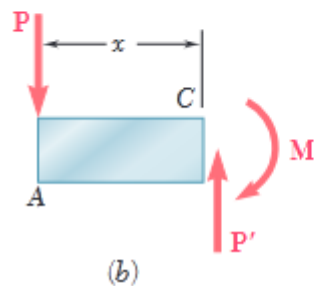
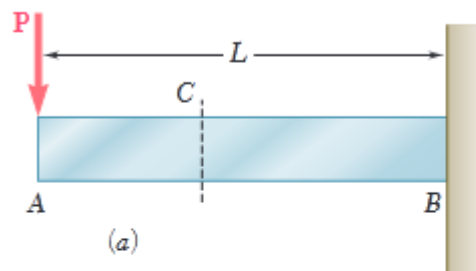
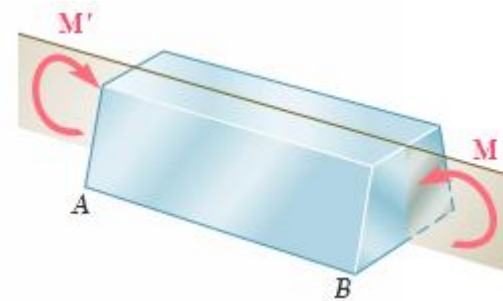


## خمش خالص

برای عضوهای که در معرض کوپلهای (جفت نیرو) برابر و مخالف واقع در یک صفحه طولی قرار دارند.

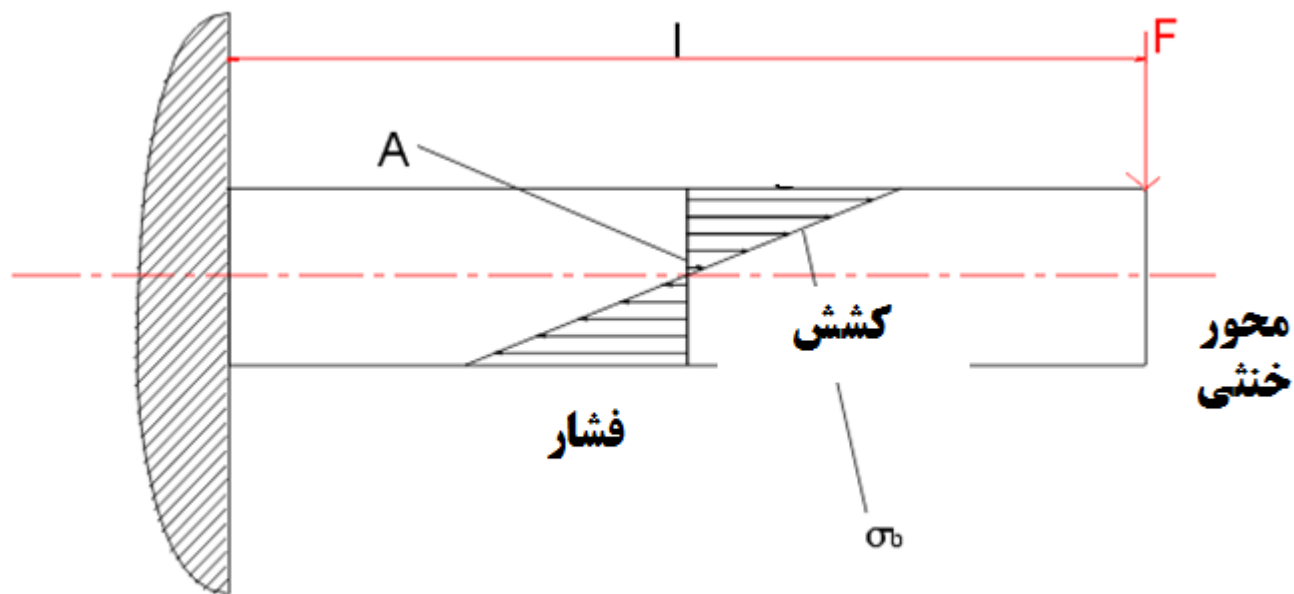


خمش ناشی از بار عرضی

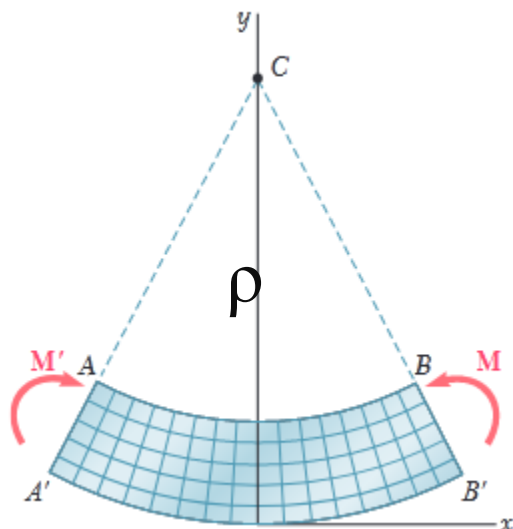
## نوع بار: خمشی

چنانچه نیرویی در جسم ایجاد ممان خمشی ( $M_b$ ) کند، باعث ایجاد تنش خمشی  $\sigma_b$  در جسم می گردد که این تنش یک نوع تنش محوری (عمودی) است.

حداکثر ممان خمشی  $M_{b \max} = F * l$  است.

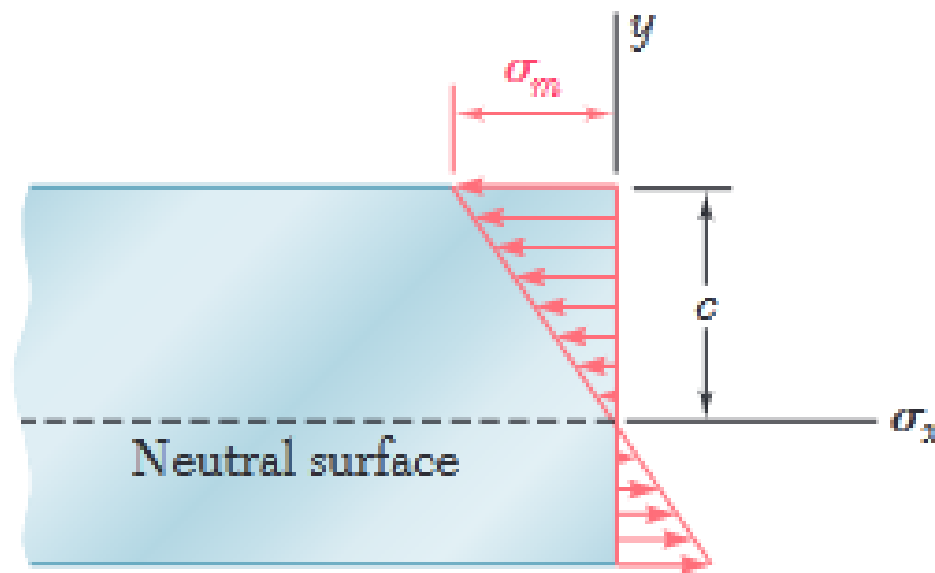


## تنش عمودی ناشی از خمش



$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI}$$

$\rho$  : شعاع انحنا



$$\sigma_m = \frac{Mc}{I}$$

$$\sigma_x = - \frac{My}{I}$$

y : فاصله از محور خنشی

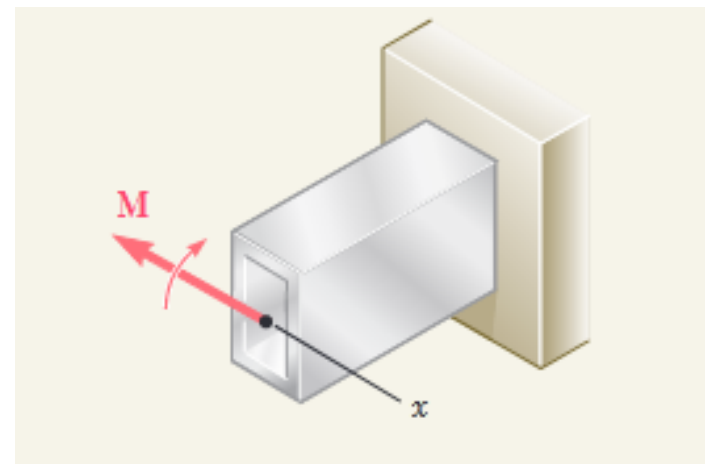
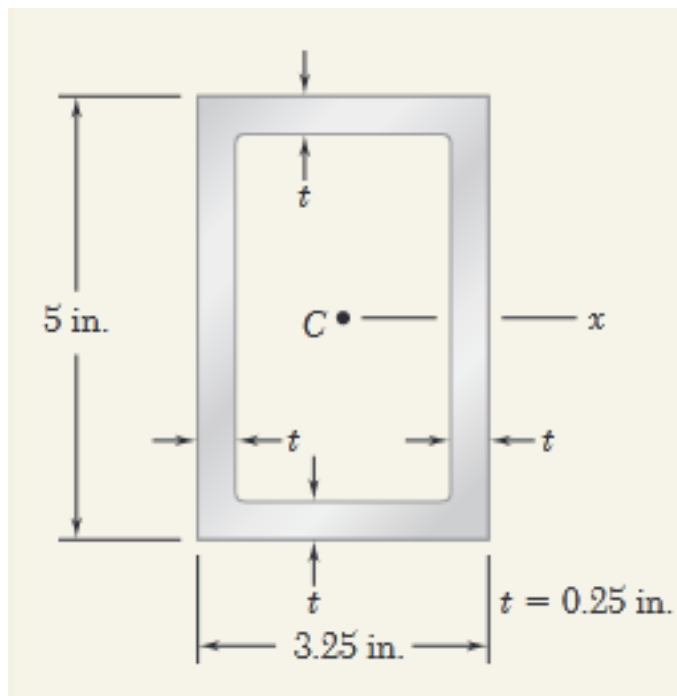
نوع بارگذاری	تنش حاصل
کششی - فشاری	تنش عمودی
پیچش	تنش برشی
خمشی	تنش عمودی

## مثال ۱ :

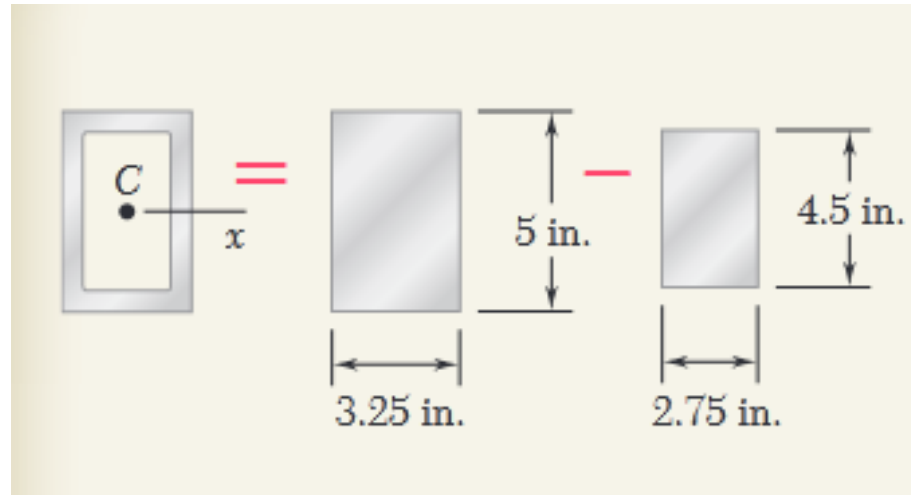
لوله مستطیل شکل نشان داده شده از آلیاژ آلومینیوم می باشد.

اگر حداکثر تنش مجاز قابل اعمال بر آن  $20 \text{ ksi}$  باشد.

مطلوب است: الف) گشتاور خمشی قابل اعمال بر آن



حل :



$$I = \frac{1}{12}(3.25)(5)^3 - \frac{1}{12}(2.75)(4.5)^3 \quad I = 12.97 \text{ in}^4$$

$$c = \frac{1}{2}(5 \text{ in.}) = 2.5 \text{ in.},$$

$$\sigma_{\text{all}} = \frac{Mc}{I}$$



$$M = \frac{I}{c}\sigma_{\text{all}} = \frac{12.97 \text{ in}^4}{2.5 \text{ in.}}(20 \text{ ksi}) \quad M = 103.8 \text{ kip} \cdot \text{in.}$$

مثال ۱ :

ب) شعاع متناظر با انحنای لوله

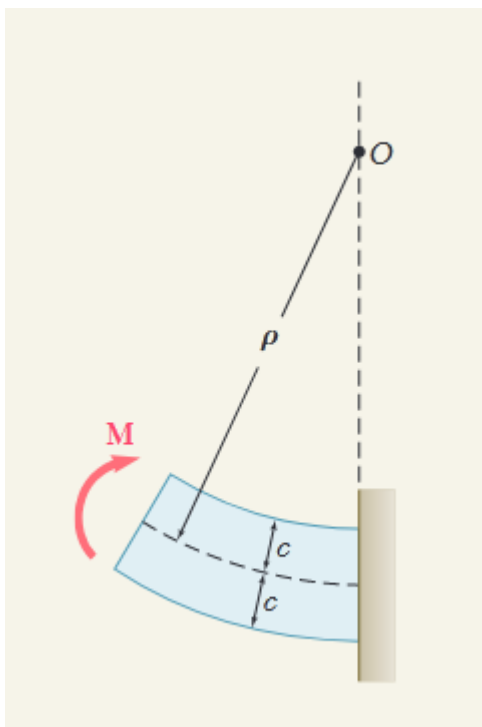
با داشتن ضریب کشسانی برابر:

$$E = 10.6 \times 10^6 \text{ psi,}$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI} = \frac{103.8 \times 10^3 \text{ lb} \cdot \text{in.}}{(10.6 \times 10^6 \text{ psi})(12.97 \text{ in}^4)} = 0.755 \times 10^{-3} \text{ in}^{-1}$$

$$\rho = 1325 \text{ in.}$$

$$\rho = 110.4 \text{ ft}$$



تمرین ۱ :

کوپل ۳ کیلونیوتن - متر بر تیری با مقطع متقارن روبرو وارد می شود.  
مطلوب است مقدار تنش در نقاط نمایش داده شده A و B ؟

