بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی عمران

بهینه سازی رفتار لرزه ای سازه های فولادی با استفاده از الگوریتم فرا اکتشافی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی عمران گرایش سازه

نام دانشجو

حسین میرزایی

استاد راهنما:

دکتر کیارش ناصراسدی

بهمن ماه ۱۳۹۱

تقدیم به:

پدر عزیز و مادر مهربانم ....

تشکر و قدردانی:

قبل از هر چیز، حمد و سپاس بیکران خداوند متعال که توفیق برداشتن گامی دیگر در راه آموختن به من عنایت فرمود.

از پدر و مادر عزیزم که در دوران تحصیل مشوق و در کنارم بوده اند، نهایت سپاس و قدردانی خودم را اعلام میکنم. از آنها به خاطر توجه، توصیه ها و دعاهایشان سپاسگذاری میکنم.

تشکری ویژه دارم از استاد بزرگوارم جناب دکتر کیارش ناصراسدی که با مهربانی و صبوری مرا راهنمایی کردند و آنچه در دست است بی هیچ اغراقی تحت راهنماییهای مستقیم ایشان حاصل شده است.

از اساتید و داوران محترم نیز بابت نظرات سازنده شان تشکر می کنم.

چکیده

بیشتر مهندسان برای طراحی بهینه سازه ها فقط به کاهش هزینه های اولیه ساخت اکتفا می کنند، حال آنکه هزینه هایی که ممکن است به سازه در طول عمر مفید آن وارد شود بعضاً تا ده برابر هزینه اولیه ساخت سازه می باشد. بنابراین در هنگام طراحی سازه لازم است هزینه های احتمالاتی ناشی از زلزله مورد توجه قرار گیرد. در چند سال اخیر تحقیقات در زمینه بهینه یابی بر مبنای هزینه چرخه عمر که مجموع هزینه های اولیه و هزینه های احتمالی ناشی از حوادثی مانند زلزله را در بر میگیرد، مورد توجه محققان واقع شده است. در این تحقیق سعی می شود با استفاده از روش مبتنی بر ریسک بین هزینه های اولیه و هزینه های ناشی از زلزله موازنه ایجاد کرد و هزینه کل سازه را بهینه کرد. در این روش منحنی شکنندگی هر سازه با استفاده از روش ساده شده ای بدست آمده است. ضمناً با بهبود الگوریتم ژنتیک، با صرف زمان کمتری نسبت به تحقیقات مشابه فرایند بهینه یابی انجام شده است. نتایج نشان میدهد که به افزایش حدود ۱۰ درصدی هزینه های اولیه در قابهای خمشی فولادی، میتوان هزینه های خسارت لرزه ای را حدود ۲۰۰ درصد کاهش داد. با بررسی اثر تورم در برآورد هزینه چرخه عمر مشاهده شده است که با افزایش تورم و کاهش سالیانه ارزش پول، هزینه اولیه و هزینه چرخه عمر سازه کاهش می یابد. همچنین با مطالعه اثر خطر پذیری در برآورد هزینه سازه، ملاحظه شده است که با افزایش خطرپذیری، هزینه خسارت ناشی از زلزله و هزینه چرخه عمر بیشتر میشود.

واژه‌های کلیدی:

هزینه چرخه عمر، هزینه خسارت لرزه ای، خطر پذیری، منحنی های شکنندگی، منحنی خطر

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- اهداف پایان نامه ۴

۱-۳- ساختار پایان نامه ۵

فصل ۲: مروری بر ادبیات تحقیق ۷

۲-۱- مقدمه ۸

۲-۱-۱- بهینه سازی تحلیلی ۹

۲-۱-۲- الگوریتم های جستجو ۱۱

۲-۱-۲-۱- جستجوی نا آگاهانه ۱۲

۲-۱-۲-۲- جستجوی آگاهانه ۱۲

۲-۱-۳- الگوریتم های ژنتیک ۱۳

۲-۱-۴- اعمال قیود در الگوریتم ژنتیک ۲۷

۲-۱-۴-۱- روش اصلاح عملگرهای ژنتیک ۲۸

۲-۱-۴-۲- روشهای حذفی یا تخریب ۲۸

۲-۱-۴-۳- الگوریتم های ترمیمی ۲۸

۲-۱-۴-۴- استراتژی جریمه‌ای ۲۹

۲-۲- بهینه سازی در مهندسی عمران ۳۱

۲-۳- هزینه چرخه عمر و نحوه محاسبه آن ۳۴

۲-۴- خطرپذیری لرزه ای و روشهای برآورد آن ۳۶

۲-۵- توابع مورد استفاده در برآورد خطرپذیری لرزه ای به روش احتمالاتی ۳۸

۲-۵-۱- تابع خطر زلزله ۳۸

۲-۵-۲- توابع شکنندگی ۴۰

۲-۶- مراحل برآورد توابع شکنندگی به روش تحلیلی ۴۷

۲-۶-۱- انتخاب سازه، شاخص خرابی و شتاب نگاشت ها ۴۷

۲-۶-۲- برآورد توزیع دینامیکی پاسخ سازه ها ۴۷

۲-۶-۳- برآورد احتمال افزایش خرابی از حالت حدی خرابی های مختلف در شدتهای مختلف زلزله ۴۹

۲-۶-۴- برازش تابع با استفاده از نتایج بدست آمده ۴۹

۲-۷- روش های محاسبه خطرپذیری لرزه ای ۵۰

۲-۷-۱- احتمال وقوع حالات مختلف خرابی در یک سطح شدت حرکت زمین ۵۱
۲-۷-۲- میانگین فرکانس سالیانه..... ۵۲
۲-۷-۳- بررسی خطا ۵۳
۲-۸- طراحی بهینه سازه ها براساس عملکرد..... ۵۵
۲-۸-۱- طراحی بهینه رفتار لرزه ای سازه ها..... ۵۵
۲-۹- جمع بندی ۵۷

فصل ۳ : بهینه سازی مبتنی بر ریسک **۵۸**
۳-۱- مقدمه..... ۵۹
۳-۲- الگوریتم انجام بهینه سازی بر مبنای ریسک..... ۵۹
۳-۳- روش های تحلیل سازه..... ۶۲
۳-۳-۱- تحلیل استاتیکی خطی..... ۶۲
۳-۳-۲- تحلیل استاتیکی فزاینده غیر خطی..... ۶۲
۳-۳-۳- انتخاب سیستم سازه ای..... ۶۴
۳-۴- محاسبه منحنی های شکنندگی سیستم سازه ای مورد مطالعه..... ۶۵
۳-۴-۱- انتخاب شاخص خرابی مناسب..... ۶۵
۳-۴-۲- تبدیل منحنی بارافزون به منحنی های شکنندگی..... ۶۶
۳-۴-۳- برآورد خطرپذیری لرزه ای قابهای مورد مطالعه ۶۸
۳-۵- فرمول بندی مسئله طراحی بهینه..... ۶۹
۳-۶- متغیرهای طراحی ۷۰
۳-۷- تابع هدف ۷۰
۳-۷-۱- هزینه چرخه عمر سازه..... ۷۱
۳-۸- قیود طراحی ۷۵
۳-۸-۱- قیود طراحی حالت حدی مقاومت ۷۵
۳-۸-۲- قیود طراحی حالت حدی بهره برداری ۷۵
۳-۸-۳- نحوه بکارگیری قیود در الگوریتم ژنتیک..... ۷۶
۳-۹- بهبود الگوریتم ژنتیک ۷۷
۳-۱۰- جمع بندی..... ۷۸

فصل ۴: بهینه سازی قاب خمشی فولادی **۸۰**
۴-۱- مقدمه..... ۸۱
۴-۲- نرم افزار استفاده شده برای تحلیل..... ۸۱

۴-۲-۱- مدل رفتاری مصالح ۸۲
۴-۳- فرضیات طراحی ۸۳
۴-۴- قیود طراحی ۸۴
۴-۴-۱- محدودیت حالت حدی مقاومت ۸۴
۴-۴-۲- محدودیت تغییر مکان جانبی نسبی طبقات ۸۵
۴-۵- مثالهای عددی ۸۶
۴-۵-۱- روش طراحی ۸۷
۴-۵-۲- صحت سنجی مدل ۸۹
۴-۵-۳- طراحی بهینه یک قاب صلب ۳ طبقه ۹۰
۴-۵-۳-۱- انجام تحلیل های استاتیکی ۹۳
۴-۵-۴- طراحی بهینه یک قاب صلب ۹ طبقه ۱۰۰
۴-۵-۵- طراحی بهینه یک قاب صلب ۵ طبقه و ۴ دهانه ۱۰۹
۴-۵-۶- طراحی بهینه یک قاب صلب ۵ طبقه و ۳ دهانه ۱۱۶
۴-۶- برآورد خطرپذیری لرزه ای قابهای مورد مطالعه در ایران ۱۲۰
۴-۷- برآورد خطرپذیری لرزه ای در دو ناحیه فرضی ۱۲۴
۴-۸- تاثیر کاهش سالیانه ارزش پول در هزینه چرخه عمر ۱۲۶
۴-۹- جمع بندی و نتیجه گیری ۱۲۷

فصل ۵: نتیجه گیری و پیشنهادها **۱۲۹**
۵-۱- مقدمه ۱۳۰
۵-۲- خلاصه و نتیجه گیری ۱۳۰
۵-۲-۱- جمع‌بندی ۱۳۱
۵-۲-۲- نوآوری ۱۳۲
۵-۲-۳- پیشنهادها برای مطالعات آتی ۱۳۲

مراجع **۱۳۳**

پیوست‌ها **۱۳۸**

پیوست الف: محاسبه هزینه چرخه عمر برای سازه های بهینه شده بر مبنای هزینه اولیه [۶۴] **۱۳۹**
۶-۱- محاسبات مربوط به قاب ۳ طبقه ۱۳۹
۶-۱-۱- انجام آنالیز بارافزون بر روی قاب ۳ طبقه ۱۳۹

۶-۱-۲- تبدیل منحنی بار – افزون به منحنی IDA ۱۴۰
۶-۱-۳- رسم منحنی شکنندگی ۱۴۲
۶-۱-۴- محاسبه هزینه چرخه عمر ۱۴۳
۶-۲- محاسبات مربوط به قاب ۹ طبقه ۱۴۴
۶-۲-۱- انجام آنالیز بارافزون بر روی قاب ۳ طبقه ۱۴۴
۶-۲-۲- تبدیل منحنی بار – افزون به منحنی IDA ۱۴۵
۶-۲-۳- رسم منحنی شکنندگی ۱۴۶
۶-۲-۴- محاسبه هزینه چرخه عمر ۱۴۷

فهرست اشکال

شکل (۱-۱) فرایند بهینه یابی [۲] ۲
شکل (۲-۱) مراحل اجرای الگوریتم ژنتیک به صورت شماتیک ۱۵
شکل (۲-۲) فلوچارت برنامه نویسی ژنتیک ۱۸
شکل (۲-۳) جابجایی چند نقطه ۱۹
شکل (۲-۴) ترکیب تک نقطه ای ۲۱
شکل (۲-۵) ترکیب دو نقطه ای ۲۲
شکل (۲-۶) ترکیب یکنواخت ۲۳
شکل (۲-۷) شبیه سازی جهش به کمک نمودار ۲۴
شکل (۲-۸) فرار از مینیمم محلی ۲۵
شکل (۲-۹) جهش باینری ۲۵
شکل (۲-۱۰) جهش وارونه سازی بیت ۲۶
شکل (۲-۱۱) پارامترهای مرتبط با هزینه چرخه عمر [۳۴] ۳۵
شکل (۲-۱۲) منحنی خطر لوس آنجلس [۳۸] ۴۰
شکل (۲-۱۳) منحنی برازش شده به منحنی خطر لوس آنجلس ۴۰
شکل (۲-۱۴) رفتار کلی یک سازه متعارف ۵۷
شکل (۳-۱) فلوچارت روش بهینه یابی مبتنی بر ریسک ۶۰
شکل (۳-۲) طیف پاسخ رکوردها ۶۷
شکل (۳-۳) سطح طراحی بهینه [۲۵] ۷۱
شکل (۴-۱) المان تیر با مفصل ۸۲
شکل (۴-۲) رفتار مصالح دو خطی ۸۳
شکل (۴-۳) مقایسه نتایج تحلیل استاتیکی حاصل از این تحقیق و مرجع[۶۴] ۹۰
شکل (۴-۴) مقایسه نتایج تحلیل استاتیکی حاصل از این تحقیق و sap2000 ..... ۹۰
شکل (۴-۵) پلان ساختمان ۳ طبقه ۹۱
شکل (۴-۶) هندسه و اعضای تیپ در قاب ۳ طبقه ۹۲
شکل (۴-۷) منحنی بارافزون قاب بهینه شده ۳ طبقه ۹۳
شکل (۴-۸) منحنی IDA قاب ۳ طبقه برحسب شتاب طیفی ۹۴

شکل (۴-۹) منحنی های IDA قاب ۳ طبقه برحسب ماکزیمم شتاب زمین..... ۹۵
شکل (۴-۱۰) منحنی های شکنندگی قاب بهینه ۳ طبقه..... ۹۷
شکل (۴-۱۱) مقایسه منحنی های شکنندگی قاب ۳ طبقه بهینه شده بر مبنای هزینه چرخه عمر و هزینه اولیه..... ۹۷
شکل (۴-۱۲) تاریخچه همگرایی قاب خمشی ۳ طبقه..... ۹۹
شکل (۴-۱۳) هندسه و اعضای تیپ قاب ۹ طبقه..... ۱۰۱
شکل (۴-۱۴) منحنی بارافزون قاب بهینه شده ۹ طبقه..... ۱۰۲
شکل (۴-۱۵) منحنی IDA قاب ۹ طبقه برحسب شتاب طیفی ۱۰۳
شکل (۴-۱۶) منحنی های IDA قاب ۹ طبقه برحسب ماکزیمم شتاب زمین..... ۱۰۴
شکل (۴-۱۷) توابع و منحنی های شکنندگی قاب بهینه ۹ طبقه..... ۱۰۵
شکل (۴-۱۸) تاریخچه همگرایی قاب خمشی ۹ طبقه..... ۱۰۷
شکل (۴-۱۹) پلان ساختمان، هندسه و اعضای تیپ ساختمان ۵ طبقه..... ۱۱۰
شکل (۴-۲۰) منحنی IDA قاب پنج طبقه برحسب شتاب طیفی..... ۱۱۱
شکل (۴-۲۱) منحنی های IDA قاب پنج طبقه برحسب ماکزیمم شتاب زمین..... ۱۱۲
شکل (۴-۲۲) منحنی های شکنندگی قاب بهینه پنج طبقه ۱۱۳
شکل (۴-۲۳) تاریخچه همگرایی قاب خمشی پنج طبقه ۱۱۴
شکل (۴-۲۴) هندسه و اعضای تیپ در قاب پنج طبقه و سه دهانه..... ۱۱۷
شکل (۴-۲۵) توابع و منحنی های شکنندگی قاب بهینه پنج طبقه و سه دهانه..... ۱۱۸
شکل (۴-۲۶) منحنی خطر شهرهای مختلف ایران [۶۳]..... ۱۲۱
شکل (۴-۲۷) نمودار میانگین فرکانس سالیانه محاسبه شده در این مطالعه برای شهرهای مختلف ۱۲۲
شکل (۴-۲۸) هزینه های بدست آمده برای شهرهای با سطح خطر مختلف..... ۱۲۴
شکل (۴-۲۹) منحنی خطر نواحی فرضی..... ۱۲۵
شکل (۴-۳۰) هزینه چرخه عمر در ۳ ناحیه ۱۲۵
شکل (۴-۳۱) احتمال فراگذشت سالیانه از سطوح خسارت..... ۱۲۶
شکل (۴-۳۲) عملکرد نرخ تورم در هزینه چرخه عمر..... ۱۲۷
شکل (۶-۱) قاب خمشی مثال ۱ [۶۴]..... ۱۳۹
شکل (۶-۲) منحنی بارافزون قاب ۳ طبقه..... ۱۴۰

شکل (۶-۳) منحنی IDA بر حسب Sa و .roof disp ۱۴۱
شکل (۶-۴) منحنی IDA بر حسب ISD و PGA ۱۴۱
شکل (۶-۵) مقادیر و توابع شکنندگی برای قاب ۳ طبقه ۱۴۲
شکل (۶-۶) قاب خمشی مثال ۲ ۱۴۴
شکل (۶-۷) منحنی بارافزون قاب ۹ طبقه ۱۴۵
شکل (۶-۸) منحنی IDA بر حسب Sa و .roof disp ۱۴۵
شکل (۶-۹) منحنی IDA بر حسب ISD و PGA ۱۴۶
شکل (۶-۱۰) مقادیر و توابع شکنندگی برای قاب ۹ طبقه ۱۴۷

فهرست جداول

جدول (۲-۱) حالات حدی تغییر مکان نسبی طبقات برای خرابی های مختلف بر اساس HAZUS ۴۳
جدول (۳-۱) رکوردهای استفاده شده در SPO2IDA [۵۲] ۶۷
جدول (۳-۲) رابطه بین سطوح عملکرد، سطح خرابی، جابجایی نسبی و هزینه های مرتبط ۷۳
جدول (۴-۱) پارامترهای توابع شکنندگی قاب بهینه ۳ طبقه ۹۶
جدول (۴-۲) محاسبه هزینه چرخه عمر سازه ۳ طبقه ۹۸
جدول (۴-۳) مقاطع بهینه و خصوصیات سازه ۳ طبقه ۱۰۰
جدول (۴-۴) پارامترهای توابع شکنندگی قاب بهینه ۹ طبقه ۱۰۵
جدول (۴-۵) محاسبه هزینه چرخه عمر برای سازه ۹ طبقه ۱۰۶
جدول (۴-۶) مقاطع بهینه و خصوصیات سازه ۹ طبقه ۱۰۸
جدول (۴-۷) پارامترهای توابع شکنندگی قاب پنج طبقه ۱۱۲
جدول (۴-۸) محاسبه هزینه چرخه عمر برای سازه پنج طبقه ۱۱۳
جدول (۴-۹) مقاطع بهینه و خصوصیات سازه پنج طبقه و چهار دهانه ۱۱۵
جدول (۴-۱۰) پارامترهای توابع شکنندگی قاب بهینه ۵ طبقه ۱۱۸
جدول (۴-۱۱) محاسبه هزینه چرخه عمر برای سازه ۵ طبقه ۱۱۹
جدول (۴-۱۲) مقاطع بهینه و خصوصیات سازه ۵ طبقه و ۳ دهانه ۱۲۰
جدول (۴-۱۳) مقادیر K_0 و K برای هر شهر ۱۲۱
جدول (۴-۱۴) مقادیر میانگین فرکانس سالیانه محاسبه شده برای شهرهای مختلف ۱۲۲
جدول (۴-۱۵) مقاطع بهینه و خصوصیات سازه ۳ طبقه در شهرهای مختلف ایران ۱۲۳
جدول (۴-۱۶) ثابت های خطر لرزه ای مناطق فرضی ۱۲۴
جدول (۶-۱) پارامترهای توابع شکنندگی قاب ۳ طبقه ۱۴۲
جدول (۶-۲) محاسبات هزینه چرخه عمر ۱۴۳
جدول (۶-۳) مجموع هزینه های سازه ۱۴۳
جدول (۶-۴) پارامترهای توابع شکنندگی قاب ۹ طبقه ۱۴۶
جدول (۶-۵) محاسبات هزینه چرخه عمر قاب ۹ طبقه ۱۴۸
جدول (۶-۶) مجموع هزینه های سازه ۹ طبقه ۱۴۸

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- مقدمه

بهینه‌سازی، تغییر دادن ورودی‌ها و خصوصیات یک دستگاه، فرایند ریاضی و یا آزمایش تجربی است، به نحوی که بهترین خروجی یا نتیجه به دست آید [۱]. همانطور که در شکل (۱-۱) نشان داده شده است فرایند بهینه یابی، ورودی های مسئله را دریافت کرده و با انجام پردازشی بر روی آنها، یک متغیر که بهینه ترین عضو در بین ورودیها میباشد را به عنوان خروجی تولید میکند.

شکل (۱-۱) فرایند بهینه یابی [۲]

مهمترین قدم در حل یک مسئله بهینه سازی، تعریف متغیرهای بهینه سازی و در کنار آن اهداف بهینه سازی می باشد. در مهندسی عمران بخاطر اینکه مهندس با ساخت و ساز، تحلیل و طراحی سازه ها سروکار دارد که در آنها مصالح مختلفی به کار رفته است و از آنها انتظار میرود که بتوانند در مقابل بارهای وارده در طول عمر مفید سازه مقاومت کنند و از سطح مشخصی از ایمنی برخوردار باشند. یک طرح میتواند تعداد زیادی جواب قابل قبول داشته باشد که محدودیتهای فوق را ارضا نماید اما بهترین نوع طرح، آن است که یک هدف خاص را تامین نماید، به عنوان مثال ارزانترین باشد.

روشهای بهینه یابی مختلفی وجود دارد. مطابق با پیچیدگی مسئله روشهای بهینه یابی به دو دسته اصلی دقیق[1] و تقریبی[2] تقسیم میشوند. در روش دقیق علاوه بر اینکه جواب بهینه پیدا میشود بلکه

[1] Exact

[2] Approximate or Heuristic

یافتن جواب بهینه تضمین نیز میگردد. ولی در روشهای تقریبی جوابهای بهینه با تقریب بالا که در زمانی معقول برای کارهای عملی یافته شده اند، مورد توجه خواهد بود. در بسیاری از مسائل در مهندسی سازه به دلیل موجود بودن متغیرهای زیاد و تابع هدف نسبتا پیچیده، مسائل دارای پیچیدگی نسبتا بالایی خواهند بود و یا اینکه حل مسئله بهینه در خصوص آنها نیاز به زمان زیادی خواهد داشت که عملا محدودیت زمانی در بسیاری از مسائل مانع از فرایند بهینه یابی در این شرایط خواهد بود. بدین صورت روشهای تقریبی به عنوان یک جایگزین که میتوانند جوابهای نزدیک به دقیقی تولید کنند در این حوزه بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است.

از جمله روشهای تقریبی میتوان به روشهای فرا اکتشافی[1] اشاره نمود که میتوانند برای حل مسایل با فضای جستجوی بزرگ بکار روند و در نهایت پاسخهای مناسب را در زمان معقول ارائه دهند [۲]. در چند سال اخیر توجه به این روشها فزونی پیدا کرده و کارایی این روشها در حل مسایل بزرگ نشان داده شده است [۳]. روشهای اکتشافی در بهینه یابی برای اولین بار توسط آقای بولبا در سال ۱۹۴۵ ارائه شد[۴].در خصوص روشهای مختلف بهینه یابی فرااکتشافی روشهای پرکاربرد زیر را میتوان ذکر کرد: روش کلونی مورچگان[2] [۵]، سیستم ایمنی مصنوعی[3] [۶]، کلونی زنبورها[4] [۷]، الگوریتم ژنتیک[5] [۹،۸] ، برنامه ریزی ژنتیک[6] [۱۰]، الگوریتم اجتماع ذرات[7][۱۱] و الگوریتم رقابت استعماری[8][۱۲] .

تحقیقات اولیه بهینه یابی در مهندسی عمران بر روی بهینه یابی هزینه های اولیه مانند وزن، حجم و شکل سازه ها متمرکز بوده است. سپس بهینه یابی مبتنی بر رفتاری و عملکرد مد نظر محققان واقع شد. در حالیکه در چند سال اخیر تحقیقات در زمینه کمینه کردن هزینه چرخه عمر که مجموع هزینه های اولیه سازه و هزینه مورد انتظار در طول عمر مفید آن را در بر می گیرد، بیشتر مورد توجه محققان واقع شده است. در تحقیقات صورت گرفته در زمینه بهینه یابی هزینه چرخه عمر، با استفاده از روابط تجربی احتمال خسارت را برای مسائل بهینه سازی برآورد شده

[1] Metaheuristic
[2] Ant colony optimiztion
[3] Artifical immune system
[4] Bee colony
[5] Genetic algorithm
[6] Genetic programming
[7] Particle swarm optimization
[8] Imperialist competitive algorithm

است. استفاده از این روابط خطای زیاد و عدم قطعیت فراوانی دارد و همچنین رفتار سازه هنگام زلزله مورد توجه قرار نمی گیرد، اما به دلیل سرعت بالای محاسبات، مورد توجه محققان قرار گرفته است. همچنین در تحقیقات صورت گرفته برای برآورد خطرپذیری به دو یا سه سطح خطر زلزله اکتفا شده است.

در این مطالعه از منحنی های شکنندگی سازه و منحنی خطر محل احداث آن برای برآورد احتمال خسارت استفاده شده است. این منحنی ها با دقت قابل قبولی و با در نظر گرفتن رفتار سازه و استفاده از تمام سطوح خطر، احتمال خسارت سازه تحت نیروی زلزله را برآورد می کنند. به عبارت دیگر سعی شده است با استفاده از روشی مبتنی بر خطرپذیری، احتمال خسارت ناشی از زلزله را برآورد کرد.

هر پدیده طبیعی وابسته به زلزله (به عنوان مثال، حرکت زمین یا گسیختگی زمین) که دارای پتانسیل ایجاد خرابی باشد، خطر لرزه ای[1] نامیده می شود. درواقع در تحلیل خطرپذیری لرزه ای[2] میزان آسیب پذیری لرزه ای اجزای سازه ای به ازای مقادیر مختلف یکی از پارامترهای نشان دهنده شدت حرکت لرزه ای زمین، بدست آورده میشود که این کار به ترسیم منحنی های شکنندگی[3] می انجامد. با استفاده از منحنی های شکنندگی میتوان احتمال بروز خسارت در سازه تحت نیروی زلزله را محاسبه کرد. بدین ترتیب میزان خسارت ناشی از زلزله و به تبع مقدار هزینه چرخه عمر[4] سازه به دست می آید.

۱-۲- اهداف پایان نامه

اولین هدف از این تحقیق، برآورد احتمال ریسک و خسارت سازه در زلزله با استفاده از منحنی های شکنندگی و منحنی خطر می باشد. هدف دیگر این مطالعه کمینه کردن هزینه مورد انتظار سازه در طول عمر مفید آن می باشد. این هزینه تحت عنوان هزینه چرخه عمر شناخته می شود. در این تحقیق سعی شده است تا روشی جدید مبتنی بر ریسک برای برآورد احتمال خسارت سازه

[1] Seismic hazard
[2] Seismic risk analysis
[3] Fragility curve
[4] Life Cycle Cost

ناشی از زلزله و با استفاده از رویکردی دقیق و سریع ارائه شود. همچنین سعی شده است پارامترهای مربوط به الگوریتم ژنتیک طوری تنظیم شود که بتوان به بهترین نتایج در کمترین زمان ممکن دست یافت. همچنین تحقیقاتی در زمینه تاثیر منحنی خطر و نرخ تورم در هزینه های ساختمان صورت می پذیرد.

نتایج این تحقیق اثر مستقیم بر طراحی سازه های ساختمانی خواهد داشت.

۱-۳- ساختار پایان نامه

فصل دوم مرور کلی بر مطالعات قبلی مربوط به بهینه سازی را ارائه می دهد. این فصل روشهای بهینه سازی را تشریح کرده و کاربرد الگوریتم ژنتیک در مسائل بهینه سازی مهندسی را برجسته می کند. در ادامه بهینه سازی در مهندسی عمران و تحقیقات صورت گرفته در این زمینه بررسی شده است. همچنین هزینه چرخه عمر و نحوه محاسبه آن ارزیابی شده است. در ادامه فصل دوم خطر پذیری لرزه ای و روشهای برآورد آن و همچنین مراحل برآورد توابع شکنندگی بررسی شده است. در انتهای فصل دوم طراحی بهینه بر اساس عملکرد و طراحی لرزه ای به صورت اجمالی بیان شده است. در فصل سوم به طور کلی روش انجام فرایند بهینه یابی بر مبنای ریسک بررسی شده است. برای این منظور در ابتدای فصل الگوریتم این روش قرار داده شده است. در ادامه فرمول بندی مسائل طراحی بهینه شامل روش تحلیل، فرضیات طراحی، متغیرهای طراحی، توابع هدف و قیود طراحی به طور کامل توضیح داده شده است. همچنین اطلاعاتی در مورد انتخاب سیستم سازه ای و مدلسازی آن آورده شده است. در انتهای این فصل بهبود کارایی الگوریتم ژنتیک مورد ارزیابی قرار گرفته است. در فصل چهارم مثالهای عددی برای نشان دادن کارایی روش ابداعی برآورد خرابی سازه ارائه شده است. مثالهای انتخاب شده قابهای خمشی فولادی ۳، ۵ و ۹ طبقه با دهانه های مختلف می باشند که فرآیند بهینه سازی روی آنها اعمال شده است و مقاطعی که از لحاظ هزینه چرخه عمر بهینه ترین هستند نشان داده شده است. در ادامه این فصل بهینه سازی مبتنی بر ریسک برای چند شهر با خطرپذیری مختلف صورت پذیرفته و نتایج مقایسه شده است. در فصل پنجم نتایج اصلی حاصل از این پایان نامه ارائه شده است. کارهای تحقیقاتی آتی نیز پیشنهاد شده است. مشاهده شده است که با افزایش اندک هزینه های اولیه، مجموع هزینه ها در

طول عمر مفید سازه به مقدار قابل توجهی کاهش می یابد. در پیوست الف هزینه چرخه عمر برای قابهایی که در تحقیقات گذشته بهینه یابی بر مبنای هزینه اولیه شده اند، محاسبه شده است.