Archive of SID.ir

مجله نخبگان علوم و مهندسی

Journal of Science and Engineering Elites

جلد ۸- شماره ۳ - سال ۱۴۰۲

www.ElitesJournal.ir

بررسی پدیده تشدید بر روی ساختمانهای بتنی

علی نادری

کارشناس ارشد عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، تهران، ایران

A.naderi63@yahoo.com

ارسال: مرداد ماه ۱۴۰۲ پذیرش: مرداد ماه ۱۴۰۲

چکیده

در سالهای اخیر با افزایش دانش بشری درباره پدیده زلزله و نحوه رفتار سازه ها در مقابل زلزله و اهمیت بهسازی و مقاوم سازی ساختمانهای موجود، راهکارهای نوینی برای افزایش ایمنی ساختمانها در برابر این پدیده ارائه شده است. روشهای تحلیلی که در طراحی بر اساس عملکرد و بهسازی لرزه ای سازه ها مطرح می شوند، عمدتا بر مبنای انالیز استاتیکی غیر خطی می باشند.در این پژوهش از انواع تحلیل‌های مورد پیشنهاد آیین‌نامه برای بررسی رفتار سازه ها بهره‌گیری شده است، که برای بررسی رفتار دقیق از تحلیل‌های دینامیکی تاریخچه زمانی استفاده شده است. با استفاده از تحلیل‌های انجام شده سعی بر بررسی اثر مودهای غالب سازه های طراحی شده برای انواع ساختگاه‌های موجود است. برای بررسی این اثرات ۱۲ سازه مختلف ۵، ۸ و ۱۲ طبقه با دو سیستم مختلف قاب خمشی بتنی متوسط و قاب خمشی با دیوار برشی بتنی در دو تیپ خاک متفاوت یک و دو در نظر گرفته شده و اثرات این تغییرات با استفاده از تحلیل‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی نتایج نشان می دهد که ساختمان های با ارتفاع بیشتر از امنیت بیشتری در مواجه با پدیده تشدید برخوردار هستند. همچنین، سازه های با دیواربرشی بتنی، زمان تناوب متفاوتی با زمان تناوب زلزله ایجاد کرده و پدیده تشدید را به حداقل ممکن رسانده است.

واژه‌های کلیدی: زلزله، پدیده تشدید، تحلیل غیرخطی، زلزله.

۱– مقدمه

در عصر شکوفایی دانش و تکنولوژی، روز به روز شهرها گسترده‌تر، ساختمان ها مرتفع تر، راه‌ها عریض‌تر، سدها عظیم‌تر و تونل‌ها در اعماق بیشتر احداث می‌شوند و ظاهرا برای این پیشرفت حد و مرزی نیز نمی‌توان در نظر گرفت. در اغلب موارد، تنها عامل بازدارنده، فقدان زمین مناسبی است که بتواند به طور طبیعی بارهای ناشی از سازه‌های طراحی شده را تحمل نماید و این در حالی است که وقوع بلایای طبیعی شرایط را از حال عادی خارج می‌کند. زلزله، از آزاد شدن ناگهانی انرژی انباشته شده در سنگ های پوسته ی زمین ایجاد می‌شود. این آزاد شدن انرژی به صورت امواج زلزله از نقطه ای به نام کانون زلزله آغاز و باعث لرزش سطح زمین می‌گردد. قرار گرفتن ایران در بخشی از کمربند کوه زایی آلپ – هیمالیا، که یکی از جوان ترین نواحی کوه زایی جهان محسوب می‌شود، باعث شده است که فلات ایران از لحاظ لرزه خیزی، بسیار فعال بوده و به علت عدم ساخت و سازه های مناسب، هر از چند گاهی هزاران نفر با رویداد زمین لرزه های ویرانگر به کام نیستی بروند.

زلزله همواره به عنوان یک پدیده تکرارشونده در طول تاریخ وجود داشته و در آینده نیز وجود خواهد داشت. وقوع چنین حادثه ای تاثیرات ویران کننده ای بر ساختگاه‌های دست بشر و بر سکونتگاه های انسانی ایجاد کرده و تلفات سنگینی بر ساکنان آنها تحمیل کرده است. هر چند امروزه با وجود پیشرفت های تکنولوژیکی و افزایش دانش و توانایی انسان ها، به چگونگی پیدایش این پدیده

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بصورت علمی پی برده شده و نحوه وقوع و پیامدهای ناشی از آن مورد بررسی و پژوهش قرار گرفته است، در کنترل بلایای طبیعی، شهرها هنوز هم با خطر زلزله مواجه هستند و از این منظر آسیب پذیرند. با این وجود، اگرچه جلوگیری از پدیده ی زلزله امری غیر ممکن است، ولی با اندیشیدن تدابیری می‌توان آسیب های ناشی از آن را به حداقل ممکن رساند.

یکی از مهمترین دلایل آسیب پذیری شهرها در برابر زلزه و خسارات ناشی از آن و تعداد زیاد تلفات آن، عدم شناخت درست از منطقه و وضعیت آن و همچنین عدم رعایت درست استانداردهای مهندسی ساختمان، وجود فرسودگی بافت ها، و تراکم بالای جمعیت در نواحی واقع در آن منطقه خطر است.

۲– هدف تحقیق

موقعیت هدف در این تحقیق شهر سمنان است. سمنان یکی از شهرهای ایران، مرکز استان سمنان و شهرستان سمنان است. این شهر در جنوب رشته کوه البرز و شمال دشت کویر در راه تهران به خراسان قرار گرفته است. آب و هوای آن خشک و معتدل می‌باشد. این شهر از سوی شرق با شهرهای دامغان شاهرود، از شمال به درجزین، مهدیشهر و شهمیرزاد و از غرب با سرخه همسایه است. در طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۱۳۰ متر است. مطالعات زمین شناختی نشان می‌دهد که فدیمی‌ترین تشکیلات از سنگ های پالئوزوییک تا آبرفت های کوارترنری در این منطقه وجود دارد.

سمنان به علت گستردگی جغرافیایی، تنوع اقلیم و از طرفی آب و هوا و تغییرات اقلیمی‌صورت گرفته در آن با حوادث متنوعی روبرو است. وجود رشته کوه‌های البرز و استقرار گسل‌های متعدد و فعال بودن برخی از این گسل‌ها موجب بروز زلزله‌های متنوعی در این شهر در طول تاریخ بوده است. گسل ها که حاصل اعمال استرس و در نتیجه ایجاد دگرشکلی در پوسته زمین می‌باشند و به عنوان چشمه های لرزه زا و مرکز تخلیه انرژی درونی زمین نقش اساسی در لرزه خیزی هر منطقه دارند، در محدوده شهر سمنان و پیرامون آن به شدت تکتونیزه شده و دارای گسل های زیادی است که شواهد بارز نشانگر آن است که گسل های فوق در کواترنر فعال بوده و در مورد فتکتونیک منطقه نقش مهمی‌داشتند. تداوم پایدار تمتونیک شهر سمنان را می‌توان در اطراف شهر و بویژه به سوی شمال در خمیدگی رسوب ها، جا به جایی لایه ها و تجدید حیات گسل ها در کواترنری مشاهده کرد. تاثیر تکتونیک جوان و فعال منطقه را می‌توان در امتداد گسل ها بصورت تغییر مسیر و تغییر سیمای شبکه آبها، گسترش پیچ و خم های رودخانه ای و تغییر میزان رسوب های انباشته شده و یا برداشته شده در طول آبراه‌هامشاهده کرد.

شهر سمنان بر روی بستر و پهنه ای قرار گرفته که به دلیل شرایط ساختمانی و فعالیت های تکنونیکی از مناطق پرتحرک و پرگسل می‌باشد. اکثر گسل های اصلی بصورت رورانده می‌باشند و روراندگی این گسل ها همراه با نیروهایی از نوع فشاری، باعث گسختگی و راندگی لایه های سنگی بر روی یکدیگر شده و محدوده شهری را از نظر لرزه خیزی در محدوده خطر زیاد قرار داده است. با توسعه و گسترش روزافزون شهرهای بزرگ در مناطق لرزه خیز از جهات جمعیتی، اقتصادی، سیاسی و اجتماعی،آسیب پذیری این شهرها در مقابل زمین لرزه های مخرب رو به افزایش است. صدمات جانی و مالی گسترده ای که در اثر وقوع زلزله در این مناطق متوجه ساختار اجتماعی و اقتصادی کشور می گردد، ضرورت تلاش همه جانبه را برای کاهش این خطرایجاب می نماید. یکی از عمده ترین فعالیتها در راستای کاهش خطرات ناشی از زلزله و افزایش ایمنی عمومی، مطالعات آسیب پذیری ساختمان ها با توجه به پدیده تشدید وشرایط پهنه بندی لرزه ای مناطق شهری است که بایستی در مقیاس مناسب و مطلوب صورت پذیرد. اهداف تحقیق شامل دو بخش اصلی(کلی) و فرعی(اختصاصی) می باشد و اهداف اصلی شامل بررسی رفتار انواع ساختمانهای بتنی تحت زلزله های رخ داده در این شهر و بررسی امکان رخداد پدیده تشدید می باشد. در خصوص اهداف فرعی نیز می توان به تاثیر تعداد طبقات، نوع خاک، اثر استفاده از دیوار برشی بر رفتار ساختمان و امکان رخداد پدیده تشدید اشاره کرد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۳- مطالعات پیشین

در پژوهش های انجام شده در مقالات مختلف، ساختمان ها به گروه های مختلف دسته بندی شده اند [۱]. در بررسی های انجام شده ساختمان ها بر حسب نوع مصالح ساخت به چهار گروه تقسیم می‌شوند [۲]. ناطق الهی و نعمت الهی به ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای بتن مسلح با استفاده از تحلیل دینامیکی غیر خطی پرداختند. آنها تعدادی ساختمان بتن مسلح مشابه با پلان و مشخصات همسان ولی با تعداد طبقات مختلف در دو دسته با دیوار برشی و بدون دیوار برشی بر طبق آئین نامه های متداول در ایران طرح کردند. سپس با استفاده از برنامه کامپیوتری IDARC به تحلیل غیر خطی آنها پرداخته شده است. با تعمیم نتایج ارزیابی نمونه های طرح شده، ظرفیت لرزه ای ساختمانهای بتن مسلح به صورت کمی‌مورد مطالعه قرارگرفته و در نهایت با تحلیل نتایج آسیب پذیری لرزه ای آنها بررسی گردیده است. برکچیان کار پژوهشی با عنوان ارزیابی کمی‌آسیب پذیری ساختمان های مهم فولادی در برابر زلزله را با استفاده از تحلیل های غیر ارتجاعی ارائه کرده است [۳]. شکیب و همکارانش جهت دستیابی به شناخت وضعیت موجود ساخت و ساز در شهرهای مختلف استان ایلام از دیدگاه مقاومت لرزه ای مطالعاتی با عنوان ارزیابی آسیب پذیری ساختمانهای متداول شهری انجام داده اند. ادامه چنین مطالعاتی با توجه به شرایط لرزه خیزی اکثر نقاط کشور، برای شهرهای مختلف ضروری است [۴]. علیزاده و مومنی در تحقیقات خود اصلاح خاک منطقه مورد مطالعه (راه آهن سمنان-دامغان) با استفاده از تزریق، رفتار ماده تزریقی در آهک، بخاطر وجود رس در خاک، را مورد بررسی قرار داد. نتایج آزمایش ها بیانگر آن بود که با توجه به سیمانتاسیون رسی موجود بین درات خاک محل، تزریق آهک منجر به کاهش قابل ملاحظه پتانسیل رمبندگی خاک در شرایط اشباع و افزایش ظرفیت باربری خاک در مقایسه با سایر موارد تزریقی گردیده است [۵-۶].

پژوهش دیگر مربوط به مقاله ای است که توسط لشکری پور و همکاران در سال ۱۳۸۷ ارائه گردید. آنها در این مقاله خود، دشت کاشمر را که در بخش شمال شرقی حوضه آبریز کویر مرمزی ایران واقع شده، مورد مطالعه قرار دادند. افت شدید سطح آب زیرزمینی و وجود خاک های ریزدانه در روستاهای این دشت، سبب ایجاد پدیده فرونشست زمین و ایجاد شکاف و ترک های طولی در سطح زمین گردیده است. در این مقاله نویسندگان ارتباط سطح آب زیرزمینی و وقوع پدیده فرونشست منطقه ای سطح زمین به همراه علل و مکانیزم تشکیل شکاف ها در غرب دشت کاشمر را مورد بحث و بررسی قرار دادند [۷]. در سال ۱۳۹۱ سیوندی پور و همکارانشان از فناوری نوین شبکه های عصبی مصنوعی برای پیش بینی زلزلها استفاده کردند. آنها با مطالعه و بررسی پیش بینی زلزله به کمک فناوری نوین شبکه های عصبی مصنوعی و باتوجه به سیستم دینامیکی بسیارپیچیده ای که درمناطق لرزه خیز کشورمان وجود دارد تصویر ساده شده ی ازگسل ساختند و با استفاده از این مدل کارامدی شبکه عصبی مصنوعی را تعیین کردند. آنها با مطالعه گسل های منطقه و با استفاده از فناوری شبکه عصبی نقشه پهنه بندی ارائه دادند که در محدوده شمالی استان سمنان با احتمال ۲۸/۹ درصد وقوع زلزله را پیش بینی می‌کند [۸-۹]. در سال ۱۳۹۳ فنبری و همکاران ریسک فروریزش ساختمان در مناطق شهری پس از زلزله را در منطقه یک تهران بررسی کردند [۱۰]. در سال ۹۲ خیرالدین و آرامش انواع سیستمهای ساختمانی در سازه های بلند را به تفسیر ارائه نموده اند [۱۱].

۴- معرفی سازه های مورد بررسی

در این مطالعه سه ساختمان ۵، ۸ و ۱۲ طبقه با سیستم قاب خمشی بتنی متوسط بر اساس آئین نامه لرزه ای ایران (استاندارد ۲۸۰۰) طراحی شده اند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

جدول ۱- نحوه نامگذاری ساختمانهای مورد مطالعه بر اساس مشخصات آنها

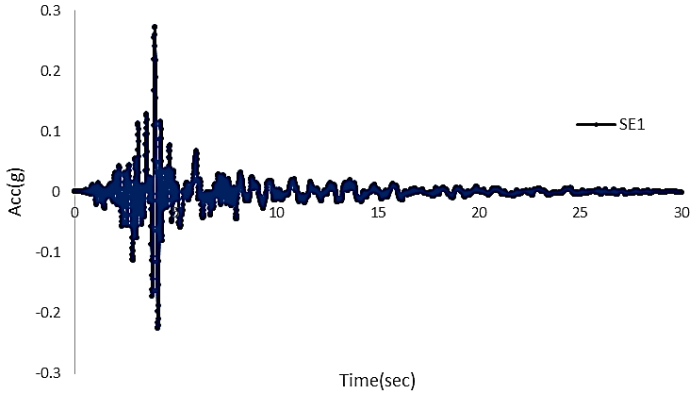
عنوان ساختمانها	تعداد طبقات	سیستم مقاوم جانبی	تیپ خاک محل احداث
S5FT1	۵	قاب خمشی بتنی متوسط	یک
S5FT2	۵	قاب خمشی بتنی متوسط	دو
S5WT1	۵	قاب خمشی بتنی متوسط و دیوار برشی بتنی	یک
S5WT2	۵	قاب خمشی بتنی متوسط و دیوار برشی بتنی	دو
S8FT1	۸	قاب خمشی بتنی متوسط	یک
S8FT2	۸	قاب خمشی بتنی متوسط	دو
S8FT1	۸	قاب خمشی بتنی متوسط و دیوار برشی بتنی	یک
S8FT2	۸	قاب خمشی بتنی متوسط و دیوار برشی بتنی	دو
S12FT1	۱۲	قاب خمشی بتنی متوسط	یک
S12FT2	۱۲	قاب خمشی بتنی متوسط	دو
S12WT1	۱۲	قاب خمشی بتنی متوسط و دیوار برشی بتنی	یک
S12WT2	۱۲	قاب خمشی بتنی متوسط و دیوار برشی بتنی	دو

برای طراحی سازه ها از نرم افزار ETABS استفاده شده است. ساختمانها در دو گروه با و بدون دیوار برشی دسته بندی شده اند. همچنین گروه بندی ساختمانها بر اساس نوع خاک محل احداث نیز بوده است. با توجه به اینکه خاک سمنان دو تیپ ۱ و ۲ می باشد مطابق جدول (۱) به طور کلی ۱۲ ساختمان جهت مدلسازی و تحلیل ایجاد شده است. مثلا عبارت S5FT1 یعنی ساختمان ۵ طبقه بدون دیوار برشی که در خاک تیپ یک احداث شده است. حرف W در سایر سازه ها معرف دیوار برشی (Shear Wall) می باشد.

ساختمانهای مورد نظر دارای ۶ دهانه ی ۶ متری در راستای X و ۵ دهانه ی ۶ متری در راستای Y می باشند. با توجه به اینکه ساختمانهای مورد نظر در شهر سمنان واقع شده اند ضریب خطر زلزله A=0.3 لحاظ شده است. بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش سوم ضریب رفتار ساختمانهای بدون دیوار برشی ۷ و با دیوار برشی ۸ لحاظ شده است. برای ساختمانهایی که پریود مود اول آنها بیش از ۰.۷ ثانیه است، نحوه ی اعمال نیروی جانبی زلزله بر اساس آئین نامه UBC94 می باشد.

۵- معرفی زلزله های مورد استفاده

در این مطالعه به منظور انجام تحلیل های تاریخچه زمانی و بررسی زمان تناوب زلزله های رخ داده در شهر سمنان، از سه شتابنگاشت استفاده شده است. زلزله های مورد نظر با نام های SE1، SE2 و SE3 بیان خواهند شد. اشکال (۱) الی (۳) شتابنگاشت غیر مقیاس شده سه زلزله مورد نظر را نشان می دهند.

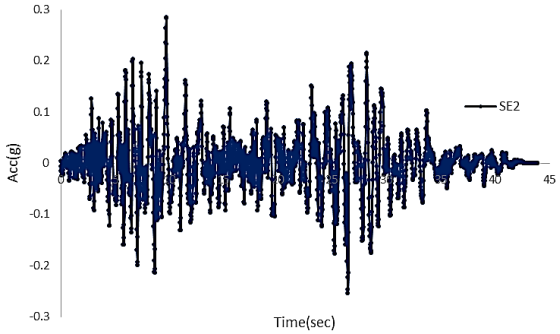


شکل ۱- شتابنگاشت زلزله SE1 (سمنان)

Archive of SID.ir

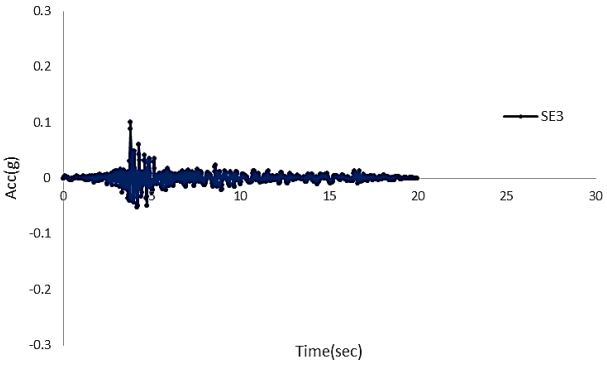
Archive of SID.ir

مطابق شکل فوق مدت زمان زلزله SE1، 30.27 ثانیه و بیشینه شتاب زمین تحت این زلزله $0.27g$ و در ۳.۹۶ ثانیه پس از وقوع زلزله می باشد.



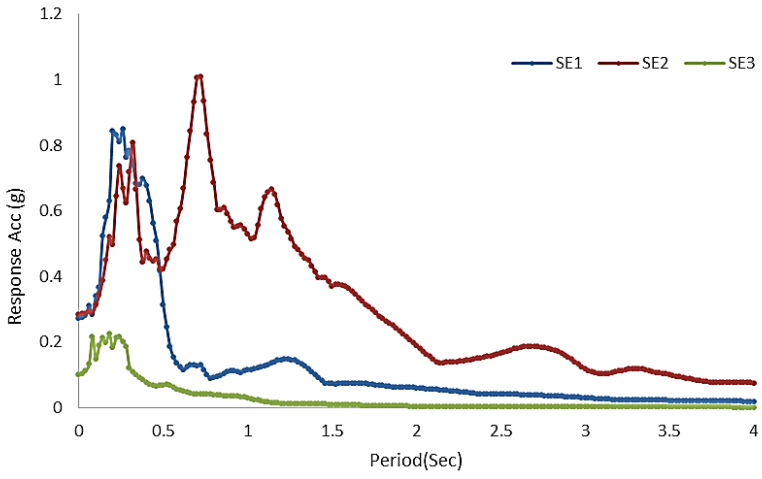
شکل ۲- شتابنگاشت زلزله – SE2

مطابق شکل فوق مدت زمان زلزله SE2، 43.88ثانیه و بیشینه شتاب زمین تحت این زلزله $0.28g$ و در ۹.۷۲ ثانیه پس از وقوع زلزله می باشد.



شکل ۳- شتابنگاشت زلزله SE3

مطابق شکل فوق مدت زمان زلزله SE3، 19.94 ثانیه و بیشینه شتاب زمین تحت این زلزله g0.1 و در ۳.۷۸ ثانیه پس از وقوع زلزله می باشد. شکل (۴) طیف شتاب زلزله های مورد نظر را نشان می دهد. مطابق این شکل مقدار پاسخ شتاب سازه های یک درجه آزاد تحت سه زلزله تا میزان پریود ۴ ثانیه ارائه شده است. به نظر می رسد زلزله SE2 نسبت به سایر زلزله ها قوی تر است و دارای بیشترین پاسخ معادل g1.00 می باشد که مربوط به پریود ۰.۷۲ ثانیه می باشد. زلزله SE3 دارای بیشترین پاسخ معادل g0.21 می باشد که مربوط به پریود ۰.۱۸ ثانیه است. بیشترین پاسخ زلزله SE1 نیز مربوط به پریود ۰.۲۶ ثانیه و معادل g0.84 می باشد. طبق تعریف پریود غالب(Predominant Period)، پریودی از سازه یک درجه آزاد معادل است که به ازای آن بیشترین پاسخ سازه بدست می آید. پریود و فرکانس غالب سه زلزله مطابق جدول (۲) می باشد.



شکل ۴- طیف زلزله های مورد نظر با میرائی ۵٪

Archive of SID.ir

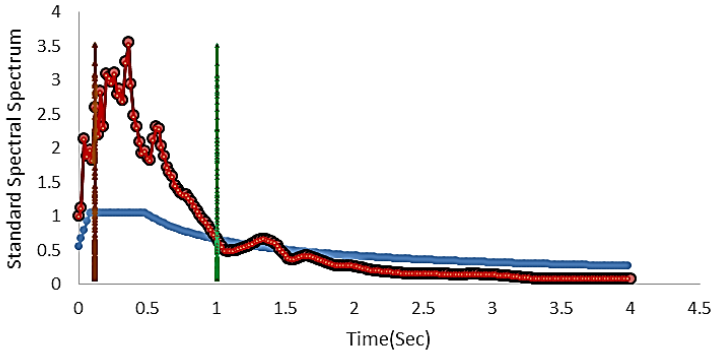
Archive of SID.ir

جدول ۲- پریود و فرکانس غالب زلزله های مورد نظر

	پریود غالب (ثانیه)	فرکانس غالب (هرتز)
SE1	۰.۲۶	۳.۸۴
SE2	۰.۷۲	۱.۳۹
SE3	۰.۱۸	۵.۵۶

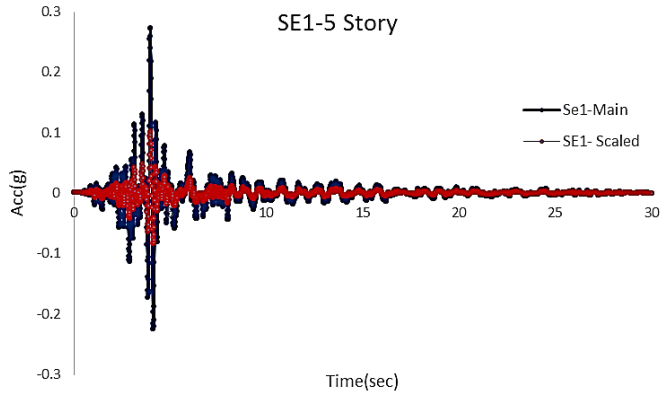
۶- مقیاس کردن زلزله ها

مطابق آئین نامه ۲۸۰۰ زلزله به منظور مقیاس کردن شتابنگاشت ها لازم است طیف پاسخ زلزله در محدوده T 0.2الی T1.5 بالاتر از طیف طرح استاندارد قرار گیرد. مطابق شکل (۵) مراحل مربوط به مقیاس کردن شتابنگاشت SE1 برای پریود مربوط به ساختمان ۵ طبقه بدون دیوار برشی نشان داده شده است.



شکل ۵- نحوه مقیاس کردن یک نمونه از زلزله ها در محدوده T 0.2 تا T 1.5

شکل (۶) شتابنگاشت مقیاس شده سازه ۵ طبقه را نشان می دهند. محاسبات مربوطه در نرم افزار Excel و بر اساس استاندارد ۲۸۰۰ انجام شده است.



شکل۶- شتابنگاشتهای مقیاس شده و نشده SE1 ساختمان ۵ طبقه با سیستم قاب خمشی

۷- پدیده تشدید(Resonance)

اگر به نوسانگری یک نیروی دوره ای اعمال شود که بسامد آن با بسامد طبیعی یکسان باشد، دامنه نوسان تا مقدار بیشینه افزایش می یابد و از آن پس حرکت نوسانی بدون کاهش دامنه ادامه می یابد. دراین صورت می گوییم پدیده تشدید رخ داده است. نوسان های عادی میرا هستند. مگر این که به اعمال نیروی دائم به نوسانگر، دامنه آن حفظ شود. مثلا درتاب بازی بچه ها هنگامی که تاب را به نوسان در می آوریم، پس از تعدادی نوسان می ایستد. برای اینکه تاب به نوسان خود ادامه دهد، باید به آن نیرو وارد شود. مثلا می توان پس از یک رفت و برگشت هنگامی که تاب می خواهد نوسان بعدی را شروع کند به آن نیرو وارد کرد. در این حالت دوره ی وارد کردن نیرو با دوره نوسان تاب برابر است. با اعمال این نیرو دامنه نوسان افزایش می یابد. در این حالت نیروی اعمال شده اثر نیروهای اتلافی را خنثی می کند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

باید توجه داشت که در حالتی که بسامد نیرو با بسامد طبیعی نوسانگر برابر نباشد، باز هم انرژی به نوسانگر منتقل می شود، اما بیشترین انرژی درحالت تشدید به نوسانگر منتقل می گردد.

پدیده تشدید ممکن است مفید یا مشکل زا باشد، مثلا در ساعت کوکی این پدیده مفید است. فنرکوک یک نیروی دوره ای بر رقاصک ساعت اعمال می کند. بسامد این نیرو با بسامد نوسان رقاصک برابر است و درنتیجه تشدید رخ می دهد و باعث می شود که حرکت نوسانی رقاصک ادامه یابد. اما پدیده تشدید ممکن است اثر مخرب نیز داشته باشد و باعث تخریب ساختمان ها و تاسیسات هنگام وقوع زلزله یا توفان شود. مثلا پل عظیم تاکومانروز امریکا در سال ۱۹۴۰ به علت نزدیک بودن بسامدهای وزش باد با بسامد طبیعی پل در اثر تشدید تخریب شد. بزرگترین خطر برای هر ساختمانی چه بلند و چه کوتاه، زمانی اتفاق می افتد که فرکانس یا زمان ارتعاشات طبیعی ساختمان با فرکانس ارتعاشات زمین لرزه هماهنگ شود.

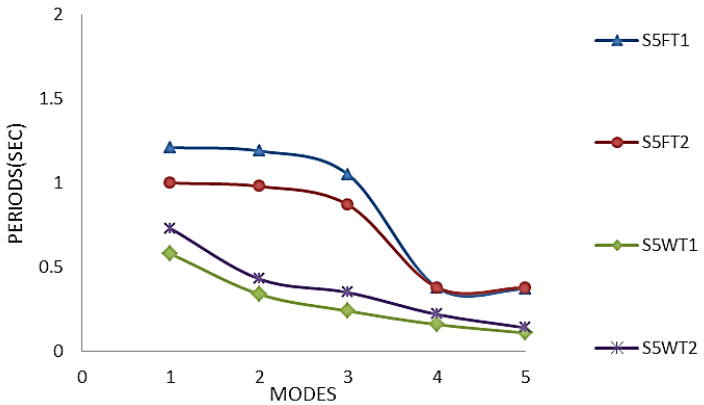
اولین مرحله در طراحی و مقاوم سازی ساختمان ها در برابر زلزله، درک درست نحوه ارتعاش آن ها در زمان زلزله است. به هنگام وقوع زلزله، این جابجایی به واسطه پی ساختمان در طول آن تاثیر می گذارد. زمانی که قسمت های پایینی ساختمان و پی آن که در زمین قرار دارند، دچار ارتعاش می شوند، طبقات بالایی ساختمان تمایل به حفظ سکون خود هستند که این موضوع باعث تمرکز نیرو در ساختمان می شود و در نتیجه ساختمان در نقاط ضعیفترش به دلیل نیروی برشی زیاد شکست می خورد و همین امر می تواند باعث ریزش کامل ساختمان شود [۱].

نحوه ارتعاش ساختمان و همچنین فرکانس لرزه ای آن به خود ساختمان بستگی دارد. مثلا ساختمان های بلندتر در مقایسه با ساختمان های کوتاه باعث تقویت بیشتر حرکت های با دوره تناوب طولانی تر می شوند. هر ساختمان با توجه به ارتفاعش دارای یک فرکانس تشدید است که اگر فرکانس لرزه ای با این فرکانس هماهنگ شود باعث تشدید لرزش شده و تخریب ساختمان بیشتر می شود. تشخیص رفتار دقیق ساختمان می تواند بسیار دشوار باشد اما یک قانون بسیار تقریبی برای پیدا کردن فرکانس تشدید ساختمان ها وجود دارد که می گوید: دوره تناوب تشدید (بر حسب ثانیه) تقریبا برابر ۰/۱ ضربدر تعداد طبقات ساختمان است. واثقی امیری و همکارانش در سال ۱۳۹۳ عملکرد لرزه ای سازه های بتنی با بکارگیری میراگر اصطکاکی پال را ارزیابی کردند. خصوصیت سازه مجهز به میراگر اصطکاکی آن است که دوره طبیعی آن با دامنه ارتعاش تغییر می کند. لذا از پدیده تشدید جلوگیری به عمل می آید [۲].

باید توجه داشت که بطور کلی تفاوت محتوای فرکانسی زمین لرزه با فرکانس سازه اصلی باعث کاهش مطلوبیت جرم متوازن می گردد. از سوی دیگر با توسعه تغییر شکل های پلاستیک در زلزله های شدید سختی تغییر کرده و تناسب آن با پارامترهای میراگر به هم می ریزد. به تعبیری تنظیم بین سازه و میراگر مختل می گردد [۸]

۸- بررسی وضعیت سازه ها در مقابل پدیده تشدید

با توجه به نتایج بدست آمده از تحلیل مودال سازه ها، مطابق اشکال (۷) الی (۹)، پریودهای ۵ مود اول انواع ساختمانهای ۵، ۸ و ۱۲ طبقه را نشان داده شده اند. مشخص است مود اول سازه پریود بزرگتری دارد و مود غالب ارتعاشی سازه می باشد.

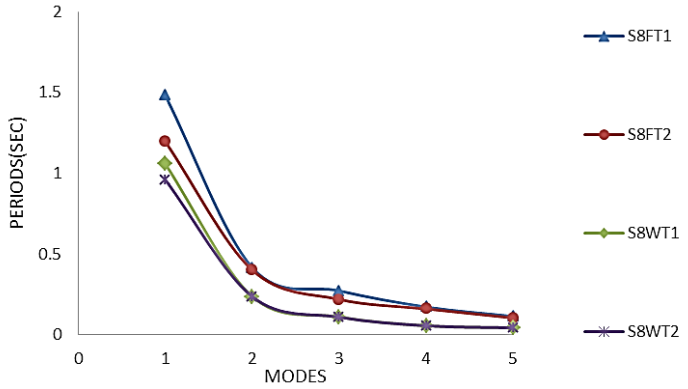


شکل ۷- پریودهای ۵ مود اول ساختمانهای ۵ طبقه

Archive of SID.ir

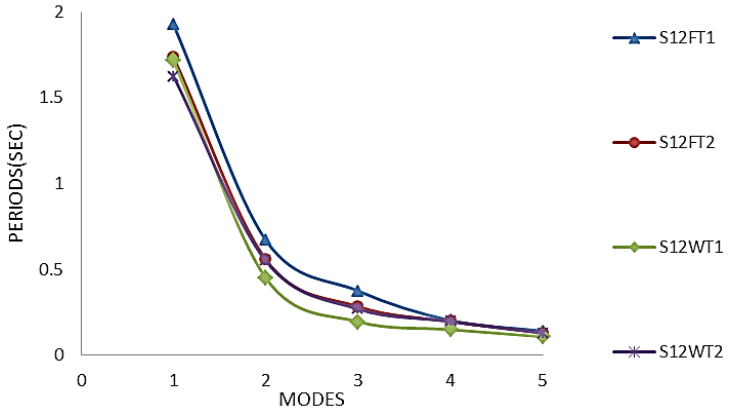
Archive of SID.ir

مطابق شکل فوق سازه های بدون دیوار برشی پریود های بزرگتری دارند. در ساختمانهای بدون دیوار برشی، ساختمان واقع در تیپ ۲ سخت تر می باشد. پریود ساختمان ۵ طبقه واقع بر خاک نوع ۱، ۲۱ درصد نسبت به ساختمان ۵ طبقه واقع بر خاک نوع ۲ بزرگتر است.



شکل ۸- پریودهای۵ مود اول ساختمانهای ۸ طبقه

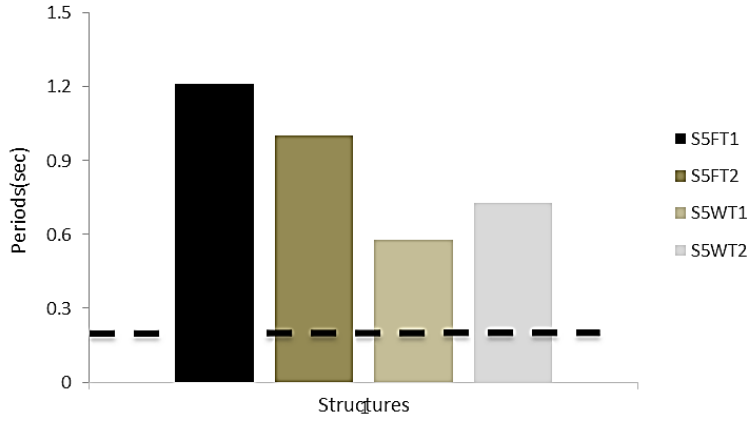
مطابق شکل (۸) ساختمانهای واقع بر خاک تیپ ۲ سخت تر می باشند. مثلا پریود اصلی ساختمان ۸ طبقه بدون دیوار برشی واقع بر خاک نوع ۱، ۲۴ درصد نسبت به ساختمان ۵ طبقه بدون دیوار واقع بر خاک نوع ۲ بزرگتر است.



شکل ۹- پریودهای ۵ مود اول ساختمانهای ۱۲ طبقه

مطابق شکل (۹) اختلاف پریود اصلی ۴ ساختمان ۱۲ طبقه نسبت به سایر ساختمانها کمتر است. در ساختمانهای کوتاه مرتبه ۵ طبقه اختلاف بین پریودهای مودهای ارتعاشی محسوس تر بود. در ساختمانهای ۸ طبقه این مساله حالت بینابینی دارد.

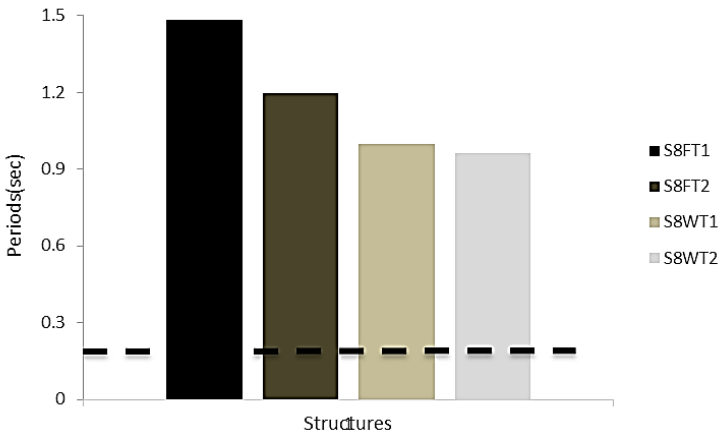
اشکال (۱۰) الی (۱۲) وضعیت پریود مود اصلی ساختمانها را با حیطه فرکانسی سازه ها و فرکانس غالب آنها بر اساس نتایج جدول (۲) ارائه می کند.



شکل ۱۰- مقایسه پریود اصلی ساختمانهای ۵ طبقه با حیطه فرکانسی زلزله ها

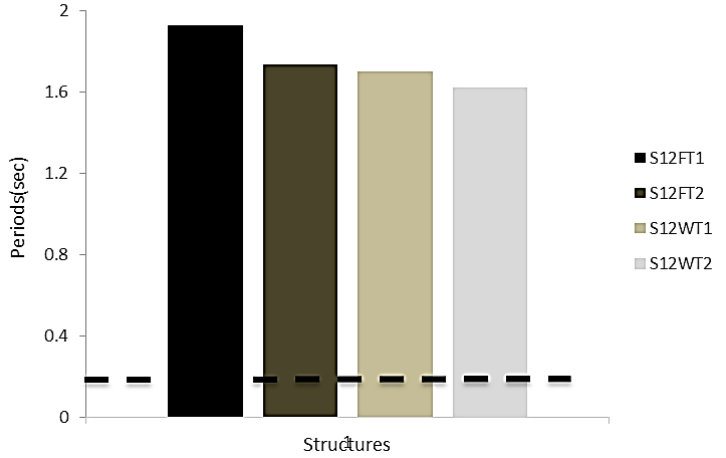
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۱۰- مقایسه پریود اصلی ساختمانهای ۸ طبقه با حیطه فرکانسی زلزله ها

مطابق شکل فوق، به نظر می رسد ساختمان های کوتاه مرتبه ۵ طبقه با دیوار برشی و به ویژه واقع بر خاک نوع یک بیشتر مستعد پدیده تشدید می باشند. سایر ساختمانهای ۸ و ۱۲ طبقه، پریودی بیش از محدوده پریود غالب زلزله ها دارند.



شکل ۱۱- مقایسه پریود اصلی ساختمانهای ۱۲ طبقه با حیطه فرکانسی زلزله ها

با توجه به اشکال فوق مشخص است که ساختمانهای سخت کوتاه مرتبه با پریود کوچک نسبت به پدیده تشدید مستعد تر می باشند. بنابراین وضعیت ساختمانهای کوتاه مرتبه شهری (دارای طبقات کمتر از ۵ طبقه) باید کنترل و تمهیدات لازم در این زمینه اندیشیده شود.

۹- نتیجه گیری

پس از بررسی مطالب ارائه شده، میتوان متوجه شد که ساختمان پنج طبقه دارای دیوار برشی بر روی خاک نوع دو مستعد پدیده تشدید می‌باشد. علت این امر نزدیکی بسیار زیاد زمان تناوب اول سازه با زمان تناوب زلزله SE2 است. زمان تناوب زلزله‌های SE1 و SE3 به زمان تناوب مودهای دوم تا پنجم اغلب سازه‌های مورد بررسی بسیار نزدیک است. بنابراین تاثیرگذاری این زلزله‌ها برروی مودشکل‌های دوم به بعد در این سازه ها است. در میان سازه‌های موجود، سازه‌های هشت طبقه دارای دیوار برشی بر روی هر دو نوع خاک، تقریبا در تمامی شکل مودها، دارای زمان تناوبی متفاوت از زمان تناوب قالب زلزله‌های مورد بررسی است. به طور کلی به جز سازه پنج طبقه دارای دیوار برشی، بقیه سازه‌ها در حاشیه امنیت مناسبی نسبت به پدیده تشدید قرار دارند.

۱۰- منابع و مأخذ

۱. وات، ف. پوراحمد، احمد. مبانی جغرافیایی زلزله و آتشفشان، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۳۵

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۲. آیین نامه طراحی ساختمان ها در برابر زلزله استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۴)، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۳

۳. ناطق الهی، ف. نعمت الهی، ر، توسعه نقشه های پهنه بندی خسارت لرزه ای در شهرها ، کنفرانس بین المللی زلزله، کرمان، ۱۳۸۳، ۲۶-۳۷

۴. برکچیان، م. شکیب، ح، ارزیابی کمی آسیب پذیری ساختمانهای مهم فولادی در برابر زلزله با استفاده از تحلیل‌های غیر ارتجاعی، پژوهشکده ساختمان، ۳، ۱۳۸۰، ۷۴

۵. خدائیان، س. جایگاه مطالعات موفوتکنیک در برنامه ریزی های عمرانی گستره سمنان، ماهنامه سرا، ۵، ۱۳۸۷، ۲۹

۶. مومنی، م. شفیعی، ع. فاضلی، ع، پیامدهای عدم توجه به رمبندگی خاک شاختگاه شهر کرمان، همایش عمران، معماری، شهرسازی، کرمان، ۱۳۸۴، ۶۶

۷. لشکری پور، غ. غفوری، م. رستمی بارانی، ح، بررسی علل تشکیل شکاف ها و فرونشست زمین در غرب دشت کاشمر، دو فصل نامه رخساره های رسوبی، ۱، ۱۳۸۷، ۱۰۵

۸. شهریاری، ل. علیمردانی، م. اسدی آقبلاغی، م، پیش بینی زلزله به کمک فناوری نوین شبکه های عصبی مصنوعی، همایش ملی عمران و توسعه پایدار، مشهد، ۱۳۹۱، ۱۵۶

۹. سیوندی، ع. گرامی، م. تقدیسی، ه. پیشبینی آماری پهنه بندی خطر زلزله احتمالی با استفاده شبکه های عصبی مصنوعی، نشریه زمین شناسی مهندسی، ۱، ۱۴۲۹

۱۰. قنبری، م. امیدوار، ب، ارزیابی ریسک فروریزش ساختمان‌ها در مناطق شهری پس از زلزله، دو فصل نامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، ۳، ۱۳۹۳، ۲۱

11. Ahmad I., Hesham El Naggar M., Naeem Khan A. 2008, Neural NetworkBased Attenuation of Strong Motion Peaks in Europe, Journal of Earthquake Engineering,5 ,663-680,

Archive of SID.ir