

بہ نام یکتا پروردگار مہربان

جلسہ پنجم آموزش الکترونیکی ایستایی (۱) و محاسبات فنی (۱)

مدرس : عظیمہ ولایتی

یادآوری جلسه قبل :

✓ اثر دورانی نیرو را **گشتاور** می گویند. در واقع گشتاور کمیتی است که در صورت تاثیر بر جسم آزاد ایجاد **دوران** می کند.

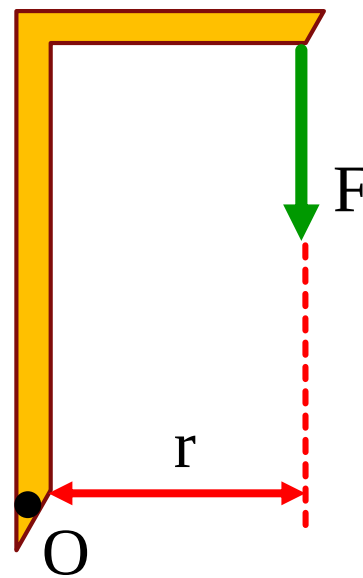
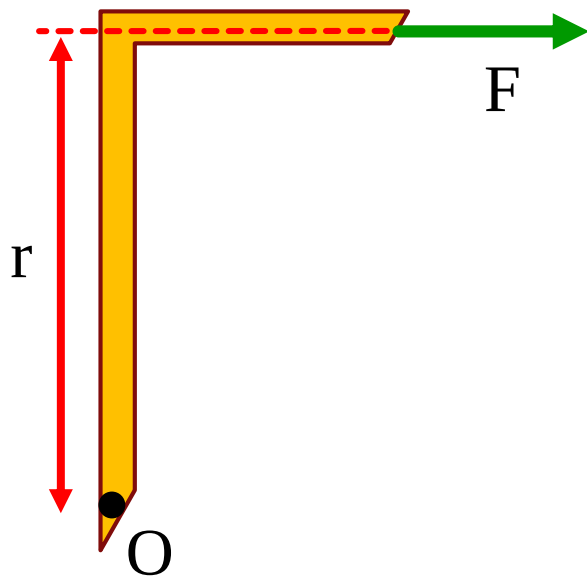
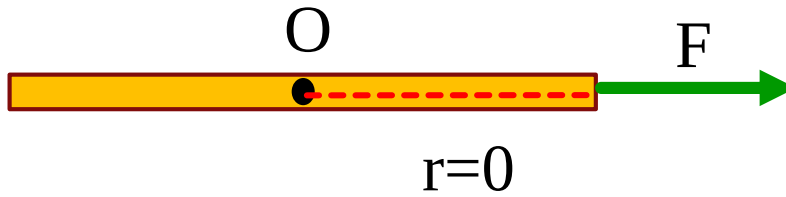
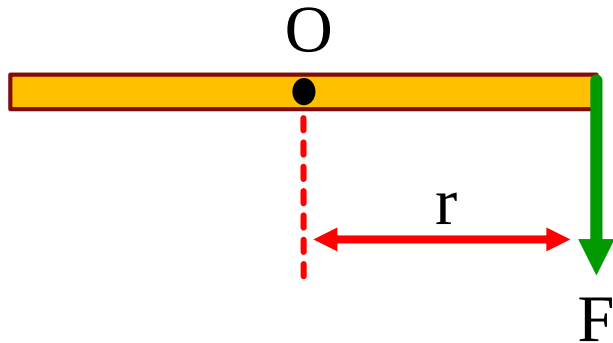
مقدار گشتاور حول یک محور از رابطه ی زیر محاسبه می شود :

$$\text{گشتاور (N.m)} \longleftarrow M = rF \longrightarrow \text{نیرو (N)}$$

↓

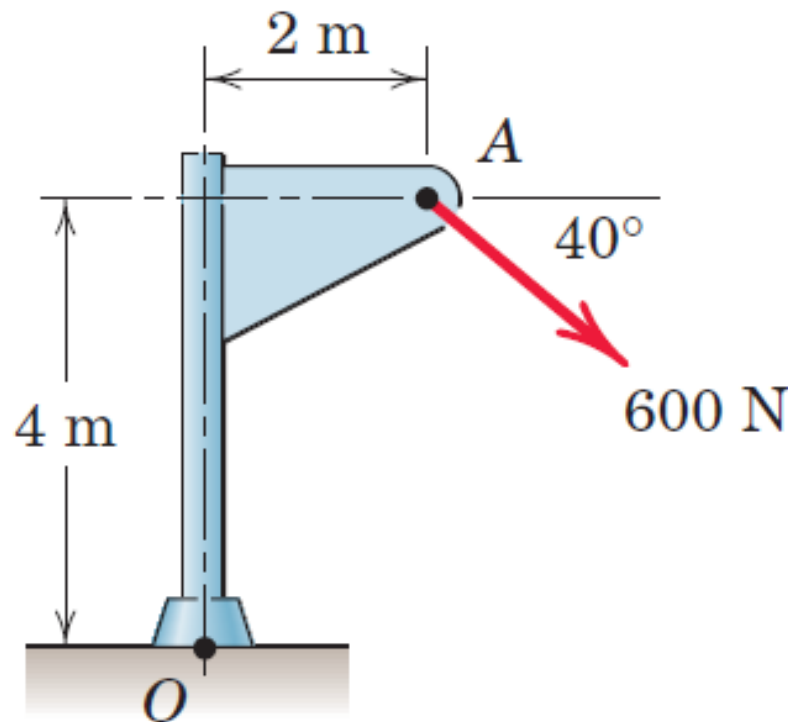
بازوی گشتاور (فاصله عمودی محور دوران تا نیرو) (m)

اگر جهت چرخش **ساعتگرد** باشد گشتاور **مثبت** و اگر **پادساعتگرد** باشد گشتاور **منفی** است.

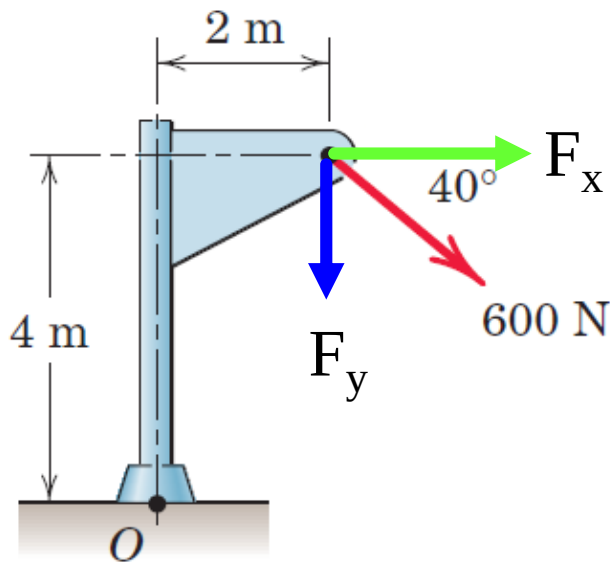


قضیه وارینون : گشتاور یک نیرو حول هر نقطه ، برابر است با مجموع گشتاورهای مولفه های آن نیرو حول آن نقطه.

مثال: در شکل زیر گشتاور نیروی F حول نقطه ی O را بدست آورید.



حل :



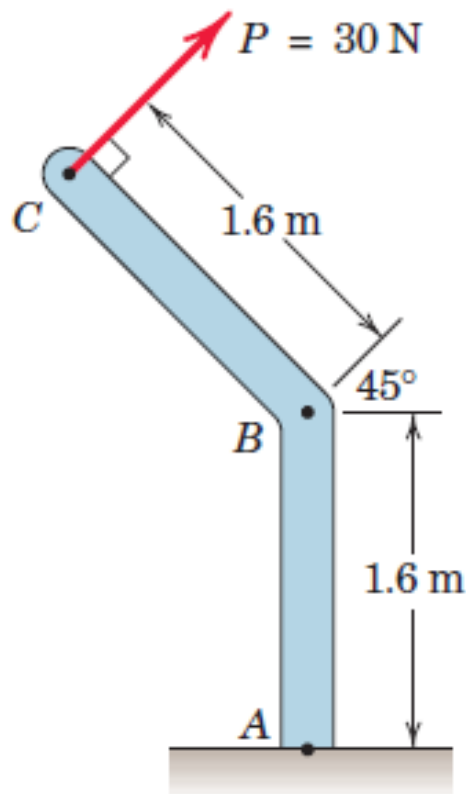
$$\begin{cases} F_x = F \cos \theta = 600 \cos 40 = 600(0.7) = 420 \text{ N} \\ F_y = F \sin \theta = 600 \sin 40 = 600(0.6) = 360 \text{ N} \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_x = r F_x = (4)(420) = 1680 \text{ N} \cdot \text{m} \\ M_y = r F_y = (2)(360) = 720 \text{ N} \cdot \text{m} \end{cases}$$

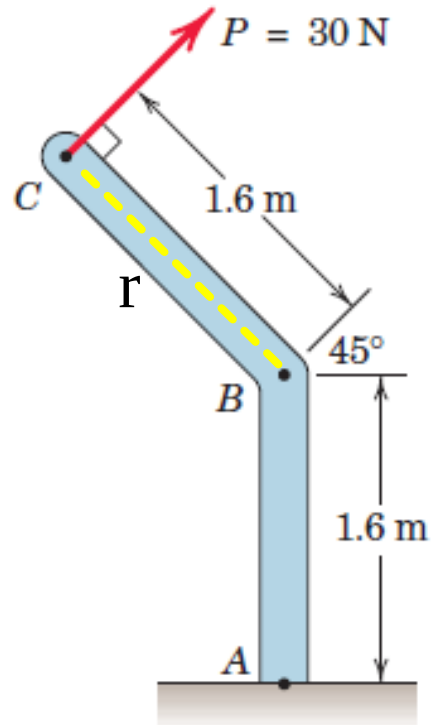
$$M = M_x + M_y = 1680 + 720 = 2400 \text{ N} \cdot \text{m}$$



مثال: در شکل زیر گشتاور نیروی 30 نیوتنی حول نقطه ی B و A را محاسبه کنید.



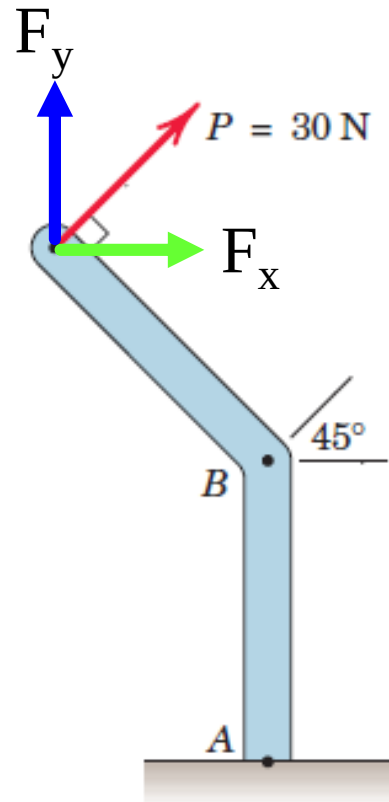
حل : محاسبه گشتاور حول نقطه ی B



$$M = rF = (1.6)(30) = 48 \text{ N} \cdot \text{m} \quad \text{ساعتگرد و مثبت}$$



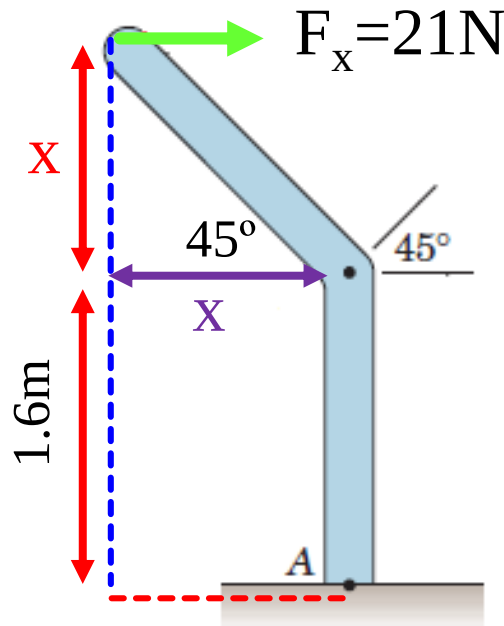
حل : محاسبه گشتاور حول نقطه ی A



$$\begin{cases} F_x = F \cos \theta = 30 \cos 45 = 30(0.7) = 21N \\ F_y = F \sin \theta = 30 \sin 45 = 30(0.7) = 21N \end{cases}$$



حل : محاسبه گشتاور حول نقطه ی A



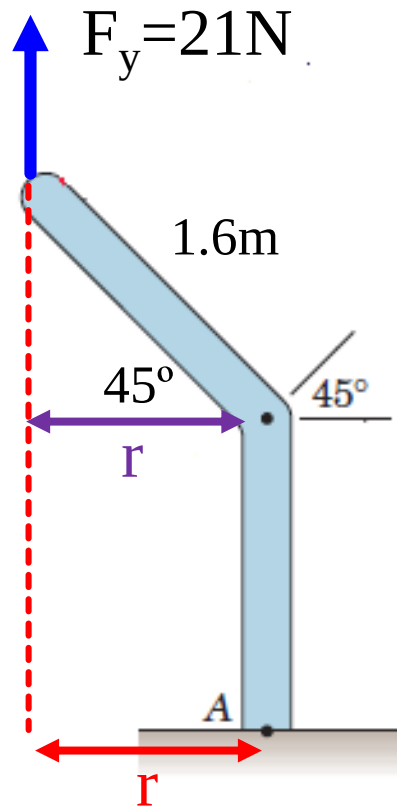
$$\sin 45 = \frac{x}{1.6} \Rightarrow 0.7 = \frac{x}{1.6} \Rightarrow$$

$$x = 1.12m$$

$$r = 1.12 + 1.6 = 2.72m$$

$$M_x = rF_x = (2.72)(21) = 57.12N.m$$

حل : محاسبه گشتاور حول نقطه ی A



$$M_y = rF_y = (21)(1.12) = 23.52\text{N} \cdot \text{m}$$

$$M = 57.12 + 23.52 = 80.64\text{N} \cdot \text{m}$$

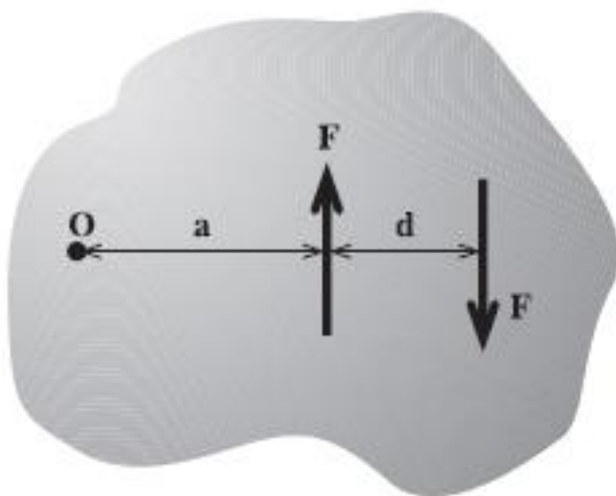
زوج نیرو یا کوپل :

✓ دو نیروی مساوی، موازی و مختلف الجهت که به فاصله ی d از هم قرار دارند، زوج نیرو نامیده می شوند.

✓ برآیند زوج نیرو صفر است اما گشتاور حاصل از آن صفر نیست.

✓ گشتاور ایجاد شده توسط زوج نیرو نسبت به هر نقطه ی دلخواهی ثابت است.

✓ گشتاور حاصل از زوج نیرو بصورت زیر محاسبه می شود :

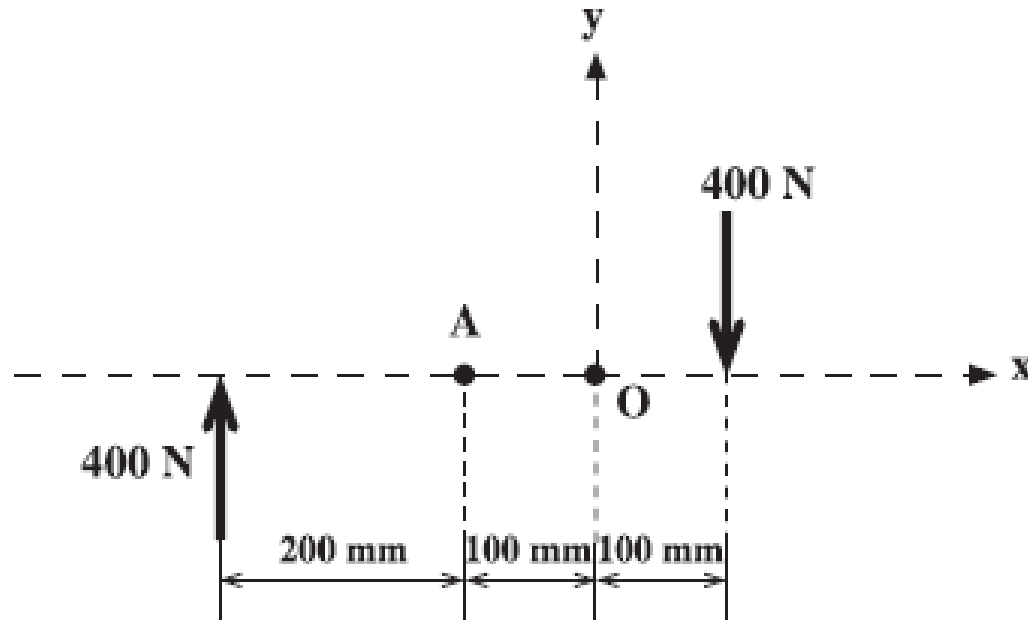


$$M = dF \rightarrow \text{نیرو (N)}$$

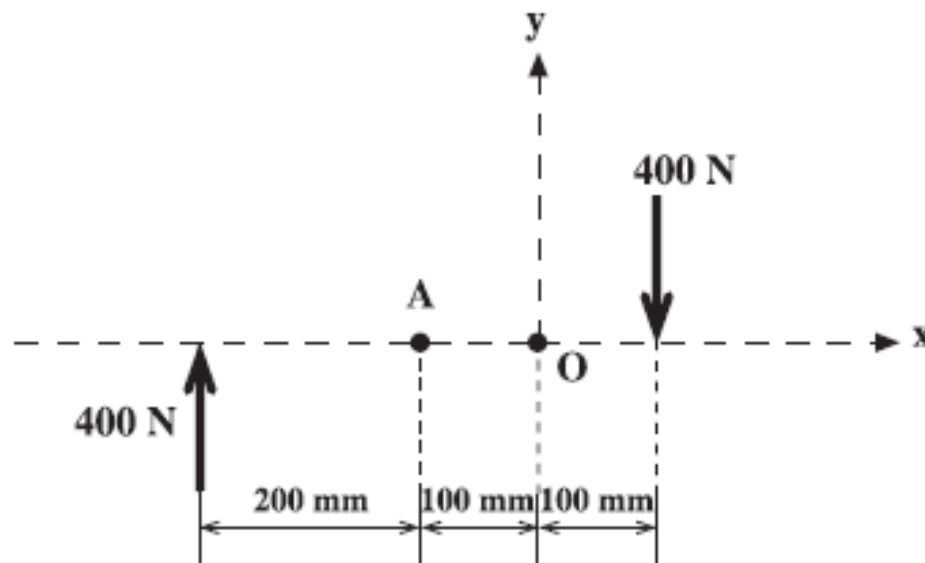


فاصله ی عمودی دو نیرو (m)

مثال: گشتاور زوج نیروی 400 نیوتنی را حول نقطه ی O و نقطه ی A محاسبه کنید.



حل :

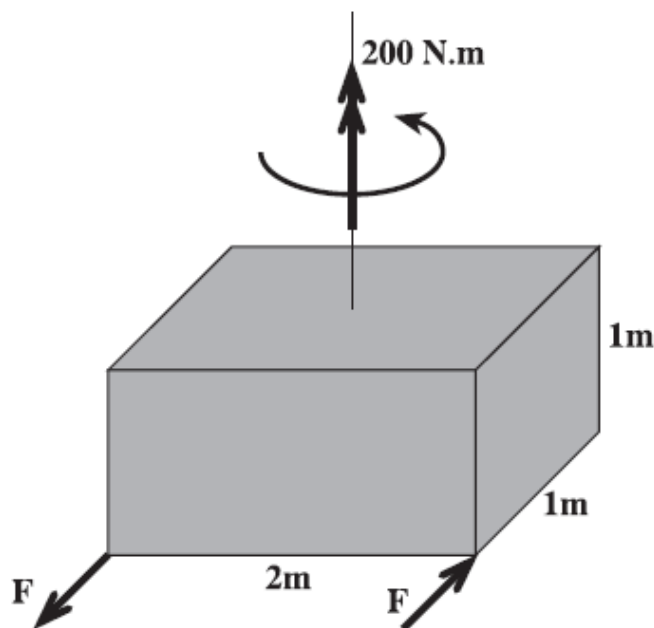


گشتاور حول هر دو نقطه یکسان و برابر است با :

$$M = dF = (0.4)(400) = 160N.m$$

مثال: در شکل زیر مقدار نیرو را طوری تعیین کنید که گشتاور نیرو 200N.m شود.

حل :



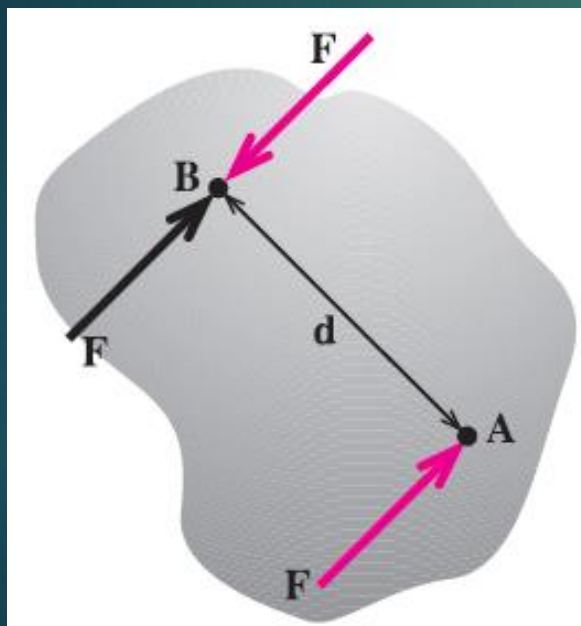
$$M = dF \Rightarrow$$

$$200 = 2F \Rightarrow$$

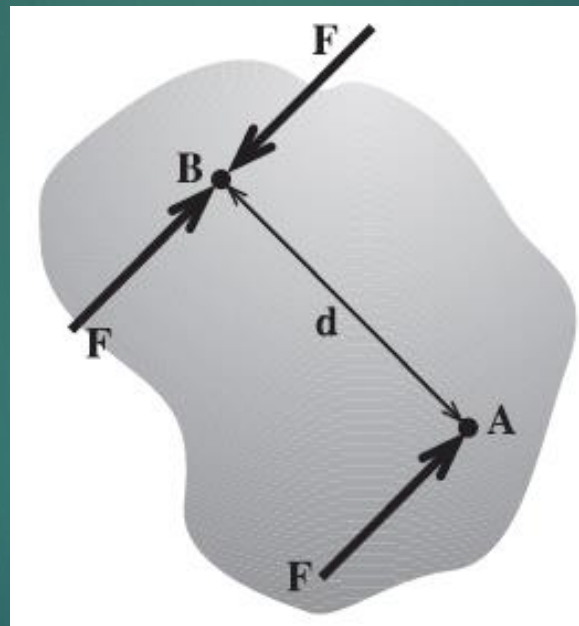
$$F = \frac{200}{2} = 100N$$

انتقال نیرو با استفاده از خاصیت زوج نیروها :

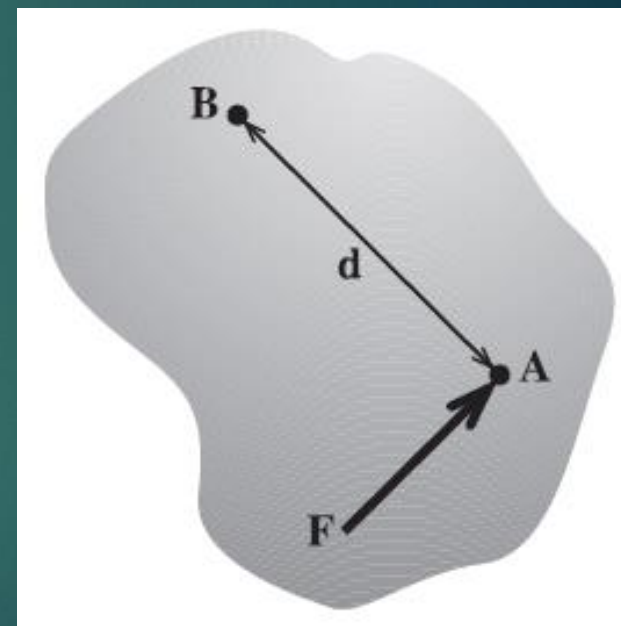
می خواهیم نیرویی مانند F را که به نقطه A وارد شده است، به نقطه B انتقال دهیم:



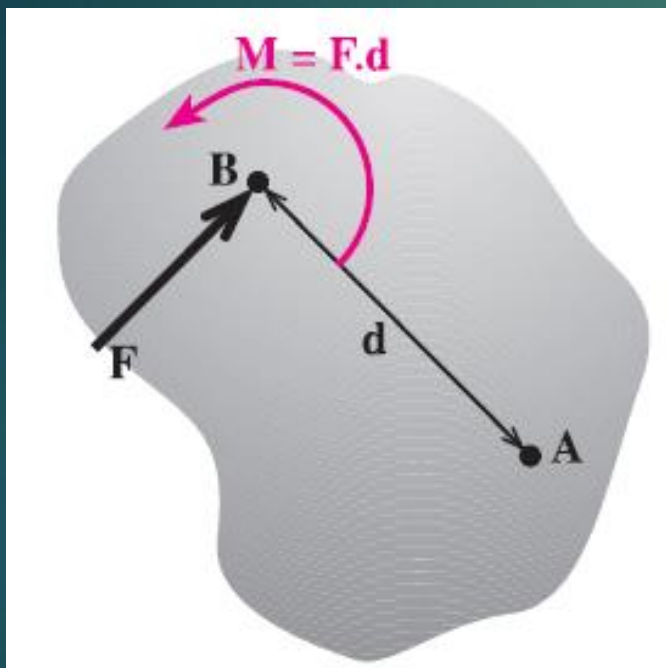
(الف)



(ب)



(ج)

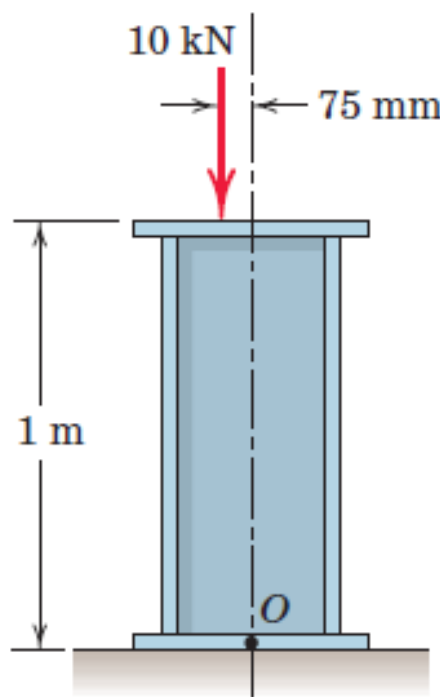


✓ آنچه باقی می ماند **یک نیرو** (هم راستا و مساوی نیروی اولیه) و **یک گشتاور** است.

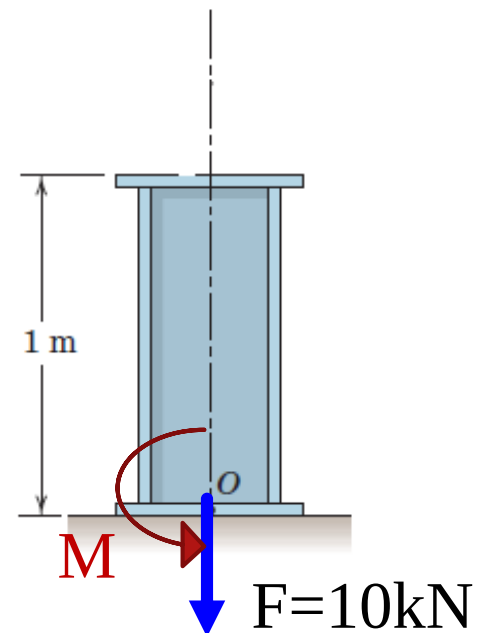
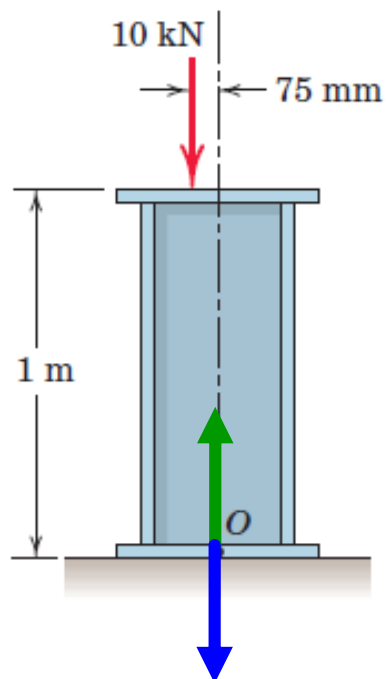
✓ برای انتقال نیرو به یک نقطه، باید **اثر این انتقال** را روی سیستم اعمال کرد.

✓ اثر انتقال عبارت است از **گشتاوری** که از حاصلضرب نیرو در فاصله ی انتقال بدست می آید.

مثال: نیروی 10 kN وارد بر ستون فولادی نشان داده شده در شکل زیر را به یک مجموعه نیرو-لنگر در نقطه O تبدیل کنید.

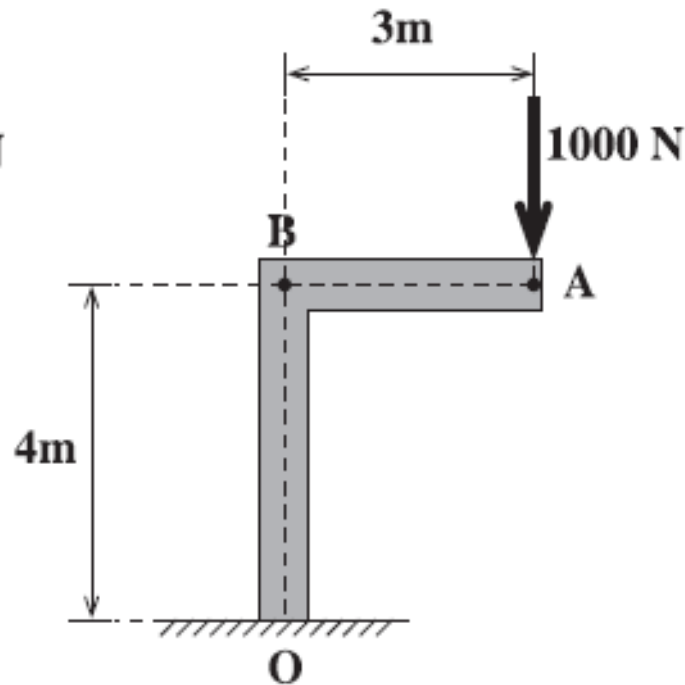


حل :

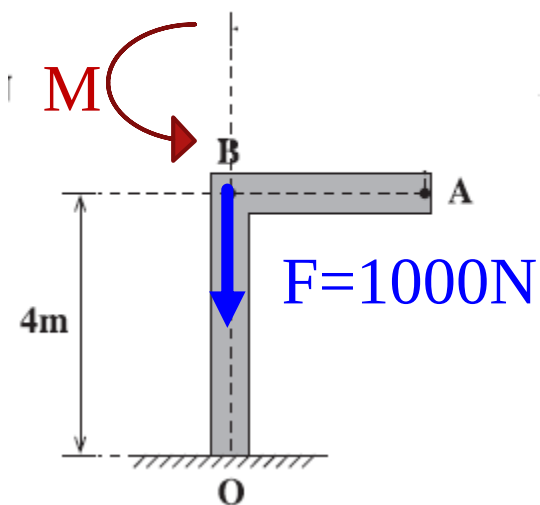
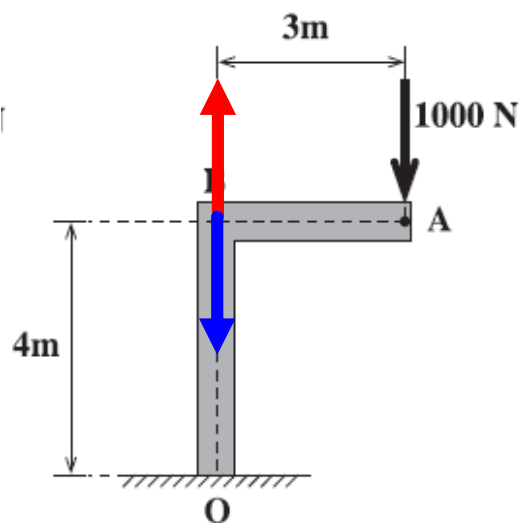


$$M = dF = (0.075)(10000) = 750 \text{ N} \cdot \text{m}$$

مثال: نیروی نشان داده شده در شکل زیر را به یک مجموعه نیرو-لنگر در نقطه B تبدیل کنید.



حل:



$$M = dF = (3)(1000) = 3000N.m$$