



پردیس دانشکده های فنی
دانشگاه تهران

پروژه ارزیابی و بهسازی لرزه ای سازه موجود بتنی براساس نشریه 360 ایران-1394

هدف از شناخت وضع موجود ساختمان، گردآوری اطلاعات لازم برای مدل سازی، تحلیل و ارزیابی رفتار لرزه‌ای ساختمان است این کار می تواند با دقت های متفاوت و صرف زمان و هزینه متناسب صورت گیرد. بدین ترتیب انجام مطالعات شناخت وضع موجود در سطوح متفاوت، بر اساس گستره ی اطلاعاتی که جمع آوری می شود، امکان پذیر خواهد بود. این سطوح به ترتیب افزایش دقت و گستره، به سطح اطلاعات حداقل، سطح اطلاعات متعارف و سطح اطلاعات جامع موسوم هستند. تعاریف این سطوح اطلاعات در بند (2-2-6) دستورالعمل ارائه شده است. در این مجموعه، منظور از دستورالعمل"، نشریه ی شماره 360 است.

جمع آوری مدارک فنی و اطلاعات کلی ساختمان

برای انجام مطالعات آسیب پذیری ساختمان های موجود، لازم است کلیه ی مدارک فنی و مستندات طراحی، اجرا و ترمیم که در دسترس هستند، جمع آوری و طبقه بندی شود. هم چنین وضعیت ساختمان به لحاظ موقعیت جغرافیایی و لرزه خیزی و کاربری پیشین و آینده ی آن و قوانین و استانداردهایی که در طراحی و اجرای آن به کار رفته و مقرراتی که در حال حاضر بر ارزیابی و بهسازی آن حاکم است، مشخص شود. در این پروژه به دلیل نبود بازدید از ساختمان بتنی، فرضیات گرفته شده بر روی موقعیت سازه و نوع خاک در ادامه بیان خواهد شد.

تعیین هدف بهسازی

برنامه ریزی مطالعاتی برای شناخت وضع موجود ساختمان بر اساس هدف بهسازی تعیین شده، صورت می گیرد مهندس ارزیاب باید در پیشنهاد هدف بهسازی، نظیر موارد زیر را مد نظر قرار دهد:

1. کاربری ساختمان؛
2. میزان اهمیت ساختمان؛
3. عمر باقیمانده ی مورد انتظار ساختمان؛
4. وضعیت، کیفیت و میزان اهمیت اجزای غیرسازه ای؛

هدف بهسازی که میزان دقت و گستره‌ی مطالعات تحلیلی را تعیین می‌کند، بر اساس سطح خطر و سطح عملکرد ساختمان تعیین می‌شود. بنابراین در ابتدا سطح خطر و سطح عملکرد ساختمان تعریف می‌شود، سپس هدف‌های بهسازی توسط مهندس تعیین می‌گردد.

در این پروژه هدف بهسازی مبنا برای سازه بتنی موجود است. سطح خطر-1 برای ارزیابی پروژه مربوطه براساس 10 درصد احتمال رویداد در پنجاه سال که معادل دوره بازگشت 475 سال است، تعیین می‌گردد.

سطح عملکرد ساختمان

سطح عملکرد ساختمان بر مبنای سطح عملکرد اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای طبق تعریف بندهای (1-5-1) تا (1-5-3) دستورالعمل تعیین می‌شود. سطح عملکرد اجزای سازه‌ای طبق بند (1-5-2-1) انتخاب و سطح عملکرد اجزای غیرسازه‌ای از بند (1-5-2-2) انتخاب می‌شود. با ترکیب سطوح عملکرد اجزای سازه‌ای و غیرسازه‌ای، سطح عملکرد کل ساختمان تعریف می‌شود. در این پروژه سطح عملکرد سازه بتنی را ایمنی جانی LS در نظر گرفته‌ایم. از اجزای غیر سازه‌ای صرف‌نظر کرده و برای آنها سناریو بهسازی ارایه می‌دهیم.

در این پروژه به هدف بهسازی مبنا است که بدین صورت توسط نشریه تعریف می‌شود. در بهسازی مبنا انتظار می‌رود که تحت زلزله‌ی سطح خطر-1، ایمنی جانی ساکنین تامین شود. هدف از این بهسازی ارتقای عملکرد ساختمان به حداقل مورد قبول بر اساس آیین نامه‌های طرح ساختمان‌ها در برابر زلزله است.

تعیین سطح اطلاعات موردنظر و ضریب آگاهی

مطابق بند (2-2-5) دستورالعمل، سطح اطلاعات انتخابی به طور مشخص نیاز یا عدم نیاز به انجام آزمایش های مقاومت مصالح و ژئوتکنیک را بیان می کند. تعیین سطح اطلاعاتی که لازم است جمع آوری شود، بر اساس وضعیت اطلاعات موجود از مصالح بتنی و هدف بهسازی انتخابی، با استفاده از طبقه بندی جدول صورت می گیرد. سپس بر مبنای سطح اطلاعات مورد نظر و هدف بهسازی انتخاب شده، ضریب آگاهی، K ، طبق جدول تعیین می شود. با توجه به اینکه دید مشخصی از سازه موجود نداریم از جدول زیر استفاده کرده ایم:

جدول (۱-۵): ضریب آگاهی

هدف بهسازی		مطلوب یا پایین تر		ویژه	
سطح اطلاعات	حدقل	متعارف	متعارف	جامع	
نوع تحلیل	خطی	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل	هر نوع تحلیل	
ضریب آگاهی	۰/۷۵	۱	۰/۷۵	۱	

تحلیل خطر زلزله و تهیه ی طیف طراحی

در کلیه ی روش های تحلیل سازه در بهسازی لرزه ای، داشتن طیف طرح لازم است. طیف طرح مربوط به سطح خطر- 1 را می توان از استاندارد 2800 استخراج نمود. اما هرگاه استفاده از سطح خطر-2 یا هر سطح خطر متفاوت با سطح خطر-1 لازم باشد، یا هدف بهسازی ویژه انتخاب شود، لازم است طیف طرح ویژه ساختگاه محاسبه شود. نحوه ی تعیین طیف های طراحی بر اساس جدول زیر است:

هدف بهسازی	طیف قابل استفاده	توضیحات
مبنا، محدود و مطلوب	طیف طرح استاندارد (برای سطح خطر ۱)	-- از حاصل ضرب شتاب مبنای طرح (A) و مقادیر طیفی ضریب بازتاب ساختمان (B) حاصل می‌شود. -- مقدار A از نقشه پهنه‌بندی استاندارد ۲۸۰۰ قابل تعیین است. -- مقادیر طیفی B را می‌توان از طیف ضریب بازتاب استاندارد ۲۸۰۰ برآورد نمود.
	طیف طرح ویژه ساختمان (برای هر سطح خطر متفاوت با سطح خطر ۱)	-- برای تعیین شتاب مبنای طرح، مراحل تحلیل خطر ویژه ساختمان مطابق بند (۱-۴-۶) دستورالعمل صورت می‌گیرد. -- شکل طیف می‌تواند به یکی از صورت‌های زیر مطابق بند (۲-۴-۶-۱) دستورالعمل باشد: ۱- طیف طرح با شکل ثابت؛ ۲- طیف طرح با خطر ثابت؛ ۳- طیف طرح میانگین و یا طیف طرح میانگین به علاوه انحراف معیار.
ویژه	طیف طرح ویژه ساختمان	

جمع بندی

پس از انجام مطالعات، سونداژها و در صورت لزوم آزمایش های تعیین شده در این فصل، اطلاعات زیر که در بخش های مدل سازی و تحلیل مورد استفاده قرار می گیرند، به دست می آید.

1. وضعیت ساختمان های مجاور؛

2. نقشه‌های وضع موجود شامل هندسه و پیکر بندی وضعیت موجود ساختمان از نظر سازه ای و معماری به همراه جزئیات کافی برای مطالعات بهسازی لرزه ای؛

3. هدف بهسازی مشتمل بر سطوح خطر و سطوح عملکرد؛

4. سطح اطلاعات؛

5. مشخصات مصالح بتنی و میلگرد به دست آمده از مدارک فنی یا آزمایش های انجام شده؛

6. مشخصات ژئوتکنیکی زمین محل پروژه؛

7. طیف طرح و در صورت لزوم شتاب نگاشت های مورد نیاز:

ارزیابی اولیه از وضعیت موجود ساختمان که بدون انجام سونداژ و آزمایش ها و به استناد مدارک و اطلاعات موجود و نیز نتایج بازرسی شهودی توسط ارزیاب مجرب صورت می پذیرد، تحت عنوان ارزیابی کیفی شناخته می شود این اصطلاح در دستورالعمل بهسازی لرزه ای ساختمان های موجود مطرح نشده است. نمونه ای از چک لیست های ارزیابی کیفی در پیوست شماره چهار ارائه شده است.

مدل سازی دوبعدی و سه بعدی برای تحلیلهای خطی و غیرخطی

در این پروژه از مدل سه بعدی برای آنالیز خطی استفاده شده است. براساس دستورالعمل برای مدل سازی ساختمان ها در حالت تحلیل خطی باید همواره از مدل سه بعدی استفاده کرد، اما در تحلیل های غیر خطی در صورت برآورده شدن شرایط خاص می توان از مدل سازی دو بعدی نیز استفاده نمود. در مدل سازی سه بعدی، اعضای باربر در هر سه راستای متعامد سازه در مدل در نظر گرفته می شوند. علاوه بر این در چنین مدلی لازم خواهد بود که دیافراگم های افقی کف طبقات نیز به نحوی در مدل منظور شوند. نحوه ی مدل سازی دیافراگم ها از مزایای مهم مدل سازی سه بعدی آن است که پیچش ناشی از خروج از مرکزیت نیروهای جانبی در آن به صورت خودکار لحاظ می شود. در مدل سازی دوبعدی، قاب های ساختمانی به طور مستقل مدل می شوند. مهم ترین عاملی که در تعیین شرایط دوبعدی یا سه بعدی بودن مدل موثر است، پیچش و نامنظمی در ساختمان است ، که در بند (2-2-4) تشریح می شود . در صورت استفاده از مدل دو بعدی بایستی به نحو مناسبی اثرات پیچش ساختمان بر روی قاب جداسده از سازه اعمال شود. در حالت کلی شیوه ی مدل سازی اعضا برای تحلیل های خطی و غیر خطی مشابه یکدیگر است . در هنگام مدل سازی برای تحلیل های خطی تنها تعیین سختی اعضا ضرورت دارد، اما برای تعریف یک مدل در تحلیل های غیر خطی نیاز به رابطه ی نیرو تغییرشکل عضو است که متضمن اطلاعات بسیار بیش تری است.

با توجه به این که در شرایط فعلی و با وجود نرم افزارهای محاسباتی قوی امکان انجام تحلیل های خطی و غیر خطی برای مدل های سه بعدی فراهم است، توصیه می شود همواره یک مدل سه بعدی از سازه تهیه شود.

اثر میانقاب ها

میانقاب ها در ساختمان های با سیستم باربر ثقلی فولادی یا بتنی، به عنوان پانلی تعریف می شود که به طور جزئی یا کامل، دهانه ای از یک قاب را پوشانده و توسط تیرها و ستون ها احاطه شده اند. میانقاب ها از دیدگاه عملکردی به دو دسته تقسیم می شوند:

1. میانقاب های جدا شده از قاب محیطی:

2. میانقاب های برشی

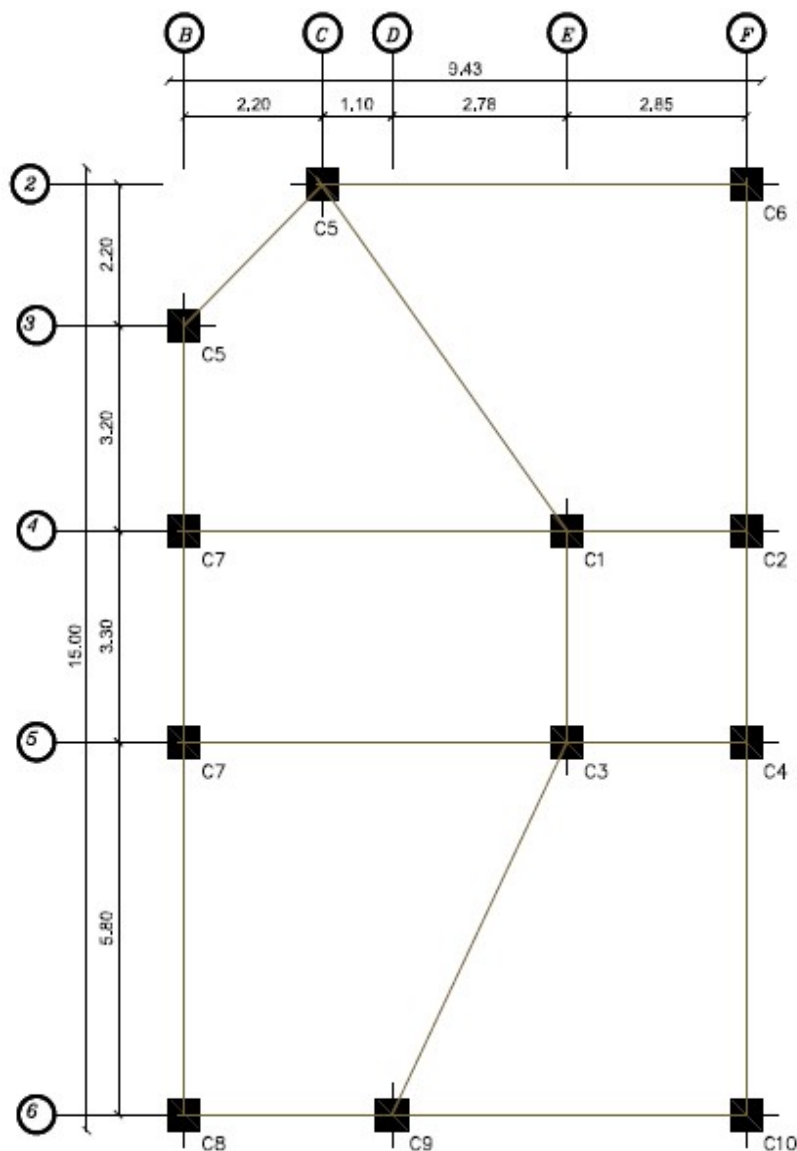
در این پروژه از اثرات میانقاب ها صرف نظر شده است. از این جهت صرف نظر شده است که تاثیری در باربری جانبی سازه نداشته اند.

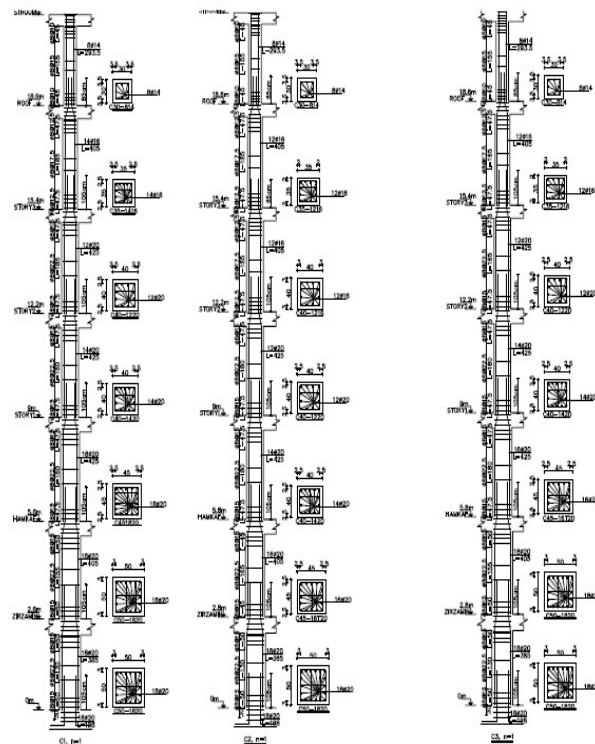
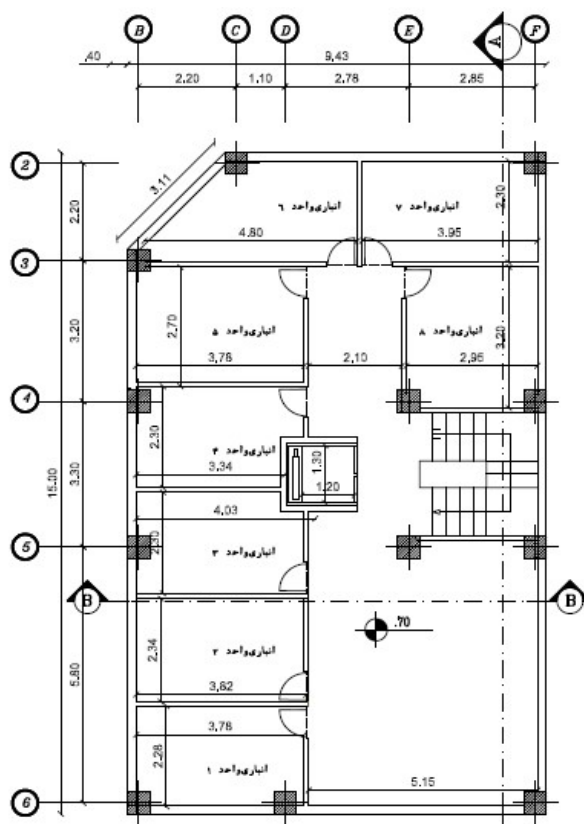
اندرکنش خاک و سازه

در این پروژه برای در نظر گرفتن اثرات خاک در رفتار لرزه‌ای سازه موجود و داشتن اطلاعات ناقص در مورد ساختگاه از مدلسازی اثرات اندرکنش خاک و سازه با استفاده از فنرهای وینکلر صرف نظر می شود. برای در نظر گرفتن اندرکنش، اثرات آنها را در طیف طرح به صورت ضمنی وارد خواهیم کرد.

فصل دوم. تعریف پروژه

سازه موجود بتنی انتخاب شده در این بخش یک ساختمان 6 طبقه بتنی با کاربری مسکونی است موقعیت این ساختمان در شهر تهران و خاک منطقه طبق استاندارد 2800 از نوع II است. ابعاد کلی پلان (9.45-15) متر و مساحت زیربنا 142.5 مترمربع است تمام نقشه های معماری و سازه ای این ساختمان در زیر ارائه شده است.





مضاح مورد استفاده در این پروژه:

$$f_{ce} = 1.25 * 210 = 262.5 \frac{kg}{cm^2}$$

مقاومت مورد انتظار بتن سازه

$$f_{cl} = 210 \frac{kg}{cm^2}$$

مقاومت کرانه ی پایین بتن سازه

$$f_{ye} = 1.15 * 4000 = 4600 \frac{kg}{cm^2}$$

مقاومت مورد انتظار میلگردها

$$f_{cl} = 4000 \frac{kg}{cm^2}$$

مقاومت کرانه ی پایین میلگردها

$$E_{ce} = 15100 * \sqrt{262.5} = 244648 \frac{kg}{cm^2}$$

مدول الاستیسیتة مورد انتظار بتن (براساس آبا)

$$E_{ce} = 15100 * \sqrt{210} = 218819.8 \frac{kg}{cm^2}$$

مدول الاستیسیتة کرانه ی پایین بتن (براساس آبا)

$$E_s = 2.1 * 10e6$$

مدول الاستیسیتة ی میلگرد

$$f_{ye} = 1.15 * 3000 = 3600 \frac{kg}{cm^2}$$

مقاومت مورد انتظار میلگردها (خاموت)

$$f_{cl} = 3000 \frac{kg}{cm^2}$$

مقاومت کرانه ی پایین میلگردها (خاموت)

تحلیل خطر زلزله و طیف طراحی

برای به دست آوردن نسبت شتاب مبنای طرح A، می‌توان از نقشه‌های معتبر پهنه بندی لرزه‌ای که در آن میزان بیشینه‌ی شتاب زمین برای دوره‌های بازگشت مختلف ارایه شده است، استفاده نمود با توجه به این که نقشه‌های پهنه بندی معتبر شتاب، برای سطح خطر-2 که در آن دوره‌ی بازگشت 2475 سال احتمال وقوع در 50 سال درج شده باشد، موجود نیست، با انجام مطالعات لازم و تحلیل خطر ساختگاه میزان نسبت شتاب مبنای طرح برای سطح خطر یک برآورد گردیده و مقدار آن در سطح خطر 1 زلزله با دوره‌ی بازگشت 475 سال برابر 0.21 است. براساس بند دستورالعمل بهسازی استفاده از طیف طرح استاندارد برای مقاصد بهسازی محدود و مبنا و مطلوب بلامانع است. لذا طیف طرح زلزله $S=AB$ ، مطابق استاندارد 2800 ایران در نظر گرفته شده و در شکل زیر برای خاک نوع دو با زلزله دارای دوره بازگشت 475 ساله ارایه شده است.

