# www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران

@icivilir

icivil.ir

بسم الله الرحمن الرحیم

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



## فهرست پروژه


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| مقدمه ---------- | ۳ |
| بخش اول: معرفی پروژه ---------- | ۴ |
| بخش دوم: مدلسازی، تحلیل و طراحی با استفاده از نرم افزار---------- | ۶ |
| بخش سوم: طراحی لرزه‌ای دستی ---------- | ۲۵ |
| - طراحی لرزه‌ای دستی ستون ---------- | ۲۶ |
| - طراحی لرزه‌ای دستی تیر ---------- | ۳۵ |
| - قطع آرماتورهای خمشی تیرها ---------- | ۴۳ |
| - طراحی لرزه‌ای دستی دیوار برشی ---------- | ۴۵ |

**مقدمه**

در این پروژه یک قاب دوبعدی بتنی ۵ طبقه به صورت دستی و همچنین با استفاده از نرم‌افزار تحلیل و طراحی لرزه‌ای می‌شود. درتمامی مراحل انجام این پروژه از جدیدترین آیین نامه های بارگذاری و طراحی ایران (آیین نامه های مقررات ملی ساختمان) استفاده شده است. همچنین طراحی نرم افزاری نیز با استفاده از آیین نامه ACI318-14 که تطابق خوبی با آیین نامه مبحث نهم مقررات ملی دارد انجام شده است. در انجام این پروژه از افراد زیادی کمک گرفته و همین جا از همه کسانی که ما را در انجام این پروژه یاری نمودند کمال تشکر را داریم. همچنین از همه اساتید محترم گروه عمران مجتمع آموزش عالی جهاد دانشگاهی خوزستان بویژه جناب آقای دکتر سیاه‌پلو برای زحمات بی پایانی که می‌کشند تشکر ویژه می نماییم.

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



# بخش اول

# معرفی پروژه

**معرفی پروژه**

- محل احداث پروژه: اهواز
- نوع کاربری طبقات: مسکونی
- تعداد طبقات: ۵ طبقه
- آیین نامه بارگذاری ثقلی: مبحث ششم مقررات ملی ویرایش سوم ۱۳۹۲
- شدت بار مرده: ۳۶۰۰ کیلوگرم بر متر
- شدت بار زنده: ۱۲۰۰ کیلوگرم بر متر
- آیین نامه بارگذاری زلزله: استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم
- آیین نامه طراحی المانهای بتنی: مبحث نهم مقررات ملی ویرایش ۱۳۹۲
- نوع سیستم سازه ای: سیستم دوگانه قاب خمشی بتنی متوسط + دیوار برشی متوسط
- نوع بتن مصرفی: از نوع C25 با تنش فشاری ۲۵ مگاپاسکال
- نوع فولاد مصرفی: از نوع AII با تنش تسلیم ۴۰۰ مگاپاسکال
- نوع خاک: نوع III
- نرم افزار مورد استفاده جهت تحلیل و طراحی سازه: ETABS 2015

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

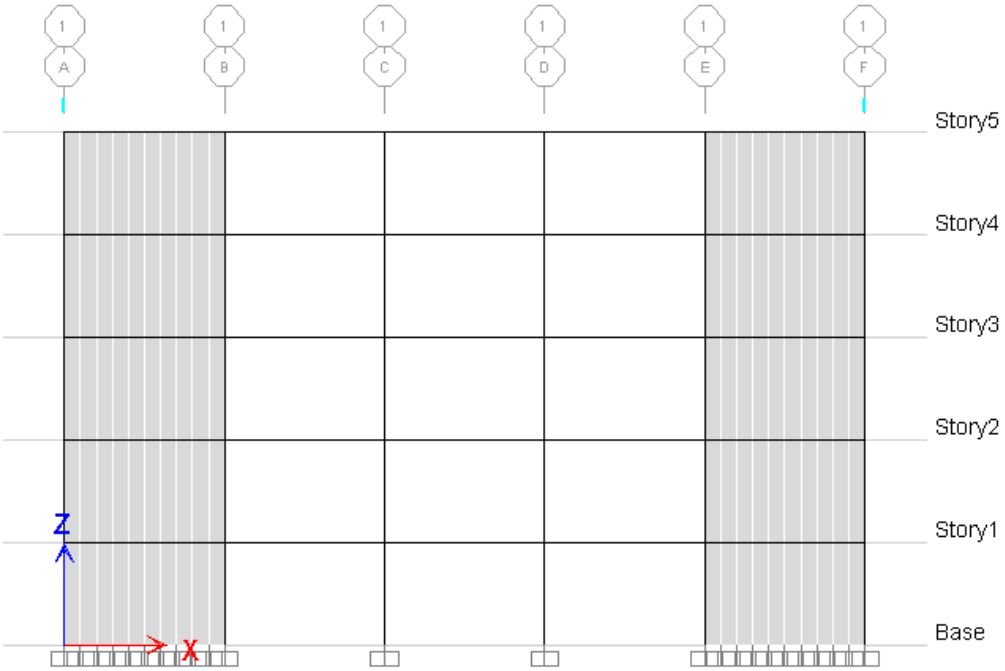


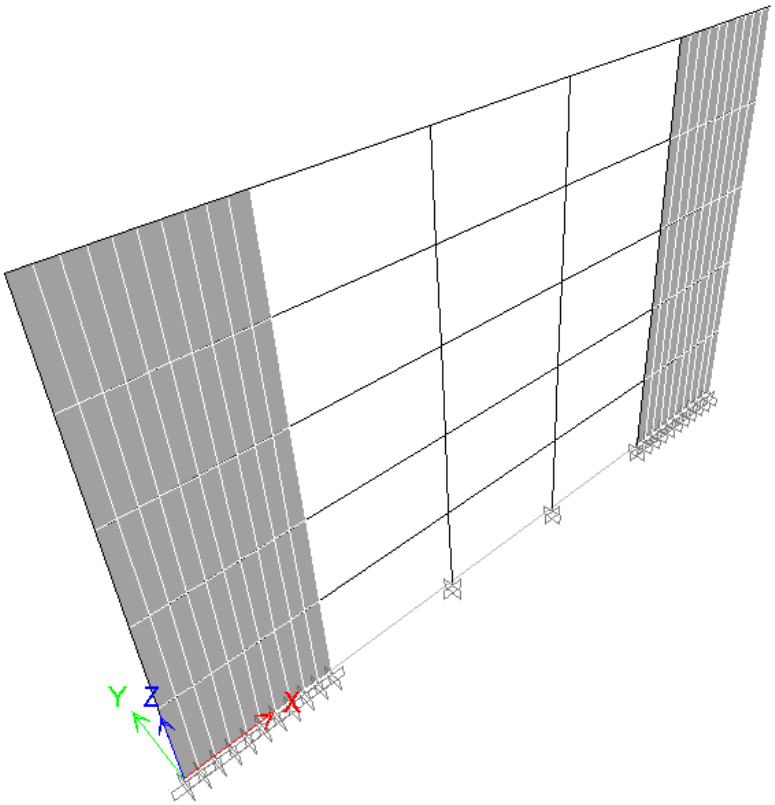
# بخش دوم

# مدلسازی، تحلیل و طراحی

## با استفاده از نرم افزار ETABS 2015

## مدل نرم افزاری قاب



www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



**محاسبه ضریب زلزله**

ضریب زلزله ساختمان از رابطه زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$C = \frac{ABI}{R} \qquad (۲-۲)$$

در این رابطه داریم:

A: ضریب شتاب مبنای طرح، B : ضریب بازتاب ساختمان، I : ضریب اهمیت ساختمان، R : ضریب رفتار سازه

در ادامه به بیان نحوه محاسبه هریک از پارامترها پرداخته شده است.

- ضریب شتاب مبنای طرح (A):

این پارامتر در رابطه ضریب زلزله، تاثیر لرزه‌خیزی منطقه در نیروی زلزله وارد بر سازه را در نظر می‌گیرد. بند (۲-۲) از ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰، پهنه کشور را در بحث لرزه‌خیزی به چهار منطقه تقسیم کرده است که ضریب A برای هریک از این مناطق از جدول زیر تعیین می‌شود. لازم به ذکر است که لیست کامل پهنه‌بندی شهرهای مختلف ایران در پیوست (۱) ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ موجود می‌باشد.

| منطقه | توصیف | نسبت شتاب مبنای طرح به شتاب ثقل (A) |
|---|---|---|
| ۱ | پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد | ۰,۳۵ |
| ۲ | پهنه با خطر نسبی زیاد | ۰,۳ |
| ۳ | پهنه با خطر نسبی متوسط | ۰,۲۵ |
| ۴ | پهنه با خطر نسبی کم | ۰,۲ |

در این پروژه، همانطور که بیش از این بیان شد، محل پروژه در شهر اهواز می‌باشد که با توجه به اینکه این شهر طبق پیوست (۱) استاندارد۲۸۰۰ جزو مناطق با خطر نسبی متوسط می‌باشد، مقدار شتاب مبنای طرح برابر ۰,۲۵ درنظر گرفته می‌شود.

- ضریب بازتاب ساختمان (B):

این پارامتر بیان می‌کند که شتاب ارتعاش سازه، چه ضریبی از شتاب سنگ بستر زیر سازه است. به همین دلیل مقدار ضریب بازتاب به ویژگی‌های خاک زیر سازه و زمان تناوب ارتعاش سازه وابسته است که برای محاسبه آن می‌بایست در ابتدا زمان تناوب سازه با توجه به سیستم سازه‌ای آن محاسبه شود. در مهندسی زلزله، زمان یک ارتعاش کامل سازه را زمان تناوب نامیده و آن را با پارامتر T نشان می‌دهیم. روابط ارائه شده برای زمان تناوب سازه‌های ساختمانی متعارف که اصطلاحا به آنها روابط تجربی محاسبه زمان تناوب گفته

می‌شود به صورت زیر محاسبه می‌شود.

۱) سیستم قاب خمشی بتنی:

- اگر جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها ایجاد نکنند، زمان تناوب سازه از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$T = 0.05H^{0.9}$$

- اگر جداگرهای میانقابی مانعی برای حرکت قاب‌ها محسوب شوند، زمان تناوب سازه از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$T = 0.8 \times 0.05H^{0.9}$$

۲) سایر سیستم‌های ساختمانی:

- درصورت وجود یا عدم وجود جداگرهای میانقابی زمان تناوب سازه از رابطه زیرمحاسبه می‌شود.

$$T = 0.05H^{0.75}$$

در این روابط، H ارتفاع محاسباتی ساختمان از تراز پایه است.

در این پروژه سیستم باربرجانی از نوع سیستم دوگانه قاب خمشی و دیواربرشی متوسط می باشد و دوره تناوب سازه از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$T = 0.05H^{0.75} = 0.05(5(3.2))^{0.75} = 0.4\ s$$

پس از محاسبه زمان تناوب سازه می‌بایست پارامترهای مرتبط با خاک را با استفاده از جدول زیر و برحسب نوع خاک و میزان خطر لرزه‌خیزی منطقه به‌دست آورد. پارامترهای مربوط به پروژه حاضر، با توجه به خطر لزره‌خیزی متوسط و نوع خاک منطقه که از نوع III می‌باشد، در جدول مشخص شده‌اند.

| نوع زمین | $T_0$ | $T_s$ | خطر نسبی کم و متوسط | | خطر نسبی زیاد و خیلی زیاد | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | S | $S_0$ | S | $S_0$ |
| I | ۰,۱ | ۰,۴ | ۱,۵ | ۱ | ۱,۵ | ۱ |
| II | ۰,۱ | ۰,۵ | ۱,۵ | ۱ | ۱,۵ | ۱ |
| III | ۰,۱۵ | ۰,۷ | ۱,۷۵ | ۱,۱ | ۱,۷۵ | ۱,۱ |
| IV | ۰,۱۵ | ۱ | ۲,۲۵ | ۱,۳ | ۱,۷۵ | ۱,۱ |

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



در نهایت ضریب بازتاب سازه با توجه به میزان لرزه‌خیزی منطقه از روابط زیر محاسبه می‌شود.

الف) برای پهنه‌های با خطر نسبی خیلی زیاد و زیاد:

$$B=\begin{cases} S_0+(S-S_0+1)\left(\frac{T}{T_0}\right) & 0\le T\le T_0 \\ (S+1) & T_0<T\le T_s \\ (S+1)\left(\frac{T_s}{T}\right)\times\left(\frac{0.7}{4-T_s}(T-T_s)+1\right) & T_s<T\le s \\ 1.7(S+1)\left(\frac{T_s}{T}\right) & T>4s \end{cases}$$

ب) برای پهنه‌های با خطر نسبی متوسط و کم:

$$B=\begin{cases} S_0+(S-S_0+1)\left(\frac{T}{T_0}\right) & 0\le T\le T_0 \\ (S+1) & T_0<T\le T_s \\ (S+1)\left(\frac{T_s}{T}\right)\times\left(\frac{0.4}{4-T_s}(T-T_s)+1\right) & T_s<T\le s \\ 1.4(S+1)\left(\frac{T_s}{T}\right) & T>4s \end{cases}$$

در این پروژه داریم:

$$T_0=0.15<T=0.4\,s\le T_s=0.7\rightarrow B=(S+1)=1.75+1=2.75$$

- ضریب اهمیت ساختمان (I):

استاندارد ۲۸۰۰، تاثیر اهمیت ساختمان در مقدار نیروی زلزله طراحی را با کمک ضریبی به نام ضریب اهمیت در نظر می‌گیرد. برای این منظور، بند (۳-۳-۴) از ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ ساختمان‌ها را از لحاظ اهمیت به چهار گروه تقسیم کرده است که ضریب I برای هریک از گروه‌ها با استفاده از جدول زیر به‌دست می‌آید. در بند (۱-۶) ویرایش چهارم استاندارد ۲۸۰۰ تقسیم‌بندی چهارگانه ساختمان‌ها بر اساس کاربری آنها بیان شده است که ساختمان پروژه حاضر که کاربری آن مسکونی است جزو ساختمان‌های گروه۳ با درجه اهمیت متوسط، می‌باشد.

| گروه‌بندی ساختمان‌ها بر حسب اهمیت | درجه اهمیت | ضریب اهمیت |
|---|---|---|
| گروه ۱ | خیلی زیاد | ۱,۴ |
| گروه ۲ | زیاد | ۱,۲ |
| گروه ۳ | متوسط | ۱ |
| گروه ۴ | کم | ۰,۸ |

- ضریب رفتار سازه (R):

ضریب رفتار ساختمان، پارامتری است که به سازه اجازه می‌دهد با ورود به محدوده غیرخطی، انرژس ناشی از زلزله که در سازه به وجود آمده است را مستهلک کرده و در نهایت نیروی طراحی زلزله را کاهش دهد. در جدول (۳-۴) از ویرایش چهارم آیین نامه ۲۸۰۰، مقدار ضریب رفتار برای سیستم‌های سازه‌ای مختلف ارائه شده است. با توجه به اینکه در این پروژه از سیستم دوگانه قاب خمشی و دیوار برشی متوسط استفاده شده است، مقدار ضریب رفتار سازه برابر ۶ می‌باشد..

و در نهایت داریم:

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.25 \times 2.75 \times 1}{6} = 0.11458$$

**ترکیبات بار مورد استفاده**

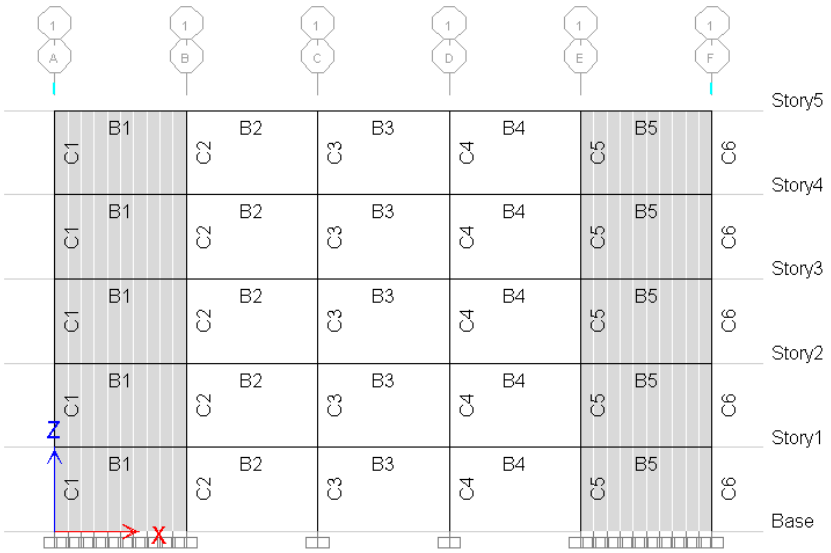
| | |
|---|---|
| COMB1 | 1.25D+1.5L |
| COMB2 | D+1.2L+0.84EX |
| COMB3 | D+1.2L-0.84EX |
| COMB4 | 0.85D+0.84EX |
| COMB5 | 0.85D-0.84EX |

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



## خروجی‌های طراحی قاب با استفاده از نرم‌افزار ETABS2015

راهنما نامگذاری مقاطع:




خروجی طراحی ستونها:

| Story | Label | Design Section | Station | As,min | As | Mid Bar As | Corner Bar As | At V Major | Errors |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m | $mm^2$ | $mm^2$ | $mm^2$ | $mm^2$ | $mm^2/mm$ | |
| Story5 | C1 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C1 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C1 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C2 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C2 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C2 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C3 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C3 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C3 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C4 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C4 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C4 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C5 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C5 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C5 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C6 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C6 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story5 | C6 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C1 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C1 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C1 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C2 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C2 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C2 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story4 | C3 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C3 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C3 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C4 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C4 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C4 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C5 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C5 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C5 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C6 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C6 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story4 | C6 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C1 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C1 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C1 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C2 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C2 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C2 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C3 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C3 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C3 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C4 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C4 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C4 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C5 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C5 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C5 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C6 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C6 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story3 | C6 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C1 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C1 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C1 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C2 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C2 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C2 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C3 | C30X30 | 0 | 900 | 2698.1 | 224.84 | 224.84 | 0 | No Message |
| Story2 | C3 | C30X30 | 1.425 | 900 | 2613.3 | 217.77 | 217.77 | 0 | No Message |
| Story2 | C3 | C30X30 | 2.85 | 900 | 2652.2 | 221.02 | 221.02 | 0 | No Message |
| Story2 | C4 | C30X30 | 0 | 900 | 2698.1 | 224.84 | 224.84 | 0 | No Message |
| Story2 | C4 | C30X30 | 1.425 | 900 | 2613.3 | 217.77 | 217.77 | 0 | No Message |
| Story2 | C4 | C30X30 | 2.85 | 900 | 2652.2 | 221.02 | 221.02 | 0 | No Message |
| Story2 | C5 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C5 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C5 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C6 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C6 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story2 | C6 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story1 | C1 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story1 | C1 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story1 | C1 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story1 | C2 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0.26365 | No Message |
| Story1 | C2 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0.26365 | No Message |
| Story1 | C2 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0.26365 | No Message |
| Story1 | C3 | C30X30 | 0 | 900 | 1174.6 | 439.55 | 439.55 | 0 | No Message |
| Story1 | C3 | C30X30 | 1.425 | 900 | 1131.7 | 435.97 | 435.97 | 0 | No Message |
| Story1 | C3 | C30X30 | 2.85 | 900 | 1127 | 435.58 | 435.58 | 0 | No Message |
| Story1 | C4 | C30X30 | 0 | 900 | 1174.6 | 439.55 | 439.55 | 0 | No Message |
| Story1 | C4 | C30X30 | 1.425 | 900 | 1131.7 | 435.97 | 435.97 | 0 | No Message |
| Story1 | C4 | C30X30 | 2.85 | 900 | 1127 | 435.58 | 435.58 | 0 | No Message |
| Story1 | C5 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0.26365 | No Message |
| Story1 | C5 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0.26365 | No Message |
| Story1 | C5 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0.26365 | No Message |
| Story1 | C6 | C30X30 | 0 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story1 | C6 | C30X30 | 1.425 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |
| Story1 | C6 | C30X30 | 2.85 | 900 | 900 | 75 | 75 | 0 | No Message |

## خروجی طراحی تیرها:

| Story | Label | Design Section | Station | As,min Top | As Top | As,min Bottom | As Bottom | At Shear |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m | mm² | mm² | mm² | mm² | mm²/mm |
| Story5 | B2 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1377.2 | 369.11 | 418.07 | 1.05025 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 609.19 | 329.21 | 329.21 | 0.70458 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 1.09 | 329.21 | 329.21 | 329.21 | 329.21 | 0.35892 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 1.56 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 519.06 | 0.01326 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 2.03 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 750.92 | 0 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 2.5 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 843.49 | 0 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 2.97 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 788.62 | 0 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 3.44 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 591.14 | 0 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 3.91 | 329.21 | 329.21 | 355.86 | 355.86 | 0.2477 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 411.71 | 329.21 | 329.21 | 0.59337 |
| Story5 | B2 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1090.2 | 369.11 | 369.11 | 0.93903 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1200.2 | 369.11 | 369.23 | 0.99464 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 482.48 | 291.32 | 291.32 | 0.64898 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 1.09 | 291.32 | 291.32 | 313.01 | 313.01 | 0.30331 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 1.56 | 291.32 | 291.32 | 369.11 | 575.01 | 0 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 2.03 | 291.32 | 291.32 | 369.11 | 790.75 | 0 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 2.5 | 291.32 | 291.32 | 369.11 | 864.86 | 0 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 2.97 | 291.32 | 291.32 | 369.11 | 790.75 | 0 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 3.44 | 291.32 | 291.32 | 369.11 | 575.01 | 0 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 3.91 | 291.32 | 291.32 | 313.01 | 313.01 | 0.30331 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 482.48 | 291.32 | 291.32 | 0.64898 |
| Story5 | B3 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1200.2 | 369.11 | 369.23 | 0.99464 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1090.2 | 369.11 | 369.11 | 0.93903 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 411.71 | 329.21 | 329.21 | 0.59337 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 1.09 | 329.21 | 329.21 | 355.86 | 355.86 | 0.2477 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 1.56 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 591.14 | 0 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 2.03 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 788.62 | 0 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 2.5 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 843.49 | 0 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 2.97 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 750.92 | 0 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 3.44 | 329.21 | 329.21 | 369.11 | 519.06 | 0.01326 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 3.91 | 329.21 | 329.21 | 329.21 | 329.21 | 0.35892 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 609.19 | 329.21 | 329.21 | 0.70458 |
| Story5 | B4 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1377.2 | 369.11 | 418.07 | 1.05025 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 0.15 | 0 | 0 | 4.47 | 4.47 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 0.5 | 15.49 | 15.49 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 0.5 | 16.22 | 16.22 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 1 | 15.69 | 15.69 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 1 | 15.99 | 15.99 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 1.5 | 16.09 | 16.09 | 3.76 | 3.76 | 0 |

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story5 | B1 | B35X25 | 1.5 | 16.15 | 16.15 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 2 | 16.7 | 16.7 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 2 | 16.59 | 16.59 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 2.5 | 17.58 | 17.58 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 2.5 | 17.32 | 17.32 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 3 | 18.84 | 18.84 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 3 | 18.43 | 18.43 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 3.5 | 20.75 | 20.75 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 3.5 | 20.12 | 20.12 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 4 | 23.84 | 23.84 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 4 | 22.82 | 22.82 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 4.5 | 29.31 | 29.31 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 4.5 | 27.34 | 27.34 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B1 | B35X25 | 4.85 | 15.05 | 15.05 | 7.52 | 7.52 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 0.15 | 15.05 | 15.05 | 7.52 | 7.52 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 0.5 | 27.34 | 27.34 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 0.5 | 29.31 | 29.31 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 1 | 22.82 | 22.82 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 1 | 23.84 | 23.84 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 1.5 | 20.12 | 20.12 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 1.5 | 20.75 | 20.75 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 2 | 18.43 | 18.43 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 2 | 18.84 | 18.84 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 2.5 | 17.32 | 17.32 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 2.5 | 17.58 | 17.58 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 3 | 16.59 | 16.59 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 3 | 16.7 | 16.7 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 3.5 | 16.15 | 16.15 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 3.5 | 16.09 | 16.09 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 4 | 15.99 | 15.99 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 4 | 15.69 | 15.69 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 4.5 | 16.22 | 16.22 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 4.5 | 15.49 | 15.49 | 3.76 | 3.76 | 0 |
| Story5 | B5 | B35X25 | 4.85 | 0 | 0 | 4.47 | 4.47 | 0 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1397.1 | 369.11 | 423.45 | 1.05986 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 621.95 | 333.38 | 333.38 | 0.7142 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 1.09 | 333.38 | 333.38 | 333.38 | 333.38 | 0.36854 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 1.56 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 515.5 | 0.02287 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 2.03 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 749.95 | 0 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 2.5 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 845.27 | 0 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 2.97 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 793.13 | 0 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 3.44 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 598.13 | 0 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 3.91 | 333.38 | 333.38 | 367.98 | 367.98 | 0.23809 |
| Story4 | B2 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 400.75 | 333.38 | 333.38 | 0.58375 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story4 | B2 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1066.6 | 369.11 | 369.11 | 0.92941 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1213.2 | 369.11 | 372.9 | 0.99464 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 493.9 | 294.16 | 294.16 | 0.64898 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 1.09 | 294.16 | 294.16 | 302.38 | 302.38 | 0.30331 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 1.56 | 294.16 | 294.16 | 369.11 | 566.4 | 0 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 2.03 | 294.16 | 294.16 | 369.11 | 781.7 | 0 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 2.5 | 294.16 | 294.16 | 369.11 | 855.64 | 0 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 2.97 | 294.16 | 294.16 | 369.11 | 781.7 | 0 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 3.44 | 294.16 | 294.16 | 369.11 | 566.4 | 0 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 3.91 | 294.16 | 294.16 | 302.38 | 302.38 | 0.30331 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 493.9 | 294.16 | 294.16 | 0.64898 |
| Story4 | B3 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1213.2 | 369.11 | 372.9 | 0.99464 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1066.6 | 369.11 | 369.11 | 0.92941 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 400.75 | 333.38 | 333.38 | 0.58375 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 1.09 | 333.38 | 333.38 | 367.98 | 367.98 | 0.23809 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 1.56 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 598.13 | 0 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 2.03 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 793.13 | 0 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 2.5 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 845.27 | 0 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 2.97 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 749.95 | 0 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 3.44 | 333.38 | 333.38 | 369.11 | 515.5 | 0.02287 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 3.91 | 333.38 | 333.38 | 333.38 | 333.38 | 0.36854 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 621.95 | 333.38 | 333.38 | 0.7142 |
| Story4 | B4 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1397.1 | 369.11 | 423.45 | 1.05986 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 0.15 | 0 | 0 | 4.21 | 4.21 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 0.5 | 16.42 | 16.42 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 0.5 | 17.11 | 17.11 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 1 | 16.56 | 16.56 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 1 | 17.18 | 17.18 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 1.5 | 16.57 | 16.57 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 1.5 | 17.24 | 17.24 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 2 | 16.51 | 16.51 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 2 | 17.26 | 17.26 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 2.5 | 16.39 | 16.39 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 2.5 | 17.23 | 17.23 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 3 | 16.27 | 16.27 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 3 | 17.19 | 17.19 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 3.5 | 16.35 | 16.35 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 3.5 | 17.25 | 17.25 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 4 | 17.21 | 17.21 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 4 | 17.76 | 17.76 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 4.5 | 20.22 | 20.22 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 4.5 | 19.58 | 19.58 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B1 | B35X25 | 4.85 | 4.77 | 4.77 | 2.39 | 2.39 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 0.15 | 4.77 | 4.77 | 2.39 | 2.39 | 0 |

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story4 | B5 | B35X25 | 0.5 | 19.58 | 19.58 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 0.5 | 20.22 | 20.22 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 1 | 17.76 | 17.76 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 1 | 17.21 | 17.21 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 1.5 | 17.25 | 17.25 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 1.5 | 16.36 | 16.36 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 2 | 17.19 | 17.19 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 2 | 16.27 | 16.27 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 2.5 | 17.23 | 17.23 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 2.5 | 16.39 | 16.39 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 3 | 17.26 | 17.26 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 3 | 16.51 | 16.51 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 3.5 | 17.24 | 17.24 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 3.5 | 16.57 | 16.57 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 4 | 17.18 | 17.18 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 4 | 16.56 | 16.56 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 4.5 | 17.11 | 17.11 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 4.5 | 16.42 | 16.42 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story4 | B5 | B35X25 | 4.85 | 0 | 0 | 4.21 | 4.21 | 0 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1373.3 | 369.11 | 417.01 | 1.0509 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 605.91 | 328.39 | 328.39 | 0.70524 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 1.09 | 328.39 | 328.39 | 328.39 | 328.39 | 0.35958 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 1.56 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 521.01 | 0.01391 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 2.03 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 752.6 | 0 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 2.5 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 844.78 | 0 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 2.97 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 789.47 | 0 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 3.44 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 591.59 | 0 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 3.91 | 328.39 | 328.39 | 356.05 | 356.05 | 0.24705 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 411.7 | 328.39 | 328.39 | 0.59271 |
| Story3 | B2 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1090.2 | 369.11 | 369.11 | 0.93837 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1213.3 | 369.11 | 372.91 | 0.99464 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 493.98 | 294.18 | 294.18 | 0.64898 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 1.09 | 294.18 | 294.18 | 302.26 | 302.26 | 0.30331 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 1.56 | 294.18 | 294.18 | 369.11 | 566.29 | 0 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 2.03 | 294.18 | 294.18 | 369.11 | 781.57 | 0 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 2.5 | 294.18 | 294.18 | 369.11 | 855.51 | 0 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 2.97 | 294.18 | 294.18 | 369.11 | 781.57 | 0 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 3.44 | 294.18 | 294.18 | 369.11 | 566.29 | 0 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 3.91 | 294.18 | 294.18 | 302.26 | 302.26 | 0.30331 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 493.98 | 294.18 | 294.18 | 0.64898 |
| Story3 | B3 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1213.3 | 369.11 | 372.91 | 0.99464 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1090.2 | 369.11 | 369.11 | 0.93837 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 411.7 | 328.39 | 328.39 | 0.59271 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 1.09 | 328.39 | 328.39 | 356.05 | 356.05 | 0.24705 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story3 | B4 | B35X35 | 1.56 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 591.59 | 0 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 2.03 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 789.47 | 0 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 2.5 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 844.78 | 0 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 2.97 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 752.6 | 0 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 3.44 | 328.39 | 328.39 | 369.11 | 521.01 | 0.01391 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 3.91 | 328.39 | 328.39 | 328.39 | 328.39 | 0.35958 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 605.91 | 328.39 | 328.39 | 0.70524 |
| Story3 | B4 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1373.3 | 369.11 | 417.01 | 1.0509 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 0.15 | 0 | 0 | 4.13 | 4.13 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 0.5 | 16.36 | 16.36 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 0.5 | 17.35 | 17.35 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 1 | 16.35 | 16.35 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 1 | 17.37 | 17.37 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 1.5 | 16.24 | 16.24 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 1.5 | 17.33 | 17.33 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 2 | 16.17 | 16.17 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 2 | 17.29 | 17.29 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 2.5 | 16.2 | 16.2 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 2.5 | 17.31 | 17.31 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 3 | 16.43 | 16.43 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 3 | 17.47 | 17.47 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 3.5 | 17.02 | 17.02 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 3.5 | 17.89 | 17.89 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 4 | 18.35 | 18.35 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 4 | 18.83 | 18.83 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 4.5 | 21.35 | 21.35 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 4.5 | 20.85 | 20.85 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B1 | B35X25 | 4.85 | 4.95 | 4.95 | 2.47 | 2.47 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 0.15 | 4.95 | 4.95 | 2.47 | 2.47 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 0.5 | 20.85 | 20.85 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 0.5 | 21.35 | 21.35 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 1 | 18.83 | 18.83 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 1 | 18.35 | 18.35 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 1.5 | 17.89 | 17.89 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 1.5 | 17.02 | 17.02 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 2 | 17.47 | 17.47 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 2 | 16.43 | 16.43 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 2.5 | 17.31 | 17.31 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 2.5 | 16.2 | 16.2 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 3 | 17.29 | 17.29 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 3 | 16.17 | 16.17 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 3.5 | 17.33 | 17.33 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 3.5 | 16.24 | 16.24 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 4 | 17.37 | 17.37 | 1.24 | 1.24 | 0 |

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story3 | B5 | B35X25 | 4 | 16.35 | 16.35 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 4.5 | 17.35 | 17.35 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 4.5 | 16.36 | 16.36 | 1.24 | 1.24 | 0 |
| Story3 | B5 | B35X25 | 4.85 | 0 | 0 | 4.13 | 4.13 | 0 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1338.8 | 369.11 | 407.61 | 1.03798 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 582.35 | 321.11 | 321.11 | 0.69231 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 1.09 | 321.11 | 321.11 | 321.11 | 321.11 | 0.34665 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 1.56 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 529.61 | 0.00098 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 2.03 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 757.36 | 0 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 2.5 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 845.29 | 0 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 2.97 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 785.69 | 0 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 3.44 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 583.85 | 0 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 3.91 | 321.11 | 321.11 | 341.24 | 341.24 | 0.25998 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 433.14 | 321.11 | 321.11 | 0.60564 |
| Story2 | B2 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1121.3 | 369.11 | 369.11 | 0.9513 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1217 | 369.11 | 373.95 | 0.99464 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 497.17 | 294.98 | 294.98 | 0.64898 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 1.09 | 294.98 | 294.98 | 299.34 | 299.34 | 0.30331 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 1.56 | 294.98 | 294.98 | 369.11 | 563.94 | 0 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 2.03 | 294.98 | 294.98 | 369.11 | 779.12 | 0 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 2.5 | 294.98 | 294.98 | 369.11 | 853.02 | 0 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 2.97 | 294.98 | 294.98 | 369.11 | 779.12 | 0 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 3.44 | 294.98 | 294.98 | 369.11 | 563.94 | 0 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 3.91 | 294.98 | 294.98 | 299.34 | 299.34 | 0.30331 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 497.17 | 294.98 | 294.98 | 0.64898 |
| Story2 | B3 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1217 | 369.11 | 373.95 | 0.99464 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1121.3 | 369.11 | 369.11 | 0.9513 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 433.14 | 321.11 | 321.11 | 0.60564 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 1.09 | 321.11 | 321.11 | 341.24 | 341.24 | 0.25998 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 1.56 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 583.85 | 0 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 2.03 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 785.69 | 0 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 2.5 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 845.29 | 0 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 2.97 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 757.36 | 0 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 3.44 | 321.11 | 321.11 | 369.11 | 529.61 | 0.00098 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 3.91 | 321.11 | 321.11 | 321.11 | 321.11 | 0.34665 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 582.35 | 321.11 | 321.11 | 0.69231 |
| Story2 | B4 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1338.8 | 369.11 | 407.61 | 1.03798 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 0.15 | 0 | 0 | 4.21 | 4.21 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 0.5 | 16.15 | 16.15 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 0.5 | 17.06 | 17.06 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 1 | 16.2 | 16.2 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 1 | 17.07 | 17.07 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 1.5 | 16.21 | 16.21 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 1.5 | 17.15 | 17.15 | 1.16 | 1.16 | 0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story2 | B1 | B35X25 | 2 | 16.23 | 16.23 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 2 | 17.26 | 17.26 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 2.5 | 16.25 | 16.25 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 2.5 | 17.36 | 17.36 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 3 | 16.35 | 16.35 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 3 | 17.49 | 17.49 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 3.5 | 16.72 | 16.72 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 3.5 | 17.77 | 17.77 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 4 | 17.85 | 17.85 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 4 | 18.52 | 18.52 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 4.5 | 20.81 | 20.81 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 4.5 | 20.43 | 20.43 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B1 | B35X25 | 4.85 | 4.64 | 4.64 | 2.32 | 2.32 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 0.15 | 4.64 | 4.64 | 2.32 | 2.32 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 0.5 | 20.43 | 20.43 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 0.5 | 20.81 | 20.81 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 1 | 18.52 | 18.52 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 1 | 17.85 | 17.85 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 1.5 | 17.77 | 17.77 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 1.5 | 16.72 | 16.72 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 2 | 17.49 | 17.49 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 2 | 16.35 | 16.35 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 2.5 | 17.36 | 17.36 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 2.5 | 16.25 | 16.25 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 3 | 17.26 | 17.26 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 3 | 16.23 | 16.23 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 3.5 | 17.15 | 17.15 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 3.5 | 16.21 | 16.21 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 4 | 17.07 | 17.07 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 4 | 16.2 | 16.2 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 4.5 | 17.06 | 17.06 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 4.5 | 16.15 | 16.15 | 1.16 | 1.16 | 0 |
| Story2 | B5 | B35X25 | 4.85 | 0 | 0 | 4.21 | 4.21 | 0 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1283.8 | 369.11 | 392.5 | 1.01736 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 544.52 | 309.39 | 309.39 | 0.6717 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 1.09 | 309.39 | 309.39 | 309.39 | 309.39 | 0.32603 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 1.56 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 543.91 | 0 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 2.03 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 765.61 | 0 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 2.5 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 846.85 | 0 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 2.97 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 780.48 | 0 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 3.44 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 572.38 | 0 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 3.91 | 309.39 | 309.39 | 318.78 | 318.78 | 0.28059 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 466.18 | 309.39 | 309.39 | 0.62625 |
| Story1 | B2 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1169.7 | 369.11 | 369.11 | 0.97192 |

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story1 | B3 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1221.4 | 369.11 | 375.18 | 0.99464 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 500.94 | 295.94 | 295.94 | 0.64898 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 1.09 | 295.94 | 295.94 | 295.94 | 295.94 | 0.30331 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 1.56 | 295.94 | 295.94 | 369.11 | 561.21 | 0 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 2.03 | 295.94 | 295.94 | 369.11 | 776.26 | 0 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 2.5 | 295.94 | 295.94 | 369.11 | 850.12 | 0 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 2.97 | 295.94 | 295.94 | 369.11 | 776.26 | 0 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 3.44 | 295.94 | 295.94 | 369.11 | 561.21 | 0 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 3.91 | 295.94 | 295.94 | 295.94 | 295.94 | 0.30331 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 500.94 | 295.94 | 295.94 | 0.64898 |
| Story1 | B3 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1221.4 | 369.11 | 375.18 | 0.99464 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 0.15 | 369.11 | 1169.7 | 369.11 | 369.11 | 0.97192 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 0.62 | 369.11 | 466.18 | 309.39 | 309.39 | 0.62625 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 1.09 | 309.39 | 309.39 | 318.78 | 318.78 | 0.28059 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 1.56 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 572.38 | 0 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 2.03 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 780.48 | 0 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 2.5 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 846.85 | 0 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 2.97 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 765.61 | 0 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 3.44 | 309.39 | 309.39 | 369.11 | 543.91 | 0 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 3.91 | 309.39 | 309.39 | 309.39 | 309.39 | 0.32603 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 4.38 | 369.11 | 544.52 | 309.39 | 309.39 | 0.6717 |
| Story1 | B4 | B35X35 | 4.85 | 369.11 | 1283.8 | 369.11 | 392.5 | 1.01736 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 0.15 | 0 | 0 | 3.96 | 3.96 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 0.5 | 17.07 | 17.07 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 0.5 | 18.03 | 18.03 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 1 | 17.25 | 17.25 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 1 | 18.36 | 18.36 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 1.5 | 17.22 | 17.22 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 1.5 | 18.42 | 18.42 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 2 | 17.19 | 17.19 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 2 | 18.39 | 18.39 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 2.5 | 17.28 | 17.28 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 2.5 | 18.4 | 18.4 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 3 | 17.58 | 17.58 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 3 | 18.56 | 18.56 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 3.5 | 18.25 | 18.25 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 3.5 | 19.01 | 19.01 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 4 | 19.59 | 19.59 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 4 | 19.98 | 19.98 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 4.5 | 22.23 | 22.23 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 4.5 | 21.89 | 21.89 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B1 | B35X25 | 4.85 | 4.76 | 4.76 | 2.38 | 2.38 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 0.15 | 4.76 | 4.76 | 2.38 | 2.38 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 0.5 | 21.89 | 21.89 | 1.19 | 1.19 | 0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Story1 | B5 | B35X25 | 0.5 | 22.23 | 22.23 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 1 | 19.98 | 19.98 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 1 | 19.59 | 19.59 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 1.5 | 19.01 | 19.01 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 1.5 | 18.25 | 18.25 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 2 | 18.56 | 18.56 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 2 | 17.58 | 17.58 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 2.5 | 18.4 | 18.4 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 2.5 | 17.28 | 17.28 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 3 | 18.39 | 18.39 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 3 | 17.19 | 17.19 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 3.5 | 18.42 | 18.42 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 3.5 | 17.22 | 17.22 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 4 | 18.36 | 18.36 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 4 | 17.25 | 17.25 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 4.5 | 18.03 | 18.03 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 4.5 | 17.07 | 17.07 | 1.19 | 1.19 | 0 |
| Story1 | B5 | B35X25 | 4.85 | 0 | 0 | 3.96 | 3.96 | 0 |

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



**خروجی طراحی دیوار برشی ها:**

P1 : دیواربرشی های دهانه AB

P2 : دیواربرشی های دهانه EF

| Story | Pier Label | Station | Pier Section | D/C Ratio | Leg X1 | Leg Y1 | Leg X2 | Leg Y2 | Shear Rebar | Errors |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | m | m | m | m | $mm^2/mm$ | |
| Story5 | P1 | Top | Pier1 | 0.04 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story5 | P1 | Bottom | Pier1 | 0.04 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story4 | P1 | Top | Pier1 | 0.07 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story4 | P1 | Bottom | Pier1 | 0.08 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story3 | P1 | Top | Pier1 | 0.11 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story3 | P1 | Bottom | Pier1 | 0.13 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story2 | P1 | Top | Pier1 | 0.15 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story2 | P1 | Bottom | Pier1 | 0.18 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story1 | P1 | Top | Pier1 | 0.18 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story1 | P1 | Bottom | Pier1 | 0.23 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story5 | P2 | Top | Pier1 | 0.04 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story5 | P2 | Bottom | Pier1 | 0.04 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story4 | P2 | Top | Pier1 | 0.07 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story4 | P2 | Bottom | Pier1 | 0.08 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story3 | P2 | Top | Pier1 | 0.11 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story3 | P2 | Bottom | Pier1 | 0.13 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story2 | P2 | Top | Pier1 | 0.15 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story2 | P2 | Bottom | Pier1 | 0.18 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story1 | P2 | Top | Pier1 | 0.18 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |
| Story1 | P2 | Bottom | Pier1 | 0.23 | 20 | 0 | 25 | 0 | 0.375 | No Message |

# بخش سوم

# طراحی لرزه‌ای دستی

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



## طراحی لرزه‌ای دستی ستون ها

### گام به گام طراحی لرزه‌ای ستون ها:

- **گام اول:** بدست آوردن لنگر خمشی حداکثر بالا و پایین ($M_1$ و $M_2$) و نیروی محوری حداکثر ستون مورد نظر با استفاده از تحلیل کامپیوتری تحت ترکیبات بارگذاری مبحث ششم مقررات ملی.

- **گام دوم:** کنترل محدودیت‌های هندسی مقطع ستون طبق بند ۹-۲۳-۳-۲-۱:

طبق این بند در ستون‌ها محدودیت‌های هندسی زیر باید رعایت شوند:

الف- عرض مقطع نباید کمتر از سه دهم بعد دیگر آن و نباید کمتر از ۲۵۰ میلیمتر باشد.

ب- نسبت عرض مقطع به طول آزاد ستون نباید از ۱/۲۵ (یک بیست و پنجم) کمتر باشد.

- **گام سوم:** کنترل لاغری ستون:

معیار تمایل به کمانش، نسبت طول موثر به شعاع ژیراسیون حداقل مقطع می‌باشد که اصطلاحا ضریب لاغزی نامیده می‌شود:

$$\text{ضریب لاغری} = \frac{kl_u}{r}$$

که در رابطه فوق:

$l_u$: طول آزاد مهار نشده ستون

r : شعاع ژیراسیون حداقل مقطع که برای مقاطع مستطیلی برابر ۰,۳ عرض مقطع می‌باشد.

k : ضریب طول موثر ستون که بستگی به شرایط تکیه گاهی دو انتهای ستون داشته و از جداول شکل ۸-۱۰ موجود در صفحه ۳۷۴ کتاب طراحی ساختمان‌های بتن مسلح تالیف مهندس شاپور طاحونی بدست می‌اید. ضریب طول موثر ستون در قاب های مهار شده کوچکتر یا مساوی ۱ می باشد و همواره می‌توان مقدار k را در قاب های مهار شده در جهت اطمینان برابر ۱ فرض نمود.

اگر ضریب لاغری ستون از حدود زیر کمتر باشد، می‌توان اثر لاغری را در طراحی ستون نادیده گرفت و در غیر اینصورت ستون لاغر بوده و به روش طراحی ستونهای لاغر(روش تشدید لنگر خمشی) طراحی می‌شود.

برای ستونهای مهار شده : $\frac{kl_u}{r} < 34 - 12\frac{M_{1b}}{M_{2b}} < 40$

برای ستونهای مهار نشده : $\frac{kl_u}{r} < 22$

**روش تشدید لنگر خمشی:**

در قطعات فشاری مهار شده، لنگر خمشی تشدید یافته از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$M_c = \delta_b M_2$$

$M_2$ : بزرگترین لنگر خمشی ضریبدار دو انتهای عضو فشاری که مقدار آن همواره مثبت فرض می‌شود.

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{\phi_n N_c}}$$

$\delta_b$ : ضریب تشدید لنگر برای ستون مهار شده

$N_u$ : بار محوری ضریبدار

$\phi_n$ : ضریب تقلیل ظرفیت مساوی ۰٫۷۵

$C_m$ : ضریب یکنواختی لنگر که از رابطه زیر بدست می آید:

$$C_m = \begin{cases} 0.6 + 0.4(\frac{M_1}{M_2}) \geq 0.4 & \text{: عدم وجود بار جانبی در طول عضو} \\ 1 & \text{: وجود بار جانبی در طول عضو} \end{cases}$$

علامت $M_1/M_2$ در صورت هم جهت بودن لنگرها (انحنای مضاعف) منفی و در صورت خلاف جهت بودن لنگرها (انحنای ساده) مثبت است.

$N_c$ : بار کمانشی اولر که از رابطه زیر بدست می آید:

$$N_c = \frac{\pi^2 EI_e}{(kl_u)^2}$$

به طور تقریبی : $EI_e = 0.25E_cI_g$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



$I_g$ : ممان اینرسی کلی مقطع ($mm^2$)

$E_c$ : مدول الاستیسیته بتن مصرفی که از رابطه زیر به دست می آید:

$$E_c(N/mm^2) = 5000\sqrt{f_c}$$

– **گام چهارم:** طراحی و کنترل نسبت آرماتور طولی ستون

طراحی ستون با استفاده از نمودارهای اندرکنش طراحی ستون موجود در صفحات ۴۰۶ تا ۴۱۱ کتاب طراحی ساختمان های بتن مسلح تالیف مهندس شاپور طاحونی صورت می‌گیرد. برای استفاده از این نمودارها می بایست ابتدا پارامترهای زیر تعیین شوند:

$$\frac{N_u}{\phi_c f_c bh}$$

$$\frac{M_u}{\phi_c f_c bh^2}$$

$$\gamma = \frac{h - 2d'}{h}$$

$\phi_c$ : ضریب تقلیل مقاومت بتن مساوی ۰٫۶۵

پس از آن با استفاده از این سه پارامتر و نمودار طراحی مورد نظر مقدار $m\rho$ به دست می آید. در نهایت با محاسبه مقدار ضریب m از رابطه زیر نسبت آرماتور طولی به دست می‌آید.

$$m = \frac{\phi_s f_y}{\phi_c(\alpha_1) f_c}$$

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015 f_c(mpa)$$

$\phi_s$ : ضریب تقلیل مقاومت فولاد مساوی ۰٫۸۵

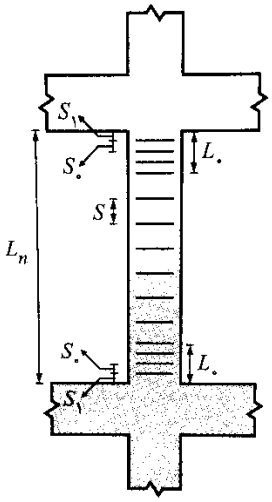
**– کنترل نسبت آرماتور طولی طبق بند ۹-۲۳-۳-۲-۲ مبحث نهم مقررات ملی**

طبق این بند در ستون ها نسبت آرماتور طولی نباید کمتر از ۱ درصد و بیشتر از ۴٫۵ درصد در نظر گرفته شود. همچنین حداکثر مقدار آرماتور در محل وصله ها برابر شش درصد سطح مقطع کل می باشد. ضمن اینکه فاصله محور تا محور میلگردهای طولی از یکدیگر نباید بیشتر از ۲۰۰ میلی متر باشد.

نکته: در مواردی که آرماتور طولی از نوع S400 است نسبت آرماتور در خارج از محل وصله ها به حداکثر ۳ درصد محدود می‌شود.

- **گام پنجم:** طراحی میلگرد عرضی ستون (خاموت)

ضوابط خاموت گذاری در ستونها طبق بند ۹-۲۳-۳-۲-۲ مبحث نهم مقررات ملی به شکل زیر می باشد.




$$S \leq \min(12d_b, 36d_v, b, 250mm)$$

$$L_0 = \max(\frac{L_n}{6}, h, 450\ mm)$$

$$S_0 \leq \min(8d_b, 24d_v, \frac{b}{2}, 300mm)$$

$$S_1 \leq \frac{S_0}{2}$$

$$d_v \geq 8\ mm$$

در این روابط داریم:

$L_0$ : طول ناحیه بحرانی ستون

$S_0$ : فاصله خاموت ها در طول ناحیه بحرانی ستون

$S_1$ : فاصله اولین خاموت از بر اتصال ستون به تیر

S : فاصله خاموت ها در خارج از ناحیه بحرانی ستون

$L_n$ : ارتفاع آزاد ستون

b : بعد کوچکتر ستون

h : بعد بزرگتر ستون

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



$d_b$ : قطر میلگرد طولی ستون

$d_v$ : قطر میلگرد عرضی (خاموت) ستون

## طراحی لرزه‌ای دستی ستون A1

$$\begin{cases} b = h = 300\ mm \\ f_c = 25\ mpa \\ f_y = 400\ mpa \\ L_n = 3.2 - 0.3 = 2.9\ m \end{cases}$$

- نیروهای داخلی ستون مورد نظر از نتایج تحلیل کامپیوتری:

$$\begin{cases} M_1 = 0.26\ KN.m \\ M_2 = -2.14\ KN.m \\ N_u = 546.63\ KN \end{cases}$$

- کنترل محدودیت‌های هندسی:

$$b = 300\ mm > 0.3(h) = 0.3(300) = 90\ mm \rightarrow\ ok$$

$$b = 300\ mm > 250\ mm\ \rightarrow ok$$

$$\frac{b}{L_n} = \frac{300}{2900} = 0.103\ > \frac{1}{25} = 0.04 \rightarrow\ ok$$

- کنترل لاغری ستون:

$$\frac{kl_u}{r} = \frac{1 \times 2900}{0.3(300)} = 32.22 < 40$$

$$34 - 12\frac{M_{1b}}{M_{2b}} = 34 - 12\left(\frac{0.26}{2.14}\right) = 32.54 > \frac{kl_u}{r} \rightarrow$$ نادیده گرفتن اثر لاغری

- طراحی آرماتور طولی ستون:

$$\frac{N_u}{\phi_c f_c bh} = \frac{546.63 \times 10^3}{0.65 \times 25 \times 300^2} = 0.374$$

$$\frac{M_u}{\phi_c f_c bh^2} = \frac{2.14 \times 10^6}{0.65 \times 25 \times 300^3} = 0.0049$$

$$\gamma = \frac{h - 2d'}{h} = \frac{300 - 2(60)}{300} = 0.6$$

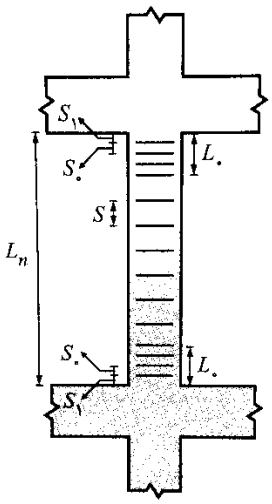
از نمودارهای طراحی ستون : $m\rho = 0 \rightarrow \rho = 0$

- کنترل نسبت آرماتور طولی:

$$\rho_{min} = 0.01 \rightarrow A_s = 0.01 \times 300^2 = 900\ mm^2 \rightarrow use\ 4\varphi 18\ (A_s = 1017.9\ mm^2)$$

- طراحی میلگرد عرضی ستون (خاموت):

از خاموت با قطر ۸ میلیمتر استفاده می‌شود.




$$S \leq \min(12d_b, 36d_v, b, 250mm) = \min\{12(18), 36(8), 300\ mm, 250\ mm\} = 216\ mm$$

در خارج از ناحیه بحرانی : $use\ \varphi 8@200\ mm$

$$L_0 = \max\left(\frac{L_n}{6}, h, 450\ mm\right) = \max\left(\frac{2900}{6}, 300\ mm, 450\ mm\right) = 483.33\ mm \approx 500\ mm$$

$$S_0 \leq \min\left(8d_b, 24d_v, \frac{b}{2}, 300mm\right) = \min\left\{8(18), 24(8), \frac{300}{2}\ mm, 300\ mm\right\} = 144\ mm$$

در ناحیه بحرانی : $use\ \varphi 8@140\ mm$

$$S_1 \leq \frac{S_0}{2} = \frac{140}{2} = 70\ mm\ \rightarrow S_1 = 50\ mm$$

- کنترل فاصله میلگردهای طولی:

$$\text{فاصله میلگردها} = \frac{b - 2cover - 2d_v - 2 \times \frac{1}{2} d_b}{\text{تعداد میلگردها در هر طرف} - 1} = \frac{300 - 2(50) - 2(8) - 2 \times \frac{1}{2}(18)}{2 - 1}$$

$$= 166\ mm < 200\ mm \rightarrow ok$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



## طراحی لرزه‌ای دستی ستون C1

$$\begin{cases} b = h = 300\ mm \\ f_c = 25\ mpa \\ f_y = 400\ mpa \\ L_n = 3.2 - 0.3 = 2.9\ m \end{cases}$$

- نیروهای داخلی ستون مورد نظر از نتایج تحلیل کامپیوتری:

$$\begin{cases} M_1 = 1.57\ KN.m \\ M_2 = -3.25\ KN.m \\ N_u = 1622\ KN \end{cases}$$

- کنترل محدودیت‌های هندسی:

$$b = 300\ mm > 0.3(h) = 0.3(300) = 90\ mm \rightarrow\ ok$$

$$b = 300\ mm > 250\ mm\ \rightarrow ok$$

$$\frac{b}{L_n} = \frac{300}{2900} = 0.103\ > \frac{1}{25} = 0.04 \rightarrow\ ok$$

- کنترل لاغری ستون:

$$\frac{kl_u}{r} = \frac{1 \times 2900}{0.3(300)} = 32.22 < 40$$

$$34 - 12\frac{M_{1b}}{M_{2b}} = 34 - 12\left(\frac{1.57}{3.25}\right) = 28.2 < \frac{kl_u}{r} \rightarrow$$ درنظر گرفتن اثر لاغری

- تشدید لنگر خمشی:

$$C_m = 0.6 + 0.4\left(\frac{M_1}{M_2}\right) = 0.6 + 0.4\left(\frac{1.57}{3.25}\right) = 0.79 \geq 0.4$$

$$E_c = 5000\sqrt{f_c} = 5000\sqrt{25} = 25000\ mpa$$

$$EI_e = 0.25E_cI_g = 0.25(25000)\left(\frac{300^4}{12}\right) = 4.22 \times 10^{12}$$

$$N_c = \frac{\pi^2 EI_e}{(kl_u)^2} = \frac{\pi^2(4.22 \times 10^{12})}{(1 \times 2900)^2} = 4.95 \times 10^6$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{\phi_n N_c}} = \frac{0.79}{1 - \frac{1622 \times 10^3}{0.75(4.95 \times 10^6)}} = 1.4$$

$$M_c = \delta_b M_2 = 1.4(3.25) = 4.55\ KN.m$$

- طراحی آرماتور طولی ستون:

$$\frac{N_u}{\phi_c f_c bh} = \frac{1622 \times 10^3}{0.65 \times 25 \times 300^2} = 1.11$$

$$\frac{M_u}{\phi_c f_c bh^2} = \frac{4.55 \times 10^6}{0.65 \times 25 \times 300^3} = 0.01$$

$$\gamma = \frac{h - 2d'}{h} = \frac{300 - 2(60)}{300} = 0.6$$

از نمودارهای طراحی ستون : $m\rho = 0.3$

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015 f_c = 0.85 - 0.0015(25) = 0.81$$

$$m = \frac{\phi_s f_y}{\phi_c (\alpha_1) f_c} = \frac{0.85(400)}{0.65(0.81)(25)} = 25.83 \rightarrow \rho = \frac{0.3}{25.83} = 0.012$$

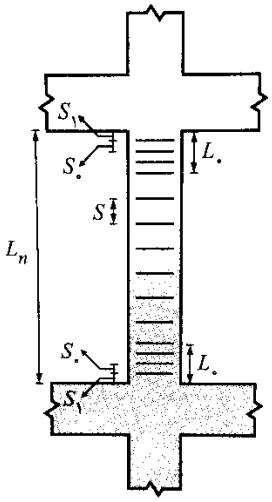
- کنترل نسبت آرماتور طولی:

$$\rho_{max} = 0.045 > \rho = 0.012 > \rho_{min} \rightarrow ok$$

$$\rightarrow A_s = 0.012 \times 300^2 = 1080\ mm^2 \rightarrow use\ 4\varphi 20\ (A_s = 1256.64\ mm^2)$$

- طراحی میلگرد عرضی ستون (خاموت):

از خاموت با قطر ۸ میلیمتر استفاده می‌شود.




$$S \leq \min(12d_b, 36d_v, b, 250mm) = \min\{12(20), 36(8), 300\ mm, 250\ mm\} = 240\ mm$$

در خارج از ناحیه بحرانی : $use\ \varphi 8@230\ mm$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



$$L_0 = \max\left(\frac{L_n}{6}, h, 450\ mm\right) = \max\left(\frac{2900}{6}, 300\ mm, 450\ mm\right) = 483.33\ mm \approx 500\ mm$$

$$S_0 \le \min\left(8d_b, 24d_v, \frac{b}{2}, 300mm\right) = \min\left\{8(20), 24(8), \frac{300}{2}\ mm, 300\ mm\right\} = 160\ mm$$

در ناحیه بحرانی : $use\ \varphi 8@150\ mm$

$$S_1 \le \frac{S_0}{2} = \frac{150}{2} = 75\ mm\ \rightarrow S_1 = 70\ mm$$

- کنترل فاصله میلگردهای طولی:

$$\text{فاصله میلگردها} = \frac{b - 2cover - 2d_v - 2 \times \frac{1}{2} d_b}{\text{تعداد میلگردها در هر طرف} - 1} = \frac{300 - 2(50) - 2(8) - 2 \times \frac{1}{2}(20)}{2 - 1}$$

$$= 164\ mm < 200\ mm \rightarrow ok$$

**- مقایسه طراحی دستی و نرم افزاری:**

| ستون | $A_s$ دستی ($mm^2$) | $A_s$ نرم افزار ($mm^2$) |
|---|---|---|
| A1 طبقه همکف | ۹۰۰ | ۹۰۰ |
| C1 طبقه همکف | ۱۰۸۰ | ۱۱۷۴٫۶ |

همانطور که مشاهده می‌شود نتایج حاصل از طراحی دستی و نرم‌افزار با دقت تقریبا خوبی به هم نزدیک می‌باشند.

# طراحی لرزه‌ای دستی تیرها

## گام به گام طراحی لرزه‌ای تیرها:

- **گام اول:** بدست آوردن لنگر خمشی مثبت و منفی و نیروی برشی حداکثر تیر مورد نظر با استفاده از تحلیل کامپیوتری تحت ترکیبات بارگذاری مبحث ششم مقررات ملی.

- **گام دوم:** تعیین ابعاد مقطع با استفاده از رابطه زیر:

$$bd^2 = \frac{M_u}{0.25 f_{cd}}$$

$$f_{cd} = \phi_c f_c = 0.65 f_c$$

نکته: ارتفاع مقطع در دهانه ساده به خاطر کنترل تغییر شکل نباید از یک شانزدهم دهانه کمتر اختیار شود.

- **گام سوم:** کنترل محدودیت‌های هندسی مقطع تیر طبق بند ۹-۲۳-۳-۱-۱:

طبق این بند در تیرها محدودیت‌های هندسی زیر باید رعایت شوند:

الف- ارتفاع موثر مقطع نباید بیشتر از یک چهارم طول دهانه آزاد باشد.

ب- عرض مقطع نباید کمتر از یک چهارم ارتفاع آن و ۲۵۰ میلیمتر باشد.

پ- عرض مقطع نباید:

- بیشتر از عرض عضو تکیه گاهی، در صفحه عمود بر محور طولی عضو خمشی، به اضافه سه چهارم ارتفاع عضو خمشی، در هر طرف عضو تکیه گاهی

- بیشتر از عرض عضو تکیه گاهی به اضافه یک چهارم بعد دیگر مقطع عضو تکیه گاهی، در هر طرف عضو تکیه گاهی اختیار شود.

- **گام چهارم:** تعیین سطح مقطع فولاد برای لنگر خمشی مثبت و منفی از طریق رابطه زیر:

$$A_s = \frac{\alpha_1 f_{cd} bd}{f_{yd}} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\alpha_1 f_{cd} bd^2}} \right)$$

در این رابطه داریم:

$$f_{yd} = \phi_s f_y = 0.85 f_y$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



- **گام پنجم:** کنترل مقادیر حداکثر و حداقل فولاد طبق بند ۹-۲۳-۳-۲-۲ مبحث نهم مقررات ملی:

در تمامی مقاطع اعضای خمشی، نسبت آرماتورها باید حدود زیر را برآورد کند:

$$\rho_{min} = max\left\{\frac{1.4}{f_y}, \frac{0.25\sqrt{f_c}}{f_y}\right\}$$

$$\rho_b = \alpha_1 \times \beta_1 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \times \frac{700}{700 + f_y}$$

$$\beta_1 = 0.97 - 0.0025 f_c$$

$$\rho_{max} = min\{\rho_b, 0.025\}$$

نکته: در تمامی مقاطع اعضای خمشی باید همواره حداقل دو میلگرد با قطر ۱۲ میلیمتر هم در پایین و هم در بالای مقطع در سراسر طول عضو ادامه یابد.

- **گام ششم:** طراحی عضو برای برش (طراحی میلگرد عرضی (خاموت)):

مطابق مبحث نهم مقررات ملی طراحی برشی تیرهای بتن آرمه با مقایسه مقادیر $V_u$ و $V_c$ در سه حالت زیر انجام می‌شود:

1) $V_u \le \frac{V_c}{2} \rightarrow$ نیازی به آرماتور عرضی نیست

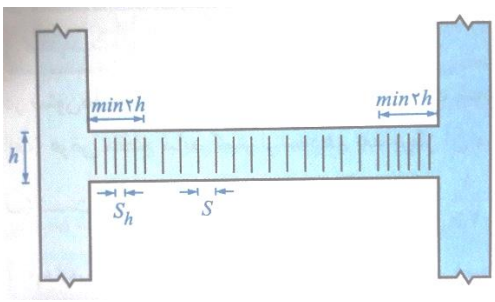
2) $\frac{V_c}{2} < V_u \le V_c \rightarrow \left(\frac{A_V}{S}\right)_{min} = 0.06\sqrt{f_c}\frac{b}{f_y}$

3) $V_u > V_c \rightarrow \frac{A_V}{S} = \frac{V_u - V_c}{\phi_s f_y d} \ge \left(\frac{A_V}{S}\right)_{min} = 0.06\sqrt{f_c}\frac{b}{f_y}$

$V_c$: مقاومت برشی بتن که برای اعضایی که تحت اثر توام برش و خمش قرار دارند از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$V_c = 0.2\phi_c\sqrt{f_c}bd$$

ضوابط خاموت گذاری در تیرها طبق بند ۹-۲۳-۳-۱-۲ مبحث نهم مقررات ملی به شکل زیر می باشد.



$$S_h \leq \min(\frac{d}{4}, 8d_b, 24d_v, 300\ mm)$$

$$L_0 = 2\text{h}$$

$$\text{S:}\begin{cases} V_u \leq 0.125\phi_c f_c bd \rightarrow \text{S}_{max} = \dfrac{d}{2} \\ V_u > 0.125\phi_c f_c bd \rightarrow \text{S}_{max} = \dfrac{d}{4} \end{cases}$$

فاصله اولین خاموت از تکیه گاه $\leq 50\ mm$

$$d_v \geq 8\ mm$$

در این روابط داریم:

$L_0$ : طول ناحیه بحرانی تیر

$S_h$ : فاصله خاموت ها در طول ناحیه بحرانی تیر

S : فاصله خاموت ها در خارج از ناحیه بحرانی ستون

$d_b$ : قطر میلگرد طولی تیر

$d_v$ : قطر میلگرد عرضی (خاموت) تیر

## طراحی لرزه‌ای دستی تیرهای AB و EF

$$\begin{cases} f_c = 25\ mpa \\ f_y = 400\ mpa \\ L = 5\ m \end{cases}$$

- نیروهای داخلی تیر مورد نظر از نتایج تحلیل کامپیوتری:

$$\begin{cases} {M_u}^+ = 0.08\ KN.m \\ {M_u}^- = 1.66\ KN.m \\ V_u = 16.31\ KN \end{cases}$$

- تعیین ابعاد مقطع:

$$f_{cd} = \phi_c f_c = 0.65 f_c = 0.65(25) = 16.25$$

$$bd^2 = \frac{M_u}{0.25 f_{cd}} = \frac{1.66 \times 10^6}{0.25(16.25)} = 4.1 \times 10^5$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



$$h \geq \frac{L}{16} = \frac{5000}{16} = 312.5\ mm \rightarrow h = 350\ mm \rightarrow d = 350 - 50 = 300\ mm$$

$$bd^2 = 4.1 \times 10^5 \rightarrow b = \frac{4.1 \times 10^5}{300^2} = 4.56 < 250 \rightarrow b = 250\ mm$$

- کنترل محدودیت‌های هندسی:

$$d = 300\ mm < \frac{L}{4} = \frac{5000}{4} = 1250\ mm \rightarrow\ ok$$

$$b = 250\ mm > \frac{h}{4} = \frac{350}{4} = 87.5 \rightarrow\ ok$$

تعیین سطح مقطع فولاد برای لنگر خمشی مثبت و منفی:

$$f_{cd} = \phi_c f_c = 0.65 f_c = 0.65(25) = 16.25$$

$$f_{yd} = \phi_s f_y = 0.85 f_y = 0.85(400) = 340$$

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015 f_c = 0.85 - 0.0015(25) = 0.81$$

$$A_s{}^+ = \frac{\alpha_1 f_{cd} bd}{f_{yd}}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u{}^+}{\alpha_1 f_{cd} bd^2}}\right)$$

$$= \frac{0.81 \times 16.25 \times 250 \times 300}{340}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(0.08 \times 10^6)}{0.81 \times 16.25 \times 250 \times 300^2}}\right) = 0.78\ mm^2$$

$$A_s{}^- = \frac{\alpha_1 f_{cd} bd}{f_{yd}}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u{}^-}{\alpha_1 f_{cd} bd^2}}\right)$$

$$= \frac{0.81 \times 16.25 \times 250 \times 300}{340}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(1.66 \times 10^6)}{0.81 \times 16.25 \times 250 \times 300^2}}\right) = 16.32\ mm^2$$

- کنترل مقادیر حداکثر و حداقل فولاد:

$$\rho_{min} = max\left\{\frac{1.4}{f_y}, \frac{0.25\sqrt{f_c}}{f_y}\right\} = max\left\{\frac{1.4}{400} = 0.0035, \frac{0.25\sqrt{25}}{400} = 0.0031\right\} = 0.0035$$

$$\beta_1 = 0.97 - 0.0025 f_c = 0.97 - 0.0025(25) = 0.91$$

$$\rho_b = \alpha_1 \times \beta_1 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \times \frac{700}{700 + f_y} = 0.81 \times 0.91 \times \frac{16.25}{340} \times \frac{700}{700 + 400} = 0.022$$

$$\rho_{max} = min\{\rho_b, 0.025\} = min\{0.022, 0.025\} = 0.022$$

$$\rho^{+} = \frac{0.78}{250 \times 300} = 1.04 \times 10^{-5} < \rho_{min} = 0.0035$$

$$\rho^{-} = \frac{16.32}{250 \times 300} = 2.18 \times 10^{-4} < \rho_{min} = 0.0035$$

$$\rightarrow \rho^{+} = \rho^{-} = \rho_{min} = 0.0035 \rightarrow {A_s}^{+} = {A_s}^{-} = 0.0035 \times 250 \times 300 = 262.5\ mm^2$$

$\rightarrow use\ 2\varphi 14 (A_s = 307.88\ mm^2)$: در بالا و پایین

- طراحی عضو برای برش:

$$V_u = 16.31\ KN$$

$$V_c = 0.2\phi_c\sqrt{f_c}bd = 0.2 \times 0.65 \times \sqrt{25} \times 250 \times 300 \times 10^{-3} = 48.75\ KN$$

$V_u \leq \frac{V_c}{2} \rightarrow$ نیازی به آرماتور عرضی نیست

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



**طراحی لرزه‌ای دستی تیرهای** BC **و** CD **و** DE (بدلیل یکسان بودن نیروها در یک تیپ قرار می‌گیرند)

$$\begin{cases} f_c = 25\ mpa \\ f_y = 400\ mpa \\ L = 5\ m \end{cases}$$

- نیروهای داخلی تیر مورد نظر از نتایج تحلیل کامپیوتری:

$$\begin{cases} {M_u}^+ = 38.92\ KN.m \\ {M_u}^- = 116.75\ KN.m \\ V_u = 151.72\ KN \end{cases}$$

- تعیین ابعاد مقطع:

$$f_{cd} = \phi_c f_c = 0.65 f_c = 0.65(25) = 16.25$$

$$bd^2 = \frac{M_u}{0.25 f_{cd}} = \frac{116.75 \times 10^6}{0.25(16.25)} = 2.87 \times 10^7$$

$$h \geq \frac{L}{16} = \frac{5000}{16} = 312.5\ mm \rightarrow h = 350\ mm \rightarrow d = 350 - 50 = 300\ mm$$

$$bd^2 = 2.87 \times 10^7 \rightarrow b = \frac{2.87 \times 10^7}{300^2} = 319.32\ mm \rightarrow b = 350\ mm$$

- کنترل محدودیت‌های هندسی:

$$d = 300\ mm < \frac{L}{4} = \frac{5000}{4} = 1250\ mm \rightarrow\ ok$$

$$b = 350\ mm > \frac{h}{4} = \frac{350}{4} = 87.5 \rightarrow\ ok$$

تعیین سطح مقطع فولاد برای لنگر خمشی مثبت و منفی:

$$f_{cd} = \phi_c f_c = 0.65 f_c = 0.65(25) = 16.25$$

$$f_{yd} = \phi_s f_y = 0.85 f_y = 0.85(400) = 340$$

$$\alpha_1 = 0.85 - 0.0015 f_c = 0.85 - 0.0015(25) = 0.81$$

$${A_s}^+ = \frac{\alpha_1 f_{cd} bd}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2{M_u}^+}{\alpha_1 f_{cd} bd^2}}\right)$$

$$= \frac{0.81 \times 16.25 \times 350 \times 300}{340} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(38.92 \times 10^6)}{0.81 \times 16.25 \times 350 \times 300^2}}\right) = 401.39\ mm^2$$

$$A_s^- = \frac{\alpha_1 f_{cd} bd}{f_{yd}}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u^-}{\alpha_1 f_{cd} bd^2}}\right)$$

$$= \frac{0.81 \times 16.25 \times 350 \times 300}{340}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(116.75 \times 10^6)}{0.81 \times 16.25 \times 350 \times 300^2}}\right) = 1378.27\ mm^2$$

- کنترل مقادیر حداکثر و حداقل فولاد:

$$\rho_{min} = max\left\{\frac{1.4}{f_y}, \frac{0.25\sqrt{f_c}}{f_y}\right\} = max\left\{\frac{1.4}{400} = 0.0035, \frac{0.25\sqrt{25}}{400} = 0.0031\right\} = 0.0035$$

$$\beta_1 = 0.97 - 0.0025 f_c = 0.97 - 0.0025(25) = 0.91$$

$$\rho_b = \alpha_1 \times \beta_1 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \times \frac{700}{700 + f_y} = 0.81 \times 0.91 \times \frac{16.25}{340} \times \frac{700}{700 + 400} = 0.022$$

$$\rho_{max} = min\{\rho_b, 0.025\} = min\{0.022, 0.025\} = 0.022$$

$$\rho^+ = \frac{401.39}{350 \times 300} = 0.0038 \rightarrow \rho_{min} = 0.0035 < \rho^+ < \rho_{max} = 0.022$$

$$\rho^- = \frac{1378.27}{350 \times 300} = 0.013 \rightarrow \rho_{min} = 0.0035 < \rho^- < \rho_{max} = 0.022$$

$$\rightarrow A_s^+ = 401.39\ mm^2 \rightarrow bot: use\ 3\varphi 14 (A_s = 461.81\ mm^2)$$

$$\rightarrow A_s^- = 1378.27\ mm^2 \rightarrow top: use\ 6\varphi 18 (A_s = 1526.8\ mm^2)$$

- طراحی عضو برای برش:

$$V_u = 151.72\ KN$$

$$V_c = 0.2\phi_c\sqrt{f_c} bd = 0.2 \times 0.65 \times \sqrt{25} \times 350 \times 300 \times 10^{-3} = 68.25\ KN$$

$$V_u > V_c \rightarrow \frac{A_V}{S} = \frac{V_u - V_c}{\phi_s f_y d} = \frac{(151.72 - 68.25) \times 10^3}{0.85 \times 400 \times 300} = 0.82$$

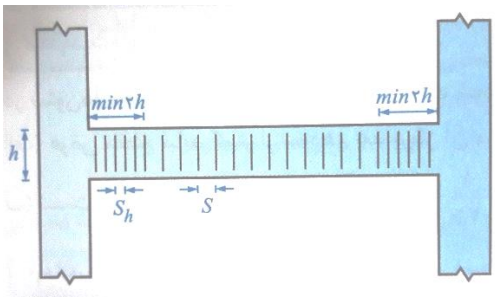
$$\left(\frac{A_V}{S}\right)_{min} = 0.06\sqrt{f_c}\frac{b}{f_y} = 0.06 \times \sqrt{25} \times \frac{350}{400} = 0.26$$

از خاموت با قطر ۸ میلیمتر استفاده می‌شود.

$$\frac{A_V}{S} = 0.82 \rightarrow S = \frac{100.53}{0.82} = 122.6\ mm \approx 120\ mm$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران






$$0.125\phi_c f_c bd = 0.125 \times 0.65 \times 25 \times 350 \times 300 \times 10^3 = 213.28\ KN$$

$$V_u = 151.72\ KN \leq 0.125\phi_c f_c bd \rightarrow S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{300}{2} = 150\ mm$$

در خارج از ناحیه بحرانی : $use\ \varphi 8@120\ mm$

$$S_h \leq \min\left(\frac{d}{4}, 8d_b, 24d_v, 300\ mm\right) = \min\left(\frac{300}{4}, 8(14), 24(8), 300\ mm\right) = 75\ mm$$

در ناحیه بحرانی : $use\ \varphi 8@70\ mm$

$$L_0 = 2h = 2(350) = 700\ \text{mm}$$

فاصله اولین خاموت از تکیه گاه $= 50\ mm$

**– مقایسه نتایج طراحی دستی و نرم افزاری:**

| تیر | $A_s^-$ دستی ($mm^2$) | $A_s^-$ نرم افزار ($mm^2$) | $A_s^+$ دستی ($mm^2$) | $A_s^+$ نرم افزار ($mm^2$) | $A_v/S$ دستی ($mm^2/mm$) | $A_v/S$ نرم افزار ($mm^2/mm$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AB | 16.32 | 16.68 | 0.78 | 0.89 | 0 | 0 |
| BC | 1378.27 | 1283.81 | 401.39 | 402.11 | 0.82 | 1.017 |
| CD | 1378.27 | 1221.4 | 401.39 | 375.18 | 0.82 | 1.017 |
| DE | 1378.27 | 1283.81 | 401.39 | 392.5 | 0.82 | 1.017 |
| EF | 16.32 | 16.68 | 0.78 | 0.89 | 0 | 0 |

همانطور که مشاهده می‌شود نتایج حاصل از طراحی دستی و نرم‌افزار با دقت تقریبا خوبی به هم نزدیک می‌باشند.

## ضوابط قطع آرماتورهای خمشی تیرها

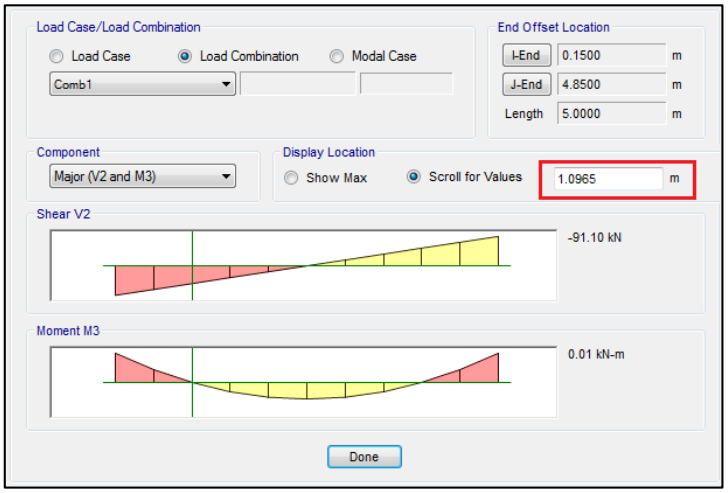
میلگردها باید از محل مقطعی که وجودشان دیگر برای تحمل خمش لازم نیست (محل قطع تئوری)، حداقل به مقدار $\max(d,12d_b)$ در جهت کاهش لنگر ادامه داده شوند (محل قطع عملی).

محل قطع عملی میلگرد = محل قطع تئوریک میلگرد + $\max(d, 12d_b)$

### قطع آرماتور تیرهای طراحی شده:

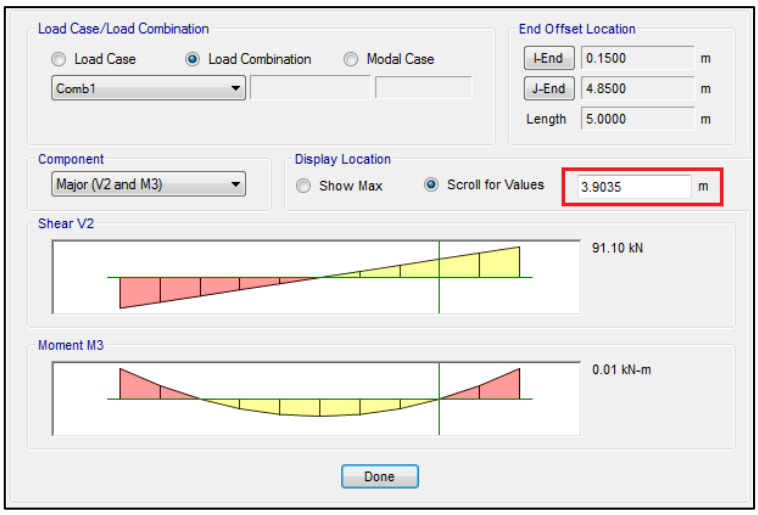
قطع آرماتورهای تیرهای BC و CD و DE : (ابعاد تیر طراحی شده: 35x35)

ابتدا محل قطع تئوریک را از نتایج تحلیل نرم‌افزار بدست می‌آوریم.




محل قطع عملی میلگرد خمشی منفی = $1.0965 + \max(350\ mm, 12(18)mm) = 1446.5\ mm$

بنابراین محل قطع عملی میلگردهای خمشی منفی را برابر ۱٫۵ متر از تکیه گاه سمت چپ در نظر می‌گیریم.



www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



$$\text{محل قطع عملی میلگرد خمشی منفی} = 4.85 - (3.9035) + \max(350\ mm, 12(18)mm)$$
$$= 1296.5\ mm$$

بنابراین محل قطع عملی میلگردهای خمشی منفی را برابر ۱٫۳ متر از تکیه گاه سمت راست در نظر می‌گیریم.

$$\text{محل قطع عملی میلگرد خمشی مثبت} = (\frac{4.85}{2} - 1.0965) + \max(350\ mm, 12(14)mm)$$
$$= 1678.5\ mm$$

بنابراین محل قطع عملی میلگردهای خمشی مثبت را برابر ۱٫۷ متر از وسط تیر به سمت تکیه گاه سمت چپ در نظر می‌گیریم.

$$\text{محل قطع عملی میلگرد خمشی مثبت} = (\frac{4.85}{2} - (4.85 - 3.9035)) + \max(350\ mm, 12(14)mm)$$
$$= 1828.5\ mm$$

بنابراین محل قطع عملی میلگردهای خمشی مثبت را برابر ۱٫۹ متر از وسط تیر به سمت تکیه گاه سمت راست در نظر می‌گیریم.

# طراحی لرزه‌ای دستی دیوار برشی

## گام به گام طراحی لرزه‌ای دیوار برشی:

- **گام اول:** بدست آوردن لنگر خمشی، نیروی برشی و نیروی محوری حداکثر دیوار برشی مورد نظر با استفاده از تحلیل کامپیوتری تحت ترکیبات بارگذاری مبحث ششم مقررات ملی.

- **گام دوم:** کنترل محدودیت های هندسی دیوار برشی بر اساس بند ۹-۲۳-۴-۳-۱ مبحث نهم مقررات ملی.

در دیوارهای سازه ای محدودیت های هندسی زیر باید مورد توجه قرار بگیرند:

الف) ضخامت دیوار نباید کمتر از ۱۵۰ میلیمتر اختیار شود.

ب) در دیوارهایی که در آنها اجزای مرزی به کار گرفته می‌شود، عرض عضو مرزی نباید کمتر از ۳۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شود.

جهت کنترل مورد ب می بایست ابتدا کنترل نیاز به عنصر مرزی بر اساس بند ۹-۲۳-۴-۳-۳-۱ انجام بگیرد. طبق این بند در صورتی به اجزای مرزی نیاز است که مقدار تنش فشاری بتن در دورترین تار فشاری مقطع تحت اثر بارهای نهایی، به انضمام اثر زلزله از $0.31f_{cd}$ بیشتر باشد.

نیاز به اجزای مرزی $\rightarrow$ $0.31f_{cd} \leq$ بیشترین تنش فشاری

- **گام سوم:** کنترل مقاومت برشی دیوار

در صورتی که رابطه زیر برقرار باشد، ضخامت دیوار برشی کافی بوده و در غیر اینصورت می بایست ضخامت دیوار برشی را افزایش داد.

$$V_u \leq V_r$$

$$(V_r)_{max} = \varphi_c \sqrt{f_c}.h.d$$

$$d = 0.8l_w$$

در این رابطه داریم:

h: ضخامت دیوار برشی

d: عمق موثر دیوار برشی

$l_w$: طول افقی دیوار برشی

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



- **گام چهارم:** محاسبه میلگردهای برشی افقی و قائم

در این مرحله می بایست ابتدا مقاومت برشی بتن را برای دیوار برشی از رابطه زیر محاسبه نماییم.

$$V_c = Min\begin{cases} 1.65v_c hd + \dfrac{N_u d}{5l_w} \\ \left[0.3v_c + \dfrac{l_w(0.6v_c - 0.15\frac{N_u}{l_w h})}{(\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2})}\right].hd \end{cases}$$

$$v_c = 0.2\phi_c\sqrt{f_c}$$

در این رابطه داریم:

$N_u$: نیروی محوری دیوار بر حسب نیوتن. اگر کششی باشد با علامت منفی و اگر فشاری باشد با علامت مثبت.

$V_u$: نیروی برشی دیوار برشی بر حسب نیوتن.میلیمتر

$M_u$: لنگرخمشی دیوار برشی بر حسب نیوتن

حال با مقایسه مقدار $V_u$ و $V_c$ میلگردهای برشی افقی و قائم به صورت زیر بدست می‌آیند:

- در صورتی که $V_u$ کمتر از $V_c$ باشد:

$$\rho_h = \rho_n = 0.0025$$

- در صورتی که $V_u$ بیشتر از $V_c$ باشد:

$$\rho_h = \frac{A_h}{hS} \geq 0.0025$$

$$\frac{A_h}{s} = \frac{V_u - V_c}{\phi_s f_y d}$$

$$S \leq min\begin{cases} 3h \\ 350\ mm \end{cases}$$

$$\rho_n = 0.0025 + 0.5\left(2.5 - \frac{h_w}{l_w}\right)(\rho_h - 0.0025) \geq 0.0025$$

در این روابط داریم:

S: فاصله میلگردهای برشی قائم و افقی

$\rho_h$ و $\rho_n$ : نسبت میلگردهای برشی قائم و افقی

- **گام پنجم:** محاسبه میلگردهای خمشی

نسبت آرماتور خمشی دیوار با استفاده از روابط زیر بدست می‌آید:

$$\rho = \frac{\alpha_1 f_{cd}}{f_{yd}}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\alpha_1 f_{cd} b d^2}}\right) \leq \rho_{max}$$

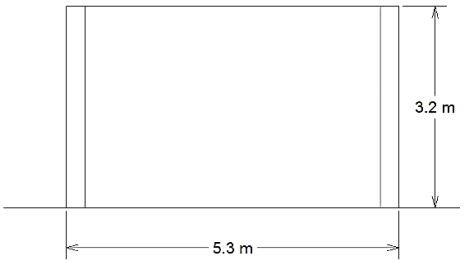
$$\rho_{max} = 0.6\beta_1 . \frac{f_c}{f_y} . \frac{700}{700 + f_y}$$

$$A_s = \rho h d$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



## طراحی لرزه‌ای دستی دیوار برشی AB در طبقه همکف




$$\begin{cases} f_c = 25\ mpa \\ f_y = 400\ mpa \\ l_w = 5300\ mm \\ h_w = 3200\ mm \\ \text{ضخامت جان دیوار} = 150\ mm \end{cases}$$

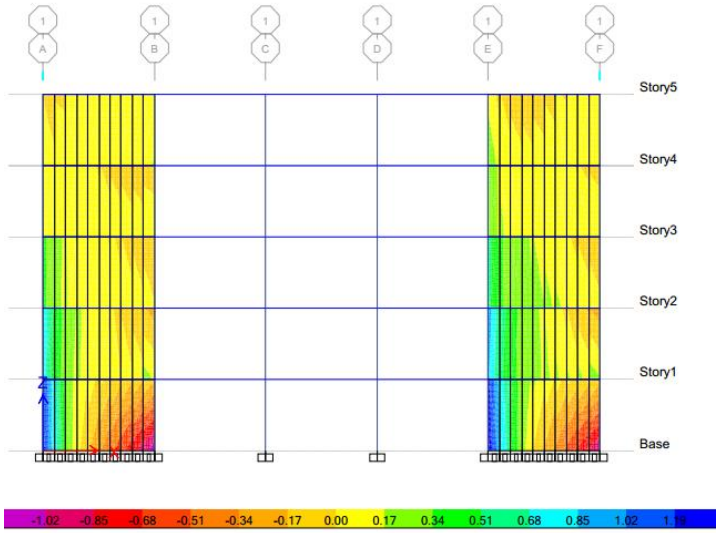
- نیروهای داخلی دیوار برشی مورد نظر از نتایج تحلیل کامپیوتری:

$$\begin{cases} M_u = 2304.38\ KN.m \\ V_u = 507.75\ KN \\ N_u = -2093.83\ KN \end{cases}$$

کنترل نیاز به اجزای مرزی:

$\text{بیشترین تنش فشاری} \geq 0.31 f_{cd} \rightarrow$ نیاز به اجزای مرزی

بیشترین تنش فشاری موجود در دیوار را از نتایج تحلیل نرم افزار بدست می‌آوریم.




$\text{بیشترین تنش فشاری} = 1.19\ mpa < 0.31 f_{cd} = 0.31 \times 0.65 \times 25 = 5.04\ mpa$

$\rightarrow$ عدم نیاز به اجزای مرزی

- کنترل محدودیت های هندسی:

$h = 150\ mm \geq 150\ mm \rightarrow ok$

- کنترل مقاومت برشی:

$d = 0.8l_w = 0.8(5300) = 4240\ mm$

$(V_r)_{max} = \varphi_c\sqrt{f_c}.h.d = 0.65 \times \sqrt{25} \times 150 \times 4240 \times 10^{-3} = 2067\ KN$

$V_u = 507.75\ KN < 2067\ KN \rightarrow OK$ ضخامت مناسب است

- محاسبه میلگردهای افقی برشی:

$$V_c = Min\begin{cases} 1.65v_c hd + \dfrac{N_u d}{5l_w} \\ \left[0.3v_c + \dfrac{l_w(0.6v_c - 0.15\frac{N_u}{l_w h})}{(\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2})}\right].hd \end{cases}$$

$v_c = 0.2\phi_c\sqrt{f_c} = 0.2 \times 0.65 \times \sqrt{25} = 0.65$

$$1.65v_c hd + \frac{N_u d}{5l_w} = \left(1.65(0.65)(150)(4240) + \frac{-2093.83 \times 4240}{5 \times 5300}\right) \times 10^{-3} = 681.77KN$$

$$\left[0.3v_c + \frac{l_w\left(0.6v_c - 0.15\frac{N_u}{l_w h}\right)}{\left(\frac{M_u}{V_u} - \frac{l_w}{2}\right)}\right].hd$$

$$= \left[0.3(0.65) + \frac{5300(0.6(0.65) - 0.15\frac{-2093.83}{5300 \times 150})}{(\frac{2304.38 \times 10^3}{507.75} - \frac{5300}{2})}\right] \times 150 \times 4240 \times 10^{-3} = 820.87KN$$

$\rightarrow V_c = Min(681.77,820.87) = 681.77\ KN$

$V_u < V_c \rightarrow$ فولاد برشی حداقل

$$S = min\begin{cases} 3h = 3 \times 150 = 450\ mm \\ 350\ mm \end{cases} \quad \rightarrow S = 300\ mm$$

$\rho_h = \rho_n = 0.0025 \rightarrow A_h = A_n = 0.0025 \times 150 \times 300 = 112.5\ mm^2$

با فرض استفاده از میلگرد نمره ۱۲ داریم:

$(A_s)_{\varphi 12} = 113\ mm^2 \rightarrow A_h = A_n = 2(113) = 226\ mm^2 > A_h = A_n = 112.5\ mm^2 \rightarrow OK$

$$\left(\text{محاسباتی}\right)\rho_h = \rho_n = \frac{226}{300 \times 150} = 0.00502 > 0.0025 \rightarrow USE\ \varphi 12\ @300\ mm$$

www.icivil.ir پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران



- محاسبه میلگردهای خمشی:

$$M_u = 2304.38\ KN.m$$

$$\rho = \frac{\alpha_1 f_{cd}}{f_{yd}}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\alpha_1 f_{cd} b d^2}}\right)$$

$$= \frac{0.81 \times 16.25}{340}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(2304.38 \times 10^6)}{0.81 \times 16.25 \times 150 \times 4240^2}}\right) = 0.00128$$

$$\rightarrow A_s = 0.00128 \times 150 \times 4240 = 812.66\ mm^2$$

$$\rho_{max} = 0.6\beta_1 . \frac{f_c}{f_y} . \frac{700}{700 + f_y} = 0.6 \times 0.91 \times \frac{25}{400} \times \frac{700}{700 + 400} = 0.022$$

$> \rho$ نیاز به فولاد فشاری نداریم

با فرض استفاده از میلگرد نمره ۱۴ داریم :

$(A_s)_{\varphi 14} = 154\ mm^2 \rightarrow USE\ 6\varphi 14 = 923.63\ mm^2 > 812.66\ mm^2 \rightarrow ok$ در هر طرف