

پروژه مقاومسازی سازه بنای به روش شاتکریت همراه با فایل اکسل



نویسنده: احمد سپهری

- سازه
- زلزله
- آب
- خاک
- راه

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۶	۱- طرح برتر
۷	۲- تهیه طرح تفصیلی بر اساس طرح مقدماتی برتر
۷	۱-۲- مدل سازی
۷	۲-۱-۱- بار مرده دیوار
۸	۲-۱-۲- بار مرده سقف
۸	۲-۱-۳- بار زنده سقف
۸	۲-۲- تعیین اعضای اصلی و غیراصلی و تعیین سختی آنها
۸	۲-۲-۱- دیوار
۹	۲-۲-۱-۱- مشخصات دیوار
۱۰	۲-۲-۲- سقف
۱۱	۲-۲-۲-۱- مشخصات سقف
۱۱	۲-۲-۲-۲- بررسی صلبیت دیافراگم سقف
۱۱	۲-۳- پیکربندی
۱۱	۲-۳-۱- نامنظمی در پلان
۱۱	۲-۳-۱-۱- مقایسه مرکز جرم و سختی
۱۱	۲-۳-۱-۲- تقارن در ساختمان
۱۱	۲-۳-۱-۳- پیش آمدگی
۱۱	۲-۳-۲- نامنظمی در ارتفاع
۱۲	۲-۳-۳-۱- طبقه ضعیف
۱۲	۲-۳-۳-۲- بی نظمی در جرم
۱۲	۲-۴- ارزیابی دیوارهای باربر
۱۲	۲-۴-۱- کنترل نسبت h/t دیوار
۱۳	۲-۴-۲- کنترل ارتفاع دیوار
۱۳	۲-۴-۳- کنترل تراکم دیوار
۱۳	۲-۴-۴- کنترل مساحت و طول بازشو
۱۶	۲-۴-۴-۲- کنترل فاصله بازشوها
۱۸	۲-۴-۴-۳- ابعاد بازشو
۱۸	۲-۴-۴-۴- کنترل مقاومت خارج از صفحه دیوار
۲۱	۲-۵- ارزیابی سیستم سازه ای

- ۲۱-۵-۱-۲- مسیر بار ۲۱
- ۲۱-۵-۲- کنترل مقاومت برشی دیوار ۲۱
- ۲۱-۵-۲-۱- محاسبه برش پایه و توزیع بار جانبی در ارتفاع ۲۱
- ۲۲-۵-۲-۲- محاسبه توزیع بار جانبی بین دیوارها ۲۲
- ۲۳-۵-۲-۱- مقاومت برشی دیوار ۲۳
- ۲۶-۵-۳- بازرسی دال ۲۶
- ۲۶-۵-۳-۱- وزن سقف ۲۶
- ۲۶-۵-۳-۲- یکنواختی و انسجام سقف ۲۶
- ۲۶-۵-۳-۳- بازشو در دال ۲۶
- ۲۷-۵-۳-۴- نسبت طول دهانه به عرض دال ۲۷
- ۲۷-۵-۴- بازرسی شالوده ۲۷
- ۲۷-۳- بهسازی اجزای غیر سازه ای ۲۷
- ۲۷-۳-۱- ارزیابی اجزای غیر سازه ای ۲۷
- ۳۲-۳-۱-۱- نمای ساختمان (حساس به تغییر شکل): ۳۲
- ۳۳-۳-۱-۲- جانپناه و دودکش (حساس به شتاب) ۳۳
- ۳۳-۳-۱-۳- قفسه ها (حساس به شتاب): ۳۳
- ۳۳-۳-۱-۴- تاسیسات و لوله کشی (حساس به شتاب): ۳۳
- ۳۳-۳-۲- بررسی تاثیرات متقابل اجزای سازه ای و غیر سازه ای ۳۳
- ۳۴-۳-۳- راهکارهای بهسازی اجزای غیرسازه ای ۳۴

مقدمه

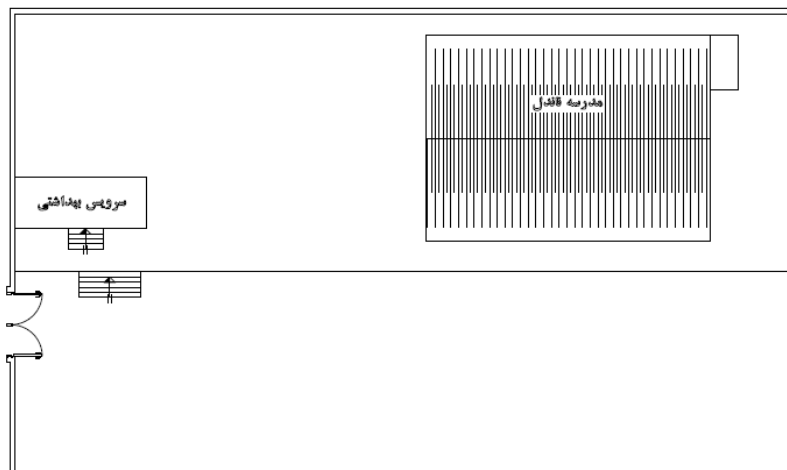
زیربنای ساختمان ۱۹۰ مترمربع می باشد و در زمینی به مساحت ۵۰۰ متر مربع واقع شده است. پلان ساختمان اصلی تقریباً مستطیلی شکل و به ابعاد ۱۱/۷*۱۶/۲ می باشد. کمترین ارتفاع ساختمان از سطح زمین ۲/۸۰ متر و بیشترین ارتفاع ۳/۳۰ متر می باشد. کاربریهای موجود در این ساختمان یک طبقه عبارتند از ۵ کلاس، ۱ دفتر، و ۱ آبدارخانه.

سازه اصلی از نوع دیوارهای بتنی باربر با نمای سیمان سفید، سقف شیروانی از جنس ایرانیت و پی نواری می باشد و سیستم مقاوم جانبی ساختمان دیوارهای باربر بتنی می باشد. با توجه به آیین نامه زلزله ۲۸۰۰ ساختمان در پلان و ارتفاع منظم می باشد. در شکل ۲ پلان جانمایی ساختمان ارائه شده است.

این ساختمان آموزشی ۱ طبقه بوده و دارای پلان تقریباً مستطیلی به ابعاد ۱۱/۷×۱۶/۲ می باشد. مساحت ساختمان برابر ۱۹۰ مترمربع می باشد. ساختمان مورد نظر دارای کلافهای افقی و قائم بتنی است و سیستم باربر ثقیلی و جانبی ساختمان سیستم دیوارهای با مصالح بتنی در نظر گرفته شده است. در سیستم دیوارهای باربر، دیوارهای باربر عمده تاً بارهای قائم را تحمل نموده و مقاومت در برابر نیروهای جانبی نیز به وسیله همین دیوارهای باربر تامین می شود.



شکل ۱ - نمای خارجی



شکل ۲ - پلان جانمایی موقعیت ساختمان

جدول ۱: مشخصات فنی و عمومی ساختمان بر اساس ارزیابی کیفی اولیه

موقعیت مکانی	روستای لازرجان
نوع سازه	بنایی کلاف دار
نوع دیوار	آجر فشاری
سال ساخت	۱۳۸۱
تعداد طبقات	یک طبقه
کاربری	آموزشی- اداری
تعداد دانش آموز	حدود ۱۵۰ نفر
تعداد کادر آموزش	۷ نفر
تعداد کلاس	۵
تعداد اتاق‌های اداری	۲
اتاق کامپیوتر	ندارد
نمازخانه	ندارد
کتابخانه و سمعی بصری	ندارد
آزمایشگاه	ندارد
سیستم سقف	سقف سبک
سیستم باربر ثقلی	دیوار باربر بنایی
سیستم باربر جانبی	دیوار باربر بنایی
ابعاد پلان سازه	۱۱/۷×۱۶/۲ متر
ارتفاع متوسط طبقه	۴/۰ متر
زیر بنا	۱۹۰ متر مربع
نامنظمی در پلان	ندارد
نوع پی	شناژ افقی زیر دیوار

نوع خاک از لحاظ طبقه‌بندی ۲۸۰۰ در رده نوع III قرار می‌گیرد. ضمناً با توجه به جنس واحدهای بنایی که آجر فشاری است و نتایج آزمایشهای انجام شده بر روی این دیوارها، مقاومت برشی برای این ساختمان برابر ۲/۴۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در نظر گرفته شده است. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده می‌گردد آیتم‌های مختلف به لحاظ آسیب‌پذیری یا عدم آسیب‌پذیری مورد ارزیابی قرار گرفته است.

جدول ۲: ارزیابی کلی آسیب پذیری ساختمان

موضوعیت ندارد	غیر آسیب پذیر	آسیب پذیر		
	✓		تقارن در پلان	منظمی در پلان
	✓		فاصله بین مرکز جرم و مرکز سختی	
	✓		پیش آمدگی در پلان	
✓			توزیع جرم در طبقات	منظمی در ارتفاع
✓			طبقه نرم	
✓			طبقه ضعیف	
		✓	مقاومت برشی ساختمان	
	✓		نسبت h/t	
	✓		مقاومت خارج از صفحه دیوارها	
	✓		ارتفاع دیوار	
		✓	طول آزاد دیوار	
	✓		کلاف افقی به کلاف افقی	اتصالات
	✓		کلاف قائم به فونداسیون	
	✓		مساحت بازشو	تراکم دیوار
		✓	مجموع طول بازشوها	
	✓		ابعاد بازشو	
	✓		انسجام سقف	سقف
	✓		وجود بازشو در دال سقف	
	✓		طول تکیه گاهی تیرهای سقف	
	✓		شالوده	
✓			سقف کاذب	اجزای غیرسازه ای (اجزای معماری)
✓			جانپناه	
✓			سایبان	
✓			دودکش	
✓			راه پله	
✓			تیغه	

موضوعیت ندارد	غیر آسیب پذیر	آسیب پذیر		
	✓		نازک کاری	اجزای غیرسازه ای (تجهیزات مکانیکی و برقی)
	✓		تأسیسات سرمایش و گرمایش	
✓			مخازن مایعات و آبگرمکن	
✓			لوله ها	
	✓		تجهیزات برقی	
	✓		سیم کشی و کابل کشی	
	✓		اجزای روشنایی	
		✓	قفسه ها	
✓			کف کاذب	
✓			آسانسور	
✓			نقاله	

به لحاظ منظمی در پلان مناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ منظمی در ارتفاع منظم تشخیص داده شد.

به لحاظ کفایت دیوار نسبی مناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ مقاومت برشی ملات مصرفی مناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ مقاومت برشی دیوارها نامناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ مقاومت برشی طبقه مناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ تراکم دیوار نامناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ اتصالات کلافهای موجود در ساختمان مناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ انسجام ناشی از سیستم کلافبندی مناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ ضوابط بازشو (مساحت بازشو، طول بازشو، ابعاد بازشو و ...) آسیب پذیر تشخیص داده شد.

به لحاظ نسبت ارتفاع به ضخامت مناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ ارتفاع دیوار مناسب تشخیص داده شد.

به لحاظ طول آزاد مهارنشده دیوار نیز آسیب پذیر تشخیص داده شد.

از لحاظ کفایت شرایط فونداسیون مناسب ارزیابی شد.

از لحاظ کیفیت بتن مصرفی در فونداسیون مناسب تشخیص داده شد.

۱- معرفی طرح برتر

معمولاً ابتدا باید سه گزینه مقاومسازی ارائه و با هم از جهات مختلف مقایسه گردد. روش تسلیح دیوار با شاتکریت چه به لحاظ فنی و چه به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است و در مقایسه با دو روش دیگر برتری دارد چرا که در این روش علاوه بر اصلاح ضعفهای کلی ساختمان که قبلاً اشاره شد ضعفهای موضعی را نیز برطرف می‌نماید حال آنکه در دو روش استفاده از تسمه‌های فولادی و استفاده از کامپوزیت‌های **FRP** می‌بایست پس از اصلاح ضعفهای کلی ساختمان با روشهایی مانند اجرای کلاف قائم و یا تسلیح دیوار و غیره ضعفهای موضعی ساختمان را نیز برطرف نمود.

مزیت‌های روش تسلیح دیوار با شاتکریت بر سایر روشها در بخش گزارش طرح مقدماتی ساختمان مورد نظر ارائه گردید.

۲- تهیه طرح تفصیلی بر اساس طرح مقدماتی برتر

۲-۱- مدل سازی

محاسبات و کنترل ضوابط فصل هفتم دستورالعمل بهسازی ساختمانهای موجود برای این ساختمان در این قسمت ارائه می‌گردد. هدف اصلی از این ضوابط که روش ساده بهسازی ساختمانها نامیده شده است حفظ ایستایی ساختمان و کنترل تامین ایمنی جانی در برابر زلزله می‌باشد و در آن با مشخص کردن نواقص ساختمان به بهسازی آن پرداخته می‌شود.

۲-۱-۱- بار مرده دیوار

با توجه به جزئیات دیوارهای موجود در ساختمان مقدار بار واحد سطح آن به صورت ذیل می‌باشد:

جدول ۳: بار دیوارهای ۳۰ سانتی متری با یک طرف نازک کاری و یک طرف نمای سیمانی

مصلح	وزن مخصوص (کیلوگرم بر مترمربع)	ضخامت (سانتی متر)	مقدار (کیلوگرم بر مترمربع)
آجر فشاری با ملات ماسه سیمان	۱۸۵۰	۳۰	$۰/۳۰ \times ۱۸۵۰ = ۵۵۵$
اندود گچ	۱۳۰۰	۱/۰	$۰/۰۱ \times ۱۳۰۰ = ۱۳$
ملات ماسه و سیمان	۲۱۰۰	۱۰/۰	$۰/۱۰ \times ۲۱۰۰ = ۲۱۰$
			جمع: ۷۸۰

جدول ۴: بار دیوارهای ۳۰ سانتی متری با دو طرف نازک کاری (گچ کاری)

مصلح	وزن مخصوص (کیلوگرم بر مترمربع)	ضخامت (سانتی متر)	مقدار (کیلوگرم بر مترمربع)
آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه سیمان	۱۸۵۰	۳۰	$۰/۳۰ \times ۱۸۵۰ = ۵۵۵$
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰	۵/۰	$۰/۰۵ \times ۲۱۰۰ = ۱۰۵$
اندود گچ	۱۳۰۰	۲/۰	$۰/۰۲ \times ۱۳۰۰ = ۲۶$
			جمع: ۶۹۰

با توجه به افزوده شدن لایه شاتکریت به تعدادی از دیوارهای موجود در این ساختمان به وزن دیوارهای مورد نظر مقدار زیر اضافه می‌شود.

$$W = ۰.۰۶ \times ۲۵۰۰ = ۱۵۰ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

۲-۱-۲- بار مرده سقف

باتوجه به جزئیات اجرائی سقف که به صورت سقف سبک می‌باشد میزان بار مرده سقف مطابق جداول زیر می‌باشد.

جدول ۵: بار مرده بام سقف سبک

سقف سبک			
مقدار $\frac{kg}{m^2}$	ضخامت cm	وزن مخصوص $\frac{kg}{m^3}$	مصالح
۷۷	۱	۷۷۰۰	ورق موجدار فلزی
$۲۰/۰ \div ۲/۴ = ۸/۵$	اعضای وسطی خرپا به فاصله ۲/۴ متری		خرپا با اعضای فلزی قطری
$۱۶/۲ \div ۲/۴ = ۶/۷۵$	---	---	تیر آهن نمره ۱۸
۷۰	Box ۵۰×۵۰×۵		قوطی فولادی در بالا و پایین خرپا
۷۵			سقف کاذب با اندود سیمانی
۲۴۰/۰			مجموع بار مرده

۳-۱-۲- بار زنده سقف

بار زنده بام بر اساس مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (حداقل بارهای وارده بر ساختمان) که بار برف خواهد بود برای منطقه با برف زیاد ۱۵۰ کیلوگرم بر مترمربع می‌باشد؛ که همین مقدار برای بار زنده سقف ملحوظ شده است.

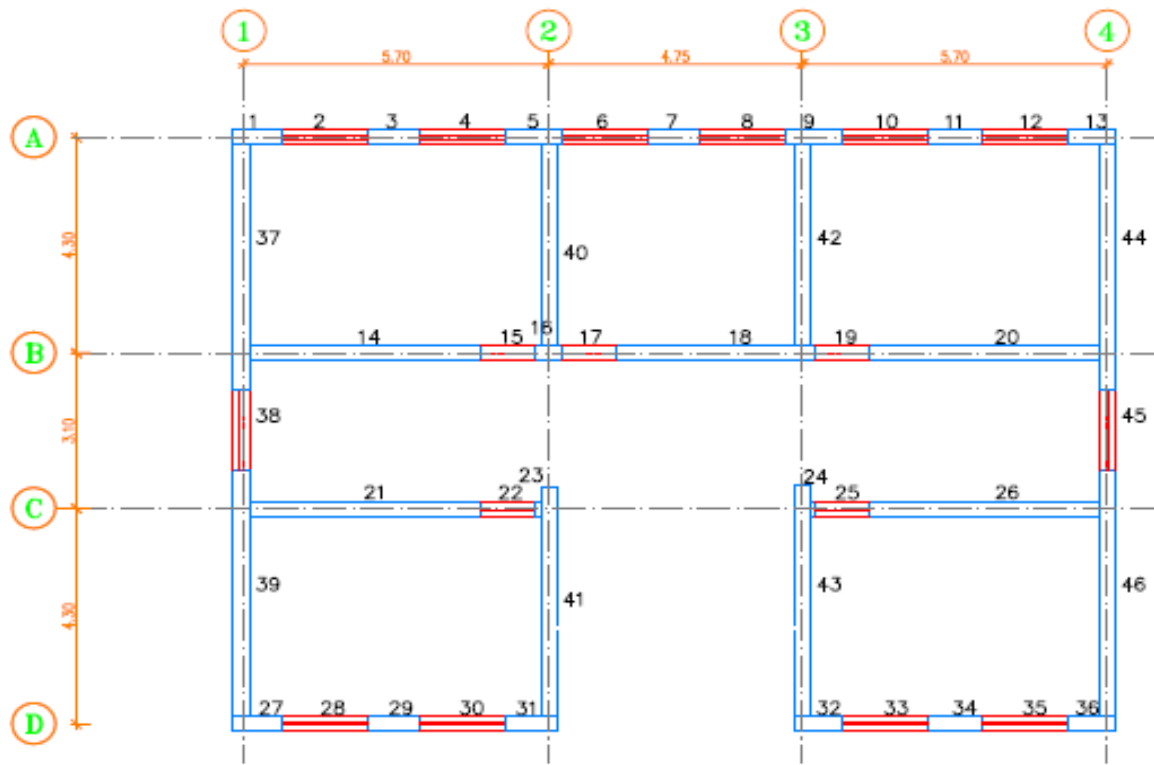
۲-۲- تعیین اعضای اصلی و غیر اصلی و تعیین سختی آنها

با توجه به اینکه در این ساختمانها توزیع نیرو بر اساس سختی المانهای مقاوم در برابر زلزله که در این ساختمان دیوارهای باربر هستند، صورت می‌پذیرد مشخصات و میزان سختی دیوارها می‌بایست بطور جداگانه محاسبه گردد که در ذیل به آن پرداخته می‌شود.

۱-۲-۲- دیوار

مطابق با بند ۷-۶-۱-۲-۲-۲ نشریه ۳۶۰ دیوارهایی را می‌توان به عنوان دیوار اصلی و باربر جانبی در نظر گرفت که حداقل ضخامت آنها ۲۰ سانتی متر باشد. همچنین، فاصله افقی بین دو بازشو از $\frac{۲}{۳}$ ارتفاع کوچکترین بازشو و یا از $\frac{۱}{۶}$ مجموع طول دو بازشو کمتر باشد، دیوار محصور بین دو بازشو جزئی از بازشو محسوب شده و در باربری جانبی مشارکت نخواهد داشت. دیوارهای ساختمان، مطابق شکل ۶ تعیین و شماره گذاری شده‌اند. بازشوها با رنگ قرمز نمایش داده شده‌اند.

شکل ۴: پلان شماره گذاری دیوارهای سازه ای و تیغه ها و بازشوها



۲-۱-۱- مشخصات دیوار

در جداول زیر مشخصات دیوارها آورده شده است.

جدول ۶: مشخصات دیوارهای ساختمان

شماره محور	شماره دیوار	جهت دیوار (x,y)	ابعاد دیوار (m)			ارتفاع بازشو	وزن واحد سطح دیوار	مساحت دیوار (m ²)	مساحت بازشو
			طول	عرض	ارتفاع				
A	۱	x	۰.۹	۰.۳	۲.۷	۰	۷۸۰	۲.۴۳	۰
	۲	x	۱.۶	۰.۳	۲.۷	۱.۵	۷۸۰	۴.۳۲	۲.۴
	۳	x	۱	۰.۳	۲.۷	۰	۷۸۰	۲.۷	۰
	۴	x	۱.۶	۰.۳	۲.۷	۱.۵	۷۸۰	۴.۳۲	۲.۴
	۵	x	۱	۰.۳	۲.۷	۰	۷۸۰	۲.۷	۰
	۶	x	۱.۶	۰.۳	۲.۷	۱.۵	۷۸۰	۴.۳۲	۲.۴
	۷	x	۱	۰.۳	۲.۷	۰	۷۸۰	۲.۷	۰
	۸	x	۱.۶	۰.۳	۲.۷	۱.۵	۷۸۰	۴.۳۲	۲.۴
	۹	x	۱.۰۵	۰.۳	۲.۷	۰	۷۸۰	۲.۸۳۵	۰
	۱۰	x	۱.۶	۰.۳	۲.۷	۱.۵	۷۸۰	۴.۳۲	۲.۴
	۱۱	x	۱	۰.۳	۲.۷	۰	۷۸۰	۲.۷	۰