


دوره ارتقاء پایه آمار محاسبات - جواد دانشگاهی

مقدمه



قاب خمشی فولادی

سیستم باربری است که باربری جانبی آن، توسط رفتار طره‌ای و برشی قاب و عملکرد برشی چشمه اتصال تأمین می‌گردد. در رفتار طره-ای، قاب مانند یک طره قائم عمل می‌کند و خمش حاصل از بار جانبی را به طور عمده، توسط کوتاه شدگی ستون‌های تحت فشار و افزایش طول ستون‌های تحت کشش، تحمل می‌نماید.

شماره ۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دوره ارتقاء پایه آمار محاسبات - جواد دانشگاهی

مزایا:

- شکل‌پذیری بالا
- آزادی معماری

معایب:

- سختی ارتجاعی پایین



شماره ۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جلد اول - شماره ۱ - زمستان ۱۳۹۳

Behavior of an MRF Under Lateral Load:

Internal Forces and Possible Plastic Hinge Locations

Three basic components: beams, columns, and beam-column panel zones.

شماره ۷

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

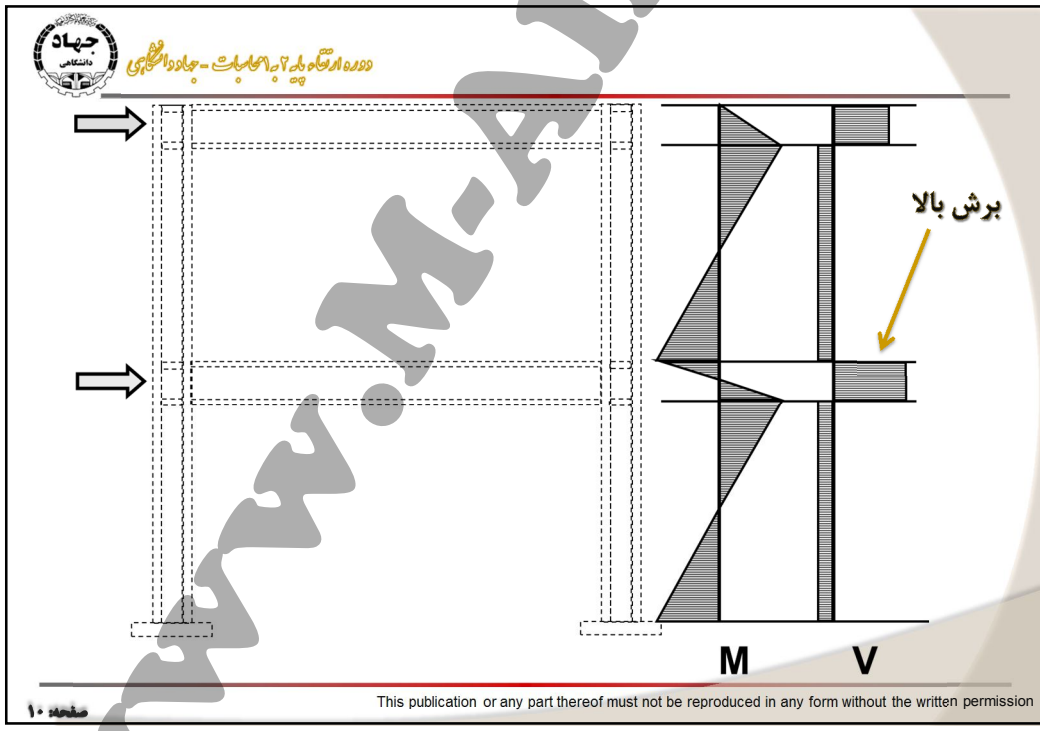
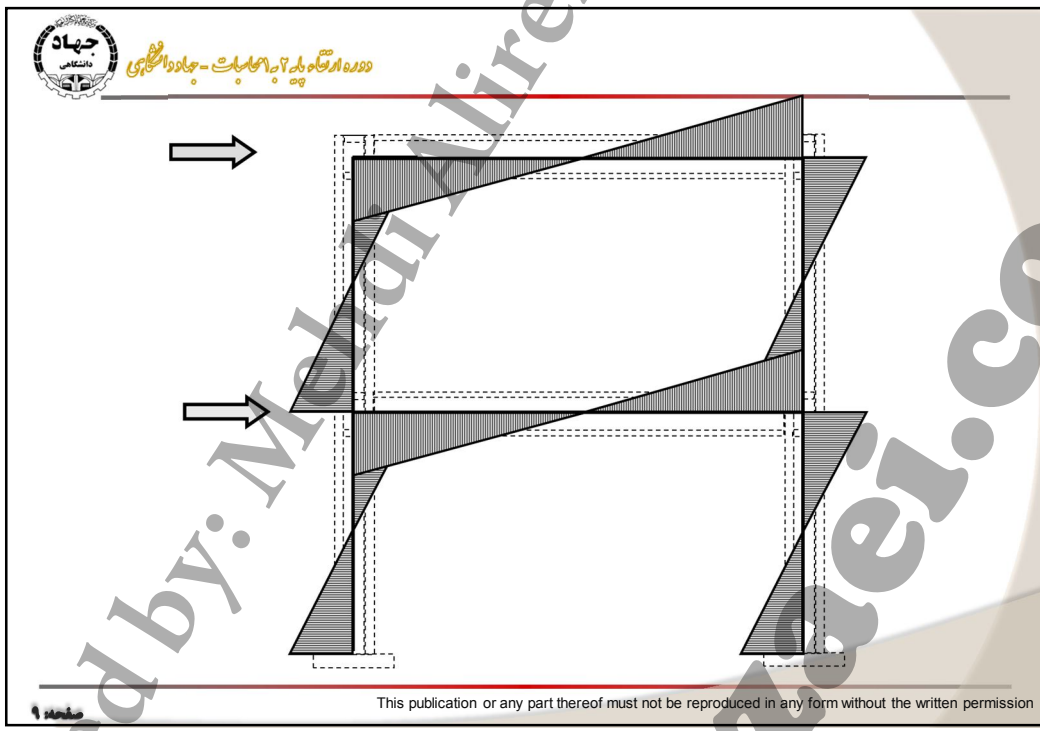
جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جلد اول - شماره ۱ - زمستان ۱۳۹۳


روند طراحی شکل پذیر یک قاب خمشی:

- ۱- انتخاب المان های قاب که به عنوان فیوز سازه ای بایستی در حین زلزله تسلیم شده و انرژی ورودی را مستهلک نمایند.
- ۲- جزئیات بندی ناحیه فیوز قاب که قادر به تحمل دوران های زیاد باشد.
- ۳- طراحی بقیه اجزای قاب بطوری که اندکی قوی تر از فیوز طراحی شوند.

شماره ۸

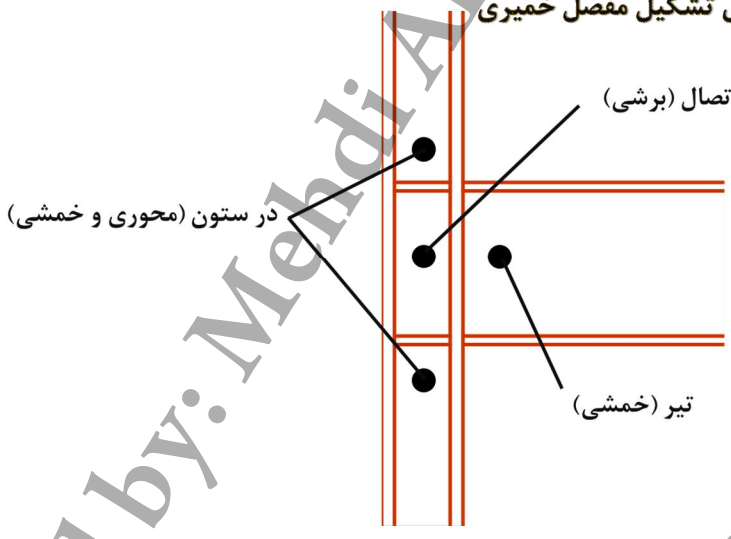
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission





دوره ارشد کارشناسی ارشد - جواد دانشگاه جواد

مکان های محتمل برای تشکیل مفصل خمیری




چشمه اتصال (برشی)

در ستون (محوری و خمشی)

تیر (خمشی)

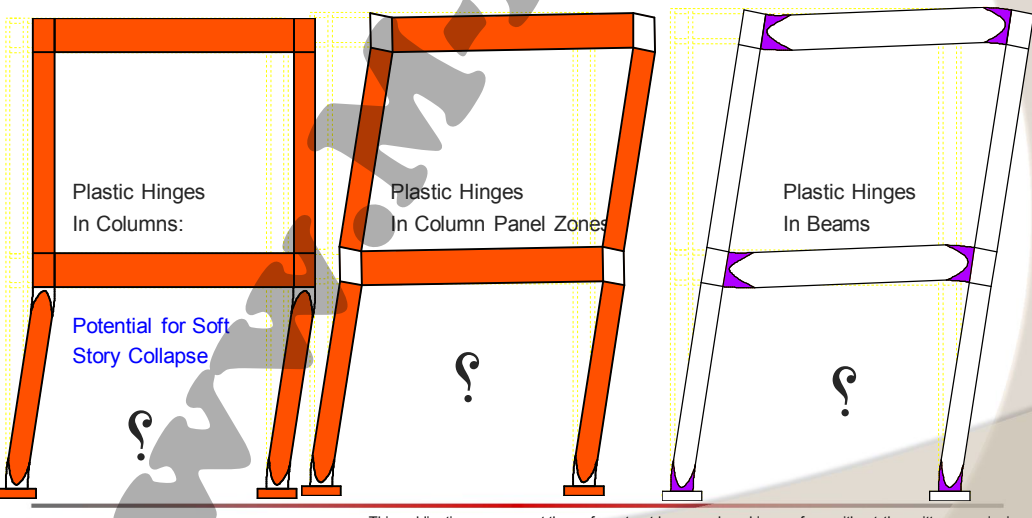
صفحه ۱۱

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دوره ارشد کارشناسی ارشد - جواد دانشگاه جواد

مفصل های خمیری در تیرها (راست) مفصل خمیری در ستون ها (چپ) مفصل خمیری در چشمه اتصال (وسط)



Plastic Hinges In Columns:

Potential for Soft Story Collapse

Plastic Hinges In Column Panel Zones

Plastic Hinges In Beams

صفحه ۱۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جلد اول - فصل اول

**Critical Detailing Area for Moment Resisting Frames:
Beam-to-Column Connections**



بحرانی ترین ناحیه یک قاب خمشی، منطقه اتصال تیر به ستون میباشد که از حساسیت زیادی برخوردار است.

تیر بایستی بدون ایجاد خسارت در اتصال تیر به ستون جاری شود. بنابراین نیاز لرزه‌ای بالایی را بایستی به این ناحیه کوچک وارد کند.

صفحه ۱۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جلد اول - فصل اول

اتصالات گیردار قبل از زلزله نورتریج



تا قبل از زلزله ۱۹۹۴ نورتریج و قبل از اینکه شکست‌های پیش بینی نشده‌ای در اتصالات کشف شود بسیاری از مهندسان به اشتباه این سازه‌های فولادی را ضد زلزله و جزو بهترین سیستم‌های سازه‌ای در نظر می‌گرفتند.

شکل روبرو دتایل رایج اتصال تیر به ستون (اتصال مستقیم جوش شده بال و پیچی جان تیر) برای قاب‌های خمشی قبل از زلزله نورتریج (۱۹۷۰ تا ۱۹۹۴) را نشان می‌دهد. لیکن تعداد زیادی از قاب‌های خمشی که در آنها از این اتصال استفاده شده بود دچار شکست‌های زیادی شدند.

صفحه ۱۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission





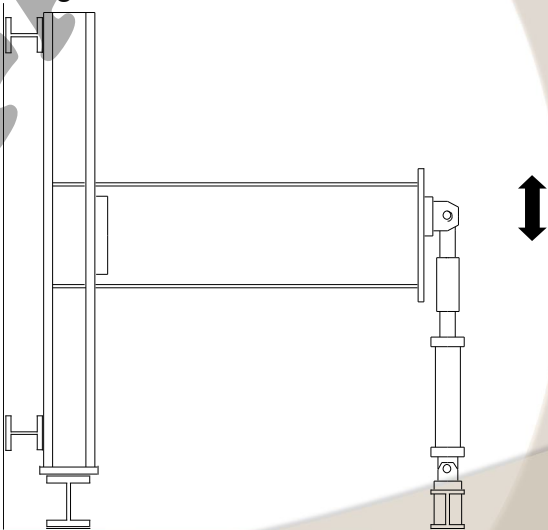


جهاد دانشگاهی
موسسه آموزش عالی آزاد - جوادالایهی

Experimental Data on “Pre-Northridge” Moment Connection

Initial Tests on Large Scale Specimens:

- Tests conducted at UC Berkeley ~1970
- Tests on W18x50 and W24x76 beams
- Tests compared all-welded connections with welded flange-bolted web connections

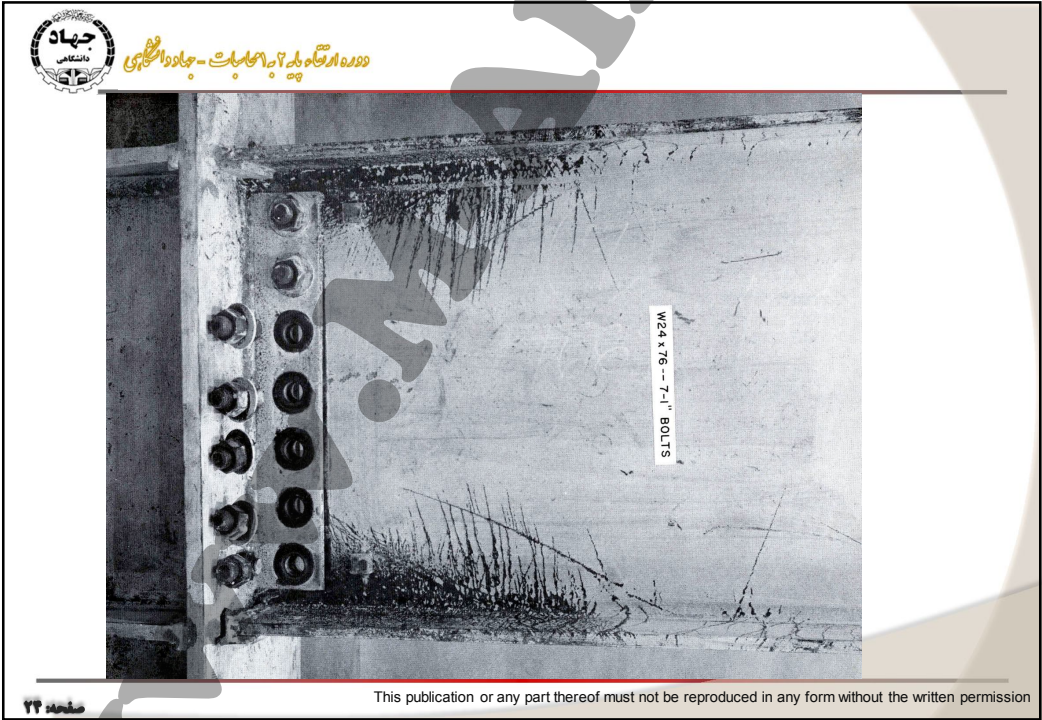


Typical Experimental Setup:


۲۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission









دانشگاه شهردرود - جاده دانشجو - جاده و دانشجو

Summary of Testing Prior to Northridge Earthquake

- Welded flange – bolted web connection showed highly variable performance
- Many connections failed in laboratory with little or no ductility

۲۷

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



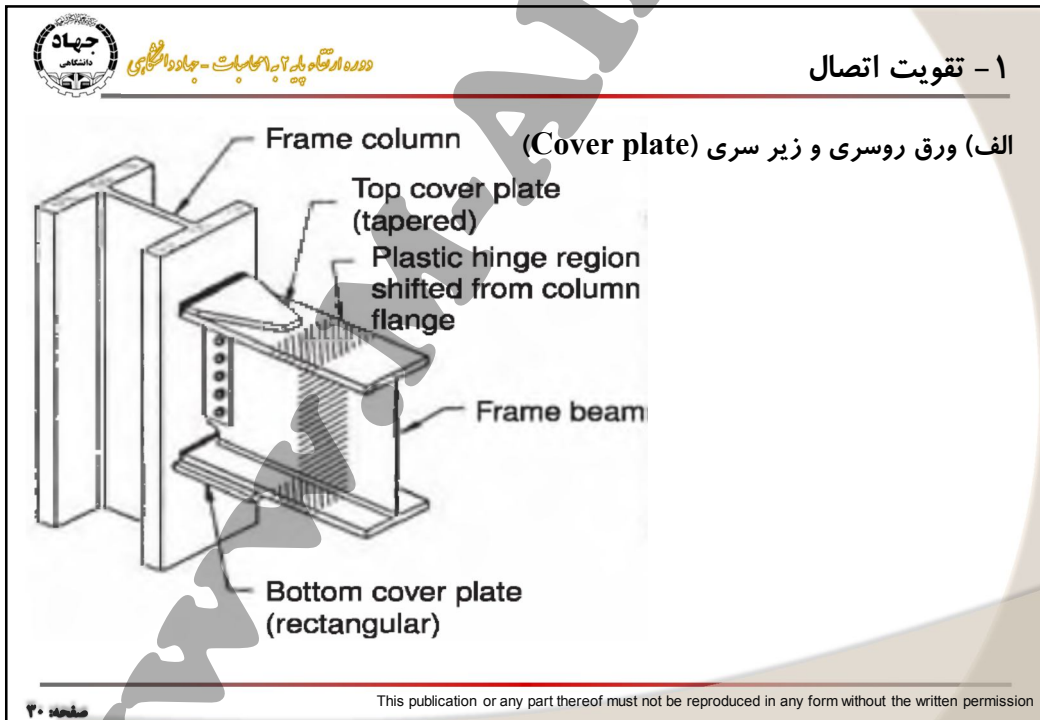
دانشگاه شهردرود - جاده دانشجو - جاده و دانشجو

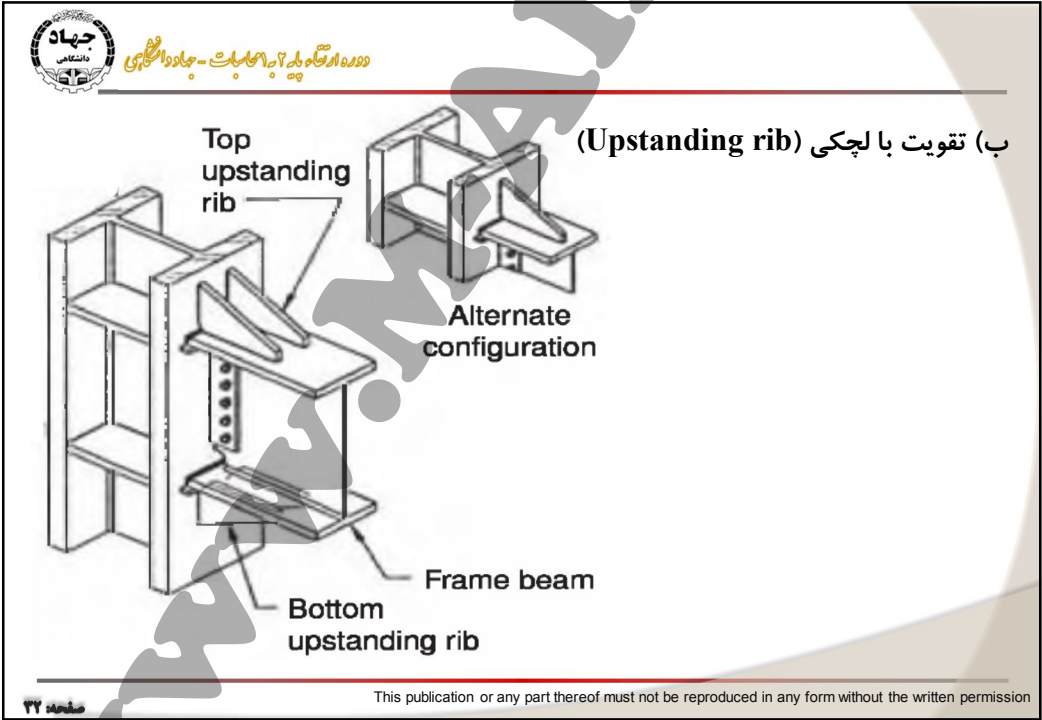


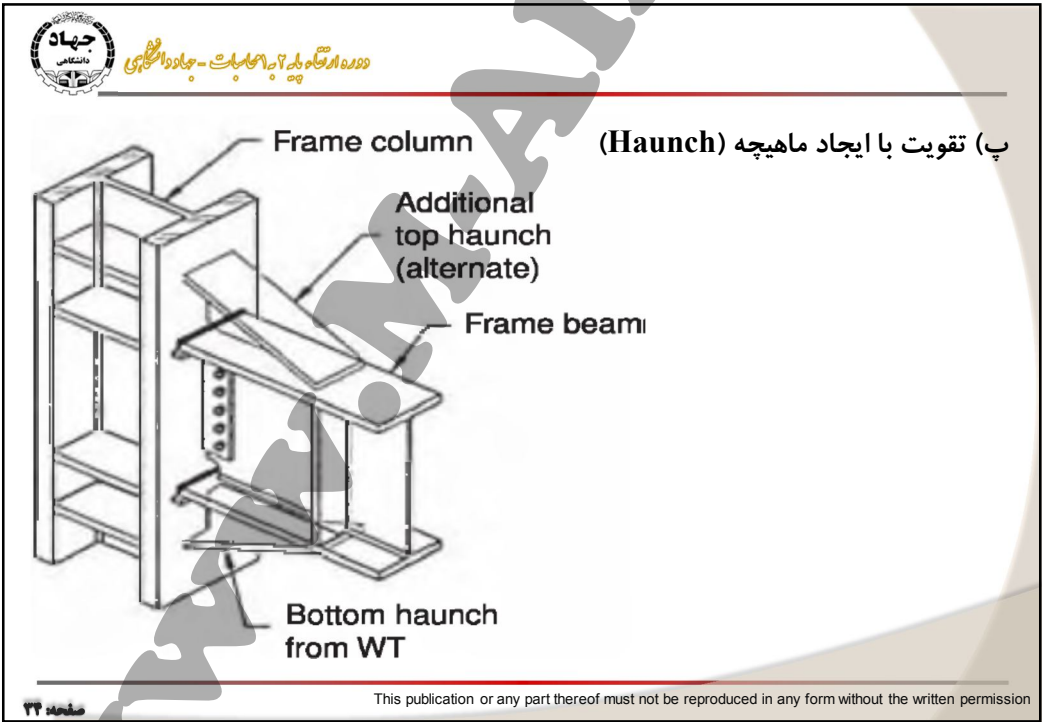
Improved Weld Access Hole

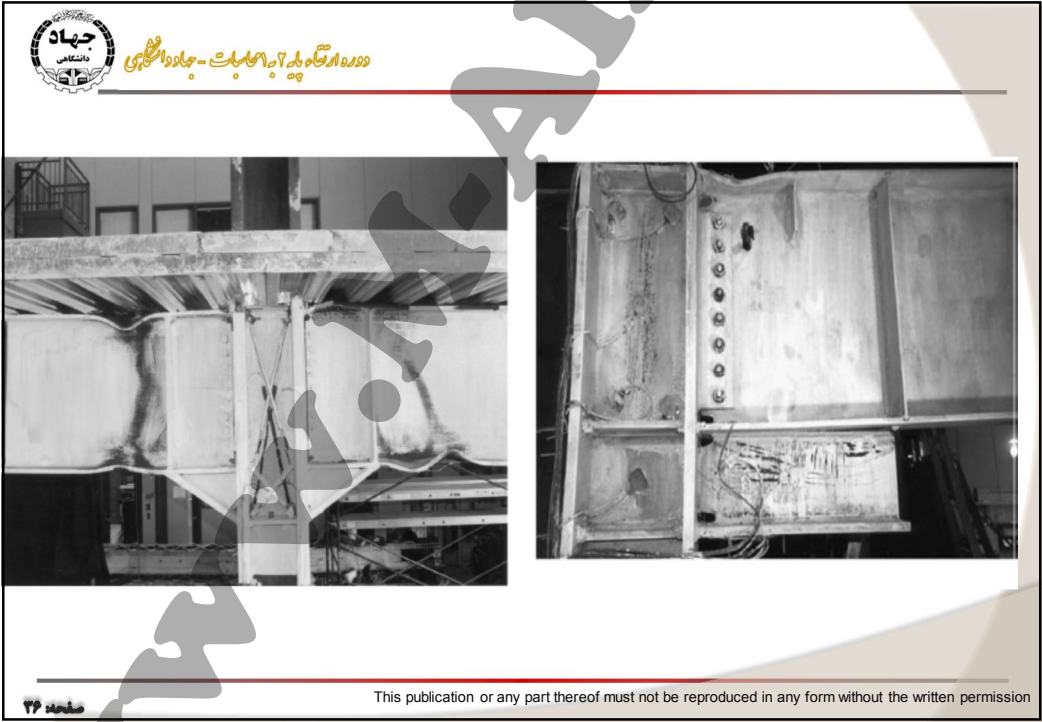
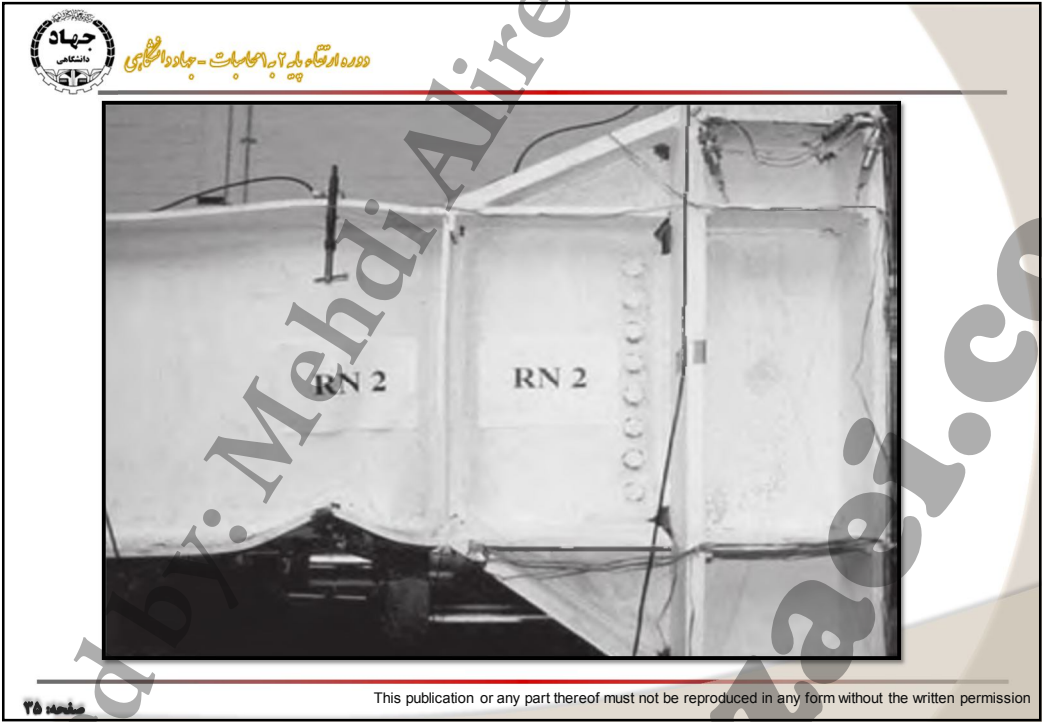
۲۸

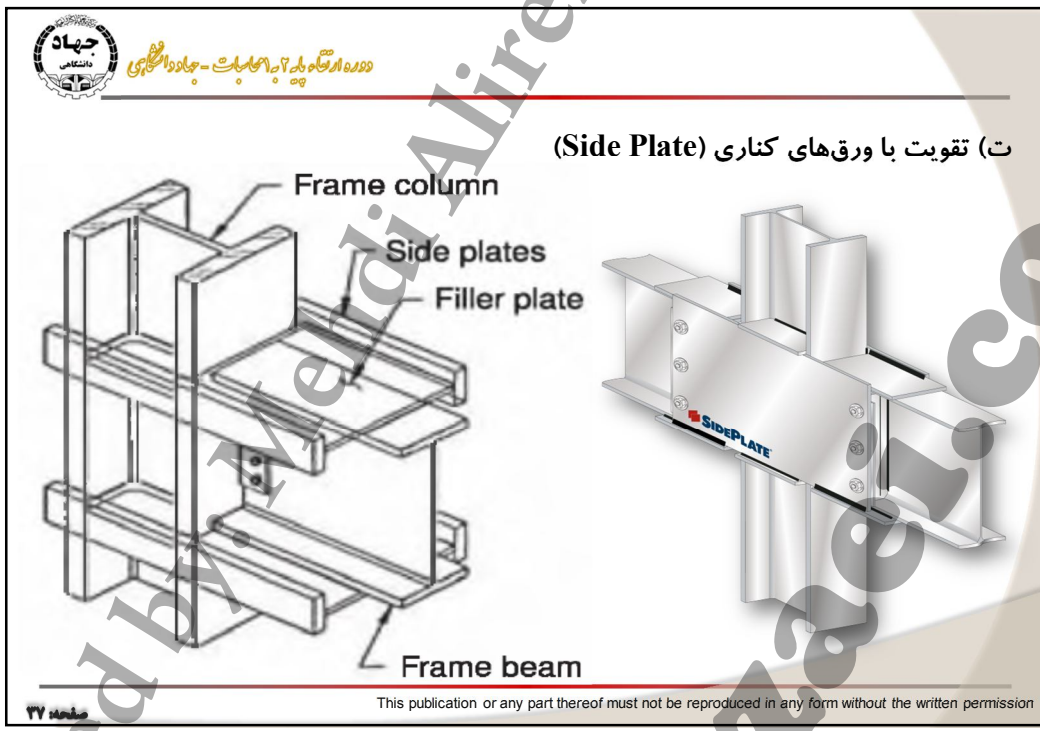
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

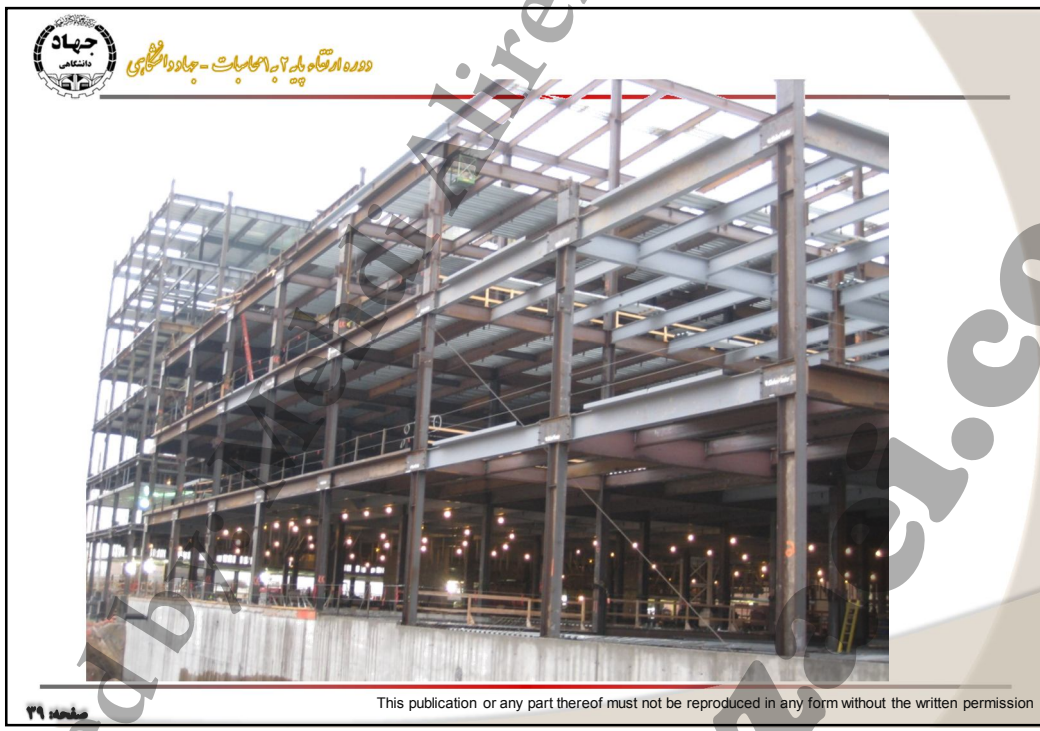






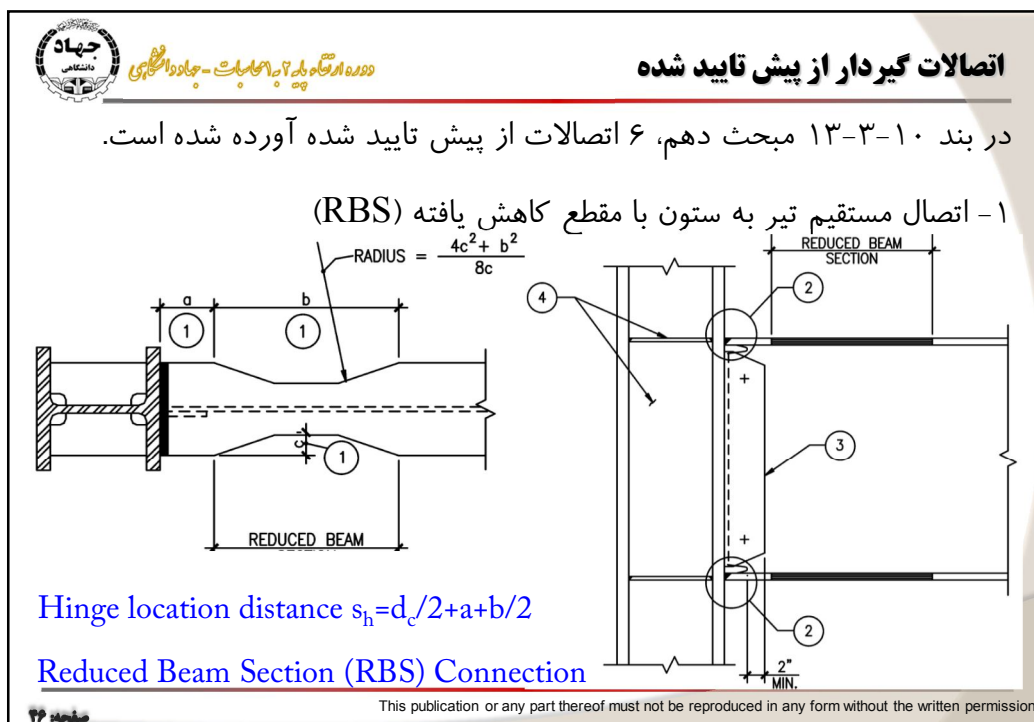
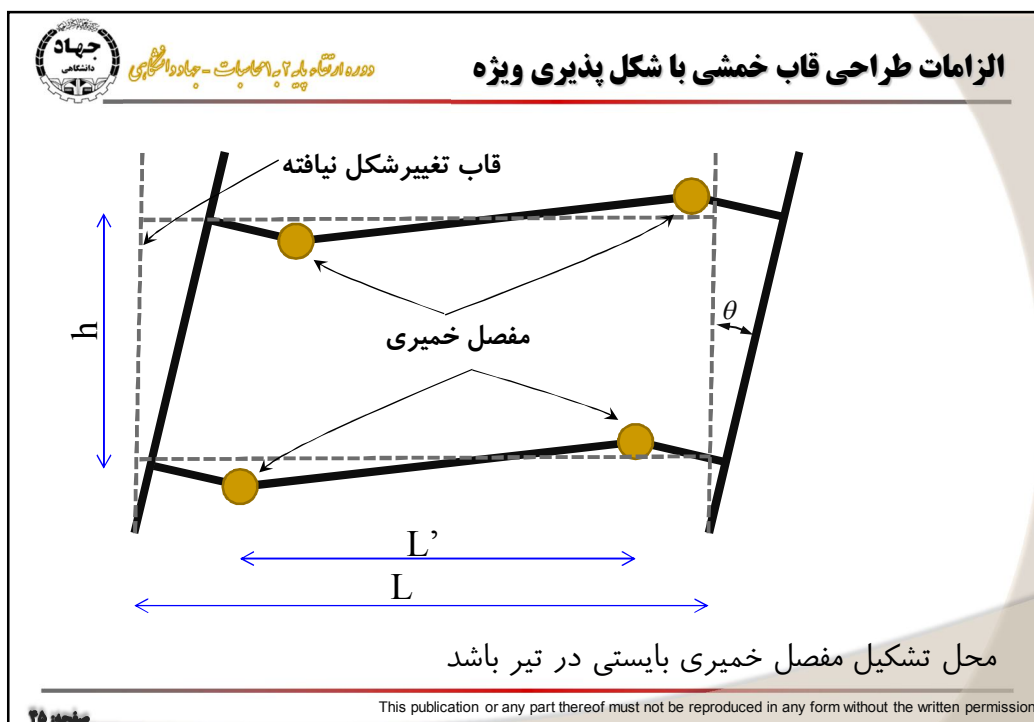


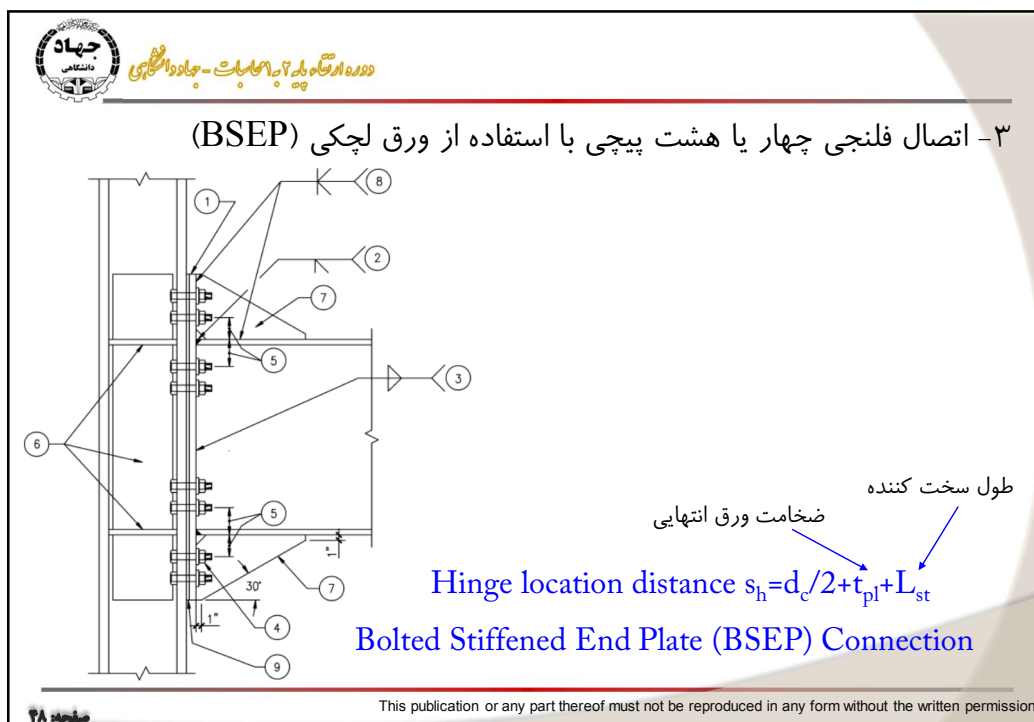
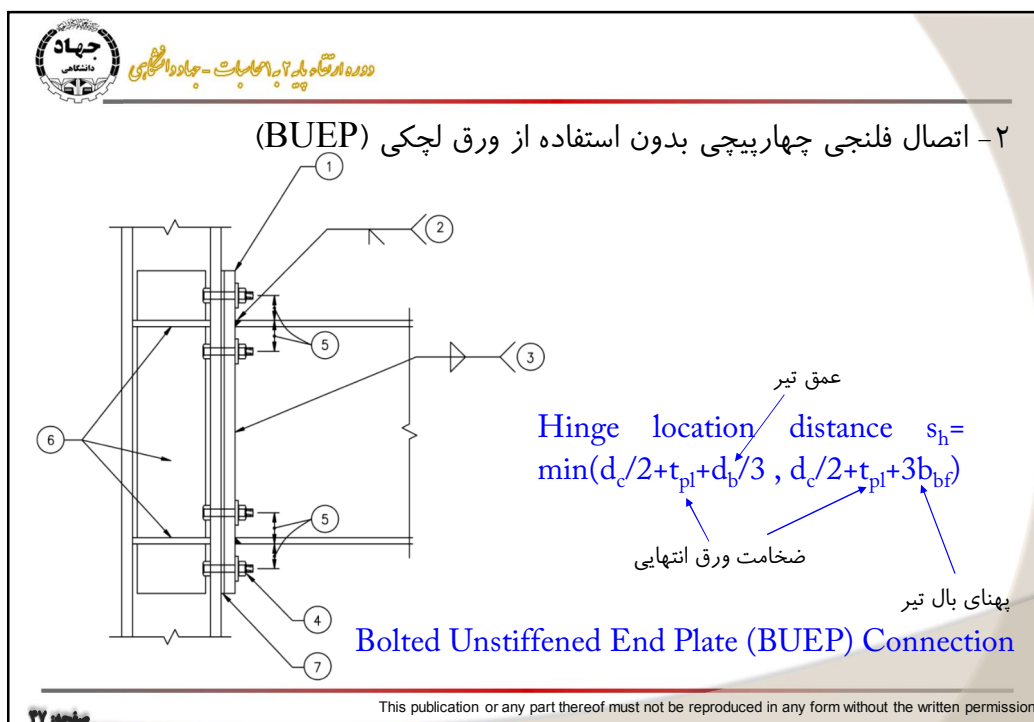









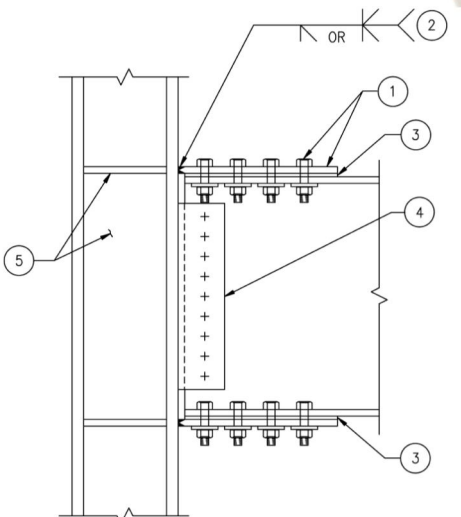







دانشگاه جهاد دانشگاهی
دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی

۴- اتصال جوشی به کمک ورقهای روسری و زیرسری (BFP)



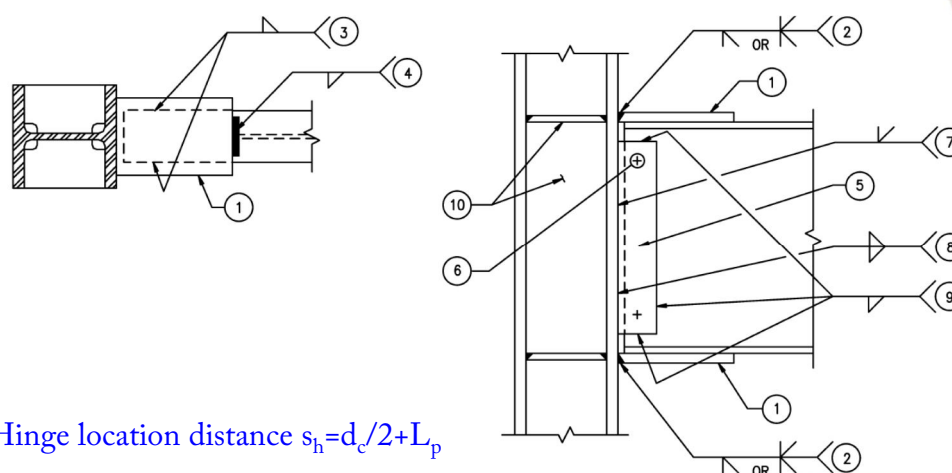
Hinge location distance $s_h = d_c/2 + L_p$
Bolted Flange Plate (BFP) Connection

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission




دانشگاه جهاد دانشگاهی
دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی

۵- اتصال جوشی به کمک ورق های روسری و زیرسری (WFP)

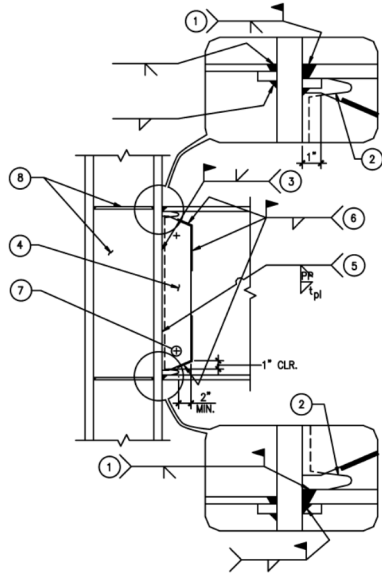


Hinge location distance $s_h = d_c/2 + L_p$
Welded Flange Plate (WFP) Connection

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دانشگاه جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش و پژوهش - جهاد دانشگاهی




۶- اتصال مستقیم تقویت نشده جوشی (WUF-W)

Welded Unreinforced Flange-Welded Web (WUF-W) Connection

Hinge location distance $s_h = d_c/2$

۵۱ صفحه

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



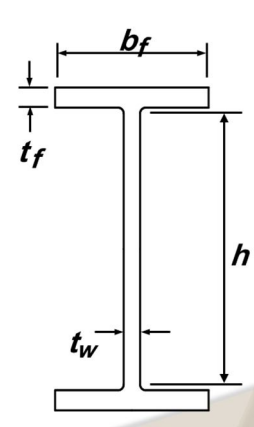
دانشگاه جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش و پژوهش - جهاد دانشگاهی

محدودیت ابعاد تیر و ستون

بایستی محدودیت‌های جدول ۱۰-۳-۴-۱ مبحث دهم لحاظ شود.


الف) برای تیرها:

	λ_{hd}	λ_{md}	نسبت پهنا به ضخامت
بال	$0.3 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\frac{b_f}{t}$
جان	$2.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\frac{h}{t_w}$

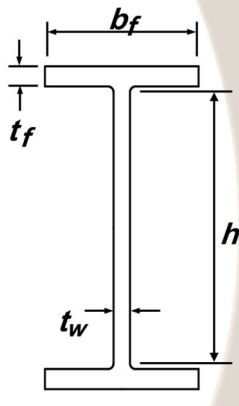


۵۲ صفحه

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission




دانشگاه جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش آموختگان - جهاد دانشگاهی

	λ_{hd}	λ_{md}	نسبت پهنا به ضخامت	ب) برای ستون ها
بال	$0.3 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\frac{b_f}{t}$	
جان	$C_a \leq 0.125$ $2.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (1 - 0.93 C_a)$	$C_a \leq 0.125$ $3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (1 - 2.75 C_a)$	$\frac{h}{t_w}$	
	$C_a > 0.125$ $0.77 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (2.93 - C_a)$	$C_a > 0.125$ $1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (2.93 - C_a)$		
	≥ 1.49	≥ 1.49		

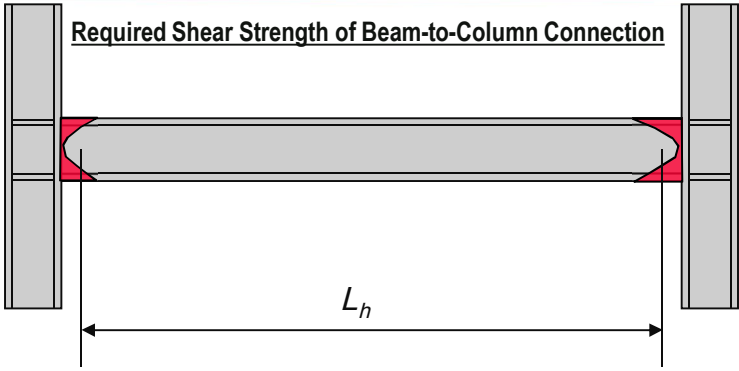
مجله ۵۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



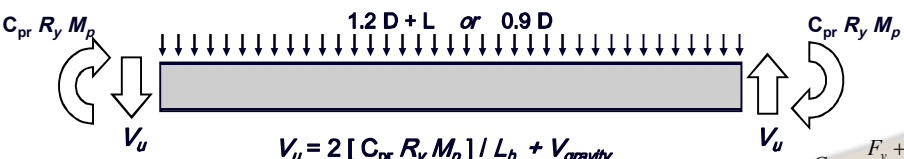
دانشگاه جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش آموختگان - جهاد دانشگاهی

الزامات اتصال تیر به ستون در قاب خمشی ویژه



Required Shear Strength of Beam-to-Column Connection

بند ۱۰-۳-۸ مبحث دهم




$V_u = 2 [C_{pr} R_y M_p] / L_h + V_{gravity}$

$C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2 F_y} \leq 1.2$

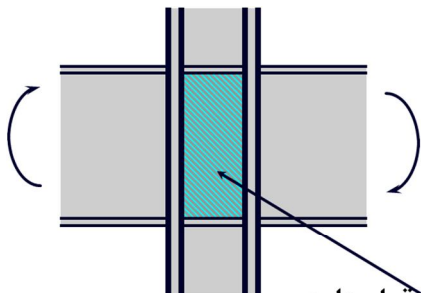
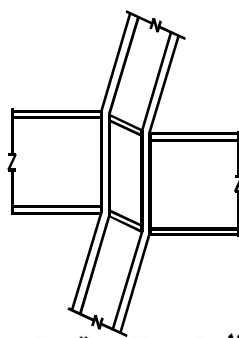
مجله ۵۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission




دانشگاه جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء پایه آفرینندگی - جهاد دانشگاهی


ناحیه چشمه اتصال

ناحیه چشمه اتصال در ستون تحت برش زیادی قرار دارد
 ممکن از مفصل برشی در آن شکل گیرد.
 حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد جابجایی طبقه ناشی از تغییر شکل برشی این ناحیه است.

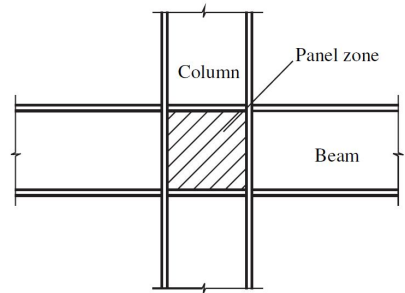


This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

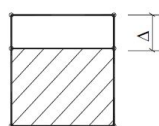
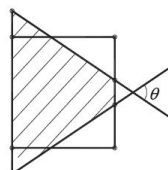
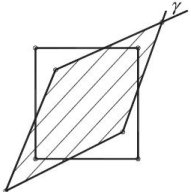



دانشگاه جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء پایه آفرینندگی - جهاد دانشگاهی

سه نوع تغییر شکل در چشمه اتصال ممکن است:

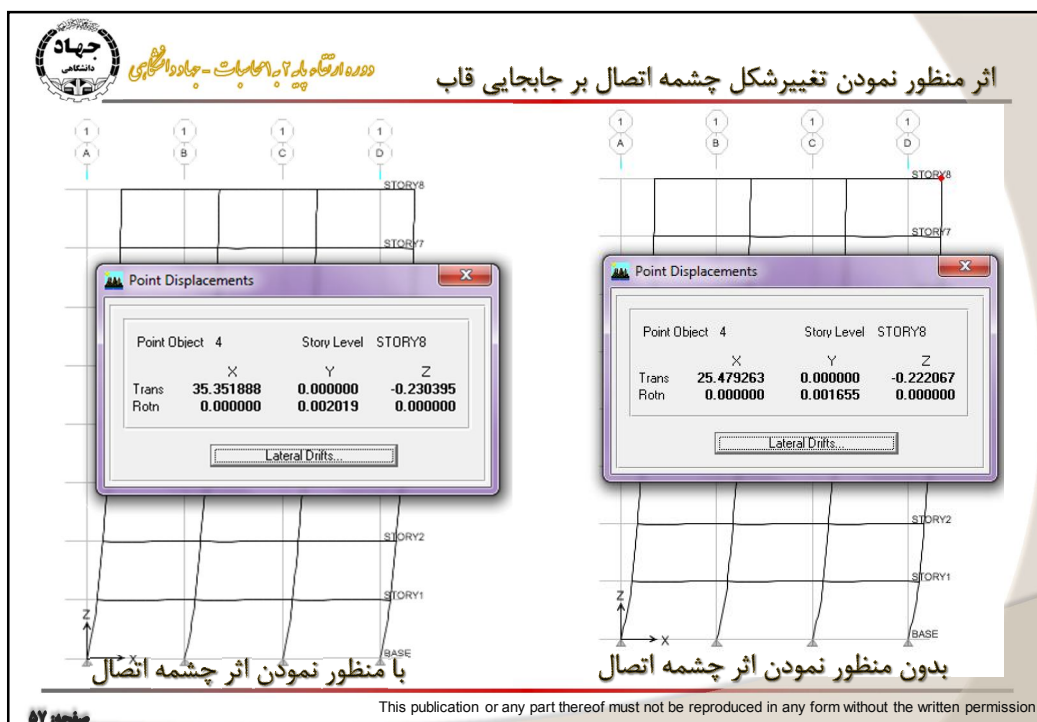



- تغییر شکل محوری (ناچیز)
- خمشی (ناچیز)
- برشی

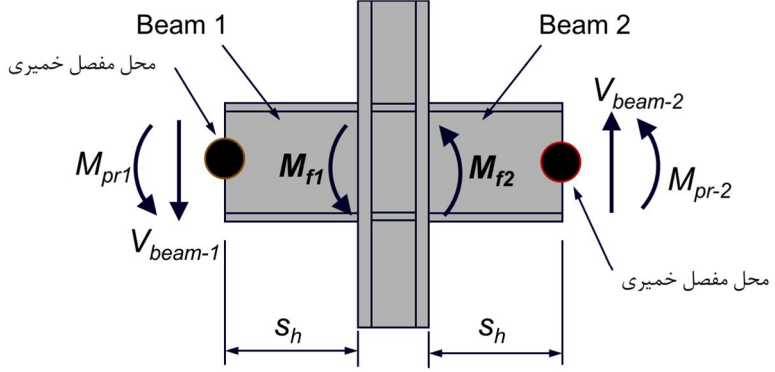






This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission




 دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جواد دانشگاهی




$M_{pr} = 1.1 R_y M_p$ = لنگر مورد انتظار
 V_{beam} = نیروی برشی کل موجود در محل مفصل پلاستیک
 S_h = محل مفصل خمیری تا بر ستون

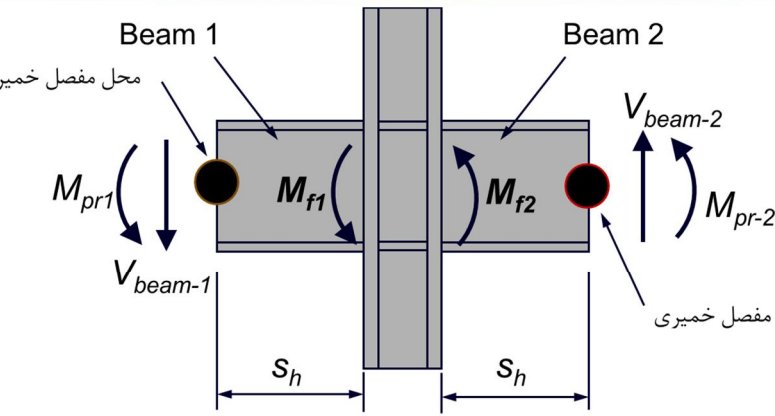
$$V_{beam} = \frac{2 \times 1.1 \times R_y \times M_p}{L_h} + V_u$$

که V_u نیروی برشی موجود به علت بارهای ثقلی ضربدار دو طول L_h و همچنین L_h فاصله بین مفصل خمیری در طول تیر است.

صفحه ۵۹

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission


 دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جواد دانشگاهی



$M_f =$ لنگر در بر ستون

$$M_f = M_{pr} + V_{beam} \times S_h$$

صفحه ۶۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء پایه و تخصصی - جواد دانشگاهی

$$R_u = \frac{\sum M_f}{(d_b - t_f)} - V_c$$

مقاومت برشی مورد نیاز چشمه اتصال

که V_c نیروی برشی ستون بالایی به علت بارهای زلزله است که توسط روابط اسلاید بعد تعیین میشود.

صفحه ۶۱

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء پایه و تخصصی - جواد دانشگاهی

کنترل مقاومت چشمه اتصال (Check column panel zone strength)

- مقدار H از وسط تا وسط ستون اندازه گیری می شود. با فرض برابر برش در قسمت بالا و پایین ستون داریم:

$$\sum V_E \times \frac{L}{2} = \sum V_C \times \frac{H}{2}$$

$$V_E = \frac{2M_{pr}}{L_h}$$

وسط ستون

صفحه ۶۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش و پژوهش - جلد ۱۰ شماره ۱ - زمستان ۱۳۹۴

$$\Rightarrow \sum \frac{2M_{pr}}{L_h} \times \frac{L}{2} = \sum V_C \times \frac{H}{2}$$

$$\Rightarrow \sum \frac{M_{pr}}{L_h} \times (L_h + 2S_h)$$

$$= \sum M_{pr} + \frac{2M_{pr}}{L_h} S_h$$

$$= \sum M_{pr} + V_E S_h = \sum M_{pb}^*$$

$$\Rightarrow V_C = \frac{\sum M_{pb}^*}{\sum H/2}$$

$$F_f = \frac{\sum M_f}{d_p - t_f} \quad V_Z = F_f - V_C$$

مقدار V_Z بایستی از مقاومت چشمه اتصال کمتر باشد. در غیر این صورت نیاز به ورق مضاعف است.

مجله ۳۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

جهاد دانشگاهی
دوره ارتقاء دانش و پژوهش - جلد ۱۰ شماره ۱ - زمستان ۱۳۹۴

$R_u \leq \phi R_n$ بایستی $\phi = 0.9$

↑ مقاومت اسمی برشی

۱- در حالتی که تاثیر تغییرشکل چشمه اتصال در تحلیل منظور نشود:

- اگر $P_u \leq 0.4P_c$ باشد:

$$R_n = 0.6F_y d_c t_w$$

- اگر $P_u > 0.4P_c$ باشد: (توصیه نمیشود)

$$R_n = 0.6F_y d_c t_w \left(1.4 - \frac{P_u}{P_c} \right)$$

۲- در حالتی که تاثیر تغییرشکل چشمه اتصال در تحلیل منظور شود:

- اگر $P_u \leq 0.75P_c$ باشد:

$$R_n = 0.6F_y d_c t_w \left(1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_w} \right)$$


- اگر $P_u > 0.75P_c$ باشد: (توصیه نمیشود)

$$R_n = 0.6F_y d_c t_w \left(1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_w} \right) \left(1.9 - \frac{1.2P_u}{P_c} \right)$$

که P_u مقاومت محوری مورد نیاز، $P_c = F_y A_g$ نیروی محوری تسلیم مقطع، b_{cf} عرض بال ستون، t_{cf} ضخامت بال ستون، d_c ارتفاع مقطع ستون، d_b ارتفاع مقطع تیر و t_w ضخامت جان ستون است

مجله ۳۲

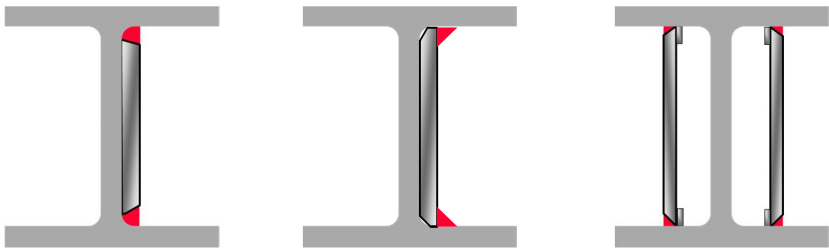
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دانشگاه جهاد دانشگاهی
موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی

ورق مضاعف

در صورتی که مقاومت چشمه اتصال کافی نباشد بایستی از ورق مضاعف و یا ستون با جان ضخیم استفاده نمود.



تعیین ضخامت ورق مضاعف:

اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت موجود برشی ناشی از جان ستون $0.6t_{doub}d_cF_y >$

بایستی ضخامت ورق مضاعف و جان ستون رابطه زیر را پوشش دهد. (رابطه ۹-۲-۱۰-۳۷)


$$t_z \geq \frac{(d_z + w_z)}{90}$$

اگر ورق مضاعف به جان ستون جوش گوشه شود، t_z برابر ضخامت جان ستون و ورق در نظر گرفته شود.

$d_z = \text{panel zone depth between continuity plates} = d_b - 2t_{bf}$

$w_z = \text{panel zone width between column flanges} = d_c - 2t_{cf}$

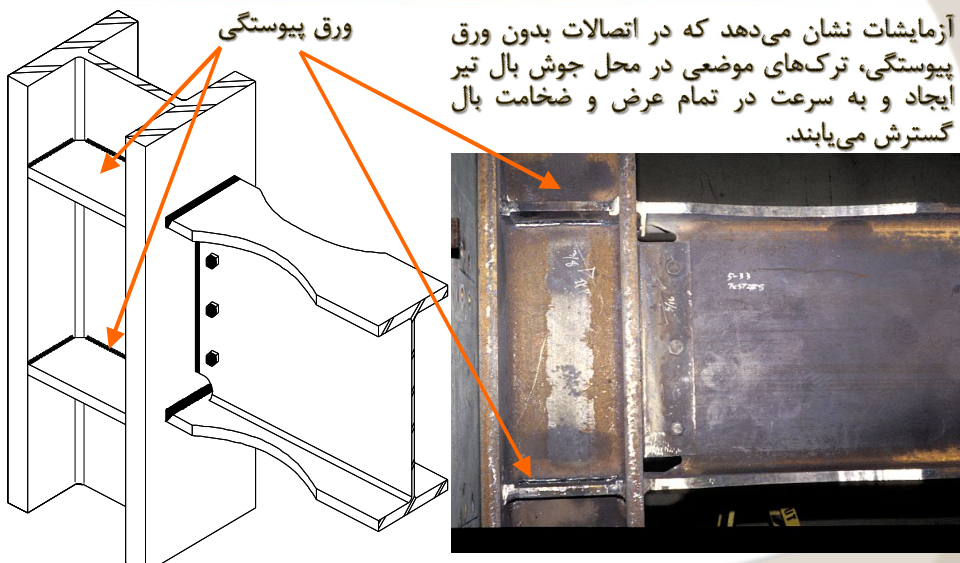
This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission




دانشگاه جهاد دانشگاهی
موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی

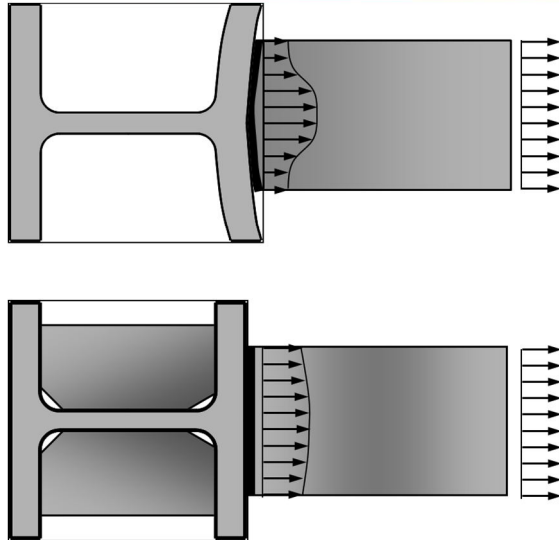
ورق پیوستگی

آزمایشات نشان می‌دهد که در اتصالات بدون ورق پیوستگی، ترک‌های موضعی در محل جوش بال تیر ایجاد و به سرعت در تمام عرض و ضخامت بال گسترش می‌یابند.



This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission


 دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جهاد دانشگاهی




هلاک غیاب ورق‌های پیوستگی، بال ستون تمایل به تغییر شکل خیلی زیاد در اثر نیروی کششی دارد.

چنانچه اتصال تیر در راستای عمود بر جان خمشی نباشد، این جوش می‌تواند به صورت جوش گوشه دو طرفه طراحی گردد. در صورتی که اتصال تیر در راستای عمود بر جان، خمشی باشد، جوش ورق پیوستگی به جان (یا جان-ها) باید به صورت نفوذی کامل و یا نفوذی نسبی، باشد.

نقش عمده ورق پیوستگی جلوگیری از کمناش بال ستون و جاری شدن یا لهیدگی جان ستون است

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۶۷


 دوره ارتقاء دانش و آگاهی - جهاد دانشگاهی

چه وقت به ورق پیوستگی نیاز است؟

طبق ضوابط آیین‌نامه در صورتی که مقاومت کاهش یافته بال ستون از حداکثر نیروی محتمل بال تیر بیشتر شود. براساس تحقیقات Graham و همکاران در سال ۱۹۵۹، با استفاده از روابط خط تسلیم، مقدار مقاومت بال ستون بصورت زیر تعیین شد:

$$\phi R_n = 0.9 \times 6.25 t_{cf}^2 F_{yc}$$

همچنین AISC، حداکثر نیروی محتمل تیر را برابر $1.8 A_f F_{yb}$ در نظر می‌گیرد. این مقدار بصورت زیر تعیین می‌شود و در آن ۳۰٪ کرنش سختی در نظر گرفته شده است. همچنین فرض می‌شود که مقدار لنگر محتمل ایجاد شده توسط بال تیر، ۷۰٪ لنگر خمیری کل مقطع تیر باشد و از اثر وجود جان صرف نظر می‌شود:

$$T_{\max} = \frac{M_{\max}}{d} = \frac{1.3 M_p}{d} = \frac{1.3 (Z F_{yb})}{d} = \frac{1.3 \left(\frac{Z_f}{0.7} \right) F_{yb}}{d} \approx \frac{1.8 A_f d F_{yb}}{d} = 1.8 A_f F_{yb}$$

با برابر قرار دادن روابط فوق رابطه اسلاید بعدی بدست می‌آید.

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

صفحه ۶۸



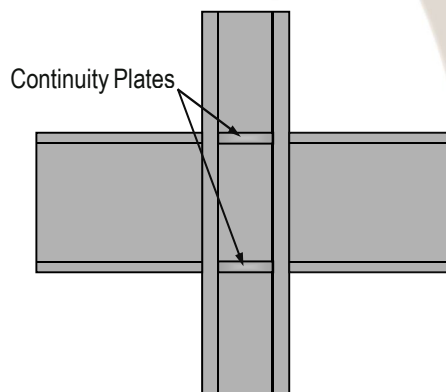
ورق پیوستگی مورد نیاز است مگر:

$$t_{cf} \geq 0.4 \sqrt{1.8 b_{bf} t_{bf} \frac{R_{yb} F_{yb}}{R_{yc} F_{yc}}}$$

و

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{6}$$

ه برای مقاطع I شکل:



t_{cf} = column flange thickness

b_{bf} = beam flange width

t_{bf} = beam flange thickness



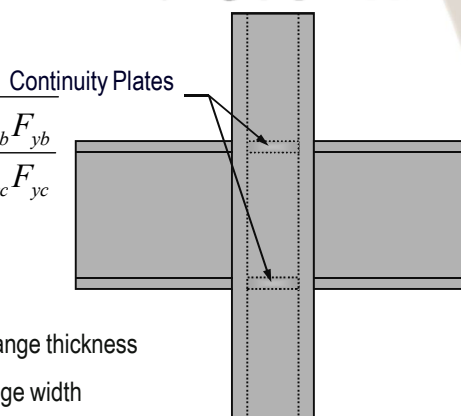
ورق پیوستگی مورد نیاز است مگر:

$$t_{cf} \geq 0.4 \sqrt{\left(1 - \frac{b_{bf}}{b_{cf}^2} \left(b_{cf} - \frac{b_{bf}}{4}\right)\right) 1.8 b_{bf} t_{bf} \frac{R_{yb} F_{yb}}{R_{yc} F_{yc}}}$$

و

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{12}$$

ه برای مقاطع قوطی شکل:



t_{cf} = column flange thickness

b_{bf} = beam flange width

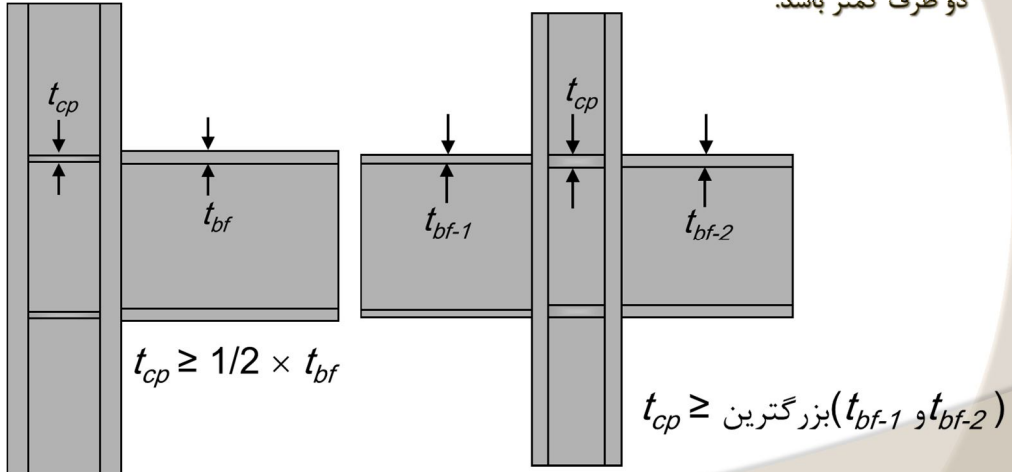
t_{bf} = beam flange thickness

b_{cf} = beam flange width



دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی

حداقل ضخامت ورق پیوستگی: طبق AISC358، برای ستون‌های پیرامونی حداقل نصف ضخامت بال تیر متصل شده و برای ستون‌های میانی، ضخامت این ورق‌ها، نبایستی از ضخامت بال تیرهای دو طرف کمتر باشد.



صفحه ۷۱

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی



در محل گوشه‌ها اتصال بال به جان ستون به اندازه حداقل ضخامت ورق ستون بریده شود.

صفحه ۷۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



برای ورق‌های پیوستگی استفاده شده در ستون‌های با مقطع H ، نسبت عرض به ضخامت آنها نباید از رابطه زیر کمتر باشد.

$$\frac{b}{t} > 0.55 \sqrt{\frac{E}{F_{yz}}}$$

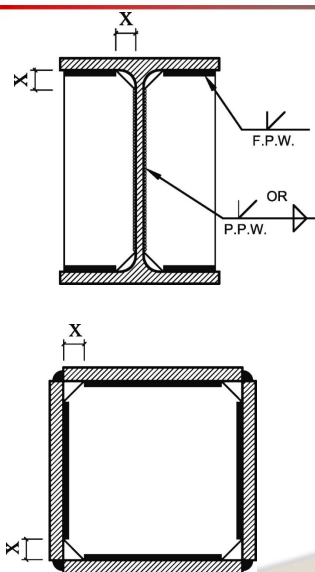
برای ورق‌های مضاعف استفاده شده در ستون‌های با مقطع قوطی، نسبت عرض به ضخامت آنها نباید از رابطه زیر کمتر باشد.

$$\frac{b}{t} > 1.4 \sqrt{\frac{E}{F_{yz}}}$$

که F_{yz} تنش تسلیم ورق پیوستگی است.

* جوش ورق پیوستگی به بال ستون بایستی از نوع شیاری با نفوذ کامل باشد، در صورتی که ضخامت ورق از ۱ سانتیمتر کمتر باشد، استفاده از جوش گوشه دو طرفه نیز مجاز است.

* جوش ورق پیوستگی به جان ستون باید از نوع شیاری با نفوذ کامل یا جوش گوشه دوطرفه باشد.





دانشگاه جهاد
دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران مرکزی

گام اول) ساخت مقطع
U شکل و جایگذاری
ورق پیوستگی
→



نحوه جایگذاری
ورقه‌های پیوستگی
برای مقاطع قوطی
شکل
(حالت متداول)

صفحه ۷۵

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission




دانشگاه جهاد
دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران مرکزی




صفحه ۷۶

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission




دانشگاه جهاد دانشگاهی
مرکز تحقیقات و پژوهش - جهاد دانشگاهی



گام دوم) قرار دادن ضلع چهارم

گام سوم) تکمیل ساخت ستون



۷۷ صفحه

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دانشگاه جهاد دانشگاهی
مرکز تحقیقات و پژوهش - جهاد دانشگاهی



نحوه جایگذاری ورقهای پیوستگی برای مقاطع قوطی شکل

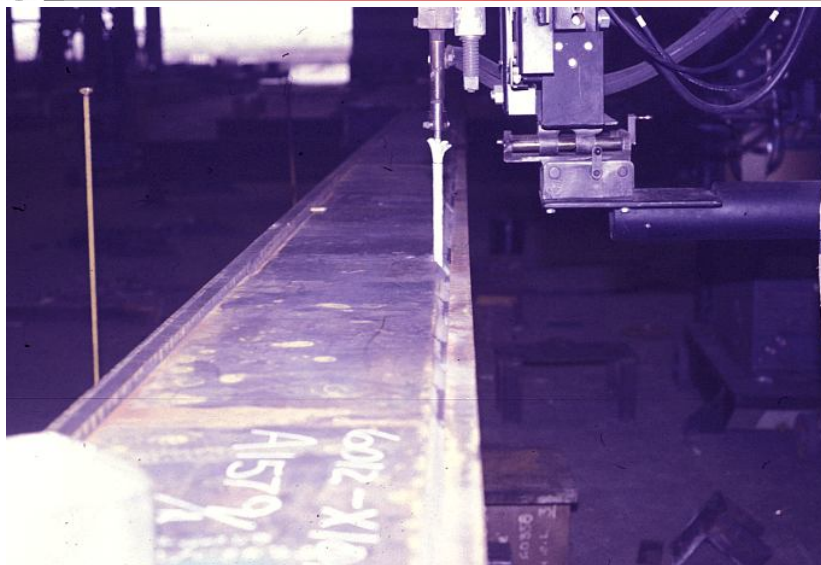
۷۸ صفحه

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission





دانشگاه جواد - جواد دانشگاهی



صفحه ۸۱

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دانشگاه جواد - جواد دانشگاهی

لهیدگی و تسلیم موضعی جان ستون

◀ برای جلوگیری از تسلیم موضعی بال ستون تحت فشار متمرکز ناشی از بال تیر قرار گیرد، مقاومت نهایی طراحی تسلیم موضعی جان بصورت زیر تعیین میشود:

$$\phi R_n = (5k + N)F_{yw}t_{cw} = (5k + t_{bf})F_{yw}t_{cw} \quad \phi = 1.0 \quad \text{براساس بند ۲-۱۰-۹-۲-۱۰}$$

که در رابطه فوق، k فاصله از وجه بیرونی بال تا انتهای دو ماهیچه جان و بال در مقاطع نورد شده و فاصله از وجه بیرونی بال تا انتهای جوش بال به جان در مقاطع تیر ورق

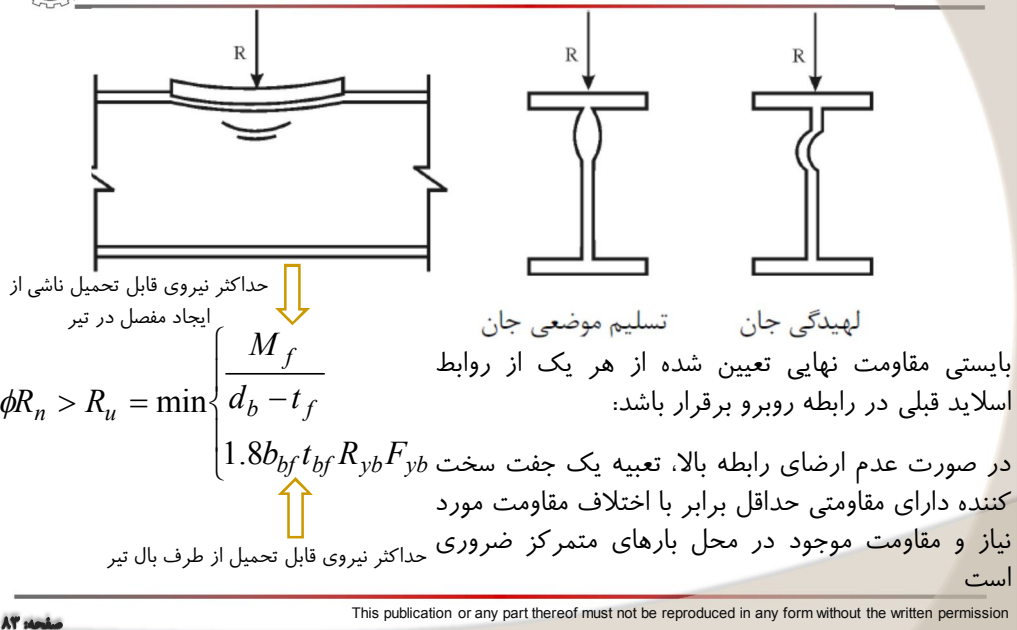
◀ مقاومت لهیدگی جان ستون براساس حالات حدی:

$$\phi R_n = 0.75 \left[0.8t_w^2 \left[1 + 3 \left(\frac{N}{d} \right) \left(\frac{t_w}{t_f} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{EF_{yw}t_f}{t_w}} \right] \quad \phi = 0.75 \quad \text{براساس بند ۳-۱۰-۹-۲-۱۰}$$

که در آن d عمق کلی ستون، N ضخامت بال تیر، t_w ضخامت جان ستون و t_f ضخامت بال ستون است.

صفحه ۸۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دوره ارتقاء با ۲۰ محاضرات - چهار روز شنبه

* حداقل ضخامت ورق پیوستگی برابر نصف ضخامت بال تیر یا ورق اتصال (که بار متمرکز را وارد میکند) است. همچنین ضخامت سخت کننده ها نباید از پهنای هر سخت کننده تقسیم بر ۱۶ کمتر باشد.

* پهنای هر سخت کننده + نصف ضخامت جان ستون نباید از یک سوم پهنای بال تیر یا ورق اتصال (که بار متمرکز را وارد میکند) کمتر باشد.

* ارتفاع ورق سخت کننده باید مساوی ارتفاع آزاد جان (فاصله بین دو بال) باشد.

بعد از انتخاب ابعاد ورق پیوستگی، بایستی رابطه زیر را اقناع نماید:

$\phi R_n = \phi t_{pl} (2 \times b_{pl}) F_{yp}$ اختلاف مقاومت مورد نیاز و مقاومت موجود در محل بارهای متمرکز
 $\phi = 1.0$ t_{pl} = Thickness of stiffener b_{pl} = Width of each stiffeners

۸۴:۴۰۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



$$l_w = d_c - 2(k)$$

* طول خط جوش ورق پیوستگی برابر است با:

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

* برای جلوگیری از کمانش موضعی ورق بایستی کنترل زیر صورت گیرد:

* عرض هر ورق تقویتی به اضافه نصف ضخامت جان ستون (t_{wc}) باید از یک سوم عرض بال فشاری تیر یا ورق اتصال بزرگتر باشد:

$$b_s + \frac{t_{wc}}{2} \geq \frac{b_{fb}}{3}$$

* طراحی جوش گوشه ورق پیوستگی به جان ستون براساس ظرفیت کششی ورق پیوستگی صورت گیرد.

طبق توصیه FEMA-267 §7.8.3 ورق پیوستگی همیشه بایستی بکار گرفته شوند. ضخامت این ورق‌ها حداقل برابر ضخامت بال تیر در نظر گرفته شود. جوش این ورق به جان ستون با جوش گوشه و به بال بصورت شیار با نفوذ کامل باشد.



نسبت مقاومت خمشی ستون به تیر

$$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pb}^*} > 1.0$$

استفاده از فلسفه تیر ضعیف ستون قوی ضروری است. بایستی:

$$\sum M_{pc}^* = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g} \right) + V_c \frac{1}{2} d_b$$

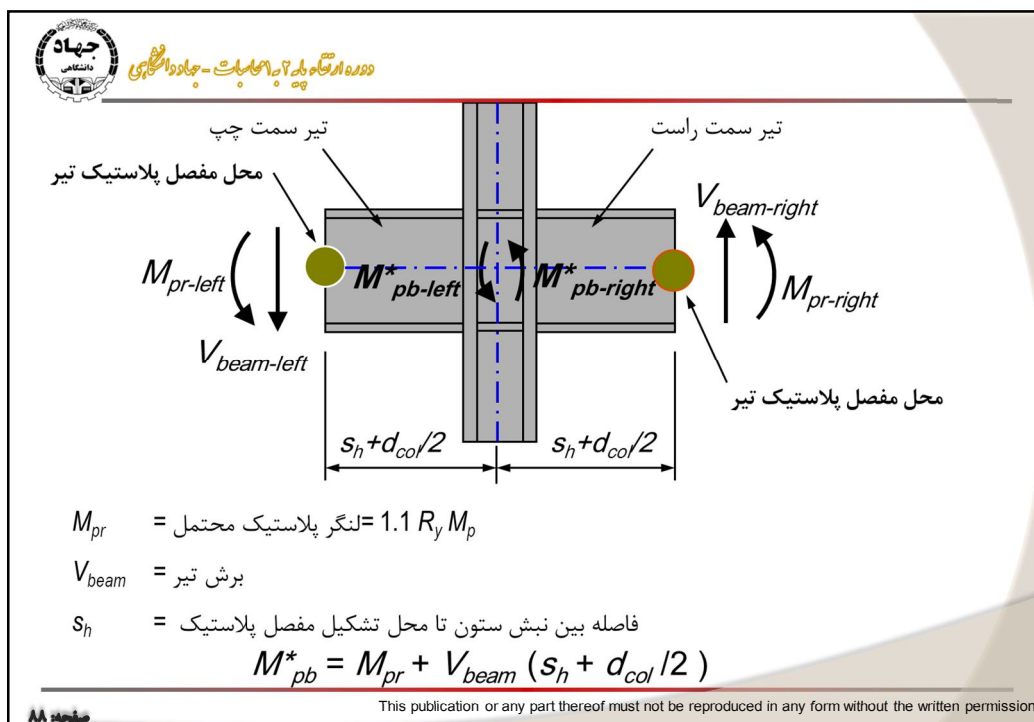
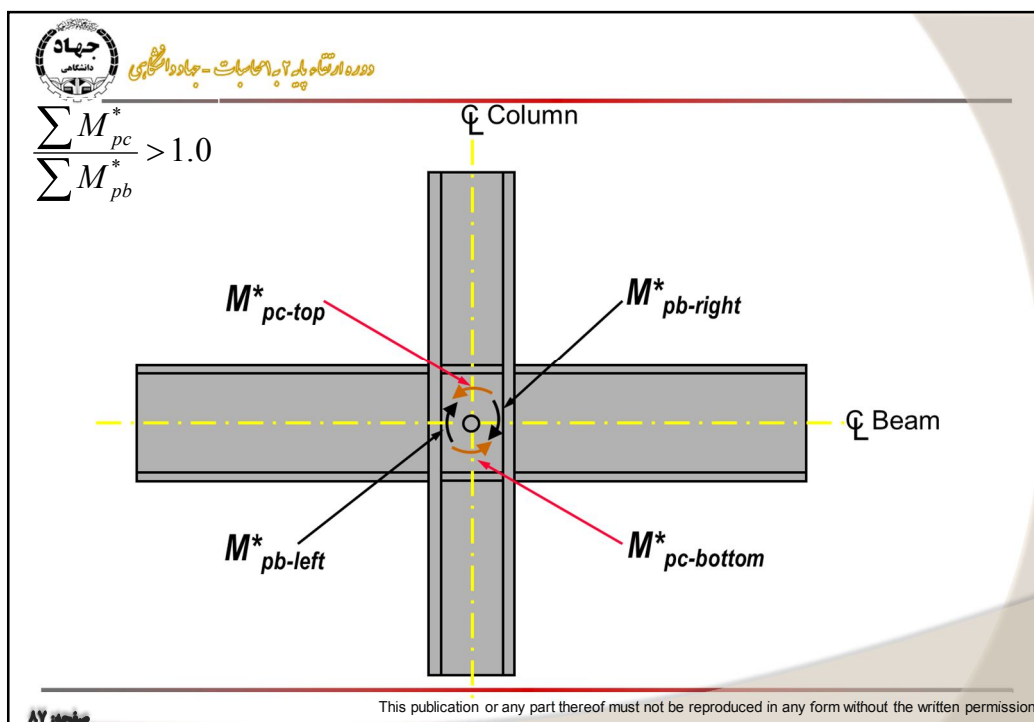
که Z_c اساس مقطع پلاستیک ستون، F_{yc} تنش تسلیم ستون، P_{uc} نیروی موجود فشاری محوری ستون که از ترکیبات بارگذاری متعارف بدست آمده است.

* توجه شود که برای تعیین M_{pc} از تنش تسلیم حد پایین و برای تعیین M_{pb} از تنش تسلیم مورد انتظار استفاده میشود.

* برای تعیین M_{pc} و M_{pb} بایستی نقطه برخورد تیر و ستون را در نظر گرفت.

* برای تعیین M_{pb} از نمودار جسم آزاد نشان داده شده در شکل صفحه بعد استفاده می‌شود.

* مقدار $\sum M_{pb}$ برابر جمع لنگرهای ایجاد شده در محور ستون ناشی از لنگر و برش ایجاد شده در محل مفاصل پلاستیک تیرهای طرفین است.





دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی

* توجه شود که M_{pr} مولفه شکل پذیر بوده و اثر اضافه مقاومت و کرنش سختی را باید در محاسبه آن در نظر داشت.

$$M_{pr} = C_{pr} R_y M_p = C_{pr} R_y Z_b F_y$$

$$V_{beam} = \frac{2M_p}{L_h} = 2 \frac{C_{pr} R_y Z_b F_y}{L_h}$$

$$\Rightarrow M_{pb}^* = M_{pr} + V_{beam} \left(s_h + \frac{d_{col}}{2} \right) = C_{pr} R_y Z_b F_y + 2 \frac{C_{pr} R_y Z_b F_y}{L_h} \left(s_h + \frac{d_{col}}{2} \right)$$

$$\Rightarrow M_{pb}^* = C_{pr} R_y Z_b F_y \left(1 + 2 \frac{s_h + \frac{d_c}{2}}{L_h} \right) \Rightarrow \Sigma M_{pb}^* = \Sigma C_{pr} R_y Z_b F_y \left(1 + 2 \frac{s_h + \frac{d_c}{2}}{L_h} \right)$$

$$\Sigma M_{pb}^* = \Sigma (C_{pr} F_{yeb} Z_b + M_{uv})$$

مبحث دهم:

در رابطه فوق، L_h فاصله بین دو مفصل خمیری بر روی یک تیر است.

صفحه ۸۹

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



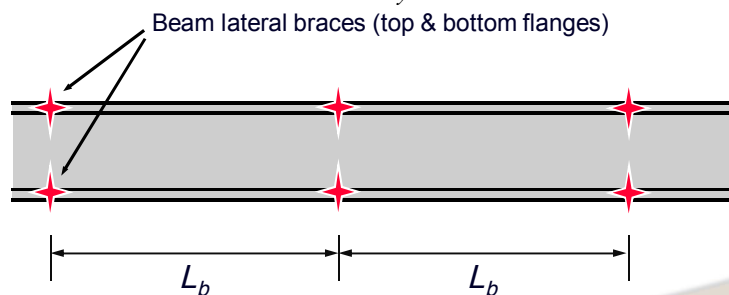
دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی

مهار جانبی تیرها

در قاب‌های خمشی ویژه، تیرها نقش اصلی تأمین شکل پذیری را از طریق ایجاد مفصل پلاستیک در دو سر خود ایفا می‌نمایند.


تیرها باید در هر دو بال خود دارای مهاربندی جانبی کافی باشند، به طوری که از هرگونه کمناش جانبی و پیچشی در خلال تغییر شکل‌های غیرارتجاعی جلوگیری شود.

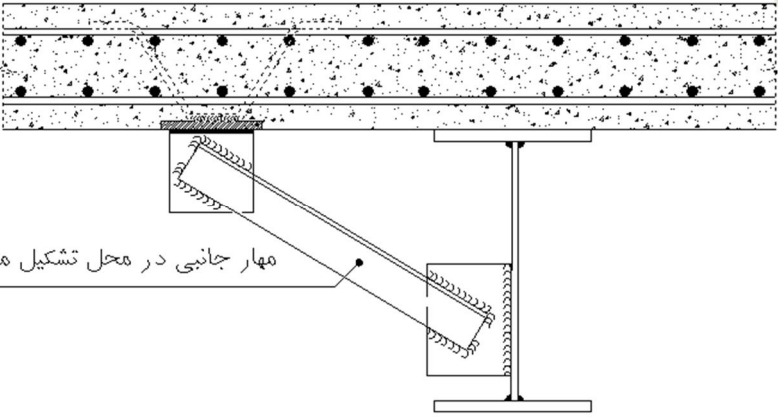
Lateral torsional buckling controlled by: $\frac{L_b}{r_y}$ L_b = distance between beam lateral braces
 r_y = weak axis radius of gyration



صفحه ۹۰

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



 دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی



مهارهای جانبی بایستی برای نیروی $0.06R_y F_y Z_b / h_0$ در روش حالات حدی و ۶۰٪ این مقادیر در روش تنش مجاز طراحی شود.

در آن h_0 فاصله مرکز به مرکز بال‌های تیر میباشد.

صفحه ۹۱
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission


 دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی

AISC Seismic Provisions – SMF and IMF

Lateral Bracing of Beams

Both flanges of beams shall be laterally braced, with a maximum spacing of:

SMF: $L_b \leq 0.086 \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad \left(= 72 r_y \text{ for } F_y = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$

IMF: $L_b \leq 0.17 \left(\frac{E}{F_y} \right) r_y \quad \left(= 142 r_y \text{ for } F_y = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$

صفحه ۹۲
 This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی



کمانش جانبی پیشی ...

* استفاده از تیرهای با جان سوراخ دار متوالی مجاز نیست و در صورت لزوم ایجاد سوراخ دسترسی در جان تیر، این سوراخ باید خارج از منطقه تشکیل مفصل پلاستیک، در یک سوم میانی طول تیر قرار گیرد.

* در ناحیه مفصل پلاستیک، ایجاد هرگونه تغییر ناگهانی در عرض بال و یا ضخامت بال مجاز نمی باشد.

* مقطع تیرها باید فشرده لرزه ای باشد.

صفحه ۹۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission



دانشگاه جهاد دانشگاهی - جواد دانشگاهی



صفحه ۹۲

This publication or any part thereof must not be reproduced in any form without the written permission

