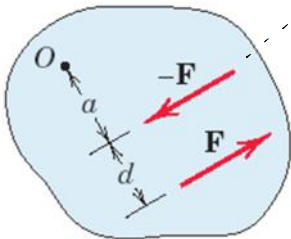


زوج نیرو

به دو نیروی مساوی، موازی و خلاف جهت هم زوج نیرو گویند



$$\sum F = 0 = R$$

$$\sum M_O \neq 0$$

فقط با یک جفت نیرو (دوران)

① زمانی که نیروها همگرا به یک نقطه صاف

$$R = \sum F$$

$$M_O = 0$$

② زمانی که برآیند نیروها صاف باشد

$$R = \sum F = 0$$

$$M = \sum F \cdot d \neq 0$$

$$F_1 = F_2 = F$$

$$M_1 = -F_1 \times a +$$

$$M_2 = +F_2 \times (a + d)$$

$$M_O = \sum M = M_1 + M_2$$

$$= +F_2(a + d) - F_1 a$$

$$= F(a + d) - Fa$$

$$= Fa + Fd - Fa = F \cdot d$$

① اندازه گشتاور زوج دارای مقدار ثابت $F \cdot d$ است.

② جهت آن همیشه جهت است (برای هر دو نیرو)

③ حول هر نقطه گشتاور آن به نوبت مقدار آن ثابت است.

$$M_O = F \cdot d$$

$$M_1 = F_1(c + d)$$

$$M_2 = -F_2 \cdot c$$

$$M_K = \sum M = M_1 + M_2 = F_1(c + d) - F_2 c$$

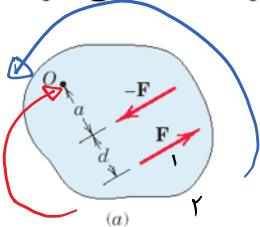
$$= F(c + d) - Fc$$

$$= F \cdot d \checkmark$$

$$M_O = M_K = M_N$$

$$M_1 = F_1 \cdot d_1 = 0$$

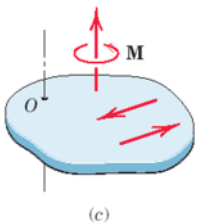
به دو صورت گشتاور زوج نیرو محاسبه می شود



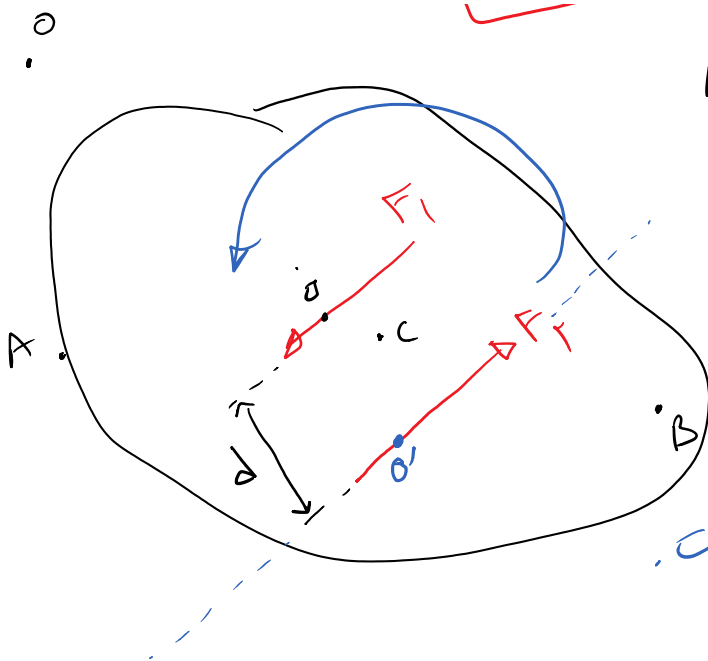
$$M = F(a + d) - Fa$$

$$M = Fd$$

(الف) اسکالر



گشتاور زوج نیرو همیشه عمود بر صفحه زوج نیروها می باشد

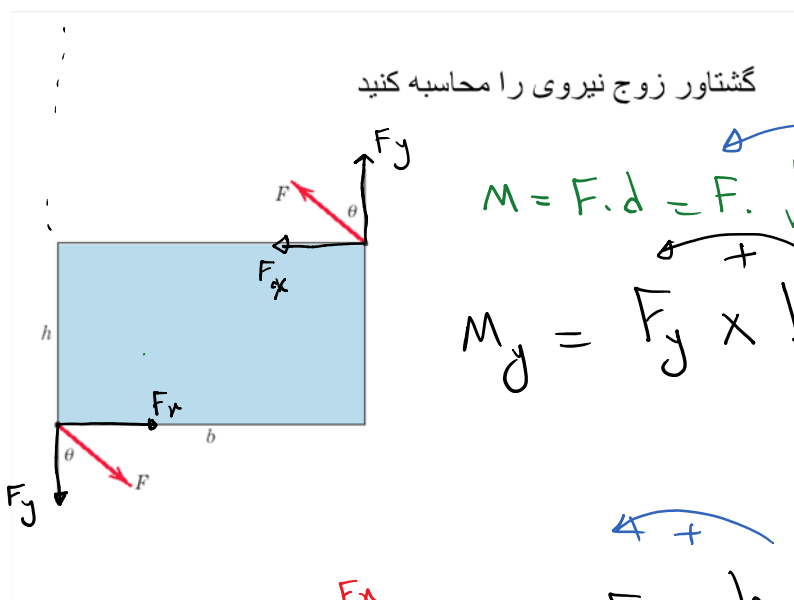


$$M_1 = F_1 \cdot d_1 = 0$$

$$M_r = F_r \times d = F_r d$$

$$M_O = M_1 + M_r = F \cdot d$$

بدار آزار ← دارای خط اثر منحصر به فرد نیست
 گشتاور زوج نیرو یک بدار آزار است.

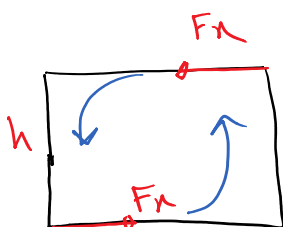
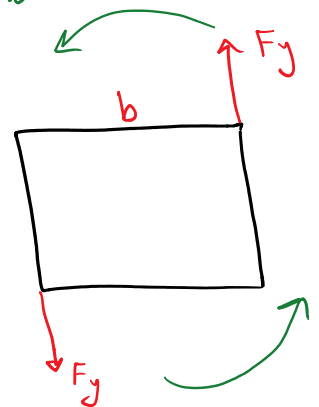


گشتاور زوج نیروی را محاسبه کنید

$$d = \sqrt{h^2 + b^2}$$

$$M = F \cdot d = F \cdot \sqrt{h^2 + b^2}$$

$$M_y = F_y \times b$$



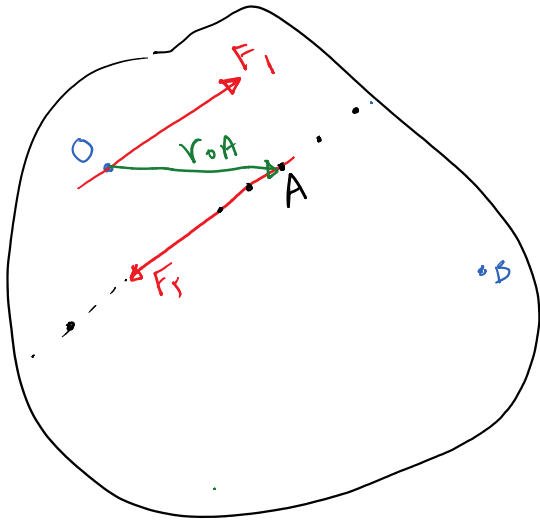
$$M_x = F_x \times h$$

$$M = M_x + M_y = F_x \cdot h + F_y \cdot b$$

$$F_1 = F_r = F$$

ی گشتاور زوج نیرو

$$F_1 = F_2 = F$$



ی به گستر در سوزما به صورت بردار
 ① گستر در حول هر نقطه ای به سوز و سوز را به جهت آن ثابت است

مداخل:
 ① انتظا به یک نقطه گستر سوز در راستای سوز از سوزما
 $M_1 = F_1 \times d_0 = 0$ (نقطه 0 ← F_1)

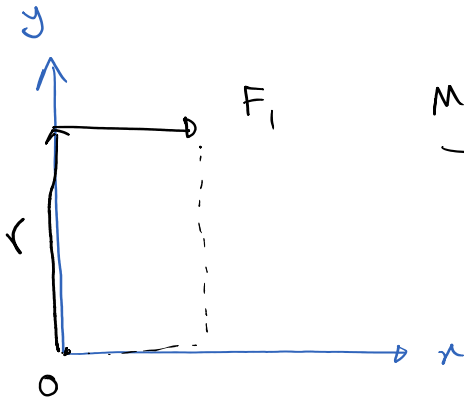
② سوزی F_2 بصورت برداری سوزیم.

③ انتظا به یک نقطه در راستای سوزی F_2 (نقطه A)

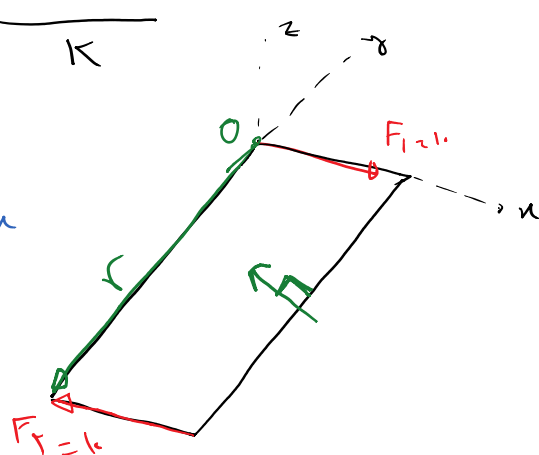
④ تشکیل بردار جای r_{OA}

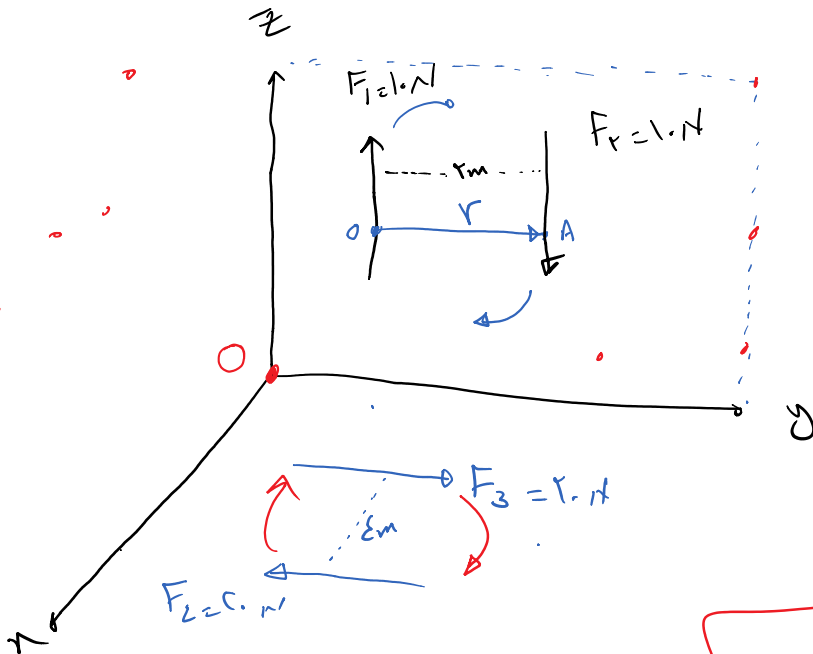
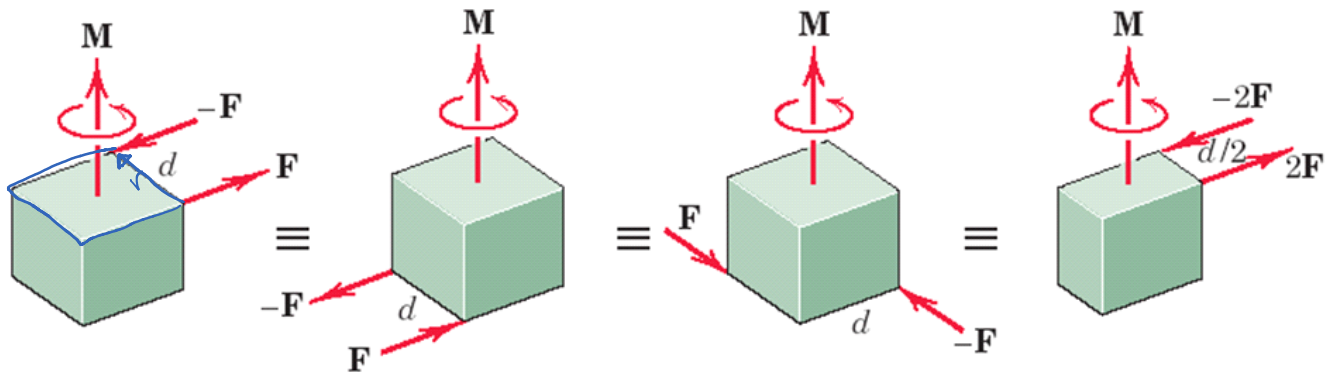
⑤ ی به گستر سوز سوزما

$$\vec{M} = \vec{r}_{OA} \times \vec{F}_2$$



$$M = \frac{\vec{r} \times \vec{F}_1}{K}$$





$$M = F \cdot d = 10 \times 1 = 10 \text{ N.m}$$

$$\vec{M} = -r \cdot \hat{y}$$

$$M = F \cdot d = 10 \times 1 = 10$$

$$M = -10 \text{ K}$$

$$M = -10 \text{ K} - r \cdot \hat{y}$$