پردیس بین المللی ارس

گروه عمران

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران گرایش سازه

عنوان

تحلیل ریسک ساختمانهای قاب خمشی فولادی طراحی شده با آیین نامه ۲۸۰۰

استاد راهنما

عبدالرحیم جلالی

استاد مشاور

هدایت ولادی

پژوهشگر

سعید امیرخانی

شهریور ۱۳۹۳

باسپاس از سه وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

موهایشان سپید شد تا ما رو سفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا گرما بخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند...

پدر

مادر

استادانم

تشکر و قدردانی

پروردگارا تو را سپاس که نعمت آموختن به من ارزانی داشتی و چه بی دریغ یاریم کردی هرگاه و هرگاه و هردم که تو را خواندم.

گذراندن مراحل اجرایی و تدوین این پایان نامه پس از الطاف الهی، مدیون بزرگوارانی است که بدون همراهی آنان طی این طریق ممکن نبود.

تحت سزاوار است نهایت سپاس قلبی خود را تقدیم حضور استاد راهنمای ارجمند خود جناب آقای **دکتر جلالی** نمایم که مرا از کمک های ارزنده و راهنمایی های بی دریغش بهرمند ساختند.

از استاد مشاور محترم جناب آقای **دکتر هدایت ولادی** که از نظرات ارزشمندشان بهرمند شدم سپاس گزارم.

از داور محترم جناب آقای **دکتر مسعود حسین زاده اصل** بخاطر تقبل زحمت باز خوانی این پایان نامه متشکرم.

نام خانوادگی دانشجو : امیرخانی **نام :** سعید

عنوان پایانامه :

تحلیل ریسک‌ساختمانهای قاب خمشی فولادی طراحی شده با آیین نامه ۲۸۰۰

استاد راهنما : عبدالرحیم جلالی

استاد مشاور : هدایت ولادی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** عمران **گرایش:** مهندسی سازه **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: فنی و مهندسی **تاریخ فارغ التحصیلی:** شهریور ۹۳ **تعداد صفحه:** ۱۱۰

کلید واژه: تحلیل ریسک زمین لرزه، ارزیابی لرزه‌ای، تحلیل پوش آور، تحلیل خطر احتمالاتی زمین لرزه تبریز، تحلیل استاتیکی غیرخطی، عمر مفید سازه

چکیده:

به علت خسارت‌های سازه‌ای و غیر سازه ای که پس از زلزله ۱۹۴۰ نورث ریج و ۱۹۹۵ کوبه به ساختمان‌ها وارد شد، مفاهیم لرزه‌ای مورد تجدید نظر قرار گرفت و فلسفه طراحی براساس عملکرد به وجود آمد. در نگرش جدید برای هر سطح خطر لرزه‌ای یک حد مشخص از خسارت در نظر گرفته می‌شود و این معیار عملکردی به جهت درنظر گرفتن میزان خرابی بر اساس پارامترهای تغییر مکان طبقات با سایر پارامترهای خسارت مرتبط است. با کاربردی شدن طراحی بر مبنای عملکرد، استفاده مستقیم از تحلیل‌های غیرخطی جهت ارزیابی واقعی‌تر از رفتار سازه در برابر سطوح مختلف زلزله مطرح شد. تحلیل استاتیکی غیر خطی یکی از روش‌های رایج ارزیابی لرزه‌ای سازه‌ها می‌باشد که اطلاعات مفیدی از رفتار سازه در ناحیه الاستیک تا فروریزش در اختیار می‌گذارد که نتایج آن مستقیما جهت کنترل و طراحی سازه قابل استفاده است.

با توجه به گذار آیین نامه‌ها از طراحی مقاومتی به سمت طراحی براساس عملکرد ضرورت بررسی عملکرد لرزه‌ای سازه‌های طراحی شده با آیین نامه‌های قدیم احساس می‌شود تا در صورت نیاز اقدامات

لازم جهت مقاوم سازی، برای رسیدن به هدف عملکردی مورد نظر و همچنین کاهش احتمال خسارت فراتر از انتظار، اقدامات لازم به عمل آید. برای رسیدن به این هدف از تحلیل ریسک احتمالاتی سازه برای پیش بینی میزان خسارت وارد به سازه در اثر رویداد زمین لرزه در منطقه مورد بررسی، استفاده

ادامه چکیده پایانامه :

می‌گردد که نتایج با منظور کردن وضعیت لرزه خیزی منطقه و با استفاده از روابط احتمالاتی بدست می‌آید.

در تحقیق حاضر عملکرد لرزه‌ای قاب ۹ طبقه فولادی طراحی شده طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم در منطقه تبریز مورد بررسی قرار می‌گیرد و راهکاری برای تخمین سطح عملکرد سازه در عمر مفید سازه تحت زلزله سطح طراحی، ارائه گردید. بمنظور تعیین میزان نیروهای وارد بر سازه در اثر زلزله یا به عبارتی تعیین بیشینه مقدار پارامتر جنبش زمین در منطقه مورد مطالعه یا زمین ساخت، دریک بازه زمانی مشخص، از تحلیل خطر لرزه‌ای استفاده شد، همچنین برای تخمین آسیب‌های لرزه‌ای و بررسی عملکرد لرزه‌ای سازه و تخمین میزان خرابی برای سطوح مختلف لرزه‌ای از تحلیل استاتیکی غیرخطی فزاینده استفاده شد. در نهایت تابع منحنی تحلیل خطر لرزه‌ای منطقه مورد نظر با توابع خسارت سازه مورد نظر ترکیب، و نمودار تابع ریسک سازه یا به عبارت دیگر احتمال رویداد زمین لرزه در عمر مفید سازه در مقابل خرابی سازه حاصل گردید. با رویکرد ترکیب منحنی خطر لرزه‌ای و منحنی تحلیل استاتیکی غیر خطی می‌توان احتمال فراگذشت از سطوح عملکردی مختلف را برای سطوح مختلف زمین لرزه محتمل محاسبه نمود و همچنین سطح عملکرد سازه را در مقابل عمر سازه برای سطح زلزله مورد بررسی، بیان نمود.

با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد که طراحی سازه طبق آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم محافظه کارانه بوده و به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد. از این رو بکارگیری طراحی بر اساس عملکرد به اقتصادی تر و دقیق تر طراحی شدن سازه و تامین انتظارات از سازه منطقی تر به نظر می‌رسد.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت تحقیق ۴

۱-۳-فرضیات تحقیق ۵

۱-۴ سئوالات تحقیق ۶

۱-۵- بررسی منابع ۶

۱-۶- مواد و روش ها (روش تحقیق) ۸

۱-۷- نتایج مورد انتظار ۹

فصل دوم : مبانی طراحی براساس عملکرد ۱۰

۲-۱- مقدمه ۱۱

۲-۲- اهداف طراحی ۱۲

۲-۳- روش های طراحی ارتجاعی و خمیری ۱۲

۲-۳- روش ضریب بار و مقاومت (LRFD) ۱۳

۲-۴- لزوم طراحی لرزه ای بر اساس عملکرد ۱۴

۲-۵- مفاهیم بنیادی در روش طراحی براساس عملکرد ۱۵

۲-۶- اهداف عملکرد ۱۸

۲-۷- سطوح عملکرد ۲۰

۲-۷-۱ سطوح عملکرد درSEAOC ۲۲

۲-۷-۱-۱ کارایی کامل (Fully Operational) ۲۲

۲-۷-۱-۲- کارایی (Operational) ۲۳

۲-۷-۱-۳- ایمنی جانی (Life Safety) ۲۳

۲-۷-۱-۴- آستانه فروریزش (Near Collapse) ۲۳

۲-۷-۱-۵- فروریزش (Collapse) ۲۳

۲-۷-۲- سطوح عملکرد تعریف شده توسط ATC40 ..... ۲۳

۲-۷-۲-۱ - سطوح عملکرد سازه ای ۲۴

۲-۷-۲-۲- سطوح عملکرد غیرسازه ای ۲۵

۲-۷-۲-۳- سطوح عملکرد ساختمان ۲۷

۲-۷-۳- سطوح عملکرد تعریف شده توسط دستورالعمل بهسازی لرزهای ساختمان های موجود (نشریه ۳۶۰) ۲۸

۲-۷-۳-۱- سطوح عملکرد اجزای سازه ای ۲۹

۲-۷-۳-۲- سطوح عملکرد اجزای غیرسازه ای ۳۰
۲-۷-۳-۳- سطوح عملکرد ساختمان ۳۱
۲-۸- حرکات زمین ۳۲
۲-۹- ضرورت بررسی مقاوم سازی ۳۲

فصل سوم: مبانی تحلیل استاتیکی غیر خطی و ارزیابی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها ۳۴

۳-۱- مقدمه ۳۵
۳-۲- تحلیل استاتیکی غیرخطی ۳۶
۳-۲-۱- مزایای تحلیل استاتیکی غیرخطی ۳۸
۳-۲ -۲ - محدودیت‌های تحلیل استاتیکی غیرخطی ۳۹
۳-۲-۳- الگوی بارگذاری در تحلیل استاتیکی غیرخطی ۳۹
۳-۲-۳-۱ توزیع نوع اول ۴۰
۳-۲-۳-۲ - توزیع نوع دوم ۴۱
۳-۲-۴ - رفتار غیر خطی اعضا ۴۱
۳-۳ - روش طیف ظرفیت ۴۴
۳-۳-۱- تبدیل منحنی ظرفیت به مختصات ADRS ۴۷
۳-۳-۲ تبدیل طیف نیاز به مختصات ADRS ۴۹
۳-۳-۳ - تخمین میرایی ویسکوز معادل در هر نقطه از طیف ظرفیت ۴۹
۳-۳-۴- میرایی ویسکوز موثر و انواع رفتار سازه‌ای ۵۱
۳-۳-۵ - طیف نیاز غیرخطی ۵۲
۳-۳-۶- تعیین موقعیت نقطه عملکرد ۵۳

فصل چهارم: تحلیل خطر احتمالاتی شهر تبریز ۵۵

۴-۱- مقدمه ۵۶
۴-۲- شناسایی گسلهای گستره ی طرح ۵۶
۴-۳- تحلیل داده‌های لرزه‌ای و برآورد پارامترهای لرزه‌ای منطقه مورد مطالعه ۵۸
۴-۳-۱ گردآوری فهرست داده‌های زمین‌لرزه‌ها ۵۸
۴-۳-۲- بزرگاری زمین‌لرزه‌ها ۵۹
۴-۳-۳- پردازش فهرست زمین‌لرزه‌ها ۶۰
۴-۳-۴- برآورد پارامترهای لرزه خیزی ۶۱
۴-۳-۴-۱ رابط بزرگا ـ فراوانی ۶۱
۴-۳-۴-۲- دسته بندی زمین‌لرزه‌ها ۶۳
۴-۳-۴-۳- خطای بزرگا ۶۴
۴-۳-۴-۴- تعیین بزرگای آستانه و حداکثر ۶۴
۴-۴- بدست آوردن تابع توزیع چگالی ۶۵
۴-۵- انتخاب رابطه کاهندگی ۶۶

۴-۶- روند حل ۶۸
۴-۷- منحنی تحلیل خطر ۶۹
۴-۸- ارائه طیف طرح ۷۰
۴-۹- بررسی نتایج عددی و مقایسه با آیین نامه ۲۸۰۰ ۷۱

فصل پنجم : تحلیل ریسک لرزهای و ارائه نتایج ۷۴

۵-۱-مقدمه ۷۵
۵-۲- مشخصات مدل سازهای ۷۶
۵-۳- طراحی سازه ۷۶
۵-۳-۱- بارگذاری ۷۷
۵-۳-۱-۱- بارگذاری ثقلی ۷۷
۵-۳-۱-۲- بارگذاری جانبی ۷۷
۵-۳-۲- مدلسازی سازه ۷۸
۵-۳-۲-۱- هندسه سازه و تعریف مشخصات مصالح ۷۸
۵-۳-۲-۲- تعریف مشخصات مقاطع ۷۸
۵-۳-۳- کنترلهای آیین نامه ای طراحی ۷۹
۵-۳-۳-۱- کنترل تنش ۷۹
۵-۳-۳-۲- جابجایی کل سازه ۷۹
۵-۳-۳-۳- کنترل واژگونی ۷۹
۵-۳-۳-۴- کنترل نسبت جابجایی نسبی طبقات (Drift Ratio) ۸۰
۵-۴- تحلیل پوش آور ۸۱
۵-۴-۱- فرضیات مدلسازی در برنامه OpenSees ۸۱
۵-۴-۲- الگوی بارگذاری ۸۱
۵-۴-۳- نتایج تحلیل استاتیک غیر خطی ۸۱
۵-۵- تعیین نقطه عملکرد سازه ۸۵
۵-۶- نتایج تحلیل ریسک ۸۶
۵-۶-۱- بررسی نتایج تحلیل ریسک زلزله ۸۹
۵-۶-۱- ۱- بررسی نتایج جابجایی طبقات ۸۹
۵-۶-۱-۲-بررسی نتایج نسبت جابجایی نسبی طبقات ۹۳
۵-۷- ارزیابی خسارت با استفاده از منحنی شکنندگی ۹۵

فصل ششم : نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات ۹۹

۶-۱-مقدمه ۱۰۰
۶-۲-نتایج ۱۰۳
۶-۳-پیشنهادات ۱۰۵

پیوست ها **۱۰۶**
پیوست ۱ ..... ۱۰۷
پیوست ۲ ..... ۱۰۷

منابع و مراجع **۱۰۸**

فهرست شکل ها

جدول ۲-۱- تعریف عملکرد سازه ای ۲۱
جدول ۲-۲- معیارهای پذیرش سطوح عملکرد ایمنی جانی وآستانه فروریزش ۲۲
جدول۳-۱- مقادیر k بر اساس نوع رفتار سازه ۵۳
جدول ۳-۲- مقادیر حداقل ضرایب کاهش ناحیه سرعت و شتاب ثابت ۵۳
جدول ۴-۱- گسلهای مهم اطراف ساختگاه در شعاع ۱۵۰ کیلومتری تبریز ۵۷
جدول ۴-۲- پنجره های زمانی و مکانی برای حذف پیشلرزه و پسلرزه ۶۰
جدول ۴-۳- آمار زمین‌لرزهای گستره طرح ۶۱
جدول ۴-۴- پارامترهای لرزه ای محاسبه شده به روش کیکو برای شهر تبریز ۶۵
جدول ۴-۵- تابع توزیع چگالی ۶۵
جدول ۴-۶- ضرایب رابطه کاهندگی امبرسیز و همکاران ۲۰۰۵ برای PGA ۶۷
جدول ۵-۱- خلاصه بار مرده و زنده وارد بر تیرهای قاب ۷۷
جدول ۵-۲– تغییر مکان هدف برای سازه تحت الگوهای بارگذاری مثلثی و مدال ۸۵

فهرست شکل ها

شکل۳-۱- منحنی تیپ ظرفیت سازه ۳۸
شکل۳-۲- مدل های غیرخطی ایده آل شده اعضای تیر-ستون ۴۲
شکل۳-۳- انواع مدل های هسترزیس ۴۳
شکل۳-۴- مفاصل تیپ تعیین شده در FEMA۲۷۳ ..... ۴۳
شکل۳-۵- مراحل تعیین عملکرد لرزه‌ای بر اساس روش طیف ظرفیت ۴۵
شکل۳-۶- طلاقی طیف ظرفیت و نیاز برای تعیین نقطه ی عملکرد ۴۷
شکل ۳-۷- نمونه ای از محاسبات ضریب مشارکت مدی و ضریب جرم مدی ۴۸
شکل ۳-۸- تبدیل طیف نیاز به فرمت SRDA ۴۸۹
شکل۳-۹- تعریف میزان انرژی جذب شده و انرژی کرنشی حداکثر سازه ۵۱
شکل ۴-۱- نقشه گسلهای مهم اطراف ساختگاه در شعاع ۱۵۰ کیلومتری تبریز ۵۷
شکل ۴-۲- نمودار گوتنبرگ ـ ریشتر حاصل برای داده های لرزه‌ای شهر تبریز ۶۲
شکل ۴-۳- تابع توزیع چگالی ۶۶
شکل ۴-۴- منحنی تحلیل خطر احتمالاتی برای PGA برای شهر تبریز ۶۹
شگل ۴-۵- طیف شتاب طرح آیین نامه ۲۸۰۰ و طیف ویژه ساختگاه نظیر ۱۰٪ در ۵۰ سال شهر تبریز با نوع خاک II ۷۱
شکل ۴-۶- منحنی تحلیل خطر احتمالاتی برای سازه مورد نظر در شهر تبریز ۷۳
نمودار ۵-۱- منحنی ظرفیت ۷۶
شکل ۵-۲- سازه ۹ طبقه طراحی شده براساس آیین نامه ۲۸۰۰ ..... ۸۰
شکل ۵-۳- منحنی ظرفیت سازه با الگوی بار جانبی مثلثی برای جابجایی مرکز جرم طبقه بام ۸۲
شکل ۵-۴- منحنی ظرفیت سازه با الگوی بار جانبی مثلثی برای حداکثر نسبت جابجایی نسبی طبقات ۸۲
شکل ۵-۵- منحنی ظرفیت سازه با الگوی بار جانبی مودال برای جابجایی مرکز جرم طبقه بام ۸۳
شکل ۵-۶- منحنی ظرفیت سازه با الگوی بار جانبی مودال برای حداکثر نسبت جابجایی نسبی طبقات ۸۳
شکل ۵-۷- مقایسه منحنی ظرفیت سازه با الگوی بار جانبی مودال و مثلثی برای جابجایی مرکز جرم طبقه بام ۸۴
شکل **۵-۸-** مقایسه منحنی ظرفیت سازه با الگوی بار جانبی مودال و مثلثی برای حداکثر نسبت جابجایی نسبی طبقات ۸۴
شکل ۵-۹- منحنی احتمال فراگذشت سالیانه در برابر برش پایه سازه (احتمال فراگذشت سالیانه-برش پایه) ۸۶
شکل ۵-۱۰- منحنی ریسک زلزله برای جابجایی مرکز جرم طبقه بام (در مقابل احتمال فراگذشت سالیانه) ۸۷
شکل ۵-۱۱- منحنی ریسک زلزله برای جابجایی مرکز جرم تمامی طبقات (در مقابل احتمال فراگذشت سالیانه) ۸۷
شکل ۵-۱۲- منحنی ریسک زلزله برای حداکثر نسبت جابجایی نسبی طبقات (در مقابل احتمال فراگذشت سالیانه) ۸۸
شکل ۵-۱۳- منحنی ریسک زلزله برای نسبت جابجایی نسبی تمامی طبقات (در مقابل احتمال فراگذشت سالیانه) ۸۸
شکل ۵-۱۴- بررسی سطح عملکرد سازه با احتمال فراگذشت سالیانه از زلزله محتمل ۸۹

شکل ۵-۱۵- منحنی ریسک زلزله برای ابجایی مرکز جرم طبقه بام بهمراه مقادیر مجاز(در مقابل احتمال فراگذشت سالیانه) ۹۰
شکل ۵-۱۶- منحنی ریسک زلزله جابجایی مرکز جرم طبقه بام (مقدار ریسک پذیرفته شده برای سازهای که با آیین نامه ۲۸۰۰ طراحی گردیده است، در طول عمر سازه) ۹۲
شکل ۵-۱۷- منحنی ریسک زلزله جابجایی مرکز جرم طبقه بام (مقدار ریسک پذیرفته شده برای سازهای که با آیین نامه ۲۸۰۰ طراحی گردیده است، در طول عمر سازه) ۹۲
شکل ۵-۱۸- منحنی ریسک زلزله حداکثر نسبت جابجایی نسبی (مقدار ریسک پذیرفته شده برای سازهای که با آیین نامه ۲۸۰۰ طراحی گردیده است، در طول عمر سازه) ۹۴
شکل ۵-۱۹- منحنی ریسک زلزله نسبت جابجایی نسبی طبقات (مقدار ریسک پذیرفته شده برای سازهای که با آیین نامه ۲۸۰۰ طراحی گردیده است، در طول عمر سازه) ۹۴
شکل ۵-۲۰- بررسی سطح عملکرد سازه در منحنی ریسک حداکثر نسبت جابجایی نسبی طبقات ۹۵
شکل ۵-۲۱- منحنی شکست سازه در حالت حدی ۹۸

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه

در دهه‌های اولیه قرن بیستم واژه‌های مقاومت و عملکرد مترادف و هم معنی تصور می‌شدند و از حدود ۳۵ سال پیش بود که تفاوت این دو واژه مشخص شد و مشاهده گردید که افزایش مقاومت لزوما به معنای ایمنی بیشتر و خرابی کمتر نیست. بدین ترتیب روش‌های طراحی براساس عملکرد ابداع گردید. در این روش‌ها عملکرد سازه در اثر زلزله اعمالی، مبنای طراحی سازه خواهد بود. در روش‌های طراحی جدید لازم است تا شدت زلزله متناسب با عملکرد سازه مشخص گردد. با توجه به این نکته که آیین نامه‌های طراحی رو به پیشرفت هستند از این رو توصیه می‌شود سازه‌هایی که با آیین نامه‌های قدیم طراحی شده‌اند که در این آیین نامه‌ها اساس و ماهیت طراحی براساس روش‌های طراحی مقاومتی هستند، از نظر عملکردی مورد ارزیابی قرار گرفته و در صورت نیاز اقدامات لازم جهت مقاوم سازی برای رسیدن به هدف عملکردی و همچنین کاهش احتمال خسارت فراتر از انتظار، اقدامات لازم به عمل آید. از این رو در این تحقیق بنا برآن نهاده شده با استفاده از تحلیل ریسک احتمالاتی راهکاری برای نیل به اهداف بالا ارائه شود.

از تحلیل ریسک زمین لرزه به عنوان پیش بینی میزان خسارت سازه وارده در اثر رویداد زمین لرزه در یک ناحیه خاص تعریف می‌شود یا به عبارت دیگر عملکرد سازه، طی زلزله محتمل برای منطقه بدست می‌آید. یک بخش بنیادی از تحلیل ریسک، تحلیل خطر زمین لرزه است که احتمال وقوع یک خطر لرزه‌ای منطقه مورد مطالعه یا زمین ساخت را دریک بازه زمانی مشخص تخمین می‌زند.

تحلیل ریسک احتمالاتی کاربرد زیادی نزد طراحان و مهندسان و برنامه ریزان برآورد خسارت و مقاوم سازان و مهندسان زلزله دارد. مشخص کردن سطح طراحی سازه‌ها و بطور اختصاصی ارزیابی ایمنی تسهیلات موجود، برنامه‌ریزی اجتماعی اقتصادی، کاهش اثرات بلایا و تعیین پیش نیازهای کاهش خطر و ریسک زلزله در سال‌های اخیر به صورت احتمالاتی تعریف شده‌اند. قالب احتمالاتی، روش معین مرسوم را تکمیل و ابزار جدیدی برای ارزیابی ریسک زلزله فراهم نموده است. به دلیل آنکه زلزله‌ها و اثرات آنها همگی

پدیده‌های تصادفی هستند، احتمالات برای تعیین زلزله بسیار مناسب هستند. PSRA[1] (تحلیل احتمالاتی ریسک) بهترین ابزار برای دستیابی به مشخصه‌های پدیده تصادفی زلزله و عدم اطمینان آن در طراحی سازه‌ها می‌باشد که جزء اصلی آن تحلیل خطر زلزله احتمالاتی و تحلیل ریسک سازه که تعیین عملکرد سازه می‌باشد، است.

بطور خلاصه هدف PSRA تعیین احتمال خسارات ناشی از زلزله به ازای دوره بازگشت های مختلف زلزله می‌باشد. این کار نیازمند PSHA[2] می‌باشد که برای تخمین احتمالاتی پارامترهای حرکت زمین برای طرحی به کار می‌رود.

آخرین گام ارزیابی ریسک زلزله ارزیابی جنبش نیرومند زمین و تعمیم آن به خسارت سازه می‌باشد این کار به کمک تابع خسارت که ریسک زلزله را به صورت گراف بیان می کند، انجام می‌شود.

مراحل تحلیل ریسک احتمالاتی:

۱. مدل سازی سازه مفروض و محاسبه دوره تناوب اصلی سازه
۲. انجام تحلیل خطر احتمالاتی برای منطقه مورد نظر به ازاء دوره تناوب سازه مورد نظر که این مرحله خود از گام‌های زیر تشکیل شده است

- شناسایی گسلهای گستره‌ی طرح
- تخمین پارامترهای لرزه خیزی
- بدست آوردن تابع توزیع چگالی
- انتخاب رابطه کاهندگی مناسب بر اساس منطقه
- نتایج عددی و بدست آوردن نمودار منحنی تحلیل خطر(نمودار APE[3])
- تبدیل نمودار منحنی تحلیل خطر به نمودار برش پایه-فراگذشت سالیانه به کمک رابطه $V = \frac{ABI}{R} \times W = \frac{(acc)I}{R} \times W$ برای سازه مورد بررسی

1- Probabilistic Seismic Risk Analysis
2- Probabilistic Seismic Hazard Analysis
3- Annual Probability Event

۳. بدست آوردن منحنی ظرفیت سازه به کمک تحلیل استاتیکی غیر خطی (تحلیل پوش آور) (برای بدست آوردن دقیقتر نتایج از تحلیل پوش آور مودال استفاده می‌شود) برای سازه مورد نظر و بدست آوردن نمودار برش پایه- خسارت

تحلیل استاتیکی غیر خطی به کمک نرم افزار Opencees که تحت زبان برنامه نویسی TCL[۴] است و به روش تحلیل ماتریسی به آنالیز سازه مورد نظر می‌پردازد، انجام می‌شود.

۴. رسم نمودار ریسک (خسارت-فراگذشت سالیانه) از روی نتایج مراحل ۲ و ۳

و در نهایت با تعمیم نتایج و نمودارهای بدست آمده از تحلیل خطر لرزه‌ای و تحلیل پوش آور می‌توان ریسک لرزه‌ای مورد انتظار برای سازه با دوره بازگشت‌های نیروی برشی معادل برای زلزله‌های محتمل در منطقه مورد نظر را بدست آورد. برای مثال می‌توان عملکرد سازه مورد نظر را برای زلزله‌ای با دوره بازگشت ۱۰ درصد در ۵۰ سال که هدف از طراحی براساس آیین نامه است (هدف طراحی آیین نامه، تامین ایمنی جانی برای سازه طراحی شده براساس آیین نامه است) را تخمین زد. با این روش می‌توان سطح عملکرد سازه را با توجه به دوره بازگشت زلزله محتمل برای منطقه، مورد بررسی دقیق قرار داد.

۱-۲- ضرورت تحقیق

اگرچه عامل اصلی و زمان و مکان رویداد زلزله به روشنی مشخص نیست ولی در هر صورت زمین شناسان به این نتیجه رسیده‌اند که تغییر شکل‌های ناشی از حرکت قاره‌ها نسبت به یکدیگر، که در اصطلاح مهندسی زلزله از این پوسته‌های متحرک به صفحات تکتونیکی یاد می‌شود، موجب افزایش انرژی ذخیره شده در پوسته جامد زمین شده و این انرژی پتانسیل تا آنجا افزایش می‌یابد که پوسته زمین قادر به ذخیره بیشتری از این انرژی را نداشته و به ناچار پوسته گسیخته شده و موجب جنبش‌های نیرومندی در زمین می‌شود

5- Tool Control Language

[۱-۴]. هدف اصلی آیین‌نامه‌های ساختمانی موجود، حفظ امنیت جانی در زلزله‌های ضعیف و متوسط و ممانعت از فروریزش سازه در زلزله‌های قوی است. با این وجود اطمینان از کسب این اهداف کاملا مشخص نیست. بر این اساس یک توافق عمومی بین محققین و متخصصین مبنی بر اینکه طراحی‌های لرزه‌ای آینده نیازمند آنند که چندین وضعیت عملکردی را کسب کنند، به وجود آمده است [۵]. از آنجایی که آیین نامه‌های طراحی از طراحی براساس مقاومت به سمت طراحی براساس عملکرد می‌باشند بنابراین آیین‌نامه‌های لرزه‌ای در معرض تغییرات بنیادی هستند. یکی از دلایل اصلی که موجب این تغییرات شده این است که اگر چه ساختمان‌های طراحی شده بر اساس آیین‌نامه‌های موجود که براساس حالت حدی و یا در ویرایش‌های گذشته طراحی براساس تنش مجاز صورت می‌گرفت و در برابر زلزله‌های رویداده عملکرد خوبی در سطح ایمنی جانی داشته‌اند اما خرابی‌های سازه‌ای، ضررهای اقتصادی ناشی از عدم بهره‌برداری و هزینه‌های بازسازی را به طور قابل ملاحظه‌ای،افزایش داده است.

بر این اساس بررسی وضعیت عملکردی سازه از اولویت‌های طراحی و یا ارزیابی عملکردی سازه‌ها می‌باشد از این رو در این تحقیق با توجه به ضرورت دیدگاه عملکردی بنا برآن نهاده شده با استفاده از ماهیت تحلیل ریسک احتمالاتی، روند تحلیلی برای بررسی عملکرد سازه‌ای ارائه و همچنین راهکاری برای نیل به اهداف بیان شده ارائه شود.

۱-۳-فرضیات تحقیق

- در این تحقیق منطقه مورد نظر شهر تبریز می‌باشد و تحلیل خطر احتمالاتی برای این شهر انجام صورت می‌گیرد.
- سازه مورد بررسی برای شهر تبریز، طبق آیین نامه ۲۸۰۰-ویرایش سوم طراحی شده
- توابع خرابی در مقابل برش پایه برای سازه مورد بررسی، به روش تحلیل استاتیکی غیر خطی محاسبه می‌گردد.

۱-۴ سئوالات تحقیق

در این تحقیق از جمله مهمترین سوالات پیش رو به شرح ذیل می‌باشند:

- شدت سطوح خطر لرزه‌ای برای شهر تبریز با توجه به دوره بازگشت زمین‌لرزه به چه میزان می‌باشد؟
- چگونگی محاسبه عملکرد سازه متناسب با منظور کردن طول عمر سازه؟
- از سازه طراحی شده چه سطح عملکردی در طول زمان انتظار می‌رود؟
- مقادیر جابجایی و نسبت تغییر مکان‌های نسبی طبقات سازه به چه میزان از مقادیر مجاز آیین نامه‌ای در طول عمر سازه مدل شده اختلاف خواهند داشت؟

۱-۵- بررسی منابع

روش کنونی طراحی سازه‌ها، بر مبنای طراحی به روش مقاومت است که شامل تخمین برش پایه در سازه و توزیع آن در ارتفاع و تعیین مقاومت مورد نیاز اجزای سازه‌ای در برابر این بار می‌باشد. صرفنظر از کاستی‌هایی که در این روش وجود دارد، بیان رفتار اجزای سازه‌ای از طریق تک پارامتر مقاومت (مقاومت تسلیم یا مقاومت طراحی بسته به روش طراحی) در بسیاری موارد منطقی به نظر نمی‌رسد. تعیین ظرفیت‌ها بر این اساس، رفتار واقعی سازه را مشخص نمی‌کند، زیرا رفتار سازه، ترکیب به هم آمیخته و در هم تنیده اجزای آن است و اجزای سازه هر کدام بسته به کارایی مورد نظر و جنس خود دارای ویژگیهای رفتاری متفاوتی هستند (رفتار هیسترتیک، مقاومت، شکل پذیری، خستگی کم چرخه و...). بدین ترتیب، یافتن روشی هماهنگ با این ویژگی‌ها ضروری می‌باشد، بنابراین مد نظر قرار دادن پارامترهای بیان کننده عملکرد و قابلیت سازه اهمیت بسزایی دارد، که آدرین و نلسون در سال ۲۰۰۱ به مطالعه‌ای گسترده در این زمینه پرداختند[۶].

در طرح کلاسیک سازه‌ها، ایمنی سازه‌ها با محدود نمودن تنش‌ها در حد جاری شدن مصالح حاصل می‌شود، اما حتی زلزله‌های متوسط ممکن است باعث جاری شدن بعضی از عناصر سازه‌ای شوند بنابراین برای پیش بینی عملکرد ساختمان‌ها در مقابل زلزله نیاز به روش‌های تحلیلی غیرخطی می‌باشد. با رعایت مفاد آیین نامه انتظار می‌رود ساختمان‌ها در زلزله‌های خفیف و متوسط بدون وارد شدن خسارت عمده سازه‌ای و در زلزله‌های شدید بدون فروریختن، قادر به مقاومت باشند. برای رسیدن به این هدف، نیاز به اطلاعاتی درباره نحوه توزیع نیروها و تغییر شکل‌ها در اعضای سازه هنگام زلزله می‌باشد که مستلزم تحلیل غیرخطی و پیش بینی مفاصل پلاستیک و شناخت خصوصیات مد انهدام می باشد.تحلیل استاتیکی غیر خطی فزاینده یکی از روش‌های رایج ارزیابی لرزه‌ای سازه‌ها در حوزه رفتار غیر خطی می‌باشد که این روش بارهای جانبی با یک الگوی مشخص بر روی سازه اعمال شده و تغییر مکان و نیروها در هر مرحله از بارگذاری محاسبه می‌گردند .این کار تا جایی ادامه می یابد که سازه به یک تغییرمکان معین(تغییرمکان هدف) برسد یا سازه فرو بریزد. در این حالت ارزیابی لرزه‌ای امکان پذیر است. در این زمینه سرو مقدم و روشن تحقیقات گسترده‌ای انجام دادند[7].

دیلمی و نادعلی به مطالعه موردی رفتار سازه با استفاده از روش‌های نوین تحلیل استاتیکی و بررسی مزایا و معایب و مقایسه نتایج حاصل از تحلیل بار افزون پرداختند[8].

با توجه به اهیت بررسی عملکرد لرزه‌ای سازه‌ها دستورالعمل‌ها و آیین نامه‌ها روش استاتیکی غیر خطی را جهت مطالعه رفتار غیرخطی سازه پیشنهاد می‌دهند، از این رو دستورالعمل بهسازی لرزه‌ای ساختمان‌های موجود مرجع اصلی برای کاربران در کشور ایران می‌باشد[9].

تحلیل سازه در مهندسی زلزله به دلایلی از جمله دینامیکی و معمولاً غیر خطی بودن مسأله، پیچیده بودن سیستم سازه ای و تصادفی بودن اطلاعات ورودی یک امر مشکل می باشد .استفاده از تحلیل غیر خطی تاریخچه زمانی راه حل منطقی برای حل این مشکل می‌باشد اما انجام چنین تحلیلی برای طراحی سازه‌های معمولی کاربردی نیست و برای سازه‌های مهم استفاده می‌شود .از طرف دیگر روش‌های موجود در آیین

نامه‌های ساختمانی منطبق بر فرض عملکرد الاستیک خطی سازه می‌باشد که توانایی تأمین اطلاعاتی دربارهٔ مقاومت، شکل پذیری و توانایی اتلاف انرژی در سازه را ندارد. استفاده از تحلیل‌های غیرخطی ساده شده مانند تحلیل استاتیکی غیرخطی راه حل منطقی برای تحلیل وشناخت عملکرد سازه می باشد در این زمینه حسن و گریرسون مطالعات جامعی انجام دادند[10].

در زمینه تحلیل خطر احتمالاتی کیکو [11] و گرین [12] با بررسی جامع داده‌های موجود به ارائه روش احتمالاتی تحلیل خطر و همچنین مطالعات مروری در زمینه تحلیل خطر احتمالاتی پرداخته‌اند.

۱-۶- مواد و روش ها (روش تحقیق)

مرحله اول انجام تحلیل خطر احتمالاتی زمین لرزه است. تحلیل خطر لرزه‌ای ابزاری است که احتمال بلند مدت وقوع یک رویداد را در منطقه مورد مطالعه به ازای یک زمان و اندازه مشخص، مورد بررسی قرار می‌دهد.

گام دوم، تحلیل ریسک زلزله شامل تخمین آسیب‌های زمین لرزه برای سازه مورد نظر و بررسی توابع خرابی و خسارت است. این مرحله توسط نرم افزار OpenSees انجام می‌گیرد و تابع خرابی و مقدار سطح خرابی در سطوح مختلف زمین لرزه بدست می‌آید. به وسیله این تابع می‌توان مقدار آسیب پذیری سازه را برای یک سطح زمین‌لرزه خاص تخمین زد. برای انجام این مرحله از تحلیل استاتیکی غیرخطی استفاده می‌شود که نمودار ظرفیت سازه (مشخصه‌ی خرابی در مقابل افزایش برش پایه سازه) را ارائه می‌دهد. همچنین در این مرحله عملکرد سازه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در مرحله سوم، خطر زمین‌لرزه به ریسک سازه تبدیل می‌گردد به مفهوم اینکه در این مرحله تابع نمودار تحلیل خطر در منطقه مورد نظر با توابع خسارت در سازه مورد نظر در منطقه مورد نظر ترکیب می‌شود و نمودار تابع ریسک سازه یعنی فراوانی رویداد زلزله در سطوح مختلف لرزه‌ای در مقابل خرابی سازه حاصل می‌شود.