجیرهای غلتکی دارند.



شکل ۲-۷۶

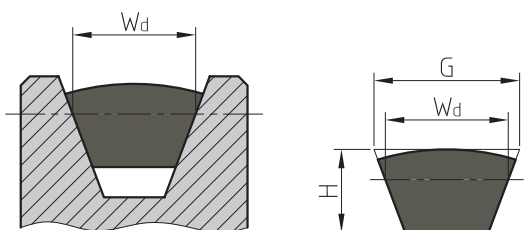
با استفاده از قرقره (پولی) و تسمه می‌توان حرکت دورانی را از یک قرقره به عنوان محرک به قرقره دیگر به عنوان چرخ متحرک که در فاصله دوری از هم قرار گرفته‌اند، منتقل کرد. انتقال حرکت در این مکانیزم از طریق اصطکاک بین تسمه و چرخ تسمه امکان‌پذیر است. از مکانیزم‌های تسمه‌ای در ماشین‌های نساجی، اره‌های چند تیغه‌ای، دریل‌های ستونی و ... استفاده می‌کنند.



شکل ۲-۷۷

چرخ تسمه‌ها

انواع تسمه‌ها و چرخ تسمه‌ها



W_d عرض گلوئی که برابر عرض تسمه است. و روی پولی اندازه‌گیری می‌شود.

سطح مقطع $G \times H$ ، W_d عرض

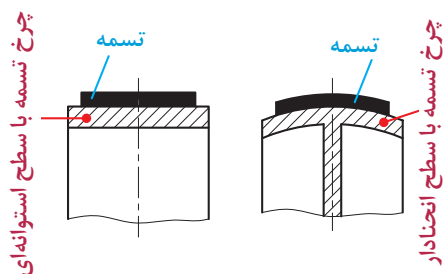
شکل ۲-۷۸

سطح مقطع تسمه‌ها برحسب نیاز ممکن است به شکل تخت، دوزنقه‌ای و گرد انتخاب شود.

بنابراین شکل سطح تماس تسمه یا چرخ تسمه متناسب با سطح مقطع تسمه تهیه می‌شود. (در شکل ۲-۷۸ مقطع تسمه به صورت دوزنقه‌ای است؛ بنابراین شکل هندسی چرخ تسمه نیز به صورت دوزنقه‌ای خواهد بود). در ادامه با توجه به متداول بودن کاربرد دو نوع چرخ تسمه دوزنقه‌ای و تخت به معرفی بیشتر آنها می‌پردازیم.

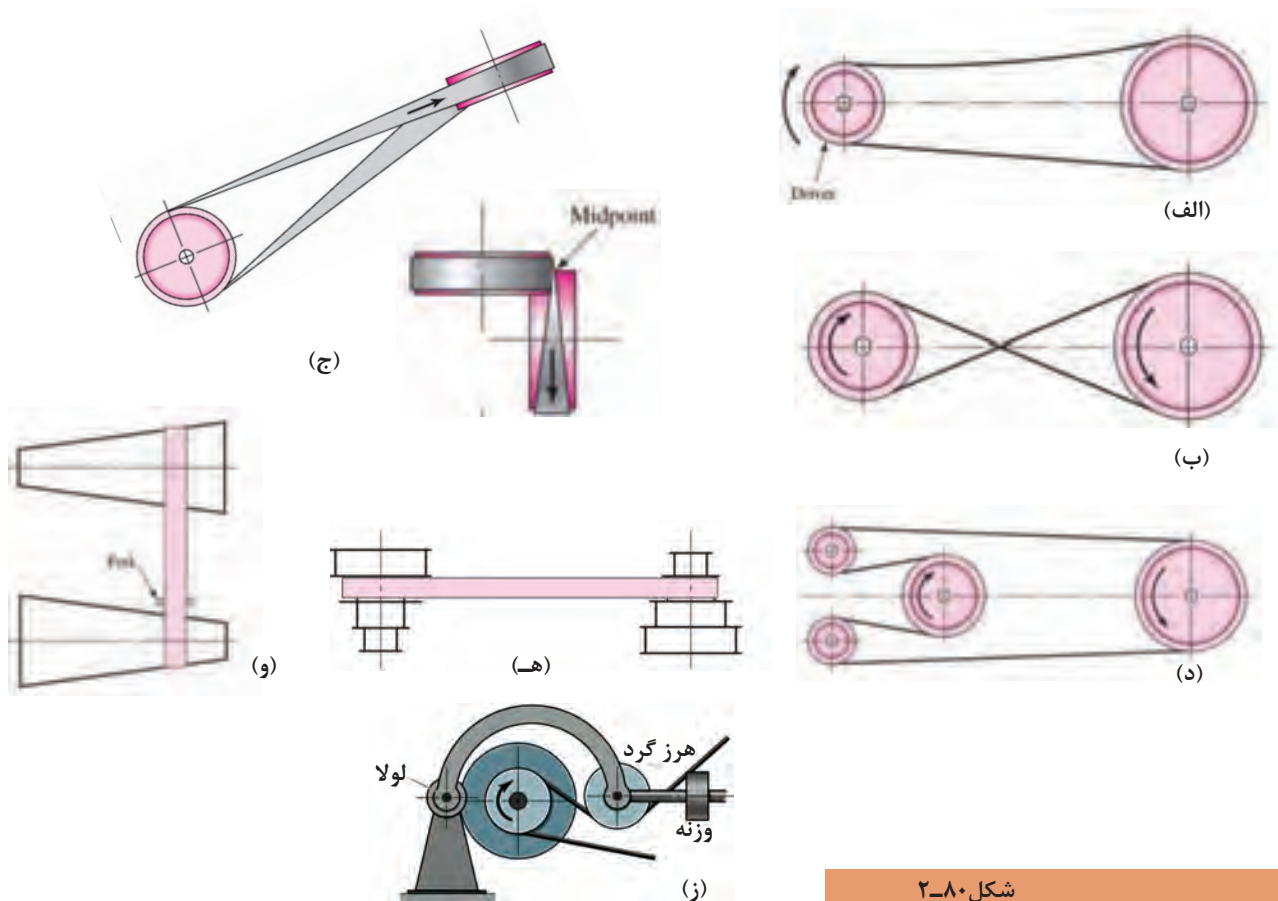
تسمه‌های تخت

فرم مقطع این نوع تسمه‌ها به شکل مستطیل است و جنس آنها از چرم یا مواد مصنوعی است. چرخ تسمه‌ها نیز باید علاوه بر داشتن سطح صاف، سبک نیز باشند. بدنه چرخ تسمه‌ها ممکن است استوانه‌ای (صاف) یا دارای انحنای کمی باشد.



شکل ۲-۷۹

انتقال حرکت به وسیله تسمه تخت در حالت‌های مختلفی انجام می‌شود.

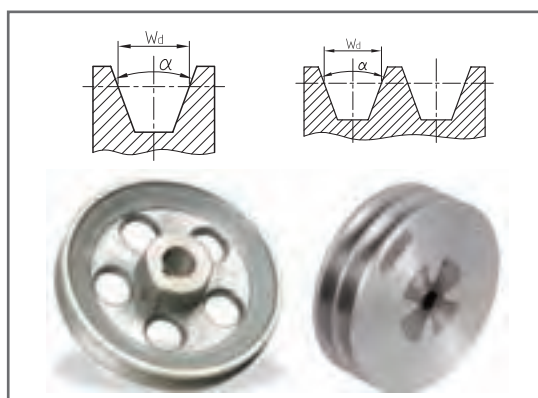
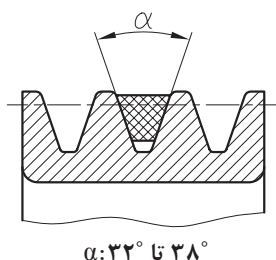


شکل ۲-۸۰

انواع مکانیزم‌های تسمه تخت

مطابق با (شکل ۸۰ - ۲)

الف) مکانیزم باز؛ ب) مکانیزم متقاطع (بسته)؛ ج) مکانیزم نیمه متقاطع؛ د) مکانیزم با چند پولی؛ ه) مکانیزم با پولی‌های مرحله‌ای؛ و) مکانیزم با پولی‌های مخروطی؛ ز) مکانیزم با قرقره‌های هرزگرد.



شکل ۸۱-۲

تسمه‌های دوزنقه‌ای

در این نوع تسمه‌ها، فرم مقطع تسمه و خود شیار تسمه روی چرخ، به صورت دوزنقه است. این تسمه‌ها نیروی بیشتری را (تا ۳ برابر) در مقایسه با چرخ تسمه‌های تخت منتقل می‌کنند. ابعاد این تسمه‌ها استاندارد است و آنها را به اندازه‌های اسمی ۶، ۱۰، ۱۳، ۱۷، ۲۲، ۳۲، ۴۰ میلی‌متر می‌سازند (منظور از اندازه اسمی، اندازه قاعده بزرگ دوزنقه است).

زاویه شیار این چرخ تسمه‌ها متناسب با قطر آنها از 32° تا 38° انتخاب می‌شود. هر قدر تسمه بزرگ‌تر باشد، زاویه بیشتری برای آن در نظر می‌گیرند.

بادامک‌ها

بادامک عضوی از ماشین است که به کمک آن می‌توان حرکت‌های خاص را - که با وسایل دیگر امکان‌پذیر نیست - به وجود آورد. با توجه به شکل‌های مختلفی که محیط بادامک می‌تواند داشته باشد، قادر است انواع حرکت‌ها را به عضو دیگری به نام «پیرو» منتقل کند.



شکل ۸۲-۲



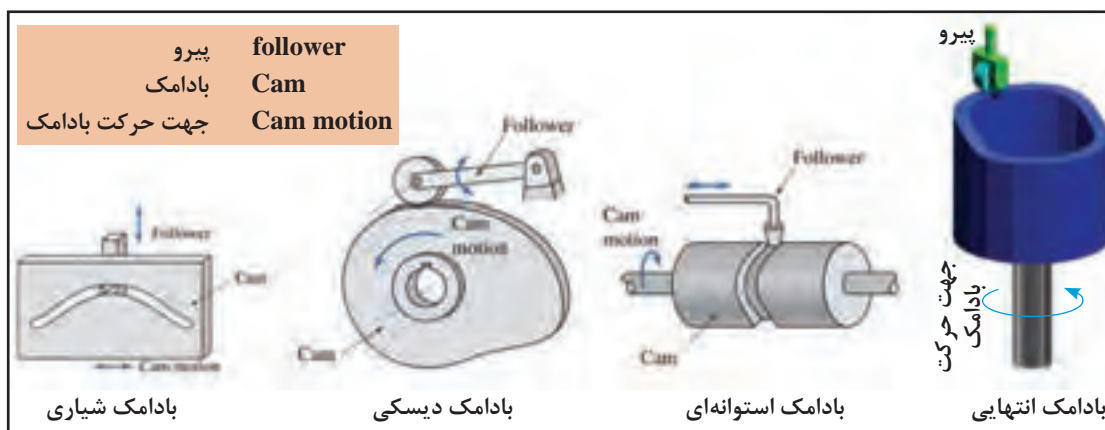
شکل ۸۳-۲ بادامک با فرم‌های مختلف

۱ جابه‌جایی پیرو: معمولاً موقعیت پیرو را نسبت به نقطه‌ای مشخص به نام نقطهٔ صفر در زمان معین یا نسبتی از یک دور مسیر حرکت دستگاه نشان می‌دهد که بر حسب زاویه «درجه» و یا طول «میلی‌متر» اندازه‌گیری می‌شود.

- ۲ **جابه‌جایی بادامک:** برحسب زاویه و یا طول اندازه‌گیری می‌شود. حرکت و یا موقعیت بادامک را نسبت به موقعیت صفر مشخص می‌کند. جابه‌جایی بادامک و جابه‌جایی پیرو وابسته به هم هستند.
- ۳ **پروفیل بادامک:** سطح واقعی بادامک را پروفیل بادامک می‌نامند.
- ۴ **دایره اصلی یا دایره پایه:** کوچک‌ترین دایره‌ای که مرکز آن بر محور چرخش و مماس بر سطح بادامک است. در پیرو غلتکی این دایره به اندازه شعاع غلتک از دایره اولیه کوچک‌تر است.
- ۵ **نقطه اثر:** نقطه‌ای فرضی از پیرو است. این نقطه با نقطه‌ای از پیرو لبه چاقویی فرضی متناظر است. این نقطه در مرکز پیرو غلتکی یا بر سطح پیرو روتخت انتخاب می‌شود.
- ۶ **منحنی گام:** مکان هندسی ایجاد شده توسط نقطه اثر در حین حرکت پیرو نسبت به بادامک است. در پیرو لبه چاقویی منحنی گام و سطح بادامک یکی هستند. در پیرو غلتکی، شعاع غلتک این دو را از هم جدا می‌کند.
- ۷ **دایره مبنا:** کوچک‌ترین دایره‌ای است که در منحنی گام و هم‌مرکز با محور بادامک رسم می‌شود. این دایره در پیرو غلتکی با دایره اصلی جایگزین می‌شود.
- ۸ **زاویه فشار:** زاویه بین امتداد حرکت لحظه‌ای پیرو و عمود بر منحنی گام است.
- ۹ **نقطه گام:** موقعیتی است روی منحنی گام که زاویه فشار بیشترین مقدار خود را داشته باشد.
- ۱۰ **دایره گام:** دایره‌ای که از نقطه گام می‌گذرد.

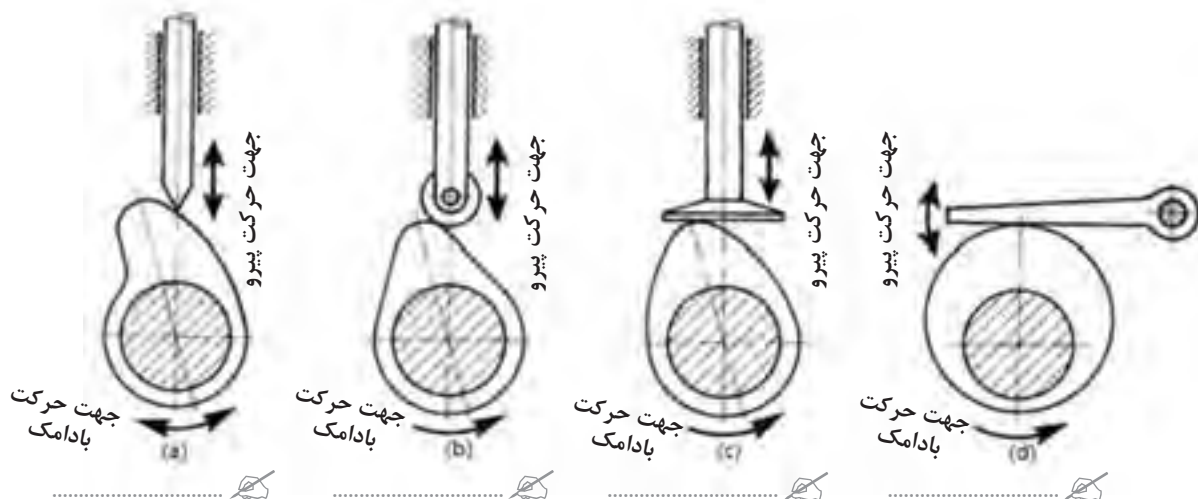
انواع بادامک پیرو

- بادامک‌ها را می‌توان در دو گروه عمده (از نظر انواع حرکات) جای داد:
- ۱ بادامکی که نوسان می‌کند و یا حول یک نقطه دوران دارد.
 - ۲ بادامکی که برای ایجاد یک حرکت رفت و برگشتی به کار می‌رود.
- با توجه به اینکه انتقال قدرت در اغلب ماشین‌ها از محورهای در حال چرخش صورت می‌گیرد، بنابراین بیشتر بادامک‌ها از نوع دورانی هستند.
- پیروها معمولاً در داخل یک قسمت «راهنما» بالا و پایین می‌روند و یا حول یک نقطه نوسان می‌کنند. در تصاویر زیر نام هر بادامک در کنار آن نوشته شده است. جهت حرکت پیرو هر کدام را (مطابق مثال) نشان دهید.



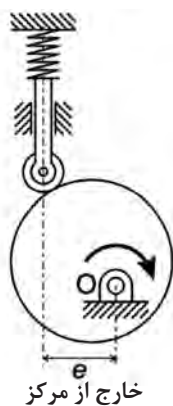
شکل ۸۵- ۲

پیروها انواع مختلفی دارند: نوک تیز، غلتکی، تخت، سرتخت نوسانی و...
در شکل زیر آیا می‌توانید نام هر کدام از پیروها را در زیر آن یادداشت کنید؟



شکل ۲-۸۶

در مواقعی ممکن است محور تقارن پیرو در راستای محور بادامک نباشد! که از آنها به عنوان پیرو خارج از مرکز یا offset نام برده می‌شود. شکل مقابل نمونه‌ای از آن را نشان می‌دهد.

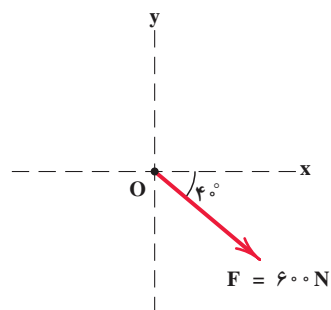
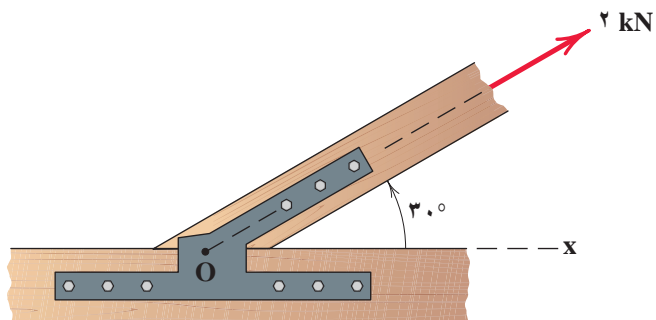


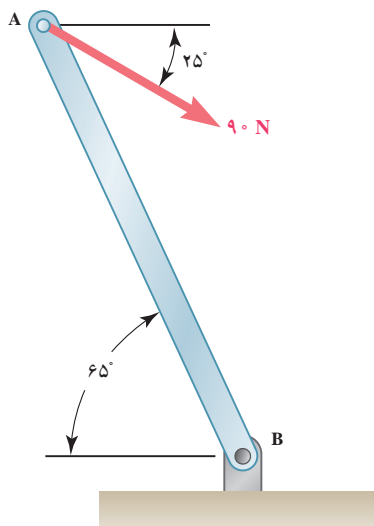
شکل ۲-۸۷

خارج از مرکز e

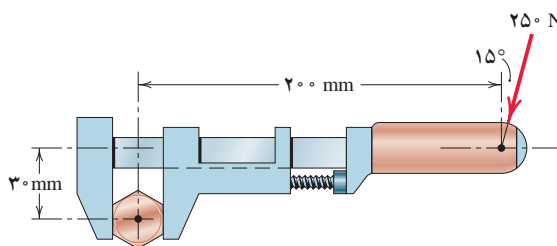
ارزشیابی پایانی

۱ بردار زیر را به مؤلفه‌های متعامد آن تجزیه کنید؟





۲ 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:

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

۳ لوستری به وزن 50 kN از کابلی به قطر 30 میلی متر آویزان است. مطلوب است محاسبه تنش محوری کابل.

۴ ستونی تحت تأثیر بار محوری 500 kN قرار دارد. مطلوب است محاسبه تنش در پای ستون (وزن ستون صرف نظر شود).

۵ نیرویی برابر 1000 kN بر یک صفحه کف ستون وارد می شود. اگر تنش زیر صفحه 5 MPa باشد، مطلوب است محاسبه ابعاد کف ستون در صورتی که صفحه کف ستون:

الف) مربع باشد.

ب) دایره باشد.

شماره فیلم	فعالیت
فیلم ۱	انواع یاتاقان ها را یافته و کاربرد آن را توضیح دهید.
فیلم ۲	انواع آب بندها را یافته و کاربرد آنها را توضیح دهید.
فیلم ۳	انواع کوپلینگ ها را مشخص کنید، کاربرد هریک را توضیح دهید.
فیلم ۴	فنرهای به کار رفته در دستگاه را مشخص کنید و کاربرد آنها را توضیح دهید.
فیلم ۵	انواع چرخ دنده ها را مشخص کنید و کاربرد هریک را توضیح دهید.
فیلم ۶	انواع بادامک و پیرو به کار رفته را مشخص کنید و کاربرد هریک را توضیح دهید.