بسم‌الله الرحمن الرحیم

دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران مرکزی

دانشکده فنی مهندسی، گروه عمران

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.SC)

گرایش: سازه

ارزیابی آسیب‌پذیری سازه‌های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی و ارائه طرح بهسازی لرزه‌ای

استاد راهنما:
دکتر شهریار طاووسی

استاد مشاور:
دکتر امین غفوری‌پور

پژوهشگر:
حامد فاتحی پولادی

زمستان ۱۳۹۰

تقدیم به:

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان

که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است

و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر شهیدم و مادر فداکارم و همسفر زندگیم، همسر مهربانم که صبورانه مرا در این راه رهنمون ساخت تقدیم می کنم

تقدیر و تشکر

با تشکر ویژه از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر طاووسی، جناب آقای دکتر غفوری‌پور و جناب آقای دکتر جعفری و با سپاس از دوست و برادر عزیزم جناب آقای مهندس مقصودی، مسئولان محترم پالایشگاه بندرعباس، که این یادآوری، نمایندگر سپاس بی‌پایان من نسبت به کمک‌های بی‌دریغ آنان به شمار می‌آید.

حامد فاتحی پولادی
زمستان ۱۳۹۰

معاونت پژوهش و فناوری

به نام خدا

منشور اخلاق پژوهش

بایاری از خداوند سبحان و اعتقاد به این که عالم محضر خدا است و همواره ناظر بر اعمال انسان و به منظور پاس داشت مقام بلند دانش و پژوهش و نظر به اهمیت جایگاه دانشگاه در اعتلای فرهنگ و تمدن بشری، ما دانشجویان و اعضاء هیات علمی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی متعهد می گردیم اصول زیر را در انجام فعالیت های پژوهشی مد نظر قرار داده و از آن تخطی نکنیم:

۱- اصل برائت: التزام به برائت جویی از هرگونه رفتار غیر حرفه ای و اعلام موضع نسبت به کسانی که حوزه علم و پژوهش را به شائبه های غیر علمی می آلایند.

۲- اصل رعایت انصاف و امانت: تعهد به اجتناب از هرگونه جانب داری غیر علمی و حفاظت از اموال، تجهیزات و منابع در اختیار.

۳- اصل ترویج: تعهد به رواج دانش و اشاعه نتایج تحقیقات و انتقال آن به همکاران علمی و دانشجویان به غیر از مواردی که منع قانونی دارد.

۴- اصل احترام: تعهد به رعایت حریم ها و حرمت ها در انجام تحقیقات و رعایت جانب نقد و خودداری از هرگونه حرمت شکنی.

۵- اصل رعایت حقوق: التزام به رعایت کامل حقوق پژوهشگران و پژوهیدگان (انسان، حیوان و نبات) و سایر صاحبان حق.

۶- اصل رازداری: تعهد به صیانت از اسرار و اطلاعات محرمانه افراد، سازمان ها و کشور و کلیه افراد و نهادهای مرتبط با تحقیق.

۷- اصل حقیقت جویی: تلاش در راستای پی جویی حقیقت و وفاداری به آن و دوری از هرگونه پنهان سازی حقیقت.

۸- اصل مالکیت مادی و معنوی: تعهد به رعایت کامل حقوق مادی و معنوی دانشگاه و کلیه همکاران پژوهش.

۹- اصل منافع ملی: تعهد به رعایت مصالح ملی و در نظر داشتن پیشبرد و توسعه کشور در کلیه مراحل پژوهش.

تعهد نامه اصالت پایان نامه کارشناسی ارشد

اینجانب حامد فاتحی پولادی دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد ناپیوسته به شماره دانشجویی ۸۷۴۱۲۳۰۰۰۰۱ در رشته عمران – سازه که در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۳۰از پایان نامه خود تحت عنوان: ارزیابی آسیب‌پذیری سازه‌های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی و ارائه طرح بهسازی لرزه‌ای‌با کسب نمره۱۹/۵۰ ودرجه کارشناسی ارشد دفاع نموده ام بدینوسیله متعهد می شوم :

۱- این پایان نامه حاصل تحقیق وپژوهش انجام شده توسط اینجانب بوده ودر مواردی که از دستاوردهای علمی وپژوهشی دیگران (اعم از پایان نامه ، کتاب ، مقاله و...) استفاده نموده ام، مطابق ضوابط و رویه های موجود ، نام منبع مورد استفاده وسایر مشخصات آن را در فهرست ذکر ودرج کرده ام .

۲- این پایان نامه قبلا برای دریافت هیچ مدرک تحصیلی (هم سطح ، پایین تر یا بالاتر) درسایر دانشگاهها و موسسات آموزش عالی ارائه نشده است .

۳- چنانچه بعد از فراغت از تحصیل ، قصد استفاده وهرگونه بهره برداری اعم از چاپ کتاب ، ثبت اختراع و ....از این پایان نامه داشته باشم ، از حوزه معاونت پژوهشی واحد مجوزهای مربوطه را اخذ نمایم .

۴- چنانچه در هر مقطع زمانی خلاف موارد فوق ثابت شود ، عواقب ناشی از آن را بپذیرم و واحد دانشگاهی مجاز است با اینجانب مطابق ضوابط ومقررات رفتار نموده ودر صورت ابطال مدرک تحصیلی ام هیچگونه ادعایی نخواهم داشت .

نام ونام خانوادگی :حامد فاتحی پولادی

تاریخ و امضاء:۱۳۹۰/۱۱/۳۰

بسمه تعالی

در تاریخ: ۱۳۹۰/۱۱/۳۰

دانشجوی ارشد آقای حامد فاتحی پولادی از رساله خود دفاع نموده و با نمره۱۹/۵۰به‌حروف نوزده و نیم و با درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

امضاء استاد راهنما

بسمه تعالی

دانشکده فنی مهندسی

(این چکیده به‌منظور چاپ در پژوهش‌نامه دانشگاه تهیه شده است)

نام واحد دانشگاهی: تهران مرکزی کد واحد: ۱۰۱	کد شناسایی پایان‌نامه: ۱۰۱۴۰۴۰۹۸۹۱۰۱۱
عنوان پایان‌نامه: ارزیابی آسیب‌پذیری سازه‌های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی و ارائه طرح بهسازی لرزه‌ای	
نام و نام خانوادگی دانشجو: حامد فاتحی پولادی **شماره دانشجویی:** ۸۷۴۱۲۳۰۰۰۰۱ **رشته تحصیلی:** عمران- سازه	**تاریخ شروع پایان‌نامه**: ۱۳۸۹/۱۰/۱۳ **تاریخ اتمام پایان‌نامه:** ۱۳۹۰/۱۱/۳۰
استاد/استادان راهنما: دکتر شهریار طاووسی **استاد/استادان مشاور:** دکتر امین غفوری‌پور	
آدرس و شماره تلفن: خیابان ایران زمین شمالی ـ خ شکوفه یکم شرقی ـ پلاک ۲۸ **تلفن:** ۰۹۱۲۸۰۸۶۸۹۰	

چکیده پایان‌نامه (شامل خلاصه، اهداف، روش‌های اجرا و نتایج به‌دست آمده

در رساله حاضر با مدلسازی سه عدد از سازه های مهم پالایشگاهی و صنعتی با ارتفاع های مختلف که دارای درجه اهمیت بسیار زیاد در گروه بندی آیین نامه های مرسوم زلزله به شمار می روند ، رفتار این قبیل سازه ها مورد بررسی و کنکاش قرار گرفته است.

یکی از اهداف اصلی این تحقیق ، انتخاب روشی دقیق برای ارزیابی آسیب‌پذیری سازه های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی در برابر زلزله و ارائه طرح بهسازی لرزه ای با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی بوده است، بنابراین با بهره گیری از ایده طراحی بر اساس عملکرد در نسل جدید آیین نامه ها و با استفاده از روش های تحلیل استاتیکی غیر خطی **(PushOver)** و تحلیل دینامیکی غیر خطی **(Time history)** در برنامه **SAP ۲۰۰۰** ، ارزیابی آسیب پذیری سازه های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی مورد نظر در سطح خطر یک و سطح عملکرد قابلیت استفاده بی وقفه **(IO)** مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه به منظور ارزیابی آسیب پذیری سازه های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی از دو روش تحلیل غیرخطی استفاده شده است. در روش اول (تحلیل استاتیکی غیر خطی)، پس از پوش شدن سازه

های مورد نظر تحت کیس های ثقلی و جانبی (مثلثی و یکنواخت) تا تغییر مکان مشخص کـه موجـب شکل گیری نیروها و تغییرمکان ها و ایجاد مفاصل پلاستیک در آن می گردد ، انجـام شـده اسـت و در روش دوم، (تحلیل تاریخچه زمانی) این ارزیابی ، پس از انتخـاب شتابنگاشـت هـای مقیـاس شـده بـا بیشترین احتمال وقوع و قرار گرفتن سازه های مورد نظر، تحت رکورد های مختلف ، با بررسـی دقیـق مفاصل پلاستیک ایجاد شده در اعضای سازه، صورت گرفته است.

در این تحقیق، پس از ارزیابی لرزه ای سازه های مورد نظر و تشخیص میزان آسیب پذیر بودی هر یـک آن ها، بهترین راهکار جهت بهسازی لرزه ای آندسته از اعضـایی کـه در هریـک از تحلیـل هـا ، سـطح عملکرد مورد نظر را تامین نکرده اند، ارائه شده است و سازه مجددا توسط برنامه **SAP 2000** مدلسازی و بهترین طرح جهت مقاوسازی با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی ارائه شده است.

واژگان کلیدی: سازه های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی، ارزیابی آسیب پذیری، تحلیل استاتیکی غیر خطی، تحلیل دینامیکی غیر خطی، طراحی بر اساس عملکرد، مفاصل پلاستیک.

نظر استاد راهنما برای چاپ در پژوهش‌نامه دانشگاه مناسب است

مناسب نیست

تاریخ و امضا:

فهرست مطالب

فصل اول: معرفی سازه‌های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی و بررسی آسیب‌های وارده ۱

چکیده ۲

مقدمه ۳

۱-۱. معرفی سازه پالایشگاهی ۴

۱-۲. تفاوت‌های موجود بین سازه‌های معمولی با سازه نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی ۴

۱-۳. مقدمه‌ای بر خسارت لرزه‌ای سازه‌های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی ۶

۱-۴. آسیب‌های وارده بر تجهیزات ۶

۱-۵. اهداف عملکرد سازه‌های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی ۷

الف ـ یکپارچگی و پیوستگی سازه ای ۷

ب ـ تداوم عملکرد ۷

۱-۶. دسته‌بندی تجهیزات ۷

۱-۷. مقایسه مبانی ارزیابی آسیب‌پذیری سازه‌های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی و مبانی طراحی ۸

۱-۸. محدودیت‌های ارزیابی آسیب پذیری ۹

۱-۹. ارزیابی آسیب پذیری به روش کیفی ۹

۱-۱۰. مبانی انجام بررسی‌های کیفی آسیب پذیری ۹

۱-۱۱. روش اجرای بررسی کیفی آسیب پذیری تجهیزات ۱۰

۱-۱۲. ارزیابی آسیب پذیری به روش کمی (تحلیلی) ۱۱

۱-۱۳. آسیب‌های وارده بر تجهیزات صنعتی ترکیه ۱۱

۱-۱۴. بررسی آسیب‌پذیری سازه‌های فولادی ۱۱

۱-۱۵. تجهیزات ۱۲

۱-۱۶. لوله‌ها ۱۴

۱-۱۶-۱. لوله‌های درون واحدی ۱۴

۱-۱۷. نارسایی‌های کلی گزارش‌های ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای سازه‌های پالایشگاهی ۱۶

۱-۱۷-۱. موارد ضعف در سازه‌های نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی ۱۷

فصل دوم: بررسی و مقایسه آیین‌نامه‌ها و مروری بر روش‌های تحلیل ۱۸

بخش اول: بررسی و مقایسه آیین‌نامه‌ها ۱۹

۲-۱-۱. کلیات روش‌های تحلیل ۲۰

۲-۱-۲. تعیین برش پایه ۲۰

۲-۱-۳. نحوه تعیین پریود سازه ۲۰

۲-۱-۴. مدل سازی سازه فولادی ۲۰

۲-۱-۵. کنترل تغییر مکان‌های جانبی طبقات ۲۱

۲-۱-۶. سیستم‌های سازه ای ۲۱
۲-۱-۷. نحوه تعیین مقاومت ۲۱
۲-۱-۸. ترکیب بار گذاری ۲۲
۲-۱-۹. طبقه‌بندی اعضا ۲۲
بخش دوم: مروری بر روش‌های تحلیل ۲۳
۲-۲-۱. کلیات ۲۴
۲-۲-۱-۱. مدل سازی ۲۴
الف ـ فرضیات اساسی اولیه ۲۴
ب ـ اعضای اصلی و غیر اصلی ۲۴
۲-۲-۱-۲. رفتار اجزای سازه ۲۴
۲-۲-۱-۳. طبقه‌بندی اجزای کنترل شونده توسط تغییر شکل و نیرو در سازه‌های فولادی ۲۶
۲-۲-۱-۴. اثر P - Δ ۲۸
۲-۲-۱-۵. سطوح عملکرد (performance) ۲۸
۲-۲-۱-۶. بارهای وارده به سازه ۲۸
۲-۲-۱-۷. تحلیل‌های مورد استفاده در پایان نامه ۲۹
۲-۲-۱-۷-۱. تحلیل استاتیکی غیرخطی (Pushover) ۲۹
۲-۲-۱-۷-۲. مراحل انجام تحلیل استاتیکی غیرخطی (Pushover) ۳۱
الف ـ تعریف نقطه کنترل ۳۱
ب ـ محاسبه تغییرمکان هدف ۳۱
ج ـ تعریف Case (حالت‌های پوش) ۳۲
د ـ توزیع نوع اول (توزیع مثلثی) ۳۲
ه ـ توزیع نوع دوم (توزیع یکنواخت): ۳۲
و ـ تعریف و اختصاص دادن مفاصل غیرخطی ۳۳
ز ـ بررسی سطح عملکرد سازه ۳۳
۲-۲-۱-۷-۳. تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی غیرخطی ۳۴
۲-۲-۱-۷-۴. انتخاب شتابنگاشتها ۳۴
۲-۲-۱-۷-۵. مقیاس کردن شتاب نگاشتها ۴۰
۲-۲-۱-۷-۶. تعریف و اختصاص دادن مفاصل غیرخطی ۴۲
۲-۲-۱-۷-۷. بررسی سطح عملکرد سازه ۴۲
فصل سوم: بررسی سازه نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی ـ سه طبقه ۴۳
بخش اول: معرفی کلیات سازه سازه نگهدارنده سه طبقه ۴۴
۳-۱-۱. کلیات سازه ۴۵
۳-۱-۲. معرفی مشخصات سازه ۴۷
۳-۱-۲-۱. پیکربندی سازه ۴۷
۳-۱-۲-۲. مشخصات مصالح ۴۷
۳-۱-۲-۳. مشخصات مقاطع تیرها و ستون‌ها ۴۷
۳-۱-۲-۴. پلان تیرریزی و ستون‌گذاری ۴۸
بخش دوم: بارگذاری سازه نگهدارنده سه طبقه ۵۳

۳-۲-۱. بار گذاری ثقلی سازه ۵۴
۳-۲-۱-۱. بار مخازن (Tank) و مبدل‌های حرارتی (Exchanger) ۵۴
۳-۲-۱-۲. بار مرده (Dead load) ۵۵
۳-۲-۱-۳. بار زنده (Live load) ۵۵
۳-۲-۱-۴. محاسبه وزن سازه نگهدارنده ۵۵
۳-۲-۱-۴-۱. وزن طبقه اول ۵۵
۳-۲-۱-۴-۲. وزن طبقه دوم ۵۶
۳-۲-۱-۴-۳. وزن طبقه سوم ۵۶
۳-۲-۲. پیچش ۵۶
۳-۲-۳. کنترل سازه در برابر واژگونی ۵۶
۳-۲-۴. کنترل سازه در برابر واژگونی در جهت x ۵۷
۳-۲-۵. کنترل سازه در برابر واژگونی در جهت y ۵۷
بخش سوم: بررسی صلبیت دیافراگم سازه نگهدارنده سه طبقه ۵۸
۳-۳-۱. بررسی صلبیت دیافراگم: (3story-01-ST-001) ۵۹
بخش چهارم: ارزیابی آسیب‌پذیری سازه نگهدارنده سه طبقه ۶۲
۳-۴-۱. تحلیل استاتیکی غیرخطی (Pushover) ۶۳
۳-۴-۲. تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی ۶۵
بخش پنجم: بهسازی لرزه‌ای سازه نگهدارندهٔ سه طبقه ۶۷
۳-۵-۱. تحلیل استاتیکی غیرخطی (Pushover) ۶۸
۳-۵-۲. تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی ۷۱

فصل چهارم: بررسی سازه نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی ـ هفت طبقه ۷۵
بخش اول: معرفی کلیات سازه سازه نگهدارندهٔ هفت طبقه ۷۶
۴-۱-۱. کلیات سازه ۷۷
۴-۱-۲. معرفی مشخصات سازه ۷۹
۴-۱-۲-۱. پیکربندی سازه ۷۹
۴-۱-۲-۲. مشخصات مصالح ۷۹
۴-۱-۲-۳. مشخصات مقاطع تیرها و ستونها ۷۹
۴-۱-۲-۴. پلان تیرریزی و ستون‌گذاری ۸۰
بخش دوم: بارگذاری سازه نگهدارنده هفت طبقه ۸۷
۴-۲-۱. بار گذاری ثقلی سازه ۸۸
۴-۲-۱-۱. بار مرده (Dead load) ۸۸
۴-۲-۱-۲. بار زنده (Live load) ۸۸
۴-۲-۱-۳. محاسبه وزن سازه نگهدارنده ۸۹
۴-۲-۱-۳-۱. وزن طبقه اول(EL+4.575) ۸۹
۴-۲-۱-۳-۲. وزن طبقه مجازی (EL+7.275) ۸۹
۴-۲-۱-۳-۳. وزن طبقه دوم (EL+6.575) ۸۹
۴-۲-۱-۳-۴. وزن طبقه سوم (EL+11.775) ۹۰
۴-۲-۱-۳-۵. وزن طبقه چهارم (EL+15.325) : ۹۰

۴-۲-۱-۳-۶. وزن طبقه پنجم (EL+18.525) ۹۰
۴-۲-۱-۳-۷. وزن طبقه ششم (EL+23.425) ۹۱
۴-۲-۱-۳-۸. وزن طبقه هفتم ۹۱
۴-۲-۲. پیچش ۹۱
۴-۲-۳. کنترل سازه در برابر واژگونی ۹۲
۴-۲-۳-۱. کنترل سازه در برابر واژگونی در جهت x ۹۲
۴-۲-۳-۲. کنترل سازه در برابر واژگونی در جهت y ۹۳
بخش سوم: بررسی صلبیت دیافراگم سازه نگهدارنده هفت طبقه ۹۴
۴-۳-۱. بررسی صلبیت سقف: (7story-01-ST-401) ۹۵
بخش چهارم: ارزیابی آسیب‌پذیری سازه نگهدارنده هفت طبقه ۹۸
۴-۴-۱. تحلیل استاتیکی غیرخطی (Pushover) ۹۹
۴-۴-۲. تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی ۱۰۱
بخش پنجم: بهسازی لرزه‌ای سازه نگهدارنده هفت طبقه ۱۰۳
۴-۵-۱. تحلیل استاتیکی غیرخطی (Pushover) ۱۰۴
۴-۵-۲. تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی ۱۰۶
فصل پنجم: بررسی سازه نگهدارنده تجهیزات پالایشگاهی ـ یک طبقه ۱۰۸
بخش اول: معرفی کلیات سازه سازه نگهدارنده یک طبقه ۱۰۹
۵-۱-۱. کلیات سازه ۱۱۰
۵-۱-۲. معرفی مشخصات سازه ۱۱۲
۵-۱-۲-۱. پیکربندی سازه ۱۱۲
۵-۱-۲-۲. مشخصات مصالح ۱۱۲
۵-۱-۲-۳. مشخصات مقاطع تیرها و ستونها ۱۱۲
۵-۱-۲-۴. پلان تیرریزی و ستون گذاری ۱۱۳
بخش دوم: بارگذاری سازه نگهدارنده یک طبقه ۱۱۶
۵-۲-۱. بار گذاری ثقلی سازه ۱۱۷
۵-۲-۱-۱. بار مرده (Dead load) ۱۱۷
۵-۲-۱-۲. بار زنده (Live load) ۱۱۷
۵-۲-۱-۳. محاسبه وزن سازه نگهدارنده ۱۱۸
۵-۲-۱-۳-۱. وزن طبقه اول ۱۱۸
۵-۲-۲. پیچش ۱۱۸
۵-۲-۳. کنترل سازه در برابر واژگونی ۱۱۸
۵-۲-۳-۱. کنترل سازه در برابر واژگونی در جهت x ۱۱۹
۵-۲-۳-۲. کنترل سازه در برابر واژگونی در جهت y ۱۱۹
بخش سوم: بررسی صلبیت دیافراگم سازه نگهدارنده یک طبقه ۱۲۰
۵-۳-۱. بررسی صلبیت سقف: (1story-06-ST-004) ۱۲۱
بخش چهارم: ارزیابی آسیب‌پذیری سازه نگهدارنده یک طبقه ۱۲۴
۵-۴-۱. تحلیل استاتیکی غیرخطی (Pushover) ۱۲۵
۵-۴-۲. تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی ۱۲۷

بخش پنجم: بهسازی لرزه‌ای سازه نگهدارنده یک طبقه ۱۲۸
۵-۵-۱. تحلیل استاتیکی غیرخطی (Pushover) ۱۲۹
۵-۵-۲. تحلیل تاریخچه زمانی غیرخطی ۱۳۱

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۳۳
۶-۱. نتیجه‌گیری ۱۳۴
۶-۲. پیشنهادات ۱۳۴

پیوست‌ها و فهرست منابع ۱۳۵
پیوست یک: نقشه‌های موجود سازه01-ST-001 ۱۳۶
الف ـ پیوست‌ها ۱۳۷
پیوست دو: نقشه‌های موجود سازه01-ST-401 ۱۴۵
پیوست سه: نقشه‌های موجود سازه 06-ST-004 ۱۵۶
پیوست چهار: نمودارها ۱۶۱
ب ـ فهرست منابع فارسی ۱۷۴
ج ـ فهرست منابع غیر فارسی ۱۷۴
Abstract ۱۷۵

فهرست جدول‌ها

جدول ۱-۱. ارزیابی آسیب پذیری تجهیزات یک واحد پالایشگاهی در زلزله ترکیه..... ۶

جدول ۱-۲. ارزیابی آسیب پذیری لوله‌های واحد پالایشگاهی در زلزله ترکیه ۱۵

جدول ۲-۲-۱. طبقه بندی اجزای کنترل شونده توسط تغییر شکل و نیرو را در قاب‌های خمشی فولادی..... ۲۷

جدول ۲-۲-۲. طبقه‌بندی اجزای کنترل‌شونده توسط تغییر شکل و نیرو در قاب های ساده مهاربندی شده با مهاربندی هم‌محـور ۲۷

جدول ۲-۲-۳. طبقه‌بندی اجزای کنترل‌شونده توسط تغییر شکل و نیرو در قاب های ساده مهاربندی‌شده با مهاربند برون‌محـور ۲۷

جدول ۲-۲-۴. پنج شتاب نگاشت جهت تحلیل دینامیکی تاریخچه زمانی ۳۵

جدول ۲-۲-۵. ضریب مقیاس جهت تحلیل دینامیکی با ۵ رکورد شتاب نگاشت دور از گسل برای خاک نوع ۲ در سطح خطـر ۱- مطابق با آیین‌نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم..... ۴۱

جدول ۳-۱-۱. مشخصات کلی سازه..... ۴۷

جدول ۳-۱-۲. مقاطع بکار رفته در سازه نگهدارنده ۴۷

جدول ۴-۱-۱. مشخصات کلی سازه ۷۹

جدول ۴-۱-۲. مقاطع به‌کاررفته در سازه نگهدارنده..... ۸۰

جدول ۵-۱-۱. مشخصات کلی سازه..... ۱۱۲

جدول ۵-۱-۲. مقاطع بکار رفته در سازه نگهدارنده..... ۱۱۲

فهرست نمودارها

نمودار د ـ۱. نمودار مربوط به سازه یک طبقه تحت بارگذاری TRIX، قبل از بهسازی ۱۶۲

نمودار د ـ۲. نمودار مربوط به سازه یک طبقه تحت بارگذاری TRIY، قبل از بهسازی ۱۶۲

نمودار د ـ۳. نمودار مربوط به سازه یک طبقه تحت بارگذاری UNIX، قبل از بهسازی ۱۶۳

نمودار د ـ۴. نمودار مربوط به سازه یک طبقه تحت بارگذاری UNIY، قبل از بهسازی ۱۶۳

نمودار د ـ ۵. نمودار مربوط به سازه یک طبقه تحت بارگذاری TRIX، پس از بهسازی ۱۶۴

نمودار د ـ ۶. نمودار مربوط به سازه یک طبقه تحت بارگذاری TRIY، پس از بهسازی ۱۶۴

نمودار د ـ ۷. نمودار مربوط به سازه یک طبقه تحت بارگذاری UNIX، پس از بهسازی ۱۶۵

نمودار د ـ ۸. نمودار مربوط به سازه یک طبقه تحت بارگذاری UNIY، پس از بهسازی ۱۶۵

نمودار د ـ ۹. نمودار مربوط به سازه سه طبقه تحت بارگذاری TRIX، قبل از بهسازی ۱۶۶

نمودار د ـ ۱۰. نمودار مربوط به سازه سه طبقه تحت بارگذاری TRIY، قبل از بهسازی ۱۶۶

نمودار د ـ ۱۱. نمودار مربوط به سازه سه طبقه تحت بارگذاری UNIX، قبل از بهسازی ۱۶۷

نمودار د ـ ۱۲. نمودار مربوط به سازه سه طبقه تحت بارگذاری UNIY، قبل از بهسازی ۱۶۷

نمودار د ـ ۱۳. نمودار مربوط به سازه سه طبقه تحت بارگذاری TRIX، پس از بهسازی ۱۶۸

نمودار د ـ ۱۴. نمودار مربوط به سازه سه طبقه تحت بارگذاری TRIY، پس از بهسازی ۱۶۸

نمودار د ـ ۱۵. نمودار مربوط به سازه سه طبقه تحت بارگذاری UNIX، پس از بهسازی ۱۶۹

نمودار د ـ ۱۶. نمودار مربوط به سازه سه طبقه تحت بارگذاری UNIY، پس از بهسازی ۱۶۹

نمودار د ـ ۱۷. نمودار مربوط به سازه هفت طبقه تحت بارگذاری TRIX، قبل از بهسازی ۱۷۰

نمودار د ـ ۱۸.نمودار مربوط به سازه هفت طبقه تحت بارگذاری TRIY، قبل از بهسازی ۱۷۰

نمودار د ـ ۱۹. نمودار مربوط به سازه هفت طبقه تحت بارگذاری UNIX، قبل از بهسازی ۱۷۱

نمودار د ـ ۲۰. نمودار مربوط به سازه هفت طبقه تحت بارگذاری UNIY، قبل از بهسازی ۱۷۱

نمودار د ـ ۲۱. نمودار مربوط به سازه هفت طبقه تحت بارگذاری TRIX، پس از بهسازی ۱۷۲

نمودار د ـ ۲۲. نمودار مربوط به سازه هفت طبقه تحت بارگذاری TRIY، پس از بهسازی ۱۷۲

نمودار د ـ ۲۳. نمودار مربوط به سازه هفت طبقه تحت بارگذاری UNIX، پس از بهسازی ۱۷۳

نمودار د ـ ۲۴. نمودار مربوط به سازه هفت طبقه تحت بارگذاری UNIY، پس از بهسازی ۱۷۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱. یکی از سازه‌های مورد بررسی ۵

شکل ۱-۲. تعداد لوله‌ها ۵

شکل ۱-۳. نمایی از راستای خمشی قاب فولادی (کارخانه دوسا) ۱۲

شکل ۱-۴. نمایی از راستای بادبندی قاب فولادی (کارخانه دوسا) ۱۲

شکل ۱-۵. سازه نگهدارنده فن‌ها که فاقد مهاربندی بوده است.(زلزله ترکیه) ۱۳

شکل ۱-۶. آسیب دیدگی لوله بر اثر زلزله در ترکیه ۱۴

شکل ۱-۷. نمونه‌ای از لوله‌های بلند ۱۵

شکل ۱-۱۰. قابلیت انعطاف‌پذیری برشی ۱۶

شکل ۱-۸. قابلیت چرخش خمشی ۱۶

شکل ۱- ۹. قابلیت چرخش پیچشی ۱۶

شکل ۲-۲-۱. منحنی رفتار عضو شکل‌پذیر ۲۵

شکل ۲-۲-۲. منحنی رفتار عضو نیمه شکل پذیر ۲۶

شکل ۲-۲-۳. منحنی رفتار عضو ترد ۲۶

شکل ۳-۱-۱. موقعیت قرارگیری سازه نگهدارنده 01-ST-001 در واحدهای عملیاتی ۴۵

شکل ۳-۱-۲. نمایی از سازه نگهدارنده 01-ST-001 ..... ۴۶

شکل ۳-۱-۳. پلان آکس‌بندی ستون‌ها و محل قرارگیری بادبندهای سازه نگهدارنده 01-ST-001 ..... ۴۶

شکل ۳-۱-۴. نمای سه بعدی سازه نگهدارنده 01-ST-001 ..... ۴۸

شکل ۳-۱-۵. پلان تیرریزی طبقه اول (EL +4.5) ۴۸

شکل ۳-۱-۶. پلان تیرریزی طبقه دوم (EL+10.5) ۴۹

شکل ۳-۱-۷. پلان تیرریزی طبقه سوم(EL+17) ۴۹

شکل ۳-۱-۸. پلان ستون‌گذاری سازه ۵۰

شکل ۳-۱-۹. نمای جانبی سازه در راستای خمشی به همراه مقاطع مربوطه ۵۰

شکل ۳-۱-۱۰. نمای جانبی سازه در راستای بادبندی به همراه مقاطع مربوطه ۵۱

شکل ۳-۱-۱۱. نمای جانبی سازه در راستای بادبندی به همراه مقاطع مربوطه ۵۱

شکل ۳-۱-۱۲. نمای جانبی سازه در راستای بادبندی به همراه مقاطع مربوطه ۵۲
شکل ۳-۲-۱. مبدل حرارتی دو طبقه ۵۴
شکل ۳-۳-۱. نمونه‌ای از دیافراگم ۵۹
شکل ۳-۳-۲. مدل ساخته شده در نرم افزار sap ۶۰
شکل ۳-۳-۳. حداکثر تغییر مکان دیافراگم تحت بار وارده در نرم افزار sap ۶۰
شکل ۳-۳-۴. تغییر مکان طبقه در تکیه گاه سمت چپ ۶۱
شکل ۳-۳-۵. تغییر مکان طبقه در تکیه گاه سمت راست ۶۱
شکل ۳-۴-۱. تحت Case TRIYPG1 : (توزیع نوع مثلثی در راستای Y در جهت مثبت بعد از اعمال کیس ثقلی G1) ۶۳
شکل ۳-۴-۲. تحت Case TRIXPG1 : (توزیع نوع مثلثی در راستای X در جهت مثبت بعد از اعمال کیس ثقلی G1) ۶۴
شکل ۳-۴-۳. تحت Case UNIXPG1 : (توزیع نوع یکنواخت در راستای X در جهت مثبت بعد از اعمال کیس ثقلی G1) ... ۶۴
شکل ۳-۴-۴. تحت Case UNIYPG1 : (توزیع نوع یکنواخت در راستای Y در جهت مثبت بعد از اعمال کیس ثقلی G1) ۶۴
شکل ۳-۴-۵. تحت Cape-G1 : (با شتاب نگاشت Cape Mendocino بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – قاب راستای Y ۶۵
شکل ۳-۴-۶. تحت Cape-G1 : (با شتاب نگاشت Cape Mendocino بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – قاب راستای X ۶۶
شکل ۳-۴-۷. تحت Victoria-G1 : (با شتاب نگاشت Victoria بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – قاب راستای Y ۶۶
شکل ۳-۴-۸. تحت Victoria-G1 : (با شتاب نگاشت Victoria بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – قاب راستای x ۶۶
شکل ۳-۵-۱. تحت Case TRIYNG2 : (توزیع نوع مثلثی در راستای Y در جهت منفی بعد از اعمال کیس ثقلی G2) ۶۹
شکل ۳-۵-۲. تحت Case TRIYPG1 : (توزیع نوع مثلثی در راستای Y در جهت مثبت بعد از اعمال کیس ثقلی G1) ۶۹
شکل ۳-۵-۳. تحت Case UNIYNG2 : (توزیع نوع یکنواخت در راستای Y در جهت منفی بعد از اعمال کیس ثقلی G2) ... ۷۰
شکل ۳-۵-۴. تحت Case TRIXNG2 : (توزیع نوع مثلثی در راستای X در جهت منفی بعد از اعمال کیس ثقلی G2) ۷۰
شکل ۳-۵-۵. تحت Case UNIXPG1 : (توزیع نوع یکنواخت در راستای X در جهت مثبت بعد از اعمال کیس ثقلی G1) ... ۷۱
شکل ۳-۵-۶. تحت North-G1 : (با شتاب نگاشت Northridge بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – قاب راستای X ۷۱
شکل ۳-۵-۷. تحت North-G1 : (با شتاب نگاشت Northridge بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – قاب راستای Y ۷۲
شکل ۳-۵-۸. تحت North-G1 : (با شتاب نگاشت Northridge بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – سه بعدی ۷۲
شکل ۳-۵-۹. تحت Chichi-G1 : (با شتاب نگاشت Chichi بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – قاب راستای X ۷۳
شکل ۳-۵-۱۰. تحت Chichi-G1 : (با شتاب نگاشت Chichi بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – قاب راستای X ۷۳
شکل ۳-۵-۱۱. تحت Chichi-G1: (با شتاب نگاشت Chichi بعد از اعمال کیس ثقلی G1) – سه بعدی ۷۴
شکل ۴-۱-۱. موقعیت قرارگیری سازه نگهدارنده 01-ST-401 در واحدهای عملیاتی ۷۷
شکل ۴-۱-۲. نمایی از سازه نگهدارنده (01-ST-401) ۷۸
شکل ۴-۱-۳. پلان آکس بندی ستون‌ها و محل قرارگیری بادبندهای سازه نگهدارنده (01-ST-401) ۷۸
شکل ۴-۱-۴. نمای سه بعدی سازه نگهدارنده (01-ST-401) ۸۰