دوره آشنایی با

روند محاسبات پروژه های خاص سازه ای

مجتبی اصغری سرخی
آموزشگاه مجازی ۸۰۸
www.Civil808.com

پنجشنبه ۲۶ مرداد ۱۳۹۱

جلسه چهارم:

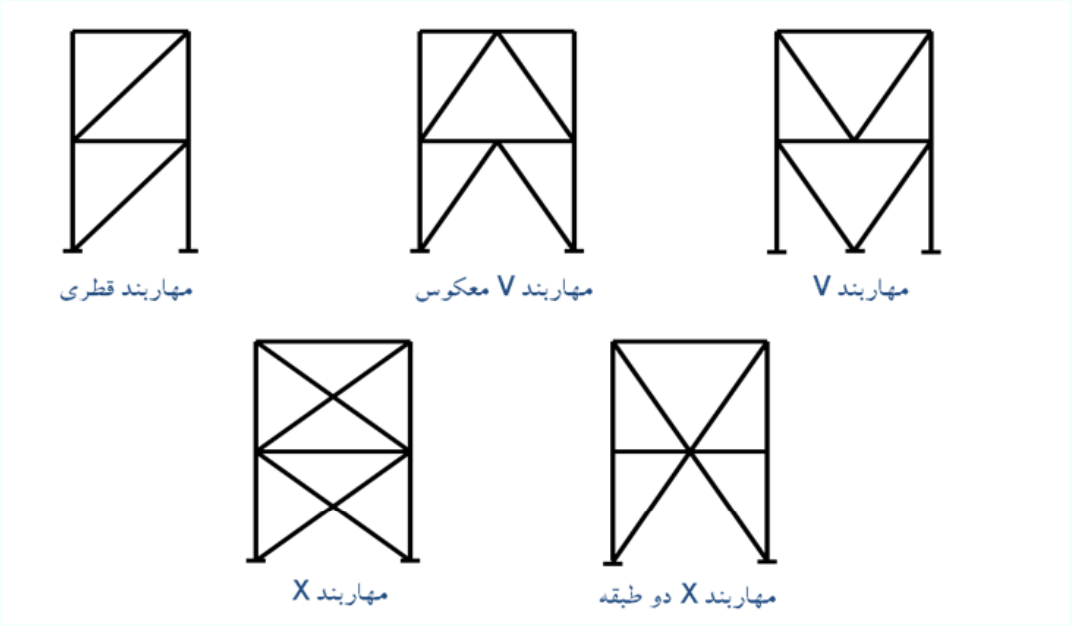
آشنایی با نکات طرح لرزه ای سازه های فولادی

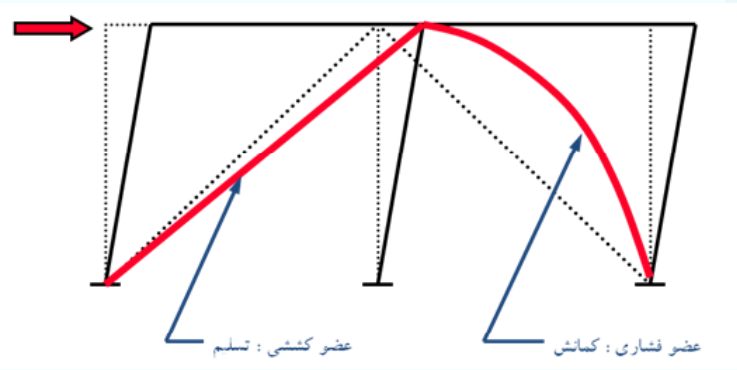
(مطابق مبحث دهم)–قسمت دوم–مهاربندها

رئوس مطالب:

- جلسه اول: آشنایی کلی با روند طراحی و محاسبات انواع سازه ها
- جلسه دوم: آشنایی با مفاهیم پایه ای مدلینگ و آنالیز سازه ها در نرم افزار بر اساس مفاهیم اجزای محدود
- جلسه سوم: آشنایی با نکات طرح لرزه ای سازه های فولادی (مطابق مبحث دهم)-۱-قاب ها
- جلسه چهارم: آشنایی با نکات طرح لرزه ای سازه های فولادی (مطابق مبحث دهم)-۲-مهاربند ها
- جلسه پنجم: آشنایی با نکات طرح لرزه ای سازه های فولادی (مطابق مبحث دهم)-۳ (در نرم افزار)
- جلسه ششم: سمینار آنالیز پایداری سازه های فولادی-۱
- جلسه هفتم: سمینار آنالیز پایداری سازه های فولادی-۲
- جلسه هشتم: نکات طراحی حالت حدی سازه های فولادی LRFD-۱
- جلسه هشتم: نکات طراحی حالت حدی سازه های فولادی LRFD-۲ (در نرم افزار)
- جلسه نهم: جلسه دهم: آشنایی با نکات طراحی محاسبات سازه های فضاکار

الزامات قاب های مهاربندی همگرا (۱۰-۳-۹)





چند نکته از ضوابط مهاربند های همگرا در مبحث دهم ویرایش ۱۳۸۷ :

- ۱- در این ویرایش، صراحتا تنها بادبندهای قطری یا ضربدری، ۷ و ۸ به رسمیت شناخته شده است. مهاربندهای Kشکل هم تنها برای سازه‌های یک و دو طبقه و به شرط داشتن اهمیت کم و متوسط مجاز به استفاده هستند. بر این اساس استفاده از بادبندهای با شکل‌های خاص نظیر بادبندهای Yشکل موسوم به پرده‌ای، رد شده است.
- ۲-ضریب رفتار سیستم مهاربند ویژه با قاب ساده و نیز ضرایب رفتار قاب واگرای معمولی و ویژه هم به هر دلیل در ویرایش جدید مبحث دهم ذکر نشده است.
- ۳- آشکارا آمده است که سوراخ کردن تیرهای دهانه بادبندی و یا آنهایی که در مسیر انتقال نیروی زلزله مشارکت دارند به هر شکل جز در مواردی که اطراف سوراخ با سخت کننده تقویت می‌شود مجاز نیست. با همین استدلال استفاده از تیرهای لانه زنبوری را در این قاب‌ها غیرمجاز می باشد.

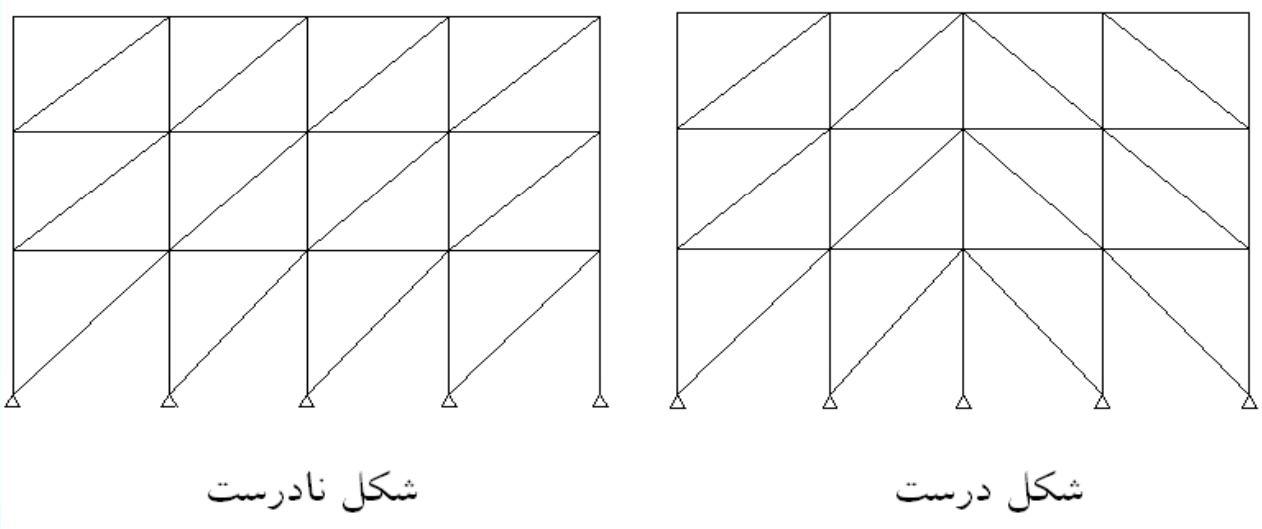
نمونه ای از بادبند پرده ای:

توزیع نیروهای جانبی (۱۰-۳-۹-۲-۲)

مهاربندها در امتداد هر محور در هر طبقه باید طوری در نظر گرفته شوند که در هر جهت بارگذاری حداقل ۳۰٪ و حداکثر ۷۰٪ نیروی جانبی سهم آن محور در کشش تحمل شود، مگر آنکه اعضای مهاربندهای فشاری دارای مقاومتی بیشتر از آنچه تحلیل سازه برای بار زلزله از جمله ترکیب بارگذاری تشدید یافته نشان می‌دهد، باشند.

چند نکته :

- طبق این ضابطه حالتی که در هر محور فقط یک بادبند قطری وجود دارد نادرست می باشد. و حتماً باید دو بادبند یکی فشاری و دیگری کششی در هر محور وجود داشته باشد.
- اگر از بادبندهای ضربدری یا شورون استفاده کنیم با توجه به اینکه توزیع نیرو بین بادبندهای کششی و فشاری مساوی است مشکل خاصی وجود نخواهد داشت و این ضابطه در محاسبات ناشی از نرم افزار به طور معمول رعایت میشود
- برای طراحی مهاربند ها (همگرا و واگرا) نیازی به استفاده از ترکیب بارهای تشدید یافته نیست.
- ولی اگر از بادبندهای قطری استفاده کرده باشیم بهتر است توزیع بادبند ها مانند شکل زیر باشد:



محدودیت‌ها مهاربند های همگرا (۱۰-۳-۹-۲-۳-۱)

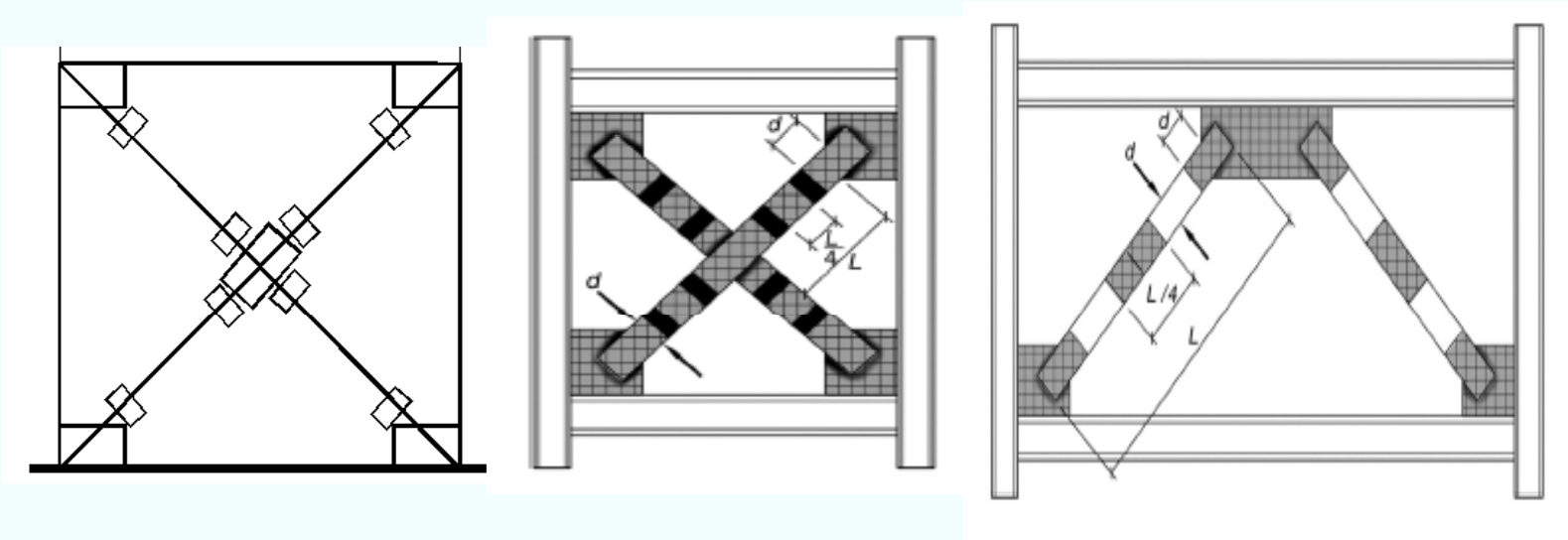
الف- قطری‌ها باید دارای مقطع فشرده لرزه‌ای باشند (محدودیت مربوط به فشردگی لرزه‌ای بادبندهای ناودانی در مبحث ۱۰ جدید در جدول ۱۰-۳-۱ نیامده است.)

ب- وجود دو بست انتهایی بلافاصله بعد از اتمام ورق اتصال الزامی است.

پ- مقطع قطری‌ها، چه به صورت تکی و چه به صورت ساخته شده از نیمرخ‌های نورد شده یا ورقی، باید به صورت متقارن نسبت به صفحه‌ای که در آن قطری قرار داده شده است، قرار بگیرند.

ت- محل وصله عضو مهاربندی نباید در ناحیه یک چهارم در وسط آن قرار بگیرد.

ث- ناحیه یک چهارم طول قطری در وسط آن و دو ناحیه انتهایی قطری به طول حداقل ارتفاع مقطع آن باید نواحی بحرانی تلقی می‌شود.

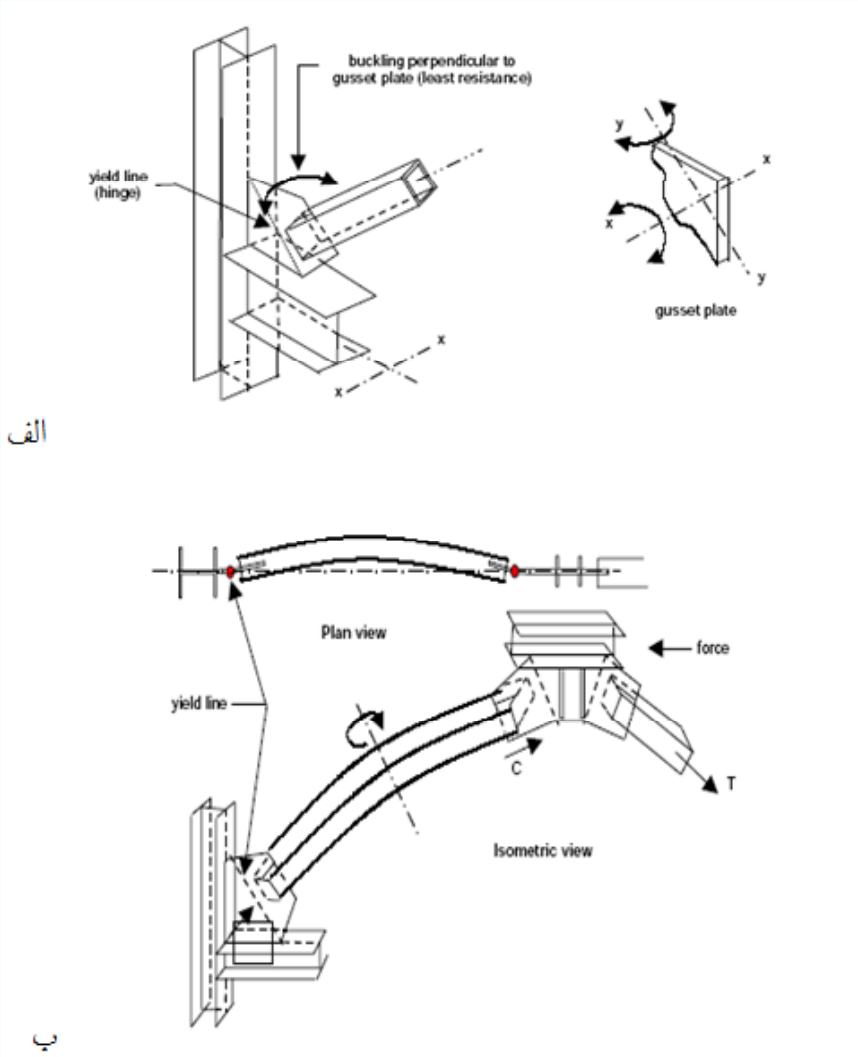


لاغری اعضای قطری (۱۰-۳-۹-۲-۳-۲)

الف- لاغری اعضای فشاری نباید از $4.23\sqrt{\frac{E}{F_y}} \approx 123$ بیشتر شود.

ب-ضریب طول موثر عضو قطری در صفحه مهاربندی برابر ۰.۵

و در جهت عمود بر صفحه مهاربندی برابر ۰.۷ در نظر گرفته شود.



الف- کمانش در صفحه و ب-کمانش عمود بر صفحه مهاربند های همگرا

اتصالات اعضای قطری مهاربندها (۱۰-۳-۹-۲-۳-۴)

الف-مقاومت کششی مورد نیاز

باید حداقل برابر کمترین دو مقدار زیر باشد:

- در روش تنش مجاز $F_{ye}A_g$ در طراحی به روش حالات حدی $0.6F_{ye}A_g$ حداکثر اثر نیرویی که بر اساس تحلیل سازه، سیستم باربر جانبی می‌تواند به مهاربند منتقل کند.

ب- مقاومت خمشی مورد نیاز

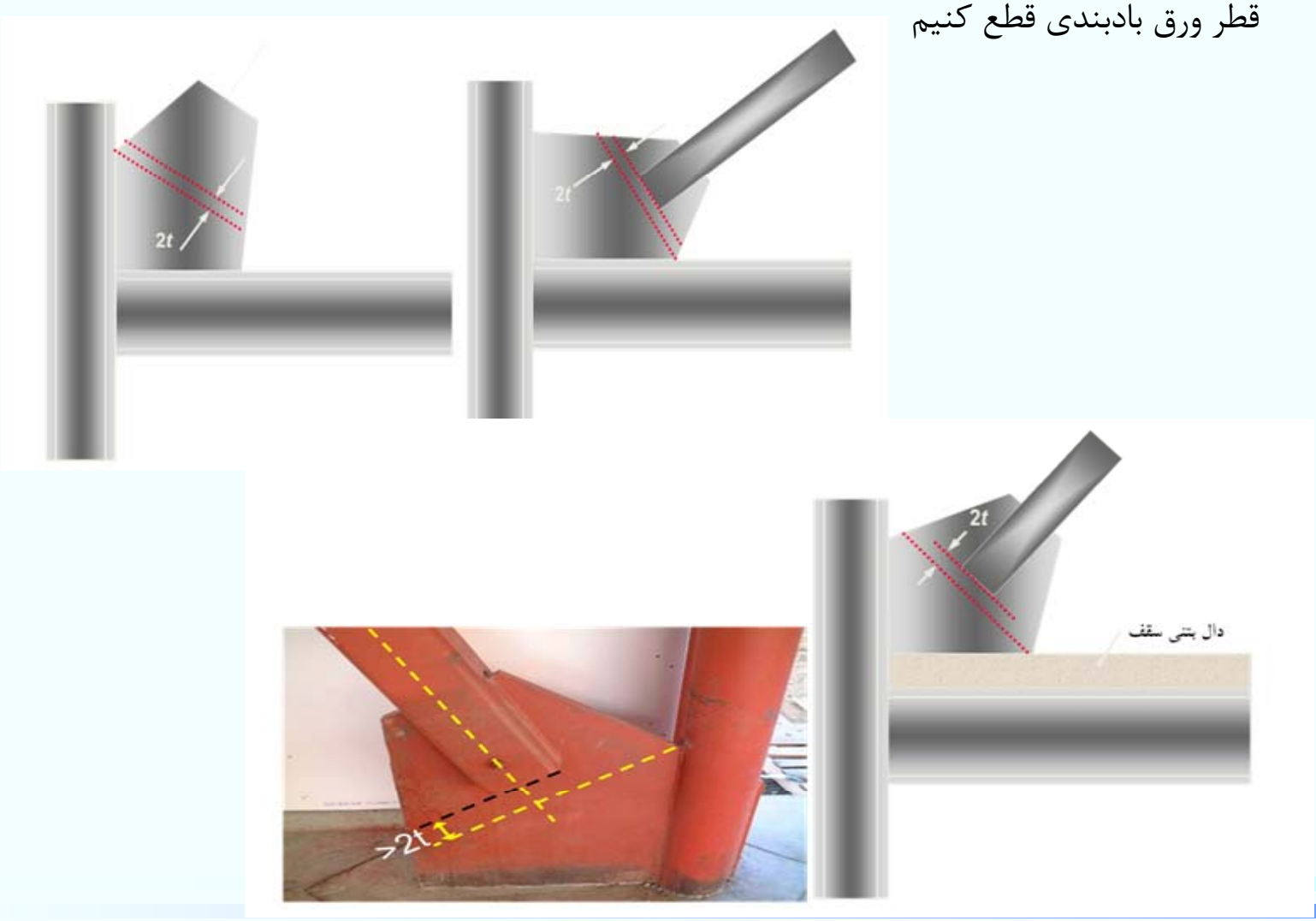
در حد شکل‌پذیری زیاد اتصال مهاربندهای همگرا علاوه بر مقاومت محوری کششی باید دارای مقاومت خمشی نیز باشند. این مقاومت خمشی در روش تنش مجاز باید برابر $1.1\times 0.6\, M_{pe}$ باشد.

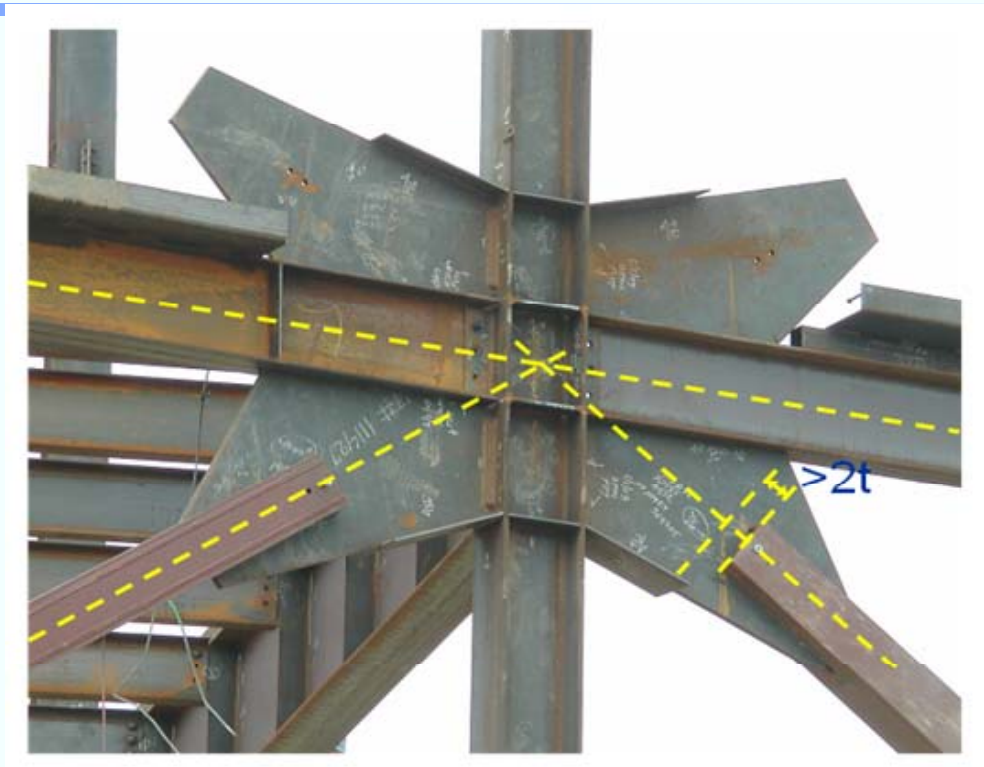
پ-مقاومت فشاری مورد نیاز

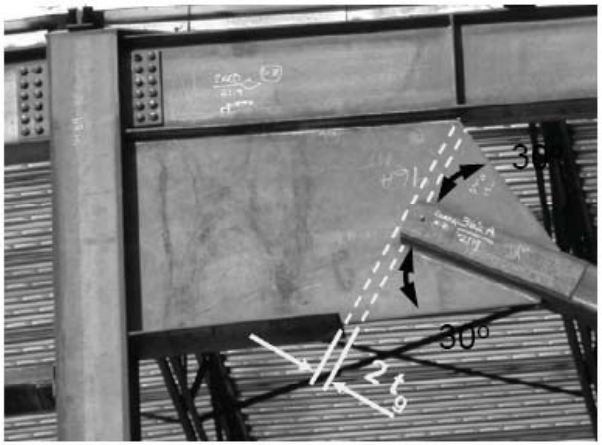
علاوه بر مقاومت کششی، اتصالات مهاربندهای هم محور در حد شکل‌پذیری زیاد باید دارای مقاومت فشاری هم باشند. مقدار مقاومت فشاری مورد نیاز در روش تنش مجاز حداقل باید برابر $1.25F_aA_g$ باشد.

بهتر است به نحوی طراحی را انجام دهیم که کمانش حول محور عمود بر صفحه قاب انجام شود تا انتقال لنگرها به اتصال و طراحی اتصال به نحو بهتر و اقتصادی‌تری انجام شود.

اگر نخواهیم که اتصال را برای این لنگر طراحی کنیم، باید از جزئیات ارائه شده در شکل ۱۰-۳-۸ مبحث دهم استفاده کنیم و عضو مهاربند را به فاصله $2t$ (دو برابر ضخامت ورق بادبندی) قبل از قطر ورق بادبندی قطع کنیم

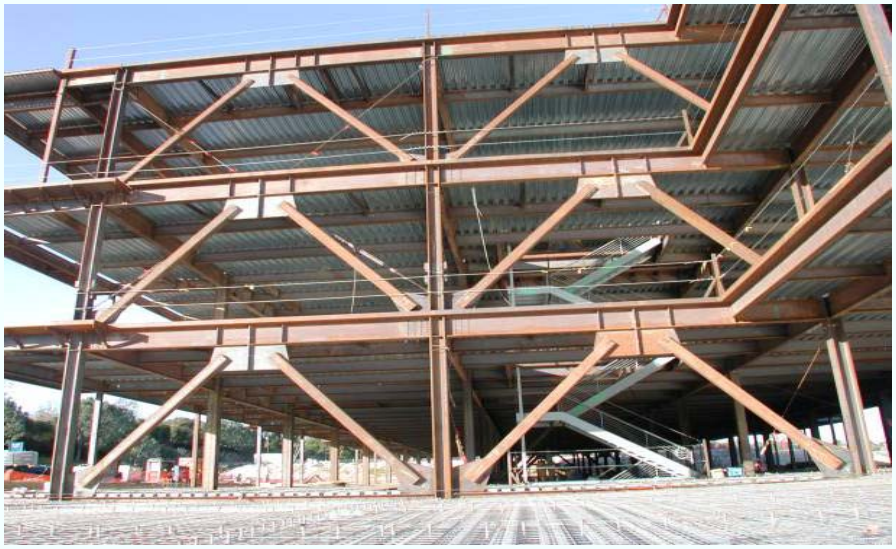



>2t

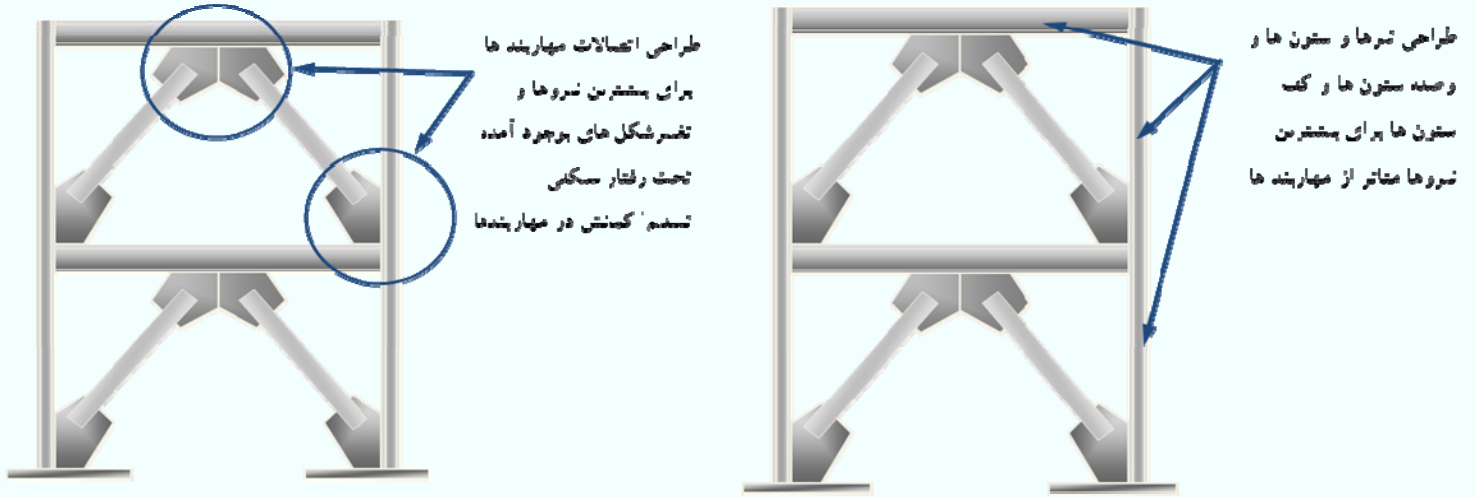

30°
30°

تیرهای قاب‌های مهاربندی شده ۷ و ۸ (۱۰-۳-۹-۲-۴)

استفاده همزمان از مهاربندهای همگرای ۷ و ۸ موجب اقتصادی‌تر شدن یکی در میان تیرهای طبقه می‌شود و تجربه نشان داده این شیوه طراحی در نهایت می‌تواند به اقتصادی‌تر شدن کل سازه منجر شود.



رفتار اعضای قاب‌های مهاربند همگرای ۷ و ۸

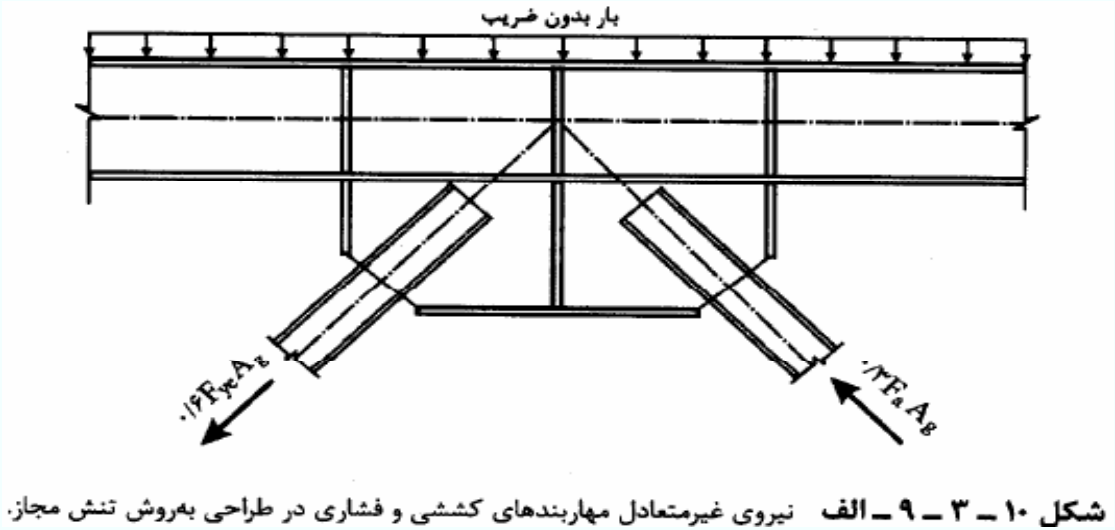


محل اتصال مهاربند به تیر را میبایست جهت انتقال نیروهای افقی و عمودی مهاربند تقویت نمود.

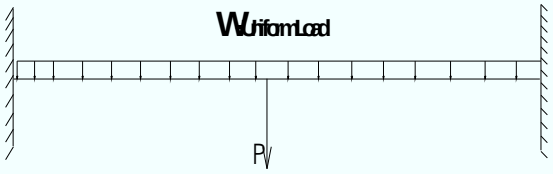
تیر دهانه مهاربند (۱۰-۳-۹-۲-۴-۳)

تیرهای دهانه مهاربندی شده با این بادبندها باید بتواند بارهای ثقلی را بدون حضور و کمک مهاربند تحمل کند.

تیر دهانه مهاربندی شده باید قادر به تحمل نیروی برشی ناشی از اثر زلزله در ترکیب با بارهای ثقلی باشد.برای منظور کردن اثر توزیع نامتعادل نیروهای قطری کششی و فشاری ناشی از زلزله، تیر دهانه مهاربندی شده باید برای اثر برشی و لنگر ناشی از نیروهای زیر در قطری‌ها محاسبه شود

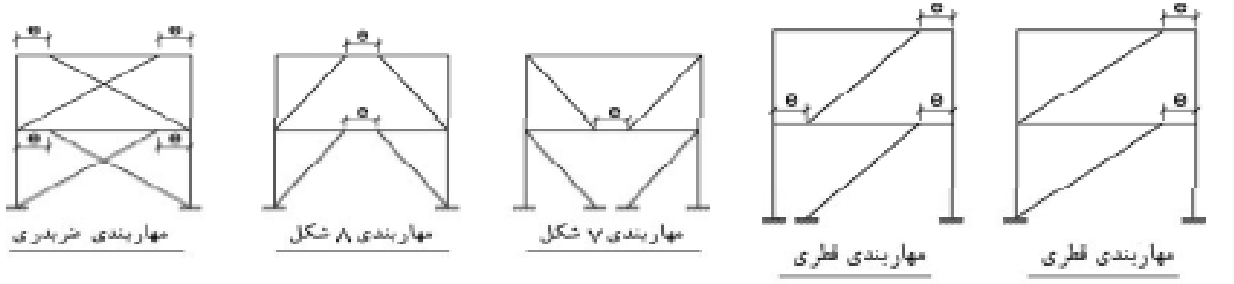


شکل ۱۰ ـ ۳ ـ ۹ ـ الف نیروی غیرمتعادل مهاربندهای کششی و فشاری در طراحی به‌روش تنش مجاز.

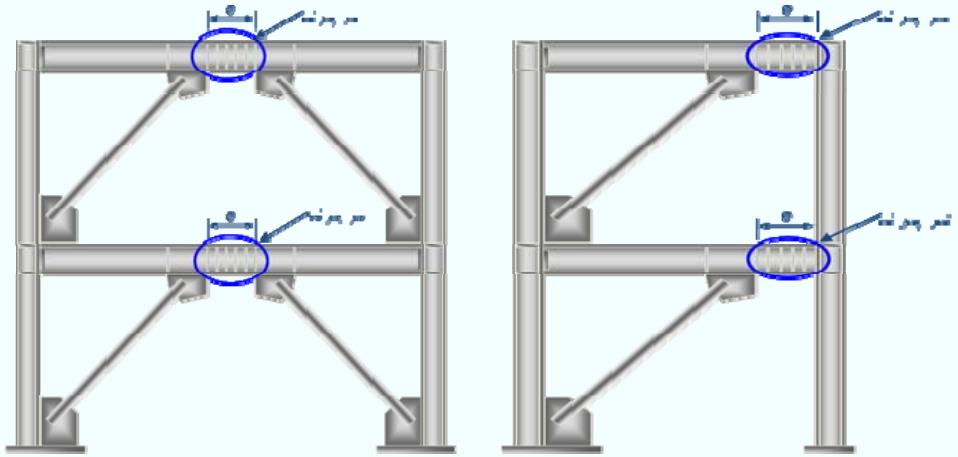


الزامات قاب‌های مهاربندی واگرا (۱۰-۳-۱۰)

قاب های مهاربندی واگرا به دلیل رفتار غیر الاستیک لینک های پیوند شکل پذیری بیشتری نسبت به قاب های مهاربندی همگرا دارند.همچنین این سیستم همانند قاب های مهاربندی همگرا دارای سختی الاستیک خوبی هستند.

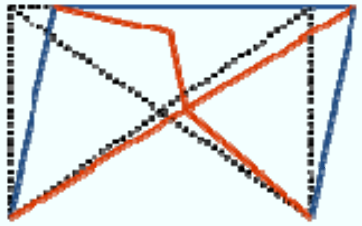


انواع مختلف قاب‌های مهاربندی شده واگرا

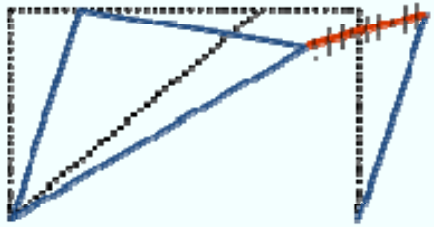


مکانیزم اتلاف انرژی در قاب‌های مهاربند واگرا

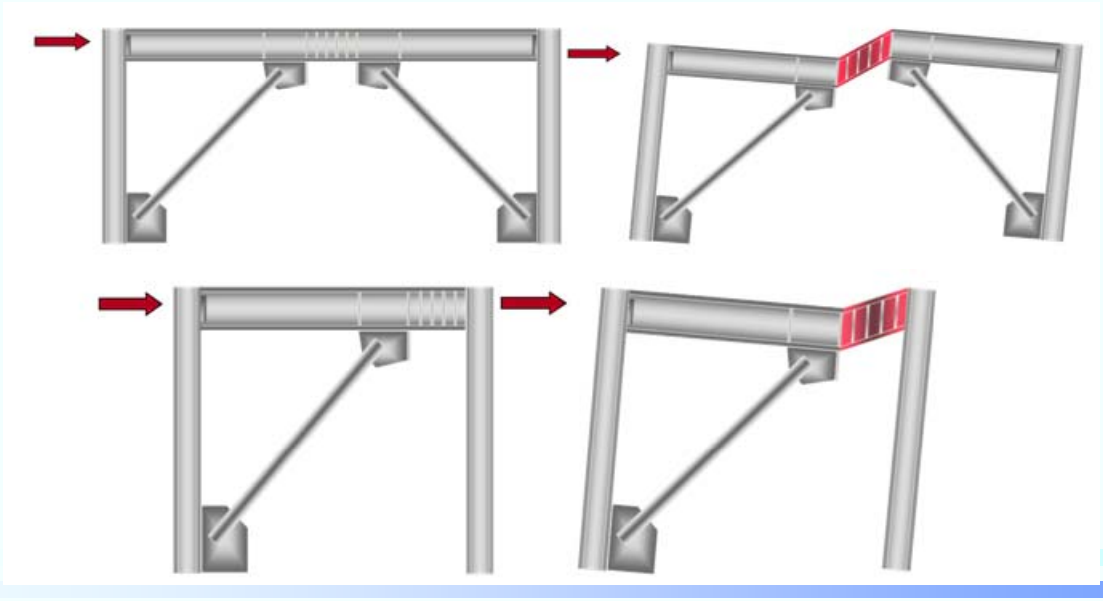
MRF



CBF



EBF



قاب مهاربندی شده واگرای ویژه (۱۰-۳-۱۰-۲)

- اتصال تیر قاب مهاربند واگرای ویژه وقتی قطعه پیوند در آن مستقیماً به ستون وصل می‌شود باید با اتصال گیردار به ستون متصل شود. در حالتی که تیر پیوند در میانه تیر قرار می‌گیرد، اتصال تیر به ستون می‌تواند به صورت مفصلی اجرا شود.

- اتصال مهاربند به تیر می‌تواند هم به صورت گیردار یا مفصلی باشد. اگر اتصال به صورت گیردار باشد اثر لنگر خمشی ایجاد شده در عضو و اتصال آن در طراحی باید در نظر گرفته شود.

- نوع رفتار تیر پیوند بر این اساس که در آن برش حاکم باشد یا خمش قابل تقسیم‌بندی است. در آیین‌نامه توصیه شده است که طراحی به گونه‌ای انجام شود که این رفتار جهت ایجاد شکل‌پذیری بیشتر به صورت برشی باشد و بر این اساس بهتر است که طول تیر پیوند بیشتر از یک پنجم طول تیر در نظر گرفته نشود. البته این مساله اجباری نیست و تنها به صورت یک توصیه است (برای مهاربند واگرای معمولی این مساله اجباری است).

مقاومت برشی تیر پیوند(۱۰-۳-۱۰-۲-۲-۳)

مقاومت برشی تیر پیوند(طراحی بروش تنش مجاز)

طراحی برش پیوند برای برش بر اساس تامین نامساوی زیر صورت می گیرد: $V_a \le V_v$

که V_a برش وارده بر تیر و V_v مقاومت برشی مجاز تیر

تعیین V_v مقاومت برشی مجاز تیر :

الف-۱-چنانچه $\frac{P_a}{0.6P_y = 0.6(F_y A_g)} \le 0.15$:

$$V_v = \min\left\{\frac{2\times 0.6M_p}{e}, 0.6V_p\right\}$$

تیر پیوند باید به گونه ای طرح شود که برش موجود در آن کمتر از مقاومت برشی مقطع تیر پیوند باشد.

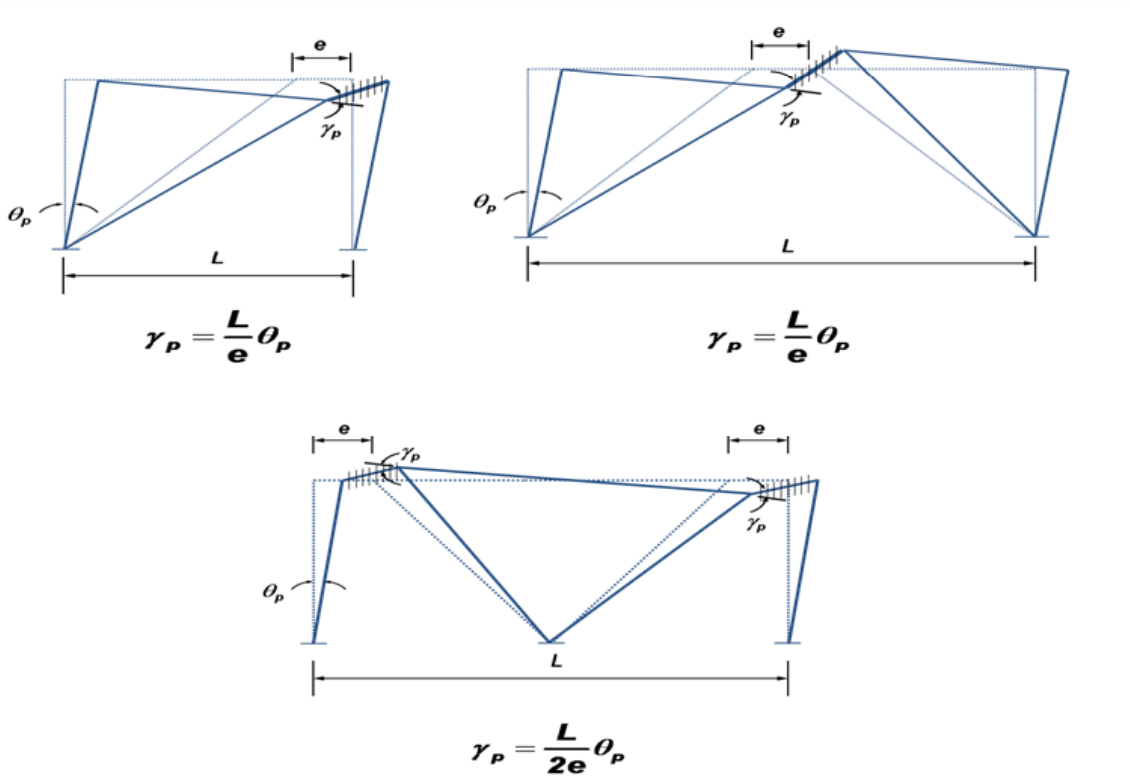
برش موجود در تیر پیوند میبایست بر اساس ترکیب بارهای عادی روش تنش مجاز محاسبه گردد.

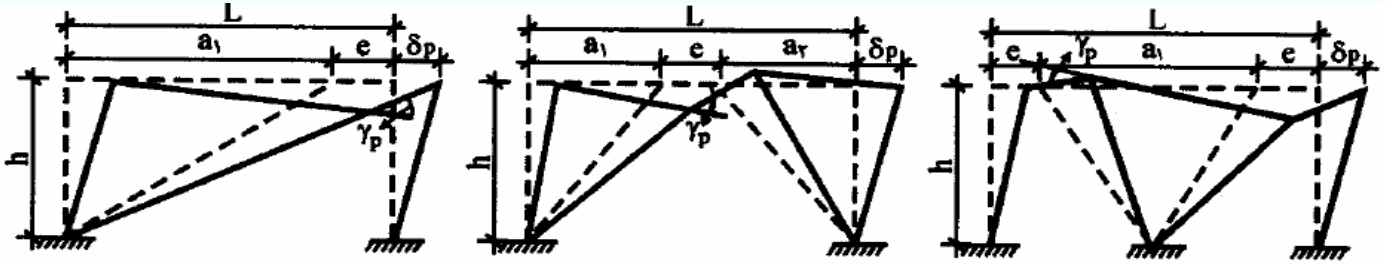
مقاومت برشی تیر پیوند نیز بستگی به مقدار بار محوری موجود در آن دارد.

بهتر است که جهت راحتی محاسبات و کنترل مقاومت برشی تیر پیوند طراحی را به گونه ای طرح کنیم که اولاً رفتار برشی حاکم بر رفتار تیر پیوند شود و در ثانی مقدار بار محوری تیر پیوند از ۱۵ درصد بار محوری تسلیم آن بیشتر نگردد.

دوران تیر پیوند (۱۰-۳-۱۰-۲-۲-۴)

- در این حالت باید مقدار تغییرشکل جانبی قاب را برابر با مقدار تغییرشکل واقعی طبقه (تغییرشکل به دست آمده از نرم‌افزار پس از ضرب در ضریب $0.7R$) قرار داده و بر این اساس دوران نسبی قطعه رابط به مابقی تیر را محاسبه کرد.
- مقدار مجاز دوران هم در قسمتهای الف و ب این بند مشخص شده است که به ترتیب 0.08 و 0.02رادیان است. حالت اول وقتی است که رفتار برشی بر تیر پیوند حاکم است و حالت دوم وقتی است که رفتار خمشی حاکم است. برای حالت بینابینی هم می‌توان از درونیابی مقدار مجاز را بدست آورد.





$$\gamma_p = \frac{a_1 + e}{eh}\delta_p = \frac{L}{eh}\delta_p \qquad \gamma_p = \frac{a_1 + a_2 + e}{eh}\delta_p = \frac{L}{eh}\delta_p \qquad \gamma_p = \frac{a_1 + 2e}{2eh}\delta_p = \frac{L}{2eh}\delta_p$$

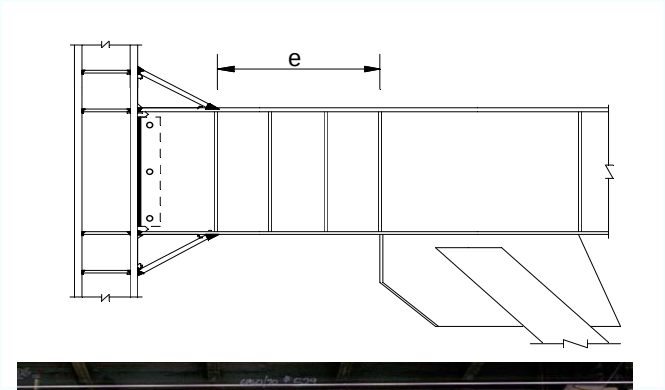
δ_p - حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی واقعی طبقه که از ضرب تغییرمکان جانبی نسبی حاصل از بار زلزله طرح در ۰/۷ R به‌دست می‌آید.

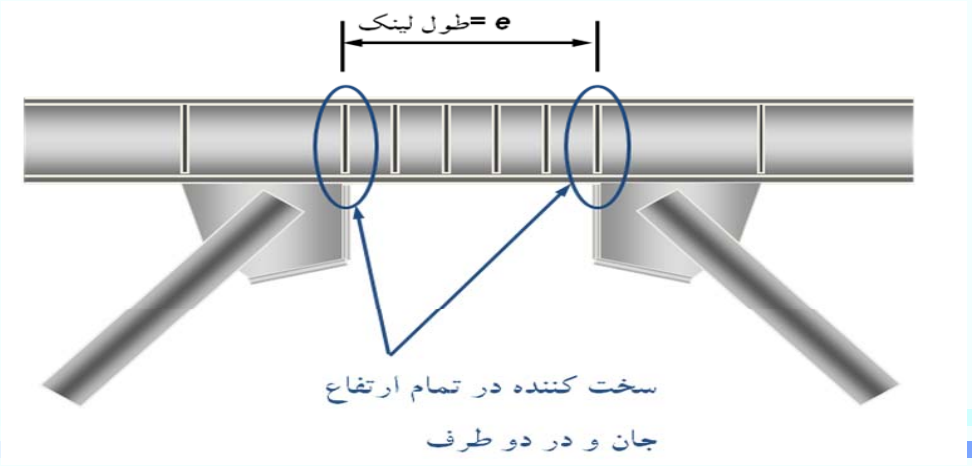
در مقایسه این بند از مبحث ۱۰ با بند مربوط به کنترل دریفت در آیین نامه ۲۸۰۰ می توان سخت گیری بیشتری برای کنترل دریفت در بادبند های واگرای ویژه را ملاحظه نمود:

$$2800 : \delta_p \le 0.025\, h$$

$$Mabhas\ 10 - EBF : \left\{ \begin{array}{l} \frac{L}{eh}\delta_p \le 0.08 \rightarrow \delta_p \le 0.08\,\frac{e}{L}h \\ \frac{L}{eh}\delta_p \le 0.02 \rightarrow \delta_p \le 0.02\,\frac{e}{L}h \end{array} \right\}$$

سخت کننده های تیر پیوند (۱۰-۳-۱۰-۲-۲-۶)



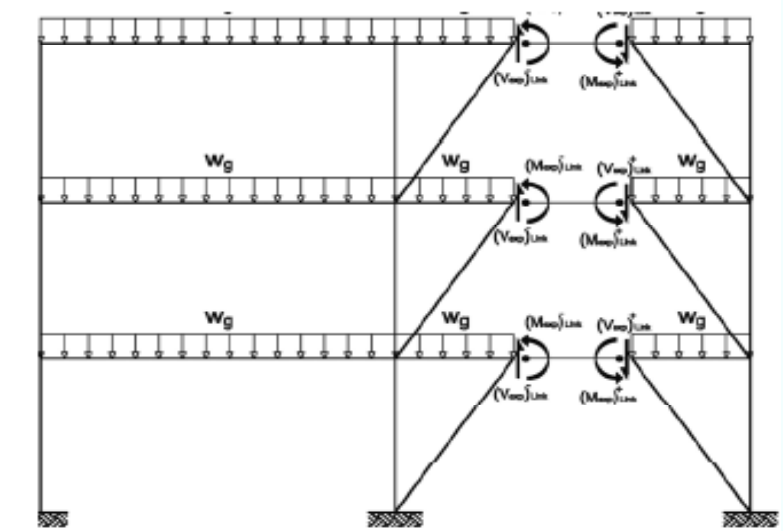


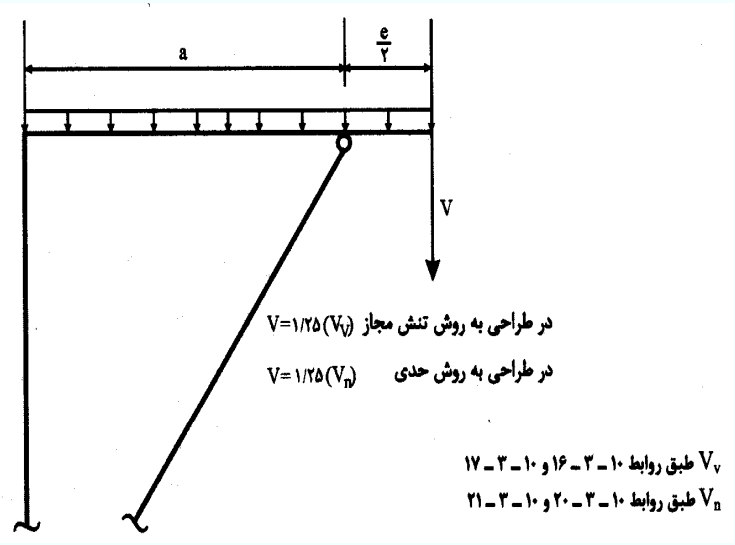
مهاربند جانبی در دو انتهای تیر پیوند(۱۰-۳-۱۰-۲-۲-۷)

مطابق مبحث دهم برای مهار نیروهای کمانشی موجود در ناحیه بحرانی اتصال مهاربند واگرا به تیر پیوند میبایست در ابتدا و انتهای اتصال با استفاده از مهاربند جانبی از کمانش جانبی و پیچشی تیر پیوند جلوگیری شود.

تیر برشی خارج از پیوند (۱۰-۳-۱۰-۲-۳)

این تیر میبایست برای تلاش های ناشی از بار قائم به اضافه تلاش های ناشی از برشی برابر با ۱.۲۵ برابر ظرفیت برشی تیر پیوند، مطابق ضوابط ۱۰-۳-۱۰-۲-۲-۳ که در آن محل نقطه عطف این تیر قرار داده می شود ، طراحی نمود.مقاومت موجود تیر ۱.۱۵ برابر ضوابط فصل ۱۰-۱ میباشد.





برای این منظور میبایست:

V_v مقاومت برشی تیر پیوند محاسبه شود سپس با توجه به مفصلی یا گیردار بودن تکیه گاه تیر و با در نظر گرفتن بار مرده و زنده ثقلی وارد بر تیر با نوشتن معادله تعادل لنگر حول انتهای مفصلی تیر، مولفه عمودی نیروی مهاربند و به تبع آن نیروی مهاربند را به دست آورد.

طراحی اعضای قطری و اتصالات آنها(۱۰-۳-۱۰-۲-۴)

الف-لاغری اعضای قطری نباید از $\frac{KL}{r} \le 4.23\sqrt{\frac{E}{F_y}} \approx 125$ تجاوز کند.

ب-ضریب طول موثر اعضای قطری ، K ،در مهاربندهای واگرا برابر یک در نظر گرفته می شود.

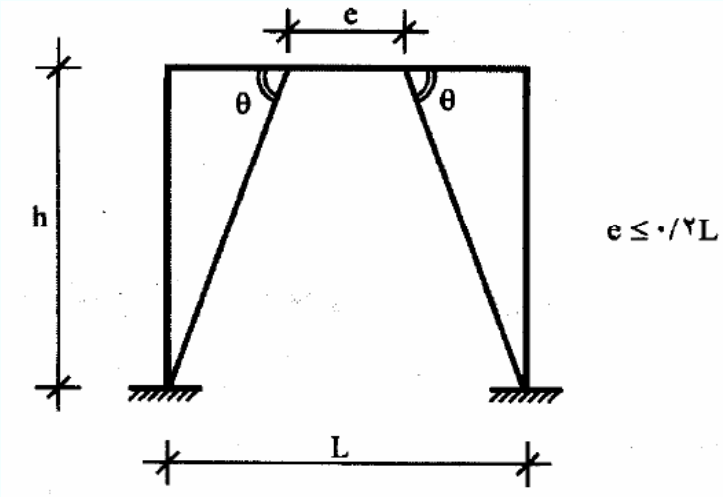
پ-قطری ها باید دارای مقاطع فشرده باشند:

-مهاربند های ساخته شده از دو یا چند نیمرخ ، باید ضوابط مقاطع ساخته شده که تحت اثر نیروی فشاری قرار می گیرند را برآورده نمایند.

میبایستی لاغری نیمرخ ها به تنهایی در رابطه روبرو صدق کند: $(l/r) \le \frac{3}{4}(KL/r')_{Brace}$

ث-وصله اجرای مهاربندی نباید در یک مقطع پیش بینی شوند. همچنین وصله عضو مهاربند نباید در دو انتهای آن صورت گیرد.

ت-زاویه بین مهاربند و تیر بین ۳۰ تا ۶۰ درجه باشد:



$$30^0 \le \theta \le 60^0$$

با تشکر از توجه شما