بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده فنی و مهندسی عمران

کاربرد تعیین عمر مفید باقی مانده ی ساختمان ها در ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای

نگارش
حسین اعتضادی فر

استاد راهنما : دکتر موسی محمودی صاحبی
استاد مشاور : دکتر موسی مظلوم

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی عمران

دی ماه ۱۳۹۰

پیوست ۳

باسمه تعالی

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی
مدیریت تحصیلات تکمیلی

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب حسن اکتفا دلاور متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این پایان‌نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آن‌ها استفاده شده است، مطابق مقررات ارجاع و در فهرست منابع و مأخذ ذکر گردیده است. این پایان‌نامه/رساله قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارایه نشده است. در صورت اثبات تخلف (در هر زمان) مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از اعتبار ساقط خواهد شد.

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی می‌باشد.

نام و نام‌خانوادگی دانشجو
امضاء

حسن اکتفا دلاور
۹۰/۱۰/۲۸

تهران- لویزان کدپستی ۱۶۷۸۸- صندوق پستی ۱۶۳-۱۶۷۸۵ تلفن ۲۲۹۷۰۰۶۰-۰۹ (داخلی ۲۳۴۷) نمابر ۲۲۹۷۰۰۱۱ پست الکترونیکی
srtu@srtu.ac.ir

چکیده

کمی نمودن میزان خسارت وارد بر سازه ها یکی از مهمترین موضوع هایی است که در چندین سال اخیر مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. بدین منظور محققین مختلف با در نظر گرفتن جنبه های مختلف رفتاری به ارائه شاخص های زیان جهت ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای پرداخته اند. وابستگی اکثر این شاخص ها با انجام تحلیل دینامیکی غیر خطی که تحلیلی بسیار پیچیده و وقت گیر می باشد سبب شد، استفاده از این شاخص ها بیشتر به پروژه های تحقیقاتی محدود گردد. در این پژوهش سعی گردیده است تا با استفاده از تحلیل بار افزون و مبحث تحلیل خطر لرزه ای شاخص جدیدی به نام «شاخص عمر مفید باقی مانده» جهت ارزیابی لرزه ای سازه ها معرفی گردد.

شاخص عمر مفید باقی مانده می تواند به سهولت، میزان آسیب‌پذیری سازه ها را بیان کند همچنین به کمک این شاخص می توان زمان مناسب عملیات مقاوم سازی را با رعایت صرفه اقتصادی مشخص نمود تا از ورود ساختمان هایی که ارزیابی لرزه ای آنها توجیه فنی و اقتصادی ندارد، جلوگیری گردد.

جهت مطالعات موردی، ساختمان های فولادی مهاربندی(ضربدری) طراحی شده با ویرایش های اول، دوم و سوم استاندارد ۲۸۰۰ در سه مدل طبقاتی ۴، ۷ و ۱۰ طبقه مورد بررسی قرار گرفت. ظرفیت شتاب بیشینه این سازه ها در سطح عملکرد ایمنی جانی به کمک تحلیل بار افزون محاسبه گردید و سپس با استفاده از مبحث تحلیل خطر لرزه ای و روابط احتمالاتی مربوطه، منحنی های عمر مفید باقی مانده ی این سازه ها در طیف فاصله صفر تا یکصد وپنجاه کیلومتری ساختگاه از گسل ترسیم گردید. به منظور بررسی جایگاه این شاخص، منحنی های شکنندگی مربوط به سازه های مورد مطالعه در این پایان نامه نیز با تکنیک استاتیکی غیر خطی ترسیم گردید.

واژه گان کلیدی: شاخص های زیان، ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای، تحلیل بار افزون، تحلیل خطر لرزه ای، شاخص عمر مفید باقی مانده، منحنی شکنندگی

شماره ۱۴۰۰۵۰۱
تاریخ ۹۰/۱۰/۲۸
پیوست دارد

دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

صورتجلسهٔ دفاع پایان‌نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد آقای **حسین اعتضادی‌فر** رشتهٔ **عمران** – سازه تحت عنوان: **کاربرد تعیین عمر مفید باقیمانده‌ی ساختمان‌ها در ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای**، که در تاریخ ۹۰/۱۰/۲۶ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی برگزار گردید و نتیجه به شرح زیر اعلام گردید.

☐ قبول (بادرجه بسیار خوب امتیاز ۱۸/۱۲۵) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود.

۱ ـ عالی (۲۰ – ۱۹) (صورت وصوبیت وضع طرح)

۲ ـ بسیار خوب (۱۸/۹۹ – ۱۸)

۳ ـ خوب (۱۷/۹۹ – ۱۶)

۴ ـ قابل قبول (۱۵/۹۹ – ۱۴)

۵- غیرقابل قبول (کمتر از ۱۴)

اعضاء	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
استاد راهنما	دکتر موسی محمودی‌صاحبی	استادیار	
استاد مشاور	دکتر موسی مظلوم	استادیار	
استاد داور داخلی	دکتر امیر طریقت	استادیار	
استاد داور خارجی	دکتر عبدالرضا سروقدمقدم	استادیار	
نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر سعید غفارپورجهرمی	استادیار	

دکتر موسی محمودی صاحبی
رئیس دانشکده مهندسی عمران

تهران، ونوزان، کد پستی: ۱۵۸۱۱-۱۶۷۸۸
صندوق پستی: ۱۶۳-۱۶۷۸۵
تلفن: ۹-۲۲۹۷۰۰۶۰ فکس: ۲۲۹۷۰۰۳۲
Email: sru@sru.ac.ir
www.srttu.edu

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول : کلیات

۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲-۱- اهداف تحقیق ۳
۱-۲-۲ محتوای تحقیق ۳

فصل دوم : مروری بر ادبیات فنی

۲-۱- مقدمه ۵
۲-۲- معرفی برخی از شاخص های خسارت ۷
۲-۲-۱- شاخص خسارت پارک و آنگ ۷
۲-۲-۲- شاخص خسارت تغییر شکل جانبی ۸
۲-۲-۳- شاخص خسارت انرژی ۸
۲-۳- تعیین آسیب پذیری و ارزیابی لرزه ای سازه ها ۱۰
۲-۴- روش های موجود ارزیابی لرزه ای ساختمان ها ۱۴
۲-۴-۱- روش ارزیابی کلی ۱۵
۲-۴-۲- روش ارزیابی کیفی ۱۵
۲-۴-۳- روش ارزیابی کمی ۱۶
۲-۵- معرفی پارامتر های اصلی تابع خسارت ۱۶

فصل سوم : تحلیل های مورد نیاز

۳-۱- مقدمه ۱۹
۳-۲- دلایل استفاده از تحلیل استاتیکی غیر خطی ۱۹
۳-۳- مزایای آنالیز استاتیکی غیر خطی ۲۰
۳-۴- محدودیت های آنالیز استاتیکی غیر خطی ۲۱
۳-۵- تحلیل استاتیکی غیر خطی ۲۱
۳-۶- مشخصات مفاصل غیر خطی ۲۲
۳-۷- تغییر مکان هدف ۲۲
۳-۸- رفتار خطی و غیر خطی ۲۳
۳-۹- تحلیل غیر خطی در نرم افزار ۲۴

عنوان | صفحه

۳-۱۰- ترکیبات بارگذاری..... ۲۴
۳-۱۱- تعریف حالات بارگذاری غیر خطی..... ۲۵
۳-۱۲- اختصاص مفاصل پلاستیک..... ۲۵
۳-۱۳- فرضیات تحلیل استاتیکی غیر خطی..... ۲۶
۳-۱۳-۱- کلیات..... ۲۶
۳-۱۳-۲- نقطه کنترل..... ۲۶
۳-۱۳-۳- توزیع بار جانبی..... ۲۶
۳-۱۴- معیار های پذیرش..... ۲۷
۳-۱۵- تحلیل خطر لرزه ای ۲۷
۳-۱۶- روش های تحلیل خطر زلزله ۲۹
۳-۱۷- تحلیل خطر زمین لرزه با اهیافت تعینی ۲۹
۳-۱۷-۱ مراحل تحلیل خطر زمین لرزه با رهیافت تعینی..... ۲۹
۳-۱۸- تحلیل خطر زلزله با رهیافت احتمالی ۳۰
۳-۱۸-۱ مراحل تحلیل خطر زلزله با رهیافت احتمالی ۳۰
۳-۱۹- کاربرد نتایج تحلیل خطر زلزله ۳۱
۳-۲۰- بزرگی زلزله و واحد های آن ۳۲
۳-۲۱- سرچشمه های لرزه ای ۳۴
۳-۲۲- روابط کاهندگی جنبش زمین ۳۵
۳-۲۲-۱- پارامترهای تاثیر گذار در میرائی امواج لرزه ای ۳۶
۳-۲۲-۲- انواع روابط کاهندگی..... ۳۶
۳-۲-۳- پارامترهای جنبش زمین..... ۳۷
۳-۱۲-۴- انواع فاصله های در نظر گرفته شده در روابط کاهندگی..... ۳۷
۳-۲۳- کاندگی جنبش شدید زمین در ایران..... ۳۷
۳-۲۳-۱- مدل مقدماتی کاهندگی شدید زمین در ایران ۴۰
۳-۲۳-۲- روابط کاهندگی سایر نقاط جهان..... ۴۴
۳-۲۴- تحلیل خطر ناشی از زلزله و طیف طراحی ۴۶
۳-۲۵- محاسبه شتاب بیشینه ۴۷

عنوان | صفحه

فصل چهارم : معرفی شاخص «عمر مفید باقی مانده»

۴-۱- مقدمه ۵۰
۴-۲- تشریح مراحل محاسبه عمر مفید باقی مانده ۵۰
۴-۳- مزایای روش عمر مفید باقی مانده ۵۲

فصل پنجم : مدل های ساختمانی

۵-۱- فرضیات ۵۴
۵-۲- تحلیل خطی و طراحی سازه های مورد مطالعه ۵۷
۵-۳- مروری بر تغییرات ضوابط طراحی مهاربند های همگرا ۶۰
۵-۴- مقایسه ضوابط طرح لرزه ای ۶۱
۵-۴-۱- ضوابط لرزه ای در نگارش ۱۳۸۴ ..... ۶۱
۵-۴-۲- ضوابط لرزه ای در نگارش ۱۳۸۷ ..... ۶۲
۵-۵- نتیجه گیری ۶۴

فصل ششم : «شاخص عمر مفید باقی مانده»

۶-۱- مقدمه ۶۶
۶-۲- محاسبه عمر مفید باقی مانده ۶۶
۶-۳- آنالیز حساسیت شاخص پیشنهادی ۷۲
۶-۴- تاثیر ارتفاع در منحنی عمر مفید ۸۹

فصل هفتم : توسعه منحنی های شکنندگی سازه های مهاربندی

۷-۱- مقدمه ۹۸
۷-۲- تعریف شکنندگی ۹۹
۷-۳- سطوح عملکرد ساختمان ۱۰۰
۷-۳-۱- سطح عملکرد (اصلی) قابلیت استفاده بی وقفه ۱۰۰
۷-۳-۲- سطح عملکرد (میانی) خرابی محدود ۱۰۰
۷- ۳-۳- سطح عملکرد (اصلی) ایمنی جانی ۱۰۰
۷- ۳- ۴- سطح عملکرد (میانی) ایمنی جانی محدود ۱۰۰
۷- ۳- ۵- سطح عملکرد (اصلی) استانه فروریزش ۱۰۰
۷- ۳- ۶- سطح عملکرد (اصلی) "لحاظ نشده" ۱۰۰
۷-۴- روش های به دست آوردن منحنی شکنندگی ۱۰۱

۷-۵- روال محاسبه منحنی شکنندگی.....۱۰۳
۷-۵-۱- روال محاسبه منحنی شکنندگی با تکنیک دینامیکی غیر خطی ۱۰۳
۷-۵-۲- تشریح کلی روش استاتیکی غیر خطی در منحنی شکنندگی.....۱۰۳
۷-۶- تشریح مراحل انجام شده.....۱۰۴

فصل نهم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۸-۱- نتیجه گیری.....۱۱۳
۸-۲- پیشنهادات ۱۱۵
مراجع.....۱۱۶

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱ : جزئیات خسارت، متناسب با شاخص پارک ۸
جدول ۳-۱ : مقدار ضریب C_0 ..... ۲۳
جدول ۳-۲ : واحدهای بزرگی زلزله ۳۳
جدول ۳- ۳ : برخی از داده های مورد استفاده برای تعریف سرچشمه های لرزه ای ۳۵
جدول ۳-۴ : ضرایب کاهندگی بیشینه شتاب (m/sec^2) ۳۸
جدول ۳- ۵ : ضرایب کاهندگی بیشینه شتاب (m/sec^2) ۴۰
جدول ۳- ۶ : تعریف رده بندی اثرهای ساختگاه برای ایران ۴۰
جدول ۳-۷ : ضرایب کاهندگی برای بزرگا- شدت ۴۲
جدول ۳-۸ : ضرایب کاهندگی برای شدت رومرکزی- شدت ۴۲
جدول ۳- ۹ : ضرایب کاهندگی با در نظر گرفتن اثر ساختگاه برای رابطه بین بزرگا- شدت ۴۳
جدول۳- ۱۰ : ضرایب کاهندگی با در نظر گرفتن اثر ساختگاه ۴۳
جدول ۴-۱ : ضرایب A و b ۵۱
جدول ۵-۱ : مشخصات مصالح فولادی و بتنی ۵۵
جدول ۵-۲ : فرضیات بارگذاری ۵۵
جدول ۵-۳ : مشخصات ابعاد ستون های لرزه ای بر اساس ویرایش دوم و سوم آیین نامه ۵۷
جدول ۵-۴ : مشخصات ابعاد ستون های لرزه ای بر اساس ویرایش اول آیین نامه ۵۸
جدول ۵-۵ : مشخصات مقاطع بادبندی بر اساس ویرایش اول آیین نامه ۵۸
جدول ۵-۶ : مشخصات مقاطع بادبندی بر اساس ویرایش دوم آیین نامه ۵۹
جدول ۵-۷ : مشخصات مقاطع بادبندی بر اساس ویرایش سوم آیین نامه ۵۹
جدول ۶-۱ : نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی مدل ۴ طبقه ۶۷
جدول ۶-۲ : نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی مدل ۷ طبقه ۶۷
جدول ۶-۳ : نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی مدل ۱۰ طبقه ۶۸
جدول ۶-۴ : نتایج تحلیل خطر زلزله ۶۹
جدول ۶-۵ : محاسبه پارامتر N ۷۰
جدول ۶-۶ : نتایج محاسبه عمر مفید باقی مانده ۷۱

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۲-۱ حلقه هیسترزیس سازه در نقطه عملکرد..... ۱۰
شکل ۳-۱ منحنی نیرو- تغییر شکل تعمیم یافته برای اعضا و اجزای فولادی ۲۲
شکل ۳-۱ فرایند چهار مرحله ای تحلیل خطر زمین لرزه با رهیافت احتمال اندیشانه ۳۰
شکل ۳-۲ تغییرات غالب TG با فاصله و بزرگا برای زمینهای مختلف ۳۹
شکل ۵-۱ مدل سه بعدی سازه در نرم افزار SAP ۵۶
شکل ۵-۲ پلان تیپ طبقات مدل ۱۰ طبقه ۵۶
شکل ۶-۱ منحنی بزرگای ظرفیت مدل ۴ طبقه ویرایش اول با کاهندگی دنوان ۷۲
شکل ۶-۲ منحنی بزرگای ظرفیت مدل ۴ طبقه ویرایش دوم با کاهندگی دنوان..... ۷۲
شکل ۶-۳ منحنی بزرگای ظرفیت مدل ۴ طبقه ویرایش سوم با کاهندگی دنوان..... ۷۳
شکل ۶-۴ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۴ طبقه با کاهندگی دنوان ۷۳
شکل ۶-۵ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۴ طبقه بایرایش اول ۷۴
شکل ۶-۶ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۴ طبقه بایرایش دوم ۷۴
شکل ۶-۷ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۴ طبقه بایرایش سوم ۷۵
شکل ۶-۸ منحنی بزرگای ظرفیت مدل ۷ طبقه ویرایش اول با کاهندگی دنوان..... ۷۶
شکل ۶-۹ منحنی بزرگای ظرفیت مدل ۷ طبقه ویرایش دوم با کاهندگی دنوان..... ۷۶
شکل ۶-۱۰ منحنی بزرگای ظرفیت مدل ۷ طبقه ویرایش سوم با کاهندگی دنوان..... ۷۷
شکل ۶-۱۱ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۷ طبقه..... ۷۷
شکل ۶-۱۲ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۷ طبقه بایرایش اول ۷۸
شکل ۶-۱۳ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۷ طبقه بایرایش دوم ۷۸
شکل ۶-۱۴ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۷ طبقه بایرایش سوم ۷۹
شکل ۶-۱۵ منحنی بزرگای ظرفیت مدل ۱۰ طبقه ویرایش اول با کاهندگی دنوان..... ۷۹
شکل ۶-۱۶ منحنی بزرگای ظرفیت مدل۱۰ طبقه ویرایش دوم با کاهندگی دنوان ۸۰
شکل ۶-۱۷ منحنی بزرگای ظرفیت مدل ۱۰ طبقه ویرایش سوم با کاهندگی دنوان ۸۰
شکل ۶-۱۸ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۱۰طبقه با کاهندگی دنوان ۸۱
شکل ۶-۱۹ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۱۰ طبقه بایرایش اول ۸۱
شکل ۶-۲۰ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۱۰ طبقه بایرایش دوم ۸۲
شکل ۶-۲۱ منحنی بزرگای ظرفیت مقایسه ای مدل ۱۰ طبقه بایرایش سوم ۸۲

عنوان صفحه

شکل ۶-۲۲ منحنی عمر مفید مدل ۴ طبقه ویرایش اول با کاهندگی دنوان ۸۳
شکل ۶-۲۳ منحنی عمر مفید مدل ۴ طبقه ویرایش دوم با کاهندگی دنوان ۸۳
شکل ۶-۲۴ منحنی عمر مفید مدل ۴ طبقه ویرایش سوم با کاهندگی دنوان ۸۴
شکل ۶-۲۵ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۴ طبقه با کاهندگی دنوان ۸۴
شکل ۶-۲۶ منحنی عمر مفید مدل۷ طبقه ویرایش اول با کاهندگی دنوان ۸۵
شکل ۶-۲۷ منحنی عمر مفید مدل ۷ طبقه ویرایش دوم با کاهندگی دنوان ۸۵
شکل ۶-۲۸ منحنی عمر مفید مدل ۷ طبقه ویرایش سوم با کاهندگی دنوان..... ۸۶
شکل ۶-۲۹ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۷ طبقه با کاهندگی دنوان ۸۶
شکل ۶-۳۰ منحنی عمر مفید مدل ۱۰ طبقه ویرایش اول با کاهندگی دنوان..... ۸۷
شکل ۶-۳۱ منحنی عمر مفید مدل ۱۰ طبقه ویرایش دوم با کاهندگی دنوان ۸۷
شکل ۶-۳۲ منحنی عمر مفید مدل ۱۰ طبقه ویرایش سوم با کاهندگی دنوان..... ۸۸
شکل ۶-۳۳ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۱۰ طبقه با کاهندگی دنوان ۸۸
شکل ۶-۳۴ منحنی عمرمفید مقایسه ای با ویرایش اول و کاهندگی دنوان ۸۹
شکل ۶-۳۵ منحنی عمرمفید مقایسه ای با ویرایش دوم و کاهندگی دنوان ۸۹
شکل ۶-۳۶ منحنی عمرمفید مقایسه ای با ویرایش سوم و کاهندگی دنوان ۹۰
شکل ۶-۳۷ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۴ طبقه با ویرایش اول ۹۱
شکل ۶-۳۸ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۴ طبقه با ویرایش دوم..... ۹۱
شکل ۶-۳۹ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۴ طبقه با ویرایش سوم ۹۲
شکل ۶-۴۰ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۷ طبقه با ویرایش اول ۹۳
شکل ۶-۴۱ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۷ طبقه با ویرایش دوم..... ۹۳
شکل ۶-۴۲ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۷ طبقه با ویرایش دوم..... ۹۴
شکل ۶-۴۳ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۱۰ طبقه با ویرایش اول..... ۹۵
شکل ۶-۴۴ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۱۰ طبقه با ویرایش دوم ۹۵
شکل ۶-۴۵ منحنی عمر مفید مقایسه ای مدل ۱۰ طبقه با ویرایش سوم..... ۹۶
شکل ۷- ۱ : مثالی نمادین از منحنی شکنندگی برای خسارت جزئی ، ملایم ، پیش رونده و کامل.....۹۸
شکل ۷-۲ منحنی شکنندگی مدل ۴ طبقه ویرایش اول..... ۱۰۶
شکل ۷-۳ منحنی شکنندگی مدل ۴ طبقه ویرایش دوم..... ۱۰۶

عنوان صفحه

شکل ۷-۴ منحنی شکنندگی مدل ۴ طبقه ویرایش سوم..... ۱۰۷
شکل ۷-۵ منحنی شکنندگی مقایسه ای مدل ۴ طبقه..... ۱۰۷
شکل ۷-۶ منحنی شکنندگی مدل ۷ طبقه ویرایش اول..... ۱۰۸
شکل ۷- ۷ منحنی شکنندگی مدل ۷ طبقه ویرایش دوم..... ۱۰۸
شکل ۷-۸ منحنی شکنندگی مدل ۷ طبقه ویرایش سوم..... ۱۰۹
شکل ۷-۹ منحنی شکنندگی مقایسه ای مدل ۷ طبقه..... ۱۰۹
شکل ۷-۱۰ منحنی شکنندگی مدل ۱۰ طبقه ویرایش اول..... ۱۱۰
شکل ۷-۱۱ منحنی شکنندگی مدل ۱۰ طبقه ویرایش دوم..... ۱۱۰
شکل ۷-۱۲ منحنی شکنندگی مدل ۱۰ طبقه ویرایش سوم..... ۱۱۱
شکل ۷-۱۳ منحنی شکنندگی مقایسه ای مدل ۱۰ طبقه..... ۱۱۱

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

انسان از آغاز حقیقت، همواره با موضوع بلایای طبیعی مواجه بوده و تلاش نموده است تا این حوادث و سوانح طبیعت را مدیریت و کنترل نماید و زندگی خود را از این خطرات، ایمن و محفوظ دارد. در میان بلایای طبیعی، زلزله از ویژگی های خاصی برخوردار بوده و در قرن گذشته به دلایل زیر اهمیت بیشتری پیدا کرده است:

- گسترش و توسعه شهرها به گونه ای که گسل های زیادی در داخل شهرها قرار گرفته اند.
- افزایش تراکم جمعیت شهرها که باعث افزایش تعداد قربانیان زلزله گردیده است.
- افزایش کمی و کیفی تأسیسات و امکانات مختلف شهرکه باعث افزایش سرمایه گذاری انسان در شهرها و گسترش خسارات مالی ناشی از زلزله شده است.
- پیشرفت دانش زلزله شناسی و مهندسی زلزله که بشر را قادر به ثبت اطلاعات زلزله های گذشته و تجزیه و تحلیل هر چه دقیق تر آن ها نموده است.

ایران از نظر خطر زلزله در منطقه ی فعال جهان قراردارد و به گواهی اطلاعات مستند علمی و مشاهدات قرن بیستم، از خطر پذیرترین مناطق جهان در اثر زمین لرزه های پرقدرت محسوب می شود. در سال های اخیر به طور متوسط هر پنج سال یک زمین لرزه با صدمات جانی و مالی بسیار بالا در نقطه ای از کشور رخ داده است در حال حاضر ایران در صدر کشورهایی است که وقوع زلزله در آن با تلفات جانی بالا همراه است. گرچه جلوگیری کامل از خسارات ناشی از زلزله های شدید بسیار دشوار است لیکن با افزایش سطح اطلاعات در رابطه با لرزه خیزی کشور، آموزش همگانی و ترویج فرهنگ ایمنی، شناسایی و مطالعه دقیق وضعیت آسیب پذیری مستحدثات (ساختمان ها ، تأسیسات زیربنایی و شرایان های حیاتی) و ایمن سازی و مقاوم سازی صحیح و اصولی آن ها، می توان تا حد مطلوب تلفات و خسارات ناشی از زلزله های آتی را کاهش داد. بر همین اساس پروژه های مقاوم سازی و بهسازی ساختمان های مهم، تأسیسات زیربنایی و شریانهای حیاتی کشور در دستور بخشهای مختلف دولت قرارگرفته است [۱].

به دلیل بار مالی فراوان و همچنین نیاز به نیروی انسانی زیاد، شروع عملیات بهسازی و مقاوم سازی تمام این پروژه ها بطور همزمان مسیر نمی باشد. یک راه حل منطقی جهت رفع این مشکل ارزیابی لرزه ای این سازه ها و سپس اولویت بندی ساختمان های موجود می باشد تا از ورود ساختمان هایی که ارزیابی لرزه ای آن ها توجیه فنی و اقتصادی ندارد، جلوگیری گردد.

۱-۲-۱- اهداف تحقیق

در این پژوهش با تلفیق دو مقوله تحلیل خطر لرزه ای و تحلیل بار افزون به معرفی یک شاخص جدید (برای اولین بار) با نام «شاخص عمر مفید باقی مانده» می پردازیم. شاخص عمر مفید باقی مانده می تواند به سهولت، میزان آسیب‌پذیری سازه ها را بیان کند به طوری که استفاده و برداشت از نتایج و خروجی های شاخص عمر مفید باقی مانده که منحنی های عمر مفید باقی مانده می باشد، نیاز به تخصص خاصی ندارد. به کمک این شاخص می توان زمان مناسب عملیات مقاوم سازی را با رعایت صرفه اقتصادی مشخص نمود تا از ورود ساختمان هایی که ارزیابی لرزه ای آنها توجیه فنی و اقتصادی ندارد، جلوگیری گردد. به منظور بررسی جایگاه این روش منحنی های شکنندگی برا ی سازه های فولادی با مهاربند ضربدری مورد مطالعه در این پایان نامه نیز ترسیم گردید.

از جمله دلایلی که باعث گسترش استفاده از منحنی های شکنندگی جهت بیان آسیب پذیری لرزه ای سیستم های سازه ای و غیر سازه ای شده است را می توان در موارد زیر خلاصه نمود [۲]:

۱- پیچیدگی های مربوط به مدل سازه یا تجهیزات غیر سازه ای جهت رفتار واقعی این اجزا.

۲- استفاده از منحنی های شکنندگی، بررسی خرابی سازه ها و تجهیزات را در مدهای خرابی متفاوت، امکان پذیر می نماید.

۳- وجود عدم قطعیت هاو اثر آن ها در تعیین پاسخ دقیق سازه ها و اجزای غیر سازه ای.

۱-۲-۲- محتوای تحقیق

این پژوهش در نه فصل ارائه شده است. در فصل دوم مطالعات انجام گرفته بر روی روش های ارزیابی لرزه ای و شاخص های خسارت بررسی شده است. در فصل سوم شاخص عمر مفید باقی مانده معرفی می گردد، در فصل چهارم تحلیل استاتیکی غیر خطی و همچنین نحوه انجام این تحلیل بر روی سازه های بادبندی (ضربدری) مورد مطالعه این پژوهش پرداخته شده است.در فصل پنجم با تحلیل خطر لرزه ای و روابط کاهندگی آشنا خواهیم شد. در فصل ششم مطالعات موردی و تغییرات اساسی طراحی سازه های مهاربند همگرا در ویرایش های مختلف مبحث دهم خواهیم داشت. در فصل هفتم به طور مفصل نحوه ترسیم منحنی های عمر مفید مورد بحث قرار خواهد گرفت و در فصل هشتم منحنی های شکنندگی مربوط به این سازه ها جهت بررسی جایگاه شاخص عمر مفید باقی مانده سازه ها ترسیم خواهد شد. در فصل نهم نیز به بیان نتایج و پیشنهادات بر گرفته از این پایان نامه می پردازیم.

فصل دوم

مروری بر ادبیات فنی

۲-۱- مقدمه

اگر چه در زلزله های اخیر دنیا، سازه های طراحی شده بر اساس ضوابط لرزه ای موجود، در حفظ ایمنی افراد، مناسب عمل کرده اند اما دامنه ی خرابی های ایجاد شده در سازه ها و خسارت اقتصادی وارده، بسیار گسترده و خارج از انتظار بوده است. همانگونه که می دانیم زلزله با وارد کردن سازه به ناحیه غیر خطی و ایجاد تغییر شکل های پلاستیک در سازه باعث ایجاد خرابی درسازه شده و بدین طریق انرژی ورودی زلزله را اتلاف می کند. در واقع سازه باید با زلزله خراب شود. از طریق این خرابی ها انرژی ورودی زلزله را اتلاف کند تا از همه ظرفیت مصالح استفاد شود و طرح اقتصادی تری ارائه گردد، اما چیزی که اهمیت دارد این است که این خرابی ها کنترل شده و در چارچوب عملکردهای مورد انتظار ما باشد. هدف اصلی در طراحی لرزه ای ساختمان ها بر این مبنا است که رفتار ساختمان، در مقابل نیروهای ناشی از زلزله های کوچک بدون خسارت و در محدوده خطی مانده، ودر مقابل نیروهای ناشی از زلزله های شدید، ضمن حفظ پایداری کلی خود خسارت های سازه ای و غیر سازه ای را تحمل کند. به همین دلیل مقاومت لرزه ای که مورد نظر آیین نامه های طراحی در برابر زلزله است، عموما کمتر و در برخی موارد، خیلی کمتر از مقاومت جانبی مورد نیاز برای حفظ پایداری سازه در محدوده ارتجاعی، در یک زلزله شدید است. بنابر این، رفتار سازه ها به هنگام رخداد زلزله های متوسط و بزرگ وارد محدوده غیر ارتجاعی می گردند وبرای طراحی آنها نیاز به یک تحلیل غیر ارتجاعی است، ولی به دلیل پر هزینه بودن این روش و عدم گستردگی برنامه های تحلیل غیر ارنجاعی و سهولت روش ارتجاعی، روش های تحلیل و طراحی متداول، بر اساس تحلیل ارتجاعی سازه و با نیروی کاهش یافته زلزله صورت می گیرد. کاهش مقاومت سازه از مقاومت ارتجاعی مورد نیاز عموما با استفاده از ضرایب کاهش مقاومت انجام می شود. امروزه به خوبی مشخص شده است که سازه های طراحی شده بر اساس این ضوابط، در برابر زلزله های شدید متحمل خسارات سنگین خواهند شد. از اینرو طراحی بر اساس عملکرد به عنوان روشی که مبتنی بر پذیرش تغییر مکان و شکل پذیری مورد انتظار(و هماهنگ با سطوح عملکرد مورد انتظار) باشد، مورد توجه قرار گرفت. از مهمترین مقولات در طراحی عملکردی، داشتن تصویری روشن از مقدار خسارت وارد بر سازه ی طراحی شده در سطوح مختلف خطر می باشد. بدین منظور در دستورالعمل هایی چون FEMA[1] [۳] و ATC40[2] [۴] سطوح مختلفی از خسارات وارد بر سازه ارائه شده است. معیار تعیین کننده ی وضعیت سازه در این دستورالعمل ها، بر اساس تغییر شکل جانبی می باشد؛ هر چند که در برخی از تحقیقات، نشان داده شده است که استفاده از این معیار به عنوان تنها معیار خرابی، جای تأمل دارد[۵].

1 - Federal Emergency Management Agency
2 - Applied Technology of Council

خسارت را می توان از جهات گوناگون بررسی نمود اما بطور کلی، خسارت وارد بر یک سازه عبارت است از کاهش ظرفیت سازه در تحمل انواع بارهای وارده، نسبت به سازه ی سالم پیش از وقوع زلزله یا هر عامل دیگری که سبب کاهش ظرفیت سازه شده باشد. به منظور تعیین میزان خسارت وارد بر سازه، محققین شاخص های بسیاری را معرفی نموده اند که هر یک به گونه ای میزان خسارت وارد بر سازه را تخمین می زند. این شاخص ها را می توان به طور کلی به سه دسته تقسیم نمود:

دسته ی اول شاخص هایی بر اساس بیشترین تغییر شکل تجربه شده ی سازه می باشند، مانند بیشترین تغییر مکان نسبی طبقات [۶] و بیشترین نسبت شکل پذیری طبقات[۷].

دسته ی دوم شاخص هایی بر اساس خسارت تجمعی می باشند که از آن میان می توان به شاخص خسارت گوبارا که بر پایه تحلیل بارافزون می باشد[۸] و شاخص خسارت چای وفایفر بر اساس انرژی ورودی اشاره نمود [۹].

دسته ی سوم شاخص هایی هستند که ترکیبی از ماکزیمم تغییر شکل و خسارت تجمعی می باشند که از آن میان می توان به شاخص خسارت پارک و آنگ [۱۰] ونچنزو و بانن [۱۱] اشاره نمود.

از دیگر شاخص های خسارت معرفی شده توسط محققین در سال های اخیر می توان به تحقیق فالریو و همکارانش اشاره نمود که با استفاده از انرژی پلاستیک در مفاصل پلاستیک به ارائه شاخصی برای ارزیابی میزان خسارت وارد بر قاب های بتن مسلح پرداختند. لازم به ذکر است که در این تحقیق از ایده ی مفصل پلاستیک متمرکز استفاده شده که در مورد سازه های بتن مسلح به علت پدیده ی ترک خوردگی نمی تواند رفتار واقعی سازه را به شکل مطلوب مدل سازی کند [۱۲].

ژانگ و همکارانش با استفاده از روش مقایسه نیرو و ترکیبی از انرژی و تغییر مکان سازه (دسته سوم) شاخصی را معرفی نمودند و به مقایسه ی نتایج حاصل از این شاخص با استفاده از انجام تحلیل تاریخچه زمانی و ترکیب جذر مجموع مربعات حاصل از در نظر گرفتن سه مد اول سازه برای دو زلزله ی ال سنترو و نورثریج پرداختند [۱۳].

شاخص آسیب پذیری دیگری توسط تعدادی از محققین ارائه شده است که از سختی قبل وبعد از زلزله برای تعیین اندیس خسارت استفاده میکند.اوتانی(Otani) و سوزن (Sozen) از آزمایش قاب های چند طبقه مشاهده کردند که اگر یک سازه بتن مسلح که تحت تاثیر یک زلزله قوی وارد مرحله تسلیم می شود، برای بار دوم با یک زلزله مشابه آزمایش شود، حداکثر تغییر شکل جانبی حاصل از آزمایش اول و دوم یکسان است ولی سختی سازه در شروع آزمایش دوم کمتر از سختی اولیه سازه است[۱۴]. از این مشاهده سوزن نتیجه گرفت که حداکثر تغییر شکل نسبی تابعی از خصوصیات اولیه سازه است و ربطی به سختی سازه در شروع آزمایش دوم ندارد. به همین دلیل تغییر شکل نسبی به تنهایی نمی تواند ارزیابی صحیحی از خسارت باشد. ایده اولیه اندیس خسارت سختی که توسط

قبارا(Ghobarah) و همکارانش در سال ۱۹۹۹ ارائه گردید[۸]، بر اساس کاهش سختی سازه بوده و به صورت زیر فرموله می شود.

$$DI = 1-(k_{final} / k_{initial}) \qquad (۱-۲)$$

که در آن، DI اندیس خسارت سختی، $k_{initial}$ شیب اولیه منحنی برش پایه-تغییر مکان بام قبل از تاثیر زمین لرزه و k_{final} شیب همان منحنی بعد از تاثیر زمین لرزه می باشد. مقدار DI از صفر تا یک متغییر است که صفر بیانگر عدم خسارت و یک بیانگر فروپاشی سازه می باشد.

مطالعه ادبیات موضوع نشان می دهد که اگر چه برخی از شاخص های اشاره شده دارای انطباق مناسبی با خسارت مشاهده شده ی وارد بر سازه ها داشته اند اما محاسبه ی اغلب آنها نیاز به انجام تحلیل دینامیکی غیرخطی دارد که وقت گیری و پیچیدگی این روش و همچنین عدم قطعیت در مورد مشخصات زلزله های آتی، سبب شده که از این شاخص ها کمتر در طراحی های معمول قاب های ساختمانی استفاده گردد و بیشتر به فعالیتها و پروژه های تحقیقاتی اختصاص یابند. امروزه تحلیل بارافزون به عنوان روشی که می تواند ظرفیت سازه را به خوبی مدل سازی کند و در عین حال پیچیدگی تحلیل دینامیکی غیرخطی را ندارد، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. حال چنانچه بتوان شاخصی را بر پایه انجام این تحلیل و متناسب با نقطه ی عملکرد سازه تعریف نمود که انطباق مناسبی با رفتار واقعی سازه داشته باشد و همچنین با استفاده از آن بتوان میزان خسارت واقعی وارد بر سازه را تخمین زد، می توان گامی مهم در جنبه ی عملی تر شدن تعیین میزان خسارت وارد بر سازه ها در مقوله هایی چون طراحی و مقاوم سازی برداشت.

۲-۲- معرفی برخی از شاخص های خسارت

۲-۲-۱- شاخص خسارت پارک و آنگ

مزیت اصلی این شاخص در انطباق آن با نتایج تجربی و همچنین سادگی و تناسب درجه بندی آن با خسارت مشاهده شده می باشد. این شاخص از رابطه ی زیر بدست می آید :

$$DI_{P\&A} = \frac{\theta_m - \theta_r}{\theta_u - \theta_r} + \frac{\beta E_h}{M_y \theta_u} \qquad (۲-۲)$$

که در آن θ_m بیشترین چرخش ایجاد شده در عضو در تاریخچه ی بارگذاری، θ_u بیشترین ظرفیت چرخش مقطع، θ_r چرخش بازیافتی پس از باربرداری، M_y لنگر تسلیم، β ثابت مدل و E_h انرژی تلف شده در مقطع می باشند. در جدول زیر تناسب خسارت واقعی وارد بر سازه با مقادیر این شاخص، که توسط پارک ارائه شده است ، نمایش داده شده است[۱۰].