



جلسه بیست و دوم

- ✓ مهار جانبی تیرها (ضابطه لرزه‌ای)
- ✓ اعمال تنظیمات لازم Minor در ایتبس
- ✓ طراحی مهارهای جانبی تیرها

مهارجانبی تیرها (جلوگیری از کمانش پیچشی جانبی)



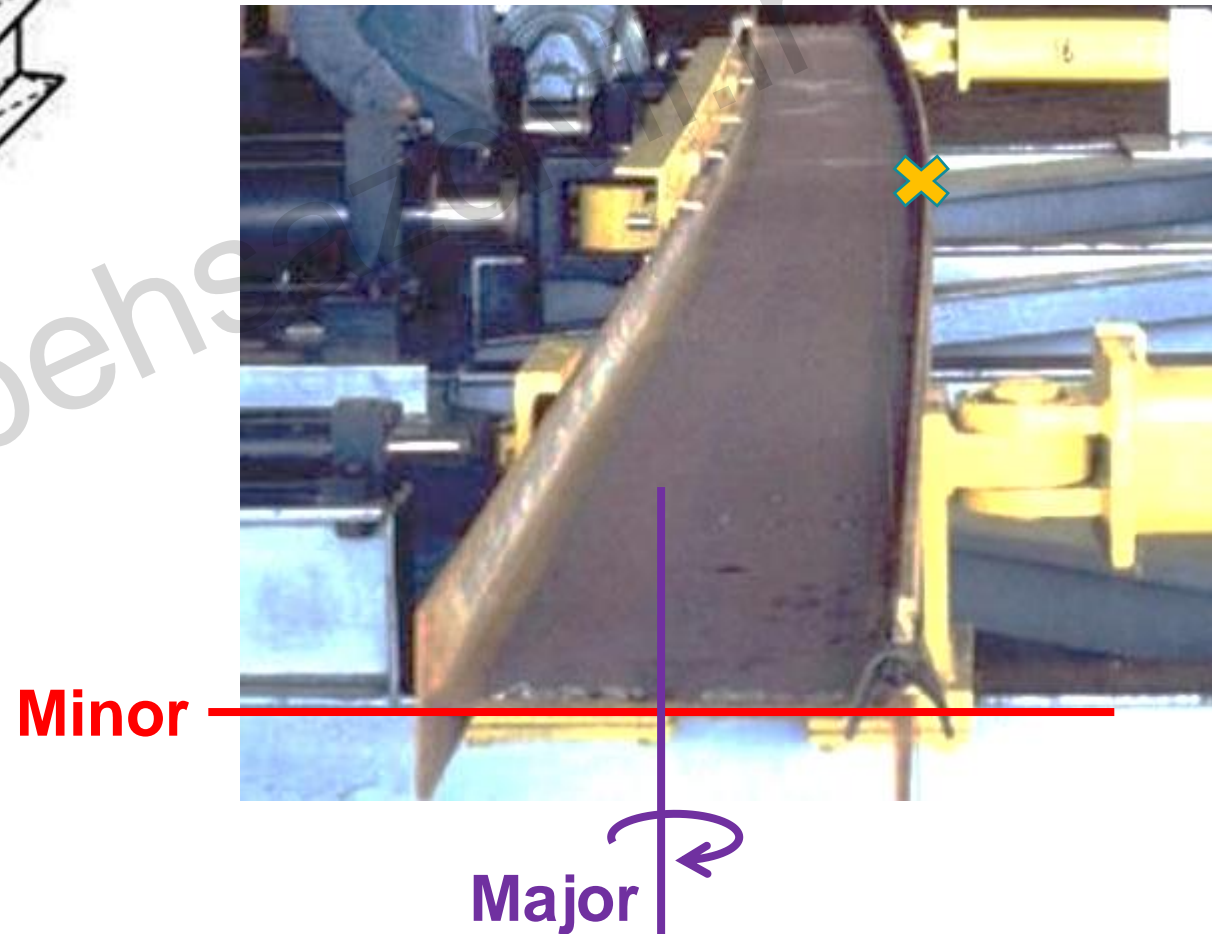
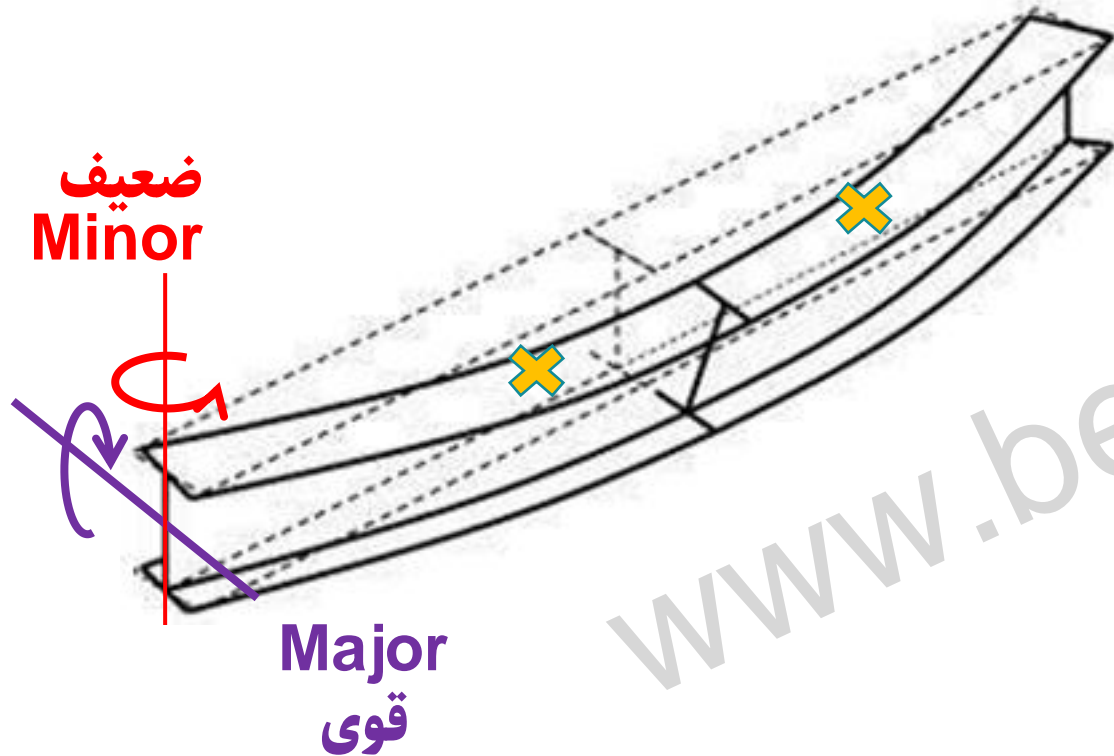
مهارجانبی تیرهای فولادی

افزایش مقاومت خمشی تا حداکثر M_p (LTB) ✓

الزام لرزه‌ای برای تیرهای متوسط و ویژه (Major , Minor) ✓



تفاوت پیچش حول محوره‌های Major و Minor



الزام لرزه‌ای مهار جانبی تیرها (قاب خمشی متوسط و ویژه)



۱۰-۳-۲-۸ مهار جانبی تیرها

۱۰-۳-۲-۸-۱ مهارهای جانبی در اعضای با شکل پذیری متوسط

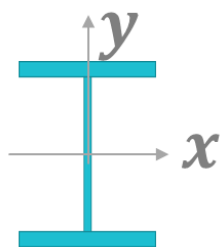
الف) تیرهای فولادی تنها

تیرهای فولادی با شکل پذیری متوسط باید الزامات زیر را برآورده نمایند:

۱- هر دو بال تیر باید به صورت جانبی یا مقطع تیر از طریق مهار پیچشی نقطه‌ای، مهار شود.

۲- در طول تیر، فاصله مهارهای جانبی یا پیچشی نباید از $L_b = \frac{0.17 r_y E}{R_y F_y}$ بیشتر باشد. r_y شعاع

ژیراسیون مقطع تیر حول محور ضعیف است.



IPE270

$$L_b = \frac{0.17 \times 3.02 \times 2 \times 10^6}{1.2 \times 2400} = 356 \text{ cm}$$



الزام لرزه‌ای مهار جانبی تیرها (قاب خمشی متوسط)

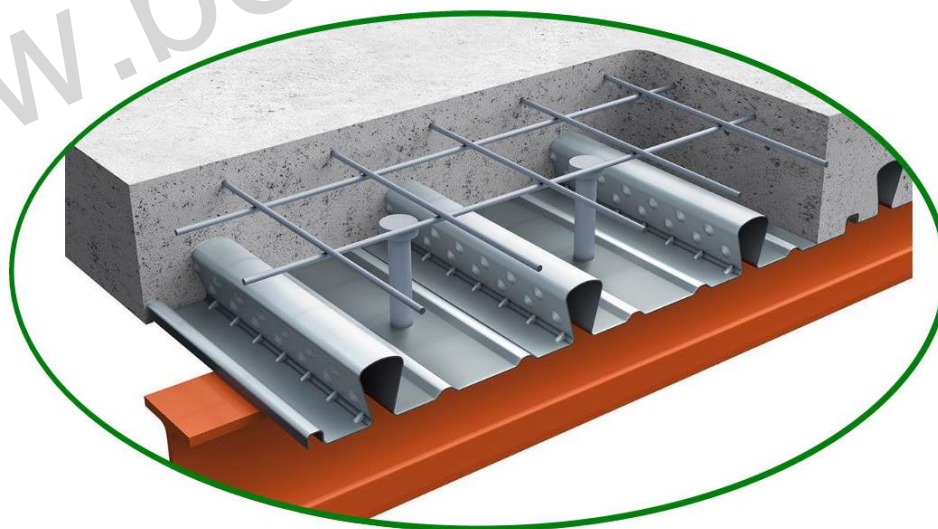


۱۰-۳-۲-۸ مهار جانبی تیرها

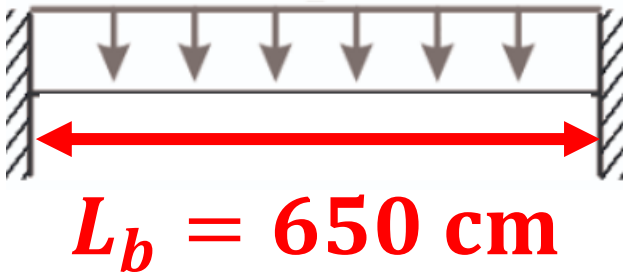
۱۰-۳-۲-۸-۱ مهارهای جانبی در اعضای با شکل پذیری متوسط

(ب) تیرهای فولادی با دال بتنی متکی بر آن

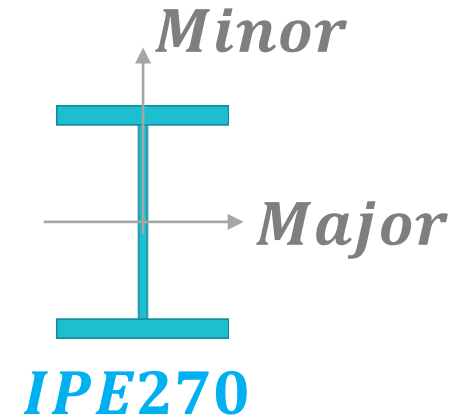
در این نوع تیرها، در محدوده‌ای که بین دال بتنی و تیر فولادی برشگیر موردنیاز تعبیه شود، بال فوقانی تیر، مهارشده محسوب می‌شود.



تیر قاب خمشی فولادی (خطای عدم مهارجانبی Minor)



$$\frac{0.17r_y E}{R_y F_y} = 356 \text{ cm}$$



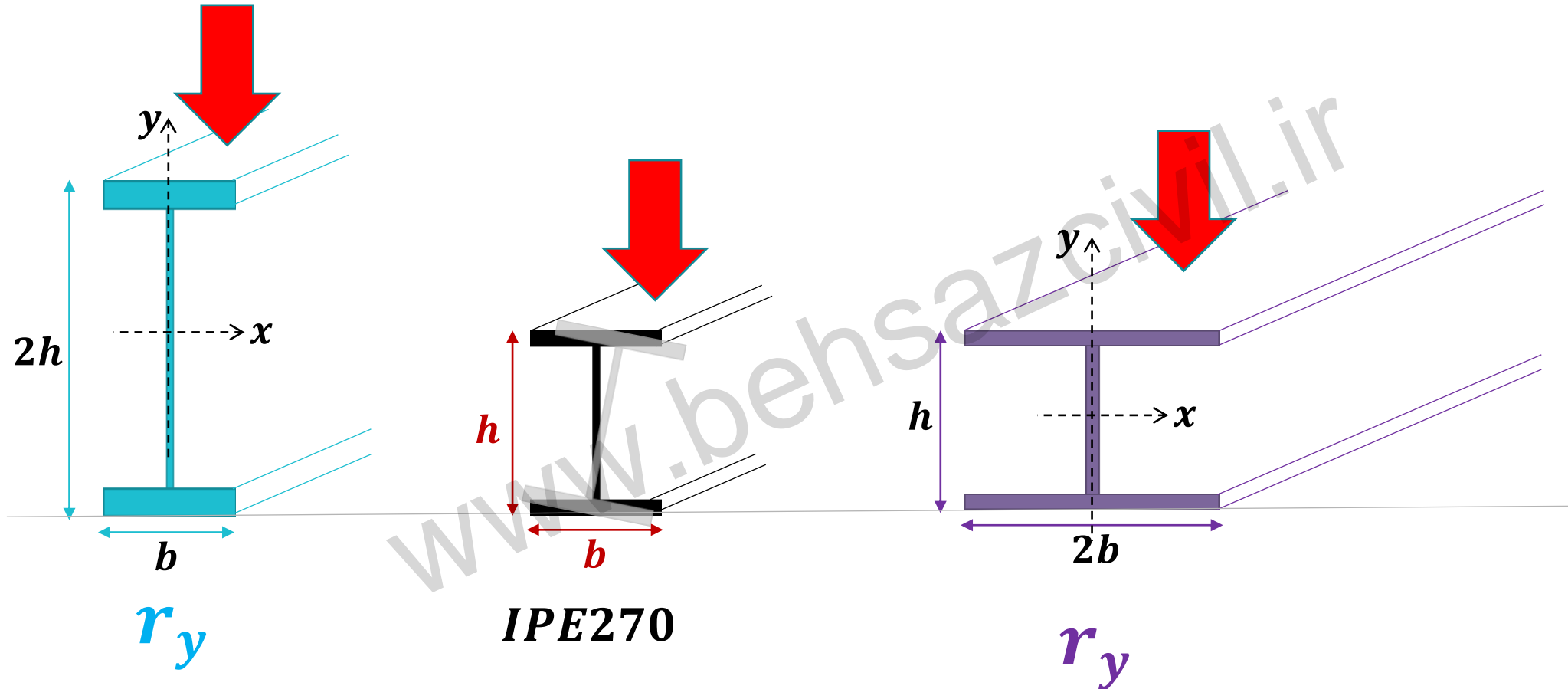
E Steel Stress Check Information (AISC 360-16)

Story	Pilot	Analysis Section	IPE200
Beam	B3	Design Section	IPE200

COMBO	STATION	LOC	RATIO	=	AXL +	B-MAJ +	B-MIN	RATIO	MAJ-SHR	MIN
UDSt1S34	3046.6		Lb/ry > 0.190*E/(Ry*Fy)						(ANSI/AISC 341-10 E2.4a, D1.2a)	
UDSt1S35	165.0		Lb/ry > 0.190*E/(Ry*Fy)						(ANSI/AISC 341-10 E2.4a, D1.2a)	



تأثیر شعاع ژیراسیون در جواب گرفتن از LTB



الزام لرزه‌ای مهار جانبی تیرها (قاب خمشی ویژه)



۱۰-۳-۲-۸-۲ مهارهای جانبی در اعضای با شکل پذیری زیاد

الف) تیرهای فولادی تنها

تیرهای فولادی تنها با شکل پذیری زیاد باید الزامات مهارهای جانبی تیرهای فولادی تنها با شکل پذیری متوسط را برآورده نمایند، با این تفاوت که در طول تیر فاصله مهارهای جانبی یا

پیچشی نباید از $L_b = \frac{0.086 r_y E}{R_y F_y}$ بیشتر باشد،

ضابطه سختگیرانه =

تعداد مهار جانبی بیشتر



راهکار جواب گرفتن از ضابطه لرزه‌ای تیرهای بلند



✓ تعداد مهارهای جانبی زیاد (به اندازه کافی)

✓ استفاده از مقاطع با مقاومت پیچشی بالا (BOX-Girder)



✓ دوسر مفصل کردن تیر (خارج کردن از ضابطه لرزه‌ای)



الزام لرزه‌ای مهار جانبی تیرها ($M_n = M_p$)



۱۰-۳-۳-۴ الزامات لرزه‌ای مهار جانبی تیرها متوسط و ویژه

در ارتباط با مهار جانبی تیرهای باربر لرزه‌ای، علاوه بر الزامات عمومی بند ۱۰-۳-۲-۸-۲، باید الزامات زیر نیز تأمین شوند:

الف) کلیه تیرهای باربر لرزه‌ای باید دارای مهار جانبی کافی باشند، به طوری که در تعیین مقاومت

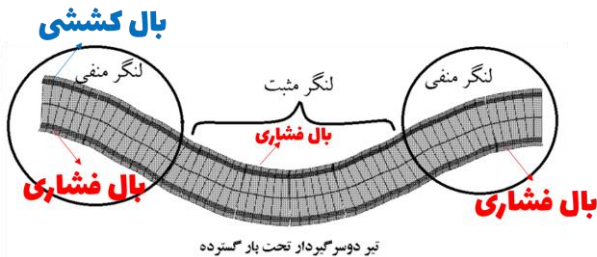
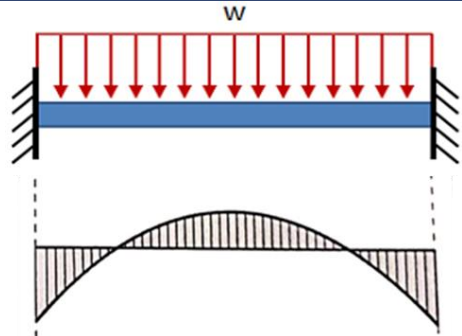
خمشی اسمی تیر (M_n) حالت حدی کمانش جانبی-پیچشی تعیین کننده نباشد. مهار جانبی

تیرها باید به گونه‌ای تعبیه شوند که در محل اتصال آن‌ها به تیر از تغییر مکان جانبی هر دو بال تیر یا از پیچش کل مقطع به نحو مؤثری جلوگیری به عمل آید.

$$L_b \leq \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.17r_y E}{R_y F_y} = 356 \text{ cm} \quad \text{ضابطه لرزه‌ای} \\ 1.76r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 153 \text{ cm} \quad \text{مقاومت خمشی } M_p \end{array} \right.$$



الزام لرزه‌ای مهار جانبی تیرها ($M_n = M_p$)



$C_b \geq 1.5 \Rightarrow$ **مقاومت خمشی M_p**

(ب) حالت حدی کمانش جانبی - پیچشی

(ب-۱) اگر $L_b \leq L_p$ باشد، لزومی به در نظر گرفتن کمانش جانبی - پیچشی نیست.

(ب-۲) برای $L_p < L_b \leq L_r$:

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.7F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (4-5-2-10)$$

(ب-۳) برای $L_b > L_r$:

$$M_n = F_y S_x \leq M_p \quad (5-5-2-10)$$

$$L_b \leq \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.17r_y E}{R_y F_y} = 356 \text{ cm} \\ 1.76r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 153 \text{ cm} \end{array} \right. \quad \text{ضابطه لرزه‌ای} \quad \checkmark$$

مقاومت خمشی M_p



مراحل اعمال ضریب صحیح Minor, Major



ضابطه لرزه‌ای کمانش پیچشی جانبی (Minor , Major)

❖ کمانش حول محور Major ← (عدد پیش فرض)، مهارى غیراز تکیه گاه نداریم

❖ کمانش حول محور Minor

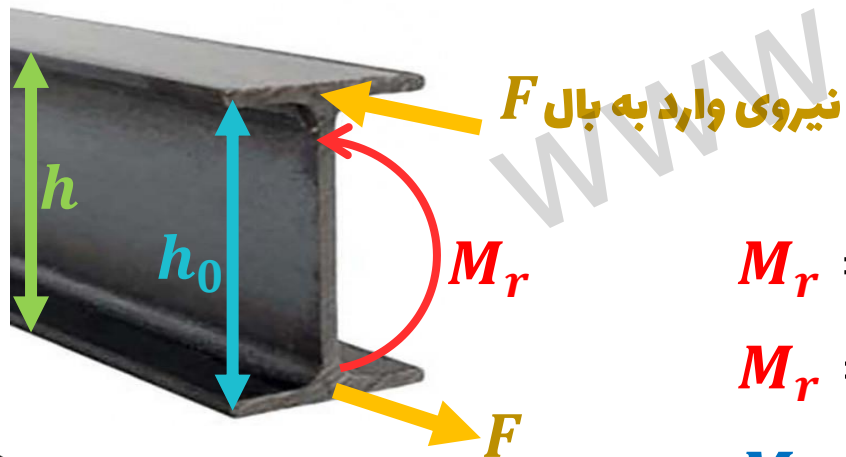
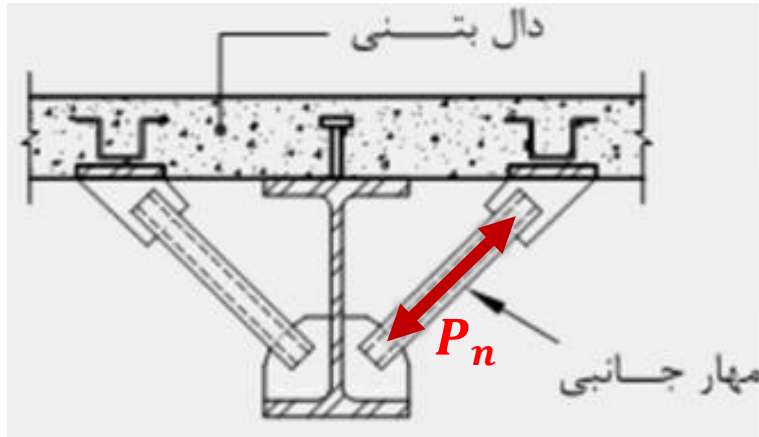
✓ تیر دوسر مفصل ← (عدد پیش فرض)، باربری لرزه‌ای نداره
(قاب ساده است)

بدون تغییر ابتدای طراحی ← (عدد پیش فرض)، مهار در تیرفرعی و تکیه‌گاه
✓ تیر دوسر گیردار
اگر تیر قرمز شد ← (وابسته به تعداد مهار) Minor=0.5,0.33,0.25
(مهار هر دو بال)

مقطع قوی‌تر با r بیشتر



طراحی اعضای مهارجانبی تیرها (طراحی سینه بند)



۱۰-۳-۲-۸-۱ مهارهای جانبی در اعضای با شکل پذیری متوسط و ویژه

الف) تیرهای فولادی تنها

تیرهای فولادی با شکل پذیری متوسط باید الزامات زیر را برآورده نمایند:

۱- هر دو بال تیر باید به صورت جانبی یا مقطع تیر از طریق مهار پیچشی نقطه‌ای، مهار شود.

۲- در طول تیر، فاصله مهارهای جانبی یا پیچشی نباید از $L_b = \frac{0.17 r_y E}{R_y F_y}$ بیشتر باشد. r_y شعاع

ژیراسیون مقطع تیر حول محور ضعیف است.

۳- مهارهای جانبی به کاررفته در هر دو بال تیر باید حداقل دارای مقاومت فشاری موجود برابر

$$\frac{0.02 M_r}{h_0} \text{ باشند.}$$

$$\left. \begin{aligned} M_r &= F \times h_0 \\ M_r &= R_y \times Z F_y \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = \frac{R_y \times Z F_y}{h_0}$$

$$M_n = \phi \times Z F_y$$

$$P_n = 0.02 F$$

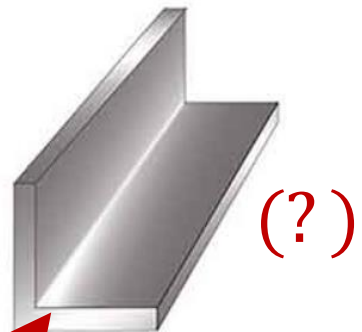
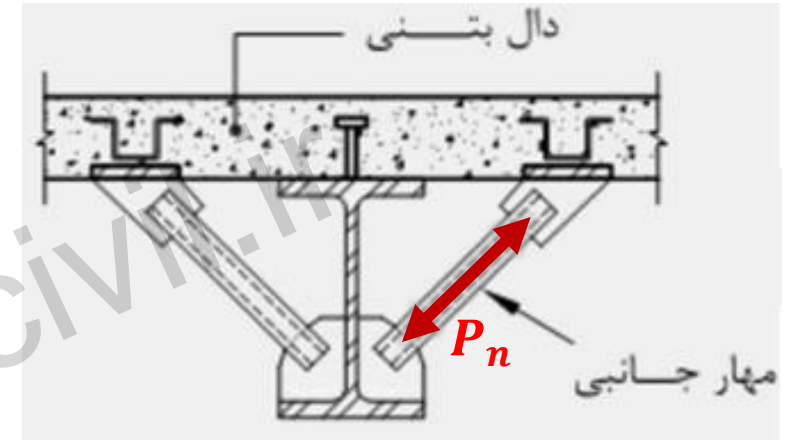


طراحی اعضای مهارجانبی تیرها (طراحی سینه بند)



$$F = \frac{R_y \times ZF_y}{h_0} = \frac{1.15 \times 8 \times 10^5 \times 240}{310} = 712 \text{ kN}$$

$$P_n = 0.02F = 0.02 \times 712 = 14.3 \text{ kN}$$



(?)

$$P_u \leq \phi P_n = \phi F_{cr} A_g$$
$$1430 \text{ kg} \leq 0.9 F_{cr} A_g$$

$$P_u = 14.3 \text{ kN}$$



طراحی مهارهای جانبی در نزدیکی مفصل پلاستیک



$$P_n = 0.06F$$

$$F = \frac{R_y \times ZF_y}{h_0}$$

$$P_n = 0.06F$$

۱۰-۳-۲-۸-۳ مهار جانبی اضافی در نواحی مفصل پلاستیک

در مواردی که در الزامات سیستم‌های باربر جانبی لرزه‌ای، تعبیه مهارهای جانبی اضافی مقرر شده باشد، این مهارهای جانبی اضافی باید در مجاورت نواحی محل مورد انتظار تشکیل مفصل پلاستیک تیر تعبیه شود. در صورت نیاز به این نوع مهارهای جانبی اضافی، الزامات زیر باید رعایت شوند:

الف) تیرهای فولادی

در تیرهای فولادی، مهارهای جانبی اضافی باید الزامات زیر را تأمین نمایند:

۱- هر دو بال تیر باید به صورت جانبی یا مقطع تیر از طریق مهار پیچشی نقطه‌ای، مهار شود.

$$\frac{0.06R_y F_y Z}{\alpha_s h_0}$$

۲- مهارهای جانبی اضافی باید حداقل دارای مقاومت فشاری موجود



