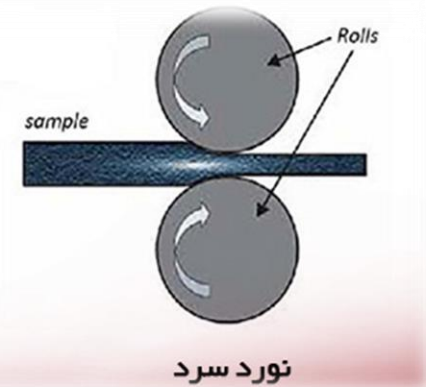
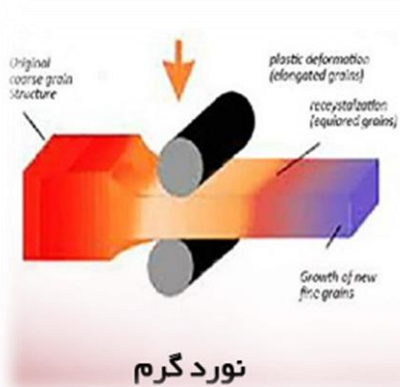




# جلسه سوم

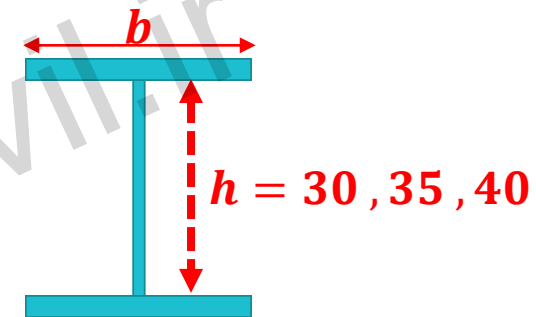
- ✓ تعریف مقاطع ساخته شده از ورق (تیرورق-باکس و ...)
- ✓ کنترل فشردگی مقاطع
- ✓ مقاطع شامل چندنیمرخ (مقاطع دوبر و ...)

# تعریف مقاطع پر کاربرد فولادی



IPE 270

## مقاطع نورد شده در کارخانه



## مقاطع ساخته شده با ورق

مزیت: ابعاد مقطع دلخواه (دست باز طراح)

معایب: عدم داشتن استاندارد مناسب کارخانه‌ای  
بوجود آمدن تنش پسماند هنگام جوش کاری



# انتخاب ابعاد مناسب و بهینه تیرورق‌ها



موارد مهم و کاربردی:

- ۱- عرض بال تیرورق رو با عرض ستون چک کنیم. (ترجیحاً ۵ سانت کمتر)
- ۲- عرض ورق‌های استاندارد ۱۲۰، ۱۵۰، ۲۰۰ سانت هست. (ابعاد مضربی از اینها)
- ۳- ضخامت ورق بال (متعارف ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ...) mm
- ۴- ضخامت ورق بال و جان متناسب باشن (در جوشکاری ورق نازکتر ذوب نشه)

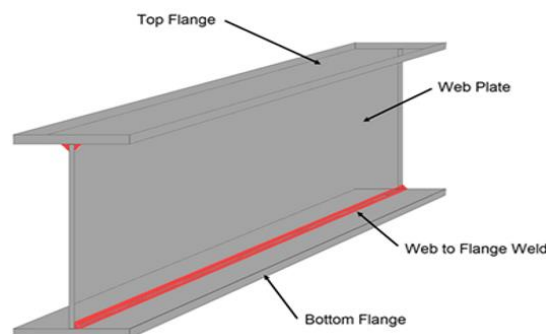
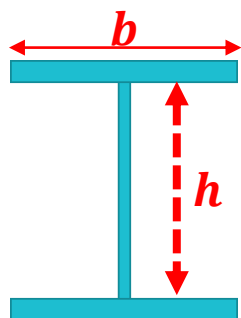
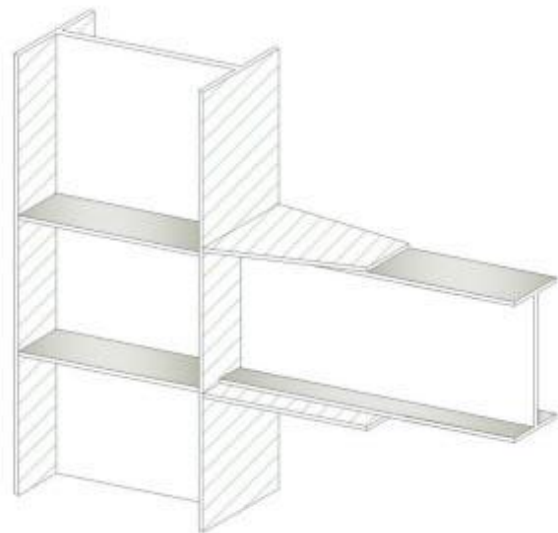
مثال: ضخامت ورق بال      ضخامت ورق جان

۶ mm (توصیه ۸mm)

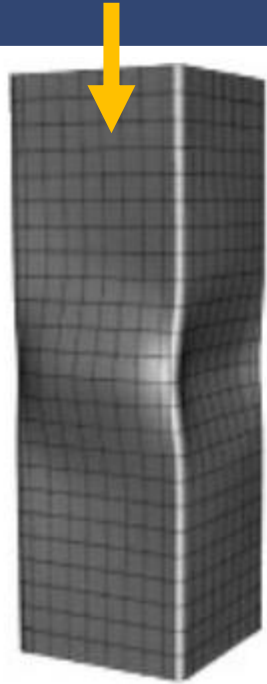
۱۰ mm

۱۲ mm

۲۵ mm



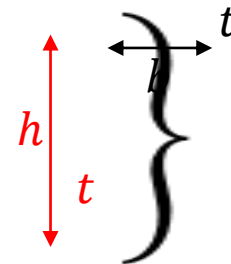
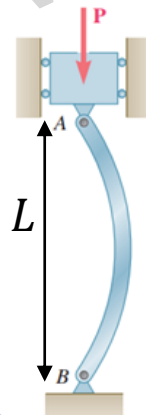
# مقاطع ساخته شده از ورق



کمانش تحت  
فشار محوری



کمانش تحت  
لنگر خمشی



$$\alpha = \frac{b}{t}$$

$$\alpha = \frac{h}{t}$$

کنترل فشردگی مقاطع { فشرده عادی (فصل ۲)  
فشرده لرزه‌ای (فصل ۳)

فشرده عادی (فصل ۲)

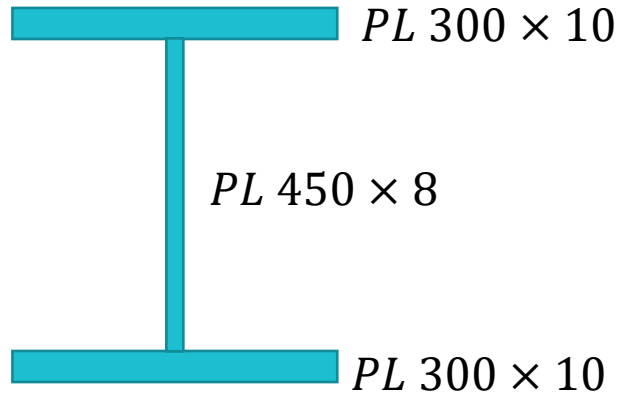
فشار محوری { غیر لاغر  $\alpha \leq \lambda_r$   
لاغر  $\alpha > \lambda_r$

لنگر خمشی { فشرده  $\alpha \leq \lambda_p$   
غیر فشرده  $\lambda_p \leq \alpha \leq \lambda_r$   
لاغر  $\alpha > \lambda_r$

کمانش بر اثر



# مقاطع ساخته شده از ورق



$$E = 2 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sqrt{\frac{E}{F_y}} \approx 29$$

فشرده عادی (فصل ۲)



$$\frac{b}{t} = \frac{\frac{300}{2} - \frac{8}{2}}{10} = 14.6$$

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{\frac{450}{8}}} = 0.53$$

$\alpha \leq \lambda_r$  غیر لاغر  
 $\alpha > \lambda_r$  لاغر

فشار محوری

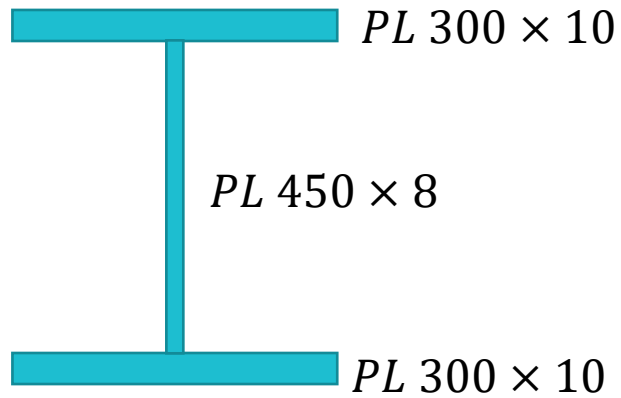
$\alpha \leq \lambda_p$  فشرده  
 $\lambda_p \leq \alpha \leq \lambda_r$  غیر فشرده  
 $\alpha > \lambda_r$  لاغر

لنگر خمشی

کمانش بر اثر



# مقاطع ساخته شده از ورق



$$E = 2 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F_y = 2400 \frac{kg}{cm^2}$$

$R_y = 1.15$  ساخته شده از ورق

$$\sqrt{\frac{E}{R_y F_y}} \approx 27$$

فشرده لرزه‌ای (فصل ۳)

متوسط  $\left. \begin{array}{l} \text{فشرده لرزه‌ای} \quad \alpha \leq \lambda_{md} \\ \text{غیرفشرده} \quad \alpha > \lambda_{md} \end{array} \right\}$

ویژه  $\left. \begin{array}{l} \text{فشرده لرزه‌ای} \quad \alpha \leq \lambda_{hd} \\ \text{غیرفشرده} \quad \alpha > \lambda_{hd} \end{array} \right\}$

کنترل فشردگی  
بر اساس  
شکل پذیری

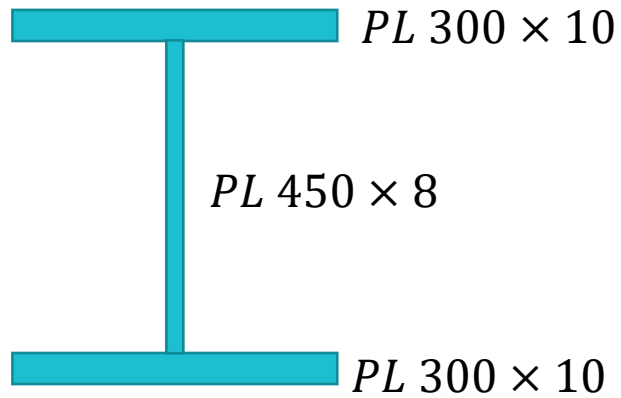
$$\frac{b}{t} = \frac{\frac{300}{2} - \frac{8}{2}}{10} = 14.6$$

استفاده از این تیورق برای شکل پذیری  
متوسط و ویژه مجاز نیست.



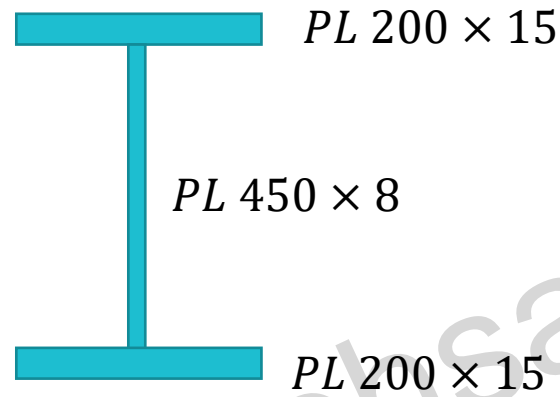


# کنترل فشردگی بال‌ها



$$\frac{b}{t} = \frac{\frac{300}{2} - \frac{8}{2}}{10} = 14.6$$

استفاده از این تیورق برای شکل پذیری  
متوسط و ویژه مجاز نیست.



$$\frac{b}{t} = \frac{\frac{200}{2} - \frac{8}{2}}{15} = 6.4$$

استفاده از این تیورق برای شکل پذیری  
متوسط و ویژه مجاز است.

مساحت بال هر دو مقطع یکی است.

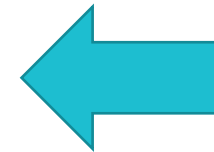


عمده مقاومت خمشی مقطع وابسته به بال‌ها

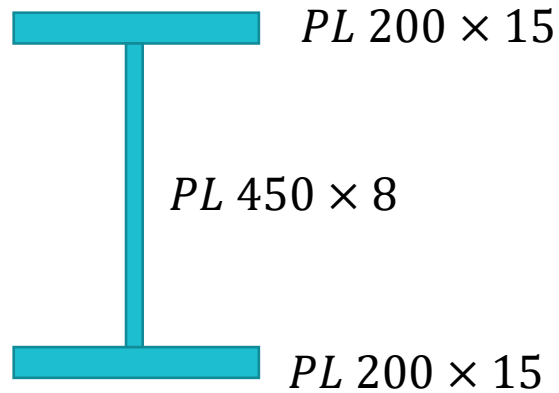


مقاومت خمشی تقریباً برابر دارن.

صرفاً در کنترل فشردگی بال‌ها



# کنترل فشردگی جان



معمولاً جان خیلی محدود کننده نیست.

$$\frac{h}{t_w} = \frac{450}{8} = 56.25 \leq 60$$

$(C_a = 0.1)$

استفاده از این تیورق برای شکل پذیری  
متوسط و ویژه مجاز است.





# سخت کننده عرضی در جان تیرورق



موارد استفاده از سخت کننده:

۱- بار متمرکز روی تیرورق (زیر بار متمرکز قرار میگیره)

۲- ارتفاع خیلی زیاد جان: نیروی برشی چین خوردگی جان

۱۰-۲-۶-۳ سخت کننده های عرضی

مبحث دهم ۱۴۰۱ - صفحه ۱۲۸

در مواردی که  $\frac{h}{t_w} \leq 2.54 \sqrt{k_v E / F_y}$  باشد، تعبیه سخت کننده های عرضی ضروری نیست.

$$\frac{h}{t_w} \leq 2.54 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

73



**سخت کننده در ایتبس:**

اثر سخت کننده در ایتبس دیده نمیشه.

اگر جان لاغر باشه مقاومت برشی رو کاهش میده



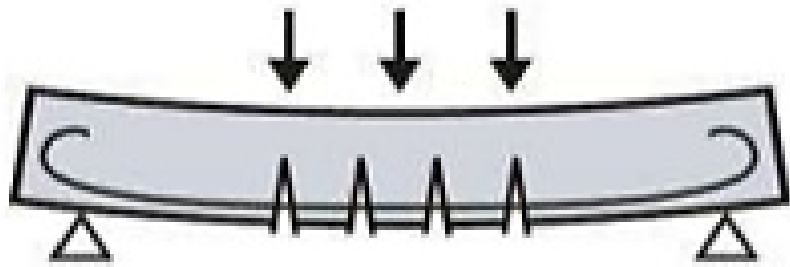
# سخت کننده عرضی در جان تیرورق



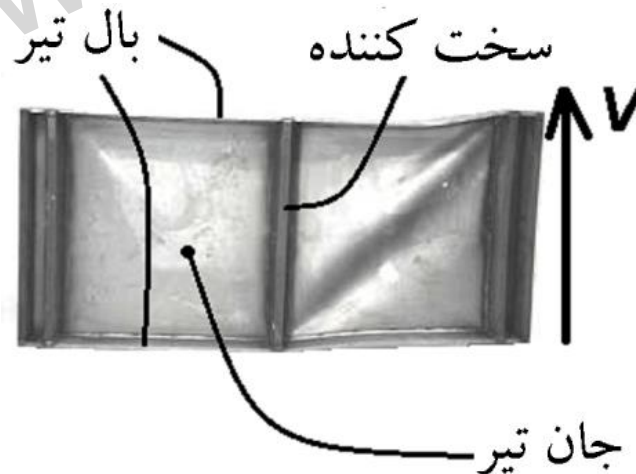
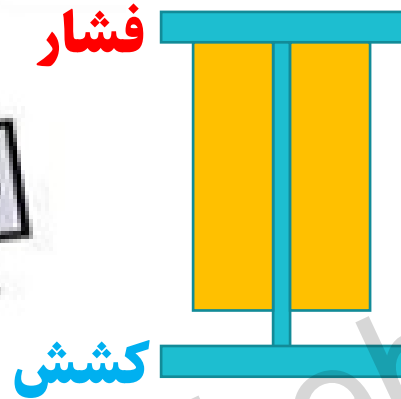
✓ سخت کننده به بال فشاری جوش بشه یا کششی؟

باید به بال فشاری جوش و مانع کمانش بشه.

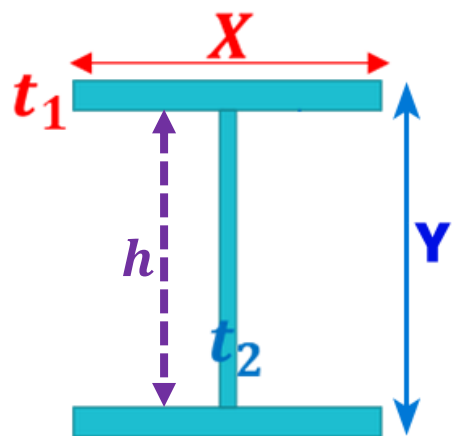
اگر اتصال گیردار هست، هر دو بال ممکنه هم به کشش و هم به فشار بیافتن.



اتصال مفصلی



# تعریف تیرورق‌های پیشنهادی

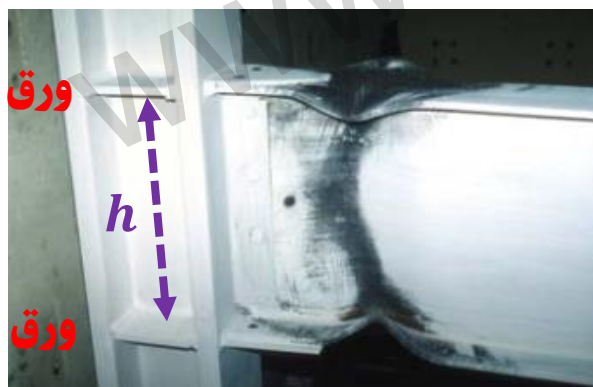


$h = 30 \text{ cm}$

| نام تیرورق | عرض بال $X$ | ارتفاع کلی $Y$ | ضخامت بالها $t1$ | ضخامت جان $t2$ |
|------------|-------------|----------------|------------------|----------------|
| PG-1       | 25          | 35             | 2.5              | 1.2            |
| PG-2       | 20          | 34             | 2                | 1              |
| PG-3       | 20          | 33             | 1.5              | 0.8            |
| PG-4       | 20          | 32             | 1                | 0.8            |
| PG-5       | 15          | 32             | 1                | 0.8            |

ورق پیوستگی

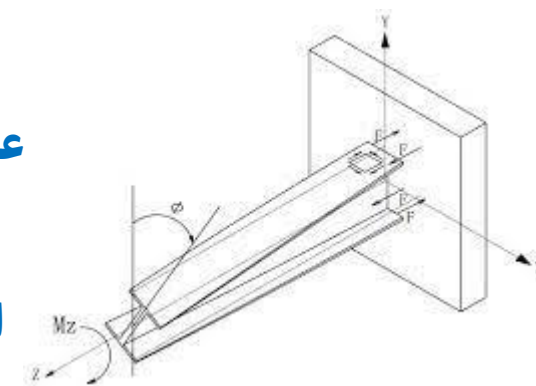
ورق پیوستگی



عرض بال هر چی کمتر باشه



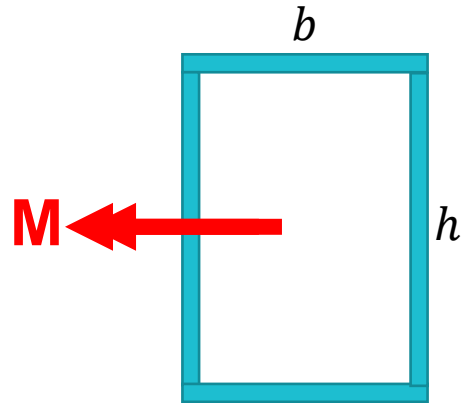
احتمال کمانش پیچشی جانبی



# کنترل فشردگی جان



PL 200 × 20

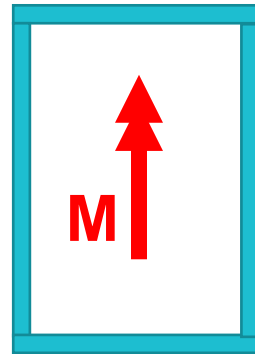


$$\frac{b}{t} \leq 27$$

$$\frac{h}{t} \leq 71$$

برای شکل پذیری متوسط

h



b PL 300 × 20

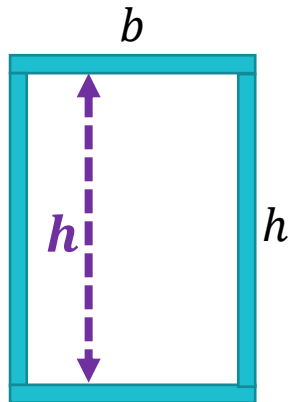
$$\frac{b}{t} \leq 14.8$$

$$\frac{h}{t} \leq 60$$

برای شکل پذیری ویژه



# تعریف BOX های پیشنهادی



$h = 30 \text{ cm}$

| نام تیورق | بال $b$ | جان $h$ | ضخامت بال $t1$ | ضخامت جان $t2$ |
|-----------|---------|---------|----------------|----------------|
| BOX300*30 | 36      | 36      | 3              | 3              |
| BOX300*20 | 34      | 34      | 2              | 2              |
| BOX300*15 | 33      | 33      | 1.5            | 1.5            |
| BOX300*12 | 32.4    | 32.4    | 1.2            | 1.2            |
| BOX300*10 | 32      | 32      | 1              | 1              |

معمولاً تا ساختمان حدود ۵-۶ طبقه ابعاد  $h$  رو تغییر نمیدیم.

بازی با ضخامت ورق (مثل جدول بالا)

