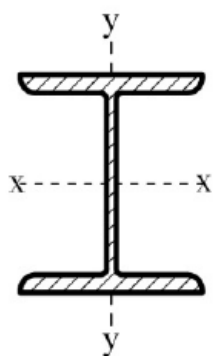


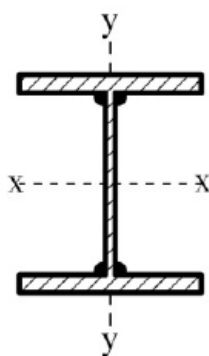
به نام خدا

طبق بند ۱۰-۲-۵-۲، مقاومت خمشی اسمی M_n اعضای زیر باید برابر کوچکترین مقدار محاسبه شده بر اساس **حالت های حدی تسلیم و کمانش پیچشی - جانبی** در نظر گرفته شود

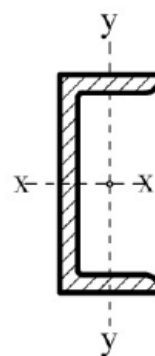
الزامات این بند مربوط است به تعیین مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل فشرده با دومحور تقارن و اعضای با مقطع ناودانی فشرده که تحت اثر خمش حول محور قوی قرار دارند.



(بالها و جان فشرده)



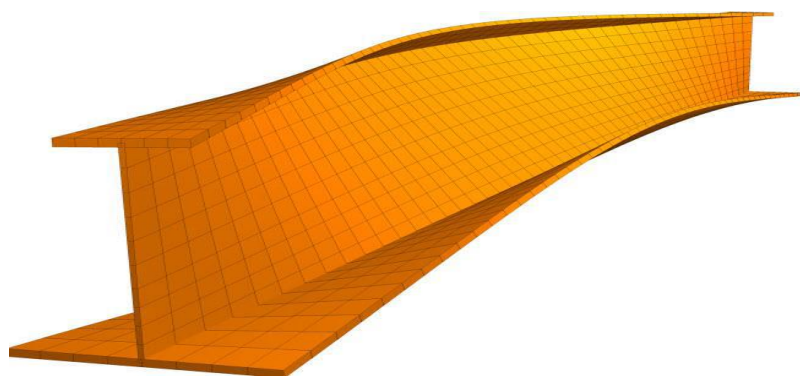
(بالها و جان فشرده)



(بالها و جان فشرده)

کمانش پیچشی جانبی یکی از معیارهای مهم و تعیین کننده مقاومت خمشی تیرهای فولادی است برای طراحی بهینه تیرهای تحت خمش طراحان از مقاطعی استفاده می کنند که دارای ممان اینرسی زیاد حول محور قوی بوده و اغلب حول محور ضعیف دارای ممان اینرسی کوچکی هستند. در چنین مقاطعی هنگامی که تیر تحت خمش قرار می گیرد تنش های فشاری ایجاد شده در بال فشاری مقطع می تواند موجب رخ دادن کمانش پیچشی جانبی تیر شود.

با افزایش طول تیر، مقطع به گونه ای رفتار می کند که گویی تمایل به خم شدن حول محور قوی خود را نداشته و تمایل به خم شدن حول محور ضعیف خود را دارد. بنابراین اگر بارگذاری در راستای محور قوی مقطع، از یک مقدار مشخص بیشتر شود، تیر با تغییر شکل عرضی و دوران حول محوری تمایل به کمانش پیدا می کند





برای جلوگیری از این نوع کمانش در تیرهای خمشی باید برای این تیرها حتما مهار جانبی در نظر گرفت. طبق مبحث دهم مقررات ملی ساختمان فاصله این مهارها باید از حد تعیین شده کمتر باشد تا مقطع بدون کمانش پیچشی-جانبی از حداکثر ظرفیت خمشی خود استفاده کند بهره گیری از ظرفیت **پلاستیک** (تسلیم کامل مقطع برای مقاطع دارای شرایط فشردگی و مهارهای جانبی با فواصل کمتر از حد مشخص)، مجاز است

حالات حدی:

$$L_b \leq L_p : M_n = M_p = Z_x F_y$$

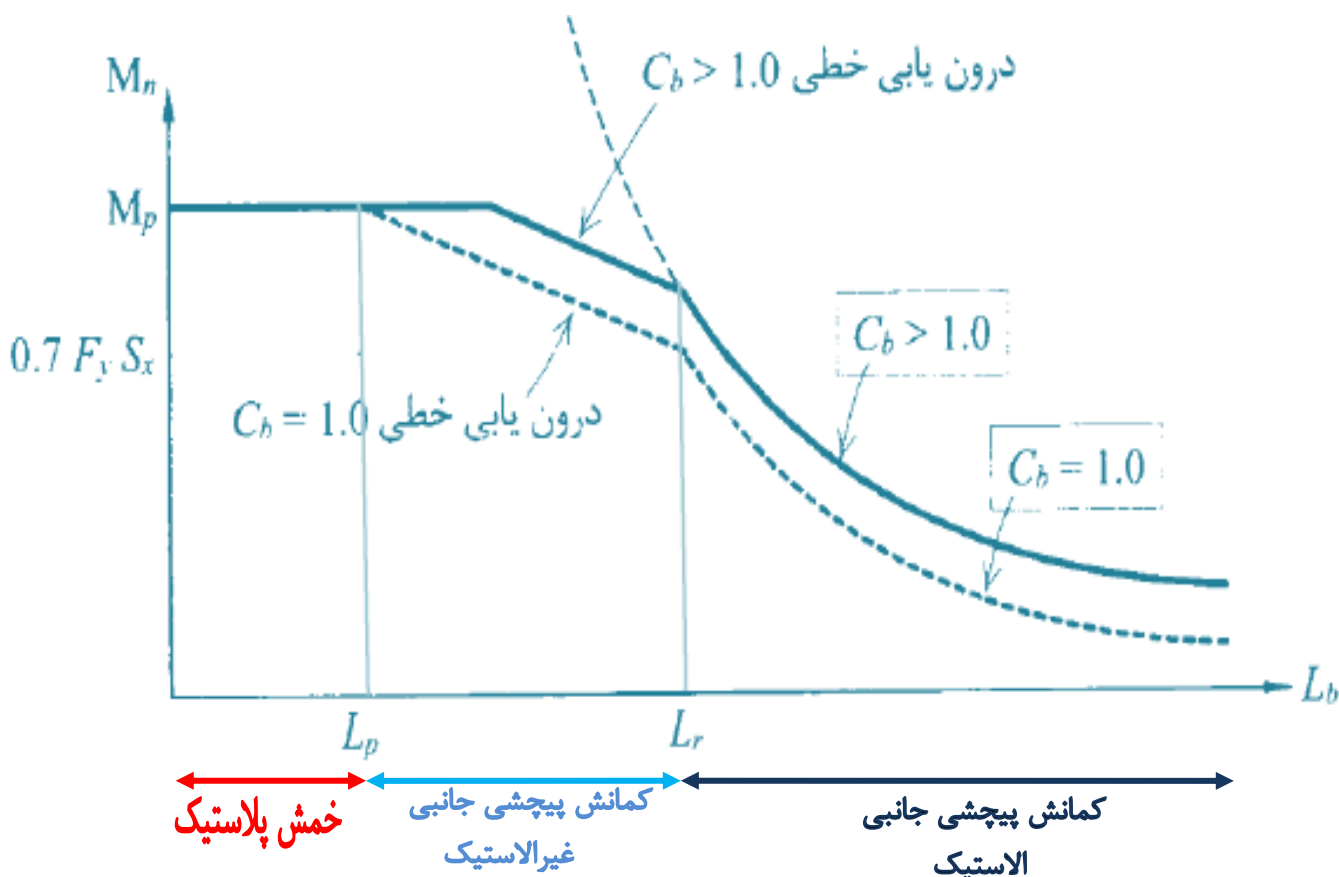
تسلیم

$$L_p \leq L_b \leq L_r : M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

کمانش پیچشی-جانبی
غیرالاستیک

$$L_b \geq L_r : M_n = M_{cr} = F_{cr} S_x \leq M_p$$

کمانش پیچشی-جانبی الاستیک





۱۰-۳-۶ الزامات لرزه‌ای مهار جانبی تیرها در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه

در ارتباط با مهار جانبی تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای در قاب‌های خمشی متوسط و ویژه الزامات زیر باید تأمین شوند.

الف) کلیه تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای باید در فاصله L_b دارای مهاربندی جانبی کافی باشند، به طوری که از هر گونه کمانش جانبی، پیچشی و جانبی-پیچشی در خلال تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی جلوگیری شود. مهار جانبی تیرها باید به گونه‌ای تعبیه شوند که در محل اتصال آن‌ها به تیر از تغییرمکان جانبی هر دو بال تیر یا از پیچش کل مقطع به نحو موثری جلوگیری به عمل آید.

ب) تعبیه مهار جانبی در محل اعمال بارهای متمرکز خارجی در طول تیر، در محل تغییر مقطع تیر و در محل‌هایی که در بخش ۱۰-۳-۱۳ برای اتصالات از پیش تأیید شده پیش‌بینی شده است، الزامی است.

پ) مهارهای جانبی تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای باید مطابق رابطه ۱۰-۳-۶-۱ برای نیرویی حداقل برابر با P_{bu} طراحی شوند.

$$P_{bu} = 0.6 R_y F_y Z_b / h_o$$

$$(10-3-6-1)$$

که در آن:

Z_b = اساس مقطع پلاستیک مقطع تیر

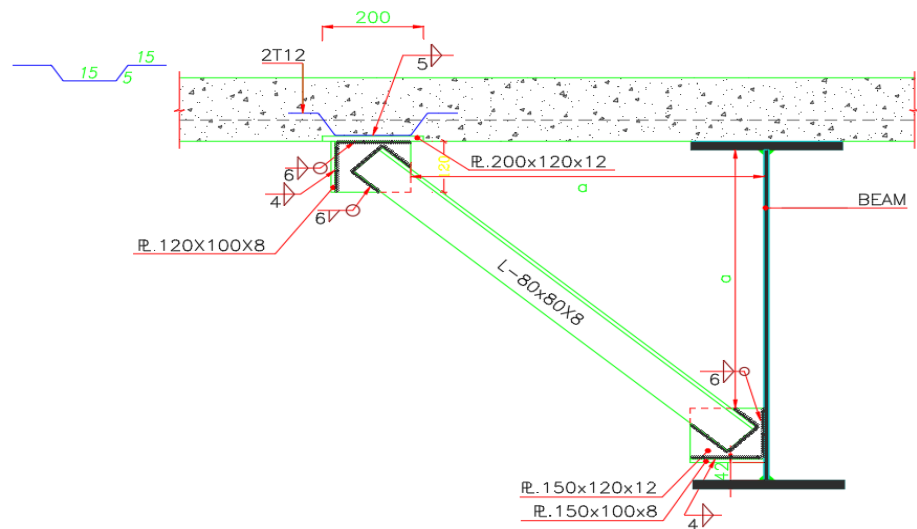
h_o = فاصله مرکز تا مرکز بال‌های تیر

ت) مقدار حداکثر L_b برای تیرهای باربر جانبی لرزه‌ای در سیستم‌های با شکل‌پذیری متوسط برابر

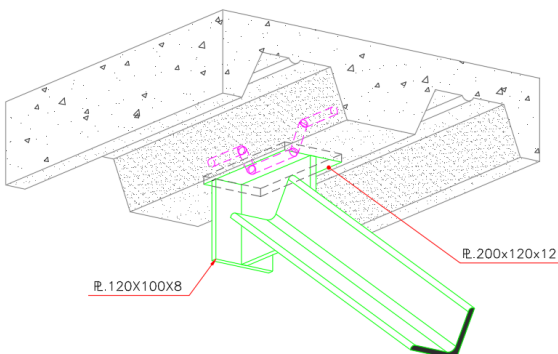
$$\frac{0.17 E}{F_y} I_y \quad \text{و در سیستم‌های با شکل‌پذیری زیاد برابر} \quad \frac{0.186 E}{F_y} I_y \quad \text{می‌باشد، که در آن } I_y \text{ شعاع}$$

ژیراسیون مقطع تیر حول محور ضعیف است.

- All beams and columns are required to be Seismically Compact (AISC SEISMIC 9.4a, 8.2b, Table I-8-1). The limits of the width-thickness ratio, λ_{ps} , has been presented in this manual in Table 4-1. If these criteria are satisfied, the section is reported as SEISMIC as described earlier under the "Classification of Sections for Local Buckling" section. If these criteria are not satisfied, the program issues an error message.
- The program checks the slenderness ratio, L/r , for columns to be less than 60 (AISC SEISMIC 9.7b(2)). If this criterion is not satisfied, the program issues an error message.
- The program checks the laterally unsupported length of beams not to exceed $0.086(E/F_y)r_y$ (AISC SEISMIC 9.8). If this criterion is not satisfied, the program issues an error message.



جزئیات مهار جانبی جان در محل مفصل پلاستیک و وسط تیرها





طراحی مهار جانبی از نوع دستک

P_{bu} : نیرویی که ممکن است تیر زمانی که تحت خمش است بصورت جانبی به دستک وارد کند

$$P_{bu} = \frac{0.06 \times R_y \times F_y \times Z_b}{h_0}$$

بعنوان مثال مقطع تیر $PLG 400 \times 15 \times 200 \times 2$

Frame Section Property Data

The screenshot shows a software dialog box titled "Frame Section Property Data". It contains several sections for defining the properties of a frame section:

- General Data:** Property Name (PLG40-1.5*20-2), Material (A992Fy50), Display Color (blue), and Notes (Modify/Show Notes...).
- Shape:** Section Shape (Steel I/Wide Flange).
- Section Property Source:** Source: User Defined.
- Section Dimensions:** Total Depth (40 cm), Top Flange Width (20 cm), Top Flange Thickness (2 cm), Web Thickness (1.5 cm), Bottom Flange Width (20 cm), Bottom Flange Thickness (2 cm), and Fillet Radius (0 cm).
- Property Modifiers:** Modify/Show Modifiers... (Currently Default).

Buttons for "Show Section Properties...", "OK", and "Cancel" are also visible.



Frame Section Properties

Property Name

Section Name: PLG40-1.5*20-2

Base Material: A992Fy50

Properties

Item	Value
Area, cm2	134
AS2, cm2	59.4
AS3, cm2	77.4
I33, cm4	34738.7
I22, cm4	2676.8
S33Pos, cm3	1736.9
S33Neg, cm3	1736.9
S22Pos, cm3	267.7
S22Neg, cm3	267.7
R33, cm	16.101
R22, cm	4.469
Z33, cm3	2006
Z22, cm3	420.3
J, cm4	149.4
Cw, cm6	962666.7
CG Offset 3 Dir, cm	0
CG Offset 2 Dir, cm	0
PNA Offset 3 Dir, cm	0
PNA Offset 2 Dir, cm	0

OK Cancel

جدول ۱۰-۳-۲-۱ مقادیر R_y برای انواع تولیدات فولاد

R_y	نوع محصول
۱/۲۵	مقاطع لوله‌ای و قوطی شکل نورد شده
۱/۲۰	سایر مقاطع نورد شده شامل مقاطع I شکل، H شکل، ناودانی، نبشی و سپری
۱/۱۵	مقاطع ساخته شده از ورق، ورق‌ها و تسمه‌ها

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$h_0 = 38 \text{ cm}$$



نیرویی که دستک باید تحمل کند :

$$P_{bu} = \frac{0.06 \times R_y \times F_y \times Z_b}{h_0} = \frac{0.06 \times 1.15 \times 2400 \times 2006}{38} = 8741 \text{ kg} = 8.7 \text{ ton}$$

با فرض نبشی 60×60

$$P_n = \phi \times F_{cr} \times A_g$$

$$\text{If } \lambda \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

ابتدا برای بدست آوردن مقدار L/r_x فاصله b را محاسبه می کنیم و طبق رابطه فیثاغورث داریم:

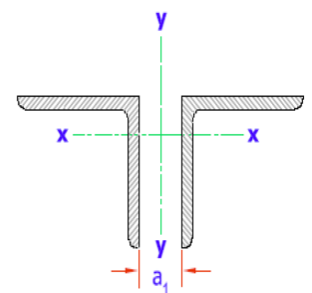
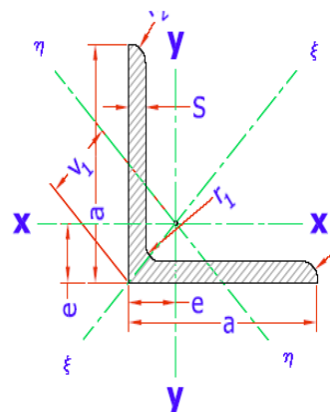
b : فاصله مرکز تیر فرعی (تیرچه) تا مرکز تیر اصلی (فرض $b=1.10 \text{ m}$)

$42 \text{ cm} : h_0$

$$110^2 + 42^2 = x \rightarrow \sqrt{x} \cong 117 \text{ cm}$$

i_y	W_y	J_y	i_x	J_x	$i_x=i_y$	$W_x=$ W_y	$J_x=J_y$	v_1	w	e	G	F	r_2	r_1	$a \times s$	
cm	cm ³	cm ⁴	cm	cm ⁴	cm	cm ³	cm ⁴	cm	cm	cm	kg/m	cm ²	mm	mm	mm	
1.17	3.95	9.43	2.29	36.1	1.82	5.29	22.8	2.39	4.24	1.69	5.42	6.91	4	8	60 X 6	1
																2

$$\frac{L}{r_x} = \frac{117}{1.82}$$



For any value of $a_1: J_y > J_x$



۱۰-۲-۴-۶ اعضای با مقطع نبشی تک

الف) برای نبشی‌ها با ساق‌های مساوی یا نامساوی که از طریق ساق بلندتر متصل شده‌اند و به صورت اعضای تک و یا اعضای جان خرپاهای صفحه‌ای که با اعضای مجاور خود به یک سمت ورق اتصال یا یال، متصل شده‌اند، لاغری اصلاح شده با استفاده از روابط زیر به دست می‌آید:

$$\text{برای } \frac{L}{r_x} \leq 80 :$$

$$\frac{KL}{r} = 72 + 0.75 \frac{L}{r_x} \quad (10-2-4-15)$$

$$\text{برای } \frac{L}{r_x} > 80 :$$

$$\frac{KL}{r} = 72 + 1.25 \frac{L}{r_x} \leq 200 \quad (10-2-4-16)$$

$$\frac{L}{rx} = \frac{117}{1.82} = 64.28 \leq 80 \rightarrow \frac{KL}{r} = 72 + 0.75 \frac{L}{rx}$$

$$\lambda = 120.21 < 4.71 \sqrt{\frac{E}{Fy}} = 136$$



۱۰-۲-۴-۴ کمانش خمشی

مقاومت فشاری اسمی اعضای فشاری، P_n ، با مقطع بدون اجزای لاغر بر اساس کمانش خمشی با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$P_n = F_{cr} A_g \quad (1-4-2-10)$$

که در آن:

A_g = سطح مقطع کلی عضو

F_{cr} = تنش فشاری ناشی از کمانش خمشی که از روابط زیر به دست می‌آید.

الف) اگر $\frac{F_y}{F_e} \leq 2/25$ یا $\frac{KL}{r} \leq 4/71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ باشد:

$$F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y \quad (2-4-2-10)$$

ب) اگر $\frac{F_y}{F_e} > 2/25$ یا $\frac{KL}{r} > 4/71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ باشد:

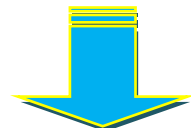
$$F_{cr} = 0.877 F_e \quad (3-4-2-10)$$

$$\lambda \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \rightarrow F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \cong 1440 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F_{cr} \cong 1194 \frac{kg}{cm^2}$$

$$P_n = 0.9 \times 1194 \times 6.91 = 7.4 \text{ ton}$$



$P_u > P_n \rightarrow \text{Not OK}$



از نبشی نمره بالاتر باید استفاده شود

(که بعنوان تمرین به شما خواننده عزیز واگذار می شود)