



تفسیر دستورالعمل بهسازی
لرزه‌ای ساختمانهای موجود

بهسازی لرزه‌ای
ساختمانهای موجود

دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان های موجود

بهسازی لرزه ای سازه های فولادی

قابهای خمشی فولادی

زمستان ۱۳۹۶

بهرخ حسینی هاشمی

پژوهشگاه بین المللی
زلزله شناسی و مهندسی زلزله

دفتر امور فنی و تدوین معیارها
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

پژوهشگاه بین المللی
زلزله شناسی و مهندسی زلزله

دفتر امور فنی و تدوین معیارها
سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور



سیستم ها و اجزای سازه ای



❖ قابهای خمشی فولادی

❖ قابهای فولادی مهاربندی شده

❖ دیوارهای برشی فولادی

❖ قابهای با اتصالات خورجینی

❖ قابهای فولادی با میانقاب

❖ دیافراگم ها در سازه های فولادی

❖ پی های متشکل از شمع های فولادی



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

✓ کلیات

✓ قابهای با اتصالات صلب

✓ قابهای با اتصالات نیمه صلب



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی



کلیات



قابهای با اتصالات صلب



قابهای با اتصالات نیمه صلب





سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

	کلیات	✓
	قابهای با اتصالات صلب	✓
	قابهای با اتصالات نیمه صلب	✓



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای با اتصالات صلب



شرایط پذیرش اتصال صلب

انواع اتصالات صلب



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





قابهای با اتصالات صلب

کلیات

شرایط پذیرش اتصال صلب:

- ۱- مقاومت اتصال حداقل برابر مقاومت ضعیف ترین دو عضو متصل شونده تیر یا ستون باشد.
- ۲- تغییر شکل اتصال بدون احتساب تغییر شکل چشمه اتصال بیشتر از ۱۰٪ در کل تغییر مکان جانبی قاب دخالت ننماید.



قابهای با اتصالات صلب

کلیات

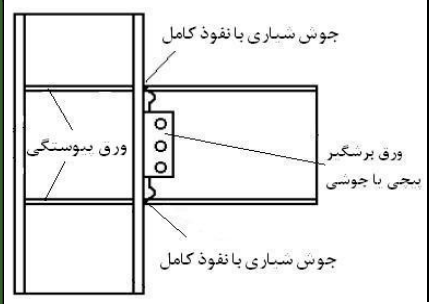
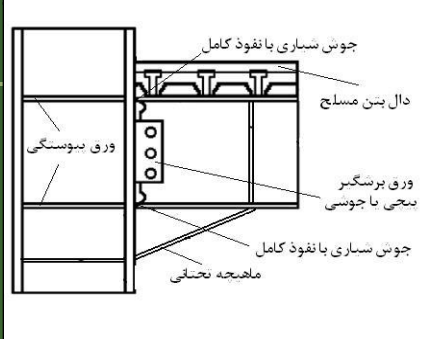
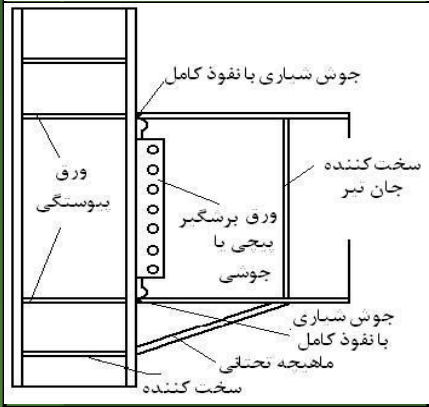
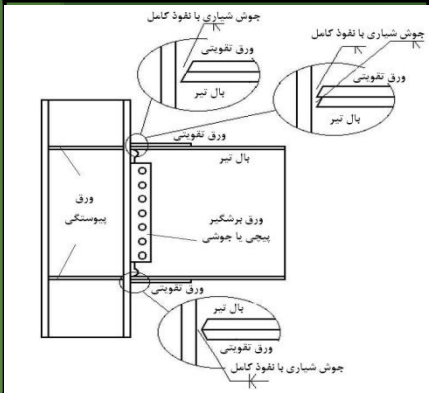
چند نمونه متداول از اتصالات صلب:

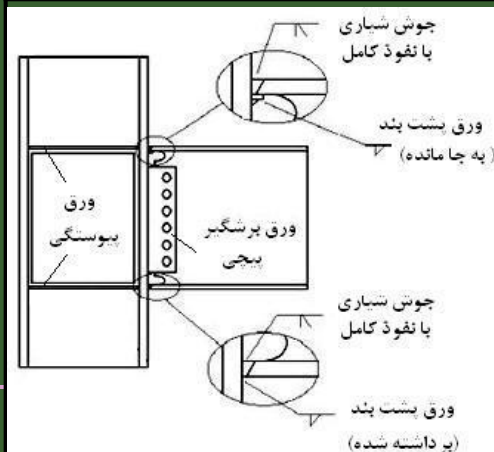
✓ اتصال با جوش نفوذی کامل بین بالهای تیر و ستون به همراه اتصال برشی پیچی یا جوشی بین جان تیر و بال ستون (اتصال مستقیم).

✓ اتصال بال تیر به بال ستون با استفاده از ورق اتصال بال

✓ اتصال با ورق انتهایی

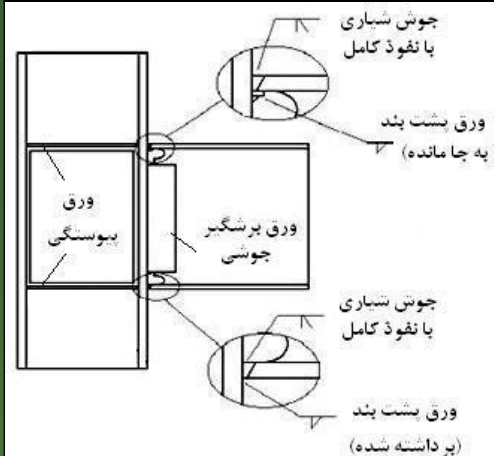
✓ انواع اتصالات صلب یا نیمه صلب در جداول اسلاید های بعدی

	صلب	اتصال بین بال‌های تیر و ستون با جوش نفوذی کامل می‌باشد.	۱ اتصال مستقیم
	صلب	ماهیچه‌ای تحتانی جوش شده اضافه- شده به‌مراه اتصال مستقیم با دال بصورت مختلط عمل می‌کند.	۲ اتصال مستقیم با ماهیچه تحتانی جوش شده با دال بتن مسلح
	صلب	ماهیچه‌ای تحتانی با جوش به اتصال مستقیم اضافه شده است.	۳ اتصال مستقیم با ماهیچه تحتانی جوش شده بدون دال بتن مسلح
	صلب	ورق تقویتی با جوش به اتصال مستقیم اضافه شده است.	۴ اتصال مستقیم با ورق تقویتی بال تحتانی و فوقانی جوش شده



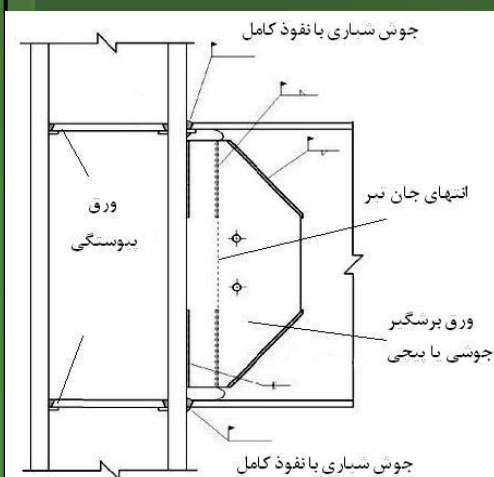
صلب اتصال بین بال‌های تیر و ستون با جوش نفوذی کامل می‌باشد.

۵ اتصال مستقیم اصلاح‌شده با ورق برشگیر پیچی



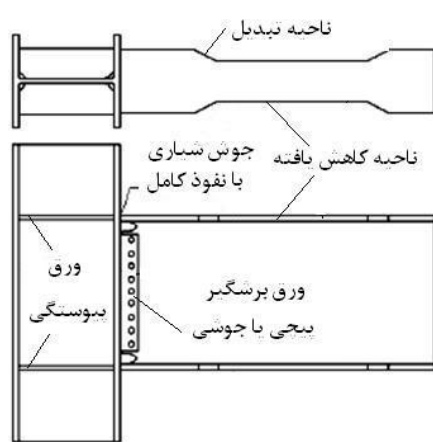
صلب اتصال بین بال‌های تیر و ستون با جوش نفوذی کامل می‌باشد.

۶ اتصال مستقیم اصلاح‌شده با ورق برشگیر جوشی



صلب جان در انتهای تیر بریده شده (برای جدا کردن از بال ستون) و اتصال جان در برابر برش و خروج از مرکزیت ناشی از بریده شدن انتهای تیر مقاومت می‌کند.

۷ اتصال مستقیم با بال جداشده از جان

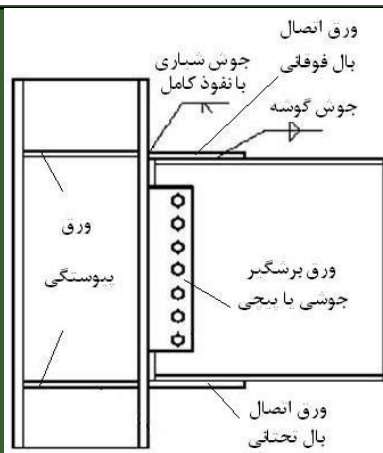


صلب

اتصالیه که در آن مقطع
خالص بال تیر برای دور
کردن مفصل پلاستیک از
ستون بریده می شود.

اتصال مستقیم تیر
با مقطع کاهش-
یافته

۸

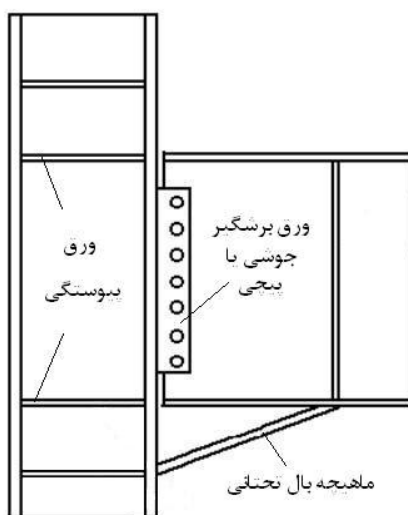


صلب یا
نیمه صلب

ورق بال با جوش نفوذی
کامل به ستون و با جوش
گوشه به بال تیر متصل می-
گردد.

اتصال با ورق بال
تحتانی و فوقانی
جوش شده

۹

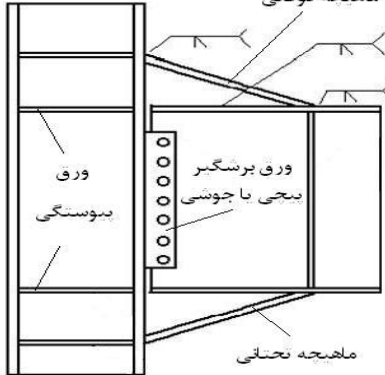
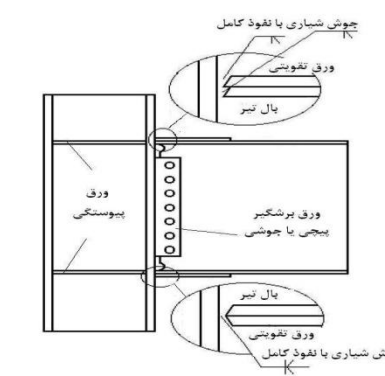
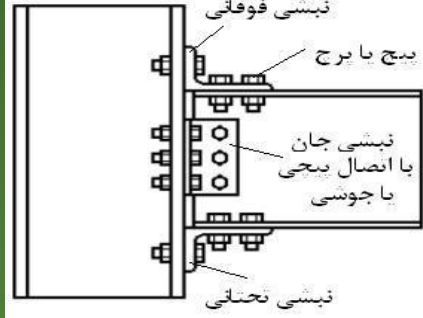
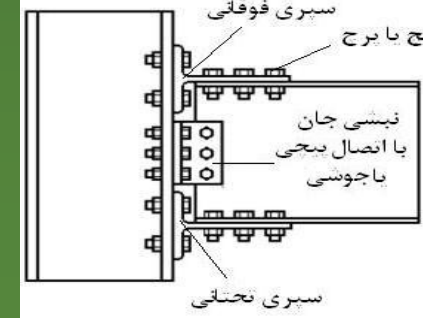


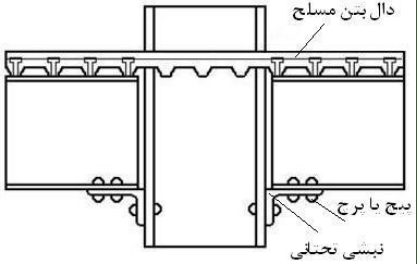
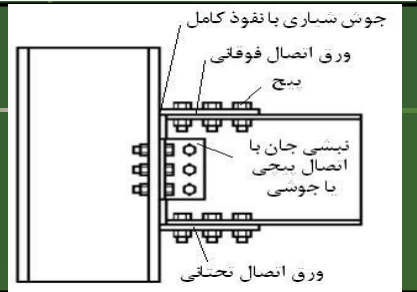
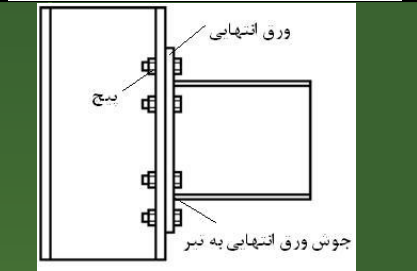
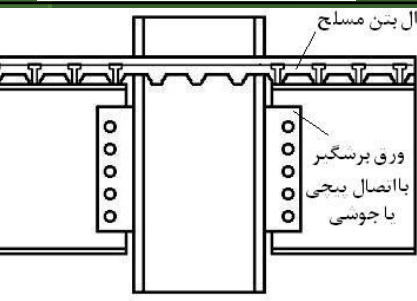
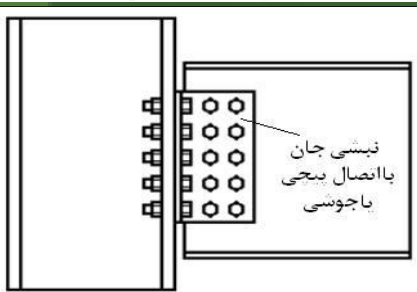
صلب

اتصال ماهیچه ای تنها در
بال پایینی وجود دارد.

اتصال ترمیم شده
با ماهیچه ای بال
پایین تیر با جوش
نفوذی کامل

۱۰

	صلب	اتصال ماهیچه‌ای در بال پایینی و بالایی وجود دارد.	اتصال ترمیم‌شده ماهیچه‌ای بال بالا و پایین با جوش نفوذی کامل	۱۱
	صلب	ورق و بال تیر به بال ستون جوش شده است.	اتصال ترمیم‌شده با ورق و بال تیر جوش شده به بال ستون	۱۲
	نیمه صلب	نبشی بالا و پایین به تیر و ستون پیچ یا پرچ شده است.	نبشی بالا و پایین	۱۳
	نیمه صلب	سبزی بالا و پایین به تیر و ستون پیچ یا پرچ شده است.	اتصال با سبزی	۱۴

 دال بتن مسلح نیبشی تختانی پیچ یا پرچ	نیمه صلب	نبشی در پایین پیچ یا پرچ شده به تیر و ستون با دال بصورت مختلط عمل می کند.	اتصال مختلط با نبشی پایین	۱۵
 جوش شماری با نفوذ کامل ورق اتصال فوقانی پیچ نیبشی جان یا اتصال بیچی یا جوشی ورق اتصال تحتانی	صلب یا نیمه صلب	ورق بال با جوش نفوذی به ستون و با پیچ به بال تیر متصل شده است.	ورق اتصال بال پیچ- شده	۱۶
 ورق انتهایی پیچ جوش ورق انتهایی به تیر	صلب یا نیمه صلب	ورق انتهایی سخت شده یا سخت نشده با جوش به تیر و با پیچ به بال ستون متصل شده است.	اتصال با ورق انتهایی پیچ شده	۱۷
 دال بتن مسلح ورق برشگر یا اتصال بیچی یا جوشی	نیمه صلب	اتصال ساده برشی با دال بصورت مختلط عمل می کند.	اتصال برشی با دال (با جوش یا پیچ)	۱۸
 نیبشی جان یا اتصال بیچی یا جوشی	نیمه صلب	اتصال با استفاده از نبشی ساده به ستون جوش یا پیچ شده است.	اتصال برشی بدون دال (با جوش یا پیچ)	۱۹

قاب خورجینی بدون سیستم در جهت عرضی



قاب خورجینی بدون سیستم در جهت عرضی



بسمه تعالی
(۱)
عملیات ساختمانی اداره ثبت اسناد و املاک بم در مرداد ۱۳۷۲
آغاز و با استفاده از اعتبارات اختصاصی سازمان ثبت اسناد و
املاک کشور احداث و در تابستان ۱۳۷۴ با حضور و توسط جناب آقای
خلج سید رضا و اداره ای معاونت مرقم قوه قضائیه و ریاست محترم
سازمان ثبت اسناد و املاک کشور افتتاح و مورد بهره برداری قرار گرفت

قاب خورجینی بدون سیستم در هر دو جهت





قاب ساده بدون سیستم در هر دو جهت



قاب خورجینی بدون سیستم در هر دو جهت





شکست اتصال تیر به ستون

شکست اجزای اتصال

شکست جوش



شکست اجزای اتصال





شکست اجزای اتصال

شکست جوش





شکست جوش





شکست جوش



شکست جوش





شکست جوش





شکست جوش





سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای با اتصالات صلب



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





قابهای با اتصالات صلب

سختی

روشهای خطی: مدلسازی قاب صلب می تواند با توجه به سختی تیرها و ستونها و با اندازه مرکز تا مرکز انجام گیرد. برای رسیدن به نتایج واقعی تر می توان از سختی چشمه اتصال در مدل استفاده نمود. به هنگامی که لنگر متناظر با مقاومت برشی مورد انتظار چشمه اتصال از مقاومت خمشی تیر در محل اتصال تجاوز نماید و سختی چشمه اتصال حداقل از ده برابر سختی خمشی تیر بیشتر باشد نیاز به مدلسازی چشمه اتصال نیست. در این حالت مبنای محاسبه لنگر و برش تیر با تعریف المان صلبی از بر ستون می باشد.



قابهای با اتصالات صلب سختی

روشهای غیر خطی: خواص محدوده ارتجاعی اعضاء با توجه به روشهای خطی قابل محاسبه می باشد. برای بیان خواص محدوده غیر ارتجاعی می توان از منحنی نیرو- تغییرشکل با مقادیر a و b و c داده شده در این دستورالعمل استفاده نمود. به هنگامی که لنگر متناظر با مقاومت برشی مورد انتظار چشمه اتصال از مقاومت خمشی تیر در محل اتصال تجاوز نماید و سختی چشمه اتصال حداقل از ده برابر سختی خمشی تیر بیشتر باشد نیاز به مدلسازی چشمه اتصال نیست. در اینحالت مبنای محاسبه لنگر و برش تیر با تعریف المان صلبی از بر ستون می باشد.

پارامترهای مدلسازی در روش های غیرخطی

پارامترهای مدلسازی			جزء/تلاش
زاویه چرخش خمیری، رادیان		نسبت تنش پس ماند	
a	b		
تیرها - خمشی			
الف:	$h/t_w \leq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$	90_y	110_y
ب:	$h/t_w \geq 5365/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$	40_y	60_y
ج:	مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w	درون یابی خطی ردیف الف و ب	
ستونها - خمشی حول محور با مصالح			
برای $P/P_{CL} \leq 0.20$			
الف:	$h/t_w \leq 2500/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$	90_y	110_y
ب:	$h/t_w \geq 3850/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$	40_y	60_y
ج:	مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w	درون یابی خطی ردیف الف و ب	
برای $0.20 < P/P_{CL} \leq 0.50$			
الف:	$h/t_w \leq 2170/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$	$10(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$	$15(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$
ب:	$h/t_w \geq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$	θ_y	$1.5\theta_y$
ج:	مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w	درون یابی خطی ردیف الف و ب	
چشمه اتصال			
1.0			
120 _y			
120 _y			
اتصالات صلب			
اتصال مستقیم			
0.043-0.00024d			
0.051-0.00051d			
0.2			
0.036			
0.026			
0.2			
0.023			
0.018			
0.2			



پارامترهای مدلسازی در روش های غیر خطی

0.2	0.056-0.00043d	0.056-0.00043d	ورق جوش شده به اتصال مستقیم
0.2	0.050-0.00024d	0.021-0.00012d	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان پیچ شده
0.2	0.054	0.041	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان جوش شده
0.2	0.093-0.00063d	0.067-0.00047d	بال جدا شده از جان
0.2	0.07-0.00012d	0.05-0.00012d	تیر با مقطع کاهش یافته
			ورق اتصال بال جوش شده
0.2	0.06	0.03	الف: در مقطع خالص ورق
رفتار نیرو کنترل			ب: دیگر حالات حدی
0.2	0.047	0.027	اتصال ماهیچه ای بال پایین
0.2	0.048	0.028	اتصال ماهیچه ای بال بالا و پایین
0.2	0.031	0.031	اتصال با ورق بال جوش شده به بال ستون
<u>اتصالات نیمه صلب</u>			
			نبشی بالایی و پایینی
0.2	0.048	0.036	الف: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.8	0.018	0.012	ب: شکست کششی بال افقی نبشی
1	0.025	0.016	پ: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.2	0.084	0.042	ت: شکست خمشی نبشی
			اتصال با سپری
			الف: شکست برشی وسایل اتصال
0.2	0.048	0.036	۱: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.8	0.018	0.012	۲: شکست در جوش



پارامترهای مدلسازی در روش های غیرخطی

0.8	0.024	0.016	ب: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.8	0.018	0.012	پ: شکست کششی در جان سپری
0.2	0.084	0.042	ت: شکست خمشی بالهای سپری
			ورق اتصال بال پیچ شده
0.8	0.030	0.030	الف: شکست در مقطع مؤثر ورق یا برش در پیچ یا پرچ
0.8	0.18	0.12	ب: شکست جوش یا شکست ورق در مقطع کل
			ورق انتهایی پیچ شده
0.8	0.042	0.042	الف: تسلیم ورق انتهایی
0.8	0.024	0.018	ب: تسلیم پیچها
0.8	0.018	0.012	پ: تسلیم جوش
			تیر مختلط در بالا و نبشی در پایین
0.8	0.035	0.018	الف: شکست دال مسلح
0.4	0.042	0.036	ب: تسلیم موضعی بال و لهدگی جان ستون
0.2	0.042	0.036	پ: تسلیم بال پایینی نبشی
0.8	0.022	0.015	ت: تسلیم کششی پیچ و پرچ در بال ستون
0.2	0.027	0.022	ث: تسلیم برشی اتصالات بال تیر
0.4	$0.15-0.00014d_{bg}$	$0.029-0.00008d_{bg}$	اتصال برشی با دال
0.4	$0.15-0.00014d_{bg}$	$0.15-0.00014d_{bg}$	اتصال برشی بدون دال



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای با اتصالات صلب



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





قابهای با اتصالات صلب

مقاومت

روشهای خطی

- تیر
- ستون
- چشمه اتصال
- اتصال صلب تیر به ستون
- اتصال بین صفحه کف ستون و پی بتنی



مقاومت

روشهای خطی

تیرها

تیرها اعضای هستند که تحت اثر خمش قرار داشته و نیروی محوری در آنها ناچیز می باشد. تلاش موجود در این اعضا تغییر شکل کنترل بوده و مقاومت مورد انتظار در این اعضا کوچکترین یکی از حالات حدی تسلیم خمشی مقطع، کمانش جانبی پیچشی، کمانش موضعی اجزای مقطع یا تسلیم برشی جان تیر خواهد بود.

✓ مقطع فشرده و کفایت مهار جانبی حاصل است و یا تیر مدفون در بتن با تسلیح کافی است. مقدار Q_{CE} بر اساس حالت حدی تسلیم خمشی بدست می آید.

$$Q_{CE} = M_{CE} = M_{PCE} = ZF_{ye}$$

✓ شرایط فشردگی مقطع یا کفایت مهار حاصل نمی گردد. مقدار Q_{CE} بر اساس حالت حدی کمانش موضعی بال و یا کمانش جانبی پیچشی به دست می آید.

$$Q_{CE} = M_{CE} = M_n$$

✓ مقاومت برشی جان حاکم بر رفتار عضو است. مقدار Q_{CE} بر اساس حالت حدی تسلیم برشی جان تیر بدست می آید.

$$Q_{CE} = V_{CE} = V_n$$



مقاومت

روشهای خطی

ستونها

ستونها اعضایی هستند که در آنها نیروی محوری قابل صرفنظر کردن نمی باشد. تلاش محوری در این نوع اعضاء نیرو کنترل بوده و کرانه پایین مقاومت Q_{CL} ناشی از مقاومت فشاری عضو برای مقاطع فشرده یا غیرفشرده با توجه به رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$Q_{CL} = P_{CL} = P_n$$

در صورتیکه عضو تحت کشش قرار گیرد. تلاش کششی از نوع تغییرشکل کنترل بوده و مقاومت مورد انتظار عضو از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$Q_{CE} = T_{CE} = A F_{ye}$$



مقاومت

روشهای خطی

چشمه اتصال

مقاومت مورد انتظار چشمه اتصال بر اساس تلاش برشی حاکم بر رفتار چشمه اتصال ارزیابی می گردد. تلاش برشی در چشمه اتصال کنترل شونده توسط تغییر شکل بوده و با توجه به رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$Q_{CE}=V_{CE}=0.55 F_{ye} d_c t_p$$



مقاومت

روشهای خطی

اتصالات

اتصالات صلب تیر به ستون: کلیه حالات حدی حاکم بر مودهای شکست ممکنه باید بررسی گردد.

اتصالات کف ستون و پی: مقاومت این نوع اتصال باید بر پایه کوچکترین مقدار حاصله از حالات حدی، مقاومت صفحه کف ستون و مقاومت پیچ های مهاري محاسبه گردد.

مقاومت صفحه کف ستون خود بر مبنای کوچکترین مقدار حاصله از حالات حدی، مقاومت مورد انتظار پیچ یا جوش، تنش لهیدگی بتن زیر کف ستون و مقاومت مورد انتظار تسلیم صفحه کف ستون محاسبه می شود.

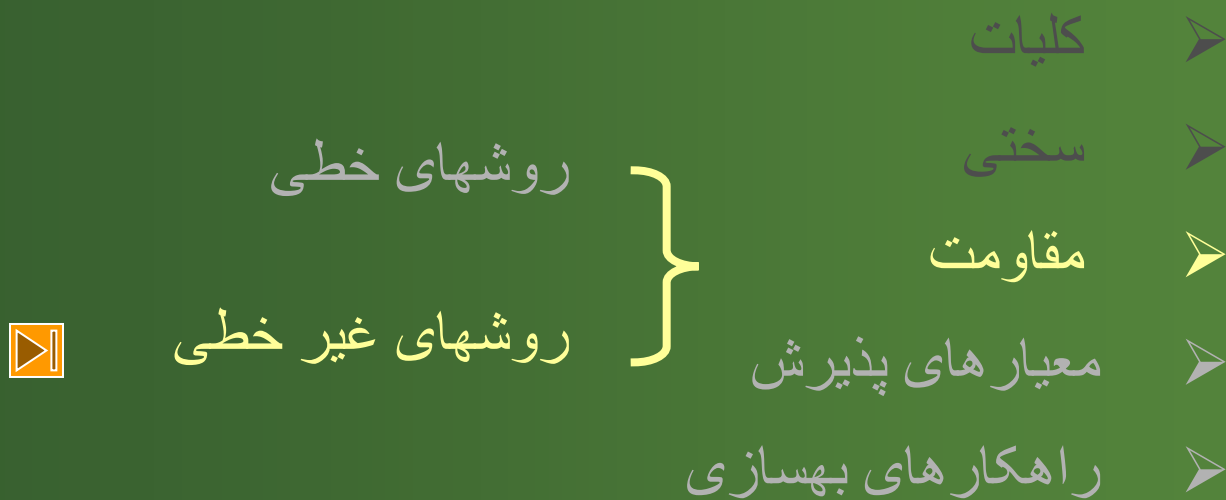
مقاومت پیچ های مهاري نیز بر مبنای کوچکترین مقدار حاصله از حالات حدی مقاومت جاری شدن برش یا کشش مهار و یا کاهش طول مهاري و یا بر اساس قلوه کنی، پکیدگی یا اهرم شدگی بتن محاسبه می گردد.



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای صلب





قابهای صلب

مقاومت

روشهای غیر خطی

در روش استاتیکی غیر خطی دیاگرام نیرو-تغییر شکل هر جزء با مقادیر a و b و c داده شده در جداول فصل ۵ این دستورالعمل بیان کننده مقاومت و ظرفیت تغییر شکل هر جزء با تلاش تغییر شکل کنترل خواهد بود. مقاومت مورد انتظار، Q_{CE} ، برای هر جزء با توجه به نوع تلاش مطابق روشهای خطی قابل محاسبه می باشد.

دراعضایی که نوع تلاش موجود در آنها نیرو کنترل می باشد کرانه پایین مقاومت Q_{CL} نیز مطابق روشهای خطی محاسبه می گردد.



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای صلب



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



معیارهای پذیرش

راهکارهای بهسازی

کلیات



سختی



مقاومت





ملزومات و فرضیات طراحی

معیارهای پذیرش

روشهای خطی

➤ **تغییر شکل کنترل:** تلاشها در اعضای اصلی و غیر اصلی تغییر شکل کنترل باید رابطه زیر را ارضاء نمایند.

$$m\kappa Q_{CE} \geq Q_{UD}$$

➤ **نیرو کنترل:** تلاشها در اعضای اصلی و غیر اصلی نیرو کنترل باید رابطه زیر را ارضاء نمایند.

$$\kappa Q_{CL} \geq Q_{UF}$$



قابهای صلب

معیارهای پذیرش

روشهای خطی

- تیر
- ستون
- چشمه اتصال
- اتصال صلب تیر به ستون
- اتصال بین صفحه کف ستون و پی بتنی



معیارهای پذیرش روشهای خطی تیرها

۱. مهار جانبی کافی است؟

مقدار m از جدول

$$L_b \leq L_p = 1.76 r_y \sqrt{E/F_{ye}}$$

۲. فواصل مهار در رابطه روبرو صدق می کند؟

به جای m از m_e با مقادیر m جدول استفاده شود

$$m_e = m - (m - 1) \frac{M_p - M_n}{M_p - M_r}$$

۳. فواصل مهار زیاد است؟

مقدار m برابر یک انتخاب می شود

$$L_b \succ L_r$$

معیارهای پذیرش

روشهای خطی

ستونها

۱. هر گاه

$$\frac{P_{UF}}{P_{CL}} \leq 0.20$$

$$\frac{P_{UF}}{2\kappa P_{CL}} + \frac{M_{UDx}}{m_x \kappa M_{CEx}} + \frac{M_{UDy}}{m_y \kappa M_{CEy}} \leq 1.0$$

معیارهای پذیرش

روشهای خطی

ستونها

۲. و اگر $0.2 < \frac{P_{UF}}{P_{CL}} \leq 0.50$

$$\frac{P_{UF}}{\kappa P_{CL}} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{UDx}}{m_x \kappa M_{CEx}} + \frac{M_{UDy}}{m_y \kappa M_{CEy}} \right) \leq 1.0$$

معیارهای پذیرش

روشهای خطی

ستونها

$$\frac{P_{UF}}{P_{CL}} \succ 0.5 \quad \text{۳. واگر}$$

$$\frac{P_{UF}}{\kappa P_{CL}} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{UFx}}{\kappa M_{CLx}} + \frac{M_{UFy}}{\kappa M_{CLy}} \right) \leq 1.0$$

معیارهای پذیرش

روشهای خطی

ستونها

۴. در ستونها تحت اثر کشش و خمش

$$\frac{T_{UD}}{m_t \kappa T_{CE}} + \frac{M_{UDx}}{m_x \kappa M_{CEx}} + \frac{M_{UDy}}{m_y \kappa M_{CEy}} \leq 1.0$$

معیارهای پذیرش

روشهای خطی

ستونها

۵. در ستونهای مرکب با بست افقی یا مورب

مقادیر **m** برای ستونهای مرکب با بست افقی یا مورب که حول محور بدون مصالح خمیده می-
شوند، در صورتیکه این ستون ها کلیه ضوابط میحث دهم مقررات ملی ساختمان (روش جدی) را
رعایت نموده باشند، مطابق جدول (۵-۲) تعیین می شوند. در صورتیکه این ستون ها ضوابط میحث
دهم مقررات ملی ساختمان (روش جدی) را رعایت نکرده باشند، آسیب پذیر تلقی خواهند شد.



معیارهای پذیرش

روشهای خطی

چشمه اتصال

معیار پذیرش چشمه اتصال با توجه به معیار پذیرش تلاشهای تغییر شکل کنترل و با توجه به تلاشهای طراحی که برای مقابله با برش ناشی از لنگر خمشی تیر محاسبه می گردد و با مقدار m جداول فصل ۵ دستورالعمل ارزیابی می گردد.



معیارهای پذیرش

روشهای خطی

اتصالات

اتصال صلب تیر به ستون: بعضی از حالات حدی اتصال صلب تیر به ستون با رفتار تغییرشکل کنترل بوده و مقدار m داده شده در جداول برای این حالات حدی با توجه به رعایت ضوابط خاصی داده شده است. عدم رعایت این ضوابط منجر به کاهش مقدار m مطابق ضوابط بیان شده در دستورالعمل خواهد شد. ضوابطی که عدم رعایت آنها منجر به کاهش مقدار m می گردد عبارتند از:

- جزئیات ورقهای پیوستگی
- مقاومت چشمه اتصال
- نسبت دهانه به عمق تیر
- لاغری بال و جان تیر

در اتصالات صلبی که طراحی با هدف شکل گیری مفصل پلاستیک در تیر بدور از بر ستون می باشد، کلیه حالات حدی اتصال نیرو کنترل خواهد بود.



معیارهای پذیرش روشهای خطی اتصالات

اتصالات کف ستون و پی: اتصال صفحه کف ستون به پی برای تلاشهای تسلیم صفحه کف ستون، تسلیم پیچ و شکست جوش تغییرشکل کنترل محسوب می شود. در صورتیکه مود شکست میل مهار حاکم بر رفتار اتصال گردد این حالت حدی نیرو کنترل است. برای تلاشهای تغییرشکل کنترل مقدار m از جدول برای اتصالات با ورق انتهایی بسته به حالت حدی تعیین می گردد.

معيار پذيرش در روش های خطی

ضریب m در روشهای خطی					جزء/تلاش
اعضای غیر اصلی		اعضای اصلی		کلیه اعضا	
CP	LS	CP	LS	IO	
تیرها - خمشی					
12	10	8	6	2	الف: $h/t_w \leq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
4	3	3	2	1.25	ب: $h/t_w \geq 5365/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$
ستونها - خمشی حول محور با مصالح					
برای $P_{UF}/P_{CL} \leq 0.20$					
12	10	8	6	2	الف: $h/t_w \leq 2500/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
3	2	2	1.25	1.25	ب: $h/t_w \geq 3850/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$
برای $0.20 < P_{UF}/P_{CL} \leq 0.50$					
$16(1-1.7P/P_{CL})$	$40/3(1-1.7P/P_{CL})$	$32/3(1-1.7P/P_{CL})$	$8(1-1.7P/P_{CL})$	1.2	الف: $h/t_w \leq 2170/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
1.8	1.8	1.4	1.2	1.2	ب: $h/t_w \geq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$
12	12	11	8	1.5	چشمه اتصال - برش
اتصالات صلب					
5.5-0.025d	4.3-0.02d	3.9-0.017d	4.3-0.033d	1	اتصال مستقیم
4.7	3.8	3.4	2.7	1.6	ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم با دال
3.3	2.8	2.5	2.1	1.3	54 ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم بدون دال



معیار پذیرش در روش های خطی

6.9-0.046d	5.4-0.035d	5.4-0.035d	4.3-0.026d	2.4-0.012d	ورق جوش شده به اتصال مستقیم
6.2-0.026d	4.9-0.019d	3.1-0.013d	2.3-0.008d	1.4-0.003d	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان پیچ شده
6.7	5.3	5.3	4.2	2	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان جوش شده
11-0.068d	8.4-0.051d	8.1-0.051d	6.3-0.039d	2.7-0.013d	بال جدا شده از جان
8.4-0.013d	6.5-0.01d	6.3-0.013d	4.9-0.01d	2.2-0.003d	تیر با مقطع کاهش یافته
					ورق اتصال بال جوش شده
7.3	5.7	4.1	3.3	1.7	الف: در مقطع خالص ورق
رفتار نیرو کنترل					ب: دیگر حالات حدی
5.9	4.6	3.8	3.1	1.6	اتصال ماهیچه ای بال پایین
6	4.7	3.9	3.1	1.6	اتصال ماهیچه ای بال بالا و پایین
4.2	3.4	3.4	2.8	1.7	اتصال با ورق بال جوش شده به بال ستون
اتصالات نیمه صلب					
					نیشی بالایی و یابینی
8	6	6	4	1.5	الف: شکست برشی در پیچ یا پرچ
2	1.5	2	1.5	1.25	ب: شکست کششی بال افقی نیشی
4	4	2.5	1.5	1.25	پ: شکست کششی پیچ یا پرچ
14	7	7	5	2	ت: شکست خمشی نیشی
					اتصال با سپری
					الف: شکست برشی وسایل اتصال
8	6	6	4	1.5	۱: شکست برشی در پیچ یا پرچ
2	1.5	2	1.5	1.25	۲: شکست در جوش



معیار پذیرش در روش های خطی

4	4	2.5	1.5	1.25	ب: شکست کششی پیچ یا پرچ
2	1.5	2	1.5	1.25	پ: شکست کششی در جان سپری
14	7	7	5	2	ت: شکست خمشی بالهای سپری
					<u>ورق اتصال بال پیچ شده</u>
5	4	5	4	1.5	الف: شکست در مقطع مؤثر ورق یا برش در پیچ یا پرچ
2	1.5	2	1.5	1.25	ب: شکست جوش یا شکست ورق در مقطع کل
					<u>ورق انتهایی پیچ شده</u>
7	7	7	5.5	2	الف: تسلیم ورق انتهایی
4	4	3	2	1.5	ب: تسلیم پیچها
3	3	2	1.5	1.25	پ: تسلیم جوش
					تیر مختلط در بالا و نبشی در پایین
6	4	3	2	1.25	الف: شکست دال مسلح
7	5	6	4	1.5	ب: تسلیم موضعی بال و لهدگی جان ستون
7	6	6	4	1.5	پ: تسلیم بال پایینی نبشی
3.5	2.5	2.5	1.5	1.25	ت: تسلیم کششی پیچ و پرچ در بال ستون
4.5	3.5	3.5	2.5	1.25	ث: تسلیم برشی اتصالات بال تیر
$17-0.152d_{bg}$	$13-0.114d_{bg}$	-----	-----	$1.6-.002d_{bg}$	اتصال برشی با دال
$17-0.152d_{bg}$	$13-0.114d_{bg}$	-----	-----	$4.9-.038d_{bg}$	اتصال برشی بدون دال

معیار پذیرش در روش های خطی

ضریب m در روشهای خطی					جزء/تلاش
اعضای غیر اصلی		اعضای اصلی		کلیه اعضا	
CP	LS	CP	LS	IO	
ستونهای مرکب با بست افقی – خمش حول محور بدون مصالح					
					برای $P_{UF}/P_{CL} \leq 0.20$
۵,۲	۳,۶	۳,۳	۲,۸	۱,۲۵	الف: $h/t_w \leq 2500/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
رفتار نیرو کنترل					ب: $h/t_w \geq 3850/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی بین عدد یک و اعداد ردیف الف					ج: مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$
					برای $0.15 < P_{UF}/P_{CL} \leq 0.50$
$۶,۷(1-1.۳P/P_{CL})$	$۵,۴(1-1.۳P/P_{CL})$	$۴,۵(1-1.۳P/P_{CL})$	$۳,۵(1-1.۳P/P_{CL})$	1.۱	الف: $h/t_w \leq 2170/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
رفتار نیرو کنترل					ب: $h/t_w \geq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی بین عدد یک و اعداد ردیف الف					ج: مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$
ستونهای مرکب با بست مورب – خمش حول محور بدون مصالح					
					برای $P_{UF}/P_{CL} \leq 0.20$
۶	۴,۷	۴,۳	۳,۵	۱,۴	الف: $h/t_w \leq 2500/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
رفتار نیرو کنترل					ب: $h/t_w \geq 3850/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی بین عدد یک و اعداد ردیف الف					ج: مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$
					برای $0.15 < P_{UF}/P_{CL} \leq 0.50$
$۷,۷(1-1.۳P/P_{CL})$	$۶,۷(1-1.۳P/P_{CL})$	$۶(1-1.۳P/P_{CL})$	$۴,۶(1-1.۳P/P_{CL})$	1.۱	الف: $h/t_w \leq 2170/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
رفتار نیرو کنترل					ب: $h/t_w \geq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی بین عدد یک و اعداد ردیف الف					ج: 57 مقادیر دیگر h/t_w یا $b_f/2t_f$



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای صلب



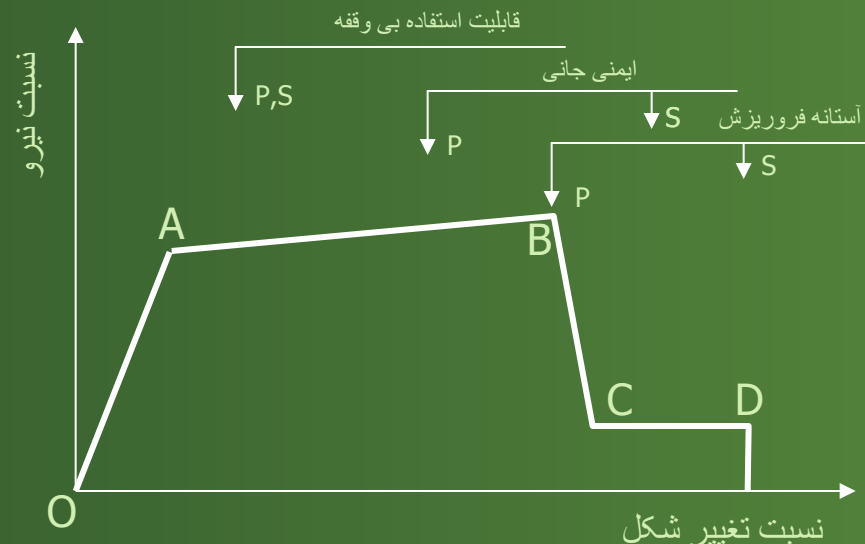


قابهای صلب

معیارهای پذیرش

روشهای غیر خطی

مقادیر تغییرشکلهای و نیروهای اجزا با رفتار تغییرشکل کنترل و نیرو از آنالیز غیر خطی محاسبه می گردد. در اجزاء با رفتار نیرو کنترل، نیروهای حاصل از تحلیل باید از کرانه پایین مقاومت تلاش مورد نظر کمتر باشد. در اجزاء با رفتار تغییرشکل کنترل، تغییرشکلهای حاصل از تحلیل از تغییرشکل مجاز داده شده در جدول برای سطح عملکرد انتخابی کمتر باشد.



معیار پذیرش تغییر شکل

معیارهای پذیرش در روش های غیر خطی

معیارهای پذیرش					جزء/تلاش
زاویه چرخش خمیری، رادیان					
اعضای غیر اصلی		اعضای اصلی		کلیه اعضا	
CP	LS	CP	LS	IO	

تیرها - خمشی

$11\theta_y$	$9\theta_y$	$8\theta_y$	$6\theta_y$	θ_y	الف: $h/t_w \leq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
$4\theta_y$	$3\theta_y$	$3\theta_y$	$2\theta_y$	$0.25\theta_y$	ب: $h/t_w \geq 5365/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w

ستونها - خمشی

برای $P/P_{CL} \leq 0.15$

$11\theta_y$	$9\theta_y$	$8\theta_y$	$6\theta_y$	θ_y	الف: $h/t_w \leq 2500/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
$4\theta_y$	$3\theta_y$	$3\theta_y$	$2\theta_y$	$0.25\theta_y$	ب: $h/t_w \geq 3850/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w

برای $0.15 < P/P_{CL} \leq 0.50$

$15(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$	$12(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$	$10(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$	$7(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$	$0.25\theta_y$	الف: $h/t_w \leq 2170/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
$1.2\theta_y$	$1.2\theta_y$	$0.8\theta_y$	$0.5\theta_y$	$0.25\theta_y$	ب: $h/t_w \geq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w

چشمه اتصال

اتصالات صلب					
0.043-0.00024d	0.0323-0.0002d	0.0284-0.00016d	0.0337-0.00035d	0.0128-0.00012d	اتصال مستقیم
0.036	0.027	0.0238	0.0172	0.0065	ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم با دال
0.023	0.018	0.0152	0.0119	0.0045	ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم بدون دال



معیارهای پذیرش در روش های غیرخطی

0.056-0.00043d	0.042-0.00031d	0.0426-0.00031d	0.0319-0.00024d	0.014-0.00012d	ورق جوش شده به اتصال مستقیم
0.050-0.00024d	0.0375-0.0002d	0.021-0.00012d	0.0139-0.00008d	0.0053-0.00004d	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان پیچ شده
0.054	0.041	0.041	0.0312	0.0103	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان جوش شده
0.094-0.00063d	0.0705-0.00047d	0.067-0.00047d	0.0509-0.00035d	0.0168-0.00012d	بال جدا شده از جان
0.07-0.00012d	0.0525-0.00008d	0.05-0.00012d	0.038-0.00008d	0.0125-0.00004d	تیر با مقطع کاهش یافته
					ورق اتصال بال جوش شده
0.06	0.045	0.03	0.0228	0.0075	الف: در مقطع خالص ورق
رفتار نیرو کنترل					ب: دیگر حالات حدی
0.047	0.0353	0.027	0.0205	0.0068	اتصال ماهیچه ای بال پایین
0.048	0.036	0.028	0.0213	0.007	اتصال ماهیچه ای بال بالا و پایین
0.031	0.0233	0.0236	0.0177	0.0078	اتصال با ورق بال جوش شده به بال ستون
اتصالات نیمه صلب					
					نبشی بالایی و پایینی
0.04	0.03	0.03	0.02	0.008	الف: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.015	0.01	0.01	0.008	0.003	ب: شکست کششی بال افقی نبشی
0.02	0.02	0.013	0.008	0.005	پ: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.07	0.035	0.035	0.025	0.01	ت: شکست خمشی نبشی
					اتصال با سپری
					الف: شکست برشی وسایل اتصال
0.04	0.03	0.03	0.02	0.008	۱: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.015	0.01	0.01	0.008	0.003	۲: شکست در جوش



معیارهای پذیرش در روش های غیرخطی

0.02	0.02	0.013	0.008	0.005	ب: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.015	0.01	0.01	0.008	0.003	پ: شکست کششی در جان سپری
0.07	0.035	0.035	0.025	0.01	ت: شکست خمشی بالهای سپری
					ورق اتصال بال پیچ شده
0.025	0.02	0.025	0.02	0.008	الف: شکست در مقطع مؤثر ورق یا برش در پیچ یا پرچ
0.015	0.010	0.010	0.008	0.003	ب: شکست جوش یا شکست ورق در مقطع کل
					ورق انتهایی پیچ شده
0.035	0.035	0.035	0.028	0.01	الف: تسلیم ورق انتهایی
0.02	0.02	0.015	0.01	0.008	ب: تسلیم پیچها
0.015	0.015	0.01	0.008	0.003	پ: تسلیم جوش
					تیر مختلط در بالا و نبشی در پایین
0.03	0.02	0.015	0.01	0.005	الف: شکست دال مسلح
0.035	0.025	0.03	0.02	0.008	ب: تسلیم موضعی بال و لهدگی جان ستون
0.035	0.025	0.03	0.02	0.008	پ: تسلیم بال پایینی نبشی
0.018	0.013	0.013	0.008	0.005	ت: تسلیم کششی پیچ و پرچ در بال ستون
0.023	0.018	0.018	0.013	0.005	ث: تسلیم برشی اتصالات بال تیر
$0.15-0.00014d_{bg}$	$.1125-.00011d_{bg}$	-----	-----	$0.0073-.00004d_{bg}$	اتصال برشی با دال
$0.15-0.00014d_{bg}$	$.1125-.00011d_{bg}$	-----	-----	$0.0375-.00035d_{bg}$	اتصال برشی بدون دال



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای صلب

- کلیات
- سختی
- مقاومت
- معیارهای پذیرش
-  راهکارهای بهسازی



قابهای صلب

راهکارهای بهسازی

در صورتیکه اجزای سازه فولادی معیارهای پذیرش را برای سطح عملکرد انتخابی ارضاء ننمایند باید بهسازی شوند.



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

	کلیات	✓
	قابهای با اتصالات صلب	✓
	قابهای با اتصالات نیمه صلب	✓



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای با اتصالات نیمه صلب



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





قابهای با اتصالات نیمه صلب

کلیات

در صورتیکه اتصال شرایط پذیرش اتصال صلب را نداشته باشد به عنوان اتصال نیمه صلب محسوب می گردد. دو نوع اتصال رایج نیمه صلب عبارتند از:

۱. اتصال با نبشی های بالایی و پایینی

۲. اتصال با سپری بالایی و پایینی

اتصال با استفاده از ورق اتصال بال یا اتصال با ورق انتهایی در صورتیکه ضعیف یا انعطاف پذیر باشند به عنوان اتصال نیمه صلب محسوب می گردند. در یک اتصال نیمه صلب ضعیف ترین مکانیزم شکست حاکم بر رفتار گره اتصال خواهد بود.



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای با اتصالات نیمه صلب



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



کلیات

سختی

مقاومت

معیارهای پذیرش

راهکارهای بهسازی





قابهای با اتصالات نیمه صلب

سختی روشهای خطی

سختی تیرها و ستونها و چشمه اتصال مشابه با قابهای صلب تعیین می گردد. در قابهای نیمه صلب سختی گره اتصال در تحایل باید مد نظر قرار گیرد. مقدار سختی K_θ برای هر اتصال نیمه صلب می تواند بر اساس آزمایش و یا یک تحایل مناسب تعیین گردد. در مدل تحایلی قابهای نیمه صلب باید سختی گره اتصال منظور گردد. به عنوان یک روش تقریبی می توان سختی K_θ را از رابطه تقریبی زیر محاسبه نمود.

$$K_\theta = \frac{M_{CE}}{0.005}$$

در اتصالات نیمه صلبی که در بتن محصور شده اند در صورتی می توان از رابطه فوق استفاده نمود که مقاومت مورد انتظار اتصال با توجه به عملکرد مختلط محاسبه گردد. در اتصالات نیمه صلب محاط در مصالح بنایی نیاز به در نظر گرفتن عملکرد مختلط نمی باشد.



قابهای با اتصالات نیمه صلب

سختی

روشهای خطی

در صورتیکه اتصال نیمه صلب در بتن محصور باشد محاسبه عملکرد مختلط قدری مشکل خواهد بود. در این حالت می توان عملکرد مختلط را در محاسبه مقاومت مورد انتظار اتصال منظور نکرده اما مقدار سختی اتصال را طبق رابطه زیر افزایش داد.

$$K_{\theta} = \frac{M_{CE}}{0.003}$$

بجای استفاده از مدل تحلیلی دقیق، به عنوان یک روش تقریبی می توان در مدلسازی قاب را صلب فرض نموده ولی در عوض سختی تیر را با توجه به رابطه زیر اصلاح نمود.

$$EI_b (\text{اصلاح شده}) = \frac{1}{\frac{6}{L_b K_{\theta}} + \frac{1}{EI_b}}$$



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای با اتصالات نیمه صلب

- کلیات
 - سختی
 - مقاومت
 - معیارهای پذیرش
 - راهکارهای بهسازی
- روشهای خطی } روشهای غیر خطی
- ❏



قابهای با اتصالات نیمه صلب

سختی

روشهای غیر خطی

روشهای غیر خطی: خواص محدوده ارتجاعی اعضاء با توجه به روشهای

خطی قابل محاسبه می باشد. برای بیان خواص محدوده غیر ارتجاعی تیرها، ستونها و چشمه اتصال می توان از منحنی نیرو- تغییرشکل با مقادیر a و b و c داده شده در این دستورالعمل استفاده نمود.

برای منحنی لنگر دوران اتصالات نیمه صلب می توان از نتایج آزمایش استفاده نمود. در صورت نبود این نتایج می توان از منحنی لنگر دوران این دستورالعمل با مقادیر

a و b و c از جدول استفاده کرد. در اتصالات نیمه صلبی که رابطه $K_{\theta} = M_{CE} / 0.005$

در مورد آنها صادق است مقدار زاویه چرخش خمیری 0.005 و برای دیگر اتصالات

0.003 انتخاب می شود



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای با اتصالات نیمه صلب



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





قابهای با اتصالات نیمه صلب

مقاومت

روشهای خطی

اعضاء: مقاومت تیرها و ستونهای فولادی که بر اساس روشهای خطی محاسبه شده اند در قابهای نیمه صلب نیز مشابه با قابهای صلب محاسبه می گردند.

اتصالات: مقاومت اتصالات نیمه صلب باید بر پایه آزمایش تعیین گردد. در صورت فقدان نتایج آزمایش مقدار مقاومت مورد انتظار اتصالات نیمه صلب را می توان برای هر حالت حدی با تحلیلی منطقی محاسبه نمود. در این دستورالعمل برای نمونه این تحلیل در مورد چهار نوع اتصال نیمه صلب

۱. اتصال با نبشی بالایی و پایینی
 ۲. اتصال تیر به ستون با استفاده از سپری
 ۳. اتصال با ورق بال
 ۴. اتصال با ورق انتهایی
- انجام شده است.

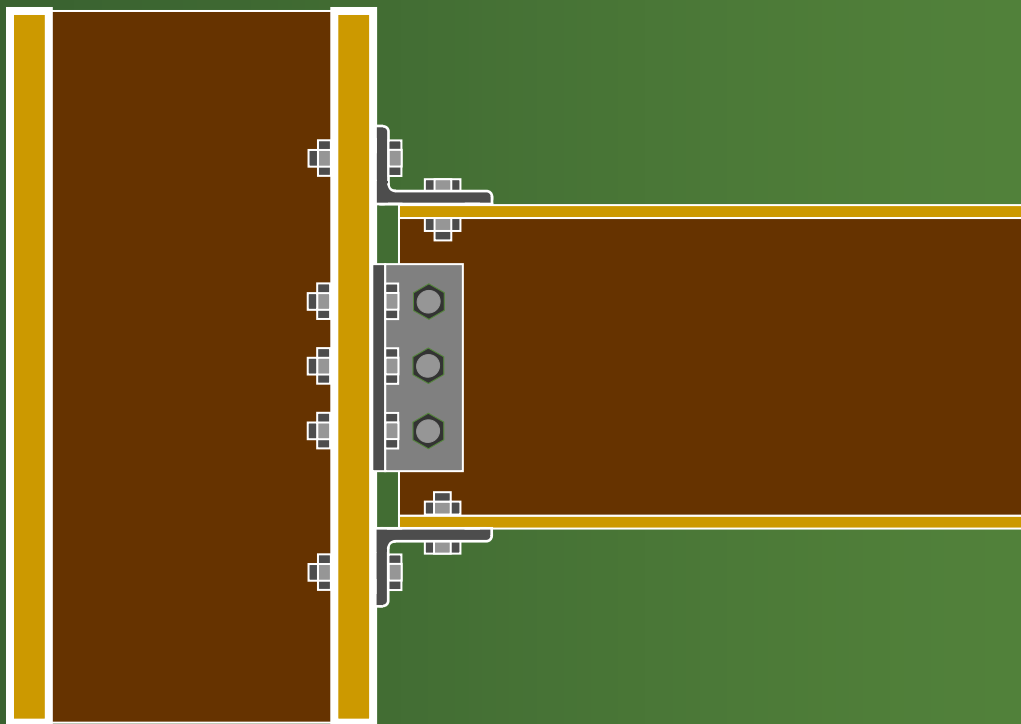


مقاومت

روشهای خطی

اتصالات نیمه صلب

اتصال با نبشی بالایی و پایینی : نبشی بالایی و پایینی در این اتصال توسط پیچ یا پرچ به تیر یا ستون متصل می گردند. مقاومت مورد انتظار، Q_{CE} ، کوچکترین مقدار حاصل از چهار حالت حدی بیان شده خواهد بود.

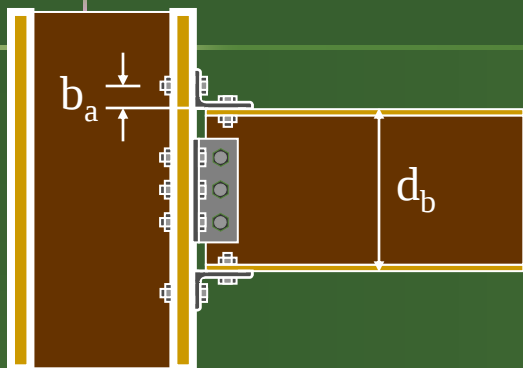




مقاومت

روشهای خطی

اتصال با نبشی بالایی و پایینی



حالت حدی ۱: شکست برشی در پیچ یا پرچ

برش وسایل اتصال بین بال تیر و ساق افقی
نبشی کنترل کننده مقاومت اتصال باشد.

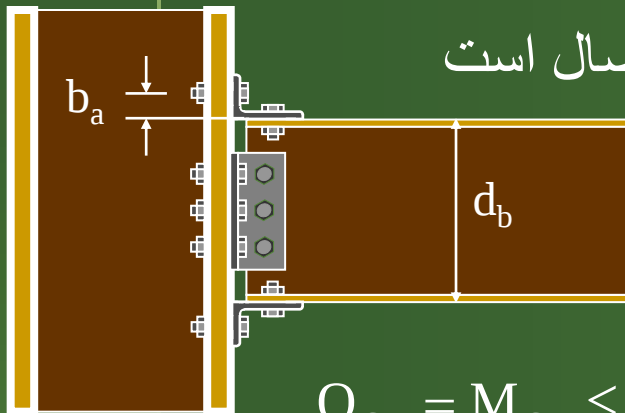
$$Q_{CE} = M_{CE} = d_b (F_{ve} A_b N_b)$$

مقاومت

روشهای خطی

اتصال با نبشی بالایی و پایینی

حالت حدی ۲: شکست کششی بال افقی نبشی
ظرفیت کششی بال افقی نبشی کنترل کننده ظرفیت اتصال است



در اینحالت داریم:

$$Q_{CE} = M_{CE} \leq P_{CE} (d_b + t_a)$$

که در آن P_{CE} کوچکترین مقدار حاصل از دو رابطه زیر است:

$$P_{CE} = F_{ye} A_g$$

بر روی سطح مقطع کل

$$P_{CE} = F_{ue} A_e$$

بر روی سطح مقطع موثر

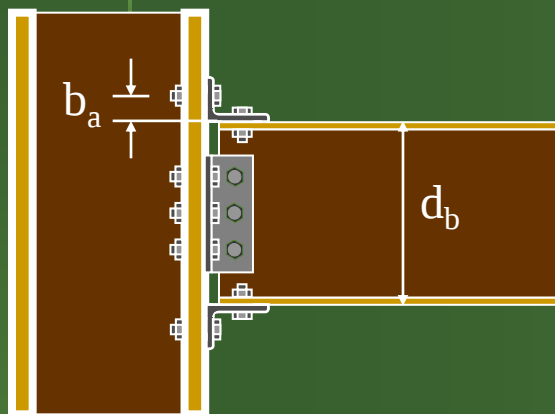


مقاومت

روشهای خطی

اتصال با نبشی بالایی و پایینی

حالت حدی ۳: شکست کششی پیچ یا پرچ
ظرفیت کششی پیچ یا پرچ که ساق قائم نبشی را به بال
ستون متصل می کند کنترل کننده ظرفیت اتصال است.



در اینحالت داریم:

$$Q_{CE} = M_{CE} = (d_b + b_a)(F_{te}A_bN_b)$$



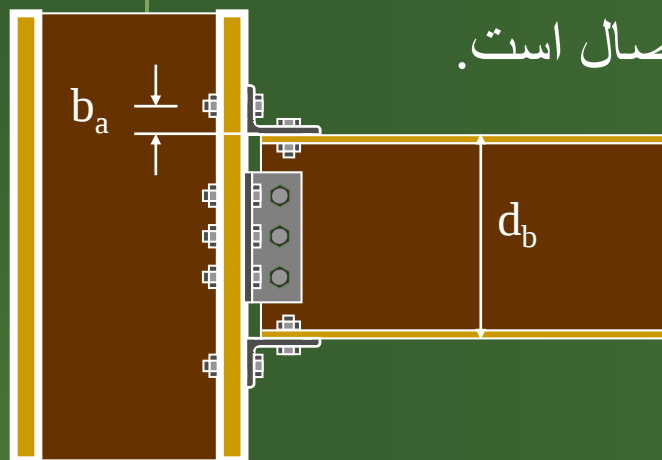
مقاومت

روشهای خطی

اتصال با نبشی بالایی و پایینی

حالت حدی ۴: شکست خمشی نبشی

تسلیم خمشی ساق قائم نبشی کنترل کننده ظرفیت اتصال است.



در این حالت داریم:

$$Q_{CE} = M_{CE} = \frac{F_{ye}(d_b + b_a)}{\left(b_a - \frac{t_a}{2}\right)} \times \frac{wt_a^2}{4}$$

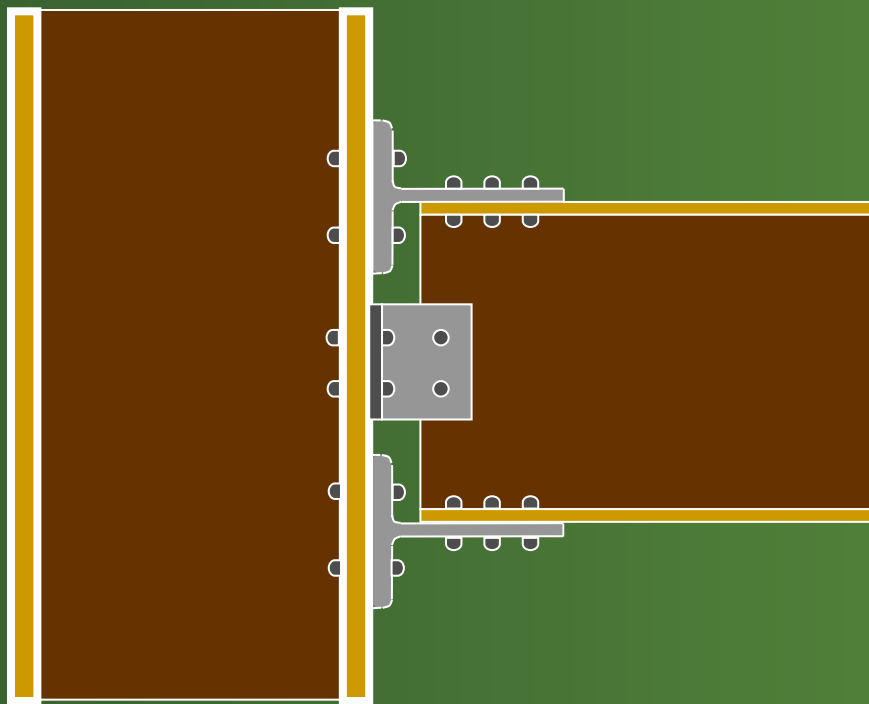


مقاومت

روشهای خطی

اتصالات نیمه صلب

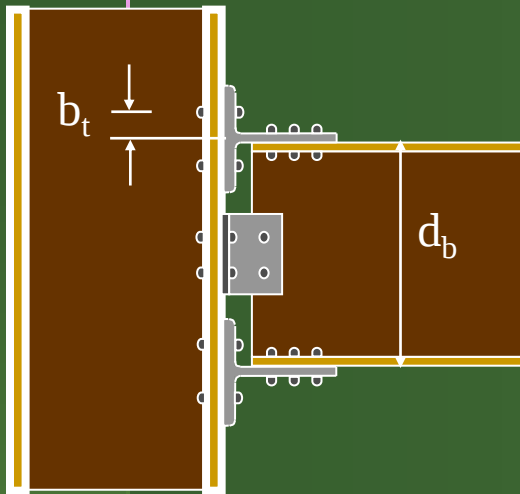
اتصال تیر به ستون با استفاده از سپری : در این اتصال سپری بالایی و پایینی به بال ستون پیچ یا پرچ شده و بال تیر نیز به وسیله پیچ یا پرچ و یا جوش به جان سپری متصل می گردد. مقاومت مورد انتظار، Q_{CE} ، کوچکترین مقدار حاصل از چهار حالت حدی بیان شده خواهد بود.



مقاومت

روشهای خطی

اتصال تیر به ستون با استفاده از سپری



حالت حدی ۱: شکست برشی وسایل اتصال
برش وسایل اتصال بین بال تیر و جان سپری کنترل
کننده مقاومت اتصال باشد.

- در اتصالات پرچی و یا پیچی

$$Q_{CE} = M_{CE} = d_b (F_{ve} A_b N_b)$$

- در اتصالات جوشی:

$$Q_{CE} = M_{CE} = d_b R_e$$

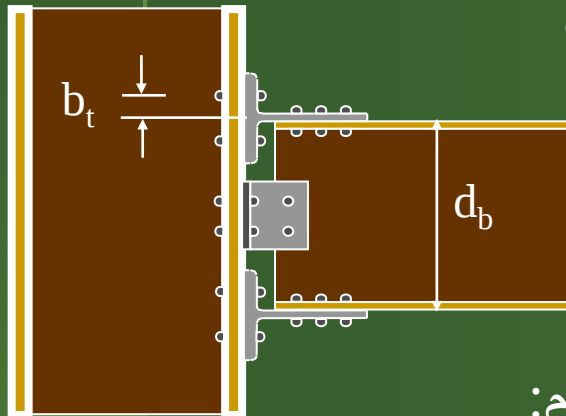
مقاومت

روشهای خطی

اتصال تیر به ستون با استفاده از سپری

حالت حدی ۲: شکست کششی پیچ یا پرچ

ظرفیت کششی پیچ یا پرچ که بال سپری را به بال ستون متصل می کند کنترل کننده ظرفیت اتصال است.



در اینحالت چه در اتصال پیچی، پرچی و یا جوشی داریم:

$$Q_{CE} = M_{CE} = (d_b + 2b_t + t_s)(F_{te}A_b N_b)$$

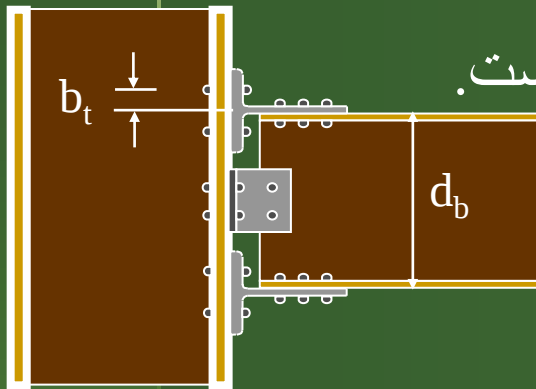
مقاومت

روشهای خطی

اتصال تیر به ستون با استفاده از سپری

حالت حدی ۳: شکست کششی در جان سپری

ظرفیت کششی جان سپری، کنترل کننده ظرفیت اتصال است.



در این حالت چه در اتصال پیچی، پرچی و یا جوشی داریم:

$$Q_{CE} = M_{CE} \leq P_{CE} (d_b + t_s)$$

که در آن P_{CE} کوچکترین مقدار حاصل از دو رابطه زیر است:

$$P_{CE} = F_{ye} A_g$$

بر روی سطح مقطع کل

$$P_{CE} = F_{ue} A_e$$

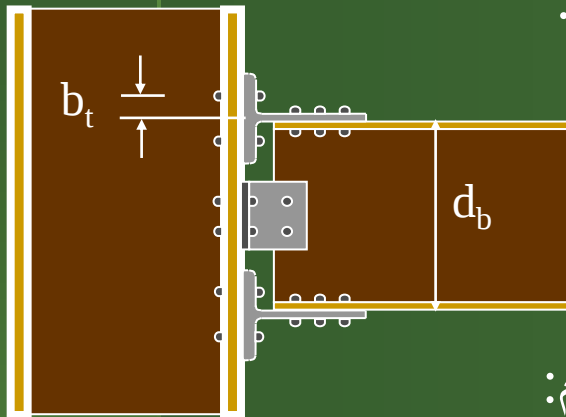
بر روی سطح مقطع موثر

مقاومت

روشهای خطی

اتصال تیر به ستون با استفاده از سپری

حالت حدی ۴: شکست خمشی بال های سپری
تسلیم خمشی بال سپری کنترل کننده ظرفیت اتصال است.



در اینحالت چه در اتصال پیچی، پرچی و یا جوشی داریم:

$$Q_{CE} = M_{CE} = 2 \times \frac{F_{ye}(d_b + t_s)}{(b_t - k_1)} \times \frac{wt_f^2}{4}$$

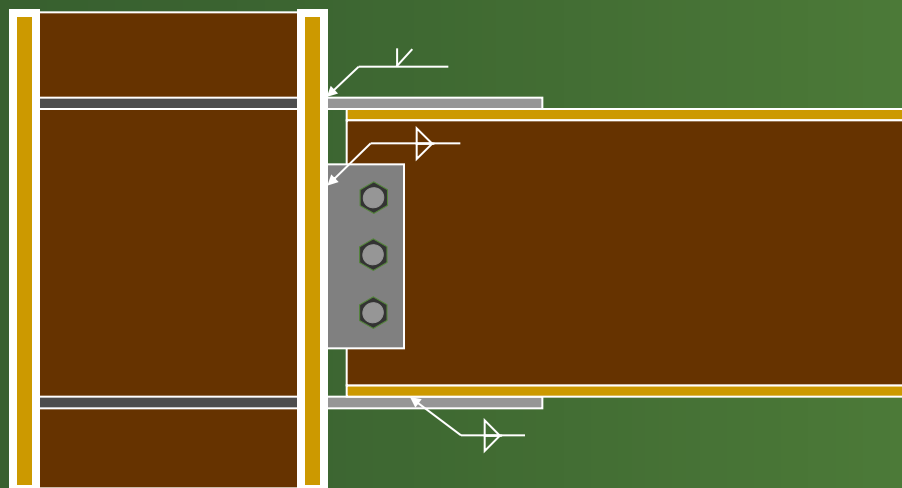
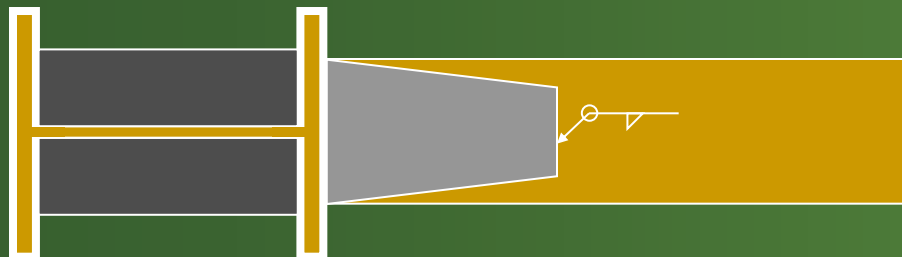


مقاومت

روشهای خطی

اتصالات نیمه صلب

اتصال با ورق بال : در این اتصال ورق با استفاده از جوش نفوذی کامل به بال ستون متصل شده و به وسیله پیچ یا پرچ و یا جوش به بال تیر متصل می گردد. مقاومت مورد انتظار، Q_{CE} ، کوچکترین مقدار حاصل از سه حالت حدی بیان شده خواهد بود.





مقاومت

روشهای خطی
اتصال با ورق بال

حالت حدی ۱: شکست برشی وسایل اتصال
برش وسایل اتصال بین بال تیر و ورق اتصال
کنترل کننده مقاومت اتصال باشد.

- در اتصالات پرچی و یا پیچی

$$Q_{CE} = M_{CE} = d_b (F_{ve} A_b N_b)$$

- در اتصالات جوشی:

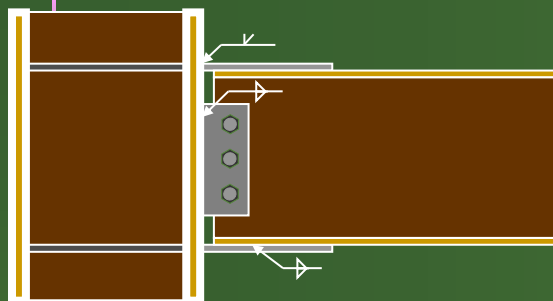
$$Q_{CE} = M_{CE} = d_b R_e$$



مقاومت

روشهای خطی

اتصال با ورق بال



حالت حدی ۲: ظرفیت کششی ورق اتصال، کنترل کننده ظرفیت اتصال است.

در این حالت چه در اتصال پیچی، پرچی و یا جوشی داریم:

$$Q_{CE} = M_{CE} \leq P_{CE} (d_b + t_p)$$

که در آن P_{CE} کوچکترین مقدار حاصل از دو رابطه زیر است:

$$P_{CE} = F_{ye}$$

بر روی سطح مقطع کل

$$P_{CE} = F_{ue} A_e$$

بر روی سطح مقطع موثر

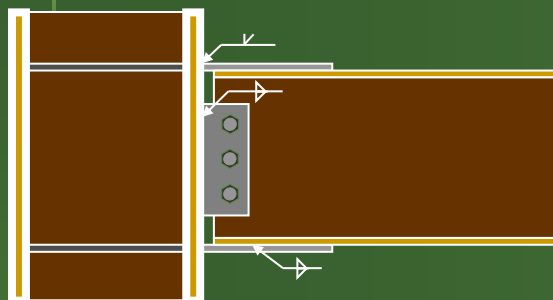


مقاومت

روشهای خطی

اتصال با ورق بال

حالت حدی ۳: جوش نفوذی که ورق اتصال را به بال ستون متصل می کند کنترل کننده ظرفیت اتصال است.



در این حالت داریم:

$$Q_{CE} = M_{CE} = (d_b + t_p)(R_e)$$

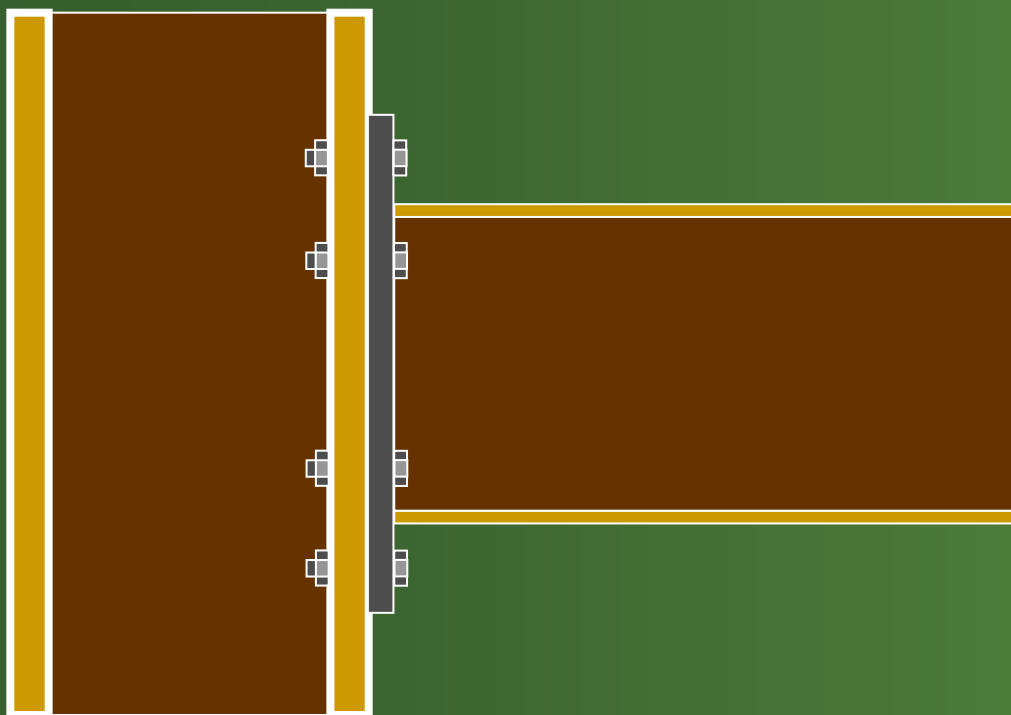


مقاومت

روشهای خطی

اتصالات نیمه صلب

اتصال با ورق انتهایی : در این اتصال ورق با استفاده از جوش نفوذی کامل و یا جوش گوشه به مقطع تیر متصل شده و سپس ورق به وسیله پیچ به بال ستون متصل می گردد. مقاومت این اتصال کوچکترین مقدار حاصل از سه حالت حدی تسلیم ورق انتهایی، تسلیم پیچها و تسلیم جوش خواهد بود. هرگاه مقاومت کرانه پایین یا مورد انتظار اتصال برابر یا بیشتر از مقاومت مورد انتظار تیر شود این اتصال صلب منظور می شود.



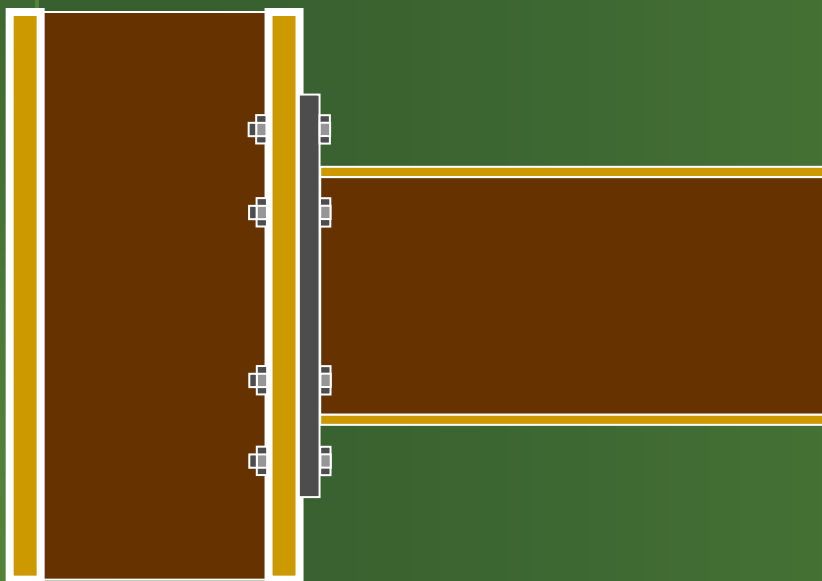


مقاومت

روشهای خطی

اتصال با ورق انتهایی

در این اتصال حالت حدی پیچها در محاسبه مقاومت اتصال برای کنترل اتصال صلب، نیرو کنترل بوده و کرانه پایین این مقاومت بر اساس حالت حدی اثر مشترک کشش و برش محاسبه می شود.



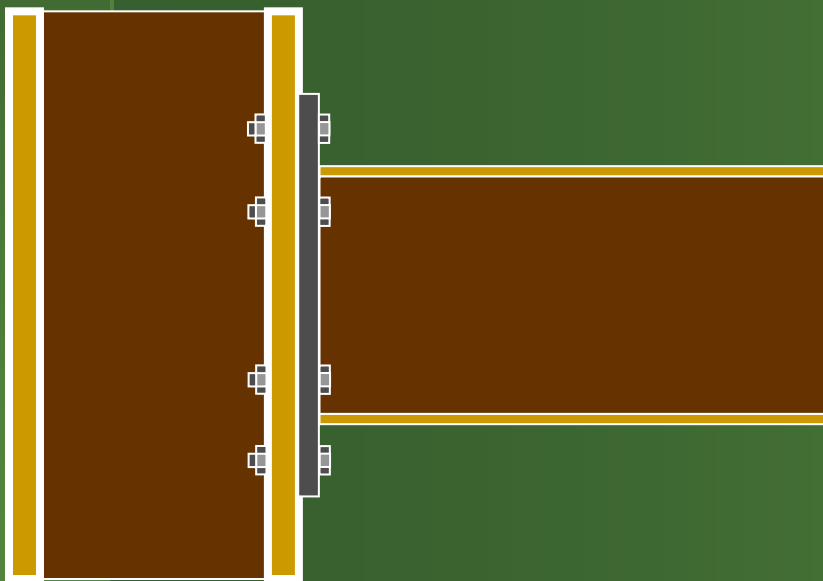


مقاومت

روشهای خطی

اتصال با ورق انتهایی

در این اتصال خمش در ورق و تسلیم جوش تغییر شکل کنترل بوده و مقاومت مورد انتظار، Q_{CE} ، ناشی از این حالت حدی می تواند با یک تحلیل منطقی محاسبه گردد. به عنوان نمونه می توان از AISC 358 استفاده نمود.

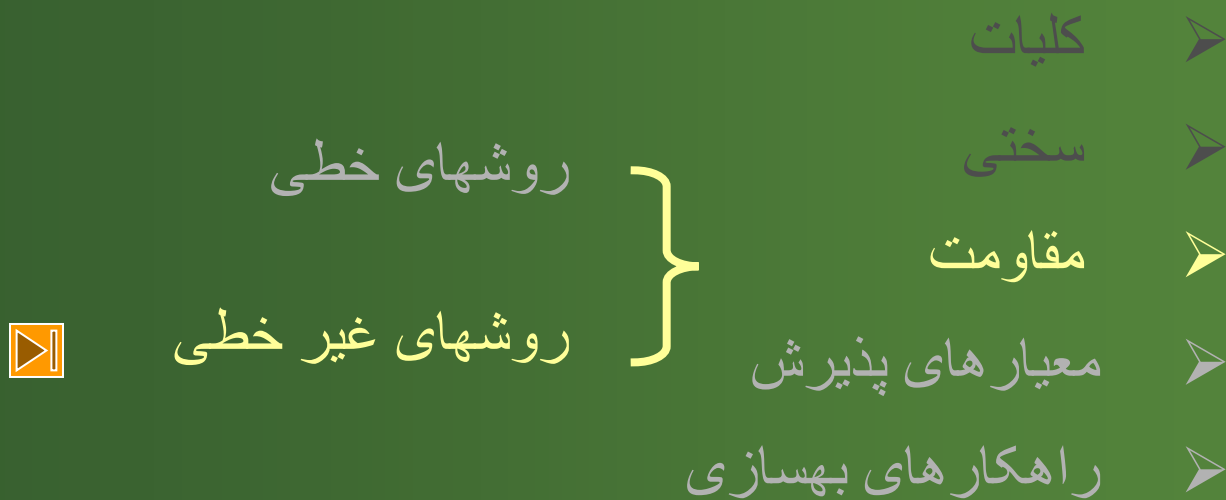




سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای نیمه صلب





قابهای نیمه صلب

مقاومت

روشهای غیر خطی

در روش استاتیکی غیر خطی دیاگرام نیرو-تغییر شکل هر جزء با مقادیر a و b و c داده شده در جداول فصل ۵ این دستورالعمل بیان کننده مقاومت و ظرفیت تغییر شکل هر جزء با تلاش تغییر شکل کنترل خواهد بود. مقاومت مورد انتظار، Q_{CE} ، برای هر جزء با توجه به نوع تلاش مطابق روشهای خطی قابل محاسبه می باشد.

در اعضای که نوع تلاش موجود در آنها نیرو کنترل می باشد کرانه پایین مقاومت Q_{CL} نیز مطابق روشهای خطی محاسبه می گردد.



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای نیمه صلب



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





قابهای نیمه صلب

معیارهای پذیرش

روشهای خطی

اعضاء: معیارهای پذیرش تیرها و ستونهای فولادی که بر اساس روشهای خطی محاسبه شده اند در قابهای نیمه صلب نیز مشابه به قابهای صلب محاسبه می گردند.

اتصالات: معیارهای پذیرش اتصالات نیمه صلب با توجه به مقدار m برای هر یک از حالات حدی اتصالات نیمه صلب از جدول و با توجه به ظرفیت اتصال که در بخش مقاومت برای چند نمونه از اتصالات نیمه صلب بیان گردید قابل ارزیابی می باشد.



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای نیمه صلب



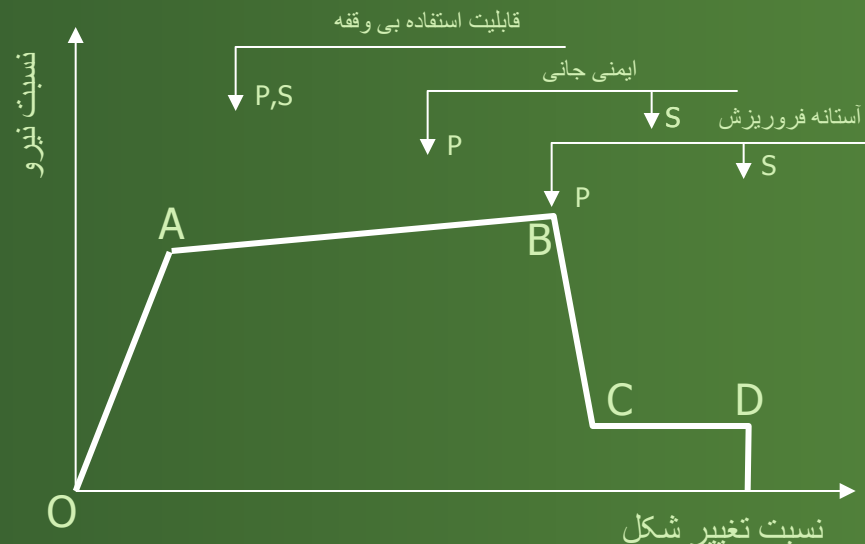


قابهای نیمه صلب

معیارهای پذیرش

روشهای غیر خطی

مقادیر تغییرشکلهای و نیروهای اجزا با رفتار تغییرشکل کنترل و نیرو از تحلیل غیر خطی محاسبه می گردد. در اجزاء با رفتار نیرو کنترل، نیروهای حاصل از تحلیل باید از کرانه پایین مقاومت تلاش مورد نظر کمتر باشد. در اجزاء با رفتار تغییرشکل کنترل، تغییرشکلهای حاصل از تحلیل باید از تغییرشکل مجاز داده شده در جدول برای سطح عملکرد انتخابی کمتر باشد.



معیار پذیرش تغییر شکل



معیارهای پذیرش در روش های غیرخطی

معیارهای پذیرش					جزء/تلاش
زاویه چرخش خمیری، رادیان					
اعضای غیر اصلی		اعضای اصلی		کلیه اعضا	
CP	LS	CP	LS	IO	

تیرها - خمشی

$11\theta_y$	$9\theta_y$	$8\theta_y$	$6\theta_y$	θ_y	الف: $h/t_w \leq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
$4\theta_y$	$3\theta_y$	$3\theta_y$	$2\theta_y$	$0.25\theta_y$	ب: $h/t_w \geq 5365/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w

ستونها - خمشی

برای $P/P_{CL} \leq 0.20$					
$11\theta_y$	$9\theta_y$	$8\theta_y$	$6\theta_y$	θ_y	الف: $h/t_w \leq 2500/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
$4\theta_y$	$3\theta_y$	$3\theta_y$	$2\theta_y$	$0.25\theta_y$	ب: $h/t_w \geq 3850/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w

برای $0.20 < P/P_{CL} \leq 0.50$

$15(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$	$12(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$	$10(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$	$7(1-1.7P/P_{CL})\theta_y$	$0.25\theta_y$	الف: $h/t_w \leq 2170/\sqrt{F_{ye}}$ و $b_f/2t_f \leq 420/\sqrt{F_{ye}}$
$1.2\theta_y$	$1.2\theta_y$	$0.8\theta_y$	$0.5\theta_y$	$0.25\theta_y$	ب: $h/t_w \geq 3185/\sqrt{F_{ye}}$ یا $b_f/2t_f \geq 545/\sqrt{F_{ye}}$
درون یابی خطی ردیف الف و ب					ج: مقادیر دیگر $b_f/2t_f$ یا h/t_w

چشمه اتصال

اتصالات صلب					
0.043-0.00024d	0.0323-0.0002d	0.0284-0.00016d	0.0337-0.00035d	0.0128-0.00012d	اتصال مستقیم
0.036	0.027	0.0238	0.0172	0.0065	ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم با دال
0.023	0.018	0.0152	0.0119	0.0045	ماهیچه جوش شده به اتصال مستقیم بدون دال



معیارهای پذیرش در روش های غیرخطی

0.056-0.00043d	0.042-0.00031d	0.0426-0.00031d	0.0319-0.00024d	0.014-0.00012d	ورق جوش شده به اتصال مستقیم
0.050-0.00024d	0.0375-0.0002d	0.021-0.00012d	0.0139-0.00008d	0.0053-0.00004d	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان پیچ شده
0.054	0.041	0.041	0.0312	0.0103	اتصال مستقیم اصلاح شده به همراه جان جوش شده
0.094-0.00063d	0.0705-0.00047d	0.067-0.00047d	0.0509-0.00035d	0.0168-0.00012d	بال جدا شده از جان
0.07-0.00012d	0.0525-0.00008d	0.05-0.00012d	0.038-0.00008d	0.0125-0.00004d	تیر با مقطع کاهش یافته
					ورق اتصال بال جوش شده
0.06	0.045	0.03	0.0228	0.0075	الف: در مقطع خالص ورق
رفتار نیرو کنترل					ب: دیگر حالات حدی
0.047	0.0353	0.027	0.0205	0.0068	اتصال ماهیچه ای بال پایین
0.048	0.036	0.028	0.0213	0.007	اتصال ماهیچه ای بال بالا و پایین
0.031	0.0233	0.0236	0.0177	0.0078	اتصال با ورق بال جوش شده به بال ستون
اتصالات نیمه صلب					
					نشی بالایی و پایینی
0.04	0.03	0.03	0.02	0.008	الف: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.015	0.01	0.01	0.008	0.003	ب: شکست کششی بال افقی نشی
0.02	0.02	0.013	0.008	0.005	پ: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.07	0.035	0.035	0.025	0.01	ت: شکست خمشی نشی
					اتصال با سپری
					الف: شکست برشی وسایل اتصال
0.04	0.03	0.03	0.02	0.008	۱: شکست برشی در پیچ یا پرچ
0.015	0.01	0.01	0.008	0.003	۲: شکست در جوش



معیارهای پذیرش در روش های غیرخطی

0.02	0.02	0.013	0.008	0.005	ب: شکست کششی پیچ یا پرچ
0.015	0.01	0.01	0.008	0.003	پ: شکست کششی در جان سپری
0.07	0.035	0.035	0.025	0.01	ت: شکست خمشی بالهای سپری
					ورق اتصال بال پیچ شده یا جوش شده
0.025	0.02	0.025	0.02	0.008	الف: شکست در مقطع مؤثر ورق یا برش در پیچ یا پرچ
0.015	0.010	0.010	0.008	0.003	ب: شکست جوش یا شکست ورق در مقطع کل
					ورق انتهایی پیچ شده
0.035	0.035	0.035	0.028	0.01	الف: تسلیم ورق انتهایی
0.02	0.02	0.015	0.01	0.008	ب: تسلیم پیچها
0.015	0.015	0.01	0.008	0.003	پ: تسلیم جوش
					تیر مختلط در بالا و نبشی در پایین
0.03	0.02	0.015	0.01	0.005	الف: شکست دال مسلح
0.035	0.025	0.03	0.02	0.008	ب: تسلیم موضعی بال و لهیدگی جان ستون
0.035	0.025	0.03	0.02	0.008	پ: تسلیم بال پایینی نبشی
0.018	0.013	0.013	0.008	0.005	ت: تسلیم کششی پیچ و پرچ در بال ستون
0.023	0.018	0.018	0.013	0.005	ث: تسلیم برشی اتصالات بال تیر
$0.15-0.00014d_{bg}$	$.1125-.00011d_{bg}$	-----	-----	$0.0073-.00004d_{bg}$	اتصال برشی با دال
$0.15-0.00014d_{bg}$	$.1125-.00011d_{bg}$	-----	-----	$0.0375-.00035d_{bg}$	اتصال برشی بدون دال



سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای خمشی فولادی

قابهای نیمه صلب

- کلیات
- سختی
- مقاومت
- معیارهای پذیرش
-  راهکارهای بهسازی



قابهای صلب

راهکارهای بهسازی

در صورتیکه اجزای سازه فولادی معیارهای پذیرش را برای سطح عملکرد انتخابی ارضاء ننمایند باید بهسازی شوند. راهکارهای بهسازی برای ساختمانهای فولادی قبلاً بیان گردید.



سیستم ها و اجزای سازه ای

- ❖ قابهای خمشی فولادی
- ❖ قابهای فولادی مهاربندی شده
- ❖ دیوارهای برشی فولادی
- ❖ قابهای با اتصالات خورجینی
- ❖ قابهای فولادی با میانقاب
- ❖ دیافراگم ها در سازه های فولادی
- ❖ پی های متشکل از شمع های فولادی

پایان