

به نام خدا



دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان
گروه عمران

طراحی سازه های فولادی ۲

طراحی اتصال مفصلی و اتصال گیردار

انواع اتصال تیر به ستون

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی جان

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت نشده

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت شده

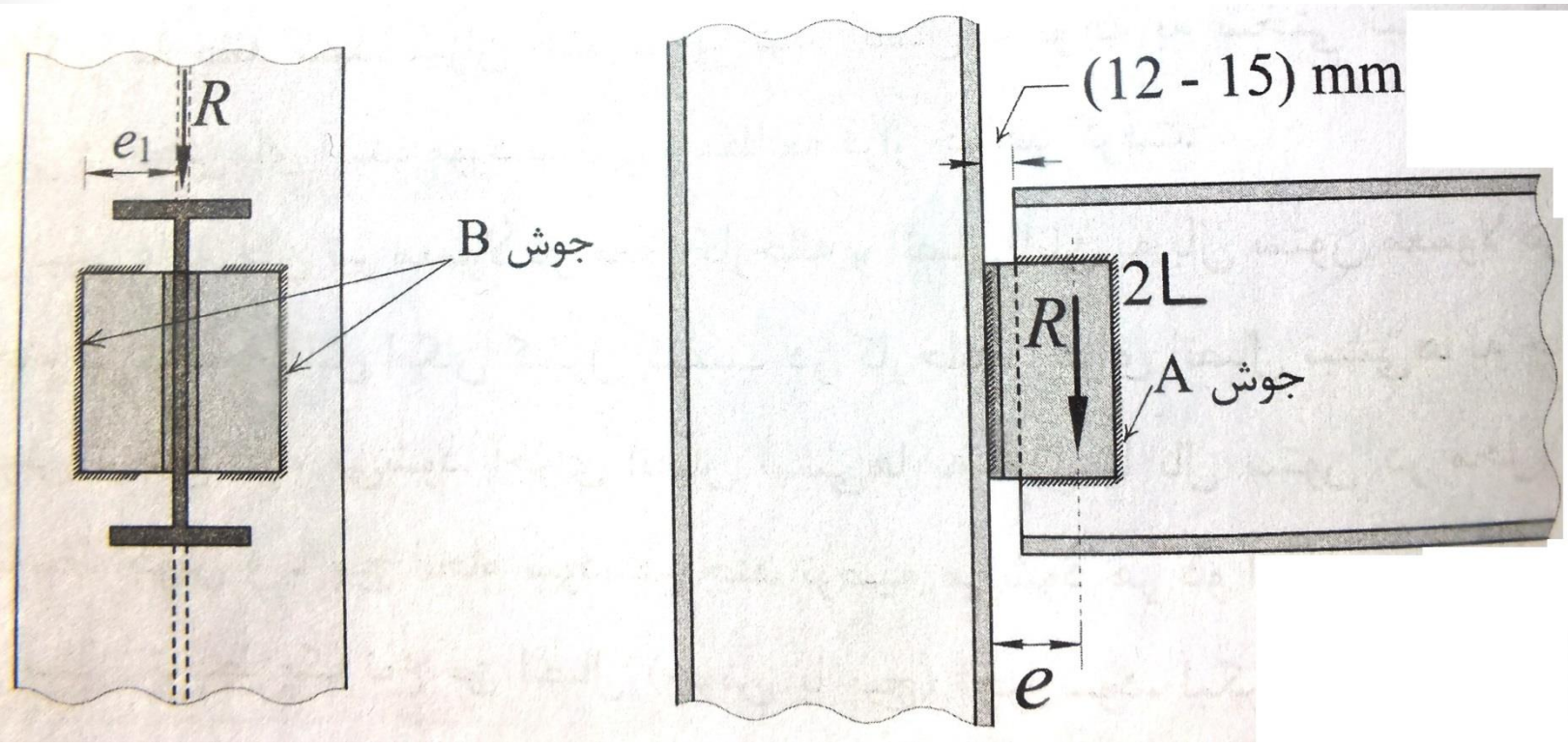
اتصال مفصلی (ساده)

اتصال صلب توسط ورق فوقانی و تحتانی

اتصال صلب مستقیم تیر به ستون

اتصال گیردار

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی جان به کمک جوش

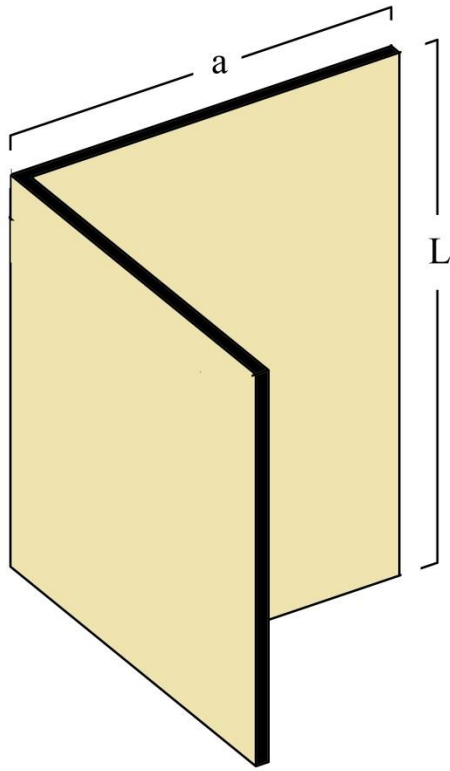


در این نوع اتصال هدف طراحی ابعاد نبشی و همچنین ابعاد خطوط جوش واقع در موقعیتهای A و B می باشد

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی جان به کمک جوش

گام اول: تعیین ابعاد نبشی های اتصال

طول نبشی ها با توجه به مقاومت برشی آنها و همچنین مقاومت مورد نیاز جوشهای A و B تعیین می شود.



$$f_v = \frac{RQ}{It}$$

تنش برشی در هر نقطه از مقطع طبق روابط مقاومت مصالح

$$f_v = \frac{3R}{2tL}$$

تنش برشی حداکثر در مقطع مستطیلی

با توجه به استفاده از دو نبشی در طرفین جان تیر

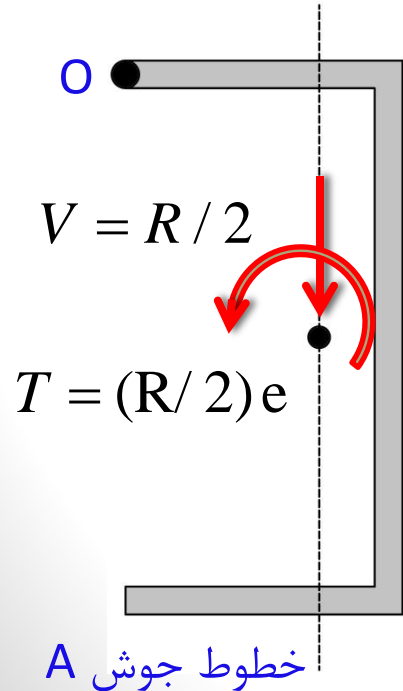
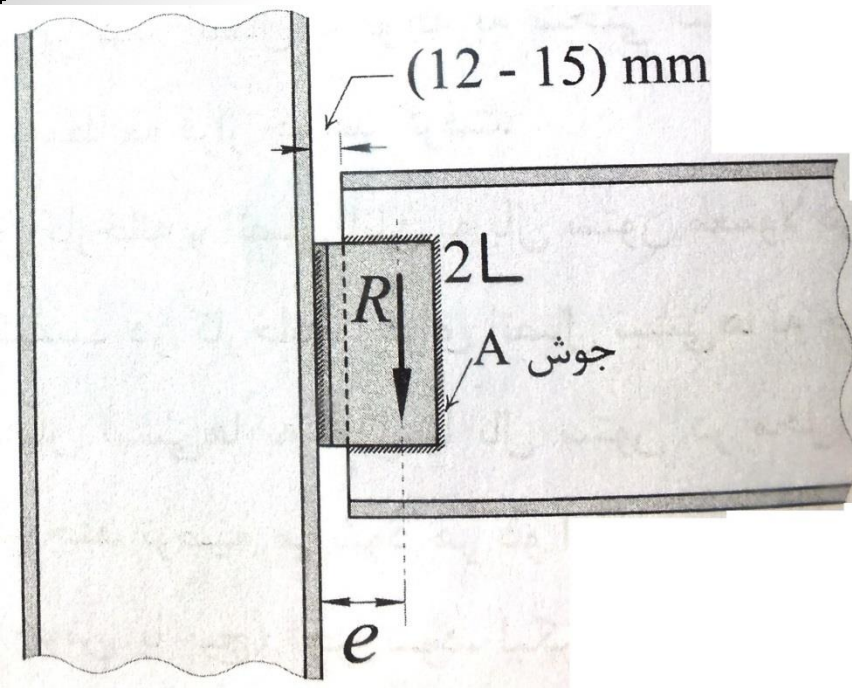
$$f_v = \frac{3R}{2(2tL)} = \frac{3R}{4tL} \leq F_v = 0.4F_y$$

نکته اجرایی: طول نبشی ها معمولاً بین 50 تا 75 درصد ارتفاع جان تیر در نظر گرفته می شود

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی جان به کمک جوش

گام دوم: تعیین ابعاد خطوط جوش A

در این گام با فرض قرار گیری نیروی عکس العمل R در موقعیت خطوط جوش B، خطوط جوش A را برای نیروی برش و گشتاور پیچش حاصل طراحی می کنیم



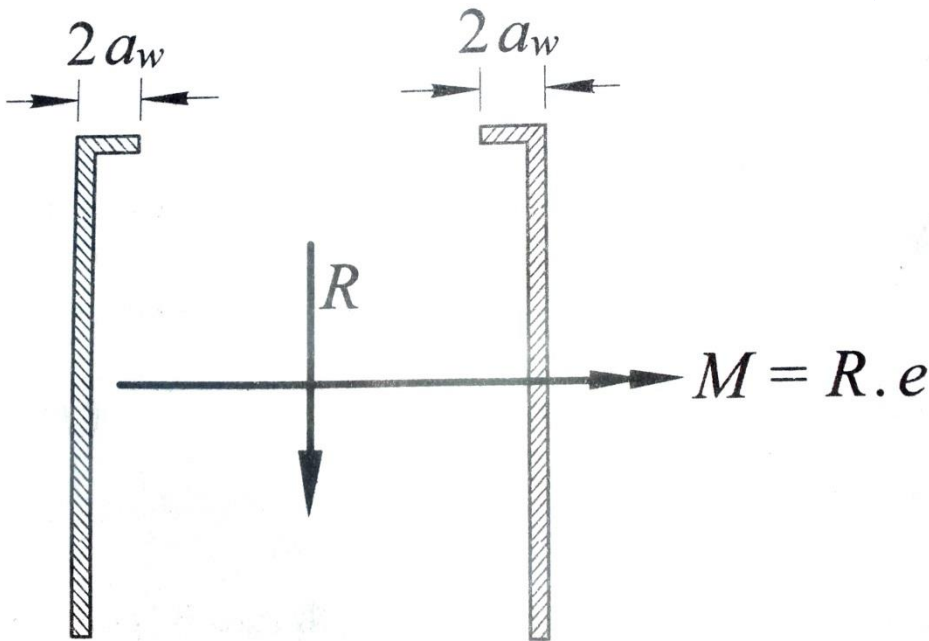
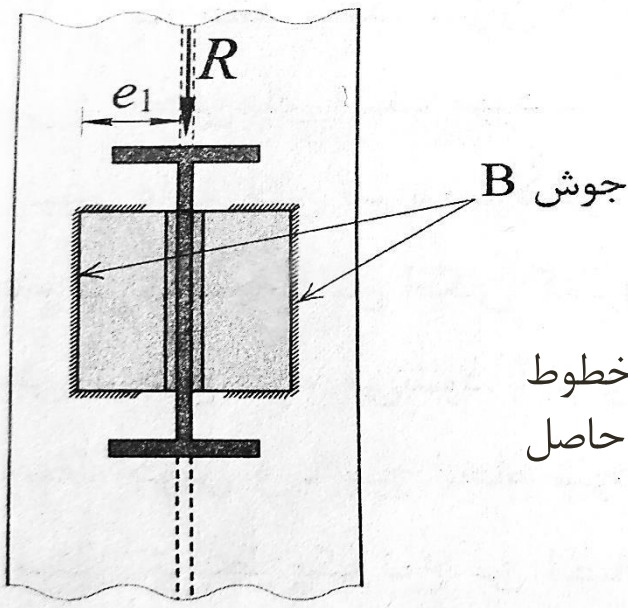
(فاصله مرکز سطح خطوط جوش تا خط جوش قائم) $e = a -$

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی جان به کمک جوش

گام سوم: تعیین ابعاد خطوط جوش B

در این گام با فرض قرار گیری نیروی عکس العمل R در مرکز سطح خطوط جوش A، خطوط جوش B را برای نیروی برش و لنگر خمشی حاصل طراحی می کنیم

(فاصله مرکز سطح خطوط جوش تا خط جوش قائم) $e = a -$



$$f_b = \frac{M(L/2)}{I}$$

$$f_v = \frac{R}{A_w}$$

$$f_r = \sqrt{f_b^2 + f_v^2} \leq F_{vw}$$

خطوط جوش B

مثال: اتصال IPE400 با نیروی عکس العمل تکیه گاهی ۲۲ تن به ستونی از نیمرخ IPB300 به کمک نبشی جان و به وسیله اتصال جوش طراحی کنید. الکتروود مصرفی از نوع E60، مقاطع از جنس ST37 و جوش در کارگاه و توسط بازرسی چشمی ایجاد شده است.

گام اول: تعیین ابعاد نبشی های اتصال

$$f_v = \frac{3R}{4Lt} = \frac{3 \times 22000}{4Lt} \leq 0.4F_y$$

$$Lt \geq \frac{3 \times 22000}{4 \times 960} = 17.2 \text{ cm}^2$$

با در نظر گرفتن طول نبشی برابر با 75 درصد ارتفاع جان تیر

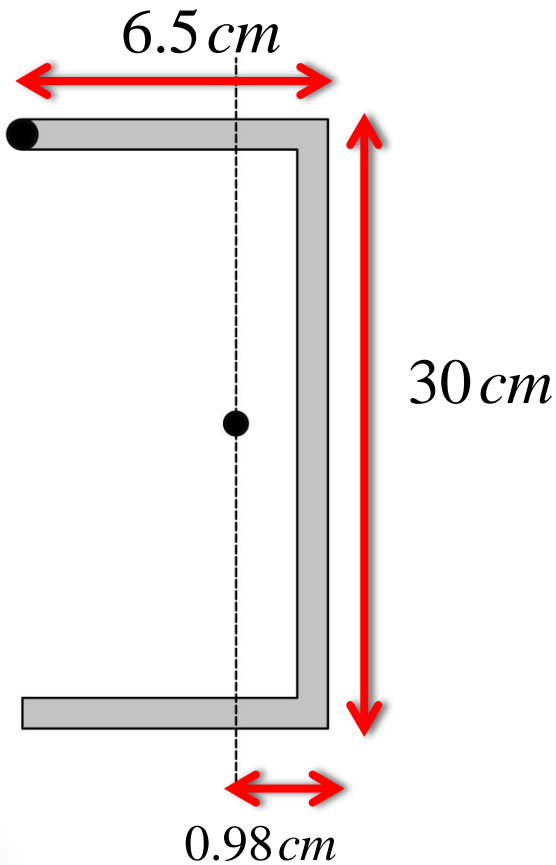
$$L = 30 \text{ cm} \Rightarrow t \geq 0.6 \text{ cm} \rightarrow \text{use}$$

$$2L80 \times 80 \times 10$$

گام دوم: طراحی خطوط جوش A

با فرض فاصله آزاد تیر و ستون (باد خور) برابر با ۱۵ میلی متر، طول خطوط جوش مطابق زیر به دست می آید

$$\text{طول خط جوش افقی} = 8 - 1.5 = 6.5 \text{ cm}$$



$$\bar{x} = \frac{2 \times 6.5 \times 3.25}{2 \times 6.5 + 30} = 0.98 \text{ cm}$$

$$V = R / 2 = 11000 \text{ kg}$$

$$T = 11000(8 - 0.98) = 77220 \text{ kg.cm}$$

$$A = 2 \times 6.5 + 30 = 43 \text{ cm}^2$$

$$J = I_x + I_y = 2 \times 6.5 \times 15^2 + \frac{30^3}{12} + \frac{2}{3}(5.52^3 + 0.98^3) + 30 \times 0.98^2 = 5316.6 \text{ cm}^4$$



گام دوم: طراحی خطوط جوش A

$$f_{x1} = \frac{T_y}{j} = \frac{77220 \times 15}{5316.6} = 217.9 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

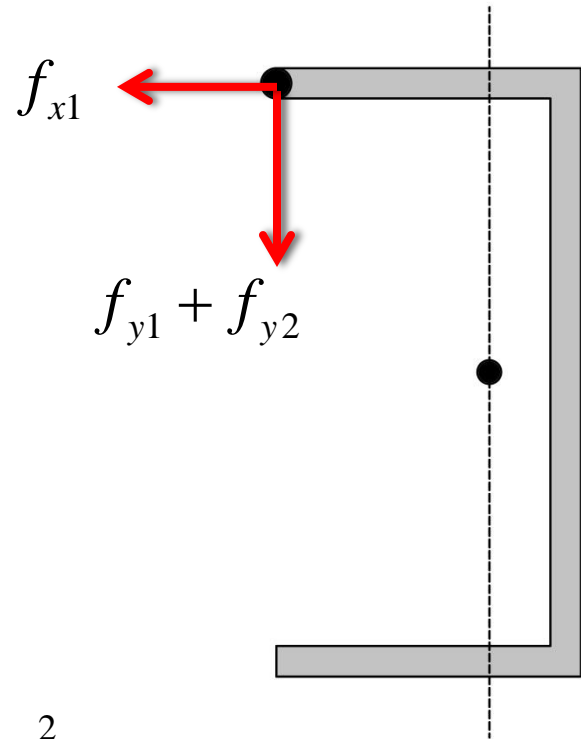
$$f_{y1} = \frac{T_x}{j} = \frac{77220 \times (6.5 - 0.98)}{5316.6} = 80.2 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$f_{y2} = \frac{R/2}{A_w} = \frac{11000}{43} = 256 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

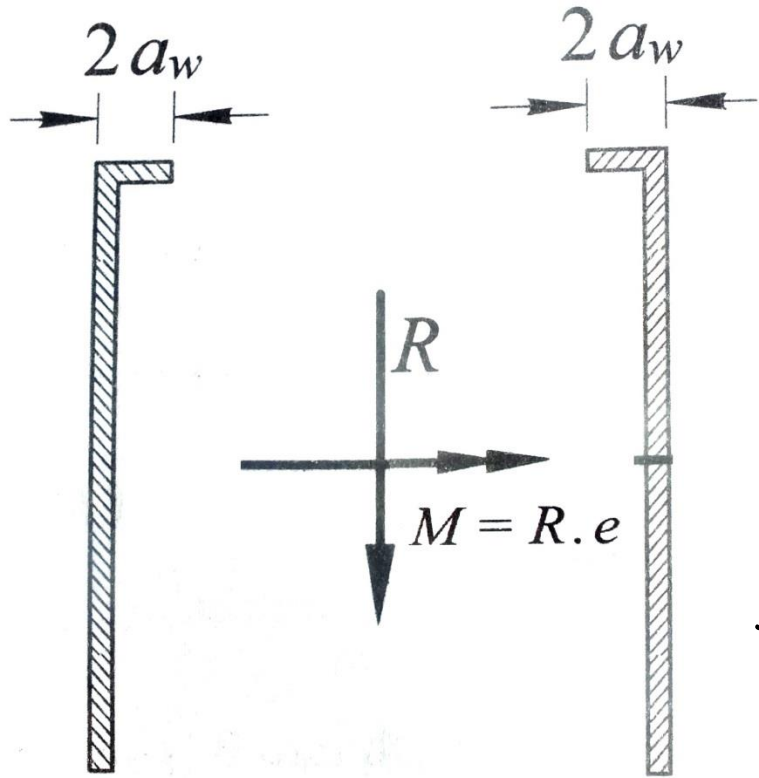
$$f_r = \sqrt{(217.9)^2 + (256 + 80.2)^2} = 400.6 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$t_e = \frac{400.6}{0.3 \times 0.85 \times 4200} = 0.374 \Rightarrow a = \frac{t_e}{0.707} = 0.53$$

\Rightarrow use $a = 6 \text{ mm}$



گام سوم: طراحی خطوط جوش B



$$M = 22000(8 - 0.98) = 154440 \text{ kg.cm}$$

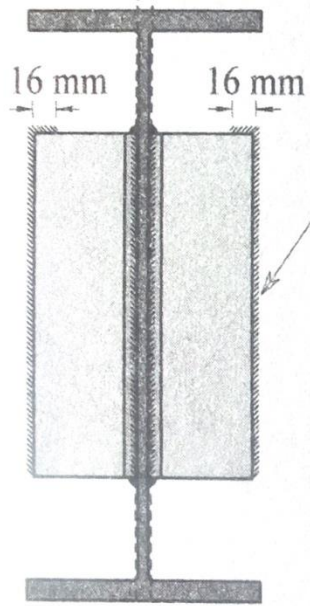
$$I = 2 \times \frac{30^3}{12} = 4500 \text{ cm}^4$$

$$f_b = \frac{M(L/2)}{I} = \frac{154440 \times 15}{4500} = 514.8 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_v = \frac{V}{A_w} = \frac{22000}{2 \times 30} = 366.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_r = \sqrt{(514.8)^2 + (366.7)^2} = 632.1 \text{ kg/cm}^2$$

$$t_e = \frac{632.1}{0.3 \times 0.85 \times 4200} = 0.59 \text{ cm} \Rightarrow a = \frac{t_e}{0.707} = 8$$



IPB 300

15 mm

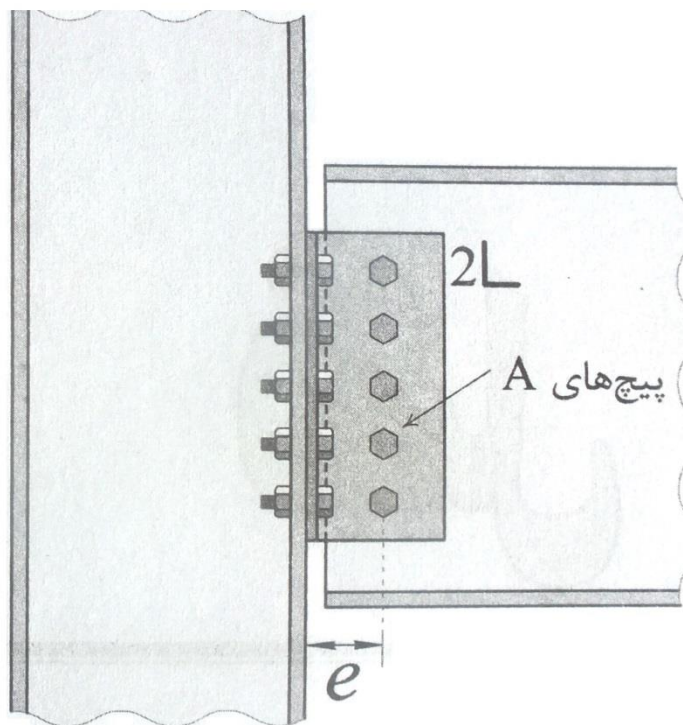
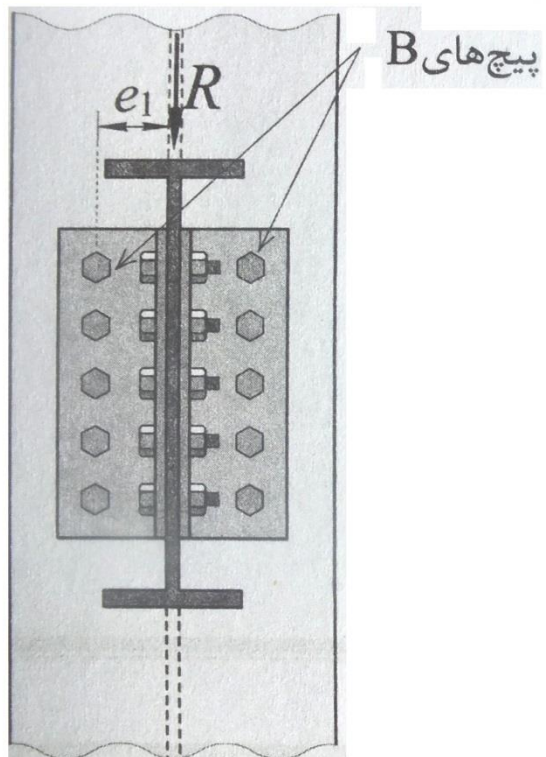
6 mm

$R = 22 \text{ ton}$

2L 80×80×10

IPE 400

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی جان به وسیله پیچ



مثال: اتصال تیر IPE 400 با نیروی عکس العمل تکیه گاهی ۳۳ تن را به ستونی از نیمرخ IPB300 به کمک نبشی جان و به وسیله اتصال پیچی طراحی کنید. نبشی های جان دو طرف نامساوی هستند و ساق بزرگتر به بال ستون و ساق کوچکتر به جان تیر وصل می گردد. پیچ ها از نوع 10.9 می باشند. اتصال را با فرض رفتار اصطکاکی طراحی کنید. ($F_y=2400 \text{ kg/cm}^2$ و $F_u=4000 \text{ kg/cm}^2$)

گام اول: تعیین ابعاد نبشی های اتصال

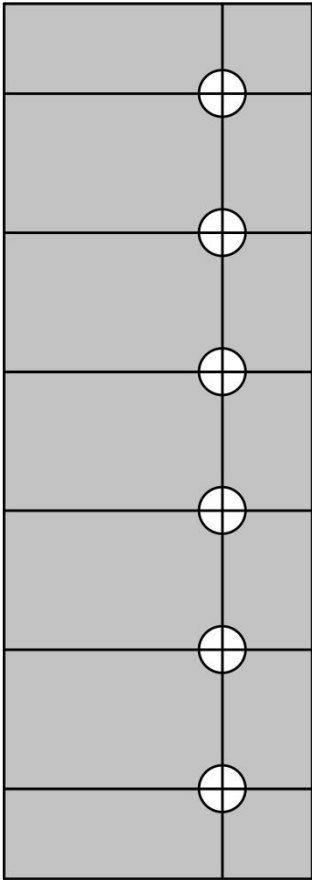
$$f_v = \frac{3R}{4Lt} = \frac{3 \times 33000}{4Lt} \leq 0.4F_y$$

$$Lt \geq \frac{3 \times 33000}{4 \times 960} = 25.8 \text{ cm}^2$$

با فرض استفاده از نبشی $L120 \times 80 \times 8$

$$t = 0.8 \text{ cm} \Rightarrow L \geq 32.23 \text{ cm} \rightarrow \text{use } L = 34 \text{ cm } \quad 2L120 \times 80 \times 8$$

گام دوم: طراحی پیچ‌های نبشی‌ها به جان تیر



با فرض استفاده از پیچ‌های با قطر 18 cm

همچنین با توجه به فواصل حداقل بیان شده در قسمت اتصالات پیچی، فواصل زیر به طور تقریبی به دست می‌آیند

$$\text{فاصله پیچ‌ها از لبه‌ها} \quad L_e = 2d_b = 3.5\text{ cm}$$

$$\text{فاصله بین پیچ‌ها از همدیگر} \quad S = 3d_b = 5.4\text{ cm} \longrightarrow n = 6$$

کنترل مقاومت برشی پیچ ها: پیچ های متصل کننده نبشی ها به جان تحت نیروی برش و گشتاور پیچشی قرار دارند

با توجه به اینکه فاصله پیچ ها تا لبه ساق نبشی 3.5 cm می باشد

$$e = 8 - 3.5 = 4.5 \text{ cm}$$

$$V = R = 33000 \text{ kg} \quad T = \frac{33000}{2} \times 4.5 = 74250 \text{ kg.cm}$$

$$J = 2 \times \left(\frac{\pi}{4} \times 1.8^2 \right) \times (2.7^2 + 8.1^2 + 13.5^2) = 1296 \text{ cm}^4$$

$$f_{vs} = \frac{R}{2nA_b} = \frac{33000}{2 \times 6 \times 2.54} = 1082.7 \text{ kg / cm}^2$$

$$f_{vx} = \frac{Ty}{J} = \frac{74250 \times 13.5}{1296} = 773.4 \text{ kg / cm}^2$$

کنترل مقاومت برشی پیچ ها

$$f_r = \sqrt{f_{vx}^2 + f_{vs}^2} = \sqrt{(773.4)^2 + (1080.7)^2} = 1328.9 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$f_r = 1328 \text{ kg} / \text{cm}^2 \leq 0.15F_u = 1500 \text{ kg} / \text{cm}^2 \rightarrow \text{ok}$$

کنترل لهیدگی جان تیر

$$f_P = \frac{R}{nt_w d_b} = \frac{33000}{6 \times 0.86 \times 1.8} = 3553 \text{ kg} / \text{cm}^2 \leq 1.2F_u = 4800 \rightarrow \text{ok}$$

کنترل لهیدگی ساق نبشی

$$f_P = \frac{R}{2ntd_b} = \frac{33000}{2 \times 6 \times 0.8 \times 1.8} = 1909.7 \text{ kg / cm}^2$$

$$f_P = 1909.7 \text{ kg / cm}^2 \leq 1.2F_u = 4800 \rightarrow ok$$

کنترل فواصل پیچها از هم

$$S = 5.4 \text{ cm} \geq \frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2} = \frac{2 \times (33000 / 6)}{4000 \times 0.8} + \frac{1.8}{2} = 2.62 \text{ cm}$$

کنترل فواصل پیچها از لبه ها

$$L_e \geq \max\left(\frac{2P}{F_u t} + \frac{d}{2}, L_{e1}\right) = \max(2.62, 3.6) = 3.6 \text{ cm}$$

گام سوم: طراحی پیچ های اتصال نبشی ها به بال ستون

پیچ ها تحت نیروی برش و لنگر خمشی زیر قرار دارند

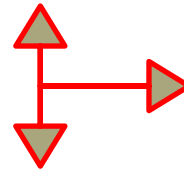
$$V = 33000 \text{ kg} \quad M = 33000 \times 4.5 = 148500 \text{ kg.cm}$$

با توجه به رفتار اصطکاکی اتصال، اتصال به صورت زیر کنترل می گردد

$$T_i = 0.55 A_b F_u = 0.55 \times 10000 \times 2.54 = 13970 \text{ kg}$$

کنترل جدا شدن نبشی

$$f_{bi} = \frac{\sum T_i}{bd} = \frac{12 \times 13970}{2 \times 12 \times 34} = 205.4 \text{ kg / cm}^2$$



$$f_{bi} \geq f_{tb} \rightarrow ok$$

$$f_{tb} = \frac{6M}{bd^2} = \frac{6 \times 148500}{2 \times 12 \times 34^2} = 32.12 \text{ kg / cm}^2$$

$$I = \sum A_{bi} \bar{y}_i^2 = 2 \times 2 \times 2.54 \times (2.7^2 + 8.1^2 + 13.5^2) = 2592 \text{ cm}^4$$

اکنون تنش کششی حاصل از لنگر خمشی و تنش برشی حاصل نیروی برش محاسبه می شوند

$$f_t = \frac{My}{I} = \frac{148500 \times 13.5}{2592} = 773.4 \text{ kg / cm}^2$$

$$f_v = \frac{R}{nA_b} = \frac{33000}{12 \times 2.54} = 1082.7 \text{ kg / cm}^2$$

در این مرحله تنش های محاسبه شده با مقادیر مجاز مقایسه می گردند

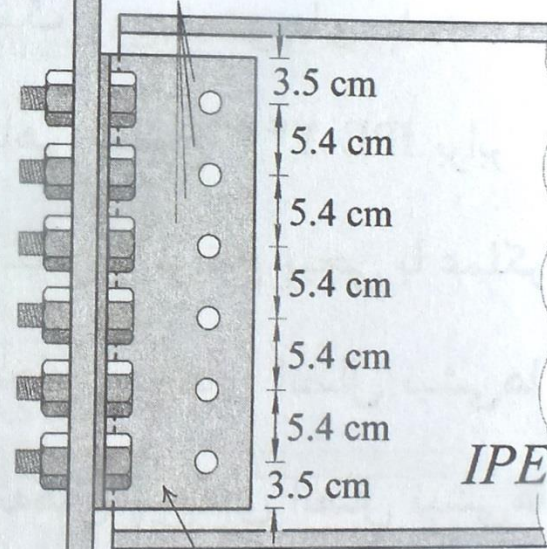
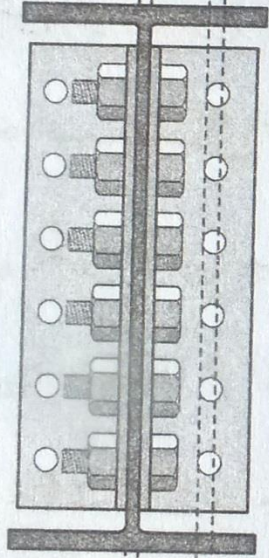
$$f_t = 773.4 \text{ kg / cm}^2 \leq 0.38F_u = 3800 \text{ kg / cm}^2 \rightarrow ok$$

$$F'_V = F_V \left(1 - \frac{f_t A_b}{T_i}\right) = 0.15 \times 10000 \left(1 - \frac{773.4 \times 2.54}{13970}\right) = 1289$$

$$f_v = 1082.7 \leq F'_V = 1289 \rightarrow ok$$

12 M18 (10.9)

6 M18 (10.9)

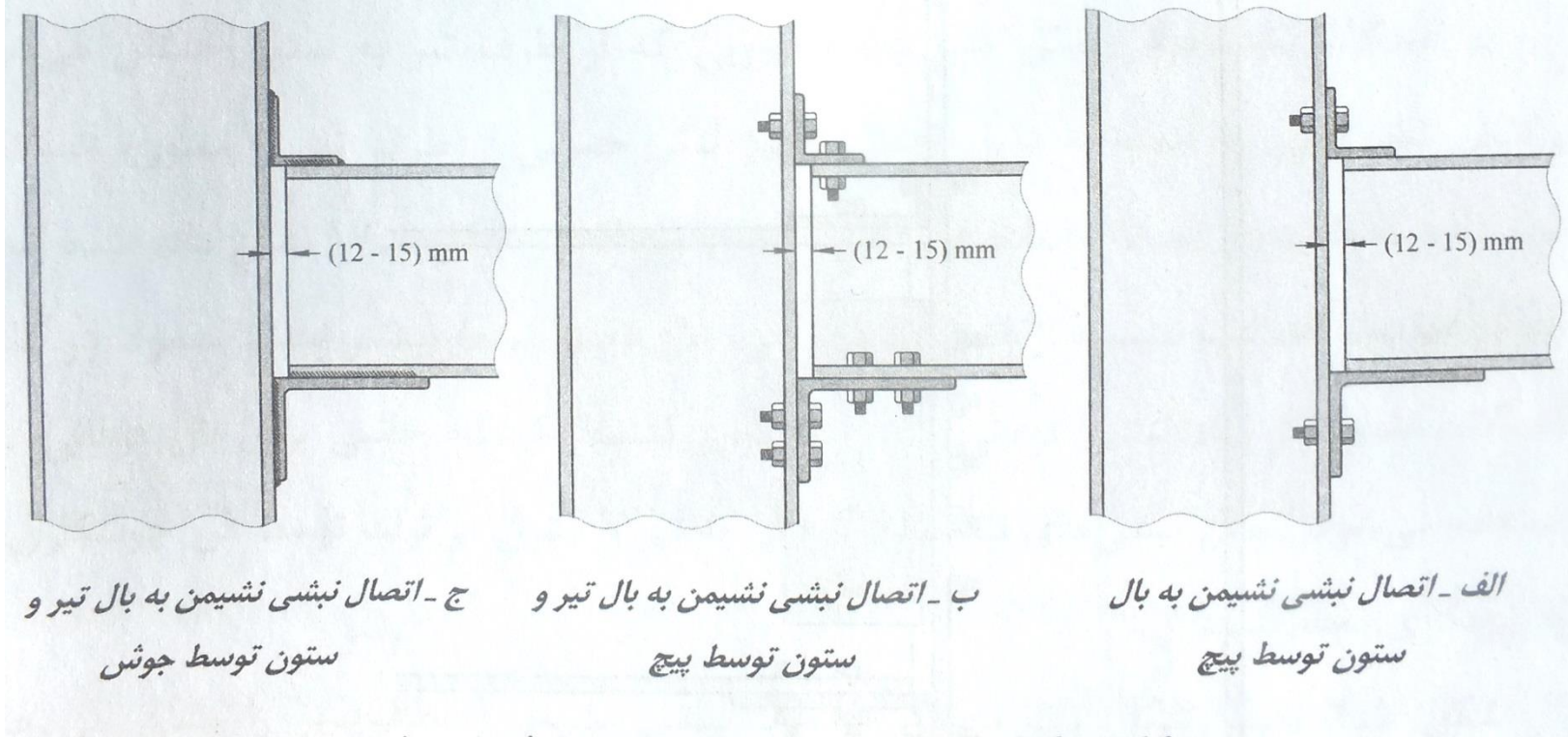


IPE 400

2L 120×80×8

IPB 300

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت نشده



اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت نشده

گام اول: تعیین ابعاد نبشی نشیمن

۱- تعیین طول تماس بین ساق افقی نبشی و بال تیر برای جلوگیری از لهیدگی جان تیر

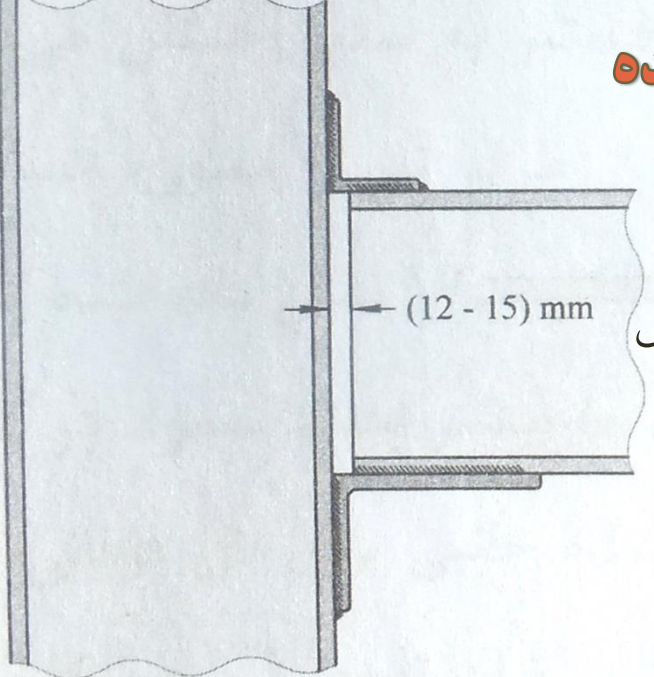
$$f_P = \frac{R}{(N + 2.5k)t_w} \leq F_p = 0.66F_y$$

$$N \geq \frac{R}{0.66F_y t_w} - 2.5k \geq k$$

N: طول تماس بین ساق افقی نبشی و بال تیر
K: فاصله بین سطح بال تیر تا پایان گردی ریشه اتصال بال به جان تیر
tw ضخامت جان تیر

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت نشده

گام اول: تعیین ابعاد نبشی نشیمن



(12 - 15) mm

۲- تعیین طول تماس بین ساق افقی نبشی و بال تیر بر اساس جلوگیری از چین خوردگی جان تیر

$$R \leq 285(t_w)^2 \left[1 + \frac{3N}{d} \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{F_{yw} t_f}{t_w}}$$

F_{yw}: تنش تسلیم جان تیر

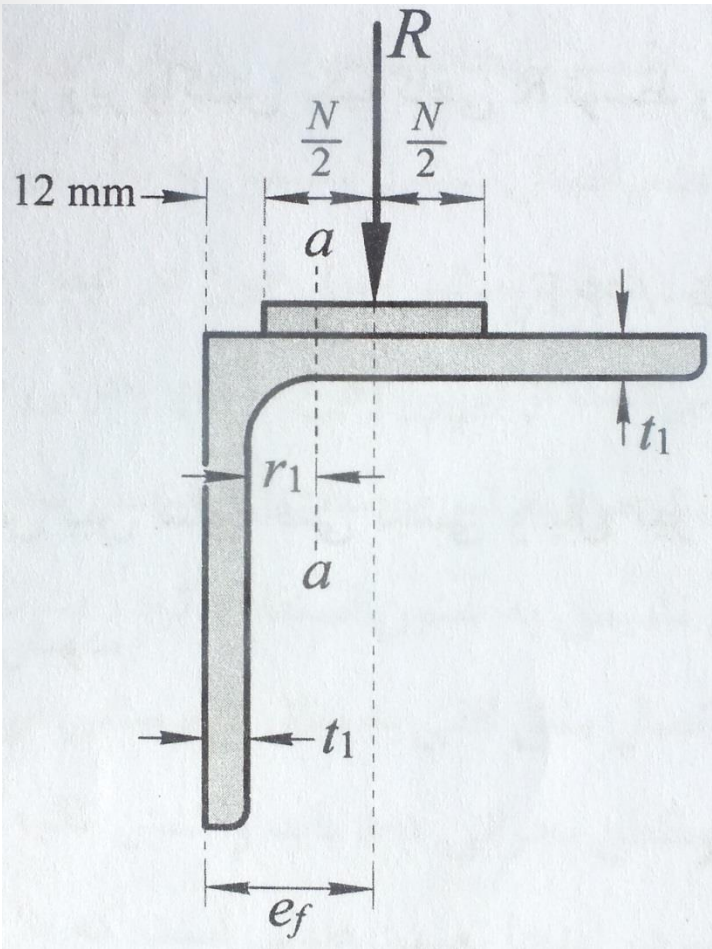
t_f: ضخامت بال تیر

d: ارتفاع تیر

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت نشده

گام اول: تعیین ابعاد نبشی نشیمن

۳- تعیین ضخامت نبشی با توجه به لنگر خمشی در مقطع بحرانی



$$M_1 = R \left(\frac{N}{2} + 1.2 - t_1 - r_1 \right)$$

$$f_b = \frac{6M_1}{t_1^2 L_1} \leq F_b = 0.75 F_y$$

$$t_1 \geq \sqrt{\frac{8M_1}{L_1 F_y}}$$

نکته اجرایی: طول نبشی L1 مقداری بزرگتر از بال تیر به منظور انجام جوشکاری در صورت لازم انتخاب می شود.

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت نشده

گام دوم: طراحی اتصال نبشی به ستون

پس از تعیین ابعاد نبشی نشیمن باید اتصال نبشی به ستون توسط جوش یا پیچ طراحی شود.

اتصال را باید برای تاثیر همزمان نیروی برش ناش از عکس العمل تکیه گاه و لنگر خمشی زیر طراحی نمود

$$M_2 = R\left(\frac{N}{2} + 1.2\right)$$

گام سوم: تعیین ابعاد نبشی فوقانی

$$R \leq 5 \text{ ton} \quad \rightarrow \text{use } L60 \times 60 \times 6$$

$$5 \text{ ton} \leq R \leq 15 \text{ ton} \quad \rightarrow \text{use } L80 \times 80 \times 8$$

مثال: اتصال نشسته ای به کمک نبشی نشیمن برای انتقال واکنش تکیه گاهی ۱۲ تن از یک تیر با نیمرخ IPE360 به بال ستونی با نیمرخ IPB320 طراحی کنید.
برای اتصال نبشی به بال ستون از جوش گوشه با در نظر گرفتن $\phi = 0.75$ و الکتروود E60 استفاده کنید.

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

$$F_u = 4000 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

حل:

مشخصات هندسی تیر و ستون به شرح زیر است

$$\text{IPE360} \quad d = 36 \text{ cm} \quad k = 3.07 \text{ cm} \quad t_w = 0.8 \text{ cm} \quad t_f = 1.27 \text{ cm} \quad b_f = 17 \text{ cm}$$

$$\text{IPB320} \quad k_c = 4.75 \text{ cm} \quad t_w = 1.15 \text{ cm}$$

با فرض استفاده از نبشی L 100*100*10

$$L100 \times 100 \times 10 \quad t_1 = 1 \text{ cm} \quad r_1 = 1.2 \text{ cm}$$

کنترل طول نشیمن برای جلوگیری از لهیدگی جان تیر:

$$N \geq \frac{R}{0.66F_y t_w} - 2.5k = \frac{12000}{0.66 \times 2400 \times 0.8} - 2.5 \times 3.07 = 1.79$$

$$N = 1.79 < k = 3.07 \Rightarrow N = 3.07 \text{ cm}$$

کنترل طول نشیمن برای جلوگیری از چین خوردگی جان تیر:

$$R \leq 285(t_w)^2 \left[1 + \frac{3N}{d} \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{F_{yw} t_f}{t_w}}$$

$$12000 \leq 285(0.8)^2 \left[1 + \frac{3N}{36} \left(\frac{0.8}{1.27} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{2400 \times 1.27}{0.8}} \Rightarrow N \geq 1.58$$

تعیین ضخامت نبشی

$$M_1 = 12000 \left(\frac{3.07}{2} + 1.2 - 1 - 1.2 \right) = 6420 \text{ kg.cm}$$

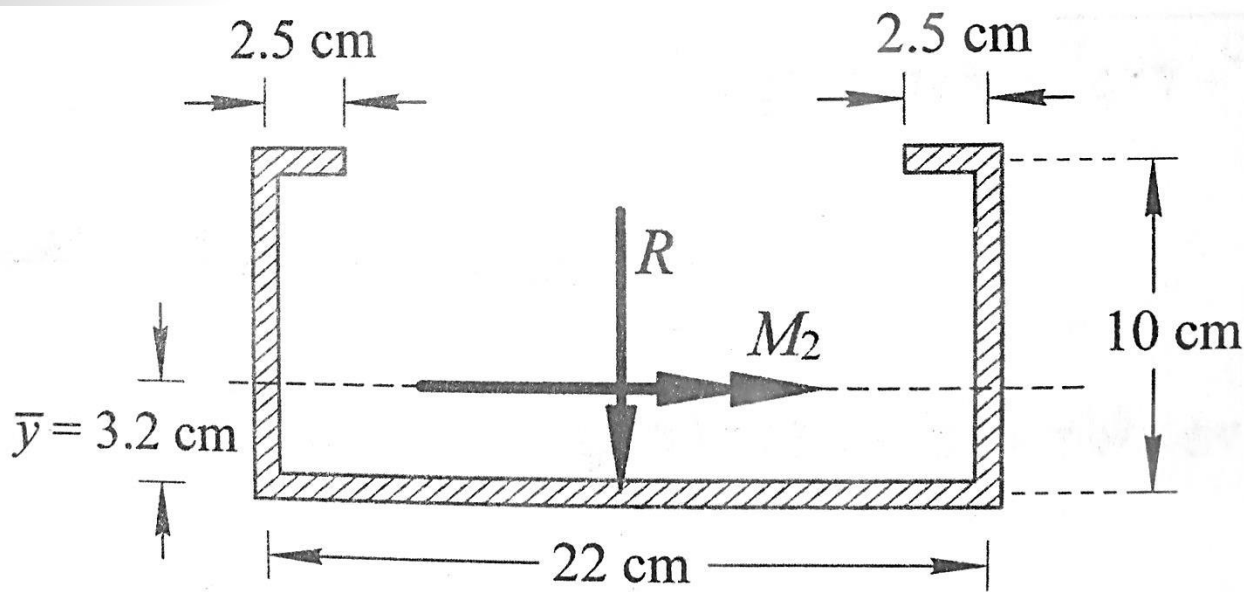
با توجه به عرض بال تیر عرض نبشی 2.5 cm از هر طرف اضافه در نظر می گیریم:
L1= 22 cm

$$t_1 \geq \sqrt{\frac{8 \times 4620}{22 \times 2400}} = 0.99 \text{ cm} \quad \Rightarrow t_1 = 1 \text{ cm}$$

تعیین نبشی فوقانی

$$5 \text{ ton} \leq 12 \text{ ton} \leq 15 \text{ ton} \quad \Rightarrow \text{use } L80 \times 80 \times 10$$

طراحی جوش اتصال
نبشی به بال ستون

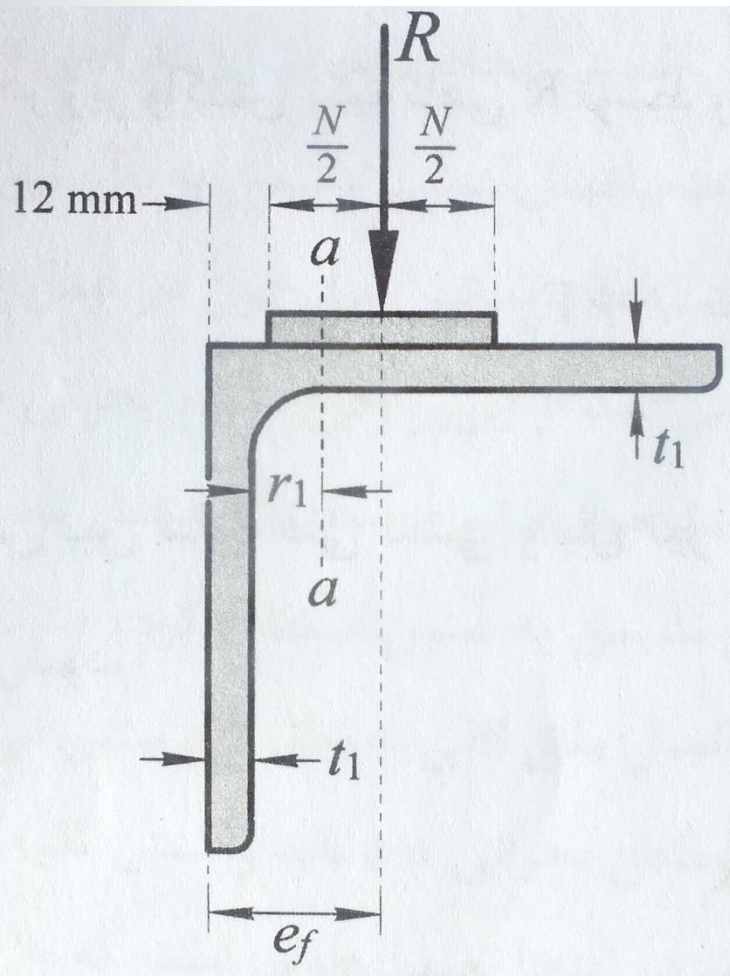


$$A_w = 2 \times 2.5 + 2 \times 10 + 22 = 47 \text{ cm}^2$$

$$\bar{y} = \frac{5 \times 10 + 2 \times 10 \times 5}{47} = 3.2 \text{ cm}$$

$$I_w = 22 \times 3.2^2 + 5 \times 6.8^2 + \frac{2}{3} (3.2^3 + 6.8^3) = 688 \text{ cm}^4$$

طراحی جوش اتصال نبشی به بال ستون



$$e_f = \frac{N}{2} + 1.2 = \frac{3.07}{2} + 1.2 = 2.74 \text{ cm}$$

$$R = 12000 \text{ kg}$$

$$M_2 = 12000 e_f = 32880 \text{ kg.cm}$$

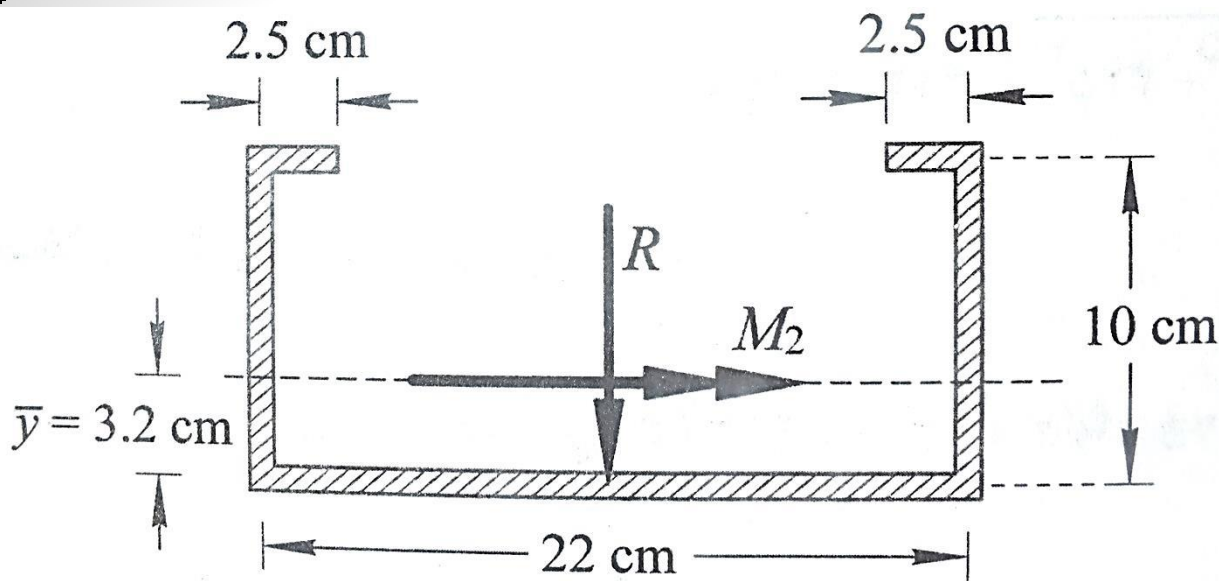
تنش برشی مستقیم در جوش گوشه برابر است با

$$f_{vs} = \frac{R}{A_w} = \frac{12000}{47} = 255.3 \text{ kg/cm}^2$$

تنش کششی ناشی از لنگر خمشی M_2 در جوش گوشه برابر است با

$$f_t = \frac{M_2 y}{I_w} = \frac{32880 \times 6.8}{688} = 325 \text{ kg/cm}^2$$

طراحی جوش اتصال نبشی
به بال ستون



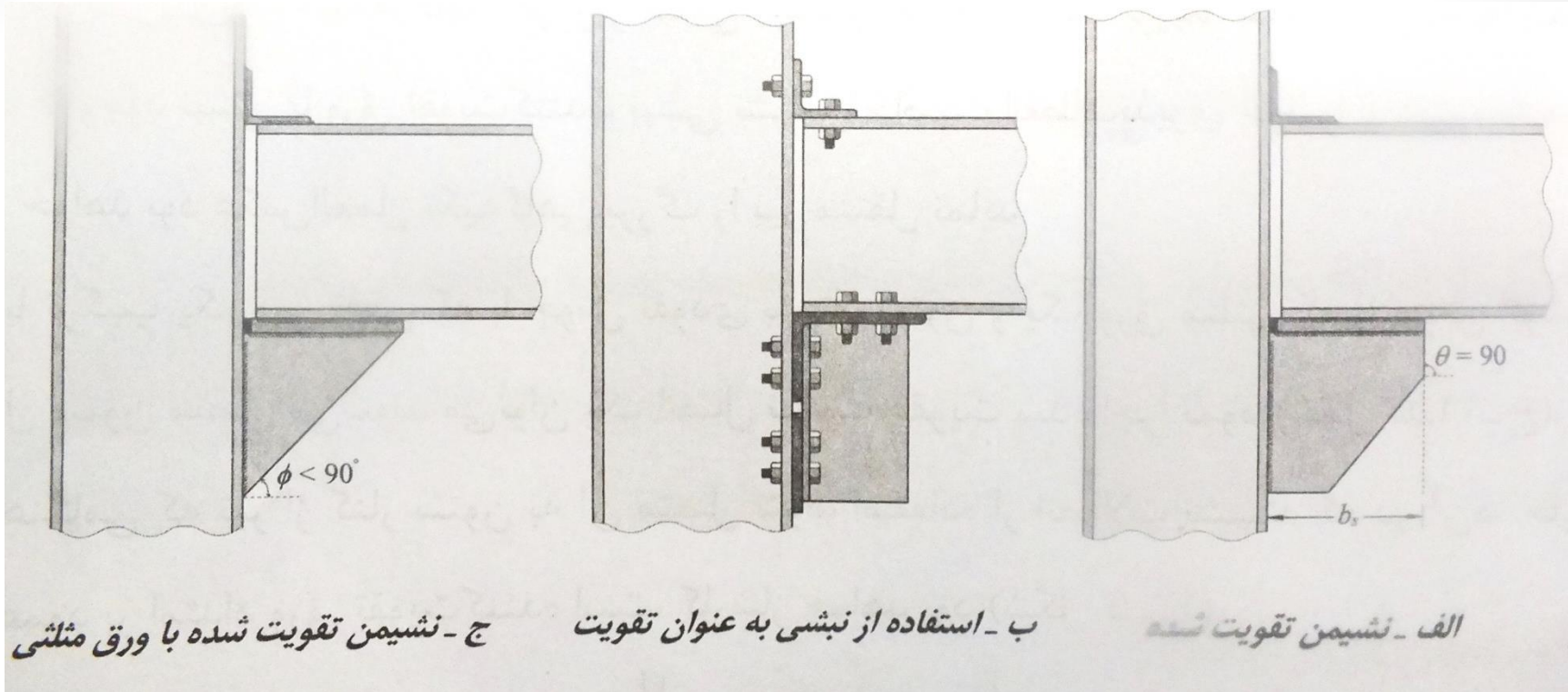
$$f_r = \sqrt{255.3^2 + 325^2} = 413.3 \text{ kg / cm}^2$$

تعیین بعد جوش

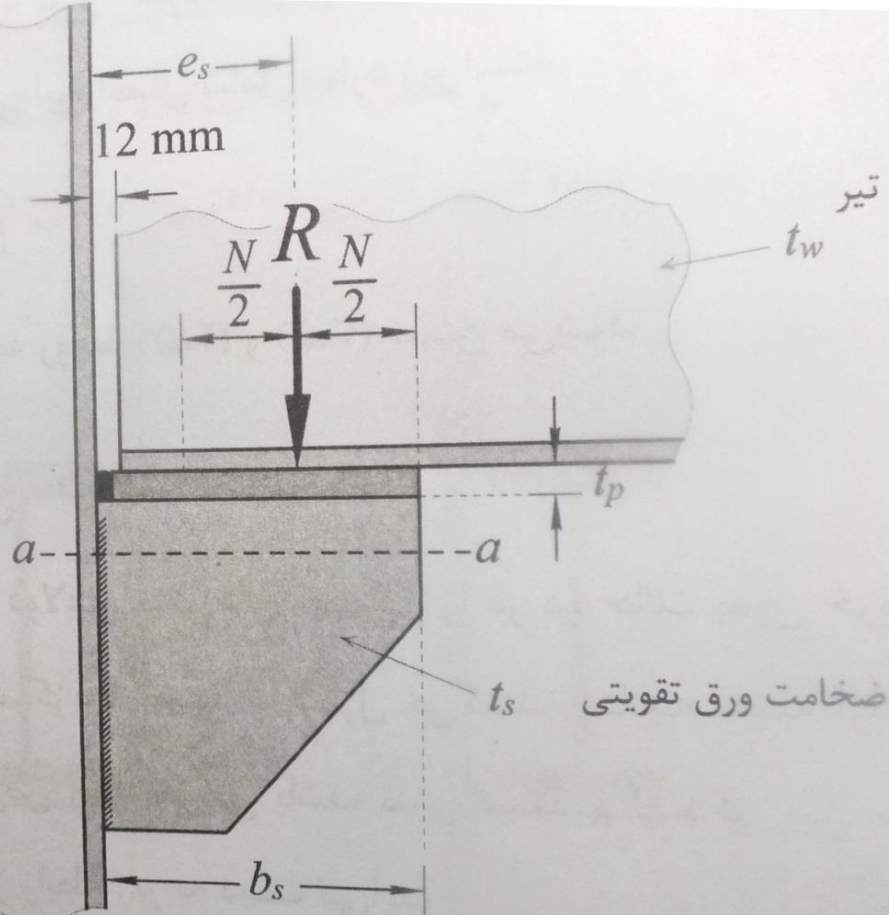
$$t_e = \frac{f_r}{F_{vw}} = \frac{413.3}{0.75 \times 0.3 \times 4200} = 0.44 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{t_e}{0.707} = 0.62 \text{ cm}$$

use $a = 8 \text{ mm}$

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت شده



اتصال مفصلی با استفاده
از نبشی نشیمن تقویت
شده با لبه های قائم



$$b_s \geq N + 1.2$$

$$e_s = b_s - N / 2$$

$$t_s \geq \frac{R}{0.9F_y(b_s - 1.2)}$$

$$t_s \geq \frac{R(6e_s - 2b_s)}{0.9F_y b_s^2}$$

کنترل لهدگی

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت شده با لبه های قائم

کنترل کمانش موضعی ورق تقویتی

$$\frac{b_s}{t_s} \leq \frac{795}{\sqrt{F_{yst}}}$$

محدودیت ضخامت ورق اتصال

$$t_w \leq t_s \leq t_p$$

محدودیت ضخامت جوش ورق تقویتی: برای اینکه مقاومت برشی ورق از مقاومت جوش بیشتر باشد باید رابطه زیر برقرار باشد

$$t_s \geq \frac{1.06 \phi a_w F_u}{F_y}$$

مثال: اتصال نشسته ای به کمک نبشی نشیمن تقویت شده با لبه های قائم برای انتقال واکنش تکیه گاهی ۵۵ تن از یک تیر با نیمرخ INP360 به بال ستونی با نیمرخ IPB320 طراحی کنید. اتصال نبشی به بال ستون از جوش گوشه با در نظر گرفتن $\phi = 0.75$ و الکتروود E60

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

$$F_u = 4000 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

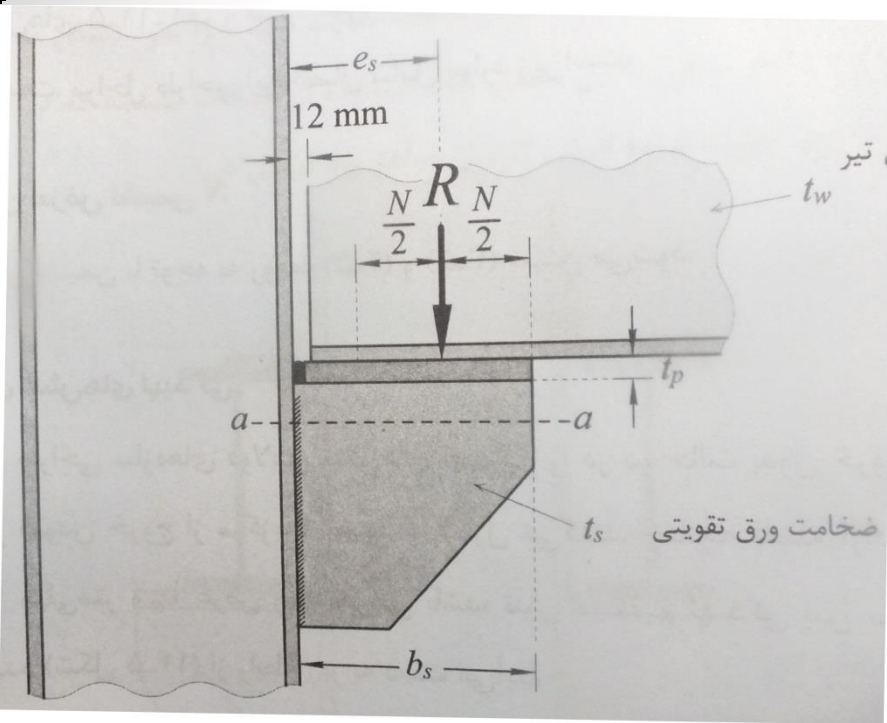
مشخصات هندسی تیر و ستون به شرح زیر است

$$\text{INP400} \quad d = 40 \text{ cm} \quad k = 3.85 \text{ cm} \quad tw = 1.44 \text{ cm} \quad tf = 2.16 \text{ cm}$$

تعیین عرض نشیمن N

$$N \geq \frac{55000}{0.66 \times 2400 \times 1.44} - 2.5 \times 3.85 = 14.4$$

$$55000 \leq 285(1.44)^2 \left[1 + \frac{3N}{40} \left(\frac{1.44}{2.16} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{2400 \times 2.16}{1.44}} \Rightarrow N \geq 13.5 \text{ cm}$$



$$N = 14.5 \text{ cm}$$

$$b_s = N + 1.2 = 15.7 \quad \rightarrow b_s = 16 \text{ cm}$$

$$e_s = b_s - N / 2 = 8.75 \text{ cm}$$

تعیین ضخامت ورق تقویت

$$t_s \geq \frac{R}{0.9 F_y (b_s - 1.2)} = \frac{55000}{0.9 \times 2400 (16 - 1.2)} = 1.72 \text{ cm}$$

$$t_s \geq \frac{R(6e_s - 2b_s)}{0.9 F_y b_s^2} = \frac{55000(6 \times 8.75 - 2 \times 16)}{0.9 \times 2400 \times 16^2} = 2.039 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \text{use } t_s = 22 \text{ mm}$$

$$\frac{b_s}{ts} = \frac{16}{2.2} = 7.27 \leq \frac{795}{\sqrt{2400}} = 16.32 \rightarrow ok$$

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت شده با تقویت مثلی شکل

فرض برای تعیین b_s

$$b_s = 0.6b_s + N / 2$$

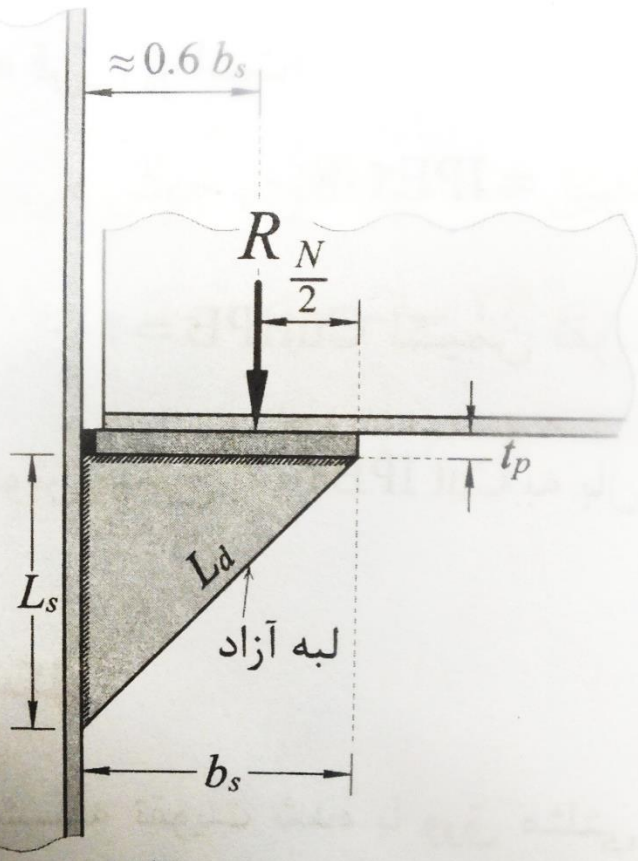
تنش حداکثر روی لبه آزاد سخت کننده

$$\frac{R}{b_s t_s z} \leq 0.6 F_y$$

$$z = 1.39 - 2.2 \left(\frac{b_s}{L_s} \right) + 1.27 \left(\frac{b_s}{L_s} \right)^2 - 0.25 \left(\frac{b_s}{L_s} \right)^3$$

اتصال مفصلی با استفاده از نبشی نشیمن تقویت شده با تقویت مثلی شکل

کنترل کمانش موضعی



$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{b_s}{t_s} \leq \frac{2100}{\sqrt{F_y}} \quad 0.5 \leq \frac{b_s}{L_s} \leq 1 \\ \frac{b_s}{t_s} \leq \frac{2100(\frac{b_s}{L_s})}{\sqrt{F_y}} \quad 1 \leq \frac{b_s}{L_s} \leq 2 \end{array} \right.$$

مثال: اتصال نشسته ای به کمک نبشی نشیمن تقویت شده با ورق تقویتی مثلثی شکل برای انتقال واکنش تکیه گاهی ۱۰۹ تن از یک تیر ورق با مشخصات داده شده به بال ستونی با نیمرخ IPB340 طراحی کنید. اتصال نبشی به بال ستون از جوش گوشه با در نظر گرفتن $\phi = 0.85$ و الکتروود E60

$$F_y = 3600 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

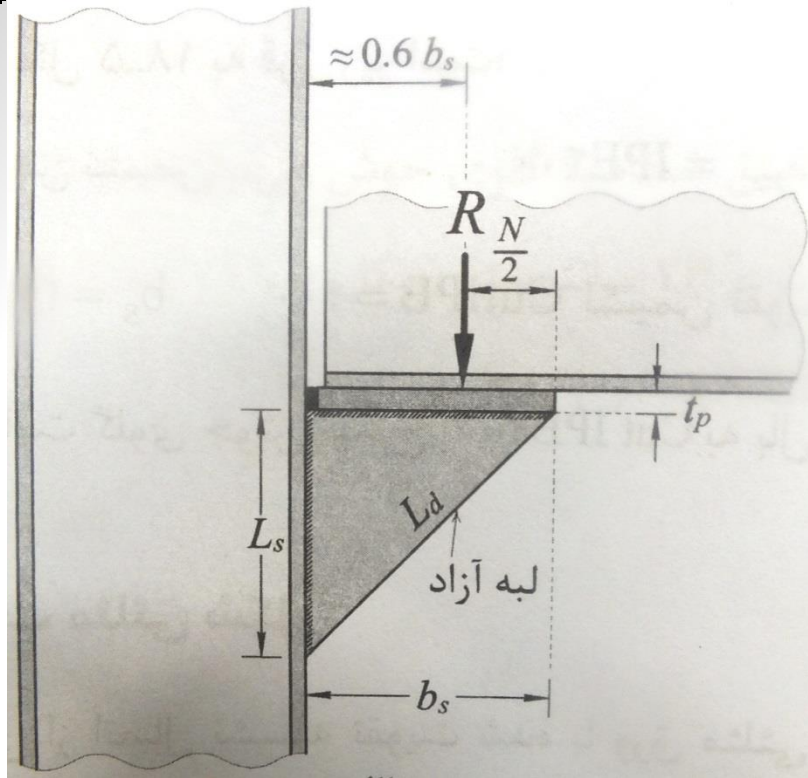
مشخصات هندسی تیر و ستون به شرح زیر است

$$d = 54 \text{ cm} \quad h = 50 \text{ cm} \quad tw = 1.4 \text{ cm} \quad tf = 2 \text{ cm} \quad bf = 30 \text{ cm}$$

تعیین عرض نشیمن N

$$N \geq \frac{109000}{0.66 \times 3600 \times 1.4} - 2.5 \times 2 = 27.7 \text{ cm}$$

$$109000 \leq 285(1.4)^2 \left[1 + \frac{3N}{54} \left(\frac{1.4}{2} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{3600 \times 2}{1.4}} \Rightarrow N \geq 52.8 \text{ cm}$$



$$0.6b_s + N / 2 = b_s$$

$$\Rightarrow b_s = 66\text{cm}$$

با فرض ضخامت ورق برابر با 2 cm

$$\frac{R}{b_s t_s z} \leq 0.6 F_y \Rightarrow \frac{109000}{66 \times 2 z} \leq 0.66 F_y$$

$$\Rightarrow z \geq 0.382$$

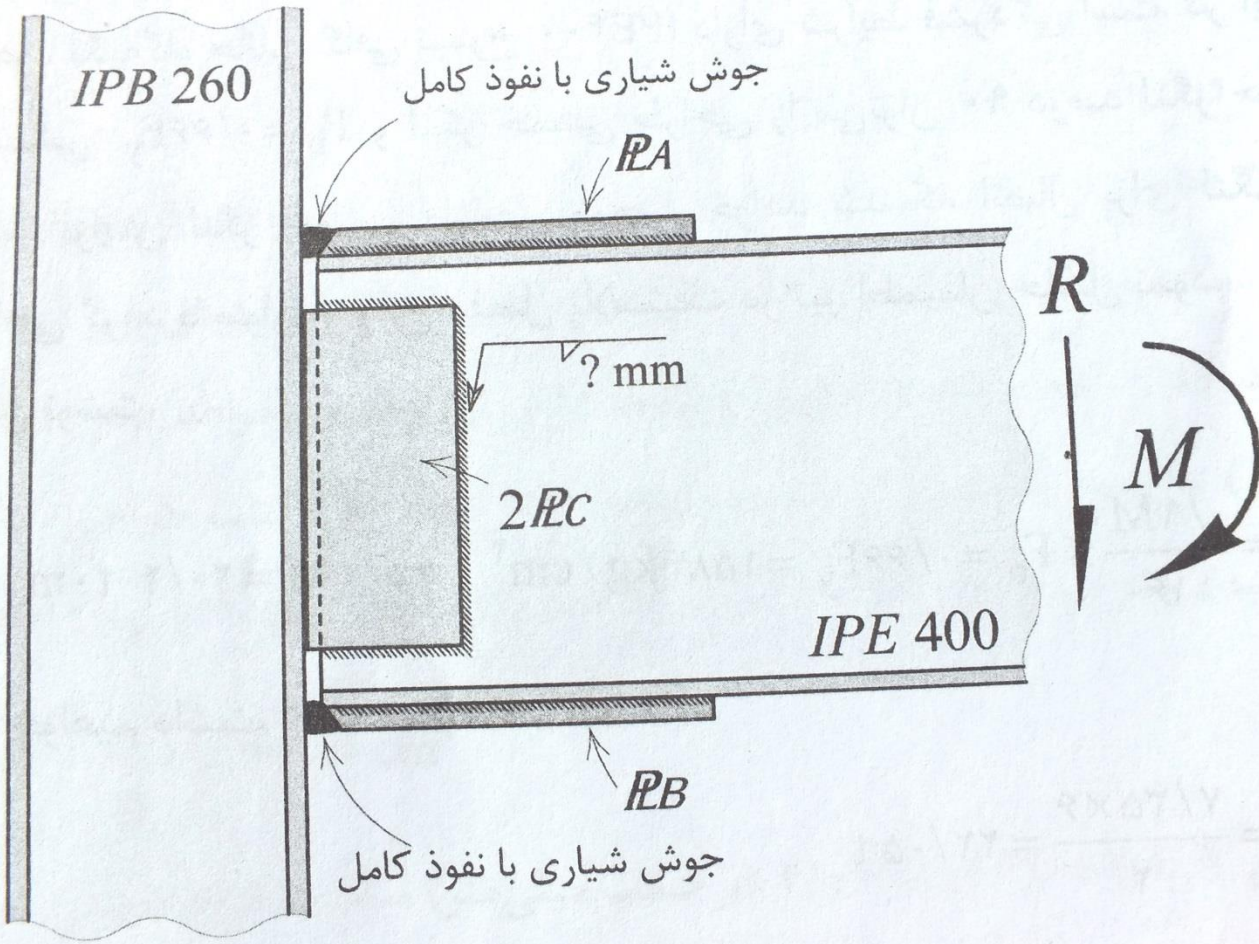
$$z = 1.39 - 2.2\left(\frac{b_s}{L_s}\right) + 1.27\left(\frac{b_s}{L_s}\right)^2 - 0.25\left(\frac{b_s}{L_s}\right)^3$$

$$\Rightarrow \frac{b_s}{L_s} \cong 0.7 \Rightarrow L_s = 95\text{cm}$$

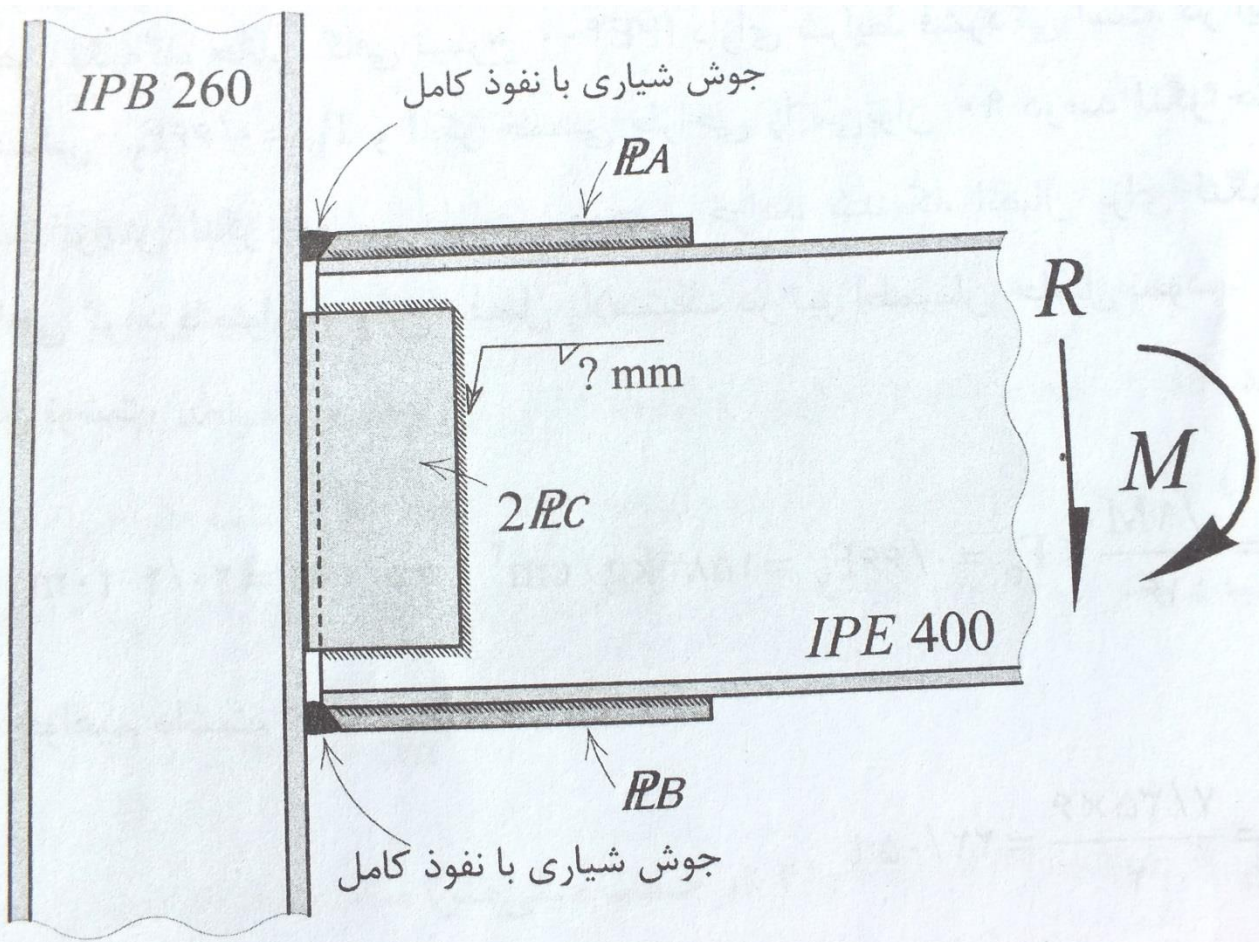
$$0.5 \leq \frac{b_s}{L_s} = 0.7 \leq 1 \Rightarrow \frac{b_s}{t_s} \leq \frac{2100}{\sqrt{F_y}} \Rightarrow t_s \geq 1.54\text{cm} \rightarrow \text{ok}$$

کنترل کمانش موضعی

اتصال گیردار توسط ورق فوقانی و تحتانی



مثال: برای انتقال نیروی عکس العمل ۲۲ تن و لنگر خمشی 20.4 ton.m از نیمرخ IPE400 در یک قاب خمشی توسط ورقهای اتصال A و B به ترتیب به بالهای کششی و فشاری و ورق C به جان تیر به ستون IPB260 به صورت گیردار طراحی کنید. از جوش گوشه با در نظر گرفتن $\phi = 0.85$ و الکتروود E60 استفاده کنید.



طراحی ورق فوقانی A

$$T = \frac{M}{d} = \frac{2040000}{40} = 51000kg$$

$$ft = \frac{T}{b_A t_A} = \frac{51000}{b_A t_A} \leq 0.6Fy = 1440kg / cm^2$$

برای جوشکاری آسان عرض ورق را 1.5 cm از طرفین بال تیر کمتر در نظر می گیریم

$$b_A t_A \geq 35.42cm^2 \Rightarrow b_A = 15cm \Rightarrow t_A = 2.4cm$$

طول ورق بر اساس طول خط جوش مورد نیاز طراحی می شود، لذا با فرض جوشکاری با بعد 8 mm

$$2L_A \times 0.707 \times 0.8 \times 0.3 \times 4200 \times 0.75 \geq 51000$$

$$\Rightarrow L_A = 47.71cm \Rightarrow use \quad L_A = 48cm$$

طراحی ورق تحتانی B

$$C = \frac{M}{d} = \frac{2040000}{40} = 51000 \text{ kg}$$

$$fc = \frac{C}{b_B t_B} = \frac{51000}{b_B t_B} \leq 0.6 Fy = 1440 \text{ kg / cm}^2$$

عرض ورق تحتانی 2 cm از عرض تیر بیشتر در نظر گرفته می شود

$$b_B t_B \geq 35.42 \text{ cm}^2 \Rightarrow b_B = 20 \text{ cm} \Rightarrow t_B = 1.8 \text{ cm}$$

طول ورق بر اساس طول خط جوش مورد نیاز طراحی می شود، با فرض جوشکاری
با بعد 8 mm

$$2L_B \times 0.707 \times 0.8 \times 0.3 \times 4200 \times 0.75 \geq 51000$$

$$\Rightarrow L_B = 47.71 \text{ cm} \Rightarrow use \quad L_B = 48 \text{ cm}$$

با فرض استفاده از دو عدد ورق برای انتقال نیروی عکس العمل تکیه گاه

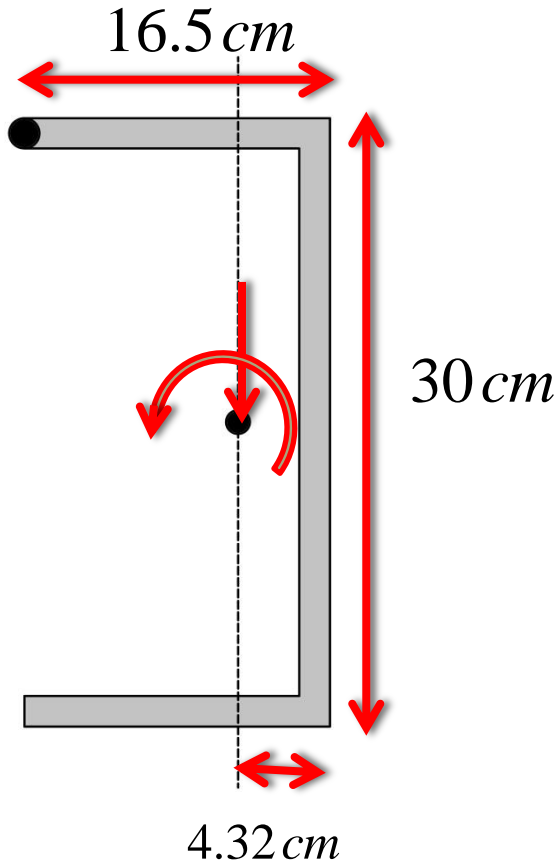
$$f_v = \frac{3R}{4b_c t_c} = \frac{3}{4} \frac{22000}{b_c t_c} \leq 0.4F_y = 960 \text{ kg / cm}^2$$

با توجه به ارتفاع جان تیر از ورق به طول 30 cm استفاده می شود.

$$b_c = 30 \text{ cm} \Rightarrow t_c = 0.75 \text{ cm} \Rightarrow \text{use } t_c = 8 \text{ mm}$$

طراحی جوش اتصال ورقها به جان تیر: با فرض عرض لازم ورق برای برقراری اتصال توسط جوش برابر با 18 cm و با فرض 1.5 cm به عنوان فاصله بادخور

طول خط جوش افقی = $18 - 1.5 = 16.5 \text{ cm}$



$$\bar{x} = \frac{2 \times 16.5 \times \frac{16.5}{2}}{2 \times 16.5 + 30} = 4.32 \text{ cm}$$

$$V = R / 2 = 11000 \text{ kg}$$

$$T = 11000(18 - 4.32) = 150480 \text{ kg.cm}$$

$$A = 2 \times 16.5 + 30 = 63 \text{ cm}^2$$

$$J = I_x + I_y = 2 \times 66.5 \times 15^2 + \frac{30^3}{12} + \frac{2}{3} (4.32^3 + 12.18^3) + 30 \times 4.32^2 = 11493 \text{ cm}^4$$

گام دوم: طراحی خطوط جوش A

$$f_{x1} = \frac{T_y}{j} = \frac{150480 \times 15}{11493} = 196.4 \text{ kg / cm}^2$$

$$f_{y1} = \frac{T_x}{j} = \frac{150822 \times (16.5 - 4.32)}{11493} = 159.5 \text{ kg / cm}^2$$

$$f_{y2} = \frac{R/2}{A_w} = \frac{11000}{63} = 174.6 \text{ kg / cm}^2$$

$$f_r = \sqrt{(196.4)^2 + (159.5 + 174.6)^2} = 387.6 \text{ kg / cm}^2$$

$$t_e = \frac{387.6}{0.3 \times 0.75 \times 4200} = 0.41 \Rightarrow a = \frac{t_e}{0.707} = 0.58$$

\Rightarrow use $a = 6 \text{ mm}$

