مثال بهسازی ساختمان سه طبقه فولادی

مطابق نشریه ۱-۳۶۳

پروفسور محسن گرامی

استاد گروه مهندسی زلزله - دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه سمنان

جمهوری اسلامی ایران
ریاست جمهوری
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی

راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود

ساختمان‌های فولادی

نشریه شماره ۱-۳۶۳

معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
http://tec.mporg.ir

۱۳۸۷

۱. تعریف مثال

- ❖ ۱-۱ پلان معماری اولیه
- ❖ ۱-۲ بازرسی وضعیت موجود ساختمان و بررسی اطلاعات و مدارک
- ❖ ۱-۳ تعیین هدف بهسازی و سطح اطلاعات
- ❖ ۱-۴ تعیین سونداژ و آزمایش های مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

۲. انجام محاسبات

- ❖ ۲-۱ تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی
- ❖ ۲-۲ محاسبه بارهای مرده و زنده
- ❖ ۲-۳ مدل سازی خطی
- ❖ ۲-۴- محاسبات بار زلزله
- ❖ ۲-۵ ملاحظات پیچش
- ❖ ۲-۶ بررسی صلبیت دیافراگم
- ❖ ۱۲-۷- ترکیب بارها

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ❖ ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ❖ ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ❖ ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ❖ ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ❖ ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ❖ ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ❖ ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ❖ ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ❖ ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ❖ ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

۴. کنترل معیارهای پذیرش

- ❖ ۴-۱کنترل معیارهای پذیرش تیرها
- ❖ ۴-۲ معیارهای پذیرش تیرها در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی
- ❖ ۴-۳ کنترل معیارهای پذیرش ستون ها
- ❖ ۴-۴ معیارهای پذیرش ستون ها در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی
- ❖ ۴-۵ کنترل معیارهای پذیرش مهاربندی ها
- ❖ ۴-۶ کنترل معیارهای پذیرش اتصالات
- ❖ ۴-۷ نمونه برگه محاسبه اتصالات
- ❖ ۴-۸ کنترل جوش اتصال ناودانی زوج به صفحه اتصال گوشه
- ❖ ۴-۹ کنترل جوش اتصال صفحه گوشه با تیر و ستون
- ❖ ۴-۱۰ کنترل جوش اتصال ناودانی زوج به صفحه اتصال میانی
- ❖ ۴-۱۱ بست های میانی
- ❖ ۴-۱۲ کنترل اتصالات تیرهای خورجینی به ستون ها
- ❖ ۴-۱۳ کنترل ضخامت صفحه زیر ستون ها
- ❖ ۴-۱۴ نواحی مورد بررسی برای کنترل ضخامت صفحه ستون
- ❖ ۴-۱۵ کنترل معیارهای پذیرش خاک و پی

۴. کنترل معیارهای پذیرش

- ❖ ۴-۱۶ کنترل معیار پذیرش خاک
- ❖ ۴-۱۷ کنترل معیار پذیرش پی ها
- ❖ ۴-۱۸ معیار پذیرش برش یک طرفه در مقاطع عمود محور بر x و y در سطح خطر۱
- ❖ ۴-۱۹ معیار پذیرش برش دو طرفه در پی ها در سطح خطر-۱ و عملکردایمنی جانی
- ❖ ۴-۲۰ کنترل معیارهای پذیرش در پی های نواری
- ❖ ۴-۲۱ کنترل نسبت پذیرش خمشی در سطح خطر-۱ . سطح عملکرد ایمنی جانی
- ❖ ۴-۲۲ کنترل معیارهای پذیرش تیرهای رابط
- ❖ ۴-۲۳ معیار پذیرش خمش مثبت تیرهای رابط در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی
- ❖ ۴-۲۴ معیار پذیرش خمش منفی تیرهای رابط در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

۱- تعریف مثال

❖۱-۱ پلان معماری اولیه

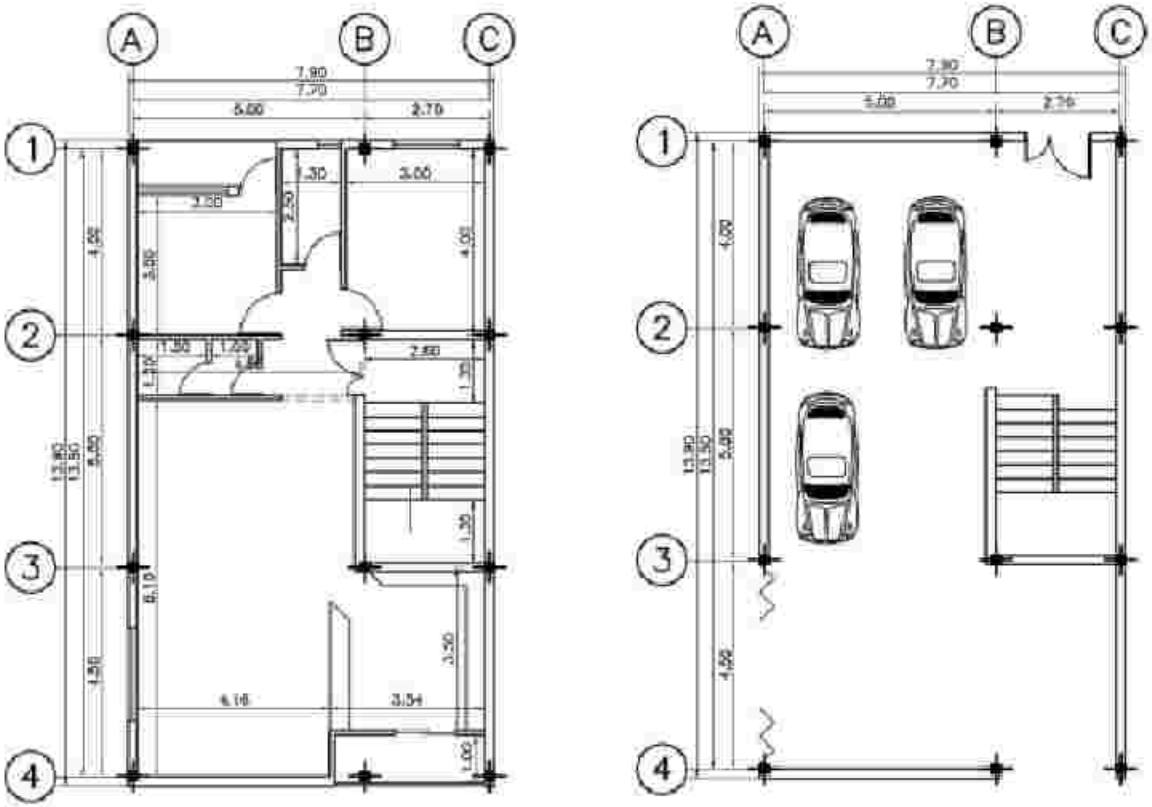
- ۱-۲ بازرسی وضعیت موجود ساختمان و بررسی اطلاعات و مدارک
- ۱-۳ تعیین هدف بهسازی و سطح اطلاعات
- ۱-۴ تعیین سونداژ و آزمایش های مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

پلان معماری اولیه

مشخصات ساختمان

- ساختمان ۳ طبقه
- کاربری مسکونی
- واقع در شهر اصفهان
- خاک نوع III
- ابعاد کلی پلان: 13.9 * 7.9 متر
- مساحت زیر بنا: 329.4 متر مربع

پلان معماری اولیه



شکل (۵-۱): پلان‌های معماری اولیه‌ی ساختمان

۱- تعریف مثال

- ۱-۱ پلان معماری اولیه

❖ **۱-۲ بازرسی وضعیت موجود ساختمان و بررسی اطلاعات و مدارک**

- ۱-۳ تعیین هدف بهسازی و سطح اطلاعات
- ۱-۴ تعیین سونداژ و آزمایش های مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

بازرسی وضعیت موجود ساختمان و بررسی اطلاعات و مدارک

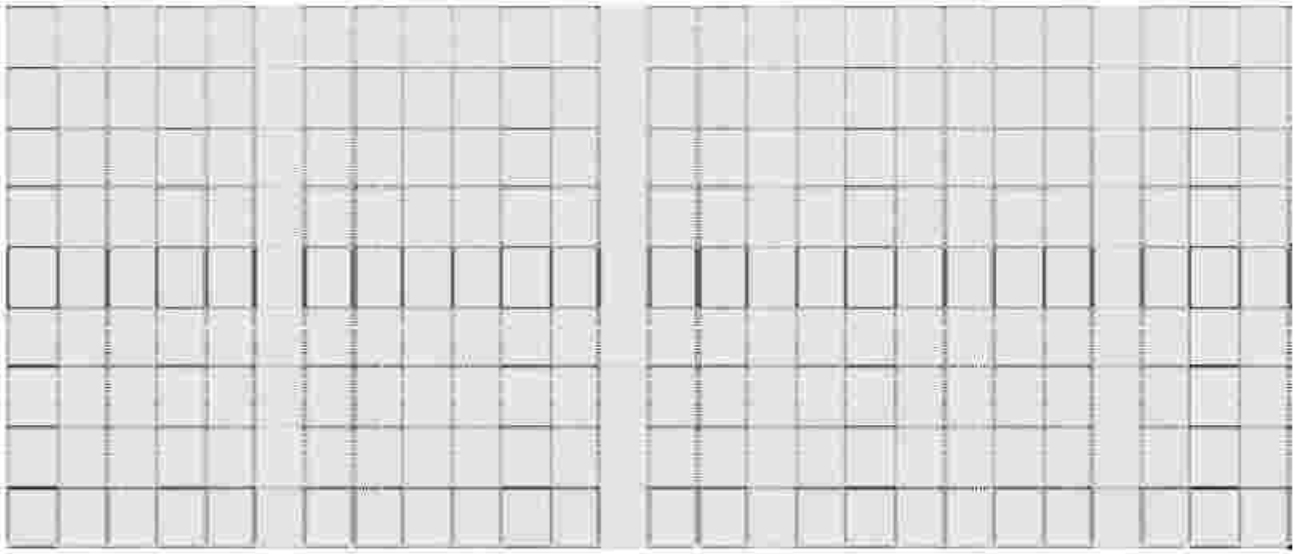
بازرسی وضعیت موجود ساختمان و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره یک- بازدید محلی

۱- آدرس ساختمان:

۲- طول و عرض جغرافیایی در ورودی اصلی ساختمان:

۳- کروکی موقعیت زمین و ساختمان:



بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره یک- بازدید محلی

۴- آیا تجهیزات هشدار دهنده‌ی دود و نشت گاز در ساختمان وجود دارد؟

خیر☑ بله☐، وضعیت تجهیزات هشدار دهنده‌ی دود و نشت گاز:

۵- آیا تجهیزات آتش نشانی در ساختمان وجود دارد؟

خیر☐ بله☑، وضعیت تجهیزات آتش نشانی: سالم و به صورت غیرخودکار است

۶- آیا رویه‌ی مقاوم در برابر آتش بر روی اعضای سازه‌ای وجود دارد؟

خیر☑ بله☐، جنس و وضعیت رویه‌ی مقاوم در برابر آتش:

۷- آیا تغییرات در پلان معماری اولیه وجود دارد؟

خیر☑ بله☐، شرح تغییرات پلان معماری:

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره یک- بازدید محلی

۸- آیا بخش جدیدی به سازه‌ی موجود اضافه شده است؟

خیر☑ بله☐، شرح بخش‌های جدید اضافه‌شده:

۹- وضعیت توپوگرافی منطقه:

ساختمان واقع بر خطالراس با سراشیبی تند ☐ ساختمان واقع بر خطاالقعر و نواحی پست ☐

ساختمان در مجاورت خاکریزی یا خاکبرداری ☐ ساختمان بر روی زمین با شیب تند ☑

۱۰- آیا احتمال دارد ساختمان بر روی خاک دستی احداث گردیده باشد؟ خیر☑ بله☐

۱۱- آیا سابقه‌ی روانگرایی در منطقه دیده شده است؟ خیر☑ بله☐

۱۲- آیا احتمال روانگرایی در منطقه وجود دارد؟ خیر☑ بله☐

۱۳- آیا سابقه‌ی زمین‌لغزش در منطقه دیده شده است؟ خیر☐ بله☑

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره یک- بازدید محلی

۱۴- آیا احتمال زمین‌لغزش در منطقه وجود دارد؟ خیر☐ بله☑

۱۵- آیا در نزدیکی ساختمان تونل، حفره‌های بزرگ و یا قنات وجود دارد؟

خیر☑ بله☐، فاصله از ساختمان:

۱۶- آیا از نزدیکی ساختمان خط مترو عبور می‌کند؟

خیر☑ بله☐، فاصله از ساختمان:

۱۷- آیا ساختمان در محدوده یا مسیر قنات قرار گرفته است؟ خیر☑ بله☐

۱۸- آیا ساختمان در مسیل ساخته شده است؟ خیر☑ بله☐

۱۹- ویژگی‌های اصلی و قابل توجه خاک: ماسه لای‌دار با تراکم متوسط

۲۰- وضعیت زمین اطراف ساختمان از نظر جنس خاک و سطح آب زیرزمینی با توجه به سوابق قابل مشاهده‌ی محلی مانند گودبرداری‌های اطراف چگونه است؟ تراز آب زیرزمینی در عمق بیش از ۲۰ متر قرار دارد.

۲۱- امکان انجام عملیات اجرایی بهسازی ساختمان در زمان‌های مختلف چگونه است؟ عملیات باید در طول روز انجام شود.

۲۲- آیا محوطه‌ی لازم برای انجام عملیات اجرایی بهسازی و فضای لازم برای استقرار ماشین‌آلات موجود است؟

خیر☑ بله☐

۲۳- آیا ساختمان‌های مجاور در انجام عملیات اجرایی بهسازی مانع ایجاد می‌کنند؟ خیر☑ بله☐

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره یک- بازدید محلی

۲۴- وضعیت ساختمان‌های مجاور:

وجوه ساختمان	مجاورت ندارد	مجاورت دارد (فاصله و اختلاف تراز طبقات بین دو ساختمان)
وجه شرقی	☐	☑ : درز انقطاع رعایت شده است. ارتفاع و تراز طبقات یکسان است.
وجه غربی	☑	☐ : .....
وجه شمالی	☑	☐ : .....
وجه جنوبی	☑	☐ : .....

۲۵- شناسایی وضعیت اجزای مشترک با ساختمان مجاور:

نوع اشتراک	توضیح
☐ ستون مشترک	
☐ تیر مشترک	
☐ سقف مشترک	
☐ پله‌ی مشترک	
☐ دیوار مشترک	
☐ سایر	

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره یک- بازدید محلی

۲۶- بررسی احتمال آسیب ناشی از ساختمان مجاور:

نوع خطر آسیب‌دیدگی	توضیح (محل و نوع)
☑ سقوط اجزای سست	
☐ انفجار	
☐ آتش‌سوزی	
☐ نشت مواد شیمیایی	
☐ سایر:	

۲۷- کیفیت نگهداری از ساختمان در طول بهره‌برداری:

وجود خوردگی یا زنگ‌زدگی در اجزای سازه‌ای ☐ وجود فرسودگی در اجزای غیر سازه‌ای ☐

۲۸- نوع پوشش اجزای سازه‌ای چگونه است؟ کیفیت ظاهری مناسب به نظر می‌رسد.

۲۹- آیا ساختمان دارای آسانسور است؟ تعداد و ظرفیت آن ذکر شود؟ خیر

۳۰- فهرست اجزای غیر سازه‌ای ساختمان ضمیمه شود.

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره دو- بررسی مدارک موجود

۱- موقعیت ساختمان:

استان	شهرستان	شهر	منطقه‌ی شهرداری	منطقه از نظر پهنه‌بندی خطر زلزله بر اساس استاندارد ۲۸۰۰
اصفهان	اصفهان	اصفهان	۱	III

۲- تاریخچه‌ی ساختمان:

سال طراحی سازه: ۱۳۷۰ سال شروع ساخت: ۱۳۷۰ سال بهره‌برداری: ۱۳۷۳

۳- عوامل ساخت:

کارفرما: مشاور:

پیمانکار: بهره‌بردار:

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره دو- بررسی مدارک موجود

۴- مشخصات طبقات ساختمان:

طبقه	زیربنای طبقه	ارتفاع طبقه	تعداد ساکنین	کاربری طبقه	موارد خاص	توضیحات
۳	۱۰۹/۸	۳/۲	۴	مسکونی		
۲	۱۰۹/۸	۳/۲	۶	مسکونی		
۱	۱۰۹/۸	۴/۰	–	پارکینگ		
جمع	۳۲۹/۴	۱۰/۴	۱۰			

۵- سطح کل زمین: ۱۵۰ متر مربع

۶- کاربری ساختمان:

کاربری فعلی:مسکونی

کاربری قبلی:مسکونی

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره دو- بررسی مدارک موجود

۷- اسناد و مدارک موجود

	اسناد و مدارک موجود[1]	موجود نیست	موجود است	
			کامل است	ناقص است (موارد نقص)
معماری	نقشه‌های معماری			
	- پلان معماری طبقات	☑	☐	☐ :
	- مقاطع ساختمان	☑	☐	☐ :
	- نماها	☑	☐	☐ :
	- نقشه‌ی محوطه‌ی ساختمان	☑	☐	☐ :
	- پلان جانمایی سقف‌های کاذب	☑	☐	☐ :
	جزییات معماری			
	- سقف‌های سازه‌ای و کاذب	☑	☐	☐ :
	- دیوارهای پیرامونی	☑	☐	☐ :
	- دیوارهای تیغه‌بندی	☑	☐	☐ :
	- پله‌ها	☑	☐	☐ :
	- نماها	☑	☐	☐ :

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره دو- بررسی مدارک موجود

	اسناد و مدارک موجود	موجود نیست	موجود است	
			کامل است	ناقص است(موارد نقص)
پایه	نقشه‌های سازه‌ای			
	- پلان لیزریزی	☐	☑	☐ :
	- پلان ستون‌گذاری	☐	☑	☐ :
	- قاب‌ها	☐	☑	☐ :
	- پلان جانمایی مهاربند یا دیواربرشی	☐	☑	☐ :
	- پلان بی	☐	☑	☐ :
	جزییات سازه‌ای			
	- مشخصات مقاطع تیرها	☐	☑	☐ :
	- مشخصات مقاطع ستون‌ها	☐	☑	☐ :
	- مشخصات مقاطع مهاربندها یا دیوار برشی	☐	☑	☐ :
	- جزییات اتصالات تیر به ستون	☐	☑	☐ :
	- جزییات اتصالات مهاربندها	☐	☑	☐ :
	- جزییات وصله‌ی ستون‌ها	☐	☑	☐ :
	- جزییات صفحه‌ستون و میل‌مهارها	☐	☑	☐ :
	- جزییات اتصال ستون به صفحه ستون	☐	☑	☐ :
	- جزییات آرماتورگذاری بی	☐	☑	☐ :
	- جزییات سازه‌ای پایه‌ها	☐	☑	☐ :
	- جزییات اجرایی سقف‌ها	☐	☑	☐ :
	- جزییات اتصال میانقاب‌ها	☐	☑	☐ :
	- جزییات اتصال نما به سازه	☐	☑	☐ :

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره دو- بررسی مدارک موجود

بدو	جزییات غیرسازه‌ای			
	- نقشه‌های تاسیساتی	☑	☐	☐ :
	- دفترچه‌ی محاسبات	☑	☐	☐ :
	- دستورکارها	☑	☐	☐ :
	- صورتجلسه‌ها	☑	☐	☐ :
	- فهرست نواقص تحویل‌موقت و صورتجلسه‌ها رفع آن‌ها	☑	☐	☐ :
	- گزارش‌های ژئوتکنیک	☑	☐	☐ :
	- گزارش‌های تحلیل خطر ساختگاه	☑	☐	☐ :
	گزارش آزمایش مصالح			
	- فولادی	☑	☐	☐
	- بتن	☑	☐	☐
	- میلگرد	☑	☐	☐

۱= درصورتی‌که هرگونه مرمت یا بازسازی در ساختمان صورت گرفته است، لازم است مدارک مرتبط برای تعیین نواقص مطابق با چک لیست فوق کنترل شوند.

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره دو- بررسی مدارک موجود

۸- سیستم سازه‌ای ساختمان:

سیستم‌سازه‌ای / امتداد	قاب خمشی	مهاربندی		دیوار برشی فولادی	قاب‌های با اتصالات خرجینی	قاب‌های فولادی با میانقاب
		همگرا	واگرا			
امتداد اصلی اول	☐	☑	☐	☐	☐	☐
امتداد اصلی دوم (متعامد)	☐	☐	☐	☐	☑	☐

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره دو- بررسی مدارک موجود

۹- اجزای سازه‌ای:

۹-۱- دیوارهای سازه‌ای:

دیوار برشی بتنی معمولی ☐ دیوار برشی بتنی هم‌بند ☐

دیوار برشی فولادی ☐ سایر ☐ .....

۹-۲- پی‌ها:

منفرد ☑ نواری ☐ گسترده ☐ عمیق ☐ سایر ☐ .....

۹-۳- نوع دیافراگم:

تیرچه بلوک ☐ مهاربندی فولادی افقی ☐

دال بتنی ☐ کف فلزی با پوشش بتن سازه‌ای ☐

دال و تیرچه بتنی ☐ کف فلزی با پوشش بتن غیر سازه‌ای ☐

طاق ضربی ☑ کف فلزی بدون پوشش ☐

— —

۱۰- میانقاب‌ها

۱۰-۱- نوع مصالح میانقاب:

۱۰-۲- میانقاب‌های موجود در ساختمان کدام یک از شرایط زیر را ارضا می‌کنند:

☑ میانقاب جداشده: میانقابی که در بالا و اطراف خود دارای درزهایی با قاب است به طوری‌که وقوع حداکثر تغییر شکل‌های مورد انتظار قاب را به‌طور آزادانه امکان‌پذیر می‌سازد.

☐ میانقاب برشی: میانقاب در هر چهار طرف به‌طور کامل با قاب محیطی خود در تماس است.

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره سه- سونداژ

۱- سونداژ جزییات مهاربندها

ردیف	جزییات مهاربندها	برداشت شد	برداشت نشد
۱-۱	نوع مهاربند	☑	☐
۱-۲	نوع پروفیل و ابعاد مقطع آن	☑	☐
۱-۳	ضخامت و ابعاد ورق‌های اتصال (در صورت وجود)	☑	☐
۱-۴	بعد و طول جوش‌ها و فواصل آن‌ها	☑	☐
۱-۵	فواصل لقمه‌ها یا بست‌ها	☑	☐

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره چهار – ارزیابی کیفی

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ۱ از ٤

۱- ارزیابی کلی سازه

۱- آیا مسیرهای انتقال بار ثقلی تا روی پی ادامه دارند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۲- آیا مسیرهای انتقال بار جانبی تا روی پی ادامه دارند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۳- درز انقطاع با ساختمان‌های مجاور: ☑ وجود دارد (☐ کم‌تر از مقدار مجاز - ☑ بیش‌تر از مقدار مجاز) ☐وجود ندارد

۴- اجزای سازه‌ای مشترک بین ساختمان‌های مجاور: ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد

۵- آیا احتمال بروز آسیب ناشی از ساختمان‌های مجاور وجود دارد؟ ☑ بله (☑ سقوط اجزای سست- ☐ آتش‌سوزی- ☐ سایر موارد) ☐ خیر

۶- به‌طور کلی، سازه در پلان: ☑منظم ☐نامنظم (☐عدم تقارن اعضای سیستم باربر جانبی-☐توزیع نامتناسب جرم در پلان- ☐نامنظمی هندسی)

۷- به‌طور کلی، سازه در ارتفاع: ☑ منظم ☐ نامنظم (☐ طبقه نرم یا ضعیف- ☐ توزیع نامتناسب جرم- ☐ نامنظمی هندسی) ☐ نامشخص

۸- احتمال وقوع پیچش چقدر است؟ ☐ زیاد ☐ متوسط ☑ کم ☐ نامشخص

۹- آیا اعضای باربر جانبی در ارتفاع تغییر صفحه دارند؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۱۰- آیا تیغه‌های داخلی به‌طور منظم و متقارن در کف طبقات توزیع شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۲- پی

۱۱- نشست در سازه: ☑ وجود ندارد ☐ وجود دارد (☐ یکنواخت- ☐ غیر یکنواخت)

۱۲- وضع ظاهری پی‌ها: ☑ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐ نامشخص

۱۳- آیا پی‌ها در یک تراز قرار دارند؟ ☑ بله ☐ خیر

۱۴- تراز آب زیرزمینی نسبت به سطح زمین چقدر است؟ ☑ بیش از ۲۰ متر ☐ بین ۱۰ تا ۲۰ ☐ بین ۲ تا ۱۰ ☐ کم‌تر از ۲ متر

۱۵- آیا شواهدی از خاک‌شستگی و سایش خاک اطراف پی وجود دارد؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۱۶- آیا پی مشترک با سازه مجاور دارد؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره چهار – ارزیابی کیفی

۳- کف‌ها و بام	
۱۷- آیا کف در مجاورت دهانه‌های مهاربندی شده دارای بازشو هستند؟	☐ بله (☐کم‌تر از مقدار مجاز- ☐ بیش از مقدار مجاز) ☑ خیر
۱۸- آیا بازشوهایی در کف با عرض بیش از ¼ بعد ساختمان، وجود دارد؟	☐ بله ☑ خیر
۱۹- انسجام و یکپارچگی کف‌ها و بام را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	☑ مناسب ☐ نامناسب
۲۰- اتصال قطعات بام به اجزای سازه را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	☑ مناسب ☐ خطر سقوط وجود دارد ☐ مصداق ندارد
۲۱- آیا ترک‌های غیرعادی در سقف‌های بتنی دیده می‌شود؟	☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص
۲۲- در صورت استفاده از ورق‌های موج‌دار در سقف، ورق‌ها به‌طور مطلوب به اسکلت سقف مهار شده‌اند؟	☐ بله ☐ خیر ☑مصداق ندارد
۲۳- در سقف‌های تیرچه‌بلوک یا دهانه‌های بیش از ۴ متر، تیرچه‌ها دارای کلاف عرضی هستند؟	☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد
۲۴- سیستم سقف در محل تکیه‌گاه‌ها به عناصر زیر سری به‌طور مناسب متصل شده است؟	☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص
٤- سازه‌ی فولادی	
۲۵- مقاطع موجود از چه نوع است؟	☑ نورد شده ☐ ساخته شده از ورق
۲۶- مقاطع موجود چه شکلی است؟ ستون:	☐ تک ☑ دوبل ☐ جعبه‌ای ☐ مقاطع دیگر
تیر:	☑ تک ☐ دوبل ☑ لانه زنبوری ☐ مقاطع دیگر
مهاربند:	☐ تک ☑ دوبل ☐ مقاطع دیگر
۲۷- اتصالات از چه نوعی است؟	☐ پیچی ☑ جوشی ☐ پیچی- جوشی
۲۸- کیفیت کلی اجرا را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	☑ مناسب ☐ نامناسب
۲۹- آیا مورد زنگ‌زدگی و خوردگی در اعضا مشاهده می‌کنید؟	☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص
۳۰- آیا ستون کوتاه در قاب وجود دارد؟	☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره چهار – ارزیابی کیفی

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ۲ از ٤
۳۱- آیا فلسفه‌ی تیر ضعیف- ستون قوی رعایت شده است؟ ☐ بله ☐ خیر ☑ نامشخص	
۳۲- ستون‌ها، تیرها و دیوارهای برشی دارای سابقه‌ی آسیب قبلی ناشی از آتش‌سوزی و یا ضربه هستند؟ ☐ بله ☑ خیر	
٤-۱- ستون‌ها	
۳۳- آیا جزییات فنی مناسب در اجرای ستون‌ها رعایت شده است؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص	
۳۴- آیا ستون‌ها در راستای شاقولی اجرا شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص	
۳۵- آیا طاهر ستون نشانگر احتمال وقوع کمانش است؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص	
۳۶- کیفیت اتصال را در محل تغییر مقطع ستون‌ها چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ مناسب ☐ نامناسب ☑ مصداق ندارد	
۳۷- آیا اتصال در محل وصله‌ی ستون‌ها را مناسب ارزیابی می‌کنید؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۳۸- اتصالات تیر به ستون با جزییات مناسب اجرا شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص	
٤-۲- تیرها	
۳۹- آیا تیری که دارای خیز قابل توجهی باشد، وجود دارد؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص	
۴۰- آیا اتصال با جزییات مناسب در محل وصله‌ی تیرها اجرا شده است؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد	
۴۱- آیا اتصال تیر پله به تیرهای طبقه و نیم‌طبقه مناسب است؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۴۲- در تیرلانه‌زنبوری، چشمه‌ها در محل تکیه‌گاه در محدوده‌ی مناسب پوشانده شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ مصداق ندارد	
۴۳- آیا طول نشیمن تیرها در محل تکیه‌گاه‌ها مناسب است؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص	
۴۴- کیفیت اجرا و جوش مقاطع، سخت‌کننده‌ها و ... در تیرها را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب ☐ نامشخص	

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره چهار – ارزیابی کیفی

٤-٣- صفحه‌ستون‌ها				
۴۵- آیا ابعاد صفحه‌ی پای‌ستون مناسب به‌نظر می‌رسد؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
۴۶- اتصال ستون به صفحه‌ی پای‌ستون مناسب اجرا شده است؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
۴۷- پولت‌های مربوط به صفحه‌ی پای‌ستون مناسب اجرا شده است؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
۴۸- آیا امکان نفوذ آب و عدم قابلیت تخلیه‌ی آن در پای ستون وجود دارد؟	☐ بله	☑خیر	☐ نامشخص	
۴۹- آیا کیفیت اتصال گیردار در پای ستون مناسب است؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	☐ مصداق ندارد
٤-٤- جوش و اتصالات جوشی	☑ وجود دارد		☐ وجود ندارد	
۵۰- آیا اجرای جوش در اتصالات از کیفیت مناسبی برخوردار است؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
۵۱- آیا اتصالات با جزییات مناسب اجرا شده‌اند؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
۵۲- آیا جوش‌های نفوذی به‌طور صحیحی اجرا شده‌اند؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
۵۳- اعوجاجی در اعضا که بر اثر گرما و تنش ناشی از جوشکاری به‌وجود آمده باشد، دیده می‌شود؟	☐ بله	☑ خیر	☐ نامشخص	
۵۴- در اعضای متشکل از چند پروفیل، اجرای جوش‌ها مناسب است؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
۵۵- کیفیت اجرای جوش‌های سربالا مناسب است؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
٤-٥- اتصالات پیچی	☐ وجود دارد		☑ وجود ندارد	
۵۶- آیا طول پولت‌ها مناسب است؟	☐ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
۵۷- آیا مهره‌ها به‌طور کامل بسته شده‌اند؟	☐ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
٤-٦- مهاربندها	☑ وجود دارد		☐ وجود ندارد	
۵۸- نوع مهاربندی‌ها چگونه است؟	☑هم محور	☐ برون محور		
۵۹- شکل مهاربندی‌ها چگونه است؟	☑ ضربدری	☐ K شکل	☐ ۷ و یا ۸	☐ قطری
۶۰- آیا مهاربندهایی که صرفا کششی باشند، وجود دارد؟	☐ بله	☑ خیر	☐ نامشخص	
۶۱- آیا اتصال مهاری‌ها به تیر و ستون مناسب است؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	
۶۲- آیا اتصال مهاری‌ها به صفحات اتصال مناسب است؟	☑ بله	☐ خیر	☐ نامشخص	

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره چهار – ارزیابی کیفی

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ۳ از ٤

۶۳- آیا ابعاد و سختی ورق‌های اتصال مهاربند مناسب به‌نظر می‌رسد؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۶۴- طول جوش در اتصال مهارها به صفحات اتصال مناسب است؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۶۵- دو مهاربند در محل تقاطع، به‌درستی اجرا شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ موضوعیت ندارد

۶۶- آیا کمانش ظاهری در مهاری‌ها مشاهده می‌شود؟ ☐ بله ☑ خیر ☐ نامشخص

۵- دیوارها

۶۷- مصالح دیوارها از چه نوعی است؟ ☐ آجر سفالی ☐ بلوک سفالی ☐ بلوک سیمانی ☐ آجر فشاری ☑ آجر مجوف

۶۸- ملات مصرفی دیوارها چیست؟ ☑ ماسه سیمان ☐ ماسه آهک ☐ خاک و گل ☐ نامشخص

۶۹- کیفیت ملات مصرفی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐ نامشخص

۷۰- کیفیت اجرای دیوارها را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☑ مناسب ☐ نامناسب (.....) ☐ نامشخص

۷۱- آیا در محل درز انقطاع، تیغه‌ها و دیوارها قطع شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد

۷۲- خطر واژگونی دیوارها و مسدود شدن ورودی یا خروجی‌ها را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☑ کم ☐ بدون خطر ☐ نامشخص

۷۳- آیا ترک در دیوارها رویت می‌شود؟ ☑ بله (☐ ترک ضربدری ناشی از زلزله- ☐ ترک عمودی ناشی از نشست- ☐ سایر موارد .....) ☐ خیر

۷۴- آیا جان‌پناه‌ها به‌طور مناسب مهار شده‌اند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد

۵-۱- میانقاب‌های مصالح بنایی ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد

۷۵- آیا ترک‌های قطری مشاهده می‌شود؟ ☑ بله (☐ترک ضربدری ناشی از زلزله- ☐ترک عمودی ناشی از نشست- ☑سایر موارد .....) ☐ خیر

۷۶- آیا میانقاب‌ها به طور پیوسته تا روی پی ادامه دارند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۷۷- آیا کیفیت اجرای ملات میانقاب‌ها مناسب به نظر می‌رسد؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص

۷۸- آیا اجرای میانقاب‌ها سبب ایجاد ستون کوتاه شده است؟ ☐ بله ☑ خیر

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره چهار – ارزیابی کیفی

۵-۳- دیوار غیرسازه‌ای ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۷۹- آیا دیوارهای غیرسازه‌ای داخلی دارای مهار کافی در خارج از صفحه خود هستند؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص	
۸۰- دیوارهای غیرسازه‌ای مصالح بنایی که ارتفاعشان کمتر از ارتفاع طبقه است، با کلاف‌های افقی یا قائم به سازه متصل شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد	
۸۱- آیا طول آزاد تیغه‌ها یا دیوارهای غیرسازه‌ای واقع بین دو پشت‌بند یا کلاف قائم، کمتر از حداکثر مقدار مجاز است؟ ☐ بله ☐ خیر ☑ نامشخص	
۸۲- آیا ارتفاع تیغه‌ها یا دیوارهای غیرسازه‌ای، کمتر از حداکثر مقدار مجاز است؟ ☑ بله (☑ بدون کلاف افقی- ☐ با استفاده از کلاف افقی مناسب- ☐ با استفاده از کلاف افقی نامناسب) ☐ خیر ☐ نامشخص	
۸۳- ابعاد پشت‌بند دیوارها مناسب است؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص	
۸۴- آیا اتصال کافی بین دیوارهای غیرسازه‌ای با دیوارهای سازه‌ای یا کلاف‌ها و ستون‌ها وجود دارد؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص	
۶- اجزای غیر سازه‌ای	
۶-۱- قطعات الحاقی بیرونی ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد	
۸۵-آیا در خارج از ساختمان قطعات الحاقی وجود دارد؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب به سازه - ☐ مهار نامناسب به سازه) ☐ خیر	
۸۶-آیا در صورت سقوط قطعات الحاقی، افراد صدمه می‌بینند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۸۷-آیا قطعات الحاقی خاص یا جثه فقط معماری در نمای ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله (☐ پایداری لرزه‌ای مناسب- ☐ ناپایدار لرزه‌ای) ☐ خیر	
۸۸- نرده‌ها و سایر ملحقات موجود در بام به‌طور مناسب به سازه متصل شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ مصداق ندارد	
۸۹-آیا پله‌ی فرار در ساختمان وجود دارد؟ ☐ وجود دارد- لازم است ☐ وجود ندارد- لازم است ☐ وجود ندارد- لازم نیست	
۹۰-آیا قطعات سنگین در لبه‌ی بام یا تراس‌ها و طره‌های بیرونی ساختمان وجود دارد؟ ☐بله (☐مهار مناسب-☐مهار نامناسب-☐بدون مهار) ☐ خیر	
۶-۲- آویزها و قطعات درون ساختمان ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد	
۹۱-آویزهای سنگین در ساختمان وجود دارد؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب- ☐ مهارنامناسب) ☐ خیر	
۹۲-قطعاتی که به دیوارها متصل هستند، به خوبی مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۹۳-خطر واژگونی و یا لغزش تجهیزات و آسیب به سازه و افراد را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☐ کم ☐ بدون خطر	

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره چهار – ارزیابی کیفی

چک‌لیست ارزیابی کیفی	صفحه: ٤ از ٤
۹۴-آیا قفسه‌ها، کمدها و سایر لوازم و تجهیزات به‌طور مناسب به کف و دیوار و سازه مهار شده‌اند؟ ☐ بله (☐ مهار مناسب- ☐ مهارنامناسب) ☐ خیر	
٦-۳- تاسیسات مکانیکی ☐ وجود دارد ☑ وجود ندارد	
۹۵-آیا فاصله‌ی مهار کانال‌ها مناسب است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۹۶-آیا لوله‌ها در محل تکیه‌گاه‌ها دارای اتصالات مناسب هستند؟ ☐ بله ☐ خیر	
۹۷-نحوه‌ی مهار کانال‌های تاسیساتی مناسب است؟ ☐ بله ☐ خیر	
۹۸-لوله‌ها و کانال‌ها در محل عبور از دیوار و یا درز انقطاع، به‌طور صحیحی اجرا شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ مصداق ندارد	
٦-٤- شیشه‌ها ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۹۹-آیا قاب شیشه‌ها در برابر زلزله از پایداری مناسبی برخوردار هستند؟ ☑ بله ☐ خیر	
۱۰۰- آیا نحوه‌ی قرارگیری شیشه‌ها در قاب به گونه‌ای است که تغییرشکل سازه باعث شکستن شیشه می‌شود؟ ☐ بله ☑ خیر	
۱۰۱- آیا خطر برخورد قطعات غیرسازه‌ای که در مجاورت سطوح شیشه‌خور قرار دارند، وجود دارد؟ ☐ بله ☐ خیر ☑ نامشخص	
۱۰۲- در سازه‌های با نمای شیشه‌ای وسیع، شیکه‌ی قاب شیشه‌ها دارای جزییات و مقاومت لرزه‌ای مناسب است؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد	
٦-۵- نما ☑ وجود دارد ☐ وجود ندارد	
۱۰۳- آیا ترک و یا رگه‌های شکست در نما مشاهده می‌شود؟ ☑ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☐ مصداق ندارد	
۱۰۴- احتمال سقوط مصالح نما را چگونه ارزیابی می‌کنید؟ ☐ زیاد ☑ کم ☐ بدون خطر ☐ نامشخص	
۱۰۵- آیا در نماسازی با سنگ پلاک، سنگ‌ها بطور مناسب مهار شده‌اند؟ ☐ بله ☐ خیر ☐ نامشخص ☑ مصداق ندارد	

بازرسی وضعیت موجود و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ چک لیست شماره چهار – ارزیابی کیفی

۶-۶- سقف کاذب	☐ وجود دارد	☑ وجود ندارد	
۱۰۶- آیا سقف کاذب دارای مهار مناسب به سقف سازه‌ای است؟	☐ بله	☐ خیر	
۱۰۷- آیا سقف کاذب با مصالح سبک اجرا شده است؟	☐ بله	☐ خیر	
۱۰۸- آیا فاصله‌ی مناسب بین سقف کاذب با دیوارها و ستون‌ها رعایت شده است؟	☐ بله	☐ خیر	
۱۰۹- اجزای سقف کاذب در تمام جهات به طور مناسب، به شبکه‌ی سقف کاذب متصل شده‌اند؟	☐ بله	☐ خیر	☐ خیر
۱۱۰- سیستم روشنایی به‌طرز مناسبی به سقف متصل شده است؟	☐ بله	☐ خیر	
۶-۷- ملاحظات ایمنی			
۱۱۱- نحوه‌ی دسترسی به ساختمان به منظور امدادرسانی مناسب است؟	☑ بله	☐ خیر	
۱۱۲- احتمال بروز آتش‌سوزی در هنگام وقوع زلزله را چگونه ارزیابی می‌کنید؟	☐ زیاد	☑ کم	☐ نامشخص
۱۱۳- آیا اجزای اصلی سازه در مقابل آتش‌سوزی به‌طور مناسبی محافظت شده‌اند؟	☐ بله	☑ خیر	☐ نامشخص

۱- تعریف مثال

- ۱-۱ پلان معماری اولیه
- ۱-۲ بازرسی وضعیت موجود ساختمان و بررسی اطلاعات و مدارک

❖ **۱-۳ تعیین هدف بهسازی و سطح اطلاعات**

- ۱-۴ تعیین سونداژ و آزمایش های مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

تعیین هدف بهسازی و سطح اطلاعات

تعیین هدف بهسازی و سطح اطلاعات

- برای این ساختمان هدف بهسازی مبنا انتخاب شده است.

- بنابراین برای این ساختمان کافی است سطح عملکرد ایمنی جانی در سطح خطر ۱- تامین شود.

- از آنجا که اطلاعات فولادی موجود نیست، با هماهنگی های انجام شده با کارفرما آزمایش ها در حد متعارف انجام شده است. لذا با توجه به هدف بهسازی مبنا و با استناد به جدول (۱-۴)، سطح اطلاعات متعارف در نظر گرفته می شود.

- بنابر این مطابق جدول (۱-۵) ضریب آگاهی برابر ۱ منظور می شود.

۱- تعریف مثال

- ۱-۱ پلان معماری اولیه
- ۱-۲ بازرسی وضعیت موجود ساختمان و بررسی اطلاعات و مدارک
- ۱-۳ تعیین هدف بهسازی و سطح اطلاعات

❖۱-۴ تعیین سونداژ و آزمایش های مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

تعیین سونداژ و آزمایش های مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

تعیین سونداژ و آزمایش‌های مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

- با توجه به اینکه جزییات اجرایی در نقشه ها موجود است، مطابق جدول (۱-۶)، بازرسی وضعیت موجود ساختمان مورد نظر انجام شده و اطلاعات موجود در نقشه ها انطباق مناسبی با وضعیت موجود دارد.

- ۳۰٪ تیرها، ۴۰٪ ستون ها، ۳۰٪ مهاربندی ها قابل دسترس بوده که در همه موارد با نقشه ها مطابقت داشتند.

- حداقل یک اتصال از هر نمونه اتصال اصلی بررسی شده اند و تطابق مناسبی با نقشه ها دیده شده است.

- بنابراین می توان فرض کرد که وضعیت اجرا شده مطابق نقشه است وبا توجه به جدول (۱-۶) احتیاج به بازبینی از سایر نقاط سازه نبوده است.

تعیین سونداژ و آزمایشهای مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

- با توجه به آنکه آزمایش ها در سطح متعارف انجام شده است، مطابق جدول (۱-۸) حداقل یک آزمایش کشش از هر نوع عضو سازه ای (تیر، ستون، مهربند، اجزای تقویت) و اجزا ی اتصالات لازم است.

- براساس بند (۶-۲-۲-۳) دستورالعمل برای تعیین نمونه گیری مقاومت طراحی بتن پی حداقل دو مغزه از پی مورد نیاز است.

- برای تعیین مقاومت مشخصه میلگردها دو نمونه گیری از آرماتورهای بکار رفته در ساختمان برای آزمایش انجام شده است.

- تعداد و نوع آزمایش انجام شده مطابق جدول (۵-۱) می باشد.

تعیین سونداژ و آزمایشهای مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

❖ آزمایش های تعیین مشخصات مکانیکی باید بر مبنای یک استاندارد معتبر منتشر شده (مانند استانداردهای انجمن آزمایش مصالح آمریکا ASTM) صورت گیرد.

جدول (۵-۱): تعداد و نوع آزمایش‌ها

تعداد / عضو	کشش	مغزه گیری	کشش آرماتور
پروفیل تیر	۱	–	–
پروفیل ستون	۱	–	–
پروفیل مهاربند	۱	–	–
ورق اتصال	۲	–	–
میلگرد	۲	–	–
پی	–	۲	۲
جمع	۷	۲	۲

تعیین سونداژ و آزمایشهای مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

- مطابق بند (۲-۴-۱) دستورالعمل میانگین مقادیر آزمایش ها به عنوان مقاومت مورد انتظار در نظر گرفته شده است.
- مطابق همین بند، برای محاسبه مقاومت کرانه پایین میزان انحراف معیار نتایج بدست آمده محاسبه شده و از میانگین مقادیر حاصل از آزمایش ها کاسته شده است.
- جدول (۵-۲) نتایج آزمایشات مقاومت مصالح را نشان می دهد.

جدول (۵-۲): نتایج آزمایش‌های مقاومت مصالح

مصالح	المان	مقاومت (kg/cm2)	میانگین (kg/cm2)	انحراف معیار (kg/cm2)	(انحراف معیار - میانگین) (kg/cm2)
فولاد	بر	۲۶۶۰	۲۴۵۰/۰	۱۹۹/۹	۲۲۵۰/۱
	ستون	۲۴۲۸			
	مهاربند	۲۲۶۲			
فولاد	ورق اتصال	۲۵۶۲/۶	۲۴۵۲/۵	۱۹۸/۱	۲۲۵۴/۴
	ورق اتصال	۲۳۱۲/۴			
ملگرد	بی	۴۰۵۳/۹	۴۰۱۵	۵۵/۰	۳۹۶۰/۰
	بی	۳۹۷۶/۱			
بتن	بی	۳۰۸/۲	۲۸۰/۰	۴۰/۰	۲۴۰/۰
	بی	۲۵۱/۷			

تعیین سونداژ و آزمایشهای مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

❖ با توجه به جدول (۵-۲) نتایج مقاومت کرانه پایین و مورد انتظار مصالح پروفیل ها، بتن و میلگردها بدست آمده است.

مقاومت تسلیم مورد انتظار پروفیل‌ها (تیر، ستون، مهاربند)	$(F_{ye})_{PROFILE} = 2450 \quad Kg/Cm^2$
مقاومت تسلیم کرانه‌ی پایین پروفیل‌ها (تیر، ستون، مهاربند)	$(F_{yLB})_{PROFILE} = 2250 \quad Kg/Cm^2$
مقاومت تسلیم مورد انتظار ورق‌های اتصال	$(F_{ye})_{PLATE} = 2462 \quad Kg/Cm^2$
مقاومت تسلیم کرانه‌ی پایین ورق‌های اتصال	$(F_{yLB})_{PLATE} = 2247 \quad Kg/Cm^2$
مقاومت تسلیم مورد انتظار میلگردها	$(F_s)_{Bar} = 4015 \quad Kg/Cm^2$
مقاومت تسلیم کرانه‌ی پایین میلگردها	$(F_{sLB})_{Bar} = 3960 \quad Kg/Cm^2$
مقاومت مورد انتظار بتن پی	$f_{CE} = 280 \quad Kg/Cm^2$
مقاومت کرانه‌ی پایین بتن پی	$f_{CL} = 240 \quad Kg/Cm^2$
مدول الاستیسیته‌ی مورد انتظار بتن (براساس آبا)	$E_{CL} = 15800\sqrt{f_{CE}} = 264385 \quad Kg/Cm^2$
مدول الاستیسیته‌ی کرانه‌ی پایین بتن (براساس آبا)	$E_{CL} = 15800\sqrt{f_{CL}} = 244773 \quad Kg/Cm^2$
مدول الاستیسیته‌ی مصالح فولادی	$E_S = 2.04 \times 10^6 \quad Kg/Cm^2$

تعیین سونداژ و آزمایشهای مقاومت مصالح و ژئوتکنیک

- بر اساس مطالعات انجام شده مقدار ضریب فنری واحد بستر برابر Ks = 7.0 kg/cm3 تعیین شده است.

- جهت کنترل ظرفیت خاک، ظرفیت برشی مجاز آن تحت بارهای ثقلی (بارهای مرده و زنده) برای پی های سطحی تک و گسترده برابر qa = 1.5 kg/ cm2 گزارش شده است.

- بنابراین طبق بند (۴-۴-۱) دستورالعمل ظرفیت باربری تجویزی مورد انتظار خاک برابر است با:

$$q_c = 3q_a = 4.5 \ {}^{kg}/_{cm^2}$$

❖۲. انجام محاسبات

- ۲-۱ تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی
- ۲-۲ محاسبه بارهای مرده و زنده
- ۲-۳ مدل سازی خطی
- ۲-۴- محاسبات بار زلزله
- ۲-۵ ملاحظات پیچش
- ۲-۶ بررسی صلبیت دیافراگم
- ۲-۷- ترکیب بارها

انجام محاسبات

۲. انجام محاسبات

❖۲-۱ تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی

- ۲-۲ محاسبه بارهای مرده و زنده
- ۲-۳ مدل سازی خطی
- ۲-۴- محاسبات بار زلزله
- ۲-۵ ملاحظات پیچش
- ۲-۶ بررسی صلبیت دیافراگم
- ۲-۷- ترکیب بارها

تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی

تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی

- بر اساس بند (۱-۶) دستورالعمل بهسازی، شتاب مربوط به زلزله سطح خطر-۱ با استفاده از نقشه پهنه بندی شتاب موجود که در آن دوره بازگشت ۴۷۵ سال (۱۰٪ احتمال وقوع در ۵۰ سال) درج شده باشد، تعیین می شود.
- مقدار شتاب مبنی طرح، A، در سطح خطر-۱ (زلزله با دوره بازگشت ۴۷۵ سال) بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ برابر ۰/۲۵ است.
- با توجه به هدف بهسازی مطلوب، طیف ضریب بازتاب ساختمان، B، برای خاک نوع III نیز براساس استاندارد ۲۸۰۰ تعیین شده و در شکل (۵-۲) ارائه شده است.
- طیف طرح استاندارد از حاصلضرب مقدارهای طیف ضریب بازتاب ساختمان (B) و شتاب مبنای طرح (A) حاصل می شود.

شکل ۱-۵-۲: طیف ضریب بازتاب ساختمان

۲. انجام محاسبات

- ۲-۱ تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی

❖ **۲-۲ محاسبه بارهای مرده و زنده**

- ۲-۳ مدل سازی خطی
- ۲-۴- محاسبات بار زلزله
- ۲-۵ ملاحظات پیچش
- ۲-۶ بررسی صلبیت دیافراگم
- ۲-۷- ترکیب بارها

محاسبه بارهای مرده و زنده

محاسبه بارهای مرده و زنده

❖ بارهای مرده و زنده این ساختمان با توجه به جزئیات موجود در نقشه و براساس استاندارد ۵۱۹ بدست آمده است که در جدول (۵-۳) خلاصه شده است.

❖ سقف این ساختمان از نوع طاق ضربی بوده و دیوارهای آن با آجر مجوّف و ملات ماسه سیمان ساخته شده است.

جدول (۵-۳): مقادیر بارهای به دست آمده برای ساختمان

بار مرده واحد سطح بام	$600\ {kg}/{m^2}$
بار مرده واحد سطح سایر طبقات	$600\ {kg}/{m^2}$
بار زنده واحد سطح بام	$150\ {kg}/{m^2}$
بار زنده واحد سطح سایر طبقات	$200\ {kg}/{m^2}$
بار واحد سطح دیوارهای پیرامونی بدون بازشو	$280\ {kg}/{m^2}$
بار واحد سطح دیوارهای پیرامونی دارای بازشو	$196\ {kg}/{m^2}$
بار واحد طول جان‌پناه	$250\ {kg}/{m}$

۲. انجام محاسبات

- ۲-۱ تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی
- ۲-۲ محاسبه بارهای مرده و زنده
- ❖ **۲-۳ مدل سازی خطی**
- ۲-۴- محاسبات بار زلزله
- ۲-۵ ملاحظات پیچش
- ۲-۶ بررسی صلبیت دیافراگم
- ۲-۷- ترکیب بارها

مدل سازی خطی

مدل سازی خطی

- مدل سازی این سازه به منظور انجام تحلیل ها با استفاده از نرم افزار SAP2000 انجام شده است.

- تمام اعضای اصلی سازه مدل شده اند.

- سیستم باربر ثقلی و جانبی ساختمان در جهت شمالی-جنوبی قاب مهاربندی شده با محور متقارب و در جهت شرقی-غربی قاب با اتصالات خورجینی است.

فرضیات مدل سازی

- ۱) از آنجایی که در اتصال خورجینی فقط از نبشی های فوقانی و تحتانی استفاده شده است، با توجه به بند (۵-۷-۱) دستورالعمل بهسازی، سازه در این جهت مقاومت کافی در مقابل بارهای جانبی را ندارد.

- همانطور که در پلان معماری اولیه دیده می شود، عملا میانقاب قابل قبولی برای مقابله با نیروی جانبی در جهت مزبور وجود ندارد و آن چنان که در توضیحات چک لیست اشاره شد میانقاب های موجود نیز از نوع جدا شده هستند، لذا در این مرحله سازه آسیب پذیر تشخیص داده می شود.

- اما برای آنکه امکان ادامه حل این مثال تا مراحل پایانی فراهم گردد، سازه در این جهت تقویت شده و ادامه ارزیابی براساس فرضیات جدید صورت گرفته است.

فرضیات مدل سازی

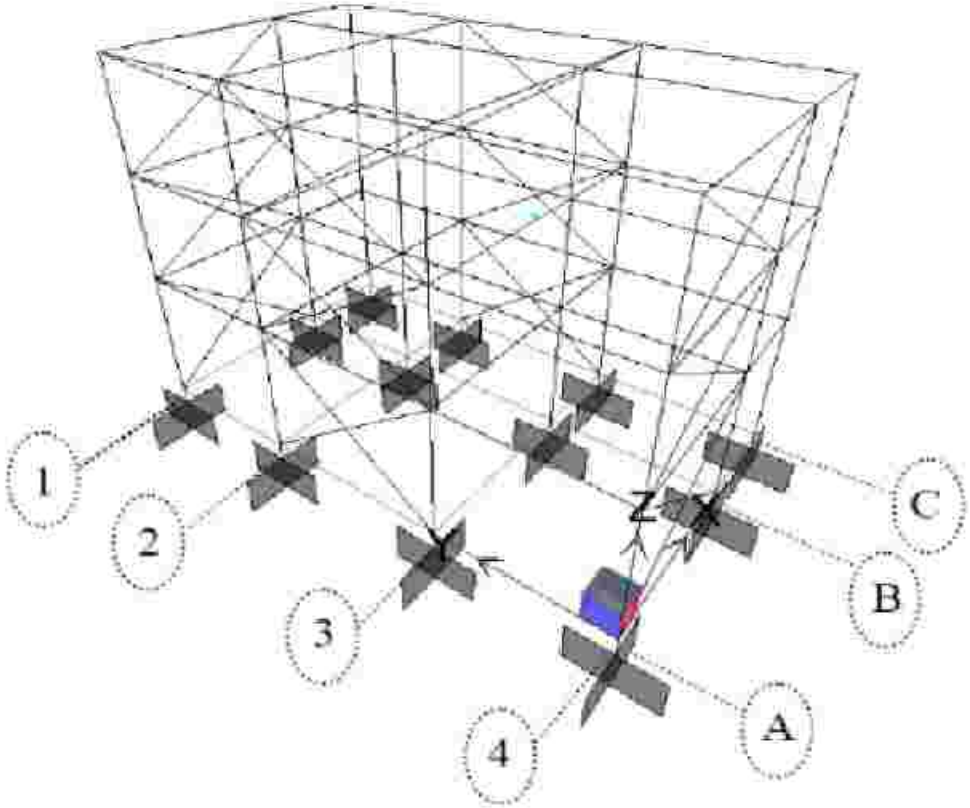
❖ ۲) از آنجا که اتصالات مربوط درصد گیرداری پایینی دارند، لذا از مقاومت لنگر این اتصالات در این سازه صرفه نظر شده است.

❖ ۳) در این سازه با توجه به آن که کف طبقات طاق ضربی است، از صلبیت کافی برخوردار نیستند. لذا باید با استفاده از تمهیداتی نظیر بکارگیری المان های ضربدری و اتصال تیرچه طاق ضربی به یکدیگر صلبیت کافی را تامین نمود. بنابراین مراحل ارزیابی با فرض ایجاد صلبیت در سقف دنبال شده است.

❖ ۴) از آنجا که در بازدیدهای انجام شده مشخص گردیده که نقشه های اجرایی با وضعیت موجود سازه تطابق دارند، از ابعاد موجود در نقشه ها بمنظور مدلسازی استفاده شده است.

❖ جزئیات مدل این سازه در SAP، در شکل های (۵-۳) تا (۵-۱۱) نشان داده شده است.

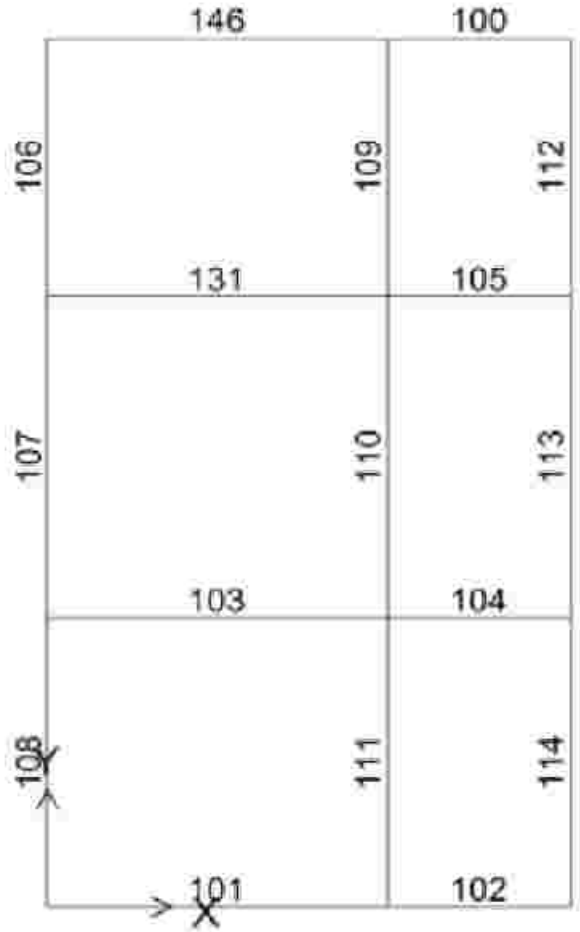
فرضیات مدل سازی



شکل (۵-۳): مدل سه‌بعدی ساختمان

شکل (۵-٤): پلان طبقه‌ی همکف

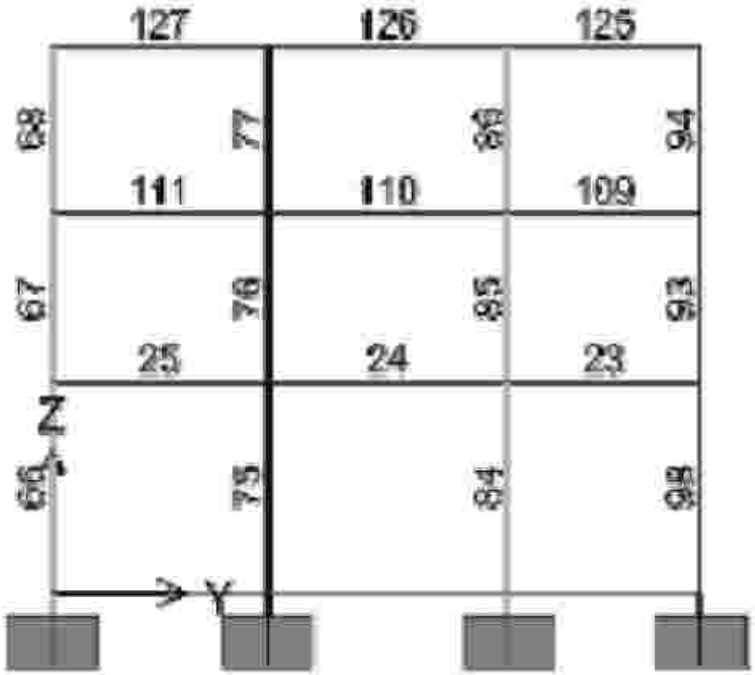
فرضیات مدل سازی



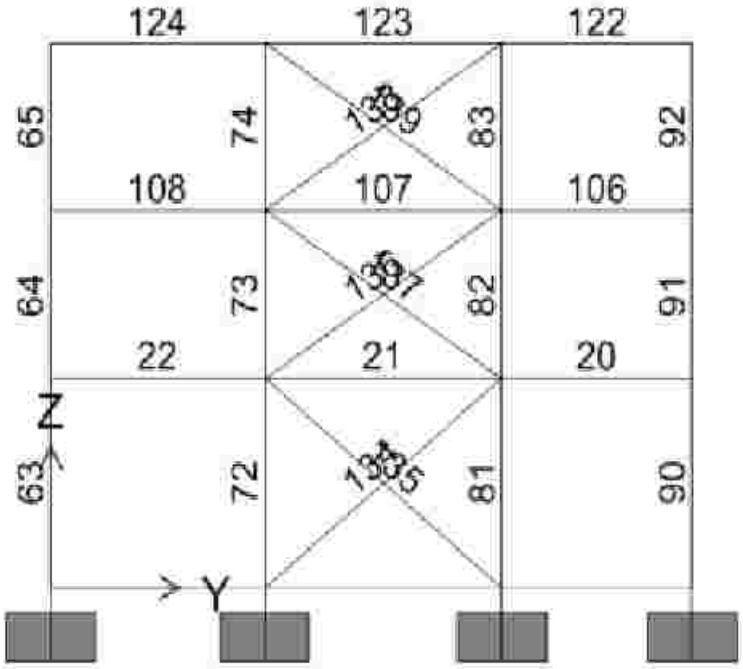
شکل (۵-۶): پلان طبقه‌ی دوم

شکل (۵-۵): پلان طبقه‌ی اول

فرضیات مدل سازی

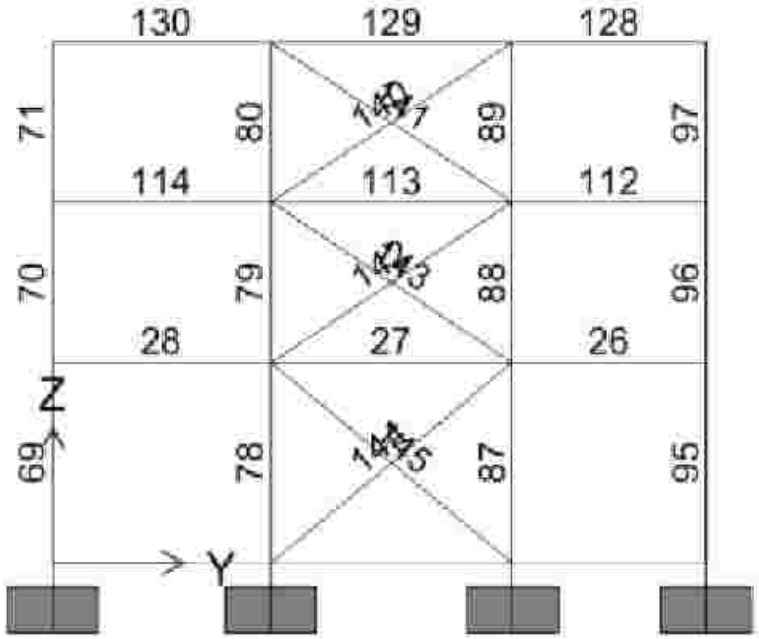


شکل (۵-۷): قاب واقع در محور A

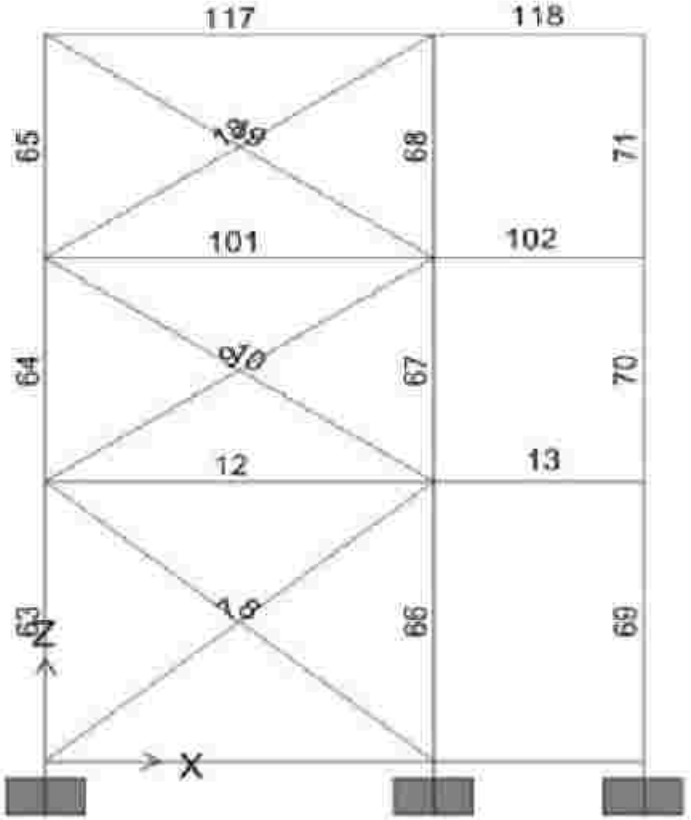


شکل (۵-۸): قاب واقع در محور B

فرضیات مدل سازی

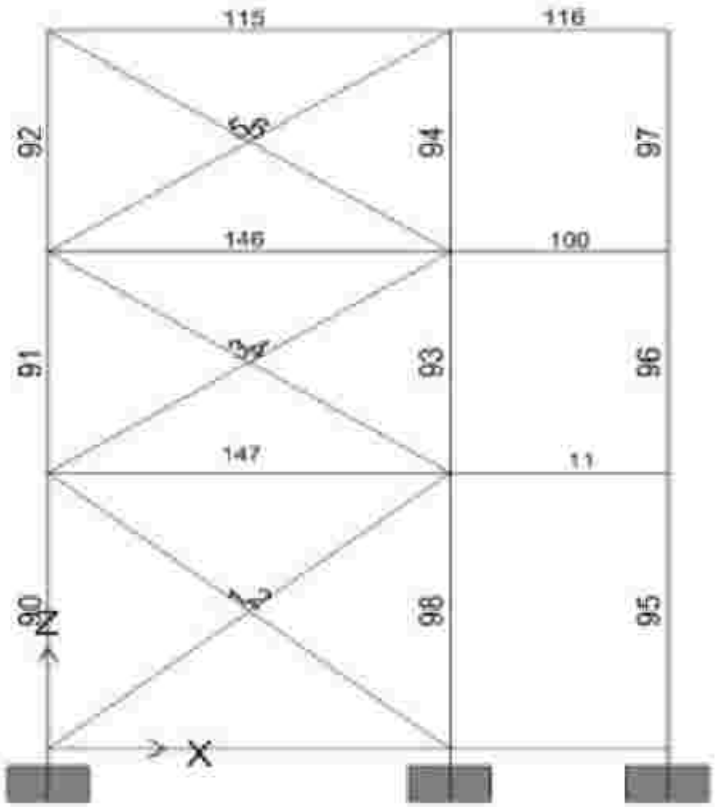


شکل (۵-۹): قاب واقع در محور C



شکل (۵-۱۰): قاب واقع در محور ٤

فرضیات مدل سازی



شکل (۵-۱۱): قاب واقع در محور ۱

۲. انجام محاسبات

- ۲-۱ تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی
- ۲-۲ محاسبه بارهای مرده و زنده
- ۲-۳ مدل سازی خطی

❖ **۲-۴- محاسبات بار زلزله**

- ۲-۵ ملاحظات پیچش
- ۲-۶ بررسی صلبیت دیافراگم
- ۲-۷- ترکیب بارها

محاسبات بار زلزله

محاسبات بار زلزله

❖ در صورت برقراری ۳ شرط زیر استفاده از تحلیل استاتیکی خطی به عنوان تحلیل اولیه مجاز است و در غیر اینصورت از روش تحلیل دینامیکی خطی بدین منظور استفاده می شود.

❖ ۱)کنترل زمان تناوب اصلی ساختمان:

❖ زمان تناوب اصلی نوسان این ساختمان در هر دو جهت طولی و عرضی به صورت زیر محاسبه می شود

جهت طولی و عرضی

قاب مهاربندی شده هم مرکز

$$\Rightarrow \quad T_{\text{طولی}} = T_{\text{عرضی}} = 0.5(H)^{3/4} = 0.29 \text{ Sec}$$

❖ زمین محل ساختمان از نوع

$T_S = 0.7$ Sec

$T_x = T_y = 0.5(H)^{3/4} = 0.29$ Sec

$0.29 < 3.5T_S = 2.45$ OK

محاسبات بار زلزله

❖ ۲) کنترل تغییر ابعاد:

❖ هیچ گون تغییر ابعاد پلان در طبقات وجود ندارد.

❖ ۳) کنترل سیستم باربر جانبی متعامد:

❖ سازه بعد از اصلاح اولیه در دو جهت دارای سیستم باربر جانبی مهاربندی است.

❖ بنابراین نیروی زلزله را براساس محاسبات روش تحلیل خطی محاسبه می کنیم.

محاسبات بار زلزله

❖ طبق بند (۳-۴-۲) در روش استاتیکی خطی برش پایه ساختمان در زلزله سطح خطر مورد نظر طبق رابطه ذیل محاسبه می شود:

$$V = C_S W$$

$$C_S = C_1 C_2 C_m S_a$$

❖ ضرایب C1وCm به صورت زیر محاسبه شده است:

$$C_1 = 1 + \frac{T_S - T}{2T_S - 0.2}$$

$$T_S = 0.7 \text{ sec}$$

$$T_{\text{طولی}} = T_{\text{عرضی}} = 0.29 \text{ sec}$$

$$C_1 = 1.342$$

❖ به دلیل خطی بودن تحلیل مقدار C2 برابر یک در نظر گرفته می شود.

❖ مقدار ضریب Cm با توجه به جدول (3-4) برابر ۰/۹ است.

محاسبات بار زلزله

❖ مقدار Sa برابر است با:

❖ در سطح خطر یک

$$S_a = A.B = 0.25 \times 2.75 = 0.6875$$

❖ وزن کل ساختمان (W)، شامل وزن مرده به اضافه ۲۰ درصد از بار زنده (مطابق استاندارد ۲۸۰۰)، برابر ۳۲۲/۹ تن بدست آمده است.

❖ بنابراین:

$$C_1 C_2 C_m S_a = 0.83$$

❖ برش پایه در سطح خطر یک برای این ساختمان برابر است با:

در جهت طولی $V_X = 268.0\ \text{Ton}$

در جهت عرضی $V_Y = 268.0\ \text{Ton}$

محاسبات بار زلزله- توزیع نیروی جانبی

$$F_i = \frac{W_i h_i^k}{\sum W_j h_j^k} V \qquad 1 \leqslant k = 0.5T + 0.75 \leqslant 2 \qquad \Rightarrow k = 1$$

جدول (۵-۶): توزیع نیروی جانبی در ارتفاع برای سطح خطر یک

طبقه i	W_i (Ton)	h_i (m)	$W_i h_i^k$	$\frac{W_i h_i^k}{\sum W_j h_j^k}$	$F_{xi} = F_{yi}$ (Ton)
۱	۱۰۵/۷۱	۴/۰	۴۲۲/۸۴	۰/۱۸۱	۴۸/۵۰
۲	۱۰۷/۸۵	۷/۲	۷۷۶/۵۳	۰/۳۳۲	۸۹/۰۷
۳	۱۰۹/۳۶	۱۰/۴	۱۱۳۷/۳۳	۰/۴۸۷	۱۳۰/۴۵
جمع	۳۲۲/۹۲		۲۳۳۶/۷۰		۲۶۸/۰۲

F_i: نیروی جانبی وارد بر طبقه‌ی i-اُم؛

W_i: وزن طبقه‌ی i-اُم در محاسبات زلزله؛

h_i: ارتفاع طبقه‌ی i از تراز پایه؛

V: برش پایه؛

k: ضریبی است که تابع زمان تناوب سازه است.

کنترل اولیه اعتبار تحلیل استاتیکی خطی

- مطابق بند (۳-۳-۱)پیش از کنترل نسبت نیاز به ظرفیت در المان ها لازم است یک کنترل بر ای بررسی اعتبار روش تحلیل استاتیکی خطی صورت پذیرد
- ۱- کنترل نامنظمی در سختی پیچشی : یعنی نسبت حداکثر تغییرمکان جانبی نسبی در هر طبقه و در هر راستا ، کم تر از۱/۵ برابر نسبت تغییرمکان نسبی متوسط آن طبقه در همان راستا به ارتفاع آن طبقه باشد.

جدول (۵-۷): کنترل نامنظمی در سختی پیچشی

طبقه i	$Drift_{max}$		$\overline{Drift}$		$\frac{Drift_{max}}{\overline{Drift}}$		$\frac{Drift_{max}}{\overline{Drift}}<1.5$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
۳	۰/۰۰۷۶	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۴۹	۱/۰۷	۱/۰۳	بله	بله
۲	۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۵۷	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۵۵	۱/۰۷	۱/۰۳	بله	بله
۱	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۴۱	۱/۰۷	۱/۰۳	بله	بله

کنترل اولیه اعتبار تحلیل استاتیکی خطی

❖ ۲- کنترل نامنظمی جرم و سختی در ارتفاع : یعنی نسبت تغییرمکان متوسط جانبی نسبی در هر طبقه و در هر راستا، به استثنای خرپشته، کم تر از ۵۰ درصد با طبقه بالا یا پایین آن در همان راستا اختلاف داشته باشد.

جدول (۵-۸): کنترل نامنظمی جرم و سختی در ارتفاع

طبقه i	h_i (cm)	$(\overline{Drift})_i$		$\lambda = \frac{\max[(\overline{Drift})_i, (\overline{Drift})_{i+1}]}{\min[(\overline{Drift})_i, (\overline{Drift})_{i+1}]}$		$\lambda < 1.5$	
		X	Y	X	Y	X	Y
۳	۳۲۰	۰/۰۰۷۱	۰/۰۰۴۹				
۲	۳۲۰	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۵۵	۱/۰۷	۱/۱۲	بله	بله
۱	۴۰۰	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۴۱	۱/۴۹	۱/۳۵	بله	بله

در جدول فوق h_i ارتفاع طبقه i-ام است.

بررسی پارامترهای تاثیر گذار

❖ اثر همزمانی مؤلفه های متعامد زلزله:

✓با توجه به عدم وجود ستون های مشترک بین قاب های باربر جانبی در دو جهت متعامد، اثر زلزله در جهت متعامد در ترکیب بارها منظور نشده است. بنابراین زلزله در هر جهت به صورت مجزا در نظر گرفته شده است.

❖ اثر مؤلفهٔ قائم زلزله :

✓به دلیل اینکه عضو طره ای و یا سایر اعضایی که مؤلفه قائم زلزله در آن ها تاثیر جدی داشته باشد در این سازه وجود ندارد، از اثر مؤلفهٔ قائم زلزله صرف نظر شده است.

۲. انجام محاسبات

- ۲-۱ تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی
- ۲-۲ محاسبه بارهای مرده و زنده
- ۲-۳ مدل سازی خطی
- ۲-۴- محاسبات بار زلزله

❖ **۲-۵ ملاحظات پیچش**

- ۲-۶ بررسی صلبیت دیافراگم
- ۲-۷- ترکیب بارها

ملاحظات پیچش

ملاحظات پیچش

❖ به منظور بررسی لزوم در نظر گرفتن پیچش اتفاقی، نیاز به محاسبه یη(نسبت حداکثر تغییرمکان افقی طبقه به تغییر مکان افقی مرکز جرم آن طبقه) در تمام طبقات ساختمان است. مقادیر ηبا در نظر گرفتن خروج از مرکزیت برابر با٪۵ بعد ساختمان در جهت عمود بر راستای نیروی زلزله محاسبه شده است

جدول (۵-۹): جابجایی مرکز جرم در جهت مثبت محورها

طبقه i	δ_{max} (cm)		δ_{cm} (cm)		$\eta_i = \frac{(\delta_{max})_i}{(\delta_{CM})_i}$		η_{max}		$\eta_{max} < 1.1$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
۱	۳/۱۶	۱/۷۱	۲/۰۰	۱/۶۴	۱/۰۸	۱/۰۴				
۲	۴/۷۵	۳/۵۵	۴/۴۱	۳/۴۲	۱/۰۸	۱/۰۴	۱/۰۸	۱/۰۴	بله	بله
۳	۷/۱۷	۵/۲۰	۶/۶۸	۵/۰۰	۱/۰۷	۱/۰۴				

جدول (۵-۱۰): جابجایی مرکز جرم در جهت منفی محورها

طبقه i	δ_{max} (cm)		δ_{cm} (cm)		$\eta_i = \frac{(\delta_{max})_i}{(\delta_{CM})_i}$		η_{max}		$\eta_{max} < 1.1$	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
۱	۲/۱۳	۱/۶۶	۲/۰۰	۱/۶۳	۱/۰۷	۱/۰۲				
۲	۴/۷۰	۳/۴۶	۴/۴۱	۳/۴۰	۱/۰۶	۱/۰۲	۱/۰۷	۱/۰۲	بله	بله
۳	۷/۱۲	۵/۰۶	۶/۶۷	۴/۹۷	۱/۰۷	۱/۰۲				

۲. انجام محاسبات

- ۲-۱ تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی
- ۲-۲ محاسبه بارهای مرده و زنده
- ۲-۳ مدل سازی خطی
- ۲-۴- محاسبات بار زلزله
- ۲-۵ ملاحظات پیچش

❖ **۲-۶ بررسی صلبیت دیافراگم**

- ۲-۷- ترکیب بارها

بررسی صلبیت دیافراگم

بررسی صلبیت دیافراگم

- از آن جا که دیافراگم ساختمان از نوع طاق ضربی است، برای حصول صلبیت دیافراگم از المانهای ضربدری استفاده شده و محاسبات با فرض صلبیت دیافراگم ها انجام شده است.
- نیروی جانبی برای تحلیل دیافراگم

جدول (۵-۱۱): نیروی جانبی اعمال شده بر دیافراگم

طبقه i	F_i		W_i	F_i تجمعی		W_i تجمعی	F_{pi}	
	X	Y		X	Y		X	Y
۳	۱۳۰/۵	۱۳۰/۵	۱۰۹/۴	۱۳۰/۵	۱۳۰/۵	۱۰۹/۴	۱۳۰/۵	۱۳۰/۵
۲	۸۹/۱	۸۹/۱	۱۰۷/۹	۲۱۹/۵	۲۱۹/۵	۲۱۷/۲	۱۰۹/۰	۱۰۹/۰
۱	۴۸/۵	۴۸/۵	۱۰۵/۷	۲۶۸/۰	۲۶۸/۰	۳۲۲/۹	۸۷/۷	۸۷/۷

۲. انجام محاسبات

- ۲-۱ تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی
- ۲-۲ محاسبه بارهای مرده و زنده
- ۲-۳ مدل سازی خطی
- ۲-۴- محاسبات بار زلزله
- ۲-۵ ملاحظات پیچش
- ۲-۶ بررسی صلبیت دیافراگم

❖۲-۷- ترکیب بارها

ترکیب بارها

ترکیب بارها

❖ دو نوع ترکیب بار ثقلی مجزا در ترکیب با بارهای زلزله به شرح زیر در نظر گرفته شده است.

$Q_{G1}=1.1*(QD+QL)$

$Q_{G2}=0.9*QD$

❖ به منظور به دست آوردن نیروها و تغییر شکل های مقاطع اعضا بسته به مورد از ترکیب بارهای حالت کنترل شونده توسط تغییرشکل و یا حالت کنترل شونده توسط نیرو استفاده شده است. این ترکیب بارها در ذیل آورده شده اند.

1. COMBG	$1.1\times(Q_D+Q_L)$
2. COMBD1	$1.1\times(Q_D+Q_L)+EX$
3. COMBD2	$1.1\times(Q_D+Q_L)-EX$
4. COMBD3	$1.1\times(Q_D+Q_L)+EY$
5. COMBD4	$1.1\times(Q_D+Q_L)-EY$
6. COMBD5	$0.9\times Q_D+EX$
7. COMBD6	$0.9\times Q_D-EX$
8. COMBD7	$0.9\times Q_D+EY$
9. COMBD8	$0.9\times Q_D-EY$

ترکیب بارها

❖ برای حالت کنترل شونده توسط نیرو نیز ترکیب بارها به صورت زیر هستند

1. COMBG $1.1\times (Q_D+Q_L)$
2. COMBF1 $1.1\times (Q_D+Q_L) + EX / (C_1C_2C_3J)$
3. COMBF2 $1.1\times (Q_D+Q_L) - EX / (C_1C_2C_3J)$
4. COMBF3 $1.1\times (Q_D+Q_L) + EY / (C_1C_2C_3J)$
5. COMBF4 $1.1\times (Q_D+Q_L) - EY / (C_1C_2C_3J)$
6. COMBF5 $0.9\times Q_D + EX / (C_1C_2C_3J)$
7. COMBF6 $0.9\times Q_D - EX / (C_1C_2C_3J)$
8. COMBF7 $0.9\times Q_D + EY / (C_1C_2C_3J)$
9. COMBF8 $0.9\times Q_D - EY / (C_1C_2C_3J)$

در روابط فوق:

Q_D: بار مرده؛

Q_L: بار زنده؛

EX: بار زلزله در جهت X؛

EY: بار زلزله در جهت Y است.

❖۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

❖۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها

- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها

تحلیل خطی و محاسبهٔ مقادیر نیازها

- مدل سازه در نرم افزار SAP2000 تهیه شده و تحلیل خطی انجام شده است . براساس نتایج این تحلیل مقادیر نیاز اعضای سازه تعیین شده اند. این نیازها در اعضای مهاربندی نیروی محوری عضو، در تیرها نیروی برشی و لنگر خمشی و در ستونها شامل لنگر خمشی حول محورهای محلی ۲ و ۳ و نیروی محوری است.

- مدل سازی تیرها و ستون ها هم جهت با مثبت محورهای مختصات بوده است . بدین معنا که تیرهای موجود در راستای XوY به ترتیب از چپ به راست و از پایین به بالا در صفحهXY مدل شده اند و ستون ها نیز در راستای محور Z از پایین به بالا در مدل تعریف شده اند. بنابراین ابتدای المان های تیری راستایX وY به ترتیب در سمت چپ و پایین آن ها در صفحهXY قرار دارد و ابتدای ستون ها در قسمت تحتانی آن ها در راستای محورZ واقع است. فاصلهٔ نسبی که در جداول مربوط به نتایج خواهد آمد با توجه به ابتدای المان سنجیده میشود.

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها

❖ ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱

- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱

مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱

شماره عضو	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار	M3-3	V2-2
24	0.5	COMBG	324959	0
24	1.0	COMBG	0	2637
28	0.5	COMBG	329644	0
28	1.0	COMBG	0	2961
103	1.0	COMBD4	-1115899	12824
103	1.0	COMBF4	-966654	12525
113	0.5	COMBG	273584	0
113	1.0	COMBG	0	2211
117	1.0	COMBD2	-946970	7343
117	1.0	COMBF2	-688832	6827
131	1.0	COMBD3	-1167483	12341
131	1.0	COMBF3	-1015975	12027

- واحدها برحسب kg و cm است.

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱

❖ **۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱**

- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱

مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱

شماره عضو	مقطع فاصله نسبی	ترکیب بار	M3-3	M2-2	P
68	0.0	COMBD1	-294	2244	-27374
68	0.0	COMBF1	------*	------*	-18759
68	0.0	COMBD2	-338	-2802	6864
68	0.0	COMBD3	-5528	-227	-10561
75	0.0	COMBD1	-3502	-90047	-72344
75	0.0	COMBD4	-245910	-853	-76931
75	0.0	COMBF4	-123746	-1140	-74620
79	1.0	COMBD2	8763	-4391	-14519
79	0.0	COMBD3	-17537	-906	58710
79	1.0	COMBD4	17137	-457	-88296
79	1.0	COMBF4	12976	-444	-51305
81	0.0	COMBD2	-1456	100670	-30288
81	0.0	COMBD3	256230	4131	-187918
81	0.0	COMBF3	127179	4453	-108778
93	1.0	COMBD1	-187	2311	-90691
93	1.0	COMBF1	-198	994	-56012
93	1.0	COMBD2	-232	-2923	47224

سب kg و cm است.

ها در این ترکیب بار در محاسبات مربوطا مورد نیاز نیست.

مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱

جدول (۵-۱٤): مقادیر نیاز المان‌های مهاربندی در سطح خطر-۱

شماره عضو	ترکیب بار	P
8	COMBD1	-90595
19	COMBD1	-38296.7
135	COMBD3	-88905.3
135	COMBF3	-46624.7
135	COMBF8	38476.64
143	COMBD3	-67276.9

- مقادیر نیروی محوری ارائه شده در ترکیب بارهای کنترل شونده توسط نیرو برای کنترل اتصالات مهاربندی ها است

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱

❖ ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا

- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

محاسبه ظرفیت اعضا

محاسبه ظرفیت اعضا

❖ در این مرحله ظرفیت اعضای تیر، ستون و مهاربند براساس دستورالعمل بهسازی و نیز مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان محاسبه شده است. از آن جا که در این مثال کنترل معیارهای پذیرش نیز در حالت خطی انجام شده است، ظرفیت های المانها برای هر دو حالت محاسبهٔ DCRو کنترل معیارهای پذیرش ارائه شده اند.

جدول (ه-۱): مقادیر ظرفیت برشی و خمشی تیرها

ظرفیت برشی در راستای محور ۲	ظرفیت خمشی حول محور ۳	حالت مورد بررسی	شماره عضو
18464	541450	مورد انتظار	74 & 115
13120	497250	کرانه پایین	
14674	386200	مورد انتظار	28
10570	373550	کرانه پایین	
6392	1525551	مورد انتظار	103 & 131
5360	1401916	کرانه پایین	
7071	1165865	مورد انتظار	117
35837	1074193	کرانه پایین	

- واحدها بر حسب kg و cm است

❖ برای مدلسازی و محاسبهٔ ظرفیت تیرهای لانه زنبوری به طور تقریبی از مقطعی استفاده شده که دارای ظرفیت خمشی مابین مقطع تو پر و توخالی و ظرفیت برشی برابر با مقطع تو پر است. با توجه به آن که تیرهای لانه زنبوری به صورت یکسره از کنار ستونها عبور کرده اند، مقادیر حداکثر لنگر نیز همانند برش در تکیه گاهها رخ می دهد. با در نظر گرفتن این نکته که در تکیه گاه ها از ورق تقویتی جان که ضخامتی در حدود ضخامت جان دارد، استفاده شده است،

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا

❖ **۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها**

- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها

مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستونها

شماره عضو	حالت مورد بررسی	ظرفیت ممان خمشی حول محور ۳-۳	ظرفیت ممان خمشی حول محور۲-۲	ظرفیت کششی	ظرفیت فشاری
68 & 93	مورد انتظار	378700	176795	80360	60696
	کرانه‌ی پایین	347786	162363	----	56879
75 & 81	مورد انتظار	1030998	345976	169050	109880
	کرانه‌ی پایین	946835	317733	----	104349
79	مورد انتظار	532263	242718	98490	78479
	کرانه‌ی پایین	488813	222904	----	73234

- واحدها برحسب kg و cm است.

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها

❖ **۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی**

- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی

مقادیر ظرفیت محوری المانهای مهاربندی

جدول (۵-۱۷): مقادیر ظرفیت محوری المان‌های مهاربندی

ظرفیت فشاری	ظرفیت کششی	حالت مورد بررسی	شماره عضو
28945	65954	مورد انتظار	8 & 135
22772	53998	مورد انتظار	19 &143

- واحدها برحسب kg و cm است.

❖ محاسبهٔ ظرفیت المان های مهاربندی نیز برای نیروی محوری در دو حالت کشش و فشار انجام شده است . از آن جا که المان های مهاربند ی تحت نیروی محوری کنترل شونده توسط تغییر شکل هستند، کنترل معیار پذیرش آن ها با توجه به مقاومت مورد انتظار آن ها انجام می شود. لذا ظرفیت محوری المان های مهاربند ی فقط در حالت مورد انتظار محاسبه شده است

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی

❖ ۳-۷ محاسبه DCR اعضا

- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

محاسبه DCRاعضا

محاسبهٔ DCRاعضا

شماره‌ی عضو	فاصله‌ی نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR لنگر خمشی	فاصله‌ی نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR نیروی برشی جهت ۲-۲	DCR حداکثر
11	0.0	COMBD2	0.80	0.0	COMBD2	0.16	0.80
12	1.0	COMBD2	0.82	1.0	COMBD2	0.22	0.82
13	0.0	COMBD2	0.82	0.0	COMBD2	0.15	0.82
14	1.0	COMBD4	0.69	1.0	COMBD4	0.26	0.69
15	0.0	COMBD4	0.69	0.0	COMBD4	0.15	0.69
16	1.0	COMBD3	0.72	1.0	COMBD3	0.25	0.72
17	0.0	COMBD3	0.72	0.0	COMBD3	0.23	0.72
20	0.5	C0MBG	0.50	1.0	C0MBG	0.15	0.50
21	0.5	C0MBG	0.75	1.0	C0MBG	0.20	0.75
22	0.5	C0MBG	0.65	1.0	C0MBG	0.17	0.65
23	0.5	C0MBG	0.79	1.0	C0MBG	0.18	0.79
24	0.5	C0MBG	0.60	1.0	C0MBG	0.16	0.60
25	0.5	C0MBG	0.55	1.0	C0MBG	0.14	0.55
26	0.5	C0MBG	0.62	1.0	C0MBG	0.19	0.62
27	0.5	C0MBG	0.50	1.0	C0MBG	0.13	0.50
28	0.5	C0MBG	0.81	1.0	C0MBG	0.21	0.81
100	0.0	COMBD2	0.89	0.0	COMBD2	0.17	0.89
101	1.0	COMBD2	0.91	1.0	COMBD2	0.22	0.91
102	0.0	COMBD2	0.91	0.0	COMBD2	0.16	0.91
103	1.0	COMBD4	0.73	1.0	COMBD4	0.26	0.73
104	0.0	COMBD4	0.73	0.0	COMBD4	0.15	0.73
105	0.0	COMBD3	0.77	0.0	COMBD3	0.24	0.77
106	0.5	C0MBG	0.50	1.0	C0MBG	0.15	0.50

محاسبهٔ DCRاعضا

شماره‌ی عضو	فاصله‌ی نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR لنگر خمشی	فاصله‌ی نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR نیروی برشی جهت ۲-۲	DCR حداکثر
107	0.5	COMBG	0.75	1.0	COMBG	0.20	0.75
108	0.5	COMBG	0.65	1.0	COMBG	0.17	0.65
109	0.5	COMBG	0.79	1.0	COMBG	0.18	0.79
110	0.5	COMBG	0.60	1.0	COMBG	0.16	0.60
111	0.5	COMBG	0.55	1.0	COMBG	0.14	0.55
112	0.5	COMBG	0.63	1.0	COMBG	0.19	0.63
113	0.5	COMBG	0.51	1.0	COMBG	0.13	0.51
114	0.5	COMBG	0.81	1.0	COMBG	0.21	0.81
115	1.0	COMBD2	0.77	1.0	COMBD2	0.16	0.77
116	0.0	COMBD2	0.77	0.0	COMBD2	0.14	0.77
117	1.0	COMBD2	0.81	1.0	COMBD2	0.17	0.81

محاسبهٔ DCRاعضا

شماره‌ی عضو	فاصله‌ی نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR لنگر خمشی	فاصله‌ی نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR نیروی برشی جهت ۲-۲	DCR حداکثر
118	0.0	COMBD2	0.81	0.0	COMBD2	0.15	0.81
119	1.0	COMBD4	0.69	1.0	COMBD4	0.24	0.69
120	0.0	COMBD4	0.69	0.0	COMBD4	0.13	0.69
121	0.0	COMBD3	0.69	0.0	COMBD3	0.17	0.69
122	0.5	COMBG	0.33	1.0	COMBG	0.10	0.33
123	0.5	COMBG	0.53	1.0	COMBG	0.12	0.53
124	0.5	COMBG	0.43	1.0	COMBG	0.11	0.43
125	0.5	COMBG	0.75	1.0	COMBG	0.17	0.75
126	0.5	COMBG	0.60	1.0	COMBG	0.11	0.60
127	0.5	COMBG	0.51	1.0	COMBG	0.13	0.51
128	0.5	COMBG	0.33	1.0	COMBG	0.10	0.33
129	0.5	COMBG	0.22	1.0	COMBG	0.05	0.22
130	0.5	COMBG	0.43	1.0	COMBG	0.11	0.43
131	1.0	COMBD3	0.77	1.0	COMBD3	0.25	0.77
133	1.0	COMBD3	0.69	1.0	COMBD3	0.23	0.69
146	1.0	COMBD2	0.89	1.0	COMBD2	0.21	0.89
147	1.0	COMBD2	0.80	1.0	COMBD2	0.20	0.80

❖ همان طور که ملاحظه می گردد DCRهمهٔ تیرها کم تر از یک است. این موضوع به این دلیل است که در تیرهای جهت مهاربندی ترکیب بار ثقلی حاکم شده است و در تیرهای جهت خورجینی نیز اثر زلزله در نیروهای داخلی اعضای سازه ناچیز است.

مقادیر DCRحداکثر المانهای مهاربندی در سطح خطر- ۱

جدول (۵-۱۹): مقادیر DCR حداکثر المان‌های مهاربندی در سطح خطر-۱

شماره عضو	ترکیب بار	DCR حداکثر نیروی محوری	شماره عضو	ترکیب بار	DCR حداکثر نیروی محوری
1	COMBD2	3.21	134	COMBD4	3.07
2	COMBD1	3.16	135	COMBD3	3.07
3	COMBD2	2.97	136	COMBD4	2.91
4	COMBD1	2.94	137	COMBD3	2.91
5	COMBD2	1.69	138	COMBD4	1.66
6	COMBD1	1.68	139	COMBD3	1.65
7	COMBD2	3.18	140	COMBD4	1.69
8	COMBD1	3.13	141	COMBD3	1.70
9	COMBD2	2.95	142	COMBD4	2.95
10	COMBD1	2.92	143	COMBD3	2.95
18	COMBD2	1.70	144	COMBD4	3.10
19	COMBD1	1.68	145	COMBD3	3.10

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا

❖ ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱

- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱
- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

مقادیر DCRحداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱

مقادیر DCRحداکثر المانهای ستون در سطح خطر- ۱

شماره عضو	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR لنگر خمشی حول محور ۲-۲	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR لنگر خمشی حول محور ۳-۳	ترکیب بار	DCR نیروی محوری	DCR حداکثر
63	0.0	COMBD1	0.23	0.0	COMBD4	0.40	0.18	COMBD2	3.40
64	1.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.06	0.03	COMBD2	1.37
65	0.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.05	0.03	COMBD2	0.39
66	0.0	COMBD1	0.23	0.0	COMBD4	0.39	0.18	COMBD1	3.66
67	1.0	COMBD2	0.02	1.0	COMBD4	0.03	0.01	COMBD1	1.51
68	0.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.03	0.01	COMBD1	0.45
69	0.0	COMBD1	0.23	0.0	COMBD4	0.41	0.19	COMBD1	0.24
70	1.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.07	0.03	COMBD1	0.14
71	0.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.06	0.03	COMBD1	0.07
72	0.0	COMBD1	0.26	0.0	COMBD4	0.70	0.24	COMBD4	1.73
73	1.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.07	0.03	COMBD4	1.18
74	0.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.06	0.03	COMBD4	0.36
75	0.0	COMBD1	0.26	0.0	COMBD4	0.71	0.24	COMBD4	0.70
76	1.0	COMBD2	0.02	1.0	COMBD4	0.06	0.03	COMBD4	0.65
77	0.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.05	0.02	COMBD4	0.31
78	0.0	COMBD1	0.26	0.0	COMBD4	0.72	0.24	COMBD4	1.68
79	1.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.07	0.03	COMBD4	1.13
80	0.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.07	0.03	COMBD4	0.33
81	0.0	COMBD2	0.29	0.0	COMBD4	0.74	0.25	COMBD3	1.71
82	0.0	COMBD2	0.11	1.0	COMBD4	0.11	0.05	COMBD3	1.17
83	1.0	COMBD2	0.15	1.0	COMBD3	0.13	0.06	COMBD3	0.35

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱

❖ ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱

- ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

مقادیر DCRحداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱

مقادیر DCRحداکثر المانهای ستون در سطح خطر- ۱

شماره عضو	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR لنگر خمشی حول محور ۲-۲	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار	DCR لنگر خمشی حول محور ۳-۳	ترکیب بار	DCR نیروی محوری	DCR حداکثر
84	0.0	COMBD1	0.26	0.0	COMBD4	0.70	0.24	COMBD3	0.67
85	1.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.04	0.02	COMBD3	0.61
86	0.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.03	0.02	COMBD3	0.28
87	0.0	COMBD1	0.28	0.0	COMBD4	0.76	0.26	COMBD3	1.65
88	0.0	COMBD1	0.07	1.0	COMBD4	0.12	0.06	COMBD3	1.09
89	1.0	COMBD1	0.09	1.0	COMBD3	0.13	0.06	COMBD3	0.30
90	0.0	COMBD1	0.23	0.0	COMBD3	0.39	0.18	COMBD2	3.40
91	1.0	COMBD2	0.02	1.0	COMBD3	0.06	0.03	COMBD2	1.36
92	0.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD4	0.05	0.02	COMBD2	0.38
93	1.0	COMBD2	0.02	1.0	COMBD3	0.03	0.01	COMBD1	1.50
94	0.0	COMBD2	0.02	0.0	COMBD3	0.03	0.01	COMBD1	0.44
95	0.0	COMBD1	0.23	0.0	COMBD3	0.41	0.19	COMBD1	0.25
96	1.0	COMBD2	0.02	1.0	COMBD3	0.07	0.03	COMBD1	0.14

۳. محاسبه نیاز، ظرفیت و DCR

- ۳-۱ تحلیل خطی و محاسبه مقادیر نیازها
- ۳-۲ مقادیر نیاز در تیرها در سطح خطر-۱
- ۳-۳ مقادیر نیاز در ستون ها در سطح خطر-۱
- ۳-۴ محاسبه ظرفیت اعضا
- ۳-۵ مقادیر ظرفیت خمشی و محوری ستون ها
- ۳-۶ مقادیر ظرفیت محوری المان های مهاربندی
- ۳-۷ محاسبه DCR اعضا
- ۳-۸ مقادیر DCR حداکثر المان های مهاربندی در سطح خطر-۱
- ۳-۹ مقادیر DCR حداکثر المان های ستون در سطح خطر-۱

❖ ۳-۱۰ انتخاب نهایی روش تحلیل

انتخاب نهایی روش تحلیل

انتخاب نهایی روش تحلیل

- با توجه به این که مقادیر DCR در تعدادی از المان های سازه ای بزرگ تر از عدد ۲ شده است ، دستورالعمل برای بررسی اعتبار روش تحلیل استاتیکی خطی لازم است که سه شرط نیرویی دیگر نیز کنترل شود
- ۱-کنترل وجود انقطاع در سیستم باربر در صفحه و خارج از صفحه : انقطاع در سیستم باربر جانبی در صفحه و خارج از صفحه
- ۲-کنترل نامنظم ی شدید در مقاومت پیچشی: سازه دارای نامنظمی شدید در مقاومت پیچشی نیست
- ۳-مقدار DCR طبقات از ۱/۲۵ کمتر است.

با توجه به موارد فوق اعتبار روش تحلیل استاتیکی خطی مورد تایید است

❖۴. کنترل معیارهای پذیرش

- ۴-۱کنترل معیارهای پذیرش تیرها
- ۴-۲ معیارهای پذیرش تیرها در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی
- ۴-۳ کنترل معیارهای پذیرش ستون ها
- ۴-۴ معیارهای پذیرش ستون ها در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی
- ۴-۵ کنترل معیارهای پذیرش مهاربندی ها
- ۴-۶ کنترل معیارهای پذیرش اتصالات
- ۴-۷ نمونه برگه محاسبه اتصالات
- ۴-۸ کنترل جوش اتصال ناودانی زوج به صفحه اتصال گوشه
- ۴-۹ کنترل جوش اتصال صفحه گوشه با تیر و ستون
- ۴-۱۰ کنترل جوش اتصال ناودانی زوج به صفحه اتصال میانی
- ۴-۱۱ بست های میانی

کنترل معیارهای پذیرش

❖۴. کنترل معیارهای پذیرش

- ۴-۱۲ کنترل اتصالات تیرهای خورجینی به ستون ها
- ۴-۱۳ کنترل ضخامت صفحه زیر ستون ها
- ۴-۱۴ نواحی مورد بررسی برای کنترل ضخامت صفحه ستون
- ۴-۱۵ کنترل معیارهای پذیرش خاک و پی
- ۴-۱۶ کنترل معیار پذیرش خاک
- ۴-۱۷ کنترل معیار پذیرش پی ها
- ۴-۱۸ معیار پذیرش برش یک طرفه در مقاطع عمود محور بر X و Y در سطح خطر ۱
- ۴-۱۹ معیار پذیرش برش دو طرفه در پی ها در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی
- ۴-۲۰ کنترل معیارهای پذیرش در پی های نواری
- ۴-۲۱ کنترل نسبت پذیرش خمشی در سطح خطر-۱ . سطح عملکرد ایمنی جانی
- ۴-۲۲ کنترل معیارهای پذیرش تیرهای رابط
- ۴-۲۳ معیار پذیرش خمش مثبت تیرهای رابط در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی
- ۴-۲۴ معیار پذیرش خمش منفی تیرهای رابط در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

کنترل معیارهای پذیرش

کنترل معیارهای پذیرش تیرها

- در اینجا با توجه به این که در تیرهای جهت مهاربندی نیروی زلزله در مقادیر تلاش ها اثری ندارد، تیرهای جهت مزبور در خمش نیز کنترل شونده توسط نیرو درنظر گرفته شده اند. در جهت خورجینی نیز با توجه به آن که تیرها در آن ها به صورت یک سره عبور داده شده اند، نیروی زلزله اندکی در مقادیر تلاش ها اثر خواهد داشت؛ اما چون این تیرها دارای مقطع لانه زنبوری هستند و از رفتار مناسب آن ها در هنگام تغییر شکل اطمینان وجود ندارد، این تیرها نیز در خمش کنترل شونده توسط نیرو درنظر گرفته شده اند. با توجه به توضیحات فوق، نتایج معیارهای پذیرش حداکثر تیرها در سطح خطر یک و در سطح عملکرد ایمنی جانی مورد بررسی قرار گرفته است.

معیار پذیرش تیرها در سطح خطر- ۱ و عملکرد ایمنی جانی

شماره عضو	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار	معیار پذیرش لنگر خمشی	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار	معیار پذیرش نیروی برشی جهت ۲-۲	حداکثر معیار پذیرش
11	0.0	COMBF2	0.70	0.0	COMBF2	0.16	0.70
12	1.0	COMBF2	0.73	1.0	COMBF2	0.23	0.73
13	0.0	COMBF2	0.73	0.0	COMBF2	0.15	0.73
14	1.0	COMBF4	0.68	1.0	COMBF4	0.28	0.68
15	0.0	COMBF4	0.68	0.0	COMBF4	0.15	0.68
16	1.0	COMBF3	0.72	1.0	COMBF3	0.26	0.72
17	0.0	COMBF3	0.72	0.0	COMBF3	0.25	0.72
20	0.5	COMBG	0.54	1.0	COMBG	0.16	0.54
21	0.5	COMBG	0.81	1.0	COMBG	0.22	0.81
22	0.5	COMBG	0.71	1.0	COMBG	0.18	0.71
23	0.5	COMBG	0.86	1.0	COMBG	0.20	0.86
24	0.5	COMBG	0.65	1.0	COMBG	0.17	0.65
25	0.5	COMBG	0.59	1.0	COMBG	0.15	0.59
26	0.5	COMBG	0.68	1.0	COMBG	0.20	0.68
27	0.5	COMBG	0.55	1.0	COMBG	0.15	0.55
28	0.5	COMBG	0.88	1.0	COMBG	0.23	0.88
100	0.0	COMBF2	0.74	0.0	COMBF2	0.16	0.74
101	1.0	COMBF2	0.77	1.0	COMBF2	0.23	0.77
102	0.0	COMBF2	0.77	0.0	COMBF2	0.15	0.77
103	0.5	COMBF3	0.71	1.0	COMBF4	0.28	0.71
104	0.0	COMBF4	0.69	0.0	COMBF4	0.15	0.69
105	0.0	COMBF3	0.73	0.0	COMBF3	0.25	0.73

معیار پذیرش تیرها در سطح خطر- ۱ و عملکرد ایمنی جانی

شماره عضو	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار	معیار پذیرش لنگر خمشی	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار	معیار پذیرش تیروی برشی جهت ۳-۳	حداکثر معیار پذیرش
106	0.5	C0MBG	0.55	1.0	C0MBG	0.16	0.55
107	0.5	C0MBG	0.82	1.0	C0MBG	0.22	0.82
108	0.5	C0MBG	0.71	1.0	C0MBG	0.18	0.71
109	0.5	C0MBG	0.87	1.0	C0MBG	0.20	0.87
110	0.5	C0MBG	0.66	1.0	C0MBG	0.18	0.66
111	0.5	C0MBG	0.59	1.0	C0MBG	0.15	0.59
112	0.5	C0MBG	0.68	1.0	C0MBG	0.20	0.68
113	0.5	C0MBG	0.55	1.0	C0MBG	0.15	0.55
114	0.5	C0MBG	0.88	1.0	C0MBG	0.23	0.88
115	1.0	COMBF2	0.60	1.0	COMBF2	0.16	0.60
116	0.0	COMBF2	0.60	0.0	COMBF2	0.13	0.60
117	1.0	COMBF2	0.64	1.0	COMBF2	0.18	0.64
118	0.0	COMBF2	0.64	0.0	COMBF2	0.14	0.64
119	0.5	COMBF3	0.69	1.0	COMBF4	0.26	0.69
120	0.0	COMBF4	0.63	0.0	COMBF4	0.13	0.63
121	0.0	COMBF3	0.63	0.0	COMBF3	0.17	0.63
122	0.5	C0MBG	0.36	1.0	C0MBG	0.11	0.36
123	0.5	C0MBG	0.58	1.0	C0MBG	0.14	0.58
124	0.5	C0MBG	0.47	1.0	C0MBG	0.12	0.47
125	0.5	C0MBG	0.81	1.0	C0MBG	0.19	0.81
126	0.5	C0MBG	0.66	1.0	C0MBG	0.12	0.66
127	0.5	C0MBG	0.56	1.0	C0MBG	0.15	0.56
128	0.5	C0MBG	0.36	1.0	C0MBG	0.11	0.36
129	0.5	C0MBG	0.24	1.0	C0MBG	0.06	0.24

کنترل معیارهای پذیرش ستون‌ها

- ترکیب باری که در آن حداکثر معیار پذیرش حاصل شده در ستونی با عنوان " ترکیب بار نظیر حداکثر معیار پذیرش " مشخص شده است . در این ستون هر کجا دو ترکیب بار آمده بیانگر آن است که به ترتیب از سمت چپ از لنگرهای حاصل از ترکیب بار اول و نیروی محوری حاصل از ترکیب بار دوم برای کنترل معیار پذیرش استفاده می گردد. چرا که در حالت مزبور نیروی محوری کنترل شونده توسط نیرو و لنگرها کنترل شونده توسط تغییر شکل می باشد. به این دلیل از ترکیبات بار نظیر برای لنگر و نیروی محوری استفاده شده است.

معیار پذیرش ستون در سطح خطر ۱ و عملکرد ایمنی جانی

شماره عضو	فاصله نسبی مقطع	ترکیب بار تغییر حداکثر معیار پذیرش	رابطه‌ی کنترل کننده	حداکثر معیار پذیرش
63	0.0	COMBF2	5-15&5-16	2.10
64	1.0	COMBF2	5-15&5-16	0.85
65	0.0	COMBD2& COMBF2	5-13&5-14	0.25
66	1.0	COMBF1	5-15&5-16	2.25
67	0.0	COMBF1	5-15&5-16	1.01
68	0.0	COMBD1& COMBF1	5-13&5-14	0.33
69	0.0	COMBD1& COMBF1	5-13&5-14	0.23
70	0.0	COMBD1& COMBF1	5-12	0.12
71	0.0	COMBD1& COMBF1	5-12	0.06
72	0.0	COMBF4	5-15&5-16	1.17
73	1.0	COMBF4	5-15&5-16	0.80
74	0.0	COMBD4& COMBF4	5-13&5-14	0.26
75	0.0	COMBF4	5-15&5-16	0.85
76	1.0	COMBF4	5-15&5-16	0.69
77	0.0	COMBD4& COMBF4	5-13&5-14	0.32
78	0.0	COMBF4	5-15&5-16	1.10
79	1.0	COMBF4	5-15&5-16	0.72
80	0.0	COMBD4& COMBF4	5-13&5-14	0.22
81	0.0	COMBF3	5-15&5-16	1.19

معیار پذیرش ستون در سطح خطر ۱ و عملکرد ایمنی جانی

شماره عضو	فاصله‌ی نسبی مقطع	ترکیب بار نظیر حداکثر معیار پذیرش	رابطه‌ی کنترل‌کننده	حداکثر معیار پذیرش
82	0.0	COMBF3	5-15&5-16	0.83
83	1.0	COMBD3& COMBF3	5-13&5-14	0.26
84	0.0	COMBF1	5-15&5-16	0.81
85	0.0	COMBD3& COMBF3	5-15&5-16	0.63
86	0.0	COMBD3& COMBF3	5-13&5-14	0.28
87	0.0	COMBF3	5-15&5-16	1.08
88	1.0	COMBF3	5-15&5-16	0.68
89	1.0	COMBD3& COMBF3	5-13&5-14	0.20
90	1.0	COMBF2	5-15&5-16	1.94
91	1.0	COMBF2	5-15&5-16	0.83
92	0.0	COMBD2& COMBF2	5-13&5-14	0.24
93	1.0	COMBF1	5-15&5-16	1.00
94	0.0	COMBD1& COMBF1	5-13&5-14	0.32
95	0.0	COMBD1& COMBF1	5-13&5-14	0.24
96	0.0	COMBD1& COMBF1	5-12	0.12

کنترل معیارهای پذیرش مهاربندی ها

جدول (۵-۲۳): معیار پذیرش مهاربندی‌ها در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

شماره عضو	ترکیب بار	معیار پذیرش حداکثر نیروی محوری	شماره عضو	ترکیب بار	معیار پذیرش حداکثر نیروی محوری
1	COMBD2	1.07	134	COMBD4	1.02
2	COMBD1	1.05	135	COMBD3	1.02
3	COMBD2	0.99	136	COMBD4	0.97
4	COMBD1	0.98	137	COMBD3	0.97
5	COMBD2	0.56	138	COMBD4	0.55
6	COMBD1	0.56	139	COMBD3	0.55
7	COMBD2	1.06	140	COMBD4	0.56
8	COMBD1	1.04	141	COMBD3	0.57
9	COMBD2	0.98	142	COMBD4	0.98
10	COMBD1	0.97	143	COMBD3	0.98
18	COMBD2	0.57	144	COMBD4	1.03
19	COMBD1	0.56	145	COMBD3	1.03

مشاهده می‌شود که تمامی المان‌های مهاربندی معیار پذیرشی کم‌تر از یک و یا در حدود یک دارند. لذا این المان‌ها با تقریب مناسبی معیارهای پذیرش را برآورده می‌سازند.

کنترل معیارهای پذیرش اتصالات

❖ در اتصالات جوشی که در این بند مورد بررسی قرار می گیرند ، الکترود جوشکاری از نوع۶۰ Eو با مقاومت کششی کرانه پایین ۴۲۰۰کیلوگرم بر سانتی مترمربع و مقاومت کششی مورد انتظار۴۵۰۰کیلوگرم بر سانتی مترمربع مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به اجرای جوش در محل و با فرض انجام بازرسی چشمی با دقت لازم ، ضریب Ø=۰.۷۵ نیز بر روی تنش مجاز جوشها اعمال می شود. لذا ارزش مجاز جوش در حالت مورد انتظار و کرانهٔ پایین برابر است با:

ارزش مجاز جوش مربوط به حالت کرانه‌ی پایین مقاومت

$$0.75 \times (0.3 \times 4200) \times 0.707\, D = 668\, D$$

ارزش مجاز جوش مربوط به حالت کرانه‌ی پایین مقاومت

$$668\, D \times \frac{4500}{4200} \cong 716\, D$$

نمونه برگه محاسبه اتصالات

- در این بخش اتصالات مربوط به مهاربندی های طبقه اول به عنوان نمونه مورد بررسی قرار میگیرند. از آنجایی که تمام این مهاربندی ها دارای مقطع و طول یکسان میباشند و با توجه به نیروی زلزله یکسان در دو جهت ، تفاوت چندانی در نیروهای حداکثر ایجاد شده در المان های مهاربندی وجود ندارد. لذا در اینجا اتصالات المان شماره ۱۳۵ که در قاب واقع بر محورA(شکل ۵-۷)واقع می باشد بررسی می گردد. طبق بند(۵-۵-۲-۴-۱) دستورالعمل، آثار ناشی از تلاش های وارده بر اتصالات اعضای مهاربندی کنترل شونده توسط نیرو است. همان طور که در جدول(۵-۱۳) آمده است، حداکثر نیروی محوری کششی مو جود در المان مورد بررسی ناشی از ترکیبات کنترل شونده توسط نیرو۳۸/۵ تن است که در ترکیب بار COMBF8ایجاد می گردد. حداکثر نیروی فشاری موجود در این المان نیز در بین ترکیبات کنترل شونده توسط نیرو برابر۴۶/۷ تن میباشد که در ترکیب بار COMBF3 حاصل می گردد

کنترل جوش اتصال ناودانی زوج به صفحه اتصال گوشه

❖ کنترل می کنیم که با توجه به مقاومت نهایی جوش ها و ورق اتصال، وضعیت بحرانی در کدامیک رخ می دهد. بدین منظور حداکثر نیروی قابل تحمل در واحد طول توسط ورق اتصال و جوش را مقایسه میکنیم:

$$\text{مقاومت نهایی جوش‌ها در واحد طول} = 1.7 \times n \times 668\, D$$

$$\text{مقاومت نهایی ورق اتصال در واحد طول} = 0.55 \times F_{yl} \times t_{PL}$$

در روابط فوق n تعداد خطوط جوش

F_{yl} مقاومت کرانه پایین ورق اتصال

t_{PL} ضخامت ورق اتصال

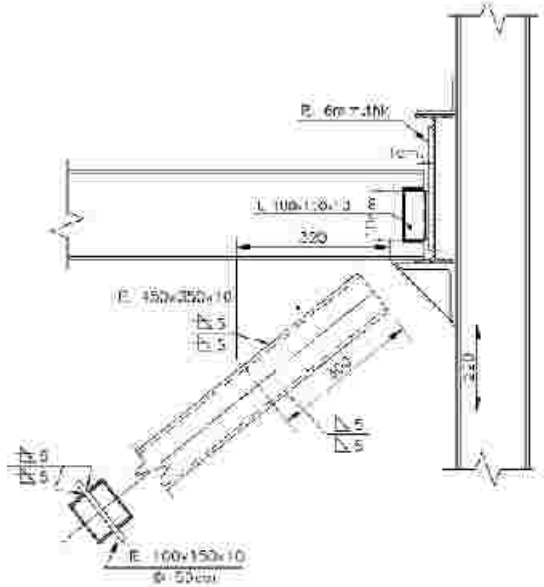
کنترل جوش اتصال ناودانی زوج به صفحه اتصال گوشه

$$1.7 \times 2 \times 668D = 1.7 \times 2 \times 668 \times 0.5 = 1136 \frac{Kg}{Cm}$$

$$0.55 \times 2250 \times 1 = 1238 \frac{Kg}{Cm}$$

❖ همان طور که مشاهده می شود مقدار مربوط در مورد جوشها کوچک تر و حاکم است. بنابراین کل نیروی قابل انتقال از المان مهاربندی به ورق اتصال گوشه برابر است با:

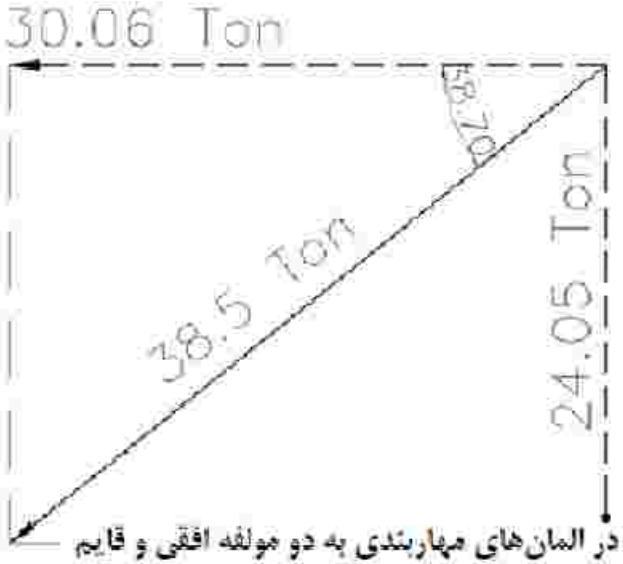
$$1.7(4 \times 30 \times 668D) = 1.7 \times 4 \times 30 \times 668 \times 0.5 \quad 68.1\,Ton \geqslant 46.7\,Ton$$



شکل(۵-۱۲): اتصال المان‌های مهاربندی به ورق اتصال گوشه

کنترل جوش اتصال صفحه گوشه با تیر و ستون

❖ با توجه به آنکه در اینجا نیز برای اتصال ورق به بال تیر و ستون از جوشهایی با بعد ۵ میلی متر استفاده شده است، همانند بند قبل حداکثر نیروی قابل تحمل در واحد طول جوش ها حاکم می باشد. لذا طول جوش مورد نیاز در دو جهت افقی و قایم برابر است با:



موجود در المان‌های مهاربندی به دو مولفه افقی و قایم

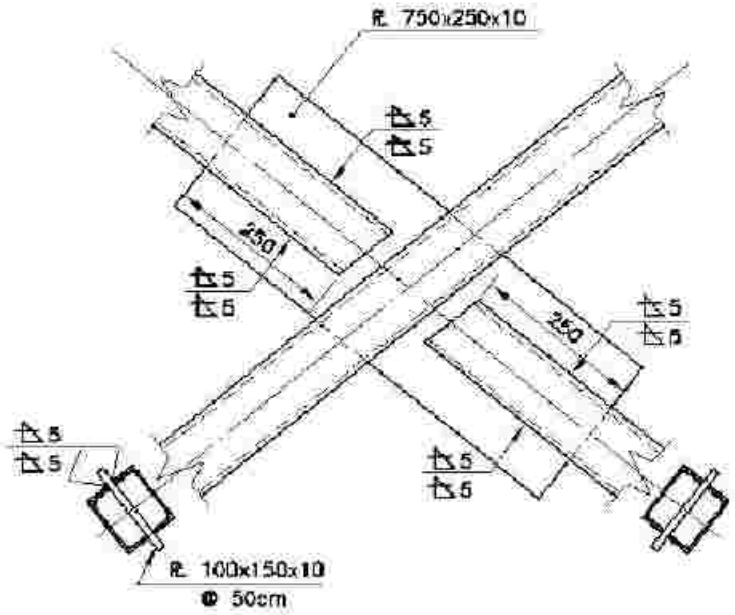
$$\text{طول جوش مورد نیاز} = \frac{30.06\times10^{3}}{1.7\times(2\times668\times0.5)} = 26.5Cm < 32\,Cm$$ OK

در جهت افقی

$$\text{طول جوش مورد نیاز} = \frac{24.05\times10^{3}}{1.7\times(2\times668\times.5)} = 21.1Cm < 22\,Cm$$ OK

در جهت قایم

کنترل جوش اتصال ناودانی زوج به صفحه اتصال میانی



شکل(۵-۱٤): اتصال المان‌های مهاربندی به ورق اتصال میانی

مقاومت نهایی جوش‌ها در حالت کرانه پایین(کیلوگرم)$=1.7(n \times L \times 668D)$

در رابطه فوق n تعداد خطوط جوش و L طول جوش در هر یک از خطوط بر حسب سانتی‌متر می باشد

$1.7 \times 4 \times 25 \times 668 \times 0.5 \quad 56.8\ \text{Ton} < 46.7\ \text{Ton}$

بست های میانی

❖ برای اتصال ناودانی های زوج از لقمه هایی با ابعاد ۱۰ ×۱۵۰×۱۰۰میلی متر در فواصل محور تا محور ۵۰ سانتی متر در طول المان های مهاربندی استفاده شده است . این لقمه ها در دو طرف خود با جوش هایی به بعد ۵ میلی متر به بال های فوقانی و تحتانی ناودانیهای مجاور متصل شده اند. بنابراین این لقمه ها از طریق دو مقطع فوقانی و تحتانی که در مجاورت بالهای ناودانی ها واقعند، نیروی یک جزء را به جزء دیگر منتقل میسازند.

مجموع طول جوش‌های ۴ بست به هر ناودانی تک در یک طرف ورق اتصال میانی برابر است با:

$$(4\times 2)\times 10 = 80\text{Cm}$$

و در نتیجه نیروی قابل انتقال توسط بست‌ها از رابطه زیر حاصل می‌گردد:

$$80\times 668\times 0.5 \quad 26.7\text{Ton} > 23.4\text{Ton}$$

کنترل اتصالات تیرهای خورجینی به ستون‌ها

- به عنوان نمونه ای از این اتصالات اتصال CPE200را با ستون را در محل تقاطع محورهای Bو ۲ در طبقه اول بررسی می کنیم. نیروی حداکثر برشی در این اتصال ۱۱/۴ تن است که در ترکیب باربCOMBD4اتفاق می افتد. این نیرو مربوط به دو اتصال در دو طرف ستون می باشد. لذا نیروی وارد بر هر یک از این اتصالات۵/۷ تن می باشد. بررسی این اتصالات به صورت کنترل شونده توسط تغییرشکل انجام می شود.

نقطه بحرانی تنش خمشی در بال افقی نبشی نشیمن، آغاز گردی گوشه نبشی می باشد. این نقطه در حدود۰.۹۵ سانتی متراز سطح داخلی بال عمودی نبشی فاصله دارد

$$e = 6 \quad t \quad 0.95 = 6 \quad 1.2 \quad 0.95 = 3.85\,Cm$$

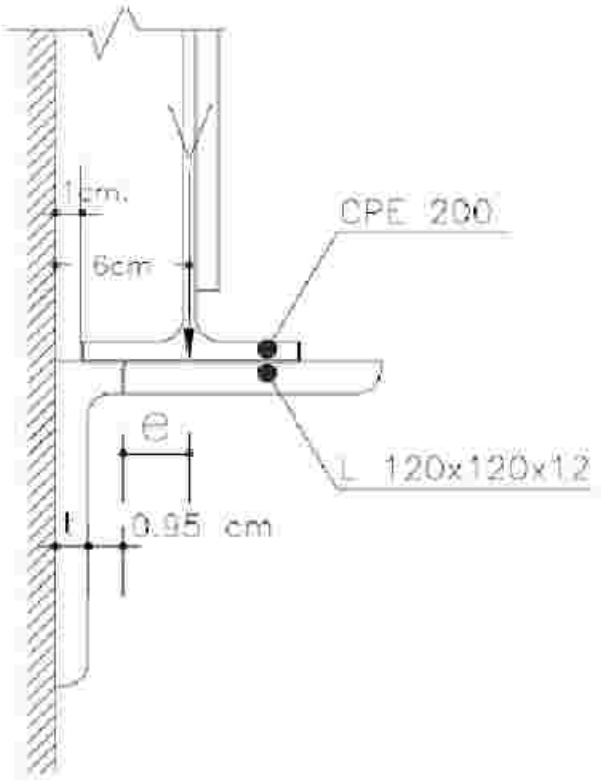
$$M_{UD} = V.e = 5.7 \times 10^3 \times 3.85 = 21945\,Kg \quad Cm$$

$$M_{CE} = 2450 \times 2.88 = 7056\,Kg \quad Cm$$

ممان مورد انتظار مقطع برابر

$$S = \frac{bt^2}{6} = \frac{12 \times 1.2^2}{6} = 2.88 Cm^3$$

کنترل اتصالات تیرهای خورجینی به ستون‌ها



شکل (۵-۱۵): اتصال تیرهای خرجینی به جان ستون

ضریب m برای شکست خمشی نبشی در سطح خطر ایمنی جانی برابر ۵ می‌باشد. بنابراین:

$$M_{CE} \times 5 = 7056 \times 5 = 35280 Kg \quad Cm > M_{UD} = 21945\ Kg \quad Cm$$

کنترل اتصالات تیرهای خورجینی به ستون‌ها

$$f_r = \frac{R}{2L^2}\sqrt{L^2 + 20.25 \times e_f{}^2} = \frac{5.7 \times 10^3}{2 \times 12^2}\sqrt{12^2 + 20.25 \times 6^2} = 585\frac{Kg}{Cm}$$

❖ ضریب m برای شکست جوش برابر ۱/۵ است. با توجه به آنکه ارزش کرانه بالای جوش برابر D ۷۱۶ است ارزش جوش ها در حالت مورد انتظار از رابطه زیر به دست می آید:

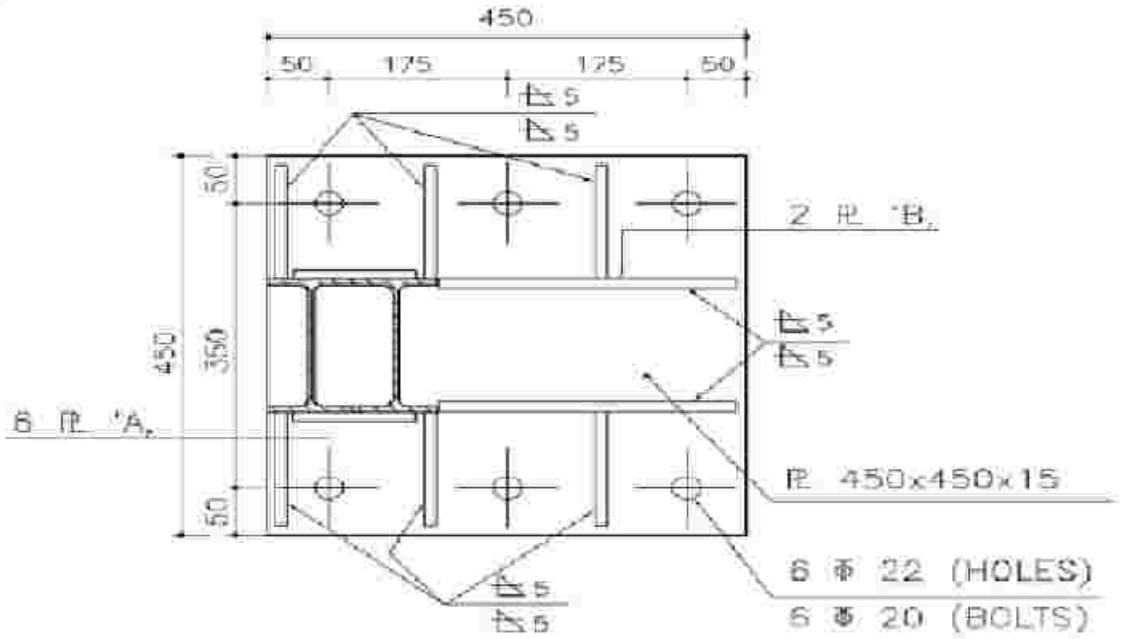
$$1.7 \times 716 \times 0.6 = 730.3\frac{Kg}{Cm}$$

$$730.3 \times 1.5 = 1095.5\frac{Kg}{Cm} > 585\frac{Kg}{Cm}$$ OK

کنترل ضخامت صفحه زیر ستونها

❖ در بررسی نیروهای حاصل از این ترکیب بارها، حداکثر نیروی فشاری در ترکیب بار COMBD3 اتفاق می افتد که برابر۲۴۳/۵ تن می باشد. تنش موجود در زیر صفحه ستون در اثر نیروی مزبور برابر است با:

$$f_p = \frac{243.5\times10^5}{45\times45} = \dots \text{ Kg}$$



شکل (٥-١٦):جزئیات صفحه ستون مورد بررسی

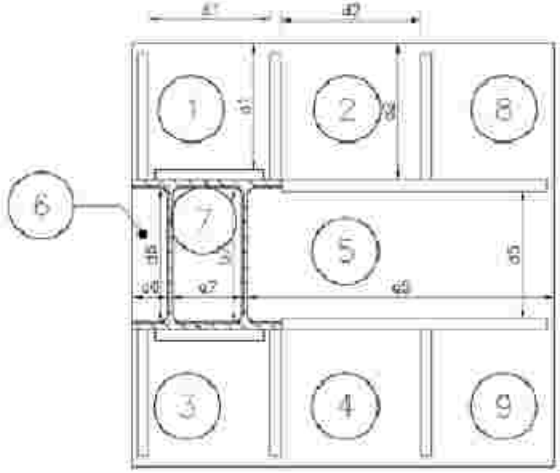
نواحی مورد بررسی برای کنترل ضخامت صفحه ستون

$$\text{Zone1 \& Zone3}: \frac{a_1}{d_1} = \frac{13.3}{13.5} = 0.99$$

$$\text{Zone2 \& Zone4}: \frac{a_2}{d_2} = \frac{14.5}{14.35} = 1.01$$

$$\text{Zone5}: \frac{a_5}{d_5} = \frac{32.4}{14.0} = 2.31$$

$$\text{Zone6}: \frac{a_6}{d_6} = \frac{3.85}{14.52} = 0.27$$



شکل (۵-۱۷): نواحی مورد بررسی برای کنترل ضخامت صفحه ستون

❖ با توجه به نسبت بیش تر موجود در ناحیه ۵ و همچنین طول لبه آزاد نسبتا بالا در همین ناحیه ، لنگر این ناحیه در بین نواحی ۱ تا ۶ حاکم می باشد . لذا لنگر این ناحیه را محاسبه میکنیم و با سایر نواحی ۷ تا ۹ مقایسه می کنیم:

$$M_5 = \alpha_5 f_p d_5^2 = 0.133 \times 120.2 \times 14^2 = 3133.4\ \text{Kg Cm}$$

$$\text{Zone7}: \frac{a_7}{b_7} = \frac{14.52}{7.7} = 1.89$$

نواحی مورد بررسی برای کنترل ضخامت صفحه ستون

❖ با استفاده از درون یابی داریم

$$M_{7a} = 0.0976 f_p . b_4^2 = 0.0976 \times 120.2 \times 7.7^2 = 695.6\,Kg \quad Cm$$

$$M_{7b} = 0.0471 f_n . b_4^2 = 0.0471 \times 120.2 \times 7.7^2 = 335.7\,Kg \quad Cm$$

$$M_8 = M_9 = \alpha_5 . f_p . d_5^2 = 0.5 \times 120.2 \times 12^2 = 8654.4\,Kg \quad Cm$$

❖ با توجه به لنگر های ایجاد شده در نواحی مختلف، ممان موجود در ناحیه ۸ و ۹ حاکم بر ضخامت صفحه ستون است. لذا لنگر این نواحی با ممان مقاوم ورق مقایسه می کنیم. مدول مقطع نواری ازورق به پهنای یک سانتیمتر برابر است با:

$$S = \frac{1 \times t^2}{6} = \frac{1.5^2}{6} = 0.375 Cm^3$$

❖ ظرفیت خمشی مورد انتظار صفحه زیر ستون بربر است با:

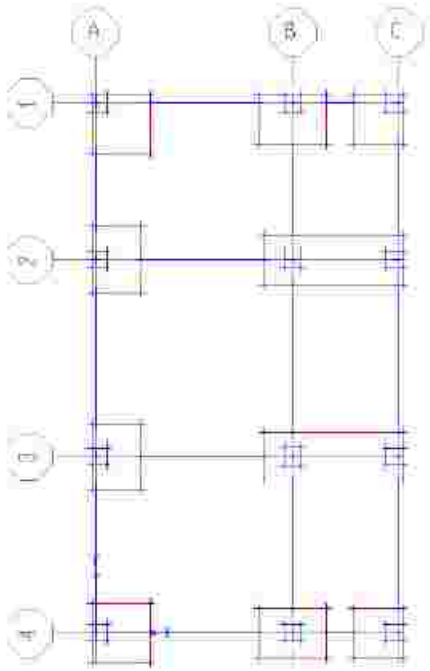
$$M_{CE} = 0.375 \times 2450 = 918.8\ Kg.Cm$$

❖ ضریب m برای تسلیم انتهایی ورق در سطح خطر ایمنی جا نی برابر ۵/۵ لذا برای کنترل ضخامت ورق زیر ستون، باید حاصل ضرب نیروی قابل تحمل آن در ضریب m با حداکثر ممان موجود در ورق مقایسه گردد:

$$M_{CE}.m = 918.8 \times 5.5 = 5053 Kg \quad Cm < 8654.4\ Kg.Cm$$

کنترل معیارهای پذیرش خاک و پی

- با توجه به هدف بهسازی مبنا در اینجا فرض تکیه گاه ثابت بلامانع است. در این حالت سازه و پی به صورت مجزا مدل شده اند. در کنترل معیار پذیرش پی و خاک از ترکیبات کنترل شونده توسط نیرو استفاده شده است دستورالعمل ظرفیت اجزای پی لازم نیست از۱/۵ برابر ظرفیت اجزای سازه ای قایم متکی بر آن ها بیش تر باشد. لذا نیروهای موجود در سازه با ظرفیت اعضا مقایسه شده اند و نیروهای اعمالی بر پی با در نظر گرفتن این بند بدست آمده اند



شکل (۵-۱۸): پلان پی

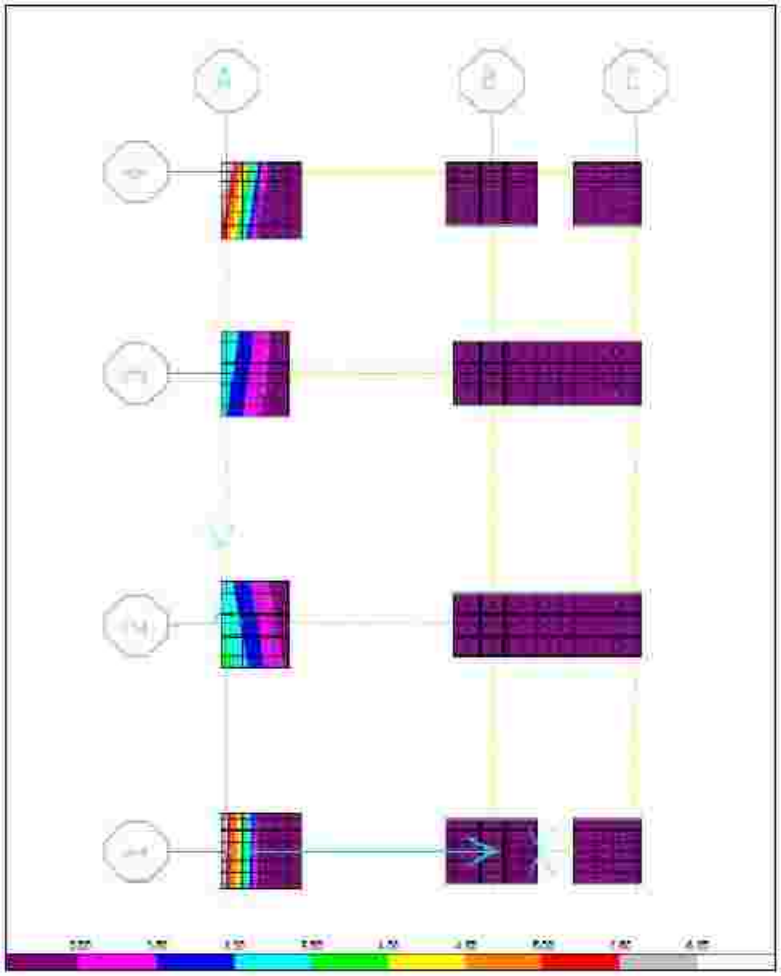
کنترل معیار پذیرش خاک

❖ کرانه بالای ظرفیت نهایی خاک نیز در به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$q_c = 3 \times (q_{all}) = 3 \times 1.5 = 4.5 \quad kg/cm^2$$

$$(Q_u)_{max} = 6.64 \leqslant 2 \times 4.5 = 9.0 \quad kg/cm^2$$

بنابراین خاک زیر این پی ها معیارهای پذیرش دستورالعمل بهسازی را ارضاء می کند.



شکل (۵-۱۹): توزیع تنش خاک برای ترکیب بار حداکثر در سطح خطر-۱

کنترل معیار پذیرش پی ها

$$ACC_M = \frac{M_{UF}}{M_C}$$

جدول (۵-۲٤): معیار پذیرش خمش مثبت پی‌های تک حول محور Y در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی (M_y+)

نام پی	b (cm)	d (cm)	M_C (ton.m)	M_{UF} (ton.m)	معیار پذیرش خمش
1-A	150	63	49.2	21.0	0.43
1-B	125	63	39.4	140.4	3.57
1-C	125	63	39.4	12.8	0.32
2-A	170	63	54.1	38.8	0.72
3-A	170	63	54.1	36.0	0.67
4-A	150	63	49.2	16.7	0.34
4-B	125	63	39.4	145.6	3.70
4-C	125	63	39.4	16.0	0.41

کنترل معیار پذیرش پی ها

جدول (۵-۲۵): معیار پذیرش خمش منفی پی‌های تک حول محور Y در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی (M_{y-})

نام پی	b (cm)	d (cm)	M_C (ton.m)	M_{UF} (ton.m)	معیار پذیرش خمشی
1-A	150	63	64.6	27.2	0.42
1-B	125	63	64.2	79.9	1.24
1-C	125	63	64.2	8.4	0.13
2-A	170	63	64.8	41.1	0.63
3-A	170	63	64.8	37.8	0.58
4-A	150	63	64.6	22.3	0.35
4-B	125	63	64.2	84.0	1.31
4-C	125	63	64.2	11.2	0.17

جدول (۵-۲۶): معیار پذیرش خمش مثبت پی‌های تک حول محور X در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی (M_{x+})

نام پی	b (cm)	d (cm)	M_C (ton.m)	M_{UF} (ton.m)	معیار پذیرش خمشی
1-A	150	63	49.2	27.8	0.57
1-B	170	63	54.1	8.3	0.15
1-C	125	63	39.4	25.1	0.64
2-A	125	63	66.3	111.7	1.69
3-A	125	63	66.3	120.7	1.82
4-A	150	63	49.2	36.9	0.75
4-B	170	63	54.1	9.9	0.18
4-C	125	63	39.4	33.5	0.85

کنترل معیار پذیرش پی ها

❖ معیار پذیرش تلاش برشی نیز از رابطه زیر محاسبه شده است:

جدول (۵-۲۷): معیار پذیرش خمش منفی پی‌های تک حول محور X در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی (M_{LS})

نام پی	b (cm)	d (cm)	M_C (ton.m)	M_{UF} (ton.m)	معیار پذیرش خمشی
1-A	150	63	64.6	33.4	0.52
1-B	170	63	64.8	17.9	0.28
1-C	125	63	64.2	10.3	0.16
2-A	125	63	37.2	79.7	2.14
3-A	125	63	37.2	78.3	2.10
4-A	150	63	37.3	34.9	0.94
4-B	170	63	37.2	13.3	0.36
4-C	125	63	37.2	13.8	0.37

Vc

❖ ظرفیت برشی مقطع پی ها در حالت کنترل شوندگی توسط نیرو است

$$ACC_V = \frac{V_{UF}}{V_C}$$

Vuf

❖ مقدار تلاش برشی حداکثر در ترکیب بارهای کنترل شده توسط نیرو است

معیار پذیرش برش یک طرفه در مقاطع عمود محور بر Xو Y در سطح خطر ۱

جدول (۵-۲۸): معیار پذیرش برش یک طرفه در مقاطع عمود بر محور X در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی (V_{ES})

نام پی	b (cm)	d (cm)	V_c (ton)	V_{ES} (ton)	معیار پذیرش برشی
1-A	150	63	71.5	56.2	0.79
1-B	125	63	59.6	49.0	0.82
1-C	125	63	59.6	24.7	0.41
2-A	170	63	81.0	57.0	0.70
3-A	170	63	81.0	64.3	0.79
4-A	150	63	71.5	51.0	0.71
4-B	125	63	59.6	49.6	0.83
4-C	125	63	59.6	25.6	0.43

جدول (۵-۲۹): معیار پذیرش برش یک‌طرفه در مقاطع عمود بر محور Y در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی (V_{ES})

نام پی	b (cm)	d (cm)	V_c (ton)	V_{ES} (ton)	معیار پذیرش برشی
1-A	150	63	71.5	52.8	0.74
1-B	170	63	81.0	57.0	0.70
1-C	125	63	59.6	55.8	0.94
2-A	125	63	59.6	59.2	0.99
3-A	125	63	59.6	60.3	1.01
4-A	150	63	71.5	35.6	0.50
4-B	170	63	81.0	11.3	0.14
4-C	125	63	59.6	34.1	0.57

معیار پذیرش برش دو طرفه پی در سطح خطر- ۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

❖ برای محاسبه معیار های پذیرش پی های نواری در جهت ضریب اطمینان این پی ها به دو پی به طول ۱۷۵ سانتیمتر و ارتفاع کل پی نواری تقسیم شده اند.

جدول (۵-۳۰): معیار پذیرش برش دو طرفه در پی‌ها در در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

پی	حداکثر نیروی محوری (ton)	نیروی وارد بر سطح بحرانی (ton)	ظرفیت برش دو طرفه در سطح بحرانی (ton)	معیار پذیرش
A-1	82.7	63.9	136.29	0.65
A-2	130.8	83.3	234.45	0.36
A-3	132.0	84.0	234.45	0.37
A-4	82.7	55.6	234.45	0.34
B-1	82.7	54.0	234.45	0.37
B-2	70.4	32.9	411.72	0.08
B-3	74.0	34.5	411.72	0.09
B-4	82.7	41.4	411.72	0.16
C-1	10.5	7.0	136.29	0.05
C-2	121.1	78.3	234.45	0.34
C-3	121.9	78.9	234.45	0.34
C-4	9.8	5.2	234.45	0.02

کنترل معیارهای پذیرش در پی های نواری

جدول (۵-۳۱): حداکثر معیار پذیرش خمشی حول محور Y در سطح خطر یک و سطح عملکرد ایمنی جانی

نام پی نواری	b (cm)	d (cm)	$M_C^+ = M_C$ (ton.m)	M_{UF}^+ (ton.m)	M_{UF} (ton.m)	معیار پذیرش خمش مثبت	معیار پذیرش خمش منفی
2-B-C	125	63	39.4	76.8	24.2	1.95	0.61
3-B-C	125	63	39.4	78.4	28.3	1.99	0.72

جدول (۵-۳۲): حداکثر معیار پذیرش برش در مقاطع عمود بر محور X در سطح خطر یک و سطح عملکرد ایمنی جانی

نام پی نواری	b (cm)	d (cm)	V_C (ton)	V_{UF} (ton)	معیار پذیرش برش
2-B-C	125	63	59.6	61.3	1.03
3-B-C	125	63	59.6	65.2	1.09

کنترل نسبت پذیرش خمشی در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

❖ برای کنترل معیار پذیرش خمشی در این حالت ضرایب کاهش مقاومت در نرم افزار۲۰۰۰ SAFE برابر واحد قرار داده شده و پی های مربوطه با ترکیبات کنترل شونده توسط نیرو طرح گردیده است.

جدول (۵-۳۲): کنترل نسبت پذیرش خمشی حول محور X در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

نام پی نواری	تلاش مورد بررسی	آرماتور موجود (cm^2)	آرماتور مورد نیاز (cm^2)	نسبت پذیرش
2-B-C	خمش مثبت	46.23	93.6	2.02
	خمش منفی	46.23	52.48	1.13
3-B-C	خمش مثبت	46.23	102.5	2.21
	خمش منفی	46.23	52.43	1.13

کنترل معیارهای پذیرش تیرهای رابط

❖ در کنترل معیارهای پذیرش برشی تیرهای رابط اثر خاموت ها نیز لحاظ شده است.

جدول (۵-۳٤): معیار پذیرش برش تیرهای رابط در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

نام تیر رابط	تیپ	V_c (ton)	V_{UF} (ton)	معیار پذیرش برش
1-A-B	S-2	39.0	37.3	0.96
1-B-C	S-2	39.0	49.3	1.26
2-A-B	S-2	39.0	18.4	0.47
3-A-B	S-2	39.0	19.2	0.49
4-A-B	S-2	39.0	37.3	0.96
4-B-C	S-2	39.0	50.1	1.29
A-1-2	S-2	39.0	40.3	1.03
A-2-3	S-1	39.0	34.0	0.87
A-3-4	S-1	39.0	38.0	0.97
B-1-2	S-2	39.0	22.4	0.57
B-2-3	S-1	39.0	7.1	0.18
B-3-4	S-1	39.0	19.1	0.49
C-1-2	S-2	39.0	21.6	0.55
C-2-3	S-1	39.0	28.5	0.73
C-3-4	S-1	39.0	22.1	0.57

معیار پذیرش خمش مثبت تیرهای رابط در سطح خطر- ۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

جدول (۵-۳۵): معیار پذیرش خمش مثبت تیرهای رابط در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

نام تیر رابط	تیپ	M_C(ton.m)	M_{UF}(ton.m)	معیار پذیرش خمش
1-A-B	S-2	14.8	116.2	7.87
1-B-C	S-2	14.8	79.8	5.40
2-A-B	S-2	14.8	61.3	4.15
3-A-B	S-2	14.8	63.2	4.28
4-A-B	S-2	14.8	121.3	8.21
4-B-C	S-2	14.8	86.5	5.86
A-1-2	S-2	14.8	85.5	5.79
A-2-3	S-1	14.8	101.7	6.89
A-3-4	S-1	14.8	96.0	6.50
B-1-2	S-2	14.8	53.1	3.60
B-2-3	S-1	14.8	65.3	4.42
B-3-4	S-1	14.8	56.7	3.84
C-1-2	S-2	14.8	58.3	3.95
C-2-3	S-1	14.8	61.9	4.19
C-3-4	S-1	14.8	67.6	4.58

معیار پذیرش خمش منفی تیرهای رابط در سطح خطر- ۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

جدول (۵-۳۶): معیار پذیرش خمش منفی تیرهای رابط در سطح خطر-۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی

نام تیر رابط	تیپ	M_C(ton.m)	M_{UF}(ton.m)	معیار پذیرش خمش
1-A-B	S-2	60.9	66.0	1.08
1-B-C	S-2	60.9	47.7	0.78
2-A-B	S-2	60.9	37.0	0.61
3-A-B	S-2	60.9	35.3	0.58
4-A-B	S-2	60.9	69.9	1.15
4-B-C	S-2	60.9	51.8	0.85
A-1-2	S-2	60.9	62.7	1.03
A-2-3	S-1	36.2	57.6	1.59
A-3-4	S-1	36.2	64.7	1.79
B-1-2	S-2	60.9	31.5	0.52
B-2-3	S-1	36.2	16.3	0.45
B-3-4	S-1	36.2	31.1	0.86
C-1-2	S-2	60.9	51.2	0.84
C-2-3	S-1	36.2	54.5	1.51
C-3-4	S-1	36.2	50.1	1.39

نتیجه گیری

- نتایج حاصل از بررسی های اولیه نشان داد که این سازه در جهت عرضی فاقد سیستم مقاوم باربر جانبی است و لذا در برابر بارهای وارده آسیب پذیر است . برای این سازه خاص با بررسی گزینه های پیش رو گزینهٔ اضافه کردن المانهای مهاربندی در جهت عرضی انتخاب گردید و ارزیابی سازه با فرض وجود این مهاربندها در جهت عرضی انجام شد.

- نتایج حاصل از تحلیل ها در سطح خطر۱ و سطح عملکرد ایمنی جانی که برای هدف بهسازی مبنا باید مورد بررسی قرار گیرد، حاکی از آن است که در میان المانهای سازهای تیرها معیارهای پذیرش را به خوبی ارضاء میکنند. المانهای مهاربندی نیز با تقریب مناسبی جوابگوی معیارهای پذیرش هستند. اما در حدود ۲۵ درصد ستون ها نیاز به بهسازی دارند. این ستون ها تعدادی از ستون های واقع در دهانههای مهاربندی شده هستند که نیروهای محوری زیادی در آن ها ایجاد شده است.

- هم چنین در مورد پی ساختمان، تحلیل های انجام شده نشان داده است که تنش زیر خاک این سازه جوابگوی ضوابط مورد نظر دستورالعمل است، لیکن جسم اکثر پی ها جوابگوی ضوابط دستورالعمل نیست. سیستم باربر جانبی مهاربندی باعث ایجاد نیروهای بزرگ در جسم پی ها شده است و نیازمند تقویت با توجه به روند بهسازی سازه است.

❖ راهنمای کاربردی دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود- ساختمان های فولادی- نشریه شماره ۱-۳۶۳

با تشکر از توجه شما

مثال بهسازی ساختمان سه طبقه فولادی
مطابق نشریه ۱-۳۶۳

پروفسور محسن گرامی

استاد گروه مهدسی زلزله - دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه سمنان