دانشکده فنی مهندسی عمران

گروه سازه

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران - سازه

عنوان

بررسی اثرات مودهای بالاتر در تحلیل استاتیکی غیرخطی

استاد راهنما

دکتر بهمن فرهمند آذر

استاد مشاور

دکتر کاظم شاکری

پژوهشگر

فرزین فضلعلی زاده

۱۳۸۷/۲/۱۸

دی۱۳۸۶

۴۶۲۸۵

تقدیم به پدرم که بی نیازیم آموخت

و

به مادرم که به من درس محبت داد

نام خانوادگی دانشجو : فضلعلی زاده
نام : فرزین

عنوان پایان نامه : بررسی اثرات مودهای بالاتردر تحلیل استاتیکی غیرخطی

استاد راهنما : دکتر بهمن فرهمند آذر
استاد مشاور : دکتر کاظم شاکری

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد
رشته : عمران
گرایش : سازه
دانشگاه : تبریز
دانشکده : عمران
تاریخ فارغ التحصیلی : ۱۳۸۶/۱۰/۱۲
تعداد صفحات : ۱۱۵

کلید واژه ها : تحلیل پوش اور مودال، تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی، مودهای بالاتر

چکیده :

با توجه به اینکه در زمین لرزه های شدید اکثراً سازه ها آسیب می بینند از این رو بررسی عملکرد ساختمان ها نیازمند روشهای تحلیلی غیرالاستیک می باشد. بنابراین برای ارزیابی عملکرد سیستم های سازه ای باید از تحلیل دینامیکی غیرخطی استفاده شود. اما به دلیل پیچیدگی ذاتی و مشکلات محاسبه ای موجود در این تحلیل، استفاده آنرا در کاربردهای مهندسی رایج غیرممکن ساخته است. بدین منظور بعضی روشهای عملی و ساده برای تخمین پاسخ لرزهای غیرالاستیک بوجود آمده است. این روش ها معمولاً "تحلیل پوش اور" نامیده می شوند.

در این تحقیق جهت بررسی اثرات مودهای بالاتر در تحلیل پوش اور سازه های نمونه (با تعداد طبقات متفاوت و سیستم قاب خمشی فولادی ویژه)، با الگوهای بارگذاری ثابت توصیه شده در دستورالعمل بهسازی لرزه ای سازه ها و همچنین تحلیل پوش اور مودال مورد بررسی قرار گرفته اند و نتایج حاصل از این دو تحلیل پوش اور با نتایج تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی (*NL-RHA*) که بعنوان جواب دقیق می باشد، مقایسه شده اند. در این راستا از هفت شتابنگاشت نزدیک به گسل استفاده گردیده است و این شتابنگاشت ها طوری مقیاس شده اند که سازه در دو حالت الاستیک و غیرالاستیک قرار گیرد. برای انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی و همچنین تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی

ادامه چکیده پایان نامه

از نرم افزار *Ram-Perform* استفاده گردیده است. پارامتر مورد استفاده در این تحقیق تغییرمکان نسبی بین طبقات می باشد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که در تحلیل پوش اور مودال، مود اول در تخمین تغییرمکان نسبی، در سازه های با ارتفاع کم به تنهایی کافی بوده و با افزایش ارتفاع سازه و مشارکت مودهای بالاتر دقت روش افزایش یافته و دارای تقریب قابل قبولی در تخمین تغییرمکان نسبی طبقات در مقایسه با نتایج تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی می باشد. اما در سازه هایی که به مقدار قابل ملاحظه ای وارد ناحیه غیرالاستیک شده اند، تقریب حاصل از این روش زیاد بوده و در چنین مواردی نیاز به استفاده از روش تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی می باشد.

مقایسه نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی با الگوهای بارگذاری پیشنهادی در دستورالعمل بهسازی لرزه ای سازه ها (مثلثی و یکنواخت) با نتایج روش تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی نشان می دهد که در حالتی که سازه در ناحیه غیرالاستیک قرار می گیرد دارای تخمین غیرقابل قبولی می باشند و در حالتی که سازه در ناحیه الاستیک قرار می گیرد در طبقات پایین دارای تقریب منطقی بوده و با افزایش ارتفاع سازه، تقریب در طبقات بالا افزایش یافته و نیاز به مشارکت مودهای بالاتر در مقایسه با نتایج روش پوش اور مودال مشاهد می گردد.

فهرست مطالب

فصل اول: بررسی روش های تحلیل لرزه ای

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- تحلیل استاتیکی خطی ۲

۱-۲-۱-معایب روش تحلیل استاتیکی خطی ۳

۱-۳- تحلیل استاتیکی غیرخطی ۳

۱-۴- مزایا و معایب تحلیل پوش اور سنتی ۵

۱-۴-۱- مزایای تحلیل پوش اور ۵

۱-۴-۲- کاستی ها و محدودیت های عمده روش تحلیل پوش اور ۹

۱-۵- روش های بهبود یافته ۱۱

۱-۵-۱- روش های احتمالاتی بر اساس تحلیل دینامیکی افزایشی(*IDA*) ۱۱

۱-۵-۲- تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیرخطی ۱۲

۱-۵-۲-۱- مشکلات کاربرد تحلیل دینامیکی غیر خطی ۱۴

۱-۵-۳- روش های تحلیل پوش اور توسعه یافته ۱۵

۱-۶- روش های تحلیل پوش اور مودال ۱۶

۱-۶-۱- روش تحلیل پوش اور چند مودی (*MMP*) ۱۶

۱-۶-۲- روش ترکیب پاسخ های پوش اور(*PRC*) ۱۷

۱-۶-۳- روش پوش اور مودال (*MPA*) ۱۷

۱-۶-۳-۱- تحلیل تاریخچه زمانی مودال(حالت الاستیک) ۱۸

۱-۶-۳-۲- تحلیل طیفی مودال ۲۱

۱-۶-۳-۳- تحلیل پوش اور مودال ۲۱

۱-۶-۳-۴- تحلیل تاریخچه زمانی مودال (حالت غیر الاستیک) ۲۳
۱-۶-۳-۵- تحلیل تاریخچه زمانی مودال غیر کوپله (*UMRHA*) ۲۴
۱-۶-۴- روش پوش اور مودال اصلاح شده (*MMPA*) ۲۹
۱-۶-۵- روش ترکیبات مودال (*MMC*) ۲۹

فصل دوم: مدلسازی و مطالعات تحلیلی

۲-۱- مقدمه ۳۲
۲-۲- معرفی مشخصات کلی ساختمان ها ۳۲
۲-۳- ضوابط آیین نامه در مورد ساختمان های مورد بررسی ۳۴
۲-۴-روند طراحی ۳۶
۲-۵- نتایج طراحی ساختمان ها ۳۷
۲-۶- مدلسازی در نرم افزار *Ram Perform* ۴۲
۲-۶-۱- مدلسازی المانهای قاب ۴۲
۲-۶-۱-۱- مدل سازی تیرهای غیر الاستیک ۴۲
۲-۶-۱-۲- مدلسازی ستون‌های غیر الاستیک ۴۵
۲-۶-۲- چگونگی مدل میرایی ۴۷
۲-۶-۳- رفتار غیر خطی اعضای قاب ۴۹
۲-۷- روش تحلیل دینامیکی غیرخطی ۵۰
۲-۷-۱- مشخصات شتاب نگاشت ها ۵۰
۲-۷-۲- نحوه مقیاس کردن شتابنگاشت ها ۵۴
۲-۸- روش تحلیل استاتیکی غیرخطی ۵۶
۲-۸-۱- تحلیل پوش اور مودال ۵۶
۲-۸-۱-۱- معرفی مشخصات دینامیکی سازه ها ۵۸
۲-۸-۱-۲- منحنی ظرفیت و پارامترهای مؤثردر دو خطی سازی آن ۶۱

۲-۸-۱-۳- مشخصات سیستم یک درجه آزاد معادل ۷۰
۲-۸-۱-۴- محاسبه تغییرمکان سیستم یک درجه آزاد معادل و تغییرمکان هدف ۷۴
۲-۸-۱-۵- نتایج نهایی ترکیب مودها ۷۷
۲-۹- تحلیل استاتیکی غیرخطی با الگوهای بارگذاری پیشنهادی در دستورالعمل بهسازی ۷۷

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- مقدمه ۸۰
۳-۲- ساختمان ۳ طبقه ۸۰
۳-۲-۱- حالت ضریب مقیاس ۲ درصد ۸۰
۳-۲-۲- حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۸۱
۳-۳- ساختمان ۶ طبقه ۸۲
۳-۳-۱- حالت ضریب مقیاس ۲ درصد ۸۲
۳-۳-۲- حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۸۳
۳-۴- ساختمان ۹ طبقه ۸۴
۳-۴-۱- حالت ضریب مقیاس ۲ درصد ۸۴
۳-۴-۲- حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۸۵
۳-۵- ساختمان ۱۲ طبقه ۸۶
۳-۵-۱- حالت ضریب مقیاس ۲ درصد ۸۶
۳-۵-۲- حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۸۷
۳-۶- ساختمان ۱۵ طبقه ۸۸
۳-۶-۱- حالت ضریب مقیاس ۲ درصد ۸۸
۳-۶-۲- حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۸۹
۳-۷- ساختمان ۱۸ طبقه ۹۰
۳-۷-۱- حالت ضریب مقیاس ۲ درصد ۹۰

۳-۷-۲- حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد..... ۹۱

۳-۸- بررسی خطای موجود در تحلیل پوش اور مودال (*MPA*)..... ۹۲

۳-۹- مقایسه نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی با الگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج حاصل ازروش *MPA* و *NL-RHA* .در حالت ضریب مقیاس ۲٪..... ۹۴

۳-۹-۱- ساختمان ۳ طبقه..... ۹۴

۳-۹-۲- ساختمان ۶ طبقه..... ۹۵

۳-۹-۳- ساختمان ۹ طبقه..... ۹۶

۳-۹-۴- ساختمان ۱۲ طبقه..... ۹۷

۳-۹-۵- ساختمان ۱۵ طبقه..... ۹۸

۳-۹-۶- ساختمان ۱۸ طبقه..... ۹۹

۳-۱۰- مقایسه نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی با الگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج حاصل ازروش *MPA* و *NL-RHA* .در حالت ضریب مقیاس ۰/۵٪..... ۱۰۳

۳-۱۰-۱- ساختمان ۳ طبقه..... ۱۰۳

۳-۱۰-۲- ساختمان ۶ طبقه..... ۱۰۴

۳-۱۰-۳- ساختمان ۹ طبقه..... ۱۰۵

۳-۱۰-۴- ساختمان ۱۲ طبقه..... ۱۰۶

۳-۱۰-۵- ساختمان ۱۵ طبقه..... ۱۰۷

۳-۱۰-۶- ساختمان ۱۸ طبقه..... ۱۰۸

فصل چهارم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۴-۱- نتیجه گیری..... ۱۱۲

۴-۲- پیشنهادات..... ۱۱۳

منابع..... ۱۱۴

فهرست موضوعی جداول

جدول (۲-۱) مشخصات بارهای ثقلی..... ۳۳

جدول (۲-۲) توزیع نیروی زلزله در آئین نامه های ۲۸۰۰ و *UBC94*..... ۳۷

جدول (۲-۳) شماره مقطع ستون های مدل ۳ طبقه..... ۳۸

جدول (۲-۴) شماره مقطع ستون های مدل ۶ طبقه..... ۳۸

جدول (۲-۵) شماره مقطع ستون های مدل ۹ طبقه..... ۳۸

جدول (۲-۶) شماره مقطع ستون های مدل ۱۲ طبقه..... ۳۸

جدول(۲-۷) شماره مقطع ستون های مدل ۱۵ طبقه..... ۳۹

جدول(۲-۸) شماره مقطع ستون های مدل ۱۸ طبقه..... ۳۹

جدول(۲-۹) شماره مقطع تیرهای مدل ۳ طبقه..... ۳۹

جدول(۲-۱۰) شماره مقطع تیرهای مدل ۶ طبقه..... ۴۰

جدول(۲-۱۱) شماره مقطع تیرهای مدل ۹ طبقه..... ۴۰

جدول(۲-۱۲) شماره مقطع تیرهای مدل ۱۲ طبقه..... ۴۰

جدول(۲-۱۳) شماره مقطع تیرهای مدل ۱۵ طبقه..... ۴۱

جدول(۲-۱۴) شماره مقطع تیرهای مدل ۱۸ طبقه..... ۴۱

جدول (۲-۱۵) مشخصات شتاب نگاشت های مورد استفاده در تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی..... ۵۱

جدول (۲-۱۶) ضرایب مقیاس در ساختمان ۱۸ طبقه..... ۵۴

جدول (۲-۱۷) ضرایب مقیاس در ساختمان ۱۵ طبقه..... ۵۵

جدول (۲-۱۸) ضرایب مقیاس در ساختمان ۱۲ طبقه..... ۵۵

جدول (۲-۱۹) ضرایب مقیاس در ساختمان ۹ طبقه..... ۵۵

جدول (۲-۲۰) ضرایب مقیاس در ساختمان ۶ طبقه..... ۵۶

جدول (۲-۲۱) ضرایب مقیاس در ساختمان ۳ طبقه..... ۵۶
جدول (۲-۲۲) نتایج نهایی دوخطی سازی منحنی های ظرفیت ساختمان ۱۸ طبقه..... ۶۳
جدول (۲-۲۳) نتایج نهایی دوخطی سازی منحنی های ظرفیت ساختمان ۱۵ طبقه..... ۶۳
جدول (۲-۲۴) نتایج نهایی دوخطی سازی منحنی های ظرفیت ساختمان ۱۲ طبقه..... ۶۴
جدول (۲-۲۵) نتایج نهایی دوخطی سازی منحنی های ظرفیت ساختمان ۹ طبقه..... ۶۴
جدول (۲-۲۶) نتایج نهایی دوخطی سازی منحنی های ظرفیت ساختمان ۶ طبقه..... ۶۴
جدول (۲-۲۷) نتایج نهایی دوخطی سازی منحنی های ظرفیت ساختمان ۳ طبقه..... ۶۵
جدول (۲-۲۸) مشخصات سیستم یک درجه آزاد معادل در ساختمان ۱۸ طبقه..... ۷۱
جدول (۲-۲۹) مشخصات سیستم یک درجه آزاد معادل در ساختمان ۱۵ طبقه..... ۷۱
جدول (۲-۳۰) مشخصات سیستم یک درجه آزاد معادل در ساختمان ۱۲ طبقه..... ۷۲
جدول (۲-۳۱) مشخصات سیستم یک درجه آزاد معادل در ساختمان ۹ طبقه..... ۷۲
جدول (۲-۳۲) مشخصات سیستم یک درجه آزاد معادل در ساختمان ۶ طبقه..... ۷۳
جدول (۲-۳۳) مشخصات سیستم یک درجه آزاد معادل در ساختمان ۳ طبقه..... ۷۳
جدول (۲-۳۴) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد در ساختمان ۱۸ طبقه..... ۷۵
جدول (۲-۳۵) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد در ساختمان ۱۵ طبقه..... ۷۵
جدول (۲-۳۶) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد در ساختمان ۱۲ طبقه..... ۷۵
جدول (۲-۳۷) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد در ساختمان ۹ طبقه..... ۷۵
جدول (۲-۳۸) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد در ساختمان ۶ طبقه..... ۷۶
جدول (۲-۳۹) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد در ساختمان ۳ طبقه..... ۷۶
جدول (۲-۴۰) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد در ساختمان ۱۸ طبقه..... ۷۶
جدول (۲-۴۱) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد در ساختمان ۱۵ طبقه..... ۷۶
جدول (۲-۴۲) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد در ساختمان ۱۲ طبقه..... ۷۶
جدول (۲-۴۳) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد در ساختمان ۹ طبقه..... ۷۷

جدول (۲-۴۴) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد در ساختمان ۶ طبقه.....۷۷

جدول (۲-۴۵) تغییرمکان هدف در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد در ساختمان ۳ طبقه.....۷۷

فهرست موضوعی اشکال

شکل(۱-۱) تأثیر انتخاب تعداد شتابنگاشت در نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۳

شکل (۱-۲) تأثیر فرضیات مدلسازی در نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی..... ۱۴

شکل (۱-۳) تحلیل پوش اور چند مودی..... ۱۶

شکل (۱-۴) تشریح شماتیک تحلیل تاریخچه زمانی برای سیستم چند درجه آزادی الاستیک..... ۲۰

شکل (۱-۵) تشریح شماتیک غیرکوپله بودن مودها..... ۲۵

شکل (۱-۶) تشریح شماتیک تحلیل تاریخچه زمانی مودال غیرکوپله برای سیستم چند درجه آزادی غیرالاستیک..... ۲۶

شکل(۱-۷) منحنی ظرفیت سازه به صورت دوخطی ورفتار غیرخطی سازه یک درجه آزاد معادل. ۲۸

شکل(۲-۱) پلان ساختمان های مورد بررسی..... ۳۴

شکل(۲-۲) مدل چرخش خمشی..... ۴۳

شکل(۲-۳) مؤلفه های اصلی برای مدل چرخش خمشی..... ۴۳

شکل (۲-۴) مؤلفه های تیر با مفصل پلاستیک..... ۴۴

شکل (۲-۵) مدل ناحیه پلاستیک..... ۴۴

شکل(۲-۶) سطح تسلیم *P-M-M* در فولاد..... ۴۶

شکل(۲-۷) بیان فیزیکی میرایی $\alpha M + \beta K$..... ۴۷

شکل(۲-۸) نحوه تغییرات میرایی با پریود سازه..... ۴۸

شکل(۲-۹) منحنی نیرو ـ تغییر مکان در *Ram Perform* با در نظر گرفتن کاهش مقاومت..... ۴۹

شکل(۲-۱۰) منحنی نیرو- تغییر مکان در*Ram Perform* بدون در نظرگرفتن کاهش مقاومت..... ۴۹

شکل (۲-۱۱) شتاب نگاشت *Cape Mendocino* ۵۱

شکل (۲-۱۲) شتاب نگاشت *Chi Chi Taiwan* ۵۲

شکل (۲-۱۳) شتاب نگاشت *Kobe*..... ۵۲

شکل (۲-۱۴) شتاب نگاشت *Kocaeli Turkey* ۵۲
شکل (۲-۱۵) شتاب نگاشت *Landers* ۵۳
شکل (۲-۱۶) شتاب نگاشت *Loma Prieta* ۵۳
شکل (۲-۱۷) شتاب نگاشت *Northridge* ۵۳
شکل(۲-۱۸) منحنی ظرفیت سازه به صورت دوخطی ورفتار غیرخطی سازه یک درجه آزادمعادل ۵۸
شکل (۲-۱۹) پریود و شکل مودی ساختمان ۳ طبقه ۵۸
شکل (۲-۲۰) پریودها و اشکال مودی ساختمان ۶ طبقه ۵۹
شکل (۲-۲۱) پریودها و اشکال مودی ساختمان ۹ طبقه ۵۹
شکل (۲-۲۲) پریودها و اشکال مودی ساختمان ۱۲ طبقه ۵۹
شکل (۲-۲۳) پریودها و اشکال مودی ساختمان ۱۵ طبقه ۶۰
شکل (۲-۲۴) پریودها و اشکال مودی اول،دوم وسوم ساختمان ۱۸ طبقه ۶۰
شکل (۲-۲۵) پریودها و اشکال مودی چهارم و پنجم ساختمان ۱۸ طبقه ۶۱
شکل (۲-۲۶) منحنی ظرفیت دوخطی شده ۶۲
شکل (۲-۲۷) منحنی ظرفیت و نمودار دوخطی ساختمان ۳ طبقه ۶۵
شکل (۲-۲۸) منحنی ظرفیت و نمودار دوخطی ساختمان ۶ طبقه ۶۵
شکل (۲-۲۹) منحنی ظرفیت و نمودار دوخطی ساختمان ۹ طبقه ۶۶
شکل (۲-۳۰) منحنی ظرفیت و نمودار دوخطی ساختمان ۱۲ طبقه ۶۷
شکل (۲-۳۱) منحنی ظرفیت و نمودار دوخطی مودهای اول، دوم، وسوم ساختمان ۱۵ طبقه ۶۸
شکل (۲-۳۲) منحنی ظرفیت و نمودار دوخطی مودهای چهارم و پنجم ساختمان ۱۵ طبقه ۶۹
شکل (۲-۳۳) منحنی ظرفیت و نمودار دوخطی مودهای اول و دوم ساختمان ۱۸طبقه ۶۹
شکل(۲-۳۴) منحنی ظرفیت و نمودار دوخطی مودهای سوم چهارم و پنجم ساختمان ۱۸ طبقه ... ۷۰
شکل (۲-۳۵) رفتار غیرخطی مصالح در سیستم یک درجه آزاد معادل ۷۴
شکل (۲-۳۶) الگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت ۷۸

شکل(۳-۱) *Drift* طبقات در سازه ۳ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۸۰
شکل(۳-۲) خطای *Drift* طبقات در سازه ۳ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۸۱
شکل(۳-۳) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده در سازه۳طبقه درحالت ضریب مقیاس۰/۵درصد... ۸۱
شکل(۳-۴) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده در سازه۶طبقه درحالت ضریب مقیاس ۲ درصد.... ۸۲
شکل(۳-۵) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده در سازه۶ طبقه درحالت ضریب مقیاس۰/۵درصد. ۸۳
شکل(۳-۶) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده در سازه۹ طبقه درحالت ضریب مقیاس۲ درصد..... ۸۴
شکل(۳-۷) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده در سازه۹ طبقه درحالت ضریب مقیاس۰/۵درصد.. ۸۵
شکل(۳-۸) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده در سازه۱۲ طبقه درحالت ضریب مقیاس۲ درصد.. ۸۶
شکل(۳-۹) *Drift*طبقات وخطای بدست آمده در سازه۱۲طبقه درحالت ضریب مقیاس۰/۵درصد.. ۸۷
شکل(۳-۱۰) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده در سازه۱۵طبقه درحالت ضریب مقیاس۲درصد. ۸۸
شکل(۳-۱۱) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده درسازه۱۵طبقه درحالت ضریب مقیاس۰/۵درصد ۸۹
شکل(۳-۱۲) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده درسازه۱۸طبقه درحالت ضریب مقیاس۲درصد... ۹۰
شکل(۳-۱۳) *Drift* طبقات وخطای بدست آمده درسازه۱۸طبقه درحالت ضریب مقیاس۰/۵درصد. ۹۱
شکل (۳-۱۴) مقایسه خطای روش پوش اور مودال در دو حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد (حالت الاستیک) و ۲ درصد (حالت غیرالاستیک) در ساختمان های ۳ و ۶طبقه ۹۲
شکل (۳-۱۵) مقایسه خطای روش پوش اور مودال در دو حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد (حالت الاستیک) و ۲ درصد (حالت غیرالاستیک) در ساختمان های ۹، ۱۲، ۱۵و ۱۸ طبقه ۹۳
شکل (۳-۱۶) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۳ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۴
شکل (۳-۱۷) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۳ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۴
شکل (۳-۱۸) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۶ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۵

شکل (۳-۱۹) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۶ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۵

شکل (۳-۲۰) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۹ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۶

شکل (۳-۲۱) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۹ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۶

شکل (۳-۲۲) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۱۲ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۷

شکل (۳-۲۳) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۱۲ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۷

شکل (۳-۲۴) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۱۵ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۸

شکل (۳-۲۵) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۱۵ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۹

شکل (۳-۲۶) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۱۵ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۹۹

شکل (۳-۲۷) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۱۸ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۲ درصد..... ۱۰۰

شکل (۳-۲۸) مقایسه پوش نتایج *Drift* حاصل از الگوهای بارگذاری با نتایج حاصل از روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۳ طبقه ۱۰۰

شکل (۳-۲۹) مقایسه پوش نتایج *Drift* حاصل از الگوهای بارگذاری با نتایج حاصل از روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه های ۶، ۹ و ۱۲ طبقه..... ۱۰۱

شکل (۳-۳۰) مقایسه پوش نتایج *Drift* حاصل از الگوهای بارگذاری با نتایج حاصل از روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه های ۱۵و ۱۸ طبقه ۱۰۲
شکل (۳-۳۱) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۳ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۱۰۳
شکل (۳-۳۲) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۳ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۱۰۳
شکل (۳-۳۳) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۶ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد..... ۱۰۴
شکل (۳-۳۴) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۶ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد..... ۱۰۴
شکل (۳-۳۵) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۹ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد..... ۱۰۵
شکل (۳-۳۶) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۹ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۱۰۵
شکل (۳-۳۷) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۱۲ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۱۰۶
شکل (۳-۳۸) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۱۲ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۱۰۶
شکل (۳-۳۹) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۱۵ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۱۰۷
شکل (۳-۴۰) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت و روش *MPA* در سازه ۱۵ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد ۱۰۷

شکل (۳-۴۱) مقایسه *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخت با نتـایج روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه ۱۸ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد..... ۱۰۸

شکل (۳-۴۲) خطای *Drift* طبقات تعیین شده باالگوهای بارگذاری مثلثی و یکنواخـت و روش *MPA* در سازه ۱۸ طبقه در حالت ضریب مقیاس ۰/۵ درصد..... ۱۰۸

شکل (۳-۴۳) مقایسه پوش نتایج*Drift*حاصل از الگوهـای بارگـذاری بـا نتـایج حاصـل از روش *MPA* و*NL-RHA* در سازه های ۳، ۶ و۹ طبقه..... ۱۰۹

شکل (۳-۴۴) مقایسه پوش نتایج*Drift*حاصل از الگوهای بارگذاری بـا نتـایج حاصـل از روش *MPA* و *NL-RHA* در سازه های ۱۲، ۱۵ و۱۸ طبقه..... ۱۱۰

مقدمه

با توجه به اینکه در زمین لرزه های شدید اکثراً سازه ها آسیب می بینند از این رو بررسی عملکرد ساختمان ها نیازمند روشهای تحلیلی غیرالاستیک می باشد. بنابراین برای ارزیابی عملکرد سیستم های سازه ای باید از تحلیل دینامیکی غیر خطی استفاده شود اما به دلیل پیچیدگی ذاتی و مشکلات محاسبه ای موجود در این تحلیل، استفاده آنرا در کاربرد های مهندسی رایج غیرممکن ساخته است. بدین منظور بعضی روشهای عملی وساده برای تخمین پاسخ لرزه ای غیرالاستیک بوجود آمده است. این روشها معمولاً " تحلیل پوش اور" نامیده می شوند، که در سالهای اخیر توسعه فراوانی یافته و در دستورالعمل های ارزیابی لرزه ای سازه ها از قبیل *FEMA-ATC* و... در برخی از آیین نامه طراحی از قبیل آیین نامه طراحی ژاپن(*Otani et al 2000*) وآیین نامه طراحی ایتالیا(*PCM(2003*) مورد استفاده قرار گرفته است. تحلیل پوش اور روشی منا سب برای تخمین تغییر شکل غیرالاستیک لرزه ای و الگوی زیان در یک سازه می باشد. در یک روش پوش اور رشته ای از تحلیل های استاتیکی غیرخطی تحت بارهای جانبی که بصورت یکنواخت افزایش می یابد، انجام می گیرد و ساختمان تا رسیدن به تغییرمکان از پیش تعیین شده هل داده می شود[۱۳].

روش پوش اور معمولاً منجر به تخمین منطقی پاسخ های لرزه ای برای ساختمان های با ارتفاع کوتاه می گردد. اما این روش اساساً شبیه بارگذاری یک مود تنها بر روی ساختمان می باشد. کاربرد روش پوش اور بر روی ساختمان های بلند اساساً منجر به نتایج رضایتبخشی نمی شود[۱۳]. بنابراین مطالعات گسترده ای در خصوص مزایا و معایب این روش صورت گرفته است و پیشنهاداتی نیز در راستای رفع کاستی های روش پوش اور سنتی جهت لحاظ کردن اثرات مود های بالاتر، کاهش سختی و... ارائه شده است.

در این تحقیق، در فصل اول ابتدا به معرفی روش های تحلیل لرزه ای و مزایا و معایب هر یک از آنها پرداخته شده و سپس به معرفی انواع روش های پوش اور مودال (چند مودی) پرداخته شده و پایه های نظری مربوط به روش پوش اور مودال (*MPA*) بررسی می گردد.

فصل دوم شامل دو قسمت می باشد که در قسمت اول به معرفی ساختمان های مورد استفاده و نحوه طراحی آنها توسط آیین نامه ۲۸۰۰ پرداخته شده است. در قسمت دوم معرفی نرم افزار *Ram-Perform*، شتابنگاشت ها و نحوه مقیاس آنها در تحلیل دینامیکی غیرخطی صورت گرفته و در نهایت روند انجام تحلیل پوش اور مودال و تحلیل استاتیکی غیرخطی باالگوهای بارگذاری پیشنهادی در دستورالعمل بهسازی لرزه ای سازه ها ارائه گردیده است.

در فصل سوم ابتدا نتایج حاصل از روش تحلیل پوش اور مودال با نتایج تحلیل دینامیکی غیرخطی مقایسه شده و دقت روش مورد ارزیابی قرار گرفته است. و سپس نتایج حاصل از تحلیل استاتیکی غیرخطی با الگو های بارگذاری پیشنهادی در دستورالعمل بهسازی، با نتایج حاصل از روش پوش اور مودال و تحلیل دینامیکی غیرخطی مقایسه گردیده است. لازم به ذکر است که پارامتر مورد ارزیابی تغییرمکان نسبی بین طبقات می باشد که ارتباط نزدیکی با زیان وارد بر سازه دارد.

در فصل چهارم نتایج کلی و پیشنهادات ارائه گردیده است.

فصل اول

بررسی روش های تحلیل لرزه ای