



تفسیر دستورالعمل بهسازی  
لرزه‌ای ساختمانهای موجود

بهسازی لرزه‌ای  
ساختمانهای موجود

# دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان های موجود

## بهسازی لرزه ای سازه های فولادی

### قابهای فولادی مهاربندی شده

زمستان ۱۳۹۶

بهرخ حسینی هاشمی

عضو هیئت علمی پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

پژوهشگاه بین‌المللی  
زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله

دفتر امور فنی و تدوین معیارها  
سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی 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 فولادی مهاربندی شده

✓ کلیات

✓ قابهای مهاربندی شده همگرا

✓ قابهای مهاربندی شده واگرا



# سیستم ها و اجزای سازه ای

## قابهای فولادی مهاربندی شده



کلیات



قابهای مهاربندی شده همگرا



قابهای مهاربندی شده واگرا





# سیستم ها و اجزای سازه ای

## قابهای فولادی مهاربندی شده

کلیات



قابهای مهاربندی شده همگرا



قابهای مهاربندی شده واگرا





# سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده همگرا



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





# قابهای مهاربندی شده همگرا

## کلیات

قاب های مهاربندی شده همگرا عبارتند از سیستم های قابی مهاربندی شده ای که در آنها محورهای اعضا در هر گره، یکدیگر را در يك نقطه قطع می کنند.

و اگر در چند نقطه قطع کردند، فاصله بین دورترین نقطه تقاطع از مرکز گره (محل تلاقی محورهای تیر و ستون ) کوچکتر یا مساوی عرض مقطع كوچك ترین عضو متصل شونده در گره باشد. اثرات ناشی از برون محوری های موضعی فوق باید در طراحی اعضای متصل شونده در نظر گرفته شود.

# قالب مهاربندی شده در یک جهت





قاب مهاربندی شده در یک جهت

















شکست جوش







# سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده همگرا



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



# قابهای مهاربندی شده همگرا سختی

## روشهای خطی:

**تیر و ستون:** سطح مقطع محوری، سطح برش و لنگر اینرسی اعضا باید مطابق با ضوابط بیان شده در ابتدای این فصل مدل شود.

**اتصال:** گره اتصال در صورت مفصلی بودن به صورت مفصل مدل می گردد و در صورت صلب بودن یا نیمه صلب بودن مطابق آنچه که در قبل ذکر شد مدل می شود.

**مهاربند:** مهاربندها به عنوان اعضای محوری با سختی محوری مربوطه مدل می شوند و مقدار نیاز آنها از ترکیب بارهای تغییرشکل کنترل محاسبه می گردد.



# قابهای مهاربندی شده همگرا سختی

**روشهای غیر خطی:** خواص محدوده ارتجاعی اعضا با توجه به روشهای خطی قابل محاسبه می باشد. برای بیان خواص محدوده غیر ارتجاعی اعضا و اجزا (تیر، ستون و گره اتصال) در صورت لزوم از منحنی نیرو- تغییرشکل با مقادیر **a و b و c** داده شده در بخش قبل می توان استفاده نمود.

برای رفتار غیر خطی مهاربندها نیز با تعریف یک مفصل محوری غیر خطی در وسط مهاربند و با مقادیر **a و b و c** می توان از جدول استفاده کرد.

محور افقی منحنی نیرو- تغییرشکل مهاربندها  $\Delta$  به عنوان تغییر شکل محوری می باشد. در مهاربندهای فشاری  $\Delta_c$  مقدار تغییر شکل محوری مهاربند نظیر **ظرفیت محوری فشاری** مورد انتظار مهاربند می باشد. در مهاربندهای کششی  $\Delta_T$  مقدار تغییر شکل محوری مهاربند نظیر **ظرفیت محوری جاری شدن مورد انتظار مهاربند** می باشد.

در صورتیکه مهاربند فشاری به صورت دو خطی مدل گردد، مقدار حداکثر محور قائم منحنی نیرو- تغییرشکل برابر ظرفیت فشاری پس از کمایش مهاربند که با پارامتر **c** در جداول<sup>21</sup> معرفی می شود خواهد بود.

# پارامترهای مدلسازی در روش های غیرخطی

| پارامترهای مدلسازی                      |                 |               | جزء/تلاش                                              |
|-----------------------------------------|-----------------|---------------|-------------------------------------------------------|
| نسبت تنش پس ماند                        | تغییر شکل خمیری |               |                                                       |
| c                                       | b               | a             |                                                       |
| مهاربند فشاری (به استثنای مهاربندی EBF) |                 |               |                                                       |
|                                         |                 |               | برای $Kl/r \geq 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$                   |
| 0.3                                     | $10\Delta_C$    | $0.5\Delta_C$ | الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش داخل صفحه           |
| 0.3                                     | $9\Delta_C$     | $0.5\Delta_C$ | ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش خارج صفحه             |
| 0.3                                     | $10\Delta_C$    | $0.5\Delta_C$ | پ: مقاطع Z یا I                                       |
| 0.3                                     | $9\Delta_C$     | $0.5\Delta_C$ | ت: مقطع قوطی یا مقاطع لوله ای شکل                     |
|                                         |                 |               | برای $Kl/r \leq 2.1\sqrt{E/F_{ye}}$                   |
| 0.5                                     | $8\Delta_C$     | $10\Delta_C$  | الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش داخل صفحه           |
| 0.5                                     | $7\Delta_C$     | $10\Delta_C$  | ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش خارج صفحه             |
| 0.5                                     | $8\Delta_C$     | $10\Delta_C$  | پ: مقاطع Z یا I                                       |
| 0.5                                     | $7\Delta_C$     | $10\Delta_C$  | ت: مقطع قوطی یا مقاطع لوله ای شکل                     |
| با استفاده از درون یابی خطی             |                 |               | برای $2.1\sqrt{E/F_{ye}} < Kl/r < 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$ |
| 0.8                                     | $14\Delta_T$    | $11\Delta_T$  | مهاربند کششی (به استثنای مهاربندی EBF)                |
| 1.0                                     | $7\Delta_T$     | $5\Delta_T$   | تیرها و ستونها در کشش (به استثنای تیر وستون EBF)      |



# سیستم ها و اجزای سازه ای

## قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده همگرا (بند ۵-۵-۲)



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





# قابهای مهاربندی شده همگرا

## مقاومت

### روشهای خطی

#### مهاربند

مقاومت مورد انتظار،  $Q_{CE}$ ، مهاربندهای فولادی تحت فشار محوری باید مساوی کمترین مقدار بین حالات حدی کمانش کلی یا موضعی باشد. مقاومت مورد انتظار مهاربند در فشار،  $P_{CE}$ ، باید براساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (روش حدی) با در نظر گرفتن  $F_{ye}$  به جای  $F_y$  و ضریب تقلیل ظرفیت،  $\phi$ ، برابر یک تعیین گردد.

مهاربندهای ضربدری که در آن هر دو مهاربند در وسط طول یکدیگر را قطع می نمایند و در آنجا با استفاده از یک ورق اتصال به هم متصلند، طول موثر هر دو مهاربند باید برابر نصف طول کل مهاربند شامل ورق های اتصال انتهایی در کمانش درون صفحه ای و ۰.۷ همان مقدار در کمانش خارج از صفحه در نظر گرفته شود.

برای مهاربندهای **chevron** یا **V** یا قطری تک، طول موثر مهاربند در کمانش درون صفحه ۰.۸ طول کل مهاربند و در کمانش برون صفحه برابر طول کل مهاربند است.

مقاومت مورد انتظار مهاربندهای فولادی در کشش از حاصل ضرب سطح مهاربند در تنش تسلیم مورد انتظار مهاربند محاسبه می شود.



# قابهای مهاربندی شده همگرا

## مقاومت

### روشهای خطی

#### تیرها و ستونها

**الف- تیرها و ستون ها در دهانه های دارای مهاربند همگرا :** کرانه پایینی مقاومت،  $Q_{CL}$ ، تیرها و ستونهای دهانه های مهاربندی شده قاب، باید مشابه با ضوابط مربوط به تیرها و ستونهای قاب خمشی با اتصالات صلب و با در نظر گرفتن  $F_{yLB}$  محاسبه شود. مقاومت تیرهایی که تحت بار محوری بیش از ۱۰ درصد ظرفیت فشاری عضو می باشند، باید مشابه با ستونهای قابهای خمشی با اتصالات صلب محاسبه شود.

**ب- تیرها و ستون ها در دهانه های فاقد مهاربند همگرا :** در قاب های دوگانه مقاومت مورد انتظار،  $Q_{CE}$ ، و کرانه پایینی مقاومت،  $Q_{CL}$ ، تیرها و ستونها در دهانه های فاقد مهاربند قاب، باید مشابه با ضوابط مربوط به تیرها و ستونهای قاب خمشی با اتصالات صلب محاسبه شود. مقاومت تیرهایی که تحت بار محوری بیش از ۱۰ درصد ظرفیت فشاری عضو می باشند، باید مشابه با ستونهای قابهای خمشی با اتصالات صلب محاسبه شود. در قاب های با اتصالات ساده، تیرها و ستونها نیروکنترل می باشند.



# قابهای مهاربندی شده همگرا

## مقاومت

### روشهای خطی

#### اتصالات

**الف- اتصالات مهاربند ها :** کرانه پایینی مقاومت اتصالات مهاربند،  $Q_{CL}$ ، باید بر اساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (بخش طرح لرزه‌ای) با جایگزین کردن مقاومت کرانه پایین مصالح،  $F_{yLB}$  به جای  $F_y$  و ضریب تقلیل ظرفیت،  $\phi$ ، برابر یک تعیین گردد.

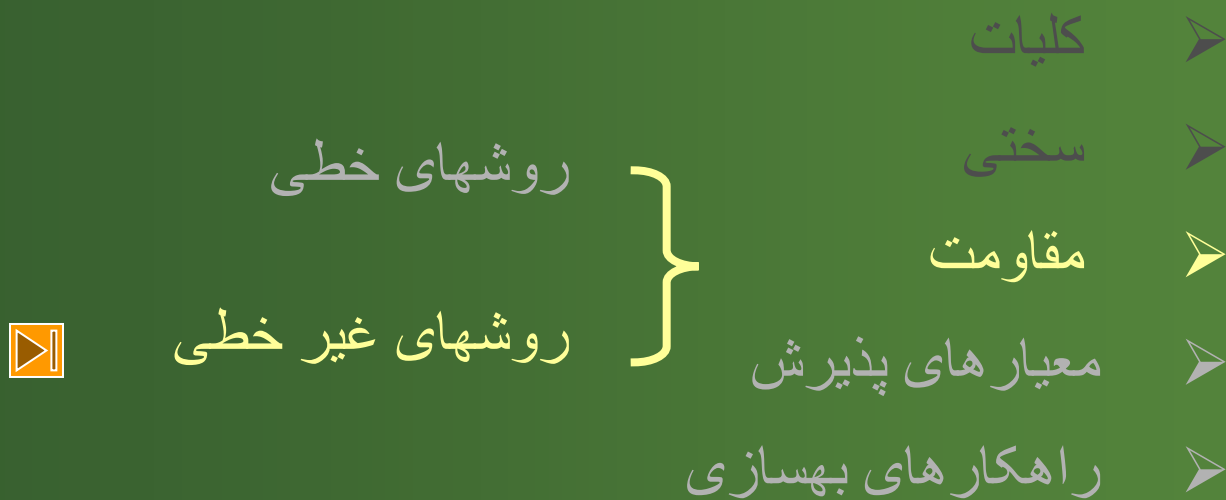
**ب- اتصالات صلب یا نیمه صلب تیر به ستون :** در قاب های دوگانه در دهانه های فاقد مهاربند همگرا مقاومت اتصال برای اتصالات صلب یا نیمه صلب مطابق ضوابط بخش اتصالات صلب یا اتصالات نیمه صلب محاسبه می شود. در دهانه مهاربندی رفتار اتصالات نیروکنترل بوده و کرانه پایین مقاومت اتصال محاسبه می شود.



# سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده همگرا





# قابهای مهاربندی شده همگرا

## 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 فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده همگرا





# قابهای مهاربندی شده همگرا

## معیارهای پذیرش

### کلیات

**۱- مهاربندها:** کشش و فشار محوری در مهاربندها باید با رفتار تغییرشکل کنترل در نظر گرفته شود.

#### ۲- تیرها و ستونها:

**الف- تیرها و ستونها در دهانه‌های دارای مهاربند همگرا:** رفتار تیرها و ستونها در این دهانه‌ها نیرو کنترل می‌باشند.

**ب- تیرها و ستونها در دهانه‌های فاقد مهاربند همگرا:** در سیستم‌های دوگانه رفتار تیرها و ستونها نیرو کنترل یا تغییرشکل کنترل مطابق با ضوابط تیرها یا ستونها قاب‌های خمشی در نظر گرفته شود. در قاب‌های با اتصالات ساده، تیرها و ستونها، نیرو کنترل می‌باشند.

**۳- اتصالات مهاربندها و سایر اتصالات در دهانه دارای مهاربند همگرا:** آثار ناشی از فشار، کشش، برش و خمش در اجزای اتصالات مهاربند شامل ورق‌های اتصال، پیچ‌ها، جوش‌ها و سایر وسایل اتصال باید نیرو کنترل فرض شود. سایر اتصالات نیز در دهانه دارای مهاربند همگرا نیرو کنترل است.

**۴- اتصالات صلب یا نیمه صلب در دهانه های فاقد مهاربند همگرا:** حالت حدی شکست برای اتصالات صلب یا نیمه صلب در دهانه های فاقد مهاربند همگرا مطابق ضوابط بندهای مربوطه بنا بر حالت حدی نیرو کنترل یا تغییرشکل کنترل در نظر گرفته می‌شود.



# سیستم ها و اجزای سازه ای

## قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده همگرا (بند ۵-۵-۲)



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





## قابهای مهاربندی شده همگرا

### معیارهای پذیرش روشهای خطی

- با توجه به اینکه کشش و فشار محوری در مهاربندها تغییر شکل کنترل می باشد مقدار  $m$  برای این اعضاء مطابق جدول بدست میاید.

- لقمه های اتصال مهاربندهای مرکب باید در فاصله ای از هم باشند که لاغری هر عضو مهاربند در فاصله بین لقمه ها از  $0.75$  برابر لاغری حاکم در کل مهاربند تجاوز نکرده و هر بست قادر به انتقال حداکثر نیروی هر عضو مهاربند در فاصله بستهها به عضو دیگر باشد. در صورت عدم ارضای هر یک از نکات ذکر شده، یا لقمه های اتصال را در بهسازی بیشتر کرده و یا مقدار  $m$  جدول را **نصف** میکنیم ولی نیاز به کمتر گرفتن از **یک** نمی باشد.





# قابهای مهاربندی شده همگرا

## معیارهای پذیرش

### روشهای خطی

- در مواردیکه اتصال مهاربند ضوابط **کنترل مقاومت فشاری** **مورد نیاز** مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (بخش طرح لرزه‌ای) را برآورده ننماید، باید معیارهای پذیرش در 0.8 ضرب گردد.

- در مهاربندهای چاق مقادیر  $m$  داده شده در جدول مشروط به استفاده از مقاطع فشرده لرزه ای است در مقاطع غیر فشرده اعداد داخل جدول نصف شده و برای مقاطع فشرده غیر لرزه ای بنابرنسبت های ابعادی از درون یابی خطی استفاده می شود. در هر حال نیاز به کمتر گرفتن از **یک** نمی باشد.

- برای مهاربندهایی که فقط به کشش طراحی می‌شوند، مقادیر داخل جدول نصف شوند ولی نیاز به انتخاب  $m$  کمتر از **۱.۲۵** نمی‌باشد.

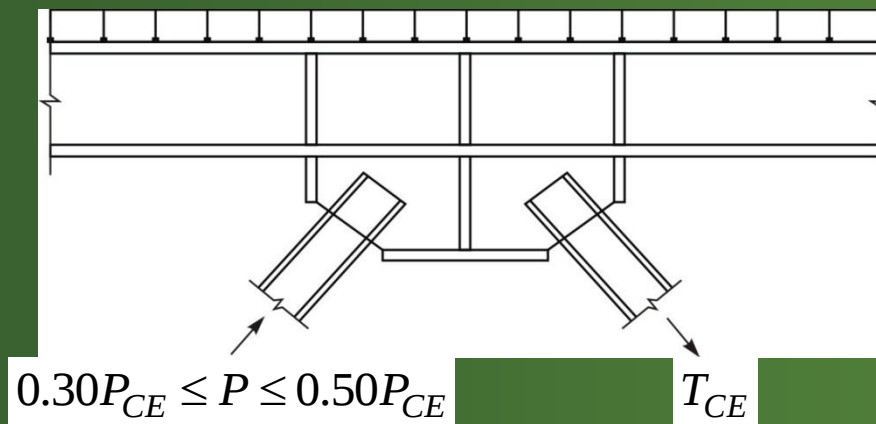
# قابهای مهاربندی شده همگرا

## معیارهای پذیرش

### روشهای خطی

در قاب های با مهاربند chevron یا V، تیرها باید برای مقاومت در برابر اثرات بارهای نامتعادل در ترکیب با بارهای ثقلی بعنوان تلاش های نیروکنترل ارزیابی شوند. اثرات نیروهای نامتعادل باید با استفاده از ظرفیت کششی موردانتظار مهاربند و درصدی از ظرفیت فشاری موردانتظار مهاربند تعیین گردد.

در مهاربندهای لاغر ( $Kl/r \geq 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$ ) ۳۰ درصد، در مهاربندهای چاق ( $Kl/r \leq 2.1\sqrt{E/F_{ye}}$ ) ۵۰ درصد و در مهاربندهای با لاغری متوسط ( $2.1\sqrt{E/F_{ye}} < Kl/r < 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$ ) بین ۳۰ تا ۵۰ درصد ظرفیت فشاری مورد انتظار مهاربند با استفاده از درونیابی خطی منظور می شود.



# 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        |                                                       |
| مهاربند فشاری (به استثنای مهاربندی EBF) |    |            |    |           |                                                       |
|                                         |    |            |    |           | برای $Kl/r \geq 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$                   |
| ۹                                       | ۷  | ۸          | ۶  | ۱,۲۵      | الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کماتش داخل صفحه           |
| ۸                                       | ۶  | ۷          | ۵  | ۱,۲۵      | ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کماتش خارج صفحه             |
| ۹                                       | ۷  | ۸          | ۶  | ۱,۲۵      | پ: مقاطع Z یا I                                       |
| ۸                                       | ۶  | ۷          | ۵  | ۱,۲۵      | ث: مقطع قوطی و مقطع لوله ای شکل                       |
|                                         |    |            |    |           | برای $Kl/r \leq 2.1\sqrt{E/F_{ye}}$                   |
| ۸                                       | ۶  | ۷          | ۵  | ۱,۲۵      | الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کماتش داخل صفحه           |
| ۷                                       | ۵  | ۶          | ۴  | ۱,۲۵      | ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کماتش خارج صفحه             |
| ۸                                       | ۶  | ۷          | ۵  | ۱,۲۵      | پ: مقاطع Z یا I                                       |
| ۷                                       | ۵  | ۶          | ۴  | ۱,۲۵      | ث: مقطع قوطی و مقطع لوله ای شکل                       |
| با استفاده از درون یابی خطی             |    |            |    |           | برای $2.1\sqrt{E/F_{ye}} < Kl/r < 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$ |
| ۱۰                                      | ۸  | ۸          | ۶  | ۱,۲۵      | مهاربند کششی (به استثنای مهاربندی EBF)                |
| ۷                                       | ۶  | ۵          | ۳  | ۱,۲۵      | تیرها و ستونها در کشش (به استثنای تیر وستون EBF)      |



# سیستم ها و اجزای سازه ای

## قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده همگرا (بند ۵-۵-۲)





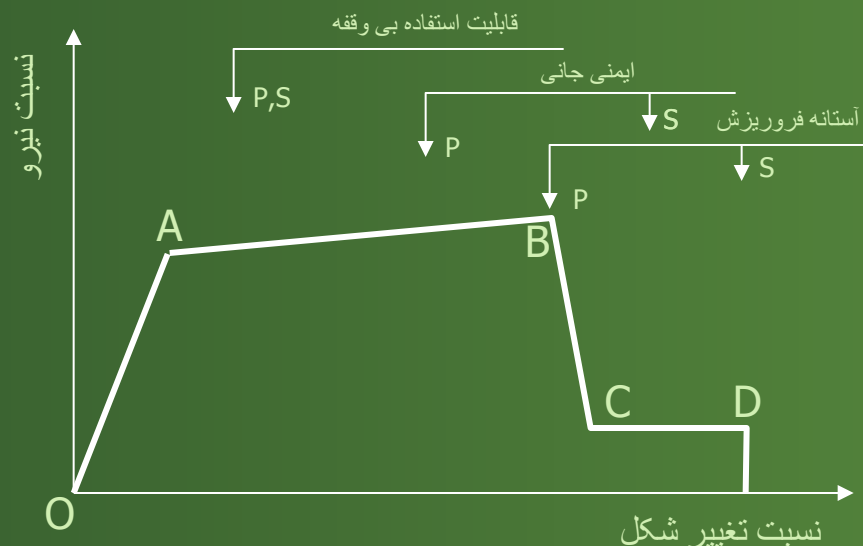
# قابهای مهاربندی شده همگرا

## معیارهای پذیرش

### روشهای غیرخطی

مقادیر تغییرشکلها و نیروهای اجزا با رفتار تغییرشکل کنترل و نیرو کنترل 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 باید از تغییرشکل مجاز داده شده در **جدول** برای سطح عملکرد انتخابی کمتر باشد.



معیار پذیرش تغییر شکل



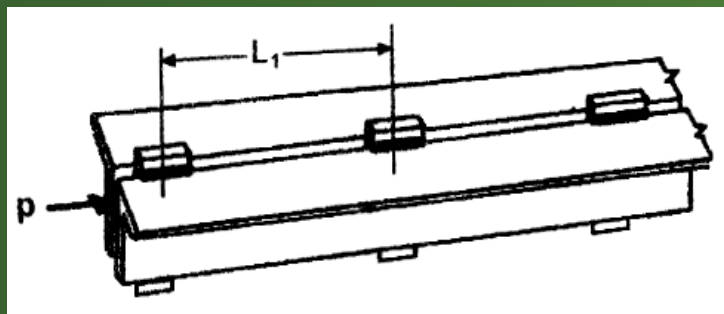
# قابهای مهاربندی شده همگرا

## معیارهای پذیرش

### روشهای غیرخطی

- با توجه به اینکه کشش و فشار محوری در مهاربندها تغییر شکل کنترل می باشد معیارهای پذیرش برای این اعضا مطابق جدول بدست میاید.

- لقمه های اتصال مهاربندهای مرکب باید در فاصله ای از هم باشند که لاغری هر عضو مهاربند در فاصله بین لقمه ها از  $0.75$  برابر لاغری حاکم در کل مهاربند تجاوز نکرده و هر بست قادر به انتقال حداکثر نیروی هر عضو مهاربند در فاصله بستها به عضو دیگر باشد. در صورت عدم ارضای هر یک از نکات ذکر شده، یا لقمه های اتصال را در بهسازی بیشتر کرده و یا معیارهای پذیرش را **نصف** میکنیم.





# قابهای مهاربندی شده همگرا

## معیارهای پذیرش

### روشهای غیرخطی

- در مواردیکه اتصال مهاربند ضوابط **کنترل مقاومت فشاری مورد نیاز** مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (بخش طرح لرزه‌ای) را برآورده ننماید، باید معیارهای پذیرش در 0.8 ضرب گردد.

- در مهاربندهای چاق معیارهای پذیرش داده شده در جدول مشروط به استفاده از مقاطع فشرده لرزه ای است در مقاطع غیر فشرده اعداد داخل جدول نصف شده و برای مقاطع فشرده غیر لرزه ای بنابرنسبت های ابعادی از درون یابی خطی استفاده می شود.

- برای مهاربندهایی که فقط به کشش طراحی می‌شوند، مقادیر معیارهای پذیرش نصف می شوند ولی نیاز به انتخاب کمتر از ۰.۲۵ نمی‌باشد.

# معیار پذیرش در روش های غیرخطی

| تغییر شکل خمیری                         |              |             |             |                | جزء/تلاش                                              |
|-----------------------------------------|--------------|-------------|-------------|----------------|-------------------------------------------------------|
| اعضای غیر اصلی                          |              | اعضای اصلی  |             | کلیه اعضاء     |                                                       |
| CP                                      | LS           | CP          | LS          | IO             |                                                       |
| مهاربند فشاری (به استثنای مهاربندی EBF) |              |             |             |                |                                                       |
|                                         |              |             |             |                | برای $Kl/r \geq 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$                   |
| $10\Delta_C$                            | $8\Delta_C$  | $8\Delta_C$ | $6\Delta_C$ | $0.25\Delta_C$ | الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش داخل صفحه           |
| $9\Delta_C$                             | $7\Delta_C$  | $7\Delta_C$ | $5\Delta_C$ | $0.25\Delta_C$ | ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش خارج صفحه             |
| $10\Delta_C$                            | $8\Delta_C$  | $8\Delta_C$ | $6\Delta_C$ | $0.25\Delta_C$ | پ: مقاطع Z یا I                                       |
| $9\Delta_C$                             | $7\Delta_C$  | $7\Delta_C$ | $5\Delta_C$ | $0.25\Delta_C$ | ث: مقطع قوطی و مقطع لوله ای شکل                       |
|                                         |              |             |             |                | برای $Kl/r \leq 2.1\sqrt{E/F_{ye}}$                   |
| $8\Delta_C$                             | $7\Delta_C$  | $7\Delta_C$ | $5\Delta_C$ | $0.25\Delta_C$ | الف: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش داخل صفحه           |
| $7\Delta_C$                             | $6\Delta_C$  | $6\Delta_C$ | $4\Delta_C$ | $0.25\Delta_C$ | ب: زوج نبشی و زوج ناودانی کمانش خارج صفحه             |
| $8\Delta_C$                             | $7\Delta_C$  | $7\Delta_C$ | $5\Delta_C$ | $0.25\Delta_C$ | پ: مقاطع Z یا I                                       |
| $7\Delta_C$                             | $6\Delta_C$  | $6\Delta_C$ | $4\Delta_C$ | $0.25\Delta_C$ | ث: مقطع قوطی و مقطع لوله ای شکل                       |
| با استفاده از درون یابی خطی             |              |             |             |                | برای $2.1\sqrt{E/F_{ye}} < Kl/r < 4.2\sqrt{E/F_{ye}}$ |
| $13\Delta_T$                            | $11\Delta_T$ | $9\Delta_T$ | $7\Delta_T$ | $0.25\Delta_C$ | مهاربند کششی (به استثنای مهاربندی EBF)                |
| $7\Delta_T$                             | $6\Delta_T$  | $5\Delta_T$ | $3\Delta_T$ | $0.25\Delta_C$ | تیرها و ستونها در کشش (به استثنای تیر و ستون EBF)     |



# سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده همگرا

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



# قابهای فولادی مهاربندی شده

## 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 فولادی مهاربندی شده

✓ کلیات

✓ قابهای مهاربندی شده همگرا

✓ قابهای مهاربندی شده واگرا





# سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده واگرا



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش

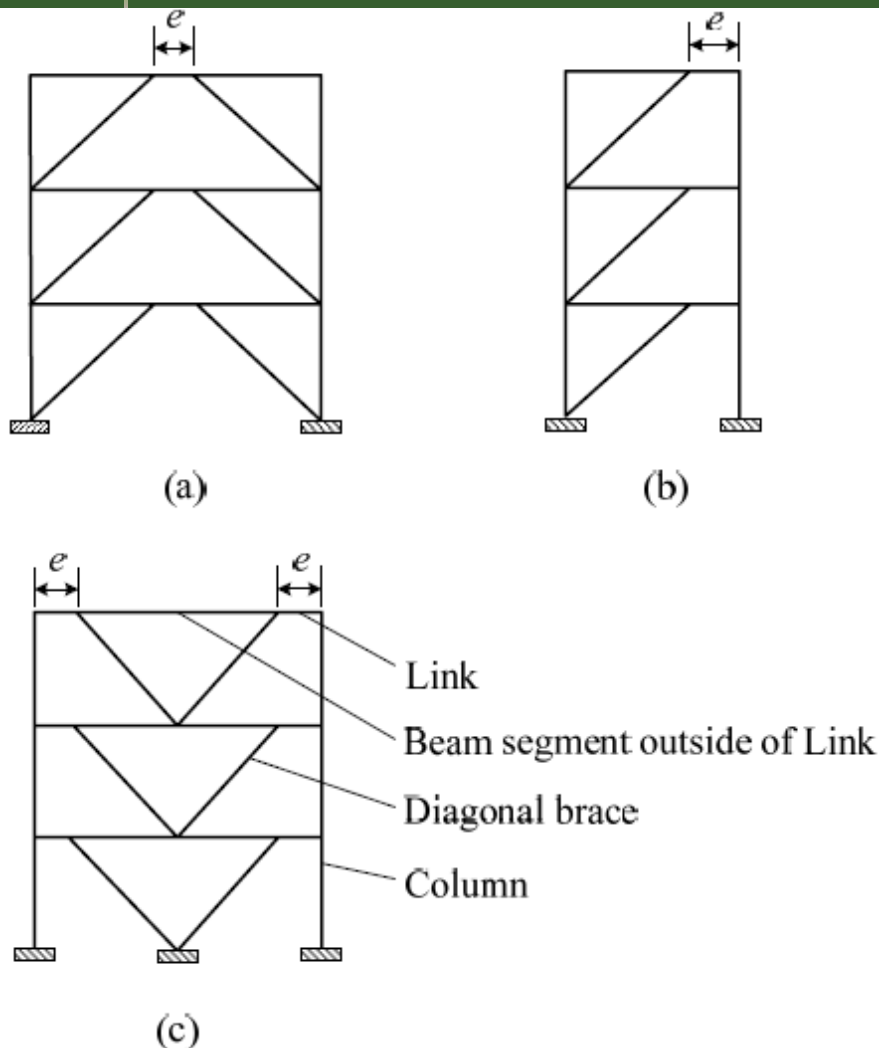


راهکارهای بهسازی



# قابهای مهاربندی شده واگرا

## کلیات



قاب های مهاربندی شده با محورهای غیرمقارب سیستم های سازه ای هستند که در آن مهاربندهای مختلف در نقاط متفاوتی تیر طبقه را قطع می کنند و فاصله بین نقاط تقاطع که به برون محوری،  $e$ ، موسوم است، از عرض مقطع کوچکترین عضو متصل شده در این نقاط تجاوز می نماید. قطعه عضوی که بین این نقاط قرار می گیرد به عضو یا تیر پیوند موسوم می باشد.



# سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده واگرا



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



کلیات

سختی

مقاومت

معیارهای پذیرش

راهکارهای بهسازی





# قابهای مهاربندی شده واگرا

## سختی روشهای خطی

### تیر، ستون، مهاربند و اتصال

سختی ارتجاعی تیرها، ستونها، مهاربندها و اتصالات آنها به همان طریقی تعیین می شود که در مورد قابهای خمشی صلب و نیمه صلب و قاب های مهاربندی شده همگرا بیان شد.



# قابهای مهاربندی شده واگرا

## سختی

### روشهای خطی

#### تیر پیوند

با توجه به کوتاه بودن تیر پیوند دیگر نمی توان از تغییر شکل های برشی در مقابل تغییر شکل های خمشی صرف نظر نمود. لذا سختی ارتجاعی تیر پیوند ناشی از سختی برشی و سختی خمشی خواهد بود.

در این حالت سختی ارتجاعی تیر پیوند برابر است با:

$$K_e = \frac{K_s K_b}{K_s + K_b}$$

که در  $K_s$  سختی برشی

$$K_s = \frac{GA_w}{e}$$

و  $K_b$  سختی خمشی می باشد.

$$K_b = \frac{12EI_b}{e^3}$$



# قابهای مهاربندی شده واگرا

## سختی

### روشهای غیرخطی

#### تیر، ستون، مهاربند و اتصال

۱- در دهانه های دارای مهاربندی واگرا: کلیه اعضا و اجزا در این دهانه ها، شامل تیرخارج از پیوند، ستون ها، مهاربندها و اتصالات، نیروکنترل می باشند.

۲- در دهانه های فاقد مهاربندی واگرا: در این دهانه ها، بسته به نوع سیستم سازه ای (قاب خمشی یا قاب با مهاربندی همگرا)، مدل های غیرخطی برای تیرها، ستون ها، مهاربندها و اتصالات، مورد استفاده قرار می گیرد.



# قابهای مهاربندی شده و اگر

## سختی

## روشهای غیرخطی

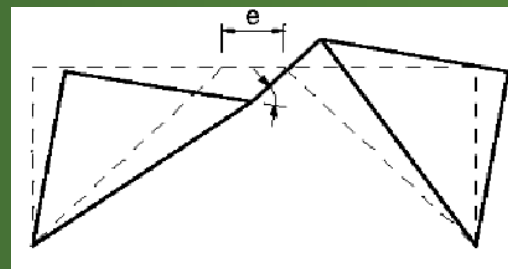
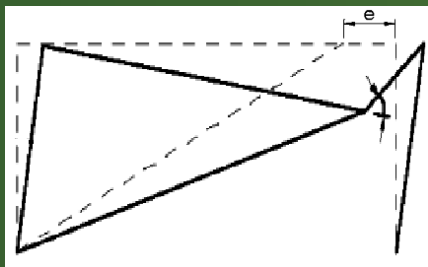
### تیر پیوند

مدل رفتاری تیر پیوند براساس مقاومت مورد انتظار، با تعریف یک مفصل برشی (چه در تیر پیوند کوتاه، متوسط و بلند) در تیر پیوند، در مقابل چرخش یا تغییر شکل عضو و با مقادیر **a** و **b** و **c** جدول تعریف میگردد.

زاویه چرخش تیر پیوند در حد تسلیم، از رابطه زیر محاسبه شود:

$$\theta_y = \frac{Q_{CE}}{K_e e}$$

زاویه چرخش تیر پیوند در شکل زیر نشان داده شده است.





## پارامترهای مدلسازی در روش های غیر خطی

| پارامترهای مدلسازی          |                          |      | جزء/تلاش                                     |
|-----------------------------|--------------------------|------|----------------------------------------------|
| نسبت تنش پس ماند            | زاویه چرخش خمیری، رادیان |      |                                              |
| c                           | b                        | a    |                                              |
| تیر پیوند EBF               |                          |      |                                              |
| 0.8                         | 0.17                     | 0.15 | الف: $e \leq 1.6M_{CE}/V_{CE}$               |
| مشابه با مقادیر در تیرها    |                          |      | ب: $e \geq 2.6M_{CE}/V_{CE}$                 |
| با استفاده از درون یابی خطی |                          |      | پ: $1.6M_{CE}/V_{CE} < e < 2.6M_{CE}/V_{CE}$ |



# سیستم ها و اجزای سازه ای

قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده واگرا



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



کلیات



سختی



مقاومت



معیارهای پذیرش



راهکارهای بهسازی





# قابهای مهاربندی شده واگرا

## مقاومت

### روشهای خطی

#### مهاربندها

مقاومت کرانه پایین،  $P_{CL}$ ، مهاربندهای فولادی در دهانه با مهاربندی واگرا براساس مقاومت فشار محوری مانند ستون ها بر اساس مقررات ملی مبحث ده با استفاده از تنش تسلیم کرانه پایین محاسبه می شود.

#### اتصالات مهاربندها

کرانه پایین مقاومت اتصالات مهاربندها باید بر اساس مبحث دهم مقررات ملی ساختمان (بخش طرح لرزه‌ای) با جایگزین کردن مقاومت کرانه پایین مصالح تعیین گردد.



# قابهای مهاربندی شده واگرا

## مقاومت

### روشهای خطی

## تیرها و ستون ها

**الف- تیرها و ستون ها در دهانه های دارای مهاربند واگرا:** کرانه پایین مقاومت، در مورد تیرها و ستون های دهانه های مهاربندی شده قاب، باید مطابق آنچه در مورد تیرها و ستون های قاب های خمشی با اتصالات صلب ذکر شد محاسبه شود.

**ب- تیرها و ستون ها در دهانه های فاقد مهاربند واگرا:** در قاب های دوگانه مقاومت مورد انتظار، یا کرانه پایین در مورد تیرها و ستون ها در دهانه های فاقد مهاربند قاب باید مطابق آنچه در مورد تیرها و ستون های قاب های خمشی با اتصالات صلب ذکر شد محاسبه شود.



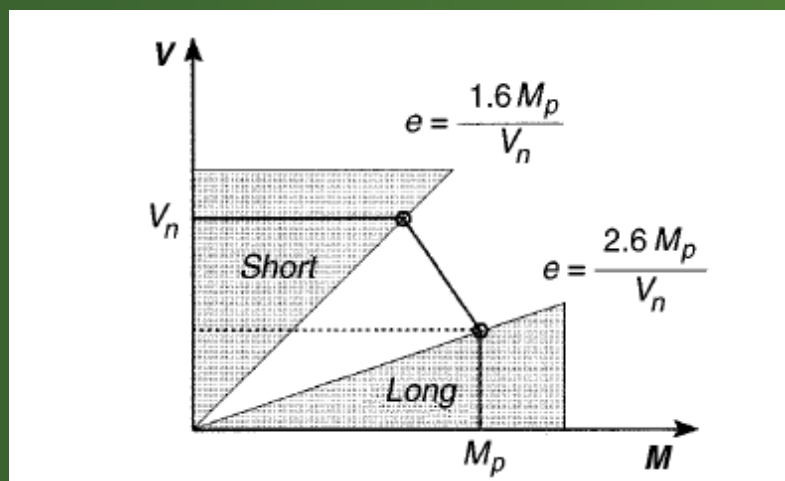
# قابهای مهاربندی شده و اگر

## مقاومت

### روشهای خطی

#### تیر پیوند

مقاومت مورد انتظار تیر پیوند توسط برش، خمش یا ترکیبی از این دو تعیین می شود. برای ساده سازی، اندرکنش برش و خمش را میتوان به صورت منحنی ساده زیر نمایش داد.





# قابهای مهاربندی شده و اگر

## مقاومت

### روشهای خطی

#### ادامه تیر پیوند

بر اساس منحنی ساده اندرکنش داریم:

$$e \leq 1.6M_{CE}/V_{CE} \quad \text{اگر}$$

$$Q_{CE} = V_{CE} = 0.6F_{ye}A_w$$

$$e \geq 2.6M_{CE}/V_{CE} \quad \text{اگر}$$

$$Q_{CE} = V_{CE} = 2 \frac{M_{CE}}{e}$$

$$1.6M_{CE}/V_{CE} < e < 2.6M_{CE}/V_{CE} \quad \text{اگر}$$

$$Q_{CE} = \text{از درون یابی خطی}$$



# قابهای مهاربندی شده واگرا

## مقاومت

### روشهای خطی

## اتصالات و مهاربندها در دهانه فاقد مهاربند واگرا:

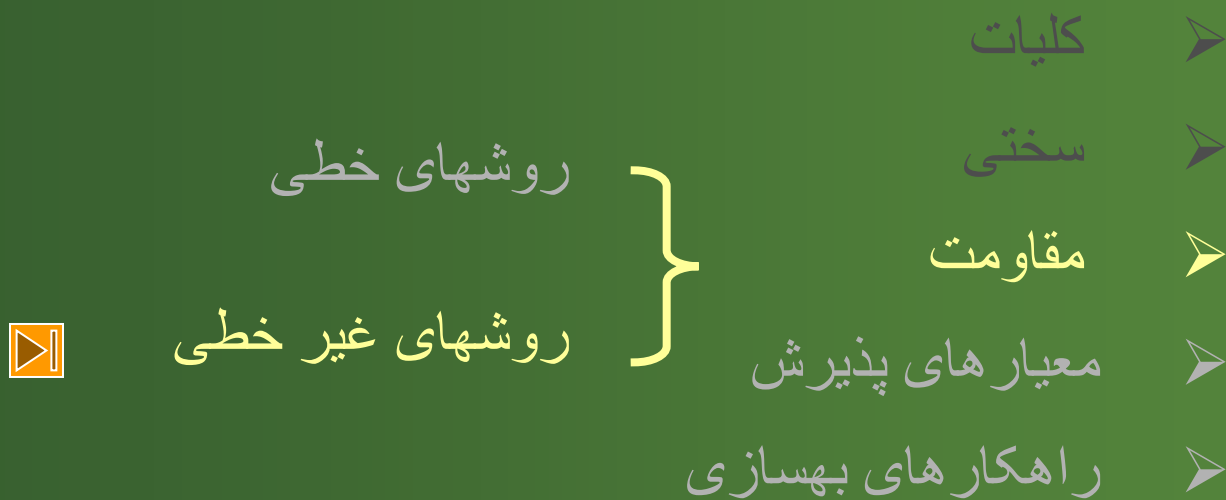
در این دهانه ها بسته به نوع سیستم سازه ای (قاب خمشی یا قاب با مهاربندی همگرا) برای محاسبه مقاومت مورد انتظار یا کرانه پایین از ضوابط مربوطه بیان شده در قبل استفاده می شود.



# سیستم ها و اجزای سازه ای

## قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده واگرا (بند ۵-۵-۳)





# قابهای مهاربندی شده و اگر

## 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 فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده واگرا (بند ۵-۵-۳)





# قابهای مهاربندی شده واگرا

## معیارهای پذیرش

### کلیات

**۱- تیر پیوند:** برش و خمش در تیر پیوند تغییر شکل کنترل در نظر گرفته میشوند.

**۲- اتصالات مهاربندها:** تلاشهای فشاری، کششی، برشی و خمشی در اتصالات مهاربندها که شامل ورق، پیچ، جوش و یا سایر اجزا می باشند باید نیرو کنترل در نظر گرفته شوند.

**۳- سایر اجزا:** در مورد دیگر اعضای قاب در دهانه با مهاربندی واگرا، همه رفتارها باید نیرو کنترل فرض شود. در خصوص سایر دهانه ها بسته به نوع سیستم سازه ای تغییر شکل کنترل یا نیرو کنترل در نظر گرفته می شود.



# سیستم ها و اجزای سازه ای

## قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده واگرا (بند ۵-۵-۳)



روشهای خطی

روشهای غیر خطی



معیارهای پذیرش

راهکارهای بهسازی

کلیات



سختی



مقاومت





# قابهای مهاربندی شده و اگر

## معیارهای پذیرش

### روشهای خطی

برش و خمش در تیر پیوند تغییر شکل کنترل است. ضرایب  $m$  در مورد خمش و برش تیر پیوند از جدول محاسبه میگردد.

مقادیر  $m$  داده شده برای تیرهای پیوندی است که حداقل دارای سه سخت کننده قائم در جان تیر پیوند باشند. هرگاه سخت کننده قائمی به کار نرفته باشد، مقادیر داده شده باید نصف شوند. ولی انتخاب کمتر از ۱.۲۵ نیاز نمی باشد. برای جانهای با يك یا دو سخت کننده قائم مقادیر  $m$  با استفاده از درونیابی خطی بین مقادیر داده شده برای سه سخت کننده و بدون سخت کننده قابل محاسبه می باشند.

مهاربند و ستون متصل شونده به تیر پیوند باید برای ۱.۲۵ برابر برش نظیر مقاومت تیر پیوند ارزیابی شوند تا تسلیم تیر پیوند بدون کمانش مهاربند و ستون رخ دهد.

در جایی که تیر پیوند توسط جوش نفوذی کامل به بال ستون متصل است، ضوابط این اتصالات عینا ضوابط مربوط به اتصال جوش نفوذی کامل در قاب های خمشی با اتصالات صلب خواهد

# 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        |                                                  |
| تیر پیوند EBF                |    |            |    |           |                                                  |
| ۱۵                           | ۱۳ | ۱۳         | ۹  | ۱٫۵       | الف: $e \leq 1.6M_{CE} / V_{CE}$                 |
| مشابه با مقادیر $m$ در تیرها |    |            |    |           | ب: $e \geq 2.6M_{CE} / V_{CE}$                   |
| با استفاده از درون یابی خطی  |    |            |    |           | پ: $1.6M_{CE} / V_{CE} < e < 2.6M_{CE} / V_{CE}$ |



# سیستم ها و اجزای سازه ای

## قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده واگرا (بند ۵-۵-۳)



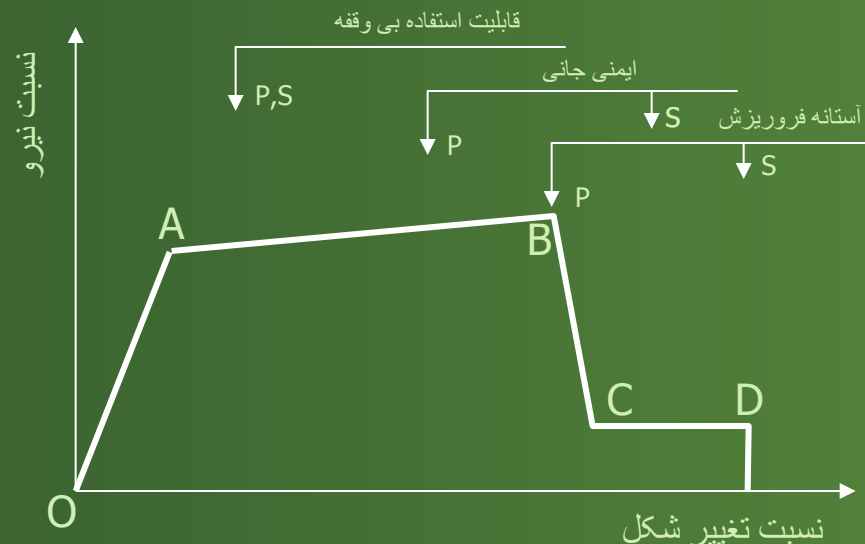


# قابلهای مهاربندی شده همگرا

## معیارهای پذیرش

### روشهای غیرخطی

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



معیار پذیرش تغییر شکل

# معیار پذیرش در روش های غیر خطی

| زاویه چرخش خمیری، رادیان    |      |            |      |            | جزء/تلاش                                                 |
|-----------------------------|------|------------|------|------------|----------------------------------------------------------|
| اعضای غیر اصلی              |      | اعضای اصلی |      | کلیه اعضاء |                                                          |
| CP                          | LS   | CP         | LS   | IO         |                                                          |
| تیر پیوند EBF               |      |            |      |            |                                                          |
| ۰٫۱۶                        | ۰٫۱۴ | ۰٫۱۴       | ۰٫۱۱ | ۰٫۰۰۵      | الف: $e \leq 1.6M_{CE} / V_{CE}$                         |
| مشابه با مقادیر در تیرها    |      |            |      |            | ب: $e \geq 2.6M_{CE} / V_{CE}$                           |
| با استفاده از درون یابی خطی |      |            |      |            | پ: $1.6M_{CE} / V_{CE} \prec e \prec 2.6M_{CE} / V_{CE}$ |

مقادیر داده شده برای تیرهای پیوندی است که حداقل دارای سه سخت کننده قائم در جان تیر پیوند باشند. هرگاه سخت کننده قائمی به کارنرفته باشد، مقادیر داده شده باید نصف شوند. برای جانهای با يك یا دو سخت کننده قائم مقادیر معیار پذیرش با استفاده از درون یابی خطی بین مقادیر داده شده برای سه سخت کننده و بدون سخت کننده قابل محاسبه می باشند.



# سیستم ها و اجزای سازه ای

## قابهای فولادی مهاربندی شده

قابهای مهاربندی شده واگرا (بند ۵-۵-۳)

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



# قابهای فولادی مهاربندی شده

## راهکارهای بهسازی

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