

# تنش مجاز ستون‌های فلزی

جدول ۱- تنش مجاز فشاری ستون‌ها برحسب ضریب لاغری برای  $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$

$$(F_y = 240 \text{ N/mm}^2)$$

توجه: برای تبدیل تنش از  $\text{kg/cm}^2$  به  $\text{N/mm}^2$  کافی است مقدار تنش را بر ۱۰ تقسیم نمود.

اعضای اصلی						اعضای فرعی				اعضای اصلی				اعضای فرعی			
$\frac{KL}{r}$	$F_a$	$\frac{KL}{r}$	$F_a$	$\frac{KL}{r}$	$F_a$	$\frac{KL}{r}$	$F_a$	$\frac{KL}{r}$	$F_a$	$\frac{KL}{r}$	$F_a$	$\frac{KL}{r}$	$F_a$	$\frac{KL}{r}$	$F_a$	$\frac{KL}{r}$	$F_a$
۱	۱۳۳۷	۴۱	۱۳۷۸	۸۱	۱۰۲۶	۱۲۱	۶۹۵	۱۶۱	۳۰۶	۱۲۱	۶۹۹	۱۶۱	۵۱۱	۱۲۱	۶۹۹	۱۶۱	۵۰۷
۲	۱۳۳۵	۴۲	۱۳۷۷	۸۲	۱۰۱۹	۱۲۲	۶۸۶	۱۶۲	۳۰۱	۱۲۲	۶۹۳	۱۶۲	۵۰۷	۱۲۲	۶۹۳	۱۶۲	۵۰۴
۳	۱۳۳۲	۴۳	۱۳۶۷	۸۳	۱۰۱۲	۱۲۳	۶۷۷	۱۶۳	۲۹۶	۱۲۳	۶۸۷	۱۶۳	۵۰۴	۱۲۳	۶۸۷	۱۶۳	۵۰۲
۴	۱۳۲۹	۴۴	۱۳۶۲	۸۴	۱۰۰۷	۱۲۴	۶۶۷	۱۶۴	۲۹۱	۱۲۴	۶۸۱	۱۶۴	۵۰۲	۱۲۴	۶۸۱	۱۶۴	۴۹۹
۵	۱۳۲۶	۴۵	۱۳۵۶	۸۵	۹۹۷	۱۲۵	۶۵۸	۱۶۵	۲۸۶	۱۲۵	۶۷۳	۱۶۵	۴۹۹	۱۲۵	۶۷۳	۱۶۵	۴۹۶
۶	۱۳۲۳	۴۶	۱۳۵۱	۸۶	۹۸۹	۱۲۶	۶۴۸	۱۶۶	۲۸۲	۱۲۶	۶۶۸	۱۶۶	۴۹۶	۱۲۶	۶۶۸	۱۶۶	۴۹۳
۷	۱۳۲۰	۴۷	۱۳۴۵	۸۷	۹۸۲	۱۲۷	۶۳۸	۱۶۷	۲۷۷	۱۲۷	۶۶۱	۱۶۷	۴۹۳	۱۲۷	۶۶۱	۱۶۷	۴۹۱
۸	۱۳۱۷	۴۸	۱۳۴۰	۸۸	۹۷۴	۱۲۸	۶۲۹	۱۶۸	۲۷۳	۱۲۸	۶۵۵	۱۶۸	۴۹۱	۱۲۸	۶۵۵	۱۶۸	۴۸۸
۹	۱۳۱۴	۴۹	۱۳۳۴	۸۹	۹۶۷	۱۲۹	۶۲۲	۱۶۹	۲۶۸	۱۲۹	۶۴۲	۱۶۹	۴۸۸	۱۲۹	۶۴۲	۱۶۹	۴۸۵
۱۰	۱۳۱۱	۵۰	۱۳۲۸	۹۰	۹۵۹	۱۳۰	۶۱۳	۱۷۰	۲۶۲	۱۳۰	۶۳۵	۱۷۰	۴۸۵	۱۳۰	۶۳۵	۱۷۰	۴۸۲
۱۱	۱۳۰۸	۵۱	۱۳۲۳	۹۱	۹۵۱	۱۳۱	۶۱۳	۱۷۱	۲۵۰	۱۳۱	۶۲۹	۱۷۱	۴۸۲	۱۳۱	۶۲۹	۱۷۱	۴۸۱
۱۲	۱۳۰۴	۵۲	۱۳۱۷	۹۲	۹۴۳	۱۳۲	۶۰۴	۱۷۲	۲۵۶	۱۳۲	۶۲۳	۱۷۲	۴۸۱	۱۳۲	۶۲۳	۱۷۲	۴۷۸
۱۳	۱۳۰۱	۵۳	۱۳۱۱	۹۳	۹۳۶	۱۳۳	۵۹۵	۱۷۳	۲۵۲	۱۳۳	۶۱۷	۱۷۳	۴۷۸	۱۳۳	۶۱۷	۱۷۳	۴۷۶
۱۴	۱۲۹۷	۵۴	۱۳۰۵	۹۴	۹۲۸	۱۳۴	۵۸۶	۱۷۴	۲۴۸	۱۳۴	۶۱۰	۱۷۴	۴۷۶	۱۳۴	۶۱۰	۱۷۴	۴۷۴
۱۵	۱۲۹۴	۵۵	۱۲۹۹	۹۵	۹۱۷	۱۳۵	۵۷۷	۱۷۵	۲۴۳	۱۳۵	۶۰۴	۱۷۵	۴۷۴	۱۳۵	۶۰۴	۱۷۵	۴۷۲
۱۶	۱۲۹۰	۵۶	۱۲۹۳	۹۶	۹۱۰	۱۳۶	۵۶۹	۱۷۶	۲۴۰	۱۳۶	۵۹۸	۱۷۶	۴۷۲	۱۳۶	۵۹۸	۱۷۶	۴۷۰
۱۷	۱۲۸۶	۵۷	۱۲۸۷	۹۷	۹۰۴	۱۳۷	۵۶۱	۱۷۷	۲۳۶	۱۳۷	۵۹۲	۱۷۷	۴۷۰	۱۳۷	۵۹۲	۱۷۷	۴۶۸
۱۸	۱۲۸۲	۵۸	۱۲۸۱	۹۸	۸۹۶	۱۳۸	۵۵۳	۱۷۸	۲۳۲	۱۳۸	۵۸۶	۱۷۸	۴۶۸	۱۳۸	۵۸۶	۱۷۸	۴۶۶
۱۹	۱۲۷۹	۵۹	۱۲۷۵	۹۹	۸۸۷	۱۳۹	۵۴۵	۱۷۹	۲۲۸	۱۳۹	۵۸۰	۱۷۹	۴۶۶	۱۳۹	۵۸۰	۱۷۹	۴۶۴
۲۰	۱۲۷۵	۶۰	۱۲۶۸	۱۰۰	۸۷۹	۱۴۰	۵۳۷	۱۸۰	۲۲۵	۱۴۰	۵۷۴	۱۸۰	۴۶۴	۱۴۰	۵۷۴	۱۸۰	۴۶۲
۲۱	۱۲۷۱	۶۱	۱۲۶۲	۱۰۱	۸۷۱	۱۴۱	۵۲۹	۱۸۱	۲۲۱	۱۴۱	۵۶۸	۱۸۱	۴۶۲	۱۴۱	۵۶۸	۱۸۱	۴۶۰
۲۲	۱۲۶۷	۶۲	۱۲۵۶	۱۰۲	۸۶۳	۱۴۲	۵۲۲	۱۸۲	۲۱۸	۱۴۲	۵۶۲	۱۸۲	۴۶۰	۱۴۲	۵۶۲	۱۸۲	۴۵۹
۲۳	۱۲۶۲	۶۳	۱۲۴۹	۱۰۳	۸۵۵	۱۴۳	۵۱۵	۱۸۳	۲۱۴	۱۴۳	۵۵۶	۱۸۳	۴۵۹	۱۴۳	۵۵۶	۱۸۳	۴۵۷
۲۴	۱۲۵۸	۶۴	۱۲۴۳	۱۰۴	۸۴۶	۱۴۴	۵۰۷	۱۸۴	۲۱۱	۱۴۴	۵۵۰	۱۸۴	۴۵۷	۱۴۴	۵۵۰	۱۸۴	۴۵۵
۲۵	۱۲۵۴	۶۵	۱۲۳۷	۱۰۵	۸۳۸	۱۴۵	۵۰۰	۱۸۵	۲۰۷	۱۴۵	۵۴۴	۱۸۵	۴۵۵	۱۴۵	۵۴۴	۱۸۵	۴۵۳
۲۶	۱۲۵۰	۶۶	۱۲۳۰	۱۰۶	۸۲۹	۱۴۶	۴۹۴	۱۸۶	۲۰۴	۱۴۶	۵۳۸	۱۸۶	۴۵۳	۱۴۶	۵۳۸	۱۸۶	۴۵۱
۲۷	۱۲۴۵	۶۷	۱۲۲۳	۱۰۷	۸۲۱	۱۴۷	۴۸۷	۱۸۷	۲۰۱	۱۴۷	۵۳۲	۱۸۷	۴۵۱	۱۴۷	۵۳۲	۱۸۷	۴۴۹
۲۸	۱۲۴۱	۶۸	۱۲۱۷	۱۰۸	۸۱۲	۱۴۸	۴۸۰	۱۸۸	۱۹۸	۱۴۸	۵۲۶	۱۸۸	۴۴۹	۱۴۸	۵۲۶	۱۸۸	۴۴۷
۲۹	۱۲۳۶	۶۹	۱۲۱۰	۱۰۹	۸۰۳	۱۴۹	۴۷۳	۱۸۹	۱۹۵	۱۴۹	۵۲۰	۱۸۹	۴۴۷	۱۴۹	۵۲۰	۱۸۹	۴۴۵
۳۰	۱۲۳۲	۷۰	۱۲۰۳	۱۱۰	۷۹۵	۱۵۰	۴۶۸	۱۹۰	۱۹۱	۱۵۰	۵۱۴	۱۹۰	۴۴۵	۱۵۰	۵۱۴	۱۹۰	۴۴۳
۳۱	۱۲۲۷	۷۱	۱۱۹۷	۱۱۱	۷۸۶	۱۵۱	۴۶۱	۱۹۱	۱۸۸	۱۵۱	۵۰۸	۱۹۱	۴۴۳	۱۵۱	۵۰۸	۱۹۱	۴۴۱
۳۲	۱۲۲۱	۷۲	۱۱۹۰	۱۱۲	۷۷۷	۱۵۲	۴۵۵	۱۹۲	۱۸۵	۱۵۲	۵۰۲	۱۹۲	۴۴۱	۱۵۲	۵۰۲	۱۹۲	۴۳۹
۳۳	۱۲۱۸	۷۳	۱۱۸۳	۱۱۳	۷۶۸	۱۵۳	۴۴۹	۱۹۳	۱۸۲	۱۵۳	۵۰۰	۱۹۳	۴۳۹	۱۵۳	۵۰۰	۱۹۳	۴۳۷
۳۴	۱۲۱۴	۷۴	۱۱۷۶	۱۱۴	۷۵۹	۱۵۴	۴۴۳	۱۹۴	۱۸۰	۱۵۴	۴۹۴	۱۹۴	۴۳۷	۱۵۴	۴۹۴	۱۹۴	۴۳۵
۳۵	۱۲۱۰	۷۵	۱۱۶۹	۱۱۵	۷۵۰	۱۵۵	۴۳۸	۱۹۵	۱۷۷	۱۵۵	۴۸۸	۱۹۵	۴۳۵	۱۵۵	۴۸۸	۱۹۵	۴۳۳
۳۶	۱۲۰۴	۷۶	۱۱۶۲	۱۱۶	۷۴۱	۱۵۶	۴۳۲	۱۹۶	۱۷۴	۱۵۶	۴۸۲	۱۹۶	۴۳۳	۱۵۶	۴۸۲	۱۹۶	۴۳۱
۳۷	۱۲۰۰	۷۷	۱۱۵۵	۱۱۷	۷۳۲	۱۵۷	۴۲۷	۱۹۷	۱۷۱	۱۵۷	۴۷۶	۱۹۷	۴۳۱	۱۵۷	۴۷۶	۱۹۷	۴۲۹
۳۸	۱۱۹۵	۷۸	۱۱۴۸	۱۱۸	۷۲۳	۱۵۸	۴۲۲	۱۹۸	۱۶۸	۱۵۸	۴۷۰	۱۹۸	۴۲۹	۱۵۸	۴۷۰	۱۹۸	۴۲۷
۳۹	۱۱۹۱	۷۹	۱۱۴۱	۱۱۹	۷۱۴	۱۵۹	۴۱۶	۱۹۹	۱۶۶	۱۵۹	۴۶۴	۱۹۹	۴۲۷	۱۵۹	۴۶۴	۱۹۹	۴۲۵
۴۰	۱۱۸۷	۸۰	۱۱۳۴	۱۲۰	۷۰۵	۱۶۰	۴۱۱	۲۰۰	۱۶۳	۱۶۰	۴۵۸	۲۰۰	۴۲۵	۱۶۰	۴۵۸	۲۰۰	۴۲۳

$L$  = طول آزاد عضو

$r$  = شعاع ژیراسیون حداقل

$k$  = ضریب طول مؤثر (برای اعضای فرعی مساوی واحد در نظر گرفته می‌شود)

$F_a$  = تنش فشاری مجاز برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

## خواص سطوح

## ویژگی های سطوح

$\bar{x}, \bar{y} =$  فواصل تا مرکز سطح C

$A =$  مساحت

$I_x, I_y =$  گشتاورهای لختی نسبت به محورها x و y

$I_{xy} =$  گشتاور لختی حاصل ضرب نسبت به محورها x و y

$J = I_x + I_y =$  گشتاور لختی قطبی

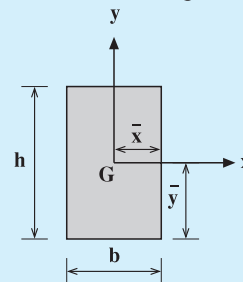
$I_{BB} = B - B$  گشتاور لختی نسبت به محور

۱. مستطیل (مبدأ محورها در مرکز سطح)

$$A = bh \quad \bar{x} = \frac{b}{2} \quad \bar{y} = \frac{h}{2}$$

$$I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{hb^3}{12}$$

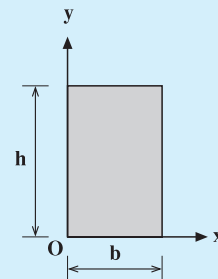
$$I_{xy} = 0 \quad J = \frac{bh}{12}(h^2 + b^2)$$



۲. مستطیل (مبدأ محورها در گوشه)

$$I_x = \frac{bh^3}{3} \quad I_y = \frac{hb^3}{3}$$

$$I_{xy} = \frac{b^2h^2}{4} \quad J = \frac{bh}{3}(h^2 + b^2)$$

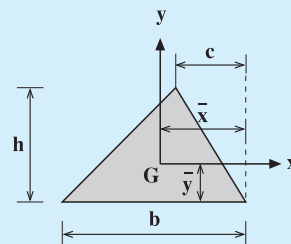


۳. مثلث (مبدأ محورها در مرکز سطح)

$$A = \frac{bh}{2} \quad \bar{x} = \frac{b+c}{3} \quad \bar{y} = \frac{h}{3}$$

$$I_x = \frac{bh^3}{36} \quad I_y = \frac{bh}{36}(b^2 - bc + c^2)$$

$$I_{xy} = \frac{bh^2}{\sqrt{2}}(b - 2c) \quad J = \frac{bh}{36}(h^2 + b^2 - bc + c^2)$$

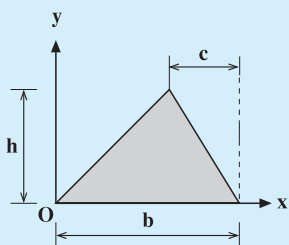


۴.

مثلاً (مبدأ محورها در رأس)

$$I_x = \frac{bh^3}{12} \quad I_y = \frac{bh^3}{12} (3b^2 - 3bc + c^2)$$

$$I_{xy} = \frac{bh^3}{24} (3b - 2c) \quad J = \frac{bh^3}{12} (h^2 + 3b^2 - 3bc + c^2) h$$

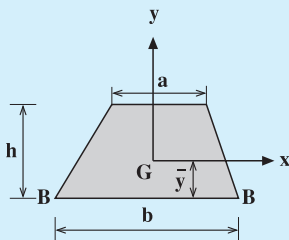


۵.

دوزنقه (مبدأ محورها در مرکز سطح)

$$A = \frac{h(a+b)}{2} \quad \bar{y} = \frac{h(2a+b)}{3(a+b)}$$

$$I_x = \frac{h^3(a^2 + 4ab + b^2)}{36(a+b)} \quad I_{BB} = \frac{h^3(3a+b)}{12}$$



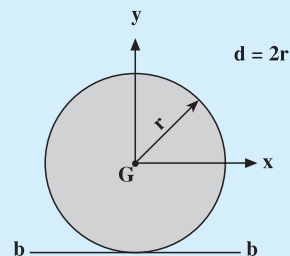
۶.

دایره (مبدأ محورها در مرکز)

$$A = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4} \quad I_x = I_y = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$I_{xy} = 0 \quad J = \frac{\pi r^4}{2} = \frac{\pi d^4}{32}$$

$$I_{BB} = \frac{5\pi r^4}{4} = \frac{5\pi d^4}{64}$$



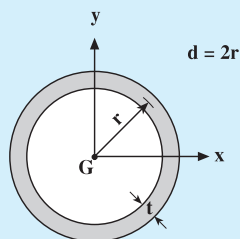
۷.

حلقه‌ی دایره‌ای (مبدأ محورها در مرکز)

روابط تقریبی برای حالتی که t کوچک می‌باشد.

$$A = 2\pi r t = \pi d t \quad I_x = I_y = \pi r^3 t = \frac{\pi d^3 t}{8}$$

$$I_{xy} = 0 \quad J = 2\pi r^3 t = \frac{\pi d^3 t}{4}$$



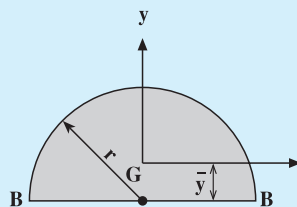
۸.

نیم دایره (مبدأ محورها در مرکز سطح)

$$A = \frac{\pi r^2}{2} \quad \bar{y} = \frac{4r}{3\pi}$$

$$I_x = \frac{(4\pi^2 - 64)r^4}{72\pi} \approx 0.1048r^4 \quad I_y = \frac{\pi r^4}{8}$$

$$I_{xy} = 0 \quad I_{BB} = \frac{\pi r^4}{8}$$

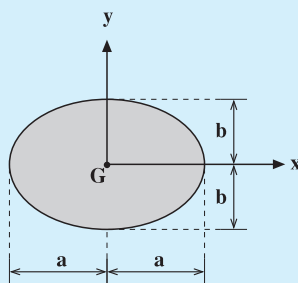


۹.

بیضی (مبدأ محورها در مرکز سطح)

$$A = \pi ab \quad I_x = \frac{\pi ab^3}{4} \quad I_y = \frac{\pi ba^3}{4}$$

$$I_{xy} = 0 \quad J = \frac{\pi ab}{4}(b^2 + a^2)$$

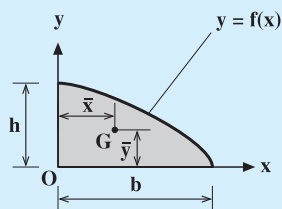


۱۰.

سهی

$$y = f(x) = h \left( 1 - \frac{x^2}{b^2} \right)$$

$$A = \frac{2bh}{3} \quad \bar{x} = \frac{3b}{8} \quad \bar{y} = \frac{2h}{5}$$

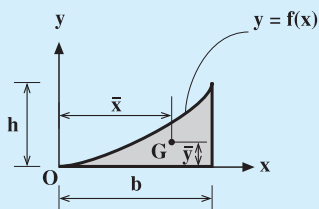


۱۱.

سهی (مبدأ محورها در رأس)

$$y = f(x) = \frac{hx^2}{b^2}$$

$$A = \frac{bh}{3} \quad \bar{x} = \frac{3b}{4} \quad \bar{y} = \frac{3h}{8}$$



## روابط خیز و شیب در تیرها

### روابط خیز و شیب تیرها

خیزها و شیب‌های تیرهای ساده

خیز در جهت  $y$

$$v' = \frac{dx}{dv} = \text{شیب منحنی خیز}$$

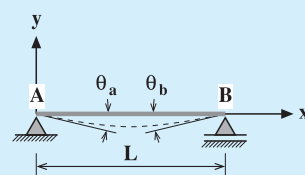
$$\delta_c = v\left(\frac{L}{2}\right) = \text{خیز در وسط تیر}$$

فاصله از A تا نقطه خیز ماکزیمم

$$\delta_{\max} = v_{\max} = \text{خیز ماکزیمم}$$

شیب در انتهای چپ تیر

شیب در انتهای راست تیر



ثابت  $EI$

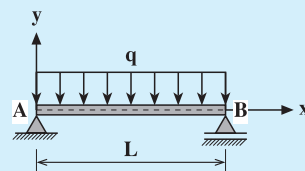
۱.

$$v = \frac{qx}{24EI} (L^3 - 2Lx^2 + x^3)$$

$$v' = \frac{q}{24EI} (L^3 - 6Lx^2 + 3x^3)$$

$$\delta_c = \delta_{\max} = \frac{5qL^4}{384EI} \quad \theta_a = \theta_b = \frac{qL^3}{24EI}$$

$$M_{\max} = \frac{qL^2}{8} \quad V_{\max} = \frac{qL}{2}$$



۲.

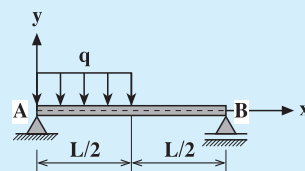
$$v = \frac{qx}{384EI} (9L^3 - 24Lx^2 + 16x^3) \quad 0 \leq x \leq \frac{L}{2}$$

$$v' = \frac{q}{384EI} (9L^3 - 48Lx^2 + 48x^3) \quad 0 \leq x \leq \frac{L}{2}$$

$$v = \frac{qL}{384EI} (\lambda x^3 - 24Lx^2 + 16L^2x - L^3) \quad \frac{L}{2} \leq x \leq L$$

$$v' = \frac{qL}{384EI} (24x^2 - 48Lx + 16L^2) \quad \frac{L}{2} \leq x \leq L$$

$$\delta_c = \frac{5qL^4}{384EI} \quad \theta_a = \frac{qL^3}{128EI} \quad \theta_b = \frac{qL^3}{384EI}$$



3.

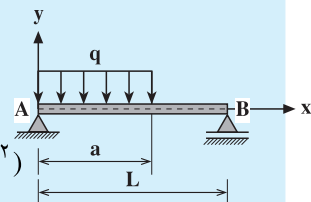
$$v = \frac{qx}{\sqrt[3]{EI}} (a^{\sqrt[3]{3}} - \sqrt[3]{3}a^{\sqrt[3]{2}}L + \sqrt[3]{3}a^{\sqrt[3]{2}}L^{\sqrt[3]{2}} + \sqrt[3]{3}a^{\sqrt[3]{2}}x^{\sqrt[3]{2}} - \sqrt[3]{3}aLx^{\sqrt[3]{2}} + Lx^{\sqrt[3]{3}}) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v' = \frac{q}{\sqrt[3]{EI}} (a^{\sqrt[3]{3}} - \sqrt[3]{3}a^{\sqrt[3]{2}}L + \sqrt[3]{3}a^{\sqrt[3]{2}}L^{\sqrt[3]{2}} + \sqrt[3]{3}a^{\sqrt[3]{2}}x^{\sqrt[3]{2}} - \sqrt[3]{3}aLx^{\sqrt[3]{2}} + Lx^{\sqrt[3]{3}}) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v = \frac{qa^{\sqrt[3]{3}}}{\sqrt[3]{EI}} (-a^{\sqrt[3]{2}}L + \sqrt[3]{3}L^{\sqrt[3]{2}}x + a^{\sqrt[3]{2}}x - \sqrt[3]{3}Lx^{\sqrt[3]{2}} + \sqrt[3]{3}x^{\sqrt[3]{3}}) \quad a \leq x \leq L$$

$$v' = \frac{qa^{\sqrt[3]{3}}}{\sqrt[3]{EI}} (\sqrt[3]{3}L^{\sqrt[3]{2}} + a^{\sqrt[3]{2}} - \sqrt[3]{3}Lx^{\sqrt[3]{2}} + \sqrt[3]{3}x^{\sqrt[3]{3}}) \quad a \leq x \leq L$$

$$\theta_a = \frac{qa^{\sqrt[3]{3}}}{\sqrt[3]{EI}} (a^{\sqrt[3]{2}} - \sqrt[3]{3}aL + \sqrt[3]{3}L^{\sqrt[3]{2}}) \quad \theta_b = \frac{qa^{\sqrt[3]{3}}}{\sqrt[3]{EI}} (\sqrt[3]{3}L^{\sqrt[3]{2}} - a^{\sqrt[3]{2}})$$



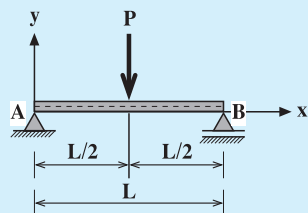
4.

$$v = \frac{Px}{\sqrt[3]{EI}} (\sqrt[3]{3}L^{\sqrt[3]{2}} - \sqrt[3]{3}x^{\sqrt[3]{2}}) \quad 0 \leq x \leq \frac{L}{\sqrt[3]{3}}$$

$$v' = \frac{P}{\sqrt[3]{EI}} (L^{\sqrt[3]{2}} - \sqrt[3]{3}x^{\sqrt[3]{2}}) \quad 0 \leq x \leq \frac{L}{\sqrt[3]{3}}$$

$$\delta_c = \delta_{\max} = \frac{PL^{\sqrt[3]{3}}}{\sqrt[3]{EI}} \quad \theta_a = \theta_b = \frac{PL^{\sqrt[3]{2}}}{\sqrt[3]{EI}}$$

$$M_{\max} = \frac{PL}{\sqrt[3]{3}} \quad V_{\max} = \frac{P}{\sqrt[3]{3}}$$



5.

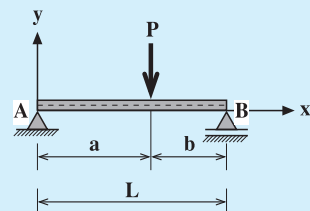
$$v = \frac{Pbx}{\sqrt[3]{EI}} (L^{\sqrt[3]{2}} - b^{\sqrt[3]{2}} - x^{\sqrt[3]{2}}) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v' = \frac{Pb}{\sqrt[3]{EI}} (L^{\sqrt[3]{2}} - b^{\sqrt[3]{2}} - \sqrt[3]{3}x^{\sqrt[3]{2}}) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$\theta_a = \frac{Pab(L+b)}{\sqrt[3]{EI}} \quad \theta_b = \frac{Pab(L+a)}{\sqrt[3]{EI}}$$

$$a \geq b, \delta_c = \frac{Pb(\sqrt[3]{3}L^{\sqrt[3]{2}} - \sqrt[3]{3}b^{\sqrt[3]{2}})}{\sqrt[3]{EI}}$$

$$a \geq b, x_1 = \sqrt{\frac{L^{\sqrt[3]{2}} - b^{\sqrt[3]{2}}}{\sqrt[3]{3}}} \quad v_{\max} = \frac{Pb(L^{\sqrt[3]{2}} - b^{\sqrt[3]{2}})^{\sqrt[3]{3}/\sqrt[3]{3}}}{\sqrt[3]{3}\sqrt[3]{EI}}$$



٩.

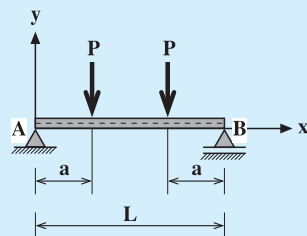
$$v = \frac{Px}{\varphi EI} (\varphi aL - \varphi a^{\varphi} - x^{\varphi}) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v' = \frac{P}{\varphi EI} (aL - a^{\varphi} - x^{\varphi}) \quad 0 \leq x \leq \varphi$$

$$v = \frac{Pa}{\varphi EI} (\varphi Lx - \varphi x^{\varphi} - a^{\varphi}) \quad a \leq x \leq \frac{L}{\varphi}$$

$$v' = \frac{Pa}{\varphi EI} (L - \varphi x) \quad a \leq x \leq \frac{L}{\varphi}$$

$$\theta_a = \frac{Pa(L-a)}{\varphi EI} \quad \delta_c = v_{\max} = \frac{Pa}{\varphi \varphi EI} (\varphi L^{\varphi} - \varphi a^{\varphi}) \quad M_{\max} = Pa \quad V_{\max} = P$$



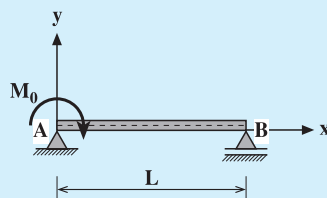
١٠.

$$v = \frac{M_c x}{\varphi LEI} (\varphi L^{\varphi} - \varphi Lx + x^{\varphi})$$

$$v' = \frac{M_c}{\varphi LEI} (\varphi L^{\varphi} - \varphi Lx + \varphi x^{\varphi})$$

$$\delta_c = \frac{M_c L^{\varphi}}{\varphi \varphi EI} \quad \theta_a = \frac{M_c L}{\varphi EI} \quad \theta_b = \frac{M_c L}{\varphi EI}$$

$$x_1 = L \left( 1 - \frac{\sqrt{\varphi}}{\varphi} \right) \quad \delta_{\max} = \frac{M_c L^{\varphi}}{\varphi \sqrt{\varphi EI}}$$

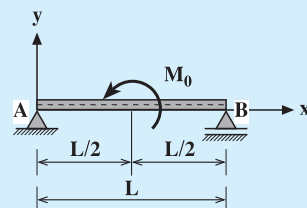


١١.

$$v = \frac{M_c x}{\varphi \varphi LEI} (L^{\varphi} - \varphi x^{\varphi}) \quad 0 \leq x \leq \frac{L}{\varphi}$$

$$v' = \frac{M_c}{\varphi \varphi LEI} (L^{\varphi} - \varphi x^{\varphi}) \quad 0 \leq x \leq \frac{L}{\varphi}$$

$$\delta_c = 0 \quad \theta_a = \frac{M_c L}{\varphi \varphi EI} \quad \theta_b = -\frac{M_c L}{\varphi \varphi EI}$$



۹.

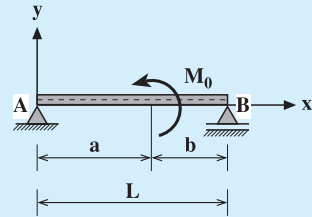
$$v = \frac{M_0 x}{6EI} (6aL - 3a^2 - 2L^2 - x^2) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v' = \frac{M_0}{6EI} (6aL - 3a^2 - 2L^2 - 3x^2) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v = \frac{M_0 a}{3EI} (3aL - 2a^2 - L^2) \quad \text{در } x = a$$

$$v' = \frac{M_0}{3EI} (3aL - 2a^2 - L^2) \quad \text{در } x = a$$

$$\theta_a = \frac{M_0}{6EI} (6aL - 3a^2 - 2L^2) \quad \theta_b = \frac{M_0}{6EI} (3a^2 - L^2)$$



۱۰.

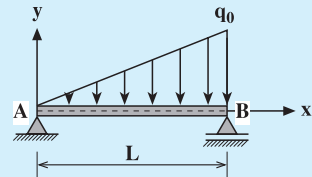
$$v = \frac{q_0 x}{36EI} (vL^3 - 10L^2x^2 + 3x^3)$$

$$v' = \frac{q_0}{36EI} (vL^3 - 20L^2x^2 + 9x^3)$$

$$\delta_c = \frac{5q_0 L^4}{v68EI} \quad \theta_a = \frac{vq_0 L^3}{36EI} \quad \theta_b = \frac{q_0 L^3}{45EI}$$

$$x_1 = 0.5193L \quad \delta_{\max} = 0.0652 \frac{q_0 L^4}{EI}$$

$$M_{\max} = \frac{q_0 L^3}{15/6} \quad V_{\max} = \frac{q_0 L}{3}$$

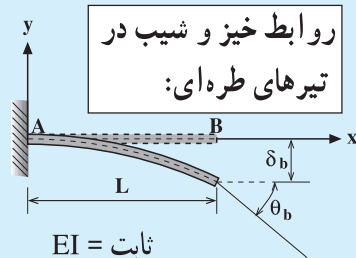


$v = y$  خیز در جهت  $y$

$$v' = \frac{dv}{dx} = \text{شیب منحنی خیز}$$

$$\delta_b = v(L) = \text{خیز در انتهای راست تیر}$$

$$\theta_b = v'(L) = \text{شیب در انتهای راست تیر}$$



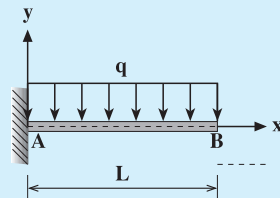
۱۱.

$$v = \frac{qx^3}{24EI} (6L^2 - 4Lx + x^2)$$

$$v' = \frac{qx^2}{6EI} (3L^2 - 3Lx + x^2)$$

$$\delta_b = \frac{qL^4}{8EI} \quad \theta_b = \frac{qL^3}{6EI}$$

$$M_{\max} = \frac{qL^2}{2} \quad V_{\max} = qL$$





۲.

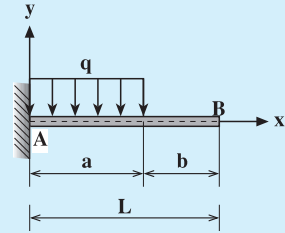
$$v = \frac{qx^3}{6EI} (\varphi_a - \varphi_{ax} + x) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v' = \frac{qx^2}{2EI} (\varphi_a - \varphi_{ax} + x) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v = \frac{qa^3}{6EI} (\varphi_x - a) \quad v' = \frac{qa^2}{2EI} \quad a \leq x \leq L$$

$$v = \frac{qa^3}{6EI} \quad v' = \frac{qa^2}{2EI} \quad x = a \quad \text{در}$$

$$\delta_b = \frac{qa^3}{6EI} (\varphi_L - a) \quad \theta_b = \frac{qa^2}{2EI}$$



۳.

$$v = \frac{qx^3}{6EI} (\varphi_b L + \varphi_{ab} - \varphi_{bx}) \quad 0 \leq x \leq a$$

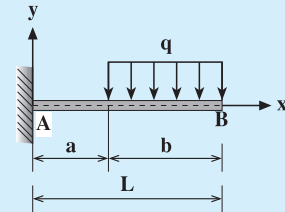
$$v' = \frac{qb^2x}{2EI} (L + a - x) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v = \frac{q}{6EI} (x^3 - \varphi_L x^2 + \varphi_L' x^2 - \varphi_a' x + a^3) \quad a \leq x \leq L$$

$$v' = \frac{q}{2EI} (x^2 - \varphi_L x + \varphi_L' x - a^2) \quad a \leq x \leq L$$

$$v = \frac{qa^3b}{6EI} (\varphi_L + a) \quad v' = \frac{qabL}{2EI} \quad x = a \quad \text{در}$$

$$\delta_b = \frac{q}{6EI} (\varphi_L^2 - \varphi_a' L + a^3) \quad \theta_b = \frac{q}{2EI} (L^2 - a^2)$$

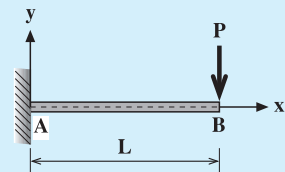


۴.

$$v = \frac{Px^2}{2EI} (\varphi_L - x) \quad v' = \frac{Px}{EI} (\varphi_L - x)$$

$$\delta_b = \frac{PL^2}{2EI} \quad \theta_b = \frac{PL}{EI}$$

$$M_{\max} = PL \quad V_{\max} = P$$



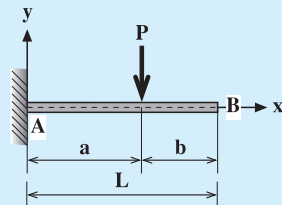
Δ.

$$v = \frac{Px^3}{6EI} (\varphi a - x) \quad v' = \frac{Px^2}{2EI} (\varphi a - x) \quad 0 \leq x \leq a$$

$$v = \frac{Pa^3}{6EI} (\varphi x - a) \quad v' = \frac{Pa^2}{2EI} \quad a \leq x \leq L$$

$$v = \frac{Pa^3}{6EI} \quad v' = \frac{Pa^2}{2EI} \quad x = a \quad \text{در}$$

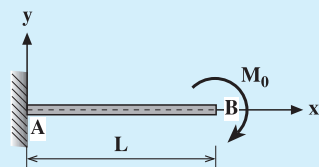
$$\delta_b = \frac{Pa^3}{6EI} (\varphi L - a) \quad \theta_b = \frac{Pa^2}{2EI}$$



ϕ.

$$v = \frac{M_0 x^2}{2EI} \quad v' = \frac{M_0 x}{EI}$$

$$\delta_b = \frac{M_0 L^2}{2EI} \quad \theta_b = \frac{M_0 L}{EI}$$



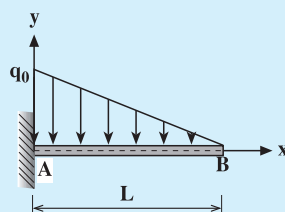
ψ.

$$v = \frac{q_0 x^3}{6\varphi L EI} (\varphi L^2 - \varphi L x + \Delta L x^2 - x^3)$$

$$v' = \frac{q_0 x^2}{2\varphi L EI} (\varphi L^2 - \varphi L x + \varphi L x^2 - x^3)$$

$$\delta_b = \frac{q_0 L^3}{6\varphi EI} \quad \theta_b = \frac{q_0 L^2}{2\varphi EI}$$

$$M_{\max} = \frac{q_0 L^2}{\varphi} \quad V_{\max} = \frac{q_0 L}{\varphi}$$



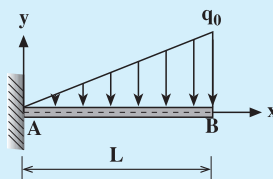
λ.

$$v = \frac{q_0 x^3}{6\varphi L EI} (\varphi L^2 - \varphi L x + x^3)$$

$$v' = \frac{q_0 x^2}{2\varphi L EI} (\lambda L^2 - \varphi L x + x^3)$$

$$\delta_b = \frac{\varphi q_0 L^3}{6EI} \quad \theta_b = \frac{q_0 L^2}{\lambda EI}$$

$$M_{\max} = \frac{q_0 L^2}{\varphi} \quad V_{\max} = \frac{q_0 L}{\varphi}$$

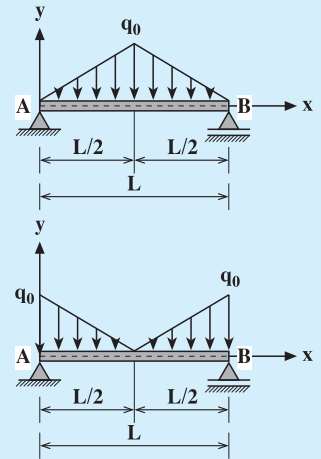


$$\delta_{\max} = \frac{q_0 l^4}{120EI}$$

$$M_{\max} = \frac{q_0 L^2}{12} \quad V_{\max} = \frac{q_0 L}{4}$$

$$\delta_{\max} = \frac{q_0 l^4}{960EI}$$

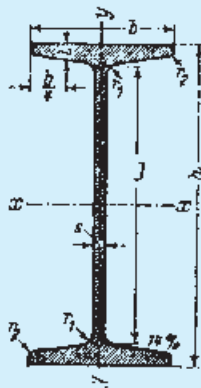
$$M_{\max} = \frac{q_0 L^2}{24} \quad V_{\max} = \frac{q_0 L}{4}$$



## مشخصات نیمرخ‌های فولادی

## مشخصات نیمرخ‌های فولادی

## نیمرخ معمولی INP



A = سطح مقطع

G = وزن واحد طول

U = سطح جانبی واحد طول

I = ممان اینرسی

S = اساس مقطع

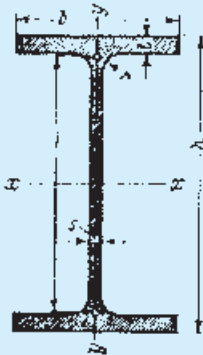
r = شعاع ژیراسیون

Q = لنگر استاتیکی نصف مقطع حول محور خنثی (محور x)

J = فاصله‌ی بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

I	ابعاد به میلی‌متر					A	G	U	x - x			y - y			θ	J
	h	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r				I <sub>x</sub>	S <sub>x</sub>	r <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	S <sub>y</sub>	r <sub>y</sub>		
80	80	42	3,9	5,9	2,3	7,57	9,94	0,304	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	11,4	6,84
100	100	50	4,5	6,8	2,7	10,6	8,34	0,370	171	34,2	4,01	12,2	4,88	1,07	19,9	8,57
120	120	58	5,1	7,7	3,1	14,2	11,1	0,439	328	54,7	4,81	21,5	7,41	1,23	31,8	10,3
140	140	66	5,7	8,6	3,4	18,2	14,3	0,502	573	81,9	5,61	36,2	10,7	1,40	47,7	12,0
160	160	74	6,3	9,5	3,8	22,8	17,9	0,575	935	117	6,40	64,7	14,8	1,55	68,0	13,7
180	180	82	6,9	10,4	4,1	27,9	21,9	0,640	1 450	161	7,20	81,3	19,8	1,71	93,4	15,5
200	200	90	7,5	11,3	4,5	33,4	26,2	0,709	2 140	214	8,00	117	26,0	1,87	125	17,2
220	220	98	8,1	12,2	4,9	39,5	31,1	0,775	3 060	278	8,80	162	33,1	2,02	162	18,9
240	240	106	8,7	13,1	5,2	46,1	35,2	0,844	4 250	354	9,59	221	41,7	2,20	206	20,6
260	260	113	9,4	14,1	5,6	53,3	41,9	0,906	5 740	442	10,4	288	51,0	2,32	257	22,3
280	280	119	10,1	15,2	6,1	61,0	47,9	0,966	7 590	542	11,1	384	61,2	2,45	316	24,0
300	300	125	10,8	16,2	6,5	69,0	54,2	1,03	9 800	653	11,9	451	72,2	2,58	381	25,7
320	320	131	11,5	17,3	6,9	77,7	61,0	1,09	12 510	782	12,7	555	84,7	2,67	457	27,4
340	340	137	12,2	18,3	7,3	86,7	68,0	1,15	15 700	923	13,5	674	98,4	2,80	540	29,1
360	360	143	13,0	19,5	7,8	97,0	76,1	1,21	19 610	1 090	14,2	818	114	2,90	638	30,7
380	380	149	13,7	20,5	8,2	107	84,0	1,27	24 010	1 260	15,0	975	131	3,02	741	32,4
400	400	155	14,4	21,6	8,6	118	92,4	1,33	29 210	1 460	15,7	1 160	149	3,13	857	34,1
425	425	163	15,3	23,0	9,2	132	104	1,41	36 970	1 740	16,7	1 440	176	3,30	1 020	36,2
450	450	170	16,2	24,3	9,7	147	115	1,48	45 850	2 040	17,7	1 730	203	3,43	1 200	38,3
475	475	178	17,1	25,6	10,3	163	128	1,55	56 480	2 380	18,6	2 090	235	3,60	1 400	40,4
500	500	185	18,0	27,0	10,8	179	141	1,63	68 740	2 750	19,6	2 480	268	3,72	1 620	42,4
550	550	200	19,0	30,0	11,9	212	165	1,80	99 180	3 510	21,6	3 490	349	4,02	2 120	46,8
600	600	215	21,5	32,4	13,0	254	199	1,92	139 000	4 630	23,4	4 670	434	4,30	2 730	50,9

# نیمرخ نیم بهن IPE



A = سطح مقطع

G = وزن واحد طول

U = سطح جانبی واحد طول

I = ممان اینرسی

S = اساس مقطع

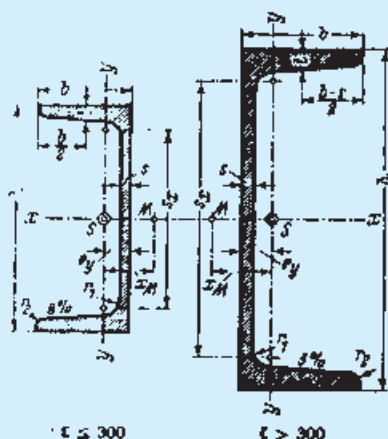
r = شعاع زیراسیون

Q = لنگر استاتیک نصف مقطع حول محور خنثی (محور x)

J = فاصله‌ی بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

IPE	ابعاد به میلی‌متر					A cm <sup>2</sup>	G kg/m	I m <sup>4</sup> /m	x-x			y-y			Q cm <sup>3</sup>	J cm <sup>4</sup>
	A	B	t	r					I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	S <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>x</sub> cm	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	S <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	r <sub>y</sub> cm		
80	80	46	3,8	5,2	6	7,64	5,00	0,328	60,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,06	11,6	6,90
100	100	55	4,1	5,7	7	10,3	8,10	0,400	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	19,7	8,68
120	120	64	4,4	6,3	7	13,2	10,4	0,475	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45	30,4	10,5
140	140	73	4,7	6,9	7	16,4	12,9	0,551	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	44,2	12,3
160	160	82	5,0	7,4	9	20,1	15,8	0,623	859	109	6,58	68,3	16,7	1,84	61,9	14,0
180	180	91	5,3	8,0	9	23,9	18,6	0,698	1320	146	7,42	101	22,2	2,05	83,2	15,8
200	200	100	5,6	8,5	12	28,5	22,4	0,7	1940	194	8,26	142	28,5	2,24	119	17,6
220	220	110	6,0	9,2	12	33,4	26,2	0,848	2770	252	9,11	206	37,3	2,48	143	19,4
240	240	120	6,2	9,8	15	39,1	30,7	0,922	3890	324	9,97	284	47,3	2,69	193	21,2
270	270	135	6,6	10,2	15	45,9	36,1	1,041	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	242	23,9
300	300	150	7,1	10,7	16	53,8	42,2	1,159	8360	557	12,5	604	80,5	3,35	314	26,6
330	330	160	7,5	11,5	18	62,6	49,1	1,254	11770	713	13,7	788	98,5	3,55	402	29,3
360	360	170	8,0	12,7	18	72,7	57,1	1,353	16270	904	15,0	1040	123	3,79	510	31,9
400	400	180	8,6	13,5	21	84,5	66,3	1,467	23130	1160	16,6	1320	146	3,95	654	35,4
450	450	190	9,4	14,6	21	98,8	77,5	1,605	33740	1500	18,5	1680	176	4,12	851	39,7
500	500	200	10,2	15,0	21	116	90,7	1,744	48200	1930	20,4	2140	214	4,31	1100	43,9
550	550	210	11,1	17,2	24	134	106	1,877	67120	2440	22,3	2670	254	4,45	1390	48,2
600	600	220	12,0	19,0	24	156	122	2,015	92080	3070	24,3	3390	308	4,66	1760	52,4

# نیمرخ ناودانی UNP



A = سطح مقطع

G = وزن واحد طول

U = سطح جانبی واحد طول

I = ممان اینرسی

S = اساس مقطع

r = شعاع زیراسیون

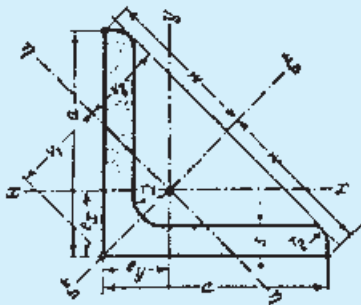
Q = لنگر استاتیک نصف مقطع حول محور خنثی

J = فاصله‌ی بین مراکز نیروهای کششی و فشاری

x\_M = محل مرکز برش

ε	ابعاد به میلی‌متر						A	G	U	x-x			y-y			Q	J	e_y	x_M
	h	b	a	t	r	r_2				I_x	S_x	r_x	I_y	S_y	r_y				
10 × 15	30	15	4	4,5	2		2,21	1,74	0,103	2,63	1,69	1,07	0,38	0,39	0,42	—	—	0,52	0,74
	30	30	6	7	3,5		5,44	4,27	0,174	6,39	4,26	1,08	5,33	2,68	0,99	—	—	1,51	2,22
	40 × 20	40	20	5	5,5*	2,6	3,66	2,87	0,142	7,58	3,79	1,44	1,14	0,96	0,86	—	—	0,67	1,01
	40	40	35	6	7	3,5	6,21	4,87	0,199	14,1	7,06	1,80	6,68	3,08	1,04	—	—	1,33	2,32
	50 × 25	50	25	6	6	3	4,92	3,86	0,181	16,8	6,73	1,85	2,49	1,48	0,71	—	—	0,81	1,34
60	50	38	6	7	3,5		7,12	5,69	0,232	26,4	10,6	1,92	9,12	3,78	1,13	—	—	1,37	2,47
	60	60	6	6	3		6,46	5,07	0,215	31,8	10,5	2,21	4,51	2,16	0,84	—	—	0,91	1,50
	65	65	42	5,5	7,5	4	9,03	7,09	0,273	57,5	17,7	2,52	14,1	6,07	1,25	—	—	1,42	2,80
80	80	45	6	6	4		11,0	8,64	0,312	106	29,5	3,10	19,4	6,36	1,33	15,6	6,66	1,46	2,87
	100	60	6	8,5	4,5		13,5	10,6	0,372	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	24,5	8,42	1,56	2,93
120	120	55	7	9	4,5		17,0	13,4	0,434	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	36,3	10,0	1,80	3,03
	140	60	7	10	5		20,4	16,0	0,489	606	86,4	5,46	62,7	14,8	1,78	51,4	11,8	1,75	3,37
	160	65	7,5	10,5	5,5		24,0	18,8	0,546	925	116	6,21	86,3	18,3	1,89	68,8	13,3	1,84	3,66
	180	70	8	11	5,6		28,0	22,0	0,611	1350	150	6,96	114	22,4	2,02	89,8	15,1	1,92	3,75
	200	75	8,5	11,5	6		32,2	26,3	0,661	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	114	16,8	2,01	3,94
220	220	80	9	12,5	6,5		37,4	29,4	0,718	2690	245	8,48	197	33,8	2,30	146	18,5	2,14	4,20
	240	85	9,5	13	6,5		42,3	33,2	0,775	3600	300	9,22	248	39,8	2,42	179	20,1	2,23	4,56
	260	90	10	14	7		48,3	37,6	0,834	4620	371	9,99	317	47,7	2,66	221	21,6	2,36	4,86
	280	95	10	15	7,5		53,3	41,8	0,890	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	296	23,6	2,53	5,02
	300	100	10	16	8		68,8	46,2	0,960	8030	535	11,7	495	67,8	2,80	318	25,4	2,70	5,41
320	320	100	14	17,5	6,75		75,8	59,5	0,962	10870	679	12,1	697	80,6	2,81	413	26,3	2,90	4,82
	350	100	14	16	8		77,3	60,8	1,047	12840	734	12,9	870	75,0	2,72	459	28,6	2,40	4,46
	380	102	13,5	16	8		80,4	63,1	1,110	15760	829	14,0	618	78,7	2,77	607	31,1	2,38	4,58
	400	110	14	18	9		91,5	71,8	1,182	20350	1020	14,9	846	102	3,04	618	32,9	2,65	5,11

# نیمرخ نبشی با بال‌های مساوی



A = سطح مقطع

G = وزن واحد طول

U = سطح

I = ممان اینرسی

S = اساس مقطع

r = شعاع ژیراسیون

محور n-n اصلی حداقل نیمرخ است.

L	ابعاد به میلی متر				A cm <sup>2</sup>	G kg/cm	U cm <sup>2</sup> /cm	$\bar{x} = \bar{y}$				$\bar{I}_x = \bar{I}_y$				$\bar{S}_x = \bar{S}_y$				$r_x = r_y$			
	a	b	t	t <sub>1</sub>				$\bar{x}$ cm	$\bar{y}$ cm	$\bar{x}_1$ cm	$\bar{y}_1$ cm	$\bar{I}_x$ cm <sup>4</sup>	$\bar{I}_y$ cm <sup>4</sup>	$\bar{I}_{xy}$ cm <sup>4</sup>	$\bar{I}_{xy}$ cm <sup>4</sup>	$\bar{S}_x$ cm <sup>3</sup>	$\bar{S}_y$ cm <sup>3</sup>	$\bar{S}_{xy}$ cm <sup>3</sup>	$\bar{S}_{xy}$ cm <sup>3</sup>	$r_x$ cm	$r_y$ cm	$r_{xy}$ cm	$r_{xy}$ cm
20 × 4	20	4	3.5	2	1.12	0.88	0.077	0.60	0.64	1.41	0.85	0.70	0.39	0.28	0.59	0.62	0.74	0.15	0.16	0.37	0.37	0.15	0.16
	4	4	3.5	2	1.45	1.14	0.077	0.64	0.64	1.41	0.85	0.70	0.48	0.30	0.58	0.77	0.73	0.19	0.21	0.38	0.38	0.19	0.21
25 × 4	25	4	3.5	2	1.42	1.12	0.093	0.73	0.76	1.77	1.03	0.87	0.79	0.45	0.75	1.27	0.95	0.31	0.30	0.41	0.41	0.31	0.30
	4	4	3.5	2	1.85	1.45	0.093	0.76	0.80	1.77	1.08	0.89	1.01	0.58	0.74	1.61	0.93	0.40	0.37	0.47	0.47	0.40	0.37
30 × 4	30	4	3.5	2	2.26	1.71	0.116	0.84	0.89	2.12	1.18	1.04	1.41	0.65	0.90	2.24	1.14	0.57	0.48	0.57	0.57	0.57	0.48
	4	4	3.5	2	2.74	2.16	0.116	0.89	0.92	2.12	1.24	1.05	1.81	0.86	0.89	2.85	1.12	0.76	0.61	0.58	0.58	0.76	0.61
35 × 4	35	4	3.5	2	2.27	1.78	0.116	0.89	0.92	2.12	1.24	1.05	1.81	0.86	0.89	2.85	1.12	0.76	0.61	0.58	0.58	0.76	0.61
	4	4	3.5	2	2.74	2.18	0.116	0.92	0.92	2.12	1.30	1.07	2.10	1.04	0.88	3.41	1.11	0.91	0.70	0.57	0.57	0.91	0.70
40 × 4	40	4	3.5	2	2.04	1.60	0.06	0.96	1.00	2.7	1.36	1.23	2.29	0.90	1.06	3.63	1.34	0.95	0.70	0.68	0.68	0.95	0.70
	4	4	3.5	2	2.67	2.10	0.136	1.00	1.04	2.7	1.41	1.24	2.95	1.18	1.08	4.68	1.33	1.24	0.88	0.89	0.89	1.24	0.88
45 × 4	45	4	3.5	2	3.26	2.57	0.106	1.04	1.08	3.18	1.47	1.25	3.56	1.45	1.04	5.63	1.31	1.49	1.10	0.67	0.67	1.49	1.10
	4	4	3.5	2	3.87	3.04	0.106	1.08	1.12	3.18	1.53	1.27	4.14	1.71	1.04	6.50	1.30	1.77	1.16	0.68	0.68	1.77	1.16
50 × 4	50	4	3.5	2	2.35	1.84	0.153	1.07	1.12	3.83	1.52	1.40	3.46	1.18	1.21	6.45	1.52	1.44	0.95	0.78	0.78	1.44	0.95
	4	4	3.5	2	3.04	2.42	0.153	1.12	1.16	3.83	1.58	1.40	4.48	1.56	1.21	7.09	1.52	1.86	1.19	0.78	0.78	1.86	1.19
55 × 4	55	4	3.5	2	3.79	2.91	0.153	1.16	1.20	3.83	1.64	1.42	5.43	1.91	1.20	8.64	1.51	2.32	1.35	0.77	0.77	2.32	1.35
	4	4	3.5	2	4.48	3.52	0.153	1.20	1.24	3.83	1.70	1.43	6.33	2.26	1.19	9.98	1.49	2.67	1.57	0.77	0.77	2.67	1.57
60 × 4	60	4	3.5	2	3.49	2.74	0.174	1.23	1.28	3.18	1.75	1.57	6.43	1.97	1.36	10.2	1.71	2.68	1.33	0.88	0.88	2.68	1.33
	4	4	3.5	2	4.30	3.38	0.174	1.28	1.32	3.18	1.81	1.58	7.83	2.43	1.35	12.4	1.70	3.25	1.80	0.87	0.87	3.25	1.80
65 × 4	65	4	3.5	2	5.09	4.00	0.174	1.32	1.36	3.18	1.87	1.60	9.16	2.88	1.34	14.8	1.69	3.83	2.09	0.87	0.87	3.83	2.09
	4	4	3.5	2	5.86	4.60	0.174	1.36	1.40	3.18	1.92	1.61	10.4	3.31	1.33	18.4	1.67	4.39	2.29	0.87	0.87	4.39	2.29
70 × 4	70	4	3.5	2	3.89	3.08	0.184	1.36	1.40	3.54	1.92	1.75	8.97	2.46	1.62	14.2	1.91	3.73	1.94	0.96	0.96	3.73	1.94
	4	4	3.5	2	4.80	3.77	0.184	1.40	1.44	3.54	1.98	1.76	11.0	3.08	1.61	17.4	1.90	4.59	2.12	0.96	0.96	4.59	2.12
75 × 4	75	4	3.5	2	5.69	4.47	0.184	1.45	1.49	3.54	2.04	1.77	12.8	3.61	1.60	20.4	1.89	5.24	2.57	0.96	0.96	5.24	2.57
	4	4	3.5	2	6.56	5.15	0.184	1.49	1.52	3.54	2.11	1.78	14.6	4.18	1.49	23.1	1.88	6.02	2.85	0.96	0.96	6.02	2.85
80 × 4	80	4	3.5	2	7.41	5.82	0.184	1.52	1.56	3.54	2.16	1.80	16.3	4.68	1.48	25.7	1.86	6.87	3.19	0.96	0.96	6.87	3.19
	4	4	3.5	2	8.24	6.47	0.184	1.56	1.60	3.54	2.21	1.82	17.9	5.20	1.47	28.3	1.85	7.67	3.47	0.97	0.97	7.67	3.47
85 × 4	85	4	3.5	2	5.32	4.18	0.213	1.52	1.56	3.89	2.15	1.93	14.7	3.70	1.68	23.3	2.09	6.11	2.84	1.07	1.07	6.11	2.84
	4	4	3.5	2	6.31	4.95	0.213	1.56	1.60	3.89	2.21	1.94	17.3	4.40	1.66	27.4	2.08	7.24	3.28	1.07	1.07	7.24	3.28
90 × 4	90	4	3.5	2	8.23	6.46	0.213	1.64	1.68	4.24	2.32	1.97	22.1	5.72	1.64	34.8	2.06	9.35	4.01	1.07	1.07	9.35	4.01
	4	4	3.5	2	10.1	7.90	0.213	1.72	1.76	4.24	2.43	2.00	26.3	6.97	1.62	41.4	2.02	11.3	4.65	1.06	1.06	11.3	4.65
95 × 4	95	4	3.5	2	5.82	4.57	0.233	1.64	1.68	4.24	2.32	2.11	19.4	4.45	1.82	30.7	2.30	8.03	3.48	1.17	1.17	8.03	3.48
	4	4	3.5	2	6.91	5.42	0.233	1.68	1.72	4.24	2.39	2.11	22.8	5.29	1.82	35.1	2.29	9.43	3.95	1.17	1.17	9.43	3.95
100 × 4	100	4	3.5	2	9.03	7.09	0.233	1.77	1.81	4.24	2.50	2.14	29.1	6.88	1.80	46.1	2.28	12.1	4.84	1.16	1.16	12.1	4.84
	4	4	3.5	2	11.1	8.89	0.233	1.85	1.89	4.24	2.62	2.17	34.9	8.41	1.78	55.1	2.23	14.8	5.57	1.15	1.15	14.8	5.57
105 × 4	105	4	3.5	2	7.53	5.91	0.252	1.80	1.84	4.60	2.55	2.28	29.2	6.21	1.97	48.3	2.48	12.1	4.74	1.27	1.27	12.1	4.74
	4	4	3.5	2	8.70	6.83	0.252	1.84	1.88	4.60	2.62	2.29	33.4	7.18	1.96	53.0	2.47	13.8	5.27	1.26	1.26	13.8	5.27
110 × 4	110	4	3.5	2	9.85	7.73	0.252	1.89	1.93	4.60	2.67	2.31	37.5	8.13	1.95	59.4	2.46	15.6	5.84	1.25	1.25	15.6	5.84
	4	4	3.5	2	11.0	8.82	0.252	1.93	1.97	4.60	2.73	2.32	41.3	9.04	1.94	65.4	2.44	17.2	6.30	1.25	1.25	17.2	6.30
115 × 4	115	4	3.5	2	13.2	10.3	0.252	2.00	2.04	4.60	2.83	2.36	48.8	10.8	1.91	76.8	2.42	20.7	7.31	1.25	1.25	20.7	7.31

L	$\alpha$	$\beta$	$r_1$	$r_2$	F cm <sup>3</sup>	G kg/m	U m <sup>3</sup> /m					$x-x=y-y$			$\xi-\xi$		$\eta-\eta$		$r_\eta$ (mm) cm
								$\epsilon$	w	$v_1$	$v_2$	$I_x$ = $I_y$ cm <sup>4</sup>	$S_x$ = $S_y$ cm <sup>3</sup>	$r_x$ = $r_y$ cm	$I_\xi$ cm <sup>4</sup>	$r_\xi$ cm	$I_\eta$ cm <sup>4</sup>	$S_\eta$ cm <sup>3</sup>	
70 x 7 8 9 11	70	6 7 8 11	0	4,5	8,13 9,40 11,9 14,3	6,38 7,38 9,34 11,2	0,272	1,93 1,97 2,05 2,13	4,95	2,73 2,79 2,90 3,01	2,46 2,47 2,50 2,53	36,9 42,4 62,6 61,8	7,27 8,43 10,6 12,7	2,13 2,12 2,10 2,08	58,6 67,1 83,1 97,6	2,68 2,67 2,64 2,61	15,3 17,6 22,0 26,0	5,60 6,31 7,59 8,64	1,37 1,37 1,36 1,35
75 x 7 8 10 12	75	6 7 8 12	0	10,5	8,75 10,1 11,5 14,1 16,7	6,87 7,94 9,03 11,1 13,1	0,291	2,04 2,09 2,13 2,21 2,29	5,30	2,89 2,95 3,01 3,12 3,24	2,63 2,63 2,65 2,68 2,71	45,6 62,4 58,9 71,4 82,4	8,38 9,67 11,0 13,5 15,8	2,28 2,28 2,26 2,25 2,22	72,2 83,6 93,3 113 130	2,87 2,88 2,85 2,83 2,79	18,9 21,1 24,4 29,8 34,7	6,54 7,15 8,11 9,56 10,7	1,47 1,45 1,46 1,45 1,44
80 x 7 8 10 12 14	80	6 7 8 12 14	0	10,5	10,8 12,3 15,1 17,9 20,6	8,49 9,66 11,9 14,2 16,1	0,311	2,21 2,26 2,34 2,41 2,48	5,66	3,13 3,20 3,31 3,41 3,51	2,82 2,82 2,85 2,89 2,93	64,2 72,3 87,5 102 115	11,1 12,6 15,5 18,2 20,8	2,44 2,42 2,41 2,39 2,36	102 115 139 161 181	3,07 3,06 3,03 3,00 2,98	26,5 29,6 35,9 43,0 48,6	8,48 9,25 10,9 12,6 13,9	1,57 1,55 1,54 1,53 1,54
80 x 8 9 11 13 15	90	8 9 11 13 15	11	5,5	13,9 15,5 18,7 21,8 26,4	10,9 12,2 14,7 17,1 20,7	0,351	2,50 2,64 2,82 2,70 2,81	6,36	3,53 3,69 3,70 3,81 3,97	3,17 3,19 3,21 3,24 3,29	104 115 138 158 186	16,1 18,0 21,6 25,1 30,1	2,74 2,74 2,72 2,69 2,66	166 184 218 250 294	3,45 3,45 3,41 3,39 3,34	43,1 47,8 57,1 65,9 79,1	12,2 13,3 15,4 17,3 19,9	1,76 1,76 1,75 1,74 1,73
100 x 8 10 12 14 16 20	100	8 10 12 14 16 20	12	6	15,5 19,2 22,7 26,2 29,8 36,2	12,2 15,1 17,8 20,6 23,2 28,4	0,390	2,74 2,82 2,90 2,98 3,06 3,20	7,07	3,87 3,99 4,10 4,21 4,32 4,53	3,42 3,54 3,57 3,60 3,63 3,71	145 177 207 235 262 311	19,9 24,7 29,2 33,5 37,7 43,7	3,06 3,04 3,02 3,00 2,97 2,93	230 280 328 372 413 487	3,85 3,82 3,80 3,77 3,74 3,67	59,9 73,3 86,2 98,3 111 135	15,5 18,4 21,0 23,4 25,6 29,8	1,98 1,95 1,95 1,94 1,93 1,93
110 x 10 12 14	110	10 12 14	12	6	21,2 25,1 29,0	16,6 19,7 22,8	0,430	3,07 3,15 3,21	7,78	4,34 4,45 4,54	3,89 3,93 3,98	239 280 319	30,1 35,7 41,0	3,36 3,34 3,32	379 444 505	4,23 4,21 4,18	98,6 116 133	22,7 26,1 29,3	2,16 2,15 2,14
120 x 11 13 15	120	11 13 15	13	6,5	25,4 27,5 29,7 33,9	19,9 21,6 23,3 26,6	0,469	3,36 3,40 3,44 3,51	8,49	4,75 4,80 4,86 4,96	4,24 4,25 4,27 4,31	341 368 394 446	39,5 42,7 46,0 52,5	3,66 3,65 3,64 3,63	541 584 625 705	4,62 4,60 4,59 4,56	140 152 162 186	29,5 31,6 33,3 37,5	2,35 2,35 2,34 2,34
130 x 12 14 16	130	12 14 16	14	7	30,0 34,7 39,3	23,6 27,2 30,9	0,508	3,64 3,72 3,80	9,19	5,15 5,28 5,37	4,60 4,63 4,66	472 540 605	50,4 58,2 66,8	3,97 3,94 3,92	750 857 959	5,00 4,97 4,94	194 223 251	37,7 42,4 46,7	2,54 2,53 2,52
140 x 13 15 17	140	13 15 17	15	7,5	35,0 40,0	27,5 31,4	0,547	3,92 4,00	9,90	5,54 5,66	4,95 4,99	638 723	63,3 72,3	4,27 4,25	1010 1150	5,38 5,36	282 298	47,3 52,7	2,74 2,73
150 x 14 16 18 20	150	14 16 18 20	16	8	34,6 40,3 43,0 46,7 51,0 55,3	27,3 31,6 33,8 35,9 40,1 44,2	0,586	4,12 4,21 4,26 4,29 4,36 4,44	10,6	5,83 5,95 6,01 6,07 6,17 6,28	5,29 5,31 5,33 5,34 5,38 5,41	737 845 898 949 1050 1150	87,7 78,2 83,5 88,7 99,3 109	4,60 4,58 4,57 4,56 4,54 4,51	1170 1340 1430 1510 1670 1820	5,80 5,77 5,76 5,74 5,70 5,68	303 347 370 391 438 477	52,0 58,3 61,6 64,4 71,0 76,0	2,95 2,94 2,93 2,93 2,93 2,91
160 x 16 18 20	160	16 18 20	17	8,5	46,1 51,8 57,5	36,2 40,7 45,1	0,628	4,49 4,57 4,65	11,3	6,35 6,46 6,58	5,67 5,70 5,73	1100 1230 1350	95,6 108 118	4,88 4,86 4,84	1750 1950 2140	6,15 6,13 6,10	453 506 558	71,3 78,3 84,8	3,14 3,13 3,12
180 x 18 20 22	180	18 20 22	18	9	55,4 61,9 68,4 74,7	43,5 49,6 53,7 58,6	0,705	5,02 5,10 5,18 5,26	12,7	7,11 7,22 7,33 7,44	6,39 6,41 6,44 6,47	1680 1870 2040 2210	130 145 160 174	5,51 5,49 5,47 5,44	2690 2970 3260 3510	6,96 6,93 6,90 6,86	679 757 830 916	95,5 109 113 123	3,50 3,49 3,48 3,50
200 x 20 22 24 26	200	20 22 24 26	18	9	61,8 69,1 76,4 82,0	48,5 54,3 59,9 64,0	0,785	5,52 5,60 5,68 5,76	14,7	7,80 7,92 8,04 8,16	7,09 7,12 7,15 7,18	2340 2600 2850 3130 3380	162 181 199 225 270	6,15 6,13 6,11 6,06 6,02	3740 4150 4540 5280 5990	7,78 7,75 7,72 7,64 7,57	943 1050 1160 1380 1580	121 133 144 167 186	3,91 3,90 3,89 3,90 3,89



# میلگرد و چهارسو

A = سطح مقطع

G = وزن واحد طول

U = سطح جانبی واحد طول



d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U	d	A	G	U
mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>2</sup> /m
6*	0,196	0,154	157	20,5	3,30	2,59	644	41	13,2	10,4	1290	75	44,2	34,7	2360
6,5	0,238	0,187	173	21	3,46	2,72	600	42	13,9	10,9	1320	76	45,4	35,6	2390
6*	0,283	0,222	188	21,5	3,63	2,85	615	43	14,5	11,4	1350	78	47,8	37,5	2450
6,5	0,332	0,260	204	22*	3,80	2,98	691	44	15,2	11,9	1380	80	50,3	39,5	2510
7*	0,385	0,302	220	22,5	3,98	3,12	707	45*	15,9	12,5	1410	83	54,1	42,5	2610
7,6	0,442	0,347	236	23	4,15	3,26	723	46	16,6	13,0	1450	85	56,7	44,5	2670
8*	0,503	0,395	251	23,5	4,34	3,40	738	47	17,3	13,6	1480	88	60,8	47,7	2760
8,5	0,567	0,445	267	24*	4,52	3,55	754	48	18,1	14,2	1510	90	63,6	49,9	2830
9	0,636	0,499	283	24,5	4,71	3,70	770	49	18,9	14,8	1540	95	70,9	55,6	2980
9,5	0,709	0,556	298	25	4,91	3,85	785	50*	19,5	15,4	1570	100	78,5	61,7	3140
10*	0,785	0,617	314	25,5	5,11	4,01	801	51	20,4	16,0	1600	105	86,6	68,0	3300
10,5	0,866	0,680	330	26*	5,31	4,17	817	52	21,2	16,7	1630	110	95,0	74,6	3480
11	0,950	0,746	346	26,5	5,52	4,33	833	53	22,1	17,3	1670	115	104	81,5	3610
11,5	1,04	0,815	361	27	5,73	4,49	848	54	22,9	18,0	1700	120	113	88,8	3770
12*	1,13	0,888	377	27,5	5,94	4,66	864	55	23,8	18,7	1730	125	123	96,3	3930
12,5	1,23	0,963	393	28*	6,16	4,83	880	56	24,6	19,3	1760	130	133	101	4080
13	1,34	1,04	408	28,5	6,38	5,01	895	57	25,5	20,0	1790	135	143	112	4240
13,5	1,43	1,12	424	29	6,61	5,19	911	58	26,4	20,7	1820	140	154	121	4400
14*	1,54	1,21	440	29,5	6,83	5,37	927	59	27,3	21,5	1850	145	165	130	4560
14,5	1,65	1,30	456	30*	7,07	5,55	942	60	28,3	22,2	1880	150	177	139	4710
15	1,77	1,39	471	31	7,55	5,92	974	62	30,2	23,7	1950	155	189	148	4870
15,5	1,89	1,48	487	31,5	7,79	6,12	990	63	31,2	24,5	1990	160	201	158	5030
16*	2,01	1,58	503	32*	8,04	6,31	1010	64	32,2	25,3	2010	165	214	168	5180
16,5	2,14	1,68	518	33	8,55	6,71	1040	65	33,2	26,0	2040	170	227	178	5340
17	2,27	1,78	534	34*	9,08	7,13	1070	66	34,2	26,8	2070	(175)	241	189	5500
17,5	2,41	1,89	550	35	9,62	7,56	1100	67	35,3	27,7	2100	180	254	200	5650
18*	2,54	2,00	565	36*	10,2	7,99	1130	68	36,3	28,5	2140	(185)	2,9	211	5810
18,5	2,69	2,11	581	37	10,8	8,44	1160	70	38,5	30,2	2200	190	284	223	5970
19	2,84	2,23	597	38*	11,3	8,90	1190	72	40,7	32,0	2260	200	314	247	6280
19,5	2,99	2,34	613	39	11,9	9,38	1230	73	41,9	32,9	2290	210	346	272	6600
20*	3,14	2,47	628	40*	12,6	9,86	1260					220	380	298	6910



a	A	G	U	a	A	G	U	a	A	G	U	a	A	G	U
mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>2</sup> /m	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>2</sup> /m
6	0,360	0,283	240	21,5	4,62	3,63	860	38	14,4	11,3	1520	70	49,0	38,5	2800
7	0,490	0,385	280	22	4,84	3,80	880	40	16,0	12,6	1600	(73)	53,3	41,8	2920
8	0,640	0,502	320	23	5,29	4,15	920	42	17,6	13,8	1680	75	56,3	44,2	3000
9	0,810	0,638	360	24	5,76	4,52	960	43	18,5	14,5	1720	80	64,0	50,2	3200
10	1,00	0,785	400	25	6,25	4,91	1000	45	20,3	15,9	1800	(83)	69,9	54,1	3320
(11)	1,21	0,950	440	26	6,76	5,31	1040	47	22,1	17,3	1880	85	72,3	56,7	3400
12	1,44	1,13	480	26,5	7,02	5,51	1060	48	23,0	18,1	1920	90	81,0	63,6	3600
13	1,69	1,33	520	28	7,84	6,15	1120	50	25,0	19,6	2000	(93)	86,5	67,9	3720
14	1,96	1,54	560	29	8,41	6,60	1160	62	27,0	21,2	2080	100	100	78,5	4000
16	2,25	1,77	600	30	9,00	7,07	1200	65	30,3	23,7	2200	(103)	106	83,3	4120
18	2,56	2,01	640	32	10,2	8,04	1280	68	33,4	26,5	2280	110	121	95,0	4400
17	2,89	2,27	680	(33)	10,9	8,55	1320	70	36,0	28,3	2400	120	144	113	4800
19	3,24	2,54	720	34	11,6	9,07	1360	(87)	32,5	25,5	2280	130	169	133	5200
20	3,61	2,83	760	36	12,9	9,62	1400	80	38,0	29,3	2400	140	196	154	5600
20	4,00	3,14	800	(38)	13,0	10,2	1440	83	39,7	31,2	2520	150	225	177	6000
21	4,41	3,46	840	37	13,7	10,7	1480	85	42,3	33,3	2600				

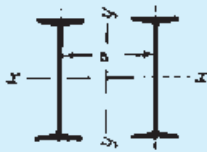
# نیمرخ زوج INP

F = سطح مقطع

J = ممان اینرسی

W = اساس مقطع

i = شعاع ژیراسیون



Profil	II 140 F = 36,6	II 160 F = 45,6	II 180 F = 55,8	II 200 F = 67,0	II 220 F = 79,2
a	$J_x = 1150$ $W_x = 164$ $i_x = 5,61; i_y = 1,40$	$J_x = 1870$ $W_x = 234$ $i_x = 6,40; i_y = 1,55$	$J_x = 2900$ $W_x = 322$ $i_x = 7,26; i_y = 1,71$	$J_x = 4280$ $W_x = 428$ $i_x = 8,00; i_y = 1,87$	$J_x = 6120$ $W_x = 558$ $i_x = 8,80; i_y = 2,02$
mm	$J_y$ $W_y$ $i_y$	$J_y$ $W_y$ $i_y$	$J_y$ $W_y$ $i_y$	$J_y$ $W_y$ $i_y$	$J_y$ $W_y$ $i_y$
80	656 90 4,24	839 109 4,29	— — —	— — —	— — —
90	812 104 4,27	1030 126 4,73	1200 150 4,81	— — —	— — —
100	985 119 5,19	1250 144 5,24	1560 171 5,29	1910 201 5,34	2300 232 5,39
110	1180 134 5,68	1490 162 5,72	1850 193 5,76	2260 226 5,81	2720 262 5,86
120	1390 149 6,16	1750 180 6,19	2170 215 6,24	2650 252 6,29	3170 291 6,33
130	1620 165 6,65	2040 200 6,69	2520 238 6,72	3060 278 6,76	3670 322 6,81
140	1860 181 7,13	2340 219 7,16	2900 260 7,20	3520 306 7,25	4200 353 7,28
150	2130 197 7,63	2670 238 7,65	3300 284 7,69	4000 333 7,73	4780 385 7,77
160	2410 213 8,11	3030 259 8,15	3730 308 8,18	4520 362 8,21	5390 418 8,25
170	2710 230 8,60	3400 279 8,63	4190 333 8,67	5070 390 8,70	6050 451 8,74
180	3030 246 9,10	3800 299 9,13	4680 357 9,16	5660 419 9,19	6740 485 9,23
190	3370 263 9,60	4220 320 9,62	5200 382 9,65	6280 449 9,68	7470 519 9,71
200	3730 280 10,1	4670 341 10,1	5740 407 10,1	6930 478 10,2	8240 553 10,2
210	4110 298 10,6	5140 362 10,6	6310 432 10,6	7620 508 10,7	9060 588 10,7
220	4500 315 11,1	5630 383 11,1	6910 458 11,1	8340 538 11,2	9910 623 11,2
230	4910 332 11,6	6140 404 11,6	7540 483 11,6	9090 568 11,7	10800 659 11,7
240	5340 349 12,1	6680 425 12,1	8200 509 12,1	9880 599 12,1	11730 694 12,2
250	5790 366 12,6	7230 446 12,6	8880 535 12,6	10700 629 12,6	12700 730 12,7
260	6260 384 13,1	7820 468 13,1	9590 561 13,1	11660 661 13,1	13710 766 13,1
280	7240 419 14,1	9050 511 14,1	11100 613 14,1	13370 723 14,1	15850 839 14,2
300	8310 454 15,1	10370 555 15,1	12720 666 15,1	15310 785 15,1	18140 912 15,1
Profil	II 240 F = 92,2	II 280 F = 107	II 280 F = 122	II 300 F = 136	II 320 F = 156
a	$J_x = 8500$ $W_x = 703$ $i_x = 9,59; i_y = 2,20$	$J_x = 11480$ $W_x = 884$ $i_x = 10,4; i_y = 2,32$	$J_x = 15180$ $W_x = 1080$ $i_x = 11,1; i_y = 2,45$	$J_x = 19600$ $W_x = 1310$ $i_x = 11,9; i_y = 2,56$	$J_x = 25020$ $W_x = 1560$ $i_x = 12,7; i_y = 2,67$
mm	$J_y$ $W_y$ $i_y$	$J_y$ $W_y$ $i_y$	$J_y$ $W_y$ $i_y$	$J_y$ $W_y$ $i_y$	$J_y$ $W_y$ $i_y$
130	4340 368 6,86	5090 419 6,90	5890 473 6,95	6740 529 6,99	— — —
140	4960 403 7,33	5810 459 7,37	6720 519 7,42	7670 579 7,45	8730 644 7,48
150	5630 440 7,81	6580 500 7,84	7600 565 7,89	8680 631 7,93	9860 703 7,95
160	6340 477 8,29	7410 543 8,32	8550 613 8,37	9750 684 8,41	11070 763 8,42
170	7100 514 8,77	8290 586 8,80	9560 662 8,85	10890 738 8,89	12350 822 8,90
180	7910 553 9,26	9230 630 9,29	10630 711 9,34	12100 793 9,36	13710 883 9,37
190	8760 592 9,75	10210 674 9,77	11760 761 9,82	13370 849 9,84	15150 946 9,85
200	9660 631 10,2	11260 719 10,3	12950 812 10,3	14720 906 10,3	16670 1010 10,3
210	10610 672 10,7	12350 765 10,7	14200 863 10,8	16140 964 10,8	18260 1070 10,8
220	11600 712 11,2	13500 811 11,2	15510 915 11,3	17620 1020 11,3	19940 1140 11,3
230	12640 752 11,7	14700 857 11,7	16890 968 11,8	19160 1080 11,8	21690 1200 11,8
240	13720 793 12,2	15950 904 12,2	18320 1020 12,3	20800 1140 12,3	23520 1270 12,3
250	14850 834 12,7	17260 951 12,7	19820 1070 12,8	22500 1200 12,8	25420 1340 12,8
260	16020 875 13,2	18630 999 13,2	21380 1130 13,2	24260 1260 13,2	27410 1400 13,2
280	18510 959 14,2	21510 1090 14,2	24680 1240 14,2	27950 1380 14,2	31610 1540 14,2
300	21190 1040 15,2	24610 1190 15,2	28220 1350 15,2	32000 1510 15,2	36120 1680 15,2
320	24050 1130 16,1	27920 1280 16,2	32010 1460 16,2	36280 1630 16,2	40840 1820 16,2
340	27090 1210 17,1	31440 1390 17,2	36040 1570 17,2	40840 1760 17,2	46080 1960 17,2
350	28680 1260 17,6	33280 1440 17,7	38150 1630 17,7	43230 1820 17,7	48760 2030 17,7

نیمرخ زوج INP (دنباله)

Profile	II 340 $F = 174$			II 360 $F = 194$			II 380 $F = 214$			II 400 $F = 236$			II 425 $F = 264$		
$\sigma$	$J_X = 31\ 400$ $W_X = 1\ 850$ $i_X = 13,5; i_1 = 2,80$			$J_X = 39\ 220$ $W_X = 2\ 180$ $i_X = 14,2; i_1 = 2,90$			$J_X = 48\ 020$ $W_X = 2\ 520$ $i_X = 15,0; i_1 = 3,02$			$J_X = 55\ 420$ $W_X = 2\ 920$ $i_X = 15,7; i_1 = 3,13$			$J_X = 73\ 940$ $W_X = 3\ 480$ $i_X = 16,7; i_1 = 3,30$		
mm	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$
160	11 110	774	7,99	12 560	857	8,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
169	12 460	839	8,45	14 060	928	8,51	15 650	1 010	8,55	17 420	1 110	8,59	—	—	—
170	13 890	905	8,94	15 670	1 000	8,90	17 410	1 090	9,02	19 370	1 190	9,06	—	—	—
180	15 410	972	9,41	17 370	1 080	9,46	19 290	1 170	9,47	21 430	1 280	9,53	24 260	1 410	9,59
190	17 010	1 040	9,89	19 160	1 150	9,94	21 260	1 250	9,97	23 610	1 370	10,0	26 700	1 510	10,1
200	18 710	1 110	10,4	21 060	1 230	10,4	23 350	1 340	10,4	25 920	1 460	10,5	29 280	1 610	10,5
210	20 490	1 180	10,9	23 050	1 310	10,9	25 540	1 420	10,9	28 340	1 550	11,0	31 990	1 720	11,0
220	22 350	1 250	11,3	25 130	1 380	11,4	27 840	1 510	11,4	30 870	1 650	11,4	34 820	1 820	11,5
230	24 310	1 320	11,8	27 320	1 460	11,9	30 250	1 600	11,9	33 530	1 740	11,9	37 790	1 920	12,0
240	26 350	1 400	12,3	29 600	1 550	12,4	32 770	1 680	12,4	36 300	1 840	12,4	40 890	2 030	12,4
250	28 470	1 470	12,8	31 980	1 630	12,8	35 390	1 770	12,8	39 190	1 940	12,9	44 120	2 140	12,9
260	30 690	1 550	13,3	34 460	1 710	13,3	38 120	1 860	13,3	42 200	2 030	13,4	47 500	2 250	13,4
280	35 370	1 700	14,3	39 700	1 880	14,3	43 890	2 050	14,3	48 570	2 230	14,3	54 620	2 470	14,3
300	40 410	1 850	15,2	45 330	2 050	15,2	50 100	2 230	15,2	55 420	2 440	15,2	62 270	2 690	15,2
310	43 060	1 930	15,7	48 290	2 130	15,8	53 360	2 330	15,8	59 020	2 540	15,8	66 310	2 800	15,8
320	45 790	2 000	16,2	51 350	2 220	16,3	56 730	2 420	16,3	62 730	2 640	16,3	70 460	2 920	16,3
330	48 610	2 080	16,7	54 610	2 300	16,8	60 210	2 510	16,8	66 570	2 750	16,8	74 750	3 030	16,8
340	51 520	2 160	17,2	57 760	2 390	17,3	63 900	2 610	17,3	70 520	2 850	17,3	79 180	3 150	17,3
350	54 510	2 240	17,7	61 110	2 480	17,7	67 490	2 710	17,8	74 590	2 950	17,8	83 720	3 260	17,8
360	57 590	2 320	18,2	64 580	2 570	18,2	71 290	2 800	18,3	78 780	3 060	18,3	88 420	3 380	18,3
380	64 020	2 480	19,2	71 740	2 740	19,2	79 200	2 990	19,3	87 510	3 270	19,3	98 180	3 620	19,3
400	70 790	2 640	20,2	79 320	2 920	20,2	87 550	3 190	20,2	96 720	3 490	20,2	108 500	3 950	20,2
425	79 740	2 840	21,4	89 330	3 150	21,4	98 560	3 430	21,5	109 900	3 750	21,5	122 100	4 150	21,5
Profile	II 450 $F = 294$			II 475 $F = 326$			II 500 $F = 360$			II 550 $F = 426$			II 600 $F = 508$		
$\sigma$	$J_X = 81\ 700$ $W_X = 4\ 080$ $i_X = 17,7; i_1 = 3,43$			$J_X = 113\ 000$ $W_X = 4\ 780$ $i_X = 18,6; i_1 = 3,60$			$J_X = 137\ 500$ $W_X = 6\ 500$ $i_X = 19,6; i_1 = 3,72$			$J_X = 198\ 400$ $W_X = 7\ 220$ $i_X = 21,5; i_1 = 4,02$			$J_X = 278\ 000$ $W_X = 9\ 260$ $i_X = 23,4; i_1 = 4,30$		
mm	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$	$J_Y$	$W_Y$	$i_Y$
160	27 260	1 560	9,63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
190	29 980	1 670	10,1	33 600	1 830	10,2	37 450	2 000	10,2	—	—	—	—	—	—
200	32 850	1 780	10,6	36 780	1 950	10,6	40 960	2 130	10,7	—	—	—	—	—	—
210	35 870	1 890	11,0	40 120	2 070	11,1	44 650	2 260	11,1	53 950	2 630	11,3	—	—	—
220	39 020	2 000	11,5	43 520	2 190	11,6	48 520	2 400	11,6	58 520	2 790	11,7	70 800	3 260	11,8
230	42 340	2 120	12,0	47 290	2 320	12,0	52 570	2 530	12,1	63 320	2 950	12,2	76 520	3 440	12,3
240	45 790	2 230	12,5	51 120	2 450	12,5	56 800	2 670	12,6	68 320	3 110	12,7	82 490	3 630	12,7
250	49 390	2 350	13,0	55 110	2 580	13,0	61 210	2 810	13,0	73 540	3 270	13,1	88 710	3 820	13,2
260	53 150	2 470	13,4	59 270	2 710	13,5	65 800	2 960	13,5	78 970	3 430	13,6	95 190	4 010	13,7
280	61 070	2 710	14,4	68 070	2 970	14,5	75 520	3 250	14,5	90 470	3 710	14,6	108 900	4 400	14,6
300	69 600	2 960	15,4	77 530	3 240	15,4	85 960	3 540	15,5	102 800	4 110	15,5	123 600	4 800	15,6
320	78 710	3 210	16,4	87 630	3 520	16,4	97 120	3 850	16,4	116 000	4 460	16,5	139 400	5 210	16,6
340	88 430	3 470	17,3	98 390	3 800	17,4	109 000	4 150	17,4	130 100	4 820	17,5	150 200	5 630	17,5
350	93 490	3 600	17,8	104 000	3 940	17,9	115 200	4 310	17,9	137 400	5 000	18,0	164 900	5 840	18,0
360	98 720	3 730	18,3	109 800	4 080	18,4	121 600	4 480	18,4	145 000	5 180	18,4	173 900	6 050	18,5
380	104 100	3 850	18,8	115 800	4 220	18,8	128 200	4 620	18,9	152 800	5 360	18,9	183 200	6 260	19,0
400	109 600	3 990	19,3	121 900	4 370	19,3	134 900	4 780	19,3	160 800	5 540	19,4	192 700	6 480	19,5
425	115 300	4 120	19,8	128 100	4 510	19,8	141 900	4 930	19,9	169 000	5 730	19,9	202 500	6 690	20,0
450	121 100	4 250	20,3	134 600	4 660	20,3	149 000	5 090	20,3	177 400	5 910	20,3	212 500	6 910	20,3
475	136 200	4 580	21,5	151 400	5 020	21,5	167 500	5 490	21,6	199 300	6 380	21,6	238 700	7 400	21,7
490	152 300	4 910	22,8	169 200	5 390	22,8	187 200	5 900	22,8	222 600	6 850	22,9	266 500	8 020	22,9
500	169 300	5 250	24,0	188 100	5 760	24,0	208 000	6 300	24,0	247 300	7 330	24,1	295 900	8 580	24,1
550	187 200	5 590	25,2	207 900	6 130	25,3	230 000	6 720	25,3	273 200	7 810	25,3	326 800	9 140	25,4
550	225 800	6 270	27,7	250 700	6 890	27,7	277 200	7 540	27,7	329 100	8 780	27,8	393 500	10 200	27,8
600	268 100	6 960	30,2	297 600	7 650	30,2	329 000	8 380	30,2	390 400	9 760	30,3	468 600	11 450	30,3

## منابع

- ۱- فرشاد، مهدی، تاریخ مهندسی در ایران، گویش.
- ۲- مگردیچیان، آرگ، طرح و محاسبات ایستایی (جلد اول) مؤلف.
- ۳- مدنی، حسن، مقاومت مصالح، جهاد دانشگاهی (ماجد).
- ۴- جزوات درس دانشگاهی (مقاومت مصالح) تألیف علی خاکی، انتشارات دانشگاه شهید رجایی.
- ۵- مریم؛ ج- ال؛ استاتیک ترجمه‌ی حسن حقیقی تاجور.
- ۶- بیر و جانسون، استاتیک، ترجمه‌ی دکتر واحدیان.
- ۷- استاتیک، ترجمه‌ی مهندس سعید رفعت‌جاه.
- ۸- مکانیک مهندسی، جلد اول: استاتیک، ترجمه‌ی مهندس شاپور طاحونی.
- ۹- مقاومت مصالح مقدماتی، تألیف علی خاکی، شرکت چاپ و نشر.
- ۱۰- جزوه‌ی ایستایی ۱، معماری، تألیف علی خاکی، انتشارات دانشگاه شهید رجایی.
- ۱۱- جزوه‌ی ایستایی ۲، معماری، تألیف علی خاکی، انتشارات دانشگاه شهید رجایی.
- ۱۲- کتاب ایستایی ۱، معماری، تألیف علی خاکی، انتشارات حوزه‌ی هنری (مرکز آموزش عالی علمی کاربردی حوزه‌ی هنری تهران).
- ۱۳- آیین نامه‌ی بتن ایران «آبا».
- ۱۴- استاندارد ۵۱۹ ایران.

15- Mechanics of Materials E.R. Johnston, Jr McGraw-Hill 1985.

16- Engineering Mechanics statics R.C. Hibbeler.

