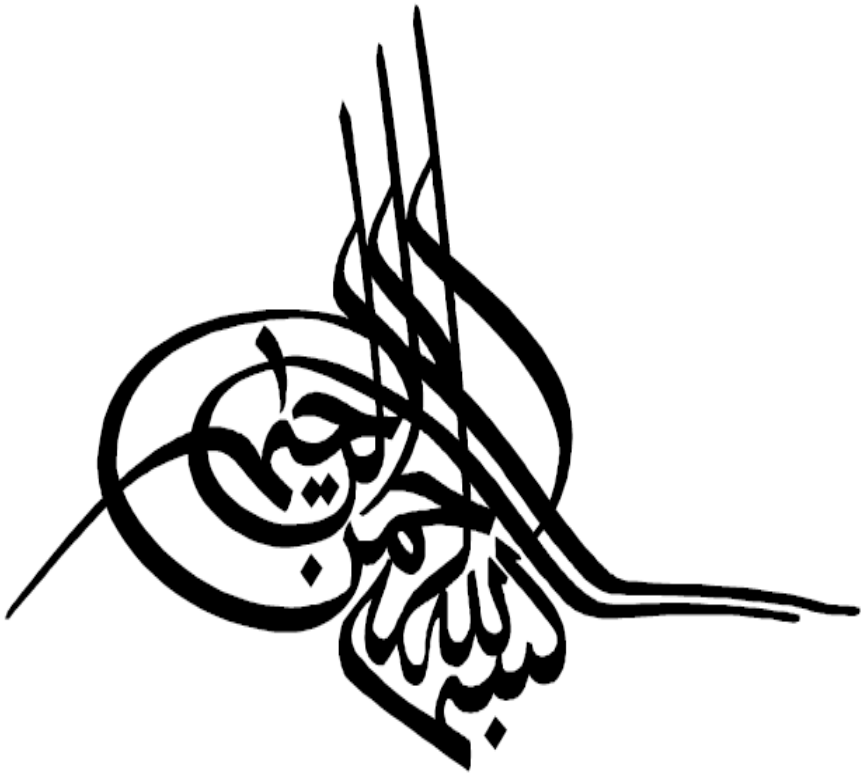
بسم الله الرحمن الرحيم

وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه علم و فرهنگ
دانشکده فنی عمران

کاربرد روش استاتیکی غیر خطی در تخمین پاسخ های لرزه ای ساختمانهای نامتقارن دارای دیوار برشی بتنی تحت زلزله های دور و نزدیک به گسل

نگارش :علی سدیر عابدی

استاد راهنما : دکتر عبدالرضا سروقد مقدم

استاد مشاور : دکتر رضا کرمی محمدی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

رشته مهندسی عمران- گرایش سازه

بهمن ۱۳۸۸

چکیده:

کاربرد دیوارهای برشی در ساخت و سازهای سازه های چند طبقه بتنی یکی از فناوریهای موجود ساختمانی در ایران می باشد . این روش که منجر به تولید سازه های با سیستم باربر دیوار برشی می گردد، با توجه به مطلوبیت های اجرایی ، اقتصادی و عملکرد مناسب در زلزله های گذشته در حال تبدیل به یکی از مطرح ترین گزینه های ساخت و ساز انبوه در مناطق مختلف جهان است. علیرغم گسترش ساخت و ساز با این روش در ایران و همچنین افزایش روزافزون ارتفاع در ساختمانهای بنا شده و با توجه به اینکه اکثر شهرهای ایران در مناطق لرزه خیز و نزدیک به گسل واقع شده اند . تا به حال تحقیقات معدودی جهت بررسی رفتار سیستمهای ساختمانی با دیوار برشی تحت نیروهای زلزله دور ونزدیک به گسل همچنین اثرات خروج از مرکزیت جرم در رفتار کلی سازه صورت گرفته است.در حال حاضر طراحی سیستمهای سازه ای با دیوار برشی ، متعارف شده اسست و در پاره ای از موارد برخی محدودیت های توصیه شده از جمله المان مرزی و محدودیتهای جزئیات بندی رعایت می شود ،اما که عدم توجه به آنها منجر به طراحی غیر اقتصادی و در پاره ای ازموارد غیرایمن می شود . در تحقیق حال حاضر ،پس از بررسی کلی مدل طراحی شده با دیوار برشی ، وضعیت عملکرد لرزه ای دیوار های برشی با کاربرد تحلیل استاتیکی غیر خطی و دینامیکی غیر خطی بر روی مدلهای ساخته شده با خروج از مرکزیت های مختلف مورد بررسی قرارگرفته است و میزان اعتبار فرضیات طراحی با استفاده از سطح عملکرد تعیین شده و جابجایی نسبی طبقات آنها سنجیده می شود.

کلید واژه: ساختمانهای بتنی با سیستم دیوار برشی ، تحلیل استاتیکی غیر خطی ، تحلیل دینامیکی غیر خطی ، خروج از مرکزیت .

تقدیم به پدر ، مادر و تنها برادرم

تقدیر و تشکر:

می خواهم تشکر خالصانه خود را نسبت به استاد راهنمای خود، جناب آقای دکتر عبدالرضا سروقد-مقدم به خاطر حمایت‌های دائم و راهنمایی‌های سودمند ایشان ابراز کنم و از این که شاگرد این بزرگوار هستم افتخار می کنم.

لازم است که قدردانی فراوان خود را نسبت به استاد مشاور خود، جناب آقای دکتر رضا کرمی-محمدی اعلام کنم. همچنین از جناب آقای مهندس حسین یوسف پور بدلیل انتقال تجربیاتشان به اینجانب کمال تشکر را دارا می باشم .

حقیقتاً کار کردن با استاد گرامی آقای دکتر مقدم برایم لذت‌بخش بوده است. مطمئناً بدون حمایت-های ایشان، این پایان‌نامه خاتمه نمی‌یافت و امیدوارم همکاری بنده با این استاد برجسته ادامه داشته باشد.

همچنین از پدر و مادر و برادرم به خاطر حمایت‌های معنوی ایشان و این که در تمام دوران تحصیلم، مشوق من بودند سپاسگزارم. در خاتمه، کار انجام شده را به پدر و مادر و برادر عزیزم تقدیم می‌کنم.

علی سدیر عابدی

اسفند ۱۳۸۸

فهرست مطالب

فهرست مطالب..... ا
فهرست اشکال..... ث
فهرست جداول..... د
فصل اول :پیشگفتار..... ۱
۱-۱- مقدمه..... ۱
۱-۲- روش انجام تحقیق..... ۲
۱-۳- ساختارپایان نامه..... ۲
۱-٤- خلاصه ای از کارهای بررسی شده درزمینه سازه های نامنظم..... ۳
۱-۵- انگیزه از انجام تحقیق حال حاضر..... ۸
فصل دوم : مبانی نظری و مروری بر ادبیات فنی..... ۹
۲-۱- بررسی انواع نامنظمی..... ۹
۲-۱-۱- منظم بودن در پلان..... ۹
۲-۱-۲- منظم بودن در ارتفاع..... ۹
۲-۲- بررسی رفتار دیوار برشی..... ۱۰
۲-۲-۱-مقدمه..... ۱۰
۲-۲-۲- کاربرد دیوار برشی..... ۱۰
۲-۲-۳- شکل پذیری..... ۱۱
۲-۲-٤- طراحی خمشی..... ۱۳
۲-۲-۵- محدودیت های آرماتورگذاری خمشی دیوارهای برشی..... ۱٤
۲-۲-٦- شکل مقطع دیوارهای برشی و مفهوم عرض موثر..... ۱۵
۲-۲-۷- تامین شکل پذیری در دیوارهای برشی..... ۱٦
۲-۲-۸- محصورشدگی مرزی..... ۱۹
۲-۲-۹- سایر مکانیزم های گسیختگی در دیوارهای برشی..... ۲۳
۲-۲-۱۰- شکست برشی..... ۲۳
۲-۲-۱۱- شکست برشی لغزشی..... ۲٤
۲-۲-۱۲- بلند شدگی از روی پی..... ۲۵
۲-۲-۱۳- اثرات جانمایی دیوارها در پلان ساختمان..... ۲۵
۲-۳- معرفی اصول طراحی بر مبنای عملکرد..... ۲۹
۲-۳-۱- شرحی بر گسترش طراحی مبتنی بر عملکرد..... ۲۹
۲-۳-۲- سطوح عملکرد آئین نامه های مختلف..... ۳۰
۲-۳-۲-۱- سطوح عملکرد SEAOC(VISION 2000)..... ۳۰

۲-۳-۲-۲- سطوح عملکرد NEHRP ۳۱
۲-۳-۲-۳- سطوح عملکرد ATC 40 ..... ۳۳
۲-۳-۳- سطوح خطر ۳۶
۲-۳-۳-۱- سطوح زمین لرزه های ATC40 ..... ۳۶
۲-۳-۳-۲- سطوح مختلف خطر در آئین نامه۲۸۰۰ ..... ۳۶
۲-۳-٤- اهداف بهسازی ۳۷
۲-٤- روش تحلیل استاتیکی غیر خطی ۳۹
۲-٤-۱- مقدمه ۳۹
۲-٤-۲- روش های تحلیل بارافزون مورد استفاده در نرم افزار PERFORM-3D ۳۹
۲-٤-۳- اختلاف میان روش های تحلیل استاتیکی غیر خطی (بارافزون) ٤۰
۲-٤-٤- گامهای اصلی ٤۵
فصل سوم : معرفی مدلهای تحلیلی و مشخصات مکانیکی و دینامیکی آنها ٤۷
۳-۱- مقدمه ٤۷
۳-۲- روش مدلسازی مقطع دیوار ٤۹
۳-۲-۱- روش اجزإ محدود ٤۹
۳-۲-۲- کاربرد المان معادل ۵۱
۳-۲-۲-۱- المان خرپای معادل قطری ۵۲
۳-۲-۲-۲- المان خرپای معادل چند عنصری ۵۵
۳-۲-۲-۳- المان تیر معادل ۵٦
۳-۲-۲-٤- المان چندجزئی موازی ۵۹
۳-۲-۲-۵- مدلهای محیط پیوسته برشی ٦۱
۳-۲-۲-٦- مدل و المان مورد استفاده در تحقیق حاضر ٦۵
۳-۲-۳- مشخصات مصالح ٦۷
۳-۲-۳-۱- رفتار بتن ٦۷
۳-۲-۳-۲- رفتار فولاد ۷۱
۳-۲-۳-۳- رفتار برشی مصالح برای دیوار ۷۱
۳-۲-٤- نحوه تعیین سطح عملکرد دیوار ۷۲
۳-۲-۵- مدلسازی سازه مورد بررسی ۷۳
۳-۲-۵-۱- مقدمه ۷۳
۳-۲-۵-۲- معرفی سازه های مورد بررسی در تحلیل های غیرخطی ۷٤
۳-۳- بررسی میزان صحت نتایج مدل تحلیلی ۸۱
فصل چهارم : تحلیل استاتیکی غیر خطی ۸۳

٤-١- اثرات بارهای ثقلی در تحلیل استاتیکی غیر خطی سازه ها تحت اثر بارهای جانبی ٨٣
٤-٢- توزیع بار جانبی ٨٤
٤-٢-١- توزیع نوع اول ٨٤
٤-٢-٢- توزیع نوع دوم ٨٥
٤-٣- ترکیبات بار مورد استفاده در تخلیل استاتیکی غیر خطی ٨٥
٤-٤- مراحل طی شده و بررسی رفتار سازه در تحلیل استاتیکی غیر خطی ٨٧
٤-٥- مشاهده نتایج حاصل از تحلیل ٩٦
فصل پنجم : تحلیل دینامیکی غیر خطی ١٠٣
٥-١- انتخاب و ترکیبات مورد استفاده در تحلیل دینامیکی غیر خطی ١٠٣
٥-٢- نحوه نرمال کردن شتابنگاشت های مورد استفاده ١٠٨
٥-٣- تنظیم پارمترهای تحلیل ١٠٨
٥-٤- مشاهده نتایج حاصل از تحلیل ١٠٩
فصل ششم : بررسی روش و مقایسه نتایج تحلیل های استاتیکی و دینامیکی غیر خطی ١٢٤
٦-١- بررسی نتایج ١٢٤
فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات ١٣٤
٧-١- نتیجه گیری ١٣٤
٧-٢- پیشنهادات ١٣٥
مراجع ١٣٦

فهرست اشکال

شکل ۲-۱- نمودار رفتار چرخه ای دیوار کنترل شده توسط برش ۱۱
شکل ۲-۲- نمودار رفتار چرخه دیوار با جزئیات بندی مناسب ۱۲
شکل ۲-۳- پوش لنگر طراحی از سوی پاولی و پریستلی در ارتفاع دیوار ۱۵
شکل ۲-٤- بررسی اثرات نیروی محوری بر روی پروفیل کرنش های دیوار برشی ۱٦
شکل ۲-۵- نمایش پروفیل کرنش ها در دو حالت مختلف قرارگیری دیوار ناودانی شکل در برابر زلزله ۱۷
شکل ۲-٦- نمودارارتباط بین شکل پذیری درانحنای مورد نیازو شکل پذیری درجابجایی براساس نسبت ابعادی ... ۱۸
شکل ۲-۷- نمودار رفتار بتن محصور در مقایسه با بتن نامحصور ۲۰
شکل ۲-۸-نمایش طول لازم برای محصورشدگی ۲۱
شکل ۲-۹- شکل گیری ترکها در مکانیزم خمشی شکل پذیر ۲۲
شکل۲-۱۰- مد های شکست یک دیوار برشی طره ای (الف) گسیختگی خمشی (ب)شکست برشی (ج) شکست لغزشی (د) دوران پی ۲٤
شکل ۲-۱۱-رابطه بار – تغییر مکان برای یک دیوار برشی طره ای با گسیختگی خمشی ۲۵
شکل ۲-۱۲- رابطه بار – تغییر مکان برای یک قاب با بلند شدگی پی ۲۵
شکل۲-۱۳-تیپ رایج تیغه چینی در هتلها و ساختمانهای مسکونی ۲۷
شکل۲-۱٤-ترکیبات پایدار و ناپایدار پیچشی دیوارها در پلان ۲۷
شکل ۲-۱۵- چیدمان غیرخطی دیوارهای برشی در پلان ۲۸
شکل۲-۱٦- قرارگیری هسته بتنی در پلان سازه ۲۹
شکل ۲-۱۷- سیر تکاملی آئین نامه های مبتنی بر عملکرد ۳۰
شکل۲-۱۸- ماتریس اهداف عملکرد SEAOC(VISION2000) ۳۱
شکل۲-۱۹-ماتریس عملکردی NEHRP ۳۲
شکل۲-۲۰- گام های اصلی تحلیل های بارافزون ٤۰
شکل۲-۲۱- گام های اصلی در روش ضرایب FEMA440 و FEMA356 ..... ٤۱
شکل۲-۲۲- گام های اصلی در روش خطی FEMA440 ..... ٤۲
شکل۲-۲۳- گام های اصلی در روش طیف ظرفیت ATC40 ..... ٤۳
شکل۲-۲٤- گام های اصلی در روش طیف ظرفیت اصلاح شده ٤٤
شکل ۲-۲۵- منحنی تحلیل بارافزون ٤٦
شکل۳-۱- قسمت های مختلف دیوار برشی ٤۷
شکل۳-۲ -رفتار نامتقارن دیوار برشی ٤۸
شکل۳-۳- المان خرپای معادل قطری ودرجات آزادی آن ۵۳
شکل۳-٤- تغییر شکل دیوار در اثر اعمال برش خالص ۵۳
شکل۳-۵- تغییر شکل برش خالص (a) و تغییر شکل خمشی خالص (b) ۵٤

شکل۳-٦- المان خرپای معادل چند عنصری در ساده ترین شکل آن..... ٥٥
شکل ۳-۷- المان خرپای معادل چند عنصری با جدا سازی بتن از فولاد ، (a) شبکه بندی جزء المان میله ای بتنی، (b) شبکه بندی جزء المان میله ای فولادی و آرماتورها..... ٥٦
شکل ۳-۸- المان تیر معادل ودرجات آزادی آن..... ٥٧
شکل۳-۹- نحوه ارتباط درجات آزادی المان تیر معادل با درجات آزادی مدل کلی سازه..... ٥٨
شکل ۳-۱۰-المان سه عضو قائم یک بعدی ودرجات آزادی آن و نحوه ارتباط درجات آزادی المان سه عضو قائم یک بعدی با درجات آزادی مدل کلی سازه..... ٥٩
شکل۳-۱۱- المان چند جزئی موازی ودرجات آزادی آن..... ٦٠
شکل ۳-۱۲- تغییر مکان a در درجه آزادی V_1 المان چند جزئی موازی و تغییر شکل متناظر فنر برشی..... ٦٠
شکل۳-۱۳- المان دیوار برشی(Shear Wall Element) معرفی شده توسط پاول و همکارانش..... ٦٢
شکل۳-١٤- تقسیم بندی مقطع دیوار به المان های رشته ای بتنی و فولادی..... ٦٣
شکل۳-۱٥- مؤلفه های شکل دهنده ی المان دیوار برشی در نرم افزارPerform ٦٤
شکل۳-١٦- جزء المان چندجزئی موازی که در دو جهت افقی و قائم دارای فنرهای موازی است..... ٦٤
شکل۳-۱۷- المان دیوار کلی(General Wall Element) معرفی شده توسط پاول و همکارانش..... ٦٥
شکل۳-۱۸-المان های دیوار برشی..... ٦٦
شکل۳-۱۹-منحنی بتن محصور بر اساس مدل مندر، پاولی و پریسلی..... ٦٨
شکل۳-۲۰- نمودار رفتار کلی مؤلفه ها در نرم افزار Perform ٧٠
شکل۳-۲۱- نمودار رفتار هیستریزیس بتن در فشار در نرم افزارPerform ٧٠
شکل۳-۲۲- نمودار رفتار هیستریزیس بتن در کشش در نرم افزار Perform..... ٧١
شکل۳-۲۳-نمودار رفتار برشی دیوار ٧٢
شکل۳-٢٤- ستون گوشه در سازه سه بعدی ٧٤
شکل۳-۲٥– پلان ساختمان طراحی شده،همراه با اندازه گذاری آکس ها و تیپ دیوارها ٧٥
شکل۳-٢٦–نمای سه بعدی از سازه طراحی شده..... ٧٥
شکل۳-۲۷-نمونه اولیه مدل شده در نرم افزار perform-3D ٧٧
شکل۳-۲۸ a- محل گره مرکز جرم در حالت بدون خروج از مرکزیت..... ٧٨
شکل۳-۲۸ b- محل گره مرکز جرم در حالت ۲۰٪ خروج از مرکزیت ٧٩
شکل ۳-۲۹- محورهای نرمال مقاطع رشته ای و مرکز سطح مقطع دیوار برشی..... ٧٩
شکل۳-۳۰- مدل رشته ای سطح مقطع استفاده شده در مدلسازی..... ٨٠
شکل۳-۳۱-مدل تعریف شده برای نرم افزارها..... ٨١
شکل ٤-۱- تیر دو سر گیردارتحت اثر بارهای ثقلی و جانبی..... ٨٤
شکل ٤-۲- الگوی متفاوت بار جانبی..... ٨٦
شکل ٤-۳- منحنی بارافزون به دست آمده برای مود اول ارتعاش در ساختمان نه طبقه SAC لس آنجلس..... ٨٦

شکل٤-٤- منحنی بارافزون به دست آمده برای مود دوم ارتعاش در ساختمان نه طبقه SAC لس آنجلس..... ۸۷
شکل٤-٥- ایجاد تقریب دوخطی از روی نمودار ظرفیت سازه..... ۹۵
شکل٤-٦-روند به دست آوردن تغییر مکان هدف در نرم افزار Perform ۹٦
شکل ٤-۷-جابجایی نسبی به طبقه برای سازه بدون خروج از مرکزیت تحت الگوی بارهای یکنواخت و مثلثی وارونه در تحلیل های بارافزون در تیپ دیوارW4, W2 .....۹۷
شکل ٤-۸-جابجایی نسبی به طبقه برای دیوار تیپ W4 ، سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بارهای یکنواخت و مثلثی وارونه در تحلیل های بارافزون..... ۹۸
شکل ٤-۹-جابجایی نسبی به طبقه برای دیوار تیپ W2 ، سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت الگوی بارهای یکنواخت و مثلثی وارونه در تحلیل های بارافزون..... ۹۹
شکل ٤-۱۰-جابجایی نسبی به طبقه برای دیوار تیپ W4، سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بارهای یکنواخت و مثلثی وارونه در تحلیل های بارافزون..... ۹۹
شکل٤-۱۱- جابجایی نسبی به طبقه برای دیوار تیپ W2 ، سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت الگوی بارهای یکنواخت و مثلثی وارونه در تحلیل های بارافزون..... ۱۰۰
شکل٤-۱۲- میزان درصد سطح عملکرد استفاده بی وقفه برای تیپ مختلف دیوارها و سازه ها با خروج از مرکزیتهای مختلف.....۱۰۰
شکل٤-۱۳- میزان درصد سطح عملکرد ایمنی جانی برای تیپ مختلف دیوارها و سازه ها با خروج از مرکزیتهای مختلف.....۱۰۱
شکل٤-۱٤- میزان درصد سطح عملکرد آستانه فروریزش برای تیپ مختلف دیوارها و سازه ها با خروج از مرکزیتهای مختلف.....۱۰۲
شکل ٥-۱-جابجایی نسبی به طبقه برای سازه بدون خروج از مرکزیت تحت زلزله های نزدیک به گسل برای سازه بدون خروج از مرکزیت..... ۱۱٤
شکل ٥-۲-جابجایی نسبی به طبقه برای سازه بدون خروج از مرکزیت تحت زلزله های نزدیک به گسل برای سازه بدون خروج از مرکزیت..... ۱۱٤
شکل ٥-۳- جابجایی نسبی به طبقه برای دیوار تیپ w4 ، سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪تحت زلزله های نزدیک به گسل..... ۱۱٤
شکل ٥-٤- جابجایی نسبی به طبقه برای دیوار تیپ w4 ، سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪تحت زلزله های دوراز گسل..... ۱۱٥
شکل ٥-٥- جابجایی نسبی به طبقه برای دیوار تیپ w2 ، سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪تحت زلزله های نزدیک به گسل..... ۱۱٥
شکل٥-٦- جابجایی نسبی به طبقه برای سازه دیوار تیپ w2 ، با خروج از مرکزیت ۱۰٪ تحت زلزله های دور ازگسل..... ۱۱٥

شکل ۵-۷- جابجایی نسبی به طبقه برای دیوار تیپw4 ، سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪تحت زلزله های نزدیک به گسل..... ۱۱۶
شکل۵-۸- جابجایی نسبی به طبقه برای سازه دیوار تیپ w4،با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت زلزله های دور از گسل..... ۱۱۶
شکل۵-۹- جابجایی نسبی به طبقه برای دیوار تیپw2 ، سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪تحت زلزله های نزدیک به گسل..... ۱۱۷
شکل۵-۱۰- جابجایی نسبی به طبقه برای سازه دیوار تیپ w2 ،با خروج از مرکزیت ۲۰٪ تحت زلزله های دور از گسل..... ۱۱۷
شکل۵-۱۱- میزان درصد سطح عملکرد استفاده بی وقفه برای تیپ مختلف دیوارها و سازه ها با خروج از مرکزیتهای مختلف برای زلزله های نزدیک به گسل..... ۱۱۸
شکل۵-۱۲- میزان درصد سطح عملکرد استفاده بی وقفه برای تیپ مختلف دیوارها و سازه ها با خروج از مرکزیتهای مختلف برای زلزله های دور از گسل..... ۱۱۸
شکل۵-۱۳- میزان درصد سطح عملکرد ایمنی جانی برای تیپ مختلف دیوارها و سازه ها با خروج از مرکزیتهای مختلف برای زلزله های نزدیک به گسل..... ۱۱۹
شکل۵-۱٤- میزان درصد سطح عملکرد ایمنی جانی برای تیپ مختلف دیوارها و سازه ها با خروج از مرکزیتهای مختلف برای زلزله های دور از گسل..... ۱۱۹
شکل۵-۱۵- میزان درصد سطح عملکرد آستانه فروریزش برای تیپ مختلف دیوارها و سازه ها با خروج از مرکزیتهای مختلف برای زلزله های نزدیک به گسل..... ۱۲۰
شکل۵-۱٦- میزان درصد سطح عملکرد آستانه فروریزش برای تیپ مختلف دیوارها و سازه ها با خروج از مرکزیتهای مختلف برای زلزله های دور از گسل..... ۱۲۰
شکل ۵-۱۷- میزان انرژی جذب شده غیر الاستیک برای سازه بدون خروج از مرکزیت..... ۱۲۲
شکل ۵-۱۸- میزان انرژی جذب شده غیر الاستیک برای سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪.....۱۲۲
شکل ۵-۱۹- میزان انرژی جذب شده غیر الاستیک برای سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ ۱۲۳
شکل ٦-۱- مقایسه متوسط جابجایی برای تیپ دیوارهای w4,w2 برای سازه بدون خروج از مرکزیت ۱۲٦
شکل ٦-۲- متوسط جابجایی نسبی تیپw4 دیوار برای سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ ۱۲٦
شکل ٦-۳- متوسط جابجایی نسبی تیپ w2دیوار برای سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ ۱۲٦
شکل ٦-٤- متوسط جابجایی نسبی تیپ w4دیوار برای سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪.....۱۲۷
شکل ٦-۵- متوسط جابجایی نسبی تیپ w2 دیوار برای سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪.....۱۲۷
شکل ٦-٦- مقایسه متوسط جابجایی نسبی برای تحلیل های بارافزون برای تیپ های مختلف دیوارها ۱۲۸
شکل ٦-۷- مقایسه متوسط جابجایی نسبی برای زلزله های نزدیک به گسل برای تیپ های مختلف دیوارها.....۱۲۸
شکل ٦-۸- مقایسه متوسط جابجایی نسبی برای زلزله های دور ازگسل برای تیپ های مختلف دیوارها.....۱۲۹

فهرست جداول

جدول۲-۱-تعریف سطوح عملکرد سازه ای طبق SEAOC(VISION2000) و NEHRP ۳۲
جدول ۲-۲ اهداف بهسازی ۳۸
جدول۳-۱-مشخصات مصالح سازه..... ۷٦
جدول۳-۲- بارگذاری لرزه ای در نظر گرفته شده برای سازه طراحی شده..... ۷٦
جدول ۳-۳ بارگذاری ثقلی در نظر گرفته شده برای سازه..... ۷۷
جدول٤-۱- مشخصات جرمی سازه های مورد بررسی..... ۸۸
جدول٤-۲- مقادیر پیشنهادی C_0 ..... ۹۱
جدول٤-۳- تعیین T_s بر اساس جدول آئین نامه۲۸۰۰ ..... ۹۲
جدول٤-٤- ضریب اصلاح C_m بر اساس FEMA 356 ..... ۹۳
جدول٤-٥- تعیین ضریب A بر اساس جدول آئین نامه ۲۸۰۰ ..... ۹۳
جدول٤-٦- ضریب اصلاح C_2 بر اساس FEMA 356 ..... ۹٤
جدول ٤-۷-جابجایی نسبی طبقات..... ۹۷
جدول ٥-۱- شتاب نگاشت های انتخاب شده..... ۱۰۳
جدول ٥-۲- جابجایی نسبی طبقات ، تیپ دیوارهای w2,w4 برای سازه بدون خروج از مرکزیت..... ۱۰۹
جدول ٥-۳- جابجایی نسبی طبقات ، تیپ دیوارهای w4 برای سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ ۱۱۰
جدول ٥-٤- جابجایی نسبی طبقات ، تیپ دیوارهای w2برای سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ ۱۱۱
جدول ٥-٥- جابجایی نسبی طبقات ، تیپ دیوارهای w4برای سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ ۱۱۲
جدول ٥-٦- جابجایی نسبی طبقات ، تیپ دیوارهای w2برای سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ ۱۱۳
جدول ٦-۱- متوسط جابجایی نسبی تیپ w2,w4 دیوار برای سازه بدون خروج از مرکزیت ۱۲٤
جدول ٦-۲- متوسط جابجایی نسبی تیپ w4دیوار برای سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ ۱۲٤
جدول ٦-۳- متوسط جابجایی نسبی تیپ w2دیوار برای سازه با خروج از مرکزیت ۱۰٪ ۱۲٥
جدول ٦-٤- متوسط جابجایی نسبی تیپ w4 دیوار برای سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ ۱۲٥
جدول ٦-٥- متوسط جابجایی نسبی تیپ w2دیوار برای سازه با خروج از مرکزیت ۲۰٪ ۱۲٥
جدول ٦-٦- درصد ارضا شده دیوارهای مختلف در سطح عملکرد اسنفاده بی وقفه ۱۳۰
جدول ٦-۷- درصد ارضا شده دیوارهای مختلف در سطح عملکرد ایمنی جانی..... ۱۳۱
جدول ٦-۸- درصد ارضا شده دیوارهای مختلف در سطح عملکرد آستانه تخریب..... ۱۳۲

فصل اول- پیشگفتار

۱-۱ مقدمه

با توجه به این که رفتار واقعی سازه ها تحت نیروی شدید زلزله، غیرخطی می باشد، لزوم انجام تحقیقات با مدنظر قرار دادن رفتار غیرخطی و بارگذاری واقعی، مشخص می شود . عدم توجیه اقتصادی برای آنالیز تاریخچه زمانی غیرخطی لزوم به کارگیری یک روش غیر خطی ساده شده را آشکار می نماید. از میان روش های غیرخطی ساده شده جهت گنجاندن در نسل آینده آئین نامه ها، آنالیز استاتیکی غیرخطی به سادگی رفتار غیرخطی سازه را شبیه سازی می کند و بعنوان ابزاری کارآمد در ارزیابی لرزه ای ساختمان ها محسوب می شود .

با اهمیت بررسی عملکرد لرزه ای سازه ها به هنگام وقوع زلزله و علیرغم تأثیر خروج از مرکزیت در رفتار سازه ها، بعلت دشوار بودن آنالیزهای غیرخطی بر روی سازه های سه بعدی، تحقیقات کمی در این زمینه صورت گرفته است . اکثر مطالعات انجام شده در این زمینه نیز محدود به سازه های یک یا دو طبقه با دهانه های کم می باشد . امروزه با توجه به افزایش ساخت و ساز در ایران و همچنین افزایش ارتفاع ساختمان ها و با توجه به این که اغلب شهرها در نزدیکی گسل برپا شده اند، کاربرد دیوار برشی بعنوان المان مقاوم در برابر نیروهای زلزله اجتناب ناپذیر شده و با در نظر گرفتن این نکته که در آیین نامه های لرزه ای حداکثر تغییر مکان بام سازه و تغییر مکان های نسبی بین طبقه ای دو عامل مهم در تعیین عملکرد سازه می باشد، ضرورت بررسی کفایت تحلیل های استاتیکی غیرخطی در تخمین پاسخ های لرزه ای یک سازه با سیستم دیوار برشی بتنی با خروج از مرکزیت های مختلف (نامنظمی در پلان) تحت زلزله های دور و نزدیک از گسل دیده می شود . برای نیل به این هدف برای هر مورد هفت رکورد ثبت شده استفاده می شود و نتایج به دست آمده از تحلیل های استاتیکی غیرخطی با نتایج حاصل از تحلیل های دینامیکی غیرخطی با هم مقایسه شده و کفایت نتایج تحلیل های دینامیکی غیرخطی بر روی یک سازه پنج طبقه با کف صلب و سیستم باربر جانبی دیوار برشی در دو جهت بصورتی که سقف ها بر روی دیوارها اتکا داشته باشند(بار بین این چهار دیوار به طور مساوی تقسیم شود) ، برای خروج از مرکزیت های مختلف، تحت زلزله های دور و نزدیک از گسل بررسی می شود .

۱-۲ روش انجام تحقیق

پس از مطالعه و جمع آوری اطلاعات موجود در سطح نیاز بر اساس مدارک قابل دسترسی از قبیل مجلات ، نشریات ، مقالات علمی ،آئین نامه ها و پایان نامه های موجود نسبت به کار مورد نظر اقدام نموده و مراحل زیر انجام می شود.

۱-گرد آوری ادبیات فنی مرتبط با روش استاتیکی غیر خطی

۲-گرد آوری ادبیات فنی مرتبط با زلزله های دور و نزدیک

۳-گرد آوری ادبیات فنی غیر خطی مرتبط بارفتار لرزه ای ساختمانهای نا متقارن

٤-بررسی شیوه های مدلسازی دیوار برشی

٥-انتخاب پارامترهای متغیر و تحلیل استاتیکی غیر خطی برای تعیین ضریب

٦-رفتار سازه با استفاده از نرم افزارهای مناسب

۷-بررسی انواع تحلیل و طراحی سازه مورد نظر

۸-مدلسازی و طراحی سازه پایه متقارن

۹-مدلسازی ساختمانها با مقادیر متفاوت خروج از مرکزیت بر اساس مشخصات اولیه سازه پایه

۱-۳ ساختار پایان نامه

این تحقیق شامل هفت فصل می باشد.

فصل اول ، کلیات تحقیق شامل مقدمه ، روش انجام تحقیق،ضرورت و اهداف تحقیق می باشد.

فصل دوم ، شامل ادبیات فنی از جمله معرفی رفتاردیوارهای برشی ، رفتار مصالح ، سطوح عملکردانواع نامنظمی و معرفی انواع تحلیلهای استاتیکی غیر خطی (بارافزون) می باشد.

فصل سوم شامل معرفی مدلهای تحلیلی و مشخصات دینامیکی و میکانیکی ،از جمله بحث کوتاهی در رابطه با انواع المانهای مورد استفاده برای مدلسازی دیوارهای برشی ، مشخصات مصالح استفاده

شده در برنامه ، معرفی مدلسازی انجام شده در نرم افزارهای تحلیلی و دست آخر هم بررسی صحت نتایج بدست آمده.

در فصل چهارم و پنجم ، به بررسی روشها و پیش فرضهای استفاده شده در تحلیلهای استاتیکی و دینامیکی غیر خطی پرداخته شده است و در ادامه همان فصول نتایج بدست آمده از برنامه برای هر فصل بصورت جداگانه آورده شده است.

در فصل ششم مقایسه ای بین نتایج آنالیز شده صورت گرفته است و در انتها در فصل هفتم ، مطالب به صورت نهایی جمع بندی شده و نتایج بصورت خلاصه آورده شده است.

۱-٤ خلاصه ای از کارهای بررسی شده در زمینه سازه های نامنظم

در سالهای اخیر روشهای گوناگونی بر پایه آنالیز استاتیکی غیرخطی بوجود آمد که اکثر آنها به سازه های منظم محدود می شوند ، اخیرا بر این تلاش شده است که کاربرد این روشها را برای سازه های نامنظم که نیاز به تحلیل سه بعدی دارند نیز گسترش دهند . در سال ۲۰۰۵ پیتر فایفر[1] ، دمجان ماروسیک[2] و ایزتاک پروس[3][۳] در مقالشان به گسترش روش استاتیکی غیر خطی N_2 پرداخته اند. در روش N_2 نتایج تحلیل استاتیکی غیر خطی بارافزون با نتایج تحلیل مودال (دینامیکی خطی) ترکیب شده است . روش کلی این تحلیل به این گونه می باشد که ابتدا توسط آنالیز بارافزون ، جابجایی هدف در دو جهت را بدست آورده در حالیکه بارها به مرکز جرم وارد شوند و بزرگترین مقدار را مد نظر قرار می دهند . تحلیل خطی مودال بصورت مستقل در دو جهت انجام می شود و از روش SRSS برای ترکیب نتایج استفاده شده است .ضریب تصحیح برای کاربرد مناسب در نتایج تحلیل بارافزون ، به صورت درصدی بین نرمال شده جابجایی سقف که از تحلیل های مودال و بارافزون بدست می آید ، می باشد ، لازم به ذکر است این ضریب برای هر جهت باید به صورت مستقل حساب شود . پیترفایفر و همکارانشان در اصل در این مقاله رفتار غیر الاستیک پیچش سازه ها را با

1- Peter Fajfa
2- Damjan Marusic
3-Iztok P

رفتار الاستیکشان را مقایسه کرده اند، برای این کار از نمونه هایی استفاده کرده اند که وجود واقعی داشته و عینا ساخته شده اند و شامل یک سازه یک طبقه ، یک سازه پنج طبقه فولادی و یک سازه بتنی سه طبقه می باشد . بخش اعظم تحقیق بر روی سازه تک طبقه انجام شده است که در آن ۵٪ میرایی در نظر گرفته و از هشت طیف زلزله برای انجام تحلیل استفاده شده است. برای سازه پنج طبقه فولادی که دارای سه الگوی مختلف در پلان (ترکیب های مختلفی از اتصالات مفصلی و خمشی که تفاوت آنها در میزان سختی و مقاومت آنها در برار پیچش می باشد) ، استفاده شده است . برای طراحی این سازه از آئین نامه اروپا استفاده شده و تحت شش طیف زلزله قرار گرفته است . در سازه سه طبقه بتنی که طراحی آن توسط آئین نامه یونان و فقط تحت بارهای ثقلی بوده و از هفت طیف مصنوعی که با مقیاس های مختلف نرمال شده اند استفاده شده است . نتایج بدست آمده از تحلیل این سازه ها بصورت نموداری از جابجایی مرکز جرم بام نسبت به بعد ساختمان بررسی می شود و نتایج آن هم با نتایج بدست آمده از تحلیل دینامیکی غیر خطی مقایسه می شود . با توجه به اینکه رفتار سازه های نامنظم پیچشی در حالت غیر الاستیک بسیار پیچیده می باشدو با توجه به نتایج بدست آمده می توان پی برد درحالت کلی پاسخهای پیچشی در ناحیه غیر الاستیک از نظر کیفیت مشابه حالت الاستیک می باشد و از نظر کمیت به شدت لرزش زمین بستگی دارد و همچنین بیانگر کاهش اثرات پیچشی با افزایش تغییر شکلهای پلاستیک می باشد .

در سال ۲۰۰۱ کیلار[1] و فایفر[2][۱۳] تحقیقی را انجام داده اند که هدف آن کاربرد تحلیل بارافزون برای طراحی لرزه ای و محاسبات ساختمانهای نامنظم در آن توضیح داده شده است وتوجه ویژه ای به تحلیل های ساده شده دارد که پایه آنها برروی ارتباط جابجایی _ نیرو می باشد. در این تحقیق از دو نوع روش تخلیل بارافزون استفاده شده است ، روش اول ، روش سنتی مدل سازه ای سه بعدی می باشد و در روش دوم که توسط نویسندگان ارائه شده است یک مدل سازه ای با حداکثر ساده سازی می باشد . برای مدلسازی از سه سازه بتنی که یکی از آنها منظم و دوتای دیگر دارای نامنظمی

1- Kilar, V
2- Fajfar, P

می باشند ، استفاده شده است . نامنظمی موجود در سازه های بتنی بصورت خروج از مرکزیت مرکز جرم حاصل شده است . دراین تحقیق تحلیل بارافزون بصورت مستقل برای دوراستای مختلف انجام شده و نتایج حاصل از تحلیل به روش SRSS با هم ترکیب شده است . زمانی که بارگذاری بر روی مرکز جرم انجام می شود جابجایی آسیب بر روی قسمت شکل پذیر ناچیز می باشد و اگر بارگذاری در راستای خروج از مرکزیت حرکت کند افزایش جابجایی را در قسمت شکل پذیر سازه نتیجه می دهد . در حالت کلی تناسب در نتایج جابجایی بام بیشتر از تناسب در جابجایی طبقات و شکل پذیری می باشد، همچنین با مقایسه تحلیل های دقیق و ساده شده به تناسب مناسب نتایج بدست آمده از تحلیل ساده شده برای این نمونه در به حالت نهایی رسیدن مقاومت و جابجایی ماکسیمم سقف می رسیم. در سازه نامتقارن اول که طراحی با در نظر گرفتن اثرات نا منظمی انجام شده است اثرات پیچش بسیار بزرگتر از سازه نا منظم دوم می باشد و تقاضای لرزه ای در قسمت شکل پذیرسازه بیشتر می باشد.بر اساس تحلیل های بارافزون برای سازه نامنظم اول به حالت نهایی رسیدن درقسمت سخت آن خیلی بیشتر از به حالت نهایی رسیدن قسمت شکل پذیر آن سازه می باشد.در سازه نامنظم دوم که دوباره طراحی شده است مشاهده می شود که مرکز سختی به مرکز جرم نزدیکتر می شود و خروج از مرکزیت کاهش می یابد و به حد نهایی رسیدن قابها دریک زمان اتفاق می افتد ،میزان چرخش پیچشی کم می شود و آسیبهای اعمال شده بر روی سازه اغلب پخش تر می باشد.

با توجه به اینکه تحلیلهای بارافزون دارای محدودیتهایی می باشد که شامل عدم درنظر گرفتن اثرات مدهای بالاتر و امکان مجدد نیروهای اینرسی به علت به حد نهایی رسیدن می باشد. در سال ۲۰۰٤ کیو-سانگ-یو[1]و ریموند پاگلیسیس[2] [۵] در تحقیق انجام داده خود درادامه تحقیقات چوپرا ، که برای درنظر گرفتن اثرات مدهای بالاتر روشی به نام مودال را معرفی کرده است ، از این روش برای تحلیل های استاتیکی غیر خطی استفاده کردند. روش مودال یا MPA بر این فرض است که پاسخ های مودی غیر پیوسته سازه در مرحله غیر الاستیک می باشد. پاسخ لرزه ای هر مد بوسیله هل دادن سازه توسط نیروهای جانبی بدست آمده از هر مد تارسیدن به جابجایی هدف هر مد می باشد و همچنین

1- Yu, Qi-Song , 2- Pugliesi, Raymond

اطلاعات کلی هر پاسخ توسط متوسط گیری مناسب مودی از اطلاعات بدست آمده از مدها حاصل می شود. مقاله مورد بررسی از دو قسمت تشکیل شده است ، در قسمت اول این مقاله صحت نتایج این روش با مقایسه با تحلیل دینامیکی غیر خطی بررسی می شود . نتایج بررسی شده شامل جابجایی نسبی و همچنین الگوی توزیع مفاصل می باشد. در قسمت دوم مقاله بررسی شده سازه ای که شامل الگوی بارگذاری جانبی و لنگر پیچشی می باشد مورد نظر قرارگرفته است. یکی از این سازه ها ، سازه ای ۱۳ طبقه فولادی در سانفرناندو می باشد که دارای قاب خمشی است و یک سازه ۱۵ طبقه بتنی در ناحیه کالیفرنیا که دارای عدم تقارن در پلان می باشد، با توجه به نتایج حاصله از این روش وبا مقایسه با نتایج بدست آمده از تحلیل های دینامیکی غیر خطی ،انطباق نتایج حاصل شده است.

یکی از اهداف مهندسی ساختن سازه های مقاوم در برابر تمام آسیبهای احتمالی در برابر حرکتهای شدید زمین می باشد. بررسی آسیبهای لرزه ای با مشکلات فراوانی روبرو شده است مانند اینکه ظرفیت و تقاضا تنها وابسته به پارامترهای لرزه ای نمی باشند بلکه به سازه هم بستگی دارند،همچنین دلایل مختلفی برای بهم خردن تقارن وجود دارد که باعث سخت شدن انواع تحلیلها می شود. در سال ۲۰۰٤ آجای کومار[1] ، پارتیماران[2] وبوسه[3][٤] مقاله ای را ارائه دادند که در ابتدای آن به بررسی رفتار پیچیده سازه در اثر خروج از مرکزیت پرداخته می شود و سپس از آنالیزهای ساده شده بارافزون برای بدست آوردن پارامترهای مورد نیاز برای بررسی آسیبهای لرزه ای سازه استفاده شده است. بار کلی اعمالی بر سازه با الگوی مثلثلی وارونه بوده و سپس نیروی هر قاب در فاصله بین مرکز جرم وسختی پخش می شود. میزان خروج از مرکزیت سازه در زمانی مورد توجه قرار می گیرد که مقدار آن به اندازه ۱۰٪ بعد ساختمان باشد. همچنین سازه های نامنظم مانند set-back و آنهایی که از لحاظ پیچشی نامنظم می باشند بدلیل ایجاد جابجایی های پیچشی باعث تمرکز تنش در یکسری از اعضا می باشند .با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق بدقت نسبی روشهای بارافزون برای سازه های نامنظم با ارتفاع کم می رسیم و نتیجه دیگرحاصل شده از این تحقیق نشان دهنده افزایش درصد – جابجایی نسبی طبقات با افزایش خروج از مرکزیت می باشد.در بسیاری از مقالاتی که در زمینه بررسی

1- Sinha, Ajay Kumar
2- Pratima Rani
3-bose

اثرات نامنظمی در پلان ارائه شده است ،اغلب از یک سازه تک درجه آزادی و یا سازه های سه بعدی با خصوصیات دینامیکی مجزا استفاده شده است اما با توجه به خصوصیات دینامیکی و با توجه به خصوصیات مورد هدف در سازه واقعی به این نتیجه می رسیم که نتایج این دو روش انطباقی با هم ندارند . در بین مدلهای فرض شده تنها مدل ارائه شده توسط چوپرا به مدل واقعی تا حدودی انطباق دارد.در سال ۲۰۰٤ گونزالو زالاته[1] و گوستاو آیالا [2] [٦] از خود مقاله ای ارائه کردند که در این مقاله به ارائه فرآیند تقریبی پرداختند که به معرفی سازه سه درجه آزادی ساده شده ای می پردازند که آشکار کننده رفتار سازه واقعی و ارضاکننده شرایط مدل پارامتری چوپرا می باشد. رابطه بین نیرو- جابجایی این مدل از منحنی ظرفیت سازه واقعی با بدست آوردن نقطه عملکرد سازه واقعی با انتقال و انطباق این نقطه بر روی رفتار سازه واقعی بدست می آیدو همچنین نیروها و جابجایی های منطبق بر این نقطه عملکرد از تحلیل های بارافزون بدست می آید. نتیج حاصل از این تحقیق از وجود یک قانون انطباقی بین سازه اصلی و مدل شده حکایت دارد .

در سال ۲۰۰۰ مقدم[3] و سو[4] [١٤] در مقالشان به گسترش فرآیند تحلیل بارافزون برای ساختمانهای چند طبقه دارای خروج از مرکزیت پرداختند. در این روش از روش تحلیل طیفی برای بدست آوردن جابجایی هدف و الگوی توزیع بار استفاده می شود. هدف کلی این مقاله بررسی روش طیف پاسخ برای سه گونه سازه مختلف می باشد . روند کلی کار در این مقاله شامل دو مرحله می باشد، مرحله اول شامل بدست آوردن جابجایی هدف که برابر است با میزان حداکثر جابجایی سقف بام که در این حالت بدلیل اثرات پیچشی اعضای مقاوم در برابر زلزله جابجایی های هدف مختلفی دارند،همچنین صحت نتایج تحلیل بارافزون وابسته به الگوی توزیع بار هم می باشد. به نیروی پیچشی متفاوت می- باشد. بعد از اینکه توزیع بار و جابجایی هدف همین علت الگوی توزیع بار در قابهای جانبی در اثرنیروی پیچشی متفاوت می باشد بعد از اینکه جابجایی هدف و توزیع بار مشخص شد ، تحلیل بارافزون دو بعدی می تواند برای هر کدام از قابها انجام شود ، هر کدام از این قابها با الگوی بار-

---

1-Zarate, Gonza
2- Ayala, A Gusta
3- Moghadam, A. S
4- Tso, W. K