دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده عمران

پایان نامه کارشناسی ارشد

(سازه)

ارزیابی لرزه ای و تأثیر بزرگنمایی حرکت در میراگرهای اصطکاکی سیلندری

استاد راهنما

دکتر مسعود میرطاهری

نگارش

حمید میرزائی فرد

۸۸۰۰۷۶۴

پاییز ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

تائیدیه هیئت داوران

هیئت داوران پـس از مطالعه پایان نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان نامه تهیه شـده تحت عنـوان: **ارزیابی لرزه ای و تأثیر بزرگنمایی حرکت در میراگرهای اصطکاکی سیلندری**

توسط آقای حمید میرزائی فرد صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته: **مهندسی عمران** گرایش **سازه** با رتبهٔ مورد تائید قرار می‌دهند.

۱- استاد راهنما	آقای دکتر مسعود میرطاهری	امضاء.....
۲- استاد مشاور	آقای دکتر.....	امضاء.....
۳- ممتحن خارجی	آقای دکتر عبدالرضا سرو قد مقدم	امضاء.....
٤- ممتحن داخلی	آقای دکتر بهروز عسگریان	امضاء.....
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده	آقای دکتر بهروز عسگریان	امضاء.....

فرم شماره ۳

تایید پایان نامه کارشناسی ارشد توسط دانشجو

موضوع پایان نامه: ارزیابی لرزه ای و تأثیر بزرگنمایی حرکت در میراگرهای اصطکاکی سیلندری

استاد راهنما: آقای دکتر مسعود میرطاهری

نام دانشجو: حمید میرزائی فرد

شماره دانشجویی: ۸۸۰۰۷۶۴

اینجانب حمید میرزائی فرد ، دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی عمران با گرایش سازه دانشکده مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان نامه فوق الذکر توسط اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تایید می باشد. و در موارد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط بنده یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین پایان نامه فرمت مصوب دانشکده مهندسی عمران را به طور کامل رعایت کرده ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ:

حق چاپ و تکثیر و مالکیت بر نتایج

حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق به نویسنده آن می باشد. هر گونه کپی برداری به صورت کل پایان نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده و کتابخانه دانشکده عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز است.

کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست. همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج پایان نامه با ذکر مرجع مجاز است.

قدردانی و تشکر

از زحمات اساتید محترم، پرسنل و دانشجویان صمیمی و مهربان دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی،به خصوص از استادارجمند، جناب آقای دکتر مسعود میرطاهری که با راهنمایی‌های خود راهگشای اینجانب بوده اند،کمال تشکر را دارم.همچنین از زحمات و راهنمایی آقای مهندس حمید سامانی که با راهنمایی های خود در تمامی مراحل تحقیقات پایان نامه باعث پیشرفت بهتر و سریعتر پایان نامه گردیدند قدر دانی می نمایم.در ضمن از زحمات آقای مهندس حمید علی نژاد که در مدل سازی اولیه توسط نرم افزار به اینجانب کمک نمودند تشکر می نمایم.

چکیده

یافتن روش هایی برای اتلاف انرژی ورودی ناشی از زمین لرزه می تواند بهترین و موثرترین روش برای بهبود رفتار لرزه ای سازه ها باشد. این روش ها به سه دسته کنترل غیر فعال، فعال و نیمه فعال تقسیم بندی می شوند. از میان روش های کنترل غیر فعال، میراگرهای اصطکاکی به دلیل تولید آسان، راحتی نصب و اتلاف انرژی بالا مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. از انواع میراگرهای اصطکاکی، میراگرهای اصطکاکی سیلندری را می توان نام برد.

در این تحقیق به ارزیابی لرزه ای سازه های مجهز به میراگرهای اصطکاکی سیلندری پرداخته شده است. در ابتدا سازه های مجهز به این نوع میراگر را در نرم افزار Abaqus6-10 تحت شتاب نگاشت زمین لرزه های های مختلف که همگی با شتاب زمین(g) مقیاس شده اند، جهت به دست آوردن بار لغزش بهینه قرار می دهیم.نتایج نشان می دهد که بار لغزش بهینه، وابسته شتاب نگاشت زمین لرزه ورودی می باشد. با توجه به این که این میراگر را می توان در نقاط مختلف سازه و با توجه به شکل های گوناگون برای جذب انرژی در سازه نصب نمود رفتار این میراگر در موقعیت های مختلف بررسی شده است. پاسخ های سازه (از قبیل تغییر مکان،برش پایه و...) نشان می دهند که بهترین و موثرترین موقعیت این میراگرها در میان بادبندهای قطری برای جلوگیری از کمانش این بادبندها می باشد به منظور ارزیابی بیشتر تحلیل دینامیکی افزاینده(IDA)بر روی سازه های مجهز به میراگر اصطکاکی سیلندری صورت گرفته است . این روش شامل اعمال یک یا بیش از یک شتاب نگاشت حرکت زمین به سازه و بزرگنمائی هر کدام از آنها در چندین مرحله می باشد که منجر به ساخت منحنی های IDA می شود. نتایج حاکی از این می باشد که میراگر اصطکاکی سیلندری موجب بهبود رفتار لرزه ای سازه می شود.

در انتها به منظور طراحی سازه های مجهز به میراگرهای اصطکاکی سیلندری به محاسبه ضریب رفتار سازه های مجهز به میراگرهای اصطکاکی سیلندری پرداخته شده است .با توجه به وابستگی پاسخ سازه های مجهز به این نوع میراگر به شتاب نگاشت زمین لرزه ورودی و وابستگی ضریب رفتار به شکل پذیری، مقاومت افزون، نامعینی، ارتفاع و... پنج قاب چهار، شش، هشت، ده و دوازده طبقه طراحی شده و تحت تحلیل استاتیکی غیر خطی، دینامیکی خطی و غیر خطی(برای چهارزمین لرزه مختلف) قرار داده شده اند. سپس عوامل موثر در ضریب رفتار محاسبه و در نهایت ضریب رفتار ۱۶ در حالت تنش مجاز و ۱۱ در حالت تنش نهایی به دست آمده است.

فهرست مطالب

۱-۱) مقدمه ۱

۱-۲) اهمیت شکل پذیری و میرایی در سازه ها ۲

۱-۳) روشهای کنترل ارتعاش لرزه ای سازه ها ۷

۱-٤) سیستم های کنترل غیر فعال ۹

۱-۵) اهداف پایان نامه ۱۰

۱-٦) سر فصل ها ۱۰

۲)انواع سیستم های غیر فعال ۱۲

۲-۱)سیستم های وابسته به فرکانس ۱۲

۲-۱-۱)میراگرهای جرمی تنظیم شونده (TMD) ۱۲

۲-۱-۲) میراگرهای مایع تنظیم شده (TLD) ۱٦

۲-۲) سیستم های وابسته به سرعت ۲۰

۲-۲-۱) میراگرهای مایع ویسکوز ۲۰

۲-۲-۲) -میراگرهای ویسکو الاستیک ترکیبی ۲۳

۲-۲-۲-۱) -میراگرهای ویسکو پلاستیک(VPD) ۲۳

۲-۲-۲-۱-۱) مدل اجزا محدود**VPD** ۲۵

۲-۲-۲-۱-۲) آنالیز یک ساختمان ۹طبقه با**VPD** ۲۸

۲-۳)میراگرهای وابسته به تغییر مکان ۳۰

۲-۳-۱) میراگرهای فلزی ۳۰

۲-۳-۱-۱) میراگر سختی و میرایی افزوده (ADAS) ۳۱

۲-۳-۲) میراگرهای اصطکاکی ۳٤

۲-۳-۲-۱) میراگر اصلاح شده پال (I PFD) ۳٤

۲-۲-۳-۲) مزایای میراگر اصطکاکی ۳٦

۲-٤) مقایسه حلقه های چرخه ای انواع میراگرها ۳۷

۳) آشنایی با نحوه عملکرد میراگرهای اصطکاکی ۳۹

۳-۱) ساختار و نحوه ی عملکرد میراگرهای اصطکاکی پال ٤۲

۳-۲) محل قرار گیری میراگرهای اصطکاکی ٤٤

۳-۳) تمهیدات طراحی میراگرهای اصطکاکی ٤٥

۳-٤) میراگر اصطکاکی سیلندری ٤۷

۳-٥)روابط طراحی CFD ٤۹

۳-٦) مطالعه آزمایشگاهی CFD ٥۰

۳-۷)مقایسه میراگر اصطکاکی سیلندری با سایر میراگرهای اصطکاکی ٥۱

٤)ارزیابی لرزه ای سازه های مجهز به میراگرهای اصطکاکی سیلندری ٥۳

٤-۱) مدل سازی میراگر اصطکاکی در نرم افزار Abaqus ٥۳

٤-۲) بررسی تأثیر میراگر اصطکاکی تحت بار هارمونیک در قاب یک طبقه یک دهانه ٥٥

٤-۳) بررسی تأثیر میراگر اصطکاکی سیلندری بر روی یک قاب سه طبقه یک دهانه ٦۰

٤-٤) بررسی تأثیر زمین لرزه ورودی بر میزان بار لغزش بهینه و تأثیر میزان بار لغزش بر پاسخ سازه ٦۳

٤-٤-۱) طراحی سازه ٦ طبقه ۳ دهانه ٦۳

٤-٤-۲) مدل سازی عددی در نرم افزارAbaqus ٦٤

٤-٤-۳) بررسی تأ ثیر زمین لرزه ورودی بر میزان لغزش بار بهینه ٦٥

٤-٤-٤) تأثیر میزان بار لغزش بر پاسخ سازه ٦٦

٤-٤-٤-۱) زمین لرزه-۱۹۸۳ Co alinga ٦۷

٤-٤-٤-۲) زمین لرزه-۱۹٤۰ Elcent r o ٦۸

٤-٤-٤-۳) زمین لرزه -۱۹۷۹Imper i al valley ٦۹

٤-٤-٤-٤) زمین لرزه- ۱۹۸۹ Loma perit a ۷۰

٤-٤-٥) زمین لرزه-١٩٨٦ N.palm springs ٧١
٤-٤-٦) زمین لرزه-١٩٩٤ No rt hr idge ٧٢
٤-٤-٧) زمین لرزه- ١٩٨٠ Vict or i a.mexi co ٧٣
(٨-٤-٤-٤ زمین لرزه- ١٩٨٧ Whi t t er nar r ows ٧٤
٩-٤-٤-٤) نتیجه گیری ٧٥

٤-٥) بررسی تأثیر میراگر اصطکاکی سیلندری بر میزان پاسخ های سازه ٧٥
١-٥-٤) ساختمان ٦ طبقه ٧٥
١-١-٥-٤) طراحی سازه ٧٥
٤-٥-١-٢) السنترو(١٩٤٠) ٧٧
٤-٥-١-٣) کبه- ١٩٩٥ ..... ٨٠
٤-٥-١-٤) طبس-١٩٧٨ ..... ٨٣
٤-٥-١-٥) بررسی بیشینه پاسخ سازه ٨٥
٤-٥-٢) ساختمان ١٠ طبقه ٨٧
٤-٥-٢-١) طراحی سازه ٨٧
٤-٥-٢-١) السنترو(١٩٤٠) ٨٨
٤-٥-٢-٢) کبه- ١٩٩٥ ..... ٩١
٤-٥-٢-٣) طبس-١٩٧٨ ..... ٩٢
٤-٥-٢-٤) بررسی بیشینه پاسخ سازه ٩٤

٤-٦) تحلیل دینامیکی افزایشی IDA ٩٦

٤-٦-١) تعریف تحلیل دینامیکی افزایشی ٩٦

٤-٦-٢) منحنی های IDA ٩٨

٤-٦-٣) اهداف تحلیل IDA ١٠٠

٤-٦-٤) تحلیل IDA سازه های مجهز به میراگر اصطکاکی سیلندری ١٠١

٤-٦-٥) بررسی تأثیر بزرگنمایی حرکت در میراگرهای اصطکاکی سیلندری ١٠٤

٤-٦-٦) مدل سازی تأثیر بزرگنمایی اندازه حرکت در میراگر اصطکاکی سیلندری ١٠٨
٤-٦-٦-١) قاب ٦ طبقه ٣ دهانه دارای مهاربند قطری ١٠٨
٤-٦-٦-١) قاب ٦ طبقه ٣ دهانه دارای مهاربند ضامنی ١٠٩
٤-٦-٦-١) قاب ٦ طبقه ٣ دهانه دارای مهاربند لوزی شکل ١١١
٤-٦-٦-٢) مقایسه پاسخ های سازه با جانمایی مختلف میراگر ها ١١٢

۵) محاسبه ضریب رفتار سازه های مجهز به میراگر اصطکاکی سیلندری ۱۱۷

۵-۱)ضریب رفتار قاب ٤ طبقه..... ۱۲۲

۵-۲) ضریب رفتار قاب ٦طبقه..... ۱۲٤

۵-۳)ضریب رفتار قاب ۸طبقه..... ۱۲٦

۵-٤) ضریب رفتار قاب ۱۰طبقه..... ۱۲۸

۵-۵) ضریب رفتار قاب ۱۲طبقه..... ۱۳۰

۵-٦) بررسی تأثیر بار لغزش بر ضریب رفتار در قاب ۸ طبقه ۱۳۳

۵-۷) نتیجه گیری ۱۳٦

۶) نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۱۳۷

فهرست جداول

جدول(۱-٤)زمین لرزه های مقیاس شده ورودی و بار لغزش بهینه مربوط به آن

جدول (۲-٤)بیشینه تغییر مکان بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری در قاب ٦ طبقه ۳ دهانه

جدول (۳-٤)بیشینه سرعت بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری در قاب ٦ طبقه ۳ دهانه

جدول (٤-٤)بیشینه شتاب بام با و بدون میراگ اصطکاکی سیلندری در قاب ٦ طبقه ۳ دهانه

جدول (٥-٤)بیشینه برش پایه با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری در قاب ٦ طبقه ۳ دهانه

جدول (٦-٤)بیشینه تغییر مکان بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری در قاب ۱۰ طبقه ۳ دهانه

جدول (۷-٤)بیشینه سرعت بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری در قاب ۱۰ طبقه ۳ دهانه

جدول (۸-٤)بیشینه شتاب بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری در قاب ۱۰ طبقه ۳ دهانه

جدول (۹-٤)بیشینه برش پایه با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری در قاب ۱۰ طبقه ۳ دهانه

جدول (۱۰-٤)مجموع انرژی تلف شده در میراگرها با جانمایی های مختلف

جدول (۱۱-٤)بیشینه تغییر مکان بام با جانمایی های متفاوت

جدول (۱۲-٤)بیشینه سرعت بام با جانمایی های متفاوت

جدول (۱۳-٤)بیشینه شتاب بام با جانمایی های متفاوت

جدول (۱٤-٤)بیشینه برش پایه بام جانمایی های متفاوت

جدول(۱-٥)ضریب رفتار و عوامل موثر در آن در قاب ٤ طبقه ۳ دهانه

جدول(۲-٥)ضریب رفتار و عوامل موثر در آن در قاب ٦ طبقه ۳ دهانه

جدول(۳-٥)ضریب رفتار و عوامل موثر در آن در قاب ۸طبقه ۳ دهانه

جدول(٤-٥)ضریب رفتار و عوامل موثر در آن در قاب ۱۰طبقه ۳ دهانه

جدول(۵-۵)ضریب رفتار و عوامل موثر در آن در قاب ۱۲طبقه ۳ دهانه

جدول(٦-۵) ضریب رفتار قاب با تعداد طبقات متفاوت

جدول(۷-۵) ضریب رفتار قاب ۸ طبقه با بار لغزش مختلف تحت زمین لرزه السنترو

جدول(۸-۵) ضریب رفتار قاب ۸ طبقه با بار لغزش مختلف تحت زمین لرزه نرثریج

جدول(۹-۵) ضریب رفتار قاب ۸ طبقه با بار لغزش مختلف تحت زمین لرزه کبه

جدول(۱۰-۵) ضریب رفتار قاب ۸ طبقه با بار لغزش مختلف تحت زمین لرزه طبس

جدول(۱۱-۵) ضریب رفتار قاب ۸ طبقه با بار لغزش متفاوت

فهرست اشکال

شکل(۱-۱)چند نمونه منحنی هیسترزیس نامتقارن مهاربند های معمولی

شکل(۲-۱) نمونه کاربرد بادبند غلاف دار

شکل(۲-۱) نمونه کاربرد بادبند غلاف دار

شکل(۲-۲)جابجایی برج وTMD (MCNAMARA,1977)

شکل(۲-۳)اشکال مختلفی ازTMD

شکل(٤-۲)جذب کننده های ارتعاشات دینامیکی

شکل(٥-۲) مخزنهای ضدFrahm غلتان برای استفاده در کشتی ها(DenHartog,1956)

شکل(٦-۲)میراگر حلقوی برای کاربردهای فضایی(Fujino et al,1988)

شکل(۷-۲): میراگرهای مایعی تنظیم شده برای کاربردهای سازه ای

شکل (۸-۲) میراگر سیالtalor (Constantinou et al,1993)

شکل (۹-۲) شمایی از طرح روزنه ای سیال کنترل شده(Constantinou&Symans,1993)

شکل(۱۰- ۲) پاسخ نیرو – تغییر مکان میراگرسیال روزنه ای(Constantinou&Symans,1993)

شکل(۱۱-۲)مشخصات میراگر ویسکو پلاستیک

شکل(۱۲-۲)مدل اجزا محدود میراگر ویسکو پلاستیک

شکل(۱۳-۲) منحنی تنش کرنش ماده پلاستیکی ویسکوالاستیک

شکل(۱٤-۲)تغییر شکل یافته میراگر ویسکو پلاستیک

شکل(۱٥-۲) منحنی تنش کرنش ماده پلاستیکی تحت بار هار مونیک

شکل(۱٦-۲) تحلیل یک ساختمان ۹طبقه با میراگر ویسکوپلاستیک

شکل(۱۷-۲) تأثیر استفاده از VPDدر پاسخ یک ساختمان ۹ طبقه تحت زمین لرزه valley

شکل(۱۸-۲) شکل ونحوه ی جایگذاری المان ADAS

شکل(۱۹-۲) چند طرح از میراگرهای فلزی و محل نصب آن در سازه

شکل(۲۰-۲)نحوه عملکرد المان ADAS به هگام بارگذاری جانبی

شکل(۲۱-۲)جزئیات میراگر اصطکاکی اصلاح شده

شکل (۲۳-۲)-نمونه آزمایشی میراگر اصطکاکی اصلاح شده پال

شکل (۲٤-۲) الف-منحنی هیسترسیس مهاربند ۱ب- منحنی هیسترسیس مهاربند ۲ ج- منحنی هیسترسیس میراگر

شکل(۲۵-۲)مقایسه حلقه های چرخه ای انواع میراگر

شکل (۱-۳) شمایی از تما س اصطکاکی

شکل(۲-۳)منحنی نیرو – تغییر مکان مکانیزم اصطکاکی پال

شکل(۳-۳) میراگر قطری

شکل(٤-۳) الف) موقعیت های مختلف قرارگیری میراگر اصطکاکی قطری ب) موقعیت قرارگیری میراگر اصطکاکی پال

شکل(۵- ۳) نمودار پاسخ (جابجایی نسبی) در مقابل نیروی لغزش

شکل(٦-۳)میراگر اصطکاکی سیلندری، الف: بخش استوانه توپر ب: لوله خارجی ج:میراگر ساخته شده

شکل (۷-۳)الف: برش طولی میراگر اصطکاکی سیلندری ب: میراگر مونتاژ شده

شکل(۸-۳): فشار ایجاد شده بعد تعادل گرمایی

شکل (۹-۳): آزمایش بارگذاری محوری CFD

شکل (۱۰-۳): منحنی هیسترزیس CFD

شکل(۱-٤) قاب یک طبقه یک دهانه مدل شده در نرم افزار Abaqus

شکل(۲-٤) تغییر مکان چرخه ای اعمال شده به بام

شکل(۳-٤) منحنی هیسترزیس میراگر اصطکاکی

شکل(٤-٤) ساختمان یک طبقه یک دهانه مجهز شده به میراگر اصطکاکی

شکل(٤-٥)DMFبر حسبFrوrωو $\xi_V = 0.01$

شکل (٦-٤)قاب سه طبقه یک دهانه مدل شده در نرم افزار Abaqus

شکل(۷-٤)مود اول سازه با $\omega_1 = 15.081$

شکل(۸-٤)مود دوم سازه با $\omega_2 = 41.71$

شکل(۹-٤)تأثیر میراگر اصطکاکی سیلندری در کاهش پاسخ سازه تحت بار هار مونیک

شکل(۱۰-٤)قاب ٦ طبقه ۳ دهانه مدل شده در SAP2000

شکل (۱۱-٤)نمودار تنش کرنش فولاد

شکل (۱۲-٤)قاب ٦ طبقه۳ دهانه مدل شده در نرم افزار Abaqus

شکل (۱۳-٤)تأثیر زمین لرزه ورودی بر میزان بار لغزش بهینه برای ۸ زمین لرزه مختلف مقیاس شده با(g)

شکل(۱٤-٤)نمودار بار لغزش بهینه قاب ٦ طبقه ۳ دهانه تحت زمین لرزه Coalinga

شکل(۱٥-٤)نمودار تغییر مکان بالای قاب در بار لغزش های مختلف

شکل(۱٦-٤)نمودار بار لغزش بهینه ساختمان ٦ طبقه ۳ دهانه تحت زمین لرزه Elcentro

شکل(۱۷-٤) نمودار تغییر مکان بالای قاب در بار لغزش های مختلف

شکل(٤-۱۸)نمودار بار لغزش بهینه ساختمان ٦ طبقه ۳ دهانه تحت زمین لرزه Imperial valley

شکل(٤-١٩) نمودار تغییر مکان بالای قاب در بار لغزش های مختلف

شکل(٤-٢٠)نمودار بار لغزش بهینه ساختمان ٦ طبقه ٣ دهانه تحت زمین لرزه loma perita

شکل(٤-٢٢)نمودار بار لغزش بهینه ساختمان ٦ طبقه ٣ دهانه تحت زمین لرزه N.palm springs

شکل(٤-٢٣) نمودار تغییر مکان بالای قاب در بار لغزش های مختلف

شکل(٤-٢٤)نمودار بار لغزش بهینه ساختمان ٦ طبقه ٣ دهانه تحت زمین لرزه Northridge

شکل(٤-٢٥) نمودار تغییر مکان بالای قاب در بار لغزش های مختلف

شکل(٤-٢٦)نمودار بار لغزش بهینه ساختمان ٦ طبقه ٣ دهانه تحت زمین لرزه Victoria.mexico

شکل(٤-٢٧) نمودار تغییر مکان بالای قاب در بار لغزش های مختلف

شکل(٤-٢٨)نمودار بار لغزش بهینه ساختمان ٦ طبقه ٣ دهانه تحت زمین لرزه Whitter narrows

شکل(٤-٢٩) نمودار تغییر مکان بالای قاب در بار لغزش های مختلف

شکل(٤-٣٠)قاب ٦ طبقه ٣ دهانه طراحی شده در نرم افزار SAP2000

شکل(٤-٣١)شتاب نگاشت زمین لرزه السنترو(١٩٤٠)

شکل(٤-٣٢)بار لغزش بهینه تحت زمین لرزه السنترو(١٩٤٠)

شکل (٤-٣٣)الف-تغییر مکان بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل(٤-٣٤)تغییر مکان قاب ٦ طبقه ٣ دهانه بدون میراگر تحت زلزله السنترو با مقیاس ٢

شکل(٤-٣٥)تغییر مکان قاب ٦ طبقه ٣ دهانه با میراگر اصطکاکی سیلندری تحت زلزله السنترو با مقیاس ٢

شکل(٤-٣٦)شتاب نگاشت زمین لرزه کبه (١٩٩٥)

شکل(٤-٣٧)بار لغزش بهینه تحت زمین لرزه کبه(١٩٩٥)

شکل (٤-٣٨)الف-تغییر مکان بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (۳۸-٤)ب-سرعت بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (۳۸-٤)ج-شتاب بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (۳۸-٤) د-برش پایه با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل(۳۹-٤)شتاب نگاشت زمین لرزه طبس(۱۹۷۸)

شکل(٤۰-٤)بار لغزش بهینه تحت زمین لرزه طبس(۱۹۷۸)

شکل (٤۱-٤)الف-تغییر مکان بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٤۱-٤)ب-سرعت بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٤۱-٤)ج-شتاب بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٤۱-٤) د-برش پایه با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل(٤۲-٤) قاب ۱۰ طبقه ۳ دهانه طراحی شده در نرم افزار SAP2000

شکل(٤۳-٤)بار لغزش بهینه تحت زمین لرزه السنترو(۱۹٤۰)

شکل (٤٤-٤)الف-تغییر مکان بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٤٤-٤)ب-سرعت بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٤٤-٤)ج-شتاب بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٤٤-٤) د-برش پایه با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل(٤٥-٤)تغییر مکان قاب ۱۰طبقه ۳ دهانه بدون میراگر تحت زلزله السنترو با مقیاس۳

شکل(٤٦-٤)تغییر مکان قاب ۱۰طبقه ۳ دهانه با میراگر اصطکاکی سیلندری تحت زلزله السنترو با مقیاس ۳

شکل(٤۷-٤)بار لغزش بهینه تحت زمین لرزه کبه(۱۹۹٥)

شکل (٤۸-٤)الف-تغییر مکان بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٤٨-٤)ب-سرعت بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٤٨-٤)ج-شتاب بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٤٨-٤) د-برش پایه با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل(٤٩-٤)بار لغزش بهینه تحت زمین لرزه طبس(١٩٧٨)

شکل (٥٠-٤)الف-تغییر مکان بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٥٠-٤)ب-سرعت بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٥٠-٤)ج-شتاب بام با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل (٥٠-٤) د-برش پایه با و بدون میراگر اصطکاکی سیلندری

شکل(٥١-٤) روند انجام تحلیلIDA

شکل(٥٢-٤) نمونه ای از یک منحنیIDA

شکل(٥٣-٤)پاسخ های متفاوت یک سازه تحت اثر شتاب نگاشت های مختلف

شکل(٥٤-٤)قاب ٦ طبقه ٣ دهانه طراحی شده در نرم افزار SAP2000

شکل(٥٥-٤)بار لغزش بهینه تحت زمین لرزه coalinga(1983)

شکل(٥٦-٤)منحنی IDA تحت زمین لرزه coalinga(1983)

شکل(٥٧-٤)تغییر شکل سازه بدون مهاربند تحت زمین لرزه coalinga(1983) با PGA=0.27g و مقیاس ٢

شکل(٥٨-٤)تغییر شکل سازه با مهاربند تحت زمین لرزه coalinga(1983) با PGA=0.45g و مقیاس ٢

شکل(٥٩-٤)تغییر شکل سازه با میراگر تحت زمین لرزه coalinga(1983) با PGA=0.98g و مقیاس ١٠

شکل(٦٠-٤)جانمایی مهاربند ضامنی

شکل(٦١-٤) مهاربند ضامنی قیچی جک