بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

دانشگاه علم و فرهنگ

دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران – گرایش زلزله

مقاوم سازی ستونهای قابهای بتنی با استفاده ازالیاف FRP بر اساس سطح عملکرد

نگارش

فاضل ناصرزاده

استاد راهنما

دکتر ایمان حاجی رسولی‌ها

شهریورماه ۱۳۹۲

تقدیم به روح پاک پدرم

که توانش رفت تا بـه توانـایی رسـم و مـویش سـپید گشت تا رویم سفید بماند

تقدیم به مادر مهربانم

که وجودش همـه مهـر و وجـودم بـرایش همـه رنـج است

تقدیر و تشکر از اســتاد عزیــز و ارجمنــدم جنــاب آقــای دکتر حاجی رسولیها :

تو روشنایی بخش تاریکی جان هستی و ظلمت اندیشه را نور می بخشی چگونه سپاس گویم مهربانی و لطف تو را که سرشار از عشق و یقین است. چگونه سپاس گویم تأثیر علم آموزی تو را که چراغ روشن هدایت را بر کلبه ی محقر وجودم فروزان ساخته است. آری در مقابل این همه عظمت و شکوه تو مرا نه توان سپاس است و نه کلام وصف.

چکیده:

مقاوم سازی از جمله اقدامات مهمی است که در این چند دهه‌ی اخیر بسیار مورد توجه مهندسین عمران قرار گرفته است. با این کار هم در جهت اطمینان به سازه بهبود می‌بخشیم و هم در مقابل حوادث غیر مترقبه از جمله زلزله و باد و از این قبیل، مقاومت سازه را افزایش می‌دهیم .پلیمر - های الیافی(FRP) از جمله مصالحی هستند که در بهسازی بتن آرمه استفاده می‌شود. در این مطالعه اثر الیاف کربن ، آرامید ، شیشه و بازالت را بر روی ستونهای قاب های مختلف با تعداد لایه های مختلف الیاف مورد بررسی قرار داده و بوسیله تحلیل استاتیکی غیرخطی معیارهای پذیرش جدیدی پس از استفاده از FRP بر اساس حداکثرجابجایی بام ، نسبت کرنش به کرنش نهایی قیل و بعد از مقاوم سازی و در نهایت ظرفیت پلاستیک برای سطوح عملکرد مختلف بدست می آوریم در پایان نیز بهترین نوع الیاف از لحاظ بالاترین سطح عملکرد معرفی می شود.

کلمات کلیدی: طراحی بر اساس سطح عملکرد،مقاوم سازی،الیاف پلیمری(FRP) ،قاب های بتن مسلح،Sap2000v15

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه وپیشینه ۱

۱-۱- پیشینه ۲

۱-۲- مقاوم سازی با استفاده از کامپوزیت های FRP ۳

۱-۳- استفاده بهینه از مصالح FRP ۵

۱-۴- هدف از تحقیقات ۵

۱-۵- ساختار پایان نامه ۷

فصل دوم: معرفی مواد کامپوزیتی ۸

۲-۱- مقدمه ۹

۲-۲- ساختار مطالح FRP ۹

۲-۳- خصوصیات الیاف ۱۰

۲-۴- مزایا و معایب ۱۱

۲-۵- مشخصات اساسی محصولات کامپوزیتی FRP ۱۲

۲-۵-۱- مقاومت در مقابل خوردگی ۱۲

۲-۵-۲- مقاومت کششی ۱۲

۲-۵-۳- مدول الاستیسیته ۱۳

۲-۵-۴- وزن مخصوص ۱۳

۲-۵-۵- عایق بودن ۱۳

۲-۵-۶- خستگی ۱۳

۲-۵-۷- خزش ۱۴

۲-۵-۸- چسبندگی با بتن ۱۴

۲-۶- انواع الیاف ۱۴

۲-۶-۱- الیاف شیشه ۱۴

۲-۶-۲- الیاف کربن ۱۵

۲-۶-۳- الیاف آرامید ۱۶
۲-۶-۴-الیاف بازالت ۱۷
۲-۷- ملاحظات اقتصادی کاربرد FRP ۱۹
۲-۸- رفتار تنش- کرنش بتن محصور شده بوسیله الیاف پلیمری ۲۰
۲-۸-۱- محصورشدگی ستون ۲۲
۲-۹- مقاوم سازی سازه های بتن آرمه با مواد FRP ۲۵
۲-۹-۱- روش های مقاوم سازی با FRP ۲۷
۲-۱۰- تحقیقات انجام شده درمورد بهسازی لرزه ای ستون های بتنی از ورق FRP ۲۹
۲-۱۱- نتیجه گیری ۳۱

فصل سوم: مدلسازی **۳۳**
۳-۱- معرفی ۳۴
۳-۲- مشخصات کلی سازه ۳۴
۳-۲-۱- هندسه ی سازه ۳۵
۳-۲-۲- مشخصات مصالح ۳۵
۳-۲-۲-۱- فولاد ۳۵
۳-۲-۲-۲- بتن ۳۶
۳-۲-۲-۳- مصالح کامپوزیت FRP ۳۷
۳-۲-۳- مشخصات کلی مدل های اولیه ۴۱
۳-۳- مدل سازی قاب در برنامه Sap2000v15 ..... ۴۱
۳-۳-۱- معرفی برنامه ۴۱
۳-۳-۲- تعریف کردن وزن مدل برنامه ۴۲
۳-۳-۳- مدل سازی کامپوزیت FRP ۴۳
۳-۳-۴- مدل سازی بارهای وارد شده به سازه ۴۳
۳-۳-۵- بارهای جانبی (نیروی زلزله) ۴۳
۳-۳-۶- فرضیات تحلیل ۴۴

فصل چهارم: بررسی و تحلیل نتایج ۴۵

۴-۱- مقدمه ۴۶

۴-۲- بررسی قاب های مختلف سازه های اصلی و تقویت شده با لایه های مختلفCFRP ۴۶

۴-۲-۱- زمان تناوب مود اول ۴۷

۴-۲-۲- بیشترین جابه جایی بام ۵۱

۴-۲-۳- حداکثر جابه جایی نسبی طبقات ۵۴

۴-۳- بررسی قاب های مختلف ۱۰ طبقه سازه اصلی و تقویت شده باجنس های مختلف FRP ۵۶

۴-۳-۱- زمان تناوب مود اول ۵۶

۴-۳-۲- بیشترین جا به جایی بام ۵۷

۴-۴- کرنش نهایی محصور شده بتن ۵۹

۴-۵- زاویه چرخش پلاستیک ۶۲

۴-۵-۱ - زوایای چرخش پلاستیک برای سطح عملکرد IO ۶۵

۴-۵-۲- زوایای چرخش پلاستیک برای سطح عملکرد LS ۶۶

۴-۵-۳- زوایای چرخش پلاستیک برای سطح عملکرد CP ۶۸

۴-۵-۴- مقایسه زوایای چرخش پلاستیک سطوح عملکرد با یکدیگر ۶۹

۴-۵-۴-۱- دورپیچ با الیاف پلیمری کربنی ۶۹

۴-۵-۴-۲- دورپیچ با الیاف پلیمری شیشه ای ۷۱

۴-۵-۴-۳- دورپیچ با الیاف پلیمری آرامیدی ۷۲

۴-۵-۴-۴- دورپیچ با الیاف پلیمری بازالتی ۷۴

۴-۵-۵- صحت سنجی نتایج با اعمال ۱،۵ برابر زلزله مصنوعی ۷۵

فصل پنجم: نتیجه گیری کلی ۷۶

۵-۱- تاثیر تعداد لایه های مختلف FRP بر روی قاب با تعداد طبقات مختلف ۷۷

۵-۲- تاثیر جنس های مختلف FRP ۷۸

۵-۳- پیشنهاد ادامه کار ۷۹

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱- خواص کمی انواع الیاف ۱۸

جدول ۲-۲- مقایسه کیفی بین ورق های ساخته شده از انواع پلیمرهای الیافی ۱۹

جدول ۲-۳- جدول معایب و مزایای روش های مختلف مقاوم سازی با FRP ۲۸

جدول ۳-۱- جدول تنش–کرنش فولاد ۳۶

جدول ۳-۲- جدول تنش- کرنش بتن در فشار و کشش ۳۶

جدول ۳-۳- جدول مشخصات FRP در جنس های مختلف ۳۷

جدول ۳-۴- جدول تنش- کرنش بتن محصور شده با CFRP در لایه های مختلف و ابعاد مختلف ۳۸

جدول ۳-۵- جدول تنش- کرنش بتن محصور شده با CFRP با جنس های مختلف FRP در
لایه های مختلف ۴۰

جدول ۴-۱- نمونه تحقیقات انجام شده برای محاسبه زاویه چرخش پلاستیک ۶۳

جدول ۴-۲ – معیارهای پذیرش FEMA356 برای سطوح عملکرد مختلف ستون بتن آرمه ۶۴

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار ۳-۱- نمودار تنش-کرنش فولاد ۳۶

نمودار ۳-۲- نمودار تنش-کرنش بتن ۳۶

نمودار ۳-۳- نمودار تنش-کرنش مصالح FRP ۳۷

نمودار ۳-۴- نمودار مقایسه تنش- کرنش بتن محصور شده با CFRP در لایه های مختلف ۳۹

نمودار ۳-۵- نمودار مقایسه تنش- کرنش بتن محصور شده با ۵ لایه FPR با جنس های مختلف ۴۰

نمودار ۳-۶- نمودار زلزله مصنوعی ۴۴

نمودار۴- ۱-نمودار زمان تناوب مود اول قاب ها در لایه های مختلف FRP ۴۸

نمودار ۴-۲-نمودار زمان تناوب مود اول نسبت به زمان تناوب مود اول قاب بدون CFRPبرای قاب ۳ طبقه ۴۸

نمودار ۴-۳-نمودار زمان تناوب مود اول نسبت به زمان تناوب مود اول قاب بدون FRP برای قاب ۵ طبقه ۴۹

نمودار ۴-۴-نمودار زمان تناوب مود اول نسبت به زمان تناوب مود اول قاب بدون FRP برای قاب ۱۰ طبقه ۴۹

نمودار ۴-۵- نمودار زمان تناوب مود اول نسبت به زمان تناوب مود اول قاب بدون FRP برای قاب ۱۵ طبقه ۵۰

نمودار ۴-۶-نمودار بیشترین جابه جایی بام ۵۱

نمودار ۴-۷-نمودار بیشترین جابه جایی بام قاب نسبت به قاب بدون FRP برای قاب ۳ طبقه ۵۲

نمودار ۴-۸- نمودار بیشترین جابه جایی بام قاب نسبت به قاب بدون FRP برای قاب ۵ طبقه ۵۲

نمودار ۴-۹ = نمودار بیشترین جابه جایی بام قاب نسبت به قاب بدون FRP برای قاب ۱۰ طبقه ۵۳

نمودار ۴-۱۰- نمودار بیشترین جابه جایی بام قاب نسبت به قاب بدون FRP برای قاب ۱۵ طبقه ۵۴

نمودار ۴-۱۱-زمان تناوب مود اول قاب نسبت به زمان تناوب قاب بدون FRP برای ۳،۱ و ۵ لایه FRP با جنس های مختلف ۵۷

نمودار ۴-۱۲-بیشترین جابه جایی بام نسبت به قاب بدون FRP برای جنس های مختلف قاب ۱۰ طبقه ۵۸

نمودار ۴-۱۳- نسبت کرنش نهایی بتن محصور شده به حالت محصور نشده

برای پنج لایه FRP با جنس های مختلف ۶۱

نمودار ۴-۱۴- نسبت کرنش نهایی بتن محصور شده به حالت محصور نشده برای مقطع ۴۰×۴۰ ..... ۶۱

نمودار ۴-۱۵- نسبت کرنش نهایی بتن محصور شده به حالت محصور نشده برای مقطع ۴۵×۴۵ ..... ۶۱

نمودار ۴-۱۶- نسبت کرنش نهایی بتن محصور شده به حالت محصور نشده برای مقطع ۵۰×۵۰ ..... ۶۲

نمودار ۴-۱۷- نسبت کرنش نهایی بتن محصور شده به حالت محصور نشده برای مقطع ۶۰×۶۰ ..... ۶۲
نمودار ۴-۱۸ – زاویه دوران پلاستیک برای مقاطع با ۵ لایه دورپیچ جهت تامین سطح عملکرد IO ۶۵
نمودار ۴-۱۹- زاویه دوران پلاستیک برای مقاطع با ۳ لایه دورپیچ جهت تامین سطح عملکرد IO ۶۵
نمودار ۴-۲۰- زاویه دوران پلاستیک برای مقاطع با ۱ لایه دورپیچ جهت تامین سطح عملکرد IO ۶۶
نمودار ۴-۲۱ – زاویه دوران پلاستیک برای مقاطع با ۵ لایه دورپیچ جهت تامین سطح عملکرد LS ۶۶
نمودار ۴-۲۲- زاویه دوران پلاستیک برای مقاطع با ۳ لایه دورپیچ جهت تامین سطح عملکرد LS ۶۷
نمودار ۴-۲۳- زاویه دوران پلاستیک برای مقاطع با ۱ لایه دورپیچ جهت تامین سطح عملکرد LS ۶۷
نمودار ۴-۲۴ – زاویه دوران پلاستیک برای مقاطع با ۵ لایه دورپیچ جهت تامین سطح عملکرد CP ۶۸
نمودار ۴-۲۵- زاویه دوران پلاستیک برای مقاطع با ۳ لایه دورپیچ جهت تامین سطح عملکرد CP ۶۸
نمودار ۴-۲۶- زاویه دوران پلاستیک برای مقاطع با ۱ لایه دورپیچ جهت تامین سطح عملکرد CP ۶۹
نمودار ۴-۲۷ - مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۵ لایه دورپیچ ۶۹
نمودار ۴-۲۸- مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۳ لایه دورپیچ ۷۰
نمودار ۴-۲۹- مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۱ لایه دورپیچ ۷۰
نمودار ۴-۳۰ - مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۵ لایه دورپیچ ۷۱
نمودار ۴-۳۱- مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۳ لایه دورپیچ ۷۱
نمودار ۴-۳۲ مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۱ لایه دورپیچ ۷۲
نمودار ۴-۳۳- مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۵ لایه دورپیچ ۷۲
نمودار ۴-۳۴- مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۳ لایه دورپیچ ۷۳
نمودار ۴-۳۵- مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۱ لایه دورپیچ ۷۳
نمودار ۴-۳۶- مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۵ لایه دورپیچ ۷۴
نمودار ۴-۳۷- مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۳ لایه دورپیچ ۷۴
نمودار ۴-۳۸- مقایسه زوایای دوران پلاستیک در سطوح عملکرد مختلف با ۱ لایه دورپیچ ۷۵

فهرست اشکال

عنوان صفحه

شکل ۲-۱- منحنی تنش-کرنش الیاف پلیمری در مقایسه با فولاد ۱۰

شکل ۲-۲- منحنی تنش-کرنش برای بتن محصور شده بوسیله الیاف پلیمری ۲۱

شکل ۲-۳- شکل هسته موثر محصورشدگی برای مقاطع مستطیلی ۲۳

شکل ۲-٤- منحنی تنش- کرنش بتن محصور شده ۲۴

شکل ۳-۱- ابعاد هندسی سازه سه طبقه مدل شده ۳۵

شکل ۳-۲- شکل قاب ۳ طبقه ۴۱

شکل ۴-۱- محیط نرم افزار FRP Analysis ۵۹

شکل ۴-۲- محیط نرم افزار FRP Analysis ۶۰

شکل ۴-۳ – رابطه زاویه انحنا با کرنش ۶۳

فصل اول

مقدمه و پیشینه

۱-۱-پیشینه

بسیاری از ساز ەهای بتن آرمه عمری بیش از چند دهه دارند اما به خاطر حوادث طبیعی از قبیل زلزله ، باد و یا بر اثر خستگی مصالح و یا عوامل خورنده آسیب دیده اند و باعث خسارات جانی و مالی زیادی شده‌اند از آنجا که این سازه‌ها عموماً، اهمیت زیادی دارند و تعداد آنها نیز فراوان است، جایگزین کردن آنها با ساز ەهای جدید، اکثراً، فاقد توجیه اقتصادی بوده و از نظر اجرایی غیرعملی می باشد. در حالی که تعمیر و تقویت آنها در بیشتر موارد امری ضروری و مقرون به صرفه می باشد و اهمیت ویژه ای به خود گرفته است.[۱] این قبیل سازه‌ها معمولاً با توجه به آیین‌نامه‌های قدیمی ساخته شده‌اند و در آن-ها نیروی زلزله در نظر گرفته نشده و یا به درستی محاسبه نشده یا به کلی محاسبه نشده است ، این عامل و استفاده از مصالح ضعیف ،همچنین ضعف در اجرا باعث می شود که در هنگام وقوع زلزله سازه قدرت لازم برای جذب انرژی را نداشته باشد و مقاومت لرزه ای خود را به سرعت از دست بدهد.[۲]

با توجه به خرابی‌های زیادی که در نقاط مختلف دنیا به دلیل وقوع زلزله به خصوص در سال‌های اخیر رخ داده، لزوم شناسایی سازه‌های آسیب پذیر و ارائه راه حلی اقتصادی و مناسب برای جلوگیری از تلفات انسانی و اقتصادی از اهمییت بسیار زیادی برخوردار است.

طی دهه‌های گذشته برای حل این مشکل ، استفاده از پوشش‌های بتنی و یا فلزی برای تعمیر و تقویت ستون‌های بتن مسلح رواج زیادی داشته، و امروزه هنوز یکی از روش‌های متداول می باشد. این روش‌ها نیاز به فضا مناسب در سازه ،تجهیزات و نیروی کار نسبتاً زیادی دارد زیرا به سختی حمل ، اجرا و نصب می شوند و علاوه بر آن وزن سازه را زیاد می کند و در محیط‌های خورنده آسیب‌پذیرند بنابراین ماندگاری بالایی ندارند .همچنین به دلیل اختلاف زیاد در ضریب پواسون بعد از مدتی از هم جدا می شوند و کارایی مناسب را ندارند و نیاز به تعمیر و نگهداری مجدد دارند.[۳]

مثال خوبی که در این زمینه می تواند نقش موثر بهسازی را نشان دهد مقایسه ی دو زلزله‌ی ارمنستان(۱۹۸۹) و زلزله‌ی لوما (۱۹۸۹) است. هر دو زلزله با بزرگی یکسان ۶,۸ ریشتر و شتاب یکسان در مرکز شهر با بیشترین تمرکز جمعیت رخ داده اند ، در ارمنستان نزدیک به ۲۵۰۰۰ نفر جان خود را از دست دادند در حالی که در سانفرانسیسکو تنها ۶۳ نفر تلفات انسانی داشته اند[۴]

۱-۲-مقاوم سازی با استفاده از کامپوزیت‌های FRP

پیشرفت روز افزون علم و تکنولوژی در عرصه‌های مختلف از جمله مهندسی سازه موجب گردیده است تا نوسازی و بهسازی در سالهای در اخیر از روشهای نوین و مصالحی جدید بهره گیرد که در پیشینه طولانی ساخت و ساز سابقه نداشته است در میان این نوآوری‌ها FRP[۱] ازجایگاه ویژه برخوردارند تا آنجا که به نظر برخی از متخصصانFRP را باید مصالح هزاره سوم نامید

کامپوزیت FRP که ابتدا در صنایع هوا و فضا برای ساخت بدنه هواپیما و نظایر آن بکار برده شد و با داشتن ویژگی‌های ممتازی چون نسبت بالای مقاومت به وزن، ، دوام در برابر خوردگی، سرعت و سهولت در حمل و نصب، دریچه‌ای نو پیش روی مهندسین عمران گشوده است به گونه‌ای که امروز سازه-های متعددی در سرتاسر دنیا با استفاده از این مواد بهسازی شده‌اند. مصالح کامپوزیت به طور قابل توجهی در صنعت ساختمان به سرعت در حال توسعه می باشد. سیستم‌های الیاف مسلح شده پلیمریFRP برای تقویت سازه‌های بتنی پدیدار شده و به عنوان یک جانشین برای روش‌های سنتی از قبیل چسباندن صفحات فولادی، افزایش سطح مقطع با بتن ریزی مجدد و پیش تنیدگی خارجی می باشد[۵]

[۱] - مواد کامپوزیت پلیمری تقویت شده با الیاف

رشته‌های مسلح شده ی پلیمری (FRP) مصالح کامپوزیتی هستند که از رشته‌های با مقاومت بالا از جنس کربن ،آرامید، بازالت یا شیشه در یک شبکه‌ی پلیمری ساخته شده اند.این رشته‌ها وظیفه‌ی تحمل بار را دارند و شبکه پلمری نقش انتقال نیرو به تمام قسمت‌ها را دارد. [۶]

مزیت اصلی این مصالح نسبت به مصالح دیگر ، نسبت بالای مقاومت به وزن ،مقاومت بالا در مقابل خوردگی و آسانی حمل ونقل و اجرای سریع آن است.که به عنوان راه حلی بسیار مناسب برای بالا بردن مقاومت برای سازه‌های در دست احداث یا سازه‌های موجود ، می توان استفاده کرد.[۷]

اولین تحقیقات انجام شده در این زمینه از اوایل دهه ۱۹۸۰ در سوئیس آغاز شد و نتایج آن درتقویت پلهای بتن آرمه در سال ۱۹۹۱ به کار رفت، اما نتایج زلزله‌های ۱۹۹۰ کالیفرنیا و ۱۹۹۵ کوبه ژاپن ازجهت ضعف سازه‌ها از جمله عوامل موثری برای بررسی کاربرد کامپوزیت‌های پلیمری تقویت شده با الیاف،برای مقاوم سازی سازه‌های بتنی و بنایی در مناطق زلزله خیز گردید[۸]

ورق‌های FRPرا می توان برای مقاوم سازی بخش‌های زیادی از سازه ی بتنی مورد استفاده قرار داد:

- در تیر و اسلب‌ها ،به منظور افزایش مقاومت خمشی [۹و۱۰]
- در اتصالات تیر یا ستون ، به منظور بالا بردن مقاومت برشی[۱۱]
- در ستون‌ها به منظور افزایش محصور شدگی[۲] بتن و در نتیجه افزایش مقاومت و شکل پذیری ستون.[۱۲]

با توجه به معایب روش‌های قدیمی، مانند بازدهی کم و یا نیاز به امکانات و فن آوری خاص امروزه روش‌های مقاوم سازی استفاده از کامپوزیت‌ها مزیت‌های بسیاری دارد . محدودیت استفاده و کاربرد کامپوزیت در مهندسی ساختمان به قیمت بالای آنها برمی گردد البته هزینه و قیمت آنها به تدریج رو به

[2]- confinement

کاهش می باشد به این ترتیب استفاده از آنها بیشتر و بیشتر خواهد شد. استفاده از، FRPدر زمینه مقاوم سازی، هر چند که هزینه بالایی در بردارد، اما با توجه به هزینه اجرای کم و نیز سایر مزایای FRPدر کل یکی از به صرفه ترین و موثرترین راه مقاوم سازی سازه‌های بتنی امروزه به شمار می رود[۱۳]

۱-۳-استفاده بهینه از مصالح FRP

همان‌طور که گفته شد ، هزینه‌ی اولیه استفاده از مصالح FRP برای مقاوم‌سازی نسبت به روش-های معمول گران‌تر است اما ، نصب آسان، دوام و نتایج موثر آن باعث مزیت اقتصادی آن می شود. برای مقاوم سازی لرزه‌ای قاب‌های بتنی مسلح با استفاده از FRP ،موضوع مهم این است که چگونه کمترین مقدار مصالح FRPرا برای بالا بردن سطح عملکرد لرزه‌ای سازه به کار ببریم. زمانی که از روش‌های معمولی برای بهینه سازی استفاده می‌کنیم،قیمت مصالح معمولاً ۲۰٪ قیمت کل پروژه را شامل می شود، قیمت FRP می تواند قیمت بالاتری از هزینه‌های مستقیم را به خود اختصاص دهد.[۱۴]

بنابراین بهینه مصرف کردن FRP از اهمییت بسیار زیادی برخوردار است. تحقیقات بسیار زیادی در مورد رفتار سازه‌های بتنی مسلح محصور شده با FRP انجام شده است اما در مورد بهینه سازی مصرف FRP تحقیقات محدودی انجام گرفته است.[۱۵]

۱-۴-هدف از تحقیقات

تحقیق در مورد روش این کار به تشریح در زمینه‌های زیر می انجامد:

۱.تاثیر استفاده از کامپوزیت‌های FRP برای بهبود رفتار لرزه ای قاب‌های بتنی :

در این تحقیق به ارزیابی استفاده از کامپوزیت‌های FRP برای مقاوم سازی المان‌های سازه‌ای بتنی مسلح می‌پردازیم.این مصالح با افزایش ظرفیت تحمل بار جانبی و یا ظرفیت تغییر شکل

جانبی باعث بهبود رفتار لرزه‌ای سازه می شود در این راستا رفتار غیرخطی قاب بتنی به تنهایی و قاب بتنی تقویت شده با FRP مورد بررسی قرارمی‌گیرد.

۲. تاثیر استفاده از کامپوزیت‌های FRP برای بهبود سطح عملکرد سازه:

سطح عملکرد یک سازه در واقع بیانگر میزان خرابی‌های قابل قبول در برابر زلزله مبنای طراحی می باشد و از هر سازه‌ای بنا بر کاربری خاص آن سطح عملکرد خاصی را در هنگام زلزله انتظار داریم ،که باید جوابگوی نیاز مورد نظر در هنگا م زلزله باشد و تلفات کمتری را باعث شود.

در این تحقیق ساختمان‌هایی که به سطح عملکرد مورد نظر نرسیده اند و در واقع ضعیف طراحی و یا اجرا شده اند ،با استفاده از کامپوزیت‌های FRPتقویت می شوند تا تأثیر استفاده از این مصالح برای رسیدن به هر سطح عملکرد مورد نظر بررسی شود.

۳. تعیین تأثیر عوامل مختلف مانند تعداد طبقات و تعداد لایه ها در میزان کارآیی مصالح FRP:

در این تحقیق ساختمان‌های ۳ ، ۵ ،۱۰ و۱۵ طبقه قبل و بعد از مقاوم سازی مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرند تا تأثیر این مصالح در حالت‌های مختلف بررسی شود و میزان کارآیی این مصالح مشخص شود.

۴. ارایه معیارهای جدید پذیرش برای سطوح عملکرد مختلف برای ستونهای تقویت شده با مصالح FRP مطابق آیین نامه FEMA-360 :

در این تحقیق تعداد لایه‌های مختلف FRP در سازه‌های مختلف با استفاده از آنالیز استاتیکی غیرخطی مورد بررسی قرار می گیرند تا برای سطوح عملکردی مختلف معیار پذیرش جدیدی

بدست آید و در نهایت با یک آنالیز غیرخطی تاریخچه زمانی نتایج بدست آمده صحت سنجی می شوند.

۱-۵-ساختار پایان نامه

با توجه به مقدمه و اهداف توضیح داده شده این پایان نامه به بخش های زیر تقسیم می شود:

- **فصل اول :مقدمه و پیشینه**

شامل کلیات، اهداف و لزوم تحقیق و ساختار کلی پایان نامه است.

- **فصل دوم:معرفی مواد کامپوزیتی**

شامل معرفی ساختار و انواع FRP ،خواص ،معایب و مزایای استفاده از این مصالح و مروری بر مقالات ارائه شده در ارتباط با بهسازی لرزه‌ای ستون با استفاده از FRP

- **فصل سوم :مدلسازی**

در این فصل به معرفی جزئیات مدل، مشخصات مواد و مصالح به کار رفته شده و کلیاتی از مدلسازی انجام شده می پردازیم.

- **فصل چهارم: آنالیز نتایج**

در این فصل به بررسی نتایج به دست آمده برای بررسی اثرلایه های جنسهای مختلف FRP در تعداد طبقات متغیر بر اساس سطوح عملکرد آیین نامه FEMA می پردازیم.

فصل پنجم : نتیجه گیری

این فصل نتایج کلی به دست آمده از این تحقیق را شامل می شود

فصل دوم

معرفی مواد کامپوزیتی FRP