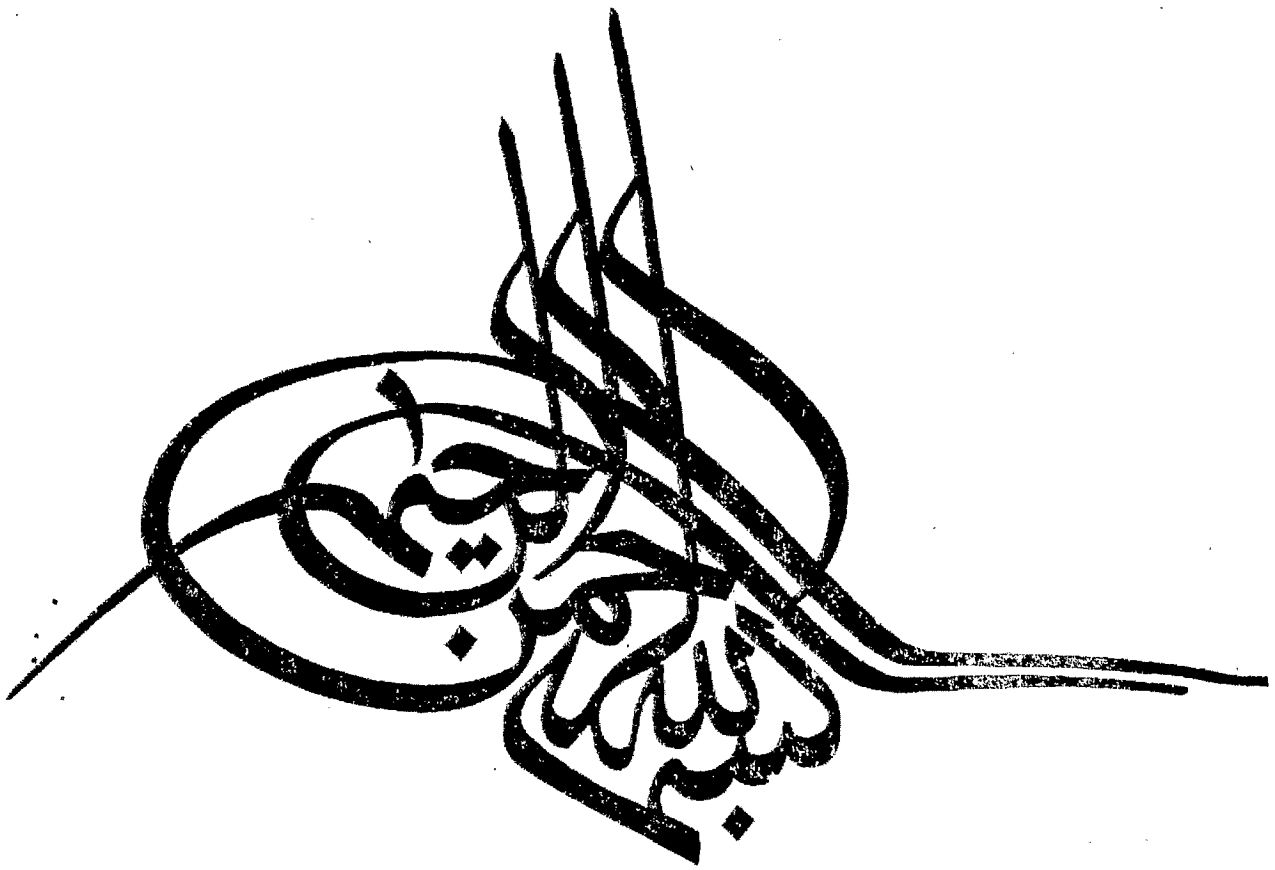

۴۷۷۸۸

دانشکده فنی و مهندسی عمران

گروه سازه

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران - سازه

عنوان

ارزیابی کمی آسیب‌پذیری قاب‌های خمشی فولادی(صلب و نیمه صلب) با استفاده از تحلیل دینامیکی غیر خطی

استاد راهنما

دکتر عبدالرحیم جلالی

استاد مشاور

دکتر مجتبی فتحی

پژوهشگر

آرمان کارگری

آذر ۱۳۸۶

۱۳۸۷/۱۲/۱۸

نام خانوادگی دانشجو: کارگری	**نام:** آرمان
عنوان پایان‌نامه: ارزیابی کمی آسیب‌پذیری قاب‌های خمشی فولادی با استفاده از تحلیل دینامیکی غیر خطی	
استاد راهنما: دکتر عبدالرحیم جلالی	
استاد مشاور: دکتر مجتبی فتحی	
مقطع تحصیلی: کارشناسی‌ارشد **رشته تحصیلی:** عمران **گرایش:** سازه	**دانشکده:** فنی و مهندسی
دانشگاه: تبریز **تاریخ فارغ‌التحصیلی:** ۱۳۸٦/۹/۱٤	**تعداد صفحه:** ۱۸۷

چکیده

در سالهای اخیر محققان گام های موثری در طراحی سازه های مقاوم در برابر زلزله برداشتند. به عبارت روشنتر دیدگاه آنان در فراهم آوردن طراحی ایمن و مطمئن برای سازه ها در مقابل بارهای ویرانگر زلزله بهبود چشم گیری یافته است. این پیشرفت شامل تغییر نگرش دانشمندان از طراحی بر اساس نیرو به سمت طراحی بر مبنای رفتار بوده است. این روش اصطلاحا طراحی بر اساس عملکرد نامیده می شود.

در این تحقیق به شناخت وضعیت آسیب پذیری لرزه‌ای قاب‌های خمشی فولادی صلب و نیمه صلب ۲، ٤، ٦، ۸ و ۱۰ طبقه در سطح عملکرد ایمنی جانی و آستانه فرو ریزش پرداخته شده است. روش‌های ارزیابی تحلیل استاتیکی غیر خطی و دینامیکی غیر خطی می‌باشد. برای تعیین میزان صلبیت اتصالات از روشی که آستانه معرفی نموده استفاده شده است. از آنجایی که آسیب‌پذیری معمولا در منطقه پلاستیک و در محدوده رفتار غیر خطی رخ خواهد داد نیاز به مدلسازی و بررسی رفتار غیر خطی حائز اهمیت می‌گردد. برای این کار از نرم افزارهای *IDARC* و Drain استفاده شده است. برای هر یک از این قاب‌ها تحت چند شتاب‌نگاشت واقعی تحلیل دینامیکی غیرخطی انجام گرفته است. با استفاده از نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی میزان آسیب پذیری این قابها را با توجه به شاخصهای خسارتPark-Ang که وابستگی خسارت را بصورت ترکیب خطی از تغییر شکلهای خارج از حد تسلیم وانرژی هیسترزیس نشان میدهد و شاخص Krawinkler-Zohrei که اثر تغییر شکلهای تجمعی رفتار هیسترزیس را مستقیما در شاخص آسیب در نظر می گیرد بررسی شده است. با استفاده از شاخصهای فوق معیار ایمنی جانی برای سطح خطر-۱ و معیار آستانه فرو ریزش برای سطح خطر-۲ برای قابهای گفته شده ارزیابی شده است. همچنین با استفاده از تحلیل استاتیکی غیر خطی به تعیین تغییر مکان هدف در دو سطح عملکرد گفته شده و تعیین نوع مفاصل تشکیل شده در اعضا در این سطوح پرداخته شده است در پایان مقایسه‌ای بین نتایج حاصل از تحلیل‌ها بیان شده است.

تقدیم به :

پدر فداکارم که بهارم از طراوت اوست

مادر عزیزم که آسمان قلبش مهربانی هدیه می کند

تقدیم به :

برادران دلسوزم و خواهر مهربانم

تقدیر و تشکر

برخود لازم می‌دانم برای ادای ادب از زحمات بی‌دریغ و راهنماییهای ارزنده استاد راهنمای اینجانب جناب آقای دکتر جلالی تشکر و قدردانی نمایم و برای ایشان از درگاه ایزد منان آرزوی توفیق و پیشرفت روز افزون در تمام عرصه‌های زندگی را خواستارم. همچنین از راهنماییهای گرانبهای جناب آقای دکتر فتحی استاد مشاور اینجانب کمال سپاس و تشکر را دارم و برای ایشان آرزوی سربلندی و موفقیت دارم.
همچنین از کلیه دوستانی که در جلسه دفاع پایان‌نامه بنده حضور داشتند کمال تقدیر و تشکر را دارم.
بر خود لازم می‌دانم از زحمات خانواده عزیزم که همواره در طول تحصیل مهر و محبت و پشتیبانی خود را به من ارزانی کرده و در راه تحصیل اینجانب سهم بسزایی داشته‌اند تشکر نمایم.

فهرست

صفحه

فصل اول: کلیات

۱-۱- اهداف و زمینه تحقیق ۱
۱-۲- چهار چوب کلی پایان نامه ۲
۱-۳- پیشینه تحقیق ۳
۱-۳-۱- مقدمه ۳
۱-۳-۲- مروری بر تحقیقات گذشته ۳

فصل دوم: مفهوم عملکرد در ارزیابی آسیب‌پذیری و طراحی سازه‌ها

۲-۱- معیار های طراحی سازه ها ۱٤
۲-۲- اهداف مبانی و مزایای روش ۱٤
۲-۳- سطوح زلزله طرح ۱٦
۲-٤- طیف طرح استاندارد ۱۸
۲-۵- سطوح عملکرد ساختمان ۱۹
۲-۵-۱- سطوح عملکرد اجزای سازه ای ۱۹
۲-۵-۲- سطوح عملکرد میانی عبارتند از ۲۰
۲-۵-۳- سطوح عملکرد اجزای غیر سازه ای ۲۰
۲-۵-٤- سطوح عملکرد کل ساختمان ۲۱
۲-٦- نمونه ای از اهداف طراحی توصیه شده توسط مرجع SEAOC ۲۳
۲-۷- نیاز به روش های تحلیلی غیر خطی ۲٦

۲-۷-۱- روش استاتیکی خطی ۲۷
۲-۷-۲- روش استاتیکی غیر خطی ۲۸
۲-۷-۳- روش دینامیکی خطی ۲۸
۲-۷-٤- روش دینامیکی غیر خطی ۲۹
۲-۸- بررسی تفصیلی روش تحلیل استاتیکی غیر خطی ۳۰
۲-۸-۱- روند تحلیل استاتیکی غیر خطی ۳۲
۲-۹- منحنی رفتاری ۳۵
۲-۹-۱- کاربرد منحنی های رفتاری ۳۷
۲-۱۰- نحوه توزیع بار در ارتفاع ۳۸
۲-۱۰-۱- اعمال کل بار در ارتفاع سقف ۳۸
۲-۱۰-۲- توزیع بار متناسب با حاصلضرب جرم طبقه در شکل مودی اول سازه مطابق رابطه ۳۹
۲-۱۰-۳- توزیع بار طبق توصیه FEMA۳٥٦ ..... ٤۰
۲-۱۰-٤- توزیع مودال ٤۰
۲-۱۰-٥- توزیع بار متناسب با شکل مودی اول ساختمان ٤۰
۲-۱۱- معرفی انواع روش های مبتنی بر تحلیل استاتیکی غیر خطی ٤۱
۲-۱۱-۱- روش سکانت ٤۲
۲-۱۱-۲- روش ضریب تغییر مکان ٤۲
۳-۱۱-۲-۱- تعریف پارامتر C۰ ..... ٤۳
۳-۱۱-۲-۲- تعریف پارامتر C۱ ..... ٤٤
۳-۱۱-۲-۳- تعریف پارامتر C_2 ..... ٤٥
۳-۱۱-۲-٤- تعریف پارامتر C۳ ..... ٤٦
۲-۱۲- تعریف شاخص آسیب ٤۷
۲-۱۳- طبقه بندی شاخص آسیب بر مبنای مقاومت و پاسخ سازه ٥۰
۳-۱۳-۱-۱- شاخص آسیب بر مبنای مقاومت سازه ٥۰
۲-۱۳-۲- شاخص آسیب بر مبنای پاسخ سازه ٥۱
۲-۱٤- شاخصهای آسیب محلی ٥۱
۲-۱٤-۱- شاخص غیر تجمعی ٥۱
۲-۱٤-۲- شاخصهای تجمعی بر مبنای تغییر شکل ٥٤
۲-۱٤-۳- شاخصهای تجمعی بر مبنای انرژی ٦۰
۲-۱٤-٤- شاخصهای مرکب ٦۳
۲-۱٤-٥- بررسی شاخص‌های آسیب محلی ٦٦
۲-۱٥- شاخصهای آسیب کلی ٦۹

۲-۱۵-۱- شاخصهای متوسط وزنی ۷۰
۲-۱۶- طبقه بندی خسارت ۷۱

فصل سوم: ارزیابی لرزه‌ای قابهای خمشی صلب و نیمه صلب فولادی

۳-۱- رفتار دینامیکی قابهای فلزی ۷۳
۳-۱-۱- قاب مقاوم خمشی ۷۴
۳-۲- اتصال نیمه صلب و تأثیر آن بر خواص اعضاء و قابهای مقاوم خمشی فولادی ۷۷
۳-۲-۱- مقدمه ۷۷
۳-۲-۲- خط تیر ۷۸
۳-۲-۳- تقسیم بندی اتصالات ۷۹
۳-۲-۳-۱- تقسیم‌بندی اتصالات براساس AISC ۸۰
۳-۲-۳-۲- تقسیم‌بندی اتصالات براساس آئین‌نامه اروپا ۳ Euro Code ۸۰
۳-۲-۳-۳- تقسیم بندی اتصالات توسط برخی محققین ۸۲
۳-۲-۴- اهمیت اتصالات نیمه صلب ۸۵
۳-۲-۵- پارامترهای مؤثر اتصال نیمه صلب ۸۶

فصل چهارم: معرفی شتابنگاشتها و نحوه مقیاس کردن آنها

۴-۱- انتخاب شتابنگاشتها ۸۹
۴-۲- دیدگاه آیین نامه ۹۱
۴-۲-۱- آیین نامه ۲۸۰۰ ایران ۹۱
۴-۲-۲- تاریخچه زمانی شتابنگاشت شتابنگاشت ۹۱
۴-۲-۳- مقیاس کردن شتابنگاشتها با توجه به آیین نامه ۲۸۰۰ ..... ۹۲
۴-۳- مقیاس کردن شتابنگاشتها ۹۳
۴-۳-۱- تهیه طیف پاسخ شتاب شتابنگاشتها ۹۳
۴-۳-۲- طیف طرح استاندارد ۹۳

فصل پنجم: مدلهای مورد بررسی و روش انجام تحقیق

۵-۱- مقدمه ۱۰۱
۵-۲- مدلهای مورد مطالعه ۱۰۱
۵-۳- روش انجام تحقیق ۱۰۱
۵-۴- نحوه تعیین میزان صلبیت اتصالات ۱۰۴
۵-۵- بررسی نتایج ۱۰۵

۵-۵-۱- نتایج بدست آمده برای حالت آنالیز استاتیکی غیر خطی ۱۰۵
۵-۵-۱-۱- نتایج آنالیز استاتیکی غیر خطی ۱۱۲
۵-۵-۱-۲- نمودار برش پایه – تغییر مکان بام ۱۱۲
۵-۵-۲- نتایج تحلیل دینامیکی غیر خطی ۱۲۷
۵-۵-۲-۱- شاخص آسیب اعضاء ۱۲۷
۵-۵-۲-۱-۱- شاخص خسارت محلی *Park – Ang* ۱۲۸
۵-۵-۲-۱-۲- شاخص خسارت کلی *Park – Ang* ۱۲۸
۵-۵-۲-۱-۳- مدل خسارت تجمعی Krawinkler ۱۲۹

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶-۱- مقدمه ۱۶۹
۶-۲- نتیجه گیری ۱۶۹
۶-۲-۱- نتیجه گیری برای حالت ۱ ..... ۱۶۹
۶-۲-۱-۱- قابهای دو طبقه ۱۷۰
۶-۲-۱-۱-۱- ارزیابی تیرها ۱۷۰
۶-۲-۱-۱-۲- ارزیابی ستونها ۱۷۰
۶-۲-۱-۱-۳- ارزیابی کلی قابهای دو طبقه ۱۷۰
۶-۲-۱-۲- قابهای چهار طبقه ۱۷۱
۶-۲-۱-۲-۱- ارزیابی تیرها ۱۷۱
۶-۲-۱-۲-۲- ارزیابی ستونها ۱۷۱
۶-۲-۱-۲-۳- ارزیابی کلی قابهای چهار طبقه ۱۷۱
۶-۲-۱-۳- قابهای شش طبقه ۱۷۱
۶-۲-۱-۳-۱- ارزیابی تیرها ۱۷۱
۶-۲-۱-۳-۲- ارزیابی ستونها ۱۷۲
۶-۲-۱-۳-۳- ارزیابی کلی قابهای شش طبقه ۱۷۲
۶-۲-۱-۴- قابهای هشت طبقه ۱۷۲
۶-۲-۱-۴-۱- ارزیابی تیرها ۱۷۲
۶-۲-۱-۴-۲- ارزیابی ستونها ۱۷۳
۶-۲-۱-۴-۳- ارزیابی کلی قابهای هشت طبقه ۱۷۳
۶-۲-۱-۵- قابهای ده طبقه ۱۷۳
۶-۲-۱-۵-۱- ارزیابی تیرها ۱۷۳

٦-٢-١-٥-٢- ارزیابی ستونها ١٧٤
٦-٢-١-٥-٣- ارزیابی کلی قابهای ده طبقه ١٧٤
٦-٢-٢- نتیجه گیری برای حالت ٢ ..... ١٧٤
٦-٢-٢-١- قابهای دو طبقه ١٧٥
٦-٢-٢-١-١- ارزیابی تیرها ١٧٥
٦-٢-٢-١-٢- ارزیابی ستونها ١٧٥
٦-٢-٢-١-٣- ارزیابی کلی قابهای دو طبقه ١٧٥
٦-٢-٢-٢- قابهای چهار طبقه ١٧٦
٦-٢-٢-٢-١- ارزیابی تیرها ١٧٦
٦-٢-٢-٢-٢- ارزیابی ستونها ١٧٦
٦-٢-٢-٢-٣- ارزیابی کلی قابهای چهار طبقه ١٧٦
٦-٢-٢-٣- قابهای شش طبقه ١٧٦
٦-٢-٢-٣-١- ارزیابی تیرها ١٧٧
٦-٢-٢-٣-٢- ارزیابی ستونها ١٧٧
٦-٢-٢-٣-٣- ارزیابی کلی قابهای شش طبقه ١٧٧
٦-٢-٢-٤- قابهای هشت طبقه ١٧٨
٦-٢-٢-٤-١- ارزیابی تیرها ١٧٨
٦-٢-٢-٤-٢- ارزیابی ستونها ١٧٨
٦-٢-٢-٤-٣- ارزیابی کلی قابهای هشت طبقه ١٧٨
٦-٢-٢-٥- قابهای ده طبقه ١٧٩
٦-٢-٢-٥-١- ارزیابی تیرها ١٧٩
٦-٢-٢-٥-٢- ارزیابی ستونها ١٧٩
٦-٢-٢-٥-٣- ارزیابی کلی قابهای ده طبقه ١٧٩
٦-٢-٣- مقایسه بین حالت ١و٢ ..... ١٨٠
٦-٢-٣-١- قاب ٢ طبقه ١٨٠
٦-٢-٣-٢- قاب ٤ طبقه ١٨٠
٦-٢-٣-٣- قاب ٨ و١٠ طبقه ١٨٠
٦-٣-نتایج کلی ١٨١
٦-٤- پیشنهادات ١٨٢
مراجع ١٨٣

فهرست موضوعی اشکال

شکل ۲-۱ نمونه ای از اهداف طراحی توصیه شده توسط مرجع [٤] SEAOC ٢٤

شکل ۲-۲ مراحل مختلف تحلیل Pushover ٣٣

شکل ۲-۳ منحنی های ظرفیت چند تایی برای مدل کردن کاهش مقاومت سازه ٣٤

شکل ۲-٤ منحنی های ظرفیت با در نظر گرفتن کاهش مقاومت کل سازه ٣٤

شکل ۲-٥ رفتار های مختلف اعضا ٣٦

شکل ۲-٦ منحنی رفتاری اعضا ٣٧

شکل ۲-۷ معیار پذیرش اجزای مختلف سازه ٣٧

شکل ۲-۸ تعریف Ks ٤٤

شکل ۲-۹ تاثیر مقدار m بر رابطه شاخص آسیب و متغیر آسیب ٤٨

شکل ۲-۱۰ معرفی کاهش سختی ٥٣

شکل ۲-۱۱ افزایش تغییر مکان خمیری «استیفنز» و «یائو» ۱۹۸۷ ..... ٥٦

شکل ۲-۱۲ مفهوم فیزیکی شاخص آسیب ونگ و شاه ۱۹۸۷ ..... ٥٧

شکل ۲-۱۳ توصیف شکست خمشی «چانگ» و همکارن ۱۹۸۷ ..... ٥٩

شکل ۲-۱٤ نیم چرخه‌ها اولیه PHC و پیروFHC «کراتزیگ» و همکاران ۱۹۸۹ ..... ٦٢

شکل ۲-۱٥ مشخصات لنگر ـ انحناء برای شاخص « برکسی» و همکاران ۱۹۸۹ ..... ٦٥

شکل ۳-۱ روابط بار- تغییرمکان افقی برای قاب با بار قائم و بار افقی صعودی ٧٥

شکل ۳-۲ رابطه بین بار قائم و شکل پذیری ٧٦

شکل ۳-۳ روابط بار- تغییر شکل برای قاب خمشی تحت بار افقی ٧٦

شکل ۳-٤ روابط بار- تغییر شکل برای قاب خمشی تحت بار قائم و افقی ٧٧

شکل ۳-٥ منحنی $M-\theta$ برای اتصال صلب و مفصل و خط تیر [۱۰] ٧٩

شکل ۳-٦ تقسیم بندی اتصالات پیشنهادی ۳ Eurocode [۳۸] ٨٢

شکل ۳-۷ تقسیم بندی اتصالات پیشنهادی مازولانی و پیلوسو [۳۸] ٨٣

شکل ۳-۸ تعریف قاب‌های مقاوم خمشی صلب نیمه‌صلب و انعطاف‌پذیر [۳۷] ٨٥

شکل ٤-۱ تاریخچه شتاب شتابنگاشت های مورد استفاده ٩١

شکل ٤-۲ طیف طرح استاندارد ٩٣

شکل ٤-۳ طیف اصلاح شده زلزله طبس برای سطح خطر یک و دو ٩٧

شکل ٤-٤ طیف اصلاح شده زلزله السترو برای سطح خطر یک و دو ٩٧

شکل ٤-٥ طیف اصلاح شده زلزله کوبه برای سطح خطر یک و دو ۱۰۲
شکل ٤-٦ طیف اصلاح شده زلزله امپریال ولی برای سطح خطر یک و دو..... ۹۸
شکل ٤-۷ طیف اصلاح شده زلزله منجیل برای سطح خطر یک و دو ۹۹
شکل ٤-۸ طیف اصلاح شده زلزله مورگان هیل برای سطح خطر یک و دو..... ۹۹
شکل ٤-۹ طیف اصلاح شده زلزله سان فرناندو برای سطح خطر یک و دو ۱۰۰
شکل ٥-۱ شکل شماتیک قابهای مورد مطالعه..... ۱۰۲
شکل ٥-۲ نمودار برش پایه – تغییر مکان سقف برای قاب دو طبقه..... ۱۱۳
شکل ٥-۳ وضعیت قاب صلب در تغییر مکان هدف در سطح خطر یک و دو..... ۱۱۳
شکل ٥-٤ وضعیت قاب با صلبیت ۹۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱۳
شکل ٥-٥ وضعیت قاب با صلبیت ۹۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱۳
شکل ٥-٦ وضعیت قاب با صلبیت ۸۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱٤
شکل ٥-۷ وضعیت قاب با صلبیت ۸۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱٤
شکل ٥-۸ وضعیت قاب با صلبیت ۷۵ درصددر تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱٤
شکل ٥-۹ نمودار برش پایه – تغییر مکان سقف برای قاب چهار طبقه ۱۱٥
شکل ٥-۱۰ وضعیت قاب با صلبیت ۷۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱٥
شکل ٥-۱۱ وضعیت قاب با صلبیت ۸۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱٦
شکل ٥-۱۲ وضعیت قاب با صلبیت ۸۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱٦
شکل ٥-۱۳ وضعیت قاب با صلبیت ۹۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱٦
شکل ٥-۱٤ وضعیت قاب با صلبیت ۹۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱۷
شکل ٥-۱٥ وضعیت قاب صلب در تغییر مکان هدف در سطح خطر یک و دو..... ۱۱۷
شکل ٥-۱٦ نمودار برش پایه – تغییر مکان سقف برای قاب شش طبقه..... ۱۱۸
شکل ٥-۱۷ وضعیت قاب با صلبیت ۷۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱۸
شکل ٥-۱۸ وضعیت قاب با صلبیت ۸۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱۹
شکل ٥-۱۹ وضعیت قاب با صلبیت ۸۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱۹
شکل ٥-۲۰ وضعیت قاب با صلبیت ۹۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۱۹
شکل ٥-۲۱ وضعیت قاب با صلبیت ۹۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۲۰
شکل ٥-۲۲ وضعیت قاب صلب در تغییرمکان هدف قاب در سطح خطر یک و دو ۱۲۰
شکل ٥-۲۳ نمودار برش پایه – تغییر مکان سقف برای قاب هشت طبقه ۱۲۱
شکل ٥-۲٤ وضعیت قاب با صلبیت ۷۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۲۱
شکل ٥-۲٥ وضعیت قاب با صلبیت ۸۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۲۲
شکل ٥-۲٦ وضعیت قاب با صلبیت ۸۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۲۲
شکل ٥-۲۷ وضعیت قاب با صلبیت ۹۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو..... ۱۲۲

شکل ۵-۲۸ وضعیت قاب با صلبیت ۹۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو ۱۲۳
شکل ۵-۲۹ وضعیت قاب صلب در تغییر مکان هدف در سطح خطر یک ودو ۱۲۳
شکل ۵-۳۰ نمودار برش پایه - تغییر مکان سقف برای قاب ده طبقه ۱۲۴
شکل ۵-۳۱ وضعیت قاب با صلبیت ۷۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو ۱۲۵
شکل ۵-۳۲ وضعیت قاب با صلبیت ۸۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو ۱۲۵
شکل ۵-۳۳ وضعیت قاب با صلبیت ۸۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو ۱۲۵
شکل ۵-۳۴ وضعیت قاب با صلبیت ۹۰ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو ۱۲۶
شکل ۵-۳۵ وضعیت قاب با صلبیت ۹۵ درصد در تغییر مکان هدف قاب صلب در سطح خطر یک و دو ۱۲۶
شکل ۵-۳۶ وضعیت قاب صلب در تغییر مکان هدف در سطح خطر یک و دو ۱۲۶
شکل ۵-۳۷ شاخص آسیب برای قاب صلب دو طبقه در زلزله مورگان هیل برای سطح خطر یک ۱۳۴
شکل ۵-۳۸ شاخص آسیب برای قاب صلب دو طبقه در زلزله امپریال ولی برای سطح خطر یک ۱۳۴
شکل ۵-۳۹ شاخص آسیب برای قاب صلب دو طبقه در زلزله کوبه برای سطح خطر یک ۱۳۵
شکل ۵-۴۰ شاخص آسیب برای قاب صلب دو طبقه در زلزله السترو برای سطح خطر یک ۱۳۵
شکل ۵-۴۱ شاخص آسیب برای قاب صلب دو طبقه در زلزله سن فرناندو برای سطح خطر یک ۱۳۶
شکل ۵-۴۲ شاخص آسیب برای قاب صلب دو طبقه در زلزله طبس برای سطح خطر یک ۱۳۶
شکل ۵-۴۳ شاخص آسیب برای قاب صلب دو طبقه در زلزله منجیل برای سطح خطر یک ۱۳۷
شکل ۵-۴۴ میانگین شاخص آسیب برای قاب صلب دو طبقه در سطح خطر یک ۱۳۷
شکل ۵-۴۵ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۳۸
شکل ۵-۴۶ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر یک ۱۳۸
شکل ۵-۴۷ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۳۹
شکل ۵-۴۸ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۳۹
شکل ۵-۴۹ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۷۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۴۰
شکل ۵-۵۰ میانگین شاخص آسیب برای قاب صلب دو طبقه در سطح خطر دو ۱۴۰
شکل ۵-۵۱ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۴۱
شکل ۵-۵۲ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر دو ۱۴۱
شکل ۵-۵۳ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۴۲
شکل ۵-۵۴ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۸۰ درصد برای سطح خطر دو ۱۴۲
شکل ۵-۵۵ میانگین شاخص آسیب برای قاب دو طبقه با صلبیت ۷۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۴۳
شکل ۵-۵۶ میانگین شاخص آسیب برای قاب صلب چهار طبقه در سطح خطر یک ۱۴۳
شکل ۵-۵۷ میانگین شاخص آسیب برای قاب چهار طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۴۴
شکل ۵-۵۸ میانگین شاخص آسیب برای قاب چهار طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر یک ۱۴۴
شکل ۵-۵۹ میانگین شاخص آسیب برای قاب چهار طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۴۵

شکل ۵-۶۰ میانگین شاخص آسیب برای قاب چهار طبقه با صلبیت ۸۰ درصد برای سطح خطر یک..... ۱۴۵
شکل ۵-۶۱ میانگین شاخص آسیب برای قاب چهار طبقه با صلبیت ۷۵ درصد برای سطح خطر یک..... ۱۴۶
شکل ۵-۶۲ میانگین شاخص آسیب برای قاب صلب چهار طبقه در سطح خطر دو ۱۴۶
شکل ۵-۶۳ میانگین شاخص آسیب برای قاب چهار طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۴۷
شکل ۵-۶۴ میانگین شاخص آسیب برای قاب چهار طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر دو ۱۴۷
شکل۵-۶۵ میانگین شاخص آسیب برای قاب چهار طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۴۸
شکل ۵-۶۶ میانگین شاخص آسیب برای قاب چهار طبقه با صلبیت ۸۰ درصد برای سطح خطر دو ۱۴۸
شکل ۵-۶۸ میانگین شاخص آسیب برای قاب صلب شش طبقه در سطح خطر یک..... ۱۵۰
شکل ۵-۶۹ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر یک..... ۱۵۰
شکل۵-۷۰ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر یک..... ۱۵۱
شکل ۵-۷۱ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر یک..... ۱۵۱
شکل ۵-۷۲ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۸۰ درصد برای سطح خطر یک..... ۱۵۲
شکل ۵-۷۳ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۷۵ درصد برای سطح خطر یک..... ۱۵۲
شکل ۵-۷۴ میانگین شاخص آسیب برای قاب صلب شش طبقه در سطح خطر دو ۱۵۳
شکل ۵-۷۵ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۵۳
شکل ۵-۷۶ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر دو ۱۵۴
شکل۵-۷۷ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۵۴
شکل ۵-۷۸ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۸۰ درصد برای سطح خطر دو ۱۵۵
شکل ۵-۷۹ میانگین شاخص آسیب برای قاب شش طبقه با صلبیت ۷۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۵۵
شکل ۵-۸۰ میانگین شاخص آسیب برای قاب صلب هشت طبقه در سطح خطر یک ۱۵۶
شکل ۵-۸۱ میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۵۶
شکل ۵-۸۲ میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر یک ۱۵۷
شکل ۵-۸۳ میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۵۷
شکل ۵-۸۴ میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۸۰ درصد برای سطح خطر یک ۱۵۸
شکل ۵-۸۵ میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۷۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۵۸
شکل ۵-۸۶ میانگین شاخص آسیب برای قاب صلب هشت طبقه در سطح خطر دو..... ۱۵۹
شکل ۵-۸۷ میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۵۹
شکل ۵-۸۸ میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر دو ۱۶۰
شکل ۵-۸۹ میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۶۰
شکل ۵-۹۰ میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۸۰ درصد برای سطح خطر دو..... ۱۶۱
شکل ۵-۹۱میانگین شاخص آسیب برای قاب هشت طبقه با صلبیت ۷۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۶۱
شکل ۵-۹۲ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه صلب برای سطح خطر یک ۱۶۲

شکل ۵-۹۳ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۶۲
شکل ۵-۹۴ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر یک ۱۶۳
شکل ۵-۹۵ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۶۳
شکل ۵-۹۶ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۸۰ درصد برای سطح خطر یک ۱۶۴
شکل ۵-۹۷ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۷۵ درصد برای سطح خطر یک ۱۶۴
شکل ۵-۹۸ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه صلب برای سطح خطر دو ۱۶۵
شکل ۵-۹۹ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۹۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۶۵
شکل ۵-۱۰۰ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۹۰ درصد برای سطح خطر دو ۱۶۶
شکل ۵-۱۰۱ ، میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۸۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۶۶
شکل ۵-۱۰۲ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۸۰ درصد برای سطح خطر دو ۱۶۷
شکل ۵-۱۰۳ میانگین شاخص آسیب برای قاب ده طبقه با صلبیت ۷۵ درصد برای سطح خطر دو ۱۶۷

فهرست موضوعی جداول

جدول ۲-۱ سطوح مختلف زلزله طرح با دوره بازگشت و احتمال وقوع مربوطه ۱۷
جدول ۲-۲ اهداف طراحی برای سازه های بحرانی ۲۵
جدول ۲-۳ اهداف طراحی برای سازه های اساسی و خطر ناک ۲۶
جدول ۲-۴ اهداف طراحی برای سازه های معمولی ۲۶
جدول ۲-۵ مقادیر پارامتر C_0 ..... ۴۵
جدول ۲-۶ مقادیر ضریب C_m ۴۷
جدول ۲-۷ مقادیر ضریب C_2 ..... ۴۷
جدول۲-۸ طبقه بندی خسارت برای قابهای خمشی ۷۴
جدول۲-۹ طبقه بندی براساس شاخص آسیب Park & Ang ۷۵
جدول۲-۱۰ طبقه بندی شاخص آسیب Park & Ang با توجه به ترازهای عملکرد ۷۵
جدول۴-۱ مشخصات زلزله های مورد استفاده ۹۴
جدول ۴-۲ محدوده زمانی برای اصلاح شتابها ۹۸
جدول۴-۳ نحوه اصلاح زلزله طبس برای قاب دو طبقه ۹۹
جدول ۴-۴ مقادیر ضریب مقیاس برای سطح خطر یک ۱۰۰
جدول ۴-۵ مقادیر ضریب مقیاس برای سطح خطر دو ۱۰۰
جدول ۵-۱ لیست پروفیلهای طراحی شده ۱۰۶
جدول ۵-۲ میزان صلبیت اتصال با توجه به پروفیل مربوطه ۱۰۹
جدول ۵-۳ تغییر مکان هدف قاب صلب برای بارگذاری متناسب با مود اول ۱۱۰

جدول ۵-٤ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۹۵ درصد برای بارگذاری متناسب با مود اول ۱۱۰
جدول ۵-۵ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۹۰ درصد برای بارگذاری متناسب با مود اول ۱۱۱
جدول ۵-٦ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۸۵ درصد برای بارگذاری متناسب با مود اول ۱۱۱
جدول ۵-۷ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۸۰ درصد برای بارگذاری متناسب با مود اول ۱۱۲
جدول ۵-۸ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۷۵ درصد برای بارگذاری متناسب با مود اول ۱۱۲
جدول ۵-۹ تغییر مکان هدف قاب صلب برای بارگذاری یکنواخت ۱۱۳
جدول ۵-۱۰ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۹۵ درصد برای بارگذاری یکنواخت ۱۱۳
جدول ۵-۱۱ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۹۰ درصد برای بارگذاری یکنواخت ۱۱٤
جدول ۵-۱۲ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۸۵ درصد برای بارگذاری یکنواخت ۱۱٤
جدول ۵-۱۳ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۸۰ درصد برای بارگذاری یکنواخت ۱۱٤
جدول ۵-۱٤ تغییر مکان هدف قاب با صلبیب ۷۵ درصد برای بارگذاری یکنواخت ۱۱۵
جدول ۵-۱۵ نحوه محاسبه شاخص آسیب اعضا برای قاب صلب دو طبقه در زلزله مورگان هیل ۱۳٤
جدول ۵-۱٦ نحوه محاسبه شاخص آسیب پارک - نگ ۱۳۵
جدول ۵-۱۷ نحوه محاسبه شاخص آسیب کراوینکلر ۱۳٦

مقدمه

سابقه تاریخی زلزله های ایران نشان می دهد که هر چند گاه یک بار زلزله شدیدی در یکی از مناطق ایران رخ داده و موجب تلفات و خسارات سنگینی شده است. اصولا پژوهش های لرزه شناسی برای احداث پروژه های مختلف عمرانی، صنعتی، شهرک سازی و تاسیسات شهری از چنان اهمیتی برخوردار است که اجرای اینگونه پروژه ها بدون در نظر گرفتن پارامتر های طرح مقاوم در برابر زمین لرزه قابل توجیه نمی باشد. این پژوهشها باید بصورت تفضیلی و در مقیاس محلی انجام شود تا بتواند ایده واقع بینانه ای از نیروهای زمین ساخت بدست آورد. چرا که ساختار زمین طبیعی در نواحی مختلف، چه از نظر پتانسیل جنبشی گسل ها، میزان جابجایی زمین، سرعت و حداکثر شتاب حرکت های زمین، و چه از نظر محتوای فرکانسی و مدت زمان نوسانات ، متفاوت است ونمی تواند الگوهای لرزه ای منطقه ای را برای طراحی سازه ای در منطقه دیگر بکار برد.

لزوم مطالعات زلزله شناسی در پروژه ها را باید از ابعاد اقتصادی و ضایعات و خسارات ناشی از زمین لرزه بررسی کرد. پژو هش های لرزه شناسی در تامین ایمنی سازه ها در برابر زمین لرزه نقش اساسی دارد. انهدام تاسیسات مهم در اثر زمین لرزه می تواند خسارت های جبران ناپذیری جانی، اقتصادی، اجتماعی،بهداشتی،سیاسی و گاهی راهبردی بوجود آورد. در صورت بررسی های دقیق و کسب ایده های واقع بینانه منطبق بر واقعیات لرزه ای ناحیه طرح،می توان از تحمیل هزینه های گزاف و غیر اقتصادی شدن بسیاری از طرح های عمرانی جلوگیری بعمل آورد. از طرف دیگر با بکار گیری صحیح و فنی این اطلاعات می توان از ضایعات و خسارات ناشی از زمین لرزه کاست.

نکته قابل توجهی که در اینجا خونمایی می کند، خسارات سنگین و جدیی است که به سازه های موجود وارد می شود. زمین لرزه های نسبتا شدید نظیر زمین لرزه ۱۹۸۵ مکزیکوسیتی، ۱۹۹۰ منجیل- رودبار،۱۹۹۷ اردبیل و بیرجند، ۲۰۰٤ بم، این فکر را در ذهن تداعی می کند که تکلیف ساختمانهای موجود و ساخته شده ای که تاب و تحمل لرزش شدید زمین را

ندارند چه می شود، در یک زمین لرزه محتمل، بر سر صدها هزار انسان که در هزاران هزار ساختمان غیر مقاوم که سال ها پیش و بدون تمهیدات لرزه ای ساخته شده اند، چه خواهد آمد.

در اینجا بحث به سمت ساختمانهای مسکونی سوق پیدا می کند که به دلیل آسیب پذیری زیاد آنهاست. تعداد سازه های ساختمانی نسبت به دیگر سازه ها بسیار زیاد است و به علت کثرت تعداد و قدمت و دیگر اینکه چون هزینه احداث آنها از محل بودجه های ملی تامین نمی شود، از نظر نظارت، استحکام و کیفیت پایین تری برخوردارند. از طرف دیگر بسیار پر جمعیت بوده و بخصوص در طول شب تمامی افراد یک شهر را در بر می گیرد. مطالعه آسیب پذیری این ساختمانها نخستین گام در رویارویی با مشکل آنان در یک زمین لرزه بزرگ و محتمل است. پس از ارزیابی آسیب پذیری یا خسارت پذیری ساختمانهاست که می توان به تقویت آنان پرداخت یا وضعیت بحرانی یک شهر را در هنگام زمین لرزه، مدیریت نمود. از اینجاست که آسیب پذیری ساختمانهای موجود مفهوم پیداکرده و باید بخشی از پژوهش های لرزه شناسی را به مطالعه و ارزیابی آن مهم اختصاص داد. خصوصا اینکه اهمیت آن، با نگاهی به آمار خسارات و تلفات جانی در شهرهای بزرگ در اثر زمین لرزه های گذشته و مقایسه آن با اثرات مثبت این مطالعات در کشورهای موفق جهان احساس می شود. بر این اساس در سالهای اخیر اقدامات مناسبی برای تدوین آئین نامه های بهسازی لرزه ای ساختمانهای انجام گرفته است ،که ما حصل این تلاشها در سطح بین المللی دستور العمل FEMA۳۵٦ و گزارشهای ATC می باشد، که طراحی در این دستور العملها عمدتا طراحی بر اساس عملکرد می باشد. بنابراین نیاز به یک روش ساده برای بررسی آسیب پذیری ساختمانهای فولادی با مهاربندی که در مناطق زلزله خیز ایران بسیار کاربرد دارند با استفاده از آیین نامه های موجود، امری ضروری می باشد تا با کمک آن بتوان در مرحله اول نقاط ضعف سازه را تشخیص داده ودر مرحله بعد اقدامات مناسب برای مقاوم سازی ساختمان در نظر گرفته شود.

فصل اول :

کلیات

۱-۱- اهداف و زمینه تحقیق

هدف از انجام این تحقیق بررسی آسیب پذیری لرزه ای قابهای خمشی فولادی می باشد. لذا برای اینکارباید ابتدا شناخت مناسبی از آیین نامه های بهسازی لرزه ای موجود برای بررسی آسیب پذیری و پارامتر های موثر بر آن کسب شود. سپس سعی شود مناسبترین روش برای یافتن محل آسیب در اعضای این نوع قاب‌ها استخراج شده، و براین اساس اقدام به مقاوم سازی ساختمان شود. یکی از آیین نامه های موجود برای بررسی آسیب پذیری ساختمانها ، آیین نامه FEMA۳۵۶ که طراحی در این آیین نامه، بر اساس عملکرد می باشد. لذا برای بررسی آسیب پذیری ساختمانها، ابتدا سطوح عملکرد برای ساختمان تعریف شده و رفتار سازه در این سطوح عملکرد بررسی می شود. برای بررسی آسیب وارده به سازه در هر یک از سطوح عملکرد می توان از پارامتر های مختلفی که در آیین نامه بدآن اشاره شده استفاده کرد که بعضی از این پارامترها عبارتند از : تغییر مکان نسبی طبقات ، شکل پذیری ، نحوه توزیع مفاصل پلاستیک ، شاخص آسیب که با محاسبه هر یک از این پارامتر ها می توان آسیب وارده به اعضا را مشخص نمود. برای بدست آوردن هر یک از این پارامتر ها انجام تحلیل غیر خطی ضروری می باشد. زیرا با استفاده از تحلیل غیر خطی نظیر بار افزون و تاریخچه زمانی، رفتار سازه در آن سوی محدوده الاستیک قابل بررسی می باشد[۹].

همچنین نکته ای که حائز اهمیت است اینست که در کلی ترین حالت بررسی رفتار و برآورد عملکرد یک سازه بایستی توسط تحلیلهای غیر خطی و بر اساس شتابنگاشت های معین و متناسب صورت گیرد اما تحلیلهای غیر خطی ، نیازمند دارا بودن دانش و پیش زمینه کافی است.